ipcc

政府间气候变化专门委员会

气候变化2014

影响、适应和脆弱性

摘要、常见问题以及交叉性章节文框

WG II

政府间气候变化专门委员会

第五次评估报告

第二工作组的报告

WMO UNEP

气候变化2014：影响、适应和脆弱性

摘要、常见问题和交叉章节文框

政府间气候变化专门委员会
第五次评估报告第二工作组的报告

编辑

Christopher B.Field
第二工作组联合主席
卡内基科学研究所
全球生态部

Vicente R.Barros
第二工作组联合主席
布宜诺斯艾利斯大学
海洋和大气研究中心

David Jon Dokken
执行主任

Katharine J.Mach
联合科学主任

Michael D.Mastrandrea
联合科学主任

T.Eren Bilir　Monalisa Chatterjee　Kristie L.Ebi　Yuka Otsuki Estrada　Robert C.Genova　Betelhem Girma
Eric S.Kissel　Andrew N.Levy　Sandy MacCracken　Patricia R.Mastrandrea　Leslie L.White

第二工作组技术支持小组

© 政府间气候变化专门委员会**2014**

ISBN 978-92-9169-141-8

所用的称号和地图上的材料表示方式并不代表政府间气候变化专门委员会对各国家、领土、城市或地区、或其当局的法律地位、或对其边界划分的观点立场。

应使用以下方式摘引本出版物：

IPCC,2014：气候变化2014：影响、适应和脆弱性。摘要、常见问题和交叉章节文框。政府间气候变化专门委员会第五次评估报告第二工作组的报告[Field,C.B.,V.R.Barros,D.J.Dokken,K.J.Mach,M.D.Mastrandrea,T.E.Bilir,M.Chatterjee,K.L.Ebi,Y.O.Estrada,R.C.Genova,B.Girma,E.S.Kissel,A.N.Levy,S.MacCracken,P.R.Mastrandrea,和L.L.White(编辑)]。世界气象组织，瑞士日内瓦，190页(阿拉伯文、中文、英文、法文、俄文和西班牙文)

封面图片：

在图瓦卢富纳富提环礁的福纳法拉种植红树林幼苗。© David J.Wilson

目录

前页

序 vii

前言 ix

献词 xiii

SPM

决策者摘要 1

TS

技术摘要 35

FAQs

第二工作组常见问题 95

CC文框

交叉章节文框 99

附录

术语表 171

序、前言和献词

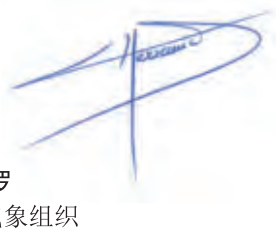
序

《气候变化2014：影响、适应和脆弱性》是政府间气候变化专门委员会(IPCC)《第五次评估报告(AR5)-气候变化2013/2014》的第二卷，是由IPCC第二工作组编写的。本卷重点阐述了气候变化之所以重要的原因，主要分为两大部分，分别从人类和自然系统以及区域方面进行阐述，同时结合了第一工作组和第三工作组报告的成果。本卷阐述了已发生的影响以及未来影响的风险，特别阐述了风险随气候变化幅度变化以及随适应不可避免气候变化的投资变化而变化的方式。对于过去和未来的影响，本评估报告的核心重点是阐明对脆弱性、事件特征和相互作用的了解，这些特征及相互作用可使有些事件产生严重影响，而使另外一些事件几乎未造成影响。

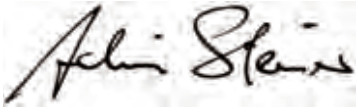
本评估报告增加了三大新元素。这三大元素有助于人们更为深入和细致地了解真实世界发生的气候变化。第一个新元素是大大扩展评估报告所涉及的主题。第二工作组评估报告AR4有20章，而其AR5增至30章，这明确说明人们对气候变化及其影响的认识在不断扩大，进而可以关注更多的领域，包括有关人类安全、生计和海洋等领域。第二大新元素是广泛关注风险，而风险是不确定的结果与具有价值且处于危险之中事物的结合。基于风险的框架提供了一个可利用所有可能结果信息的框架，不仅包括最有可能的结果也包括低概率但后果影响大的事件。第三大新元素是有坚实的证据基础，即气候变化影响通常涉及多种相互作用的因素，而气候变化增加了新的方面和复杂性。言下之意是，认识气候变化的影响需要有非常开阔的视野。

世界气象组织(WMO)和联合国环境规划署(UNEP)于1988年联合建立了IPCC，旨在为国际社会提供有关气候变化的最新、最全面的科学、技术和社会经济信息。从那时起，IPCC评估报告发挥了重要作用，激励了各国政府采纳并实施应对气候变化的政策，包括《联合国气候变化框架公约》和《京都议定书》。IPCC第五次评估报告为世界各国决策者提供了重要的信息依据，以帮助其应对气候变化的挑战。

正是由于一大批顶尖科学家的认真负责、自愿奉献，才有了题为“影响、适应和脆弱性”的报告。我们感谢所有的主要协调作者、主要作者、撰稿作者、评审编辑和评审人员。另外，我们谨向第二工作组技术支持小组和IPCC秘书处的工作人员表示感谢，感谢他们倾注全力，成功地组织编写了IPCC报告。此外，我们谨在此感谢IPCC主席Rajendra K.Pachauri博士，他在整个过程中孜孜不倦、循循善诱，并对第二工作组两位联合主席Vicente Barros博士和Chris Field博士的精湛领导表示感谢。我们还要向那些为IPCC信托基金捐款并支持其科学家参与IPCC工作的政府和机构表示诚挚的谢意。我们尤其要感谢美国政府为技术支持小组提供了资金支持；感谢日本政府承办了批准本报告的全会；感谢日本、美国、阿根廷和斯洛文尼亚等国政府承办了编写本报告的历次起草会议。



米•雅罗
世界气象组织
秘书长



阿•施泰纳
联合国环境规划署
执行主任

前言

政府间气候变化专门委员会第五次评估报告第二工作组的报告(IPCC WGII AR5)主要讨论气候变化的影响、适应和脆弱性。报告根据现有的科学、技术和社会经济文献，提供当前知识的全面、最新现状以及确定性的水平。IPCC的评估过程旨在同样重视宏观信息以及关键细节，整合不同学科的知识，评估各种成果证据的优势，并确定欠缺了解的主题，正如IPCC所有的报告一样，正是有了这样的评估过程才有了本报告。本评估报告的重点是提供信息，以支持各级别的利益攸关方进行正确决策。本评估报告为支持决策提供了独特的背景知识来源，同时也完全避免出现倾向某种特定政策的主张。

本报告的范围

气候变化的影响、适应和脆弱性涉及多个主题。随着对气候变化知识的深入了解，我们发现越来越多的不同领域、活动和资产之间存在联系并存在风险。早期的研究主要侧重于温度和降雨对人类、作物以及野生动植物的直接影响。新的证据表明了解这些直接影响很重要，但了解潜在的间接影响(包括可通过贸易、旅行和安全在全球传播的影响)也同样重要。因此，气候变化的可能影响中剔除了人类活动或自然生态系统过程的若干方面。由于地球系统的相互关联性，无法明确界定气候变化影响、适应和脆弱性的范围。本报告并未限定这个问题。相反，本报告把重点放在核心要素上，并确定气候变化问题与其他问题重叠或交叉的连接点。

AR5第二工作组报告的三大重要新元素是以气候变化问题的综合性质为基础。首先是增加新章节，明确涉及广泛的主题。随着出版文献的快速增加，人们的知识也不断增多，这有利于更深入地评估一些领域。其中增加的一些是地理领域，特别增加了有关海洋的两个章节。其他新的章节是进一步研究以前评估报告所涉及的主题，这反映了现有研究的复杂性有所增加。基于有关气候变化人类因素的新研究，增加了对人类居住区、安全和生计的评估。有关适应的出版文献大幅增加，促进了这些章节的评估。

第二个新重点是关注气候变化作为管理和减轻风险以及利用机遇方面的挑战。了解气候变化影响的风险有一些优势，是由于物理气候产生的危害与人类、生态系统和资产的脆弱性和暴露度之间存在重叠关系。其中一些优势源自存在可以对调节各部分风险的因素进行评估的机会。以风险为重点可确定找到各种解决方案的途径，而其他的优势正与此有关。以风险为重点可将历史经验与未来预估联系起来。它有助于整合极端事件的作用。它还突出强调考虑各种可能结果的重要性，同时提供了在存在不确定性的情况下制定有关决策的各种工具。

第三个新增的重点将气候变化的内在关联联系起来，重点放在风险上。气候变化的风险可在环境中体现出来，其中包括很多相互作用的过程和压力源。通常情况下，气候变化主要可使得有时是长期性的挑战增加新的方面和复杂性。了解气候变化背景下的多种压力源可有助于获得新的见解和制定新的解决方案。

提高对气候变化风险的认识可作为了解可能解决方案的机会和影响的切入点。其中一些解决方案是AR5第三工作组报告中主要讨论的领域，即减缓。WGII AR5深入探究的是适应。但仍有许多机会可将气候变化适应、减缓和可持续发展联系起来。过去的文献往往将适应、减缓和可持续发展作为竞争性议程，相比之下新文献则确认其相互之间具有互补性。这有利于制定将投资用于管理和减轻气候变化风险的方案，以促进世界各地建设充满活力的社区、强劲的经济和健康的生态系统。

本报告的结构

IPCC第五次评估报告第二工作组的报告包括一份简要的决策者摘要、一份篇幅更长的技术摘要、外加30个主题章节和相应的附录。一系列的交叉章节文框和常见问题综合阐述了对一些关键问题的观点。所有打印内容的电子版本以及在线补充材料可免费查询：www.ipcc.ch.

本报告分为两部分。A部分涵盖全球尺度上广泛领域的主题，涉及物理、生物和人类系统。B部分也是相同的主题，但是从区域的视角进行分析，主要探讨气候变化、环境和可用资源结合起来所产生的问题。从理论上讲，A部分和B部分的材料有相同的地方，但在框架方面的反差使得每个部分对特定利益攸关方具有特别针对性。为了从区域尺度问题的角度设置背景和满足用户需求，B部分从第五次评估报告第一工作组的报告和第三工作组的报告中摘录了部分材料。为了突出两部分的不同目的以及平衡联合主席的贡献，两部分在编辑排序方面有所不同，Chris Field列于A部分的首位，而Vicente Barros列于B部分的首位。

A部分的20章分为六大主题。

AR5的背景

这部分简要总结了第四次评估报告和第五次评估报告第一工作组报告的结论，分为两章：第一章：出发点；第二章：决策基础。文中解释了重点关注气候变化作为管

理和减轻风险挑战的原因，并在气候变化的背景下评估不同决策方法的相关性。

自然和管理状态下的资源和系统及其使用

本部分探讨了多个不同领域，并首次将重点放在资源安全上，其中的五个章节分别为：第三章：淡水资源；第四章：陆地和内陆水系统；第五章：海岸带系统和低洼地区；第六章：海洋系统；第七章：粮食安全和粮食生产系统。海洋系统这一章着重阐述了海洋生态系统的运作过程，这一章是WGII AR5增加的海洋部分的重要元素。

人类居住区、工业和基础设施

本部分有三章：第八章：城市地区；第九章：农村地区；第十章：关键的经济行业和服务，文中阐述了更多关于居住区和经济活动方面的内容。由于居住在城市以及移居到城市居住的人口数量庞大，城市地区对于认识气候变化问题也越来越重要。

人类健康、福祉和安全

这部分有三章：第十一章：人类健康：影响、适应、和协同效益；第十二章：人类安全；第十三章：生计和贫困，这三章更为关注人。这几章探讨了广泛的过程，从媒介传播的疾病到冲突和迁移，主要评估了地方知识和传统知识的相关性。

适应

着重讨论适应是WGII AR5的重要变化之一。以下章节分别讨论的主题为：第十四章：适应的需求与选择；第十五章：适应的规划和实施；第十六章：适应的机会、制约和局限性；第十七章：适应经济学。这种安排反映出文献有了大量增加，许多国家有了一些气候变化适应计划而一些国家已采取具体行动。

多行业的影响、风险、脆弱性和机遇

这部分的三章分别为：第十八章：已观测到影响的检测和归因；第十九章：非紧急风险和关键脆弱性；第二十章：具有气候承受力的路径：适应、减缓和可持续发展。这一章是从A部分和B部分选的材，着重关注了气候变化的一些方面，这些方面只有通过审查世界

各地的范例以及所有的人类活动才能发现。这几章综合分析了有关认识气候变化风险的三个核心问题，即：迄今有什么样的影响(以及与气候变化相关的确定性有多高)、未来最重要的风险有哪些、以及将应对气候变化与其他社会目标联系起来的机会有多大？

B部分有10章，首先是第二十一章：区域背景，这种结构是为了帮助读者了解和充分利用区域信息。随后的章节是分别介绍世界上的9个区域：第二十二章：非洲；第二十三章：欧洲；第二十四章：亚洲；第二十五章：大洋洲；第二十六章：北美洲；第二十七章：中美洲和南美洲；第二十八章：极地地区；第二十九章：小岛屿；第三十章：海洋(以区域角度作为海洋问题的切入点，包括人类利用海洋资源的方面)。对于区域利益攸关方来说，这部分的每章都是“全功能”的资源，同时得益于全球评估并对全球评估有促进作用。量化的区域关键风险和区域气候变化分布图是这些章节的重点，而区域气候变化分布图是对第一工作组“全球和区域气候预估图”的补充。这些章节探讨的是该地区最相关的问题和主题。

过程

IPCC第五次评估第二工作组的报告是按照IPCC的各项程序进行编写的。2009年7月在威尼斯举行的规划会议讨论并确定了章节大纲，而于2009年11月在印度尼西亚巴厘岛举行的委员会第31次全会上批准了三个工作组报告的大纲。由各国政府和IPCC观察员组织提名专家组成作者团队。WGII主席团为作者团队选定了64名主要协调作者、179名主要作者和66名评审编辑，并于2010年5月得到了IPCC主席团的认可。各章节作者团队选定了超过400名撰稿作者，他们提供了文稿。

作者团队编写的文本草案经过了两轮正式的专家评审，其中一轮是政府评审。每一轮评审后由作者团队对章节草案进行修改，其中评审编辑的工作是确保充分考虑每一条评审意见，并对章节进行相应的调整以反映评审中提出的要点。此外，各国政府参与了对《决策者摘要》草案的最后一轮审查。现在可在线获取所有的章节草案、评审意见以及作者的回复：www.ipcc.ch。对于所有的草案，AR5第二工作组报告收到84个国家1729个独立专家评审人员提出的共50492条意见。2014年3月25-30日在日本横滨举行的IPCC第二工作组第10次会议和IPCC第38次全会上，委员会逐行批准了《决策者摘要》，并接受了底章节。

鸣谢

第二工作组有一支出色的作者团队编写AR5。从很多方面来说，作者团队涵盖了整个科学界，包括开展研究并撰写研究论文的科学家，而评估报告也正是基于这些研究论文，还包括评审人员，他们贡献了自己的智慧，处理了超过50000万条评审意见。第二工作组作者团队有309位主要协调作者、主要作者和评审编辑，他们来自70国家，而报告编写过程体现了他们的科学素养、智慧以及奉献精

神。在一批才华横溢的自愿章节科学家的支持下以及在很多撰稿作者的协助下，这些作者致力于实现很高的科学质量和很好的公共服务。但令人难过的是，在报告编写的过程中，三位最有经验的作者去世。我们深深地怀念JoAnn Carmin、Abby Sallenger和Steve Schneider。

我们极大地受益于第二工作组主席团的建议和指导：Amjad Abdulla（马尔代夫）\Eduardo Calvo Buendia（秘鲁）、José M.Moreno（西班牙）、Nirivololona Raholijao（马达加斯加）、Sergey Semenov（俄罗斯）和Neville Smith（澳大利亚）。他们对区域资源和区域关注点的了解是非常宝贵的信息。

在编写AR5的过程中，IPCC领导层同事（特别是IPCC主席R.K.Pachauri）的智慧以及洞察力让我们获益良多。IPCC执行委员会的所有成员对于涉及所有三个工作组的报告问题高效和无私地工作。我们衷心感谢执行委员会的所有成员：R.K.Pachauri、Ottmar Edenhofer、Ismail El Gizouli、Taka Hiraishi、Thelma Krug、Hoesung Lee、Ramôn Pichs Madruga、秦大河、Youba Sokona、Thomas Stocker和Jean-Pascal van Ypersele。

我们非常感激各国积极合作出色承办了我们的工作会议，包括四次主要作者会议和第二工作组第十次届会。我们非常感谢日本、美国和斯洛文尼亚等国政府提供支持承办了主要作者会议，日本政府承办了批准报告的会议。美国政府为第二工作组技术支持小组提供了必要的资金支持。特别感谢美国全球变化研究计划的负责人精心策划在多个研究机构进行筹资。

特别感谢IPCC秘书Renate Christ，以及IPCC秘书处的工作人员：Gaetano Leone、Carlos Martin-Novella、Jonathan Lynn、Brenda Abrar-Milani、Jesbin Baidya、Laura Biagioni、Mary Jean Burer、Annie Courtin、Judith Ewa、Joelle Fernandez、Nina Peeva、Sophie Schlingemann、Amy Smith和Werani Zabula。感谢Francis Hayes担任批准报告会议的会议官员。感谢协调组织每场主要作者会议的所有人，包括Mizue Yuzurihara和Claire Summers组织了LAM1、Sandy Mac Cracken组织了LAM2、Ramiro Saurral组织了LAM3以及Mojca Dezelak组织了LAM4。来自日本、美国、阿根廷和斯洛文尼亚的学生协助组织了主要作者会议。

第二工作组技术支持小组非常出色。他们结合了精密的科学、卓越的技术、艺术视角、极强的韧性以及深刻的奉献精神，更不要说有突出的能力，从而能够弥补联合主席的疏忽和不足。Dokken、Mike Mastrandrea、Katie Mach、Kris Ebi、Monalisa Chatterjee、Sandy MacCracken、Eric Kissel、Yuka Estrada、Leslie White、Eren Bilir、Rob Genova、Beti Girma、Andrew Levy和Patricia Mastrandrea都为本报告做出了杰出的贡献。此外David Ropeik（常见问题）、Marcos Senet（Vicente Barros的助手）、Terry Kornak（技术编辑）、Marilyn Anderson（索引）、Liu Yingjie（负责对中国作者给予支持）和Janak Pathak（负责与UNEP沟通）都做出了杰出贡献。Kyle Terran、Gete Bond和Sandi Fikes在出行差旅方面做出了贡献。John Kelley和Ambarish Malpani的自愿付出大大加强了对参考文献的管理。Catherine Lemmi、Ian Sparkman和Danielle Olivera是很出色的实习生。

我们对我们的家人以及所有作者和评审的家人表示深深的感谢。我们知道许多个夜晚和周末你们不能陪伴伴侣、父母或子女，独坐在电脑前或嘟囔着我们怎么又派了一个活。

Vicente Barros
IPCC WGII 联合主席

Chris Field
IPCC WGII 联合主席

献词

Credit: Odd-Steinar Tøllefsen

Yuri AntonievichIzrael
（1930年5月15日至2014年1月23日）

谨以IPCC第五次评估报告第二工作组的报告献给Yuri AntonievichIzrael教授，以示怀念，Izrael教授于1988年至1992年担任第二工作组第一任主席并于1992年至2008年担任IPCC副主席。Izrael教授是一位先驱，引领成千上万名科学家为IPCC工作做出贡献。

在漫长而辉煌的职业生涯中，Izrael教授一直是环境科学、气象学、气候学的大力倡导者，也是国际组织特别是IPCC和世界气象组织的坚定支持者。秉承开拓创新和孜孜不倦的精神，Izrael教授创建了全球气候和生态研究所，并领导该研究所长达20多年。

IPCC在谨慎选择观测资料、设立相关机制和使用各种情景开展系统性的预估等方面做到了兼顾平衡，而Izrael教授在其中发挥了核心的作用。Izrael教授大力倡导IPCC报告要充分体现一流科学和广泛参与，在许多方面做出过开拓性、独特性工作，确保了IPCC把报告的全面性和完整性。

决策者摘要

SPM

决策者摘要

起草作者：
Christopher B. Field（美国）、Vicente Barros（阿根廷）、Michael D. Mastrandrea（美国）、Katharine J. Mach（美国）、Mohamed A.-K. Abdrabo（埃及）、W. Neil Adger（英国）、Yury A. Anokhin（俄罗斯联邦）、Oleg A. Anisimov（俄罗斯联邦）、Douglas J. Arent（美国）、Jonathon Barnett（澳大利亚）、Virginia R. Burkett（美国）、蔡榕硕（中国）、Monalisa Chatterjee（美国/印度）、Stewart J. Cohen（加拿大）、Wolfgang Cramer（德国/法国）、Purnamita Dasgupta（印度）、Debra J. Davidson（加拿大）、Fatima Denton（冈比亚）、Petra Döll（德国）、Kirstin Dow（美国）、Yasuaki Hijioka（日本）、Ove Hoegh-Guldberg（澳大利亚）、Richard G. Jones（英国）、Roger N. Jones（澳大利亚）、Roger L. Kitching（澳大利亚）、R. Sari Kovats（英国）、Joan Nymand Larsen（冰岛）、林而达（中国）、David B. Lobell（美国）、Iñigo J. Losada（西班牙）、Graciela O. Magrin（阿根廷）、José A. Marengo（巴西）、Anil Markandya（西班牙）、Bruce A. McCarl（美国）、Roger F. McLean（澳大利亚）、Linda O. Mearns（美国）、Guy F. Midgley（南非）、Nobuo Mimura（日本）、John F. Morton（英国）、Isabelle Niang（塞内加尔）、Ian R. Noble（澳大利亚）、Leonard A. Nurse（巴巴多斯）、Karen L. O'Brien（挪威）、Taikan Oki（日本）、Lennart Olsson（瑞典）、Michael Oppenheimer（美国）、Jonathan Overpeck（美国）、Joy J. Pereira（马来西亚）、Elvira Poloczanska（澳大利亚）、John R. Porter（丹麦）、Hans-O. Pörtner（德国）、Michael J. Prather（美国）、Roger S. Pulwarty（美国）、Andy Reisinger（新西兰）、Aromar Revi（印度）、Patricia Romero-Lankao（墨西哥）、Oliver C. Ruppel（纳米比亚）、David E. Satterthwaite（英国）、Daniela N. Schmidt（英国）、Josef Settele（德国）、Kirk Smith（美国）、Dáithí A. Stone（加拿大/南非/美国）、Avelino G. Suarez（古巴）、Petra Tschakert（美国）、Riccardo Valentini（意大利）、Alicia Villamizar（委内瑞拉）、Rachel Warren（英国）、Thomas J. Wilbanks（美国）、Poh Poh Wong（新加坡）、Alistair Woodward（新西兰）、Gary W. Yohe（美国）

本决策者摘要应按如下格式引用：
政府间气候变化专门委员会, 2014：*决策者摘要。气候变化2014：影响、适应和脆弱性。*A部分：全球和部门评估。政府间气候变化专门委员会第五次评估报告第二工作组报告。 [Field, C.B.、V.R. Barros、D.J. Dokken、K.J. Mach、 M.D. Mastrandrea、T.E. Bilir、M. Chatterjee、K.L. Ebi、Y.O. Estrada、R.C. Genova、B. Girma、E.S. Kissel、A.N. Levy、S. MacCracken、P.R. Mastrandrea和L.L. White (编辑)]。剑桥大学出版社，英国和纽约，纽约，美国，PP. 1-32。(阿拉伯文、中文、英文、法文、俄文、和西班牙文)

目录

评估和管理气候变化风险 3

背景文框SPM.1 评估的背景 4

背景文框SPM.2 理解本摘要的核心术语 5

背景文框SPM.3评估中各项发现的确定性程度的表达 6

A部分： 复杂多变世界中观测到的影响、脆弱性与适应 4

A-1. 观测到的影响、脆弱性和暴露度 4

A-2. 适应经验 8

A-3. 决策环境 9

B部分： 未来风险和适应机遇 11

B-1. 各部门和各区域的关键风险 11

评估文框SPM.1. 气候系统的人为干扰 12

B-2. 部门风险与适应潜力 14

B-3. 区域关键风险与适应潜力 20

评估文框SPM.2. 区域关键风险 21

C部分： 未来风险管理和恢复力建设 25

C-1 有效适应的原则 25

C-2 气候恢复力发展路径及转型 28

补充材料 30

评估和管理气候变化风险

人类对气候系统的干扰正在出现[1]，而气候变化又给人类系统和自然系统造成各种风险(图SPM.1)。《IPCC第五次评估报告》第二工作组的报告(WGII AR5)在评估影响、适应和脆弱性时评价了气候变化导致的风险和潜在效益模式如何改变。 报告考虑了怎样通过减缓和适应来降低和管理与气候变化有关的影响和风险。报告评估了与适应相关的需求、手段、机遇、掣肘、恢复力、局限性和其它与适应有关的方面。

气候变化涉及到不同影响的相互作用和变化可能性。本报告的一个新亮点是聚焦于风险，不仅支持气候变化背景下的决策制定，也补充了报告其他组成。由于价值观和目标不同，不同的人和社会对风险和潜在效益的认知或排序也可能不同。

与WGII过去发布的报告相比，WGII AR5所评估的相关科学、技术和社会经济文献的知识库规模剧增。文献的增加有助于对一系列更宽泛的主题和部门做出全面的评估，其中关于人类系统、适应和海洋的覆盖面得到了扩展。详见背景文框SPM.1.2 [2]

本摘要的A部分描述了迄今为止的已观测到的影响、脆弱性、暴露度和各种适应性响应。B部分评审了未来风险和潜在效益。C部分考虑了有效适应的各项原则，以及在适应、减缓与可持续发展之间更广泛的相

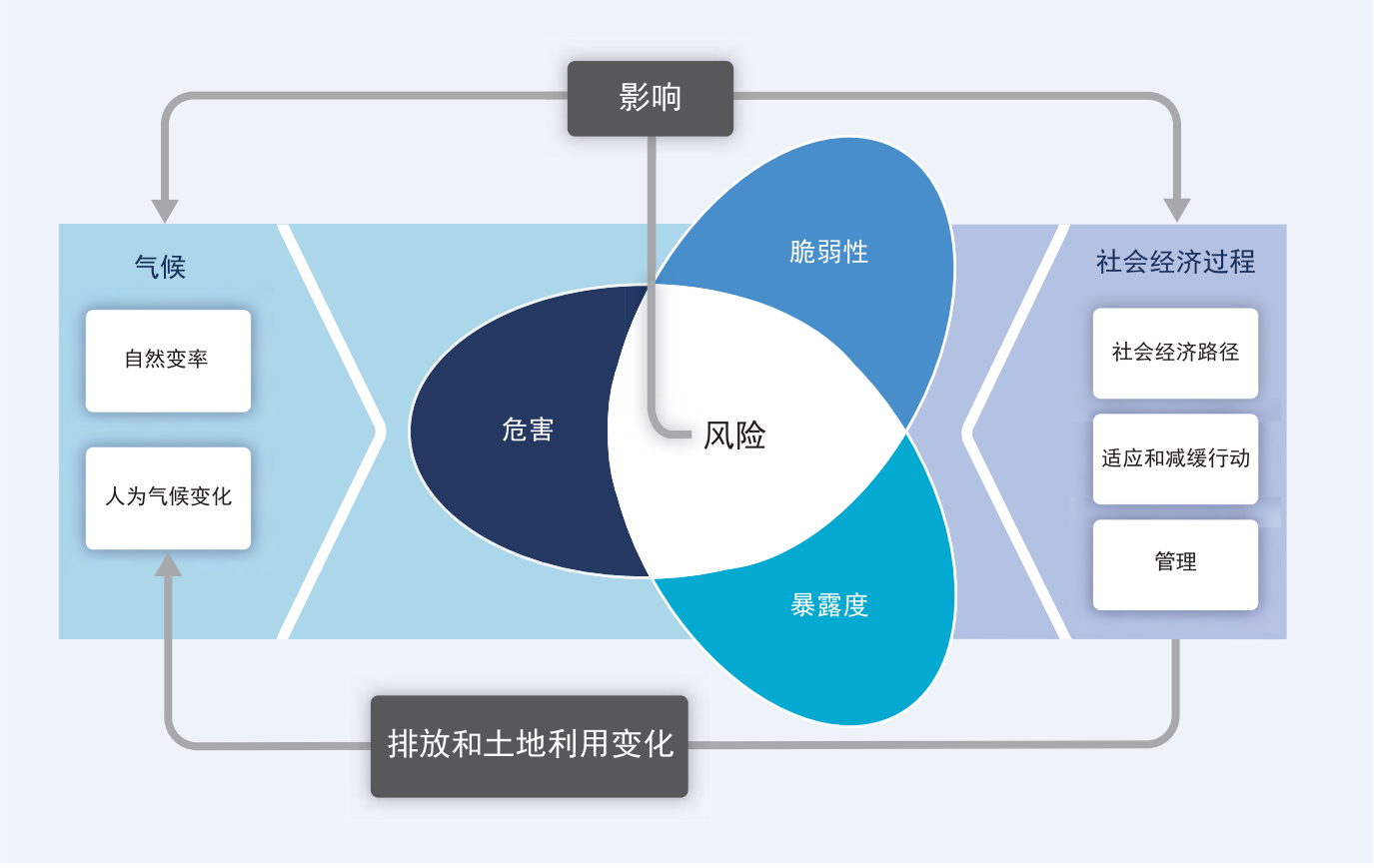


图 SPM.1 | WGII AR5核心概念示意图。与气候相关影响的风险来自于气候相关危害（包括危害性事件和趋势）与人类和自然系统的暴露度和脆弱性相互作用。气候系统的变化（左）和包括适应和减缓在内的社会经济过程的变化（右）是危害、暴露度和脆弱性的驱动因子。[19.2，图19-1]

[1] WGI AR5的一个关键发现是，“人类影响极有可能是20世纪中期以来观测到的升温的主导原因。”[《第五次评估报告》的第一工作组报告决策者摘要iD.3, 2.2, 6.3, 10.3-6, 10.9]

[2] 1.1, 图 1-1

背景文框SPM.1 | 评估的背景

在过去20年中，IPCC第二工作组发展了对气候变化的影响、适应和脆弱性评估。WGII AR5基于2007年发布的《IPCC第四次评估报告》的第二工作组报告(WGII AR4) 和2012年的发布的*《管理极端事件和灾害风险，推进气候变化适应特别报告》*（SREX），是IPCC AR5第一工作组报告的后结报告。[3]

评估气候变化影响、适应和脆弱性的科学文献数量在2005年到2010年期间成倍增加，适应方面的文献增加尤其迅速。尽管所占比重仍很小，但来自发展中国家的作者人数也在增加。[4]

WGII AR5分为两部分（第一部分：全球和部门层面，第二部分：区域层面），分别反映了文献的扩展和多学科方法，而且更加注重社会影响和响应，以及加深对区域综合评估覆盖范围。

互作用。背景文框SPM.2定义了核心术语，背景文框SPM.3介绍了用于表达重要发现确定性程度的术语。方括号内和脚注中给出的章节索引表示其内容支持本摘要中的相关发现和图表。

A：复杂多变的世界中观测到的影响、脆弱性和适应

A-1. 观测到的影响、脆弱性和暴露度

近几十年来，气候变化已对所有大陆和海洋的自然和人类系统产生了影响。对于自然系统而言，气候变化影响的证据是最强大和最全面的。对人类系统的某些影响也已归因于[5]气候变化，气候变化的的贡献或者是主要的，或者是次要的，能够从其他影响中区分出来。如图SPM.2所示。WGII AR5中对观测到的影响的归因，通常是将自然和人类系统的响应与观测到的气候变化联系起来，而不考虑气候变化的原因是什么。[6]

在许多区域，降水变化或冰雪融化正在改变水文系统，影响水资源量和水质（*中等信度*）。几乎全球范围的冰川都因气候变化而持续退缩（*高信度*），影响其下游的径流和水资源（*中等信度*）。气候变化也造成高纬度地区和高海拔地区多年冻土层变暖和融化（*高信度*）。[7]

作为正在发生的气候变化的响应，许多陆地、淡水和海洋物种已改变了其分布范围、季节性活动、迁徙模式、丰度、以及物种间的相互作用（*高信度*）。见图SPM.2B。迄今为止，最近只有少数物种的灭绝已经被归因于气候变化（*高信度*），而全球自然气候变化的速率低于当前人为气候变化的速率，这已导致从过去几百万年中来看生态系统发生了显著的变化及物种灭绝（*高信度*）。[8]

---

[3] 1.2-3
[4] 1.1, 图 1-1
[5] 归因一词在WGI 和WGII中用法不同。WGII中的归因考虑了自然和人类系统受到的影响和观测到的气候变化之间的联系，无论气候变化的原因是什么。相比之下，WGI中归因量化了观测到的气候变化和人类活动及其他外部气候驱动因子之间的联系。
[6] 18.1, 18.3-6
[7] 3.2, 4.3, 18.3, 18.5, 24.4, 26.2, 28.2, 表 3-1和25-1, 图 18-2和26-1
[8] 4.2-4, 5.3-4, 6.1, 6.3-4, 18.3, 18.5, 22.3, 24.4, 25.6, 28.2, 30.4-5, 文框 4-2, 4-3, 25-3, CC-CR和 CC-MB

背景文框SPM.2 | 理解本摘要的核心术语[9]

气候变化：气候变化指气候状态的变化，而这种变化可通过其平均值和/或变率的变化予以判别（如通过统计检验），这种变化会持续一段较长时期，通常为几十年或更长时间。气候变化的原因也许是由于自然的内部过程或外部强迫，如太阳周期的改变、火山喷发等，或是持续人为活动引起的大气成分或土地利用的变化。注意联合国气候变化框架公约（UNFCCC）第一条将气候变化定义为："在可比时期内所观测到的自然气候变率之外的直接或间接归因于人类活动而改变全球大气成分所导致的气候变化"。因此，UNFCCC对可归因于人类活动改变大气成分后的气候变化与归因于自然原因的气候变率作了明确的区分。

危害：可能发生的自然或人为物理事件或趋势，或物理影响，它可造成生命损失、伤害或其它健康影响，以及财产、基础设施、生计、服务提供、生态系统以及环境资源的损害和损失。在本报告中，危害一词通常是指与气候相关的物理事件、趋势或其物理影响。

暴露度：人员、生计、物种或生态系统、环境功能、服务和资源、基础设施或经济、社会或文化资产有可能受到不利影响的位置和环境。

脆弱性：易受不利影响的倾向或习性。脆弱性内含各种概念和要素，包括对危害的敏感性或易感性以及应对和适应能力的缺乏。

影响：对自然和人类系统的影响。在本报告中，影响一词主要是指极端天气和气候事件以及气候变化对自然和人类系统的影响。影响通常是指某一特定时期内的气候变化或危险气候事件之间的相互作用以及暴露的社会或系统的脆弱性，对生命、生活、健康状况、生态系统、经济、社会、文化、服务和基础设施产生的作用。影响也被称为后果和结果。气候变化对地球物理系统的影响（包括洪水、干旱以及海平面上升）是影响的一部分，称为自然影响。

风险：造成有价值的事物处于险境且结果不确定的可能性。风险通常表述为危害性事件或趋势发生的概率乘以这些事件或趋势发生造成的后果。风险来自脆弱性、暴露度以及危害的相互作用 （见图SPM.1）。在本报告，风险主要指气候变化影响的风险。

适应：对实际或预期的气候及其影响进行调整的过程。在某些系统中，适应是为了趋利避害。在自然系统中，人为干预可能会促进对预期的气候及其影响的调整 。

转型：自然和人类系统基本属性的变化。在本摘要中，转化可反映对范例、目标或价值的强化、改变、或统一，目标是推进适应和可持续发展，包括扶贫。

恢复力：某社会一生态系统处理灾害性事件或趋势或扰动，并作出响应或进行重组，从而保持其必要功能、定位及结构，并保持其适应、学习和转型能力。

基于广大区域和在量农作物的广泛研究，气候变化对作物产量的不利影响比有利影响更普遍（*高信度*）。少量研究显示，有利影响主要发生在高纬度地区，尽管还不清楚这些区域的影响差额是正还是负（*高信度*）。气候变化已经对许多区域小麦和玉米产量及全球总产量产生了不利影响（*中等信度*）。在各主产区乃

[9] WGII AR5术语表定义了很多本报告通篇使用的术语。某些定义反映了在科学上取得的进展，并与AR4和IPCC其它报告相比在宽度和关注点方面不同。

背景文框SPM.3 |评估中各项发现的确定性程度的表达[10]

评估中的各关键发现的确定性程度是基于证据（例如数据、对机理的认识、理论、模式、专家判断）的类型、数量、质量和一致性以及一致性程度的。描述证据的概括性术语是：有限、中等或确凿；描述一致性的术语是：低、中等或高。

某项发现有效性的置信度综合了对证据和一致性的评估。置信度水平用五个修饰词表述：很低、低、中等、高和很高。

已发生或未来将发生某些明确结果的可能性或概率使用下列术语量化表述：几乎确定-概率为99-100%；极有可能-概率为95-100%；很可能-概率为90-100%；可能-概率为66-100%；多半可能-概率为>50-100%；或许可能-概率为33-66%；不可能-概率为0-33%；很不可能-概率为0-10%；极不可能-概率为0-5%；几乎不可能-概率为0-1%。赋予可能性术语的各项发现均与高或很高信度相关，除非另有说明。各项发现也都尽可能如实表述，不使用不确定性修饰语。

本摘要的各段落中，黑体字标示的关键发现所使用的信度、证据和一致性术语适用于该段落后文的表述，除非另外使用其它术语。

至全球，气候变化对大米和大豆的产量影响较小，所有可用数据显示中位数变化为零，而对大豆的影响又是所有作物中最小的。观测到的影响主要与粮食安全的生产方面有关，而非粮食获取或粮食安全的其他方面。见图SPM.2C。自AR4以来，主要粮食生产区极端气候事件引起粮食和谷物价格在几个时段快速增长，这表明除其他因素外，极端气候事件也是当前市场的一个敏感因子（*中等信度*）。[11]

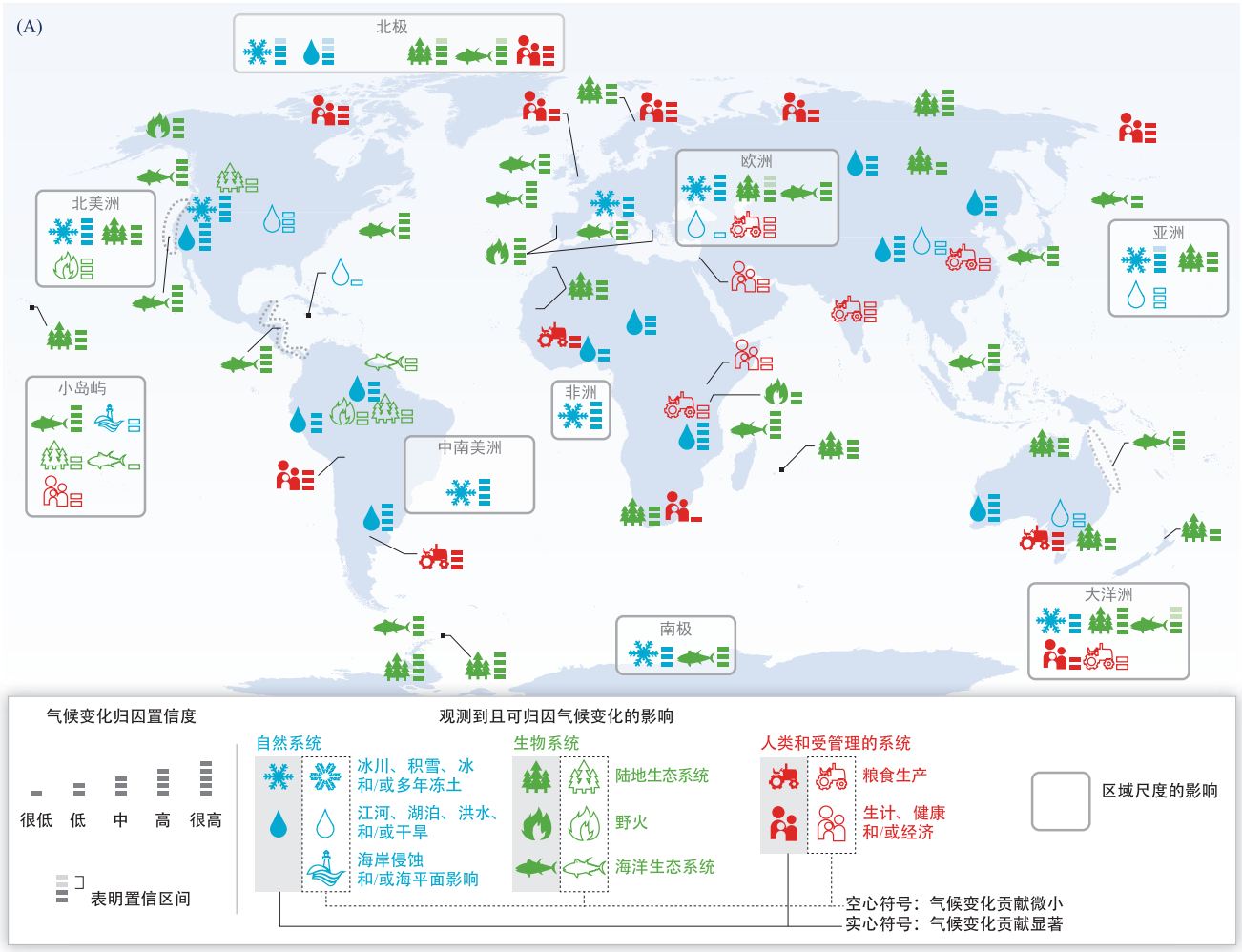
目前，全球因气候变化引起的人类健康不良的负担与其它胁迫因子的影响相比较小，且没有得到充分量化。然而，在某些区域，变暖已经导致与炎热有关的死亡率增加，与寒冷有关的死亡率下降（*中等信度*）。局地气温和降雨的变化已改变了一些水源性疾病和疾病虫媒的分布（*中等信度*）。[12]

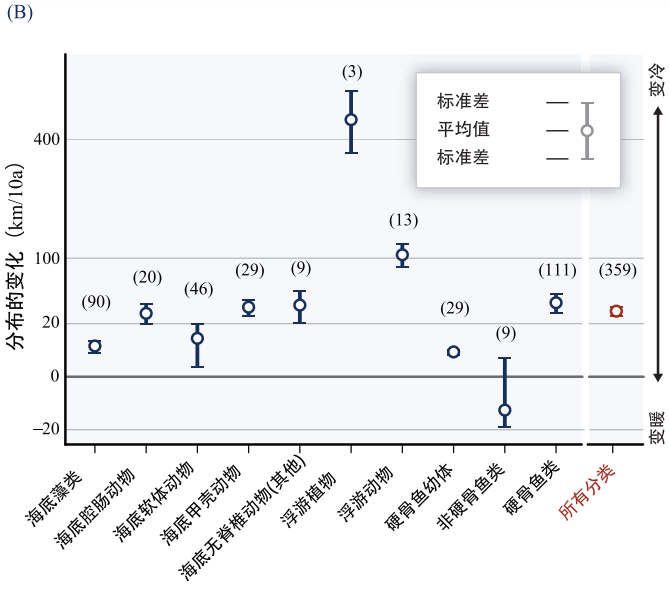
由于非气候因子和多方面不公平性造成的脆弱性和暴露度的差异通常是由发展过程不平衡导致（*很高信度*）。**这些差异造成了气候变化风险的不同**。见图SPM.1。在社会、经济、文化、政治、体制上或其它方面被边缘化的人通常对气候变化以及对一些气候变化适应和减缓响应是高度脆弱的（*证据量中等，一致性高*）。这一高度脆弱性很少由单一因素引起，而是各种交织的社会过程导致的不公平的社会经济状况、收入和暴露度的产物 。这些社会过程包括诸如性别、社会等级、种族、年龄和有/无残疾等方面的歧视。[13]

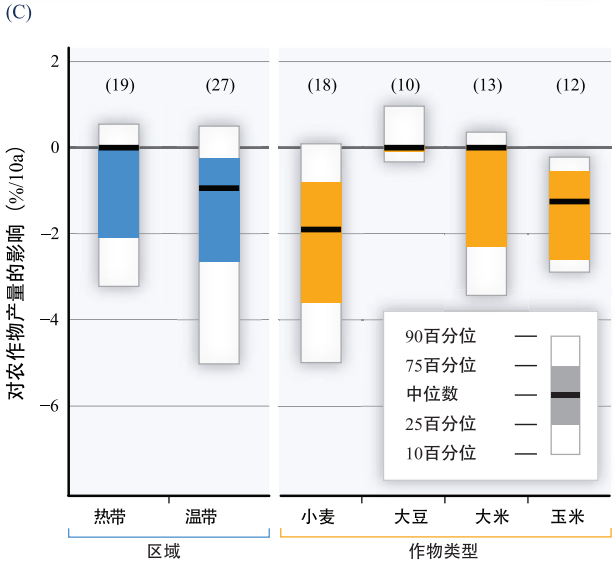
近期极端气候事件的影响（诸如热浪、干旱、洪水、气旋和野火）的影响表明某些生态系统和许多人类系统对当前气候变率具有明显脆弱性和暴露度（*很高信度*）。这些极端气候事件的影响包生态系统的改变、粮食生产和水供应的破坏、基础设施和居民点的破坏、增加发病率和死亡率、以及危害人类健康和幸福。对处于不同发展水平的国家来说，这些影响与某些部门对当前气候变率的应对严重不足有关。[14]

与气候有关的危害加剧其它胁迫，通常会给民生带来负面结果，对贫困人口来说尤其如此（*高信度*）。

[10] 1.1, 文框 1-1
[11] 7.2, 18.4, 22.3, 26.5, 图 7-2, 7-3, 和 7-7
[12] 11.4-6, 18.4, 25.8
[13] 8.1-2, 9.3-4, 10.9, 11.1, 11.3-5, 12.2-5, 13.1-3, 14.1-3, 18.4, 19.6, 23.5, 25.8, 26.6, 26.8, 28.4, 文框 CC-GC
[14] 3.2, 4.2-3, 8.1, 9.3, 10.7, 11.3, 11.7, 13.2, 14.1, 18.6, 22.3, 25.6-8, 26.6-7, 30.5, 表格 18-3 和 23-1, 图 26-2, 文框 4-3, 4-4, 25-5, 25-6, 25-8, 和 CC-CR







图SPM.2 | 多变世界中的广泛影响。(A)根据AR4以来的研究，近几十年归因于气候变化的影响的全球格局。影响显现在不同的地理尺度上。图中符号代表可归因影响的类别、气候变化对观测到影响的相对贡献(显著或微小)以及归因的置信度。影响的描述见补充表SPM.A1。(B)基于1900-2010年观测得出的海洋生物分布变化的平均速率(km/10a)。正的分布变化与变暖一致(向原先的冷水区域移动，一般朝向极地)。圆括号中给出了获得分析的每一类别的响应数量。(C) 1960-2013年观测到的气候变化对温带和热带四种主要农作物产量的影响估算，圆括号中显示了获得分析的每一类数据点的数量。[图7-2, 18-3和MB-2]

与气候有关的危害通过影响生计、减少农作物产量或毁坏民宅被毁等等方式直接影响贫困人口的生活，并通过诸如粮食价格上涨和粮食不安全等间接影响其生活。观测到的对贫困人口和边缘化人群的积极影响是有限的，通常也是间接的，诸如社交网络和农业实践的多样化。[15]

暴力冲突可增加对气候变化的脆弱性（*证据量中等，一致性高*）。大规模暴力冲突对那些能够促进适应的资产造成危害，这些资产包括基础设施、体制、自然资源、社会资本和维持生计的机会。[16]

A-2.适应经验

纵观历史，人类和社会一直都在适应和应对气候、气候变率和极端事件，取得了不同程度的成功。本节所关注的是人类对观测到的和预估的气候变化影响的适应性响应，这些响应从更广泛意义来看也可减轻风险，实现发展目标。

适应正在融入某些规划过程，但在响应的实施层面受到的限制更多（*高信度*）。工程化和技术性手段在适应性响应中得到普遍实施，常常会整合到诸如灾害风险管理和水管理的现有计划中。人们越来越多地认识到社会措施、体制措施、基于生态系统的措施的价值，并越发认识到适应工作受到的约束程度。现今采用的适应手段继续强调循序渐进的调整和协同效益，同时开始强调灵活性和学习的重要性（*证据量中等，一致性中等*）。目前，大多数对适应工作的评估一直局限于对影响、脆弱性和适应规划的评估，而几乎没有对实施过程或对适应行动的效果进行评估（*证据量中等，一致性高*）。[17]

跨区域的公共和私人部门以及社区都在积累适应经验（*高信度*）。各级政府也开始制定适应规划和政策，并把气候变化的因素考虑融入更广泛的发展规划中。以下是各区域的一些适应范例：

- 非洲的大多数中央政府正在启动适应管理系统。灾害风险管理、对技术和基础设施的调整、基于生态系统的方法、基本公共卫生措施、以及生计多样化等举措正在减少脆弱性，但是目前的各项工作还倾向于各自为政。[18]
- 欧洲各级政府均已制定了适应政策，一些适应规划已融入海岸带和水管理、环境保护和土地规划、以及灾害风险管理。[19]
- 亚洲一些领域的适应工作得到了促进，主要通过将气候适应行动纳入次国家发展规划、早期预警系统、水资源综合管理、农林业和海岸红树林恢复。[20]
- 澳洲针对海平面上升的适应规划以及在澳大利亚南部针对可用水量减少的适应规划已被广泛采用。虽然实施仍很零星，但针对海平面上升的规划在过去20年中进展迅速，并展示了多元的方法。[21]
- 北美各国政府正致力于逐步加强适应评估和规划，尤其是在市政层面。一些主动适应措施正在实施之中，目的是保护能源和公共基础设施领域的更长期投资。[22]
- 中南美洲正在开展基于生态系统的适应工作，包括设立保护区、达成保护协议和对自然区进行社区管理。某些地区在农业领域采用提高农作物品种的恢复力、气候预测和水资源综合管理等措施。[23]

[15] 8.2-3, 9.3, 11.3, 13.1-3, 22.3, 24.4, 26.8
[16] 12.5, 19.2, 19.6
[17] 4.4, 5.5, 6.4, 8.3, 9.4, 11.7, 14.1, 14.3-4, 15.2-5, 17.2-3, 21.3, 21.5, 22.4, 23.7, 25.4, 26.8-9, 30.6, 文框 25-1, 25-2, 25-9, 和 CC-EA
[18] 22.4
[19] 23.7, 文框 5-1 和 23-3
[20] 24.4-6, 24.9 文框 CC-TC
[21] 25.4, 25.10, 表格 25-2, 文框 25-1, 25-2, 和 25-9
[22] 26.7-9
[23] 27.3

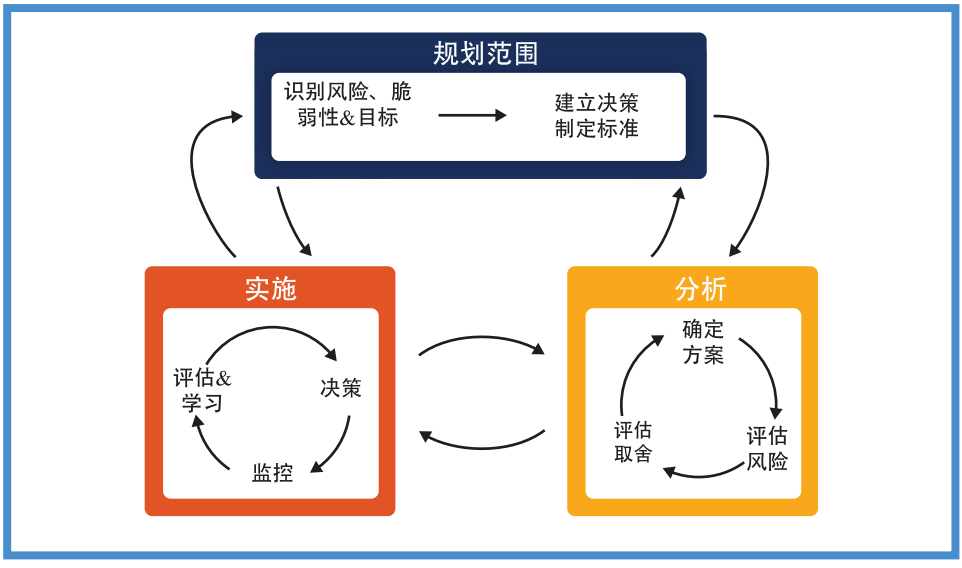
- 北极地区的一些社区在将传统知识与科学知识结合的基础上开始部署适应性联合管理战略和交通基础设施。[24]
- 各小岛屿之间存在多样化的自然和人类属性，那里开展的基于社区的适应措施表明在与其他发展行动相结合时显示出更大的效益。[25]
- 为了促进对气候变化的适应已启动了海洋方面的国际合作和海洋空间规划，但受到了在空间尺度和管制问题方面挑战的制约。[26]

A-3.决策环境

在许多决策环境中，气候变率和极端事件一直是非常重要的因素。气候相关的风险正在随着气候变化和发展发生演变。本节从现有的决策和风险管理经验出发，为理解本报告对未来气候相关风险和潜在响应的评估打下基础。

应对气候相关风险需要在多变的世界中做出决策，而气候变化影响的严重性和发生时机的不确定性持续存在，适应措施的有效性也有限度（*高信度*）。在潜在后果严重、不确定性长期持续、时间尺度长、有学习潜力、随时间推移产生的气候和非气候多重影响为特征的复杂状况下，迭代风险管理是一种有效的决策框架。详见图SPM.3。全面评估潜在的未来影响，包括影响重大的小概率结果，是理解各种替代风险管理行动的效益和取舍的核心。由于各种尺度和环境下开展的适应行动纷繁复杂，这意味着监控和学习是开展有效适应行动的重要组成部分。[27]

近期的适应和减缓选择将影响整个21世纪气候变化的风险状况（*高信度*）。图SPM.4显示了低排放情景和高排放情景下预估的变暖水平[典型浓度路径(RCP)2.6和8.5]以及观测到的温度变化。适应和减缓的效益会在不同的时间尺度出现，但存在交叉时段。所有排放情景预估的未来几十年全球升温情况相似(图SPM.4B)。[28]近期的风险会随着社会经济趋势与气候变化的相互作用而不断发展变化。社会响应，尤其



图SPM.3 | 利用具备多重反馈的迭代风险管理过程开展气候变化适应工作。该过程及其成果是通过人类和知识来打造的。[图 2-1]

[24] 28.2, 28.4
[25] 29.3, 29.6, 表格 29-3, 图 29-1
[26] 30.6
[27] 2.1-4, 3.6, 14.1-3, 15.2-4, 16.2-4, 17.1-3, 17.5, 20.6, 22.4, 25.4, 图 1-5
[28] WGI AR5 11.3

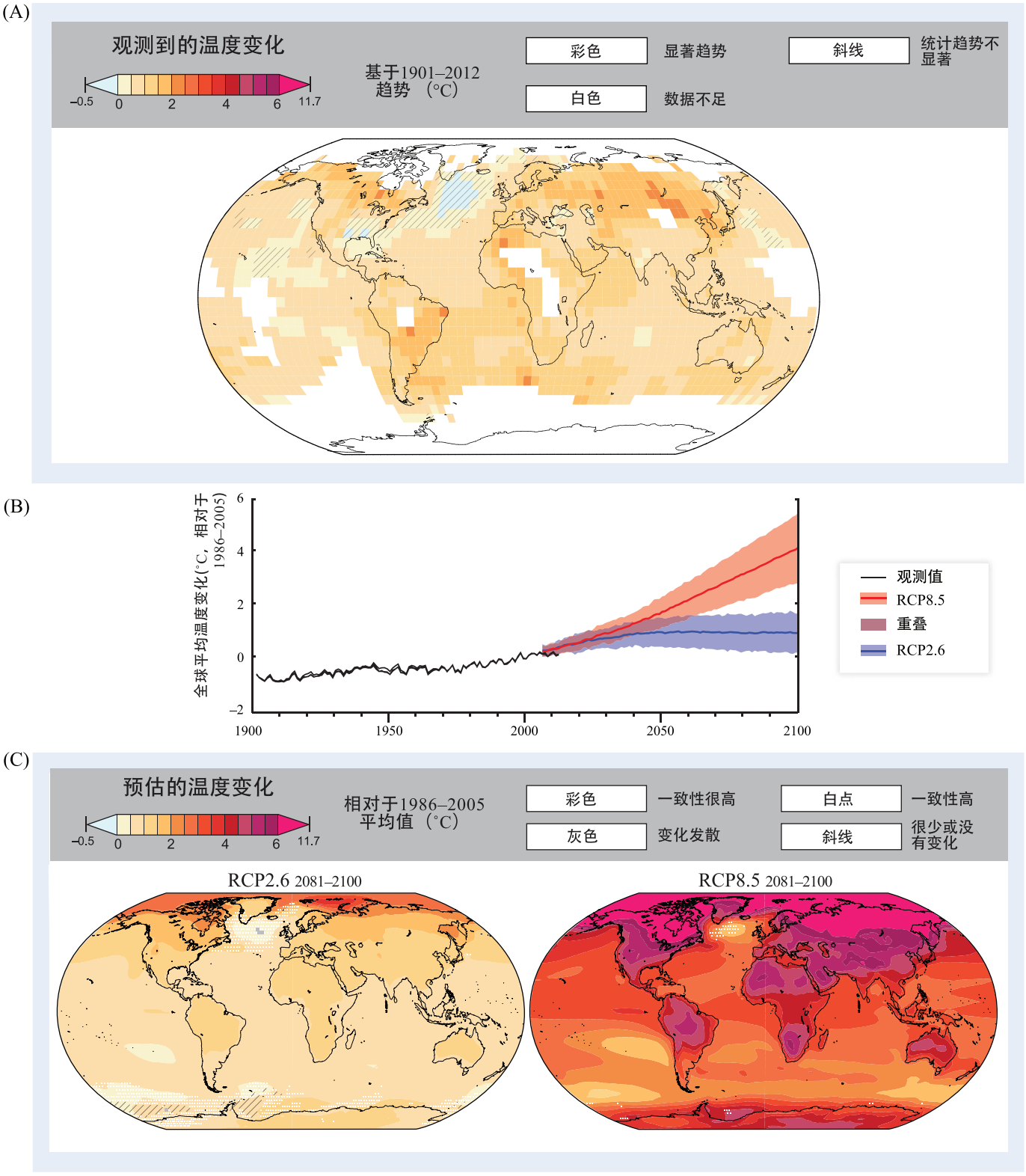


图 SPM.4 | 观测到的和预估的年平均地表温度变化。该图有助于理解WGII AR5中的气候相关风险。该图显示了目前观测到的温度变化以及在持续高排放情景和大力减缓情景下预估的变暖情况。

图 **SPM.4** 技术细节

(A)此图为观测到的1901-2012年均温度变化情况，充分的数据保证了线性趋势估算的确凿性；其它区域是空白的。彩色区域表示通过10%显著水平的变化趋势。斜线部分表示变化趋势不显著。观测资料(格点数值的范围：-0.53到2.50℃)来自WGIAR5图SPM.1和2.21。(B)与1986-2005年相比，观测到的和预估的未来全球年平均温度变化。1850–1900到 1986–2005观测到的升温是0.61°C (5–95%置信区间：0.55至0.67°C)。黑线表示来自三个数据集的温度估计。蓝线和红线以及阴影部分是基于CMIP5模拟的RCP2.6情景32个模式和基于RCP8.5情景39个模式得出的集合平均和±1.64标准差的范围。(C)RCP2.6和RCP8.5情景下2081-2100年相对于1986-2005年的CMIP5多模式集合预估的年均温度变化。彩色区域表示一致性极高的区域，这些区域多模式平均变化高于基准期变率(20年平均的自然内部变率)的两倍，且90%以上模式的距平变化方向一致。。彩色白点区表示一致性高的区域，这些区域66%以上模式的距平大于基准期变率，且66%以上模式的距平变化方向一致。灰色表示变化方向差异大的区域，即66%以上的模式距平变化高于基准期变率，但是距平变化方向一致的模式个数小于66% 。有斜线的彩色区域表示变化很小或几乎没有变化的区域，即不足66%的模式的距平大于基准期变率，尽管在诸如季节、月或日等较小时间尺度上的变化可能是显著。分析所用的模式数据(RCP2.6和8.5的网格点数值范围：0.06至11.71℃)来自于WGI AR5图SPM.8，文框CC-RC全面介绍了分析方法。详见WGI AR5的附件I [文框21-2和CC-RC; WGI AR5 2.4, 图SPM.1, SPM.7和 2.21]。

是适应行为，将影响近期结果。而在21世纪的下半叶及以后，不同排放情景的全球升温趋势出现分化(图SPM.4B和4C)。[29]在这个较长的时间段内，采用何种近期和长期的适应和减缓行动以及发展路径将决定气候变化的风险。[30]

在第二工作组第五次评估报告中风险评估依赖于形式多样的证据。专家判断被用于将证据纳入风险评估。证据的各种形式包括，例如经验观察、实验结果、基于过程的认识、统计方法以及模拟与描述性模式。与气候变化有关的未来风险在貌似合理的替代发展路径中有巨大区别，并且发展和气候变化的相对重要性在不同部门、区域和时间段是不同的(*高信度*)。对于描述未来可能的社会经济路径、气候变化及其风险、以及政策含义方面，情景是最有用的工具。本报告中为风险评估提供信息的气候模式预估基本上是基于利用RCP(SPM.4)和先前IPCC排放情景特别报告(SRES)。[31]

对相互联系的人类和自然系统未来的脆弱性、暴露度和响应的不确定性很大(*高信度*)。这就需要在风险评估中利用更宽泛的社会经济情景。由于目前没有全面考虑一些相互作用的社会、经济和文化因素，因此，理解相互关联的人类和自然系统的未来脆弱性、暴露度以及响应能力具有挑战性。这些因素包括财富及其社会分布、人口、移民、技术和信息的获取、就业方式、适应性响应的质量、社会价值观、治理结构以及解决冲突的体制。在国际层面上，诸如贸易及各国家之间的关系对了解区域尺度上的气候变化风险，也是非常重要的。[32]

B: 未来风险和适应机遇

本节介绍了在未来几十年及在21世纪下半叶及以后，跨部门和跨地区的未来风险和更有限的潜在收益。本节审视它们是如何受到不同的气候变化强度和速率以及社会经济选择的影响。本节还评估了通过适应和减缓来降低影响和管理风险的机遇。

B-1.部门和区域的关键风险

关键风险是与《联合国气候变化框架公约》第二条中描述的“气候系统危险的人为干扰”相关的潜在严重

[29] WGI AR5 12.4 and 表格 SPM.2
[30] 2.5, 21.2-3, 21.5, 文框 CC-RC
[31] 1.1, 1.3, 2.2-3, 19.6, 20.2, 21.3, 21.5, 26.2, 文框 CC-RC; WGI AR5 文框 SPM.1
[32] 11.3, 12.6, 21.3-5, 25.3-4, 25.11, 26.2

评估文框SPM.1 |气候系统的人为干扰

人类对气候系统的影响是明确的。[33]但是确定这种干扰是否为“危险的人为干扰”(于UNFCCC第二条中描述的)，既涉及风险评估，也涉及价值判断。本报告评估了各种环境和各个时段的各种风险，这为关于气候变化达到何种等级是风险会变得危险的价值判断提供了基础。

五个关切的综合理由(RFC)为总结不同部门和区域的关键风险提供了框架。RFC最早是在《IPCC第三次评估报告》

中提出的，阐述了气候变暖以及适应的极限对人类、经济和生态系统的影响。它们为评估对气候系统的危险的人为干扰因素

提供了一个出发点。基于文献评估和专家判断，对每个RFC风险取得的更新见下面的评估文框SPM.1 图1。所有的温度变化都是与1986-2005时段(“近期”)相比的全球平均温度变化。[34]

1) **独特且受威胁的系统：**一些独特且受威胁的系统(包括生态系统和文化)已处在气候变化的威胁中(*高信度*)。如果温度额外升高1°C，可能遭受严重后果的这类系统的数量就会增加。如果温度额外升高2°C，很多适应能力有限的物种和系统就会承受极高的风险，尤其是北极海冰和珊瑚礁系统。

2) **极端天气事件：**来自极端事件的气候变化相关风险，例如热浪、极端降水、沿海洪水，目前为中等(*高信度*)，但是温度额外升高1°C风险就为高(*中等信度*)。随着温度升高，与一些类型极端事件(如极端高温)相关的风险就会进一步增加(*高信度*)。

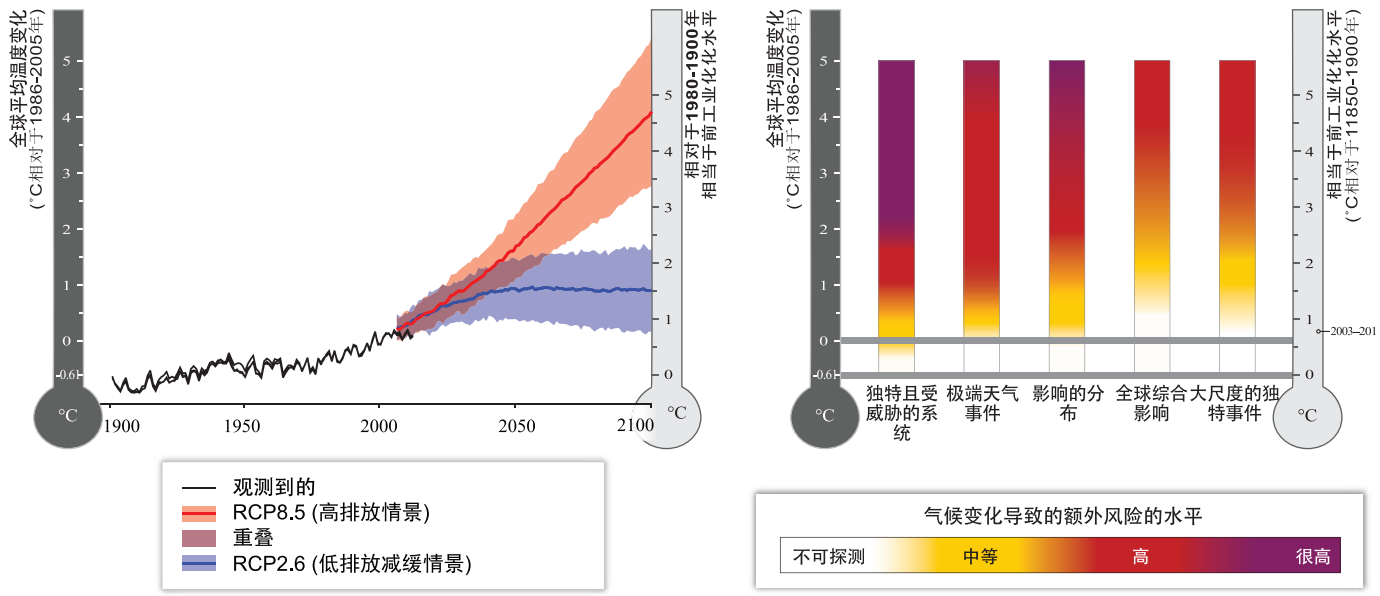
3) **影响的分布：**风险的分布不均，但是对于-弱势的人群和社区风险通常较大。由于气候变化对特别是作物生产的影响有地域差别，目前得风险已为中等(*中等到高等信度*)。基于区域作物产量和供水的预期减少，在温度额外升高超过2°C时，影响分布不均的风险会提高(*中等信度*)。

4) **全球综合影响：**在温度额外升高1-2°C时，全球综合影响的风险为中等，反映了对地球生物多样性和全球总体经济的影响(*中等信度*)。生物多样性广泛丧失与相关的生态系统产品和服务的丧失可导致温度额外升高 3°C时的高风险(*高信度*)。随着温度升高，综合经济损失将会加速(*有限的证据，一致性高*)，但是针对温度额外升高3°C左右或以上而完成的定量估算数量很少。

5) **大尺度的独特事件：**随着持续变暖，一些物理系统或生态系统可能处于突变或不可逆变化的危险之中。由于有早期的预警信号，即暖水珊瑚礁和北冰洋生态系统正在发生着不可逆的机制转换(*中等信度*)，与这些临界点相关的风险在额外升温0-1°C时 为中等。随着温度额外升高1-2°C，风险也不成比例地增加，而当温度升高高于3°C时，风险将变得高，这是由于冰盖损失可能会造成大规模、不可逆的海平面上升。对于温度持续升高超过某个阀值,[35] 在一千年或更长时间格陵兰冰盖几乎会损失殆尽，导致全球平均海平面上升达7米。

影响。社会和系统的高危害或/和高脆弱度暴露时，风险被认为是关键。确定关键风险的确定基于以下具体标准的专家判断：影响的大幅度、高概率或者不可逆性；影响的时机；风险造成的持续脆弱性或暴露度；或者通过适应或减缓，降低风险的有限潜力。关键风险已被总结到文框SPM.1五个互补和总体关切的原因(RFC)中。

[33] WGI AR5 SPM, 2.2, 6.3, 10.3-6, 10.9
[34] 18.6, 19.6; 从1850-1900年到1986-2005年观测到的升温为0.61°C(5–95% 信度区间：0.55到 0.67°C) [WGI AR5 2.4]
[35] 目前的预估显示全球平均升温持续高于工业化前水平，该阀值大于1°C(*低信度*)，但低于4°C(*中等信度*)。 [WGI AR5 SPM, 5.8, 13.4-5]



评估文框SPM.1 图 1 | 全球范围内与气候相关的风险。右侧显示的是在气候变化水平不断提高的情况下，与关切理由相关的风险。彩色阴影部分显示的是当达到一定温度水平并持续保持或超过该水平时，气候变化导致的额外风险。未探测到的风险(白色)显示未探测到由于气候变化导致的其他相关影响。中等风险(黄色)显示相关的影响可探测并且归因于气候变化，至少具有中等信度，同时也考虑了关键风险的其他具体标准。高风险(红色)显示严重而广泛的影响，同时考虑了主要风险的其他具体标准。紫色(本次评估引入的)显示主要风险的所有具体标准都显示了非常高的风险。 [图19-4] 作为参考，过去的和预计的全球年平均地表温度显示在左侧，如图SPM.4。 [图RC-1, 文框CC-RC; WGI AR5 图SPM.1 和SPM.7] 基于现有最长的全球地表温度数据集，1850-1900年以及AR5基准期（1986-2005年）平均值之间观测到的变化为0.61°C(5–95%信度区间：0.55到0.67°C) [WGI AR5 SPM, 2.4]，在文中被作为自前工业化时期（是指1750年之前的时期）全球平均地表温度变化的近似值。 [WGI 和WGII AR5 术语表

跨部门和区域的关键风险，全部都具有*高信度*。每一个关键风险都对一个或多个RFC起作用。[36]

i) 由于风暴潮、沿海洪涝和海平面上升对沿海低洼区域和小岛发展中国家或其他小岛屿造成的伤亡、健康不佳和生计干扰的风险。[37] [RFC 1-5]

ii) 由于某些地区内陆洪水对大量城市人口造成严重健康不佳和生计干扰的风险。[38] [RFC 2和3]

iii) 由于极端事件导致基础设施网络和关键服务(如供电、供水、卫生和应急服务)崩溃的系统性风险。[39] [RFC 2-4]

iv) 极端高温时段的死亡率和发病率的风险，对脆弱的城市人群以及在城市和农村从事户外工作的人群尤其如此。[40] [RFC 2和3]

v) 与气候变暖、干旱、洪水、降水变率和极端事件相关的粮食安全和粮食系统崩溃的风险，尤其是对于城市和农村较贫困人群的风险。[41] [RFC 2-4]

vi) 由于饮用水和灌溉用水不足以及农业生产力下降对农村生计和收入带来损失的风险，对半干旱地区、拥有最少资本的农民和牧民尤其如此。[42] [RFC 2和3]

vii) 提供沿海生计(尤其是对热带和北极区渔业群体而言)的海洋和沿岸生态系统、生物多样性以及生态系

[36] 19.2-4, 19.6, 表格 19-4, 文框 19-2 和 CC-KR
[37] 5.4, 8.2, 13.2, 19.2-4, 19.6-7, 24.4-5, 26.7-8, 29.3, 30.3, 表格 19-4 和 26-1, 图 26-2, 文框 25-1, 25-7, 和 CC-KR
[38] 3.4-5, 8.2, 13.2, 19.6, 25.10, 26.3, 26.8, 27.3, 表格 19-4 和 26-1, 文框 25-8 和 CC-KR
[39] 5.4, 8.1-2, 9.3, 10.2-3, 12.6, 19.6, 23.9, 25.10, 26.7-8, 28.3, 表格 19-4, 文框 CC-KR 和 CC-HS
[40] 8.1-2, 11.3-4, 11.6, 13.2, 19.3, 19.6, 23.5, 24.4, 25.8, 26.6, 26.8, 表格 19-4 和 26-1, 文框 CC-KR 和 CC-HS
[41] 3.5, 7.4-5, 8.2-3, 9.3, 11.3, 11.6, 13.2, 19.3-4, 19.6, 22.3, 24.4, 25.5, 25.7, 26.5, 26.8, 27.3, 28.2, 28.4, 表格 19-4, 文框 CC-KR
[42] 3.4-5, 9.3, 12.2, 13.2, 19.3, 19.6, 24.4, 25.7, 26.8, 表格 19-4, 文框 25-5 和 CC-KR

统产品、功能和服务丧失的风险。[43] [RFC 1、2和4]

viii) 提供陆地生计的陆地和内陆水生态系统、生物多样性、以及生态系统产品、功能和服务丧失的风险。[44] [RFC 1、3和4]

鉴于最不发达国家和脆弱社区的应对能力有限，很多关键风险对其构成了特别的挑战。

气候变暖幅度的提高会增加严重的、普遍的和不可逆转的影响的可能性。当温度高于工业化之前水平的1或2°C以上，气候变化的一些风险相当大(如评估文框SPM.1所示)。在所有关切理由中当全球平均温度较工业化前水平上升达4°C或更高，全球气候变化风险为高至非常高水平(评估文框SPM.1)，会包括对独特和受到威胁的系统的严重和广泛影响、大量物种灭绝、对全球和区域粮食安全的大风险以及损害人类正常活动(包括一些地区一年内部分时间的粮食种植或户外工作)的高温高湿，(*高信度*)。虽然具体何种水平的气候变化足以触及临界点(突变和不可逆转变化的阀值)仍不确定，但是与跨越地球系统或相互关联的人类和自然系统的多个临界点相关的风险会随着温度不断上升而增加(*中等信度*)。[45]

通过限制气候变化的速率和幅度，可以降低气候变化影响的总体风险。相比最高的温度预估情景(RCP8.5 - 高排放)，尤其是在21世纪下半叶，在最低温度预估情景(RCP2.6 - 低排放)下风险可大幅降低(*很高的信度*)。减少气候变化也可减少可能需要的适应规模。在所有评估的适应和减缓情景下，不利影响造成的部分风险仍然存在(*很高的信度*)。[46]

B-2. 部门风险和适应潜力

气候变化预计会放大现有的气候相关风险并会对自然和人类系统产生新的风险。其中一些风险只局限于某个部门或区域，但是其它风险会有级联效应。在较小程度上，气候变化预计也有一些潜在益处。

淡水资源

气候变化对淡水造成的相关风险随着温室气体浓度增加而显著增加(*证据确凿，一致性高*)。21世纪，全球面临水资源短缺人口以及受主要江河洪水影响的人口随着气候变暖而增长。[47]

预计21世纪气候变化将导致大部分干旱亚热带区域的可再生地表水和地下水显著减少(*证据确凿，一致性高*)，**将会恶化部门之间的水资源竞争**(*证据有限，一致性中等*)。在RCP8.5下，到21世纪末，目前干旱地区的干旱频率可能会增加(*中等信度*)。相反，高纬度地区的水资源预计会增加(*证据确凿，一致性高*)。由于若干相互作用的因素，即使使用传统的应对方式，预估气候变化会降低原水水质，并对饮用水水质带来风险，而这些因素包括：温度升高；强降雨造成的泥沙、营养盐以及污染物负荷增加；干旱期间污染物浓度增加；以及洪水期间净水设施遭到破坏等原因(*证据中等，一致性高*)。适应性水管理技术，例如情景规划、基于学习的方法、以及灵活、低悔的解决方法，可有助于建设因气候变化导致的不确定的水文变化和影响的恢复力(*证据有限，一致性高*)。[48]

[43] 5.4, 6.3, 7.4, 9.3, 19.5-6, 22.3, 25.6, 27.3, 28.2-3, 29.3, 30.5-7, 表格 19-4, 文框 CC-OA, CC-CR, CC-KR, 和 CC-HS
[44] 4.3, 9.3, 19.3-6, 22.3, 25.6, 27.3, 28.2-3, 表格 19-4, 文框 CC-KR 和 CC-WE
[45] 4.2-3, 11.8, 19.5, 19.7, 26.5, 文框 CC-HS
[46] 3.4-5, 16.6, 17.2, 19.7, 20.3, 25.10, 表格 3-2, 8-3, 和 8-6, 文框 16-3 和 25-1
[47] 3.4-5, 26.3, 表格 3-2, 文框 25-8
[48] 3.2, 3.4-6, 22.3, 23.9, 25.5, 26.3, 表格 3-2, 表格 23-3, 文框 25-2, CC-RF, 和 CC-WE; WGI AR5 12.4

陆地和淡水生态系统

21世纪及之后，在预估的气候变化情况下，很大一部分陆地和淡水物种面临更高的灭绝风险，特别是由于气候变化与其他外力的相互作用，如：栖息地改造、过度开采、污染和物种入侵(*高信度*)。

在所有RCP情景下，灭绝风险都将提高，并且，风险随着气候变化幅度和速率的增加而增加。在21世纪，在气候以中等速率和高速率的变化背景下(即在RCP4.5、6.0和8.5情景下)，很多物种将无法跟上合适的气候(*中等信度*)。较低速率的变化(即RCP2.6情景)带来的问题则较少。参见图SPM.5。一些物种会适应新的气候。那些不能尽快适应的物种将大量减少或者部分或全部的灭绝。管理行动可以减少但不能完全消除气候变化对陆地和淡水生态系统所构成的风险，也可以提高生态系统的固有能力及其物种对气候变化的适应能力，例如通过维持遗传多样性，辅助物种迁移和传播，以及控制干扰系统(例如火灾、洪水)和减少其他压力等手段(*高信度*)。[49]

本世纪内，中等至高排放情景(RCP4.5、6.0和8.5情景)下，气候变化的程度和速率可造成陆地和淡水生态系统(包括湿地)的构成、结构和功能面临发生突然和不可逆转的区域尺度变化的高风险(*中等信度*)。可对气候产生重大影响的例子有，北方苔原北极系统(*中等信度*)和亚马逊森林(*低信度*)。由于气候变化、毁

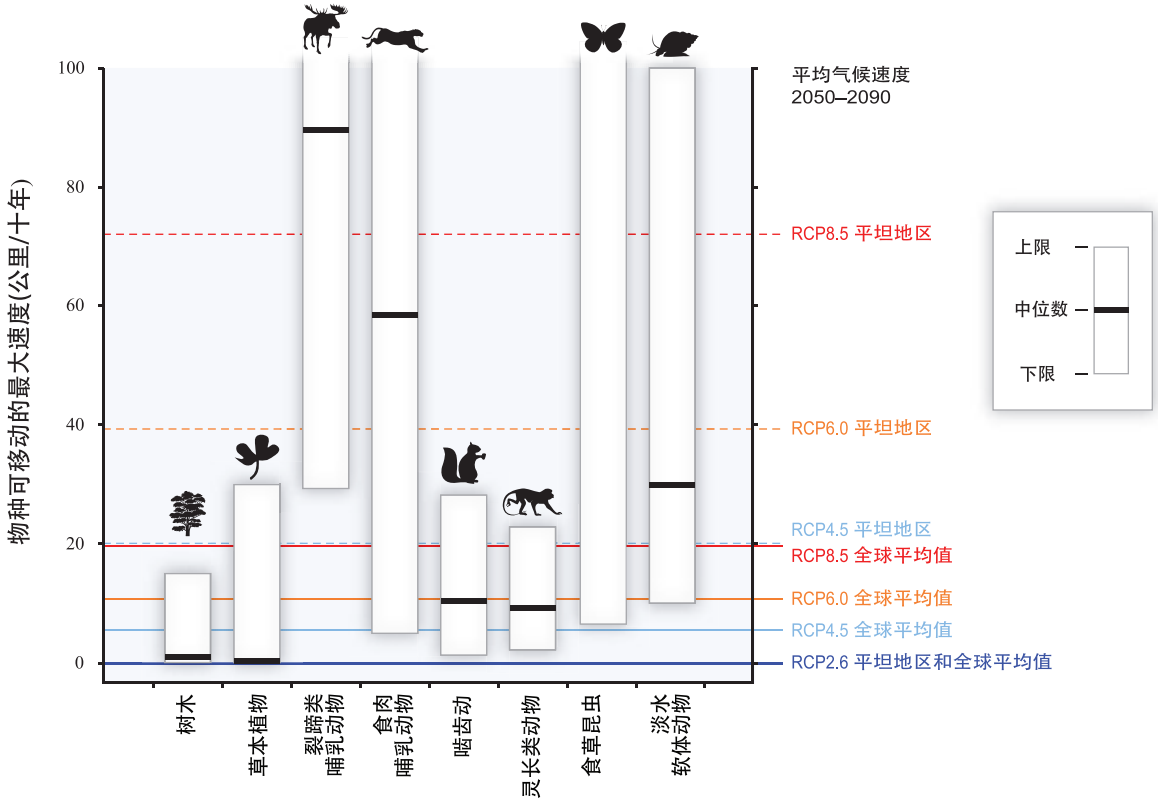
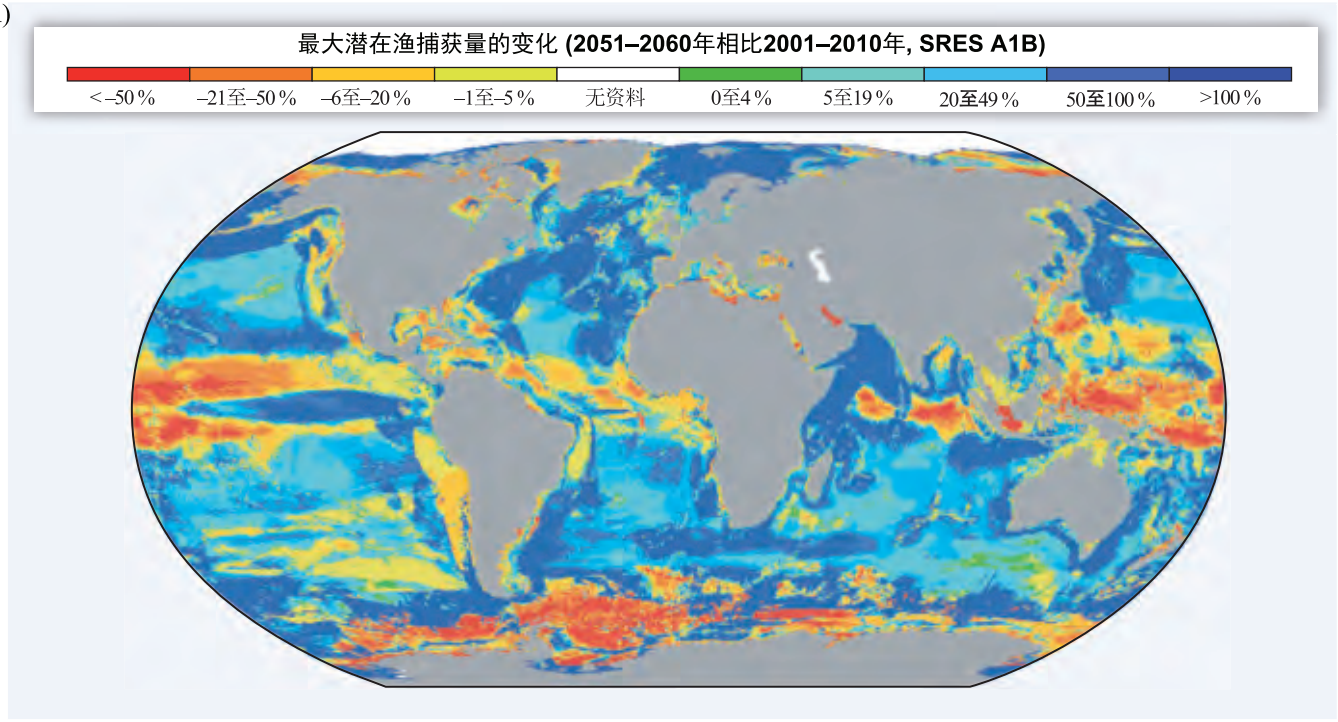


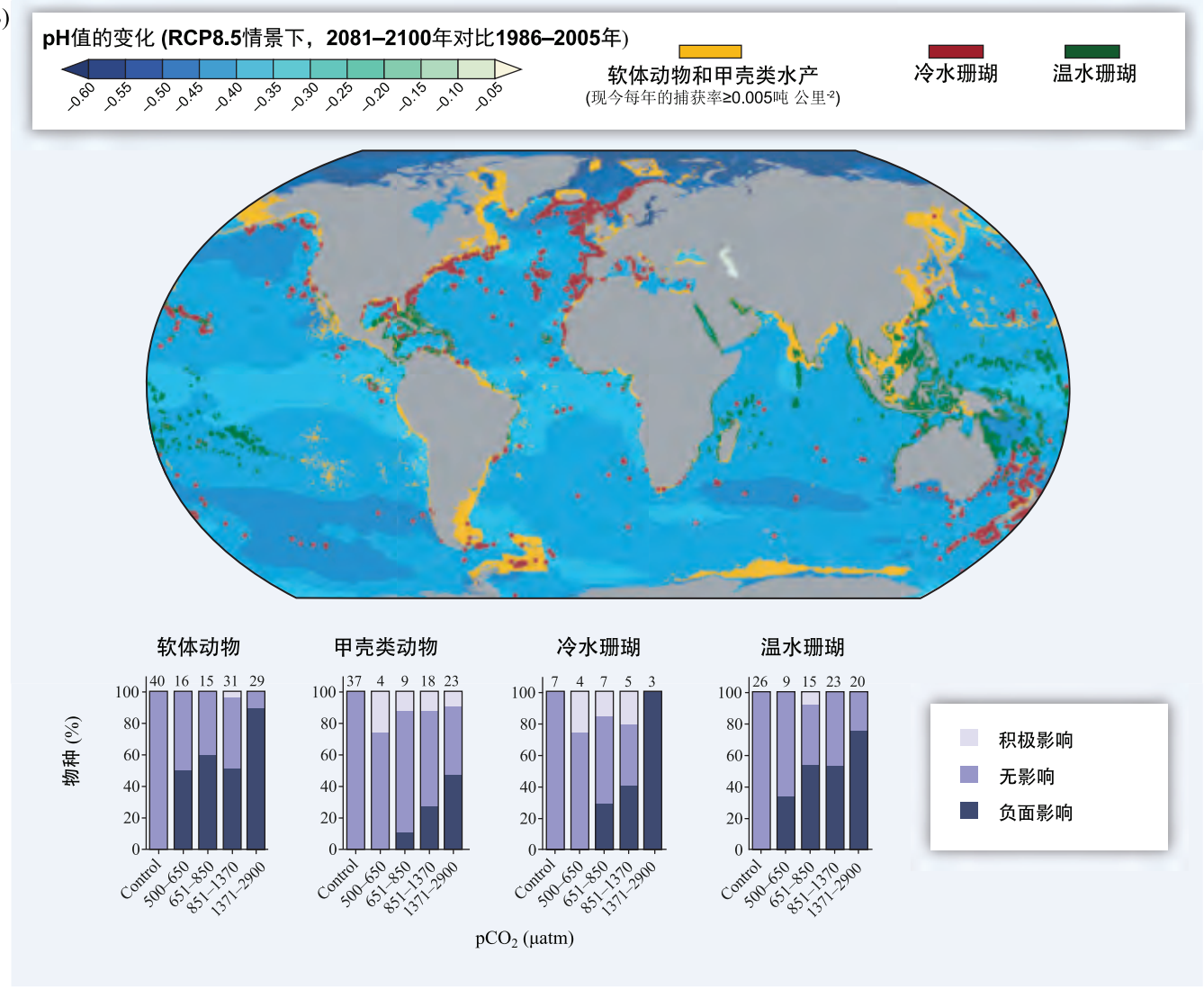
图 SPM.5 | 相比预计温度可在不同景观跨越移动的速度(气候温度速率；右侧纵轴)，物种可在不同景观跨越移动的最大速度(基于观测和模式；左侧的纵轴)。诸如运输或栖息地破坏等人类干预，可极大提高或降低运动的速度。白框与黑条显示的是树木、植物、哺乳动物、植食性昆虫(未估算中位数)和淡水软体动物最大运动速度的范围和中位数。对于RCP2.6、4.5、6.0和8.5，在2050-1090年，水平线表示全球陆地地区和大部分平坦地区平均气候速率。每条线上低于最大速度的物种预计在没有干预的情况下无法跟踪气候变暖。 [图4-5]

[49] 4.3-4, 25.6, 26.4, 文框 CC-RF

(A)


最大潜在渔捕获量的变化 (2051–2060年相比2001–2010年, SRES A1B)
<–50 %
–21至–50 %
–6至–20 %
–1至–5 %
无资料
0至4 %
5至19 %
20至49 %
50至100 %
>100 %

(B)


pH值的变化 (RCP8.5情景下，2081–2100年对比1986–2005年)
–0.60
–0.55
–0.50
–0.45
–0.40
–0.35
–0.30
–0.25
–0.20
–0.15
–0.10
–0.05
软体动物和甲壳类水产
(现今每年的捕获率≥0.005吨 公里²)
冷水珊瑚
温水珊瑚
软体动物
甲壳类动物
冷水珊瑚
温水珊瑚
物种 (%)
40 16 15 31 29
37 4 9 18 23
7 4 7 5 3
26 9 15 23 20
Control
500–650
651–850
851–1370
1371–2900
pCO2 (µatm)
积极影响
无影响
负面影响

图SPM.6 | 气候变化给渔业带来的风险。(A) 1000种鱼类和无脊椎动物的最大捕获率在全球分布范围的预估。使用SRES A1B，在没有分析过渡捕捞和海洋酸化的可能影响情况下，比较2001-2010年和2051-2060年的10年平均值。(B) 在RCP8.5下，海洋软体动物和甲壳类渔业(估计当前的年捕获率≥0.005吨每平方公里)以及已知的冷水和暖水珊瑚的位置在全球地图上作了描述，显示了海洋酸化的预计分布情况(1986-2005年到2081-2100年pH值的变化)。[WGI AR5 图 SPM.8] 底部的柱形图比较了软体动物、甲壳类动物和珊瑚对海洋酸化的敏感度，以及脆弱的动物类群与社会经济的相关性(例如，海岸保护和渔业)。针对二氧化碳浓度升高水平按每个类别给出了各项研究所分析的物种数量。针对2100年，属于每类CO2分压(pCO2)的RCP情景如下：RCP4.5为500-650μatm(约相当于大气中的ppm)，CP6.0为651-850μatm，RCP8.5为851-1370μatm。到2150年，RCP8.5将达到1371–2900μatm等级。控制等级对应的是380 μatm。[6.1, 6.3, 30.5, 图 6-10 和 6-14; WGI AR5 文框 SPM.1]

林和生态系统退化，储存在陆地生物圈(例如：泥炭地、多年冻土层和森林)中的碳很容易释放到大气中(*高信度*)。在21世纪，由于温度升高和干旱增多，预计很多地区树木死亡和相关的森林枯死情况都会增加(*中等信度*)。而森林枯死将会对碳储存、生物多样性、木材生产、水质、市容、和经济活动造成风险。[50]

海岸系统和低洼地区

由于整个21世纪以及之后的海平面上升，海岸系统和低洼地区将越多越多地遭受不利影响，如淹没、沿海洪灾和海岸侵蚀(*很高的信度*)。由于人口增长、经济发展和城市化，在未来几十年，遭受海岸风险的人群和财产以及人类对海岸生态系统造成的压力将显著增加(*高信度*)。21世纪的适应所需相对成本在各区域和国家内以及之间存在很大差距。一些低洼发展中国家和小岛屿国家将面临非常高的影响，在某些情况下还会产生相关损失，其适应成本相当于国内生产总值的几个百分点。[51]

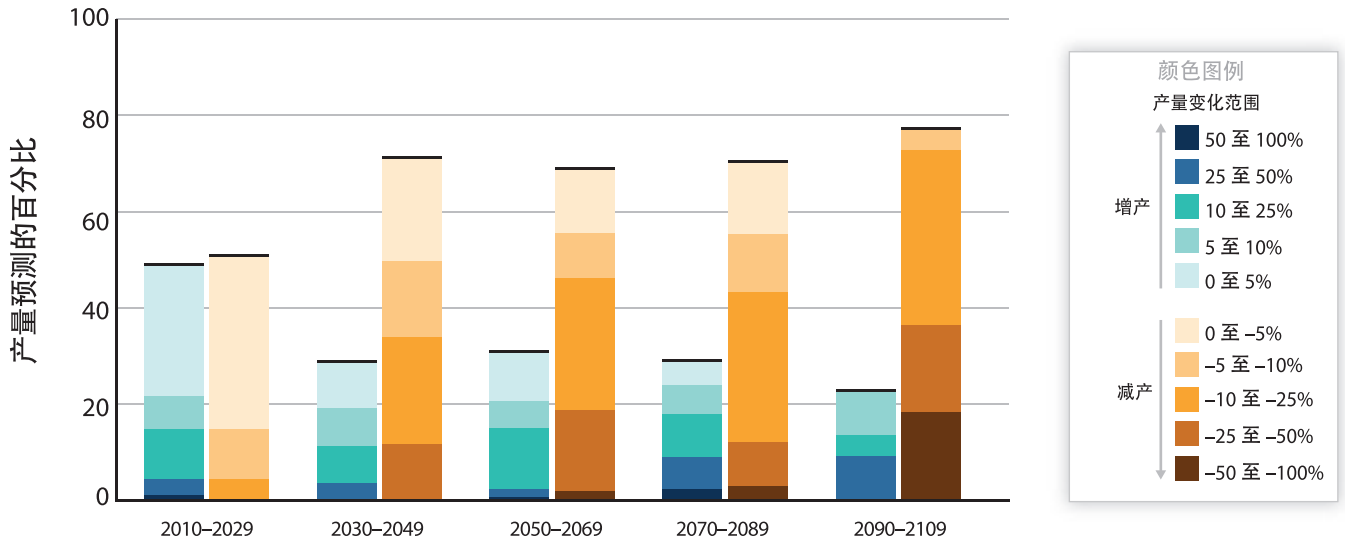
海洋系统

由于21世纪中期及之后预期的气候变化，全球海洋物种再分配和敏感地区海洋生物多样性的减少会给渔业生产力和其他生态系统服务的持续提供带来挑战(*高信度*)。由于预期的气候变暖造成的海洋物种的空间变化将造成高纬度地区发生物种入侵，而热带和半封闭海域出现较高的本地物种灭绝率(*中等信度*)。就平均而言，预计在中高纬度地区物种将更加丰富而渔业捕捞潜力将提高(*高信度*)，但在热带维度地区将减少(*中等信度*)。参见图SPM.6A。最低含氧区和缺氧的“死亡地带”的逐步扩张预计将进一步限制鱼类的栖息地。在所有RCP情景下，到2100年公海净初级生产力预计将发生再分布并且在全球范围都将下降。气候变化会增加过度捕捞和其他非气候胁迫的威胁，因此使得海洋管理系统更为复杂(*高信度*)。[52]

对于中到高排放情景(RCP4.5、6.0和8.5)，海洋酸化可给海洋生态系统，特别是极地生态系统和珊瑚礁造成重大风险，并可对个别物种(从浮游植物到动物)的生理、行为和种群动态产生影响(*中等至高信度*)。高度钙化的软体动物、棘皮动物、造礁珊瑚比甲壳类(*高信度*)和鱼类(*低信度*)更为敏感，可能会对渔业和生计造成不利的影响。参见图SPM.6B。海洋酸化会与其他全球变化(例如，变暖、氧含量下降)及局地变化(如污染，水体富营养化)一同产生影响(*高信度*)。这些同时存在的驱动因子(如气候变暖和海洋酸化)可以对物种和生态系统造成交互、复杂和放大的影响。[53]

粮食安全和粮食生产系统

[50] 4.2-3, 图 4-8, 文框 4-2, 4-3, and 4-4
[51] 5.3-5, 8.2, 22.3, 24.4, 25.6, 26.3, 26.8, 表格 26-1, 文框 25-1
[52] 6.3-5, 7.4, 25.6, 28.3, 30.6-7, 文框 CC-MB 和 CC-PP
[53] 5.4, 6.3-5, 22.3, 25.6, 28.3, 30.5, 文框 CC-CR, CC-OA, 和 TS.7



图SPM.7 | 21世纪气候变化导致的作物产量变化预估结果。该图不同排放情景下，热带和温带地区，以及有和没有适应措施的情况下的各种预估。相对而言，很少有研究考虑当全球平均温度上升4°C或以上情景下，对种植系统的影响。针对五个短期和长期的时间范围，横轴上是为期20年的数据(n=1090)，包括每个未来预估期间的中点。作物产量的变化是相对于20世纪后期水平而言。每个时间范围资料的总和为100%。[图7-5]

如果没有适应，当局地温度相比20世纪后期水平升高2°C或更高时，气候变化预计将对热带和温带地区主要作物(小麦、水稻和玉米)的生产产生负面影响，尽管个别地区可能会受益(*中等信度*)。预计的影响因不同作物、不同区域以及不同适应情景而存在差异，相比20世纪后期，对于2030-2049年期间约10％的预估显示产量收益超过10%，而约10%的预估显示产量损失超过25%。

2050年以后，对作物产量产生更为严重影响的风险会增长，并依赖于变暖的程度。参见图SPM.7。气候变化将逐步使很多地区的作物产量的年际变化有所加大。这些预估的影响将发生在作物需求量不断增长的背景下。[54]

粮食安全的所有方面都可能受气候变化影响，包括粮食的获取、使用和价格稳定性(*高信度*)。海洋渔业物捕获潜力向较高纬度地区的再分布，会给热带国家供应量、收入和就业减少带来风险，也将对粮食安全造成潜在影响(*中等信度*)。如果全球温度高于20世纪后期水平4°C或以上，再加上粮食需求不断增长，将会给全球和区域粮食安全造成较大的风险(*高信度*)。一般情况下，在低纬度地区粮食安全的风险更大。[55]

城市地区

气候变化的许多全球性风险都集中在城市地区(*中等信度*)。**提高恢复能力并促进可持续发展的措施可加速全球成功地适应气候变化**。热胁迫、极端降水、内陆和沿海洪水、山体滑坡、空气污染、干旱和水资源短缺对城市区域的人们、资产、经济和生态系统构成了风险(*非常高的信度*)。而那些缺乏必要基础设施和服务或者居住在低质量住房和暴露地区的人们风险更高。减少基本服务的不足、改善住房、建设具有恢复能力的基础设施系统，可以显著减少城市地区的脆弱性和暴露度。有效的多层次城市风险管理、将政策

[54] 7.4-5, 22.3, 24.4, 25.7, 26.5, 表格 7-2, 图 7-4, 7-5, 7-6, 7-7, 和 7-8
[55] 6.3-5, 7.4-5, 9.3, 22.3, 24.4, 25.7, 26.5, Table 7-3, 图 7-1, 7-4, 和 7-7, 文框 7-1

和激励措施相结合、加强地方政府和社区适应能力、与私营部门的协同作用以及适当的融资和体制发展，有利于城市适应措施的实施(*中等信度*)。提高低收入人群和脆弱群体的能力、声音和影响及其与地方政府的合作关系，也有利于适应。[56]

农村地区

从短期和远期来讲，预期会对未来农村产生重大影响，主要表现在：对水资源可利用性及其供应、粮食安全和农业收入的影响，包括世界许多地区还将对粮食和非粮食作物予以调整(*高信度*)。这些影响预计会对农村地区贫困人群的福利(农村女性为户主的家庭以及那些不容易获取现代农业原料、基础设施和教育的人群)产生不成比例的影响。通过采取考虑了农村决策背景的政策，可实现农业、水、森林和生物多样性的进一步适应。贸易改革和投资可有利于小型农场进入市场(*中等信度*)。[57]

主要经济部门和服务

对于大多数经济部门，预计非气候驱动因素(例如，人口、年龄结构、收入、技术、相对价格、生活方式、法规和管理等方面的变化)的影响相对于气候变化的影响而言程度较大(*证据量中等，一致性高*)。预计气候变化会使住宅及商业部门供暖的能源需求降低，而供冷的能源需求提高(*证据确凿，一致性高*)。预计气候变化对能量来源和技术的影响有所不同，这取决于涉及的资源(如水流、风、日照等)、技术过程(例如，供冷)或者位置(如沿海地区、泛洪平原)。更严重的和/或更频繁的极端天气事件和/或灾害类型预计会增加损失，不同区域的损失差异也会有所加大，还会对保险制度构成挑战，使保险额度高得无法负担，同时尤其是发展中国家的筹资风险会更高。公共和私营部门大范围采取减少风险的措施以及经济多样化，这些都是适应措施的范例。[58]

气候变化对全球经济的影响难以估算。过去20年完成的经济影响估算其经济部门的子集覆盖面而不同，并且是以大量的假设为基础，其中很多假设还是具有争议性的，而且很多估算并未考虑灾害性变化、临界点和其他很多因素。[59] 由于这些公认的局限性，如果温度额外升高约2°C，全球每年经济损失的不完全估算结果则会是介于收入的0.2%到2%(平均值±1标准差)之间(*证据量中等，一致性中等*)。损失多半可能是超过这个范围，而不是更小(*证据有限，一致性高*)。此外，各个国家内部以及之间存在巨大差异。随着气候变暖进一步加剧，损失量也会随着增长(*证据有限，一致性高*)，但是很少有针对于温度额外升高3°C或以上的定量估算。预估排放二氧化碳的增量经济影响会是介于每吨碳几美元和几百美元之间[60](*证据确凿，一致性中等*)。根据不同的损失函数和折现率假设，估算结果会差异很大。[61]

人类健康

到本世纪中叶，预估气候变化将主要通过加剧已经存在的健康问题来影响人类健康(*很高信度*)。**与没有气候变化的基准期相比，在整个21世纪，预计气候变化会导致很多地区，特别是低收入发展中国家的**

[56] 3.5, 8.2-4, 22.3, 24.4-5, 26.8, 表格 8-2, 文框 25-9 和 CC-HS
[57] 9.3, 25.9, 26.8, 28.2, 28.4, 文框 25-5
[58] 3.5, 10.2, 10.7, 10.10, 17.4-5, 25.7, 26.7-9, 文框 25-7
[59] 灾害损失估值是各估值的下限，因为许多影响诸如人的生命、文化遗产和生态系统服务的损失是难以估量和货币化，因而在损失估算值中都难以体现。在一些和行业，对非正规或未记载的经济影响和间接经济影响非常重要，但在报告的损失估算值中通常没有考虑在内。[SREX 4.5]
[60] 1吨碳 = 3.667吨CO_2
[61] 10.9

健康不良状况进一步加剧(*高信度*)。例如，更强烈的热浪和火灾造成的疾病和伤亡的可能性加大(*很高信度*)；贫困地区粮食减产导致营养不良的可能性增加(*高信度*)；脆弱群体面临工作能力丧失和劳动生产率降低的风险；以及食源和水源疾病(*很高信度*)和病媒疾病(*中等信度*)增加的风险。预计正面影响可包括由于极端低温事件的减少(*低信度*)、粮食产地的变化(*中等信度*)以及病媒传播某些疾病能力的降低，从而使某些地区与寒冷相关的死亡率和发病率有一定程度的降低。但21世纪在全球范围，负面影响的幅度和严重程度估计会超过正面影响(*高信度*)。近期针对健康的最有效降低脆弱性措施是实施和完善基本公共卫生健康措施的项目，如提供清洁水和卫生设施、提供包括接种疫苗和儿童健康服务在内的安全的基本医疗保障、提高备灾和应急能力，以及减轻贫困等(*很高信度*)。在高排放情景RCP8.5下，到2100年，估计某些地区某些季节的高温高湿气候会影响到人们的正常活动，包括粮食种植和户外工作(*高信度*)。[62]

人类安全

21世纪的气候变化估计会加剧人们的迁移(*证据量中等，一致性高*)。无论是在农村还是城市，尤其是在低收入的发展中国家，缺乏有计划迁移资源的人群更易受极端天气事件的影响，因而迁移风险随之加大。扩大流动性的机会可以降低这些群体的脆弱性。改变迁移模式可以应对极端天气事件和更长期气候变率和变化，迁移也是一种有效的适应战略。由于复杂性和多重因果关系的特点，对流动性变化的定量预估是低信度的。[63]

气候变化会由于扩大众所周知的冲突诱因(如贫困和经济冲击)从而间接增加内战和群体间暴力等暴力冲突的风险(*中等信度*)。多重证据可将气候变率与这些冲突形式相联系。[64]

气候变化对许多国家的重要基础设施的影响及领土完整的影响估计会影响国家的安全政策(*证据量中等，一致性中等*)。例如，海平面上升淹没陆地会对小岛屿国家和具有漫长海岸线国家的领土完整带来风险。气候变化的某些跨境影响(如海冰变化、跨境水资源变化和远洋鱼储量变化)都有可能加剧各国家间的对抗，但健全的国家和政府间机制能够加强合作，管控许多此类对抗。[65]

生计与贫困

整个21世纪，气候变化的影响估计会减缓经济增长，使扶贫更加困难，进一步削弱粮食安全，拖长现有的并产生新的贫穷困境，后者在城市地区和新出现的饥荒重点地区尤为突出(*中等信度*)。气候变化影响估计会加剧大多数发展中国家的贫困，并在收入不均日益严重的发达国家和发展中国家产生新的贫困地区。在城市和农村地区，由于粮食涨价，预计会对靠出卖劳动力挣钱兵纯靠花钱买吃的生活的贫困家庭的影响尤其严重，包括那些粮食高度不安全和收入高度不均的地区(特别是在非洲)，虽然自营农户会从中受益。如果各项政策能够应对贫困和多方面的不平等，则保险计划、社保措施以及灾害风险管理会加强贫困和边缘群体的长期生存恢复能力。[66]

B-3. 区域的关键风险和适应潜力

[62] 8.2, 11.3-8, 19.3, 22.3, 25.8, 26.6, 图25-5，文框CC-HS
[63] 9.3, 12.4, 19.4, 22.3, 25.9
[64] 12.5, 13.2, 19.4
[65] 12.5-6, 23.9, 25.9
[66] 8.1, 8.3-4, 9.3, 10.9, 13.2-4, 22.3, 26.8

评估文框SPM.2 | 区域的关键风险

所附评估文框SPM.2表1强调的是对各区域具有代表性的一些关键风险。这些关键风险是在对相关科学、技术和社会经济文献进行评估的基础上辨识的，评估细节可见对应的章节。关键风险的确定是依据专家判断，基于下列专门标准：大幅度、高概率或不可逆的影响；影响的时效性；推高风险的持续脆弱性或暴露度；或通过适应或减缓来降低风险的局限性等。

对于每一种关键风险，评估了三个时间范围的风险水平。对目前而言，通过对比当前适应和假设的高度适应状态，进行风险水平估算，辨识当前存在的适应不足。对于未来的两个时间范围，对比当前适应的持续情况和高度适应情况，进行风险水平估算，表示的是适应的潜力和局限。根据现有文献，风险水平可整合各种可能的潜在结果的概率和后果。这些潜在结果是由于气候相关灾害、脆弱性和暴露度之间的相互作用。每种风险水平可反映气候因素及非气候因素带来的总体风险。鉴于社会经济发展路径的差异、对灾害的脆弱性和暴露度的差异、适应能力和风险认知的差异，因此，关键风险和风险水平因地因时而异。风险水平不一定具有可比性，特别是在区域之间，因为评估报告考虑的是在多种背景下不同物理、生物和人类系统中的潜在影响和适应。此风险评估认识到在解释已评估的风险水平方面区分价值和目标具有重要意义。

评估文框SPM.2表1 | 气候变化构成的关键区域风险以及通过适应和减缓降低风险的可能性。每类风险描述为很低到很高，分为三个时间范围：目前、近期(本文评估时段为2030年–2040年)和长期(本文评估的时段为2080年–2100年)。在近期，预估的全球平均温度升幅在不同排放情景下没有显著的差异。对于长期而言，列出了在全球平均温度上升的两个情景下(相对于工业化前水平升温2°C和4°C)的风险水平。这些情景可说明减缓和适应对降低气候变化相关风险的潜力。气候相关的影响驱动因子按图标分别加以说明。

气候相关的影响驱动因子：变暖趋势；极端温度；变干趋势；极端降水；降水；积雪；破坏性气旋；海平面；海洋酸化；二氧化碳肥化

适应的风险水平和潜力：降低风险的额外适应潜力；高适应性对应的风险水平；当前适应性对应的风险水平

非洲

关键风险	适应问题和前景	气候驱动因子	时间范围	适应的风险和潜力
由于当前和未来需求增加导致水资源的过度开采和退化，伴随着非洲干旱多发地区干旱压力的加剧，使得水资源的复合压力更大(*高信度*) [22.3-4]	• 减少对水资源的非气候压力因素 • 加强关于需求管理、地下水评估、水-废水综合规划以及陆地和水综合治理方面的制度能力 • 城市可持续发展		目前 近期(2030–2040) 长期(2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
与高温和干旱压力相关的作物减产，并对区域、国家和家庭生活及粮食安全带来强烈的不利影响，此外还有已知加剧的病虫害以及洪水对粮食系统基础设施的影响(*高信度*) [22.3-4]	• 技术方面的适应措施(例如抗逆性作物品种、灌溉、强化的观测系统) • 促进小农场主获取信贷及其他重要生产资源；使谋生手段多样化 • 强化地方、国家和区域机构，以支持农业(包括早期预警系统)和面向性别的政策 • 农业适应措施(例如复合农林业、保护性农业)		目前 近期(2030–2040) 长期(2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
由于温度和降水平均值和变率的变化，病媒和水媒疾病发病率和地理范围(特别是在其分布边缘)产生了变化(*中等信度*) [22.3]	• 实现发展目标，特别是改进安全水资源的获取和改进卫生设施，并加强监督等公共卫生职能 • 脆弱性区划和早期预警系统 • 各部门间的协调 • 城市可持续发展		目前 近期(2030–2040) 长期(2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高

接下页 →

评估文框SPM.2表1(续)

接下页 →

欧洲

关键风险	适应问题和前景	气候驱动因子	时间范围	适应的风险和潜力
由于城市化加快、海平面上升、海岸侵蚀以及河水高峰泄流，流域洪水和海岸洪水造成的经济损失加大、受灾人数上升(*高信度*) [23.2-3, 23.7]	适应可防止大多数预估的损害(*高信度*)。 • 防洪工程技术的重要经验以及日益丰富的湿地恢复经验 • 加强防洪的成本高昂 • 实施面临的潜在障碍：欧洲对土地的需求以及对环境和景观的关切		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
用水限制加剧。河水导流和地下水资源可用水量显著减少，加上对水的需求量增加(例如灌溉、能源、工业和家庭使用)，以及蒸发增加，造成排水和径流减少(特别是在南欧)(*高信度*) [23.4, 23.7]	• 通过采用更高用水效率的技术和节水战略验证的适应潜力(例如针对灌溉、作物品种、土地覆盖、工业和家庭使用的节水技术和战略) • 在流域管理规划和水资源综合管理中落实最佳实践和治理措施		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
极端高温事件造成的经济损失增加，受灾人数增加：对健康和福利、劳动生产率、作物生产、空气质量造成影响，南欧和俄罗斯北方地区森林大火风险日益加大(*中等信度*) [23.3-7, Table 23-1]	• 实施预警系统 • 住所和工作场所的适应以及交通和能源基础设施的适应 • 减少排放来提高空气质量 • 改进野火管理 • 开发与天气相关的作物产量变化的保险产品		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高

亚洲

关键风险	适应问题和前景	气候驱动因子	时间范围	适应的风险和潜力
河流、海岸带和城市洪水增加，导致对亚洲的基础设施、生计和居住区造成大范围破坏(*中等信度*) [24.4]	• 通过结构性措施和非结构性措施、有效的土地利用规划和选择性的重新安置来降低暴露度 • 降低生命线基础设施和服务(例如水、能源、废弃物管理、粮食、生物质、流动性、地方生态系统、电信)的脆弱性 • 构建监测系统和早期预警系统；采取措施确定暴露区域，帮助脆弱地区和家庭，并使其谋生手段多样化 • 经济多样化		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
高温相关的死亡风险上升(*高信度*) [24.4]	• 高温健康预警系统 • 降低热岛效应的城市规划；改善建成区环境；发展可持续城市 • 让室外工人避免高温压力的新作业方法		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
与干旱相关的水短缺和导致营养不良的粮食短缺的风险加大(*高信度*) [24.4]	• 备灾，包括早期预警系统和地方应对战略 • 适应性/综合水资源管理 • 水资源基础设施和水库开发 • 水源的多样化，包括水的再利用 • 更有效的水利用(例如改进的农业做法、灌溉管理和韧性农业)		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高

评估文框SPM.2表1 (续)

接下页 →

大洋洲

关键风险	适应问题和前景	气候驱动因子	时间范围	适应的风险和潜力
澳大利亚珊瑚礁系统的群落构成和结构发生明显改变(*高信度*) [25.6，30.5，文框CC-CR和CC-OA]	• 珊瑚的自然适应能力似乎有限，而且不足以抵抵御温度上升和酸化带来的不利影响。 • 其他方案基本上局限于降低其他压力(水质、旅游业、渔业)和早期预警系统；已经提出了直接干预措施，例如辅助移植和遮蔽，但尚未得到规模化的检验。		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
洪水更频繁、强度更大，可破坏澳大利亚和新西兰的基础设施和居住区(*高信度*) [表25-1，文框25-8和25-9]	• 一些地区对当前洪水风险的适应明显不足。 • 有效的适应包括土地利用控制和重新安置、加强防护以及调节上升的风险，以确保灵活性。		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
澳大利亚和新西兰的海岸基础设施和低地生态系统面临的风险加大，如果海平面上升接近预估的上限，会造成大范围破坏(*高信度*) [25.6，25.10，文框25-1]	• 一些地方对当前海岸侵蚀和洪水风险的适应不足。连片的建筑和保护周期限制了灵活的响应措施。 • 有效的适应包括土地利用控制和最终的重新安置以及保护和调节。		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高

北美洲

关键风险	适应问题和前景	气候驱动因子	时间范围	适应的风险和潜力
由于上升的变干趋势和温度趋势，造成野火引起的生态系统完整性损失、财产损失、人类疾病和死亡(*高信度*) [26.4，26.8，文框26-2]	• 某些生态系统比其他生态系统更能适应火灾。林业管理部门和城市规划部门越来越多地引入防火措施(例如计划烧除、引入适应力强的植被)。支持生态系统适应的制度能力有限。 • 高风险地区私有财产发展迅速以及家庭有限的适应能力都限制了人类居住区的适应。 • 农林复合业是减少墨西哥刀耕火种农业方式的有效战略。		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
高温相关的人类死亡率(*高信度*) [26.6，26.8]	• 室内空调(A/C)可有效降低风险。然而，空调的可用性和使用情况变化很大，而且在停电期间完全无法使用。脆弱群体包括无法使用空调的运动员和户外工作人员。 • 通过家庭支持、高温早期预警系统、避暑中心、绿化和高反射率外立面，社区和家庭的适应有可能降低对极端高温事件的暴露度。		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
由于海平面上升、极端降水和气旋，河流和沿海地区城市洪水可造成财产和基础设施受损；供应链、生态系统和社会系统可受到破坏；公共卫生可受到影响；水质可出现恶化(*高信度*) [26.2-4，26.8]	• 实施城市排水管理的成本高，而且对城市区域有破坏性。 • 具有协同效益的低悔战略包括可更多补充地下水的透水地面、环保基础设施和屋顶花园。 • 海平面上升会提高入海口的水位,这不利于排水。许多情况下使用的是陈旧的降雨设计标准，需要加以更新,以反映目前的气候条件。 • 湿地保护(包括红树林保护)以及土地利用规划战略可降低洪水事件的强度。		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高

评估文框SPM.2表1 (续)

接下页 →

中南美洲

关键风险	适应问题和前景	气候驱动因子	时间范围	适应的风险和潜力
半干旱和依靠冰川融水的地区以及中美洲的水资源可用量；极端降水造成的城市和农村地区的洪水和滑坡(*高信度*) [27.3]	• 水资源综合管理 • 城市和农村洪水管理(包括基础设施)、早期预警系统、更好的天气和径流预报以及传染病控制		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
粮食产量和粮食质量下降(*中等信度*) [27.3]	• 开发更适应气候变化(温度和干旱)的新作物品种 • 抵消粮食质量下降对人类和动物健康的影响 • 抵消土地利用变化对经济的影响 • 加强当地传统知识系统和实践		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
病媒疾病沿高度和纬度的扩散(*高信度*) [27.3]	• 以气候及其他相关支持为基础开发疾病控制和减缓早期预警系统。许多因素可加剧脆弱性。 • 制定拓展基本公共卫生服务的计划		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高 无 无

极地地区

关键风险	适应问题和前景	气候驱动因子	时间范围	适应的风险和潜力
由于冰、积雪、多年冻土和淡水/海洋条件的变化，淡水和陆地生态系统面临着风险(*高信度*)，海洋生态系统也面临着风险(*中等信度*)，同时会影响物种栖息质量、范围、物候和生产率以及赖以为生的经济 [28.2-4]	• 通过科学和本土知识来增进了解，制定更有效的解决方法和/或技术创新 • 强化监管和预警系统来实现安全和可持续地利用生态系统资源 • 如果可能，狩猎或捕捞不同物种，并使收入渠道多样化		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
由于物理环境不断变化、粮食不安全、缺乏安全可靠的饮用水造成的伤病以及基础设施(包括多年冻土地区的基础设施)的破坏，北极居民面临健康和福利的风险(*高信度*) [28.2-4]	• 科技知识与本土知识相结合，共同制定更健全的解决方案 • 强化观测、监测和早期预警系统 • 改进宣传、教育和培训 • 改变资源基础、土地利用和/或居住地区		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
由于气候相关致灾因子与社会因素之间复杂的相互关系，给北方群体带来面临前所未有的挑战，尤其是如果变化速度大于社会系统的适应速度的话(*高信度*) [28.2-4]	•科技知识与本土知识相结合，共同制定更健全的解决方案 •强化观测、监测和早期预警系统 •改进宣传、教育和培训 • 通过解决土地争议制定适应性联合管理应对措施		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高

小岛屿

关键风险	适应问题和前景	气候驱动因子	时间范围	适应的风险和潜力
会损害生计、沿海居住区、基础设施、生态系统服务和经济稳定(*高信度*) [29.6，29.8，图29-4]	• 岛屿有很强的适应潜力，但额外的外部资源和技术将会强化响应。 • 维护和加强生态系统功能和服务以及水和粮食安全 •社会传统的应对战略的效力估计在未来会显著下降。		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
21世纪全球平均海平面上升与高水位事件之间的相互影响将威胁低地沿海地区(*高信度*) [29.4，表29-1；WGI AR5 13.5，表13.5]	• 岛屿沿海地区占陆地面积比率高，将使其适应在财政和资源上面临巨大的挑战。 • 适应方案包括维护和恢复海岸带地貌和生态系统、改进土壤和淡水资源管理以及适当的建筑法规和居住区布局。		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高

评估文框**SPM.2表1** (续)

海洋				
关键风险	**适应问题和前景**	**气候驱动因子**	**时间范围**	**适应的风险和潜力**
鱼类和无脊椎物种的分布会变化，低纬度地区渔业捕捞潜力会降低，例如热带涌升系统和近海岸系统以及副热带环流(*高信度*) [6.3，30.5-6，表6-6和30-3，文框CC-MB]	• 鱼类和无脊椎物种为维持体温而分布发生变化，表明它们对升温的进化适应潜力有限。 • 人类的适应方案：根据捕捞潜力的区域下降(低纬度地区)与可能的暂时上升(高纬度地区)，大规模改变产业化捕鱼活动的地点；可应对变率和变化的灵活管理；通过降低其他压力(例如污染和富营养化)来提高鱼类对热压力的耐受力；在一些地区拓展可持续水产业并发展其他替代的谋生方式。		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
升温引起的大规模珊瑚白化和死亡率会上升，海洋酸化又和会使情况进一步加剧，从而降低生物多样性、渔业丰度和珊瑚礁对海岸的保护，例如近海岸系统和副热带环流(*高信度*) [5.4，6.4，30.3，30.5-6，表6-6和30-3，文框CC-CR]	• 珊瑚快速进化的证据非常有限。有些珊瑚可能会迁移到更高纬度地区，但整个珊瑚礁系统预计无法适应温度的高速变化。 • 人类的适应方案限于降低其他压力，主要是通过提高水质、限制旅游业和捕鱼带来的压力。这些方案将会使气候变化对人类的影响延迟一二十年，但由于升温压力的加大，这些方案的效力将会严重降低		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
海平面上升、极端事件、降水变化、生态承受力下降会造成海岸带洪水和栖息地丧失，例如近海岸系统以及副热带环流(*中等信度到高信度*) [5.5，30.5-6，表6-6和30-3，文框CC-CR]	• 人类的适应方案限于降低其他压力，主要是通过减少污染和限制旅游业、捕鱼、自然环境破坏和不可持续的水产养殖业带来的压力。 • 在江河流域和海岸带地区减少毁林并增加造林，以保持沉积物和养分 • 促进红树林、珊瑚和海草保护和恢复，以保护大量生态系统产品和服务，例如海岸带保护、旅游价值和鱼类栖息地		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高

不同地区和群体随时间的不同，所面临的风险有所不同，这取决于诸多因素，包括适应和减缓的程度。评估文框SPM.2给出了一些经过筛选的具有*中等信度*到*高信度*的关键区域风险内容。关于区域风险和潜力效益的扩展摘要，可参见技术摘要第B-3节和WGII AR5 B部分：区域方面。

C: 管理未来风险和建设恢复能力

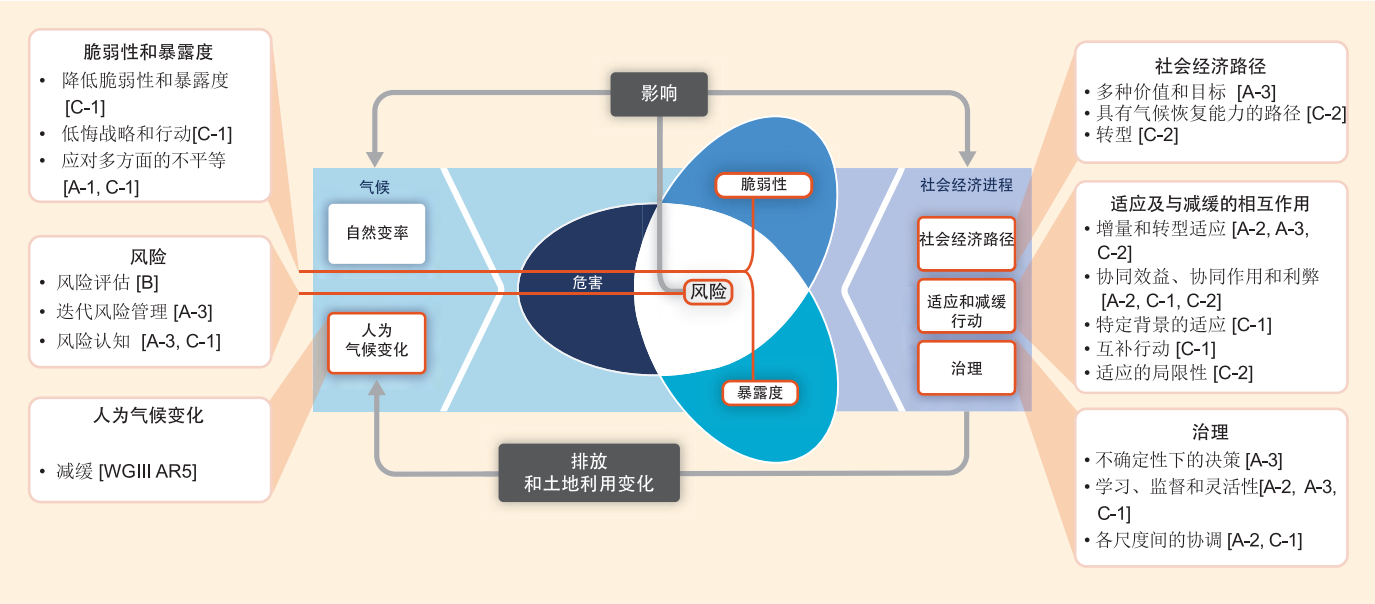
管理气候变化风险会涉及到诸多对未来后代、经济和环境产生影响的适应及减缓决定。本节评估内容包括以适应措施建设恢复能力以及调节气候变化的影响。本节还涉及适应的局限性、气候恢复能力路径以及转型的作用。气候变化相关风险的应对措施概况参见图SPM.8。

C-1. 有效适应的原则

适应具有特定的地域和背景，降低风险没有普遍适用的单一方法(*高信度*)。有效的降低风险和适应战略要考虑脆弱性和暴露度的动态变化及其与社会经济进程、可持续发展及气候变化的关系。应对气候变化的具体实例参见表SPM.1。[67]

通过从个人到政府各个层面开展互补性行动可加强适应的规划和实施(*高信度*)。国家政府可以协调地方政府和省州级政府的适应行动，例如，通过保护脆弱群体、支持经济多样化、提供信息、政策和法律框架以及财务支持(*证据确凿，一致性高*)。鉴于地方政府和私营部门在促进社区和家庭以及民间团体适应方面的作用以及在管理风险信息和融资方面的作用，因而日益认识到其对于推动适应至关重要(*中等证据量，一致性高*)。[68]

[67] 2.1, 8.3-4, 13.1, 13.3-4, 15.2-3, 15.5, 16.2-3, 16.5, 17.2, 17.4, 19.6, 21.3, 22.4, 26.8-9, 29.6, 29.8
[68] 2.1-4, 3.6, 5.5, 8.3-4, 9.3-4, 14.2, 15.2-3, 15.5, 16.2-5, 17.2-3, 22.4, 24.4, 25.4, 26.8-9, 30.7, 表格 21-1, 21-5, & 21-6, 文框 16-2



图SPM.8 | 解决方案空间。WGII AR5的核心概念，说明在管理气候变化相关风险方面的交叠切入点和方法以及关键考虑因素，参见该报告的评估和本SPM的介绍。括号中的参考标记表示本摘要所对应评估结果的章节。

适应未来气候变化的第一步是降低对当前气候变率的脆弱性和暴露度(*高信度*)。**各项战略包括对其他目标具有协同效益的各项行动**。现有的战略和行动可以提高对未来各种可能气候恢复能力，同时有助于促进人类健康、生计、社会和经济福祉以及环境质量。参见表SPM.1。将适应与规划和决策相结合可以促进与发展和降低灾害风险的协同作用。[69]

各管理层面的适应规划和实施取决于社会价值观、目标和风险认知(*高信度*)。**识别不同利益、境况、社会文化背景和预期有助于决策过程**。本土、当地和传统知识体系和惯例(包括土著人对社区和环境的总体观点)是适应气候变化的主要资源，但在现行的适应工作中并没有始终加以利用。此类知识形式与同等做法相结合可提高适应的效力。[70]

当注重背景，且决策类型、决策过程和支持群体呈多样化时，决策支持是最为有效的(*证据确凿，一致性高*)。科学与决策相联系的各个组织在气候相关知识的交流、转让和发展方面发挥着重要作用，包括翻译、参与和知识交流(*证据量中等，一致性高*)。[71]

现有的和新兴的经济手段可以通过鼓励预判和降低影响，从而促进适应(*中等信度*)。这些手段包括公私融资伙伴关系、贷款、有偿环境服务、提高资源价格、收费和补贴、规范和法规、风险共担和转移机制。公私行业的风险融资机制(如，保险和风险库)有助于提高恢复能力，但是如果不重视克服设计方面的重大困难，其也会产生阻碍作用，造成市场失灵以及公平性下降。各政府通常是作为监管方、提供方和最后的承保方来发挥关键作用。[72]

各类限制条件会相互作用，妨碍适应规划和实施(*高信度*)实施方面常见的限制条件源自以下方面：

[69] 3.6, 8.3, 9.4, 14.3, 15.2-3, 17.2, 20.4, 20.6, 22.4, 24.4-5, 25.4, 25.10, 27.3-5, 29.6, 文框 25-2 和 25-6
[70] 2.2-4, 9.4, 12.3, 13.2, 15.2, 16.2-4, 16.7, 17.2-3, 21.3, 22.4, 24.4, 24.6, 25.4, 25.8, 26.9, 28.2, 28.4, 表格 15-1, 文框 25-7
[71] 2.1-4, 8.4, 14.4, 16.2-3, 16.5, 21.2-3, 21.5, 22.4, 文框 9-4
[72] 10.7, 10.9, 13.3, 17.4-5, 文框 25-7

表格SPM.1 | 管理气候变化风险的方法。这些方法应当被认为是重叠的而不是互不相关的，而且这些方法经常同时使用。减缓对于管理气候变化风险来说是必要的。该表格中没有提及减缓，因为减缓是第五次评估报告第三工作组的核心工作。以下的示例并没有一定的顺序，而且有的例子可能与一个以上的类别相关。[14.2-3, 表格 14-1]

交叉方法	类别	示例	参考章节
降低脆弱性和暴露度 通过包括许多低悔措施的发展规划和实践	人类发展	加强对教育、营养、健康设施、能源、安全住房和居住结构以及社会支持结构的获取；降低性别不平等和其他形式的边缘化。	8.3, 9.3, 13.1-3, 14.2-3, 22.4
	减贫	加强对本地资源的获取和控制；土地使用权；降低灾害风险； 社会保障体系和社会保护；保险计划。	8.3-4, 9.3, 13.1-3
	生计安全	收入、资产和生计多样化；改善基础设施；参加技术和决策论坛；增加决策权；改变种植、畜牧和水产养殖实践；依靠社交网络。	7.5, 9.4, 13.1-3, 22.3-4, 23.4, 26.5, 27.3, 29.6,表格SM24-7
	减灾管理	预警系统；灾害和脆弱性绘图；多样化的水资源；改善排水；洪水和气旋避难所；建筑法规和实践；风暴和废水管理； 改善运输及道路基础设施。	8.2-4, 11.7, 14.3, 15.4, 22.4, 24.4, 26.6, 28.4, 文框 25-1, 表格3-3
	生态系统管理	维护湿地与城市绿地；沿海造林；流域及水库管理；降低对生态系统的其他压力源、降低栖息地分隔；维护遗传多样性； 控制干扰状况；以社区为基础的自然资源管理。	4.3-4, 8.3, 22.4, 表格3-3, 文框 4-3,8-2, 15-1, 25-8, 25-9 和 CC-EA
	空间或土地使用规划	提供足够的住房、基础设施和服务；管理易受洪水影响或其他高风险区域的发展；城市规划和改造方案；土地分区法律；地役权；保护区。	4.4, 8.1-4, 22.4, 23.7-8, 27.3, 文框 25-8
适应 包括递增性和改造性调整	结构/物理	*工程与建成环境选择：*海堤和海岸防护设施；防洪堤；蓄水；改善排水；洪水和气旋避难所；建筑法规和实践；风暴和废水管理； 改善运输及道路基础设施；漂浮房屋；发电厂与电网调整。	3.5-6, 5.5, 8.2-3, 10.2, 11.7, 23.3, 24.4, 25.7, 26.3, 26.8, 文框 15-1, 25-1, 25-2和 25-8
		*技术选择：*作物和动物新品种；本土的、传统的和当地的知识、技术和方法；有效灌溉；节水技术；海水淡化；保护性农业；粮食储存与保质设施；危险和脆弱性绘图与监测；早期预警系统；建筑保温；机械和被动冷却；技术开发、转让与推广。	7.5, 8.3, 9.4, 10.3, 15.4, 22.4, 24.4, 26.3, 26.5, 27.3, 28.2, 28.4, 29.6-7, 文框 20-5 和 25-2, 表格 3-3和 15-1
		*基于生态系统的选择：*生态恢复；水土保持；造林和再造林；红树林保护和补植；绿色基础设施（例如遮荫树和屋顶绿地）；控制过度捕捞；渔业协同管理； 辅助物种迁移和扩散；生态走廊；种子库、基因库和其他迁地保护；以社区为基础的自然资源管理。	4.4, 5.5, 6.4, 8.3, 9.4, 11.7, 15.4, 22.4, 23.6-7, 24.4, 25.6, 27.3, 28.2, 29.7, 30.6, 文框 15-1, 22-2, 25-9, 26-2 和 CC-EA
		*服务：*社会保障体系和社会保护； 粮食银行和余粮分配； 包括供水和环卫在内的市政服务；疫苗接种计划；基本公共卫生服务； 改善紧急医疗服务。	3.5-6, 8.3, 9.3, 11.7, 11.9, 22.4, 29.6, 文框 13-2
	制度	*经济选择：*财政激励；保险；巨灾债券；支付生态系统服务；为水定价，以鼓励广泛的提供和谨慎的使用；小额信贷；灾害意外基金；现金转移。	8.3-4, 9.4, 10.7, 11.7, 13.3, 15.4, 17.5, 22.4, 26.7, 27.6, 29.6, 文框 25-7
		*法律法规：*土地分区法；建筑标准和实践；地役权；水法规和协议；支持减灾的法律；鼓励购买保险的法律；界定产权和保障土地产权；保护区；捕鱼配额；专利库和技术转让。	4.4, 8.3, 9.3, 10.5, 10.7, 15.2, 15.4, 17.5, 22.4, 23.4, 23.7, 24.4, 25.4, 26.3, 27.3, 30.6, 表格25-2, 文框 CC-CR
		*国家和政府政策和计划：*包括主流化在内的国家和区域适应方案；次国家和地方适应方案；经济多样化；城市改造计划；城市水管理计划；灾害规划和备灾；综合水资源管理；综合海岸带管理；基于生态系统的管理；基于社区的适应。	2.4,3.6,4.4,5.5,6.4,7.5,8.3, 11.7,15.2-5,22.4、23.7、25.4、25.8、26.8-9、27.3-4、文框25-1、25-2 和25-9、表格9-2和17-1
		*教育选择：*提高意识和纳入教育；教育中的性别平等；推广服务；分享当地、传统和地方知识；参与性行动研究和社会学习；知识分享和学习平台。	8.3-4, 9.4, 11.7, 12.3, 15.2-4, 22.4, 25.4, 28.4, 29.6, 表格 15-1和 25-2
	社会	*信息选择：*灾害和脆弱性绘图；预警和响应系统；系统性监测和遥感；气候服务；使用本地气候观测资料；参与性情景开发；综合评估。	2.4, 5.5, 8.3-4, 9.4, 11.7, 15.2-4, 22.4, 23.5, 24.4, 25.8, 26.6, 26.8, 27.3, 28.2, 28.5, 30.6, 表格25-2, 文框 26-3
		*行为选择：*家庭准备和撤离计划；迁移；水土保持；暴风排水道清理；生计多样化；改变种植、畜牧、水产养殖习惯；依靠社交网络。	5.5, 7.5, 9.4, 12.4, 22.3-4, 23.4, 23.7, 25.7, 26.5, 27.3, 29.6, 表格SM24-7, 文框 25-5
改造	变化范围	*实践：*使结果产生重大变化的社会和技术创新、行为变化或体制和管理变化	8.3, 17.3, 20.5, 文框 25-5
		*政治：*与降低脆弱性和风险并支持适应、减缓和可持续发展的政治、社会、文化和生态决策和行动	14.2-3, 20.5, 25.4, 30.7, 表格14-1
		*个人：*影响气候变化应对的个人和集体设想、信念、价值和世界观	14.2-3, 20.5, 25.4, 表格14-1

有限的资金和人力资源；有限的整合或管理协调；关于预估影响的不确定性；对风险的不同理解；对立的价值观；缺乏关键的适应领导者和倡导者；用于监测适应效果的工具有限。另一种限制因素包括研究、监测、观测做得不够以及维持研究、监测和观测的资金不足。低估适应作为社会过程的复杂性会造成对实现预期适应成果的不切实际的期望。[73]

计划不周、过分强调短期结果、或未能充分预见后果可能会导致适应不良(*证据量中等，一致性高*)。适应不良会增加目标群体未来的脆弱性或暴露度，或增加其他人、地方或部门的脆弱性。针对与气候变化相关的不断增加风险的短期应对措施也可能会限制未来的选择。例如，加强对暴露资产的保护可以锁定对未来保护措施的依赖。[74]

有限的证据表明全球适应需求和可用于适应的基金之间存在差距(*中等信度*)。有必要对全球适应成本、融资和投资进行更好的评估。估计全球适应成本的研究存在资料、方法和覆盖度不足的问题(*高信度*)。[75]

减缓与适应之间以及不同适应响应之间存在显著的协同效益、协同作用和权衡取舍；区域内和区域间存在相互影响(*很高信度*)。为减缓和适应气候变化付出更多努力意味着相互影响日益复杂，尤其是在水、能源、土地利用和生物多样性之间的交叉点，但是用于了解和管理这些相互影响的工具仍然有限。有协同效益的例子有：(i)提高能源效率和提高能源清洁水平，从而减排有损健康、影响气候的空气污染物；(ii)通过城市绿化和水的循环利用减少城市能源和水资源消耗；(iii)可持续的农业和林业；(iv)保护储存碳的生态系统和其他生态系统服务。[76]

C-2. 气候恢复能力路径和转型

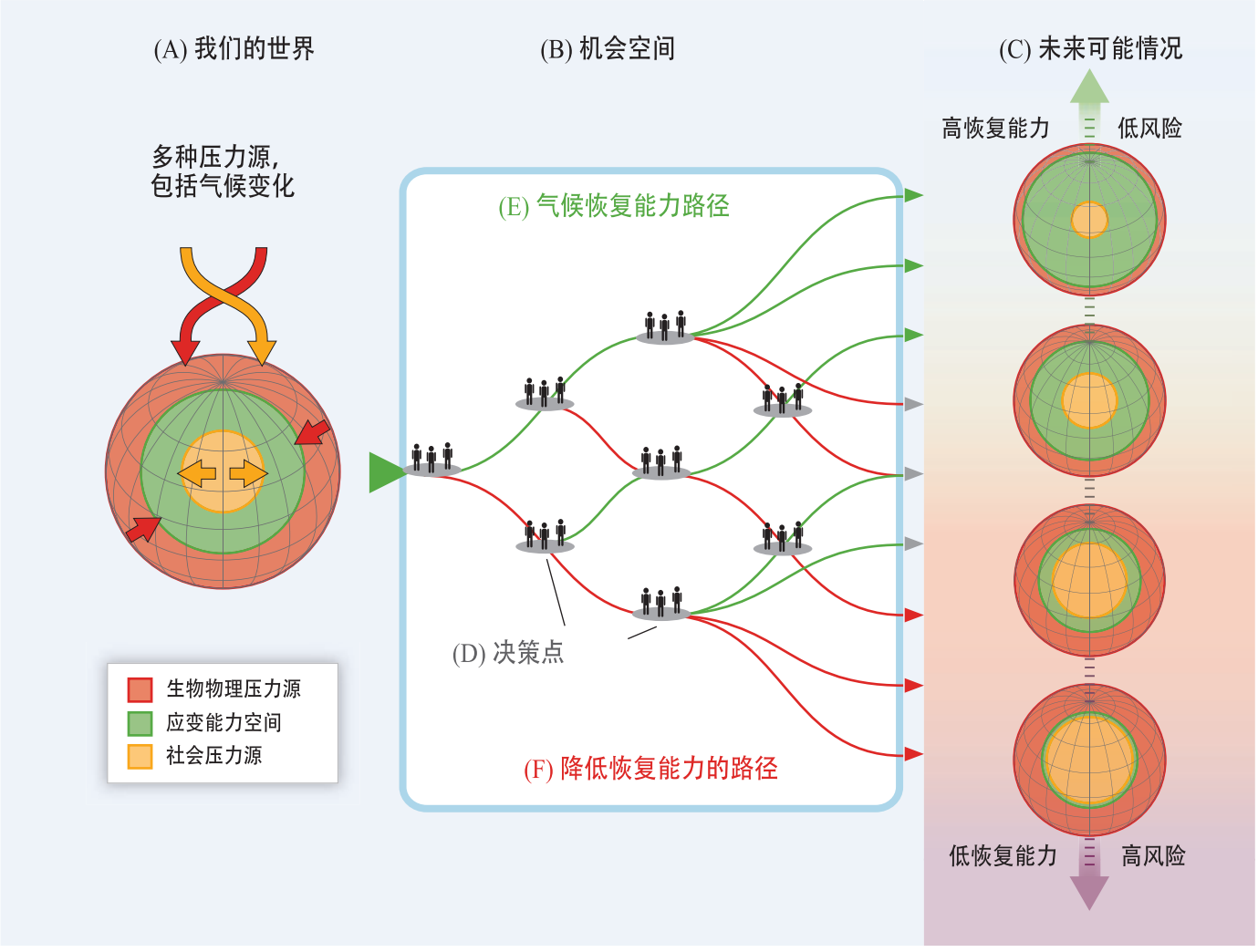
气候恢复能力路径是适应与减缓相结合的，旨在减缓气候变化及其影响的可持续发展轨迹。这些轨迹包括一些确保有效风险管理能够实施和持续的迭代过程。见图SPM.9。[77]

可持续发展气候恢复能力路径的前景主要与世界在减缓气候变化方面能够达到什么程度相关(*高信度*)。由于减缓会降低变暖的速度和程度，所以可能会将对某一特定气候变化水平的可用适应时间增加几十年。延迟减缓行动会在未来减少气候恢复能力路径的选择。[78]

更大的气候变化速率和幅度更有可能超过适应极限(*高信度*)。如果某行动者的目标或某系统的需求面临不可承受的风险，而又不可能为避免这种风险采取适应行动时，就会产生适应极限。对于不可承受风险的构成内容可以有不同的价值判断。适应极限源于气候变化与生物物理和/或社会经济制约因素的相互影响。随着时间的推移，尤其是如果超过了适应的极限，则利用适应与减缓之间的正协同作用的机会逐渐减少。在世界的某些地区，由于目前未能解决新出现的影响，因而削弱了可持续发展的基础。[79]

[73] 3.6, 4.4, 5.5, 8.4, 9.4, 13.2-3, 14.2, 14.5, 15.2-3, 15.5, 16.2-3, 16.5, 17.2-3, 22.4, 23.7, 24.5, 25.4, 25.10, 26.8-9, 30.6, 表格 16-3, 文框 16-1 和 16-3
[74] 5.5, 8.4, 14.6, 15.5, 16.3, 17.2-3, 20.2, 22.4, 24.4, 25.10, 26.8, 表格 14-4, 文框 25-1
[75] 14.2, 17.4, 表格 17-2 和 17-3
[76] 2.4-5, 3.7, 4.2, 4.4, 5.4-5, 8.4, 9.3, 11.9, 13.3, 17.2, 19.3-4, 20.2-5, 21.4, 22.6, 23.8, 24.6, 25.6-7, 25.9, 26.8-9, 27.3, 29.6-8, Boxes 25-2, 25-9, 25-10, 30.6-7, CC-WE, 和 CC-RF
[77] 2.5, 20.3-4
[78] 1.1, 19.7, 20.2-3, 20.6, 图 1-5
[79] 1.1, 11.8, 13.4, 16.2-7, 17.2, 20.2-3, 20.5-6, 25.10, 26.5, 文框 16-1, 16-3, 和 16-4

经济、社会、科技、政治决策和行动中的转型可以支持气候恢复能力路径(*高信度*)。具体例子见表格SPM.1。现在可以实施目标为可持续发展应变能力路径的战略和行动，同时这些战略和行动能够帮助改善生计、加强社会和经济福祉以及负责任的环境管理。在国家层面上，如果转型能够反映一个国家自身根据其国情和重点实现可持续发展的愿景和方法，那么这样的转型就被认为是最有效的转型。面向可持续性的转型被认为能够从迭代学习、迭代过程和创新中获益。[80]



图SPM.9 | 机会空间和气候应变能力路径。(一)我们的世界[A-1和B-1部分]受到多个压力源的威胁，这些压力源从多个方向影响了恢复能力，这里仅列出了生物物理和社会压力源。压力源包括气候变化、气候变率、土地利用变化、生态系统退化、贫困和不平等、以及文化因素。(B)机会空间[A-2、A-3、B-2、C-1和C-2部分]指会引起一系列(C)未来可能情况[C和B -3部分]的决策点和路径，这些未来可能情况的应变能力和风险程度各不相同。(D)决策点通过机会空间引起行为或不采取行动，这些决策点共同构成了管理或无法管理气候变化相关风险的过程。(E)通过自适应学习、提高科学知识、有效的适应和减缓措施、以及降低风险的其他选择，机会空间中的气候恢复能力路径(绿色)能引向一个恢复能力更强的世界。(F)降低恢复能力的路径(红色)可能涉及减缓不足、适应不良、无法学习和使用知识、以及其他降低恢复能力的行动；这些路径造成的未来可能情况是不可逆转的。

[80] 1.1, 2.1, 2.5, 8.4, 14.1, 14.3, 16.2-7, 20.5, 22.4, 25.4, 25.10, 图1-5、文框16-1、16-4和TS.8

表格SPM.A1|自第四次评估报告以来科学文献中提及的归因于气候变化的观测到的影响。这些影响被归因于气候变化具有非常低、低、中或*高信度*，表中已经指出气候变化过去几十年在八个世界主要地区对于观测到的自然和人类系统变化的相对贡献（主要或次要）。[表格18-5、18-6、18-7、18-8、18-9]其他归因于气候变化的影响没有包括在表格中，但并不说明这样的影响没有发生。

非洲	
雪和冰，河流和湖泊，洪水和干旱	• 东非的热带高原冰川后退（*高信度*，气候变化起主要作用） • 西非河流流量减少（*低信度*，气候变化起主要作用） • 大湖和卡里巴湖湖面升温和水体分层加强（*高信度*，气候变化起主要作用） • 自1970年以来萨赫勒地区的土壤墒情干旱增加，1990年以来部分地区变得更加潮湿（*中等信度*，气候变化起主要作用） [22.2-3、表格18-5、18-6和22-3]
陆地生态系统	• 除由于土地利用变化外，萨赫勒地区西部和摩洛哥半干旱地区树木密度减小（*中等信度*，气候变化起主要作用） • 除由于土地利用变化外，几种南部的植物和动物的范围发生了变化（*中等信度*，气候变化起主要作用） • 乞力马扎罗山上的野火增多（*低信度*，气候变化起主要作用） [22.3、表格18-7和22-3]
海岸侵蚀和海洋生态系统	• 除了由于人类活动的影响造成的减少外，热带非洲海域的珊瑚礁减少（*高信度*，气候变化起主要作用） [表格18-8]
粮食生产与生计	• 除了经济条件造成的变化外，南非农场主对不断变化的降雨进行了自适应响应，（*很低信度*，气候变化起主要作用） • 萨赫勒地区结果实的树木减少（*低信度*，气候变化起主要作用） • 除了接种、耐药性、人口和生计造成的变化外，肯尼亚高原的疟疾增加（*低信度*，气候变化起次要作用） • 除了渔业管理和土地利用造成的变化外，大湖和卡里巴湖的渔业生产力下降（*低信度*，气候变化起次要作用） [7.2、11.5、13.2、22.3、表格18-9]
欧洲	
雪和冰，河流和湖泊，洪水和干旱	• 阿尔卑斯、斯堪的纳维亚和冰岛的冰川后退（*高信度*，气候变化起主要作用） • 西阿尔卑斯山岩石边坡失稳增加（*中等信度*，气候变化起主要作用） • 极端河流流量和洪水的发生出现变化（*很低信度*，气候变化起次要作用） [18.3、23.2-3、表格18-5和18-6；WGI AR5 4.3]
陆地生态系统	• 温带和寒带树木更早变绿、出叶、结果（*高信度*，气候变化起主要作用） • 除了一些基准的入侵之外，更多的外来植物物种移生到欧洲（*中等信度*，气候变化起主要作用） • 自1970年起候鸟更早到达欧洲（*中等信度*，气候变化起主要作用） • 除了土地利用造成的变化外，欧洲的树线向上移动（*低信度*，气候变化起主要作用） • 除了土地利用造成的增加外，最近几十年葡萄牙和希腊被烧毁的森林面积增加（*高信度*，气候变化起主要作用） [4.3、18.3、表格18-7和23-6]
海岸侵蚀和海洋生态系统	• 东北大西洋浮游动物、鱼类、海鸟和底栖无脊椎动物的分布向北转移（*高信度*，气候变化起主要作用） • 整个欧洲海域许多鱼类物种的分布向北、向更深处移动（*中等信度*，气候变化起主要作用） • 东北大西洋浮游生物物候变化（*中等信度*，气候变化起主要作用） • 除了因入侵物种和人类影响造成的变化外，暖水物种的传播进入地中海（*中等信度*，气候变化起主要作用） [6.3、23.6、30.5、表格6-2和18-8、文框6-1和CC-MB]
粮食生产与生计	• 除了因暴露度和医疗保健造成的变化外，英格兰和威尔士出现了与寒冷相关的死亡率向与炎热相关的死亡率的转变（*低信度*，气候变化起主要作用） • 除了经济和社会政治变化的影响，北欧萨米人的生计受到的影响（*中等信度*，气候变化起主要作用） • 尽管技术得到了改进，但一些国家近几十年来的小麦产量并没有增长（*中等信度*，气候变化起次要作用） • 主要在北欧地区，除了技术改进带来的增产外，对某些作物的产量产生积极影响（*中等信度*，气候变化起次要作用） • 欧洲部分地区发生羊蓝舌病病毒和蜱的传播（*中等信度*，气候变化起次要作用） [18.4、23.4-5、表格18-9、图7-2]

接下页 →

表格**SPM.A1**(续)

亚洲	
雪和冰，河流和湖泊，洪水和干旱	• 西伯利亚、中亚和青藏高原多年冻土退化(*高信度*，气候变化起主要作用) • 亚洲大部的山地冰川收缩(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 除了土地利用造成的变化外，中国许多河流水的可用性发生变化(*低信度*，气候变化起次要作用) • 由于冰川退缩，几条河流的流量增加(*高信度*，气候变化起主要作用) • 俄罗斯河流的最强春汛提前(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 中国华北中部和东北的土壤墒情降低(1950-2006年)(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 除了因土地使用造成的变化外，亚洲部分地区的地表水退化(*中等信度*，气候变化起次要作用) [24.3-4、28.2、表格18-5、18-6和SM24-4、文框3- 1； WGI AR54.3、10.5]
陆地生态系统	• 亚洲许多地区，特别是在北部和东部，植物物候和生长状况发生变化(更早变绿)(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 许多植物和动物物种的分布海拔变高，或向极地方向移动，特别是在亚洲北部(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 近几十年来西伯利亚落叶松森林受到松树和云杉的入侵(*低信度*，气候变化起主要作用) • 灌木进入西伯利亚苔原(*高信度*，气候变化起主要作用) [4.3、24.4、28.2、表格18-7、图4-4]
海岸侵蚀和海洋生态系统	• 除了人类影响造成的减少外，亚洲热带海域的珊瑚礁减少(*高信度*，气候变化起主要作用) • 中国东海和西太平洋的珊瑚范围向北扩展，日本海的掠食性鱼类也向北扩展(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 除了渔业造成的变化外，北太平洋西部的部分沙丁鱼被凤尾鱼替代(*低信度*，气候变化起主要作用) • 亚洲北极地区的海岸侵蚀加剧(*低信度*，气候变化起主要作用) [6.3、24.4、30.5、表格6-2和18-8]
粮食生产与生计	• 除了经济和社会政治变化外，俄罗斯北极地区土著群体的生计受到影响(*低信度*，气候变化起主要作用) • 除了由于技术改进造成的产量增加外，南亚小麦总产量受到负面影响(*中等信度*，气候变化起次要作用) • 除了由于技术改进造成的产量增加外，中国的小麦和玉米总产量受到负面影响(*低信度*，气候变化起次要作用) • 以色列的水传播疾病增加(*低信度*，气候变化起次要作用) [7.2、13.2、18.4、28.2、表格18-4和18-9、图7-2]
大洋洲	
雪和冰，河流和湖泊，洪水和干旱	• 澳大利亚4个高山站中的3个晚季积雪深度显著下降(1957年至2002年)(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 新西兰的冰和冰川冰量大幅度减少(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 澳大利亚东南部因地区变暖造成的水文干旱强度加大(*低信度*，气候变化起次要作用) • 澳大利亚西南部河流系统的入流量减少(自1970年代中期起)(*高信度*，气候变化起主要作用) [25.5、表格18-5、18-6、25-1； WGI AR54.3]
陆地生态系统	• 除了因当地气候、土地利用、污染和入侵物种造成的变化外，澳大利亚许多物种，特别是鸟类、蝴蝶和植物的遗传、发育、分布和物候发生变化(*高信度*，气候变化起主要作用) • 澳大利亚东南部的一些湿地扩展，相邻的林地收缩(*低信度*，气候变化起主要作用) • 澳大利亚北部的季风雨林扩展，大草原和草地收缩(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 新西兰怀卡托河鳗鱼苗的迁徙提前数周(*低信度*，气候变化起主要作用) [表格18-7和25-3]
海岸侵蚀和海洋生态系统	• 除了短期环境波动、捕鱼和污染造成的变化外，澳大利亚近海物种的分布向南转移(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 澳大利亚海鸟迁徙的时间发生变化(*低信度*，气候变化起主要作用) • 除了污染和物理干扰的影响外，大堡礁和澳大利亚西部的珊瑚礁中的珊瑚白化(*高信度*，气候变化起主要作用) • 除了污染造成的影响外，大堡礁的珊瑚疾病模式发生变化(*中等信度*，气候变化起主要作用) [6.3、25.6、表格18-8和25-3]
粮食生产与生计	• 除了管理改进造成的成熟期提前外，近几十年来酿酒葡萄的成熟期提前(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 除了暴露度和医疗保健造成的变化外，澳大利亚冬季与夏季的人类死亡率发生变化(*低信度*，气候变化起主要作用) • 除了政策、市场和短期气候率造成的变化外，澳大利亚的农业活动位置发生变化或多样化(*低信度*，气候变化起次要作用) [11.4、18.4、25.7-8、表格18-9和25-3、文框25-5]

接下页 →

表格**SPM.A1**(续)

北美	
雪和冰，河流和湖泊，洪水和干旱	• 整个北美洲西部和北部冰川收缩(*高信度*，气候变化起主要作用) • 北美西部春季积雪的水量减少(1960-2002年)(*高信度*，气候变化起主要作用) • 北美洲西部以雪水为主的河流的峰值流量提前(*高信度*，气候变化起主要作用) • 美国中西部和东北部的径流量增加(*中等信度*，气候变化起次要作用) [表格18-5和18-6； WGI AR52.6、4.3]
陆地生态系统	• 多个类群的物候变化，物种分布的海拔变高、向北移动(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 亚北极区针叶林和苔原野火的频率增加(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 树木死亡率和森林虫害的区域性增加(*低信度*，气候变化起次要作用) • 除了因土地利用和消防管理造成的变化外，美国西部森林和加拿大北方森林的野火活动、火灾发生频率、持续时间以及燃烧面积增加(*中等信度*，气候变化起次要作用) [26.4、28.2、表格18-7、文框26-2]
海岸侵蚀和海洋生态系统	• 西北大西洋鱼类物种的分布向北移动(*高信度*，气候变化起主要作用) • 美国西海岸贻贝群发生变化(*高信度*，气候变化起主要作用) • 太平洋东北部鲑鱼的迁徙和生存发生变化(*高信度*，气候变化起主要作用) • 阿拉斯加和加拿大海岸侵蚀加剧(*中等信度*，气候变化起主要作用) [18.3、30.5、表格6-2和18-8]
粮食生产与生计	• 除了经济和社会政治变化造成的影响外，加拿大北极地区土著群体的生计受到影响(*中等信度*，气候变化起主要作用)
中美洲和南美洲	
雪和冰，河流和湖泊，洪水和干旱	• 安第斯冰川收缩(*高信度*，气候变化起主要作用) • 亚马逊河的流量极值发生变化(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 安第斯山脉西部河流的流量模式发生变化(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 除了土地利用造成的增加外，拉普拉塔河子流域的径流增加(*高信度*，气候变化起主要作用) [27.3、表格18-5、18-6、27-3； WGI AR5 4.3]
陆地生态系统	• 亚马逊的树木死亡率提高，森林火灾增多(*低信度*，气候变化起次要作用) • 除了森林砍伐和土地退化的基准趋势外，亚马逊的雨林出现退化和衰退(*低信度*，气候变化起次要作用) [4.3、18.3、27.2-3、表格18-7]
海岸侵蚀和海洋生态系统	• 除了污染和物理干扰造成的影响外，加勒比海西部的珊瑚白化加重(*高信度*，气候变化起主要作用) • 除了污染和土地利用造成的退化外，南美北海岸的红树林退化(*低信度*，气候变化起次要作用) [27.3、表格18-8]
粮食生产与生计	• 除了社会和经济压力增加造成的影响，玻利维亚土著艾马拉的农民由于缺水，生计更加脆弱(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 除了技术改进带来的增产外，南美洲东南部农业产量增加，农业范围扩大(*中等信度*，气候变化起主要作用) [13.1、27.3、表格18-9]
极地地区	
雪和冰，河流和湖泊，洪水和干旱	• 北极海冰冰盖在夏季减少(*高信度*，气候变化起主要作用) • 北极冰川的冰量减少(*高信度*，气候变化起主要作用) • 整个北极的积雪范围下降(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 大范围冻土退化，尤其是北极地区南部(*高信度*，气候变化起主要作用) • 南极海岸的冰量损失(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 大型极地河流的流量增加(1997-2007)(*低信度*，气候变化起主要作用) • 北极大部分地区冬季最低河流量增加(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 1985-2009年湖水温度上升，无冰季节延长(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 由于冻土退化，低北极的热喀斯特湖消失。以前是冻结泥炭的地区形成新的湖泊(*高信度*，气候变化起主要作用) [28.2、表格18-5和18-6； WGI AR5 4.2-4、4.6、10.5]
陆地生态系统	• 北美和欧亚大陆苔原上的灌木覆盖度增加(*高信度*，气候变化起主要作用) • 北极树线的纬度变高，海拔也变高(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 由于雪床减少和/或苔原灌木侵入，亚北极鸟类的繁殖区和种群规模发生改变(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 雪床生态系统和草丛苔原损失(*高信度*，气候变化起主要作用) • 降雨落到雪层上后，由于积雪中的冰层变厚，苔原动物受到影响(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 过去50年间南极半岛西部及附近岛屿的植物种类范围增加(*高信度*，气候变化起主要作用) • Signy岛上湖水中浮游植物的繁殖力提高(*高信度*，气候变化起主要作用) [28.2、表格18-7]

接下页 →

表格**SPM.A1**(续)

海岸侵蚀和海洋生态系统	• 整个北极的海岸侵蚀加剧(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 非迁徙北极物种受到负面影响(*高信度*，气候变化起主要作用) • 北极海鸟的繁殖成功率降低(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 南大洋海豹和海鸟减少(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 由于海洋酸化，南部海洋有孔虫壳的厚度降低(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 斯科舍海磷虾密度降低(*中等信度*，气候变化起主要作用) [6.3、18.3、28.2-3、表格18-8]
粮食生产与生计	• 除了经济和社会政治变化的影响外，北极土著人的生计受到影响(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 白令海峡的交通运输量提高(*中等信度*，气候变化起主要作用) [18.4、28.2、表格18-4和18-9、图28-4]
小岛屿	
雪和冰，河流和湖泊，洪水和干旱	• 除了用水造成的增加外，在牙买加水更加匮乏(*很低信度*，气候变化起次要作用) • [表格18-6]
陆地生态系统	• 在毛里求斯的热带鸟类数量变化(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 夏威夷的一种特有植物物种减少(*中等信度*，气候变化起主要作用) • 高海拔岛屿树线和相关动物出现海拔上升趋势(*低信度*，气候变化起次要作用) [29.3、表格18-7]
海岸侵蚀和海洋生态系统	• 除了捕捞和污染造成的退化影响外，许多热带小岛附近的珊瑚白化加剧(*高信度*，气候变化起主要作用) • 除了其他干扰造成的退化外，小岛周围的红树林、湿地和海草退化(*很低信度*，气候变化起次要作用) • 除了人类活动、自然侵蚀和堆积造成的侵蚀外，洪水增强致使侵蚀加剧(*低信度*，气候变化起次要作用) • 除了污染和地下水抽出造成的退化外，地下水和淡水生态系统由于海水入侵退化(*低信度*，气候变化起次要作用) [29.3、表格18-8]
粮食生产与生计	• 除了过度捕捞和污染造成的退化外，沿海渔业由于直接影响和珊瑚礁白化加剧的影响出现退化(*低信度*，气候变化起次要作用) [18.3-4、29.3、30.6、表格18-9，文框CC-CR]

技术摘要

TS

技术摘要

在第二工作组主席团的领导下编制：
Amjad Abdulla(马尔代夫)、Vicente R. Barros(阿根廷)、Eduardo Calvo(秘鲁)、Christopher B. Field(美国)、José M. Moreno(西班牙)、Nirivololona Raholijao (马达加斯加)、Sergey Semenov(俄罗斯联邦)、Neville Smith(澳大利亚)

主要作者召集人：
Christopher B. Field(美国)、Vicente R. Barros(阿根廷)、Katharine J. Mach(美国)、Michael D.Mastrandrea(美国)

主要作者：
Maarten K. van Aalst（荷兰）、W. Neil Adger（英国）、Douglas J. Arent（美国）Jonathon Barnett（澳大利亚）、Richard A. Betts（英国）、T. Eren Bilir（美国）Joern Birkmann（德国）、JoAnn Carmin（美国）、Dave D. Chadee（特立尼达和多巴哥）、Andrew J. Challinor（英国）、Monalisa Chatterjee（美国/印度）、Wolfgang Crame（德国/法国）、Debra J. Davidson（加拿大）、Yuka Otsuki Estrada（美国/日本）、Jean-Pierre Gattuso（法国）、Yasuaki Hijioka（日本）、Ove Hoegh-Guldberg（澳大利亚）、黄河清（中国）、Gregory E. Insarov（俄罗斯联邦）、Roger N. Jones（澳大利亚）、R. Sari Kovats（英国）、Joan Nymand Larsen（冰岛）、Iñigo J. Losada（西班牙）、José A. Marengo（巴西）、Roger F. McLean（澳大利亚）、Linda O. Mearns（美国）、Reinhard Mechler（德国/奥地利）John F. Morton（英国）、Isabelle Niang（塞内加尔）、Taikan Oki（日本）、Jane Mukarugwiza Olwoch（南非）、Maggie Opondo（肯尼亚）、Elvira S. Poloczanska（澳大利亚）、Hans-O. Pörtner（德国）、Margaret Hiza Redsteer（美国）、Andy Reisinger（新西兰）、Aromar Revi（印度）、Patricia Romero-Lankao（墨西哥）、Daniela N. Schmid（英国）、M. Rebecca Shaw（美国）、William Solecki（美国）、Dáithí A. Stone（加拿大/南非/美国）、John M.R. Stone（加拿大）、Kenneth M.Strzepek（联合国大学/美国）、Avelino G. Suarez（古巴）、Petra Tschaker（美国）、Riccardo Valentini（意大利）、Sebastián Vicuña（智利）、Alicia Villamizar （委内瑞拉）、Katharine E. Vincent（南非）、Rachel Warren（英国）、Leslie L. White（美国）、Thomas J. Wilbanks（美国）、Poh Poh Wong（新加坡）、Gary W. Yohe（美国）

编审：
Paulina Aldunce(智利)、Jean Pierre Ometto(巴西)、Nirivololona Raholijao(马达加斯加)、Kazuya Yasuhara(日本)

引用本《技术摘要》应遵循如下格式：

Field, C.B., V.R. Barros, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, M. van Aalst, W.N. Adger, D.J. Arent, J. Barnett, R. Betts, T.E. Bilir, J. Birkmann, J. Carmin, D.D. Chadee, A.J. Challinor, M. Chatterjee, W. Cramer, D.J. Davidson, Y.O. Estrada, J.-P. Gattuso, Y. Hijioka, O. Hoegh-Guldberg, H.Q. Huang, G.E. Insarov, R.N. Jones, R.S. Kovats, P. Romero-Lankao, J.N. Larsen, I.J. Losada, J.A. Marengo, R.F. McLean, L.O. Mearns, R. Mechler, J.F. Morton, I. Niang, T. Oki, J.M. Olwoch, M. Opondo, E.S. Poloczanska, H.-O. Pörtner, M.H. Redsteer, A. Reisinger, A. Revi, D.N. Schmidt, M.R. Shaw,W. Solecki, D.A. Stone, J.M.R. Stone, K.M. Strzepek, A.G. Suarez, P. Tschakert, R. Valentini, S. Vicuña, A. Villamizar, K.E. Vincent, R. Warren, L.L. White, T.J. Wilbanks, P.P. Wong, *和* G.W. Yohe, 技术摘要。气候变化 2014：影响、适应和脆弱性。A 部分：全球和部门评估。政府间气候变化 专门委员会第五次评估报告第二工作组报告。 [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach,M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea，和 L.L. White（编辑）]。剑桥大学出版社， 英国剑桥和美国纽约，pp. 35-94.

目录

评估和管理气候变化风险 37

文框TS.1评估的背景 38

文框TS.2理解本摘要的核心术语 39

文框TS.3评估中各项发现的确定性程度的表达 41

A部分：复杂多变世界中观测到的影响、脆弱性与适应 37

A-1.观测到的影响、脆弱性和暴露度 40

文框TS.4多维度的气候变化不公平性和脆弱性 50

A-2.适应经验 51

A-3.决策环境 54

B部分：未来风险和适应机遇 59

B-1.各部门和各区域的关键风险 59

文框TS.5气候系统的人为干扰 61

文框TS.6温度大幅上升的后果 63

B-2.部门风险与适应潜力 62

文框TS.7海洋酸化 74

B-3.区域风险与适应潜力 75

C部分：未来风险管理和恢复力建设 85

C-1.有效适应的原则 85

C-2.气候恢复力路径及转型 87

文框TS.8适应的极限和转型 89

文框TS.9水-能源-粮食三者的关系 92

评估和管理气候变化风险

人类对气候系统的干扰正在出现1，而气候变化又给人类系统和自然系统造成各种风险(图TS.1)。《IPCC第五次评估报告》第二工作组的报告(WGII AR5)在评估影响、适应和脆弱性时评价了气候变化导致的风险和潜在效益模式如何改变。报告考虑了怎样通过减缓和适应来降低和管理与气候变化有关的影响和风险。报告评估了与适应相关的需求、手段、机遇、掣肘、恢复力、局限性和其它与适应有关的方面。报告认识到，气候变化的风险在不同地区和对不同人群在空间和时间尺度上是不同的，其取决于众多的各类因子，包括适应和减缓的程度。

气候变化涉及到不同影响之间复杂的相互作用和不断变化的可能性。本报告的一个新亮点是关注了风险这个理念，这不仅可支持气候变化背景下的决策制定，也补充了报告中的其他组成要素。由于价值观和目标不同，不同的人群和社会对风险和潜在效益的认知或排序也可能不同。

与WGII过去发布的报告相比，WGII AR5所评估的相关科学、技术和社会经济文献的知识库规模剧增。文献的增加有助于对一系列更宽泛的主题和部门做出全面的评估，其中关于人类系统、适应和海洋的覆盖面得到了扩展。详见文框TS.1。

本摘要的A部分描述了迄今为止已观测到的影响、脆弱性、暴露度和各种适应性响应。B部分评审了各领域部门和区域的未来风险和潜在效益，由此突出了在哪些地方用可通过减缓和适应的具体方案来降低风险。C部分考虑了有效适应的各项原则，以及在适应、减缓与可持续发展之间更广泛的相互作用。

文框TS.2定义了核心概念。为了传达重要发现的确定性程度，本报告通篇利用了标准的描述不确定性的术语，详见文框TS.3。方括号内给出的章节索引表示其内容支持本摘要中的相关发现和图表。

A: 复杂多变的世界中观测到的影响、脆弱性和适应

A部分介绍了观测到的气候变化影响，是从脆弱性、暴露度和气候相关致灾因子作为产生影响的决定性因素这

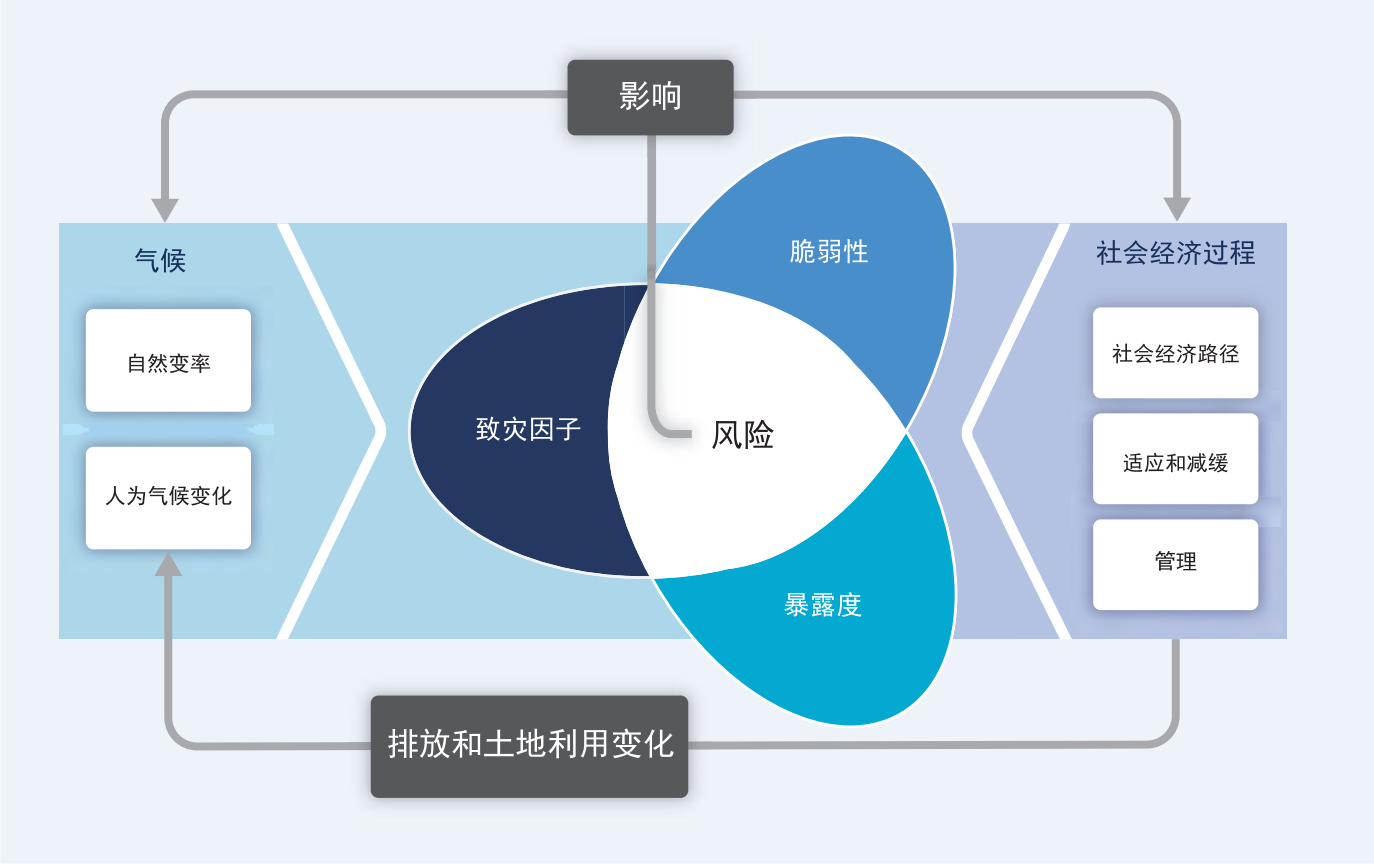


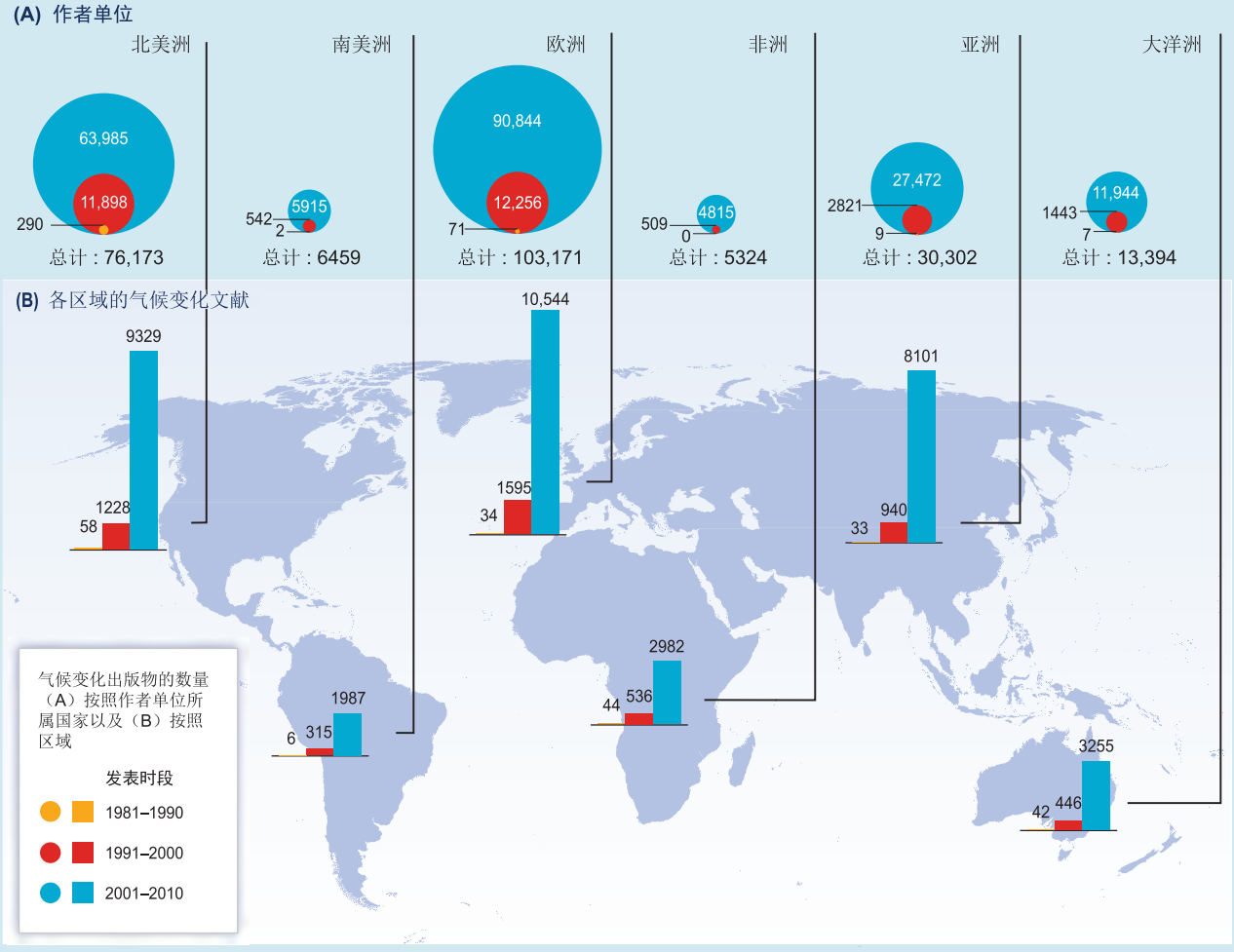
图 TS.1：|WGII AR5 核心概念示意图。与气候相关影响的风险来自于气候相关致灾因子（包括危害性事件和趋 势）与人类系统和自然系统暴露度和脆弱性的相互作用。气候系统的变化（左）和包括适应和减缓在内的社会 经济过程的变化（右）是致灾因子、暴露度和脆弱性的驱动因素。[19.2，图19-1]

TS

文框TS.1 | 评估的背景

在过去20年中，IPCC第二工作组开展了对气候变化的影响、适应和脆弱性评估。WGII AR5是基于2007年发布的《IPCC第四次评估报告》的第二工作组报告 (WGII AR4)和2012年发布的《管理极端事件和灾害风险，推进气候变化适应特别报告》(SREX)，是IPCC AR5第一工作组报告(WGI AR5)的后续报告。WGIIAR5分为两部分(第一部分：全球和部门层面，第二部分：区域层面)，分别反映了文献的扩展和多学科方法，而且更加注重社会影响和响应，以及 在区域评估上保持了全面范围。[1.1至1.3]]

评估气候变化影响、适应和脆弱性的科学文献数量在2005年到2010年期间成倍增加，适应方面的文献增加尤其迅 速，从而可以开展用于支持决策的更牢靠 的评估工作(*高信度*)。同样，所涉及的主题和区域的多样性也在增加，同时致力于气候变化评估科学基础作者的地区分布也在增加(文框TS.1，图1)。尽管所占比重仍很小，但来自发展中国家气候变化出版物的作者人数也在增加。发表内容分布的不均衡给开展全面、平衡的全球评估带来了挑战。[1.1，图1-1]



文框TS.1 图1 | 斯高帕斯（SCOPUS）书目库中关于气候变化出版物的数量。（A）英文的气候变化出版物数量（截至2011年7月），分别按照出版物的所有作者单位所属国家以及所属地区总结排序。每篇出版物可多次计算（即作者单位所属国家清单表中不同国家的数量）。(B)分别在1981-1990、1991-2000年和2001-2010 年三个时段按区域对英文的气候变化出版物在标题、摘要或关键词部分提及具体国家数量的排序（截至2011年7月）。如果列出了一个以上的国家，每个出版物可以多次计算。 [图1-1]

接下页 →

文框TS.1 (续)

适应已成为气候变化研究、国家规划、应对气候变化战略的实施等方面的核心领域(*高信度*)。包括政府和私营部门报告在内的文献总体呈现出更加注重适应机会以及适应、减缓和可持续发展的替代途径之间的相互关系。根据文献可以看出新的研究领域已经出现，即利用适应规划、发展战略、社会保障和减少灾害风险和管理之间协同效应的转型过程。[1.1]

作为IPCC评估工作的一个核心特征和创新，评估获得的重大结论均需要通过明确、标准的语言来表达，这类语言可传达科学认知的力量，包括不确定性和不一致性的领域(文框TS.3)。每一项结论都会辅以一个可追溯的对证据和一致性评估的描述。[1.1，文框 1-1]

TS

文框TS.2 | 理解本摘要的核心术语

以下是WGII AR5术语表中确定且在报告中通篇使用的核心概念，涉及下列术语。与AR4和IPCC的其它报告相比，其中的某些定义 在广度和侧重点上有所不同，反映了科学的进步。

气候变化：气候变化指气候状态的变化，而这种变化可通过其特性的平均值和/或变率的变化予以判别(如通过统计检验)，这种变化会持续一段 较长时期，通常为几十年或更长时间。气候变化的原因也许 是由于自然的内部过程或外 部胁迫 ，如太阳周期的改变、火山喷发等，或是持续人为 活动引起的大气成分或土地利用的变化。应注意到联合国气候变化框架公约(UNFCCC)第一条将气候变化定义为：“在可比时期内所观测到的自 然气候变率之外的直接或间接归因于人类活动而改变全球大气成分所导致的气候变化”。因此，UNFCCC对可归因于人类活动改变大气成分后的气 候变化与归因于自然原因的气候变率作了明确的区分。

致灾因子：可能发生的自然或人为物理事件或趋势，或物理影响，可造成生命损失、伤害或其它健康影响，以及财产、基础设施、生计、服务提供给、生态系统以及环境资源的损害和损失。在本报告中，致灾因子一词通常是指与气候相关的物理事件、趋势或其物理影响。

暴露度：人员、生计、物种或生态系统、环境功能、服务和资源、基础设施或经济、社会或文化资产处于有可能受到不利影响的位置和环境。

脆弱性：易受不利影响的倾向或习性。脆弱性内含各种概念，包括对危害的敏感性或易感性以及应对和适应能力的缺乏。

影响：对自然系统和人类系统的影响。在本报告中，影响一词主要是指极端天气和气候事件以及气候变化对自然系统和人类系统的影响。影响通常 是指某一特定时期内的气候变化或危险气候事件之间的相互作用以及暴露的社会或系统的脆弱性，对生命、生活、健康状况、生态系统、经济、社 会、文化、服务和基础设施产生的作用。影响也被称为后果和结果。气候变化对地球物理系统的影响(包括洪水、干旱以及海平面上升)是影响的 一部分，称为自然影响。

接下页 →

文框TS.2（续）

风险：造成有价值的事物处于险境且结果不确定的可能性，其中考虑了各种价值的多样性。风险通常表述为危害性事件或趋势发生的概率乘以这些 事件或趋势发生造成的后果。风险来自脆弱性、暴露度以及危害的相互作用(见图TS.1)。在本报告，风险一词主要指气候变化影响的风险。

适应：对实际或预期的气候及其影响进行调整的过程。在人类系统中，适应是为了趋利避害。在某些自然系统中，人为干预可能会促进对预期的气候 及其影响的调整 。

增量适应： 是指用以维持一定规模的某个系统或过程的本质和完整性为宗旨的适应行为。

转型适应： 是指为因应对气候及其影响而改变一个系统基本属性的适应

转型：自然系统和人类系统基本属性的变化。

恢复力：社会、经济和环境系统处理灾害性事件或趋势或扰动，并作出响应或进行重组，从而保持其必要功能、定位及结构，并保持其适应、学习和转型能力的能力。

样的认识逐渐展开。A部分考虑了多种因素，包括发展和非气候胁迫应力，其都会对脆弱性和暴露度产生影响，都可用于评估各种系统对气候变化的敏感性。本节还根据适应经验找出了各种挑战和应对的手段，谈及了在应对气候变化和更广泛目标背景下以往推动开展适应行动的原因。报告评估了当前决策领域与气候变化有关的认识。

A-1. 观测到的影响、脆弱性和暴露度

最近几十年，气候变化已对所有大陆和海洋的自然系统和人类系统产生了影响。自AR4以来，更多、更完善的观测和分析进一步强化了这一结论。气候变化影响的证据在自然系统领域是最确凿、最全面的。对人类系统的某些影响也已归因于气候变化，而气候变化的贡献是主要的还是次要的，这点是能够与社会和经济因素变化等其他影响区分开来的。在许多区域，即使污染或土地利用等因素非常容易混淆，仍然检测出了气候变化对自然系统和人类系统的影响。图TS.2和表TS.1总结了观测到的影响，并阐述了本节介绍的更广泛的趋势。WGII AR5中，观测到的影响的归因普遍可将自然系统和人类系统的响应与观测到的气候变化关联起来，无论气候变化原因是什么。大部分记录的气候变化影响可归因于变暖和/或降水形势的变化。也有新的证据显示了海洋酸化的影响。相对而言，几乎没有确凿的归因研究和元分析已将物理系统和生物系统受到的影响与人为气候变化联系起来。[18.1, 18.3至18.6]

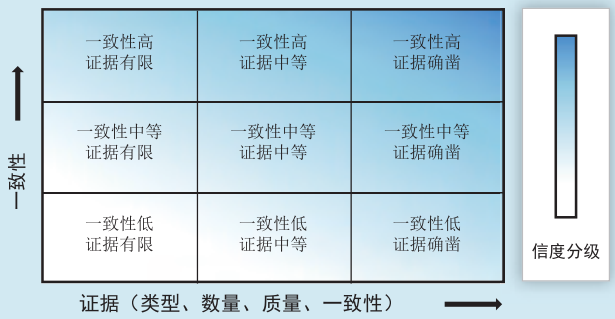
脆弱性和暴露度的差异产生于非气候因子和不均衡发展过程带来的多方面不公平性(*很高信度*)。这些差异造成了气候变化风险的差异化。见图TS.1和文框TS.4。脆弱性和暴露度在不同时期、不同地理环境下有所不同。贫困或社会经济状况、种族构成、年龄结构和治理方面的变化已经严重影响了过去发生的危机所带来的后果，而这些危机与气候相关灾害有关。[8.2, 9.3,12.2,13.1,13.2,14.1至14.3,19.2,19.6,26.8,文框CC-GC]

热浪、干旱、洪水、台风和野火等近期极端气候事件的影响表明一些生态系统和许多人类系统对当前气候变率有着明显的脆弱性和暴露度(*很高信度*)。这些极端气候事件的影响包括生态系统发生变化、粮食生产和水资源供应遭到干扰、基础设施和居民点遭受破坏、发病率和死亡率增加，以及人类精神健康和福祉受到影响。对于任一发展水平上的国家而言，这些影响与一些部门面对当前的气候变率明显缺乏准备有关。下列例子说明了不同区域经历的极端天气和气候事件的影响：

文框TS.3 | 对评估发现确定性程度的表达

根据《IPCC第五次评估报告主要作者关于一致性处理不确定性的指导说明》，第二工作组在AR5中依靠两种 度量标准表达重要发现中的确定性程度：

- 根据证据的类型、数量、质量和一致性(如数据、机理认识、理论、模式、专家判断)以及一致性程度而对某项 发现有效性的信度。信度以定性方式表述。
- 对某项发现的不确定性进行量化衡量，并用概率表示(基于对观测资料或模式结果的统计分析，或二者结合，以 及专家判断)。



文框TS.3, 图 1 | 证据量和一致性说明及其与信度的关系。随着向右上角抬升阴影渐强，信度也相应提高。一般情况下，当有多条一致 性独立的高质量证据链时，证据最为确凿。[图1-3]

每项发现均是基于对相关证据和一致性的评价。下列简略术语用于描述证据：有限、中等或确凿；以及一致性程 度：低、中等或高。这些术语与某些关键发现一并使用。在很多情况下，评估作者除了评估一项发现的有效性信度以外，还要将证据 和一致性水平结合起来。信度水平用五个量词表示：很低、低、中等、高和很高，均采用斜体字，例如中等信度。文框TS.3中的图1对证据量和一致性与信度指标 等简要术语之间的灵活关系作了阐述。对于某个给定的证据和一致性陈述，可赋予不同的信度水平，但证据水平和一致性程度的提高与信 度的提高相关联。

当评估作者评估某一明确后果(无论是已经发生或未来将要发生)的可能性或概率时，发现的陈述可包括可能性术语(见下)或更精确的概率性陈述。使用可能性并非可以替代信度的使用。除非另有说明，给予可能性术语的发现都是高信度或很 高信度。

术语	发生的可能性
几乎确定	99–100% 概率
极有可能	95–100% 概率
很可能	90–100% 概率
可能	66–100% 概率
多半可能	>50–100% 概率
或许可能	33–66% 概率
不可能	0–33% 概率
很不可能	0–10% 概率
极不可能	0–5% 概率
几乎不可能	0–1% 概率

在可能的情况下，也可以将发现作为事实陈述，无须使用不确定性的修饰词。

本摘要各段落中就某一关键发现所赋予的信度、证据和一致性也适用于该段之后的陈述，除非提供了额外的术语。[1.1, 文框1-1]

TS

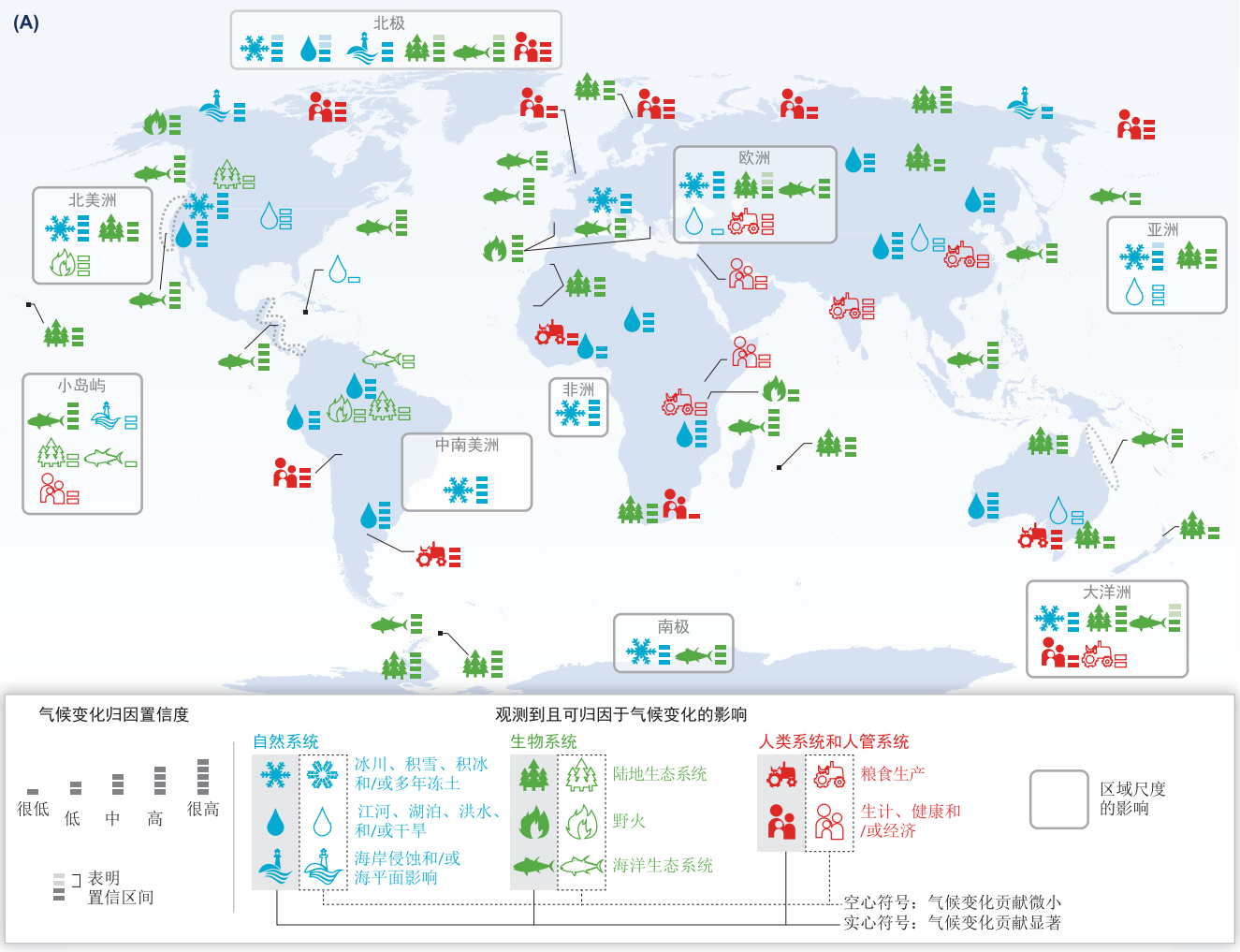
- 在非洲，包括旱涝在内的极端天气和气候事件对经济领域、自然资源、生态系统、生计和人类健康有显著影响。比如，2008年莫桑比克的赞比西河发生洪灾造成9万人流离失所。赞比西河谷周围的受灾区内生活了约100万人民，他们即将永久失去家园。[22.3, 22.4, 22.6]

- 澳大利亚和新西兰最近发生的洪灾严重破坏了基础设施和居民点，仅在昆士兰地区就造成了35人死亡(2011年)。维多利亚热浪(2009年)增加了高温相关疾病的发病率，造成300多人死亡。丛林大火摧毁了2000多栋建筑，造成173人死亡。澳大利亚东南部大规模干旱(1997至2009年)及新西兰多地干旱(2007至2009年；2012至2013年)造成了巨大的经济损失：2007至2008年墨累-达令盆地南部的GDP比预计水平低约5.7%；2007至2009年新西兰的直接和非农产值损失了约36亿新西兰元。[13.2,25.6,25.8,表25-1,文框25-5,25-6,25-8]

- 在欧洲，目前极端天气事件严重影响了多个经济部门，也给社会和人类健康带来负面影响(*高信度*)。[表23-1]

- 在北美，大部分经济部门和人类系统受到了极端天气的影响并做出了应对，这些极端天气包括飓风、洪水和强降雨(*高信度*)。极端高温事件目前增加了发病率和死亡率(*很高信度*)，事件的影响因年龄、地域和社会经济因素的不同而不同(*高信度*)。极端海岸风暴事件造成发病率和死亡率过高，尤其是在美国东海岸及墨西哥和美国海湾地区。北美很多基础设施目前易受极端天气事件的影响(*中等信度*)，其中水资源和交通基础设施不断恶化，尤其脆弱(*高信度*)。[26.6, 26.7, 图26-2]

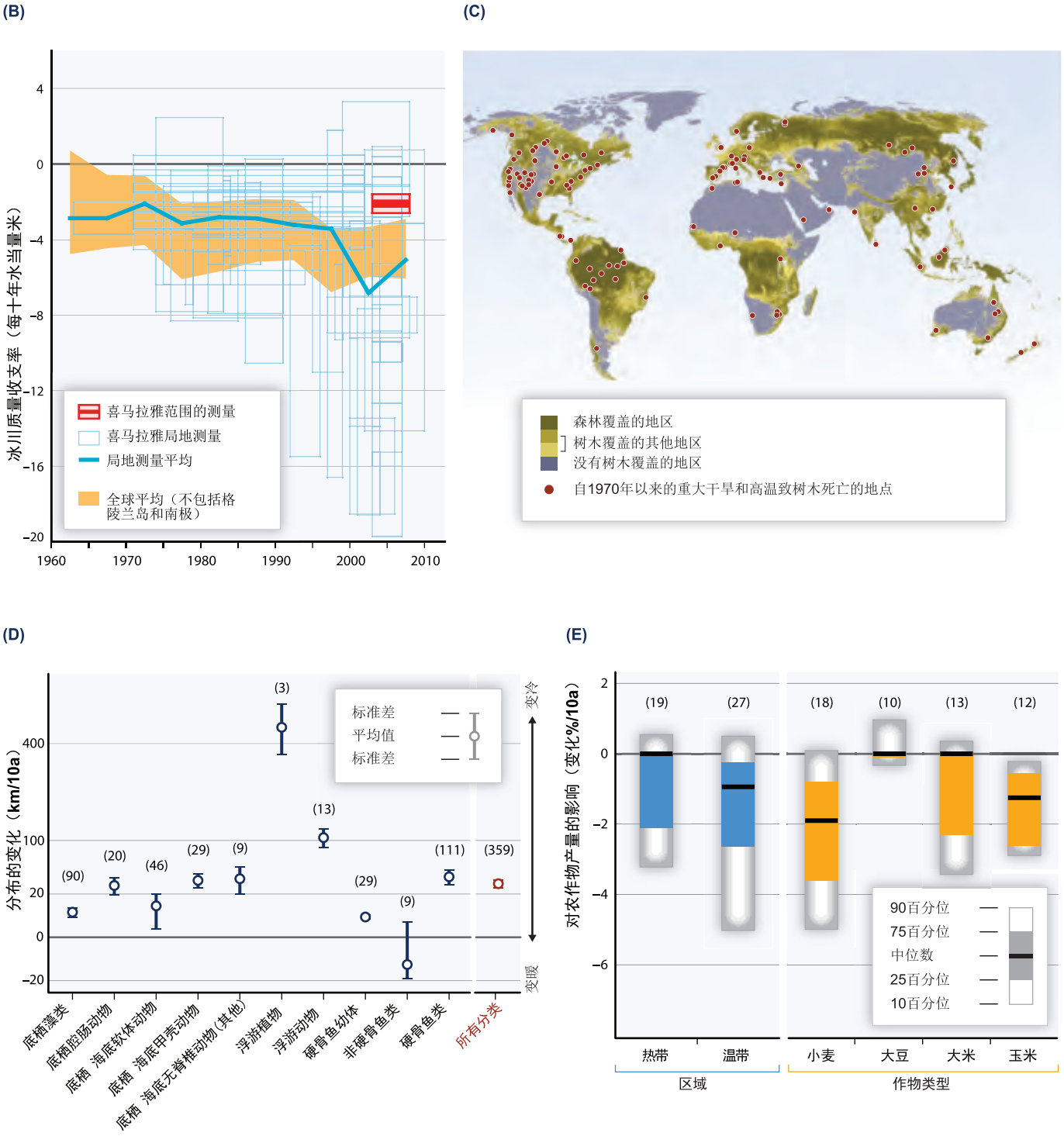
- 在北极，极端天气事件给居民健康带来了直接和间接的负面影响(*高信度*)。[28.2]



图TS.2

接下页→

图TS.2 (续)



图TS.2| 多变世界中的广泛影响。(A)根据AR4以来的研究，近几十年归因于气候变化影响的全球格局。影响显现在不 同的地理尺度上。图中符号代表可归因于影响的类别、气候变化对观测到影响的相对贡献（显著或微小）以及归因的置 信度。影响的描述见表TS.A1。(B)所有已发布的喜马拉雅冰川质量测量值的变化。负值表明冰川质量损失。局地测量大 多针对的是小型、可接近的喜马拉雅冰川。蓝框是指每个喜马拉雅局地测量值，其垂直中心是指其平均值，高度是指年 度测量的±1标准偏差和多年测量的±1标准。喜马拉雅范围的测量（红色）源于卫星激光测高仪的观测。还给出了WGI AR5第4.3节关于全球平均冰川质量变化的估值作为参考，阴影部分表示±1个标准差。（C）1970-2011 年期间全球范围因重大干旱和高温致树木死亡的发生地点。（D）基于1900-2010年观测得出的海洋生物分布变化的平 均速率（km/10年）。正态分布变化与变暖一致（向原先的冷水区域移动，一般朝向极地）。圆括号中给出了获得分析 的每一类别的响应数量。(E)1960-2013年观测到的气候变化对温带和热带四种主要农作物产量的影响估算，圆括号中显 示了获得分析的每一类数据点的数量。[图3-3、4-7、7-2, 18-3和MB-2]

淡水资源

在许多地区，降水变化和冰雪融化正在改变水文系统，影响水资源量和水质(*中等信度*)。由于气候变化，几乎全球范围的冰川持续退缩(*高信度*)(如图TS.2B)，影响了下游的径流和水资源(*中等信度*)。气候变化正在造成高纬度地区和高海拔地区的多年冻土层变暖和融化(*高信度*)。虽然干旱的影响很大程度上由于水资源需求增加而加剧，但没有证据表明地表水和地下水的干旱频率在过去几十年发生了变化。[3.2,4.3,18.3,18.5,24.4,25.5,26.2,28.2,表3-1和25-1,图18-2和26-1]

陆地和淡水生态系统

最近几十年，许多陆地和淡水动植物物种已改变了其分布范围、季节性活动和丰度以响应观测到的气候变化，它们目前在许多地区做着上述改变(*高信度*)。在全球多地观测到树木的死亡率增加，这已归因于某些区域的气候变化(图TS.2C)。在许多地方，干旱、风暴、野火和虫害等扰乱生态系统的灾害的频率和强度均有所增加，其中一些可归因于气候变化(*中等信度*)。虽然近期气候变化促进了中美洲一些两栖动物物种灭绝(*中等信度*)，但是最近观测到的陆地物种灭绝并没有归因于气候变化(*高信度*)。[4.2,4.4,18.3,18.5,22.3,25.6,26.4,28.2,图4-10,文框4-2,4-

表TS. 1 | 自第四次评估报告以来科学文献中提及的归因于气候变化的观测到的影响。这些影响被归因于气候变化，并赋予了非常低、低、中或高信 度，表中已经指出气候变化过去几十年在世界上八个主要地区对于观测到的自然系统和人类系统变化的相对贡献（主要或次要）。[表18-5至18-9] 其他归因于气候变化的影响没有包括在表中，但并不说明这样的影响没有发生。

非洲	
雪和冰，河流和湖泊，洪水和干旱	• 东非的热带高原冰川后退收缩（高信度，气候变化起主要作用） • 西非河流流量减少（低信度，气候变化起主要作用） • 非洲大湖和卡里巴湖湖面升温和水体分层加强（高信度，气候变化起主要作用） • 自1970年以来萨赫勒地区的土壤墒情干旱增加，1990年以来部分地区变得更加潮湿（中等信度，气候变化起主要作用） [22.2，22.3、表18-5、18-6和22-3]
陆地生态系统	• 除由于土地利用变化外，萨赫勒地区西部和摩洛哥半干旱地区树木密度减小（中等信度，气候变化起主要作用） • 除由于土地利用变化外，几种南部的植物和动物的范围发生了变化（中等信度，气候变化起主要作用） • 乞力马扎罗山上的野火增多（低信度，气候变化起主要作用） [22.3、表18-7和22-3]
海岸侵蚀和海洋生态系统	• 除了由于人类活动的影响造成的减少外，非洲热带海域的珊瑚礁　　减少衰退（高信度，气候变化起主要作用） [表18-8]
粮食生产与生计	• 除了经济条件造成的变化外，南非农场主对不断变化的降雨进行了自适应响应，（很低信度，气候变化起主要作用） • 萨赫勒地区结果实的树木减少（低信度，气候变化起主要作用） • 除了接种、耐药性、人口和生计造成的变化外，肯尼亚高原的疟疾增加（低信度，气候变化起次要作用） • 除了渔业管理和土地利用造成的变化外，非洲大湖和卡里巴湖的渔业生产力下降（低信度，气候变化起次要作用） [7.2、11.5、13.2、22.3、表18-9]
欧洲	
雪和冰，河流和湖泊，洪水和干旱	• 阿尔卑斯、斯堪的纳维亚和冰岛的冰川收缩后退　（高信度，气候变化起主要作用） • 西阿尔卑斯山岩石边坡失稳增加（中等信度，气候变化起主要作用） • 极端河流流量和洪水的发生出现变化（很低信度，气候变化起次要作用） [18.3、23.2、22.3、表18-5和18-6；WGI AR5 4.3]
陆地生态系统	• 温带和寒带树木更早变绿、出叶、结　果（高信度，气候变化起主要作用） • 超出一 些入侵 物种的基线 除了一些基准的入侵之外，更多的外来植物物种　入侵 移生到欧洲增加（中等信度，气候变化起主要作用） • 自1970年起候鸟更早到达欧洲（中等信度，气候变化起主要作用） • 除了土地利用造成的变化外，欧洲的树线向上移动（低信度，气候变化起主要作用） • 除了土地利用造成的增加外，最近几十年葡萄牙和希腊被烧毁的森林面积增加（高信度，气候变化起主要作用） [4.3、18.3、表18-7和23-6]
海岸侵蚀和海洋生态系统	• 东北大西洋浮游动物、鱼类、海鸟和底栖无脊椎动物的分布向北转移（高信度，气候变化起主要作用） • 整个欧洲海域许多鱼类物种的分布向北、向更深处移动（中等信度，气候变化起主要作用） • 东北大西洋浮游生物物候变化（中等信度，气候变化起主要作用） • 除了因入侵物种和人类影响造成的变化外，暖水物种的传播进入地中海（中等信度，气候变化起主要作用） [6.3、23.6、30.5、表 6-2 和 18-8、文框 6-1 和 CC- MB]
粮食生产与生计	• 除了因暴露度和医疗保健造成的变化外，英格兰和威尔士出现了与寒冷相关的死亡率向与炎热相关的死亡率的转变（低信度，气候变化起主要作用） • 除了经济和社会政治变化的影响，北欧萨米人的生计受到的影响（中等信度，气候变化起主要作用） • 尽管技术得到了改进，但一些国家近几十年来的小麦产量并没有增长（中等信度，气候变化起次要作用） • 主要在北欧地区，除了技术改进带来的增产外，对某些作物的产量产生积极影响（中等信度，气候变化起次要作用） • 欧洲部分地区发生羊蓝舌病病毒和蜱的传播（中等信度，气候变化起次要作用） [18.4、23.4、23.5、表 18-9、图 7-2]

接下页 →

表TS.1(续)

亚洲	
雪和冰，河流和湖泊，洪水和干旱	• 西伯利亚、中亚和青藏高原多年冻土退化（高信度，气候变化起主要作用） • 亚洲大部的山地冰川收缩（中等信度，气候变化起主要作用） • 除了土地利用造成的变化外，中国许多河流水的可用性发生变化（低信度，气候变化起次要作用） • 由于冰川退缩，几条河流的流量增加（高信度，气候变化起主要作用） • 俄罗斯河流的最强春汛提前（中等信度，气候变化起主要作用） • 中国华北中部和东北的土壤墒情降低（1950-2006年）（中等信度，气候变化起主要作用） • 除了因土地利用造成的变化外，亚洲部分地区的地表水退化（中等信度，气候变化起次要作用） [24.3-4、28.2、表 18-5、18-6 和 SM24-4、文框 3- 1； WGI AR54.3、10.5]
陆地生态系统	• 亚洲许多地区，特别是在北部和东部，植物物候和生长状况发生变化（更早变绿）（中等信度，气候变化起主要作用） • 许多植物和动物物种的分布海拔变高，或向极地方向移动，特别是在亚洲北部（中等信度，气候变化起主要作用） • 近几十年来西伯利亚落叶松森林受到松树和云杉的入侵（低信度，气候变化起主要作用） • 灌木进入西伯利亚苔原（高信度，气候变化起主要作用） [4.3、24.4、28.2、表 18-7、图 4-4]
海岸侵蚀和海洋生态系统	• 除了人类影响造成的减少外，亚洲热带海域的珊瑚礁减少衰退（高信度，气候变化起主要作用） • 中国东海和西太平洋的珊瑚范围向北扩展，日本海的掠食性鱼类也向北扩展（中等信度，气候变化起主要作用） • 除了渔业造成的变化外，北太平洋西部的部分沙丁鱼被凤尾鱼替代（低信度，气候变化起主要作用） • 亚洲北极地区的海岸侵蚀加剧（低信度，气候变化起主要作用） [6.3、24.4、30.5、表 6-2 和 18-8]
粮食生产与生计	• 除了经济和社会政治变化外，俄罗斯北极地区土著群体的生计受到影响（低信度，气候变化起主要作用） • 除了由于技术改进造成的产量增加外，南亚小麦总产量受到负面影响（中等信度，气候变化起次要作用） • 除了由于技术改进造成的产量增加外，中国的小麦和玉米总产量受到负面影响（低信度，气候变化起次要作用） • 以色列的水传播疾病增加（低信度，气候变化起次要作用） [7.2、13.2、18.4、28.2、表18-4和18-9、图7-2]
大洋洲	
雪和冰，河流和湖泊，洪水和干旱	• 澳大利亚4个高山站中的3个晚季积雪深度显著下降（1957年至2002年）（中等信度，气候变化起主要作用） • 新西兰的积冰和冰川冰量大幅度减少（中等信度，气候变化起主要作用） • 澳大利亚东南部因地区变暖造成的水文干旱强度加大（低信度，气候变化起次要作用） • 澳大利亚西南部河流系统的入水流量减少（自1970年代中期起）（高信度，气候变化起主要作用） [25.5、表18-5、18-6、25-1； WGI AR54.3]
陆地生态系统	• 除了因当地气候、土地利用、污染和入侵物种造成的变化外，澳大利亚许多物种，特别是鸟类、蝴蝶和植物的遗传、发育、分布和物候发生变化（高信度，气候变化起主要作用） • 澳大利亚东南部的一些湿地扩展，相邻的林地收缩（低信度，气候变化起主要作用） • 澳大利亚北部的季风雨林扩展，大草原和草地收缩（中等信度，气候变化起主要作用） • 新西兰怀卡托河鳗鱼苗的迁徙提前数周（低信度，气候变化起主要作用） [表18-7和25-3]
海岸侵蚀和海洋生态系统	• 除了短期环境波动、捕鱼和污染造成的变化外，澳大利亚近海物种的分布 向 南转移（中等信度，气候变化起主要作用） • 澳大利亚海鸟迁徙的时间发生变化（低信度，气候变化起主要作用） • 除了污染和物理干扰的影响外，大堡礁和澳大利亚西部的珊瑚礁中的珊瑚白化（高信度，气候变化起主要作用） • 除了污染造成的影响外，大堡礁的珊瑚疾病模式发生变化（中等信度，气候变化起主要作用） [6.3、25.6、表18-8和25-3]
粮食生产与生计	• 除了管理改进造成的成熟期提前外，近几十年来酿酒葡萄的成熟期提前（中等信度，气候变化起主要作用） • 除了暴露度和医疗保健造成的变化外，澳大利亚冬季与夏季的人类死亡率发生变化（低信度，气候变化起主要作用） • 除了政策、市场和短期气候变率造成的变化外，澳大利亚的农业活动位置发生变化或多样化（低信度，气候变化起次要作用） [11.4、18.4、25.7-8、表18-9和25-3、文框25-5]
北美洲	
雪和冰，河流和湖泊，洪水和干旱	• 整个北美洲西部和北部冰川收缩（高信度，气候变化起主要作用） • 北美西部春季积雪的水量减少（1960-2002年）（高信度，气候变化起主要作用） • 北美洲西部以雪水为主的河流的峰值流量提前（高信度，气候变化起主要作用） • 美国中西部和东北部的径流量增加（中等信度，气候变化起次要作用） [表18-5和18-6； WGI AR52.6、4.3]
陆地生态系统	• 多个类群的物候变化，物种分布的海拔变高、向北移动（中等信度，气候变化起主要作用） • 亚北极区针叶林和苔原野火的频率增加（中等信度，气候变化起主要作用） • 树木死亡率和森林虫害的区域性增加（低信度，气候变化起次要作用） • 除了因土地利用和消防管理造成的变化外，美国西部森林和加拿大北方森林的野火活动、火灾发生频率、持续时间以及燃烧面积增加（中等信度，气候变化起次要作用） [26.4、28.2、表18-7、文框26-2]
海岸侵蚀和海洋生态系统	• 西北大西洋鱼类物种的分布 向北 移 动（ 高信度，气候变化起主要作用） • 美国西海岸贻贝床群落发生变化（高信度，气候变化起主要作用） • 太平洋东北部鲑鱼的迁徙和生存发生变化（高信度，气候变化起主要作用） • 阿拉斯加和加拿大海岸侵蚀加剧（中等信度，气候变化起主要作用） [18.3、30.5、表6-2和18-8]
粮食生产与生计	• 除了经济和社会政治变化造成的影响外，加拿大北极地区土著群体的生计受到影响（中等信度，气候变化起主要作用）

接下页 →

表TS.1(续)

中美洲和南美洲	
雪和冰，河流和湖泊，洪水和干旱	• 安第斯冰川收缩（高信度，气候变化起主要作用） • 亚马逊河的流量极值发生变化（中等信度，气候变化起主要作用） • 安第斯山脉西部河流的流量模式发生变化（中等信度，气候变化起主要作用） • 除了土地利用造成的增加外，拉普拉塔河子流域的径流增加（高信度，气候变化起主要作用） [27.3、表18-5、18-6、27-3； WGI AR5 4.3]
陆地生态系统	• 亚马逊的树木死亡率提高，森林火灾增多（低信度，气候变化起次要作用） • 除了森林砍伐和土地退化的基准趋势外，亚马逊的雨林出现退化和衰退（低信度，气候变化起次要作用） [4.3、18.3、27.2-3、表18-7]
海岸侵蚀和海洋生态系统	• 除了污染和物理干扰造成的影响外，加勒比海西部的珊瑚白化加重（高信度，气候变化起主要作用） • 除了污染和土地利用造成的退化外，南美北海岸的红树林退化（低信度，气候变化起次要作用） [27.3、表18-8]
粮食生产与生计	• 除了社会和经济压力增加造成的影响，玻利维亚土著艾马拉的农民由于缺水，生计更加脆弱（中等信度，气候变化起主要作用） • 除了技术改进带来的增产外，南美洲东南部农业产量增加，农业范围扩大（中等信度，气候变化起主要作用） [13.1、27.3、表18-9]
极地地区	
雪和冰，河流和湖泊，洪水和干旱	• 北极海冰冰盖在夏季减少（高信度，气候变化起主要作用） • 北极冰川的冰量减少（高信度，气候变化起主要作用） • 整个北极的积雪范围下降（中等信度，气候变化起主要作用） • 大范围冻土退化，尤其是北极地区南部（高信度，气候变化起主要作用） • 南极海岸的冰量损失（中等信度，气候变化起主要作用） • 大型极地河流的流量增加（1997-2007）（低信度，气候变化起主要作用） • 北极大部分地区冬季最低河水流量增加（中等信度，气候变化起主要作用） • 1985-2009年湖水温度上升，无冰季节延长（中等信度，气候变化起主要作用） • 由于冻土退化，北极低纬地区的热喀斯特湖消失。以前是冻结泥炭的地区形成新的湖泊（高信度，气候变化起主要作用） [28.2、表18-5和18-6； WGI AR5 4.2-4、4.6、10.5]
陆地生态系统	• 北美和欧亚大陆苔原上的灌木覆盖度增加（高信度，气候变化起主要作用） • 北极树线的纬度变高，海拔也变高（中等信度，气候变化起主要作用） • 由于雪床减少和/或苔原灌木侵入，亚北极鸟类的繁殖区和种群规模发生改变（中等信度，气候变化起主要作用） • 雪床生态系统和草丛苔原损失（高信度，气候变化起主要作用） • 降雨落到雪层上后，由于积雪中的冰层变厚，苔原动物受到影响（中等信度，气候变化起主要作用） • 过去50年间南极半岛西部及附近岛屿的植物种类范围增加（高信度，气候变化起主要作用） • Signy岛上湖水中浮游植物的繁殖力提高（高信度，气候变化起主要作用） [28.2、表18-7]
海岸侵蚀和海洋生态系统	• 整个北极的海岸侵蚀加剧（中等信度，气候变化起主要作用） • 非迁徙北极物种受到负面影响（高信度，气候变化起主要作用） • 北极海鸟的繁殖成功率降低（中等信度，气候变化起主要作用） • 南大洋海豹和海鸟减少（中等信度，气候变化起主要作用） • 由于海洋酸化，南部海洋有孔虫壳的厚度降低（中等信度，气候变化起主要作用） • 斯科舍海磷虾密度降低（中等信度，气候变化起主要作用） [6.3、18.3、28.2-3、表18-8]
粮食生产与生计	• 除了经济和社会政治变化的影响外，北极土著人的生计受到影响（中等信度，气候变化起主要作用） • 白令海峡的交通运输量提高（中等信度，气候变化起主要作用） [18.4、28.2、表18-4和18-9、图28-4]
小岛屿	
雪和冰，河流和湖泊，洪水和干旱	• 除了用水造成的增加外，在牙买加水更加匮乏（很低信度，气候变化起次要作用） [表18-6]
陆地生态系统	• 在毛里求斯的热带鸟类数量变化（中等信度，气候变化起主要作用） • 夏威夷的一种特有植物物种减少（中等信度，气候变化起主要作用） • 高海拔岛屿树线和相关动物出现海拔上升趋势（低信度，气候变化起次要作用） [29.3、表18-7]
海岸侵蚀和海洋生态系统	• 除了捕捞和污染造成的退化影响外，许多热带小岛附近的珊瑚白化加剧（高信度，气候变化起主要作用） • 除了其他干扰造成的退化外，小岛周围的红树林、湿地和海草退化（很低信度，气候变化起次要作用） • 除了人类活动、自然侵蚀和堆积造成的侵蚀外，洪水增强致使侵蚀加剧（低信度，气候变化起次要作用） • 除了污染和地下水抽出造成的退化外，地下水和淡水生态系统由于海水入侵退化（低信度，气候变化起次要作用） [29.3、表18-8]
粮食生产与生计	• 除了过度捕捞和污染造成的退化外，沿海渔业由于直接影响和珊瑚礁白化加剧的影响出现退化（低信度，气候变化起次要

3,4-4和25-3]

海岸系统和低洼地区

海岸系统对海平面升降、海洋温度变化和海洋酸化尤其敏感(*很高信度*)。珊瑚白化和物种分布变化已归因于海洋温度的变化。对许多其他海岸变化而言，鉴于存在其他与人类有关的因子(如土地利用变化、海岸开发和污染)，气候变化的影响难以辨识(*证据确凿，高一致性*)。[5.3至5.5,18.3,25.6,26.4,文框25-3]

海洋系统

变暖已经并将继续改变海洋物种的丰度、地理分布、迁徙模式和季节性活动的时间(*很高信度*)，同时物种的最大体积也有所减少(*中等信度*)。这已经改变并将进一步改变物种的交互作用相互作用，包括竞争关系和捕食者-被捕食者动力学(*高信度*)。过去几十年，针对各洋盆所做的大量观测显示，发生了全球尺度的变化，包括物种的大规模分布变化(*很高信度*)，以及数十年时间尺度上生态系统构成的变化(*高信度*)。这些观测也探究了气候趋势。许多鱼类、无脊椎动物和浮游植物改变了其分布和/或丰度，转向极地和/或更深、更冷的水域(图TS.2D)。一些温水珊瑚和珊瑚礁为了响应变暖，出现了物种演替、白化、珊瑚覆盖减少以致栖息地流失等状况。目前很少有实地观测能证明生物响应可归因于人类导致的海洋酸化，因为在许多地区这些响应尚未超出其自然变率之外，也可能受到局地或区域等混合因子的影响。另见文框TS.7。在过去几百万年期间，自然形成的全球气候变化速率虽低于当前人为导致的气候变化速率，但仍造成了生态系统的重大变化，包括物种的兴衰。
[5.4,6.1,6.3至6.5,18.3,18.5,22.3,25.6,26.4,30.4,30.5,文框25-3,CC-OA, CC-CR和CC-MB]

许多海洋生物对变暖十分脆弱，这是因为其生理机能决定它们只能分布在有限的温度范围内，从而决定其对热温敏感(*高信度*)。见图TS.3。温度可决定许多物种的地理分布及其对气候变化的响应。温度均值和极值的变化可改变生物栖息地(如海冰和海岸栖息地)，也可改变物种丰度，表现为局地物种灭绝，以及沿纬度分布范围扩大或发生变化，每十年变化范围为几百公里(*很高信度*)。虽然存在遗传适应(*中等信度*)，但是动植物能力有限，无法补偿或适应持续热量变化的速率(*低信度*)。[6.3, 6.5, 30.5]

由于温度更高的海域分层更多，致使通风减弱，氧气溶解度降低，因此含氧最少地区在热带太平洋、大西洋和印度洋地区正在逐步扩大(*高信度*)。在人类活动增加海岸系统生产力的同时，缺氧区(“死亡区”)数量增加，面积也在扩大。区域性缺氧加剧可导致耐缺氧的生物群发生变化，经济物种栖息地流失，渔场也会受到影响。[6.1, 6.3, 30.3, 30.5, 30.6; WGI AR5 3.8]

粮食安全和粮食生产系统

根据针对多地多种作物的多项研究，气候变化对作物产量的消极影响比积极影响更普遍(*高信度*)。相对少量研究表明积极影响主要出现在高纬度地区，但是尚不清楚在这些地区是消极影响较大些还是积极影响较大些。气候变化给多地的小麦和玉米产量，以及全球总产量带来消极影响(*中等信度*)。而对主要生产区和全球的水稻和大豆产量的影响相对小些较小，其所有可获得的资料(与其它作物相比，大豆的资料相对少些)的中位数变化为零。观测到的影响主要与粮食安全的生产方面有关，而非关乎粮食安全的获取或其他方面。见图TS.2E。自AR4以来，主要产区粮食和谷物价格在几个时段内因极端气候事件而快速增加，这反映了当前市场对极端气候这个因素尤其敏感(*中等信度*)。作物产量在整个作物生长季对30°C左右的日温极值有很强的负面敏感性(*高信度*)。在大多数情况下，二氧化碳对作物产量有刺激作用，而对流层臭氧增加则具有破坏作用。二氧化碳和臭氧、平均气温、极值、水和氮的相互作用都是非线性的，难以预测(*中等信度*)。[7.2, 7.3, 18.4,22.3,26.5,图7-2,7-3和7-7,文框25-3]

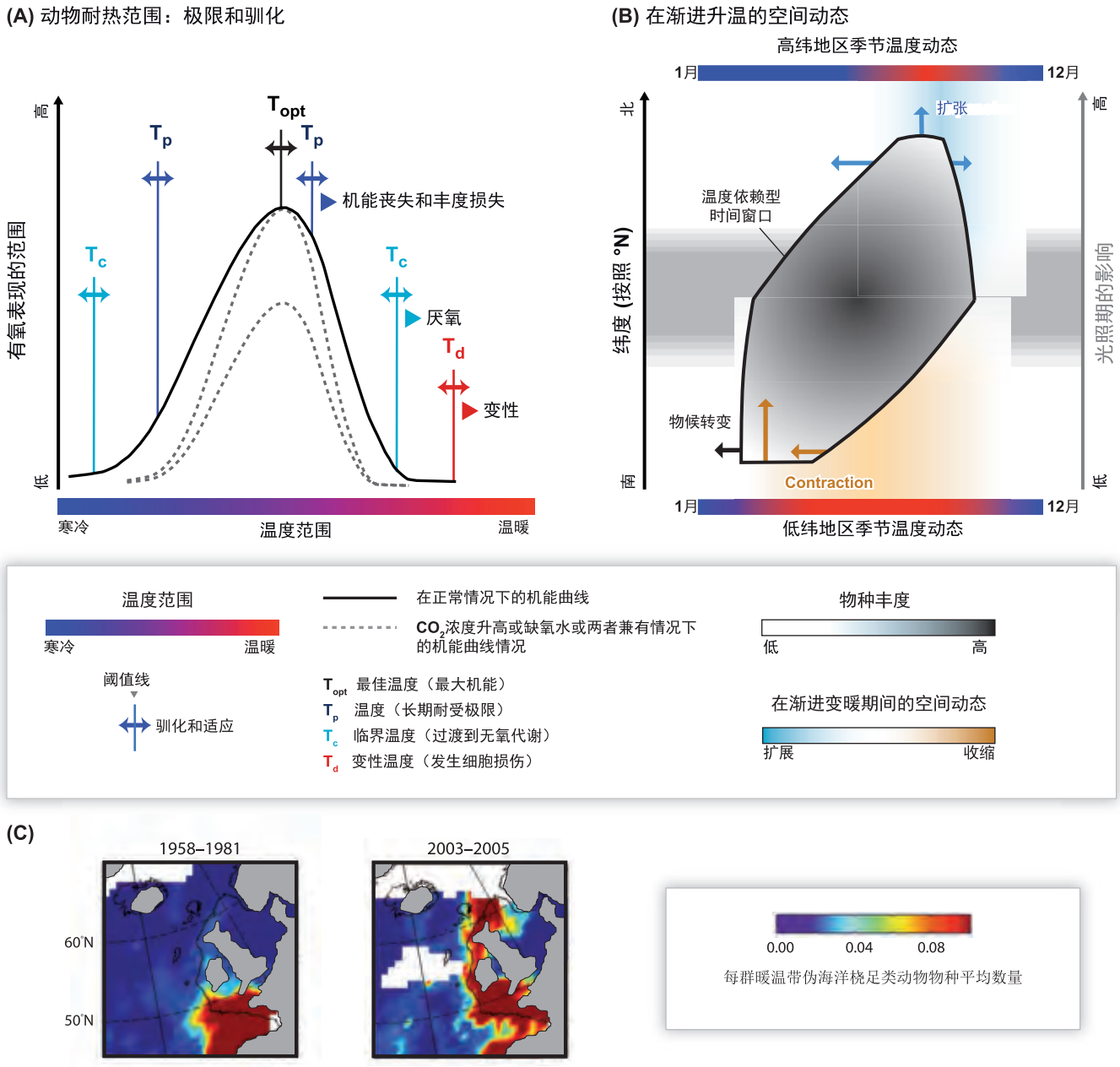
城市地区

城市地区容纳了世界上超过一半的人口以及大多数建筑资产和经济活动。受气候变化威胁的全球很大部分人口和经济活动都位于城市地区，全球很大部分温室气体排放也来源于城市里的活动和城市居民。城市由相互依赖的复杂系统组成。若各级政府合作共治，那么就可以利用这些系统来支持气候变化适应措施(*中等信度*)。如此，可以在基础设施投资和维护、土地利用管理、改善民生和生态系统服务保护方面激发协同效应。[8.1,8.3,8.4]

发展中国家的快速城市化和大城市成长同时伴随着高度脆弱、建于非正式居住点的城市社区的扩展，而许多这类居住点所处的环境易受极端天气的威胁(*中等信度*)。[8.2,8.3]

农村地区

农村地区的气候变化将出现在许多重要的经济、社会和土地利用趋势的背景下(*很高信度*)。在不同地区，农村人口绝对量已达到峰值，或在未来几十年达到峰值。各地依赖农业的农村人口比例不尽相同，但均有所下降。农村贫困率高于总贫困率，但在相对更为急剧下降；农村赤贫人口占总赤贫人口的比例也正在下降。上述两种情况均不包括撒哈拉以南的非洲地区，因该地区上述两个比率均



图TS.3 | 物种的温度特殊性（A），受诸如氧气等其它因素影响造成升温引起的分布变化（B）例如，东北大西洋暖温带树种北扩（C）。这些分布的变化取决于具体物种的生理和生态。每张小图的详细介绍如下：（A）通过机能曲线来说明的微生物温度 耐受范围和机能水平。每一项机能(如：运动、生长、繁殖）在最佳温度（Topt）达到最高，在温度低一些或高一些状况下 机能降低。超过温度阈值（Tp）是指进入具有时间限制的耐受状态，更极端的温度变化会导致超出阈值，引起代 谢紊乱（Tc），最终发生细胞损伤（Td）。在夏季和冬季（季节驯化）之间或当物种经过几代适应了更凉爽或更温暖的 气候（进化适应）后，这些单独的阈值在一定范围内能够发生偏移（水平箭头）。CO_2浓度水平升高（海洋酸化）或低氧 状况下，耐热幅度偏窄（灰色虚线）。（B）在气候变暖情况下，由于物种可移动或改变活动地点，故可遵循其正常的温度，而这通常可造成生物地理范围向两极移动（北半球尤为典型）。多边形描绘了空间和季节时间上的分布范围；灰色程度表示丰度。（C）1958-2005 年期间东北大西洋暖温带伪海洋挠足类桡足类动物物种平均数量的长期变化。[图 6-5、6-7 和 6-8]

在上升。受人口迁徙、劳动力联系、区域和国际贸易及信息通讯新技术等因素的影响，全球化正在加速发展，导致了发展中和发达国家农村地区经济正在转型。[9.3, 图 9-2]

对农村家庭和社区而言，若能获得土地和自然资源、所在地的弹性机制、知识和信息以及改善民生的方法，那么就能提高应对气候变化的恢复力(*高信度*)。尤其在发展中国家，农村人民受到许多非气候胁迫的影响，如农业投资不足、土地和自然资源政策不当，以及环境不断恶化(*很高信度*)。发达国家进行了一些重要的转变，开始多方面利用农村资源，尤其是开发休闲旅游。政府还制定了新

的农村政策，促进各利益攸关方的合作，重点关注多个领域，实现投资政策替代补贴政策的转变。[9.3, 22.4,表9-3]

主要经济部门和服务

极端天气事件造成的经济损失在全球范围内呈增加趋势，很大程度上是因为财富和暴露度的增加，也可能受到气候变化的影响(归因于气候变化为*低信度*)。洪水可带来重大经济损失，无论是在影响方面(如资产损毁、破坏)，还是在适应方面(如建设、防御性投资)(*证据确凿、一致性高*)。自20世纪中期以来，洪水造成的社会经济损失主要因暴露度和脆弱性增强而增加(*高信度*)。[3.2,3.4,10.3, 18.4,23.2,23.3,26.7,图26-2,文框25-7]

人类健康

与其它胁迫因子的影响相比，气候变化目前造成的人类不良健康给全球带来的负担相对较小，且无法充分量化。然而，变暖导致一些地区与高温有关的死亡率增加，与低温有关的死亡率下降(*中等信度*)。温度和降水的局地变化已经改变了一些水源性疾病和病媒的分布(*中等信度*)。[11.4至11.6,18.4,25.8]

人类健康对天气形势变化及气候变化的其他方面比较敏感(*很高信度*)。温度和降水的变化，以及热浪、旱涝和野火等灾害的出现，可直接对人类健康产生影响。气候变化造成的生态破坏，如作物歉收或病媒格局变化，或者气候变化的社会响应，如久旱后人口的流离失所，则可间接危害人类健康。温度波动本身就是一个风险因素，其可超越平均温度对高温致死的影响。[11.4,28.2]

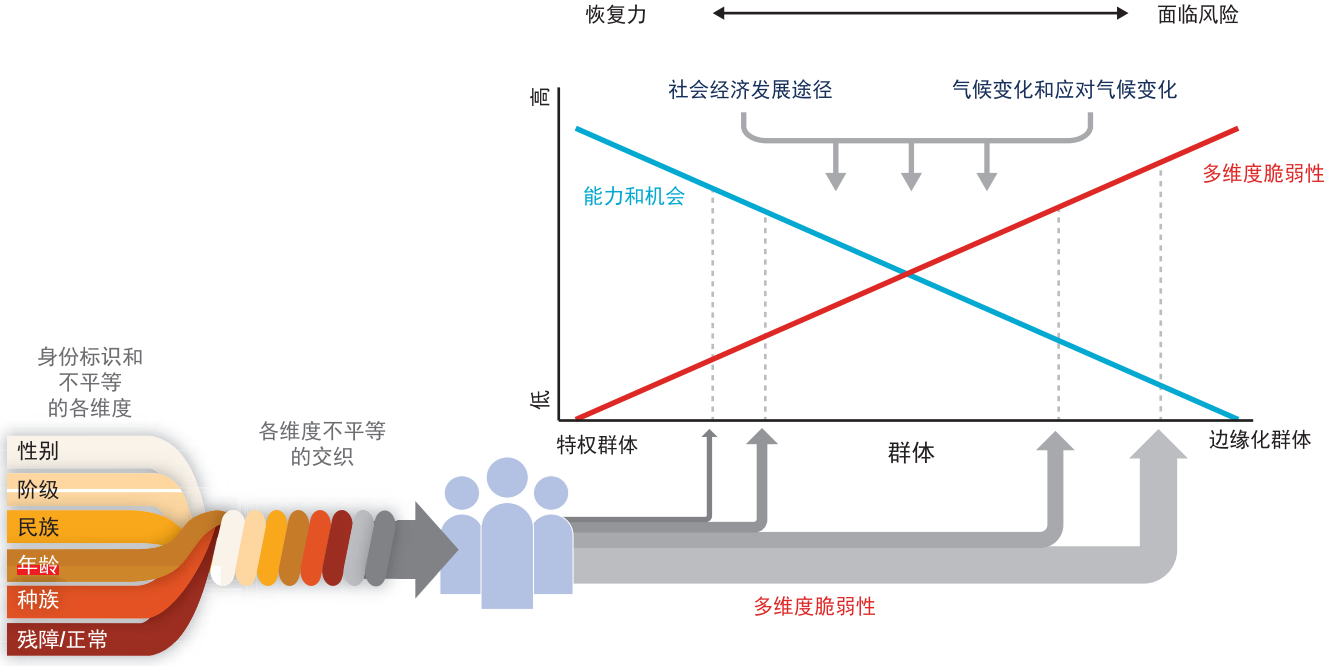
人类安全

治理体系严重困难的地区在降低脆弱性、开展适应措施方面面临的挑战尤其严峻(*高信度*)。暴力冲突可增加气候变化的脆弱性(*中等信度，高一致性*)。大规模暴力冲突会毁坏利于适应措施的资产，如基础设施、机构、自然资源、社会资本和生计机会。[12.5,19.2,19.6]

生计与贫困

气候相关灾害可加剧其他胁迫因子，通常对生计产生消极影响，尤其不利于贫困人口(*高信度*)。气候相关灾害因可影响生计、导致作物减产或毁坏房屋，从而可直接影响穷人的生活。由于气候相关灾害可使粮食价格上涨、粮食安全削弱，故又可间接影响穷人的生活。城乡暂时贫困的人口本来就面临多重匮乏，最终会因极端事件或一系列事件而跌入长期贫困的状态，因为他们无法恢复失去的资产(*证据有限，高一致性*)。对穷人和边缘化群体而言，观测到的积极影响十分有限且通常是间接的，这些影响包括社交网络和农业实践的多元化等例子。[8.2, 8.3,9.3,11.3, 13.1至13.3,22.3,24.4,26.8]

气候变化影响了北极地区粮食安全及传统和文化价值观，从而影响了当地原住民的生计(*中等信度*)。有新的证据表明，气候变化也会影响其他地区原住民的生计。



文框TS.4图1 | 各种维度不平等交织驱动的多维度脆弱性。人们适应气候变化和调整气候变化响应的能力变弱，机遇减少，脆弱性则增强。[图13-5]

文框TS.4 | 在气候变化领域的多维不平等和脆弱性

社会、经济、文化、政治、制度或其它方面被边缘化的人群极易遭受气候变化影响、对一些适应和减缓响应尤其脆弱(*证据量中等，高一致性*)。这些增加的脆弱性很少由单个因素引起，而是一些交织的社会过程所导致的不公平社会 经济状况、收入和暴露度的产物。这些社会过程包括：例如，性别、等级、种族、年龄和残疾(行动能力)等方面的 歧视。见上一页文框TS.4图1。要理解个人、家庭和社区的不同能力和机会，需要认识这些相互交织的社会驱动因子，这些动因可能在不同背景下有所不同，并以不同方式结合(如，一种情况下阶级和种族结合，另一种情况下性别 和年龄结合)。几乎没有研究描述了这些相互交织的社会过程的全貌，或说明它们以何种方式影响着对气候变化的 多维度脆弱性。

以下是一些不平等驱动的气候变化的影响、风险和气候变化响应的示例(*证据量中等，高一致性*)：

- 社会中享有特权的成员能够从气候变化影响和应对战略中受益，因为他们在调动资源、获得权位方面灵活性高，而这通常是建立在牺牲他人利益基础上的。[13.2, 13.3, 22.4, 26.8]
- 对男性和女性产生的不同影响源自如下几个因素：男女在社会中的角色不同；这些角色由于不平等的其他维度 而加强或减弱的方式；对风险的理解；对灾害响应的本质。[8.2, 9.3, 11.3, 12.2, 13.2, 18.4, 19.6, 22.4, 文框CC-GC]
- 洪灾后均有男性和女性死亡的记录，造成死亡的影响因素是社会经济上的弱势地位、职业和文化观念上对拯救生命的期许。虽然女性通常对热胁迫更敏感，但是报道显示更多的男性工人死亡，这在很大程度上是由于其户外和室内工作的职责导致的。[11.3, 13.2, 文框CC-GC]
- 由于极端天气事件和气候变化及响应(如男性外出)，女性通常要承担额外的职责，干活并照顾家庭； 同时，她们还要承受更多的心理和情感上的痛苦，进食减少，因流离失所而引发精神问题，在一些情况 下还会面临更多家庭暴力。[9.3, 9.4,12.4, 13.2, 文框CC-GC]
- 由于流动性差、易受传染病影响、热量摄入减少和社会孤立，儿童和老人通常面临更大风险。成人和 大龄儿童更会受到登革热等对气候敏感的、病媒传播的疾病的影响，而幼童则更有可能因为腹泻疾病和 洪灾而死亡或受到严重影响。老人则因为热胁迫、干旱和野火受到严重伤害甚至死亡。[8.2, 10.9, 11.1, 11.4, 11.5, 13.2, 22.4, 23.5, 26.6]
- 在大多数城市地区，流动人口等低收入群体居住在拥挤不堪、摇摇欲坠的房屋里，而且城市基础设施 不完善、缺乏卫生保健和应急服务、易受洪灾影响、无力采取减灾措施，因此这些群体面临很大的气候 变化风险。[8.1, 8.2, 8.4, 8.5, 12.4, 22.3, 26.8]
- 通常，因种族或民族受到歧视的人，尤其是在发达国家的这些人群，经济地位低、健康状况差，且在极端事件发生后会流离失所，因此这类人群受到来自热胁迫的危害更大。[11.3, 12.4, 13.2]
- 牧民、渔民等原住民的生计和生活方式通常依赖于自然资源，对气候变化和气候变化政策极为敏感，对那些边缘化其知识、价值观和活动的政策尤其敏感。[9.3, 11.3, 12.3, 14.2, 22.4, 25.8, 26.8, 28.2]
- 包括女性为户主在内的家庭等弱势群体无法获得土地和工作，往往从气候变化应对机制获得的利益更少。这些应对机制有，清洁发展机制(CDM)、旨在建立针对毁林和林质下降的减排机制(REDD+)、大规模征收土地以开发生物燃料，以及计划的农业适应项目等。[9.3, 12.2, 12.5, 13.3, 22.4, 22.6]

[18.4,表18-9,文框18-5]

A-2.适应经验

纵观历史，人类社会已经不同程度地成功适应和应对气候、气候变率和极端事件。本节重点介绍人类对观测到的和预估的气候变化影响的适应性响应，而这些响应之举还可以针对降低风险和发展之类更广泛的目标。

适应正在融入某些规划过程，而响应措施的实施一差(*高信度*)。工程和技术性适应选择方案是普遍付诸实施的适应性响应，通常与已有项目，诸如灾害风险管理和水管理结合起来。人们越来越认识到社会、机构和基于生态系统措施的价值，对适应约束程度的认识也逐渐增加。当前采用的适应措施继续强调增量调整、协同收益，并开始强调灵活性和学习(*证据量中等，中等一致性*)[4.4,5.5,6.4,8.3,9.4,11.7,14.1,14.3,15.215.5,17.2,17.3,22.4,23.7,25.4,25.10,26.8,26.9,27.3,30.6,文框25-1,25-2,25-9,和CC-EA]

大多数适应评估仅限于影响、脆弱性和适应规划，几乎不曾评估过适应措施的实施过程或效果(*证据量中等，高一致性*)。脆弱性指标可定义、量化、加权不同区域脆弱性的各方面，但是设立指标的方法是主观的，通常缺乏透明度且难以解释。在选择适应指标方面存在争议，因为对各种需求和结果给予了不同的价值观，许多需求和结果无法通过指标加以比较，标志着人们不再像从前那样关注成本效益分析，寻求“最经济的适应措施”了(*高信度*)。最有利于制定有效的适应措施的适应评估工作常常既要自上而下地评估生物自然气候变化，又要自下而上地评估脆弱性，目的是针对地方应对全球风险的措施，也针对特定的决策。[4.4,14.4,14.5,15.2,15.3,17.2,17.3,21.3,21.5,22.4,25.4,25.10,26.8,26.9,文框CC-EA]

不同区域的公众和私人部门以及社区内部在不断积累适应经验(*高信度*)。各级政府正开始制定各项适应计划和政策，并将气候变化纳入到更宽泛的发展规划中。以下是一些不同区域和不同背景下的适应示例：

- 城市适应强调了基于城市的灾害风险管理，如早期预警系统和基础设施投资；基于生态系统的适应和绿色屋顶计划；改进雨洪和废水管理；城区和郊区农业保障粮食安全；增强社会保障；以及优质、廉价、地段好的住房(*高信度*)。[8.3,8.4,15.4,26.8,文框25-9,CC-UR和CC-EA]

- 关于发达国家和发展中国家农村地区适应实践的文献越来越多，其中记录了农业、水资源、林业、生物多样性和渔业(范围相对小些)方面的实践经验(*很高信度*)。支持农村适应决策的公共政策在发达国家十分普遍，在发展中国家也日渐流行。也不乏个人、公司和非政府组织(NGO)牵头的私人适应行动的案例(*高信度*)。阻碍适应的因素在发展中国家尤其显著，这是因为难以获得信贷、土地、水资源、技术、市场、信息和对必须变革的认识。[9.4,17.3,表9-7和9-8]

- 在非洲，大多数国家政府正在启动适应治理体系(*高信度*)。国家和地方层面的政策和战略取得了进步，已开始将适应主流化到部门规划，然而尽管体制框架不断完善，仍然无法有效协调正在实施的各项适应计划。灾害风险管理、技术和基础设施调整、基于生态系统的方法、基本公共卫生措施、生计的多样化等方式正在减少脆弱性，尽管到目前为止许多努力往往是各自为政。[22.4]

- 在欧洲，国际(欧盟)、国家和地方政府层面已经制定了适应政策，但是关于当前实施情况和效力的系统性信息却仍然有限(*高信度*)。一些适应规划已整合到海岸带和水管理、环境保护和土地规划以及灾害风险管理之中。[23.7,文框5-1和23-3]

- 在亚洲，一些地区通过将气候适应行动主流化到地方发展规划早期预警系统、综合水资源管理、农林业、红树林海岸还造中，正在促进适应(*高信度*)。[24.4至24.6,24.9,文框CC-TC]

- 在大洋洲，针对海平面上升的适应规划，以及在澳大利亚南部针对可用水量减少的适应规划正被广泛采用。针对海平面上升的适应规划在过去的20年里已经有了很大的演变，呈现出方法的多样化，尽管实施上仍然是条块分割(*高信度*)。许多人类系统的适应性能力普遍较高，但是在实施方面有重大阻碍，对地方和社区层面的转型响应尤其如此。[25.4,25.10,表25-2,文框25-1,25-2和25-9]

- 在北美，各国政府正致力于增量式适应评估和规划，尤其在市地层面(*高信度*)。正在显现出一些前瞻性适应措施，以保护对能源和公共基础设施领域的长期投资。[26.7至26.9]

- 在中美和南美，正在开展基于生态系统的适应，包括保护区、保护协议和自然区的社区管理(*高信度*)。在一些区域的农业部门正在实施有恢复能力的作物品种、气候预测以及水资源综合管理。[27.3]

- 在北极地区，一些社区将传统知识和科学知识相结合，已经开始部署具有适应性的联合管理策略和通讯基础设施(*高信度*)。[28.2,28.4]

表 TS.2 | 关于适应经验以及降低脆弱性和增强恢复力方法的范例。适应行动会受到气候变率、气候极端事件和气候变化以及风险管理层面的 暴露度和脆弱性的影响。许多实例和案例研究表明，各国社区层面或不同区域层面相当复杂。脆弱性、暴露度和气候变化之间复杂的相互作 用在空间尺度表现尤其突出。[表 21-4]

高温热浪早期预警系统	
暴露度和脆弱性	影响暴露度和脆弱性的因素包括年龄、预先存在的健康状况、户外活动水平、社会经济因素（包括贫困和社会孤立）、空调的可及和使用状况、人群的生理和行为适应、城市热岛效应、城市基础设施[8.20.3，8.2.4，11.3.3，11.3.4，11.4.1，11.7，13.2.1，19.3.2，23.5.1，25.3，25.8.1，SREX表SPM-1]
全球尺度的气候信息	观测到： • 1951至2010年间全球范围的冷昼和冷夜数量很可能减少，而暖昼和暖夜数量很可能增加 [WGI AR52.6.1] • 具有中等信度的是，自1950年以来包括热浪在内持续高温的长度和频率在全球范围增加了[WGI AR52.6.1] 预估：几乎可以确定的是，随着全球平均温度的上升，逐日和季节性高温极端事件将增加，而低温极端事件将减少[WGI AR5 12.4.3]
区域尺度的气候信息	观测到： • 欧洲大部分地区，亚洲和澳大利亚自1950年以来热浪频率可能增加了。[WGI AR5 2.6.1] • 具有中等信度的是，自1960年以来北美洲的热浪和暖期总体增加了。对于南美洲和非洲大部分地区热浪的评估或空间变化趋势的证据不足。 [SREX表3-2; WGI AR5 2.6.1] 预估： • 根据典型浓度路径8.5（RCP8.5），到21世纪末，大多数陆地区域当前20年一遇的高温事件频率可能至少增加一倍，许多地区甚至每2年或每年出现一次，而目前20年一遇的低温事件将变得极其罕见。 [WGI AR5 12.4.3] • 在大部分陆地地区热浪或暖期很可能更加频繁和/或更长。 [WGI AR5 12.4.3]
描述	高温健康预警系统工具是热浪期间预防发生负面健康影响的工具。天气预报可用来预测与死亡率或发病率增加相关的情况。 有效的热浪和健康预警系统的组成部分包括识别对人类健康造成不利影响的天气情况、监测天气预报、宣传热浪知识和预防对策、针对弱势群体的通知、评估和修订系统，以便在不断变化的气候背景下增加有效性。热浪预警系统在规划和实施层面已得到广泛应用，例如在欧洲、美国、亚洲和澳大利亚。 [11.7.3，24.4.6，25.8.1，26.6，文框25-6]
更大范围的背景	• 高温健康预警系统可与卫生保障计划中的其它要素相结合，例如，旨在支持面临最大风险的社区的能力建设、支持和资助卫生服务、发布公共卫生信息。 • 非洲、亚洲和其他地区还利用早期预警系统：提供饥荒和粮食安全预警，以便减少各种相关风险；洪涝和其他与天气有关的致灾因子；火灾造成的空气污染暴露度；病媒和食源性疾病的暴发。[7.5.1，11.7，15.4.2，22.4.5，24.4.6，25.8.1，26.6.3，文框25-6]
恢复红树林，降低洪涝灾害风险，保护海岸线免受风暴潮的侵蚀	
暴露度和脆弱性	红树林的消失加大了海岸线对风暴潮、海岸侵蚀、海水入侵和热带气旋的暴露度。暴露的基础设施、生计、人员很容易受到相关伤害。沿海地带发展的地区，如小岛屿，会特别脆弱。[5.4.3，5.5.6，29.7.2，文框CC-EA]
全球尺度的气候信息	观测到： • 自1970年以来极端高海平面事件的幅度可能上升了，主要原因是海平面上升。[WGI AR5 3.7.5] • 具有低信度的是，考虑到过去观测能力变化的情况，热带气旋活动出现了长期（百年）变化。 [WGI AR52.6.3] 预估： • 到2050年和2100年，海平面极端事件很可能显著增加[WGI AR5 13.7.2] • 在21世纪，热带气旋的全球频率可能减少或基本保持不变。全球热带气旋平均最大风速和降雨率可能增加。[WGI AR514.6]
区域尺度的气候信息	观测到：因为海洋中水的分布变化和陆地的垂直运动变化，相对于陆地的海平面（相对海平面）变化可与全球平均海平面变化显著不同。[WGI AR53.7.3] 预估： • 对特定区域的风暴度和相关风暴潮的预估可信度低。[WGI AR5 13.7.2] • 南半球大洋和北美周边海域海平面区域变化的预估值比全球平均值最多高出30%，赤道区域比全球平均值高出10%至20%。[WGI AR5 13.6.5] • 西北太平洋和北大西洋最强热带气旋的频率多半会大幅增加。 [WGI AR5 14.6]
描述	为了减少洪涝风险、保护海岸线免遭风暴潮侵蚀，不少地区（例如，越南、吉布提和巴西）对红树林开展了恢复和修复工作。红树林的修复降低了海浪高度，从而减低了海浪的损毁和侵蚀。红树林还使得水产养殖业免遭风暴的损害，同时减少了海水倒灌。[2.4.3, 5.5.4, 8.3.3, 22.4.5, 27.3.3]
更大范围的背景	• 考虑了低悔方案，该方案可以通过改善粮食安全和减少洪涝风险、海水入侵、海浪损毁和侵蚀来促进可持续发展、民生改善和人类福祉。恢复和修复红树林以及湿地或三角洲是一种以生态系统为基础、增强生态系统服务的适应活动。 • 鉴于红树林可存储大量的碳，与减缓的工作能够产生协同效应。 • 精心整合的生态系统适应比分散的物理工程方法更具成本效益、更可持续。[5.5，8.4.2，14.3.1，24.6，29.3.1，29.7.2，30.6.1，30.6.2，表5-4，文框CC-EA]

接下页 →

表TS.2(续)

小岛屿环境下基于社区的适应和传统实践方法	
暴露度和脆弱性	由于小岛屿陆地面积小且往往位于低海拔的沿海地区，同时人类社区和基础设施集中在沿海地区，小岛屿对不断上升的海平面和其它影响特别脆弱，例如，洪水、海水入侵和海岸线变化。[29.3.1，29.3.3，29.6.1，29.6.2，29.7.2]
全球尺度的气候信息	观测到： • 自1970年以来极端高海平面事件的幅度可能上升了，主要原因是海平面不断上升。[WGI AR5 3.7.5] • 具有低信度的是，考虑到过去观测能力变化的情况，热带气旋活动出现了长期（百年）变化。[WGI AR5 2.6.3] • 自1950年以来陆地强降水事件数量增加的地区可能超过了减少的地区。 [WGI AR5 2.6.2] 预估： • 到2050年和2100年，海平面极端事件很可能显著增加[WGI AR5 13.7.2] • 在21世纪，热带气旋的全球频率可能减少或基本保持不变。全球热带气旋平均最大风速和降雨率可能增加。[WGI AR5 14.6] • 在全球范围短期降水事件有可能转化为更多的单个强风暴和更少的弱风暴。[WGI AR5 12.4.5]
区域尺度的气候信息	观测到：因为海洋中水的分布变化和陆地的垂直运动变化，相对于陆地的海平面（相对海平面）变化可与全球平均海平面变化显著不同。[WGI AR53.7.3] 预估： • 对特定区域的风暴度和相关风暴潮的预估可信度低。[WGI AR5 13.7.2] • 南半球大洋和北美周边海域海平面区域变化的预估值比全球平均值最多高出30%，赤道区域比全球平均值高出10%至20%。[WGI AR5 13.6.5] • 西北太平洋和北大西洋最强热带气旋的频率多半会大幅增加。 [WGI AR5 14.6]
描述	各种传统技术和技能符合小岛屿环境下的气候适应行动。在所罗门群岛开展的相关传统做法包括：加高混凝土地板，从而在强降水事件期间能够保持干燥；认识到传统施工方法能够更好抵御极端天气，可利用棕榈树叶作为屋顶建设空气动力低的房屋，避免在气旋发生过程由于飞溅碎片造成的危害。2003年在斐济遭受热带气旋阿米（Ami）袭击后，相互支持和风险分担成为了基于社区适应工作的一个核心支柱，那些未遭灾家庭通过钓鱼来支持那些受损的家庭。在社区内部各利益相关者和部门的参与式磋商和考虑传统做法的能力建设活动对于岛屿社区的适应举措至关重要，斐济和萨摩亚就是当地的成功案例。[29.6.2]
更大范围的背景	• 对应对气候胁迫的自我效能和适应能力的认知对于确定恢复力和识别有用的解决方案非常重要。 • 以社区为基础的适应原则适合岛屿社区这一认识已经凸显，这是规划和实施适应的促进因素，例如，专注赋权和边学边做，同时解决当地的重点事项和提高当地的知识和能力。认识到技术本身只是成功开展适应的一个组成部分，因此以社区为基础的适应工作可包括跨部门和跨技术、社会和体制的措施。 [5.5.4，29.6.2]
欧洲防洪堤适应策略	
暴露度和脆弱性	近数十年来洪水风险地区人员和财产暴露度的增加使得洪水事件造成的损害不断增加。[5.4.3，5.4.4，5.5.5，23.3.1，文框5-1]
全球尺度的气候信息	观测到： • 自1970年以来极端高海平面事件的幅度可能上升了，主要原因是海平面不断上升。[WGI AR5 3.7.5] • 自1950年以来陆地强降水事件数量增加的地区可能超过了减少的地区。 [WGI AR5 2.6.2] 预估： • 在所有情景下，21世纪全球平均海平面的时间-平均率将很有可能超过1971-2010年期间的情况。[WGI AR5 13.5.1] • 在全球范围短期降水事件有可能转化为更多的单个强风暴和更少的弱风暴。[WGI AR5 12.4.5]
区域尺度的气候信息	观测到： • 欧洲强降水的频率和强度可能增加了，但存在季节性和/或地区差异。 [WGI AR5 2.6.2] • 自20世纪50年代以来欧洲北部一些地区的冬季强降水增加了（中等信度）。自20世纪50年代以来中欧西部和俄罗斯欧洲部分的一些地区强降水增加，冬季尤其如此（中等信度）。[SREX表3-2] • 平均海平面呈上升趋势，各地情况不同，但波罗的海除外，由于地壳垂直运动，它的相对海平面呈下降趋势。[5.3.2，23.2.2] 预估： • 在全球变暖背景下大部分中纬度大陆块的极端降水事件的强度很可能会更大、频率更高。[WGI12.4.5 AR5] • 北欧总降水量将增加，而欧洲南部总降水量会减少（中等信度）。 [23.2.2] • 欧洲北部在所有季节，特别是冬季的极端降水会增加，欧洲中部所有季节（除了夏季）极端降水会增加（高信度）。[23.2.2; SREX表3-3]
描述	一些国家的政府已经开展了雄心勃勃的努力，旨在解决未来世纪的洪水风险和海平面上升问题。荷兰政府提出的建议包括一些“软”措施，如：避免土地开发，以便解决河水倒灌的上升趋势；通过“营养沙滩”保护海岸；并确保必要的政治、行政、法律和财务资源。英国政府通过多阶段过程制定了范围广泛的适应计划，旨在调整和完善防洪堤，保护伦敦免于遭受未来风暴潮和河流洪水之灾。针对不同的适应方案和决策对不同路径进行了分析，具体要根据最终的海平面上升状况而定，同时要对风险驱动因子持续监控，为决策提供依据。[5.5.4，23.7.1，文框5-1]
更大范围的背景	• 荷兰计划被认为是一个模式的转变，通过“与自然合作”以及提供“河流空间”来解决海岸保护问题。 • 英国计划融入了迭代性、适应性决策，这类决策将根据最终海平面的上升情况而定，同时将结合在未来50到100年能将风险降低到可接受水平的各类措施。 • 已注意到欧洲和其他地方的一些城市重视通过强有力的政治领导和政府牵头来推动适应行动取得成功。[5.5.3，5.5.4，8.4.3，23.7.1，23.7.2，23.7.4，文框5-1和26-3]

接下页 →

表TS.2(续)

非洲基于指数的农业保险	
暴露度和脆弱性	在作物歉收后易面临粮食不安全和农民生产性资产枯竭情况。由于没有保险市场或该市场不发达，抑或是由于保费支付额的问题，上保率低。边缘化程度最高和资源最匮乏的人们负担保险费的能力有限。[10.7.6，13.3.2，文框22-1]
全球尺度的气候信息	观测到： • 1951至2010年间全球范围的冷昼和冷夜数量很可能减少了，而暖昼和暖夜数量很可能增加了。[WGI AR5 2.6.1] • 自1950年以来陆地强降水增加的地区超过了减少的地区。[WGI AR5 2.6.1] • 全球尺度观测到的干旱和干化（缺乏降水）趋势信度低。[WGI AR5 2.6.2] 预估： • 几乎可以确定的是，随着全球平均温度的上升，逐日和季节性高温极端事件将增加，而低温极端事件将减少[WGI AR5 12.4.3]
区域尺度的气候信息	观测到： • 具有中等信度的是，暖昼频率增加了，而冷昼和冷夜频率下降。[SREX表3-2] • 具有中等信度的是，非洲北部和南部的暖夜频率增加。[SREX表3-2] 预估： • 在RCP8.5下，21世纪末非洲南部地表有可能呈干化趋势（高信度）。[WGI 12.4.5 AR5] • 非洲所有地区的暖昼和暖夜有可能增加，冷昼和冷夜有可能减少（高信度）。夏季和秋季暖昼增加的幅度有可能最大。[SREX表3-3] • 非洲热浪和暖期有可能更频繁和/或时间更长（高信度）。 [SREX表3-3]
描述	近期在一些国家，包括马拉维、苏丹、埃塞俄比亚以及印度的农村地区推出了一系列试点机制。当身体状况达到一个特定预定阈值时，预计会出现显著损失—发生过高或过低的累计降雨量或温度峰值这样的天气条件时会支付保费。[9.4.2，13.3.2，15.4.4，文框22-1]
更大范围的背景	• 基于指数的天气保险被认为是非常适合发展中国家的农业部门。 • 该机制允许多个团体共担风险，成本随着时间推移分摊，同时克服了传统的农业和巨灾保险市场面临的障碍。它可以与其它策略结合起来，如小额信贷和社会保障机制。 • 基于风险的保费可以通过向投保人提供财政激励、减少其风险的方式帮助鼓励适应性应对及促进风险意识和风险减少。 • 有关的挑战包括获得准确天气数据的渠道有限，以及可能设定造成损失的天气条件比较困难。基差风险（即，农户遭受损失，但根据天气数据无法启动赔付）可能会加大不信任感。试点方案扩大也面临困难。 • 工作方案的保险可通过参与社区确定的减少灾害风险项目扶持现金匮乏的农民为保险费工作。[10.7.4至10.7.6，13.3.2，15.4.4，表10-7，文框22-1和25-7]

接下页 →

- 各小岛屿具有多样化的自然和人类属性，当与其它发展行动相结合时，基于社区的适应产生了更大的利益(*高信度*)。[29.3,29.6,表29-3,图29-1]

- 在公海和海岸地区，尽管面临空间尺度和治理体系问题的挑战和限制，国际合作和海洋空间规划还是正在开始促进对气候变化的适应(*高信度*)。观测到的海岸适应包括几个主要的项目(如，泰晤士河口、威尼斯泄湖潟湖和三角洲工程)和一些国家(如荷兰、澳大利亚和孟加拉国)的具体实践。[5.5,7.3,15.4,30.6,文框CC-EA]

表TS.2介绍了几个例子，可说明为了减少脆弱性、加强恢复力，极端气候事件和气候变化以及风险管理尺度上的暴露度和脆弱性是如何促成适应行动和方法的。

A-3.决策环境

气候变率和极端事件长期以来在许多决策环境中非常重要。气候相关的风险正在随着气候变化和发展发生演变。本节建立在决策和风险管理的已有经验上，为理解本报告对未来气候相关风险和潜在响应的评估提供了基础。

应对气候相关风险包括在不断变化的世界中的决策制定，关于气候变化影响的严重性和时效性的不确定性持续存在，适应效果也有局限(*高信度*)。在以潜在后果大、不确定性持续存在、时间尺度长、有学习潜力、多种气候和非气候的影响可随时间推移而改变等为特征的复杂情况下，迭代风险管理是一种有益的决策制定框架。见图TS.4。全面评估未来潜在影响的最大范围，包括小概率但后果严重的影响，是理解替代风险管理措施的效益和利弊的核心。各种尺度和环境下开展的适应行动十分复杂，这意味着监控和学习是开展有效适应的重要组成部分。[2.1至2.4,3.6,14.1至14.3,15.2至15.4,16.2至16.4,17.1至17.3,17.5,20.6,22.4,25.4,图1-5]

近期适应和减缓的选择将影响整个21世纪气候变化的风险(*高信度*)。图TS.5给出了在低排放减缓情景和高排放

表TS.2(续)

澳大利亚开展农业搬迁	
暴露度和脆弱性	农作物对于温度、降雨和水量等形势的改变很敏感。[7.3，7.5.2]
全球尺度的气候信息	观测到： • 1951至2010年间全球范围的冷昼和冷夜数量很可能减少了，而暖昼和暖夜数量很可能增加了。[WGI AR5 2.6.1] • 具有中等信度的是，自1950年以来包括热浪在内持续高温的长度和频率在全球范围增加了[WGI AR5 2.6.1] • 具有中等信度的是，自1950年以来全球陆地地区的降水发生了变化。[WGI AR5 2.5.1] • 自1950年以来陆地强降水增加的地区超过了减少的地区。[WGI AR5 2.6.1] 预估： • 几乎可以确定的是，随着全球平均温度的上升，逐日和季节性高温极端事件将增加，而低温极端事件将减少[WGI AR5 12.4.3] • 几乎可以确定的是，随着全球地表平均温度的上升，全球降水也会增加。[WGI AR5 12.4.1] • 在RCP8.5情景下，从区域到全球尺度来看，目前干旱的区域预估土壤水分有可能减少，而农业干旱风险会增加，这项到本世纪末的预估具有中等信度。 [WGI 12.4.5 AR5] • 在全球范围短期降水事件有可能转化为更多的单个强风暴和更少的弱风暴。[WGI AR5 12.4.5]
区域尺度的气候信息	观测到： • 自1950年以来，澳大利亚和新西兰的极端低温事件呈减少趋势，极端炎热天气更频繁、更严重（高信度）。[表25-1] • 自1950年以来，澳大利亚大部分地区热浪发生的频率可能增加了。 [WGI AR5 2.6.1] • 自1970年代以来，澳大利亚西南部以及自1990年代中期以来澳大利亚东南部的晚秋/冬季降水量减少，而自1950年代以来，澳大利亚西北部年降水量增加了（很高信度）。 [表25-1] • 近几十年来，澳大利亚的年逐日极端降水事件趋势不一致或不显著，但是每年每日内的强降水强度有显著增加的趋势（高信度）。[表25-1] 预估： • 21世纪在澳大利亚和新西兰暖昼和暖夜更频繁，冷昼和冷夜会减少（高信度）。[表25-1] • 澳大利亚西南部（高信度）和澳大利亚南部其它地区（中等信度）的年降水下降。冬季半年的降幅最强（高信度）。[表25-1] • 澳大利亚和新西兰大部分地区罕见逐日极端降雨和每日内极端降雨的强度增强（中等信度）。 [表25-1] • 澳大利亚南部干旱发生更频繁（中等信度）。 [表25-1] • 澳大利亚雪深和积雪面积均下降（很高信度）。 [表25-1] • 预估澳大利亚远东南地区和远西南地区淡水资源减少（高信度）。 [25.5.2]
描述	工业和一些农户正在搬迁其业务的一部分，例如澳大利亚的水稻、葡萄酒或花生行业，或者实地改变土地利用，以便应对近期气候变化和预期的未来变化。例如，澳大利亚南部已经着手从放牧到种植的调整。其他地区出现了农作物的适应性迁移。[7.5.1，25.7.2，表9-7，文框25-5]
更大范围的背景	• 考虑了转型性适应，以便应对气候变化的影响。 • 对始发地和目的地各类社区产生正面或负面的影响。[25.7.2，文框25-5]

情景[典型浓度路径(RCP)2.6和8.5情景]下预估的气候未来以及观测到的气温和降水变化。适应和减缓的效益发生在不同但又重叠的时间尺度上。所有排放情景预估的未来几十年全球升温情况相似(图TS.5A，中图)(WGIAR5，第11.3节)。近期是一个气候持续变化的时代，随着社会经济趋势与不断变化的气候相互作用，风险也会发生演化。社会响应，尤其是适应行为，将会影响近期结果。而在21世纪的下半叶及以后，不同排放情景的全球升温趋势出现分化(图TS.5A，中图和下图)(WGI AR5，第12.4节和表SPM.2)。对于这一较长时期的气候方案而言，近期和长期的适应和减缓行动以及发展路径将决定气候变化的风险。[2.5,21.2,21.3,21.5,文框CC-RC]

WGII AR5中的风险评估依赖于多种形式的证据。专家判断是用于将证据整合于风险评估中。证据形式包括实际观测、实验结果、基于过程的理解、统计方法、模拟和描述性模型等。与气候变化相关的未来风险在各种貌似合理的替代发展路径下会有很大的不同。发展和气候变化的相对重要性依部门、区域和时间周期而变化(*高信度*)。情景是描述未来可能的社会经济路径、气候变化及其风险以及政策影响的有益手段。本报告中作为评估风险依据的气候模式预估一般是基于RCP情景(图TS.5)，以及基于之前发布的IPCC排放情景特别报告(SRES)中的情景。[1.1,1.3, 2.2,2.3,19.6,20.2,21.3,21.5,26.2,文框CC-RC;WGI AR5文框SPM.1]

情景可被分为两类：一类情景探究的是在众多驱动因子的作用下未来将会怎样(探索问题)；另一类情景是测试各种干预手段可如何展开(探索解决方法)(*证据确凿，高一致性*)。适应措施要考虑与未来气候和社会经济条件及与多元具体环境相关的不确定性(*证据量中等，高一致性*)。虽然许多国家层面的研究确定了众多的适应战略和措施，但实际上它们可以宽泛地分为两类方法："自上而下"和"自下而上"。前者是情景-影响的方法，包括降尺度的气候预估、影响评估和战略及选择的制定。后者是脆弱性-阈值方法，首先是确定脆弱性、敏感度和特定部门或社区的阈值。响应不确定性的典型战略有，以自上而下的方式迭代评估影响和适应，以及地方社区进行适应性能力建设。[2.2,2.3,15.3]

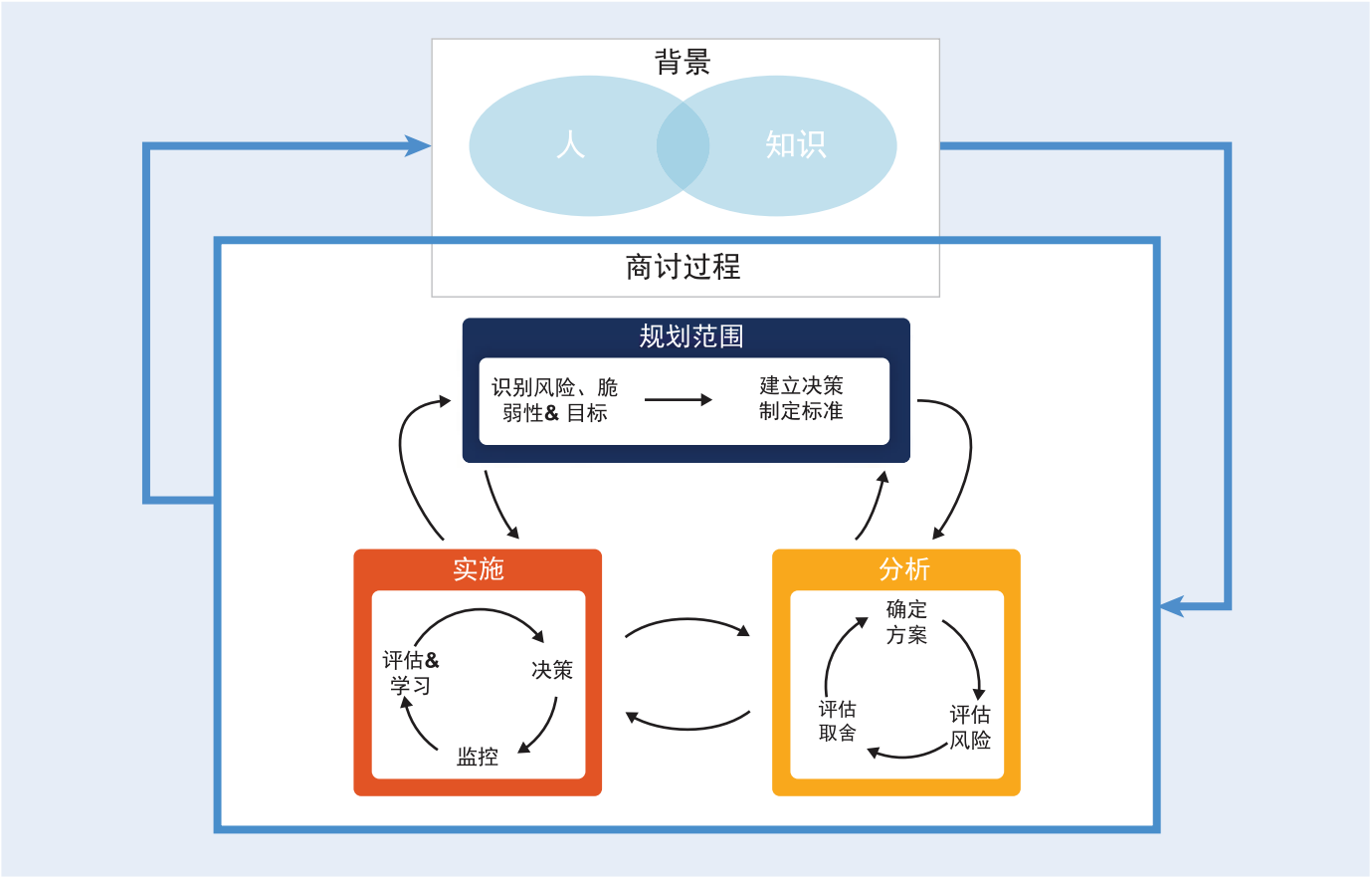
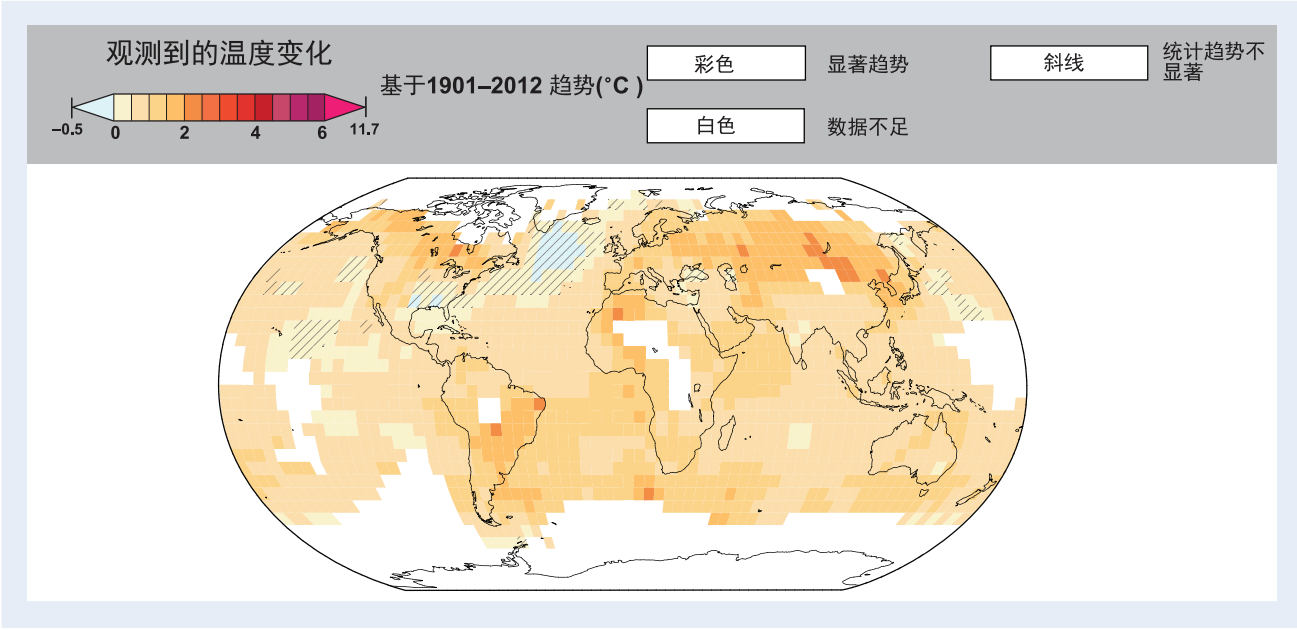
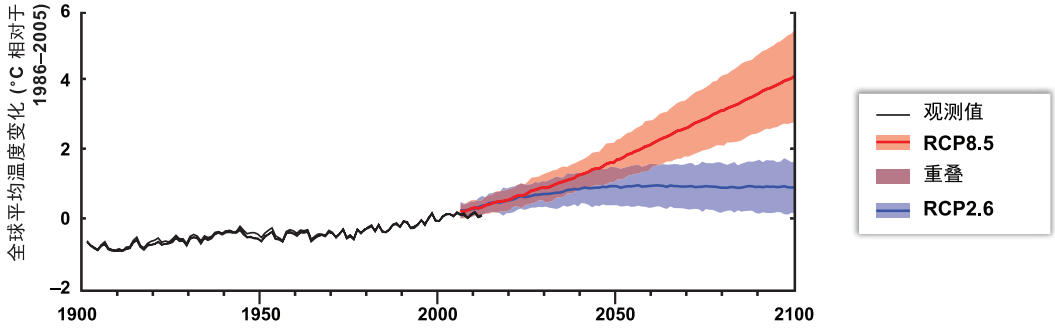


图 TS.4 | 利用具备多重反馈的迭代风险管理过程开展气候变化适应工作。该过程及其成果是通 过人类和知识来打造的。[图 2-1]

互相联系的人类和自然系统的未来脆弱性、暴露度以及响应存在很大的不确定性(*高信度*)。这就需要在风险评估中探索利用广泛的社会经济情景。到目前为止，交互作用的社会、经济和文化因子还没有被完全考虑到，因此，理解互相联系的人类和自然系统的未来脆弱性、暴露度及响应能力具有挑战性。这些因子包括财富及其社会分布、人口结构、人口迁移、技术和信息的获取、就业模式，适应性响应的质量、社会价值、治理结构，解决冲突的机制等。一些国际维度，诸如国家间的贸易和关系，对于理解区域尺度的气候变化风险也十分重要。[11.3,12.6,21.3至21.5,25.3,25.4,25.11,26.2]

(A)


观测到的温度变化
基于1901–2012 趋势(°C)
–0.5
0
2
4
6
11.7
彩色
显著趋势
白色
数据不足
斜线
统计趋势不显著


全球平均温度变化 (°C 相对于 1986–2005)
6
4
2
0
–2
1900
1950
2000
2050
2100
观测值
RCP8.5
重叠
RCP2.6

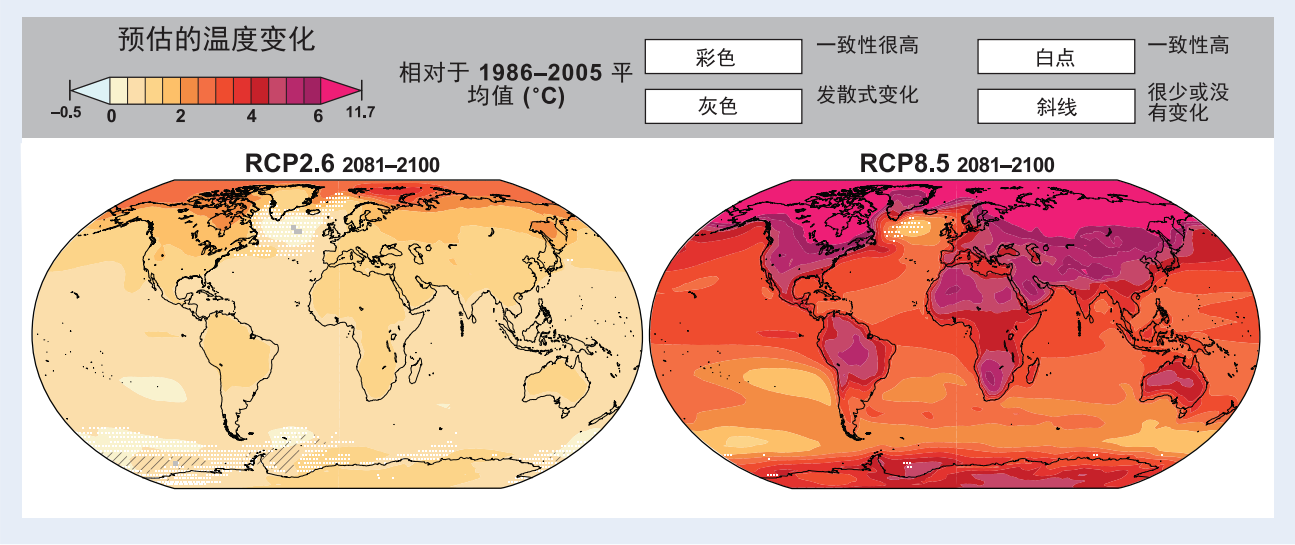

预估的温度变化
相对于 1986–2005 平均值 (°C)
–0.5
0
2
4
6
11.7
彩色
一致性很高
灰色
发散式变化
白点
一致性高
斜线
很少或没有变化
RCP2.6 2081–2100
RCP8.5 2081–2100

图 TS.5

接下页 →

图TS.5 (续)

(B)

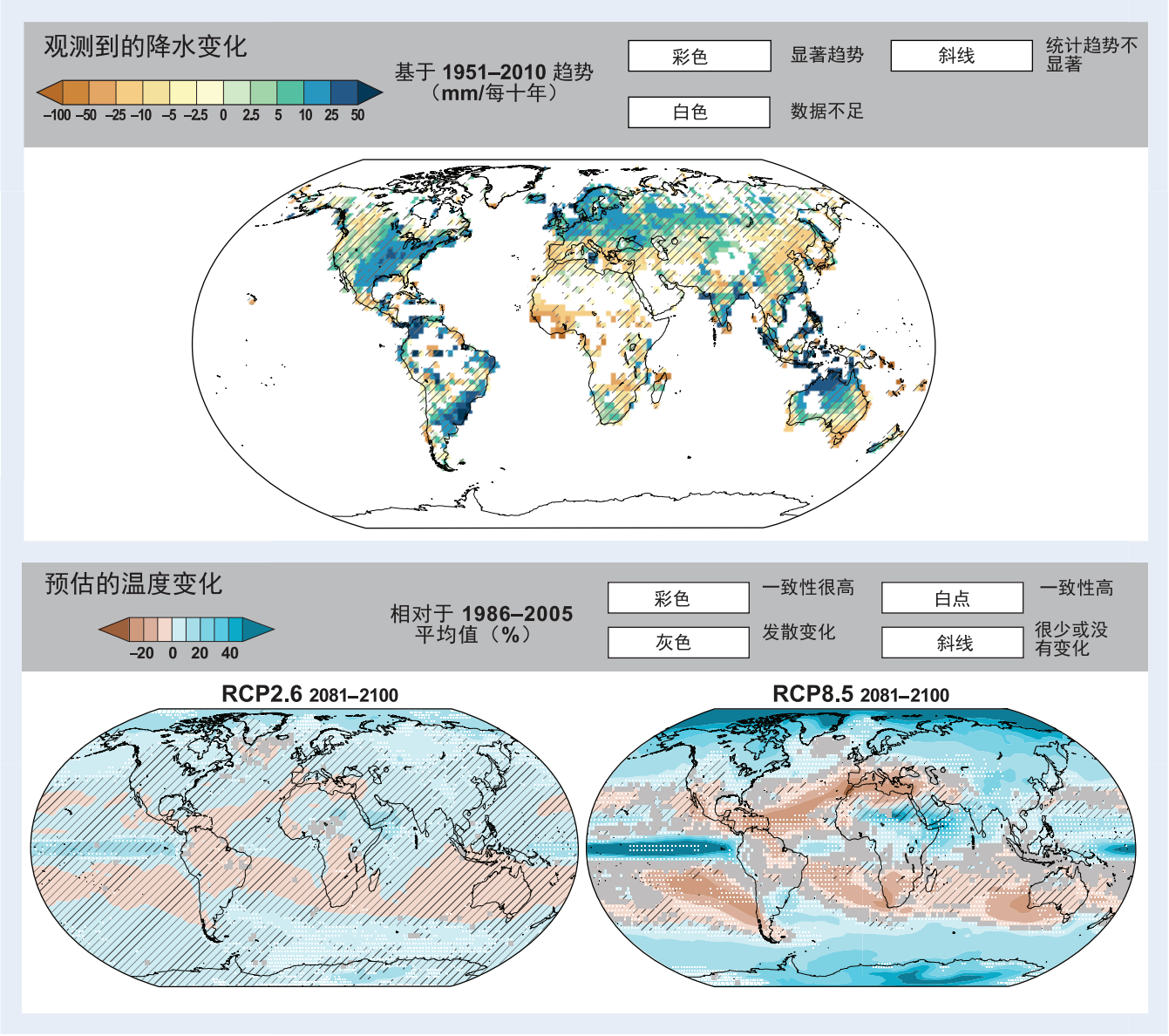


图 TS.5 | 观测到的和预估的年平均地表温度变化（A）和年平均降水变化（B）。该图有助于理解 WGII AR5 中的气候相关风 险。该图显示了目前观测到的变化以及在持续高排放情景和大力减缓情景下预估的变化。

（A 部分的上图）此图为观测到的 1901-2012 年均温度变化情况，从线性趋势推导得到。 ；观测资料（格点数值 的范围：-0.53 到 2.50 ）来自 WGI AR5 图 SPM.1 和 2.21。（B 部分的上图）此图为观测到的 1951-2010 年期 间的年降水量变化，从线性趋势推导得到。 ； 观测资料（格点数值的范围：每十年的-185 到 111 毫米/年）来自 WGI AR5 图 SPM.2 和 2.29。有充分数据的地方可根据观测到的温度和降水对趋势作出确凿估算（即，仅限于 记录完整性超过 70%，且时段的前 10%和后 10%的资料可获得性达到 20%的格点）；其它区域是空白的。彩色 区域表示 10%为显著水平的变化趋势。斜线部分表示变化趋势不显著。（A 部分的中图）与 1986-2005 年相比， 观测到的和预估的未来全球年平均温度变化。1850–1900 到 1986–2005 观测到的升温是 0.61°C (5–95% 置信区 间：0.55 至 0.67°C)。黑线表示来自三个数据集的温度估计。蓝线和红线以及阴影部分是基于 CMIP5 模拟的 RCP2.6 情景 32 个模式和基于 RCP8.5 情景 39 个模式得出的集合平均和±1.64 标准差的范围。（A 部分和 B 部分 的下图）（C）RCP2.6 和 RCP 8.5 情景下 2081-2100 年相对于 1986-2005 年的 CMIP5 多模式集合预估的年均温 度变化（A）和年均降水的平均百分比变化(B)。彩色区域表示一致性极高的区域，这些区域多模式平均变化 高于基准期变率（20 年平均的自然内部变率）的两倍多，且 90%以上模式的距平变化方向一致。彩色白点区表示一致性高的区域，这些区域 66%以上模式的距平大于基准期变率，且 66%以上模式的距平变化方向一致。灰 色表示变化方向有差异的区域，即 66%以上的模式变化高于基准期变率，但是距平变化方向一致的模式个数小 于 66% 。有斜线的彩色区域表示变化很小或几乎没有变化的区域，即不足 66%的模式的距平大于基准期变率， 尽管在诸如季节、月或日等较小时间尺度上的变化可能是显著的。对于温度预估来说，分析所用的模式数据（RCP2.6 和 8.5 的网格点数值范围：0.06 至 11.71 ）来自于 WGI AR5 图 SPM.8。对于降水预估来说，分析所 用的模式数据（RCP2.6 的网格点数值范围： –9 至 22%，而 RCP8.5 的网格点数值范围：–34 至 112%）来自于 WGI AR5 图 SPM.8，文框 12.1 和附件一。文框 CC-RC 全面介绍了分析方法。另见 WGI AR5 的附件一 [文框 21-2 和 CC-RC; WGI AR5 2.4 和 2.5, 图 SPM.1, SPM.2, SPM.7, SPM.8, 2.21 和 2.29]。

B：未来风险和适应机遇

本节介绍了不同领域和区域的未来风险和更为有限的潜在效益，审视了这些风险和效益是如何受到不同的气候变化幅度和速率以及社会经济选择的影响，评估了通过适应和减缓降低影响和管理风险的机遇。本节研究了在脆弱性和适应能力大相径庭的人群中、在量化影响的指标可能截然不同的各领域、在传统和资源方面区别很大的各区域风险是如何分布的。该评估关注各领域和区域间、气候变化和其他胁迫因子间的相互作用。对不同领域和区域而言，本节描述了接下来几十年，即气候变化近期的风险和潜在效益。在这个时间尺度内，预估的全球增温在各排放情景下是类似的。本节也介绍了21世纪下半叶及以后，即气候应对方案选择较长期时的风险和潜在效益。在这个较长期内，全球温度上升在各排放情景下有所不同，该评估区分出了全球平均温度比工业化前水平上升2°C和4°C的可能后果。本节阐明了各选择方案如何、何时会对减少未来风险产生重要作用，强调了有利于产生减缓和适应效益的不同时间尺度。

B-1.领域和区域的关键风险

关键风险是指那些与《联合国气候变化框架公约》第二条中描述的“对气候系统危险的人为干扰水平”相关的潜在严重影响。成为关键风险是由于灾害的高危险性或由于暴露于灾害下的社会和系统的高脆弱性，或两者兼而有之。专家识别关键风险基于如下标准：高幅度、高概率或影响的不可逆性；影响的发生时机；促成风险的持续脆弱性或暴露度；通过适应或减缓减轻风险的局限性。关键风险已被整合为互为补充和占据核心位置的五个关注理由(RFC)(文框TS.5)。

下述跨领域和区域的关键风险都被确定为高信度，其中每一个都贡献于一个或多个RFC。罗马数字对应表TS.3中的条目，这些条目进一步论证了相关例子和相互作用。[19.2至19.4,19.6,表19-4,文框19-2和CC-KR]

i) 由于风暴潮、沿海洪涝和海平面上升，沿海低洼区域、小岛屿发展中国家和其它小岛屿面临伤亡、健康

TS

表TS.3| 本报告各章节确定的致灾因子、关键脆弱性、关键风险和非突发风险的节选。这些示例强调了各种相互作用的气候相关致灾因子、非气候胁迫因子和多方面脆弱性所决定的风险 的复杂性（参见图TS.1）。如表中图标所示，当致灾因子的暴露度与社会、体制、经济或环境的脆弱性结合时，这些脆弱性就被确定为关键脆弱性。非突发风险源自于系统间复杂的相互 作用。罗马数字与B-1中列出的主要风险相对应。[19.6，表19-4].

编号	致灾	关键脆弱性		关键风险	非突发风险
i	海平面上升和沿海洪涝，包括风暴潮[5.4.3, 8.1.4, 8.2.3, 8.2.4,13.1.4, 13.2.2, 24.4, 24.5, 26.7,26.8, 29.3, 30.3.1,文框25-1和25-7；WGI AR5 3.7, 13.5, 表13-5]	低洼沿海地区和小岛屿发展中国家(SIDS)以及其它小岛屿人口、经济活动和基础设施的暴露度较高 由于低标准住房条件和不完善保险而造成的未得到保护的城市人口。饱受多重贫困困扰且很难找到其它生计的农村边缘化人群 地方政府对减轻灾害风险重视不够		伤亡以及生计、粮食供应和饮用水受到影响 共同资源、归属感和身份的丧失，尤其是沿海农村地区的原住民	快速城市化、海平面上升、经济活动增加、自然资源消失以及保险的局限性；风险管理的负担从国家转嫁到面临风险的人群，造成更大的不平等
ii	极端降水和内陆洪涝[3.2.7, 3.4.8, 8.2.3, 8.2.4, 13.2.1, 25.10, 26.3, 26.7, 26.8, 27.3.5, 文框25-8; WGI AR5 11.3.2]	城市大量人口暴露于洪水事件，尤其是低收入人口居住的临建 城市排水设施负担重、老化、养护不善以及不足，由于边缘化、高度贫困以及文化上赋予的性别角色使得应对和适应能力有限 政府对减轻灾害风险重视不够		伤亡以及人类安全受到影响，尤其是儿童、老人和残障人士	强降水的频率不断增加与城市化和保险的局限性相互作用；风险管理的负担从国家转嫁到面临风险的人群，造成更大的不平等，由于基础设施损害、城市社区被遗弃以及高风险/高度贫困的空间陷阱的产生造成资产逐渐灭失
iii	产生系统性风险的新型致灾因子[8.1.4, 8.2.4, 10.2, 10.3, 12.6,23.9, 25.10, 26.7, 26.8; WGI AR5 11.3.2]	人群和基础设施暴露于这些致灾因子而且对此缺乏经验 过渡倚重对单一致灾因子的管理规划和基础设施设计，以及/或者预报能力低		系统未能与电力系统耦合，例如，依赖于电泵的排水系统或者依赖于 通信系统的紧急响应服务。极端事件中卫生和应急服务的崩溃	依赖于耦合系统的相互作用造成极端事件的影响扩大。由于对管理机构缺少信息造成社会凝聚力降低，从而影响了应对的准备和应对能力。
iv	包括城市热岛效应的极端高温频率和强度不断上升[8.2.3, 11.3, 11.4.1, 13.2, 23.5.1,24.4.6, 25.8.1, 26.6, 26.8, 文框 CC-HS; WGI AR5 11.3.2]	越来越多的城市老人、幼儿、孕产妇和慢性病患者遭受温度升高的影响 当地组织无法提供卫生急救和社会服务来适应脆弱人群新的风险水平		在高温期死亡率和发病率都增加了	人口变化与区域极端温度事件、当地热岛效应和空气污染相互作用卫生和应急服务超负荷。死亡率和发病率增高，体力劳动者在高温情况下劳动率损失

接下页 →

表TS.3(续)

编号	致灾	关键脆弱性		关键风险	非突发风险
v					
vi	干旱 [3.2.7, 3.4.8, 3.5.1, 8.2.3, 8.2.4, 9.3.3, 9.3.5,13.2.1, 19.3.2, 24.4, 25.7, 文框25-5; WGI AR5 12.4.1, 12.4.5]	无法获得充分水服务的城市人口。目前缺水（以及不定期供水）以及增加供水的限制 水管理机制能力和复原力不足，包括城乡连接		生活和工业用水供应不足，造成损害性以及经济影响	城市化、基础设施不足和地下水之间的相互作用
		旱地农户或牧民自然禀赋不足，无法获得充足的引用水和灌溉用水 对靠水的农耕和畜牧系统造成损失的补偿能力有限，与自然资源有冲突 水管理机制能力和复原力不足，土地政策不合理，错误认识并影响放牧生计		农业生产力和/或农民收入损失。对生计的破坏，尤其是从事耗水农业的人群。粮食安全风险。	各种人类脆弱性的相互作用：每况愈下的生计、贫困陷阱、加剧的粮食安全问题、土地生产力下降、农村人口外迁、发展中国家新增贫困人口。雨养农业系统和/或畜牧的潜在转折点
vii	不断上升的海洋温度，海洋酸化和北极海冰的消失 [5.4.2, 6.3.1, 6.3.2, 7.4.2, 9.3.5,22.3.2, 24.4, 25.6, 27.3.3, 28.2,28.3, 29.3.1, 30.5, 30.6, 文框CC-OA和C-CR；WGI AR5 11.3.3]	温水珊瑚和海岸各类社区相应的生态系统服务的易损性高；极地系统的易损性高，例如，入侵物种 以来鱼类生态系统服务的沿海和SIDS捕鱼群体易损性高；北极居住区和文化的易损性高		珊瑚覆盖率、北极物种以及相关生态系统的损失，同时生物多样性减少以及重要的生态系统服务的潜在损失。特有本地物种的丧失风险、生态系统类型的混合、以及外来微生物主导地位的上升生物多样性减少以及重要的生态系统服务的潜在损失。特有本地物种	胁迫因子的相互作用，如酸化和气候变暖使得钙质微生物风险加强
viii	陆地温度不断上升，降水形势发生变化，以及高温极端事件频率和强度上升 [4.3.4，19.3.2，22.4.5，27.3，文框23-1和CC-WE; WGI AR5 11.3.2]	人类系统、农业生态系统和自然生态系统容易遭受（1）病虫害、火灾、山体滑坡、水土流失、洪水、雪崩、水质和当地气候的损失；（2）提供粮食、牲畜、纤维和生物能源的损失；（3）休闲、旅游、美学和遗产价值以及生物多样性的损失		生物多样性减少以及重要的生态系统服务的潜在损失。特有本地物种的丧失风险、生态系统类型的混合、以及外来微生物主导地位的上升	社会-生态系统与其所依赖的生态系统服务损失的相互作用

不良和生计中断的风险。见RFC1至5。[5.4,8.2,13.2, 19.2至19.4,19.6,19.7,24.4,24.5,26.7,26.8,29.3,30.3, 表19-4和26-1,图26-2,文框25-1,25-7和CC-KR]

ii) 由于一些地区的内陆洪水，大量城市人口面临严重的健康不良和生计中断的风险。见RFC2和3。[3.4,3.5,8.2,13.2,19.6,25.10,26.3,26.8,27.3,表19-4和26-1,文框25-8和CC-KR]

iii) 由于极端事件，导致基础设施网络和关键服务(如电力、供水设施和卫生、应急服务)中断的系统性风险。见RFC 2至4。[5.4,8.1,8.2,9.3,10.2,10.3,12.6, 19.6,23.9, 25.10, 26.7, 26.8, 28.3, 表 19-4, 文框CC-KR 和 CC-HS]

iv) 极端高温时段死亡率和发病率的风险， 城市的脆弱人口和城乡户外工作人员首当其冲。见RFC 2和3。[8.1,8.2,11.3,11.4,11.6,13.2,19.3,19.6,23.5,24.4,25.8, 26.6,26.8,表19-4和26-1,文框CC-KR和CC-HS

v) 与增温、干旱、洪水、降水变率、极端事件等相关的粮食安全和粮食系统崩溃的风险，尤其影响城乡贫困人口。见RFC 2和4。[3.5,7.4,7.5,8.2,8.3,9.3,11.3, 11.6,13.2,19.3,19.4,19.6,22.3,24.4,25.5,25.7,

文框TS.5 | 气候系统的人为干扰

人类对气候系统的影响是明确的(WGI AR5 SPM 第D.3节；WGI AR5第2.2、6.3、10.3至10.6、10.9节)。但是确定这种干扰是否为“危险的人为干扰”(于UNFCCC第二条中描述的)，既涉及风险评估，也涉及价值判断。科学评估可以根据气候变化潜在后果的可能性、程度和范围来描述风险。科学还可用来评估不同发展路径在不同时空尺度的风险，这些路径会对气候变化的脆弱性、暴露度和发生的水平产生影响。然而，解释风险的潜在危险还需要抱有不同目标和不同世界观人们的价值判断。对于气候变化风险的判断依靠经济与生态系统资产的相对重要性，它们的现值和未来价值相对重要性，以及影响的分布和聚集的相对重要性。从某些角度来说，气候变化单独孤立或不频繁发生的影响也许不会达到对人类干扰危险水平，但是随着它们越来越广 泛、更频繁或者更严重，同类影响的累积可能会达到这样的危险水平。气候变化的速率也会对风险产生影响。本报告评估了各种环境和各个时段的各种风险，这为关于气候变化达到何种等级是风险会变得危险的价值判断提供了基础。五个关切的综合理由(RFC)为总结不同部门和区域的关键风险提供了框架。RFC最早是在《IPCC第三次评估报告》中提出的，阐述了气候变暖以及适应的极限对人类、经济和生态系统的影响。它们为评估对气候系统的危险的人为干扰因素提供了一个出发点。

基于文献评估和专家判断，对每个RFC风险取得的更新见下面的评估文框TS.5图1。所有的温度变化都是与1986-2005时段(“近期”)相比的全球平均温度变化。[1][18.6，19.6]

1) 独特且受威胁的系统：一些独特且受威胁的系统(包括生态系统和文化)已处在气候变化的威胁中(*高信度*)。如果温度额外升高1°C，可能遭受严重后果的这类系统的数量就会增加。如果温度额外升高2°C，很多适应能力有限的物种和系统就会承受极高的风险，尤其是北极海冰和珊瑚礁系统。

2) 极端天气事件 ：来自极端事件的气候变化相关风险，例如热浪、极端降水、沿海洪水，目前为中等(*高信度*)，但是温度额外升高1°C风险就为高(*中等信度*)。随着温度升高，与一些类型极端事件(如极端高温)相关的风险就会进一步增加(*高信度*)。

3) 影响的分布 ：风险的分布不均，但是对于-弱势的人群和社区风险通常较大。由于气候变化对特别是作物生产的影响有地域差别，目前的风险已为中等(*中等到高等信度*)。基于区域作物产量和供水的预期减少，在温度额外升高超过2°C时，影响分布不均的风险会提高(*中等信度*)。

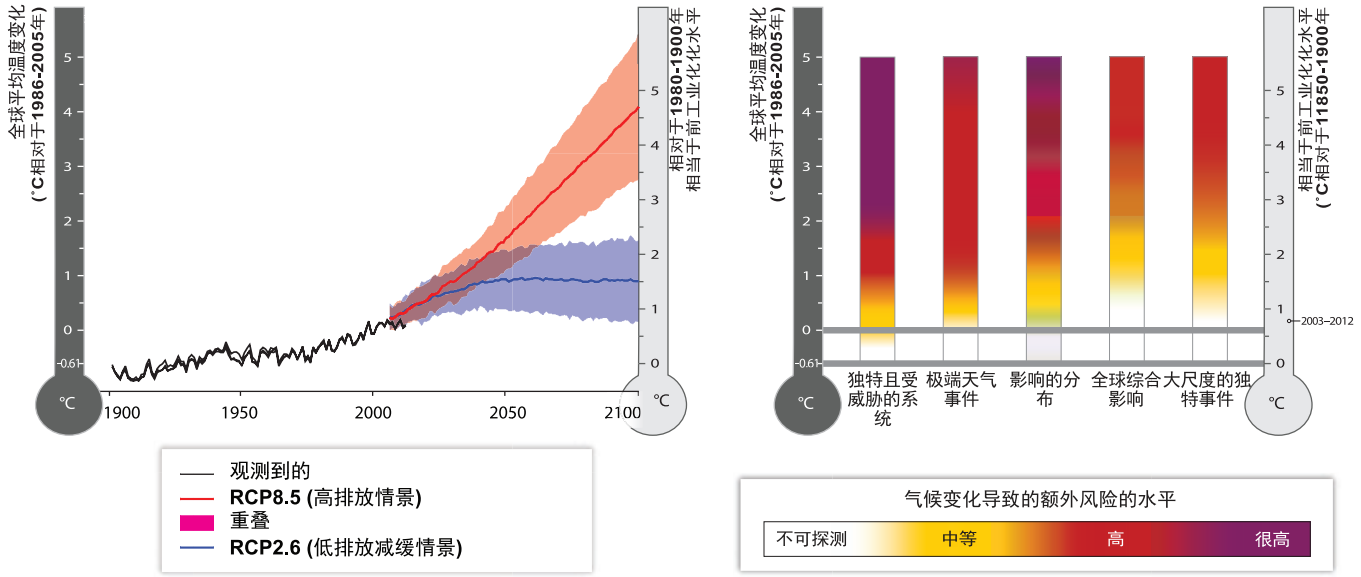
4) 全球综合影响 ：在温度额外升高1-2°C时，全球综合影响的风险为中等，反映了对地球生物多样性和全球总体经济的影响(中等信度)。生物多样性广泛丧失与相关的生态系统产品和服务的丧失可导致温度额外升高3°C时的高风险(高信度)。随着温度升高，综合经济损失将会加速(*有限的证据，一致性高*)，但是针对温度额外升高3°C左右或以上而完成的定量估算数量很少。

5) 大尺度的独特事件 ：随着持续变暖，一些自然系统或生态系统可能处于突变或不可逆变化的危险之中。由于有早期的预警信号，即暖水珊瑚礁和北冰洋生态系统正在发生着不可逆的稳态转换(中等信度)，与这额外升温0-1°C时为中等。随着温度额外升高1-2°C，风险也不成比例地增加，而当温度升高高于3°C时，风险将变得偏高，这是由于冰盖损失可能会造成大规模、不可逆的海平面上升。对于温度持续升高超过某个阀值[2],在一千年或更长时间后格陵兰冰盖几乎会损失殆尽，导致全球平均海平面上升达7米。

---

1 与1850-1900年时段相比，1986-2005年时段观测的升温幅度为0.61°C (5–95%信度区间：0.55至0.67°C)[WGI AR5 2.4]

2 目前的估值显示，该阈值为全球持续的平均升温约大于工业革命前水平1°C(低信度)，但不超过4°C(中等信度)。[WGI AR5 SPM, 5.8，13.4，13.5]



文框 TS.5 图 1 [全球范围内与气候相关的风险。右侧显示的是在气候变化水平不断提高的情况下，与关切理由相关的风险。彩色阴影部分显示的是当达到一定温度水平并持续保持或超过该水平时，气候变化导致的额外风险。未探测到的风险（白色）显示未探测到由于气候变化导致的其他相关影响。中等风险（黄色）显示相关的影响可探测并且归 因于气候变化，至少具有中等信度，同时也考虑了关键风险的其他具体标准。高风险(红色)显示严重而广泛的影响，同时考虑了主要风险的其他具体标准。紫色（本次评估引入的）显示主要风险的所 有具体标准都显示了非常高的风险。[图19-4] 作为参考，过去的和预估的全球年平均地表温度显示在左侧，如图SPM.4。 [图RC-1, 文框CC-RC; WGI AR5 图SPM.1 和 SPM.7] 基于现有最长的全球地表温度数据集，1850-1900 年以及 AR5 基准期（1986-2005 年）平均值之间观测到的变化为 0.61°C（5–95%信度区间： 0.55 到 0.67°C） [WGI AR5 SPM, 2.4]，在文中被作为自前工业化时期（是指1750 年之前的时期）全球平均地表温度变化的近似值。 [WGI 和 WGII AR5 术语表]

26.5,26.8,27.3,28.2,28.4,表19-4,文框CC-KR]

vi) 由于饮用水和灌溉用水不足以及农业生产力下降对农村生计和收入带来损失的风险，尤其影响半干旱地区、拥有最少资本的农牧民。见RFC 2和3。[3.4,3.5,9.3,12.2,13.2,19.3,19.6,24.4,25.7,26.8,表19-4,文框25-5和CC-KR]

vii) 海洋和海岸生态系统、生物多样性及其用以维持沿岸生计的生态系统产品、功能和服务遭受破坏的风险，主要针对热带和北极地区的渔业群体。见RFC1、2和4。[5.4,6.3,7.4,9.3,19.5,19.6,22.3,25.6,27.3,28.2,28.3,29.3,30.5至30.7,表19-4,文框CC-OA, CC-CR, CC-KR和CC-HS]

viii) 陆地和内陆水生态系统、生物多样性及其用以维持沿岸生计的生态系统产品、功能和服务遭受破坏的风险。见RFC 1、3和4。[4.3,9.3,19.3至19.6,22.3,25.6,27.3,28.2,28.3,表19-4,文框CC-KR和CC-WE]

由于最不发达国家和脆弱地区应对能力有限，很多关键风险给这些地区带来严峻挑战。

规模渐增的气候变暖会增加严重的、普遍的和不可逆影响的可能性。相对于工业化前水平升温1或2°C时，气候变化带来的一些风险是比较明显的(见文框TS.5)。 相对于工业化前水平，如果全球平均温度上升4°C或更高，则全球气候变化的风险在所有RFC下为高到很高(文框TS.5)。这包括对独特且受威胁的系统的严重广泛的影响、物种的大量灭绝、全球和区域粮食安全的巨大风险、高温和高湿对正常人类活动的影响(如一些区域、某些季节的粮食种植或户外工作等)(*高信度*)。见文框TS.6。目前，虽然尚无法确定触发临界点(突变和不可逆变化的阈值)的气候变化精确水平，但在地球系统或人类-自然交互系统中，与超过多重临界点相关的风险会随着气温的升高而不断增加(*中等信度*)。[4.2,4.3,11.8,19.5,19.7,26.5,文框CC-HS]

气候变化影响的整体风险可以通过限制气候变化的速率和规模来降低。与最高气温预估(RCP8.5-高排放)相比，最低气温预估(RCP2.6-低排放)情景下，风险有明显的降低，在21世纪下半叶尤其如此(*很高信度*)。比如，对农业产量负面影响的风险降低；水资源缺乏的风险降低；海平面上升给城市居民点和基础设施带来重大挑战的风险降低；在极端高温和旱涝事件可能频发的地区，这些事件带来负面影响的风险降低。气候变化的减轻也可以减小可能所需的适应规模。然而，在所有适应和减缓评估情景下，负面影响的一些风险依然存在(*很高信度*)。减缓降低

文框TS.6 | 大幅升温带来的后果

本文框节选了预估在大幅升温后会带来的一些明显的气候变化影响。此处提到的变暖水平(例如，4℃升温)是指与工业化前相比全球平均温度上升的水平，除非另有说明。

随着4℃的升温，气候变化预估将成为影响生态系统日益重要的驱动因子，其作用与土地利用变化 相当[4.2，19.5]。一些研究项目预估在升温4℃以上的情况下，缺水压力和地下水供应大幅上升， 某些地区的干旱时间大幅增加，同时其他地区的这几个方面会有所减少，面临更大缺水压力的地区 通常在已经干旱的地区。[19.5]

随着气候不断变暖，大尺度独特事件(例如，冰盖解体、甲烷从包合物中释放出来、以及发生诸如 北美洲西南地区的长期干旱[19.6，文框26-1；WGI AR5 12.4，12.5，13.4]的风险以及生态系统 机制转变和物种大量消失的风险也会增加[4.3，19.6]。当持续升温超过某个阈值后，格陵兰冰盖 在一千年或者更长时间几乎会完全消失，造成高达7米的全球平均海平面上升(高 信度)；目前的估计表明，该阈值为全球平均变暖约1°C以上(低信度)，但不超过4°C(中等可信度)。[WGI SPM AR5，5.8，13.4，13.5]。为了响应气候强迫，南极冰盖海洋部分潜在不稳定区域的积冰可能会发生突然和不可逆损失，但目前的证据和认识不足以做出量化评估[19.6;WGI AR5 SPM，5.8，13.4，13.5]。在RCP8.5下，海平面可能会在2081-2100年期间上升0.45至0.82米(平均为0.63米)(中等信度)[WGI AR5表SPM.2和13.5，而2100年后还会继续上升。

大西洋经向翻转环流(AMOC)很可能在21世纪会削弱，在RCP8.5情景下的最佳估值是损失34%(区间为12～54%)[WGI AR5 SPM，12.4]。在典型浓度路径8.5(RCP8.5)中，估计在21世纪由于多年冻土碳储存解冻释放到大气中的二氧化碳(CO_2)或甲烷(CH_4)为50至250 GtC(*低信度*)。[WGI SPM AR5，6.4]。在RCP8.5中，到本世纪中叶之前北冰洋到9月时可能就会出现一个几乎无冰的情 况(*中等信度*)。[WGI SPM AR5，11.3, 12.4，12.5]

在高排放情景RCP8.5下，部分地区某些季节到2100年的高温高湿组合预估将影响正常的人类活动，包括种植粮食或户外工作(*高信度*)。[11.8]如果全球气温比20世纪后期水平升高～4℃或更高，再加上不断增加的粮食需求，两者会对全球和区域粮食安全带来重大风险(*高可信度*)。[7.4，7.5，表7-3，图7-1，7-4和7-7，文框7-1]

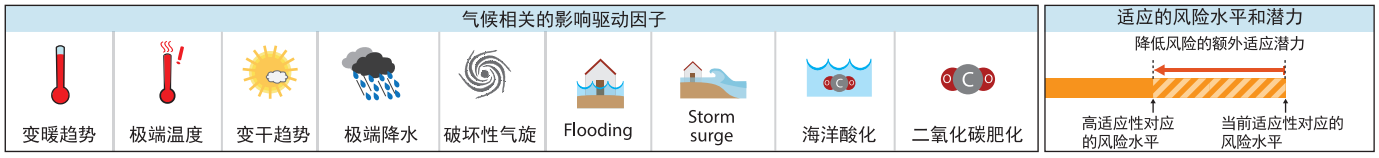
在升温4℃的情况下，一些模式预估世界各地的火灾风险会大幅上升[4.3，图4-6]。4℃的升温意味着陆地和淡水物种灭绝的风险大幅增加，虽然在面临风险的物种比例方面一致性偏低。[4.3]预计珊瑚礁死亡普遍，珊瑚礁生态系统受到显著影响(*高信度*)。[5.4，文框CC-CR] 对4℃及以上增温的潜在生态影响的评估结果表明生物多样性广泛损失面临高风险，同时伴随着生态系统服务的损失(*高信度*)。[4.3，19.3，19.5，文框25-6]

预估缺水压力、河流和沿海洪水、作物产量负面影响等的暴露度会大幅上升，以及生 态系统功能和服务中断这些意味着气候变化对大多 数社会和全球经济带来巨大、有可能加剧的影响。[19.4至19.6]

了变暖的速率和幅度，也增加了人们适应特定气候变化水平的时间，可能延长几十年。但是适应总体上不能消除气候变化的所有影响。除了受到高温等生物物理限制外，一些适应方案过于昂贵、消耗过多资源或性价比不高，投资这些措施以应对气候变化影响是不值得的(*高信度*)。一些减缓和适应选择也会带来风险。[3.4,3.5,4.2,4.4,16.3,16.6,17.2,19.7,20.3,22.4,22.5,25.10,表3-2,8-3和8-6,文框16-3和25-1]

TS

表TS. 4|气候变化造成的关键部门风险以及通过适应和减缓减少风险的潜力。根据相关支持性章　节中具体的科学、技术和社会经济相关文献评估得到的关键风险。关键风险识别是基于专家的 判断，使用了以下具体标准：影响的程度是否大、概率是否高、或是否可逆；影响发生的时机；造成风险的持续脆弱性或暴露度；或通过适应或减缓来减少风险的潜力是否有限。每个关键风 险的特征在三个时间框架(当前、近期(此处是指评估的2030至2040年)和长期(此处是指评 估的2080至2100年))进行描述，等级划分为非常低到非常高。风险水平是根据现有文献结合了最大可能范围潜在结果的发生概率和后果。这些潜在结果是与气候有关的致灾因子、脆弱性　　和风险的产物。每个风险级别反映了气候和非气候因素的总体风险。持续的气候变化从短期来　看，不同排放情景下的全球平均温度上升预估水平没有重大差异。在气候应对方案为更长期尺　度方面，介绍了全球平均温度上升两种情景(比工业化前水平分别高2和4)的风险级别。这些情景说明了减缓和适应在减少与气候变化有关风险方面的潜　力。就当前这个时间框架来说，　对当前的适应行动和一个假想的大力度高度适应状态导致的风险水平进行了估算，从而确定当前适应工作存在缺口之处。对于两个未来的时间框架，对延续当前的适应行动和大力度高度的适应状态导致的风险水平分别进行了估算，这可以说明适应的潜力和极限。用图标表示了产生各种影响的各类与气候相关的驱动因子。风险水平并不一定具有可比性，因为评估考虑了在不　同环境下不同的自然、生物和人类系统的潜在影响和适应。这类风险评估认识到了在解释所评估的风险水平时价值观和目标差异的重要性。



全球风险

关键风险	适应问题和前景	气候驱动因子	时间范围	适应的风险和潜力
陆地碳汇减少：由于气候变化使得火灾频率增加、生态系统呼吸对不断上升温度的敏感性，储存在陆地生态系统的碳容易损失，回归到大气中(中等信度) [4.2,4.3]	• 适应手段包括管理土地的利用(含毁林)、火灾和其它扰动，以及非气候胁迫因子。		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
北半球高纬地区临界点：由于多年冻土融化、冻土带的灌木范围扩大、以及北半球高纬地区病虫害和火灾增加，北极生态系统容易发生突变(中等信度) [4.3，文框4-4]	• 北极地区的适应手段甚少。		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
亚马逊地区的临界点：由于含碳、适应干旱和火灾的生态系统减少，潮湿的亚马逊森林可能发生突变(低信度) [4.3，文框4-3]	• 利用政策和市场手段可减少毁林和火灾情况。		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
物种灭绝风险增加：接受评估的大部分物种在气候变化的影响下都容易灭绝，这种情况通常会与其他的威胁相互作用。内生扩散率较低的物种，尤其是在预估气候变化速率较快的平坦景观、或者生活在封闭栖息地(例如，山顶、岛屿或小面积保护地区)的物种面临的风险较高。各类生物的相互作用，尤其是易受物候变化影响的相互作用所产生的连锁效应可放大风险(高信度) [4.3,4.4]	• 适应手段包括减少对栖息地的改变以及分割，减少污染、过渡开发和外来物种入侵；扩大保护区；协助扩散；以及异地保护。		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
由于海洋酸化，具有商业价值的贝类动物和其它钙化动物(如，造礁珊瑚和钙质红藻)的生长率和存活率可降低(高信度) [5.3,6.1,6.3,6.4,30.3,文框CC-OA]	• 存在一些证据说明某些物种存在一定忍耐度和渐进性适应能力，但是在更高的CO_2浓度下和更高的温度下这种特性可能有限。 • 适应手段包括利用更具恢复力的物种或在较低自然CO_2的水平下包括栖息地，以及降低其他胁迫因子(主要是污染)和限制由于旅游业和渔业带来的压力。		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
气候变化幅度越大，海洋多样性损失越多(中等信度) [6.3,6.4，表30-4，文框CC-MB]	• 适应手段仅限于减少其它胁迫因子(主要是污染)，以及现在来自沿海人类活动(例如，旅游业和渔业)带来的压力。		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高

接下页 →

表TS.4（续）

全球风险				
关键风险	适应问题和前景	气候驱动因子	时间范围	适应的风险和潜力
由于气候变化对平均作物产量产生负面影响，以及增大产量的波 动（高信度）[7.2至7.5，图7-5，文框7-1]	• 预估的影响随不同作物、不同地区和不同适应情景而不尽相同，与20世纪末相比，10%左右的预估表明2030-2049年期间作物产量增加，超过25%的预估表明产量减少。2050年以后的更严重的产量影响的风险增加，这取决于气候变暖的程度。		目前 近期 (2030–2040) 长期 2°C (2080–2100) 4°C	很低 中等 很高
与供水系统相关的城 市风险（高信度）[8.2，8.3]	• 适应方案包括调整网络基础设施以及需求侧管理，以确保保质保量的水供应，提高在淡水可获得性减少情况下的管理能力，以及降低洪水风险。		目前 近期 (2030–2040) 长期 2°C (2080–2100) 4°C	很低 中等 很高
与能源系统相关的城市风险（高信度）[8.2，8.4]	• 大多数城市中心能源相当密集，它们与能源相关的气候政策只注重减缓措施。只有少数城市已开展针对关键能源系统的适应举措。未开展适应的集中能源系统有可能放大影响，导致局部极端事件产生全国性乃至跨国的后果。		目前 近期 (2030–2040) 长期 2°C (2080–2100) 4°C	很低 中等 很高
与住房相关的城市风险（高信度）[8.3]	• 低质量、位置不当的房屋往往最容易遭受极端事件。适应的方案包括执行建筑规范和升级。一些城市的研究显示，存在调整住房条件的同时推进减缓、适应和发展目标的潜力。快速发展的城市或灾后重建的城市尤其有机会提高恢复力，但这种情况很少实现。如果在不采取适应行动的情况下，极端事件对城市造成经济损失的风险巨大，尤其是高价值的基础设施和住房资产以及更广泛的经济影响。		目前 近期 (2030–2040) 长期 2°C (2080–2100) 4°C	很低 中等 很高
与极端事件相关的搬迁（高信度）[12.4]	• 适应极端事件是很好理解的，但即使是在目前的气候条件下也执行不力。搬迁和非自愿迁移往往是暂时的。随着气候风险不断上升，搬迁更可能涉及永久移民。		目前 近期 (2030–2040) 长期 2°C (2080–2100) 4°C	很低 中等 很高
由资源依赖型的生计（例如，农业和畜牧）引发的暴力冲突（高信度）[12.5]	适应方案： • 通过保护农民增收来应对气候冲击，例如，生计多样化、收入转移和社会安全网的提供 • 建立预警机制，促进有效地降低风险 • 建立良好的暴力冲突管理战略，这类战略是有效的，但需要巨大的资源、投资和政治意愿		目前 近期 (2030–2040) 长期 2°C (2080–2100) 4°C	很低 中等 很高
由于热浪的暴露度造成工作效率 不断下降、发病率日益增高（例 如，脱水、中暑和热衰竭）和死 亡率上升。尤其危险的人群包括 农业和建筑工人、儿童、无家可 归者、老年人、步行长时间取水 的妇女（高信度）[13.2，文 框13-1]	• 以农业为生以及无法使用农机的人群能选择的适应方案有限。 • 建筑领域能选择的适应方案有限，其中许多穷人必须在不安全的条件下工作。 • 某些地区在4℃以上的情况下适应活动是有局限制性的。		目前 近期 (2030–2040) 长期 2°C (2080–2100) 4°C	很低 中等 很高
因水资源短缺和用水竞争加剧减少了城乡贫困人口对水的可及性（高信度）[13.2，文框13-1]	• 对于很多已经缺乏获得安全用水渠道的人群来说通过减少用水量已不再可能是一 种适 应方式了。对水的可及性受到各种形式的歧视，比如，性别和地理位置。贫困和边缘化 的用水者无法与工业、规模化农业等强大的用户在取水方面进行竞争。		目前 近期 (2030–2040) 长期 2°C (2080–2100) 4°C	很低 中等 很高

TS

B-2.领域风险和适应潜力

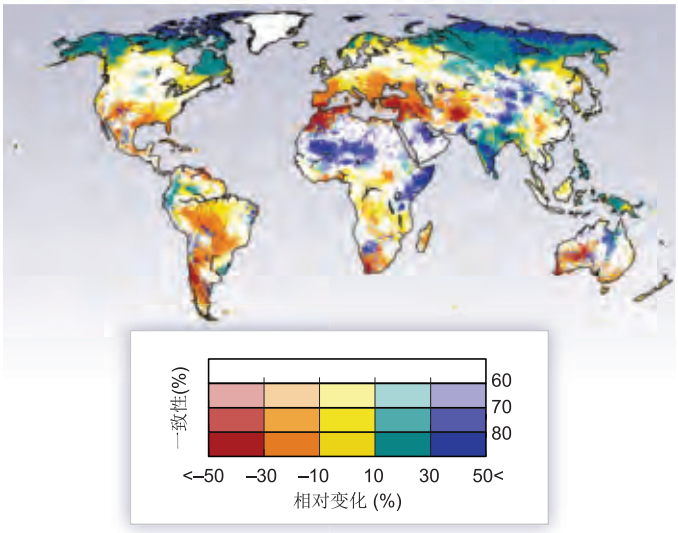
在气候持续变化的近期(未来几十年)和应对气候之后的较长期(21世纪下半叶及以后)，气候变化将会放大已存在的气候相关风险，并对自然和人类系统产生新的风险，具体视气候变化幅度和速率，以及相互联系的人类和自然系统的脆弱性和暴露度而定。其中的一些风险只局限于某个领域或区域，但其它风险将会有连锁效应。在较小程度上，气候变化将带来一些潜在效益。表TS.4选取了一些中等到高信度的关键领域风险。

淡水资源

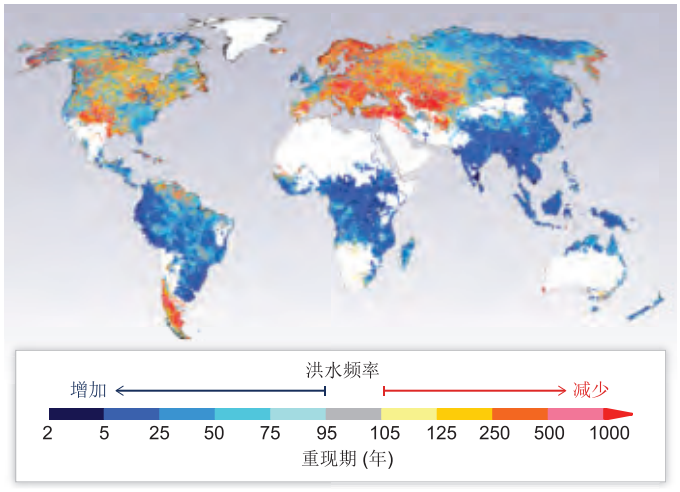
与淡水相关的气候变化风险随着温室气体浓度增加而显著增加(*证据确凿，高一致性*)。21世纪，随着增温幅度的增加，全球人口中面临水源短缺和受到主要江河洪水影响的比例会增加。见图TS.6。[3.4,3.5,26.3,表3-2,文框 25-8]

预估表明，21世纪的气候变化会导致大部分亚热带干旱区的可再生地表水和地下水显著减少(*证据确凿，高一致性*)，并加剧部门间的水资源竞争(*证据有限，中等一致性*)。RCP8.5情景下，当前干旱地区的干旱频率在21世纪末期可能增加(*中等信度*)。相反，预估高纬度地区的水资源会增加(*证据确凿，高一致性*)。预估气候变化会降低原水水质，并给使用传统方法处理过的饮用水水质带来风险，原因包括几个相互作用的因素：温度升高；强降雨造成的泥沙、营养物以及污染物负荷增加；干旱期间水资源污染物浓度的增加；以及洪水期间净水设施干扰等(*中等证据，高一致性*)。[3.2,3.4,3.5,22.3,23.9,25.5,26.3,表3-2和 23-3,文框CC-RF和CC-WE;WGI AR512.4]

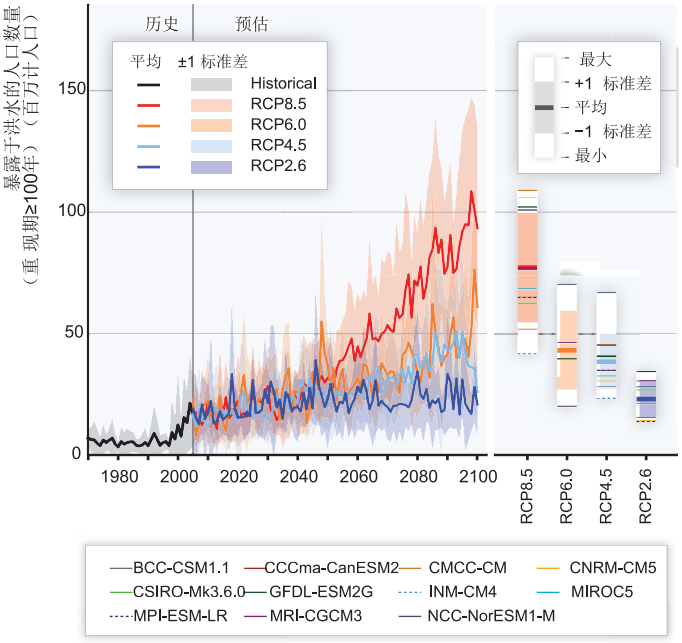
(A)



(B)



(C)



图TS.6|(A)与1980-2010年相比，全球平均温度上升2°C以上年平均径流的百分比变化。彩色部分表示5个大环流模式(GCM)和11个全球水文模式(GHM)的多模式平均变化，颜色深浅表示所有55个GHM-GCM组合在变化迹象方面的一致性(模式出现变化迹象一致的百分比)。(B和C)基于一个由11个GCMS驱动的水文模式和2005年全球人口预估的河流洪水重现期和暴露度的变化。(B)在RCP8.5下，2080年代相对于20世纪100年一遇洪水的多模式中值重现期(年)(C)20世纪百万计人口100年一遇洪水的全球暴露度。左：每个情景历史(黑线)和未来模拟(彩线)集合平均。阴影表示±1个标准差。右：最大和最小(白色部分)，平均(粗彩色线条)，±1标准偏差(阴影部分)，以及每个GCM对21世纪的预估平均(细彩色线条)。[图3-4和3-6]

适应性水管理技术(例如情景规划、基于学习的方法、灵活和低悔的解决方法)，可以提升恢复能力以应对气候变化导致的未来不确定的水文变化和影响(*证据有限，高一致性*)。然而，缺乏人力财力、无体制保障、公众意识薄弱、缺乏沟通等因素阻碍了进步。[3.6,文框25-2]

陆地和淡水生态系统

预估气候变化在21世纪下半叶将成为影响陆地和淡水生态系统的强有力胁迫因子，尤其是在RCP6.0和8.5等高升温情景下(*高信度*)。到2040年，土地利用变化、污染和水资源开发等人类活动的直接影响仍将威胁大部分淡水生态系统(高信度)和大多数陆地生态系统(*中等信度*)。21世纪，气候以中到高的速率变化时，很多物种不能快速迁移到合适的气候条件下(即，RCP4.5、6.0和8.5)(*中等信度*)。变化速率较低的情景(即RCP2.6)产生的问题较少。见图 TS.7。有些物种将适应新的气候。无法快速适应的物种，其丰度下降，或者部分或全部走向灭绝。21世纪，由于温度升高、干旱频发，预计许多区域树木死亡率和森林枯死率会增加(*中等信度*)。森林枯死将会对碳储存、生物多样性、林产品、水质、市容和经济活动造成风险。管理举 措，如维持遗传多样性、辅助物种迁移和传播、管理干扰领域(如野火、洪水)和减少其他胁迫压力等手段，可以减少但不能完全消除气候变化给陆地和淡水生态系统带来的风险。这些措施相当于提升了生态系统及其物种适应气候变化的内在能力(*高信度*)。[4.3,4.4,25.6,26.4,文框4-2,4-3和 CC-RF]

在21世纪及以后，预估气候变化会导致大部分陆地和淡水物种灭绝的风险增加，尤其当气候变化与栖息地改变、过度开发、污染和物种入侵等其他胁迫因子相互作用时(*高信度*)。灭绝风险在所有RCP情景下均增加，且随着气候变化幅度和速率的增加而增加。模式预估的物种灭绝风险未来将因为气候变化而增加，但是灭绝风险增加的物种比例、灭绝的区域和分类学分布，以及灭绝发生的时间尺度等方面为一致性低。之前的模式没有考虑导致灭绝量化预估不确定性的一些方面。随着更现实的细节得到考

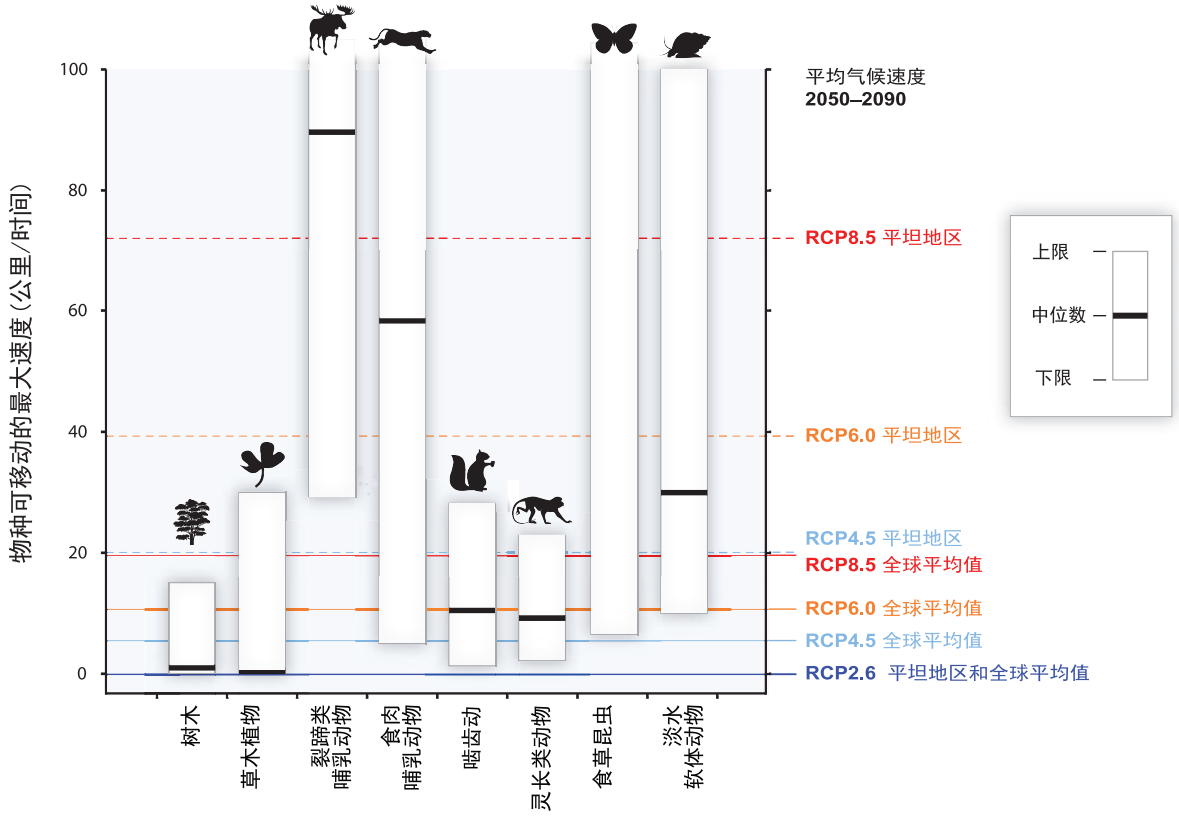


图 TS.7 | 相比预估温度可在不同景观跨越移动的速度(气候温度速率；右侧纵轴)，物种可在不同景观跨越移动的最大速度(基于观测和模式；左侧的纵轴)。诸如运输或栖息地破坏等人类干预，可极大提 高或降低运动的速度。白框与黑条显示的是树木、植物、哺乳动物、植食性昆虫(未估算中位数)和淡水软体动物最大运动速度的范围和中位数。对于RCP2.6、4.5、6.0 和8.5，在2050-1090 年，水平线表示 全球陆地地区和大部分平坦地区平均气候速率。每条线上低于最大速度的物种预计在没有人类干预的情况下无法跟踪气候变暖。[图4-5]

虑，人们发现，基于较简单的模式时，灭绝风险可能被低估或者高估了。[4.3,25.6]

在本世纪，中到高排放情景下(RCP4.5、6.0和8.5情景)，气候变化的幅度和速率给陆地和淡水生态系统(包括湿地生态系统)的组成、结构和功能带来区域尺度上的突变和不可逆变化的高风险(*中等信度*)。对气候产生实际影响的案例是北方苔原北极系统(*中等信度*)和亚马逊森林(*低信度*)。对北方苔原北极系统来说，持续的气候变化将改变其物种构成、地表景观、排水和多年冻土层含量，导致反照率降低、温室气体释放增加(*中等信度*)，而适应措施无法预防这种实质性的变化(*高信度*)。大旱增加、土地利用变化和森林火灾会使亚马逊森林大部退化为更加脆弱的生态系统，无力应对干旱和野火；还会增加生物多样性的风险，减少森林对大气中碳的净吸收(*低信度*)。大幅减少毁林行为并广泛应用有效的野火治理措施将降低亚马逊森林发生突变的风险，并减少突变带来的潜在负面影响(*中等信度*)。[4.2,4.3,图4-8,文框4-3和4-4]

在十年的时间尺度上，自然生态系统(主要是森林)转变为农场和牧场，或发生了退化，这两个过程所释放的碳部分抵消了陆地生态系统提供的自然碳汇(*高信度*)。由于气候变化、毁林和生态系统退化，储存在陆地生物圈(如泥炭地、多年冻土层和森林)的碳容易流失到大气。[4.2,4.3,文框4-3]

海岸带系统和低洼地区

预估表明，由于21世纪及以后的海平面上升，海岸带系统和低洼地区将遭受越来越多的不利影响，如淹没、海岸带洪水和海岸带侵蚀(*很高信度*)。预估由于人口增长、经济发展和城市化，在未来几十年，有更多的人群和财产暴露在海岸带风险之下，人类对海岸带生态系统造成的压力也将显著增加(*高信度*)。21世纪，海岸带的适应活动所需相对成本在各地区和国家之间及内部存在很大差异(*高信度*)。一些低洼地区的发展中国家和小岛屿国家预计将面临很大的影响，在一些情况下，其相关损失和适应成本相当于国内生产总值的几个百分点。[5.3至5.5,8.2,22.3,24.4,25.6,26.3,26.8,表26-1,文框25-1]

海洋系统

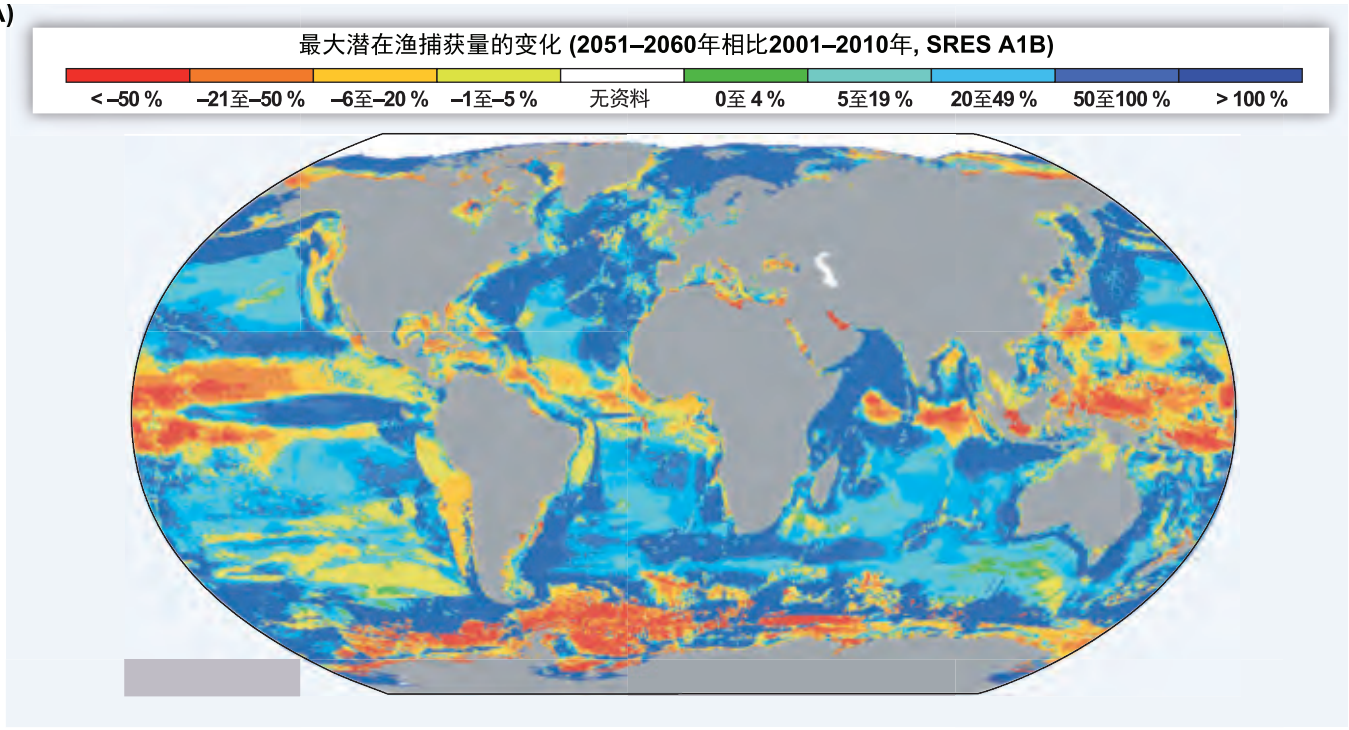
到21世纪中叶，平均而言，海洋物种空间分布变化将导致物种丰度和渔业潜在产量在中高纬地区增加(*高信度*)，在热带地区减少(*中等信度*)。因此，全球鱼类和无脊椎动物的捕捞潜力将重新分布，粮食安全也受到影响(*中等信度*)。预估的升温导致的海洋物种空间变迁将引起由热带地区及半封闭海域向高纬度入侵和局地物种的高灭绝率(*中等信度*)。在温度比工业化前水平上升2°C的情况下，动物迁移栖息地发生转移，将导致一些高海拔地区的渔业产量到2055年(相对于2005年)将增加30%至70%，中纬度地区产量会将重新分布，南极和一些热带地区的产量将下降40%至60%(渔业产量变化趋势为中等信度，精确的产量变化幅度为低信度)。见图TS.8A。含最低区和缺氧“死亡区”的逐步扩大预估将进一步至*高信度*)。见文框TS.7。高度钙化的软体动物、棘皮动物、造礁限制鱼类和其他好氧性生物的栖息地(*中等信度*)。在所有RCP情景下，预估2100年公海净初级生产力将重新分布并且在全球范围都将下降。[6.3至6.5,7.4,25.6,28.3,30.4至30.6,文框CC-MB 和CC-PP]

由于预估21世纪中期及以后的气候变化，全球海洋物种的重新分布和敏感地区的海洋生物多样性的减少将给渔业产量及其他生态系统产品和服务的持续提供带来挑战(*高信度*)。热带地区发展中国家的社会经济脆弱性最高，因此这些国家容易遭受供应减少、收入降低和海洋渔业失业率增加的风险。[6.4,6.5]

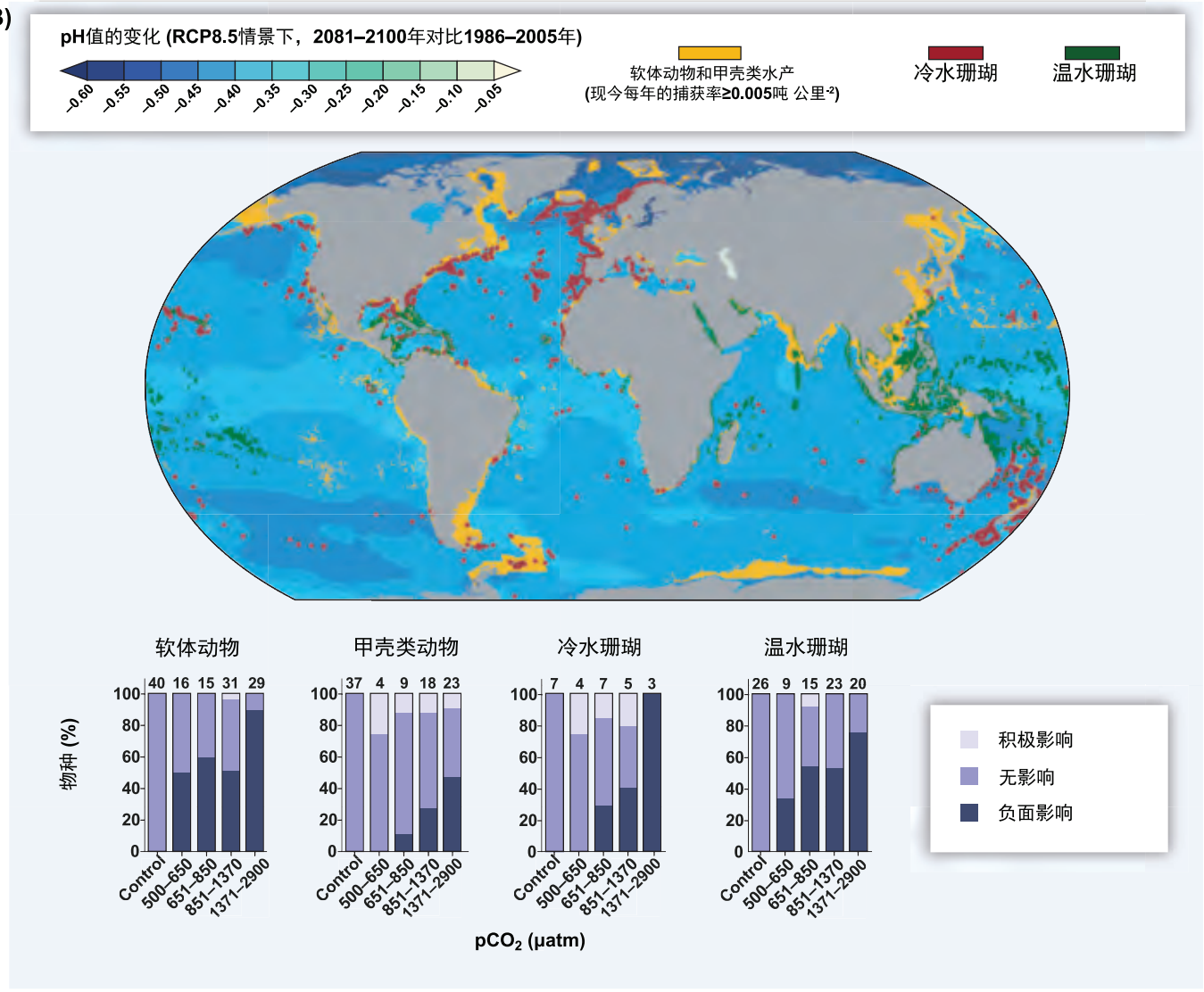
中至高排放情景下(RCP4.5、6.0和8.5)，海洋酸化给海洋生态系统，特别是极地生态系统和珊瑚礁带来了巨大的风险，并对从浮游植物到动物中的个别物种的生理、行为和种群动态产生影响(*中等至高信度*)。见文框TS.7。高度钙化的软体动物、棘皮动物、造礁珊瑚比甲壳类(*高信度*)和鱼类(*低信度*)更为敏感，这对渔业和生计带来潜在的不利后果(图TS.8B)。海洋酸化可与其他全球变化(如变暖、氧含量下降)和局地变化(如污染、水体富营养化)一同产生作用(*高信度*)。气候变暖和海洋酸化等驱动因子的共同作用，可能对物种和生态系统造成交互、复杂和放大的影响。[5.4,6.3至6.5,22.3,25.6,28.3,30.5,文框CC-CR和CC-OA]

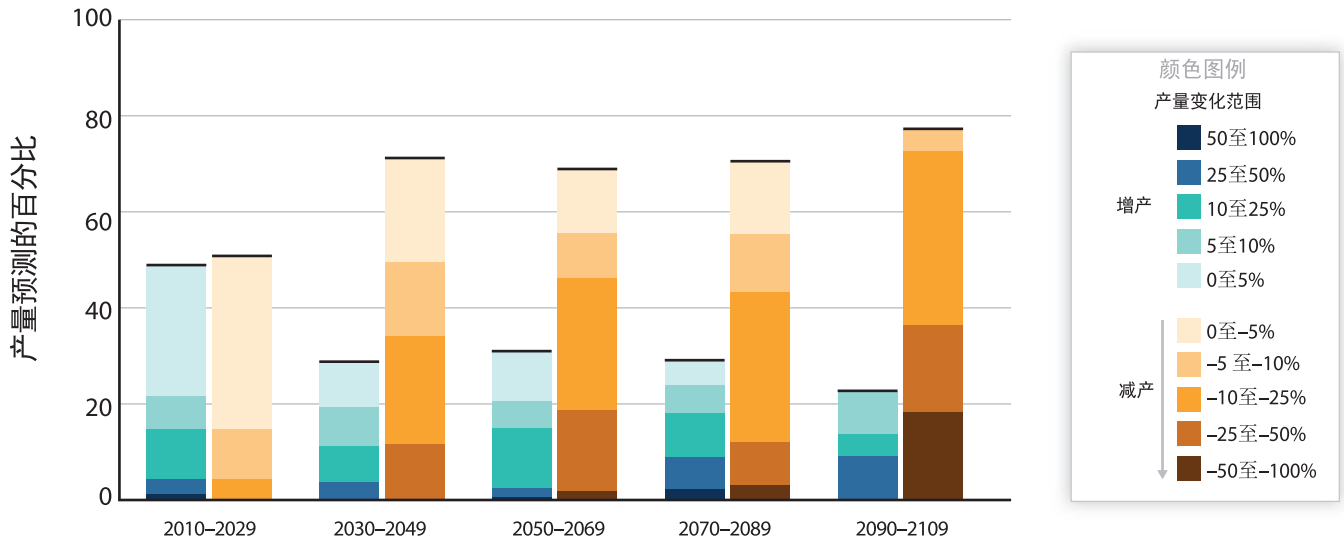
图 TS.8 |气候变化给渔业带来的风险。(A) 约1000种鱼类和无脊椎动物的最大 捕获率 捕捞潜力在全球分布范围变化的预估。使用SRESA1B，在没有分析过渡捕捞和海洋酸化的可能影响情况下，比较2001-2010年和2051-2060年的10年平均 值。(B) 在RCP8.5下，海洋软体动物和甲壳类渔业（估计当前的年捕获率≥0.005吨每平方公里）以及已知的冷水和暖水珊瑚的位置在全球地图上作了描述，显示了海洋酸化的预计分布情况(1986-2005年到2081-2100年pH值的变化）。[WGI AR5 图 SPM.8] 底部的柱形图比较了软体动物、甲壳类动物和珊瑚对海洋酸化的敏感度，以及脆弱的动物类群与社会经济的相关性（例如，海岸保护和渔业）。针对二氧化碳浓度升高水平按每个类别给出了各项研究所分析的物种数量。针对2100 年，属于每类 CO_2 分压(pCO_2)的 RCP 情景如下：RCP4.5 为 500-650 μatm（约相当于大气中的ppm），CP6.0为651-850 μatm，RCP8.5 为851-1370μatm。到2150年，RCP8.5将达到1371–2900 μatm等级。控制等级对应的是 380 μatm。[6.1, 6.3, 30.5,图 6-10和 6-14;WGI AR5文框SPM.1]

(A)


最大潜在渔捕获量的变化 (2051–2060年相比2001–2010年, SRES A1B)
< –50 %
–21至–50 %
–6至–20 %
–1至–5 %
无资料
0至 4 %
5至19 %
20至49 %
50至100 %
> 100 %

(B)


pH值的变化 (RCP8.5情景下，2081–2100年对比1986–2005年)
–0.60
–0.55
–0.50
–0.45
–0.40
–0.35
–0.30
–0.25
–0.20
–0.15
–0.10
–0.05
软体动物和甲壳类水产
(现今每年的捕获率≥0.005吨 公里-2)
冷水珊瑚
温水珊瑚
软体动物
甲壳类动物
冷水珊瑚
温水珊瑚
物种 (%)
40 16 15 31 29
37 4 9 18 23
7 4 7 5 3
26 9 15 23 20
Control
500–650
651–850
851–1370
1371–2900
pCO2 (μatm)
积极影响
无影响
负面影响



图SPM.7 | 21世纪气候变化导致的作物产量变化预估结果。该图不同排放情景下，热带和温带地区，以及有和没有适应措施的情况下的各种预估。相对而言，很少有研究考虑当全球平均温度上升4°C或以上情景下，对种植系统的影响。针对五个短期和长期的时间范围，横轴上是为期20年的数据(n=1090)，包括每个未来预估期间的中点。作物产量的变化是相对于20世纪后期水平而言。每个时间范围资料的总和为100%。[图7-5]

气候变化加大了过度捕捞和其他非气候胁迫因子的威胁，因此使得海洋管理系统更为复杂(*高信度*)。短期来讲，气候预报和早期预警系统等策略可以减少海洋变暖和酸化对一些渔场和水产养殖业的风险。有高科技和/或高投资的渔场和水产养殖业及水运和油气产业，由于环境监测、建模和资源评估方面较为先进，故适应能力更强。对小规模渔场和发展中国家来说，提高社会恢复力、开发替代的生计手段和增强职业灵活性是重要的策略，有利于减少依赖海洋的人类社区群体的脆弱性。[6.4, 7.3, 7.4, 25.6, 29.4, 30.6, 30.7]

粮食安全和粮食生产体系

如果不采取适应行动，在局地温度相比 20 世纪后期水平升高 2°C或更高情况下，预估气候变化将对热带和温带地区的主要作物(小麦、水稻和玉米)总产量产生不利影响，尽管个别地区可能会受益(*中等信度*)。预估的影响随不同的作物种类、区域和适应情景而 不同，与 20 世纪后期相比，约有 10%的预估表明 2030-2049年间作物产量将提高10%以上，还有10%的预估表明会减少25%以上。2050年后，作物产量遭受更严重影响的风险将增加，这取决于增温的水平。见图TS.9。预估气候变化将逐渐提高许多地区作物产量的年际变率。这些预估的影响将在作物需求快速增加的背景下发生。[7.4,7.5,22.3,24.4,25.7,26.5,表7-2,图7-4,7-5,7-6,7-7和7-8]

粮食安全的各个方面，包括粮食的获取、利用和价格稳定，都受气候变化的潜在影响(*高信度*)。海洋渔业捕获潜力向高纬度地区的重新分配，将使热带国家面临渔业供应减少、收入和就业下降的风险，对粮食安全构成潜在影响(*中等信度*)。如果全球气温在20世纪后期升高4°C左右或更高，伴随着更高的粮食需求，会对全球和区域的粮食安全构成很大的风险(*高信度*)。低纬度地区粮食安全的风险往往更高。[6.3至6.5,7.4,7.5,9.3,22.3,24.4,25.7,26.5,表7-3,图7-1,7-4和7-7,文框7-1]

城市地区

许多全球性的气候变化风险都集中在城市地区(*中等信度*)。那些旨在提高恢复能力和可持续发展水平的行动能够加快全球成功适应气候变化的步伐。热胁迫、极端降水、内陆和沿海洪水、滑坡、空气污染、干旱和水资源短缺对城市区域的人们、资产、经济和生态系统都构成了风险(*很高信度*)。对那些缺乏必要基础设施和服务，或者居住在劣质住房和暴露地区的人们来说，他们面临更大的风险。减少基本服务不足，改善住房条件，以及建设具有恢复能力的基础设施系统，可以大幅降低城市地区的脆弱性和暴露度。构建有效的多级城市风险治理体系，协调政策和激励措施，强化地方政府和社区的适应能力，加强与私营部门的协同，发展适宜的融资和制度体系，都有利于城市的适应(*中等信度*)。提高低收入人群和脆弱群体的能力，提升他们表达诉求的声音及影响力，加强他们与地方政府的合作关系，也可以起到促进适应的作用。[3.5,8.2至 8.4,22.3,24.4,24.5,26.8,表8-2,文框25-9和CC-HS]

农村地区

在近期和更远的未来，气候变化预计将通过影响淡水可获得性和供应、粮食安全和农业收入，并造成世界各地粮食和非粮食作物产地的变化，对农村产生重大影响(*高信度*)。这些影响将对农村地区的贫困人群(如，以女性为户主的家庭，以及那些不容易获取土地、现代农业原料、基础设施和教育的人群)的福利造成更大的影响。气候变化将增加国际农业贸易量和贸易值(*证据量低，中等一致性*)。进口粮食能帮助国家适应气候变化对国内农业生产力的冲击，低收入发展中国家的短期粮食短缺也可能通过粮食救济得到解决。农业、水、森林和生物多样性领域可以通过考虑了农村决策背景的政策来进一步促进适应。贸易改革和投资能扩展小规模农场进入市场的渠道(中等信度)。无法交易的生态系统服务的估值和各背景下经济评估模式的限制给评估农村受到的影响带来挑战。[9.3,25.9,26.8,28.2,28.4,文框25-5]

主要经济部门和服务

对于大多数经济部门，预估非气候驱动因素(如，人口、年龄结构、收入、技术、相对价格、生活方式、监管和治理等方面的变化)的影响相对于气候变化的影响更大(*证据量中等，高一致性*)。预估气候变化将使住宅及商业部门供暖的能源需求降低，而制冷的能源需求提高(*证据确凿，高一致性*)。预估气候变化对不同的能源和技术的影响有所不同，取决于何种资源(如水流、风、日照等)、技术过程(如制冷)或者位置(如沿海地区、洪泛平原)。各种更严重和/或频繁的极端天气事件和/或灾害形式预估将增加各地的损失和损失变率，并对保险系统构成挑战，使保险系统难以吸引更多风险资本支付应负担的保险，尤其是在发展中国家。大规模的公私合作降低风险的措施以及经济上的多样化都是适应行动的范例。[3.5,10.2,10.7,10.10,17.4,17.5,25.7,26.7至26.9,文框25-7]

气候变化可能影响管道和电网的结构完整和可靠性(*中等证据量，中等一致性*)。气候变化可能要求管道和输配电线的建设运营的设计标准发生变化。根据其他地理和气候条件采用现有技术可能会减少调整新基础设施的成本，以及改造现有管道和电网的成本。气候变化可能会给交通基础设施带来负面影响(*证据量低，高一致性*)。所有的基础设施都对冻融循环很敏感；铺砌道路对极端温度尤其敏感，未铺砌道路和桥梁对极端降水尤其敏感。积冰或多年冻土层上的交通基础设施尤其脆弱。[10.2,10.4,25.7,26.7]

气候变化将影响旅游景区，尤其是滑冰场所、海边度假区和自然景区(*证据确凿，高一致性*)，游客可能会去高海拔和高纬度地区度假(*中等信度，高一致性*)。气候变化引起的旅游业供需变化会带来经济影响，即靠近极地和高海拔的国家获益而其他国家受损。[10.6,25.7]

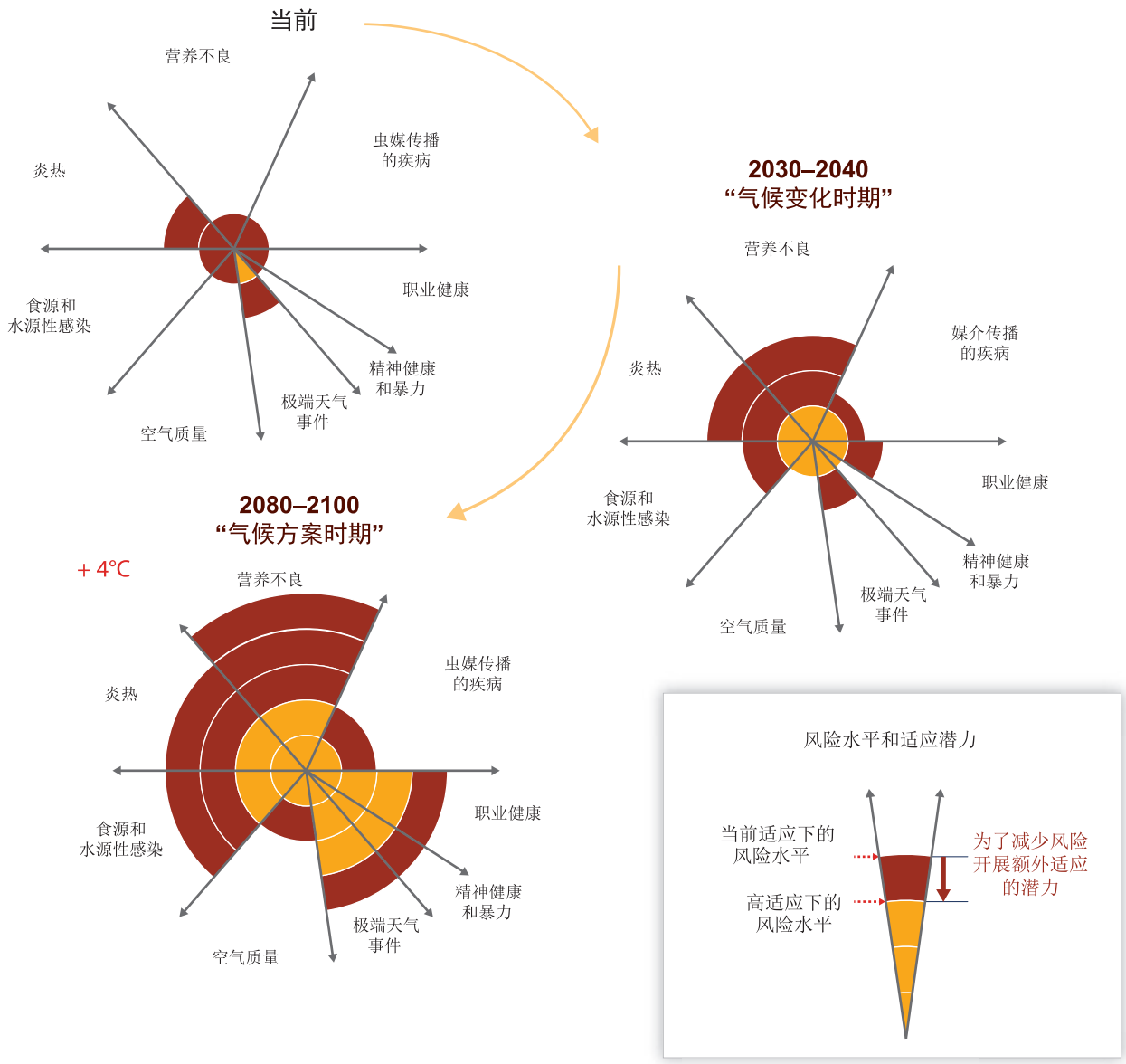
气候变化对全球经济的影响很难估算。过去20年所开展的经济影响估算在覆盖的经济部门方面存在差异，而且依赖大量的假设，而这些假设中的许多是有争议的，大量的估算并没有考虑重大变化、拐点和其他很多因素的影响。考虑到上述局限，对温度额外升高约2°C左右造成全球年度经济损失的不完全估计是在收入的0.2到2%之间(约均值的±1个标准偏差)(*证据量中等，中等一致性*)。损失多半可能超过这一范围，而不会小于这一范围(*证据量低，高一致性*)。此外，损失程度在各个国家内部和之间存在着巨大的差异。变暖程度越高，损失增加得越快(*证据量低，高一致性*)，但很少有对额外温升3°C左右或更高的定量估算。对于二氧化碳排放增量经济影响的估算介于每吨碳几美元到几百美元之间[3](*证据确凿，中等一致性*)。根据不同的损失函数和贴现率假设，估算结果差异很大。[10.9]

人类健康

到本世纪中叶，预估气候变化将主要通过恶化已存在的健康问题来影响人类健康(*很高信度*)。与未发生气候变化的基线相比，预计整个21世纪的气候变化将加剧很多地区尤其是低收入发展中国家的不良健康状况(*高信度*)。比如，由于更强烈的热浪和火灾，伤亡和患病的可能性更大(*很高信度*)；贫困地区因粮食生产减量而导致营养不良的可能性增加(*高信度*)；脆弱群体面临失去工作能力和劳动生产率降低的风险；以及来自食源性和水源性疾病的风险增加(*很高信度*)和来自虫媒传播疾病的风险增加(*中等信度*)。对受益于社会经济飞速发展的人口而言，尤其是那些最贫穷、健康状况最差的群体，气候变化对健康的影响将减少，但不会消除(*高信度*)。气候变化将加强对卫生保健服务和设施的需要，包括公共卫生计划、疾病预防活动、卫生保健人员、基础设施和治疗用品(*中等证据量，高一致性*)。预计的有利影响包括由于极端寒冷事件的减少，与寒冷相关的死亡率和发病率在一些地区有一定程度的降低(*低信度*)，粮食产地的变化(*中等信度*)以及虫媒传播一些疾病的能力降低。但就全球范围而言，预估整个21世纪，不利影响的幅度和严重程度都将超过有利影响(*高信度*)。近期最有效的降低脆弱性的健康措施是实施和改进基本公共卫生健康措施的项目，例如提供清洁水和卫生设施，保障基本的医疗保健(包括接种和儿童保健服务)，提高备灾和应急能力，以及减少贫困(*很高信度*)。在高排放的RCP8.5情景下，到2100年，一些地区部分季节高温

[3] 1吨碳=3.667吨二氧化碳

TS



图TS.10|气候变化带来的健康风险和通过适应减少风险的潜力概念图。第十一章的作者根据文献和专家判断做出评估，将风险归入八个与健康有关的类别。饼图各切片的宽度量化了在当前全球不良健康负担方面的相对重要性。对当前和持续气候变化近期(此处指 2030 至 2040 年)的风险水平都做了评估。对于一些类别，如虫媒传播的疾病、热/冷胁迫、农业生产和营养不良等，可能对一些地区人的健康有益，但预计净影响是负面的。图中也显示了在全球平均温度超过工业革命前 40C 情况下气候应对方案为长期(此处为 2080 至 2100 年)时的风险水平。每个时间尺度内，都估计了当前适应情况下和假设的高适应状态下的风险水平，用不同颜色表示。[图11-6]

和高湿的共同作用，预估将危及正常的人类活动，包括粮食种植和户外工作(*高信度*)。见图TS.10。[8.2,11.3至11.8,19.3,22.3,25.8,26.6,图25-5,文框CC-HS]

人类安全

随着气候变化，人类安全将逐渐受到威胁(*证据确凿，高一致性*)。人类不安全几乎从来都不是由单一因素导致的，而是多种因素相互作用的结果。气候变化是威胁人类安全的一个重要因素，其影响方式如下：(1)破坏生计；(2)危害文化和身份认同；(3)增加人们原本可以避免的迁徙；(4)削弱国家提供保障安全必要条件的能力。见图TS.11。[12.1至12.4,12.6]

气候变化将危及对群体和个体福祉至关重要的文化价值观(*中等信度，高一致性*)。气候变化对文化的影响在不同社会、不同时期都将不同，取决于文化恢复力和知识存续、传授机制。天气和气候条件的变化可威胁文化实践，这些文化实践植根于生计中，表现在叙事、世界观、身份认同、群体凝聚力和归属感上。比如，在一些小岛屿和沿

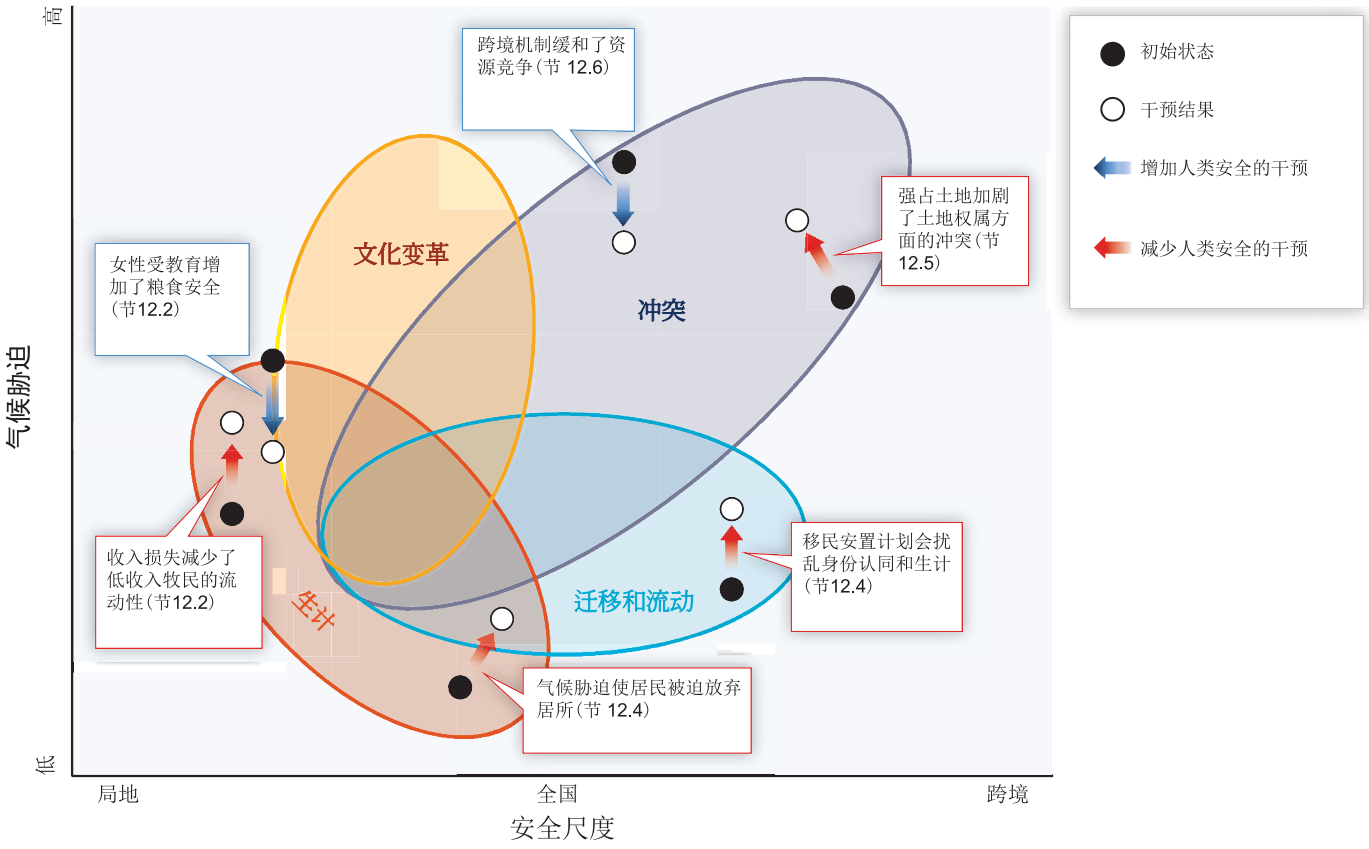


图 TS.11 | 描述气候变化给人类安全带来的风险和生计、冲突、文 化及迁移间相互作用的示意图。采取的干预和政策效果利用初始状 态(黑色实心圆)和干预结果(白色圆)之间的差异来说明。一些 干预(蓝色箭头)表示人类安全的净增加，而另一些干预(红色箭 头)表示人类安全的净减少。[图12-3]

岸社群中，据可靠记录显示，失去土地和迁移对文化和人民福祉可产生消极影响。[12.3,12.4]

21世纪的气候变化预估将增加人类的迁移(*证据量中等，高一致性*)。无论是在农村还是城市，尤其是在低收入的发展中国家，那些缺乏用于开展主动迁移资源的人群面临更高的极端天气事件影响时，迁移的风险加大。扩大流动性的机会可以降低这类人群的脆弱性。迁移模式的改变，是对极端天气事件的响应，也是对长期气候变率和变化的响应，而迁移也是一种有效适应的战略。由于其复杂和多因特点，对人口流动变化的定量预估为低信度。[9.3,12.4,19.4,22.3,25.9]

气候变化通过放大有详细记载的冲突驱动因子(如贫困和经济冲击)，可间接增加内战和群体间暴力等形式暴力冲突的风险(*中等信度*)。大量的证据表明气候变率与这些形式的冲突之间存在关系。[12.5,13.2,19.4]

气候变化对许多国家关键基础设施和领土完整性造成的影响预计将影响到这些国家的安全政策(证据量中等，中等一致性)。例如对小岛国和有漫长海岸线的国家来说，由于海平面上升导致陆地被淹没，将对它们的领土完整带来风险。气候变化带来的一些跨界影响，例如海冰的变化，共享的水资源变化，远洋鱼群的迁移等，有可能增加国家之间的对抗，但强有力的国家和政府间机制可以促进合作并管控许多这类对抗。[12.5,12.6,23.9,25.9]

生计与贫困

整个21世纪，预估气候变化的影响将放缓经济增长，使减贫更为困难，进一步恶化粮食安全形势，延长已有的贫困陷阱并引发新的贫困陷阱，贫困在城市地区和新出现的热点饥荒地区尤为突出(*中等信度*)。预计气候变化影响将恶化大多数发展中国家的贫困现状，并且在那些不平等越来越严重的国家创造新的贫困地带，无论是发达国家还是发展中国家都是如此。在城市和农村地区，预计那些依赖劳动工资并且是粮食净购买者的贫困家庭受粮食价格上涨带来的影响尤为严重，包括在那些粮食不安全程度高和不平等问题严重的区域(特别是非洲)，尽管农业个体户可能会从中受益。如果有致力于解决贫困和多维度不平等问题的政策，那么保险计划、社会保障措施和灾害风险管理或许可以提高贫困和边缘人群长期的生计恢复能力。[8.1,8.3,8.4,9.3,10.9,13.2至13.4,22.3,26.8]

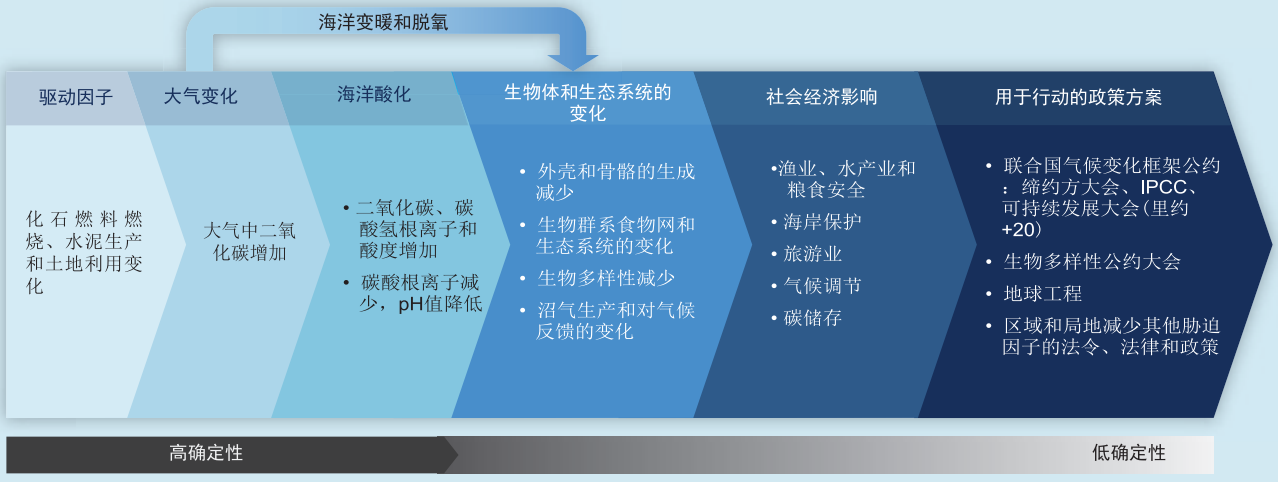
TS

文框TS.7 | 海洋酸化

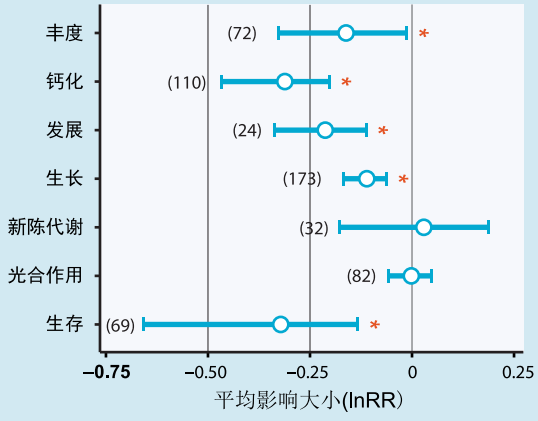
人为导致的海洋酸化和全球变暖有相同的主因，即大气中二氧化碳的增加（文框TS.7图1A）。[WGIAR52.2]富营养化、上升流及大气中氮和硫的沉积可导致局地海洋酸化。[5.3,6.1,30.3]海洋酸化的基本化学原理已为人所充分理解（*证据确凿，高一致性*）。[30.3;WGIAR53.8,6.4]但理解并预估更为复杂的海岸系统内的变化却更为困难。[5.3,30.3]

海洋酸化和其他全球变化（如变暖、氧含量降低）及局地变化（如污染、富营养化）共同作用（高信度）。如气候变暖和海洋酸化等驱动因子的共同作用，可能对物种和生态系统造成交互、复杂和放大的影响。海洋酸化对过程和生物体的积极和消极影响有其模式（*高信度*；B文框TS.7图1B），但是从生物体到生态系统水平仍存在关键的不确定性。生物体内部和之间存在广泛的敏感性，生命阶段的早期敏感性更高。[6.3]降低pH值可减少大部分、但并非全部的海床钙化物的钙化率，可减少它们相对于非钙化物的竞争力（*证据确凿，中等一致性*）[5.4,6.3]海洋酸化刺激了碳酸钙的溶解（*很高信度*）。海草和一些浮游植物的生长和初级生产得到了强化（高信度），有害赤潮可能更频繁地发生（*证据量低，中等一致性*）。发现鱼类的行为受到了严重扰乱（*高信度*）[6.3]二氧化碳喷口的自然模拟物显示了物种多样性、生物质能和营养复杂性均有所减少。生

(A)



(B)



文框TS.7 图1 | (A) 海洋酸化和政策方案的化学、生物和社会经济影响概览。(B) 利用加权随机效应元分析（生存除外，未加权）估算的近期-未来酸化（海水 pH 下降 ≤0.5 个单位）对主要响应 变量的影响。对数-变换响应率(lnRR) 指酸化治理的平均影响与对照组平均影响的比率。该比率显示了哪一过程受到的海洋酸化影响最一致，但是不同物种间存在很大的变率。当95%的由自助法构造的置信区间不超过零时，可以确定为显著性。圆括号里显示了该分析所用的实验数量。*号表明统计上显著的影响。[图OA-1,文框CC-OA]

接下页 →

文框TS.7(续)

物体表现和分布的改变将改变捕食者-被捕食者之间的竞争性交互关系，这会影响食物网和更高的营养级别(*证据量低，高一致性*)。[6.3]

为数不多的研究为针对浮游植物和软体动物的适应提供了有限的证据。然而，地球历史上大规模物种灭绝发生在海洋酸化速率更低得多的时候，当时海洋酸化与其他驱动因子共同作用。这表明，进化速率过低，那些敏感而长寿的物种无法适应未来变化的预估速率(*中等信度*)。[6.1]

海洋酸化导致的生物、生态和生物地球化学的变化将影响主要的生态系统服务。海洋吸收二氧化碳的效率会更低，因此在缓和气候方面的效率也会降低(*很高信度*)。[WGIAR5图6.26]海洋酸化、热胁迫(导致大量珊瑚白化和死亡)和海平面上升对珊瑚礁的影响将削弱它们对海岸线的保护作用，减少它们对渔业和旅游业的直接和间接效益(*证据量低，高一致性*)。[文框CC-CR]到2100年，软体动物生产损失使全球付出的代价可能超过1000亿美元(*低信度*)。最大的不确定性是，对低营养级的影响如何通过食物网传递，并影响高级捕食者。模式显示海洋酸化将普遍减少鱼类生物质和捕获量(*低信度*)，复合添加剂、对抗性和/或协同性交互作用将对生态系统和重要的生态系统产品和服务产生扰乱。

B-3.区域风险和适应潜力

风险在不同的地区和人群之间会随时间而变，这取决于众多因素，包括适应和减缓的程度。表TS.5给出了一批经过筛选的具有中等到高信度的关键区域风险。气候和大气中二氧化碳增加的预估变化将对一些地区的一些部门产生有利影响。关于区域风险和更为有限的潜在效益的更多内容，参见下文针对各个区域的引言概述，另参见WGIIAR5 B部分：区域方面，第21至30章。

***非洲*。气候变化将放大当前对水资源可获得性和农业系统的胁迫压力，在半干旱地区尤其如此(高信度)**。升温和降水变化很可能减少谷类作物生产力，对粮食安全产生很大的负面影响(*高信度*)。在管理当前气候变率和近期气候变化对粮食生产的风险方面取得了进步，但仍不足以应对气候变化的长期影响。适应性的农业过程，如包括科学工作者和农民在内的协作参与式研究，用于预测并响应气候风险的沟通机制得到加强，以及生计选择的灵活性增加，这些过程提供了潜在的途径以增强适应能力。气候变化使得当前在卫生健康方面的脆弱性倍增，这些脆弱性包括：获得安全的用水和改善的卫生条件的渠道不足，粮食不安全，以及获得卫生保健和教育服务的途径有限。综合考虑气候变化风险、土地和水资源管理及减少灾害风险的战略可促进恢复力的进步。[22.3至22.4,22.6]

***欧洲*。在欧洲国家，由于极端气候事件影响了多个部门，气候变化将增加这些国家系统性失灵的可能性(*中等信度*)**。预估海平面上升和极端降水的增加会进一步加剧沿海和河流洪灾的风险，如果没有适应措施，这将大幅增强洪水带来的破坏(即，人员伤亡、经济损失)；适应可以预防预估到的大部分破坏情况(*高信度*)。与炎热有关的死伤可能增加，尤其在欧洲南部(*中等信度*)。气候变化可能增加北欧谷类作物的产量(*中等信度*)，但可能降低南欧的产量(*高信度*)。气候变化将增加欧洲的灌溉需要，未来的灌溉将受到径流减少、其他部门的需求和经济成本的限制，灌溉用水综合管理将成为解决各方面因需求产生竞争问题的战略。除斯堪的纳维亚以外，水力发电可能在所有次区域均有所下降。气候变化很可能导致栖息地和物种发生变化，如局地物种灭绝(*高信度*)，物种分布在大陆尺度上发生变化(*中等信度*)，以及高山植物栖息地显著减少(*高信度*)。气候变化可能造成沿海湿地的丧失或换。外来入侵物种，尤其是那些高迁移率物种从欧洲以外地方的流入和扩张可能随气候变化而加剧(*中等信度*)。[23.2至23.9]

***亚洲*。气候变化将导致亚洲许多次区域农业生产力降低，主要将影响水稻等作物(*中等信度*)**。在中亚，哈萨克斯坦北部和东部的谷物生产会从生长季延长、冬季变暖及冬季降水略增中受益，而土库曼斯坦西部和乌兹别克斯坦西部的干旱会对棉花产量产生不利影响，会增加灌溉用水

需求并加剧荒漠化。人们并未充分理解潜在的、现行的农业适应战略的有效性。在次区域尺度上对降水的预估以及在亚洲大部分地区对淡水资源可获得性的预估仍然存在不确定性(*预估结果为低信度*)，但是，人口增长对水的需求增大，人均耗水量增加，以及缺乏善治将给大部分地区带来更多水资源短缺的挑战(*中等信度*)。适应性响应包括水资源综合管理战略，如开发节水技术、增强水资源生产力和循环用水。极端气候事件对人类健康、安全、生计和贫困的影响将越来越大，影响的类型和强度在亚洲各地都不同(*高信度*)。在亚洲许多地区，观测到的对陆地的影响，包括多年冻土层退化以及植物物种分布、生长率和季节性活动时机的变化，将会因21世纪预估的气候变化而增加。亚洲的沿岸和海洋系统，如红树林、海草床、盐沼和珊瑚礁受到来自气候和非气候驱动因子的越来越大的压力。在北冰洋亚洲区域，海平面上升和多年冻土层及无冰期长度的预估变化相互作用，将增加海岸侵蚀的速率(*中等证据量，高一致性*)。[24.4,30.5]

***大洋洲。*如果没有适应，那么预估在气候、大气二氧化碳和海洋酸度方面进一步的变化将对水资源、海岸系统、基础设施、卫生、农业和生物多样性产生巨大影响(*高信度*)**。预估淡水资源会在澳大利亚大陆远西南和远东南地区减少(*高信度*)，在新西兰的一些河流也会减少(*中等信度*)。海平面上升和强降水增多预估将导致更多的侵蚀和淹没现象，从而破坏许多低洼地区的生态系统、基础设施和住房(*高信度*)；热浪增加将加大对人类健康的风险；降水变化和升温将改变农业生产区；许多本地物种将受到生活范围缩小的影响，一些物种可能面临局地甚至全球范

表 TS.5 |气候变化造成的关键部门风险以及通过适应和减缓减少风险的潜力。根据相关支持性章 节中具体的科学、技术和社会经济相关文献评估得到的关键风险。关键风险识别是基于专家的 判断，使用了以下具体标准：影响的程度是否大、概率是否高、或是否可逆；影响发生的时机；造成风险的持续脆弱性或暴露度；或通过适应或减缓来减少风险的潜力是否有限。每个关键风 险的特征在三个时间框架（当前、近期（此处是指评估的2030至2040年）和长期（此处是指评 估的2080至2100年））进行描述，等级划分为非常低到非常高。风险水平是根据现有文献结合了最大可能范围潜在结果的发生概率和后果。这些潜在结果是与气候有关的致灾因子、脆弱性 和风险的产物。每个风险级别反映了气候和非气候因素的总体风险。持续的气候变化从短期来看，不同排放情景下的全球平均温度上升预估水平没有重大差异。在气候应对方案为更长期尺 度方面，介绍了全球平均温度上升两种情景（比工业化前水平分别高2和4）的风险级别。些情景说明了减缓和适应在减少与气候变化有关风险方面的潜力。就当前这个时间框架来说，对当前的适应行动和一个假想的大力度高度适应状态导致的风险水平进行了估算，从而确定当前适应工作存在缺口之处。对于两个未来的时间框架，对延续当前的适应行动和大力度高度的适应状态导致的风险水平分别进行了估算，这可以说明适应的潜力和极限。用图标表示了产生各种影响的各类与气候相关的驱动因子。风险水平并不一定具有可比性，因为评估考虑了在不同环境下不同的自然、生物和人类系统的潜在影响和适应。这类风险评估认识到了在解释所评估的风险水平时价值观和目标差异的重要性。

非洲

关键风险	适应问题和前景	气候驱动因子	时间范围	适应的风险和潜力
由于当前和未来需求增加导致水资源的过度开采和退化，伴随着非洲干旱多发地区干旱压力的加剧，使得水资源的复合压力更大(*高信度*) [22.3-4]	• 减少对水资源的非气候压力因素 • 加强关于需求管理、地下水评估、水-废水综合规划以及陆地和水综合治理方面的制度能力 • 城市可持续发展		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
与高温和干旱压力相关的作物减产，并对区域、国家和家庭生活及粮食安全带来强烈的不利影响，此外还有已知加剧的病虫害以及洪水对粮食系统基础设施的影响(*高信度*) [22.3-4]	• 技术方面的适应措施(例如抗逆性作物品种、灌溉、强化的观测系统) • 促进小农场主获取信贷及其他重要生产资源；使谋生手段多样化 • 强化地方、国家和区域机构，以支持农业(包括早期预警系统)和面向性别的政策 • 农业适应措施(例如复合农林业、保护性农业)		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
由于温度和降水平均值和变率的变化，病媒和水媒疾病发病率和地理范围(特别是在其分布边缘)产生了变化(*中等信度*) [22.3]	• 实现发展目标，特别是改进安全水资源的获取和改进卫生设施，并加强监督等公共卫生职能 • 脆弱性区划和早期预警系统 • 各部门间的协调 • 城市可持续发展		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高

接下页 →

表TS.5 (续)

接下页 →

欧洲				
关键风险	**适应问题和前景**	**气候驱动因子**	**时间范围**	**适应的风险和潜力**
由于城市化加快、海平面上升、海岸侵蚀以及河水高峰泄流，流域洪水和海岸洪水造成的经济损失加大、受灾人数上升(*高信度*) [23.2-3, 23.7]	适应可防止大多数预估的损害(*高信度*)。 • 防洪工程技术的重要经验以及日益丰富的湿地恢复经验 • 加强防洪的成本高昂 • 实施面临的潜在障碍：欧洲对土地的需求以及对环境和景观的关切		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
用水限制加剧。河水导流和地下水资源可用水量显著减少，加上对水的需求量增加(例如灌溉、能源、工业和家庭使用)，以及蒸发增加，造成排水和径流减少(特别是在南欧)(*高信度*) [23.4, 23.7]	• 通过采用更高用水效率的技术和节水战略验证的适应潜力(例如针对灌溉、作物品种、土地覆盖、工业和家庭使用的节水技术和战略) • 在流域管理规划和水资源综合管理中落实最佳实践和治理措施		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
极端高温事件造成的经济损失增加，受灾人数增加：对健康和福利、劳动生产率、作物生产、空气质量造成影响，南欧和俄罗斯北方地区森林大火风险日益加大(*中等信度*) [23.3-7, 表 23-1]	• 实施预警系统 • 住所和工作场所的适应以及交通和能源基础设施的适应 • 减少排放来提高空气质量 • 改进野火管理 • 开发与天气相关的作物产量变化的保险产品		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高

亚洲				
关键风险	**适应问题和前景**	**气候驱动因子**	**时间范围**	**适应的风险和潜力**
河流、海岸带和城市洪水增加，导致对亚洲的基础设施、生计和居住区造成大范围破坏(*中等信度*) [24.4]	• 通过结构性措施和非结构性措施、有效的土地利用规划和选择性的重新安置来降低暴露度 • 降低生命线基础设施和服务(例如水、能源、废弃物管理、粮食、生物质、流动性、地方生态系统、电信)的脆弱性 • 构建监测系统和早期预警系统；采取措施确定暴露区域，帮助脆弱地区和家庭，并使其谋生手段多样化 • 经济多样化		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
高温相关的死亡风险上升(*高信度*) [24.4]	• 高温健康预警系统 • 降低热岛效应的城市规划；改善建成区环境；发展可持续城市 • 让室外工人避免高温压力的新作业方法		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
与干旱相关的水短缺和导致营养不良的粮食短缺的风险加大(*高信度*) [24.4]	• 备灾，包括早期预警系统和地方应对战略 • 适应性/综合水资源管理 • 水资源基础设施和水库开发 • 水源的多样化，包括水的再利用 • 更有效的水利用(例如改进的农业做法、灌溉管理和韧性农业)		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高

围的灭绝。在澳大利亚和新西兰多地，预估的降水变化的不确定性仍然很大，这使得适应非常艰难。一些地区的一些部门有可能受益于预估的气候变化和大气二氧化碳增加，原因是新西兰和澳大利亚南部冬季采暖需求会减少，或者森林可在较冷区域生长(土壤营养或降水缺乏的地区除外)。由于澳大利亚和新西兰的原住民高度依赖于对气候敏感的第一产业，并与自然环境有强烈的社会联系，因此他们对气候变化的暴露度高于平均，并且在适应方面面临额外的限制(*中等信度*)。[25.2,25.3,25.5至25.8,文框 25-1,25-2,25-5和25-8]

北美洲。**在未来几十年，许多含有风险的气候相关致灾因子，尤其是那些与酷热、强降水和积雪融化有关的致灾因子的频率和/或严重性将增加(*很高信度*)**。气候变化将给已经受到非气候胁迫因子的水资源带来更大风险，可能的影响与积雪减少、水质下降、城市洪灾及城区和灌溉区水供应减少有关(*高信度*)。在解决水供应缺乏问题方面比在解决洪水和水质问题方面可以采用更多适应方案(*中等信度*)。生态系统受到来自增温、二氧化碳浓度增加和海平面上升的压力越来越大，对极端气候事件尤其脆弱(*很高信度*)。在许多情况下，气候压力加剧了其他人为因素对生态系统的影响，包括土地利用变化、引进外来物种和

表TS.5 (续)

接下页 →

大洋洲				
关键风险	适应问题和前景	气候驱动因子	时间范围	适应的风险和潜力
澳大利亚珊瑚礁系统的群落构成和结构发生明显改变(*高信度*) [25.6，30.5，文框CC-CR和CC-OA]	• 珊瑚的自然适应能力似乎有限，而且不足以抵抵御温度上升和酸化带来的不利影响。 • 其他方案基本上局限于降低其他压力(水质、旅游业、渔业)和早期预警系统；已经提出了直接干预措施，例如辅助移植和遮蔽，但尚未得到规模化的检验。		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
洪水更频繁、强度更大，可破坏澳大利亚和新西兰的基础设施和居住区(*高信度*) [表25-1，文框25-8和25-9]	• 一些地区对当前洪水风险的适应明显不足。 • 有效的适应包括土地利用控制和重新安置、加强防护以及调节上升的风险，以确保灵活性。		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
澳大利亚和新西兰的海岸基础设施和低地生态系统面临的风险加大，如果海平面上升接近预估的上限，会造成大范围破坏(*高信度*) [25.6，25.10，文框25-1]	• 一些地方对当前海岸侵蚀和洪水风险的适应不足。连片的建筑和保护周期限制了灵活的响应措施。 • 有效的适应包括土地利用控制和最终的重新安置以及保护和调节。		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
北美洲				
关键风险	适应问题和前景	气候驱动因子	时间范围	适应的风险和潜力
由于上升的变干趋势和温度趋势，造成野火引起的生态系统完整性损失、财产损失、人类疾病和死亡(*高信度*) [26.4，26.8，文框26-2]	• 某些生态系统比其他生态系统更能适应火灾。林业管理部门和城市规划部门越来越多地引入防火措施(例如计划烧除、引入适应力强的植被)。支持生态系统适应的制度能力有限。 • 高风险地区私有财产发展迅速以及家庭有限的适应能力都限制了人类居住区的适应。 • 农林复合业是减少墨西哥刀耕火种农业方式的有效战略。		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
高温相关的人类死亡率(*高信度*) [26.6，26.8]	• 室内空调(A/C)可有效降低风险。然而，空调的可用性和使用情况变化很大，而且在停电期间完全无法使用。脆弱群体包括无法使用空调的运动员和户外工作人员。 • 通过家庭支持、高温早期预警系统、避暑中心、绿化和高反射率外立面，社区和家庭的适应有可能降低对极端高温事件的暴露度。		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
由于海平面上升、极端降水和气旋，河流和沿海地区城市洪水可造成财产和基础设施受损；供应链、生态系统和社会系统可受到破坏；公共卫生可受到影响；水质可出现恶化(*高信度*) [26.2-4，26.8]	• 实施城市排水管理的成本高，而且对城市区域有破坏性。 • 具有协同效益的低悔战略包括可更多补充地下水的透水地面、环保基础设施和屋顶花园。 • 海平面上升会提高入海口的水位,这不利于排水。许多情况下使用的是陈旧的降雨设计标准，需要加以更新,以反映目前的气候条件。 • 湿地保护(包括红树林保护)以及土地利用规划战略可降低洪水事件的强度。		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高

污染。如果没有适应，那么预估的一些地区升温和降水减少，以及极端事件频率增加，将导致21世纪末北美洲主要作物净生产力下降，而另一些地区，尤其是北部，可能会受益。适应通常与减缓的协同效益共同作用，在全球平均温度比工业化前水平升高2°C时，能够抵消预估的对许多作物产量的负面影响；升高4°C时，适应的有效性就会减弱(*高信度*)。虽然相对更大的城市中心应该有更高的适应能力，但是人口密度高、基础设施不完善、体制机制缺乏和自然环境恶化增加了来自热浪、干旱、风暴和海平面上升的未来气候风险(*中等信度，高一致性*)。来自极端气候的未来风险可以被削弱，方法包括精准和可持续地提供空调服务、更有效地建设预警和响应系统、强化污染控制、完善城市规划战略和建设恢复力强的卫生基础设施等(*高信度*)。[26.3至26.6,26.8]

中南美洲。**虽然有一些进展，但是大多数国家居高不下的贫困水平可导致对气候变率和变化的高脆弱性**(*高信度*)。气候变化对农业生产力的影响预计表现出很大的空间变率，比如，南美洲东南部在本世纪中期生产力会保持不变或增加，中美洲在近期(到2030年)生产力会下降，从而将威胁最贫困人口的粮食安全(*中等信度*)。半干旱地区降水减少、蒸散增加，将加大水供应短缺的风险，影响城

表TS.5 (续)

接下页 →

中南美洲

关键风险	适应问题和前景	气候驱动因子	时间范围	适应的风险和潜力
半干旱和依靠冰川融水的地区以及中美洲的水资源可用量；极端降水造成的城市和农村地区的洪水和滑坡(*高信度*) [27.3]	• 水资源综合管理 • 城市和农村洪水管理(包括基础设施)、早期预警系统、更好的天气和径流预报以及传染病控制		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
粮食产量和粮食质量下降(*中等信度*) [27.3]	• 开发更适应气候变化(温度和干旱)的新作物品种 • 抵消粮食质量下降对人类和动物健康的影响 • 抵消土地利用变化对经济的影响 • 加强当地传统知识系统和实践		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
病媒疾病沿高度和纬度的扩散(*高信度*) [27.3]	• 以气候及其他相关支持为基础开发疾病控制和减缓早期预警系统。许多因素可加剧脆弱性。 • 制定拓展基本公共卫生服务的计划		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高 无 无

极地地区

关键风险	适应问题和前景	气候驱动因子	时间范围	适应的风险和潜力
由于冰、积雪、多年冻土和淡水/海洋条件的变化，淡水和陆地生态系统面临着风险(*高信度*)，海洋生态系统也面临着风险(*中等信度*)，同时会影响物种栖息质量、范围、物候和生产率以及赖以为生的经济 [28.2-4]	• 通过科学和本土知识来增进了解，制定更有效的解决方法和/或技术创新 • 强化监管和预警系统来实现安全和可持续地利用生态系统资源 • 如果可能，狩猎或捕捞不同物种，并使收入渠道多样化		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
由于物理环境不断变化、粮食不安全、缺乏安全可靠的饮用水造成的伤病以及基础设施(包括多年冻土地区的基础设施)的破坏，北极居民面临健康和福利的风险(*高信度*) [28.2-4]	• 科技知识与本土知识相结合，共同制定更健全的解决方案 • 强化观测、监测和早期预警系统 • 改进宣传、教育和培训 • 改变资源基础、土地利用和/或居住地区		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
由于气候相关致灾因子与社会因素之间复杂的相互关系，给北方群体带来面临前所未有的挑战，尤其是如果变化速度大于社会系统的适应速度的话(*高信度*) [28.2-4]	•科技知识与本土知识相结合，共同制定更健全的解决方案 •强化观测、监测和早期预警系统 •改进宣传、教育和培训 • 通过解决土地争议制定适应性联合管理应对措施		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高

小岛屿

关键风险	适应问题和前景	气候驱动因子	时间范围	适应的风险和潜力
会损害生计、沿海居住区、基础设施、生态系统服务和经济稳定(*高信度*) [29.6，29.8，图29-4]	• 岛屿有很强的适应潜力，但额外的外部资源和技术将会强化响应。 • 维护和加强生态系统功能和服务以及水和粮食安全 •社会传统的应对战略的效力估计在未来会显著下降。		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
21世纪全球平均海平面上升与高水位事件之间的相互影响将威胁低地沿海地区(*高信度*) [29.4，表29-1；WGI AR5 13.5，表13.5]	• 岛屿沿海地区占陆地面积比率高，将使其适应在财政和资源上面临巨大的挑战。 • 适应方案包括维护和恢复海岸带地貌和生态系统、改进土壤和淡水资源管理以及适当的建筑法规和居住区布局。		目前 近期 (2030–2040) 长期 (2080–2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高

TS

表 TS.5 (续)

海洋				
关键风险	适应问题和前景	气候驱动因子	时间范围	适应的风险和潜力
鱼类和无脊椎物种的分布会变化，低纬度地区渔业捕捞潜力会降低，例如热带涌升系统和近海岸系统以及副热带环流(*高信度*) [6.3，30.5-6，表6-6和30-3，文框CC-MB]	• 鱼类和无脊椎物种为维持体温而分布发生变化，表明它们对升温的进化适应潜力有限。 • 人类的适应方案：根据捕捞潜力的区域下降(低纬度地区)与可能的暂时上升(高纬度地区)，大规模改变产业化捕鱼活动的地点；可应对变率和变化的灵活管理；通过降低其他压力(例如污染和富营养化)来提高鱼类对热压力的耐受力；在一些地区拓展可持续水产业并发展其他替代的谋生方式。		目前 近期 (2030 – 2040) 长期 (2080 – 2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
升温引起的大规模珊瑚白化和死亡率会上升，海洋酸化又和会使情况进一步加剧，从而降低生物多样性、渔业丰度和珊瑚礁对海岸的保护，例如近海岸系统和副热带环流(*高信度*) [5.4，6.4，30.3，30.5-6，表6-6和30-3，文框CC-CR]	• 珊瑚快速进化的证据非常有限。有些珊瑚可能会迁移到更高纬度地区，但整个珊瑚礁系统预计无法适应温度的高速变化。 • 人类的适应方案限于降低其他压力，主要是通过提高水质、限制旅游业和捕鱼带来的压力。这些方案将会使气候变化对人类的影响延迟一二十年，但由于升温压力的加大，这些方案的效力将会严重降低		目前 近期 (2030 – 2040) 长期 (2080 – 2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高
海平面上升、极端事件、降水变化、生态承受力下降会造成海岸带洪水和栖息地丧失，例如近海岸系统以及副热带环流(*中等信度到高信度*) [5.5，30.5-6，表6-6和30-3，文框CC-CR]	• 人类的适应方案限于降低其他压力，主要是通过减少污染和限制旅游业、捕鱼、自然环境破坏和不可持续的水产养殖业带来的压力。 • 在江河流域和海岸带地区减少毁林并增加造林，以保持沉积物和养分 • 促进红树林、珊瑚和海草保护和恢复，以保护大量生态系统产品和服务，例如海岸带保护、旅游价值和鱼类栖息地		目前 近期 (2030 – 2040) 长期 (2080 – 2100) 2°C 4°C	很低 中等 很高

市、水力发电和农业(*高信度*)。持续的适应战略包括减少水供需方面的不平衡，以及开展水管理和协调方面的改革(*中等信度*)。自然生态系统的改变是人为气候变化的驱动因子，也是生物多样性和生态系统损失的主要原因(*高信度*)。气候变化预计会增加物种灭绝的几率(*中等信度*)。在海岸和海洋系统中，海平面上升和人为胁迫因子增加了对鱼类、珊瑚、红树林、休闲旅游业和疾病控制的风险(*高信度*)。由于贫困地区的污染和粮食不安全可导致局地人口增长率和脆弱性增加，以及现有的健康、水、卫生和垃圾收集系统存在问题，气候变化将加剧未来对健康的风险(*中等信度*)。[27.2,27.3]

***极地。*气候变化和通常互相联系的环境变化、人口结构、文化和经济发展等非气候相关驱动因子在北极地区相互作用，可决定自然、生物和社会经济风险，其变化的速率可能比社会系统的适应速度快(*高信度*)。**多年冻土层融化和降水模式改变有可能影响基础设施和相关服务，对北极城市和农村小型居民点住房的风险尤甚。气候变化将尤其影响北极经济基础薄弱、适应方案受限的社区。北极适航性增加、基于陆地和淡水的交通网扩展将增加经济机会。对非正式、基于生存的经济的影响将包括海冰状况的变化，这会增加猎捕海洋哺乳动物的难度。北极熊已经并将受到大陆架上年冰量损失、冰块耐久性降低和冰块厚度减少的影响。多年冻土层融化速率加快、海岸海冰减少、海平面上升和极端天气事件强度增加已经在迫使阿拉斯加的一些原住民迁移(*高信度*)。在北极和南极，一些海洋物种将改变其分布，以响应海洋和海冰状况的变化(*中等信度*)。气候变化将增加陆地生态系统对外来物种入侵的脆弱性(*高信度*)。[6.3,6.5,28.2至28.4]

***小岛屿。*小岛屿对气候和非气候胁迫因子有很高的脆弱性(*高信度*)。**由于不同的自然和人类属性及其对气候相关驱动因子的敏感性，在不同岛屿区域之间和在同一区域的不同国家之间，气候变化风险状况和适应也不同。风险可以来自跨境相互作用，例如，风险与当前和未来的入侵物种和人类健康之类挑战有关。海平面上升对岛屿和环礁上的沿海低洼地区产生了气候变化威胁，这是众所周知的。21世纪末预估的海平面上升叠加在海平面极端事件之上，对沿海低洼地区和环礁带来海岸洪水和侵蚀的严重风险。海浪的过度冲刷使得地下水资源品质下降。由于岛国群体依赖于珊瑚礁生态系统来进行海岸保护，并开发自足渔业和旅游业，与海洋表面温度增加相关的珊瑚礁生态系统恶化和海洋酸化将对岛国群体和生计产生负面影响。[29.3至29.5,29.9,30.5,图29-1,表29-3,文框CC-CR]

***海洋。*升温将增加对海洋生态系统的风险(*高信度*)。**由于局地非气候胁迫因子(即海岸污染和过度开发)和气候变化的影响，海岸边界系统、半包围海域和亚热带流涡内部的珊瑚礁在迅速消失。预估大规模珊瑚白化和死亡会增加，这将改变或消除生态系统，加剧对沿岸生计和粮食安全的风险(*中到高信度*)。一份CMIP5的集合分析预估全球多地的珊瑚礁很可能在2050年消失，消失速率为海洋变暖的中到高水平。减少非气候胁迫因子有利于加强生态恢复力。大西洋东北部的高生产力的高纬度春季水华系统正在响应变暖(*中等信度，高一致性*)，自20世纪70年代末以

表 TS.6 | 观测到的 26 个次大陆区域（《IPCC 管理极端事件和灾害风险，推进气候变化适应 特别报告》（SREX）确定的区域）的极端温度和极端降水类型及其未来的预估变化。信度 级别用图例的颜色表示。只有高和很高信度的陈述才赋予了可能性的术语。观测到的极端温 度和降水的趋势（包括干燥和干旱）一般是从 1950 年开始计算的，并以 1961-1990 年为参照，除非另外说明。未来的变化是从全球和区域气候模式预估推导出来的，2071-2100 年的 变化是相对于 1961-1990 年的，2080-2100 年的变化是相对于 1980-2000 的。表中各条目总 结了 SREX 表 3-2 和 3-3 中的信息，WGI AR5 2.6、14.8 和表 2.13 以及 WGII AR5 表 25-1补充或取代了这些信息。各条目的上标字母显示了信息来源：（a）SREX 表 3-2；（b）SREX 表 3-3；（c）WGI AR5 2.6 和表 2.13；（d）WGI AR5 14.8；（e）WGII AR5 表 25-1。[表 21-7 和 SM21-2, 图 21-4]

区域/区域编码	日间极端温度趋势（炎热、寒冷天数的出现频率）		强降水（雨、雪）趋势		干燥和干旱趋势	
	观测	预估	观测	预估	观测	预估
北美西部 **WNA，3**	炎热天数很可能大量增加（寒冷天数大量减少）[a]	炎热天数很可能增加(寒冷天数减少)[b]	空间分布趋势不同。总体增加，一些地区减少[a]	北部（加拿大）年最大日降水和其他指标的20年重现值增加[b] 由于其他指标信号不一致，故南部信度较低[b]	干燥程度无变化或大体轻微变化[a]	信号不一致[b]
北美中部 **CNA，4**	空间分布趋势不同：北部炎热天数略微增加，南部减少[a]	炎热天数很可能增加(寒冷天数减少)[b]	自1950年以来很可能增加[a]	年最大日降水20年重现值增加[b] 其他强降水日指标信号不一致[b]	可能减少[a, c]	北美中南部连续干燥日和土壤湿度增加[b] 该区域其他部分信号不一致[b]
北美东部 **ENA，5**	空间分布趋势不同。炎热天数总体增加(寒冷天数减少)，少数地区信号相反或不显著[a]	炎热天数很可能增加(寒冷天数减少)[b]	自1950年以来很可能增加[a]	年最大日降水20年重现值增加。其他指标表明该区域北部强降水增加[b] 该区域南部其他指标没有信号或信号不一致[b]	自1950年起干燥程度略微下降[a]	连续干燥日信号不一致，土壤湿度一致性减少[b]
阿拉斯加/加拿大西北部 **ALA，1**	炎热天数很可能大量增加（寒冷天数减少）[a]	炎热天数很可能增加(寒冷天数减少)[b]	轻微的上升趋势[a] 阿拉斯加南部没有显著趋势[a]	强降水可能增加[b]	趋势不一致[a] 部分地区干燥加剧[a]	信号不一致[b]
加拿大东部，格陵兰岛冰岛 **CGI，2**	能增加(寒冷天数减少)，另一些地区炎热天数减少(寒冷天数增加)[a]	加(寒冷天数减少)[b]	少数地区有所增加[a]	强降雨可能增加[b]	证据不足[a]	信号不一致[b]
欧洲北部 **NEU，11**	炎热天数增加（寒冷天数减少），但是大体上在局地尺度上不显著[a]	炎热天数很可能增加(寒冷天数减少)[但是趋势比中部和南部更小][b]	一些地区冬季时长增加，但在次区域尺度上趋势一般不显著或不一致，尤其在夏季[a]	年最大日降水20年重现值可能增加。北部冬季强降雨强度和频率很可能增加[b]	空间分布趋势不同。总体干燥程度略微增加或不增加，部分地区略微增加[a]	干燥无重大变化[b]

符合

不断上升的趋势或信号 | 不断下降的趋势或信号 | 不断上升和下降的趋势或信号 | 趋势或信号不一致，或者证据不足 | 无变化或仅轻微变化

发现的信度水平

低信度 | 中等信度 | 高信度

接下页 →

TS

表TS.6 (续)

区域/区域编码	日间极端温度趋势（炎热、寒冷天数的出现频率）		强降水（雨、雪）趋势		干燥和干旱趋势	
	观测	预估	观测	预估	观测	预估
中欧 CEU，12	大部分地区炎热天数可能总体增加(寒冷天数减少)。中欧西部炎热天数很可能增加(寒冷天数可能减少)[a] 中欧东部趋势信度较低(因为缺乏文献、无法获得完整的观测结果、总体信号较弱、趋势存在突变点)[a]	炎热天数很可能增加 (寒冷天数减少)[b]	部分地区增加，尤其在西欧中部和俄罗斯的欧洲部分，且冬季尤其如此。[a] 其他地区趋势不显著或不一致，尤其在夏季[a]	年最大日降水20年重现值可能增加。其他指标表明该区域大部冬季强降水增加。[b] 由于证据不一致，故夏季信度较低[b]	空间分布趋势不同。部分地区干燥加剧，但是干燥趋势存在区域差异和趋势对研究的依赖程度也不同 （指数，时间段）[a]	中欧干燥加剧；短期干旱加剧[b]
南欧和地中海 MED，13	大部分地区炎热天数可能增加(寒冷天数减少)。趋势在一些区域和时间上的变化显著。伊比利亚半岛和法国南部可能有最强、最显著的趋势[a] 在欧洲东南部和意大利，由于趋势存在突变点，以及1976年以来炎热天数最大幅度地增加，因此趋势更小、更不显著[a]	炎热天数很可能增加 (寒冷天数减少)[b]	区域不同部分、不同研究的趋势不一致[a]	变化和/或区域变化不一致[b]	总体干燥加剧，地中海可能加剧[a,c]	干燥加剧。 干旱地区干燥程度一致性增加[b,d]
西非 WAF，15	一些地区最热日和最冷日温度显著增加[a] 其他地区证据不足[a]	炎热天数可能增加(寒冷天数减少)[b]	降雨强度增加[a]	大多数地区强降雨指标轻微变化或无变化[b] 北部模式一致性低[b]	可能增加，但是20世纪70年代的萨赫勒干旱主导了趋势；近年年际变化加大[a,c]	信号不一致[b]
东非 EAF,16	由于缺乏文献、趋势空间分布不一致，因此证据不足[a] 南端炎热天数增加(寒冷天数减少)[a]	炎热天数可能增加(寒冷天数减少)[b]	证据不足[a]	强降水可能增加[b]	干燥趋势空间分布不均[a]	很大的区域干燥程度减少[b]
非洲南部 SAF,17	炎热天数可能增加(寒冷天数减少)[a, c]	炎热天数可能增加 (寒冷天数减少)[b]	更多区域增加，但是趋势空间分布不均[a,c]	整个区域信号缺乏一致性[b] 东南部有一些证据表明强降水增加[b]	干燥总体加剧[a]	除东部外干燥加剧[b, d] 干旱地区干燥程度持续增加[b]
撒哈拉 SAH,14	缺乏文献[a]	炎热天数可能增加 (寒冷天数减少)[b]	证据不足[a]	一致性低[b]	资料有限，趋势空间分布不均[a]	变化信号不一致[b]
中美洲和墨西哥CAM, 6	炎热天数增加，寒冷天数减少[a]	炎热天数可能增加 (寒冷天数减少)[b]	趋势空间分布不均。多地增加，少数地区减少[a]	趋势不一致[b]	趋势不同和不一致[a]	中美洲和墨西哥干燥加剧，该区域南部极端天气的趋势信度较低[b]

接下页 →

表TS.6 (续)

区域/区域编码	日间极端温度趋势（炎热、寒冷天数的出现频率）		强降水（雨、雪）趋势		干燥和干旱趋势	
	观测	预估	观测	预估	观测	预估
亚马逊 **AMZ,7**	证据不足无法识别趋势[a]	炎热天数很可能增加(寒冷天数减少)[b]	很多地区增加，少数地区减少[a]	一些指标表明极端强降雨趋势增加[b]	大部干燥加剧。一些地区趋势相反或不一致[a]	信号不一致[b]
巴西东北部 **NEB,8**	炎热天数增加[a]	炎热天数很可能增加(寒冷天数减少)[b]	大多数地区增加，少数地区减少[a]	略微或无变化[b]	不同、不一致的趋势[a]	干燥加剧[b]
南美东南部 **SSA,10**	空间分布趋势不同(一些地区炎热天数增加，其他地区减少)[a]	炎热天数很可能增加(寒冷天数减少)[b]	北部增加[b] 南部证据不足[b]	北部增加[b] 南部证据不足[b]	不同、不一致的趋势[a]	信号不一致[b]
南美西海岸 **WSA,9**	趋势空间分布不均(一些地区炎热天数增加，其他地区减少)[a]	炎热天数很可能增加(寒冷天数减少)[b]	大多数地区增加，少数地区增加[a]	热带地区增加[b] 中高纬地区信度低[b]	不同、不一致的趋势[a]	热带连续干燥日减少，中高纬增加[b] 南美西南部连续干燥日和土壤湿度增加[b]
北亚 **NAS,18**	炎热天数可能增加(寒冷天数减少)[a]	炎热天数很可能增加(寒冷天数减少)[b]	一些地区增加，但空间分布趋势不同[a]	大部分地区强降雨可能增加[b]	热带地区增加[b]	变化信号不一致[b]
中亚 **CAS,20**	炎热天数可能增加(寒冷天数减少)[a]	炎热天数很可能增加(寒冷天数减少)[b]	空间分布趋势不同[a]	模式的信号不一致[b]	热带地区增加[b]	变化信号不一致[b]
东亚 **EAS,22**	炎热天数可能增加(寒冷天数减少)[a]	炎热天数很可能增加(寒冷天数减少)[b]	空间分布趋势不同[a]	全区强降水增加[b]	热带地区增加[b]	变化信号不一致[b]
东南亚 **SEA,24**	北部炎热天数增加(寒冷天数减少)[a] 马来群岛证据不足[a]	炎热天数很可能增加(寒冷天数减少)[b]	空间分布趋势不同，无法获得所有证据[a]	大部分地区(尤其是非大陆地区)的大多数指标增加。一项指标表明变化信号不一致。[b]	空间分布趋势不同[a]	变化信号不一致[b]
南亚 **SAS,23**	炎热天数可能增加(寒冷天数减少)[a]	炎热天数很可能增加(寒冷天数减少)[b]	印度信号不一[a]	南亚部分地区强降水强度和频率均增加。其他指标无变化或有一些一致性的增加[b]	不同研究和不同指数下信号不一致[a]	变化信号不一致[b]
西亚 **WAS,19**	热带地区增加[b]	炎热天数很可能增加(寒冷天数减少)[b]	强降雨事件减少[a]	变化信号不一致[b]	研究缺乏，结果不一致[a]	变化信号不一致[b]
青藏高原 **TIB,21**	炎热天数可能增加(寒冷天数减少)[a]	炎热天数很可能增加(寒冷天数减少)[b]	证据不足[a]	强降雨增加[b]	证据不足。干燥减弱的趋势[a]	变化信号不一致[b]
澳大利亚北部 **NAU,25**	热带地区增加[b]	炎热天数很可能增加(寒冷天数减少)[b]	空间分布趋势不同，很大程度上反映了平均降雨的变化[e]	大部分地区极端降雨事件强度(即当前的20年重现值)增加[e]	澳大利亚干旱发生频率没有显著变化(采用降雨距平确定)[e]	信号不一致[b]

接下页 →

表TS.6 (续)

区域/区域编码	日间极端温度趋势（炎热、寒冷天数的出现频率）		强降水（雨、雪）趋势		干燥和干旱趋势	
	观测	预估	观测	预估	观测	预估
澳大利亚南部/新西兰 SAU,26	炎热天数很可能增加(寒冷天数减少)[a]	炎热天数很可能增加(寒冷天数减少)[b]	澳大利亚南部空间分布趋势不同，很大程度上反映了平均降雨的变化[e] 澳大利亚南部空间分布趋势不同，很大程度上反映了平均降雨的变化[e]	变化信号不一致[b]	研究缺乏，结果不一致[a]	变化信号不一致[b]

来观测到的最大变化体现在浮游生物群落的物候、分布和丰度上，以及鱼类群落的重组上，对渔场有一系列的影响(*高信度*)。预估的变暖增加了一些地区热分层加剧的可能性，这会导致氧气流通减少，促进缺氧区的形成，尤其是在波罗的海和黑海(*中等信度*)。表面风和波浪、海平面和风暴强度的变化增加了水运、能源和矿产开发等以海洋为基础的产业的脆弱性。尤其是高纬度地区，在资源获得和脆弱性方面，海洋变暖既带来了新的机遇，也引发了国际问题。[5.3,5.4,6.4,28.2,28.3,30.3,30.5,30.6,表30-1,图30-4和30-10,文框6-1,CC-CR,和CC-MB]

理解极端事件及其与气候变化的交互作用尤其重要，有利于在区域背景下管理风险。表TS.6总结了一些类型的极端温度和降水事件中观测到和预估的趋势。

C: 管理未来风险，提高恢复能力

管理气候变化风险会涉及到诸多对未来后代、经济和环境产生影响的适应及减缓决策。气候变化相关风险的应对措施概况参见图TS.12。

本节从有效的适应原则开始，评估了相互联系的人类和自然系统通过适应、减缓和可持续发展建设恢复能力的方法。本节说明了对以下方面的理解：气候应变能力路径、渐变与突变、适应的局限性，本节考虑了协同效益、协同效应，以及减缓、适应和发展之间的权衡。

C-1.有效适应的原则

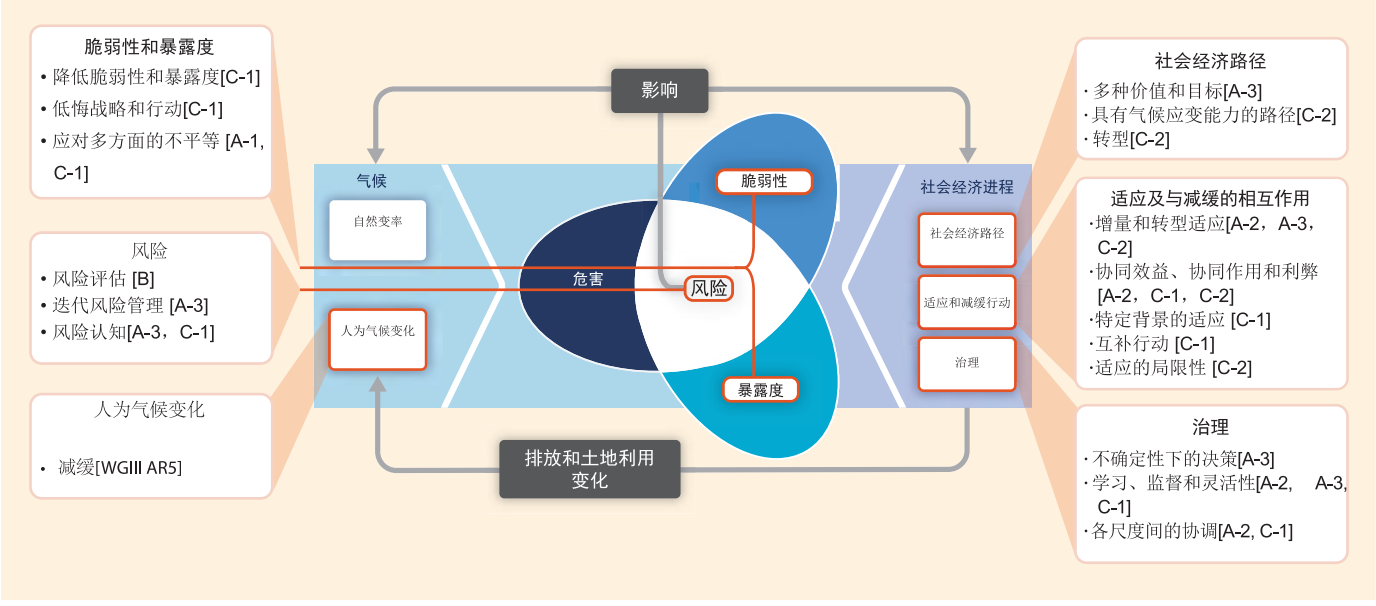
报告评估了降低和管理风险及建立恢复能力的各类方法。气候变化适应的战略和方法包括降低脆弱性或暴露度和/或提高恢复能力或适应能力。WGIII AR5中评估了减缓。响应气候变化的具体例子请见表TS.7。

适应是依具体地点和环境而定的，没有哪种降低风险的方法适用于所有的情况(*高信度*)。有效的风险降低和适应战略会考虑不断变化的脆弱性和暴露度，以及二者与社会经济过程、可持续发展和气候变化的联系。[2.1,8.3,8.4,13.1,13.3,13.4,15.2,15.3,15.5,16.2,16.3,16.5,17.2,17.4,19.6,21.3,22.4,26.8,26.9,29.6,29.8]

可以通过从个人至政府的不同层面互补的行动加强适应规划和实施(*高信度*)。国家政府可以协调地方和次国家政府的适应工作，例如通过保护脆弱群体，支持经济多样性，提供信息、政策和法律框架和资金支持等(*证据确凿，高一致性*)。由于当地政府及私营部门在增强社区、家庭和民间团体的适应和管理风险信息和融资中有重要作用，当地政府及私营部门越来越多地被认为是适应进展的关键因素。(证据量中等，高一致性)[2.1至2.4,3.6,5.5,8.3,8.4,9.3,9.4,14.2,15.2,15.3,15.5,16.2to16.5,17.2,17.3,22.4,24.4,25.4,26.8,26.9,30.7,表21-1,21-5,和21-6,文框16-2]

适应未来气候变化的第一步是降低对目前气候变率的脆弱性和暴露度(*高信度*)。战略包括对其他目标有协同效益的行动。现有的战略和行动可以帮助改善人类健康、生计、社会和经济福利、环境质量，并提高对一系列未来可能出现气候的恢复能力。有的适应战略也可以改善生计、加快发展、减少贫困，这样的战略的例子包括加强社会保障、增强水和土地治理、加强蓄水和水服务、更多地参与规划、更多关注受贫困人口迁移严重影响的城市和城郊地区。见表TS.7.[3.6,8.3,9.4,14.3,15.2,15.3,17.2,20.4,20.6,22.4,24.4,24.5,25.4,25.10,27.3至27.5,29.6,文框25-2和25-6]

各管理层面的适应规划和实施取决于社会价值观、目标和风险认知(*高信度*)。识别不同利益、境况、社会文化背景和预期有助于决策过程。气候变化可能会超出一些人和生态系统的适应能力，这样的认识可能会对适应决策和投资产生伦理影响。对适应的经济分析不再只强调效率、市场解决方案和收益/成本分析，而是同时包括考虑非货币性和非市场措施、风险、不公平、行为偏差、障碍和限



图TS.12 | 解决方案空间。WGII AR5的核心概念，说明在管理气候变化相关风险方面的交叠切入点和方法以及关键考虑因素，参见该报告的评估和本摘要的介绍。括号中的参考标记表示本摘要所对应评估结果的章节。

表TS.7|管理气候变化风险的方法。这些方法应当被认为是重叠的而不是互不相关的，而且这些方法经常同时使用。减缓对于管理气候变化风险来说是必要的。该表格中没有提及减缓，因为减缓是第三工作组第五次评估报告的核心工作。以下的示例并没有一定的顺序，而且有的例子可能与一个以上的类别相关。[14.2，14.3，表14-1]

叠加方法	类别	示例	参考章节
降低脆弱性和暴露度 通过发展、规划和实践，包括许多低悔措施	人类发展	改进获取教育、营养、卫生设施、能源、安全住房 和住区建筑以及社会保障机构；降低性别不平等和 其他形式的边缘化。	8.3,9.3,13.1 13.3, 14.2,14.3,22.4
	减贫	改进对本地资源的获取和控制；土地使用权；降低灾害风险；社会保障体系和社会保护；保险计划。	8.3,8.4,9.3,13.1 13.3
	生计安全	收入、资产和生计多样化；改善基础设施；参加技 术和决策论坛；增加决策权；改变耕作、畜牧和水 产养殖实践；依靠社交网络。	7.5,9.4,13.1 13.3, 22.3,22.4,23.4, 26.5,27.3,29.6,表SM24-7
	灾害风险管理	早期预警系统；灾害和脆弱性区划；多样化的水资 源；改善排水；洪水和气旋避难所；建筑法规和实 践；风暴和废水管理； 改善运输及道路基础设施。	8.2 8.4, 11.7,14.3,15.4,22.4,24.4, 26.6,28.4, 表3-3, 文框25-1
	生态系统管理	维护湿地与城市绿地；沿海造林；流域及水库管理；降低对生态系统的其他压力源、降低栖息地破碎化；维护遗传多样性；控制干扰状况；立足社区的自然资源管理。	4.3,4.4,8.3,22.4,表3-3, 文框4-3,8-2,15-1,25-8,25-9,& CC-EA
	空间规划或土地利用规划	提供足够的住房、基础设施和服务；管理洪水多发 地区或其他高风险地区的发展；城市规划和改造方 案；土地分区法律；地役权；保护区。	4.4,8.1 8.4, 22.4,23.7,23.8,27.3, 文框25-8
适应 包括递增性和转型调整	结构/物理	**工程与建成环境方案：**海堤和海岸防护设施；防洪 堤；蓄水；改善排水；洪水和气旋避难所；建筑法 规和实践；风暴和废水管理； 改善运输及道路基础设施；水上房屋；发电厂与电 网调整。	3.5,3.6,5.5,8.2,8.3,10.2,11.7,23.3, 24.4,25.7,26.3,26.8,文框15-1, 25-1,25-2,& 25-8
		技术方案：作物和动物新品种；本土的、传统的和 当地的知识、技术和方法；有效灌溉；节水技术； 海水淡化；保护性农业；粮食储存与保质设施；危 害和脆弱性区划与监测；早期预警系统；建筑保温；机械和被动冷却；技术开发、转让与推广。	7.5,8.3,9.4,10.3,15.4,22.4,24.4, 26.3,26.5,27.3,28.2,28.4,29.6,29.7, 表3-3 & 15-1, 文框20-5 & 25-2
		基于生态系统的方案：生态恢复；水土保持；造林 和再造林；红树林保护和补植；绿色基础设施（例 如遮荫树和屋顶绿地）；控制过度捕捞；渔业协同 管理；辅助物种迁移和扩散；生态走廊；种子库、 基因库和其他迁地保护；立足社区的自然资源管理。	4.4,5.5,6.4,8.3,9.4,11.7,15.4,22.4, 23.6,23.7,24.4,25.6,27.3,28.2,29.7, 30.6,文框15-1, 22-2,25-9,26-2, & CC-EA
		服务：社会保障体系和社会保护；粮食银行和余粮 分配；包括供水和环卫在内的市政服务；疫苗接种 计划；基本公共卫生服务；强化应急医疗服务。	3.5,3.6,8.3,9.3,11.7,11.9,22.4,29.6, 文框13-2
	制度	**经济方案：**财政激励；保险；巨灾债券；有偿生态系统服务；对水定价以鼓励广泛提供和节约使用；小额信贷；灾害应急基金；现金调拨；公-私伙伴关系。	8.3,8.4,9.4,10.7,11.7,13.3,15.4, 17.5,22.4,26.7,27.6,29.6,文框25-7
		法律法规：土地分区法；建筑标准和规范；地役权；水法规和协议；支持降低灾害风险的法律；鼓励购买保险的法律；界定产权和保障土地产权；保护区；捕鱼配额；专利库和技术转让。	4.4,8.3,9.3,10.5,10.7,15.2,15.4, 17.5,22.4,23.4,23.7,24.4,25.4,26.3, 27.3,30.6, 表 25-2, 文框CC-CR
		国家和政府的政策及计划：包括主流化在内的国家和区域适应计划；省州和地方适应方案；经济多样化；城市改造计划；城市水管理计划；灾害规划和备灾；综合水资源管理；综合海岸带管理；基于生态系统的管理；立足社区的适应。	2.4,3.6,4.4,5.5,6.4,7.5,8.3,11.7, 15.2 15.5, 22.4,23.7,25.4,25.8, 26.8,26.9,27.3,27.4,29.6,表9-2 & 17-1,文框25-1, 25-2,& 25-9
	社会	**教育方案：**提高意识和纳入教育；教育中的性别平等；推广服务；分享当地、传统和地方知识；参与式行动研究和社会学习；知识共享和学习平台。	8.3,8.4,9.4,11.7,12.3,15.2 to 15.4, 22.4,25.4,28.4,29.6, 表15-1 & 25-2
		信息选择：灾害和脆弱性区划；早期预警和响应系统；系统性监测和遥感；气候服务；使用本地气候观测资料；参与式情景开发；综合评估。	2.4,5.5,8.3,8.4,9.4,11.7,15.2 15.4, 22.4,23.5,24.4,25.8,26.6,26.8,27.3, 28.2,28.5,30.6, 表25-2, 文框26-3
		行为选择：家庭备灾和撤离规划；迁移；水土保持；暴雨排水道清理；生计多样化；改变种植、畜牧、水产养殖习惯；依靠社交网络。	5.5,7.5,9.4,12.4,22.3,22.4,23.4, 23.7,25.7,26.5,27.3,29.6, 表 SM24-7,文框25-5
转型	变化领域	**实践：**使结果产生重大变化的社会和技术创新、行为变化或体制和管理变化。	8.3,17.3,20.5,文框25-5
		政治：与降低脆弱性和风险并支持适应、减缓和可持续发展相一致的政治、社会、文化和生态决策及行动。	14.2,14.3,20.5,25.4,30.7, 表14-1
		个人：影响气候变化应对的个人和集体设想、信念、价值观和世界观。	14.2,14.3,20.5,25.4, 表14-1

制、以及附带效益和成本。[2.2-2.4,9.4,12.3,13.2,15.2,16.2-16.4,16.6,16.7,17.2,17.3,21.3,22.4,24.4,24.6,25.4,25.8,26.9,28.2,28.4,表15-1,文框16-1,16-4和25-7]

本土、当地和传统知识体系和惯例(包括土著人对社区和环境的总体观点)是适应气候变化的主要资源(*证据确凿，高一致性*)。依赖自然资源的社区，包括土著人，有很长的适应多变和不断变化的社会和生态状态的历史。但与众不同的本土、当地和传统知识将受到气候变化影响的挑战。这些形式的知识尚未在现有的适应努力中得到一致的使用。将这些形式的知识与现有的实践相结合会提高适应的有效性。[9.4,12.3,15.2,22.4,24.4,24.6,25.8,28.2,28.4,表15-1]

当注重背景，且决策类型、决策过程和支持群体呈多样化时，决策支持是最为有效的(*证据确凿，一致性高*)。将包括气候服务在内的科学与决策相联系的各个组织在气候相关知识的交流、转让和发展方面发挥着重要作用，包括翻译、参与和知识交流(*证据量中等，一致性高*)。[2.1-2.4,8.4,14.4,16.2,16.3,16.5,21.2,21.3,21.5,22.4,文框9-4]

将适应与规划和决策相结合可以促进与发展和降低灾害风险的协同作用(*高信度*)。这样的结合可以使已有的机构、组织和新的机构、组织具有对气候敏感的思维方式。当适应与发展活动和减灾相结合时，会产生更大的效益(*中等信度*)。
[8.3,9.3,14.2,14.6,15.3,15.4,17.2,20.2,20.3,22.4,24.5,29.6,文框CC-UR]

现有的和新兴的经济手段可以通过鼓励预判和降低影响，从而促进适应(*中等信度*)。这些手段包括公私融资伙伴关系、贷款、有偿环境服务、提高资源价格、收费和补贴、规范和法规、风险共担和转移机制。公私行业的风险融资机制(如，保险和风险库)有助于提高恢复能力，但是如果不重视克服设计方面的重大困难，其也会产生阻碍作用，造成市场失灵以及公平性下降。各政府通常是作为监管方、提供方和最后的承保方来发挥关键作用。[10.7,10.9,13.3,17.4,17.5,文框25-7]

各类限制条件会相互作用，妨碍适应规划和实施(*高信度*)。实施方面常见的限制条件源自以下方面：有限的资金和人力资源；有限的整合或管理协调；关于预估影响的不确定性；对风险的不同理解；对立的价值观；缺乏关键的适应领导者和倡导者；用于监测适应效果的工具有限。另一种限制因素包括研究、监测、观测做得不够以及维持研究、监测和观测的资金不足。低估适应作为社会过程的复杂性会造成对实现预期适应成果的不切实际的期望。[3.6,4.4,5.5,8.4,9.4,13.2,13.3,14.2,14.5,15.2,15.3,15.5,16.2,16.3,16.5,17.2,17.3,22.4,23.7,24.5,25.4,25.10,26.8, 26.9,30.6,表16-3,文框16-1和16-3]

计划不周、过分强调短期结果、或未能充分预见后果可能会导致适应不良(*证据量中等，一致性高*)。适应不良会增加目标群体未来的脆弱性或暴露度，或增加其他人、地方或部门的脆弱性。如果仅狭隘地关注可量化的成本和效益，那么可能会排除或低估贫穷者、生态系统和后代的价值，从而对其做出不利的决策。针对与气候变化相关的不断增加风险的短期应对措施也可能会限制未来的选择。例如，加强对暴露资产的保护可以锁定对进一步保护措施的依赖。[5.5,8.4,14.6,15.5,16.3,17.2,17.3,20.2,22.4,24.4,25.10,26.8,表14-4,文框25-1]

有限的证据表明全球适应需求和可用于适应的基金之间存在差距(*中等信度*)。有必要对全球适应成本、融资和投资进行更好的评估。估计全球适应成本的研究存在资料、方法和覆盖度不足的问题(*高信度*)。[14.2,17.4,表17-2 和17-3]

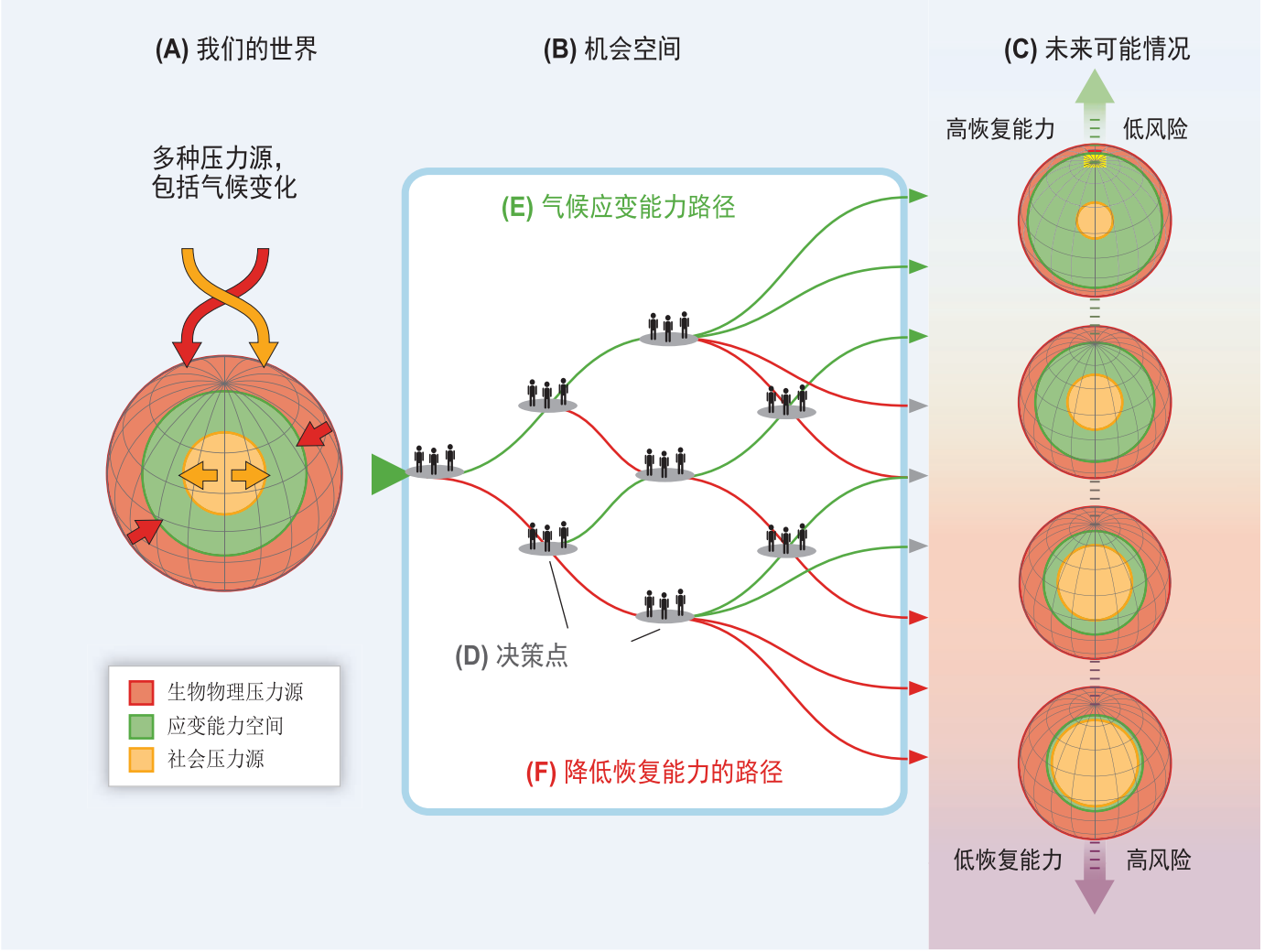
C-2.气候应变能力路径和转型

气候应变能力路径是适应与减缓相结合的，旨在减缓气候变化及其影响的可持续发展轨迹。这些轨迹包括一些确保有效风险管理能够实施和持续的迭代过程。见图TS.13.[2.5,20.3,20.4]

可持续发展式气候应变能力路径的前景从根本上说是与世界在减缓气候变化方面能够达到什么程度相关(*高信度*)。由于减缓会降低变暖的速度和程度，所以可能会将对某一特定气候变化水平的可用适应时间增加几十年。延迟减缓行动会在未来减少气候应变能力路径的选择。[1.1,19.7,20.2,20.3,20.6,图1-5]

更大的气候变化速率和幅度更有可能超过适应极限(*高信度*)。见文框TS.8。如果某行动者的目标或某系统的需求面临不可承受的风险，而又不可能或当时又没有办法为避免这种风险采取适应行动时，就会产生适应极限。对于不可承受风险的构成内容可以有不同的价值判断。适应极限源于气候变化与生物物理和/或社会经济制约因素的相互影响。随着时间的推移，尤其是如果超过了适应的极限，则利用适应与减缓之间的正向协同作用的机会会逐渐减少。在世界上的某些地区，由于目前未能充分解决新出现的影响，因而削弱了可持续发展的基础。[1.1,11.8,13.4,16.2至16.7,17.2,20.2,20.3,20.5,20.6,25.10,26.5,文框

TS



图TS.13 | 机会空间和气候应变能力路径。（A）我们的世界[A-1 和B-1 部分]受到多个压力源的威胁，这些压力源从多个方向影响了恢复能力，这里仅列出了生物物理和社会压力源。 压力源包括气候变化、气候变率、土地利用变化、生态系统退化、贫困和不平等、以及文化因素。（B）机会空间[A-2、A-3、B-2、C-1 和C-2 部分]指会引起一系列（C）未来可能 情况[C 和B-3 部分]的决策点和路径，这些未来可能情况的应变能力和风险程度各不相同。（D）决策点通过机会空间引起行为或不采取行动，这些决策点共同构成了管理或无法管 理气候变化相关风险的过程。（E）通过自适应学习、提高科学知识、有效的适应和减缓措施、以及降低风险的其他选择，机会空间中的气候应变能力路径（绿色）能引向一个恢 复能力更强的世界。（F）降低恢复能力的路径（红色）可能涉及减缓不足、适应不良、无法学习和使用知识、以及其他降低恢复能力的行动；这些路径造成的未来可能情况会是 不可逆转的。[图1-5]

16-1, 16-3 和16-4]

经济、社会、科技、政治决策和行动中的转型可以支持气候应变能力路径(*高信度*)。具体例子见表TS.7 和文框TS.8。现在可以实施目标为可持续发展式应变能力路径的战略和行动，同时这些战略和行动能够帮助改善生计、加强社会和经济福祉以及实行负责任的环境管理。对气候变化的响应可能发生转型，例如引进新的技术或实践，形成新的治理结构或系统，或者改变活动的类型或地点。转型适应的规模和程度取决于减缓和发展的过程。转型适应是涉及长期或长远决策的重要考虑因素，而且也是应对适应极限的一种方法。在国家层面上，如果转型能够反映一个国家自身根据其国情和重点实现可持续发展的愿景和方法，那么这样的转型就被认为是最有效的转型。面向可持续性的转型被认为能够从迭代学习、协商过程和创新中获益。关于转型的很多方面开展的社会讨论可对治理架构提出新的更多的要求。[1.1,2.1,2.5,8.4,14.1,14.3,16.2-16.7, 20.5,22.4,25.4,25.10,图1-5,文框16-1和16-4]

适应、减缓和可持续发展中的协同效益、协同效应和权衡的示例在减缓和适应之间以及不同的适应响应之间存在明显的协同效益、协同效应和权衡；各区域内部和各区域间都会发生相互作用(*很高信度*)。示例如下：

- 增强气候变化适应和减缓努力会不断增加相互作用的复杂性，尤其是在水、能源、土地利用和生物多样性的交叉领域更是如此，但理解和管理这些交叉领域的工具很有限(*很高信度*)。见文框TS.9。为了减缓气候

变化而对陆地生态系统进行大范围的改造，如在生态系统中以前没有过类似树种的地方植入快速生长的树种来进行碳封存，或将以前未开垦或未退化的土地用于生物能植物的种植，都会对生态系统和生物多样性产生负面影响(*高信度*)。[3.7,4.2-4.4,22.6,24.6,25.7,25.9,27.3,文框25-10和CC-WE]

- 增加可再生能源的供应、鼓励生物能作物种植或促进REDD+下的付款等气候政策对一些农村地区来讲既会产生正面影响(如增加就业机会)，也会产生负面影响(如土地利用变化、自然资本更加稀缺)(*中等信度*)。农村地区适应和减缓之间的这些二次影响和权衡对于治理会产生影响，包括促进农村利益相关方参与其中所带来的益处。在其设计中具有社会协同效益的减缓政策，如CDM和REDD+，在减贫和可持续发展方面仅有有限的影响或没有影响。(*中等信度*)。征用土地生产生物燃料的减缓对许多发展中国家的贫困人口产生了初步负面影响，对土著人和(妇女)小农尤其如此。[9.3,13.3,22.6]

- 红树林、海草和盐沼生态系统除能提供生态系统产品和服务，如保护海岸免受侵蚀和风暴破坏、维护鱼类物种的栖息地外，还能提供重要的碳储存和碳封存的机会(*有限的证据，中等一致性*)。对人为海洋变暖和酸化背景下与海洋相关的减缓和适应，国际框架为共同解决问题提供了机会，如管理跨越国界捕渔和响应

TS

文框TS.8|适应极限和转型

适应可以扩展人类和自然系统应对气候变化的能力。可使用基于风险的决策来评估适应的潜在极限。如果某行动者的目标或某系统的需求面临不可承受的风险，而又不可能或当时又没有办法为避免这种风险采取适应行动时，就会产生适应极限。适应极限依不同的环境而不同，且与文化规范和社会价值紧密相关。对于不可承受风险的构成内容，不同的行为主体有不同的价值判断，但历史经验或与不同的气候变化情景相关的影响、脆弱性和适应预期能对适应极限的理解提供依据。气候变化的幅度越大、速度越快，适应达到极限的可能性就越大。[16.2-16.4,20.5,20.6,22.4,25.4,25.10,文框16-2]

适应极限可能受到社会主体的主观价值的影响，因为主观价值能影响所认识到的适应需要和所认识到的具体政策和措施的适当性。如果极限意味着无法再避免不可承受的风险以及更大的损失和破坏的可能性，那么社会和生态系统的动态性是指适应既具有“软”极限，也具有“硬”极限。“软”极限指在未来有改变极限和降低风险的机会，其途径可有新技术的出现，或法律、制度或价值观的变化。而“硬”极限指没有避免不可承受风险的合理预计。最近关于临界点、关键脆弱性和全球边界的研究为理解复杂系统的行为提供了一些线索。[16.2-16.7,25.10]

如果适应极限已经被超过，那么损失和破坏可能增加，一些主体的目标也有可能实现不了。可能需要转型性适应来改变一个系统的基本属性，从而响应已发生的或预计的气候变化影响。这可能包括比以前的适应范围更大或强度更高的适应、对于某区域或系统全新的适应，或改变一些地域或使某些活动的类型或地点发生变化的适应。[16.2-16.4,20.3,20.5,22.4,25.10,文框25-1和25-9]

适应极限的存在说明为了在气候变化的情况下可持续地发展，可能需要进行突变，也就是说，不仅要适应气候变化的影响，还要改变对气候变化和社会脆弱性有影响的系统和结构、经济和社会关系、信仰和行为。但正如一些适应方案会带来伦理影响，转型可能会产生是否平等、是否合乎伦理的合理担忧。为了协调未来相互冲突的目标和愿景，关于被迫和被动转型所产生的风险和向可持续发展主动转型所造成风险的社会讨论可能会在多个层面上对治理结构提出新的、更多的要求。[1.1,16.2-16.7,20.5,25.10]

极端事件。[5.4,25.6,30.6,30.7]

- 地球工程学方法，包括控制海洋以改善气候变化(如营养施肥、通过增加碱度固定二氧化碳，或直接将二氧化碳注入深海)，会产生严重的环境和相关的社会经济后果(*高信度*)。而核心为太阳辐射管理(SRM)的替代方法因为无法减缓不断上升的大气二氧化碳排放，所以无法降低海洋酸度。[6.4]

- 一些农业实践能降低排放，并提高作物对温度和降雨变化的恢复能力(*高信度*)。[23.8,表25-7]

- 能降低城市区域能源和水资源消耗并有气候变化适应

表TS.8 | 适应、减缓和可持续发展之间的不同区域互相作用示例。

绿色基础设施和绿色屋顶	
目标	雨水管理、适应温度的升高、减少能源利用、城市再生
相关部门	基础设施建设、能源利用、水资源管理
概述	绿色基础设施和屋顶的好处包括减少雨水径流和城市热岛效应、提高建筑物能效、降低噪音和空气污染、改善卫生状况、提高舒适性价值、增加财产价值、提高生物多样性、外来投资。可以提高城市密度以增加能效，同时建设绿色基 础设施公共空间，从而在能效和绿色基础设施二者之间达到平衡。[8.3.3, 11.7.4, 23.7.4, 24.6,表11-3和25-5]
相互作用示例	伦敦：东伦敦绿色网格的目的是建立相互关联和多功能的开放空间，以支持该地区的再生。该项目旨在是连接人与场所、吸收和贮存水分、冷却附近地带，并提供多样化的野生动物栖息地。[8.3.3] 纽约：为对更强烈的风暴做好准备，纽约使用绿色基础设施以在雨水流入联合下水道系统前收集雨水，实施屋顶绿化，并将地面上的锅炉和其他设备进行了提升。[8.3.3,26.3.3,26.8.4] 新加坡：新加坡已使用了几种预期计划和项目来加强绿色基础设施，包括街景绿地总体规划、人工湿地或排水沟、社区花园。在其Skyrise绿地项目下，新加坡为屋顶和墙面绿化提供了补贴和手册。[8.3.3] 德班：基于生态系统的适应是德班气候变化适应战略的一部分。这种方法旨在寻求更详细地理解本土生态系统的生态，并寻找使生物多样性和生态系统服务降低生态系统和人类脆弱性的方法。例子包括社区再造林计划，该计划生产的本土幼苗用于再造林地区的种植和管理。在德班以生态系统为基础的适应发展已经证明了需要当地知识和资料，也证明了加强现有的保护区域、土地利用实践和促进就业、商业和技能发展的地方举措的益处。[8.3.3, 文框8-2]
水管理	
基本目标	在不断变化的气候和多重压力源下的水资源管理
相关部门	水资源利用、能源生产和利用、生物多样性、碳封存、生物燃料生产、粮食生产
概述	气候变化背景下的水资源管理可以包括基于生态系统的方法（如流域管理或恢复、洪水调度服务、减少侵蚀或淤积）、供应面方法（如水坝、水库、地下水开采和回灌、水捕获）、需求面方法（如通过水循环、基础设施升级、对水敏感的设计或更有效的分配提高利用效率）。水可能需要大量的能源来进行提升、运输、配送和处理。[3.7.2, 26.3,表9-8和25-5,文框CC-EA和CC-WE]
相互作用示例	纽约：纽约有一个行之有效的方案，能通过流域保护来保护和加强其供水。流域保护计划包括未开发的城市土地所有权和与土地所有者和社区的协调，以平衡水质保护、当地经济发展，并提高污水处理。市政府表示鉴于过滤厂的成本和对环境的影响，该方案对纽约来讲是最具成本效益的选择。[8.3.3，文框26-3] 开普敦：面对确保未来水供应的挑战，开普敦回应的方法是组织水管理研究，这些研究确定了需要将气候变化以及人口和经济增长纳入规划中。在2005年的干旱中，当地政府提高水价，从而促进了高效用水。其他措施包括限制用水、中水回用、消费者教育，或低流量系统或双抽水马桶等技术解决方案。[8.3.3] 澳大利亚省会城市：澳大利亚的许多省会城市正在减少对流域径流和地下水资源的依赖，因为它们对气候变化和干旱最为敏感，并通过海水淡化厂、中水回用，包括污水和雨水回收利用，以及考虑气候变化影响的综合水循环管理使供水多样化。对水资源的需求正在降低，方法如下：水资源保护和考虑水资源的城市设计，在严重缺水时实施限制供应。墨尔本的水资源增强计划包括一个海水淡化厂。已经注意到能源密集度之外的平衡，如对土著群体至关重要地点的破坏和对贫穷家庭有更大影响的用水成本上升。 [14.6.2,表25-6和25-7, 文框25-2]
环境服务资助和绿色财政政策	
基本目标	纳入环境外部因素成本和生态系统服务益处的管理
相关部门	生物多样性、生态系统服务
概述	环境服务资助（PES）是一种通过制定财政激励进行保护的市场方法，旨在保护自然区域以及相关的生计和环境服务。以减缓为核心的PES是常见的，而且有以适应为核心的PES机制的新证据。对很难界定和量化的服务不容易设计成功的PES方法。[17.5.2, 27.6.2]
相互作用示例	中美洲和南美洲：中美洲和南美洲已实施了各种PES机制。例如，哥斯达黎加和危地马拉自1997年、厄瓜多尔自2008已经开始分别运行国家一级的计划。到目前为止的例子已经表明PES可以为保护、生态系统恢复和再造林、更好的土地利用方式、减缓和最近的适应融资。在推广更大环境效益的资金接收方只收到普通资助等情况下，对受益者的统一资助可能效果不大。[17.5.2, 27.3.2, 27.6.2,表27-8] 巴西：巴西依赖于生态系统管理质量的市政资金是对资助当地的适应行动非常重要的一种收入转移形式。各州政府会收缴增值税，然后在各市间重新分配，一些州分配这些收入的方式一定程度上是基于各市保护区的面积。这种机制有助于改善环境管理和增加保护区的数量。它有利于保护区和周边居民的关系，因为这样保护区就可以被视为创收的机遇，而不是阻碍发展的障碍。这种方法建立在现有的机构和行政程序之上，因而具有较低的交易成本。[8.4.3,文框8-4]

接下页 →

表TS8(续)

可再生能源	
基本目标	可再生能源生产和减排
相关部门	生物多样性、农业、粮食安全
概述	可再生能源生产需要大量土地和水 源，这既可能会在减缓政策和土地管理之 建立正面相互作用，也可能会建立负面相互作用。 [4.4.4, 13.3.1, 19.3.2, 19.4.1, Box CC-WE]
相互作用示例	中美洲和南美洲：可再生 源，特别是水 和生物燃料，占中美洲和南美洲国家（如巴西）能源生产的很大比例。在这种情况下，生物能源作物会与粮食作物争 土地，所以要权衡利弊。生产生物能源的土地利用 化可能影响粮食作物、生物多 性和生 系 服 。第二代木素原料（如甘蔗）技 不会与粮食争夺土地。[19.3.2, 27.3.6, 27.6.1,表27-6] 澳大利亚和新西兰：强制性可再生能源目标和增加碳储存的激励机制增加了生物燃料的生产和生物固碳，而其对生物多样性的影响取决于实施情况。其益处包括减少水土流失、增加栖息地、加强相互联系，而大规模的单一种植也会带来风险或机会损失，特别是在代替多样化 景观的情况下。大规模的土地覆盖变化会以复杂的方式影响集水区集水量和区域气候。新作物如油桉或其它桉树可以提供多种好处，特别是在边远地区，因为这些植物能代替化石燃料或吸收二氧化碳，而且为土地所有者带来收入（精油、木炭、生物炭、生物燃料），并提供生态系统服务。[Table25-7, Box 25-10]
减灾和适应气候极端事件	
基本目标	提高在气候变化条件下对极端气候事件的恢复能力
相关部门	基础设施、能源使用、空间规划
概述	在应对极端气候事件和灾害时在可持续发展、适应和减缓之间会产生协同和平衡。 [13.2 to 13.4, 20.3, 20.4]
相互作用示例	菲律宾：菲律宾无家可归者联合会制定了灾后响应措施，包括社区层次的数据采集（例如评估破坏和受害者的迫切需要）；信任和建立接触；储蓄支持；社会组织登记；确定需要的干预（如建筑材料贷款）。社区调查尤其反映了在非正式定居点居住的、面临风险的居民，提高了居民中的风险意识，增加了社区在减灾和预警系统规划中的参与。[8.3.2，8.4.2] 伦敦：在伦敦，建筑形式等住宅特征在热浪期间对室内温度的影响力比城市热岛效应更强，遮阳、热质量、通风控制以及其它无源设计都是有效的适应方案。被动式房屋设计能增强自然通风，并提高保温能力，同时还能减少家庭的排放量。例如 伦敦的贝丁顿零能源发展的设计目的就是在一年中的大多数时间减少或消除加热、冷却和通风的能源需求。[8.3.3，11.7.4] 美国：在美国，用于减少损失的灾后资金被并入了用于灾难恢复的资金。例如这些资金可被用于购买遭受过多次洪水的资产，并将居民搬迁到安全的位置、抬升建筑高度、协助社区购买资产和改变洪水易发地区的土地使用模式，并进行旨在减轻未来灾害影响的其他活动。 [14.3.3]

协同效益的许多解决方案(如绿色城市和循环水)正在实施(*高信度*)。推动非机动化交通、降低机动车辆使用的交通系统能提高空气质量，而且还能增加身体的活力(*中等信度*)。[11.9,23.8,24.4,26.3,26.8,文框25-2和25-9]

- 提高能效和能源清洁度能降低危害健康且改变气候的空气污染物的排放(*很高信度*)。[11.9,23.8]

- 在非洲，利用发展益处实施综合适应–减缓响应的经验包括农民和当地社区一定程度地参与碳中和系统，并增加对农林业和有农民支持的植树的支持。(*高信度*)[22.4,22.6]

- 在亚洲，可持续城市的发展将会带来诸多协同效益，其中包括改善公共健康，可持续城市中使用化石燃料的车辆减少，有更多的树木和绿色植物(*高信度*)。[24.4至24.7]

- 在大洋洲，气候变化影响和大洋洲以外响应的跨界效应可能会超过区域内的直接影响，尤其是对农业(*中等信度*)和旅游业(*有限的证据,高一致性*)等严重依赖贸易的部门会产生经济影响。但对这些问题的研究非常少。[25.7,25.9,文框25-10]。

- 在北美，解决当地问题(如空气污染、针对贫困人口的住房、农业产量下降)的政策可被改造为完成适应、减缓和可持续性目标的政策，而改造过程只有很低的成本或没有成本(*中等信度*)。[26.9]

- 在中美洲和南美洲，以生物质为基础的可再生能源会影响土地利用变化和毁林，可再生能源会受到气候变化的影响(*中等信度*)。甘蔗、大豆和油棕种植面积的扩大可能对土地利用有影响，从而在亚马逊和中美洲部分地区等次区域造成毁林，也会在一些国家造成失业。[27.3]

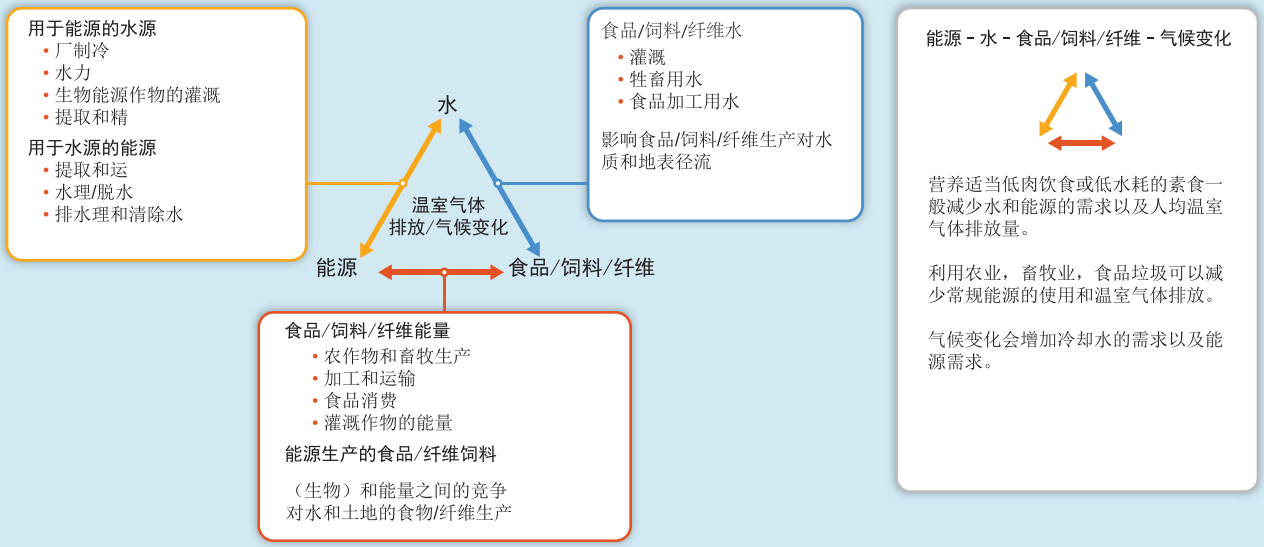
- 对小岛屿国家来讲，能源供应和使用、旅游基础设施和活动，以及海岸湿地会为适应和减缓之间的协同提供机会(*中等信度*)。[29.6至29.8]

表TS.8进一步提供了具体的示例，说明了适应、减缓和可持续发展间的相互作用，补充了以上的评估结果。

TS

文框TS.9|水–能源–粮食体系

水、能源和粮食/饲料/纤维是通过由气候变化影响的多条交互式的路径相互联系的(文框TS.9，图1)。[文框CC-WE]在不同国家、区域和生产系统内，这些联系的深度和紧密性有非常大的区别。许多能源需要大量的水，并会产生大量的废水，而处理废水也需要能源。[3.7，7.3，10.2，10.3，22.3，25.7，文框CC-WE]粮食生产、冷藏、运输和处理也需要能源和水。粮食和能源之间与气候变化相关的主要联系是生物能源和粮食生产对土地和水的竞争，以及降水、温度、作物产量对气候变化的敏感性(*证据确凿，高一致性*)。[7.3,文框25-10和CC-WE]



文框TS.9 图1 | 与气候变化相关的水–能源–粮食体系，对适应战略和减缓战略都有影响。[图 WE-1, 文框CC-WE]

大多能源生产方法或直接(基于作物的能源和水电)、或间接(用于热能的制冷或其他业务)需要大量的水(*证据确凿，高一致性*)。[10.2,10.3,25.7,文框CC-WE]。化石燃料或副产品的开采、处理和残渣处理需要水资源。[25.7]根据不同国家的情况，目前在大多发展中国家能源用水量为淡水抽取量的百分之几，但在一些发达国家为淡水抽取量的50%以上。[文框CC-WE]未来的用水需求将取决于电力需求的增长、发电技术的组合和水管理方案(*证据量中等，高一致性*)。未来能源生产的水资源可用性将根据气候变化而变化(*证据确凿，高一致性*)。[3.4，3.5，文框CC-WE]

水供应和水处理也需要能源。可能需要大量能量来提升(尤其是含水层被不断耗尽的情况下)、运输、分配水，或用于对用水或对污水的处理。废水甚至城市中的过量降雨处理或处置都需要能源。一些非传统水源(污水或海水)一般都会消耗大量能源。[表25-7,文框25-2]不同水源的每立方米水能耗有可能会相差约10倍，例如，当地生产的来自地下/地表水的饮用水与淡化海水的能耗就相差约10倍。[文框25-2和CC-WE]地下水一般比地表水会消耗更多的能源。[文框CC-WE]

水、能源、食品/饲料/纤维和气候与土地利用和管理(如造林)密切相关，土地利用和管理会影响水和其他生态系统服务、气候和水循环(*证据确凿，高一致性*)。土地退化通常会降低水和能源使用效率(例如，导致需要更多化肥，并增加地表径流)，许多这些相互作用可能会危及粮食安全。另一方面，固碳的造林活动有重要的协同效益，能降低土壤侵蚀，提供额外的(即使只是暂时的)栖息地，但可能会减少可再生水资源。[3.7,4.4,文框25-10和CC-WE]对能源、粮食/饲料/纤维、水、土地利用和气候变化相互联系的考虑会影响能源、粮食和水等供应安全，适应和减缓路径，空气污染降低，健康和经济影响。尽管支持局地和区域尺度评估和决策支持的工具非常有限，但这种关系日益被视为对有效的气候应变能力路径决策至关重要(*证据量中等,高一致性*)。

第二工作组的常见问题

第二工作组的常见问题

这些常见问题为理解第五次评估报告第二工作组报告的方法和科学发现提供了一个切入点。关于科学发现的摘要可参见决策者摘要(SPM)和技术摘要(TS)。这些常见问题用清晰易懂的语言解释，没有反映对结论中确定度的正式评估，也不包括SPM、TS和基本章节中标定的不确定性语言。报告中有关评估的来源用方括号中的章节编号标出。

常见问题1：气候变化的风险主要是由极端事件的变化还是气候平均值的变化造成的，或两者都有？

[第3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,18,19,22,23,24,25,26,27,28, 29,30章；TS]

全世界的人群和生态系统受气候影响的方式各有不同，但天气和气候极端事件会对损失和破坏造成很强的影响。平均气候条件非常重要，能让我们初步了解各个地方会发生什么，并能为旅游目的地、其他商业机会和种植什么作物提供初步的决策依据。但平均条件变化的影响经常发生在极端天气和气候事件的频率、强度或持续时间发生变化的条件下。对于没有能力应对极端事件的系统来讲，极端事件会提出过高、而且经常是无法预计的要求。例如，潮湿的环境会导致洪水，使雨水渠等应对过多降水的基础设施不堪重负。当风速超过设计标准时建筑会倒塌。对从干旱造成的到热浪造成的疾病和死亡等许多种破坏来讲，主要的风险是极端事件，而平均情况的变化表明气候中极端事件的时间、强度和类型发生了变化。

常见问题2：为了对气候变化影响做出规划，我们对未来社会是什么样有多大确定性？

[第1,2,14,15,16,17,20,21章；TS]

社会和经济总体特点如人口规模、经济活动和土地利用具有高度动态性。在10年或20年、有时更短的时间尺度上，技术革命、政治运动或异常事件会以不可预知的方式塑造历史进程。为了了解气候变化对社会和生态系统的潜在影响，科学家会使用情景来研究一系列可能未来情况的影响。情景不是预测未来会发生什么，但却是有用的工具，可以研究各种世界未来会是什么样之类的“假设”问题。情景可被用来研究未来的温室气体排放和气候变化。情景也可被用于研究经济发展、人口增长或疾病控制的进步作用于气候变化影响的方式。可能的决策和政策情景可被用于探索降低温室气体排放和准备应对气候变化的方案空间。情景分析能为理解气候变化在一系列可能的未来情景下对于人群、生态系统和经济构成的风险建立基础。当不确定性很大，而后果也很严重时，情景分析能为明智的决策提供重要的工具。

常见问题3：为什么气候变化对于风险管理来讲是一个非常大的挑战？

[第1,2,16,17,19,20,21,25章；TS]

当可能发生事件的可能性和如果可能发生的事件的可能性和后果得到充分的理解，那么对国家、企业、甚至个人来讲风险管理会更加容易。而当风险较高，或不确定性较大时，风险管理会更为困难。正如第五次评估报告第二工作组报告所示，我们对已经发生的气候变化的影响了解很多，对未来的预期影响也了解颇多。但许多不确定因素依然存在，并会持续存在。特别是未来的温室气体排放取决于尚未做出的社会选择、政策和尚未取得的技术进步，而气候变化的影响取决于所发生的气候发生变化数量和降低暴露度和脆弱性的进展成效。有效应对气候变化的真正挑战是在不可能具有完整知识的情况下认识到明智和及时决策的价值。这就是风险管理的精髓。

常见问题4：减缓和适应所带来益处的时间范围是多久？

[第1,2,16,19,20,21章；TS]

适应可以降低无法避免影响的损害。正如WGIII AR5所总结的，减缓战略能减少所发生的气候变化数量。但减缓投资的后果要过一段时间才能显现。现有基础设施的限制、许多清洁技术使用的有限性和全球对经济增长的合理期望都可能会放慢对温室气体排放已有趋势的改变。在接下来的几十年里，我们所经历的气候变化将主要由过去的行为和当前的趋势共同决定。所以短期内风险的下降会来自对已发生变化的适应。但在近期和长期投资于减缓之举都会大大降低本世纪后几十年气候变化的幅度，从而使21世纪下半叶及之后的时间成为有多个气候方案可供选择的时代。在有多个气候方案的时代，适应仍将非常重要，但无论是近期还是远长期，机遇和需求都将取决于气候变化和发展政策的多个方面。

常见问题5：科学能不能确定发生危险气候变化的阈值？

[第1,2,4,5,6,16,17,18,19,20,25章；TS]

人类活动正在改变气候。气候变化已经产生了广泛深远的影响。不过，虽然科学可以基于气候变化的概率、幅度和可能后果在技术意义上量化气候变化风险，但确定对于什么是危险的认识归根到底是一个取决于价值和目标的判断。例如，每个人对现在与未来相对价值的认识不尽相同，而且在判断生物多样性、文化和审美等的重要性时会附加个人的世界观。价值观也会影响人们对全球经济增长和最脆弱人群福祉相对重要性的判断。关于危险性的判断取决于一个人的生计、社区和家庭在多大程度上直接暴露于气候变化的程度和易受气候变化影响的程度。因气候变化而流离失所的个人或社区完全有理由认为某项具体影响是危险的，尽管这项影响可能没有超过全球危险阈值。科学的风险评估可以为这样的气候变化危险价值判断提供一个重要起点。

常见问题6：我们能不能看到近期气候变化的影响？

[第 3,4,5,6,7,11,13,18,22,23,24,25,26,27,28,29,30章 ；

FAQ

SPM]

能，有很强的证据说明了近期所观测到的气候变化对自然、生物和人类系统的影响。许多区域都已经经历了变暖趋势和更频繁的高温极端事件。气温上升与积雪减少相关，由于气候变化，许多生态系统都正在经历居住在其中物种的活动、范围或丰度的变化。海洋也正显现出物理和化学性质的变化，这反过来影响着沿海和海洋生态系统，如珊瑚礁和其他海洋生物如软体动物、甲壳类、鱼类和浮游动物。作物产量和鱼类数量对温度变化很敏感。气候变化影响正在导致作物产量的变化，使整体产量下降，但有时也会增加温带和高纬度地区的产量，一些区域的捕鱼渔业潜在力捕捞量正在上升，而另一些区域正在下降。一些当地种群正在改变其季节性迁徙和捕食模式，以适应温度的变化。

常见问题7：未来气候变化的影响都是消极的吗?会不会有积极影响？
[第3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,19,22,23,24,25,26,27,30章]

总体而言，报告中确定的未来消极影响要比积极影响多得多，尤其是当预估的气候变化幅度和速度较快时。气候变化对世界各地的人有不同的影响，但根据气候变化的速度和幅度，这些影响不仅会随区域变化，也会随时间变化而不同。例如，在许多国家经济发展面临的挑战将增多，一些疾病的风险将增加，生态系统将退化，但在一些国家经济发展的机会可能会增加，一些疾病的病例会减少，或生产性土地面积会扩大。作物产量变化会因地域和纬度而异。全球渔业潜在的捕鱼模捕捞量的格局也在变化，这既会产生积极的后果，也会产生消极的后果。可用水等资源量也将取决于降水率的变化，一些地方的资源量会下降，但在一些高纬度和多雨的热带区域等地径流和地下水补给可能会增加。

常见问题8：哪些群体对气候变化的影响最为脆弱？
[第8,9,12,13,19,22,23,26,27,29和文框CC-GC]

所有的社会对于气候变化的影响都是脆弱的，但这种脆弱性的性质随不同区域和不同的社区、时间而变化，且依赖于独特的社会经济和其他条件。贫困群体往往更容易受到健康危害和生命损失的影响，而富裕群体通常有更多的经济资产会面临风险。受暴力影响或治理不善的区域对于气候变化影响尤其脆弱。性别不平等、教育水平低等发展挑战，以及不同群体间的年龄、民族、种族、社会经济地位和治理等差异会以复杂的方式影响对气候变化影响的脆弱性。

常见问题9：气候变化会引起暴力冲突吗？
[第12,19章]

一些能增加暴力冲突和内战风险的因素对于气候变化很敏感。例如，越来越多的证据说明人均收入低、经济萎缩和国家机构不一致等因素与内战的发生有关，但也似乎对气候变化具有敏感性。气候变化政策，尤其是与资源权利变化相关的政策，也会增加暴力冲突的风险。虽然统计研究表明气候变率和冲突之间有关系，但对于气候变化是否会直接导致暴力冲突这一点仍然存在很多分歧。

常见问题10：适应、减缓和可持续发展是如何相互联系的？
[第1,2,8,9,10,11,13,17,20,22,23,24,25,26,27,29章]

减缓有可能会降低气候变化的影响，而适应可以减轻这些影响的破坏。这两种方法共同使用可以促进社会发展，使其面对于气候变化的危胁更有恢复能力，从而更具可持续性。研究表明，适应和减缓响应之间的相互作用既有潜在的协同，也有矛盾，根据情况不同而不同。适应响应可能会增加温室气体的排放(如，为了应对温度升高，需要增加空调的使用，而空调的能源来自化石燃料)，而减缓可能阻碍适应(例如增加生产生物能源作物的土地使用会对生态系统造成负面的影响)。减缓和发展政策共同产生效益的例子越来越多，例如有些做法可能会降低能源系统的局地排放，减少有害健康和改变气候的空气污染物。很显然未来适应、减缓和可持续发展会形成相关联系。

常见问题11：为什么很难确定气候变化对观测到的人类和生态系统影响的作用？
[第3,4,5,6,7,11,12,13,18,22,23,24,25,26,27,28,29,30章]

气候变化是影响地球上复杂的人类社会和自然生4态系统的诸多因素之一。在某些情况下，气候变化的影响具有独特的空间或时间模式，可为鉴定工作提供线索。但在其他情况下，气候变化的潜在影响会与土地利用变化、经济发展、技术变化或其他进程的作用完全混淆。人类活动、健康和社会的发展趋势往往有许多并存的原因，所以要单独区分气候变化的作用就尤其困难。

与气候相关的许多破坏结果是由极端天气事件造4成的，而由于气候变化，这些事件发生的频率和强度也会变化，因此会影响与气候相关的破坏结果。破坏性最大的事件比较罕见，其破坏程度因环境而定。因此，很难为观测到的趋势建立统计置信度，特别是在时间段比较短的情况下。尽管如此，气候变化对自然环境和生态系统的许多影响已经被确认，而且在人类系统中也呈现出了越来越多的气候变化影响。

交叉章节文框

CR

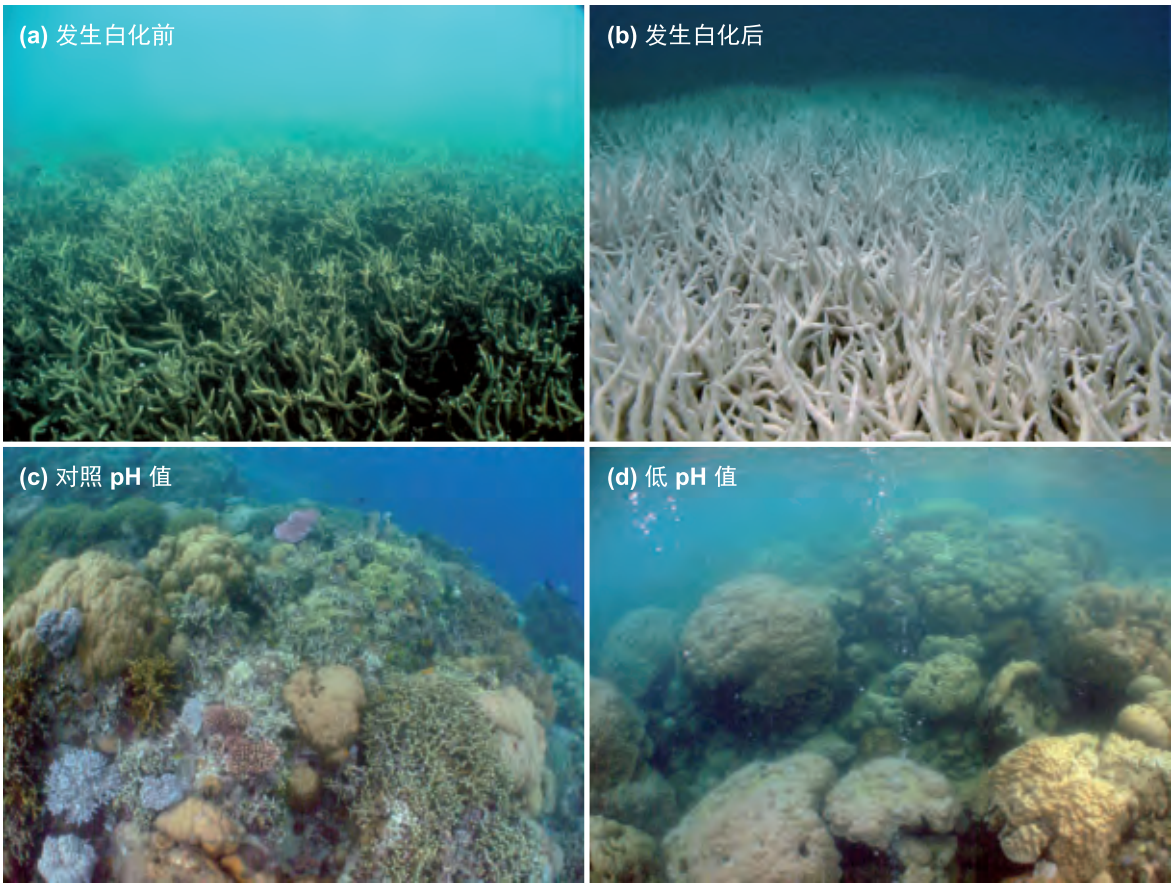
珊瑚礁

Jean-Pierre Gattuso（法国）、Ove Hoegh-Guldberg（澳大利亚）、Hans-Otto Pörtner（德国）

珊瑚礁是浅海生态系统，由碳酸钙礁体组成，其主体是造礁珊瑚虫和壳状大型藻类的分泌物。珊瑚礁仅占洋底不到0.1%的面积，但却在整个热带地区发挥着多重的重要作用，包括寄宿着高水平的生物多样性以及提供关键的生态系统产品和服务，如栖息地、渔场、海岸保护以及具有吸引力的旅游环境（Wild等，2011年）。约有2.75亿人居住在珊瑚礁附近30公里的范围内（Burke等，2011年），并可从珊瑚礁提供的生态系统服务中受益（Hoegh-Guldberg，2011年），包括供应类服务（食品、生计、建材、药材）、调节类服务（海岸线保护、水质）、支持类服务（初级生产、养分循环）以及文化类服务（宗教、旅游）。世界热带地区的许多沿海和小岛屿国家情况尤其如此（第29.3.3.1节）。

珊瑚礁是最脆弱的海洋生态系统之一（高信度；第5.4.2.4、6.3.1、6.3.2、6.3.5、25.6.2和30.5节），全球超过一半的珊瑚礁正处于中等衰退风险或是高衰退风险之中（Burke等，2011年）。20世纪80年代初之前，人类活动对珊瑚礁造成的大部分干扰都是局地的（例如：不可持续的沿海开发、污染、营养物富集、和过度捕捞），但随后来自海洋变暖（主要是大规模珊瑚白化和死亡）的干扰范围广泛（Glynn，1984年）。同一时期人们开始关注海洋酸化对珊瑚礁的影响，主要是海洋酸化对碳酸钙礁体的形成和保持所产生的影响（文框CC-OA）。

多种气候驱动因子和非气候驱动因子都可影响珊瑚和珊瑚礁，而且已经观测到了负面影响（第5.4.2.4、6.3.1、6.3.2、25.6.2.1、30.5.3、30.5.6节）。生活在珊瑚组织中的共生藻类发挥着关键的作用，为珊瑚宿主提供能量，当这些共生藻类衰竭和死亡时，珊瑚就会发生“白化”（详细的生理信息请参见第6.3.1节，区域分析请参见第30.5节）。正的温度距平（高信度）可引发珊瑚大规模白化和死亡，这也是气候变化造成的最广泛和最显著的影响（图CR-1A和B，图5-3；第5.4.2.4、6.3.1、6.3.5、25.6.2.1、30.5和30.8.2节）。例如，1997年至1998年期间有47个珊瑚礁群出现白化现象，其中多数礁群的热应力水平在1903年至1999年期间达到了前有未有的水平（Lough，2000年）。由于生物侵蚀和化学溶解的促进，海洋酸化可减少生物多样性（图CR-1C和图D），也可降低珊瑚的钙化率（高信度；第5.4.2.4、6.3.2、6.3.5节），同时却可使得珊瑚礁体的溶解速率提高（中等信度，第5.2.2.4节）。总之，这些变化会破坏珊瑚礁净溶解的碳酸钙平衡（中等可信度；第5.4.2.4节）。



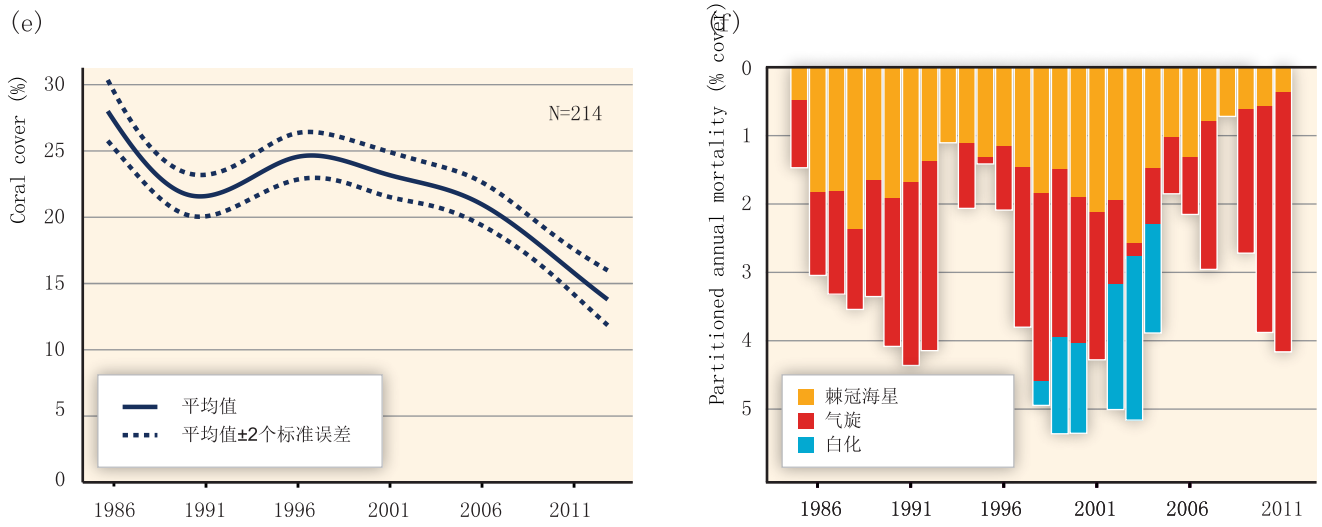


图 CR-1 | (a, b) 2002 年 2 月，大堡礁半路岛在 5 米的深度，同一珊瑚群落在白化事件发生前后的情况。2002 年大约有 95%的珊瑚群落发生严重白化(Elvidge 等，2004 年)。随着升温的强 度增大，珊瑚的死亡率也随之提高。少数几类珊瑚物种显示出能够移动沟鞭藻类共生群落的能力，也就是说适应升温条件的能力更强(Berkelmans 等 van Oppen，2006 年；Jones 等，2008 年)。(c, d) 在巴布亚新几内亚米尔恩湾省，三个二氧化碳渗透点表明长期暴露于高浓度的二氧化碳与珊瑚礁的生态环境发生根本性的变化相关(Fabricius 等，2011 年)，包括珊瑚多样性 减少(–39%)，结构的复杂性大幅降低(–67%)，幼小珊瑚的密度较低(–66%)以及壳状珊瑚藻减少(–85%)。在二氧化碳浓度较高的区域(d；中位数 pHT ~7.8,，pHT 是总范围的 pH 值)，礁群主要以大规模的珊瑚为主，而与对照区域相比，具有较高形态复杂性的珊瑚代表性不足(c；中位数 pHT ~8.0)。当 pH 值低于 7.7 时，礁群将停止发展。(e) 1985-2012 年期间大堡 礁总珊瑚覆盖率的时间趋势(N=珊瑚礁数量，De'ath 等，2012 年)。(f) 复合条框表示的是对每年珊瑚平均死亡率的估算值，而子条框表示的是由于棘冠海星、气旋和整个大堡礁白化 造成的相对死亡率(De'ath 等，2012 年)。(图片来源：R. Berkelmans (a 和 b)以及 K. Fabricius (c 和 d))。

海洋变暖和酸化可对一些形成礁石的生物形成协同效应(第5.2.4.2节、6.3.5节)。总之，这些变化将侵蚀基于礁石鱼类的栖息地，提高海岸线对海浪和风暴的暴露度，还会破坏对于如旅游业等行业非常重要的环境特征(高信度，第6.4.1.3、25.6.2、30.5节)。

越来越多的研究报告了珊瑚钙化和死亡率的区域尺度变化，当与局地要素（如水质下降和过度捕捞）进行比较时，这种变化与海洋变化和酸化的范围和影响一致（Hoegh-Guldberg等，2007年）。太平洋很多地区以及东南亚很多地区造礁珊瑚的丰度在迅速下降（很高的信度，1968-2004年为每年1-2%；Bruno和Selig，2007年）。同样，在很多加勒比珊瑚礁海域，造礁珊瑚的丰度已减少了80%以上（1977–2001年，Gardner等，2003年），而牙买加珊瑚礁则发生了从珊瑚向海藻的大规模转变（Hughes,1994年）。热带气旋、珊瑚捕食者以及热应力有关的珊瑚白化和死亡导致1985年至2012年期间大堡礁的珊瑚覆盖减少了约51%（图CR-1E和图F）。虽然没有完善的记录，但除珊瑚之外，底栖无脊椎动物也面临风险（Przeslawski等，2008年）。鱼类生物多样性受到珊瑚礁永久退化的威胁，在海洋保护区情况也是如此（Jones等，2004年）。

气候相关驱动因素（海洋变暖、酸化、海平面上升以及强度加大的热带气旋和暴雨事件）的未来影响将加剧非气候相关驱动因素的影响（高信度）。即使乐观地假设珊瑚能够快速适应热应力，在代表性浓度路径（RCP）3-PD情景下预估世界上三分之一（9-60%，68%的不确定性范围）的珊瑚礁将发生长时期的退化（未来几十年）（Frieler等，2013年）。在RCP4.5情景下，这个比例可增至三分之二（30-88％，68％的不确定性范围）。如果现今的珊瑚有适应气候的剩余能力，那么到2100年一半的珊瑚礁就可能会避免出现高频率的白化（证据量有限，一致性有限；Logan等，2004年）。然而，没有珊瑚快速适应气候变化的证据，或者有也是模棱两可（Hoegh-Guldberg，2012年）。

珊瑚礁受损可对几个关键的区域部门产生影响：

- 资源：在热带国家珊瑚礁占捕鱼量的10-20%，在发展中国家占捕鱼量的20-25%（Garcia和de Leiva Moreno，2003年）。Newton等（2007年）研究的49个岛国中超过一半（55%）的国家已经在以不可持续的方式开发利用其珊瑚礁渔场，在《排放情景特别报告》（SRES）A2排放情景下，到2050年预估太平洋珊瑚礁鱼类的产量将减少20%（Bell等，2013年）。
- 海岸防护：珊瑚礁有助于保护海岸线不受风暴潮和气旋的破坏（Sheppard CR等，2005年），为一些岛屿国家庇护着唯一可居住的土地、庇护着适合建设和维护红树林和湿地的栖息地以及休闲活动区。由于海洋变暖和酸化，致使未来海平面上升、珊瑚覆盖率下降、钙化率降低以及溶解和生物侵蚀率升高，这一切会使珊瑚礁的上述作用受到威胁（第5.4.2.4、6.4.1、30.5节）。
- 旅游业：超过100个国家从珊瑚礁提供的休闲旅游价值中获益（Burke等，2011年）。例如，大堡礁海洋公园每年吸引游客约190万人次，可为澳大利亚经济贡献54亿澳元的经济效益并提供54000个工作岗位（90％的旅游部门；Biggs，2011年）。

珊瑚礁为全球国内生产总值（GDP）做出的贡献不算太大，但在单个国家或区域尺度上珊瑚礁对经济的重要性可很高（Pratchett等，2008年）。例如，旅游业和渔业占南太平洋岛国GDP的5%（2001-2011年的平均值；Laurans等，2013年）。在局地尺度上，2009-2011年这两个行业至少占瓦努阿图和斐济村庄年收入的25％（Pascal，2011年；Laurans等，2013年）。

孤立的珊瑚礁可以从主要的干扰中恢复，隔离慢性人为压力的好处大于有限联系的成本（Gilmour等，2013年）。海洋保护区（MPA）和渔场管理有潜力提高生态系统的恢复力，并可提高珊瑚礁在气候变化影响后（如大规模的珊瑚白化）的恢复能力（Mc Leod等，2009年）。尽管这些是重要的养护和管理工具，但却无法保护珊瑚直接免受热应力的影响（Selig等，2012年），这表明需要制定更多的战略和备选战略作为补充（Rau等，2012年；Billé等，2013年）。虽然MPA网络是一个重要的管理工具，但在建立时也应考虑其他资源管理形式（例如：渔场捕捞限额和设备限制）并整合海洋和海岸管理来控制陆地威胁（如污染和沉积）。具有中等信度的是，随着地方和全球尺度上人类压力不断增长，结合广泛的管理框架设立高度保护区域网络可有助于保护珊瑚礁（Salm等，2006年）。从局地的尺度来讲，控制来自陆地的营养物质和沉积物的输入是一项重要的辅助管理战略（Mcleod等，2009年），因为养分富集可以增加珊瑚出现白化的易感性（(Wiedenmann等，2013年），而沿海污染物富含肥料可以提高酸化程度（Kelly等，2011年）。从长远来看，从量上限制海洋变暖和酸化是确保珊瑚礁及其依存性群落社区生存能力的核心。（高信度；第5.2.4.4,30.5节）。

参考文献

Bell, J.D., A. Ganachaud, P.C. Gehrke, S.P. Griffiths, A.J. Hobday, O. Hoegh-Guldberg, J.E. Johnson, R. Le Borgne, P. Lehodey, J.M. Lough, R.J. Matear, T.D. Pickering, M.S. Pratchett, A. Sen Gupta, I. Senina and M. Waycott, 2013: Mixed responses of tropical Pacific fisheries and aquaculture to climate change. *Nature Climate Change*, **3**(**6**), 591-599.

Berkelmans, R. and M.J.H. van Oppen, 2006: The role of zooxanthellae in the thermal tolerance of corals: a 'nugget of hope' for coral reefs in an era of climate change. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, **273**(**1599**), 2305-2312.

Biggs, D., 2011: *Case study: the resilience of the nature-based tourism system on Australia's Great Barrier Reef*. Report prepared for the

CR

Australian Government Department of Sustainability Environment Water Population and Communities on behalf of the State of the Environment 2011 Committee, Canberra, 32 pp.
Billé, R., R. Kelly, A. Biastoch, E. Harrould-Kolieb, D. Herr, F. Joos, K.J. Kroeker, D. Laffoley, A. Oschlies and J.-P. Gattuso, 2013: Taking action against ocean acidification: a review of management and policy options. *Environmental Management*, **52**, 761-779.
Bruno, J.F. and E.R. Selig, 2007: Regional decline of coral cover in the Indo-Pacific: timing, extent, and subregional comparisons. PLoS ONE, 2(8), e711. doi: 10.1371/journal.pone.0000711.
Burke, L., K. Reytar, M. Spalding and A. Perry, 2011: *Reefs at risk revisited*. World Resources Institute, Washington D.C., 114 pp.
De'ath, G., K.E. Fabricius, H. Sweatman and M. Puotinen, 2012: The 27-year decline of coral cover on the Great Barrier Reef and its causes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **109**(**44**), 17995-17999.
Elvidge, C.D., J.B. Dietz, R. Berkelmans, S. Andréfouët, W. Skirving, A.E. Strong and B.T. Tuttle, 2004: Satellite observation of Keppel Islands (Great Barrier Reef) 2002 coral bleaching using IKONOS data. *Coral Reefs*, **23**(**1**), 123-132.
Fabricius, K.E., C. Langdon, S. Uthicke, C. Humphrey, S. Noonan, G. De'ath, R. Okazaki, N. Muehllehner, M.S. Glas and J.M. Lough, 2011: Losers and winners in coral reefs acclimatized to elevated carbon dioxide concentrations. *Nature Climate Change*, **1**(**3**), 165-169.
Frieler, K., M. Meinshausen, A. Golly, M. Mengel, K. Lebek, S.D. Donner and O. Hoegh-Guldberg, 2013: Limiting global warming to 2°C is unlikely to save most coral reefs. *Nature Climate Change*, **3**(**2**), 165-170.
Garcia, S.M. and I. de Leiva Moreno, 2003: Global overview of marine fisheries. In: *Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem* [Sinclair, M. and G. Valdimarsson (eds.)]. Wallingford: CABI, pp. 1-24.
Gardner, T.A., I.M. Côté, J.A. Gill, A. Grant and A.R. Watkinson, 2003: Long-term region-wide declines in Caribbean corals. *Science*, **301**(**5635**), 958-960.
Gilmour, J.P., L.D. Smith, A.J. Heyward, A.H. Baird and M.S. Pratchett, 2013: Recovery of an isolated coral reef system following severe disturbance. *Science*, **340**(**6128**), 69-71.
Glynn, P.W., 1984: Widespread coral mortality and the 1982-83 El Niño warming event. *Environmental Conservation*, **11**(**2**), 133-146.
Hoegh-Guldberg, O., 2011: Coral reef ecosystems and anthropogenic climate change. *Regional Environmental Change*, **11**, 215-227.
Hoegh-Guldberg, O., 2012: The adaptation of coral reefs to climate change: Is the Red Queen being outpaced? *Scientia Marina*, **76**(**2**), 403-408.
Hoegh-Guldberg, O., P.J. Mumby, A.J. Hooten, R.S. Steneck, P. Greenfield, E. Gomez, C.D. Harvell, P.F. Sale, A.J. Edwards, K. Caldeira, N. Knowlton, C.M. Eakin, R. Iglesias-Prieto, N. Muthiga, R.H. Bradbury, A. Dubi and M.E. Hatziolos, 2007: Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. *Science*, **318**(**5857**), 1737-1742.
Hughes, T.P., 1994: Catastrophes, phase-shifts, and large-scale degradation of a Caribbean coral reef. *Science*, **265**(**5178**), 1547-1551.
Jones, A.M., R. Berkelmans, M.J.H. van Oppen, J.C. Mieog and W. Sinclair, 2008: A community change in the algal endosymbionts of a scleractinian coral following a natural bleaching event: field evidence of acclimatization. Proceedings of the *Royal Society B: Biological Sciences*, **275**(**1641**), 1359-1365.
Jones, G.P., M.I. McCormick, M. Srinivasan and J.V. Eagle, 2004: Coral decline threatens fish biodiversity in marine reserves. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **101**(**21**), 8251-8253.
Kelly, R.P., M.M. Foley, W.S. Fisher, R.A. Feely, B.S. Halpern, G.G. Waldbusser and M.R. Caldwell, 2011: Mitigating local causes of ocean acidification with existing laws. *Science*, **332**(**6033**), 1036-1037.
Laurans, Y., N. Pascal, T. Binet, L. Brander, E. Clua, G. David, D. Rojat and A. Seidl, 2013: Economic valuation of ecosystem services from coral reefs in the South Pacific: taking stock of recent experience. *Journal of Environmental Management*, **116**, 135-144.
Logan, C.A., J.P. Dunne, C.M. Eakin and S.D. Donner, 2014: Incorporating adaptive responses into future projections of coral bleaching. *Global Change Biology*, **20**(**1**), 125-139.
Lough, J.M., 2000: 1997–98: Unprecedented thermal stress to coral reefs? *Geophysical Research Letters*, **27**(**23**), 3901-3904.
McLeod, E., R. Salm, A. Green and J. Almany, 2009: Designing marine protected area networks to address the impacts of climate change. *Frontiers in Ecology and the Environment*, **7**(**7**), 362-370.
Newton, K., I.M. Côté, G.M. Pilling, S. Jennings and N.K. Dulvy, 2007: Current and future sustainability of island coral reef fisheries. *Current Biology*, **17**(**7**), 655-658.
Pascal, N., 2011: *Cost-benefit analysis of community-based marine protected areas: 5 case studies in Vanuatu, South Pacific*. CRISP Research Reports. CRIOBE (EPHE/CNRS). Insular Research Center and Environment Observatory, Mooréa, French Polynesia, 107 pp.
Pratchett, M.S., P.L. Munday, S.K. Wilson, N.A.J. Graham, J.E. Cinner, D.R. Bellwood, G.P. Jones, N.V.C. Polunin and T.R. McClanahan, 2008: Effects of climate-induced coral bleaching on coral-reef fishes - Ecological and economic consequences. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, **46**, 251-296.
Przeslawski, R., S. Ahyong, M. Byrne, G. Wörheide and P. Hutchings, 2008: Beyond corals and fish: the effects of climate change on noncoral benthic invertebrates of tropical reefs. *Global Change Biology*, **14**(**12**), 2773-2795.
Rau, G.H., E.L. McLeod and O. Hoegh-Guldberg, 2012: The need for new ocean conservation strategies in a high-carbon dioxide world. *Nature Climate Change*, **2**(**10**), 720-724.
Salm, R.V., T. Done and E. McLeod, 2006: Marine Protected Area planning in a changing climate. In: *Coastal and Estuarine Studies 61. Coral Reefs and Climate Change: Science and Management*. [Phinney, J.T., O. Hoegh-Guldberg, J. Kleypas, W. Skirving and A. Strong (eds.)]. American Geophysical Union, pp. 207-221.
Selig, E.R., K.S. Casey and J.F. Bruno, 2012: Temperature-driven coral decline: the role of marine protected areas. *Global Change Biology*, **18**(**5**), 1561-1570.
Sheppard, C., D.J. Dixon, M. Gourlay, A. Sheppard and R. Payet, 2005: Coral mortality increases wave energy reaching shores protected by reef flats: Examples from the Seychelles. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **64**(**2-3**), 223-234.
Wiedenmann, J., C. D'Angelo, E.G. Smith, A.N. Hunt, F.-E. Legiret, A.D. Postle and E.P. Achterberg, 2013: Nutrient enrichment can increase the susceptibility of reef corals to bleaching. *Nature Climate Change*, **3**(**2**), 160-164.
Wild, C., O. Hoegh-Guldberg, M.S. Naumann, M.F. Colombo-Pallotta, M. Ateweberhan, W.K. Fitt, R. Iglesias-Prieto, C. Palmer, J.C. Bythell, J.-C. Ortiz, Y. Loya and R. van Woesik, 2011: Climate change impedes scleractinian corals as primary reef ecosystem engineers. *Marine and Freshwater Research*, **62**(**2**), 205-215.

本跨章节文框应引用为：

Gattuso, J.-P., O. Hoegh-Guldberg, and H.-O. Pörtner, 2014: Cross-chapter box on coral reefs. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 99-102.

EA

基于生态系统的适应方法—新机遇

Rebecca Shaw（美国）、Jonathan Overpeck（美国）、Guy Midgley（南非）

（EBA）是指使用生物多样性和生态系统服务作为总体适应战略的一部分来帮助人们适应气候变化的不利影响（CBD,2009年），其可将生物多样性和生态系统服务的使用纳入了气候变化适应战略（例如，CBD，2009年；Munroe等，2011年；参见《IPCC第二工作组第五次评估报告》第3、4、5、8、9、13、14、15、16、19、22、25和27章）。EBA的实施采用的是可持续地管理自然资源以及保护和恢复生态系统的方式，提供和维持服务从而促进对气候变率和变化的适应（Colls等，2009年）。EBA还提出要考虑可对当地社区产生的多种社会、经济和文化的共生效益（CBDCOP10决定X/33）。

EBA可与工程化的基础设施或其它技术方法结合使用，或者甚至作为其替代品单独使用。如水坝、海堤和河堤之类的工程防御系统会给生物多样性带来不利的影响，可能会导致生态系统调节服务受损后发生不良适应（Campbell等，2009年；Munroe等，2011年）。有一些证据表明恢复和利用生态系统服务可减少或延迟对这类工程解决方案的需求（CBD，2009年）。相比工程性解决方案，使用EBA在产生不良适应方面风险更低，因其应用更为灵活也能更好地响应无法预测的环境变化。健全一体的EBA比非一体的物理工程方法更具成本效益和可持续性（Jones等，2012年），并可能有助于实现可持续发展的目标（例如：减贫、可持续环境管理、甚至减排目标），当EBA与健全的生态系统管理方法结合使用时效果更好（CBD，2009年）。此外，EBA可产生经济、社会和环境共生效益，其形式便为生态系统产品和服务（世界银行，2009年）。

EBA既适用于发达国家，也适用于发展中国家。在发展中国家，经济更为直接地依赖于生态系统提供的服务（Vignola等，2009年），EBA是一个非常有用的方法，可减轻气候变化影响的风险并确保按照适应气候变化的途径进行发展（Munang等，2013年）。EBA项目可通过加强现有的倡议（如基于社区的适应和自然资源管理方法）得以发展（例如：Khan等，2012年，Midgley等，2012年；Roberts等，2012年）。

基于生态系统适应方法的范例包括：

- 可持续性水资源管理，对江河流域、地下水、冲积平原、及其相关的植被

进行管理或恢复，以提供具有恢复力的蓄水，以及加强底流、洪水调节和保护服务，减小侵蚀/淤积速率，以及提供更多生态系统产品(例如，Opperman等，2009年；Midgley等，2012年)

- 减轻灾害风险，是通过恢复沿海栖息地(例如：红树林、湿地和三角洲)以提供有效的措施，防止风暴潮、海水入侵和海岸侵蚀(Jonkman等，2013年)
- 可持续地管理草原和牧场，以提高牧民生计并提高抵御干旱和洪水的能力
- 建立多元化和具恢复能力的农业系统，并调整作物种类和牲畜品种以确保粮食供应。传统知识在这方面有所帮助，例如通过确定原产地作物和牲畜的遗传多样性，以及采用节水技术。
- 管理火灾多发的生态系统，以实现更安全的防火制度，同时确保维护自然进程

像其他方法一样，应用EBA也同样有风险，而风险/效益评估能够更好地评估该方法提供的机遇（CBD，2009年）。由于EBA的例子太少并且实施时间太短，在现阶段无法全面评估其风险或效益。EBA仍然是一个发展中的概念，但应与更加基于工程项目或社会变革的适应方法一同考虑，并应使用现有的和新的案例来形成对何时何地适于使用该方法的认识。

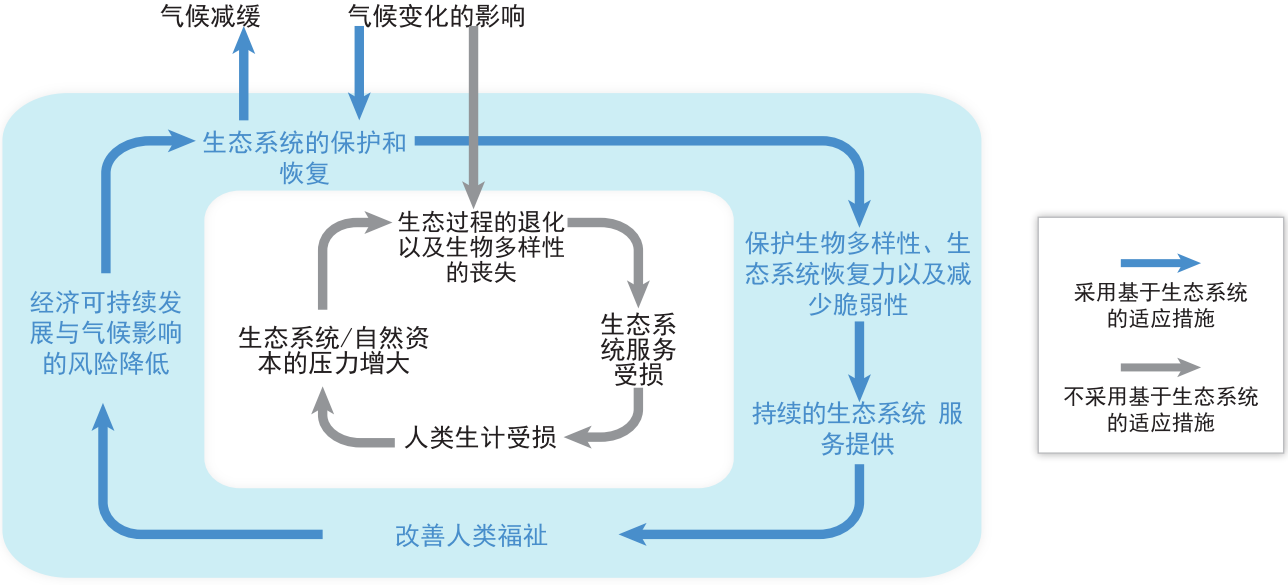


图 EA-1 | 摘自 Munang 等(2013 年)。基于生态系统的适应(EBA)是利用自然的能力来缓冲气候变化对人类系统造成的不利影响 。如果不采用EBA，气候变化可能会导致生态过程退 化(中央的白色部分)，从而导致人类福祉受损。实施了EBA(外圈蓝色部分)可能会减少或抵消这些不利影响，从而产生良性循环并减少气候对人类社会造成的相关风险， EBA 还可能会产生减缓的效益。

参考文献

Campbell, A., V. Kapos, J. Scharlemann, P. Bubb, A. Chenery, L. Coad, B. Dickson, N. Doswald, M. Khan, F. Kershaw, and M. Rashid, 2009: *Review of the Literature on the Links between Biodiversity and Climate Change: Impacts, Adaptation and Mitigation*. CBD Technical Series No. 42, Secretariat of the Convention on Biological Diversity (CBD), Montreal, QC, Canada, 124 pp.

CBD, 2009: *Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change*. CBD Technical Series No. 41, Secretariat of the Convention on Biological Diversity (CBD), Montreal, QC, Canada, 126 pp.

Colls, A., N. Ash, and N. Ikkala, 2009: *Ecosystem-Based Adaptation: A Natural Response to Climate Change*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), Gland, Switzerland, 16 pp.

Jones, H.P., D.G. Hole, and E.S. Zavaleta, 2012: Harnessing nature to help people adapt to climate change. *Nature Climate Change*, **2**(**7**), 504-509.

Jonkman, S.N., M.M. Hillen, R.J. Nicholls, W. Kanning, and M. van Ledden, 2013: Costs of adapting coastal defences to sea-level rise – new estimates and their implications. *Journal of Coastal Research*, **29**(**5**), 1212-1226.

Khan, A.S., A. Ramachandran, N. Usha, S. Punitha, and V. Selvam, 2012: Predicted impact of the sea-level rise at Vellar-Coleroon estuarine region of Tamil Nadu coast in India: mainstreaming adaptation as a coastal zone management option. *Ocean & Coastal Management*, 69, 327-339.

Midgley, G.F., S. Marais, M. Barnett, and K. Wågsæther, 2012: *Biodiversity, Climate Change and Sustainable Development – Harnessing Synergies and Celebrating Successes*. Final Technical Report, The Adaptation Network Secretariat, hosted by Indigo Development & Change and The Environmental Monitoring Group, Nieuwoudtville, South Africa. 70 pp.

Munang, R, I. Thiaw, K. ALverson, M. Mumba, J. Liu, and M. Rivington, 2013: Climate change and ecosystem-based adaptation: a new pragmatic approach to buffering climate change impacts. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, **5**(**1**), 67-71.

Munroe, R., N. Doswald, D. Roe, H. Reid, A. Giuliani, I. Castelli, and I. Moller, 2011: *Does EbA Work? A Review of the Evidence on the Effectiveness of Ecosystem-Based Approaches to Adaptation*. Research collaboration between BirdLife International, United Nations Environment Programme-World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC), and the University of Cambridge, Cambridge, UK, and the

International Institute for Environment and Development (IIED), London, UK, 4 pp.

Opperman, J.J., G.E. Galloway, J. Fargione, J.F. Mount, B.D. Richter, and S. Secchi, 2009: Sustainable floodplains through large-scale reconnection to rivers. *Science*, **326**(**5959**), 1487-1488.

Roberts, D., R. Boon, N. Diederichs, E. Douwes, N. Govender, A. McInnes, C. McLean, S. O'Donoghue, and M. Spires, 2012: Exploring ecosystem-based adaptation in Durban, South Africa: "learning-by-doing" at the local government coal face. *Environment and Urbanization*, **24**(**1**), 167-195.

Vignola, R., B. Locatelli, C. Martinez, and P. Imbach, 2009: Ecosystem-based adaptation to climate change: what role for policymakers, society and scientists? *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, **14**(**8**), 691-696.

本跨章节文框应引用为：

Shaw, M.R., J.T. Overpeck, and G.F. Midgley, 2014: Cross-chapter box on ecosystem based approaches to adaptation—emerging opportunities. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 103-105.

GC

性别与气候变化

Katharine Vincent（南非）、Petra Tschakert（美国）、Jon Barnett（澳大利亚）、Marta G. Rivera- Ferre（西班牙）、Alistair Woodward（新西兰）

性别连同年龄、财富和等级等社会人口因素对于人们感知气候变化的方式是至关重要的因素。对于影响、适应和脆弱性而言性别都有着重要意义。这是《第二工作组第四次评估报告》和SREX报告中提出的问题（Adger等，2007年；IPCC，2012年），但是AR5根据多方面的证据（包括气候变化针对不同性别如何有所区分，以及气候变化是如何助长现有性别不平等的长期性）提出了重要的新发现。在世界各个区域已开展了这项新研究（例如Brouwer等，2007年；Buechler，2009年；Nelson和Stathers，2009年；Nightingale，2009年；Dankelman，2010年；MacGregor，2010年；Alston，2011年；Arora-Jonsson，2011年；Omolo，2011年；Resureccion，2011年）。

脆弱性的性别方面问题是由于获取适应所需的社会和环境资源的方式不同所造成的。在很多农村经济地区和以资源为基础的生计系统中，约定俗成的是女性获得的财务资源、土地、教育、卫生和其他基本权利比男性少。性别不平等性的其他驱动因素源自决策过程和劳动力市场形成的社会排斥，尤其让妇女更加缺乏应对和适应气候变化影响的能力（Paavola，2008年；Djoudi和Brockhaus，2011年；Rijkers和Costa，2012年）。这些性别不平等性体现在分性别的生计影响以及责任的女性化：虽然无论男性还是女性其在生产力作用方面都会有所提高，但在生殖作用方面只有女性有所提高（Resureccion，2011年；第9.3.5.1.5节，文框13-1）。例如，澳大利亚的一项研究显示干旱发生更为频繁之后是如何使女性承受日益加大的压力，如何要去赚取非农收入，以及如何要做更多的农业劳动（Alston，2011年）。坦桑尼亚和马拉维的研究展示了女性是如何失去的粮食安全，是如何出现的营养不足，原因是粮食会被优先分发给其他家庭成员（Nelson和Stathers，2009年；Kakota等，2011年）。

AR4评估了一份文献，这个文献侧重于从死亡人数方面研究女性对天气相关灾害的脆弱性相对较高（Adger等，2007年）。自那时以来发表的其他文献补充了一些细微差别之处，展示了社会建构的性别差异是如何影响极端事件的暴露度的，并从而导致男性和女性死亡率呈不同模式（高信度；第11.3.3节，表12-3）。对1981年至2002年期间141个国家极端事件记录中对男性和女性死亡率模式进行了证据统计，根据这些统计证据发现灾害发生初期死亡的女性比男性多（Neumayer和Plümper，2007年；另见文框13-1）。死亡率出现性别差异的原因包括各种社会和文化决定的性别角色。例如，孟加拉国的研究显示女性不学习游泳，因此在发生洪水时女性就易受洪水影响（Röhr，2006年），而在尼加拉瓜，

性别角色的建造意味着中产阶级的妇女即使在洪水期间和在风险高发地区预计也会留在家中(Bradshaw，2010年)。尽管对女性面对极端事件的不同脆弱性早有所了解，但现在有越来越多的证据表明男性的性别角色如何影响其脆弱性。特别是，人们往往期望男性是勇敢的英雄，能够参与危险的救死扶伤行动，而这会提高男性的死亡可能性(文框13-1)。例如，在越南骇浪区，由于男性在洪水发生期间参与了人员搜救和农田保护行动，因此男性的死亡率高于女性(Campbell等，2009年)。根据美国和澳大利亚的记录，在灾后妇女和女童更可能成为家庭暴力的受害者，如果她们正好住在应急安置处时情况尤其如此(Jenkins和Phillips，2008年；Anastario等，2009年；Alston，2011年；Whittenbury，2013年；另见文框13-1)。

热应力可表现出性别差异，这反映了生理和社会因素(第11.3.3节)。欧洲国家的多数研究表明女性面临的风险更高，但是在一些情况下她们相对较低的社会脆弱性可抵消她们通常较高的生理脆弱性(例如，如果她们能通过参与支持性社交网络而紧密联系起来)。在巴黎发生热浪期间，未婚男性比未婚女性面临的风险更大，而在芝加哥老年男性的风险最大，这反映了他们没有很好地参与社交支持网络，从而导致更高的社会脆弱性(Kovats和Hajat，2008年)。一项多城市研究显示性别与热应力导致的死亡率之间的关系存在地域差异：在墨西哥城，女性的死亡率风险比男性高，而在圣地亚哥和圣保罗情况则正好相反(Bell等，2008年)。

认识到脆弱性和适应性的性别差异可促进按性别敏感程度作出响应，从而降低女性和男性的脆弱性(Alston，2013年)。对适应所作投资进行评估后的结果表明那些未太针对性别方面和其他社会不平等性要素的方法可能会增加现有的脆弱性(Vincent等，2010年；Arora-Jonsson，2011等；Figueiredo和Perkins，2012年)。政府支持的干预措施是要通过农村经济地区的经济作物和非农企业来提高生产，例如，通常男性比女性更有优势，因为在农村地区挣现金被视为是男性的活动(Gladwin等，2011年；另见13.3.1节)。相比之下，以雨水和保护为基础的适应措施可能需要更多的劳动力，女性可不必能够应付(Baiphethi等，2008年)。鼓励男女平等地接受教育并加强社会资本是提高农村务农妇女适应能力的最佳手段(Goulden等，2009年；Vincent等，2010年；Below等，2012年)，而且也可作为上文提到的现有使男性受益的活动的补充措施。基于权利的发展手段可以为适应工作提供依据，因为这种发展手段注重解决靠体制做法来制定获取资源的方式以及控制决策过程的方式，包括社会构建性别的方式及性别与造成不平等性和脆弱性的其他因素的交集方式(Tschakert和Machado，2012年；Bee等，2013年；Tschakert，2013年；另见22.4.3节和表22-5)。

GC

参考文献

Adger, W.N., S. Agrawala, M.M.Q. Mirza, C. Conde, K. O'Brien, J. Pulhin, R. Pulwarty, B. Smit, and K. Takahashi, 2007: Chapter 17: Assessment of adaptation practices, options, constraints and capacity. In: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, and C.E. Hanson (ed.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 719-743.

Alston, M., 2011: Gender and climate change in Australia. *Journal of Sociology*, **47**(**1**), 53-70.

Alston, M., 2013: Women and adaptation. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, (**4**)**5**, 351-358.

Anastario, M., N. Shebab, and L. Lawry, 2009: Increased gender-based violence among women internally displaced in Mississippi 2 years post-Hurricane Katrina. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, **3**(**1**), 18-26.

Arora-Jonsson, S., 2011: Virtue and vulnerability: discourses on women, gender and climate change. *Global Environmental Change*, **21**, 744-751.

Baiphethi, M.N., M. Viljoen, and G. Kundhlande, 2008: Rural women and rainwater harvesting and conservation practices: anecdotal evidence from the Free State and Eastern Cape. *Agenda*, **22**(78), 163-171.

Bee, B., M. Biermann, and P. Tschakert, 2013: Gender, development, and rights-based approaches: lessons for climate change adaptation and adaptive social protection. In: *Research, Action and Policy: Addressing the Gendered Impacts of Climate Change* [Alston, M. and K. Whittenbury (eds.)]. Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 95-108.

Bell, M.L., M.S. O'Neill, N. Ranjit, V.H. Borja-Aburto, L.A. Cifuentes, and N.C. Gouveia, 2008: Vulnerability to heat-related mortality in Latin America: a case-crossover study in Sao Paulo, Brazil, Santiago, Chile and Mexico City, Mexico. *International Journal of Epidemiology*, **37**(**4**), 796-804.

Below, T.B., K.D. Mutabazi, D. Kirschke, C. Franke, S. Sieber, R. Siebert, and K. Tscherning, 2012: Can farmers' adaptation to climate change be explained by socio-economic household-level variables? *Global Environmental Change*, **22**(**1**), 223-235.

Bradshaw, S., 2010: Women, poverty, and disasters: exploring the links through Hurricane Mitch in Nicaragua. In: The International Handbook of Gender and Poverty: Concepts, Research, Policy [Chant, S. (ed.)]. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK, pp. 627-632.

Brouwer, R., S. Akter, L. Brander, and E. Haque, 2007: Socioeconomic vulnerability and adaptation to environmental risk: a case study of climate change and flooding in Bangladesh. *Risk Analysis*, **27**(**2**), 313-326.

Campbell, B., S. Mitchell, and M. Blackett, 2009: *Responding to Climate Change in Vietnam. Opportunities for Improving Gender Equality*. A Policy Discussion Paper, Oxfam in Viet Nam and United Nations Development Programme-Viet Nam (UNDP-Viet Nam), Ha noi, Viet Nam, 62 pp.

Dankelman, I., 2010: Introduction: exploring gender, environment, and climate change. In: *Gender and Climate Change: An Introduction* [Dankelman, I. (ed.)]. Earthscan, London, UK and Washington, DC, USA, pp. 1-18.

Djoudi, H. and M. Brockhaus, 2011: Is adaptation to climate change gender neutral? Lessons from communities dependent on livestock and forests in northern Mali. *International Forestry Review*, **13**(**2**), 123-135.

Figueiredo, P. and P.E. Perkins, 2012: Women and water management in times of climate change: participatory and inclusive processes. *Journal of Cleaner Production*, **60**(**1**), 188-194.

Gladwin, C.H., A.M. Thomson, J.S. Peterson, and A.S. Anderson, 2001: Addressing food security in Africa via multiple livelihood strategies of

women farmers. *Food Policy*, **26**(**2**), 177-207.
Goulden, M., L.O. Naess, K. Vincent, and W.N. Adger, 2009: Diversification, networks and traditional resource management as adaptations to climate extremes in rural Africa: opportunities and barriers. In: *Adapting to Climate Change: Thresholds, Values and Governance* [Adger, W.N., I. Lorenzoni, and K. O'Brien (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 448-464.
IPCC, 2012: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 582 pp.
Jenkins, P. and B. Phillips, 2008: Battered women, catastrophe, and the context of safety after Hurricane Katrina. *NWSA Journal*, **20**(**3**), 49-68.
Kakota, T., D. Nyariki, D. Mkwambisi, and W. Kogi-Makau, 2011: Gender vulnerability to climate variability and household food insecurity. *Climate and Development*, **3**(**4**), 298-309.
Kovats, R. and S. Hajat, 2008: Heat stress and public health: a critical review. *Public Health*, **29**, 41-55.
MacGregor, S., 2010: 'Gender and climate change': from impacts to discourses. *Journal of the Indian Ocean Region*, **6**(**2**), 223-238.
Nelson, V. and T. Stathers, 2009: Resilience, power, culture, and climate: a case study from semi-arid Tanzania, and new research directions. *Gender & Development*, **17**(**1**), 81-94.
Neumayer, E. and T. Plümper, 2007: The gendered nature of natural disasters: the impact of catastrophic events on the gender gap in life expectancy, 1981-2002. *Annals of the Association of American Geographers*, **97**(**3**), 551-566.
Nightingale, A., 2009: Warming up the climate change debate: a challenge to policy based on adaptation. *Journal of Forest and Livelihood*, **8**(**1**), 84-89.
Omolo, N., 2011: Gender and climate change-induced conflict in pastoral communities: case study of Turkana in northwestern Kenya. *African Journal on Conflict Resolution*, **10**(**2**), 81-102.
Paavola, J., 2008: Livelihoods, vulnerability and adaptation to climate change in Morogoro, Tanzania. *Environmental Science & Policy*, **11**(**7**), 642-654.
Resurreccion, B.P., 2011: *The Gender and Climate Debate: More of the Same or New Pathways of Thinking and Doing?* Asia Security Initiative Policy Series, Working Paper No. 10, RSIS Centre for Non-Traditional Security (NTS) Studies, Singapore, 19 pp.
Rijkers, B. and R. Costa, 2012: *Gender and Rural Non-Farm Entrepreneurship*. Policy Research Working Paper 6066, Macroeconomics and Growth Team, Development Research Group, The World Bank, Washington, DC, USA, 68 pp.
Röhr, U., 2006: Gender and climate change. *Tiempo*, **59**, 3-7.
Tschakert, P., 2013: From impacts to embodied experiences: tracing political ecology in climate change research. *Geografisk Tidsskrift/Danish Journal of Geography*, 112(2), 144-158.
Tschakert, P. and M. Machado, 2012: Gender justice and rights in climate change adaptation: opportunities and pitfalls. *Ethics and Social Welfare*, **6**(**3**), 275-289, doi: 10.1080/17496535.2012.704929.
Vincent, K., T. Cull, and E. Archer, 2010: Gendered vulnerability to climate change in Limpopo province, South Africa. In: *Gender and Climate Change: An Introduction* [Dankelman, I. (ed.)]. Earthscan, London, UK and Washington, DC, USA, pp. 160-167.
Whittenbury, K., 2013: Climate change, women's health, wellbeing and experiences of gender-based violence in Australia. In: *Research, Action and Policy: Addressing the Gendered Impacts of Climate Change* [Alston, M. and K. Whittenbury (eds.)]. Springer Science, Dordrecht, Netherlands, pp. 207-222.

本跨章节文框应引用为：

K.E. Vincent, P. Tschakert, Barnett, J., M.G. Rivera-Ferre, and A. Woodward, 2014: Cross-chapter box on gender and climate change. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 107-109.

HS

热应力和热浪

Lennart Olsson（瑞典）、Dave Chadee（特里尼达和多巴哥）、Ove Hoegh-Guldberg（澳大利亚）、Michael Oppenheimer（美国）、John Porter（丹麦）、Hans-O.Pörtner（德国）David Satterthwaite（英国）、Kirk R.Smith（美国）、Maria Isabel Travasso（阿根廷）、Petra Tschakert（美国）

根据第一工作组的评估结果，在过去三十年间高温天的数量和强度很有可能有了显著的增加，而且几乎可以肯定的是这种增长趋势将延续至21世纪末。此外，在一些地区热浪的发生次数（连续多天高温）可能（中等信度）增加了两倍多，但很可能的是在本世纪中叶后大部分陆地地区热浪的发生将更为频繁。在中等升温程度的情景下，Coumou等（2013年）预测与不发生全球升温的情况相比，到21世纪40年代出现月高温记录的数量将比正常情况高出12倍多。从较长的时间角度来看，如果全球平均温度上升+7°C或以上，热带和中纬度的部分可居住地将面临风险（Sherwood和Huber，2010年）。热浪可直接影响自然和人类系统，通常会造成严重的生命和财产损失，而且可能成为一些临界点触发因素（Hughes等，2013年）。因此，热应力在第19章和CC-KR提到的一些关键风险中发挥着重要的作用。

经济与社会（第10、11、12、13章）

环境热应力已造成全球劳动能力在高峰月减少至90%，而且预测显示到2050年这一数值将进一步降至80%。在升温幅度较高的情景（RCP8.5）下，预计到2200年劳动能力在高峰月将比当前条件下的劳动能力低40%（Dunne等，2013年）。为确保热浪发生期间的制冷能力和应急避难场所而产生的适应成本将是高昂的。

热浪与社会困难（如暴力事件增加）（Anderson，2012年）、整体健康和心理困扰以及较低的生活满意度相联系（Tawatsupa等，2012年）。在不同人群中影响也大大不同，对于穷人、老人和那些处于社会边缘的人群产生的压力特别大（Wilhelmi等，2012年）。由于气候和城市热岛效应的共同影响，预计市区受到的影响更大（Fischer等，2012年；另见8.2.3.1节）。在低收入和中等收入国家，对于多数贫困人群，尤其是那些依赖农业、渔业和建筑业户外工作的人群，对于热应力的适应受到了严格限制。在小规模的农业生产中，由于按性别分工的原因，妇女和儿童的风险特别大（Croppenstedt等，2013年）。预计热浪导致野火的发生次数会增长（Pechony和Shindell，2010年），这对于人类安全、健康和生态系统是一个隐患。野火引起的空气污染可预计造成全世界每年有33.9万人早逝（Johnston等，2012年）。

人类健康（第11章）

由于热应力导致的发病率和死亡率现在世界各地已成为普遍现象（Barriopedro等，2011年；Nitschke等，2011年；Rahmstorf和Coumou，2011年；Diboulo等，2012年；Hansen等，2012年）。即使在发达国家，老年人和患有循环系统疾病和呼吸系统疾病的人也非常容易受到影响；即使是呆在自己家也可能受到影响（Honda等，2011年）。体力劳动工作者的风险特别高，因为此类工作可使身体内部产生大量热量，如果外界温度和湿度高于一定的限度，那么这些热量就不能从身体里释放出去（Kjellstrom等，2009年）。在夏季暴露于紫外线辐射而引发非黑色素性皮肤癌的风险会随着温度的上升而增加（vanderLeun等，2008年）。高温还与空气传播的过敏原增加相关，这些过敏原是呼吸系统疾病的触发因素，如哮喘、过敏性鼻炎、结膜炎和皮炎（Beggs，2010年）。

生态系统（第4、5、6、30章）

树木的死亡率在世界各地都在上升（Williams等，2013年），而树木的死亡率与气候影响有关，特别是与高温和干旱有关（Reichstein等，2013年），但是由于缺乏时间序列以及其他混杂因素，气候变化的原因很难确定。由于热浪和干旱同时增加，预计地中海地区的火灾风险会提高，火灾季会增长，而且大型火灾的频率也会增加（Duguy等，2013年；另见文框4.2）。

海洋生态系统的变化可归因于气候变化，而这种变化通常是由极端高温造成的，而不是平均值的变化造成的（Pörtner和KNUST，2007年）。如果高温暴露度接近生物地理极限时，即使极端温度发生很小（<0.5°C）的变化也会产生很大的影响，伴随出现的暴露于缺氧环境和/或二氧化碳水平升高以及相关的酸化往往会使这种影响进一步加剧（中等信度；HOEGH-Guldberg等，2007年；另见图6-5；第6.3.1、6.3.5、30.4、30.5节；CC-MB）。

大多数珊瑚礁都已遭受了很强的热应力，造成过去30年频繁出现大规模的珊瑚白化事件，有时白化事件后还会出现珊瑚大范围死亡（Baker等，2008年）。酸化和升温之间的相互作用可加剧珊瑚的白化和死亡（很高的信度）。随着热浪频率的增加以及亚热带入侵物种的影响，温带的海草和海带生态系统将有所衰退（高信度；第5、6、30.4、30.5节，CC-CR、CC-MB）。

农业（第7章）

过剩热量会与作物的重要生理过程相互作用。即使是在较凉爽的环境下，如果当地温度升高超过+3°C且没有适应措施，就算有较高的二氧化碳浓度和降雨带来的效益，预计也会对所有作物产生歉收影响（Teixeira等，2013年）。对于热带系统，水分可用率或极端高温可限制生长季的长度，极有可能生长季的长度会进一步缩短而适合种植的作物也会减少（中等证据量，中等一致性；Jones和Thornton，2009年）。例如，到20世纪50年代，印度恒河平原一半的小麦种植区会受到热应力的严重影响。

HS

具有高信度的是，高温会使动物饲养和生长率降低（Thornton等，2009年）。热应力可降低牲畜的繁殖率（Hansen，2009年），削弱其整体性能（Henry等，2012年），并可能在热浪发生期间造成饲养场的动物大量死亡（Polley等，2013年）。据估计，当前美国由于热应力而造成的畜牧业经济损失每年高达数十亿美元（St-Pierre等，2003年）。

参考文献

Anderson, C.A., 2012: Climate change and violence. In: *The Encyclopedia of Peace Psychology* [Christie, D.J. (ed.)]. John Wiley & Sons/Blackwell, Chichester, UK, pp. 128-132.

Baker, A.C., P.W. Glynn, and B. Riegl, 2008: Climate change and coral reef bleaching: an ecological assessment of long-term impacts, recovery trends and future outlook. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **80**(**4**), 435-471.

Barriopedro, D., E.M. Fischer, J. Luterbacher, R.M. Trigo, and R. García-Herrera, 2011: The hot summer of 2010: redrawing the temperature record map of Europe. *Science*, **332**(**6026**), 220-224.

Beggs, P.J., 2010: Adaptation to impacts of climate change on aeroallergens and allergic respiratory diseases. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **7**(**8**), 3006-3021.

Coumou, D., A. Robinson, and S. Rahmstorf, 2013: Global increase in record-breaking monthly-mean temperatures. *Climatic Change*, **118**(**3-4**), 771-782.

Croppenstedt, A., M. Goldstein, and N. Rosas, 2013: Gender and agriculture: inefficiencies, segregation, and low productivity traps. *The World Bank Research Observer*, **28**(**1**), 79-109.

Diboulo, E., A. Sie, J. Rocklöv, L. Niamba, M. Ye, C. Bagagnan, and R. Sauerborn, 2012: Weather and mortality: a 10 year retrospective analysis of the Nouna Health and Demographic Surveillance System, Burkina Faso. *Global Health Action*, **5**, 19078, doi:10.3402/gha.v5i0.19078.

Duguy, B., S. Paula, J.G. Pausas, J.A. Alloza, T. Gimeno, and R.V. Vallejo, 2013: Effects of climate and extreme events on wildfire regime and their ecological impacts. In: *Regional Assessment of Climate Change in the Mediterranean, Volume 3: Case Studies* [Navarra, A. and L. Tubiana (eds.)]. Advances in Global Change Research Series: Vol. 52, Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 101-134.

Dunne, J.P., R.J. Stouffer, and J.G. John, 2013: Reductions in labour capacity from heat stress under climate warming. *Nature Climate Change*, **3**, 563-566.

Fischer, E., K. Oleson, and D. Lawrence, 2012: Contrasting urban and rural heat stress responses to climate change. *Geophysical Research Letters*, **39**(**3**), L03705, doi:10.1029/2011GL050576.

Hansen, J., M. Sato, and R. Ruedy, 2012: Perception of climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **109**(**37**), E2415-E2423.

Hansen, P.J., 2009: Effects of heat stress on mammalian reproduction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, **364**(**1534**), 3341-3350.
Henry, B., R. Eckard, J.B. Gaughan, and R. Hegarty, 2012: Livestock production in a changing climate: adaptation and mitigation research in Australia. *Crop and Pasture Science*, **63**(**3**), 191-202.
Hoegh-Guldberg, O., P. Mumby, A. Hooten, R. Steneck, P. Greenfield, E. Gomez, C. Harvell, P. Sale, A. Edwards, and K. Caldeira, 2007: Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. *Science*, **318**(**5857**), 1737-1742.
Honda, Y., M. Ono, and K.L. Ebi, 2011: Adaptation to the heat-related health impact of climate change in Japan. In: *Climate Change Adaptation in Developed Nations: From Theory to Practice* [Ford, J.D. and L. Berrang-Ford (eds.)]. Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 189-203.
Hughes, T.P., S. Carpenter, J. Rockström, M. Scheffer, and B. Walker, 2013: Multiscale regime shifts and planetary boundaries. *Trends in Ecology & Evolution*, **28**(**7**), 389-395.
Johnston, F.H., S.B. Henderson, Y. Chen, J.T. Randerson, M. Marlier, R.S. DeFries, P. Kinney, D.M. Bowman, and M. Brauer, 2012: Estimated global mortality attributable to smoke from landscape fires. *Environmental Health Perspectives*, **120**(**5**), 695-701.
Jones, P.G. and P.K. Thornton, 2009: Croppers to livestock keepers: livelihood transitions to 2050 in Africa due to climate change. *Environmental Science & Policy*, **12**(**4**), 427-437.
Kjellstrom, T., R. Kovats, S. Lloyd, T. Holt, and R. Tol, 2009: The direct impact of climate change on regional labor productivity. *Archives of Environmental & Occupational Health*, **64**(**4**), 217-227.
Nitschke, M., G.R. Tucker, A.L. Hansen, S. Williams, Y. Zhang, and P. Bi, 2011: Impact of two recent extreme heat episodes on morbidity and mortality in Adelaide, South Australia: a case-series analysis. *Environmental Health*, **10**, 42, doi:10.1186/1476-069X-10-42.
Pechony, O. and D. Shindell, 2010: Driving forces of global wildfires over the past millennium and the forthcoming century. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **107**(**45**), 19167-19170.
Polley, H.W., D.D. Briske, J.A. Morgan, K. Wolter, D.W. Bailey, and J.R. Brown, 2013: Climate change and North American rangelands: trends, projections, and implications. *Rangeland Ecology & Management*, **66**(**5**), 493-511.
Pörtner, H.O. and R. Knust, 2007: Climate change affects marine fishes through the oxygen limitation of thermal tolerance. *Science*, **315**(**5808**), 95-97.
Rahmstorf, S. and D. Coumou, 2011: Increase of extreme events in a warming world. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **108**(**44**), 17905-17909.
Reichstein, M., M. Bahn, P. Ciais, D. Frank, M.D. Mahecha, S.I. Seneviratne, J. Zscheischler, C. Beer, N. Buchmann, and D.C. Frank, 2013: Climate extremes and the carbon cycle. *Nature*, **500**(**7462**), 287-295.
Sherwood, S.C. and M. Huber, 2010: An adaptability limit to climate change due to heat stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **107**(**21**), 9552-9555.
Smith, K.R., M. Jerrett, H.R. Anderson, R.T. Burnett, V. Stone, R. Derwent, R.W. Atkinson, A. Cohen, S.B. Shonkoff, and D. Krewski, 2010: Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: health implications of short-lived greenhouse pollutants. *The Lancet*, **374**(**9707**), 2091-2103.
St-Pierre, N., B. Cobanov, and G. Schnitkey, 2003: Economic losses from heat stress by US livestock industries. *Journal of Dairy Science*, **86**, E52-E77.
Tawatsupa, B., V. Yiengprugsawan, T. Kjellstrom, and A. Sleigh, 2012: Heat stress, health and well-being: findings from a large national cohort of Thai adults. *BMJ Open*, **2**(**6**), e001396, doi:10.1136/bmjopen-2012-001396.
Teixeira, E.I., G. Fischer, H. van Velthuizen, C. Walter, and F. Ewert, 2013: Global hot-spots of heat stress on agricultural crops due to climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*, **170**, 206-215.
Thornton, P., J. Van de Steeg, A. Notenbaert, and M. Herrero, 2009: The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: a review of what we know and what we need to know. *Agricultural Systems*, **101**(**3**), 113-127.
van der Leun, J.C., R.D. Piacentini, and F.R. de Gruijl, 2008: Climate change and human skin cancer. *Photochemical & Photobiological Sciences*, **7**(**6**), 730-733.
Wilhelmi, O., A. de Sherbinin, and M. Hayden, 2012: Chapter 12. Exposure to heat stress in urban environments: current status and future prospects in a changing climate. In: *Ecologies and Politics of Health* [King, B. and K. Crews (eds.)]. Routledge Press, Abingdon, UK and New York, NY, USA, pp. 219-238.
Williams, A.P., C.D. Allen, A.K. Macalady, D. Griffin, C.A. Woodhouse, D.M. Meko, T.W. Swetnam, S.A. Rauscher, R. Seager, and H.D. Grissino-Mayer, 2013: Temperature as a potent driver of regional forest drought stress and tree mortality. *Nature Climate Change*, **3**, 292-297.

本跨章节文框应引用为：

Olsson, L., D.D. Chadee, O. Hoegh-Guldberg, M. Oppenheimer, J.R. Porter, H.-O. Pörtner, D. Satterthwaite, K.R. Smith, M.I. Travasso, and P. Tschakert, 2014: Cross-chapter box on heat stress and heat waves. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 111-113.

KR

《第五次评估报告》第二工作组报告中所确定的各种危害、关键脆弱性、关键风险和非紧急风险摘录

Birkmann,Joern（德国），Rachel Licker（美国），Michael Oppenheimer（美国），Maximiliano Campos（哥斯达黎加），Rachel Warren（英国），George Luber（美国）Brian O'Neill（美国），Kiyoshi Takahashi（日本）

附表为本报告各章（第4、6、7、8、9、11、13、19、22、23、24、25、26、27、28、29、30章）所确定的灾害、关键脆弱性、关键风险和非紧急风险摘录。关键风险是按与人类系统和生态系统或物种的脆弱性和暴露度有相互影响的危害来确定。该表中所述的风险复杂性是按各种气候相关灾害、非气候因素以及多方面脆弱性所确定的。实例表明，贫困或土地使用权无保障、不可持续的快速城市化、其他人口结构变化、管理失灵以及政府对降低风险的关注不足、通常为脆弱社区提供重要服务的物种和生态系统的容忍限度等潜在现象会构成造成气候变化相关危害和损失的背景。该表表明，目前全球大趋势（例如，城市化及其它人口结构变化）在综合和具体发展背景下（例如低洼海岸带），在其与气候灾害相互作用过程中可产生新的系统性风险，而且可超出现有的适应能力和风险管理能力，尤其是在高脆弱性地区，例如，位于低洼三角洲的人口稠密城市地区。WGI和WGII提供了一组颇具代表性的视角。对这些条目的筛选方法的全面说明可参见第19.6.2.1节。

表 KR-1 | 危害/压力源、关键脆弱性、关键风险和非紧急风险实例。

	危害	关键脆弱性	关键风险	非紧急风险
陆地水系和内陆水系(第4章)	空气、土壤和水的温度 不断上升(第 4.2.4、4.3.2、4.3.3节)	超出物种的生态生理学气候容忍度(有限的应对和适应能力)、外来生物更强的生存能力	本地生物多样性受损的风险，非本地生物的优势加大	本地物种因相互依存性而造成的生态链受损
		健康对温度敏感病媒(昆虫)扩散的反应	新型和/或更为严重的虫害及病原体爆发的风险	害虫、干旱和火灾之间的相互作用可导致新的风险和对生态系统的巨大不利影响
	雨水的季节性变化(第4.3.3节)	因植物生存战略和生长时机之间失调，导致植物和生态系统服务的敏感度不断上升	植物功能型结构发生变化，导致生物群落随生态系统和生态系统服务的各自风险而变化	助燃草地在冬季降雨区生长，并在干燥的 夏季提供燃料
海洋系统(第6章)	不断上升的水温、(热力和高盐)层结增加和海洋酸化(第6.1.1节)	超过地方性物种的容忍度(应对和适应能力有限)，更为大量的入侵生物，暖水珊瑚礁的高易感度和敏感性和沿海社区的各自生态系统服务(第6.3.1、6.4.1 节)	地方性物种损失的风险，生态系统类型的混 合，入侵生物的优势更大。 随着生物多样性和生态系统服务的减少， 珊瑚覆盖及相关生态系统损失的风险不断 加大，(第 6.3.1 节)	酸化和升温等相互作用导致对钙化生物的风险加剧(第 6.3.5 节)
		生产区和物种分布范围的变化(主要是从低纬度到高纬度)(第6.3.4、6.5.1 节)、渔业捕捞潜力随物种迁移改变(第6.3.1、6.5.2、6.5.3节)，因而出现新的脆弱性	新生态系统类型的未知生产力和服务导致的风险(第 6.4.1、6.5.3 节)	升温、低氧、酸化、新生物的相互作用，导致风险加剧(第 6.3.5、6.3.6 节)
	含氧量最低区域以及出 现层结和富营养化的沿 海死区扩大(第6.1.1节)	由于超出了大型动物的缺氧容忍度、中层水鱼类和底栖无脊椎动物栖息地收缩和损失，导致易感度不断升高(第 6.3.3 节)	大型动物和植物的损失风险，随着生物多样性的减少，转向主要是适应低氧的微生物群落(第 6.3.3 节)	由于在升温和酸化的海洋中，低氧区域扩 大，导致风险加剧(第 6.3.5 节)
	水温不断上升导致有害藻 类水华增强(第6.4.2.3节)	现存的多重压力，导致重要生态系统和宝贵服务的易感度不断增加及适应能力有限(第6.3.5、6.4.1 节)	甲藻水华频率增加以及海岸生态系统和生态系统服务分别出现可能的减少和退化，导致风险不断 加大(第 6.4.2 节)	各种压力的相互作用，导致风险的失衡性增长(第 6.3.5 节)
粮食安全和粮 食生产系统(第7章)	平均温度不断上升和更频繁的极端温度(第 7.1、7.2、7.4、7.5节)	从生产到消费的粮食系统所有要素的易感 度，尤其是对于关键粮食作物	作物歉收的风险，粮食分配和储藏过程的失灵	全球人口增长至大约90亿，再加上温度及臭氧等其他痕量气体不断上升影响粮食生产和质量。一些粮食系统适应能力的温度上限
	极端降水和干旱(第7.4 节)	作物、牧场和畜牧业对干旱和极端降水具有易感 度和敏感性	作物歉收的风险，粮食获取量和质量有限的风险	洪水和干旱影响作物产量和质量，并直接影响多数发展中国家的粮食获取(第 7.4 节)
城市地区(第8章)	内陆洪水(第8.2.3、8.2.4节)	城市地区大量人口受到洪水影响。尤其易受影响的是那些居住在基础设施不完善(和通常在漫滩 或河岸上)的非正规居住区低收入人群。这些会因不堪重负、老化、维修不善以及不完善的城市排水基础设施和普遍不透水地面而带来严重的环境卫生问题。地方政府通常无力或不愿对降低洪水相关灾害风险给予必要关注。很多城市人口无力得到或无力负担可防洪的住房或保险。某些人群对洪水影响带来的健康问题更为敏感，其中包 括蚊媒和水媒疾病增加。	伤亡风险以及民生/收入、粮食供给和饮用水中断的风险	在许多城市地区，更大且更频繁的洪水影响着更多的人口。没有保险或达到保险限额的影响。风险管理的负担从国家转移到面临风险的群体，导致更大的不公平和财产损毁、放弃城区，以及产生高风险/高贫困空间困 境
	海岸洪水(包括海平面 升 高和风 暴潮)(第8.1.4 、 8.2.3 、8.2.4节)	高密度的人群、商业和有形资产，包括在低洼地带和无防护海岸地带易受影响的重要基础设施。尤其易受影响的是无力得到或负担防洪住房或保险的那些城市人口。地方政府无力或不愿对降低灾害风险给予必要的关注。	伤亡风险以及生计/收入、粮食供给及饮用水的中断的风险	预计今后 30 年会增加大约 20 亿城市居民 海平面上升意味着随时间推移，以及随着沿海地区高密度且在不断增长的人口和经济活动，风险在不断加大。没有保险或达到保险限额；风险管理的负担从国家转移到面临风险的群体，导致更大的不公平和财产损毁、放弃城区，以及产生高 风险/高贫困空间困境

接下页 →

KR

表KR-1(接上页)

	危害	关键脆弱性	关键风险	非紧急风险
城市地区（接上页）（第8章）	热和冷（包括城市热岛效应）（第 8.2.3 节）	尤其易受影响的是大量且通常不断增加的城市婴儿、儿童、老年人群、孕妇、在易受高温（尤其是在热岛区域）和突发寒潮影响的居住区的慢性病人群或免疫系统受损人群。地方的卫生、应急和社会服务等单位无力适应新的风险等级以及无力为脆弱群体提出必要举措	死亡率和发病率不断增加的风险，包括更高温度或更多持续性高温的热日或突发寒潮导致的季节形势和集中度发生变化。对于低收入人群而言，通常很难避免风险	由于与空气污染等多种压力的相互作用，多数地区热浪的持续时间和变率的风险随时间而不断加大
	城市地区的缺水和干旱（第 8.2.3、8.2.4节）	数以亿计的城市居民家庭缺乏管道供水。许多城市地区缺水和不定时供水，限制不断增加的供水。水管理体系（包括城-乡联系）缺乏能力和抗灾力。 能源生产系统依靠水资源	限制生活用水供应和限制对人及经济有影响的工业用水供应服务所带来的风险。城市生态及其服务的破坏和损失的风险，包括城市及城郊农业	淡水源的损失或耗尽会威胁到城市的生存能力，包括那些依靠远距离冰川融水或依靠消耗 地下水资源的城市
	城市气象状况的变化导致空气污染加重（第8.2.3 节）	暴露度和污染程度升高，过敏体质的人群受到最严重的影响。因城市政府的污染控制法落实不力，导致应对和适应能力有限	死亡率和发病率的风险以及生活质量下降的风险不断加大。这些风险还会削弱全球城市吸引关键工人和投资的竞争力	复杂的和复合性健康危机
	地质水文灾害（海水入侵、泥石流/滑坡、下沉）（第 8.2.3、8.2.4节）	局部结构和联网的基础设施（管道供水、卫生设备、排水、通信系统、运输、电力、燃气）尤其 易受影响。许多低收入家庭无力搬迁到更安全地点居住	联网的基础设施受损的风险。生命和财产损失的风险	巨大的局部和综合影响的可能性对城市活动和福祉的连锁影响
	高强度风暴（第8.1.4、8.2.4 节）	不达标建筑物和有形基础设施及其所支持的服务和功能尤其易受影响。城市中老旧建筑和难以改造的建筑物和基础设施 地方政府无力或不愿对降低灾害风险给予关注（应对和适应能力有限）	居所、商业和公共基础设施受损的风险。功能和服务丧失的风险。恢复重建面临的挑战，尤其是保险 缺位的地区	个人、商业和改造成本高昂的公共机构以及其他部门或行业获得投资预算面临的挑 战； 发展与降低风险的投资之间可能的紧张关 系
	灾害特性不断变化，包括异常灾害和新型多灾种综合体（第 8.1.4、8.2.4节）	新近暴露的人口和基础设施，尤其是那些不具备多灾种风险预报能力的基础设施，且它们降低风险的能力不足，例如风险管理计划过于专注具体灾害，包括在预测其它风险（例如地球物理，而 非水文气象）时便预先设计有形基础设施	耦合系统内部出现故障的风险，例如依靠电泵的排水系统、依靠道路和电信的紧急服务。源于突发风险给精神上带来打击的可能性	对风险管理机构的信心丧失。因缺乏响应准备和能力而加剧了极端影响的可能性
	复合缓发灾害，包括持续升高的温度以及温度和水的变率（第8.2.2、8.2.4 节）	中低等收入国家的大部分城市人口，其生计或粮食供给均依靠城市和城郊农业，他们尤其易受影 响	给土壤、集水能力、燃材生产、城市和城郊农业、及其他生产性或保护性生态系统服务带来损害或退化的风险。对城市和城郊生计和城市卫生产生持续影响的风险	城郊经济和生态系统服务的崩溃，导致对城市粮食安全、服务提供以及降低灾害影响产生了广泛的影响
	气候变化– 诱发或加剧更具病害的灾害和病媒的暴露度（第 8.2.3、8.2.4节）	大部分城市人口暴露于食源性和水源性疾病以及暴露于受到气候变化影响的疟疾、登革热及其他病媒传播的疾病	因这些疾病的暴露度增加而导致的风险	公共卫生系统缺乏同时应对这些健康风险及其他气候相关风险（例如洪水）的能力
农村地区（第9章）	牧区的干旱（第9.3.3.1、9.3.5.2 节）	地处偏远和话语权微弱和缺失，致使侵占牧场、土地政策失当、对牧业生计的误解和破坏、对自然资源的争夺，造成脆弱性加大	饥荒的风险牲畜交易收入损失的风险	牧区牲畜疾病以及干旱的直接影响导致农村生计风险不断增加
	气候变化对手工渔业的影响（第 9.3.3.1、9.3.5.2 节）	污染和红树林减少、水产业的竞争、政府和研究人员对该行业的忽视以及复杂的产权影响着手工渔业	捕鱼量和收入的下降以及渔具和基础设施受损造成手工渔业的渔民经济损失的风险	食用手工捕捞鱼类的人们膳食蛋白质降低，以及 其他气候相关风险

接下页 →

KR

表KR-1(接上页)

	危害	关键脆弱性	关键风险	非紧急风险
农村地区（接上页）（第9章）	农村地区缺水和干旱（第 9.3.5.1.1 节）	农村人口缺乏饮用水和灌溉用水。农村人口高度依赖自然资源相关的活动。（制度推动的）水管 理机制缺乏能力和抗灾力。人口压力带来的更大用水需求	农村人口，包括那些依靠雨养农业或灌溉农业、或高产品种、林业和内陆渔业的农村人口的农业生产力降低的风险。粮食不安全以及收入减少的风险。家庭营养状况下降（第 9.3.5.1 节）	与其他因素（水管理机构、需水量、非粮食作物用水）相互作用导致对生计产生的影响，包括潜在的用水矛盾。水相关的疾病
人类健康（第11章）	极端高温事件的频率和强度不断上升	生活在城市的老年人以及存在既有健康问题的人们最易受到热日和热浪的影响（第11.3 节）	热日和热浪期间死亡率和发病率上升的风险。（第11.4.1节）死亡和发病的风险以及生产率降低的风险，尤其是在炎热气候条件下的体力劳动者当中存在这种风险	预计2010年-2050年老龄人口数量将增加两倍。这会导致健康和急救服务的负担过重
	温度不断升高，降水变率增加	贫困人口尤其易受气候引起的当地作物减产的影响。粮食不安全可导致营养不良。儿童尤其脆弱（第 11.3 节）	在特定人群面临疾病和粮食不安全升高的更大负担的风险。降低营养不良导致的死亡率和发病率方面，面临着不断加大的进展放缓或倒退的风险（第 11.6.1 节）	气候影响、人口增长、生产力停滞不前、牲畜的土地需求、生物燃料、持续的不平等、以及穷人面临持续的粮食不安全等综合效应
	温度不断升高，降水分布不断变化	易受气象条件敏感型水媒和病媒疾病影响的无免 疫力人口（第 11.3 节）	疾病不断变化的时间和空间分布使公共卫生系统不堪重负，造成健康风险不断加大，尤其是如果这与经济衰退同时发生更是如此（第 11.5.1 节）	快速的气候及其他环境变化可助长新病原体的出现
	降水变率增加	高温和异常高或低降水量加剧了人群罹患腹泻（第 11.3 节）	在减少儿童腹泻致死方面，面临着进展不力的 风险（第 11.5.2 节）	气候变化造成供水和卫生基础设施故障率 上升，导致更高的腹泻风险
民生和贫困（第13章）	干旱的频率和严重程度不断增加，同时降雨量不断减少和/或降雨量不可预测性增加（第 13.2.1.2、13.2.1.4、13.2.2.2 节）	无助的农民（高度贫困和持续贫困），尤其是生活在旱地的农民，易受这些灾害的影响，因为他们对水养农业系统损失和/或牲畜损失的补偿能力极为有限	干旱间隔期短，恢复时间不足，带来不可逆损害的风险，接近了雨养农业系统和/或草原畜牧业的临界点	贫困处境连带的谋生日益艰难、粮食不安全加剧、土地生产力降低、外迁，以及低收入国家和中等收入国家出现新的城市贫民
	非正规城市居住区和山区发生洪水和山洪，破坏有形资产（例如，住 宅、道路、梯田、灌溉渠）（第 13.2.1.1、13.2.1.3、13.2.1.4 节）	尤其是儿童和老年人等人群以及洪水多发区的残疾人的高暴露度和易感度。基础设施不足、文化 施加的性别作用、政治和制度边缘化造成的应对和适应能力有限以及高度贫困外加在非正规城市 居住区的这些人群的易感度；对适应能力开发和建设的政治关注有限	洪水和山洪造成的高发病率和死亡率的风险。进一步加剧风险的因素可能包括由于人力资产和经济资产（例如，劳动力市场）受损，导致从暂时贫困转变为长期贫困，以及基础设施受损带来的经济损失	家境好、有能力投资于防洪措施和/或保险的家庭与那些生计易失易损以及外迁的日益脆弱群体之间更加不平等
	降水变率加大；平均气候 和极端事件发生变化（第 13.2.1.1、13.2.1.4 节）	社会网络衰竭造成应对能力有限，尤其是在老年人和女性户主家庭当中；不可能再召集劳动力和筹集粮食	灾害以及脆弱性使人们由于持续和不可逆的社会经济和政治边缘化，造成从暂时贫困转为长期贫困。此外，缺乏政府支持以及响应方案的效果有限，导致风险加大	气候灾害和社会经济压力聚合，造成多方面无形的脆弱性和匮乏在加剧
	连续极端事件（洪水、干旱）伴随温度持续升高和用水需求不断上升（第 13.2.1.1、13.2.1.5 节）	农村社会尤其易受影响，因为鉴于政治和经济优先重点，为了城市用户的利益，农村水用户被边缘化（例如澳大利亚、安第斯山脉、喜马拉雅山 脉、加勒比地区）	农村生计受损的风险、农业严重的经济损失、文化价值观和认同感受损；心理健康影响（包括自杀率上 升）	数代传承的农村生计丧失，加剧外迁至城市地区；低收入国家和中等收入国家出现新贫困人口
	海平面上升（第13.1.4、13.2.1.1、 13.2.2.1、13.2.2.3 节）	低洼地区大量易受影响的人口，并伴有高度易感性，因为面临多方面的贫困，贫困家庭的其他谋生方法又有限，而且被排除在制度决策结构之外	生计受到严重危害和损失的风险。公共池塘资源的潜在损失；地域感、归属感和身份认同感的风险，尤其是在当地群体中	地形剧变、自然资源消失以及可能的搬迁造成的生计损失及心理健康的风险；更多的迁移
	温度不断升高，热浪不断增多（第 13.2.1.5、13.2.2.3、13.2.2.4 节）	在多重贫困和经济边缘化地区的农业雇佣劳动力、小型农场主、城市贫民窟的儿童以及老年人尤其易受影响	高温天气压力导致的男性和女性工人、儿童以及老年人的死亡率和发病率上升的风险，以及社会经济歧视和政府响应不力导致的保护性有限的风险	低收入国家和中等收入国家农业劳力储备下降，伴随农村医疗保健系统面临新的挑战；高收入国家无社会保障网的老龄人口和低收入人口面临风险

接下页 →

KR

表KR-1(接上页)

	危害	关键脆弱性	关键风险	非紧急风险
民生和贫 困(接上页)(第13章)	降雨和/或极端事件(洪 水、干旱、热浪)的变率更大(第 13.2.1.1、13.2.1.3、13.2.1.4、13.2.1.5 节)	高度依靠雨养农业的人群尤其面临着风险。自给自足农民和那些纯靠购买粮食且无应对机制城市工薪族面临持续的贫困	作物歉收、粮价陡升、减少消费以保护家庭财产等风险；粮食不安全风险，降低风险的能力有限导致从暂时贫困转变为长期贫困	粮食骚乱、儿童食品匮乏、全球粮食危机、保 险限制及其他风险分散战略
	雨型变化(时间上和空间上)	高度依靠雨养农业且没有其他收入来源的家庭或人群	作物歉收、粮食短缺、严重饥荒等风险	灾害与全球高粮价时期同时出现导致应对战略和适应机制失灵的风险，例如作物保险 (风险分散)
	气候政策使对生物燃料原料需求(和价格)高起而带来的压力	由于发展中国家征地，使土地产权不明和/或无保障的农民和群体面临着土地被强征	由于对生物燃料原料的需求高起和土地产权无保障以及征地，导致一些农村居民的生计受损和丧失的风险	产生大批无力养活自己的无地农民。密集型能源生产与受忽略的粮食生产之间的悬殊造成社 会动荡
	极端事件(干旱、洪水)的频率不断增加，例如，如果是 20 年一遇干旱/洪水变为 了 5 年一遇干旱/洪水	牧民和小农场主的生产性资产易受损害(例如牲畜 群；堤坝、篱笆、梯田)	极端事件间隔的恢复时间较短，导致民生受损和受伤害的风险。牧民在干旱后恢复牲畜存栏数可能需若干年；梯田农业方面，需要在洪水后重建梯田，这也将耗时数年	应对战略随着生计崩溃风险的上升而失败。由于索赔日益频繁，保险等适应机制失效
非紧急风险和关键脆弱性(第19章)	变暖和变干(降水不确定幅度的变化)(WGI AR5 TS 5.3；SPM；第 11.3、12.4 节)	对应对可用水减少的应对能力的限制；人口增长造成暴露度及需求不断加大；其它用水的需求矛盾；某些适应方案的社会文化限制(第19.2.2、19.3.2.2、19.6.1.1、19.6.3.4 节)	水资源使用的系统性限制使水资源远远供不应求，因而民生凋敝，带来损失和损害的风险。此外，有限的应对和适应方案加大了损失和损害的风险 (第 19.3.2.2、19.6.3.4 节)	各行业(例如能源、农业和工业)的水资源争夺与气候变化相互作用，导致局部严重缺水(第19.3.2.2、19.6.3.4 节)
	陆地上的区域和季节温度及降水变化(WGI AR5 TS 5.3；SPM；第 11.3、12.4 节)	高度依靠生态系统服务的社区(第19.2.2.1、19.3.2.1节)，生态系统服务会受区域和季节温度变化的不利影响	全球大部分地表出现大规模物种丰度减少的风险。到21世纪80年代，预计有57±6%广泛分布的常见植物以及34±7%广泛分布的常见动物会丧失≥50%其当前的气候范围，导致生态服务损失 (第19.3.2.1 节)	生态系统服务的广泛丧失，包括：供应服务，如粮食和水；调控服务，如控制气候和疾病；辅助服务，如养份循环和作物授粉；文化服务，如精神和文娱效益 (第19.3.2.1、19.6.3.4 节)
非洲(第22章)	温度不断升高	儿童、孕妇以及健康状况不佳的人群尤其将面临温度相关的腹泻和病媒疾病变化的风险，以及温度相关的作物减产的风险。户外工作者、老年人和儿童最易受高温天气和热浪的影响 (第 22.3.5.2、22.3.5.4 节)	传染病的地理分布变化、季节变化和发病率变化的风险，导致健康负担加重。儿童发育迟缓的负担加大风险。热日和热浪期间的死亡率和发病率上升的风险	多种因素相互作用导致出现及反复出现流行病
		依靠水生系统和水生生态系统服务的人群，此类生态系统服务易受水温上升的影响	水生生态系统受损以及那些以这些资源为生的人群所面临风险；淡水渔业减产 (第 22.3.2.2、22.3.4.4 节)	生态系统服务受损与其他对贫困社区的气候相关压力相互作用，导致民生受损的风险
		粮食安全和民生保障受到削弱的农村和城市人口	对作物和牲畜的高温压力加大造成减产，带来损害和损失的风险，导致减产；因粮食变质而导致更多的粮食储存损失 (第 22.3.4.1、22.3.4.2 节)	作物病虫害扩大到高海拔农业生态系统(第22.3.4.3 节)
	极端事件，例如，洪水和山洪(及干旱)	生活在高暴露度城市地区的非正规居住区内的人群；妇女和儿童通常对灾害风险最为脆弱(第22.3.6、22.4.3 节)	强降雨事件引发水涝，使死亡、伤害和损失的风险加剧	包括腹泻等流行病(例如霍乱)的复合型风险
		易感性群体包括那些因粮食运输、储藏和销售能力下降而粮食获取量减少的人群，例如城市穷人	风暴和洪水导致粮食短缺的风险和粮食系统受损的风险	气候促因和非气候促因共同导致粮价陡升，造成那些将收入主要用于购粮的穷人减少粮食购买量 (第 22.3.4.5 节)
		儿童、孕妇以及健康状况不佳的人群对于安全 用水获取量减少和卫生设备改进以及粮食日益不安全尤其脆弱 (第 22.3.5.2、22.3.5.3 节)	干旱导致作物和牲畜受损的风险 家庭用水供给量和质量下降的风险。 (第 22.3.4.1、22.3.4.2 节) 食源性和水源性疾病(例如，霍乱)和营养不良发生率升高的风险强降水事件和洪水带来饮用水污染的风险(第 22.3.5.2 节)	高温和降雨量的变化对人类系统和自然系统造成复合式影响。儿童发育迟缓的发生率升 高(第 22.3.5.3 节)

接下页 →

KR

表KR-1(接上页)

	危害	关键脆弱性	关键风险	非紧急风险
欧洲 (第23章)	极端天气事件 (第 23.9节)	对这些极端事件的应对和适应能力有限且敏感度高的行业(例如运输、能源、卫生)尤其易受影 响	对多重相互关联行业的压力，导致系统性新威胁的风险。一个或多个行业服务提供失灵的风险	相互依存性日增，导致风险异常加剧
	气候变化加大虫害和疾病的空间分布和季节性 变 化 。 (第23.4.1、23.4.3、23.4.4节)	暴露于虫害和疾病的植物和动物的高易感度	作物损失和动物疾病加剧的风险乃至牲畜死亡的风险	应对方案有限和农业领域各种反馈过程(例如使用杀虫剂或抗生素来保护植物和 牲畜增强抗病能力)造成风险加剧
	气候变化导致极端天气事件并导致可用水减少 (第23.3.4 节)	电力系统适应能力低可能导致在此类极端事件和条件下能源供应有限以及更高的供给成本	能源供应有限导致电力短缺的风险加剧，例如热应力期间冷却水有限导致核电厂能源供应有限	自适应能源系统持续投资不足可能会加剧这些事件期间能源供给有限与热浪期间需求增 加之间失衡的风险
亚洲 (第24章)	平均温度升高和极端温度 更频繁，以及雨型不断变 化(时间上和空间上)	关键粮食作物的粮食系统和粮食生产系统，尤其是大米及其他谷类作物耕作系统高度易感。 (第24.4.4.3 节)	作物歉收的风险，作物产量降低也会增加农民和农村 生计出现重大损失的风险 (第 24.4.4.3 节)	亚洲人口增长，以及温度的升高影响粮食生产。会达到某些粮食系统的适应能力的温度上限。
	海平面上升	海岸附近的稻田和农民尤其易受影响 (第 24.4.4.3节)	淹没导致可耕地丧失的风险 (第24.4.4.3 节)	农业社区迁移至更高海拔地区会给移民和 接收地区带来风险
	预估各类极端事件(热浪、洪水和干旱)的频率将增加和海平面的上升	民生和财产集中在沿海大城市，导致暴露度增加。无法充分预防自然灾害的地区的人群尤其易感	海岸洪水伴随脆弱性日增，导致生命和财产损失的风险	基本服务的中断预估会增多，例如供水、卫生、能源提供、运输系统，这些方面本身会增加脆弱性
大洋洲 (第25章)	气温和海面温度上升、干燥趋势、积雪减少、强气旋强度增加和海洋 酸化 (第 25.2 节；表 25-1；图 25-4；WGI AR5 第 14 章和图集	生存在有限气候范围内的物种以及饱受栖息地破碎及遭受外部压力(污染、径流、捕鱼、旅游、引入型捕食性动物和虫害)的物种特别易感 (第25.6.1、25.6.2 节)	澳大利亚珊瑚礁和山地生态系统的群落组成及结构出现重大改变的风险，以及澳大利亚一些当地物种 丧失的风险 (第 25.6.1、25.6.2、25.10.2 节)	跨时空的复合型极端事件风险增加，渐增的适应需求，以及各种影响和各级政府的响应进一步牵制了恢复和降低风险措施 (第25.10.2、25.10.3；文框 25-9)
	许多地区与洪水风险有关的极端降雨增多 (第25.2；表 25-1)	现有基础设施和居住区对目前洪水风险的适应性不足；城市地区的扩展和密集；有效的适应包括转型变化，例如土地利用控制和退耕 (第25.3、25.10.2 节；文框 25-8)	澳大利亚和新西兰的基础设施和居住地遭受洪水破坏的频率和强度增加(文框 25-8；第 25.10.2 节)	
	即使在减缓情景下，海平面将持续上升，预估值跨度极大，且将持续至2100年后(第25.2节；文框25-1；WGI AR5 第 13 章)	长寿命和高资产额的沿海基础设施和低地生态系统尤其易感。沿海人口和资产扩展至海岸带增加了暴露度。相矛盾的优先重点会制约适应方案并限制有效的响应战略 (第 25.3 节，文框 25-1)	澳大利亚和新西兰的沿海基础设施及低地生态系统的风险加剧，到预估区间上端时会造成普遍损 害(文框 25-1；第 25.6.1、25.6.2、25.10.2 节)	
北美洲 (第26章)	极端事件的频率和/或强度增加，例如强降水、河道洪水和沿岸洪水、热浪、干旱 (第26.2.2、26.3.1、26.8.1节)	城市地区失修的有形基础设施尤其易受影响。此外，收入差距加大和制度能力有限会导致更大量人群因经济资源有限而受到这些压力的影响(第26.7、26.8.2 节)	社会群体、自然系统以及制度设置的脆弱性加大，连同极端天气事件增加，造成城市地区，尤其是沿海和干燥环境的损失和损害风险 (第 26.8.1 节)	许多地区无力降低脆弱性，导致风险增加大于自然灾害的变化 (第 26.8.3 节)
	气候变化导致温度更高、径流减少及土壤湿度降低 (第 26.2、26.3 节)	农村小型地主的脆弱性，尤其是墨西哥农业，以及农村居住区内穷人的脆弱性 (第 26.5、26.8.2.2 节)	农业生产损失加大和产量减少的风险。暴露于这些现象的地区，小型地主和社会群体的粮食及工作无保障的风险 (第 26.5、26.8.2.2 节)	国内迁移导致社会不稳定及地方经济崩溃的风险加剧 (第 26.2.1、26.8.3 节)

接下页 →

KR

表KR-1(接上页)

	危害	关键脆弱性	关键风险	非紧急风险
北美洲 (接上页) (第26章)	山火和干旱条件 (文框 26-2)	原住民群体、城郊地区低收入居民，以及森林系统 (文框 26-2；第 26.8.2 节)	山火导致生态系统完整性缺失、财产损失、人员发病和死亡的风险 (文框 26-2；第 26.8.3 节)	
	极端暴雨和高温事件、空气污染、花粉、传染病 (第 26.6.1 节)	个人易感度由诸多因素决定，例如经济状况、原有疾病、年龄以及资产使用 (第 26.6.1 节)	与极端温度、风暴、花粉和传染病相关的人类发病或死亡的风险加剧 (第 26.6.2 节)	
	河道洪水及海岸洪水、海平面上升(第26.2.2、26.4.2 、26.8.1 节)	人口、财产以及生态系统的暴露度增加，部分由于不堪重负的排水网络。高度依靠不同供应链发挥作用的群体和经济行业、会遭破坏的公共卫生机构、能力有限不足以应对供应链中断和生计受损的群体尤其易受影响(第26.7、26.8.1 节)	河道洪水和海岸洪水以及排水管网洪涝造成城市洪水，导致财产损害、供应链中断、公共卫生及水质受损、生态系统破坏、基础设施受损及社会系统混乱的风险 (第 26.4.2、26.8.1 节)	对民生、基础设施和服务的危害相互作用带来多重风险 (第 26.7、26.8.3 节)
中美洲和南美洲 (第27章)	半干旱地区和依靠冰川融水地区的可用水减少；极端降水导致城市地区洪水 (第27.2.1、27.3.3 节)	无法维持农业生计和被迫迁移的群体尤其脆弱。有限的基础设施和规划能力会进一步加剧对预期的快速变化(降水)的应对和适应能力的缺失，尤其在大城市	人类的生命、民生和财产损失的风险	传染病增加。人口重新安置造成的经济影响
	海洋酸化和升温(第27.3.3节；文框 CC-OA)	珊瑚礁系统对海洋酸化和升温的敏感度	生物多样性(物种)受损的风险以及捕鱼能力降低的风险，分别会对沿海生计产生影响	某些地区出现经济损失，并对粮食(渔业)生产造成影响
	干旱/降水极端事件 (第 27.2.1、27.3.4 节)	CO_2升高减少植物养分含量，尤其是与粮食产品中的碳有关的氮素	在某些会发生极端事件的地区出现(粮食)产量和生产力受损的风险。粮食质量下降(例如氮素同化作用下降导致蛋白质减少)而需要调整饮食。生物能产量下降	与需将作物移至更适合地区有关的重大经济影响。与地区粮食急剧出口有关的远距离联系(与粮食质量有关)。对能源系统和碳排放的影响，进而导致化石燃料需求增加
	更高温度和湿度导致病媒疾病沿高度和纬度扩散(第27.3.7节)	暴露于病媒疾病的脆弱人们，蚊虫叮咬率上升导致人类感染的概率增加	发病率增加和伤残调整寿命年(DALY)增加的风险；人类生命损失的风险；学校和劳动生产力减少的风险	由于有必要增加对卫生计划的资助，由于DALY成本、增加可足够应对发病率持续增加的医院和医疗基础设施以及由于疾病向新的地区传播，造成高经济影响
极地地区 (第28章)	多年冰损失以及夏季海冰的空间范围缩小(第 28.2.5、28.3.2、28.4.1 节)	依赖海冰维持传统生计的原住民社区易受此灾害的影响，尤其是由于失去了饲养和猎食海洋 动物的平台	传统生计和食物来源丧失的风险	食物网自上而下的变化
		冰藻和海洋浮游植物水华分布和时间的变化，造成生态系统的脆弱性	浮游动物个体发育和猎物可获量的时间同步性受破坏的风险。浮游动物适应时间的变化时，次级生产的变率加大。局部海洋食物网同样面临风险	食物网自下而上的变化。水层与底栖耦合的潜在变化
	海洋酸化 (第28.2.2、28.3.2 节)	超出了地方物种的容忍极限。对某些物种的外壳形成产生影响以及在幼体生长过程中生理和行为特性改变	地方性物种的局地损失、对海洋食物网的局部影响	商业性渔业的局部衰退。鱼类、贝类、海鸟和海洋动物的局部减少
	水温升高导致的海洋生态区域边界变化、混合层深度变化、洋流分布和强度的变化 (第28.2.2、28.3.2 节)	易受空间变化影响的海洋生物尤为脆弱	海洋系统的结构和功能发生改变的风险以及潜在的物种入侵风险	对国际渔业和共有资源的争议

接下页 →

KR

表KR-1(接上页)

	危害	关键脆弱性	关键风险	非紧急风险
极地地区 (接上页) (第28章)	海冰持续减少、冰雪形成时间及状态的变化、天气可预测性降低(第28.1、28.4.1节)	许多传统的维生食物源 – 尤其是原住民的食物源- 例如北极海洋和陆地哺乳动物、鱼类、水鸟。 各种传统谋生手段易受这些灾害的影响	栖息地丧失的风险，以及海洋物种迁移模式发生变化	维生食物减少尤其加剧了原住民的食物安全和基本营养的风险，在变化的冰雪条件下维生型猎人、牧民和渔民的健康和安全风险加大
	河道洪水和海岸洪水加剧，多年冻土侵蚀和融化(第28.2.4、28.3.1、28.3.4节)	北极低洼地区的农村和偏远社区以及城市区域暴露。对基础设施的潜在破坏导致社区供水易受影响及应对能力有限	社区和公共卫生基础设施受损，造成因污染和海水入侵带来的疾病	水质和水量下降会导致传染病、其它医疗问题以及住院治疗的比率升高
	极端和快速变化的天气事件、强天气事件和降水事件、快速冰雪融化、持续变化的河流状况及海冰状况、多年冻土融化(第28.2.4节)	为生计奔波和狩猎、放牧、捕鱼的人群(例如偏远和闭塞社区的原住民)尤其易受影响	意外事件、身体/心理伤害、死亡、寒冷相关的暴露、受伤、疾病	安全出行或维生式狩猎、放牧、捕鱼活动的风险升高，影响生计和福祉
	海冰减少；海冰提前融化；海冰后退加速；通常更薄、不太可预测的冰；雪融/冻结的变率更大；冰、天气、风、温度、降水(第28.2.5、28.2.6、28.4.1节)	许多原住民(例如因纽特人和萨米人)的生计依靠为维生狩猎和获取猎物以及依靠对动物适宜的生存条件。这些生计易受到影响。海洋生态 系统同样也易受影响(例如海洋哺乳动物)	生计受损的风险以及受损害的风险，比如由于海冰减小更难获取海洋哺乳动物(因纽特人面临的风险)以及冬季温度上升及“雨融雪”致冰层形成使 驯鹿无法获取积雪下的饲料(萨米人面临的风险)	加大石油和矿产开采以及海上运输增多，导致狩猎、放牧、捕鱼的土地和海冰日益减少，进一步加剧了人数日增的原住民生计和文化丧失的风险
小岛屿 (第29章)	热带气旋强度增强(WGI AR5 第 14.6、14.8.4 节)	各个国家和地区易受这些灾害影响，因为它们高度依靠自然和生态系统来保障居住地和旅游业(第 29.3.3.1 节)、人类健康(第29.3.3.2节)以及水资源(第29.3.2 节)	生态系统、居住地及基础设施受损的风险，以及对人类健康和岛屿经济的不利影响(图 29-4)	对生态系统、居住地、岛屿经济的损害的风险以及对人类生活的风险(第29.6；图 29-4)
	海洋升温和酸化导致珊 瑚白化(第 29.3.1.2、30.5.4.2、30.5.6.1.1、30.5.6.2 节)	热带岛屿社会高度依靠珊瑚礁生态系统来维系生活 方式、粮食安全、海岸防护和海滩、基于礁石的旅游经济活动，因此极易受珊瑚白化灾害的影响(第 29.3.1.2、30.6.2.1.2 节)	热应力导致珊瑚礁生态系统衰退和可能受损的风险。维系生存的生活方式严重受损和丧失的风险。海岸防护和海滩受损的风险，旅游收入减少的风险(第29.3.1.1、29.3.1.2 节)	对人类健康的影响以及丧失维系生存的生活方式。国内迁移/城市化的潜在增加(第29.3.3.3；第 9 章)
	海平面上升(第 29.3.1.1、30.3.1.2；WGI AR5 第 3.7.1 节)	许多小岛屿社区和相关的居住地及基础设施均位于低洼的海岸带(高暴露度)，且同样易受不断加剧的洪泛、侵蚀和海浪入侵的影响(第5.3.2、29.3.1.1 节；图 29-2)	小岛屿社区的海平面升高，导致损失和损害的风险。在代表性浓度路径(RCP)4.5下，21世纪全球平均海平面可能上升0.35-0.70米，威胁到低洼沿岸地区和环礁岛屿。(第 29.4.3 节，表 29-1； WGI AR5 第 13.5.1 节，表 13.5)	海平面基线逐步上升导致在满潮和短期风暴潮期间的海洋洪水频率和范围加大。在低洼地区长期淹没之前，这些事件会使土壤和地下淡水资源不适合人类使用(第29.3.1.1、29.3.2、29.3.3.1、29.5.1 节)

接下页 →

KR

表KR-1(接上页)

	危害	关键脆弱性	关键风险	非紧急风险
民生和贫 困(接上页)(第13章)	降雨和/或极端事件(洪水、干旱、热浪)的变率更大(第13.2.1.1、13.2.1.3、13.2.1.4、13.2.1.5 节)	珊瑚以及超出容忍限度的其他生物尤其易受影响(尤其是 CBS、STG、SES 和 EUS海域)。(第6.2.2.1、6.2.2.2、30.5.2、30.5.4、30.5.5节；文框 CC-CR、文框 30.5.6、文框 CC-OA)	更大规模珊瑚白化和死亡率的风险(珊瑚覆盖率损失)以及沿海渔业、旅游业和海岸防护的重大风险(第6.3.2、6.3.5、5.4.2.4、7.2.1.2、6.4.1.4、29.3.1.2、30.5.2、30.5.3、30.5.4、30.5.5；文框 CC-CR)	海岸礁石系统损失、粮食安全降低和生计减少及海岸防护变弱的风险(第 7.2.1.2、30.6.2.1、30.6.5 节)
		无法应对或适应不断变化的温度和分布变化的海洋物种和生态系统以及渔业和沿海生计及旅游业尤为脆弱，特别是对于 HLSBS、CBS、STG 和 EBUE(第6.3.2、6.3.4、7.3.2.6、30.5节；文框 CC-BIO)	渔业和沿海生计的风险。渔业机会随鱼类存量高低而变化；影响生态系统和渔业的疾病和入侵物种的风险增加(第6.3.5、6.4.1.1、6.5.3、7.3.2.6、7.4.2、29.5.3、29.5.4 节)	会产生渔业崩溃的显著风险，因为渔业能力不足以抵御下列方面：a)渔业结构的根本变化，b)疾病及其他生物体的转移加大(第6.5.3、7.5.1.1.3 节)
		微生物呼吸率上升导致深水区缺氧及海洋死区范围扩大，暴露于这种现象的沿海生态系统和社区会尤其脆弱(尤其对于 EBUE、SES、EUS)	栖息地和渔业资源受损的风险，以及关键水产物种损失的风险。含氧量降低，导致影响生态系统(例如栖息地丧失)和生物(例如鱼类的生理机能)，造成对关键水产物种的捕量下降	生计受损风险加剧
		鉴于深海生物在非常恒定的条件下生长，因此它对灾害和变化非常敏感(30.1.3.1.3 、30.5.2、30.5.5)	深海相关条件(例如氧气、pH、碳酸盐、CO_2、温度)促使发生根本性变化的风险，导致整个海洋发生大规模改变(第30.1.3.1.3、30.5.2、30.5.5节；文框 CC-UP、文框 CC-NPP)	深海变化可能是行星影响下整个海洋发生变化的前奏
	海洋酸化加剧	礁石系统、珊瑚和海岸生态系统受到钙化率降低和更大脱钙的影响，导致关键地区(例如 CBS 、 STG)的碳酸盐礁石系统、珊瑚、软体动物及其他有壳类生物可能受损(第 6.2.2.2 节)	生态系统服务发生变化的风险，包括会对渔业和水产业造成影响的食物供应风险(第 6.2.5.3、7.2.1.2、7.3.2、7.4.2 节)	渔业和水产业生产力下降，导致社会的收入和 生计减少(第 7.5.1.1.3、30.6 节)
		海洋生物体易受 pH 值变化和碳酸盐化学变化的影响，这意味着海洋生物体的生理和生态将发生大量变化(尤其在 CBS、STG、SES 地区)(第6.2.5、6.3.4、30.3.2.2 节)	生态系统结构以及生物功能发生根本性变化的风险，导致大规模和根本性改变。相关群体的收入和生计受到影响，因为生态系统产品和服务衰退，恢复期可能需要数万年(第 6.1.1.2 节)	海洋升温和酸化可能相互作用产生未知的影响，从而加剧生态系统和生计的风险(第 CC- OA 节)
		有些地区的海岸系统日益受到上升流的影响，这会 导致高 CO_2、低 O_2 和 pH 周期(文框 CC-UP；第6.2.2.2、6.2.5.3 节)	渔业和水产养殖及各自生计(例如牡蛎养殖)的损失和损害风险，尤其是那些在抬升的上升流时周期性暴露于有害环境的生计，这可促发适应响应(第30.6.2.1.4 节)	本底pH值和碳酸盐化学都是一直存在的有害的环境(不再可能通过适应来避免影响)(第 30.6.2.1.4 节)
	海洋升温导致层结增加； 通风性降低	由于海水与其表面(EUS、STG和 EBUE)的混合 性下降，养分再生减少致使海洋生态系统脆弱(第6.2、6.3、6.5、30.5.2、30.5.4、30.5.5节)	海洋生产力受损的风险以及分别对渔业的不利影响。海洋上层的无机养分浓度降低，导致初级生产力下降(文框 CC-NPP)	海洋初级生产力降低影响渔业生产力，导致捕鱼量减少并对生计产生影响(第 6.4.1.1 节；文 框 CC-NPP)
		生态系统和生物对含氧量降低敏感(第30.5.2、30.5.3、30.5.5、30.5.6、30.5.7 节)	死(缺氧)区风险加大造成关键生态系统和渔业栖 息地减少(第 6.1.1.3、30.3.2.3 节)	各行业(例如能源、农业和工业)的水资源争夺与气候变化相互作用，导致局部严重缺水(第19.3.2.2、19.6.3.4 节)
	风、波高和风暴强度变化	航运和工业基础设施易受海浪和风暴强度 的影响(第 30.6.2 节)	航运和工业基础设施的损失和损害加剧的风险	航运以及深海油气和采矿等企业意外事故增加的风险

CBS = 海岸边界系统；EBUE = 洋东边界上升流生态系统；EUS = 赤道上升流系统；HIC, LIC, MIC = 高收入国家、低收入国家、中等收入国家；HLSBS = 高纬度春 季水华系统；SES = 半闭海；STG = 副热带环流。

本跨章文框应按以下方式引用：

Birkmann, J., R. Licker, M. Oppenheimer, M. Campos, R. Warren, G. Luber, B.C. O'Neill, and K. Takahashi, 2014: Cross-chapter box on a selection of the hazards, key vulnerabilities, key risks, and emergent risks identified in the WGII contribution to the fifth assessment report. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 115-123.

MB

观测到的海洋生物地理、丰度和物候对气候变化的全球响应

Elvira Poloczanska（澳大利亚）、Ove Hoegh-Guldberg（澳大利亚）、William Cheung（加拿大）、Hans- Otto Pörtner（德国）、Michael T.Burrows（英国）

IPCC WGII AR4检测了自然系统的全球指纹及其气候变化归因（AR4、第一章、SPM图1），但在大多情况下缺乏对海洋系统的研究。自AR4以来，关注气候变化对海洋物种影响的研究数量增长很快，这为我们提供了机会，使我们可以从不太准确的证据转为对检测到的气候变化引起的海洋生物变化进行检查和可能的归因（第6.3节；图MB-1）。海洋物种数量最近的变化和相关的多样性型式的变化至少在一定程度上是由海洋区域的气候变化造成的生物响应引起的（*证据确凿*、*高一致性*、*高信度*、6.2节、30.5节；表6-7）

Poloczanska等（2013）在使用一个由208篇经过同行评审的论文构成的数据库对海洋生命响应最近气候变化的潜在型式进行评估。观测到的响应（n=1735）的记录来自867个物种或各地区的组合和分类群，包括浮游植物、海洋爬行动物和哺乳动物等（图MB-1）。观测的定义为某篇论文的作者评估了某个生物参数的变化（包括分布、物候、丰度、数量或群落组成），在发生变化的情况下，还包括预期气候变化下变化的一致性。同行评审的文献中的研究使用三个标准选择：（1）作者推断或直接测试生物和气候变量的趋势；（2）作者纳入了1990年以后的数据；（3）观测时间至少跨越19年，以减少由短期气候变率的生物响应造成的偏差。

这个元分析的结果表明气候变化已经对物种的分布、丰度、物候、以及广泛分类群（从浮游生物直到顶级掠食者）的物种丰富度和群落组成产生了广泛的影响。在表现出方向和物候变化响应的观测中，分布和丰度的趋势绝大多数（81%）是与对气候变化的理论响应一致的（第6.2节）。存在知识空白，尤其是在赤道次地区和南半球（图MB-1）。

许多生物事件（物候）开始得更早。例如，在过去50年来，许多物种的春季活动每十年平均提前4.4±0.7天（平均值±SE），夏季活动平均每十年提前4.4±1.1天（*证据确凿，高一致性，高信度*）（图MB-2）。纳入研究的物候学观测既包括浮游植物和浮游动物的丰度峰值变化，也包括无脊椎动物、鱼类和海鸟的繁殖和迁徙（第6.3.2、30.5节）。

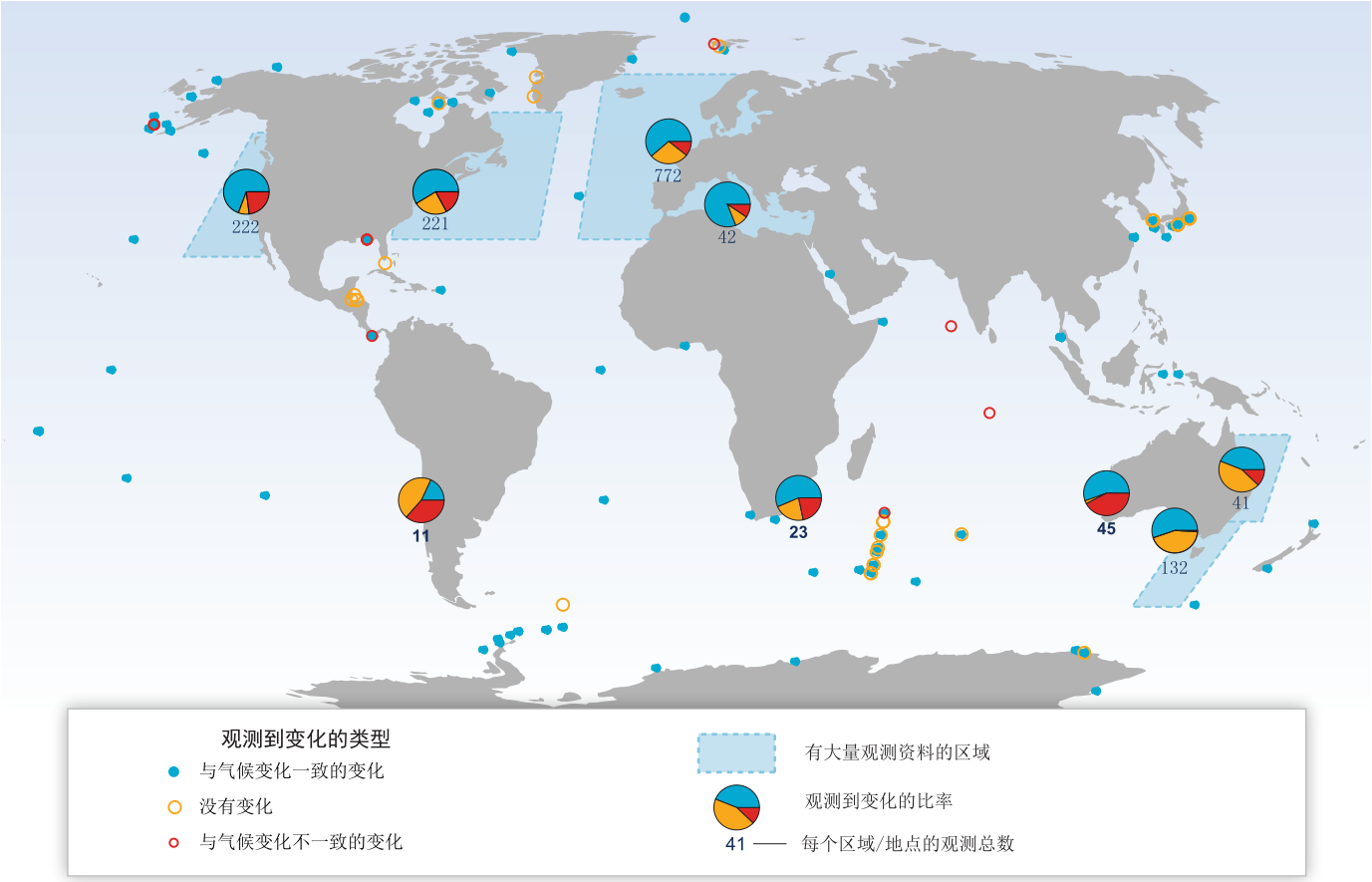


图 MB-1 | 208 项单物种和多物种研究中的 1735 项观测到的对气候变化的响应。所示的数据包括被归因(至少部分地)为气候变化的变化(蓝色)，与气候变化不一致的变化(红色)和 没有变化(橙色)。每个圆圈代表一个研究区域的中心。如果有些点是在土地上，这是因为这些点是围绕一个岛屿或半岛分布的中心。研究包括单站点(如海鸟繁殖地)区域至大片海洋区域(如东北大西洋的连续浮游生物记录仪调查)的各类地区。对于有大量观测的区域和地点(由蓝色阴影表示)，饼图概述了这些区域或地点三种类型观测变化(与气候变化相一致，与气 候变化不一致，没有变化)的相对比例。数字表示各地区或地点总的观测数量。注：自 AR4 以来，所包括在内的 57%的研究已发布。(来源于 Poloczanska 等，2013)

MB

底栖生物、浮游生物、底栖物种和群落的分布已迁移高达一千公里，尽管范围变化对所有类群或海洋区域并不是一致的(第6.3.2节、30.5节)(*证据确凿*、*高一致性*、*高信度*)。总体而言，前缘处每十年极向扩大72.0±13.5公里，后缘每十年极向收缩15.8±8.7公里(图MB - 2)，这说明尽管海洋变暖速度低于陆地表面，但目前的海洋物种迁移速度要比所报告的陆地物种的可能最高速度(图4-6)高得多(WGI3.2节)。

极向的分布变化导致中高纬度区域的物种丰富度增加(Hiddink和terHofstede，2008)，种群结构发生变化(Simpson等，2011；另见第28.2.2节)。与区域变暖一致的种群暖水部分的增加已在中高纬度海洋区域观测到，包括白令海、巴伦支海、北欧、北海和塔斯曼海(文框6.1；第30.5节)。从1970-2006年观测到的捕获物种组成的变化可部分归因为长期海洋变暖，这说明暖水物种在亚热带和较高纬度区域变得日益为主，而亚热带物种的丰度在赤道水域有所降低(Cheungetal.，2013)，这对渔业会产生影响(6.5节、7.4.2节、30.6节、2.1节)。

分布变化的程度和方向可能与温度速率有关(即等温线在海洋表面传播的速度和方向(第30.3.1.1节；Burrows等，2011)。Pinsky等(2013)认为底栖鱼类和甲壳类的纬度和深度变化都可以相当精确地用气候变化速度进行解释，这种方法使用360个海洋类群的1.28亿个个体组成的数据库，这些资料来自对北美沿海水域1968年至2011年间进行的调查。Poloczanska等(2013年)发现更快的分布变化一般发生在表面温度速率最高的区域，如北海和亚北极太平洋。观测到的海洋物种的变化大约始于20世纪50年代，一般都能够跟踪观测到的速率(图MB-3)，其中浮游植物和浮游动物分布的变化大大超过大部分海洋表面观测到的气候变化速度，但不同的分类群之内和之间存在很大差异。(Poloczanska等，2013)。

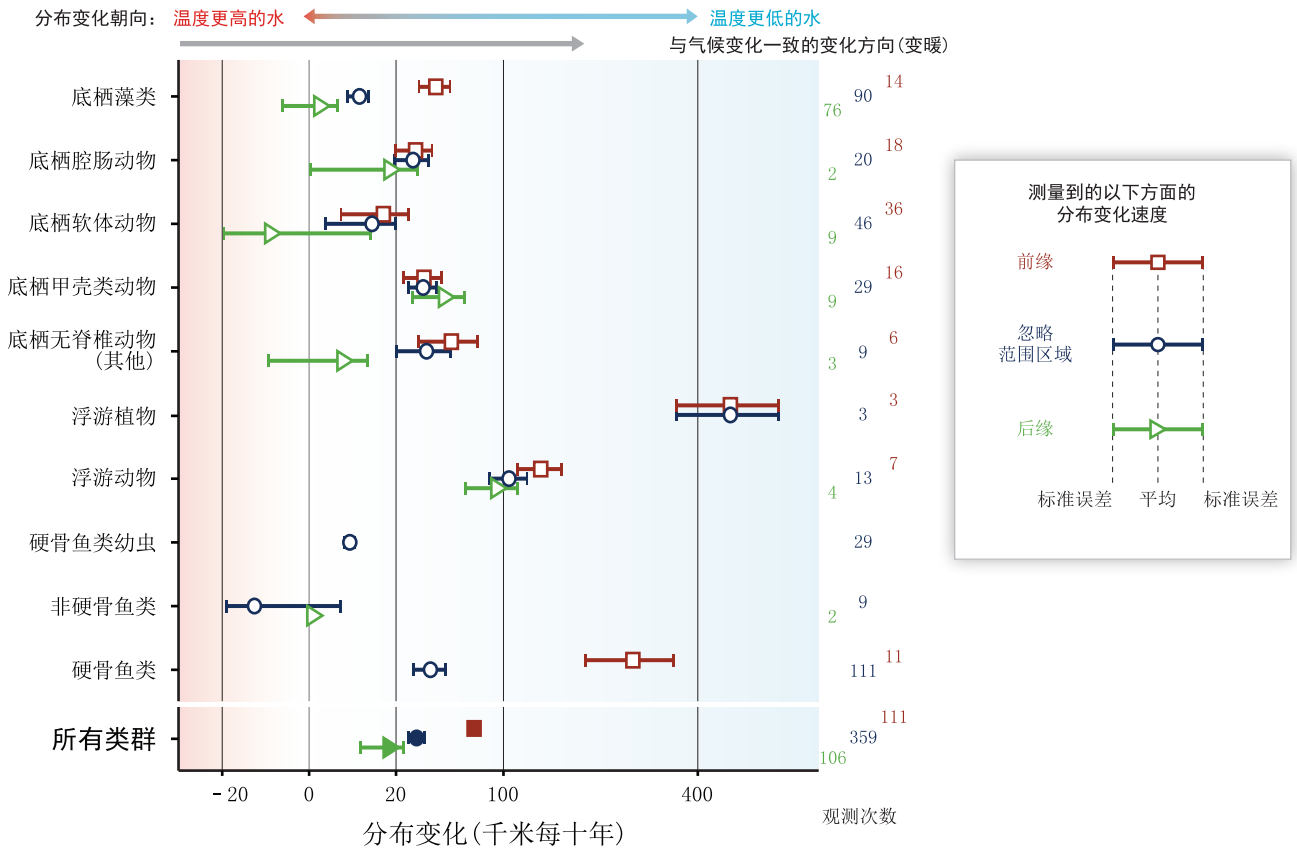


图　MB-2 | 在前缘(红色)和后缘(绿色)测定的海洋生物分类群的分布变化速度(千米每十年)。平均分布的变化是使用所有的资料计算的，不考虑范围的位置，用深蓝色表示。分布的变化已经用平方根转化，所以标准误差可能不是对称的。正向分布变化与变暖一致(朝向之前温度较低的水域，一般来说即向极地方向)。图中显示了平均值±标准误差，也说明　了观测数量。非硬骨鱼类包括鲨鱼、鳐鱼、七鳃鳗、盲鳗。　(来自　Poloczanska等，2013)。

生物地理变化也受到其他因素的影响，如海流、营养和分层的变化、光照水平、海冰、物种的相互作用、栖息地可用性和捕捞活动，其中一些因素可能受到气候变化的单独影响(第6.3节)。定栖生物和底栖海藻生物地理变化的速度和型式受以下方面的复杂影响：当地的动力状况和地形特征(地中海的岛屿、渠道、沿海泻湖(Bianchi，2007)，沿海上涌等(Lima等，2007))。地理屏障限制了范围变化，并可能导致失去特有物种(Ben Rais Lasram等，2010)，同时自然迁移或人工引入的外来物种会代替这些特有物种(Philippart等，2011)。

海洋物种能否持续跟上随着气候变化的速度而增加的变暖速度(图MB-3B)是一个关键的不确定因素。本世纪陆地上的气候变化速度预计将超过许多陆地物种跟上气候变化速度的能力(第4.3.2.5节；图4-6)。对于海洋物种而言，观测到的迁移速度通常比陆地物种快得多，特别是初级生产者和低营养级生物尤其如此(Poloczanska等，2013)。浮游植物和浮游动物群落(不含仔鱼)以显著的速度扩大分布(图MB-3b)，如在东北大西洋(第30.5.1节)，这对海洋食物网产生了影响。

地理范围的变化和深度分布在共存海洋物种之间是不同的(Genner 等，2004；Perry 等，2005；Simpson 等，2011)，其原因是物种各自特有的热窗宽度和相关的脆弱性(图6-5)。因此变暖会造成生长、繁殖成活率、仔鱼产量、幼鱼存活率、和复原率的不同变化，这说明了动物物种的相对能力及其竞争力可发生变化(Pörtner和Farrell，2008；图6-7A)。这种影响可能造成丰度的降低或局部灭绝、共存物种之间的“政权转变”、或捕食者和猎物之间严重的不匹配，从而造成局部和区域物种丰富度、丰度、群落组成、繁殖能力、能源流和抗侵力的变化。即使在南极狭温生物中，也存在与生命形态、系统发育和相关的代谢能力有关的生物反应差异(第6.3.1.4节)。其结果是海洋生态系统的功能可能在区域范围内大幅重组，从而可能会引发一系列的连锁效应(Hoegh-Guldberg和Bruno，2010)。如果关注对海洋生物对气候变化响应性质和规模的理解，则可以帮助预测影响和相关的社会成本，并有利于减轻这些影响的适应管理战略(第6.3节和6.4节)。

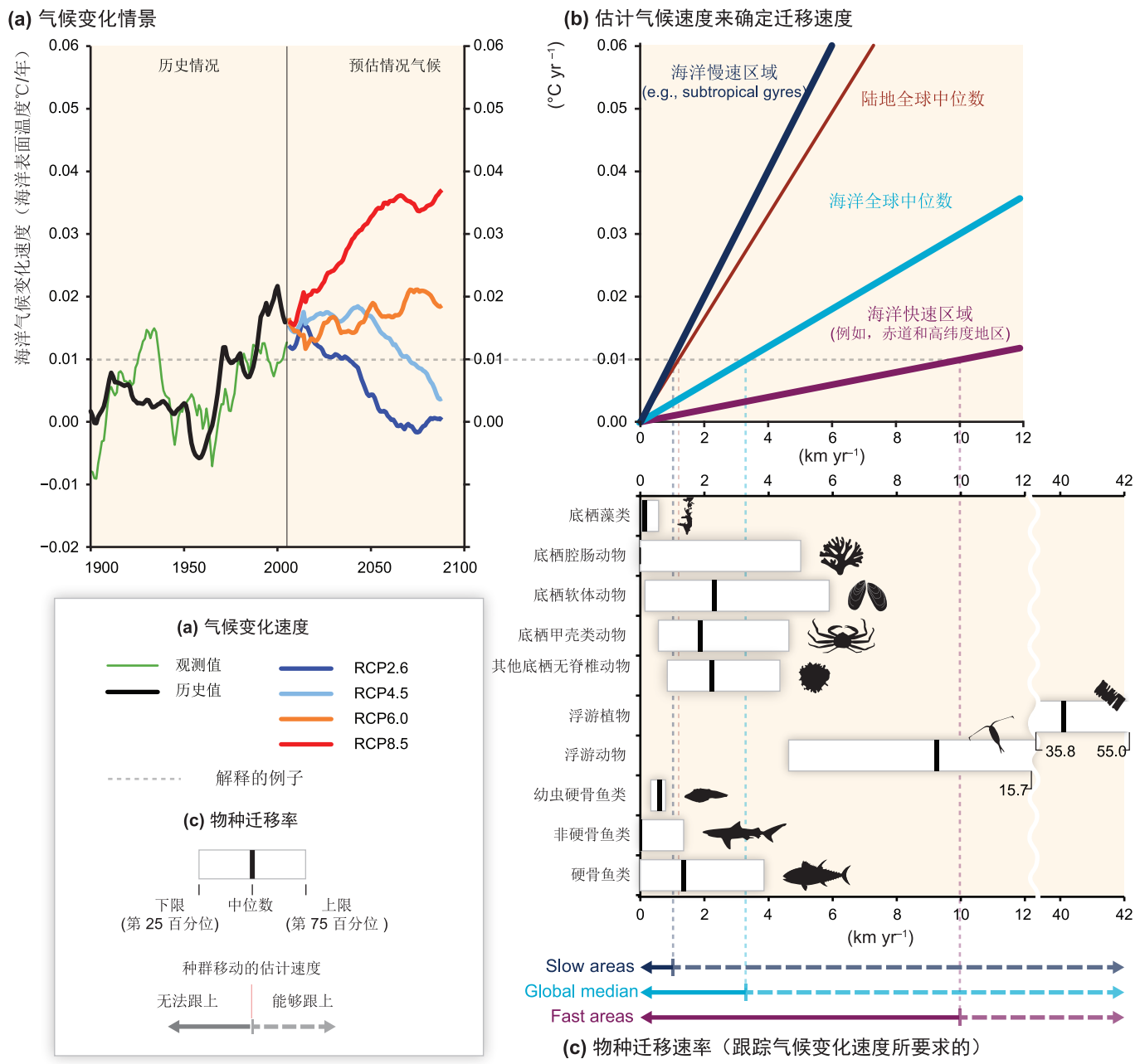


图 MB-3 | (a)海洋气候变化率(海表温度(SST)℃/年)。(b)相应的海洋气候变化速度和陆地中位速度(改编自 Burrows 等，2011)。(c)观测到的海洋生物类群迁移率，基于1900 年至 2010 年的观测资料。虚线是解释的一个例子。0.01℃/年的气候变化速度对应约 3.3 公里/年的海洋中值气候速度。相较于观测到的迁移率，(c)许多海洋类群已经能够跟上 这些速度。浮游植物和浮游动物的迁移率大大超过海洋气候变化中位速度，浮游植物超过海洋快速区域的速度大约 10.0 公里/年。所有的值都是针对海洋表面计算的，但不包括极地海域(图 30-1a)。(a)观测到的海洋 SST 的气候变化速度(绿线)来源于哈德利中心插值 SST1.1(HadISST1.1)资料集，所有其他速度都是基于耦合模式比较计划第五阶段(CMIP5) 的针对历史期和针对未来的气候模式集合(表 SM30-3)均值计算的，其基础是四个典型浓度路径(RCP)的情景。资料用 20 年的滑动窗口进行了平滑处理。(b)全球海洋表面的气候中位数速度(淡蓝色线；不包括极地海洋)，根据 1960 年至 2009 年的HadSST1.1 资料使用 Burrows 等人的方法计算得出(2011 年)。代表慢速海洋区域(太平洋亚热带环流(深蓝色线)的中值速度，和高速海洋区域(如珊瑚三角或北海(紫色线))的中值速度。利用气候研究组资料集 CRU TS3.1 计算的 1960-2009 全球陆地表面中值速度(红线)。图 30-3 显 示的是所计算的 1960-2009 年海洋表面气候速度。(c) 海洋生物类群的迁移速度，由 Poloczanska 等根据已发表的研究成果估算(2013)。需要注意浮游植物的迁移速度超过轴线，所 以给出了数值。

MB

参考文献

Ben Rais Lasram, F., F. Guilhaumon, C. Albouy, S. Somot, W. Thuiller, and D. Mouillot, 2010: The Mediterranean Sea as a 'cul-de-sac' for endemic fishes facing climate change. *Global Change Biology*, **16**, 3233-3245.
Bianchi, C.N., 2007: Biodiversity issues for the forthcoming Mediterranean Sea. *Hydrobiologia*, **580**, 7-21.
Burrows, M.T., D. S. Schoeman, L.B. Buckley, P.J. Moore, E.S. Poloczanska, K. Brander, K, C.J. Brown, J.F. Bruno, C.M. Duarte, B.S. Halpern, J. Holding, C.V. Kappel, W. Kiessling, M.I. O'Connor, J.M. Pandolfi, C. Parmesan, F. Schwing, W.J. Sydeman, and A.J. Richardson, 2011: The pace of shifting climate in marine and terrestrial ecosystems. *Science*, **334**, 652-655.
Cheung, W.W.L., R. Watson, and D. Pauly, 2013: Signature of ocean warming in global fisheries catch. *Nature*, **497(7449)**, 365-368.
Genner, M.J., D.W. Sims, V.J. Wearmouth, E.J. Southall, A.J. Southward, P.A. Henderson, and S.J. Hawkins, 2004: Regional climatic warming drives long-term community changes of British marine fish. *Proceedings of the Royal Society B*, **271(1539)**, 655-661.
Hiddink, J.G. and R. ter Hofstede, 2008: Climate induced increases in species richness of marine fishes. *Global Change Biology*, **14**, 453-460.
Hoegh-Guldberg, O. and J.F. Bruno, 2010: The impact of climate change on the world's marine ecosystems. *Science*, **328**, 1523-1528.
Lima, F.P., P.A. Ribeiro, N. Queiroz, S.J. Hawkins, and A.M. Santos, 2007: Do distributional shifts of northern and southern species of algae match the warming pattern? *Global Change Biology*, **13**, 2592-2604.
Perry, A.L., P.J. Low, J.R. Ellis, and J.D. Reynolds, 2005: Climate change and distribution shifts in marine fishes. *Science*, **308(5730)**, 1912-1915.
Philippart, C.J.M., R. Anadon, R. Danovaro, J.W. Dippner, K.F. Drinkwater, S.J. Hawkins, T. Oguz, G. O'Sullivan, and P.C. Reid, 2011: Impacts of climate change on European marine ecosystems: observations, expectations and indicators. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **400**, 52-69.
Pinksy, M.L., B. Worm, M.J. Fogarty, J.L. Sarmiento, and S.A. Levin, 2013: Marine taxa track local climate velocities. *Science*, **341**, 1239-1242.
Pörtner, H.O. and A.P. Farrell, 2008: Physiology and climate change. *Science*, **322(5902)**, 690-692.
Poloczanska, E.S., C.J. Brown, W.J. Sydeman, W. Kiessling, D.S. Schoeman, P.J. Moore, K. Brander, J.F. Bruno, L.B. Buckley, M.T. Burrows, C.M. Duarte, B.S. Halpern, J. Holding, C.V. Kappel, M.I. O'Connor, J.M. Pandolfi, C. Parmesan, F. Schwing, S.A.Thompson, and A.J. Richardson, 2013: Global imprint of climate change on marine life. *Nature Climate Change*, **3**, 919-925.
Simpson, S.D., S. Jennings, M.P. Johnson, J.L. Blanchard, P.J. Schon, D.W. Sims, and M.J. Genner, 2011: Continental shelf-wide response of a fish assemblage to rapid warming of the sea. *Current Biology*, **21**, 1565-1570.

跨章文框应按如下方式引用：

Poloczanska, E.S., O. Hoegh-Guldberg, W. Cheung, H.-O. Pörtner, and M. Burrows, 2014: Cross-chapter box on observed global responses of marine biogeography, abundance, and phenology to climate change. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 125-129.

OA

海洋酸化

Jean-Pierre Gattuso（法国）、Peter G.Brewer（美国）| Ove Hoegh-Guldberg（澳大利亚）、 Joan A. Kleypas（美国）、 Hans-Otto Pörtner（德国）、 Daniela N. Schmidt（英国）

人为海洋酸化和全球变暖有相同的基本原因，即大气中的CO_2有所增加（图OA-1A；WGI，2.2.1节）。富营养化、海冰损失、上涌和大气中氮和硫的沉降都可加剧局地海洋酸化（5.3.3.6节、6.1.1节、30.3.2.2节）。

化学和预估

海洋酸化的基本化学原理已得到了很好的理解（*证据确凿，高一致性*）。大气中二氧化碳浓度增加可导致更多的二氧化碳进入弱碱性海洋，引起pH值降低，碳酸根离子浓度降低，海水缓冲其化学变化的能力变弱（很高信度）。所以使用大气二氧化碳水平预估结果可以在全球尺度对开放海洋表层不断变化的化学环境进行高精度的预估（图CC-OA-1B）。对上层海洋CO_2的动态化学变化的观测结果可支持这种联系（WGI表3.2和图3.18；图30-8、30-9）。基于典型浓度路径预估的2100年开放海域、海面水化学的变化（WGI，图6.28）与工业化前的数值相比，在典型浓度路径（RCP)2.6中pH值的变化为-0.14单位（421ppmCO_2、+1°C、碳酸离子浓度下降22%），在RCP8.5中pH值的变化为–0.43单位（936ppm CO_2、+3.7°C、碳酸离子浓度下降56%）。对区域变化的预估，特别是在高度复杂的海岸系统（5.3.3.5节、30.3.2.2节）、极地地区（WGI6.4.4节）和深海，则更为困难，但结果一般遵循类似的趋势。

生物、生态和生地化影响

对海洋酸化对海洋生物和生态系统影响的调查有一个相对较短的历史，最近进行了几项元分析（6.3.2.1节、6.3.5.1节）。不同的生物群体内和群体间都存在着对预估海洋酸化速度的广泛敏感性，而早期生命阶段有提高敏感性的趋势（高信度；5.4.2.2节、5.4.2.4节、6.3.2节）。正面和负面影响的型式正在出现（高信度；图OA-1C），但关键的不确定性在于我们对生物、生命史和生态系统所受影响的认识。响应会受到影响，且经常被其他驱动因素放大，如气候变暖、缺氧、营养浓度、光照条件（高信度；5.4.2.4节、6.3.5节）。

海草和一些浮游植物的生长和初级生产受到刺激(*高信度*；5.4.2.3节、6.3.2.2节、6.3.2.3节、30.5.6节)。有害藻华可能会变得更加频繁(*有限证据，中等一致性*)。海洋酸化可能刺激固氮(*有限证据，低一致性*；6.3.2.2节)。它可降低大部分但并非所有海底钙化物种钙化的速度(*中等一致性，证据确凿*)，如造礁珊瑚(文框CC-CR)、珊瑚藻、双壳类、腹足类，并可降低其与非钙化物种竞争的能力(5.4.2.2节、5.4.2.4节、6.3.2.5节)。海洋变暖和酸化会加快碳酸钙的溶解速度，从而造成碳酸盐沉积物和框架的净溶解，以及相关的栖息地丧失(中等信度；5.4.2.4节、6.3.2.5节、6.3.5.4节)。一些珊瑚和温带鱼类的行为、导航和识别天敌和同类的能力将受到干扰(6.3.2.4节)。但是，没有证据表明这些影响将会在进化时间尺度上在分析的几组物种中持续(6.3.2节)。

一些浮游植物和软体动物在长期实验中显示了对海洋酸化的适应性(有限证据，中等一致性；6.3.2.1节)，这说明该长期响应可能小于在短期实验中获得的响应。然而，地球历史上在更慢的海洋酸化速度和其他驱动因素变化下发生的大灭绝说明敏类感动物和植物的演变速度不足以适应未来变化的预估速度(*中等信度*；6.1.2节)。

物种一级响应的多样性造成了对生态系统一级海洋酸化影响的预估比较困难。不同的敏感性、能力和分布的相关变化将改变捕食者与被捕食者之间的关系并将改变它们之间的竞争性相互作用(6.3.2.5节、6.3.5节、6.3.6节)，这可能

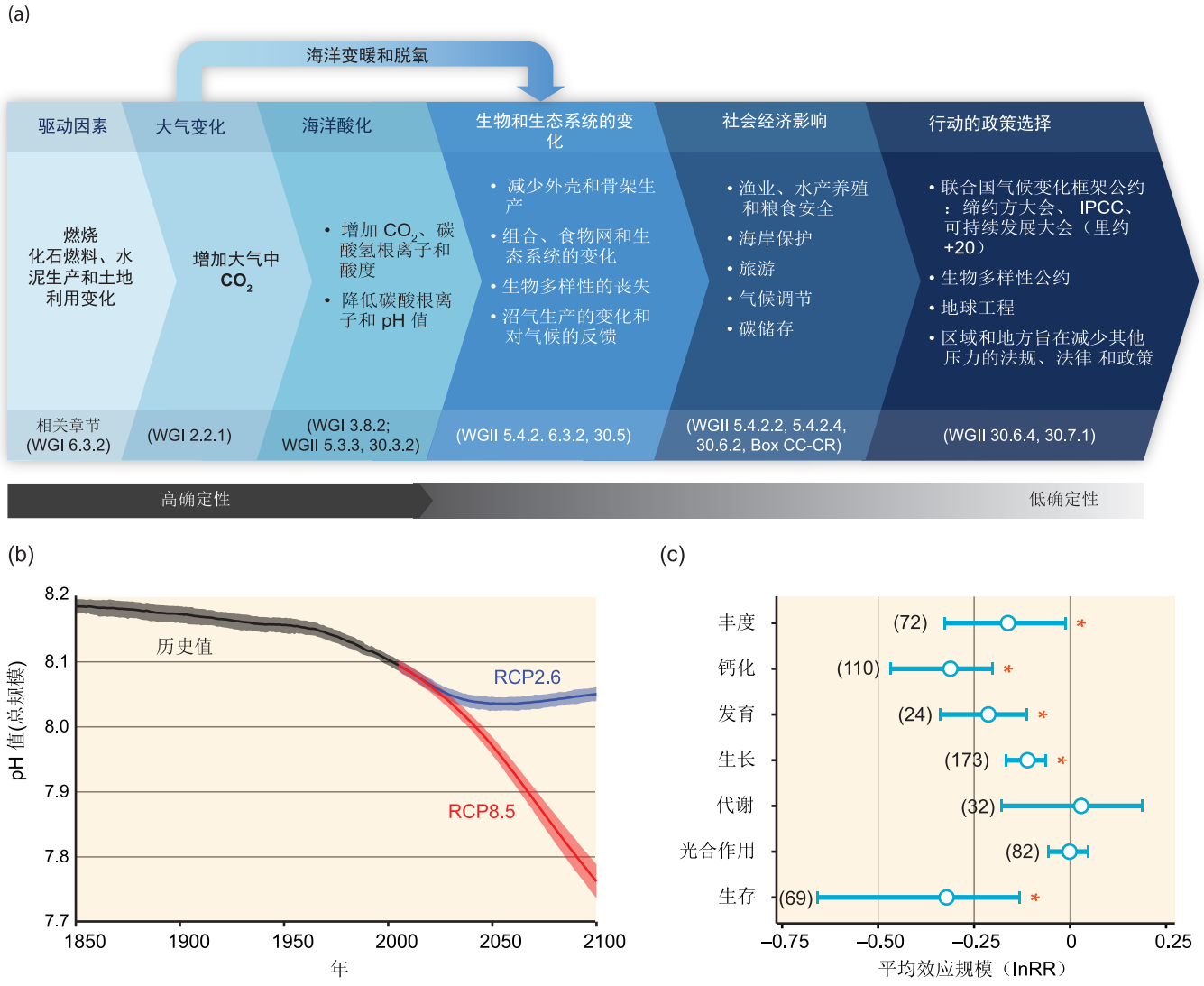


图 OA-1 | (a)海洋酸化的化学、生物和社会经济影响和政策选择概述(改编自 Turley 和 Gattuso，2012)。(b)耦合模式比较计划第五期(CMIP5)对 1850 年到2100年的气候作了模式模拟，并据此通过多模式模拟出全球平均海洋表面的pH值时间序列(总规模)。显示了排放情景典型浓度路径(RCP)2.6(蓝色)和RCP8.5(红色)预估的多模式均值(实线)和单个模式模拟的分布范围((阴影)。黑色(灰色阴影)是利用历史重建强迫模拟的历史演变。所包含的模式为CMIP5 中模拟全球碳循环的模式，这些模式受到规定的大气 CO_2浓度的驱动(WGI AR5 图 SPM.7 和 TS.20)。(c)使用加权随机效应元分析估计的 近期未来酸化(海水 pH 值下降 ≤0.5 个单位)对主要响应变量的影响，元分析中不包括生存，因为生存没有加权(Kroeker 等，2013)。对数转化的响应比(lnRR)是对照组酸化处理的平均效应比。它表明哪个过程最均匀地受到海洋酸化的影响，但不同物种之间存在较大的差异。如果 95%的自举信度区间与零 不交叉，那么就认定为有意义。分析中使用的实验次数在括号中表示。*表示在统计学中有意义的效果。

会影响食物网和更高营养级(有限证据，高一致性)。在CO_2出口处的类似自然物显示物种多样性、生物量和种群营养复杂性出现下降(文框CC-CR；5.4.2.3节、6.3.2.5节、30.3.2.2节、30.5节)。根据记录，在pH值迅速下降的地区，群落结构也会变化(5.4.2.2节)。

由于对具体物种的响应和与营养的相互作用还没有完全理解，所以尚未很好理解海洋酸化对全球生物地球化学循环的影响(有限证据，低一致性)，这是一个重要的知识空白。尚未充分研究温度、氧气和营养浓度、光线等因素的增强、协同或减轻作用。

风险、社会经济影响和成本

海洋酸化对海洋生物、生态系统造成的风险以及最终对人类社会造成的风险，包括海洋酸化影响生物基本生理和生态过程的概率(6.3.2.1节)，及其为社会所提供的生态系统和生态服务造成的影响的程度(文框19-2)。例如，RCP4.5和RCP8.5情景下海洋酸化将影响珊瑚礁的形成和维持(高信度；文框CC-CR，5.4.2.4节)，及其所提供的货物和服务，如渔业、旅游业和海岸保护(有限证据，高一致性；文框CC-CR，6.4.1.1节、19.5.2节、27.3.3节、30.5节、30.6节)。海洋酸化会带来许多其他潜在的风险，但这些还不能定量评估，因为只有少量相关研究，特别是关于生态和社会经济影响幅度方面的研究(19.5.2节)。

关于观测或预估的海洋酸化对经济造成的成本并没有作全球性估计。最大的不确定性是对低营养级的影响将如何通过食物网而向顶层捕食者传播。但是，也有一些具有启发性的例子可说明海洋酸化潜在影响的程度。根据排放情景特别报告(SRES)中的A1F1排放情景，商用贝类软体动物的产量下降(6.4.1.1节)将会使美国的产量下降3%至13%A1FI排放情景(低信度)。软体动物产量的减少将会在2100年前在全球造成超过1000亿美元的损失(有限证据，中等一致性)。模式表明，海洋酸化通常会降低鱼类的生物量和捕获量(低信度)，而再加上其他环境(变暖)和人类(渔业管理)因素，将会产生复杂的增强、协同和/或减轻作用(6.4.1.1节)。2012年估计在A1情景和B2SRES情景下，2100年前由海洋酸化引起的珊瑚礁损失造成的年度经济损失将分别为8700亿和5280亿美元(低信度；6.4.1节)。虽然相对于全球国内生产总值(GDP)这个数字很小，但对于很多依赖于珊瑚礁生态产品和服务的沿海地区和小岛经济来说是一个非常大的GDP损失(25.7.5节、29.3.1.2节)。

减缓和适应

海洋酸化影响的成功管理包括两种方法：减缓问题的来源(即减少CO_2的人为排放量)和/或通过减轻过去和未来海洋酸化的后果进行适应(6.4.2.1节)。通过减少大气中的CO_2来减缓海洋酸化是最有效、也是风险最低的限制海洋酸化及其影响的方法(6.4.2.1节)。基于太阳辐射管理的地球气候工程技术不会减弱海洋酸化，而且在某些情况下可能增加酸化(6.4.2.2节)。从大气中移除CO_2的地球工程技术能直接解决该问题，但是成本非常高，并且可能因为二氧化碳储存能力不足而受到限制(6.4.2.2节)。此外，一些基于海洋的方法如铁施肥，只会将酸化从海洋上层迁移到海洋内部，而且可能降低深水氧含量(6.4.2.2节、30.3.2.3节、30.5.7节)。采用低悔但有效性相对有限的方法可降低除CO_2以外的驱动因子(如营养物污染)的数量和程度(6.4.2.1节)。局地层面的海洋酸化减缓可能涉及降低沿海的营养物质和有机物的人为生产(5.3.4.2节)。一些适应战略包括当pH值处于正常范围时从局部流域为养殖场抽水，选择敏感性低的物种或菌株，或将工业搬迁至其他地方(6.4.2.1节)。

OA

参考文献

Kroeker, K., R.C. Kordas, A. Ryan, I. Hendriks, L. Ramajo, G. Singh, C. Duarte, and J.-P. Gattuso, 2013: Impacts of ocean acidification on marine organisms: quantifying sensitivities and interaction with warming. *Global Change Biology*, **19**, 1884-1896.

Turley, C. and J.-P. Gattuso, 2012: Future biological and ecosystem impacts of ocean acidification and their socioeconomic-policy implications. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, **4**, 278-286.

跨章文框应按如下方式引用：

Gattuso, J.-P., P.G. Brewer, O. Hoegh-Guldberg, J.A. Kleypas, H.-O. Pörtner, and D.N. Schmidt, 2014: Cross-chapter box on ocean acidification. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 131-133.

PP 海洋中的净初级生产量

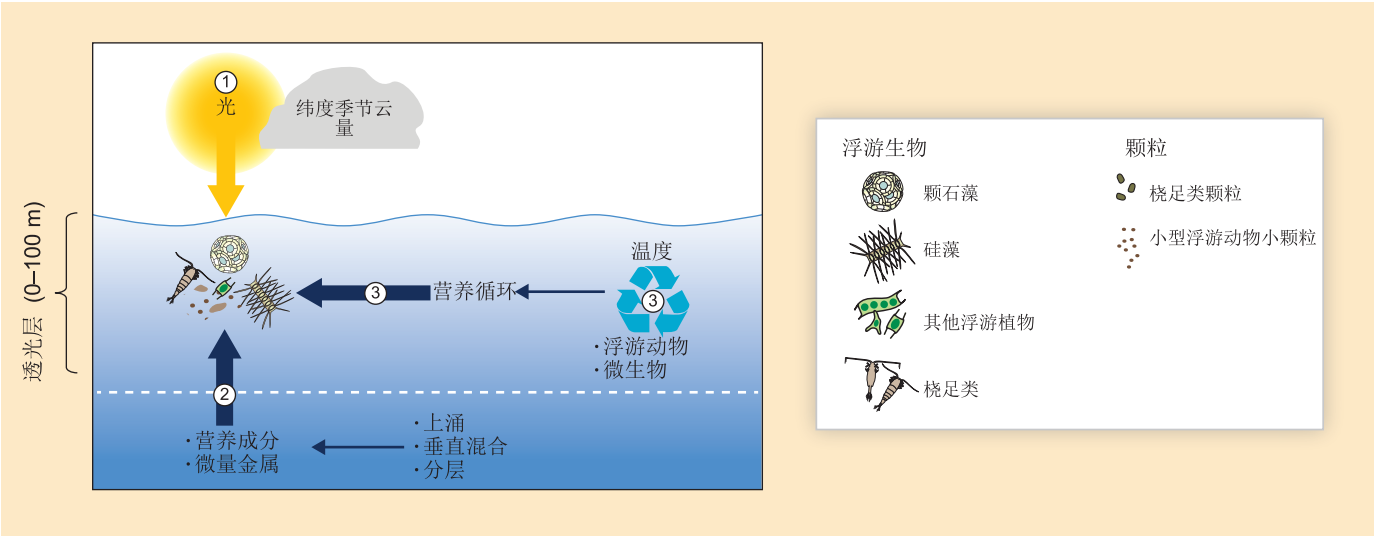
Philip W.Boyd（新西兰）、 Svein Sundby（挪威）、Hans-Otto Pörtner（德国）

净初级生产量（NPP）是光合固碳量减去用于自养浮游微生物和底栖植物细胞呼吸和维护的固碳的量（6.2.1节、6.3.1节）。NPP的环境因素包括光线、营养素、微量营养素、CO_2和温度（图PP-1a）。这些因素反过来会受到海洋和大气过程的影响，包括云量，海冰范围，风、浪和流的混合，对流，密度分层，由漩涡造成的各种形式的上涌，锋面活动和边界流。温度会起到多种作用，因为除影响水柱分层和海冰面积外（图PP－1a），它会影响浮游植物的生理速度和异养细菌回收营养素的速度。气候变化预估将通过多种途径强烈影响NPP，具体途径取决于区域和局部物理参数（WGI AR5，第3章）以及生态系统的结构和功能（中等信度；6.3.4节、6.5.1节）。NPP受环境因素的影响会导致区域生产率高达10倍的变化，营养贫乏的亚热带水域和光线有限的北极水域生产率最低，而高产量的上涌地区和高度富营养化的沿海地区的生产率最高（图PP-1b）。

海洋目前提供~50×1015g^{Cyr-1}，约占全球NPP的一半（Field等，1998）。全球NPP估计主要是从卫星遥感获得的（6.1.2节），卫星具有前所未有的空间和时间覆盖范围，而且可以根据海洋实测结果进行区域性的验证。观测说明当偶发自然干扰改变环境控制时，NPP的速率会发生明显变化，如在东北太平洋高硝酸盐低叶绿素水域观测到的火山爆发可提高铁质供应的情况（Hamme等，2010）。气候变率可造成NPP的明显变化（Chavez等，2011），如当赤道太平洋的厄尔尼诺转变为拉尼娜的情况下，垂直的营养和微量元素的供应会得到增强（Chavez等，1999）。

NPP的多年时间序列记录已被用来评估在最近数十年来NPP的空间趋势。Behrenfeld等（2006年）利用卫星资料说明了1999至2005年间全球NPP以190×1012g^{Cyr-1}的速度长期持续下降，即全球NPP每年下降0.57%。相比之下，－Saba等（2010年）在1988年和2007年之间直接测量的NPP时间序列（即使用放射性示踪剂14C碳酸氢盐进行实地孵育）说明两个低纬度开放海域站点的NPP出现了上升（2%$^{yr-1}$）。实地和遥感的NPP趋势之间的这种差异说明所使用的方法具有不确定性和/或独立网点能代表大洋区的程度具有不确定性（Saba等，2010，2011）。随后模拟研究表明，<15年的卫星获取的NPP存档不足以将气候变化驱动的NPP变化与自然气候变率驱动的NPP变化进行区分（Henson等，20

(a)



(b)

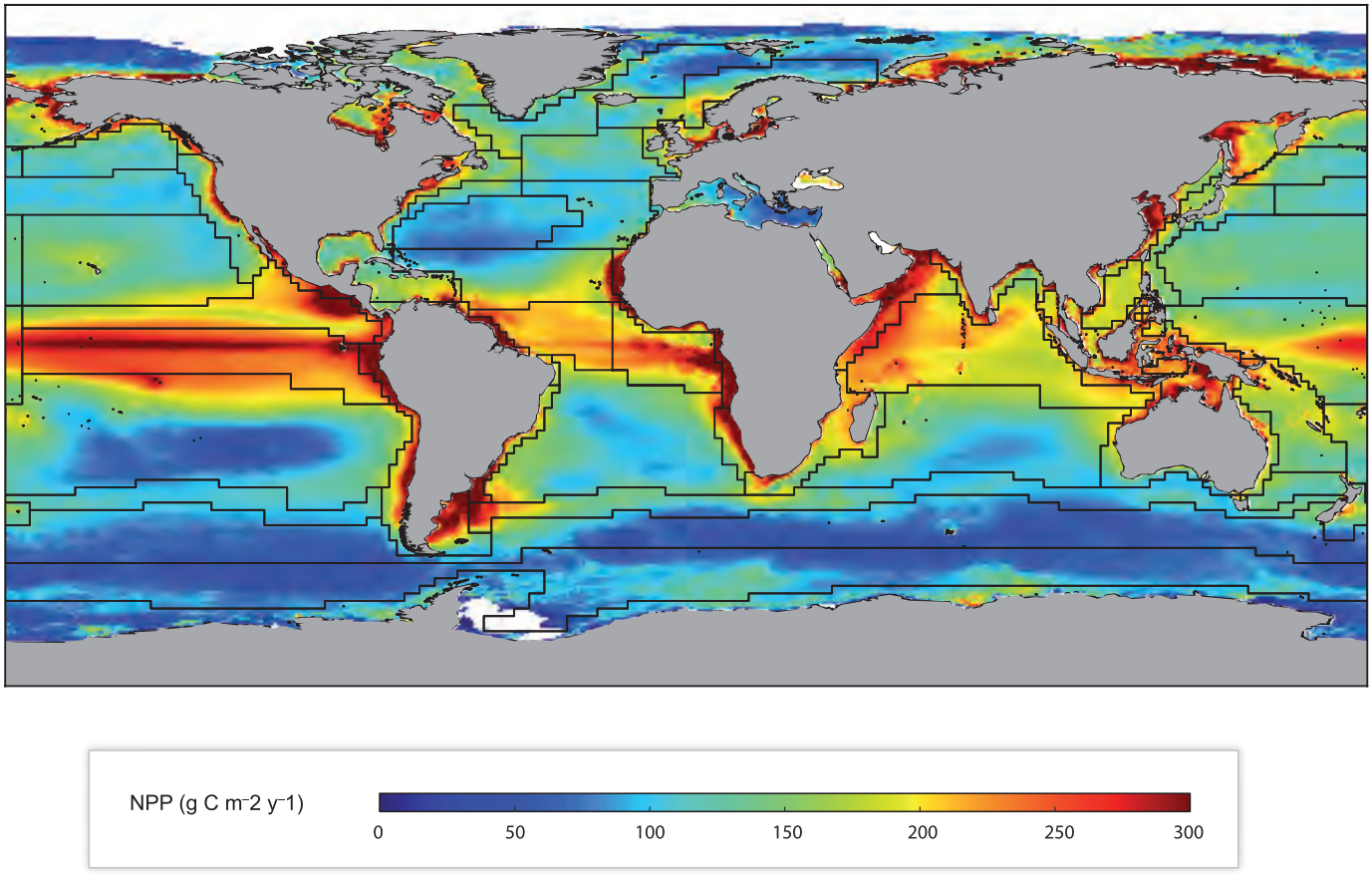


图 PP-1 | (a)环境因素会控制净初级生产量(NPP)。NPP 主要受三个基本过程控制：(1)海洋表面的光条件，也就是，发生光合作用的透光区；(2)营养物和微量营养素从底层水 域到透光区的上涌；(3)有机原料在下沉出透光区前被分解和回收，从而再生成营养素和微量营养素。所有三个过程都受物理化学和生物过程影响，而且在各个区域的生态系统有所不 同。另外，水温会强烈影响资源丰富细胞光合作用的上部速率。在气候变化条件下对初级生产力变化的预测依赖于对每个区域所有这些变量和过程的正确参数化和模拟。(b)全球区域 NPP 率年度复合图(来自 Aqua 气候卫星中等分辨率成像光谱仪(MODIS)2003-2012 年资料；NPP 使用碳基生产力模式计算(CBPM；Westberry 等，2008))。叠加部分(细黑线)是代表 51 个不同的全球海洋生物地理洋区的网格(根据Longhurst，1998，基于 Boyd 和 Doney，2002)。每个区域的特点和边界主要由底层区域海洋物理和化学特点决定。白色区载=没有 资料。(图片由 Toby Westberry (OSU)和 Ivan Lima(WHOI)提供，卫星资料由 NASA 海洋生物处理组提供。)

PP

10；Beaulieu等，2013）。虽然在多年代际尺度上，海洋NPP测量资料的可用时间序列与更长气候变率模式的时间尺度相比也不够长，例如大西洋多年代际振荡（AMO）的周期为60-70年，图6-1）。最近合成更长（即百年）的叶绿素记录作为浮游植物贮量代用资料的尝试（如Boyce等，2010）受到了批评，原因是这种方法依托一百年时段不同叶绿素代用资料记录之间有问题的联系（例如Rykaczewski和Dunne，2011）。

在预估气候变化改变NPP环境驱动因素的模式中，提供了NPP空间变化和变化率的估计值。例如，四个全球耦合气候-海洋生物地球化学地球系统模式（WGIAR5第6章）预估在高纬度地区NPP会增加，特别是在高纬度的生物群落中，原因是光照下降，NPP的温度也受到限制（Steinacher等，2010）。然而，这种NPP区域性的增加更会被低纬度和中纬度的NPP下降抵消，原因是输入到透光层的常量营养素减少。混合层深度的降低和流通速度减慢可能导致进入透光层的常量营养素减少（图6-2）。在高排放情景下这些海洋环境造成的变化会导致全球2100年平均NPP比2000年减少2％到13％，（Polovina等，2011；SRES（排放情景特别报告）A2，介于RCP6.0和RCP8.5之间）。这与最近的基于10个地球系统模式的分析是一致的（BOPP等，2013年），该分析认为在RCP8.5、RCP6.0、RCP4.5、RCP2.6下，2090年代的全球NPP相对于1990年代会分别下降8.6（±7.9）％、3.9（±5.7）％、3.6（±5.7）％和2.0（±4.1）％。然而，模式之间预估的变化幅度差别很大（例如，在RCP8.5下，全球NPP的下降幅度低至0%，高至20％）。各种模式显示NPP在区域（即大洋区，见图PP-1b）尺度上有非常大的差异。

模式预估中曾预测在中等情景（SRESA1B，类似RCP6.0；Sarmiento等，2004；Schmittner等，2008）下，全球NPP会有一系列变化，从增加（相对于工业前速度）高达8.1%，到在SRESA2排放情景（Steinacher等，2010）下下降2-20％。这些预估没有考虑来自热带和亚热带区域大气固氮的初级生产量的潜在贡献，而增加的分层和减少的混合养分投入会加重这种现象。这种机制具有潜在的重要性，尽管这样的偶发固氮增加在没有过量磷酸盐存在的情况下是不可持续的（例如，Moore等，2009；Boyd等，2010）。这可能会导致对NPP的低估（Mohr等，2010；Mulholland等，2012；Wilson等，2012），但是，这种低估的程度是未知的（Luo等，2012）。

必须注意比较来自观测的全球、大洋区（例如，低纬度海域，例如，Behrenfeld等，2006）和区域NPP趋势，因为有些地区还有其他局地性环境影响，如融化海冰会加强上层海洋密度分层。举例来说，由于更多的无冰天数，一个较长的浮游植物生长季节可能会在1998年至2009年间将北极水域（Arrigo和vanDijken，2011）的NPP（基于区域性验证的卫星NPP时间序列）平均增加8.1x1012g^{Cyr-1}。其他的区域NPP趋势已在第30.5.1至30.5.6节说明。另外，尽管不同模式对全球NPP的未来模式预估（Steinacher等，2010；Bopp等，2013）可以比较，但每个模式的区域预估有很大的差异。这引起了对以下方面的担忧：不同模式的哪些NPP参数化方面会造成区域NPP的差异，模式预估的全球NPP精确度有多高。

从全球的角度来看，在低排放（SRESB1或RCP4.5）和高排放情景（中等信度；SRESA2或RCP6.0和8.5，6.3.4节、6.5.1节）下，公海NPP在2100年前将小幅下降，伴有高纬度地区的NPP增加和热带地区的NPP下降（*中等信度*）。但预估的2100年前各海洋区域和海岸水域NPP变化的方向、程度和差异为有限证据，低一致性（*低信度*）。

PP

参考文献

Arrigo, K.R. and G.L. van Dijken, 2011: Secular trends in Arctic Ocean net primary production. *Journal of Geophysical Research*, **116(C9)**, C09011, doi:10.1029/2011JC007151.

Beaulieu, C., S.A. Henson, J.L. Sarmiento, J.P. Dunne, S.C. Doney, R.R. Rykaczewski, and L. Bopp, 2013: Factors challenging our ability to detect long-term trends in ocean chlorophyll. *Biogeosciences*, **10(4)**, 2711-2724.

Behrenfeld, M.J., R.T. O'Malley, D.A. Siegel, C.R. McClain, J.L. Sarmiento, G.C. Feldman, A.J. Milligan, P.G. Falkowski, R.M. Letelier, and E.S. Boss, 2006: Climate-driven trends in contemporary ocean productivity. *Nature*, **444(7120)**, 752-755.

Bopp, L., L. Resplandy, J.C. Orr, S.C. Doney, J.P. Dunne, M. Gehlen, P. Halloran, C. Heinze, T. Ilyina, R. Séférian, J. Tijiputra, and M. Vichi, 2013: Multiple stressors of ocean ecosystems in the 21st century: projections with CMIP5 models. *Biogeosciences*, **10**, 6225-6245.

Boyce, D.G., M.R. Lewis, and B. Worm, 2010: Global phytoplankton decline over the past century. *Nature*, **466(7306)**, 591-596.

Boyd, P.W. and S.C. Doney, 2002: Modelling regional responses by marine pelagic ecosystems to global climate change. *Geophysical Research Letters*, **29(16)**, 53-1–53-4, doi:10.1029/2001GL014130.

Boyd, P.W., R. Strzepek, F.X. Fu, and D.A. Hutchins, 2010: Environmental control of open-ocean phytoplankton groups: now and in the future. *Limnology and Oceanography*, **55(3)**, 1353-1376.

Chavez, F.P., P.G. Strutton, C.E. Friederich, R.A. Feely, G.C. Feldman, D.C. Foley, and M.J. McPhaden, 1999: Biological and chemical response of the equatorial Pacific Ocean to the 1997-98 El Niño. *Science*, **286(5447)**, 2126-2131.

Chavez, F.P., M. Messié, and J.T. Pennington, 2011: Marine primary production in relation to climate variability and change. *Annual Review of Marine Science*, **3(1)**, 227-260.

Field, C.B., M.J. Behrenfeld, J.T. Randerson, and P. Falkowski, 1998: Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components. *Science*, **281(5374)**, 237-240.
Hamme, R.C., P.W. Webley, W.R. Crawford, F.A. Whitney, M.D. DeGrandpre, S.R. Emerson, C.C. Eriksen, K.E. Giesbrecht, J.F.R. Gower, M.T. Kavanaugh, M.A. Peña, C.L. Sabine, S.D. Batten, L.A. Coogan, D.S. Grundle, and D. Lockwood, 2010: Volcanic ash fuels anomalous plankton bloom in subarctic northeast Pacific. *Geophysical Research Letters*, **37(19)**, L19604, doi:10.1029/2010GL044629.
Henson, S.A., J.L. Sarmiento, J.P. Dunne, L. Bopp, I. Lima, S.C. Doney, J. John, and C. Beaulieu, 2010: Detection of anthropogenic climate change in satellite records of ocean chlorophyll and productivity. *Biogeosciences*, **7(2)**, 621-640.
Longhurst, A.R., 1998: *Ecological Geography of the Sea*. Academic Press, San Diego, CA, USA, 560 pp.
Luo, Y.-W., S.C. Doney, L.A. Anderson, M. Benavides, I. Berman-Frank, A. Bode, S. Bonnet, K.H. Boström, D. Böttjer, D.G. Capone, E.J. Carpenter, Y.L. Chen, M.J. Church, J.E. Dore, L.I. Falcón, A. Fernández, R.A. Foster, K. Furuya, F. Gómez, K. Gundersen, A.M. Hynes, D.M. Karl, S. Kitajima, R.J. Langlois, J. LaRoche, R.M. Letelier, E. Marañón, D.J. McGillicuddy Jr., P.H. Moisander, C.M. Moore, B. Mouriño-Carballido, M.R. Mulholland, J.A. Needoba, K.M. Orcutt, A.J. Poulton, E. Rahav, P. Raimbault, A.P. Rees, L. Riemann, T. Shiozaki, A. Subramaniam, T. Tyrrell, K.A. Turk-Kubo, M. Varela, T.A. Villareal, E.A. Webb, A.E. White, J. Wu, and J.P. Zehr, 2012: Database of diazotrophs in global ocean: abundances, biomass and nitrogen fixation rates. *Earth System Science Data*, **4**, 47-73, doi:10.5194/essd-4-47-2012.
Mohr, W., T. Großkopf, D.W.R. Wallace, and J. LaRoche, 2010: Methodological underestimation of oceanic nitrogen fixation rates. *PLoS ONE*, **5(9)**, e12583, doi:10.1371/journal.pone.0012583.
Moore, C.M., M.M. Mills, E.P. Achterberg, R.J. Geider, J. LaRoche, M.I. Lucas, E.L. McDonagh, X. Pan, A.J. Poulton, M.J.A. Rijkenberg, D.J. Suggett, S.J. Ussher, and E.M.S. Woodward, 2009: Large-scale distribution of Atlantic nitrogen fixation controlled by iron availability. *Nature Geoscience*, **2(12)**, 867-871.
Mulholland, M.R., P.W. Bernhardt, J.L. Blanco-Garcia, A. Mannino, K. Hyde, E. Mondragon, K. Turk, P.H. Moisander, and J.P. Zehr, 2012: Rates of dinitrogen fixation and the abundance of diazotrophs in North American coastal waters between Cape Hatteras and Georges Bank. *Limnology and Oceanography*, **57(4)**, 1067-1083.
Polovina, J.J., J.P. Dunne, P.A. Woodworth, and E.A. Howell, 2011: Projected expansion of the subtropical biome and contraction of the temperate and equatorial upwelling biomes in the North Pacific under global warming. *ICES Journal of Marine Science*, **68(6)**, 986-995.
Rykaczewski, R.R. and J.P. Dunne, 2011: A measured look at ocean chlorophyll trends. *Nature*, **472(7342)**, E5-E6, doi:10.1038/nature09952.
Saba, V.S., M.A.M. Friedrichs, M.-E. Carr, D. Antoine, R.A. Armstrong, I. Asanuma, O. Aumont, N.R. Bates, M.J. Behrenfeld, V. Bennington, L. Bopp, J. Bruggeman, E.T. Buitenhuis, M.J. Church, A.M. Ciotti, S.C. Doney, M. Dowell, J. Dunne, S. Dutkiewicz, W. Gregg, N. Hoepffner, K.J.W. Hyde, J. Ishizaka, T. Kameda, D.M. Karl, I. Lima, M.W. Lomas, J. Marra, G.A. McKinley, F. Mélin, J.K. Moore, A. Morel, J. O'Reilly, B. Salihoglu, M. Scardi, T.J. Smyth, S.L. Tang, J. Tjiputra, J. Uitz, M. Vichi, K. Waters, T.K. Westberry, and A. Yool, 2010: Challenges of modeling depth-integrated marine primary productivity over multiple decades: a case study at BATS and HOT. *Global Biogeochemical Cycles*, **24**, GB3020, doi:10.1029/2009GB003655.
Saba, V.S., M.A.M. Friedrichs, D. Antoine, R.A. Armstrong, I. Asanuma, M.J. Behrenfeld, A.M. Ciotti, M. Dowell, N. Hoepffner, K.J.W. Hyde, J. Ishizaka, T. Kameda, J. Marra, F. Mélin, A. Morel, J. O'Reilly, M. Scardi, W.O. Smith Jr., T.J. Smyth, S. Tang, J. Uitz, K. Waters, and T.K. Westberry, 2011: An evaluation of ocean color model estimates of marine primary productivity in coastal and pelagic regions across the globe. *Biogeosciences*, **8(2)**, 489-503.
Sarmiento, J.L., R. Slater, R. Barber, L. Bopp, S.C. Doney, A.C. Hirst, J. Kleypas, R. Matear, U. Mikolajewicz, P. Monfray, V. Soldatov, S.A. Spall, and R. Stouffer, 2004: Response of ocean ecosystems to climate warming. *Global Biogeochemical Cycles*, **18(3)**, GB3003, doi:10.1029/2003GB002134.
Schmittner, A., A. Oschlies, H.D. Matthews, and E.D. Galbraith, 2008: Future changes in climate, ocean circulation, ecosystems, and biogeochemical cycling simulated for a business-as-usual CO_2 emission scenario until year 4000 AD. *Global Biogeochemical Cycles*, **22(1)**, GB1013, doi:10.1029/2007GB002953.
Steinacher, M., F. Joos, T.L. Frölicher, L. Bopp, P. Cadule, V. Cocco, S.C. Doney, M. Gehlen, K. Lindsay, J.K. Moore, B. Schneider, and J. Segschneider, 2010: Projected 21st century decrease in marine productivity: a multi-model analysis. *Biogeosciences*, **7(3)**, 979-1005.
Westberry, T., M.J. Behrenfeld, D.A Siegel, and E. Boss, 2008: Carbon-based primary productivity modeling with vertically resolved photoacclimation. *Global Biogeochemical Cycles*, **22(2)**, GB2024, doi:10.1029/2007GB003078.
Wilson, S.T., D. Böttjer, M.J. Church, and D.M. Karl, 2012: Comparative assessment of nitrogen fixation methodologies, conducted in the oligotrophic North Pacific Ocean. *Applied and Environmental Microbiology*, **78(18)**, 6516-6523.

跨章文框应按如下方式引用：

Boyd, P.W., S. Sundby, and H.-O. Pörtner, 2014: *Cross-chapter box on net primary production in the ocean. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 135-138.

RC 区域气候综述图

Noah Diffenbaugh（美国）、Dáithí Stone（加拿大/南非/美国）、Peter Thorne（美国/挪威/英国）、Filippo Giorgi（意大利）、Bruce Hewitson（南非）、Richard Jones（英国）Geert Jan van Oldenborgh（荷兰）

第一工作组（WGI）评估了区域气候变化的可能性，第二工作组（WGII）以此为基础评估了气候相关风险。为更好地说明评估结果，WGII报告中关于区域气候的章节提供了一系列相互配合的区域气候图，总结了RCP2.6和RCP8.5情景下观测到和预估的近期和长期年平均温度和年平均降水的变化。WGII区域气候综述图采用了WGI第二章和第十二章评估的温度和降水场，其中空间边界、不确定性指标和资料分类支持WGII对气候相关风险和风险管理方案的评估。区域气候和区域气候过程详情参见WGI第十四章及附录I。

WGII描述观测到的年平均温度和降水的分布图采用的源资料、资料充分性计算和趋势显著性计算与WGI第二章、图SPM.1和SPM.2所采用的相同。（观测资料选择和显著性测试的完整介绍参见WGI文框2.2。）观测到的趋势取决于线性回归分析，即1901–2012年综合陆 - 海表面温度（MLOST）的年均温度分析，及1951–2010年全球降水气候中心（GPCC）的年均降水分析。分布图上的资料点分为三类，呼应了WGI图SPM.1和SPM.2所采用的类别：

1） 纯色区域：（a）存在充分的资料，可以对趋势进行稳健估计（即，仅限于该时期前10%和后10%时段内，观测记录完整率超过70%并且资料可用率大于20%的格点框）；（b）在10%的水平上呈现显著趋势（计入自动纠错对显著性测试的影响）。

2） 对角线区域：存在充分的资料，可以对趋势进行稳健估计，但是在10%的水平上，趋势并不显著。

3） 白色区域：没有充分的资料，无法对趋势进行稳健估计。

WGII的年平均温度和降水预估图基于耦合模式比对项目第五阶段（CMIP5；Taylor等，2012）的气候模式模拟，这也是WGI中（包括WGI第十二章、十四章和附录I）多图的依据。CMIP5档案包括来自大气 - 海洋环流模式（AOGCM）、含有耦合植被和/或碳循环成分的AOGCM、含有耦合大气化学成分的AOGCM这三种模式的输出结果。CMIP5实验不同，输出结果可用的模式数量和各模式的实现数量也不同。

WGII区域气候分布图采用了与WGI第十二章(例如，图1，文框12.1)相同的源资料，包括WGI多模式中值、WGI单个模式值、WGI基线(“内部”)变率计算，以及WGI对照期(1986–2005)、21世纪中期(2046–2065)和21世纪末期(2081–2100)等时间段。模式的选择、实现结果的选择、内部变率定义及常用网格插值参见WGI第十二章和附录I。

耦合模式比对项目第三阶段(CMIP3)(Meehl等人，2007)采用了IPCC排放情景特别报告(SRES)中的排放情景(IPCC，2000)，而CMIP5却采用典型浓度路径(RCP)(vanVuuren等人，2011)来描述21世纪气候强迫的可能轨迹。WGII区域气候预估分布图包括RCP2.6和RCP8.5两个情景，分别代表21世纪末RCP范围的高线和低线。未来几十年，全球平均温度变化预估在各RCP情景下是相似的(图RC－1；WGI图12.5)。在近期尺度的持续性气候变化下，随着社会经济趋势与气候变化相互作用，风险会逐渐演变。此外，社会响应，尤其是适应，将影响近期结果。在21世纪下半叶及以后，全球温度增加幅度在不同RCP情景下各不相同(图RC－1；WGI图12.5)。在这个较长的气候选择时期，近期和较长期的减缓、适应和发展路径将决定气候变化的风险。因此，在不同但有重合的时间尺度内会产生减缓和适应的效益，当前的选择也因而会影响整个21世纪气候变化的风险。

预估分布图描绘了未来和参照期之间年平均温度和降水的不同(图RC－2和RC－3)，分为四类。分类基于IPCC不确定性指南，该指南为可能性分配提供了量化基础(Mastrandrea等，2010)，可能的范围是66%－100%，很可能为90%－100%。

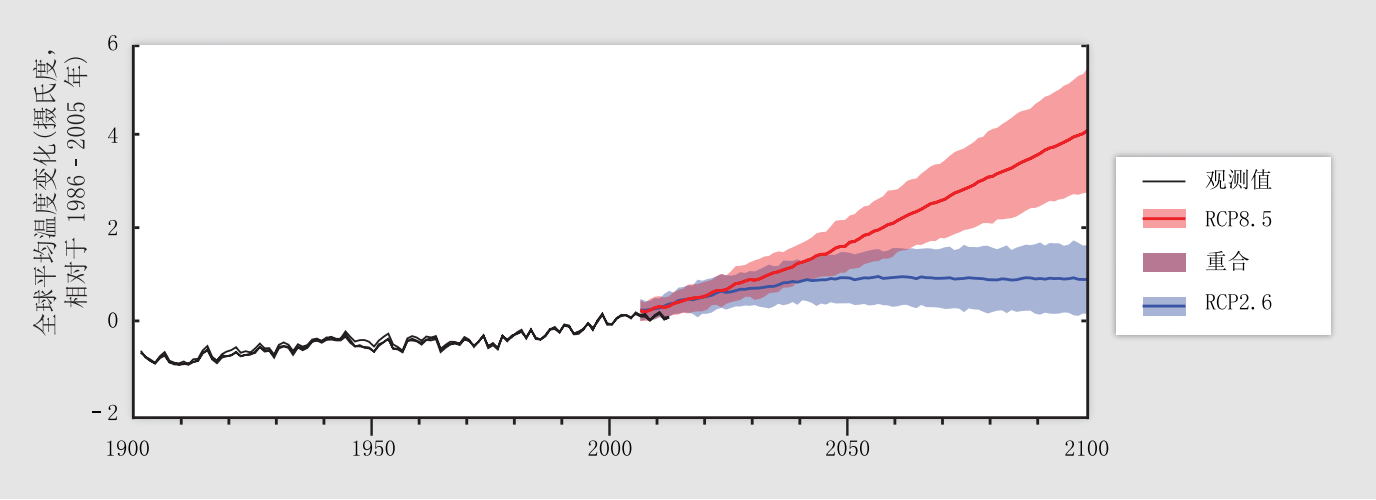


图 RC-1 | 观测到和预估的全球年均温度变化。图示数值以 1986–2005 年为参照。黑线表示 经过观测测量的估算结果，即戈达德空间研究所表面温度分析(GISTEMP)、国家气候资料 中心综合陆－海表面温度(NCDC－MLOST)、哈得莱中心/气候研究所网格化表面温度资料集 4.2(HadCRUT4.2)的实测分析结果。蓝线、红线和阴影表示集合平均值±1.64 的标准偏差区 间，这是基于 RCP2.6 情景的 32 个模式和 RCP8.5 情景的 39 个模式的 CMIP5 模拟。

WGII区域气候预估图中的分类基于可能性的两个方面(如，WGI文框12.1和Knutti等人，2010)。第一，预估的变化超过来自内部气候变率引起的差异的可能性(如Tebaldi等，2011)。第二，各模式在变化迹象方面吻合(如Christensen等，2007；IPCC，2012)。

WGII区域气候分布图中描述的预估变化分为如下四类：

1) 纯色区域一致性很强，多模式平均变化大于基线变率(20年平均值的自然内部变率)的两倍，大于或等于90%的模式在变化迹象上一致。这些标准(以及归到这一类的区域)与WGI文框12.1中信度最高的类别相同。该类别在WGII区域气候分布图中可取代其他类别。
2) 白点区域一致性强，66%或以上的模式显示的变化大于基线变率，且66%或以上的模式在变化迹象上一致。
3) 灰色区域显示变化有分歧，66%及以上的模式显示的变化大于基线变率，但少于66%的模式在变化迹象上一致。
4) 对角线区域表示很少或没有变化，少于66%的模式显示的变化大于基线变率。应该注意 到，用于年均考量的此类区域在季节、月份和/或逐日的时间尺度上仍显示出显著变化。

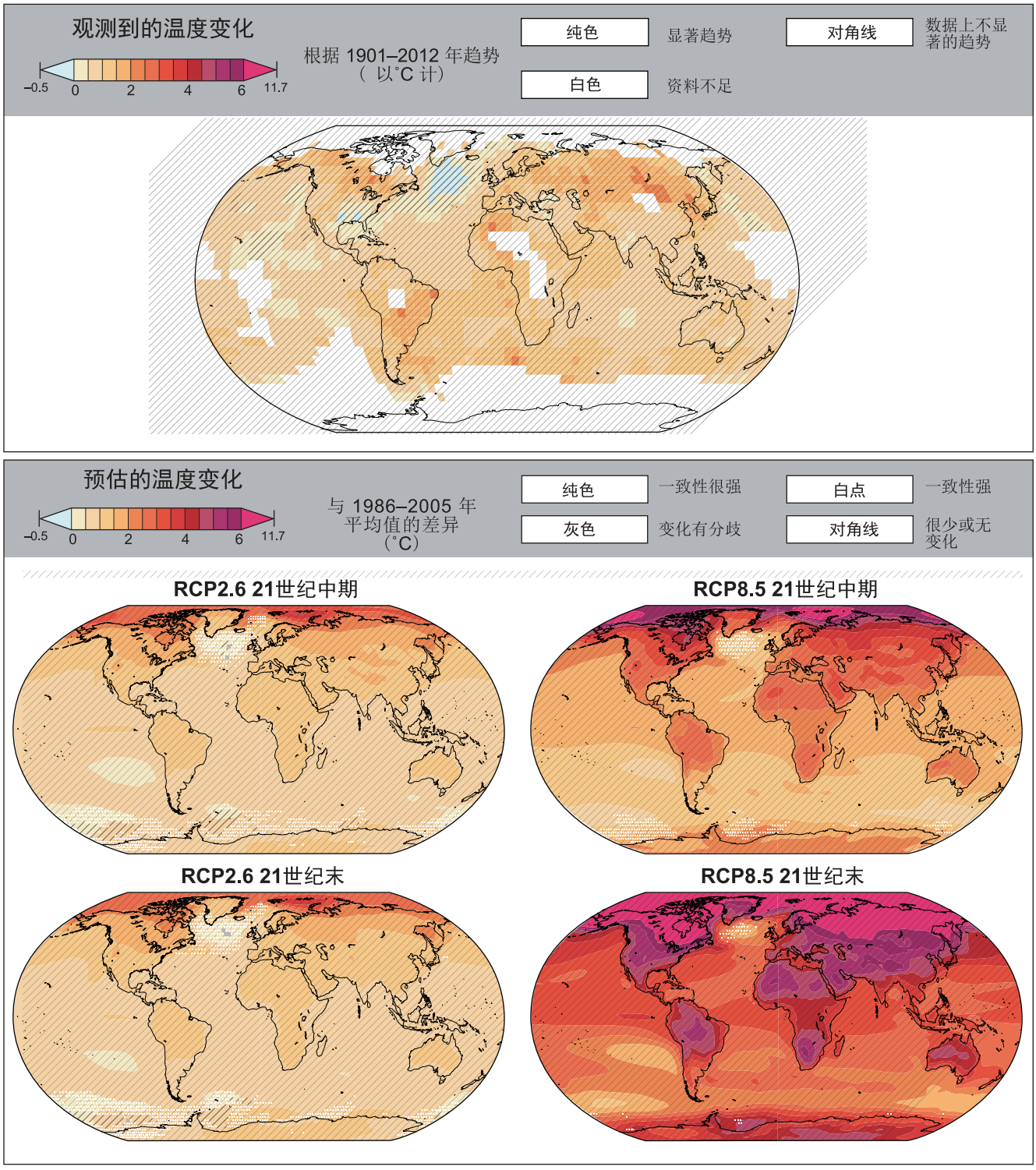


图 RC-2 | 观测到和预估的地表年平均温度变化。(A)观测到的 1901 - 2012 年年平均温度变 化分布图。来源于线性趋势，有充足的资料，可以进行稳健估计(即，仅限于该时期前 10% 和后 10%时段内，观测记录完整率超过 70%并且资料可用率大于 20%的格点框)；其他区域 为白色。纯色区域在 10%的水平上有显著趋势(计入自动纠错对显著性测试的影响)。对角 线区域的趋势不显著。观测到的资料(网格点数值范围：–0.53 至+2.50°C)来自 WGI AR5 图 SPM.1 和 2.21。(B)年平均温度 CMIP5 多模式平均值预估值的变化。变化发生在 2046–2065 年和 2081–2100 年时段内的 RCP2.6 和 RCP8.5 情景下，以 1986–2005 年为参照。纯色区域 一致性很强，多模式平均变化大于基线变率(20 年平均值的自然内部变率)的两倍，且大 于或等于 90%的模式在变化迹象上一致。白点区域一致性强，66%或以上的模式显示的变化 大于基线变率，且 66%或以上的模式在变化迹象上一致。灰色区域显示各模式在变化上有分 歧，66%及以上的模式显示的变化大于基线变率，但少于 66%的模式在变化迹象上一致。对 角线区域表示很少或没有变化，少于 66%的模式显示的变化大于基线变率。然而在季节、月 或逐日等小时间尺度上有显著变化。分析采用来自 WGI AR5 图 SPM.8、文框 12.1 和附录 I 的模式资料。多模式平均值的网格点数值范围分为以下几类：21 世纪中期 RCP2.6 情景下为+0.19 至+4.08°C；21 世纪末 RCP2.6 下情景为+0.06 至+3.85°C；21 世纪中期 RCP8.5 情景下为+0.70 至+7.04°C；21 世纪末 RCP8.5 情景下为+1.38 至+11.71°C。

RC

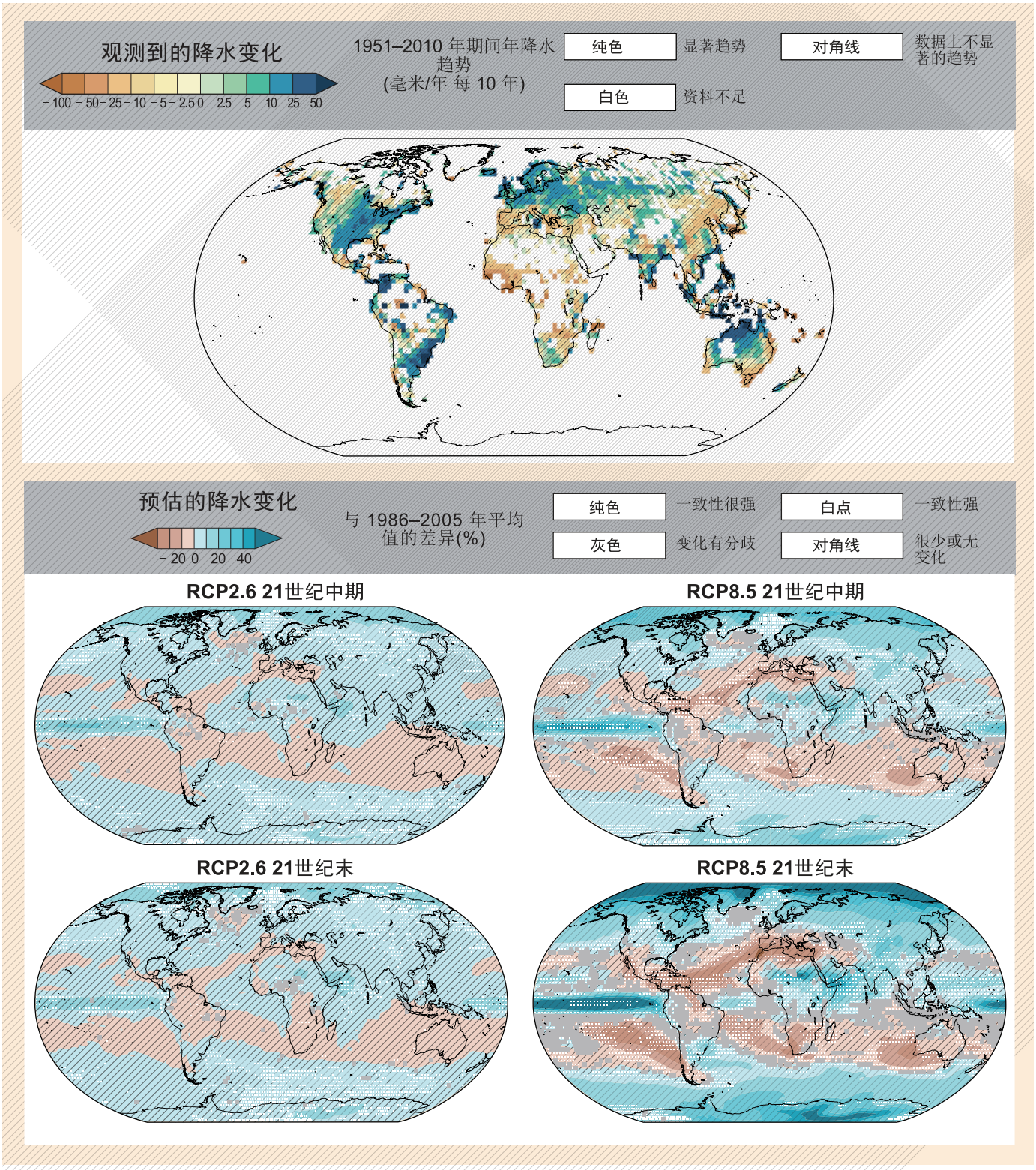


图 **RC-3 |** 观测到和预估的年平均降水变化。(A)观测到的 1951–2010 年年平均降水变化分 布图。来源于线性趋势，有充足的资料，可以进行稳健估计(即，仅限于该时期前 10%和后10%时段内，观测记录完整率超过 70%并且资料可用率大于 20%的格点框)；其他区域为白 色。纯色区域在10%的水平上有显著趋势(计入自动纠错对显著性测试的影响)。对角线区 域的趋势不显著。观测到的资料(网格点数值范围：每十年为–185 至+111毫米/年)来自 WGI AR5 图 SPM.2 和 2.29。(B)年平均降水 CMIP5 多模式平均百分比的变化。变化发生在2046–2065 年和2081–2100 年时段内的RCP2.6 和 RCP8.5 下，以 1986–2005 年为参照。 纯色区域一致性很强，多模式平均变化大于基线变率(20 年平均值的自然内部变率)的两 倍，且大于或等于 90%的模式在变化迹象上一致。白点区域一致性强，66%或以上的模式显 示的变化大于基线变率，且 66%或以上的模式在变化迹象上一致。灰色区域显示变化有分歧，66%及以上的模式显示的变化大于基线变率，但少于 66%的模式在变化迹象上一致。对角线 区域表示很少或没有变化，少于 66%的模式显示的变化大于基线变率。然而在季节、月或日 等小时间尺度上有显著变化。分析采用来自 WGI AR5 图 SPM.8、文框 12.1 和附录 I 的模式资 料。多模式平均值的网格点数值范围分为以下几类：21 世纪中期 RCP2.6 下为–10 至+24%；21 世纪后期 RCP2.6 下为–9 至+22%；21 世纪中期 RCP8.5 下为–19 至+57%；21 世纪末 RCP8.5下为–34 至+112%。

参考文献

Christensen, J.H., B. Hewitson, A. Busuioc, A. Chen, X. Gao, I. Held, R. Jones, R.K. Kolli, W.-T. Kwon, R. Laprise, V. Magaña Rueda, L. Mearns, C.G. Menéndez, J. Räisänen, A. Rinke, A. Sarr, and P. Whetton, 2007: Regional climate projections. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 847-940.

IPCC, 2000: *Special Report on Emissions Scenarios* [Nakicenovic, N. and R. Swart (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 570 pp.

IPCC, 2012: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 582 pp.

Knutti, R., R. Furrer, C. Tebaldi, J. Cermak, and G.A. Meehl, 2010: Challenges in combining projections from multiple climate models. *Journal of Climate*, **23(10)**, 2739-2758.

Mastrandrea, M.D., C.B. Field, T.F. Stocker, O. Edenhofer, K.L. Ebi, D.J. Frame, H. Held, E. Kriegler, K.J. Mach, P.R. Matschoss, G.-K. Plattner, G.W. Yohe, and F.W. Zwiers, 2010: *Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), www.ipcc.ch/pdf/supporting-material/uncertainty-guidance-note.pdf.

Meehl, G.A., C. Covey, K.E. Taylor, T. Delworth, R.J. Stouffer, M. Latif, B. McAvaney, and J.F.B. Mitchell, 2007: The WCRP CMIP3 multimodel dataset – a new era in climate change research. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **88(9)**, 1383-1394.

Taylor, K.E., R.J. Stouffer, and G.A. Meehl, 2012: An overview of CMIP5 and the experiment design. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **93(4)**, 485-498.

Tebaldi, C., J.M. Arblaster, and Reto Knutti, 2011: Mapping model agreement on future climate projections. *Geophysical Research Letters*, **38(23)**, L23701, doi:10.1029/2011GL049863.

van Vuuren, D.P., J. Edmonds, M. Kainuma, K. Riahi, A. Thomson, K. Hibbard, G.C. Hurtt, T. Kram, V. Krey, J.-F. Lamarque, T. Masui, M. Meinshausen, N. Nakicenovic, S.J. Smith, and S.K. Rose 2011: The representative concentration pathways: an overview. *Climatic Change*, **109(1-2)**, 5-31.

本跨章节文框应引用为：

Diffenbaugh, N.S., D.A. Stone, P. Thorne, F. Giorgi, B.C. Hewitson, R.G. Jones, and G.J. van Oldenborgh, 2014: Cross-chapter box on the regional climate summary figures. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 139-143.

RF

气候变化通过改变河流流态而对淡水生态系统产生的影响

Petra Döll（德国）、Stuart E.Bunn（澳大利亚）

众所周知，流态是河流及其相关泛滥平原湿地的结构和功能的首要决定因素，而流态变化被认为可对淡水生态系统产生严重、持续的威胁（Bunn和Arthington,2002；Poff和Zimmerman,2010；Poff等，2010）。许多物种分配模式并没有考虑流态改变的影响（即，频率、幅度、历时和/或时间等流态要素的改变），或仅用降水量来代表河流流态（Heino等，2009）。

越来越多的证据表明，气候变化将显著改变河流、湿地水文情势的重要生态属性，加剧人类用水对已开发流域的影响（中等信度；Xenopoulos等，2005；Aldous等，2011）。预估到21世纪50年代，气候变化将严重影响长期平均流量、季节性、统计高流量（不影响统计低流量）等流态特征，影响程度深于到2000年的筑堤、采水所产生的影响（图RF－1；Döll和Zhang，2010）。在一个气候情景（SRESA2排放情景，英国气象局哈得莱中心气候预测模式3（HadCM3））下，到21世纪50年代，由于全球上游流域鱼类物种减少超过10%，15%的陆地区域可能遭受消极影响。而采水和筑堤所造成的鱼类物种减少仅仅影响了10%的陆地区域（Döll和Zhang，2010）。气候变化可能加剧堤坝对淡水生态系统的消极影响，但也可能促使堤坝和水电站的运行有利于河流生态系统。要实现这种情况，那么总径流量就要增加（在瑞典就是如此），且年水位曲线与用电需求变化要越来越吻合，即春季洪水减少，冬季径流量增加（Renofalt等，2010）。

由于生物区通常适应一个特定的河流流量变率水平，预估的由气候变率增加造成的流量变率增加可能适用于广幅物种或入侵物种（Ficke等，2007）。多雪或冰川覆盖的流域中，由地下水补给的河流有相对稳定的栖息环境，这可能会因融水再补给减少而发生改变，因而使得流量更加多变（可能是间歇性的）（Hannah等，2007）。流量变率变化强度大，说明流态变化从间歇性转变为常年性，反之亦然。预估到21世纪50年代，全球5－7%的陆地区域，主要是半干旱地区，会发生河流流态变化。（Döll和MüllerSchmied，2012；见第三章，表3－2）。

在非洲，三分之一的鱼类物种和五分之一的特有鱼类物种所在的生态区域中，流量或径流会在21世纪50年代发生变化，变化率超过40%（Thieme等，2010）。在一些生态区域，有超过80%的非洲淡水鱼类物种，且存在几种显著的生态和进化现象，这些区域的水文条件与现在相比可能发生重大变化，长期

年平均河流流量或径流将发生10%的变化，这都是由气候变化和水资源利用引起的(Thieme等，2010)。

由于冬季温度上升，雪储量显著的淡水生态系统会受到影响，冬季河流流量上涨，春季流量高峰到来更早，夏季低流量的情况可能减少(节3.2.3)。冬季流量高峰大大增加，到21世纪50年代，可能导致美国境内太平洋西北地区的鲑鱼类物种数量减少，减少幅度为20 - 40%(取决于气候模式)。这是因为在鲑鱼孵卵期河床受到冲刷，相对原始的高海拔地区所受影响最严重(Battin等，2007)。夏季低流量情况减少，导致生态系统和用水灌溉者之间对水的竞争加剧(Stewart等，2005)。通过购买或租赁水使用权、改变水库放水模式来保证环境流量将是一项重要的适应策略(Palmer等，2009)。

观测结果和模式表明，全球变暖对由冰川融水和融雪补给的溪流和河流的影响将经过两个截然不同的阶段（Bur-

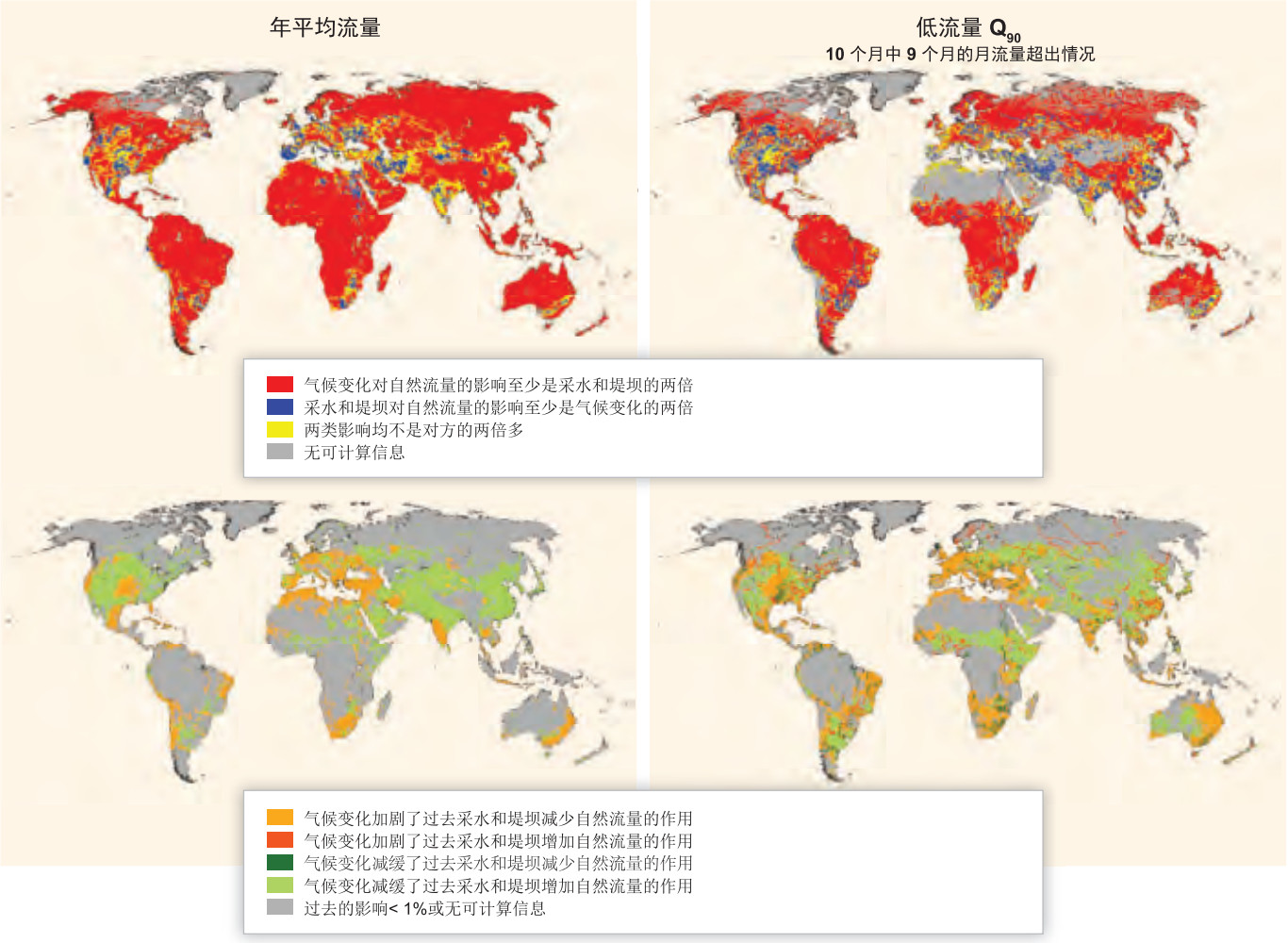


图 RF-1 | 气候变化对自然流量的影响，相对于采水和堤坝的影响而言，针对两个河流生态相关特征（年均流量和月度低流量 Q_{90}），通过全球水模式计算得出（Döll 和 Zhang，2010）。 根据全球气候模式 HadCM3 下的排放情景 A2，气候变化的影响以 1961–1990 年和 2041–2070 年两个时段河流流量的百分比变化呈现。通过运行包含和不包含 2002 年存在的采水及 堤坝的模式，计算出采水和水库的影响。请注意，该图并不能反映变化幅度的空间差异。

kett等，2005；Vuille等，2008；Jacobsen等，2012)。在第一阶段，当融化加速导致河流流量增加时，物种的整体多样性和丰富性可能会增加。然而，河水温度和流量的变化可能对狭域特有物种产生消极影响(Jacobsen等，2012)。在第二阶段，当积雪过早融化、冰川萎缩导致夏末流量减少时，可以预计将有广泛的消极影响，一旦达到约50%的冰川覆盖临界值，物种多样性将急剧减少(图RF - 2)。

河流流量也影响河流温度对气温上升的响应。据估计，全球平均气温上升2°C、4°C、6°C将导致年平均河流温度分别上升1.3°C、2.6°C、3.8°C(vanVliet等，2011）。据计算，流量减少20%和40%，将导致河水温度分别额外增加0.3°C和0.8°C(平均而言)(vanVliet等，2011）。因此，未来河流将更加频繁地经历干旱，而在这些河流所在的地方，

依赖淡水的生物区将遭受三重威胁：流量条件改变的直接影响、因干旱引起的河流温度上升的影 响、相应的氧气含量减少和污染物浓度增加的危害。

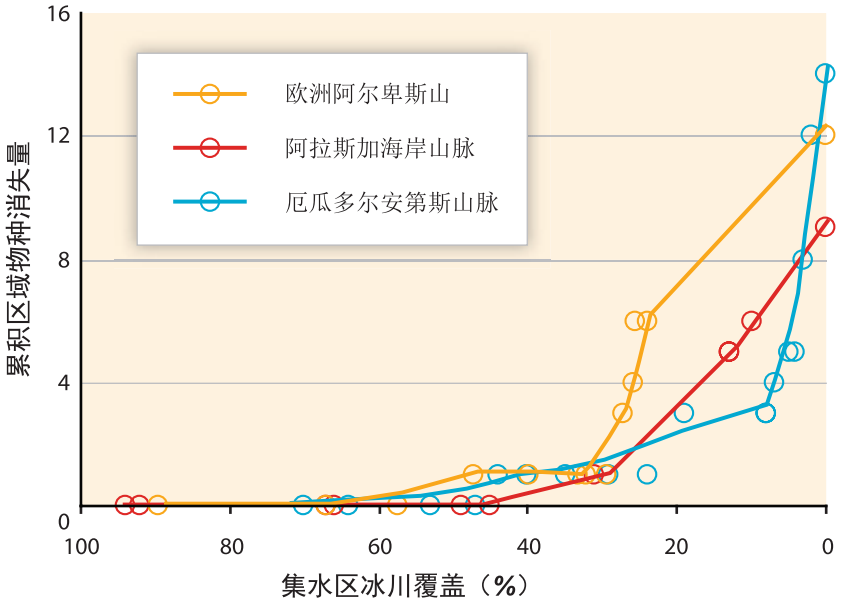


图 **RF-2 |** 以集水区冰川覆盖百分比为函数得出的大型无脊椎动物区域物种丰富度（γ 多样性）的累积损失。当集水区冰川覆盖量降至近 0%以下时，冰川补给河流的专性大型无脊椎动物 的集聚开始消失；冰川完全消失时，厄瓜多尔安第斯山脉、欧洲阿尔卑斯山和阿拉斯加海岸 山脉这三个研究区域的整体物种消失范围是 9 - 14 种，各区消失物种比例分别占各区总物种 丰富度的 11%、16%和 38%。资料来源：对厄瓜多尔安第斯山脉、瑞士和意大利阿尔卑斯山 的多处河流的研究，以及对阿拉斯加东南部海岸山脉的一条河流的近 30 年内冰川萎缩状况的时间研究。每个资料点代表一处河流（欧洲或厄瓜多尔）或一个日期（阿拉斯加），线段用局部加权光滑描点技术绘制。（经允许，改编自 Jacobsen 等，2012。）

RF

参考文献

Aldous, A., J. Fitzsimons, B. Richter, and L. Bach, 2011: Droughts, floods and freshwater ecosystems: evaluating climate change impacts and developing adaptation strategies. *Marine and Freshwater Research*, **62(3)**, 223-231.

Battin, J., M.W. Wiley, M.H. Ruckelshaus, R.N. Palmer, E. Korb, K.K. Bartz, and H. Imaki, 2007: Projected impacts of climate change on salmon habitat restoration. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **104(16)**, 6720-6725.

Bunn, S.E. and A.H. Arthington, 2002: Basic principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity. *Environmental Management*, **30(4)**, 492-507.

Burkett, V., D. Wilcox, R. Stottlemyer, W. Barrow, D. Fagre, J. Baron, J. Price, J. Nielsen, C. Allen, D. Peterson, G. Ruggerone, and T. Doyle, 2005: Nonlinear dynamics in ecosystem response to climatic change: case studies and policy implications. *Ecological Complexity*, **2(4)**, 357-394.

Döll, P. and H. Müller Schmied, 2012: How is the impact of climate change on river flow regimes related to the impact on mean annual runoff? A global-scale analysis. *Environmental Research Letters*, **7(1)**, 014037, doi:10.1088/1748-9326/7/1/014037.

Döll, P. and J. Zhang, 2010: Impact of climate change on freshwater ecosystems: a global-scale analysis of ecologically relevant river flow alterations. *Hydrology and Earth System Sciences*, **14(5)**, 783-799.

Ficke, A.D., C.A. Myrick, and L.J. Hansen, 2007: Potential impacts of global climate change on freshwater fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, **17(4)**, 581-613.

Hannah, D.M., L.E. Brown, A.M. Milner, A.M. Gurnell, G.R. McGregord, G.E. Petts, B.P.G. Smith, and D.L. Snook, 2007: Integrating climate-hydrology-ecology for alpine river systems. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, **17(6)**, 636-656.

Heino, J., R. Virkalla, and H. Toivonen, 2009: Climate change and freshwater biodiversity: detected patterns, future trends and adaptations in northern regions. *Biological Reviews*, **84(1)**, 39-54.

Jacobsen, D., A.M. Milner, L.E. Brown, and O. Dangles, 2012: Biodiversity under threat in glacier-fed river systems. *Nature Climate Change*, **2(5)**, 361-364.

Palmer, M.A., D.P. Lettenmaier, N.L. Poff, S.L. Postel, B. Richter, and R. Warner, 2009: Climate change and river ecosystems: protection and adaptation options. *Environmental Management*, **44(6)**, 1053-1068.

Poff, N.L. and J.K.H. Zimmerman, 2010: Ecological responses to altered flow regimes: a literature review to inform the science and management of environmental flows. *Freshwater Biology*, **55(1)**, 194-205.

Poff, N.L., B.D. Richter, A.H. Arthington, S.E. Bunn, R.J. Naiman, E. Kendy, M. Acreman, C. Apse, B.P. Bledsoe, M.C. Freeman, J. Henriksen, R.B. Jacobson, J.G. Kennen, D.M. Merritt, J.H. O'Keeffe, J.D. Olden, K. Rogers, R.E. Tharme, and A. Warner, 2010: The ecological limits of hydrologic alteration (ELOHA): a new framework for developing regional environmental flow standards. *Freshwater Biology*, **55(1)**, 147-170.

Renofalt, B.M., R. Jansson, and C. Nilsson, 2010: Effects of hydropower generation and opportunities for environmental flow management in Swedish riverine ecosystems. *Freshwater Biology*, **55(1)**, 49-67.

Stewart, I., D. Cayan, and M. Dettinger, 2005: Changes toward earlier streamflow timing across western North America. *Journal of Climate*,

18(8), 1136-1155.
Thieme, M.L., B. Lehner, R. Abell, and J. Matthews, 2010: Exposure of Africa's freshwater biodiversity to a changing climate. *Conservation Letters*, **3(5)**, 324-331.
van Vliet, M.T.H., F. Ludwig, J.J.G. Zwolsman, G.P. Weedon, and P. Kabat, 2011: Global river temperatures and sensitivity to atmospheric warming and changes in river flow. *Water Resources Research*, **47(2)**, W02544, doi:10.1029/2010WR009198.
Vuille, M., B. Francou, P. Wagnon, I. Juen, G. Kaser, B.G. Mark, and R.S. Bradley, 2008: Climate change and tropical Andean glaciers: past, present and future. *Earth-Science Reviews*, **89(3-4)**, 79-96.
Xenopoulos, M., D. Lodge, J. Alcamo, M. Marker, K. Schulze, and D. Van Vuuren, 2005: Scenarios of freshwater fish extinctions from climate change and water withdrawal. *Global Change Biology*, **11(10)**, 1557-1564.

本跨章节文框应引用为:
Döll, P. and S.E. Bunn, 2014: *Cross-chapter box on the impact of climate change on freshwater ecosystems due to altered river flow regimes. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 145-148.

TC

建立应对热带气旋灾害长效恢复机制

Yoshiki Saito（日本）、Kathleen McInnes（澳大利亚）

热带气旋（在一些地区也称为飓风、台风）引发的强风、暴雨、高浪和风暴潮均会对社会和生态系统产生重大影响。在孟加拉国和印度，热带气旋造成了86%的人员死亡（Murray等，2012），这些气旋主要属于最罕见、影响最严重的风暴类别（即，按萨菲尔—辛普森等级衡量，为三、四、五级。）

全球每年出现约90个热带气旋（Seneviratne等，2012），然而年际变化显著。观测技术的改变，尤其是20世纪70年代末引进卫星技术后，对热带气旋频率和强度趋势的估计证明有误，以至于得到了低信度的结果：计入观测能力在过去的变化之后，据观测，热带气旋活动在长期（即40年或以上）会增加，这种趋势是可靠的（Seneviratne等，2012；第二章）。同样具有低信度的是在世纪尺度上对热带气旋的检测和归因分析。气候变化引起的未来热带气旋的变化可能随区域不同而不同。这是因为，具有中等信度的是，在一些地区，自然和人为气溶胶引发的较短期强迫已经对热带气旋产生了可以衡量的影响。在21世纪，热带气旋频率可能会下降或保持不变，而其强度（即最大风速和降水率）可能会增加（WGIAR5节14.6）。具体地区的预估结果信度较低（见WGIAR5文框14.2）。

热带气旋带来的长期影响包括海岸土壤和供水盐化，以及随之而来的粮食和水资源短缺问题，这是由风暴潮和高浪引起的（Terry和Chui，2012）。然而，人们通过改善治理、促进发展来应对极端热带气旋事件、减少灾害影响，可为增强恢复力、应对气候变化带来的长期影响打下坚实基础。

由于城市规模不断扩大、城市人口密度大，亚洲三角洲尤其易受热带气旋的影响（Nicholls等，2007）。在亚洲，自1970年起，极端气旋灾害造成超过50万人死亡（Murray等，2012），如1970年的Bhola气旋、1991年的Gorky气旋、1998年的Thelma气旋、1998年的Gujarat气旋、1999年的Orissa气旋、2007年的Sidr气旋和2008年的Nargis气旋。热带气旋Nargis于2008年5月2日袭击缅甸，造成13万8千人死亡。在伊洛瓦底江三角洲及周边地区，几米高的风暴潮淹没了大片人口稠密的海岸带（Revenga等，2003；Brakenridge等，2013）。NASA一台中分辨率成像光谱仪（MODIS）在2008年5月5日拍摄到洪区景象（见图TC - 1）。

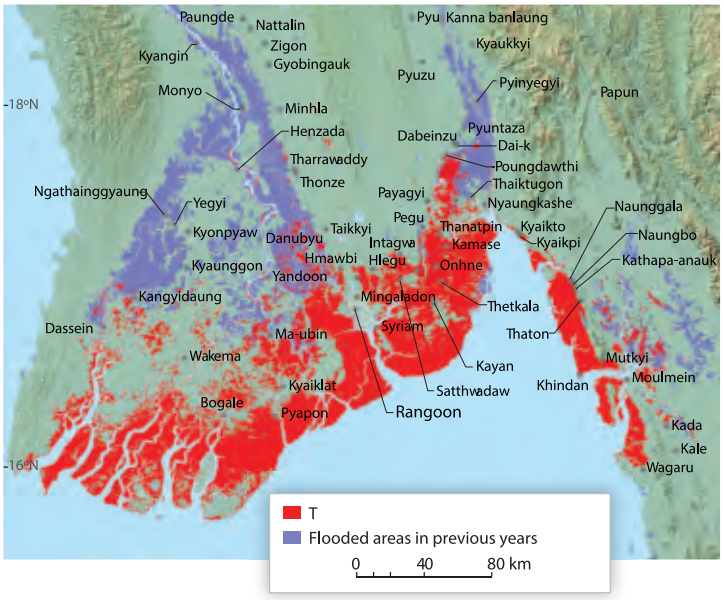


图 TC - 1 |内陆和风暴潮洪区的交集。红色表示 2008 年 5 月 5 日 MODIS 拍摄的洪区分布，气旋Nargis引发的风暴潮影响范围从缅甸伊洛瓦底江三角洲一带一直延伸到东部。北部的紫色区域表示前些年遭受洪灾的地区。（来源：Brakenridge等，2013。）

Murray（2012）比较了孟加拉国对2007年气旋Sidr的响应和缅甸对2008年气旋Nargis的响应，证明了减少灾害风险的措施如何成功运用到适应气候变化方面。气旋Sidr虽然与气旋Nargis破坏力相当，但造成的人员死亡却更少（Sidr导致3400人死亡，而Nargis夺去了13万8千多人的生命），这是因为孟加拉国吸取之前抗击气旋Bhola和Gorky的经验教训，事先做好准备和响应。响应措施有，建立多层气旋避难所、提高预报和预警能力、构建海岸志愿者网及沿岸红树林再造。在沿海地区实施热带气旋灾害风险管理策略，包括采取保护性措施、预测极端事件、做好防灾抗灾准备并增强潜在受灾地区的恢复力。教育、培训、宣传等方面的措施相辅相成，融合进相关正在实施的进程和实践中，这对取得减少和管理灾害风险的长期成功意义重大（Murray等，2012）。然而，Birkmann和Teichman（2010）警告说，虽然把减少风险策略和适应气候变化策略合并起来是可取的，但是，这两个目标在时空尺度、规范体系、知识类型和来源方面存在差异，这不利于有效地组合这两种策略。

TC

参考文献

Birkman, J. and K. von Teichman, 2010: Integrating disaster risk reduction and climate change adaptation: key challenges – scales, knowledge and norms. *Sustainability Science*, **5**, 171-184.

Brakenridge, G.R., J.P.M. Syvitski, I. Overeem, S.A. Higgins, A.J. Kettner, J.A. Stewart-Moore, and R. Westerhoff, 2013: Global mapping of storm surges and the assessment of delta vulnerability. *Natural Hazards*, **66**, 1295-1312, doi:10.1007/s11069-012-0317-z.

Murray V., G. McBean, M. Bhatt, S. Borsch, T.S. Cheong, W.F. Erian, S. Llosa, F. Nadim, M. Nunez, R. Oyun, and A.G. Suarez, 2012: Case studies. In: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 487-542.

Nicholls, R.J., 2007: *Adaptation Options for Coastal Areas and Infrastructure: An Analysis for 2030*. Report to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), UNFCCC Secretariat, Bonn, Germany, 35 pp.

Revenga, C., J. Nackoney, E. Hoshino, Y. Kura, and J. Maidens, 2003: Watersheds of Asia and Oceania: AS 12 Irrawaddy. In: *Water Resources eAtlas: Watersheds of the World*. A collaborative product of the International Union for Conservation of Nature (IUCN), the International Water Management Institute (IWMI), the Ramsar Convention Bureau, and the World Resources Institute (WRI), WRI, Washington, DC, USA, pdf.wri.org/watersheds_2003/as13.pdf.

Seneviratne, S.I., N. Nicholls, D. Easterling, C.M. Goodess, S. Kanae, J. Kossin, Y. Luo, J. Marengo, K. McInnes, M. Rahimi, M. Reichstein, A. Sorteberg, C. Vera, and X. Zhang, 2012: Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment. In: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 109-230.

Terry, J. and T.F.M. Chui, 2012: Evaluating the fate of freshwater lenses on atoll islands after eustatic sea level rise and cyclone driven inundation: a modelling approach. *Global and Planetary Change*, **88-89**, 76-84.

本跨章节文框应引用为：

Saito, Y. and K.L. McInnes, 2014: Cross-chapter box on building long-term resilience from tropical cyclone disasters. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 149-150.

UP

主要上升流生态系统的不确定趋势

Salvador E.Lluch - Cota（墨西哥）、Ove Hoegh - Guldberg（澳大利亚）、David Karl（美国）、HansO. Pörtner（德国）、Svein Sundby（挪威）、Jean - Pierre Gattuso（法国）

上升流是指温度较低、密度较大、富含营养、pH值相对较低、通常缺氧的水体垂直流向日光充足的透光层。这些条件提高了初级生产水平，以及深海和浮游生物体的生物质能含量。上升流的动力包括风压，以及洋流与海底地形的接触。上升流强度也取决于水体分层。地球上主要的上升流系统是赤道上升流系统（EUS；节30.5.2，图30.1A）和东部边界上升流生态系统（EBUE；节30.5.5，图30.1A），两者仅占海洋表面的10%，却贡献了全球鱼类产量的近25%（图30.1B，表SM30.1）。

与上升流系统相关的海洋生态系统会受到一系列“自下而上”的营养机制的影响，上升流、输送、叶绿素含量表现出明显的季节和年际的耦合和变率。这会反过来影响食物链上端的营养转移，也会影响浮游动物、饵料鱼、海鸟和海洋哺乳动物。

人们普遍猜测上升流系统在不断暖化、酸化海洋里会发生什么变化。全球来看，海洋表面获得热量，使分层程度增加了4%（WGI节3.2、3.3、3.8），这意味着需要更多风能才能把深层海水带到表面。然而，由于风速趋势的不确定性，仍然不清楚风压需要达到何种程度才能抵消层次增多的影响（WGI节3.4.4）。在热带地区，根据几十年的观测结果，信风减少了，而不是像最近的证据显示那样，信风自20世纪90年代后期以来增强了（WGI节3.4.4）。在太平洋和大西洋东部边界海岸上升流趋势上，观测和模拟事实上得出了不同的结果。Bakun（1990）提出，陆地和海洋之间热量获得比率的不同使得气压梯度增加，于是，沿岸风增加，离岸表面海水通过埃克曼抽吸的运动增强，而富含营养、温度较低的深层水也上升了（图CC - UP）。一些区域记录支持这种假设，其他则不然。过去几十年，系统内部和系统之间的升温和降温趋势有很大的变率，这就使得预测所有东部EBUE的强度变化十分困难（节30.5.5）。

要预估提供给人类社会的生态产品和服务将如何变化，就必须理解上升流和气候变化是否会以一种附加的、协同的、对抗性的方式影响驻地生物区。虽然，由于上升流有能力在极端变化的条件下仍然发挥作用，其受气候变化影响后的恢复力可能高于其他海洋生态系统（Capone和Hutchins，2013），但是，上升流系统发生变化造成的结果是高度相关的，绝对不容小觑，因为这些

系统提供了全球初级生产力和渔业捕捞量的很大一部分（图30.1A、B；表SM30.1）。上升流增加，渔场收益也会增加。然而，有机物质从表面流到海洋深层，可能增加、刺激微生物活动对这些物质的分解，因此，在深层水域，氧气消耗加速、二氧化碳浓度增加。一旦水通过上升流回到表面，底栖和浮游生物的沿海群落将暴露在酸化和缺氧的水中，再加上人为影响，这可能导致海洋上层的生物区和生态系统结构受到消极影响（高信度；6.3.2、6.3.3、30.3.2.2、30.3.2.3）。极度缺氧可能导致鱼类和无脊椎动物大量死亡这一异常现象，降低渔场捕获潜力，并影响沿海水产养殖业（Barton等，2012；另见节5.4.3.3、6.3.3、6.4.1、30.5.1.1.2、30.5.5.1.3）。上升流发生变化的同时，水下甲烷和硫化氢气体喷发的频率也显著增加，这是因为浮游植物生物量加剧形成并下沉到缺氧或无氧的海床上。这一系列因素已经体现在沿海鱼类和无脊椎动物的普遍死亡上（Bakun和Weeks，2004；Bakun等，2010），由此造成渔业生产力大大降低，如纳米比亚最珍稀的渔业资源—南非无须鳕（拉丁文名Merlucciuscapensis）的数量就急剧减少（Hamukuaya等，1998）。

上升流减少也会降低沙丁鱼、凤尾鱼和鲭鱼等重要远洋渔场的生产力，一些国家的经济会因此严重受损（第七章，节6.4.1，图30.1A、B，表S30.1）。然而，在预估情景下，公海分层使得向上供应的营养物质减少，营养物质和微量元素的上升可能对保持海洋上层营养和微量金属库存产生越来越重要的影响。据悉，分层程度加深的情况下，上升流区域也会增加营养含量和产量，含有过量磷酸盐的上升的、部分脱氮的水可能为固氮微生物所用（Deutsch等，2007；Deutsch和Weber，2012），但是，在这些区域进行的固氮实地观测并不支持这些预测（Fernandez等，2011；Franz等，2012）。该过程在全球初级生产中的作用也因此有待证实（*低信度*）。

因此，关键问题是，上升流到底会不会强化，如果是，那么强化的上升流对O_2和CO_2存量的影响是否会大于其对初级生产和相关渔业、水产业的效益（*低信度*）。任何情况下，大气CO_2浓度增加将与上升水流形成平衡，这会导致水体更具腐蚀性，取决于上升水流的二氧化碳分压，并可能更加影响EBUE的生物区。

UP

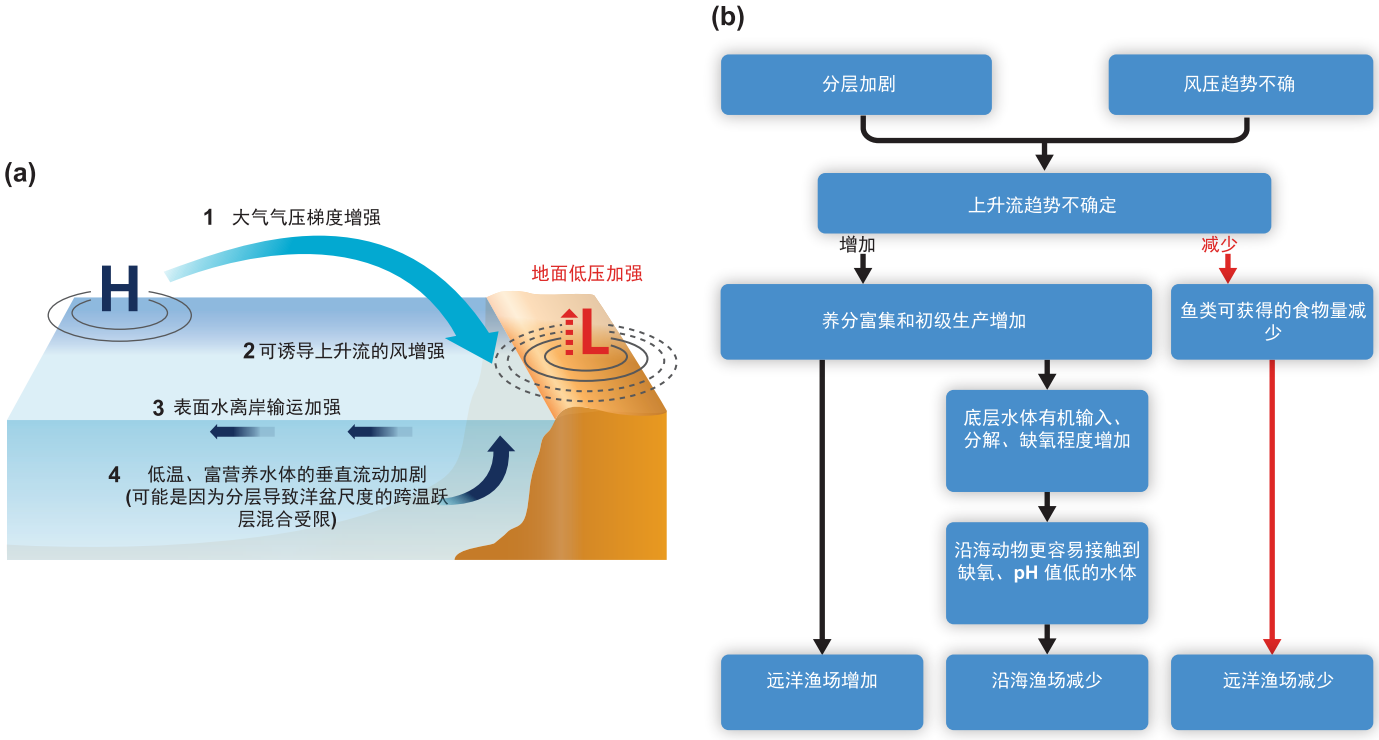


图 UP - 1 | (a)赤道和东部边界上升流系统(EUS、EBUE，图 30 - 1)的沿岸风力驱动上升流 不断增强的假设机制，陆地、海洋间不同的升温率导致以下陆地 - 海洋因素的变化：(1)产 生的气压梯度增强；(2)沿岸风增强；(3)离岸表面海水通过埃克曼抽吸加剧运动；(4)低 温、高营养的深水上升运动加剧，以替代流失的表面海水。(b)气候变化对上升流系统可能 产生的影响。分层加剧和风压趋势的不确定性导致上升流趋势也不确定。上升流增强可能导 致更多的营养物质流向透光层，初级生产量增加，这反过来也会增加远洋鱼场数量，但也会 减少沿岸渔场数量，因为沿岸动物群更容易暴露在缺氧、pH 值低的水体环境中。上升流减 少，上述系统的初级生产可能会降低，直接影响了浮游鱼类生产力。

参考文献

Bakun, A., 1990: Global climate change and intensification of coastal ocean upwelling. *Science*, **247(4939)**, 198-201.
Bakun, A. and S.J. Weeks, 2004: Greenhouse gas buildup, sardines, submarine eruptions and the possibility of abrupt degradation of intense marine upwelling ecosystems. *Ecology Letters*, **7(11)**, 1015-1023.
Bakun, A., D. B. Field, A. N. A. Redondo-Rodriguez, and S. J. Weeks, 2010: Greenhouse gas, upwelling-favorable winds, and the future of coastal ocean upwelling ecosystems. *Global Change Biology* **16**:1213-1228.
Barton, A., B. Hales, G.G. Waldbusser, C. Langdon, and R.A. Feely, 2012: The Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, shows negative correlation to naturally elevated carbon dioxide levels: implications for near-term ocean acidification effects. *Limnology and Oceanography*, **57(3)**, 698-710.
Capone, D.G. and D.A. Hutchins, 2013: Microbial biogeochemistry of coastal upwelling regimes in a changing ocean. *Nature Geoscience*, **6**(**9**) 711-717.
Deutsch, C. and T. Weber, 2012: Nutrient ratios as a tracer and driver of ocean biogeochemistry. *Annual Review of Marine Science*, **4**, 113-141.
Deutsch, C., J.L. Sarmiento, D.M. Sigman, N. Gruber, and J.P. Dunne, 2007: Spatial coupling of nitrogen inputs and losses in the ocean. *Nature*, **445(7124)**, 163-167.
Fernandez, C., L. Farías, and O. Ulloa, 2011: Nitrogen fixation in denitrified marine waters. *PLoS ONE*, **6(6)**, e20539, doi:10.1371/journal.pone.0020539.
Franz, J., G. Krahmann, G. Lavik, P. Grasse, T. Dittmar, and U. Riebesell, 2012: Dynamics and stoichiometry of nutrients and phytoplankton in waters influenced by the oxygen minimum zone in the eastern tropical Pacific. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, **62**, 20-31.
Hamukuaya, H., M.J. O'Toole, and P.M.J. Woodhead, 1998: Observations of severe hypoxia and offshore displacement of Cape hake over the Namibian shelf in 1994. *South African Journal of Marine Science*, **19(1)**, 57-59.
Keller, A.A., V. Simon, F. Chan, W.W. Wakefield, M.E. Clarke, J.A. Barth, D. Kamikawa and E.L. Fruh, 2010: Demersal fish and invertebrate biomass in relation to an offshore hypoxic zone along the US West Coast. *Fisheries Oceanography*, **19**, 76-87.

本跨章节文框应引用为:
Lluch-Cota, S.E., O. Hoegh-Guldberg, D. Karl, H.-O. Pörtner, S. Sundby, and J.-P. Gattuso, 2014: *Cross-chapter box on uncertain trends in major upwelling ecosystems. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 151-153.

UP

UR

城乡互动—气候变化脆弱性、影响和适应的背景

John Morton（英国），William Solecki（美国），Purnamita Dasgupta（印度），David Dodman（牙买加），Marta G.Rivera-Ferre（西班牙）

农村地区和城市地区一直相互联系并相互依赖，但在最近的数十年内，其相互联系表现出新形式：城乡边界的界定变得不那么明确，在这些边界上也出现了新型的土地利用方式和经济活动。这些情况对了解气候变化的影响、脆弱性和适应机会具有重要意义。本节探究了这些相互作用的三个重要影响：

1) 农村地区的极端气候事件可对城市地区造成影响—资源的遥相关和迁移流向意味着在非城市地区的极端气候事件如果涉及到供水、农村农业潜力、和农村地区可居住性方面的相关变化，则将对下游城市地区产生影响。

2) 针对城乡结合部的事件—鉴于城乡接合部地区高度一体化的性质以及满足其中农村和城市需求的总体要求，存在一系列针对这些地点的影响、脆弱性和适应机会。这些影响包括当地农业生产损失、由既不属于农村也不属于城市造成的经济边缘化，以及对人类健康的压力。

3) 一体化基础设施和服务出现中断—鉴于常常优先考虑城市的需求，因而这种相互依存的城乡资源系统会将附近农村地区置于危险之中，因为在气候异常的情况下，为维持城市的资源供应，农村地区会更频繁地遭受资源短缺或其他中断。例如，在气候风险（如干旱）造成的资源压力情况下，由于政治、社会和经济的要求，更优先地考虑保持城市的服务供应，而对相对边缘化的农村场所和居住区不利。

历史上，城市地区一直依赖超出其边界的土地以获取包括水、粮食和能源在内的大多数关键资源。虽然在很多情况下，城市居住区与周围的农村地区之间的连接仍然存在，但所开发的是长距离、遥相关、大规模的供应链，并特别注重能源资源和食物供应（Güneralp等，2013）。极端事件在遥远资源地区或对供应链和相关基础设置造成的中断可以对依赖这些材料的城市地区产生负面影响（Wilbanks等，2012）。例如2012年夏季，美国中部的延长干旱期引起密西西比河河流水位显著降低，致使全国各地给城市的驳船运输中断和商品流动延误。城市供水也主要容易受到农村地区干旱的影响。在津巴布韦布拉瓦约案例中，过去几十年的周期性城市缺水是由农村地区的干旱引发的（Mkandla等，2005）。

农村和城市地区之间进一步的遥相关是城乡人口迁移。某些情况下的迁移和城市化模式是归因于气候变化或其次级效应，例如在非洲的部分地区(Morton，1989年；Barrios等，2006年)。不过，Black等人(2011年)认为，世界各地的农村生活通常涉及复杂的农村—城市和农村间的迁移模式，受经济、政治、社会和人口等因素驱动，这些模式可由气候事件和趋势而变动或加剧，而不是仅由这些事件和趋势所引起。

全球范围内，城乡生活品质已经发生融合。Simon等人(2006年，第4页)断言“农村和“城市”之间简单的二分法“在南半球的许多地方早就不再具有实践或决策意义。”一种调和方式是越来越普遍地应用“近郊区”的理念(Simon等，2006年；Simon，2008年)。这些区域可以被看作在特征上“变得更加城市化”的农村地区(Webster，2002年，第5页)；这些区域的家庭追求更大范围的创收活动，同时仍然居住在看起来是“大部分是农村风景”的地区(Learner和Eakin，2010年，第1页)；或者，农村和城市土地利用并存，无论其单位是毗邻的或零散的(Bowyer-Bower，2006年)。城市“核心”地区的居民也已经越来越多地转向主粮、高价值作物和牲畜的农业生产(Bryld，2003年；Devendra等，2005年；Lerner和Eakin等，2010年；Lerner等人，2013年)。Bryld(2003年)认为，这是由农村向城市的迁移和结构调整(例如取消粮食价格控制和粮食补贴)推动的。Lerner和Eakin(2011年；和Lerner等，2013年)探讨了为何人们在城市环境中生产粮食，尽管土地和劳动的机会成本很高：缓冲城市不可靠劳动力市场的风险；回应消费者需求；以及满足文化需求。

城乡结合部地区及其居民生计可蒙受特定形式的灾害影响，包括气候灾害。这种状况可以具体地归纳为城市脆弱性(人口集中、对基础设施的依赖、以及对社会保障起限制作用的社会多元化)与农村特征(距离、孤立、受政策制定者忽视)的结合(Pellin和Mustafa，2010年)。连接性的提高也可以鼓励土地征用，有利于商业用地开发(Pellin和Mustafa，2010年)。脆弱性可能源于农村和城市视角的共存，可能导致不同的社会/利益群体和经济活动之间的矛盾(Masuda和Garvin，2008年；Solona-Solona，2010年；DarlyandTorre，2013年)

近郊区额外的脆弱性是由于制度安排上的改变及其结构上的限制(Iaquinta和Drescher，2000年)。传统非正式制度和集体行为模式的快速衰退，及其由正式的政府和市场制度替换时产生的不完善，也可能会增加脆弱性(Pellin和Mustafa，2010年)。

近郊区及其居民生计在地方和国家层面皆易受政策制定者忽视，并且可能会遭受必需服务的匮乏以及政策不恰当、不协调之苦。例如在坦桑尼亚和马拉维，将农业技术推广到农民群体的国家政策并没有涵盖近郊农民(Liwenga等，2012年)。在墨西哥城近郊区(Eakin等，2013年)，对洪水巨大风险的管理在事实上由农业和水务机构负责，没有考虑近郊各市区资格，尽管明确的证据表明，城市蚕食是洪水风险的主要驱动力。在发达国家，郊区—远郊边缘地区往往在政策领域被忽视，这些政策在传统上侧重于农村发展和农业生产，或者城市发展和服务(Hanlon等，2010年)。在气候变化的背景下，城市农业的环境功能，特别是在防止洪水方面，将不断增强(Aubry等，2012年)。

然而，在城乡结合部普遍出现的近郊区和混合生计，也表现出了一些可以增强其抵御气候冲击能力的具体要素(Pellin和Mustafa，2010年)。近郊区交通连接性的增强可以提供更为多样化的生计选择和提高受教育的机会，从而可减少灾害风险。当地的劳动力市场和劳动工资的增长可以通过提供新的谋生机会来增强适应能力(Pellin和Mustafa，2010年)。维持农业和非农业生计的混合组合也可以分散风险(Lerner等，2013年)。

在高收入国家，鼓励尝试实践，增强生态系统服务和通常在低密度地区从事的本地化农业。在许多情况下，这些做法越来越多地集中在气候适应和减缓气候极端事件影响上，例如那些具有加热和城市热岛效应的极端事件；或是用来限制风暴潮波浪作用的湿地修复工作(Verburg等，2012年)。

城市地区的大幅增长也意味着农村地区和社区日益在政治上、经济上、以及在国家层面上被边缘化，导致这些地区潜在的基础设施和服务中断。现存的城乡对自然资源管理上的冲突(Castro和Nielsen，2003年)，例如水(Celio等，2011年)，或农村地区的土地用途转换，如在加泰罗尼亚农村地区的风力发电场(Zografos和Martínez-Alie，2009年)；瑞典沿海工业区(Stepanova和Bruckmeier，2013年)；或菲律宾的稻田转化为工业、住宅和娱乐用地(Kelly，1998年)都被记录在案，并预计气候变化影响对土地和自然资源的压力将加剧这些紧张关系。例如，为保障对大城市的连续供水，相比人口增长，或者相比人均使用量的增加，气候变化引起的供水减少可能更为值得关注(Jenerette和Larsen，2006年)，需要一种创新的方法来解决这些矛盾(Pearson等，2010年)。

参考文献

Aubry, C., J. Ramamonjisoa, M.-H. Dabat, J. Rakotoarisoa, J. Rakotondraibe, and L. Rabeharisoa, 2012: Urban agriculture and land use in cities: an approach with the multi-functionality and sustainability concepts in the case of Antananarivo (Madagascar). *Land Use Policy*, **29**, 429-439.

Barrios, S., L. Bertinelli, and E. Strobl, 2006: Climatic change and rural-urban migration: the case of sub-Saharan Africa. *Journal of Urban Economics*, **60**, 357-371.

Black, R., W.N. Adger, N.W. Arnell, S. Dercon, A. Geddes, and D. Thomas, 2011: The effect of environmental change on human migration. *Global Environmental Change*, **21(Suppl. 1)**, S3-S11.

Bowyer-Bower, T., 2006: The inevitable illusiveness of 'sustainability' in the peri-urban interface: the case of Harare. In: *The Peri-Urban Interface: Approaches to Sustainable Natural and Human Resource Use* [McGregor, D., D. Simon, and D. Thompson (eds.)]. Earthscan, London, UK and Sterling, VA, USA, pp. 151-164.

Bryld, E., 2003: Potentials, problems, and policy implications for urban agriculture in developing countries. *Agriculture and Human Values*, **20**, 79-86.

Castro, A.P. and E. Nielsen, 2003: *Natural Resource Conflict Management Case Studies: An Analysis of Power, Participation and Protected Areas*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy, 268 pp.

Darly, S. and A. Torre, 2013: Conflicts over farmland uses and the dynamics of "agri-urban" localities in the Greater Paris Region: an empirical analysis based on daily regional press and field interviews. *Land Use Policy*, **30**, 90-99.

Devendra, C., J. Morton, B. Rischowsky, and D. Thomas, 2005: Livestock systems. In: *Livestock and Wealth Creation: Improving the Husbandry of Livestock Kept by the Poor in Developing Countries* [Owen, E., A. Kitalyi, N. Jayasuriya, and T. Smith (eds.)]. Nottingham University Press, Nottingham, UK, pp. 29-52.

Dixon, J.M., K.J. Donati, L.L. Pike, and L. Hattersley, 2009: Functional foods and urban agriculture: two responses to climate change-related food insecurity. *New South Wales Public Health Bulletin*, **20(2)**, 14-18.

Eakin, H., A. Lerner, and F. Murtinho, 2013: Adaptive capacity in evolving peri-urban spaces; responses to flood risk in the Upper Lerma River Valley, Mexico. *Global Environmental Change*, **20(1)**, 14-22.

Güneralp, B., K.C. Seto, and M. Ramachandran, 2013: Evidence of urban land teleconnections and impacts on hinterlands. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, **5(5)**, 445-451.

Hanlon, B., J.R. Short, and T.J. Vicino, 2010: *Cities and Suburbs: New Metropolitan Realities in the US*. Routledge, Oxford, UK and New York, NY, USA, 304 pp.

Hoggart, K., 2005: *The City's Hinterland: Dynamism and Divergence in Europe's Peri-Urban Territories*. Ashgate Publishing, Ltd., Aldershot, UK and Ashgate Publishing Co., Burlington, VT, USA, 186 pp.

Iaquinta, D.L. and A.W. Drescher, 2000: Defining the peri-urban: rural-urban linkages and institutional connections. *Land Reform: Land Settlement and Cooperatives*, **2000(2)**, 8-26, www.fao.org/docrep/003/X8050T/X8050T00.HTM.

Jenerette, GD and L Larsen, 2006: A global perspective on changing sustainable urban water supplies. *Global and Planetary Change*, **50(3-4)**, 202-211.

Kelly, P.F., 1998: The politics of urban-rural relations: land use conversion in the Philippines. *Environment and Urbanization*, **10(1)**, 35-54, doi:10.1177/095624789801000116.

Lerner, A.M. and H. Eakin, 2010: An obsolete dichotomy? Rethinking the rural-urban interface in terms of food security and production in the global south. *Geographical Journal*, **177(4)**, 311-320.

Lerner, A.M., H. Eakin, and S. Sweeney, 2013: Understanding peri-urban maize production through an examination of household livelihoods in the Toluca Metropolitan Area, Mexico. *Journal of Rural Studies*, **30**, 52-63.

Liwenga, E., E. Swai, L. Nsemwa, A. Katunzi, B. Gwambene, M. Joshua, F. Chipungu, T. Stathers, and R. Lamboll, 2012: *Exploring Urban Rural Interdependence and the Impact of Climate Change in Tanzania and Malawi: Final Narrative Report*. Project Report, International Development Research Centre (IDRC), Ottawa, ON, Canada.

Masuda, J. and T. Garvin, 2008: Whose heartland? The politics of place at the rural-urban interface. *Journal of Rural Studies*, **24**, 118-123.

Mattia, C., C.A. Scott, and M. Giordano, 2010: Urban-agricultural water appropriation: the Hyderabad, India case. *Geographical Journal*, **176(1)**, 39-57.

Mkandla, N., P. Van der Zaag, and P. Sibanda, 2005: Bulawayo water supplies: sustainable alternatives for the next decade. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, **30(11-16)**, 935-942.

Morton, J., 1989: Ethnicity and politics in Red Sea Province, Sudan. *African Affairs*, **88(350)**, 63-76.

Pearson, L.J., A. Coggan, W. Proctor, and T.F. Smith, 2010: A sustainable decision support framework for urban water management. *Water Resources Management*, **24(2)**, 363-376.

Pelling, M. and D. Mustafa, 2010: *Vulnerability, Disasters and Poverty in Desakota Systems*. Political and Development Working Paper Series, No. 31, King's College London, London, UK, 26 pp.

Simon, D., 2008: Urban environments: issues on the peri-urban fringe. *Annual Review of Environmental Resources*, **33**, 167-185.

Simon, D., D. McGregor, and D. Thompson, 2006: Contemporary perspectives on the peri-urban zones of cities in developing countries. In: *The Peri-Urban Interface: Approaches to Sustainable Natural and Human Resource Use* [McGregor, D., D. Simon, and D. Thompson (eds.)]. Earthscan, London, UK and Sterling, VA, USA, pp. 3-17.

Solana-Solana, M., 2010: Rural gentrification in Catalonia, Spain: a case study of migration, social change and conflicts in the Empordanet area. *Geoforum*, **41(3)**, 508-517.

Stepanova, O. and K. Bruckmeier, 2013: Resource use conflicts and urban-rural resource use dynamics in Swedish coastal landscapes: comparison and synthesis. *Journal of Environmental Policy & Planning*, **15(4)**, 467-492, doi:10.1080/1523908X.2013.778173.

Verburg, P.H., E. Koomen, M. Hilferink, M. Perez-Soba, and J.P. Lesschen, 2012: An assessment of the impact of climate adaptation measures to reduce flood risk on ecosystem services. *Landscape Ecology*, **27**, 473-486.

Webster, D., 2002: *On the Edge: Shaping the Future of Peri-Urban East Asia*. Asia/Pacific Research Center (A/PARC), Stanford, CA, USA, 49 pp.

Wilbanks, T., S. Fernandez, G. Backus, P. Garcia, K. Jonietz, P. Kirshen, M. Savonis, W. Solecki, and T. Toole, 2012: *Climate Change and Infrastructure, Urban systems and Vulnerabilities*. Technical Report prepared by the Oak Ridge National Laboratory (ORNL) for the US Department of Energy in support of the National Climate Assessment, ORNL, Oak Ridge, TN, 19 pp., www.esd.ornl.gov/eess/Infrastructure.pdf.

本跨章节文框应引用为:

Morton, J.F., W. Solecki, P. Dasgupta, D. Dodman, and M.G. Rivera-Ferre, 2014: Cross-chapter box on urban–rural interactions—context for climate change vulnerability, impacts, and adaptation. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 155-157.

VW

植被在气候变化情况下在改变水流方面的积极作用

Dieter Gerten（德国），Richard Betts（英国），Petra Döll（德国）

气候、植被、以及碳和水的循环是紧密耦合的，特别是通过光合作用过程中经植物气孔同时发生的蒸腾和CO_2摄取。因此，水流，如径流和蒸散，不仅直接受到人为的气候变化本身（即气候变量的变化，如温度、降水）的影响，而且还间接地受到植物对大气CO_2浓度升高的响应的影响。此外，气候变化（如温度变高或降水改变）对植被结构、生物量生产和植物分布的影响，对水流也有间接影响。开放式空气CO_2浓度增高（FACE）、实验室和模拟实验提供了充分的证据（如Leakey等，2009年；Reddy等，2010年；deBoer等，2011年）表明，CO_2浓度的升高可通过两种截然不同的方式影响植被和水流。一方面，存在一种生理效应可导致气孔孔径缩小，使通过气孔的水流量变小，也就是说，叶级蒸腾降低了。另一方面，还存在一种结构效应（“施肥效　应”），可刺激包括所有树种在内的C_3植物的光合作用和生物量生产，最终可提高在区域尺度上的蒸腾作用。关键问题是，气候和CO_2引起的植被和蒸腾变化会在何种程度上转化为区域和全球径流的变化。

CO_2的生理作用与植物固有水分利用效率（WUE）的提高有关，这意味着每同化一单位的碳，便可减少蒸腾的水分。对木本植物稳定碳同位素所作的记录（Peñuelas等，2011年）证实了这一发现，表明20世纪60年代初和21世纪初之间成熟树木的WUE提高了20.5％。在若干处森林（Andreu-Hayles等，2011年；-Gagen等，2011年；Loader等，2011年；Nock等人，2011年）以及在一处温带半天然草原（Koehler等，2010年）也发现WUE自前工业化时代以来提高了，但有一种寒带树种的WUE自1970年后不再增加（Gagen等，2011年）。在北美21处场所对温带和寒带森林进行了长期对整体生态系统的碳和水通量的测量分析，证实了WUE在过去的二十年内中显着提高（Keenan等，2013年）。生态系统模型的结果验证了在过去的一个世纪内，全球WUE提高了（Ito和Inatomi，2012年）。

WUE的提高对大规模蒸腾作用意义的一个显著影响是植被的结构和生产是否大致保持了恒定（如Gedney等人在全球建模研究中采用的，2006年），或是在一些区域由于CO_2导致的结构效应而提高了（如Piao等人的模型采用的，2007年；Gerten等，2008年）。然而在不同地点实地调查的结果变化很大，树木年轮研究表明，树木生长自20世纪70年代以来在全球范围内并没有由于气候和CO_2变化而提高（Andreu-Hayles等，2011年；Peñuelas等，2011年）。然而，

在超过150个横跨热带的地块开展的地径测量表明，完好的热带雨林中生物量和生长率在近几十年来都提高了(Lewis等，2009年)。这在55个温带森林地块也得到证实，尽管仍怀疑CO_2效应的贡献(McMahon等，2010年)。Donohue等人(2013年)分析卫星观测表明，温暖旱地(1982年至2010年期间)植被覆盖有11%的增加是由于CO_2施肥效应。由于生理和结构效应的相互作用，CO_2对全球规模的蒸腾和径流的净影响仍然相当限定不清。这也是真实的，因为在模拟研究中往往被忽视的营养限制，可以抑制CO_2施肥效应(见Rosentha和Tomeo，2013年)。

因此，关于CO_2对植物的直接作用是否已经显著影响了全球范围内的蒸散和径流，存在着相互矛盾的观点。第四次评估报告中指出Gedney等人(2006年)所做的工作表明，CO_2的生理效应(降低蒸腾作用)促成了Labat等人(2004年)在重建模型中假设了全球径流增加的情况。但是，最近的一个基于更完整数据集的分析(Dai等，2009年)表明，径流减少的流域的数目超过了径流增加的流域，据此全球径流小幅下降可能发生在1948年至2004年间。因此，能否查明植被对水流变化的贡献主要取决于水文气象观测的可用性和质量(Haddeland等，2011年；Lorenz和Kunstmann，2012年)。总体而言，第四次评估报告之后的证据表明，气候变化和趋势已经在过去几十年内成为全球径流变化的主要驱动因素；CO_2浓度的增加和土地利用变化作出的贡献次之(Piao等，2007年；Gerten等，2008年；Alkama等，2011年；Sterling等，2013年)。Oliveira等人(2011年)还指出了入射太阳辐射的改变和植被调节作用的重要性；根据他们所作的全球模拟，1960至1990年间散射辐射比例的提高可能导致热带地区的蒸散量提高了3%，这是由于背阴叶面的光合作用有所提高。

不确定植被对未来CO_2浓度增高和气候变化的响应将如何调节气候变化对淡水水流的影响。某些模式预估，在考虑CO_2的生理效应和气候变化的影响后，二十一世纪大陆和流域尺度的径流将增加更多或减少更少(Betts等，2007年；Murray等，2012年)。这可能会略微减缓未来气候变化和人口增长导致的水资源短缺(Gerten等，2011年；Wiltshire等，2013年)。根据建模，绝对而言，单单CO_2的效应将使未来全球径流相比现在提高4%至5%(Gerten等，2008)，最高可达13%(Nugent和Matthews，2012年)，这取决于采用的CO_2浓度轨迹，以及是否考虑植被结构和分布对大气的反馈(Nugent和Matthews采用该假设，2012年)。在一项全球模型相互比较研究中(Davie等，2013年)，四个模型中有两个预估到径流的增量会增加，减量会减少，同时分别对应考虑CO_2效应与恒定CO_2浓度模拟结果的比较(与前述结果是一致的，虽然模型大小存在差异)，但其他两个模型显示出相反的结果。因此，正如Cao等人(2009年)指出的，模型的选择和它们如何代表CO_2、植物气孔关闭和植物生长之间的耦合方式是其不确定性的来源。CO_2浓度不断上升导致蒸腾作用降低，也可能会影响未来区域气候变化本身(Boucher等，2009年)，并可增强土地和海洋表面变暖的反差(Joshi等，2008年)。总的来说，虽然生理和结构效应将影响许多地区的水流，降水和温度可能仍是全球径流的主要影响因素(Alkama等，2010年)。

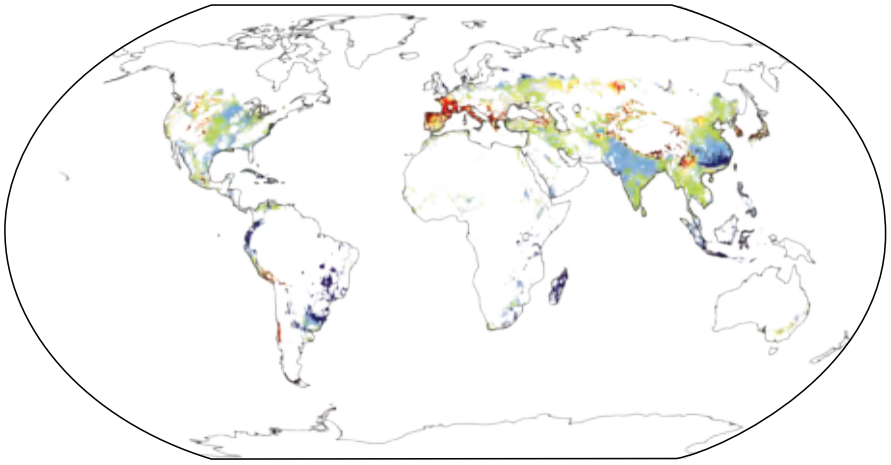
应用土壤—植被—大气—传输模型可表明地下水补给对植被调节的气候变化的复杂响应，计算出的地下水补给永远比只考虑降水变化的预计量更大(Mc Callum等，2010年)。另一项研究发现，即使降水略有减少，地下水补给仍可能增加，这是植被对气候变化和CO_2浓度增加响应的净影响，即增加WUE，以及或增加或减少叶面积(Crosbie等，2010年)。在澳大利亚，根据草地的类型，认为相同的气候变化会导致该地区地下水补给要么增加要么减少(Green等，2007年)。在荷兰的一处场所，针对八个表示干燥的夏季和多雨的冬季的气候情景(A2排放情景)，每个情景都计算出生物量减少，使用的是完全耦合的植被和易变饱和水文模型。根据模拟，坡顶地下水补给的增加导致了更高的地下水位以及扩展的栖息地，适合坡底那些适应了水分的植被(Brolsma等，2010年)。

Konzmann等人(2013年)利用一大系列的气候变化预估结果，将水文变化纳入农业问题考量，指出CO_2的生理和结构效应对作物灌溉需水量的净影响是全球性的减少(图VW-1)。因此，对灌溉需求和作物产量不利的气候变化影响可能会被部分地缓解，可使WUE和作物产量提高(Fader等，2010年)。然而，只有合理管理以减轻养分获取或其他因素对植物生长的限制，CO_2实质性的改善作用才能实现。

长期气候变化或短期极端事件，如干旱，导致的植被覆盖和结构变化(Anderegg等，2013年)也影响着降水转变为蒸散和径流的量，有时涉及与大气的复杂反馈，如在亚马逊地区(Port等，2012年；Saatchi等，2013年)。Davie等人(2013年)的研究模型显示气候变化对植被分布和结构的影响存在区域上的多样化，比CO_2结构和生理效应对全球径流的影响弱得多。水、碳和植被在气候变化影响下是动态的、同步的、交互的发展(Heyder等，2011年；Gerten等，2013年)，因而，要理清楚气候、CO_2和土地覆盖变化对水循环的个别影响仍是一个难题。

VW

(a) 气候变化的影响，包括作物对大气 CO_2 浓度升高的生理和结构响应



(b) 只有气候变化的影响

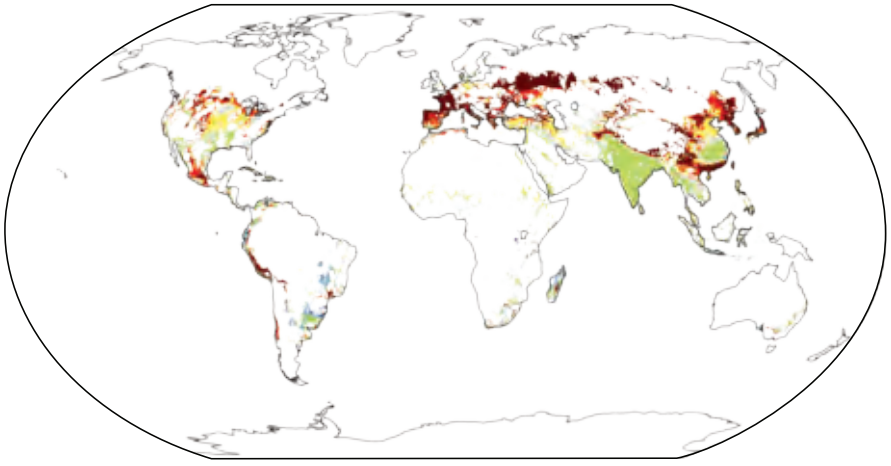


图 VW-1 | 11 个主要农作物的净灌溉需水量在 1971—2000 至 2070—2099 年间的百分比变化，为目前已有灌溉设备的区域，采用当前的管理方法。(a)气候变化的影响，包括作物对大气 CO_2浓度升高的生理和结构响应(不考虑营养的协同限制)。(b)只有气候变化的影响。图中所示是预估气候变化导致的中位变化，是用 19 个大气环流模式(GCM；根据排放情景特别报告(SRES)的 A2 排放情景)作的，这些 GCM 是用来建立一个植被和水文模型(根据 Konzmann 等，2013 年作出修改)。

参考文献

Alkama, R., M. Kageyama, and G. Ramstein, 2010: Relative contributions of climate change, stomatal closure, and leaf area index changes to 20th and 21st century runoff change: a modelling approach using the Organizing Carbon and Hydrology in Dynamic Ecosystems (ORCHIDEE) land surface model. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, **115(D17)**, D17112, doi:10.1029/2009JD013408.

Alkama, R., B. Decharme, H. Douville, and A. Ribes, 2011: Trends in global and basin-scale runoff over the late twentieth century: methodological issues and sources of uncertainty. *Journal of Climate*, **24(12)**, 3000-3014.

Anderegg, W.R.L., J.M. Kane, and L.D.L. Anderegg, 2013: Consequences of widespread tree mortality triggered by drought and temperature stress. *Nature Climate Change*, **3**, 30-36.

Andreu-Hayles, L., O. Planells, E. Gutierrez, E. Muntan, G. Helle, K.J. Anchukaitis, and G.H. Schleser, 2011: Long tree-ring chronologies reveal 20th century increases in water-use efficiency but no enhancement of tree growth at five Iberian pine forests. *Global Change Biology*, **17(6)**, 2095-2112.

Betts, R.A., O. Boucher, M. Collins, P.M. Cox, P.D. Falloon, N. Gedney, D.L. Hemming, C. Huntingford, C.D. Jones, D.M.H. Sexton, and M.J. Webb, 2007: Projected increase in continental runoff due to plant responses to increasing carbon dioxide. *Nature*, **448(7157)**, 1037-1041.
Boucher, O., A. Jones, and R.A. Betts, 2009: Climate response to the physiological impact of carbon dioxide on plants in the Met Office Unified Model HadCM3. *Climate Dynamics*, **32(2-3)**, 237-249.
Brolsma, R.J., M.T.H. van Vliet, and M.F.P. Bierkens, 2010: Climate change impact on a groundwater-influenced hillslope ecosystem. *Water Resources Research*, **46(11)**, W11503, doi:10.1029/2009WR008782.
Cao, L., G. Bala, K. Caldeira, R. Nemani, and G. Ban-Weiss, 2009: Climate response to physiological forcing of carbon dioxide simulated by the coupled Community Atmosphere Model (CAM3.1) and Community Land Model (CLM3.0). *Geophysical Research Letters*, **36(10)**, L10402, doi:10.1029/2009GL037724.
Crosbie, R.S., J.L. McCallum, G.R. Walker, and F.H.S. Chiew, 2010: Modelling climate-change impacts on groundwater recharge in the Murray-Darling Basin, Australia. *Hydrogeology Journal*, **18(7)**, 1639-1656.
Dai, A., T. Qian, K.E. Trenberth, and J.D. Milliman, 2009: Changes in continental freshwater discharge from 1948 to 2004. *Journal of Climate*, **22(10)**, 2773-2792.
Davie, J.C.S., P.D. Falloon, R. Kahana, R. Dankers, R. Betts, F.T. Portmann, D.B. Clark, A. Itoh, Y. Masaki, K. Nishina, B. Fekete, Z. Tessler, X. Liu, Q. Tang, S. Hagemann, T. Stacke, R. Pavlick, S. Schaphoff, S.N. Gosling, W. Franssen, and N. Arnell, 2013: Comparing projections of future changes in runoff and water resources from hydrological and ecosystem models in ISI-MIP. *Earth System Dynamics*, **4**, 359-374.
de Boer, H.J., E.I. Lammertsma, F. Wagner-Cremer, D.L. Dilcher, M.J. Wassen, and S.C. Dekker, 2011: Climate forcing due to optimization of maximal leaf conductance in subtropical vegetation under rising CO_2. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **108(10)**, 4041-4046.
Donohue, R.J., M.L. Roderick, T.R. McVicar, and G.D. Farquhar, 2013: Impact of CO_2 fertilization on maximum foliage cover across the globe's warm, arid environments. *Geophysical Research Letters*, **40(12)**, 3031-3035.
Fader, M., S. Rost, C. Müller, A. Bondeau, and D. Gerten, 2010: Virtual water content of temperate cereals and maize: present and potential future patterns. *Journal of Hydrology*, **384(3-4)**, 218-231.
Gagen, M., W. Finsinger, F. Wagner-Cremer, D. McCarroll, N.J. Loader, I. Robertson, R. Jalkanen, G. Young, and A. Kirchhefer, 2011: Evidence of changing intrinsic water-use efficiency under rising atmospheric CO_2 concentrations in Boreal Fennoscandia from subfossil leaves and tree ring $\partial^{13}C$ ratios. *Global Change Biology*, **17(2)**, 1064-1072.
Gedney, N., P.M. Cox, R.A. Betts, O. Boucher, C. Huntingford, and P.A. Stott, 2006: Detection of a direct carbon dioxide effect in continental river runoff records. *Nature*, **439(7078)**, 835-838.
Gerten, D., S. Rost, W. von Bloh, and W. Lucht, 2008: Causes of change in 20th century global river discharge. *Geophysical Research Letters*, **35(20)**, L20405, doi:10.1029/2008GL035258.
Gerten, D., J. Heinke, H. Hoff, H. Biemans, M. Fader, and K. Waha, 2011: Global water availability and requirements for future food production. *Journal of Hydrometeorology*, **12(5)**, 885-899.
Gerten, D., W. Lucht, S. Ostberg, J. Heinke, M. Kowarsch, H. Kreft, Z.W. Kundzewicz, J. Rastgooy, R. Warren, and H.J. Schellnhuber, 2013: Asynchronous exposure to global warming: freshwater resources and terrestrial ecosystems. *Environmental Research Letters*, **8**, 034032, doi:10.1088/1748-9326/8/3/034032.
Green, T.R., B.C. Bates, S.P. Charles, and P.M. Fleming, 2007: Physically based simulation of potential effects of carbon dioxide-altered climates on groundwater recharge. *Vadose Zone Journal*, **6(3)**, 597-609.
Haddeland, I., D.B. Clark, W. Franssen, F. Ludwig, F. Voss, N.W. Arnell, N. Bertrand, M. Best, S. Folwell, D. Gerten, S. Gomes, S.N. Gosling, S. Hagemann, N. Hanasaki, R. Harding, J. Heinke, P. Kabat, S. Koirala, T. Oki, J. Polcher, T. Stacke, P. Viterbo, G.P. Weedon, and P. Yeh, 2011: Multimodel estimate of the global terrestrial water balance: setup and first results. *Journal of Hydrometeorology*, **12(5)**, 869-884.
Heyder, U., S. Schaphoff, D. Gerten, and W. Lucht, 2011: Risk of severe climate change impact on the terrestrial biosphere. *Environmental Research Letters*, **6(3)**, 034036, doi:10.1088/1748-9326/6/3/034036.
Ito, A. and M. Inatomi, 2012: Water-use efficiency of the terrestrial biosphere: a model analysis focusing on interactions between the global carbon and water cycles. *Journal of Hydrometeorology*, **13(2)**, 681-694.
Joshi, M.M., J.M. Gregory, M.J. Webb, D.M.H. Sexton, and T.C. Johns, 2008: Mechanisms for the land/sea warming contrast exhibited by simulations of climate change. *Climate Dynamics*, **30(5)**, 455-465.
Keenan, T.F., D.Y. Hollinger, G. Bohrer, D. Dragoni, J.W. Munger, H.P. Schmid, and A.D. Richardson, 2013: Increase in forest water-use efficiency as atmospheric carbon dioxide concentrations rise. *Nature*, **499(7458)**, 324-327.
Koehler, I.H., P.R. Poulton, K. Auerswald, and H. Schnyder, 2010: Intrinsic water-use efficiency of temperate seminatural grassland has increased since 1857: an analysis of carbon isotope discrimination of herbage from the Park Grass Experiment. *Global Change Biology*, **16(5)**, 1531-1541.
Konzmann, M., D. Gerten, and J. Heinke, 2013: Climate impacts on global irrigation requirements under 19 GCMs, simulated with a vegetation and hydrology model. *Hydrological Sciences Journal*, **58(1)**, 88-105.
Labat, D., Y. Godderis, J. Probst, and J. Guyot, 2004: Evidence for global runoff increase related to climate warming. *Advances in Water Resources*, **27(6)**, 631-642.
Leakey, A.D.B., E.A. Ainsworth, C.J. Bernacchi, A. Rogers, S.P. Long, and D.R. Ort, 2009: Elevated CO_2 effects on plant carbon, nitrogen, and water relations: six important lessons from FACE. *Journal of Experimental Botany*, **60(10)**, 2859-2876.
Lewis, S.L., J. Lloyd, S. Sitch, E.T.A. Mitchard, and W.F. Laurance, 2009: Changing ecology of tropical forests: evidence and drivers. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, **40**, 529-549.
Loader, N.J., R.P.D. Walsh, I. Robertson, K. Bidin, R.C. Ong, G. Reynolds, D. McCarroll, M. Gagen, and G.H.F. Young, 2011: Recent trends in the intrinsic water-use efficiency of ringless rainforest trees in Borneo. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, **366(1582)**, 3330-3339.
Lorenz, C. and H. Kunstmann, 2012: The hydrological cycle in three state-of-the-art reanalyses: intercomparison and performance analysis. *Journal of Hydrometeorology*, **13(5)**, 1397-1420.
McCallum, J.L., R.S. Crosbie, G.R. Walker, and W.R. Dawes, 2010: Impacts of climate change on groundwater in Australia: a sensitivity analysis of recharge. *Hydrogeology Journal*, **18(7)**, 1625-1638.
McMahon, S.M., G.G. Parker, and D.R. Miller, 2010: Evidence for a recent increase in forest growth. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **107(8)**, 3611-3615.
Murray, S.J., P.N. Foster, and I.C. Prentice, 2012: Future global water resources with respect to climate change and water withdrawals as estimated by a dynamic global vegetation model. *Journal of Hydrology*, **448-449**, 14-29.
Nock, C.A., P.J. Baker, W. Wanek, A. Leis, M. Grabner, S. Bunyavejchewin, and P. Hietz, 2011: Long-term increases in intrinsic water-use efficiency do not lead to increased stem growth in a tropical monsoon forest in western Thailand. *Global Change Biology*, **17(2)**, 1049-1063.
Nugent, K.A. and H.D. Matthews, 2012: Drivers of future northern latitude runoff change. *Atmosphere-Ocean*, **50(2)**, 197-206.
Oliveira, P.J.C., E.L. Davin, S. Levis, and S.I. Seneviratne, 2011: Vegetation-mediated impacts of trends in global radiation on land hydrology: a global sensitivity study. *Global Change Biology*, **17(11)**, 3453-3467.
Peñuelas, J., J.G. Canadell, and R. Ogaya, 2011: Increased water-use efficiency during the 20th century did not translate into enhanced tree

growth. *Global Ecology and Biogeography*, **20(4)**, 597-608.
Piao, S., P. Friedlingstein, P. Ciais, N. de Noblet-Ducoudre, D. Labat, and S. Zaehle, 2007: Changes in climate and land use have a larger direct impact than rising CO_2 on global river runoff trends. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **104(39)**, 15242-15247.
Port, U., V. Brovkin, and M. Claussen, 2012: The influence of vegetation dynamics on anthropogenic climate change. *Earth System Dynamics*, **3**, 233-243.
Reddy, A.R., G.K. Rasineni, and A.S. Raghavendra, 2010: The impact of global elevated CO_2 concentration on photosynthesis and plant productivity. *Current Science*, **99(1)**, 46-57.
Rosenthal, D.M. and N.J. Tomeo, 2013: Climate, crops and lacking data underlie regional disparities in the CO_2 fertilization effect. *Environmental Research Letters*, **8(3)**, 031001, doi:10.1088/1748-9326/8/3/031001.
Saatchi, S., S. Asefi-Najafabady, Y. Malhi, L.E.O.C. Aragão, L.O. Anderson, R.B. Myneni, and R. Nemani, 2013: Persistent effects of a severe drought on Amazonian forest canopy. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **110(2)**, 565-570.
Sterling, S.M., A. Ducharne, and J. Polcher, 2013: The impact of global land-cover change on the terrestrial water cycle. *Nature Climate Change*, **3**, 385-390.
Wiltshire, A., J. Gornall, B. Booth, E. Dennis, P. Falloon, G. Kay, D. McNeall, C. McSweeney, and R. Betts, 2013 : The importance of population, climate change and CO_2 plant physiological forcing in determining future global water stress. *Global Environmental Change*, **23(5)**, 1083-1097.

本跨章节文框应引用为:

Gerten, D., R. Betts, and P. Döll, 2014: Cross-chapter box on the active role of vegetation in altering water flows under climate change. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 159-163.

VW

WE

与气候变化紧密相连的水—能源—粮食/饲料/纤维链

Douglas J.Arent（美国），Petra Döll（德国），Kenneth M.Strzepek（美国），Blanca Elena Jiménez Cisneros（墨西哥），Andy Reisinger（新西兰），Ferenc Toth（匈牙利），Taikan Oki（日本）

水、能源和粮食/饲料/纤维通过大量的互动途径联系在一起，并受气候变化的影响，如图CC-WE-1所示。这些联系的深度和力度在不同的国家、地区和生产系统之间变化极大。能源技术（如生物燃料、水电、火电厂）、运输燃料和模式、以及粮食产品（灌溉作物，特别是由喂养灌溉作物和饲料生产的动物蛋白质）可能需要大量的水（第3.7.2、7.3.2、10.2、10.3.4、22.3.3、25.7.2节；Allan，2003年；King和Weber，2008年；McMahon和Price，2011年；Macknick等，2012a）。在灌溉农业、气候、灌溉过程中，作物选择和产量决定着生产每单位作物的需水量。在水（废水）必须被抽取和/或处理的地区，必须提供能源（Metcalf&Eddy,Inc.等，2007年；Khan和Hanjra，2009年；EPA，2010年；-Gerten等，2011年）。虽然粮食生产、冷藏和运输加工需要大量的能源（Pelletier等，2011年），但是粮食和能源之间与气候变化有关的一个重要联系是生物能源与粮食生产对土地和水的竞争（证据确凿，高度一致；第7.3.2节，文框25-10；Diffenbaugh等，2012年；Skagg等，2012年）。粮食和作物的废弃物以及废水，可以用来生产能源，不仅节约其传统生产过程中使用的常规不可再生燃料，还可以节约用以加工或处理和处置过程中所消耗的水和能源（Schievano等，2009年；Oh等，2010年；Olson，2012年）。这方面的例子可以在所有收入范围内的若干国家中找到。例如，甘蔗副产物越来越多地用来发电，或热电联产（McKendry，2002年；Kim和Dale，2004年）以获得经济效益，并且越来越多地作为一个减少温室气体排放的选择。

能源生产的大多数方法都需要大量的水，无论是直接（例如，作物能源和水电）还是间接需要（例如，通过制冷获取热力能源，或通过其它操作）（证据确凿，高度一致；第10.2.2、10.30.4、25.7.4节；vanVliet等，2012年；Davies等，2013年）。例如，根据国际能源机构（IEA）的替代性政策情景所作的预测，生物燃料生产量将在2030年提高到71艾焦，在此情况下，据Gerbens-Leenes等（2012年）报告，生物燃料需要的用水将促使全球消费性灌溉用水从2005年占全球可再生水资源的0.5％提高到2030年5.5％，会导致淡水资源压力加大，会对淡水生态系统造成潜在的负面影响。采掘（第25.7.3节）、加工化石燃料和核燃料或其副产品、以及处理残渣也需要水。目前，能源用水范围在大多数发展中国家仅占淡水用量的几个百分点，而在一些发达国家则占50％以上，这取决于各国具体情况（Kenny等，2009年；WEC，2010年）。未来的用水需求将取决于电

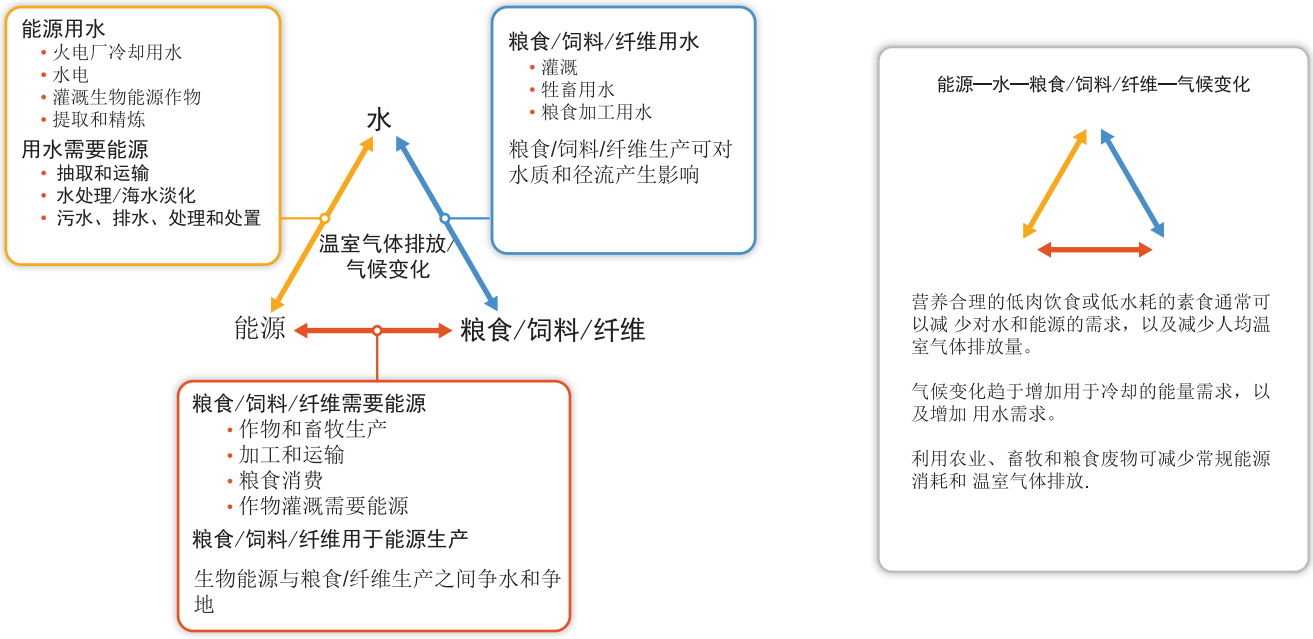


图 WE-1 | 与气候变化紧密相连的水-能源-粮食链。供水/需水、水质和水量、能源和粮食/饲料/纤维与变化的气候条件之间的相互联系影响着适应和减缓战略。

力需求的增长，以及取决于所采用的发电技术和用水管理方案的组合(中等证据，高度一致；WEC，2010年；Sattler等，2012年)。由于气候变化，未来可供能源生产的用水将发生变化(证据确凿，高度一致；第3.4、3.5.1、3.5.2.2节)。

可能需要大量能源用来进行水的提升、运输、配送、及处理，以便使用或去污。城市中的废水和过量降雨需要能源来进行处理或处置。一些非传统水源(废水或海水)常常是高度能源密集型的。每立方米水的能源强度根据其不同来源相差约10倍，例如当地生产、来自地下/地表水源的饮用水与淡化海水(文框25-2，表25-6、25-7；Macknick等，2012b；Plappally和Lienhard，2012年)。地下水(占全球总用水量的35%，灌溉型粮食生产是其最大的用户；Döll等，2012年)与地表水相比一般都比较耗能。以印度为例，2012年总用电量的19%是用于农业(中央统计局，2013年)，其中大部分用于抽取地下水。从更深处抽水需要的能源会显著提高——抽取120米深度水的电力消耗(千瓦时每立方米水)是35米深度的3倍(Plappally和Lienhard，2012年)。适当地再利用污水进行灌溉(水和能源密集型营养物质的回收)会提高农业产量，可节约能源，并可防止水土流失(中等可信度；Smit和Nas，1992年；-Jiménez-Cisneros，1996年；Qadir等，2007年；Raschid-Sally和Jayakody，2008年)。更加节能的处理方法可以将质量差(“黑”)的废水处理到可排放进水体的质量水平，避免了额外的淡水使用和相关的能量需求(Keraita等，2008年)。如果经妥善处理而保留下营养物质，则处理后的水可以提高土壤的生产力，在某些无法负担高昂电费或肥料的地区可有助于提高作物产量/粮食安全(高可信度；Oron，1996年；Lazarova和Bahri，2005年；Redwood和Huibers，2008年；iménez-Cisneros，2009年)。

水、能源、粮食/饲料/纤维和气候之间的联系也与土地利用和管理密切相关(证据确凿，高度一致；第4.4.4节，文框25-10)。土地退化通常会减低水和能源的使用效率(例如，导致需要更多的化肥和形成更多地表径流)，并危及粮食安全(第3.7.2、4.4.4节)。另一方面，植树造林活动在起到固碳作用的同时，还可以减少土壤侵蚀，并可提供额外的(即便只是暂时的)栖息地(见文框25-10)，但可能会减少可再生的水资源。能源、粮食、生物燃料生产或碳封存用水也会与保护河流栖息地和湿地所需的最小环境流量发生矛盾，这意味着经济等增值活动与各种用水之间存在潜在冲突(中等可信度，高度一致；第25.4.3、25.6.2节，文框25-10)。只有少数报告开始评估能源、粮食、土地、水和气候之间的多重相互作用(McCornick等，2008年；Bazilian等，2011年；Bierbaum和Matson，2013年)，在从安全的立场解决问题，并在描述早期集成建模方法。所有这些因素之间的相互作用受到气候变化的影响，反过来又影响对能源和水的需求，影响生物生产力，以及影响其它因素(见图CC-WE-1和Wise等，2009年)，并且影响着能源、粮食和水的供应安全，影响着适应和减缓的途径，影响着空气污染防防治，以及影响着贯穿本评估报告始终的健康和经济。

粮食/纤维、水、土地使用、能源和气候变化的相互连接性，包括可能尚未理解透彻的跨领域影响，在评估对适应/减缓决策的影响时越来越重要。燃料—粮食—土地利用—水—温室气体（GHG）减缓策略之间的相互作用，特别是与用于粮食/饲料、电力或燃料的生物资源的关系，表明对水、土地类型及利用要求、能源需求及潜在用途、和温室气体影响进行综合评估往往集中体现为相互联系。例如，在IPCC可再生能源与减缓气候变化特别报告（IPCC，2011年）中描述的减缓情景下，日益严格的减排情景要求到2050年生物质一次能源达到300艾焦。如此高水平的生物质生产，若没有改变技术和工艺/管理/运营，将会对土地利用、水、能源以及粮食生产和定价产生显著的影响。考虑能源、粮食/饲料/纤维、水、土地利用和气候变化之间的相互联系，对制定有效抵御气候变化的决策日益重要（中等证据，高度一致），尽管用于支持地方和区域层面评估和决策的工具仍然非常有限。

参考文献

Allan, T., 2003: Virtual water – the water, food, and trade nexus: useful concept or misleading metaphor? *Water International*, **28(1)**, 4-10.

Bazilian, M., H. Rogner, M. Howells, S. Hermann, D. Arent, D. Gielen, P. Steduto, A. Mueller, P. Komor, R.S.J. Tol, and K. Yumkella, 2011: Considering the energy, water and food nexus: towards an integrated modelling approach. *Energy Policy*, **39(12),** 7896-7906.

Bierbaum, R. and P. Matson, 2013: Energy in the context of sustainability. *Daedalus*, **142(1)**, 146-161.

Davies, E., K. Page, and J.A. Edmonds, 2013: An integrated assessment of global and regional water demands for electricity generation to 2095. *Advances in Water Resources*, **52**, 296-313, doi:10.1016/j.advwatres.2012.11.020.

Diffenbaugh, N., T. Hertel, M. Scherer, and M. Verma, 2012: Response of corn markets to climate volatility under alternative energy futures. *Nature Climate Change*, **2**, 514-518.

Döll, P., H. Hoffmann-Dobrev, F.T. Portmann, S. Siebert, A. Eicker, M. Rodell, G. Strassberg, and B. Scanlon, 2012: Impact of water withdrawals from groundwater and surface water on continental water storage variations. *Journal of Geodynamics*, **59-60**, 143-156, doi:10.1016/j.jog.2011.05.001.

EPA, 2010: *Evaluation of Energy Conservation Measures for Wastewater Treatment Facilities*. EPA 832-R-10-005, U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Office of Wastewater Management, Washington, DC, USA, 222 pp., water.epa.gov/scitech/wastetech/upload/Evaluation-of-Energy-Conservation-Measures-for-Wastewater-Treatment-Facilities.pdf.

Gerbens-Leenes, P.W., A.R. van Lienden, A.Y. Hoekstra, and Th.H. van der Meer, 2012: Biofuel scenarios in a water perspective: the global blue and green water footprint of road transport in 2030. *Global Environmental Change*, **22(3)**, 764-775.

Gerber, N., M. van Eckert, and T. Breuer, 2008: *The Impacts of Biofuel Production on Food Prices: A Review*. ZEF – Discussion Papers on Development Policy, No. 127, Center for Development Research [Zentrum für Entwicklungsforschung (ZEF)], Bonn, Germany, 19 pp.

Gerten, D., H. Heinke, H. Hoff, H. Biemans, M. Fader, and K. Waha, 2011: Global water availability and requirements for future food production. *Journal of Hydrometeorology*, **12**, 885-899.

IPCC, 2011: Summary for Policymakers. In: *IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlmer, and C. von Stechow (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3-26.

Jiménez-Cisneros, B., 1996: Wastewater reuse to increase soil productivity. *Water Science and Technology*, **32(12)**, 173-180.

Jiménez-Cisneros, B., 2009: 4.06 – Safe sanitation in low economic development areas. In: *Treatise on Water Science, Volume 4: Water-Quality Engineering* [Wilderer, P.A. (ed.)]. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, Academic Press, Oxford, UK, pp.147-200.

Kenny, J.F., N.L. Barber, S.S. Hutson, K.S. Linsey, J.K. Lovelace, and M.A. Maupin, 2009: *Estimated Use of Water in the United States in 2005*. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey (USGS) Circular 1344, USGS, Reston, VA, USA, 53 pp.

Keraita, B., B. Jiménez, and P. Drechsel, 2008: Extent and implications of agricultural reuse of untreated, partly treated and diluted wastewater in developing countries. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, **3(58)**, 15-27.

Khan, S. and M.A. Hanjra, 2009: Footprints of water and energy inputs in food production – global perspectives. *Food Policy*, **34**, 130-140.

Kim, S. and B. Dale, 2004: Global potential bioethanol production from wasted crops and crop residues. *Biomass and Bioenergy*, **26(4)**, 361-375.

King, C. and M.E. Webber, 2008: Water intensity of transportation. *Environmental Science and Technology*, **42(21)**, 7866-7872.

Lazarova, V. and A. Bahri, 2005: *Water Reuse for Irrigation: Agriculture, Landscapes, and Turf Grass*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 408 pp.

McKendry, P., 2002: Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. *Bioresource Technology*, **83(1)**, 37-46.

Macknick, J., R. Newmark, G. Heath, K.C. Hallett, J. Meldrum, and S. Nettles-Anderson, 2012a: Operational water consumption and withdrawal factors for electricity generating technologies: a review of existing literature. *Environmental Research Letters*, **7(4)**, 045802, doi:10.1088/1748-9326/7/4/045802.

Macknick, J., S. Sattler, K. Averyt, S. Clemmer, and J. Rogers, 2012b: Water implications of generating electricity: water use across the United States based on different electricity pathways through 2050. *Environmental Research Letters*, **7(4)**, 045803, doi:10.1088/1748-9326/7/4/045803.

McCornick, P.G., S.B. Awulachew, and M. Abebe, 2008: Water-food-energy-environment synergies and tradeoffs: major issues and case studies. *Water Policy*, **10**, 23-36.

McMahon, J.E. and S.K. Price, 2011: Water and energy interactions. *Annual Review of Environment and Resources*, **36**, 163-191.

Metcalf & Eddy, Inc. an AECOM Company, T. Asano, F. Burton, H. Leverenz, R. Tsuchihashi, and G. Tchobanoglous, 2007: *Water Reuse: Issues, Technologies, and Applications*. McGraw-Hill Professional, New York, NY, USA, 1570 pp.

Oh, S.T., J.R. Kim, G.C. Premier, T.H. Lee, C. Kim, and W.T. Sloan, 2010: Sustainable wastewater treatment: how might microbial fuel cells contribute. *Biotechnology Advances*, **28(6)**, 871-881.

Olson, G., 2012: *Water and Energy Nexus: Threats and Opportunities*. IWA Publishing, London, UK, 294 pp.

Oron, G., 1996: Soil as a complementary treatment component for simultaneous wastewater disposal and reuse. *Water Science and Technology*, **34(11)**, 243-252.

Pelletier, N., E. Audsley, S. Brodt, T. Garnett, P. Henriksson, A. Kendall, K.J. Kramer, D. Murphy, T. Nemeck, and M. Troell, 2011: Energy intensity of agriculture and food systems. *Annual Review of Environment and Resources*, **36**, 223-246.

Plappally, A.K. and J.H. Lienhard V, 2012: Energy requirements for water production, treatment, end use, reclamation, and disposal. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **16(7)**, 4818-4848.

WE

Qadir, M., D. Wichelns, L. Raschid-Sally, P. Singh Minhas, P. Drechsel, A. Bahri, P. McCornick, R. Abaidoo, F. Attia, S. El-Guindy, J.H.J. Ensink, B. Jiménez, J.W. Kijne, S. Koo-Oshima, J.D. Oster, L. Oyebande, J.A. Sagardoy, and W. van der Hoek, 2007: Agricultural use of marginal-quality water – opportunities and challenges. In: *Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture* [Molden, D. (ed.)]. Earthscan Publications, Ltd., London, UK, pp. 425-458.

Raschid-Sally, L. and P. Jayakody, 2008: *Drivers and Characteristics of Wastewater Agriculture in Developing Countries: Results from a Global Assessment*. IWMI Research Report 127, International Water Management Institute (IWMI), Colombo, Sri Lanka, 29 pp.

Redwood, M. and F. Huibers, 2008: Wastewater irrigation in urban agriculture. In: *Water Reuse: An International Survey of Current Practice, Issues and Needs* [Jiménez, B. and T. Asano (ed.)]. IWA Publishing, London, UK, pp. 228-240.

Sattler, S., J. Macknick, D. Yates, F. Flores-Lopez, A. Lopez, and J. Rogers, 2012: Linking electricity and water models to assess electricity choices at water-relevant scales. *Environmental Research Letters*, **7(4)**, 045804, doi:10.1088/1748-9326/7/4/045804.

Schievano A., G. D'Imporzano, and F. Adani, 2009: Substituting energy crops with organic wastes and agro-industrial residues for biogas production. *Journal of Environmental Management*, **90(8)**, 2537-2541.

Skaggs, R., K. Hibbard, P. Frumhoff, T. Lowry, R. Middleton, R. Pate, V. Tidwell, J. Arnold, K. Averyt, A. Janetos, C. Izaurralde, J. Rice, and S. Rose, 2012: *Climate and Energy-Water-Land System Interactions*. PNNL 21185, Technical Report to the US Department of Energy in support of the National Climate Assessment, Pacific Northwest National Laboratory (PNNL), Richland, WA, USA, 152 pp.

Smit, J. and J. Nasr, 1992: Urban agriculture for sustainable cities: using wastes and idle land and water bodies as resources. *Environment and Urbanization*, **4(2)**, 141-152.

van Vliet, M.T.H., J.R. Yearsley, F. Ludwig, S. Vögele, D.P. Lettenmaier, and P. Kabat, 2012: Vulnerability of US and European electricity supply to climate change. *Nature Climate Change*, **2**, 676-681.

Wise, M., K. Calvin, A. Thomson, L. Clarke, B. Bond-Lamberty, R. Sands, S.J. Smith, A. Janetos, and J. Edmonds, 2009: Implications of limiting CO_2 concentrations for land use and energy. *Science*, **324**, 1183-1186.

WEC, 2010: *Water for Energy*. World Energy Council (WEC), London, UK, 51 pp.

本跨章节文框应引用为:

Arent, D.J., P. Döll, K.M. Strzepek, B.E. Jiménez Cisneros, A. Reisinger, F.L. Tóth, and T. Oki, 2014: Cross-chapter box on the water–energy–food/feed/fiber nexus as linked to climate change. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 165-168.

术语表

术语表

编委会联合主席

John Agard(特里尼达和多巴哥),Lisa Schipper(瑞典)

编委会

Joern Birkmann(德国)、Maximiliano Campos(哥斯达黎加)、Carolina Dubeux(巴西)、Yukihiro Nojiri(日本)、Lennart Olsson(瑞典)、Balgis Osman-Elasha(苏丹)、Mark Pelling(英国)、Michael Prather(美国)、Marta Rivera-Ferre(西班牙)、Oliver C.Ruppel(纳米比亚)、Asbury Sallenger(美国)、Kirk Smith(美国)、Asuncion St.Clair(挪威)

TSU 协助

Katharine Mach(美国)、Michael Mastrandrea(美国)、Eren Bilir(美国)

气候突变
在几十年或更短时间内气候系统发生的大尺度变化，这一变化至少持续(或者预期持续)几十年，并使人类系统和自然系统受到很大干扰。

粮食获取
是支撑粮食安全的三要素之一，其他两个要素为粮食的供应和利用。粮食获取取决于：(1)粮食的负担能力(即，人们拥有用于换取粮食的收入或其他资源)；(2)家庭或社会内部理想的粮食分配；以及(3)偏好(即人们想吃什么，这受到社会文化规范的影响)。另见粮食安全。

习服
在自然环境中的个体生物一生中发生的一次或多次(如季节性)的功能或形态特征的改变。通过习服，生物个体可在不同的环境条件下生存。为了明确区分实验室的发现和野外试验的结果，驯化一词适用于生态生理学的范畴，它是在条件受到严格限制的实验背景下观察到的相应现象。(适应性)弹性一词是指习服过程中个体可达到的表型变化，通常变化的范围有限。

适应性
另见适应能力。

适应[1]
对实际或预期的气候及其影响进行调整的过程。在人类系统中，适应是为了趋利避害。在自然系统中，人为干预可能促进对预期的气候及其影响的调整。

> *增量适应*是指用以维持一定规模的某个系统或过程的基础和完整性为中心目标的适应行为。[2]
>
> *转型适应*是指为响应气候及其影响而改变一个系统根本属性的适应。

另见自主适应，渐进适应和转型。

适应评估
确定气候变化适应方案，并按照标准，如，可提供性、效益、成本、成效、效率和可行性，对其予以评估的做法。

适应约束
造成适应行为的规划和实施更加困难的因素或限制了一些方案的因素。

适应赤字
系统的现状与能够将现存气候条件和变率造成的不良影响降到最低的状态之间的差距。

适应极限
行为主体的目标(或系统需求)无法通过适应性行动保证其免遭难以承受的风险时所到达的临界点。

> *硬性适应极限*任何适应性行动都不可避免难以承受的风险。
>
> *软性适应极限*当前还没有可以通过适应性行动避免难以承受的风险的方案。

适应需求
为应对气候影响，需要采取行动来保障人民生命财产安全的环境。

适应机会
帮助更轻松规划和实施适应行为的因素，这些因素可拓宽适应方案，或是提供附带的共生效益。

适应方案
一系列旨在满足适应需求的可用的、合适的策略和措施，包括可分为结构性、制度性或社会性的范围广泛的行动。

适应能力
系统、机制、人类和其他生物适应潜在伤害、利用机会或响应后果的能力。[3]

适应管理
面临不确定性和变化时，为管理资源而反复地计划、实施和修改战略的过程。由于看到结果反馈效应和其他变量给系统的各种方法带来的影响和变化，就此适应管理还涉及方法的调整。

累积影响
各部门和/或区域整合的影响总和。影响的累计需要认识(或假定)不同影响的相对重要性。例如，对累积影响的衡量包括受影响的人口总数或总的经济损失，并且通常受到时间、地点和/或部门的限制。

附属效益
另见共生效益。

---

1 该术语反映了科学的进步，在广度和着重点上有别于第四次评估报告和其他IPCC报告使用的术语。
2 该定义以Park等人的定义 (2012年)为基础。
3 该术语参考之前的IPCC各类报告和《千年生态系统评估》(MEA, 2005年)中所用的定义。

距平
一个变量偏离其基准期平均值的现象。

人为
人类活动造成或产生的。

人为排放
人类活动造成的温室气体、温室气体前体和气溶胶的排放。这些活动包括化石燃料的燃烧、毁林、土地利用变化、畜牧生产、施肥、废弃物管理和工业生产过程。

干旱带
植被生长由于水资源有限而严重受限的地区。干旱带大部分地区的当地植被分布稀疏。虽然年平均降雨量低于300毫米，但大雨的变率大。干旱带的种植业需要灌溉来维持。

大西洋多年代际涛动/变率(AMO/AMV)
北大西洋的一种多年代际(65年至75年)波动，在此期间海面温度表明大致在1860年至1880年以及1930年至1960年期间为暖相位，而在1905年至1925年以及1970年至1990年期间为冷相位，温度变化幅度约为0.4°C。见AMO指数，WGI AR5文框2.5。

大气-海洋环流模式(AOGCM)
另见气候模式。

归因
见检测与归因。

自主适应
在并非明确或有意识的为应对气候变化而作计划的情况下去适应感受到的气候及其影响。也称为自发适应。

基线/基准
基线(或基准)是衡量变化所对比的状态。基准期是指计算距平时相比较的时期。某一微量气体的基准浓度是指在未受到当地人为排放影响的某一地点测量的浓度。

生物多样性
陆地、海洋和其他生态系统的所有生物的差别的总称。生物多样性包括基因多样性、物种多样性和生态系统多样性三个层面。[4]

生物能
来自任何形式生物质的能量，例如近期生存的生物或其代谢副产物。

生物燃料
由有生命的或近期生存的植物产生的有机物或可燃油加工而成的一种燃料，通常为液体形式。举例而言，生物燃料包括酒精(生物乙醇)，造纸过程中产生的黑色液体，以及大豆油。

第一代加工的生物燃料　第一代加工的生物燃料取材于谷物、油菜籽、动物脂肪和废弃的植物油，通过成熟的转化技术将这些原材料制作成生物燃料。

第二代生物燃料　第二代生物燃料使用非传统的生物化学和热化学转化流程，进料主要是农林残渣、市政固废等的木质纤维素。

第三代生物燃料　第三代生物燃料取材于藻类和能源作物等，其使用的先进的加工流程仍处于开发中。

这些采用新型流程制作的第二和第三代生物燃料也被称为下一代或高级生物燃料，或高级生物燃料技术。

生物质
给定面积或体积内有生命的有机体的质量总和；死亡的植物可按死亡生物量计入。生物质的燃烧是指有生命和死亡植被的燃烧。

生物群系
生物群系是生物圈中主要而独特的区域要素，通常由若干生态系统组成(如：某一区域内的森林、河流、池塘、沼泽)。生物群系具有典型的植物和动物群落的特征。

生物圈
地球系统的一部分，由大气、陆地(陆地生物圈)、或海洋(海洋生物圈)中的所有生态系统和有生命的生物组成，包括从死亡生物提取的有机物，如：枯枝落叶、土壤有机物和海洋腐质。

边界组织
在科学界和决策者之间扮演中介角色的一个搭桥机构、社会安排或网络。

一切照旧(BAU)
一切照旧情景下的预估是基于这样的假设：目前的业务实

[4] 该术语参考《全球生物多样性评估》(Heywood, 1995年)和《千年生态系统评估》(MEA, 2005年)中所用的定义。

践和政策保持不变。虽然各种基线情景可能包含BAU情景的某些具体特征(例如，禁止使用某项技术)，但是BAU情景就意味着除了目前的业务实践或政策外不会利用其他实践或政策。另参见基线/基准、气候情景、排放情景、代表性浓度路径、情景、社会-经济情景和SRES情景。

能力建设
提高个体、团体、社会或组织应对变化的力量和特性以及可用资源的实践。

碳循环
用于描述大气、海洋、陆地和海洋生物圈及岩石圈中的碳流动(各种形式的碳，如二氧化碳)的术语。本报告全球碳循环的基准单位是GtC或相当于PgC(1015克)。

二氧化碳(CO_2)
一种自然产生的气体，也是从化石碳沉积物提炼的化石燃料，如石油、天然气和煤燃烧后和生物质燃烧后，以及土地利用变化和工业过程(如水泥生产)产生的次生产物，是影响地球辐射平衡的主要人为温室气体。它是衡量其它温室气体的基准参照气体，因此其全球变暖潜势指数为1。

二氧化碳(CO_2)肥化
大气中二氧化碳(CO_2)浓度增加导致植物生长加快。

碳固化
另见吸收。

清洁发展机制(CDM)
《京都议定书》第十二条确定的机制，发达(附件B)国家的投资者(政府或公司)可通过这项机制资助在发展中(非附件B)国家的温室气体减排或清除项目，为此获得经核证的减排单位，减排单位可用于抵扣相应发达国家的承诺。清洁发展机制旨在促进实现两个目标，即推动发展中国家的可持续发展和帮助发达国家以一种高性价比的方式实现其排放承诺。

气候
狭义而言，气候通常被定义为平均天气状态，或更严格而言，被定义为某个一时期内对相关量的均值和变率作出的统计描述，而这个时期的长度从几个月至几千年乃至几百万年不等。根据世界气象组织的定义，各变量均值的传统时期为30年。这些相关量通常指地表变量，如温度、降水和风。更广义而言，气候是气候系统的状态，包括统计上的描述。

改变气候的污染物(CAP)
人类活动释放的气体或颗粒物会通过温室气体浓度变化而产生的辐射强迫等机制直接影响气候，或者，通过影响云的形成或大气温室气体的生命周期等方式间接影响气候。改变气候的污染物(CAP)既包括对大气有增温作用的污染物(例如，CO_2)，也包括有降温作用的污染物(例如，硫酸盐)。

气候变化
气候变化指气候状态的变化，而这种变化可通过其特征均值和/或变率的变化予以判别(如通过运用统计检验)，这种变化还将持续一段时期，通常为几十年或更长时间。气候变化的原因也许是由于自然的内部过程或外部强迫(诸如太阳周期的改变、火山喷发等)或是由于大气成分或土地利用方面的持续人为变化。注意联合国气候变化框架公约(UNFCCC)第一条将气候变化定义为“在可比时期内所观测到的在自然气候变率之外的直接或间接归因于人类活动而改变全球大气成分所导致的气候变化”。因此，UNFCCC对可归因于人类活动改变大气成分后的气候变化与可归因于自然原因的气候变率作了明确的区分。另见气候变化的持续性、检测与归因。

气候变化的持续性
由于海洋的热力惯性以及冰冻圈和陆地表面的缓慢过程，即使大气成分稳定在当前值上，气候还会持续变化。过去大气成分的变化导致了持续的气候变化，只要辐射失衡持续，气候变化将继续，直至气候系统的所有组成部分调节成一种新状态。在大气成分保持不变后温度的进一步变化通称为(大气)成分保持不变后温度的持续性或简称为持续变暖或变暖的持续性。气候变化的持续性包括未来其它的变化，例如水循环、极端天气事件和极端气候事件的变化，以及海平面变化。排放保持不变后的持续性是指持续的气候变化，而该变化源于保持人为排放不变，而零排放持续性是指当排放设置为零时气候变化的持续性。另见气候变化。

气候极端(极端天气或气候事件)
另见极端天气事件。

气候反馈
一种相互作用过程，其中一个气候量的扰动引起第二个气候量的变化，而第二个气候量的变化最终又导致第一个气候量出现额外变化。负反馈是当初始扰动被它引起的变化削弱的过程；正反馈则是加强初始扰动的过程。在第五次评估报告中，通常使用某种狭义的定义，在该定义中受扰动的气候量是全球平均地表温度，该温度反过来又引起全球辐射收支变化。在两者中任何一种情况下，初始扰动要么受到外部强迫，要么作为内部变率的一部分出现。

气候治理

旨在引导社会系统朝着预防、减缓或适应气候变化带来的风险的方向发展而施行的有目的的机制和措施(Jagers和Stripple, 2003年)。

气候模式(谱或格点层)

气候系统的数值表现形式，它建立在气候系统各部分的物理学、化学和生物学特性及其相互作用和反馈过程的基础上，并解释部分其已知特性。气候系统可用不同复杂程度的模式描述。即：对于任一分量或分量组合，均能够用模式的谱或格点层予以识别，但在某些方面有区别，如空间维度的数量、所明确代表的物理、化学或生物过程的范围，或经验参数化的应用水平等。耦合的大气-海洋环流模式(AOGCM)对靠近或达到当前现有频谱终点的气候系统作出了综合表述。目前有一种朝着化学和生物学相互作用的更复杂模式方向发展的趋势。气候模式不仅用作一种研究和模拟气候的工具，而且还有业务用途，包括月、季、年际气候预测。另见地球系统模式。

气候预测

气候预测或气候预报是试图对未来的实际气候演变作出估计(从气候系统的某个特定状态开始)，例如：季、年际或年代际时间尺度。由于气候系统的未来演变或许对初始条件高度敏感，因此实质上这类预测通常是概率性的。另见气候预估、气候情景、和可预测性。

气候预估

气候预估是气候系统对温室气体 和气溶胶 的未来排放或浓度情景作出的模拟响应，一般使用气候模式计算得出。气候预估与气候预测的区别在于其依赖于所采用的排放/浓度/辐射强迫情景，是建立在相关的各种假设的基础之上，例如：涉及未来也许会或也许不会实现的社会经济和技术发展。另见气候情景。

气候韧性路径

为了降低气候变化相关的干扰和增加气候变化有关的机会，在复杂的系统内部管理变化的迭代过程。

气候情景

在一组内部一致的气候学关系的基础上，对未来气候作出的一种合理的和通常简化的表述，而已建立的各种气候学关系是明确用于研究人为气候变化的潜在后果，通常作为影响模型的输入因子。气候预估通常作为建立各种气候情景所需的原材料，但气候情景往往需要其它信息，如：已观测到的当前气候等。另见排放情景、情景。

气候敏感性

在IPCC报告中，平衡的气候敏感性(单位：°C)是指在大气中二氧化碳浓度当量翻倍之后年全球平均地表温度的平衡(稳定)变化。由于受计算的限制，气候模式中平衡(稳定状态)的气候敏感性有时通过运行一个与混合层海洋模式耦合的大气环流模式进行估算，因为平衡的气候敏感性在很大程度上是各种大气过程决定的。可运行效率高的模式，以实现与海洋动力的平衡。气候敏感性参数(单位：°C $(W\ m^{-2})^{-1}$)是指在辐射强迫中单位变化之后年全球平均地表温度的平衡变化。

有效气候敏感性(单位：°C)是全球平均地表温度对二氧化碳浓度翻倍作出响应的一个温度估值，浓度评估是根据对全球平均地表温度不断演变的非平衡条件所模拟的输出结果或根据观测的结果作出。有效气候敏感性是衡量某个特定时间上的气候反馈强度，它或可随历史强迫过程和气候状态的变化而变化，因此也可不同于平衡的气候敏感性。

瞬变气候响应 (单位：°C)是在气候模式的模拟中(其中二氧化碳以每年增加1%的速度上升)按20年周期平均的当大气二氧化碳含量翻倍时所得到的全球平均地表温度变化。它是用于衡量地表温度对温室气体强迫做出响应的强度和速度。

气候系统

气候系统是由五个主要部分组成的高度复杂的系统：大气、水圈、冰冻圈、岩石圈、生物圈，以及它们之间的相互作用。气候系统随时间演变的过程受到自身内部动力学的影响，还因为受到外部强迫影响，诸如火山喷发、太阳活动变化和人为强迫影响，如不断变化的大气成分和土地利用变化等。

气候变率

指在单一天气事件以外的各种空间和时间尺度上的气候平均状态的变化，以及其它相关统计量(如标准差，极端事件的出现概率等)的变化。气候变率可能是由气候系统内部的自然过程(内部变率)所造成，也可能是由自然或人为外部强迫(外部变率)所导致。另见气候变化。

气候速度

某一特定气候变量的等值线由于不断变化的气候在经过陆地或海洋的移动速度。例如，温度的气候速度是指在气候变化情况下等温线的移动速度(km/yr)，可利用温度的时间变化(°C/yr)除以温度当前的空间梯度(°C/km)进行计算。可以使用其他的气候变量(如降水)来计算，也可根据生物的气候生态位得出。

气候驱动因子
气候系统中一个处于不断变化中的部分，它影响人类或自然系统某一组分。

耦合模式比对项目第3期和第5期
耦合模式比较计划第3期和第5期(CMIP3和CMIP5)根据全球各个模拟团体共享的模式输入来协调和存储气候模式的模拟结果。CMIP3多模式数据集收集了采用SRES情景的各种预估结果。CMIP5数据集收集了采用典型浓度路径的各种预估结果。

海岸带挤压
介于向陆地退缩的海岸线(由于海平面上升和/或侵蚀)和自然或人工固定的海岸线(包括工程防御，如海堤)之间的沿海生态系统和康乐设施 (例如沙滩、盐沼、红树林、滩涂和沙坪)的缩窄，有可能使得沿海生态系统和康乐设施消失。

共生效益
在未考虑对总体社会福利的净影响情况下，为了达到某一目标的一项政策或措施可能对其他目标产生的积极效果。共生效益常常具有不确定性，并有赖于当地的具体情况和实施方式。共生效益也称作附带效益。

基于社区的适应
局地的、社区推动的适应。基于社区的适应注重社区适应能力的授权和推动。该方法注意发挥社区在背景、文化、知识、代理和偏好方面的优势。

信度
根据证据的类型、数量、质量和符合度(如机理方面的认知、理论、数据、模式、专家判断)以及这些证据的一致性程度，对某项发现正确性的表述。信度以定性方式表述(Mastrandrea等,2010年)。见文框1-1。另见不确定性。

背景脆弱性(起点脆弱性)
当前无力应对外部压力或变化(如变化的气候条件)的状态。背景脆弱性是由多重因素和过程造成的社会系统和生态系统的特点(O'Brien等，2007年)。

对流
受静力不稳定性引起的浮力驱动产生的垂直运动，通常在海洋中是由于近地层冷却或海洋中的盐度增加引起，在大气中则是由于近地层大气增温或云顶辐射冷却引起的。在大气中，对流产生了积云和降水，有效地清除和垂直输送化学物质。在海洋中，对流可以将海表水运送至海洋深处。

应对
使用现有技能、资源和机会来解决、管理和克服不利条件的过程，其目的是让人、制度、组织和系统在短期至中期内行使基本的功能。[5]

应对能力
是指人、制度、组织和系统利用现有方法、价值观、信仰、资源和机会在短期至中期内解决、管理和克服不利条件的能力。[6]

珊瑚白化
珊瑚失去其细胞内共生的藻类(即虫黄藻)和/或失去其本身的色素造成的脱色。

冰冻圈
地球陆地和海洋表面以及表面以下水以固体形式存在的区域的总称，包括海冰、湖冰、河冰、积雪、冰川和冰盖以及冻土(包括多年冻土)。

文化影响
对于文化的物质和生态方面的影响以及对于文化生活体验的影响，其中包括许多方面，例如身份认同、社区凝聚力和归属感、地域感、世界观、价值观、认知和传统。文化影响与生态影响密切相关，尤其是涉及到那些有标志性和代表性的物种和景观的时候，其联系更加紧密。文化和文化实践界定了气候变化影响的重要性和价值，决定了适应方案的可行性和可接受度，并为适应的开展提供了技能和规范。

死亡区
海洋和湖泊中的极端低氧区，它的形成是人类活动过度排放营养物以及其他原因造成的氧气过度消耗，从而无法支持水底和近水底的许多海洋生物的生存。另见富营养化和低氧事件。

脱碳
国家或其他实体实现低碳经济或个人减少碳消耗的过程。

毁林
指林地转变为非林地。有关森林这个术语以及对与之相关术语，如造林、再造林和毁林的讨论，参见《IPCC关于土地利用、土地利用变化与林业特别报告》(IPCC，2000

[5] 该术语基于UNISDR (2009年) 和 IPCC (2012a)中的定义。
[6] 该术语基于 UNISDR (2009年) 和 IPCC (2012a)中的定义。

年)。另见《IPCC关于人类活动直接引起的森林和其它植被退化造成的温室气体排放清单的定义和方法学方案报告》(IPCC，2003年)。

荒漠化

干旱、半干旱和半湿润干燥地区由多种因素(包括气候变迁和人类活动)造成的土地退化。干旱、半干旱和半湿润偏旱地区的土地退化是指雨养农田、灌溉农田、或牧场、森林和林地的生物或经济生产力和复杂性的减少或消失，这一现象既是土地使用的结果，也是一个或多个过程(包括人类活动和居住模式)联合作用的结果，例如：(1)风和/或水对土壤的侵蚀，(2)土壤物理、化学、生物或经济属性的恶化，和(3)天然植被的长期损失 (UNCCD, 1994年)。

检测和归因

变化的检测是在某种统计意义的定义下揭示气候或被气候影响的系统已发生变化的过程，而不提供对这种变化的原因的解释。在观测中检测到一个确定的变化，如果其偶然发生的可能性仅仅是由于内部变率本身，则可被确定为小概率，例如<10%。归因是评估多种因果因素对变化或者具有统计置信度赋值的事件的相对贡献的过程(Hegerl等，2009年)。

检测气候变化的影响

识别一个自然、人类或管理系统相对于某个基线的变化。基线描述了未发生气候变化状态下的行为，它可以是静态的或动态的(例如由于土地利用造成的变化)。

弱势群体

社会中常常由于较低的社会经济地位、低收入、无法获得基本服务(如医疗和教育)、权力缺乏、种族、性别、宗教或难以使用通讯技术等原因而被边缘化的群体。

灾害

由于危险的自然事件与脆弱的社会条件相作用而造成的一个社区或一个社会正常功能的巨大改变，会导致范围广泛的人类、物质、经济或环境的不利影响，需要紧急响应来满足关键的人类需求，并且可能需要外界的支持来实现恢复。

灾害管理

设计、实施和评估推动和改善各级组织和社会的备灾、应对和恢复行动的战略、政策和措施的社会过程。

灾害风险

在某一特定时间段内灾害发生的可能性。另见灾害。

灾害风险管理(DRM)

为了增强对灾害风险的认识，培养灾害风险降低和转移的能力，并不断改善防灾、应对和恢复行动，本着提高人类安全、福祉和生活质量，以及实现可持续发展的明确目标，规划、实施和评估战略、政策和措施的过程。

灾害风险降低(DRR)

既是一个政策目标，也是为预测未来灾害风险，降低现有暴露度、危险或脆弱性，以及增强韧性而使用的战略性和工具性措施。

贴现

一种数学运算，旨在使在不同时间(年份)收取或支出的货币(或其他)数量具有时间上的可比性。贴现者使用一个固定的或是随时间变化的年贴现率(>0)，这样可以表示未来的价值小于今天的价值。

干扰机制

生态系统干扰的频率、强度和类型，例如火灾、虫灾爆发、洪灾和旱灾。

日较差

24小时内最高气温与最低气温的差。

降尺度

降尺度是一种从大尺度模式或资料分析中得到局地至区域尺度(10到100公里)信息的方法。降尺度主要有两种方法：动力降尺度和经验/统计降尺度。动力降尺度方法利用区域气候模式、可变空间分辨率全球模式或高分辨率全球模式的模拟输出结果。经验/统计降尺度方法建立大尺度大气变量与局地/区域气候变量之间的统计关系。在所有情况下，驱动模式的质量仍然是限制降尺度信息质量的一个重要方面。

干旱

异常干燥的天气持续足以造成水分严重失衡的时期。干旱是相对的，因此，任何关于降水不足的讨论必须是指与此特定与降水有关的活动。例如，生长季节降水不足将影响作物生产或者总的生态系统功能(由于是土壤水分干旱，也被称为农业干旱)，径流和渗透期主要影响供水(水文干旱)。土壤水分和地下水的贮存变化除了受降水减少的影响，还受实际蒸散量增加的影响。异常降水不足的时期被称为气象干旱。大旱指持续时间长的大范围干旱，比一般干旱持续时间要长得多，通常为十年或更长时间。关于相

[7] 本术语条目是依据UNISDR (2009)和IPCC (2012a)中所使用的定义。

关的指标，见WGI AR5文框2.4。

动态全球植被模式(DGVM)

模拟在气候及其它环境变化驱动下随空间和时间变化的植被生长和动态的模式。

早期预警系统

制作和分发及时有效预警信息所需的一整套能力，以使受灾害威胁的个人、社区和组织能够迅速适当地采取备灾行动，减小损害和损失的可能性。[7]

地球系统模式(ESM)

包括了碳循环模块的大气-海洋耦合模式，有利于大气CO_2或相容排放的交互式计算。它可能还包括其它的模块(例如，大气化学、冰盖、动态植被、氮循环以及城市或作物模式)。另见气候模式。

生态生理过程

个体生物通常在微尺度或亚器官尺度持续响应环境变率或变化(例如气候变化)的过程。生态生理机制支撑个体生物对逆境的耐受力，并包括确定个体生物对环境状况绝对耐受力的广泛反应。生态生理反应会扩大到控制物种的地理范围。

生态系统

生态系统是由生物、其非生物环境及其内部和之间相互作用组成的功能单位。一个给定的生态系统的组成部分以及其空间界限取决于定义生态系统的目的：在某些情况下，它们比较集中，而在另外一些情况下比较分散。生态系统的边界可随时间而发生变化。生态系统嵌套在其它生态系统内，而且其范围可以从很小一块到整个生物圈。当前，大多数生态系统或者包含作为主要生物体的人，或者受其环境中人类活动的影响。

生态系统方法

一项以公平的方式促进保护和可持续利用的土地、水和生活资源综合管理战略。生态系统方法是基于以生物组织水平为重点的各种科学方法的应用，此类方法包括各种生物及其环境的基本结构、过程、功能和相互作用。它认为有文化多样性的人类是许多生态系统不可缺少的组成部分。生态系统方法要求采用自适应管理来应对生态系统的复杂性和动态性，以及应对缺乏对其功能的完整认识或了解。优先重点目标是保护生物多样性和生态系统结构及功能，以便维持生态系统的服务。[8]

基于生态系统的适应

将生物多样性和生态系统服务作为总体适应战略的一部分加以利用，以帮助人们适应气候变化的不利影响。基于生态系统的适应利用各种机会对生态系统进行可持续管理、保护和恢复，以提供服务，帮助人们适应气候变化的影响。它旨在保持并提高应变能力，降低生态系统和人们对气候变化不利影响的脆弱性。基于生态系统的适应是为适合于被纳入更广泛的适应和开发战略(生物多样性公约秘书处，2009)。

生态系统服务

生态过程或功能对个人或社会普遍具有货币价值或非货币价值。这些往往被分类为(1)支撑服务，例如生产力和生物多样性的维持，(2)给养服务，例如粮食、纤维或鱼类，(3)调节服务，例如气候调节或碳封存，(4)文化服务，例如旅游或精神生活和审美。

厄尔尼诺南方涛动(ENSO)

厄尔尼诺最初用于描述一个周期性出现的沿厄瓜多尔和秘鲁海岸流动的暖洋流，它干扰了当地的渔业。随后，人们发现它主要表现为日界线以东热带太平洋的海盆尺度的变暖。这一海洋事件伴有全球热带和副热带地面气压型的振荡，被称作南方涛动。这种时间尺度为2-7年的大气-海洋耦合现象被称为厄尔尼诺-南方涛动(ENSO)。通常用达尔文与塔希提岛之间地面气压的距平差或者赤道太平洋中部和东部海表温度来度量ENSO的强度。在厄尔尼诺事件发生期间，盛行的信风减弱，令海洋上翻减弱，海流改变，以至于海面温度升高，信风进一步减弱。这一事件对赤道太平洋上空的风场、海面温度和降水型态产生很大影响，并且通过全球遥相关对整个热带太平洋区域和世界其它许多地区产生气候影响。ENSO的冷相位称为拉尼娜。相应的指标，见WGI AR5文框2.5。

突发风险

复杂系统中各种现象相互作用带来的风险，例如，为响应气候变化，人口的地理迁移使接收地人口的脆弱性和暴露度上升从而造成的风险。

排放情景

关于对辐射有潜在作用的物质(如温室气体、气溶胶)未来排放趋势的合理表述，它是基于一组某些具有连贯性和内部协调性的驱动因素(如人口统计、社会经济发展、技术变革)及其相互之间重要联系所提出的一组假设。以排放情景为基础得到的浓度情景用作气候模式的输入项，以计算出气候预估结果。IPCC(1992)提出的排放情景系列，

[8] 本术语条目是依据CBD (2000)、MEA (2005)和第四次评估报告中所使用的定义。

成为IPCC(1996)气候预估的基础，该系列排放情景被称作IS92情景系列。在《IPCC排放情景特别报告》(Nakicenovic和Swart，2000)中发布的情景系列被称作SRES情景系列，其中一些情景已经成为IPCC(2001)第9-11章以及IPCC(2007)第10、11章气候预估的基础。新的气候变化排放情景，即四个典型浓度路径，是面向本次IPCC评估而且是独立研发的情景系列。另见气候情景和情景。

集合
应用于气候预测或预估的一组模式模拟的组合。初始条件和模式构成的差异会引起所模拟系统的不同演变，此外在气候预报中，能够提供与模式误差和初试条件误差相关的不确定性信息，在气候预估中，能够提供与模式误差和内部所产生的气候变率有关的不确定性信息。

环境迁移
人口迁移涉及长时间和远距离的迁移。环境迁移是指环境风险或环境改变显著影响迁移决定和迁移目的地而造成的人口迁移。迁移可包含不同类别，例如天气相关灾害造成的直接搬迁、非自愿搬迁和临时搬迁；由于居住地和经济不景气而自愿搬迁；或政府的措施或激励办法鼓励规划的重新安置。所有迁移决定都有多重因果关系，因此，认为移民潮只是出于环境原因是没有意义的。

富营养化
水体中氮和磷等营养物质过于丰富。它是水质恶化的主要原因之一。富营养化最为严重的两个现象是缺氧(或氧气损耗)和有害的藻类水华。另见死亡区。

进化适应
对于种群或物种而言，由于影响遗传特征的选择造成功能特征的改变。进化适应比率取决于各类因素，例如选择的强度、代际更迭时间以及异型杂交程度(与同系繁殖相反)。另见适应。

暴露度
人员、生计、物种或生态系统、环境服务和各种资源、基础设施或经济、社会或文化资产处在有可能受到不利影响的位置。

外部强迫
指在气候系统之外引起气候系统变化的强迫因素。火山喷发、太阳变化和人为改变大气成分以及土地利用变化都属于外部强迫。轨道强迫也属于外部强迫，比如日射的变化随轨道参数偏心率、倾角和两分点的岁差变化。

外部效应/外部成本/外部效益
任何活动主体未全面考虑自己的行为对其他人的生产和消费可能造成影响的人类活动所产生的外部效应，虽然不存在对这种影响的补偿。当影响为负面时，即构成外部成本。当影响为正面时，则统称为外部效益。

温带气旋
在中高纬度地区的大型(1000公里级别)风暴，其中心为低气压，伴有较强的温度和湿度水平梯度锋面。是造成极端风速和强降水(尤其是冬季)的一个重要原因。

极端气候事件
见极端天气事件。

极端海平面
见风暴潮。

极端天气事件
是一种在特定地区和年内某个时间的罕见事件。罕见的定义有多种，但极端天气事件的罕见程度一般相当于观测资料估计的概率密度函数的10%或90%分位数。按照定义，在绝对意义上，极端天气特征因地区不同而异。当一种类型的极端天气持续一定的时间，如一个季节，它可能可以归类于一个极端气候事件，尤其是如果该事件产生的平均值或总量达到了极端状态(如：一个季节的干旱或强降雨)。

饥荒
在广大的地理区域(例如一个国家)一段持续时期的粮食缺乏，或由于社会经济、政治或文化等原因而无法获得粮食。气候相关的极端事件(例如，干旱或洪水，或因疾病、战争或其它因素)可引发饥荒。

反馈
见气候反馈。

火险天气
易于引发和助燃野火的天气条件，通常是基于一套指数以及各项指数的组合，包括温度、土壤水分、湿度和风。火险天气不包括是否装载燃料。

适合度(达尔文)
适合度是指某一个体或基因型生存和繁殖的相对能力，按基因型对后代基因库的平均贡献加以量化。在进化过程中，自然选择有利于可提供更大适合度的功能，从而这些功能在后代中变得更为常见。

[9] 本术语条目依据FAO (2000)和IPCC此前各份报告中所使用的定义。

洪水
河流或其它水体溢出正常界限，或在通常不被淹没的地区积水。洪水包括河道(河流)洪水、山洪暴发、城市洪涝、雨成洪水、污水漫溢、海岸洪水、冰川湖溃决洪水。

粮食安全
是指人们安全获取正常生长发育和积极健康生活所需足够数量安全和营养粮食的主导状态。[9]另见粮食获取。

粮食体系
粮食体系包括粮食链(即生产、加工和包装、储存和运输、购销和零售、粮食筹备和消耗)上的整套活动和参与者；与保障粮食安全的三个组成部分(即粮食获取、粮食使用以及粮食可供量)有关的这些活动需随时间而趋于稳定这样的结果。因此，粮食体系保障着粮食安全，并且粮食安全是整个粮食体系运转的一个突现特点。如果粮食体系的任何环节受到压力，则会造成粮食不安全。

预报
见气候预测和气候预估。

大气环流模式(GCM)
见气候模式。

地球工程
指旨在刻意改变气候系统，以减轻气候变化影响的广泛的方法和技术。大多数(但非所有)的方法寻求(1)减少气候系统吸收的太阳能数量(太阳辐射管理)或(2)增加大气中的净碳汇，其规模之大足以改变气候(二氧化碳清除)，其中规模和意图最重要。受到特别关注的地球工程方法中的两个关键特征是，它们在全球或区域尺度上利用或影响气候系统(如大气、陆地或海洋)，和/或能够产生跨国界的、实质性的、无法预料的副作用。地球工程不同于人工影响天气或生态工程，但是它们之间的界限并不清晰(IPCC，2012b，第2页)。

全球变化
描述各系统(包括气候系统、生态系统以及社会生态系统)全球尺度变化的通称。

全球气候模式(也称为大气环流模式，均缩写为(GCM)
见气候模式。

全球地表平均温度
是对全球地表平均气温的估算。然而，由于它随时间变化，因此，作为与气候平均值的差，仅采用距平，通常采用基于按面积加权的海面温度距平和地面气温距平的全球平均值。

温室效应
大气中所有红外线吸收成分的红外辐射效应。温室气体、云、及(少量)气溶胶可吸收地球表面和大气放射的地面辐射。这些物质可朝所有方向放射红外辐射，但是在其他各项相等的情况下，放射到空间的净辐射量一般小于没有吸收物情况下的辐射量，这是因为在对流层中的温度随着高度的升高而降低以及随之而来的辐射减小。温室气体浓度的增加加强了这种效应程度，其差值有时称作强化温室效应。人为排放造成的温室气体浓度变化推动了瞬时辐射强迫。地表温度和对流层因响应这一强迫而变暖，同时可逐渐恢复大气层顶的辐射平衡。

温室气体(GHG)
温室气体指大气中自然或人为产生的，能够吸收并释放地表、大气和云发出的地面辐射光谱特定波长辐射的气体成分。该特性可导致温室效应。水汽(H_2O)、二氧化碳(CO_2)、氧化亚氮(N_2O)、甲烷(CH_4)和臭氧(O_3)是地球大气中的主要温室气体。此外，大气中还有许多完全由人为产生的温室气体，如《蒙特利尔议定书》所涉及的卤烃和其它含氯和含溴的物质。除CO_2、N_2O和CH_4外，《京都议定书》将六氟化硫(SF_6)、氢氟碳化物(HFC)、全氟化碳(PFC)定为温室气体。混合温室气体的列表，见WGI AR5表2.A.1。

地面臭氧
大气臭氧是自然形成或源于近地面人类排放的前体物，因而影响人类健康、农业和生态系统。臭氧是一种温室气体，但地面臭氧与平流层臭氧不同，前者还可直接影响地面的生物。地面臭氧有时被称为对流层臭氧，尽管对流层大部分距离地面很远，因此不会使地面生物直接暴露。见臭氧。

地下水回灌
外部水进入蓄水层饱和区的过程，既可直接进入集水的地质层，或是间接通过其它地质层进入。

危害
可能发生的自然或人为物理事件或趋势，或物理影响，它可造成生命损失、伤害或其它健康影响，以及财产、基础设施、生计、服务提供以及环境资源的损害和损失。在本报告中，危害一词通常是指与气候相关的物理事件或趋势或其物理影响。

热浪
一段时间内异常热且使人不适的炎热天气。

热点

对气候变化具有高脆弱性和高暴露度特征的地理区域。

人类安全
当人类生活的重要核心得到保护且在具备有尊严生活的自由和能力时方可满足的一种条件。在气候变化背景下，人类生活的重要核心包括人类争取自身利益和有尊严生活所必需的普遍的、和特定文化的、物质的和非物质的元素。

人类系统
人类组织和机构发挥主要作用的系统。该词通常是但并非总是社会或社会系统的同义词。在某种意义上，本报告所使用的这些系统，例如农业系统、政治系统、技术系统以及经济系统，都属于人类系统。

水分循环
在该循环中水分从海洋和地表蒸发，作为水汽被带入地球大气环流，凝结成云，又以雨或雪的形式降落到海洋和陆地上。它在陆地上可被树林和植被截获，在地表产生径流，渗入土壤，补充地下水，流入河流，最终注入大海，又从海洋再次蒸发。涉及水分循环的各种系统通常被称作水文系统。

缺氧事件
导致水体中氧气不足的事件。另见死亡区和富营养化。

冰帽
范围远小于冰盖的穹状冰体。

冰盖
具有大陆尺度规模的陆地冰体。冰盖厚度很大，足以使冰体下面底床的绝大部分地形被覆盖掩埋，因而冰盖的形状主要取决于它的动力学过程(由于内部挤压形变引起冰体的流动和/或在底床上滑动)。冰盖的中心区域为高原，从其高原向外沿坡面缓慢流动。从中心向外很长距离内平均坡度都比较小，但在接近边缘地带，坡度会变得很大。冰盖最主要的冰量损失是通过快速冰流或溢出冰川而排泄，在某些情况下则是直接流入海洋或流入与之相连但飘浮在海上的冰架。世界上当今仅存两大冰盖，一个在格陵兰岛，另一个在南极洲。在冰期时，还有其它冰盖存在。

冰架
从海岸延伸的、有相当厚度的、飘浮着但却与陆地冰相连在一起的冰体(通常具有很大的水平范围和非常平坦的表面)；冰架往往存在于冰盖沿岸的海湾中。几乎所有的冰架都在南极洲，那里陆地冰的大部分损失是通过冰架流入海洋。

(气候变化)影响评估
以货币和/或非货币角度确定和评估气候变化对自然和人类系统影响的做法。

影响(后果、结果)[10]
对自然和人类系统的影响。在本报告中，影响一词主要是指极端天气和气候事件以及气候变化对自然和人类系统的影响。通常，影响是指由于在某一特定时期内发生的气候变化或危险气候事件之间的相互作用以及暴露的社会或系统的脆弱性，从而影响生命、生活、健康状况、生态系统、经济、社会以及文化资产、服务(包括环境)和基础设施。影响也被称为后果和结果。气候变化对地球物理系统的影响(包括洪水、干旱以及海平面上升)是影响的子集，称为物理影响。

印度洋偶极子(IOD)
印度洋海面温度年际变率的大尺度模态。这种型态体现在热带海面温度的纬向梯度，当北半球秋季达到最强位相时，表现为苏门答腊岛海面变冷，西部的索马里海面变暖，同时沿赤道伴有异常的东风。

土著人
土著人和民族是指与受入侵和殖民前在其地域发展的社会具有历史连续性的人或民族，他们自认为有别于目前主导这些地域社会的其它领域，或有别于部分领域。目前，他们大体上构成了社会的非主导领域，且通常决心根据其自身的文化型式、社会制度以及习惯法体系，来保护、发展并由后代继承其祖传地域和种族身份，作为其民族继续存在的基础。[11]

工业革命
是一个工业快速增长并对社会和经济产生了深远影响的时期，它始于十八世纪下半叶的英国，并传播到欧洲，随后传播到包括美国在内的其它一些国家。蒸汽机的发明是这一发展的重要触发因素。工业革命标志着化石燃料的使用以及特别是化石燃料二氧化碳排放量开始大量增长。在本报告中，术语工业化前和工业化时期分别指1750年之前和1750年之后的时期，但有点武断。

工业化国家/发达国家/发展中国家
目前有多种方法，根据国家的发展水平对各国进行分类，

[10] 为体现出科学的进展，本术语条目的广度和侧重点都不同于第四次评估报告及IPCC其它报告中所使用的条目。
[11] 本术语条目是依据Cobo（1987）和IPCC以前各报告中所使用的定义。

也有多种方法来定义工业化国家、发达国家或发展中国家等术语。本报告中使用了一些分类法。在联合国系统中，尚未建立标称发达和发展中国家或地区的公约。联合国统计司依据惯例确定了发达地区和发展中地区。此外，一些特定国家被确定为最不发达国家、内陆发展中国家、小岛屿发展中国家以及经济转型国家。许多国家有多重类别。世界银行以收入为主要标准，将各国划分为低、中低、中高和高收入国家。UNDP 将平均寿命、教育程度以及收入等指标合并为单一的复合人类发展指数(HDI)，将各国划分为低、中、高或很高人类发展程度。见文框1-2。

非正规部门

未注册抑或未受到规章制度监管的商业企业(大部分规模很小)。在构成非正规部门的这些企业中，所制作的商品或服务的价值、雇员数量、违法程度以及与正规部门的关联等方面各不相同。许多非正规企业都具有正规部门企业的一些特点，有些人员因缺乏法律保护或员工福利而成为正规部门中的非正式雇员。[12]

非正规居住地

此术语专指至少有一项标准不符合正式规章制度的居住地或住宅区。多数非正规居住地的房屋破旧(普遍使用临时材料)，违法占地修建，而且过度拥挤。此类居住地中，大部分都缺乏或没有足够的安全用水、卫生、排水、铺设的道路以及基本服务。贫民窟一词通常是指非正规居住地，不过目前存在一定的误解，因为许多非正规居住地发展成了优质住宅区，特别是在政府支持此类发展的地区。

制度

制度是指社会各界共同秉持的准则和规范，它是用于指导、约束和规范人际交往。制度可以是正式的，例如法律和政策；抑或非正式的，例如规范和公约。各组织–例如议会、监管机构、私营公司以及社区机构–建立制度框架并根据框架以及制定的奖励机制行事。制度可以通过直接管理、通过奖励机制以及通过社会化过程来指导、约束和规范人际互往。

保险/再保险

分担和转移面临危险的家庭、企业和/或政府之间风险的一系列金融手段。另见风险转移。

综合评估

一种分析方法，它将物理、生物、经济以及社会科学的成果和模式与这些部分之间的相互作用并入协调的框架，以评估环境变化的状况和后果及其响应政策。

海岸带综合管理(ICZM)

根据所有的海岸栖息地和利用情况，对海岸地区进行可持续管理的一种综合性方法。

入侵物种/外来入侵物种(IAS)

引入到其过去或目前自然分布范围之外，并在自然或半自然生态系统或环境中定植的物种(即外来物种)，它是变化的介质，威胁着当地的生物多样性(IUCN，2000；CBD，2002)。

关键脆弱性、关键风险、关键影响

与联合国气候变化框架公约(UNFCCC)第2条中术语“气候系统受到危险的人为干扰(DAI)”的定义和阐述有关的脆弱性、风险或影响，因此应得到决策者的特别重视。

由于气候相关的灾害与暴露的社会和系统的脆弱性之间的相互作用，因此，关键风险可能给人类和社会生态系统带来严重的不利后果。由于暴露的社会和系统的高危险性或高脆弱性，抑或二者兼具，因此风险被认为是“关键的”。

如果脆弱性有可能与危险事件或趋势共同带来关键风险，则脆弱性被认为是“关键的”。对气候相关风险鲜有影响的脆弱性(例如，由于对灾害的暴露度不足)则不被认为是关键的。

关键影响是对人类和社会-生态系统带来的严重后果。

土地争夺

为产业化农业、减缓项目或生物燃料大量获取土地权或水权，对地方和边缘地区产生负面后果。

地表气温

地表气温是指距地1.5米高的通风良好的百叶箱内测量的温度。

土地利用和土地利用变化

土地利用是指在某种土地覆盖类型上所有作出的安排、开展的活动和采取的措施(一系列人类行动)。土地利用这一术语也用于针对社会和经济目的所管理的土地(例如，放牧、木材采伐和水土保持)。土地利用变化是指人类改变的土地利用或管理，这可导致土地覆盖的变化。土地覆盖变化和土地利用变化会对地面反照率、蒸散、温室气体的源和汇功能，或其它气候系统特性产生影响，从而提高局地或全球尺度上辐射强迫和/或对气候产生其它影响。另见《IPCC关于土地利用、土地利用变化和林业特别报告》(IPCC，2000)。

拉尼娜
参见厄尔尼诺南方涛动。

末次冰期冰盛期(LGM)
是指末次冰期内冰川和冰盖达到其最大规模的时期，距今约21千年。由于对其辐射强迫和边界条件的了解相对充分，因此对这一时期进行了广泛的研究。

可能性
某个特定结果的发生几率，可以采用概率估算。本报告中用一套标准术语来表述(Mastrandrea等，2010)，见文框1.1。另见可信度和不确定性。

生计
为生活而使用的资源和从事的活动。生计通常由人们所获取的权利和资产决定的。此类资产可分类为人力资产、社会资产、自然资产、有形资产或金融资产。

低悔政策
在当前气候情景下和未来气候变化情景下能够产生净社会和/或经济效益的政策。

不良适应行动(或不良适应)
在目前或未来会导致气候相关不利结果的风险更高、对气候变化脆弱性更大或会降低福祉的行动。

平均海平面
一个特定点的海平面在一个延续时期(例如，一个月或一年)的平均值。平均海平面常被用作表示陆地上海拔高度的国家基准数据。

经向翻转环流(MOC)
海洋中经向(南-北)翻转环流，其量值是各深度层或密度层上质量输送量的纬向(东-西)之和。在北大西洋，远离副极地地区，MOC(原则上是可观测量)常以温盐环流(THC)来表示，温盐环流是一种并不全面的概念性解释。须谨记的是，MOC以风为驱动，而且还可包括较浅层的翻转环流，例如在热带和副热带海洋上层出现的翻转环流，这些暖(轻)水的浅层水向极地方向流动，转变为密度略高的水，并在海洋更深层向赤道方向潜沉。

小气候
地面或近地面的局地气候。另见气候。

减缓(气候变化)
为减少温室气体的排放源或增加温室气体的汇而进行的人为干预。

减缓(灾害风险和灾害)
通过降低危害、暴露度和脆弱性等行动，减少潜在的物理性危害(包括人为危害)的不利影响。

气候变率模态
以最佳空间型态和时间变化为基础的时空结构，有助于阐述总体方差特征和遥相关。变率模态常被视为空间气候型态和相关气候指数时间序列产品。

季风
季风是在热带和亚热带地区地面风及相关降水的季节性逆转，它是由于大陆尺度陆地和毗邻海洋之间的热力差所致。季风雨主要出现在夏季的陆地区域。

非气候性驱动因子(非气候驱动因子)
气候系统外影响人类或自然系统的作用力或过程。

非线性
因果之间没有简单比例关系的过程称为非线性过程。气候系统包含许多此类非线性过程，使该系统出现可能极为复杂的规律。这种复杂性会导致气候突变。另见可预报性。

北大西洋涛动(NAO)
北大西洋涛动包括冰岛和亚速尔群岛附近地面气压的反向变化。因此，它对应从大西洋进入欧洲的主西风带强度的振荡，因而对应隐嵌温带气旋及其相关锋面系统的振荡。参见WGI AR5文框2.5 NAO指数。

海洋酸化
海洋酸化是指海洋pH值长期(通常为几十年以上)减小，这主要是由于吸收了大气中的二氧化碳所致，但也由于海洋中其它化学物质增加或减少所致。人为海洋酸化是指人类活动造成pH值减小的部分(IPCC，2011，p.37)。

机会成本
因选择一种活动而放弃另一种活动的益处。

结果脆弱性(终点脆弱性)
以一系统分析为终点的脆弱性，这些分析开始于对未来排放趋势的预估，之后为气候情景的开发，结束于生物物理影响研究和适应选择的识别。脆弱性级别的划分根据的是在适应发生后还残留的影响(Kelly和Adger，2000；O'Brien等，2007)。

最低含氧区(OMZ)
氧饱和量为海洋中最低值的公海中层水(200-1000米)。氧气的耗减程度主要取决于细菌对有机物质的消耗，最低含氧区的分布受大尺度海洋环流的影响。近海中的最低含氧

区延伸至大陆架，而且还可能影响海底生态系统。

臭氧
含三个氧原子的氧(O_3)，臭氧是气态大气成分。在对流层中，它既能自然产生，亦可在人类活动产生的气体(烟雾)中通过光化学反应生成。对流层臭氧是一种温室气　体。在平流层中，它可通过太阳紫外辐射与分子氧(O_2)之间的相互作用而产生。平流层臭氧在平流层辐射平衡中发挥主导作用。其浓度在臭氧层中最高。

太平洋年代际涛动(PDO)
北太平洋以北20°N的海面温度第一经验正交函数的模态和时间序列。扩展覆盖整个太平洋洋盆的PDO被称为年代际太平洋涛动。太平洋年代际涛动(PDO)和年代际太平洋涛动(IPO)具有相似的时间演变。

参数化
在模式求出的大尺度变量与次网格尺度过程的区域或时间平均效应之间存在一定的关系，利用这种关系可对无法在模式空间或时间分辨率上显式求解的那些过程(次网格尺度过程)进行表征，在气候模式中，参数化这一术语就是指对过程进行表征的技术。

颗粒物
化石燃料和生物质燃料在燃烧过程中释放出的非常细小的固体颗粒。颗粒物可包括多种物质。其中，颗粒小于或等于直径10纳米的颗粒对健康影响最大，这种颗粒一般被称为PM_{10}。

畜牧主义
基于将牲畜驱赶至季节性牧场的一种谋生策略，其主要目的是将草、树叶或作物残体转变为人类食物。但寻找饲料不是迁移的唯一目的，人和牲畜迁徙的原因也可能是为了躲避各种自然和/或社会危险、避免与其它人和牲畜竞争、或寻找更好的环境。也可以认为畜牧主义是社会因素和生态因素双重作用形成的一种策略，与这些因素相关的有降水的不确定性和变化、陆地生态系统不可预测的低生产率。

路径依赖
一个时间点的决策、事件或结果约束之后某一时间点的适应、减缓、其它行动或选择的一类情况。

多年冻土层
至少连续两年处于或低于0°C的地面(土壤或岩石以及所含的冰和有机物)。[12]

持久性有机污染物(POP)
在环境中长期存在的有毒化学物质转移到远离其排放源头的地点，产生沉积和生物累积，并对人类健康和生态环境有负面影响。

物候学
周期性重复发生的生物现象(如不同生长阶段和迁徙)与气候和季节变化间的关系。

光化学烟雾
阳光与原生性空气污染物(特别是碳氢化合物)反应产生的若干种氧化性空气污染物的混合体。

贫困
贫困是一个复杂的概念，不同的思想流派有不同的定义。贫困可以指物质条件(如匮乏、处于被剥夺局面、或资源有限)、经济状况(如生活水平、不够平等或经济情况)和/或社会关系(如社会阶层、依赖他人、遭遇排斥、缺乏基本安全或缺乏权利)。

贫困陷阱
不同学科对贫困陷阱有不同的理解。在社会科学中，贫困陷阱主要用于个人、家庭或社区层面，指因为资源经济性或灵活性不足造成的脱贫困难。也可将贫困陷阱视为最低资产临界阈值，在这个值以下的家庭无法成功地教育其子女、建立生产性资产并实现脱贫。极端贫困本身就是一种贫困陷阱，原因是穷人没有有益参与社会的有效手段。经济学中的贫困陷阱通常用于国家层面，指一国经济陷入恶性循环，长期处于不发达条件，而且不断延续的情况(Matsuyama,2008)。在文献中可以找到很多贫困陷阱的模型。

可预测性
根据对某一系统目前和过去状况的认知，可对该系统未来状况进行预测的程度。由于对气候系统过去和目前状况的认知总体上并不完善，利用这一认知进行气候预测的模式也不完善，另外气候系统本身固有非线性和混沌性特征，因此气候系统的可预测性本身也受到了限制。即使具备了主观认为精确的模式和观测资料，这样一个非线性系统的可预测性可能仍然存在局限(AMS，2000)。

工业化前
参见工业革命。

概率密度函数(PDF)
概率密度函数是表示某一变量产生不同结果的相对几率函

[12] 本词条源于《斯德哥尔摩持久性有机污染物公约》中的定义（斯德哥尔摩公约秘书处，2001）。

数。该函数在所确定的区域内的函数积分为1，函数的特性是某一子域的积分等于该子域中变量结果的概率。例如，以特定方法确定的某个温度距平大于零的概率是通过在所有可能大于零的温度距平中对PDF进行积分而从PDF中求出的。同时描述两个或两个以上变量的概率密度函数也是以同样方式确定。

预估

预估是指一个或一组参量未来潜在的演变，通常借助于模式进行计算。与预测不同，预估是以相关假设为前提条件，例如假设未来社会经济和技术发展可能会实现，也可能不会实现。另见气候预测和气候预估。

代用资料

气候代用指标是利用物理和生物物理原理加以解释的记录，以表示与过去气候相关的某些综合变化。据此方法反演的相关气候资料称之为代用资料，例如花粉分析、树木年轮记录、洞穴沉积层、珊瑚特征以及从海洋沉积和冰芯获得的各种资料。代用资料可通过校准，提供定量的气候信息。

公共物品

不能在实质上阻止个人使用，且某个人的使用不会妨碍他人使用该产品的非排除性、非竞争性产品。

辐射强迫

辐射强迫是指由于气候变化外部驱动因子的变化(如二氧化碳浓度或太阳辐射量的变化)而造成的对流层或大气层顶净辐照度(向上辐射与向下辐射的差，单位用Wm^{-2}表示)发生的变化。有时尽管内部驱动因子是气候变化的结果，但也被作为强迫看待，如古气候中的气溶胶或温室气体变化。传统的辐射强迫是用固定在未受扰动值上的所有对流层特性计算的；若受到扰动，则在平流层温度重新调整到辐射动力平衡之后再进行计算。在不考虑平流层温度变化的情况下，辐射强迫被称为瞬时强迫。如果计入快速调整的话，则辐射强迫被称为有效辐射强迫。在本报告中，辐射强迫被进一步定义为相对于1750年的变化，除非另有说明，它指一个总值和年平均值。注意不要将辐射强迫与云辐射强迫混淆，云辐射强迫表示的是云影响大气顶层净辐照度的大小，但与辐射强迫无关。

再分析

再分析是对历史大气温度、风或海洋温度、洋流和其它量的估计，是利用固定的最先进的天气预报模式和使用资料同化技术的海洋环流模式处理过去的气象和海洋资料。利用固定的资料同化可以避免因分析系统不断变化而对业务分析产生影响。尽管连续性得到了改进，但全球再分析仍然受到观测系统中覆盖范围变化和偏差的影响。

关切理由

分级框架的要素，关切理由的概念由IPCC第三次评估报告首次提出，旨在通过综合考虑影响、风险和脆弱性来协助判断气候变化发展到哪种程度后可能是“危险的”(引自UNFCCC第二条)。

基准情景

见基线/基准

反射性

原因和结果形成一个反馈环路的系统属性，在这样的环路中效果会改变系统自身。正如规划性变化是复杂系统的固有属性一样，反射性是社会等自适性系统的固有属性。社会系统中的反射性决策可能会改变形成这些决策的基本价值。反射性也是适应性管理的一个重要方面。

再造林

在以前曾是森林，但已转作它用的土地上重新造林。关于森林和有关的一些术语，如造林、再造林和毁林的讨论，见《IPCC关于土地利用、土地利用变化与林业报告》(IPCC，2000)。另见《IPCC关于人类活动直接引起的森林和其它植被退化造成的温室气体清单的定义和方法选择的报告》(IPCC，2003)。

相对海平面

由验潮仪测量的、相对于验潮仪所处陆地的海平面。另见平均海平面和海平面变化。

典型浓度路径

一组包括了所有温室气体、气溶胶和化学活性气体排放和浓度的时间序列，以及土地利用/土地覆盖状况的情景(Moss等，2008)。“典型或代表性”一词表示单个RCP只是可能导致特别辐射强迫特征的情景之一。路径一词强调不仅考虑了长期浓度水平，还考虑了达到该水平过程中所采用的轨迹(Moss等，2010)。

RCP通常指到2100年之前的浓度路径的比例，综合评估模式为其计算出了相应的排放情景。扩展浓度路径(ECP)描述了从2100年扩展到2500年的RCP，在计算中使用了利益相关方商定的简单规则，并不代表完全协调一致的情景。

利用综合评估模式计算得到的四种RCP情景是从已出版的文献中选取的，并作为本次IPCC评估工作即第一工作组第五次评估报告第11章至第14章气候预测和预估的基础：

RCP8.5高浓度路径，其辐射强迫在2100年之前超过8.5Wm^{-2}并在之后一定时间内持续上升(相应的ECP假设2100年之后的排放达到恒定水平，2250年之后的浓度达到恒定水平)；

RCP6.0和RCP4.5两种中等的稳定路径，其辐射强迫在2100年之后分别大致稳定在6Wm^{-2}和4.5Wm^{-2}左右(相应的ECP假设2150年之后的浓度达到恒定)；

RCP2.6在该路径中辐射强迫在2100年之前达到约3Wm^{-2}的峰值，随后出现下降(相应的ECP假设2100年之后的排放达到恒定水平)。

对未来情景的进一步说明请参见第一工作组AR5文框1.2。

弹性
某社会—生态系统处理灾害性事件或扰动，并响应或重组，同时保持其必要功能、定位及结构，并保持其适应、学习和改造等能力的能力(北极理事会，2013)[13]

重现期
发生一次(或大于/小于)一定规模或强度的事件(如洪水或极端降水)的平均时间间隔的估值。另请参见重现值。

重现值
在给定时期内(如：10年内)平均只发生一次的某个给定变量的最高(或最低)值。另见重现期。

风险
一种危及个体所拥有的有价值的事物(包括人类自身)，且结果不确定的后果可能性。[14]风险通常按如下方法表示：灾害事件或趋势的发生概率乘以这些事件发生后产生的后果。本报告评估的是与气候相关的风险。

风险评估
风险的定量和/或定性科学估计。

风险管理
实施的计划、行动或政策，其目的是降低风险的可能性和/或后果，或应对后果。

风险认知
人们对于风险的特点和严重性的主观判断。

风险转移
把某些不利事件产生的财务后果的风险正式或非正式地从一方转移到另一方的过程。

径流
降水中未蒸发和未蒸腾，并沿地下和地表流向湖泊和海洋的部分。另见水文循环。

盐水侵入/侵蚀
由于盐水密度较大，地表淡水或地下水被入侵的盐水所取代的过程。由于与陆地相关的影响(如：径流和地下水回灌减少，或过量抽取蓄水层中的水)减弱或海洋影响不断增强(如：相对海平面升高)，盐水侵入/侵蚀一般发生在海岸和河口地区。

情景
对未来如何发展的一种合理描述，基于对具有连贯性和内部协调性的关键驱动因素(如技术变革速度、价格)及其相互关系的一组假设。需要注意的是，情景既不是预测也不是预报，但对于提供一个有关发展和行动的视角是有用的。另见气候情景、排放情景、典型浓度路径和SRES情景

海平面变化
全球和区域的海平面都能发生变化，其原因是：(1)洋盆形状改变，(2)海水质量改变导致的海洋体积变化(3)海水密度改变导致的海洋体积变化。因海洋质量变化导致的全球平均海平面变化称为重静态海平面变化。由于加入或去除海水质量引起的重静态海平面变化的量称为海平面当量。因海水密度改变而引起全球和局地海平面变化称为比容。因温度改变而引起密度改变称为热比容，而因为盐度改变而引起的密度改变称为盐比容。重静态和比容海平面变化不包括因海洋质量及其分布改变引起的洋盆形变的影响。另参见相对海平面和热膨胀。

海表温度(SST)
海表温度是海洋表层几米内次表层海水的块体温度，是通过船只、固定浮标和漂移浮标测量的。船只使用的水采样桶测温于20世纪40年代大都被发动机入水口测温所取代。卫星测量的红外表层温度(最表层，一毫米深度部分)或用微波测量的表层1厘米深度的温度也可以使用，但是必须进行订正，以便与块体温度具有可比性。

半干旱区
植被生长受到水量限制的区域，这些区域的生长期一般较短，初级产品的年际变化很高。半干旱区的年降水为300至800毫米不等，取决于夏季和冬季降水状况。

[13] 本定义基于北极理事会(2013)所用的定义。
[14] 该定义基于Rosa(1998)和Rosa(2003)中使用的定义。

敏感性
敏感性是指某个系统或物种受气候变率或变化影响的程度，包括不利和有利的影响。影响可能是直接的(如平均温度、温度范围或温度变率的变化导致作物产量下降)，也可能是间接的(如：由于海平面上升，沿海地区洪水频率增加，因此所造成的破坏)。

有效波高
在特定时间内发生的最高三分之一波高(海洋波浪和涌浪)的平均波谷至波峰高度。

汇
任何从大气中清除温室气体、气溶胶或其前体物的过程、活动或机制。

社会碳成本(SCC)
多排放CO_2形态的一顿碳所造成的净当前气候破坏值(有害破坏以正值表示)，社会碳成本取决于一段时期内的全球基准气候减缓曲线及相关排放。

社会保护
在发展援助和气候政策的背景下，社会保护一般指公共和非公共方式的计划，其内容是向穷人提供收入或消费转移、保护脆弱群体免受生存风险的困扰、提高边缘化群体的社会地位和权利，其总体目标是降低穷人、脆弱群体和边缘化群体的经济和社会脆弱性((Devereux和Sabates-Wheeler，2004))。在其它背景下社会保护的内涵可能与社会政策相同，指各类向人群提供服务的公共和非公共方式的计划，这些服务包括卫生、教育、住房、及收入和消费转移。社会保护政策保护穷人和脆弱群体免受生存风险的困扰，提高边缘化群体的社会地位和权利，并防止脆弱人群陷入贫困。

社会经济情景
与气候变化影响认识相关的，描述未来的人口、国内生产总值和其它社会经济因素的情景。

南半球环状模(SAM)
南半球位势高度变化的主模态，这种高度变化与中纬度急流的纬度变化相关。见第一工作组第五次评估报告文框2.5SAM指数。

物种分布模拟
对气候变化生态效果的模拟。物种分布模拟使用统计学或理论上得出的响应面积来将物种出现情况观测结果或已知耐受限值与环境预测变量联系起来，从而预测在限制或支持该物种在某特定地点出现的栖息地特点下一个物种的范围，物种分布模式也被认为是环境子模式。可以认为生物气候包络模式是物种分布模式的子集，用于仅根据气候变量预测物种的出现情况或栖息地的适合性。

SRES情景
由Nakicenovic和Swart(2000)研发的排放情景，与其它情景共同作为IPCC(2001)第9～11章和IPCC(2007)第10、11章部分气候预估的基础。以下术语会有助于更好地理解SRES情景组合的结构及其使用：

情景族：具有相似的人口、社会、经济、技术变革情节的情景组合。四个情景族构成了SRES情景组合：A1，A2，B1和B2。

解释性情景：针对Nakićenović和Swart(2000)报告决策者摘要中6个情景组中的每一组给出解释的情景，它包括分别针对A1B，A2，B1和B2情景组的4个修订后的标志情景，以及分别针对A1FI和A1T情景组的2个附加情景。所有情景组具有同等可靠性。

标志情景：最初以草案形式公布在SRES网站上，代表某个给定情景族的一种情景。标志的选择是依据哪一个初始量能够最佳体现情节以及特定模式的特征。这些标志的可能性不比其他情景高，但被SRES编写组视为对某一特定情节的具体化展示。经修定后的标志被纳入Nakićenović和Swart报告(2000)。这些情景经过了整个编写组的仔细审查，并经过了SRES的公开审议过程。某些情景也被选择用以具体化展示另外两个情景组。

情节：对某个情景(或情景族)的叙述性描述，以突出显示该情景的主要特征，以及关键驱动因素与演变动力之间的关系。

风暴潮
极端气象条件(低气压或强风)在某一特定地点引起的海水高度暂时上升。风暴潮被定义为在该时间和地点超出预期的潮汐变化水位的部分。

风暴路径
最初这个术语指单个气旋性天气系统的路径，但现在其意义经常被拓宽描述由于一系列低气压(气旋)和高气压(反气旋)系统而出现的温带扰动路径的主要区域。

平流层
大气中对流层之上的高度层结区，其高度从10公里(高纬度约为9公里，热带地区平均为16公里)处一直延伸至50公里左右。

压力源
对暴露的系统有很重要作用的、能增加气候相关风险脆弱性的事件和趋势，一般不与气候相关。

自给性农业
农耕及相关活动共同形成的一种生存方式，其大部分产出被直接消耗，部分可能被出售到市场中。自给性农业可能是几种生存活动之一。

地表温度
参见全球平均地表温度、地面气温和海面温度。

可持续性
保证自然系统和人类系统以平等方式存在的一种动态过程。

可持续发展
满足当前需求而又不危及后代满足其自身需求能力的发展(WCED，1987)

热膨胀
与海平面相关，指水变暖造成的体积增加(及密度降低)。海洋增温导致海洋体积的膨胀，从而使海平面升高。见海平面变化。

温跃层
位于海洋表层和深层之间的海洋最大垂直温度梯度层。在亚热带海域，其源区水一般是在潜沉后向赤道方向移动的较高纬度的表层水。在高纬度有时无温跃层，而由盐跃层取代，盐跃层是最大垂直盐度梯度层。

热盐环流(THC)
(THC)海洋中的大尺度环流，将低密度上层海水向较高密度的中层及深层海水输送，并将这些海水再带回海洋上层。这种环流是非对称的，它在高纬度的一个限定区域转换为高密度水并返回海面，这涉及更大地理范围的缓慢上翻过程和扩散过程。热盐环流受到表层或邻近表层高密度水的驱动，而高密度是由低温和/或高盐度造成的，尽管其通用名称表达了上述含义，但热盐环流也受到风和潮汐等机械力的驱动。热盐环流经常被作为经向翻转环流(MOC)的同义词。

临界点
系统特性的一个变化水平，如果高于该水平，则系统会重组，而且通常是以突然的方式重组，之后就算造成这种变化的驱动力消退，系统也不会回到其初始状态。[15]

传统知识
全球各地的原住社区或当地社区的知识、创新和实践，与历史和经历紧密相关。传统知识是动态的，能适应文化和环境的变化，也会吸收其它形式的知识和观念。传统知识一般是一代一代口头传承的。一般情况下与原生知识、当地知识或传统生态知识同义。

转化
某系统基本属性的变化，通常基于范例、目标或价值的改变。转化可以出现在技术或生态系统、金融系统、监管、法律或行政体制中。

树线
山区或高纬度树木生长的上限，比森林线更高或更靠极地方向。

热带气旋
发生在热带海洋上的一种强气旋尺度的扰动。与更弱的系统(通常称为热带扰动或热带低气压)的区别为其风速高于一个阈值。热带风暴为每分钟平均表面风速介于18到32 m s^{-1}的热带气旋，如果该值高于32 m s^{-1}，则根据不同地点称为飓风、台风或旋风。

对流层
大气层的最低部分，在中纬度地区为从地面到海拔约10公里高处(高纬度地区平均为海拔9公里，热带地区平均为16公里)，云和天气现象都发生在对流层中。在对流层内温度随高度的增加而降低。另见平流层。

海啸
由扰动造成的一个或一系统波浪，扰动的例子有使海床发生移位的海下地震、山体滑坡、火山暴发或小行星的影响。

苔原
极地和高山特有的、没有树木的生物群落区。

不确定性
指不完全认知的状态，其原因可归结为信息的匮乏，或者在哪些是已知的、哪些是可知的问题上出现分歧。其主要来源可能有多种，包括数据资料不准确，概念或术语定义含糊，对人类行为预估不确定等。由此，不确定性可采用量化度量(如概率密度函数)或定性表述(如体现一个专家

[15] 第一工作组AR5在气候背景下对临界点所作的定义为："气候中一个假定的临界阈值，表征全球或区域气候变化从一个稳定状态跨越到另一个稳定状态。临界点事件或许是不可逆转的。"

组的判断）两种方式（参见moss和Schneider，2000；Manning等，2004；Mastrandrea等，2010）。另见信度和可能性。

《联合国气候变化框架公约(UNFCCC)》

该公约于1992年5月9日在纽约通过，并于1992年里约热内卢地球峰会上由超过150个国家和欧洲共同体签署。公约的最终目标是“将大气中的温室气体浓度稳定在一个能使气候系统免受危险的人为干预的水平上”。公约包含针对所有缔约方的承诺。公约中的附件一缔约方（所有经合组织国家和经济转型国家）的共同目标是在2000年前将未受《蒙特利尔议定书》管控的温室气体排放量恢复到1990年的水平。公约于1994年3月开始生效。1997年UNFCCC通过了《京都议定书》。

吸收

将所关注的某种物质加入库中。含碳物质（尤其是二氧化碳）的吸收常被称为（碳）固定。

上涌区域

海洋中寒冷但通常富含营养物的海水从海底上涌的区域。

城市热岛(UHI)

与周边乡村地区相比某个城市的相对热度，与径流变化、热保持效应、地面反照率的变化等相关。

挥发性有机化合物(VOCs)

一类重要的有机化学空气污染物，在环境大气条件下具有挥发性。表示挥发性有机化合物的其它术语有碳氢化合物(HC)、反应性有机气体(ROG)和非甲烷挥发性有机化合物(NMVOC)。NMVOC(连同NOx和CO)是形成光化学氧化剂例如臭氧的主要贡献者 。

脆弱性[16]

易受负面影响的倾向或习性。脆弱性包括各类概念，如易受伤害或对伤害敏感，缺乏应对和适应的能力。另见情境脆弱性和结果脆弱性。

脆弱性指数

表征系统脆弱性的计量单位。气候脆弱性指数一般是通过综合若干个加权或不加权的、被认为代表脆弱性的指标而导出。

水循环

见水文循环。

水分利用效率

在光合作用下蒸腾造成的单位水分损失量的碳增加量。短期可以表示为单位水分蒸腾损失量的光合作用碳增加率，在季节尺度上可以表示为净初级生产力或农业产量与用水量之比。

参考文献

AMS, 2000: *AMS Glossary of Meteorology, Second Edition* [Glickman, T.S. (ed.)]. American Meteorological Society (AMS), Boston, MA, USA, http://Glossary. ametsoc.org/?s=A&p=1.

Arctic Council, 2013: Glossary of terms. In: *Arctic Resilience Interim Report 2013*. Stockholm Environment Institute (SEI) and Stockholm Resilience Centre, Stockholm, Sweden, p. viii.

CBD, 2000: *COP 5 Decision V/6: Ecosystem Approach.* Fifth Ordinary Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity, 15 - 26 May 2000, Nairobi, Kenya, Secretariat of the Convention on Biological Diversity (CBD), Montreal, QC, Canada, www.cbd.int/decision/cop/?id=7148.

CBD, 2002: *Decision VI/23: Alien Species that Threaten Ecosystems, Habitats or Species.* Sixth Ordinary Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity, 7 - 19 April 2002, The Hague, Netherlands, Secretariat of the Convention on Biological Diversity (CBD), Montreal, QC, Canada, www.cbd.int/decision/cop/?id=7197.

CBD, 2009*: Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change.* Technical Series No. 41, Secretariat of the Convention onBiological Diversity (CBD), Montreal, QC, Canada, 126 pp.

Cobo, J.R.M., 1987: *Study of the Problem of Discrimination Against Indigenous Populations. Volume 5: Conclusions, Proposals and Recommendations*. Sub-commission on Prevention of Discrimination and Protection of Minorities, United Nations, New York, NY, USA, 46 pp.

Devereux, S. and R. Sabates-Wheeler, 2004: *Transformative Social Protection.* IDS Working Paper 232, Institute of Development Studies (IDS), University of Sussex, Brighton, UK, 30 pp.

FAO, 2000: *State of Food Insecurity in the World 2000.* Food and AgriculturalOrganization of the United Nations (FAO), Rome, Italy, 31 pp.

Hegerl, G.C., O. Hoegh-Guldberg, G. Casassa, M.P. Hoerling, R.S. Kovats, C. Parmesan, D.W. Pierce, and P.A. Stott, 2010: Good practice guidance paper on detection and attribution related to anthropogenic climate change. In: *Meeting Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Expert Meeting onDetection and Attribution of Anthropogenic Climate Change* [Stocker, T.F., C.B. Field, D. Qin, V. Barros, G.-K. Plattner, M. Tignor, P.M. Midgley, and K.L. Ebi (eds.)]. IPCC Working Group I Technical Support Unit, University of Bern, Bern, Switzerland, 8 pp.

Heywood, V.H. (ed.), 1995: *The Global Biodiversity Assessment.* United NationsEnvironment Programme (UNEP), Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1152 pp.

IPCC, 1992: *Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment* [Houghton, J.T., B.A. Callander, and S.K. Varney (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 116 pp.

IPCC, 1996: *Climate Change 1995: The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Houghton, J.T., L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg, and K. Maskell (eds.)]. Cambridge University Press,Cambridge, UK

[16] 为了反映科学进展，本词条的范围和关注点与第四次评估报告和其它IPCC报告的词条有所不同。

and New York, NY, USA, 572 pp.

IPCC, 2000*: Land Use, Land-Use Change, and Forestry. Special Report of theIntergovernmental Panel on Climate Change* [Watson, R.T., I.R. Noble, B. Bolin, N.H. Ravindranath, D.J. Verardo, and D.J. Dokken (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 377 pp.

IPCC, 2001: *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press,Cambridge, UK and New York, NY, USA, 881 pp.

IPCC, 2003: *Definitions and Methodological Options to Inventory Emissions fromDirect Human-induced Degradation of Forests and Devegetation of OtherVegetation Types* [Penman, J., M. Gytarsky, T. Hiraishi, T. Krug, D. Kruger, R.Pipatti, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, K. Tanabe, and F. Wagner (eds.)]. The Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama, Japan, 32 pp.

IPCC, 2007*: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, M. Marquis, K. Averyt, M.M.B. Tignor, H.L. Miller Jr., and Z. Chen (eds)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 996 pp.

IPCC, 2011: *Workshop Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Workshop on Impacts of Ocean Acidification on Marine Biology and Ecosystems* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, K.J. Mach, G.-K. Plattner, M.D.Mastrandrea, M. Tignor, and K.L. Ebi (eds.)]. IPCC Working Group II Technical Support Unit, Carnegie Institution, Stanford, CA, USA, 164 pp.

IPCC, 2012a: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to AdvanceClimate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V. Barros,T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.

IPCC, 2012b: *Meeting Report of the Intergovernmental Panel on Climate ChangeExpert Meeting on Geoengineering* [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, C. Field, V. Barros, T.F. Stocker, Q. Dahe, J. Minx, K. Mach, G.-K. Plattner, S. Schlömer, G. Hansen, and M. Mastrandrea (eds.)]. IPCC Working Group III Technical Support Unit, Potsdam Institute for Climate Impact Research,Potsdam, Germany, 99 pp.

IUCN, 2000: *IUCN Guidelines for the Prevention of Biodiversity Loss Caused by Alien Invasive Species*. Prepared by the Species Survival Commission, Invasive Species Specialist Group, International Union for Conservation of Nature (IUCN), Approved by the 51st Meeting of the IUCN Council, Gland, Switzerland, 24 pp., https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/Rep-2000-052.pdf.

Jagers, S.C. and J. Stripple, 2003: Climate governance beyond the state. *GlobalGovernance*, **9**, 385-399.

Kelly, P.M. and W.N. Adger, 2000: Theory and practice in assessing vulnerability to climate change and facilitating adaptation. *Climatic Change*, **47**, 325-352.

Manning, M.R., M. Petit, D. Easterling, J. Murphy, A. Patwardhan, H.-H. Rogner, R. Swart, and G. Yohe (eds.), 2004: *IPCC Workshop on Describing ScientificUncertainties in Climate Change to Support Analysis of Risk of Options*.Workshop Report, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Geneva, Switzerland, 138 pp.

Mastrandrea, M.D., C.B. Field, T.F. Stocker, O. Edenhofer, K.L. Ebi, D.J. Frame, H. Held, E. Kriegler, K.J. Mach, P.R. Matschoss, G.-K. Plattner, G.W. Yohe, and F.W. Zwiers, 2010: *Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Published online at: www.ipcc-wg2.gov/meetings/CGCs/index.html#UR.

Matsuyama, K., 2008: Poverty Traps. In: *The New Palgrave Dictionary of Economics*, *2nd Edition* [Blume, L. and S. Durlauf (eds.)]. Palgrave Macmillan, New York, NY, USA, www.dictionaryofeconomics.com/article?id=pde2008_P000332.

MEA, 2005: Appendix D: Glossary. In: *Ecosystems and Human Well-being: Current States and Trends. Findings of the Condition and Trends Working Group, Vol. 1* [Hassan, R., R. Scholes, and N. Ash (eds.)]. Millennium Ecosystem Assessment (MEA), Island Press, Washington, DC, USA, pp. 893-900.

Moss, R. and S. Schneider, 2000: Uncertainties in the IPCC TAR: recommendations to lead authors for more consistent assessment and reporting. In: *IPCCSupporting Material: Guidance Papers on Cross Cutting Issues in the ThirdAssessment Report of the IPCC* [Pachauri, R., T. Taniguchi, and K. Tanaka (eds.)]. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Geneva, Switzerland, pp. 33-51.

Moss, R., M. Babiker, S. Brinkman, E. Calvo, T. Carter, J. Edmonds, I. Elgizouli, S. Emori, L. Erda, K. Hibbard, R. Jones, M. Kainuma, J. Kelleher, J.F. Lamarque, M.Manning, B. Matthews, J. Meehl, L. Meyer, J. Mitchell, N. Nakicenovic, B. O'Neill, R. Pichs, K. Riahi, S. Rose, P. Runci, R. Stouffer, D. van Vuuren, J. Weyant, T. Wilbanks, J.-P. van Ypersele, and M. Zurek, 2008: *Towards New Scenarios for Analysis of Emissions, Climate Change, Impacts and Response Strategies*. IPCC Expert Meeting Report, 19-21 September, 2007, Noordwijkerhout, Netherlands, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Geneva, Switzerland,132 pp.

Moss, R., J.A. Edmonds, K.A. Hibbard, M.R. Manning, S.K. Rose, D.P. van Vuuren, T.R. Carter, S. Emori, M. Kainuma, T. Kram, G.A. Meehl, J.F.B. Mitchell, N. Nakićenović, K. Riahi, S.J. Smith, R.J. Stouffer, A.M. Thomson, J.P. Weyant, and T.J. Wilbanks, 2010: The next generation of scenarios for climate change research andassessment. *Nature*, **463**, 747-756.

Nakićenović, N. and R. Swart (eds.), 2000: *Special Report on Emissions Scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 599 pp.

O'Brien, K., S. Eriksen, L.P. Nygaard, and A. Schjolden, 2007: Why differentinterpretations of vulnerability matter in climate change discourses. *Climate Policy*, **7**, 7-88.

OECD, 2003: *OECD Glossary of Statistical Terms*. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Paris, France, http://stats.oecd.org/Glossary/detail.asp?ID=1313.

Park, S.E., N.A. Marshall, E. Jakku, A.M. Dowd, S.M. Howden, E. Mendham, and A. Fleming, 2012: Informing adaptation responses to climate change through theories of transformation. *Global Environmental Change*, **22**, 115-126.

Rosa, E.A., 1998: Metatheoretical foundations for post-normal risk. *Journal of Risk Research*, **1(1)**, 15-44.

Rosa, E.A., 2003: The logical structure of the social amplification of risk framework (SARF): metatheoretical foundation and policy implications. In: *The SocialAmplification of Risk* [Pidgeon, N., R.E. Kasperson, and P. Slovic (eds.)].Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 47-79.

Secretariat of the Stockholm Convention, 2001: *The Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (as amended in 2009)*. Secretariat of theStockholm Convention, Châtelaine, Switzerland, 63 pp.

UNCCD, 1994: *Article 1: Use of Terms*. United Nations Convention to CombatDesertification (UNCCD), Paris, France, www.unccd.int/en/about-the-convention/Pages/Text-Part-I.aspx.

UNISDR, 2009: *2009 UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction*. United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR), United Nations, Geneva, Switzerland, 30 pp.

WCED, 1987: *Our Common Future*. World Commission on Environment andDevelopment (WCED), Oxford University Press, Oxford, UK, 300 pp.