



政府间气候变化专门委员会



# 气候变化与水

编辑

布里森·贝茨  
澳大利亚  
联邦科学和工业研究组织

兹比格纽 W·昆德兹维茨  
波兰 波兰科学院，  
德国 波茨坦气候影响研究所

吴绍洪  
中国 中国科学院

珍妮·帕卢迪科夫  
英国  
英国气象局哈得莱中心

本报告是政府间气候变化专门委员会的一个技术报告，本报告是为响应专门委员会的决定而编写的。

报告中的内容已分别经过专家和政府的评审，但未经专门委员会审议接受或批准。

2008年6月

本报告是在IPCC第二工作组的技术支持小组管理下编写的

---

---

请按以下报告标题摘引本技术报告：

Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu 和 J.P. Palutikof, 编辑，2008：气候变化与水。政府间气候变化专门委员会的技术报告，IPCC秘书处，日内瓦，共210页。

© 2008，政府间气候变化专门委员会

ISBN: 978-92-9169-523-2

封面图片：© 西蒙·弗拉西瑟/科学图片库

# 目录

---

序	vii
鸣谢	viii
执行摘要	1
1. 《气候变化与水》的引言	5
1.1 背景	7
1.2 范围	7
1.3 技术报告的背景：社会经济和环境条件	8
1.3.1 观测到的变化	8
1.3.2 预估的变化	9
1.4 概述	11
2. 观测到的和预估的与水有关的气候变化	13
2.1 观测到的与水有关的气候变化	15
2.1.1 降水(包括极端降水)和水汽	15
2.1.2 积雪与陆冰	19
2.1.3 海平面	20
2.1.4 蒸散	20
2.1.5 土壤湿度	21
2.1.6 径流与河流量	21
2.1.7 大尺度变率的型态	22
2.2 水文变化对气候的影响和反馈	23
2.2.1 陆表效应	23
2.2.2 通过海洋环流变化的反馈	24
2.2.3 受水文过程或地球生物化学反馈影响的排放和汇	24
2.3 预估的与水有关的气候变化	24
2.3.1 降水(包括极端降水)与水汽	25
2.3.2 积雪与陆冰	26
2.3.3 海平面	28
2.3.4 蒸散	29
2.3.5 土壤湿度	29
2.3.6 径流与河流量	29
2.3.7 大尺度变率的型态	31
3. 气候变化与水资源的关联：影响和响应	33
3.1 观测到的气候变化影响	35
3.1.1 观测到的冰冻圈变化的影响	35
3.1.2 水文与水资源	35
3.2 未来由于气候变化而导致可用水量和水需求的变化	38
3.2.1 未来淡水系统的气候驱动因子	38
3.2.2 未来淡水系统的非气候驱动因素	43

3.2.3	气候变化对未来可用淡水量的影响	44
3.2.4	气候变化对未来淡水需求的影响	44
3.2.5	气候变化对未来缺水压力的影响	45
3.2.6	气候变化对淡水成本和其它社会经济方面的影响	45
3.2.7	对气候变化非常脆弱的淡水区和行业	47
3.2.8	气候变化对淡水系统影响预估的不确定性	47
3.3	与水有关的气候变化适应措施：概述	48
<b>4.</b>	<b>气候变化与各系统和行业的水资源</b>	<b>53</b>
4.1	生态系统和生物多样性	55
4.1.1	背景	55
4.1.2	预估的水文变化及其对全球生物多样性的影响	55
4.1.3	水文变化对主要生态类型的影响	55
4.2	农业和粮食安全、土地利用和林业	59
4.2.1	背景	59
4.2.2	观测	60
4.2.3	预估	60
4.2.4	适应、脆弱性和可持续发展	63
4.3	人类健康	67
4.3.1	背景	67
4.3.2	观测	69
4.3.3	预估	69
4.3.4	适应、脆弱性和可持续发展	69
4.4	供水与卫生	69
4.4.1	背景	69
4.4.2	观测	69
4.4.3	预估	70
4.4.4	适应、脆弱性和可持续发展	71
4.5	人居环境和基础设施	73
4.5.1	人居环境	73
4.5.2	基础设施	73
4.5.3	适应	74
4.6	经济：保险业、旅游业、工业、交通运输	74
4.6.1	背景	74
4.6.2	社会经济成本、减缓、适应、脆弱性、可持续发展	75
<b>5.</b>	<b>气候变化和水资源的区域方面分析</b>	<b>77</b>
5.1	非洲	79
5.1.1	背景	79
5.1.2	当前的观测	79
5.1.3	预估的变化	81
5.1.4	适应和脆弱性	85
5.2	亚洲	85
5.2.1	背景	85
5.2.2	观测到的气候变化对水的影响	85
5.2.3	气候变化对水的预估影响和关键脆弱性	87
5.2.4	适应和脆弱性	88
5.3	澳大利亚和新西兰	90
5.3.1	背景	90

5.3.2	观测到的变化	90
5.3.3	预估的变化	91
5.3.4	适应和脆弱性	92
5.4	欧洲	93
5.4.1	背景	93
5.4.2	观测到的变化	93
5.4.3	预估的变化	93
5.4.4	适应和脆弱性	95
5.5	拉丁美洲	96
5.5.1	背景	96
5.5.2	观测到的变化	96
5.5.3	预估的变化	98
5.5.4	适应和脆弱性	100
5.6	北美洲	102
5.6.1	背景和观测到的变化	102
5.6.2	预估的变化和后果	102
5.6.3	适应	104
5.7	极地地区	106
5.7.1	背景	106
5.7.2	观测到的变化	107
5.7.3	预估的变化	107
5.7.4	适应和脆弱性	109
5.8	小岛屿	109
5.8.1	背景	109
5.8.2	在岛屿地区观测到的气候趋势和预估	109
5.8.3	适应、脆弱性和可持续性	111
<b>6.</b>	<b>气候变化减缓措施与水</b>	<b>115</b>
6.1	引言	117
6.2	针对行业的减缓	117
6.2.1	二氧化碳的捕获和封存(CCS)	117
6.2.2	生物能源作物	117
6.2.3	生物质电能	119
6.2.4	水力发电	119
6.2.5	地热能	119
6.2.6	建筑物的能源利用	119
6.2.7	土地利用变化与管理	119
6.2.8	耕地管理(水)	120
6.2.9	耕地管理(减耕)	120
6.2.10	造林或再造林	120
6.2.11	避免或减少毁林	121
6.2.12	固体废弃物管理; 污水处理	121
6.2.13	非常规石油	122
6.3	水管理政策和措施对温室气体排放和减排的影响	122
6.3.1	水坝	122
6.3.2	灌溉	122
6.3.3	秸秆还田	122
6.3.4	农田排水	123

6.3.5 污水处理	123
6.3.6 海水淡化	124
6.3.7 地热能	124
6.4 适应与减缓之间潜在的水资源冲突	124
<b>7. 政策和可持续发展的影响</b>	<b>125</b>
7.1 按行业划分的政策影响	127
7.2 按区域划分的与水有关的主要影响预估	128
7.3 对气候减缓政策的影响	130
7.4 对可持续发展的影响	130
<b>8. 知识上的空白以及关于未来工作的建议</b>	<b>133</b>
8.1 观测需求	135
8.2 认识气候预估及其影响	135
8.2.1 认识并预估气候变化	135
8.2.2 与水有关的影响	136
8.3 适应与减缓	136
<b>参考文献</b>	<b>139</b>
<b>附件 1: 关于气候模式的说明</b>	<b>165</b>
<b>附件 2: 术语表</b>	<b>167</b>
<b>附件 3: 缩写、化学符号、科学计量单位</b>	<b>183</b>
<b>附件 4: 作者名单</b>	<b>185</b>
<b>附件 5: 评审人员名单</b>	<b>187</b>
<b>附件 6: 再版许可</b>	<b>191</b>
<b>索引</b>	<b>193</b>

# 序

政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 关于《气候变化与水》的技术报告是IPCC技术报告系列中的第六个报告, 本报告是为响应世界气候计划-水 (WCP-水) 秘书处和2002年4月在日内瓦举行的IPCC第19次全会关于水和气候问题对话国际指导委员会的联合建议而编写的。2002年11月在日内瓦召开了一次关于《气候变化与水》的协商会议, 会议建议编写一个关于《气候变化与水》的技术报告, 而不是编写一个有关该议题的特别报告。该报告将主要以IPCC《第四次评估报告》的发现为基础, 但还要以IPCC早先发表的出版物为依据。如同《第四次评估报告》那样, 专门委员会还决定应当把水作为一个交叉性主题予以对待。

本技术报告讨论了淡水问题。报告还涉及到海平面上升, 但仅限于海平面上升可能导致对海岸带地区乃至其它地区的淡水的影响。气候、淡水和各社会经济系统以错综复杂的方式相互影响。因而, 其中某个系统的变化可引发另一个系统的变化。在判定关键的区域和行业脆弱性的过程中, 与淡水有关的问题是至关重要的。因此, 气候变化与淡水资源的关系是人类社会关切的首要问题, 这两者之间的关系还对地球上所有生物物种产生影响。

IPCC三个工作组的主席团选定了以主要作者为主的跨学科协作班子, 其目的是实现区域平衡和专题上平衡。如同所有已出版的IPCC技术报告, 本报告也依据以前批准, 接受和通过的其它IPCC报告的素材, 并同时经过专家和政府的评审, 之后又经过一次政府最终评审。IPCC主席团以编委会的身份行事, 以确保在本技术报告的定稿过程中提出的各类评审意见得到主要作者们的充分考虑。

2008年4月在布达佩斯召开的第37次全会期间, IPCC主席团举行了会议, 并审议了在最后一次政府评审期间收到的主要意见。根据主席团的意见和要求, 各主要作者对本技术报告作了最终定稿, 之后, 主席团授权将本报告公布于众。

我们衷心地感谢各主要作者(已在本报告中一一列出), 感谢他们非常慷慨地花费了时间, 并按时间规定完成了技术报告。我们还在此感谢IPCC第二工作组技术支持小组的组长珍妮·帕卢迪科夫博士, 感谢她在编写本报告过程中领导有方。



拉贞德拉 K. 帕乔里  
IPCC主席



瑞娜特·克里斯特  
IPCC秘书



奥斯瓦尔多·坎兹阿尼  
IPCC 第二工作组联合主席



马丁·帕瑞  
IPCC 第二工作组联合主席

# 鸣谢

---

我们感谢第二工作组的技术支持小组，特别感谢Norah Pritchard 和 Clair Hanson，感谢他们在编写本技术报告过程中所付出的辛苦劳动。

加拿大政府友善地同意承办了第二次主要作者会议，我们感谢Terry Prowse为在不列颠哥伦比亚地区的维多利亚市举办上述会议所做的辛苦的组织工作。

美国加利福尼亚州水资源司的Maurice Roos和加拿大马尼托巴省水力发电公司的Bill Girling出席了第二次主要作者会议，并从用户的角度提供了咨询和建议。

Marilyn Anderson 编写了文献索引，Nancy Boston 对印刷前的报告全文作了编辑。

我们还感谢所有的作者，他们的家人、工作单位和所在国的政府，感谢他们使本技术报告的出版成为了现实。

2008年6月23日

布里森·贝茨  
斯比斯切克·昆兹维茨  
吴绍洪  
珍妮·帕卢迪科夫



---

# 气候变化与水

本技术报告是为响应世界气候计划-水、关于水问题对话会议和其它与水供应有关的组织提出的建议并应IPCC全会的要求而编写的。本技术报告也是在IPCC主席R.K. 帕乔里博士支持下编写的。

---

## 主要协调作者

Bryson Bates (澳大利亚), Zbigniew W. Kundzewicz (波兰) 和吴绍洪 (中国)

## 主要作者

Nigel Arnell (英国)、Virginia Burkett (美国)、Petra Döll (德国)、Daniel Gwary (尼日利亚)、Clair Hanson (英国)、BertJan Heij (荷兰)、Blanca Elena Jiménez (墨西哥)、Georg Kaser (奥地利)、Akio Kitoh (日本)、Sari Kovats (英国)、Pushpam Kumar (英国)、Christopher H.D. Magadza (津巴布韦)、Daniel Martino (乌拉圭)、Luis José Mata (德国/委内瑞拉)、Mahmoud Medany (埃及)、Kathleen Miller (美国)、Taikan Oki (日本)、Balgis Osman (苏丹)、Jean Palutikof (英国)、Terry Prowse (加拿大)、Roger Pulwarty (美国/特立尼达和多巴哥)、Jouni Räisänen (芬兰)、James Renwick (新西兰)、Francesco Nicola Tubiello (美国/国际应用系统分析研究所/意大利)、Richard Wood (英国) 和赵宗慈 (中国)

## 撰稿作者

Julie Arblaster (澳大利亚)、Richard Betts (英国)、Aiguo Dai (美国)、Christopher Milly (美国)、Linda Mortsch (加拿大)、Leonard Nurse (巴巴多斯)、Richard Payne (澳大利亚)、Iwona Pinkswar (波兰) 和 Tom Wilbanks (美国)

