

1

《气候变化与水》的引言

1.1 背景

IPCC出版一个针对水与气候变化的特别报告的想法可追溯到2002年4月在日内瓦召开的IPCC第十九次全会。当时,世界气候计划—水的秘书处和水与气候对话会议的国际指导委员会要求IPCC编写一个有关气候变化和水的特别报告。2002年11月在日内瓦召开的一次关于气候变化与水的咨询会议的结论是:于2005年或2006年编写这样一个报告没有多大价值,因为它将很快被计划于2007年完成的《第四次评估报告》(AR4)所取代。因此,会议建议主要根据《第四次评估报告》编写的一个关于气候变化和水的技术报告还要包括IPCC以前出版物中的素材。

IPCC三个工作组的主席团选定了一个跨学科的写作班子,旨在实现区域的平衡和专题的平衡,并吸收了多个相关学科的代表参加。联合国(UN)机构、非政府组织(NGO)和相关的利益攸关方各界(其中包括私营行业)的代表参与了本技术报告的编写工作和有关的评审过程。

IPCC指导原则要求技术报告应源自:

- (a) IPCC评估报告、特别报告和各报告所引用的各项研究素材中的有关部分;
- (b) 采用各种假设的相关模式和基于各种社会经济假设的情景,因为这些模式和情景曾为各类IPCC报告提供过信息。

在编写本技术报告的过程中遵守了上述指导原

1.2 范围

则。

本技术报告仅涉及淡水问题。报告中所涉及到的海洋问题也仅限于海平面上升,因为海平面上升能够影响海岸带地区的淡水;例如,地下水的盐化。在反映文献中焦点的同时,本报告主要讨论了贯穿整个21世纪的气候变化,并认识到:即便温室气体实现了稳定,变暖和海平面上升仍会持续若干个世纪。[WGI SPM]

已普遍认识到淡水对所有生命赖以生存的系统是重要的,在国际背景下能够清晰地看出淡水的重要性(如:21世纪议程、世界水论坛、千年生态系统评

估和世界水发展报告)。对于所有形式的生命,淡水是必不可少的,而且在所有人类活动中需要大量的淡水。气候、淡水、生物系统和社会经济系统以错综复杂的方式相互影响,因而其中任何一个系统的变化必然引发另一个系统的变化。人为气候变化加重了那些已经面临可持续淡水利用问题的国家的压力。与淡水有关的挑战有:水过多、水太少以及水污染过于严重。气候变化可使上述每一个问题加重。在关键的区域和行业脆弱性中,与淡水有关的各种问题起着至关重要的作用。因此,气候变化与淡水资源之间的关系成为了社会关切和关注的首要问题。

迄今为止,在气候变化分析和气候政策制定过程中尚未充分地对待水资源问题。同样,在大多数情况下,尚未利用水资源分析、水资源管理和制定政策的方式充分地处理各种气候变化问题。根据许多专家的建议,水及其可用水量和水质将是受到气候变化影响的各国社会和环境所面临的主要压力,并给这些社会和环境带来一系列问题;因此,有必要提高我们对所触及到的这些问题的认识。

正如IPCC第21次全会—第9号文件所述⁶,本技术报告的宗旨概括如下:

- 一方面,提高我们对自然的与人为引发的气候变化、其影响、适应和减缓应对选择之间关联性的认识;另一方面,提高我们对与水有关问题的认识;
- 向决策者和利益攸关方通报有关气候变化影响和针对水资源的气候变化应对选择,以及各类气候变化情景和气候变化应对选择对水资源产生的意义,其中包括相关的各种协同作用和利弊权衡。

正如IPCC第21次全会—第9号文件所述,本技术报告的范围是评估气候变化对各水循环过程和系统影响以及对淡水资源(其可用水量、水质、水利用和水管理)影响的评估。本技术报告考虑了当前的和预估的各种区域关键脆弱性和适应方面的各种前景。

本技术报告主要面向涉及与淡水资源管理、气候变化、战略研究、空间规划和社会经济发展等相关的所有领域的决策者。但是,本报告还面向从事水和气候变化领域工作的科学界,以及面向更广泛的读者,其中包括非政府组织和新闻媒体。由于有关水和气候变化的素材分散在IPCC《第四次评估报告》和《综合报告》中,因此重点发表关于水和气候变化评

⁶“关于可能的《气候变化与水》技术报告的划定范围的文件”公布在下列网站: <http://www.ipcc.ch/meetings/session21.htm>。

估结果所用素材进行压缩和归纳是有益之举。本技术报告在必要时还提到以前发表的IPCC评估报告和特别报告。本技术报告所增加的价值在于对上述材料进行了提炼,建立了轻重缓急的优先顺序,作了综合和解读。

本技术报告的内容认真遵循了它所依据的各IPCC报告中的内容。本报告体现了它所依据的各报告对各种观点的平衡和客观性,并且凡前者与后者的内容有不同之处,目的在于支持和/或进一步解释有关的IPCC报告的结论。每一个实质性段落均取材于一个IPCC报告。报告内容的出处在方括号内给出,一般标示在段尾处(除非某个段落的出处是不止一个IPCC文件,对于这种情况,相关的IPCC文件的出处则放在所引用的内容之后)。已采用以下惯例。

- 《第四次评估报告》(AR4)是引用最为频繁的IPCC出版物并按以下方式表示,例如:[WGII 3.5],方括号中的内容是指《第四次评估报告》第二工作组的报告,第3章,第3.5节。见IPCC(2007a, b, c, d)。
- 凡素材源自其它的IPCC出处,则采用下列缩写:TAR(《第三次评估报告》:IPCC2001a, b, c)、RICC(《关于气候变化区域影响的特别报告》:Watson等人,1997)、LULUCF(《关于土地利用、土地利用变化和林业的特别报告》:IPCC,2000)、SRES(《关于排放情景的特别报告》:Nakićenović和Swart,2000)、CCB(《技术报告之五-气候变化与生物多样性》:Gitay等人,2002)以及CCS(《关于二氧化碳捕获和封存的特别报告》:Metz等人,2005)。因此,[WGII TAR 5.8.3]是指《第三次评估报告》第二工作组的报告,第5章,第5.8.3节。

1.3 技术报告的背景: 社会经济和环境条件

- 其它表示出处的缩写包括ES(执行摘要)、SPM(决策者摘要)、TS(技术摘要)和SYR(综合报告),它们均指《第四次评估报告》,除非另有说明。

原始文献的索引(杂志、著作和报告)位于相关的句子之后,并置于圆括号内。

如IPCC评估报告和特别报告所述,本技术报告探

讨了气候变化与淡水的关系。这些关系并非孤立存在,而是存在于社会经济和环境条件的背景之中,并与这些条件互为影响。在本节中,从这些条件与淡水的关系出发,我们对观测到的和预估的这些条件的主要特征作了描述。

许多非气候驱动因子影响所有尺度的淡水资源,其中包括全球尺度(UN,2003)。就水量和水质而言,水资源关键受到人类活动的影响,其中包括农业和土地利用变化、水库的建造和管理、污染物排放以及水和污水的处理。水利用主要与人口、粮食消耗(包括饮食类型)、经济政策(包括水的定价)、技术、生活方式⁷和社会对淡水生态系统价值的看法的转变直接相关。为了评估气候变化与淡水之间的关系,有必要考虑淡水是如何受到上述非气候驱动因子变化影响的,未来又将受到何种影响。[WGII 3.3.2]

1.3.1 观测到的变化

在全球尺度的评估中,各流域被定义为正在受到缺水的压力⁸,条件是这些流域的人均可用水量低于1,000米³/年(按长期平均径流量计算)或汲水量与长期年平均径流量之比大于0.4。1,000米³的年人均用水量一般大于家庭、工业和农业所需的用水量。这类面临缺水压力的流域位于非洲北部、地中海地区、中东、近东、南亚、中国北方、澳大利亚、美国、墨西哥、巴西东北部和南美洲西部海岸带(图1.1)。生活在这类面临缺水压力流域内的人口估计在14亿至21亿之间(Vörösmarty等人,2000年;Alcamo等人,2003a, b; Oki等人,2003年; Arnell,2004年)。[WGII 3.2]

用水,特别是灌溉用水,一般随温度的升高而增加并随降水的增加而减少;但是,尚无证据表明过去有与气候有关的长期用水趋势。一方面,这是由于这样一个事实,即:用水主要受到非气候因子的驱动,而另一方面,这是由于一般用水资料的质量差,尤其是时间序列资料的质量不高。[WGII 3.2]

地表水资源或浅地下水井的可用水量取决于河流流量的季节性和年际变率,安全的供水是由季节性低流量所决定的。在以积雪为主要水源的流域中,较高的温度导致河流量下降,因而在夏季供水减少(Barnett等人,2005年)。[WGII 3.2]

在受到缺水压力的地区,人和各生态系统对因气候变化引起的降水减少和变化尤为脆弱。第5部分列举了一些实例。

⁷ 在此背景下,使用耗水家用电器,如:洗碗机、洗衣机、草坪喷灌器等。

⁸ 缺水压力是指一种描述人如何受到水短缺风险影响的概念。

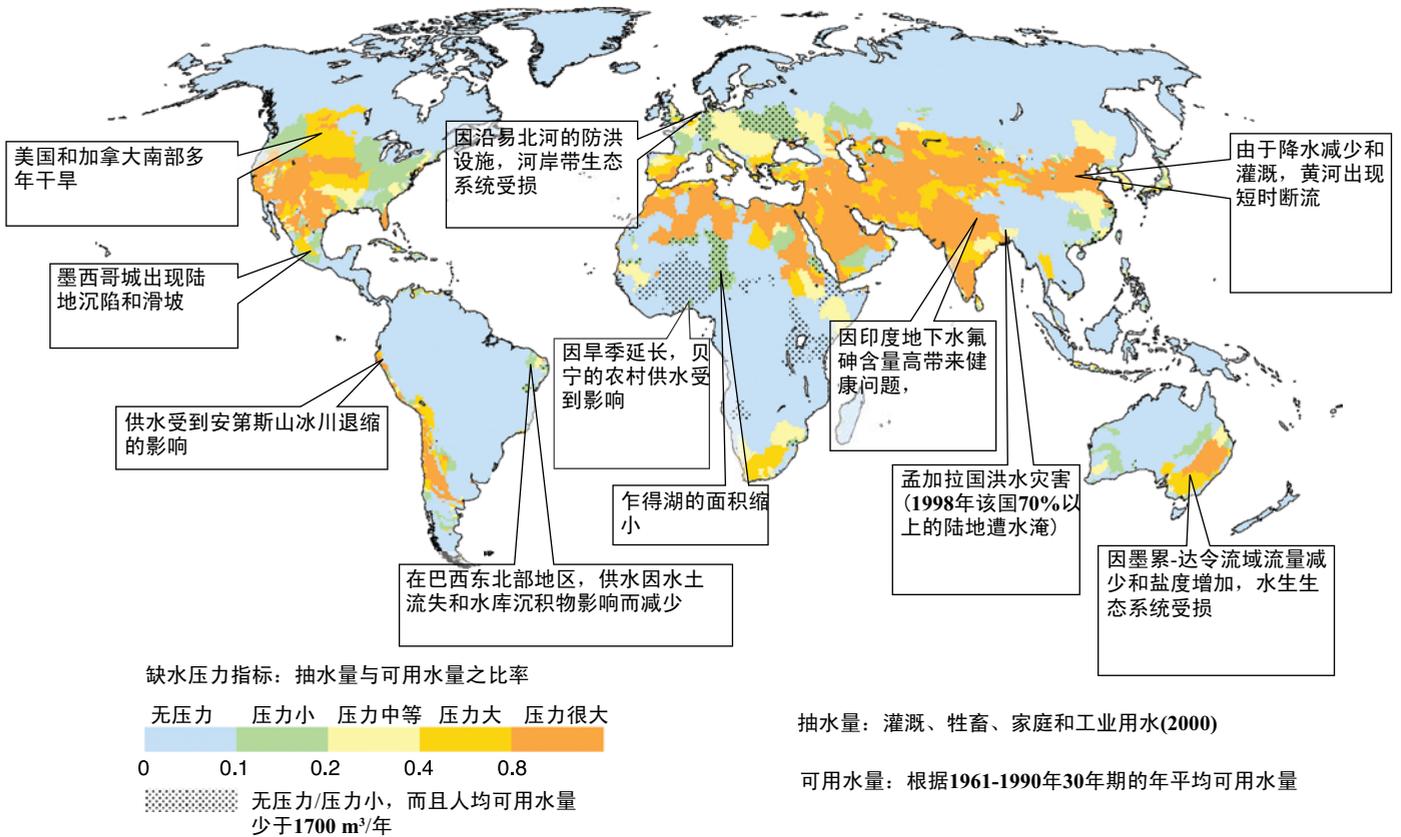


图1.1: 反映淡水资源及其管理的当前脆弱性的实例; 在背景中,根据 WaterGAP(Alcamo等人,2003a)制作的缺水压力图。见与气候变化相关的文字。[WGII F 图3.2]

除少数工业化国家外,在大多数国家,由于人口和经济增长、生活方式的转变以及供水系统的扩大,最近几十年以来用水量已增加,而灌溉用水显然是最重要的原因。灌溉用水占全世界总取水量的70%,而且占消费用水的90%(如:没有可供下游重复使用的水量)。[WGII 3.2] 水浇地产生大约40%的农业总产量(Fischer等人,2006)。自从1960年以来,全球水浇地面积以每年大约2%的速率从1961/1963年的1.4亿公顷持续增加到1997/1999年的2.7亿公顷,大约占当今全球总耕地的18% (Bruinsma,2003)。

虽然区域人口变化率与全球平均值相比有很大的差异,但是全球人口增长率已呈现下降的趋势。也许全球用水的增长是由于发展中国家的经济增长,但目前尚无关于这一增长率的可靠资料。[WGII 3.2, 5.3]

最近几十年以来,地表水和地下水的普遍下降,这主要是由于农业和工业活动增加(UN,2006)。为了应对这个问题,许多国家(如:欧洲联盟和加拿大)已经建立或强化了各项排水标准,并改建了各种污水处理设施(GEO-3,2003)。[WGII 3.3.2,表8.1]

1.3.2 预估的变化

1.3.2.1 综合背景

IPCC排放情景特别报告(SRES): Nakićenović 和 Swart,2000年)的四个情节构成了许多开展预估的气候变化和水资源研究的基础,这四个情节考虑了21世纪内人口和经济活动的一系列合理的变化(见图1.2)。一些情景假设将出现一个以全球贸易和联盟占主导地位的世界经济(A1和B1),在这些情景中,预计全球人口将会从当今的66亿继续增长,并于2050年达到87亿的人口增长的峰值,而在那些经济全球化和合作欠缺的情景(A2和B2)中,预计全球人口增长一直持续到2100年,到本世纪末人口将会达到104亿(B2)和150亿(A2)。总之,所有SRES情景描述了一个比当今更加富裕的社会,到2100年国民生产总值(GDP)将会比当前的水平增加10-26倍。在所有SRES情景中,假设世界各区域之间的收入差距逐步缩小 - 如同人口变化和经济发展一样,技术将是一个同等重要的驱动力。[SRES SPM]

1.3.2.2 水资源

无论气候变化与否,对水资源预估的尤为关注是

强调经济发展	
回 答 情 况	<p>A1 情节 世界：面向市场 经济：人均增长最快 人口：2050年达到峰值后下降 管理：地域互动强；收入集中 技术：划分为三类： • A1FI：化石能源密集 • A1T：非化石能源 • A1B：各种能源均衡</p>
	<p>A2 情节 世界：分化 经济：面向地域；人均增长最慢 人口：持续增长 管理：自给自足且保持当地特色 技术：发展最慢且多数不连续</p>
	强 调 区 域 性
	强调环境保护
	<p>B1 情节 世界：趋同 经济：基于服务和信息；增长低于A1情节 人口：与A1情节相同 管理：针对经济、社会和环境可持续性的全球解决方案 技术：清洁和资源利用效率高</p>
	<p>B2 情节 世界：局地解决方案 经济：发展处于中等水平 人口：以低于A2情节的增长率持续增长 管理：针对环境保护和社会公平性的局地地域解决方案 技术：比A2情节更为快速，与B1或A1情节相比较为缓慢，更加多样化</p>

图1.2: 四个SRES情节特征概览(根据Nakićenović和Swart,2000年)[WGII 图2.5]

由于在水坝建造和废弃、供水基础设施、污水处理和再利用、海水脱盐、污染物排放以及土地利用方面可能发生变化,特别是灌溉方面的变化。不考虑气候的变化,预计将在发展中国家建造用于水利发电和供水的新水坝,虽然与现有的45,000个大型水坝相比,新修建的水坝数量可能较少。但是,已考虑到未来可能增加的水力发电需求所产生的各种影响(世界水坝委员会,2000年; Scudder,2005年)。在发达国家,水坝的数量很可能保持稳定,有些水坝将被废弃。因气候变化导致在一定时间尺度上径流变率加大,所以水坝的蓄水量增加也许是有利的,尤其是在年径流量没有显著减少的地区。鉴于环境流量需求可导致水库的运行进一步改变,因此人类对水资源的利用也许受到限制。为实现千年发展目标(MDG,见表7.1)所做的努力应使水资源和卫生条件得到改善。未来,污水回收再利用和海水脱盐处理将可能成为半干旱和干旱区域供水的重要来源。但是,仍有一些令人关切的环境影响问题有待解决,其中包括那些与脱盐流程中的高能耗有关的问题。需要首先考虑其它的选择,如:行之有效的水价政策和具有成本效益的水需求管理战略。[WGII 3.3.2, 3.4.1, 3.7]

预计未来在发达国家和发展中国家污水处理将

会增加,但是在发展中国家营养物、重金属和有机物的点源排流可能增加。鉴于化学物质的生产和消费可能增加(少量剧毒物质除外),在发达国家和发展中国家,有机微污染物(如:内分泌物质)对地表水和地下水的污染也许增加。在这类污染物中有几种物质无法用当前的污水处理技术予以清除。海平面上升对海岸带地区暴雨强降水的排涝作业和污水处理造成的影响可引起水质的改变。[WGII 3.2.2,3.4.4]

来自农业的营养物质和杀虫剂的扩散和排放可能继续成为发达国家的重要问题,并很可能在发展中国家呈现出增加的局面,因此对水质产生严重影响。根据千年生态系统评估(2005a)的四种情景(‘全球协同’、‘实力秩序’、‘适应组合’和‘技术园区’),与2000年的9000万吨的氮肥用量相比,到2050年全球氮肥用量将达到1.1亿-1.4亿吨。在上述三个情景下,到2050年河流中氮的输送量将会增加,而在‘技术园区’情景(类似于IPCC SRES的B1情景)下,河流中氮输送量将会下降(千年生态系统评估,2005b)。[WGII 3.3.2]

驱动用水的最重要的因子包括人口增长和经济发展,但还包括社会对水的价值有着不断改变的看法。后者指家庭和工业供水优先于农业灌溉供水和水的有效利用,其中包括扩大节水技术的应用以及水的定价。在所有四个千年生态系统评估情景中,2050年全世界各区域的人均家庭用水量大体相同,大约为100米³/年左右,即:2000年欧洲的平均用水量(千年生态系统评估,2005b)。[WGII 3.3.2]

未来农业灌溉用水的主要非气候变化驱动因子是:灌溉面积的范围、作物种类、作物收获强度和灌溉用水的效率。根据粮农组织(联合国粮食与农业组织)的预估,占全球灌溉面积75%的发展中国家可能把它们灌溉面积每年扩大0.6%,一直持续到2030年;与此同时,预估水浇地的作物收获强度将会每年上升1.27至1.41株作物,而灌溉用水效率将略有提高(Bruinsma,2003)。上述估算不包括气候变化,Bruinsma预计在2030年之前气候变化将不会影响农业。预计灌溉面积的扩大大都出现在已面临缺水压力的地区,诸如:亚洲南部、中国北方、近东和非洲北部。然而,相比之下,所有四个千年生态系统评估情景假设将会扩大的灌溉面积,但却小得多,截止到2050年全球增长率每年仅为0-0.18。在2050年之后,除了‘全球协同’情景(类似于IPCC SRES A1情景)以外,所有情景均假设灌溉面积将会实现稳定或略有下降(千年生态系统评估,2005a)。在另外一项研究中,它采用了一个修改后的A2人口情景和粮农组织的长期预估,该项研究预估到2080年全球水浇地增加超过40%的地区主要在亚洲南部、非洲和拉丁美洲,相当于每年平均增加0.4%(Fischer等人,2006)。[WGII 3.3.2]

1.4 概述

本技术报告共分为8个部分。在报告的导言部分(第一部分)之后,第二部分主要基于第一工作组的评估报告,并着眼于气候变化科学,既包括观测到的气候变化,也包括预估的气候变化,因为气候变化与各水文变量有关。第三部分对观测到的和预估的与有关的气候变化影响和可能采取的适应对策作了

一般性概括,内容主要取自第二工作组的评估报告。接着,第四部分对各类系统和各个行业作了详细的分析,而第五部分涉及一种区域方法。在《第三工作组评估报告》的基础上,第六部分讨论与水有关的灌溉方面。第七部分着眼于政策的意义和可持续发展,紧接其后的最后一部分(第八部分)是关于知识上的空白和有关未来工作的建议。本技术报告采用了《第四次评估报告》有关标准不确定性的语言(见框1.1)。

框1.1: 当前知识中的不确定性: 在技术报告中不确定性的处理方法 [SYR]

IPCC关于不确定性的指导说明⁹对三个工作组和在本技术报告中处理不确定性的框架作了定义。这是一个概括性框架,因为各工作组所评估的素材来自不同的学科,并包含了引自文献中各种处理不确定性的方法。自然科学中使用的数据、指标和分析的性质一般不同于技术开发评估或社会科学中使用的数据、指标和分析的性质,第一工作组侧重于自然科学,第三工作组着重于技术开发评估或社会科学,第二工作组则兼而有之。

使用三种不同的方法来描述不确定性,每种方法都有着截然不同的语言形式。对于这三种方法的选择,既取决于可用信息的特性,也取决于作者们对当前科学认识的正确性和完整性的专家判断。

如果对不确定性作定性评估,其特点是提供关于证据数量和质量(即:来自理论、观测或模式的信息表明一种信念或定理正确或有效与否)以及一致性程度(即:在文献中对某个特定发现一致认同的水平)的相对判断。第三工作组通过一套不言而喻的术语而使用了这一方法,如:一致性高,证据量充分;一致性高,证据量中等;一致性中等,证据量中等;诸如此类。

如果更定量地评估不确定性,可使用专家对基础数据、模式或分析正确性的判断,因而下述的可信度等级被用来表述经过评估的某项研究发现正确性的机率:很高可信度,至少有九成机会结果正确;高可信度,大约有八成机会结果正确;中等可信度,大约有五成机会结果正确;低可信度,大约有两成机会结果正确;很低可信度,少于一成机会结果正确。

如果评估特定结果的不确定性,则对一堆证据(如:观测资料或模式结果)作出专家判断和统计分析,因而下述的可能性区间被用来表述经过评估的发生概率:几乎确定,>99%;极有可能,>95%;很可能,>90%;可能,>66%;多半可能,>50%;或许可能,33%~66%;不可能,<33%;很不可能,<10%;极不可能,<5%;几乎不可能,<1%。

第二工作组结合使用了可信度和可能性评估,第一工作组则主要使用了可能性评估。

本技术报告沿用了各基本工作组对不确定性的评估。对于那些基于一个以上工作组信息的综合发现,所使用的不确定性描述则与引自各工作组报告各部分的不确定性描述一致。

⁹ 见以下网址 <http://www.ipcc.ch/meetings/ar4-workshops-express-meetings/uncertainty-guidance-note.pdf>.

