

ipcc

政府间气候变化专门委员会

气候变化 2014

综合报告



气候变化2014 综合报告

政府间气候变化专门委员会的报告



气候变化 2014

综合报告

编辑

核心撰写小组
IPCC综合报告

Rajendra K. Pachauri
IPCC主席

Leo Meyer
IPCC技术支持组组长

核心撰写小组

Rajendra K. Pachauri (主席)、Myles R. Allen(英国)、Vicente R. Barros(阿根廷)、John Broome(英国)、Wolfgang Cramer(德国/法国)、Renate Christ(奥地利/WMO)、John A. Church(澳大利亚)、Leon Clarke (美国)、秦大河(中国)、Purnamita Dasgupta(印度)、Navroz K. Dubash(印度)、Ottmar Edenhofer(德国)、Ismail Elgizouli(苏丹)、Christopher B. Field(美国)、Piers Forster(英国)、Pierre Friedlingstein(英国/比利时)、Jan Fuglestad(挪威)、Luis Gomez-Echeverri(哥伦比亚)、Stephane Hallegatte(法国/世界银行)、Gabriele Hegerl(英国/德国)、Mark Howden(澳大利亚)、姜克隽(中国)、Blanca Jimenez Cisneros (墨西哥/UNESCO)、Vladimir Kattsov(俄罗斯)、Hoesung Lee(韩国)、Katharine J. Mach(美国)、Jochem Marotzke(德国)、Michael D. Mastrandrea(美国)、Leo Meyer(荷兰)、Jan Minx(德国)、Yacob Mulugetta(埃塞俄比亚)、Karen O'Brien(挪威)、Michael Oppenheimer(美国)、Joy J. Pereira(马来西亚)、Ramón Pichs-Madruga(古巴)、Gian-Kasper Plattner (瑞士)、Hans-Otto Pörtner(德国)、Scott B. Power(澳大利亚)、Benjamin Preston(美国)、N.H. Ravindranath(印度)、Andy Reisinger(新西兰)、Keywan Riahi (奥地利)、Matilde Rusticucci(阿根廷)、Robert Scholes(南非)、Kristin Seyboth(美国)、Youba Sokona(马里)、Robert Stavins(美国)、Thomas F. Stocker(瑞士)、Petra Tschakert(美国)、Detlef van Vuuren (荷兰)、Jean-Pascal van Ypersele (比利时)

综合报告技术支持组

Leo Meyer, Sander Brinkman, Line van Kesteren, Noémie Leprince-Ringuet, Fijke van Boxmeer

本报告应按以下文件标题摘引：

IPCC, 2014: 气候变化2014: 综合报告。政府间气候变化专门委员会第五次评估报告第一工作组、第二工作组和第三工作组报告 [核心撰写小组、R.K. Pachauri 和 L.A. Meyer (eds.)]。瑞士日内瓦 IPCC, 共151页。

政府间气候变化专门委员会

© 政府间气候变化专门委员会, 2015年
2015年第一次印刷
ISBN 978-92-9169-143-2

本出版物与2014年11月1日在丹麦哥本哈根举行的政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 第四十次届会上批准的 (《决策者摘要》) 和通过的 (篇幅较长报告) 报告相同, 但纳入了在本出版物发布前做出的编辑处理和勘误更正。这些发布前的勘误更正可查询: <http://www.ipcc.ch>。

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、领地、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。

本出版物中提及的具体商号或产品并不表明它们得到了IPCC的赞许或推荐, 也不表明它们优于未在本出版物中提到的性质类似的其它商号和产品。

IPCC对以印刷、电子和其它任何形式、任何语种出版的本作品拥有版权。短幅摘录本出版物无须授权, 但须清晰、完整地注明出处。有关本出版物编辑方面的问题以及有关部分或全文出版、翻印或翻译文章的要求, 请联系:

IPCC

c/o World Meteorological Organization (WMO)

7bis, avenue de la Paix

P.O. Box 2300

CH 1211 Geneva 2, Switzerland

Tel.: +41 22 730 8208

Fax: +41 22 730 8025

E-mail: IPCC-Sec@wmo.int www.ipcc.ch

封面: 由WMO IPCC秘书处Laura Biagioni设计
照片:



I - 挪威南峡湾高原上的弗戈夫纳冰川 (60°03' N - 6°20' E)。

© Yann Arthus-Bertrand / Altitude | www.yannarthusbertrand.org | www.goodplanet.org

II - 在图瓦卢富纳富提环礁福纳法拉上种植红树林幼苗。© David J. Wilson

III - 中国上海, 鸟瞰图。© Ocean/Corbis

序、前言和献词

序

《综合报告》(SYR)提炼并综合了政府间气候变化专门委员会(IPCC)第五次评估报告(AR5)三个工作组报告的成果,这是迄今IPCC完成的最全面的一份气候变化评估报告。三个工作组的报告分别为:气候变化2013:自然科学基础;气候变化2014:影响、适应和脆弱性;气候变化2014:减缓气候变化。SYR还整合了两份特别报告中的成果,即:《可再生能源与减缓气候变化特别报告》(2011年)和《管理极端事件和灾害风险推进气候变化适应特别报告》(2011年)。

SYR确认人类对气候系统的影响是明确的,而且这种影响在不断增强,而且在世界各大洲和海洋都已观测到种种影响。自20世纪50年代以来,许多观测到的变化在几十年乃至上千年时间里都是前所未有的。目前,IPCC有95%的把握确认人类是当前全球变暖的主要原因。此外,SYR认为破坏气候的人类活动越多,对人类和生态系统造成严重、普遍和不可逆转影响的风险也就越大,而且气候系统的所有组成部分可发生持久的变化。SYR强调我们有限制气候变化及其风险的手段,也有多种解决方案可促进持续的经济发展和人文发展。然而,要将相对于工业化时代前的全球温度上升稳定在2°C以下,则需要紧急和彻底地远离“一切照旧”的做法。此外,我们越晚采取行动,成本将越高,而且我们将面临的技术、经济、社会和体制方面的风险也将越高。

毋庸置疑,SYR的所有研究成果极大地提高了我们对一些最关键的气候变化问题的了解,包括:温室气体排放的作用;潜在风险和影响的严重性,鉴于最不发达国家和脆弱社区的应对能力有限,因此潜在风险和影响对其尤为严重;可用的方案及其基本要求以确保气候变化的影响仍在可控范围内。因此,SYR呼吁决策者和各国人民紧急关注这一挑战并加以应对。

SYR是于2014年11月2日在哥本哈根发布的,这个时机非常重要。各国决策者于2014年12月齐聚利马出席第20次《联合国气候变化框架公约》缔约方大会,为即将于2015年在巴黎举行的第21次大会打好基础,他们的任务是缔结一份应对气候变化的新协议。我们希望SYR的科学成果将成为一个基础,推动决策者们找到办法,达成一份全球协议,可将气候变化限制在可管理的水平上,因为SYR为我们提供了所需的知识以做出有依据的决策,并加强我们对开展行动的理由——以及不开展行动所产生严重影响的基本认识。无知已不能再成为推脱的借口了。

1988年世界气象组织(WMO)和联合国环境规划署

(UNEP)联合建立了政府间气候变化专门委员会(IPCC);作为一个政府间机构,IPCC为各国决策者提供了该领域最权威和客观的科学技术评估。从1990年起,一系列的IPCC评估报告、特别报告、技术报告、方法学报告和其他产品已成为标准参考书目。

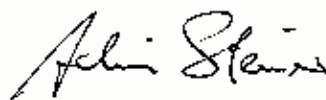
正是有了全世界成千上万专家和科学家的志愿工作、奉献和承诺,才有了这份SYR。这些专家和科学家代表了广泛的学派和学科。谨衷心感谢SYR核心撰写小组的所有成员、扩展撰写小组的成员以及评审编辑,感谢他们满腔热情地承担编写了一份优秀SYR的巨大挑战,而且他们在AR5周期中还致力承担过其他任务。我们还想感谢SYR技术支持组和IPCC秘书处的工作人员,感谢他们在组织开展IPCC报告编写工作中体现的奉献精神。

我们还希望感谢IPCC成员国的政府,感谢其支持科学家编写本报告,感谢其为IPCC信托基金提供捐款,这为发展中国家和经济转型国家的专家参与报告的编写提供了必不可少的支持。瓦隆(比利时)政府主办了SYR的规划会议;挪威、荷兰、德国和马来西亚等国政府主办了SYR的起草会议;丹麦政府主办了IPCC第四十次届会,此次会议批准了SYR;对承办以上活动的各方表示感谢。挪威和荷兰政府以及韩国能源经济研究所提供了慷慨的资金资助,而荷兰环境评估局和新德里能源和资源研究所(印度)提供了实物支持,使得SYR技术支持组得以平稳运行,对此我们表示衷心的感谢。

我们要特别表达对IPCC主席拉金德拉·帕乔里博士的谢意,感谢他在编写本报告中发挥了领导作用并不断提供指导。



米歇尔·雅罗
世界气象组织秘书长



阿齐姆·施泰纳
联合国环境规划署执行主任

前言

作为政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 《第五次评估报告》(AR5) 过程中的最后一份报告,《综合报告》(SYR) 现正式发布,题为《气候变化2014》。本报告提炼和综合了AR5三个工作组报告的关键结论,即《自然科学基础》、《影响、适应和脆弱性》和《减缓气候变化》,形成了一份精简报告,以方便政府、私营部门的决策者以及广大公众使用。SYR还借鉴了2011年发布的两份特别报告成果,即《可再生能源与减缓气候变化特别报告》和《管理极端事件和灾害风险促进气候变化适应特别报告》。SYR基于的是气候变化领域最新的科学、技术和社会经济文献,因而是气候变化方面一份全面、最新的综合评估报告。

本报告的范围

这份文件是各工作组协调、认真衔接、共同努力的成果,所确保提供的是一致、全面有关气候变化各方面的信息。本SYR包括对不确定性和风险的一致性评估;综合成本估算和经济分析;区域方面;与水、地球系统和碳循环(包括海洋酸化、冰冻圈和海平面上升)相关的变化、影响和响应;以及在可持续发展框架下应对减缓和适应的方案。SYR整篇报告中还提供了与《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC) 最终目标即第二条有关的信息。

本报告中所涉及的气候变化其他方面包括气候变化对自然系统的直接影响和对人类系统的直接和间接影响,诸如人类健康、粮食安全以及社会条件的安全性。通过将气候变化风险以及适应和减缓的事宜纳入可持续发展的框架,SYR还强调一个事实,即几乎地球上所有的系统都将受到气候变化的影响,此外,一方面不可能在气候变化、其相关风险和影响间划清界限,另一方面也不可能在气候变化和发展之间划清界限,即可满足当代人的需求又不损害后代满足其需求的能力这样的发展。因此,本报告还侧重于这些方面之间的联系,并提供了有关气候变化是如何与其他发展问题相重合并是如何纳入其中的等信息。

结构

本报告包括一份《决策者摘要》(SPM)、衍生出SPM的一份篇幅较长的报告以及附件。虽然在结构和顺序方面SPM与篇幅较长报告较为相似,但在篇幅较长报告中多个主题涉及的一些具体问题在SPM中仅用一个特定章节进行讨论。SPM的所有段落都参考的是篇幅较长报告中的相应文字。反过来,后者大量参考的是各工作组底报告以及上文提

到的两份特别报告中的相关章节。SYR在很大程度上自成一體,而且其SPM涵盖了篇幅较长报告和全部AR5中与政策最为相关的资料。

三个工作组的AR5报告,包括一份《决策者摘要》、一份《技术摘要》和《常见问题》,外加《综合报告》都提供联合国所有官方语言的版本,可在IPCC网站上查询在线版本,也提供电子离线版本。在这些电子版本中,SYR中涉及底材料相关部分的参考文献以超链接的形式提供,从而能够让读者很容易地找到进一步的科学、技术和社会经济信息。本报告附件中还提供了一份用户指南、使用的术语表和缩略语、作者、评审编辑和专家评审列表。

为了方便广大读者阅览SYR的成果,为了加强其对于利益相关方的可用性,SPM的每个章节都有突出显示的重点摘要。总之,21条重点摘要以简单、完全非技术语言的形式提供了一份总结性的概述,以便于各行各业的读者理解。这些重点摘要是由本报告的作者编写的,并由IPCC成员国政府批准。

按照全会的授权,篇幅较长报告的结构是围绕四个主题标题展开:

*观测到的变化及其成因(主题1)*整合了三个工作组关于观测到气候系统变化的新信息,包括大气、海洋、冰冻圈和海平面的变化;近期和过去的驱动因子和影响排放驱动因子的人类因素;观测到的影响,包括极端天气和气候事件的变化;以及气候变化的归因和影响。

*未来的气候变化、风险和影响(主题2)*阐述了有关未来气候变化、风险和影响的信息。这部分整合了有关未来气候的关键驱动因子、累计排放量和温度变化之间的关系、以及21世纪及以后的气候系统预估变化等信息。这部分评估了气候变化所造成的未来风险和影响以及气候相关危害和其他危害之间的相互作用。还提供了关于长期变化(包括海平面上升和海洋酸化)、以及不可逆变化和突变风险方面的信息。

*适应、减缓和可持续发展的未来路径(主题3)*讨论了作为降低和管理气候变化风险辅助战略的未来适应和减缓路径,还评估了其可持续发展之间的相互作用。这部分阐述了有效决策的分析性方法以及气候变化、适应和减缓风险在时间尺度、幅度和持续性等方面的差异。这部分分析了适应和减缓路径的特性以及相关的挑战、限制和效益,包括从未来升温的不同水平来进行分析。

适应和减缓(主题4)汇总了第二工作组和第三工作组中有关适应和减缓具体方案的信息,其中包括无害环境的技术和基础设施、可持续的生计、行为和生活方式的选择。这部分介绍了常见的有利因素和制约因素、以及政策办法、资金和技术等内容,这些都是决定有效应对措施的要害。这部分显示了综合响应的机遇并将适应和减缓与其他社会目标相结合。

过程

IPCC第五次评估报告的SYR是按照IPCC的各项程序进行编写的,以确保在这个过程中充分做到努力和严谨。相对于第四次评估报告(AR4),AR5的SYR提前一年开始筹备,也就是在各工作组的报告仍待完成的同时启动SYR的编写工作,这是为了加强整合并确保充分的综合性。2010年8月在比利时列日举行了一次规划会议,专门为了提出AR5综合报告的详细提纲,此次会议编写的提纲于2010年10月在韩国釜山举行的会议上由全会批准。按照IPCC的程序,IPCC主席与各工作组联合主席协商后提名SYR核心撰写组(CWT)的作者,2012年3月IPCC主席团选定并接受了总计45名CWT成员和9名评审编辑。此外,CWT还选定了14名扩展撰写组(EWT)作者并经IPCC主席批准,这个小组为本报告提供了重要的资料和文本。在编写SYR内容的过程中找过IPCC主席团批准增加了6名CWT成员和增加了一名评审编辑。这进一步加强和深化了编写本报告所需的专业知识。本报告的最终草案先是交由专家和各国政府共同审查,之后提交于2014年10月27日至11月1日在丹麦哥本哈根举行的IPCC第40次届会,在此次会议上各国政府逐行批准了SPM并逐节通过了篇幅较长的报告。

鸣谢

我们深深地感谢和感激核心撰写组的成员,并感谢扩展撰写组提供的实质性帮助,感谢他们在编写SYR过程中付出的不懈努力,提供的专业知识以及体现的孜孜不倦的奉献精神。为了打造出色、完整的报告,他们尽心竭力、一丝不苟,正是因为他们这种鼓舞人心的奉献,才有了如此成功的SYR。我们还要感谢评审编辑,他们提供的宝贵帮助确保了SYR对有关气候变化的当前信息进行了平衡和全面的评估。他们还在确保这个过程的透明性方面起到了至关重要的作用,令IPCC引以为豪。我们也要感谢AR5和两份特别报告的所有作者,因为没有他们谨慎评估有关气候变化各方面的大量文献以及针对报告草案提出的评论意见,SYR的编写就不会顺利完成。

在编写AR5的过程中,IPCC领导层同事的智慧以及洞

察力让我们获益良多,特别是第一工作组联合主席Thomas Stocker博士和秦大河博士;第二工作组联合主席Chris Field博士和Vicente Barros博士;第三工作组联合主席Ottmar Edenhofer博士、Ramón Pichs-Madruga博士和Youba Sokona博士。他们就三个工作组报告中的知识问题开展合作是确保编写高质量最终文件的重要基础。

我们还要感谢SYR批准会议期间担任评审编辑的Fredolin Tangang、David Wratt、Eduardo Calvo、Jose Moreno、Jim Skea和Suzana Kahn Ribeiro,他们的工作确保了会议期间对SPM所做的编辑得以正确地反映在篇幅较长的报告中。他们工作的重要性在于保障科学家和政府之间的高信任度,可以使得双方紧密、同步、顺利地开展工作,这正是IPCC及其信誉的独特之处。

我们衷心感谢SYR批准会议期间配合SYR技术支持组的团队人员:第一工作组技术支持组的Gian-Kasper Plattner、Melinda Tignor和Judith Boschung、第二工作组技术支持组的Katie Mach和Eren Bilir、第三工作组技术支持组的Ellie Farahani、Jussi Savolainen和Steffen Schlömer,以及波茨坦气候影响研究所的Gerrit Hansen,感谢他们的热情、敬业和专业贡献,这是此次会议取得圆满成功不可或缺的。我们还要特别感谢第一工作组技术支持组的Adrien Michel,感谢他完成SYR中的图表。

我们要感谢《综合报告》技术支持组的组长Leo Meyer,以及技术支持组的成员:Sander Brinkman、Line van Kesteren、Noemie Leprince-Ringuet和Fijke van Boxmeer,感谢他们发挥自身的优势能力,承担艰巨的任务,为协调SYR的编写做出贡献。为了确保编写一份杰出的SYR,他们中的每个人都坚持不懈、任劳任怨。

我们要感谢IPCC秘书处的工作人员为支持本报告的编写、发布和出版而开展的工作和执行的大量任务: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。还要感谢Francis Hayes和Elhousseine Gouaini担任批准会议期间的会议官员。

我们感谢一些IPCC的成员国政府分别盛情主办了SYR规划会议、四次核心撰写组会议以及IPCC第40次届会,这些成员包括:比利时、挪威、荷兰、德国、马来西亚和丹麦。我们要对各国政府、WMO、UNEP和UNFCCC表示感谢,感谢其

为信托基金捐款，支持了各项支出。我们要特别感谢挪威和荷兰政府、韩国能源经济研究所为SYR技术支持组提供慷慨的财务支持，感谢荷兰环境评估局PBL和新德里能源和资源研究所为SYR技术支持组提供实物支持。我们还要感谢建立IPCC的两个上级组织所给予的支持：UNEP和WMO，特别要感谢WMO承办了IPCC秘书处并承办了第一次核心撰写组会议。我们要衷心地感谢UNFCCC，感谢其在编写工作的各个阶段予以的合作以及在相应场合中予以我们工作的认可。



IPCC主席
R.K. Pachauri



IPCC秘书
Renate Christ

献词



Stephen H. Schneider
(1945年2月11日至2010年7月19日)

Stephen H. Schneider是我们这个时代走在最前沿的气候科学家之一，谨以此政府间气候变化专门委员会（IPCC）第五次评估报告综合报告献给他，以示怀念。

Steve Schneider生于纽约，专攻等离子物理，早在近40年前就获得了气候科学领域的奖学金。通过不懈的努力，探索出该领域的新知识，为决策者和广大公众提供有关日益严重的气候变化问题的科学知识并提供对该问题的解决方案。在任何时候，Steve Schneider都是勇敢、直率地表达自己的观点。杰出的科学知识是推动他信念的力量。作为跨学科刊物《气候变化》的创始编辑人，他受到高度的尊敬，他本人也撰写了数以百计的书籍和论文，其中很多是与不同学科的科学家共同创作的。他与IPCC的合作开始于1990年发布的《第一次评估报告》，该报告在《联合国气候变化框架公约》的科学基础方面发挥了重要作用。随后，他作为主要作者、主要作者协调人和专家评审参与了多份评估报告的撰写工作，他还作为核心撰写小组的一员参与撰写了第四次评估报告的综合报告。他的一生和成就是激发该报告核心撰写小组不断努力的动力。Steve Schneider知识面广泛，精通若干学科，而这些学科正是气候科学固有多多样性的重要组成部分。

目录

前言

序	v
前言	vii
献词	xi

SPM

决策者摘要	2
SPM 1. 观测到的变化及其成因	2
SPM 2. 未来气候变化、风险和影响	8
SPM 3. 未来适应、减缓和可持续发展路径	17
SPM 4. 适应和减缓	26

主题

引言	35
文框说明1 不确定未来的风险和管理	36
文框说明2 说明评估成果的确定性水平	37

主题1：观测到的变化及其成因 39

1.1 观测到的气候系统变化	40
1.1.1 大气	40
1.1.2 海洋	40
1.1.3 冰冻圈	42
1.1.4 海平面	42
文框 1.1 最近的温度趋势及其影响	43
1.2 过去和近期的气候变化驱动因子	44
1.2.1 自然和人为辐射强迫	44
1.2.2 影响排放驱动因子的人类活动	45
1.3 气候变化的归因和影响	47
1.3.1 人与自然影响气候系统造成气候变化的归因	48
1.3.2 观测到的归因于气候变化影响	49
1.4 极端事件	53
1.5 暴露度和脆弱性	54
1.6 人类对气候变化的响应：适应和减缓	54

主题2：未来的气候变化、风险和影响 56

2.1 未来气候的关键驱动因子和预估基础	56
文框 2.1 地球气候系统建模存在的进展、可信度和不确定性	56
文框 2.2 典型浓度路径	57

2.2	气候系统的预估变化	58
2.2.1	大气温度	58
文框 2.3	测算气候变化风险、脆弱性和影响的模型与方法	58
2.2.2	水循环	60
2.2.3	海洋、冰冻圈和海平面	60
2.2.4	碳循环和生物地球化学	62
2.2.5	气候系统响应	62
2.3	气候变化造成的未来风险和影响	64
2.3.1	海洋、海岸沿线、陆地以及淡水生态系统及其服务	67
2.3.2	水、粮食和城市系统、人类健康、安全和民生	67
文框 2.4	关于气候变化的关切理由	72
2.4	2100年以后的气候变化、不可逆性以及气候突变	73
主题3:	未来适应、减缓和可持续发展路径	75
3.1	气候变化的决策基础	76
3.2	减缓和适应所降低的气候变化风险	77
3.3	适应路径的特点	79
文框 3.1	气候变化风险经济评估的局限性	79
3.4	减缓路径的特点	81
文框 3.2	温室气体度量标准和减缓路径	87
文框 3.3	二氧化碳消除和太阳辐射管理地球工程技术—可能的作用、方案、风险和现状	89
3.5	减缓、适应和可持续发展之间的相互作用	90
文框 3.4	共生效益和不良副作用	91
主题4:	适应与减缓	93
4.1	适应和减缓响应的常见扶持因素和限制因素	94
4.2	对适应的响应方案	95
4.3	对减缓的响应方案	98
4.4	适应和减缓的政策方法、技术和融资	102
4.4.1	适应与减缓的国际和区域合作	102
4.4.2	国家和国内政策	106
4.4.3	技术开发和转让	109
4.4.4	投资和融资	110
4.5	权衡取舍、协同效应和综合响应	112

附录	113
I. 用户指南	115
II. 术语表	117
III. 缩略语、化学符号和科学单位	131
IV. 作者和评审编辑	135
V. 专家评审	139
VI. 政府间气候变化专门委员会的出版物	143

本《综合报告》引用文献的出处

本报告引用的参考索引在每一段落后的斜体大括弧{ }中标出。

在决策者摘要中, 参考材料指本《综合报告》引言和各主题中用横线标出的章节、图、表和文框。

在长报告的引言和各主题中, 参考材料指《第五次评估报告》第一、第二和第三工作组 (WGI, WGII和WGIII) 的报告和其它IPCC报告(斜体大括弧中), 或指《综合报告》本身的其它章节(圆括号中)。

本报告使用了以下缩略语:

SPM: 决策者摘要

TS: 技术摘要

ES: 某一章的执行摘要

数字表示报告中的具体章节。

本《综合报告》引用的其它报告:

SREX: 《管理极端事件和灾害风险推进气候变化适应特别报告》

SRREN: 《可再生能源与减缓气候变化特别报告》

AR4: 《第四次评估报告》

气候变化 2014

综合报告

决策者摘要

引言

本综合报告的基础是政府间气候变化专门委员会(IPCC)三个工作组的报告,包括相关的特别报告。作为IPCC第五次评估报告(AR5)的最终部分,本报告提供了对气候变化的综合性观点。

本摘要与篇幅较长报告的结构一致,其中评估了以下几个主题:观测到的变化及其成因;未来的气候变化、风险和影响;未来的适应、减缓和可持续发展路径;适应和减缓。

在综合报告中,关键评估成果确定性的表达与工作组报告和特别报告是一致的。这种确定性是基于作者团队对基础性科学认知的评估,并表示为定性化信度水平(从非常低到非常高),在可能的情况下,还会使用一个定量的可能性(从极不可能到几乎确定)表示概率¹。在适当的情况下,成果也会作为事实的表述来表达,而不使用不确定性限定语。

本报告中包含与《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)第2条相关的信息。

SPM 1. 观测到的变化及其成因

人类对气候系统的影响是明显的,而近年来人为温室气体排放达到了历史最高值。近期的气候变化已对人类系统和自然系统产生了广泛影响。{1}

SPM 1.1 观测到的气候系统变化

气候系统变暖是毋庸置疑的。自20世纪50年代以来,许多观测到的变化在以前的几十年至几千年期间是前所未有的。大气和海洋已经升温,雪量和冰量出现下降,海平面已出现上升。{1.1}

自1850年以来的过去30年里,每10年的地球表面温度都依次比前一个10年的温度更高。在北半球有可能做此项评估的地方,从1983年至2012年可能是过去1400年里最热的30年(中等信度)。由线性趋势计算的结合陆地和海洋表面温度资料的全球平均值显示,从1880至2012年温度升高了0.85[0.65至1.06]°C²,关于这方面存在多个独立生成的资料集(图SPM.1a)。{1.1.1, 图 1.1}

除了确凿的多个年代际变暖,全球平均表面温度显示了大幅的年代际和年际变率(图SPM.1a)。由于这种自然变率,基于短期记录的趋势对于开始和结束日期非常敏感,所以在总体上没有反映长期气候趋势。例

¹ 每项成果都基于对基础性证据和一致性的评估。在许多情况下,证据和一致性二者一起构成信度。摘要中表示证据的术语有:有限、中等、确凿。表示一致性的术语有:低、中等、高。信度水平使用5个限定词表示:很低、低、中等、高和很高,并以斜体表示,如:中等信度。使用下列术语来评估某一成果或结果的可能性:几乎确定的概率为99–100%、很可能的概率为90–100%、可能的概率为66–100%、或许可能的概率为33–66%、不可能的概率为0–33%、很不可能的概率为0–10%、几乎不可能的概率为0–1%。还可酌情使用其它术语(极可能的概率为95–100%、多半可能的概率为>50–100%、多半不可能的概率为0–< 50%,极不可能的概率为0–5%)。可能性的评估均采用斜体字,如很可能。更多详情见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 和 F.W. Zwiers, 2010年:《IPCC第五次评估报告主要作者关于一致处理不确定性的指导说明》。政府间气候变化专门委员会(IPCC)瑞士日内瓦, 4 pp。

² 除非另有说明,方括号中或之前有‘±’的范围预计有90%的可能性是包括了正在评估的值。

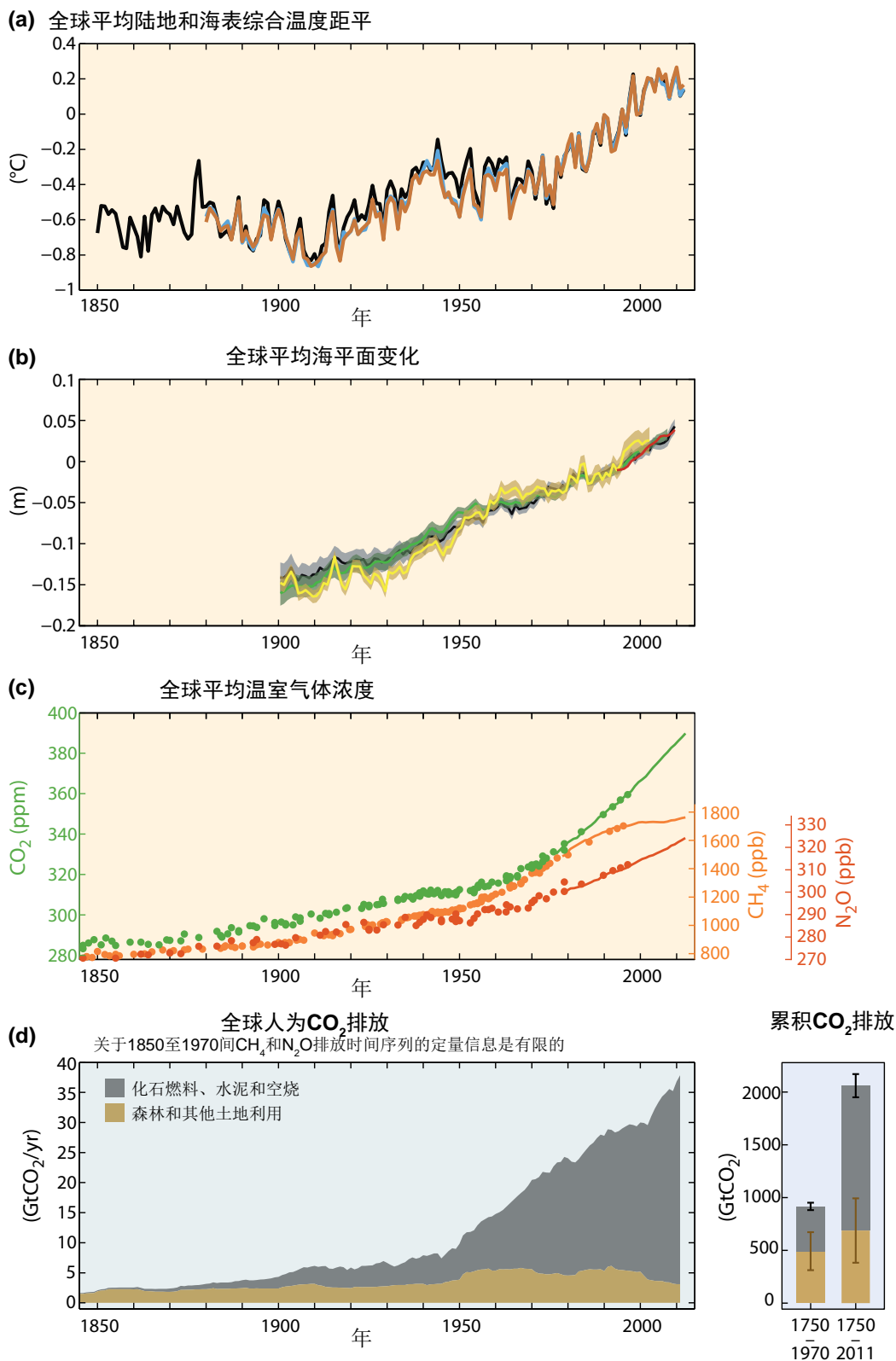


图 SPM.1 | 观测资料(黄色背景的图a、b、c)与排放(淡蓝色背景的图d)之间的复杂关系在第1.2节和主题1中讨论。观测资料 and 全球气候系统变化的其他指标。观测资料：(a)相对于1986至2005年期间均值的年度综合全球平均陆地和海洋表面温度距平。不同的颜色表示不同的资料集。(b)相对于运行时间最长的资料集内1986至2005年期间均值的年度全球平均海平面变化。不同的颜色表示不同的资料集。所有的资料集都经过协调，以使1993年具有相同的值，因为1993年是有卫星高度仪资料的第一年(红色)。经评估后的不确定性用带颜色的阴影区表示。(c)从冰芯资料(点)和直接大气测量(线)中确定的大气二氧化碳(CO₂，绿色)、甲烷(CH₄，橙色)和氧化亚氮(N₂O，红色)等温室气体的浓度。指标：(d)森林和其他土地利用、化石燃料燃烧、水泥生产和空烧造成的全球人为CO₂排放。这些来源排放的CO₂累积量及其不确定性分别在右侧的竖条和须线中显示。CH₄和N₂O累积排放量产生的全球效应见图c。1970-2010年温室气体排放资料见图SPM.2。{图1.1, 1.3, 1.5}

如,过去15年开始于一个很强的厄尔尼诺现象,其升温率(1998–2012; $0.05[-0.05至0.15]^{\circ}\text{C}$ 每10年)小于自1951年起计算的升温率(1951–2012; 每10年 $0.12[0.08至0.14]^{\circ}\text{C}$)。{1.1.1, 文框 1.1}

海洋变暖占气候系统中所储存能量增加的主要部分,占1971年到2010年间积累能量的90%以上(高信度),其中只有约1%存储在大气中。在全球尺度上,海洋表层温度升幅最大。1971–2010年期间,在海洋上层75米以上深度的海水温度升幅为每十年 $0.11[0.09至0.13]^{\circ}\text{C}$ 。几乎确定的是上层海洋(0–700米)从1971年至2010年出现了升温,并可能在19世纪70年代至1971年出现了升温。{1.1.2, 图1.2}

在北半球中纬度陆地区域平均而言,降水从1901年起出现了上升(在1951年以前为中等信度,1951年后为高信度)。其他纬度的区域平均长期趋势或正或负均为低信度。海洋表面盐度变化的观测结果也为海洋上全球水循环的变化提供了间接证据(中等信度)。很可能的是自上世纪50年代起蒸发占主导地位的高盐度地区的盐度变得更高,而降水占主导地位的低盐度地区的盐度变得更低。{1.1.1, 1.1.2}

自工业化时代开始以来,海洋吸收 CO_2 已造成了海洋的酸化;从对氢离子浓度的测量结果来看,海表水的pH值已下降了0.1(高信度),对应的酸度增加了26%。{1.1.2}

1992–2011年期间,格陵兰冰盖和南极冰盖的冰量一直在损失(高信度),而2002–2011年期间有可能达到更高速率。全球范围内的冰川几乎都在继续退缩(高信度)。北半球春季积雪范围在继续缩小(高信度)。具有高信度的是,由于表温升高和积雪的变化,自上世纪80年代初起多年冻土的温度在大多地区都出现了上升。{1.1.3}

1979–2012年间北极年均海冰范围有所缩小,缩小速度很可能是在每十年3.5%至4.1%的范围内。自1979年以来每个季节和连续每个十年北极海冰范围均已缩小,每十年平均范围的缩小速度在夏季最高(高信度)。在1979–2012年期间南极年均海冰范围很可能以每十年1.2%至1.8%区间的速度增加。然而,具有高信度的是,这一速率在南极存在很大的区域差异,有些区域在增加,有些区域却在减小。{1.1.3, 图1.1}

1901–2010年期间,全球平均海平面上升了 $0.19[0.17至0.21]$ 米(图SPM.1b)。自19世纪中期起海平面上升的速度就大于之前两个千年期间的平均速度(高信度)。{1.1.4, 图1.1}

SPM 1.2 气候变化的成因

自从工业化前时代起,人为温室气体的排放就出现了上升,当前已达到最高水平,这主要是由于经济和人口增长造成的。这造成大气二氧化碳、甲烷和一氧化二氮的浓度增加到了至少是过去80万年以来前所未有的水平。在整个气候系统中都已经探测到了这类影响以及其他人为驱动因素的影响,而且这些影响极有可能是自20世纪中叶以来观测到变暖的主要原因。{1.2, 1.3.1}

自从工业化前时代起,人为温室气体排放已经使大气中的二氧化碳(CO_2)、甲烷(CH_4)和一氧化二氮(N_2O)浓度出现了大幅增加(图SPM.1c)。1750年至2011年间,人为排放到大气中的累积 CO_2 为 $2040\pm 310\text{ GtCO}_2$ 。这些排放中的约40%留存在大气中($880\pm 35\text{ GtCO}_2$);剩余的 CO_2 从大气中移除,储存在陆地(植物和土壤)中和海洋中。海洋大约吸收了约35%的人为排放 CO_2 ,导致了海洋的酸化。1750年至2011年间约一半的人为 CO_2 排放是在最后40年间产生的(高信度)(图SPM.1d)。{1.2.1, 1.2.2}

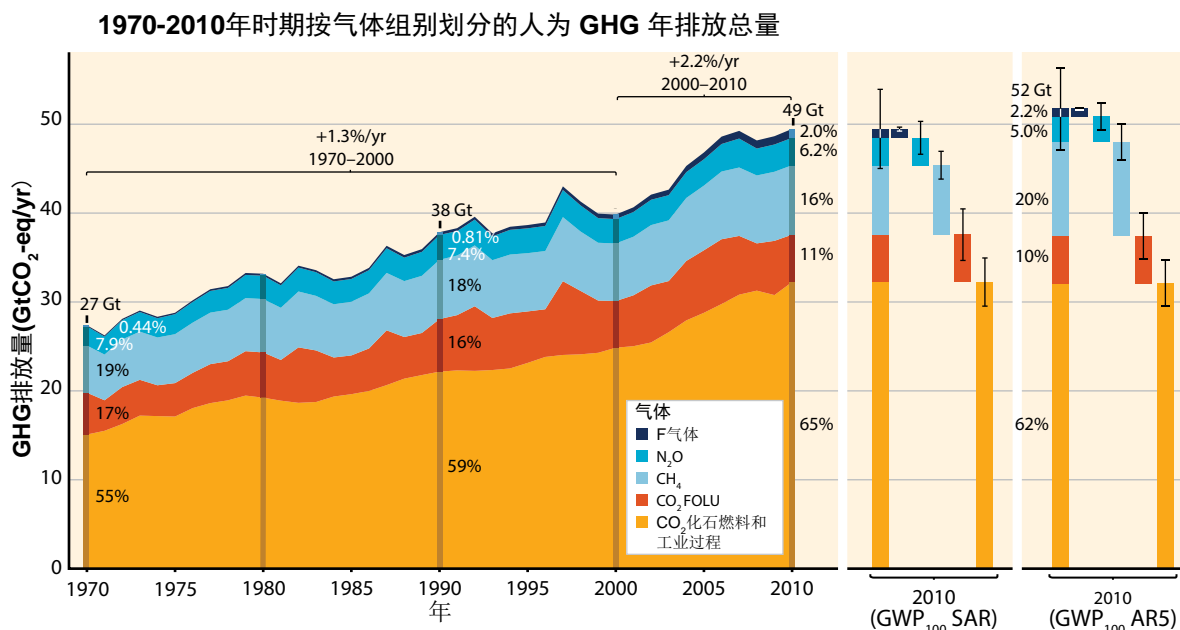


图 SPM.2 | 1970至2010年间不同气体的人为温室气体(GHG)年度总排放量 (吉吨CO₂当量每年, GtCO₂eq/yr): 来自化石燃料燃烧和工业过程的CO₂; 来自林业和其他土地利用(FOLU)的CO₂; 甲烷(CH₄); 氧化亚氮(N₂O); 京都议定书中包括的氟化气体(F-气体)。右边为2010年的排放量, 根据IPCC第二次评估报告(SAR)和AR5的数值交替使用了CO₂当量排放量加权。除非另有说明, 否则本报告中CO₂当量排放量包括根据SAR中100年全球变暖潜势值(GWP100)计算的一篮子京都气体(CO₂、CH₄、N₂O和F-气体)(见术语表)。使用AR5中最近的GWP100数值(右侧竖条)时, 由于甲烷的作用增加, 会造成较高的年度温室气体排放总量(52GtCO₂eq-yr⁻¹), 但不会明显改变长期的趋势。{图 1.6, 文框 3.2}

1970-2010年期间, 人为温室气体排放总量持续上升, 尽管气候变化减缓政策的数量不断增加, 2000-2010年期间的绝对增加量有所提高。2010年, 人为温室气体排放量达到 $49 \pm 4.5 \text{ GtCO}_2/\text{yr}^3$ 。1970-2010年期间化石燃料燃烧和工业过程的CO₂排放量占温室气体总排放增量的约78%, 与2000-2010年期间增量的百分比贡献率相近(高信度)(图SPM.2)。从全球来看, 经济发展和人口增长仍然是推动因化石燃料燃烧造成CO₂排放增加的两个最重要因素。2000-2010年期间, 人口增长的贡献率仍然保持与之前30年大致相同的水平, 但经济发展的贡献率急剧上升。煤炭用量的增加逆转了世界能源供应中逐渐实现脱碳(即, 降低能源碳强度)的长期趋势(高信度)。{1.2.2}

自《IPCC第四次评估报告(AR4)》以来, 有关人类对气候系统影响的证据已有所增加。极有可能的是, 观测到的1951-2010年全球平均表面温度升高的一半以上是由温室气体浓度的人为增加和其他人为强迫共同导致的。人类活动引起的变暖最佳估计值与这个时期观测到的变暖现象是相似的(图SPM.3)。人为强迫可能对20世纪中叶以来除南极洲之外的所有大陆表面温度升高起到了重要作用⁴。人为影响可能已影响了自1960年以来的全球水循环, 并导致了20世纪60年代以来的冰川退缩和1993年以来格罗兰冰盖表面的加大融化。人为影响很可能导致了1979年以来北极海冰的损耗, 而且很可能已对观测到的20世纪70年代以来全球海洋上层(0-700米)热含量增加以及全球平均海平面的上升起到了重要作用。{1.3, 图 1.10}

³ 除非另有说明, 本报告采用了《IPCC第二次评估报告》规定的数值, 根据100年全球变暖潜势值, 采用加权办法把温室气体排放量按照CO₂当量(GtCO₂ eq)排放来量化。{文框 3.2}

⁴ 对南极地区来说, 较大的观测不确定性导致人为强迫对现有台站观测到的变暖起到作用这一结论具有低信度。

1951–2010年期间造成观测地表温度变化的原因

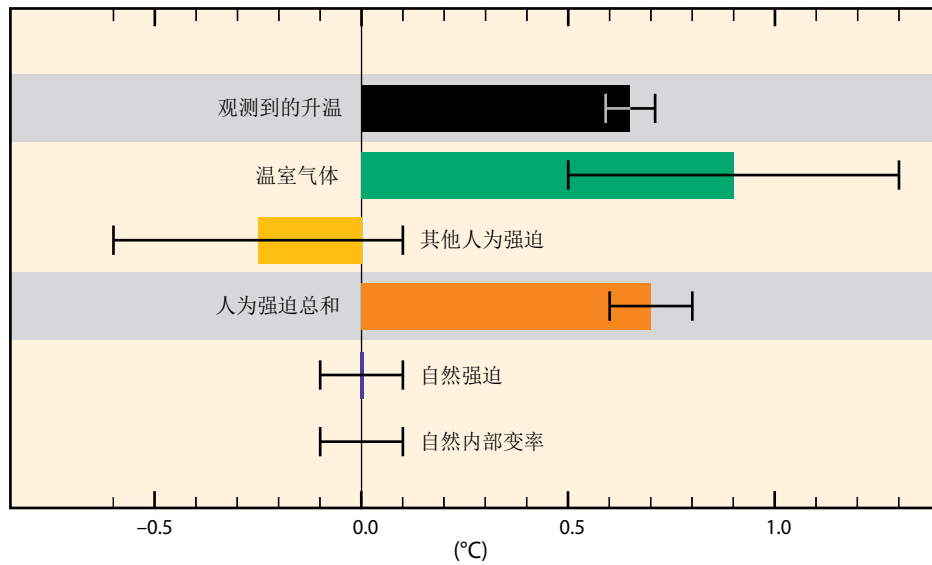


图 SPM.3 | 评估的1951–2010年期间由混合均匀的温室气体、其他人为强迫(包括气溶胶的冷却效应和土地利用变化效应)、综合人为强迫、自然强迫、自然内部气候变率(甚至在没有强迫的情况下在气候系统内部自发发生的气候变率的组成部分)造成的变暖趋势的可能性范围(须线)及其中值(竖条)。观测到的表面温度变化以黑色表示,由观测上的不确定性造成的不确定性范围为5-95%。归因的变暖范围(不同颜色)是基于观测与气候模式模拟的结合,目的是评估单个外部强迫对于观测到的变暖的作用。对综合人为强迫作用的估算与对温室气体和其他人为强迫作用的分开估算相比,前者的不确定性可小于后者。这是因为这两种作用可互相部分抵消,从而产生综合信号,而这种信号可被观测结果更好地加以限定。{图1.9}

SPM 1.3 气候变化的影响

最近几十年,气候变化已经对所有大陆上和海洋中的自然系统和人类系统造成了影响。不管其成因为何,上述影响是由观测到的气候变化造成的,这说明自然系统和人类系统对气候的变化非常敏感。{1.3.2}

从证据上看,观测到的气候变化对自然系统的影响是最强、最全面的。在许多地区降水量变化或冰雪融化正在改变水文系统,从而影响水资源的数量和质量(中等信度)。为了应对不断发生的气候变化,许多陆地、淡水和海洋物种已经改变了其地理分布范围、季节活动、迁徙规律、丰度和物种交互(高信度)。对人类系统的一些影响也已被归因于气候变化,而气候变化的作用虽然有主要、有次要,但其有别于其他影响(图SPM.4)。许多研究涉及多个地区和多种作物,对这些研究结果所作的评估表明,更多情况下气候变化对作物产量的影响是负面的而非正面的(高信度)。在海洋酸化对海洋生物的影响中一些影响已被归因于人类活动的影响(中等信度)。{1.3.2}

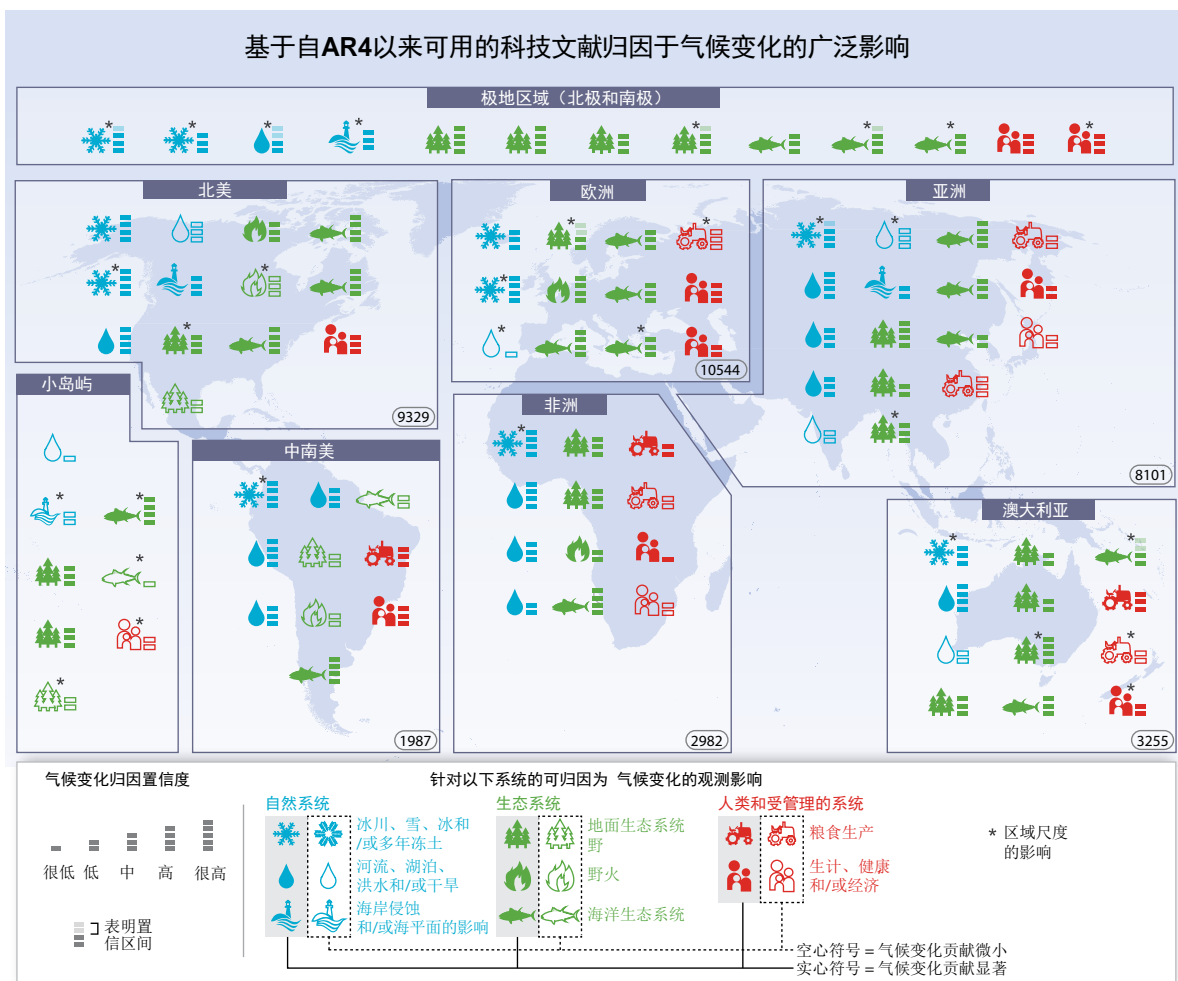


图 SPM.4 | 根据自IPCC第四次评估报告(AR4)之后的科学文献, 现在能够将近几十年大量更多的影响归因于气候变化。归因需要对气候变化的作用拿出明确的科学证据。图中没有增加归因于气候变化的影响不表明此类影响没有出现。支持归因影响的文献反映了知识库在不断扩大, 但是很多地区、系统和过程的有关文献目前仍然非常有限, 这彰显了在数据和研究方面存在空白。符号表示归因影响的类别、气候变化对观测到的影响的相对作用(主要或次要)、和归因的置信度。每一个符号表示第二工作组报告的表SPM.A1中的一个或多个条目, 是按照区域尺度的相关影响作的分组。椭圆圈内的数字表示从2001至2010年关于该地区气候变化文献的总数, 依据是Scopus目录数据库中在标题、摘要或关键词中提到过具体国家的英文出版物(截至2011年7月)。这些数字反映了各区域现有关于气候变化科学文献的总体情况; 它们不能反映每个地区支持气候变化影响归因的出版物数量。用于归因评估文献的挑选遵循了IPCC第二工作组第18章确定的科学证据标准。关于极地区域和小岛屿的研究并入到临近的大洲研究。归因分析考虑的出版物源于第二工作组AR5中评估过的更多文献。对归因影响的描述可参见第二工作组表SPM.A1。{图 1.11}

SPM 1.4 极端事件

自1950年前后以来已观测到了许多极端天气和气候事件的变化。这些变化中, 有些变化与人类影响有关, 其中包括低温极端事件的减少、高温极端事件的增多、极高海平面的增多以及很多区域强降水事件的增多。{1.4}

很可能在全球范围冷日和冷夜的数量已经减少, 暖日和暖夜的数量已经增加。热浪的频率在欧洲、亚洲和澳大利亚等大部分地区可能都有所增加。人类影响很可能对自20世纪中期起观测到的全球范围极端日温

度的频率和强度变化起到了作用。人类影响*可能*使一些地方出现热浪的概率增加了一倍以上。由于观测到的升温,致使一些地区与炎热有关的人类死亡率有所上升,与寒冷有关的人类死亡率有所下降,这一点具有*中等信度*。{1.4}

*可能*强降水事件增多的陆地地区的数量多于减少的地区。最近发现的一些流域的极端降水和泄流量的增加趋势说明在区域尺度有更高的洪水风险(*中等信度*)。极端海平面(例如风暴潮期间出现的极端海平面)*可能*自1970年起出现了上升,这主要是上升的平均海平面的结果。{1.4}

最近与气候相关极端事件如热浪、干旱、洪水、气旋和野火所产生的影响说明一些生态系统和许多人类社会针对当前的气候变率存在着显著脆弱性和暴露度(*很高信度*)。{1.4}

SPM 2. 未来气候变化、风险和影响

持续的温室气体排放将会导致气候系统所有组成部分进一步变暖并出现长期变化,会增加对人类和生态系统造成严重、普遍和不可逆影响的可能性。要限制气候变化将要求大幅、持续的减少温室气体排放,结合适应则能够限制气候变化的风险。{2}

SPM 2.1 未来气候的关键驱动因子

CO₂的累积排在很大程度上会决定21世纪末期及以后的全球平均表面变暖。对温室气体排放的各种预估差别很大,这取决于社会经济发展和气候政策。{2.1}

人为温室气体排放量主要受人口规模、经济活动、生活方式、能源利用、土地利用模式、技术和气候政策的驱动。“典型浓度路径(RCP)”可根据上述因素进行各种预估,表述在四种不同路径下21世纪温室气体排放及其大气浓度、空气污染物排放和土地利用的情况。RCP中包括一类严格减缓情景(RCP2.6)、两类中度排放情景(RCP4.5和RCP6.0)和一类温室气体很高排放情景(RCP8.5)。未采取额外限制排放的情景(“基线情景”)会造成位于RCP6.0和RCP8.5之间的各种路径(图SPM.5.a)。RCP2.6代表的是旨在有*可能*将全球变暖幅度控制在不超过工业化以前温度2°C的情景。RCP与第三工作组评估文献中所涉及的广泛情景是一致的⁵。{2.1, 文框2.2, 4.3}

多重证据链表明,无论是在各类RCP情景下还是第三工作组分析过的更宽泛的减排情景中都显示,CO₂累积排放和预估到2100年的全球温度变化之间存在很强的、几乎是线性的一致关系(图SPM.5.b)。任何水平的升温程度都与一定范围的CO₂累积排放有关⁶,所以,举个例子,前几十年如果CO₂排放量较大,则意味着后几十年需要较低的排放。{2.2.5, 表 2.2}

⁵ 根据到2100年的CO₂当量浓度(CO₂-eq)对大约300个基线情景和900个减缓情景进行了分类。CO₂当量包括所有GHG(包括卤化气体和对流层臭氧)、气溶胶和反照率变化造成的强迫。

⁶ 对这一CO₂排放范围的量化需要考虑到非CO₂驱动因子。

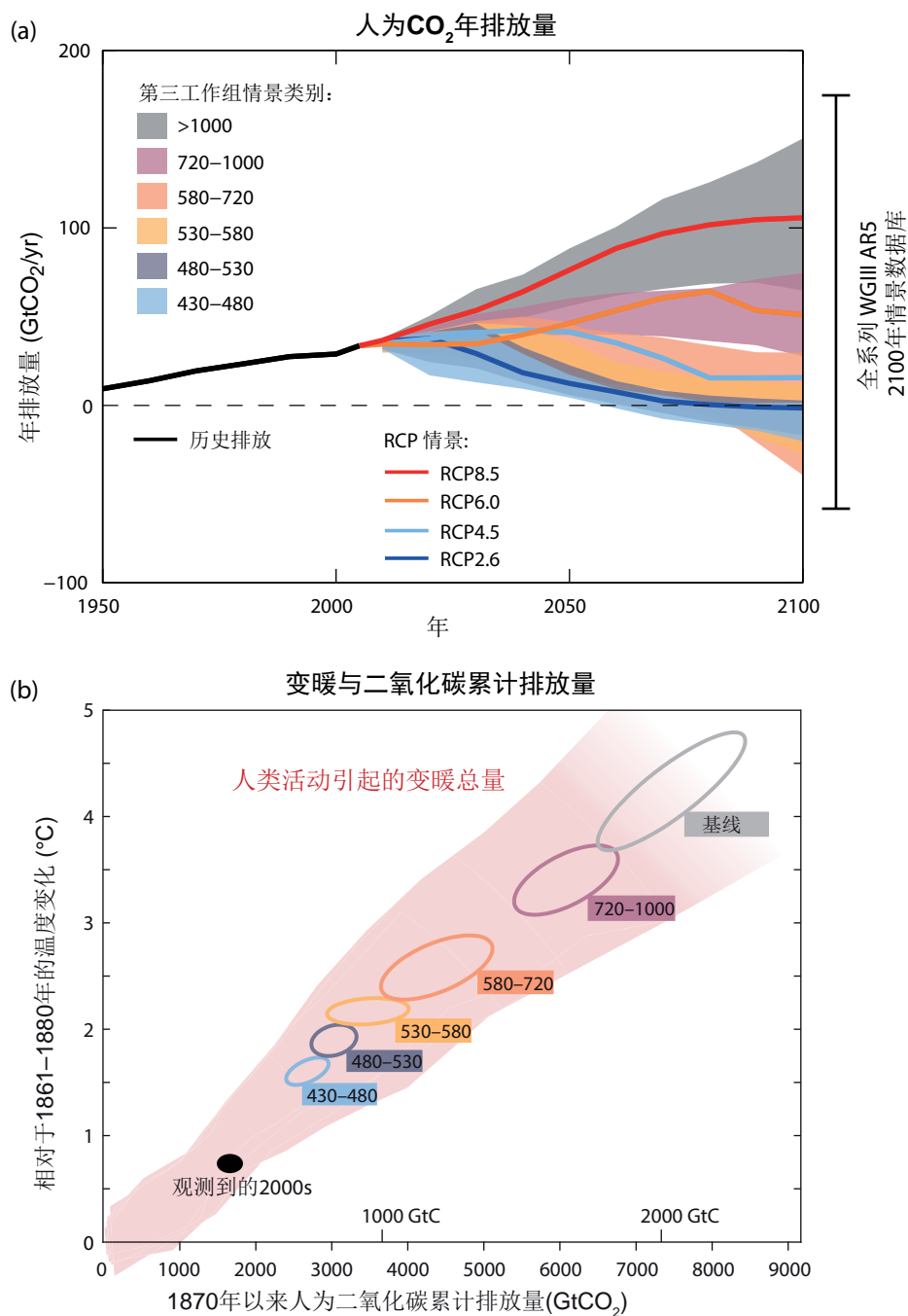


图 SPM.5 | (a)只是典型浓度路径中的CO₂排放(线条)以及第三工作组使用的相关情景类别(彩色区域表示5-95%的范围)。第三工作组使用的情景类别归纳了科学文献中发布的广泛排放情景,是根据在2100年CO₂当量浓度水平(单位: ppm)来进行分类的。图1的文框2.2给出了其它温室气体排放总量的时间序列。(b)根据多重证据链获得的全球表面平均温度上升与全球CO₂累计净排放总量的函数关系填图。羽状彩色部分是指通过一系列由历史排放驱动的气候-碳循环模式以及四类RCP(时间尺度是从目前一直到2100年)获得的过去和未来预估值区间,其色彩随着现有模式数量的减少逐渐变淡。椭圆代表从第三工作组使用的情景类别中某一个简单气候模式(气候响应中值)获得的2100年人为变暖总体幅度与1870-2100年期间CO₂累积排放的关系。椭圆表示的温度呈现一定宽度,这是由于非CO₂气候驱动因子对不同情景造成的影响。实心黑色椭圆表示观测到的至2005年的排放和2000-2009这10年观测到的温度及其相关不确定性。{文框 2.2, 图1; 图 2.3}

多模式结果显示,如果要在概率高于66%的情况下⁷将人类造成的温升幅度总量控制在不超过1861-1880年期间温度的2°C,则需要将自1870年以来所有人为来源的CO₂累积排放量控制在约2900 GtCO₂(在2550-3150 GtCO₂之间,取决于非CO₂驱动因子)以下。到2011年已经排放了大约1900 GtCO₂⁸。更多背景情况见表2.2。{2.2.5}

SPM 2.2 气候系统的预估变化

所有经过评估的排放情景都预估表面温度在21世纪呈上升趋势。很可能的是,热浪发生的频率更高,时间更长,很多地区的极端降水的强度和频率将会增加。海洋将持续升温 and 酸化,全球平均海平面也将不断上升。{2.2}

除非另作说明,SPM第2.2节中提及的2081-2100年期间的预估变化都是相对于1986-2005年期间而言的。

未来的气候状况取决于过去人为排放造成的持续变暖、未来的人为排放以及气候自然变率。四类RCP情景显示出类似变化,2016-2035期间全球平均表面温度可能比1986-2005年期间升高0.3°C-0.7°C(中等信度)。其中假设不发生重大火山喷发或某些自然来源(例如,CH₄和N₂O)的重大变化,或太阳总辐射的意外变化。到21世纪中期,预估的气候变化幅度在很大程度上取决于选择的是何种排放情景。{2.2.1, 表 2.1}

RCP4.5、RCP6.0和RCP8.5情景均预估,相对于1850-1900年,21世纪末期(2081-2100年)全球表面温度变化可能超过1.5°C(高信度)。其中在RCP6.0和RCP8.5情景下升温有可能超过2°C(高信度),在RCP4.5情景下多半可能超过2°C(中等信度),但在RCP2.6情景下不太可能超过2°C(中等信度)。{2.2.1}

到21世纪末期(2081-2100年),在RCP2.6情景下的全球表面平均温度有可能比1986-2005年期间上升0.3°C-1.7°C,在RCP4.5情景下有可能是1.1°C-2.6°C,在RCP6.0情景下有可能是1.4°C-3.1°C,而在RCP8.5情景下有可能是2.6°C-4.8°C⁹。北极地区的变暖速率将继续高于全球平均(图SPM.6.a,图SPM.7.a)。{2.2.1, 图 2.1, 图 2.2, 表 2.1}

几乎确定的是,随着全球表面平均温度上升,大部分陆地地区逐日和季节时间尺度上发生高温极端事件的频率将增高,而低温极端事件的频率将降低。热浪很可能将会更为频繁发生,持续时间将会更长。偶发性冬季极端低温将会继续发生。{2.2.1}

⁷ 在概率大于50%和33%的情况下将温升幅度控制在不超过2°C的排放量要求分别是3000 GtCO₂(2900-3200 GtCO₂区间)和3300 GtCO₂(2950-3800 GtCO₂区间)。温升限制越严格,则意味着累积排放量越严厉,反之亦然。

⁸ 这相当于在概率>66%的情况下将温升控制在2°C以下所需2900 GtCO₂的约三分之二;在概率>50%的情况下将温升控制在2°C以下所需总量3000 GtCO₂的约63%;在概率>33%的情况下将温升控制在2°C以下所需总量3300 GtCO₂的约58%。

⁹ 1986-2005年期间的温度比1850-1900年大约高出0.61[0.55至0.67]°C。{2.2.1}

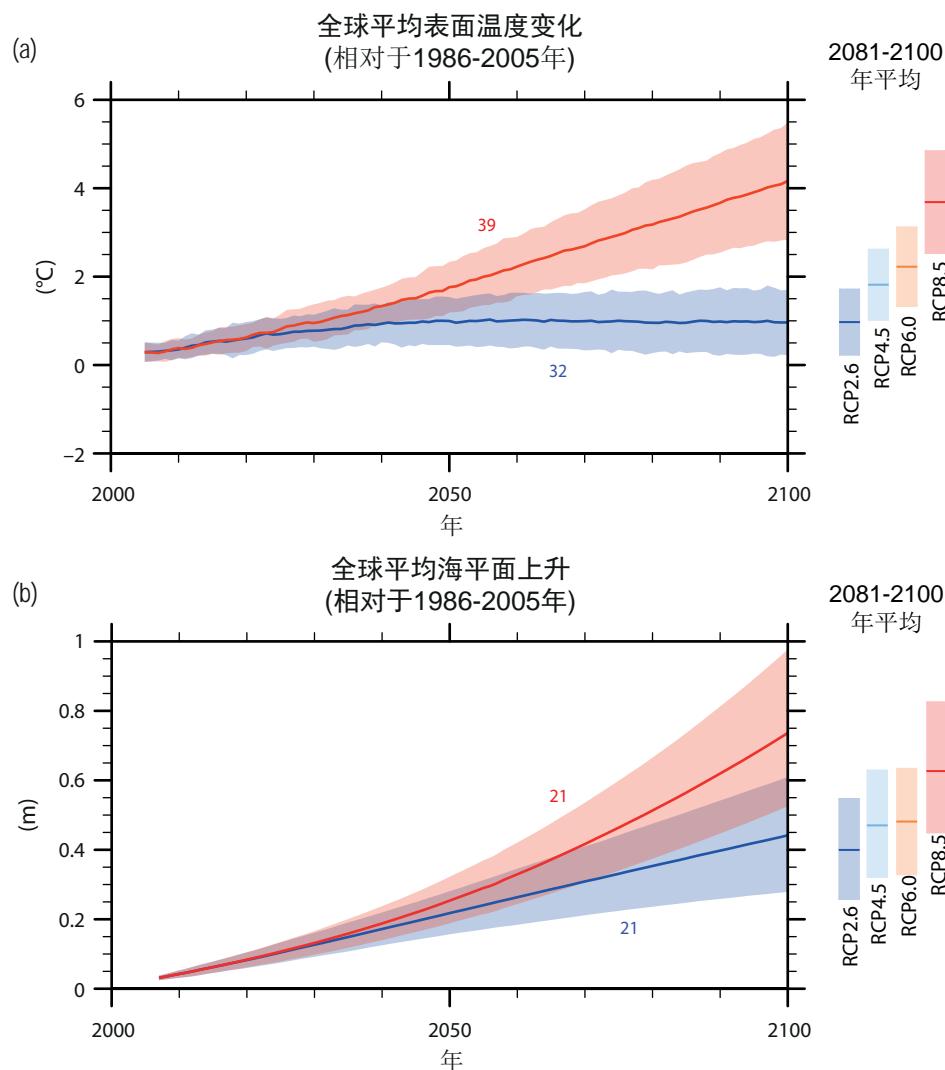


图 SPM.6 | 根据多模式模拟确定的2006-2100年全球平均表面温度变化(a)和全球平均海平面上升¹⁰(b)。所有变化都是相对于1986-2005年。图中给出了情景RCP2.6(蓝色)和RCP8.5(红色)的预估时间序列和不确定值范围(阴影)。每张小图右侧以彩色柱状表示所有RCP情景下2081-2100年期间的平均不确定性和相关不确定性。图中还标示出了计算多模式平均所用的耦合模式互比项目第5阶段(CMIP5)的模式数量。{2.2, 图2.1}

未来降水的变化趋势是不一致的。在RCP8.5情景下,高纬地区和赤道太平洋地区的年平均降水可能出现增加。在RCP8.5情景下,在许多中纬度地区和亚热带干燥地区,平均降水可能会减少,而许多中纬度湿润地区,平均降水可能会增加(图SPM.7b)。在大部分中纬度陆地地区和湿润的热带地区,极端降水事件很可能强度更大,频率更高。{2.2.2, 图2.2}

21世纪全球海洋将持续变暖,预估海洋变暖最强的区域是热带和北半球副热带地区的海洋表面(图SPM.7a)。{2.2.3, 图2.2}

¹⁰ 根据目前的认识(通过观测、物理性认识和模拟),只有南极冰盖的海洋部分崩塌才会造成21世纪全球海平面上升显著高于可能范围。具有中等信度的是,21世纪这种额外贡献造成的海平面上升不会超过零点几米。

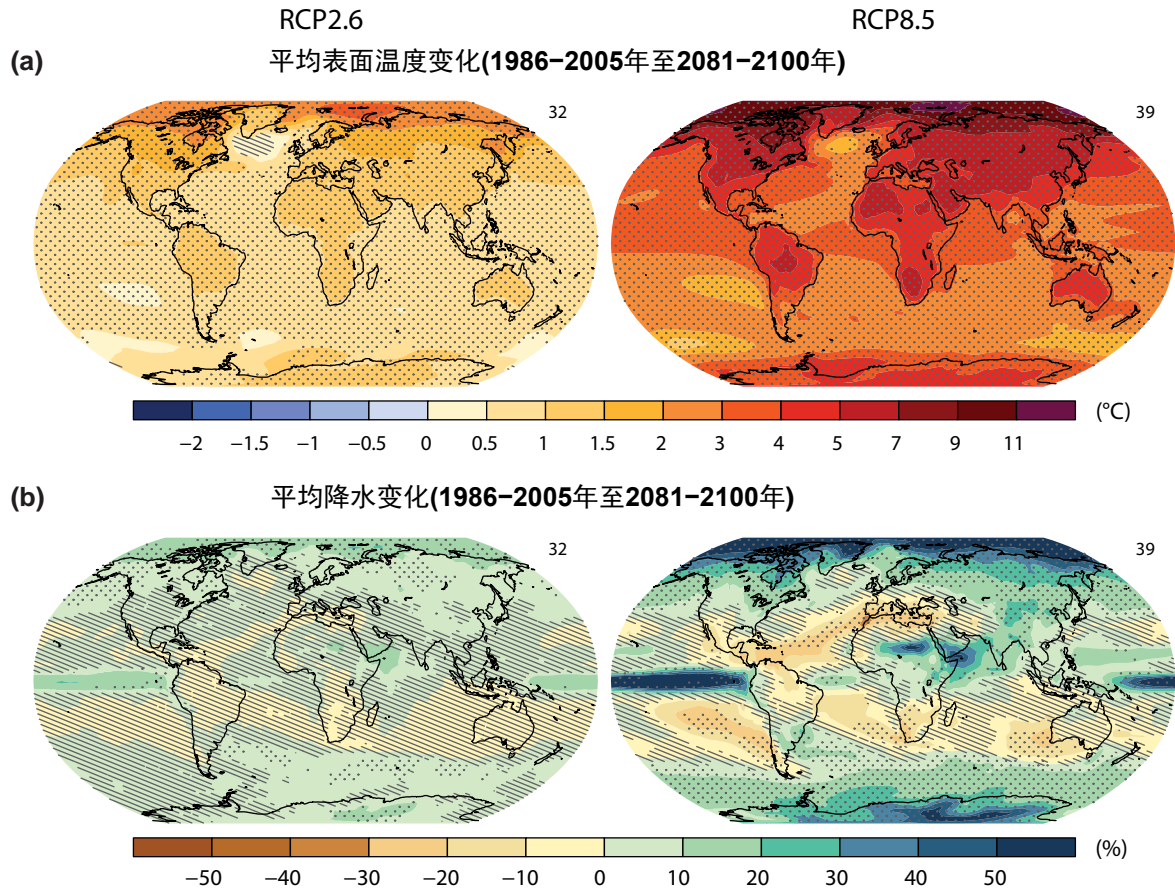


图 SPM.7 | 在RCP2.6情景(左)和RCP8.5情景(右)下, 相对于1986–2005年, 2081-2100年基于多模式平均预估值的(a)平均表面温度变化和(b)平均降水变化。每张小图右上角标注了用于计算多模式平均的模式数量。点绘部分(即点状)表示与自然内部变率相比预估出现重大变化的地区以及至少90%的模式一致显示变化信号的地区。阴影部分(即斜线)表示预估变化小于自然内部变率一个标准差的地区。{2.2, 图2.2}

地球系统模式预估到21世纪末, 在所有RCP情景下, 全球海洋酸化增加, 在RCP2.6情景下, 至本世纪中期后将缓慢恢复。在RCP2.6情景下, 表面海洋pH值的下降范围为0.06到0.07(酸度增加15%到17%), 在RCP4.5情景下为0.14到0.15(38%到41%), 在RCP6.0情景下为0.20到0.21(58%到62%), 在RCP8.5情景下为0.30到0.32(100%到109%)。{2.2.4, 图2.1}

在所有RCP情景下, 预估北极海冰全年减少。在RCP8.5¹¹情景下, 到本世纪中期之前, 在9月份海冰最少的夏季, 可能北冰洋几近无冰¹²(中等信度)。{2.2.3, 图2.1}

几乎确定的是, 随着全球平均地面温度上升, 北半球高纬度地区近地表多年冻土范围将减小, 多模式平均值预估, 近地表(上层3.5米)多年冻土面积会减少37%(RCP2.6)到81%(RCP8.5)(中等信度)。{2.2.3}

除了南极周边的冰川之外(不包括格陵兰冰盖和南极冰盖), 全球冰川体积在RCP2.6情景下预估减少15%到55%, 在RCP8.5情景下35%到85%(中等信度)。{2.2.3}

¹¹ 基于对最接近重现气候平均状态和1979–2012年北极海冰范围的模式子集的评估。

¹² 海冰范围至少连续五年小于100万km²。

自AR4以来,对海平面变化的了解和预估有了显著的提高。全球平均海平面将在21世纪继续上升,速度很可能超过1971年至2010年观测到的速度。相对于1986-2005年,在2081-2100年间,海平面升幅在RCP2.6情景下可能为0.26到0.55米,在RCP8.5情景下可能为0.45到0.82米(中等信度)¹⁰(图SPM.6b)。各地区的海平面升幅并不一致。到21世纪末,在约95%以上的海洋地区,海平面很可能将会上升。全球大约70%的海岸线预估将出现海平面变化,范围在全球平均值的±20%之内。{2.2.3}

SPM 2.3 气候变化造成的未来风险和影响

气候变化将放大对自然和人类系统的现有风险并产生新的风险。风险分布不均,并且通常对各发展水平国家的弱势群体和社区的影响更大。{2.3}

气候相关影响造成的风险源于气候相关灾害(包括灾害事件和趋势)与人类和自然系统的脆弱性和暴露度相互作用,包括这些系统的适应能力。变暖的上升速度和幅度及气候系统的其他变化,伴随海洋酸化,会加大造成严重、普遍且在有些情况下是不可逆的有害影响的风险。有些风险尤其是个别地区所特有的(图SPM.8),而其他则是全球性的。限制气候变化的速度和幅度(包括海洋酸化)可降低未来气候变化影响带来的总体风险。足以引发突变和不可逆变化的确切气候变化程度仍然不确定,但随着温度的不断升高,与超过此类阈值产生的相关风险会增加(中等信度)。对风险评估而言,重要的是评估影响的最大可能范围,包括后果严重的低概率结果。{1.5, 2.3, 2.4, 3.3, 文框引言.1, 文框2.3, 文框2.4}

在21世纪及之后,大部分物种面临着气候变化造成的更大的灭绝风险,尤其是由于气候变化可与其他压力源发生相互作用(高信度)。在多数景观中,大部分植物物种均无法足够快地自然转换其地理范围,无法跟上当前预估的高速气候变化;在本世纪,平坦景观中,多数小型哺乳动物和淡水软体动物将无法跟上在RCP4.5及以上情景下预估的速度(高信度)。观测表明过去数百万年自然形成的全球气候变化的速度低于目前人为气候变化速度,但仍造成了生态系统的重大变化和物种灭绝,因此未来存在高风险。海洋生物将面临氧气含量逐渐下降及高速和大幅度的海洋酸化(高信度),且海洋温度极端事件上升将加剧相关的风险(中等信度)。珊瑚礁和极地生态系统将极为脆弱。海岸系统和低洼地区将面临海平面升高带来的风险,即使全球平均温度保持稳定,这一趋势也将持续数个世纪(高信度)。{2.3, 2.4, 图2.5}

预估气候变化会影响粮食安全(图SPM.9)。根据预估的21世纪中期及之后的气候变化,全球海洋物种的重新分布以及敏感地区海洋生物多样性的减少,都将对渔业生产力及其他生态系统服务的持续提供带来挑战(高信度)。对于热带和温带地区的小麦、水稻和玉米而言,在没有适应措施,且局地温度升幅比20世纪末水平高2°C以上的情况下,预估气候变化会给生产带来不利的影 响,尽管个别地区可能受益(中等信度)。全球温度升幅比20世纪末水平高~4°C或以上¹³,以及不断加大的粮食需求,会对全球粮食安全带来巨大风险(高信度)。在大多数干燥的副热带地区,预估气候变化会减少可再生的地表水和地下水资源(证据确凿,一致性高),会加剧行业间对水的争夺(证据有限,一致性中等)。{2.3.1, 2.3.2}

¹³ 相对于1986-2005年,在所有RCP情景下,预估的2081-2100年陆地平均升温大于全球平均升温。关于区域预估可参见图SPM.7。{2.2}

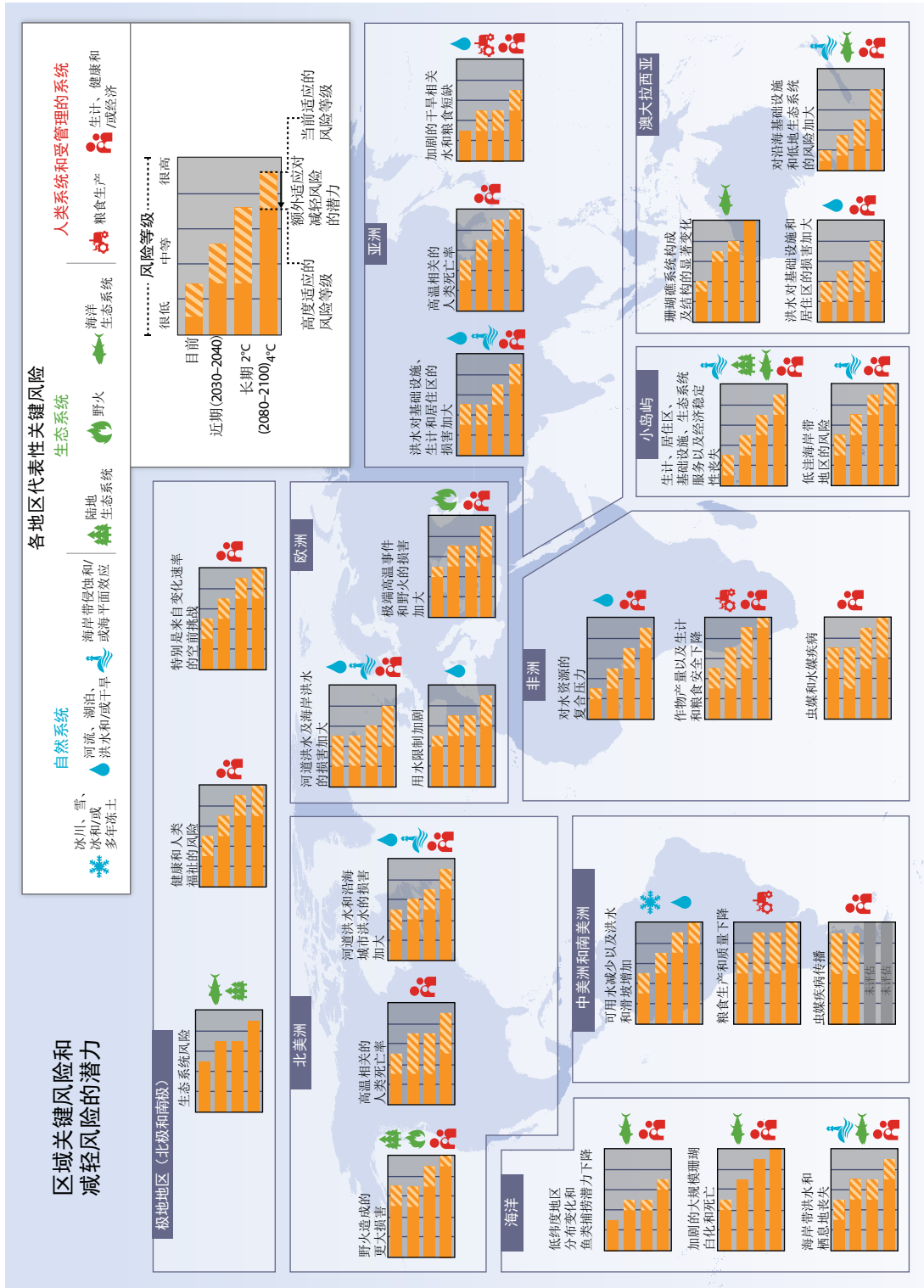
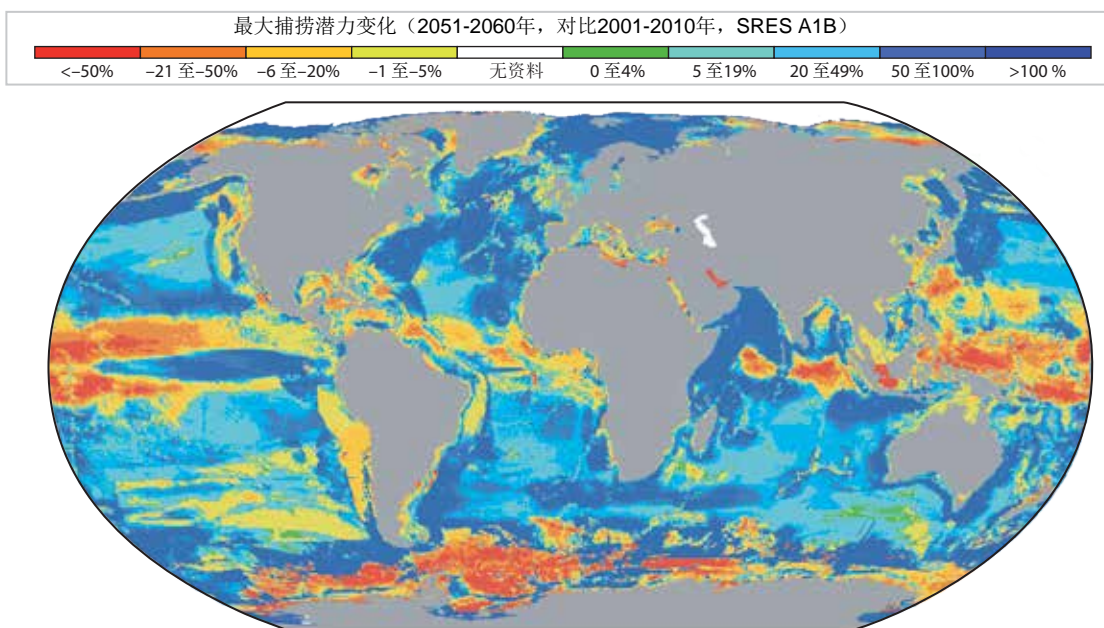


图 SPM.8 | 各地区的代表性关键风险¹⁴，包括通过适应和减缓降低风险的潜力以及适应的极限。各关键风险被评定为：很低、低、中等、高或很高。风险等级被分为三个时段表述：目前、近期（此处为2030-2040年）和长期（此处为2080-2100年）。在近期，在所有不同排放情景下，预估的全球平均温度上升幅度没有显著的差异。对长期而言，列出了未来两种可能的风险等级（全球平均温度上升高于工业化前水平2°C和4°C）。图中标示出在延用目前的适应方案以及假定使用目前或未来的高级适应方案情况下各时段的风险等级。风险等级未必具有可比性，尤其是区域间的风险等级。{图2.4}

¹⁴ 对关键风险的确定是基于专家判断，利用了下列具体标准：影响的程度大、概率高或不可逆性；影响的时效性；促成风险的持续脆弱性或暴露度；或通过适应或减缓减轻风险的潜力有限。

气候变化给粮食生产带来风险

(a)



(b)

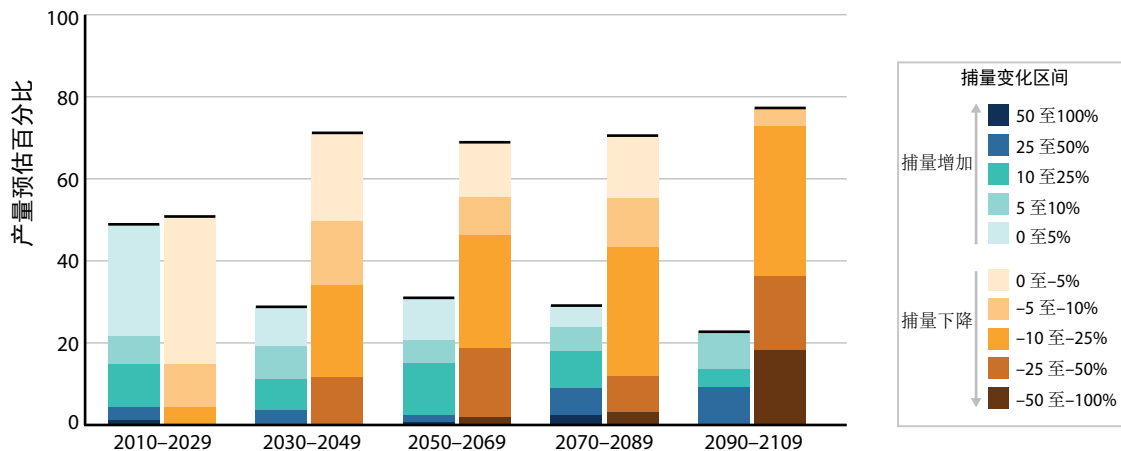


图 SPM.9 | (a)对大约1000种海洋鱼类和无脊椎物种的最大捕捞潜力在全球分布范围变化的预估。基于中到高变暖情景下的单一气候模式,在不分析过度捕鱼或海洋酸化的潜在影响情况下,利用海洋条件可预估比较2001-2010年以及2051-2060年的10年期平均值。(b)21世纪气候变化导致的作物(主要是小麦、玉米、水稻和大豆)产量的预估变化摘要。每个时段资料的总和为100%,表示产量增减的预估百分比。本图包括在不同排放情景下热带和温带地区的预估值以及有和没有适应措施情况下的预估值(基于1090个资料点)。作物产量的变化是相对于20世纪后期的水平。{图2.6a, 图2.7}

到本世纪中期,预估气候变化将影响到人类健康,主要是不断加剧已有的健康问题(很高信度)。与没有气候变化的基线相比,在整个21世纪,预计气候变化会导致许多地区,特别是低收入的发展中国家的健康不良状况进一步加剧(高信度)。在RCP8.5情景下,到2100年,预计在某些地区在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)。{2.3.2}

在城市地区,预估气候变化将增加对人类、财产、经济和生态系统的风险,包括来自高温胁迫、风暴和极端降水、内陆和海岸洪水、滑坡、空气污染、干旱、水资源短缺、海平面上升和风暴潮等风险(很高信度)。对

于那些缺乏必要基础设施和服务或居住在暴露地区的群体面临的风险更大。{2.3.2}

农村地区预计会面临对水资源可利用性及其供应、粮食安全、基础设施及农业收入的重大影响,包括全球粮食和非粮食作物产区的变化(高信度)。{2.3.2}

总经济损失会随温度的不断上升而增速(证据有限,一致性高),但目前难以估算气候变化给全球经济造成的影响。从贫困角度而言,预估气候变化的影响会减缓经济发展、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,后者在城市地区及饥荒的新重点地区尤为突出(中等信度)。在国际方面,诸如国家间的贸易和关系同样对于了解区域尺度气候变化的风险也非常重要。{2.3.2}

预估气候变化会加剧人类迁移(证据量中等,一致性高)。那些缺乏有计划迁移资源的人群更易受极端天气事件的影响,尤其是在低收入的发展中国家。气候变化会扩大那些记录详实的冲突诱因(如贫困和经济冲击)从而间接增加暴力冲突的风险(中等信度)。{2.3.2}

SPM 2.4 2100年后的气候变化、不可逆性和突变

即使人类停止温室气体排放,气候变化的许多方面以及相关影响也将持续数个世纪。随着变暖幅度的加大,突变或不可逆变化的风险将增加。{2.4}

在除了RCP2.6情景之外的所有RCP情景下,变暖将持续到2100年之后。在人为二氧化碳净排放完全停止后,表面温度仍将多个世纪基本保持在较高的水平上。二氧化碳排放造成的人为气候变化,大部分在多个世纪到千年时间尺度上是不可逆的,除非在持续时期内大量净清除大气中的二氧化碳。{2.4, 图2.8}

全球平均表面温度保持稳定并不意味着气候系统各方面的稳定。生物群落、土壤碳、冰盖、海洋温度等方面的变化及相关的海平面上升均有其本身内在的长时间尺度,这在全球表面温度稳定后,仍将导致持续数百年到数千年的变化。{2.1, 2.4}

具有高信度的是,如果继续排放二氧化碳,海洋酸化将持续加剧数个世纪,并将严重影响海洋生态系统。{2.4}

几乎确定的是,全球平均海平面到2100年后仍将持续上升许多世纪,上升幅度取决于未来的排放。千年以上时间中格陵兰冰盖的消失以及相关海平面上升7米的阈值是全球升温比工业化前的温度大约高1°C以上(低信度)但在4°C以下(中等信度)。南极冰盖有可能出现突然和不可逆的冰量损失,但目前的证据和认知不足以做出量化评估。{2.4}

中等排放情景到高排放情景下气候变化的幅度和速度可给海洋、陆地和淡水生态系统(包括湿地)的成分、结构和功能等方面带来区域尺度更大的突变和不可逆变化风险(中等信度)。随着全球温度持续上升,几乎确定的是多年冻土范围会减小。{2.4}

SPM 3. 未来适应、减缓和可持续发展路径

适应和减缓是减轻和管理气候变化风险相辅相成的战略。未来几十年的显著减排可降低21世纪及之后的气候风险、提升有效适应的预期、降低长期减缓的成本和挑战并可促进有气候抗御力的可持续发展路径。{3.2, 3.3, 3.4}

SPM

SPM 3.1 气候变化的决策基础

鉴于治理、道德方面、公平、价值判断、经济评估和对风险及不确定性的不同理解和响应的重要性，因此利用各类分析方法来评估预期的风险和效益可为做出限制气候变化及其影响的有效决策提供依据。{3.1}

可持续发展和公平可为评估气候政策奠定基础。为实现可持续发展和公平，限制气候变化影响十分必要，包括消除贫困。各国在过去和未来向大气中排放的GHG累积量各不相同，且各国也面临着不同的挑战及境遇，开展减缓与适应的能力也不相同。减缓和适应涉及公平、公正和正义等问题。许多对气候变化最脆弱的国家曾经或目前鲜有GHG排放。推迟减缓会将目前的负担转嫁到未来，对新出现的影响没有充分的适应响应正在削弱可持续发展的基础。与可持续发展相一致的全面气候变化响应战略考虑到适应和减缓方案中可能产生的协同效益、不利副作用和风险。{3.1, 3.5, 文框3.4}

个人和组织如何理解风险和不确定性以及如何对其加以考虑都会影响气候政策的设计。通过经济、社会和道德分析进行评价这类方法可用于帮助决策。这些方法可说明各类可能的影响，包括后果严重的低概率结果。但这些方法不能在减缓、适应和残余气候影响之间确定单一的最佳平衡。{3.1}

气候变化具有在全球尺度上集体行动问题的特点，因为大多数温室气体会随着时间的推移而累积并在全球混合，任何因素(例如个人、社区、公司、国家)的排放都会影响其他因素。如果个别因素只顾自身利益，则不可能实现有效的减缓。因此需要合作响应，包括国际合作来有效减缓温室气体排放并应对其他气候变化事宜。通过在各层面开展互补式行动，包括国际合作，可提高适应的有效性。有证据表明，被视为公平的成果能够形成更有效的合作。{3.1}

SPM 3.2 减缓和适应所降低的气候变化风险

如果不做出比目前更大的减缓努力，即使有适应措施，到21世纪末，变暖仍将导致高风险至很高风险的严重、广泛和不可逆的全球影响(高信度)。减缓包括某种程度的协同效益以及不利副作用带来的风险，但这些风险不会带来与气候变化风险同样概率的严重、广泛和不可逆的影响，相反会增加近期减缓努力带来的效益。{3.2, 3.4}

减缓和适应是减少不同时间尺度气候变化影响所带来风险的补充方法(高信度)。在近期以及本世纪，减缓能够显著降低21世纪最后几十年及之后的气候变化影响。适应产生的效益已可以在应对现有风险中实现，也可以在未来应对新出现的风险中实现。{3.2, 4.5}

“五个关切理由”(RFC)综合了气候变化风险并阐述了变暖和适应极限对各行业 and 地区的人们、经济和生态系统的影响。五个RFC涉及：(1)独特且受威胁的系统，(2)极端天气事件，(3)影响的分布，(4)全球综合影响，(5)大尺度独特事件。在本报告中，RFC提供了与UNFCCC第2条相关的信息。{文框2.4}

如果不做出比目前更大的减缓努力，即使有适应措施，到21世纪末，变暖仍将导致高风险至很高风险的严重、广泛和不可逆的全球影响(高信度)(图SPM.10)。在大多数没有更多减缓努力的情景中(2100年大气浓度>1000ppm CO₂-eq的那些情景)，到2100年，升温多半可能超过工业化前水平4°C(表SPM.1)。升温超过工业化前水平4°C或更高的相关风险包括大量物种灭绝、全球和区域粮食不安全、对人类日常活动的相应限制以及在某些情况下有限的适应潜力(高信度)。在升温超过工业化前水平1°C至2°C时，有些气候变化风

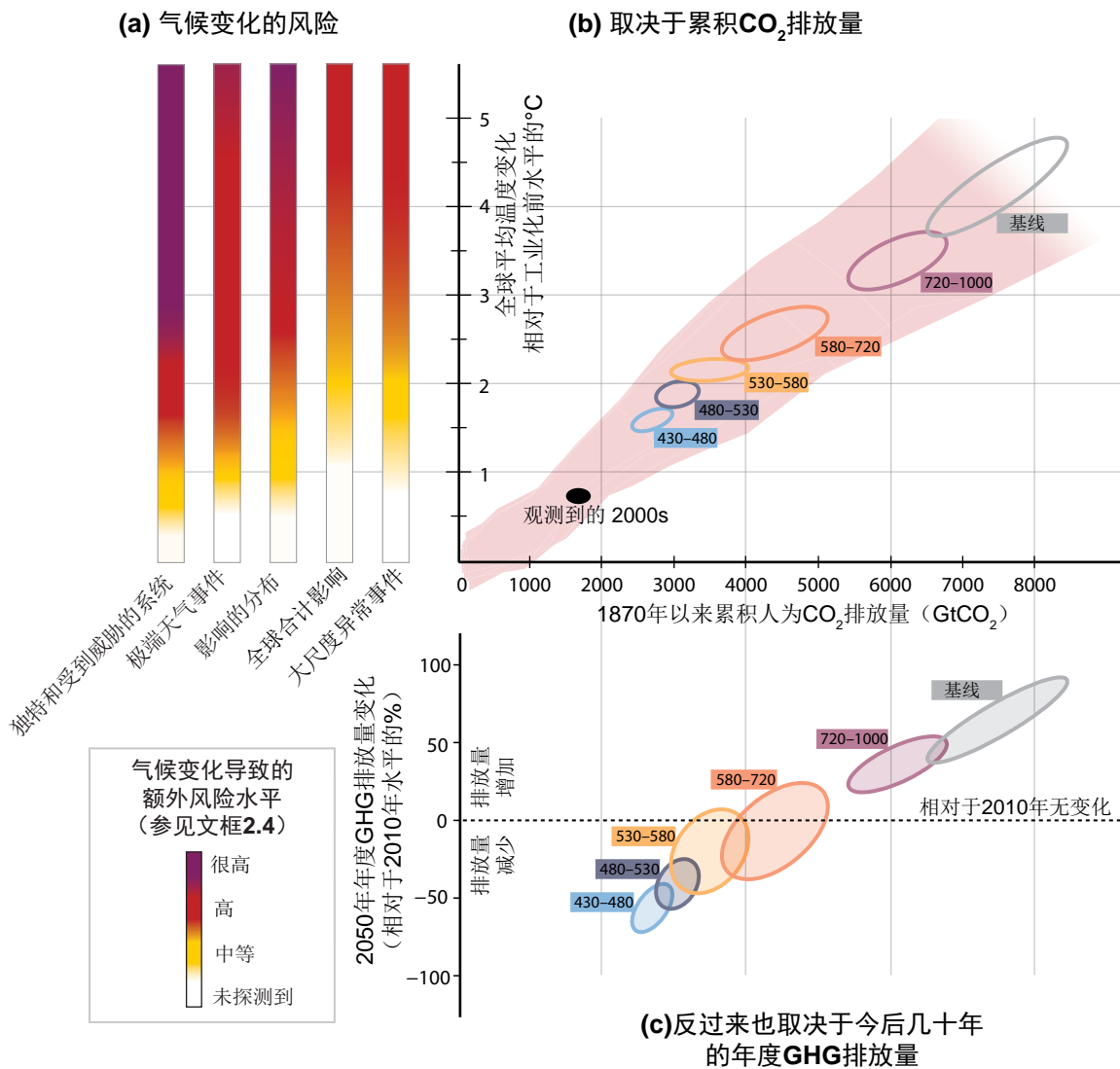


图 SPM.10 | 到2050年，气候变化、温度变化、累积的二氧化碳(CO₂)排放量以及年温室气体(GHG)排放变化等风险之间的关系。(a) 限制关切理由中的风险(b)意味着限制CO₂累积排放量，(c)这可在未来几十年限制温室气体年排放量。图a重建了五个关切理由{文框2.4}。图b将温度变化与从1870年以来的累积CO₂排放量(GtCO₂)挂钩。它们都是在基线和五个情景类别(六个椭圆形)下，基于耦合模式互比项目第5阶段(CMIP5)模拟(粉色烟羽状)和基于一个简易气候模式(2100年中值气候响应)。详见图SPM.5。图c表示各情景类别累积CO₂排放量(单位: GtCO₂)与其到2050年GHG年排放量的相关变化之间的百分比变化(每年GtCO₂-eq百分比)表示。这些椭圆形对应图b中所列的相同情景类别，且以类似方法建立(详见图SPM.5)。{图3.1}

险,例如对独特且受威胁的系统带来的风险以及与极端天气事件有关的风险为中等风险至高风险。{2.3, 图2.5, 3.2, 3.4, 文框2.4, 表SPM.1}

在未来几十年显著减少GHG排放可限制21世纪下半叶及之后的变暖,从而显著减轻气候变化的风险。21世纪末期及之后的全球平均表面变暖主要取决于累积的CO₂排放。限制RFC的风险意味着限制CO₂的累积排放。此类限制需要将全球净CO₂排放量最终降至零,并在未来几十年限制年排放量(图SPM.10)(高信度)。但有些气候损害导致的风险则不可避免,即使采取减缓和适应措施。{2.2.5, 3.2, 3.4}

减缓包括一定程度的协同效益和风险,但这些风险并不包括与气候变化风险一样的严重、广泛和不可逆的影响。经济和气候系统的惯性以及气候变化不可逆影响的可能性可提高近期减缓工作的效益(高信度)。推迟采取更多减缓措施或对技术方案的限制都会增加旨在将气候变化风险控制在给定水平的长期减缓成本(表SPM.2)。{3.2, 3.4}

SPM 3.3 适应路径的特点

适应可降低气候变化影响的风险,但其效果有限,特别是在气候变化幅度和速度较大的情况下。从长期角度而言,在可持续发展的背景下,更多直接适应行动的可能性增加也将会强化未来的方案和准备。{3.3}

适应可在目前和未来促进民众的福祉、财产安全和维持生态系统产品、功能和服务。适应具有特定的地域和背景(高信度)。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)。将适应纳入规划,包括政策设计和决策,可促进与发展 and 降低灾害风险的协同作用。建设适应能力对于有效选择和实施适应方案至关重要(证据确凿,一致性高)。{3.3}

通过从个人到政府各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;支持经济多样化以及提供信息、政策和法律框架以及财政支持(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 and 融资方面的作用,因而它们正日益被视为对促进适应至关重要(中等证据量,一致性高)。{3.3}

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及惯例(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。此类知识形式与目前的做法相结合可提高适应的效力。{3.3}

各种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:有限的财力和人力资源;有限的管理整合或协调;有关预估影响的不确定性;对风险的不同认知;对立的价值观;缺乏关键的适应领导者和倡导者;以及监测适应效果的工具有限。另一种限制条件包括对研究、监测和观测做得不够充分,维持这些工作的资金不足。{3.3}

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)。适应极限源于气候变化和生物物理和/或社会经济制约因素的相互影响。此外,规划或实施不利、过度强调短期结果或未能充分地预见后果,均会导致适应不良,增加目标群体在未来的脆弱性或暴露度,或增加其他人群、地方或部门的脆弱性(中等证据量,一致性高)。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不切实际的期望。{3.3}

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有限。具有协同效益的行动范例包括(i)提高能效和提高清洁能源水平,从而减少有害健康和影响气候的空气污染物排放;(ii)通过城市绿化和水的循环利用减少城市地区的能源和水资源消耗;(iii)可持续的农业和林业;(iv)保护储存碳的生态系统及其他生态系统服务。{3.3}

经济、社会、技术和政治决策及行动等方面的转型可加强适应并促进可持续发展(高信度)。在国家层面,如果转型能够反映一个国家自身根据其国情和重点制定实现可持续发展的愿景和方法,则这样的转型是最有效的。在不考虑转型变化的情况下,限制对目前系统和结构增量变化的适应响应会加大成本和损失并丧失机会。转型适应的规划和实施能够反映出强化的、改变的或一致的范式,并可对管理结构提出新的和进一步需求,以协调未来的不同目标和愿景,并实现可能的公平和应对道德影响。适应路径的加强是通过反复学习、协商过程和创新。{3.3}

SPM 3.4 减缓路径的特点

目前有多种减缓路径可能将升温幅度限制在相对于工业化前水平2°C以内。这些路径需要在未来几十年内显著减排,以及到本世纪末,需要使CO₂及其他长寿命温室气体接近零排放。实施此类减排将带来显著的技术、经济、社会和制度挑战,随着额外减缓的延迟以及如果无法提供关键技术,难度就越大。将升温限制在或低或高的水平涉及到类似的挑战,只是时间尺度不同。{3.4}

如果不做出比今天更大的GHG减排努力,受全球人口增长和经济活动的影响,预计全球排放量增长将持续。在基线情景中(没有额外减缓),中值气候响应的2100年全球平均表面温度比1850–1900年平均值高3.7°C至4.8°C。如果包括气候不确定性,上升范围在2.5°C至7.8°C之间(第5至第95百分位)(高信度)。{3.4}

将2100年CO₂当量浓度保持在约450ppm或以下的排放情景可能将21世纪的升温相对于工业化前的水平¹⁴保持在2°C以下。这些情景的特点在于,到2050年时全球人为GHG排放比2010年减少40%至70%¹⁵,到2100年,其排放水平接近零或以下。到2100年CO₂当量浓度水平约在500ppm的减缓情景多半可能将温度变化限制在不超过2°C,除非在2100年前暂时出现比大约530ppm CO₂当量更高的浓度水平,在这种情况下,这些情景或许可能实现这一目标。在这些500ppm CO₂当量情景下,全球2050年排放水平比2010年低

¹⁴ 为了对比,2011年CO₂-当量浓度估计为430 ppm(不确定性范围340 ppm至520 ppm)

¹⁵ 该范围不同于AR4中提供的类似浓度类别的范围(仅对CO₂而言,比2000年低50%至85%)。此差异的原因包括本报告评估的情景数量明显多于AR4评估的情景,并考虑所有GHG。此外,大部分新情景包含了二氧化碳清除(CDR)技术(见下文)。其他因素包括使用2100年浓度水平,而不是稳定水平,并将基准年从2000年改为2010年。

25%至55%。2050年更高排放的情景特点在于，更为依赖本世纪中期以后的二氧化碳清除(CDR)技术(反之亦然)。那些可能将温度限制在相对于工业化前水平上升3°C的轨迹，其减排速度不及那些将升温限制在2°C以内的轨迹。有限的研究提供的情景表明，到2100年多半可能将升温限制在1.5°C；这些情景的特点在于，到2100年CO₂当量浓度低于430 ppm，且2050年减排比2010年低70%到95%。图SPM.11和表SPM.1全面概述了排放情景的特点、其CO₂当量浓度及其将升温保持在低于温度水平范围的可能性。{3.4}

2100年达到约450 ppm CO₂当量的减缓情景(与可能将温度控制在相对于工业化前水平上升2°C以内

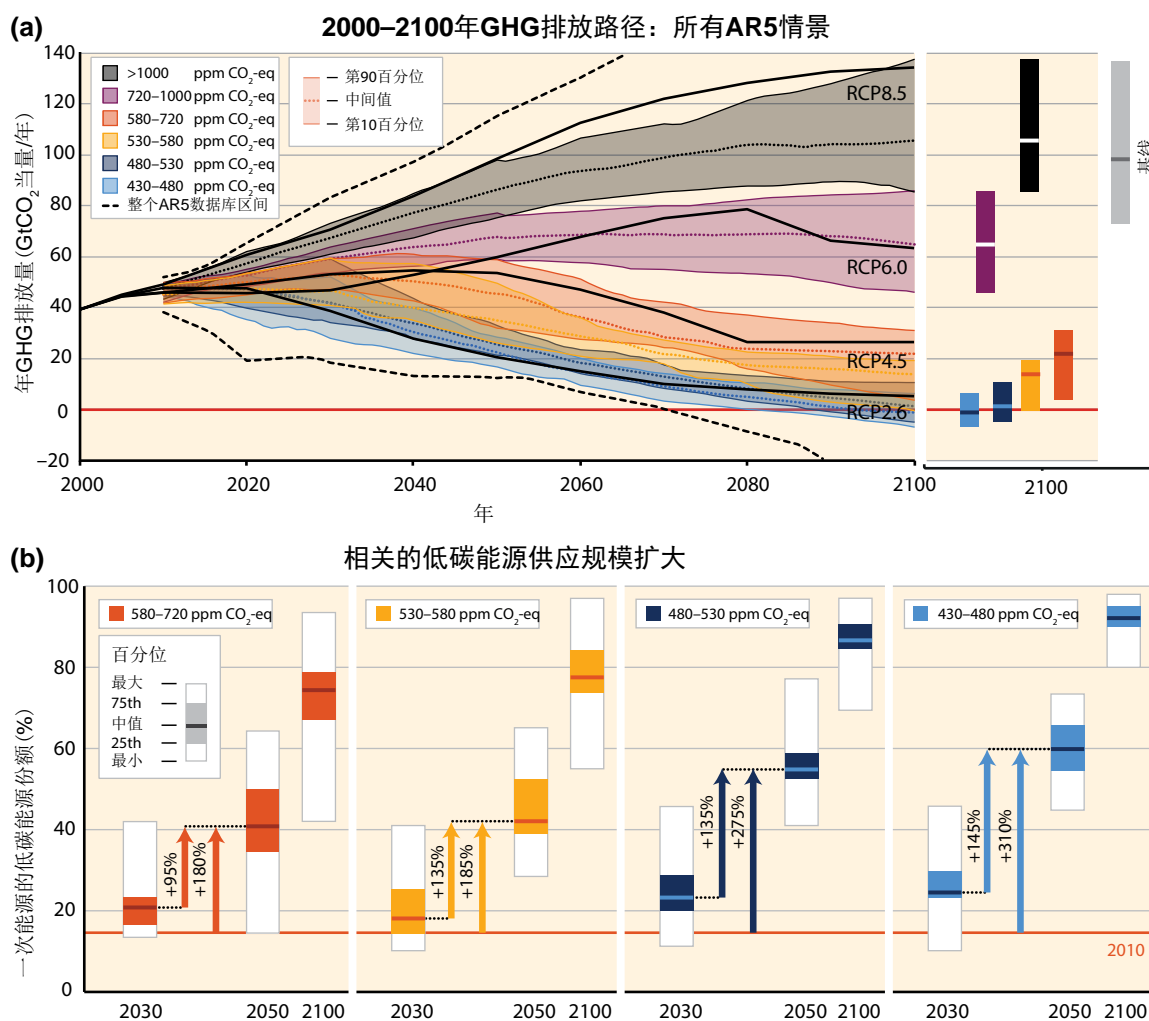


图 SPM.11 | 不同长期浓度水平的基线和减缓情景(a)中全球温室气体排放量(每年十亿吨CO₂当量, GtCO₂当量/年), 以及减缓情景(b)中, 与2010年水平相比, 2030年、2050年和2100年相关扩大的低碳能源需求(一次能源的%)。{图3.2}

表 SPM.1 | 第三工作组第五次评估报告中收集和评估的各类情景的关键特征。表中列出了所有参数在情景中的第10至第90百分位 a。{表3.1}

2100年CO ₂ 当量浓度 (ppm CO ₂ eq) ^f 类别标识 (浓度范围)	子类别情景	RCP的相对位置 ^d	相对于2010年的CO ₂ 当量排放变化 (%) ^c		21世纪保持低于具体温度水平的可能性(相对于1850-1900年) ^{d, e}			
			2050	2100	1.5°C	2°C	3°C	4°C
<430	仅有少数个别模式研究探索了低于 430ppmCO ₂ 当量的水平 ⁱ							
450 (430至480)	总范围 ^{a, g}	RCP2.6	-72至-41	-118至-78	多半不可能	可能	可能	可能
500 (480至530)	未出现超过530 ppm的CO ₂ 当量		-57至-42	-107至-73	不可能	多半可能		
	出现超过530 ppm的CO ₂ 当量		-55至-25	-114至-90		或许可能		
550 (530至580)	未出现过580 ppm的CO ₂ 当量		-47至-19	-81至-59		多半不可能 ⁱ		
	出现超过580 ppm的CO ₂ 当量		-16至7	-183至-86				
(580至650)	总范围	RCP4.5	-38至24	-134至-50	不可能	多半可能		
(650至720)	总范围		-11至17	-54至-21				
(720至1000) ^b	总范围	RCP6.0	18至54	-7至72	不可能 ^h	多半不可能		
>1000 ^b	总范围	RCP8.5	52至95	74至178	不可能 ^h	不可能	多半不可能	

注:

- ^a 430至480ppm CO₂当量浓度情景的‘总范围’对应第三工作组报告表6.3中所示这些情景的子类别情景第10至第90百分位。
- ^b 基线情景分为>1000 ppm CO₂当量和720-1000 ppm CO₂当量类别。后一类还包括减缓情景。后一类中的基线情景显示在2100年，温度变化将比1850-1900年的平均值高2.5°C至5.8°C。结合>1000ppm CO₂当量类别的基线情景，这可导致这两种浓度类别的基线情景下2100年总体升温范围在2.5°C至7.8°C（基于中值气候响应范围：3.7°C至4.8°C）。
- ^c 2010年全球排放量比1990年的排放量高31%（与本报告中所述的温室气体历史排放量估值相符）。CO₂当量排放包括《京都议定书》规定的一揽子气体（二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）以及氟化气体）。
- ^d 此处的评估涉及科学文献中发表的大量情景，因此并不局限于典型浓度路径（RCP）。为评估这些情景的CO₂当量浓度和气候影响，在概率模型中使用了温室气体引发气候变化的评估模式（MAGICC）。MAGICC模式结果与第一工作组使用的模式结果之间的对比，可参见第一工作组12.4.1.2、12.4.8和第三工作组6.3.2.6。
- ^e 本表中的评估是基于第三工作组AR5全部情景集合下使用MAGICC所计算的概率，以及第一工作组报告中对气候模式未涉及的温度预估不确定性的评估。因此，这些陈述与第一工作组的陈述相一致，依据的是耦合模式互比项目第五阶段（CMIP5）的RCP运算和评估的不确定性。因此，这种可能性表述反映出这两个工作组的不同证据链。第一工作组的这种方法还被用于无法使用CMIP5运算的中等浓度水平情景。可能性的陈述仅是指示性的{WGIII 6.3}，并基本遵循WGI SPM对于温度预估的术语：可能的概率为66-100%，多半可能为>50-100%，或许可能为33-66%，不可能为0-33%。此外，还使用了术语多半不可能 0-<50%。
- ^f CO₂当量浓度（见术语表）的计算是基于简单碳循环/气候模式MAGICC的总强迫。2011年的CO₂当量浓度估计为430 ppm（不确定性范围340至520 ppm）。这是基于相对于1750年，第一工作组2100年人为总辐射强迫的评估，即2.3 W/m²，不确定范围1.1至3.3 W/m²。
- ^g 该类别中的绝大多数情景可出现超过480 ppm CO₂当量浓度的类别边界。
- ^h 对于该类别中的情景，CMIP5运算或MAGICC重现均没有低于各自的温度水平。然而，不可能的赋值用于反映当前气候模式无法反映的不确定性。
- ⁱ 580至650ppm CO₂当量类别的情景包括超标情景以及未超过该类别上端浓度水平的情景（例如RCP4.5）。通常，后一类情景具有多半不可能低于2°C温度水平的评估概率，而前一类大部分被评估为不可能低于这一水平的概率。
- ^j 在这些情景中，2050年的全球CO₂当量排放比2010年低70%至95%，而2100年的排放比2010年低110%至120%。

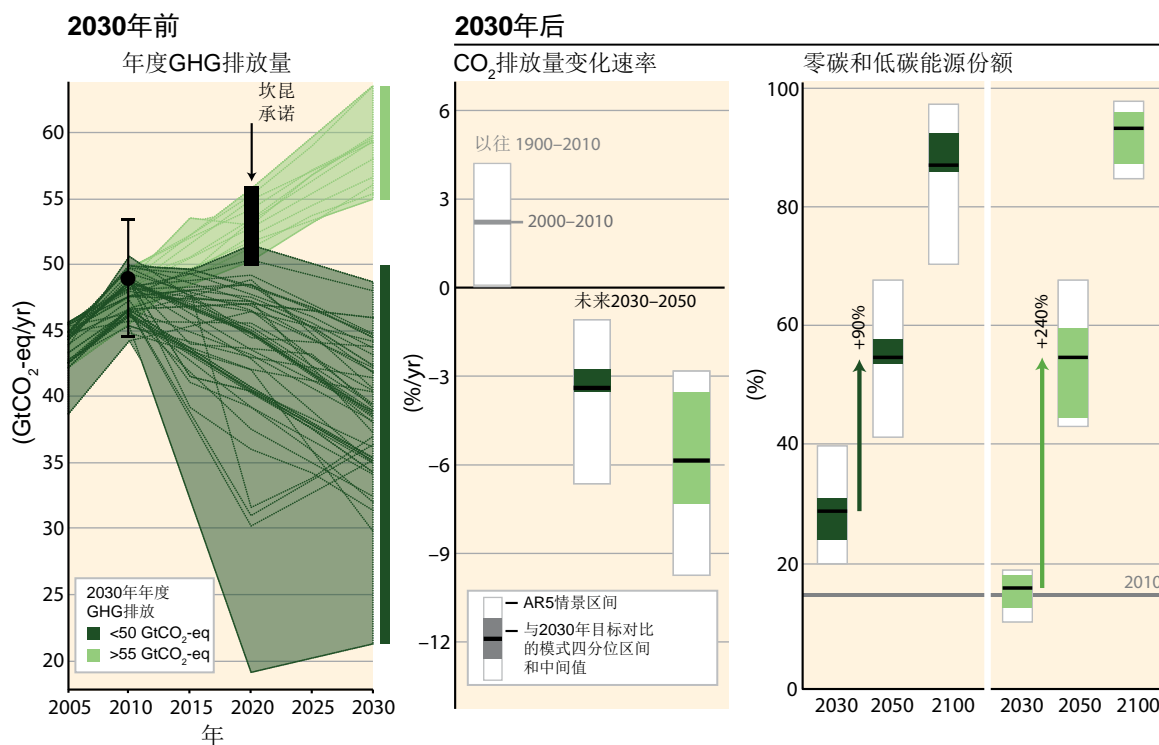


图 SPM.12 | 在至少或许可能将21世纪的升温保持在比工业化前水平高2°C以内的减缓情景(2100年CO₂当量浓度为430至530ppm)下, 2030年不同温室气体(GHG)排放水平对二氧化碳(CO₂)减排速率以及低碳能源扩展速度的影响。按照到2030年不同排放水平对这些情景进行了分组(以不同深浅的绿色表示)。左图表示导致2030年这些排放水平的GHG排放路径(每年十亿吨CO₂当量, GtCO₂当量/年)。带须线的黑点表示历史GHG排放水平和2010年的相关不确定性, 详见图SPM.2所示。黑条表示《坎昆承诺》中GHG排放量不确定性的估算范围。中图表示2030–2050年年均CO₂减排率。该图根据近期与明确的2030年中期目标进行的模式间对比, 将各情景的中间值和四分位区间与第三工作组AR5情景数据库的各情景区间进行了对比。图中还列出了历史排放的年度变化速度(持续了20多年)和2000年至2010年年均CO₂的排放变化。右图箭头表示2030年不同GHG排放水平下, 2030年至2050年零碳和低碳能源供应规模扩大的幅度。零碳和低碳能源供应包括可再生能源、核能和采用二氧化碳捕获和封存(CCS)技术的化石能源以及采用CCS技术的生物能源(BECCS)。[注: 仅列明使用基础模式的全部、无限制减缓技术组合的情景(缺省技术假设)。显著全球净负排放情景(>20 GtCO₂当量/年)、外源碳价假设情景以及2010年排放显著偏离历史区间的情景均不包括在内]。{图3.3}

概率相一致)通常会暂时超出¹⁶大气浓度值, 许多在2100年达到约500 ppm CO₂当量至约550 ppm CO₂当量的情景也是如此(表SPM.1)。根据超出的程度, 浓度过高的情景一般可依赖于21世纪下半叶采用生物能结合二氧化碳捕获和封存技术(BECCS)的可用性及其广泛使用以及植树造林。此类能源技术及其它CDR技术和方法的具备与否及规模大小是不确定的, 而CDR技术面临着不同程度的挑战和风险¹⁷。CDR还普遍存在于许多浓度未超出的情景中, 可用于抵消一些减缓成本更高的部门的残留排放(高信度)。{3.4, 文框3.3}

降低非CO₂气体的排放是减缓战略的重要因素。目前所有的GHG排放和其他强迫因子都会影响未来几十年内气候变化的速率和程度, 尽管长期变暖主要是由二氧化碳排放驱动的。非CO₂强迫因子的排放通常表示为‘CO₂当量排放’, 但选择计算这些排放的计量单位及对削减各类气候强迫因子的重点和时机影响, 都取决于应用、政策环境, 并都含有价值判断。{3.4, 文框3.2}

¹⁶ 在浓度超了情景中, 浓度在本世纪达到峰值, 然后下降。

¹⁷ CDR方法的全球尺度潜力受生物地球化学和技术限制。没有足够的知识来量化在世纪尺度上有多少二氧化碳排放会部分被CDR抵消。CDR方法在全球尺度有负作用和长期影响。

基线情景下的全球减缓成本和消费增长

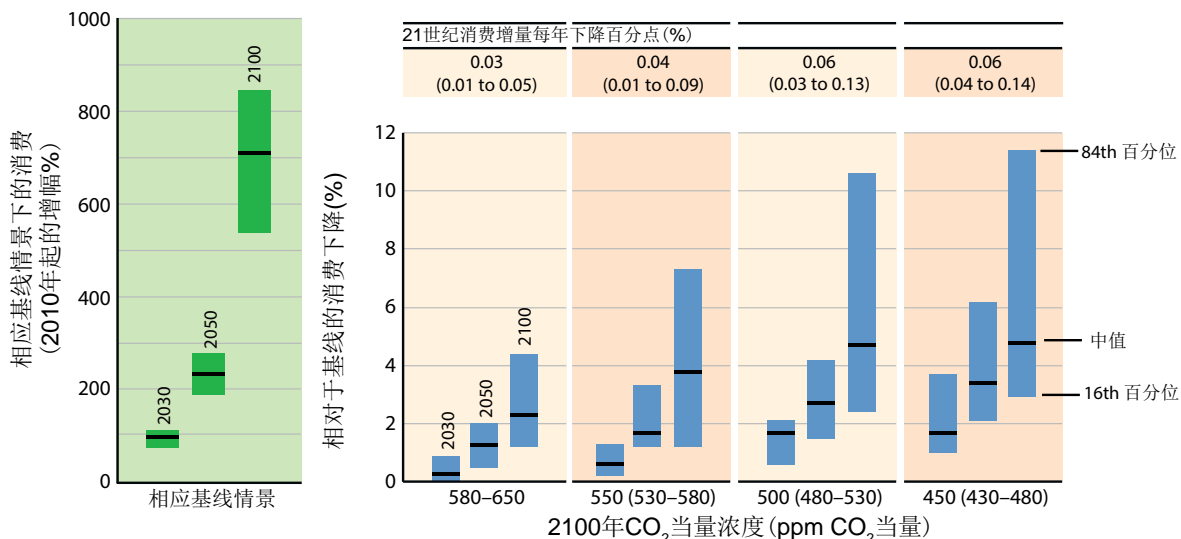
















图 SPM.13 | 2100年在不同大气浓度水平下各成本效益情景中的全球减缓成本。成本效益情景假设所有国家都即刻减缓，且全球采取单一碳价，并且不会对与各模式默认技术假设有关的技术增加更多限制。图中所示的消费损失是相对于没有采取气候政策的基线发展(左图)。图顶部的表格是相对于基线中每年1.6%至3%消费增长的年度消费增长下降的百分点(例如，如果由于减缓使消费增量每年下降0.06个百分点，而基线增长为每年2.0%，则采取减缓政策的增长率为每年1.94%)。表中所示的成本估算并未考虑减轻气候变化带来的效益或减缓所带来的协同效益以及不良副作用。这些成本范围上端的估算来自灵活性较低的模式，这些模式不易实现达到这些目标所需的长期深度减排，也不易包括关于会引起成本上升的市场不完善的假设。{图3.4}

更多减缓行动推迟到2030年会将对21世纪升温限制在相对于工业化前2°C以内带来显著加大的挑战。这将要求从2030年至2050年大幅提高减排速率；在这一时期加速扩大低碳能源规模；长期更多依赖CDR；转型影响和长期经济影响会加大。根据《坎昆承诺》估算的2020年全球排放水平与低成本、高成效的减缓轨迹不具一致性，而这类减缓轨迹至少或许可能将升温限制在比工业化前水平高2°C以内，但却并不排除可满足该目标的方案(高信度)(图SPM.12, 表SPM.2)。{3.4}

根据方法和假设的不同，减缓的总经济成本的估值会出现巨大差异，但会随着减缓的力度而增加。世界各国开始立即减缓、只有单一全球碳价格以及所有关键技术都可用，所述这类情景已被用作估算宏观经济减缓成本的成本效益基准(图SPM.13)。在这些假设中，可能在21世纪将升温限制在比工业化前水平高2°C以内的减缓情景会造成全球消费的损失—不包括减少气候变化带来的效益以及减缓所带来的协同效益和负面效应—相对于基线情景下的消费量(本世纪各地从300%增长到900%以上)，2030年消费量损失1%至4%(中间值: 1.7%)、2050年为2%至6%(中间值: 3.4%)、2100年为3%至11%(中间值: 4.8%)(图SPM.13)。这些数字相当于与每年1.6%至3%的基线年消费增长相比，本世纪年消费增长下降了0.04至0.14(中间值: 0.06)百分点(高信度)。{3.4}

在减缓技术(例如生物能源、CCS及其组合BECCS、核能、风能/太阳能)缺乏或有限的情况下，根据所考虑的技术，减缓成本会大幅增加。在中长期，推迟额外的减缓行动会增加减缓成本。如果显著推迟额外的减缓行动，许多模式都不能将21世纪的*可能*升温控制在相对于工业化前水平2°C以内。如果生物能源、CCS及其组合(BECCS)受到限制，则许多模式都不能将*可能的*升温控制在相对于工业化前水平2°C以内(高信度)(表SPM.2)。{3.4}

表 SPM.2 | 相对于成本效益情景^a，由于可用的专门技术有限或由于推迟额外的减缓行动^a，从而导致全球减缓成本增加。表中给出了各情景中间估值以及第16到第84百分位的成本增幅(圆括号内)^c。此外，彩色符号给出了每个情景集的样本量。符号的颜色表示通过系统化模式比对活动得出的、可成功达到目标浓度水平的模式百分数。^{表3.2}

可用技术有限的情景中减缓成本增幅 ^d [相对于默认技术假设的总贴现 ^e 减缓成本增幅%(2015-2100)]					由于额外减缓行动推迟到 2030年造成的减缓成本增幅 [相对于即刻减缓的 减缓成本增幅%]	
2100年 浓度 (ppm CO ₂ 当量)	无CCS	核能逐步淘汰	有限的太阳 能/风能	有限的生物能	中期成本 (2030-2050)	长期成本 (2050-2100)
450 (430至480)	138% (29至297%) 	7% (4至18%) 	6% (2至29%) 	64% (44至78%) 	44% (2至78%) 	37% (16至82%) 
500 (480至530)	无	无	无	无		
550 (530至580)	39% (18至78%) 	13% (2至23%) 	8% (5至15%) 	18% (4至66%) 	15% (3至32%)	16% (5至24%)
580至650	无	无	无	无		
符号图例 – 成功生成情景的模式比例 (数字表示成功模式的数量)						
 : 所有模式成功			 : 50-80%的模式成功			
 : 80-100%的模式成功			 : 不到50%的模式成功			

注:

- ^a 推迟减缓的情景涉及到2030年超过55 GtCO₂当量的温室气体排放，而对于相同的长期浓度水平，对比经济有效的减缓情景可衡量出减缓成本增幅。
- ^b 经济有效情景假设各国立即减缓以及全球单一碳价，并对与模式缺省技术假设有关的技术不施加额外限制。
- ^c 范围的确定是根据中心情景，包括情景集的第16至84百分位这一范围。只有时间跨度到2100年的情景才包括在内。2100年浓度水平高于530 ppm二氧化碳当量时成本范围中所列的一些模式无法制作2100年浓度水平低于530 ppm二氧化碳当量且假设可用技术有限或其他减缓滞后的相关情景。
- ^d 无CCS: 二氧化碳捕获和封存没有列入这些情景中。核能逐步淘汰: 除了在建的核电厂以外，不再增加核电厂，且现有核电厂运行直到其寿命到期。有限的太阳能/风能: 在这些情景的任何一年中，太阳能和风能最多占全球电力生产的20%。有限的生物能源: 全球现代生物能每年最多供应100 EJ (2008年用于供暖、电力、热电联产和工业的现代生物能约为18 EJ/年)。EJ = 次方焦耳 = 10¹⁸焦耳。
- ^e 2015-2100年基线消费百分比中消费量损失的净现值比例上升(总体均衡模式的情景下)和基线国内生产总值(GDP, 部分均衡模式的情景下)百分比中减排成本比例上升, 贴现率为每年5%。

到2100年达到约450或500 ppm CO₂当量的减缓情景表明实现空气质量和能源安全目标的成本会降低，并对人类健康、生态系统影响以及资源充裕性和能源系统抗御力均具有显著的协同效益。^{4.4.2.2}

减缓政策可降低化石燃料资产的价值并减少化石燃料出口方的收入，但不同地区和不同燃料之间存在差异(高信度)。在大多数情景下主要出口国的煤炭和石油贸易收入会下降(高信度)。CCS的可用率会降低减缓对化石燃料资产价值的负面影响(中等信度)。^{4.4.2.2}

太阳辐射管理(SRM)包括力求降低气候系统对太阳能吸收量的大尺度方法。SRM未经测试，因此并没

有纳入任何减缓情景中。如果使用SRM，则会带来大量不确定性、负面效应、风险和缺陷，并产生特殊的管理和道德影响。SRM不会降低海洋酸化。如果停止使用SRM，具有高信度的是，表面温度会极快速地上升，从而影响对快速变化极为敏感的生态系统。{文框3.3}

SPM 4. 适应和减缓

许多适应和减缓方案可有助于应对气候变化，但只靠单一方案却不足以应对。有效的实施取决于全方位的政策与合作，而通过综合响应，将适应和减缓与其他社会目标相结合，可促进实施。{4}

SPM 4.1 适应和减缓响应的常见扶持因素和限制因素

常见扶持因素可支持适应和减缓响应。这些因素包括有效的制度和治理、创新和对环境无害技术和基础设施的投资、可持续的谋生手段以及对行为和生活方式的选择。{4.1}

在社会经济系统许多方面的习惯定式可限制适应和减缓方案(证据量中等, 一致性高)。在环境无害技术和基础设施方面的创新和投资可减少GHG排放并提高对气候变化的抗御能力(很高信度)。{4.1}

谋生手段、生活方式、行为方式和文化都会显著影响对气候变化的脆弱性、GHG排放及适应和减缓能力(证据量中等, 一致性中等)。此外, 气候政策对在区域层面相应改变生活方式或行为方式的刺激程度或依赖程度都会影响此类政策的社会认可度和/或有效性。{4.1}

对许多地区和行业而言, 加强减缓和适应能力是管理气候变化风险的重要基础环节(高信度)。改进制度以及促进管理方面的协调与合作有助于克服与减缓、适应和降低灾害风险有关的区域限制(很高信度)。{4.1}

SPM 4.2 对适应的响应方案

各行各业都有适应方案, 但其落实背景和降低气候相关风险的潜力因行业和地区而不同。一些适应响应包括显著的协同效益、协作和权衡。不断加剧的气候变化将加大对许多适应方案的挑战。{4.2}

各地区的公共和私营部门以及社区都在不断积累适应经验。以社会(包括本地的和土著的)、制度的、和以生态系统为基础的措施的价值, 以及适应的限制范围正在逐步得到认识。适应开始纳入到一些规划过程, 而响应措施的落实更为有限(高信度)。{1.6, 4.2, 4.4.2.1}

对适应的需求以及相关挑战预计会随着气候变化而加大(很高信度)。各行业、各地区都有适应方案, 而潜力和方法各有不同, 这取决于其在降低脆弱性、管理灾害风险或主动制定适应规划等方面的背景(表SPM.3)。有效的战略和行动要在更广的战略目标和发展计划中考虑协同效益和机遇的潜力。{4.2}

表 SPM.3 | 通过适应进行气候变化风险管理的方法。应当对这些方法进行叠加式考虑，而不是分离式考虑，而且这些方法通常是同步推行的。所列的示例并没有做专门的顺序排列，而且涉及到不止一个类别。{表 4.2}

叠加方法	类别	示例
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。
	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；社会安全网和社会保障；保险计划。
	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。
	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。
	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。
	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。
	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。
		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。
		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。
		服务： 社会安全网和社会保障；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。
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；小额贷款；灾害应急基金；现金调拨；公-私伙伴关系。	
	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；明确的产权和保障土地产权；保护区；捕鱼配额；专利库和技术转让。	
	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；省州和地方适应计划；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。	
制度	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。	
	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。	
	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。	
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。	
	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、文化和生态决定及行动。	
	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。	

SPM 4.3 对减缓的响应方案

各主要行业均有减缓方案。减缓可更具成本效益，前提是使用综合性方法，即结合各类措施以降低最终使用行业的能源使用和温室气体强度、脱碳能源供应、降低净排放以及提高地基行业的碳汇。**{4.3}**

完善的系统性和跨行业减缓战略在减排方面的成本效益要大于只重视个别技术和行业且以单个行业努力来影响对其他行业减缓需求的战略(中等信度)。减缓措施可与其他社会目标相交叉，从而有可能产生协同效益或负面效应。如果管理得当，这些交叉能够巩固开展气候行动的基础。**{4.3}**

图SPM.14列明了在将CO₂当量浓度限制在低水平(约450 ppm CO₂当量,有可能将升温限制在比工业化前水平高2°C以内)的基线情景和减缓情景下不同行业 and 不同气体的排放区间。实现此类减缓目标的关键措施包括脱碳(即降低发电的碳强度)(证据量中等,一致性高)以及增效和行为改变,以便与基线情景相比,在不影响发展的情况下降低能源需求(证据确凿,一致性高)。在到2100年达到450ppm CO₂当量浓度的情景中,能源供应行业的总体CO₂排放预计会在未来十年下降,主要体现在2040年到2070年二氧化碳排放比2010年降低90%以上。在绝大多数低浓度稳定情景(约450至500ppm CO₂当量,至少或许可能将升温限制在比工业化前水平高2°C以内)中,低碳电力供应的份额(包括可再生能源(RE)、核能以及包括生物能结合二氧化碳捕获和封存技术(BECCS)在内的二氧化碳捕获和封存(CCS))将从目前的大约30%上升到2050年时超过80%,而到2100年没有CCS技术的化石燃料发电将几乎会被完全淘汰。**{4.3}**

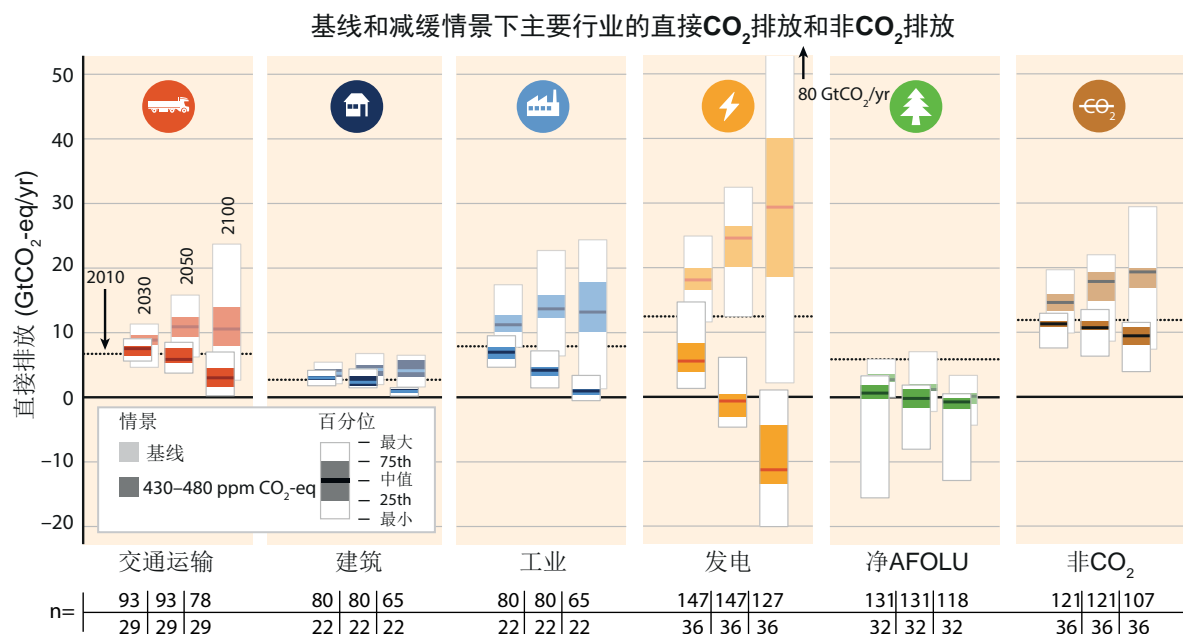


图 SPM.14 | 在2100年达到约450(430至480)ppm CO₂当量浓度(可能将升温限制在比工业化前水平高2°C以内)的基线情景(渐淡色条)和减缓情景(纯色条)下按行业的二氧化碳(CO₂)排放和各行业非CO₂温室气体(《京都议定书》限制的气体)总量。终端使用行业的减缓也会带来上游能源供应行业的间接减排。因此由于电力需求降低,终端使用行业的直接排放不包括供应方的减排潜力。本图底端的数字表示区间内的情景数量(上行:基线情景;下行:减缓情景),由于不同的行业解决办法及不同的模式时间范围,因此各行业的情景数量和不同。减缓情景排放区间包括整套减缓方案;许多模式在没有二氧化碳捕获和封存(CCS)技术的情况下,到2100年无法达到450ppm CO₂当量浓度。电力行业的负排放是由于使用了生物能结合二氧化碳捕获和封存技术(BECCS)。“净”农业、林业及其他土地利用(AFOLU)排放考虑到了造林、再造林以及毁林等活动。**{4.3, 图4.1}**

近期减少能源需求是经济有效减缓战略的重要要素,可为能源供应行业降低碳强度提供更大的灵活性、可防止供应方的相关风险、避免锁定在碳密集型基础设施,同时也涉及到显著的协同效益。林业方面最具成本效益的减缓方案是造林、可持续森林管理以及减少毁林,但其在各地区的相对重要性存在巨大差异;农业、农田管理、牧场管理和有机土壤的恢复等也是如此。(证据量中等,一致性高)。*{4.3, 图4.1, 4.2, 表4.3}*

行为、生活方式和文化对能源使用和相关排放具有相当大的影响,在一些行业具有高减缓潜力,特别是在辅以技术和结构变革之后(证据量中等,一致性中等)。通过改变消费模式、采用节能措施、饮食变化以及减少食物浪费,可显著降低排放量。*{4.1, 4.3}*

SPM 4.4 适应和减缓的政策方法、技术和融资

有效的适应和减缓响应将取决于多种尺度的政策和措施:国际、区域、国家和地方。支持技术开发、推广和转让的各尺度政策,以及资助响应气候变化可增进和提高政策有效性,直接促进适应和减缓。*{4.4}*

尽管减缓还具有地方协同效益,但国际合作对于有效的减缓至关重要。适应主要侧重于地方到国家尺度的成果,但其有效性可通过各管理尺度的协调来加强,包括国际合作:*{3.1, 4.4.1}*

- 联合国气候变化框架公约(UNFCCC)是主要侧重于应对气候变化的多边论坛,几乎是全球性参与。其他在不同管理层面上组建的机构使国际气候变化合作呈多样化。*{4.4.1}*
- 《京都议定书》在实现UNFCCC的最终目标方面提供了经验教训,特别是在参与、实施、灵活性机制以及环境有效性方面(证据量中等,一致性低)。*{4.4.1}*
- 区域、国家和地方气候政策之间的政策联系可带来潜在的气候变化减缓效益(证据量中等,一致性中等)。潜在的优势包括降低减缓成本、减少排放泄漏以及增加市场流动性。*{4.4.1}*
- 支持适应规划和实施的国际合作所得到的关注历来不及对减缓的关注,但目前的关注度在不断上升,且已在国家、地区和地方层面协助制定了适应战略、规划和行动(高信度)。*{4.4.1}*

自AR4以来,有关适应和减缓的国家和地方规划及战略已经有相当大的增加,而且更注重旨在整合多项目标、增加协同效益及降低不利副效应的政策(高信度)。*{4.4.2.1, 4.4.2.2}*

- 国家政府通过协调行动并提供框架和支持等措施,可在适应规划和实施方面发挥关键作用(证据确凿,一致性高)。尽管地方政府和私营部门具有不同的职能(因地而异),但鉴于其在社区、家庭和民间社会推广适应措施的作用,以及在管理风险信息 and 融资方面的作用,因此日益将它们视为推进适应的关键(证据中等,一致性高)。*{4.4.2.1}*

- 适应治理的制度方面,包括将适应纳入规划和决策,可在推动将适应规划转化为实施过程中发挥关键作用(*证据确凿,一致性高*)。涉及多个参与方的制度性适应方法实例包括经济方案(例如保险、公-私伙伴关系)、法律法规(例如土地分区法)以及国家和政府政策及计划(例如经济多样化)。*{4.2, 4.4.2.1, 表SPM.3}*
- 原则上,碳定价机制,包括总量控制和交易系统及碳税,能够实现有成本效益的减缓,该机制虽然已经实施,但部分由于国情和政策设计的原因,带来的效果迥异。总量控制和交易系统的短期影响有限,因为总量控制定得过松或者定得缺乏约束力(*证据有限,一致性中等*)。在一些国家,专门针对降低GHG排放的税收政策 – 以及技术及其他政策 – 已帮助削弱了GHG排放与GDP之间的联系(*高信度*)。此外,在许多国家,燃油税(尽管未必是针对减缓而制定)的效果类似于行业碳税。*{4.4.2.2}*
- 监管方法和信息措施可广泛使用,且通常具有环保效应(*证据量中等,一致性中等*)。监管方法实例包括能效标准;信息计划实例包括有助于消费者做出更明智决定的标签标示计划。*{4.4.2.2}*
- 具体行业的减缓政策比经济层面的政策得到了更广泛的使用(*证据量中等,一致性高*)。具体行业的政策或许更适用于解决具体行业的壁垒或市场失灵,并可能与一揽子配套政策捆绑使用。尽管在理论上更具成本效益,但行政和政治壁垒会使经济层面的政策更难以实施。减缓政策间的相互作用可能对减排有协同作用,或可能无附加效应。*{4.4.2.2}*
- 补贴形式的经济手段可在各行业使用,并包括各种政策设计,例如退税或免税、补助、贷款和信贷额度。多种因素推动的越来越多不同类型的可再生能源(RE)政策(包括补贴)在近些年推动了RE技术的加快增长。同时,根据社会和经济背景,减少对不同行业GHG相关活动的补贴可实现减排(*高信度*)。*{4.4.2.2}*

减缓的协同效益和不良副作用会影响其他目标的实现,例如与人类健康、粮食安全、生物多样性、局地环境质量、能源获取、生计和公平可持续发展有关的目标。能源终端使用措施的协同效益潜力大于不良副作用的潜力,然而有证据表明并不是所有能源供应以及农业、林业及其他土地利用(AFOLU)措施都是如此。有些减缓政策会提高某些能源服务的价格,并会阻碍社会为缺乏服务的人群扩大获取现代能源服务的能力(*低信度*)。采取所得税退税或其他利益转移机制等辅助政策可避免对能源获取产生潜在不良副作用(*中等信度*)。无论副作用是否会出现,以及副作用的程度,都将视具体情况和地点而定,并取决于当地情况以及实施的尺度、范围和节奏。许多协同效益和不良副作用并未得到充分量化。*{4.3, 4.4.2.2, 文框3.4}*

技术政策(开发、推广和转让)可从国际到地方等所有尺度上对其他减缓政策形成补充;许多适应努力也主要依靠技术和管理规范的推广和转让(*高信度*)。在R&D方面,目前的政策可解决市场失灵,但技术的有效使用还取决于是否有能力采用适于当地情况的技术。*{4.4.3}*

显著减排需要在投资模式上做出巨大改变(*高信度*)。根据到2100年将浓度(未超出)稳定在430至530ppm CO₂当量区间¹⁸的减缓情景,在2030年前,情景预估关键行业(运输、工业和建筑业)每年在低碳电力供应和能效的投资将每年增长数千亿美元。在适当有利环境内,私营部门以及公共部门可在减缓和适应

¹⁸ 这个范围包括到2100年达到430-480ppm二氧化碳当量的情景(可能将升温控制在比工业化前水平高2°C以下)和到2100年达到480-530ppm二氧化碳当量的情景(没有超出:多半可能将升温控制在比工业化前水平高2°C以下)

进行融资方面发挥重要作用(证据量中等,一致性高)。**{4.4.4}**

在发达国家和发展中国家,适应资金的提供滞后于减缓资金。有限证据表明,在全球适应需求与现有适应资金之间存在差距(中等信度)。有必要更好地评估全球适应成本、融资和投资。国际灾害风险管理融资与适应之间的潜在协同作用尚未完全实现(高信度)。**{4.4.4}**

SPM 4.5 针对可持续发展的权衡、协同效应和相互作用

气候变化对可持续发展构成威胁。然而,目前有许多机会可通过综合响应将减缓、适应及追求其他社会目标相结合(高信度)。成功的实施依赖于相关的工具、适当的治理结构以及提高的响应能力(中等信度)。**{3.5, 4.5}**

气候变化可加剧对社会系统和自然系统的其他威胁,尤其会给贫困群体带来更大负担(高信度)。要使气候政策顺应可持续发展则需要兼顾适应和减缓(高信度)。推迟全球减缓行动会减少未来气候抗御力路径和适应的方案。利用适应与减缓之间积极协同作用的机会可能会随着时间的推移而减少,尤其是如果超过了适应的极限。不断加大减缓和适应气候变化的力度意味着包括人类健康、水、能源、土地利用和生物多样性在内各种联系之间相互作用的日益复杂性(证据量中等,一致性高)。**{3.1, 3.5, 4.5}**

目前可推行各项战略和行动,从而迈向可持续发展的气候抗御力路径,同时还可帮助改善生计、社会和经济福祉以及有效的环境管理。在某些情况下,经济多样化可成为此类战略的重要内容。利用相关工具、适合的治理结构以及充分的制度能力和人员能力可提高综合响应的有效性(中等信度)。综合响应尤其涉及能源规划和实施;涉及水、粮食、能源和生物碳封存之间的相互作用;涉及城市规划,因而可为增强抗御力、减排和更可持续发展提供大量机会(中等信度)。**{3.5, 4.4, 4.5}**

气候变化2014 综合报告

A large blue decorative shape with rounded corners is located in the top-left corner of the page.

引言

引言

PCC第五次评估报告(AR5)综合报告(SYR)综述了与气候变化科学相关知识状况,强调了自IPCC第四次评估报告(AR4)2007年出版以来的新成果。在第一工作组报告(《自然科学基础》)、第二工作组报告(《影响、适应和脆弱性》)、第三工作组报告(《减缓气候变化》)以及其他两份IPCC报告(《可再生能源与减缓气候变化特别报告》和《管理极端事件和灾害风险推进气候变化适应特别报告》)的基础上,SYR整合了AR5的主要成果。

AR5 SYR的长幅报告分为四个主题。主题1(观测到的变化及其成因)侧重于观测到的气候变化证据、气候变化造成的影响和人类对气候变化的作用。主题2(未来的气候变化、风险和影响)评估了对未来气候变化的预估和由此引起的预

估的影响和风险。

主题3(未来适应、减缓和可持续发展的路径)将适应和减缓作为互补的降低和管理气候变化风险的战略来讨论。主题4(适应和减缓)讨论了不同的适应和减缓方案和政策方法。主题4也探讨了将减缓和适应与其他社会目标联系起来来的综合响应。

理解和管理风险和不确定性的挑战是本报告的重要内容。见文框1(不确定未来的风险和管理)和文框2(说明评估成果的确信性水平)。

本报告包括与联合国气候变化框架公约(UNFCCC)第2条相关的信息。

文框说明1 | 不确定未来的风险和管理

气候变化使人群、社会、经济部门和生态系统暴露在风险中。风险指在承认价值具有多样性的同时一种危及有价值的事物、且结果不确定的潜在后果。{WGII SPM背景文框SPM.2, WGIII 2.1, SYR术语表}

气候变化影响风险源于危害(由和气候变化相关的事件或趋势引起)、脆弱性(易受损害的程度)和暴露度(面临风险的人群、财产或生态系统)之间的相互作用。危害包括各类过程,既有短期事件如强风暴,也有缓慢的趋势,如多代际干旱或多世纪海平面上升。脆弱性和暴露度二者对于一系列社会和经济过程都很敏感,有可能增强或减弱,取决于发展路径。风险和协同效益也源于旨在减缓或适应气候变化的政策。(1.5)

风险通常表示为灾害事件或趋势的发生概率乘以这些事件或趋势发生后产生的影响。所以,高风险可能不仅来自高概率结果,也可能来自产生了非常严重后果的低概率结果。所以评估各类可能的结果就非常重要,既包括低概率结果,也包括很可能发生的结果。例如,本世纪全球平均海平面不可能上升超过一米,但一旦上升超过一米,其后果就会非常严重,所以这种可能性是风险评估的重要部分。同样,低信度但会产生高影响的结果也是与政策相关的;例如虽然我们目前的能力不足以预估产生的结果,但应当考虑亚马逊雨林的响应会大幅放大气候变化的可能性(2.4, 表2.3) {WGI表13.5, WGII SPM A-3, 4.4, 文框4-3, WGIII文框3-9, SYR术语表}

风险既可以从定量的角度理解,也可以从定性的角度理解。可以使用各类正式或非正式的工具和方法降低和管理风险,这些工具和方法通常是迭代的。有用的管理风险的方法不一定要求精确地量化风险水平。能够基于伦理、心理、文化或社会因素区分各类定性值、目标和重点的方法可以增加风险管理的有效性。{WGII 1.1.2, 2.4, 2.5, 19.3, WGIII 2.4, 2.5, 3.4}

文框说明2 | 说明评估成果的确定性水平

各IPCC报告的一个整体特点是说明对基础性评估成果科学理解的程度和不确定性。不确定性可能来自各类来源。过去和目前的不确定性源于已有测量的局限性（尤其是罕见事件），也是因为评估复杂或包括多个组成部分的过程（可能包括物理、生物和人类系统）的因果关系非常困难。至于未来，气候变化涉及各类结果变化的可能性。我们现在很好地了解了许多过程和机制，但对另外许多过程和机制知之甚少。随时间变化的多种气候和非气候影响之间的复杂互动会造成持续的不确定性，这反过来又会引起发生预料之外事件的可能性。与过去的IPCC报告相比，AR5评估的科学、技术和社会经济文献组成的知识库要大得多。{WGI 1.4, WGII SPM A-3, 1.1.2, WGIII 2.3}

IPCC不确定性指南^a规定了评价和说明评估成果确定性水平的通用方法。每项成果都基于对基础性证据和一致性的评估。在许多情况下，证据和一致性二者一起支持对信度的确定，尤其是对于具有更强的一致性和多项独立证据的成果。本评估中每项关键成果的不确定性水平都基于证据的类型、数量、质量和一致性（如资料、对机理的理解、理论、模式、专家判断）和一致性程度。表示证据的摘要术语有：有限、中等、确凿。一致性用较低、中等、或较高表示。信度水平使用5个限定词表示：很低、低、中等、高和很高，并以斜体表示，如：*中等信度*。使用下列术语来量化描述得到清晰说明的、已发生或将在未来发生的结果的可能性或概率：几乎确定的概率为99–100%、*极可能的*概率为95–100%、*很可能的*概率为90–100%、可能的概率为66–100%、多半可能的概率为50–100%、或许可能的概率为33–66%、不可能的概率为0–33%、很不可能的概率为0–10%、极不可能的概率为0–5%、几乎不可能的概率为0–1%。还可酌情使用其它术语（极可能的概率为95–100%、多半可能的概率为>50–100%、多半不可能的概率为0–<50%、极不可能的概率为0–5%）。可能性的评估均采用斜体字，如*很可能*。除非另有说明，带有可能性术语的成果为高或很高信度。在适当的情况下，成果也会作为事实的表述形式来表达，该情况下不使用不确定性限定语。{WGI SPM B, WGII背景文框SPM.3, WGIII 2.1}

^a 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: 供IPCC第五次评估报告主要作者使用的关于统一说明不确定性的指南。瑞士日内瓦，政府间气候变化专门委员会（IPCC），4 pp.

1

观测到的变化 及其成因

主题1：观测到的变化及其成因

人类对气候系统的影响是明显的，近期的人为温室气体排放在历史上是最高的。近期的气候变化对人类系统和自然系统造成了广泛的影响。

主题1强调的是观测到的气候变化证据、气候变化的影响和人类对气候变化的作用。主题1讨论了观测到的气候变化(1.1)和对气候的外部影响(强迫)，其中对人为来源的强迫进行了区分，并分别说明了不同经济部门和不同温室气体(GHG)对人为强迫的作用(1.2)。第1.3节将观测到的气候变化归因其成因，并将对人类系统和自然系统的影响归因为气候变化，并明确了这些影响在多大程度上能归因为气候变化。第1.4节讨论了极端事件变化的概率及其成因，之后说明了风险背景中的暴露度和脆弱性(1.5)，随后的一节内容为适应和减缓的经验(1.6)。

1.1 观测到的气候系统变化

气候系统的变暖是毋庸置疑的。自20世纪50年代以来，观测到的许多变化在几十年乃至上千年时间里都是前所未有的。大气和海洋已变暖，积雪和冰量已减少，海平面已上升。

1.1.1 大气

过去三个十年的地表温度依次升高，比1850年以来的任何一个十年都偏暖。1983-2012年这段时期在北半球有此项评估的地方很可能是过去800年里最暖的30年时期(高信度)，可能是过去1400年里最暖的30年时期(中等信度)。{WGI SPM 2.4.3, 5.3.5}

全球陆地和海洋综合平均表面温度的线性趋势计算结果表明，1880-2012年期间(存在多套独立制作的数据集)温度升高了0.85[0.65至1.06]°C²¹。基于现有的一个最长的数据集，1850-1900年时期和2003-2012年时期的平均温度之间的总升温幅度为0.78 [0.72至0.85]°C。对于计算区域趋势足够完整的最长时期(1901-2012年)，全球几乎所有地区都经历了地表增暖。(图1.1)。{WGI SPM B.1, 2.4.3}

除了存在确凿的多年代际变暖之外，全球地表平均温度还表现出明显的年代际和年际变化(见图1.1)。由于这种自然变率，基于短期记录的趋势对于开始期和结束期的选取非常敏感，而且一般不反映长期气候趋势。作为一个例子，起始于强厄尔尼诺事件的过去15年间的升温速率(1998-2012年；温度每十年升高0.05[-0.05至+0.15]°C)小于自1951年以

来的升温速率(1951-2012年；每十年温度升高0.12[0.08至0.14]°C；见文框1.1)。{WGI SPM B.1, 2.4.3}

基于对测量结果的多项独立分析，几乎确定的是，自20世纪中叶以来，在全球范围内对流层已变暖，而对流层底部已变冷。北半球温带对流层的变化速率及其垂直结构具有中等信度。{WGI SPM B.1, 2.4.4}

自1901年以来全球陆地区域平均降水变化在1951年之前为低信度，之后为中等信度。自1901年以来，北半球中纬度陆地区域平均的降水可能已增加(在1951年之前为中等信度，之后为高信度)。对于其它纬度，区域平均降水的正负长期趋势具有低信度。(图 1.1)。{WGI SPM B.1, 图 SPM.2, 2.5.1}

1.1.2 海洋

海洋变暖主导了气候系统储能的增加部分，占1971-2010年间累积能量的90%以上(高信度)，仅有约1%储存在大气中(图1.2)。在全球尺度上，海洋表层温度升幅最大，1971-2010年期间海洋上层75米以上深度的海水温度升幅为每十年0.11 [0.09至0.13]°C。几乎确定的是，海洋上层(0-700米)在1971-2010年期间已经变暖，而且可能是在19世纪70年代至1971年期间变暖的。可能的是，从1957年到2009年，海洋在700米和2000米深度之间已经变暖，从1992年到2005年，在3000米到海底之间已经变暖(图1.2)。{WGI SPM B.2, 3.2,文框3.1}

自20世纪50年代以来，以蒸发为主的高盐度海区的表水很可能变得更咸，而降水为主的低盐度海区的表水很可能变得更淡。这些区域性海洋盐度的变化趋势间接表明，海洋上蒸发和降水已发生变化，因此全球水循环也发生了变化(中等

²⁰ 除非另有说明，方括号中的范围表示90%的不确定性区间。90%不确定性区间预计有90%的可能性涵盖了估算值。不确定性区间与相应最佳估算值之间不一定是对称关系。只要有最佳估算值则给出。

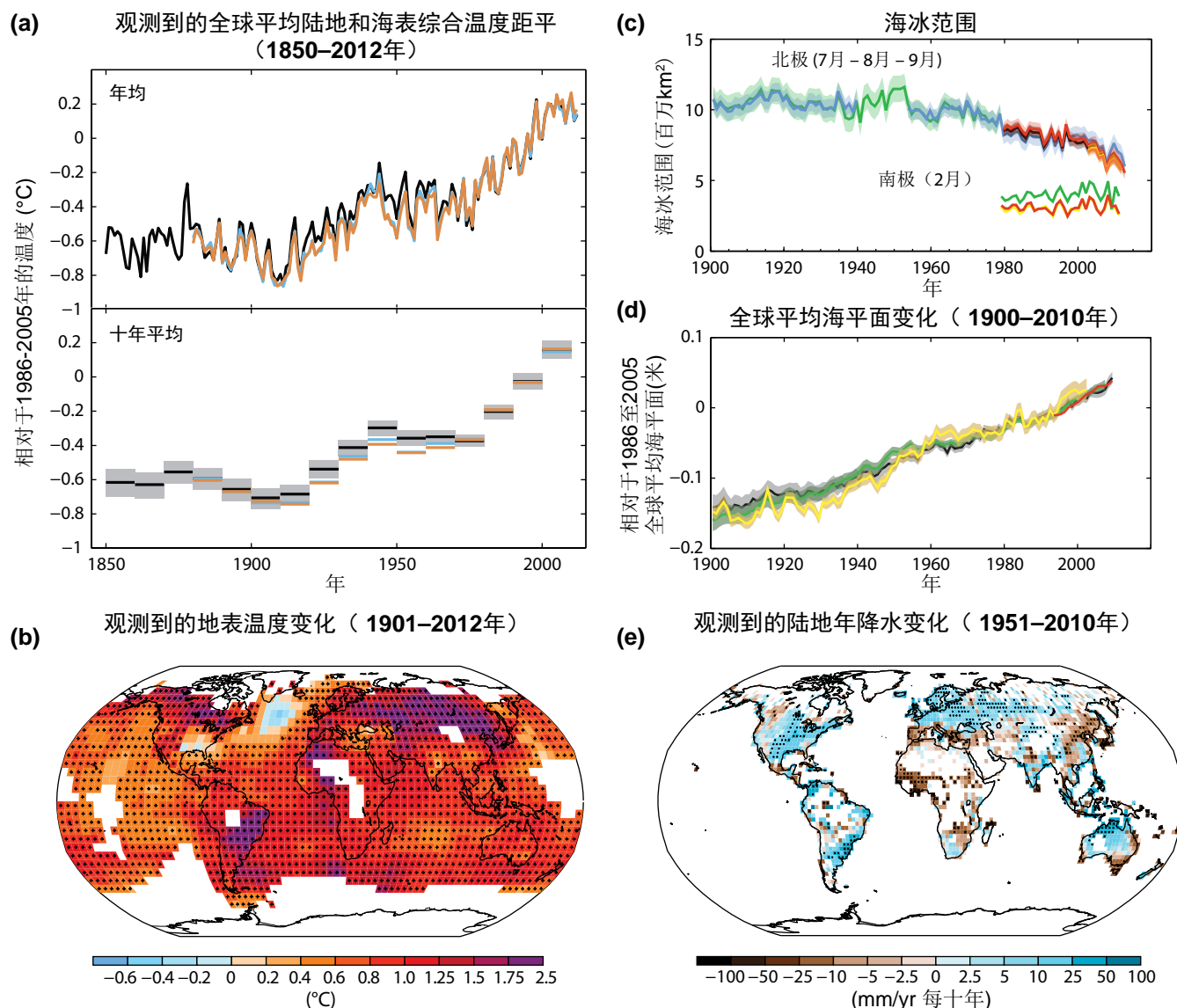


图1.1 | 观测到的全球气候系统变化的多项指标。(a) 观测到的全球陆地和海表综合平均温度距平(相对于1986-2005年时期的均值, 为年度和代际平均), 为一个资料集纳入了代际平均不确定性估算(灰色阴影)。{WGI图SPM.1,图2.20; 对于资料集清单和更多技术细节, 详见WGI技术摘要的补充材料WGI TS.SM.1.1}(b) 观测到的1901-2012年的地表温度变化地图, 温度变化值是通过对其趋势进行了线性回归所确定的趋势计算得出的。只要可用资料能够得出确切估算值, 均对其趋势作了计算(即, 仅限于该时期前10%和后10%时段内, 观测记录完整率超过70%并且资料可用率大于20%的格点)。其它地区为白色。凡是趋势达到10%显著性的格点均用“+”号表示。{WGI图SPM.1,图 2.21、图 TS.2; 对于资料集清单和更多技术细节, 详见WGI技术摘要的补充材料WGI TS.SM.1.2}(c) 北极(7月至9月平均值)和南极(2月)海冰范围。{WGI图SPM.3、图4.3、图4.SM.2; 对于资料集清单和更多技术细节, 详见WGI技术摘要的补充材料WGI TS.SM.3.2}。(d) 相对于1986-2005年最长的连续资料集平均值的全球平均海平面, 所有资料集均调整为1993年(即有卫星高度仪资料的第一年)的相同值。所有时间序列(不同颜色的曲线表示不同的资料集)给出年度值, 经评估后的不确定性用不同颜色的阴影区表示。{WGI图SPM.3、图3.13; 对于资料集清单和更多技术细节, 详见WGI技术摘要的补充材料WGI TS.SM.3.4}。(e) 观测到的1951-2010年期间的降水变化图; 逐年累积趋势的计算标准同图b。{WGI图SPM.2、S TFE.1、图2、2.29.对于资料集清单和更多技术细节, 详见WGI技术摘要的补充材料WGI TS.SM.2.1}

信度)。尚无观测证据表明大西洋经向翻转环流(AMOC)的长期趋势。{WGI SPM B.2, 2.5, 3.3, 3.4.3, 3.5, 3.6.3}

自工业革命伊始, 海洋对CO₂的吸收造成了海洋酸化; 海洋表面海水的pH值下降了0.1(高信度), 以氢离子浓度来衡量的话, 相当于酸性增高了26%。具有中等信度的是, 自20

世纪60年代以来, 变暖导致许多海域的海岸水域和公海温跃层的含氧量下降, 热带含氧量最低的海域在近几十年可能已有所扩大。{WGI SPM B.5, TS2.8.5, 3.8.1, 3.8.2, 3.8.3, 3.8.5, 图 3.20}

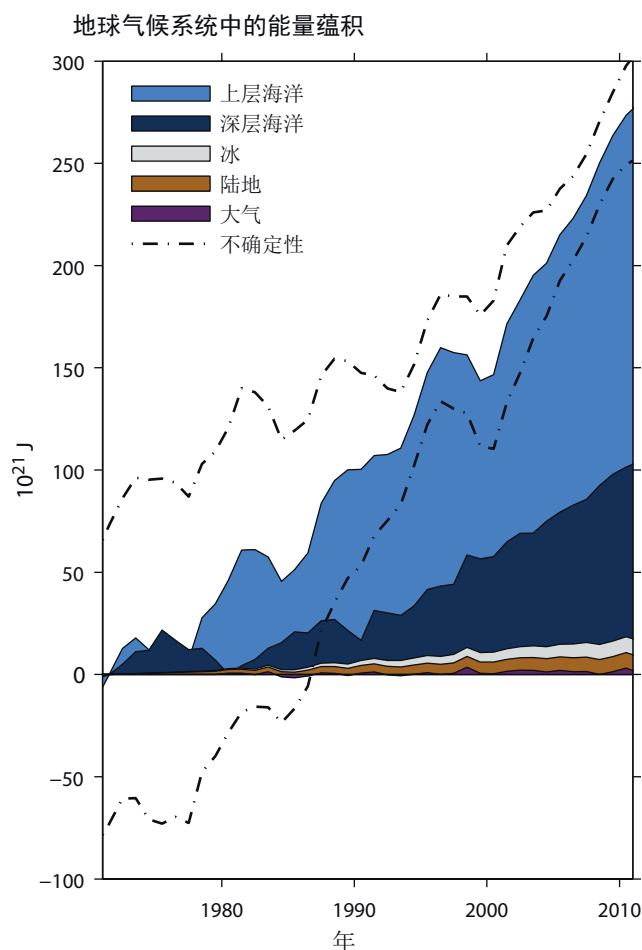


图1.2 | 地球气候系统中的能量蕴积。除非另有说明，估值单位为 10^{21} J，时间段为1971至2010年，相对于1971年。组成部分包括上层海洋(深度不超过700米)、深层海洋(深度超过700米；包括自1992年开始的深度超过2000米的估值)、冰融化(冰川和冰帽、格陵兰和南极冰盖的估值始于1992年，北极海冰的估值为自1979年至2008年)、大陆(陆地)变暖和大气变暖(估值始于1979年)。不确定性估算为所有五个组成部分在90%信度区间的误差。{WGI文框3.1,图1}

1.1.3 冰冻圈

过去20年以来，格陵兰和南极冰盖一直在损失冰量(高信度)。几乎全球范围内的冰川继续退缩(高信度)。北半球春季积雪面积继续缩小(高信度)，具有高信度的是，南极海冰范围的趋势有很强的区域差异，其总范围很可能出现了上升。{WGI SPM B.3,4.2-4.7}

冰川损失了冰量，对整个20世纪的海平面上升有所作用。格陵兰冰盖的冰量损失速度很可能在1992年至2011年期间大幅加快，这造成2002至2011年期间的冰量损失多于1992至2011年期间。南极冰盖的冰量损失主要发生在南极半岛北部和南极西部的阿蒙森海区，在2002年至2011年间速度也可能更高。{WGI SPM B.3,SPM B.4, 4.3.3,4.4.2, 4.4.3}

1979年(卫星观测开始的年份)至2012年间北极年均海冰范围在缩小，缩小速率很可能是在每十年3.5%至4.1%的范围内。北极海冰范围在1979年以来的每个季节以及每个依次年代均已缩小，每十年平均范围的下降速度在夏季最高(高信度)。夏季最低海冰范围很可能每十年缩小9.4%–13.6%(每十年0.73至1.07百万平方公里的范围)(见图1.1)。在1979年至2012年期间南极年均海冰范围很可能以每十年1.2%至1.8%区间(每十年0.13至0.20百万平方公里范围)的速度增加。但具有高信度的是，南极存在很大的区域差异，有些区域的海洋范围增加，有些区域减小。{WGI SPM B.5,4.2.2,4.2.3}

具有很高信度的是，自20世纪中叶以来，北半球积雪面积已缩小(见图SPM.3)，在1967–2012年时期，北半球三月份和四月份积雪面积每十年缩小1.6[0.8至2.4]%，六月份每十年缩小11.7。具有高信度的是，自20世纪80年代初以来，北半球大多数地区多年冻土层的温度已升高，一些地区冻土层的厚度和面积减少。多年冻土温度升高是对升高的地面温度和积雪变化的响应。{WGI SPM B.3,4.5,4.7.2}

1.1.4 海平面

在1901–2010年期间，全球平均海平面上升了0.19[0.17至0.21]米(图1.1)。19世纪中叶以来的海平面上升速率比过去两千年来的平均速率高(高信度)。{WGI SPM B.4, 3.7.2,5.6.3,13.2}

很可能的是，全球平均海平面上升的平均速率在1901年至2010年期间为每年1.7[1.5至1.9]毫米，在1993年至2010年期间为每年3.2[2.8至3.6]毫米。对于后一个时期的海平面上升速率加快的问题，验潮仪和卫星高度计的资料是一致的。1920年至1950年间可能也出现了类似的高速率。{WGI SPM B.4,3.7,13.2}

自二十世纪七十年代初以来，冰川损失和因变暖导致的海洋热膨胀两者一起可解释为什么观测到的全球平均海平面上升了75%(高信度)。具有高信度的是，1993年至2010年期间全球平均海平面上升与观测到的因变暖造成的海洋热膨胀、冰川变化、格陵兰岛冰盖变化、南极冰盖以及陆地水储量变化等方面的贡献总和相一致。{WGI SPM B.4,13.3.6}

由于海洋循环的波动性，在几十年期间，很多区域的海平面上升速度要比全球平均海平面上升快若干倍或慢若干倍。自1993年开始，西太平洋的区域速度达全球平均速度的三倍，而东太平洋大部地区的速度接近或低于全球平均速

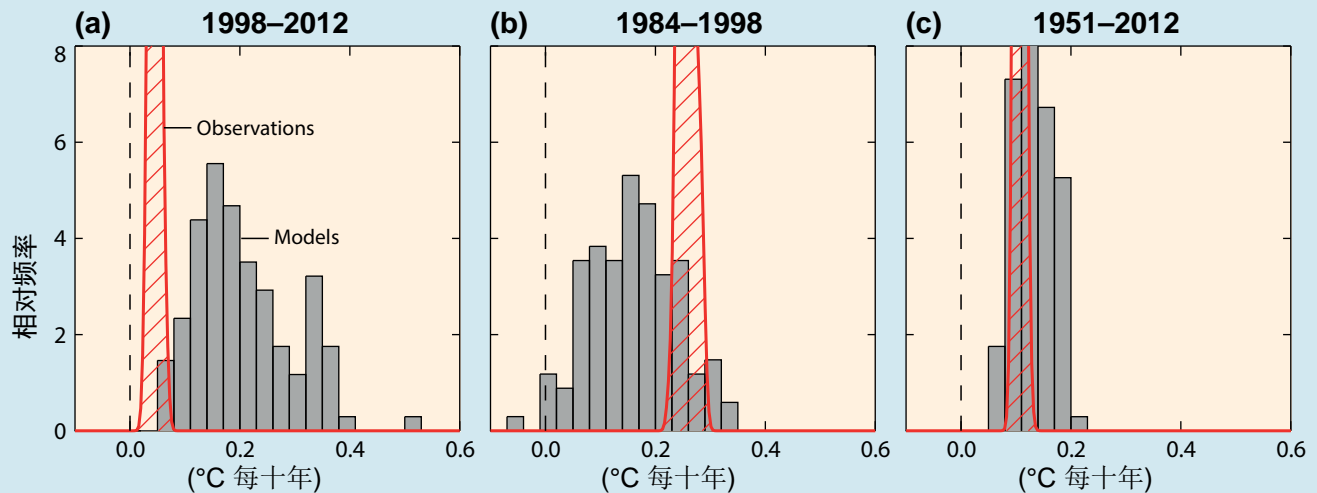
文框 1.1 | 最近的温度趋势及其影响

与1951–2012年相比，1998–2012年间观测到的地表增温趋势趋缓是因为辐射强迫趋势减弱以及自然内部变率(包括海洋内部可能的热量再分配)致冷效应，二者的贡献不相上下(中等信度)。观测到的1998至2012年间的全球平均地表温度的上升速度估计为1951至2012年间上升速度的约三分之一或一半(文框1.1、图1a和1c)。尽管地表升温趋势出现了这种减缓，但气候系统很可能自1998年以来继续积累了热量(图1.2)，海平面也继续出现了上升(图1.1)。
{WGI SPM D.1,文框9.2}

21世纪前10年气候系统的辐射强迫持续增加，其最大的来源为CO₂在大气中的浓度。但与1984至1998年或1951至2011年相比，自1998至2011年辐射强迫的增加速度更低，其原因是2000年至2009年火山喷发的制冷效应和太阳周期的冷期。但对强迫趋势在造成地表变暖速度下降中作用的量化具有低信度。{WGI 8.5.2,文框9.2}

114个现有的气候模式中的111个模拟显示的1998至2012年期间的地表变暖趋势高于观测结果(文框1.1、图1a)。具有中等信度的是，这种模式和观测间的差别在很大程度上是由自然内部气候变率造成的，这种变率有时会增加而有时会减弱长期由外部强迫出的变暖趋势(比较文框1.1、图1a和1b；在1984至1998年期间大多模式的模拟显示的变暖趋势低于观测到的趋势)。所以自然内部变率会降低短期趋势对长期气候变化的相关性。造成模式和观测间的差距的原因也可能是模式中所使用的太阳、火山和气溶胶强迫不足，在一些模式中可能是因为高估了对不断增加的温室气体和其他人为强迫的响应(后一种原因主要包括气溶胶的作用)。{WGI 2.4.3,文框9.2,9.4.1,10.3.1.1}

长期模拟结果显示的1951–2012年的地表变暖趋势与观测到的趋势相一致(很高信度)(文框1.1,图1c)。进一步讲，对辐射强迫、地表变暖和观测到的热量储存(热量储存自1970年起有资料)的独立估计加以结合后显示的地球热量收支与评估的平衡气候敏感度的可能区间(1.5°C至4.5°C)²¹是一致的。所以可以根据观测到的气候变化记录反映气候系统的基本特征，而这些特征对于未来的变暖有作用，其中包括平衡气候敏感度和瞬时气候响应(见主题2)。{WGI文框9.2,10.8.1,10.8.2,文框12.2,文框13.1}



文框1.1, 图 1 | 1998至2012年期间的全球平均地表变暖趋势(a), 1984至1998年 (b), 1951至2012年 (c), 源于观测(红色)和当代气候模式进行的114种现有的模拟(灰色柱)。每条灰色柱的高度表示114种模拟中一定程度的趋势发生的频率(单位为°C每十年)。红色影线区域的宽度表示基于各个站的资料建立全球平均值的统计不确定性。这种观测不确定性有别于1.1.1节中所指的不确定性；1.1.1节中也纳入了对自然内部变率的估计。而这里的自然内部变率的程度是由模式集合的广度决定的。{根据WGI文框9.2, 图 1编写}

²¹ 平衡气候敏感度是假设大气CO₂浓度加倍后的长期地表温度。热量收支与平衡气候敏感度存在联系，这是因为地表升温造成向太空的辐射加强，这会降低地球热量的增加。地表温度上升一定程度后，向太空的辐射增加多少取决于与决定平衡气候敏感度同样的反馈过程(例如云反馈、水蒸汽反馈)。

度。{WGI 3.7.3, FAQ 13.1}

具有很高信度的是，末次间冰期(距今约12.9万年至11.6万年间)的几千年中全球平均海平面的最大值至少比当前高5米；具有高信度的是，那一时期海平面没有超过当前10米。末次间冰期格陵兰冰盖对全球平均海平面上升的贡献很可能在1.4到4.3米之间，这意味着南极冰盖也对全球海平面上升做出了额外贡献(中等信度)。海平面的这种变化是在不同的轨道强迫以及高纬度几千年平均的地表温度比目前至少高出2°C的背景下出现的(高信度)。{WGI SPM B.4, 5.3.4, 5.6.2, 13.2.1}

1.2 过去和近期的气候变化驱动因子

自工业化时代前以来，人为温室气体的排放量已经上升，这主要是由于经济和人口的增长所推动的。2000-2010年的排放量是历史最高水平。历史排放量已推动二氧化碳、甲烷和氧化亚氮的大气浓度达到至少过去80万年来前所未有的水平，从而导致气候系统的能量吸收。

改变地球能量收支的自然和人为物质与过程是气候变化的物理驱动因子。辐射强迫量化了由这些驱动因子引起的进入地球系统的能量扰动。正辐射强迫值导致近地表变暖，而负辐射强迫值导致近地表变冷。辐射强迫的估算是基于实地观测和遥感观测、温室气体和气溶胶的特性以及利用数值模式的计算结果。1750至2011年期间的辐射强迫见图1.4，其中对辐射强迫的大类进行了区分。“其他人为”类主要包括气溶胶变化的制冷效应，臭氧变化、土地利用反射比变化和其他较小因素所起的作用更小。{WGI SPM C, 8.1, 8.5.1}

1.2.1 自然和人为辐射强迫

温室气体的大气浓度已上升到过去80万年来前所未有的水平。自1750年以来，温室气体二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)和氧化亚氮(N₂O)的浓度均已大幅增加(分别为40%、150%和20%)(图1.3)。2002至2011年期间CO₂浓度的增加速度是观测到的最快10年变化速度(2.0 ± 0.1 ppm/年)。自20世纪90年代末CH₄的浓度出现了近10年的稳定，但自2007年开始大气中的CH₄浓度再次开始上升。过去30年间N₂O的浓度以0.73 ± 0.03 ppb/年的速度稳定增长。{WGI

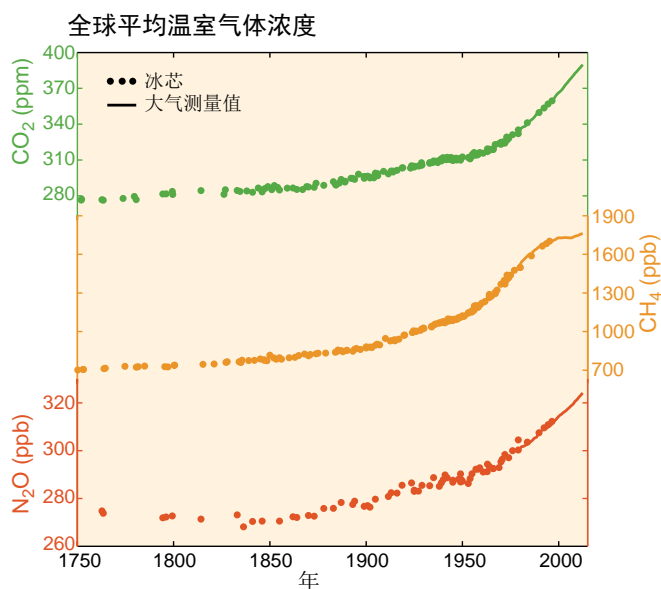


图1.3 | 观测到的大气温室气体浓度变化。二氧化碳大气浓度(CO₂, 绿色)、甲烷(CH₄, 橙色)和氧化亚氮(N₂O, 红色)。来自冰芯的资料(圆点)和直接大气测量(线条)叠加在一起。{WGI 2.2, 6.2, 6.3, 图 6.11}

SPM B5, 2.2.1, 6.1.2, 6.1.3, 6.3}

1750-2011年期间的总人为辐射强迫计算的变暖效应为2.3[1.1至3.3]W/m²(图1.4)，自1970年以来其增加速率比之前的各个年代更快。对于1750-2011年间的辐射强迫及其自1970年以来的趋势来讲，二氧化碳是最大的因素。2011年的总人为辐射强迫估值大大高于(43%)IPCC第4次评估报告(AR4)给出的2005年总人为辐射强迫估值。其原因是大多GHG的浓度不断增加，而且对于来自气溶胶的辐射强迫的估值也增加了。{WGI SPM C, 8.5.1}

气溶胶的辐射强迫(包括造成的云调节)得到了更好的理解，结果表明比AR4时的冷却效应要弱。1750-2011年间的气溶胶辐射强迫估计为-0.9[-1.9至-0.1]W/m²(中等信度)。来自气溶胶的辐射强迫有两个互相抵消的组成部分：大多数气溶胶及其云调是以冷却效应为主，黑碳吸收太阳辐射造成的变暖效应会部分抵消前一种作用。具有高信度的是，全球平均总气溶胶辐射强迫已抵消了源于充分混合的温室气体引起的辐射强迫的很大一部分。气溶胶仍然是总辐射强迫估算中的最大不确定性来源。{WGI SPM C, 7.5, 8.3, 8.5.1}

太阳辐射和火山气溶胶的变化会导致自然辐射强迫(图1.4)。在大型火山爆发后的若干年内，平流层火山气溶胶的强迫作用对气候系统有很大的冷却效应。根据计算，与1750年相比，总太阳辐射的变化只对2011年的总辐射强迫做出了约2%的贡献。{WGI SPM C, 图 SPM.5, 8.4}

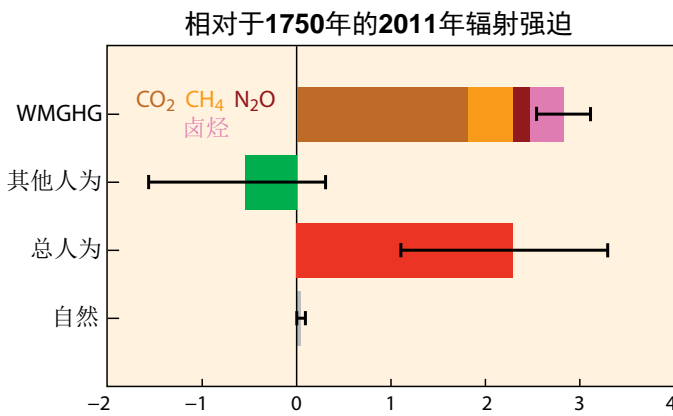


图1.4 | 工业化时期的气候变化辐射强迫(1750–2011)。柱状表示混合均匀的温室气体(WMGHG)的辐射强迫、其他人为强迫、总人为强迫和自然强迫。误差柱表示5-95%的不确定性。其他人为强迫包括气溶胶、土地使用地表反照率和臭氧变化。自然强迫包括太阳和火山效应。2011年相对于1750年的总人为辐射强迫为 2.3 W/m^2 (不确定性范围为 $1.1\text{--}3.3 \text{ W/m}^2$)。这相当于 430 ppm 二氧化碳当量浓度(不确定性范围为 $340\text{--}520 \text{ ppm}$) (见术语表) {资料来自WGI 7.5和表8.6}

1.2.2 影响排放驱动因子的人类活动

在1750年至2010年期间人为 CO_2 累计排放量中大约有一半发生在过去40年(高信度)。 $2040 \pm 310 \text{ GtCO}_2$ 的累计人为 CO_2 排放于1750至2011年间进入大气。自1970年以

来, 源于化石燃料的燃烧、水泥生产和空烧的 CO_2 累积排放量增加了两倍, 而来自森林和其他土地利用(FOLU)²²的 CO_2 累积排放量增加了约40%(图1.5)²³。2011年, 源于化石燃料的燃烧、水泥生产和空烧的 CO_2 排放量为 $34.8 \pm 2.9 \text{ GtCO}_2/\text{yr}$ 。2002-2011年, FOLU的年均排放为 $3.3 \pm 2.9 \text{ GtCO}_2/\text{yr}$ 。{WGI 6.3.1, 6.3.2, WGIII SPM.3}

自1750年以来, 这些人为二氧化碳排放中的约40% ($880 \pm 35 \text{ GtCO}_2$)保留在大气中。其余的被碳汇从大气中移除或储存在自然碳循环库中。剩余的累积二氧化碳排放储存在海洋吸收和带土壤的植被中, 二者所占的比例大致相当。海洋吸收了约30%的人为排放二氧化碳, 造成了海洋酸化。{WGI 3.8.1, 6.3.1}

总年度人为GHG排在1970至2010年间持续增加, 而2000年到2010年间的绝对增长量更高(高信度)。尽管气候变化减缓政策的数量出现了上升, 但从2000年至2010年, 年度GHG排放还是每年平均增加 $1.0 \text{ GtCO}_2\text{-eq}$ (2.2%), 而1970至2000年每年平均增加 $0.4 \text{ GtCO}_2\text{-eq}$ (1.3%) (图1.6)²⁴。2000至2010年间的总人为GHG排在人类历史上是最高的, 在2010年达到了 $49 (\pm 4.5) \text{ GtCO}_2\text{-eq/yr}$ 。2007/2008年的全球经济危机只是暂时减少了排放。{WGIII SPM.3, 1.3, 5.2, 13.3, 15.2.2, 文框TS.5, 图15.1}

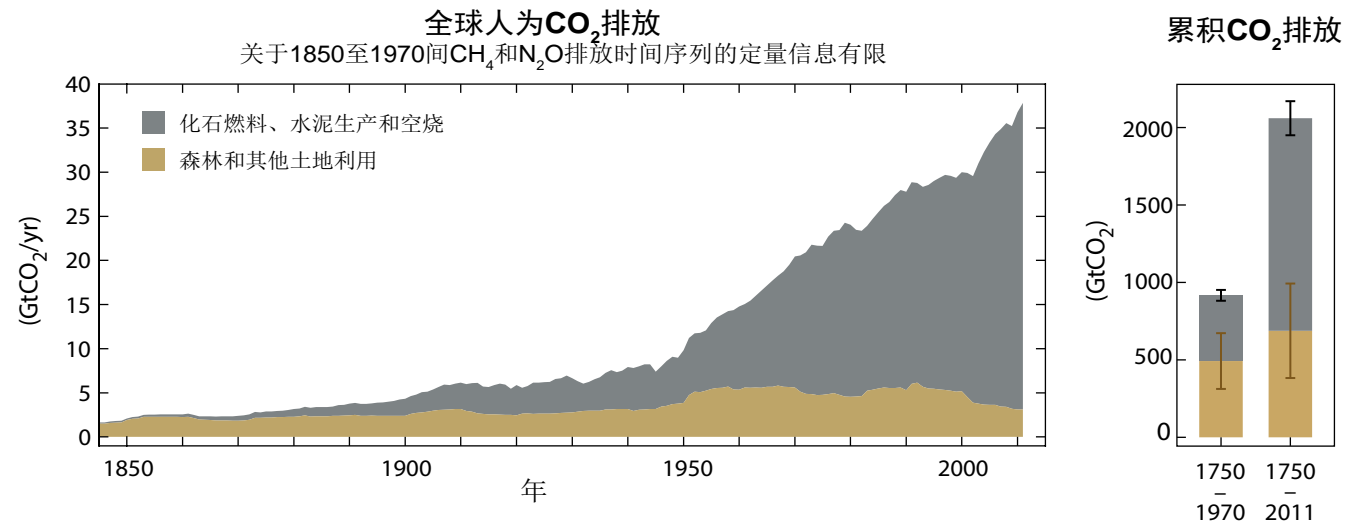


图1.5 | 1750-2011年间来自化石燃料燃烧、水泥生产和空烧, 以及森林和其他土地利用(FOLU)的全球年度人为二氧化碳(CO_2)排放(吉吨 CO_2 当量每年, GtCO_2/yr)。累积排放及其不确定性以柱形和须线分别在右侧表示。甲烷(CH_4)和氧化亚氮(N_2O)的累积排放全球效应见图1.3。1970至2010年的温室气体排放资料见图1.6。{根据WGI图TS.4和WGIII图TS.2修改}

²² 林业和其他土地利用(FOLU)—另称为LULUCF(土地利用、土地利用变化与林业)—是一套涉及农业、林业和其他土地利用(AFOLU)的各种GHG排放和清除的子数据集, 而这些GHG与人类直接引起的LULUCF活动有关, 但不包括农业的排放和清除(见WGIII AR5术语表)。

²³ 来自WGI6.3的数字被转换成了 GtCO_2 单位。产生第三工作组{WGIII SPM.3, TS.2.1}累积排放中小差异的原因是使用了不同的四舍五入方法, 不同的结束年份和使用不同的来自FOLU的排放资料集。尽管其不确定性, 估值是非常接近的。

²⁴ 二氧化碳当量排放是比较不同种GHG排放量时的一个通用尺度。在整个SYR中, 如果GHG的历史排放量以 $\text{GtCO}_2\text{-eq}$ 表示, 即为在100年的时间范围内将一种GHG排放量加权全球增暖潜势(GWP100), 除非另有说明, 该增暖潜势取自IPCC第二次评估报告。本报告中使用的单位缩写是 $\text{GtCO}_2\text{-eq}$ 。45

1970-2010年时期按气体组别划分的人为GHG年排放总量

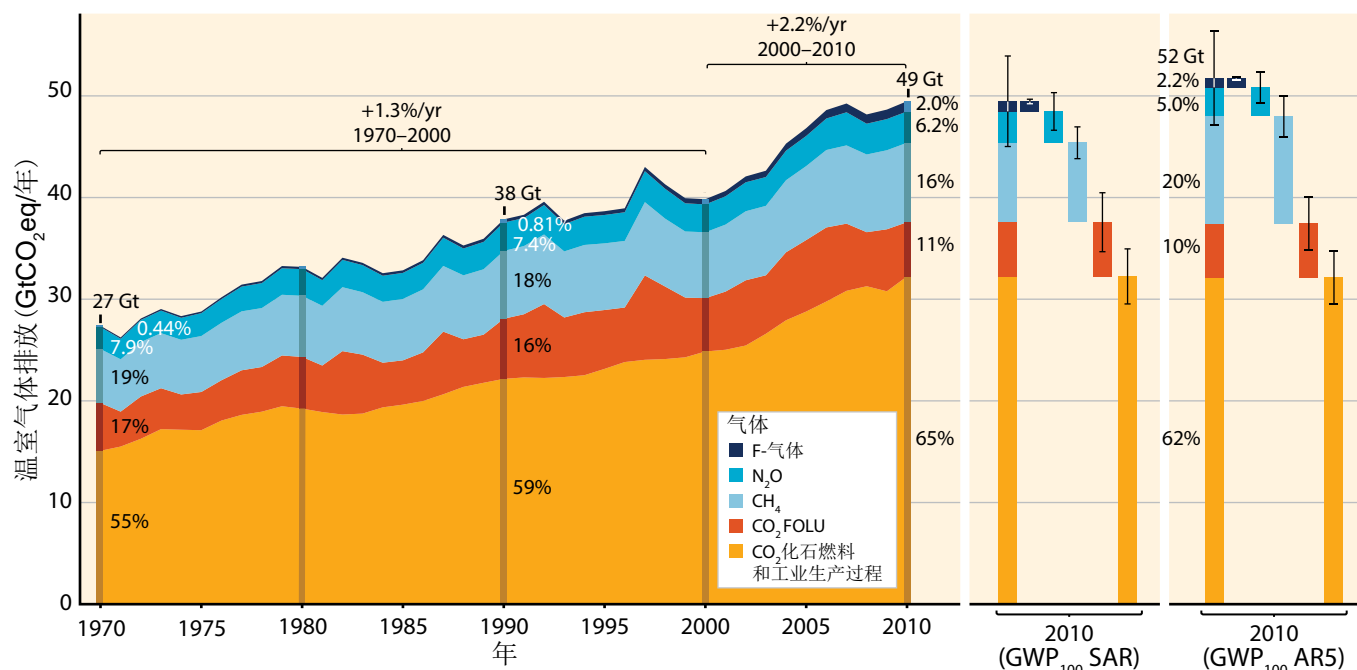


图1.6 |1970-2010年时期按气体组别划分的人为温室气体(GHG)年排放总量(吉吨二氧化碳当量每年, GtCO₂-eq/yr): 源于化石燃料的燃烧和工业流程的CO₂; 源于林业和其他土地利用(FOLU)的CO₂; 甲烷(CH₄); 一氧化二氮(N₂O); 《京都议定书》涵盖的含氟气体(F-气体)。右侧替代使用基于IPCC第二次评估报告(SAR)和AR5中数值的二氧化碳当量排放加权显示了2010年的排放。除非另有说明,本报告中的二氧化碳当量排放包括基于SAR中的100年增暖潜势(GWP100)数值计算的一篮子《京都议定书》气体(CO₂、CH₄、N₂O和F-气体)(见术语表)。使用AR5中最近的GWP100值(右侧条形)后,由于甲烷的贡献增加,会引起更高的总年度GHG排放(52 GtCO₂-eq/yr),但不会明显改变长期趋势。选择其他的计量单位会改变不同气体的贡献(见文框3.2)。2010年数值的表示再次使用了具有相关不确定性(90%信度区间)的上述气体分量的细分结果,分别用误差条形图表示。已知源于化石燃料燃烧排放的全球CO₂的不确定性是在8%以内(90%信度区间)。源于FOLU的CO₂排放量具有很大的不确定性(±50%左右)。根据估算,全球CH₄、N₂O和F-气体排放量的不确定性分别为20%、60%和20%。2010年是本报告数据截至时基本完成对所有气体排放的统计以及对各种不确定性的评估最近的一年。不确定性估值仅考虑排放的不确定性,而不是GWP的不确定性。(见WGI 8.7) {WGIII 图 SPM.1}

1970-2010年期间化石燃料燃烧和工业过程的CO₂排放量占温室气体总排放增量的约78%,与2000-2010年期间增量的百分比贡献率相近(高信度)。2010年,化石能源相关的CO₂排放量达到32(±2.7) GtCO₂/yr,并在2010-2011年继续增长了约3%,在2011和2012年间增长了1%-2%。CO₂仍是主要的人为GHG,占2010年人为GHG排放总量的76%。排放总量当中,16%来自CH₄,6.2%来自N₂O,2.0%来自含氟气体(F-gases)(图1.6)²⁵。1970年来,人为GHG年排放量中约有25%为非CO₂气体²⁶。{WGIII SPM.3,1.2, 5.2}

2000-2010年间,年度人为GHG排放总量增长了约10 GtCO₂-eq。这一增量直接源于能源(47%)、工业(30%)交通(11%)和建筑(3%)行业(中等信度)。建筑业和工业对间接排放量的贡献有所提升(高信度)。2000以来,除

农业、林业和其它用地(AFOLU)²²外,全部行业的GHG排放量都在增长。2010年,能源行业的GHG排放量占总量的35%,AFOLU(净排放量)占24%,工业占21%,交通占14%,建筑业占6.4%。当电、热生产的排放是来自使用最终能源的行业时(即间接排放),工业和建筑业在全球GHG排放量中的占比分别增至31%和19%(图1.7)。{WGIII SPM.3,7.3,8.1,9.2,10.3,11.2} 另见文框 3.2 - 不同行业的贡献量部分,依据的是100年全球变暖潜势(GWP₁₀₀)外的其它计量标准。

从全球来看,经济发展和人口增长仍然是推动因化石燃料燃烧造成CO₂排放增加的两个最重要因素。**2000-2010年期间,人口增长的贡献率仍然保持与之前30年大致相同的水平,但经济发展的贡献率急剧上升(高信度)**。2000-2010

²⁵ 使用AR5{WGI 8.7}中的最近100年全球变暖潜势值(GWP₁₀₀)数值而非IPCC第二次评估报告中的GWP100数值,全球GHG排放总量将略高(52 GtCO₂-eq/yr),而非CO₂排放量中,20%来自CH₄,5%来自N₂O,2.2%来自F-气体。

²⁶ 本报告中非CO₂温室气体(包括F-气体)的数据取自“电子数据汇集、分析与检索(EDGAR)”数据库{WGIII 附件II.9},该数据库涵盖了《京都议定书》第一承诺期内包括的物质。

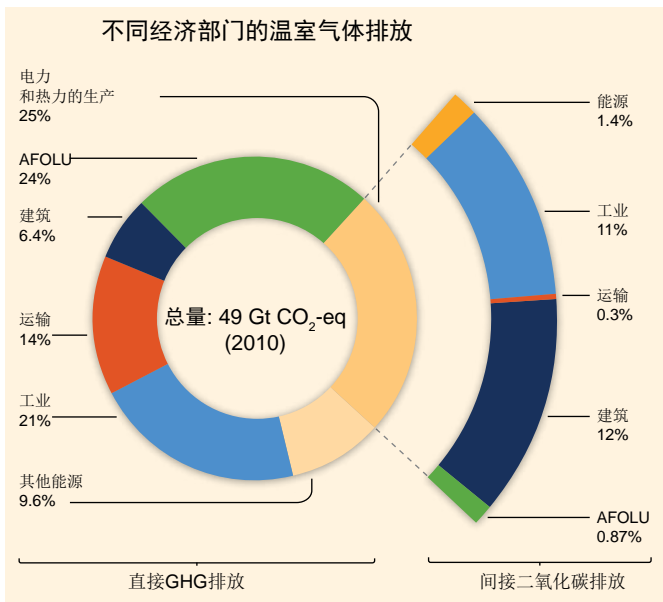


图 1.7 | 按经济行业划分的2010年人为GHG排放总量(吉吨CO₂当量/年,GtCO₂-eq/yr)。内环表示2010年五个经济行业的直接GHG排放份额(占人为GHG排放总量的百分比)。放大的扇面表示如何将发电和产热的间接CO₂排放份额(占人为GHG排放总量的百分比)划归于最终使用能源的行业。“其他能源”指WGIII附件II中定义的除发电和产热以外的能源行业内所有的GHG排放源 [WGIII附件II.9.1]。正如WGIII报告第11章所述,农业、林业和其他土地利用(AFOLU)的排放数据包括源于森林火灾、泥炭火灾、泥炭腐烂的陆地CO₂排放量,相当于来自林业和其他土地利用(FOLU)子行业的CO₂净通量。从IPCC《第二次评估报告》(SAR)起,均按100年全球变暖潜势(GWP100)将各排放量换算成CO₂-当量。关于行业定义见WGIII附件II.9。{WGIII图 SPM.2}

年间,两大驱动因素的发展速度都超过了降低国内生产总值(GDP)中能耗强度以实现减排的速度(图1.8)。较之其它能源,煤炭用量的增加逆转了世界能源供应中逐渐实现脱碳(即降低能源碳强度)的长期趋势。{WGIII SPM.3,TS.2.2,1.3,5.3,7.2,7.3,14.3}

1.3 气候变化的归因和影响

《第四次评估报告 (AR4)》以来获得了更多关于人类对气候系统影响的证据。在大气和海洋变暖、全球水循环变化、冰雪减少以及全球海平面上升中,都能检测到人类影响;人类影响极可能是造成20世纪中叶以来观测到的变暖情况的首要原因。最近几十年来,气候变化已经对所有大陆和海洋的自然系统和人类系统造成了影响。不管气候变化的成因为何,上述影响却是由观测到的气候变化造成的,这说明自然系统和人类系统对气候的变化非常敏感。

气候系统及任何受气候影响的自然或人类系统中观测到的变化,都是由基于一系列一致的方法建立的原因引发的。检测解决的是无论是气候系统还是自然或人类系统在受到气候影响时出现的统计上的真实变化,而归因评估的是导致一个观测到的变化的多个因素的相对贡献或赋予了统计学信度的

全球化石燃料燃烧排放CO₂总量十年期变化分解图

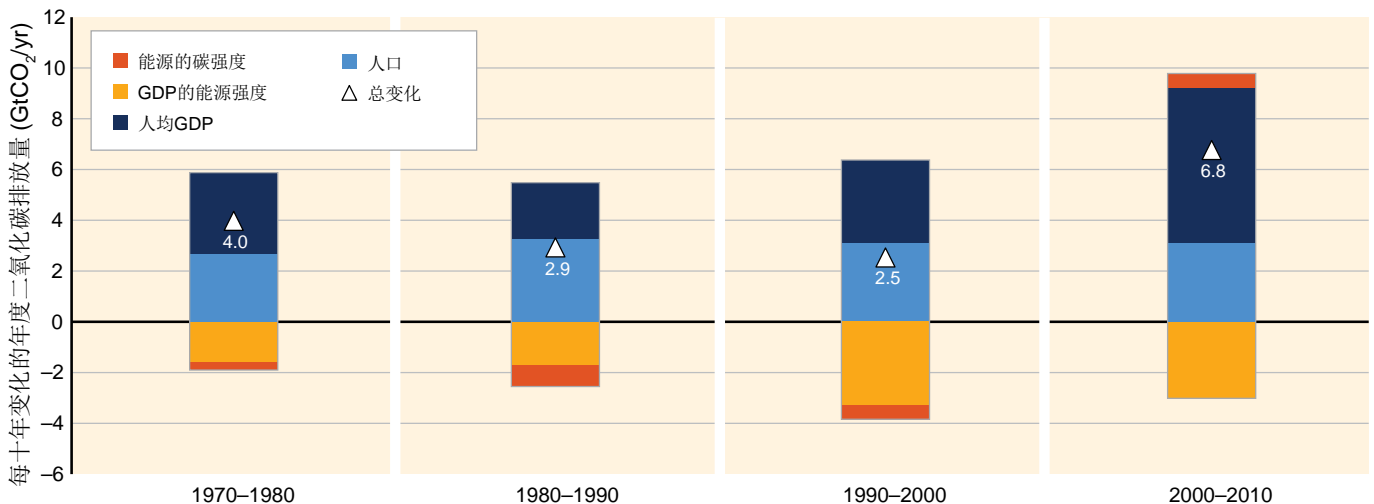


图 1.8 | 按四个驱动因子(人口、人均收入(国内生产总值, GDP)、GDP的能源强度和能源的碳强度)划分的全球化石燃料燃烧年排放二氧化碳(CO₂)总量十年期变化分解图。四个条形分别表示在其他各因子保持不变的条件下与每个因子相关的变化。用小三角表示排放变化总量。以每年10亿吨(GtCO₂/ yr)为单位衡量每十年CO₂排放量的变化;采用购买力平价指标将收入换算成常用单位。{WGIII SPM.3}

事件²⁷。造成气候变化的归因量化了观测到的气候变化与人类活动以及其它自然、气候驱动因子间的连接关系。与之相对，气候变化观测到的影响的归因则考虑了自然或人类系统中观测到的变化和观测到的气候变化之间的关联(成因不计)。对气候变化成因进行归因分析的研究结果，以辐射强迫的变化为基础，对变暖量值进行测算，继而支撑了未来气候变化的预估结果(主题2)。对气候变化影响进行归因分析的研究结果，强有力地表明了自然或人类系统对未来气候变化反应敏感。{WGI 10.8,WGII SPM A-1,WGIII/IIII/SYR 术语表}

1.3.1 人与自然影响气候系统造成气候变化的归因

1951-2010年期间观测到的全球地表平均温度上升中超过一半极可能是由人为增加的GHG浓度和其他人为强迫共同造成的(图1.9)。人类对变暖贡献的最佳估测值与同一时期内观测到的变暖是近似的。1951-2010年期间GHG造成的全球平均地表升温可能在0.5°C-1.3°C范围，而其它人为强迫(包括气溶胶的冷却效应)、自然强迫及自然内部变率进一步加剧了温度上升(图1.9)。评估的上述因素总体与该时期观测温度约上升0.6°C-0.7°C一致。{WGI SPM D.3,10.3.1}

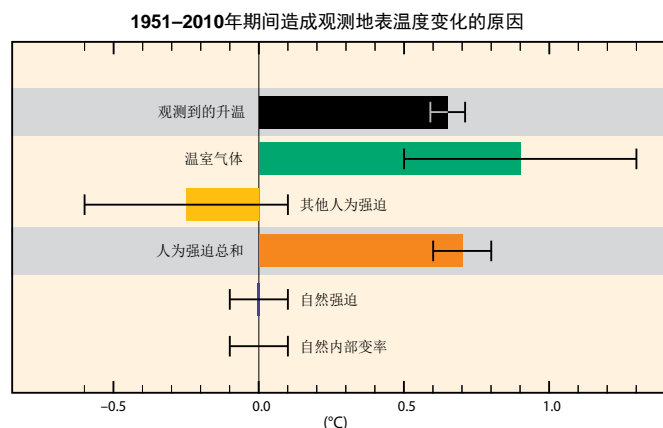


图1.9 | 评估1951-2010年期间由混合均匀的GHG、其他人为强迫(包括气溶胶的冷却效应和土地利用变化的效应)、综合人为强迫、自然强迫、自然内部气候变率(是甚至在有强迫的情况下在气候系统内部自发发生的气候变率的组成部分)造成的变暖趋势的可能性范围(须线)及其中值(立柱)。观测到的地表温度变化以黑色表示，由观测的不确定性造成的不确定性范围为5-95%。归因的变暖范围(多种颜色)是基于观测与气候模式模拟的结合，目的是估算单个外部强迫对于观测到的变暖的贡献程度。与将GHG和其他人为强迫贡献分开估算相比，对人为强迫综合贡献估算的不确定性更小。这是因为这两种作用可部分抵消，从而导致一个被观测结果更好限定的信号。{依据图WGI TS.10}

很可能的是，人为影响特别是温室气体和平流层臭氧损耗导致可检测到并已观测到的1961年以来对流层升温以及平流层下部相应降温的模式。{WGI SPM D.3,2.4.4,9.4.1,10.3.1}

在除南极以外的所有大陆区域，人为强迫可能对20世纪中叶以来的地表温度升高作出了很大贡献(图1.10)。对南极地区，很大的观测不确定性导致人为强迫对现有台站观测到的平均变暖具有贡献这一结论具有低信度。相对而言，可能的是，人类活动对20世纪中叶以来北极显著变暖具有贡献。人类活动可能在许多次大陆区域导致温度上升。{WGI SPM D.3,TS.4.8,10.3.1}

人为影响很可能对1979年以来北极海冰的损耗作出了贡献(图1.10)。由于对南极海冰面积变化原因的科学研究不完整且相互矛盾，而且对该地区内部变率的估算具有低信度，因此对观测到的南极海冰面积小幅增加的科学研究具有低信度。{WGI SPM D.3,10.5.1,图10.16}

人类影响可能对20世纪60年代以来的冰川退缩和1993年以来格陵兰冰盖表面融化加剧作出了贡献。由于科学认识的水平还较低，对观测到的过去二十年南极冰盖损耗的归因具有低信度。可能的是，观测到的1970年以来北半球春季积雪减少有人为贡献。{WGI 4.3.3, 0.5.2,10.5.3}

可能的是，人为活动影响了1960年以来的全球水循环。人为影响导致了观测到的大气水汽含量的增加(中等信度)，全球尺度的陆地降水模态的变化(中等信度)，资料充分的陆地地区强降水的加强(中等信度)(见1.4)，以及海洋表层和次表层盐度的变化(很可能)。{WGI SPM D.3,2.5.1,2.6.2,3.3.2,3.3.3,7.6.2,10.3.2,10.4.2,10.6}

很可能的是，人为强迫对观测到的20世纪70年代以来全球海洋上层热含量(0-700米)增加作出了实质性贡献(图1.10)。有证据表明人类活动影响了某些个别洋盆。很可能的是，人类活动对20世纪70年代以来的全球平均海平面上升作出了实质性贡献。这是由于人类活动影响造成海平面上升的两大因子(即热膨胀和冰川冰量损耗)的高信度。海洋吸收人为CO₂导致海洋表面海水逐渐酸化(高信度)。{WGI SPM D.3,3.2.3,3.8.2,10.4.1,10.4.3,10.4.4,10.5.2,13.3,文框3.2}

²⁷ 定义出自关于《探测与归因优秀实践指南文件》，即“人为气候变化相关探测与归因—IPCC专家会议”共识性文件；见《术语表》。

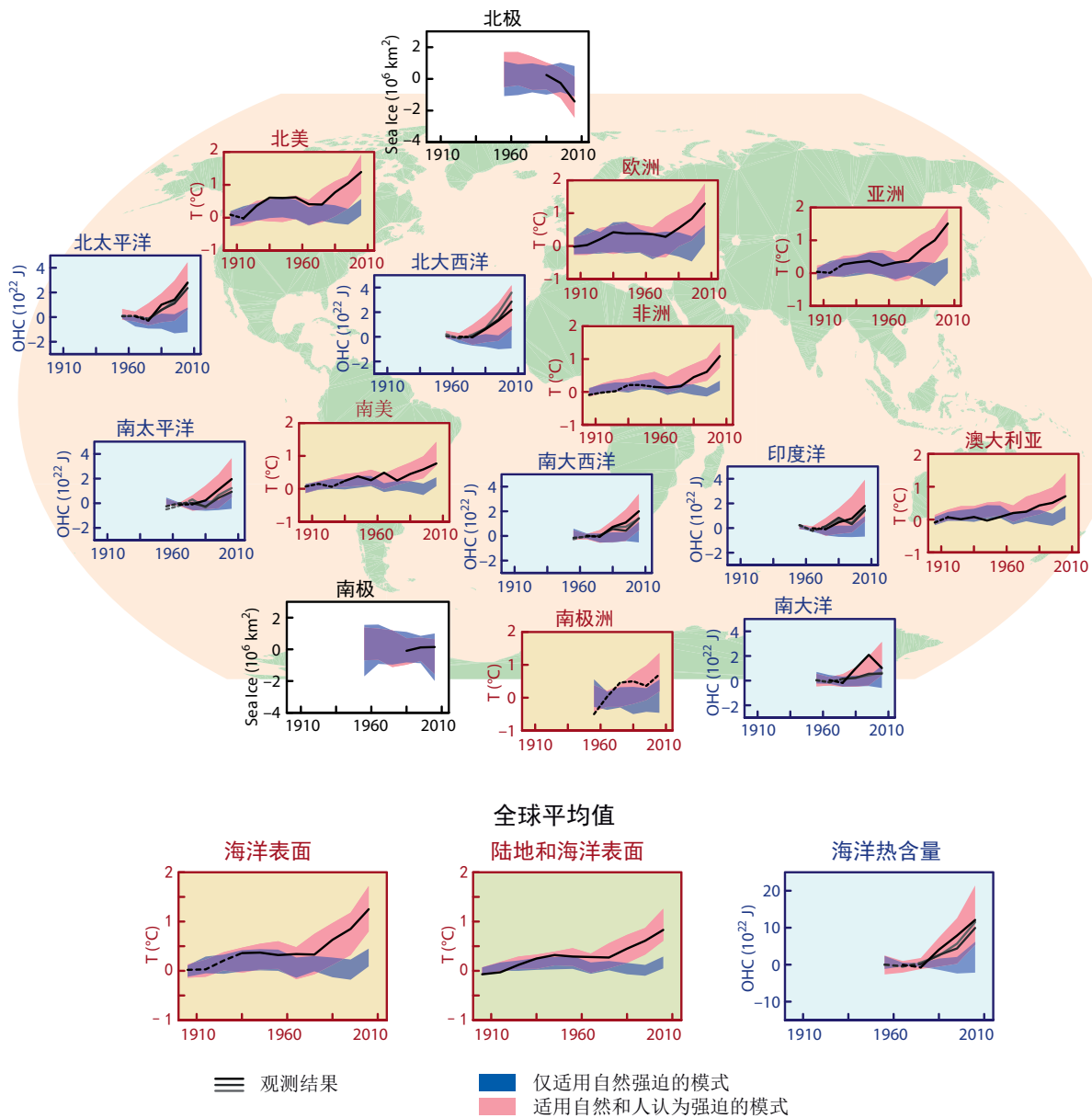


图1.10 | 比较观测到的和模拟的大陆地表气温(黄色部分)、北极和南极9月海冰面积(白色部分)以及主要洋盆的海洋上层热含量(蓝色部分)等方面的变化。同时也给出了全球平均变化。地表温度的距平是相对于1880–1919年,海洋热含量的距平是相对于1960–1980年,海冰距平是相对于1979–1999年。所有时间序列都是在十年的中心处绘制的十年平均值。在气温图中,如果研究区域的空间覆盖率低于50%,则观测值用虚线表示。在海洋热含量和海冰图中,实线是指资料覆盖完整且质量更高的部分,虚线是指仅资料覆盖充分,因而不确定性更大(请注意不同的线表示不同的资料集;详情见WGI图SPM.6)。模式结果是耦合模式比较计划第五阶段(CMIP5)的多模式集合范围,阴影带表示5%至95%信度区间。{WGI图SPM 6: 详情请见WGI图TS.12}

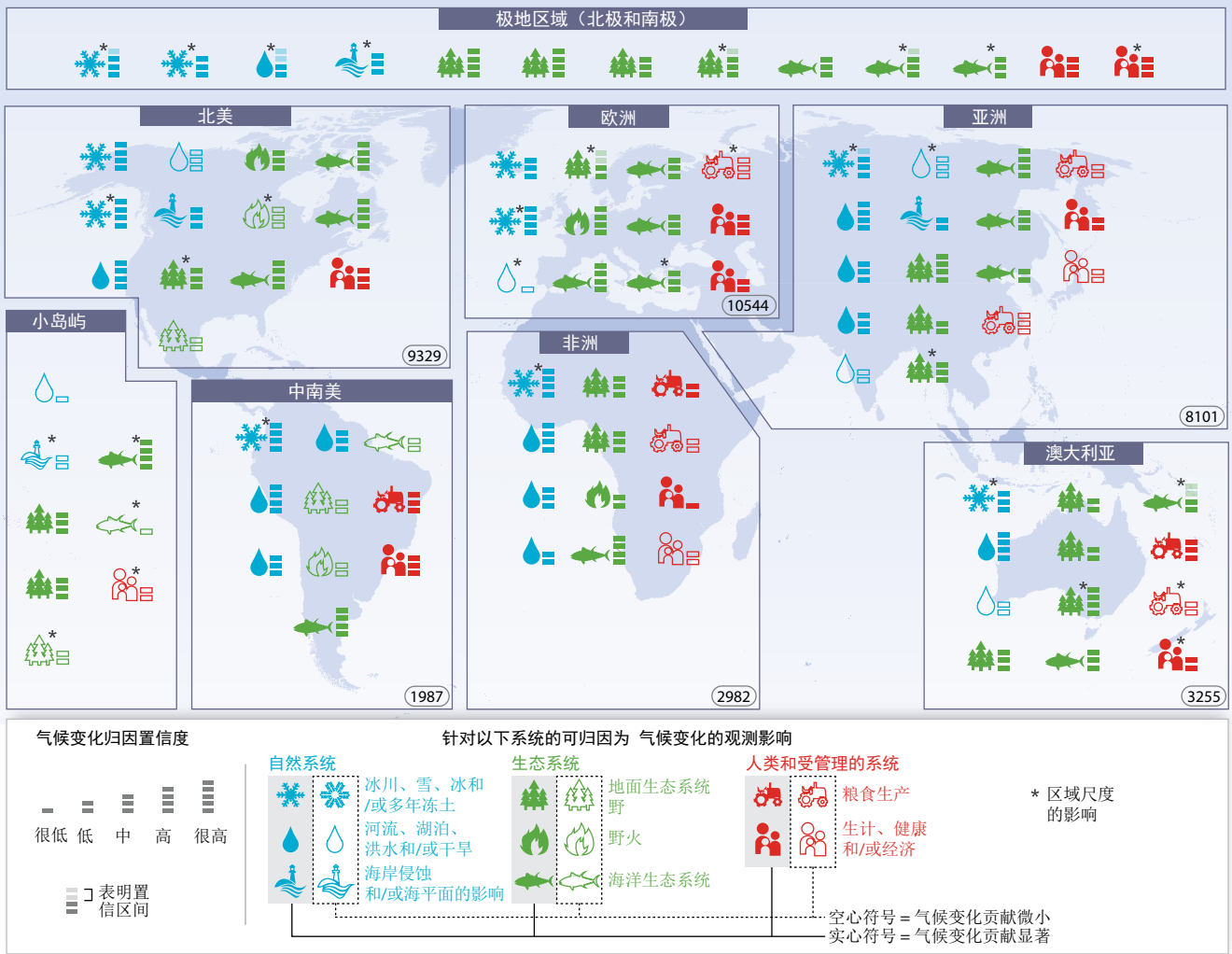
TS.4.4,WGII 6.1.1.2,文框 CC-OA}

1.3.2 观测到的归因于气候变化影响

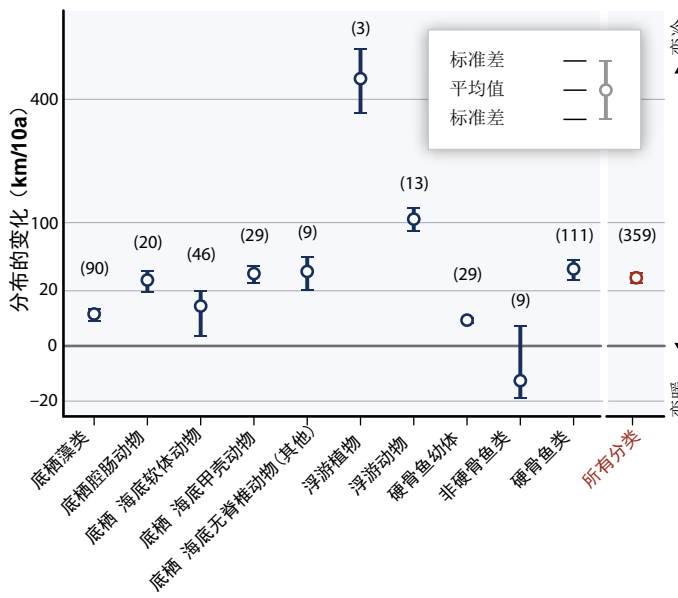
最近几十年来,气候变化已经对所有大陆和海洋的自然系统和人类系统造成了影响。不管气候变化的成因为何,上述影响确是由观测到的气候变化造成的,这说明自然系统和人类系统对气候的变化非常敏感。从证据上看,观测到的

气候变化对自然系统的影响是最强、最全面的。对人类系统的一些影响也已被归因于气候变化,而气候变化的作用虽然有主要、有次要,但能够与其他影响区别开来(图1.11)。对人类系统的影响往往呈地理异质化,因为它们不止依赖于气候变量产生的变化,还依赖于社会和经济因素。因此,更容易在本地层面观测到变化,而归因仍较难观测。{WGII SPM A-1, SPM A-3, 8.1, 8.3–18.6}

(a) 基于自AR4以来可用的科技文献归因于气候变化的广泛影响



(b)



(c)

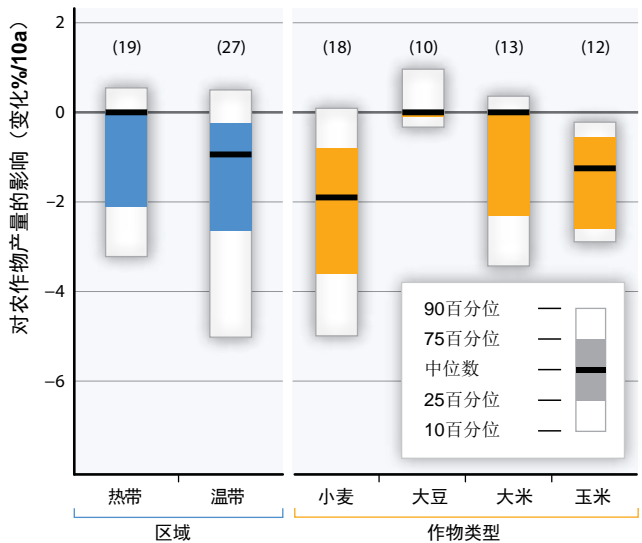




图1.11 | 变化世界中的广泛影响: (a) 根据自IPCC第四次评估报告(AR4)之后可用的科学文献, 现在能够将近几十年大量更多的影响归因于气候变化。归因需要对气候变化的作用拿出明确的科学证据。图中没有增加归因于气候变化的影响不表明此类影响没有出现。支持归因影响的文献反映了知识库在不断扩大, 但是很多地区、系统和过程的有关文献目前仍然非常有限, 这彰显了在数据和研究方面存在空白。符号表示归因影响的类别、气候变化对观测到的影响的相对贡献(主要或次要)和归因的信度。每一个符号表示第二工作组报告的表SPM.A1, 对区域范围的相关影响进行分组。椭圆圈内的数字表示从2001年至2010年关于该地区气候变化文献的总数, 依据是Scopus目录数据库中在标题、摘要或关键词中提到过具体国家的英文文献(截至2011年7月)。这些数字反映了各区域现有关于气候变化科学文献的总体情况; 它们不能反映每个地区支持气候变化影响归因的出版物数量。关于极地地区和小岛屿的研究并列入到临近的大洲研究。用于归因评估文献的挑选遵循了IPCC第二工作组第18章确定的科学证据标准。归因分析考虑的文献源于第二工作组第五次评估报告(AR5)中评估过的更多文献。对归因影响的描述可参见第二工作组表SPM.A1.(b)基于1900年至2010年间观测的海洋动物种群分布变化的平均速率(单位: 千米/十年)。正分布变化与变暖一致(移向之前更冷水域, 一般朝极地方向移动)。对每一类动物给出了经分析的响应数量。(c)1960年至2013年间观测到的气候变化对温带和热带地区四种主要农作物产量的影响估值概要, 在括号中对每种作物给出了经分析的数据点数量。{WGII 图 SPM.2, 文框 TS.1图1}

在许多地区, 降水变化和冰雪融化正在改变水文系统, 影响水资源的数量和质量(中等信度)。由于气候变化, 几乎全球范围的冰川都在持续退缩(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)。{WGII SPM A-1}

作为正在发生的气候变化的响应, 许多陆生、淡水和海洋物种已经改变了其分布范围、季节性活动、迁徙模式、丰度以及物种间的相互作用(高信度)。虽然最近只有少数物种的灭绝已经被归因于气候变化(高信度), 但是全球自然气候变化的速率低于当前人为气候变化的速率, 而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)。在全球许多地区观察到的树木死亡率上升已归因于一些区域的气候变化。世界上许多地区已经发现生态系统干扰(例如干旱、风暴、火灾及虫害)的频率或强度增加, 而一些情况下这些生态系统的干扰归因于气候变化(中等信度)。过去几十年在所有大洋盆地进行的大量观测表明, 海洋鱼类、无脊椎动物和浮游植物的丰度发生变化, 其分布范围向极地方向和/或更深、更冷的水域移动(很高信度), 并且改变了生态系统的构成(高信度), 记录了气候趋势。作为对气候变暖的响应, 一些暖水珊瑚及珊瑚礁出现了物种的更替、白化以及珊瑚覆盖率下降, 导致栖息地消失(高信度)。海洋酸化对海洋生物的一些影响已经被归因于人类的影响, 包括翼足类动物和有孔虫壳的厚度降低(中等信度)和珊瑚生长率的下降(低信度)。由于海洋变暖和分层加剧导致海水的通风能力和氧气溶解度下降, 热带太平洋、热带大西洋和热带印度洋的最低含氧区正在逐步扩张, 从而限制了鱼类的栖息地(中等信度)。{WGII SPM A-1, 表格 SPM.A1, TS A-1, 6.3.2.5, 6.3.3, 18.3-18.4, 30.5.1.1, 文框 CC-OA, 文框 CC-CR}

基于对广大区域和大量农作物的广泛研究, 评估表明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)。在各主产区乃至全球, 气候变化对大米和大豆的产量影响更小, 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(见图1.11c)。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它方面。自第四评估报告(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, 这表明除其它因素外, 极端气候事件也是当前市场的一个敏感因子(中等信度)。{WGII SPM A-1}

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经改变了一些水源性疾病和疾病虫媒的分布(中等信度)。{WGII SPM A-1}

气候变化的“级联”影响现在可以归因于从物理气候到中间系统再到人类的证据链(图1.12)。在一些情况下, 导致级联的气候变化与人类的驱动因素有关(例如, 北美西部春季积雪的水量减少); 而在另一些情况下, 人们却无法对观测到的、导致级联影响的气候变化的成因进行评估。在所有情况下, 越是处于影响链的下端, 观测到的气候变化影响的检测和归因信度就越低。{WGII 18.6.3}

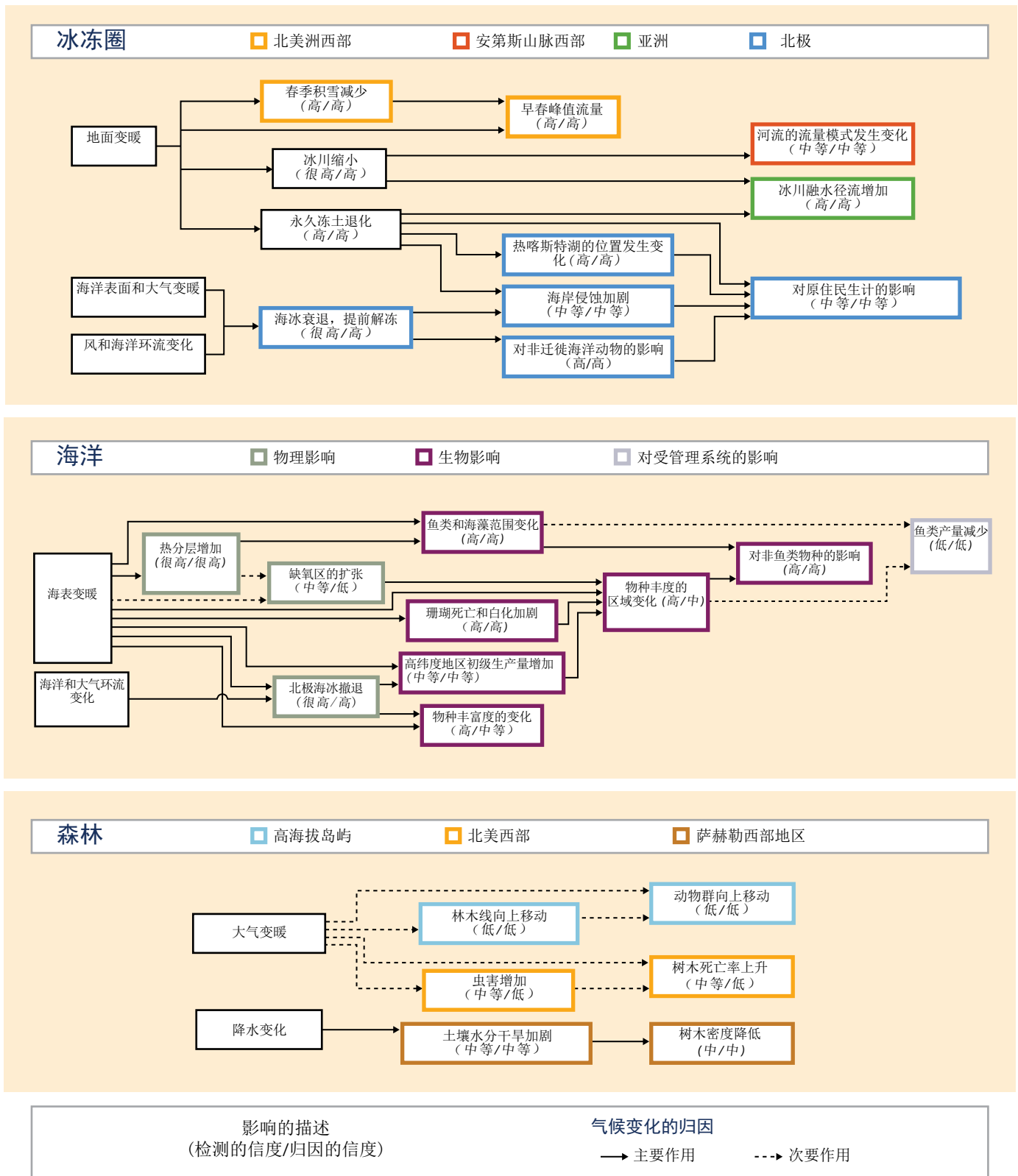


图1.12 | 显示了一些重要系统，这些系统有新证据表明最近的气候变化通过一些自然系统和人类子系统产生相互联系的“级联”影响。括号里的文字表示检测到的气候变化影响的信度和观测到的影响归因为气候变化的信度。气候变化的作用可以是主要作用（实线箭头）或次要作用（虚线箭头）。初步证据表明海洋酸化与海洋变暖在对人类系统的影响方面有着相似的趋势。{WGII 图 18-4}

1.4 极端事件

自1950年左右以来,已观测到了许多极端天气和气候事件的变化。其中一些变化与人类的影响是有关的,包括低温极端事件减少、高温极端事件增多、极高海平面增多以及一些区域强降水事件数量增加。

很有可能的是,全球范围的冷日和冷夜天数已减少,暖日和暖夜天数已增加。在欧洲、亚洲和澳大利亚等大部分地区,热浪发生的频率可能都有所加强。人类影响很可能对观测到的自20世纪中期以来全球范围内日极端温度的频率和强度变化起到了作用。人类影响可能使一些地区热浪发生的概率增加了一倍以上。{WGI SPMB.1,SPMD.3,表SPM.1,FAQ 2.2,2.6.1,10.6}

具有中等信度的是,在某些区域,观测到的变暖已经导致与炎热有关的人类死亡率增加,与寒冷有关的人类死亡率下降。目前,极端高温事件导致北美的死亡率和发病率上升(很高信度);而在欧洲,其影响根据人们的年龄、地点和社会经济因素而异(高信度)。{WGII SPMA-1,11.4.1,表23-1,26.6.1.2}

与降水减少的区域相比,有更多陆地区域的强降水事件的数量可能已增加。在北美洲和欧洲,强降水事件的频率和强度可能均已增加。在其它各洲,强降水事件变化趋势的置信度最高为中等。自20世纪70年代以来,全球近地表和对流层的空气含水量很可能有所增加。在观测覆盖面足以进行评估的陆地区域,人为强迫造成20世纪下半叶全球范围内强降水加剧具有中等信度。{WGI SPMB-1,2.5.1,2.5.4-2.5.5,2.6.2,10.6,表SPM.1,FAQ 2.2,SREX 表3-1,3.2}

具有低信度的是,人为的气候变化已经影响了全球范围内河流洪水的频率和规模。证据的力度有限,主要是由于没人管理的流域缺乏长期记录。此外,洪水还深受影响流域的许多人类活动的影响,从而让检测到的变化归因于气候变化变得困难。然而,最近检测到某些流域的极端降水和泄流有增加的趋势,这意味着地区范围内洪水的风险增加(中等信度)。自20世纪70年代以来,世界范围内与洪水灾害有关的成本一直在增加,尽管这在一定程度上是由于遭遇洪水的人数和资产的增加。{WGI 2.6.2,WGII 3.2.7,SREX SPM B}

由于缺少直接的观测、推断的趋势依赖于干旱定义的选择以及干旱趋势在不同地区不一致,因此观测到的全球范围的干旱趋势具有低信度。同样的,由于观测的不确定性和难以区分干旱的年代际尺度变率和长期趋势,自20世纪中期以来全球陆地区域干旱变化的归因也具有低信度。{WGI 表SPM.1,2.6.2.3,10.6,图2.33,WGII 3.ES,3.2.7}

热带气旋活动的长期变化是确凿的这一点具有低信度,而将全球变化归因于任何特定的原因也具有低信度。然而,几乎可以肯定的是,自1970年以来北大西洋的强烈热带气旋活动已经增加。{WGI 表SPM.1,2.6.3,10.6}

极端海平面(例如风暴潮时发生的情况)可能自1970年以来出现了上升,这主要是由平均海平面上升造成的。由于缺乏研究和难以区分任何此类影响与海岸系统的其它变化,海平面上升的影响方面的证据有限。{WGI 3.7.4-3.7.6,图3.15,WGII 5.3.3.2,18.3}

近期极端气候事件的影响(诸如热浪、干旱、洪水、气旋和野火)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、增加人类发病率和死亡率、以及危害精神健康和人类幸福。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。{WGII SPMA-1,3.2,4.2-3,8.1,9.3,10.7,11.3,11.7,13.2,14.1,18.6,22.2.3,22.3,23.3.1.2,24.4.1,25.6-8,26.6-7,30.5,表18-3,表23-1,图26-2,文框4-3,文框4-4,文框25-5,文框25-6,文框25-8,文框 CC-CR}

近几十年来,不管是在全球层面还是区域层面,与天气相关的灾害带来的直接和保险损失均已大幅增加。遭遇灾害的人数和经济资产增加是与天气和气候相关的灾害带来的经济损失长期增加的主要原因(高信度)。{WGII 10.7.3,SREX SPM B,4.5.3.3}

1.5 暴露度和脆弱性

气候变化和极端事件影响的特性与程度可从风险中呈现出来，而风险不仅取决于与气候相关的灾害，也取决于人类系统和自然系统的暴露度（处于风险中的人员和财产）和脆弱性（伤害的易感性）。

暴露度和脆弱性受到迄今为止没有全面考虑的广泛社会、经济和文化因素和过程的影响，这使其未来趋势进行定量评估变得困难(高信度)。这些因素包括财富及其社会分布、人口结构、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。{WGII SPM A-3, SREX SPM B}

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。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一些气候变化适应和减缓响应是特别脆弱的(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。{WGII SPM A-1, 图SPM.1, 8.1–8.2, 9.3–9.4, 10.9, 11.1, 11.3–11.5, 12.2–12.5, 13.1–13.3, 14.1–14.3, 18.4, 19.6, 23.5, 25.8, 26.6, 26.8, 28.4, 文框CC-GC}

与气候有关的危害加剧其它胁迫因子，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)。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。{WGII SPM A-1, 8.2–8.3, 9.3, 11.3, 13.1–13.3, 22.3, 24.4, 26.8}

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。{WGII SPM A-1, 12.5, 19.2, 19.6}

1.6 人类对气候变化的响应：适应和减缓

适应与减缓的经验正在各区域和各尺度上积累，即使与此同时全球人为温室气体排放量却在不断增加。

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。在当今不断变化的气候条件下，积累适应和减缓措施的经验将提供学习和改进的机会。(3, 4)。{WGII SPM A-2}

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。{WGII SPM A-2, 4.4, 5.5, 6.4, 8.3, 9.4, 11.7, 14.1, 14.3–14.4, 15.2–15.5, 17.2–17.3, 21.3, 21.5, 22.4, 23.7, 25.4, 26.8–26.9, 30.6, 文框25-1, 文框25-2, 文框25-9, 文框CC-EA}

各级政府已经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。现在，世界各地都有适应的例子(要了解可选择的适应措施以及支持其实施的政策，详见主题4){WGII SPM A-2, 22.4, 23.7, 24.4–24.6, 24.9, 25.4, 25.10, 26.7–26.9, 27.3, 28.2, 28.4, 29.3, 29.6, 30.6, 表25-2, 表29-3, 表29-1, 文框5-1, 文框23-3, 文框25-1, 文框25-2, 文框25-9, 框CC-TC}

尽管全世界很多地区都采取了减缓措施，全球人为排放量的增加和气候影响已经发生。虽然地区和全球范围内已经制定和实施了各项减缓措施，但是要全面评估其影响可能还为时尚早。{WGIII SPM.3, SPM.5}

2

未来的气候变化、 风险和影响

主题 2: 未来的气候变化、风险和影响

温室气体继续排放将会造成进一步变暖，并导致气候系统每一个部分发生长久变化，从而会增加对人类和生态系统造成严重、普遍和不可逆转影响的可能性。限制气候变化将需要大幅度、持续地减少温室气体排放，如与适应相结合还能够限制气候变化的风险。

主题2评估了对未来气候变化的预估以及相应的风险和影响。2.1节罗列了未来气候变化的决定因素，包括各种未来温室气体(GHG)排放情景。文框2.1和到2.3描述了用来预估气候、影响和风险以及三者自IPCC第四次评估报告(AR4)后发展情况的方法和工具。2.2节详细预估了气候系统发生的变化，包括相关不确定性和预估结果的专家可信度。2.3节评估了未来气候变化对自然和人类系统造成的影响及相应风险。主题2最后的2.4节评估了不可逆变化、突发变化以及2100年以后的变化。

2.1 未来气候的关键驱动因子和预估基础

21世纪末期及以后的全球平均地表升温幅度主要由CO₂的累积排放决定。未来各种温室气体排放的预估范围差别很大，具体取决于社会经济发展和气候政策双重因素。

气候模型是地球气候系统中重要过程的数学代表。该报告考虑了不同等级的气候模型的结果，从单纯理想化的模型到中等复杂的模型再到综合性大气环流模型(GCM)，也包括模拟碳循环的地球系统模型(ESM)。GCM模拟了许多气候要素，包括大气和海洋的温度、降水、风、云、洋流和海

冰面积。对比历史观测结果，这些模型进行了广泛测验(文框2.1)。{WGI 1.5.2,9.1.2,9.2,9.8.1}

为了预估气候变化，气候模型利用了GHG、空气污染物排放和用地形式等情景中描述的信息。生成情景的一系列手段涵盖了从单纯理想化实验到综合评估模型(IAM，见“术语表”)。推动人为GHG排放变化的关键因素包括经济和人口增长、生活方式和行为变化、用能和用地相关变化、以及技术和气候政策，这些因素本质上具有不确定性。{WGI 11.3,12.4, WGIII 5,6,6.1}

AR5中使用的标准情景系列为典型浓度路径(RCP，文框2.2)。{WGI 文框SPM.1}

文框 2.1 | 地球气候系统建模存在的进展、可信度和不确定性

IPCC第四次评估报告(AR4)发布以来，在模拟大陆尺度地表温度、大规模降水、季风、北极海冰、海水热含量、部分极端活动、碳循环、大气化学和气溶胶、平流层臭氧效应以及厄尔尼诺-南方涛动等方面的气候模型取得了显著进步。气候模型重现了观测到的大陆尺度地表温度规律和数十年来的趋势，包括20世纪中叶以来更快的温度上升和大规模火山喷发后的迅速降温(很高信度)。AR4以来对大规模降水型式的模拟也取得了一定进展，但降水模型的表现尚不如地表温度模型。云和气溶胶的表现过程可信度依然较低。{WGI SPM D.1,7.2.3,7.3.3,7.6.2,9.4,9.5,9.8,10.3.1}

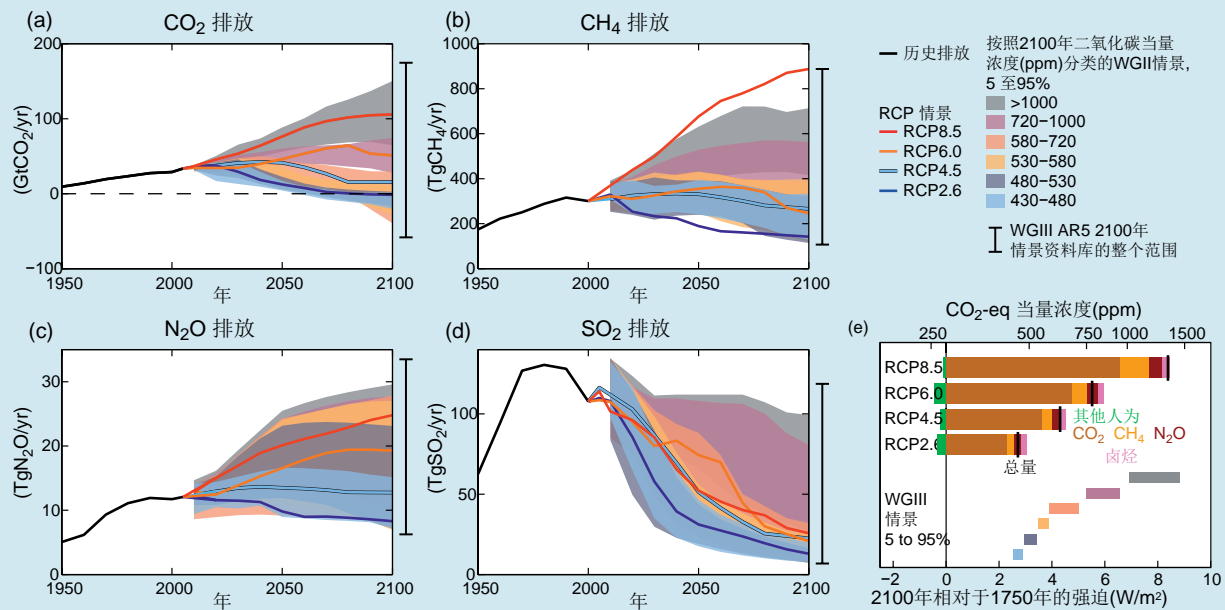
尽管AR4以来海洋热膨胀、冰川和冰盖以及海平面的模拟能力有所提升，但是在再现格陵兰与南极冰盖动态方面仍然存在着巨大挑战。这一能力提升再加上科学认知和能力方面的进步共同优化了本报告对海平面的预估结果(同AR4相比)。{WGI SPM E.6,9.1.3,9.2,9.4.2,9.6,9.8,13.1,13.4,13.5}

AR4和AR5中对大规模变化规律的气候模型预估，结果整体一致，其中不确定性量级变化不大，但新的实验和研究已经能够更加完整、严谨地描述长期预估中的不确定性。{WGI 12.4}

文框 2.2 | 典型浓度路径

“典型浓度路径(RCP)”描述了21世纪四种不同路径下温室气体(GHG)排放、大气浓度、空气污染物排放和土地利用的情况。RCP已经发展为以综合评估模型(IAM)为广泛的气候模型模拟提供输入,从而预估这些模拟对气候系统造成的影响。这些气候预估结果进而被用来进行影响和适应性评估。RCP和 WGIII评估的减排文献中广泛列举的情景相一致²⁸。这些情景被用来评估特定浓度路径减排的成本。RCP代表了更广泛的文献池中GHG排放的范围(文框2.2,图1);其中包括一个严格减排情景(RCP2.6)、两个中级情景(RCP4.5和RCP6.0)以及一个很高GHG排放情景(RCP8.5)。没有额外限制排放的情景(“基线情景”)可导出范围介于RCP6.0和RCP8.5之间的路径。RCP2.6代表了一个目标为将全球气候变暖可能控制在高于工业化前温度2°C以内的情景。多数模型表明,类似RCP2.6这样达到强迫水平的情景²⁹,到2100年将表现为平均2 GtCO₂/yr左右的显著净负排放量。RCP用地情景整体呈现出多种可能的未来,从完全再造林到进一步破坏森林,这也与完整情景文献中的预估结果一致。对于二氧化硫等空气污染物,RCP情景中假设空气污染控制手段和GHG减排政策起到了一致降低排放的作用(文框2.2,图1)。十分重要的一点是,这些未来情景不代表自然强迫可能出现的变化(如火山喷发)(见文框1.1)。{WGI 文框SPM.1.6.4,8.5.3,12.3,附件II,WGII 19,21,WGIII 6.3.2,6.3.6}

RCP比前期评估使用的《减排情景特别报告》(SRES)中的情景覆盖范围更广,因为RCP还代表了气候政策情景。在整体强迫方面,RCP8.5大致可与SRES A2/A1FI情景相比,RCP6.0与B2相比,RCP4.5与B1相比。RCP2.6没有SRES的对应情景。因此,AR4和AR5气候预估存在的量级区别主要是由于包含了更广范围的评估排放。{WGI TS 文框 TS.6,12.4.9}



文框2.2,图1 | 典型浓度路径(RCP, 线条)中的排放情景和造成的相关辐射水平以及第三工作组使用的相关情景类别(彩色区域,见表3.1)。a至d图说明二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)和二氧化硫(SO₂)的排放量。e图说明使用简单碳循环气候模式、温室气体导致的气候变化评估模式(MAGICC),针对RCP(按强迫因子)和WGIII情景类别(总量)计算的RCP未来相对强迫水平 {WGI 8.2.2,8.5.3,图 8.2,附件II, WGIII 表SPM.1,表6.3}。第三工作组使用的情景类别归纳了科学文献中发布的广泛排放情景,是根据2100年总CO₂当量浓度(单位: ppm)来进行分类的(表3.1)。各图(a-d)右侧的竖线表示WGIII AR5情景资料库的整个范围。

²⁸ 到2100年,约有300个基线情景和900个减排情景按照CO₂当量浓度(CO₂-eq)进行分类。CO₂-eq包含全部GHG(包括卤化气体和对流层臭氧)、气溶胶和反照率变化(见“术语表”)引起的强迫。

²⁹ 当隔离的GHG多于释放进大气的GHG时(如利用生物质能与二氧化碳捕捉和封存),即可实现净负排放。

文框2.3描述了估测气候变化造成的未来影响和风险的方法。本报告评估的未来影响模型，基本以使用RCP进行的气候模型预估为基础，在某些案例中则是以更早的《排放情景特别报告》(SRES)为基础。{WGI 文框SPM.1, WGII 1.1, 1.3, 2.2-2.3, 19.6, 20.2, 21.3, 21.5, 26.2, 文框 CC-RC}

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。替代性发展路径通过改变气候活动和趋势的可能性，即通过它们对GHG、污染物、和用地的影响及改变脆弱性和暴露度来影响风险。{WGII SPM, 19.2.4, 图19-1, 文框19-2}

自AR4发布以来，各行业和区域间不断增进理解，使得用来估测未来影响和风险的实验、观测与模型有所改进。

例如，改进后的知识库进一步拓展了对人类安全与生活以及海洋等方面的风险评估。对于某些气候变化和气候变化影响方面，未来结果的不确定性有所减小。而其它气候变化和气候变化影响方面，其不确定性仍然存在。部分存留的不确定性植根于控制气候变化的程度和速度的机制之中。其它不确定性则是由不断变化的气候与人类、社会和生态系统固有的脆弱性和暴露度之间潜在复杂的互动所决定的。这些关键机制中的顽固不确定性组合加之潜在的复杂互动，使得本报告将焦点放在了风险上。因为风险涉及概率和后果，考虑

全部可能结果非常重要，其中包括难以模拟的低概率、高后果影响。{WGII 2.1-2.4, 3.6, 4.3, 11.3, 12.6, 19.2, 19.6, 21.3-21.5, 22.4, 25.3-25.4, 25.11, 26.2}

2.2 气候系统的预估变化

所有经过评估的排放情景都预估地表温度在21世纪呈上升趋势。很可能的是，热浪发生的频率更高，时间更长，很多地区的极端降水的强度和频率将会增加。海洋将持续升温和酸化，全球平均海平面将不断上升。

除非另作说明，SPM第2.2节中提及的2081-2100年期间的预估变化都是相对于1986-2005年期间而言的。

2.2.1 大气温度

四类RCP情景显示出类似变化，2016-2035年期间全球平均地表温度可能比1986-2005年期间升高0.3°C-0.7°C(中等信度)³⁰。其中假设不发生重大火山喷发或某些自然来源(例如，CH₄和N₂O)的重大变化，或太阳总辐射的意外变化。未来

文框 2.3 | 测算气候变化风险、脆弱性和影响的模型与方法

AR5同前期评估一样，利用实验、类比和模型测算了未来与气候相关的风险、脆弱性及影响。“实验”包括刻意改变一个或多个影响一个利益主体从而反映预测的未来情况的气候系统元素，同时保持其它影响主体的元素不变。“类比”利用现有变量；在受控实验受道德限制、需要大量空间或时间或系统高度复杂而不可实行时，可使用“类比”。预估气候和影响时会使用两类类比。空间类比可识别当前预测的未来经历相似情况的一部分世界。临时类比使用过去发生的变化(有时是古生态数据中推测出的变化)对未来的变化进行推测。“模型”一般为真实世界系统的数字模拟，利用实验或类比中的观测结果进行调整和验证，然后利用数据输入表示未来气候。模型也可包括主要对可能未来的描述性说明，如情景构建中使用的说明。定量性和描述性模型往往一起使用。除此之外，还可为水资源、生物多样性和陆地生态系统服务、内陆水体、海洋和冰体、城市基础设施、农业生产率、卫生医疗、经济增长与贫困等内容建立影响模型。{WGII 2.2.1, 2.4.2, 3.4.1, 4.2.2, 5.4.1, 6.5, 7.3.1, 11.3.6, 13.2.2}

根据地球系统中的预估变化和社会与生态系统脆弱性的多个维度之间的互动进行风险评估。数据往往不足以进行某一给定结果的直接概率计算；因此，专家判断需使用特定标准(影响的大量级、高概率或不可逆性；影响的时机；持续脆弱性或造成风险的暴露度；或通过适应或减排来降低风险的有限潜势)，以此将与后果严重性和发生可能性相关的多样化信息源整合到风险评估当中，并考虑发生特定危害情况下的暴露度和脆弱性。{WGII 11.3, 19.2, 21.1, 21.3-21.5, 25.3-25.4, 25.11, 26.2}

³⁰ 1986-2005年间约比1850-1900年间温度高0.61[0.55至0.67]°C。{WGI SPM E, 2.4.3}

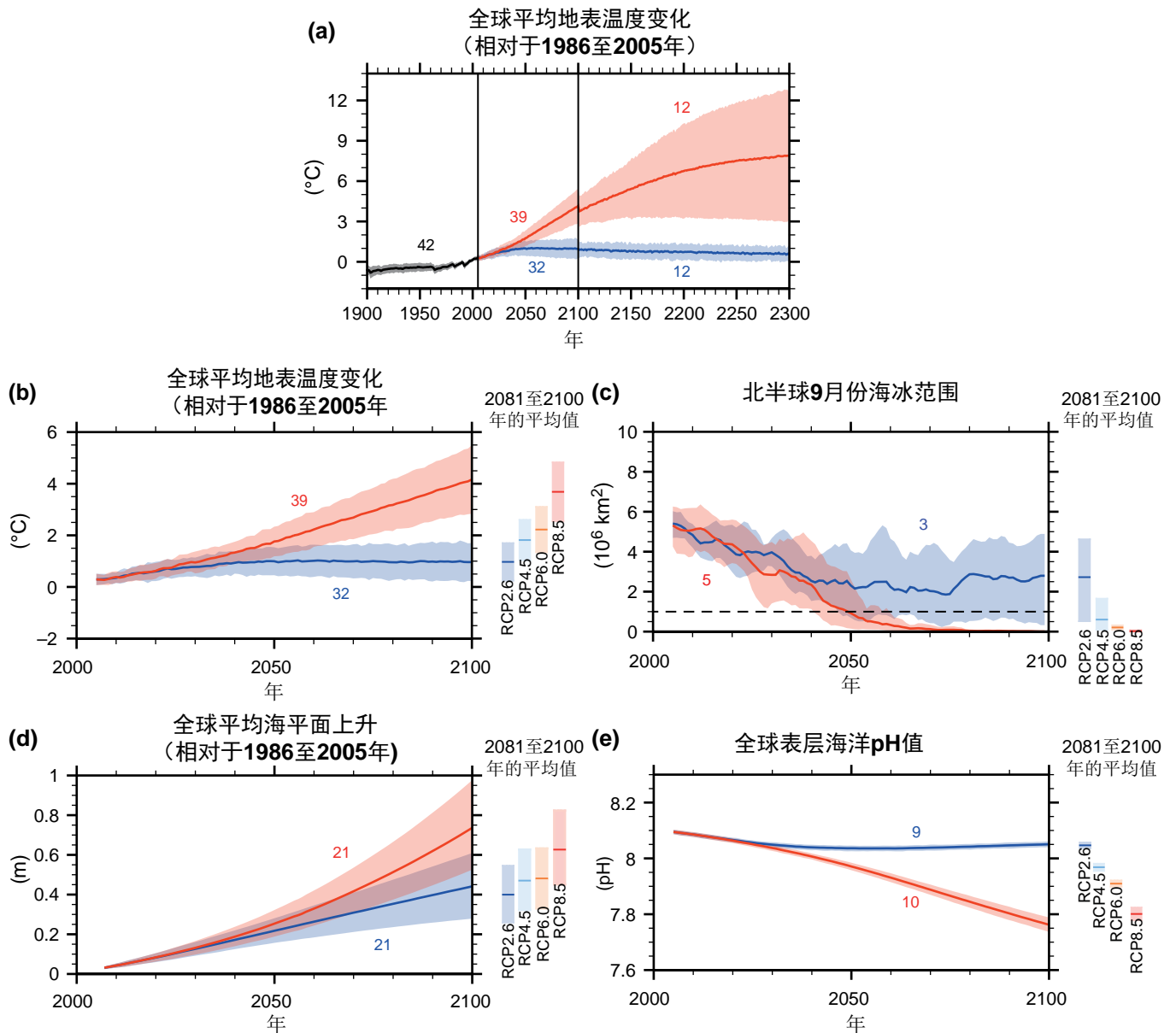


图 2.1 | (a) 耦合模式比较计划第5阶段(CMIP5)浓度驱动模拟试验1900至2300年间(相对于1986至2005年)全球年平均地表温度变化的时间序列。图中给出了多模式平均估值(实线)和各模式分布的5%到95%的范围(阴影区)。灰线和阴影区代表CMIP5的历史模拟。2100年出现的不连续性是由于开展超出21世纪的延伸运算的模式数量不同,因此没有物理意义。(b)与(a)相同,但是2006至2100年期间(相对于1986至2005年)的时间序列。(c) 北半球9月份海冰范围的变化(5年滑动平均值)。虚线代表的是几乎无冰条件(即9月份的海冰范围至少连续5年小于106平方公里)。(d) 全球平均海平面的变化。(e) 表层海洋pH值的变化。图上是RCP2.6(蓝色)和RCP8.5(红色)情景下预估的时间序列和不确定性(阴影区)。在此也给出了用于计算多模式平均值的CMIP5模式数量。图(b)到(e)右边的垂直色块是所有RCP情景下2081至2100年期间的平均值和相关的确定性。对于海冰范围(c),给出了最准确重现北极海冰气候平均状况和1979至2012年趋势的字模式集预估的平均值和不确定性(最小值到最大值的范围)。对于海平面(d),根据目前(通过观测、物理知识和建模获得的)认知,只有南极冰盖的海洋部分已开始崩塌时,才可能在21世纪内引起全球平均海平面大幅度上升并超出这一可能区间。然而,具有中等信度的是,在21世纪内这一新增贡献将不会造成海平面上升超过零点几米。{WGI图SPM.7,图SPM.9,图12.5.6.4.4,12.4.1,13.4.4,13.5.1}

的气候将取决于过去人为排放以及未来的人为排放和自然气候变率导致的持久性变暖。到21世纪中期前,排放情景的选择会大大影响预估气候变化的程度。2100年及以后,各个情景得出的气候变化仍然会有差别(表 2.1, 图 2.1)。针对特定RCP给出的范围(表2.1),以及2.2节下给出的范围,主要源于各气候模式

对于强迫的敏感性差异。{WGI SPME.1,11.3.2,12.4.1}

RCP4.5、RCP6.0和RCP8.5情景均预估,相对于1850至1900年,21世纪末期(2081至2100年)全球地表温度变化可能超过1.5°C(高信度)。其中RCP6.0和RCP8.5情景下降

表2.1 | 预估的21世纪中期和晚期(相对于1986至2005年时期)全球平均地表温度和全球平均海平面上升幅度变化。{WGI表SPM.2,12.4.1,13.5.1,表12.2,表13.5}

		2046至2065年		2081至2100年	
		平均值	可能的区间 ^c	平均值	可能的区间 ^c
全球平均地表温度变化(°C) ^a	RCP2.6	1.0	0.4至1.6	1.0	0.3至1.7
	RCP4.5	1.4	0.9至2.0	1.8	1.1至2.6
	RCP6.0	1.3	0.8至1.8	2.2	1.4至3.1
	RCP8.5	2.0	1.4至2.6	3.7	2.6至4.8
		平均值	可能的区间 ^d	平均值	可能的区间 ^d
全球平均海平面上升(米) ^b	RCP2.6	0.24	0.17至0.32	0.40	0.26至0.55
	RCP4.5	0.26	0.19至0.33	0.47	0.32至0.63
	RCP6.0	0.25	0.18至0.32	0.48	0.33至0.63
	RCP8.5	0.30	0.22至0.38	0.63	0.45至0.82

注:

- ^a 基于耦合模式比对项目第五阶段(CMIP5)集合; 针对1986至2005年间计算的距平。利用哈德利气候研究中心单元网格表面温度数据集4(HadCRUT4)及其不确定性估值(5%至95%置信度区间), 相对于1986至2005年基准期观测到1850至1990年间的升温幅度为0.61 [0.55至0.67]°C。尚未参照之前的基准期对上述两个可能区间进行评估, 因为在文献中一般没有可供结合模式和观测中各种不确定性的方法。预估的变化和观测到的变化两者相加既无法解释与观测相比模式偏差的潜在影响, 也无法解释在该观测基准期内的自然内部变率。{WGI 2.4.3, 11.2.2, 12.4.1, 表12.2, 表12.3}
- ^b 基于21个CMIP5模式; 针对1986至2005年间计算的距平。根据当前(通过观测、物理知识和建模获得)的认知, 只有当南极冰盖的海洋部分已开始崩塌时, 才可能在21世纪内引起全球平均海平面大幅度上升并超出这一可能区间。具有中等信度的是, 在21世纪内这一新增贡献将不会造成海平面上升超过零点几米。
- ^c 根据预估计算的5%至95%模式区间。在说明各模式中其它不确定性或不同信度水平的原因为后, 再对这些区间进行评估, 最终成为可能区间。至于2046至2065年间的全球平均表面温度变化预估, 为中等信度, 因为自然内部变率具有相对重要性, 而且在非温室气体强迫和响应中的不确定性大于2081至2100年间的的变化。2046至2065年间的可能区间没有考虑某些因素可能产生的影响, 这些因素可导致近期(2016至2035年)全球平均表面温度变化评估区间小于5%至95%的模式区间, 因为由于科学认知有限, 这些因素对更长期预估的影响尚未量化。{WGI 11.3.1}
- ^d 根据预估计算的5%至95%模式区间。在说明各模式中其它不确定性或不同信度水平的原因为后, 再对这些区间进行评估, 最终成为可能的区间。关于全球平均海平面上升预

温有可能超过2°C(高信度), 在RCP4.5情景下多半可能超过2°C(中等信度), 但在RCP2.6情景下不太可能超过2°C(中等信度)。{WGI SPM E.1,12.4.1,表12.3}

北极地区的变暖速率将继续高于全球平均(图2.2)(很高信度)。陆地的平均变暖速率将高于海洋平均变暖速率(很高信度), 也高于全球平均变暖速率(图2.2)。{WGI SPME.1, 11.3.2,12.4.3,14.8.2}

几乎确定的是, 随着全球地表平均温度上升, 大部分陆地地区逐日和季节时间尺度上发生高温极端事件的频率将增高, 而低温极端事件的频率将下降。热浪很可能将会更为频繁地发生, 持续时间将会更长。偶发性冬季极端低温将继续发生。{WGI SPM E.1,12.4.3}

2.2.2 水循环

在不断变暖的世界中未来降水的变化趋势是不一致的。在RCP8.5情景下, 本世纪末高纬度地区和太平洋赤道地区的年平均降水有可能增加, 很多中纬度地区和亚热带干燥地区的平均降水有可能减少, 而很多中纬度湿润地区的平均降

水有可能增加(图2.2){WGI SPME.2,7.6.2,12.4.5,14.3.1,14.3.5}

随着全球平均表面温度的上升, 中纬度大部分陆地地区和湿润的热带地区的极端降水很可能强度加大、频率增高。{WGI SPME.2,7.6.2,12.4.5}

在所有RCP情景下, 全球范围内受季风系统影响的地区可能增加, 季风降水可能增强, 区域范围内厄尔尼诺-南方涛动(ENSO)相关的降水变率将可能加强。{WGI SPME.2, 14.2,14.4}

2.2.3 海洋、冰冻圈和海平面

21世纪全球海洋将继续变暖。预估海洋最强的变暖出现在热带和北半球副热带地区的海表。深海区的变暖以南大洋最为明显(高信度)。{WGI SPM E.4,6.4.5,12.4.7}

很可能的是, 大西洋经向翻转环流(AMOC)在21世纪将会减弱, 而减弱的最佳估计值和模式范围在RCP2.6情景下为11%(1%至24%), 在RCP8.5情景下为34%(12%至

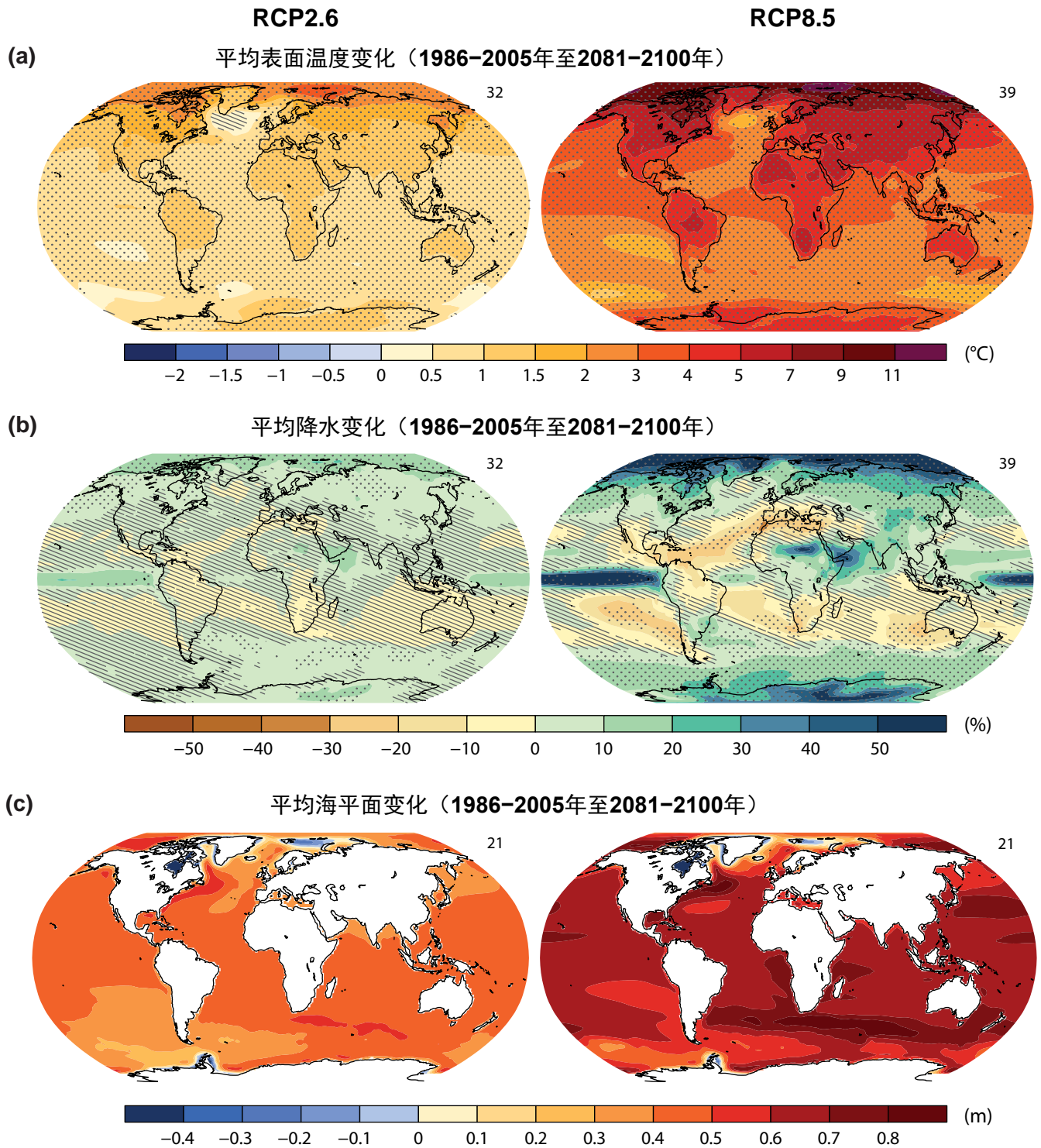


图2.2 | 耦合模式比较计划第5阶段(CMIP5)多模式在RCP2.6(左)和RCP8.5(右)情景下对2081-2100年预估的平均结果: (a)年均表面温度变化, (b)年均降水百分率变化, (c)平均海平面变化, 且是相对于1986-2005年。每个部分右上角都标明了用于计算多模式平均的CMIP5模式数量。图(a)和(b)中的点状部分是指预估变化大于自然内部变率(即, 大于20年平均自然内部变率两个标准差)且90%的模式在变化特征上吻合的地区。图(a)和(b)中的线状部分(对角线)是指预估变化小于20年平均自然内部变率一个标准差的地区。{WGI图 SPM.8,图 13.20,文框12.1}

54%)。然而, 很不可能的是, AMOC在21世纪内将发生突变或崩溃。{WGI SPM E.4,12.4.7.2}

对于所有RCP情景, 北极海冰面积预估全年都会减少。最接近重现观测³¹的各模式子集预估, 在RCP8.5情景下, 在本世纪中叶前, 9月份可能出现北冰洋几乎无冰³²的情况(中等信度)(图2.1)。在南极, 海冰范围和体积的缩小预估具有低信度。{WGI SPME.5,12.4.6.1}

到21世纪末, 多模式预估的北半球春季积雪面积的平均值在RCP2.6情景下可能减少7%, 在RCP8.5情景下可能减少25%(中等信度)。{WGI SPME.5,12.4.6}

几乎可以肯定的是, 随着全球地表平均温度的上升, 北半球高纬度近地表多年冻土的面积将会减少。多模式预估的平均结果显示, 近地表(上层3.5米)多年冻土范围的平均值可能减少37%(RCP2.6情景)到81%(RCP8.5情景)(中等信度)。{WGI SPME.5,12.4.6}

在RCP2.6情景下全球冰川体积(不包括南极周边地区的冰川, 也不包括格陵兰岛和南极冰盖), 预估减少15%至55%, 而在RCP8.5情景下将减少35%至85%(中等信度)。{WGI SPM E.5,13.4.2,13.5.1}

21世纪全球平均海平面将继续上升(表2.1, 图2.1)。自第四次评估报告(AR4)以来, 人们在海平面变化的理解和预估方面取得了重大的进展。在所有RCP情景下, 海平面上升的速率将很可能超过1971至2010年观测的速率2.0[1.7–2.3]毫米/年; 在RCP8.5情景下, 2081年至2100年海平面上升速率为每年8至16毫米/年(中等信度)。{WGI SPM B4, SPME.6, 13.5.1}

海平面上升在各区域不具有一致性。到21世纪末, 超过95%的海洋区域的海平面很可能会上升。海平面的上升取决于二氧化碳排放的路径, 而不仅仅取决于二氧化碳的累计总量; 对于同样的二氧化碳累计总量, 减排越早, 海平面上升幅度的减缓程度越大。全世界大约70%的海岸线预估将发生全球平均海平面变化幅度±20%以内的海平面变化(图2.2)。很有可能的是, 到2100年一些地区未来海平面极端事件的发生率将大幅增加。{WGI SPME.6, TS 5.7.1, 12.4.1, 13.4.1, 13.5.1, 13.6.5, 13.7.2, 表13.5}

2.2.4 碳循环和生物地球化学

在所有四个RCP情景下, 到2100年海洋将继续吸收人为二氧化碳排放, 越高的浓度路径下吸收量越大(很高信度)。未来陆地碳吸收走向的不确定性变小。大多数的模式预估, 在所有RCP情景下将有持续的陆地碳吸收, 但是一些模式模拟出陆地会发生碳损失, 这是由气候变化和土地利用变化的综合效应造成的。{WGI SPME.7,6.4.2, 6.4.3}

基于地球系统模式, 气候变化和碳循环之间的反馈作用将加剧全球变暖, 这点具有高信度。气候变化将部分抵消由于大气中二氧化碳上升造成的陆地和海洋碳汇的增加。因此, 会有更多人为排放的二氧化碳留在大气中, 加强变暖。{WGI SPME.7,6.4.2,6.4.3}

地球系统模式预估, 到21世纪末在所有RCP情景下全球海洋酸化都将加剧, 在RCP2.6情景下, 到本世纪中叶后将缓慢恢复。表层海洋pH值的下降区间在RCP2.6情景下为0.06至0.07(酸度上升15%至17%), 在RCP4.5情景下为0.14至0.15(38%至41%), RCP6.0情景下为0.20至0.21(58%至62%), RCP8.5情景下为0.30至0.32(100%至109%)。(图2.1)。{WGI SPME.7,6.4.4}

很可能的是21世纪海洋中溶解的氧含量会下降百分之几, 以响应表面变暖, 这主要会发生在中纬度海表下海域。由于潜在的生物地球化学效应和热带海洋动力学变化的很大不确定性, 关于公海中的低含氧量水的未来体积没有一致意见。{WGI TS 5.6,6.4.5,WGII TS B-2,6.1}

2.2.5 气候系统响应

决定响应外部强迫的气候系统特性通过气候模型以及过去和最近气候变化的分析得到评估。平衡气候敏感度(ECS)³³的范围可能是1.5°C至4.5°C, 极不可能低于1°C, 很不可能大于6°C。{WGI SPMD.2,TS TFE.6,10.8.1,10.8.2, 12.5.4,文框12.2}

二氧化碳的累计排放量很大程度上决定了21世纪末及以后全球平均地表变暖幅度。众多证据显示, 在所有情景下二氧化碳净累计排放量(包括二氧化碳去除的影响)和2100年预估的全球温度变化之间存在紧密和持续的近似线性关系

³¹ 气候平均状态和1979至2012年的北极海冰范围趋势。

³² 指当海冰范围至少连续5年低于100万km²时。

³³ 为CO₂浓度加倍后的平衡全球平均表面升温(相对于工业化前时期)。

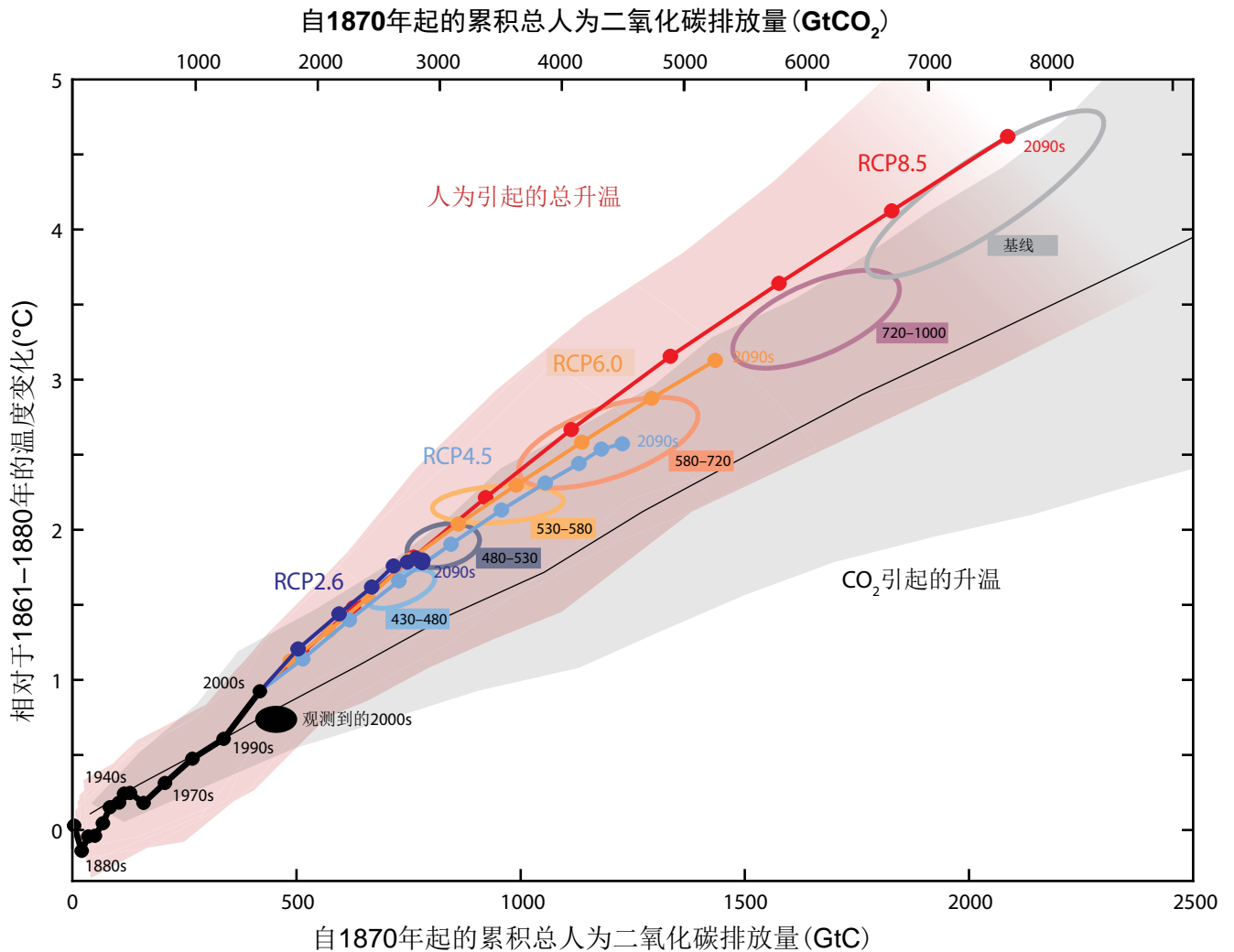


图2.3 | 根据多重证据链获得的全球地表平均温度上升与全球二氧化碳(CO₂)累计净排放总量的函数关系填图。显示了通过一系列由到2100年前针对每个典型浓度路径(RCP)的气候-碳循环模式得出的多模式结果(彩色线条)。历史期(1860至2010年)的模式结果以黑色表示。彩色羽状部分表示四个RCP情景的多模式范围,其颜色随RCP8.5中可用的模式数量减少而变浅。点状表示10年平均,标出了所选择的10年。椭圆代表从第三工作组使用的情景类别中某一个简单气候模式(气候响应中值)获得的2100年人为变暖总体幅度与1870-2100年期间CO₂累积排放的关系。温度值始终指相对于1861至1880年时期,排放值为自1870年起的累积值。黑色实心椭圆表示截至2005年的排放和带有相关不确定性的观测到的2000年至2009年的温度。{WGI SPM E.8, TS TFE.8,图1, TS.SM.10, 12.5.4,图12.45, WGIII 表SPM.1,表6.3}

(图2.3)。在不确定性的范围内,过去的排放量和观测到的变暖也证明了该关系。任一给定的变暖水平都对应着一定的累计二氧化碳排放量(取决于非二氧化碳驱动因素),因此,如果早期排放较多,那么后期排放就会较低。{WGI SPM E.8, TS TFE.8, 12.5.4}

每一万吨(1000 GtC)二氧化碳形式的碳造成的全球平均峰值表面温度变化可能处于0.8°C至 2.5°C的范围内。这个量称作对累积碳排放的瞬时气候响应(TCRE),这个值得到了模拟和观测证据的支持,并可应用于达到约2000GtC的累积排放。{WGI SPM D.2, TS TFE.6, 12.5.4, 文框12.2}

表2.2 | 累积二氧化碳(CO₂)排放量符合依据不同证据线将变暖限制在不同概率水平对应的温度限制以下。{WGI 12.5.4, WGIII 6}

1870年以来的累积CO ₂ 排放量单位GtCO ₂									
净人为变暖 ^a	<1.5°C			<2°C			<3°C		
达到目标的模拟百分数 ^b	66%	50%	33%	66%	50%	33%	66%	50%	33%
复杂模式, 仅限 RCP情景 ^c	2250	2250	2550	2900	3000	3300	4200	4500	4850
简单模式, WGIII情景 ^d	无数据	2300至 2350	2400至 2950	2550至 3150	2900至 3200	2950至 3800	n.a. e	4150至 5750	5250至6000
2011年以来的累积CO ₂ 排放量单位GtCO ₂									
复杂模式, 仅限 RCP情景 ^c	400	550	850	1000	1300	1500	2400	2800	3250
简单模式, WGIII情景 ^d	无数据	550至600	600至 1150	750至 1400	1150至 1400	1150至 2050	n.a. e	2350至 4000	3500至4250
2011年可用化石碳总量 ^f : 3670- 7100 GtCO ₂ (储量)和31300- 50050 GtCO ₂ (资源)									

注

- a CO₂和非CO₂驱动因子导致的变暖。提供的温度值是相对于1861-1880基准期。
- b 注意此表中66% 的范围不应等同于表SPM.1、表3.1及WGIII表SPM.1中的可能性陈述。后几张表中的评估不止基于使用单一气候模式为WGIII中的所有情景计算的概率,同时还基于WGI对未被气候模式涵盖的温度预估的不确定性评估。
- c 超过温度阈值时,假设非CO₂强迫符合RCP8.5情景,累积CO₂排放量需占耦合模式对比项目第5阶段(CMIP5)中复杂模式地球系统模式(ESM)和中等复杂地球系统模式(EMIC)模拟的66%、50%或33%。其它RCP情景隐含了类似的累积CO₂排放量。在多数情景-阈值组合中,超过阈值后排放和升温依然持续。然而,由于CO₂排放的累计本质,这些数据阐明了RCP类似情景下进行的CMIP5模式模拟隐含的累积CO₂排放量。数值四舍五入至最接近的50。
- d 气候模拟中高于66% (66-100%)、高于50% (50-66%)或高于33% (33-50%)的百分数使全球平均温度上升至低于上述阈值的WGIII情景中的峰值升温时的累积CO₂排放量。图中范围表示WGIII情景中非二氧化碳驱动因子的差异导致的累积二氧化碳排放的变化。每个情景气候模拟的百分数源自一个概率形式的简单碳循环气候模式的600米参数集合,即温室气体导致的气候变化评估模式(MAGICC)。该集合研究参数和情景不确定性。但仅有一个模式无法研究结构不确定性。范围说明了情景不确定性的影响,80%的情景给出的累积二氧化碳排放处于所示模拟的百分比范围中。简单模式估算会受到过去一个世纪观测到的变化的限制,不会计入模式结构的不确定性,并可能忽略一些反馈过程,所以这种估算会略高于CMIP5复杂模式的估算。数值四舍五入至最接近的50。
- e 低于3°C、大于66% (66-100%)的累积二氧化碳排放数值结果会受到也达到2°C目标的大量情景的很大影响,所以与针对其他温度阈值的数值不具有可比性。
- f 储量指在现有经济和操作环境下可以开采的量;资源指具有经济化开采潜在可行性的量。{WGIII 表 7.2}

2.3 气候变化造成的未来风险和影响

气候变化将会放大自然系统和人类系统的现存风险,同时带来各种新生风险。风险的分布是不均匀的,但无论处于哪种发展水平的国家,其弱势人群和社区面临的风险通常是更高的。气候变暖幅度的提高会增加对人类、物种和环境产生严重、普遍和不可逆转影响的可能性。持续的高排放对生物多样性、生态系统服务和经济发展主要造成负面影响,同时放大了生计和粮食与人类安全面临的风险。

气候影响产生的风险是气候相关危害(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(包括其适应能力)相互作用的结果。气候系统变暖和其变化的速率和程度

不断加大与海洋酸化一道增加了出现灾害性、普遍性、以及某些情况下不可逆性有害影响的风险。未来的气候变化将放大现存与气候相关的风险并同时制造新的风险。{WGII SPM B, 图SPM.1}

关键风险是与理解气候系统危险的人为干扰相关的潜在严重影响。社会和高危害或/和高脆弱度暴露时,风险被认为是关键。关键风险的确定基于影响的大幅度或高概率;影响的不可逆性或时机;持续脆弱性或暴露度;或者降低风险的有限潜力。某些风险在某些地区突出(图2.4),而其它风险在全球具有普遍性(表2.3)。对于风险评估来说非常重要的一点是要评估未来影响的最大可能范围,包括小概率但后果严重的影响。风险水平往往同温度一起上升(文框2.4),有时更加直接地同其它气候变化维度(如升温速率)、海洋酸化以及海平面上升的幅度与速率相关(图2.5)。{WGII SPMA-3, SPM B-1}

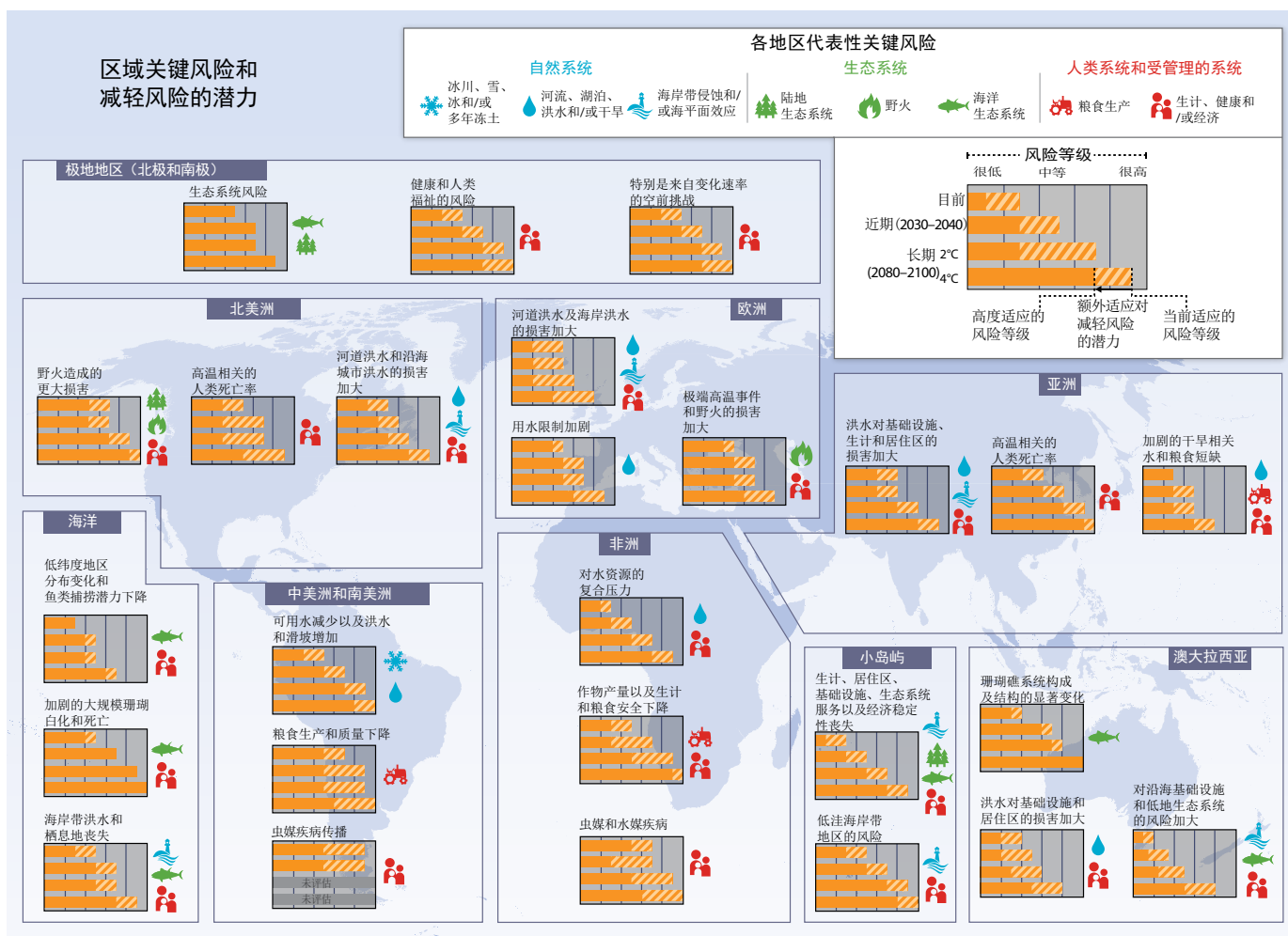


图2.4 | 每个区域的典型主要风险，包括适应和减缓在降低风险方面的潜力以及适应的极限。关键风险的识别是基于使用下列具体标准进行的专家判断：影响的程度高、概率高或不可逆性；影响的时效性；对风险的持续脆弱性或暴露度；通过适应或减缓减轻风险的潜力的局限性。风险水平可评定为非常低、低、中等、高、或非常高，按照目前、近期(本文是指2030-2040年)、以及长期(本文是指2080-2100年)三个时间尺度予以表述。针对近期，全球平均温度上升的预估水平在不同的排放情景下并没有很大的差异。针对长期尺度，给出了两种可能的未来风险水平(全球平均温度比工业化前高出2°C和 4°C)。在每个时间尺度下都分别指出了延续现有适应力度和假设高水平现有或未来适应情景下的风险水平。风险水平不一定具有可比性，特别是在不同地区之间。{WGII SPM 评估文框 SPM.2 表 1}

跨部门和区域的关键风险包括如下几条(高信度){WGII SPM B-1}:

1. 由于风暴潮、沿海洪涝和海平面上升、一些区域的内陆洪水、极热期造成的健康不佳和生计干扰风险。
2. 由于极端天气事件导致基础设施网络和关键服务崩溃的系统性风险。
3. 粮食安全和饮水安全问题、农村生计保障和收入的损失等风险，尤其是对于较贫困人群。
4. 生态系统、生物多样性以及生态系统益处、功能和服务的损失风险。

通过控制气候变化(包括海洋酸化)的速率和程度能够降低气候变化未来影响的总体风险。就算全球平均温度比工业化前水平上升1°C，一些风险也会很显著。如果全球温度上升4°C或更高的话，许多全球风险就会变得较高或很高(见文框2.4)。这些风险包括对独特和受到威胁系统的严重和广泛影响、许多物种的灭绝、粮食安全面临很大的风险，以及人类正常活动受到影响，包括由于高温度和高湿度的双重影响，在一年中的一些时间无法在一些区域种植粮食或在户外工作(高信度)。仍然无法精确地确定什么样的气候变化水平足以触发突然和不可逆的变化，但是在地球系统或相互联系的人类和自然系统中温度越高、跨越此类阈值的风险就越大(中等信度)。{WGII SPM B-1}

适应可以大幅降低气候变化带来的影响，但是气候变



化如速度和规模增大,则更有可能超出适应的界限(高信度)。适应的潜力、约束和限度在不同的部门、区域、社区和生态系统都不尽相同。适应的范围随着时间有所变化,与社会发展路径以及周围环境紧密相连。见图2.4、表2.3以及主题3、4。{WGII SPMB,SPMC,TSB,TSC}

2.3.1 海洋、海岸沿线、陆地以及淡水生态系统及其服务

变暖的速度和规模增加、海洋酸化、海平面上升和其他气候变化因素给生态系统和人类系统带来的不利影响上升(高信度)。观测到整个过去几百万年陆地上和海洋中全球气候自然变化造成了生态系统的显著变化和物种灭绝,而该变化速度低于当前的人为气候变化,因而显示出未来的风险很高(高信度)。21世纪很多动植物都将无法适应当地的气候,或者无法快速迁移,从而无法找到中高速气候变化下的适宜气候(RCP4.5,RCP6.0和RCP8.5)(中等信度)(图2.5a)。珊瑚礁和极地生态系统高度脆弱。{WGII SPMA-1,SPMB-2,4.3-4.5,4.4,6.1,6.3,6.5,25.6,26.4,29.4,文框CC-CR,文框CC-MB,文框CC-RF}

由于21世纪中或之后的气候变化,尤其是气候变化和其他压力源的互相作用,一大部分的陆地、淡水和海洋生物面临着更大的灭绝风险(高信度)。因为气候变化的规模和速度发生变化,灭绝的风险在所有的RCP情景中相对于工业社会前期和当前阶段都会有所增加(高信度)灭绝将会受到几个和气候相关原因的驱动(变暖、海冰减少、降水量变化、河水流量减少、海洋酸化和海水含氧量下降),这些因素之间的相互作用以及同时发生的栖息地改变、过度利用、污染、富营养化和物种入侵也会带来相应的影响(高信度)。{WGII SPMB-2,4.3-4.4,6.1,6.3,6.5,25.6,26.4,文框CC-RF,文框CC-MB}

在气候变化的情况下,全球海洋物种的重新布局和敏感海区的海洋生物多样性的减少将对渔业持续产出率及其他生态系统服务带来挑战(高信度),尤其是在低纬度区域(高信度)。截止到21世纪中叶,全球气温较工业革命前上涨2°C的情况下,海洋生物的地理范围变化将会普遍给中高纬度地区带来物种丰富性和捕鱼量的提高(高信度),而热带地区和半封闭海域会有所下降(图2.6a)(中等信度)。海洋中的氧气最小带和缺氧“死亡地带”进一步扩张会限制鱼类栖息地(中等信度)。截至2100年,开放海域净初级产量在所有RCP情况中预估会在全球重新分布并下降(中等信度)。气候变化会进一步加剧过度捕鱼和其他非气候压力源的威胁(高信

度)。{WGII SPMB-2,6.3-6.5,7.4,25.6,28.3,29.3,30.6-30.7,文框CC-MB,文框CC-PP}

海洋生态系统(尤其是珊瑚礁和极地生态系统)会受到来自海洋酸化的风险(中高信度)。海洋酸化会影响有机物的生理、行为和种群动态。对于单一物种的影响和受影响的物种数量从RCP4.5提高到RCP8.5。高度钙化的软体动物、棘皮动物和造礁珊瑚比甲壳动物(高信度)和鱼类(低信度)更为敏感(图2.6b)。海洋酸化和其他的全球变化共同作用(如全球变暖和含氧量逐步减少)以及地区变化(如污染和富营养化)共同作用(高信度)可给物种和生态系统带来交互的、复杂且放大的影响(图2.5b)。{WGII SPMB-2,图SP M.6B,5.4,6.3.2,6.3.5,22.3,25.6,28.3,30.5,图6-10,文框CC-CR,文框CC-OA,文框TS.7}

由于气候变化、毁林和生态恶化,陆地生物圈存储的碳容易流失到大气之中(高信度)。气候变化给陆地存储的碳带来的直接影响包括高温、干旱和风暴,间接影响包括火灾风险提高、虫害和疾病爆发。预估21世纪很多地区会出现林木死亡量和森林顶枯症会有所上升(中等信度),会给碳存储、生物多样性、木材生产、水质、便利设施和经济活动带来风险。永久冻土的消融很有可能会造成碳和甲烷排放量的大量增加。{WGII SP,4.2-4.3,图4-8,文框4-2,文框4-3,文框4-4}

在整个21世纪和之后的时间里,由于海平面上升,海岸系统和低洼地区将会越来越多地经历下沉、洪涝和侵蚀(很高信度)。未来几十年间,由于人口增长、经济发展和城镇化,人口和财富预估都会受到的海岸风险和人为压力对海岸生态系统的影响将会大幅增长(高信度)。气候和非气候因素对珊瑚礁的影响将会侵蚀栖息地、将海岸线更多地暴露给海浪和风暴、对渔业和旅游业至关重要的环境特征也将进一步恶化(高信度)。一些地势低洼的发展中国家和小岛国预计会受到非常大的影响,所造成的损失和适应所需成本将会占到其国内生产总值(GDP)的几个百分点(图2.5c)。{WGII 5.3-5.5,22.3,24.4,25.6,26.3,26.8,29.4,表26-1,文框25-1,文框CC-CR}

2.3.2 水、粮食和城市系统、人类健康、安全和民生

预计21世纪,遭受水短缺并受到主要河流洪水影响的全球人口比例预估将会随着全球变暖的水平而增加(证据确凿,高一一致性)。{WGII 3.4-3.5,26.3,29.4,表3-2,文框25-8}

预估21世纪的气候变化会造成多数干旱亚热带地区的可再生地表水和地下水的减少(证据确凿,高一一致性),一些

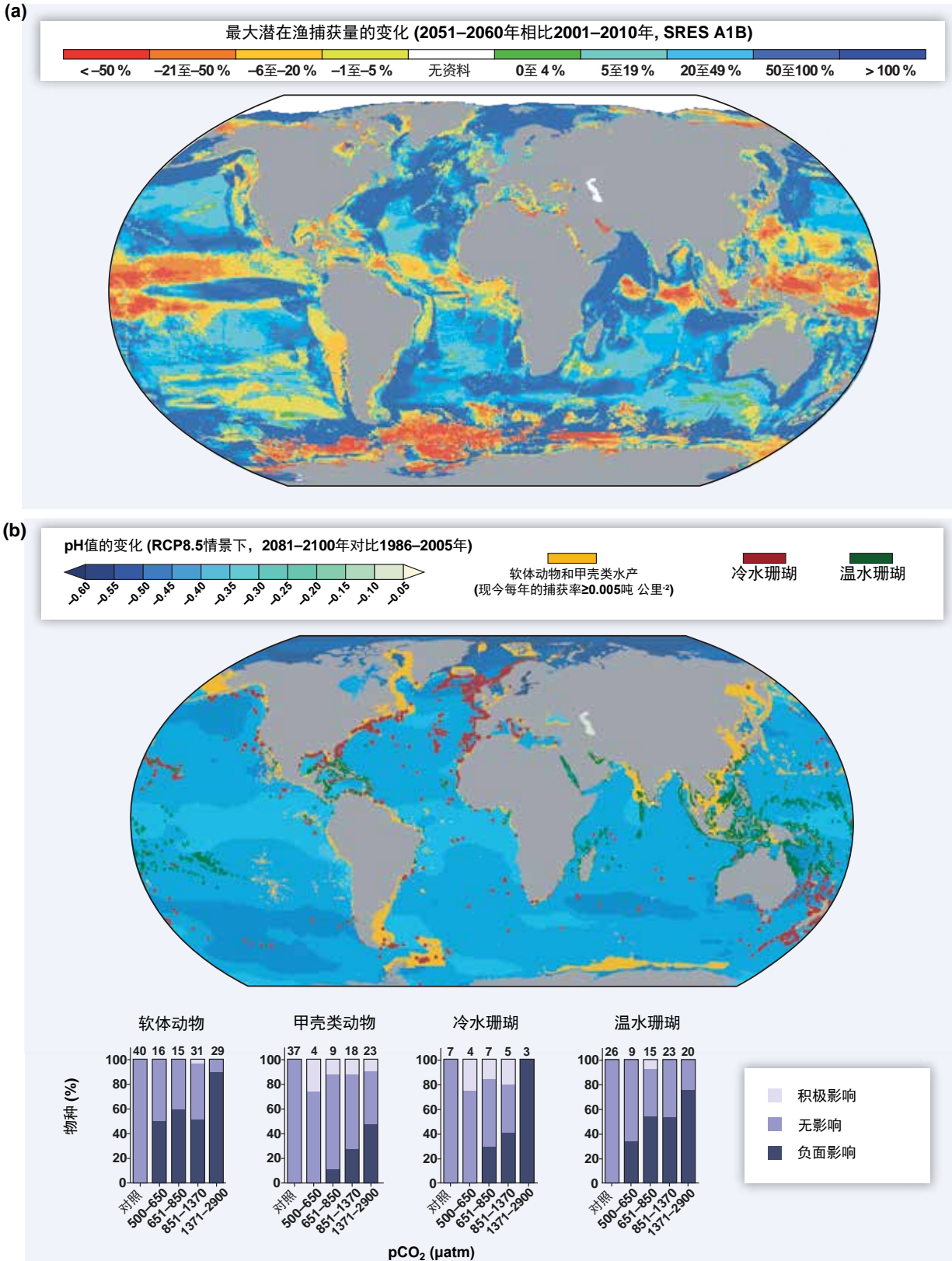


图2.6 | 气候变化给渔业带来的风险。(a) 约1000种类和无脊椎动物的最大捕获率在全球分布范围变化的预估。使用基于中等至高变暖情景(相对于工业化前温度高2°C)下的单气候模式的海洋状况,在没有分析过渡捕捞和海洋酸化的可能影响情况下,比较2001-2010年和2051-2060年的10年平均值。(b) 在RCP8.5下,海洋软体动物和甲壳类渔业(估计当前的年捕获率 ≥ 0.005 吨/平方公里)以及已知的冷水和暖水珊瑚的位置在全球地图上作了描述,显示了2100年前海洋表面酸化的预估分布情况。底部的图比较了软体动物、甲壳类动物和珊瑚物种对海洋酸化的敏感度,以及脆弱的动物类群与社会经济的相关性(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在条柱上部给出了各项研究所分析的物种数量。针对2100年,属于每类pCO₂的RCP情景如下: RCP4.5为500-650 μatm, CP6.0为651-850 μatm, RCP8.5为851-1370 μatm。到2150年, RCP8.5将达到1371–2900 μatm类别。对照类别对应的是380 μatm(单位μatm近似相当于大气中的ppm)。{WGI图 SPM.8,文框SPM.1,WGII SPM B-2,图SPM.6, 6.1,6.3, 30.5,图6-10 ,图6-14}

部门之间对水的竞争加剧(证据有限,中等一致性)。在现有的干旱地区,旱灾发生的频率在RCP8.5下到21世纪末有可能会增加(中等信度)。与之相较,高纬度地区的水资源预估会有所增加(证据确凿,高一一致性)。气温升高、沉积物增多、大雨带来的营养物和污染物负荷、干旱导致的污染物浓度上升以及洪水期间处理设施被破坏都将会降低水源水质,给饮用水水质带来威胁(中度证据,高一一致性)。{WGII 12.4, WGII 3.2, 3.4-3.6, 22.3, 23.9, 25.5, 26.3, 表3-2, 表23-3, 文框25-2, 文框CC-RF, 文框CC-WE}

粮食安全的所有方面都有可能受到气候变化的影响,包括粮食生产、获取、使用和价格稳定(高信度)。如果不采取适应行动,且在局地温度高出20世纪末水平的2°C或更高的情况下,预估热带和温带地区的小麦、水稻和玉米生产会受到气候变化的不利影响,虽然个别地方可能会受益(中等信度)。随着作物种类、地区和适应情况的不同,预估影响也各不相同,与20世纪末相比,有10%的预估认为2030至2049年间产量会增长超过10%,约10%的预估认为产量会减少超过25%。如果全球温度比20世纪末上升约4°C或者更高,同时粮食需求不断上升,将会对全球和区域的粮食安全带来较大风险(高信度)。(图2.4, 2.7)。全球和区域变暖的关系在2.2.1中作了说明。{WGII 6.3-6.5, 7.4-7.5, 9.3, 22.3, 24.4, 25.7, 26.5, 表7-2, 表7-3, 图7-1, 图7-4, 图7-5, 图7-6, 图7-7, 图7-8, 文框7-1}

到本世纪中叶前,预估气候变化主要会加剧现有健康问题,从而影响人类健康(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)。健康影响包括更有可能因为更强的热浪和火灾导致伤亡、食源性和水源性疾病风险加大、脆弱人口的工作能力丧失、劳动效率降低(高信度)。贫困地区营养不良的风险加剧(高信度)。尽管一些地方对于疾病媒介来说已经过热,造成疾病减少,但因为传染地区和季节的扩展,媒传疾病风险预估总体将随着变暖而加大(中等信度)。在全球范围,负面影响的规模和严重程度将会越来越超过正面影响(高信度)。在RCP8.5下,到2100年,一些地区一年中某些时候预计会受到高温和高湿天气双重影响,这会影响人们的日常活动,包括粮食种植和户外工作(高信度)。{WGII SPM B-2, 8.2, 11.3-11.8, 19.3, 22.3, 25.8, 26.6, 图25-5, 文框CC-HS}

预估气候变化将增加城市地区的人群、资产、经济和生态系统的风险,包括热应力、风暴、极端降水、内陆和沿海洪水、山体滑坡、大气污染、干旱、水资源短缺、海平面上升和风暴潮带来的风险(很高信度)。对于那些缺乏必要基础设施和服务或者居住在暴露地区的人们来说,这些风险会被放大。{WGII 3.5, 8.2-8.4, 22.3, 24.4-24.5, 26.8, 表8-2, 文框25-9, 文框CC-HS}

预计农村地区在水资源可用性及其供应、粮食安全、基础设施和农业收入方面会遭受重大影响,包括全世界范围粮食和非粮食作物生产区会发生位移(高信度)。这些因素都将不成比例地影响农村贫困人口的福利,如女性为主导的家庭和没有足够土地、现代农业投入、基础设施和教育的贫困人口。{WGII 5.4, 9.3, 25.9, 26.8, 28.2, 28.4, 文框25-5}

随着温度进一步上升,总经济损失会加快(证据有限,一

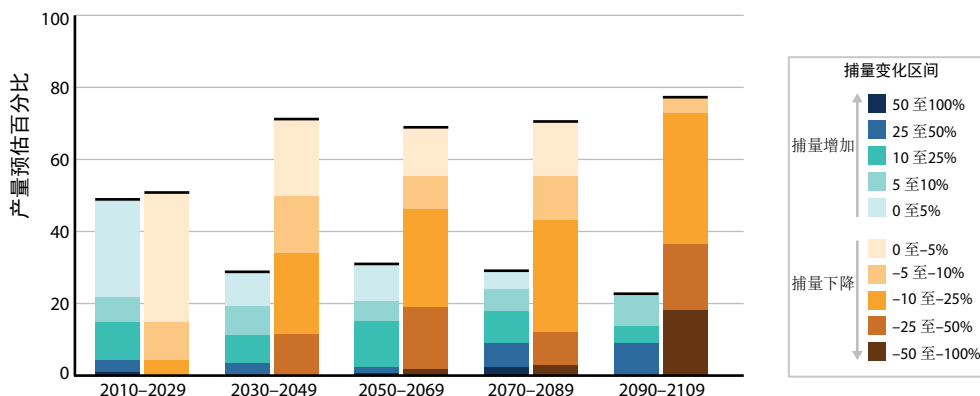


图2.7 | 21世纪气候变化导致的作物(主要为小麦、玉米、大米和大豆)产量变化预估结果摘要。该图整合了作物模式预估的1090个资料点,包括了不同排放情景下热带和温带地区以及有和没有适应措施情况下的各种预估。预估分为其中点值发生的多个20年期(横轴)。作物产量的变化是相对于20世纪后期水平而言。每个时间范围资料的总和为100%。数量较少的研究考虑了全球平均温度上升4°C或以上的情景下对作物系统的影响。{WGII 图SPM.7}

表2.3 | 不同部门的全球关键风险示例，包括通过适应和减缓降低风险的潜力，以及适应的极限。每种关键风险可评定为非常低、低、中等、高、或非常高，风险水平按照目前、近期(本文是指2030-2040年)、以及长期(本文是指2080-2100年)三个时间尺度予以表述。针对近期，全球平均温度上升的预估水平在不同的排放情景下并没有很大的差异。针对长期尺度，给出了两种可能的未来风险水平(全球平均温度比工业化前高出2°C和 4°C)。在每个时间尺度下都分别指出了延续现有适应力度和假设高水平现有或未来适应情景下的风险水平。风险水平不一定具有可比性，特别是在不同地区之间。相关的气候变量以符号表示。{WGII表TS.4}

气候相关的影响驱动因子								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	
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					
陆地碳汇下降：由于气候变化，火灾频率增加，而且生态系统呼吸对温度上升具有敏感性，储存在陆地生态系统中的碳很容易返回大气中 (中等信度) {WGII 4.2,4.3}	• 适应方案包括管理土地利用(包括毁林)、火灾和其他干扰、以及非气候压力源。 {WGII 4.2, 4.3}		目前	很低	中等	很高			
			近期 (2030-2040)	[Bar chart showing risk level]					
			长期 (2080-2100)	[Bar chart showing risk level]					
北方临界点：北极生态系统对于与多年冻土融化相关的突发气候变化、苔原上的灌木扩张、北方森林的病虫和火灾增加很敏感。 (中等信度) {WGII 4.3,文框 4-4}	• 北极的适应方案很少。 {WGII 4.2, 4.3}		目前	很低	中等	很高			
			近期 (2030-2040)	[Bar chart showing risk level]					
			长期 (2080-2100)	[Bar chart showing risk level]					
亚马逊临界点：如果生态系统中的碳强度降低，对于干旱和火灾形成了适应性，那么潮湿的亚马逊森林会发生突变 (低信度) {WGII 4.3,文框 4-3}	• 政策和市场措施能降低毁林和火灾。 {WGII 4.2, 4.3}		目前	很低	中等	很高			
			近期 (2030-2040)	[Bar chart showing risk level]					
			长期 (2080-2100)	[Bar chart showing risk level]					
物种灭绝的风险增加：评估物种的很大一部分在气候变化下容易灭绝，这往往会与其他威胁相互作用。有固有低扩散率的物种，尤其是处于预估气候速度很高的平坦地形的物种，以及处于孤立的栖息地，如山顶、岛屿或小保护区的物种面临更大的风险。通过有机体相互作用，特别是那些容易受到气候变化影响的有机体相互作用，连锁效应会放大风险(高信度) {WGII 4.3, 4.4}	• 适应方案包括降低栖息地改变和分隔、污染、过度开发和减少入侵物种；扩大保护区；协助疏散和迁地保护。 {WGII 4.2, 4.3}		目前	很低	中等	很高			
			近期 (2030-2040)	[Bar chart showing risk level]					
			长期 (2080-2100)	[Bar chart showing risk level]					
低纬度渔场出现全球再分布和减少，同时全球渔场的捕鱼量有下降趋势(中等信度) {WGII 6.3 to 6.5, 30.5, 30.6}	• 由于渔业下滑，沿海低纬度地区的贫困度上升，但这在一定程度上会被水产养殖和海洋空间规划的发展、以及增强的工业化捕鱼抵消。 {WGII 4.2, 4.3}		目前	很低	中等	很高			
			近期 (2030-2040)	[Bar chart showing risk level]					
			长期 (2080-2100)	[Bar chart showing risk level]					
由于海洋酸化，具有商业价值的贝类等钙化物种(例如造礁珊瑚、钙质红藻)的增长减少，存活率下降(高信度) {WGII 5.3, 6.1, 6.3, 6.4, 30.3, 文框 CC-OA}	• 某些物种存在不同的承受和进化适应证据，但这种情况可能会受限于更高CO ₂ 浓度和湿度的情况。 • 适应方案包括利用更具弹性的物种或保护自然CO ₂ 水平较低的栖息地，以及减少其他压力(主要是污染)和降低来自海岸人类活动的压力，如旅游和捕鱼。		目前	很低	中等	很高			
			近期 (2030-2040)	[Bar chart showing risk level]					
			长期 (2080-2100)	[Bar chart showing risk level]					
随着较高的气候变化速度，海洋生物多样性下降(中等信度) {WGII 6.3, 6.4, 表 30-4, 文框 CC-MB}	• 适应方案限于降低其他压力(主要是污染)和降低来自海岸人类活动的压力，如旅游和捕鱼。 {WGII 4.2, 4.3}		目前	很低	中等	很高			
			近期 (2030-2040)	[Bar chart showing risk level]					
			长期 (2080-2100)	[Bar chart showing risk level]					

表2.3 (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
<p>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) [WGII 7.2至7.5, 图7-5, 文框7-1]</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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。 		<p>目前</p> <p>近期 (2030-2040)</p> <p>长期 (2080-2100) 2°C 4°C</p>	<p>很低 中等 很高</p> <p>目前: 中等</p> <p>近期: 中等</p> <p>长期: 中等</p>
<p>与供水系统相关的城市风险(高信度) [WGII 8.2, 8.3]</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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。 		<p>目前</p> <p>近期 (2030-2040)</p> <p>长期 (2080-2100) 2°C 4°C</p>	<p>很低 中等 很高</p> <p>目前: 中等</p> <p>近期: 中等</p> <p>长期: 中等</p>
<p>与能源系统相关的城市风险(高信度) [WGII 8.2, 8.4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> 大多数城市中心能源相当密集，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。 		<p>目前</p> <p>近期 (2030-2040)</p> <p>长期 (2080-2100) 2°C 4°C</p>	<p>很低 中等 很高</p> <p>目前: 中等</p> <p>近期: 中等</p> <p>长期: 中等</p>
<p>与住房相关的城市风险(高信度) [WGII 8.3]</p>	<ul style="list-style-type: none"> 低质量、位置不当的房屋往往最容易遭受极端事件的影响。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、适应和发展等目标的潜力。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，尤其是具有高价值基础设施和住房资产以及具有更广泛经济影响的城市。 		<p>目前</p> <p>近期 (2030-2040)</p> <p>长期 (2080-2100) 2°C 4°C</p>	<p>很低 中等 很高</p> <p>目前: 中等</p> <p>近期: 中等</p> <p>长期: 中等</p>
<p>与极端事件相关的搬迁(高信度) [WGII 12.4]</p>	<ul style="list-style-type: none"> 对极端事件的适应已得到了很好的理解，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。 		<p>目前</p> <p>近期 (2030-2040)</p> <p>长期 (2080-2100) 2°C 4°C</p>	<p>很低 中等 很高</p> <p>目前: 中等</p> <p>近期: 中等</p> <p>长期: 中等</p>
<p>由资源依赖型生计(例如，农业和畜牧)恶化引发的暴力冲突(高信度) [WGII 12.5]</p>	<p>适应方案:</p> <ul style="list-style-type: none"> 通过保护农民收入来应对气候冲击，例如，生计多样化、收入转移和社保网络的提供 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 		<p>目前</p> <p>近期 (2030-2040)</p> <p>长期 (2080-2100) 2°C 4°C</p>	<p>很低 中等 很高</p> <p>目前: 中等</p> <p>近期: 中等</p> <p>长期: 中等</p>
<p>由于对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) [WGII 13.2, 文框13-1]</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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。 某些地区在升温4°C以上的情况下可能会超过适应极限。 		<p>目前</p> <p>近期 (2030-2040)</p> <p>长期 (2080-2100) 2°C 4°C</p>	<p>很低 中等 很高</p> <p>目前: 中等</p> <p>近期: 中等</p> <p>长期: 中等</p>
<p>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) [WGII 13.2, 文框13-1]</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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水者在取水方面进行竞争。 		<p>目前</p> <p>近期 (2030-2040)</p> <p>长期 (2080-2100) 2°C 4°C</p>	<p>很低 中等 很高</p> <p>目前: 中等</p> <p>近期: 中等</p> <p>长期: 中等</p>

文框2.4 | 关于气候变化的关切理由

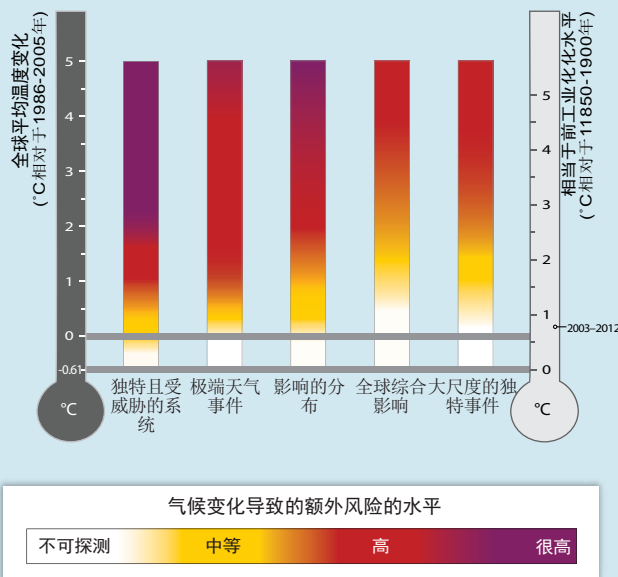
五条关切理由(RFC)提供了自IPCC第三次评估报告后总结关键风险的一个框架。它们阐述了气候变暖和适应局限给不同部门和地区的人群、经济和生态系统所带来的影响,为评估人类对气候系统的危险干预提供了一个出发点。文框2.4中所指的所有变暖水平都是和1986-2005年间的水平相比。在此水平上提高约0.6°C是大致相对于1850-1900年时期而言变暖的水平,1850-1900年间变暖的水平用于代替工业化前时期(文框2.4右侧标度,图1)。{WGII评估文框SPM.1}

五条关切理由是关于:

- 1. 独特并受到威胁的系统:** 一些生态系统和文化已经受到了气候变化带来的风险(高信度)。如果气温大概升高1°C,独特并有可能受到带来严重后果威胁的系统数量会增加。很多系统的适应能力有限,尤其是那些和北冰洋海冰和珊瑚礁相关的系统,很容易在温度升高2°C时有高风险。除了大规模变暖带来的风险,陆地物种也对变暖速度敏感,而海洋物种对海洋酸化的速度和程度敏感,海岸系统对海平面上升敏感(图2.5)。
- 2. 极端天气事件:** 和极端事件(如热浪、强降雨和海岸洪水)相关的气候变化风险已经为中等(高信度)。气温每升高1°C,风险都会加大(中信度)。和某些极端事件相关的风险(如极度炎热)随着气候变暖而逐步加大(高信度)。
- 3. 影响分布:** 风险在不同人群和地区之间并非平均分配;一般来说,风险对于所有地方的弱势群体和社区都更大。因为观测到的气候变化影响存在地区差异,尤其是作物产量方面,所以风险已经为中等(中等到高信度)。基于预估的地区农作物产量下降和可用水资源减少,气温升高超过2°C时不平均分配影响带来的风险加大(中等信度)。
- 4. 全球总体影响:** 全球总体影响风险在气温升高1°C至2°C时为中等,反映出对于地球生物多样性和全球整体经济的影响(中等信度)。在气温升高3°C时大规模的生物多样性损失,加上生态系统商品和服务的损失,会带来高风险(高信度)。随着气温升高,总体经济损失加剧(证据有限,高一一致性),但是对于气温升高超过3°C的情况还缺乏定量预测。
- 5. 大规模独特事件:** 随着气候变暖,一些物理系统和生态系统会受到突发和(或)不可逆变化带来的风险(见2.4节)。由于有迹象表明温水珊瑚礁和北极生态系统已经经历了不可逆的体系变化,与这些临界点相关的风险在温度升高0至1°C时为中等(中等信度)。由于冰盖损耗可能引发大型不可逆的海平面上升,气温上升1到2°C时风险急剧上升,气温上升超过3°C时风险变为高水平。对于超过约0.5°C(低信度)但是低于约3.5°C(中等信度)的某种临界以上持续升温,1000年或者更长时间内格陵兰冰盖会几乎全部消失,最终导致全球平均海平面上升7米。

(转入下页)

文框2.4 (续)



文框2.4,图1 | 在气候变化水平不断提高的情况下,全球尺度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。白色表示没有相关影响是可探测得到并可归因为气候变化。黄色显示相关的影响是可探测得到并且可归因于气候变化,至少具有中等信度。红色表示严重而广泛的影响。本评估中的紫色表示主要风险类别都显示了非常高的风险。{WGII评估文框SPM.1,图19-4}

致性高),但是气候变化对全球经济的影响目前还难以估测。虽然已知有一定局限性,根据现在的不完全估计,如果气温较工业化前时期升高约2.5°C,造成的全球年经济损失将占到收入的0.2%至2.0%(证据中等,一致性中等)。对于多数经济部门来说,人口、年龄结构、收入、技术、相对价格、生活方式、监管和治理方面的变化预估会比气候变化带来更大的影响(证据中等,一致性高)。更加严重和(或)频发的天气灾害预估会增加与灾害相关的损失和损失变率,给可负担的保险带来更多挑战,尤其是在发展中国家。国际层面如国家间的贸易和关系也对于了解区域规模的气候变化风险至关重要(文框3.1){WGII3.5,10.2,10.7,10.9-10.10,17.4-17.5,25.7,26.7-26.9,文框25-7}

从减贫的角度来看,预估在气候变化的影响下,经济增长会放缓、减贫难度会加大、粮食安全状况会进一步恶化,现有贫困陷阱会延长,新的贫困陷阱会出现,而新的贫困陷阱主要会出现在城市地区和新生饥荒热点地区(中等信度)。预计气候变化影响会加剧大部分发展中国家的贫困问题,在不平等愈加突出的国家制造新的贫困点,这既包括发达国家,也包括发展中国家(图2.4)。{WGII8.1,8.3-8.4,9.3,10.9,13.2-13.4,22.3,26.8}

预估气候变化会加剧人们的流离失所(证据量中等,一致性高)。一些缺乏主动移民资源的人们更高地暴露在洪水、干旱等极端天气中事件中时,流离失所的风险会加剧。增加流动

的机会可以减少这类人的脆弱性。移民型式的改变可以应对极端天气和长期的气候变异和变化,移民也可以成为一个有效的适应策略。{WGII9.3,12.4,19.4,22.3,25.9}

气候变化可放大证据充分的冲突驱动因素(如贫困和经济冲击),进而可间接加剧暴力冲突的风险(中等信度)。许多证据都将气候变率与某种形式的冲突联系在一起。{WGII SPM, 12.5, 3.2,19.4}

2.4 2100年以后的气候变化、不逆性以及气候突变

人类即或现在停止排放温室气体,气候变化的很多方面及其相关影响也会延续多个世纪。升温的程度越高,气候突变和不可逆的风险会越大。

在除RCP2.6之外的所有RCP情景下,2100年后变暖仍将继续。人为净CO₂排放完全停止后,地表升高后的温度仍然会维持多个世纪,几乎不变(见2.2.5节关于CO₂排放和全球温度变化关系的内容)。就多世纪至千年时间尺度而言,由CO₂排放导致的人为气候变化的很大部分是不可逆转的,除非在持续时期内将大气中的CO₂大量净移除。(图2.8a,b)。{WGI SPM E.1,SPM E.8,12.5.2}

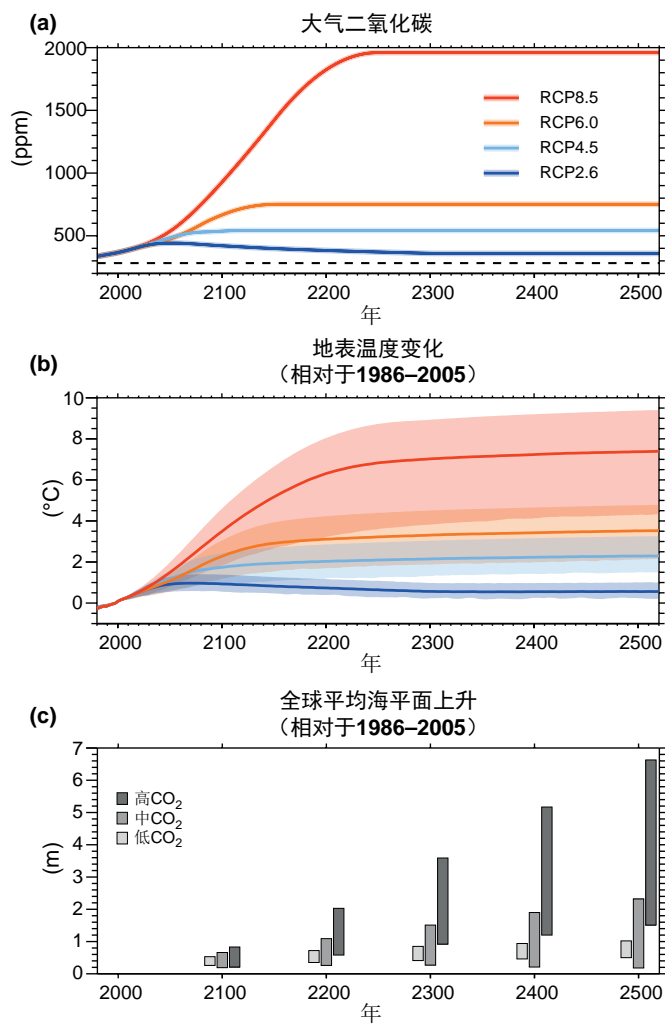


图2.8 | (a)大气中的二氧化碳(CO₂)和(b)预估的全球平均地表温度变化;这两项是中等复杂的地球模式(EMIC)为四个典型浓度路径(RCP)模拟的到2300年(相对于1986-2005年)时的结果,之后是一个常量(2300年水平)辐射强迫。使用了10年平滑。(a)上的虚线表示工业化前时期的二氧化碳浓度。(c)根据2100年的温室气体浓度(用CO₂-eq表示),将海平面变化预估结果分成三类(低:浓度达到峰值后降低并保持在500ppm以下,如情景RCP2.6;中:500至700 ppm,包括RCP4.5;高:浓度介于700 ppm和1500 ppm之间,如情景RCP6.0和RCP8.5)。(c)中的柱状图显示在现有模式结果有限的情况下有可能得到的最大范围(不应被认作不确定性范围)。这些模式可能会低估南极冰盖的作用,从而低估2100年后海平面预估的上升水平。{WGI图12.43,图13.13,表13.8,WGI SPMB-2}

全球地表平均温度进入稳定状态并不意味着气候系统的所有组分都稳定了。迁移的生物群落、再平衡的土壤碳、冰盖、海洋温度及相关的海平面上升都具有固有的漫长时间尺度,这会导致在全球地表温度稳定后的几百年乃至几千年里仍然会持续发生变化。{WGI SPME.8,12.5.2-12.5.4,WGII 4.2}

如果持续排放二氧化碳,海洋酸化将持续几个世纪,这将严重影响海洋生态系统(高信度),升高的极端温度将会加剧这一影响(图2.5b)。{WGI 3.8.2,6.4.4,WGII SPM B-2,6.3.2,6.3.5,30.5,文框CC-OA}

全球平均海平面上升将会在2100年后持续多个世纪(几乎确定)。为数不多的几个关于2100年后的分析表明,在温室气体浓度达到峰值然后下降并保持在500ppm二氧化碳当量以下时,2300年的海平面将会比工业化前时期上升不超过1米,比如在RCP2.6情景中。对于对应2100年介于700ppm和1500ppm的二氧化碳当量浓度的辐射强迫来说,比如在RCP8.5情景中,预估2300年海平面将上升达到1米至3米多。(中等信度)(图2.8c)。现有模式预估南极冰盖固体冰流量的能力信度较低,因此,这些模式可能会低估南极冰盖的作用,从而导致低估2100年后海平面预估的上升水平。{WGI SPME.8,13.4.4,13.5.4}

全球气候模式中鲜有关于北冰洋从常年冰雪覆盖到季节性无冰转变临界点或关键阈值的证据,在这样的转变发生后,海冰的流失是无法阻止的,也是不可逆转的。{WGI 12.5.5}

关于21世纪之后大西洋经向翻转环流演变的评估为低信度,因为分析数量有限、结果模棱两可。但是不排除21世纪后大规模持续升温造成崩溃的可能性。{WGI SPME.4,12.4.7,12.5.5}

持续的冰盖冰量损失可造成海平面更大的升幅,有些冰量损失是不可逆的。具有高信度的是,高于某一阈值的持续全球平均变暖会导致一千多年或更长时间内格陵兰冰盖几乎完全消失,使全球平均海平面上升7米。目前的估算表明,该全球变暖阈值比工业化前高1°C以上(低信度)但低于4°C(中等信度)。不能排除气候强迫造成南极冰盖的海洋部分由于潜在的不稳定性而出现突然的、不可逆的冰量损失的可能性,但现在的证据和理解不足以做出量化的评估。{WGI SPM E.8,5.6.2,5.8.1,13.4.3,13.5.4}

中等到高排放情景(RCP4.5、RCP6.0和RCP8.5)显示,21世纪气候变化的幅度和速率可对海洋、陆地和淡水生态系统(含湿地)(中等信度)及温水珊瑚礁(高信度)构成较高风险,可使其组成、结构和功能在区域尺度发生突然、不可逆变化。可大幅放大气候变化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)。{WGII 4.3.3.1,文框4.3,文框4.4,5.4.2.4,6.3.1-6.3.4,6.4.2,30.5.3-30.5.6,文框CC-CR,文框CC-MB}

几乎可以确定,多年冻土的面积会随着全球温度的持续上升而减少。预估现有的多年冻土区域会成为碳(二氧化碳和甲烷)的净排放源,在RCP8.5的情景下,在21世纪,其会失去180到920Gt的二氧化碳(50到250GtC)(低信度)。{WGI TFE.5,6.4.3.4,12.5.5,WGII 4.3.3.4}

3

未来适应、减缓和 可持续发展路径

主题3：未来适应、减缓和可持续发展路径

适应和减缓是减轻和管理气候变化风险的相辅相成的战略。未来几十年的显著减排可降低21世纪及之后的气候风险，可提升有效适应的前景，可降低长期减缓的成本和挑战并可促进有气候抗御力的可持续发展路径。

适应和减缓是应对气候变化风险的两项相辅相成的战略。适应是指为了趋利避害对实际或预期的气候变化及其影响进行调整的过程。减缓是指为了限制未来的气候变化而减少温室气体排放或增加温室气体(GHG)汇的过程。适应和减缓均能减轻和管理气候变化影响带来的风险。但适应和减缓在产生效益的同时也会造成其它风险。在战略性地应对气候变化时，要考虑适应和减缓行动带来的风险和共生效益，同时要考虑与气候相关的风险。{WGII SPM A-3 SPM C 术语表, WGIII SPM.2, 4.1, 5.1, 术语表}

减缓、适应和气候影响都可带来各类系统的转型和变化。气候变化将改变生态系统、粮食系统、基础设施、沿海地区、城乡地区、人类健康和生计，这取决于变化的速度和幅度以及人类和自然系统的脆弱性和暴露度。对不断变化的气候展开适应性响应需要采取各类行动，包括从增量变化到更基础、更具转型性的变化³⁴。减缓会涉及人类社会在生产和服务以及土地方面根本性的变化。{WGII BC, TS C 文框 TS.8 术语表 WGIII SPM.4}

本报告的主题3探讨了影响对减缓和适应战略进行评估的各项因素。它考虑了减缓、适应及残余气候影响三者之间各类组合带来的效益、风险、增量变化和潜在转型。主题3考虑了未来几十年采取不同的响应措施将如何影响旨在限制长期气候变化的方案以及适应长期变化的机遇。最后，本主题考虑了可能对减缓和适应的选择产生影响的各种因素，包括不确定性、道德考虑以及与其它社会目标的联系。之后，主题4在对各类工具、方案 and 政策的现有认识基础上评估了减缓和适应的前景。

3.1 气候变化的决策基础

鉴于治理、道德方面、公平、价值判断、经济评估和对风险及不确定性的不同理解和响应的重要性，因此利用各类分析方法来评估预期的风险和效益可为做出限制气候变化及其影响的有效决策提供依据。

可持续发展和公平可为评估气候政策奠定基础。为实现可持续发展和公平，包括消除贫困，限制气候变化影响十分必要。各国在过去和未来向大气中排放的GHG累积量各不相同，且各国也面临着不同的挑战及境遇，开展减缓与适应的能力也不相同。减缓和适应带来了公平、公正和正义的问题，也是实现可持续发展和根除贫困的必由之路。许多对气候变化最脆弱的国家曾经或目前鲜有GHG排放。推迟减缓会将目前的负担转嫁到未来，对新出现的影响没有充分的适应响应正在削弱可持续发展的基础。

适应和影响均能够对地方、国家和国际层面上的分配

产生影响，具体取决于谁是付出者和受益者。应对气候变化的决策过程和该过程对受影响人权利和看法的尊重程度也是从正义角度关切的内容。{WGII 2.2, 2.3, 13.3, 13.4, 17.3, 20.2, 20.5, WGIII SPM.2, 3.3, 3.10, 4.1.2, 4.2, 4.3, 4.5, 4.6, 4.8}

如果个别方面只顾自身利益，则不可能实现有效的减缓。气候变化具有在全球尺度上集体采取行动解决问题的特点，因为大部分温室气体会随着时间的推移而累积并在全球范围发生混合，任何方面(例如个人、社区、公司、国家)的排放都会影响其他方面。因此需要合作响应，包括国际合作来有效减缓温室气体排放并应对其他气候变化事宜。通过在各层面开展互补式行动，包括国际合作，可提高适应的有效性。有证据表明，被视为公平的成果能够形成更有效的合作。{WGII 20.3.1, WGIII SPM.2, TS.1, 1.2, 2.6, 3.2, 4.2, 13.2, 13.3}

气候变化决策需要在各类价值之间进行计价和调整，可能需要几个规范性学科分析方法的帮助。伦理学分析了相关的不同价值以及它们之间的关系。政治哲学近期调研了排放影响的责任问题。可利用经济学和决策分析法提供的量化计价方法来计算碳排放的社会成本(详见文框3.1)、开展成本效

³⁴ 本报告使用的“转型”是指某系统基本属性的变化(见术语表)。转型可发生在多个层面：在国家层面，如果转型能够反映一个国家自身根据其国情和重点制定旨在实现可持续发展的愿景和方法，则这样的转型是最有效的。{WGII SPM C-2, 2-13, 20.5, WGIII SPM, 6-12}

益分析、优化综合模式等等。经济学方法可反映伦理原则，可考虑非市场化产品、公平、行为性偏见、附加效益和成本，以及货币对不同人群所具有的不同价值。不过，这需要可靠数据支撑。{WGII 2.2, 2.3, WGIII SPM.2, 文框TS.2, 2.4, 2.5, 2.6, 3.2–3.6, 3.9.4}

分析性计价方法无法找出关于减缓、适应和残余气候影响之间的单一最佳平衡。其关键原因在于，气候变化涉及极其复杂的自然和社会过程、对相关的价值存在广泛的分歧、气候变化的影响和减缓方式对分配会产生重要影响。尽管如此，关于不同排放路径对各类备选气候目标以及风险水平造成后果的信息可成为决策过程的一个重要依据来源。评价对气候变化的应对需要尽可能广泛地评估各类影响，包括具有重大影响的小概率后果。{WGII 1.1.4, 2.3, 2.4, 17.3, 19.6, 19.7, WGIII 2.5, 2.6, 3.4, 3.7, 文框3-9}

在气候变化的复杂环境中，有效的决策和风险管理也许可以重复进行：在实施阶段出现了新信息和新认识时候通常可以调整战略。然而，近期的适应和减缓选择将影响整个21世纪及之后气候变化的风险状况，而且面向可持续发展、具备气候恢复能力的路径的前景取决于通过减缓能够达到的程度。随着时间的推移，尤其是如果减缓拖延得太久，则利用适应与减缓之间正向协同作用的机会会逐渐减少。个体和机构如何看待以及如何考虑风险和不确定性会对气候变化决策产生影响。人们有时使用各种简化的决策规则，高估或低估风险，甚至对现状有偏见。人们的风险规避程度和人们对各项具体行动的近期乃至长期结果的相对重视程度存在差异。在考虑了不确定性情况下，正式决策分析方法能够准确描述风险，能够重点关注短期和长期后果。{WGII SPM A-3, SPM C-2, 2.1–2.4, 3.6, 14.1–14.3, 15.2–15.4, 17.1–17.3, 17.5, 20.2, 20.3, 20.6 WGIII SPM.2, 2.4, 2.5, 5.5, 16.4}

3.2 减缓和适应所降低的气候变化风险

如果不做出比目前更大的减缓努力，即使采取适应措施，到21世纪末，变暖仍将导致高风险至很高风险的严重、广泛和不可逆的全球影响（高信度）。减缓包括某种程度的共生效益以及不利副作用带来的风险，但这些风险不会带来与气候变化风险同样概率的严重、广泛和不可逆的影响，相反会增加近期减缓努力带来的效益。

气候变化、适应和减缓三者的风险在性质、时间尺度、程度和持续时间上各有不同（高信度）。适应的风险包括适应不良和负面附加影响。减缓的风险包括大规模部署低碳技术方案和经济成本可能产生的负面影响。气候变化的风险可能会延续几千年，如果适应能力有限，发生严重影响的风险会很高，甚至出现显著的不可逆性。相比之下，为了应对观测到的后果和成本以及降低出现不可逆后果的风险，可更大为迅速地调整气候政策的松紧程度。（3.3, 3.4, 4.3）。{WGI SPM E.8, 12.4, 12.5.2, 13.5, WGII 4.2, 17.2, 19.6, WGIII TS.3.1.4, 表TS.4, 表TS.5, 表TS.6, 表TS.7, 表TS.8, 2.5, 6.6}

减缓和适应是减少气候变化影响所带来风险的互补性方法。它们相互作用，减少不同时间尺度的风险（高信度）。应对目前的风险已可以实现适应的效益，而应对新出现的风险可在未来实现适应的效益。适应有减少未来几十年气候变化影响的潜力，而相对来说减缓在该时间尺度上对气候后果几乎没有什么影响。近期和更长期的减缓和适应以及发展路径将会决定本世纪中叶以后的气候变化风险。适应潜力在不同领域不尽相同，而且受限于机制和能力的约束，因此可加大减缓的长期效益（高信度）。减缓的力度会影响气候变化的速度和程度，气候变化的速度越快、程度越高，超出适应极限的可能性就会越高（高信度）（3.3）。{WGI 11.3, 12.4, WGII SPM A-3, SPM B-2, SPM C-2, 1.1.4, 4.2.5, 16.3–16.6, 17.3, 19.2, 20.2.3, 20.3, 20.6}

如果不做出比目前更大的减缓努力，即使采取适应措施，到21世纪末，变暖仍将导致高风险至很高风险的严重、广泛和不可逆的全球影响（高信度）（主题2和图3.1a）。如果没有额外的减缓行动，预估2100年的全球平均地表温度与工业时代前水平相比将高出3.7°C至4.8°C（气候响应中值）；在使用气候响应中值第5至第95百分位范围时，温度区间为2.5°C至7.8°C（图3.1）。与温度上升4°C或更高有关的风险包括：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进而对人类常见活动的制约、触发临界点的可能性增大、以及在某些情况下适应的潜力受限（高信度）。当温度高于工业化之前水平1°C或2°C以上时，某些气候变化风险处于中等至高水平，例如对独特和受到威胁的系统的风险，以及与极端天气事件有关的风险。{WGII SPM B-1, SPM C-2, WGIII SPM.3}

在未来几十年显著减少GHG排放可限制21世纪下半叶及之后的变暖，从而显著减轻气候变化的风险（高信度）。全球地表平均温升主要取决于累积排放量，而它又与不同时间

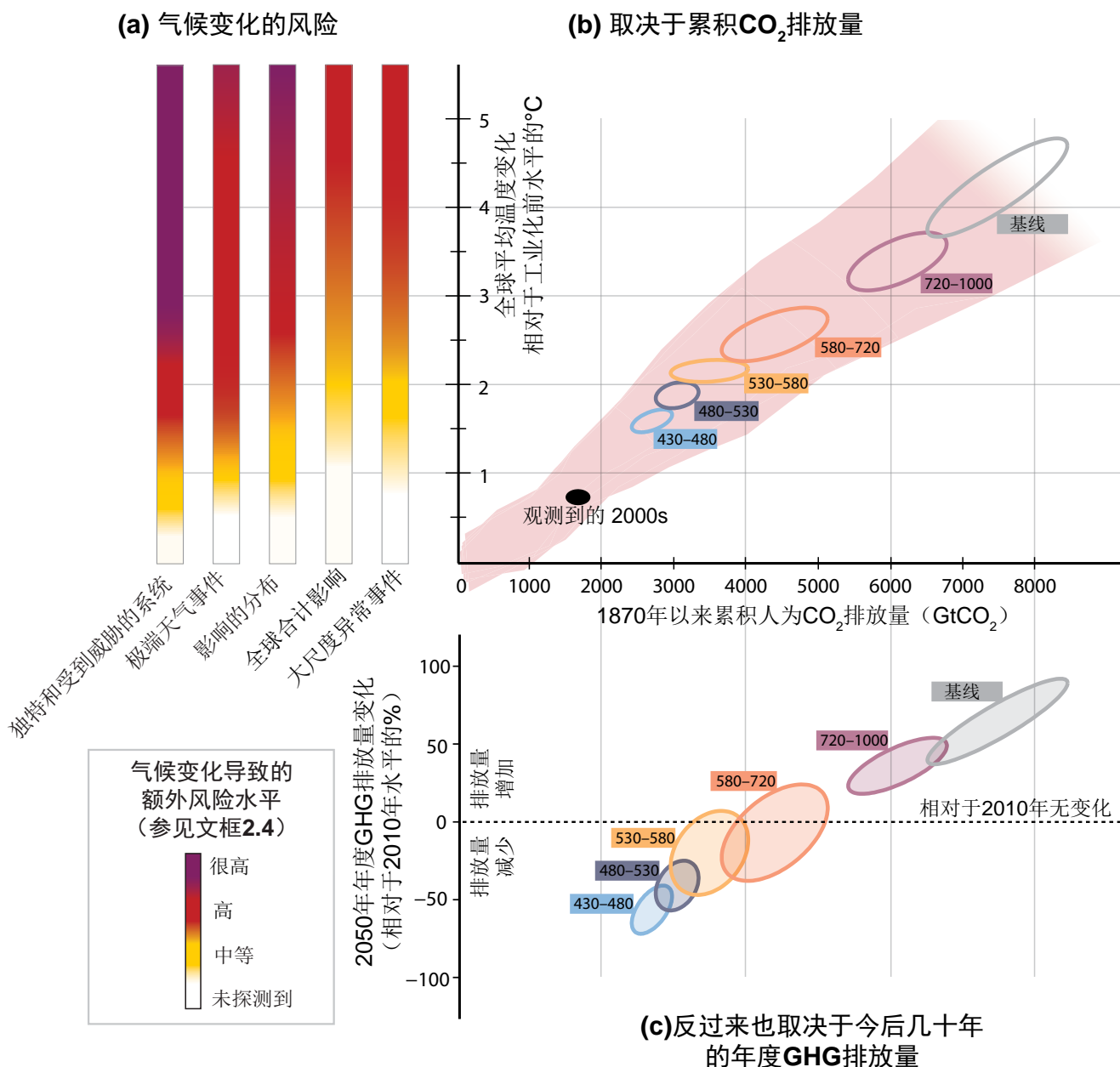


图3.1 | 到2050年，气候变化、温度变化、累积的二氧化碳(CO₂)排放量以及年温室气体(GHG)排放变化等风险之间的关系。(a)限制关切理由中的风险(b)意味着限制CO₂累积排放量，(c)这可在未来几十年限制温室气体年排放量。图a重建了五个关切理由{文框2.4}。图b将温度变化与从1870年以来的累积CO₂排放量(GtCO₂)挂钩。它们都是在基线和五个减缓情景类别(六个椭圆形)下，基于耦合模式互比项目第5阶段(CMIP5)模拟(粉色烟羽状)和基于一个简易气候模式(2100年中值气候响应)。详见图2.3。图c表示各情景类别累积CO₂排放量(单位: GtCO₂)与其到2050年GHG年排放量的相关变化之间的关系，以相对于2010年的百分比变化(每年GtCO₂-eq百分比)表示。这些椭圆形对应图b中所列的相同情景类别，且以类似方法建立(详见图2.3)。

尺度的排放有关(图3.1)。要限制“关切理由”中的风险意味着须限制CO₂的累积排放。此类限制要求全球CO₂净排放最终降到零(图3.1a,b)(高信度)。通过减缓减少气候变化的风险需要未来几十年大幅削减GHG排放量(图3.1c)。但是即或同时开展减缓和适应，残余损害带来的某些风险也是不可避免的(很高信度)。利用综合经济指标对相关气候变化风险的一个子集进行了估算。由于此类经济估算有一些重要限制因素，因此可作为长期减缓目标决策的一个有益但并不充分的基础(见文

框3.1)。{WGII 19.7.1, WGIII SPM.3, 图3.1}

减缓包括一定程度的共生效益和风险，但这些风险并不包括与气候变化风险一样可能的严重、广泛和不可逆的影响(高信度)。可能将温升控制在工业革命前2°C或者甚至3°C的情景需要未来几十年大规模地改变能源系统以及可能还需要大规模地改变土地利用(3.4)。相关的风险包括大规模部署低碳能源生产的技术手段、减缓的潜在高综合经济成本及其对脆弱国家和行业的影响。其它的风险和共生效益与人类

健康、粮食安全、能源安全、减贫、生物多样性保护、水的可获得性、收入分配、税收体系的效率、劳动力供应和雇佣、城市蔓延、化石燃料出口收入和发展中国的经济增长有关(表4.5)。{WGIII SPM.4.1,SPM.4.2,TS.3.1.4,表TS.4,表TS.5,表TS.6,表TS.7,表TS.8, 6.6}

经济和气候系统的惯性以及气候变化不可逆影响的可能性可提高近期减缓工作的效益(高信度)。今天采取的行动对未来可采用何种减排、限制温度变化和适应气候变化的方案产生影响。近期的选择可产生、放大或制约锁定现象中的某些重大要素,而这种现象对决策又甚为重要。由于气候系统某些组分巨大的惯性,气候系统会出现锁定和不可逆性,例如,在所有排放情景下,从海洋表面到深处的热传输都会导致未来几个世纪海洋持续升温,由于CO₂排放形成的很大一部分人为气候变化在多个世纪到几千年都不可逆,除非通过大规模人为持续干预将CO₂从大气中移除(另见文框3.3)。造成社会经济和生物系统不可逆的原因还包括基础设施开发和长寿命的产品以及气候变化的各种影响,例如物种灭绝。如果气候变化风险造成的潜在不可逆性和普遍影响大于减缓风险,短期减缓工作的效益则会增加。推迟采取更多减缓措施或对技术方案的限制都会限制减缓方案,都会增加长期减缓成本,并会增加其他风险,而这种风险是到中期至长期的时候发生,届时会使气候变化的影响无法控制在给定的水平

(表WGIII SPM.2, 蓝色区块) {WGI SPM E-8, WGII SPM B-2, 2.1,19.7,20.3,文框20-4,WGIII SPM.4.1,SPM.4.2.1,3.6, 6.4, 6.6, 6.9}

3.3 适应路径的特点

适应可降低气候变化影响的风险,但其效果有限,特别是在气候变化幅度和速度较大的情况下。在可持续发展的背景下,如果能有长远眼光,则会增加如下的可能性:更多直接适应行动也将会强化未来的方案和准备。

适应可在目前和未来促进民众的福祉、财产安全和维持生态系统产品、功能和服务。适应具有地域性和背景性,降低风险没有单一普遍适用的方法(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及其与社会经济进程、可持续发展及气候变化的关系。自《IPCC第四次评估报告(AR4)》以来,关于适应的研究从主要考虑工程性和技术性适应路径发展到会考虑更多的基于生态系统、体制和社会的措施。过去关注成本效益分析、优化和效率方法,现在扩展到制定多维度评估,包括将风险和不确定性维度整合到更广泛的政策和道德框架,以便评估各类利弊和局限性。由于与可持续发展有了联系(3.5),具体的适应措施范围也扩大了(4.2,

文框3.1 | 气候变化风险经济评估的局限性

通常可利用综合经济指标(例如,国内生产总值,或者总收入)来衡量一部分气候变化的风险和影响。然而,这种估算不全面,且受到若干重要的概念性和经验性约束条件的影响。如果温度比工业革命前升高约2.5°C,全球每年经济损失的不完全估算结果则会介于收入的0.2%到2%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,而不是小于这个范围(证据有限,一致性高)。对多排放一吨二氧化碳的增量累计经济影响(碳的社会成本)的估算源自这些研究,预估2000年至2015年期间每吨碳的成本介于几美元到几百美元之间(证据确凿,一致性中等)。对这些影响的估算并不完整,且依赖大量的假设,其中不少假设颇具争议。很多估算并未考虑出现大尺度异常事件和不可逆的可能性、临界点以及其它重要因子,尤其是那些难以货币化的因子,例如生物多样性的灭失。估算综合成本可掩盖不同部门、地区、国家和社区在影响方面的显著差异,因此估算时需要依赖伦理考虑,在综合各国以及国内各类损失时尤其如此(高信度)。只有在有限的温升水平下才能开展全球累计经济损失的估算。用于21世纪的情景会超过这些水平,除非要采取额外的减缓行动,而这会导致额外的经济成本。不同温度水平上的总经济影响包括减缓成本、减缓的共生效益、减缓的副作用、适应成本和气候损害。因此,在任意给定温度水平上对减缓成本和气候损害进行估算并不等同于对减缓成本和效益的评估。关于在现有温度水平上升温3°C的经济成本知之甚少。准确估算气候变化风险(及由此产生的减缓效益)要全面考虑气候变化各种可能的影响,包括那些出现概率低但后果严重的影响。否则减缓效益可能被低估(高信度)。即或具备了更多的知识,当前估算的某些局限性也无法避免,例如在多种多样个人价值共存情况下和随着时间推移的累积影响问题。考虑到这些局限性,要找到单一最佳气候变化目标和气候政策已超越了科学的范畴(3.1, 3.4)。{WGII SPM B-2,10.9.2,10.9.4,13.2,17.2-17.3,18.4,19.6,WGIII 3.6}

4.4.2.1)。目前有很多关于地方和部门适应成本和效益的研究,但是几乎没有全球性的分析,即或有,其成果的可信度非常低。{WGII SPM C-1,表SPM.1,14.1,14.ES,15.2,15.5,17.2,17.ES}

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及惯例(包括土著人对社区和环境的总体观)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。此类知识形式与目前的做法相结合可提高适应的效力,而且可提高有效的决策支持、参与和政策制定过程(4.4.2)。{WGII SPM C-1}

通过从个人到政府各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;支持经济多样化以及提供信息、政策和法律框架以及财政支持(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 and 融资方面的作用,因而它们正日益被视为对促进适应至关重要(中等证据量,一致性高)。{WGII SPM C-1}

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),但是某些近期气候变化应对行动也可能会限制未来的选择。将适应纳入规划,包括政策设计和决策,可促进与发展降低灾害风险的协同作用。然而,计划不周或实施不力、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,进而增加目标群体未来的脆弱性或暴露度,或增加其他人群、地方或部门的脆弱性(证据量中等,一致性高)。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。在考虑附加效益和减缓影响的情况下可以更好地评估各类适当的适应方案(3.5和4.2)。{WGII SPM C-1}

很多相互影响的限制因素会阻碍适应的规划和实施(高信度)。实施方面常见的限制因素源自以下方面:有限的财力和人力资源;有限的管理整合或协调;有关预估影响的不确定性;对风险的不同认知;对立的价值观;缺乏关键的适应领导者和倡导者;以及监测适应效果的工具有限。另一种限制因素包括研究、监测和观测不够充分以及维持这些工作的资金等数量不足。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(详见第4.1和4.2节关于实施的内容)。{WGII SPM C-1}

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和生物物理和/或社会经济制约因素的相互作用。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。经验性证据不足以量化大部分地区或部门的气候变化程度,这可能是未来适应的一个极限。而且,经济发展、技术和文化规范和价值会随着时间推移而变化,从而加强或削弱各个系统避免极限的能力。因此,某些极限是‘软性的’,因为它们会随着时间推移而变宽。其它极限属于‘硬性的’,因为没有避免不可容忍风险的合理前景。{WGII SPM C-2,TS}

经济、社会、技术和政治决策及行动等方面的转型可加强适应并促进可持续发展(高信度)。在不考虑转型变化的情况下,限制对目前系统和结构增量变化的适应响应会加大成本和损失并丧失机会。例如,为了保护其它建成资产而加固基础设施的代价高昂,而且最终无法承担日益上升的成本和风险,相反,诸如搬迁或利用生态系统服务的其它适应方案可在当前和未来提供一系列效益。转型适应可包括:采用新技术或新实践、建立新的金融结构或治理系统、更大规模或程度的适应、以及各类活动地点的改变。转型适应的规划和实施能够反映出强化的、改变的或一致的范式,进而可对管理结构提出新的和进一步需求,以协调未来的不同目标和愿景,并实现可能的公平和应对道德影响:转型适应路径的加强是通过反复学习、协商过程和创新而实现的。在国家层面,如果转型能够反映一个国家自身根据其国情和重点制定实现可持续发展的愿景和方法,则这样的转型是最有效的。{WGII SPM C-2,1.1,2.5,5.5,8.4,14.1,14.3,16.2-7,20.3.3,20.5,25.10,表14-4,表16-3,文框16.1,文框16.4,文框25.1}

建设适应能力对于有效选择和实施适应方案至关重要(证据确凿,一致性高)。成功的适应不仅要求确定适应方案和评估方案的成本与效益,而且需要增强人类和自然系统的适应能力(证据量中等,一致性高)。这会涉及到复杂的治理挑战和新型机制及机制性安排。(4.2){WGII 8.1,12.3,14.1-3,16.2,16.3,16.5,16.8}

减缓与适应之间以及不同适应响应之间存在显著的共生效益、协同作用和权衡取舍;区域内和区域间存在相互作用(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作用日益复杂,尤其是在水、能源、土地利用和生物多样性

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有限。具有共生效益的行动范例包括(i)提高能效和提高清洁能源水平,从而减少有损健康和影响气候的空气污染物排放;(ii)通过城市绿化和水的循环利用减少城市地区的能源和水资源消耗;(iii)可持续的农业和林业;(iv)保护储存碳的生态系统及其他生态系统服务。{WGII SPM C-1}

3.4 减缓路径的特点

目前有多种减缓路径可能将升温幅度限制在相对于工业化前水平 2°C 以内。这些路径需要在未来几十年内显著减排,以及到本世纪末, CO_2 及其他长寿温室气体接近零排放。实施此类减排将带来显著的技术、经济、社会和制度挑战,如果额外减缓出现延迟以及如果无法提供关键技术,则挑战难度就越大。将升温限制在或低或高的水平涉及到类似的挑战,只是时间尺度不同。

如果不做出比今天更大的GHG减排努力,受全球人口增长和经济活动的影响,预计全球排放量将持续增长(高信度)(图3.2)。在大多数不采取更多减缓措施的情景(基线情景)下,全球2100³⁵年的GHG排放量介于75 GtCO₂当量/年和接近140 GtCO₂当量/年之间,大约位于到2100年RCP6.0和RCP8.5路径区间的排放量水平(图3.2)³⁶。一些基线情景到2030年超过了450 ppm CO₂当量,而到2100年会达到约750ppm CO₂当量与1300 ppm CO₂以上当量之间的水平。在中等气候响应情况下,2100年的全球平均地表温度将比1850-1900年的均值上升 3.7°C 至 4.8°C 。如果考虑气候的不确定性(第5百分位至第95百分位范围),上升区间为 2.5°C 至 7.8°C ³⁷。未来情景未考虑气候系统中自然强迫的可能变化(见文框1.1)。{WGIII SPM.3,SPM.4.1,TS.2.2,TS.3.1,6.3,文框TS.6}

用于减排和限制温度变化的技术、行为和政策选择组合种类众多、形式不同(高信度)。为了评估实现长期气候目标的可能路径,本次评估收集了约900个减缓情景,每个情景都描述了不同的技术、社会经济和机制的变化。在2100年,这些情景下的减排可实现从430 ppm CO₂当量到超过720 ppm CO₂当量的浓度,这与RCP2.6和RCP6.0路径之间2100年时的强迫水平相当。还评估了到2100年浓度水平低于430ppmCO₂当量的情景。{WGIII SPM.4.1,TS3.1,6.1,6.2,6.3,附件二}

在2100年能够实现大约450 ppm CO₂当量或者更低浓度的情景有可能将21世纪的温升控制在不超过工业时代前水平的 2°C (高信度)。到2100年达到约500ppm CO₂当量浓度水平的减缓情景多半可能将温升限制在不超过工业时代前水平的 2°C ,除非这些情景在2100年前浓度水平暂时超过约530ppm CO₂当量。在这种情况下,温升或许可能保持在不超过工业时代前水平的 2°C 。到2100年超过650ppm CO₂当量浓度的情景不可能将温升控制在不超过工业时代前水平的 2°C 。到2100年升温多半可能不超过工业时代前水平 1.5°C 的减缓情景的特征是到2100年CO₂当量浓度低于430 ppm。这些情景中,温度在本世纪达到峰值,继而下降(表3.1)。{WGIII SPM.4.1,表SPM.1,TS.3.1,文框TS.6,6.3}

2100年达到约450 ppm CO₂当量的减缓情景(与可能将温度控制在相对于工业化前水平上升 2°C 以内相一致)通常会暂时超出³⁸大气浓度值,许多在2100年达到约500 ppm CO₂当量至约550 ppm CO₂当量的情景也是如此(表3.1)。根据超出的程度,浓度过高的情景一般可依赖于21世纪下半叶采用生物能结合二氧化碳捕获和封存技术(BECCS)的可用性及广泛使用以及植树造林(高信度)。此类能源技术及其它二氧化碳移除(CDR)技术和方法的具备与否及规模大小是不确定的,而CDR技术和方法面临着不同程度的挑战和风险(见文框3.3)³⁹。CDRCDR还普遍存在于许多浓度未超出的情景中,可用于抵消一

³⁵ 除非另有说明,主题3和主题4引用的情景范围都是指第10至第90百分位区间(见表3.1)。

³⁶ 关于CO₂当量排放量和浓度的讨论,请见文框3.2—“GHG量度和减缓路径”以及“术语表”。

³⁷ 此处引用的区间是在一个简单气候模式计算约300个基线情景排放得到温升结果的基础上,通过与1850-1900年期间相比的形式表达的区间。第2.2节引用的温升结果是通过在CMIP5的‘地球系统模式’中规定GHG未来浓度获得的。因此获得了与1986-2005年期间相比,在RCP2.6下平均升温 1.0°C (5至第95百分位的区间: 0.3°C 至 1.7°C),而在RCP8.5下平均升温 3.7°C (2.6°C 至 4.8°C)。在相同的浓度驱动试验下,简单气候模式方法可获得一致的结果。与1986-2005年期间相比,RCP2.6的温升中值是 0.9°C (0.5°C 至 1.6°C),而RCP8.5的是 3.7°C (2.5°C 至 5.9°C)。然而,CMIP5地球系统模式区间的上限具有更多约束。除此之外,此处引用的基线温升范围比上述RCP8.5浓度驱动试验获得的范围更宽,因为所依据的情景系列更多,包括碳循环响应不确定性,而且使用了不同的基线年(2.2, 3.4)。

³⁸ 在浓度超出情景中,浓度在本世纪达到峰值,然后下降。

³⁹ CDR方法的全球尺度潜力受生物地球化学和技术限制。没有足够的知识来量化在世纪尺度上有多少二氧化碳排放会部分被CDR抵消。CDR方法在全球尺度有副作用和长期影响。

表 3.1 | 第三工作组第五次评估报告中收集和评估的各类情景的关键特征。表中列出了所有参数在情景中的第10至第90百分位^a。

2100年CO ₂ 当量浓度 (ppm CO ₂ eq) ^f 类别标识 (浓度范围)	子类别情景	RCP的相对位置 ^d	相对于2010年的CO ₂ 当量排放变化 (%) ^c		21世纪保持低于具体温度水平的可能性 (相对于1850-1900年) ^{d,e}			
			2100	1.5°C	2°C	3°C	4°C	
<430	仅有少数个别模式研究探索了低于 430 ppm CO ₂ 当量的水平 ⁱ							
450 (430 至 480)	总范围 ^{a,g}	RCP2.6	-72 至 -41	-118 至 -78	多半不可能	可能	可能	可能
500 (480 至 530)	未出现超过530 ppm的CO ₂ 当量		-57 至 -42	-107 至 -73	不可能	多半可能		
	出现超过530ppm的CO ₂ 当量		-55 至 -25	-114 至 -90		或许可能		
550 (530 至 580)	未出现超过 580 ppm的CO ₂ 当量		-47 至 -19	-81 至 -59		多半不可能 ⁱ		
	出现超过 580 ppm的CO ₂ 当量		-16 至 7	-183 至 -86				
(580 至 650)	总范围	RCP4.5	-38 至 24	-134 至 -50	不可能	多半可能		
(650 至 720)	总范围		-11 至 17	-54 至 -21				
(720 至 1000) ^b	总范围	RCP6.0	18 至 54	-7 至 72	不可能 ^h	不可能		
>1000 ^b	总范围	RCP8.5	52 至 95	74 至 178	不可能 ^h	不可能	多半不可能	

注:

- ^a 430至480 ppm CO₂-当量浓度情景的'总范围'对应第三工作组报告表6.3中所示这些情景的子类别情景第10至第90百分位。
- ^b 基线情景分为>1000 ppm CO₂-当量和720-1000 ppm CO₂-当量类别。后一类还包括减缓情景。后一类中的基线情景显示在2100年，温度变化将比1850-1900年的平均值高2.5°C至5.8°C。结合>1000 ppm CO₂-当量类别的基线情景，这可导致这两种浓度类别的基线情景下2100年总体升温范围在2.5°C至7.8°C(基于中值气候响应范围: 3.7°C至4.8°C)。
- ^c 2010年全球排放量比1990年的排放量高31%(与本报告中所述的温室气体历史排放量估值相符)。CO₂-当量排放包括《京都议定书》规定的一揽子气体(二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)以及氟化气体)。
- ^d 此处的评估涉及科学文献中发表的大量情景，因此并不局限于典型浓度路径(RCP)。为评估这些情景的CO₂-当量浓度和气候影响，以概率形式使用了温室气体引发气候变化的评估模式(MAGICC)。MAGICC模式结果与第一工作组使用的模式结果之间的对比，可参见第一工作组12.4.1.2, 12.4.8和第三工作组6.3.2.6。
- ^e 本表中的评估是基于第三工作组AR5全部情景集合下使用MAGICC所计算的概率，以及第一工作组报告中对气候模式未涉及的温度预估不确定性的评估。因此，这些陈述与第一工作组的陈述相一致，依据的是耦合模式互比项目第五阶段(CMIP5)的RCP运算和评估的不确定性。因此，这种可能性表述反映出这两个工作组的不同证据链。第一工作组的这种方法还被用于无法使用CMIP5运算的中等浓度水平情景。可能性的陈述仅是指示性的(WGIII 6.3)，并基本遵循WGI SPM对于温度预估的术语：可能的概率为66-100%，多半可能为>50-100%，或许可能为33-66%，不可能为0-33%。此外，还使用了术语多半不可能 0-<50%。
- ^f CO₂-当量浓度(见术语表)的计算是基于简单碳循环/气候模式MAGICC的总强迫。2011年的CO₂-当量浓度估计为430 ppm(不确定性范围340至520 ppm)。这是基于相对于1750年的第一工作组对2011年人为总辐射强迫的评估，即2.3 W/m²，不确定范围1.1至3.3 W/m²。
- ^g 该类别中的绝大多数情景可出现超过480 ppm CO₂-当量浓度的类别边界。
- ^h 对于该类别中的情景，CMIP5运算或MAGICC重现均没有低于各自的温度水平。然而，不可能的赋值用于反映当前气候模式无法反映的不确定性。
- ⁱ 580至650 ppm CO₂-当量类别的情景包括超标情景以及未超过该类别上端浓度水平的情景(例如RCP4.5)。通常，后一类情景具有多半不可能低于2°C温度水平的评估概率，而前一类大部分被评估为不可能低于这一水平的概率。
- ^j 在这些情景中，2050年的全球CO₂-当量排放比2010年低70%至95%，而2100年的排放比2010年低110%至120%。

占比翻两番或接近三番(图3.2b)。这些情景描述了土地利用方面的一系列广泛的变化，反映了关于生物能源生产规模、造林和减少森林砍伐方面的不同假设。在到2100年达到500ppm CO₂当量的情景中，2050年的GHG排放水平比2010年削减25%至50%。有可能将温升控制在工业革命前水平3°C以内的情景要求的减排速率比温升控制

在2°C以内的慢。关于多半可能在2100年将温升控制在1.5°C以内情景的研究数量非常有限，这些情景的特征包括2100年浓度水平低于430 ppm CO₂当量，2050年的排放比2010年削减70- 95%。关于各类排放情景特征、它们的CO₂当量浓度及其将升温控制在某一温度区间的可能性的综述见表3.1。{WGIII SPM.4.1, TS.3.1, 6.3, 7.11}

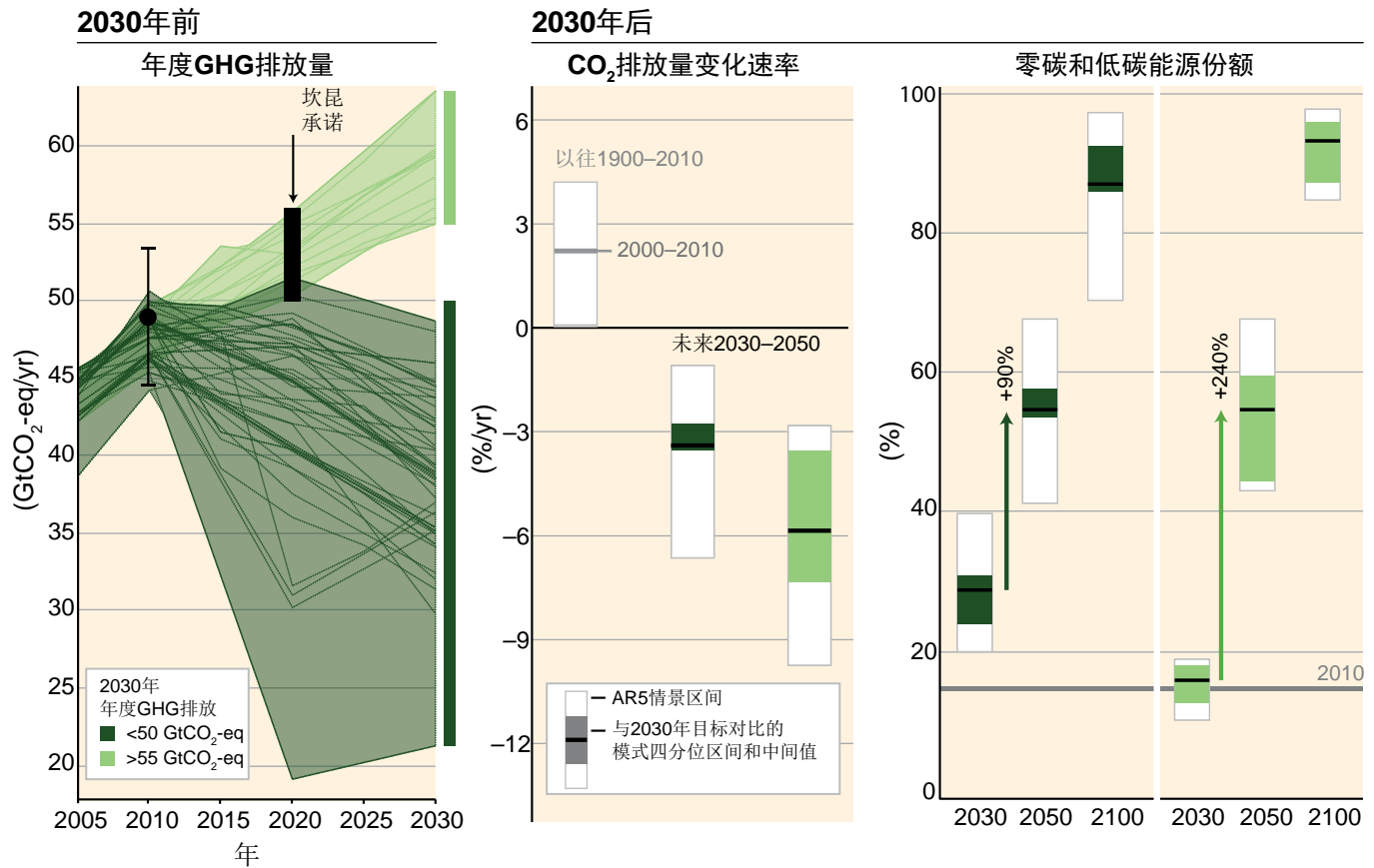


图 3.3 | 在至少或许可能将21世纪的升温保持在比工业化前水平高2°C以内的减缓情景下(2100年CO₂-当量浓度为430至530 ppm), 2030年不同温室气体(GHG)排放水平对二氧化碳(CO₂)减排速率以及低碳能源扩展速度的影响。按照到2030年不同排放水平对这些情景进行了分组(以不同深浅的绿色表示)。左图表示导致2030年这些排放水平的GHG排放路径(GtCO₂-eq/yr)。带细线的黑点表示历史GHG排放水平和2010年的相关不确定性, 详见图1.6所示。黑条表示《坎昆承诺》中GHG排放量不确定性的估算范围。中图表示2030–2050年年均CO₂减排率。该图根据近期与明确的2030年中期目标进行的模式间对比, 将各情景的中间值和四分位区间与第三工作组AR5情景数据库的各情景区间进行了对比。图中还列出了历史排放的年度变化速度(持续了20多年)。右图箭头表示2030年不同GHG排放水平下, 2030年至2050年零碳和低碳能源供应规模扩大的幅度。零碳和低碳能源供应包括可再生能源、核能和采用二氧化碳捕获和封存(CCS)技术的化石能源以及采用CCS技术的生物能源(BECCS)。仅列明使用基础模式的全部、无限制减缓技术组合的情景(缺省技术假设)。显著全球净负排放情景(>20 GtCO₂-eq/yr)、外源碳价假设情景以及2010年排放显著偏离历史区间的情景均不包括在内。{WGIII 图 SPM.5, 图 6.32, 图 7.16, 13.13.1.3}

降低非CO₂气候强迫因子的排放是减缓战略的重要因素。2010年, 非CO₂气体(甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)和氟化气体)的排放量占京都议定书规定气体总排放量的27%。目前可以为大部分非CO₂气体提供近期、低成本的减排方案。然而, 这些非CO₂气体的某些排放源很难减缓, 例如, 农用肥料使用过程中的N₂O排放以及家禽饲养中的CH₄排放。因此, 大部分非CO₂气体的排放量无法削减到零, 即或在严格的减缓情景下也是如此(见图4.1)。CO₂和非CO₂气体的气候强迫因子的辐射属性和生命周期的差异会对减缓战略产生重要影响(另见文框3.2)。{WGIII 6.3.2}

目前所有的GHG排放和其他气候强迫因子都会影响未来几十年内气候变化的速率和程度。减少某些短寿命气

体气候强迫因子的排放能够降低短期变暖的速率, 但对长期变暖的影响很有限, 因为长期趋势主要靠CO₂排放驱动。某些短寿命气候强迫因子的气候影响具有很大的不确定性。虽然目前能够很好认识CH₄排放的影响, 但是关于黑碳影响还有很大不确定性。具有降温效应的共同排放组分可能会让减排更加复杂, 甚至削弱减排的气候影响。减少二氧化硫(SO₂)的排放可造成变暖。在短期减少短寿命气候强迫因子对气候变化可产生相对快速的影响, 而且有可能在控制大气污染方面产生共生效益。{WGI 8.2.3, 8.3.2, 8.3.4, 8.5.1, 8.7.2, FAQ 8.2, 12.5, WGIII 6.6.2.1}

更多减缓行动推迟到2030年会对将21世纪升温限制在相对于工业化前2°C以内带来显著加大的挑战(高信度)。在那些可能至或许可能将升温控制在不超过工业时

基准情景下的全球减缓成本和消费增长

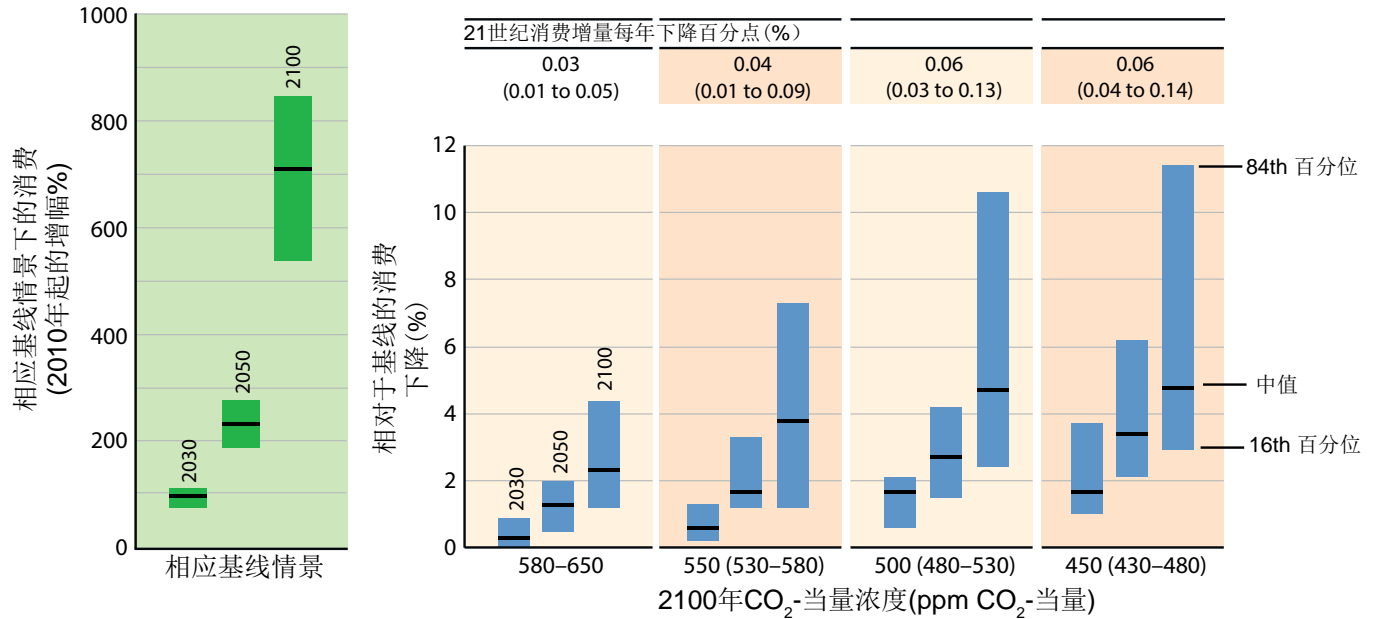


图3.4 | 2100年在不同大气浓度水平下各成本效益型情景中的全球减缓成本(右图)以及对应基准情景(无额外减缓行动)的经济消费增长情况(左图)。图顶部的表格表示与基准消费每年1.6-3%的增长率相比的年化消费增长下降的百分点(例如,如果减缓行动导致每年减少0.06个百分点,而基准增长率是每年2%,则在开展减缓行动的情况下每年的增长率为1.94%)。成本效益型情景假设所有国家都即刻减缓,且全球采取单一碳价,并且不会对与各模式默认技术假设有关的技术增加更多限制。表中所示的成本估算并未考虑减轻气候变化带来的效益或减缓所带来的共生效益以及不良副作用。这些成本范围上端的估算来自灵活性较低的模式,这些模式不易实现达到这些目标长远所需的深度减排,和/或包括关于会引起成本上升的市场不完善的假设。{WGIII 表SPM.2, 图 TS.12, 6.3.6, 图6.21}

代前水平2°C具有成本效益的减缓情景中, 2030年的GHG排放大约介于30 GtCO₂当量到50 GtCO₂当量之间(2100年大气浓度在约450-约500ppm CO₂当量的水平)(图3.3的左图)。GHG排放高于55 GtCO₂当量的情景需要在2030-2050年减排速率大幅提高(与成本效益型情景的3%/年相比, 预估中值为6%/年; 图3.3的中图); 该时段零碳和低碳能源规模扩展大大加速(在2010年基础上提高两番多, 而低碳能源的份额是翻一番; 图3.3的右图); 长期而言会更加依赖CDR技术; 转型影响会加大, 经济影响会呈长期性(表3.2)。 (3.5, 4.3) {WGIII SPM.4.1, TS.3.1, 6.4, 7.11}

根据坎昆承诺估算的2020年全球GHG排放水平与具有成本效益的长期减缓轨迹不一致, 而这些轨迹至少或许可能将升温限制在工业时代前水平2°C以内(2100年的浓度水平为约500 ppm CO₂或者更低), 但是这些轨迹并不排除实现这一目标的选择(高信度)。坎昆承诺基本上与那些可将温度变化控制在不超过工业时代前水平3°C的成本效益型情景相一致。{WGIII SPM.4.1, 6.4, 13.13, 图TS.11}

根据方法和假设的不同, 减缓的总经济成本的估值会

出现巨大差异, 但会随着减缓的力度而增加(高信度)。世界各国开始立即减缓、只有单一全球碳价格以及所有关键技术都可用, 所述这类情景已被用作估算宏观经济减缓成3.4)。在这些假设中, 可能在21世纪将升温限制在比工业化前水平高2°C以内的减缓情景会造成全球消费的损失—不包括减少气候变化带来的效益(3.2)以及减缓所带来的共生效益和负面效应(3.5, 4.3)—相对于基准情景下的消费量(本世纪各地从300%增长到900%以上), 2030年消费量损失1%至4%(中间值: 1.7%)、2050年为2%至6%(中间值: 3.4%)、2100年为3%至11%(中间值: 4.8%)⁴¹。这些数字相当于与每年1.6%至3%的基线年消费增长相比, 本世纪年消费增长下降了0.04至0.14(中间值: 0.06)百分点(图3.4)。在减缓技术(例如生物能源、CCS及其组合BECCS、核能、风能/太阳能)缺乏或有限的情况下, 根据所考虑的技术, 减缓成本会大幅增加(表3.2)。推迟额外的减缓行动会降低短期成本, 但会增加中长期减缓成本(表3.2)。如果显著推迟额外的减缓行动, 或如果可用的关键技术, 例如, 生物能源、CCS及其组合技术(BECCS)有限, 许多模式都不能将21世纪的可能升温控制在相对于工业化前水平2°C以内(高信度)(表3.2)。{WGIII SPM.4.1, 表

⁴¹ 此处引用的减缓成本区间是指基础样本的第16至84百分位(见图3.4)。

SPM.2, 表TS.2, TS.3.1, 6.3, 6.6}

各国的减缓努力及其相关成本预期不尽相同。各国之间的成本分配并非与其行动部署相一致(高信度)。在全球成本效益型情景下,大多数的减缓工作会在基线情景中未来GHG排放量最高的国家中开展。在假设建立全球碳市场情况下,

一些探索“责任分担”框架的研究曾做过估算,其结果表明,在可能至多半不可能概率下将21世纪升温限制在工业革命前水平2°C以内的情景下的减缓工作需要发生重大全球资金流动。{WGIII SPM.4.1,TS.3.1,文框3.5,4.6,6.3.6,表6.4,图6.9,图6.27,图6.28,图6.29,13.4.2.4}

表3.2 | 相对于成本效益情景^a, 由于可用的专门技术有限或由于推迟额外的减缓行动^a, 从而导致全球减缓成本增加。表中给出了各情景中间估值以及第16到第84百分位的成本增幅(圆括号内)。此外, 彩色符号给出了每个情景集的样本量^c。符号的颜色表示通过系统化模式比对活动得出的、可成功达到目标浓度水平的模式百分数。{WGIII 表SPM.2表TS.2图TS.13, 图6.24, 图6.25}

可用技术有限的情景中减缓成本增幅 ^d [相对于默认技术假设的总贴现 ^e 减缓成本增幅%(2015-2100)]					由于额外减缓行动推迟到2030年造成的减缓成本增幅 [相对于即刻减缓的减缓成本增幅%]	
2100年浓度 (ppm CO ₂ 当量)	无CCS	核能逐步淘汰	有限的太阳能/风能	有限的生物能	中期成本(2030-2050)	长期成本(2050-2100)
450 (430至480)	138% (29至297%)	7% (4至18%)	6% (2至29%)	64% (44至78%)	44% (2至78%)	37% (16至82%)
500 (480至530)	无	无	无	无		
550 (530至580)	39% (18至78%)	13% (2至23%)	8% (5至15%)	18% (4至66%)	15% (3至32%)	16% (5至24%)
580至650	无	无	无	无		

符号图例 - 成功生成情景的模式比例 (数字表示成功模式的数量)

: 所有模式成功	: 50-80%的模式成功
: 80-100%的模式成功	: 不到50%的模式成功

- 注:
- a 推迟减缓的情景涉及到2030年超过55 GtCO₂-当量的温室气体排放,而对于相同的长期浓度水平,对比经济有效的减缓情景可衡量出减缓成本增幅。
 - b 经济有效情景假设各国立即减缓以及全球单一碳价,并对与模式缺省技术假设有关的技术不施加额外限制。
 - c 范围的确定是根据中心情景,包括情景集的第16至84百分位这一范围。只有时间跨度到2100年的情景才包括在内。2100年浓度水平高于530ppm二氧化碳当量时成本范围中所列的一些模式无法制作2100年浓度水平低于530ppm二氧化碳当量且假设可用技术有限或其他减缓滞后的相关情景。
 - d 无CCS: 二氧化碳捕获和封存没有列入这些情景中。核能逐步淘汰: 除了在建的核电厂以外,不再增加核电厂,且现有核电厂到期便终止运行。有限的太阳能/风能: 在这些情景的任何一年中,太阳能和风能最多占全球电力生产的20%。有限的生物能源: 全球现代生物能每年最多供应100 EJ(2008年用于供暖、电力、热电联产和工业的现代生物能约为18 EJ/年)。EJ = 次方焦耳 = 1018焦耳。
 - e 2015-2100年基线消费百分比中消费量损失的净现值比例上升(总体均衡模式的情景下)和基线国内生产总值(GDP,部分均衡模式的情景下)百分比中减排成本比例上升,贴现率为每年5%。

文框 3.2 | 温室气体度量标准和减缓路径

本文框关注的是基于排放的度量标准，该标准可在制定和评价减缓策略时用于计算CO₂当量的排放。这些排放度量标准不同于综合报告中使用的基于浓度的度量标准(CO₂当量浓度)。关于“CO₂当量排放”和“CO₂当量浓度”的解释，请见术语表。

由于排放度量标准采用一个公共单位表达不同温室气体(GHG)和其它气候强迫因子的排放量(所谓的‘CO₂当量排放’)，因此它有助于多元化的气候政策。《IPCC第一次评估报告》首次采用了“全球增温潜势(GWP)”，在该报告中GWP还用来说明使用单一度量标准比较不同物理属性的组分的困难度。“联合国气候变化框架公约(UNFCCC)”及其“京都议定书”采用了100年GWP(GWP100)，该标准目前已作为一个默认度量标准得到广泛应用。不过，它只是若干可能的排放度量标准和时间尺度的一种。{WGI 8.7, WGIII 3.9}

排放度量标准和时间尺度的选择取决于应用类型和政策环境；因此，没有任何单一度量标准对所有政策来说都是最优的。所有标准都有不足之处，标准的选择包含价值判断，例如，所考虑的气候效应以及随时间变化的效应权重(随时间推移影响会或明或暗地出现折扣)、气候政策目标、以及度量标准对经济或仅仅对自然考虑的程度。度量标准存在很大的不确定性，不同度量标准类型和不同时间尺度的不确定性程度不同。一般来说，度量标准的不确定性沿着从排放到影响的因果链逐步增大。{WGI 8.7, WGIII 3.9}

与CO₂相比，分配给非CO₂气候强迫因子的权重十分依赖于对度量标准和时间尺度的选择(证据确凿，一致性高)。GWP依据辐射强迫比较各种成分，并求出选定时间范围的辐射强迫积分值。全球温度变化潜势(GTP；见术语表)以某一具体时间点的温度响应为基础，在该选定时间点之前或之后的温度响应没有权重。不可避免的是，这些度量标准一旦接受一个固定的时间尺度，例如，20年、100年或500年，超出该时间尺度的气候后果不会有权重，这对CO₂和其它长寿命气体会产生显著影响。对时间尺度的选择会明显影响加权，对诸如甲烷(CH₄)等短寿命气候强迫因子尤其如此(见文框3.2, 表1；文框3.2, 图1a)。在临近选定的目标年时，某些度量标准(例如，动态GTP；见术语表)的加权会随着时间的变化而变化。{WGI 8.7, WGIII 3.9}

文框 3.2, 表 1| WGI的排放度量标准值示例^a

	生命周期 (年)	GWP		GTP	
		20年累计强迫	100年累计强迫	20年后的温度变化	100年后的温度变化
CO ₂	^b	1	1	1	1
CH ₄	12.4	84	28	67	4
N ₂ O	121.0	264	265	277	234
CF ₄	50,000.0	4880	6630	5270	8040
HFC-152a	1.5	506	138	174	19

注:

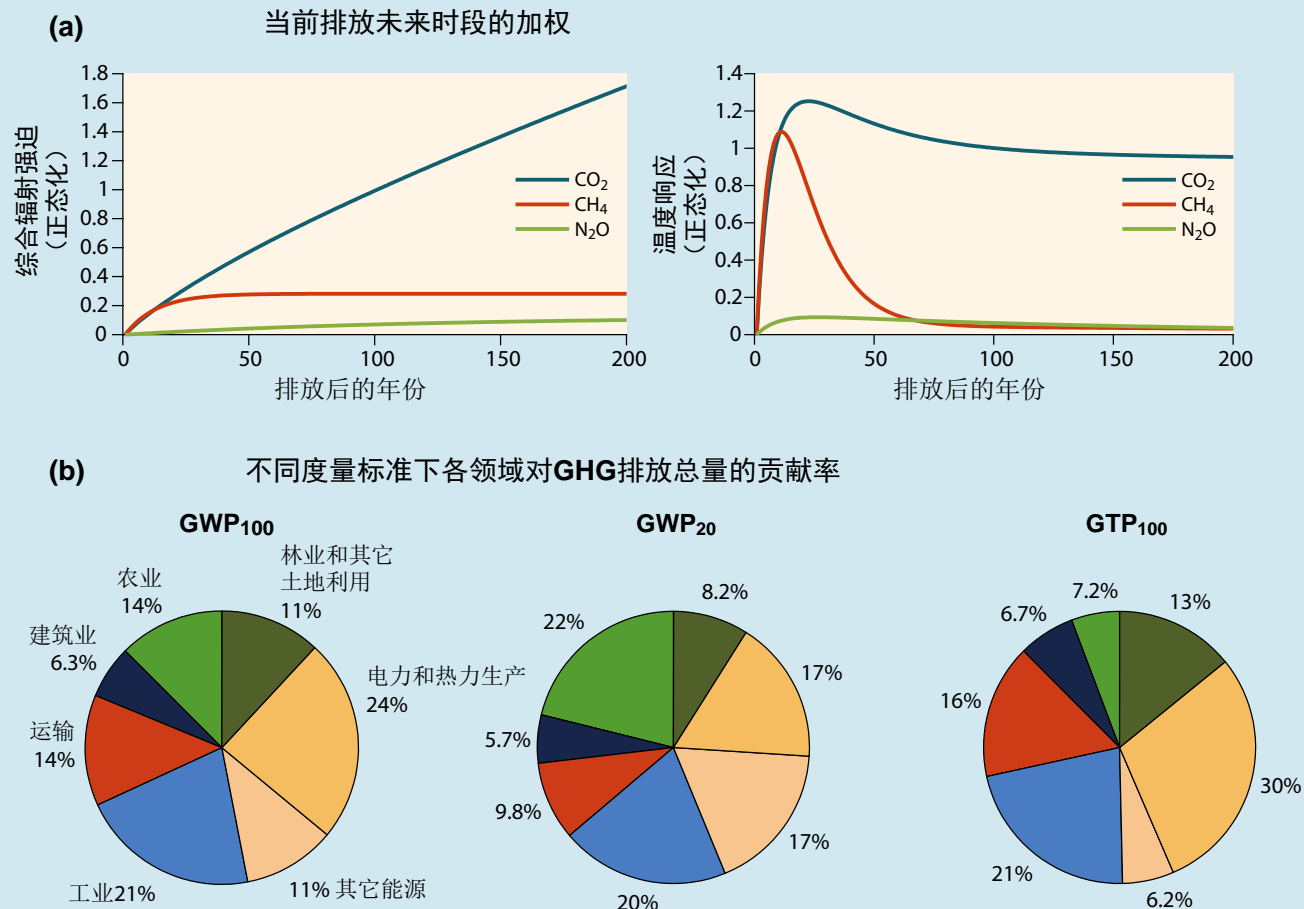
^a 全球增温潜势(GWP)数值在历次IPCC报告中均有更新；AR5中的GWP100 值与《京都议定书》第一承诺期的值不同，后者采用的是《IPCC第二次评估报告(SAR)》的相关值。请注意，为了保持一致性，本次综合报告其它地方提供的CO₂排放当量也是根据SAR的值，并非AR5的值。关于分别利用SAR和AR5中的GWP100值估算的2010年排放量的比较，请见图1.6。

^b 未给CO₂设定单一的生命期。{WGI 文框 6.1, 6.1.1, 8.7}

排放度量标准的选择可影响减少短寿命和长寿命气候强迫因子的时机和重点。在全球参与和成本最小化减缓路径的情景下，大多数度量标准之间的全球成本差异较小，但是对某些国家和领域的影响会更显著(中等量证据，一致性高)。不同的度量标准和时间尺度可显著影响不同排放源/领域和组分的贡献，对短寿命气候强迫因子的影响尤其显著(文框3.2, 图1b)。以固定时间为自变量的度量标准分配给诸如甲烷这些短寿命因子的权重较少(例如，使用GTP100，而非GWP100)，所以为了在2100年实现同样的气候结果，需要更早、更严格的CO₂减排。使用以时间为他变量的度量标准，例如动态GTP，近期的甲烷减缓力度会轻一些，但是随着目标日期不断临近，长期角度的减缓力度会加大。

文框3.2(续)

这说明对于某些(短寿命)因子, 度量标准的选择会影响政策的选择和减缓的时机(对于具有非CO₂气体排放水平很高的领域和国家尤其如此)。{WGI 8.7,WGIII 6.3}



文框3.2,图 1 | 在图示时间范围内度量标准选择对温室气体(GHG)排放加权以及各领域排放贡献率的影响。图(a): 2010年的二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)和氧化亚氮(N₂O)的全球净排放(之后没有任何排放)在未来200年的时间尺度中造成的辐射强迫积分(左图)和未来给定时间点的升温结果(右图)。辐射强迫积分用于全球升温潜势(GWP)的计算, 而未来时间点的升温幅度用于全球温度变化潜势(GTP)的计算。计算辐射强迫和升温的依据是WGIII 5.2的2010年全球排放数据和WGI 8.7的绝对GWP和绝对GTP, 根据2010年的CO₂净排放在100年后将辐射强迫积分和升温分别正态化。图(b): 2010年不同领域对度量加权后的全球GHG总排放量贡献率的图例。分别使用了100年GWP(GWP₁₀₀,左图)、20年GWP(GWP₂₀,中图)和100年GTP(GTP₁₀₀,右图)以及WGIII 2010年排放数据库进行计算。{WGIII 5.2}注: 在GWP₁₀₀示例中, 如果使用的是IPCC第二次评估报告的值, 百分比会略有不同; 请见主题1, 图1.7。关于每个领域各类活动造成的排放量的具体信息, 请见WGIII的报告。

文框3.3 | 二氧化碳消除和太阳辐射管理地球工程技术—可能的作用、方案、风险和现状

地球工程是指为了减轻气候变化的影响利用一整套旨在刻意改变气候系统的大规模操作的方法和技术。大部分的方法寻求减少气候系统中已吸收的太阳能(太阳辐射管理, SRM)或者通过汇加大对大气中二氧化碳(CO₂)的清除, 以便改变气候(二氧化碳消除, CDR, 见术语表)。由于证据有限, 无法对DCR或者SRM的可行性、成本、负面效应以及环境影响进行全面的评估。{WGI SPM E.8,6.5, 7.7;WGII 6.4,表 6-5,文框 20-4,WGIII TS.3.1.3,6.9}

CDR在很多减缓情景中发挥着重要作用。这些情景中仅包含了两类CDR方法, 含二氧化碳捕获和封存的生物能(BECCS)和造林。CDR技术对于会临时超过大气浓度的情景尤为重要, 在很多未超过浓度的情景中使用也很普遍, 它可以补偿那些减缓成本更高行业的残余排放。与减缓相似, 为了能够显著降低CO₂浓度, 需要大规模、长时间地部署CDR(见第3.1节)。{WGII 6.4,WGIII SPM 4.1,TS.3.1.2,TS 3.1.3,6.3,6.9}

若干**CDR**技术有降低大气温室气体(GHG)水平的潜力。然而, 生物地球化学、技术和社会等方面的局限性在不同程度上给定量估算**CDR**潜力造成了困难。依靠CDR减排的CO₂量比已清除的要少, 因为某些之前封存在海洋和陆地碳池CO₂的会释放出来。目前已在区域尺度实施海底地址封存, 迄今为止还没有因泄露而对海洋造成影响的证据。**CDR**的气候和环境负面效应取决于采用的技术和规模。相关示例是植树造林改变了地表的反射率以及海洋肥化促使海洋脱氧作用。大部分的陆地**CDR**技术必然会涉及对土地的竞争需求, 以及可能会引起局地 and 区域风险, 而海洋**CDR**技术可能会对海洋生态系统带来显著风险, 由此部署这样的技术可能会对国家间的合作带来额外挑战。{WGI 6.5,常见问题7.3,WGII 6.4,表6.5,WGIII 6.9}

SRM仍未经测试, 因此未获得任何一个减缓情景的采用, 但是如果能够实现, 可一定程度上抵消全球温度升高及其某些影响。与CO₂减缓相比, **SRM**有可能快速降温。具有中等信度的是, 通过在平流层注入气溶胶, **SRM**是可扩展的, 足以抵消因CO₂浓度翻倍后的辐射强迫和与升温相关的某些气候响应。由于缺乏足够的认识, 是否可通过使云增亮实现类似的大规模反向辐射强迫目前尚无共识。改变陆地反照率似乎无法产生大规模反向辐射强迫。即使**SRM**能够反作用全球平均温度的升高, 但空间型式仍然存在差异。由于缺乏文献, 妨碍了对其它**SRM**技术的评估。{WGI 7.7,WGIII TS.3.1.3,6.9}

如果**SRM**得以部署, 它可能会带来很多不确定性、负面效应、风险和缺陷。有几条证据链表明, **SRM**会造成全球降水出现虽小但却显著的减少(在区域尺度上存在较大的差异)。平流层气溶胶**SRM**有可能略微增加极地平流层的臭氧损失。**SRM**将无法防止CO₂对生态系统和海洋酸化的影响, 这些与温度升高无关。还会产生一些意想不到的后果。**AR5**考虑的所有未来情景中, **SRM**将需要随着全球平均温度的升高而相应增加, 这将加剧负面效应。另外, 一旦把**SRM**扩展到相当高的水平, 之后又被终止, 那么具有高信度的是, 地表温度(在10年或20年内)会迅速上升。这会对气候变暖速率敏感的各种系统构成压力。{WGI 7.6-7.7,常见问题7.3,WGII 19.5,WGIII 6.9}

SRM技术提出了研发和部署带来的成本、风险、治理以及伦理影响问题。协调研究的国际体制和机制面临新的特殊挑战, 它们有可能抑制测试和部署。即使**SRM**可减轻人为全球温度的升高, 但它意味着风险在空间和时间上出现重新分布。因此, **SRM**引入了关于代内和代际正义的重大问题。**SRM**的研究以及最终的部署已遭到伦理上的反对。尽管预估某些**SRM**部署技术潜在成本很低, 但也不一定会通过考虑了一系列风险和负面效应的“效益—成本测试”。**SRM**的治理影响尤其挑战性, 在单边行动可能会对其它方造成显著影响和成本情况下尤其如此。{WGIII TS.3.1.3,1.4, 3.3,6.9,13.4}

3.5 减缓、适应和可持续发展之间的相互作用

气候变化对公平和可持续发展构成了威胁。适应、减缓和可持续发展三者密切相关，存在潜在协同效益和权衡取舍。

气候变化对公平和可持续发展构成了日益严重的威胁(高信度)。目前已经观测到气候对发展的一些影响。气候变化是一个威胁倍增器。它可加重对社会和自然系统的其它威胁，从而对贫困人口带来额外的负担以及限制全民可能的发展路径。遵循现有全球路径的发展会造成气候风险和脆弱性，进而削弱可持续发展的基石。{WGII SPM B-2, 2.5, 10.9, 13.1-13.3, 20.1, 20.2, 20.6, WGIII SPM.2, 4.2}

要使气候政策顺应可持续发展则需要兼顾适应和减缓(高信度)。在区域之间和内部以及在不同尺度之间和同一尺度内部都会出现适应、减缓和可持续发展之间的相互作用，而且往往发生在多重胁迫因子背景下。某些气候变化应对方案可造成其它环境和社会成本风险、产生不良的分配效应、以及占用了其它发展重点(包括减贫)的资金。{WGII 2.5, 8.4, 9.3, 13.3-13.4, 20.2-20.4, 21.4, 25.9, 26.8, WGIII SPM.2, 4.8, 6.6}

适应和减缓均可带来巨大的共生效益(中等信度)。具有共生效益行动的示例包括：

(i)改善空气质量(见图3.5); (ii)加强能源安全; (iii)通过城市绿化和水循环减少城市能源和用水消耗; (iv)可持续农业和林业; 以及(v)保护用于碳封存的生态系统以及其它生态系统服务。{WGII SPM C-1, WGIII SPM.4.1}

现在可以实施目标为可持续发展而走能应变气候之路的战略和行动，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有效的环境管理(高信度)。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。{WGII SPM C-2, 20.2, 20.6.2}

气候变化减缓对空气质量的共生效益

严格的气候政策对空气污染物排放的影响(全球，2005年至2050年)

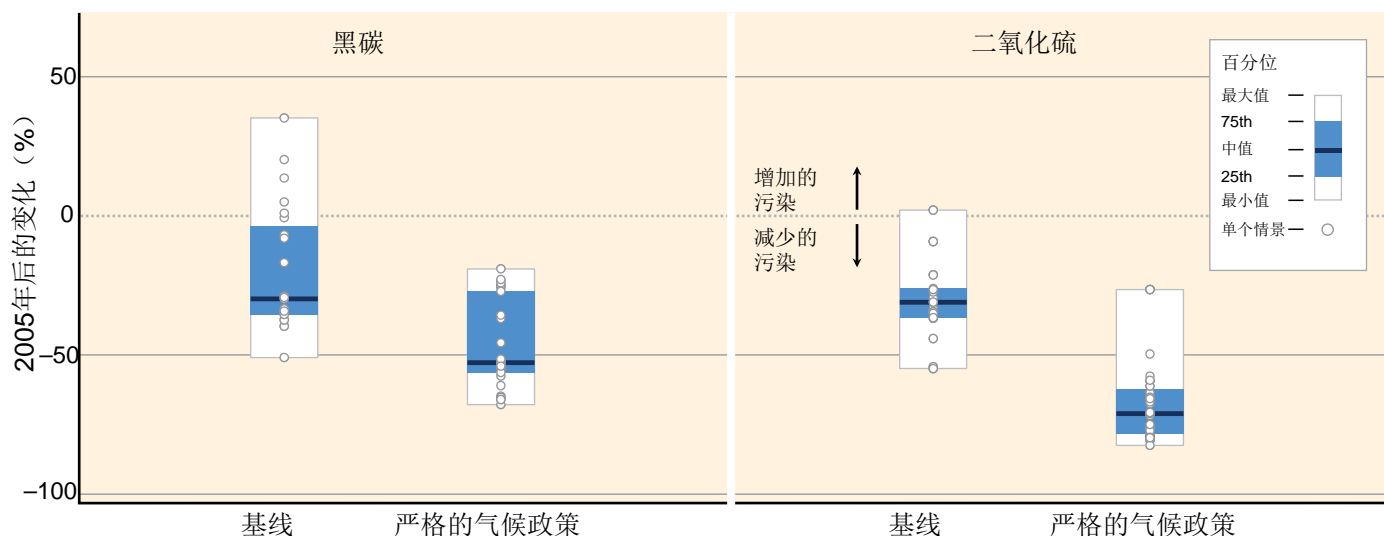


图3.5 | 与2005年(0=2005年的水平)相比，2050年黑碳(BC)和二氧化硫(SO₂)的空气污染物排放水平。对除了这些今天已经开展但未做额外努力减少GHG排放的基线情景，与使用严格减缓政策的情景进行比较，结果是与到2100年大气二氧化碳当量浓度水平达到约450到约500 (430-530)ppm相一致的。{WGIII SPM.6, TS.14, 图6.33}

文框3.4 | 共生效益和不良副作用

旨在实现某个目标的一项政府政策或措施往往会对其它目标产生正面或负面的影响。例如，减缓政策能够影响局地的空气质量(见图3.5)。当这种影响是正面的，它们被称为“共生效益”或“附加效益”。负面的影响被称为“不良副作用”。即或无法立即看到直接的效益，当某些措施的共生效益足以证明实施的合理性，这些措施被称为“无悔或低悔措施”。共生效益和不良副作用可以通过货币或者非货币单位计量。除了近期开展的几个多目标研究外，目前并没有定量评审过气候政策对整体社会福利的共生效益和不良副作用的影响。其中很多影响均未得到妥善量化，而且这些影响须视具体情况和地点而定，因为它们将取决于当地的情况。{WGII 11.9,16.3.1,17.2, 20.4.1,WGIII 文框TS.11,3.6,5.7}

减缓的共生效益可影响其它目标的实现，例如与能源安全、空气质量、消除生态系统影响、收入分配、劳动力供应和就业、以及城市蔓延有关的目标(见表4.2和表4.5)。然而，在缺乏配套政策情况下，某些减缓措施可能会在生物多样性、粮食安全、能源获取、经济增长和收入分配等方面产生不良副作用(至少在短期是如此)。适应政策的共生效益可包括：基础设施和服务的可及性得到改善、教育和卫生系统得到扩大、灾害损失有所减少、治理结构得到改善等等。{WGII 4.4.4,11.9,15.2,17.2,20.3.3,20.4.1,WGIII 文框TS.11,6.6}

与可持续发展一致的气候变化应对综合策略会考虑适应和减缓方案产生的各种共生效益、不良副作用和风险。由于应对气候变化与现有非气候政策之间的这种互动使得对整体社会福利影响的评估变得复杂。以空气质量为例，利用减少化石燃料燃烧进行的气候变化减缓导致的额外减少的一吨二氧化硫(SO₂)的价值很大程度上取决于SO₂控制政策的严厉程度。如果SO₂政策不严格，减少SO₂的价值也许会很大，但如果SO₂政策很严格，那么它的价值也许接近零。同样，薄弱的适应和灾害风险管理政策会导致适应亏空，这样会增加自然气候变率造成的人员和经济损失。“适应亏空”是指缺少管理当前气候变率负面影响的能力。现存的适应亏空增加了适应政策的效益，因为这些政策可改进对气候变率和变化的管理。{WGII 20.4.1,WGIII文框 TS.11,6.3}

4

适应与减缓

主题4：适应与减缓

许多适应和减缓方案可有助于应对气候变化，但只靠单一方案却不足以应对。有效的实施取决于全方位的政策与合作，而通过综合响应，将适应和减缓与其他社会目标相结合，可促进实施。

主题3展示了旨在管理气候变化风险的适应和全球层面减缓的需求和战略性考虑。根据这些深思熟虑的意见，主题4介绍了可帮助实现这些战略目标的近期响应方案。近期适应和减缓行动在不同领域和地区不尽相同，反映了它们的发展状况、响应能力、以及对气候和非气候成果的近期和长期愿望。由于必须在多重目标背景下开展适应和减缓，所以要特别关注以共生效益和利弊权衡为基础的综合策略制定和实施能力。

4.1 适应和减缓响应的常见扶持因素和限制因素

常见扶持因素可支持适应和减缓响应。这些因素包括有效的制度和治理、创新和对环境无害技术和基础设施的投资、可持续的谋生手段以及对行为和生活方式的选择。

创新和对环境无害技术和基础设施的投资可减少温室气体(GHG)排放并提高对气候变化的抗御能力(很高信度)。创新和变革能够扩展适应和减缓方案的可获得性和/或效果。例如投资于低碳和碳中和能源技术可降低经济发展的能源强度、能源的碳强度、GHG排放、以及减缓的长期成本。同样，新技术和新基础设施可增加人类系统的恢复能力，同时可降低对自然系统的不良影响。技术和基础设施的投资取决于扶持性政策环境、获得资金和技术的途径、以及可帮助能力建设的整体经济发展(表4.1, 第4.4节)。{WGII SPM C-2, 表SPM.1, 表TS.8, WGIII SPM.4.1, 表SPM.2, TS.3.1.1, TS.3.1.2, TS.3.2.1}

适应和减缓会受到经济发展、GHG排放、资源消费、基础设施和居住格局、机构行为和技术等全球和区域趋势的惰性约束(证据量中等, 一致性高)。这种惰性可能会限制减少GHG排放、保持在某些气候阈值之内或避免负面影响等方面的能力(表4.1)。某些约束可以通过新技术、资金、加强机制有效性和治理、或者社会和文化态度和行为的改变予以克服。{WGII SPM C-1, WGIII SPM.3, SPM.4.2, 表SPM.2}

谋生手段、生活方式、行为方式和文化都会显著影响对气候变化的脆弱性、GHG排放及适应和减缓能力(证据量中

等, 一致性中等)(表4.1)。追求更高能源强度的生活方式会消耗更多的能源和其它资源, 从而推动生产更多能源、排放更多GHG, 同时增加减排成本。相反, 通过改变消费模式可以大幅降低排放(详见第4.3节)。气候政策对在区域层面相应改变生活方式或行为方式的刺激程度或依赖程度都会影响此类政策的社会认可度和/或有效性。同样, 依赖于气候敏感领域或资源的生计会特别容易遭受气候变化和气候变化政策的影响。在暴露于气候危害的地形发展经济和城市化也许会增加人类居住地的暴露度, 降低自然系统的恢复能力。{WGII SPM A-2, SPM B-2, Table SPM.1, TS A-1, TS A-2, TS C-1, TS C-2, 16.3.2.7, WGIII SPM.4.2, TS.2.2, 4.2}

对许多地区和行业而言, 加强减缓和适应能力是管理气候变化风险的重要基础环节(高信度)。这种能力视具体地域和背景而定, 没有普遍适用所有场景的降低风险的单一方式。例如收入较低的发展中国家在实施低碳、气候韧性型发展路径方面的资金、技术和体制能力最弱。虽然发达国家管理气候变化风险的能力普遍相对较强, 但此种能力不一定就能够进行适应和减缓方案的实施。{WGII SPM B-1, SPM B-2, TS B-1, TS B-2, 16.3.1.1, 16.3.2, 16.5, WGIII SPM.5.1, TS.4.3, TS.4.5, 4.6}

改进制度以及促进管理方面的协调与合作有助于克服与减缓、适应和降低灾害风险有关的区域限制(很高信度)。尽管目前在多边、国家和地区层面广泛存在大量以适应和减缓为重点的机制, 但是全球GHG排放量仍然不断上升, 确定的适应需求仍未充分满足。有效适应和减缓方案的实施可迫使建立跨多个尺度的新体制和新的体制安排(中等信度)(表4.1) {WGII SPM B-2, TS C-1, 16.3.2.4, 16.8, WGIII SPM.4.2.5, SPM.5.1, SPM.5.2, TS.1, TS.3.1.3, TS.4.1, TS.4.2, TS.4.4}

表4.1 | 限制适应和减缓方案实施的常见因素

限制因素	对适应的潜在影响	对减缓的潜在影响
人口和城市化的不良外部性	人口对气候变率和变化、以及对自然资源 and 生态系统服务的需求和压力的暴露度增加 {WGII 16.3.2.3, 文框16-3}	推动经济增长、能源需求以及能源消费，从而导致温室气体排放的增加 {WGIII SPM.3}
知识、教育和人力资本不足	降低国家、机构和个人对气候变化的风险以及不同适应方案的成本效益的认知 {WGII 16.3.2.1}	降低国家、机构和个人的风险认识，降低了改变行为模式和实践以及采用社会、科技创新减排的意愿 {WGIII SPM.3, SPM.5.1, 2.4.1, 3.10.1.5, 4.3.5, 9.8, 11.8.1}
社会和文化态度、价值和行为的差异	降低社会对气候风险的共识，以及减少对具体适应政策和措施的需求 {WGII 16.3.2.7}	影响排放模式，影响社会对减缓政策和技术效用的认知，以及追求可持续行为和技术的意愿 {WGIII SPM.2, 2.4.5, 2.6.6.1, 3.7.2.2, 3.9.2, 4.3.4, 5.5.1}
治理和体制安排方面的挑战	削弱协调适应政策和措施的能力以及行动者规划和实施适应的能力 {WGII 16.3.2.8}	削弱了减缓政策制定以及高效、碳中和和可持续能源技术实施的政策、激励和合作 {WGIII SPM.3, SPM.5.2, 4.3.2, 6.4.3, 14.1.3.1, 14.3.2.2, 15.12.2, 16.5.3}
缺少获得国家和国际气候融资的渠道	减少适应政策和措施的投资规模，进而削弱其有效性 {WGII 16.3.2.5}	削弱了发达国家，尤其是发展中国家实施减排政策和技术的力量。 {WGIII TS.4.3, 12.6.2, 16.2.2.2}
技术不足	缩小了可获得适应方案的范围，降低了其有效性，即无法降低或避免日益加剧的气候变化的速率或程度带来的风险 {WGII 16.3.2.1}	放缓了社会降低能源服务碳强度的速度以及向低碳和碳中和技术的转型 {WGIII TS.3.1.3, 4.3.6, 6.3.2.2, 11.8.4}
自然资源的质量和/或数量不足	行动者应对的范围缩小，非气候因素的脆弱性降低，以及对加剧脆弱性的潜在资源竞争降低 {WGII 16.3.2.3}	削弱了不同能源技术的长期可持续性 {WGIII 4.3.7, 4.4.1, 11.8.3}
适应和发展亏空	增加现有气候变率和未来气候变化的脆弱性 {WGII TSA-1, 表TS 5, 16.3.2.4}	由于过去在开展发展方面的合作留下的争议致使减缓能力降低和削弱了应对气候变化的合作 {WGIII 4.3.1, 4.6.1}
不均等	最脆弱人群受到的气候变化影响与承担的适应责任不匹配，以及/或将这种情况转给子孙后代 {WGII TS B-2, 文框TS 4, 文框13-1, 16.7}	限制了低收入发展中国家或者各国不同社团或部门促进温室气体减缓的能力 {WGIII 4.6.2.1}

4.2 对适应的响应方案

各行各业都有适应方案，但其落实背景和降低气候相关风险的潜力因行业和地区而不同。一些适应响应包括显著的协同效益、协作效应和权衡。不断加剧的气候变化将加大对许多适应方案的挑战。

公众、政府和私营部门已开始适应不断变化的气候。自《IPCC第四次评估报告(AR4)》以来，对响应方案的理解得到了提高，对其效益、成本和与可持续发展的联系有了更多认识。适应可以根据在减少脆弱性、灾害风险管理或主动适应规划等不同背景而采用不同的策略。其中包括(具体示例见表4.2):

- 社会、生态资产和基础设施发展

- 技术流程优化
- 自然资源综合管理
- 体制、教育和行为改变或加强
- 金融服务, 包括风险转移⁴
- 支持早期预警和主动规划的信息系统

以社会(包括当地和原生的)、制度和生态系统为基础的措施的价值和适应的限制范围正在逐步得到认识。有效的战略和行动要在更广的战略目标和发展计划中考考虑协同效益和机遇的潜力。{WGII SPMA-2, SPMC-1, TSA-2, 6.4, 8.3, 9.4, 15.3}

各行各业都有启动适应规划和实施的机遇，但它们的潜力和方法各有不同，这取决于具体的背景。对适应的需求以及相关挑战预计会随着气候变化而加大(很高信度)。关于具体领域关键适应策略的示例总结如下，其中包括约束和限制因素。{WGII SPMB, SPMC, 16.4, 16.6, 17.2, 19.6, 19.7, 表16.3}

表4.2 | 通过适应进行气候变化风险管理的方法。应当对这些方法进行叠加式考虑，而不是分立式考虑，而且这些方法通常是同步推行的。所列的示例并没有做专门的顺序排列，而且涉及到不止一个类别。{WGII表 SPM.1}

叠加方法	类别	示例	WGII参考信息
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, 13.1-3, 14.2-3, 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；社会安全网和社会保障；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；改变耕作、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 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。	8.2-4, 11.7, 14.3, 15.4, 22.4, 24.4, 26.6, 28.4, 文框 25-1, 表 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, 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 and 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
	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。	3.5-6, 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 & 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, 29.6-7, 文框 20-5 & 25-2, 表 3-3 & 15-1
		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, 23.6-7, 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：社会安全网和社会保障；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。	3.5-6, 8.3, 9.3, 11.7, 11.9, 22.4, 29.6, Box 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。	8.3-4, 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；明确的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；省州和地方适应计划；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, 15.2-5, 22.4, 23.7, 25.4, 25.8, 26.8-9, 27.3-4, 29.6, 文框 25-1, 25-2 & 25-9, 表 9-2 & 17-1	
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。	8.3-4, 9.4, 11.7, 12.3, 15.2-4, 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, 8.3-4, 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 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, 22.3-4, 23.4, 23.7, 25.7, 26.5, 27.3, 29.6, 表 SM24-7, 文框 25-5	
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、文化和生态决定及行动。	14.2-3, 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、价值和世界观。	14.2-3, 20.5, 25.4, 表 14-1	

适应性
包括递增性和转型调整

转型

淡水资源

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,可有助于调整因气候变化及其影响导致的不确定水文变化(证据有限,一致性高)。策略包括采用综合水管理、增加供水、降低水供应和需求的错配、减少非气候应力因子、加强机构能力和采用更为节水的技术和节水策略。{WGII SPM B-2,评估文框SPM.2表1,SPMB-3,3.6, 22.3-22.4,23.4, 23.7,24.4,27.2-27.3,文框25-2}

陆地和淡水生态系统

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影响的风险(高信度)。这些行动包括维持遗传多样性、辅助物种迁移和传播、以及控制干扰系统(例如火灾、洪水)和减少其他压力因子等。降低非气候压力因素的管理方案,例如栖息地改造、过度开采、污染和物种入侵,可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。其它方案包括改进早期预警系统和相关的响应系统。加强脆弱生态系统的连接性也还可以帮助自主适应。迁移物种存在争议,预计当整个生态系统处于风险时的可行性更小。{WGII SPM B-2,SPMB-3,图SPM.5,表TS.8,4.4,25.6,26.4,文框CC-RF}

海岸系统和低洼地区

海岸适应方案越来越多地包括基于沿海地区综合管理、当地社区参与、基于生态系统的方法和减少灾害风险的方案,并且越来越多地纳入相关的战略和管理规划(高信度)。发达国家对海岸适应的分析和实施明显强于发展中国家(高信度)。预计海岸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。{WGII SPM B-2,SPMB-3,5.5,8.3,22.3, 24.4,26.8,文框25-1}

海上系统和海洋

海洋预报和早期预警系统以及减少非气候压力因子都具有降低某些渔业和水产养殖业风险的潜力,但是针对诸如珊瑚礁这些独特生态系统的方案比较有限(高信度)。渔业和采用高科技和/或进行了大规模投资的水产养殖业适应能力较强,因为它们们在环境监测、模拟和资源评估方面做得更好。适应的方案包括大规模迁移工业捕鱼活动和能应对变率和变化的灵活管理。对于较小规模的渔业和适应能力有限的国家,建立社会恢复能力、替代性生计和职业的灵活性是重要的策略。对珊瑚系统的适应方案通常只是减少其它压力因子,主要的手段是提高水质,限制旅游和渔业施加的压力,

但随着热应力和海洋酸化不断加剧,这些效力会被严重削弱。{WGII SPM B-2,SPM评估文框SPM.2表1,TS B-2,5.5, 6.4,7.5,25.6.2, 29.4,30.6-7,文框CC-MB,文框CC-CR}

粮食生产系统/农村地区

农业的适应方案包括技术响应、加强小农户获得信贷和其它关键生产资源的渠道、加强地方和区域层面的体制、以及通过贸易改革提高市场准入(中等信度)。对粮食减产和质量下降可作出的响应包括:开发适应CO₂、温度和干旱变化的作物新品种;加强气候风险管理能力;以及抵消土地利用变化造成的经济影响。改善为小规模农户生产提供的资金支持和投资还能够带来一些效益。扩大农业市场和完善世界贸易体系的可预测性和可靠性可降低市场波动,可帮助管理气候变化造成的粮食供应短缺。{WGII SPM B-2,SPMB-3,7.5, 9.3,22.4,22.6,25.9,27.3}

城市地区/主要经济部门和服务

城市适应受益于有效的多级治理、协调的政策与激励、强化的地方政府和社区适应能力、与私营部门的协同效应、以及适当的融资和体制发展(中等信度)。加强低收入人群和脆弱社区的能力以及它们与地方政府的伙伴关系也是一项有效的城市气候适应策略。适应机制的示例包括:大规模公-私风险减缓行动和经济多样化以及政府对无法多样化部分的风险保险。在某些地方,尤其是在达到预估气候变化的高限时,应对方案还可要求转型性变化,例如有管理的撤退。{WGII SPM B-2,8.3-8.4,24.4,24.5,26.8,文框25-9}

人类健康、安全和生计

以加强现有服务系统和体制以及保险和社会保障策略为重点的适应方案能够改善近期的健康、安全和生计(高信度)。卫生领域在降低脆弱性方面最有效的近期措施就是那些实施和完善基本公共卫生措施的计划,例如提供清洁水和卫生设施、保证包括接种和儿童健康服务的基本卫生保健、增强备灾和灾害应对能力、以及减少贫困(很高信度)。应对高温相关死亡的方案包括与应对策略结合的健康预警系统、城市规划和旨在降低高温压力的建成环境的改良。稳固的机制能够管理很多跨国界的气候变化影响,从而减少因共享自然资源而造成冲突的风险。保险项目、社会保障措施和灾害风险管理可改善贫困人口和边缘化人群的长期生活能力,如果这些政策能够解决多维度的贫困的话。{WGII SPM B-2,SPMB-3, 8.2,10.8,11.7-11.8,12.5-12.6,22.3,23.9,25.8,26.6,文框CC-HS}

表4.3 | 通过一系列由行动者实施、旨在实现具体管理目标的适应方案来说明潜在利弊权衡的范例 {WGII 表16-2}

部门	行动者的具体适应目标	适应方案	实际或感知的利弊权衡取舍
农业	加强耐旱和耐虫害；提高产量	生物技术和转基因作物	感知的公共卫生和安全的风险；将新的基因变体引入自然环境的相关生态风险
	向农户提供金融安全网，保障农耕企业的持续性	补贴抗旱设备；作物保险	如果管理不善会造成道德风险和不公平分配
	维持或提高产量；抑制机会性农业虫害和物种入侵	增加化肥和农药的使用	排入环境的营养成分和化学污染增多了；农药使用对非目标物种的不利影响；温室气体排放增加；增加了人类对污染物的暴露度
生物多样性	加强自然对不断变化的气候条件的适应和迁移能力	迁徙走廊；扩大保护区	功效不明确；对土地征用财产权利的关切；治理的挑战
	加强对由于气候和非气候变化而可能面临风险的物种的监管保护	保护脆弱物种关键栖息地	解决物种面临的次级而不是初级压力；对财产权的关切；对区域经济发展的监管壁垒
	随着气候的变化，通过将宝贵物种群落转移到替代地区来促进对这些物种的保护	辅助迁徙	难以预测辅助迁徙最终成功与否；将物种引入新生态区域对当地动植物可能的负面影响
沿海	近期保护金融资产免遭海水倒灌和/或侵蚀	海堤	高昂的直接成本和机会成本；公平问题；对沿海湿地的生态影响
	允许自然沿海和生态过程推进；降低不动产和资产的长期风险	有序撤退	破坏私人不动产权；在实施方面存在巨大的治理挑战
	保护公共卫生和安全；最大限度地减少财产损失和滞留资产风险	迁出低洼地带	地域和文化认同的失落感；亲属和家庭纽带的侵蚀；接收社区的影响
水资源管理	提高水资源的可靠性和抗旱能力	海水淡化	盐水排放生态风险；高能源需求和相关的碳排放；产生保护工作的反向激励
	最大限度地发挥水资源管理和利用效率；提高灵活性	水交易	破坏了水的公益/社会方面的性质
	加强现有水资源的效率	水回收/再利用	对公共卫生和安全的感知风险

减缓与适应之间以及不同适应响应之间存在显著的共生效益、协同效应和权衡取舍；区域内和区域间存在相互影响(很高信度)。例如投资用于适应气候变化的作物品种可以加强抗旱能力，用以解决虫媒疾病的公共卫生措施可以增强卫生系统应对其他挑战的能力。同样，基础设施远离低洼沿海地区有助于居住地和生态系统适应海平面上升，同时也可防御海啸。然而，一些适应方案可能产生不良副作用，这意味着与其他适应目标(见表4.3的示例)、减缓目标或更宽泛的发展目标存在实际或感知的权衡取舍。例如保护生态系统可帮助适应气候变化和加强碳封存，但是增加空调的使用来维持建筑内部的温度舒适性，或者使用海水淡化来巩固水资源的安全会增加能源需求以及由此产生的GHG排放。{WGII SPM B-2, SPM C-1, 5.4.2, 16.3.2.9, 17.2.3.1, 表16-2}

4.3 对减缓的响应方案

各主要行业均有减缓方案。减缓可更具成本效益，前提是使用综合性方法，即结合各类措施以降低最终使用行业的能源使用和温室气体强度、脱碳能源供应、降低净排放以及提高地基行业的碳汇。

目前有很多部门具有可开展的减缓方案，通过这类方案能够降低GHG排放强度，能够通过强化技术、行为、生产和资源效率提高能源强度，并且能够实现结构调整或活动调整。除此之外，农业、林业和其它土地利用(AFOLU)方面的直接方案可通过如下方法减少CO₂排放：减少砍伐、森林退化和森林火灾；将碳储存在陆地系统(例如植树造林)；以及提供生物能原料。所有部门都存在减少非CO₂排放的方案，但是农业、能源供应和工业部门的最显著。关于部门

基线情景以及采用和未采用CCS的减缓情景中各行业CO₂排放量和不包括CO₂的其它GHG排放量

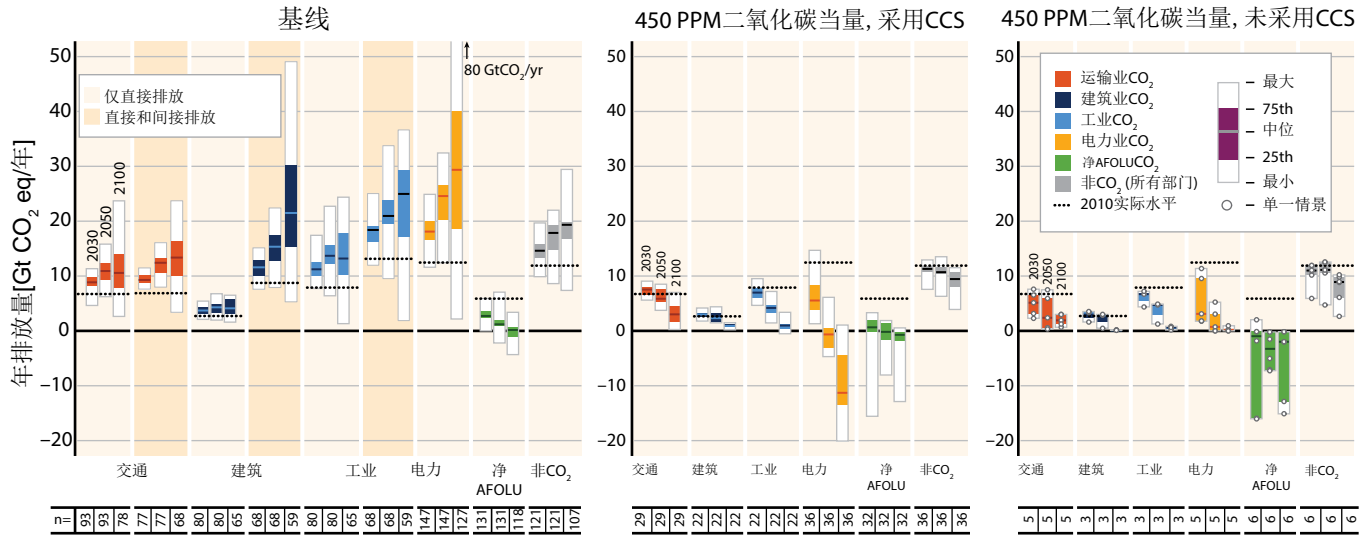


图4.1 | 在基线情景(左图)、采用碳捕获和封存(CCS)达到约450(430-480)ppmCO₂当量(可能将升温控制在不超过工业革命前2°C)的减缓情景(中间图)、和未采用CCS达到约450(430-480)ppmCO₂当量的减缓情景(右图)中部门的二氧化碳(CO₂)排放量和非CO₂GHG(京都议定书控制气体)排放总量。淡黄色背景表示基线和减缓情景的直接CO₂和非CO₂GHG的排放量。此外,还给出了基线情景能源终端部门(运输、建筑和工业)的直接和间接合计排放量(深黄色背景)。减缓情景仅提供了直接排放。不过,终端部门的减缓也会导致上游能源供应部门间接排放的减少。因此,由于多种原因,例如电力需求减少等等,终端用户部门的直接排放未包括供方的减排潜力。请注意,在计算间接排放时,只有电力排放从能源供应端分配给了终端用户部门。图底部的数字指该区间包括的情景数量,由于模型的行业分辨率和时间范围各不相同,因此各行业的情景数量和时间也存在差异。注意:在没有采用CCS的情况下,到2100年许多模式无法达到约450 ppm CO₂当量浓度,导致右图的情景数量很少。电力行业的负排放是因为应用了结合二氧化碳捕获和封存的生物能源(BECCS)。“净”农业、林业和其它土地利用(AFOLU)排放考虑了植树造林、再造林以及毁林活动。{WGIII 图SPM.7,图TS.15}

减缓方案和潜力见表4.4。{WGIII TS 3.2.1}

完善的系统性和跨行业减缓战略在减排方面的成本效益要大于只重视个别技术和行业且以单个行业努力来影响对其他行业减缓需求的战略(中等信度)。在不出台新的减缓政策的基线情景中,预估除了在AFOLU部门会产生CO₂净排放以外,其它所有部门的GHG排放都会上升(图4.1中的左图)。在2100年⁴³达到约450(430-480)ppm CO₂当量⁴²(可能将升温控制在不超过工业革命前2°C)的减缓情景显示了能源供应部门全球大规模的变化(图4.1的中图和右图)。虽然能源供应端的快速低碳化通常会给终端用户和AFOLU部门带来更多的灵活性,但是大力削减需求可以减轻能源系统供应方在减缓方面的压力(图4.1和4.2)。因此,部门之间存在很强的相互依赖性,减缓行动的最终分配很大程度上依赖于未来技术的可获得性和表现,尤其是BECCS和大规模的造林活动(图4.1的中图和右图)。未来二十年是世界大部分城市区域的建设期,因此也是城市区域减缓气候变化的机遇期(有限证据、高一一致性)。{WGIII SPM.4.2,TS.3.2}

在实现低稳定浓度水平(约450至约500 ppm CO₂当量,至少或许可能将升温控制在不超过工业革命前2°C)的过程中,发电行业的低碳化(即降低发电的碳强度)是实施具有成本效益减缓战略的关键内容(证据量中等,高一一致性)。在大多数综合模拟情景下,与工业、建筑业和交通行业相比,发电行业的低碳化要更迅速。在2100年浓度达到450 ppm CO₂当量的情景下,预估在未来十年能源供应部门产生的全球二氧化碳排放将下降,2040年到2070年将减至低于2010年水平90%或以上。{WGIII SPM.4.2,6.8,7.11}

为了减少与各基线情景相比的能源需求而不影响发展,在各情景中提高能效和改变行为是到2100年实现达到约450至约500 ppm大气CO₂当量浓度的一项关键减缓战略(确凿证据,高一一致性)。近期减少能源需求是经济有效减缓战略的重要要素,可为能源供应行业降低碳强度提供更大的灵活性、可防止供应方的相关风险、避免锁定在碳密集型基础设施,同时也涉及到显著的协同效益(图4.2,表4.4)。通过改变消费方式(如流动需求和方式、家庭能源使用、选择更耐用

⁴² 关于CO₂当量浓度和排放的定义见术语表;关于计算非CO₂排放量的CO₂当量计算度量标准及其对部门减排战略的影响另见文框3.2。

⁴³ 为了进行比较,估算的2011年CO₂当量浓度为430[340至520]ppm。

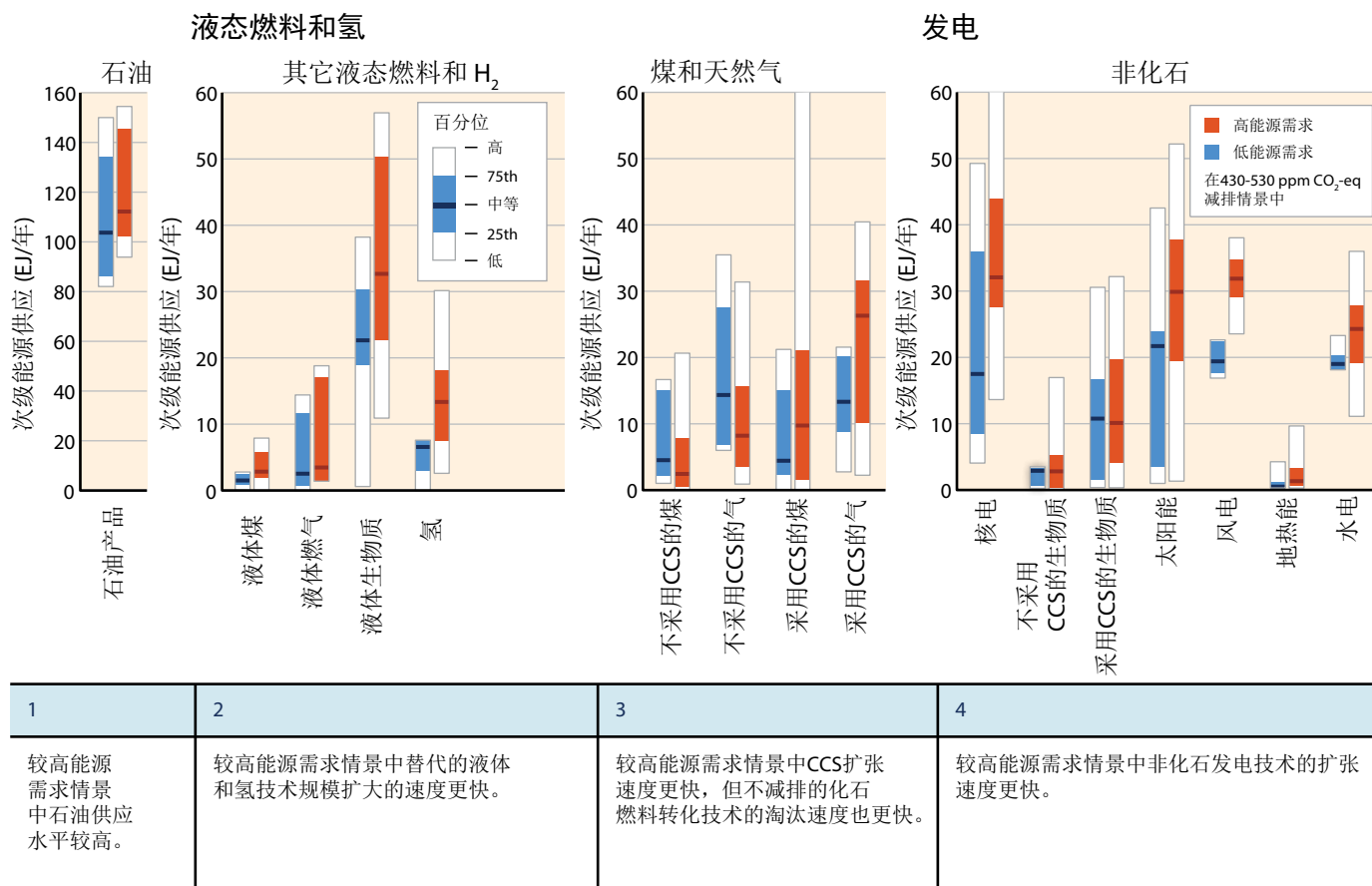


图4.2 | 在2100年达到约450至约500 ppm CO₂当量(至少或许可能将升温控制在不超过工业革命前2°C)的减缓情景中到2050年时能源需求对能源供应技术部署的影响。用蓝色柱图表示“较低能源需求”，即与2010年相比2050年最终能源需求增长有限(不超过20%)的情景部署区间。红色柱图表示在“较高能源需求”下(与2010年相比2050的需求超出20%)的技术部署区间。给出了每类技术的中值、四分位和完整部署范围。请注意：做过技术限制假设的情景未包括在内。给出的范围包含了很多不同综合模式的计算结果。对同一模式得到的多种情景结果进行了平均，以便避免取样偏差。{WGIII 图 TS.16}

的产品)以及饮食变化和减少粮食浪费能够大幅度降低排放量。包括货币和非货币激励措施以及宣传措施在内的多种选择可有助于行为的改变。{WGIII SPM.4.2}

4

能源供应部门的低碳化(即减少碳强度)需要扩大低碳和零碳发电技术的规模(高信度)。在大多数低浓度稳定情景(约450至约500 ppm CO₂当量, 至少或许可能将升温控制在不超过工业革命前2°C)下, 低碳电力供给(包括可再生能源(RE)、核能和包括BECCS在内的CCS)的份额将从当前的约30%增至2050年的80%以上和2100年的90%, 到2100年, 不采用CCS的化石燃料电力生产将几乎完全被淘汰。在这些低碳技术中, 越来越多的可再生能源技术自《第四次评估报告》以来已经具备在显著规模部署的技术成熟度(确凿证据, 高一一致性), 而核能是一种成熟的低温温室气体排放源、基底负荷电力, 但自1993年以来其在全球发电量中占比不断下降。如果在可获得天然气且开采和供给环节的逃逸排放较低或可以得到减缓的情况下, 通过高效天然气联合循环发电或热电

联产替代当前世界平均采用的燃煤发电, 可以显著降低能源供给产生的温室气体排放。{WGIII SPM.4.2}

人的行为、生活方式和文化对于能源利用及相关排放具有很大影响, 并且在某些领域存在很高的减缓潜力, 如果辅以技术和结构调整时尤其如此(中等证据量, 中等一致性)。所有交通运输方式的技术和行为减缓措施, 再加上新建基础设施和城市改造投资, 可使最终能源需求显著低于基线水平(确凿证据, 中等一致性)(表4.4)。虽然存在向低碳燃料转变的机会, 交通部门的低碳化速度受制于与能源存储以及低碳交通燃料相对较低的能源密度方面的挑战(中等信度)。相关技术、知识和政策方面的最新进展为全球建筑行业能耗到本世纪中叶稳定到现有水平甚至下降带来了机遇。此外, 近来性能和成本的大幅改善使得修建和改造超低能耗建筑具有经济吸引力, 有时甚至是净负成本(证据确凿, 一致性高)。工业部门除了能效外, 改进GHG排放效率和材料使用效率、回收和再利用材料和产品以及对产品需求(例如通过更集约地使

用产品和服务需求的整体降低,还可以有利于将工业部门的GHG排放降至基线水平以下。工业部门用于提高能效的普遍方法包括信息项目结合经济手段、监管和自主行动。废弃物管理中重要的减缓措施是减少废弃物,其次是再利用、循环利用和能源回收(确凿证据,高一一致性)。{WGIII SPM.4.2,文框TS.12, TS.3.2}

林业方面最具成本效益的减缓方案是造林、可持续森林管理以及减少毁林,但其在各地区的相对重要性存在巨大差异。农业方面最具成本效益的减缓方案是农田管理、牧场管理和有机土壤的恢复(证据量中等,一致性高)。在碳价不超过20美元/tCO₂当量排放时,可实现林业约三分之一的减排潜力。饮食改变和减少粮食供应链的损耗等需求端措施对于减少粮食生产造成的GHG排放具有显著但并不确定的潜力(证据量中等,一致性中等)。{WGIII SPM 4.2.4}

生物能可以发挥重要的减缓作用,但有些问题需要加以考虑,例如做法的可持续性和生物能系统的有效性(确凿证据、中等一致性)。有证据表明,某些具有生命期低排放的生物能源方案能够减少GHG排放,目前某些方案就能采用;结果如何要视具体地点而定,而且要靠有效整合的“生物质到生物能系统”和可持续的土地利用管理和治理。生物能的大规模开发利用所面临的障碍包括土地的GHG排放、粮食安全、水资源、生物多样性保护和生计等关切。{WGIII SPM.4.2}

减缓措施可与其他社会目标相交叉,从而有可能产生共生效益或不良副作用。如果管理得当,这些交叉能够巩固开展气候行动的基础(证据确凿,一致性中等)。减缓和适应可对其他社会目标的实现产生正面或负面的影响,诸如与人类健康、粮食安全、生物多样性、当地的环境质量、能源的获取、民生和公平的可持续发展有关的目标(另见第4.5节)。另一方面,面向其他社会目标的各项政策能够影响各项减缓和适应目标的实现。这些影响可能是相当可观的,虽然有时难以量化,在福利方面尤其如此。这种多目标视角之所以重要,部分原因是它有助于确定哪些领域在推进多目标政策时能够获得牢靠的支持。表4.5总结了部门的重大减缓措施的潜在共生效益和不良副作用。总之,能源的终端能耗措施的共生效益潜力超过了其不良副作用的潜力,而证据表明,并非所有的能源供应和AFOLU措施领域都如此。{WGIII SPM.2}

4.4 适应和减缓的政策方法、技术和融资

有效的适应和减缓响应将取决于多种尺度的政策和措施:国际、区域、国家和地方。支持技术开发、推广和转让的各尺度政策,以及资助响应气候变化可增进和提高政策有效性,可直接促进适应和减缓。

4.4.1 适应与减缓的国际和区域合作

气候变化具有在全球尺度上集体采取行动解决问题的特点(见第3.1节),如果各行为主体根据各自的利益单独行事,那么将无法实现有效的减缓,虽然减缓行动也能获得一些局部的共生效益。因此,为了有效地减缓GHG排放并解决其他气候变化问题,需要包括国际合作在内的各种合作性应对。虽然适应主要侧重于地方到国家尺度的成果,但其有效性可通过各治理尺度的协调来加强,包括国际合作。实际上,在创建国家、国内和地方层面的适应战略、计划和行动方面,国际合作已发挥了促进作用。在国际和区域层面的减缓工作以及在支持和促进国家以及国内层面的适应工作方面已采用了一系列不同的气候政策工具,甚至还有更多可采用的工具。有证据表明,那些被视为公正的结果可产生更有效的合作。{WGIII SPM C-1,2.2,15.2,WGIII 13.ES,14.3,15.8,SREX SPM,7.ES}

联合国气候变化框架公约(UNFCCC)是主要侧重于应对气候变化的多边论坛,几乎是全球性参与。自2007年以来,UNFCCC所开展的各项活动,包括2010年的《坎昆协议》和2011年的“德班平台”一致致力于加强公约下的行动,而且由于公约的活动,有越来越多的机构和机制也开始开展国际气候变化方面的合作。其他在不同治理层面上组建的机构使国际气候变化合作呈多样化。{WGIII SPM.5.2,13.5}

现有和拟议的国际气候变化合作安排,其重点以及集中度和协调度各不相同。其中包括:多边协议、协调性国家政策、分散但协调的国家政策以及区域和区域协调的政策(见图4.3)。{WGIII SPM.5.2}

虽然一系列新成立的机构重点关注适应筹资和协调,但是历史上国际气候政策领域更加重视减缓(证据确凿,一致性中等)。将适应纳入进来对于减轻气候变化影响风险变得日益重要,而且可以吸引更多国家参与。{WGIII 13.2,13.3.3,

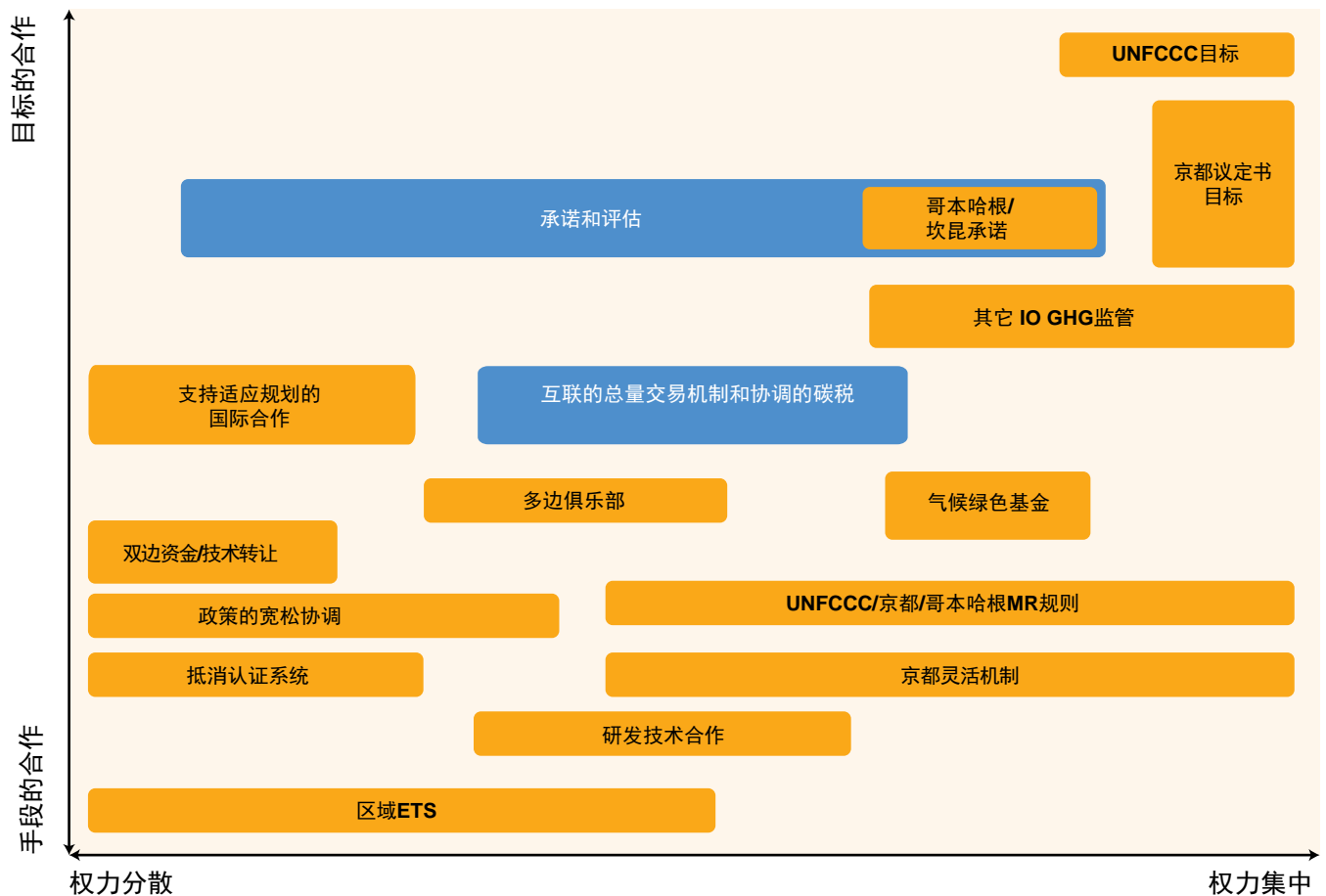
表 4.5 | 部门主要减缓措施的潜在共生效益(蓝色文字)和不利副作用及其总体正影响或负影响都取决于当地实际情况以及实施的作法、速度和规模。对减缓相关的宏观经济、跨部门效应的评估请见第 3.4 节。括号中的不确定性限定词表示相应影响的证据和一致性水平。证据的缩略语: l = 有限, m = 中等, r = 确凿; 一致性的缩略语: l = 低, m = 中等, h = 高。{WGIII} 表 TS.3, 表 TS.4, 表 TS.5, 表 TS.6, 表 TS.7, 表 6.7}

部门减缓措施	对额外目标问题的影响		
	经济	社会	环境
能源供应	关于用于生物能源的生物质供应对上游的影响见 AFOLU。		
核电取代煤电	能源安全(降低燃料价格波动性的暴露度)(m/m); 影响当地就业(但是净影响不确定)(l/m); legacy/废弃物和废弃反应堆的遗留/成本(m/h)	通过降低大气污染和采煤事故获得的综合健康影响(m/h), 核事故和废弃物的处理、铀矿采冶(m/l); 对安全和废弃物的关切(r/h); 扩散风险(m/m)	通过降低大气污染(m/h)和采煤事故(l/h)获得的综合生态影响, 核事故(m/m)
可再生能源(风能、PV、CSP、水电、地热、生物能)取代煤电	能源安全(r/m); 当地就业(但是净影响不确定)(m/m); (某些水能的水管理(m/h); 调配需求的额外措施(PV、风能、某些CSP)(r/h); PV和直接驱动风机对关键金属的用量增加(r/m)	通过降低大气污染(生物能源除外)(r/h)和采煤事故(m/h)来减少健康影响; 对(离网)能源接入的贡献(m/l); (某些大型水电装置)取代的威胁(m/h)	通过降低大气污染(生物能源除外)(m/h)和采煤事故(l/h)来获得综合生态影响; (某些水电)对栖息地的影响(m/m), 景观和野生生物的影响(m/m); (风能、PV)降低/增加用水(m/m); 生物能源、CSP、地热和水库水电(m/h)
安装CCS的化石能源取代煤电	化石燃料行业人力和自然资本的保护vs锁定(m/m); 封存CO ₂ 泄露(m/m)以及额外的上游供应链活动(m/h)产生风险对健康的影响; 安全问题(CO ₂ 封存和运输)(m/h)	CO ₂ 泄露(m/m)以及额外的上游供应链活动(m/h)产生风险对健康的影响; 安全问题(CO ₂ 封存和运输)(m/h)	额外的上游供应链活动(m/m)以及用水量的增加(m/h)对生态系统的影
CH ₄ 泄露预防、捕集或处理	能源安全(某些情况可使用天然气)(l/h)	通过降低大气污染(m/m)和煤矿职业安全(m/m)来减少健康影响	通过降低大气污染来减少对生态系统的影响(l/m)
交通	关于低碳发电对上游的潜在影响见“能源供应”部分。关于生物质供应请见AFOLU部分。		
降低燃料的碳强度	能源安全(多样化、降低对石油的依存度以及降低对油价波动的波动性)(m/m); 技术溢出效应(l)	获得综合的健康影响, 实现的途径: 通过电和氢(r/h)、柴油(l/m)增加/减少大气污染; 道路安全问题(l)但是通过减少电和LDV噪音来减少对健康的影响(l/m)	通过降低大气污染(m/m)和物质消耗(不可持续的开采)(l)来获得电力和氢对生态系统的综合影响
降低能源强度	能源安全(降低对石油的依存度以及降低对油价波动的波动性)(m/m)	通过降低大气污染减少对健康的影响(r/h); 道路安全(取决于设计标准的防撞性)(m/m)	通过降低大气污染减少对生态系统和生物多样性的影响(m/h)
紧凑城市形式和完善交通基础设施方式转变	能源安全(降低对石油的依存度以及降低对油价波动的波动性)(m/m); 生产力(减轻城市拥堵和出行时间, 价格合理和出行方便的交通)(m/h)	获得非机动模式的综合健康影响, 实现的途径: 增加体力活动(r/h), 有可能增加对大气污染的暴露度(r/h), (通过模式转变和缩短出行)减少噪音(r/h); 就业机会方面的出行途径公平(r/h); (通过模式转变)的道路安全(r/h)	通过降低城市大气污染(r/h)和土地利用竞争(m/m)来减少对生态系统的影
缩短行程距离和避免出行	能源安全(降低对石油的依存度以及降低对油价波动的波动性)(r/h); 生产力(减轻城市拥堵和出行时间, 步行)(r/h)	(非机动交通模式)减少对健康的影响(r/h)	获得综合的生态系统影响, 实现的途径: 降低大气污染(r/h), 新的/缩短运输行程(r/h); 减少由于交通基础设施造成的土地利用竞争(r/h)
建筑	关于转换燃料和可再生能源对上游可能的影响, 请见“能源供应”部分。		
降低GHG排放强度(例如转换燃料、纳入RES、绿色屋顶)	能源安全(m/h); 就业影响(m/m); 降低能源补贴需求(l); 建筑的资产价值(l/m)	通过降低能源需求寻求燃料减贫(m/h); (能源成本提高的)能源获取(l/m); (取代传统灶具后)女性/儿童的劳动时间(m/h)	(通过减少燃料贫困(r/h), 室内/室外空气污染(r/h)和UHI影响)减少了民用建筑的健康影响和对生态系统的影响(l/m); (绿色屋顶)的城市生物多样性(m/m)
老旧建筑改造 示范性新建建筑 高效设备	能源安全(m/h); 就业影响(m/m); (商业建筑)的生产力(m/h); 降低能源补贴需求(l); 建筑的资产价值(l/m); 抗灾能力(l/m)	通过降低能源需求寻求燃料减贫(改造和高效设备)(m/h); (能源成本提高的)能源获取(l/m); 保温舒适(m/h); (取代传统灶具后)女性/儿童的劳动时间(m/h)	(例如通过减少燃料贫困(r/h), 室内/室外空气污染(r/h), UHI影响(l/m), 改进室内环境条件(m/h))减少对健康和生态系统的影响; 由于通风不足给健康带来的风险(m/m); 减少用水和污水(l)

接下一页

表 4.5 (续)

对额外目标/问题的影响		经济	社会	环境
部门减缓措施	减少能源需求的行为改变	能源安全 (m/h); 降低能源补贴需求 (l)		例如通过改进室内环境条件 (m/h), 减少室外空气污染 (r/h) 来减少对健康和生态系统的影响
	工业	关于低碳能源供应 (包括 CCS) 对上游的潜在影响见“AFOLU”部分。 竞争力和生产力 (m/h)	通过减少当地大气污染和改善工作条件 (铝制品释放的 PFC) 来减少对健康的影响 (m/m)	(通过减少当地空气和水污染) 来减少对生态系统的影响 (m/m); 水利 (l/m)
	降低 CO ₂ 非 CO ₂ GHG 排放强度	(通过降低能源强度) 能源安全 (m/m); 就业影响 (l); 竞争力和生产力 (m/h); 发达国家的技术溢出 (l)	通过减少当地大气污染来减少对健康的影响 (l/m); 新的工商业机遇 (m/m); 改善水的可获得性和质量 (l); 改善安全、工作条件和职业满意度 (m/m)	通过减少对化石燃料的开采 (l) 以及减少本地污染和废弃物 (m/m) 来降低对生态系统的影响
	通过新流程/技术提高技术能效			
	商品的材料效率, 回收利用	中期国家销售税收入减少 (l); 就业影响 (废弃物回收利用) (l); 制造业的竞争力 (l); 产业集群新的基础设施 (l)	减少对健康的影响和对安全的关切 (l/m); 新的工商业机遇 (m/m) 以及减少本地冲突 (减少资源开采) (l/m)	通过减少当地空气和水污染和废弃物处理! (m/m); 减少原/原始材料和自然资源使用 (表示要减少不可持续的资源开采) (l) 来降低对生态系统的影响
	降低产品需求	中期国家销售税收入减少 (l)	通过多样的生活方式选择增加福祉 (l)	减少消费后的废弃物 (l)
	AFOLU	注: 共生效益和不良副作用取决于发展的环境和干预的规模。		
	供方: 林业、基于土地的农业、牲畜、综合系统和生物能源	对就业的综合影响, 实现手段: 企业家能力发展 (m/h); 农业更少利用劳动力密集技术 (m/m); 收入渠道和市场准入多样化 (r/h); 可持续景观管理的额外收入 (m/h); 收入集中 (m/m); 能源安全 (资源效率) (m/h); 支持可持续资源管理的创新融资机制 (m/h); 技术创新和转让 (m/m)	通过综合系统和可持续的农业强化来增加粮食-作物生产 (r/m); 由于大规模非食物的单一栽培减少了 (本地) 粮食生产 (r); 通过 (可持续的) 森林管理和保护增加耕作栖息地和娱乐休闲区 (m/m); 改善人类健康和动物福利 (例如减少农药的使用、减少焚烧的做法以及农业林业和畜牧业系统) (m/h); (农业或生物能源部门) 由于燃烧做法对人类健康的影响 (m/m); 通过参与和合理利益分享 (r/h) 以及提高利益的集中度 (m/m) 在性别和代内和代际公平方面的综合影响	对生态系统服务造成的综合影响, 实现手段: 大规模单一栽培 (r/h); 生态系统保护, 可持续管理以及可持续农业 (r/h); 增加对土地利用的竞争 (r/m); 提高土壤质量 (r/h); 减少侵蚀 (r/h); 增强生态系统恢复能力 (m/h); 反照率和蒸发 (r/h)
	需求方: 降低食物供应链的损失、个人饮食结构变化、以及木材和林业产品需求的变化			机构方面: (对于原住民和当地社区) 在地方层面面对占有和使用权的综合影响 (r/h) 以及土地管理决策参与式机制的渠道 (r/h); 实施当前可持续资源管理政策 (r/h)
	人类居住地和基础设施	关于紧凑城市形式和完善交通基础设施, 另见“交通”部分。		
	紧凑开发和基础设施	增加创新和高效使用资源 (r/h); 提高租金和房产价值 (m/m)	增加体力活动改善健康状况: 见“交通”部分	空地的保护 (m/m)
	增加可及性	节省通勤费用 (r/h)	增加体力活动改善健康状况: 见“交通”部分; 增加了社会互动和精神健康 (m/m)	改善空气质量和减少对生态系统和健康的影响 (m/h)
	土地综合利用	节省通勤费用 (r/h); 提高租金和房产价值 (m/m)	增加体力活动改善健康状况 (r/h); 社会互动和精神健康 (l/m)	改善空气质量和减少对生态系统和健康的影响 (m/h)



宽松的协调政策的示例包括：跨国城市网络和国家适当减缓行动 (NAMA)；研发技术合作的示例包括：主要经济体能源和气候论坛 (MEF)、全球甲烷倡议 (GMI)、或可再生能源和能源效率伙伴关系计划 (REEEP)；其他国际组织 (IO) 的温室气体监管示例包括：蒙特利尔议定书、国际民用航空组织 (ICAO)、国际海事组织 (IMO)；详细的示例见WGIII图13.1。

图4.3 | 其它国际合作形式。根据对现有的研究调查，本图汇总了现有和可能的各种国际合作形式。本图无意穷尽现有或潜在政策架构，或给予指示性意见。橙色的示例表示现有的协议。蓝色示例是指文献建议的协议结构。每个文框的宽度表示某一具体协议可能的集中度范围。集中度范围是指在某一国际机构从某一协议获取的权威，并非该协议谈判的进程。{WGIII 图13.2}

13.5.1.1,13.14}

《京都议定书》在实现UNFCCC的最终目标方面提供了经验教训，特别是在参与、实施、灵活性机制以及环境有效性方面(证据量中等，一致性低)。在推进实施公约规定的原则和目标方面，该议定书是具有约束力的第一步。根据截至2013年10月提交给UNFCCC的2012年各国温室气体清单显示，赋予了累积定量减排约束(和减排义务)的附件B缔约方可能会在第一承诺期的集体减排目标方面本可以做得更好⁴⁴，但是即或没有承诺期也会开展的一些减排也计算在内了。议定书的“清洁发展机制(CDM)”创造了在发展中国家开展碳抵

消的市场。CDM有双重目的：帮助附件一国家履约，同时协助非附件一国家实现可持续发展。截至2013年10月，CDM产生的核证减排量(补偿)超过了1.4 GtCO₂当量⁴²，带来了巨大的项目投资以及产生了服务于各种功能(包括UNFCCC适应基金)的投资流动。然而，有人质疑它的环境有效性，因为涉及到项目额外性(即，项目产生的是有别于一切照旧(BAU)环境下的排放)，基线的有效性以及排放泄漏的可能性等问题，这在早期阶段尤为突出(证据量中等，一致性中等)。对额外性的关切是任何减排信用证(补偿)计划常见的问题，并非CDM独有现象。由于市场力量，大部分单个的CDM项目目前集中在有限的一些国家，而活动计划虽然形式不如项目常见，但在

⁴⁴ 关于附件B缔约方履约的最终结论由截至2014年10月的京都议定书评估程序决定。

地区分布上更平均一些。此外，京都议定书创建了另外两种“灵活机制”：联合履约和国际排放交易。{WGIII SPM.5.2,表TS.9,13.7,13.13.1.1,14.3}

目前有几项关于“责任共担”的理论模型的研究。但是，现实的国际合作协议对最终责任分布的影响不仅取决于采取的方式，而且取决于实现公平的标准和对发展中国家减排计划的资助方式。{WGIII 4.6,13.4}

区域、国家和地方气候政策之间的政策联系可带来潜在的气候变化减缓效益(证据量中等，一致性中等)。不同碳市场之间已经建立了联系。原则上，各类不同政策工具之间也可以建立联系，包括基于非市场的政策，例如绩效标准。潜在优势包括降低减排成本、减少排放泄漏和增加市场流动性。{WGIII SPM.5.2,13.3,13.5,13.6,13.7,14.5}

正在制定或实施位于国际和国家之间的各种区域活动，但迄今对全球减缓的影响有限(中等信度)。某些气候政策如果能够跨地理区域实施，其环境和经济效果会更明显。例如将减排目标体现在贸易协议，或共同修建可促进碳减排的基础设施。{WGIII 表TS.9,13.13,14.4,14.5}

支持适应规划和实施的国际合作已在国家、地区和地方层面协助制定了适应战略、规划和行动(高信度)。例如建立了一系列多边和区域的适应资助机制；联合国专门机构、国际发展组织和非政府组织(NGO)提供了信息、方法学和指南；若干全球和区域倡议支持和促进了发展中国家和发达国家创建

本国适应战略。在国际层面将减轻灾害风险和气候变化适应进一步结合以及将两者融入国际发展援助可提高资源和能力的利用效率。然而，国际层面加大力度并不一定会给地方带来实质、快速的成果。{WGII 15.2, 15.3, SREX SPM, 7.4, 8.2, 8.5}

4.4.2 国家和国内政策

4.4.2.1 适应

各区域的公共和私营部门以及社区都在积累适应经验(高信度)。现今采用的适应方案(见表4.6)强调了循序渐进的调整和共生效益，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)。{WGII SPM A-2,TS A-2}

国家政府可在适应规划和实施方面发挥关键作用(证据确凿，一致性高)。自AR4以来在编制国家适应战略和计划方面取得了重大进展。其中包括最不发达国家编制的“国家适应行动计划(NAPA)”、国家适应计划(NAP)进程、以及经济合作与发展组织(OECD)国家的国家适应战略框架。各国政府能够通过多种渠道协调地方和地区政府的适应工作，例如保护脆弱群体，支持经济多样化，以及提供信息、政策和法律框架和资金支持。{WGII SPM C-1,15.2}

表4.6 | 不同区域公共和私营部门近期采取的适应行动。{WGII SPM A-2}

区域	行动示例
非洲	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，但是目前的工作还倾向于各自为政。
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。
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。
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。
北美洲	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。
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。
北极	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。
小岛屿	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。
海洋	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。

尽管地方政府和私营部门具有不同的职能(因地而异),但鉴于其在社区、家庭和民间社会推广适应措施的作用,以及在管理风险信息 and 融资方面的作用,因此日益将它们视为推进适应的关键(证据中等,一致性高)。自AR4以来,发达国家和发展中国家农村和城市社区地方层面的主动适应方案呈显著上升趋势。然而,地方政府和规划机构经常面对适应的复杂局面,却苦于无法充分获取关于本地脆弱性和潜在影响的指导性信息或数据。已经确定了如何将适应纳入地方决策的实施步骤,但在实施方面仍然面临困难。因此,学者们强调了在实施地方适应工作方面将国家和地方政府联系起来以及在公共部门、公民社会和私营部门之间搭建伙伴关系的重要性。{WGII SPM A-2,SPM C-1,14.2,15.2}

适应治理的制度方面,包括将适应纳入规划和决策,可在推动将适应规划转化为实施过程中发挥关键作用(证据确凿,一致性高)。在规划和实施适应方面强调最多的体制性壁垒或扶持机制包括:1)社会不同政治和行政级别之间的多级体制协调;2)发起气候适应、将其主流化以及不断提供支持的关键行动者、倡导者和引领者;3)在相似行政级别的部门、行动者和政策之间的横向相互作用;4)规划和实施的政治维度;以及5)政府、行政机构与私营部门和利益相关方在提高气候适应措施的效率、代表性和支撑方面的协调。{WGII 15.2, 15.5,16.3,文框15-1}

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。{WGII SPM C-1}

4.4.2.2 减缓

自AR4以来,国家和地方减缓计划和战略有了显著的数量增加。2012年,全球67%的GHG排放42接受国家立法或战略管辖,而2007年为45%。然而,全球排放量与过去的趋势没有显著的差异。在许多国家,这些计划和战略尚处于制定和实施的早期阶段,因而很难评估其对未来全球排放的总体影响(中等证据,高一一致性)。{WGIII SPM.5.1}

自AR4以来,更为关注旨在整合多重目标、提高共生效益和减小不良副作用的各项政策(高信度)。各政府通常明确提及气候和行业计划及战略中的共生效益。{WGIII SPM.5.1}

行业性政策比整个经济领域的政策使用得更为广泛(表4.7)(中等证据,高一一致性)。尽管大部分经济理论表明,全经济领域的减缓政策比行业性政策更具成本效益,但行政和政治障碍使全经济领域的政策比行业性政策更难于制定和实施。后者可能更适合解决针对某些行业的障碍或市场失灵,而且可并入到一揽子互补性政策中。{WGIII SPM.5.1}

原则上,碳定价机制,包括总量控制和交易系统及碳税,能够实现有成本效益的减缓,该机制虽然已经实施,但部分由于国情和政策设计的原因,带来的效果迥异。总量控制和交易系统的短期环境影响有限,因为总量控制定得过松或者定得缺乏约束力(证据有限,一致性中等)。在一些国家,专门针对降低GHG排放的税收政策—以及技术及其他政策—已帮助削弱了GHG排放与国内生产总值(GDP)之间的联系(高信度)。此外,在许多国家,燃油税(尽管未必是针对减缓而制定)的效果类似于行业碳税(证据确凿,一致性中等)。目前一些国家利用碳税收入或排放配额拍卖收入来减少其它税收和/或转移支付给低收入人群。这说明了一条大原则:增加政府收入的减缓政策的社会成本总体上低于不增加政府收入的方法。{WGIII SPM.5.1}

补贴形式的经济手段可在各个部门使用,其中包括各种政策设计,例如退税或免税、拨款、贷款和信贷额度。近年来由于多种因素推动,包括补贴在内的RE政策的数量和种类不断增加,推动了RE技术不断发展。政府政策在加速RE技术的部署方面发挥了至关重要的作用。能源的可及性和社会经济的发展是大部分发展中国家的主要驱动因素,而确保能源供应和解决环境关切是发达国家最重要的工作。各项政策的关注点正在从RE发电扩展到包括RE采暖和制冷以及交通。{SRREN SPM.7}

减少对各行业GHG相关活动的补贴能够实现减排,具体取决于社会和经济背景(高信度)。虽然补贴可以影响许多行业的排放,但大部分最新文献都侧重于化石燃料的补贴。自AR4以来,逐渐增多的基于整个经济领域模式的文献预估,如果所有国家完全取消化石燃料补贴,到本世纪中叶,全球总体排放会下降(中等证据,中等一致性)。各个研究使用的方法不同,补贴的类型和定义以及考虑的逐步淘汰的时间范围也不同。尤其是,这些研究是根据国情评估完全取消所有化石燃料补贴的影响,而没有力求评估哪些补贴是既浪费又低

表4.7 | 部门政策工具。{WGIII 表15.2}

政策工具	能源	交通	建筑	工业	AFOLU	人类居住点和基础设施
经济手段 - 税收(碳税可在整个经济领域)	- 碳税(例如,用在电力或燃油)	- 燃油税 - 拥堵费、车辆注册费、道路通行费 - 车辆税	- 碳税和/或能源税(涉及部门或整个经济领域)	- 碳税或源税 - 废弃物处理税或费	- 旨在减少氧化亚氮(N ₂ O)的化肥或氮肥	- 居住区扩展税、影响费、强制费、分级不动产税、税收增量融资、改善税、拥堵费
经济手段- 可交易配额(可应用在整个经济领域)	- 排放交易 - 清洁发展机制(CDM)的排放信用证 - 可交易绿色证书	- 燃料和车辆标准	- 可交易的能效改进证书(白色证书)	- 排放交易 - CDM的排放信用证 - 可交易绿色证书	- CDM的排放信用证 - 京都议定书以外的履约机制(国家机制) - 自愿碳市场	- 城市级别的总量交易机制
经济手段- 补贴	- 取消化石燃料补贴 - 可再生能源的上网电价(FIT)	- 生物燃料补贴 - 购车补贴 - 税费奖惩系统(feebates)	- 高效建筑、改造和产品投资补贴或免税 - 贴息贷款	- 补贴(例如,用于能源审计) - 财政激励(例如,用于燃料转换)	- 低碳农业和可持续林业信贷额度	- 专项整治或重建区
监管手段	- 效率性能或环境绩效标准 - 用于可再生能源(RE)的可再生能源组合标准(RPS) - 公平接入电网 - 长期储存CO ₂ 的法律地位	- 燃油经济性能标准 - 燃油质量标准 - 温室气体(GHG)排放性能标准 - 鼓励模式转变(公路到铁路)的监管限制 - 在某些地区限制车辆使用 - 机场环境容量限制 - 城市规划和区划限制	- 建筑规范和标准 - 设备和家电标准 - 能源零售商帮助客户能源效率投资的职责	- 设备能效标准 - 能源管理系统(也有自愿的) - 自愿协议(接受监管)) - 标识和公共采购规定	- 支持REDD+的国家政策,包括监测、报告和核查 - 减少森林砍伐的森林法规 - 空气和水污染控制温室气体前体 - 土地利用规划和治理	- 综合使用区划 - 开发限制 - 保障性住房任务 - 现场访问控制 - 转让开发权 - 设计规范 - 建筑规范 - 街道规范 - 设计标准
信息计划		- 燃油标识 - 车辆能效标识	- 能源审计 - 标识计划 - 能源咨询计划	- 能源审计 - 基准法 - 为行业合作搭桥	- 可持续森林实践认证机制 - 支持REDD+的信息政策,包括监测、报告和核查	
政府提供公共产品和服务	- 研究与开发 - 基础设施的扩建(集中供暖/制冷或公共承运人)	- 转运和人力驱动运输的投资 - 替代燃料基础设施的投资 - 小排量车辆采购	- 高效建筑和家电的公共采购	- 培训和教育 - 为行业合作搭桥	- 保护国家,州和地方森林 - 在改进和推广创新型农业和林业技术方面投资	- 提供公用事业基础设施,如配电、集中供暖/制冷和废水连接等。 - 公园改进 - 步道改善 - 城市轨道交通
资源行动			- 高效建筑标识计划 - 产品生态标识	- 能源目标自愿协议,采用能源管理系统,或资源效率	- 通过制定标准促进可持续性和教育活动	

效。{WGIII SPM.5.1}

监管方法和信息措施可广泛使用，且通常具有环保效应(证据量中等，一致性中等)。监管方法实例包括能效标准；信息计划实例包括有助于消费者做出更明智决定的标签标示计划。{WGIII SPM.5.1}

减缓政策可能会使化石燃料资产贬值，并且减少化石燃料出口国的收入，但不同的区域和不同的燃料情况会有不同(高信度)。大多数减缓情景与煤炭和石油贸易主要出口国的收入减少有关。对天然气出口收入的影响更加不确定。有了CCS可降低减缓对化石燃料资产价值带来的不利影响(中等信度)。{WGIII SPM.5.1}

减缓政策之间的相互作用可对减排产生协同效应或可能没有累加效应(证据量中等，一致性高)。例如碳税会对可再生能源供应补贴等政策产生环境累加效应。相比之下，如果总量交易机制有一个足够严格的约束性上限，可影响与排放有关的决策，则其他政策对减排没有进一步影响(尽管其会影响成本，而且可能影响未来更严格目标的可行性)(中等证据，高一一致性)。无论哪种情况，可能需要额外的政策来解决涉及创新和推广的市场失灵。{WGIII SPM.5.1}

无论本国是否出台国家政策与否，地方出台自己的气候政策越来越普遍。其中包括综合市场、监管和信息手段的州级和省级气候规划，以及地方的总量交易机制。此外，在合作推进低碳城市发展方面，地方行动机构，尤其是机构投资者、寻求管理碳抵消市场的NGO和城市联盟还开始开展跨国合作。{WGIII 13.5.2,15.2.4,15.8}

减缓的协同效应和不良副作用会影响其他目标的实现，例如与人类健康、粮食安全、生物多样性、局地环境质量、能源获取、生计和公平可持续发展有关的目标：{WGIII SPM.2}

- 2100年达到约450至约500 ppm二氧化碳当量的减排情景显示可降低为实现空气质量和能源安全这两个目标所需的成本，同时在人类健康、生态影响及资源的充足性和能源系统的弹性上可取得显著的共生效益。{WGIII SPM.4.1}

- 有些减缓政策可使某些能源服务的价格上涨，而且有碍于社会将现代能源服务向得不到应有服务的群体拓展的能力(低信度)。采用互补性政策，例如收入退税，或者其它利益转移机制能够避免这些潜在的不利副作用(中等信度)。要实现全球做饭和取暖基本使用电力和清洁能源，预估2030年前的成本为每年720-950亿美元，只有这样的成本范围才能做到对GHG排放施加最小的影响(证据量有限，一致性中等)，而且在卫生健康和减少空气污染物方面可获得多重效益(高信度)。{WGIII SPM.5.1}

无论副作用是否会出现，以及副作用的程度，都将视具体情况和地点而定，并取决于当地情况以及实施的尺度、范围和速度。许多共生效益和不良副作用并未得到充分量化。{WGIII SPM.4.1}

4.4.3 技术开发和转让

技术政策(开发、推广和转让)可从国际到地方等所有尺度上对其他减缓政策形成补充，但是与整体公共研究支出相比，全球用于支持GHG减缓研究的投资依然较少(高信度)。技术政策包括技术推动型(例如政府资助的研发)和需求拉动型(例如政府采购计划)。此类政策可解决普遍的市场失灵，因为如果诸如专利保护这样的政策缺位的话，研发活动发明的新技术和实践具有公益的一面，因此单靠市场力量往往造成提供不足的局面。技术支持性政策促进了新技术的重要创新和推广，但此类政策的成本效益通常很难进行评估。技术政策能够提升参与的积极性，鼓励更好遵循国际合作活动，长期来看尤其如此。{WGIII SPM.5.1,2.6.5,3.11,13.9,13.12,15.6.5}

许多适应努力也主要依靠技术和管理规范的推广和转让，但是它们的有效使用还取决于当地体制、监管、社会和文化背景是否适合(高信度)。适应技术往往为人们熟知，而且已在其它领域得到应用。但是，技术转让的成功不仅需要提供资金和信息，而且要增强政策与监管环境以及要具备因地制宜地吸收、运用和改进技术的能力。{WGII 15.4}

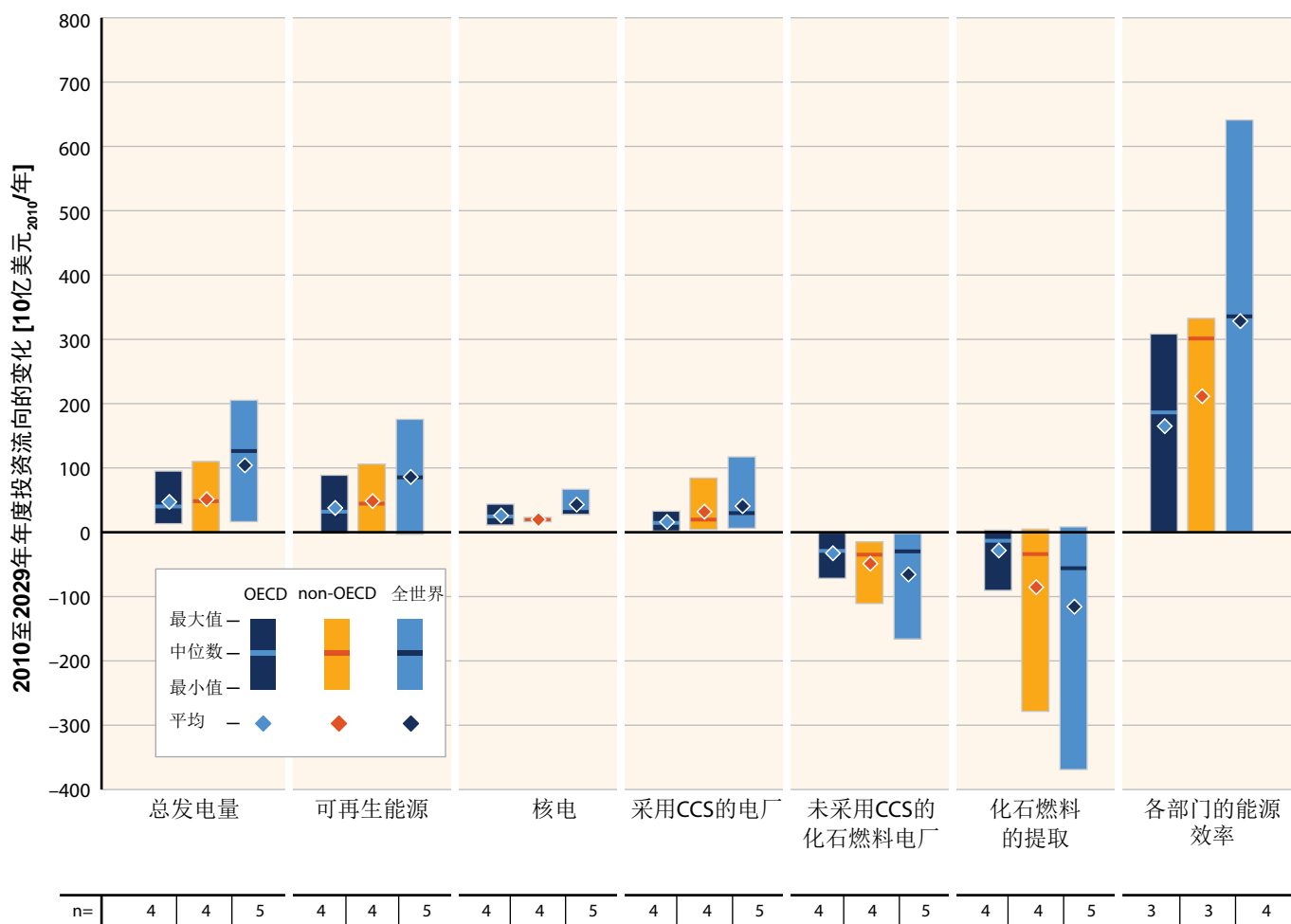


图4.4 | 到2100年可将浓度稳定在大约430-530 ppm CO₂当量(未出现超排)的减缓情景下, 根据平均基线水平, 未来20年(2010-2029)的年度投资流向变化。总发电量(最左栏)是可再生能源、核能、采用CCS技术的电厂以及未采用CCS技术的化石燃料电厂的总和。竖条表示最小和最大估值区间; 横条表示中位数。底部一行的数字表示本评估报告所用文献中的研究总数。其中的各种技术会在不同模式情景中通过互补或协同的方式进行使用, 这很大程度上取决于具体技术的假设和进入全球气候政策的时机和力度。{WGIII 图 SPM.9}

4.4.4 投资和融资

显著减排需要在投资模式上做出巨大改变(高信度)。到2100年⁴⁵可将大气浓度稳定在430-530 ppm CO₂当量区间的减缓情景会使2010-2029年的年度投资流向与基线情景相比发生重大变化。根据情景, 在未来20年(2010-2029年), 预估对电力供应相关的传统化石燃料技术的年度投资会下降大约300(20-1660)亿美元(中位数: 与2010年相比下降20%), 而根据情景, 预估对低碳电力供应(即可再生能源、核能和采用CCS技术的发电)的年度投资会增加大约1470(310-3600)亿美元(中位数: 与2010年相比上升100%)(有限证据, 中等一致性)。此外, 情景中每年对交通、建筑和工业的递增能效投

资预估增加约3360(10-6410)亿美元。目前全球能源系统的年度总投资约为1.2万亿美元。当中仅包括电和热的能源供应和相应的上下游活动。不包括能效投资和基础部门的投资。(图 4.4)。{WGIII SPM.5.1,16.2}

气候资金的构成目前没有广泛认可的定义, 但与减缓和适应气候变化有关的资金流向已有估测。关于气候资金流向综述见图4.5。所有目前年度资金流向的预期效用是旨在减少GHG净排放和/或加强对气候变化和气候变率的应变能力, 已公布的对这些资金流向的评估显示全球每年为3430-3850亿美元(中等信度)。其中, 流向发展中国家的公共气候资金总额在2011年和2012年估计为每年350-490亿美元(中等信

⁴⁵ 该范围包括到2100年达到430-480 ppm CO₂当量的情景(可能将升温控制在不超过工业革命前2°C)以及到2100年达到480-530 ppm CO₂当量的情景(没有超出: 多半可能将升温控制在不超过工业革命前2°C)。

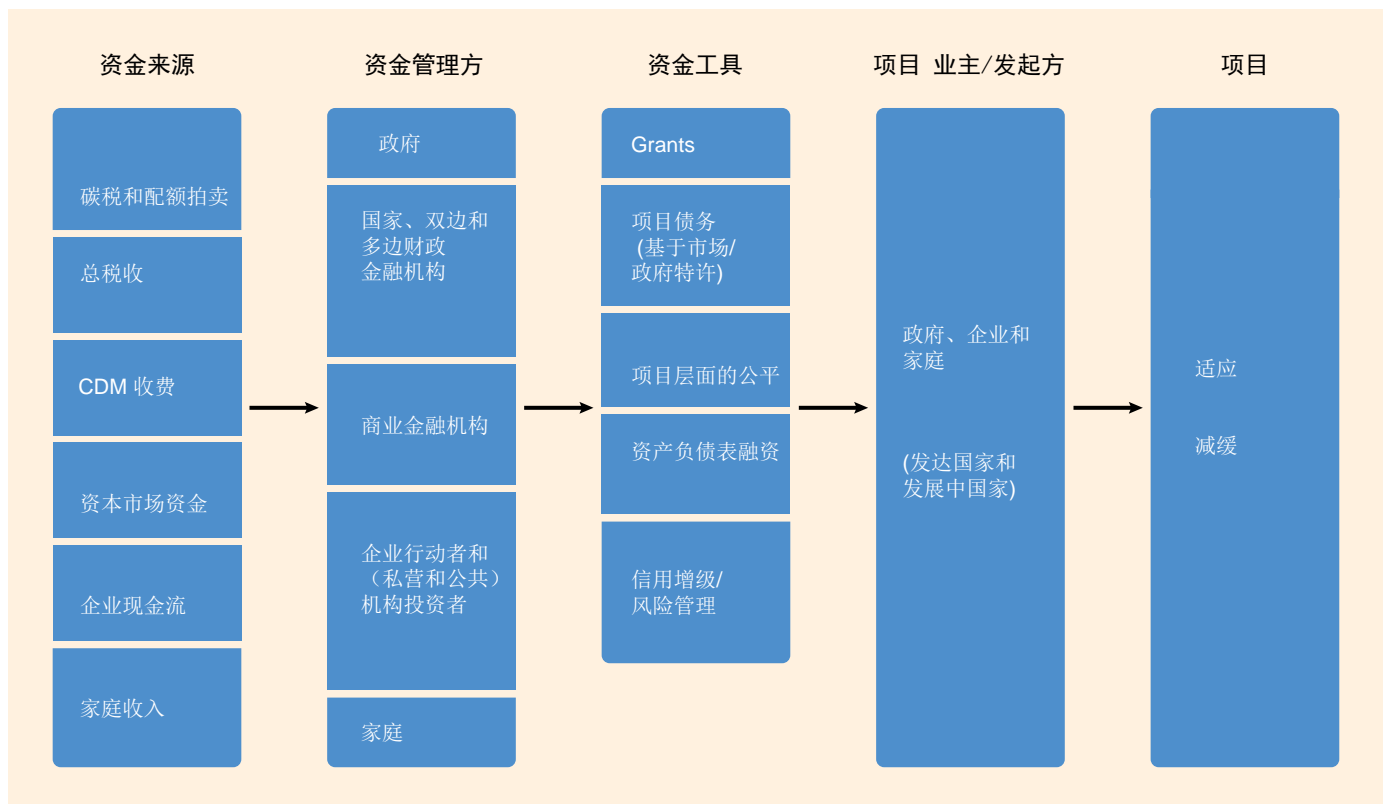


图4.5 | 气候资金流向综述。注：资金是指囊括了所有相关资金流向。文框大小与资金流向的规模不相关。{WGIII 图 TS.40}

度)。流向发展中国家的国际私人气候资金估计每年为100-720亿美元，包括2008-2011年每年100-370亿美元以权益和贷款为形式的国外直接投资(中等信度)。{WGIII SPM.5.1}

很多国家的私营部门在排放、减缓和适应的过程中发挥着核心作用。在适宜的扶持环境下，私营部门能够与公共部门一道在资助减缓和适应方面发挥重要作用(证据量中等，一致性高)。由于资料有限，私人部门提供的减缓资金总量的份额估计平均为全球水平的三分之二到四分之三(2010-2012年)(有限证据，中等一致性)。在许多国家，政府和国际开发银行的公共资金介入可鼓励私人部门的气候投资，并可对私人部门投资不足的领域提供资金。一个国家的扶持性环境的质量包括其体制机制的有效性、其对私人部门的监管指导、其对产权的保障、其政策的可靠性以及会对私营企业是否投资新技术和基础设施产生重大影响的其他因素。专项政策手段和财务安排(例如信用保险、上网电价、特惠融资或资金退还)可通过改善私营行动方的风险回报来鼓励对减排的投资。公共和私营部门采取的减少风险措施(例如在保险体制的背景下)以及经济多样化都是适应行动的范例，而这类行动能够扶持私营部门的参与，但也依赖私营部门的参与。{WGII SPMB-2, SPM C-1, WGIII SPM.5.1}

发达国家和发展中国家为适应提供的资金到位速度低于为减缓提供的资金。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缺口(中等信度)。用于灾害风险管理的国际资金和用于气候变化适应的国际资金之间的潜在协同效应仍未得到充分实现(高信度)。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)。{WGII SPM C-1, 14.2, SREX SPM}

4.5 权衡取舍、协同效应和综合响应

有很多机会可以通过综合响应将减缓、适应与追求其它社会目标相结合（**高信度**）。成功的实施依赖于相关的工具、适当的治理结构以及提高的响应能力（**中等信度**）。

越来越多的证据基础表明，适应和减缓及其共生效益和不良副作用之间存在密切联系，同时认识到可持续发展是气候政策的总体背景（见第3.5、4.1、4.2和4.3节）。开发解决这些联系的工具对于在可持续发展的背景下取得气候政策的成功至关重要（另见第4.4和3.5节）。本节介绍具体政策领域的综合响应的示例以及一些可促进或阻碍瞄准多个目标政策的因素。

气候变化减缓和适应工作开展越多就意味着相互作用就更加复杂，尤其是人类健康、水、能源、土地利用和生物多样性之间的连接点（**很高信度**）。减缓能够支持其它社会目标的实现，例如与人类健康、粮食安全、环境质量、能源获取、生计和可持续发展相关的目标，虽然也能够产生一些负面影响。适应措施也具备为减缓提供共生效益的潜力，减缓也是如此。虽然会出现权衡取舍，适应措施可以支持其它社会目标。{WGII SPM C-1, SPM C-2, 8.4, 9.3–9.4, 11.9, 文框CC-WE, WGIII 表TS.3, 表TS.4, 表TS.5, 表TS.6, 表TS.7}

规划和决策考虑适应与减缓可以创造与可持续发展的协同效应（**高信度**）。减缓政策和适应政策与推进其它社会目标的政策之间存在实质性的协同效应和权衡取舍，虽然它们有时候很难量化，尤其是福利方面的量化（另见第3.5节）。决策采用多目标策略有助于管理这些协同效应和权衡取舍。推进多目标的政策也可以吸引到更大的支持。{WGII SPM C-1, SPM C-2, 20.3, WGIII 1.2.1, 3.6.3, 4.3, 4.6, 4.8, 6.6.1}

有效的综合应对取决于适宜的工具和治理结构以及充分的能力（**中等信度**）。管理权衡取舍和协同效应具有挑战性，需要各类工具帮助理解它们的相互作用和支持地方的决策。综合应对还需依赖能够开展跨尺度和跨部门协调、得到适宜体制支撑的治理结构。开发和实施适宜的工具和治理结构通常需要提升可以设计和部署综合应对的个人和机构能力。{WGII SPM C-1, SPM C-2, 2.2, 2.4, 15.4, 15.5, 16.3, 表14-1, 表16-1, WGIII TS.1, TS.3, 15.2}

可对共生效益潜力和存在的不良副作用开展明确评估的综合能源规划和实施策略可以把握气候、社会和环境多重目标的互补性（**中等信度**）。不同能源政策目标（例如能源安全、空气质量、健康和能源可及性）（见图3.5）之间以及一系列社会和环境目标与气候减缓目标之间存在很强的互动效应（见表4.5）。综合策略可得到各种工具的辅助，例如成本效益分析、成本有效性分析、多指标分析和预期效用理论。综合策略还要求适宜的协调制度。{WGIII 图 SPM.6, TS.1, TS.3}

当需要在对气候恢复能力的路径方面作出有效决定时，认真明确地考虑水、粮食、能源和生物碳固汇之间的相互作用可发挥重要的支撑作用（**证据量中等，一致性高**）。旨在减缓气候变化的生物燃料发电和大规模植树造林都能够减少流域的径流，这也许会与另用于粮食生产、人类消费或生态功能或服务的水资源产生冲突（另见文框3.4）。相反，灌溉能够增加粮食和纤维生产的气候恢复能力，但是可减少其它用水的可能性。{WGII 文框CC-WE, 文框TS.9}

综合应对城市化可明显增加加强恢复能力、减少排放和更可持续发展的机遇（**中等信度**）。全球一半以上的初级能源使用和与能源相关的CO₂排放来自城市地区（**证据量中等，一致性高**），而且城市地区很大比例的人口和经济活动面临气候变化的风险。在快速发展的地区和快速城市化的地区，基于空间规划和高效基础设施供应的减缓策略能够避免高排放模式的锁定。以综合使用进行区划、以交通为导向进行开发、增加密度以及工作家庭同地化，这些做法可以减少各部门的直接和间接能源使用。城市空间紧凑型发展和智能高密度化发展可保护土地碳储量以及可保护农业和生物能源用地。通过城市绿化和水的回收利用来减少城市地区的耗能和耗水，这两个示例可说明减缓行动是可以产生适应效益的。构建具有恢复能力的基础设施系统可以减少城市居住区和城市本身对沿海洪水、海平面上升和其他气候应力的脆弱性。{WGII SPM B-2, SPM C-1, TS B-2, TS C-1, TS C-2, WGIII SPM.4.2.5, TS.3}

附录

附录



用户指南

用户指南

根据IPCC的程序规则,《综合报告》是综合并整合IPCC评估报告和特别报告中的材料。《第五次评估报告》(AR5)《综合报告》的范围包括《第五次评估报告》三个工作组报告中的内容,并根据需要吸收其它IPCC报告中的信息。《综合报告》仅以IPCC各工作组的评估为基础,本报告未提及原有的科学文献本身,也未对其做出评价。

《综合报告》自成一体,并高度概括了三个工作组底报告中大量而丰富的信息。使用者可通过下列方式获取所需详细程度的相关材料:本报告中包括一个决策者摘要(SPM),其中高度概括了当前对气候变化科学、技术以及社会经济方面的认识水平。在本决策者摘要中,大括弧内的所有参考文献索引是指篇幅较长报告中的章节。篇幅较长的报告包括引言和四个主题。SPM章节的序号在很大程度上与主题章节的序号相对应。在每个段落的末尾,大括弧内以斜体形式提供参考文献。参考文献涉及AR5各工作组报告底报告以及AR5特别报告的《决策者摘要》(SPM)、技术摘要(TS)、章节执行摘要(ES)和章节(带章节序号)。涉及《IPCC第四次评估报告》(AR4)的参考文献在文献后添加“AR4”的字样来标明。

希望对科学细节有更好的理解,或希望获得《综合报告》所依据的原有科学文献的使用者应查阅《综合报告》

主报告中所引用的三个工作组基础报告的章节。三个工作组报告的各章提供了IPCC评估所依据的原有科学文献的索引,而且还提供了最详细的针对区域和行业的信息。

后面提供了术语表、缩略语表、作者和评审名单、IPCC出版物列表(附录)和索引,以便进一步使用本报告。



术语表

术语表编辑

Katharine J. Mach (美国)、Serge Planton (法国)、Christoph von Stechow (德国)

术语表贡献作者

Myles R. Allen (英国)、John Broome (英国)、John A. Church (澳大利亚)、Leon Clarke (美国)、Piers Forster (英国)、Pierre Friedlingstein (英国/比利时)、Jan Fuglestad (挪威)、Gabriele Hegerl (英国/德国)、Blanca Jiménez Cisneros (墨西哥/UNESCO)、Vladimir Kattsov (俄罗斯)、Howard Kunreuther (美国)、Leo Meyer (荷兰)、Jan Minx (德国)、Yacob Mulugetta (埃塞俄比亚)、Karen O'Brien (挪威)、Michael Oppenheimer (美国)、Gian-Kasper Plattner (瑞士)、Andy Reisinger (新西兰)、Robert Scholes (南非)、Melinda Tignor (瑞士/美国)、Detlef van Vuuren (荷兰)

TSU技术支持

Noémie Leprince-Ringuet (法国)

应按照以下方式引用本附录：

IPCC, 2014年：气候变化2014年：综合报告附录2：术语表 [Mach, K.J., S. Planton和C.von Stechow (eds.)]。政府间气候变化专门委员会第五次评估报告第一工作组、第二工作组和第三工作组的报告[核心编写小组, R.K.Pachauri和L.A. Meyer (eds.)]。IPCC, 瑞士日内瓦, pp. 117-130。

在本术语表中定义的术语是《综合报告》核心编写小组有意在本报告背景下解释的某些特定术语。红色斜体字表示该术语已在本术语表中做出定义。在本术语表中每个条目结尾处以斜体标注的各工作组(WG)(第一工作组、第二工作组和第三工作组)是指AR5 WG的术语表,应写为:WGI(IPCC, 2013年a)、WGII(IPCC, 2014年a)和WGIII(IPCC, 2014年b)。

突变/气候突变 (Abrupt change/abrupt climate change)

突变是指一个系统受影响部分的变化大幅超过在近期的变化速率。**气候突变**是指在几十年或更短时间**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。{WGI,II,III}

适应 (Adaptation)

针对实际的或预计的**气候**及其影响进行调整的过程。在人类系统中,适应是力图缓解或避免危害,或利用各种有利机会。在某些自然系统中,人类的干预也许有助于适应预计的**气候**及其影响。¹{WGII,III}

适应赤字(Adaptation deficit)

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**降到最低状态之间的差距。{WGII}

适应极限(Adaptation limit)

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。{WGII}

硬性适应极限(Hard adaptation limit)

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(Soft adaptation limit)

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。

适应能力 (Adaptive capacity)

指某个系统、机构、人类及其他生物针对潜在的损害、机遇、或后果进行调整、利用、和应对的能力。²{WGII,III}

不利副作用(Adverse side effects)

在未评估对整体社会福利的净效应情况下,针对一个目标的政策或措施可能对其他目标产生的负面效应。不利副作用的程度通常具有**不确定性**,并取决于当地的环境和实施实践等因素。另见**协同/共生效益**和**风险**。{WGIII}

造林(Afforestation)

在历史上没有森林的地区种植新的**森林**。关于**森林**及相关术语,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特别报告》(IPCC, 2000年b)。另见联合国气候变化框架公约(UNFCCC, 2013年)提供的信息以及《关于人类活动直接引起森林和其它植被退化造成温室气体排放的清单定义和方法学方案》报告(IPCC, 2003年)。{WGI,III}

农业、林业和其他行业土地利用(AFOLU和FOLU/LU-LUCF)(Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU and FOLU/ LULUCF))

农业、林业和其他土地利用(AFOLU)在**粮食安全**和**可持续发展**方面发挥了核心的作用。AFOLU的主要**减缓**方案涉及三个战略中的一个或以上:通过保护土壤或植被中现有的碳库,或通过减少甲烷和一氧化二氮的排放量而防止向大气中进行排放;**封存**—增加现有碳库的规模,从而提取大气中的二氧化碳(CO₂);替代—用生物制品替代化石燃料或能源密集型产品,从而减少CO₂的排放。需求方的措施(例如,通过减少食物的损失和浪费、改变人类的饮食、或改变木材消耗)也可起到一定的作用。

FOLU(林业和其他行业土地利用),亦称为LULUCF(土地利用、土地利用变化和林业),它属于AFOLU的子集,是指由于人为直接**利用土地**、**改变土地利用**和林业活动而产生的温室气体(GHG)的排放和移除,但不包括农业排放。{WGIII}

反照率 (Albedo)

太阳辐射被某个表面或物体反射的比率,常以百分率表示。被雪覆盖的表面具有较高的反照率;土壤的反照率由高到低不等;而覆盖植被的地表和海洋的反照度较低。地球的行星反照率主要因不同的云量、雪、冰、植被叶面积和地表覆盖状况的变化而各异。{WGI,III}

测高学(Altimetry)

一种测量相对于地心某个确定的陆地参照物(地心海平面)的地表高度的技术。{WGI}

辅助效益(Ancillary benefits)

参见**协同/共生效益**。{WGII,III}

归因(Attribution)

参见**检测和归因**。{WGI,II}

基线/基准(Baseline/reference)

基线(或基准)是衡量变化所对比的状态。基准期是指计算距

¹ 为了反映科学的进展,本术语条目与第四次评估报告和其他IPCC报告中使用的条目的广度和重点有所不同。

² 本术语条目是根据以前的IPCC报告和千年生态系统评估(MEA, 2005年)中使用的定义。

平时相比较的时期。在**转型路径**情况下，术语基线情景是指基于下列假设的各情景：除了已生效和/或制定或计划通过的政策之外，不会实施其它**减缓**政策或措施。基线情景并非旨在预测未来，而是反事实结构，用以强调在没有加大政策力度的情况下会发生的排放水平。基线情景通常是与为实现温室气体(GHG)排放、大气浓度或温度变化不同目标而构建的**减缓情景**相对比。术语基线情景可与基准情景和无政策情景互换使用。该术语在许多文献中与术语照常(BAU)情景是同义词，但BAU已不太常用，因为在作长达世纪的社会经济**预估**方面，照常的含意很难理解。另见**排放情景**、**代表性浓度路径(RCP)**和**SRES情景**。{WG I, II, III}

生物多样性(Biodiversity)

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³。{WG II, III}

生物能和二氧化碳捕获和封存(BECCS)(Bioenergy and Carbon Dioxide Capture and Storage (BECCS))

二氧化碳捕获和封存(CCS)技术应用于生物能转换过程。根据总生命周期排放，包括总的边际间接效应(来自**间接土地利用变化(iLUC)**和其它过程)，BECCS有可能实现从大气中净清除二氧化碳(CO₂)。另见**封存**。{WG III}

责任分担/亦称努力分担(Burden sharing/effort sharing)

在**减缓**情况下，责任分担是指共同努力，与通常按某些标准划定的历史或预估水平相比，减少温室气体(GHG)的源或增加温室气体(GHG)的**汇**，同时各国共同承担成本负担。{WG III}

坎昆协议(Cancún Agreements)

在联合国气候变化框架公约(UNFCCC)第16次缔约方大会(COP)上通过的一系列决定，其中包括以下内容：新设立的绿色气候基金(GCF)、新建立的技术机制、一个推动有关**适应**讨论的进程、一套报告减缓承诺的正式程序、一个把全球地表平均温度升幅限制在2°C以内的全球目标，以及一项针对那些在**减缓**努力方面接受国际支持国家的有关测量、报告和核查(MRV)的协议。{WG III}

坎昆承诺(Cancún Pledges)

许多国家在2010年期间向气候变化秘书处提交了本国现有的温室气体(GHG)排放控制计划，这些建议现已在联合国气候变化框架公约(UNFCCC)下予以了正式承认。发达国家以整体经济部门减排目标的形式提出了自身的计划，时限大多到2020年，而发展中国家以行动计划的形式提出了限制排放增长的方式。{WG III}

碳循环(Carbon cycle)

此术语用于描述碳(以各种形式，如像二氧化碳(CO₂))流经大气、海洋、陆地和海洋生物圈以及岩石圈的过程。在本报告中，全球碳循环的基准单位是GtCO₂或GtC(十亿吨碳=1 GtC = 10¹⁵克碳，这相当于3.667 GtCO₂)。{WG I, II, III}

二氧化碳捕获与封存(CCS)(Carbon Dioxide Capture and Storage (CCS))

这是将相对纯的二氧化碳(CO₂)流体从工业和与能源有关的源中分离(捕获)、控制、压缩并运至某个封存地点，使之与大气长期隔离的过程。另见**生物能源和碳捕获与封存(BECCS)**和**封存**。{WG III}

二氧化碳清除(CDR)(Carbon Dioxide Removal (CDR))

二氧化碳清除方法指为了通过以下方式从**大气**中直接清除**二氧化碳(CO₂)**的一套技术：(1)增加天然**碳汇**，或(2)采用化学工程清除CO₂，旨在降低大气CO₂浓度。CDR方法涉及海洋系统、陆地系统和技术系统，其中包括**铁肥化作用**、大规模**造林**，以及采用工程化学手段从**大气**中**直接捕获**到CO₂等方法。某些CDR方法属于**地球工程**类，虽然对于其它方法并非如此，两者的区别在于其特定CDR活动的强度、规模和影响。CDR与**减缓**之间没有清晰的界限，而且在当前给出的两个定义之间可能有部分重叠(IPCC, 2012年b, 第2页)。另见**太阳辐射管理(SRM)**。{WG I, III}

碳强度(Carbon intensity)

按另一个变量(如国内生产总值(GDP)、产出能源的使用或运输等)单位释放的二氧化碳(CO₂)排放量。{WG III}

碳价(Carbon price)

避免或将二氧化碳(CO₂)或**二氧化碳当量排放物**排入大气的价格。它可指**碳税率**或按排放许可额度的价格。在很多用于评估减缓经济成本的模型中，碳价通常被用来作为表示**减缓**政策努力程度的替代参数。{WG III}

碳税(Carbon tax)

对化石燃料中的碳含量征收的一种税。由于基本上化石燃料中所有的碳最终作为二氧化碳(CO₂)排放，因此碳税相当于对CO₂排放征收的排放税。{WG III}

气候(Climate)

狭义上的气候通常被定义为平均天气状态，或在更严格意义上，则被定义为对某个时期(从几个月到几千年乃至几百万年不等)相关变量的均值和变率进行统计描述。根据世界气象组织的规定，求出这些变量均值的时间长度一般为30年。相关变量通常指地表变量，如温度、降水和风。广义上的气候是指

³ 该术语参考的是《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。

气候系统的状态,包括其统计学意义上的描述。{WGI, II, III}

气候变化(Climate change)

气候变化指气候状态的变化,这种变化可根据气候特征的均值和/或变率的变化进行识别(如采用统计检验方法),而且这种变化会持续一段时间,通常为几十年或更长时间。气候变化可能归因于自然的内部过程或外部强迫,如太阳活动周期的改变、火山喷发,以及人类活动对大气成分或土地利用的持续改变。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“直接或间接地归因于人类活动的**气候变化**,而人类活动改变了全球大气成分,这种气候变化是同期观测到的自然**气候变率**之外的变化”。因此,UNFCCC明确区分了可归因于人类活动改变大气成分后的气候变化和可归因于自然原因的**气候变率**。另见**检测和归因**。{WGI, II, III}

气候极端事件(极端天气或气候事件)Climate extreme (extreme weather or climate event)

参见**极端天气事件**。{WGI, II}

气候反馈(Climatic feedback)

指一个**气候变量**的扰动引起第二个气候变量的变化,而第二个气候变量的变化最终又导致第一个气候变量出现额外变化的相互作用。负反馈是初始扰动被它引起的变化削弱的过程;正反馈则是初始扰动被它引起的变化加强的过程。在第五次评估报告中,通常使用某种较为狭义的定义,即受扰动的气候量指全球地表平均温度,该温度反过来又引起全球辐射收支的变化。在任一情况下,初始扰动要么受到外部强迫,要么作为**内部变率**出现。{WGI, II, III}

气候融资(Climatic finance)

气候融资尚无一致的定义。气候融资这个术语既适用于在全球范围内专门应对**气候变化**的资金,也可适用于流入发展中国家的资金,以帮助其应对**气候变化**。文献中分为上述两大类,而每一类包括几种概念,其中最常用的包括: {WGIII}

增量成本 (Incremental costs)

与一个参考项目相比,一个**减缓或适应**项目增量投资的资本成本和运营维护成本的变化。它可以通过计算两个项目净现值的差异来获得。

增量投资(Incremental investment)

与一个参考项目相比,一个**减缓或适应**项目初期投资所需的额外资本。

气候资金总量 (Total climate finance)

其预期效果旨在降低温室气体(GHG)净排放和/或提高对**气候变率**和预估**气候变化**这两种影响的**抗御能力**的所有资金流动。其中包括用于**减缓和适应**目前的**气候变率**和未来的**气候变化**的私人 and 公共资金、国内和国际流

动、支出。

流入发展中国家的气候资金总量(Total climate finance flowing to developing countries)

来自发达国家且投资在发展中国家的气候资金总量金额。其中包括私人 and 公共资金。

流入发展中国家的私人气候资金(Private climate finance flowing to developing countries)

由居于/来自发达国家的私人行动方给予的资金与投资,目的是在发展中国家开展**减缓和适应**活动。

流入发展中国家的公共气候资金(Public climate finance flowing to developing countries)

由发达国家的政府和双边机构以及多边机构为在发展中国家开展的**减缓和适应**活动提供的资金。提供的大多数资金是优惠贷款和赠款。

气候模式(谱或格点层) (Climate model (spectrum or hierarchy))

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,或所涉及的经验参数化的应用水平等。耦合的大气-海洋环流模式(AOGCM)可描述接近或处于现有谱最全面一端的**气候系统**。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**的科研工具,而且还有业务用途,包括月、季、年际气候预测。{WGI, I, II}

气候预估(Climatic projection)

气候预估是**气候系统**对温室气体(GHG)和气溶胶的未来排放或浓度情景做出的模拟响应,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前者依赖于所采用的排放/浓度/辐射强迫情景,而情景又建立在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。{WGI, II, III}

气候韧性路径(Climatic-resilient pathways)

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。{WGII}

气候响应(Climatic response)

见**气候敏感性**。{WGI}

气候敏感性(Climatic sensitivity)

在IPCC报告中,平衡的气候敏感性(单位:°C)指在大气中**二氧**

化碳(CO₂)浓度当量翻倍之后全球年平均表面温度的平衡(稳定状态)变化。由于受计算的限制, **气候模式**中平衡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)指在 **辐射强迫**中单位变化之后全球年平均表面温度的平衡变化。

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测值, 二氧化碳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特定时间的 **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。

瞬变气候反应(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(GHG)强迫做出响应的强度和速度。{WGI, II, III}

气候系统(Climate system)

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。{WGI, II, III}

气候变率(Climate variability)

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、极端事件的发生率等)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**。{WGI, II, III}

二氧化碳当量(CO₂-eq)浓度(CO₂-equivalent (CO₂-eq) concentration)

如同某一给定的二氧化碳混合体和其它强迫分量, 二氧化碳(CO₂)浓度可引起相同的 **辐射强迫**。这些浓度值可仅考虑多种温室气体(GHG), 或考虑GHG和气溶胶以及表面 **反照率**变化的综合情况。CO₂-当量浓度是用于比较某个特定时间点不同强迫分量混合体的 **辐射强迫**的一项衡量标准, 但该浓度既不等于对应的气候变化响应, 也不代表未来的强迫。在 **CO₂-当量排放**与作为结果的CO₂-当量浓度之间一般没有关联。{WGI, III}

二氧化碳当量(CO₂-eq)排放(CO₂-equivalent (CO₂-eq) emission)

指在特定时间范围内, 作为温室气体(GHG)或者温室气体混合体的排放量, 能够产生同样综合 **辐射强迫**的二氧化碳排放量。在特定时间范围内, 用温室气体排放量乘以 **全球增暖潜势(GWP)**就可以计算二氧化碳排放当量(此处所用不同GHG的 **GWP**值可参见WGI第8章表8.A.1和WGIII附录II.9.1)。温室气体混合体的二氧化碳排放当量则是每种气体的二氧化碳排放当量之和。二氧化碳排放当量是比较不同种温室气体排放量时的一个通用尺度, 但并非意味着能够产生相应的气候变化响应。在CO₂-当量排放与作为结果的 **CO₂-当量浓度**之间一般没有关联。{WGI, III}

协同效益(Co-benefits)

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。协同效益常常具有 **不确定性**, 依赖于当地的实际情况和实施方式等其他因素。协同效益也称作附加效益。{WGII, III}

信度(Confidence)

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、模型、专家判断)以及这些证据的一致程度, 对某一发现有效性的表述。在本报告中, 信度以定性方式表述(Mastrandrea等, 2010年)。信度水平参见WGI AR5图1.11; **可能性**修饰词一览表参见WGI AR5表1.2; 参见WGII AR5文框1-1。另见 **不确定性**。{WGI, II, III}

低成本高成效(Cost-effectiveness)

如果一项政策以较低成本实现了一项特定政策目标, 那么这项政策更具低成本高成效。 **综合模式**大致符合成本效益的解决方案, 除非它们存在具体受限, 从而表现出其他行为。具备成本效益的 **减排情景**都是基于程式化的实施方式, 在这种方式中全球每个国家的每个部门对二氧化碳(CO₂)和其它温室气体(GHG)实施单一的价格, 而且该价格会随着时间推移而上升, 以便获得最低的全球贴现成本。{WGIII}

脱碳(Decarbonization)

国家或其他实体旨在实现低碳经济或个人旨在减少碳消耗的过程。{WGII, III}

毁林(Deforestation)

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, 2000b)。另见《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC, 2013年)以及《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)所提供的信息。{WGI, II}

检测和归因(Detection and attribution)

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釋。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具有统计置信度赋值的变化或者事件相对贡献的过程(Hegerl等, 2010年)。{WGI,II}

检测气候变化的影响(Detection of impacts of climate change)

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**状态下的特征，它可以是静态的或动态的(例如由于**土地利用变化**)。{WGI}

灾害(Disaster)

由于危险的**自然事件**与脆弱的社会条件相互作用而造成的**一个社区**或一个社会正常功能的巨大改变，会导致范围广泛对人类、物质、经济或环境的不利影响，需要立刻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。{WGI}

贴现(Discounting)

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。{WGI,III}

干旱(Drought)

异常干燥的天气持续造成水文严重失衡的时期。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量减少的影响，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。关于相关的指标，见WGI AR5文框2.4。{WGI,II}

早期预警系统(Early warning system)

制作和分发及时有意义的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行动，减小损害和损失的可能性⁴。{WGI}

地球系统模式(ESM)(Earth System Model (ESM))

包括了反映**碳循环**的大气-海洋耦合**大气环流模式**，可对大气CO₂或相容排放作交互式计算。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**。{WGI,II}

生态系统(Ecosystem)

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关键生物的人，或者其环境中受人类活动的影响。{WGI,II,III}

生态系统服务(Ecosystem services)

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。这些通常分为(1)支撑服务，例如生产力和**生物多样性**的维持，(2)供给服务，例如粮食、纤维或水产品，(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美学体验。{WGI,III}

厄尔尼诺南方涛动(ENSO)(El Niño-Southern Oscillation (ENSO))

厄尔尼诺一词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水洋流，它可干扰当地的渔业。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)。通常用塔希提岛与达尔文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ENSO事件期间，盛行的信风减弱，令海洋上升流减弱，海流改变，海面温度升高，信风进一步减弱。这一事件对热带太平洋的风况、海面温度和降水形势产生很大影响，并且通过全球遥相关对整个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。{WGI,II}

排放情景(Emission scenario)

关于对辐射有潜在作用的物质(如温室气体(GHG)、气溶胶)未来排放趋势的合理表述，它是基于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、能源和**土地利用**)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，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 WGI TAR(2001a)第9-11章以

⁴ 本术语条目是依据UNISDR (2009)和IPCC (2012a)中所使用的定义。

及IPCC WGI AR4(2007)第10和11章以及IPCC WGI AR5 (IPCC,2013b)中介绍 **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 **基线/基准**、**减缓情景**和 **转型路径**。{WGI,II,III}

能源可及性(Energy access)

获得用于炊事、取暖、照明、通讯和生产用途的清洁、可靠、经济上可负担的能源服务的途径(AGECC, 2010)。{WGIII}

能源强度(Energy intensity)

能源利用与经济或物理产出之比。{WGIII}

能源安全(Energy security)

一国乃至整个国际社会的目标,即维持能源供应充足稳定、供应量可预测。其措施包括:在能源价格稳定且有竞争力的情况下保持能够充分满足国家能源需要的能源资源,保持能源供应的 **抗风险能力**;扶持技术的开发和推广;建立充足的基础设施,用于能源的产生、储存、运输;确保可执行的能源交付合同。{WGIII}

集合(Ensemble)

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始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。{WGI,II}

平衡气候敏感性(Equilibrium climate sensitivity)

见 **气候敏感性**。{WGI}

富营养化(Eutrophication)

水体中氮和磷等营养物质过剩。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)和有害的藻华。{WGII}

暴露度(Exposure)

人员、生计、物种或 **生态系统**、环境功能和服务以及各种资源、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。{WGII}

外部强迫(External forcing)

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,比如日照的变化随轨道参数偏心率、倾角和两分点的岁差变化。{WGI,II}

极端天气事件(Extreme weather event)

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第10或第90个百分点。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)。{WGI,II}

反馈(Feedback)

见 **气候反馈**。{WGI,II}

洪水(Flood)

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。{WGII}

粮食安全(Food security)

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的粮食的主导状态。{WGII,III}

森林(Forest)

以树木为主的植被类型。世界上目前对森林有多种定义,反映了在生物地球物理条件、社会结构和经济等方面的广泛差异。关于森林一词的讨论以及相关的术语,如 **造林**、**再造林**、和 **毁林**,见《IPCC关于土地利用、土地利用变化和林业特别报告》(IPCC, 2000b)。另见《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC,2013)和《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学方案报告》(IPCC, 2003)所提供的信息。{WGI,III}

燃料贫困(Fuel poverty)

住户无法保证消费一定水平的家用能源服务(尤指采暖)或难以承受此类支出的情况。{WGIII}

地球工程(Geoengineering)

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)的方法是寻求(1)减少 **气候系统**吸收的太阳能量(**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**),其中规模和目的最重要。受到特别关注的地球工程方法中的两个关键特征是,它们可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)。{WGI,II,III}

全球气候模式(也称为大气环流模式,均缩写为GCM)(Global climate model (also referred to as general circulation model, both abbreviated as GCM))

参见 **气候模式**。{WGI,II}

全球温度变化潜势(GTP)(Global Temperature change Potential (GTP))

一种指数，用于衡量与基准物质二氧化碳(CO₂)相比，单位质量某种物质排放造成的在选定时间点上全球平均地表温度的变化。因此，全球温度变化潜势(GTP)表示这些物质滞留在大气中不同时间的综合影响及其对造成辐射强迫的效力以及对**气候系统**响应的效力。GTP分为两方面的定义：

- 固定GTP：基于未来固定时段(比如100年时段的GTP100)
- 动态GTP：基于某个目标年份(比如预计全球平均温度会达到目标水平的年份)。在动态GTP中，时段随目标年份的临近而缩短，因此GTP值会因未来的进一步排放而变化。{WGI Chapter 8}

全球变暖(Global warming)

全球变暖是指观测到的或预估的全球地表温度呈现逐渐上升的趋势，并属于人为排放造成的**辐射强迫**的后果之一。{WGIII}

全球增暖潜势(GWP)(Global Warming Potential (GWP))

一种指数，用于衡量与基准物质二氧化碳(CO₂)相比，单位质量某种物质在选定时间段内累积排放造成的**辐射强迫**。GWP表示这些物质滞留在大气中不同时间的综合影响及其对造成**辐射强迫**的效力。{WGI,III}

危害(Hazard)

可能发生的自然或人为物理事件或趋势，或物理**影响**，并可造成生命损失、伤害或其它健康**影响**，以及可造成财产、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**相关的物理事件或趋势或其物理**影响**。{WGII}

热浪(Heat wave)

一段时间内异常且使人不适的炎热天气。{WGI,II}

水文循环(Hydrological cycle)

在该循环中水从海洋和地表蒸发，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，它在陆地上可被树木和植被截获，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。涉及水文循环的各种系统通常被称作水文系统。{WGI,II}

影响(后果、结果)(Impacts (consequences, outcomes))

对自然和人类系统的作用。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作用。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**

而对生命、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)是影响的子集，称为物理影响。{WGII}

间接排放(Indirect emissions)

间接排放是在定义明确的范围内，如某个区域、经济部门、公司或流程的边界内各种活动的后果，但却是在规定的边界之外产生的。例如，如果排放与热量利用有关，但物理上却发生在热量用户的边界之外，或者排放与发电有关，但物理上却发生在供电行业的边界之外，那么这类排放可描述为间接排放。{WGIII}

工业革命(Industrial Revolution)

一段工业快速发展、产生深远社会和经济后果的时期，发端于18世纪下半叶的英国，并扩展到欧洲，后来扩展到其他国家，包括美国。蒸汽机的发明是这一发展的一个重要触发点。工业革命标志着在使用化石燃料方面特别是化石二氧化碳(CO₂)的排放出现强劲增长的开端。虽然有些武断，但本报告中的术语工业化以前和工业化分别是指1750年之前和之后的时段。{WGI,II,III}

综合评估(Integrated assessment)

一种分析方法，其可在一个具有一致性的框架下把物理学、生物学、经济学和社会科学的各项结果和模型与这些组成部分之间的相互作用结合起来，以评价环境变化的状态和后果以及应对政策。另见**综合模型**。{WGII,III}

海岸带综合管理(ICZM)(Integrated Coastal Zone Management (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。{WGII}

综合模型(Integrated models)

综合模型是研究多个经济部门间或特定系统(如能源系统)各成分间的互动。研究**转型路径**时，这类模型至少能对能源系统及其与整体经济的联系给出全面的分类描述，从而做到可以考虑系统内部不同要素之间的联系。综合模型也可包括对整体经济、**土地利用和土地利用变化(LUC)**、**气候系统**的描述。另见**综合评估**。{WGIII}

内部变率(Internal variability)

参阅**气候变率**。{WGI}

不可逆性(Irreversibility)

如果动力系统通过自然过程从扰动状态中恢复所需的时间尺度远长于该系统达到其扰动状态的所用时间，则在给定的时间尺度上，这种扰动状态定义为不可逆的。本报告关注的时间尺度是从百年到千年。另见**临界点**。{WGI}

土地利用和土地利用变化(Land use and land-use change)

土地利用是指在某种土地覆盖类型上做出的所有安排、活动和措施(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)。城市土地利用是在城市和内陆地区使用土地。城市土地利用意味着会对城市管理、结构、形态产生影响,因此也会对能源需求、温室气体(GHG)排放和交通等方面产生影响。{WGI,II,III}

土地利用变化 (LUC) (Land-use change (LUC))

是指人类利用或管理土地方面发生的变化,进而可能导致土地覆盖的变化。土地覆盖和土地利用变化可能影响地表**反照率**、水分蒸腾、温室气体(GHG)源与**汇**,或**气候系统**的其他性质,因此可造成**辐射强迫**和/或对局地或全球**气候**带来其他**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, 2000b)。

间接土地利用变化 (iLUC) (Indirect land-use change (iLUC))

是指异地农产品生产水平变化导致的土地利用变化,通常由市场调节或政策驱动。例如,若粮食用地改种能源作物,人们可能会去别处滥砍滥伐**森林**以获得农地。另见**农业、林业与其他土地利用(AFOLU)、造林、毁林和再造林**。

泄露(Leakage)

在执行**减缓**政策时,某一辖区/部门(与某一**基线**相比较)减排量在某种程度上被该辖区/部门外的排放增加量所抵消的现象,而这种增排是由辖区/部门之间消费、生产、价格、**土地利用**和贸易的变化造成。无论是一个项目、一个州、一个省、一个国家,还是世界上的一个区域,多个层面都可能发生泄露现象。

在**二氧化碳捕获和封存(CCS)**的上下文中,**CO₂泄漏**是指注入的二氧化碳(CO₂)从存储位置最终释放到大气中的逃逸。在谈到其它物质的情况下,该术语涵盖的范围更广泛,例如指**甲烷(CH₄)泄漏**(例如,从化石燃料的开采活动),和**氢氟烃(HFC)泄漏**(例如,从制冷和空调系统)。{WGIII}

可能性(Likelihood)

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年),见WGI AR5表1.2和WGII AR5文框1-1。另见**可信度**和**不确定性**。{WGI,II,III}

锁定(Lock-in)

当市场困于一个标准而无法摆脱,市场参与者无法做出对其

更为有利的选择时,锁定发生。本报告中锁定被用做路径依赖时的使用范围更为广泛,路径依赖是指在某一时间点所做的决策、所发生的事件或所得到的结果可制约在稍后时间点所开展的**适应**、**减缓**或所采取的其他行动或选择的一般情况。{WGII,III}

低悔政策(Low regrets policy)

在当前**气候**情景下和一系列未来**气候变化**情景下能够产生净社会和/或经济效益的政策。{WGII}

基于海洋的冰盖(Marine-based ice sheet)

是包括一大片位于海面以下且其边缘与海洋接触的冰盖。最知名的例子是南极西部冰盖。{WGI}

经向翻转环流(MOC)(Meridional Overturning Circulation (MOC))

海洋中经向(北-南)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)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也是由风驱动,而且还可包括较浅层的翻转环流圈(比如发生在热带和亚热带海洋上层),在环流圈中暖(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。{WGI,II}

(气候变化)减缓(Mitigation (of climate change))

为减少温室气体(GHG)的排放源或增加温室气体的**汇**而进行的人为干预。本报告也评估减少其他物质源的人为干预活动,这些活动可直接或间接地抑制**气候变化**,例如,可减少可直接改变辐射平衡(例如,黑碳)的颗粒物质的排放,或者可用于控制一氧化碳、氮氧化物、挥发性有机化合物及其他污染物的措施,而这类污染物能够改变对**气候**有间接影响的对流层臭氧浓度。{WGI,II,III}

减缓情景(Mitigation scenario)

对未来作的似乎合理的描述,即设想落实**减缓**政策和措施后(被研究的)系统将如何应对。另见**基线/参照、排放情景、代表性浓度路径(RCP)、SRES情景**和**转型路径**。{WGIII}

净负排放(Net negative emissions)

作为人类活动的结果,相较于被释放到大气中的温室气体,更多的温室气体(GHG)被隔离或被存储,而此时,可出现净负排放的情况。{SYR Box 2.2, footnote 29}

海洋酸化(Ocean acidification)

海洋酸化是指海洋**pH**值长期(通常为几十年或以上)减小,这主要是由于吸收了大气中的二氧化碳(CO₂)所致,但也可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)。{WGI,II}

超出路径(Overshoot pathways)

其中相关参数暂时超过或超出长期目标的排放、浓度或温度路径。{WGIII}

最低含氧区(OMZ)(Oxygen Minimum Zone (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, OMZ的分布受大尺度海洋环流的影响。近海中的OMZ可延伸至大陆架, 而且还可能影响海底生态系统。{WGII}

多年冻土(Permafrost)

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)。{WGI,II}

pH值(pH)

pH值是根据氢离子(H⁺)浓度测定水(或任何溶液)酸度的无量纲度量。pH值根据对数标度 $pH = -\log_{10}(H^+)$ 进行测量。因此, pH值降低一个单位相当于H⁺浓度或酸度增加10倍。{WGI}

贫困(Poverty)

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、不够平等或经济地位)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)。{WGII}

工业化前(Pre-industrial)

参加工业革命。{WGI,II,III}

私人成本(Private costs)

私人成本由开展活动的个人、公司或其他私人实体承担, 而社会成本另外包括对环境和对整个社会的外部成本。由于测量所有相关影响较困难, 所以对私人成本和社会成本的定量估计可能会不完整。{WGIII}

预估(Projection)

预估是指一个参量或一组参量未来潜在的演变, 通常是借助于模式计算得出。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。另见气候预估。{WGI,II}

辐射强迫(Radiative forcing)

在先前IPCC评估报告中, 驱动因子的力量可由辐射强迫(RF)量化, 单位用每平方米瓦特(W/m²)表示。RF是驱动因子造成的能量通量的变化, 可通过对对流层或大气层顶进行计算得出。{WGI}

关切理由(RFC)(Reasons For Concern (RFCs))

分级框架的要素, 关切理由的概念由IPCC第三次评估报告(IPCC,2001b)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《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)第二条)。{WGI}

减少毁林和森林退化所致排放量(REDD)(Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation (REDD))

为发展中国家提供激励措施, 使其减少森林土地的排放, 并投资于低碳可持续发展(SD)路径, 从而为储存在森林中的碳创造金融价值的做法, 所以也是一种通过避免毁林实现减缓的机制。REDD+比再造林和森林退化更为广泛, 包括森林保护和可持续管理及加强森林碳储存的作用。这个概念第一次提出是在2005年蒙特利尔召开的第11次缔约方大会(COP)上, 2007年在巴厘岛召开的第13次COP更加认可了这个概念并将其纳入了“巴厘岛行动计划”, 呼吁制定“关于减少发展中国家毁林和森林退化所致排放量(REDD)和发展中国家森林保护、森林可持续管理及加强森林碳储存作用相关事务的政策方法和积极的激励措施”。从那之后, 对REDD的支持力度加大而且慢慢变成了一个由许多国家支持的行动框架。{WGIII}

再造林(Reforestation)

在以前为森林, 但已转作他用的土地上种植森林。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 b)。另见联合国气候变化框架公约提供的信息(UNFCCC, 2013)。另见《关于因人类活动直接引起森林和其它类型植被退化造成温室气体排放而对清单进行定义和对方法进行选择的报告》(IPCC, 2003)。{WGI,II,III}

代表性浓度路径(RCP)(Representative Concentration Pathways (RCPs))

一组包括了所有温室气体(GHG)、气溶胶和化学活性气体排放和浓度时间序列, 以及土地利用/土地覆盖状况的情景(Moss等, 2008)。“代表性”一词表示每个RCP只是导致具体辐射强迫特征的许多可能情景之一。路径一词强调不仅长期浓度水平很有意义, 而且达到该水平过程中所动态形成的轨迹也很有意义(Moss等, 2010年)。

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(IPCC, 2013b):

RCP2.6

在该路径中**辐射强迫**在2100年之前达到约3W/m²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)。

RCP4.5和 RCP6.0

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4.5Wm⁻²和6Wm⁻²左右(相应的ECP假设2150年之后的浓度达到恒定水平)。

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)。

对未来情景的进一步说明,请参见第一工作组AR5文框1.1。另见van Vuuren等,2011年。{WGI,II,III}

恢复力(Resilience)

某社会、经济和环境系统处理灾害性事件、趋势或扰动,并在响应或重组的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⁵。{WGII,III}

风险(Risk)

在承认价值具有多样性时一种危及有价值的事物、且结果不确定的潜在后果。风险通常按如下方法表示:灾害事件或趋势的发生概率或**可能性**乘以这些事件或趋势发生后产生的**影响**。本报告中术语风险通常用于指那些对生命、生活、健康、**生态系统**和物种、经济、社会和文化资产、服务(包括环境服务)和基础设施有负面后果,且结果不确定的可能性。{WGII,III}

风险管理(Risk management)

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,或是应对后果。{WGII}

封存(Sequestration)

陆地库或海洋库吸收(即将有关物质加入库中)含碳物质特别是二氧化碳(CO₂)的过程。生物封存包括从大气中直接移除CO₂,方法有**土地利用变化(LUC)**、**造林**、**再造林**、植被恢复、填埋场碳储存、以及增加农业土壤碳的做法(耕地管理、牧场管理)。在部分文献中,(碳)封存也指**二氧化碳捕集和储存**

(CCS),但本报告无此用法。{WGIII}

汇(Sink)

任何从大气中清除温室气体(GHG)、气溶胶或GHG或气溶胶前体物的过程、活动或机制。{WGI,II,III}

碳的社会成本(Social cost of carbon)

多排放一吨二氧化碳(CO₂)形式的碳所造成的气候破坏(破坏以正值表示)的净现值,其依赖于与带有排放相关的全球历时排放曲线。{WGII,III}

社会成本(Social costs)

见**私人成本**。{WGIII}

太阳辐射管理(SRM) (Solar Radiation Management (SRM))

太阳辐射管理指对地球短波辐射收支进行故意调整,以期按照给定的度量标准(地表温度、降水、区域**影响**等)减缓**气候变化**。人工向平流层注入气溶胶和云增亮是SRM技术的两个例子。对于长波辐射收支快速响应组分(如卷云)的干预方法尽管不能严格算作SRM,但也与SRM有关。SRM技术并不属于通常定义下的**减缓**和**适应**(IPCC, 2012b, 第2页)。另见**二氧化碳移除(CDR)**和**地球工程学**。{WGI,III}

SRES情景(SRES scenarios)

是由IPCC(2000 a)研发的**排放情景**,并特别用作IPCC第一工作组第三次评估报告(IPCC, 2001a)第9至11章和IPCC第一工作组第四次评估报告(IPCC, 2007)第10、11章以及IPCC第一工作组第五次评估报告(IPCC, 2013b)中某些**气候预估**的基础。{WGI,II,III}

风暴潮(Storm surge)

极端气象条件(低气压和/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的潮汐变化超出预期水平的部分。{WGI,II}

结构性变化(Structural change)

某经济体中工业、农业、服务业等产出的国内生产总值(GDP)的相对份额变化;在广义上也指一些组成部分被其它组成部分替代或潜在取代的系统**变化**。{WGIII}

可持续性(Sustainability)

保证自然和人类系统平等地持续存在的动态过程。{WGII,III}

可持续发展(Sustainable development)

满足当代需求而又不危及后代满足其自身需求能力的发展(WCED, 1987年)。{WGII,III}

⁵ 本定义基于北极理事会。(2013年)。

热膨胀 (Thermal expansion)

与海平面相关,指水变暖造成的体积增加(及密度降低)。海洋增温可导致海洋体积的膨胀,从而可使海平面升高。{WGI, II}

临界点(Tipping point)

系统特性的一个变化水平,如果高于该水平,则系统会重组,而且通常是以突变的方式重组,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。对于**气候系统**来说,指的是全球或区域**气候变化**从一种稳定状态到另外一种稳定状态的关键门槛。临界点事件可能是不可逆的。另见**不可逆性**。{WGI, II, III}

转型(Transformation)

自然系统和人类系统基本属性的变化。{WGI}

转型路径(Transformation pathway)

一段时期内满足温室气体(GHG)排放、大气浓度、或全球地表平均温度变化等不同目标的曲线,包括一系列经济、技术和行为变化。这些变化包括使用和生产能源和基础设施、管理自然资源、建立制度等方面的方式变化,也包括技术变化(TC)的节奏和方向本身的改变。另见**基线/基准、排放情景、减缓情景、代表性浓度路径(RCP)**和**SRES情景**。{WGIII}

累计CO₂排放的瞬时气候响应(TCRE) (Transient Climate Response to Cumulative CO₂ Emissions (TCRE))

单位累计CO₂排放(通常为1000 PgC)造成的瞬时全球平均表面温度的变化。TCRE结合了关于累计CO₂排放滞留在大气中的份额(CO₂排放存留在大气中的总量份额)信息和关于瞬时气候响应(TCR)的信息。{WGI}

不确定性(Uncertainty)

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,对人类行为的预估不确定等。所以不确定性可采用量化度量表述(如概率密度函数)或定性表述(如体现一组专家的判断)两种方式(参见Moss和Schneider, 2000年; Manning等, 2004年; Mastrandrea等, 2010年)。另见**信度**和**可能性**。{WGI, II, III}

脆弱性(Vulnerability)

易受负面影响的倾向或习性。脆弱性包括各类概念和因素,如对伤害敏感或易受伤害,缺乏应对和适应的能力。{WGI}

参考文献

AGECC, 2010: *Energy for a Sustainable Future*. United Nations Secretary General's Advisory Group on Energy and Climate (AGECC), New York, NY, USA, 24 pp.

Arctic Council, 2013: Glossary of terms. In: *Arctic Resilience Interim Report 2013*. Stockholm Environment Institute and Stockholm Resilience Centre, Stockholm, Sweden, p.viii.

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 on Detection 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 Nations Environment Programme, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 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, United Kingdom 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, A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg and K. Maskell (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 572 pp.

IPCC, 2000a: *Emissions Scenarios. Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Nakićenović, N. and R. Swart (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 599 pp.

IPCC, 2000b: *Land Use, Land-Use Change, and Forestry. Special Report of the Intergovernmental 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, United Kingdom and New York, NY, USA, 377 pp.

IPCC, 2001a: *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, United Kingdom and New York, NY, USA, 881 pp.

IPCC, 2001b: *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [McCarthy, J., O. Canziani, N. Leary, D. Dokken and K. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1032 pp.

- IPCC, 2003: *Definitions and Methodological Options to Inventory Emissions from Direct Human-Induced Degradation of Forests and Devegetation of Other Vegetation 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), 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, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom 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 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.
- IPCC, 2012b: *Meeting Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Expert Meeting on Geoengineering* [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, C. Field, V. Barros, T. F. Stocker, Q. Dahe, J. Minx, K. J. 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.
- IPCC, 2013a: Annex III: Glossary [Planton, S. (ed.)]. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P. M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1447–1466, doi:10.1017/CBO9781107415324.031.
- IPCC, 2013b: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P. M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp., doi:10.1017/CBO9781107415324.
- IPCC, 2014a: Annex II: Glossary [Agard, J., E. L. F. Schipper, J. Birkmann, M. Campos, C. Dubeux, Y. Nojiri, L. Olsson, B. Osman-Elasha, M. Pelling, M. J. Prather, M. G. Rivera-Ferre, O. C. Ruppel, A. Sallenger, K. R. Smith, A. L. St. Clair, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea and T. E. Bilir (eds.)]. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Barros, V. R., C. B. Field, D. J. Dokken, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, 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. 1757–1776.
- IPCC, 2014b: Annex I: Glossary, Acronyms and Chemical Symbols [Allwood, J. M., V. Bosetti, N. K. Dubash, L. Gómez-Echeverri and C. von Stechow (eds.)]. In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J. C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1251–1274.
- 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 Scientific Uncertainties in Climate Change to Support Analysis of Risk of Options*. Workshop Report. Intergovernmental Panel on Climate Change, 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), Geneva, Switzerland, 4 pp.
- 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: *IPCC Supporting Material: Guidance Papers on Cross Cutting Issues in the Third Assessment Report of the IPCC* [Pachauri, R., T. Taniguchi and K. Tanaka (eds.)]. Intergovernmental Panel on Climate Change, 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. Nakicenovic, 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 and assessment. *Nature*, **463**, 747–756.
- UNFCCC, 2013: *Reporting and accounting of LULUCF activities under the Kyoto Protocol*. United Nations Framework Convention on Climatic Change (UNFCCC), Bonn, Germany. Available at: <http://unfccc.int/methods/lulucf/items/4129.php>
- UNISDR, 2009: *2009 UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction*. United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR), United Nations, Geneva, Switzerland, 30 pp.
- 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**, pp. 5–31.

WCED, 1987: *Our Common Future*. World Commission on Environment and Development (WCED), Oxford University Press, Oxford, UK, 300 pp.

附录



缩略语、化学符号 和科学单位

µatm	微观大气 (Microatmosphere)	F-gases	氟化气体 (Fluorinated gases)
AFOLU	农业、林业和其他土地利用 (Agriculture, Forestry and Other Land Use)	FAQ	常见问题 (Frequently Asked Question)
AMOC	大西洋经向翻转环流 (Atlantic Meridional Overturning Circulation)	FAR	第一次评估报告 (First Assessment Report)
AR4	第四次评估报告 (Fourth Assessment Report)	FIT	上网电价 (Feed-in Tariff)
AR5	第五次评估报告 (Fifth Assessment Report)	FOLU	林业与其他土地利用 (Forestry and Other Land Use)
BAT	最佳可行技术 (Best Available Technique)	GCM	全球气候模式 (Global Climate Model)
BAU	通常做法 (Business As Usual)	GDP	国内生产总值 (Gross Domestic Product)
BECCS	具有二氧化碳捕集与封存能力的生物能源 (Bioenergy with Carbon Dioxide Capture and Storage)	GHG	温室气体 (Greenhouse Gas)
CCS	碳捕集与封存 (Carbon Capture and Storage)	GMI	全球甲烷倡议 (Global Methane Initiative)
CDM	清洁发展机制 (Clean Development Mechanism)	Gt	吉吨 (Gigatonnes)
CDR	二氧化碳脱除 (Carbon Dioxide Removal)	GTP	全球温度变化潜能 (Global Temperature change Potential)
CF₄	全氟甲烷 (Perfluoromethane)	GWP	全球增温潜能 (Global Warming Potential)
CH₄	甲烷 (Methane)	H₂	氢 (Hydrogen)
CHP	热电联产 (Combined Heat and Power)	HadCRUT4	哈德来中心气候研究室网格地面温度资料 集第4版 (Hadley Centre Climatic Research Unit Gridded Surface Temperature Data Set 4)
CMIP5	耦合模式比较项目第5期 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5)	HDV	重型车辆 (Heavy-Duty Vehicles)
CO₂	二氧化碳 (Carbon Dioxide)	HFC	氢氟烃 (Hydrofluorocarbon)
CO₂-eq	二氧化碳当量 (Carbon Dioxide Equivalent)	HFC-152a	氢氟烃-152a, 二氟乙烷 (Hydrofluorocarbon-152a, Difluoroethane)
CSP	聚光太阳能发电 (Concentrating Solar Power)	IAM	综合评估模式 (Integrated Assessment Model)
DC	发展中国家 (Developing Country)	ICAO	国际民用航空组织 (International Civil Aviation Organization)
ECS	平衡气候敏感性 (Equilibrium Climate Sensitivity)	IMO	国际海事组织 (International Maritime Organization)
EDGAR	全球大气研究排放数据库 (Emission Database for Global Atmospheric Research)	IO	国际组织 (International Organization)
EJ	艾焦 (Exajoule)	LDV	轻型汽车 (Light-Duty Vehicles)
EMIC	中等复杂程度的地球系统模式 (Earth System Model of Intermediate complexity)	LULUCF	土地利用、土地利用变化和林业 (Land Use, Land-Use Change and Forestry)
ENSO	厄尔尼诺南方涛动 (El Niño-Southern cillation)	MAGICC	温室气体引起气候变化的评估模型 (Model for the Assessment of Greenhouse Gas Induced Climate Change)
ES	执行摘要 (Executive Summary)	MEF	主要经济体论坛 (Major Economies Forum)
ESM	地球系统模式 (Earth System Model)	MRV	监测、报告和验证 (Monitoring, Reporting and Verification)
ETS	排放交易系统 (Emissions Trading System)	N₂O	一氧化二氮 (笑气) (Nitrous Oxide)

NAMA	国家适当减缓行动 (Nationally Appropriate Mitigation Action)	SRREN	可再生能源与减缓气候变化特别报告 (Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation)
NAP	国家适应计划(National Adaptation Plan)	SYR	综合报告(Synthesis Report)
NAPA	国家适应行动方案 (National Adaptation Programmes of Action)	TCR	瞬态气候响应(Transient Climate Response)
NGO	非政府组织(Non-Governmental Organization)	TCRE	对累计CO ₂ 排放的瞬态气候响应 (Transient Climate Response to Cumulative CO ₂ Emissions)
O₂	氧气(Oxygen)	TFE	主题元素(Thematic Focus Element)
OA	海洋酸化(Ocean Acidification)	TS	技术摘要(Technical Summary)
OECD	经济合作与发展组织 (Organisation for Economic Co-operation and Development)	UHI	城市热岛(Urban Heat Island)
PFC	全氟化碳(Perfluorocarbon)	UNFCCC	联合国气候变化框架公约 (United Nations Framework Convention on Climate Change)
ppb	十亿分率(parts per billion)	W	瓦(Watt)
ppm	百万分率(parts per million)	WG	工作组(Working Group)
PV	光伏的(Photovoltaic)	WMGHG	充分混合的温室气体 (Well-Mixed Greenhouse Gas)
R&D	研究与开发(Research and Development)		
RCP	代表性浓度途径 (Representative Concentration Pathway)		
RE	可再生能源(Renewable Energy)		
REDD	减少因毁林和森林退化引起的排放 (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation)		
REEEP	可再生能源和能源效率伙伴联盟 (Renewable Energy and Energy Efficiency Partnership)		
RES	可再生能源系统(Renewable Energy System)		
RFC	关切原因(Reason For Concern)		
RPS	可再生能源组合标准 (Renewable Portfolio Standard)		
SAR	第二次评估报告(Second Assessment Report)		
SM	补充材料(Supplementary Material)		
SO₂	二氧化硫(Sulfur Dioxide)		
SPM	决策者摘要(Summary for Policymakers)		
SRES	排放情景特别报告 (Special Report on Emissions Scenarios)		
SREX	管理极端事件和灾害风险，推进气候变化适应特别报告 (Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation)		
SRM	太阳辐射管理(Solar Radiation Management)		

附录 IV

作者和评审编辑

核心撰写组成员

ALLEN, Myles R.
牛津大学
英国

BARROS, Vicente R.
IPCC第二工作组联合主席
布宜诺斯艾利斯大学
阿根廷

BROOME, John
牛津大学
英国

CHRIST, Renate
IPCC秘书
IPCC秘书处, 世界气象组织 (WMO)
瑞士

CHURCH, John A.
澳大利亚联邦科学与工业研究组织 (CSIRO)
澳大利亚

CLARKE, Leon
西北太平洋国家实验室
美国

CRAMER, Wolfgang
波茨坦气候影响研究所/
地中海生物多样性及海洋和大陆生态研究所 (IMBE)
德国/法国

DASGUPTA, Purnamita
德里大学
印度

DUBASH, Navroz
新德里政策研究中心
印度

EDENHOFER, Ottmar
IPCC第三工作组联合主席
波茨坦气候影响研究所
德国

ELGIZOULI, Ismail
IPCC副主席
苏丹

FIELD, Christopher B.
IPCC第二工作组联合主席
卡内基科学研究所
美国

FORSTER, Piers
利兹大学
英国

FRIEDLINGSTEIN, Pierre
埃克塞特大学
英国

FUGLESTVEDT, Jan
国际气候和环境研究中心(CICERO)
挪威

GOMEZ-ECHEVERRI, Luis
国际应用系统分析研究所(IIASA)
奥地利

HALLEGATTE, Stephane
世界银行
美国

HEGERL, Gabriele C.
爱丁堡大学
英国

HOWDEN, Mark
澳大利亚联邦科学与工业研究组织 (CSIRO)
澳大利亚

JIMÉNEZ CISNEROS, Blanca
墨西哥国立自治大学
联合国教育、科学及文化组织 (UNESCO)
墨西哥/法国

KATTSOV, Vladimir
沃耶伊科夫地球物理观测总站
俄罗斯联邦

姜克隽
能源研究院
中国

LEE, Hoesung
IPCC副主席
启明大学
韩国

MACH, Katharine J.
IPCC第二工作组技术支持小组
美国

MAROTZKE, Jochem
马克斯普朗克气象研究所
德国

MASTRANDREA, Michael D.
IPCC第二工作组技术支持小组
美国

MEYER, Leo
IPCC综合报告技术支持小组
荷兰

MINX, Jan

IPCC第三工作组技术支持小组
德国

MULUGETTA, Yacob

萨里大学
英国

O'BRIEN, Karen

奥斯陆大学
挪威

OPPENHEIMER, Michael

普林斯顿大学
美国

PACHAURI, R. K.

IPCC主席
能源与资源研究所(TERI)
印度

PEREIRA, Joy J.

马来西亚国民大学
马来西亚

PICHS-MADRUGA, Ramón

IPCC第三工作组联合主席
世界经济研究中心
古巴

PLATTNER, Gian-Kasper

IPCC第一工作组技术支持小组
瑞士

PÖRTNER, Hans-Otto

阿尔弗雷德·韦格纳研究所
德国

POWER, Scott B.

澳大利亚气象局
澳大利亚

PRESTON, Benjamin

橡树岭国家实验室
美国

秦大河

IPCC第一工作组联合主席
中国气象局
中国

RAVINDRANATH, N. H.

印度科学研究所
印度

REISINGER, Andy

新西兰农业温室气体研究中心
新西兰

RIAHI, Keywan

国际应用系统分析研究所(IIASA)
奥地利

RUSTICUCCI, Matilde

布宜诺斯艾利斯大学
阿根廷

SCHOLES, Robert

科学与工业研究理事会(CSIR)
南非

SEYBOTH, Kristin

IPCC第三工作组技术支持小组
美国

SOKONA, Youba

IPCC第三工作组联合主席
南部中心
瑞士

STAVINS, Robert

哈佛大学
美国

STOCKER, Thomas F.

IPCC第一工作组联合主席
伯尔尼大学
瑞士

TSCHAKERT, Petra

宾夕法尼亚州立大学
美国

VAN VUUREN, Detlef

荷兰环境评估局(PBL)
荷兰

VAN YPERSELE, Jean-Pascal

IPCC副主席
比利时鲁汶大学
比利时

扩充后的撰写组成员**BLANCO, Gabriel**

国立布宜诺斯艾利斯省中央大学
阿根廷

EBY, Michael

维多利亚大学
加拿大

EDMONDS, Jae

马里兰大学
美国

FLEURBAEY, Marc

普林斯顿大学
美国

GERLAGH, Reyer

蒂尔堡大学
荷兰

KARTHA, Sivan

斯德哥尔摩环境研究所
美国

KUNREUTHER, Howard

宾夕法尼亚大学沃顿商学院
美国

ROGELJ, Joeri

国际应用系统分析研究所(IIASA)
奥地利

SCHAEFFER, Michiel

瓦格宁根大学
德国/荷兰

SEDLÁČEK, Jan

苏黎世联邦理工学院 (ETH)
瑞士

SIMS, Ralph

梅西大学
新西兰

ÜRGE-VORSATZ, Diana

中欧大学
匈牙利

VICTOR, David G.

加州大学圣地亚哥分校
美国

YOHE, Gary

卫斯理大学
美国

评审编辑**ALDUNCE, Paulina**

智利大学
智利

陈文颖

清华大学
中国

DOWNING, Thomas

全球气候适应伙伴联盟
英国

JOUSSAUME, Sylvie

气候和环境科学实验室(LSCE)
皮埃尔西蒙拉普拉斯研究所
法国

KUNDZEWICZ, Zbigniew

波兰科学院
波兰

PALUTIKOF, Jean

格里菲斯大学
澳大利亚

SKEA, Jim

伦敦帝国学院
英国

TANAKA, Kanako

日本科学技术振兴机构
日本

TANGANG, Fredolin

马来西亚国立大学
马来西亚

张小曳

中国气象局
中国

附录 V

专家评审

AKIMOTO, Keigo
地球创新技术研究所
日本

ALCAMO, Joseph
卡塞尔大学
德国

ALEXANDER, Lisa V.
新南威尔士大学
澳大利亚

AMESZ, Bert
荷兰

ARAKI, Makoto
林业和森林产品研究所
日本

ARROYO CURRÁS, Tabaré
世界自然基金会
墨西哥

BINDOFF, Nathaniel L.
塔斯马尼亚大学
澳大利亚

BORGES LANDÁEZ, Pedro Alfredo
科学与技术部
委内瑞拉

BRAGHIERE, Renato
里丁大学
英国

BRUNO, John
北卡罗来纳大学教堂山分校
美国

CARTER, Peter
气候应急研究所
加拿大

CASEY, Michael
维京减碳
爱尔兰

CHOI, Young-June
首尔市政府
韩国

COHEN, Stewart
加拿大环境部
加拿大

CONVERSI, Alessandra
意大利国家研究委员会
意大利

丁一汇
中国气象局国家气候中心
中国

DIXON, Tim
国际能源署温室气体研发计划(IEAGHG)
英国

董文杰
北京师范大学
中国

EKHOLM, Tommi
芬兰技术研究中心 (VTT)
芬兰

ESASHI, Kei
电力公司联合会
日本

FISCHLIN, Andreas
苏黎世联邦理工学院 (ETH)
瑞士

FITZSIMMONS, Jason
特许建筑服务工程师协会(CIBSE)
英国

GALE, David
英国皇家建筑师协会
英国

HABERL, Helmut
克拉根福、维也纳、格拉茨阿尔卑斯 - 亚德里亚大学
奥地利

HARNISCH, Jochen
复兴信贷银行
德国

HOUSE, Joanna
布里斯托大学
英国

居辉
中国农业科学研究院
中国

KAINUMA, Mikiko
国立环境研究所
日本

KATBEH BADER, Nedal
环境质量管理局
巴勒斯坦

KAZUNO, Hirofumi
关西电力株式会社
日本

KHESHGI, Haroon
埃克森美孚研究和工程公司
美国

KOSONEN, Kaisa
绿色和平
芬兰

LEFFERTSTRA, Harold (已退休)
挪威环境局
挪威

刘起勇
传染病预防控制所
中国

LLASAT, Maria-Carmen
巴塞罗那大学
西班牙

LYNN, Jonathan
IPCC秘书处, 世界气象组织 (WMO)
瑞士

马世铭
中国农业科学研究院
中国

MASUDA, Kooiti
日本海洋-地球科技研究所
日本

MÉNDEZ, Carlos
委内瑞拉科学研究所
委内瑞拉

MENZEL, Lena
阿尔弗雷德·韦格纳研究所
德国

MOJTAHED, Vahid
威尼斯东方大学
意大利

MOLINA, Tomas
巴塞罗那大学
西班牙

MURATA, Akihiko
全球变化研究与发展中心
日本

NDIONE, Jacques Andre
生态监测中心
塞内加尔

OZDEMIR, Eray
林业总局

土耳其

PALTSEV, Sergey
麻省理工学院
美国

PLANTON, Serge
法国气象局
法国

PLATTNER, Gian-Kasper
IPCC第一工作组技术支持小组
瑞士

POLOCZANSKA, Elvira
澳大利亚联邦科学与工业研究组织 (CSIRO)
澳大利亚

PORTER, John
哥本哈根大学
丹麦

POWER, Scott B.
澳大利亚气象局
澳大利亚

RAHOLIJAJO, Nirivololona
国家气象局
马达加斯加

RAMASWAMY, Venkatachalam
国家海洋和大气管理局 (NOAA)
美国

RHEIN, Monika
不来梅大学
德国

ROGNER, Hans-Holger(已退休)
国际应用系统分析研究所(IIASA)
奥地利

SCHEI, Tormod Andre
国家电力公司
挪威

SCHLEUSSNER, Carl-Friedrich
波茨坦气候影响研究所
德国

SHINE, Keith
里丁大学
英国

SOUTHWELL, Carl
风险与政策研究所
美国

STOTT, Peter A.

英国气象局哈德来中心
英国

苏明山

国家应对气候变化战略研究和国际合作中心
中国

SUAREZ RODRIGUEZ, Avelino G.

生态与系统学研究所
古巴

SUGIYAMA, Taishi

电力中央研究所 (CRIEPI)
日本

TAKAHASHI, Kiyoshi

国立环境研究所
日本

TAKASHI, Hongo

三井物产战略研究所
日本

TAKEMURA, Toshihiko

九州大学
日本

TATTERSHALL, David

美国

THORNE, Peter W.

南森环境与遥感中心(NERSC)
挪威

TOL, Richard

萨塞克斯大学
英国

TSUTSUI, Junichi

电力中央研究所 (CRIEPI)
日本

URGE-VORSATZ, Diana

中欧大学
匈牙利

WARD, Robert

伦敦经济学院 (LSE)
英国

WARREN, Rachel

东英吉利大学
英国

WEIR, Tony

南太平洋大学
澳大利亚

WRATT, David

水与大气国家研究院(NIWA)
新西兰

吴建国

中国环境科学研究院
中国

WUEBBLES, Donald

伊利诺斯大学
美国

夏朝宗

中国

YAMIN, Farhana

伦敦大学学院(UCL)
英国

YUTA, Sasaki

东北电力有限公司
日本

张称意

国家气候中心
中国

张国斌

国家林业局 (SFA)
中国

赵宗慈

中国气象局 (CMA)
中国

周国模

浙江农林大学
中国

朱松丽

能源研究所
中国

附录 VI

政府间气候变化专门
委员会的出版物

评估报告

第五次评估报告

《气候变化2013：自然科学基础》

第一工作组对第五次评估报告的贡献

《气候变化2014：影响、适应与脆弱性》

第二工作组对第五次评估报告的贡献

《气候变化2014：减缓气候变化》

第三工作组对第五次评估报告的贡献

《气候变化2014：综合报告》

政府间气候报告专门委员会的报告

第四次评估报告

《气候变化2007：自然科学基础》

第一工作组对第四次评估报告的贡献

《气候变化2007：影响、适应与脆弱性》

第二工作组对第四次评估报告的贡献

《气候变化2007：减缓气候变化》

第三工作组对第四次评估报告的贡献

《气候变化2007：综合报告》

政府间气候报告专门委员会的报告

第三次评估报告

《气候变化2001：科学基础》

第一工作组对第三次评估报告的贡献

《气候变化2001：影响、适应与脆弱性》

第二工作组对第三次评估报告的贡献

《气候变化2001：减缓》

第三工作组对第三次评估报告的贡献

《气候变化2001：综合报告》

第一、第二和第三工作组对第三次评估报告的贡献

第二次评估报告

《气候变化1995：气候变化科学》

第一工作组对第二次评估报告的贡献

《气候变化1995：对气候变化的影响、适应和减缓的科学技术分析》

第二工作组对第二次评估报告的贡献

《气候变化1995：气候变化的经济和社会方面》

第三工作组对第二次评估报告的贡献

《气候变化1995：有关解读《联合国气候变化框架公约》第2条的综合性科学技术信息》

政府间气候报告专门委员会的报告

第一次评估报告的补充报告

《气候变化1992：IPCC科学评估的补充报告》

IPCC科学评估第一工作组的补充报告

《气候变化1992：IPCC影响评估的补充报告》

IPCC影响评估第二工作组的补充报告

《气候变化：IPCC 1990年和1992年评估报告》

第一次评估报告概述以及决策者摘要和1992年IPCC补充报告

第一次评估报告

《气候变化：科学评估报告》

IPCC科学评估第一工作组报告，1990年

《气候变化：IPCC影响评估报告》

IPCC影响评估第二工作组报告，1990年

《气候变化：IPCC应对战略》

IPCC应对战略第三工作组报告，1990年

特别报告

《管理极端事件和灾害风险推进气候变化适应(SREX)》 2012

《可再生能源与减缓气候变化(SRREN)》 2011

《二氧化碳捕获与封存》 2005

保护臭氧层和全球气候系统：与氢氟烃和全氟化碳相关的问题 (IPCC/TEAP联合报告) 2005

土地利用、土地利用变化和林业 2000

《排放情景》 2000

《技术转让的方法和技术问题》 2000

《航空与全球大气》 1999

- 《气候变化的区域影响：脆弱性评估》 1997
- 《气候变化 1994：气候变化的辐射强迫和对IPCC IS92排放情景的评价》 1994
- 方法学报告和技术指南**
2013年基于《京都议定书》的补充方法和优良做法指南修订（KP增补版） 2014
- 2006年IPCC国家温室气体清单指南：湿地之2013年增补版（湿地增补版）** 2014
- 2006年IPCC国家温室气体清单指南(共5卷)** 2006
- 人类直接引起的森林退化和其它植被类型破坏导致的排放清单的定义和方法选择 2003
- 土地利用、土地利用变化和林业的优良做法指南 2003
- 国家温室气体清单的优良做法指南和不确定性管理 2000
- 1996年IPCC国家温室气体清单指南修订（共3卷）** 1996
- IPCC评估气候变化影响和适应的技术指南** 1994
- IPCC国家温室气体清单指南（共3卷）** 1994
- 评估气候变化影响的初级指南 1992
- 技术报告**
 气候变化和水
 IPCC技术报告6， 2008
- 气候变化和生物多样性
 IPCC技术报告5， 2002
- 拟议的CO₂排放量限制的含义
 IPCC技术报告4， 1997
- 稳定大气温室气体：物理、生物和社会经济影响
 IPCC技术报告3， 1997
- IPCC第二次评估报告中使用的简单气候模型介绍**
 IPCC技术报告2， 1997
- 减缓气候变化的技术、政策和措施
 IPCC技术报告1， 1996

如需IPCC出版的支持性材料清单（研讨会和会议报告），请查阅www.ipcc.ch或联系IPCC秘书处（c/o World Meteorological Organization, 7 bis Avenue de la Paix, Case Postale 2300, Ch-1211 Geneva 2, Switzerland）

政府间气候变化专门委员会(IPCC)是气候变化评估的主导国际机构。它由联合国环境规划署(UNEP)和世界气象组织(WMO)建立,致力于在全球出版的最新科学、技术和社会经济信息的基础上,就气候变化的科学方面提供国际权威评估。IPCC对气候变化的起因、影响以及可能的应对战略所做的周期性评估,是这一主题迄今已有的最全面的报告,已成为全球学术界、政府和业界所有关心气候变化者的参考标准。本综合报告是IPCC第五次评估报告-气候变化2013/2014的第四元素。800多位国际专家藉此第五次评估报告对气候变化进行了评估。三个工作组的报告可从剑桥大学出版社获取:

气候变化2013: 自然科学基础

IPCC 第五次评估报告第一工作组的报告

(ISBN9781107661820平装版; ISBN9781107057999精装版)

气候变化2014-影响、适应和脆弱性

IPCC 第五次评估报告第二工作组的报告

(A部分: (ISBN 9781107641655平装版; ISBN 9781107058071 精装版)

(B部分: (ISBN9781107683860平装版; ISBN9781107058163精装版)

气候变化2014-减缓气候变化

IPCC 第五次评估报告第三工作组的报告

(ISBN9781107654815平装版; ISBN9781107058217精装版)

气候变化2014年-综合报告是以IPCC三个工作组所做评估为基础,由一个专门核心作者写作组撰写的。它对气候变化进行了综合评估,并涉及以下主题:

- 观测到的变化及其成因
- 未来的气候变化、风险和影响
- 未来适应、减缓和可持续发展路径
- 适应和减缓