

ipcc

政府间气候变化专门委员会

气候变化2014

减缓气候变化

决策者摘要和技术摘要

WGIII

政府间气候变化专门委员会
第五次评估报告
第三工作组的报告



气候变化2014

减缓气候变化

决策者摘要

技术摘要

政府间气候变化专门委员会 第五次评估报告 第三工作组报告

编辑

Ottmar Edenhofer
第三工作组联合主席
波茨坦气候影响研究所

Ramón Pichs-Madruga
第三工作组联合主席
世界经济调查中心

Youba Sokona
第三工作组联合主席
南部中心

Jan C. Minx
TSU主任

Ellie Farahani
运营总监

Susanne Kadner
科学主任

Kristin Seyboth
科学副主任

Anna Adler
小组助理

Ina Baum
项目官员

Steffen Brunner
资深经济学家

Patrick Eickemeier
科学编辑

Benjamin Kriemann
IT官员

Jussi Savolainen
网络经理

Steffen Schlömer
科学家

Christoph von Stechow
科学家

Timm Zwickel
资深科学家

第三工作组技术支持组

© 政府间气候变化专门委员会2015

ISBN 978-92-9169-542-3

原纳入本出版物电子版中的图SPM.4含有一处错误。在于2015年1月完成《IPCC关于解决IPCC评估报告、综合报告、特别报告或方法学报告中差错的规程》规定的程序后，该错误现已在本出版物中得到更正。

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。

封面照片：

中国上海鸟瞰图© Ocean/Corbis

照片由Elinor Ostrom © dpa提供

序、前言、献词和 怀念词

序

《气候变化2014：减缓气候变化》是政府间气候变化专门委员会(IPCC)第五次评估报告(AR5)-气候变化2013/2014的第三部分，由IPCC第三工作组编写。报告对通过限制或防止温室气体(GHG)排放而减缓气候变化的相关手段以及对减少大气中温室气体浓度的活动进行了全面并透明的评估。

本报告强调尽管减缓政策的数量不断增加，在过去十年中GHG的排放增长仍不断加速。来自数百个新制减缓情景的证据表明21世纪内将升温趋势加以稳定需要根本上远离“一切照旧”的做法。同时，报告显示将温度上升控制在相对于工业化时代前的2°C以下，存在各种排放路径。但这个目标与巨大的技术、经济和体制方面的挑战相关。延迟做出减缓行动或有限拿出低碳技术会进一步加剧这些挑战。诸如2.5°C或3°C等稍低的减缓目标在更缓慢的时间尺度上也面临类似的挑战。在补充这些见解的同时，本报告对能源、交通、建筑、工业和土地利用部门可用的技术和行为减缓手段进行了全面的评估，还对从地方到国际各级治理机构的政策选择进行了评估。

本报告中的发现结果大大增强了我们对可用减缓路径范围及其内在技术、经济和体制要求的理解。因此这份报告什么时间拿出是至关重要的，因其可为负责在联合国气候变化框架公约下于2015年达成一项新协定的谈判各方提供关键的信息。因此本报告要求决策者和普通大众对其予以迫切的关注。

1988年世界气象组织(WMO)和联合国环境规划署联合建立了政府间气候变化专门委员会，作为一个政府间机构，IPCC成功地为决策者提供了最权威和最客观的科学技术评估，它与政策明确相关但又不对政策加以规定。自1990年起，这一系列的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著作。

这份第三工作组评估报告的出炉，归功于数以百计代表了广泛区域和科学学科的专家的执著和奉献。WMO和UNEP为拥有这么多专家属于其团体和网络而感到自豪。

我们衷心感谢所有作者、评审编辑和专家评审员贡献其知识、专长和付出时间。我们感谢第三工作组技术支持组和IPCC秘书处工作人员所作出的奉献。

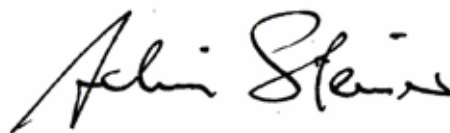
我们还感谢各国政府支持其科学家参与编写本报告，并感谢其向IPCC信托基金提供捐款，保证了发展中国家和经济转型国家专家必不可少的参与。

意大利政府主办了IPCC第五次评估报告的规划会议；韩国、新西兰和埃塞俄比亚等国政府以及西班牙维戈大学和能源经济研究中心主办了第三工作组报告的起草会议；德国政府在柏林主办了第三工作组第十二次届会，此次会议批准了第三工作组报告；我们对承办以上活动的各方表示感谢。此外，我们还希望感谢印度、秘鲁、加纳、美国和德国等国政府分别于加尔各答、利马、阿克拉、华盛顿特区和波茨坦主办了AR5专家会议。德国政府提供了慷慨的资助，波茨坦气候影响研究所(德国)给予了实物支持，使得第三工作组技术支持组得以有效运行，对此我们表示衷心的感谢。

我们欲特别表达对IPCC主席Rajendra Pachauri博士的谢意，感谢他对IPCC的领导与指导。我们由衷地感谢第三工作组联合主席Ottmar Edenhofer教授、Ramon Pichs-Madruga博士和Youba Sokona博士在整个编写和制作本报告期间发挥了不懈的领导作用。



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

政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 第五次评估报告 (AR5) 第三工作组报告对气候变化减缓的科学文献进行了全面并透明的评估。本报告基于2007年IPCC第四次评估报告 (AR4) 第三工作组报告、2011年可再生能源与减缓气候变化特别报告 (SRREN) 以及以往的报告、并纳入后续新发现和研究成果编写而成。本报告评估了不同治理尺度和不同经济部门的减缓手段, 评估了不同减缓政策的社会影响, 但未推荐任一特定的减缓手段。

评估方法

AR5第三工作组报告依据已有经验和对未来的期望, 探索了减缓气候变化可能采取的应对措施范围。这一探索的基础是对减缓气候变化的科学、技术和社会经济文献进行全面并透明的评估。

本报告旨在推动对可替代气候政策目标及可能的不同达标方法 (例如技术、政策和机制) 进行综合并包容的审议。具体做法是让决策者和公众了解有关可替代政策措施的实际影响, 例如各项措施的相关成本和效益、风险和取舍。

在AR5周期内, 第三工作组的科学家们发挥了近似测绘员的作用: 他们在可能的解决措施范围内找寻出不同路径, 并评估潜在的实际后果和取舍; 与此同时, 他们还清楚地标明了隐含的价值假设和不确定因素。由此, 现在决策者就能以本报告为地图, 在广阔未知的气候政策领域中找到方向。本报告并不就如何解决复杂的政策问题提供建议, 而是提供相关信息, 使决策者能够评估那些可替代减缓手段。

上述测绘工作有四大支柱:

探索可替代气候政策目标: 本报告列出了在不同层面稳定全球平均温度增长的技术、经济和机制要求, 让决策者了解这些要求的成本和效益, 以及风险和机遇, 并肯定地指出, 要实现某给定的政策目标, 途径往往不止一条。

价值判断的透明度: 决定采取哪条减缓路径受到一系列规范性选择的影响, 这些选择有时存在争议, 且与长期稳定目标本身、对其他社会优先事项的权衡以及用于实现目标的政策息息相关。事实经常与价值难以分割, 不存在纯粹的科学办法可

以解决有关价值的分歧。一项评估能够为关于价值冲突的理性公共辩论提供的支持在于尽可能点明隐含的价值判断和道德观点。另外, 讨论有争议的政策目标和相关的道德立场时, 应以实现目标所需的方法, 特别是其可能造成的后果和副作用为背景。减缓措施可能存在负面影响, 因此需要采取反复评估的方法。

可持续发展和公平背景下的多重目标: 对气候变化减缓领域应对措施范围的全面探索认定, 对决策者而言, 减缓本身只是众多目标中的一个。决策者们或有意实现更广义的福祉, 其中也包括在一国内部、跨国和跨代共享有限的资源。本文所讨论的气候变化减缓是根植于更广泛的可持续发展和公平背景的一个多重目标问题。

风险管理: 气候变化减缓可被架构为一种风险管理工作, 可为人类提供巨大的机会, 但也伴随着风险和不确定性。其中的一部分可能是属于基本性质的, 因而不能被轻易降低或管理。因此对于一项科学评估来说, 在尽可能的情况下, 一项基本的需要就是以定量和定性的方式对这些不确定性进行沟通。

本报告的范围

在规划和批准AR5第三工作组报告大纲的过程中, IPCC侧重于对那些被判断为与决策者最相关的对气候变化减缓科学的现有理解方面。

第三工作组包含了扩展架构部分, 以对本报告使用的概念和方法进行充分透彻的解析, 并强调其深层的价值判断。这包括对风险和风险认知、不确定性、道德问题以及可持续发展所做的改进处理。

对气候变化减缓领域应对措施范围的探索从设立新的基线和减缓情景开始。首次设立的整个情景提供了完全一致的有关辐射强迫和温度的信息, 其内容与AR5第一工作组报告提供的信息广泛一致。联合国气候变化框架公约要求IPCC为审议2°C目标以及1.5°C可能目标提供相关科学证据。相较于AR4, 本报告评估了大量的低稳定水平情景, 即大体上以2°C为目标。报告包括了政策情景, 对国际上延缓和碎片式地开展减缓努力以及限制减缓技术组合而对实现特定减缓目标和相关成本所带来的影响进行了调查。

AR5 WGIII报告拥有几个新元素。有一个完整的章节用于描述人类住区和基础设施。设计减缓政策的治理结构分别在国际、区域、国家和次国家层级进行讨论。本报告以一个有关投资需求和融资的新颖章节结束。

本报告的结构

第五次评估报告第三工作组报告包括四个部分：

第一部分：引言(第1章)

第二部分：架构事项(第2-4章)

第三部分：减缓气候变化的路径(第5-12章)

第四部分：对政策、机构和融资的评估(第13-16章)

第一部分介绍了第三工作组报告以及对后续章节进行简要概括。这部分描述了“AR4以来取得的经验”和“AR5面临的新挑战”，并简短介绍了GHG排放的“历史、当前和未来的趋势”，讨论了有关气候变化响应政策事宜，包括UNFCCC的终极目标(第2条)和气候变化的人类维度(包括可持续发展)。

第二部分是架构事项，透彻明确了方法学基础和根本概念，包括在后续部分中关于详细评估气候变化减缓政策和措施的相关价值判断。每一章节阐释了关键的首要问题(第2章：气候变化响应政策的综合风险和不确定性评估；第3章：社会、经济和道德概念和方法；第4章：可持续发展和公平)并成为后续章节的基准点。

第三部分为可能的减缓路径和相应的部门贡献和影响提供了综合评估。本部分结合了主要经济部门长期减缓路径和短期至中期减缓手段方面的跨部门和部门信息。第5章(驱动因素、趋势和减缓)通过概述借助不同统计方法得出的温室气体(GHG)和短寿命气候污染物存量和流量的全球趋势，既为过去提供了补充视角，又为后续章节提供了背景。本章还讨论了排放驱动因素，为评估历史上GHG排放的发展情况提供了素材。第6章(评估转型路径)分析了由全球31个建模小组生成的1200个新情景，用以探索不同目标水平下经济、技术和机制的先决条件以及减缓路径的影响。有关部门的章节(第7-11章)和第12章(人类住区、基础设施和空间规划)提供了有关能源系统、交通、建筑、工业、农业、林业和其他土地利用方面不同减缓手段的信息以及针对人类住区和基础设施的特定减缓手段信息，包括与每个手段相关的可能共同效益、反面副作用和成本。第6章所述的路径在专门针对部门的章节中进行讨论。

第四部分评估了不同治理尺度的政策。从国际合作尺度开始落笔(第13章)，再阐述区域尺度(第14章)以及国家和次国家层级(第15章)，最后以评估交叉性投资和融资事项(第16章)这一章收尾。本部分回顾了气候变化减缓政策方面的经验 - 政策本身以及跨部门和尺度政策之间的相互作用 - 以向决策者提供有关政策结构方面的见解，从而在政策上可最佳达到诸如环境效益和经济效益等方面的评估标准。

评估过程

本AR5第三工作组报告代表了数以百计气候变化减缓领域一流专家的共同努力成果，并根据IPCC规则和程序进行编写。AR5规划会议于2009年7月举行，三个工作组报告的提纲于2009年11月在专委会第31次届会上获得批准。各国政府和IPCC观察员机构为编写组提名了专家。第三工作组主席团遴选出由235名主要作者协调人和主要作者以及38名评审编辑组成的团队，于2010年5月在IPCC主席团第41次届会上通过。应作者组要求，170多名供稿作者向作者组提供了文本与信息草案。作者们编写的草案经由两轮正式评审和修订后，最终一轮由各国政府就决策者摘要提出修改意见。逾800名专家评审员和37个政府共提交超过38000条书面意见。每个章节的评审编辑监督了评审过程以确保所有重要评审意见获得应有的考虑。2014年4月7-11日在柏林召开的IPCC第三工作组第12次届会逐行批准了决策者摘要，并随后接受了基础章节。

鸣谢

制作本报告是一项巨大的努力，包含了来自全世界许多人士以各种形式付出的心血。我们希望感谢参与的各国政府和机构的无私奉献，使得作者、评审编辑、政府和专家评审员能够参加这个过程。

本报告的编写要归功于我们的主要作者协调人和主要作者，他们在许多供稿作者和章节科学助理的有力协助下，在整个过程中奉献出了专业知识，辛勤地工作，并展现出精益求精的精神。我们还对政府和专家评审员付出时间和精力为不同草案提供建设性和有用的建议表示感谢。我们的评审编辑在AR5过程中起到了重要的作用，配合作者组处理各条意见，并确保相关事项得到客观的讨论。

我们深深感谢韩国、新西兰、埃塞俄比亚等国政府以及西班牙维戈大学和能源经济研究中心，与当地机构合作分别

于昌原(2011年7月)、惠灵顿(2012年3月)、维戈(2012年11月)和亚的斯亚贝巴(2013年7月)主办了重要的IPCC主要作者会议。此外,我们感谢印度、秘鲁、加纳、美国 and 德国等国政府分别于加尔各答(2011年3月)、利马(2011年6月)、阿克拉(2011年8月)、华盛顿特区(2012年8月)以及波茨坦(2013年10月)主办了专家会议。最后,我们感谢波茨坦气候影响研究所(PIK)在其所址迎接了我们的主要作者协调人,并召开了最后的会议(2013年10月)。

我们特别感谢德国政府的贡献和支持,特别是德国联邦教育与研究部(BMBF)资助了第三工作组技术支持组(TSU)。为协调这项资助活动,德国航空航天中心(DLR)的Gregor Laumann 和Sylke Lenz任劳任怨,不惜时间和精力地满足该小组的需求。我们还对德国联邦环境、自然保护和核安全全部(BMUB)表示谢意,感谢其在AR5整个周期给予的良好合作以及极好地组织了IPCC第39次届会 - 和IPCC WGIII第12次届会 - 特别要感谢Nicole Wilke和 Lutz Morgenstern。我们还感谢德国IPCC协调办公室的Christiane Textor的良好合作与敬业工作。我们对古巴科学、技术和环境部(CITMA)、古巴气象局(INSMET)和世界经济研究中心(CIEM)以及联合国非洲经济委员会(UNECA)及其非洲气候政策中心(ACPC)所提供的贡献和支持表示感谢。

我们感谢IPCC领导层的同事。执行委员会加强并促进了所有三个工作组的科学和程序工作,以完成各自的报告,这些同事是: Rajendra K. Pachauri、Vicente Barros、Ismail El Gizouli、Taka Hiraishi、Chris Field、Thelma Krug、Hoesung Lee、Qin Dahe、Thomas Stocker以及Jean-Pascal van Ypersele。IPCC主席Rajendra K. Pachauri勤勉敬业、领导有方、具洞察力,我们要特别地感谢他。

第三工作组主席团-包括Antonina Ivanova Boncheva(墨西哥)、Carlo Carraro(意大利)、Suzana Kahn Ribeiro(巴西)、Jim Skea(英国)、Francis Yamba(赞比亚)以及Taha Zatari(沙特阿拉伯)-在整个AR5过程中提供了持续和周到的建议。我们感谢IPCC秘书Renate Christ和秘书处职员Gaetano Leone、Jonathan Lynn、Mary Jean Bure、Sophie Schlingemann、Judith Ewa、Jesbin Baidya、Werani Zabula、Joelle Fernandez、Annie Courtin、Laura Biagioni、Amy Smith和Carlos Martin-Novella、Brenda Abrar-Milani以及Nina Peeva为开展与政府的联络并为发展中国家和经济转型国家专家出差提供后勤保障。还要感谢Francis Hayes为第三工作组批准届会担任会议官员。

我们深深感谢每日交互式数字通信机构的Kay Schröder及其团队在制作图形方面所给予的支持,同样感谢融合通信机构的Stacy Hunt及其团队所做的编辑加工、Da-TeX机构的Gerd Blumenstein及其团队所做的排版工作、WordCo机构的Stephen Ingle及其团队所做的索引工作、以及剑桥大学出版社的Matt Lloyd及其团队所做的印刷工作。PIK承办了TSU办公室并为其提供办公场所。

最后,要同样感谢第三工作组技术支持组的工作人员所付出的不懈努力。我们将谢意致于Jan Minx、Ellie Farahani、Susanne Kadner、Krtin Seyboth、Anna Adler、Ina Baum、Steffenrunner、Patrick Eicke meier、Benjamin Kriemann、Jussi Savolainen、Steffen-Schlömer、Christoph von Stechow以及Timm Zwickel,感谢他们在协调报告编写以及确保最终完成一份高质量报告中所体现出的专业精神、创新精神和敬业精神。下列人员向他们提供了协助: Hamed Beheshti、Siri Chrobog、Thomas Day、Sascha Heller、Ceren Hic、Lisa Israel、Daniel Mahringer、Inga Römer、Geraldine Satre-Buisson、Fee Stehle以及Felix Zoll,我们深深感谢这些同事的配合支持和敬业精神。



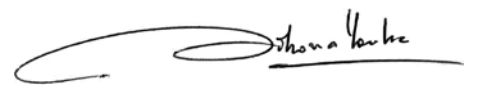
Ottmar Edenhofer

IPCC第三工作组联合主席



Ramon Pichs-Madruga

IPCC第三工作组联合主席



Youba Sokona

IPCC第三工作组联合主席

献词



Elinor Ostrom
(1933年8月7日- 2012年6月12日)

我们谨以此报告献给印第安纳大学政治科学教授和诺贝尔经济学奖得主**Elinor Ostrom**，以示怀念。她的工作为理解为什么要采取集体行动、要互相信任、要开展合作才能管理得了公共资源（包括大气）作出了重大贡献。她发起了一项研究议程，鼓励科学家探索在城市、国家、区域和国际等层面将各种各样的政策有机衔接，使人类能够管理得了气候问题。对不同治理层次、不同部门和地区开展的减缓气候变化进行评估是AR5第三工作组报告的新焦点。我们从**Elinor Ostrom**的远见卓识和智慧引导获益良多。

怀念词

黄鹭新 (1965–2013)

关于人类住区、基础设施和空间规划的第12章主要作者

Leon Jay (Lee) Schipper (1947–2011)

关于交通的第8章评审编辑

黄鹭新为关于人类住区、基础设施和空间规划的第12章供了稿。在这期间，他是位于中国北京的中国城市规划和设计研究院（CAUPD）国际合作和发展部主任，工作时间达27年。他于48岁时英年早逝，让政府间气候变化专门委员会（IPCC）深感悲痛。

Lee Schipper是交通、能源和环境领域首屈一指的科学家。在其64岁过世时，他正要成为交通章节的评审编辑。Schipper多年来一直密切参与IPCC的工作，他是IPCC第二次评估报告有关交通部门减缓手段章节的主要作者。IPCC怀念其渊博的专业知识、其所给予的卓越指导、还有其所奉献的幽默和音乐。

上述两位学者均敬业于IPCC评估过程并为其做出了贡献。他们的去世是国际科学界的巨大损失。IPCC第三工作组的作者和成员亲切缅怀黄鹭新和Lee Schipper。

目录

前页

序	vii
前言	ix
献词	xiii
怀念词	xv

SPM

决策者摘要	1
-------------	---

TS

技术摘要	33
------------	----

附录

附录	术语表、缩略语和化学符号	111
----	--------------------	-----

决策者摘要

决策者摘要

起草作者:

Ottmar Edenhofer (德国), Ramón Pichs - Madruga (古巴), Youba Sokona (马里), Shardul Agrawala (法国), Igor Alexeyevich Bashmakov (俄罗斯), Gabriel Blanco (阿根廷), John Broome (英国), Thomas Bruckner (德国), Stefan Brunner (德国), Mercedes Bustamante (巴西), Leon Clarke (美国), Felix Creutzig (德国), Shobhakar Dhakal (尼泊尔/泰国), Navroz K. Dubash (印度), Patrick Eickemeier (德国), Ellie Farahani (加拿大/伊朗), Manfred Fischedick (德国), Marc Fleurbaey (法国), Reyer Gerlagh (荷兰), Luis Gómez - Echeverri (哥伦比亚/奥地利), Shree Kant Gupta (印度), Sujata Gupta (印度/菲律宾), Jochen Harnisch (德国), 姜克隽 (中国), Susanne Kadner (德国), Sivan Kartha (美国), Stephan Klasen (德国), Charles Kolstad (美国), Volker Krey (奥地利/德国), Howard Kunreuther (美国), Oswaldo Lucon (巴西), Omar Masera (墨西哥), Jan Minx (德国), Yacob Mulugetta (埃塞俄比亚/英国), Anthony Patt (美国), Nijavalli H. Ravindranath (印度), Keywan Riahi (奥地利), Joyashree Roy (印度), Roberto Schaeffer (巴西), Steffen Schlömer (德国), Karen Seto (美国), Kristin Seyboth (美国), Ralph Sims (新西兰), Jim Skea (英国), Pete Smith (英国), Eswaran Somanathan (印度), Robert Stavins (美国), Christoph von Stechow (德国), Thomas Sterner (瑞典), Taishi Sugiyama (日本), Sangwon Suh (韩国/美国), Kevin Chika Urama (尼日利亚/英国/肯尼亚), Diana Ürge - Vorsatz (匈牙利), David G. Victor (美国), 周大地 (中国), 邹冀 (中国), Timm Zwickel (德国)

撰稿作者:

Giovanni Baiocchi (英国/意大利), Helena Chum (巴西/美国), Jan Fuglestedt (挪威), Helmut Haberl (奥地利), Edgar Hertwich (奥地利/挪威), Elmar Kriegler (德国), Joeri Rogelj (瑞士/比利时), H. - Holger Rogner (奥地利/德国), Michiel Schaeffer (荷兰), Steve Smith (美国), Detlef van Vuuren (荷兰), Ryan Wiser (美国)

本决策者摘要应当按如下方式引用:

IPCC, 2014: 决策者摘要, 出自: 气候变化2014, 减缓气候变化。《政府间气候变化专门委员会《第五次评估报告》第三工作组的报告》[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 和 J.C. Minx (编者)]. 剑桥大学出版社, 英国剑桥和美国纽约。

目录

SPM.1	引言.....	4
SPM.2	减缓气候变化的途径.....	4
SPM.3	温室气体存量和流量趋势及其驱动因子.....	6
SPM.4	可持续发展背景下的减缓路径与措施.....	10
SPM.4.1	长期减缓路径.....	10
SPM.4.2	行业和跨行业的减缓路径与措施.....	17
SPM.4.2.1	跨行业的减缓路径与措施.....	17
SPM.4.2.2	能源供给.....	20
SPM.4.2.3	能源终端使用部门.....	21
SPM.4.2.4	农业、林业和其他土地利用 (AFOLU).....	24
SPM.4.2.5	人类住区、基础设施与空间规划.....	25
SPM.5	减缓政策与体制.....	26
SPM.5.1	行业和国家政策.....	26
SPM.5.2	国际合作.....	30

SPM.1 引言

政府间气候变化专门委员会《第五次评估报告》(AR5)第三工作组的报告评估了有关减缓气候变化的科学、技术、环境、经济和社会方面的文献。本报告以政府间气候变化专门委员会《第四次评估报告》(AR4)第三工作组的报告、《可再生能源与减缓气候变化特别报告》(SRREN)和以前发表的报告为基础,并吸收了后续研究中的新发现。本报告还评估了不同治理层面和不同经济行业的减缓选择,以及不同减缓政策的社会影响,但对任何减缓选择不作特别推荐。

本《决策者摘要》(SPM)沿用了第三工作组报告的结构。内容叙述得到了加色突出的一系列结论的支持,两者结合在一起提供了一份简明摘要。本《决策者摘要》中实质性段落的依据见基础报告的相关章节和《技术摘要》(TS)。这些参考文献的索引在方括号中给出。

如同所有三个工作组的报告,本评估报告中各项发现的确定性程度是基于各作者团队对基础科学认知水平的评价并按置信度的定性水平表述(从很低到很高),并尽可能使用量化的可能性概率(从极不可能到几乎确定)。某一发现有效性的置信度是基于证据的类型、数量、质量和一致性(如数据、对机理的认识、理论、模型、专家判断等)和吻合程度。¹量化衡量某一发现不确定性的概率估值是基于对观测或模拟结果或对两者的统计分析和专家判断。²只要适当,还对各项发现作了事实陈述,而不使用不确定性修饰词。在本摘要各段落中,凡是对某一用黑体字印刷的新发现所给出的信度、证据和一致性术语均适用于该段落中的后续陈述,除非另有其他术语。

SPM.2 减缓气候变化的途径

减缓是一种减少温室气体排放源或增加汇的人为干预手段。减缓以及适应气候变化可共同为实现联合国气候变化框架公约(UNFCCC)第2条所确定的目标做出贡献,即:

“本公约以及缔约方会议可能通过的任何相关法律文书的最终目标是:根据本公约的各项有关规定,将大气中温室气体的浓度稳定在防止气候系统受到危险的人为干扰的水平上。这一水平应当在足以使生态系统能够自然地适应气候变化、确保粮食生产免受威胁并使经济发展能够可持续地进行的时间范围内实现。”

科学发现和其它学科的系统性方法可作为各项气候政策的信息依据。[1.2, 2.4, 2.5, 文框3.1]

¹ 使用下列概括性术语描述现有的证据:证据量有限、中等,或证据确凿;至于吻合程度,则使用以下术语:一致性低、中等或高。用五个修饰词表述置信度水平:很低、低、中等、高和很高,并采用斜体字,如:中等信度。对于某一给定的证据和一致性的陈述,可赋予不同的置信度水平,但是证据的增多、吻合程度的提高则与置信度增加相关。欲了解更多详细内容,请参阅为IPCC《第五次评估报告》主要作者制定的关于采用一致性方式处理不确定性的指导说明。

² 已使用下列术语表示经评估的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%、极不可能的概率为0–1%。还可酌情使用其它术语(多半可能的概率为>50–100%,以及极不可能的概率为0–<5%)。经评估的可能性均采用斜体字印刷,如:很可能。

可持续发展和公平性为评估气候政策奠定了基础，并突显了应对气候变化风险的必要性³。为了实现可持续发展和公平性(包括消除贫困)，有必要限制气候变化的各种影响。与此同时，某些减缓努力可能会削弱为促进可持续发展权利以及为实现消除贫困和公平性所采取的行动。因此，对各项气候政策的全面评估应超出只针对减缓和适应政策的范围，以便更广泛地审查各条发展路径及其各项决定因素。[4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.8]

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。在全球层面，气候变化具有一种集体行动才能解决问题的特征，因为大部分温室气体(GHG)在全球范围内随时间不断累积并混合，而任何行为主体(如个体、社区、公司、国家)的排放可影响其他行为主体⁴。因此，为了有效地减缓GHG排放并解决其他气候变化问题，需要国际合作 [1.2.4, 2.6.4, 3.1, 4.2, 13.2, 13.3]。此外，支持减缓努力的研发可产生知识外溢。国际合作可在知识和环境无害技术的开发、推广和转让方面发挥建设性作用[1.4.4, 3.11.6, 11.8, 13.9, 14.4.3]。

在减缓和适应方面出现了平等、公正和公平问题⁵。各国过去和未来对大气中各种GHG累积的贡献各不相同，而各国还面临不断变化的挑战和国情并具备不同的应对减缓和适应的能力。有证据表明，那些被视为公正的结果可产生更有效的合作。[3.10, 4.2.2, 4.6.2]

气候决策的许多领域涉及价值判断和伦理方面的考虑。这些领域所涉及的范围从需要多大减缓幅度才能防止气候系统受到危险的人为干扰的问题到为减缓或适应选择具体政策[3.1, 3.2]。可利用社会、经济和伦理分析为价值判断提供信息依据并充分考虑各种价值，其中包括人类福祉、文化价值和非人类价值。[3.4, 3.10]

在其他方法中，通常采用经济评估方法为气候政策的设计提供信息依据。用于经济评估的实用工具包括成本效益分析、成本效果分析、多项标准分析和预期效用理论等 [2.5]。这些工具的局限性已有充分的文件记载 [3.5]。基于社会福祉功能的各种道德理论表明：分配权重如果考虑了不同人的不同货币价值观，则应当适用于对利与害的货币衡量 [3.6.1, 文框 TS.2]。鉴于分配加权并非经常应用于比较各种气候政策在某一时间对不同人的影响，因此标准的做法是以贴现形式比较不同时间的影响 [3.6.2]。

气候政策当与其他社会目标相互交叉时，有可能产生“共生效益”或“负面效应”。如果管理完善，这些交叉可加强开展气候行动的基础。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；反之亦然，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 [4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.8]。这些影响可能是相当可观的，虽然有时难以量化，特别是在

³ 见《第五次评估报告》第二工作组报告的决策者摘要。

⁴ 在社会科学中，这被称之为‘全球公域问题’。虽然在社会科学中使用了这一表述，但这对于有关分担努力的现有法律协议或特定标准并无具体影响。

⁵ 于这些概念的说明，见FAQ 3.2。有关公正的哲学等文献能够阐明这些问题 [3.2, 3.3, 4.6.2]。

福利方面 [3.6.3]。这种多目标视角之所以重要，部分原因是它有助于确定那些将大力支持推进多目标政策的领域 [1.2.1, 4.2, 4.8, 6.6.1]。

考虑多种风险和不确定性可为气候政策的制定提供信息依据，但其中一些风险和不确定性是难以测量的，尤其是那些低概率但如果发生却有可能造成重大影响的事件。自AR4以来，科学文献已审查了与气候变化、适应战略和减缓战略有关的各种风险。要准确地估计减缓带来的各种效益，则需充分考虑气候变化可能造成的所有影响，其中包括那些具有重大后果但发生概率低的影响。否则可能会低估减缓带来的各种效益(高信度)[2.5, 2.6, 文框3.9]。各种减缓行动的选择还受到许多社会经济变量中各种不确定性的影响，其中包括经济增长速度和技术演变(高信度)[2.6, 6.3]。

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政策的设计产生影响。人们通常使用各种简化的决策规则，诸如对现状的偏好。不同个体和组织的风险规避程度和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[2.4]。借助于正式方法，通过充分考虑自然系统、社会经济体系和技术系统中存在的各种风险和不确定性以及各种决策过程、感知水平、价值观和财富观，则可改进政策设计 [2.5]。

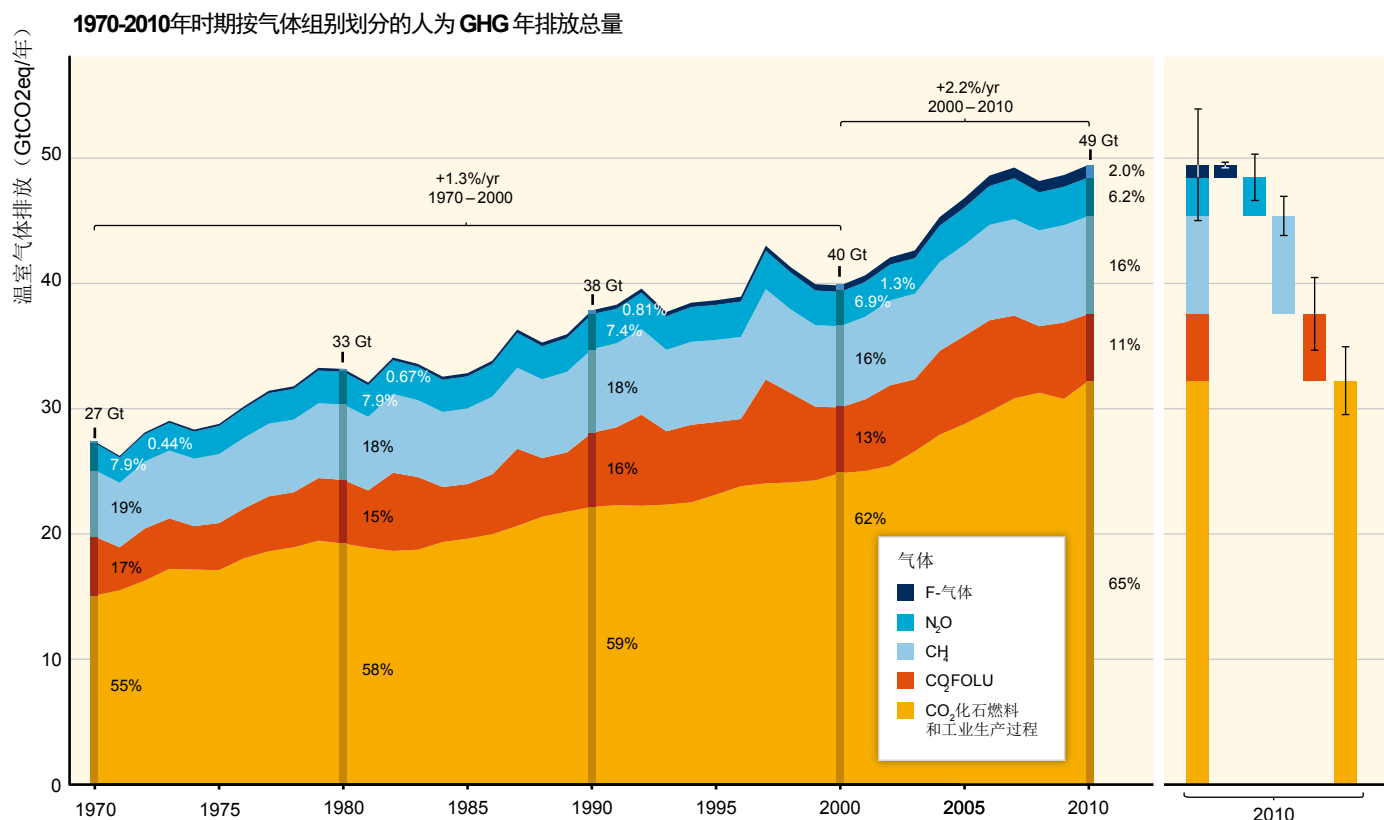
SPM.3 温室气体存量和流量趋势及其驱动因子

在1970至2010年时期，人类活动引起的温室气体排放总量已持续增加，而较大的绝对十年期增量的出现时间靠近这一时期的末端(高信度)。虽然减缓气候变化政策的数量不断增加，但与1970至2000年时期每年增加0.4 GtCO₂当量(1.3%)排放量相比，2000至2010年时期GHG年排放量每年平均增加了10亿吨二氧化碳当量(GtCO₂当量)(2.2%)(图SPM.1)^{6, 7}。在2000至2010年期间人为GHG排放总量为人类历史中的最高值并于2010年到达了49(±4.5) GtCO₂当量/年。2007/2008年的全球经济危机只暂时减少了排放。[1.3, 5.2, 13.3, 15.2.2, 文框TS.5, 图15.1]

源自化石燃料燃烧和工业流程的CO₂排放对1970至2010年时期温室气体排放总增加量的贡献率大约为78%，而对于2000至2010年时期也有类似的贡献率(高信度)。2010年，与化石燃料有关的CO₂排放量达到了32(±2.7) GtCO₂/年，在2010年和2011年间进一步增加了大约3%，并在2011年和2012年间增加了大约1% - 2%。2010年人为GHG排放总量为49(±4.5) GtCO₂当量/年，其中CO₂依然是主要的人为GHG，占2010年人为排放总量的76%(38±3.8 GtCO₂当量/年)。16%(7.8±1.6 GtCO₂当量/年)来自甲烷(CH₄)，6.2%(3.1±1.9 GtCO₂当量/年)来自一氧化二氮(N₂O)，2.0%(1.0±0.2 GtCO₂

⁶ 在通篇SPM中，从IPCC《第二次评估报告》起均按100年时间尺度的全球增温潜势(GWP100)对各种GHG排放进行加权。在评估不同排放的各种后果过程中，所有度量均有局限性和不确定性。[3.9.6, 文框TS.5, 附件II.9, WGIAR5 SPM]

⁷ 在本SPM中，使用90%的不确定性区间报告历史GHG排放数据中的不确定性，除非另有说明。在整个文件中，GHG排放水平采用四舍五入的方式保留两位有效数字；所以四舍五入可能会导致总量出现较小的差别。



图SPM.1 | 1970-2010年时期按气体组别划分的人为GHG年排放总量(GtCO₂当量/年)：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8(F-气体)。在2010年GHG排放图的右侧再次标出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。正如第5章所述，人为GHG排放总量的不确定性是根据各单一气体估值计算的 [5.2.3.6]。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。从IPCC《第二次评估报告》起，均按GWP100将各排放量换算成CO₂当量。正如本报告第11章所述，FOLU的排放数据代表源于森林火灾、泥炭火灾、泥炭腐烂的陆地CO₂排放量，相当于来自FOLU的CO₂净通量。在括号中给出了不同时期的平均年增长率。[图 1.3，图 TS.1]

当量/年)来自各种含氟气体(图 SPM.1)。自1970年以来，每年大约25%的人为GHG排放是非CO₂气体⁸。

在1750年至2010年期间人为CO₂累计排放量中大约有一半发生在过去40年(高信度)。1970年，自1750年以来源于化石燃料的燃烧、水泥生产和空烧的CO₂累积排放量为420±35 GtCO₂；2010年，上述累积排放总量已增加三倍，增至1300±110 GtCO₂。自1750年以来源于林业和其他土地利用(FOLU)⁹的CO₂累积排放量从1970年的490±180 GtCO₂增至2010年的680±300 GtCO₂。[5.2]

⁸ 在本报告中，关于非CO₂温室气体(包括氟化气体)的资料取自EDGAR资料库(附录II.9)，这些资料库中包括《京都议定书》第一承诺期中纳入的物质。

⁹ 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与人类直接引起的土地利用、土地利用变化和林业活动有关，但不包括农业的排放和清除(见WGIII AR5术语表)。

在2000年至2010年期间，人为GHG年排放量已增加了10GtCO₂当量，而这一增加量直接来自于能源供应(47%)、工业(30%)、交通运输(11%)和建筑(3%)等行业(中等信度)。考虑进间接排放可使建筑行业 and 工业的贡献率有所提升(高信度)。自2000年以来，AFOLU除外，所有行业的GHG排放量已经并仍在增加。2010年的GHG排放量为49(±4.5) GtCO₂当量，其中能源供给行业排放了35%(17 GtCO₂当量)，AFOLU排放了24%(12 GtCO₂当量，净排放量)，工业排放了21%(10 GtCO₂当量)，交通运输行业排放了14%(7.0 GtCO₂当量)，而建筑业排放了6.4%(3.2 GtCO₂当量)。当将来自发电和产热的排放量划归于使用最终能源(即间接排放)的行业时，工业和建筑业在GHG排放总量中所占的份额分别增至31%和19%(图 SPM.2)。[7.3, 8.2, 9.2, 10.3, 11.2]

在全球范围内，经济和人口的增长继续成为因化石燃料燃烧导致CO₂排放增加的最重要的两个驱动因子。在2000年至2010年期间，人口增长的贡献率仍然保持在与前30年大致相同的水平，而经济增长的贡献率已急剧上升(高信度)。在2000年至2010年期间，这两个驱动因子均超过了因改进能源强度所达到的减排速度(图 SPM.3)。相对于其他能源，煤用量的增加已逆转了全世界能源供给逐渐实现去碳化的长期趋势。[1.3, 5.3, 7.2, 14.3, TS.2.2]

若不为减少GHG排放付出更多努力而停留在目前已有的努力上，那么可以预计受全球人口增长和经济活动驱动的排放将持续增加。一些基线情景(即那些不采取更多减缓措施的情景)得出的结果是：与工业时代前水平¹⁰(范围基于气候响应中值；将气候不确定性纳入后的温度区间为2.5°C至7.8°C，见表SPM.1)¹¹相比，2100年的全球平均地表温度将从3.7°C升至4.8°C(高信度)。为本次评估收集的各种排放情景可代表所有辐射强迫，其中包括GHG、对流层臭氧、气溶胶和反射度变化。一些基线情景(那些对限制排放没有明显付出更多努力的情景)表明：到2030年排放浓度将超过百万分之450(ppm) CO₂当量，并且到2100年将达到750 ppm至1300 ppm CO₂当量以上的CO₂当量浓度水平。这类似于在RCP 6.0和RCP 8.5浓度路径之间的2100年大气浓度水平区间¹²。为比较起见，根据估算，2011年的CO₂当量浓度为430 ppm(不确定性区间为340–520 ppm)¹³。[6.3, 文框 TS.6; WGI AR5 图 SPM.5, WGI 8.5, WGI 12.3]

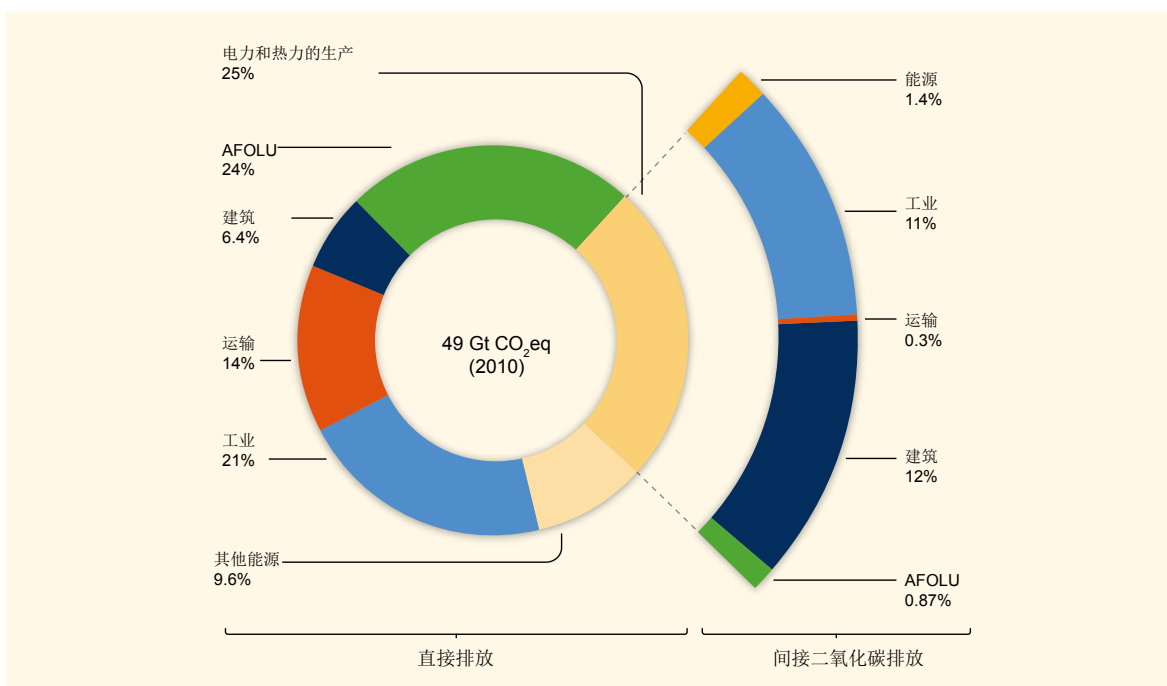
¹⁰ 根据现有的最长全球地表温度数据集，已观测到的在1850 - 1900时期平均值与AR5的基准期(1986–2005)的平均值之间的变化为0.61°C(5%–95%信度区间：0.55°C至0.67°C)[WGI AR5 SPM.E]，在本报告中该变化值用作自工业化时代之前时期(称为1750年之前时期)以来全球平均地表温度变化的近似值。

¹¹ 正如表SPM.1所述，气候的不确定性体现在气候模式计算结果的第5至第95百分位。

¹² 为了这次评估，从世界各地的综合模拟团队公开征集到大约300个基线情景和900个减缓情景。这些情景是对‘代表性浓度路径’(RCP，见WGIII AR5的术语表)的补充。各RCP情景是根据其2100年总辐射强迫相对于1750年的近似值而确定的：对于RCP2.6情景，该值为每平方米2.6瓦(W/m²)，对于RCP4.5情景，该值为4.5 W/m²，对于RCP6情景，该值为0.6 W/m²，对于RCP8.5情景，该值为8.5 W/m²。与上述四个RCP相比，为本次评估征集的情景涵盖了范围略微更宽的2100年浓度区间。

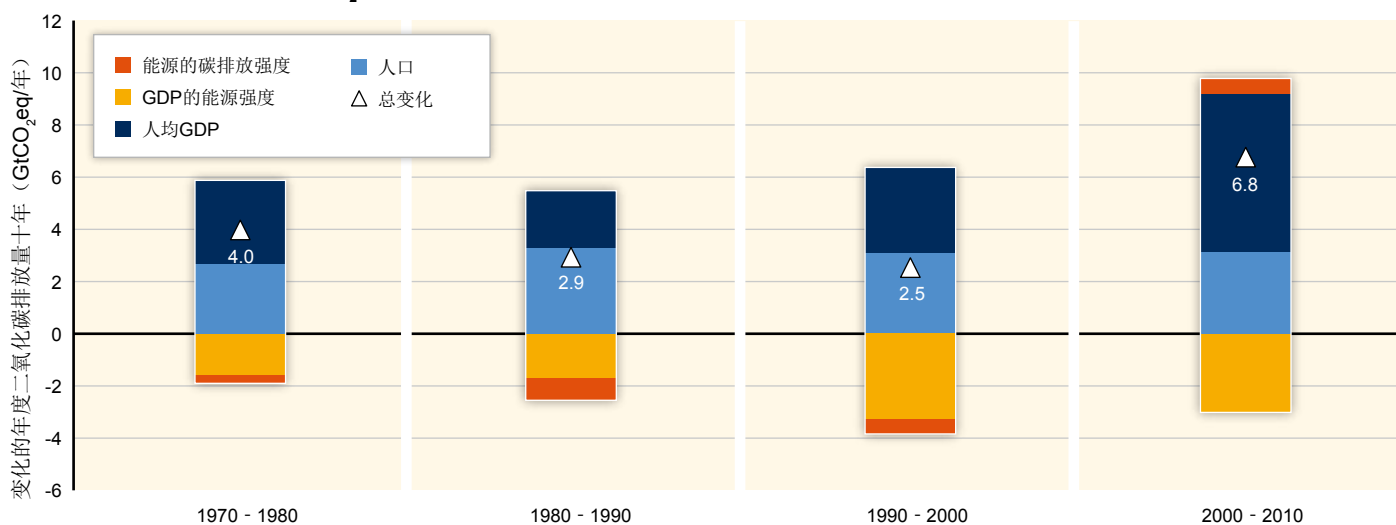
¹³ 该值是基于第一工作组对2011年总人为辐射强迫的评估(相对于1750年)，即2.3 W/m²，不确定性区间为1.1至3.3 W/m²。[WGI AR5 图SPM.5, WGI 8.5, WGI 12.3]

按经济行业划分的人为GHG排放总量



图SPM.2 按经济行业划分的人为GHG排放总量(GtCO₂当量/年)。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)。右侧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 [A.II.9.1]。正如本报告第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》起,均按GWP100将各排放量换算成CO₂-当量。关于行业定义见附件II.9。[图 1.3a, 图 TS.3 a/b]

全球化石燃料燃烧排放CO₂总量十年期变化分解图



图SPM.3 按四个驱动因子(人口、人均收入(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/年)为单位衡量每年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。[图 1.7]

SPM.4 可持续发展背景下的减缓路径与措施

SPM.4.1 长期减缓路径

有多个情景可提供一系列技术和行为选择，每种选择的特征和对可持续发展的影响各不相同，但与不同的减缓水平相一致。

为了本次评估，建立了一个基于已公布综合模型的数据库，所征集到的大约900个减缓情景均放入其中¹⁴。这一减缓情景的区间涵盖了2100年从430 ppm CO₂当量到720 ppm以上CO₂当量的大气浓度水平，而这一区间又与RCP 2.6和RCP 6.0之间2100年的强迫水平具有可比性。还对超出这一区间的情景作了评估，其中包括2100年浓度低于430 ppm CO₂当量的一些情景(对这些情景的讨论情况可见下文)。这些减缓情景涉及广泛的技术、社会经济和体制轨迹，但存在各种不确定性和模型的局限性，而且有可能出现超出这一区间的发展情况(图 SPM.4，上图)。^[6.1, 6.2, 6.3, TS.3.1, 文框 TS.6]

如按2100年大约450 ppm CO₂当量大气浓度描述各类减缓情景，则在这些情景中相对于工业时代前水平因人为GHG排放引起的温度变化可能保持在低于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度变化限制在不超过工业时代前水平的2°C，除非这些情景在2100年前暂时“排放超过”约530ppm CO₂当量浓度水平，在这种情况下它们或许可能达到上述目标¹⁵。到2100年达到530-650ppm CO₂当量浓度的情景多半不可能将温度变化控制在不超过工业时代前的2°C。到2100年达到650ppm CO₂当量浓度的情景不可能将温度变化限制在不超过工业时代前水平的2°C。升温多半可能不超过工业时代前水平1.5°C的情景的特征是到2100年CO₂当量浓度低于430 ppm。这些情景中的温度在本世纪达到峰值，继而下降。关于其他温度变化水平的概率陈述可参见表SPM.1。^[6.3, 文框 TS.6]

凡到2100年达到大约450 ppm CO₂当量大气浓度(与相对于工业时代前水平将温度变化保持在2°C以下的可能几率相一致)的情景均包括到本世纪中叶通过大规模改变能源系统和潜在的土地利用大幅度削减人为GHG排放。(高信度)。到2100年达到这些浓度的情景有如下特征：2050年全球GHG排放低于2010年，全球范围内低40%-70%¹⁶，2100年排放水平接近0GtCO₂当量或更低。在到2100年达

¹⁴ 第三工作组评估的长期情景主要是由大尺度综合模型生成的，这些模型可对本世纪中叶乃至更长时期的各减缓路径的许多重要特征作出预估。这些模型可将许多重要的人类系统(如能源、农业和土地利用、经济等)与各种与气候变化相关的物理过程(如碳循环等)联系起来。这些模型可大致估算出具有成本效益的解决途径，而这些途径可把取得减缓成果所需的各项累计经济成本降至最低，除非其是专门限于其他用途的模型。这类模型可以简化、程式化的方式表示高度复杂的和真实世界的各种过程，而由这些模型产生的各种情景是基于对通常为世纪时间尺度的重要事件和驱动因子而作的不确定预估。各种假设中的简化处理和差异恰好说明了为什么不同模型或不同版本的同一个模型生成的结果可能各不相同的原因所在，而所有模型的预估结果可能与所展现出来的现实有相当大的差异。^[文框TS.7, 6.2]

¹⁵ 减缓情景，包括那些到2100年达到或高于约550 ppm CO₂当量浓度的情景，可以暂时“超过”大气CO₂当量浓度水平，之后降至更低水平。这种浓度超排允许短期内的减排力度相对较弱，但是在长期需要更快更大幅度的减排量。超排加大了超过任何给定温度目标的概率。^[6.3, 表SPM.1]

¹⁶ 该范围与AR4中一个类似的浓度类别的范围(比2000年低50%-85%，仅对CO₂而言)有所不同。这种不同的一个原因在于本报告评估的情景远远多于AR4评估的情景，同时考虑了所有GHG。另外，很大部分的新情景包括二氧化碳清除(CDR)技术(见下文)。其他因素包括使用2100年的浓度水平而非稳定水平，并将参照年从2000年改为2010年。2050年排放水平更高的情景的特征是在本世纪中叶之后更加依赖CDR技术。

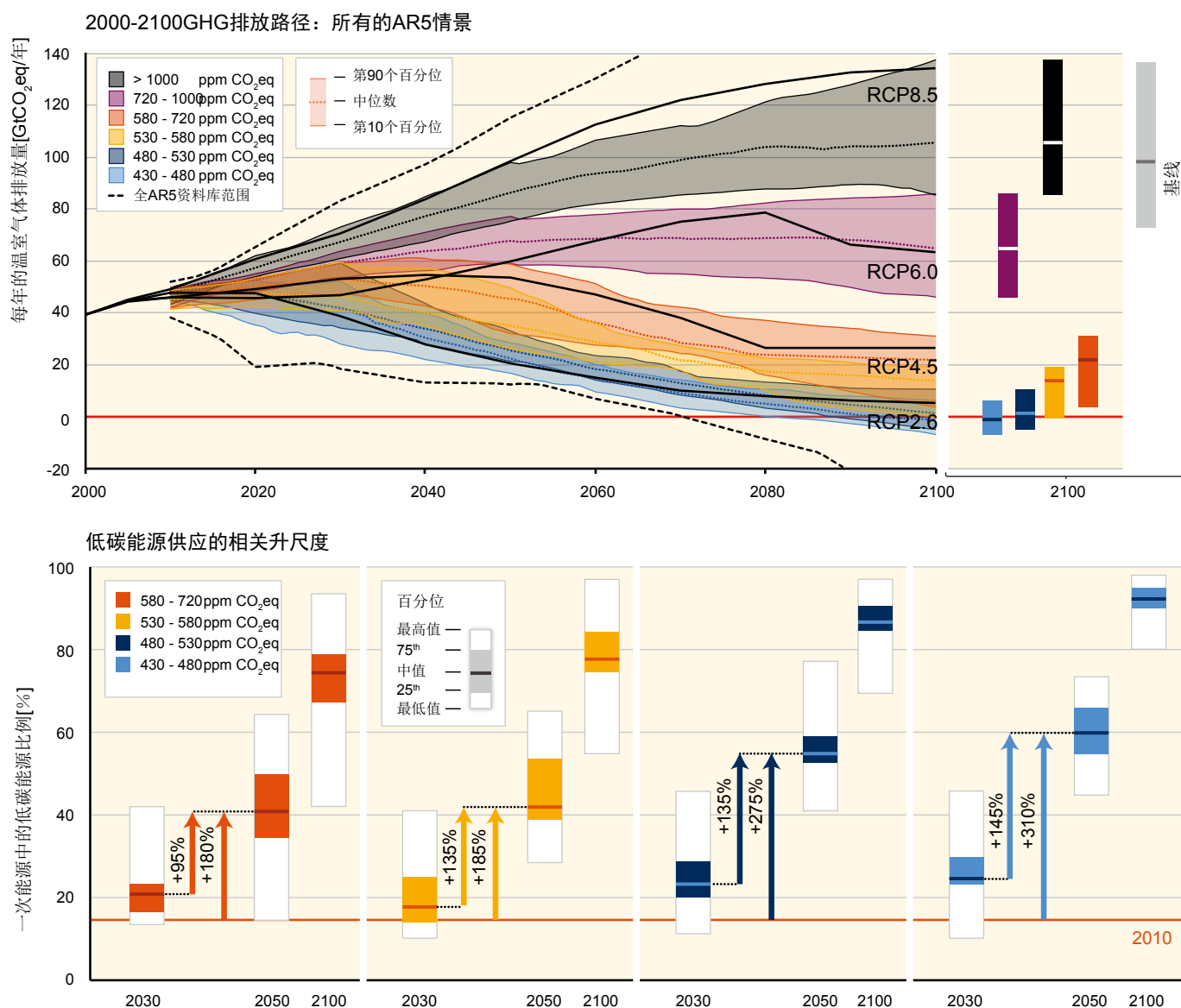


图 SPM.4 | 不同长期浓度水平下基准情景和减缓情景中的全球GHG排放(GtCO₂eq/年)路径(上图)[图6.7]，以及在减缓情景中，到2030、2050和2100年(相对于2010年水平)相应的低碳能源规模扩大需求(占一次能源的百分比)(下图)[图7.16]。上下两图均不包括考虑了技术具备程度有限的情景，下图还排除了假设有限技术可用性和外源性碳价轨迹的情景。关于二氧化碳当量排放和二氧化碳当量浓度的定义请见WGIIIAR5词汇表。

到500 ppm CO₂当量的情景中，2050年的全球排放水平比2010年低25%至50%。在到2100年达到约550 ppm CO₂当量的情景中，2050年全球排放水平范围要比2010年高5%，但比2010年低45%（表SPM.1）。达到约450 ppm CO₂当量的情景中从全球层面上看有如下特征：能效的提高更快，到2050年可再生能源、核能，以及使用二氧化碳捕集和存储(CCS)的化石能源或使用CCS的生物能源(BECCS)所供给的零碳或低碳能源占比翻两番或接近三番(图SPM.4中的下图)。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。所有这些排放、能源和土地利用方面的变化因区域不同而不同¹⁷。达到更高浓度水平的情景包括相似的变化，但是发生变化的时间更晚。另一方面，达到更低浓度水平的情景要求变化更快发生。[6.3, 7.11]

凡在2100年达到大约450 ppm CO₂当量的减缓情景一般会暂时超出大气浓度值，许多在2100年达到约500 ppm至约550 ppm CO₂当量的情景也是这样。超出大气浓度值的情景一般倚赖在本世纪后半叶生物能源、碳捕获和地质封存(BECCS)的具备程度和普遍推广利用以及造林，但具体结果取决于超出大气浓度值的水平。上述以及其他二氧化碳清除(CDR)技术和方法的具备程度和规模是不确定的，而CDR技术和方法在不同程度上与面临的各种挑战和风险相关(见SPM 4.2节)¹⁸(高信度)。在许多未超标情景中也普遍考虑了CDR，以便补偿那些减缓成本高昂的领域的剩余排放。对于大规模使用BECCS、大范围造林和其他CDR技术和方法的潜力还不确定。[2.6, 6.3, 6.9.1, 图6.7, 7.11, 11.13]

根据坎昆承诺估算的2020年全球GHG排放水平与低成本、高成效的长期减缓轨迹不具一致性，而相对于工业时代前水平长期减缓轨迹至少或许可能将温度变化限制在2°C以内(2100年的浓度为约450至约500 ppm CO₂当量浓度)，但是这些减缓轨迹并不排除实现这一目标的选择(高信度)。如果要实现此目标，需要2020年以后进一步大幅减排。坎昆承诺基本上与那些具有成本有效、可将温度控制在不超过工业时代前水平3°C的情景相一致。[6.4, 13.13, 图TS.11]

如果排除目前已采取的努力，将减缓努力拖延到2030年预计会大大增加转型到长期低排放水平的难度，同时缩小了为维持温度变化不超过相对于工业时代前水平2°C的备选方案范围(高信度)。对于那些至少或许可能保持在低于将温度控制在不超过工业时代前水平2°C的具有成本有效的减缓情景(2100年浓度在约450-约500 ppm CO₂当量)来说，其典型特征是2030年GHG排放大约为30 GtCO₂当量到50 GtCO₂当量(图SPM.5中的左图)。2030年GHG排放高于55 GtCO₂当量的情景特征如下：在2030-2050年减排速率大幅提高(图SPM.5中的中图)；该时段低碳能源规模扩展加速(图SPM.5中的右图)；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SPM.2, 橙色段)。由于这些增加的减排挑战，许多2030年GHG年排放高于55 GtCO₂当量的模型不能产生达到

¹⁷ 在国家层面，当调整是反映了各国和地方愿景，是为了根据国情和国家重点实现可持续发展时，这种调整就被认为是最有效的 [6.4, 11.8.4, WGII AR5 SPM]。

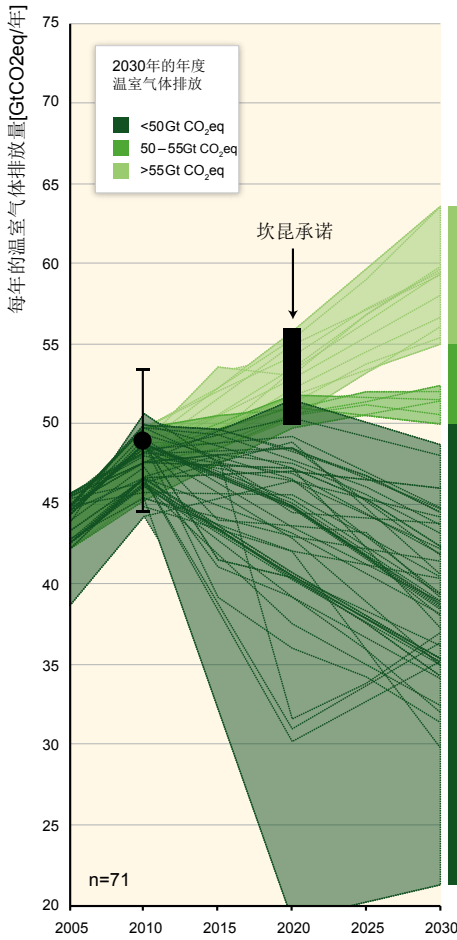
¹⁸ 第一工作组认为，CDR方法的潜力在全球尺度上存在生物地球化学和技术方面的局限性。目前缺乏足够的知识来量化多少CO₂排放在一个世纪的时间尺度内可以被部分抵消。CDR方法在全球尺度上有副作用，并可产生长期影响。[WGI AR5 SPM.E.8]

表 SP.M.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。列出了所有参数在情景中的第10至第90百分位^{1, 2}。[表6.3]

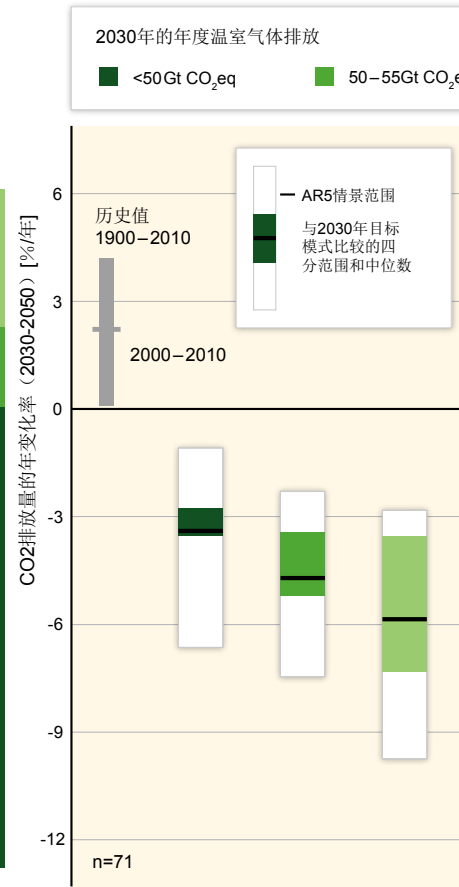
2100年CO ₂ 当量浓度 (ppm CO ₂ eq) 情景标识 (浓度范围) ⁹	子类别情景	RCP5 的相对位置 ⁵	累积CO ₂ 排放 ³ (Gt CO ₂)		相对于2010年的CO ₂ 当量排放变化 (%) ⁴		温度变化(相对于1850-1900) ^{5, 6}				
			2011-2050	2011-2100	2050	2100	2100年温度变化(°C) ⁷	21世纪保持低于温度水平的可能性 ⁸			
								1.5°C	2.0°C	3.0°C	4.0°C
< 430	仅有少数个别模式研究探索了低于430 ppm CO ₂ 当量的水平										
450 (430-480)	总范围 ^{1, 10}	RCP2.6	550-1300	630-1180	-72 to -41	-118 to -78	1.5-1.7 (1.0-2.8)	多半不可能	可能	可能	可能
500 (480-530)	未出现超过530 ppm的CO ₂ 当量		860-1180	960-1430	-57 to -42	-107 to -73	1.7-1.9 (1.2-2.9)	多半可能	多半可能		
	出现超过530 ppm的CO ₂ 当量		1130-1530	990-1550	-55 to -25	-114 to -90	1.8-2.0 (1.2-3.3)		或许可能		
550 (530-580)	未出现超过580 ppm的CO ₂ 当量		1070-1460	1240-2240	-47 to -19	-81 to -59	2.0-2.2 (1.4-3.6)		多半可能		
	出现超过580 ppm的CO ₂ 当量		1420-1750	1170-2100	-16 to 7	-183 to -86	2.1-2.3 (1.4-3.6)				
(580-650)	总范围	RCP4.5	1260-1640	1870-2440	-38 to 24	-134 to -50	2.3-2.6 (1.5-4.2)	不可能 ¹¹	不可能		
(650-720)	总范围		1310-1750	2570-3340	-11 to 17	-54 to -21	2.6-2.9 (1.8-4.5)				
(720-1000)	总范围	RCP6.0	1570-1940	3620-4990	18 to 54	-7 to 72	3.1-3.7 (2.1-5.8)			多半不可能	
> 1000	总范围	RCP8.5	1840-2310	5350-7010	52 to 95	74 to 178	4.1-4.8 (2.8-7.8)	不可能 ¹¹	不可能	多半不可能	

- 430-480 ppm CO₂当量情景中的“总范围”与表 6.3 包含的这些情景的子类别情景的第10至第90百分位是对应关系。
- 基线情景(见SP.M.3)分为 >1000 ppm CO₂当量和750-1000 ppm CO₂当量两类。后一类也包括减缓情景。后一类的基线情景在2100年温度比工业时代前水平高2.5-5.8°C。再加上>1000 ppm CO₂当量的基线情景类别，这导致两个浓度类别下的基线情景中，2100年温度范围为2.5-7.8°C(范围基于气候响应中值：3.7-4.8°C)。
- 对于此处评估的累积CO₂排放估值和WG1中的估值的对比，1870年到2011年已经排放了515[445-585] GtC (1890 [1630-2150] GtCO₂) [WG1 12.5节]。注意此处给出了不同时段(2011-2050和2011-2100)的累积排放，而WG1中的累积排放显示的是各RCP(2012-2100)的总兼容排放量，或低于给定的温升目标下、一定的可能性范围内剩余的总兼容排放量。[WG1表SP.M.3, WG1 SPM.E.8]
- 2010年全球排放量比1990年高31%(与本报告中的历史GHG排放估值一致)。CO₂当量排放包括京都议定书规定的一揽子气体排放(二氧化碳、甲烷、氧化亚氮和含氟气体)。
- WGIII中的评估涉及大量在科学文献中发表的情景，因此不局限于RCP。为了评估这些情景的CO₂当量浓度和气候影响，在概率模态中使用MAGICC模式(见附件II)。WG1第12.4.1.2、WG1 12.4.8和6.3.2.6节介绍了MAGICC模式结果和WG1中的模式结果两者的对比。与WG1 SPM表.2之所以有出入是因为参照年份(此处为1986-2005对比1850-1900)不同、报告年(此处为2081-2100对比2100)的不同、模拟的构建(CMIP5的浓度驱动与此处为MAGICC的排放驱动的对比)，以及更广泛的情景(WG1是RCP，而此处为WGIII AR5情景数据库中的完整情景)。
- 在报告提到了2100年的温度变化，但与WGIII AR4中报告的平衡增温无法直接相比较[第3章，表3.5]。对于2100年温度估值，瞬时气候响应(TCR)是最相关的系统属性。MAGICC下假设的TCR的90%的不确定性范围是1.2-2.6°C(中值 1.8°C)。相比之下，CMIP5[WG1 9.7]下TCR的90%的不确定性范围是1.2-2.4°C，可能的范围估算是1-2.5°C，这是根据IPCC AR5 WG1 报告中的多条证据链得出的[第12.5节中的文框12.2]。
- 给出了2100年的温度变化，旨在进行MAGICC计算的中值估算，这一数据表明了每个类别中不同情景的排放途径的差异。圆括号中的温度变化范围也包括MAGICC模式呈现的碳循环和气候系统不确定性[详见6.3.2.6]。计算与1850-1900参照年相比的温度采用了所有相对于1986-2005年的预估增温数据，同时加上1986-2005年比1850-1900年增加的0.61°C，基础还是HadCRUT4的数据[见 WG1 表 SPM.2]。
- 此表中评估的依据是使用MAGICC计算得到的、用于WGIII全部情景的概率，以及WG1对那些气候模式未涉及的温度预估不确定性的评估。因此这些可能性情况的陈述与WG1中的一致，而后者是基于CMIP5运行的RCP和经评估的不确定性。因此，可能性情况反映了来自两个工作组的不同证据链。第一工作组的这种方法也应用于在无法使用CMIP5来运行的中等浓度水平的情景。可能性的陈述仅仅具有指示性[6.3]，大量采纳了WG1 SPM中使用在温度预估情况下的术语：可能66%-100%，多半可能>50%-100%，或许可能约为33%-66%，不可能0-33%。另外也使用多半不可能0-50%。
- CO₂当量浓度代表所有温室气体的辐射强迫，包括卤化气体、对流层臭氧、以及气溶胶和反照率的变化(基于简单碳循环/气候模式MAGICC下的总强迫计算得到的)。
- 该类别中的绝大部分情景出现过排放超过480 ppm CO₂当量浓度的类别边界。
- 该类情景中，所运行的CMIP5 (WG1 AR5:第12章，表12.3)以及所完成的MAGICC (6.3)均没有低于各自的温度水平。然而，给出了一个“不可能”这样的水平，旨在反映当前气候模式可能无法反映的不确定性。
- 580-650 ppm CO₂当量类别中的情景既包括浓度超排情景，也包括类别上端的浓度未超排情景(如RCP4.5)。总的来说，估算后一类情景温度多半不可能超过2°C，而前一类大都估算不可能超过该水平。

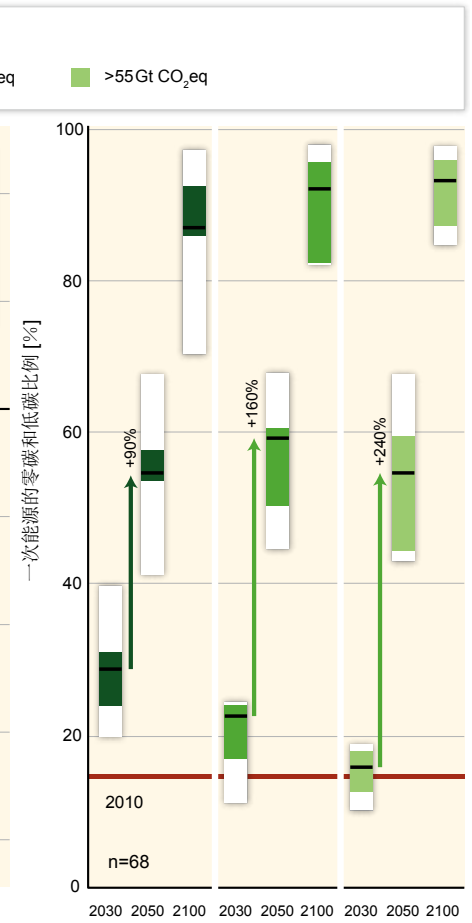
到2030年的GHG排放路径



不同的 2030 年 GHG 排放水平对 2030-2050 年年均二氧化碳减排率的影响



不同的 2030 年 GHG 排放水平对低碳能源升级的影响



图SPM.5 | 到2100年达到约450-500 (430-530) ppm CO₂当量浓度的减排情景下，不同的2030年GHG排放水平(左图)对2030-2050年所需的CO₂减排率(中图)和2030-2050年及2100年低碳能源规模扩展(右图)速度的影响。按照到2030年的不同排放水平对这些情景进行了分组(按不同深浅的绿色表示)。左图显示了导致2030年达到这样排放水平的GHG排放路径(GtCO₂当量/年)。黑色柱状条显示了坎昆承诺中GHG排放量不确定性的估算范围。中图显示了2030-2050年年均CO₂减排率。该图将各情景的中值区间和四分位区间进行了对比，有具有2030年明确中期目标、近期作过模式间对比的情景，也有WGIIIAR5情景数据库中的一系列情景。1990-2010年历史排放年变化率(持续时间为20年)以及2000-2010年平均年排放变化率用灰色表示。右图中的箭头显示在不同2030年GHG排放水平下，2030-2050年零碳和低碳能源供给规模扩大的程度。零碳和低碳能源供给包括再生能源、核能、使用二氧化碳捕集和存储(CCS)的化石能源或使用CCS的生物能源(BECCS)。注：仅显示使用基础模式(默认技术假设)的完整、未受限制的减缓技术组合情景。不包括大规模的净负全球排放(>20 GtCO₂当量/年)的情景、有外源性碳价假设的情景和2010年排放显著偏离历史范围的情景。右边的图只包括68个情景，因为在图中的71个情景中，3个没有报告计算零碳和低碳能源比例所需的初次能源的一些子类[图6.32和7.16, 13.13.1.3]

表SPM.2 | 假设特定技术具备程度有限、进一步减缓遭到推延，从而导致成本有效情景中全球减缓成本增加和估算成本增加。此表中显示的成本估算未考虑气候变化减缓的效益和减缓的共生效益和副作用。绿色栏显示了2030年、2050年和2100年(绿色)的消费量损失及100年年化消费增长减少(浅绿色)，这是在相对于具有成本效益而没有气候政策的基线发展情景下的情况。¹橙色栏显示了相对于成本有效情景，本世纪贴现成本²的百分比增长；在这类情境中，相对于默认技术假设而使技术受到限制。³蓝色栏显示了2030–2050和2050–2100时期内减缓成本的增加(相对于有即刻减缓行动的情景)，这是因为减缓工作进一步推延到2020年或2030年造成的。⁴进一步减缓推延的情景的分组依据为2030年排放水平小于或大于55 GtCO₂当量，及2100年两个浓度范围((430–530 ppm CO₂当量 和 530–650 CO₂当量)。所有图表中，情景集合的中值不在圆括号内显示，情景集合的第16和第84百分位之间的范围在圆括号内显示，集合中全部情景的数量在方括号中显示。⁵[图 TS.12, TS.13, 6.21, 6.24, 6.25, 附录II.10]

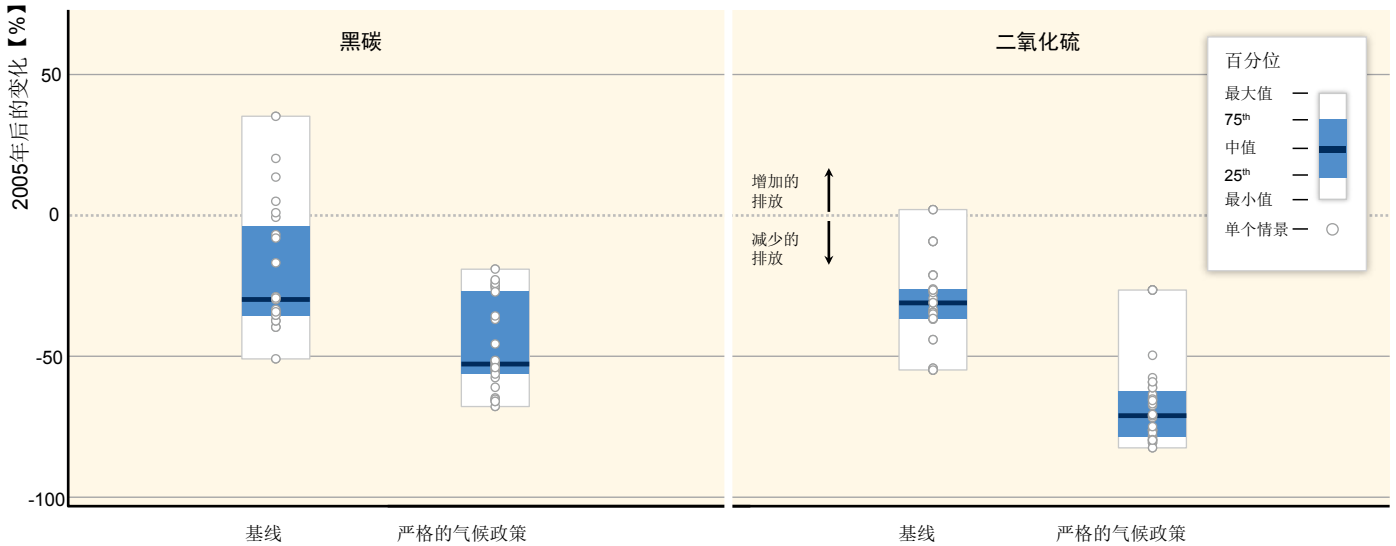
	成本有效的实施情景中的消费量损失 ¹				技术具备程度有限的情景中总贴现减缓成本的增加幅度				到2030年拖延额外减缓而造成的中长期减缓成本的增加幅度			
	[% 相对于基线情景的消费量减少]			[年消费增长率减少百分比]	[相对于即刻减缓的减缓成本增加%]				[相对于即刻减缓的减缓成本增加%]			
2100年 浓度 (ppmCO ₂ 当量)	2030	2050	2100	2010–2100	没有CCS	核能逐步淘汰	太阳能/风能有限	生物能源有限	≤55 GtCO ₂ eq		>55 GtCO ₂ eq	
									2030–2050	2050–2100	2030–2050	2050–2100
450 (430–480)	1.7 (1.0–3.7) [N: 14]	3.4 (2.1–6.2)	4.8 (2.9–11.4)	0.06 (0.04–0.14)	138 (29–297) [N: 4]	7 (4–18) [N: 8]	6 (2–29) [N: 8]	64 (44–78) [N: 8]	28 (14–50) [N: 34]	15 (5–59)	44 (2–78) [N: 29]	37 (16–82)
500 (480–530)	1.7 (0.6–2.1) [N: 32]	2.7 (1.5–4.2)	4.7 (2.4–10.6)	0.06 (0.03–0.13)	N/A	N/A	N/A	N/A				
550 (530–580)	0.6 (0.2–1.3) [N: 46]	1.7 (1.2–3.3)	3.8 (1.2–7.3)	0.04 (0.01–0.09)	39 (18–78) [N: 11]	13 (2–23) [N: 10]	8 (5–15) [N: 10]	18 (4–66) [N: 12]	3 (–5–16) [N: 14]	4 (–4–11)	15 (3–32) [N: 10]	16 (5–24)
580–650	0.3 (0–0.9) [N: 16]	1.3 (0.5–2.0)	2.3 (1.2–4.4)	0.03 (0.01–0.05)	N/A	N/A	N/A	N/A				

¹ 成本有效的情景假设，所有国家即刻采取减缓行动，全球碳价单一，并且对相对于模式的默认技术假设的技术不施加额外限制。
² 2015–2100年期间消费量损失的净现值占基线消费的百分比(来自总体平衡模型的情景)和减排成本占基线GDP的百分比(来自部分平衡模式的情景)的百分比增量，每年的贴现率为5%。
³ 没有CCS：这些情景未考虑CCS。逐步淘汰核能：除了在建核电厂外，不新建核电厂。运行现有核电厂直至其报废。太阳能/风能有限：这些情景下的任意一年中，太阳能和风能最多产生全球20%的电力。生物能源有限：全球现代生物能源供给最多为100EJ/年(2008年用于产热、发电、热电联产和工业的现代生物能源约为18EJ/年 [11.13.5])。
⁴ 2030–2050和 2050–2100时段内未贴现减缓成本总额增长百分比。
⁵ 该范围由囊括情景集合的第16至第84百分位的中央情景确定。只包括了时间范围达到2100年的情景。一些包括在2100年浓度水平高于530 ppm CO₂当量的成本范围内的模式不能产生相应的情景，在这些情景中，2100年浓度水平低于530 ppm CO₂当量，并假设技术具备程度有限或进一步减缓被推延。

一定大气浓度水平的情景，而这种水平或许可能使相对于工业时代前水平的温度变化保持在2°C以下。[6.4, 7.11, 图 TS.11, 图 TS.13]

对减缓的累计经济成本的估算结果迥然不同，而且此类估算结果对模式的设计和假设、以及对情景的规定(包括对各类技术的界定和采取减排行动的时机)高度敏感(高信度)。一些情景假设世界上所有国家会即刻减排，全球只有单一碳价，所有关键技术均可用。这些情景被视作成本有效的基准，用以估算宏观经济减缓成本(表SPM.2，黄色段)。在这些假设下，在2100年达到450 ppm CO₂当量大气浓度水平的减缓情景会丧失全球消费量-包括气候变化减缓的效益和减缓的共生效益和副作用

减缓气候变化对空气质量的协同效益
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SPM.6 | 相对于2005年(0=2005年的水平)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，结果是到2100年大气二氧化碳当量浓度水平达到450到500(430-530)ppm相一致的。[图 6.33]

用¹⁹-2030年为1%-4%(中值: 1.7%), 2050年为2%-6%(中值: 3.4%), 以及 2100年为3%-11%(中值: 4.8%), 相比之下, 基线情景中, 任何地方的消费量在本世纪从300%增加到超过900%。这些数字相当于本世纪消费量增长率年降幅为0.04-0.14(中值: 0.06)个百分点, 与此相对, 基线中的年化消费增长率在每年1.6%-3%之间。估算这些成本范围的高限所使用的模式相对缺乏灵活性, 无法实现长期所需的大幅减排, 也无法完成这些目标和/或将会造成成本提高的市场缺陷假设纳入进去。当技术不可用或具备程度有限时, 根据所考虑的技术, 减缓成本会大幅增加(表SPM.2, 灰色段)。从中长期来说, 推延额外的减缓行动会进一步增加减缓成本(表SPM.2, 橙色段)。如果额外的减缓行动被大幅推延, 或如果生物能源、CCS和使用CCS的生物能源(BECCS)等关键技术具备程度有限, 那么许多模式到2100年就不能达到约450 ppm CO₂当量的大气浓度水平。[6.3]

仅有少数研究探讨了到2100年多半可能将温度变化幅度回落到不超过工业时代前1.5°C的情景; 这些情景到2100年时会将大气浓度水平控制在430 ppm CO₂当量以下(高信度)。目前很难评估此目标, 因为还没有采用多模式研究形式来探索这些情景。关于该目标已发表的研究数量有限, 而这些研究产生了一些具有如下特征的情景: (1) 即刻减缓行动; (2) 减缓技术完整组合并快速扩大规模; (3) 沿低能源需求轨迹发展。²⁰ [6.3, 7.11]

¹⁹ 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。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。相反, 在考虑减缓的经济成本和效益时应该考虑与不减缓气候变化情况相比对气候损害的减轻程度。

²⁰ 在这些情景下, 2011-2050年期间累积CO₂排放区间为655-815 GtCO₂, 而在2011-2100年为90-350 GtCO₂。2050年全球二氧化碳当量排放量低于2010年排放量的70-95%, 2100年低于2010年排放量的110-120%。

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；这些情景没有量化其他方面的共生效益或副作用(中等信度)。这些减缓情景显示出可以提高资源充足性，以满足国家能源需求，并可以提高能源供给的弹性，从而使能源系统不易受到价格和供给波动的干扰。对于现阶段有关空气污染控制的法律和规划较弱的地区来说，空气污染排放会显著减少(图SPM.6)，其中带来的健康和生态福利将大大提高。除了空气质量和能源安全外，还有一系列广泛的共生效益和副作用。总体来说，能源终端使用措施的潜在共生效益超过了潜在的副作用，尽管有证据显示不是所有能源供给和AFOLU措施都是如此。[WGIII 4.8, 5.7, 6.3.6, 6.6, 7.9, 8.7, 9.7, 10.8, 11.7, 11.13.6, 12.8, 图TS.14, 表 6.7, 表TS.3–TS.7; WGII 11.9]

气候政策可产生广泛的潜在副作用、共生效益和溢出效应，但这些均未得到很好地量化(高信度)。是否存在副作用，存在多少副作用，这将视具体情况和具体地点而定，因为其取决于当地的情况，取决于规模、范围和实施的步伐。重要的例子包括生物多样性保护、水的供应、食品安全、收入分配、税收制度的效率、劳动力供给和就业、城市扩张和发展中国家的可持续性增长。[文框 TS.11]

在不同情景下，各国的减缓努力及其相关成本不尽相同。各国行动的部署不同，各国之间的成本分配就不同(高信度)。在具成本效益的全球性情景下，是由在基线情景下未来排放量最高的国家来开展大多数的减缓工作。一些研究探索了在全球碳市场假设下的特定努力分担框架，并估计将出现与减缓情景有关的重大全球资金流动，而根据这类情景，2100年的大气浓度为约450到约550 ppm CO₂eq。[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]

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(高信度)。减缓对天然气出口收入的影响更加不确定，一些研究显示在中期约为2050年左右出口收入仍可能带来效益(中等信度)。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)。[6.3.6, 6.6, 14.4.2]

SPM.4.2 行业和跨行业的减缓路径与措施

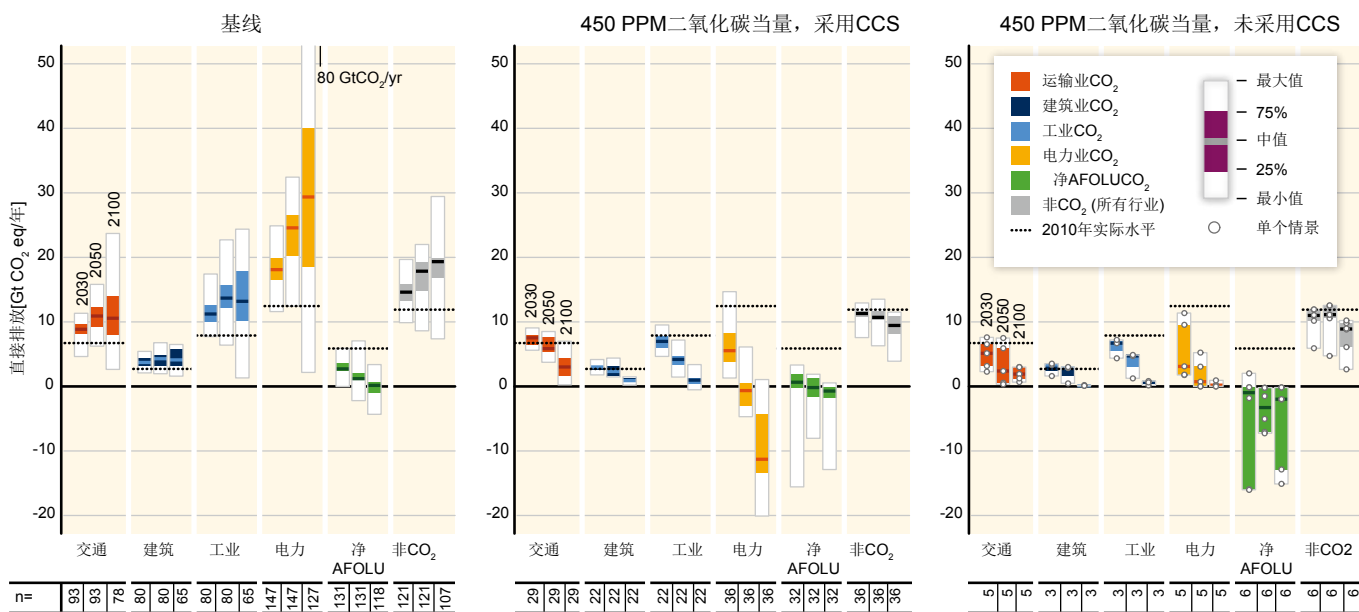
SPM.4.2.1 跨行业的减缓路径与措施

在基线情景中，除AFOLU领域²¹的二氧化碳净排放以外，预估所有领域的温室气体排放都会增加(确凿证据, 中等一致性)。能源供应部门排放量预计将继续是GHG排放的主要来源，最终会成为建筑业和工业部门因用电而产生的间接排放中的显著增量。在基线情景下，尽管非二氧化碳GHG农业排放预计将增长，但是AFOLU部门的净二氧化碳排放会随着时间的推移而下降，其中一些模式预估到本世纪末将产生净汇(图 SPM.7)。²²[6.3.1.4, 6.8, 图TS.15]

²¹ 净AFOLU CO₂排放包括AFOLU部门产生的CO₂排放和清除，其中包括林业用地，有些评估中还包括农用土壤中的CO₂汇。

²² WGI AR5评估的大多数地球系统模式预估在所有RCP下一直到2100年陆地碳吸收将持续，但一些模式可模拟出陆地碳损失，原因是气候变化和土地利用变化可综合产生影响。[WGI AR5 SPM.E.7, WGI 6.4]

按行业划分的直接CO₂排放量，GHG排放基线以及采用和未采用CCS的减缓情景



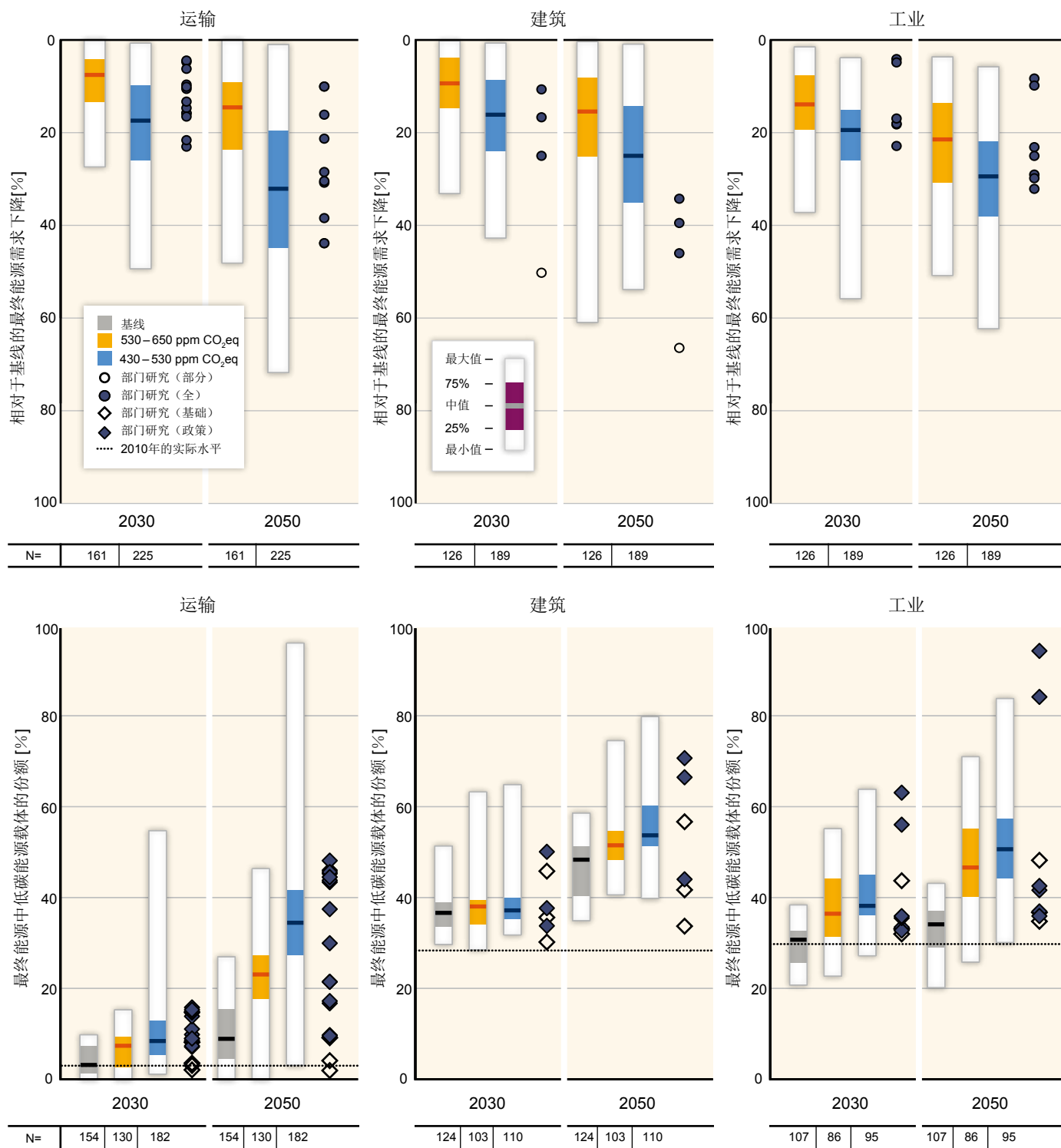
图SPM.7 | 按行业划分的直接CO₂排放量和各行业非CO₂ GHG(京都议定书控制气体)总量基线(左图)，以及达到450(430-480)ppm CO₂当量的采用CCS(中间图)和未采用CCS(右图)的减缓情景。图底部的数字指该区间包括的情景数量，由于模型的行业分辨率和时间范围各不相同，因此各行业的情景数量也存在差异。注意：在没有采用CCS的情况下，到2100年许多模式无法达到450 ppm CO₂当量浓度，导致右图的情景数量很少。[图6.34和6.35]。

那些将不同形态社会锁定在温室气体高排放路径之中的基础设施发展和长寿命产品很难进行改造，或改造的成本高昂，因此早日采取有力度的减缓行动愈发重要(确凿证据，高一一致性)。这种锁定风险因基础设施的生命周期、与替代措施相关的排放差异、投资成本的量级而变得更为严重。因此，与基础设施和空间规划有关的锁定是最难以降低的。然而，具有长生命周期和低生命周期排放的材料、产品和基础设施可以促进向低排放路径转变，同时还可以通过降低材料的使用水平而降低排放。[5.6.3, 6.3.6.4, 9.4, 10.4, 12.3, 12.4]

在减缓情景中，对能源供给、能源终端消费以及AFOLU的发展之间推出减缓措施的节奏有很强的相互依赖性(高信度)。减缓工作在各部门中的分布主要受BECCS的可用性和性能以及大规模造林的影响(图 SPM.7)。到2100年二氧化碳当量浓度达到约450ppm的各种情景的情况更是如此。精心设计的系统性和跨部门的减缓战略在排放方面比侧重于单个技术和部门的战略更具成本效益。在能源系统级，这类战略还包括降低能源供应部门的GHG排放强度、转换到低碳能源载体(包括低碳电力)、以及在不影响发展的情况下降低终端用户部门的能源需求(图SPM.8)。[6.3.5, 6.4, 6.8, 7.11, 表 TS.2]

2100年二氧化碳当量浓度达到450ppm的减缓情景显示，能源供应部门会出现全球性的大规模调整(确凿证据，高一一致性)。在这些选定的情景下，在未来几十年预计能源供应部门产生的全球二氧化碳

最终能源需求减少以及低碳能源载体在能源终端使用行业中所占的份额



图SPM.8 | 与第8-10章评估的行业研究结果相比，在两种不同CO₂当量浓度类型的情景下，到2030年和2050年相对于基线（上排图）的最终能源需求的减少幅度，以及低碳能源载体在交通运输业、建筑业和工业的最终能源中所占的份额。这些情景显示的需求减少并不影响发展。低碳能源载体包括交通运输行业使用的电力、氢和液态生物燃料、建筑业使用的电力，以及工业使用的电力、热力、氢和生物能源。图底部的数字指各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也存在差异。[图6.37 和6.38]

排放将下降，2040到2070年将减至低于2010年水平90%或以上。此后在很多这些情景下的排放预估将下降至低于零。[6.3.4, 6.8, 7.1, 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)。减少近期能源需求是低成本高效益减缓战略的一项重要内容，为降低能源供给行业的碳强度提供了更多灵活性，还可防范相关的供应方风险，避免锁定在碳强度高基础设施上，并与重要的共生效益相关。综合研究和行业研究都提供了有关2030年和2050年交通运输业、建筑业和工业的能源需求减少的类似估值(图SPM.8)。[6.3.4, 6.6, 6.8, 7.11, 8.9, 9.8, 10.10]

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²³(中等证据量, 中等一致性)。通过改变消费方式以及饮食变化和减少食品浪费能够大幅度降低排放量(如流动需求和方式、家庭能源使用、选择更耐用的产品)。包括货币和非货币激励措施以及信息措施在内的多种选择可有助于行为的改变。[6.8, 7.9, 8.3.5, 8.9, 9.2, 9.3, 9.10, 文框10.2, 10.4, 11.4, 12.4, 12.6, 12.7, 15.3, 15.5, 表TS.2]

SPM.4.2.2

能源供给

在《第五次评估报告》评估的基线情景中，与2010年的14.4 GtCO₂/年排放量相比，预估到2050年能源供给行业的直接CO₂排放量将是前者的两倍，甚至三倍，除非能够以超出历史发展的速度大大加快能源强度的改进(中等证据量, 中等一致性)。在过去的十年中，造成排放量增加的主要原因是不断增长的能源需求以及煤炭占全球混合燃料的份额增加。仅有化石燃料将不足以把CO₂当量浓度限制在450 ppm、550 ppm或650 ppm的水平上。(图SPM.7) [6.3.4, 7.2, 7.3, 图6.15, TS.15]

在实现低稳定浓度水平(430-530 ppm CO₂当量)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；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(中等证据量, 高一一致性)(图SPM.7)。在大多数低稳定情景下，低碳电力供给(包括可再生能源(RE)、核能和CCS)的份额将从当前的约30%增至2050年80%以上，到2100年，不采用CCS的化石燃料电力生产将几乎完全被淘汰。(图SPM.7) [6.8, 7.11, 图7.14, TS.18]

自《第四次评估报告》以来，许多可再生能源技术已在性能改进和降低成本方面取得了显著进展，越来越多的可再生能源技术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)。仅在发电方面，2012年RE占全球新增发电能力的份额刚刚超过一半，主要是风电、水电和太阳能发电引领的增长。但是，如果RE的市场份额要显著增加，许多RE技术仍需要直接和/或间接的支持；RE技术政策已成功地推动了RE的增长。将RE融入能源系统所面临的挑战以及相关的成本因RE技术、区域

²³ 结构性变化是指系统的转型，通过转型可使一些组成部分要么被替换，要么被其他组成部分部分取代(见第三工作组AR5的术语表)。

条件以及现有背景能源系统的特征的不同而异(中等证据量,中等一致性)。[7.5.3, 7.6.1, 7.8.2, 7.12, 表7.1]

核能是一种成熟的低温室气体排放、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。核能可以为低碳能源供给做出更大贡献,但是存在各类障碍和风险(确凿证据,高一一致性)。这些风险包括经营风险以及相关关切、铀矿开采风险、金融及监管风险、尚未解决的核废料的管理问题、对核武器扩散的关切和不利的舆论(确凿证据,高一一致性)。目前正在研究一些解决这些问题的新燃料循环和反应堆技术,关于安全和核废料处理的研发方面已取得进展。[7.5.4, 7.8, 7.9, 7.12, 图TS.19]

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(确凿证据,高一一致性)。在2100年达到450 ppm CO₂当量浓度的减缓情景下,不采用CCS的天然气发电可用作一种桥接技术,在达到峰值之前加大推广利用,到2050年浓度降至低于当前的水平,并在本世纪下半叶进一步下降(确凿证据,高一一致性)。[7.5.1, 7.8, 7.9, 7.11, 7.12]

二氧化碳的捕获和封存(CCS)技术可减少化石燃料电厂生命周期内的温室气体排放量(中等证据量,中等一致性)。虽然综合性CCS系统的所有组成部分业已存在,而且化石燃料开采和炼油行业正在使用,但CCS尚未大规模用于业已运行的使用商业化化石燃料的电厂。如果通过规范予以激励和/或如果与未被遏制的同类相比越来越具有竞争力,如果额外的投资和运行成本(部分原因是效率降低)通过足够高的碳价予以补偿(或直接财政支持),CCS电厂则会在市场中出现。为了未来大规模推广利用CCS,需要出台有关长期封存责任的明确规定和经济激励措施。大规模推广利用CCS技术的障碍包括对运行安全和CO₂封存的长期完整性的关切以及运输风险。然而,有越来越多的文献涉及如何确保CO₂封存井的完整性、CO₂封存造成的地质构造内部压力可能带来的各种后果(如诱发地震等)以及从主要注入区流出的CO₂对人类健康和环境可能产生的影响(有限证据,中等一致性)。[7.5.5., 7.8, 7.9, 7.11, 7.12, 11.13]

生物能源与CCS的结合(BECCS)为大规模净负排放的能源供给带来了前景,这种方式在很多低稳定情景中发挥了重要作用,但也会带来各种挑战和风险(有限证据,中等一致性)。这些挑战和风险包括与上游大规模提供用于CCS设施的生物质相关的以及与CCS技术本身相关的挑战和风险。[7.5.5, 7.9, 11.13]

SPM.4.2.3

能源终端使用部门

交通运输行业

2010年,交通运输行业占最终能源使用的27%并产生6.7 GtCO₂的直接排放,预估到2050年基线CO₂排放量大约将会翻倍(中等证据量,中等一致性)。日益增加的全球客运和货运活动产生的CO₂排放增长可部分抵消未来的减缓措施,这些措施包括燃料碳和能源强度的改善、基础设施的发展、

行为的改变和全面的政策落实(高信度)。总体而言,与基线增长相比,2050年可实现交通运输CO₂排放总量减少15%—40%(中等证据量,中等一致性)。(图SPM.7) [6.8, 8.1, 8.2, 8.9, 8.10]

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2050年最终能源需求比基线减少约40%,其中经评估的减缓潜力将高于AR4中报告的潜力(确凿证据,中等一致性)。根据运输方式和车辆类型,相对于2010年,预估2030年能效和车辆性能的改进区间为30-50%(中等证据量,中等一致性)。综合城市规划、以公共交通为导向的发展、支持骑车和步行的更紧凑型城市形态都能够促进交通方式的转变,从较长期来看,城市改造和投资新建基础设施能够促进这一转变,如可减少短途航空旅行需求的高速铁路系统等(中等证据量,中等一致性)。这类缓解措施具有挑战性,有不确定的结果,但与基线相比2050年会使交通运输的GHG排放量减少20%-50%(有限证据,低一致性)。(图SPM.8中的上图)[8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 8.6, 8.7, 8.8, 8.9, 12.4, 12.5]

降低燃料碳强度的战略以及降低碳强度的速率受到与能源存储以及低碳交通燃料相对较低的能源密度有关这一挑战的限制(中等信度)。综合和行业研究普遍认为,短期内存在向低碳燃料转变的机会,而随着时间的推移这种机会将增多。以甲烷为主的燃料在道路车辆和船舶中所占份额已不断上升。以低碳原料生产的电力近期具有用于有轨电车的潜力,短至中期则有用于电动公共汽车、轻型和两轮公路车辆的潜力。以低碳原料生产的氢燃料是一种更为长期的选择。在市场上可购买的液态和气态生物燃料连同可通过技术进步增加的减缓选择已带来了共生效益。减少交通运输业的颗粒物(包括黑碳)、对流层臭氧和气溶胶前体物(包括氮氧化物)的排放在短期内产生既有益于人类健康,又可实现减缓的共生效益(中等证据量,中等一致性)。[\[8.2, 8.3, 11.13, 图TS.20, 右图\]](#)

交通运输行业中的不同碳减排措施的成本效益因车辆类型和运输方式的不同而差异显著(高信度)。对于许多短期行为措施以及轻型和重型道路车辆和船舶能效的提高,节碳的平准化成本可以是很低的或是负成本。2030年,对于一些电动车辆、飞机、可能还有高速铁路,平准化成本可能会节省100美元/tCO₂以上(有限证据,中等一致性)。[\[8.6, 8.8, 8.9, 图TS.21, TS.22\]](#)

地区差异可影响交通运输的减缓措施的选择(高信度)。体制、法律、金融和文化障碍会制约低碳技术的采用和行为的改变。已建成的基础设施可能限制对交通方式转变的选择,并导致更加依赖先进的机车技术;轻型汽车需求的增长逐渐放缓的局面在一些OECD国家业已明显。对于所有经济体,特别是那些城市增长率高,对公共交通系统和低碳基础设施投资大的经济体可避免锁定在碳强度高的方式上。优先为行人修建基础设施并实现非机动车服务与公交服务的一体化,这能够在所有区域产生经济效益和社会共生效益(中等证据量,中等一致性)。[\[8.4, 8.8, 8.9, 14.3, 表8.3\]](#)

当与各级政府的非气候政策有关时,减缓战略可有助于所有区域的交通温室气体排放与经济增长脱钩(中等信度)。这些战略可有助于减少出行需求、激励货运企业降低物流系统的碳强度、诱导运输方式的转变,以及带来共生效益,包括改善获得性和流动性、改善健康和安全、提高能源安全性、节省成本和时间(中等证据量,一致性高)。[\[8.7, 8.10\]](#)

建筑行业

2010年，建筑行业²⁴的能耗占最终能源使用的**32%**，并产生**8.8 GtCO₂**排放(包括直接和间接排放)，预估在基线情景下到本世纪中叶其能源需求将翻倍，**CO₂**排放可能增加**50%–150%**(中等证据量，中等一致性)。财富增加、生活方式的改变、获取现代能源服务和适当的住房以及城市化可造成能源需求的增长。长生命周期的建筑物和相关基础设施存在显著的锁定风险，在建设速度高的地区尤为重要(确凿证据，高一一致性)。[9.4, 图SPM.7]

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实现稳定甚至下降带来了机遇(确凿证据，高一一致性)。对于新建建筑，采用超低的能源建筑法规是重要的，自《第四次评估报告》以来已取得长足进展。具有大量现成建筑的国家中旧建筑改造成为其减缓战略的一个重要部分，而个体建筑已降低了**50%–90%**的采暖/制冷能耗。近来性能和成本的大幅改善使得超低能耗建筑和改造具有经济吸引力，有时甚至是净负成本。[9.3]

生活方式、文化和人的行为可显著影响建筑的能耗(有限证据，高一一致性)。在建筑中提供类似的建筑能源服务水平已表明存在**3至5倍**的能源用量差异。对于发达国家，各情景表明生活方式和行为改变可在短期内减少高达**20%**的能源需求，到本世纪中叶可高达**50%**。在发展中国家，将传统生活方式的要素融入建筑规范和结构可促进使用比基线低得多的能源投入而提供高水平的能源服务。[9.3]

除了节省能源成本，建筑的大部分减缓选择能够带来显著而多样化的共生效益(确凿证据，高一一致性)。这些措施包括提高能源安全、健康(如使用较清洁的燃木炉灶)、环境成果、工作场所的生产力，减少燃料匮乏和实现就业净增长。已将共生效益货币化的研究往往会发现，这些效益可超出能源成本节省，还可能超出气候效益(中等证据量，中等一致性)。[9.6, 9.7, 3.6.3]

由于激励措施不统一(如分租赁方和承建方)、市场分散以及无法充分获取信息和融资等重大障碍可阻碍市场吸收具有成本效益的机会。可通过政策干预克服这些障碍，而且这些政策可针对建筑和家电生命周期的所有阶段(确凿证据，高一一致性)。[9.8, 9.10, 16, 文框3.10]

自《第四次评估报告》以来，配套能效政策的制定及其实施取得了很大的进展。建筑规范和设备标准只要是精心设计并认真实施的均已成为减排最环保和最具成本效益的手段(确凿证据，高一一致性)。在一些发达国家，这些标准有助于保持建筑能源总需求稳定甚至下降。大力加强这些规范、在更多的司法管辖区使用这些规范，并将其用于更多的建筑和设备类型，将是实现雄心勃勃的气候目标的一个关键因素。[9.10, 2.6.5.3]

工业

2010年，工业部门的能耗占终端能源使用的**28%**，并产生**13 GtCO₂**排放(包括直接和间接排放以及过程排放)，且在**AR5**评估的基线情景下预估到**2050年**排放量可能增加**50%–150%**，除非能效改进

²⁴ 建筑行业涵盖了住宅、商业、公共和服务等业态；建筑行业产生的排放计入工业行业。

得到显著加速(中等证据量, 中等一致性)。2010年工业排放占全球温室气体排放量恰好超过30%, 而目前超过了建筑或交通运输终端行业的排放量。(图SPM.2、图SPM.7)[10.3]

通过广泛升级、更新替换和推广利用现有的最优技术, 工业部门能源强度可比当前水平直接下降约 25% , 特别是在那些还未采用最优技术的国家和非能源密集型工业尤为如此(高一致性, 确凿证据)。通过创新还可能将能源强度降低约20%(有限证据, 中等一致性)。实施高能效的障碍在很大程度上与最初的投资成本和缺乏信息有关。各项信息计划是提高能效的普遍做法, 其次是经济手段、监管方法和自愿行动。[10.7, 10.9, 10.11]

除了能效, 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(中等证据, 高一致性)。许多减排方案都具有成本效益、有利润而且涉及多种协同效益(更好的环境达标、健康效益等)。长期而言, 转换为低碳电力、新型工业流程、产品的彻底创新(例如水泥的替代品)或CCS(例如减缓过程排放)可有助于显著的GHG减排。目前的主要障碍是缺少政策以及材料和产品服务效率方面的经验。[10.4, 10.7, 10.8, 10.11]

尽管CO₂排在工业温室气体中占主导地位, 但非CO₂气体同样存在大量减排机会(确凿证据, 高一致性)。2010年, 工业CH₄、N₂O和氟化气体排放量为0.9 GtCO₂当量。关键的减排机会包括通过工艺流程优化和制冷剂回收、再利用和替换而实现减少氢氟碳化物的排放, 虽然也存在着各种障碍。[表10.2, 10.7]

各公司和部门的系统方法与协作活动可以降低能耗和物耗, 从而减少GHG排放(确凿证据, 高一致性)。大型能源密集型工业和中小型企业均可使用交叉性技术(如高效电机)和措施(如减少空气和蒸汽泄露), 从而以具有成本效益的方式提高工艺流程性能和工厂效率。各企业(例如在工业园区)及行业之间的合作可包括共享基础设施、信息和废热利用。[10.4, 10.5]

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, 高一致性)。2010年, 废弃物和污水占1.5 GtCO₂当量。由于再循环或再利用材料的份额仍然很低(例如在全球范围, 循环利用的城市固体废弃物大约只占20%), 因而利用废弃物处理技术和能源回收来减少化石燃料需求可直接显著减少因废弃物处置而产生的排放。[10.4, 10.14]

SPM.4.2.4

农业、林业和其他土地利用(AFOLU)

AFOLU部门约占净人为GHG排放的四分之一(~10–12 GtCO₂当量/年), 主要来自毁林、土壤和养分管理以及牲畜的农业排放(中等证据, 高一致性)。最近作的大多数估算表明AFOLU CO₂通量下降主要是由于毁林率下降和造林增加。然而, AFOLU的历史净排放量的不确定性大于其他行业, 预估的AFOLU净基线排放量存在额外的不确定性。不过, 预估未来AFOLU的年度净基线CO₂排放量会下降, 到2050年, 净排放量可能不到2010年的一半, 在本世纪末以前, AFOLU部门可能会成为净CO₂汇(中等证据, 高一致性)。(图SPM.7)[6.3.1.4, 11.2, 图6.5]

AFOLU在粮食安全和可持续发展方面发挥着核心作用。最具成本效益的林业减缓措施是造林、可持续森林管理和减少毁林，在不同区域其相对重要性差异较大。在农业方面，最具成本效益的减缓措施是耕地管理、牧场管理和恢复有机土壤(中等证据，高一一致性)。对于碳价²⁵达100 USD/tCO₂当量情况下的减缓努力而言，2030年供应端措施的经济减排潜力估计为7.2至11 GtCO₂当量/年²⁶，在碳价不超过20美元/tCO₂当量时，可实现上述三分之一的减排潜力(中等证据，中等一致性)。现有减缓方案的实施存在着潜在的障碍[11.7,11.8]。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(中等证据，中等一致性)。到2050年，这些估值大约为0.76–8.6 GtCO₂当量/年(有限证据，中等一致性)。[11.4, 11.6, 图11.14]

如果将减缓与适应纳入其中，则农业做法和森林保护与管理相关政策会更为有效。AFOLU部门的一些减缓方案(例如土壤和森林碳库)易受气候变化的影响(中等证据，高一一致性)。减少毁林和森林退化排放的活动(REDD+²⁷就是一个旨在实现可持续性的例子)是具有成本效益的减缓气候变化的政策方案，如果持续加以实施，将产生潜在的经济、社会和其他环境和适应协同效益(例如，保护生物多样性和水资源、减少土壤侵蚀)(有限证据，中等一致性)。[11.3.2, 11.10]

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)[11.4.4, 文框11.5, 11.13.6, 11.13.7]。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。土地利用方面的竞争对具体生物能源路径有何影响，而这对总体气候又有何影响，有关这方面的科学争论仍然没有结果(确凿证据，高一一致性)。[11.4.4, 11.13]生物能技术多种多样，涵盖各类方案和技术路径。有证据表明，低生命期排放方案(例如，甘蔗、芒草、速生林以及生物质残渣的可持续利用)有些已经可以采用，能够减少GHG排放；结果如何要视具体地点而定，而且要依靠有效整合的“生物质到生物能系统”和可持续的土地利用管理和治理。在有些区域，在可持续发展背景下，具体的生物能源方案(例如改进的炉灶、小规模沼气和生物电力生产)可以减少GHG排放，并改善生计和健康(中等证据，中等一致性)。[11.13]

SPM.4.2.5

人类住区、基础设施和空间规划

城市化是全球趋势，而且与收入增加有关，同时更高的城市收入与更高的能源消耗和GHG排放存在关联(中等证据，高一一致性)。截至2011年，全球52%以上的人口生活在城市地区。2006年，城市地区的能源使用占67–76%，与能源相关的CO₂排放占71–76%。到2050年，城市人口预计将增加到56-71亿，占世界人口的64–69%。非附件一国家的城市，能源用量普遍高于国家平均水平，而附件一国家的城市，人均能源用量普遍低于国家平均水平(中等证据，中等一致性)。[12.2, 12.3]

²⁵ 所有研究的范围：0.49–11GtCO₂当量/年

²⁶ 在评估减缓的经济成本的许多模式中，碳价通常是作为一个代用值来表示减缓政策的努力程度(参见WGIII AR5术语)。

²⁷ 参见WGIII AR5术语。

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*）。鉴于人口密度的下降趋势以及持续的经济和人口增长，2000年到2030年，城市土地面积预计会扩大56–310%。[12.2, 12.3, 12.4, 12.8]

城市化路径不同，因而城市地区减缓方案各异，而且预计当多种政策手段相结合时最为有效（*确凿证据、高一一致性*）。基础设施和城市形态密切相关，对土地利用模式、交通方式选择、住房和行为具有锁定效应。有效的减缓战略包括一揽子相互促进的政策，包括高密度居住与就业的共地分布、实现土地利用高度多样性和整合、提高可达性、投资公共交通和其他需求管理措施。[8.4, 12.3, 12.4, 12.5, 12.6]

人类住区最大的减缓机遇是在快速城市化地区，因这些地区的城市形态和基础设施尚未定型，但其管理、技术、资金和制度能力又往往有限（*确凿证据、高一一致性*）。大部分的城市增长预计都是发生在发展中国家的中小城市。减缓气候变化的空间规划措施可行与否尤其取决于城市的财政能力和管理能力。[12.6, 12.7]

数以千计的城市正在实施气候行动方案，但其对城市排放的总体影响并不确定（*确凿证据、高一一致性*）。几乎没有系统地评估过这类方案的实施情况、其减排目标的实现程度或减少的排放量。目前的气候行动计划主要侧重于能源效率。气候行动计划基本不涉及土地利用规划战略以及减少城市无序扩张和促进公交式发展的跨行业措施²⁸。[12.6, 12.7, 12.9]

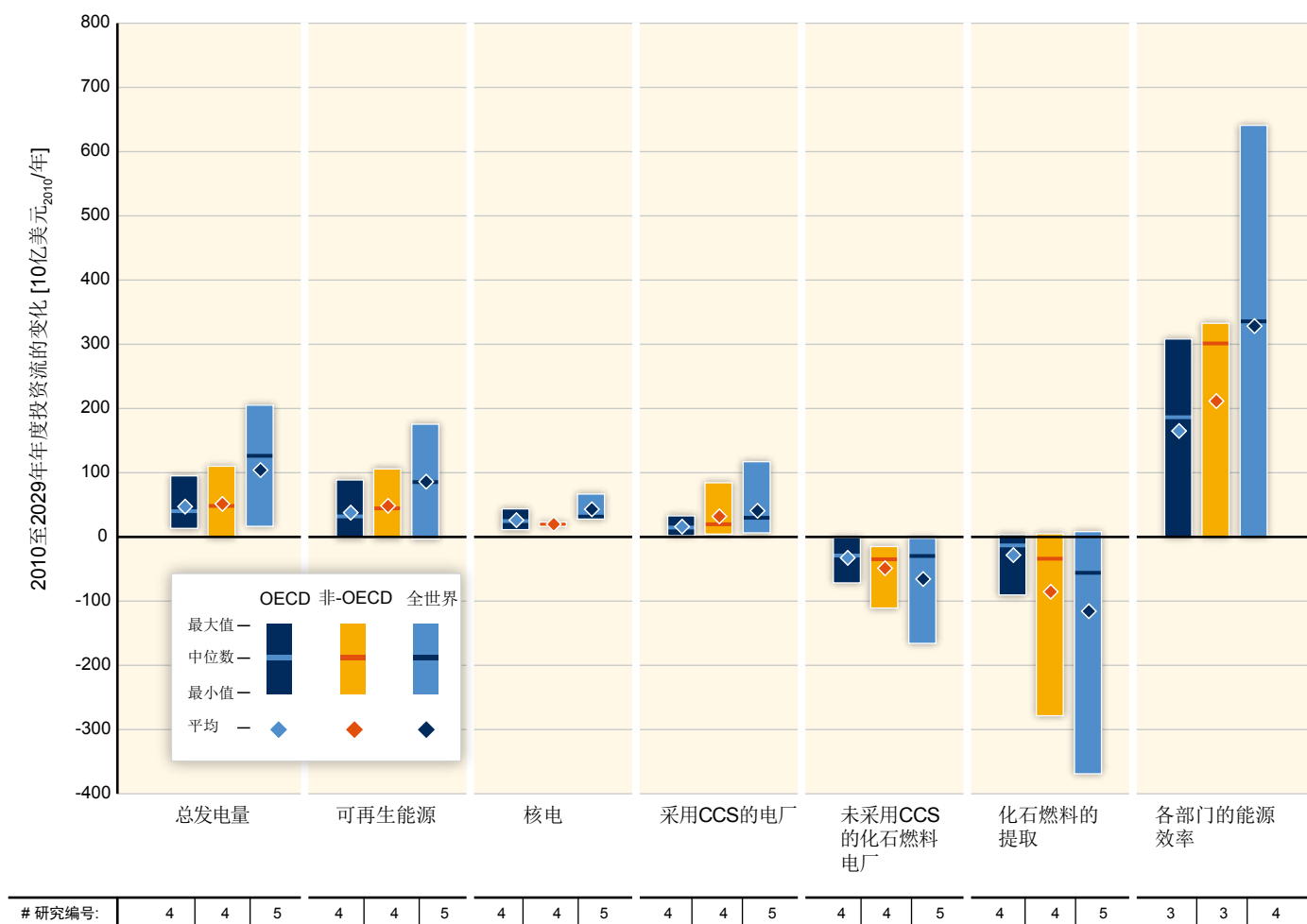
成功实施城市尺度气候变化减缓战略能够带来协同效益（*确凿证据、高一一致性*）。世界各地的城市地区继续在应对挑战，包括确保获得能源、限制空气和水污染，以及保持就业机会和竞争力。城市尺度的减缓行动通常取决于将减缓气候变化努力与地方协同效益相结合的能力（*确凿证据、高一一致性*）。[12.5, 12.6, 12.7, 12.8]

SPM.5 减缓政策和体制

SPM.5.1 行业和国家政策

显著减排需要投资模式的巨大变化。某些减缓情景中的政策到2100年可将大气浓度稳定在（没有超出）430-530 ppm CO₂当量区间，这些情景会使2010-2029年的年度投资流量与基线情景相比发生重大变化（图SPM.9）。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%），而预计对低碳电力供应（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*）。相比而言，目前全球每年对能源系统的总投资额约为1.2万亿美元。此外，每年对交通、建筑和工业的增加能效投资预估增加约3360（10-6410）亿美元（*有限证据，中等一致性*），通常包括对现有设备的现代化。[13.11, 16.2.2]

²⁸ 参见WGIII AR5术语表。



图SPM.9 | 到2100年可将浓度稳定在大约430-530 ppm CO₂当量的减缓情景下，根据平均基线水平，未来20年(2010-2029)的年度投资变化。投资变化是根据有限的模式研究和模式比对。总发电量(最左栏)是可再生能源、核能、采用CCS技术的电厂以及无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。接近中位数值并不表示有更高的可能性，因为模式结果的集合度不同、现有研究的数量少以及不同研究中的假设不同。最后一行的数字表示本评估报告所用文献中的研究总数。这突显出投资需求仍然是一个处于动态发展的研究领域，但相对而言目前的研究甚少。[图16.3]

气候资金的构成目前没有广泛认可的定义，但能够估算出有关减缓和适应气候变化的资金流。所有目前年度资金流的预期效用旨在减少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的评估显示全球每年为3430-3850亿美元(中等信度)[文框TS.14]。其中大部分都用于减缓。除此之外，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形式的国外直接投资(中等信度)。[16.2.2]

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，67%的全球GHG排放须遵守国家立法或战略，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[图1.3c]。

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)。[14.3.4, 14.3.5, 15.1, 15.2]

自AR4以来，更为关注旨在整合多重目标、提高协同效益和减小不利副作用的各项政策(高信度)。各政府通常明确提及气候和行业计划及战略中的协同效益。科学文献力求评估协同效益的规模(见SPM.4.1节)以及评估具有显著协同效益和微小不利副作用的各项政策哪些具有更大的政治可行性和更长的持久性。[4.8, 5.7, 6.6, 13.2, 15.2]虽然自AR4以来在决策和科学文献中得到日益关注，但对于理解诸多相互作用的效应而言，目前的分析和实证基础仍然欠缺[1.2, 3.6.3, 4.2, 4.8, 5.7, 6.6]。

行业性政策比整个经济领域的政策使用得更为广泛(中等证据、高一一致性)。尽管大部分经济理论表明，经济领域单一减缓目标的政策比行业性政策更具成本效益，但自AR4以来，越来越多的研究证明，行政和政治障碍使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。[6.3.6.5, 8.10, 9.10, 10.10, 15.2, 15.5, 15.8, 15.9]

监管方法和信息措施得到广泛的应用，而且通常具有环境有效性(中等证据、中等一致性)。监管方法的实例包括能效标准；信息计划的实例包括有助于消费者做出更明智决定的标识计划。虽然通常发现此类方法具有净社会效益，但科学文献存在的分歧是在给企业和个人带来负私人成本情况下，此类政策可执行的程度。[文框3.10, 15.5.5, 15.5.6] 普遍认同的是回弹效应的存在：更高的效率带来更低的能源价格和更多的消费，但其幅度在文献中为低一致性[3.9.5, 5.7.2, 14.4.2, 15.5.4]。

自AR4以来，在一些国家和地区已建立了GHG上限和交易系统。但其短期环境效果有限，原因在于上限宽松，或者上限缺乏限制性(有限证据、中等一致性)。这涉及到诸多因素，例如造成能源需求下降的金融和经济危机、起伏不定的新能源、与其他政策的相互影响以及规章的不确定性。原则上，上限和交易系统能够以具有成本效益的方式实现减缓；其实施取决于国情。虽然早期计划几乎完全依靠祖父原则(许可证免费分配)，但越来越多地采用拍卖许可证。如果拍卖配额，收益可以用于解决其他有高社会回报的投资，和/或减少税务和债务负担。[14.4.2, 15.5.3]

在某些国家，尤其旨在减少GHG排放的税收型政策，以及技术和其他政策都有助于弱化GHG排放与GDP之间的关系(高信度)。在许多国家，燃料税(虽然未必是为了减排)具有近乎行业碳税的效果[表15.2]。长期而言，交通燃料价格上升1%，燃料需求下降0.6%至0.8%，不过短期反应非常小[15.5.2]。在有些国家，这些收益是用于减少其他税和/或转而提供给低收入群体。这说明了一种普遍原则，可提高政府税收的减缓政策，一般其社会成本低于没有带来增收的方法。虽然以前一直认为运输行业的燃料税是递减式的，但自AR4以来开展了其他一些研究，表明其是递增式的，尤其是在发展中国家(中等证据，中等一致性)。[3.6.3, 14.4.2, 15.5.2]

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)[7.12, 13.13, 14.3.2, 15.5.2]。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率。虽然存在显著的政治经济障碍, 但有些国家为减少燃料补贴, 对其税收和预算系统进行了改革。低收入群体通常将其很大一部分收入用于能源服务, 为了有助于减少可能对这个群体造成的不利影响, 许多政府采用了一次性现金拨付或针对穷人的其他机制。[15.5.2]

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(中等证据、高一一致性)。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, 如果上限和交易系统有一个约束性上限(非常严格, 能够影响与排放相关的决定), 则其他政策(如可再生能源补贴)在采用上限的时期内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)。总之, 可能需要额外的政策来解决涉及创新和技术推广的市场失灵。[15.7]

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)。采用互补性政策能够避免这些潜在的不利副作用(中等信度)。特别是全球大约有13亿人无法获得电力, 大约有30亿人依靠传统的固体燃料做饭和取暖, 这些对健康、生态系统和可持续发展具有严重的不利影响。能够获取现代化能源服务是一项重要的可持续发展目标。要在全球基本实现用电力和清洁燃料来做饭和取暖, 则预估其成本为在2030年前每年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(有限证据, 中等一致性)。放弃使用传统生物质²⁹以及更高效燃烧固体燃料可减少空气污染物排放、比如二氧化硫(SO₂)、氧化氮(NO_x)、一氧化碳(CO)和黑碳, 从而给健康带来巨大的益处(高信度)。[4.3, 6.6, 7.9, 9.3, 9.7, 11.13.6, 16.8]

技术政策可补充其他减缓政策(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)。此类政策可解决与创新和技术推广有关的市场失灵。[3.11, 15.6]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[2.6.5, 7.12, 9.10]。不过, 专项评估资料能够就不同政策的相对效用提供实证, 而且能够有助于政策设计[15.6.5]。

在许多国家, 私人部门在排放和减缓过程中均具有核心作用。在相应的扶持环境中, 私人部门以及公共部门能够在资助减缓方面发挥重要作用(中等证据、高一一致性)。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)(有限证据, 中等一致性)。在许多国家, 政府、国家和国际开发银行的公共资金介入鼓励私人部门的气候投资[16.2.1], 并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规章制度的有效性、关于私人部门的指南、产权安全、政策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[16.3]。专门的政策手段, 例如信用保险、电力购买协议、上网电价、特惠融资或回扣, 通过降低私人参与方的风险, 从而鼓励投资[16.4]。

²⁹ 见WG III AR5 术语表。

SPM.5.2 国际合作

《联合国气候变化框架公约(**UNFCCC**)》是侧重于应对气候变化的主要多边论坛，而且几乎是全球性参与。不同管理层面组织了其他机构，从而形成了多种多样的国际气候变化合作。[13.3.1, 13.4.1.4, 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。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。[图TS.37, 13.4, 13.13.2, 14.4]

《京都议定书》为实现**UNFCCC**的最终目标提供了经验教训，特别是在参与、实施、灵活机制以及环境有效性方面(中等证据、低一致性)。[5.2, 13.7.2, 13.13.1.1, 13.13.1.2, 14.3.7.1, 表TS.9]

自2007年以来，由于**UNFCCC**所开展的各项活动，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。[13.5.1.1, 13.13.1.3, 16.2.1]

区域、国家和地方气候政策之间的政策联系为减缓和适应气候变化带来了潜在效益(中等证据、中等一致性)。通过区域合作，国家政策之间以及各项措施之间可以建立起联系。[13.3.1, 13.5.1.3, 13.5.3, 14.5]

国际国内各种区域活动正在制定或实施之中，但其对全球减缓气候变化的影响迄今有限(中等信度)。许多气候政策如果是跨地理区域实施会更为有效。[13.13, 14.4, 14.5]

技术摘要

技术摘要

主要作者协调人:

Ottmar Edenhofer (德国), Ramón Pichs-Madruga (古巴), Youba Sokona (马里/瑞士), Susanne Kadner (德国), Jan C. Minx (德国), Steffen Brunner (德国)

主要作者:

Shardul Agrawala (法国), Giovanni Baiocchi (英国/意大利), Igor Alexeyevich Bashmakov (俄罗斯), Gabriel Blanco (阿根廷), John Broome (英国), Thomas Bruckner (德国), Mercedes Bustamante (巴西), Leon Clarke (美国), Mariana Conte Grand (阿根廷), Felix Creutzig (德国), Xochitl Cruz-Núñez (墨西哥), Shobhakar Dhakal (尼泊尔/泰国), Navroz K. Dubash (印度), Patrick Eickemeier (德国), Ellie Farahani (加拿大/瑞士/德国), Manfred Fischedick (德国), Marc Fleurbaey (法国/美国), Reyer Gerlagh (荷兰), Luis Gómez-Echeverri (奥地利/哥伦比亚), Sujata Gupta (印度/菲律宾), Jochen Harnisch (德国), 姜克隽 (中国), Frank Jotzo (德国/澳大利亚), Sivan Kartha (美国), Stephan Klasen (德国), Charles Kolstad (美国), Volker Krey (奥地利/德国), Howard Kunreuther (美国), Oswaldo Lucon (巴西), Omar Masera (墨西哥), Yacob Mulugetta (埃塞俄比亚/英国), Richard Norgaard (美国), Anthony Patt (奥地利/瑞士), Nijavalli H. Ravindranath (印度), Keywan Riahi (IIASA/奥地利), Joyashree Roy (印度), Ambuj Sagar (美国/印度), Roberto Schaeffer (巴西), Steffen Schlömer (德国), Karen Seto (美国), Kristin Seyboth (美国), Ralph Sims (新西兰), Pete Smith (英国), Eswaran Somanathan (印度), Robert Stavins (美国), Christoph von Stechow (德国), Thomas Sterner (瑞典), Taishi Sugiyama (日本), Sangwon Suh (韩国/美国), Kevin Urama (尼日利亚/英国/肯尼亚), Diana Ürge-Vorsatz (匈牙利), Anthony Venables (英国), David G. Victor (美国), Elke Weber (美国), 周大地 (中国), 邹冀 (中国), Timm Zwickel (德国)

撰稿作者:

Adolf Acquaye (加纳/英国), Kornelis Blok (荷兰), Gabriel Chan (美国), Jan Fuglestvedt (挪威), Edgar Hertwich (奥地利/挪威), Elmar Kriegler (德国), Oliver Lah (德国), Sevastianos Mirasgedis (希腊), Carmenza Robledo Abad (瑞士/哥伦比亚), Claudia Sheinbaum (墨西哥), Steven J. Smith (美国), Detlef van Vuuren (荷兰)

编审:

Tomás Hernández-Tejeda (墨西哥), Roberta Quadrelli (IEA/意大利)

本摘要应当按如下方式引用：

Edenhofer O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, S. Kadner, J. C. Minx, S. Brunner, S. Agrawala, G. Baiocchi, I.A. Bashmakov, G. Blanco, J. Broome, T. Bruckner, M. Bustamante, L. Clarke, M. Conte Grand, F. Creutzig, X. Cruz-Núñez, S. Dhakal, N.K. Dubash, P. Eickemeier, E. Farahani, M. Fischedick, M. Fleurbaey, R. Gerlagh, L. Gómez-Echeverri, S. Gupta, J. Harnisch, K. Jiang, F. Jotzo, S. Kartha, S. Klasen, C. Kolstad, V. Krey, H. Kunreuther, O. Lucon, O. Masera, Y. Mulugetta, R.B. Norgaard, A. Patt, N.H. Ravindranath, K. Riahi, J. Roy, A. Sagar, R. Schaeffer, S. Schlömer, K. C. Seto, K. Seyboth, R. Sims, P. Smith, E. Somanathan, R. Stavins, C. von Stechow, T. Sterner, T. Sugiyama, S. Suh, D. Ürge-Vorsatz, K. Urama, A. Venables, D.G. Victor, E. Weber, D. Zhou, J. Zou, 和T. Zwickel, 2014: 技术摘要. 出自：气候变化2014, 减缓气候变化。《政府间气候变化专门委员会第五次评估报告第三工作组的报告》 [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 和J. C. Minx (编者)]. 剑桥大学出版社, 英国剑桥和美国纽约。

目录

TS.1	引言和框架.....	37
TS.2	温室气体存量和流量趋势及其驱动因子	41
TS.2.1	温室气体排放趋势	42
TS.2.2	温室气体排放驱动因子.....	47
TS.3	可持续发展背景下的减缓路径与措施.....	50
TS.3.1	减缓路径.....	50
TS.3.1.1	理解多目标背景下的减缓路径.....	50
TS.3.1.2	短期和长期的减缓路径需要	51
TS.3.1.3	成本、投资和负担的分担.....	56
TS.3.1.4	减缓路径对其他目标的影响	61
TS.3.2	部门和跨部门的减缓措施	64
TS.3.2.1	跨部门的减缓路径和措施.....	64
TS.3.2.2	能源供应.....	69
TS.3.2.3	交通	72
TS.3.2.4	建筑	78
TS.3.2.5	工业	81
TS.3.2.6	农业、林业和其他土地利用 (AFOLU)	86
TS.3.2.7	人类居住点、基础设施和空间规划.....	90

TS.4	减缓政策和体制	93
TS.4.1	政策设计、行为和政治经济	94
TS.4.2	部门和国家政策	95
TS.4.3	发展和区域合作	99
TS.4.4	国际合作	100
TS.4.5	投融资	104

TS.1 引言和框架

谈到气候变化时，“减缓”指人类干预，旨在降低温室气体(GHG)的源或增加温室气体的汇。政府间气候变化专门委员会(IPCC)第一和第二工作组的一个核心信息是不加阻止的气候变化对人类和自然系统造成的后果已经是明确的，而且在加重。最脆弱的系统正在经受负面影响。以往的GHG排放已使地球会遭受进一步的大幅气候变化，尽管气候系统的敏感性等因子有许多不确定性，但许多情景表明会造成严重的气候影响，包括对人类和生态的直接影响，而这些影响超过了这些系统全面适应的能力。

由于减缓的目的是降低气候变化的负面影响，所以减缓是更大的政策框架的一部分，这个框架中也包括对气候影响的适应。对气候变化的减缓与对气候变化的适应一起为联合国气候变化框架公约(UNFCCC)第二条中所述的如下目标作出了贡献：将“大气中的温室气体浓度稳定到一定水平，在充分长的时间内防止发生对气候系统的危险人为干预[...]，以让生态系统进行适应[...]，保证粮食生产不受影响，并确保经济发展持续进行”。但第2条很难解释，因为“危险”“可持续”等概念在不同的决策背景下有不同的意义(见文框TS.1)¹。而且自然

¹ 本摘要中的文框为背景信息，是对用于生成灼见的主要研究概念和方法的说明

文框 TS.1 | 许多学科支持气候变化决策

如果一件事具有引起严重危害的很大风险，那么这件事就是危险的。所以判断人类对于气候系统的干预是否有危险性就分为两个任务。一个是估计物质方面的风险：人类干预的物质后果是什么，有多大可能性。另一个是确定风险值：判断风险会造成多大危害。

第一个任务是自然科学任务，但第二个不是[第3.1节]。如AR4综合报告所述：“根据UNFCCC第二条判断什么是‘对气候系统危险的人类干预’涉及价值评判”。不光此处需要对价值的评判(评价)，在每次气候变化决策中几乎都需要价值评判[3.2]。例如设定减缓目标就涉及判断人类福祉未来的损失价值，并将其与目前所享受的福祉的价值进行比较。选择将风轮机安装在陆地上或海上需要决定地形的价值并将其与海上轮机的额外成本进行比较。估算碳的社会成本也就是评估GHG排放的危害 [3.9.4]。

不同的价值经常会发生冲突，并且通常难以彼此权衡。而且不同价值通常涉及不同人群的利益冲突，所以会面临很多争吵和争议。所以决策制定者必须找到方法调和不同的利益和价值，也要调和关于价值的不同观点。 [3.4, 3.5]

社会科学和人文科学在此过程中能作出贡献，因为

它们可以提高我们对于价值的理解，具体方法见本摘要中的文框。人类和社会行为的科学—包括心理学、政治学、社会学和不规范的经济学分支—是在于研究人们的价值、价值如何随时间变化、政治进程如何影响价值、决策过程如何影响决策的可接受性。其他学科，包括伦理学(道德哲学)、决策理论、风险分析和经济学的规范分支是在于研究、分析、明确价值本身[2.5, 3.4, 3.5, 3.6]。这些学科为测量一些价值和折衷利益冲突提供了可行的方法。例如公共卫生学科一般通过“残疾调整寿命年数”方法来衡量健康[3.4.5]。经济学使用对社会价值的衡量一般基于金钱价值，但也会考虑分配公平原则[3.6, 4.2, 4.7, 4.8]。这些常规学科也会提供实用的决策工具，如期望效用理论、决策分析、成本效益和成本效益分析、专家判断的结构化利用 [2.5, 3.6, 3.7, 3.9]。

决策还有另一个组成部分。民众和国家彼此拥有权利、负有现任。这就是公正、公平、平等方面的事务。这属于道德和政治哲学、法学、经济学的范畴。例如一些人认为国家对于过去的GHG排放结果造成的危害要进行补偿，各方在法学和其他学科基础上辩论了补偿是否应该仅针对由疏忽或负有责任的GHG排放造成的危害。 [3.3, 4.6]

科学不能准确预测气候变化对GHG浓度上升的响应,也没有完全理解它将对个人、社会和生态系统造成的危害。第2条要求社会对各类方面进行平衡-一些方面是由气候变化的影响自身所致,其他方面由潜在的减缓和适应成本所致。这项任务的困难既包括需要就基本问题达成共识,如一个社会愿意接受和施于另一个社会的风险水平、分享成本的战略,也包括减缓与社会的许多其他目标结合到一起后如何平衡所造成的无数取舍。这些问题本身就与价值密切相关,包括具有不同利益和不同决策权力的不同方面。

IPCC第五次评估报告(AR5)第三工作组(WGIII)报告评估了气候变化减缓的科学、技术、环境、经济、社会方面的文献,第三工作组报告基于IPCC第四次评估报告(AR4)第三工作组报告、可再生能源与减缓气候变化特别报告(SRREN)和之前的报告,并纳入了后续的新成果和研究。整个报告的重点是说明其成果对政策的影响,但没有规定各国政府和政策进程中其他重要参与方所应采取的具体政策。在IPCC的职责范围方面,WGIII的作者遵从几项原则的指导编写了该评估报告:(1)明确说明减缓方案,(2)明确说明减缓方案的成本、与其他发展重点相冲突时所产生的风险和机遇,(3)明确说明评估替代政策时所使用的支持标准、概念和方法。

本摘要的其余部分为本报告的主要发现。如同IPCC所有三个工作组的报告,本评估报告中各项发现的确定性程度是基于各作者团队对基础科学认知水平的评价并按置信度的定性水平表述(从很低到很高),并尽可能使用量化的可能性概率(从极不可能到几乎确定)。某一发现有效性的置信度是基于证据的类型、数量、质量和一致性(如数据、对机理的认识、理论、模式、专家判断等)和吻合程度。量化衡量某一发现不确定性的概率估算是基于对观测或模拟结果或对两者的统计分析和专家判断。²只要适当,还对各项发现作了事实陈述,而不

² 使用下列概括性术语描述现有的证据:证据量有限、中等,或证据确凿;至于吻合程度,则使用以下术语:一致性低、中等或高。用五个修饰词表述置信度水平:很低、低、中等、高和很高,并采用斜体字,如:中等置信度。对于某一给定的证据和一致性的陈述,可赋予不同的置信度水平,但是证据的增多、吻合程度的提高则与置信度增加相关。已使用下列术语表示经评估的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%、极不可能的概率为0-1%。还可酌情使用其它术语(多半可能的概率为>50-100%,以及极不可能的概率为0-<5%)。经评估的可能性均采用斜体字印刷,如:很可能。欲了解更多详细内容,请参阅为IPCC《第五次评估报告》主要作者制定的关于采用一致性方式处理不确定性的指导说明:<http://www.ipcc.ch/pdf/supporting-material/uncertainty-guidance-note.pdf>。

使用不确定性修饰词。在本摘要各段落中,凡是对某一用黑体字印刷的新发现所给出的信度、证据和一致性术语均适用于该段落中的后续陈述,除非另有其他术语。[方括号]中的索引给出了基础报告中支持性依据所在的章、节、图、表、文框。

本节内容还将提供一个重要概念和方法的框架,以有助于理解后续内容中所述发现的背景。TS.2节内容为GHG存量和流量过去趋势证据及全球、区域和部门尺度的驱动因子,包括经济增长、技术或人口变化。TS.3.1说明了分析长期减缓情景的技术、经济和制度需要的研究的成果。TS.3.2节详细说明了用于不同的经济部门和人类居住点之中和之间的减缓措施和政策。TS.4节概述了关于不同治理水平、经济部门和手段类型间减缓政策互相作用的想法。

气候变化是一个全球共同面临的问题,这说明需要进行国际合作,也需要就许多不同的问题实施局地、国家和区域政策。

由于任何行为主体(个人、公司、国家)的GHG排放都会影响其他任何行为主体,所以如果一个行为主体只扩大自身的利益,而不顾及其他主体的利益,那么将无法达到有效的结果。国际合作能发挥作用,因为可以在大气方面确定和分配权利和责任[1.2.4,3.1,4.2,13.2.1]。而且,支持减缓的研发(R&D)有其公共益处,说明国际合作可在协调发展和推广技术方面起到建设性作用[1.4.4,3.11,13.9,14.4.3]。这增加了R&D、市场开放和进行激励方面合作的单独需要,从而可鼓励私企开发和部署新的技术,也可鼓励家庭使用这些技术。

气候变化方面的国际合作涉及道德考虑,其中包括公平的工作划分。各国对于大气中GHG形成的作用不同,促进适应和减缓的能力不同,对气候影响的脆弱性也不同。许多欠发达国家对影响的暴露度最高,但对气候变化的作用最少。使各国参与有效的国际合作可能需要以各方认为公平的方式分担减缓的成本和分享其效益的战略 [4.2]。有证据说明各方所认为的公正会影响个体之间的合作水平,这个发现可能说明被视为公正的程序和结果也会加强国际合作[3.10,13.2.2.4]。道德和政治哲学文献中的分析有助于解决气候变化引起的伦理问题[3.2,3.3,3.4]。这些问题包括需要多少总体减缓,以避免“对气候系统危险的干预”(文框TS.1)[3.1],如何在不同的国家间在现在和未来分配减缓气候变化的工作和成本[3.3,3.6,4.6]、如何计入GHG排放历史责任等因子[3.3,4.6]、如何选择减缓和

文框TS.2 | 减缓为人类带来市场和而非市场益处

减缓的影响包括降低或消除气候变化的一些效应。减缓可改善人类的生活水平、健康、对粮食和清洁用水的获取、生活舒适度和人类的自然环境。

减缓可通过市场和而非市场效应改善人类的福祉。市场影响源于市场价格变化、人群收入或净收入变化、或市场商品质量或供应的变化。非市场效应源于非市场产品质量或供应的变化，如健康、生活质量、文化、环境质量、自然生态系统、野生动物和美学价值。气候变化的每类影响都会造成市场和而非市场破坏。例如农村地区的热浪会对暴露在外的农村劳力造成热压力，使湿地变干，造成候鸟失去避难地，或使一些庄稼死亡、其他庄稼受到破坏。避免这些破坏是减缓的一个益处。[3.9]

经济学家经常会使用货币单位来衡量气候变化的破

坏和减缓的益处。一个人得到的货币价值的益处即该人为了获得此益处愿意牺牲的收入的数量，或者是该人在没有获得此益处的情况下愿意接受的足量赔偿。某种损害的货币价值即该人为了避免此损害愿意牺牲的收入的数量，或者是该人在承受此损害的情况下愿意接受的足量赔偿。经济度量方法的目的是依据个人的兴趣、观念和经济环境，寻求理解相比于另一个商品或服务，个人在多大程度上在意一种商品或服务[3.9]。

在这种情况下可使用货币单位衡量不同人群不同时间付出的成本和得到的益处。但是不能认为此时一个人的美元等于彼时另一个人的一美元。对不同的人可能需要使用分配权数[3.6.1]，在不同的时间可能需要使用折现(见文框TS.10)。[3.6.2]

适应的替代政策[3.4,3.5,3.6,3.7]。福祉、公正、公平、权利等伦理问题也会涉及到。道德分析可以确定不同观点背后的不同伦理原则，并区分正确和错误的伦理成因[3.3,3.4]。

减缓方案的评估需要考虑许多不同的利益、各个方面、社会内部和社会间的挑战。减缓涉及许多不同的机构，例如不同级别的政府—区域级[14.1]、国家级、地方级[15.1]、通过国际条约[13.1]—以及家庭、公司和其他非政府机构。决策的不同级别和不同方面间的相互联系会影响很多目标，因其与气候政策有联系。事实上，在很多国家中对排放有(或可能有)最大影响的政策不仅仅是由与气候变化相关的方面决定的。尤其重要的是减缓和发展间的互动和感觉的紧张[4.1,14.1]。发展包括很多活动，例如加强对现代能源服务的可及性[7.9.1,14.3.2,16.8]、建立基础设施[12.1]、保障粮食安全[11.1]和减贫[4.1]。如果通过传统方法进行的话，这些活动中的许多会造成更高的排放。所以，发展和减缓间的关系会造成政治和伦理难题，尤其是发展中国家，因为人们认为减缓会加剧紧迫的发展挑战，并对居民目前的福祉造成负面影响[4.1]。这些难题在本报告中进行了探讨，包括在强调发展中国家关切的特别文框中。

经济评估能推动政策设计，并能得到道德支持，前提是应用适当的分配权数。尽管很多地方都有经济学限制的记录[2.4,3.5]，但经济学还有能够用于评估减缓和适应方案优点和不足的有用工具。可对决策有贡献的实际工具包括成本效益分析、成本效能分析、多标准分析、预期效用理论、决策分析方法[2.5,3.7.2]。经济评估(见文框TS.2)可以伦理为基础，前提是分配权数的应用适当考虑货币价值对贫富人口的差异[3.6]。绝大多数对气候变化的经验主义经济评估都没有这方面的考虑[3.6.1]。文献能有效指导消费的社会折现率(见文框TS.10)，这实际是时期间的分配权数。这说明社会折现率主要取决于人均收入的预期增长和不平等规避，这已得到很好的界定。[3.6.2]

大多气候政策与其他社会目标相互交集，无论这种交集是积极的还是消极的，从而可能造成“协同效益”或“不利副作用”。自AR4发布以来，出现了大量文献研究各国如何在进行减缓的同时实现其他目标，如当地环境保护或能源安全，成为“协同效益”或成为相反的东西[1.2.1,6.6.1,4.8]。这种多目标的方法非常重要，有助于确定有力的政治、行政、利益相关方和其他政策支持，推动多个目标。而且在许多社会中多个目标

文框TS.3 | 审慎和直觉思考有助于有效的风险管理

当人们，无论是选民、公司中的重要决策者或政府高级政策制定者，作出涉及到风险和不确定性的选择时，他们都会进行审慎或直觉的思考。审慎思考的特点是使用许多正式的方法评估替代选择，因为此时概率很难确定和/或结果不确定。审慎思考能支持决策者系统性地比较选择，同时比较短期和长期后果。这种方法的优点是可以避免直觉思考的一些已知缺点，比如避免决策者安于现状的倾向。审慎决策工具的缺点是通常非常复杂，需要大量的时间和精力。

大多以分析为基础的文献，包括本报告，都假设个人在比较不同方案时会进行审慎和系统的分析。但在进行减缓和适应选择时，人们也可能进行直觉思考。这种思考的优点是不需要像审慎思考需要那么多的分析。但依赖直觉

可能会使人无法准确地判断问题，因为过去的经验不够。因此气候变化是一种政策挑战，因为气候变化涉及许多不同行为方大量复杂的行为，每一方都有自己的价值、目标和目的。个人可能显示已知的直觉思考范式，例如基于感情反应进行与风险和不确定性相关的选择，使用经过个人经验获得的简化规则。其他倾向包括误判可能性、关注短期效应、使用经验方法，即只选择性地关注部分目标和目的。[2.4]

审慎和直觉的决策方式在现实世界中都是普遍的，因而可通过制定风险管理计划实现所需要的影响。例如某些替代性框架不依赖于精确地规定概率和结果，可考虑用于设计气候变化减缓和适应战略[2.4,2.5,2.6]

的存在能帮助政府维持减缓所需要的政治支持[15.2.3]。衡量对社会福利的净效应(见文框TS.11)需要研究气候政策与已存在的其他政策间的互动 [3.6.3, 6.3.6.5]。

减缓会与其他社会目标相抵消或协同，可在可持续发展框架中评估。 社会评估的多种目标通常称为“可持续发展”，所以对气候政策的综合评估不能只简单关注明显的减缓和适应方案和具体的协同和副作用，而应在设计区域、国家和局地层面的平等和可持续发展综合战略时纳入气候事务。[4.2,4.5]。维护和推动人类福祉，尤其是战胜贫困和降低生活水平差异，同时避免不可持续的消费和生产模式，是平等和可持续发展的基本方面[4.4,4.6, 4.8]。这些方面主要取决于社会如何在总体上形成和实施经济和社会政策，所以对采用有效的气候政策至关重要。

目标的差异一定程度上反映了人类理解风险和机遇的不同方式。个人做决定依据的是不同的目标和目的，使用不同的方法选择不同方案。这些选择和结果会影响不同社会合作和协调的能力。一些群体更强调近期经济发展和减缓成本，而另一些群体则更强调气候变化对繁荣的长期影响。一些群体尽力规

避风险，而另一些群体对危险的容忍度更高。一些群体有更多资源适应气候变化，另一些群体的资源较少。一些群体强调可能的灾害性事件，而另一些群体忽视极端事件，认为不可能发生。一些群体将是气候变化的受益者，另一些将是受害者。一些群体有更大的政治权力维护特权和利益，另一些群体的这种权力更小。自AR4以来，人们更加认识到这些考虑-心理学、行为经济学、政治经济学和其他学科-需要纳入气候变化政策评估中(见文框TS.3)。除了对气候变化和风险的不同理解外，大量的标准也会影响人们对可接受行为的认识。人们更加认识到这些标准如何传达到各社会网络，最终影响活动、行为、生活方式和发展路径，从而对于温室气体排放和减缓政策能有很大影响。[1.4.2,2.4, 3.8,3.10,4.3]

有效的气候政策涉及建立制度和建设治理能力。 虽然很强的证据说明向可持续和公正路径的过渡在技术上是可行的，但要规划有效和可行的气候变化减缓路径不仅是技术问题。需要各国和民间组织进行大量连续的决策。这样的过程受益于对参与决策系统的各方的教育和赋权，决策系统在设计和实施中有意考虑了程序公正。这适用于国家和国际层面，这两个层面有效的治理尤其与全球通用资源有关，但尚未成熟。

文框TS.4 | “肥尾”：减缓价值理解中的可能和不可能结果

所谓“肥尾”问题指气候系统的不确定性及其对减缓和适应政策的影响。通过评估影响气候系统的结构性不确定性链，所造成的可能经济破坏的复杂可能性分布可能为肥右尾形。也就是说随着后果加重，温度上升并不意味着破坏概率下降。

大气二氧化碳(CO₂)(气候敏感性)加倍造成的温度分布可以说明肥尾的显著性。IPCC第一工作组(WGI)的估计可用于校准两种可能的分布，一种是肥尾，一种为薄尾，每种都有3°C的中值温度变化和15%超过4.5°C的温度变化概率。尽管两种分布超过4.5°C的概率一样，但与薄尾分布相比，当温度上升时肥尾分布的可能性下降要慢得多。例

如如果选择肥尾分布而不是薄尾分布，则温度超过8°C的概率几乎会增加10倍。如果温度变化以尾肥分布，则大影响事件会在温度更高时发生，则尾事件会在计算气候变化的预期破坏时占主要地位。

在制定减缓和适应政策时，认识到尾事件更高的可能性及其结果有一定意义。事实上，温度变化概率分布的性质会严重改变气候政策的形成和结构。具体而言，更厚的尾会增加尾事件(如超过8°C的变暖)的重要性。研究和政策讨论关注的是最可能的成果，但概率分布尾部中的成果才可能是更应该考虑的。 [2.5,3.9.2]

每种方法都有潜在的受益者和受害者。该方法的政治可行性主要取决于潜在受益者和受害者之间权力、资源、决策权的分配。世界中存在很大差距，而程序上公正的参与、决策和治理系统能使一项政策为迎接可持续发展挑战找到公正的解决方案。[4.3]

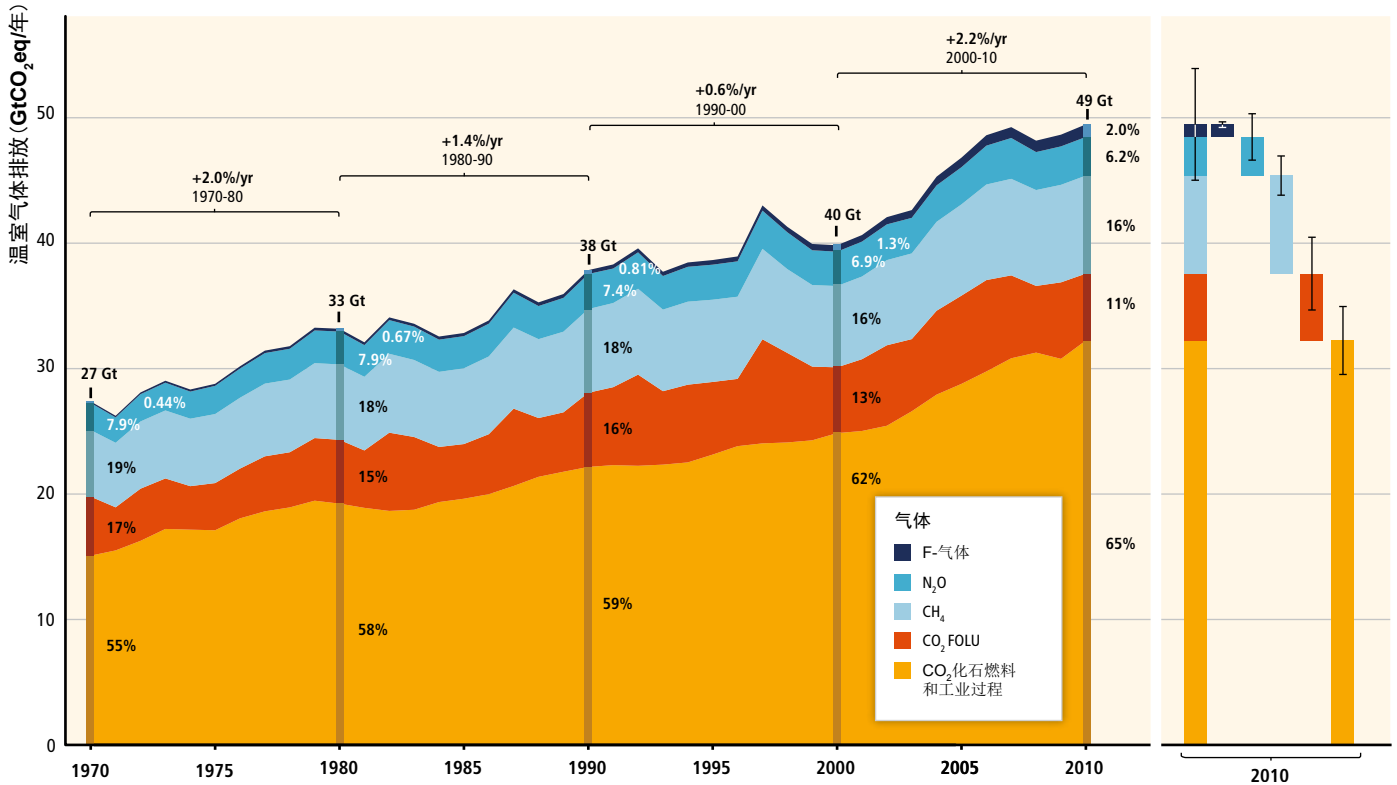
气候变化的有效风险管理涉及考虑可能物理影响以及人类和社会响应的不确定性。气候变化减缓和适应是一种对风险管理的挑战，涉及许多不同的以复杂且常常不可预测的方式相互作用的不同决策层级和政策选择。风险和不确定性出现在自然、社会和技术系统中。正如文框TS.3所述，有效的风险管理战略不仅会考虑人的价值和本能的决策程序，也会使用正式的模式和决策工具系统性地解决风险和不确定性的问题[2.4,2.5]。对其他这类复杂和很不确定的政策领域的研究说明采用以各个标准和可能结果来看都有力的适应政策和措施具有重要性[2.5]。如文框TS.4所述，一种特殊的挑战来自这种越来越强的证据：气候变化可能造成触发点和结果有高度不确定性的极端影响[2.5,3.9.2]。气候变化风险管理战略要求整合响应和有不同时间尺度的减缓响应，整合对适应和各类气候影响的适应，甚至将可能的“地球工程学”等应急响应

整合到极端气候影响的应对中[1.4.2,3.3.7, 6.9,13.4.4]。在面临潜在的极端影响时，快速减缓变暖的能力可帮助限制一些极端气候影响，尽管布署这些地球工程系统会造成许多其他风险(见TS.3.1.3节)。制定风险管理战略的一个核心挑战是使其适应新的信息和不同的管理制度[2.5]。

TS.2 温室气体存量和流量趋势及其驱动因子

本节总结了历史GHG排放趋势及其背后的驱动因子。正如大多支持文献所述，所有的总GHG排放估计都被基于100年时间范围的全球增温潜势(GWP100)转化成了CO₂当量(文框TS.5)。本节中讨论的主要GHG排放趋势变化与驱动因子的变化相关，如经济增长技术变化、人类行为或人口增长。但GHG排放估计也有一些更小的变化，原因是自AR4以来测量概念和方法有了改进。全球GHG排放数据集不确定性文献有所增加。本节尝试使这些不确定性显化，并尽可能说明全球数据集估计方面的变化。

1970-2010年时期按气体组别划分的人为GHG年排放总量



图TS.1 | 1970-2010年时期按气体组别划分的人为GHG年排放总量(GtCO₂当量/年): 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5(F-气体)。在2010年GHG排放图的右侧再次标出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。正如第5章所述, 人为GHG排放总量的不确定性是根据各单一气体估值计算的[5.2.3.6]。从IPCC《第二次评估报告》(SAR)起, 均按100年时间范围全球变暖潜势(GWP100)将各排放量换算成CO₂当量。正如本报告第11章所述, FOLU的排放数据代表源于森林火灾、泥炭火灾、泥炭腐烂的陆地CO₂排放量, 相当于来自FOLU的CO₂净通量。四个年代的平均年GHG排放增长率在括号中给出。1970至2000年的年均增长率为1.3%。[图1.3]

TS.2.1 温室气体排放趋势

2000至2010年, 总人为GHG排放上升的速度比以前三十年都快(高信度)。在2000至2010年期间人为GHG排放总量为人类历史中的最高值并于2010年到达了49(±4.5)吉吨CO₂当量/年(GtCO₂当量/年)。³目前的趋势处于之前预估的前十年的高位。GHG排放增长已发生, 尽管存在各类旨在减缓的多边机制和国家政策。从2000年至2010年, GHG排放每年平均增长1.0 GtCO₂eq(2.2%), 而1970至2000年期间每年增长0.4 GtCO₂eq(1.3%)(图TS.1)。2007/2008年的全球经济危机

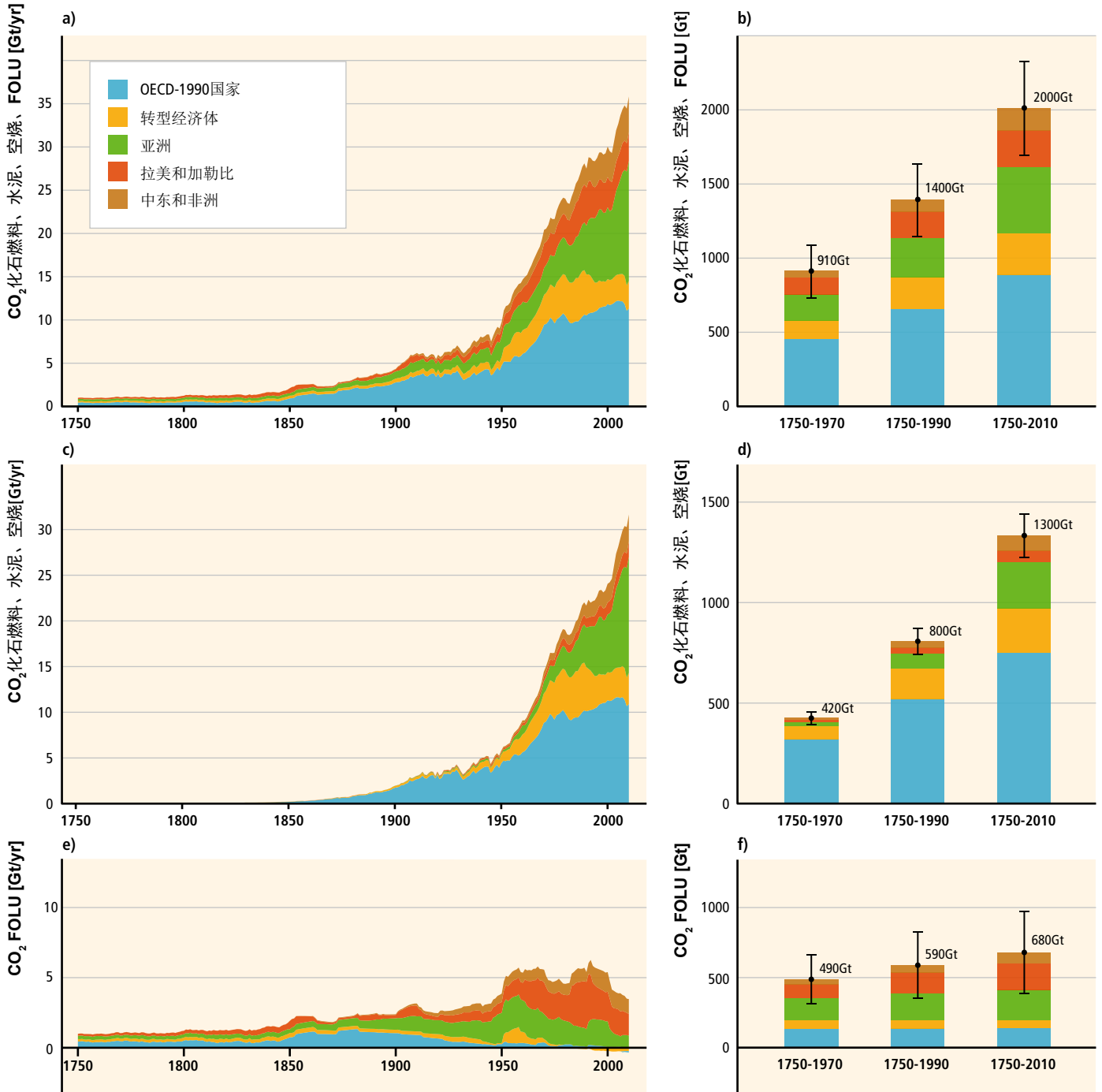
只是暂时降低了GHG排放。[1.3,5.2.13.3,15.2.2,图15.1]⁴

化石燃料燃烧和工业过程产生的CO₂排放约占1970至2010年总GHG排放增长的78%, 对于2000年至2010年期间的贡献大致相似(高信度)。2010年与化石燃料相关的CO₂排放达32(±2.7) GtCO₂/yr, 并于2010至2011年间增长约3%, 2011至2012年增长约1-2%。自AR4以来, GHG排放主要分类的份额仍然稳定。2010年的总人为GHG排放为49(±4.5) GtCO₂eq/yr, 其中CO₂仍是主要的GHG, 占总人为GHG排放76% (38±3.8 GtCO₂eq/yr)。16% (7.8±1.6 GtCO₂eq/yr)源于甲烷(CH₄), 6.2%(3.1±1.9 GtCO₂eq/yr)源于氧化亚氮(N₂

³ 在本摘要中, 使用90%的不确定性区间报告历史GHG排放数据中的不确定性, 除非另有说明。在整个文件中, GHG排放水平采用四舍五入的方式保留两位有效数字; 所以四舍五入可能会导致总量出现较小的差别。

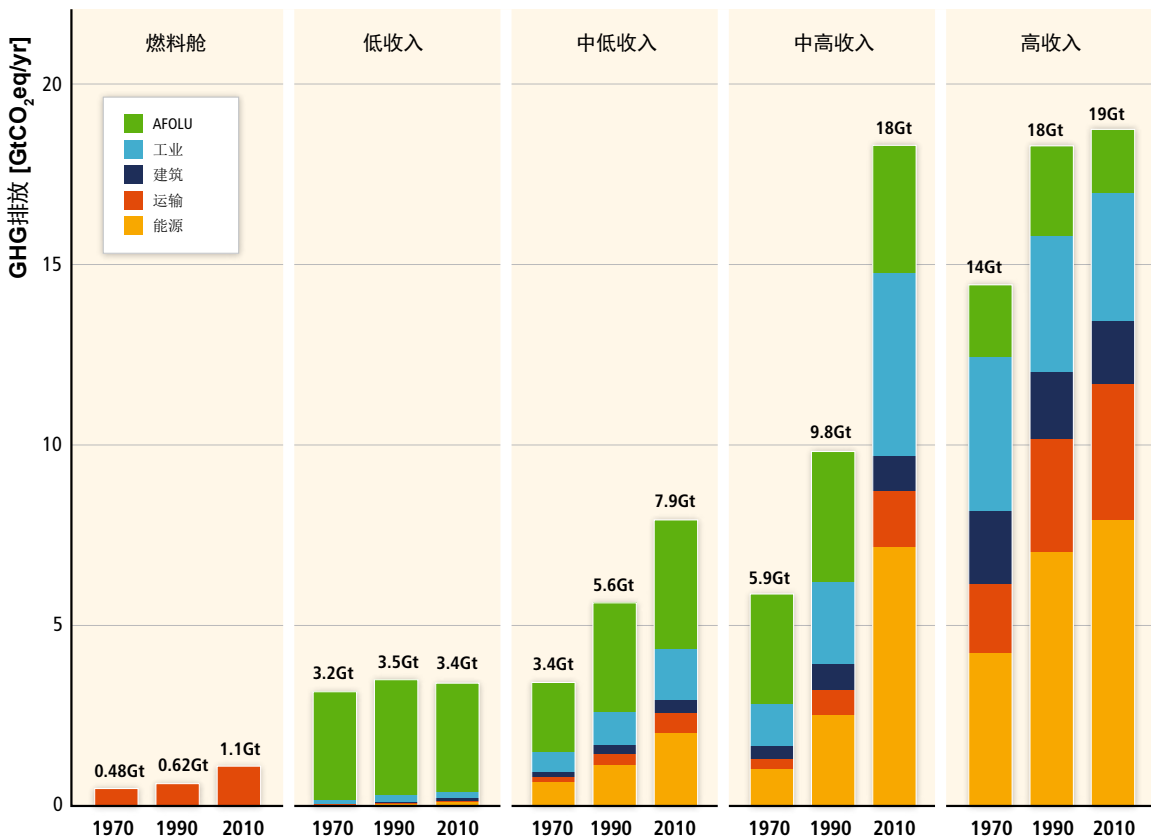
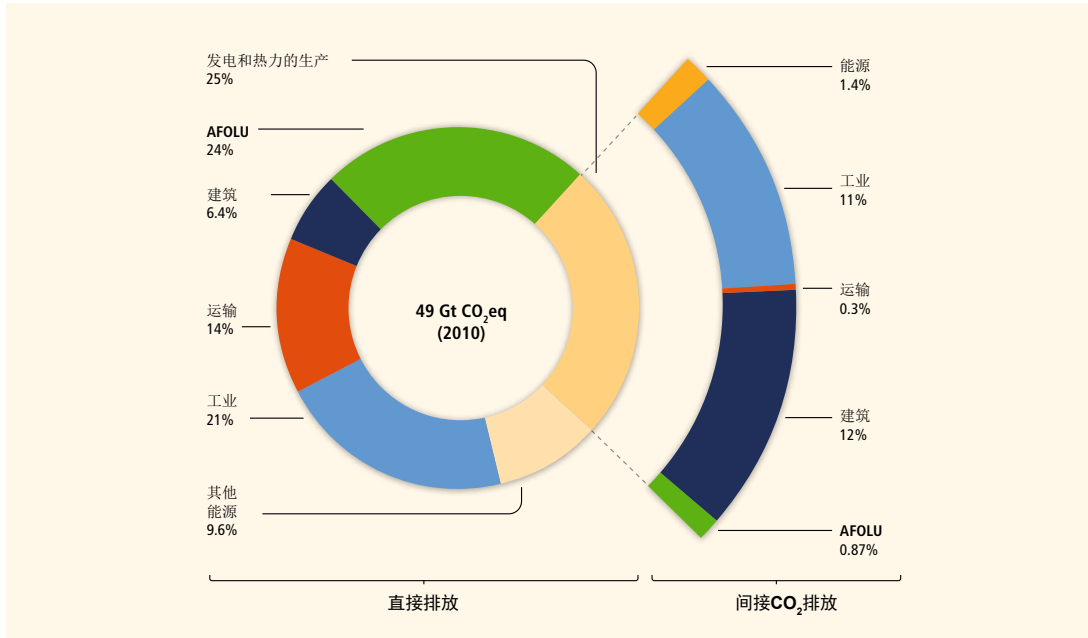
⁴ FOLU(林业和其他土地利用)—另称为LULUCF(土地利用、土地利用变化与林业)—是一套涉及农业、林业和其他土地利用(AFOLU)的各种GHG排放和清除的子数据集, 而这些GHG与人类直接引起的土地利用、土地利用变化和林业活动有关, 但不包括农业的排放(见WGIII AR5术语表)。

1750和2010年间来自化石燃料燃烧、空烧、水泥以及林业和其他土地利用(FOLU)的分区域总人为CO₂排放量

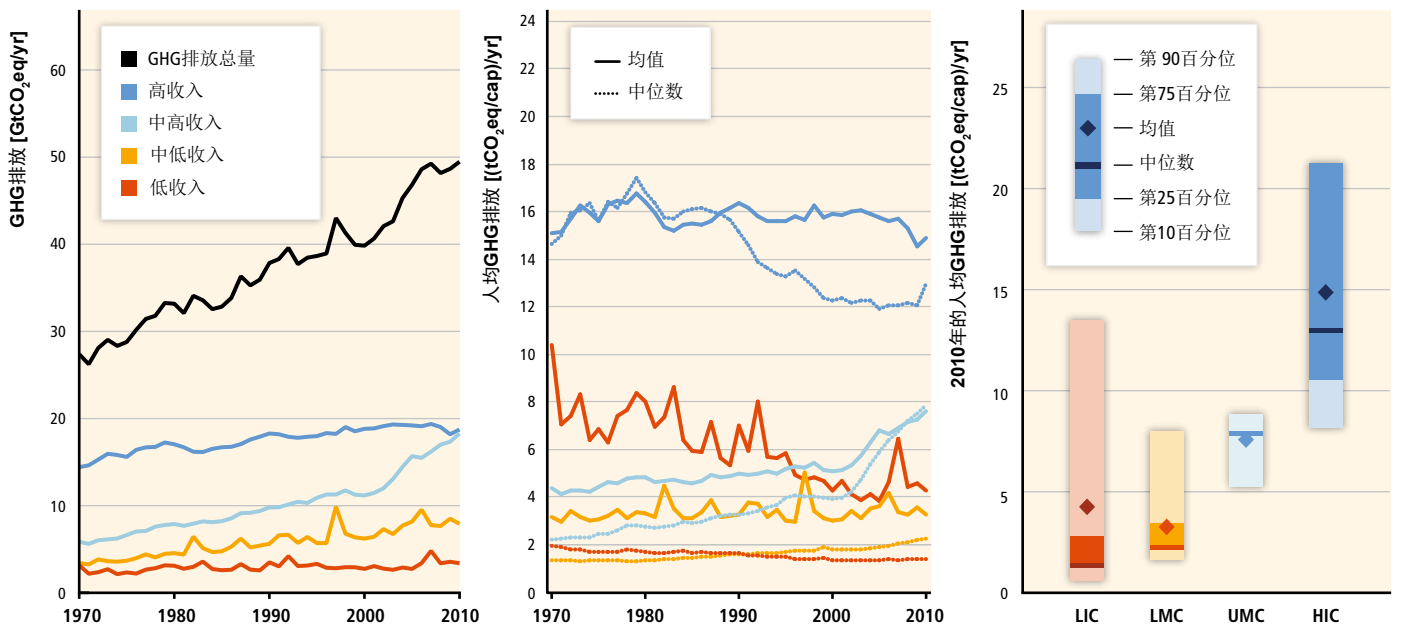


图TS.2| 世界五个主要区域来自化石燃料燃烧、空烧、水泥以及林业和其他土地利用(FOLU)*的历史人为CO₂排放量: OECD-1990(蓝色); 转型经济体(黄色); 亚洲(绿色); 拉美和加勒比(红色); 中东和非洲(棕色).排放的量为吉吨CO₂每年(GtCO₂/yr)。左侧的图为1750-2010年的CO₂区域排放: (a)所有CO₂源的总量(c+e); (c)化石燃料燃烧、空烧、水泥; (e)FOLU。右图显示在选择的时期内各区域对累积CO₂排放的贡献, 分别来自: (b)所有CO₂源的总量(d+f); (d)化石燃料燃烧、空烧、水泥; (f)FOLU。(b)、(d)和(f)图的误差柱说明了不确定性范围(90%信度区间)。见附件II.2.2中的区域定义。[图5.3]

按不同经济部门划分的温室气体排放



图TS.3 | 按经济行业和国家收入群组划分的人为GHG排放总量(GtCO₂当量/年)。上图：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)。右侧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”指除发电和产热以外的能源行业内所有的GHG排放源。下图：五个主要经济部门和国家收入群组1970、1990和2010年的总人为GHG排放。“燃料舱”指源于国际运输的GHG排放，所以在目前的计算体系下没有计入任何一个国家的排放中。正如本报告第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》起，均按100年时间范围的全球变暖潜势(GWP₁₀₀)将各排放量换算成CO₂当量。各国的收入群组划分基于世行2013年收入分类。详情见附录II.2.3。关于行业定义见附录II.9.1。[图1.3, 图1.6]



图TS.4 不同国家收入组的GHG排放趋势。左图：1970至2010年总年度人为GHG排放(GtCO₂eq/yr)。中图：1970至2010年的年度人均平均和中值GHG排放趋势(tCO₂eq/cap/yr)。右图：每个国家收入组中的2010年各国年度人均GHG排放分布(tCO₂eq/cap/yr)。均值为GHG排放水平加权人口。中值说明分布中每个国家收入分组第50百分位的国家人均GHG排放水平。从IPCC《第二次评估报告》(SAR)起，均按100年时间范围的全球变暖潜势(GWP₁₀₀)将各排放量换算成CO₂当量。各国的收入群组划分基于世行2013年收入分类。详情见附录II.2.3。[图1.4,1.8]

O)、2.0% (1.0±0.2 GtCO₂eq/yr)源于氟化气体(图TS.1)。⁵使用AR5中最近的GWP₁₀₀值[WGI 8.7]的全球GHG排放总量将会略有提高(52 GtCO₂eq/yr)，非CO₂排放的比例中CH₄为20%、N₂O为5.0%、F-气体为2.2%。排放比例对于排放单位和时间尺度的选择很敏感，但对于全球长期趋势影响较小。如果使用更短的20年时间尺度，那么CO₂的比例将下降，为总人为GHG排放的50%多，短期气体的比例将相对上升。正如文框TS.5所述，排放单位和时间尺度的选择涉及明显或不明显的价值判断，并取决于分析的目的。[1.2,3.9,5.2]

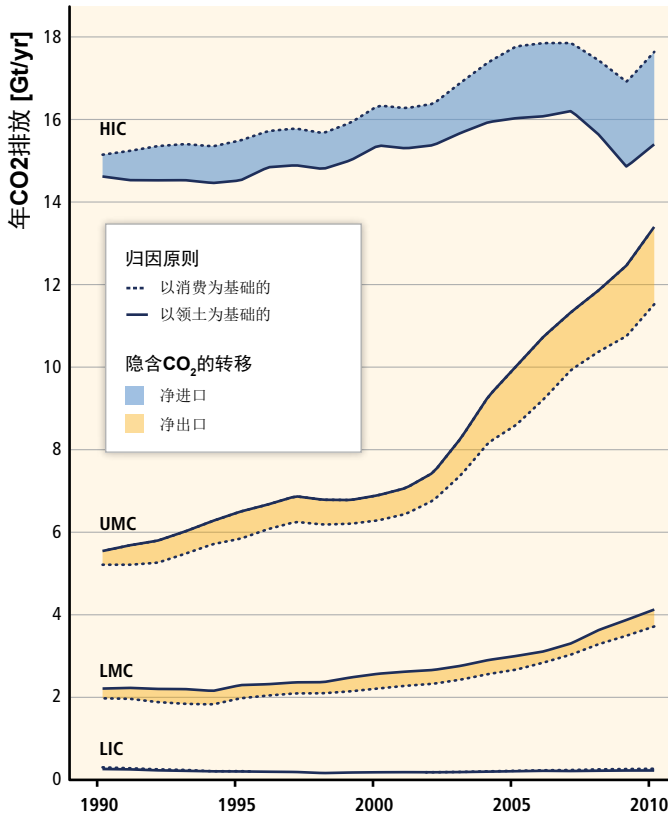
过去40年的总累积CO₂排放增加了一倍，1750–1970年间约为910 GtCO₂，1750–2010年间约为2000(高信度)。1750至1970年源于化石燃料燃烧、水泥生产和空烧的累积CO₂排放为420 (±35) GtCO₂；2010年该累积总量增长了两倍，达1300 (±110) GtCO₂(图TS.2)。自1750年起与FOLU4相关的累积CO₂排放从1970年的约490 (±180) GtCO₂增加至2010年的约680(±300) GtCO₂。[5.2]

GHG排放的区域型态正随世界的变化而变化(高信度)。从2000年起，所有部门的GHG排放都在增加，但农业、林业和其他土地利用(AFOLU)⁴除外，不同的资料集都反映了AFOLU中的正负排放变化，而且资料的不确定性较高。2000至2010年间年GHG排放增加了10Gt，其中75%以上来自能源供应(47%)和工业(30%)部门(部门定义见附录II.9.I)。这个部门增加的排放中有5.9GtCO₂eq来自中高收入国家⁶，这些国家经历了最快的经济发展和基础设施扩建。其他部门的GHG排在绝对值(0.3–1.1 Gt CO₂eq)和相对值(3%–11%)上都比较低。[1.3, 5.3,图5.18]

目前的**GHG**排放水平是以能源供应、**AFOLU**和工业部门为主；如果计入间接排放的话，工业和建筑占的比例则大大上升(证据确凿，高一一致性)。在2010年的49 (±4.5) GtCO₂eq排放中，35% (17 GtCO₂eq)的GHG排放来自能源供应部门、24% (12 GtCO₂eq,净排放)来自AFOLU、21% (10 GtCO₂eq)来自工业、14% (7.0 GtCO₂eq)来自运输、6.4% (3.2 Gt-

⁵ 在本报告中，关于非CO₂ GHG(包括氟化气体)的资料取自EDGAR资料库(见附录II.9)，这些资料库中包括《京都议定书》第一承诺期中纳入的物质。

⁶ 本摘要中的各国收入群组分类使用的是世行2013年分类。详见附录II.2.3。



图TS.5 | 基于国家收入分组、基于领土(实线)和最终消费(虚线)归因的、源于化石燃料燃烧的总年度CO₂排放(GtCO₂/yr)。阴影区域为四个国家收入分组和世界其他国家的净CO₂贸易收支(差)。蓝色阴影说明国家收入分组为隐含CO₂排放的净进口方,会造成高于传统领土排放估计的消费排放估计。橙色则相反—表示国家收入分组为隐含CO₂排放的净出口方。各国的收入分组划分基于世行2013年收入分类。详情见附录II.2.3。[图1.5]

CO₂eq)来自建筑。当电力和热力生产的间接排放计入最终能源使用部门后,工业和建筑部门在全球GHG排放中的份额分别增加至31%和19%³。(图TS.3上图)。[1.3,7.3,8.2,9.2,10.3,11.2]

2010年的人均GHG排放呈现高度不均衡性(高信度)。2010年低收入国家群组人均GHG排放的中值(1.4 tCO₂eq/cap/yr)为高收入国家人均GHG排放中值 (13 tCO₂eq/cap/yr)的10分之一(图TS.4)。6低收入国家GHG排放的最大部分来自AFO-LU;高收入国家的GHG排放主要源自与能源供应和工业相

关的部门 (图 TS.3下图)。各个国家收入群组的人均GHG排放有很大差异,第90百分位水平的国家的人均排放多于第10百分位国家人均排放的两倍以上。中值人均排放比平均人均排放能更好地说明一个由各类成员组成的国家收入群组中典型国家的情况。平均人均排放与中值的差别主要体现在低收入国家,因为有些低收入国家由于土地利用变化造成的大量CO₂排放有很高的人均排放(图TS.4,右图)。[1.3,5.2,5.3]

越来越多的总人为CO₂排放源于对跨越国际边界贸易的产品的生产(证据量中等,高一一致性)。自AR4以来,几种资料集已量化了传统“领土”和“以消费为基础的”排放估计之间的差距,将所有的来自全球产品和服务生产的排放归于最终消费国(图TS.5)。中等收入国家不断增加的源自化石燃料燃烧的CO₂排放源于出口产品和服务的生产,尤其是由中高收入国家出口到高收入国家的产品和服务。使用领土和消费为基础的计算方法得出的非附件I国家的总年度工业CO₂排放现在超过了附件I国家的排放,但附件I国家的人均排放仍然明显更高。[1.3,5.3]

尽管所采用的角度不同,但在各种情况下,少数国家人为排放的CO₂占最大的比例(高信度)。2010年10个国家占化石燃料燃烧和工业过程CO₂排放的约70%。相似较少数量的国家排放了最多基于消费的CO₂和自1750年起的累积CO₂。[1.3]

尽管存在不确定性,各个数据集都说明与CO₂排放相关的全球化石燃料呈很强的向上趋势(高信度)。源于化石燃料燃烧的全球CO₂排放的不确定性在8%以内。与FOLU相关的CO₂排放有很大的不确定性,约为50%。全球甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)和氟化气体排放的不确定性约为20%、60%和20%。把这些值综合起来就得出全球总GHG的不确定性,估计约为10%(图TS.1)。对更小的空间尺度和具体部门来讲,不确定性还会增加。将GHG排放归因为最终消费国会增加不确定性,但关于这方面的文献才刚刚发布不久。AR4时的GHG排放估值比本报告中的估值高5-10%,但处于估计的不确定性范围内。³[5.2]

文框TS.5 | 取决于价值评判和包含很高不确定性的排放度量标准

排放度量标准是一种“汇率”，用于衡量不同GHG对气候变化的贡献。这种汇率用于多种目的，包括分配几种气体的减缓努力，并汇总各类GHG的排放。但没有一种标准是概念正确又可实用的。所以选择适当的标准取决于使用或争论的政策。[3.9.6]

GHG的物理特性不同。例如大气中的单位甲烷(CH₄)物质所造成的瞬时辐射强迫要大于CO₂，但在大气中的存在时间短。所以不同的GHG造成的气候变化时间特点不一，结果也不同。确定不同的GHG排放的减缓比较方法包括比较每种气体所造成气候变化的时间特点，并对这些特点对人类的相对重要性进行价值判断，这是一个充满不确定性的过程。[3.9.6; WGI 8.7]

一个通用的度量标准是全球增温潜势(GWP)。其定义为相对于参照气体CO₂，一段特定时间范围(如100年—GWP100)内由1千克气排放体造成的累积辐射强迫，这个度量标准用于将不同GHG排放的效应转化为一个通用的尺度(CO₂当量)¹。GWP的一个优点是可基于一种相对透明和直接的方式计算。但也有缺点，包括需要使用一具体

¹ 在本摘要中，所有的GHG排放量都以基于GWP100计算的CO₂当量(CO₂eq)排放表示。除非另有说明，不同气体的GWP值都取自IPCC第二次评估报告(SAR)。尽管GWP值之后更新过几次，但SAR的值广泛用于政策之中，包括京都议定书、许多国家和国际排放会计体系。模拟研究说明从SAR至AR4，GWP100值的变化对国际层面的最优减缓战略没有多大影响。[6.3.2.5, 附录II.9.1]

的时间范围，主要强调累积强迫，度量标准对气候影响的时间特点及其对人类的影响不敏感。时间范围的选择对于短期气体尤其重要，特别是甲烷：如果计算时采用较短的GWP时间范围，那么短期气体在计算总变暖效应中的作用就会更大，所以减缓战略可能会改变。[1.2.5]

一些科学文献提出了许多替代性度量标准。所有这些标准都有其优缺点，而度量标准的选择对于具体气体排放的权重有很大影响。例如在相同时间范围下，当一种替代性度量标准—甲烷的全球温度变化潜势(GTP)为4时，甲烷的GWP100为28 (AR5值, 见WGI 8.7节)。仅就总减缓成本而言，GWP100可能与其他度量标准(比如基于时间的全球温度变化潜势或全球成本潜势)在达到预设的气候目标方面差别不大；但较大的成本差别会出现在各个部门、区域和不同时间的隐含分布方面。[3.9.6, 6.3.2.5]

替代为所有气体采用单一度量标准的一种方法是采用“多标准”方法，将气体根据其短期和长期气候变化的贡献分组。这可能解决与使用单一度量标准相关的一些问题，但问题仍是在降低GHG排放方面，不同群组具有什么样的相对重要性。[3.9.6; WGI 8.7]

TS.2.2 温室气体排放驱动因子

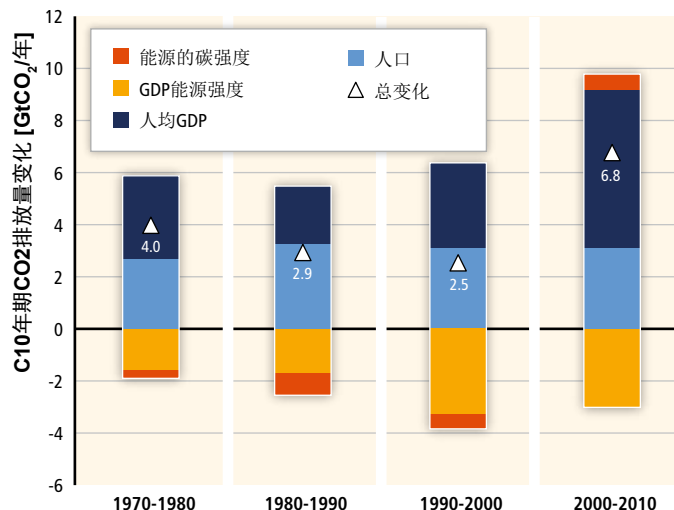
本节讨论了过去与GHG排放水平变化相关的因子。本节分析特别基于将总GHG排放分解为各个组成部门，比如经济增长(国内总产值(GDP)/人)、人口增长(人)、单位经济产出所需要的能耗强度(能耗/GDP)以及能耗的GHG排放强度(GHG/能耗)。在实际分析中，由于数据所限，而且大多GHG排放为工业和能源行业的CO₂，所以在研究中基本全部关注

这两个行业的CO₂。

全球经济和人口增长仍然是来自化石燃料燃烧产生的CO₂排放增长的最重要驱动因素。2000至2010年人口增长的贡献与以前三十年大致相等，而经济增长的贡献已大幅上升(高信度)。1970至2010年全球人口由37亿增加为69亿，增长了86%。同期通过人均生产和/或消费计算的收入增加了约一倍。要精确衡量全球经济增长很困难，因为各国使用不同的货币，

而且要将国家经济数字转换为全球总量的方法不一而足。由于人口和经济产出的增加，化石燃料燃烧排放的CO₂也已增加。过去10年，经济增长作为全球CO₂排放驱动因子的重要性已大幅上升，同时人口增长大致平衡。由于技术变化、经济结构变化、能源结构变化和其他产出如资本和劳动力的变化，全球经济产出的能耗强度已稳定下降。这种下降对全球CO₂排放会产生抵消作用，而CO₂排放与人口增长几乎同步(图TS.6)。只用少数国家既实现了经济增长，又实现了领地CO₂排放长期的下降。这种不一致的现象并非普遍，尤其是考虑到基于消费的CO₂排放。[1.3,5.3]

2000至2010年，相对于其他能源，碳的使用有所增加，扭转了长期以来世界能源供应逐渐脱碳的趋势(高信度)。煤的使用有所增加，尤其是在亚洲发展中国家，加剧了与能源相关的GHG排放负担(图TS.6)。估算显示煤和非传统的油气资源量很大；所以降低能源碳强度的基本原因不是化石燃料短缺，



图TS.6 | 分解化石燃料燃烧造成的10年期总年度CO₂排放和四个驱动因子人口、人均收入(GDP)、GDP能耗强度和能源碳强度的变化。总排放变化以三角形表示。每个十年的排放变化以吉吨CO₂每年表示(GtCO₂/yr)；收入以购买力平价转化为了通用单位。[图1.7]

文框TS.6 | 本报告中情景的使用

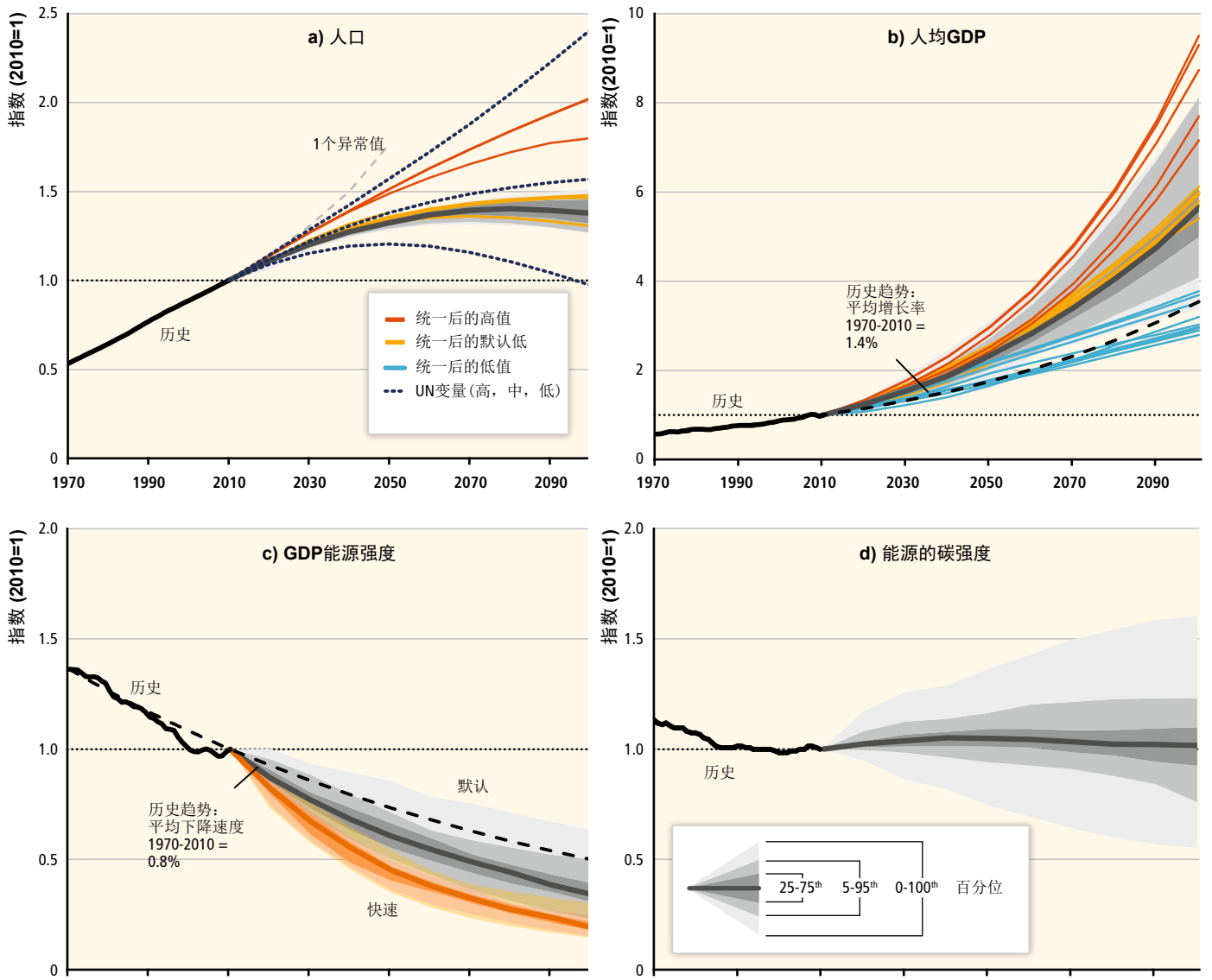
未来将会如何变化的情景反映了影响GHG排放的人类发展关键因素，以及反映了影响我们响应气候变化的能力。情景包括一系列可能的未来情况，因为人类发展是由无数因素决定的，包括人类决策。情景可用于结合以下知识：GHG排放驱动因子、减缓方案、气候变化和气候影响。

情景的一个重要方面是预估人类对气候系统的干预水平。所以已制定了四个“典型浓度路径”(RCP)。这些RCP将于2100年分别达到2.6、4.5、6.0和8.5瓦特每平方米(W/m²)辐射强迫水平(相当于浓度为450、650、850和1370 ppm CO₂eq)，将覆盖21世纪的人为气候强迫范围，详见文献。四个RCP是WGII AR5评估的一系列新的气候变化预估的基础。[WGI 6.4, WGI 12.4]

在没有附加和明确气候变化减缓工作的情况下未来如何变化的情景(基线情景)和开展工作限制GHG排放的情景(减缓情景)一般分别包括除排放、浓度和气候变化信息外的社会经济预估。WGIII AR5已评估了所有文献中的

基线和减缓情景。因此本报告收集了一个资料库，其中有1200多个已发布的减缓和基线情景。在大多情况下，支撑的社会经济预估能反映建模团队关于如何在没有气候政策的情况下反映未来的个人选择。基线情景反映了关于经济增长(2100年前人均收入增加范围为三倍至八倍以上)、能源需求(2100年前能耗强度下降40%至80%以上)和其他因子，尤其是能源碳强度的一系列估计。关于人口的估算是例外：大量情景关注的是2100年前90亿至100亿这一较低至中等人口范围。尽管文献中各基线情景的排放路径范围很广泛，但可能无法代表所有的可能性范围(图TS.7)。[6.3.1]

WGII AR5评估的基线和减缓情景的浓度结果包括所有RCP。但这些情景更详细地关注了浓度较低的情况，许多情景的目标浓度水平为2100年达到450、500和550 ppm CO₂eq。基于RCP的WGI气候变化预估和WGIII AR5评估的减缓情景在所揭示的气候变化结果方面彼此相关。[6.2.1]



图TS.7 | 四种排放驱动因子的全球基准预估范围。针对某一具体因子经过调整的情景带有单独线条。其他情景为一个带有加粗中值的范围；阴影表示四分位范围(颜色最深)、第5到第95百分位范围(更浅)、整体范围(最浅)，但不包括a图中的异常值。情景针对每个指标通过模式和研究进行了过滤，仅包括独有的预估。模式预估和历史资料常态化为2010年为1。GDP使用基准年市场汇率汇总。能源和碳强度根据总一次能源计算。[图6.1]

而是其他的因素，如技术、价值和社会政治选择等方面的变化。[5.3,7.2,7.3,7.4； SRREN图1.7]

技术创新、基础设施选择和行为会通过生产率增长、能源和碳强度和消费模式影响GHG排放(中等信度)。技术创新会提高劳动和资源生产率；无论在GHG排放上升或下降的情况下都能支持经济增长。技术变化的方向和速度取决于政策。技术对于诸如城市基础设施和空间组织的选择也至关重要，因其对GHG排放有长期影响。此外，各类态度、价值和标准能提供信息，支持不同的生活方式、消费倾向和技术选择，这些反

过来都会影响GHG排放的型态。 [5.3, 5.5, 5.6, 12.3]

如果除了现在的努力外没有额外的降低GHG排放的努力，那么排放增长预计将持续，因为全球人口和经济活动将不断增长，从而抵消能源供应和终端用能技术的改进(高信度)。为此次评估所考察的基线情景(那些对限制排放没有明显付出更多努力的情景)的2030年大气浓度会超过百万分之450(ppm) CO₂eq⁷，并且到2100年将达到750 ppm至1300 ppm CO₂

⁷ 这些CO₂eq浓度为所有辐射强迫，包括GHG、卤代烃气体、对流层臭氧、气溶胶、矿物粉尘和反照变化。



当量以上的CO₂当量浓度水平，并造成2100年预估全球平均表面温度与工业化前水平相比从3.7增加至4.8°C⁸(此范围基于中值气候响应；如果纳入气候不确定性，该范围为2.5°C至7.8°C，见表TS.1)。⁹2100年的浓度范围大约相当于典型浓度路径(RCP)6.0和RCP8.5路径中的CO₂eq浓度范围(见文框TS.6)，大多情景的浓度低于RCP8.5。为了进行比较，2011年的CO₂eq浓度估计为430ppm(不确定性范围340-520ppm)。¹⁰文献并没有系统性地研究围绕发展路径和关键驱动因子(如人口、技术和资源)可能变化的整个不确定性范围。但情景有力地说明如果没有明确的减缓努力，那么自2010年起的CO₂累计排放至2030年将超过700 GtCO₂，2050年将超过1,500 GtCO₂，2100年可能会大幅超过4,000 GtCO₂。[6.3.1; WGI图SPM.5, WGI 8.5,WGI 12.3]

TS.3 可持续发展背景下的减缓路径与措施

本节评估的是可持续发展背景下的减缓路径与措施文献。第3.1节首先探讨了人为GHG排放曲线和造成一系列未来大气CO₂eq浓度的减缓路径的潜在温度影响。然后讨论了这些路径的技术、经济和制度要求，以及这些路径的潜在协同效益和不利副作用。TS第3.2节研究了不同部门的减缓方案，以及不同部门的方案如何相互作用。

TS.3.1 减缓路径

TS.3.1.1 理解多目标背景下的减缓路径

世界中的各个社会既需要减缓气候变化，也需要适应气候变化，才能有效地避免有害的气候影响(证据确凿，高一一致性)。

已展现了适应和减缓之间协同的例子[11.5.4, 12.8.1]，在这

⁸ 根据现有的最长全球地表温度数据集，已观测到的在1850 - 1900时期平均值与AR5的基准期(1986-2005)的平均值之间的变化为0.61°C(5%-95%信度区间: 0.55°C至0.67°C)[WGI AR5 SPM.E]，在本报告中该变化值用作自工业化时代之前时期(称为1750年之前时期)以来全球平均地表温度变化的近似值。

⁹ 所提供的估计是为本评估所收集的基准情景的第10至第90百分位。正如表TS.1针对每个情景所述，气候的不确定性体现在气候模式计算结果的第5至第95百分位。

¹⁰ 该值是基于第一工作组AR5对2011年总人为辐射强迫的评估(相对于1750年)，即2.3 W/m²，不确定性区间为1.1至3.3 W/m²。[WGI图SPM.5,WGI 8.5,WGI 12.3]

些例子中这两种战略是相互补充的。从更大的方面说，这两种战略是相关的，因为提高减缓的水平说明未来对减缓的需要会降低。尽管现在正在做大量工作将影响和适应纳入减缓情景中，但由于量化其相互依赖度存在固有困难，所以限制了其在用于生成WGIII AR5评估的减缓情景的模式中的体现(文框TS.7)。[2.6.3,3.7.2.1,6.3.3]

没有任何一种单一路径可将CO₂eq稳定在任何一个水平；相反文献所指的是通过一系统的减缓路径则可能实现任何浓度水平(高信度)。无论选择是不是有意的，都将决定采用这些路径中的哪一个。这些选择其中就包括使大气CO₂eq浓度达到特定水平的排放路径，浓度暂时超过(超出)长期水平的程度，用于降低排放的技术，不同国家间协调减缓的程度，用于在国家内或国家间达到减缓的政策方法，土地利用的处理，减缓与其他政策目标如可持续发展结合的方法。一个社会的发展路径-有其特定的社会经济、制度、政治、文化和技术特点-会支持和限制减缓的前景。在国家层面，最有效的变化必须反映根据国家环境和重点该国和该地实现可持续发展的观点和方法。[4.2, 6.3-6.8, 11.8]

减缓路径可通过各种结果或要求进行区分(高信度)。减缓路径决策可通过衡量各种不同路径的需要制定。尽管总体经济成本和效益的衡量经常作为关键的决策因素，但却远不是唯一一起作用的结果。减缓路径本身就包括一系列有关其他政策目标的协同和取舍，如能源和粮食安全、能源可及性、经济影响的分布、当地的空气质量、有关不同技术解决方案的其他环境因素、经济竞争力(文框TS.11)。这些中的许多都属于可持续发展的范畴。此外，有一些要求，如能源技术的普及速度或GHG排放的下降速度可能非常有助于我们理解达到特定长期目标所面临挑战的程度。[4.5,4.8,6.3,6.4,6.6]

TS.3.1.2 减缓路径的短期和长期要求

减缓情景指向一系列技术和行为措施，可让全球社会遵循与一系列不同减缓水平一致的GHG排放路径(高信度)。作为本评估报告的一部分，从全球的综合模拟研究小组收集了约900个减缓情景和300个基准情景(文框TS.7)。减缓情景的区间涵盖了2100年从430 ppm CO₂当量到720 ppm以上CO₂当量的大气浓度水平，而这一区间又与RCP 2.6和RCP 6.0之间

文框TS.7 | 综合模式的情景能帮助理解行动如何影响复杂系统的结果

本报告中评估的长期情景主要是由大尺度计算机模式生成的，在本报告中称为“综合模式”，因为这些模式试图在一个综合框架内反映不同技术、相关人类系统(如能源、农业、经济系统)和相关GHG排放间许多最重要的交互作用。这些模式的一部分称为“综合评估模式”或IAM。IAM不仅包括综合反映人类系统，也包括与气候变化相关的重要物理过程，如碳循环，有时也反映气候变化的影响。

一些IAM可以从内部平衡影响和减缓成本，尽管这些模式可能高度概括。尽管反映减缓和破坏成本的综合模式非常有用，但本评估的重点是放在有助于理解关键过程如能源系统或陆地系统的演变，又有充分的部门和地理分辨率的综合模式。

来自综合模式的情景非常有用，可帮助理解可能的行动或选择如何造成这些复杂的系统中未来不同的结果。这些模式可对减缓路径中许多最重要的特点提供量化的长期预估(取决于我们目前的知识情况)，同时会考虑各种相关人类和自然系统间许多最重要的相互作用。例如会提供关于排放路径、能源和土地使用转变、减缓的总经济成本

方面的区域和全球信息。

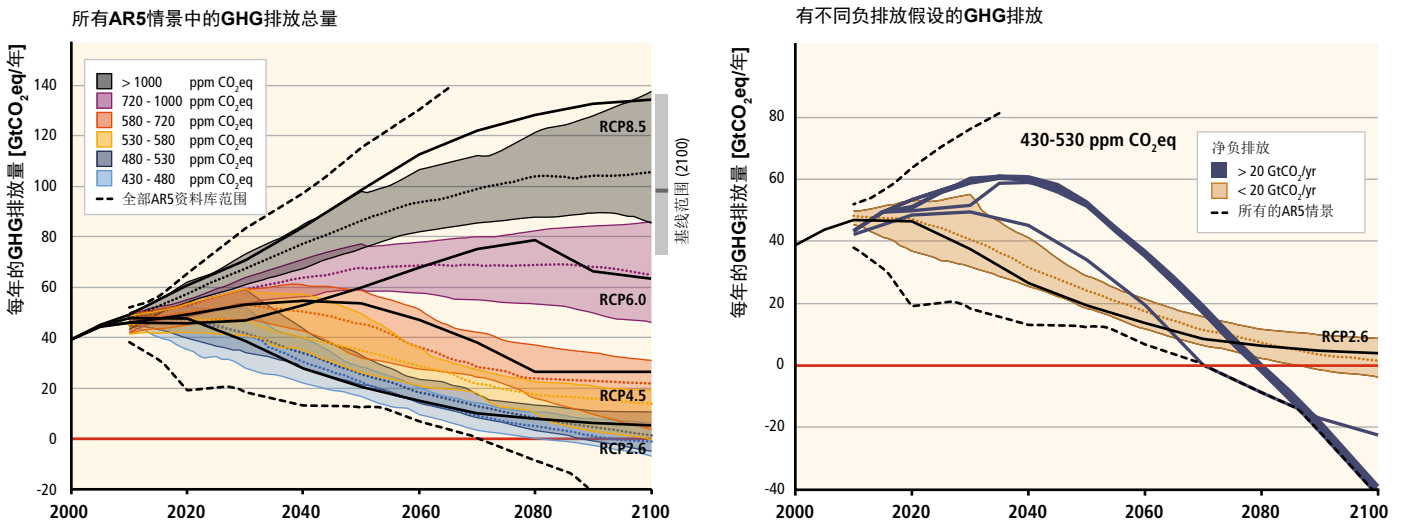
同时这些综合模式有独特的特点和限制，在解释其结果时应当考虑这些方面。许多综合模式的基础是决策的合理选择范式，而不考虑一些行为因素。这些模式近似得出可降低实现减缓结果总经济成本的成本效益型解决方案，除非专门规定只能采用其他运行方式。这些模式中的情景只反映关于减缓方案的发展路径的一些方面，通常仅很少量地涉及减缓行为的分布影响、与更大发展目标的一致性等问题。此外，本评估报告中的模式不能有效地反映减缓、适应和气候影响之间的互相作用。所以减缓与气候影响的评估是分开进行的。最后，也是最基本的一点，综合模式是简化、程式化、数字化地代表极为复杂的物理和社会系统的方法，源于这些模式的情景基于对经常为世纪时间尺度、有关键事件和驱动因素的不确定预估。假设中的简化和差异是不同模式-或相同模式的不同版本-生成的产出可以有所不同的原因，也是所有模式的预估可以与真实情况明显不同的原因。[3.7, 6.2]

2100年的强迫水平大致具有可比性(图TS.8, 左图)。建立情景是为了达到关于能源需要、国际合作、技术、CO₂贡献和其他大气CO₂eq浓度强迫因子、及浓度暂时超过长期目标(浓度过高, 见文框TS.8)等不同假设下的减缓目标。对其他情景也进行了评估, 包括一些2100年浓度低于430 ppm CO₂eq的情景(详见下文)。[6.3]

在本世纪限制大气峰值浓度——不只是达到长期浓度水平——对于限制瞬时温度变化至关重要(高信度)。在2100年前达到约500 ppm CO₂eq浓度水平的情景多半可能将温度变化限制在比工业化前水平高2°C以下, 除非这些情景在2100年前暂时“超出”约530 ppm CO₂eq的浓度水平。在这种情况下, 或许可能会实现这个目标。大多在2100年达到约450 ppm CO₂eq长期浓度的情景可能会在本世纪将温度变化控制在比工业化

前水平高2°C以下(表TS.1, 文框TS.8)。在2100年达到530至650 ppm CO₂eq浓度的情景或许不可能将温度变化控制在比工业化前水平高2°C以下。在2100年超过约650 ppm CO₂eq的情景不可能将温度变化控制在比工业化前水平高2°C以下。2100年前温度上升多半可能比工业化前水平高1.5°C以下的减缓情景中的2100年浓度要低于430 ppm CO₂eq。这样的情景中温度在本世纪期间先达到峰值, 然后下降。[6.3]

与2100年达到约500或约550 ppm CO₂eq的许多情景一样, 2100年达到约450 ppm CO₂eq的减缓情景一般会有大气浓度的短暂超出(高信度)。浓度超出指浓度在本世纪达到峰值, 然后下降至2100年水平。超出一般意味着近期的减缓较少, 但也意味着长期更快更强的减排。绝大多数2100年达到约450 ppm CO₂eq的情景会有浓度超出, 原因为大多模式



图TS.8 | 不同长期浓度水平总GHG排放的变化(左图), 及2100年达到约450至约500 (430-530) ppm CO₂eq、净CO₂排放高于或低于20 GtCO₂/yr情景的总GHG排放的变化(右图)。范围是针对各情景的第10至90百分位。[图6.7]

无法实现立即、近期的减排, 而这对于避免超出这些浓度水平是必要的。已建立了许多在2100年达到约550 ppm CO₂eq, 但没有超出的情景。

根据超出的程度, 许多超出情景有赖于本世纪下半叶CO₂捕获和封存(BECCS)式生物能源的可及性及广泛的分布、和/或造林(高信度)。这些和其他二氧化碳移除(CDR)技术和方法能从大气中移除CO₂(负排放)。超出大于0.4 W/m²的情景(>35-50 ppm CO₂eq浓度)一般会布署CDR技术, 其程度是达到净全球CO₂排放在本世纪下半叶为负的程度(图TS.8, 右图)。在许多没有浓度超出的情景中, CDR也很普遍, 用于抵消减缓成本更高的一些部门的残余排放。BECCS、造林和其他CDR技术和方法的可用性和潜力不确定, CDR技术和方法都与挑战和风险相关, 只是程度不同而已。其他BECCS的大范围布署、大规模造林和其他CDR技术和方法的潜力也存在不确定性。 [6.3, 6.9]

在2100年前达到约450至约500 ppm CO₂eq的大气浓度水平将需要在本世纪中叶前大幅减少人为GHG排放(高信度)。在2100年前达到约450 ppm CO₂eq的情景可对应于2050年相比2010年GHG减排约40%至70%, 而排放水

平在2100年接近零GtCO₂eq或更低。¹¹如果2050年GHG减排要达到这个范围的低端, 那么在本世纪中叶后就要更大依赖CDR技术。大多2100年达到约500 ppm CO₂eq但在本世纪任何时间没有超出约530 ppm CO₂eq的情景可相应于在2050年相比2010年GHG减排40%至55%(图TS.8, 左图; 表TS.1)。相反, 在一些浓度在本世纪上升至远高于530 ppm CO₂eq, 之后在2100年前下降至这一水平之下的浓度情景中, 排放在2050年会比2010年的水平高20%。但这些都超出情景是要与本世纪后半叶远超20 GtCO₂每年负的全球排放相对应(图TS.8, 右图)。在2100年达到约450 ppm CO₂eq的情景中, 2011至2100年间的累积CO₂排放为630-1180 GtCO₂; 而在2100年达到约500 ppm CO₂eq的情景中为960-1550 GtCO₂。各情景中累积CO₂排放的差异是由非CO₂ GHG贡献的不同和其他辐射活性物质及减缓时间安排的不同造成的(表 TS.1)。 [6.3]

为了到2100年前达到约450至约500 ppm CO₂eq的大气浓度水平, 本世纪与基准排放相关的大多减缓将发生在非经济合作与发展组织(OECD)国家(高信度)。在试图以成本效益方式在不同国家和不同时间分配减排的情景下, 来自非经合组

¹¹ 这个范围与AR4中相似浓度类别的范围(比2000年低50%至85%, 仅针对CO₂)不同。这种差别的原因包括本报告已评估了比AR4多得多的情景, 并探讨了所有的GHG。此外, 大部分新情景包括有CO₂移除(CDR)技术和浓度超出的相关增长。其他因素包括使用2100年浓度水平, 而不是稳定水平, 参照年也从2000年调整为2010年。

文框TS.8 | 评估减缓情景背景下的温度变化

与浓度和温度相关的长期气候目标已得到表示。UNFCCC第2条要求需要“稳定”GHG浓度。一般理解浓度的稳定是指CO₂eq浓度达到一个特定水平，之后在这个水平上无限期地保持，直到全球碳循环和其他循环达到一个新的平衡。稳定的概念不一定不包括浓度超过的可能性，或在最后稳定在这个水平前“超出”长期目标。“超出”的可能性对于达到一个长期的浓度水平所需要的GHG减排具有重要的影响。浓度超出意味着近期减缓较少，长期减排更快更深入。

本报告评估的浓度路径的温度响应关注的是整个世纪的瞬时温度变化。这与AR4的WGIII报告有重要的不同，AR4的WGIII报告强调的是长期平衡温度响应，这是在浓度稳定一千年后达到的状态。所以本报告中的温度结果与AR4的WGIII报告中的结果不具有直接可比性。本评估报告强调瞬时温度响应的一个原因是它比平衡响应的不确定性低，更强地对应近期和长期的GHG排放。另外一个原因是第三工作组AR5中评估的减缓路径不超出2100年，主要设计为在2100年达到特定浓度的目标。这些路径中的大多数在2100年不会稳定浓度，这使得平衡温度响应评估变得模糊并依赖于对2100年后的排放量和浓度的假设。

瞬时温度目标可根据具体年份的温度确定(如2100年)，也可根据从不超过的某一水平确定。本报告探讨了两种目标的影响。围绕我们对地球系统中关键物理关系，尤其是浓度和温度之间的关系理解的不确定性使温度目标的评估变得复杂。不可能确定地说长期浓度路径是否将把瞬时或平衡温度变化限制在某一水平以下。只可能用概率表示具体浓度路径的温度影响，这样的估计将取决于用于分析的不同气候参数和气候模式概率分布的来源。本报告使用了MAGICC模式和气候参数的分布，得出的有动力的温度结果与WGI AR5所评估的地球系统模式的结果相似。对于每一个排放情景，中值瞬时温度响应的计算说明了由于不同的排放路径而造成的温度变化。此外，提供了每个情景的瞬时温度范围，这反映了气候系统的不确定性。使用了关于气候参数完整分布的信息估算情景将瞬时温度变化限定低于特定水平的可能性(表TS.1)。给出温度结果的合理范围信息和达到不同目标的可能性对于决策至关重要，因为它有利于从风险管理的角度评估不同的气候目标。[2.5.7.2, 6.3.2]

织国家基准排放的CO₂当量总量减排大于OECD国家。这在很大程度上是因为非OECD国家的基准排放预估将高于经合组织国家，但也来源于非经合组织国家更高的碳强度和贸易结构的不同。在这些情景中，经合组织国家会比非经合组织国家更早地达到温室气体排放的峰值。[6.3]

到2100年前达到约450至约650 ppm CO₂eq大气浓度水平将需要未来几十年内全球和国家能源系统发生大规模改变(高信度)。到2100年前达到约450至约500 ppm CO₂eq大气浓度水平的情景需要到2050年时相比于2010年的全球零碳和低碳能源供应接近增加两倍至三倍，这些供应来自可再生能源、核能、配备二氧化碳捕获与封存(CCS)的化石能源、配

备CCS的生物能源(BECCS)(约17%)(图TS.10,左图)。全球低碳能源供应总量在同期由3倍增加至7倍。如果没有一系列低碳技术的话，许多模式无法做到在2100年达到约450 ppm CO₂eq的浓度水平。研究表明了降低能源需要存在巨大潜力，但也说明降低能源需要本身不足以达到2100年前达到约650 ppm CO₂eq或更低水平所需要的减排。[6.3, 7.11]

减缓情景表明与土地相关的减缓措施潜在的关键作用，也表明各类替代性土地转化可能符合相似的浓度水平(中等信度)。减缓情景的土地利用动态受到生物能源生产的很大影响，也受到造林作为负排放的部署或CDR选项的影响。此外，土地利用动态也受到独立于减缓的因素影响，如农业生产力

表TS.1| 为AR5 WGIII所收集和评估的情景的关键特点。为所有参数说明了情景的第10到90百分位。^{1,2}[表 6.3]

2100年CO ₂ 当量浓度 (ppm CO ₂ eq) 情景标识 (浓度范围) ⁹	子类别情景	RCP5 的相对位置	累积CO ₂ 排放 ³ (Gt CO ₂)		相对于2010年的CO ₂ 当量排放变化(%) ⁴		温度变化(相对于1850-1900) ^{5,6}				
			2011-2050	2011-2100	2050	2100	2100 年温度变化(°C) ⁷	21世纪保持低于温度水平的可能性 ⁸			
								1.5°C	2.0°C	3.0°C	4.0°C
< 430	仅有少数个别模式研究探索了低于 430 ppmCO ₂ 当量的水平										
450 (430-480)	总范围 ^{1,10}	RCP2.6	550-1300	630-1180	-72 至 -41	-118 至 -78	1.5-1.7 (1.0-2.8)	多半不可能	可能	可能	可能
500 (480-530)	未出现超过530 ppm的CO ₂ 当量		860-1180	960-1430	-57 至 -42	-107 至 -73	1.7-1.9 (1.2-2.9)	不可能	多半可能		
	出现超过530 ppm的CO ₂ 当量		1130-1530	990-1550	-55 至 -25	-114 至 -90	1.8-2.0 (1.2-3.3)		或许可能		
550 (530-580)	未出现超过580 ppm的CO ₂ 当量		1070-1460	1240-2240	-47 至 -19	-81 至 -59	2.0-2.2 (1.4-3.6)		多半不可能 ¹²	可能	
	出现超过580 ppm的CO ₂ 当量		1420-1750	1170-2100	-16 至 7	-183 至 -86	2.1-2.3 (1.4-3.6)				
(580-650)	总范围	RCP4.5	1260-1640	1870-2440	-38 至 24	-134 至 -50	2.3-2.6 (1.5-4.2)	不可能 ¹¹	不可能	多半不可能	
(650-720)	总范围		1310-1750	2570-3340	-11 至 17	-54 至 -21	2.6-2.9 (1.8-4.5)				
(720-1000) ²	总范围	RCP6.0	1570-1940	3620-4990	18 至 54	-7 至 72	3.1-3.7 (2.1-5.8)				
>1000 ²	总范围	RCP8.5	1840-2310	5350-7010	52 至 95	74 至 178	4.1-4.8 (2.8-7.8)	不可能 ¹¹	不可能 ¹¹	不可能	多半更不可能

注:

- 430-480ppm的CO₂当量情景中的“总范围”与表 6.3 包含的这些情景的子类别情景的第10至第90百分位范围是对应关系。
- 基线情景(见TS.2.2)分为>1000 ppm CO₂当量和750-1000 ppm CO₂当量两类。后一类也包括减缓情景。后一类的基线情景在2100年时的温度变化比工业时代前水平高2.5-5.8°C。再加上>1000 ppm CO₂当量的基线情景类别,这导致两个浓度类别下的基线情景中,2100年时总的温度范围为2.5-7.8°C(范围基于气候响应中值:3.7-4.8°C)。
- 对于此处评估的累积CO₂排放估值和AR5 WG1中的估值进行对比,1870年到2011年已经排放了515[445-585] GtC (1890 [1630-2150] GtCO₂) [WGI 12.5节]。注意此处给出了不同时段(2011-2050和2011-2100)的累积CO₂排放,而AR5 WGI中的累积CO₂排放显示的是各RCP(2012-2100)的总兼容排放量,或低于给定的升温目标下、一定的可能性范围内剩余的总兼容排放量 [WGI 表 SPM.3, WGI SPM.E.8]。
- 2010年全球排放量比1990年高31%(与本报告中的历史GHG排放估值一致)。CO₂当量排放包括京都议定书规定的一揽子气体排放(CO₂、CH₄、N₂O和F-气体)。
- AR5 WGIII中的评估涉及大量在科学文献中发表的情景,因此不局限于RCP。为了评估这些情景的CO₂当量浓度和气候影响,在概率模态中使用MAGICC模式(见附录II)。WGI第12.4.1.2、WGI 12.4.8 和6.3.2.6 节介绍了MAGICC模式结果和WGI中的模式结果两者的对比。与WGI SPM.2之所以有出入是因为参照年份(此处为1986-2005对比1850-1900)不同、报告年(此处为2081-2100对比2100)不同、模拟的构建(CMIP5的浓度驱动与此处为MAGICC的排放驱动)的对比,以及更广泛的情景(WGI是RCP,而此处为WGIII AR5情景数据库中的完整情景)。
- 报告提到了2100年的温度变化,但与WGIII AR4中报告的平衡增温无法直接相比较[第3章,表3.5;也可见WGIII AR5 6.3.2]。对于2100年温度估值,瞬时气候响应(TCR)是最相关的系统属性。MAGICC下假设的TCR的90%的不确定性范围是1.2-2.6°C(中值1.8°C)。相比之下,CMIP5[WGI9.7]下TCR的90%的不确定性范围是1.2-2.4°C,可能的范围估值为1-2.5°C,这是根据IPCC AR5 WGI 报告中的多条证据链得出的[第12.5节中的文框12.2]。
- 给出了2100年的温度变化,旨在进行MAGICC计算的中值估算,这一数据表明了每个类别中不同情景的排放途径差异。圆括号中的温度变化范围也包括MAGICC模式呈现的碳循环和气候系统不确定性[详见6.3.2.6]。计算与1850-1900参照年相比的温度采用了所有相对于1986-2005年的预估增温数据,同时加上1986-2005年比1850-1900年增加的0.61°C,基础是HadCRUT4的数据 [见WGI表SPM.2]。
- 此表中评估的依据是使用MAGICC计算得到的、用于WGIII AR5全部情景的概率,以及WGI AR5对那些气候模式未涉及的温度预估不确定性的评估。因此这些可能性情况的陈述与WGI AR5中的一致,而后者是基于CMIP5运行的RCP和经评估的不确定性。因此,可能性情况反映了来自两个工作组的不同证据链。第一工作组的这种方法也应用于在无法使用CMIP5来运行的中等浓度水平情景。可能性的陈述仅仅具有指示性[6.3],大量采纳了WGI AR5 SPM中使用在温度预估情况下的术语:可能为66%-100%,多半可能为>50%-100%,或许可能为33%-66%,不可能为0-33%。另外也使用多半不可能为0-50%。
- CO₂当量浓度代表所有GHG的辐射强迫,包括卤化气体、对流层臭氧、以及气溶胶和反照率的变化(基于简单碳循环/气候模式MAGICC下对总强迫计算得到的)。
- 该类别中的绝大部分情景出现过排放超过480ppmCO₂当量浓度的类别边界。
- 该类情景中,所运行的CMIP5(WGI第12章,表12.3)以及所完成的MAGICC(6.3)均没有低于各自的温度水平。然而,给出了一个“不可能”这样的水平,旨在反映当前气候模式可能无法反映的不确定性。
- 580-650ppmCO₂当量类别中的情景既包括浓度超排情景,也包括类别上端的浓度未超排情景(如RCP4.5)。总的来说,估算后一类情景温度多半不可能超过2°C,而前一类大都估算不可能低于该水平。

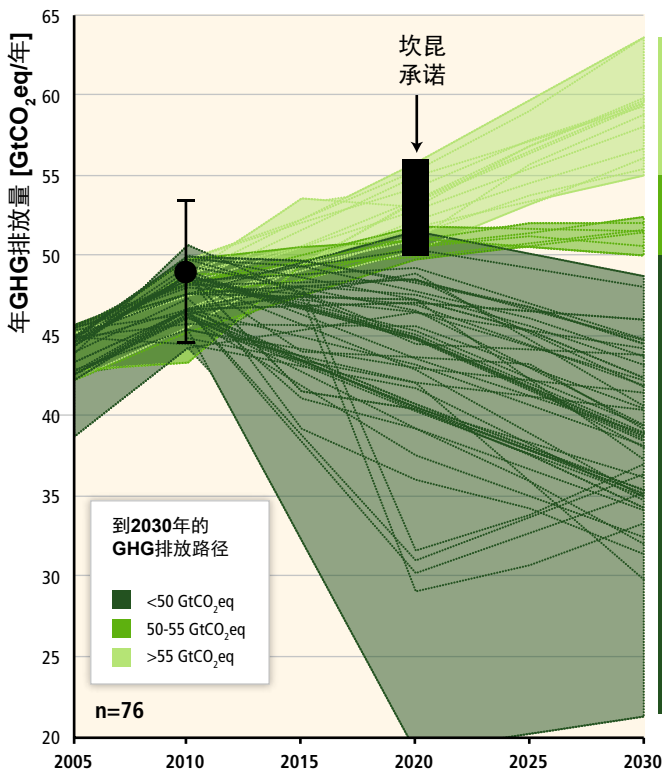
的提高和粮食需求增加等。减缓情景中所示的土地利用转换范围反映了关于这些因素演变的不同假设。许多情景反映了粮食、饲料和能源使用对土地竞争程度的增强。[6.3,6.8,11.4.2]

在**2030年前**延迟今天已有的减缓努力之外的减缓努力将增加挑战、减少方案，阻碍在本世纪末前将大气浓度水平限制在约**450至约500 ppm CO₂eq**以下(高信度)。能在21世纪末将大气浓度水平保持在约450至约500 ppm CO₂当量、具有成本效益的减缓情景一般是要在2030年时年GHG排放大约为30 GtCO₂eq至50 GtCO₂eq。在2030年排在55 GtCO₂eq以上的情景在2030年至2050年的减排速度要高得多(与仅高于3%/年相比，中值减排为约6%/年)(图TS.9,右图); 这段时期低碳能源的推广要更快(低碳能源的比例由增加一倍变为增加两倍以上)(图S.10,右图); 对CDR技术长期更大的依赖(

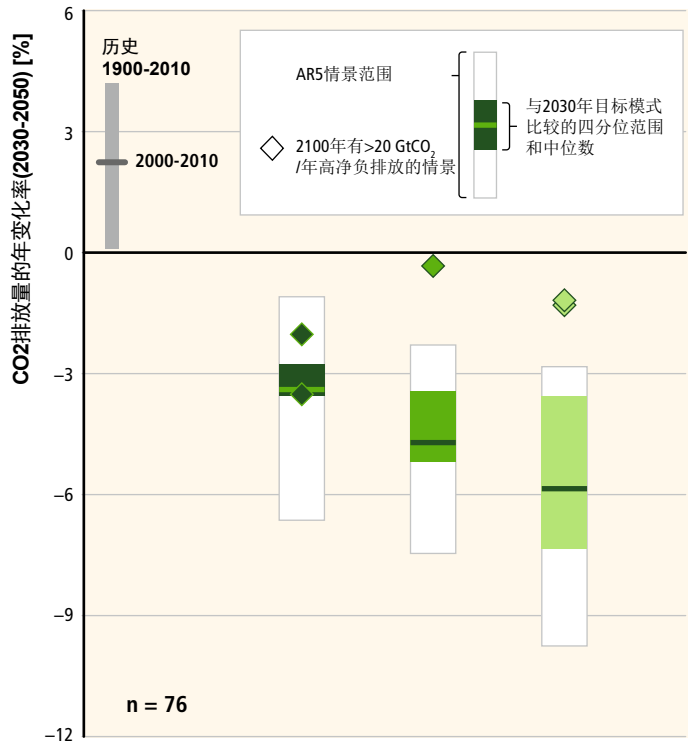
图TS.8, 右图); 和更高的过渡和长期经济影响(表TS.2, 橙色部分, 图TS.13, 右图)。由于这些增加的挑战, 许多有**2030年GHG排放的模式**在此范围内不可能产生在2100年达到约450至约500 ppm CO₂当量大气浓度水平的情景。[6.4, 7.11]

基于坎昆承诺预计的**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, 即在**2100年前**达到约**450至约500 ppm CO₂当量**大气中浓度水平, 但这些模式也有可能达到该目标(证据确凿, 高一一致性)。坎昆承诺总体与具有成本效益的、在2100年前达到约550 ppm CO₂当量至650 ppm CO₂当量的情景一致。研究证实, 与将减缓推迟至2020年后相比, 将减缓推迟至2030年后对减缓的后续挑战有大得多的影响(图TS.9, TS.11)。[6.4]

2100年达到430-530 ppm CO₂ eq的减缓情景到2030年的GHG排放路径

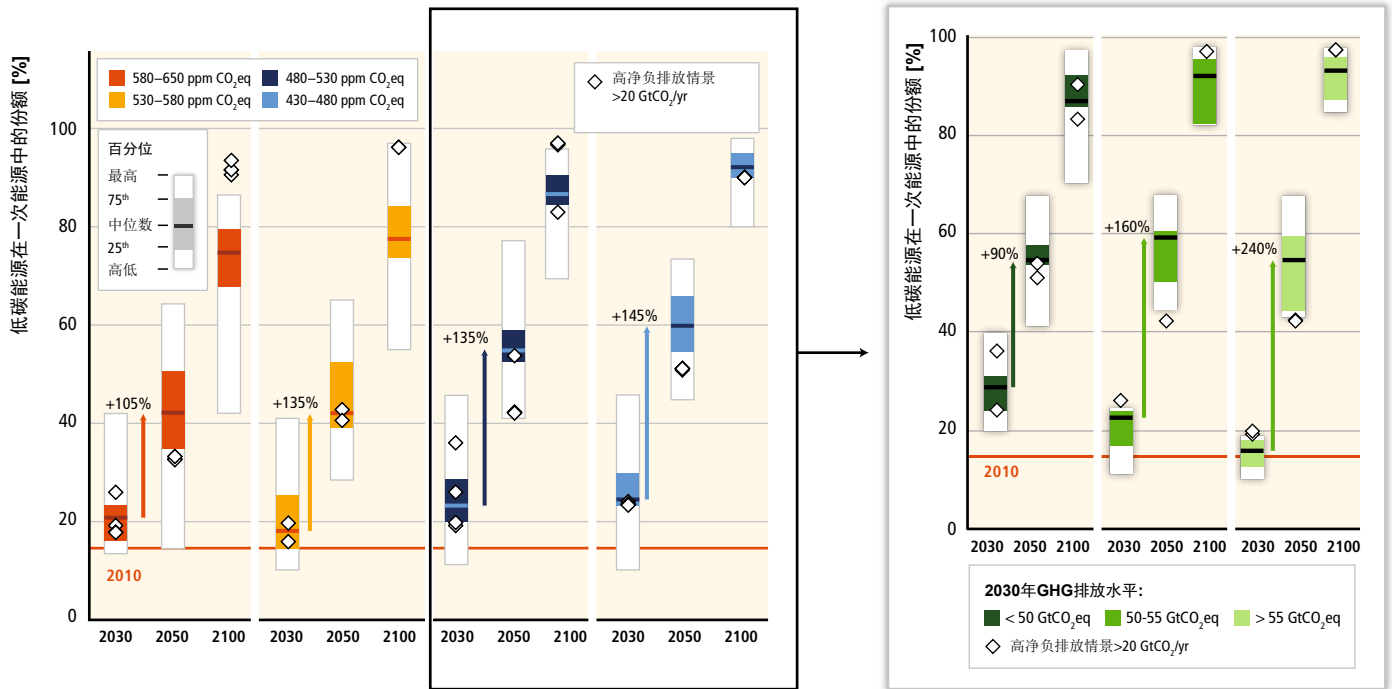


不同的 2030 年 GHG排放水平对 2030-2050 年年均CO₂减排率的影响GHG排放水平



图TS.9 到2100年达到约450-约500 (430–530) ppm CO₂当量浓度的减排情景下, 不同的2030年GHG排放水平对2030-2050年所需的CO₂减排率的影响。按照到2030年的不同排放水平对这些情景进行了分组(按不同深浅的绿色表示)。左图显示了导致2030年达到这样排放水平的GHG排放路径(GtCO₂当量/年)。黑色柱状条显示了坎昆承诺中GHG排放量不确定性的估算范围。带有须状的黑点指历史GHG排放水平和图TS.1中说明的2010年时相关的不确定性。右图中显示2030-2050年年均CO₂减排速度。该图将各情景的中值区间和四分位区间进行了对比, 有具有2030年明确中期目标、近期作过模式间比较的情景, 也有WGIII AR5情景数据库中的一系列情景。1990-2010年历史排放年变化率(持续时间为20年)以及2000-2010年平均年排放变化率用灰色表示。注: WGIII AR5情景范围中不包括大规模、净负全球排放(>20 GtCO₂当量/年)情景, 仅显示独立的点。仅显示使用基础模式(默认技术假设)的完整、未受限制的减缓技术组合情景。有外源性碳价假设或其他影响减缓时机的政策情景(非2030年时的中期目标)和2010年排放显著偏离历史范围的情景未显示。[图6.32, 13.13.1.3]

TS



图TS.10 | 满足不同2100年CO₂当量浓度水平的情景中低碳能源的规模扩展(左图)。右图显示了在2100年前达到约450至约500(430-530)ppm CO₂当量浓度的不同2030年GHG排放水平下的规模扩展速度。彩色柱状表示四分位范围,白色柱状表示情景中的整个范围,不包括大规模、净负全球CO₂排放(>20 GtCO₂当量/年)情景。有大规模净负全球排放的情景以点表示。箭头表示2030年至2050年零碳和低碳能源供给规模扩展的程度。零碳和低碳能源供给包括再生能源、核能、使用二氧化碳捕集和存储(CCS)的化石能源和使用CCS的生物能源(BECCS)。注:仅显示使用基础模式(默认技术假设)中完整、未受限制的减缓技术组合情景。两张图都不包括有外源性碳价假设的情景。右图也不包括有影响减缓时间安排但有2030年中期目标的政策情景。[图7.16]

只有有限数量的研究探索了多半可能到2100年使温度变化返回到比工业化前的水平高不到1.5°C的情景;这些情景将使2100年前的大气浓度低于430 ppm CO₂当量(高信度)。评估这一目标目前较困难,因为没有利用多模式研究来探讨过这些情景。为探索这个目标而开展了研究,虽然发表的报告数量有限,但是已经生成了相关的情景,其特征为(1)立即减缓;(2)全部减缓技术组合迅速扩大规模;(3)沿着低能源需求轨迹发展。¹²[6.3, 7.11]

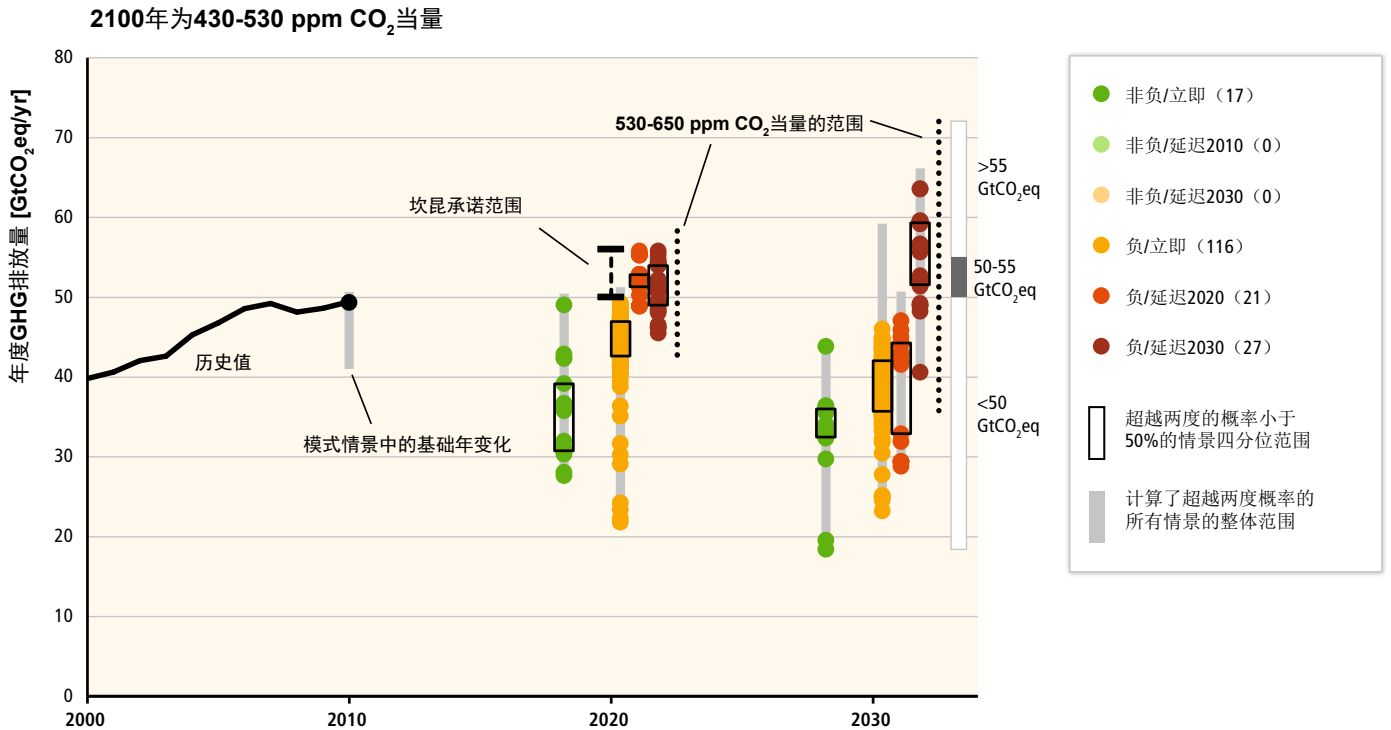
TS.3.1.3 成本、投资和负担分担

与各自为政的方法相比,全球范围内综合和协调的减缓行动将带来显著的经济利益,但需要建立有效的制度(高信度)。减缓情景的经济分析表明,全球范围内综合和协调的减缓行动至少能实现总体经济成本方面的减缓,因为它们能做到在成本最低的地点和时间进行减缓(见文框TS.7,文框TS.9)。

大多数这些减缓情景会假设全球碳价格可涉及经济的所有部门。各种手段如果是在不同部门间限制GHG的减排范围,并且气候政策体系如果是各自为政的区域行动,则会增加总经济成本。减缓的水平越高,成本增加就越多。[6.3.6]

减排的总体经济成本的估计差异很大,但会随着减缓的严格而增加(高信度)。大多为本评估报告所收集的成本效益型情景是基于以下假设:世界上所有国家立即开始减缓,有适用于运作良好市场的全球单一碳价格,关键技术是可用的;这些情景估计要在2100年前达到约450 ppm CO₂当量,与基线情景相比到2030年全球消费将减少1%至4%(中位数为1.7%),至2050年减少2%至6%(中位数为3.4%),至2100年减少3%至11%(中位数:4.8%),基准(没有额外减缓努力)情景的消费在2010年至2100年在全球各地将增加300%到超过900%,2010和2100之间(基准消费增长是相应基准情景的整个范围;图TS.12;表TS.2黄色部分)。消费损失对应于以下年均消费增长下降:从2010年至2030年下降0.06~0.2个百分点(中位数:0.09),2050年前下降0.06~0.17个百分点(

¹² 在这些情景下,累积CO₂排放量的范围在2011年至2050年之间为680-800GtCO₂,在2011年至2100年期间为90-310GtCO₂。2050年的全球CO₂当量排放比2010年低70-95%,2100年比2010年低110-120%。



图TS.11 | 在2100年前达到约450至约500(430-530)PPM CO₂当量浓度的减缓情景的近期GHG排放。该图只包括计算了温度超越概率的情景。当根据简单碳循环/气候模式(MAGICC)2°C的超越概率低于50%时,个别模式的结果由数据点表示。不同的色彩是指情景分类,依据是CO₂净排放量是否会在2100年之前为负(负与非负)和减缓气候变化国际参与的时机(即时、延迟到2020年、延迟到2030年)。报告的单个结果数在图例中说明。坎昆承诺中的2020年全球GHG排放范围是基于对国家承诺所做不同解释的分析。注:在WGIII AR5情景数据库中,只根据没有净负排放的延迟减缓得出了4个报告的情景,其2100年前的排放仍处于530ppm CO₂当量以下。这四个情景没有在图中出现,因为该模式对非气体种类的覆盖不足,无法进行温度计算。这些情景下的延迟只至2020年,其排放范围与“非负/即时”类别相同。延迟情景既包括延迟的全球减缓,也包括各自为政的行动情景。[图 6.31,13.13.1.3]

中位数: 0.09), 而在本世纪下降0.04至0.14个百分点。(中位数: 0.06)。这些数字是相对于基准情景的以下年均消费增长率: 2050年前为1.9%至3.8%, 本世纪为1.6%至3%(表TS.2, 黄色部分)。这些减排成本的估计不考虑减少气候变化的益处或减缓的协同效益或负作用(文框TS.9)。将浓度维持在530-650 ppm CO₂当量范围内的成本估计比相应的430-530 ppm CO₂当量情景低大约三分之一到三分之二。各情景的成本估算在各个区域间有很大不同。如果实施不太理想的政策, 或技术可用性有限(以下将讨论), 那么估算得出的成本要高得多。如果与已存在的扭曲、非气候的市场失灵或配套政策相互作用, 那么会得到更高和更低的估计结果。[6.3.6.2]

除了现在的减缓努力外, 在2030年或之后延迟减缓努力会大大增加以后几十年和本世纪后半叶的减缓成本(高信度)。虽然任何主要排放者的减缓延迟都会降低近期的减缓成本, 但也将导致对碳密集型基础设施更多的投资, 然后依靠未来

的决策者对这些基础设施采取更快、更彻底和成本更高的转化。研究发现与马上进行减缓的情景相比, 总成本和相关碳价格在有延迟减缓的情景中会更快速上升到更高水平。最近的模拟研究发现到2030年的延迟减缓会极大地提高在2100年达到约450至约500 ppm CO₂当量浓度的总成本, 特别是在2030年排放高于55 GtCO₂eq的情景中。(图TS.13, 右图; 表TS.2, 橙色部分)[6.3.6.4]

可用于减缓的技术方案会极大地影响在2100年前达到约450至约550 ppm CO₂当量大气浓度水平的成本和挑战(高信度)。在最近的模式比对中, 由于对关键减缓技术广泛的悲观估计, 很多模式无法生成在2100年前达到约450 ppm CO₂当量大气浓度的情景。在这些研究中CCS和生物能源的特点和可用性被发现对达到这个范围浓度水平的减缓成本和成本挑战有特别重要的影响。对于无法生成这些情景的模式, 关于以上内容的悲观估计大大提高了本世纪末达到约450和约

TS

表TS.2 | 假设特定技术具备程度有限、进一步减缓遭到推延，从而导致成本有效情景¹中全球减缓成本增加和估算成本增加。此表中显示的成本估算未考虑气候变化减缓的效益和减缓的共生效益和不利副作用。黄色栏显示了相比于没有气候政策的基准发展，成本有效型情景呈现的消费量损失(图TS.12,右图)和年化消费增长下降。灰色栏显示了相对于成本有效型情景，本世纪折现成本²的百分比增长；在这类情境中，相对于默认技术假设而使技术受到限制(图TS.13,左图)。³橙色栏显示了2030–2050年和2050–2100年时期内减缓成本的增加(相对于有即刻减缓行动的情景)，这是因为减缓工作进一步推延到2030年造成的(见图TS.13,右图)。⁴进一步减缓推延的情景的分组依据为2030年排放水平小于或大于55 GtCO₂当量，及2100年两个浓度范围((430–530 ppm CO₂当量和530–650 CO₂当量)。所有图表中，情景集合的中值不在圆括号内显示，情景集合的第16和第84百分位之间的范围在圆括号内显示，集合中全部情景的数量在方括号中显示。⁵[图TS.12,TS.13,6.21,6.24,6.25,附录II.10]

	成本有效的实施情景中的消费量损失 ¹						技术具备程度有限的情景中总折现减缓成本的增加幅度				到2030年拖延额外减缓而造成的中长期减缓成本的增加幅度			
	[相对于基线情景的消费量减少%]			[年消费增长率减少百分比]			[相对于即刻减缓的减缓成本增加%]				[相对于即刻减缓的减缓成本增加%]			
2100年浓度 (ppmCO ₂ 当量)	2030	2050	2100	2010–2030	2010–2050	2010–2100	没有CCS	核能逐步淘汰	太阳能/风能有限	生物能源有限	≤55 GtCO ₂ 当量		>55 GtCO ₂ 当量	
											2030–2050	2050–2100	2030–2050	2050–2100
450 (430–480)	1.7 (1.0–3.7) [N: 14]	3.4 (2.1–6.2)	4.8 (2.9–11.4)	0.09 (0.06–0.2)	0.09 (0.06–0.17)	0.06 (0.04–0.14)	138 (29–297) [N: 4]	7 (4–18) [N: 8]	6 (2–29) [N: 8]	64 (44–78) [N: 8]	28 (14–50) [N: 34]	15 (5–59)	44 (2–78) [N: 29]	37 (16–82)
500 (480–530)	1.7 (0.6–2.1) [N: 32]	2.7 (1.5–4.2)	4.7 (2.4–10.6)	0.09 (0.03–0.12)	0.07 (0.04–0.12)	0.06 (0.03–0.13)	N/A	N/A	N/A	N/A				
550 (530–580)	0.6 (0.2–1.3) [N: 46]	1.7 (1.2–3.3)	3.8 (1.2–7.3)	0.03 (0.01–0.08)	0.05 (0.03–0.08)	0.04 (0.01–0.09)	39 (18–78) [N: 11]	13 (2–23) [N: 10]	8 (5–15) [N: 10]	18 (4–66) [N: 12]	3 (–5–16) [N: 14]	4 (–4–11)	15 (3–32) [N: 10]	16 (5–24)
580–650	0.3 (0–0.9) [N: 16]	1.3 (0.5–2.0)	2.3 (1.2–4.4)	0.02 (0–0.04)	0.03 (0.01–0.05)	0.03 (0.01–0.05)	N/A	N/A	N/A	N/A				

注:

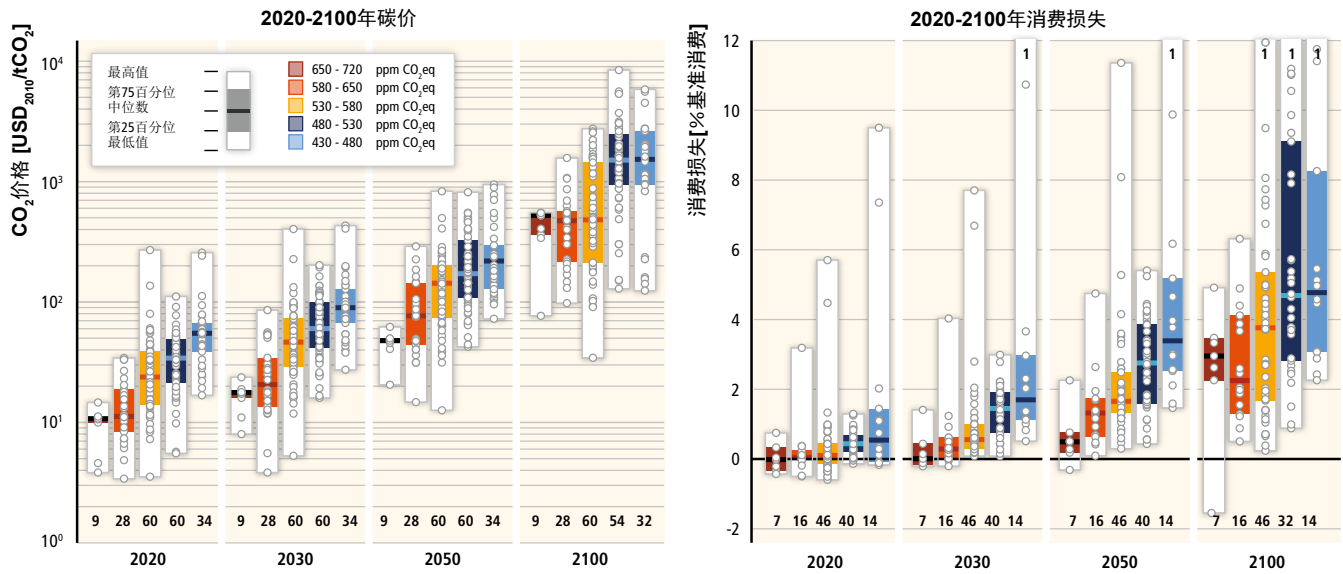
- 成本有效的情景假设，所有国家即刻采取减缓行动，全球碳价单一，并且对相对于模式的默认技术假设的技术不施加额外限制。
- 2015–2100年期间消费量损失的净现值占基线消费的百分比(来自总体平衡模式的情景)和减排成本占基线GDP的百分比(来自部分平衡模式的情景)的百分比增量，每年的折现率(见文框TS.10)为5%。
- 没有CCS: 这些情景未考虑CCS。逐步淘汰核能: 除了在建核电厂外，不新建核电厂。运行现有核电厂直至其报废。太阳能/风能有限: 这些情景下的任意一年中，太阳能和风能最多产生全球20%的电力。生物能源有限: 全球现代生物能源供给最多为100EJ/年(2008年用于产热、发电、热电联产和工业的现代生物能源约为18EJ/年[11.13.5])。
- 2030–2050年和 2050–2100年时段内未折现减缓成本总额增长百分比。
- 该范围由囊括情景集合的第16至第84百分位的中央情景确定。只包括了时间范围达到2100年的情景。一些包括在2100年浓度水平高于530ppmCO₂当量成本范围内的模式不能产生相应的情景，即在这些情景中，2100年浓度水平低于530ppmCO₂当量，并假设技术具备程度有限或进一步减缓被推延。(详情见图 TS.13中的说明)。

550 ppm CO₂当量浓度水平折现的全球减缓成本，对更严格的减缓情景来讲，效果更大(图TS.13, 左图; 表TS.2, 灰色部分)。研究还表明，减少能源需求可能大幅降低减排成本。[6.3.6.3]

不同国家之间的减缓成本分配部分取决于工作分担框架的性质，因此不一定与减缓努力的分配相同。不同的工作分担框架取决于不同的道德原则(中等信度)。在2100年达到具有成本效益、约450至约550 ppm CO₂当量大气浓度的情景中，这个世纪中多数的减缓投资是发生在非OECD国家。一些在全球碳市场的假设下研究特定工作分担框架的报告估计相关的资金流量在本世纪中叶前可能会在约数千亿美元每年，从而到2100年时将浓度达到约450至约500 ppm CO₂当量范围。

多数研究假设实行有效的国际碳市场机制，在这种情况下，经济理论和实证研究表明，对工作分担分配的选择将不会过分影响到区域减排或总全球成本的全球有效水平。对分担工作的实际方法与这个假设可能有出入。[3.3.6.3.6.6, 13.4.2.4]

地球工程包括两类完全不同的技术：二氧化碳移除(CDR)和太阳辐射管理(SRM)。AR5中评估的减缓情景没有假设除造林和BECCS等大型CDR外的任何地球工程方案。CDR技术包括造林、使用配备CCS的生物能源(BECCS)，通过铁施肥或增加碱度提高海洋对CO₂的吸收。大多数陆地CDR技术需要大规模的土地利用变化，可能涉及局地 and 区域风险，同时海上CDR可能涉及海洋生态系统显著的跨界风险，所以它的部署可能给国家之间的合作带来更多的挑战。基于已知的技



图TS.12 | 一段时间内具成本效益、理想化实施情景中的全球碳价(左图)和消费损失(右图)。消费损失为基准中消费的减少百分比。框图中情景的数量放在小图的最下面。2030年的数字也适用于2020年和2050年。该图范围之外的情景数量标注在顶部。注：该图只分别显示了2050或2100年报告消费损失(全面覆盖经济的模式子集)或碳价。有相似特点的不同模式的多个情景仅以样本中的单个情景表示。[图6.21]

文框TS.9 | 减缓情景中“减缓成本”的意义

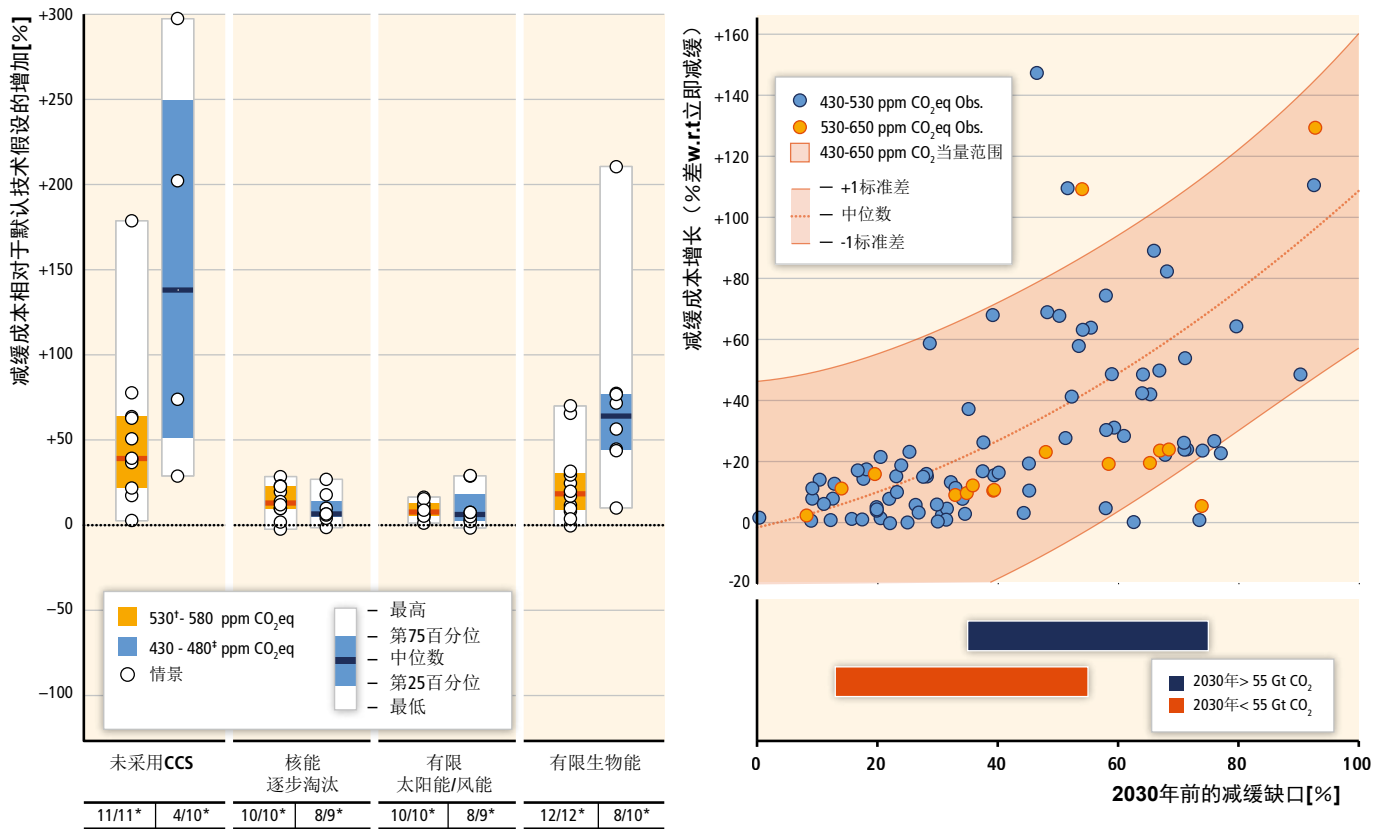
减缓成本占气候变化减缓造成人类福利变化的一部分。减缓成本用货币来表示，一般针对基准情景进行估计，通常涉及持续的、有时较大的经济增长和非额外和明确的减缓努力[3.9.3, 6.3.6]。由于减缓成本估计只专注于市场的直接影响，所以没有考虑到减缓行动的共生效益或不副作用的福利价值(如果有的话)(文框TS.11)[3.6.3]。此外，这些成本不包括通过减缓降低气候影响的益处(文框TS.2)。

经济学家使用各种各样的总减排成本度量方法，以不同的方式或在不同的地点对经济进行测量，包括GDP的变化、消费损失、当量变化和补偿变化，以及消费者和生产者盈余的损失。消费损失经常被用来作为一个指标，因为消费损失来自许多综合模式，直接影响到福利。消费损失可表现为某年相对于相应基准情景消费的整体消费减少，或一定时间内相关基准情景中消费增长平均速度的下降。

减缓成本需要与排放价格进行区分。排放价格可测量

额外单位排放减少的成本；即边际成本。相比之下，减缓成本通常代表所有减缓总成本。另外，排放价格可以与其他政策和措施相互作用，如针对GHG减排的监管政策。如果减缓是通过这些其他措施部分实现的，那么排放价格可能不会反映额外单位减排的实际成本(取决于开始额外减排的方式)。

总体来讲，对综合模式未来一个世纪全球总减缓成本的估算主要是基于对于政策方法和现有市场和政策的程式化假设，这些假设对成本估算有重要影响。例如具有成本效益的理想化实施情景可假定全球每个国家和地区有一个统一的CO₂和其他GHG价格，并在理想化的情况下构成最低成本方法：市场非常有效，没有市场失灵，但有气候变化的外部效应。大多数长期全球情景不会考虑减缓和现有或新定政策、市场失灵和扭曲之间的相互作用。气候政策可以与现有政策相互作用，增加或减少气候政策的实际成本。[3.6.3.3, 6.3.6.5]



* 一个模式中在2100年达到略低于530-580 ppm CO₂当量浓度水平类别的情景
 * 两个模式中在2100年达到略低于430-480 ppm CO₂当量浓度水平类别的情景
 * 成功运行与试运行相关技术变化情景的模式数量

图TS.13 | 左图显示了相对于默认技术假设情景的技术组合变化带来的净现值减缓成本的相对上升(2015至2100年,以每年5%的折现率)。水平轴上情景的名称表示相对于默认假设的技术变化:没有CCS=二氧化碳捕获和封存(CCS)不可用;核电淘汰=除在建电站以外不增建核电站;现有电厂会运行直到寿命结束;有限太阳能/风能=在这些情景中任意一年的太阳能和风能全球发电最多不超过20%;有限生物能=全球最高每年100艾焦(EJ /年)现代生物能源的供应。[图6.24]右图表示2050-2100年期间长期减排成本的增加(未折现成本的总和)为减少的短期减缓努力的函数,表示为立即实施减缓情景和相应于将减缓努力推迟至2020年或2030年的情景间的相对变化(这里称为“减缓差距”)。减缓差距为立即和延缓的额外减缓情景2030年累积CO₂减排量之间的差。右下图中的条形表示减缓差距范围,即到2030年时有75%的情景其排放分别高于(深蓝)和低于(红色)55Gt CO₂。并不是所有模式模拟的推迟到2030年的额外减缓能达到约450或500(430-530) ppm CO₂当量这一更低浓度目标(对于2030年高于55 GtCO₂eq的排放来说,48次尝试模拟中有29次结果可达到这一目标;对于2030年低于55 GtCO₂eq的排放来说,51次尝试模拟中有34次结果可达到这一目标)。[图6.25]

术, CDR不能很快大规模部署。SRM包括的各种技术可粗略地抵消一些大气中积聚GHG的气候影响。SRM的工作原理是通过小幅增加射入太阳光的反射来调整地球的热平衡,例如在高层大气中注射颗粒或气溶胶前体物。SRM已引起相当大的关注,主要是在出现紧急气候事件情况下有可能对其快速部署。一些技术的部署成本可能较低,这可能会对国家间合作造成新的挑战,因为各个国家可能会倾向于过早地单方面部署被认为是廉价的系统。因此SRM技术会造成开发和部署SRM面临成本、风险、治理、以及道德方面的问题,国际体制、规范和其他机制会面临特殊的挑战,因为它们可以协调

研究,约束测试和部署。 [1.4, 3.3.7, 6.9, 13.4.4]

关于SRM的益处和可能危害的知识是非常初步的。SRM会对区域气候变量,如温度和降水,有不同的影响,并可能导致全球水文循环显著的变化,造成不确定的区域效应,例如对季风降水造成影响。非气候效应可能包括平流层气溶胶的注入对平流层臭氧的消耗。一些研究已经开始探讨SRM的气候和非气候影响,但科学界得出的结果各异,也不确定如何弥补知识上的不足:是需要更多的研究,还是最终要进行SRM相关技术的现场测试。 [1.4,3.3.7,6.9,13.4.4]

文框TS.10 | 未来产品应该以适当的比率折现

旨在减缓气候变化的投资将在很久以后产生效果，其中大部分是从现在开始超过100年以后。要确定一项特定的投资是否值得，需要将其未来的利益与目前的成本进行权衡。在这一过程中，经济学者通常不会将某时间一定量的商品的价值等同于另一时间相同量同一商品的价值。经济学者通常赋予较早的商品更大的价值。也就是说，他们会把较晚的商品“折现”。给与未来商品随时间而降低的权重比率称为商品“折现率”。

有两种类型的用于不同目的的折现率。市场折现率体现在现在人群对现在商品和未来商品之间呈现的偏好。社会折现率被社会用于比较社会现在的成员与那些尚未出生的成员的受益状况。因为现在的人可能没有耐心，也因为未来的人可能不在市场上交易，相比于现在，市场可能无法准确反映商品对于未来人类的价值。因此，社会折现率可能不同于市场折现率。

社会折现的主要原因(更有利于目前的人类，而不是未来的人类)是商品具有“递减边际效益”，而且预计人均收入将随时间而增加。边际效益递减意味着额外的商品对社

会的价值随着人们的富足而下降。如果经济继续增长，平均而言，未来的人将比之前的人更加富足，拥有更多的商品。增长越快，边际效益递减的程度越高，商品的折现率就应该越高。如果人均增长预期为负数(如一些国家的情况)，那么社会折现率可能为负数。

一些学者认为，除此之外，现在的人类应该给未来人类的福祉更小的比重，因为他们在很久以后。这个因素将增加商品的社会折现率。

社会折现率适用于评估由降低目前消费来资助的减缓项目。如果一个项目部分是由‘排挤’其他投资来获得资金的，那么其他投资的收益都将损失，这些损失应算作减缓项目的机会成本。如果减缓项目正好替代了数量完全相同的其他投资，那么唯一的问题是减缓。

投资产生的回报是否大于被代替的投资。使用等于本来预计从被代替的投资获得的回报作为折现率，可对减缓投资进行评估，通过这种方法可以对上述问题进行测试。如果市场运行良好，这个贴现率将等于市场折现率。[3.6.2]

TS.3.1.4 减缓路径对其他目标的影响

在2100年前达到约450至约500 ppm CO₂当量的减缓情景显示实现能源安全和空气质量目标的成本更低(中等信度)(图TS.14,下图)。大部分本次评估报告中的情景在谈到减缓成本时没有考虑因成本下降而对其他目标所产生的经济影响(文框TS.9)。除空气质量和能源安全外，还有广泛的共生效益和不利副作用(表TS.4-8)。人们还没有完全理解减缓可对实现许多这些其他目的的总成本所产生的影响，文献中也没有对相关福利的影响作透彻的评估(文框TS.11)。[3.6.3, 4.8, 6.6]

到2100年达到约450至约500 ppm CO₂当量的减缓情景显示可对能源安全带来共生效益，能提高资源的充足性，从

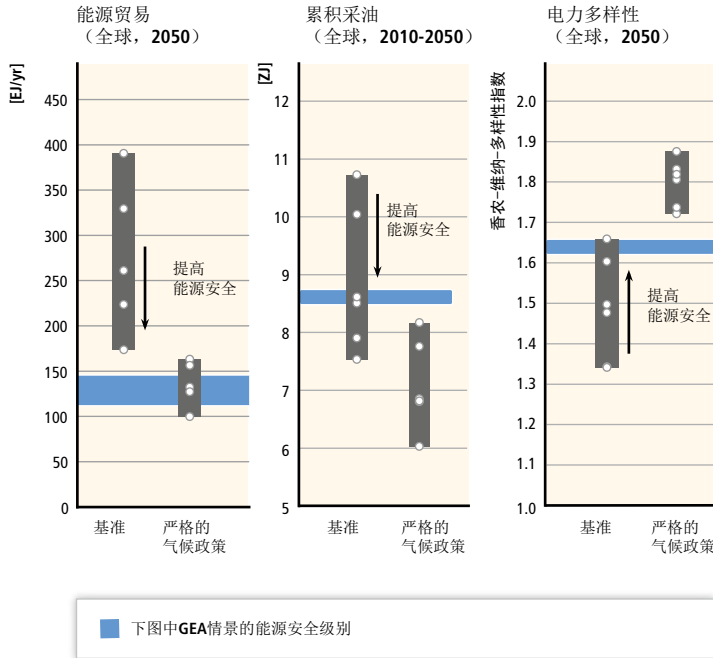
而满足国家能源需要和能源系统的弹性(中等信度)。这些减缓情景显示了能源多样性的改善和能源进口的减少，使得能源系统更有能力应对价格波动和供应干扰(图TS.14,左上图)。[6.3.6,6.6,7.9,8.7,9.7,10.8, 11.13.6,12.8]

减缓政策会降低化石燃料资产的价值，减少化石燃料出口方的收入，但不同的区域和燃料间存在差别(高信度)。大部分减缓情景与主要出口方煤和石油贸易下降的收入有关(高信度)。但有限的研究发现减缓政策可能会增加传统的石油业在面对碳强度更高的非传统“液化煤”产业时相对的竞争力。减缓对于天然气出口收入的效应更为不确定，有些研究说明了对于出口收入在2050年以前在中期有可能是有利的(中等信度)。CCS的可用性将降低减缓对化石燃料资产价值的负作用(中等信度)。[6.3.6, 6.6, 14.4.2]

减缓气候变化对能源安全和空气质量的共生利益

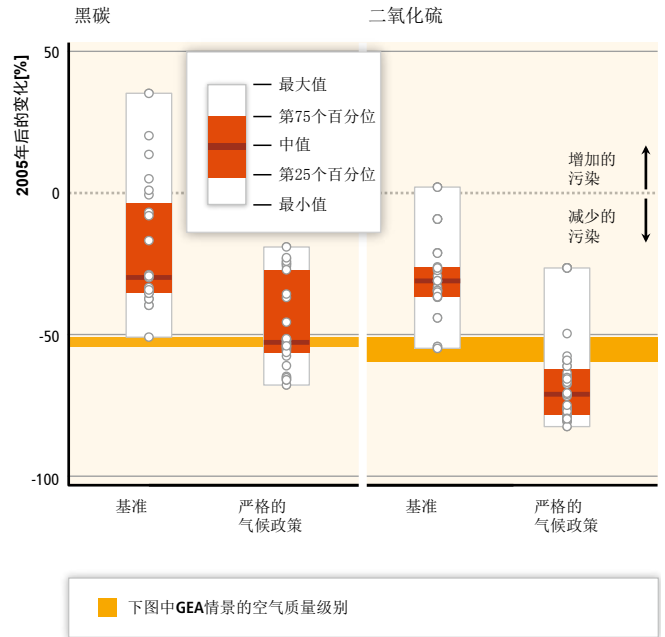
LIMIT模式相互比较

气候政策对能源安全的影响



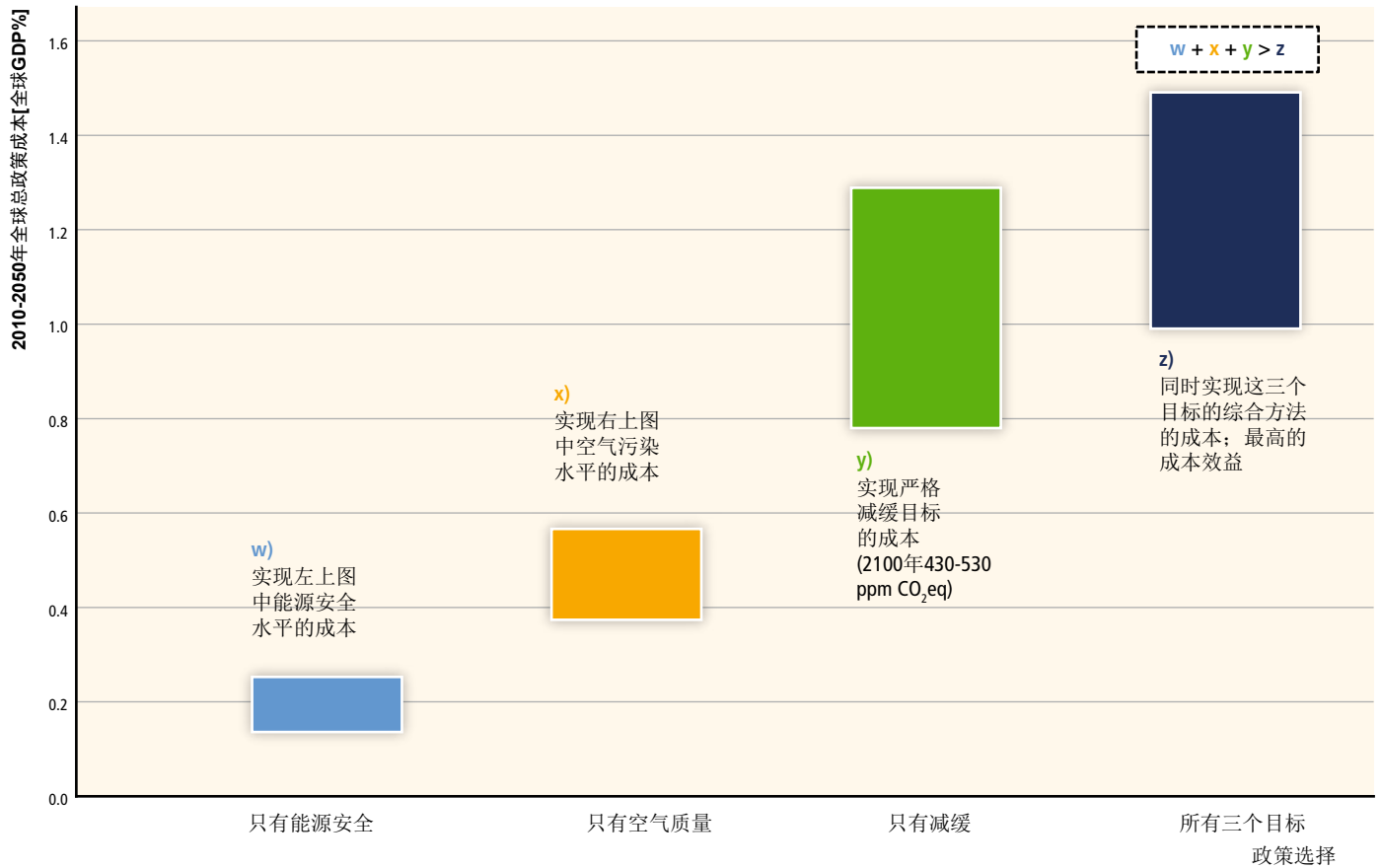
IPCC AR5情景集合

气候政策对空气污染物排放的影响 (全球, 2005-2050)



实现不同目标的政策成本

全球能源评估情景集合 (n=624)



图TS.14 | 有严格气候政策的情景，即在2100年达到约450至约500(430-530)ppm CO₂eq浓度，表明减缓可对能源安全和空气质量带来共生效益。上面的两个图表示不同安全指标和空气污染排放的共生效益。下图表示单独(w, x, y)或同时(z)达到能源安全、空气质量、减缓目标的相关全球政策成本。由于协同，同时达到这些目标的综合方法展示了最高的成本效益(w+x+y>z)。政策成本为相对于基准情景除目前的努力外，没有额外的降低GHG排放的努力情况下总能源系统成本的上升。成本仅供参考，并不代表整个不确定性范围。[图6.33]

各自为政的减缓政策会促进高排放的经济活动从进行减缓的区域搬离(中等信度)。情景研究已说明这样与能源相关排放的“碳泄露”率相对控制在减排的20%以下。土地使用排放的泄露可能很强，尽管更少量的研究已将其量化。边界税调整被认为能加强气候政策框架下加强高GHG和贸易行业的竞争力，但这种调整也会提高没有参与的国家、尤其是发展中国家的福利损失。[5.4, 6.3, 13.8, 14.4]

在2100年达到约450至约500 ppm CO₂当量大气浓度水平的减缓情景与明显的空气质量共生效益、相关的人类健康和生态系统影响相关。当空气污染控制方面的现有法律和规划很弱时，空气污染物大幅减排带来的益处尤其高(高信度)。严格的减缓政策会造成协同控制，将空气污染排放大幅降低到基准情景以下(图TS.14, 右上图)。在目前的发展中国家中，健康共生效益尤其高。这些以黑碳(BC)等为目标空气污染政策能在多大程度上减缓气候变化这一点尚不确定。[5.7, 6.3, 6.6, 7.9, 8.7, 9.7, 10.8, 12.8; WGII 11.9]

气候政策可能产生各类负作用、共生效益和溢出效应，但结果还没有被充分地量化(高信度)。副作用是否会实现，以及实现的程度将因情而异，因地而异，并取决于当地的环境和实施的尺度、范围和速度。重要的例子包括保护生物多样性、水资源量、粮食安全、收入分配、税收系统的效率、劳动力供应和就业、城市扩展、发展中国家增长的可持续性。(文框TS.11)

一些减缓政策提高了一些能源服务的价格，会影响社会，削弱弱势群体更多使用现代能源服务的能力(低信度)。这些潜在的副作用可通过采用补充性政策加以避免(中等信度)。最明显的是，全世界约13亿人没有电，约30亿人使用传统的固体燃料做饭和取暖，而这对健康、生态系统和发展有很强的负作用。让人们使用现代能源服务是一个重要的可持续发展目标。普及电力和清洁能源用于烹饪和取暖的成本预估到2030年前每年为720亿至950亿美元，对于GHG排放的影响可以降至

最低水平(有限证据, 中等一致性)。不再使用传统生物质¹³、更有效地燃烧固态燃料会降低空气污染物的排放，如二氧化硫(SO₂)、氧化氮(NO_x)、一氧化碳(CO)和黑炭(BC)，从而带来较大的健康益处(高信度)。[4.3, 9.3, 9.7, 11.13.6, 16.8]

减缓对于用水的作用取决于技术选择和减缓措施组合(高信度)。从化石能源转为可再生能源如光伏(PV)或风能可帮助降低能源系统的用水，而其他可再生能源的推广，比如一些形式的水能、聚光太阳能(CSP)和生物能会对用水有副作用。[6.6, 7.9, 9.7, 10.8, 11.7, 11.13.6]

减缓情景和部门研究表明，能源最终使用措施的可能共生效益总体上大于潜在不利副作用，也有证据表明，并不是所有能源供应和AFOLU措施都是如此(高信度)。(表TS.4-8) [4.8, 5.7, 6.6, 7.9, 8.7, 9.7, 10.8, 11.7, 11.13.6, 12.8]

TS.3.2 部门和跨部门减缓措施

人为GHG排放源自一系列广泛的人类活动，其中最显着的是那些与能源供应和消费、粮食生产土地使用和其他用途有关的活动。大量的排放来自城市区域。减缓方案可以分为三大领域：(1)能源供应，(2)终端用能行业，包括交通运输、建筑、工业，(3)AFOLU。人类居住区和基础设施的排放与这些行业交叉。许多减缓方案之间有联系。在任何部门采取系列减缓行动的精准程度将取决于多种因素，包括其相对经济情况、政策结构、规范价值、与其他政策目标的联系。第一部分考察了跨部门的问题，以下部分考察了各部门本身。

TS.3.2.1 跨部门的减缓路径和措施

如果没有新的减缓政策，除AFOLU¹⁴部门的净CO₂排放

¹³ 传统生物质指与所谓传统技术如明火做饭、土窑、小工业用炉等一起使用的生物质，如薪柴、木炭、农业残茬和动物粪便(见术语表)。

¹⁴ 净AFOLU CO₂排放包括从AFOLU部门排放和移除的CO₂，包括林业用地，在一些评估中还包括农业土壤中的CO₂汇。

文框TS.11 | 计入减缓的共生效益和不利副作用

旨在实现某一目标(如减缓)的政府政策或措施也将影响其他目标(如当地空气质量)。如果这些副作用有好的效果,则可以被视为‘共生效益’;否则称之为“不利副作用”。在这份报告中共生效益和不利副作用是以非货币单位衡量的。确定这些影响对社会的价值是一个单独的问题。共生效益对社会福利的影响并不在多数研究中评估,一个原因是共生效益的价值依赖于当地环境,可以为正数、为零、甚至是负数。例如随减缓而减少的额外二氧化硫(SO₂)的价值在很大程度上取决于现有SO₂控制政策的严格程度:如果现有SO₂政策较弱,那么SO₂减排的价值可能很大,但如果现有SO₂政策很严格,则其价值可能会接近零。如果SO₂政策过于严格,则共生效应的价值可能为负(假设SO₂政策不调整),虽然气候政策会影响非气候目标(表TS.4-8),但是其他政策也会影响气候变化的结果。[3.6.3,4.8, 6.6, 术语表]

减缓可以有許多潜在的共生效益和不利副作用,使得综合分析比较困难。气候政策的直接好处包括,例如对全球平均地表温度的预计影响、海平面上升、农业生产率、生物多样性和全球变暖对健康的影响[WGII TS]。气候政策的共生效益和不利副作用可能包括对存在部分重叠的目标有影响,如当地空气污染物减排和有关健康和生态系统影响、生物多样性保护、水供应、能源和粮食安全、能源获取、收入分配、税收制度的有效性、劳动力供给和就业、城市扩张、发展中国家增长的可持续性 [3.6,4.8,6.6,15.2]。

所有这些副作用都是重要的,因为气候政策的全面评估需要考虑与其他目标相关的益处和成本。如果整个社会福利是要加以确定和量化,就需要评估方法和考虑预先为实现很多目标而存在的努力。一些因素会使评估变得困难,如气候政策和已有非气候政策、外部因素和非竞争行为之间的互动。[3.6.3]

外, **GHG排放量预估将在所有部门增长**(*证据确凿, 中等一致性*)。在基准情景中能源供应部门的排放量预计将继续成为GHG排放量的主要来源,最终造成建筑和工业部门非直接用电排放显著增加。在大多数基准情景中森林砍伐减少,从而导致AFOLU部门的净CO₂排放量下降。在某些情景下,在本世纪末AFOLU部门会从排放源改变为净排放汇。(图TS.15) [6.3.1.4, 6.8]

基础设施发展和长寿命产品会使社会进入**强GHG排放路径**,要改变这一点很难,费用高昂,所以为实现高目标而尽早采取**减缓行动就变得更加重要**(*证据确凿, 高一致性*)。基础设施的寿命、与替代方案相关的排放差别、投资成本的高低会使这种锁定风险更加复杂。其结果是,基础设施和空间规划相关的锁定最难以消除,所以在基础设施快速发展的区域避免长期锁定高排放模式的方案是减缓战略的重要组成部分。在成熟或已建立的城市中,方案受限于现有的城市形态和基础设施,以及改造或改变这些方面的有限潜力。然而,具有长生命周期和低生命周期排放的材料、产品和基础设施

可以确保积极的锁定,同时还可以通过降低材料的使用水平而避免排放(如降低提供最终服务所需要的总材料)。[5.6.3, 6.3.6.4, 9.4, 10.4, 12.3, 12.4]

与各自为政的政策相比,系统性和跨部门的减缓方法预计将**更具成本效益,可更有效地减少排放量**(*中等信度*)。高性价比的减缓政策需要使用一个系统的角度来考虑相互依赖的不同经济部门,并形成最大化的协同效应。将大气CO₂当量稳定在任一水平上最终将需要大幅度削减排放量,从根本上改变终端用能和供能体系,并改变土地利用方式和工业生产过程。此外,许多低碳能源供应技术(包括CCS)及其对基础设施的需求面临公众接受的问题,而这限制了其部署。这也适用于在终端用能部门采用新技术,进行结构和行为的改变(*证据确凿, 高一致性*) [7.9.4, 8.7, 9.3.10, 9.8, 10.8, 11.3, 11.13]。缺乏接受性可能不仅会影响具体部门的减缓,也会影响更广泛的减缓努力。

综合模式确定了与减缓措施相关的能源系统的三个类别:

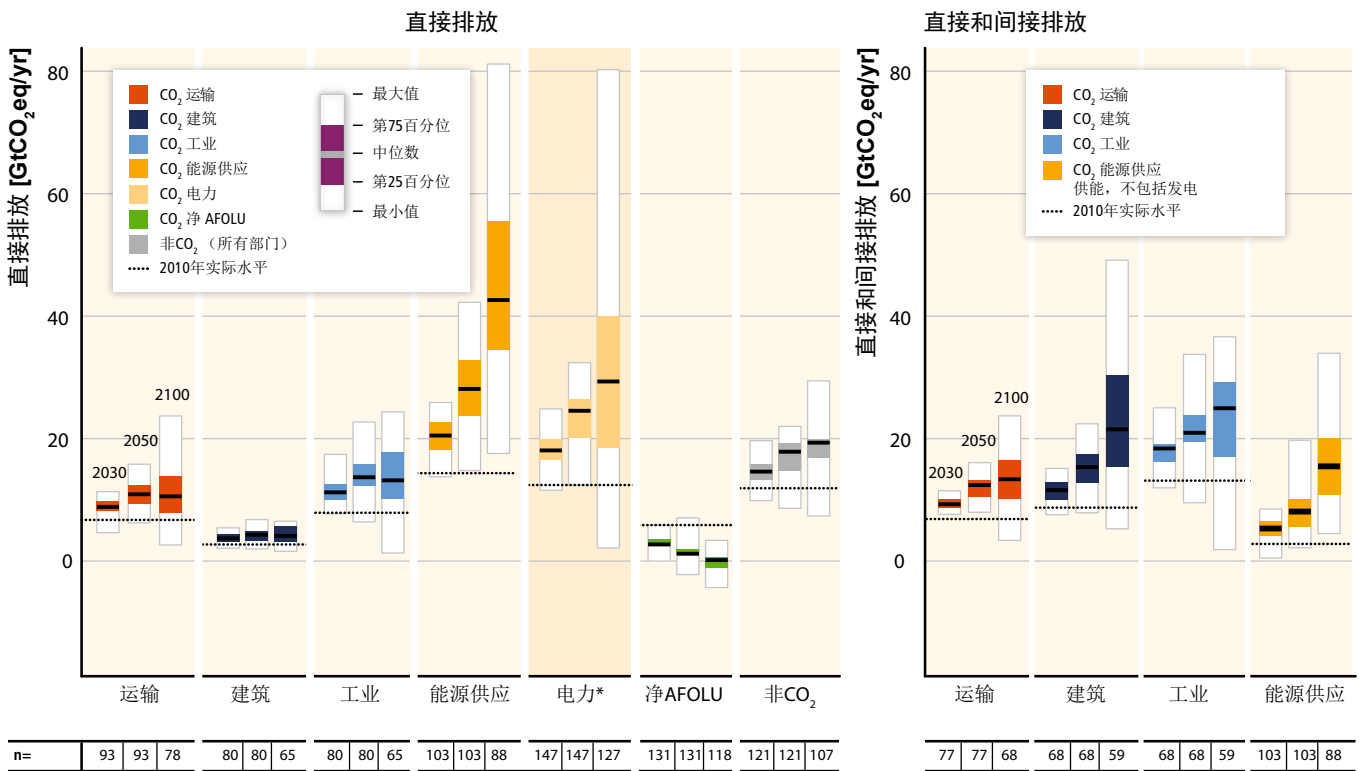
能源供应部门的脱碳，最终能源需求减少，终端用能部门改用低碳能源载体包括电力(证据确凿, 高一一致性)[6.3.4, 6.8, 7.11]。可用的广泛部门减排方案主要涉及实现减少GHG排放强度、能源强度和活性变化(表TS.3)[7.5, 8.3, 8.4, 9.3, 10.4, 12.4]。AFOLU直接方案涉及将碳存储在在地面系统(例如通过造林)，并提供生物能源原料[11.3, 11.13。减少非CO₂ GHG排放量的方案在所有部门存在，但最主要的是在农业、能源供应和工业部门。

由于效率增加和行为变化等造成的终端用能部门的需求下降是一个关键的减缓策略，会影响供能方减缓挑战的尺度(高信度)。限制能源需求会：(1)通过保持技术组合的灵活性增加政策选择；(2)减低低碳能源供应技术所需的推广速度和对冲有关的供应方风险(图TS.16)；(3)避免锁定新的高碳强度基础设施或避免其可能过早的报废；(4)最大限度地提高其他政策目标的共生效益，因为终端用能措施的共生效益超过了不利副作用的潜力，但不会对所有的供应方措施都

是如此(见表TS.4-8)；(5)增加转化的成本效益(相比于具有更高能源需求水平的减缓策略)(中等信度)。但由于发展中国家或较贫穷人群的能源服务水平较低或部分地没有得到满足，所以不可能在这些国家或对这样的人群降低能源服务需求。[6.3.4,6.6,7.11,10.4]

行为、生活方式和文化对能源使用和相关排放有相当影响力，在一些部门具有较高的减排潜力，特别是在对技术和结构的变化形成补充时(中等证据, 中等一致性)。可以通过以下方式大幅降低排放：消费模式的变化(如流动性需求和模式、家庭能源使用、选择更持久的产品)；饮食变化和减少食品浪费；生活方式的改变(例如稳定/降低一些最发达国家的消费，分享节俭做法和其他影响活力的行为改变)(表TS.3)。[8.1, 8.9, 9.2, 9.3, 文框10.2, 10.4, 11.4, 12.4, 12.6, 12.7]

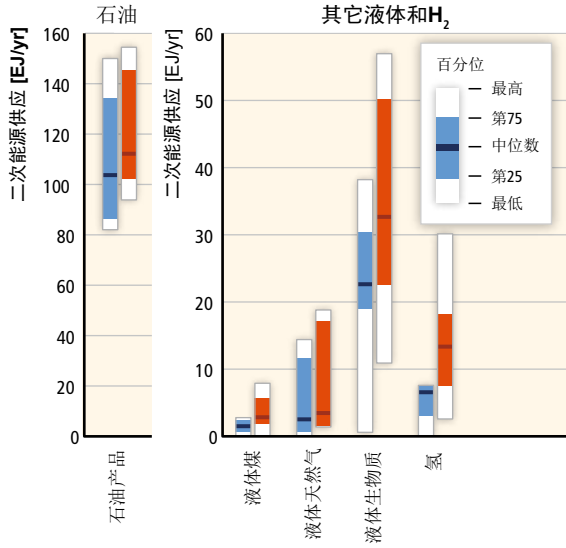
减缓情景的证据表明能源供应的脱碳是稳定大气CO₂当量浓度低于580 ppm的一项关键要求(证据确凿, 高一一致性)。在大



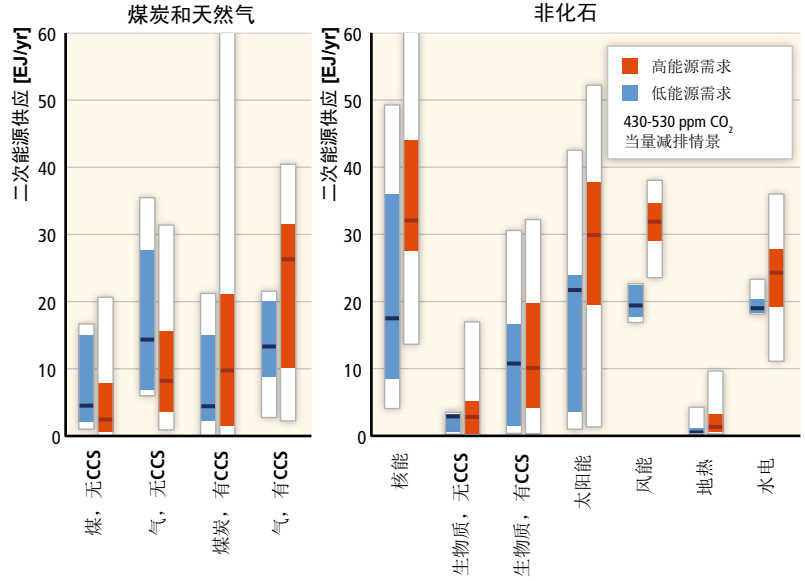
图TS.15 | 基准情景中各部门的直接CO₂和非CO₂ GHG排放(左图)及直接和间接CO₂和非CO₂ GHG排放(右图)。基于IPCC第二次评估报告(SAR)中100年时间范围的全球变暖潜势将非CO₂ GHG转化为CO₂当量(见文框TS.5)。注意在间接排放的情况下，仅发电排放是从能源供给部门分配到最终使用部门。左图是电力部门的排放(电力*)，也属能源供应部门排放的一部分，此图旨在说明电力排放对能源供应方面的排放起着很大作用。底部的数字指的是所纳入情景的数量，因为不同的部门分辨率和模式的时间范围，这些情景的部门范围和时间范围也各不相同。[图6.34]

TS

液体和氢



发电



1	2	3	4
高能源需求情景表现出更高水平的供油。	在高能源需求情景下，替代性液体和氢技术可更为迅速地推广。	高能源需求情景表现出要更加快速地推广CCS技术，但也要更快地淘汰势头不减的化石燃料转换技术。	在高能源需求情景中非化石发电技术可更为迅速地推广。

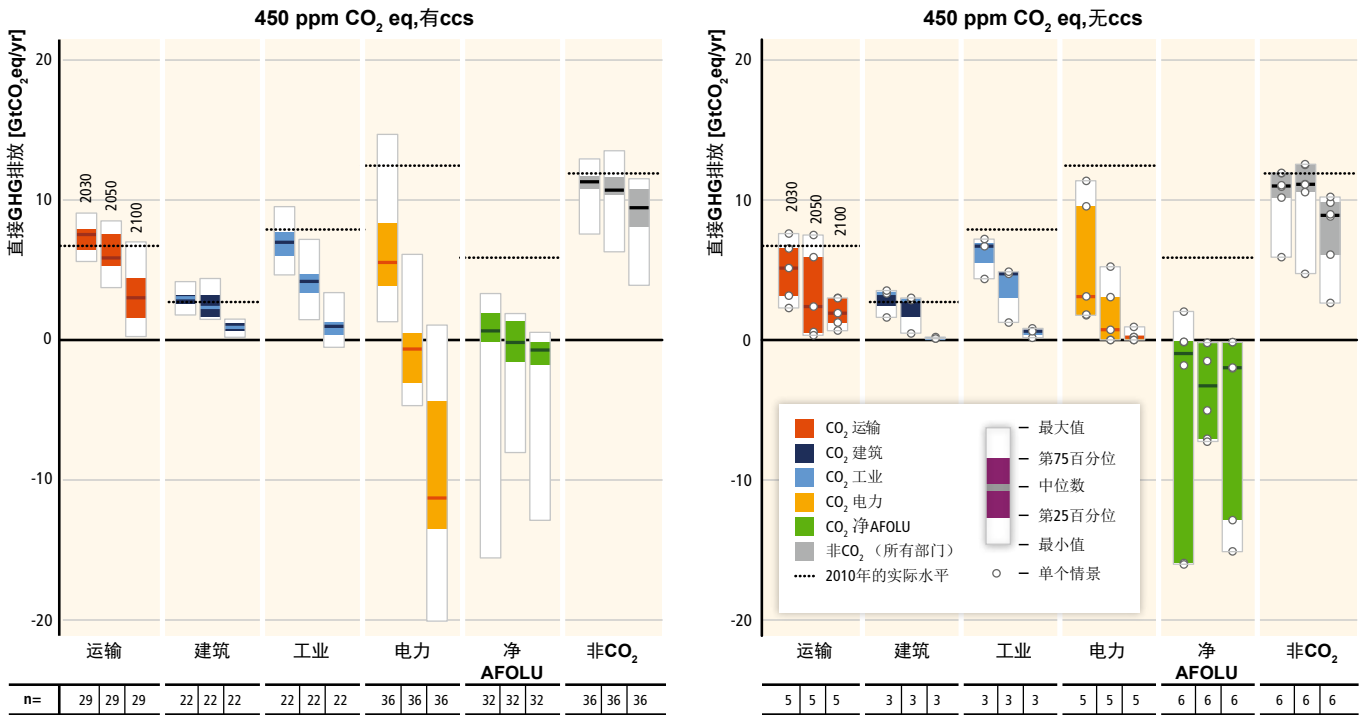
图TS.16 | 在2100年达到约450至约500(430-530)ppm CO₂当量浓度的情景中能源需要对2050年能源供应技术部署的影响。“低能源需要”的蓝条表示最终能源有限增长量与2010年相比在2050年小于20%的情景中技术部署的范围。红色条表示“高能源需求”(与2010年相比在2050年增长量大于20%)下的技术部署范围。对于每一项技术均说明了中位数、四分位、全部部署范围。注：各情景假设中不包括技术限制，也不包括基准年终端能源超过2010年库存±5%以外的情景。范围包括许多不同综合模式的结果。同一个模式中的多个情景结果取平均值，以避免取样偏差；详见第6章。[图7.11]

多数在2100年不超过580ppm CO₂当量的长期减缓情景中，全球能源供应在21世纪末可完全脱碳，许多情景的条件是大气中CO₂得到净去除。然而，因为现有的供能系统在很大程度上依赖于碳密集化石燃料，近期能源强度的下降可能等于或超过能源供应的脱碳。例如在建筑和工业部门效率的提高是降低发电间接排放的重要策略(图TS.15)。从长远来看，发电排放的下降会造成终端用电份额的增加(例如空间和工艺加热，并有可能用于交通的某些模式)。在综合模拟研究中，交通行业的深度减排一般是最后发生的，因为与建筑和工业相比，转换为低碳能源载体的方案有限(图TS.17)。 [6.3.4, 6.8, 8.9, 9.8, 10.10, 7.11, 图6.17]

CDR技术的可用性会影响终端用能行业减缓挑战的大小(证据确凿, 高一一致性)[6.8, 7.11]。减缓情景在所需要的能源供应脱碳速度和终端用能部门间有很强的相互依赖关系。一般而

言，如果在供应中更快速的脱碳，终端用能部门就会更灵活。但是，供应方脱碳的障碍来自CCS有限的可用性，无法与生物能源结合而实现负排放，因而要求终端用能部门在低CO₂当量浓度水平情景下更迅速和普遍地脱碳(图TS.17)。成熟、大型生物质供应能源的可用性或者AFOLU部门碳封存技术也能为在供能和终端用能部门发展减缓技术提供灵活性[11.3](有限证据, 中等一致性)，虽然有可能对可持续发展产生不利影响。

空间规划可以促进对新建基础设施的发展管理，提高各部门全系统范围的效率(证据确凿, 高一一致性)。土地使用、运输选择、住房和行为紧密相连，并由基础设施和城市形态塑造。空间和土地使用规划，如混合分区、交通为导向的发展、增加密度和工作/家庭同地化可以通过以下方式增加跨部门的减缓：(1)减少因工作和休闲需求的出行而产生的排放，并使用



图TS.17

非机动车交通，(2)减少住房面积空间，因此，(3)通过高效的基础设施供应降低总体直接和间接能源消耗。城市空间紧凑和填充型发展、智能致密化能够节约农业和生物能源用地，能够保护土地的碳储量。[8.4, 9.10, 10.5, 11.10, 12.2, 12.3]

部门层面的适应和减缓之间存在相互依存关系，共同考虑适应和减缓会有益处(证据量中等，高一致性)。具体的减缓行动会影响部门气候脆弱性，即可通过改变对于影响的暴露度，也可通过改变适应这种影响的能力[8.5, 11.5]。其他的相互依存关系包括气候对减缓方案的影响，如对森林保护和水电生产[11.5.5, 7.7]，还包括对特定适应方案的影响，如对建筑物的供暖或供冷，或对农业建立更加多样化的种植系统，也包括气候对GHG排放和辐射强迫的影响[11.5.4, 9.5]。有越来越多的证据证明各个部门存在这种相互依存关系，但也有很大的知识空白，使得在跨部门层面难以产生综合结果。

TS.3.2.2 能源供应

能源供应行业是全球GHG排放的最大贡献方(证据确凿，一致性高)。在2000年至2010年的十年间，全球能源供应行业每年GHG排放增长速率大于此前的十年；增速从1990-2000年的1.7%/年增长到2000-2010年的3.1%/年。造成这一趋势的主要促因是对能源服务的需求不断增加以及全球燃料结构中煤炭份额的不断增长。正如本报告所述，能源供应行业包括所有能源提取、转换、存储、运输和分配等过程，即将最终能源提供给终端使用行业(工业、运输、建筑业、农业和林业)的各个过程。[7.2, 7.3]

在AR5评估的基线情景中，能源供应行业的直接CO₂排放从2010年的14.4 GtCO₂/年增长至2050年的24–33 GtCO₂/年(第25–75百分位；整个区间为15–42 GtCO₂/年)，AR5第三工作组评估的基线情景中，大部分显示出显著增长(证据量中等，一致性中等)(图TS.15)。整个区间的下端以侧重于能源强度提高的情景为主，强度远超过去40年观测到的提高

表 TS.3 | 关键的部门减缓措施，按主要减缓战略(粗体)和相关的部门指标(以黄色突出显示)分类，如7-12章所述。

	降低GHG排放强度	通过技术效率降低能源强度	提高生产和资源效率	提高结构和系统效率	活动指标变化
能源[第7.5节]	排放/二次能源输出	能源输入/能源输出	内部能源/能源产出	—	最终能源使用
	更多使用可再生能源(RE)、核能、和(BE)CCS;化石燃料组中的燃料转换;降低化石燃料链的溢散(甲烷)排放	提取、运输和转换化石燃料;电/热/燃料输送、分配和存储;热电联产(CHP)或联输(见建筑物和人类住区)	能源开采、转换和输配技术中的内部能源	解决集成需要	终端用能部门需要不同的能源载体(见交通、建筑和工业)
交通 [8.3]	排放/最终能源	最终能源/交通服务	—	每个模式的比例	每年的总距离
	燃料碳强度(CO ₂ 当量/兆焦(MJ)): 燃料转换为低碳燃料,例如来自低碳能源的电/氢(见能源);各种模式(见AFOLU)特定的生物燃料	能源强度(MJ/客公里、吨公里): 燃油效率更高的发动机和车辆的设计;更先进的推进系统和设计;利用使车辆更轻的材料	车辆制造过程中的内部排放量;材料的效率;回收材料(见工业);基础设施生命周期排放量(见人类住区)	从轻型汽车(LDV)变为公共交通、自行车/步行的典型转变,从航空和重型车(HDV)转为铁路;环保驾驶;完善货运物流;运输(基础设施)的规划	避免旅行;提高入住率/负荷率;降低运输需求;城市规划(见人类住区)
建筑 [9.3]	排放/最终能源	最终能源/有用能源	内部能源/运行能源	有用能源/能源服务	能源服务需要
	燃料碳强度(CO ₂ 当量/MJ): 建筑物内集成的可再生能源技术;燃料转换为低碳燃料,如电力(参见能源)	设备效率: 加热/冷却(高性能锅炉、通风、空调、热泵);烧水;做饭(先进的生物质炉具);照明;家电	建筑寿命;组件、设备、器具耐久性;用于建筑的低(更低)能源和排放材料选择(见工业)	整体效率: 集成设计过程;低/零能耗建筑;楼宇自动化和控制;城市规划;区域供暖/制冷和热电联产;智能电表/网格;调试	行为改变(如恒温器设置、设备使用);生活方式的改变(如人均套型、自适应舒适)
工业[10.4]	排放/最终能源	最终能源/材料生产	材料输入/产品产出	产品需要/服务需要	服务需要
	排放强度: 过程减排;废物利用(例如城市固体废物(MSW)和水泥窑中的污泥)和工业CCS; 氟氯碳化物替代和修复渗漏;化石能源转换为低碳电力的燃料转化(见能源)或生物质燃料(见AFOLU)	能效/最佳可用技术: 高效的蒸汽系统;窑炉和锅炉系统;电机(泵、风机、空气压缩机、冰箱和材料处理)、电子控制系统;(废)热交换;回收	材料效率: 降低收入损失;生产/建筑;过程创新、新的设计方法、重新使用旧材料(如结构钢);产品设计(例如重量轻的汽车设计);粉煤灰替代熟料产品	产品服务效率: 更密集地使用产品(如拼车、延长衣物等产品的使用、新的和耐用的产品)	降低对服装等产品的需要;替换出行方式,降低汽车生产需要
人居[12.4]	排放/最终能源	最终能源/有用能源	基础设施中的材料输入	有用能源/能源服务	人均服务需要
	城市可再生能源的集成;城市规模的燃料转换项目	热电联产,热循环水处理,废物转化为能源	管理基础设施供应;减少对基础设施的主要材料输入	紧凑型城市形态;增加辅助功能;混合用地	提高可及性;出行时间更短,更多的交通方案
农业、森林和其他土地利用 (AFOLU) [11.3]	供应方的改进			需求方的措施	
	排放/区域或单位产品(保持的,恢复的)			人均动物/作物产品消费	
	减排: 甲烷(如牲畜管理)和一氧化二氮(化肥和粪便管理)、通过保护现有土壤或植物碳库来减少进入大气的排放(减少毁林和森林退化、防火/控制、农林业);降低排放强度(温室气体/单位产品)。	封存: 增加现有碳库的大小,从大气中提取CO ₂ (如造林、再造林、集成系统、土壤碳封存)	替代: 生物制品替代化石燃料或能源密集型产品,从而减少CO ₂ 排放量,如生物质混燃/热电联产(见能源)、生物燃料(请参阅传输)、生物质炉具、隔热产品(见建筑物)	需求方的措施: 减少粮食损失和浪费;改变人类饮食,更多使用低排放密集型产品;使用长寿命的木制品	

幅度。单以化石燃料的可用率就无法将CO₂当量浓度限制在450ppm、550ppm或650ppm等水平。[6.3.4, 6.8, 7.11, 图6.15]

能源供应行业可为GHG减排提供多种方案(证据确凿, 一致性高)。这些方案包括: 在燃料提取以及能源转换、运输和分配系统方面提高能效和减少逸出排放; 化石燃料替换; 低GHG能源供应技术, 例如可再生能源(RE)、核能及CCS(表TS.3)。[7.5, 7.8.1, 7.11]

将GHG浓度稳定在低水平需要能源供应系统的根本转型, 包括长期逐步淘汰依旧强劲的化石燃料转换技术, 并以低GHG方案取代(证据确凿, 一致性高)。只有全球(净)CO₂排放达到峰值并在长期下降到零排放, 大气中CO₂浓度才能达到稳定。提高化石燃料电厂的能效和/或由煤炭转为燃气, 仅靠这些不足以实现这一目标。如果要实现这一目标, 低GHG能源供应技术必不可少(图TS.19)。[7.5.1, 7.8.1, 7.11]

发电脱碳(即降低发电的碳强度)是成本效益型减缓战略中实现低浓度稳定性水平(430–530 ppm CO₂当量)的关键部分; 在大多数综合模拟情景中, 发电行业的脱碳会快于建筑业、交通运输业和工业行业实现(证据量中等, 一致性高)(图TS.17)。在到2100年达到约450ppm CO₂当量浓度的大多数减缓情景中, 低碳电力供应(包括RE、核能、采用CCS技术的化石燃料以及BECCS)可从目前约30%的份额增至到2050年时的80%以上, 且到2100年时, 没有采用CCS技术的化石燃料发电几乎将全部淘汰(图TS.17和TS.18)[7.14]。

自AR4以来, 许多RE技术已证明有了显著的性能提升和成本降低, 而且越来越多的RE技术业已经成熟, 能够大规模推广使用(证据确凿, 一致性高)。有些技术在不同环境下已经具备经济竞争力。2009-2012年, PV系统的平准化成本最显著下跌, 许多其它RE技术显现出不太极端的趋势。仅是关于发电, 2012年, RE占全球新增发电容量的一半以上, 以风能、水力和太阳能的增长为主。可满足农村能源需求的分散型RE也有所增加, 包括各类现代化和先进的传统生物量方案以及小型水力发电、PV和风能。然而, 许多RE技术, 如果要显著增加其市场份额, 则仍然需要直接支持(例如上网电价(FIT)、RE配额义务和招标/投标)和/或间接支持(例如足够

高的碳价和其它外部因素的内在化)。RE技术政策成功推动了RE的近期增长。要着手将其纳入到未来的能源系统中需要更多的扶持性政策。(证据量中等, 一致性中等)(图TS.19)[7.5.3, 7.6.1, 7.8.2, 7.12, 11.13]

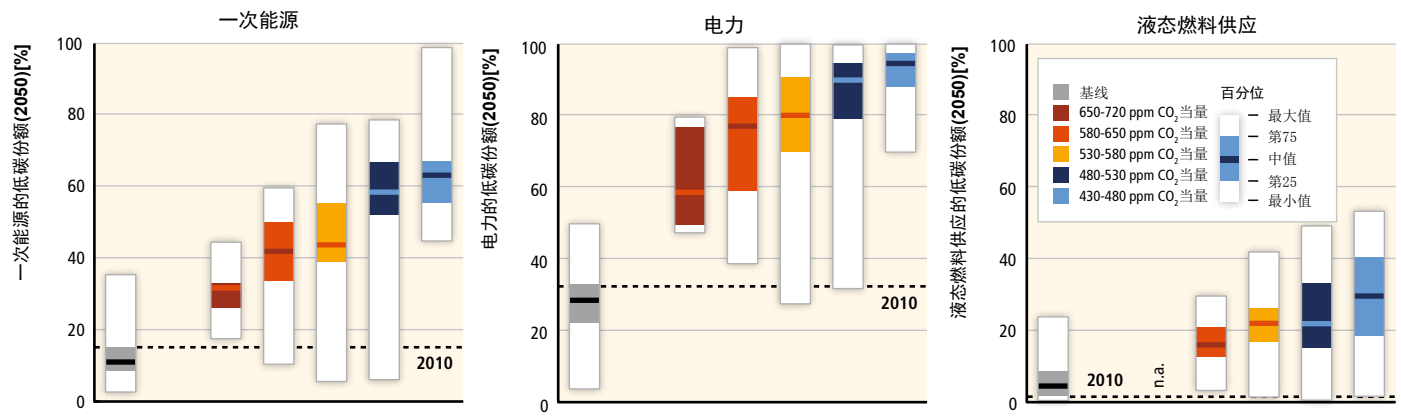
RE的使用常常关系到协同效益, 包括减少空气污染、地方就业机会、与其它一些能源供应技术相比鲜有严重事故以及改进的能源获取和安全性(证据量中等, 一致性中等)(表TS.4)。然而, 同时, 有些RE技术会有技术性和地区性的不利副作用, 但通过适当的技术选择、业务调整和设施选址可在一定程度减轻这种副作用。[7.9]

基础设施和一体化挑战因RE技术和现有能源系统的特点而有所不同(证据量中等, 一致性中等)。对中等到高度RE渗透率的运行经验和研究表明, 利用不同的技术和制度工具可以解决一体化问题。随着RE渗透率增加, 此类问题更具挑战性, 因此在能源供应规划和业务中必须慎重加以考虑, 确保可靠的能源供应, 并且会产生更高的成本。[7.6, 7.8.2]

核能是基荷电力的一种成熟的低GHG排放源, 但其在全球发电的份额一直在下降(自1993年以来)。核能可为低碳能源供应做出日益增长的贡献, 但存在着各种障碍和风险(证据确凿, 一致性高)(图TS.19)。2012年, 核电占世界发电量的11%, 从1993年的17%高点回落。对GHG排放的外部性定价(碳价)可提高核电厂的竞争力。[7.2, 7.5.4, 7.8.1, 7.12]

与加大核能利用相关的障碍和风险包括运行风险和相关的关切、铀矿开采风险、财务和监管风险、未解决的废料管理问题、核武器扩散关切以及负面舆论(证据确凿, 一致性高)(表TS.4)。用于解决其中一些问题的新型燃料循环和反应堆技术正在开发中, 而且在安全和废料处理方面取得了进展。对不超过580ppm CO₂当量的减缓情景的调查表明, 与完整技术组合相比, 从现有技术组合中排除核能仅会略微增加减缓成本(图TS.13)。如果CCS等其它技术受到限制, 则核电的作用会扩大。[6.3.6, 7.5.4, 7.8.2, 7.9, 7.11]

如果有天然气而且与天然气提取和供应相关的逸出排放很低或可以减缓, 则以现代的高效天然气联合循环电厂或热电联产(CHP)电厂取代目前世界平均水平的燃煤电



图TS.18 | 2050年一次能源、电力和液态燃料供应行业总计的低碳能源份额。横虚线表示2010年的低碳份额。低碳能源包括核能、可再生能源、采用二氧化碳捕获和封存(CCS)技术的化石燃料以及采用CCS技术的生物能。【图7.14】

厂可以显著减少能源供应产生的GHG排放(证据确凿,一致性高)。在到2100年达到约450ppm CO₂当量浓度的减缓情景中,未采用CCS技术的天然气发电通常是作为过渡技术,会在达到峰值前加大使用并到2050年回落至低于当前水平,而在本世纪下半叶进一步降低(证据确凿,一致性高)。【7.5.1, 7.8, 7.9, 7.11, 7.12】

二氧化碳捕获和封存(CCS)技术可降低化石燃料电厂生命周期GHG排放(证据量中等,一致性中等)。尽管综合CCS系统的所有部分都具备,而且化石燃料提取及冶炼工业目前正在使用,但CCS尚未规模化用于大型商业性化石燃料电厂。如果按规定化石燃料设施需要CCS电厂或此类电厂与其它未采用减排技术的电厂相比具有竞争力,例如如果追加投资以及用足够高的碳价(或直接财政支持)来补偿CCS电厂面临的部分由于能效降低造成的运行成本,则CCS电厂可在市场上占有一席之地。除了经济激励措施外,有关碳封存的短期和长期职责的明确规定对于未来大规模使用CCS至关重要。【7.5.5】

大规模使用CCS技术的障碍包括担心运行安全和CO₂封存的长期完整性以及与运输相关的风险和基础设施的必要扩大(证据有限,一致性中等)(表TS.4)。然而,目前关于如何确保CO₂井的完整性、关于在某个地质地层内CO₂压力增大的潜在后果(例如引发的地震)以及关于逃逸出主注入区的CO₂对人类健康和环境的潜在影响等方面的文献越来越多(证据有限,一致性中等)。【7.5.5, 7.9, 7.11】

生物能结合CCS(BECCS)可为大规模净负排放的能源供应

带来前景,这可在许多低浓度稳定性情景中发挥重要作用,而这也会带来挑战和风险(证据有限,一致性中等)。到2050年,自下而上的研究预估经济潜力每年将在2-10 GtCO₂之间【11.13】。一些减缓情景表明至本世纪末将会更多地使用BECCS。技术挑战和风险包括与CCS设施所使用生物质的上游提供有关的挑战和风险以及与CCS技术本身有关的挑战与风险。目前,尚未对大型项目提供资金。【6.9, 7.5.5, 7.9, 11.13】

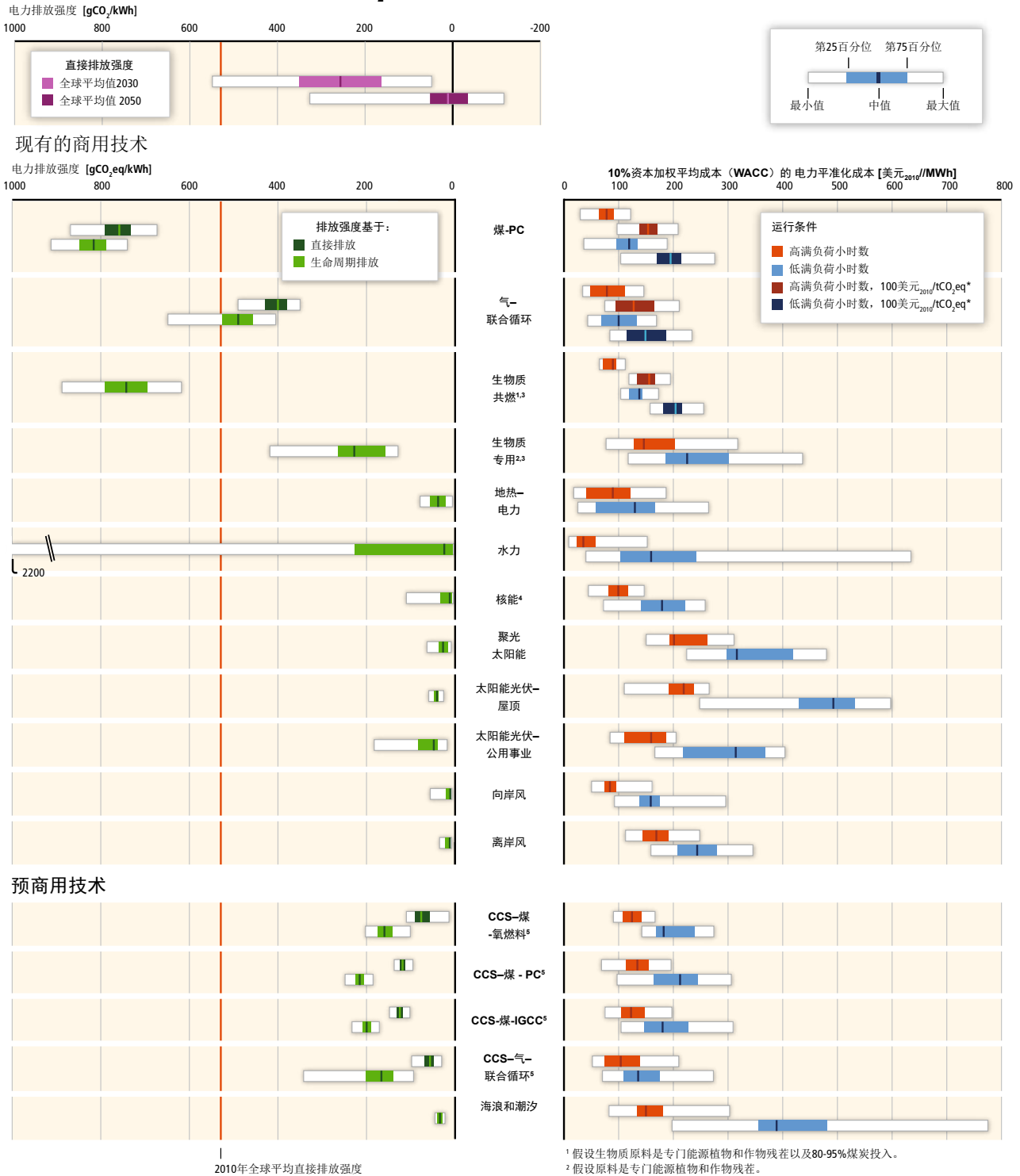
TS.3.2.3 交通运输

自AR4以来,尽管采用了更有效的交通工具(公路、铁路、船舶和飞机)和政策,但全球交通运输业的排放仍出现增长(证据确凿,一致性高)。公路运输在总体排放中占主要地位,但航空会在未来CO₂排放总量中具有日益重要的作用。【8.1, 8.3, 8.4】

2010年,全球交通运输业占最终能源使用的27%并产生6.7 GtCO₂直接排放,在2050年,预估的基线CO₂排放将增至9.3-12 GtCO₂/年(第25-75百分位;整个区间为6.2-16 GtCO₂/年);第三工作组AR5评估的基线情景中,大多数预见会出现显著增长(证据量中等/一致性中等)(图TS.15)。在不实行积极、持续的减缓政策情况下,交通运输业的排放增速会高于其它能源最终使用行业,并到2050年时可导致两倍以上CO₂排放。【6.8, 8.9, 8.10】

尽管客运和货运活动的不断增长会对未来减排构成挑战,但

综合模式中到2100年达到430-530 ppm CO₂当量的情景



¹ 假设生物质原料是专门能源植物和作物残渣以及80-95%煤炭投入。
² 假设原料是专门能源植物和作物残渣。
³ 生物质电厂的直接排放未明确表示，但已列入生命周期排放。生命周期排放包括反照率效应。
⁴ 核能LCOE包括燃料前端和后端成本以及退役成本。
⁵ CCS的运输和封存成本设定为10美元2010/CO₂。
 * 征收直接排放税的碳价。表明显著存在的影响。

图TS.19 | 不同发电技术的电力单位直接排放和生命周期排放(gCO₂当量/千瓦时(kWh))以及电力平准化成本(LCOE单位: 美元2010/MWh)(数据和假设参见附录III.2, 方法问题参见附录II.3.1和II.9.3)。左上图为AR5第三工作组情景数据库中的约450至约500(430-530)ppm CO₂当量情景集下, 2030年和2050年发电的单位直接CO₂排放(gCO₂/kWh)全球平均值(参见附录II.10)。竖线为2010年发电产生的单位直接CO₂排放(gCO₂/kWh)全球平均值。注: LCOE的互比性受限。关于一般方法问题和解读等详情可参阅上述附录。CCS: CO₂捕获和封存; IGCC: 综合煤炭气化联合循环; PC: 硬煤粉; PV: 光伏; WACC: 资本加权平均成本。[图7.7]

表TS.4 | 能源供应行业主要减缓措施的潜在协同效益(绿色箭头)和不利副作用(橙色箭头)概述;上/下箭头表示对各自目标或问题的正/负影响;问号(?)表示不确定净效应。协同效益和不利副作用取决于当地环境以及实施做法、速度和规模。关于生物质供应对生物能的可能上游影响可参阅表TS.8。对涉及减缓政策(例如关于能源价格、消耗、增长和贸易)的宏观经济影响和跨行业影响评估可参见第3.9、6.3.6、13.2.2.3节和第14.4.2节。括号中的不确定性修饰词表示各自影响的证据量和一致性程度(参见TS.1)。证据量的缩写: l=有限、m=中等、r=确凿;一致性的缩写: l=低、m=中等、h=高。[表7.3]

能源供应	对其它目标/问题的影响			
	经济	社会	环境	其它
核能取代煤电	↑ 能源安全(燃料价格波动的影响下降)(m/m) ↑ 当地就业影响(但有不确定净效应)(l/m) ↑ 废料和废弃反应堆的遗留成本(m/h)	↓ 健康影响 – 通过空气污染和煤矿事故(m/h) ↑ 核事故和废料处理, 铀矿开采和选矿(m/l) ↑ 安全和废料问题(r/h)	↓ 生态系统影响 – 通过空气污染(m/h)和煤矿开采(l/h) ↑ 核事故(m/m)	扩散风险(m/m)
可再生能源(风能、光伏、聚光太阳能(CSP)、水力、地热、生物能)取代煤炭	↑ 能源安全(近期/中期资源充分、多样)(r/m) ↑ 当地就业影响(但有不确定净效应)(m/m) ↑ 灌溉、抗洪、导航、水资源利用(水库和管治河流的多种用途)(m/h) ↑ 满足需求的额外措施(由于光伏、风力和某些CSP)(r/h)	↓ 健康影响 – 通过空气污染(生物能除外)(r/h) ↓ 煤矿开采事故(m/h) ↑ 促进(离网)能源获取(m/l) ? 对具体项目公众认可度问题(例如风电知名度)(l/m) ↑ 搬迁的威胁(由于大型水电)(m/h)	↓ 生态系统影响 – 通过空气污染(生物能除外)(m/h) ↓ 煤矿开采(l/h) ↑ 生境影响(由于某些水电)(m/m) ↑ 景观和野生生物影响(由于风电)(m/m) ↓ 用水(由于风电和光伏)(m/m) ↓ 用水(由于生物能、CSP、地热和水库水电)(m/h)	更多重要金属用于光伏以及直接驱动式风轮机(r/m)
采用CCS技术的化石燃料取代煤炭	↑↑ 化石燃料工业人力资本和有形资产的保护与锁定(m/m)	↑ 健康影响 – 通过CO ₂ 泄漏的风险(m/m) ↑ 上游供应链活动(m/h) ↑ 安全问题(CO ₂ 储存和运输)(m/h)	↑ 上游供应链活动造成的生态系统影响(m/m) ↑ 用水(m/h)	对CO ₂ 储存的长期监测(m/h)
BECCS取代煤炭	参见相应的采用CCS技术的化石燃料。关于上游生物质供应的可能影响, 参见表TS.8。			
甲烷泄漏的预防、捕获或处理	↑ 能源安全(某些情况下可能使用气体)(l/h)	↓ 健康影响 – 通过空气污染减轻(m/m) ↑ 煤矿的行业安全(m/m)	↓ 生态系统影响 – 通过空气污染减轻(l/m)	

对行业和综合研究分析表明交通运输业的减缓潜力要高于AR4中所述(证据量中等, 一致性中等)。发展中经济体和新兴经济体的人均交通运输能源需求目前远低于OECD国家, 但由于其收入增加以及基础设施的发展, 预计在未来几十年其能源需求会出现更快速增长。因此, 基线情景显示出从2010年到2050年及之后的交通运输能源需求将有所增长。然而, 行业和综合减缓情景表明, 相对于基线, 到2050年, 能源需求有可能下降10-45%(图TS.20, 左图)(证据量中等, 一致性中等)。[6.8.4, 8.9.1, 8.9.4, 8.12, 图8.9.4]

低碳燃料的组合、对改进型车辆和发动机性能技术的了解、

促成取消出行的行为改变以及交通模式转变、相关基础设施投资以及建成环境变化, 这些可带来高度减缓潜力(高信度)[8.3, 8.8]。通过以下方式可减少客运和货运的直接(油箱到车轮)GHG排放:

- 使用更低碳强度的燃料(CO₂当量/兆焦耳(MJ));
- 降低交通工具能源强度(MJ/旅客-公里或MJ/吨-公里);
- 鼓励交通模式转变到更为低碳的客运和货运系统, 外加基础设施投资及紧凑型城市形态;

- 尽量避免出行(表TS.3)。

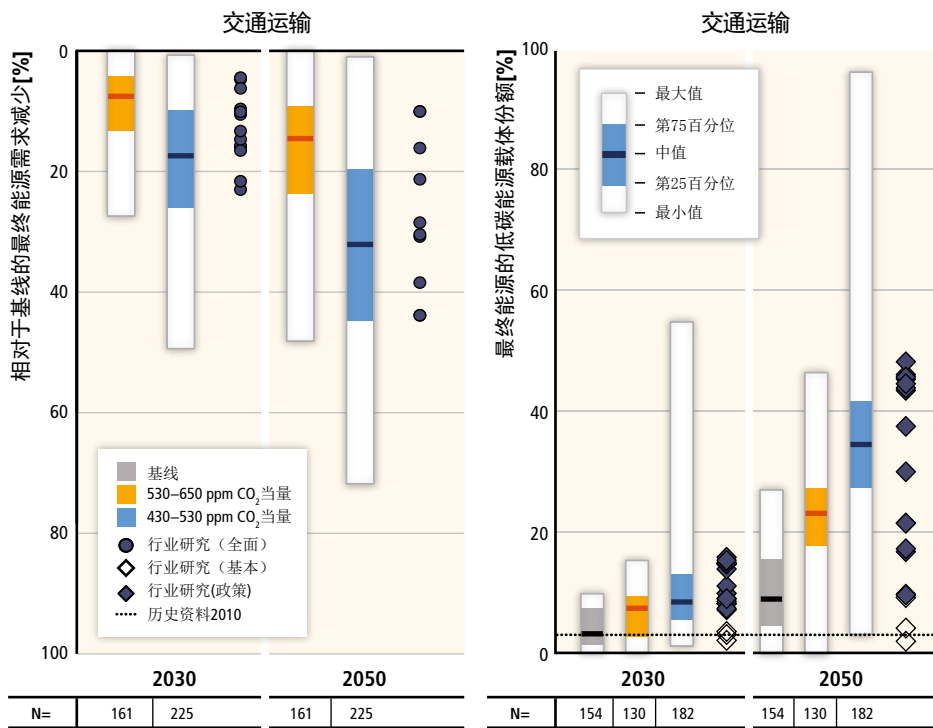
其它短期减缓战略包括降低黑炭(BC)、航空凝迹和氮氧化物(NOx)排放。[8.4]

能源储存和低碳交通运输燃料相对低能源密度等相关的挑战会对降低燃料碳强度战略及降低碳强度速率的战略形成限制;综合及行业研究普遍认为,短期存在燃料替换机会,并将随时间的推移而增加这种机会(证据量中等,一致性中等)(图TS.20,右图)。电、氢以及一些生物燃料技术有助于降低燃料的碳强度,但其总的减缓潜力很不确定(证据量中等,一致性中等)。基于甲烷的燃料已不断增加其在公路车辆和水上船舶中的份额。低碳源发电对轨道电车有短期潜力,而随着电动客车、轻型车和两轮公路车辆投入使用,则具有短期至中期潜力。低碳源的氢燃料则为长期方案。商用液态和气态生物燃料已可提供协同效益以及可通过技术进步而增加的减缓方案,尤其是飞机可直接使用的生物燃料。降低交通运输的颗粒物排放(包括BC)、对流层臭氧和气溶胶前体物(包括NOx)可在短期内带来人类健康和减缓的协同效益(证据量中等,一致性中等)。绝大多数综合研究预计,到2030年,在生物燃料用量

增加的支持下,会持续依赖液态和气态燃料。许多综合研究还表明,在本世纪下半叶,电和/或氢动力的电动车及燃料电池轻型车辆(LDV)占有重要份额。[8.2, 8.3, 11.13]

通过改进车辆和引擎设计提高高效的措施在短期内具有最大的减排潜力(高信度)。根据不同的交通运输模式和车辆类型,潜在能效和车辆性能可比2010年提升30-50%(图TS.21, TS.22)。实现这一能效潜力将取决于车辆制造商的巨额投资,这或许需要有力的激励和监管政策,以便实现GHG减排目标(证据量中等,一致性中等)。[8.3, 8.6, 8.9, 8.10]

受新建基础设施和城市(改造)发展的影响,运输模式和行为的转变可促进降低交通运输排放(证据量中等,一致性低)。从中期(到2030年)到长期(到2050年及之后),城市改造发展和新建基础设施投资,结合城市综合规划、交通为导向的发展、有利于骑行和步行的更紧凑型城市形态,这些都可促成交通模式转变。此类减缓措施具有挑战性,有不确定结果,并与基线相比可降低20-50%的交通运输GHG排放(证据有限,一致性低)。定价战略,如果辅以公众认可的倡议以及公交和非机动车运输基础设施,则可减少出行需求,增加对更高效车



图TS.20 | 与第8章中评估的以各种形状图形表示的行业研究相比,在箱线图所示的三个不同CO₂当量浓度范围的减缓情景(参见第6.3.2节)中,到2030-2050年,与基线相比,交通运输的最终能源需求减少(左图),和最终能源中最终低碳能源载体份额的发展(包括电、氢和液态生物燃料;右图)。实心圆表示行业全覆盖的行业研究。[图6.37和6.38]

辆的需求(例如有燃料经济性标准的地方),并促成转为低碳模式(证据量中等,一致性中等)。虽然基础设施投资边际成本昂贵,但如果考虑进协同效益(例如增进健康、提高便捷性和适应力),则可强化可持续城市规划和相关政策的依据(表TS.5)。货运脱碳的商业活动已启动,但还需要得到财政、法规和咨询政策的更多支持,以鼓励尽可能从公路转为轨道或船运方案等低碳模式,以及完善物流(图TS.2.2)。**[8.4,8.5,8.7,8.8,8.9,8.10]**

行业及综合研究认为,显著的持续和定向的政策干预可限制运输排放,这与低浓度目标相一致,但社会减缓成本(避免的美元/tCO₂当量)仍不确定(图TS.21,TS.22,TS.23)。通过采用能源强度更低的车辆和燃料转换,可对降低LDV和长拖挂重型车辆(HDV)的排放具有良好潜力,而且用于能效改进的平准化节碳成本(LCCC)极低或为负数(证据有限,一致性低)。轨道车、公交车、两轮摩托车以及货运船舶已达到相对的低排放,因此,其减排潜力有限。电动车辆的减排成本目前较高,尤其是如果使用具有高排放因素的电网电力,但预期到2030年其LCCC会下降。航空的排放强度在2030年会下降大约50%,LCCC虽然不确定,但可能超过100美元/tCO₂当量。虽然预计未来的减排成本将下降,但此类减排的程度仍不确定。(证据有限,一致性低)。**[8.6,8.9]**

所有运输模式脱碳面临的障碍因地而异,但通过经济激励,能够部分加以克服(证据量中等,一致性中等)。财政、制度、文化和法律等方面的障碍会限制低碳技术吸收及行为改变。这些障碍包括建立低排放运输系统所需的高投资成本、车辆存量和基础设施的缓慢更新以及碳价对已征重税的石油燃料的影响有限。区域差异可能是由于成本和政策限制所导致。油价趋势、GHG排放的价格手段及道路收费和机场费等其它措施能够为消费者采纳减排措施提供有力的经济激励。**[8.8]**

在有显著机会围绕低碳方案构建运输系统和基础设施的运输减排路径中存在着区域差异,尤其是在未来城市增长最大的发展中国家和新兴国家(证据确凿,一致性高)。由于车辆的机动化程度、年限和类型、现有的基础设施以及城市发展过程等存在差异,因此,可能的转型路径因地区和国家而不同。优先行人基础设施、整合非机动车和公交服务、治理城市和乡村旅客道路超速,都能够所有地区产生经济和社会协同效益。

对于所有的经济体,尤其是那些城市高速发展的经济体,在公共交通系统和低碳基础设施方面的投资可避免锁定在碳密集模式。既有的基础设施会限制交通模式转变方案,并导致更加依赖先进的车辆技术;一些OECD国家对LDV需求的增长明显放缓。(证据量中等,一致性中等)。**[8.4,8.9]**

对于交通运输业脱碳以及对于发挥协同效益,都需要一系列强有力和相互支持的政策(证据确凿,一致性高)。与各级政府更广泛的非气候政策有关的交通运输减排战略通常可同时对若干目标,包括带来更低的出行成本、更大的便利性和流动性、更加健康、更高的能源安全、更高的安全性和更加省时。减少出行活动的措施具有实现协同效益的最大潜力。实现协同效益取决于区域在经济、社会和政治可行性等方面的情况,以及是否能够获取适当、具成本效益的先进技术(表TS.5)(证据量中等,一致性高)。鉴于反弹效应会降低能效改进带来的CO₂减排效益,并损害某项特定政策,因此,均衡的一揽子政策(包括定价倡议)可有助于实现稳定的价格信号、避免意外的结果,并提升便捷性、流动性、生产率、安全和健康(证据量中等,一致性中等)。**[8.4,8.7,8.10]**

TS.3.2.4 建筑

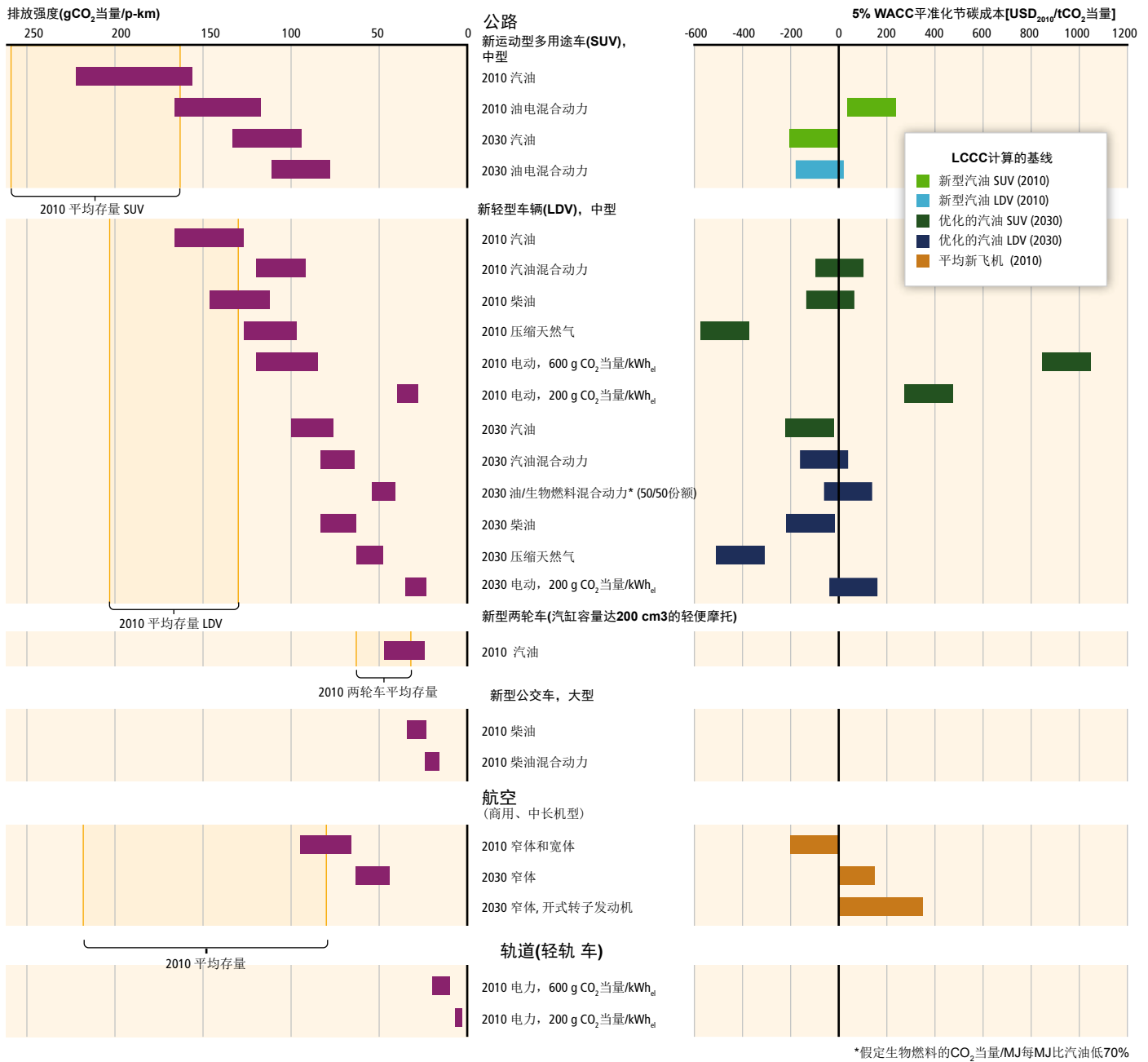
自1970年以来,建筑行业¹⁵GHG排放增加了一倍多,在2010年占到全球GHG排放的19%,包括发电产生的间接排放。如果AFOLU排放不计入总量,则该比例增至25%。建筑行业还占全球最终能源使用总量的32%,约占黑碳排放量的三分之一,占氟化气体的八分之一到三分之一,但有显著不确定性(证据量中等,一致性中等)。(图TS.3)**[9.2]**

在基线情景中,建筑的直接和间接CO₂排放预估会从2010年的8.8 GtCO₂/年增长到2050年的13–17 GtCO₂/年(第25-75百分位;整个区间为7.9–22 GtCO₂ /年);AR5第三工作组评估的基线情景中,大多数显示出显著增长(证据量中等,一致性中等)(图TS.15)**[6.8]**。整个区间的下端以远超过过去40年改进幅度的能源强度改进为重点的情景为主。如果没有进一步的政策,建筑业最终能源使用可从2010年的每年约120艾焦耳(EJ/年)增长到2050年的270EJ/年**[9.9]**。

¹⁵ 建筑行业包括住宅、商用、公共和服务业;施工建设排放计入工业行业。

客运

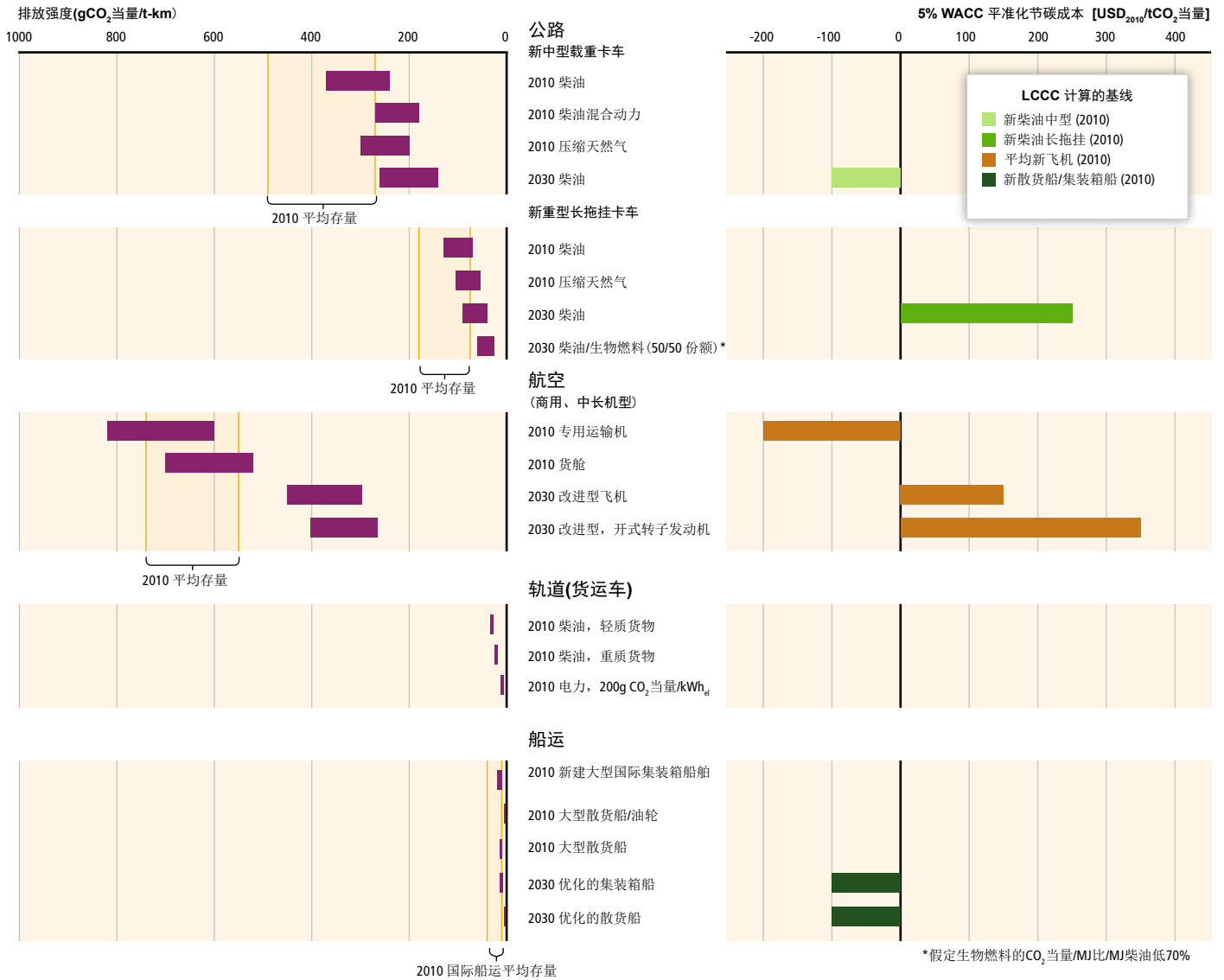
现有的商用技术和未来(2030年)预期的技术



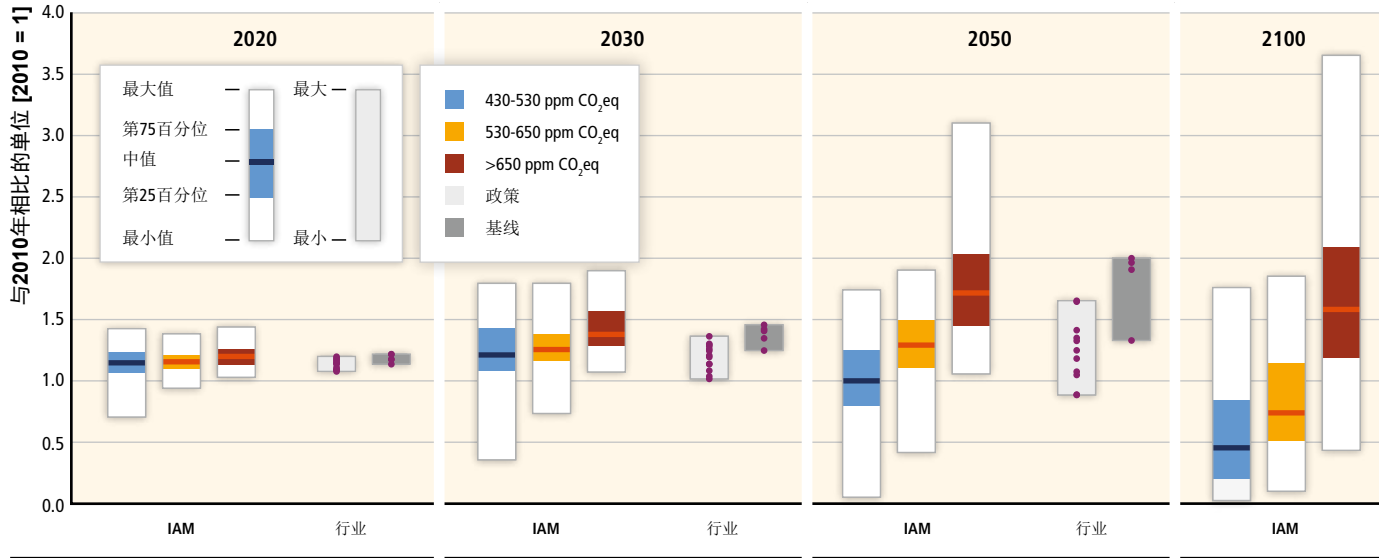
图TS.21 | 选定客运技术的指示性排放强度(tCO₂当量/p-km)和平准化节碳成本(LCCC, 单位: 节省的美元2010/tCO₂当量)。排放强度的变化源于车辆效能和载客率的变化。估算的公路客运方案LCCC是基于对假设极为敏感的输入参数中心估算的点估值±100美元2010/tCO₂当量(例如到2030年车用燃料经济性的具体改进、具体生物燃料CO₂当量强度、车辆成本、燃料价格)。这些数值是与不同基线对比推导得出(参见彩色编码图例), 因此需要做出判读。2030年的估值是基于近期研究的预估, 但仍有内在不确定性。航空LCCC是直接摘自文献。表8.3列明了更多背景(排放强度和成本计算的数据和假设参见附录III.3, 平准化成本标准的方法问题参见附录II.3.1)。WACC: 资本加权平均成本。[表8.3]

货运

现有的商用技术和未来(2030年)预期的技术



图TS.22 | 选定的货运技术指示性排放强度(tCO₂eq/t-km)和平准化节碳成本(LCCC, 单位: 节省的美元2010/tCO₂当量)。排放强度的变化主要是由于车辆能效和装载率的变化。平准化节碳成本直接摘自文献并且对假设极为敏感(例如到2030年车用燃料经济性的具体改进、具体生物燃料CO₂当量强度、车辆成本、燃料价格)。这些数值是与目前基线技术相比得出(参见彩色编码图例), 因此需要做出判读。2030年的估是基于近期研究的预估, 但仍具有内在不确定性。表8.3列明了更多背景(排放强度和成本计算的数据和假设参见附录III.3, 平准化成本指标的方法问题参见附录II.3.1)。LNG: 液化天然气; WACC: 资本加权平均成本。[表8.3]



图TS.23 | 相对于各情景2010年的值，利用到2100年CO₂当量浓度水平分组的综合模式研究以及基线和政策类别分组的行业研究，将所有客运和货运的全球直接CO₂排放指数化。[图8.9]

表TS.5 | 交通运输行业主要减排措施的潜在协同效益(绿色箭头)和不利副作用(橙色箭头)概述；上/下箭头表示对各自目标或问题的正/负影响；问号(?)表示不确定净效应。协同效益和不利副作用取决于当地环境以及实施做法、速度和规模。关于低碳电力的可能上游影响，可参见表TS.4。有关生物质供应的可能上游影响，可参阅表TS.8。对涉及减缓政策(例如关于能源价格、消费、增长和贸易)的宏观经济影响和跨行业影响评估可参见第3.9、6.3.6、13.2.2.3节和第14.4.2节。括号中的不确定性修饰词表示各自影响的证据量和一致性程度(参见TS.1)。证据量的缩写：l=有限、m=中等、r=确凿；一致性的缩写：l=低、m=中等、h=高。[表8.4]

交通运输	对其它目标/问题的影响		
	经济	社会	环境
降低燃料碳强度： 电、氢(H ₂)、压缩天然气(CNG)及其它燃料	↑ 能源安全(多元化，石油依赖度降低以及油价波动的影响)(m/m) ↑ 技术外溢(例如家用电器的电池技术)(l/l)	? 健康影响 - 通过下列造成的城市空气污染 CNG、生物燃料：净效应不明确(m/l) ↓ 电、氢：减少大多数污染物(r/h) ↑ 改用柴油：可能加剧污染(l/m) ↓ 通过降噪带来的健康影响(电和燃料电池轻型汽车)(l/m) ↓ 道路安全(低速无噪音电动轻型汽车)(l/l)	↓ 电和氢对生态系统的影响 - 通过城市空气污染(m/m) ↑ 原料使用(不可持续的资源开采)(l/l) ? 生物燃料的生态系统影响：参见AFOLU
降低能源强度	↑ 能源安全(石油依赖度降低以及油价波动的影响)(m/m)	↓ 健康影响 - 通过减轻的城市空气污染(r/h) ↑ 道路安全(通过更强的防撞性)(m/m)	↓ 生态系统和生物多样性影响 - 通过减轻的城市空气污染(m/h)
紧凑型城市形态和改进的交通基础设施	↑ 能源安全(石油依赖度降低以及油价波动的影响)(m/m) ↑ 生产力(城市拥堵减轻和出行时间、交通便宜、便捷)(m/h)	↓ 非机动车形式的健康影响 - 通过增加身体锻炼(r/h) ↑ 可能更易受空气污染的影响(r/h) ↓ 噪音(交通模式转变和出行时间缩短)(r/h)	↓ 生态系统影响 - 通过城市空气污染(r/h) ↓ 土地利用竞争(m/m)
交通模式转变	? 公交行业与汽车制造业的就业机会(l/m)	↑ 平等流动性获取就业机会，特别是在发展中国家(r/h) ↑ 道路安全(通过交通模式转变和/或步行人和骑车人使用的基础设施)(r/h)	
行程距离缩短和避免	↑ 能源安全(石油依赖度降低以及油价波动的影响)(r/h) ↑ 生产力(城市拥堵减轻和出行时间、步行)(r/h)	↓ 健康影响(由于非机动车交通方式)(r/h)	↓ 生态系统影响 - 通过城市空气污染(r/h) ↑ 新开/缩短运输线路(r/h) ↓ 交通基础设施的土地利用竞争(r/h)

建筑物和相关基础设施的较长使用期会带来显著的锁定风险(证据确凿,一致性高)。与采用当今最佳做法的建筑物作为新建成建筑物和翻新建筑的标准的情景相比,如果仅落实目前拟定的政策,则到2050年可锁定的建筑物最终能源使用量相当于2005年建筑业最终能源使用量的近80%。[9.4]

财富的增长、生活方式的改变、提供获取现代化能源服务以及足够的住房和城市化,将推动建筑物能源需求的增长(证据确凿,一致性高)。无法获得足够住房(约8亿人)、现代化能源载体及充分能源服务(包括清洁烹饪和采暖(约30亿人))的人们,他们满足这些需求的方式将会影响到建筑物相关排放的进展。此外,迁居到城市、减小家庭规模、增加财富水平和改变生活方式,包括增加居住面积和数量以及使用家电,这些都会促使显著增加建筑物的能源服务需求。发展中国家大量的新建建筑对于减排而言是风险与机遇并存。[9.2, 9.4, 9.9]

然而,建筑行业的技术、专业知识和政策等方面的新进展有可能到本世纪中期使全球整个行业最终能源使用量保持稳定甚至下降(证据确凿,一致性中等)。技术、设计做法和专业方面的新进展以及行为的改变,能够以具有显著成本效益的方式或有时甚至以净负成本的方式实现单个新建筑的能源需求减少2-10倍,并实现单个现有建筑物的能源需求降低2-4倍(参见文框TS.12)(证据确凿,一致性高)。[9.6]

AR4以来取得的进展包括在全球广泛示范极低或净零能耗的新建和翻新建筑物(证据确凿,一致性高)。在某些地区,这些已赢得了重要的市场份额,例如欧洲符合2012年‘被动房’标准的建筑面积超过了2500万平方米。然而,零能耗/零碳建筑物或许并不总是最合算的解决方案,甚至在某些建筑类型和地点并不可行。[9.3]

高性能翻新建筑是拥有既有建筑存量的国家关键的减排战略,因为建筑物的寿命非常持久,而且到2050年,发达国家大部分建筑物属于此类建筑(证据确凿,一致性高)。利用最佳做法已实现将采暖/制冷的能源使用降低50-90%。有力的证据表明,极低能耗新建和翻新在经济上具有吸引力。[9.3]

与预计能源使用量增长两倍以上的情景相比,利用雄心勃勃的政策,到本世纪中期有可能使全球建筑物能源使用

量保持不变或显著减少使用(证据量中等,一致性中等)(图TS.24)。详尽的建筑业研究表明,到2050年,节能潜力要大于所做的综合研究。前者表明,仅采暖和制冷的基线潜力达70%,而整个行业约为35-45%。总之,热能使用的下降幅度有可能要大于其它主要依靠电力的能源服务。关于与基线相比的额外燃料转换,行业和综合研究发现机会并不大。总之,行业和综合研究表明,电力将在建筑物长期能源需求中占有越来越大的份额,特别是如果由于节能增效、建筑结构更佳及气候变化而使采暖需求减少。[6.8.4, 9.8.2, 图9.19]

建筑物能效计划的历史表明,以显著低于边际能源供应的成本实现了25-30%的能效提升(证据确凿,一致性高)。尽管持续改进标准,但技术进步能够保持具有成本效益的能效提升潜力。自AR4以来,自愿和强制性标准的采用取得了显著进展,包括雄心勃勃的建筑法规和标准、自愿施工标准和电器标准。同时,在新建筑和翻新建筑物方面,以及在电器和信息、通信和媒体技术设备方面,其性能和成本都有了显著改进。以低于边际能源供应的成本有可能实现大幅减少建筑物的热能使用,而且最具成本效益的方案包括极高性能的新型商用建筑物;这同样适用于某些电器和烹饪设备的能效改进。[9.5, 9.6, 9.9]

生活方式、文化及其它行为变化会使建筑和电器能源需求进一步显著减少,幅度超过通过技术和结构所实现的减幅。建筑业中提供类似建筑相关的能源服务水平体现出三到五倍的能源使用差异(证据有限,一致性高)。对于发达国家,各情景表明,生活方式和行为改变可在短期内减少20%的能源需求,而到本世纪中期可减少当前水平的50%(证据量中等,一致性中等)。目前存在的高风险是新兴国家完全照搬发达经济体的建筑相关结构设计、生活方式和行为。但文献表明,存在其它的发展路径,能够以更低的能源投入提供高水平的建筑服务,并合并各项战略,例如效法传统生活方式、结构设计和施工技术。[9.3]

建筑业的大部分减排方案都具有显著而且不同的协同效益(证据确凿,一致性高)。这些包括但不局限于:能源安全;降低对能源补贴的需求;健康和环境效益(由于降低室内和室外空气污染);生产力和净就业增长;减轻燃料贫困;降低能源

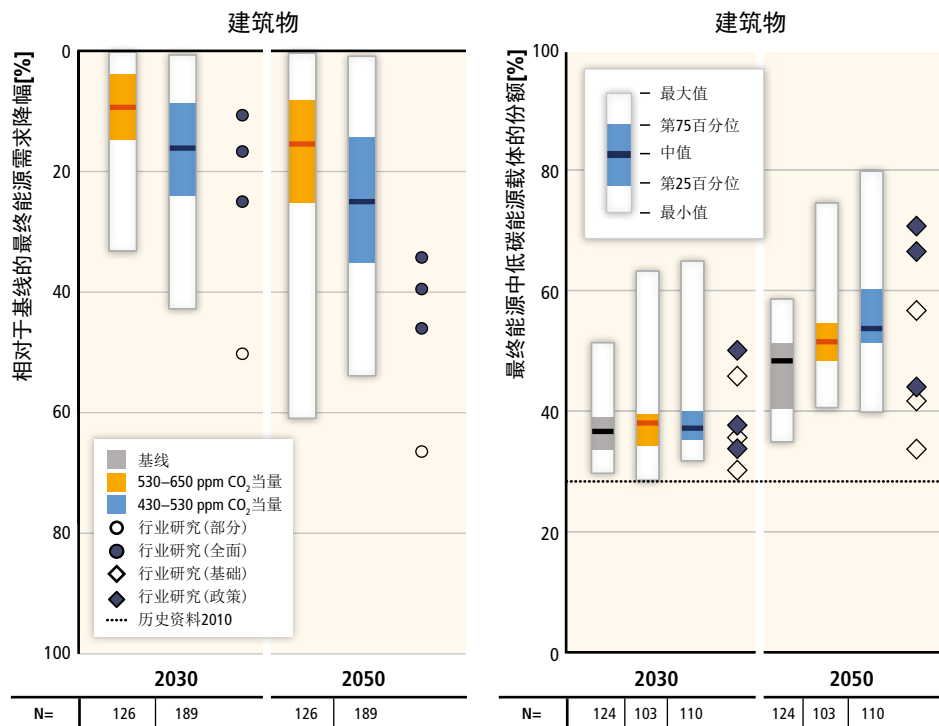
文框TS.12 | 负的私人减排成本

减排方案和成本分析中的一个始终困扰的问题是，是否存在能够带来私利(产生足可抵消实施成本的私人效益)但消费者和公司不会自愿接受的减排机会。目前有某种证据表明存在一些尚未实现并可带来负私人成本的减排机会。可能的实例包括车辆投资[8.1]、民用及商用建筑物的照明和采暖技术[9.3]以及工业过程[10.1]。

负私人成本实例意味着公司和个人不会借机省钱。这可从多个方面说明。一个方面是现状偏见能够抑制改用新技术或产品[2.4, 3.10.1]。另一方面是公司和个人会注重短期目标，对未来的成本和效益大打折扣；在选择节能

措施或投资能效技术时，已表明消费者会采取这种做法[2.4.3, 2.6.5.3, 3.10.1]。风险规避和模糊规避也可解释在结果不确定时做出的这种行为[2.4.3, 3.10.1]。其它可能的解释包括：关于节能机会的信息不足；信息不对称 – 例如业主或许无法让租户获得提升能效的价值；错位激励，即一方支付投资，而另一方收获效益；不完善的信贷市场，因此获取节能资金很难或很贵[3.10.1, 16.4]。

一些工程研究表明负成本减排的潜力巨大。有多大把握真正实现此类负成本减排依然是文献中争论的问题。经验证据正反皆有。[文框3.10]



图TS.24 | 与第9章中评估的以各种形状图形显示的行业研究相比，在箱线图所示的三个不同CO₂当量浓度区间的减排情景(参见第6.3.2节)中，到2030年和2050年，建筑中相对于基线的最终能源需求降幅(左图)和最终能源中最终低碳能源载体份额的发展(电力；右图)。实心圆表示行业全覆盖的行业研究，而空心圆表示仅为行业部分覆盖的研究(例如采暖和制冷)。[图6.37和6.38]

支出；提高建筑物基础设施的价值；提高舒适度和服务。(表TS.6)[9.6, 9.7]

该行业面临的巨大障碍尤其会妨碍市场对具有成本效益技术

及做法的接受；因此，计划和规章比单独使用价格手段更加有效(证据确凿，一致性高)。各种障碍包括信息不完整且缺乏认识、委托/代理问题及其它错位激励、交易成本、无法获得资金、所有建设相关行业的培训不足以及认知/行为障碍。在发

展中国家,大型非正规部门、能源补贴、腐败、高额隐性贴现率以及服务水平不高构成了进一步的障碍。因此,若无外部刺激,单凭市场的力量预计无法实现必要的转型。涉及建筑和电器生命周期及使用各阶段的政策干预,以及新型商业和金融模式都非常重要。[9.8, 9.10]

AR4中已强调了针对建筑能效的大规模政策组合,但此后,现有手段及其实施又有了长足的进展(证据确凿,一致性高)。证据表明,全球许多建筑能效政策一直在以巨大的负成本减少GHG排放。其中最环保且最具成本效益的政策是监管手段,例如建筑物和电器能效标准和标识,以及公共领导力计划和采购政策。过去十年,尽管人口、财富以及相应的能源服务水平需求都在增长,但一些发达国家在建筑法规和电器标准方面的进展促成了建筑能源使用总量保持稳定甚至减少。发展中国家也一直在采用不同的有效政策,尤其是电器标准。

然而,为了实现远大的气候目标,需要在更多地区显著强化和采用这些标准,并用于其它建筑和电器类型。由于资金需求更大,因此,在发达国家和发展中国家,融资手段对于实现大幅降低能源使用至关重要。[9.10]

TS.3.2.5 工业

2010年,工业行业约占最终能源使用的**28%**,而直接和间接**GHG排放**(后者与用电量有关)要超过建筑或运输最终使用行业的排放,并在**2010年**占全球**GHG排放的30%以上**(如果总量中不计入**AFOLU**排放,则该比例增至**40%**)(高信度)。尽管工业在全球GDP中的比例有所下降,但全球工业和废料/废水GHG排放从1990年的10 GtCO₂当量增长至2005年的13 GtCO₂当量和2010年的15 GtCO₂当量(其中废料/废水占1.4 GtCO₂当量)。[10.3]

表TS.6 | 建筑业主要减排措施的潜在协同效益(绿色箭头)和不利副作用(橙色箭头)概述;上/下箭头表示对各自目标或问题的正/负影响。协同效益和不利副作用取决于当地环境以及实施做法、速度和规模。关于燃料转换和IRE的可能上游影响,参见表TS.4和TS.8。关于涉及减排政策(例如关于能源价格、消费、增长和贸易)的宏观经济影响和跨行业影响评估,可参见第3.9、6.3.6、13.2.2.3节和第14.4.2节。括号中的不确定性修饰词表示各自影响的证据量和一致性程度(参见TS.1)。证据量的缩写: l=有限、m=中等、r=确凿;一致性的缩写: l=低、m=中等、h=高。[表9.7]

建筑物	对其它目标/问题的影响			
	经济	社会	环境	其它
燃料转换、RES合并、绿化屋顶及其它降低GHG排放强度措施	↑ 能源安全(m/h) ↑ 就业影响(m/m) ↑ 能源补贴需求较低(l/l) ↑ 建筑物资产价值(l/m)	燃料贫困(住宅)- 通过 ↓ 能源需求(m/h) ↑ 能源成本(l/m) ↓ 能源获取(由于更高的能源成本)(l/m) ↑ 妇女/儿童劳作时间(由于更换了传统炉灶)(m/h)	住宅建筑的健康影响 - 通过 ↓ 室外空气污染(r/h) ↓ 室内空气污染(在发展中国家)(r/h) ↓ 燃料贫困(r/h) ↓ 生态系统影响(较轻的室外空气污染)(r/h) ↑ 城市生物多样性(由于绿化屋顶)(m/m)	减小的城市热岛(UHI)效应(l/m)
既有建筑翻新(例如冷屋顶、无源太阳能等)	↑ 能源安全(m/h) ↑ 就业影响(m/m) ↑ 生产力(由于商用建筑)(m/h)	↓ 燃料贫困(由于翻新建筑和高效设备)(m/h) ↓ 能源获取(由于必要投资造成住房成本更高)(l/m)	健康影响 - 通过 ↓ 室外空气污染(r/h) ↓ 室内空气污染(由于高效的炉灶)(r/h) ↓ 改善的室内环境状况(m/h) ↓ 燃料贫困(r/h) ↓ 通风不良(m/m)	减小的UHI效应(由于翻新建筑和新示范建筑)(l/m)
新示范建筑	↑ 能源补贴需求较低(l/l) ↑ 建筑物资产价值(l/m)	↑ 热舒适性(由于翻新建筑和新示范建筑)(m/h) ↑ 妇女儿童的劳作时间(由于更换的传统炉灶)(m/h)	↓ 生态系统影响(较轻的室外空气污染)(r/h)	
高效设备	↑ 抗灾力(l/m)		↓ 耗水量和污水产生量(l/l)	
行为转变降低能源需求	↑ 能源安全(m/h) ↑ 能源补贴需求降低(l/l)		↓ 健康影响 - 通过减轻的室外空气污染(r/h)和改善的室内环境状况(m/h) ↓ 生态系统影响(减轻的室外空气污染)(r/h)	

在基线情景中，工业二氧化碳排放，包括直接和间接排放以及过程排放，预估会从2010年的13 GtCO₂/年增至2050年的20–24 GtCO₂/年(第25-第75百分位；整个区间为9.5–34 GtCO₂/年)；AR5第三工作组评估的基线情景中，大部分表明有大幅增长(证据量中等，一致性中等)(图 TS.15)[6.8]。整个区间的下端以侧重于能源强度改进的情景为主，而这种改进其幅度远超过去40年观测到的幅度。

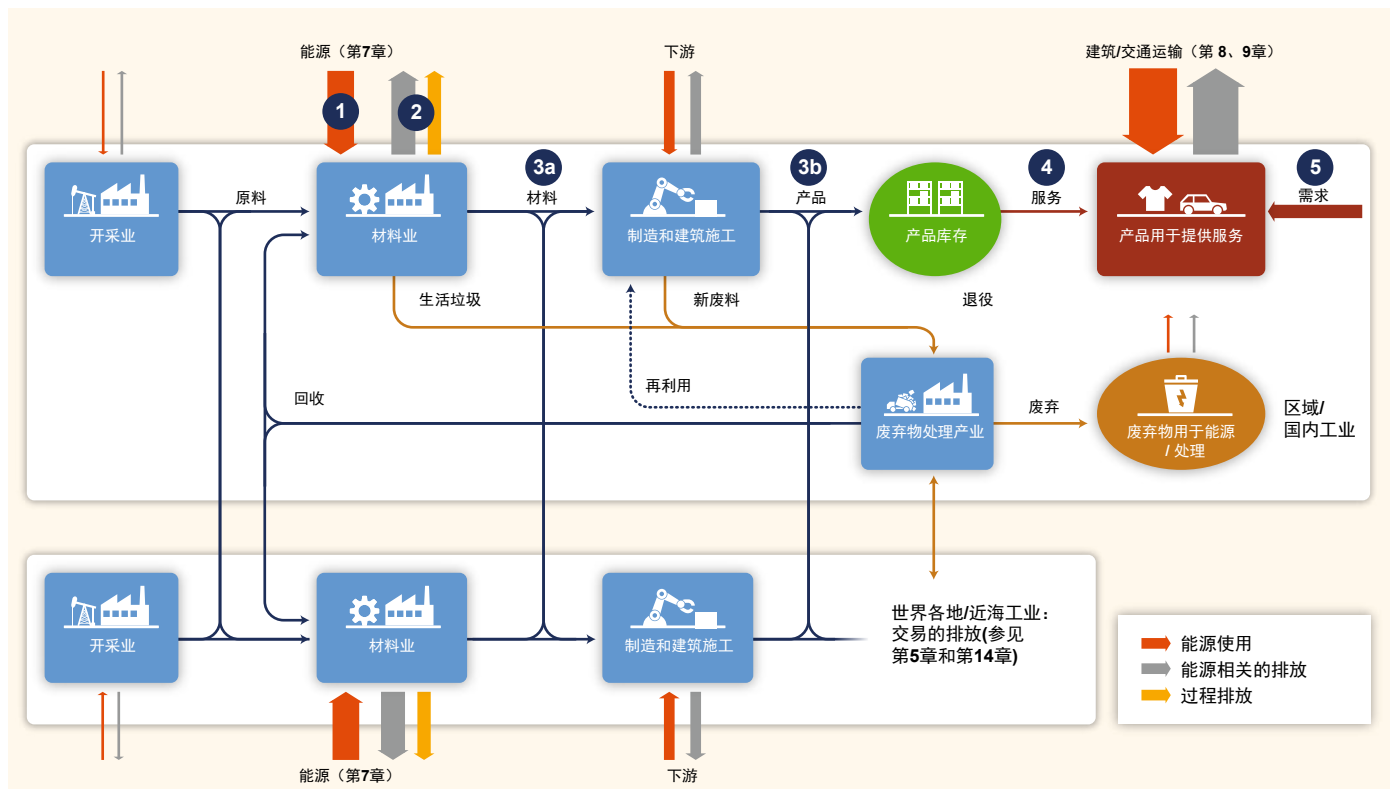
最佳可用技术的大规模更新换代和推广，尤其是在尚未落实的国家以及非能源密集型工业，与现有水平相比，可使工业行业的能源强度直接降低约25%(证据确凿，一致性高)。尽管长期关注工业的能源效率，但仍留有许多关于提高能效的方案。通过创新，有可能实现能源强度进一步降低约20%(证据有限，一致性中等)。落实能效的障碍主要涉及到初始投资成本和信息缺乏。信息计划是提高能效的一种通行方法，后续是经济手段、监管方式和自愿行动。[10.4, 10.7, 10.9, 10.11]

工业行业的绝对减排将需要采用广泛的各类减排方案，不局限于能效措施(证据量中等，一致性高)[10.4, 10.7]。在工业需

求总体持续增长的情况下，该行业的大幅减排将需要同步努力以提高排放效率(例如通过燃料和原料转换或CCS)；原料利用效率(例如减少废料，新产品设计)；对原料和产品的回收和再利用；产品-服务效率(例如通过拼车、延长产品寿命，从而更密集地使用产品)；产品的根本性创新(例如水泥替代品)；以及减少服务需求。缺乏原料和产品-服务效率方面的政策和经验是主要的障碍。(表TS.3, 图TS.25)[10.4,10.7,10.11]

虽然详细的工业行业研究往往比综合研究更为保守，但这两类研究都确定，相对于基线情景，在到2100年不超过650 ppm CO₂当量的减排情景中，工业最终能源需求到2050年可能会减少约30%(证据量中等，一致性中等)(图 TS.26)。综合模式一般会对工业行业进行归纳研究，基本上不会明确提供子行业的原料流程、减少原料需求的方案，以及价格导致的中间投入替代可能性。由于工业行业的差异性，因此，行业研究和综合研究之间的相关比较仍很困难。[6.8.4,10.4, 10.7, 10.10.1, 图10.14]

工业行业通过强化废料利用来降低原料和化石燃料需求也能



图TS.25| 供应链上的工业活动示意图。工业行业减排方案以带有圆圈数字表示：(1)能效；(2)排放效率；(3a)制造业的原料效率；(3b)产品设计的原料效率；(4)产品-服务效率；(5)降低服务需求。[图10.2]

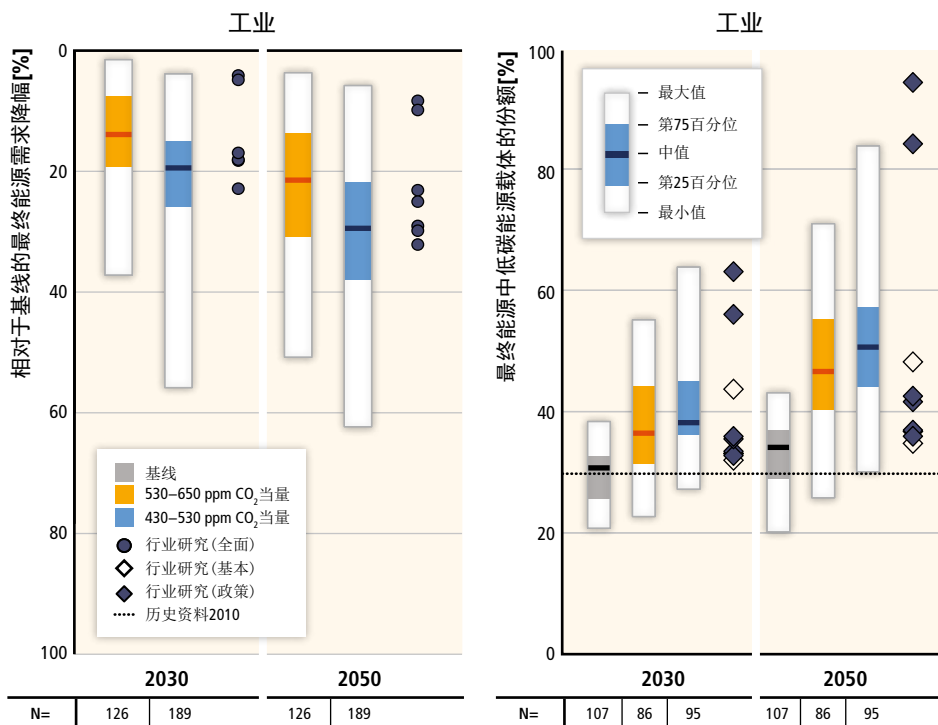
够实现减排,同时这还可以降低废料处理产生的直接GHG排放(证据确凿,一致性高)。废料管理等级中首要的是减少废料,其次是再利用、再循环以及能源回收。鉴于再循环或再利用的原料份额仍很低,因此,将废料处理技术和回收能源用于减少对化石燃料的需求可降低废料处理产生的直接排放。在全球范围,城市固体废弃物(MSW)中只有大约20%得到再循环,大约14%得到能源回收处理,而其余的废弃物则倾倒在露天垃圾场或垃圾填埋场。家用行业和制造业产生的废水中,大约有47%仍未得到处理。最大成本区间是以厌氧分解处理废弃物来减少垃圾填埋场的GHG排放。成本区间是从负值(参见文框TS.12)到极高。先进的废水处理技术可促进减少废水处理过程中的GHG排放,但都集中在更高成本方案中(证据量中等,一致性高)。(图TS.29)[10.4, 10.14]

废料政策和监管对原料消耗产生了显著影响,但鲜有政策明确针对原料效率或产品服务效率(证据确凿,一致性高)[10.11]。提高原料效率面临的障碍包括缺乏鼓励管理决策和公众参与的人力和制度能力。此外,目前缺少经验且通常没有针对供应商或消费者的明确激励措施来促进提高原料或产品

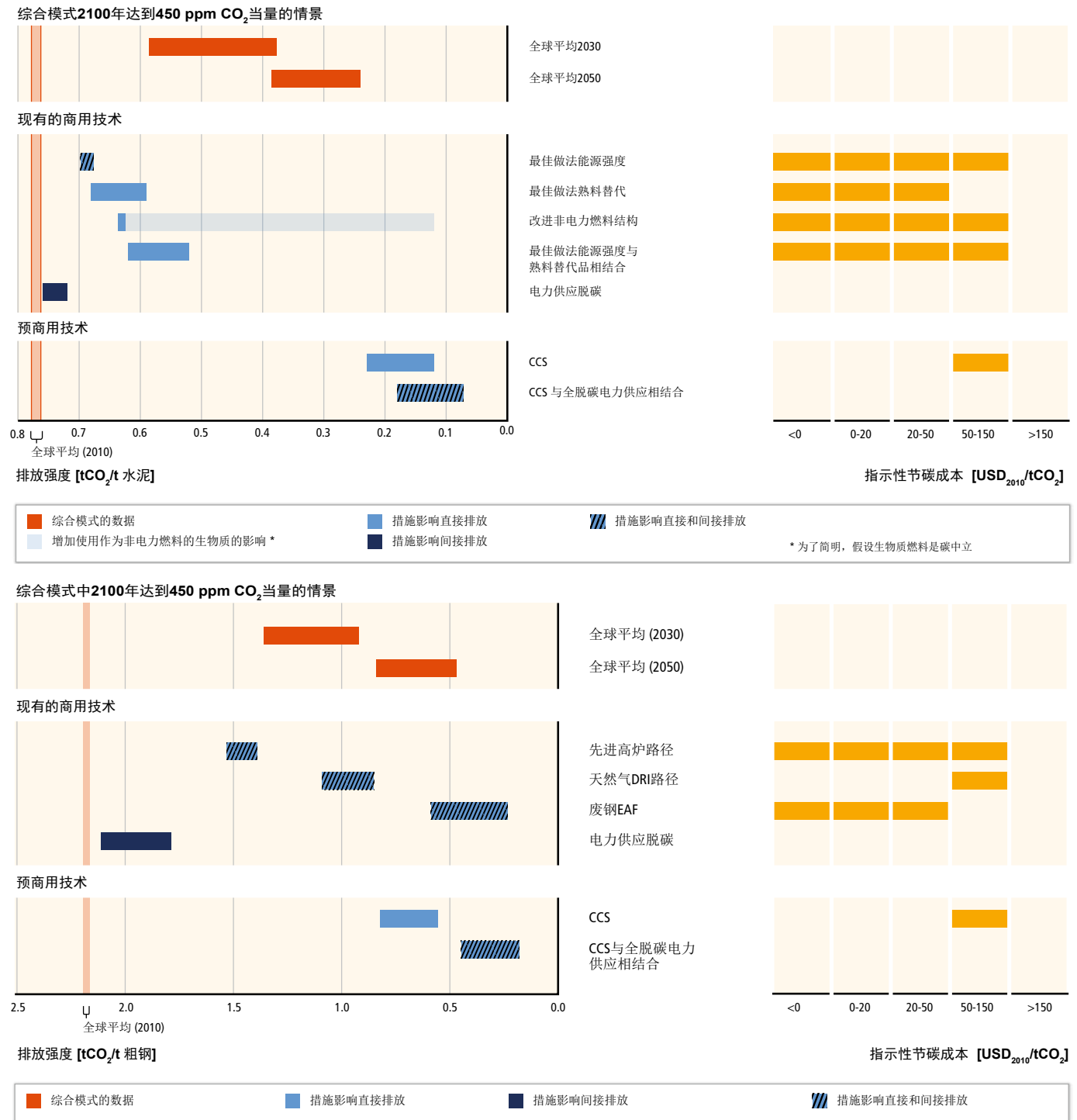
服务效率抑或降低产品需求。[10.9]

工业GHG排放以CO₂排放为主,但非CO₂气体也有显著减排的机会(证据确凿,一致性高)。2010年,工业产生的甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)和氟化气体(F-气体)的排放量占0.9 GtCO₂当量。关键的减排机会包括通过堵漏、制冷剂回收和再循环以及适当处置和以另类制冷剂(氨、HC、CO₂)替代等措施,减少氢氟碳化物(HFC)排放。己二酸和硝酸生产带来的N₂O排放可通过利用热破坏和辅助催化剂来降低。非CO₂ GHG的减排也面临着许多障碍。典型情况是缺乏认识以及缺少经济激励措施以及缺乏商用技术(例如HFC的再循环技术和焚烧技术)。[表10.2, 10.7]

各企业(大型能源密集型企业 and 中小型企业(SME))和行业的系统性方法和协作活动能够有助于减少GHG排放(证据确凿,一致性高)。高效电机等交叉技术以及减少空气或蒸汽泄露等交叉措施通常有助于以成本效益方式优化工业过程绩效并提高工厂效率,可做到节能减排。产业集群也有助于实现减排,尤其是中小企业的减排。[10.4] 在不同层面上的合作和跨行业合作(例如共享基础设施、信息、废热、制冷等)可在某些



图TS.26 | 与第10章评估的以图形显示的行业研究相比,在箱线图所示的三个不同CO₂当量浓度区间的减排情景(参见第6.3.2节)中,到2030年和2050年,工业相对于基线的最终能源需求降幅(左图)和最终能源中最终低碳能源载体份额的发展(包括电力、热能、氢和生物能源,右图)。实心圆表示行业全覆盖的行业研究。[图6.37和6.38]



图TS.27 | 针对不同生产做法/技术和针对精选综合模式中450 ppm CO₂当量情景的水泥生产指示性CO₂排放强度(上图)和钢铁生产指示性CO₂排放强度(下图), 以及指示性平准化节碳成本(LCCC)(数据和方法参见附录三)。DRI: 直接还原铁; EAF: 电弧炉。[图10.7, 10.8]

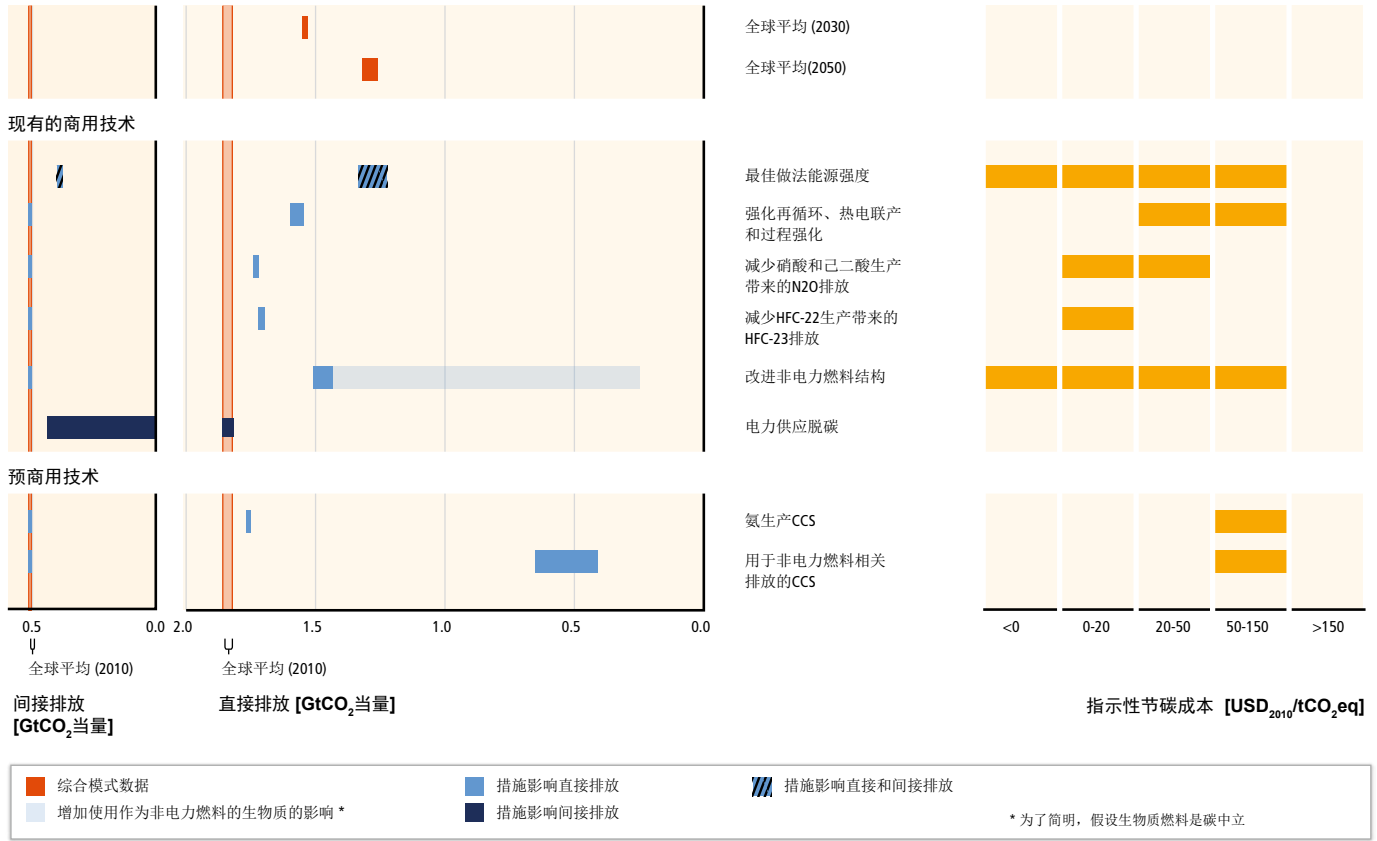
地区/某些产业类型带来进一步的减排潜力[10.5]。

工业行业的一些减排方案既有成本效益而且能够赢利(证据量中等, 一致性中等)。虽然有一些减排方案其成本区间是在0-20和20-50美元/tCO₂当量, 甚至低于0美元/tCO₂当量,

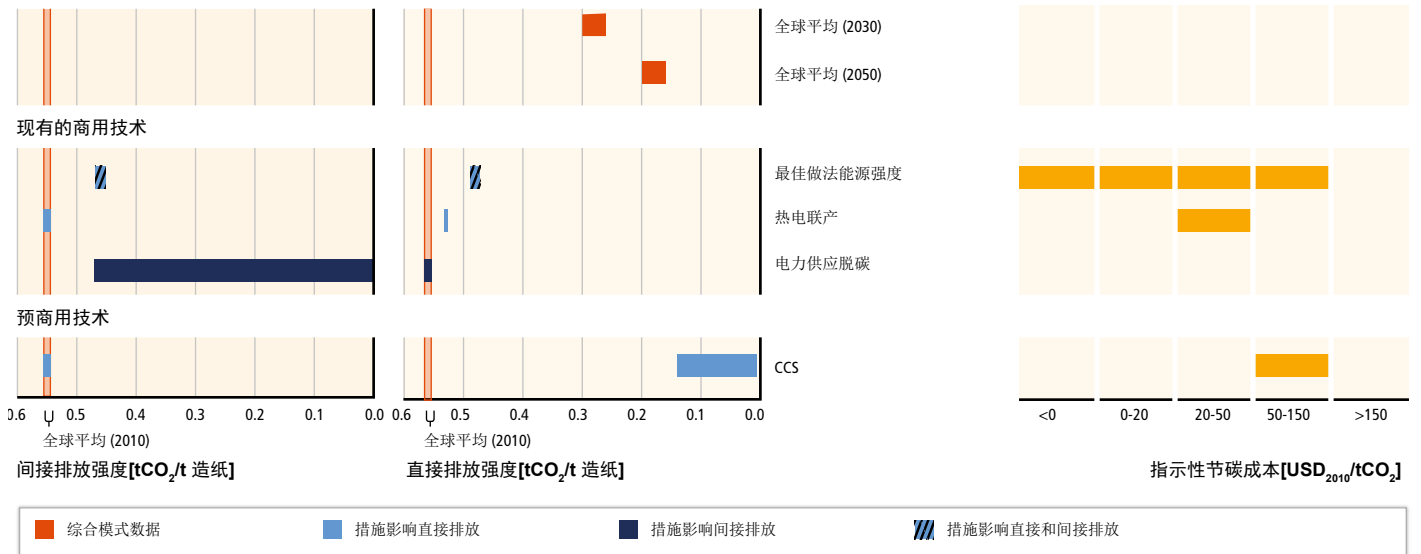
但工业行业要实现接近零的排放强度水平则需要进一步落实长期阶跃变化方案(例如CCS), 涉及到50-150美元/tCO₂当量区间内更高的平准化节碳成本(LCCC)。目前尚没有针对实施原料效率、产品服务效率和降低服务需求战略的类似成本估算。关于长期方案, 一些具体行业措施可以大幅降低单位

TS

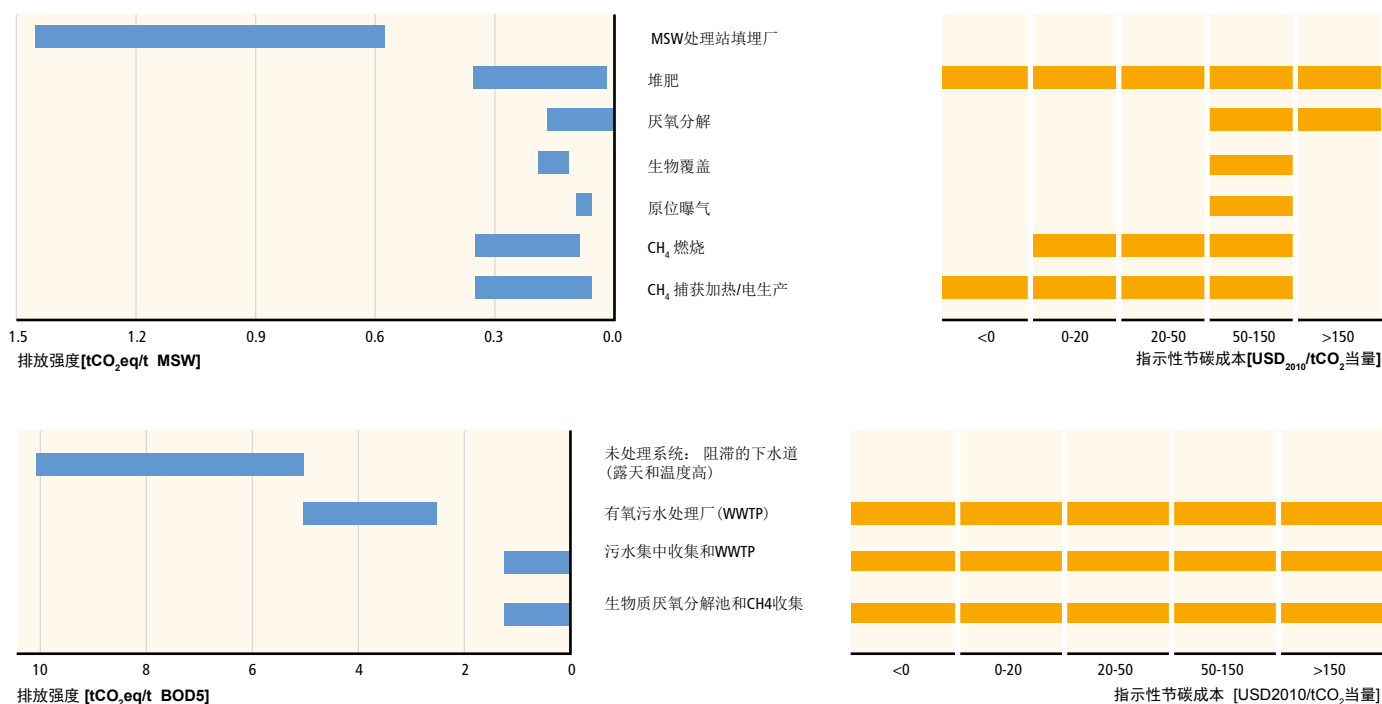
IEA ETP 2DS情景



IEA ETP 2DS情景



图TS.28 | 针对不同生产做法/技术以及针对精选综合模式中450 ppm CO₂当量情景的化学品生产的指示性全球CO₂当量排放(上图)和造纸的指示性全球CO₂当量排放强度(下图)以及指示性平准化节碳成本(LCCC)(数据和方法参见附录三)。[图10.9, 10.10]



图TS.29 | 不同做法的废料指示性CO₂当量排放强度(上图)和废水指示性CO₂当量排放强度(下图), 以及指示性平准化节碳成本(数据和方法参见附录三)

GHG排放, 但无法规模化使用, 例如基于废料的钢铁生产。脱碳的电力能够在某些子行业发挥重要作用(例如化学品、纸浆和造纸和铝业), 但在其它子行业影响有限(例如水泥、钢铁、废弃物处理)。总之, 减排成本因地而异, 并取决于具体地点的条件。(图TS.27, TS.28, TS.29)[10.7]

减排措施通常涉及到协同效益(证据确凿, 一致性高)。协同效益包括通过降低成本提高竞争力、新生商业机会、更符合环保要求、通过当地更好的空气和水质以及更好的工作条件增进健康效益, 以及减少废弃物, 所有这些都可提供多种间接的私人和社会效益(表TS.7)。**[10.8]**

没有任何单一政策能够既满足针对工业的各类减排措施又能克服相关障碍。除非消除工业减排的障碍, 否则将会限制工业减排的速度和程度, 甚至赢利性措施也将搁置(证据确凿, 一致性高)。**[10.9, 10.11]**

TS.3.2.6 农业、林业及其它土地利用 (AFOLU)

自AR4以来, AFOLU行业的GHG排放保持稳定, 但在人为GHG排放总量中的份额有所下降(证据确凿, 一致性

高)。2000-2010年, AFOLU行业的年均GHG总通量为10–12 GtCO₂当量, 其中农业的全球平均排放量为5.0–5.8 GtCO₂当量/年, 而林业及其它土地利用产生的排放约为4.3–5.5 GtCO₂当量/年。非CO₂排放大部分来自农业, 主要是农田土壤产生的N₂O排放和牲畜肠内发酵及肥料管理产生的CH₄排放, 以及来自稻田的排放, 这些在2010年的排放总量为5.0–5.8 GtCO₂当量/年(证据确凿, 一致性高)。近些年来, FOLU CO₂通量的大部分估值显示排放有所下降, 主要是由于毁林率降低, 造林率增加(证据有限, 一致性中等)。从1990-2010年, 毁林和土地退化产生的绝对排放水平有所下降(证据确凿, 一致性高)。在同一时期, 高收入国家的排放总量下降, 而低收入国家的排放总量则增加。总之, 高收入国家产生的AFOLU排放主要是农业活动, 而低收入国家的排放主要是毁林和土地退化。**[图1.3, 11.2]**

AFOLU的净年度基线CO₂排放预估会随着时间的推移而下降, 到2050年的净排放可能不及2010年的一半, 并且到本世纪末之前, AFOLU行业有可能成为净汇。然而, 历史净AFOLU排放的不确定性大于其它行业, 在预估的基线净AFOLU排放中存在着其它不确定性。(证据量中等, 一致性高)(图TS.15)[6.3.1.4, 6.8, 图6.5] 如AR4所述, 大部分预估

表TS.7 | 工业行业主要减缓措施的潜在协同效益(绿色箭头)和不利副作用(橙色箭头)概述;上/下箭头表示对各自目标或问题的正/负影响;协同效益和不利副作用取决于当地环境以及实施做法、速度和规模。关于低碳能源供应(包括CCS)的可能上游影响可参阅表TS.4。关于生物质供应的可能上游影响可参阅表TS.8。对涉及减缓政策(例如关于能源价格、消耗、增长和贸易)的宏观经济影响和跨行业影响评估可参见第3.9、6.3.6、13.2.2.3节和第14.4.2节。括号中的不确定性修饰词表示各自影响的证据量和一致性程度(参见TS.1)。证据量的缩写: l=有限、m=中等、r=确凿;一致性的缩写: l=低、m=中等、h=高。[表10.5]

工业	对其它目标/问题的影响		
	经济	社会	环境
CO ₂ 和非CO ₂ GHG排放强度降低	↑ 竞争力和生产力 (m/h)	↓ 健康影响 – 通过降低地方空气污染和改善工作条件(由于制铝产生的全氟碳化物 (m/m))	↓ 生态系统影响 – 通过减轻地方空气污染和减少水污染 (m/m) ↑ 水资源保护 (l/m)
通过新过程和技术的能效技术改进	↑ 能源安全(通过降低能源强度) (m/m) ↑ 就业影响 (l/l) ↑ 竞争力和生产力 (m/h) ↑ 发展中国家技术外溢(由于供应链各环节) (l/l)	↓ 健康影响 – 通过减轻地方污染 (l/m) ↑ 新商业机会 (m/m) ↑ 水可用量和水质 (l/l) ↑ 安全、工作条件和工作满意度 (m/m)	生态系统影响 – 通过: ↓ 化石燃料开采 (l/l) ↓ 地方污染和废弃物 (m/m)
商品、再循环的原料效率	↓ 国家营业税中期收入 (l/l) ↑ 废弃物回收市场的就业影响 (l/l) ↑ 制造业的竞争力 (l/l) ↑ 产业集群的新基础设施 (l/l)	↓ 健康影响和安全隐患 (l/m) ↑ 新商业机会 (m/m) ↓ 地方冲突(资源开采减少) (l/m)	↓ 生态系统影响 – 通过降低地方空气污染和水污染以及废弃原料处理 (m/m) ↓ 使用原生/纯净原料和自然资源意味着减少不可持续的资源开采 (l/l)
产品需求降低	↓ 国家营业税中期收入 (l/l)	↑ 福祉 – 通过多种生活方式选择 (l/l)	↓ 消费后废弃物 (l/l)

表明,从长期而言,年净CO₂排放会出现下降。部分原因是由于技术变革以及与人口增长预期放缓有关的预估农业区扩展速率下降。然而,与AR4不同的是,较新情景都没有预估近期会有增长。到本世纪末还会出现稍大的变化幅度,有些模式预估从2050年开始会出现较强的净汇(证据有限,一致性中等)。对与基线全球土地相关的N₂O和CH₄排放的预估报告很少,但预估结果是这类排放会随时间而增长。日积月累,到2030年,土地CH₄排放预估占CH₄排放总量的44-53%,到2100年占41-59%,而土地N₂O排放则分别占85-89%和85-90%(证据有限,一致性中等)。[11.9]

AFOLU行业的减排机会包括供需双方的减排方案(证据确凿,一致性高)。供应方的措施包括减少土地利用变化造成的排放,尤其是减少毁林以及土地和牲畜管理、通过封存在土壤和生物质中增加碳储存或用生物质替代化石燃料发电(表TS.3)。AR4中未对供应方更多新技术加以评估,例如用于能源密集型建材的生物炭或木材制品可促进AFOLU行业的减排潜力,但能够用于做出完善估算的研究目前仍然很少。需

求方的措施包括粮食供应链上的饮食改变和减少浪费。在不增加相应排放的情况下,促进林业和农业生产(即可持续集约化的一部分;图TS.30)也可以降低排放强度(即产品的单位GHG排放),这是AR4中AFOLU基本没有涉及的一种减排机制,只要产量不增加,这种机制便可减少绝对排放。[11.3, 11.4]

在供应方的措施中,最具成本效益的林业方案是造林、可持续的森林管理以及减少毁林,但这些方案在各地区的相对重要性差异巨大;在农业方面,低碳价¹⁶(20美元/tCO₂当量)有利于农田和牧场管理,而高碳价(100美元/tCO₂当量)有利于有机土壤的恢复(证据量中等,一致性中等)。如果仅考虑涉及林业和农业并包括农业土壤碳封存的各项研究,在以100美元/tCO₂当量碳价减排努力的情况下,到2030年,AFOLU行业的经济减排潜力估计为7.18至10.6(所有研究的整个区间: 0.49–10.6)GtCO₂当量/年,以< 20美元/tCO₂当量计算,

¹⁶ 在用于评估减排经济成本的许多模式中,碳价是作为代用值来表示减排政策的力度(参见术语表)。

可实现其中大约三分之一(证据量中等,一致性中等)。给定碳价的全球估算区间可部分反映文献中围绕AFOLU减排潜力的不确定性以及所考虑的各情景的土地利用假设。估算区间还可反映出各项研究中GHG和所考虑的方案之间存在的差异。图TS.31是对自AR4以来公布的AFOLU行业经济减排潜力的估算对比。[11.6]

虽然对需求方的措施研究不足,但改变饮食、减少食物供应链的损失以及其它措施都有减少食物生产造成的GHG排放的显著但并不确定的潜力(到2050年为0.76–8.55 GtCO₂当量/年)(图TS.31)(证据有限,一致性中等)。实施的障碍很大,包括对危及健康和福祉的担心以及文化和社会方面对行为改变的抵制等。然而,在动物性蛋白质消耗量大的国家,协同效益反映在饮食改变带来的积极健康影响方面(证据确凿,一致性高)。[11.4. 3, 11.6, 11.7, 11.9]

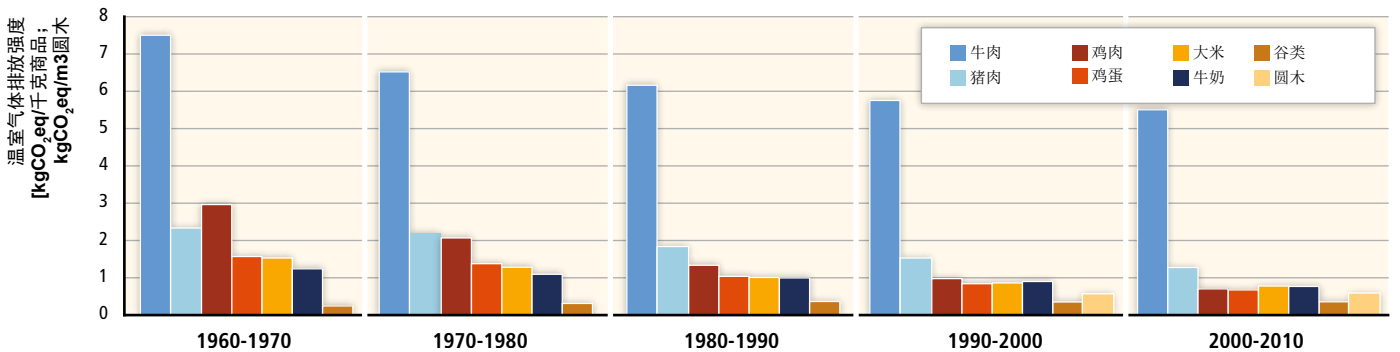
AFOLU的减排潜力主要取决于与土地利用政策和模式有关的广泛因素(证据量中等,一致性高)。土地的许多可能用途都可具有竞争性或协作性。减排的主要障碍是体制(缺少保有权并疏于管理)、融资机制的便捷性、土地和水的可用性以及贫困。另一方面,AFOLU减排方案能够促进创新,且许多技术供应方的减排方案还可提高农业和造林效率,并能够通过提高抗灾力来降低气候脆弱性。可提供多种土地服务的多功能系统有能力为许多政策目标提供除减排之外的服务,例如完善土地保有权、自然资源的管理,以及公平[11.8](证据有限,一致性高)。最新框架,例如用于评估环境或生态系统服务的框

架,可提供工具用于评价减排行动带来的多种协同和权衡(表TS.8)(证据量中等,一致性中等)。[11.7, 11.8]

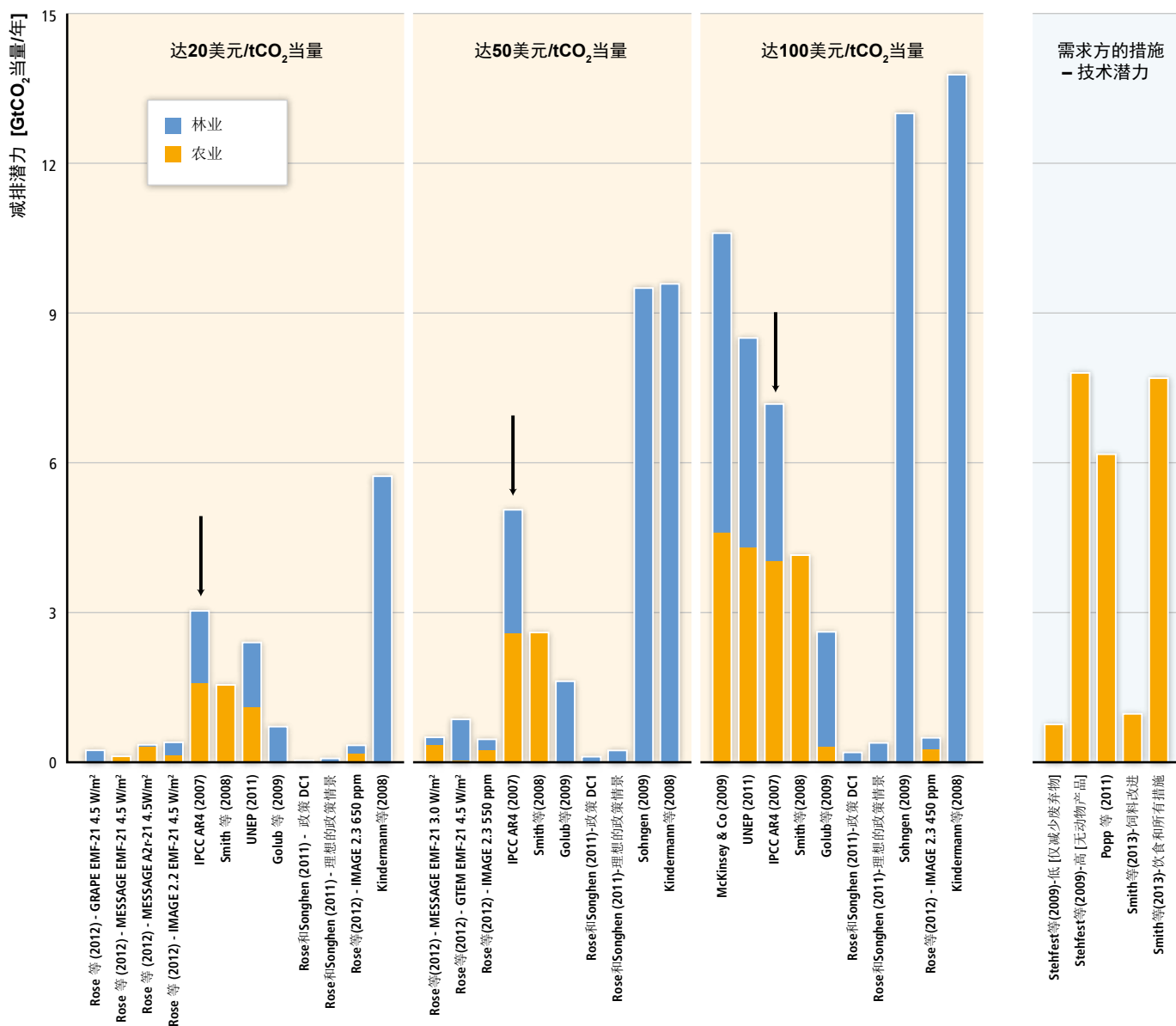
管理农业做法的政策以及森林保护和管理的政策需要考虑减缓和适应的需求(证据量中等,一致性高)。AFOLU部门(诸如土壤和森林碳储存)的一些减缓措施可能容易受到气候变化的影响。经济激励手段(例如低碳农业、可持续的农业和林业做法、可交易的信用、支付生态系统服务等专项信用额度)和监管方法(例如加强环境执法,减少森林砍伐,制定退耕还林政策,控制空气和水污染,减少硝酸盐负荷和N₂O排放,从而保护森林碳储存)在不同的情况下已发挥有效的作用。在研究、开发和传播(例如提高资源的利用效率(化肥)、牲畜改良、改善森林管理做法)等方面进行投资可促进适应工作和减缓工作之间的协同作用。不同地区将不同的政策结合起来,如土地规划、监管方法和经济激励措施结合起来,成功地减少了森林砍伐现象(证据有限,一致性高)。[11.3.2,11.10, 15.11]

如果以可持续的方式予以实施,那么减少毁林和森林退化所致排放量(REDD+)¹⁷可以是一项非常有效的减缓气候变化的政策措施(证据量中等,一致性中等)。REDD+包括:减少毁林和森林退化所致排放量;保护森林碳储量;可持续地管理森林;以及增强森林碳储量。这可占全球AFOLU部门减排中的很大一部分,特别是通过减少热带地区的毁林,同时可产生潜在的经济、社会和其他环境共生效益。为了确保共生效益,

¹⁷ 联合国减少发展中国家毁林和森林退化所致排放量计划,包括保护、可持续管理森林以及增加森林碳储量。



图TS.30 | 1960年代-2000年代几十年间的某些主要AFOLU商品GHG排放强度。(1)牛肉,定义为GHG(肠内发酵+牛粪管理,乳品业和非乳品业)/产肉;(2)猪肉,定义为GHG(肠内发酵+猪粪管理,市场和饲养)/产肉;(3)鸡肉,定义为GHG(鸡粪管理)/产肉;(4)牛奶,定义为GHG(肠内发酵+牛粪管理,乳品业)/产奶;(5)鸡蛋,定义为GHG(小鸡和蛋鸡的鸡粪管理)/产蛋;(6)大米,定义为GHG(大米种植)/产米;(7)谷物,定义为GHG(合成肥料)/所产谷物;(8)木材,定义为GHG(成材后产生的碳损失)/所产圆木。[图11.15]



图TS.31 | AR4以来发布的AFOLU行业经济减排潜力估值(黑色箭头所示为用于对比的AR4估值), 包括自下而上的行业研究和自上而下的多行业研究。供应方减排潜力的估算是针对2030年左右(2025年至2035年), 行业是针对农业、林业或两个行业综合。对~20美元/tCO₂当量(实际区间1.64–21.45)、~50美元/tCO₂当量(实际区间31.39–50.00)和~100美元/tCO₂当量(实际区间70.0–120.91)减排潜力的研究进行了归纳。需求方的措施(图右侧)是针对~2050年, 并未按单位碳价进行评估, 这些措施应被视为技术潜力。Smith等人(2013)的数值为该区间的平均值。不是所有的研究都考虑了相同措施或相同GHG。[11.6.2, 图11.14]

实施国家REDD+战略将需要考虑针对地方利益相关方的融资机制、保障措施(例如土地权、保护生物多样性和其他自然资源)和适当的监测和核查尺度以及体制能力。[11.10]

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、一致性中等)[11.4.4, 文框 11.5, 11.13.6, 11.13.7]。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担忧。土地利用方面的竞争对具体生物能源路径有何影响, 而这对总体气候又有何影响, 有关这方面的科学争论仍然没有结果(证据确凿, 一致性高)。[11.4.4, 11.13]生物能技术多种多样, 涵盖各类方案和技术路径。有证据表明, 低生命期排放方案(例如甘蔗、芒草、速生林以及生物质残渣的可持续利用)有些已经可供使

表TS.8 | 概述AFOLU部门主要减缓措施的潜在共生效益(绿色箭头)和不利的副作用(橙色箭头)；向上/向下的箭头表示的是对各自目标或重点的正/负效应。这些效应则取决于具体的环境(包括生物物理、体制和社会经济等方面)和实施的规模。有关对与减缓政策(例如能源价格、消费、增长和贸易等)相关的宏观经济、跨部门效应的评估,请参见如3.9、6.3.6、13.2.2.3和14.4.2节。括号内的不确定性修饰词表示的是对各自效应的证据和一致性水平(参见TS.1)。证据水平的缩写: l=有限、m=中等、r=确凿;一致性水平的缩写: l=低、m=中等、h=高。[表11.9和11.12]

AFOLU	对其他目标/问题的影响			
	经济方面	社会方面	环境方面	体制方面
供给方: 林业、陆基农业、家畜、综合系统和生物能源 (用*标记)	* 对就业的影响,通过: ↑ 创业发展 (m/h) ↓ 更少地使用农业劳动密集型技术 (m/m)	↑* 通过综合系统和可持续的农业集约化对粮食作物生产的影响(r/m) ↓* 由于大规模单一种植非粮食作物,对粮食生产的影响(本地化)(r/l)	提供生态系统服务,通过: ↑ 生态系统保护,可持续管理以及可持续农业(r/h) ↓* 大规模的单一种植 (r/h)	↑↓* (对于原住民和当地社区)在地方层面对占有和使用权的综合影响,特别是在天然森林开展活动时 (r/h)
需求方: 减少食物供应链的损失、人类饮食的变化、对木材和森林产品需求的变化	↑* 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(可持续)森林管理和保护,对文化场所和娱乐场所的影响(m/m) ↑* 通过减少农药、减少焚烧的做法以及减少如农林业和畜牧系统的做法,对人类健康和动物福利的影响 (m/h) ↓* (农业或生物能源部门)由于焚烧做法对人类健康的影响(m/m)	↑* 土地利用竞争 (r/m) ↑ 土壤质量 (r/h) ↓ 侵蚀 (r/h) ↑ 生态系统恢复能力(m/h) ↑ 反照率和蒸发(r/h)	↑↓ 土地管理决策参与式机制的渠道 (r/h) ↑ 实施现有的可持续资源管理政策 (r/h)
		* 在性别和代内和代际公平方面的综合影响,通过: ↑ 参与和合理利益分享(r/h) ↑ 利益的集中度(m/m)		

用,能够减少GHG排放;结果如何要视具体地点而定,而且还要依靠有效整合的“生物质到生物能系统”和可持续的土地利用管理和治理。在某些区域,在可持续发展的背景下,具体的生物能源方案(例如改进的炉灶、小规模沼气和生物电力生产)可减少GHG排放,并可改善生计和健康(证据量中等,一致性中等)。 [11.13]

TS.3.2.7 人类居住区、基础设施和空间规划

城市化是全球性的趋势,改变着人类的居住区、社会和能源使用情况(证据确凿、一致性高)。1900年全球人口为16亿,仅有其中的13%,也就是相当于2亿的人口居住在城市地区。截止2011年,超过52%的世界人口—约为36亿—居住在城市地区。到2050年,预计城市人口将增长至56亿至71亿,或是世界人口的64-69%。[12.2]

城市化路径不同,因而城市地区减缓方案各异,而且预计当

多种政策手段相结合时最为有效(证据确凿、一致性高)。对于发展较快的城市,方案包括以更为可持续和低碳的方法来塑造其城市进程和开展基础设施发展。在较成熟或已建立起来的的城市,各种方案受到现有城市形态和基础设施以及整修现有系统和基础设施潜力的约束。主要的减缓战略包括高密度居住与就业的共地分布、实现土地利用高度多样性和整合、提高可达性、投资城市地区占超过一半的全球一次能源使用以及与能源相关的CO₂排放量(证据量中等,一致性高)。根据不同的排放统计框架和定义,城市能源和GHG排放量的具体份额也各不相同。同时考虑直接和间接排放后,城市地区占全球能源使用量的67-76%(中心估算),占全球与能源相关CO₂排放量的71-76%。当只考虑直接排放时,城市地区的排放量份额为44%(图TS.32)。[12.2, 12.3]

不同城市的人均排放量差异不可能用任何一个单独的因素来解释,而在同一个国家内城市间的人均GHG排放量也存在很大的差异(证据确凿,一致性高)。城市GHG排放受到多种



物理、经济和社会等因素的影响，而其发展水平以及每个城市特有的城市化历史也对此有所影响。对城市GHG排放量的主要影响因素包括收入、人口动态、城市形态、区位因素、经济结构以及市场失灵等。附件一国家城市的人均最终能源使用量和CO₂排放量通常比国家平均水平低，而非附件一国家城市往往比国家平均水平高。[12.3]

基础设施和城市形态密切相关，且对土地利用、交通方式选择、住房和行为等模式具有锁定效应(证据量中等，一致性高)。城市形态和基础设施可决定长期土地利用管理，影响个人交通出行方式、住房和行为，还可影响城市的全系统效率。一旦到位，城市形态和基础设施就很难改变(图TS.3 3)。[12.2, 12.3,12.4]

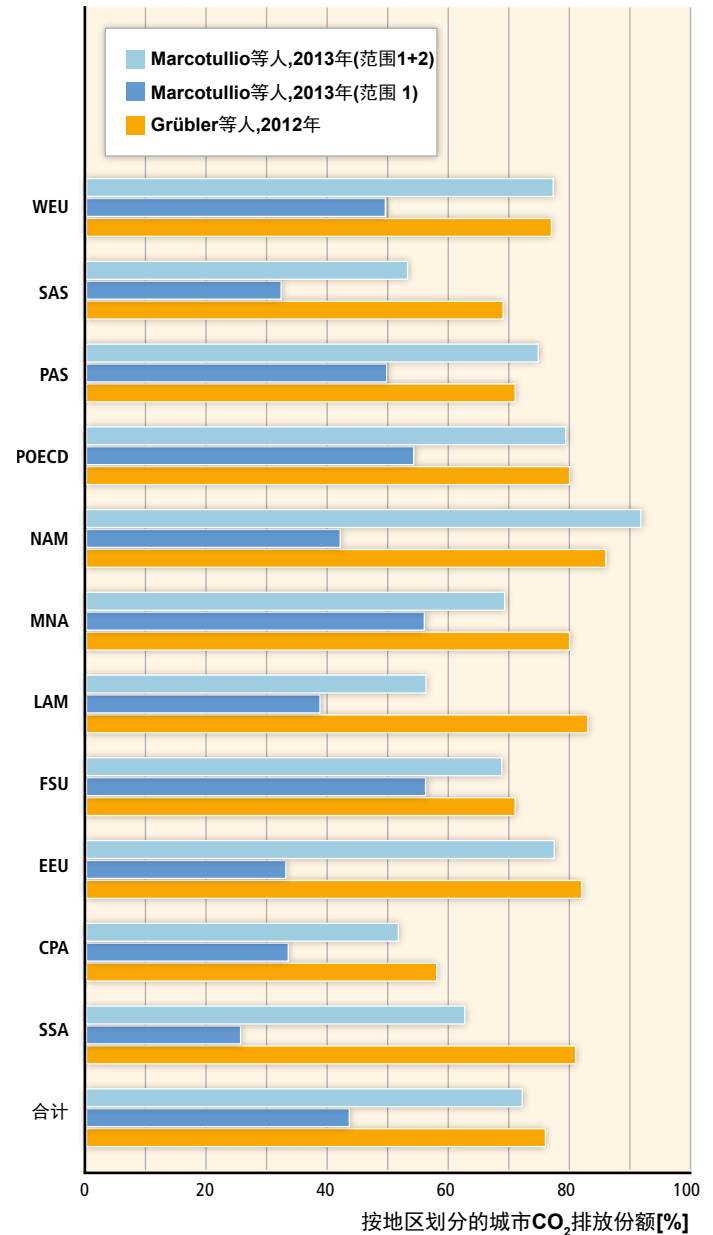
大多数基础设施和城市地区尚未建立(证据有限，一致性高)。考虑了人口密度不断下降的趋势以及经济和人口的持续增长，预估2000年到2030年期间城市土地面积将扩大56-310%。如果2050年全球人口增至93亿，而发展中国家利用当今的可用技术将其建筑环境和基础设施提高至目前的全球平均水平，那么仅基础设施材料的生产这一项就可能产生约470 GtCO₂的排放量。目前，工业化国家基础设施产生的人均CO₂排放量比发展中国家的人均CO₂排放量高出5倍。[12.2,12.3]公共交通和其他配套需求管理措施(图TS.3 3)。将这些战略结合起来可减少短期的排放量并可在长期减少更多的排放量。[12.4, 12.5]

未来城市GHG减排的最大机遇是在快速城市化的国家，因为这些国家的城市形态和基础设施尚未定型，但其管理、技术、资金和制度能力又往往有限(证据确凿、一致性高)。未来的基础设施和城市增长，预计其中大部分都将发生在发展中国家的小型到中型城市，因为这些城市的能力可能有限或薄弱。[12.4, 12.5, 12.6, 12.7]

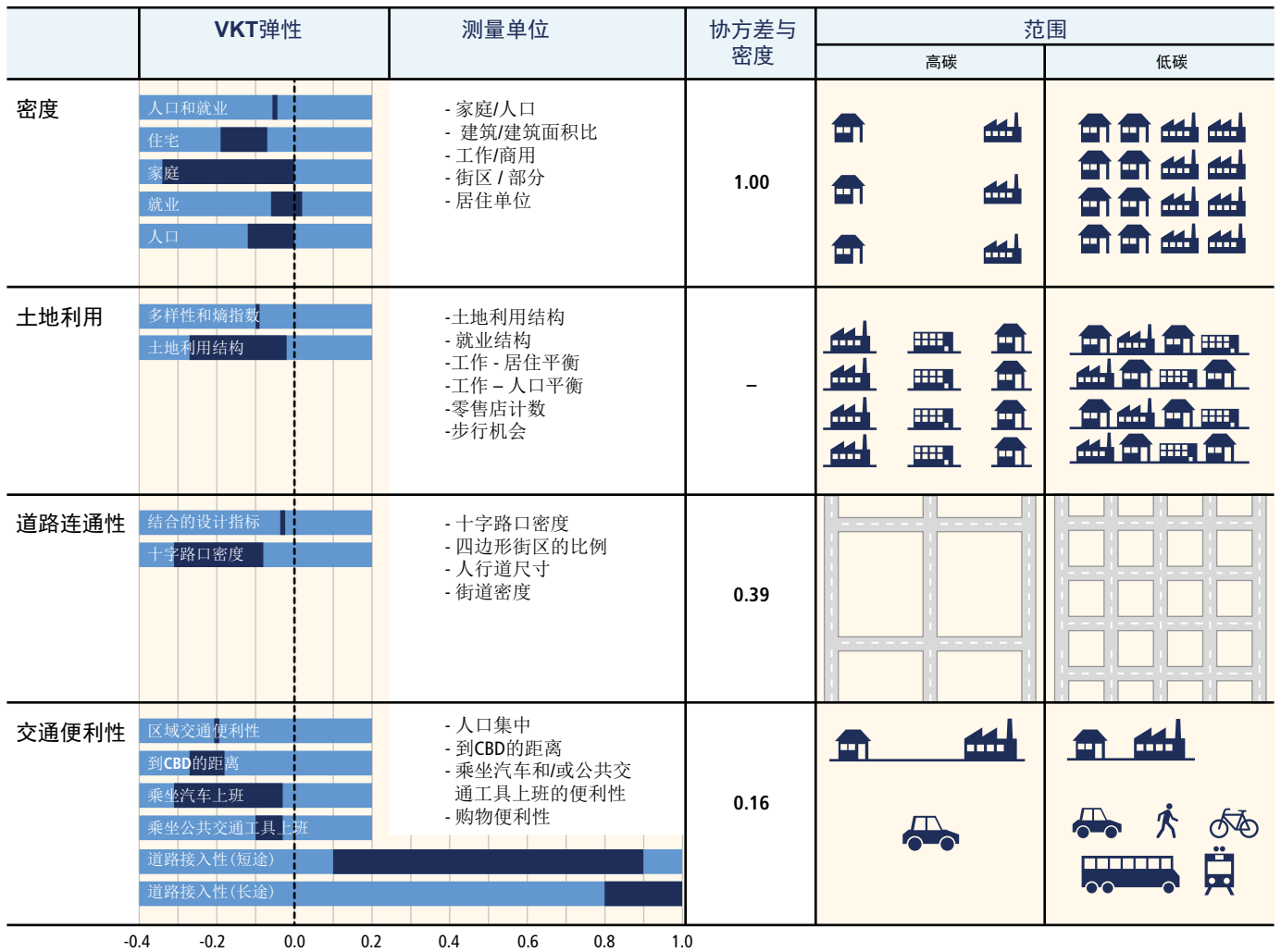
数以千计的城市正在实施气候行动方案，但其对城市排放的总体影响并不确定(证据确凿、一致性高)。地方政府和机构具有开展城市减缓活动的独特机会，而地方减缓工作已经得以迅速扩展。然而，几乎没有系统地评估过实施减缓政策城市的总体实施情况、其减排目标的实现程度或减少的排放量。气候行动计划包括一系列跨部门的措施，主要侧重于能源效率，

而不是侧重于更广泛的土地利用规划战略和减少城市无序扩张和促进公交式发展的跨行业措施(图TS.34)。 [12.6, 12.7, 12.9]

利用空间规划手段减缓气候变化的可行性主要取决于城市的财务和治理能力(证据确凿、一致性高)。城市GHG排放的驱动因素是相互关联的，并且可通过多个监管、管理和基于市



图TS.32 | 世界各地直接(范围1)和间接城市CO₂排放量在总排放量中所占份额的预估值(GtCO₂)。间接排放量(范围2)包括热电厂向城市地区的排放。CPA: 集中规划的亚洲和中国; EEU: 欧洲中部和东部; FSU: 前苏联; LAM: 拉丁美洲和加勒比地区; MNA: 非洲中东部和北部; NAM: 北美; PAS: 东南亚和太平洋; POECD: 太平洋OECD; SAS: 南亚; SSA: 撒哈拉以南非洲地区; WEU: 西欧。 [12.2.2, 图12.4]



图TS.33 | 城市形态和结构的四个关键方面(密度、土地利用结构、道路连通性和交通便利性)、车辆行驶里程(VKT)弹性、常用指标和程式化的图形。VKT弹性栏下的深蓝色色行段提供了所含研究的弹性范围。CBD: 中央商务区。[图 12.14]

场的手段来加以应对。其中很多手段既适用于发达国家的城市也适用于发展中国家的城市，但实施的程度就因地而异了。此外，每种手段的潜力各不相同，主要体现在其产生公共收入或需要政府支出的潜力以及其可适用的行政规模等方面(图TS.35)。一揽子手段以及各机构间高水平的协调可提高实现减排和避免意外结果的可能性。[12.6, 12.7]

为了有效地制定和实施气候政策，体制安排、治理机制和财务资源应与减少城市GHG排放的目标相一致(高信度)。这些目标将反映个别城市和地方政府面临的具体挑战。以下这些已被确定为关键因素：(1)可促进将减缓与其他高优先城市议程相整合的体制安排；(2)让各城市有能力促进城市转型的多层面治理环境；(3)可支持综合土地利用和交通规划的空间规划能力和政治意愿；(4)可充分支持减缓战略的充足资金流和

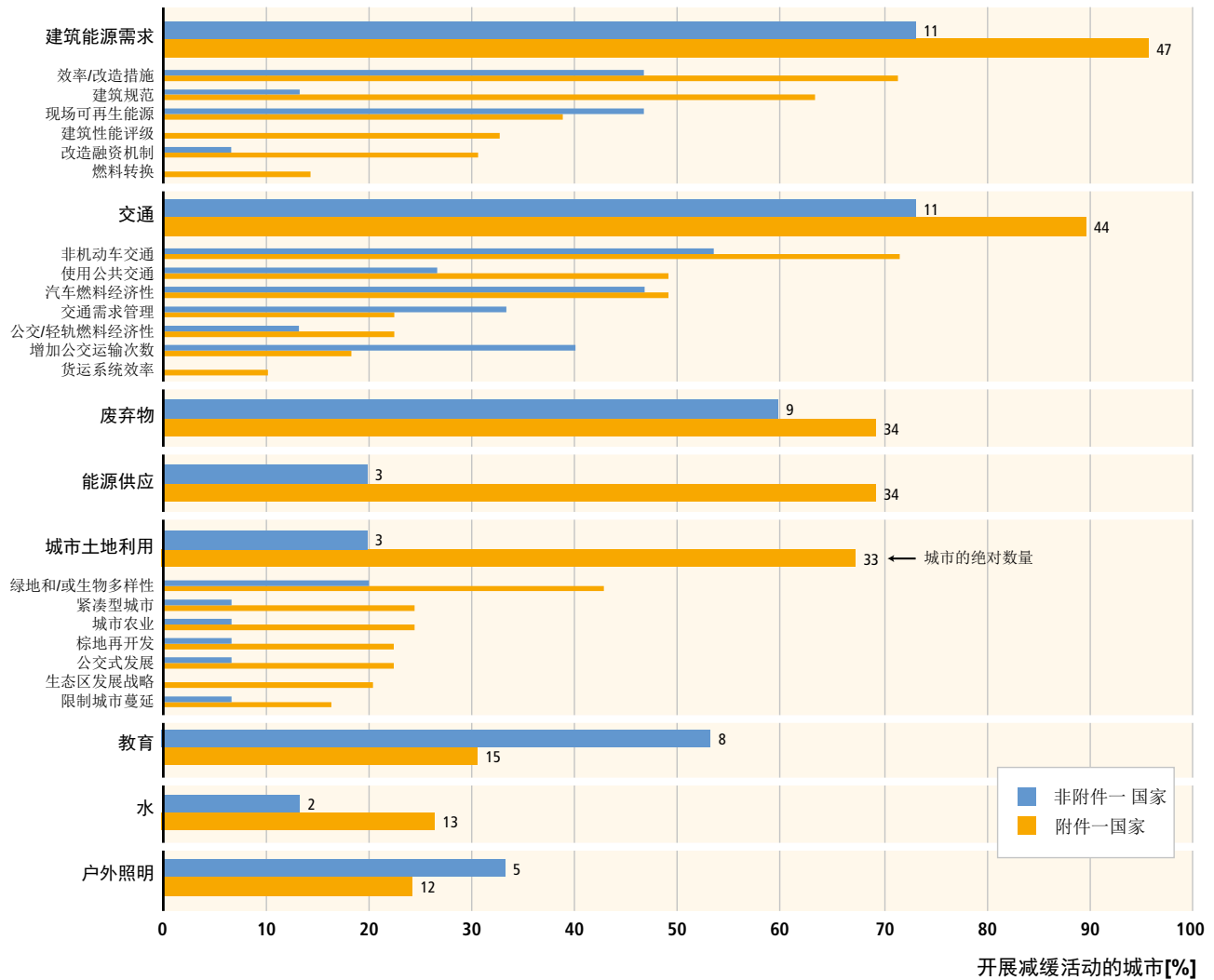
激励机制。[12.6, 12.7]

成功实施城市气候变化减缓战略能够带来共生效益(证据确凿、一致性高)。世界各地的城市地区继续在应对各种挑战，包括确保获得能源、限制空气和水污染，以及保持就业机会和竞争力。城市尺度的减缓行动通常取决于将减缓气候变化工作与地方共生效益相结合的能力。地方气候变化减缓的共生效益可包括公众节资、空气质量和相关的健康效益，而城市中心的生产力可有所增长，可为开展减缓活动提供额外的动力。[12.5, 12.6, 12.7, 12.8]

TS.4 减缓政策和制度

上一节指出自AR4以来，有关减缓途径的研究开始更细

TS



图TS.34 | 气候行动计划中的常见减缓措施。 [图12.22]

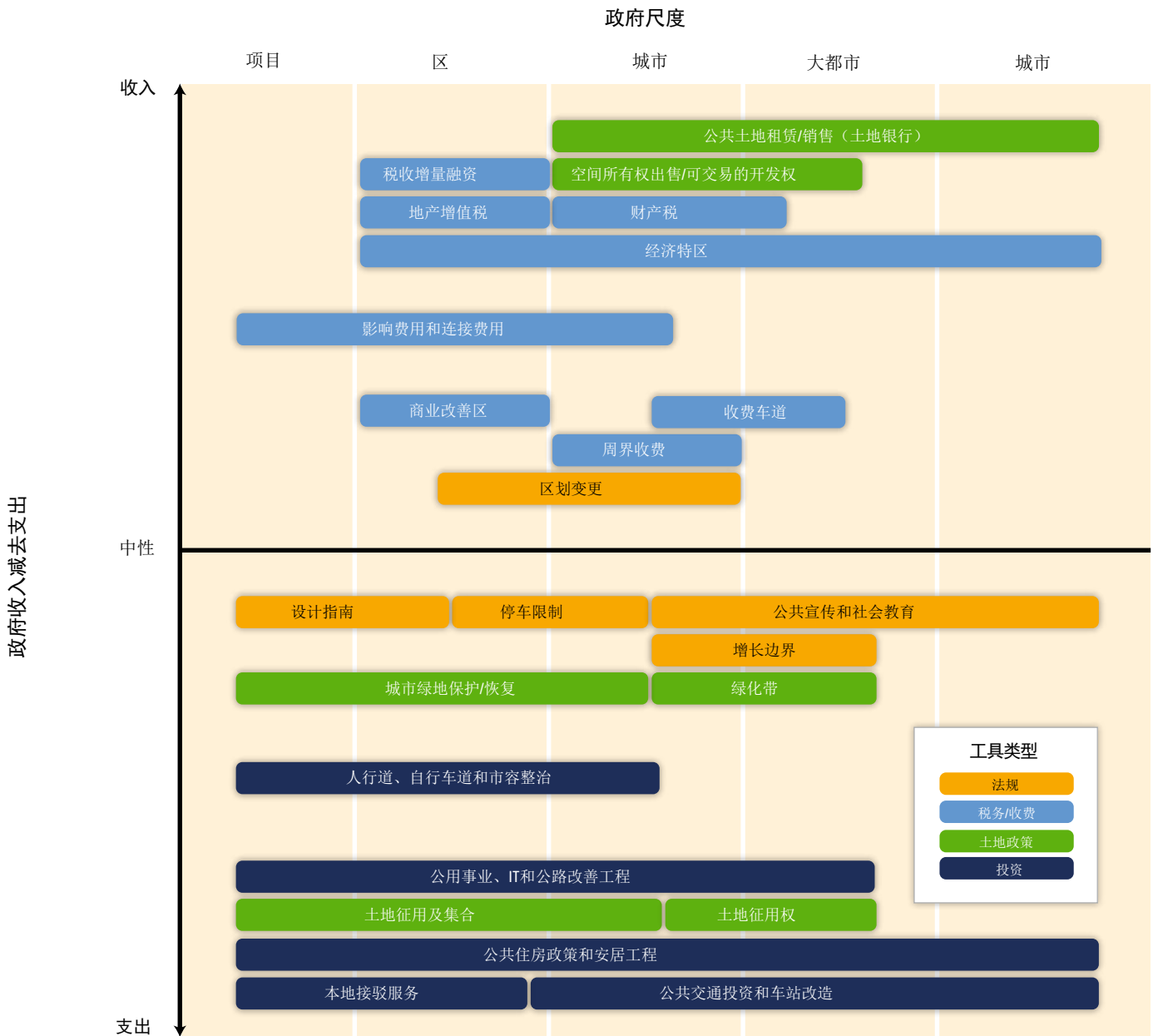
致地考虑现实世界的各种因素(诸如体制和政治约束、与气候变化风险相关的不确定性、技术的可用性以及其他因素)如何影响拟采用的政策和措施类型。这些因素对减缓行动的设计、成本及有效性有着重要的意义。本节着重讨论各国政府和私营及公共部门的其他行为方如何设计、实施和评估各项减缓政策。本节提出应开展关于如何制定政策的“规范性”科学研究以满足特定的标准。本节还讨论了关于在实际情况下各项政策是如何制定和实施的研究,即被称为“积极”分析的领域。本节内容首先归纳了基本的概念性问题,然后对WGIII AR5有关地方、国家和行业政策的主要发现进行了总结。自AR4以来,大部分的实际政策工作都是在这些背景下开展的。由此可

见,本总结关注的是更高层面上的汇总,最终的关注点放在全球层面上和交叉性的投资和融资问题。

TS.4.1 政策设计、行为和政治经济

评估政策的标准有很多种。可通过使用以下四种标准来经常评估各项政策 [3.7.1, 13.2.2, 15.4.1]:

- 环境效益—各项政策是否可实现预期的目标,即减排或减少对环境的其他压力,或是改善测量的环境质量。
- 经济效益—政策对整体经济的影响。这个标准包括经济



图TS.35 | 关键的空间规划工具以及在各行政尺度上对政府收入和支出的影响。图中显示了四种关键的空间规划工具(用不同颜色标示)、施行这些工具的治理规模(x轴)，以及实施这些手段时政府获得的公共收入或产生的支出(y轴)。 [图12.20]

效率的概念、以及将净经济效益最大化的原则。经济福利还包括成本效益的概念，以及以最低的总成本实现给定水平的环境绩效。

- 分配性和社会影响—也被称为“分配性公平”，这个标准涉及随着时间的推移向各种经济体内的不同群体和行业以及在各种经济体之间分配各种政策的成本和效益。通常包括特别重视对各国内部以及世界各地最不富裕社会

成员的影响。

- 体制和政治上的可行性—根据现有的体制能力是否可落实各项政策，各国政府面临的各项政治限制以及其他对于落实各项政策必不可少的因素。

所有标准在采用时可以看政策的直接“静态”影响方面，并可以看从考虑了经济、社会和政治系统多项调整的长期“动态”角度。标准可以是相辅相成的，但各项标准之间也可能发生冲突

或出现权衡。例如为实现环境效益或经济业绩最大化而制定的政策可能针对其他标准表现就不太理想。这种权衡出现在多级别的治理体系中。例如可能有必要设计具有灵活性的国际协议,以便让很多不同的国家可以接受,但灵活性过大可能会削弱投资具成本效益的长期解决方法的激励措施。

决策者可同时使用多种不同的政策工具。理论可根据上述讨论的标准就替代性政策工具的规范性优势和劣势提供一些指导。不同政策工具的范围包括 [3.8, 15.3]:

- 经济激励措施,如税收、交易性配额、罚款和补贴
- 直接的监管办法,如技术或性能标准
- 信息计划,如标签和能源审计
- 政府规定,例如新技术或国有企业
- 由政府、企业和非政府组织(NGO)发起的自愿行动

自AR4以来,对这些不同工具的研究有所增长,主要是参考了特定行业和国家采用政策方面的经验以及各项政策之间的许多相互作用。这项研究的其中一个意义是让旨在协调各国的国际协议可反映国家政府和其他管辖区针对特定政策选择的可行性。

政策目标和工具的多样性强调了在从经济角度和政治角度组织各行业和各国上的方式差别以及减缓的多层次性。自AR4以来,该领域研究的一个主题是减缓措施的成功在一定程度上取决于必须存在有能力设计和实施监管政策的机构而且相应的大众人群要愿意接受这些政策。很多政策在各城市、区域和国家的多个管辖区都可产生效应,虽然有时是意想不到的效应,这是因为各种政策和技术方案的经济效应不局限于单个管辖区范围内。 [13.2.2.3,14.1.3, 15.2, 15.9]

政策工具之间的相互作用既可以提高福利,也可以降低福利。当政策工具涉及多种不同的市场失灵时,提高福利性相互作用的几率特别高,例如旨在提高针对低排放密集型技术的研发投资的补贴或其他政策工具可补充旨在控制排放的政策,因为监管干预可支持有效地改进终端能源的效率。相比

之下,当各项政策旨在实现相同目标时,降低福利的相互作用的可能性特别高。例如与旨在减排的广泛整体经济政策(例如限额交易排放方案)配合使用的支持推广(而不是研发)具体能源技术的政策,此类针对性较强的政策可对减缓工作向具体经济行业转移产生影响,但这种方法通常会抬高总体成本。

[3.8.6, 15.7, 15.8]

制定针对适应和减缓政策的国家越来越多,而且如果在共同的政策框架下同时考虑这两项可能会产生效益(中等证据量,一致性低)。然而,对于在政策组合中将适应纳入减缓措施是否可鼓励或阻碍参与国际合作,一直存在不同的意见[1.4.5, 13.3.3]。人们已认识到综合的方法可以是有价值的,因为可同时存在协同和权衡[16.6]。

传统上,政策设计、实施和评估都着重强调政府作为政策的核心设计者和执行者,但新的研究已出现政府充当协调者的观点(中等信度)。在这种情况下,政府本身可寻求推动自愿性办法,特别是在传统形式的调控已不可发挥作用或是政策工具和目标的最好选择尚不明确的情况下。这类例子包括自愿计划可允许个人和企业购买排放额度来抵消其自身活动(如飞行和驾驶)产生的排放。自AR4以来,已出现了大量的新文献,从积极和规范的角度来审视这些方案。 [13.12, 15.5.7]

实施政策的成功与否取决于与人员和体制行为相关的多种因素(很高信度)。设计有效工具的一项挑战是一项政策要影响的活动—诸如选择能源技术和载体以及各种各样的农业和林业做法—也受到社会规范、决策规则、行为偏差以及体制进程的影响[2.4,3.10]。有案例表明,将这些因素考虑进去可使政策工具更有效,例如针对能源效率和可再生能源的家庭投资的融资机制则省去了前期的投资[2.4,2.6.5.3]。此外,无论是从扩大或是降低政策措施的所需水平来看,指导可予以接受做法的规范都可对评估政策措施的基准产生深远的影响 [1.2.4, 4.3, 6.5.2]。

气候政策可鼓励投资,不然因为市场的不完善投资可能达不到最佳标准(很高信度)。许多能源效率措施以及低碳能源供应需要高昂的前期投资,与新技术投资相关的高风险溢价常常会增加这种前期投资。相关的风险包括那些与未来市场条件、监管行动、公众接受度、技术成本和绩效有关的风险。制定专

门的金融工具是为了帮私营部门降低这些风险，例如信用保险、上网电价(FITS)、优惠贷款、或回扣 [16.4]。制定其他减缓政策也可结合各自要素，以帮助降低风险，如包括价格底线和上线的限额交易体系[2.6.5, 15.5, 15.6]。

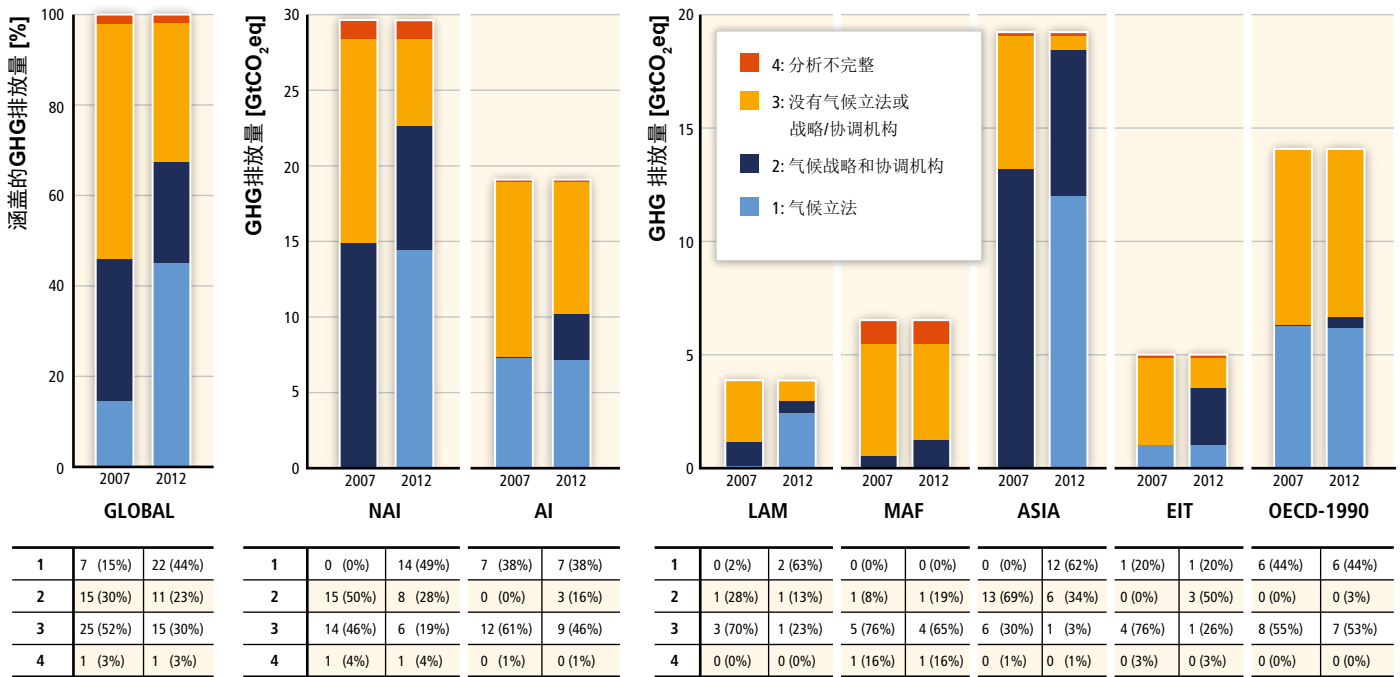
TS.4.2 行业政策和国家政策

自AR4以来，国家和次国家减缓计划及战略有了大幅增长(图TS.36)。制定和实施这些计划和战略在很多国家正处于初期阶段，因此很难评估这些计划和战略是否以及如何可促进相应的体制和政策变革，因此也很难评估其对未来GHG排放的影响。然而，迄今为止这些政策尚未实现大幅削减GHG排放，扭转过去的趋势。制度变迁的理论认为它们可能在制定激励措施、形成政治背景和政策范式方面发挥作用，从而鼓励未来的GHG减排[15.1,15.2]。然而，很多基线情景(即没有额外减缓政策的情景)显示到2100年浓度可超过1000 ppm CO₂eq这个值，远远超出可能将本世纪温度升高保持在2°C以下的概率。减缓情景表明，制定广泛的环境有效

型政策可与此类目标保持一致[6.3]。在实践中，由此制定的气候战略和政策可受到政治经济因素、行业原因、以及实现共生效益潜力的影响。在很多国家，减缓政策在州和地方层面上也得以积极展开。 [15.2, 15.5, 15.8]

自AR4以来，从政治角度和分析角度都越发重视气候政策的共生效益以及对其他目标的不利副作用，反之亦然，这导致更加重视整合多重目标的政策(高信度)。气候和行业计划及战略中通常会明确地提及共生效益，而这往往可做到加强政治支持[15.2]。然而，对于很多互动效应以及特别是对于相关的福利影响，分析和经验的基础都较落后 [1.2,3.6.3,4.2,4.8,6.6]。在低收入国家共生效益的范围更大，而用于其他目标的配套政策(如空气质量)通常较薄弱[5.7, 6.6, 15.2]。

制度的设计可影响政策措施的选择和可行性以及减缓措施的持续融资。为鼓励新行业和技术代表参与的制度可促进向低GHG排放途径过渡[15.2,15.6]。政策变化的程度取决于其实施时在体制上具备什么样的新能力。在多数情况下，征收碳



图TS.36 | 2007年和2012年国家气候立法和战略。各区域包括NAI(非附件一国家—发展中国家)、AI(附件一国家—发达中国家)、LAM(拉丁美洲)、MAF(中东和非洲)、ASIA(亚洲)、EIT(经济转型国家)、OECD-1990; 详情请参见附录II.2。图中，气候立法定义为以减缓为重点的立法，范围超出行业行动。气候战略定义为旨在实现减缓的非立法计划或框架，其中涵盖多数部门，其中包括负责实施的协调机构。国际承诺、次国家计划和战略都未包含在内。图中显示了涵盖的GHG排放量比例。[图15.1]

TS

税可主要依靠现有的税收基础设施,而且在行政上比很多其他方案(如限额交易系统)更容易实施[15.5]。政策所需的体制创新程度可以成为工具选择的一个因素,特别是在发展中国家。

相比整体经济基于市场的政策,针对具体行业的政策,其应用更为广泛(中等证据量,一致性高)。虽然有经济理论认为,基于市场的经济政策仅针对单一的减缓目标通常比针对具体部门的政策更经济有效,但政治经济因素往往使经济政策比针对具体部门的政策更难设计和实施[15.2.3,15.2.6,15.5.1]。一些国家已采用了排放交易和税收政策来解决与GHG排放相关的市场外部性,这有利于实现针对具体部门的GHG减排目标(证据量中等,一致性中等)[7.12]。从长远来看, GHG定价可支持采用低GHG能源技术。即使经济政策得以实施,也需要针对具体部门的政策来解决行业市场失灵的情况。例如建筑规范需要节能投资,否则就不会有私人投资 [9.10]。对交通部门来说,定价政策可提高碳密集型私人交通工具的成本,如果为可行的交通替代方式投入公共资金作为补充时,这一定价政策可更为有效 [8.10]。表TS.9中是一系列已投入使用的针对具体部门的政策。[15.1,15.2,15.5,15.8, 15.9]

一些国家已实施了碳税,加上技术等政策有助于解耦GDP的排放(高信度)。按部门来区分可降低生产方法、消费模式、生活方式的转变和技术发展变化带来的成本效益,这种情况很常见,但这可能增加政治上的可行性,或是出于竞争力或分配性公平的原因这也是首选的。在一些国家,通过返回收入或通过降低环境财政改革中的其他税率,高碳和燃油税在政治上已可行。可提高政府收入(例如在限额交易系统或排放税下,拍卖排放限额)的减缓政策一般比不提高政府收入的办法具有更低的社会成本,但这取决于使用收入的方式[3.6.3]。[15.2, 15.5.2, 15.5.3]

燃油税是针对具体行业政策的实例,采用此类政策初衷一般是为了实现收入等目标—这些政策并不一定适用于减缓的目的(高信度)。欧洲的燃油税是最高的,使这类国家交通行业实现了大约50%的碳减排量。提高燃油价格的短期响应往往较小,但长期的价格弹性都相当高,或大约为-0.6至-0.8。这意味着,从长远来看,提高10%的燃油价格对应的是燃料的使用和排放量减少7%。对交通部门来说,在多数国家税收都具有递

进性或中立性优势,在低收入国家税收具有很强的递进性优势。[15.5.2]

越来越多的国家和地区开始采用GHG排放的限额交易系统。迄今它们对环境的影响是有限的,这是因为上限或是很宽松或是不具有约束力(证据有限,一致性中等)。似乎在这些计划的政治可行性与环境效益之间有所权衡,在许可分配的政治可行性与分配性公平之间也是如此。设定更严格的上限结合可提高政治可行性的最高限价,可提高环境效益。[14.4.2, 15.5.3]

不同的因素降低了欧盟排放交易体系(EU ETS)补贴的价格,使之低于预期水平,从而使减缓投资的速度放缓(高信度)。虽然欧盟已证明跨境限额系统是有效的,但近年来EU ETS配额的低价无法充分有效地促进为减缓而增加大量的额外投资。低价与下列几项因素有关:没能预计到经济衰退的深度和持续时间、GHG长期减排目标具有不确定性、清洁发展机制(CDM)的信用额度进口、以及与其他政策工具之间的相互作用,特别是与可再生能源的推广以及能效监管有关。事实证明要从政治角度解决这个问题是很难,包括暂时清除GHG排放许可、收紧上限或提供长期的减缓目标。[14.4.2]

将一项减缓政策加入另一个中并不一定会加强减缓工作。例如如果限额交易系统设定了非常严格的上限,那么诸如可再生能源补贴等其他政策则不会对GHG排放总量产生进一步的影响(尽管它们可能影响成本,并可能影响更严格的进一步目标的可行性)。如果上限相对于其他政策较为宽松,那么就失效了。这是政策工具之间产生负相互作用的一个例子。由于其他政策不可能被“附加”在限额交易系统上,如果要实现任何具体目标,就必须设定非常低的上限。另一方面,碳税可对诸如可再生能源补贴等各项政策产生附加的环境影响。[15.7]

减少对化石能源的补贴可以负社会成本实现大幅的减排(很高信度)。尽管政治经济障碍很大,但很多国家还是改革了其税收和预算系统以减少提供给相对富有人群的燃料补贴,并利用那些更针对穷人的总额现金转移或其他机制。[15.5.3]

直接监管方法和信息措施已得到广泛的应用,而且往往具有环境效益,但有关其环境影响和成本效益的程度仍存在争论(中等信度)。监管方法的实例包括能效标准;信息计划的实例

表TS.9 |部门政策工具。该表汇总了第7至第12章中讨论的减缓政策工具的各项证据。【表15.2】

政策工具	能源 [7.12]	交通 [8.10]	建筑 [9.10]	工业 [10.11]	AFOLU [11.10]	人类居住区和基础设施
经济手段 – 税收 (碳税可用在整个经济领域)	<ul style="list-style-type: none"> 碳税 	<ul style="list-style-type: none"> 燃油税 拥堵费、车辆注册费、道路通行费 车辆税 	<ul style="list-style-type: none"> 碳税和/或能源税(涉及部门或整个经济领域) 	<ul style="list-style-type: none"> 碳税或能源税 废弃物处理税或费 	<ul style="list-style-type: none"> 旨在减少氧化亚氮(N₂O)的化肥或氮肥 	<ul style="list-style-type: none"> 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)	<ul style="list-style-type: none"> 排放交易(例如, EU ETS) CDM的排放信用证 可交易的绿色证书 	<ul style="list-style-type: none"> 燃料和车辆标准 	<ul style="list-style-type: none"> 可交易的能效改进证书(白色证书) 	<ul style="list-style-type: none"> 排放交易 CDM的排放信用证 可交易的绿色证书 	<ul style="list-style-type: none"> 《京都议定书》清洁发展机制(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 	<ul style="list-style-type: none"> 城市级别的限额交易
经济手段 – 补贴	<ul style="list-style-type: none"> 取消化石燃料补贴 可再生能源的上网电价 第一代二氧化碳捕获和封存(CCS)的资金补贴和保险) 	<ul style="list-style-type: none"> 生物燃料补贴 购车补贴 碳综合税制(feebates) 	<ul style="list-style-type: none"> 高效建筑、改造和产品投资补贴或免税 贴息贷款 	<ul style="list-style-type: none"> 补贴(例如,用于能源审计) 财政激励(例如,用于燃料转换) 	<ul style="list-style-type: none"> 低碳农业和可持续林业信贷额度 	<ul style="list-style-type: none"> 专项整治或重建区
监管手段	<ul style="list-style-type: none"> 效率或环境绩效标准 可再生能源的可再生配额标准 公平接入电网 长期储存CO₂的法律地位 	<ul style="list-style-type: none"> 燃油经济性能标准 燃油质量标准 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 	<ul style="list-style-type: none"> 建筑规范和标准 设备和家电标准 能源零售商帮助客户投资能源效率的职责 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 支持REDD+的国家政策,包括监测、报告和核查 减少毁林的森林法规 空气和水污染控制GHG前体 土地利用规划和治理 	<ul style="list-style-type: none"> 综合使用区划 开发限制 保障性住房任务 现场进出控制 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		<ul style="list-style-type: none"> 燃油标识 车辆能效标识 	<ul style="list-style-type: none"> 能源审计 标识计划 能源咨询计划 	<ul style="list-style-type: none"> 能源审计 基准法 为行业合作搭桥 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	
政府提供的公共产品和服务	<ul style="list-style-type: none"> 研发 基础设施的扩建(集中供暖/制冷或公共承运人) 	<ul style="list-style-type: none"> 公交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 	<ul style="list-style-type: none"> 高效建筑和家电的公共采购 	<ul style="list-style-type: none"> 培训和教育 为行业合作搭桥 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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
自愿行动			<ul style="list-style-type: none"> 高效建筑标识计划 产品生态标识 	<ul style="list-style-type: none"> 能源目标自愿协议,采用能源管理系统,或资源效率 	<ul style="list-style-type: none"> 通过制定标准促进可持续性和教育活动 	

包括可帮助消费者做出更明智决策的标签计划。虽然这种方案通常在净社会效益上发挥作用，但是科学文献在此类政策的实施是否对企业和个人有私营负成本(参见文框TS.12)的方面存在分歧[3.9.3,15.5.5,15.5.6]。自AR4以来，对“反弹”效应开展了持续的调查(参见文框TS.13)，当更高的效率导致更低的能源成本和更高的消费时就会出现“反弹”效应。大家普遍认为存在这种反弹效应，但在文献中对其规模的一致性较低[3.9.5,5.7.2,15.5.4]。

技术政策作为对其他减缓政策的补充，发挥着明显的作用(高信度)。正确实施技术政策可降低实现给定环境目标的成本。当以互补的方式使用技术推动型政策(例如公共经费资助的研发)和需求拉动型政策(例如政府采购计划或是绩效法规)时，技术政策可发挥最大效力。虽然技术推动型政策和需求拉动型政策是必要的，但它们需辅以框架条件。管理技术政策变化的社会挑战可能需要在政策和体制设计方面有所创新，包括制定综合的政策，利用市场激励措施、权力和规范作为补充(中等信度)。自AR4以来，许多国家和次国家地区纷纷采用了可再生资源的保障政策，例如上网电价和可再生资源组合标准。这些都促进了新能源技术(例如风力涡轮机和太阳能电池

板)的大范围推广和创新，但也对其经济效率提出了问题，给电网和市场一体化带来了挑战。 [2.6.5, 7.12, 15.6.5]

相对于总体的公共研究开支，全球为支持减缓的研究提供的投资还是相对较少(中等信度)。如果对研究工作的资助是缓慢稳步增长而不是不规律的快速增长，那么其效果将是最大的。重要的是，针对项目评估的资料收集被纳入了技术政策计划，因为针对支持发明、创新和推广新技术存在不同机制，而针对其相对有效性还缺少经验证据。 [15.6.2,15.6.5]

政府规划和规定可促进向耗能较少和GHG密集程度较低的基础设施和生活方式转变(高信度)。当为能源部门[7.6](例如电力传输和分配或区域供热网络)；交通部门[8.4](例如对非机动车和公共交通)；城市规划[12.5]部门提供基础设施方面存在不可分性时，这尤为适用。提供充足的基础设施对于行为的变化是非常重要的[15.5.6]。

政府和各行业之间成功达成的减缓自愿协议是一个强有力的体制框架，是对工业协会能力的借助(中等信度)。自愿协议的优势是逐步实施各项措施的速度和灵活性，以及促进

TS

文框 TS.13 | 反弹效应可降低改进技术带来的节能

能效(EE)技术改进可对能源消耗产生直接的影响，从而对GHG排放也有影响，但可造成消费、生产和价格发生其他的变化，以至于反过来对GHG排放产生影响。这些变化通常被称为“反弹”或“撤销”，因为在大多数情况下，这些变化可减少净能源或与效率提高相关的减排。EE反弹的规模是有争议的，有一些研究报告指出反弹较少或根本没有，而其他一些报告认为反弹可抵消EE政策带来的大部分或所有减排量[3.9.5, 5.7.2]。

EE总反弹可细分为三个不同的部分：取代效应、收入效应和整体经济效应[3.9.5]。在终端消费中，取代效应反弹或是“直接反弹”是假设如果一个设备变得更加节能，那么消费者将更多地使用此设备，因为该设备的使用成本会降低。如果提高EE使得消费者变得更加富裕，让其有能力消费更多消耗能源的产品，那么就会出现收入效应反弹或“

间接反弹”。整体经济反弹是指由于直接受益于提高EE而超出实体行为之外的影响，例如EE对能源价格的影响。

在生产中改进EE的类似反弹效应可替代改进能效的投入，在改进EE则可改变商品相对价格的情况下它可替代消费者使用的产品，而在改进EE可降低生产成本并增加财富时它就成了一种收入效应。

有时反弹容易与碳泄漏的概念有所混淆，碳泄漏通常是指鼓励排放密集型经济活动从一个限制GHG(或其他污染物)的区域迁出，转向对此类排放物没有限制或限制较少的地区[5.4.1,14.4]。不管采用政策的地域范围如何，都可发生能效反弹。但是，与泄漏一样，显著反弹的可能性说明了考虑减缓政策的全面均衡效应是非常重要的[3.9.5, 15.5.4]。

开展清除提高能效和低排放技术障碍的活动。即使监管威胁并不总是很明确,但这些威胁也是激励企业的一个重要因素。实现环境影响而没有适当的体制框架,这种情况是很少的。[15.5.7]

TS.4.3 发展和区域合作

由于地理位置的接近、共享基础设施和政策框架、贸易和跨境投资等原因使得各国很难孤立地实施,因此区域合作可提供很多减缓方面的机会(高信度)。可能的区域合作政策例子包括:区域联动开发可再生能源电力系统、天气供应基础设施网络和协调林业政策。[14.1]

同时,开展减缓工作的机遇与能力不匹配(中等信度)。在向低碳发展轨迹跃进式发展方面具有最大潜力的区域都是最贫穷的发展中地区,这些地区在现代能源系统和城市化模式方面很少有锁定效应。然而,这些区域的财务、技术和体制能力也是最差的,使其无法走上低碳发展的道路(图TS.37),而且由于未满足的能源和发展需要使其等待成本也较高。新兴经济体已经有更多的锁定效应,但其快速组建的现代能源系统和城市居住区仍然可为低碳发展提供很多机会。其重新定位向低碳发展战略过渡的能力更高,但在财务、技术和延缓建设新能源产能的高成本方面仍面临着很多制约。最后,工业化经济体拥有最大的锁定效应,但其重新定位其能源、交通和城市系统向低碳发展过渡的能力也最高。[14.1.3, 14.3.2]

迄今区域合作对减缓工作的(积极)影响较为有限(中等证据量,一致性高)。尽管如此,区域合作还是可在未来促进减缓工作方面发挥更大的作用,特别是如果在贸易、基础设施和能源政策中明确纳入减缓目标以及在区域层面上促进直接的减缓行动。[14.4.2, 14.5]

大多数文献表明迄今在政策领域针对气候的区域合作协议并没有在解决减缓挑战方面发挥重要的作用(中等信度)。这主要是因为较低水平的区域一体化以及将主权向超国家的区域机构转移的意愿较低,无法执行具有约束力的减缓协议。[14.4.2,14.4.3]

在深度一体化领域中,使用具约束力、基于规范的方法开展

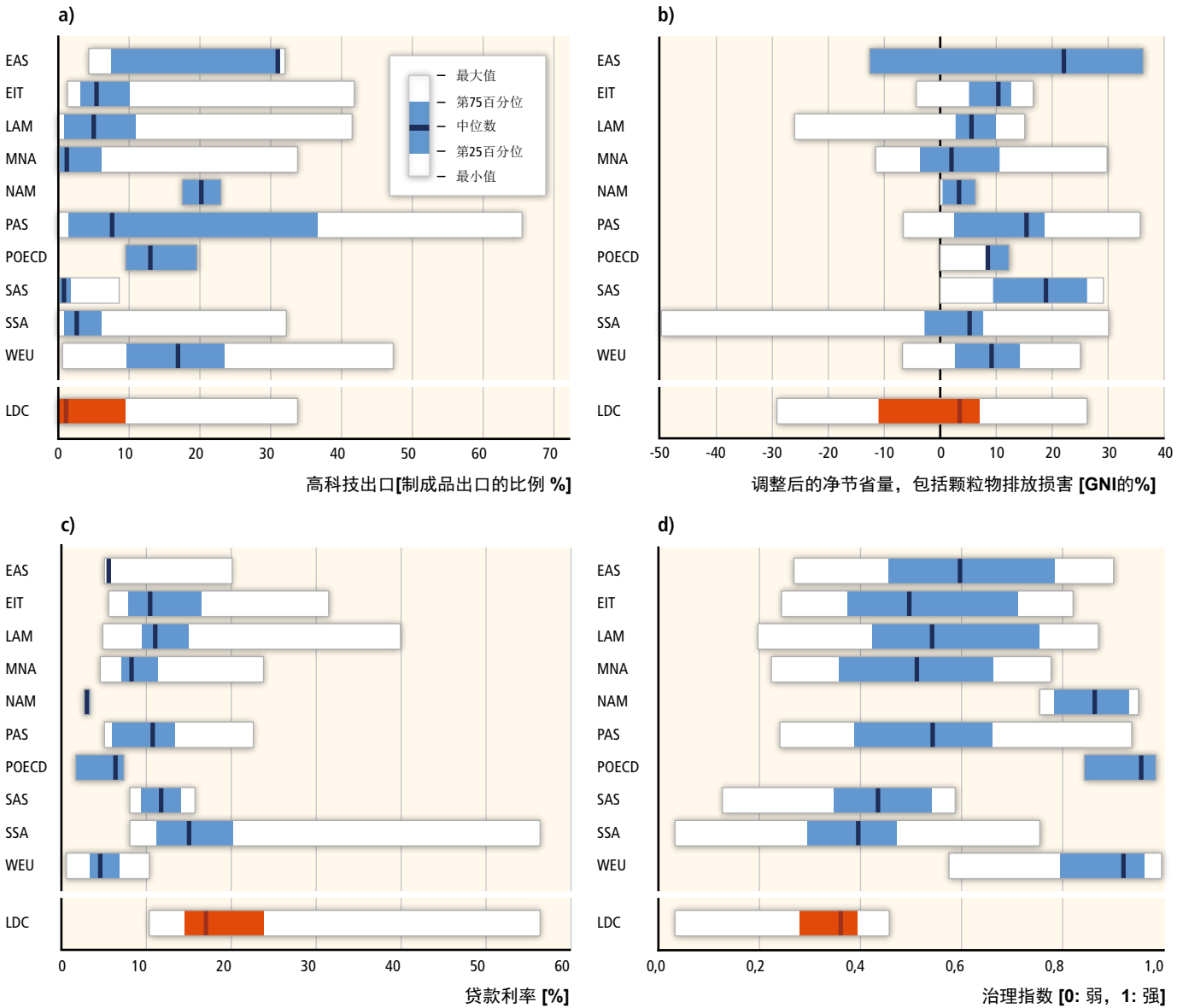
针对气候的区域合作(例如EU能效、可再生能源和生物燃料等方面的指令)已对减缓目标产生了一定的影响(中等信度)。然而,理论模式和过去的经验表明有很大的可能性可提高针对气候的区域合作协议和相关工具的作用,包括经济手段和监管手段。在这方面,考虑此类区域倡议的碳泄漏以及解决这个问题的方法是非常重要的。[14.4.2, 14.4.1]

此外,即使减缓目标不是其中的一个部分,非气候相关的区域合作模式也可对减缓工作产生显著的影响(中等信度)。有非气候相关目标但可能有减缓影响的区域合作,如贸易协议、技术合作以及基础设施和能源的合作,迄今对减缓的影响微不足道。如果这些协议辅以环境协议,对区域性优惠贸易领域成员的温室气体排放量水平可产生一定的影响。建立适应和减缓之间的协同作用可提高气候变化行动的成本效益。将区域层面上的电力和天然电网联系起来也可对减缓产生一定的影响,因为这可促进更多地使用低碳和可再生能源技术;这类安排存在很大的减缓潜力。[14.4.2]

TS.4.4 国际合作

减缓气候变化是一个全球性的公共问题,需要开展国际合作,但自AR4以来出现了一些观点强调采用更加复杂和多方面的气候政策观(很高信度)。气候变化的两个特征使其必需开展国际合作:气候变化是一个全球性的公共问题,其特点是GHG排放源、减缓机会、气候影响以及减缓和适应的能力等方面存在高度的异质性[13.2.1.1]。迄今决策工作主要侧重于国际合作,并将其作为一项专注于协调拟采取的、旨在减缓的国家政策的任务。近期的政策发展表明,从目标的多样性、对政策共生效益的认可以及技术创新和推广的障碍来看,国家、区域和全球决策之间存在一套更为复杂的关系[1.2,6.6,15.2]。一个主要的挑战是评估下放政策行动是否符合总体减缓工作,以及是否可促进总体减缓工作有效、公平和高效地开展[6.1.2.1,13.13]。

在过去十年间,有关气候变化的国际合作在体制方面已变得更加多样化(很高信度)。通过增强协议的合法性,可以公平的观点促进合作[3.10,13.2.2.4]。UNFCCC仍然是国际上一个主要的气候谈判论坛,但在多个层面上,即全球、区域、国家和地方层面上已出现了其他一些体制[13.3.1,13.4.1.4,13.5]。

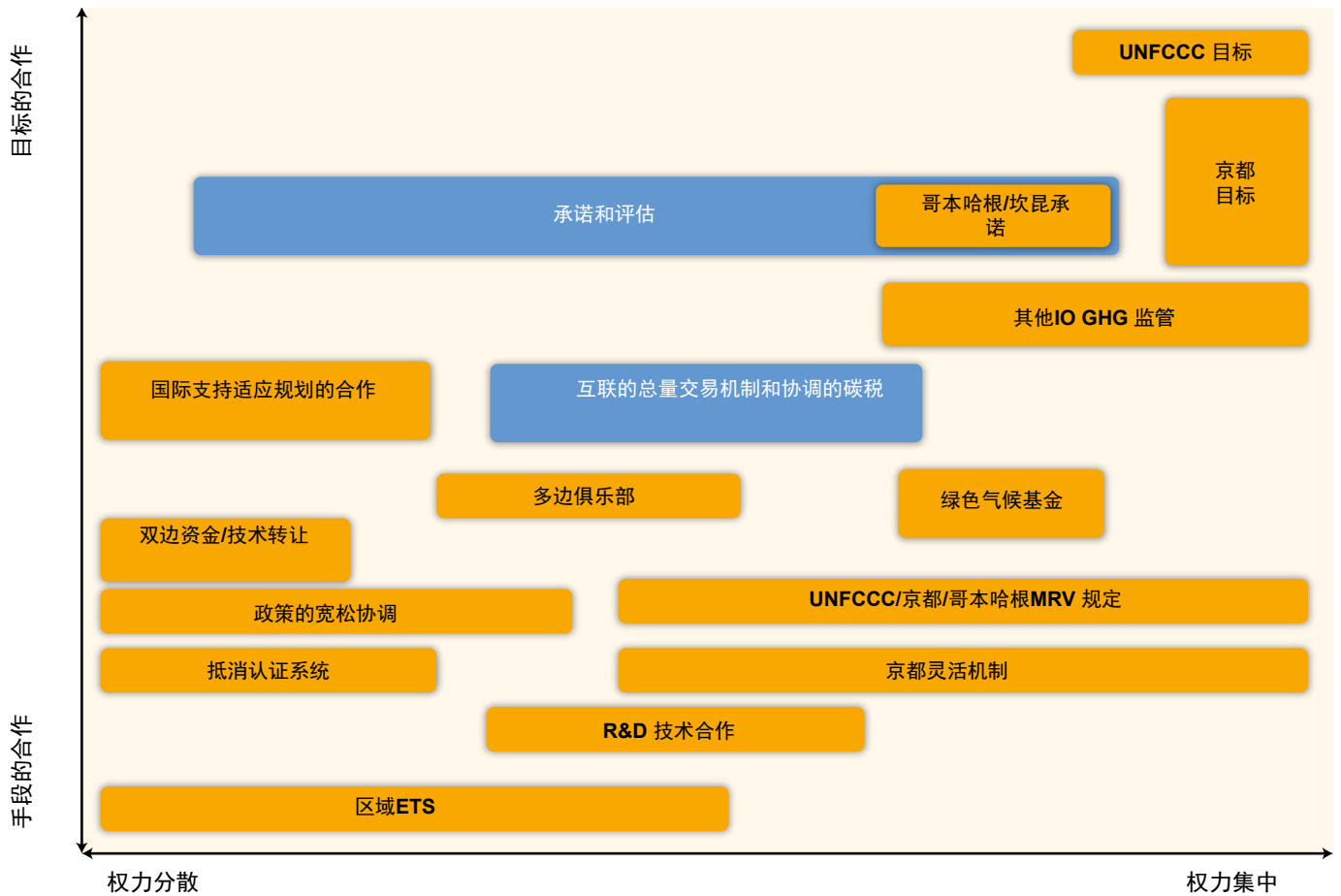


图TS.37 | 影响实施减缓政策的区域能力的经济和治理指数。 各区域包括EAS(东亚)、EIT(经济转型国家)、LAM(拉丁美洲和加勒比)、MNA(中东和北非)、NAM(北美)、POECD(太平洋经济合作与发展组织(OECD)-1990年时的成员)、PAS(东南亚和太平洋地区)、SAS(南亚)、SSA(撒哈拉以南非洲)、WEU(西欧)、LDC(最不发达国家)。统计资料涉及2010年或最近一年的资料。注: 贷款利率是指银行为满足私营部门客户中短期融资需求而提供贷款时收取的平均利率。治理指数是从多个来源汇总的综合治理指标单位, 被重新调整为0到1级, 其中0级代表最弱的治理, 而1级代表最强的治理。 [图14.2]

出现这种体制多样性的部分原因是因为不断地将气候变化问题纳入其他政策领域(例如可持续发展、国际贸易、和人权)。这些和其他关系可创造机会、潜在的共生效益或是危害, 而这些都尚未得到彻底地审查。问题之间的联系还可为各国创造试验不同合作论坛(“论坛挑选”)的可能性, 这可能会增加谈判的成本并可能分散或降低为实现气候目标而开展的国际合作。 [13.3,13.4,13.5] 最后, 已出现了一些不以主权国家为中心

的、与气候相关的跨国新制度(例如公私伙伴关系、私营部门的治理措施、NGO跨国计划以及市级举措)[13.3.1,13.12]。

现有的和拟议的国际气候协议根据其权力的集中程度有所不同。如图T.38所示, 集中化形式的范围涵盖了强有力的多边协议(如《京都议定书》目标)、统一的国家政策(如哥本哈根/坎昆承诺)以及分散但协调的国家政策(如国家和次国家排放交易计划之间的规划联系)[13.4.1,13.4.3]。国际协议的其他四个



TS

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GHG 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)。

图TS.38 | 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。 [图13.2]

设计元素有着特殊的意义：法律约束性、目的和目标、灵活的机制以及公平分担工作的方法 [13.4.2]。表TS.10中对现有的和拟议的国际合作方法进行了评估。 [13.13]

UNFCCC是目前唯一具有广泛合法性的国际气候政策组织，在某种程度上几乎全世界的国家都享有会员资格(高信度)。UNFCCC不断地发展治理气候变化的各项制度和系统。 [13.2.2.4,13.3.1, 13.4.1.4, 13.5]

促进国际合作的激励措施可与其他政策产生相互作用(中等信度)。拟议的政策与现有政策之间的相互作用可能会起到反作用、无关紧要或是有利的，这些都很难预测，文献中对

其进行的研究也不够[13.2,13.13,15.7.4]。有关气候变化协议的博弈文献指出自我履约协议可获得和维持各方的参与和履约。减缓可对其他国家目标、技术转让和气候融资带来直接气候效益和共生效益，而这种国家效益可促进实现自我履约。 [13.3.2]

降低有关减缓措施成本和效益的不确定性会使各国不愿在国际合作论坛上做出承诺(中等信度)。在某些情况下，降低有关减缓措施成本和效益的不确定性会阻碍各国的参与，从而影响国际协议的有效实施 [13.3.3,2.6.4.1]。不确定性的第二个方面，即各国实施的政策在现实中能否实现预期的结果，这可

表TS.10 | 对现有和拟议的合作形式的绩效评估总结。根据第3.7.1节和第13.2.2节中讨论的四项评估标准来评估各种合作方式。[表13.3]

国际合作方式		评估标准			
		环境效益	总体经济表现	分配性影响	体制上的可行性
当前的合作 [13.13.1]	UNFCCC	到2000年附件一国家的GHG排放总量将降低至低于1990年水平的6.0%-9.2%，相比到2000年降至1990年水平的目标，减排量明显要低得多。	授权共同履行承诺、多种气体的方法、源和汇、以及国内政策选择。成本和收益估算值取决于基线、折扣率、参与性、泄露、共生效益、不利影响等其他因素。	附件一国家(工业化国家)和非附件一国家的承诺是有区别的，其原则是“共同但有区别的责任”。承诺“各[缔约方]都做出公平和适当的贡献”。	由195个国家和区域组织批准(或同等情况)。履约情况取决于其国家信息通报。
	《京都议定书》(KP)	到2011年附件一国家的GHG排放总量将降低至低于1990年水平的8.5%-13.6%，超过了第一承诺期(CP1)5.2%的总减排任务。减排主要发生在经济转型期国家；排放；而其他一些国家有所增加。CP1的参与不完全(甚至低于CP2)。	通过各项灵活机制(联合履约(JI)、CDM、国际排放交易(IET))来提高成本效益以及国内政策选择。成本和收益估算值取决于基线、折扣率、参与性、泄露、共生效益、不利影响等其他因素。	发达国家和发展中国家之间的承诺有所区别，但二分的区别与历史排放量趋势以及与不断变化的经济环境的关系不大(而且越来越小)。跨期权益受短期行动的影响。	由192个国家和区域组织批准(或同等情况)，但经过7年的时间才生效。履约情况取决于其国家信息通报和KP履约系统。后来增加了一些方法来加强监测、报告和核实(MRV)。
	京都机制	CDM 有大约14亿tCO ₂ eq的信用额度，JI为8亿，而IET有2亿(至2013年7月)。CDM项目的额外性仍然是一个问题，但监管改革正在进行中。	CDM采用了低成本的方法(特别是工业气体)来降低成本。一些项目类型的表现不好。有证据表明技术向非附件一国家转移。	附件一国家的直接投资较有限。国内投资占主导地位，导致CDM项目集中在少数几个国家。对地方的可持续发展贡献有限。	有助于实现《京都议定书》的政治可行性。拥有多层次治理结构。至今最大的碳市场。已在发展中国家建立起体制能力。
	UNFCCC之下的进一步协议	所有主要排放国通过《坎昆协议》做出了限制排放的承诺。但不太可能将温度变化限制到2°C。取决于对当前承诺之外的减缓和融资措施的处理。德班平台呼吁2015年达成一项所有缔约方参与的新协议，并于2020年生效。	未针对效率进行评估。通过基于市场的政策工具、纳入林业部门、以及附件一国家之外的更多国家做出承诺(德班平台的设想)，这样做的话可能可以提高成本效益。	取决于资金的来源，对于采取行动的发展中国家来说尤其如此。	坎昆缔约方大会(COP)的决定：97个国家做出了2020年减排目标和行动的承诺。
	UNFCCC之外的协议	G8、G20、主要的能源和气候经济论坛(MEF)	G8和MEF建议所有的主要排放国进行减排。G20可能通过逐步淘汰化石燃料补贴来刺激GHG减排。	如果所有主要排放国通过采用灵活的机制来实施各项行动，就可能减少泄露并提高成本效益。可通过取消补贴来提高效率。单靠经验来评估经济绩效还为时过早。	未筹集到气候资金。取消燃油补贴将是逐渐的，但对原油出口的国家以及对低收入国家会产生不利的影响，除非为最贫穷的国家提供一些额外的援助。
	蒙特利尔消耗臭氧层物质(ODS)议定书	通过ODS逐步淘汰可使减排量达到约为京都CP1目标规模的5倍，鼓励减排。尽管逐步淘汰HFC的工作不断发展，但高GWP替代物可能会使这种努力徒劳无功。	多种气体方法支持的成本效益。一些国家采用基于市场的机制在国内实施。	发展中国家逐步淘汰ODS的履约后期。蒙特利尔议定书基金向发展中国家提供资金。	普遍参与，但发达国家和发展中国家需要采取行动的时机各不相同。
	自愿碳市场	涉及1.3亿 tCO ₂ eq，但认证仍是一个问题	信用额度的价格混乱，说明市场的效率低下	[无引用的文献。]	零散和不透明的市场。



	国际合作方式		评估标准			
			环境效益	总体经济表现	分配性影响	体制上的可行性
合作建议 [13.13.2]	建议的架构	强大的多边主义	减排承诺(深度)和参与度(广度)之间的权衡	更符合成本效益,更依赖于市场机制。	多边主义有利于将分配性影响纳入谈判,可适用第四章中提出的基于公平的标准。	取决于缔约方的数量;承诺的程度
		统一的国家政策	取决于由于和谐统一而带来的各国减排承诺的总变化。	更符合成本效益,更依赖于市场机制。	取决于具体的国家政策。	依赖于国家政策的相似性;相似性越高可支持统一性,但国内的情况可能会有所不同。国家执行。
		分散式架构,协调的国家政策	有效性取决于不同国家中标准和信用额度的质量	通常情况下(虽然不一定)是指国家限额系统的联动,在这种情况下具有成本效益。	取决于具体的国家政策	依赖于国家政策的相似性。国家执行。
	分担各项工作安排(负担)		有关分担各项工作安排(负担)可依据什么样原则的讨论,请参阅第4.6.2节,有关定量评价请参阅第6.3.6.6节。			

使各国不愿同意为这些成果做出承诺。[2.6.3].

国际合作可促进公共和私人投资以及促进采用可促进技术创新的经济激励措施和直接法规(中等信度)。技术政策可有助于降低减缓成本,从而可促进参与和遵守国际合作的激励措施,特别是从长远来看。公平性问题可受到国内知识产权制度的影响,进而可改变技术转让和开发新技术的速度。[13.3,13.9]

如果没有(或是作为补充)一个具有约束力的国际气候变化协议,现有的和新兴的国际、区域、国家和次国家气候政策之间的政策联系可带来潜在的气候变化减缓和适应效益(中等信度)。正在建立次国家、国家和区域碳市场之间的直接和间接联系,以提高市场效率。可通过公共和私营治理体系之间的竞争、问责措施以及通过政策实验进行学习的欲望,来促进碳市场之间的联系。然而,整合气候政策也带来了一些问题,即法律法规和经济活动这一相联系系统的履行问题。[13.3.1,13.5.3, 13.13.2.3]关于这类联系,比较突出的例子是国家和区域气候活动之间的联系(例如EU ETS和澳大利亚排放交易机制之间规划的联系,规划实施并且得到一些地方认可的国际抵消办法),以及国家和区域气候举措与《京都议定书》之间的联系(例如EU ETS通过基于项目的京都机制而与国际碳市场相联系)[13.6,13.7,图13.4,14.4.2]。

国际贸易可促进或阻碍有关气候变化的国际合作(高信度)。开发国际贸易与气候协议之间的建设性关系需要考虑如何修改现有的贸易政策和规则使其做到更为气候友好;边境调整措施或其他贸易措施是否可有效地实现国际气候政策的目标,包括参与和遵守气候协议; UNFCCC也好,世界贸易组织(WTO)也好,或者两者的结合,或新建一个机制,是否就是贸易和气候构架的最佳论坛。[13.8]

《蒙特利尔议定书》旨在保护平流层臭氧层,其实现了减少全球GHG排放(很高信度)。《蒙特利尔议定书》设定了消耗臭氧气体的排放限值,这些气体都是强效GHG,例如含氯氟烃(CFC)和氢氯氟烃(HCFC)。这些消耗臭氧气体的替代品(如不消耗臭氧的氢氟碳化物(HFC)也可能是强效的温室气体。通过《蒙特利尔议定书》汲取的经验教训,例如关于财务和技术转让对扩大参与国际环境协议的影响,对于设计未来国际气候变化协议是有价值的(参见表TS.10)。[13.3.3,13.3.4, 13.13.1.4]

《京都议定书》是实施UNFCCC提出的原则和目标的具约束力的第一步,但其对全球GHG排放的效应非常有限,因为一些国家没有批准该议定书,有些缔约方没有履行其承诺,而且其承诺仅适用于一小部分的全球经济体(中等证据量,一致性低)。在第一承诺期各缔约方共同超越了其集体减排目标,但是在没有议定书情况下发生的减排量也被计入了议定书。过去



十年间非附件一国家的排放增长迅速，而《京都议定书》没有直接影响到这些国家的排放。[5.2,13.13.1.1]

议定书下的灵活机制有节省成本的潜力，但其环境效益尚不太清楚(中等信度)。CDM是议定书的灵活机制之一，创建了一个市场来抵消发展中国家的GHG排放，截止2013年10月产生了相当于近1.4 GtCO₂eq的信用额度。由于对项目有限的额外性、基准的有效性、排放泄露的可能性以及近期信用价格下降等问题的担忧，CDM的环境效益已是正负参半。其分配性影响一直是不相等的，这是因为项目都集中在少数几个国家。各国政府和私营市场参与者已采用了议定书的其他灵活机制、联合履约(JI)和国际排放交易(IET)，但都提出了对政府销售排放单位的关切。(表TS.10)[13.7.2,13.13.1.2, 14.3.7.1]

近期的UNFCCC谈判已寻求让在《京都议定书》下做出承诺的国家做出更大的贡献，已寻求让更广泛的国家做出减排贡献，以及增加新的融资和技术机制。在2010年坎昆协议下，发达国家正式做出了量化、涉及整个经济领域的GHG减排目标的自愿承诺，而一些发展中国家正式做出了采取减

缓行动的自愿承诺。该协议的分配性影响将在一定程度上取决于融资的规模和来源，尽管这方面的科学文献较少，因为融资机制的发展比相应科学评估的发展更为迅速(证据有限，一致性低)。在2011年德班增强行动平台下，各国代表同意制定一个“适用于公约下所有缔约方[...]”的未来法律体系，并将增加大量新的资金支持和技术安排以使发展中国家受益，但代表们并没有具体讨论实现这些目标的方法。[13.5.1.1,13.13.1.3, 16.2.1]

TS.4.5 投资和融资

向低碳经济转型意味着新的投资模式。只有少数研究审查了不同减缓情景的投资需求。现有信息主要局限于能源使用情况，全球每年在能源部门的总投资约为1.2万亿美元。到2100年大气CO₂eq浓度达到430至530ppm CO₂eq的减缓情景(无超调量)显示与基准情景相比2010-2029年期间的年投资发生了大幅转变(图TS.39)：与能源供应部门相关的现有技术年投资(例如传统的化石燃料发电厂和化石燃料开采)将每年下降300亿(20亿到1660亿)美元(中位数：与2010年相比为-20%)

(证据有限，一致性中等)。同一时期，低排放发电技术(可再生能源、核能和使用CCS的电厂)的投资将每年增长1470亿(310亿至3600亿)美元(中位数：与2010年相比为+100%)(证据有限，一致性中等)，而且建筑、交通和工业部门的能效投资增长了3360亿(10至6410亿)美元(证据有限，一致性中等)。提高能效以及向低排放发电技术转变有助于减少对化石燃料的需求，从而导致在化石燃料开采、转换和运输方面的投资减少。各种情景表明2010-2029年化石燃料开采的投资将每年平均减少1160亿(-80亿至3690亿)美元(证据有限，一致性中等)。这种溢出效应可能会对出口化石燃料国家的收入产生不良的影响。针对当前的毁林趋势，减缓情景还可减少50%的毁林，每年的投资为210亿至350亿美元(低信度)。[16.2.2]

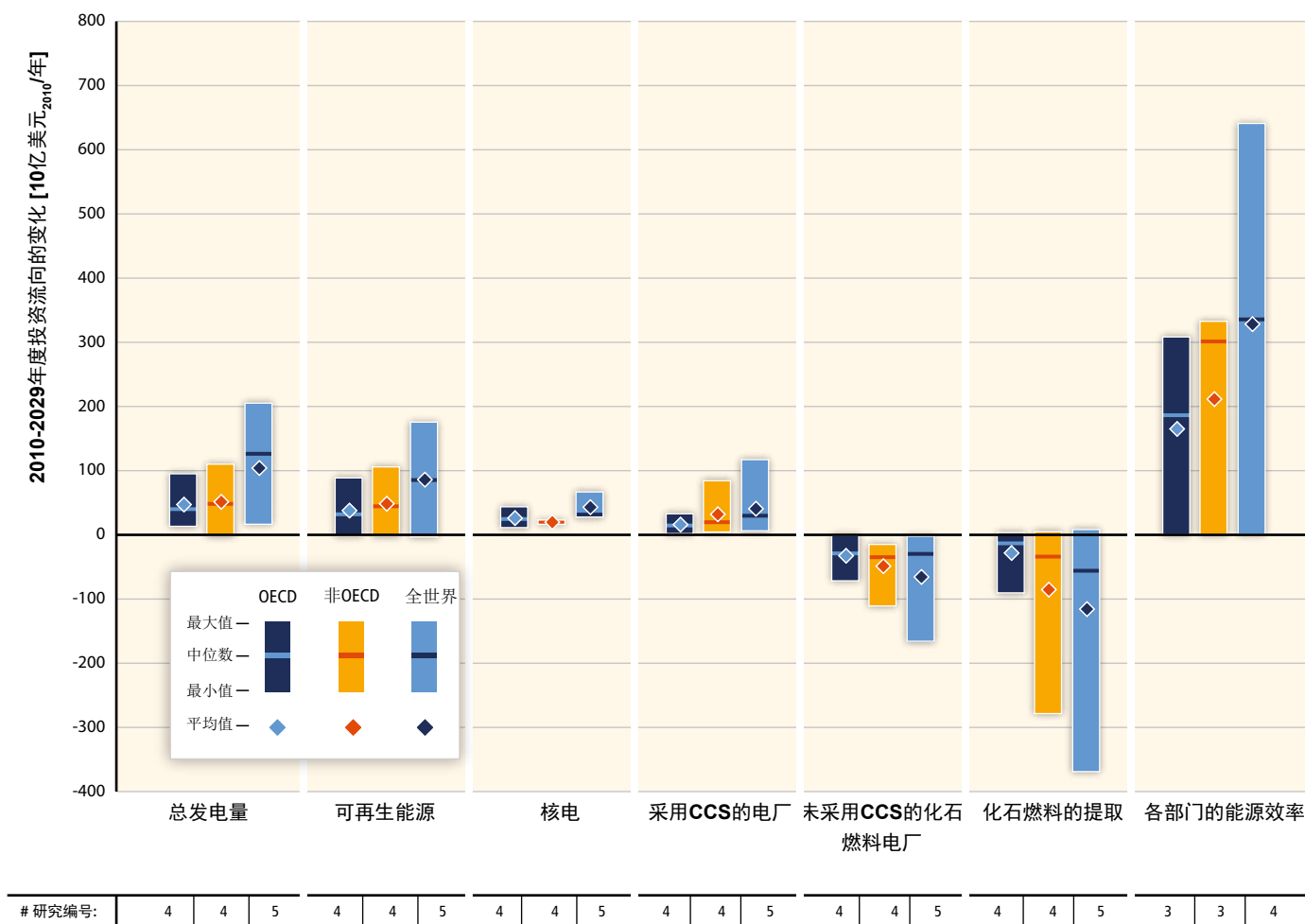
2010年至2012年期间气候融资总额的估算值在每年3430亿到3850亿美元之间(中等信度)。这个范围是基于2010年、2011年和2012年的资料。气候资金在发达国家和发展中国家的投资几乎是平均的。总资金中大约95%投资于减缓方面(中等信度)。这些数字反映了基础投资而不是增量投资的总资金流，即减缓/适应成本增量的部分(参见文框TS.14)。总之，有关气候融资的定量资料较少，涉及到不同的概念，而且这些资料并不完整。[16.2.1.1]

根据不同的定义和方法，在2009年至2012年期间流向发展中国家的气候资金预计每年约为390亿到1200亿美元之间(中等信度)。这个范围涵盖用于减缓和适应的公私资金流。公共气候资金为350亿至490亿美元(2011/2012 USD)(中等信度)。提供给发展中国家的大部分公共气候资金主要是通过双边和多边机构的渠道，通常是以优惠贷款和赠款方式。在UNFCCC下，气候融资是附件二缔约方提供给发展中国家的资金，从2005年至2010年平均每年接近100亿美元(中等信度)。2010年至2012年，一些发达国家提供的“快速启动融资”每年的总额超过了100亿美元(中等信度)。流向发展中国家的国际私营气候资金预计约为每年100亿至720亿美元(2009/2010 USD)，包括2008-2011年期间作为股权和贷款的外国直接投资约为每年100亿至370亿美元(2010 USD和2008 USD)(中等信度)。图TS.40概述了气候融资情况，综述了资本的来源和管理者、金融工具、项目业主和项目等。[16.2.1.1]

在适当的有利环境下，私营部门以及公共部门可在减缓融资方面发挥重要的作用。2010年到2011年期间，私营部门贡献的总气候资金估计平均每年为2670亿美元(74%)，而在2011年至2012年期间估计为每年2240亿美元(62%)(证据有限，一致性中等)[16.2.1]。在一些国家中，大量的私营部门气候投资依赖于低利率的长期贷款以及公共部门机构提供的风险保障以支付增量成本和很多减缓投资的风险。一个国家的有利环境的质量—包括其有关私营部门、产权安全、政策可信度等要素的体制、法规和准则的效力—对私营企业是否会给新技术和基础设施投资产生重大的影响 [16.3]。到2012年底，20个最大的排放国(发达国家和发展中国家)占全球与CO₂排放相关能源中的70%，它们对私营部门的投资而言属更低风险

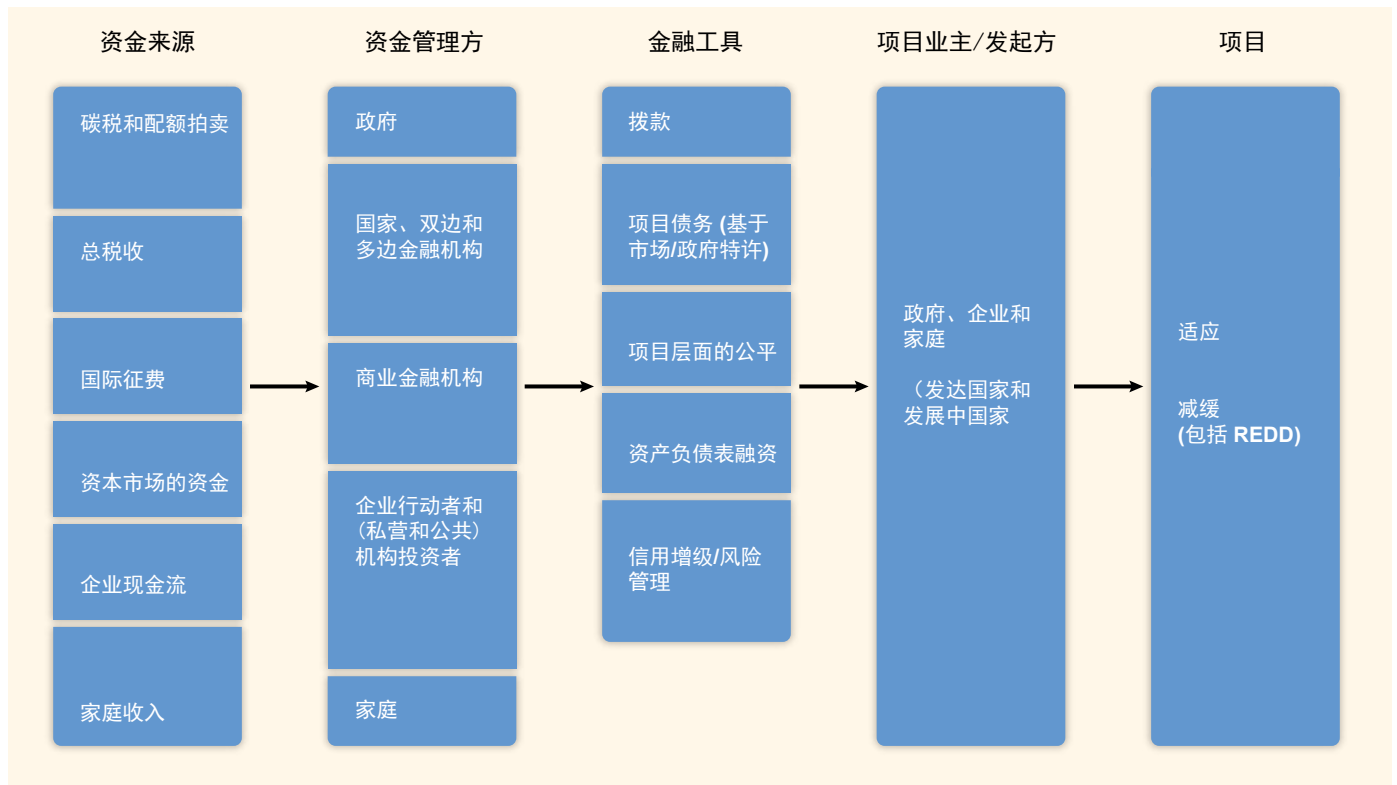
的国家等级(低信度)。这使这些国家可吸引国际私营部门为低碳技术提供投资。在许多其他国家，包括最不发达国家，通常低碳投资不得不主要依赖于国内渠道或是国际公共资金。[16.4.2]

使用低碳技术的一个主要障碍是相对于高碳替代品，经风险调整后其投资回报率较低(高信度)。通过改变不同投资方案的平均回报率或是通过建立机制来减轻私营投资者面临的风险，公共政策和支持手段可解决这个问题[15.12,16.3]。碳定价机制(碳税，限额交易系统)以及可再生能源溢价、FIT、RPS、投资赠款、软贷款和信用保险可以将风险回报的情况向所需的方向转移[16.4]。对于一些手段，其未来水平存在很大的



图TS.39 | 在减缓情景下年平均投资流的变化情况(2010-2029年)。通过少数的模式研究和减缓情景模式比较来计算投资的变化，与相应的平均基线投资相比这些减缓情景到2100年浓度在430–530 ppm CO₂e_q的范围内。垂直条表示投资变化最小估算值和最大估算值的范围；水平条表示模式结果的中位数。接近该中间值并不意味着可能性更高，这是因为模式结果集合的程度不同、可用研究的数量较少以及考虑的不同研究的假设不同。底部的数字表示的是已评估的研究的数量。 [图16.3]





图TS.40 | 气候资金流的类型。“资本”包括所有相关的资金流。文框的大小不对应资金流的幅度。[图16.1]

文框TS.14 | 对于“气候投资”和“气候融资”没有统一的定义

“总气候融资”包括所有的资金流，这些资金流的预期效果是减少净GHG排放和/或加强对气候变率和预估气候变化影响的恢复能力。这包括私营和公共资金、国内和国际资金流、用于减缓和适应的支出、以及适应当前气候变率和未来气候变化。它涵盖了资金流的全部价值而不是与气候变化效益相关的份额。与气候变化效益相关的份额是增量成本。“流向发展中国家的气候资金总额”是指发达国家在发展中国家投资的气候融资总额。这包括用于减缓和适应的私营和公共资金。“提供给发展中国家的公共气候融资”是指发达国家政府、双边机构以及多边机构提供的用于发展中国家减缓和适应活动的资金。“流向发展中国家的私营气候融资”是指发达国家的私营部门向发展中国家提供的用于减缓和适应活动的资金和投资。根据UNFCCC，气候融资并不明确。附件二缔约方负责提供和筹集资金用于发展中国家开展与气候相关的活动。

相比参考项目，“增量投资”是减缓或适应项目前期投资所需的额外资金。没有对减缓和适应项目的增量投资进行定期的估算和报告，但提供了根据模式所做的估算。“增量成本”反映了增量投资的资本成本以及相比参考项目而言减缓或适应项目运行和维护成本的变化。这可以根据两个项目之间的净现值差进行计算。很多减缓措施比替代措施的投资成本要高，而运行和维护成本则比之要低，因此增量成本往往比增量投资要低。其价值取决于增量投资以及预估的运行成本，包括化石燃料的价格和贴现率。“减缓政策的宏观成本”是指总消费的降低或是重新分配投资引起的GDP减少以及气候政策引起的支出减少（见文框TS.9）。这些成本没有考虑减少人为气候变化带来的效益，因此应根据可避免的气候变化影响的经济效益对其进行评估。[16.1]

不确定性(例如相对于投资和运行成本的差异, 碳税未来的规模), 这可导致某一手段的有效性和/或效率降低。有一些手段可制定固定或即时的激励方法来为低排放技术投资(例如投资赠款、软贷款, 或FIT), 似又不会受到这个问题的影响。[2.6.5]

附录

术语、缩略语和化学符号

术语编辑:

Julian M.Allwood(英国)、Valentina Bosetti(意大利)、Navroz K.Dubash(印度)、Luis Gómez-Echeverri(奥地利/哥伦比亚)、Christoph von Stechow(德国)

术语贡献人:

Marcio D'Agosto(巴西)、Giovanno Baiocchi(英国/意大利)、John Barrett(英国)、John Broome(英国)、Steffen Brunner(德国)、Micheline Cariño Olvera(墨西哥)、Harry Clark(新西兰)、Leon Clarke(美国)、Heleen C.de Coninck(荷兰)、Esteve Corbera(西班牙)、Felix Creutzig(德国)、Gian Carlo Delgado(墨西哥)、Manfred Fischedick(德国)、Marc Fleurbaey(法国/美国)、Don Fullerton(美国)、Richard Harper(澳大利亚)、Edgar Hertwich(奥地利/挪威)、Damon Honnery(澳大利亚)、Michael Jakob(德国)、Charles Kolstad(美国)、Elmar Kriegler(德国)、Howard Kunreuther(美国)、Andreas Löschel(德国)、Oswaldo Lucon(巴西)、Axel Michaelowa(德国/瑞士)、Jan C.Minx(德国)、Luis Mundaca(智利/瑞典)、Jin Murakami(日本/中国)、Jos G.J.Olivier(荷兰)、Michael Rauscher(德国)、Keywan Riahi(奥地利)、H.-Holger Rogner(德国)、Steffen Schlömer(德国)、Ralph Sims(新西兰)、Pete Smith(英国)、David I.Stern(澳大利亚)、Neil Strachan(英国)、Kevin Urama(尼日利亚/英国/肯尼亚)、Diana Ürge-Vorsatz(匈牙利)、David G.Victor(美国)、Elke Weber(美国)、Jonathan Wiener(美国)、Mitsutsune Yamaguchi(日本)、Azni Zain Ahmed(马来西亚)

本附录的引用方式应为:

Allwood J.M.,V. Bosetti,N.K.Dubash,L.Gómez-Echeverri和C.von Stechow, 2014: 术语。包括在:气候变化 2014: 减缓气候变化。政府间气候变化专门委员会第五次评估报告第三工作组报告[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和J.C.Minx (编辑)]。剑桥大学出版社, 英国剑桥和美国纽约。

目录

术语表	113
缩略语和化学符号	137
参考文献	140

术语表

在本术语表中定义的术语是主要作者有意在本报告背景下解释的某些特定术语。术语表中以条目(用粗体字标示)为主题,按英文拼写排序;一个主条目可含若干子条目,用斜黑体标示,例如:一次能源在能源条目下作出定义。蓝色斜体字表示该术语已在本术语表中作出定义。本术语表后有一个缩略语和化学符号清单。标准单位、前缀和单位转换(A.II.1节)以及区域和国家集团(A.II.2节)详见附录II。

气候突变(Abrupt climate change): 在几十年或更短时间内气候系统发生的大尺度变化,这一变化至少持续(或者预期持续)几十年,并使人类系统和自然系统受到很大干扰。还可参见气候阈值。

适应性(Adaptability): 参见适应能力。

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,适应有利于缓解或避免危害,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

适应基金(Adaptation Fund): 本基金根据京都议定书于2001年设立,并于2007年正式启动。该基金可为京都议定书中的发展中国家缔约方的适应项目和计划提供资金。资金主要来源于认证减排(CER)的销售资金以及总计2%的清洁发展机制(CDM)项目每年发行的CER价值收益份额。适应基金还可以接收来自政府、私营部门和个人的资金。

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

额外性(Additionality): 减缓项目(例如在京都机制下)、减缓政策或气候融资,如果超过了照常水平或基线,则属于额外的。为了保证基于项目的补偿机制的环境完整性,额外性是必须的,但是由于基线的反事实的本质,额外性在实践中难以建立。

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。

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,并特别取决于当地的环境和实施实践。还可参见协同/共生效益、风险和风险的权衡。

气溶胶(Aerosol): 空气中悬浮的固态或液态颗粒物,其大小一般在几纳米至10微米(μm)之间,可在大气中驻留至少几个小时。气溶胶既包括颗粒物也包括悬浮的气体,为方便起见,在本报告中使用时其复数形式来表示气溶胶颗粒。气溶胶有自然的和人为的两类来源。气溶胶可通过几种方式影响气候:通过散射和吸收辐射直接影响;通过作为云凝结核或冰核,改变云的光学特性和云的生命周期而产生间接影响。无论是自然的还是人为的大气气溶胶,都起源于两种不同的路径:初级颗粒物(PM)的排放,然后从气态前体形成二级颗粒物(PM)。大部分气溶胶来源于自然。一些科学家使用分组标签来指代化学成分,即海盐、有机碳、黑碳(BC)、矿物种类(主要是沙漠粉尘)、硫酸盐、硝酸盐和铵盐。然而,这些标签并不完善,因为气溶胶可与颗粒物结合形成复杂的混合物。还可参见短寿命气候污染物(SLCP)。

造林(Afforestation): 在历史上没有森林的地区种植新的森林。符合一些计划,包括联合履约(JI)以及《京都议定书》下清洁发展机制(CDM)的造林项目属合格项目,而京都议定书还有特定的适用标准(例如必须证明这片土地上至少已有50年没有过森林或者在1989年12月31日前没有被转换为其他用途)。

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,可见《IPCC关于土地利用、土地利用变化与林业特别报告》(IPCC, 2000B)。另见《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)。

一致性(Agreement): 在本报告中,一致性程度就是在文献中对某个特定发现结果经作者们评估后得出的一致认同的水平。还可参见证据、信度、可能性和不确定性。

农业排放(Agricultural emissions): 参见排放。

农业、林业和其他行业土地利用(AFOLU)(Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)): 农业、林业和其他土地利用在粮食安全和可持续发展(SD)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:

通过保护土壤和植被中现有的碳库，或通过减少 **甲烷(CH₄)** 和 **一氧化二氮(N₂O)** 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**。

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。雪覆盖的表面具有高反照率；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。

小岛屿国家联盟(AOSIS)(Alliance of Small Island States (AOSIS)): 小岛屿国家联盟(AOSIS)是一个由小岛屿和位于低洼沿海国家组成的联盟，成员包括44个国家和观察员，共同承担和积极参与特别是有关易受**气候变化**不利影响环境问题的全球辩论和谈判。自1990年建立以来，AOSIS作为特别游说和谈判渠道代表小岛屿发展中国家(SIDS)参与了**联合国内包括联合国气候变化框架公约(UNFCCC)气候变化**等方面的谈判。

辅助效应(Ancillary benefits): 参见**共生/协同效益**。

附件一缔约方/国家(Annex I Parties/countries): **联合国气候变化框架公约(UNFCCC)**附件一中所列的国家集团。根据UNFCCC第4.2(a)和4.2(b)条规定，附件一国家致力于采取非具法律约束力的国家**政策和措施**，旨在到2000年将其**温室气体(GHG)**排放降低至1990年的水平。该国家集团在很大程度上类似于《**京都议定书**》的**附件B缔约方**，这些缔约方同样设立了2008 - 2012年的减排目标。未列入其中的其它国家则统一称为**非附件一国家**。

附件二缔约方/国家(Annex II Parties/countries): **联合国气候变化框架公约(UNFCCC)**附件二中所列的国家集团。根据UNFCCC第4条规定，这些国家有特定的义务：提供财政资源，满足为实施第12条第一段中所提到的**措施**而商定的全部增量成本。这些国家还有义务包括为技术转让提供财务资源，以满足为实施第12条第一段中所列的**措施**以及**发展中国家**

家缔约方与UNFCCC第11条中提到的国际实体之间商定的措施所需的商定增量成本。这些国家还应向特别容易受到**气候变化**负面影响的国家提供协助。

附件B缔约方/国家(Annex B Parties/countries): 接受《**京都议定书**》第三条中规定的2008-2012年**温室气体(GHG)**减排目标的**附件一缔约方**中的一组国家。未列入其中的其它国家则统一称为**非附件一国家**。

人为排放(Anthropogenic emissions): 参见**排放**。

配额(AA)(Assigned Amount (AA)): 根据《**京都议定书**》，配额是指某个**附件B国家**同意的作为其第一个五年承诺期(2008-2012年)内排放**上限的温室气体**排放量。AA是该国1990年**GHG**总排放量乘以5(五年承诺期)，再乘以该国同意的在《**京都议定书**》附件B中所列的百分比(例如欧盟为92%)。另见**配额单位(AAU)**。

配额单位(AAU)(Assigned Amount Unit (AAU)): 按**全球变暖(GWP)**潜势计算，一个AAU等于1吨(公吨)**CO₂当量排放**。另见**配额(AA)**。

大气(Atmosphere): 围绕地球的气体包层，分为五层—**对流层**(占地球大气的一半)、**平流层**、中间层、热层和外逸层(大气的外缘)。干大气几乎完全由氮(占体积混合比的78.1%)和氧(占体积混合比的20.9%)构成，还包括一些**微量气体**，如氩(占体积混合比的0.93%)、氦以及对辐射有影响的**温室气体(GHG)**，如**二氧化碳(CO₂)**(占体积混合比的0.035%)和**臭氧(O₃)**。此外，大气包括**温室气体(GHG)**水汽(H₂O)，它的含量变化很大，但通常约占体积混合比的1%。大气还包括云和**气溶胶**。

回止技术(Backstop technology): 估算**减缓的模式**通常使用任意一项无碳技术(通常用于发电)，综观此类模式，这种技术在未来可无限量供应使用。这使模式开发人员能够研究通用技术的后果和重要性，而不会在选择实际技术时陷于困境。这种回止技术可能是核技术、具备**二氧化碳捕获和储存(CCS)**能力的化石技术、**太阳能**或其它尚未想到的技术。通常认为回止技术目前尚未问世，或成本高于传统技术。

(配额单位)储存(Banking of Assigned Amount Units): **配额单位(AAU)**从当前承诺期转入未来承诺期。根据《**京都议定书**》[第3 (13)款]，**联合国气候变化框架公约(UNFCCC)**附件一所列缔约方为了在后续承诺期(2012年之后)各自的排放**上限**达标，可保存第一承诺期剩余的AAU。

基线/基准(Baseline/reference): 衡量变化所依据的条件。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, 因为在长期社会经济预估方面, “照常”的含意很难理解。另见**气候情景**、**排放情景**、**代表性浓度路径(RCP)**、**共享社会经济路径**、**社会经济情景**、**SRES情景**和**稳定**。

行为(Behaviour): 在本报告中, 行为是指直接或间接影响**减缓**或潜在**气候变化**影响的效果(**适应**)的人类决定和行动(以及它们所依据的理解和判断)。人类决定和行动在各个层面都是相互关联的, 从国际、国家和地方参与方到NGO、部落或企业决策者, 再到社区、家庭及各个公民和消费者。另见**行为变化**和**行为驱动因素**。

行为变化(Behaviour change): 在本报告中, **行为变化**是指为了减缓**气候变化**和/或减小**气候变化**影响的负面后果而改变人类的决定和行动。另见**行为驱动因素**。

生物炭(Biochar): **生物质**稳定性可以是陆上**减缓**战略中**生物能**的一种替代或加强。隔绝空气条件下**生物质**高温处理产生稳定的富含碳的副产品(炭)。当给土壤加入一个系统, 炭会产生比典型**生物能**更具减排潜力的系统。如果将作物产量和土壤**甲烷(CH₄)**和**氧化亚氮(N₂O)**的排放考虑在内, 则生物炭系统会有更高的相对效益。

生化需氧量(BOD)(Biochemical oxygen demand (BOD)): 污水中有机物和无机物的生物化学氧化过程中微生物(细菌)所消耗的溶解氧量。另见**化学需氧量(COD)**。

生物多样性(Biodiversity): 陆地、海洋及其它**生态系统**的生物体之间的变率。生物多样性包括在基因、物种和**生态系统**层面的变率。³

生物能(Bioenergy): 从任何形式**生物质**中获取的**能源**, 诸如近期的生物体或其代谢的副产品。

生物能和二氧化碳捕获与储存(BECCS)(Bioenergy and Carbon Dioxide Capture and Storage (BECCS)): **二氧化碳捕获和储存(CCS)**技术应用于**生物能**转换过程。根据总生命周期排放, 包括总的边界间接效应(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**。

生物乙醇(Bioethanol): 利用**生物质**(例如甘蔗或玉米)生成的乙醇。另见**生物燃料**。

生物燃料(Biofuel): 有机物产生的通常为液态的燃料, 或活的或近期活的植物产生的可燃油类。生物燃料包括酒精(**生物乙醇**)、造纸过程产生的黑液、大豆油。

生产的第一代生物燃料(First-generation manufactured biofuel): 生产的第一代生物燃料是利用成熟的转换技术从谷类、油籽、动物脂肪和废植物油中提取。

第二代生物燃料(Second-generation biofuel): 第二代生物燃料是采用非传统的生物化学和热化学转换工艺以及主要从农林剩余物、城市固体废弃物等的木质纤维部分提取的原料。

第三代生物燃料(Third-generation biofuel): 第三代生物燃料可源自藻类和能源作物原料, 用仍在开发中的先进工艺加工。

利用最新工艺生产的第二代和第三代生物燃料也称之为新一代或先进生物燃料, 或先进生物燃料技术。

生物质/量(Biomass): 一定面积或体积内的生物体总质量; 枯死植物体可归为枯死生物质。在本报告中, 生物质包括生物源(植物或动物成分)的产品、副产品和废弃物, 不包括地质层中的物质和转化为**化石燃料**或泥炭的物质。

传统生物质(Traditional biomass): 传统生物质是指通过所谓的传统技术, 例如做饭的明火和小企业质朴的窑灶来使用薪材、木炭、农业废弃物和动物粪便。传统生物质在**发展中国家**广泛应用, 这些国家中有26亿人口利用明火做饭, 还有千千万万个小企业。采用这些质朴技术会造成较重的污染, 在某些特定情况下还会造成**森林退化**和**毁林**。如何利用高效炉灶和窑炉提高传统生物质燃烧效率和清洁程度, 目前在全球可以找到很多成功的举措。这样利

³ 本术语条目是依据全球生物多样性评估 (Heywood, 1995) 和千年生态系统评估 (MEA, 2005) 中所使用的定义。

用传统生物质具有可持续性，并且会给**发展中国家**、尤其是农村和城郊地区的人们带来巨大的健康和经济效益。

现代生物质(Modern biomass): 在高效转化系统中使用的所有生物质。

生物质燃烧(Biomass burning): 生物质燃烧是指燃烧活植被和枯死植被。

(陆地和海洋)生物圈(Biosphere(terrestrial and marine)): 地球系统的一部分，由**大气**、陆地(陆地生物圈)、海洋(海洋生物圈)中的所有**生态系统**和生物体构成，包括所存在的已死亡有机物，如枯枝、土壤有机物和海洋腐质。

黑碳(BC)(Black carbon (BC)): 业务上根据光线吸收计量、化学反应和/或热稳定性等条件定义的**气溶胶**类，有时也称之为煤烟。BC的形成主要是由于**化石燃料**、**生物燃料**和**生物质的不完全燃烧**，但也会自然发生。它只能在大气中存留几天或几周。它是**颗粒物(PM)**最有力的吸光部分，当它沉积在冰雪上时，使**大气**吸收热量，并减少**反照率**，产生变暖效应。

责任分担(亦称“努力分担”)(Burden sharing(also referred to as 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**汇**，同时各国共同承担成本负担。

一切照常(BAU)(Business-as-usual(BAU)): 见**基线/基准**。

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、一个报告**减缓**承诺的正式程序、一项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。

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。**工业化国家**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。

排放限额(Cap, on emissions): 在某一给定时期内作为排放上限的强制性约束。例如：《**京都议定书**》在一个预定的时间范围内针对**附件B国家**的人为**温室气体(GHG)**排放量所授权的排放限额。

碳收支(Carbon budget): 在**温室气体(GHG)**排放轨迹下考虑的一个方面，满足对预估累积排放总量上限的假设，以避免**全球地表平均温度**的升幅到达某种程度。碳收支可在全球、国家或国内层面确定。

碳排放信用额(Carbon credit): 见**排放权**。

碳循环(Carbon cycle): 此术语用于描述碳(以各种形式，如像**二氧化碳**)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GtC(十亿吨碳)或等于PgC(1015克)。碳是大部分有机物的主要化学成分，并储存在下列主要**库**中：**生物圈**中的有机分子、**大气**中的**二氧化碳(CO₂)**、土壤、岩石圈和海洋中的有机物。

二氧化碳(CO₂)(Carbon dioxide(CO₂)): 一种自然产生的气体，也是通过燃烧从化石碳沉积物提炼的各种**化石燃料**(如石油、天然气和煤等)通过燃烧**生物质**，通过**土地利用变化(LUC)**和工业流程(如水泥生产等)产生的一种副产品。它是影响地球辐射平衡的主要人为**温室气体(GHG)**。它是在衡量其它**GHG**时所参照的基准气体，其**全球变暖潜势(GWP)**为1。其它GHG的GWP值见附件II.9.1。

二氧化碳捕获与储存(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**生物能和二氧化碳捕获与储存(BECCS)**、**CCS-就绪**和**封存**。

二氧化碳肥化效应(Carbon dioxide fertilization): 由于**大气二氧化碳(CO₂)**浓度的增加，促进了植物的生长。

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,第2页)。另见**太阳辐射管理(SRM)**。

碳足迹(Carbon footprint): 它是对由某一活动直接和间接引起的,或在某一产品的生命周期各阶段中累计的专有**二氧化碳(CO₂)**排放总量的度量(Wiedmann和Minx, 2008)。

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,或交通运输等)单位释放的**二氧化碳(CO₂)**排放量。

碳泄露(Carbon leakage): 见**泄露**。

碳库(Carbon pool): 见**库**。

碳价(Carbon price): 避免或排放**二氧化碳(CO₂)**或**CO₂当量**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。

碳封存(Carbon sequestration): 见**封存**。

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。

CCS-就绪(CCS-ready): 能够设计那些有意装配**二氧化碳捕获与储存(CCS)**设施的新型大规模固定式**二氧化碳(CO₂)**点源,并能够通过为碳捕获设施预留空间,通过在加装碳捕获设备时设计出最佳性能的机组,并通过厂选址可获得碳存储位置的方式将其定位在‘CCS-就绪’状态。另见**生物能和二氧化碳捕获与储存(BECCS)**。

经认证的减排单位(CER)(Certified Emission Reduction Unit (CER)): 通过**清洁发展机制(CDM)**(《京都议定书》第12条规定的)项目,等于减少了1公吨**CO₂当量排放**或从大气中清除了1公吨的**二氧化碳(CO₂)**,均利用**全球变暖潜势(GWP)**计算。另见**减排单位(ERU)**和**排放交易**。

化学需氧量(COD)(Chemical oxygen demand (COD)): 有机化合物在水中完成氧化所需的用氧量;用作测量天然水体和污水中有机污染物污染程度的一个度量。另见**生物化学需氧量(BOD)**。

氯氟烃(CFC)(Chlorofluorocarbons(CFCs)): 氯氟烃是一种含氯、碳、氢和氟原子的有机化合物,并用于制冷、空调、包装、塑料泡沫、绝热、溶剂或**气溶胶**喷射剂。由于CFC在低层大气中没有受到破坏,它们可飘入到高层大气中,在适合条件下它们可破坏**臭氧(O₃)**。氯氟烃是1987年《蒙特利尔议定书》中涵盖的**温室气体(GHG)**之一,因此这类气体的生产已被淘汰,并正在被其它化合物所取代,其中包括多种**氢氟碳化物(HFC)**,而这些物质也是《京都议定书》中所涉及的GHG。

清洁发展机制(CDM)(Clean Development Mechanism (CDM)): 这是《京都议定书》第12条规定的机制,通过该机制**发达(附件B)国家**的投资方(政府或公司)可为**发展中(非附件B)国家**的**温室气体(GHG)**减排或清除项目提供资金,并为此而得到**经认证的减排单位(CER)**。这些**CER**可用于兑现**发达国家的各自承诺**。建立**CDM**的动机是促进实现两个目标:以低成本高效益的方式促进**发展中国家的可持续发展(SD)**,以及以同样的方式帮助**工业化国家**实现其针对排放作出的承诺。另见**京都机制**。

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**气候系统**的状态,包括其统计学意义上的描述。

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**气候变化的持续性**。

气候变化的持续性(Climate change commitment): 由于海洋的热力惯性以及冰冻圈和陆地表面的缓慢过程,即使大气成分稳定在目前水平上,**气候**也会继续发生变化。过去的大

气成分变化导致了持续的**气候变化**，只要辐射保持不平衡状态，气候变化就会持续，直至**气候系统**的所有部分调整到一种新的状态。在**大气成分**保持恒定条件下，温度的进一步变化通称为恒定(大气)成分中温度的持续性，或简称为持续变暖或变暖的持续性。气候变化的持续性包括未来的其它变化，如水分循环、极端天气事件、极端气候事件以及海平面的变化。恒定排放的持续性指在保持**人为排放**不变条件下持续的气候变化，零排放的持续性指当排放设定为零时气候变化的持续性。另见**气候变化**。

气候(变化)反馈(Climat(e)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。在本评估报告中，通常使用某种较为狭义的定义，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。

气候工程(Climat(e)engineering): 见**地球工程**。

气候融资(Climat(e)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：

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。另见**额外性**。

增量投资(Incremental investment): 与一个参考项目相比，一个**减缓**或**适应**项目所需的额外资本。另见**额外性**。

气候资金总量(Total climat(e)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**气候变化影响的恢复力**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 climat(e)finance flowing to developing countries): 来自**工业**

化国家且投资在**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 climat(e)finance flowing to developing countries): 由居于/来自**工业化国家**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活动，预期效果是降低**温室气体(GHG)**净排放和/或提高**气候变率**和预估**气候变化影响的恢复力**。

向发展中国家提供的公共气候资金(Public climat(e)finance provided to developing countries): 由**工业化国家**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)(Climat(e)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末端最全面的**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工具，而且还有业务用途，包括月、季、年际**气候预测**。

气候预测(Climat(e)prediction): 气候预测或气候预报是试图对未来的实际气候演变作出的估计(从**气候系统**的某个特定状态开始)，例如：在季、年际或年代际时间尺度上。由于**气候系统**的未来演变或许对初始条件高度敏感，因此这类预测通常是概率性的。另见**气候预估**和**气候情景**。

气候预估(Climat(e)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**作出的模拟响应，一般使用**气候模式**计算得出。气候预估与**气候预测**的区别在于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。另见**气候情景**。

气候情景(Climat(e)scenario): 基于具有内部一致性的一系列气候学关系，对未来**气候**作出的一种合理的且通常是简化

的表述,构建这些气候学关系,是为了明确用于研究人为气候变化的可能后果,通常作为影响模型的输入项。气候预估结果通常作为构建各种气候情景的原始信息,但气候情景往往需要额外信息,如观测到的当前气候等。另见*基线/基准、排放情景、减缓情景、代表性浓度路径(RCP)、情景、共享的社会经济路径、社会经济情景、SRES情景、稳定*,以及*转型路径*。

气候灵敏度(Climate sensitivity): 在IPCC报告中,平衡的气候灵敏度(单位:°C)是指在大气中CO₂当量浓度翻倍之后年全球年平均地表温度的变化。由于受计算的限制,气候模式中平衡的气候灵敏度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,因为平衡的气候灵敏度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,以实现与海洋动力学平衡。气候灵敏度参数(单位:°C(Wm⁻²)⁻¹)是指在单位辐射强迫变化之后的全球年平均地表温度的平衡态变化。

有效气候灵敏度(单位:°C)是全球平均地表温度对二氧化碳(CO₂)浓度加倍作出响应的一个温度估值,是根据模式输出结果或正在演变的非平衡观测的结果作出评估的。它是在某个特定时间上对气候反馈强度的衡量,它可随强迫的历程和气候状态的变化而变化,因此也许不同于平衡态的气候灵敏度。

瞬变气候响应(单位:°C)是在气候模式的模拟中(其中二氧化碳以每年增加1%的速度上升)按20年周期平均的在大气CO₂含量翻倍时所得到的全球地表平均温度变化。它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。

气候系统(Climate system): 气候系统是一个由五大圈层(大气、水圈、冰冻圈、岩石圈和生物圈)及其之间的相互作用共同构成的高度复杂的系统。气候系统随时间演变的过程,除受到其自身内部动力学过程的影响外,还是外部强迫(如火山喷发、太阳活动变化,以及大气成分变化和土地利用变化(LUC)等人为强迫)作用的结果。

气候阈值(Climate threshold): 气候系统内的一种限度,当超过该限度时,气候系统则对特定的强迫作出非线性响应。另见*气候突变*。

气候变率(Climate variability): 指在单一天气事件以外所有空间和时间尺度气候的平均状态的变化,以及其它相关统计量(如标准差、极端事件的出现概率等)的变化。气候变率也许

是由于气候系统内的自然过程(内部变率)或是由于自然或人为外部强迫变化(外部变率)所致。另见*气候变化*。

CO₂当量浓度(CO₂-equivalent concentration): 如同某一给定的二氧化碳(CO₂)混合体和其它强迫分量,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和气溶胶的综合情况。CO₂当量浓度是用于比较某个特定时间点不同GHG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。

CO₂当量排放(CO₂-equivalent emission): 二氧化碳(CO₂)排放量,二氧化碳可在一个特定的时间范围内引起相同的综合辐射强迫,如同一种温室气体(GHG)或多种GHG混合体的排放量。二氧化碳当量排放是在一个特定时间范围内将一种GHG排放量乘以全球增暖潜势(GWP)得出的(不同GHG的GWP值可参见附录II.9.1和《第五次评估报告》第一工作组报告表8.A.1)。对于多种GHG混合体,CO₂当量总排放则是每一种气体的CO₂当量排放之和。CO₂当量排放是用于比较不同种GHG排放的一个通用标尺,但它不等于对应的气候变化响应。另见CO₂当量浓度。

共生/协同效益(Co-benefits): 针对某一目标出台的一项政策或措施可对其它目标的实现产生的积极影响,但尚未对总体社会福祉的净影响作出评估。共生效益通常受到不确定性影响,而且除其它因素外还取决于当地情况和实施做法。共生效益通常还称为附带效益。另见*不利副作用、风险*,以及*风险权衡*。

联产(Cogeneration): 联产(也称为热电联产或CHP)是同时发电,用电和供热。

联合循环燃气轮机(Combined-cycle gas turbine): 为发电实现两个过程相结合的电厂。第一个过程,通过燃料的燃烧驱动一台燃气轮机。第二个过程,利用从汽轮机排出的废气将水加热,以驱动一台蒸汽轮机。

热电联产(CHP)(Combined Heat and Power (CHP)): 见联产。

可计算一般均衡(CGE)模型(Computable General Equilibrium (CGE) Model): 见模式。

缔约方大会(COP)(Conference of the Parties(COP)): 联合国气候变化框架公约(*UNFCCC*)的最高机构,由具有表决权、并已批准或加入该公约的国家组成。另见 *缔约方会议(CMP)*。

置信度(Confidence): 根据 *证据* 的类型、数量、质量和一致性(如机理认知、理论、数据、*模式*、专家判断)以及就这些证据达成一致的程度,对某一发现有效性的表述。在本报告中,置信度以定性方式表述(Mastrandrea等,2010)。关于置信度水平,见《第五次评估报告》第一工作组报告中的图1.11;关于*可能性*量词,见上述报告中的表1.2。另见 *不确定性*。

按消费核算(Consumption-based accounting): 按消费核算衡量排入大气的排放量,以产生供某个实体(如:个人、公司、国家或区域)消费的商品和服务。另见 *按生产核算*。

意愿调查价值评估法(Contingent Valuation Method): 一种价值评估方法,即按货币(支付意愿)和非货币(贡献时间和资源意愿)方式定量评估人所赋予的价值。这是一种直接估算 *生态系统* 服务和环境服务经济价值的方法。在调查中,根据某一假设的 *情景* 和对某项环境服务的描述,向被访人询问他们是否对所获取的这项具体环境服务有支付意愿/贡献意愿,或者对失去此项环境服务有接受补偿的意愿。

常规燃料(Conventional fuels): 见 *化石燃料*。

哥本哈根协议(Copenhagen Accord): 在 *缔约方大会(COP)* 第15次会议上形成的政治协议(相对于法律协议而言)。在上述会议上,由于未能达成一个协议所需的共识,与会代表“同意注意到”其内容。协议中的某些重要内容包括:承认有关需要把 *全球地表平均温度* 的升幅限制在2°C以内这一科学观点的重要性; *附件一缔约方* 承诺到2020年落实整个经济领域的各项排放目标,而非 *附件一缔约方* 落实 *减缓* 行动;同意接受 *附件一缔约方* 的排放目标及其根据测量、报告和核查(MRV)结果为 *发展中国家* 提供的资金,以及 *发展中国家* 采取的行动有待开展国内的测量、报告和核查;呼吁扩大融资,包括一项300亿美元的快速融资以及到2020年达到1000亿美元的融资;建立一项新的 *绿色气候基金(GCF)*;以及建立一种新技术机制。随后在 *坎昆协议* 中通过了上述某些内容。

成本-效益分析(CBA)(Cost-benefit analysis(CBA)): 以货币形式衡量某一特定行动的所有正面和负面影响。按成本和效益差和/或成本效益比进行比较,作为一项指标,从社会观点看待某项特定投资或其它 *政策* 如何产生回报。

节能成本(CCE)(Cost of conserved energy (CCE)): 见 *平准化节能成本(LCCE)*。

低成本高成效(Cost effectiveness): 如果一项 *政策* 以最低成本方式达到了一项特定的减少污染水平,那么这项政策更具低成本高成效。实现低成本高成效的一个重要条件是边际减排成本应在所有义务方之间进行平等分摊。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的行为。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。

成本-效果分析(CEA)(Cost-effectiveness analysis (CEA)): 一种基于约束优化的工具,用于比较为实现某一既定目标而设计的不同 *政策*。

计入期,清洁发展机制(CDM)(Crediting period,Clean Development Mechanism (CDM)): 某一项目活动能够产生 *经认证的减排单位(CER)* 的时间期限。在某些情况下,计入期最多可延长两次。

农田管理(Cropland management): 有关种植农作物土地和放弃或临时不用于作物生产土地的规范管理体系(《联合国气候变化框架公约》,2002年)。

脱碳(Decarbonization): 国家或其他实体旨在实现低碳经济的过程,或个人旨在减少其碳消费的过程。

分解法(Decomposition approach): 分解方法是将某一政策变量的历史变化重量分解为各决定因素的贡献量。

毁林(Deforestation): 森林转变为非林地是 *温室气体(GHG)* 排放的主要源之一。根据 *《京都议定书》* 第3.3条的规定,“自1990年以来直接由人引起的土地利用变化和林业活动—限于造林、再造林和毁林—产生的温室气体源的排放和汇的清除方面的净变化,作为每个承诺期碳贮存方面可核查的变化来衡量,须用以实现附件一—所列每一缔约方依本条规定的承诺”。减少因毁林产生的排放不适用于 *联合履约(JI)* 或 *清洁发展机制(CDM)* 项目,但已在 *联合国气候变化框架公约(UNFCCC)* 下的 *减少因毁林和森林退化产生的排放(REDD)* 的工作计划中采纳。

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,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《IPCC关于人类直接引起的森林和其它种类植被退化造成的温室气体排放清单的定义和方法选择方案的报告》(IPCC, 2003年)。

去物质化(Dematerialization): 旨在减少提供一项最终服务所需的物质投入总量的宏伟目标。

描述性分析(Descriptive analysis): 描述性(也称为实证性)分析方法侧重于世界是如何运作的,或行为人是如何作为的,而不是侧重于他们应当在某个理想化的世界中如何作为。另见**规范性分析**。

荒漠化(Desertification): 干旱、半干旱和半湿润地区由于多种因素(包括气候变化和人类活动)造成的土地退化。干旱、半干旱和半湿润地区的土地退化是指雨养农田、灌溉农田、或牧场、**森林**和林地的生物或经济生产力和复杂性的减少或消失,这种情况是**土地利用**的结果,或是一个或多个过程(包括人类活动和居住模式)综合作用的结果,诸如:(1)风和/或水对土壤造成的侵蚀;(2)土壤物理、化学、生物或经济特性的恶化;以及(3)天然植被的长期缺失(UNCCD, 1994年)。

经指定的国家机构(DNA)(Designated national authority(DNA)): 一个经指定的国家机构是授权并批准该国**清洁发展机制(CDM)**项目的国家**机构**。在**CDM**的东道国,DNA评估所提出的项目是否有助于该东道国实现其**可持续发展(SD)**目标,对这一评估的认证是**CDM**执行委员会对该项目进行注册的先决条件。

发达国家/发展中国家(Developed/developing countries): 见**工业化国家/发展中国家**。

发展路径(Development pathway): 基于一系列决定人类系统与自然界之间相互作用的技术、经济、社会、体制、文化和生物物理特征的在某一特定尺度上随时间而演变的过程,其中包括所有国家的消费和生产模式。

直接空气捕获(DAC)(Direct Air Capture (DAC)): 通过从周围空气中捕获**二氧化碳(CO₂)**的方式产生纯CO₂流的化学过程。

直接排放(Direct emissions): 见**排放**。

贴现(Discounting): 是一种数学计算方法,可在不同时间(几年)收入或支出的货币(或其它)量具有时间可比性。折扣方使用一个固定的或可能逐年随时间变化的贴现率(>0)使未来的价值低于今天的价值。另见**现值**。

双重红利(Double dividend): 创收手段,如**碳税**或拍卖(可交易的**排放许可额度**),在多大程度上能够(1)促进**减缓**和(2)通过经济收益良性循环减少可能给其它税收造成扭曲的方式,至少部分抵消气候**政策**带来的潜在福利损失。

行为驱动因子/素(Drivers of behaviour): 决定人类决策和行为的因素,包括人的价值观和目标以及行为限制因素(其中包括经济因素、激励措施、信息获取、法规和技术限制、认知能力和情绪处理能力,以及社会规范等)。另见**行为和行为变化**。

排放驱动因子/素(Drivers of emissions): 排放驱动因子指通过各种因素影响排放的过程、机制和特性。这些因素包括不同排放的分解期限。影响因素和驱动因子反过来可影响**政策、措施**和其它驱动因子。

经济效率(Economic efficiency): 经济效率指某一经济体的资源(物资、服务、投入、生产活动)分配。如果不可能进行资源的再分配,从而至少使一部分人的生活水平提高,却没有使其他某部分人的生活水平下降,那么这一分配是有效率的。如果有可能进行这类资源的再分配,那么这一分配则是无效率的。这也是公认的帕累托效率准则。另见**帕累托最优**。

转型经济体(EIT)(Economies in Transition (EITs)): 其经济正在从计划经济体系向市场经济转变的国家。见附录II.2.1。

生态系统(Ecosystem): 由生物、其非生物环境,及其内部和之间的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边界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,而且其范围可从很小一块到整个**生物圈**。在当前时代,大多数生态系统包含作为生物主体的人,或者受到其环境中人类活动效应的影响。

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。这些过程和功能通常分为(1)支撑服务,诸如生产力和**生物多样性的**维持

等, (2) 供给服务, 诸如粮食、纤维或鱼等, (3) 调节服务, 诸如气候调节或碳封存等, 以及(4)文化服务, 诸如旅游或精神生活和美学体验等。

隐含排放(Embodied emissions): 见排放。

隐含能源(Embodied energy): 见能源。

排放权(Emission allowance): 见排放许可额度。

排放因子/强度(Emission factor/intensity): 按活动计量单位计算的排放量。另见碳强度。

排放许可额度(Emission permit): 政府分配给某一法人实体(公司或其它排放实体)可排放某一特定量物质的权利。排放许可额度通常作为排放交易方案的一部分使用。

排放配额(Emission quota): 在最大排放总量框架下, 将允许排放总量中的某个份额分配给一个国家或国家集团。

排放情景(Emission scenario): 根据对驱动力(如人口增长、社会经济发展、技术变革、能源以及土地利用等)及其相互之间的重要关系提出的具有连贯性和内部一致性的一组假设, 对具有潜在辐射作用的物质(如温室气体、气溶胶)未来排放趋势作出的一种合理表述。根据排放情景计算出的各种浓度情景用作气候模式的输入项, 以计算气候预估结果。IPCC(1992)提出的排放情景系列成为了IPCC(1996)气候预估的基础。这些排放情景统称为IS92情景系列。在《IPCC排放情景特别报告》(Nakicenovic和Swart, 2000)中公布的排放情景统称为SRES情景, 其中一些情景曾作为IPCC评估报告(2001)第9-11章以及IPCC评估报告(2007)第10、11章气候预估的基础。为本次IPCC评估工作研发了新的气候变化排放情景, 即四个代表性浓度路径(RCP), 但却是独立研发的情景系列。另见基线/基准、气候情景、减缓情景、共享的社会经济路径、情景、社会经济情景、稳定和转型路径。

排放轨迹(Emission trajectories): 对一种温室气体(GHG)或一组GHG、气溶胶和GHG前体物排放随时间预估的发展趋势。

排放(Emissions):

农业排放(Agricultural emissions): 与农业系统有关的排放—主要是甲烷(CH₄)或氧化亚氮(N₂O)。这些排放包

括家畜肠内发酵、粪便管理、水稻种植、划定的热带稀树草原和其它草原的焚烧以及土壤产生的排放(IPCC, 2006)。

人为排放(Anthropogenic emissions): 人类活动引起的各种温室气体、气溶胶, 以及温室气体或气溶胶的前体物的排放。这些活动包括各类化石燃料的燃烧、毁林、土地利用变化、畜牧业生产、化肥施用、污水管理, 以及工业流程等。

直接排放(Direct emissions): 直接排放是在定义明确的边界内各种活动产生的物理排放, 或例如在某一区域、经济部门、公司或流程内产生的排放。

隐含排放(Embodied emissions): 某一产品或服务的生产和提供、或基础设施的建设产生的排放。依据所选的系统边界, 通常包括上游排放(例如原材料提取产生的排放)。另见生命周期评估(LCA)。

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, 但排放是在规定的边界之外产生的排放。例如如果排放与热量利用有关, 但物理排放却发生在热量用户的边界之外, 或者排放与发电有关, 但物理排放却发生在供电行业的边界之外, 那么这些排放可描述为间接排放。

范围一、范围二和范围三排放(Scope 1, Scope 2, and Scope 3 emissions): 按温室气体核算体系确定的排放责任, 这是由私营部门发起的一项倡议。‘范围一’排放表示产生自报告实体拥有或控制的排放源的直接温室气体(GHG)排放。‘范围二’排放表示与该报告实体购买的发电、产生热或蒸汽有关的间接GHG排放。‘范围三’排放是所有其它间接排放, 即与开采和生产采购的原料、燃料和服务有关的排放, 其中包括报告实体非拥有或控制的车辆运输、外包活动、污水处理等(WBCSD和WRI, 2004年)。

境内排放(Territorial emissions): 在具有某一特定管辖权领土内产生的排放。

减排单位(ERU)(Emissions Reduction Unit (ERU)): 通过实施某个联合履约(JI)(《京都议定书》第6条规定的)项目, 按全球增暖潜势(GWP)计算, 相当于减少了1公吨CO₂当量排放

量或从大气中清除了1公吨二氧化碳(CO₂)。另见经认证的减排单位(CER)和排放交易。

排放标准(Emission standard): 按法律或根据自愿协议也许不会突破的排放水平。许多标准在其规定中采用了排放因子,因而并没有对排放施加绝对限制。

排放交易(Emissions trading): 一种用于限排的市场手段。环境目标或允许排放总量之和用排放最高限额表示。最高限额划分为可交易的排放许可额度,而这些额度可通过以下两种方式中任何一种分配给在交易方案管辖权之内的实体,要么拍卖,要么免费提供(继承)。各实体需要提交等于其排放量的排放许可额度(如若干吨二氧化碳)。任一实体可出售多余的排放许可额度。交易方案可以发生在公司之间、国内和国际层面并适用于二氧化碳(CO₂)、其它温室气体(GHG),或其它物质。排放交易也是《京都议定书》规定的机制之一。另见京都机制。

能量/源(Energy): 单个物体或物系所时刻具有的‘做功’力量。能量/源可分为多种类型。当能量/源从一地流向另一地时,或从一种类型转化为另一种类型时,它就可以为人类所用。

隐含能源(Embodied energy): 隐含能源是用于生产一种材料物质或一件产品(例如经加工的金属或建材)所消耗的能源,包括制造企业消耗的能源、制造企业在生产该材料时消耗的能源,以此类推。

最终能源(Final energy): 见一次能源。

一次能源(Primary energy): 一次能源(英文亦成为energy sources)是指蕴藏在自然资源(例如煤、原油、天然气、铀和可再生能源)中的能源。它还有其它几种定义。国际能源署(IEA)采用物理能含量方法将一次能源定义为未经任何人为转化的能源。本报告使用直接当量法(见附录II.4),将不可燃来源产生的二次能源的一个单位作为一次能源的一个单位来计算,但将燃烧能源作为处理或燃烧之前燃料中蕴藏的能源潜力对待。一次能源通过种种途径可转化为二次能源,如净化(天然气)、提炼(加工原油为成品油)或转化为电力或热力。当二次能源提供到终端用户设施使用时,它被称为最终能源(如壁装插座的电),此时它成为在供能服务(如照明)中的可用能源。

可再生能源(Renewable energy): 来自太阳、地球或生物资源的能源,形式多样。它通过自然过程以等于或大于

其使用速率得到补充。详见生物能、太阳能、水电、海洋能、地热能和风能。

二次能源(Secondary energy): 见一次能源。

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)。

能源载体(Energy carrier): 能源载体是用来提供机械功或转化为热能的一种物质。例如固态、液态或气态的燃料(生物质、煤、石油、天然气、氢等);加压/加热/冷却的流体(空气、水、蒸汽);电流等。

能量密度(Energy density): 储存的能量与储存能量的燃料或电池的容量或质量之比。

能源效率(EE)(Energy efficiency(EE)): 一个系统、转换过程或耗能活动获得的有用能源产出与能源投入之比。在经济学中,该术语表示经济产出与能源投入比。亦见能源强度。

能源强度(Energy intensity): 能源利用与经济或物理产出之比。

能源贫困(Energy povert): 缺乏获得现代能源服务的途径。见能源可及性。

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。

能源服务(Energy services): 是因使用能源所带来的效益。

能源体系(Energy system): 能源体系包括一切与能源生产、转化、提供和使用有关的环节。

环境有效性(Environmental effectiveness): 一项政策在完成其预期环境目标(例如温室气体(GHG)减排目标)方面的环保效果程度。

环境投入产出分析(Environmental input-output analysis): 根据一国的经济投入产出表,用列昂剔夫(Leontief)逆

矩阵模型,分配各种最终消费生产所带来的环境影响的分析方法。另见附录II.6.2。

环境库茨涅兹曲线(Environmental Kuznets Curve): 是一种假说:随着人均收入增长,各种对环境的不利影响先增后减。

证据(Evidence): 表明一种说法或主张真实或有效程度的信息。在本报告中,证据的有力程度反映了主要作者用了多少科学/技术信息来支持其结论。亦见**一致性**、**信度**、**可能性**和**不确定性**。

外部性/外部成本/外部效益(Externality/external cost/external benefit): 当负责一项人类活动的行为人未能充分考虑该项活动对他人可能的生产和消费所产生的影响,并且对此类影响也无须补偿时,外部性就由此产生。如果是负面影响,它们就是外部成本;为正面影响时,则称为外部效益。另见**社会成本**。

上网价格(FIT)(Feed-in tariff (FIT)): 某一电力公司或供电(热)企业必须为非电力公司发电者向电网(或供热系统)输送的分布式或可再生电力(或热力)支付的单位电价(单位热力价格)。上网价格由政府机构监管。

最终能源(Final energy): 见**一次能源**。

火炬燃烧(Flaring): 在油井或钻塔、精炼厂或化工厂,以及垃圾填埋场通过烟囱露天燃烧废气和挥发性液体。

灵活机制(Flexibility Mechanisms): 见**京都机制**。

粮食安全(Food security): 人们可以有保障地获得足量、安全、营养的食物,从而可以正常生长、发育,可以积极、健康地生活的一般状态。⁴

森林(Forest): 以树木为主的植被类型。世界各地采用的定义有多种,反映了千差万别的生物地理物理条件、社会结构和经济水平。根据2005年**联合国气候变化框架公约(UNFCCC)**中的定义,森林是指在最小面积为0.05--1公顷的土地上,超过10-30%的面积被树冠覆盖。树木长成时,其实际最低高度为2-5米。公约缔约方可在该定义范围内自行界定某一森林。目前,该定义既未区分生物群系之间的不同,也未区别自然森林和人工林的不同,因此多方指出应对其进行修正。

关于森林以及相关术语如**造林**、**再造林**和**毁林**的讨论,请见《**IPCC关于土地利用、土地利用变化和林业特别报告**》(IPCC, 2000)。另见《**关于人类活动直接引起森林和其他植被类型退化的温室气体清单排放的定义和方法选择报告**》(IPCC, 2003)。

森林管理(Forest management): 可持续地管理、利用森林土地以实现森林可持续的生态功能(包括**生物多样性**)、经济功能和社会功能的做法体系(UNFCCC, 2002)。

林业和其它土地利用(FOLU)(Forestry and Other Land Use(FOLU)): 见**农业、林业和其它土地利用(AFOLU)**。

化石燃料(Fossil fuels): 由碳氢化石沉积形成的碳基燃料,包括煤、泥炭、石油和天然气。

搭便车者(Free Rider): 从公共事业中获益却没有为其创立或维护出力的人。

燃料电池(Fuel cell): 控制氢气或另一种燃料与氧气发生电化学反应后,燃料电池就能直接、持续地产生电力。此类电池以氢作为燃料,只排放水和热量(无**二氧化碳**),而热量可被利用(另见**热电联产**)。

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。

燃料替换(Fuel switching): 一般来说,燃料替换是指用燃料A代替燃料B。当谈到**减缓**时,这意味着燃料A含碳量低于燃料B,如用天然气代替煤。

大气环流(气候)模式(GCM)(General circulation (climate) model(GCM)): 见**气候模式**。

一般均衡分析(General equilibrium analysis): 一般均衡分析是同时考虑一个导致市场出清的某一经济体中所有市场以及各市场之间的反馈效应。此类分析使用**(可计算的)一般均衡(CGEM)**模型作为运算工具。另见**市场平衡**。

地球工程(Geoengineering): 地球工程是指有意改变**气候系统**以缓解**气候变化**影响的一系列方法和技术。多数(并非全部)方法或旨在减少**气候系统**中吸收的**太阳能**含量(又称**太阳辐射管理**),或旨在尽可能大规模地增加**大气**中的净**碳汇**以改变气候状况(又称**二氧化碳清除**)。地球工程方法的规模和目

⁴ 本术语条目是依据FAO (2000) 和IPCC以往报告中所使用的定义。

的至关重要。地球工程的方法中备受关切的是两大特点：它们在全球或区域范围内使用或影响**气候系统**(如**大气**、陆地或海洋)且/可能会带来预料之外、跨国界的实质性影响。地球工程与人工影响天气和生态工程不同，但三者间并无明显界线(IPCC, 2012,p.2)。

地热能(Geothermal energy): 蕴藏在地球内部的可获取热能。

全球环境基金(GEF)(Global Environment Facility (GEF)): 全球环境基金创建于1991年，其宗旨是帮助**发展中国家**为保护全球环境的项目和计划进行融资。GEF为有关**生物多样性**、**气候变化**、国际水资源、土地退化、**臭氧(O3)**层、和持久性有机污染物的项目提供赠款资金支持。

全球地表平均温度(Global mean surface temperature): 是对全球地面平均气温的估算。由于它随时间变化，因此仅采用气候距平，即采用通常是基于按面积加权的海面温度距平和地面气温距平的全局平均值。

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。

全球增温潜势/能(GWP)(Global Warming Potential (GWP)): 基于**温室气体(GHG)**辐射特征的一个指数，用于衡量相对于**二氧化碳(CO₂)**而言，在所选定时间内进行积分得出的当前大气中某个脉冲排放后给定单位质量**GHG**的**辐射强迫**。GWP代表不同时间长度内这些气体在**大气**中的综合影响及其造成**辐射强迫**的相对效果。《**京都议定书**》正是基于100年内脉冲排放的全球增温潜能。除非特别说明，该报告采用了通常由IPCC第二次评估报告中100年时间尺度的GWP值。(见附录II.9.1: 不同GHG的GWP值)。

治理(Governance): 一个全面和具有包容性的概念，包括决定、管理、执行各项**政策**和**措施**的一整套手段。鉴于政府是严格按民族-国家界定的，而治理这个理念更具包容性，因其承认各级(全球、国际、区域、地方)政府和私营部门、非政府行为入以及民间社会在解决国际社会所面临许多类型问题中的促进作用。

牧场管理(Grazing land management): 管理畜牧生产用地的做法体系，旨在控制用何种植被、多少植被饲养何种牲畜、多少牲畜(UNFCCC, 2002)。

绿色气候基金(GCF)(Green Climate Fund (GCF)): 绿色气候基金于2010年由第16次**缔约方大会(COP)**成立，是**联合国气候变化框架公约(UNFCCC)**筹资机制的运营实体。依照公约第11条，GCF须支持在**发展中国家**缔约方开展的项目、计划、**政策**和其他活动。基金由一个董事会管理，接受**COP**指导。基金的总部设于韩国仁川松岛。

温室效应(Greenhouse effect): 大气中所有红外线吸收成分的红外辐射效应。**温室气体(GHG)**、云和(少量)**气溶胶**吸收地球表面和**大气**中其他地方放射的陆地辐射。这些物质向四处放射红外辐射，但在其他条件相同时，放射到太空的净辐射量一般小于没有吸收物情况下的辐射量，这是因为**对流层**的温度随着高度的升高而降低，辐射也随之减弱。**GHG**浓度越高，温室效应越强，其中的差值有时称作强化温室效应。**人为排放**导致的**GHG**浓度变化可加大瞬时**辐射强迫**。作为对该强迫的响应，地表温度和**对流层**温度会出现上升，就此逐步恢复**大气**顶层的辐射平衡。

温室气体(GHG)(Greenhouse gas (GHG)): 温室气体是指**大气**中由自然或人为产生的，能够吸收和释放地球表面、**大气**本身和云所发射的陆地辐射谱段特定波长辐射的气体成分。该特性可导致**温室效应**。水汽(H₂O)、**二氧化碳(CO₂)**、**氧化亚氮(N₂O)**、**甲烷(CH₄)**和**臭氧(O₃)**是地球**大气**中主要的GHG。此外，**大气**中还有许多完全由人为因素产生的GHG，如《**蒙特利尔协议**》所涉及的卤烃和其它含氯和含溴物。除**CO₂**、**N₂O**和**CH₄**外，《**京都议定书**》还将**六氟化硫(SF₆)**、**氢氟碳化物(HFC)**和**全氟化碳(PFC)**定为GHG。充分混合的GHG清单见《第五次评估报告》第一工作组报告的表2.A.1。

国内生产总值(GDP)(Gross Domestic Product (GDP)): 是按买方价格计算的一个国家或地理区域在某个给定时间段内(通常为一年)其经济中全体常住居民或非常住居民生产者累加的总值之和，其中加上了全部税收，但减去了不包括在产品价值内的任何补贴。计算该值时不扣除生产资产的折旧和自然资源的损耗和退化。

国民支出总额(GNE)(Gross National Expenditure (GNE)): 一国的公共和私人消费及资本支出的总额。一般而言，若**国内生产总值GDP**+进口=GNE+出口，则该国收支平衡。

国民生产总值(Gross National Product): 国民在国内和国外创造的附加值。GNP包括**国内生产总值(GDP)**加上非常驻居民(但为本国公民)的净收入。

世界生产总值(Gross World Product): 各国**国内生产总值(GDP)**之和为世界生产总值。

热岛(Heat island): 城市温度高于郊区的现象, 与径流变化、保温效应和地表**反照率**变化有关。

人类发展指数(HDI)(Human Development Index (HDI)): 是衡量国家社会经济进步的综合指数, 有以下三个指标: (1) 健康水平: 出生时的预期寿命; (2) 教育程度: 用成人识字率和小学、中学、大学综合入学率共同衡量; (3) 生活水平: 人均**国内生产总值(GDP)**(按购买力平价)。每个指标都设定了最小值和最大值, 称为“门柱”。与两个“门柱”比较, HDI可显示各国在两个门柱之前的位置。HDI指数值区域是0-1之间。HDI仅是大致反映人类发展中的某些关键问题而已; 比如它并不反映诸如政治参与或性别不平等之类的问题。

混合动力车辆(Hybrid vehicle): 任何采用两种动力的车辆, 特别是内燃发动机和电动机相结合的车辆。

氢氟碳化物(HFC)(Hydrofluorocarbons(HFCs)): **京都议定书**要求减排的六类**温室气体(GHG)**之一。商业上生产该气体是用来代替**氯氟烃(CFC)**, HFC目前广泛用于冰箱和半导体制造。另见**全球增温潜能(GWP)**和关于GWP值的附录II.9.1。

水电(Hydropower): 利用水体流动产生的电能。

原住民/土著人(Indigenous peoples): 原住民和土著民族是指那些在其领地遭侵略或殖民前就已经在那里繁衍生息、具有历史延续性的社群, 他们认为自己有别于目前在这个领地或领地部分地区上那些占主导地位的群体。现在他们是社会上非主导群体, 但通常决心依照自己的文化模式、社会**制度**和习惯法体系来保存、发展并向后人传承他们祖传的领地和民族身份, 以此作为一个民族存续下去的基础。⁵

间接排放(Indirect emissions): 见**排放**。

间接土地利用(iLUC)(Indirect land use change (iLUC)): 见**土地利用**。

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, 后来到其他国家, 包括美国。蒸汽机的发明是

这次发展的一个重要触发点。工业革命标志着在使用**化石燃料**, 特别是化石**二氧化碳**排放强劲增长的开端。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指1750年之前和之后的时段。

工业化国家/发展中国家(Industrialized countries/developing countries): 可以根据国家的发展水平采用多种方法划定国家类型以及界定诸如工业化、发达、发展中等术语。本报告采用了其中几种分类方法。(1)在联合国体系中没有约定俗成的方法来标明某国某地是发达还是发展中。(2)联合国统计署以惯例区别发达地区和发展中地区。此外, 特定国家被归为**最不发达国家(LDC)**、内陆发展中国家、小岛屿发展中国家和转型经济体。许多国家可归入不止一个类别。(3)世界银行以收入为主要标准, 将各国分为低收入、中低收入、中高收入和高收入国家。(4)联合国发展计划署是通过综合预期寿命、教育程度和收入等指标而得出一个统一的综合指数--**人类发展指数(HDI)**, 并据此将各国人类发展水平分为低、中、高和极高四档。见《第五次评估报告》第二工作组报告的文框1-2。

投入—产出分析(Input-output analysis): 见**环境投入—产出分析**。

制度/体制(Institution): 制度是各种社会参与者公认的, 用于指导、限制、规范人际交往的准则和规范。制度可以是正式的, 如法律和政策, 或者非正式的, 如规范和习俗。各种组织--如议会、管制机构、私企和社区团体--是按照制度框架和自定的激励机制进行发展和采取行动的。制度可以通过直接控制、激励手段和社会化进程来指导、限制、规范人际交往。

制度可行性(Institutional feasibility): 制度可行性有两个关键点: (1)政府部门和受监管实体的行政工作量; (2)**政策**不合法, 可不可接受, 能不能采取, 执行力度多大。

综合评估(Integrated assessment): 一种分析方法, 它在一个具有一致性的框架下把各项结果与自然科学、生物学、经济学和社会科学模型以及它们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的**政策**。另见**综合模式**。

综合模式(Integrated models): 见**模式**。

IPAT恒等式(IPAT identity): IPAT四个字母代表公式中四个量, 该公式用来计算人类活动对环境的影响。I(影响)是P(人口规模)、A(人均财富, 即A=GDP/人)和T(技术水平, T=每单位

⁵ 本术语条目依据Cobo (1987) 和IPCC以往报告中所用的定义。

GDP的影响)的乘积。在这一概念模型中,若A和T为常数,那么人口越多,对环境的影响越大。同样,收入越高,影响也越大(埃尔利希和霍尔德里奇, 1971)。

铁质施肥(Iron fertilization): 在海洋表层故意施加铁质肥料旨在促进浮游生物成长从而让海洋更多地吸收大气中二氧化碳(CO₂)的方法。另见地球工程和二氧化碳清除(CDR)。

杰文斯悖论(Jevon's paradox): 见反弹效应。

联合履约(JI)(Joint Implementation(JI)): 《京都议定书》第6条规定的机制,该机制允许发达(附件B)国家的投资方(政府或企业)共同开展限排、减排或增汇的项目,共享减排单位(ERU)。另见京都机制。

卡亚恒等式(Kaya identity): 该等式中,全球排放等于人口规模乘以人均产出(前两项相乘得世界生产总值)乘以生产能源强度乘以能源碳强度。

京都机制(也称灵活机制)(Kyoto Mechanisms(also referred to as Flexibility Mechanisms)): 是基于市场的机制。《京都议定书》的缔约方能够利用该机制通过减排承诺而限制或减少温室气体(GHG)排放给经济带来的潜在影响。这些机制包括联合履约(JI)(第6条)、清洁发展机制(CDM)(第12条)和排放交易(第17条)。

京都议定书(Kyoto Protocol): 《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)下的《京都议定书》于1997年在日本京都召开的UNFCCC缔约方大会第三次会议上通过。它包含了除UNFCCC各条款之外的具有法律约束力的各项承诺。议定书附件B中所列国家(多为经济合作与发展组织成员国和经济转型国家)同意减少人为温室气体(GHG)(二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、氢氟碳化物(HFC)、全氟化碳(PFC)和六氟化硫(SF₆)的排放量,在2008至2012年的承诺期内排放量至少比1990年水平低5%。《京都议定书》于2005年2月16日生效。

土地利用(变化,直接的和间接的)(Land use (change, direct and indirect)): 针对特定土地覆盖类型所做的所有安排、活动和投入(一整套人类行为)。对土地的管理也是出于社会和经济目的(如放牧、木材开采和保护)。城市土地利用往往是在城市和内陆地区用地,意味着对城市管理、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。

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LUC可能影响地表反照率、水分蒸腾、GHG源与汇,或气候系统的其他性质,因此造成辐射强迫和/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报告》(IPCC, 2000)。

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。另见造林、毁林和再造林。

土地利用、土地利用变化和林业(LULUCF)(Land use, land use change and forestry(LULUCF)): 一类温室气体(GHG)清单部门,涵盖直接由人类引起的土地利用、土地利用变化和林业活动带来的GHG排放和清除,但不包括农业排放。另见农业、林业和其它土地利用(AFOLU)。

土地价值捕获(Land value capture): 通常是围绕运输系统或其他基础设施和服务而建的融资机制,因交通便利性增强而能够捕获土地利用的增加值。

泄漏(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、州、省、国家,还是世界上的区域,各个层面都可能发生泄漏现象。另见反弹效应。

在二氧化碳捕获和储存(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宽泛,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)的泄漏’(例如从制冷和空调系统)。

学习曲线/速率(Learning curve/rate): 随着(总体或年度)供应增加,产品的技术成本-价格不断降低。累计供应量每翻一番,成本-价格就下降一个常量百分比,这个百分比就是学习速率(也叫进步速率)。

最不发达国家(LDC)(Least Developed Countries (LDCs)): 由联合国经济社会理事会(ECOSOC)选定、达到以下三个标准的若干国家为最不发达国家: (1)低收入: 人均国民收入在

750美元到900美元之间；(2)人文资源匮乏：主要指标为健康、教育、成人扫盲率；(3)经济脆弱性：判断的指标包括农业生产的不稳定性、货物和服务出口的不稳定性、非传统活动对经济的重要程度、货物出口集中程度、经济规模过小的弊端。该类国家可享有一系列旨在援助最亟待支援国家的计划，其特别权利包括联合国气候变化框架公约(UNFCCC)条款下的优惠。另见工业化/发展中国家。

平准化节碳成本(LCCC)(Levelized cost of conserved carbon (LCCC)): 见附录II.3.1.3的概念和定义。

平准化节能成本(LCCE)(Levelized cost of conserved energy (LCCE)): 见附录II.3.1.2的概念和定义。

平准化能源成本(LCOE)(Levelized cost of energy (LCOE)): 见附录II.3.1.1的概念和定义。

生命周期评估(LCA)(Lifecycle Assessment(LCA)): ISO 14040规定的一个广泛使用的技术，能“编制某一产品系统在整个生命周期相关投入与产出的存量记录，评估与这些投入、产出有关的潜在环境影响”。LCA研究结果极大地依赖于研究的系统边界。该技术旨在对完成同一产品的两种相似方法作相对性比较。另见附录II.6.3。

可能性(Likelihood): 某个特定结果的发生几率，可采用概率估算。本报告中是用一套标准术语予以表述(Mastrandrea et al., 2010): 对于不确定性事件发生/产生特定结果的概率或概率区间，如果是>99%，则表述为‘几乎确定’；如果是>90%，则为‘很可能’；如果是>66%，则为‘可能’；如果是33%至66%，则为‘或许可能’；如果是<33%，则为‘不可能’；如果是<10%，则为‘很不可能’；如果是<1%，则为‘几乎不可能’。另见一致性、信度、证据和不确定性。

锁定(Lock-in): 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。

边际减排成本(MAC)(Marginal abatement cost (MAC)): 一个单位额外减缓的成本。

市场障碍(Market barriers): 在减缓气候变化的背景下，市场障碍是指所设定的条件限制或阻碍了性价比高的温室气体(GHG)减排技术或做法的普及。

市场机制, 温室气体(GHG)排放(Market-based mechanisms, GHG emissions): 运用价格机制(如税收和拍卖/排放许可)等方法来减少温室气体源或增加汇的监管手段。

市场汇率(MER)(Market exchange rate (MER)): 这是指与外国货币的兑换率。大多数经济体每天公布这类汇率，不同外汇交易市场的汇率差异很小。对于一些发展中的经济体，官方汇率与黑市的汇率可能出现显著差价，因此市场汇率难以固定。另见购买力平价(PPP)和附录II.1.3中报告通篇使用的货币转换流程。

市场失灵(Market failure): 市场价格未能如实反映商品和服务稀缺状况却反映了市场扭曲时，据此做出的私人决定非但不能有效分配资源，反而造成福利损失。市场扭曲情况下的市场出清价与市场竞争有序、合法合同执行有效、私人产权有保障情况下的价格截然不同。有多种因素可导致市场价格背离实际资源缺乏的状况，如环境外部性、公共商品、垄断力、信息不对称、交易成本和非理性行为。另见经济效率。

物质流分析(MFA)(Material flow analysis(MFA)): 在一定时空范围内，对物质流量和存量的系统评估(Brunner&Rechberger, 2004)。另见附录II.6.1。

措施(Measures): 在气候政策中，措施是促进气候变化减缓的技术、流程和做法。例如可再生能源技术、废弃物最少化流程以及公共交通做法等。

京都议定书缔约方会议(CMP)(Meeting of the Parties (CMP)): 自《京都议定书》于2005年2月16日生效之日起，UNFCCC的缔约方大会(COP)也成为《京都议定书》的最高权力机构--缔约方会议(CMP)。只限《京都议定书》的缔约方参与讨论和作出决定。

甲烷(CH₄)(Methane (CH₄)): 《京都议定书》要求减排的六种温室气体(GHG)之一，是天然气的主要成分并与碳氢燃料相关。甲烷排放主要来自畜牧业和农业，因此在这两方面加强管理是减缓甲烷排放的主要手段。另见全球增温潜能(GWP)和关于GWP值的附录II.9.1。

甲烷回收(Methane recovery): 从油井或天然气井、煤层、泥炭沼泽、天然气输送管道、垃圾填埋场或厌氧沼气池等排放的甲烷(CH₄)，捕获后再作为燃料利用或用于其它经济目的(如化学原料)的过程。

千年发展目标(MDG)(Millennium Development Goals (MDGs)): 2000年联合国千年峰会上达成的有时间限制的、可衡量的目标,旨在解决贫困、饥饿、疾病、文盲、歧视妇女以及环境退化等八个目标。为实现这些目标,还制定了一个行动计划。

(气候变化)减缓(Mitigation (of climate change)): 以减少**温室气体(GHG)**的排放**源**或增加温室气体的**汇**为目的的人为干预活动。本报告也评估减少其他物质**源**的人为干预活动,这些活动直接或间接地抑制了**气候变化**,例如减少可直接改变辐射平衡(例如**黑碳**)的**颗粒物(PM)**的排放,或者用于控制一氧化碳、**氮氧化物(NO_x)**、**挥发性有机化合物(VOC)**及其他污染物的**措施**,这类污染物能够改变对**气候**有间接影响的对流层**臭氧(O₃)**浓度。

减缓能力(Mitigation capacity): 一个国家减少人为**温室气体**排放或加强自然汇的能力,这里的能力指一个国家所具备的技能、胜任能力、适合性和熟练程度,并取决于技术、**制度**、财富、公平性、基础设施和信息。减缓能力扎根于一个国家的**可持续发展(SD)**道路。

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**、**气候情景**、**排放情景**、**代表性浓度路径(RCP)**、**情景**、**共享社会经济路径**、**社会经济情景**、**SRES情景**、**稳定**和**转型路径**。

模型/式(Models): 对系统的属性和机制作结构化模仿,进而对系统(如**气候**、某国经济或某种作物)的外观和功能进行模仿。数学模型可将(大量)变量和关系(通常以计算机代码形式)加以集合来模拟系统功能和性能,以观测参数和输入要素的变化。

可计算的一般均衡(CG E)模型(Computable General Equilibrium (CGE) Model): 一类使用实际经济数据(如输入/输出数据)的经济模型,它简化了对经济行为的特征描述,并用数值对整个系统进行求解。CGE模型是用数学术语来具体描述所有的经济关系,预测由经济政策、技术信息、消费者偏好的变化而导致的价格、产出和经济福利等变量的变化(Hertel,1997)。另见**一般均衡模型**。

综合模型(Integrated Model): 综合模型是研究经济部门间或特定系统(如能源系统)各成分间的互动的。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**。

行业/部门模型(Sectoral Model): 在本报告中,部门模型只用来研究建筑、工业、交通、能源供应、**农地和其他土地利用(AFOLU)**等在本报告中讨论过的某个核心部门。

《蒙特利尔议定书》(Montreal Protocol): 1987年在蒙特利尔通过了《关于消耗臭氧物质的蒙特利尔议定书》,而后又作了一系列调整和修订(伦敦,1990;哥本哈根,1992;维也纳,1995;蒙特利尔,1997;北京,1999)。该议定书的目的是对破坏平流层**臭氧(O₃)**的含氯和含溴化学品的消费和生产进行管控,例如**氯氟烃(CFC)**、甲基氯仿、四氯化碳等等。

多标准分析(MCA)(Multi-criteria analysis (MCA)): 将不同的决策参数和值进行结合,但并不对所有参数进行货币赋值。多标准分析能够结合定量和定性信息。也称为多属性分析。

多属性分析(Multi-attribute analysis): 见**多标准分析(MCA)**。

多种气体(Multi-gas): 在实现多种**温室气体(GHG)**减排(**二氧化碳(CO₂)**、**甲烷(CH₄)**、**一氧化二氮(N₂O)**、和氟化气体)或实现**二氧化碳当量浓度稳定**(多气体**稳定**,包括GHG和**气溶胶**)的过程中,除考虑二氧化碳外,同时考虑其它强迫分量。

国家适当减缓行动(NAMA)(Nationally Appropriate Mitigation Action (NAMA)): 国家适当减缓行动是在后2012年气候机制中承认和资助**发展中国家**减排的一种理念,这种理念可以通过在一定国家背景下被认为适当的行动实现。这个理念第一次被引入是在2007年的巴厘行动计划中,而且该理念也被包含在**坎昆协议**中。

氮氧化物(NO_x)(Nitrogen oxides (NO_x)): 几种氮的氧化物中的任何一种。

氧化亚氮(N₂O)(Nitrous oxide (N₂O)): 是**京都议定书**要求减排的六种**温室气体(GHG)**之一。农业(土壤和动物粪便管理)是N₂O的主要人为来源,但污水处理、化石燃料燃烧以及化工生产过程也是重要的因素。土壤和水体中的各类生物源,特别是潮湿的热带森林中的微生物作用,也会自然产生N₂O。另见**全球变暖潜势/能(GWP)**和附录II.9.1中的GWP值。

非附件一缔约方/缔约国(Non-Annex I Parties/countries): 非附件一缔约方主要为**发展中国家**。《公约》承认一些**发展中国家**对气候变化的负面影响尤其敏感,其中包括拥有低洼海岸带的国家和易受荒漠化和干旱影响的国家。还有一些国家对**气候变化**应对措施的潜在经济影响极为敏感,如那些严重依赖**化石燃料**生产和贸易的国家。《公约》着重突出了那些很有可能解决这些脆弱国家的特殊需要和关切的活动,如投资、保险、技术转让等。另见附件一缔约方/缔约国。

规范性分析(Normative analysis): 对各项**政策**的理想程度作出的判断分析。结论依赖于价值判断、事实和理论。另见**描述性分析**。

海洋能(Ocean energy): 通过波浪、潮差、潮流和洋流、热梯度和盐梯度从海洋中获取的能量。

抵消(气候政策)(Offset (in climate policy)): 为了抵消其他地方的排放而减少、避免或封存的**CO₂当量排放**单位。

油砂和油页岩(Oil sands and oil shale): 多孔疏松砂、含沥青材料的砂岩和页岩,可开采并转化为液体燃料。另见**非传统燃料**。

超出路径(Overshoot pathways): 其中相关参数暂时‘超出’长期目标的排放、浓度或温度路径。

臭氧(O₃)(Ozone (O₃)): 含三个氧原子的氧(O₃),臭氧是气态大气成分。在**对流层**中,臭氧既能自然产生,也可以在人类活动所产生气体(烟雾)的光化学反应中生成。对流层**臭氧(O₃)**是一种**温室气体(GHG)**。在**平流层**中,O₃可通过太阳紫外辐射与分子氧(O₂)之间的相互作用而产生。平流层O₃在平流层辐射平衡中发挥主导作用,其浓度在O₃层中是最高的。

辅助客运(Paratransit): 辅助客运指形式灵活的客运,通常存在于人口密度较低的地区,但不限于此类地区,辅助客运没有固定线路或固定运行时刻。辅助客运包括微型巴士

(matatus、marshrutka)、共用式出租车和小巴。辅助客运有时也被称为社区客运。

帕累托最优(PM)(Pareto optimum): 某个(些)人福利的增加必须以其他某个(些)人福利的降低为代价的状态。另见**经济效率**。

颗粒物(PM)(Particulate matter (PM)): **化石燃料**和**生物质燃料**在燃烧过程中释放出的非常细小的固体颗粒。**PM**可包括多种物质。其中,直径小于或等于10纳米的颗粒物对健康的影响最大,这类颗粒物通常被称为PM10。另见**气溶胶**。

被动式设计(Passive design): 此处的‘被动’指的是一种理想的目标,即使用所设计的产品或服务所需的**能源**只来自可再生能源。

路径依赖(Path dependence): 一个时间点的决策、事件或结果约束之后某一时间点的**适应**、**减缓**、其他行动或选择的一类情况。

回收期(Payback period): 多用于投资评估中的财务回收期,指用一个项目的回报偿还初期投资所需的时间。出现回收缺口的情况之一是:私营投资方和微额融资计划对**可再生能源**项目收益率的要求比对化石燃料项目的更高。**能源**回收期是指一个**能源**项目所提供的能源数量达到为使该项目正式运转所使用的**能源**所需的时间。碳回收期是指从**生命周期评估(LCA)**的角度看,一项**可再生能源**项目减少的净**温室气体(GHG)**排放量(相对于参考化石**能源系统**)达到为建成该项目所造成GHG排放量(包括**土地利用变化(LUC)**和陆地碳储量的损失)所需的时间。

全氟化碳(PFC)(Perfluorocarbons (PFCs)): 《**京都议定书**》规定减排的六种**温室气体(GHG)**或GHG组之一。PFC是炼铝和浓缩铀产生的副产品,也被用于在半导体生产中替代**氯氟烃(CFC)**。另见**全球变暖潜势(GWP)**和关于GWP值的附录II.9.1。

光伏电池(PV)(Photovoltaic cells (PV)): 使用**光能**产生电力的电子器件。另见**太阳能**。

政策(气候变化减缓或适应)(Policies (for mitigation of or adaptation to climate change)): 政策是政府为加强**减缓**或**适应**等目的所采取的和(或)所授权的行动。以**减缓**

为目标的**政策**例子有：**可再生能源**供应支持机制、碳税或能源税、汽车燃油效率标准。另见**措施**。

污染者付费原则(PPP)(Polluter pays principle (PPP)): 污染方负责支付补救行为或负责补偿损失。

实证分析(Positive analysis): 见**描述性分析**。

潜力(Potential): 未来发生某事或某人做某事的可能性。本报告中使用了多种不同的衡量方式来量化不同的潜力, 包括:

技术潜力(Technical potential): 技术潜力是指通过增加技术的使用, 或通过使用以前没有采用或实践过的流程和做法来达到某一具体目标的可能程度。除了考虑技术因素外, 技术潜力的量化还可能考虑其它因素, 包括社会、经济和(或)环境因素。

工业化前(Pre-industrial): 见**工业革命**。

审慎原则(Precautionary Principle): **联合国气候变化框架公约(UNFCCC)**第三条中的一款, 规定缔约方应当采取审慎的**措施**来预计、防止**气候变化**的成因或使其最小化, 并减缓气候变化的负面影响。由于考虑到应对**气候变化**的各项**政策**和**措施**应当具有成本效益, 从而以可能的最低成本确保对全球的益处, 所以当存在严重或不可逆的危害威胁时, 缺乏充分的科学确定性不应成为推迟审慎措施的理由。

前体物质(Precursors): 大气中的化合物, 本身并不是**温室气体(GHG)**或**气溶胶**, 但能通过参与调节GHG或**气溶胶**的产生或毁灭速度的物理或化学过程, 从而对温室气体或气溶胶的浓度产生影响。

现值(Present value): 在未来不同的日期拥有的货币量按贴现率计算, 折回到某个现值, 并进行累加, 以计算出一系列未来现金流的现值。另见**贴现**。

一次能源(Primary energy): 见**能源**。

初级生产(Primary production): 工厂完成的所有形式的生产, 这些工厂也称为初级生产者。

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整个社会的外部成本。由于测量所有相关影响较困难, 私人成本和社会成本的定量估计可能会不完整。

基于生产的核算(Production-based accounting): 以生产为基础的核算衡量的是一个实体(如个人、公司、国家或区域)为生产货物和服务向**大气**进行的排放。另见**基于消费的核算**。

公共产品(Public good): 是指非竞争性(一部分人对产品的消费不会影响另一些人对该产品同时进行消费)和非排他性(不可能阻止没有付费的人使用)的产品。

购买力平价(PPP)(Purchasing power parity (PPP)): 用本国一定数量的货币所能购买的一篮子商品和服务表示该货币购买力的方式。对不同国家**国内生产总值(GDP)**等的国际比较可以按照货币购买力而不是按照当前的汇率进行。PPP估值倾向于降低**工业化国家**的人均**GDP**, 并倾向于提高发展中国家的人均GDP。(PPP也是**污染者付费原则**的缩略语)。另见**市场交换率(MER)**和附录II.1.3中通篇应用于本报告的货币转换流程。

辐射管理(Radiation management): 见**太阳辐射管理**。

辐射强迫(Radiative forcing): 辐射强迫是指由于**气候变化**外部驱动因子的变化(如**二氧化碳(CO₂)**浓度或太阳辐射量的变化)而造成的对流层或**大气层**顶净辐照度(向上辐射与向下辐射的差, 单位用Wm⁻²表示)发生的变化。本报告将辐射强迫进一步定义为相对于1750年的变化, 且指全球和年平均值。

反弹效应(Rebound effect): **减缓措施**在一定区域内的实施可造成能源消费或排放(相对于**基线**)降低, 但这会引起该区域内消费、生产和价格的变化, 从而在一定程度上抵消能源消费或排放的降低, 这种现象称为反弹效应。技术性的能效提高是造成反弹效应最典型的原因。另见**泄漏**。

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UNFCCC第11次**缔约方大会(COP)**上, 2007年在巴厘岛召开的UNFCCC第13次**COP**高度承认了这个概念并将其纳入了“巴厘岛行动计划”, 呼吁建立“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变成了一个许多国家支持的行动框架。

基准情景 (Reference scenario): 见 *基线/基准*

再造林(Reforestation): 在以前长期为森林,但已转作它用的土地上种植森林。在*联合国气候变化框架公约(UNFCCC)*和*《京都议定书》*下,再造林指在以前曾为森林,但已转作它用的土地上,通过植树、播种和/或人类推广自然种源等方式,由人类将非林地直接转变为林地。在*《京都议定书》*第一承诺期内,再造林活动仅局限于在1989年12月31日没有森林的土地上进行的再造林。

关于森林和有关的一些术语,如造林、再造林和毁林的讨论见*《IPCC关于土地利用、土地利用变化与林业报告》(IPCC, 2000)*。另见*《IPCC关于人类活动直接引起的森林和其它植被退化造成的温室气体清单的定义和方法选择的报告》(IPCC, 2003)*。

可再生能源(Renewable energy): 见 *能源*

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的时间序列,以及土地利用/土地覆盖状况的情景(Moss等, 2008)。“代表性”一词表示单个RCP只是可能导致特别辐射强迫特征的情景之一。路径一词强调不仅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)。

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:

RCP2.6在该路径中辐射强迫在2100年之前达到约 3Wm^{-2} 的峰值,随后出现下降(相应的ECP假设2100年之后的排放达到恒定水平)。

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*基线/基准*、*气候预测*、*气候预估*、*气候情景*、*共享社会经济路径*、*社会经济情景*、*SRES情景*和*转型路径*。

库(Reservoir): 气候系统而非大气层的一个组成部分,能够储存、积累和释放相关物质,如碳、温室气体(GHG)或前体物质。例如海洋、土壤和森林均可视为碳库。池(pool)与库意义相近(注:但池包括大气层,而库不包括大气层)。在特定时间内,库内包含的某种相关物质的绝对量称为储量。在二氧化碳捕集和储存(CCS)中,库有时指一个地质上的二氧化碳(CO_2)储存地点。另见*封存*。

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,并响应或重组,同时保持其必要功能、定位及结构,并保持其适应、学习和改造等能力的的能力(北极理事会, 2013)。

植被恢复(Revegetation): 人类直接引起的、通过在一些地点种植面积最小为0.05公顷的植被从而增加碳存储,但又不符合此处对造林和再造林定义的活动(UNFCCC, 2002)。

风险(Risk): 对生命、生活、健康、生态系统、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。

风险评估(Risk assessment): 对风险的定量和/或定性科学估算。

风险管理(Risk management): 实施的计划、行动或政策,其目的是降低某项风险的可能性和/或后果。

风险认知(Risk perception): 人们对于风险的特点和严重性的主观判断。

风险权衡(Risk tradeoff): 当旨在降低目标风险的措施(有意或无意)产生具有抵销作用的风险时,风险组合所发生

的变化(Wiener及Graham, 2009)。另见 *不利副作用*和*协同效益*。

风险转移(Risk transfer): 把某些不利事件产生的财务后果的风险正式或非正式地从一方转移到另一方的做法。

情景(Scenario): 是对未来如何发展的一种似乎合理的描述, 是基于对具有连贯性和内部协调性的关键驱动因素(如*技术变革(TC)*速度、价格)及其相互关系的一组假设。需要注意的是, 情景既不是预测也不是预报, 但对于预见有关发展和行动带来的影响是有用的。另见*基线/基准*、*气候情景*、*排放情景*、*减缓情景*、*代表性浓度路径(RCP)*、*共享社会经济路径*、*社会经济情景*、*SRES情景*、*稳定*、和*转型路径*。

范围一、范围二和范围三排放(Scope 1, Scope 2, and Scope 3 emissions): 见*排放*。

二次能源(Secondary energy): 见*一次能源*。

行业/部门模式(Sectoral Models): 见*模型/式*。

敏感性分析(Sensitivity analysis): 与量化分析相关的敏感性分析可用于评估所做的假设发生变化后结果会如何改变。例如: 为某一参数选择不同的值, 然后再次运行某一*模式*, 以评估这些变化对模式结果的影响。

封存(Sequestration): 陆地或海洋上的*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*)。在相关文献中, (碳)封存也指*二氧化碳捕集和储存(CCS)*, 但本报告无此用法。

影子定价法(Shadow pricing): 对于不按照或不完全按照市场或行政规定定价的商品和服务, 按其最高社会边际价值定价的方法。这种方法用于*成本效益分析(CBA)*。

共享社会经济路径(SSP)(Shared socio-economic pathways(SSPs)): 目前共享*社会经济路径*的理念(SSP)正在作为新的排放和*社会经济情景*得到发展。共享社会经济路径是一系列路径中的一条, 描述了在没有气候政策干预的情况下社会经济未来可能的另类发展。基于SSP的社会经济情景和基于*代表性浓度路径(RCP)*的*气候预估*相结合为气候影响

和政策分析提供了一个有用的综合框架。另见*基线/基准*、*气候情景*、*排放情景*、*减缓情景*、*情景*、*SRES情景*、*稳定*、和*转型路径*。

短期气候污染物(SLCP)(Short-lived climate pollutant (SLCP)): 对*气候*有变暖影响, 且在*大气*中的存在期相对较短(几天至几十年)的污染排放物(SLCP)。主要的SLCP有*黑碳(BC)*(“煤烟”)、*甲烷(CH₄)*和一些*氢氟烃(HFC)*, 《*京都议定书*》对其中一些短期气候污染物有规定。这类污染物中的一些, 包括CH₄, 也是形成对流层*臭氧(O₃)*的*前体物质*, 有很强的变暖效应。这些污染物之所以重要至少是因为两个原因。第一, 因为短期气候污染物的存在时间短, 所以对其加以控制能迅速影响*全球变暖*, 长期污染物则不同, 后者在*大气*中形成的速度慢, 对排放变化的响应也慢。第二, 许多此类污染物也有不利的局地影响, 如对人类健康有影响。

汇(Sink): 任何从*大气*中清除*温室气体(GHG)*、*气溶胶*或*GHG*和*气溶胶前体物*的过程、活动或机制。

智能电网(Smart grids): 智能电网能使用信息和通信技术收集电力生产、提供和使用过程中有关供应方和消费者*行为*的数据。通过自动响应或提供价格信号, 这类信息之后可用于提高电网的效率、可靠性、经济性和*可持续性*。

智能表(Smart meter): 能将电力或燃气的消费资料传回供应商的表。

碳的社会成本(SCC)(Social cost of carbon (SCC)): 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。

社会成本(Social costs): 见*私人成本*。

社会经济情景(Socio-economic scenario): 是描述人口、*国内生产总值(GDP)*及其它与理解*气候变化*影响相关社会经济因素的未来可能情况的情景。另见*基线/基准*、*气候情景*、*排放情景*、*减缓情景*、*代表性浓度路径(RCP)*、*情景*、*共享社会经济路径*、*SRES情景*、*稳定*、和*转型路径*。

太阳能(Solar energy): 来自太阳的*能源*。太阳能通常指以热或光的形式捕捉的太阳辐射*能源*, 再通过自然或人为光合作用转化为化学能, 或者通过太阳能板直接转化为电能。

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太阳辐射管理技术的两个例子。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, 2012, 第2页)。另见 **二氧化碳移除(CDR)**和**地球工程学**。

源(Source): 任何向大气中释放**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。源也可用于指能源等。

溢出效应(Spill-over effect): 一国或行业的**减缓措施**对其它国家或行业的影响。溢出效应可以是正面的、也可以是负面的,并且包括对贸易、(碳)**泄漏**、创新转让、环境无害技术的推广和其它问题的影响。

SRES情景(SRES scenarios): 是由Nakicenovic和Swart(2000)研发的**排放情景**,并特别用作IPCC(2001)第9~11章和IPCC(2007)第10、11章中某些**气候预估**的基础。以下术语会有助于更好地理解SRES情景组合的结构及其使用:

情景族(Scenario family): 具有相似的人口、社会、经济、技术变革情节的**情景**组合。四个情景族构成了SRES情景组合: A1, A2, B1和B2。

解释性情景(Illustrative Scenario): 决策者摘要中针对Nakićenović和Swart(2000)6个情景组中的每一组给出解释的**情景**,它包括分别针对A1B, A2, B1和B2情景组的4个修订后的标志情景,以及分别针对A1FI和A1T情景组的2个附加**情景**。所有情景组具有同等可靠性。

标志情景(Marker Scenario): 最初以草案形式公布在SRES网站上,代表某个给定情景族的一种**情景**。标志的选择是依据哪一个初始量能够最佳体现情节以及特定模式的特征。这些标志的可能性不比其他情景高,但被SRES编写组视为对某一特定情节的具体化展示。经修订后的标志被纳入Nakićenović和Swart情景(2000)。这些情景经过了整个编写组的仔细审查,并经过了SRES的公示过程。某些情景也被选择用以具体化展示另外两个情景组。

情节(Storyline): 对某个**情景**(或**情景族**)的叙述性描述,以突出显示主要的**情景**特征,并显示关键驱动因素之间的关系及其动态演变。

另见**基线/基准**、**气候情景**、**排放情景**、**减缓情景**、**代表性浓度路径(RCP)**、**共享社会经济路径**、**社会经济情景**、**稳定**、和**转型路径**。

稳定(温室气体或二氧化碳当量浓度)(Stabilization (of GHG or CO₂-equivalent concentration)): 大气中一种**温室气体(GHG)**(如**二氧化碳**)或一篮子**二氧化碳当量温室气体**(或**温室气体**和**气溶胶**混合物)的浓度在一段时间内保持衡定的状态。

标准(Standards): 规定或确定产品性能的一套规则或规范(如:等级、尺寸、特性、检测方法和使用规则)。产品、技术或性能标准标定了对所涉及产品或技术的基本要求。标准能够减少与产品生产及使用和/或技术应用有关的**温室气体(GHG)**排放。

平流层(Stratosphere): 大气层中**对流层**之上的高度层结区,其高度从10公里(高纬度约为9公里,热带地区平均为16公里)处一直延伸至50公里左右。

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。

辅助性原则(Subsidiarity): 在可能的情况下,政府(或其它类似实体)的决策最好在最基层、最分散,即离市民最近的层次完成并实施的原则。辅助性原则旨在加强问责制度,并降低在离决策实施很远的地方进行决策所造成的危险。辅助性原则不一定会限制政府更高层的行动,而只是为了避免更高层承担不必要的责任。

六氟化硫(SF₆)(Sulphur hexafluoride (SF₆)): 《京都议定书》要求控制的六种**温室气体(GHG)**之一,广泛应用于重工业,以对高压设备进行绝缘或辅助生产电缆冷却系统和半导体设备。另见**全球变暖潜势(GWP)**和关于GWP值的附录II.9.1。

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。

可持续发展(SD)(Sustainable development (SD)): 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)。

技术潜力(Technical Potential): 见**潜力**。

技术变化(TC)(Technological change (TC)): 经济模型将技术变化分为自主技术变化(外生)、内生技术变化和诱发类TC。

自主(外生)技术变化(Autonomous (exogenous) technological change): 自主(外生)技术变化是从模型外部强加的变化(如作为一个参数), 通常以影响时间趋势的因素形式或能源生产率的形式存在, 所以会影响**能源需求**和/或经济增长。

内生技术变化(Endogenous technological change): 内生技术变化是指模型内部的经济活动结果(如作为一个变量), 以将要素生产率或技术选择包括在模型内, 并使其影响**能源需求**和/或经济增长。

诱发类技术变化(Induced technological change): 诱发类技术变化也是内生技术变化, 但增加了**政策和措施**引起的进一步变化, 如**碳税**引起的研发工作。

技术学习(Technological learning): 见**学习曲线/速率**。

技术/知识溢出(Technological/knowledge spillovers): 由有目的的对技术创新或开发所作投资带来的积极**外在性**(Weyant and Olavson, 1999)。

领土排放(Territorial emissions): 见**排放**。

微量气体(Trace gas): **大气**中含量很少的成分, 少于占大气体积99%的氮气和氧气。引起温室效应最重要的微量气体包括**二氧化碳(CO₂)**、**臭氧(O₃)**、**甲烷(CH₄)**、**氧化亚氮(N₂O)**、**全氟碳化物(PFC)**、**氯氟碳化物(CFC)**、**氢氯氟碳化物(HFC)**、**六氟化硫(SF₆)**和水蒸气(H₂O)。

可交易(绿色)证书机制(Tradable (green) certificates scheme): 一种以较高**成本效益**比方式实现理想环境结果(**可再生能源发电**、**能效需求**)的**市场机制**, 该制度允许购买和销售低于或高于规定配额的证书。

可交易(排放)许可证(Tradable (emission) permit): 见**排放许可证**。

可交易配额体系(Tradable quota system): 见**排放交易**。

交易成本(Transaction costs): 开始或完成交易所需的成本, 如寻找合作伙伴、进行谈判、咨询律师或其他专家、监督合同所需的成本, 或时间或资源损失等机会成本(Michaelowa等, 2003)。

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**、**气候情景**、**排放情景**、**减缓情景**、**代表性浓度路径(RCP)**、**情景**、**共享社会经济路径**、**社会经济情景**、**SRES情景**、和**稳定**。

瞬时气候响应(Transient climate response): 见**气候敏感性**。

公交导向式发展(TOD)(Transit oriented development (TOD)): 基于可步行到达公交站理念的城市发展, 通常密度较高, 而且带有可步行环境的特点。

对流层(Troposphere): **大气层**的最低部分, 在中纬度地区为从地面到海拔约10公里高处(高纬度地区平均为海拔9公里, 热带地区平均为16公里), 云和天气现象都发生在对流层中。在对流层内温度随高度的增加而降低。另见**平流层**。

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**预估不确定等。所以不确定性可采用量化度量(如概率密度函数)或定性表述(如体现一组专家的判断)两种方式(参见Moss和Schneider, 2000; Manning等, 2004; Mastrandrea等, 2010)。另见**一致性**、**证据**、**信度**和**可能性**。

非传统能源(Unconventional resources): 一个定义模糊的术语, 用来表示不能使用20世纪用于开采煤、天然气和石

油等能源的主流、成熟的钻探和开采方式开采的**化石燃料**储量。传统能源和非传统能源的界限还没有清晰界定。非传统石油包括**油页岩**、焦油砂/沥青、重质和超重质原油以及深海石油。非传统天然气包括泥盆纪页岩、致密砂岩地层、高压含水层天然气、煤层气、包含结构中的**甲烷(CH₄)**(天然气水合物)(Rogner, 1997)

《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)(United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)): 该公约于1992年5月9日在纽约通过, 并于1992年里约热内卢地球峰会上由超过150个国家和欧洲共同体签署。公约的最终目标是“将大气中的温室气体浓度稳定在一个能使气候系统免受危险的人为干预的水平上”。在“共同但有区别的责任”原则下, 公约包含了针对所有缔约方的承诺。公约中的**附件一**缔约方的共同目标是在2000年前将未受《蒙特利尔议定书》管控的**温室气体(GHG)**排放量恢复到1990年的水平。公约于1994年3月开始生效。1997年UNFCCC通过了《京都议定书》。

城市热岛(Urban heat island): 见**热岛**。

验证减排(Verified Emissions Reductions): 由**联合国气候变化框架公约(UNFCCC)**及其《京都议定书》外的独立第三方验证的减排。也称为‘自愿减排’。

挥发性有机化合物(VOC)(Volatile Organic Compounds (VOCs)): 一类重要的有机化学空气污染物, 在环境大气条件下具有挥发性。表示挥发性有机化合物的其它术语有**碳氢化合物(HC)**、**反应性有机气体(ROG)**和**非甲烷挥发**

性有机化合物(NMVOC)。NMVOC(连同**氮氧化物(NO_x)**和**一氧化碳(CO)**)是形成光化学氧化剂的主要贡献者, 例如**臭氧(O₃)**。

自愿行动(Voluntary action): 非正式计划、自我承诺和声明, 其中参与行动的各方(某个公司或某批公司)制定其各自的目标, 而且通常进行自我监督并报告。

自愿协议(VA)(Voluntary agreement(VA)): 政府与一个或多个私人团体之间达成的协议, 以实现各项环境目标或将环境质量提高到超出遵守规定义务之外的水平。并非所有的自愿协议都是真正自愿的; 一些自愿协议包括与加入或实现承诺相关的奖励和/或惩罚条款。

自愿减排(Voluntary Emission Reductions): 见**验证减排**。

每平方米瓦特(W/m²)(Watts per square meter (W/m²)): 见**辐射强迫**。

风能: 地球表面加热不均产生的气流造成的**动力能**。风轮机是一种能旋转的机器, 能把风的动力能转化为机械轴能, 从而用于发电。风车带有斜片轮叶或风帆, 在大多情况下会将获得的机械能直接用于抽水等目的。风电场、风电项目或风电厂就是一组通过变压器、输电线和(通常)变电站系统与普通电力系统互联起来的风轮机。

缩略语和化学符号

AAU	分配数量单位	CRF	资本回收系数
ADB	亚洲发展银行	CSP	集中太阳能发电
AfDB	非洲发展银行	CTCN	气候技术中心和网络
AFOLU	农业、林业和其他土地利用	DAC	直接空气捕获
AME	亚洲建模项目	DAC	发展援助委员会
AMPERE	气候变化减缓评估和减缓成本估算	DALYs	伤残调整寿命年
	结果可靠性评估	DANN	指定国家机关
AOSIS	小岛屿国家联盟	DCs	发展中国家
APEC	亚洲太平洋地区经济合作组织	DRI	直接还原铁
AR4	IPCC第四次评估报告	DSM	需求侧管理
ASEAN	东南亚国家联盟	EAF	电弧炉
ASIA	亚洲非经合组织国家	EAS	东亚
BAMs	边境调节措施	ECA	非洲经济委员会
BAT	最佳可用技术	ECN	荷兰能源研究中心
BAU	以往做法	ECOWAS	西非国家经济共同体
BC	黑碳	EDGAR	全球大气研究排放数据库
BECCS	生物能源与二氧化碳捕获和储存	EE	能源效率
BEVs	纯电动汽车	EIA	美国能源情报署
BNDES	巴西发展银行	EITs	转型经济体
BOD	生化需氧量	EMF	能源建模论坛
BRT	快速公交	EPA	美国环境保护局
C	碳	EPC	合同能源管理
C40	C40城市气候领袖群	ERU	减排单位
CBA	成本-效益分析	ESCOs	能源服务公司
CBD	生物多样性公约	ETS	排放交易体系
CBD	中央商务区	EU	欧洲联盟
CCA	气候变化协议	EU ETS	欧洲联盟排放交易体系
CCE	守恒能量成本	EVs	电动汽车
CCL	气候变化税	F-gases	氟化气体
CCS	二氧化碳捕获和储存	FAO	联合国粮食及农业组织
CDM	清洁发展机制	FAQ	常见问题
CDR	二氧化碳移除	FAR	IPCC第一次评估报告
CEA	成本-效果分析	FCVs	燃料电池汽车
CERs	认证减排量	FDI	外商直接投资
CFCs	氯氟烃	FE	终端能源
CGE	可计算的一般均衡	FEEM	埃尼恩里科·马泰基金会
CH ₄	甲烷	FF&I	化石燃料和工业
CHP	热电联产	FIT	上网电价
CIFs	气候投资基金	FOLU	林业和其他土地利用
CMIP	耦合模式比对项目	FSF	快速启动资金
CNG	压缩天然气	G20	二十国集团财政部长
CO	一氧化碳	G8	八国集团财政部长
CO ₂	二氧化碳	GATT	关税及贸易总协定
CO ₂ eq	二氧化碳当量	GCAM	全球变化评估模型
COD	化学需氧量	GCF	绿色气候基金
COP	缔约方大会	GCM	大气环流模式
		GDP	国内生产总值
		GEA	全球能源评估

GEF	全球环境基金	LDCF	最不发达国家基金
GHG	温室气体	LDVs	轻型车辆
GNE	国民总支出	LED	发光二极管
GSEP	全球卓越能源绩效伙伴关系	LHV	低发热值
GTM	全球木材模型	LIC	低收入国家
GTP	全球温度变化潜势	LIMITS	低气候影响情景和所需的严格排放控制战略
GWP	全球变暖潜势	LMC	中等偏下收入国家
H ₂	氢	LNG	液化天然气
HDI	人类发展指数	LPG LUC	液化石油气
HDVs	重型车辆	LUC	土地用途改变
HFCs	氢氟烃	LULUCF	土地利用、土地利用变化和林业
HFC-23	三氟甲烷	MAC	边际减排成本
Hg	汞	MAF	中东地区和非洲
HHV	高热值	MAGICC	温室气体导致气候变化的评估模型
HIC	高收入国家	MCA	多标准分析
HVAC	暖气、通风和空调	MDB	多边开发银行
IAEA	国际原子能组织	MDGs	千年发展目标
IAMC	综合评估模型协会	MEF	主要经济体能源与气候论坛
ICAO	国际民用航空组织	MER	市场汇率
ICE	内燃机	MFA	物质流分析
ICLEI	国际地方环境倡议理事会	MNA	中东和北非
ICT	信息和通信技术	MRIO	多区域投入-产出分析
IDB	美洲开发银行	MRV	测量、报告和验证
IDP	综合设计过程	MSW	城市固体废物
IEA	国际能源署	N	氮
IET	国际排放权贸易	N ₂ O	一氧化二氮
IGCC	整体煤气化联合循环	NAM	北美洲
IIASA	国际应用系统分析研究所	NAMA	国家适当的减排行动
iLUC	间接土地利用变化	NAPA	国家适应行动计划
IMF	国际货币基金组织	NAS	美国国家科学院
IMO	国际海事组织	NF ₃	三氟化氮
INT TRA	国际运输	NGCC	天然气联合循环
IO	国际组织	NGO	非政府组织
IP	知识产权	NH ₃	氨
IPAT	收入-人口-富裕-技术	NO _x	氮氧化物
IPCC	政府间气候变化专门委员会	NPV	净现值
IRENA	国际可再生能源机构	NRC	美国国家研究委员会
IRR	内部收益率	NREL	美国国家可再生能源实验室
ISO	国际标准化组织	NZEB	净零能耗建筑
JI	联合履行	O ₃	臭氧
JICA	日本国际协力机构	O&M	运营与维护
KfW	德国复兴信贷银行	OC	有机碳
LAM	拉丁美洲	ODA	官方发展援助
LCA	生命周期评估	ODS	消耗臭氧层物质
LCCC	节碳的平准化成本	OECD	经济合作与发展组织
LCD	液晶显示	OPEC	石油输出国组织
LCCE	节约能源的平准化成本	PACE	物业评估清洁能源
LCOE	能源的平准化成本	PAS	东南亚和太平洋
LDCs	最不发达国家		

PBL	荷兰环境评估局	SRCSS	IPCC二氧化碳捕获与储存特别报告
PC	粉煤	SSA	撒哈拉以南非洲地区
PDF	概率密度函数	SUVs	运动型多用途车
PEVs	充电式电动车	SWF	社会福利函数
PFC	全氟化碳	TAR	IPCC第三次评估报告
PHEVs	充电式混合动力车	TC	技术进步
PIK	波茨坦气候影响研究所	TCR	瞬态气候响应
PM	颗粒物	Th	钍
PNNL	太平洋西北国家实验室	TNAs	技术需求评估
POEDC	1990年时太平洋经合组织成员(日本、澳大利亚、新西兰)	TOD	以公共交通为导向
PPP	污染者承担原则	TPES	一次能源供应总量
PPP	购买力平价	TRIPs	贸易相关知识产权
PV	光电池的	TT	技术转让
R&D	研究与开发	U	铀
RCPs	代表性浓度路径	UHI	城市热岛
RD&D	研究、开发与示范	UMC	中等偏上收入国家
RE	可再生能源	UN	联合国
RECIPE	欧洲能源和气候政策报告	UN DESA	联合国经济和社会事务部
REDD	减少森林砍伐和森林退化的排放量	UNCCD	联合国防治荒漠化公约
REEEP	可再生能源与能源效率伙伴关系	UNCSD	联合国可持续发展大会
RES	可再生能源	UNDP	联合国开发计划署
RGGI	区域温室气体行动计划	UNEP	联合国环境规划署
RoSE	未来可持续能源路线图	UNESCO	联合国教育、科学与文化组织
ROW	世界其他地区	UNFCCC	联合国气候变化框架公约
RPS	可再生能源组合标准	USD	美元
SAR	IPCC第二次评估报告	VAs	自愿协议
SAS	南亚	VOCs	挥发性有机化合物
SCC	碳的社会成本	VKT	车辆行驶公里数
SCCF	气候变化特别基金	WACC	资本加权成本
SCP	可持续消费与生产	WBCSD	世界可持续发展工商理事会
SD	可持续发展	WCED	世界环境与发展委员会
SF ₆	六氟化硫	WCI	西部气候倡议
SLCP	短寿命气候污染物	WEU	西欧
SMEs	中小企业	WGI	IPCC第一工作组
SO ₂	二氧化硫	WGII	IPCC第二工作组
SPM	决策者摘要	WGIII	IPCC第三工作组
SRES	IPCC排放情景特别报告	WHO	世界卫生组织
SREX	IPCC管理极端气候事件和灾害风险 促进气候变化适应特别报告	WTP	支付意愿
SRM	太阳辐射管理	WWTP	污水处理厂
SRREN	IPCC可再生能源和气候变化减缓特别报告	WTO	世界贸易组织

参考文献

- United Nations Secretary General's Advisory Group on Energy and Climate (AGECC) (2010).** *Energy for a Sustainable Future*. New York, NY, USA.
- Arctic Council (2013).** Glossary of terms. In: *Arctic Resilience Interim Report 2013*. Stockholm Environment Institute and Stockholm Resilience Centre, Stockholm, Sweden.
- Brunner, P.H. and H. Rechberger (2004).** Practical handbook of material flow analysis. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 9(5), 337–338.
- Cobo, J.R.M. (1987).** *Study of the problem of discrimination against indigenous populations*. Sub-commission on Prevention of Discrimination and Protection of Minorities. New York: United Nations, 1987.
- Ehrlich, P.R. and J.P. Holdren (1971).** Impact of population growth. *Science*, 171(3977), 1212–1217.
- Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO) (2000).** *State of food insecurity in the world 2000*. Rome, Italy.
- Hertel, T.T.W. (1997).** *Global trade analysis: modeling and applications*. T.W. Hertel (Ed.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Heywood, V.H. (ed.) (1995).** *The Global Biodiversity Assessment*. United Nations Environment Programme. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- 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 Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg, and K. Maskell (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 572 pp.
- IPCC (2000).** *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 (2001).** *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881 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. Hiraiishi, 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 (2006).** *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme [Eggleston H.S., L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara and K. Tanabe K. (eds.)]. The Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Japan.
- 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 (2012).** *Meeting Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Expert Meeting on Geoengineering* [O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, C. Field, V. Barros, T.F. Stocker, Q. Dahe, J. Minx, K. Mach, G.-K. Plattner, S. Schlo mer, G. Hansen, and M. Mastrandrea (eds.)]. IPCC Working Group III Technical Support Unit, Potsdam Institute for Climate Impact Research, Potsdam, Germany, 99 pp.
- 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.
- Mastrandrea, M.D., C.B. Field, T.F. Stocker, O. Edenhofer, K.L. Ebi, D.J. Frame, H. Held, E. Kriegler, K.J. Mach, P.R. Matschoss, G.-K. Plattner, G.W. Yohe, and F.W. Zwiers (2010).** Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Published online at: <http://www.ipcc-wg2.gov/meetings/CGCs/index.html#UR>
- Michaelowa, A., M. Stronzik., F. Eckermann, and A. Hunt (2003).** Transaction costs of the Kyoto Mechanisms. *Climate policy*, 3(3), 261–278.
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA) (2005).** *Ecosystems and Human Well-being: Current States and Trends*. World Resources Institute, Washington, D.C. [Appendix D, p. 893].
- 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*. Intergovernmental Panel on Climate Change, 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.
- Nakićenović, N. and R. Swart (eds.) (2000).** Special Report on Emissions Scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 599 pp.
- Rogner, H.H. (1997).** An assessment of world hydrocarbon resources. *Annual review of energy and the environment*, 22(1), 217–262.

- UNFCCC (2000)**. Report on the Conference of the Parties on its Seventh Session, held at Marrakesh from 29 October to 10 November 2001. Addendum. Part Two: Action Taken by the Conference of the Parties. (FCCC/CP/2001/13/Add.1).
- United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) (1994)**. *Article 1: Use of terms*. United Nations Convention to Combat Desertification. 17 June 1994: Paris, France.
- Weyant, J.P. and T. Olavson (1999)**. Issues in modeling induced technological change in energy, environmental, and climate policy. *Environmental Modeling & Assessment*, 4(2–3), 67–85.
- World Business Council on Sustainable Development (WBCSD) and World Resources Institute (WRI). (2004)**. *The Greenhouse Gas Protocol - A Corporate Accounting and Reporting Standard*. Geneva and Washington, DC.
- Wiedmann, T. and J. Minx (2007)**. A definition of carbon footprint. *Ecological economics research trends*, 1, 1–11.
- Wiener, J.B. and J.D. Graham (2009)**. *Risk vs. risk: Tradeoffs in protecting health and the environment*. Harvard University Press, Cambridge, MA, USA.
- World Commission on Environment and Development (WCED) (1987)**. *Our Common Future*. Oxford University Press, Oxford, United Kingdom

