

气候变化2007

减缓气候变化



政府间气候变化专门委员会
第四次评估报告第三工作组的报告



前言

“气候变化2007—减缓”是政府间气候变化专门委员会(IPCC)第四次评估报告的第三卷，该卷深入分析了不同减缓和避免气候变化方法的成本和效益。

在“气候变化2007”评估报告的前两卷中，IPCC分析了气候变化的自然科学基础以及自然系统和人类系统的预期后果。该报告的第三卷分析了能够用于限制和/或避免温室气体排放的成本、政策和技术，以及将这些气体从大气中清除的一系列活动。第三卷指出需要采取一系列降低气候变化风险的适应和减缓行动。本卷还拓宽了评估的范围，将可持续发展与减缓气候变化的关系纳入其中。

每隔五年或六年的时间，IPCC提交一次关于气候变化的综合科学报告，对现有的科学、技术和社会经济文献作出评估。评估报告经过了多个阶段的严格评审，所有相关知识领域专家广泛参与其中，体现了地域平衡性并考虑了数以千计的意见，最终形成了一个透明而公正的结果。

作为世界气象组织和联合国环境规划署共同建立的一个政府间组织，IPCC有责任为决策者提供客观的科学技术发现，这些发现具有政策相关性但却无政策倾向性。这在减缓报告中尤为明显，本报告呈现了在国际协议的框架下可供各国政府考虑并在其国内政策和措施中可采用的工具。

数百位作者为本报告的编写工作做出了贡献。他们来自不同的背景，并掌握从排放模拟到经济学、从政策到技术的广泛专业知识。他们为本报告的编写工作倾注了大量的宝贵时间。我们谨向所有作者表示感谢，尤其感谢168位全身心投入报告编写过程的协调作者和主要作者。

编写IPCC评估报告是一个复杂并且不断充实的过程。我们谨向技术支持小组表示感谢，感谢他们

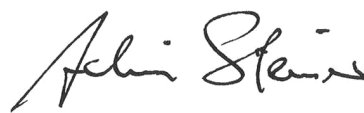
做出的大量组织工作。我们还谨感谢IPCC秘书处，感谢他们为高效率完成本次评估报告所做出的努力。

我们对以有关国家的政府表示感谢，荷兰政府主办了技术支持小组；泰国政府承办了批准本报告的全会；中国、德国、新西兰以及秘鲁政府承办过主要作者会议；同时感谢其它所有为所有为IPCC的工作提供财政和后勤支持的国家。

我们谨在此由衷地感谢IPCC主席Rajendra K.Pachauri博士，感谢他坚定而审慎的指导，我们还衷心地感谢第三工作组的两位联合主席Ogunlade Davidson博士和Bert Metz博士，感谢他们成功地带领工作组朝着积极、高效并且具有建设性的方向迈进。



米·雅罗
世界气象组织秘书长



阿·施泰纳
联合国环境规划署执行主任

IPCC第四次评估报告第三工作组的报告“减缓气候变化”主要回答五个与全世界决策者有关的问题：

- 我们能为减少或避免气候变化做些什么？
- 这些行动的成本有多高以及它们与不采取行动的成本有何关系？
- 还用多长时间才能完成为实现大气温室气体浓度稳定所需的大幅度减排？
- 采取什么政策行动才能克服实施中的各种障碍？
- 如何能够使气候减缓政策与可持续发展政策协调一致？

对造成排放的社会各行业的减缓方案的描述是本报告的核心。共分为七章，分别从能源供应、交通运输、建筑、工业、农业、林业和废物管理方面涉及了各种减缓方案，还有一章涉及跨行业问题。作者为读者提供了一个关于各行业特点的最新概况、可采取的减缓措施、成本和具体障碍以及政策实施问题。此外，按行业并从全球角度给出了减缓潜力和成本的估值。本报告把自下而上的技术研究信息与自上而下的模结果相结合。从逐步实现全球平均温度稳定的长远角度看待短期减缓措施。这提供了与政策相关的信息，并指出了各项稳定目标与必要的减缓时间及减缓量之间关系。在国家和国际层面采取减排行动的政策和措施在第13章中作了阐述，这是对有关行业章节的补充。减缓气候变化、适应和可持续发展之间的联系在本报告的相关章节中作了深入的论述，其中一章概括了可持续发展与减缓气候变化之间联系。

过程

在两次确定范围的会议之后，2003年IPCC第二十一次全会批准了报告纲要，于是评估报告的编写过程正式启动。此后不久，根据各国政府和国际组织的提名，第三工作组建立了一个由168位主要作者（其中55位来自发展中国家，5位来自经济转型国家以及108位来自OECD国家）和85位贡献作者组成的写作班子。百分之三十六的主要作者来自发展中国家和经济转型国家。沿用了IPCC的评审程序，根据该程序，作者编写的草稿须经过两次评审。来自政府和国际组织的共485位评审专家处理了数千条意见。

每一章由两位编审负责编写成新草案，他们确保所有实质性意见得到适当的考虑。

2007年4月30日至5月4日，在泰国曼谷举行的IPCC第三工作组第九次会议上逐行批准了决策者摘要，并接受了主报告和技术摘要。

鸣谢

编写本报告是一项巨大的工程，世界各地的许多人为此做出了各种贡献。若没有各国政府和各参与机构的慷慨支持，本报告则无法完成，而正是由于他们的支持才使作者、评审人员和编审能够参与这一编写过程。我们对此表示感谢。

我们特别感谢德国、秘鲁、中国和新西兰政府，他们与当地机构合作分别在莱比锡（2004年10月）、利马（2005年6月）、北京（2006年2月）以及克赖斯特彻奇（2006年10月）承办了至关重要的主要作者会议。

各国家和机构为专家会议和为利益攸关方的协商提供了支持，这为本报告的深度和广度做出了贡献，即：

- 在拉尼翁举办的“适应、减缓和可持续发展”会议（由法国政府资助）
- 在华盛顿特区举办的“排放情景”会议（由美国政府资助）
- 分别在东京（由日本政府资助）和南非开普敦（由ESKOM公司联合赞助）的工业界代表建议会，以及
- 在巴黎举办的环境领域的非政府组织、政府间组织、研究机构和国际能源机构会员及其技术网络的建议会（与IEA合作）

在整个过程中，第三工作组主席团为此提供了富有建设性的支持和不断的鼓励，该主席团由Ramón Pichs. Madruga（古巴）、R.T.M.Sutamihardja（印度尼西亚）、Hans.Larsen（丹麦，截止到2005年5月）、Olav.Hohmeyer（德国，从2005年7月开始）、Eduardo Calvo（秘鲁）、ZiadH.Abu-Ghararah（沙特阿拉伯，截止到2005年9月）、Taha M. Zatari（沙特阿拉伯，2005年9月之后）和Ismail A.R. Elgizouli（苏丹）组成。

然而，本报告的成功完全在于写作班子的专业知识和工作热情，我们谨向他们表示感谢。我们还谨向专家评审人员的付出表示谢意。若没有他们的意见，本报告不可能达到现在的质量水平。我们的编审在支持写作班子处理各类意见过程中也发挥了同样至关重要的作用。

评估过程得到了技术支持小组的支持，该组的经费由荷兰政府提供。下列人员提供了支持、咨询和协调：Leo Meyer, Peter Bosch, Rutu Dave, Monique Hoogwijk, Thelma van den Brink, Anita Meier, Sander Brinkman, Heleen de Coninck, Bertjan Heij, David de Jager, John Kessels, Eveline Trines, Manuela Loos (编辑支持), Martin Middelburg (排版), Rob Puijk (网站管理员), Ruth de Wijs (编辑协调) 以及许多来自荷兰MNP和ECN秘书处的人员。

最后，我们谨向日内瓦IPCC秘书处的Renate Christ (IPCC秘书)、刘健、Carola Saibante, Rudie Bourgeois, Annie Courtin表示感谢，感谢他们在整个编写过程提供了持之以恒的支持。

Bert Metz

Ogunlade Davidson

政府间气候变化专门委员会

第三工作组联合主席

决策者摘要

2007年4月30日- 5月4日在泰国曼谷召开的IPCC第三工作组第九次会议正式批准了本摘要。

撰稿作者：

Terry Barker, Igor Bashmakov, Lenny Bernstein, Jean Bogner, Peter Bosch, Rutu Dave, Ogunlade Davidson ,
Brian Fisher, Michael Grubb, Sujata Gupta, Kirsten Halsnaes, Bertjan Heij, Suzana Kahn Ribeiro, Shigeki Kobayashi, Mark
Levine, Daniel Martino, Omar Masera Cerutti, Bert Metz, Leo Meyer, Gert-Jan Nabuurs, Adil Najam,
Nebojsa Nakicenovic, Hans Holger Rogner, Joyashree Roy, Jayant Sathaye, Robert Schock, Priyaradshi Shukla,
Ralph Sims, Pete Smith, Rob Swart, Dennis Tirpak, Diana Urge-Vorsatz, Zhou Dadi

应按照以下方式引用本摘要：

IPCC, 2007: 决策者摘要。气候变化2007: 减缓。政府间气候变化专门委员会第四次评估报告第三工作组的报告
[B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (编辑)]。英国, 剑桥, 剑桥大学出版社和美国, 纽约。

目录

A. 引言3

B. 温室气体(GHG)的排放趋势3

C. 短期和中期减缓(至2030年)9

D. 长期减缓(2030年后)15

E. 政策、措施和行政干预手段19

F. 可持续发展和减缓气候变化21

G. 知识上的空白22

H. 尾框1: 关于不确定性的表述23

A. 引言

1. IPCC第四次评估报告(AR4)第三工作组的报告重点考虑自IPCC第三次评估报告(TAR)以来出版的关于减缓气候变化的科学、技术、环境、经济和社会方面的新的文献,以及《关于CO₂捕获和封存的特别报告》(SRCCS)和《保护臭氧层和全球气候系统的特别报告》(SROC)。

在引言之后,本报告分为六个章节:

- 温室气体(GHG)的排放趋势
- 不同经济行业的短期和中期减缓(至2030年)
- 长期减缓(2030年以后)
- 政策、措施和行政干预手段
- 可持续发展和减缓气候变化
- 知识上的空白。

与各章节相对应的参考文献均在每一段结尾处的方括号中作出标示。关于本决策者摘要中使用的术语、缩略语和化学符号的解释,可参阅主报告的术语表。

B. 温室气体的排放趋势

2. 自工业化时代以来,全球温室气体(GHG)排放已增加,其中1970至2004年期间增加70%(一致性高,证据量充分)¹
 - 自工业化时代以来,由于人类活动造成的GHG排放增加已导致大气GHG浓度显著增加[1.3; 第一工作组的决策者摘要]。
 - 在1970年至2004年间,按全球变暖潜势(GWP)加权平均的CO₂、CH₄、N₂O、HFC、PFC和SF₆的排放量已增加了70%(在1990年

和2004年间增加了24%),二氧化碳当量(十亿吨CO₂当量)²(图SPM.1)。上述各类气体的排放以不同的速率增加。在1970年至2004年间,CO₂的排放增加了大约80%(在1990年-2004年间增加了28%),在2004年,CO₂的排放占人为GHG总排放的77%。

- 在1970至2004年间,全球GHG排放的最大增长来自能源行业(增长了145%)。在此期间,源自交通运输的直接排放³增长了120%,工业的直接排放增长了65%,土地利用、土地利用变化和林业(LULUCF)⁴的直接排放增长了40%⁵。在1970至1990年间,源自农业的直接排放增长了27%,源自建筑物的直接排放增长了26%,后者大致保持在1990年的增长水平上。然而,建筑行业具有高用电量,因此建筑行业的直接和间接总排放(75%)比直接排放大得多[1.3, 6.1, 11.3, 图1.1和1.3]。
- 在1990至2004年期间,全球能源强度增加给全球排放造成的影响(-33%)一直小于全球收入增长(77%)和全球人口增长(69%)的综合影响;二者均为造成与能源相关的CO₂排放增加的驱动因子(图SPM. 3a)[1.3]。在2000年之后,能源供应的碳强度呈长期下降趋势出现了逆转。国家间的人均收入、人均排放和能源强度的差异依然显著(图SPM. 3)。2004年,占世界人口20%的UNFCCC附件一国家按等价购买力方法(GDPppp)⁶计算其产值占世界国内总产值的57%,并占全球GHG总排放的46%(图SPM.3)[1.3]。
- 《蒙特利尔议定书》⁷控制的臭氧损耗物质(ODS)作为GHG气体自20世纪90年代以来已经显著减少。截止到2004年,这类气体的排放大约占1990年水平的20% [1.3]。
- 一系列政策,包括有关气候变化、能源安全⁸和可持续发展的政策已经在某些行业 and

1. 每个标题下的陈述附有一个关于“一致性/证据量”的评语,其依据来自紧接其后列出的若干分段。这并非一定意味着“一致性/证据量”程度适用于每个分段。尾框1对这种不确定性的表述作了解释。

2. 二氧化碳当量(CO₂-当量)的定义是相当于一种或多种混合均匀的温室气体释放后引起相同辐射强迫的CO₂的排放量,均乘以各自的GWP,以考虑它们在大气中存留的不同时间[WGI AR4的术语表]。

3. 每一章节中提到的直接排放不包括电力行业为建筑物、工业和农业用电所产生的排放或为交通行业提供燃油而在炼油过程中产生的排放。

4. 在本报告中,“土地利用、土地利用变化和林业”这一术语用于描述由于毁林、生物质及燃烧、在伐木和毁林过程中由于生物质腐烂、泥炭和泥炭燃烧所造成的CO₂、CH₄、N₂O累计排放[1.3.1]。它所指的排放比毁林排放的含义更广,这类排放作为一个子资料集予以采用。本摘要报告的排放不包括碳吸收(碳清除)。

5. 与其它行业相比,由于存在大的资料的不确定性,这一LULUCF总排放趋势的可确定性显著偏低,而毁林造成的排放作为一个子资料集。2000-2005年期间全球性毁林速率略低于1990-2000年期间的毁林速率[9.2.1]。

6. 在本报告中,GDPppp计算标准仅用于举例。关于等价购买力(PPP)和市场兑换率(MER)和GDPppp的解释,详见脚注12。

7. 哈龙、氯氟碳化物(CFC)、氢氯氟碳化物(HCFC)、甲基氯仿(CH₃CCl₃)、四氯化碳(CCL₄)和甲基溴(CH₃Br)。

8. 能源安全指能源供应安全。

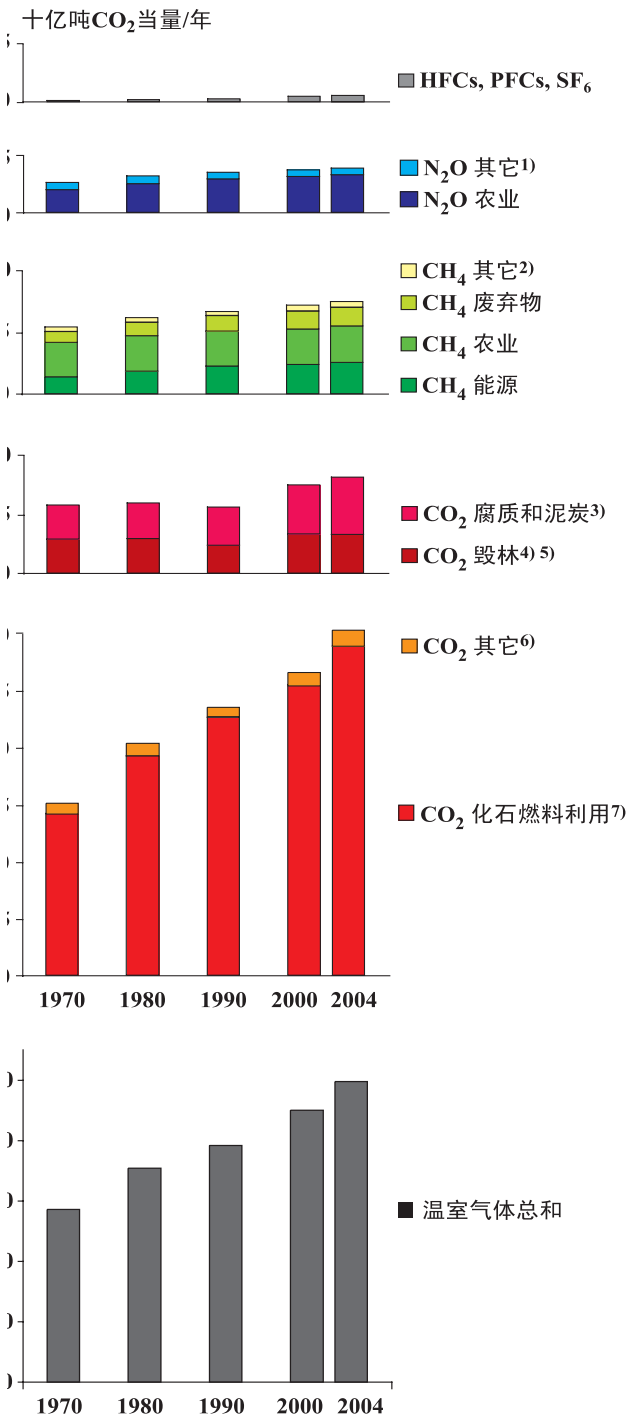


图 SPM 1: 1970-2004年期间按全球变暖潜势（GWP）加权平均的全球温室气体排放量。用1996年IPCC第二次评估报告（SAR）的100年GWP将温室气体排放转换为CO₂当量。（参阅UNFCCC报告指南）。包括来自所有源的CO₂、CH₄、N₂O、HFCs、PFCs和SF₆。

显示两类CO₂排放，分别表示能源生产和利用产生的CO₂排放（倒数第二）和土地利用变化产生的CO₂排放（倒数第三）[图1.1a]。

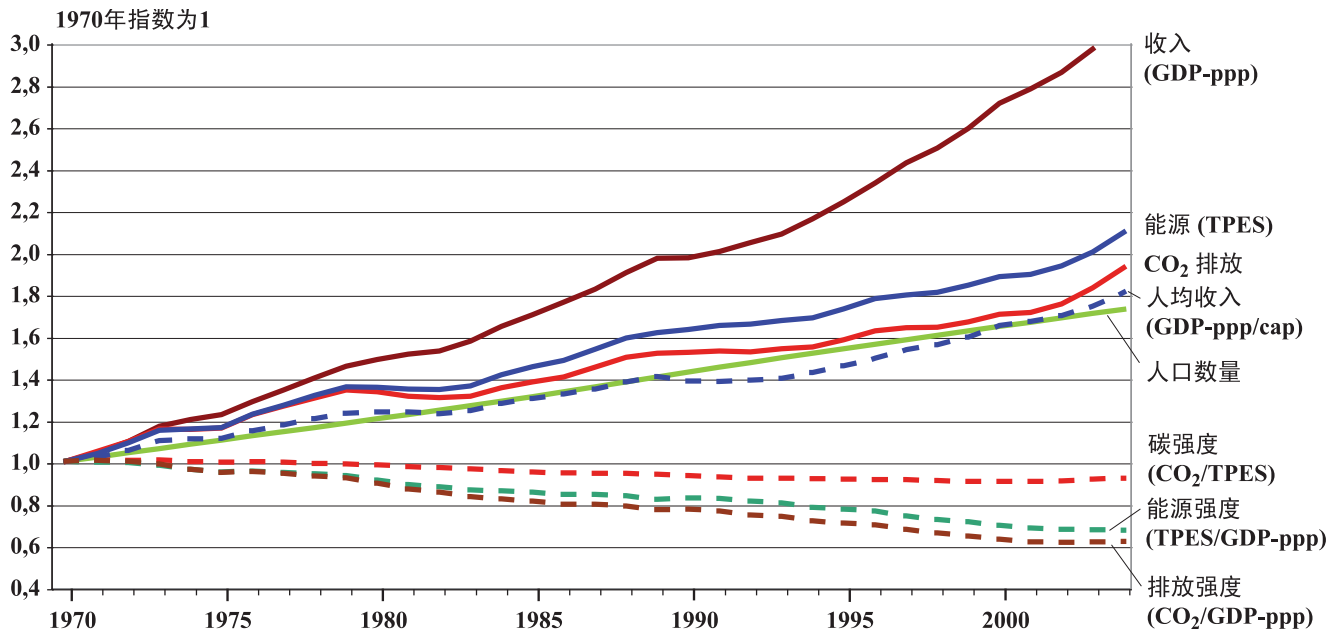
- 注释:
1. 其它N₂O包括工业流程、毁林/草原大火、污水和废弃物焚烧
 2. 其它指工业过程和草原燃烧产生的CH₄。
 3. 生物能源生产和利用中排放的CO₂。
 4. 伐木和毁林后残留的地表生物质的腐烂（分解）过程产生的CO₂排放以及泥炭燃烧和干泥炭土壤腐化过程产生的CO₂。
 5. 以及占总量10%的传统生物质燃烧（假定90%源自可持续性生物质生产过程）。用10%的燃烧后的生物质碳作为木炭进行订正。
 6. 根据全球林木火灾排放数据库的卫星资料求出的1997-2002年期间大范围森林和灌木生物质燃烧的平均数据。
 7. 水泥生产和油气田天然气火炬。
 8. 化石燃料使用包括燃料储存过程产生的排放。

许多国家有效地减少了GHG的排放。但是，减排幅度仍不足以抵消全球排放的增长[1.3, 12.2]。

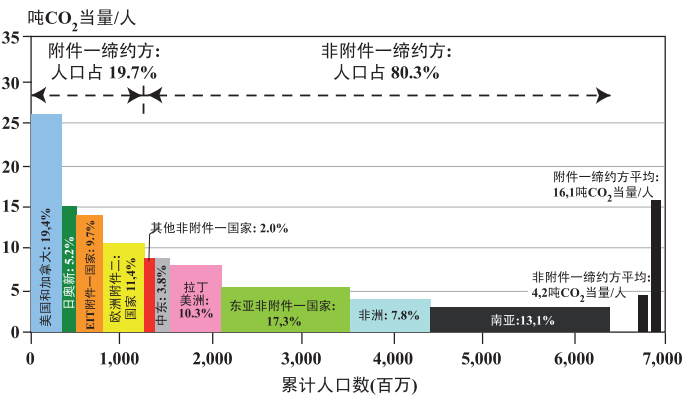
3. 沿续现行的气候减缓政策和相关的可持续发展做法，未来几十年全球温室气体排放将继续增加。（一致性高，证据量充分）

- 根据SRES(非减缓)情景，预估在2000-2030年期间全球基线GHG排放量将增加，增幅区间为97亿吨CO₂当量至367亿吨CO₂当量(25-90%)⁹(框SPM.1和图SPM.4)。在上述各情景中，预估到2030年甚至更长时间，化石燃料仍在全球混合能源结构中占主导地位。因此，预估在2000至2030年间能源利用过程中的CO₂排放量将在这一期间增加40-110%。预估在能源CO₂排放增量的三分之二至四分之三将来自非附件一区域，预估到2030年这些区域的人均能源CO₂排放(2.8-5.1 吨CO₂/人均)在可持续性方面仍处在低于附件一区域

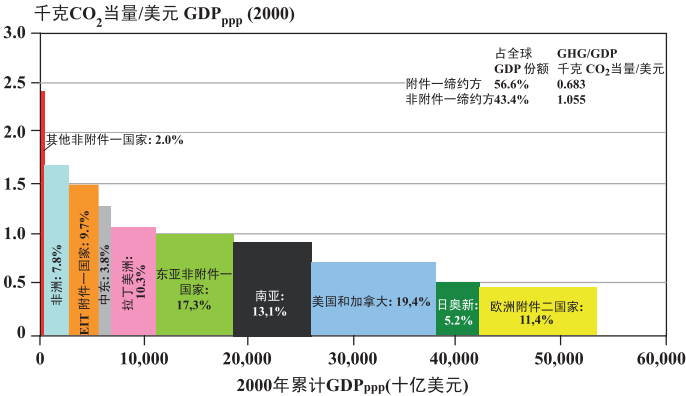
9 在本报告中假设的SRES 2000 GHG排放为398亿吨CO₂当量，即：低于2000年EDGAR数据库报告的排放量（450亿吨CO₂当量）。这主要是由于各LULUCF排放之间存在差异。



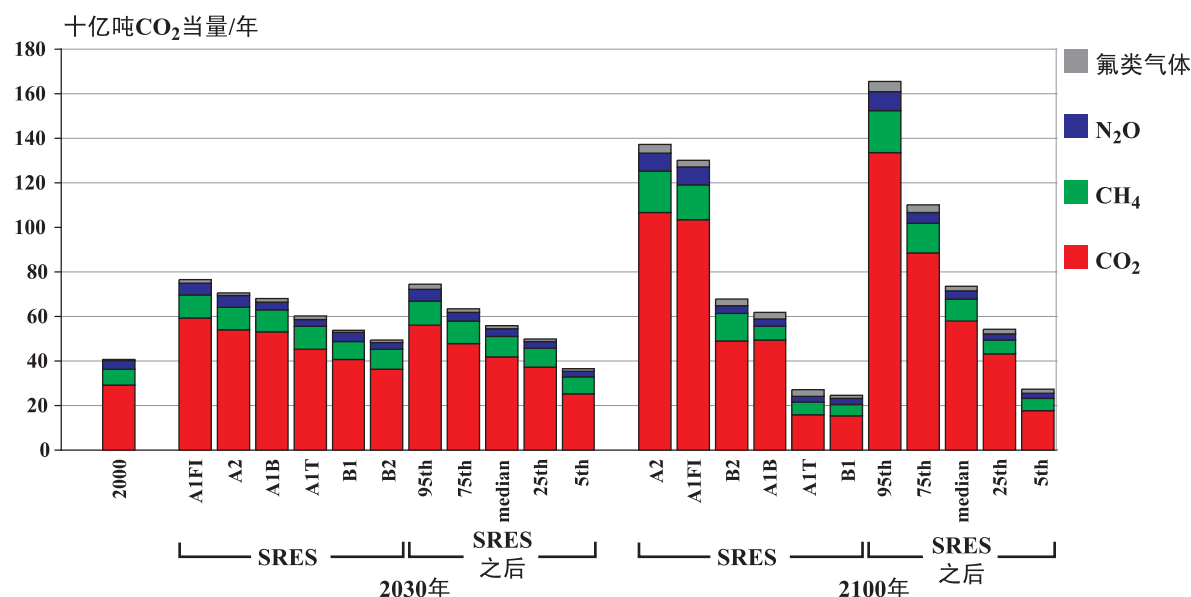
图SPM2:1970-2004期间按等价购买力(GDPppp)估算的国内总产值、一次能源总供应量 (TPES)、CO₂排放 (源自燃料的燃烧、油气田天然气火炬以及水泥生产过程)以及人口 (Pop)。此外，虚线表示人均收入 (GDPppp /Pop)、能源强度 (TPES/GDPppp)、能源供应的碳强度 (CO₂/TPES)和经济生产过程中的排放强度 (CO₂/ GDPppp) [图1.5]



图SPM3a:2004年按不同国家类别人口划分的区域人均温室气体排放分布 (所有京都议定书涉及的气体, 包括土地利用所产生的各类气体)。各条块中标出的百分比表示各区域占全球GHG排放中的份额。[图1.4a]。



图SPM3b:2004年按不同国家类别的GDP等价购买力以美元为单位的区域温室气体 (所有京都议定书涉及的气体, 包括土地利用所产生的各类气体)排放的分布。各条块中标出的百分比表示各区域占全球GHG排放中的份额。[图1.4b]。



图SPM4:根据IPCCSRES和SRES之后文献得出的2000年全球温室气体排放量、预估的2030年和2100年的温室气体排放量。正如第3章所述，此图还显示出SRES之后的各情景中排放的频率分布（第5个、第25个百分位、中位数、第75和第95个百分位）。氟类气体包括 HFCs, PFCs和SF₆ [1.3、3.2、图1.7]。[编辑改动：图解中的下标]

的人均排放水平(9.6-15.1吨CO₂/人均)。根据SRES情景，预估附件一国家的经济的人均CO₂排放量将有偏低的每GDP单位能源利用率(6.2-9.9 MJ/美元GDP)，低于非附件一区域的能源利用率(11.0-21.6 MJ/美元GDP)。
[1.3, 3.2]

4. 自SRES¹⁰以来公布的基线排放情景大体上能够与排放情景特别报告(SRES)提出的各基线情景(2001年为250-1350亿吨CO₂当量/年，见图 SPM. 4)相比。(一致性高，证据量充分)

- 自SRES以来的研究使用了一些排放驱动因子的较低值，尤其是人口预估值。然而，对于那些已包括新的人口预估的研究，其它驱动

因子的变化，如经济增长等，引起总体排放水平的变化不大。在SRES以后的基线情景中，到2030年，对非洲、拉丁美洲和中东地区经济增长的预估低于SRES的预估幅度，但是这仅对全球经济增长和总体排放产生一些小的影响。[3.2]

- 气溶胶排放和气溶胶前体物的排放具有冷却效应¹¹，预估这些排放将低于SRES报告排放水平。[3.2]
- 已有的研究表明：对于GDP(MER或PPP)，换算率的选择并不明显地影响已预估的排放，但只要使用一致的算法¹²。与对其它参数的假定所造成的不确定性相比，即便存在差异，差异也不大，如技术变化。[3.2]

10. 各基线情景不包括超出现有政策以外的其它气候政策；较近期的研究与UNFCCC和京都议定书的内容存在差异。

11. 见第四次评估报告第一工作组的报告，第10.2章。

12. 自从TAR以来，就排放情景中使用不同换算率的问题一直存在争论。使用了两种算法来比较国家间的GDP。在分析国际贸易产品时，最好使用MER。在分析和比较发展阶段有很大不同的国家间收入时，最好使用PPP。在本报告中的大部分货币单位用MER表示。这体现大多数有关减排的文献按MER进行校准。当用货币单位表示PPP时，则用GDP_{PPP}表示。

框SPM. 1: IPCC排放情景特别报告(SRES)中的排放情景

A1: A1情景族描述了这样一个未来世界：经济增长非常快，全球人口数量峰值出现在本世纪中叶并随后下降，新的更高效的技术被迅速引进。主要特征是：地区间的趋同、能力建设、以及不断扩大的文化和社会的相互影响，同时伴随着地域间人均收入差距的实质性缩小。A1情景族进一步化分为3组情景，分别描述了能源系统中技术变化的不同方向。以技术重点来区分，这3种A1情景组分别代表着化石燃料密集型(A1FI)、非化石燃料能源(A1T)、以及各种能源之间的平衡(A1B) (平衡在这里定义为：在所有能源的供应和终端利用技术平行发展的假定下，不过分依赖于某种特定能源)。

A2: A2情景族描述了一个很不均衡的世界。主要特征是：自给自足，保持当地特色。各地域间生产方式的趋同异常缓慢，导致人口持续增长。经济发展主要面向区域，人均经济增长和技术变化是不连续的，低于其它情景的发展速度。

B1: B1情景族描述了一个趋同的世界：全球人口数量与A1情景族相同，峰值也出现在本世纪中叶并随后下降。所不同的是，经济结构向服务和信息经济方向迅速调整，伴之以材料密集程度的下降，以及清洁和资源高效技术的引进。其重点放在经济、社会和环境可持续发展的全球解决方案，其中包括公平性的提高，但不采取额外的气候政策干预。

B2: B2情景族描述了这样一个世界：强调经济、社会和环境可持续发展的局地解决方案。在这个世界中，全球人口数量以低于A2情景族的增长率持续增长，经济发展处于中等水平，与B1和A1情景族相比技术变化速度较为缓慢且更加多样化。尽管该情景也致力于环境保护和社会公平，但着重点放在局地和地域层面。

对于A1B、A1FI、A1T、A2、B1和B2这6组情景，各自选择了一种情景作为解释性情景，所有的情景均应被同等对待。

SRES情景不包括额外的气候政策干预，这意味着不包括明确假定执行《联合国气候变化框架公约》或《京都议定书》排放目标的各种情景。

本框概述了引自“第三次评估报告”的SRES各种情景并经专门委员会逐行批准。

框SPM 2: 减缓潜力和分析方法

已经形成了“减缓潜力”的概念，以评估相对于排放基线准所能够实现GHG减排的尺度，它建立在一个给定的碳价水平上(碳价用已避免或减少二氧化碳当量排放的单位成本表示)。减缓潜力按“市场潜力”和“经济潜力”作进一步的区分。

市场潜力是基于私人成本和私人贴现率¹³的减缓潜力，可预期这一潜力在预测的市场条件下发生，包括当前已出台到位的政策和措施，同时注意到某些障碍限制了实际的碳吸收 [2.4]。

13. 私人成本和贴现率反映私人消费者和公司的角度；关于更全面的描述，请参见术语表。

(框 SPM.2 接上页)

经济潜力是考虑了社会成本、效益和社会贴现率¹⁴的减缓潜力，它假定市场效率因采取的政策和措施而得到改善，障碍得到清除 [2.4]。

关于市场潜力的研究能够用来向决策者通报在现有政策和障碍下的减缓潜力信息，而关于经济潜力的研究则表明：如果妥善的新补充政策落实到位，以清除各种障碍并包括社会成本和效益，那么可以实现什么目标。因此，经济潜力一般大于市场潜力。

减缓潜力的估算使用不同类型的方法。有两大类——“自下而上”和“自上而下”的方法，这两种方法主要用于评估经济潜力。

自下而上的研究是基于对减缓方案的评估，突出强调具体的技术和规定。自下而上的研究一般是针对行业的研究，这类研究将宏观经济视为不变。正如在第三次评估报告中，将各个行业估算进行综合累计，为这类评估提供一个有关总体减缓潜力的估算。

自上而下的研究是从整体经济的角度评估各减缓方案的潜力。自上而下的研究使用全球一致的框架和有关减缓方案的综合信息，并抓住宏观经济反馈和市场反馈。

自从第三次评估报告以来，自下而上模式和自上而下模式变得愈加类同，因为自上而下的模式均融入了更多的有关技术减缓方案的信息，而自下而上的模式均纳入了更多的宏观经济反馈和市场反馈信息，以及将障碍分析融入其模式结构。自下而上的研究对于某一行业层面的各特定政策方案的评估尤为适用，例如提高能效的方案，而自上而下的研究则适用于评估跨行业的和整体经济范围的气候变化政策，如：各项碳税和稳定排放的政策。然而，当前关于经济潜力的自下而上的研究和自上而下的研究在考虑生活方式的选择方面以及在囊括所有外部因子(如局地空气污染)等方面均存在局限性。在某些区域、国家、行业、气体、和障碍方面，这两类研究的代表性仍有局限性。预估的减缓成本中尚未考虑避免气候变化的潜在效益。

框SPM 3：研究中关于减缓组合和宏观经济成本的假设

在本报告中，对关于减缓组合和宏观经济成本的各项研究的评估基于自上而下的模拟。大多数模式使用总体最低成本方法对待各种减缓组合，并采纳普遍的排放交易，假定市场是透明的，无交易成本，因此假定在整个21世纪期间各项减缓措施的实施是完善的。给出了某个特定时间点上的各项成本。

若不考虑某些地区、行业（如土地利用）、方案或气体，总体模拟结果则显示成本将增加。随着各基线的降低，随着碳税的收入和拍卖许可证的收入启用，并且如果包括了由此引发的技术学习，总体模拟结果显示成本则将降低。这些模式并未考虑气候效益，一般也未考虑各项减缓措施的共生效益，或公平性问题。

框SPM 4：模拟引起的技术变化

相关文献表明政策和措施可引发技术变化。在引发的技术变化基础上建立的各种方法应用于稳定研究方面已取得了显著的进展；但是，仍存在一些概念性问题。在采用这些模式的模式中，实现某个给定的稳定水平所需的预估成本有所下降，稳定水平愈低，成本降幅愈大。

14. 社会成本和贴现率着眼于社会角度。社会贴现率低于私人投资者使用的贴现率；关于更全面的描述，请参见术语表。

C. 短期和中期减缓(至2030年)

5. 自下而上和自上而下这两个研究均表明在未来几十年对减缓全球GHG的排放有着相当大的经济潜力，这一潜力能够抵销预估的全球排放增长或将排放降至当前水平以下（一致性高，证据量充分）。

在下列两个表中表示了估算不确定性区间，以体现各个基线的范围、技术变化的速度和针对不同方法的其它因素。另外，不确定性还源于信息的限制，不足以全面覆盖所有的国家、行业和气体。

自下而上的研究：

- 2030年，根据自下而上的方法为本次评估报告估算的经济潜力（参见框SPM.2）呈现在后面的表SPM 1和图SPM 5A中。供参考：2000年的排放等于430亿吨CO₂当量。[11.3]：

- 研究结果表明具备净负成本¹⁵的减缓机遇具有减排潜力：到2030年减排潜力大约为60亿吨CO₂当量/年。实现上述减排需要克服实施方面的各种障碍[11.3]。
- 单靠一个行业或一项技术不能够应对整体减缓的挑战。所有经评估的行业均对减缓总量有贡献（参见图SPM 6）。针对各行业的关键性减缓技术和做法见表SPM 3 [4.3, 4.4, 5.4, 6.5, 7.5, 8.4, 9.4, 10.4]。

自上而下的研究：

- 自上而下的研究对2030年的减排量作了计算，见下表SPM2和图SPM5B。自上而下研究报告中的全球经济潜力与自下而上研究相一致（参见框SPM2），虽然在行业层面存在相当大的差异[3.6]。
- 表SPM2中的估值根据各稳定情景反演，即：朝着大气GHG浓度实现长期稳定的方向计算[3.6]。

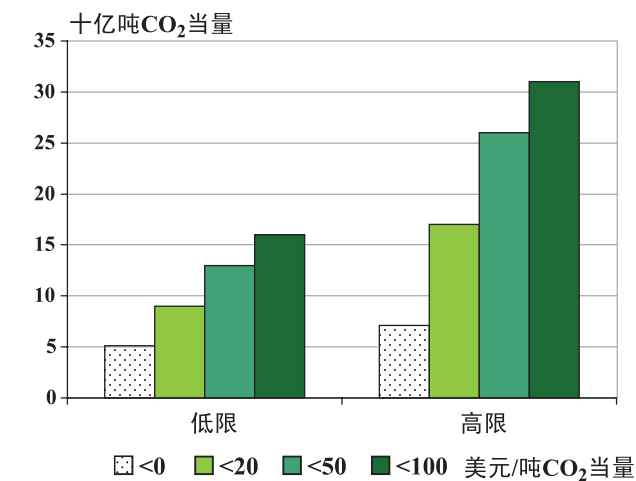
表SPM 1：根据自下而上的研究估算的2030年全球经济减缓潜力。

碳价 (美元/吨CO ₂ 当量)	经济潜力 (十亿吨CO ₂ 当量/年)	相对于SRES A1 B 的减排 (680亿吨CO ₂ 当量/年) (%)	相对于SRES B2 的减排 (490亿吨CO ₂ 当量/年) (%)
0	5-7	7-10	10-14
20	9-17	14-25	19-35
50	13-26	20-38	27-52
100	16-31	23-46	32-63

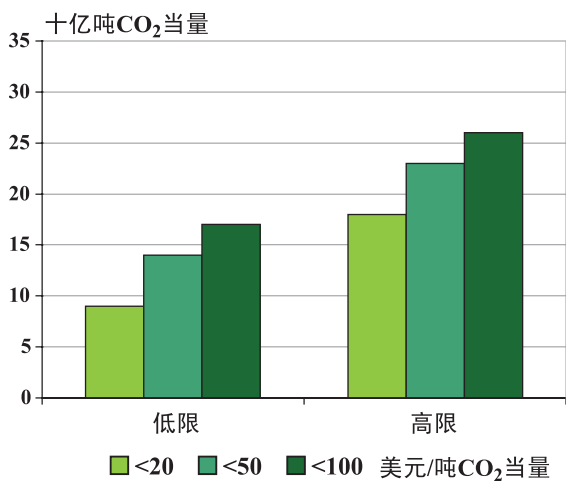
表SPM.2：根据自上而下的研究估算的2030年全球经济减缓潜力。

碳价 (美元/吨CO ₂ 当量)	经济潜力 (十亿吨CO ₂ 当量/年)	相对于SRES A1 B 的减排 (680亿吨CO ₂ 当量/年) (%)	相对于 SRES B2 的减排 (490亿吨CO ₂ 当量/年) (%)
20	9-18	13-27	18-37
50	14-23	21-34	29-47
100	17-26	25-38	35-53

15. 在本报告中，如同在SAR和TAR中，净负成本方案（无悔机会）被定义为这样一些方案：其效益，如能源成本下降和局地/区域污染物排放减少，等于或超过其社会成本，但不包括避免气候变化所产生的效益（见框SPM 1）。



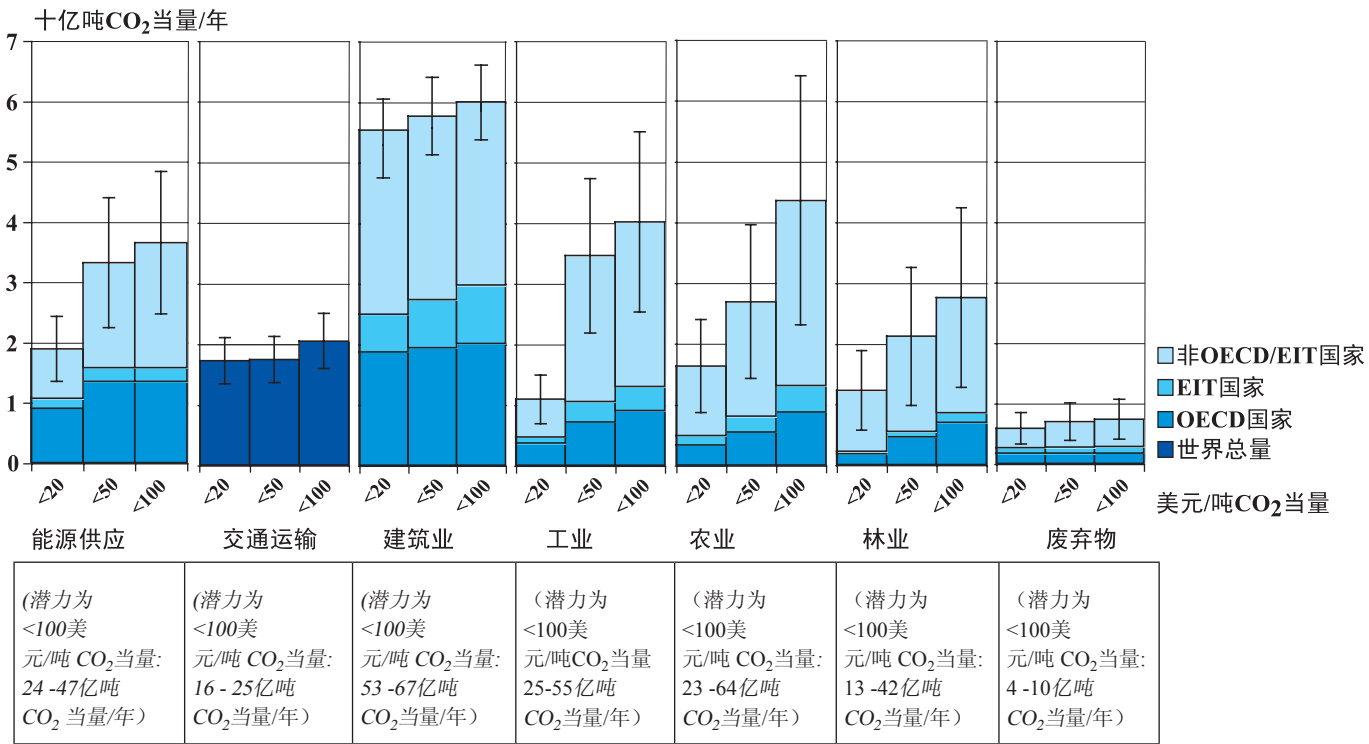
图SPM 5A: 根据自下而上的研究估算的2030年全球经济减缓潜力。（数据来自表SPM 1）



图SPM 5B: 根据自上而下的研究估算的2030年全球经济减缓潜力。（数据来自表SPM 2）

表 SPM 3: 按行业划分的关键减缓技术和做法。行业和做法的排列无特殊顺序。非技术做法，诸如生活方式的改变，具有交叉性，故没有纳入本表（但在本SPM第7段作了阐述）。

行业	当前商业上可提供的关键减缓技术和做法	预估2030年之前能够实现商业化的关键减缓技术和做法
能源供应 [4.3, 4.4]	改进供应和配送效率；燃料转换：煤改气；核电；可再生热和电(水电、太阳能、风能、地热、和生物能)；热电联产；尽早利用CCS(例如储存消除CO ₂ 的天然气)	碳捕获和储存(CCS)用于燃气、生物质或燃煤发电设施；先进的核电；先进的可再生能源，包括潮汐能和海浪能、聚光太阳能、和太阳能PV
交通运输 [5.4]	更节约燃料的机动车；混合动力车；清洁柴油；生物燃料；方式转变：公路运输改为轨道和公交系统；非机动化交通运输(自行车，步行)；土地使用和交通运输规划	第二代生物燃料；高效飞行器；先进的电动车、混合动力车，其电池储电能力更强、使用更可靠。
建筑业 [6.5]	高效照明和日光；高效电器和加热、制冷装置；改进炊事炉灶，改进隔热；被动式和主动式太阳能供热和供冷设计；替换型冷冻液，氟利昂气体的回收和回收利用	商用建筑的一体化设计，包括技术，诸如提供反馈和控制的智能仪表；太阳能PV一体化建筑
工业 [7.5]	高效终端使用电工设备；热、电回收；材料回收利用和替代；控制非CO ₂ 气体排放；和各种大量流程类技术	先进的能效；CCS用于水泥、氨和铁的生产；惰性电极用于铝的生产
农业 [8.4]	改进作物用地和放牧用地管理，增加土壤碳储存；恢复耕作泥炭土壤和退化土地；改进水稻种植技术和牲畜及粪便管理，减少CH ₄ 排放；改进氮肥施用技术，减少N ₂ O排放；专用生物能作物，用以替代化石燃料使用；提高能效	提高作物产量
林业/森林 [9.4]	植树造林；还林；森林管理；减少毁林；木材产品收获管理；使用林产品获取生物能，以便替代化石燃料的使用	改进树种，增加生物质产量和碳的固化。改进遥感技术，用以分析植被/土壤的碳封存潜力，并制作土地使用变化图



图SPM 6: 按不同区域实现全球减缓的行业经济潜力估算，与行业评估中假设的各自基线相比，各项估值随碳价从自下而上研究中得出的2030年碳价变化。关于本图所示差异的完整解释，见11.3。

注:

1. 全球经济潜力范围按行业逐一作了评估，结果见纵行。这些范围按终端用电分配排放，意指按终端行业计算用电所产生的排放，而并非按供电行业计算排放。
2. 潜力估算受限于现有的研究数量，特别是针对高碳价位的研究数量。
3. 各行业使用了不同的基线。对于工业，采用了SRES B2基线，对于能源供应和交通运输，采用了WEO 2004基线；建筑业采用了基于SRES B2和A1B之间的基线；对于废弃物，利用SRES A1B驱动力来设立一个特定的废弃物基线，农业和林业采用主要以B2为驱动力的基线。
4. 只显示了交通运输的全球总量，因为包括了国际航空业[5.4]。
5. 未包括的类别为：建筑业和交通运输业中的非CO₂排放，部分材料效率方案，能源供应中的热力生产和热电联产，重型机动车，海运和高承载客运，建筑物的主要高成本方案，污水处理，煤矿和煤气管道减排，能源供应和交通运输方面的氟类气体。对这些排放的经济潜力总量的低估幅度约为10-15%。

6. 到2030年，多种气体减排的宏观经济成本与逐步稳定在445和710ppmCO₂当量之间的排放轨迹一致，与基线(参见表SPM.4)相比，根据估算宏观经济成本处于全球GDP降低3%和有小幅增长这一范围内。然而，区域成本也许与全球平均值存在显著差异(一致性高，证据量中等)(见框SPM.3: 上述结果的方法和假设)。

- 大多数研究的结论是相对于GDP基线的GDP下降幅度随着稳定目标的更加严格而加大。
- 根据现有税制和收入支出，模拟研究表明假设排放交易体系下的碳税收入或拍卖许可证的收入用于促进低碳技术或现有税制的改革，各项成本则会大幅度降低 [11.4]。

- 假设气候变化政策促使加强技术变化这种可能性的研究报告还可降低成本。然而，这可能需要更高的前期投入，以便实现其后的成本减少[3.3, 3.4, 11.4, 11.5, 11.6]。
- 虽然大多数模式显示GDP有所损失，但是一些模式显示GDP有所增长，因为这些模式假设基线是非最优的，减缓政策提高了市场效率，或者这些模式假设减缓政策可引起更多的技术变化。低效市场的例子包括资源未得到利用、税收扭曲和/或补贴扭曲[3.3, 11.4]。
- 仅与CO₂减排相比，多种气体方法和纳入碳汇一般可大幅度降低成本。
- 区域成本在很大程度上取决于所假设的稳定水平和基线情景。排放分配体系也很重要，

表SPM.4: 2030^{a)}年全球宏观经济成本估算, 朝着不同的长期稳定水平方向^{b), c)}发展的最低成本轨迹。

稳定水平 (ppm CO ₂ -当量)	中位数 GDP减少 ^{d)} (%)	GDP减少的范围 ^{d), e)} (%)	GDP年平均增长率的减少 ^{d), f)} (百分点)
590-710	0.2	-0.6-1.2	<0.06
535-590	0.6	0.2-2.5	<0.1
445-535 ^{g)}	无	<3	<0.12

注:
a) 对于某个给定的稳定水平, 大多数模式显示GDP下降幅度在2030年之后会随时间而加大。长期成本还变得更加不确定。[图3.25]
b) 基于使用各种基线的研究结果。
c) 关于实现稳定的时间点, 研究结果各异; 一般而言, 是在2100年或其后。
d) 这是基于GDP的全球市场兑换率。
e) 给出了分析资料的中位数和第10和第90百分位数。
f) 年增长率下降的计算是基于延至2030年这一时段平均减幅, 即表示在2030年, GDP会下降。
g) 报告GDP结果的研究数量较少, 一般采用低值基线。

但是对于大多数国家, 其重要程度低于稳定水平[11.4, 13.3]。

7. 生活方式和行为方式的改变能够为所有行业中的气候变化减缓做出贡献。管理规范也能够发挥积极作用。(一致性高, 证据量中等)

- 生活方式的改变可减少GHG的排放。强调资源节约的生活方式和消费方式的转变, 可促进低碳经济的发展, 这样既有公平性, 又有可持续性 [4.1, 6.7]。
- 教育和培训计划能够有助于克服市场在接受能效方面的障碍, 特别是与其它措施相结合 [表6.6]。
- 居住者行为、文化形态、消费者的选择以及使用技术等方面的改变能够大幅度减少与建筑物能源使用有关的CO₂排放[6.7]。
- 交通运输需求管理能够支持GHG的减排, 它包括城市规划(能够降低旅行需求)、提供信息和教育技术手段(能够减少汽车的使用, 并有助于提倡高效的驾驶方式)[5.1]。
- 在工业方面, 管理工具包括了人员培训、回报制度、定期反馈、现有规范文件的编制, 这些工具能够有助于克服工业组织面临的障碍, 减少能源的使用和GHG排放 [7.3]。

8. 虽然各项研究使用了不同的方法, 但是在所有经

过分析的世界区域中, 由于温室气体减排使空气污染降低而对人类健康所产生的近期共生效益能够达到相当可观的程度并可抵消相当一部分减缓成本(一致性高, 证据量充分)。

- 包括人类健康以外的共生效益, 如: 能源安全提高, 以及由于对流层臭氧浓度降低, 农业增产和降低对自然生态系统的压力将会进一步节省成本 [11.8]。
 - 与孤立地对待有关政策相比, 将降低空气污染政策与气候变化减缓政策相结合则具有更大的降低成本的潜力 [11.8]。
9. 自第三次评估报告以来的文献证实: 虽然碳泄漏的规模仍未确定, 但是附件一国家采取有关全球经济和全球排放的行动也许有效(一致性高, 证据量中等)。
- 正如第三次评估报告¹⁶⁾所指出的那样, 在减缓政策出台后, 化石燃料出口国(包括附件一国家和非附件一国家)可以预计出现化石燃料需求下降和价格降低以及GDP增长放缓。这种外溢效应¹⁷⁾的范围在很大程度上取决于与附件一国家政策有关的假定和石油市场的条件。 [11.7]
 - 对碳泄漏¹⁸⁾的评估仍然存在一些关键的不确定性。大部分均衡模拟支持第三次评估报告的结论, 即整体经济的碳泄漏在5—20%之间,

16. 见第三次评估报告第三工作组(2001)决策者摘要, 第16段
17. 跨行业的减排溢出效应指一个国家或国家集团的减排政策和措施对其它国家各行业的影响。
18. 碳泄漏的定义是一些采取国内减排行动的国家在其境外的CO₂排放值除以这些国家的减排值后得出增量。
19. 见表SPM.1和图SPM.6

但是如果低排放技术得到有效的推广，该值会降低 [11.7]。

10. 发展中国家对新能源基础设施的投资，工业化国家能源基础设施的升级，以及促进能源安全的政策在许多情况下能够创造实现温室气体减排¹⁹(与基线情景相比)的机会。其它的共生效益取决于国家的具体情况，但通常包括减少空气污染、改善平衡贸易、为农村地区提供现代能源服务以及增加就业等(一致性高，证据量充分)

- 由于能源厂和其它基础设施的资本金的长期性，因此未来能源基础设施投资决定将对温室气体的排放产生长期影响，预计从现在至2030年间投资将至少超过20万亿美元²⁰。即便尽早对低碳技术的投资变得具有吸引力，但是低碳技术的普遍推广也许需要多年时间。降低碳排放情景的初步估算显示若到2030年全球与能源有关的CO₂排放降至2005年的水平上，则需要大规模的投资转向，尽管所需的净额外投资的可能区间为从可忽略不计到5-10%。[4.1, 4.4, 11.6]
- 提高终端能效往往比通过日益增加的能源供应以满足能源需求的成本更低。提高能效还可对能源安全、减少局地 and 区域空气污染和就业产生积极的影响。[4.2, 4.3, 6.5, 7.7, 11.3, 11.8]
- 可再生能源能够对能源安全、就业和空气质量产生积极的影响。即便与其它能源方案相比成本较高，到2030年按20—100美元/吨CO₂当量的碳价计算，可再生电力可占供电总量的30—35%，而2005年可再生电力已占供电量的18%。[4.3, 4.4, 11.3, 11.6, 11.8]
- 化石燃料价格越高，低碳替代燃料就越具有竞争力，虽然对于投资者价格的不稳定性成为一个非刺激因素。另一方面，常规石油资源也许被告碳替代物取而代之，如：油砂、油页岩、重油、以及从煤和天然气中提炼的合成燃料也将变得更具有竞争力，这会导致温室气体排放增加，除非生产厂配备碳捕获和封存设备。[4.2, 4.3, 4.4, 4.5]

- 即便与其它能源方案相比成本较高，已占2005年供电量16%的核能到2030年按50美元/吨CO₂当量的碳价计算将占到总供电量18%的份额，但是安全、武器扩散和核废料仍成为制约因素 [4.2, 4.3, 4.4]²¹。
- 在地下地质构造中碳捕获和封存是一种到2030年对减缓气候变化做出重要贡献的具有潜力的新技术。技术、经济和规章制度方面的发展将对实际贡献率产生影响 [4.2, 4.3, 7.3]。

11. 交通运输行业²²有多种减排方案，但其成效也许会被该行业的增长抵消。减排方案面临许多障碍，如：消费者的消费倾向和缺乏政策框架等。(一致性中等，证据量中等)

- 改进车辆效率的措施可以节省燃油，这在许多情况下具有净效益(至少对于轻型车辆)，但是由于其它消费考虑，如：车辆的性能和大小，其市场潜力远远低于经济潜力。尚无充足的信息用于评估重型车辆的减排潜力。因此单凭市场力量(包括燃油成本)无法预期实现显著的减排[5.3, 5.4]。
- 在着手解决交通运输行业中的GHG排放问题方面，生物燃料也许会发挥重要的作用，这取决于生物燃料的生产路线。作为汽油和柴油的添加剂或替代品，预估生物燃料在2030年基线中将占交通运输燃油总需求的3%。如果碳价达到25美元/吨CO₂当量，这一比例可能增至约5-10%，这将取决于未来的油价、碳价和车辆的效率，并将取决于利用纤维素生物燃料的技术成熟与否[5.3, 5.4]。
- 从公路向铁路、内陆河运和沿海海运转变以及从低载量向高载量客运²²转变的模式，以及土地利用、城市规划和非机动车交通运输为温室气体减排提供了机遇，但这将取决于当地的条件和政策 [5.3, 5.5]。
- 民航业的CO₂中期减排潜力在于提高燃油效率，可通过一系列手段予以实现，其中包括技术、运营和空中交通管理等。然而，预计这类改进仅部分抵消民航排放的增长。该

20. 20万亿 = 20000十亿 = 1012。

21. 奥地利不同意这一表述。

22. 包括铁路、公路和海运集体中转运输和车辆集中调度。

行业的总减排潜力还需要考虑民航排放的非CO₂气候影响[5.3, 5.4]。

- 实现交通运输行业的实现减排通常会带来解决交通堵塞、提高空气质量和增加能源安全等共生效益[5.5]。

12. 提高新的和现有建筑物能效的方案¹⁹能够大大减少CO₂排放，并带来净经济效益。挖掘这一潜力尚存在许多障碍，但是也会带来大的共生效益。(一致性高，证据量充分)

- 到2030年，预估能够避免建筑行业中30%的温室气体排放，并带来净经济效益 [6.4, 6.5]。
- 除了可以限制二氧化碳的增加之外，能效高的建筑还可以提高室内和室外的空气质量，提高社会福祉并提高能源安全[6.6, 6.7]。
- 全世界普遍存在建筑行业实现GHG减排的机遇。然而，由于多种障碍难以实现这一潜力。这些障碍包括技术的掌握程度、财政贫困、可靠信息的高额成本建筑物设计中内在的局限性以及需要采取一套政策和计划组合方案[6.7, 6.8]。
- 在发展中国家，上述障碍的阻力更高，这使发展中国家更难实现建筑行业的GHG减排潜力[6.7]。

13. 工业行业的经济潜力主要是在能源密集型产业。工业化国家或发展中国家均尚未充分利用已有的各类减排方案 (一致性高，证据量充分)。

- 发展中国家的许多工业设施是新建的，并采用了单位能耗最低的先进技术。但是，在工业化国家和发展中国家仍然存在大量的低能效的旧设施。对这些设施进行改造能够显著地减少排放[7.1, 7.3, 7.4]。
- 实际资本周转速率慢、缺乏财政和技术资源以及企业，尤其与中小企业(SME)，获取并吸收技术信息的能力有限，这些均成为妨碍

充分利用现有减排方案的关键障碍[7.6]。

14. 农业耕作作为一个整体能够以低成本方式¹⁹为增加土壤碳汇、为减少GHG排放以及为提供能源使用的生物质原料做出显著贡献(一致性中等，证据量中等)。

- 农业减缓潜力有很大一部分(不包括生物能源)源于土壤碳的固化，它具有很强的可持续农业的协同作用，并能普遍降低对气候变化的脆弱性[8.4, 8.5, 8.8]。
- 由于土地管理变化和气候变化，土壤中储存的碳也许容易失去[8.10]。
- 在某些农业耕作体系中，减少甲烷和氮氧化物排放也有相当大的减缓潜力[8.4, 8.5]。
- 尚无普遍通用的减缓做法清单；需要针对各个农业耕作体系和种植结构对减缓做法作出评价[8.4]。
- 来自农作物秸秆和专用能源作物的生物质可成为重要的生物能原料，但它对减缓的贡献大小取决于交通运输和能源供应对生物能源的需求，取决于是否有水，还取决于产粮和纤维作物的土地需求。普遍利用农业耕地生产能源所需的生物质也许其它土地利用发生冲突，并对粮食安全既能产生积极环境影响，也能造成负面的环境后果[8.4, 8.8]。

15. 与林业相关的减缓活动能够以低成本¹⁹的汇大幅度减少源排放并增加碳清除，而且这类减缓活动能够与适应措施和可持续发展一并发挥协同作用(一致性高，证据量充分)²³。

- 总减缓潜力的大约65% (最高至100美元/吨CO₂当量)位于热带地区，能够通过防止毁林实现总减缓潜力的50%[9.4]。
- 气候变化能够影响林业 (即：原生林和种植林) 的减缓潜力，但其影响幅度和方向因区域和次区域的不同而异[9.5]。
- 能够设计和实施与林业有关的减缓方案，以便与适应措施相配套，并能够在就业、产生

23. 图瓦卢指出对在此提及“低成本”感到有困难，因为在第三工作组报告的第15页第九章中指出：“当考虑到土地的机遇成本时，森林减缓项目的成本将显著增加”。

24. 工业废弃物见工业产业部分。

25. 废弃物的GHG气体包括填埋和污水产生的甲烷、污水产生的N₂O，以及化石碳燃烧后产生的CO₂。

收入、生物多样性和水源保护、可再生能源和消除贫困方面带来相当可观的共生效益 [9.5, 9.6, 9.7]。

15. 消费后废弃物²⁴对全球温室气体²⁵排放的贡献不大 (<5%)，但是废弃物行业能够为以低成本的温室气体减排做出积极的贡献，并能够促进可持续发展(一致性高，证据量充分)。

- 现行的废弃物管理规范能够有效地减少这一行业的GHG排放：可通过商业途径获得一系列成熟的和在环境方面有效的技术，用于减排并为公共卫生和安全、土壤保护、防止污染和当地能源供应带来共生效益 [10.3, 10.4, 10.5]。
- 通过节约能源和材料，最大限度减少废弃物和回收利用均产生重要的间接减缓效益 [10.4]。
- 当地缺乏资金成为发展中国家和经济转型国家在废弃物和污水管理方面的一个关键的制约因素。缺乏可持续技术也是一个重要的障碍。

碍。[10.6]。

17. 各种地质工程方案仍然处于推测阶段并尚未得到证实，例如通过海洋肥化作用直接清除大气中的CO₂或将物质送入大气顶层以阻挡太阳光线，况且这类方案具有未知的负作用风险。关于这些方案的可靠成本分析估算尚未见发表(一致性中等，证据量有限)[11.2]。

D. 长期减缓(2030年后)

18. 为了使大气中的温室气体浓度达到稳定水平，各种排放一定会达到峰值后才开始下降。稳定水平愈低，到达峰值的速度和随后下降的速度愈快。今后二、三十年的减缓努力将对实现较低稳定水平的机遇有大的影响。(见图SPM.5和图SPM.8)²⁶(一致性高，证据量充分)。

- 最近利用多种气体减排的研究对低于第三次评估报告的稳定水平作了探讨[3.3]。

表SPM.5: TAR之后的各类稳定情景的特征 [表TS2, 3.10]^{a)}

类别	辐射强迫 (W/m ²)	CO ₂ 浓度 ^{c)} (ppm)	CO ₂ 当量浓度 ^{c)} (ppm)	通过“最佳估值”气候敏感性在工业化前基础上的达到平衡状态全球平均温度 ^{b), c)} (°C)	CO ₂ 排放最高峰值年份 ^{d)} (年份)	2050年全球CO ₂ 排放的变化(2000年排放的%) ^{d)}	评估情景的数量
第一类	2.5-3.0	350-400	445-490	2.0-2.4	2000-2015	-85 ~ -50	6
第二类	3.0-3.5	400-440	490-535	2.4-2.8	2000-2020	-60 ~ -30	18
第三类	3.5-4.0	440-485	535-590	2.8-3.2	2010-2030	-30 ~ +5	21
第四类	4.0-5.0	485-570	590-710	3.2-4.0	2020-2060	+10 ~ +60	118
第五类	5.0-6.0	570-660	710-855	4.0-4.9	2050-2080	+25 ~ +85	9
第六类	6.0-7.5	660-790	855-1130	4.9-6.1	2060-2090	+90 ~ +140	5
合计							177

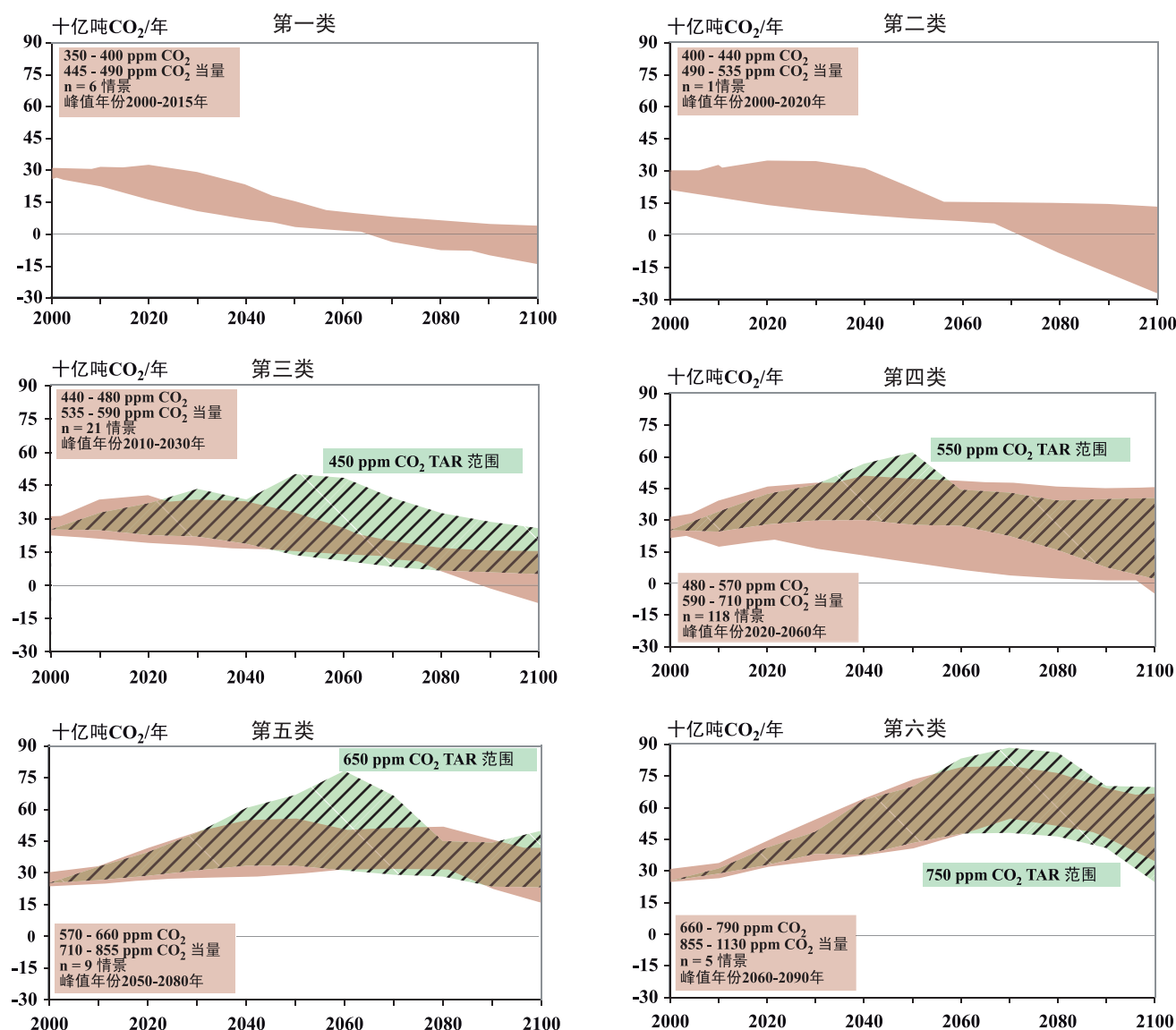
- a) AR4 WGI报告中详细评估了关于气候系统响应辐射强迫及其反馈的理解。碳循环与气候变化之间的反馈影响大气二氧化碳浓度特定稳定水平所需的减缓。预计这些减缓增加了随着气候系统变暖而留在大气的人类排放的部分。因此可能会低估此处评估中为实现减缓研究中提供的具体稳定水平的减排量。
- b) 气候敏感度的最佳估值是3°C[WG I SPM]。
- c) 注意到达到平衡状态的全球平均温度与GHG浓度稳定时刻的预期全球平均温度不同，原因是气候系统的惯性。作为大部分的评估情景，GHG浓度发生在2100-2150年之间。
- d) 范围对应的是后TAR情景分布的15-85%。给出了CO₂排放量，因此多种气体情景能够与CO₂单气体情景比较。

26. 第2段阐述了自前工业化时代以来的GHG历史排放。

27. 各项研究就实现温室气体稳定的时间点有不同的结果；一般在2100年或之后。

28. 有关全球平均温度的信息摘自第四次评估报告中第一工作组的报告，第10.8章。在实现稳定很久之后，才达到这些温度。

29. 平衡条件下的气候敏感度用于衡量气候系统对持续的辐射强迫。它不是预估，但它被定义为在二氧化碳浓度翻倍之后全球平均地表的变暖 [AR4 WG1 SPM]。

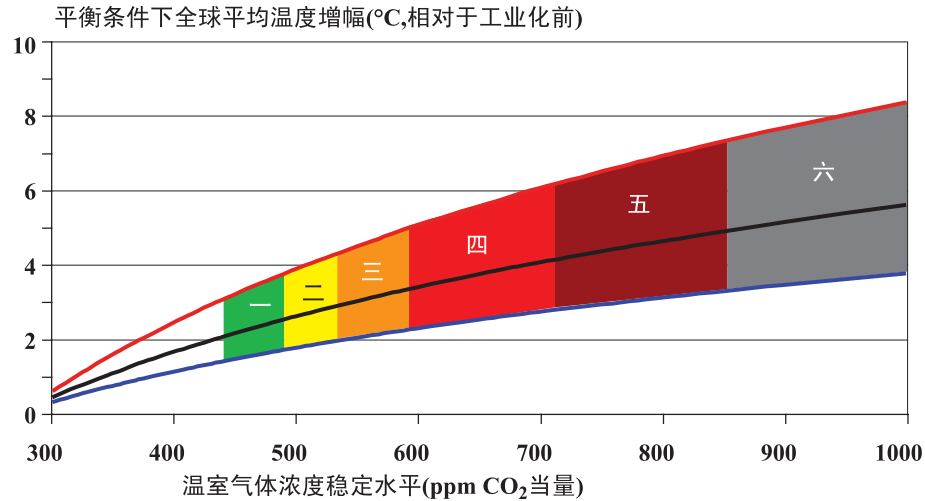


图SPM7:可替代的稳定水平类别的减缓情景的排放路径(一至六类的定义见图中的各分框)。所有路径仅限于CO₂。粉色阴影(深色)区给出了TAR之后各排放情景中的CO₂排放。绿色阴影(浅色)区给出了80多个稳定情景的范围。由于所涵盖的行业和工业范围存在差异,因此各模式给出不同的基准年排放值。为了达到较低的稳定水平,某些情景采用了清除大气中CO₂的技术,如利用碳捕获和封存技术生产生物质能源。[图3.17]

- 经评估的研究包括一系列旨在实现稳定GHG浓度²⁷的排放廓线。大部分研究采用了最低成本方法并既包括提早减排也包括推后减排(图SPM.7)[框SPM2]。通过利用气候敏感性的“最佳估值”(关于不确定性的可能区间,另见图SPM8)²⁹,表SPM.5概括了不同稳定浓度组合所需的排放水平以及相关平衡条件下全球平均温度增幅²⁸。将温室气体浓度稳定在较低水平上并达到相关平衡的温度水平将使排放到达峰值的时间提前,并需要在2050年前实现更大的减排[3.3]。

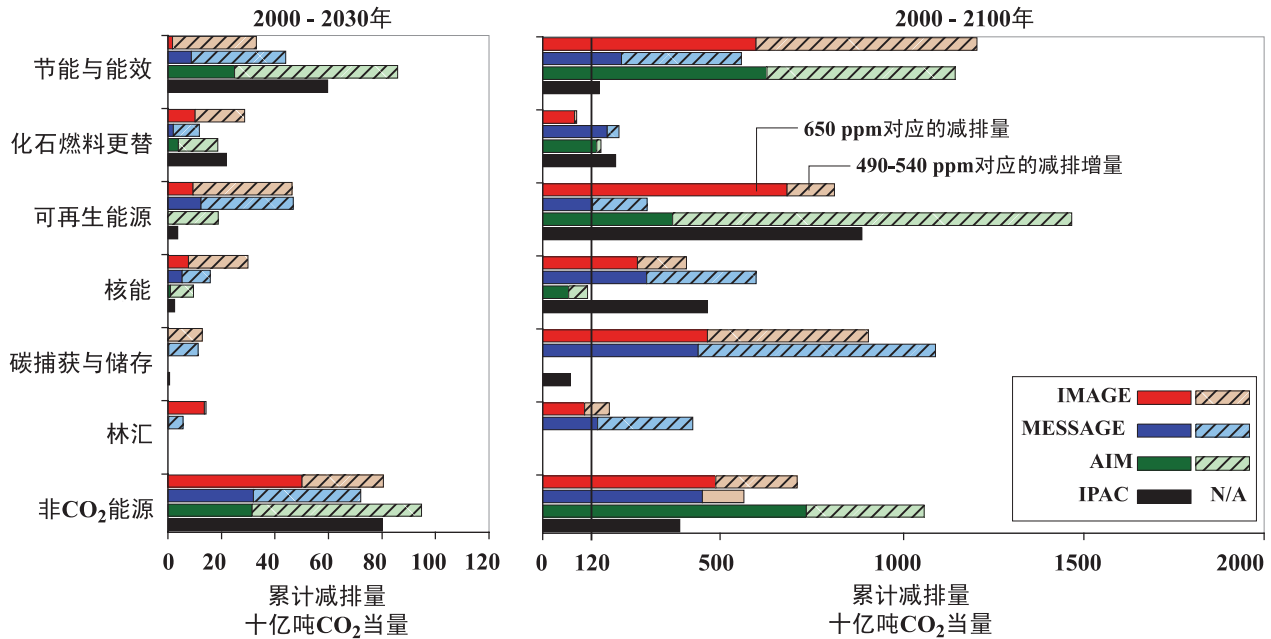
19. 通过部署一套技术组合能够达到经评估的稳定水平范围,这些是当前可获得的技术和今后几十年预计将成为商业化的技术。这一可能性假设各种妥善而有效的激励机制已出台,以激励技术的开发、获取、部署和推广以及克服相关的障碍。(一致性高,证据量充分)

- 为实现稳定所需的不同减排技术的贡献率因时间、区域和稳定水平的不同而异。
 - 能效在针对大多数区域和时间尺度的许多情景中起到关键的作用。



图SPM 8: 图 SPM. 7报告的稳定情景(彩色带)及其与高于工业化前的平衡条件下全球平均温度的关系, 采用(i) 3°C “最佳估值”的气候敏感度(阴影区中间的黑线), (ii) 4.5°C气候敏感度可能范围的上限(阴影区顶部的红线) (iii) 2°C气候敏感度可能范围的下限(阴影区底部的蓝线)。彩色阴影段表示与图SPM 7中一至六类稳定情景相对应的大气中温室气体实现稳定后的浓度范围。上述资料引自第四次评估报告第一工作组的报告, 第10.8章。

- 对于较低的稳定水平, 各情景更注重低碳能源的利用, 如可再生能源和核能, 以及CO₂的捕获和封存(CCS)。在这些情景中, 对能源供应和整体经济的碳强度的改进需要比过去的改进速度快得多。
- 包括非CO₂和CO₂在内的土地利用和森林减缓方案提供了实现稳定的更大灵活性和成本效益。现代生物能源能够为可再生能源在减缓组合中占有一定的份额做出实质性贡献。



图SPM9: 2000—2030年期间各项可替代的减缓措施的累计减排量(左图)和2000-2100年期间的减排量(右图)。本图分别表示稳定在(490-540ppmv CO₂当量)和(650ppmv CO₂当量)水平上的四种模式(AIM、IMAGE、IPAC和MESSAGE)所展现的情景。深色矩形图标表示达到650ppmv CO₂当量目标的减排量, 浅色矩形图标表示达到490-540ppmv CO₂当量目标的减排增量。注意: 某些模式未考虑增加林汇(AIM和IPAC)或CCS(AIM)的减缓作用, 并注意: 低碳能源方案占能源总供应量的份额大小取决于基线是否包括上述方案。CCS包括生物质的碳捕获和封存。林汇包括因毁林所造成的减排。[图3.23]

- 关于减缓方案组合列举的示例，见图SPM.9 [3.3, 3.4]。
 - 需要对低GHG排放技术进行投资以及在世界范围部署这些技术，以及需要通过政府和私营研发和示范 (RD&D) 开展技术改进，以便实现各项稳定目标并降低成本。稳定水平愈低，尤其是550 ppmvCO₂当量水平或更低水平，今后几十年需要对更有效的RD&D努力和对新技术的投资则愈大。这需要有效地克服在技术开发、获取、部署和推广过程中遇到的各种障碍。
 - 适当的激励能够克服这些障碍并有助于实现各类技术组合的目标。[2.7, 3.3, 3.4, 3.6, 4.3, 4.4, 4.6]。
20. 在2050年³⁰多种气体减缓朝着稳定在710到445ppm当量之间水平发展的全球平均宏观经济成本处在全球GDP增长1%至下降5.5%之间(见表SPM.6)。具体国家和行业的成本与全球平均值的差异很大。(关于各种方法和假设以及第5段对负成本的解释，见框SPM.3) (一致性高，证据量中等)。
21. 关于随时间设定适合的全球减缓水平的决策涉及一个反复的风险管理过程，该过程包括减缓和适应措施，同时考虑到实际的和已避免的气候变化、共生效益、可持续性、公平性和对待风险的态度。GHG减排规模和时机的选择涉及按相应的中期和长期滞后的气候风险来平衡当前更快速减排的经济成本。(一致性高，证据量充分)
- 早期为数不多的关于减缓的成本和效益的综

- 合分析结果表明，这些结果在幅度上大致相当，但是尚无法清晰地确定效益大于成本时的排放路径或稳定水平[3.5]。
- 对不同减缓路径的经济成本和效益的综合评估表明，经济上最佳减缓时机和水平依赖于假设的气候变化的损失成本曲线不确定的形态和特征。为了说明这种依赖性：
 - 如果气候变化损失成本曲线缓慢而有规律地上升，并且预期性好(及时适应潜力上升)，则证明推后减缓和欠严格减缓在经济上是合算的；
 - 或与此相反，如果损失曲线急剧攀升，或呈非线性趋势(如：脆弱性阈值或甚至出现灾害性事件概率小)则证明提早减缓和更严格减缓在经济上是合算的[3.6]。
 - 对于旨在达到特定温度水平的减缓情景，气候敏感性是一个关键的不确定因子。研究表明：与低敏感性相比，如果气候敏感性高，减缓的时机时则更早，减缓水平则更严格[3.5, 3.6]。
 - 减排滞后导致投资锁定在更多的排放密集型基础设施和发展路径上。这大大限制了实现更低稳定水平的机遇（如表SPM.5所示），并加大了出现更严重的气候变化影响的风险[3.4, 3.1, 3.5, 3.6]。

表 SPM.6:与朝着实现各种长期稳定目标^{a)}的最低成本轨迹基线相比，2050全球宏观经济成本估算

稳定水平 (ppm CO ₂ -当量)	GDP下降的中值 ^{b)} (%)	GDP下降的范围 ^{b), c)} (%)	GDP年平均增长率 ^{b), d)} 的下降 幅度 (百分位)
590-710	0.5	-1 - 2	<0.05
535-590	1.3	略微负 - 4	<0.1
445-535 ^{e)}	无数据	<5.5	<0.12

注:

a) 这对应于所有基线的完整文献和提供GDP数据的减缓情景。

b) 这是基于全球GDP的市场兑换率。

c) 给出了分析数据的中值和10-90百分位的范围。

d) 年增长率降幅的计算是根据到2050年时段的平均降幅，此平均降幅会导致本表给出的2050年GDP的下降。

30. 2030年成本估值在第5段中给出。

E. 政策、措施和行政干预手段

22. 一系列国家政策和行政干预手段可供政府建立鼓励减缓行动的激励机制。这些政策和手段的可适用性取决于国内的环境以及取决于对其互动性的认识，但是各国和各行业的实施经验表明任何特定的行政干预既有利也有弊（一致性高，证据量充分）。

- 利用四项主要标准评对各项政策和行政干预手段进行评估：环境成效、成本效益，包括公平性和体制上的可行性 [13.2]。
- 所有行政干预手段的设计有好或坏、严格或宽松的区别。此外，对所有行政干预手段，为改进实施所开展的监督是一个重要的问题。关于政策成效的普遍研究结果如下：[7.9, 12.2, 13.2]
 - 将各项气候政策融入更广泛的发展政策更便于落实政策和克服各种障碍。
 - 规章制度和标准一般提供有关排放水平的某种确定性。当信息障碍和其它障碍妨碍生产商和消费者对价格信号做出响应时，这些规章制度和标准也许比其它行政干预手段更好。但是它们也许不会带来创新和更多的先进技术。
 - 税费能够设定碳价，但是不能保障某个特定的排放水平。文献认为税收是实现内部接受GHG排放成本的一条有效途径。
 - 可交易许可证将制定碳价。允许的排放量决定着其环境成效，虽然许可证的划拨具有分配影响。碳价的波动性使得难以估算遵守排放许可的总成本。
 - 财政激励(补贴和税收减免)经常被政府用来激励新技术的开发和推广。虽然各项经济成本一般比前面列出的行政干预手段的经济成本高，但是这些激励政策通常对于克服障碍至关重要。
 - 工业界与政府之间的自愿协议在政策上具有吸引力，提高利益攸关方的意识，同时起到了推动很多国家政策发展的作用。大多数议定书并未实现超出照常排放之外的显著减排成效。但是，近来少数国家的某

些议定书加速了对现有最佳技术的利用，进而明显减少了排放。

- 信息手段(如宣传活动)通过促使做出有信息依据的选择并通过可能为行为的转变做出贡献也许会对环境质量产生积极的影响，但尚未衡量信息手段对排放的影响。
- 研发和示范能够激励技术的进步，降低成本并能够朝着实现稳定的方向取得进展。
- 一些公司、地方和区域政府部门、非政府组织和民间团体正在采用广泛的自愿行动。这些自愿行动也许会限制GHG的排放，激发创新政策，并鼓励新技术的部署。单凭这些行动，它们一般对国家或地区层面排放的影响有限[13.4]
- 表SPM.7给出了从国家政策和法规文件在具体行业应用中吸取的经验教训。

23. 规定碳的实价或隐含价的政策能刺激生产商和消费者大量投资低GHG排放的产品、技术和流程。这类政策可包括经济法规文件、政府融资和规章制度(一致性高，证据充分)。

- 一个有效的碳价信号能在所有行业实现显著的减缓潜力[11.3, 13.2]。
- 模拟研究(见框SPM.3)表明，到2030年碳价升至20—80美元/吨CO₂当量，到2050年碳价升至30—155美元/吨CO₂当量，这些价格与稳定在2100年的550ppmCO₂当量的水平相一致。针对相同的稳定水平，自TAR以来的研究考虑到由此引发的技术变化，因而这些研究将2030年和2050年的碳价分别降至5—65美元/吨CO₂当量和15—130美元/吨CO₂当量 [3.3, 11.4, 11.5]。
- 多数自上而下的评估和大约2050个自下而上的评估表明，几十年来维持或提高的幅度为20-50美元/吨CO₂当量的实际碳价或隐含碳价能够到2050年引导出现一个低GHG排放的发电行业，并使得终端用电行业的许多减缓方案在经济上具有吸引力[4.4, 11.6]。
- 影响减缓方案实施的障碍有许多，并因国家和行业的不同而异。这些障碍与资金、技术、体制、信息和行为有关。[4.5, 5.5, 6.7, 7.6, 8.6, 9.6, 10.5]

表SPM 7: 至少在若干个国家案例中, 证明在各自行业内对环境有效的行业政策、措施和行政干预手段。

行业	证明对环境有效的政策 ^{a)} 、措施和行政干预手段	关键制约因素或机遇
能源供应[4.5]	减少化石燃料补贴	既得利益者的阻力可能使实施工作变得困难
	对化石燃料征收的碳税或碳费	
	针对可再生能源技术的上网电价 ^s	也许适合建立低排放技术的市场
	可再生能源义务 生产商补贴	
交通运输[5.5]	道路交通的强制性节约燃料、生物燃料混合物和CO ₂ 排放标准	涵盖部分车型也许会影响成效
	车辆购置税、注册税、使用税和机动车燃料税; 道路和停车定价	随着收入的增加, 成效也许会降低
	通过土地利用规章和基础设施规划影响流动需求 为有吸引力的公共交通设施和非机动交通投资	尤其适合那些正在建设交通体系的国家。
建筑业[6.8]	家电标准和标签	定期修订所需的标准
	建筑守则与认证	对新建筑物具有吸引力。难以实行。
	需求方管理计划	需要建立规章制度, 使公用事业能够获益。
	公共行业领导计划, 包括采购。	政府采购能够扩大对高能效产品的需求。
	能源服务公司(ESCO)的激励措施	成功要素: 有权从第三方获得融资
工业[7.9]	提供基准信息	也许适合鼓励吸收技术。鉴于国际竞争性, 保持国家政策的稳定很重要。
	绩效标准	
	补贴、税减免	可预测的分配机制和稳定的价格信号对于投资很重要。
	可交易许可证	
	自愿协议	成功要素包括: 明确的目标, 基线情景, 第三方参与设计、评估和正式监督; 政府与工业界之间密切合作。
农业[8.6, 8.7, 8.8]	为改进土地管理、保持土壤中碳含量、有效使用化肥和灌溉的财政激励措施和规章制度。	鼓励与可持续发展以及与减少对气候变化的脆弱性保持的协同作用, 从而克服实施过程中各种障碍。
林业/森林[9.6]	为扩大森林面积、减少毁林以及为维护并管理森林而采取的财政激励措施(国家和国际)。	制约因素包括缺乏投资资本和土地所有制问题。能有助于脱贫。
	土地利用规章及推行工作	
废弃物管理[10.5]	旨在改进废弃物和污水管理的财政激励措施	也许能激励技术的推广
	可再生能源激励措施或义务	在当地提供低成本燃料
	有关废弃物管理的规章制度	在国家层面最有效地采用, 并具备配套的实行策略

注:

a) 已证明对低排放技术的公共RD&D投资对所有行业都有效。

24. 政府以财政捐款、税减免、设定标准和创建市场的方式提供支持, 这对有效的技术开发、创新和部署很重要。向发展中国家转让技术取决于切实可行的条件和融资情况(一致性高、证据量充分)。

- RD&D投资的公共效益大于私营行业的受益, 这证明了政府支持RD&D的合理性。

- 在实际绝对数字上, 近20年(甚至从UNFCCC生效之后)政府为多数能源研究计划提供的资金支持基本持平或呈下滑趋势。目前, 这类资金支持水平大约为1980年的一半[2.7, 3.4, 4.5, 11.5, 13.2]。
- 政府在提供妥善而切实可行的环境方面具有至关重要的支撑作用, 诸如体制、政策、法

律和规章制度框架³¹等，以维持投资流向并为了有效地开展技术转让—否则，可能难以实现显著具有规模的减排。为低碳技术的边际成本筹集资金是重要的。国际技术协议能加强知识性基础设施 [13.3]。

- 附件一国家向发展中国家转让技术的行动所带来的潜在效益也许很可观，但是尚无可靠的估算 [11.7]。
- 每年通过CDM项目流入发展中国家的资金潜力达到几十亿美元³²的量级，超过了通过全球环境基金(GEF)的流入量，可与能源开发援助资金流入量相比，但比外商直接投资的总量至少要少一个量级。迄今为止，通过CDM、GEF和技术转让开发援助的资金流入量仍然有限，并在地理分布上不平衡 [12.3, 13.3]。

25. UNFCCC及其《京都议定书》的显著成就包括建立了对全球气候问题的响应；促进了一系列国家政策的出台；创建了全球碳市场和新的体制机制，这为未来的减缓努力奠定了基础(一致性高、证据量充分)。

- 预估在该议定书的第一个承诺期内与全球排放有关的影响有限。预估它对加入附件B国家的经济影响小于TAR中给出的影响，而TAR指出如果不实行碳排放交易，2012年的GDP增长将下降 0.2-2%。如果附件B国家实行排放交易，2012年的GDP则下降0.1-1.1% [1.4, 11.4, 13.3]。

26. 文献指出了通过合作在国际层面实现全球温室气体减排的多种方案。文献还提出，成功的协议具有环保成效、成本效益，吸收了分布方面的考虑和公平性，以及在制度具有可行性(一致性高、证据量充分)。

- 为减排在合作方面付出更大的努力，这将有助于降低为达到一个特定的减缓水平所需的全球成本，或将提高环境的成效[13.3]。
- 改进市场机制并扩大其范围(如排放交易、联合实施和CDM)能降低总体减缓成本[13.3]。

- 应对气候变化的努力可包括多种要素，如排放目标、行业行动、本地行动、次国家行动和区域行动、RD&D计划、采取共同政策、实施发展行动或扩大融资手段。能够以综合方式落实上述要素，但是对不同国家的努力进行量化比较既复杂而且资源密集度高 [13.3]。
- 可按以下两个方面区分参与国所能采取的行动，即：何时采取此类行动，谁参与行动以及什么行动。这些行动能够有约束力或无约束力(包括固定目标或动态目标)，而且参与过程可以是自始至终的或随着时间的推移而有所不同[13.3]。

F. 可持续发展和减缓气候变化

27. 通过改变发展道路实现更加可持续的发展能够对减缓气候变化做出重大贡献，但实施也许需要资源，以克服多种障碍。越来越认识到在若干行业选择并实施减缓方案的可能性，以实现协同作用并避免与可持续发展的其它方面发生冲突(一致性高、证据充分)。

- 无论减缓措施的规模如何，适应措施是必要的 [1.2]。
- 可将应对气候变化视为可持续发展政策的一个不可或缺的组成部分。国情和体制优势决定了发展政策如何影响温室气体的排放。在涉及政府、工商业和民间社会的公共和私营决策过程的相互作用中出现的有关发展道路的变化，其中许多决策在传统上未作为气候政策对待。如果有关行动各方公平地参与并协调各个分散的决策过程，这样的决策过程才是最有效的 [2.2, 3.3, 12.2]。
- 气候变化和其它可持续发展政策经常发挥协同作用，但并非总是如此。例如，越来越多的证据表明，关于宏观经济政策、农业政策、多边开发银行贷款、保险行为、电力市场的改革、能源安全和森林保护的决策能够显著地减少排放，但这些政策和行为通常不

31. 见IPCC关于技术转让方法和技术问题特别报告

32. 在很大程度上取决于市场价格，该价格在4和26美元/吨CO₂当量之间波动并建立在1000个拟定的加上已注册的CDM项目，而这些项目可能在2012之年产生13亿个减排信用额度。

作为气候政策予以对待。另一方面，有关改进农村地区获取现代能源的决策对全球温室气体排放也许不会产生大的影响[12.2]。

- 与能效和可再生能源相关的气候变化政策通常是由经济效益的；可提高能源安全并减少当地污染物的排放。可设计其它的能源减缓方案，同样可以取得可持续发展的效益，如：避免当地人口的迁移、创造就业和人民健康的效益[4.5, 12.3]。
- 减少天然栖息地的丧失和减少毁林既能够给生物多样性、土壤和水源保护带来显著的益处，也能够以社会经济可持续的方式予以实施。造林和生物能作物的种植有助于恢复退化的土地，管理径流、保持土壤碳并给农村经济带来效益，但设计欠妥，可能与粮食生产用地形成竞争并对生物多样性带来负面的影响[9.7, 12.3]。
- 通过废弃物管理、交通运输和建筑行业的减缓行动，也很可能增强可持续发展 [5.4, 6.6, 10.5, 12.3]。
- 使发展更具有可持续性能提高减缓和适应能力，并能够减少排放和对气候变化的脆弱性。减缓和适应之间能够存在协同作用，例如在建筑物周围和林业中有妥善设计的生物质生产、保护区的设立、土地管理和能源利用。在其它情况下，可能需要在两者之间进行权衡，如由于与适应对策相关的能源消费增加，因而造成温室气体排放增加 [2.5, 3.5, 4.5, 6.9, 7.8, 8.5, 9.5, 11.9, 12.1]。

G. 知识上的空白

28. 在目前已掌握的知识中，仍有一些有关减缓气候变化方面的知识上的空白，尤其是在发展中国家。为弥补这些空白而开展的补充研究将会进一步减少不确定性，从而促进与减缓气候变化有关的决策[TS.14]。

尾框1: 关于不确定性的表述

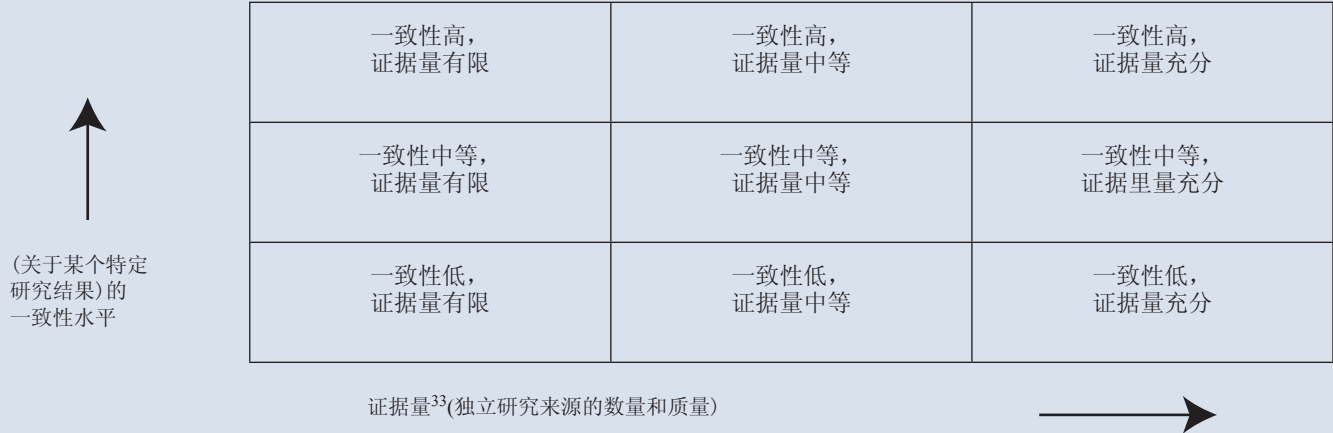
不确定性是任何评估的一个固有特征。第四次评估报告澄清了与基本陈述相关的不确定性。

三个工作组报告的基础学科之间的基本差异采用一个共同的方法是不切合实际的。就人类选择而言，《气候变化2007：自然科学基础》中使用的“可能性”和在《气候变化2007：影响、适应和脆弱性》中使用的“信度”和“可能性”方法被认为不足以处理减缓报告所涉及的特有的不确定性。

在本报告中，使用一个二维尺度处理不确定性。该尺度基于第三工作组的作者对文献中某个特定研究结果的认同程度所作出的专家评判(一致性程度)，以及符合研究结果所依赖的IPCC规则的独立研究的数量和质量(证据量³³)(参见表SPM. E.1)。这不是获得不确定性概率的量化方法。

表 SPM E.1: 不确定性的定性定义

由于未来具有内在的不确定性，因此本报告广泛采用这样一些情景，即：不同未来的情景在内部具有一致性 — 但不是对未来的预测）。



33. 本报告中的“证据量”定义为：表示一种见解或建议是否真实或有效的信息或迹象。见术语表。

政府间气候变化专门委员会
第四次评估报告
第三工作组的报告

技术摘要

主要作者：

Terry Barker (英国)、Igor Bashmakov (俄罗斯)、Lenny Bernstein (美国)、Jean E. Bogner (美国)、Peter Bosch (荷兰)、Rutu Dave (荷兰)、Ogunlade Davidson (塞拉利昂)、Brian S Fisher (澳大利亚)、Sujata Gupta (印度)、Kirsten Halsnæs (丹麦)、BertJan Heij (荷兰)、Suzana Kahn Ribeiro (巴西)、Shigeki Kobayashi (日本)、Mark D. Levine (美国)、Daniel L. Martino (乌拉圭)、Omar Masera (墨西哥)、Bert Metz (荷兰)、Leo Meyer (荷兰)、Gert-Jan Nabuurs (荷兰)、Adil Najam (巴基斯坦)、Nebojsa Nakicenovic (奥地利/黑山)、Hans-Holger Rogner (德国)、Joyashree Roy (印度)、Jayant Sathaye (美国)、Robert Schock (美国)、Priyadarshi Shukla (印度)、Ralph E. H. Sims (新西兰)、Pete Smith (英国)、Dennis A. Tirpak (美国)、Diana Urge-Vorsatz (匈牙利)、周大地 (中华人民共和国)

编审：

Mukiri wa Githendu (肯尼亚)

应按照以下方式引用本技术摘要：

Barker T., I. Bashmakov, L. Bernstein, J. E. Bogner, P. R. Bosch, R. Dave, O. R. Davidson, B. S. Fisher, S. Gupta, K. Halsnæs, G.J. Heij, S. Kahn Ribeiro, S. Kobayashi, M. D. Levine, D. L. Martino, O. Masera, B. Metz, L. A. Meyer, G.-J. Nabuurs, A. Najam, N. Nakicenovic, H. -H. Rogner, J. Roy, J. Sathaye, R. Schock, P. Shukla, R. E. H. Sims, P. Smith, D. A. Tirpak, D. Urge-Vorsatz, D. Zhou, 2007: 技术摘要：气候变化 – 2007：减缓。政府间气候变化专门委员会第四次评估报告第三工作组的报告 [B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave, L. A. Meyer, (编辑)]。英国，剑桥，剑桥大学出版社和美国，纽约。

目录

1 引言 27

2 范围界定问题 33

3 与长期减缓相关的问题 37

4 能源供应 43

5 交通运输及其基础设施 48

6 住宅建筑和商业建筑 53

7 工业 58

8 农业 63

9 林业 67

10 废弃物管理 71

11 跨行业减缓 76

12 可持续发展与减缓 81

13 政策、手段和合作协议 87

14 知识上的空白 92

1 引言

报告的结构、编写依据、交叉性论题的作用以及范围界定问题

本报告的主要目的是评估气候变化的减缓方案。从某些方面把气候变化与发展问题联系起来。本报告对这些联系作了深入的探讨，并说明在哪些方面气候变化和可持续发展正在相互加强。

经济发展的需要、资源禀赋以及减缓和适应能力因区域不同而异。对于气候变化问题，尚无一通百通的方法，解决方案需要根据不同的区域区别对待，以体现不同的社会经济条件并在一定程度上反映地理上的差异。虽然本报告以全球为重点，但是试图针对不同区域的科学技术发现作出有区别的评估。

虽然各减缓方案在各经济行业之间存在显著的差异，但决定按经济行业组织有关短至中期减缓方案。与第三次评估的做法相反，行业减排方案的所有相关方面，如：技术、成本、政策等均放在一起讨论，旨在向用户提供一个有关行业减排方案的综合讨论结果。

因此，本报告分为四个部分。A部分(第1章和第2章)包括引言并为在其它的政策和决策背景下描述气候变化的减缓构建了框架。该部分还介绍了一些重要概念(如：风险和不确定性、减缓与适应的关系、分布和公平性方面以及区域性综合)并对通篇报告中使用的重要术语作了定义。B部分(第3章)通过审查一系列稳定性目标的减缓情景对各项长期稳定目标作了评估，包括如何实现各项目标以及会产生多大的相关成本。另外还根据有关实现稳定的决定(UNFCCC的第2条)讨论了适应、减缓和避免气候变化损失三者之间的关系。C部分(第4章-10章)重点放在详细描述产生温室气体(GHG)排放的各个行业、这些行业的短至中期减缓方案和成本、实现减缓的政策、实现减缓的各种障碍以及适应与其它影响GHG排放的政策之间的关系。D部分(第11章-13章)评估了跨行业问题、可持续发展、国家和国际方面的问题。第11章涉及综合减缓潜力、宏观经济影响、技术的发展与技术转让、与其它政策的协同作用和权衡以及跨国界影响(或溢出效应)。第12章讨论了气候减缓与可持续发展的联系。第13章评估了国内气候政策和各种国际合作的形式。本技术摘要还包括第14章，这一章讨论了在认知上的空白。

过去、现在和未来：排放趋势

在1970-2004年期间，《京都议定书》涵盖的GHG排放增加了大约70%(从28.7增至490亿吨CO₂当量)，仅在1990-2004年期间大约增加了24%，其中二氧化碳(CO₂)是最大的排放源，已增加了大约80%(见图TS.1)。最大的CO₂排放增长点源自发电和公路交通运输。自1970以来，甲烷(CH₄)排放大约增加了40%，其中有85%的增长来自化石燃料的燃烧和利用。然而，农业是CH₄的最大排放源。氮氧化物(N₂O)排放增加了大约50%，主要是由于化肥使用增加和农业增长。在此期间内工业的N₂O排放下降(一致性高，证据量充分)[1.3]。

蒙特利尔议定书限制的臭氧损耗物质(ODS)的排放量(包括GHG、氯氟碳化物(CFC)、氢氯氟碳化物(HCFC))从1970年的低水平增加到1990年的大约75亿吨CO₂当量(占总GHG排放量的20%，未在图TS.1中作出标示)，但是此后在2004年又减少了大约15亿吨CO₂当量，由于在发展中国家淘汰了各类CFC，因此预估臭氧损耗物质排放将进一步减少。在20世纪90年代期间，由于氟化气体取代了ODS，因此《京都议定书》限制的氟化气体(F-气体)(氢氟碳化物(HFC)、全氟化碳(PFC)和SF₆)的排放(主要是HFC)迅速大幅度增加，估计2004年的排放量大约为5亿吨CO₂当量(以100年全球增暖潜势(GWP)为基数大约占总排放量的1.1%)(一致性高，证据量充分)[1.3]。

大气CO₂浓度已从工业化时代前的水平几乎增加了100ppm,于2005年达到379ppm,2000-2005年期间年平均增加速度高于20世纪90年代的增加速度。所有长生命期的GHG气体的总CO₂当量(CO₂当量)浓度目前大约为455ppmCO₂当量。把气溶胶的冷却效应、从土地利用变化释放出的其它空气污染物和气体纳入等效浓度，得到311-435ppm的有效CO₂-当量浓度(一致性高，证据量充分)。

人为气溶胶排放估值仍有很大的不确定性。关于全球硫化物排放，看起来已从1990年的75±10 MtS下降到2000年的55-62MtS。有关非硫化物气溶胶的资料很少并具有很高的揣测性。(一致性中等，证据量中等)。

2004年，能源供应大约占GHG排放的26%，工业占19%，土地利用变化和林业释放的气体占17%，农业占14%，交通运输占13%，住宅、商业和服务行

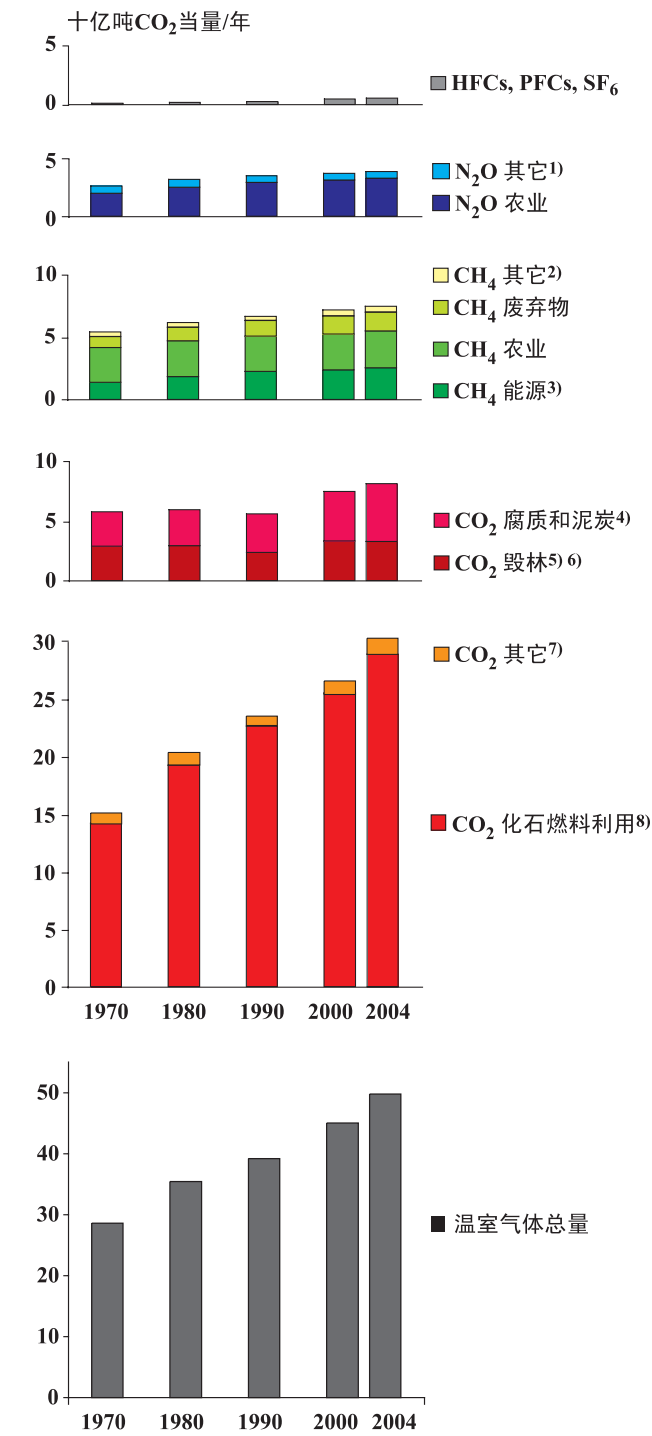
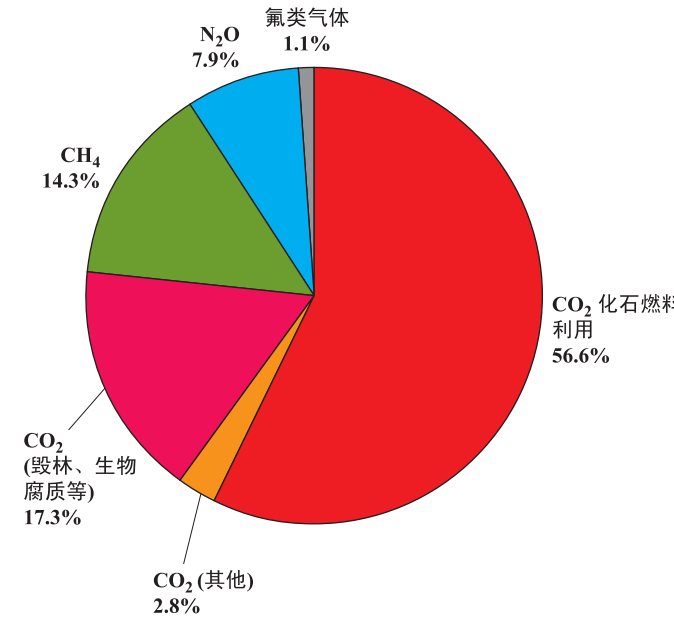


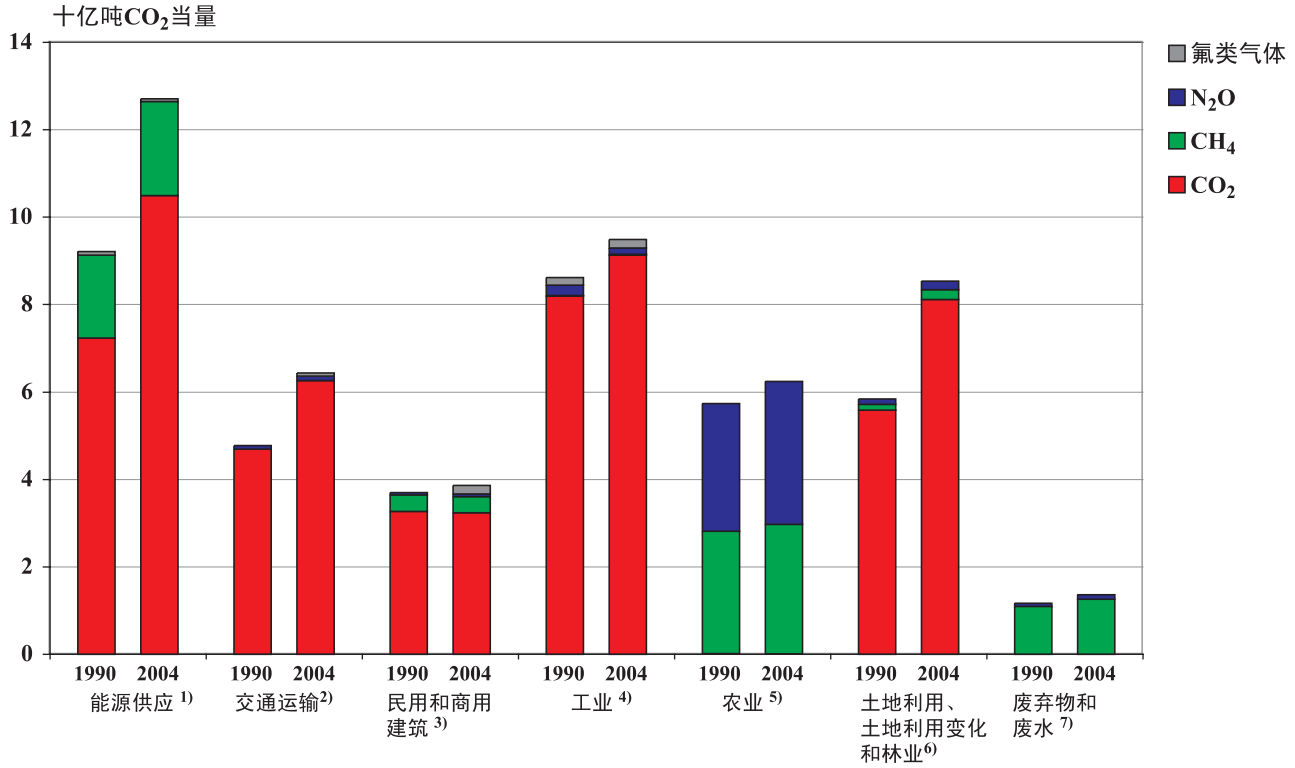
图 TS.1a: 1970-2004年期间按全球变暖潜势（GWP）加权平均的全球温室气体排放量。[图1.1a].

使用了1996年IPCC第二次评估报告（SAR）的100年GWP将温室气体排放转换为CO₂当量。（参阅UNFCCC报告指南）。包括来自所有源的CO₂、CH₄、N₂O、HFCs、PFCs和SF₆。图中有关CH₄和N₂O的不确定性相当大（大约为30-50%），而有关农业和林业的CO₂的不确定性则更大。

- 注:
- 1) 其它N₂O包括工业流程、毁林/草原大火、污水和废弃物焚烧。
 - 2) 其它指工业过程和草原燃烧产生的CH₄。
 - 3) 包括生物能源生产和利用过程中的排放。
 - 4) 伐木和毁林后残留的地表生物质的腐化（分解）过程以及炭燃烧和干泥炭土壤腐化过程产生的CO₂排放。
 - 5) 以及占总量10%的传统生物质燃烧（假定90%源自可持续性生物质生产过程）。用10%的燃烧后的生物质碳作为木炭进行订正。
 - 6) 根据全球林木火灾排放数据库的卫星资料求出的1997-2002年期间大范围森林和灌木生物质燃烧的平均数据。
 - 7) 水泥生产和油气田天然气火炬。
 - 8) 化石燃料使用包括燃料储存过程产生的排放。



图TS.1b: 2004年全球人为温室气体排放 [图 1.1b]



图TS.2a和2b注释：使用了1996年(IPCC第二次评估报告(SAR))的100年GWP将温室气体排放转换为CO₂当量。图中有关CH₄和N₂O的不确定性相当大(大约为30-50%)，而有关农业和林业的CO₂的不确定性则更大。对于大范围生物质燃烧，使用了根据卫星资料建立的“全球燃火排放数据库”中1997-2002期间的平均活动数据。泥炭(燃火和腐化)排放量基于代尔夫特大学水力学小组最近公布的资料。

图TS.2a和2b注释：

- 1) 不包括炼油厂、炼焦炉等，它们已被纳入工业过程。
- 2) 包括国际交通运输(燃料)，但不包括渔业。不包括农用越野车辆和林业越野车辆和机械。
- 3) 包括传统的生物质用途。还报告了第6章提到的各类排放，根据最终使用配额(包括该行业占集中发电造成排放的份额)，从而该行业从较低用电量中产生的任何减缓成就均计入该行业。
- 4) 包括炼油厂、炼焦炉等。还报告了第7章报告的各类排放，根据最终使用配额(包括该行业占集中发电造成排放的份额)，从而该行业从较低用电量中产生的任何减缓成就均计入该行业。
- 5) 包括农业废弃物燃烧和草原燃烧(非-CO₂)。在本数据库中未对农业土壤CO₂排放和/或清除作出估算。
- 6) 数据包括毁林的CO₂排放、伐木和毁林后残留的地表生物质的腐化(分解)过程以及炭燃烧和干泥炭土壤腐化过程产生的CO₂排放。第9章报告了仅毁林一项产生的各种排放。
- 7) 包括填埋产生CH₄、污水散发的CH₄和N₂O，以及废弃物焚化产生的CO₂(仅限化石碳)。

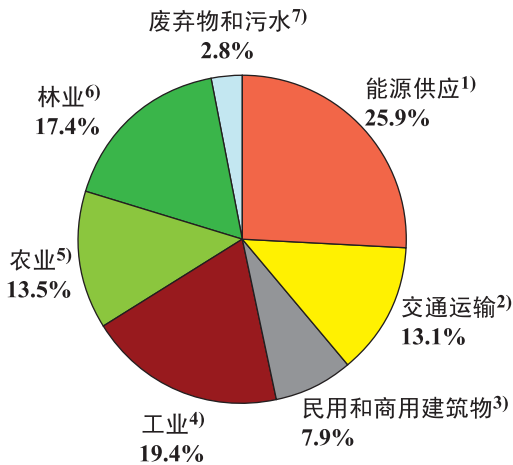


图 TS.2b: 2004年一些行业的GHG排放 [图1.3b]。

业占8%，废弃物占3%（见图TS.2）。应当把这些图视为标示性，因为仍存在一些不确定性，尤其是有关CH₄和N₂O的排放（误差范围估计为30–50%左右），而且农业和林业的CO₂排放的误差范围更大。（一致性高，证据量充分）[1.3]。

图TS.3给出了人口变化和人均收入变化（国内总产值（GDP），按人均等价购买力—GDP_{PPP}/人均¹表示）对能源有关的CO₂排放的贡献、能源强度（一次能源总供应量（TPES）/GDP_{PPP}）以及碳强度（CO₂/TPES）。其中某些因子激励CO₂排放（条块的零线以上部分），其它因子则可降低排放（条块的零线以下部分）。黑色虚线表示每十年的实际排放变化。根据图TS.3，人口和GDP_{PPP}/人均增长幅度（以及由此产生的人均能源使用）已超过并预估将继续超过能源强度（TPES/GDP_{PPP}）的降幅并掩盖了这样一个事实，即：当前按每个GDP_{PPP}单位的CO₂排放比20世纪70年代初低40%并且下降速度已快于每个GDP_{PPP}单位的一次能源或快于每个一次能源单位的CO₂。能源供应的碳强度（CO₂/TPES）对20世纪80年代和2000年之间的CO₂排放起到了一种抵消效应，但是从那时起已逐步增加并预估在2010年之后将不存在这种效应（一致性高，证据量充分）[1.3]。

2004年，附件一国家占全世界人口的20%，

却占全球GHG排放的46%，而非附件一国家占世界人口的80%，仅占全球GHG排放的54%。在最高人均GHG排放（北美）与最低人均GHG排放（非附件一南亚国家）之间形成的区域反差在以下方面更为突出（见图TS.4a）：占世界5%的人口（北美）排放19.4%的GHG，而占世界30.3%（非附件一南亚国家）却排放13.1%的GHG。如果采用每个GDP_{PPP}单位GHG公制排放量，则出现另一种不同的情况（见图TS.4b）。照此计算，附件一国家产生了57%的世界总产值，GHG强度为产生0.68公斤CO₂当量/美元GDP_{PPP}（而非附件一国家则为1.06公斤CO₂当量/美元GDP_{PPP}）（一致性高，证据量充分）[1.3]。

预估全球能源使用和供应—GHG排放的主要驱动因子—继续增长，特别是由于发展中国家追求工业化。若不改变能源政策，在2025—2030年时间框架内为全球经济运行提供的混合能源将基本保持不变，80%以上的能源供应依赖产生GHG排放的化石燃料。照此计算，在2030年与能源有关的CO₂排放预估比2000年高40—110%，排放增量的三分之二至四分之三源自非附件一国家，虽然发达国家的人均排放仍将保持相当高的排放量，即：附件一国家为9.6吨CO₂/人均至15.1吨CO₂/人均，相比之下非附件一国家为2.8吨CO₂/人均至5.1吨CO₂/人均（一致性高，证

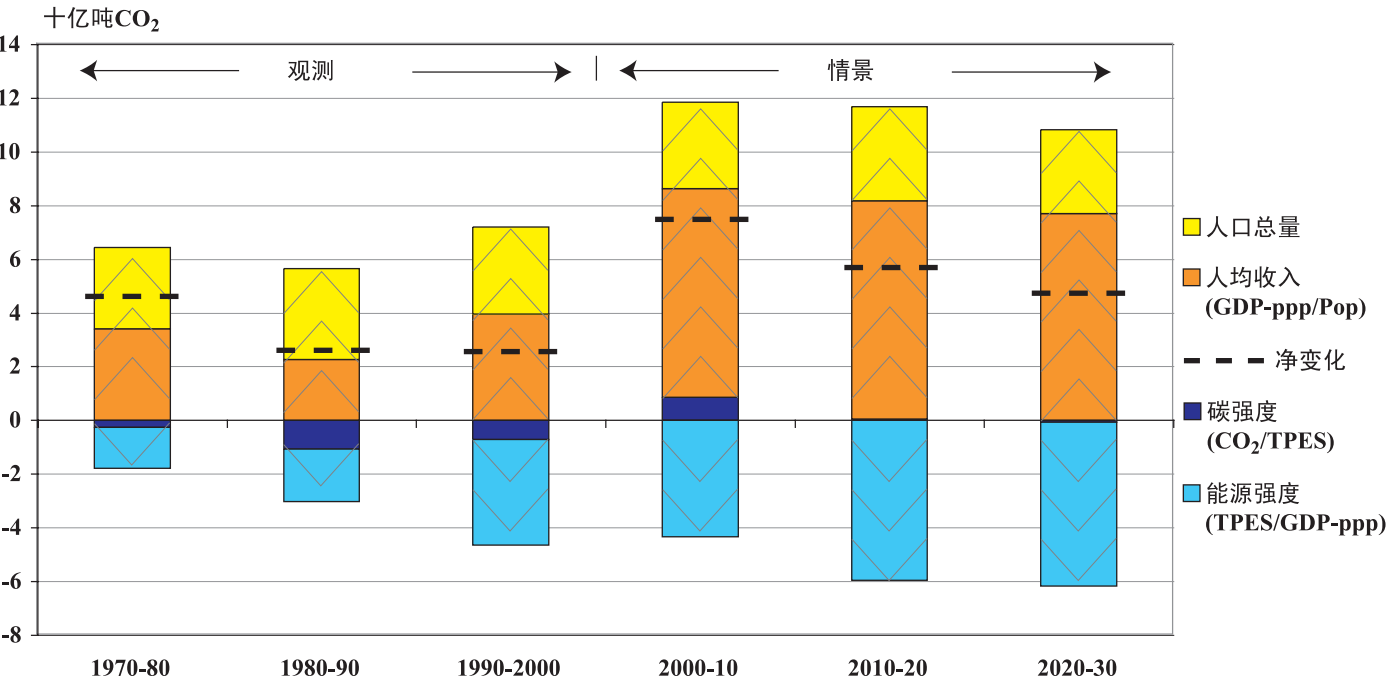


图 TS.3: 过去三个十年和未来三个十年全球尺度与全球能源相关的CO₂ 排放变化分解示意图 [图1.6].

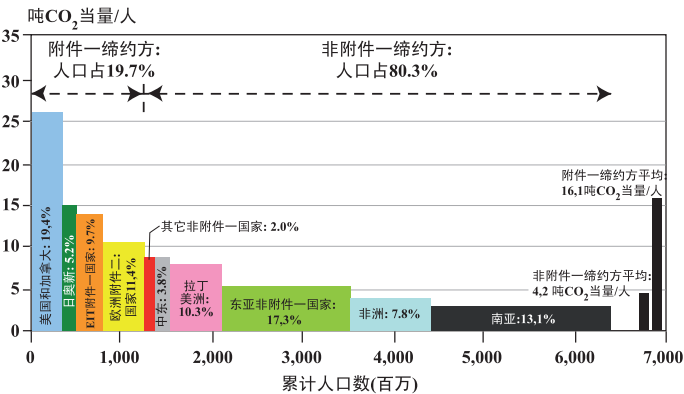
1. 在本报告中GDP_{PPP} 值仅用于解释目的。

据量充分)[1.3]。

针对2030年，总GHG排放(《京都议定书》气体)的各项预估一致表明与2000年相比将增加25–90%，较为近期的预估高于先前的预估(一致性高，证据量充分)。

针对2100年，SRES²的一系列情景(与2000年相比，从减少40%至增加250%之间不等)仍然有效。较为近期的预估趋于偏高：与2000年相比，增加90%至250%(见图TS.5)。考虑了气候政策的情景还表明全球排放将继续增加多个十年，关于这些政策的实施当前正在讨论之中。

那些出于气候变化之外的其它理由已采取行动的发展中国家(如：巴西、中国、印度和墨西哥)在过去30年期间已经每年减少了大约5亿吨CO₂；即：



图TS.4a:2004年按不同国家类别人口划分的区域人均温室气体排放分布(所有京都议定书涉及的气体，包括土地利用所产生的各类气体)。各条块中标出的百分比表示各区域占全球GHG排放中的份额。[图1.4a]。

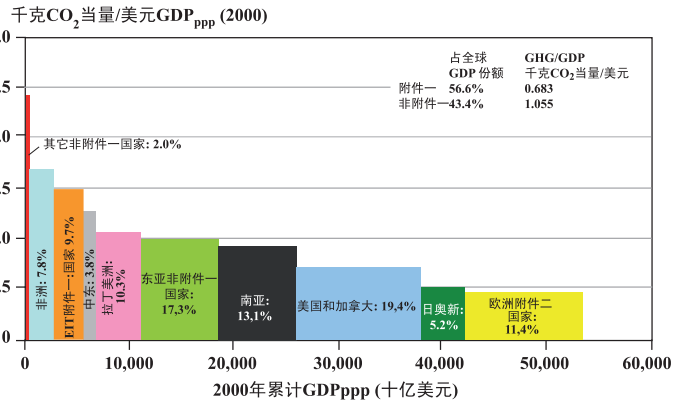
注：根据UNFCCC和京都议定书的划分标准对国家进行分类；这意味着从那时起凡已加入欧盟的国家仍被列为经济转型(EIT)的附件一国家。没有2004年所有国家的全套资料。每个国家类别的国家包括：

- EIT附件一国家：白俄罗斯、保加利亚、克罗地亚、捷克共和国、爱沙尼亚、匈牙利、拉托维亚、立陶宛、波兰、罗马尼亚、俄罗斯联邦、斯洛伐克、斯洛文尼亚、乌克兰。
- 欧洲附件二国家和M&T：奥地利、比利时、丹麦、芬兰、法国、德国、希腊、冰岛、爱尔兰、意大利、列支敦士登、卢森堡、荷兰、挪威、葡萄牙、西班牙、瑞典、瑞士、英国、摩纳哥、土耳其。
- JANZ国家：澳大利亚、日本、新西兰。
- 中东：巴林、伊朗伊斯兰共和国、约旦、科威特、黎巴嫩、阿曼、卡塔尔、沙特阿拉伯、叙利亚、阿拉伯联合酋长国、也门。
- 拉丁美洲及加勒比海地区：安提瓜及巴布达、阿根廷、巴哈马、巴巴多斯、伯利兹、玻利维亚、巴西、智利、哥伦比亚、哥斯达黎加、古巴、多米尼加、多米尼加共和国、厄瓜多尔、萨尔瓦多、格林纳达、危地马拉、圭亚那、海地、洪都拉斯、牙买加、墨西哥、尼加拉瓜、巴拿马、巴拉圭、圣卢西亚、圣文森特的格林纳丁斯、苏里南、特立尼达和多巴哥、乌拉圭、委内瑞拉。
- 非附件一东亚国家：柬埔寨、中国、朝鲜(人民民主主义共和国)、老挝(人民民主主义共和国)、蒙古、韩国、越南。
- 南亚：阿富汗、孟加拉、不丹、科摩罗、库科群岛、斐济、印度、印度尼西亚、基里巴斯、马来西亚、马尔代夫、马绍尔群岛、密克罗尼西亚、(联邦)、缅甸、瓦努阿图、瑙鲁、纽埃、尼泊尔、巴基斯坦、帕劳、巴布亚新几内亚、菲律宾、不丹、萨摩亚、新加坡、所罗门群岛、斯里兰卡、泰国、东帝汶、汤加、图瓦卢、瓦努阿图。
- 北美国家：加拿大、美利坚合众国。
- 其它非附件一国家：阿尔巴尼亚、亚美尼亚、阿萨拜疆、波斯尼亚赫塞格维纳、塞浦路斯、格鲁吉亚、哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、马耳他、马尔多瓦、圣马力诺、塞尔维亚、塔吉克斯坦、土库曼斯坦、乌兹别克斯坦、马其顿共和国。
- 非洲：阿尔及利亚、安哥拉、贝宁、博茨瓦纳、布基纳法索、布隆迪、肯尼亚、莱索托、利比亚、马达加斯加、马拉维、马里、毛里塔尼亚、毛里求斯、摩洛哥、莫桑比克、纳米比亚、尼日尔、尼日利亚、卢旺达、圣多美和普林西比、塞内加尔、塞拉利昂、南非、苏丹、斯威士兰、多哥、突尼斯、乌干达、坦桑尼亚共和国、赞比亚、津巴布韦。

超过了附件一国家根据《京都议定书》需要减少的排放量。许多这类减排行动的动机是发展经济、减少贫困、能源安全和当地的环境保护。因此，最具有前景的政策途径似乎是那些使气候保护与发展重点之间的自然协同作用实现最大化的政策途径，以便同时推动两者的发展(一致性高，证据量中等)[1.3]。

国际响应

联合国气候变化框架公约(UNFCCC)是促进对气候变化作出国际响应的主要载体。该公约于1994年3月生效并几乎已得到各国政府的普遍批准—联合国194个成员国中已有189个国家批准(2006年12月)。2005年在CMP1³大会上建立了通过加强履约应对气候变化的长期合作行动对话，采取了开放式



图TS.4b: 2004年按不同国家类别的GDP等价购买力以美元为单位的区域温室气体(所有京都议定书涉及的气体，包括土地利用所产生的各类气体)排放的分布。各条块中标出的百分比表示各区域占全球GHG排放中的份额。[图1.4b]

2. SRES指在IPCC排放情景特别报告(IPCC, 2000b)中描述的各类情景。A1情景族描述了这样一个未来世界：经济增长非常快，人口增长低，新的更高效的技术被迅速引进。B1描述了一个趋同的世界：全球人口与A1相同，在本世纪中叶达到峰值之后下降，经济结构迅速调整。B2描述了这样一个世界：‘强调经济、社会和环境可持续发展的局地解决方案’。其特征是全球人口增长幅度不大，经济发展处于中等水平，与A1B情景相比技术变化速度较为缓慢且更加多样化。

3. 缔约方大会(COP)是公约的最高机构，它同时也作为京都议定书的缔约方会议(MOP)。CMP1指缔约方大会的第一次会议，该会议也作为京都议定书的缔约方会议。

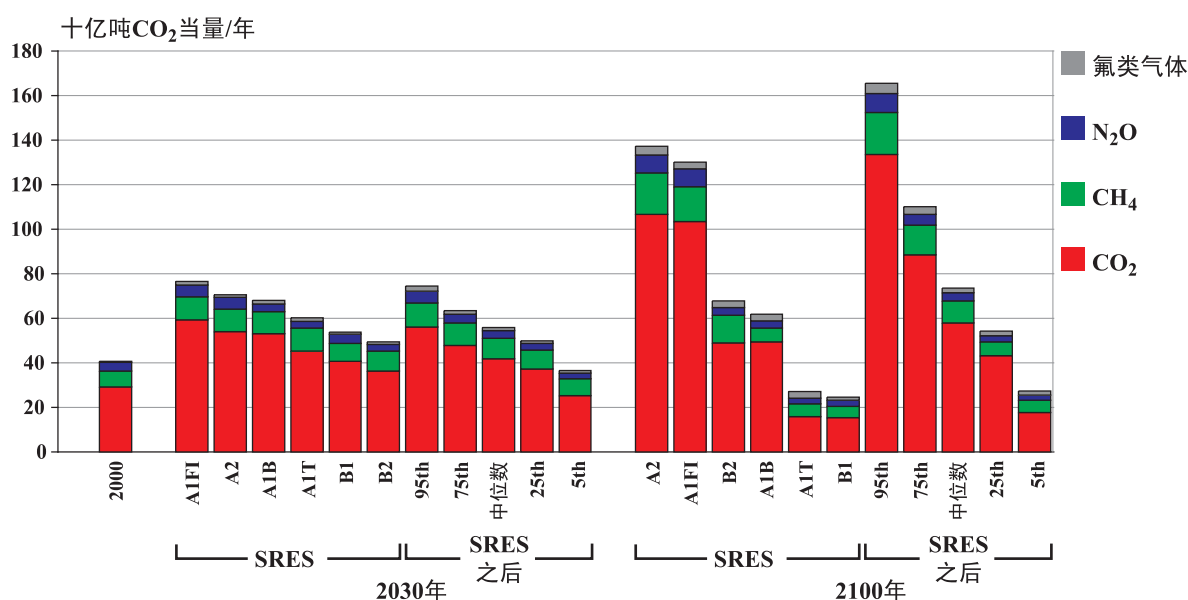


图 TS.5: 根据IPCC SRES和SRES之后文献得出的2000年全球温室气体排放量、预估的2030年和2100年的温室气体排放量。正如第3章所述，此图还显示出SRES之后的各情景中排放的频率分布（第5个、第25个百分位、中位数、第75和第95个百分位）。氟类气体包括 HFCs、PFCs和SF₆ [1.3、3.2、图 1.7]。

的和无约束力的意见和信息交流形式，以支持公约的有力实施。

对上述条约的第一个补充性文件—《京都议定书》于1997年通过并于2005年2月生效。截至到2007年2月，168个国家和欧洲经济共同体已批准了该议定书。根据《京都议定书》第3.1条，附件一缔约方同意累计减少其GHG总体排放，至少比1990年的排放水平低5%。《京都议定书》的生效标志着朝着实现UNFCCC的最终目标：避免危险的对气候系统的人为干扰方向迈出了第一步，虽然步伐并不太大。然而，议定书所有签字方的全面实施仍远远尚未扭转全球GHG排放的总体趋势。《京都议定书》的优势在于它提供了一些市场机制，如：GHG排放交易及其体制结构。然而，该议定书的一个弱点是它未得到一些GHG排放大国的批准。在CMP1会议上设立了一个新的关于在《京都议定书》2012年之后附件一国家义务的特设工作组(AWG)并在CMP2会议上同意将于2008年对《京都议定书》第9条进行第二次审议。

还有一些有关开发和实施GHG减排新技术的自愿性国际倡议。其中包括：碳固化问题领导层论坛(旨在促进CO₂的捕获和封存)、氢问题伙伴关系、甲烷与市场伙伴关系以及亚太清洁发展和气候伙伴关系(2005)，此项倡议包括澳大利亚、美国、日本、

中国、印度和韩国。自2005年在苏格兰的格伦伊格尔斯召开的八国峰会以来，气候变化也已成为八国集团一个重要的日益关切的问题。在上述会议上，制定了一项行动计划，该计划赋予了国际能源机构、世界银行和可再生能源和能效伙伴关系支持上述努力的任务。此外，格伦伊格尔斯会议为最大的排放国建立了一个关于清洁能源、气候变化和可持续发展的对话进程。国际能源机构(IEA)和世界银行被赋予了为上述对话进程提供咨询的责任[1.4]。

公约第2条与减缓

联合国气候变化框架公约第2条要求防止对气候系统造成危险的干扰并因此要求在可实现这一目标的某个时间框架内将大气GHG浓度稳定在可实现上述目标的水平上。第2条的标准规定了危险的人为气候变化(风险)包括：粮食安全、生态系统的保护和可持续发展的经济。实施公约第2条意味着回答一些复杂的问题：

气候变化到什么程度才是危险的？

针对第2条作出的各项决策需要判定作为政策目标的气候变化程度，并对减排路径以及对所需的适应规模产生根本性影响。选择某个稳定的水平，这意味着——对照可能威胁经济可持续性的应对措施

产生的各种风险来平衡气候变化的各种风险(从渐进的变化到极端事件,以及不可逆转的气候变化,其中包括与粮食安全、生态系统和可持续发展)。虽然对‘危险的干扰’作出的任何判断一定是一种社会和政策判断,它取决于被视为可接受的风险程度大小,如果要想实现稳定,大幅度减排则不可避免,稳定水平愈低,实现大幅度减排须愈早。(一致性高,证据量充分)[1.2]。

可持续发展:

预估的人为气候变化看来可能对可持续发展产生不利的影响,其影响趋于随着GHG浓度的升高而增加(WGII AR4,第19章)。经妥善设计的气候变化响应可成为可持续发展的一个不可分割的组成部分,而且两者能够相互加强。气候变化的减缓能够保护或加强自然资本(生态系统、环境资源和经济活动所需的汇)并防止或避免对各人类系统的破坏,因而为提高社会经济发展所需资本的总体生产力做出贡献,其中包括减缓和适应能力。反之,可持续发展路径能够降低对气候变化的脆弱性并减少GHG排放(一致性中等,证据量充分)[1.2]。

分配问题:

气候变化受当前排放和未来影响以及脆弱性的极不对称分布的支配。能够通过分配减缓或适应成本,通过分配未来的排放权利以及通过确保机构和程序的公正性的方式来详细确定公平性。由于工业化国家是过去和当前大部分GHG的排放源,并具有采取行动的技术和财政能力,公约把减缓气候变化的最初步骤中最沉重的担子压在了这些国家的肩上。这已在‘共同但有区别的责任’中得到体现(一致性高,证据量充分)[1.2]。

特定时间:

由于气候系统和社会经济系统的惯性,目前启动的减缓行动的效益也许只有在几十年之后才能产生显著的但已避免的气候变化。这意味着减缓行动需要在短期内开始,以便产生中期和长期效益并避免锁定碳密集型技术(一致性高,证据量充分)[1.2]。

减缓与适应:

适应和减缓是对气候变化做出的两种类型的政策响应,它们能够互补,互为替代或互不依赖。由于气候系统存在惯性,因此无论减缓措施的规模有多大,适应措施将总是需要的。在今后20年左右,即便出台最激进的气候政策,它也无法避免已经‘加

载到’气候系统中的增暖。避免气候变化产生的效益将只有在上述时间以后才能逐渐积累显现。在较长时间内,在今后几十年之后,减缓投资将产生更大的避免气候变化的潜力,而且这一潜力大于当前所能够预料的任何适应方案(一致性中等,证据量中等)[1.2]。

风险与不确定性:

履行公约第2条的一个重要方面是在评估气候变化风险和严重性过程中和在评价降低风险所需的减缓行动(及其成本)水平过程中涉及到的不确定性。鉴于这一不确定性,针对履行公约第2条的决策会融入了风险管理原则而从中受益。一个谨慎而富有前瞻性的风险管理方法将会在避免气候变化损害的成本和效益的基础上囊括适应和防御性减缓措施,同时还应考虑最坏结果的(很小)发生几率(一致性中等,证据量中等)[1.2]。

2 范围界定问题

减缓气候变化与可持续发展

在气候变化与发展之间存在一种双向关系。一方面,对气候变化的脆弱性受到发展格局和收入水平的制约和强有力的影响。有关技术、投资、贸易、贫困、社会权利、社会政策或治理的决策也许看起来与气候政策无关,但是这些决策也许对排放、所需减缓范围以及对由此产生的成本和效益带来深刻的影响[2.2.3]。

另一方面,在更可持续的发展意义上,气候变化本身和适应政策及减缓政策可对发展产生显著的积极影响。这引申出这样一个理念,即:气候变化政策可被视为1)依靠自身的权利(‘气候优先’);或2)作为可持续发展政策的一个不可或缺的组成部分(‘发展优先’)。可把这一辩论界定为一个可持续发展的问题,而不是一个单纯的环境问题,这也许能够更好地满足各国的需要,与此同时承认排放的驱动力与助长排放的发展路径相关[2.2.3]。

发展路径的演进是经济和社会交易的产物,而发展路径受到政府政策、私营行业举措的影响,并受到客户消费倾向和选择的影响。这包括与自然保护、法律框架、知识产权、法律规则、税收和法规、粮食生产、保障与安全、消费模式、人才和机构能力建设、研发、财政方案、技术转让、能源效

率和能源方案等相关的一系列政策。这些政策通常并非作为一揽子一般性发展政策的一部分出台并逐步推行，而通常是针对更具体的政策目标，如：空气污染标准、粮食安全和健康问题、GHG减排、特定群体创收，或绿色技术的产业发展等。然而，这类政策能够对可持续性和温室气体减缓以及对适应结果产生显著的影响。这种存在于减缓气候变化与发展之间的强有力的关系既适用于发达国家，也适用于发展中国家。第12章以及第4-11章也用一定的篇幅均对上述问题作了详细的阐述[2.2.5; 2.2.7]。

新出现的文献已指出了一些方法，用于确定、特征化描述和分析可持续发展与气候变化响应之间的相互作用。一些作者已提示：能够把可持续发展作为一个共同评估社会、人文、环境和经济因素的框架予以对待。解决这些因素的一种方式是利用一些经济、环境、人文和社会指标评估各项政策对可持续发展的影响，其中包括定量和定性衡的量标准（一致性高，证据量有限）[2.2.4]。

决策、风险和不确定性

减缓政策的制定是为了应对气候变化影响风险方面的关切。然而，针对这些关切做出适当反应的决策就是处理各种不确定性。风险是指这样一些情况，其结果及其后果的概率能够通过成熟的理论和可靠的、完整的资料予以确定，而不确定性是指相关资料也许零散或缺乏的情况。不确定性的原因包

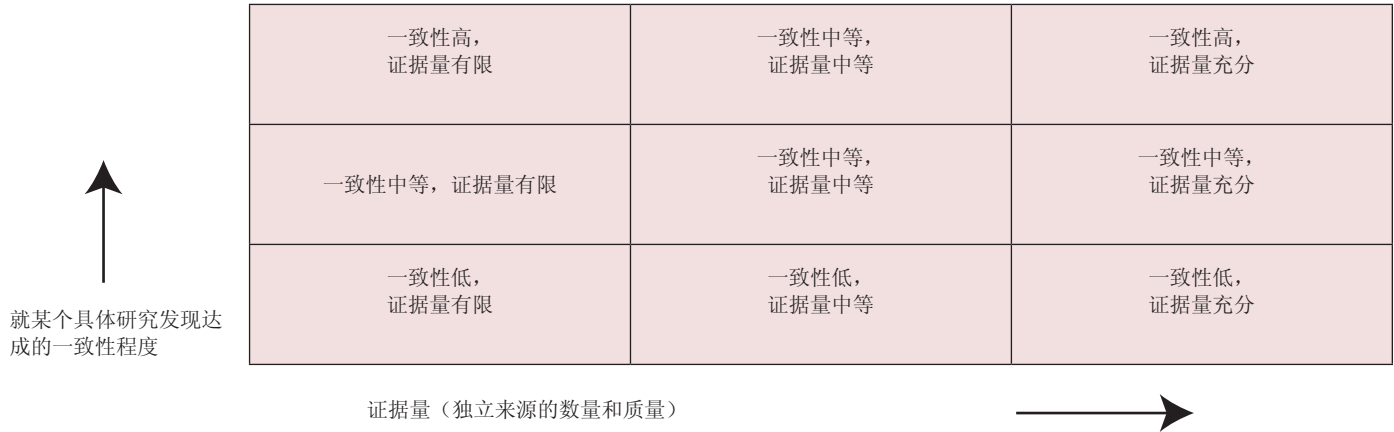
括证据数量不足或相互矛盾，也包括人类行为。不确定性的人类因素，特别是协调和战略行为问题，构成了与减缓气候变化相关的不确定性的主体（一致性高，证据量充分）[2.3.3; 2.3.4]。

支持决策的分析能够有助于决策者决策，在没有一个普遍达成共识的最佳政策的情况下尤为如此。为此，已有一些分析方法可供选择，每种方法都有各自的优点和缺点，这些方法有助于将气候变化问题的信息内容保持在大批决策者的认知范围内，并保障在许多参与方之间开展更有依据的和更有效的对话。但在确定、衡量和量化许多变量方面仍存在一些突出的问题，而这些变量对任何支持决策分析框架都是重要的内容，尤其是对那些不具有市场价值的自然系统和人类健康的影响；对此，所有方法都对现实作了简化处理（一致性高，证据量充分）[2.3.7]。

当许多负责不同的价值体系的决策者参与决策时，尽可能清楚地了解预期借鉴的任何分析结果所依据的价值判断，这对决策者是有帮助的。但只要分析的目的是展现那些与高不确定性和高风险相关的选择，那么这可能尤为困难和细微（一致性中等，证据量中等）[2.3.2; 2.3.7]。

综合评估能够让决策者了解地球物理方面的气候变化、气候影响预测、适应潜力和减排成本与避免气候变化损失的效益之间的关系。这些评估具有处理不完整的或不精确数据的框架。

表 TS.1：不确定性的定性定义[表 2.2]



注：本表是基于两方面的不确定性：证据量⁵和一致性水平。关于某一特定技术的证据量是通过审查独立来源信息的数量和质量作出的评估。一致性水平表示在一定范围内研究结果的主观概率。

4. IPCC的规则允许既可使用经同行细审的文献，也可使用未经同行评审但作者认为具有同等质量的文献。
5. 在本报告中“证据”的定义是：表示一个信念或主张是否真实或有效的信息或迹象。关于详细的解释，参见术语表。

为了体现所涉及到的不确定性，本报告使用了表TS.1中的术语，用于描述评估专家根据基础文献（表中的行）并根据某项研究发现按IPCC规则⁴进行量化的独立来源的数量和质量（表中的列）对各自评价陈述达成一致的相对水平。就人为选择而言，本报告未使用‘可能性’和‘信度’等其它表述方法，因为使用其它方法均无法对减缓所涉及的不确定性作出充分的特征表述（一致性高，证据量充分）[2.4]。

成本、效益、概念（包括私人成本和社会成本视角）和与其它决策框架的关系

有不同的定义减缓潜力的方法，因此明确潜力的具体含意很重要。‘潜力’用于表示GHG减排的程度，即：与某个基线或基准个例相比，某项减缓方案能够通过在一定时期内避免一吨碳的特定成本所实现的减排量。衡量单位通常用相对于基线排放的避免排放百万吨碳或CO₂当量表示[2.4.3]。

市场潜力指基于私人成本和私人贴现率⁶的减缓潜力，它可以是在预测的市场条件下预计出现的潜力，包括当前出台的政策和措施，同时关注限制实际吸收的各种障碍。

经济潜力指GHG的减缓量，它考虑了社会成本和效益以及社会贴现率⁷，同时假设市场效率通过政策和措施而提高，并且各种障碍被清除。然而，目前自下而上和自上而下的经济潜力研究在考虑生活方式选择和包括所有外部因素（如局地空气污染）方面存在局限性。

技术潜力指通过实施一项经过示范的技术或做法能够减少GHG排放。在此没有具体提及成本，只提及了‘实际限制’，尽管在某些情况下考虑了隐含的经济因素（一致性高，证据量充分）[2.4.3]。

针对市场潜力的研究能够用于向决策者通报有关减缓潜力的信息（包括现行的政策和障碍），而针对经济潜力的研究表示如果出台适当的新政策和附加政策，清除各种障碍并纳入社会成本和效益，则可取得什么样的结果。因此，经济潜力一般大于市场潜力。减缓潜力的估算使用的不同类型的方法。有两大类，即“自下而上”的方法和“自上而下”的方法，这两类方法主要用于评估经济潜力：

- **自下而上的研究**基于对减缓方案的评估，突出强调具体的技术和规定。这类研究一般是针对行业的研究，宏观经济视为不变。正如第三次评估，对行业的估值进行累积综合，旨在为本次评估提

供一个有关全球减缓潜力的估值。

- **自上而下的研究**评估各减缓方案的整体经济潜力。这类研究利用有关减缓方案的全球一致性框架和综合信息，并抓住宏观经济反馈和市场反馈。

自下而上的研究对评估行业层面的具体政策方案尤其有用，例如提高能效的方案，而自上而下的研究对评估跨行业和整体经济的气候变化政策有用，如碳税和实现稳定排放的政策。自第三次评估以来，自下而上和自上而下的模型已变得更为相似，因为自上而下的模型采纳了更多的技术减缓方案（参见第11章），而自下而上的模式采纳入了更多的宏观经济反馈和市场反馈，而且这两种模型结构均采用了障碍分析。

减缓和适应的关系：能力和政策

气候变化的减缓和适应有一些共同的因素，在应对气候变化方面可以互补，互相替代，具有独立性或竞争性，并且还有很大不同的特征和时间尺度[2.5]。

适应和减缓两者均对社会能力提出要求，均与社会和经济发展有着密切的联系。应对气候变化取决于气候风险的程度、社会的自然和人为资本资产、人力资本和机构以及收入。这些加起来将确定一个社会的适应和减缓能力。支持发展的政策和提高其适应和减缓能力的政策也许（但不一定）有许多共同之处。可选择一些政策，使其对自然系统和社会经济系统产生协同影响，但是有时可能不得不做出困难的权衡取舍。决定各利益攸关方和社会实施气候变化减缓和适应措施能力的关键因素包括：获取资源、市场、金融、信息和一些治理问题（一致性中等，证据量有限）[2.5.2]。

分配和公平性方面

关于气候变化的决策对地方、国家、区域之间和几代人之间的公平性有大的影响，并且应用不同的公平性方法对政策建议，乃至对气候政策的成本和效益的分配有重大影响[2.6]。

针对社会正义的不同方法能够用于评估气候变化政策的公平性后果。正如第三次评估报告（TAR）所指出的那样，鉴于在不同的利益攸关方之间对某些公平性原则具有很强的主观倾向，找出结

6. 私人成本和贴现率体现了私人消费者和公司视角；关于更完整的解释见术语表。

7. 社会成本和贴现率体现了社会视角。社会贴现率低于私人投资者所使用的那些贴现率；更完整的解释见术语表。

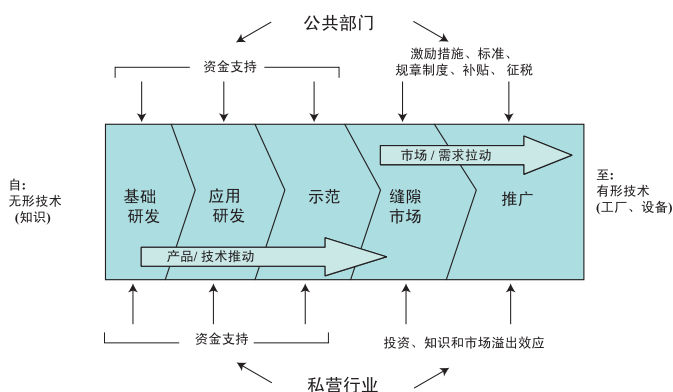


图 TS.6: 技术开发周期及其主要驱动力[图2.3]。

注：在此说明的程式化技术生命期阶段之间存在重要的重叠和反馈。因此该图并不表示一个创新的‘线性’模型。在术语上对‘技术’加以细微区分，认识到这一必要性是重要的，当讨论不同减缓和适应方案时尤为如此。

合公平性原则的切实可行的方法则更有成效。公平性方法各不相同，有传统经济方法、基于权利的方法等。经济方法是评估不同群体乃至整个社会的福利得失，而基于权利的方法则侧重于权利，例如对所有国家按人均计算排放或按GDP计算排放，而不考虑减缓成本或减缓能力。文献还包括一种侧重于机遇和自由的能力方法，该方法从气候政策方面可解释为减缓或适应或避免对气候变化脆弱的能力（一致性中等，证据量中等）[2.6.3]。

技术研究、开发、部署、推广和转让

应对气候变化的速度和成本还将关键取决于能够在未来降低排放技术的成本、性能和可提供性，虽然其它因素（如：财富和人口的增长）也很重要[2.7]。

技术同时影响气候变化问题的规模和其解决方案的成本。技术是整套的能力和工具，涉及专门知识、专业技术、经验和设备，被人类用来提供服务并转化为资源。技术在减缓GHG排放方面的主要作用是控制限排的社会成本。许多研究表明改进目前正在使用的减排技术并开发和部署先进的减排技术具有显著的经济价值（一致性高，证据量充分）[2.7.1]。

可预计一系列技术组合在实现《联合国气候变化框架公约》的目标和管理气候变化的风险方面能够发挥作用，因为需要大量减排，各国的情况大不相同，而且各方案的业绩具有不确定性。气候政策不是技术变化的唯一决定因素。然而，对未来

情景的评审（参见第3章）表明在气候政策未出台的情况下，技术变化的总体速度可与气候政策的影响一样大，若不是更大的话（一致性高，证据量充分）[2.7.1]。

技术变化尤为重要，因为气候变化的特征是具有长期时间尺度。从技术创新到全面推广的滞后期以及资本周转率的滞后期，典型的时间尺度为十年或百年，因为能源资本存量和基础设施的特点是生命周期长。

许多方法都用于将技术变化的过程分成不同的阶段。一种方法是将技术变化视为一个大致分为两个过程：1)构思、创造和开发新技术或提高现有技术推进“技术前沿”；2)推广或部署这类技术。我们对技术及其在解决气候变化问题方面的作用的认识正在不断提高。但是技术的创造、开发、部署并最终替代这些过程则是复杂的（参见图TS.6），并且对这些过程还没有简单的描述。技术开发和部署的特点是两个公益性问题。第一，研发水平欠佳，因为私人决策者无法捕捉到私人投资的全部价值。第二，有一个传统的环境外部性问题，即：私人市场并非体现气候变化的全部成本（一致性高，证据量充分）[2.7.2]。

技术变化的三个重要来源是研发、学习和外溢效应。

- 研发包含一系列活动，其中企业、政府或其它实体提供资源，专门获得新的知识，并体现在新技术或改进的技术中。
- 学习是支撑技术进步的复杂源泉的综合结果，往往包含研发、外溢效应和规模经济等的重要贡献。
- 外溢效应指将创新的知识或创新的经济效益从个人、企业、行业或其它实体转让给另一个人、企业、行业或实体，或从一项技术转换为另一项技术。

从整体而言，经验和理论证据强有力地表明上述所有三者都在技术进步方面发挥着重要作用，并且没有令人信服的理由使人认为某一个方面要比其它两个方面重要得多。由于其它行业的外溢效应对能源行业的创新产生了巨大影响，所以一个确凿的、广泛的技术基础对于与气候变化相关的技术开发以及对于显性气候变化研究或能源研究同等重要。需要开展一系列研究，因为事先确定赢家和输家是是不可能的。技术变化的源泉往往归于一般驱动

力‘供应推动’(如通过研发)或‘需求拉动’(如通过学习)。但是,它们之间不是一种简单的替代关系,但也许是具有很强互补性互动关系(一致性高,证据量充分)[2.7.2]。

关于技术转让,IPCC技术转让方法和技术问题特别报告(2000年)的主要发现仍然有效:东道国和受援国都需要创造一个适当的有利环境(一致性高,证据量充分)[2.7.3]。

区域因素

气候变化研究中使用了各种不同的区域定义,这取决于所考虑问题的特点和方式方法上的差异。可能出现的区域表征的多样性阻碍了针对特定区域和尺度的各类研究之间信息的可比性和信息的传递。本报告主要选择了务实的方法对区域信息进行分析并阐述各项研究发现[2.8]。

3 与长期减缓相关的问题

基线情景驱动

人口预估目前普遍低于IPCC排放情景特别报告(SRES)的预估,因为新的资料表明世界许多地区的出生率大幅下降。迄今为止,这些新的人口预估在许多新的排放情景分析文献中尚未采用。纳入了这些预估的研究报告得出的结果的总体排放水平大同小异,因为其它驱动因子发生了变化,如经济增长(一致性高,证据量充分)[3.2.1]。

经济增长的前景并没有太多改变。在公布的GDP数字中有相当大的重叠,新情景的中间值略有下调,与SRES情景前文献中的中间值相比下调了约7%。资料显示GDP预估的分布没有明显变化。对非洲、拉丁美洲和中东地区经济增长的预估均低于SRES情景中的水平(一致性高,证据量充分)[3.2.1]。

基线情景排放(所有气体和行业)

到2100年在SRES之后的文献中整个基线情景所反映的有关能源和工业CO₂排放的产生范围非常大,从17到约135GtCO₂当量(4.6–36.8GtC)⁸,与SRES的范

围基本相同(图TS.7)。不同的理由可以解释这样一个事实:排放没有下降,尽管对人口和GDP的预估有所降低。在所有其它因素均相等的情况下,人口预估下降则会导致排放减少。但是,在使用下降预估的情景中,其它排放驱动因子的变化部分抵消了人口下降的后果。没有几项研究采纳了人口下降预估,但是凡在采纳人口预估的研究中,表明人口下降已被更高的经济增长率所抵消,并且/或者转向碳密集更高的能源系统,如转向煤,因为石油和天然气的价格在不断上涨。多数情景显示在本世纪大多数时间内排放将增加。但是,新、旧文献中也都有有一些基线(基准)情景显示排放达到峰值之后便开始下降(一致性高,证据量充分)[3.2.2]。

预估与土地相关的GHG基线排放会随着对耕地需求的增加而上升,但是速率比与能源相关的排放增加要慢。至于土地利用变化(主要是毁林)造成的CO₂排放,SRES之后的情景显示了与SRES情景相似的趋势:缓慢下降,可能导致到本世纪末达到零净排放。

预估非CO₂温室气体的整体排放(主要源于农业)将增加,但是比CO₂排放的速度略低,因为最重要的CH₄和N₂O均源于农业活动,并且农业的增长低于能源利用的增长。近期文献的排放预估与SRES相类似。最近的非CO₂温室气体排放基线情景表明农业CH₄和N₂O排放到本世纪末都将增加,有些基线显示有可能增加一倍。虽然预估某些含氟化合物的排放将下降,但预计其中许多排放将大幅上升,因为部分排放行业增长速度快,并且ODS被HFC所取代(一致性高,证据量中等)[3.2.2]。

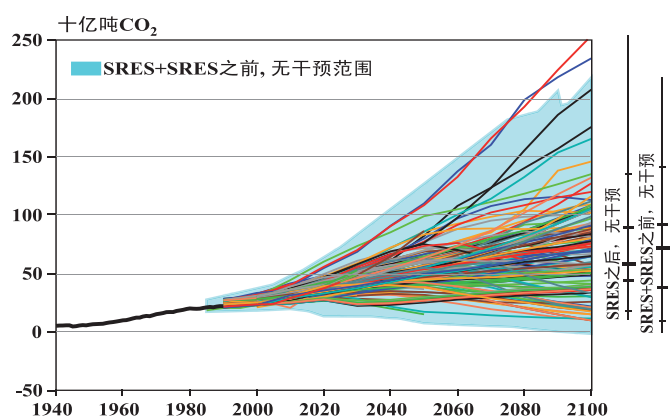
自SRES以来,气溶胶前体物SO₂和NO_x排放预估发生了明显变化。最近的文献显示这些排放的短期增长比SRES预估的要慢。因此,最近的文献也显示两种排放源的长期幅度也有所降低。最近的情景预估硫排放会较早达到峰值,并且水平比SRES预估的要低。为数不多新的情景已经开始探讨黑碳和有机碳的排放路径(一致性高,证据量中等)[3.2.2]。

总之,对文献中的SRES与新情景进行比较可以看出各主要驱动力和排放范围无很大变化。

GDP换算方法

对于长期情景,经济增长通常按GDP或国民生

8. 这是完整分布的第5至第95百分位



图TS.7: 文献中SRES和SRES之前与能源相关的和工业的CO₂排放情景与SRES之后情景的比较[图3.8]。

注: 图右侧的两条垂直线表示情景分布的最低到最高范围, 并表示到2100年各分布的第5、第25、第50、第75和第95百分位。

产总值(GNP)增长形式报告。为了获得各国之间经济活动实际规模有意义的动态比较, GDP按某个基准年的不变价格报告。

换算系数、市场汇率(MER)或等价购买力(PPP)的选择取决于正在开展分析的类型。然而, 当计算排放量(或其它物理量, 如能源)时, 选择MER或基于PPP的GDP, 这并不重要, 因为当GDP数字发生变化时, 排放强度也将发生变化(以补偿方式)。因此, 如果使用一套前后一致的换算方法, 那么换算方法的选择应不会明显地影响最终的排放水平。文献中一些新的研究均认同汇率的实际选择本身并不对长期排放预估产生明显的影响。在SRES中, 无论是用MER还是用PPP衡量四大情景系列中的经济活动, 其排放轨迹均相同。

有研究发现在按PPP和MER估算的排放水平之间存在一些差别。除其它因素之外, 这些结果关键取决于趋同性假设。在一些短期情景中(到2030年), 采用了自下而上的方法, 即: 假设生产力的增长和投资/节余决策是模式中出现增长的主要驱动因子。在长期情景中, 自上而下的方法更常用, 即基于趋同性假设或其它关于长期增长潜力的假设, 对实际增长率作了更直接的描述。当从按MER计算转为按PPP计算时, 由于在调节能效提高的换算过程中存在不一致性, 故有可能产生不同的结果。

从数量有限的那些基于PPP研究的新证据表明当使用一致的换算方法时, GDP换算方法的选择(MER或PPP)对预估的排放没有明显的影响。与由其它参数假设引起的不确定性相比, 如技术变化, 差

异即便存在也比较小。关于这一问题的辩论清楚地表明模拟人员需要在解释换算系数时应更加透明, 并在作出外部因子假设时需要小心谨慎(一致性高, 证据量充分)[3.2.1]。

稳定情景

文献中的一个常用目标是CO₂浓度在大气中实现稳定。如果所研究的GHG不止一种, 那么一种可替代的方案是按CO₂当量浓度或辐射强迫设置一个GHG浓度目标, 从而根据其辐射特性对不同气体的浓度进行加权。另外一种方案是稳定全球平均温度或以该温度为目标。与温度目标相比, 辐射强迫的各项目标的优点在于辐射强迫的计算不取决于气候敏感性。缺点是对每个辐射强迫水平都可能产生一系列宽泛的温度影响。但另一方面, 温度目标有一个重要的优点: 与气候变化的影响有着更为直接的关联性。另一种方法是针对具体稳定目标或辐射强迫目标计算自前工业化时代以来可能超过全球年平均温度上升特定值的风险或概率。

在已发表的研究结果中, 到2100年, 在CO₂当量浓度(或辐射强迫)与仅限CO₂的浓度之间存在明显而强烈的相关性, 因为CO₂是辐射强迫最重要的贡献因子。根据这种关系, 为便于情景比较和评估, 将稳定情景(既有多气体研究, 也有仅限CO₂的研究)分为不同的类别, 这些类别在目标的严格程度上各不相同(表TS.2)。

至关重要, 任何具体浓度或辐射强迫目标都需要将排放降至非常低的水平, 因为海洋系统和陆地系统的清除过程已饱和。提高稳定目标可将这一最终结果的时间推至2100年之后。但是, 为了达到某一特定的稳定目标, 排放最终必须降至大大低于目前水平。为了实现第一类和第二类稳定, 在考虑的许多情景下, 需要在接近本世纪末时达到净负排放(图TS. 8)(一致性高, 证据量充分)[3.3.5]。

减排时间的设定取决于稳定目标的严格程度。严格的目标需要提早达到CO₂排放峰值(参见图TS.8)。在最严格稳定类别(第一类)的大多数情景下, 需要在2015年之前排放开始下降, 到2050年进一步下降, 降至当前排放量的50%以下。对于第三类, 在这类情景中全球排放一般于2010–2030年左右达到峰值, 之后于2040年前后回到2000年的平均水平。对于第四类, 于2040年前后达到排放中值(图TS.9)。(一致性高, 证据量充分)

表 TS.2: 根据不同的稳定目标和可替代稳定度量对最近的（第三次评估报告之后的）稳定情景所作的分类（表3.5）。

类别	额外辐射强迫 (W/m ²)	CO ₂ 浓度 (ppm)	CO ₂ -当量浓度 (ppm)	达到平衡时超过工业化时代之前的全球平均温度的增幅, 使用‘最佳估值’的气候敏感性 a), b)(°C)	CO ₂ 排放峰值年 ^{c)}	到2050年全球CO ₂ 排放变化(2000年排放的百分比) ^{c)}	经评估的情景数量
第一类	2.5-3.0	350-400	445-490	2.0-2.4	2000 - 2015	-85 ~ -50	6
第二类	3.0-3.5	400-440	490-535	2.4-2.8	2000 - 2020	-60 ~ -30	18
第三类	3.5-4.0	440-485	535-590	2.8-3.2	2010 - 2030	-30 ~ +5	21
第四类	4.0-5.0	485-570	590-710	3.2-4.0	2020 - 2060	+10 ~ +60	118
第五类	5.0-6.0	570-660	710-855	4.0-4.9	2050 - 2080	+25 ~ +85	9
第六类	6.0-7.5	660-790	855-1130	4.9-6.1	2060 - 2090	+90 ~ +140	5
合计							177

注:

- a) 注意由于气候系统的惯性, 到2100年达到平衡的全球平均温度不同于预计的全球平均温度
- b) 所用的是简单关系 $T_{eq} = T_2 \times CO_2 \times \ln([CO_2]/278)/\ln(2)$ 和 $\Delta Q = 5.35 \times \ln([CO_2]/278)$ 。反馈的非线性（包括例如冰盖和碳循环）可以引起有效气候敏感性对时间依赖性, 并导致更高变暖水平具有更大的不确定性。最佳估测的气候敏感性（3°C）是指最可能达到的值, 即: 气候敏感性PDF模态, 这与WGI的气候敏感性评估相一致并从第一工作组第四次评估报告, 图2, 框10.2所述的其它考虑中得出。
- c) 幅度范围相当于第三次评估报告（TAR）情景分布的第15至第85百分位。表示CO₂排放, 因此可将多气体情景与仅限CO₂情景进行比较。注意须谨慎使用分类。每一类包括一系列从上限到下限的研究。对研究的分类基于所报告的各项目标（因而包括了模拟的不确定性）。此外, 这种与不同稳定度的关系也具有不确定性（参见图 3.16）。

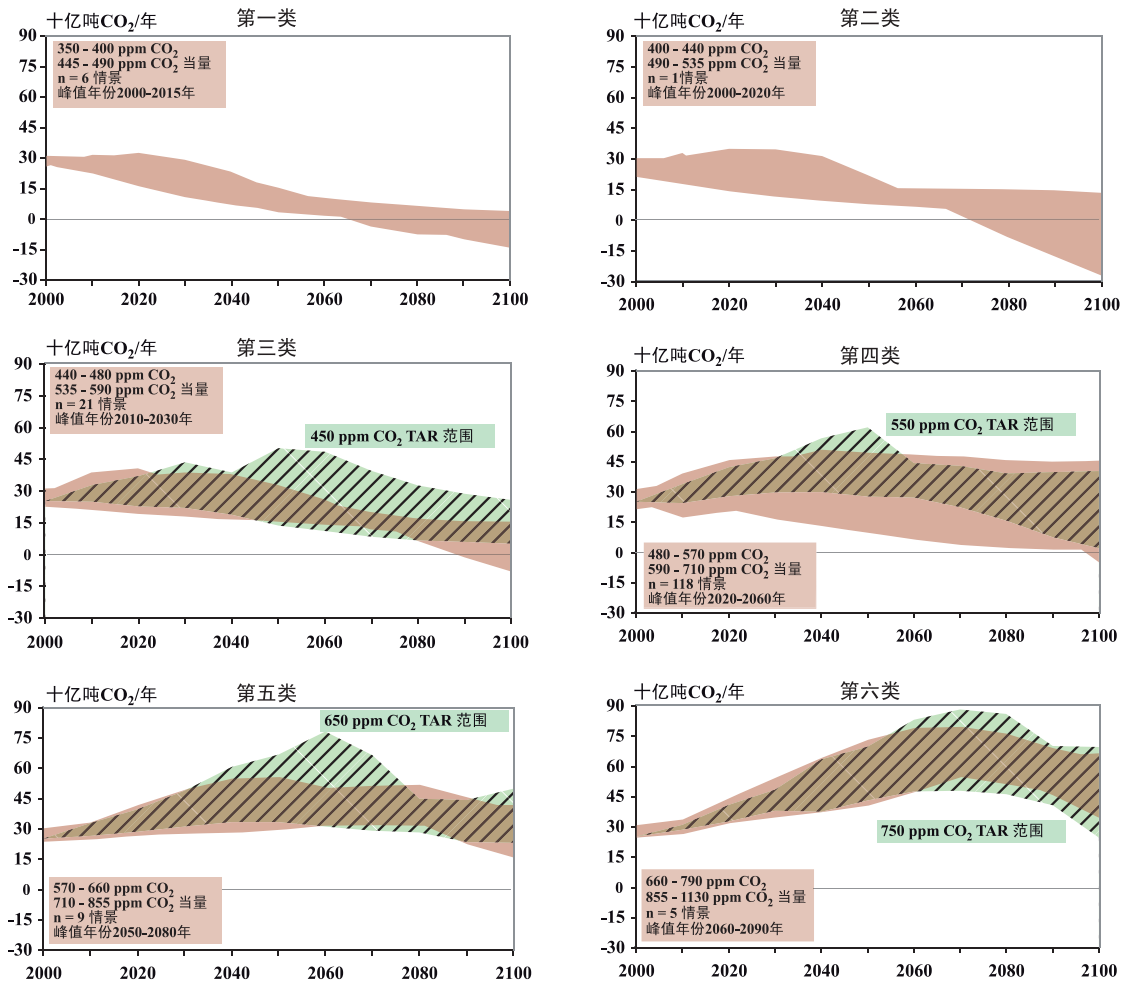
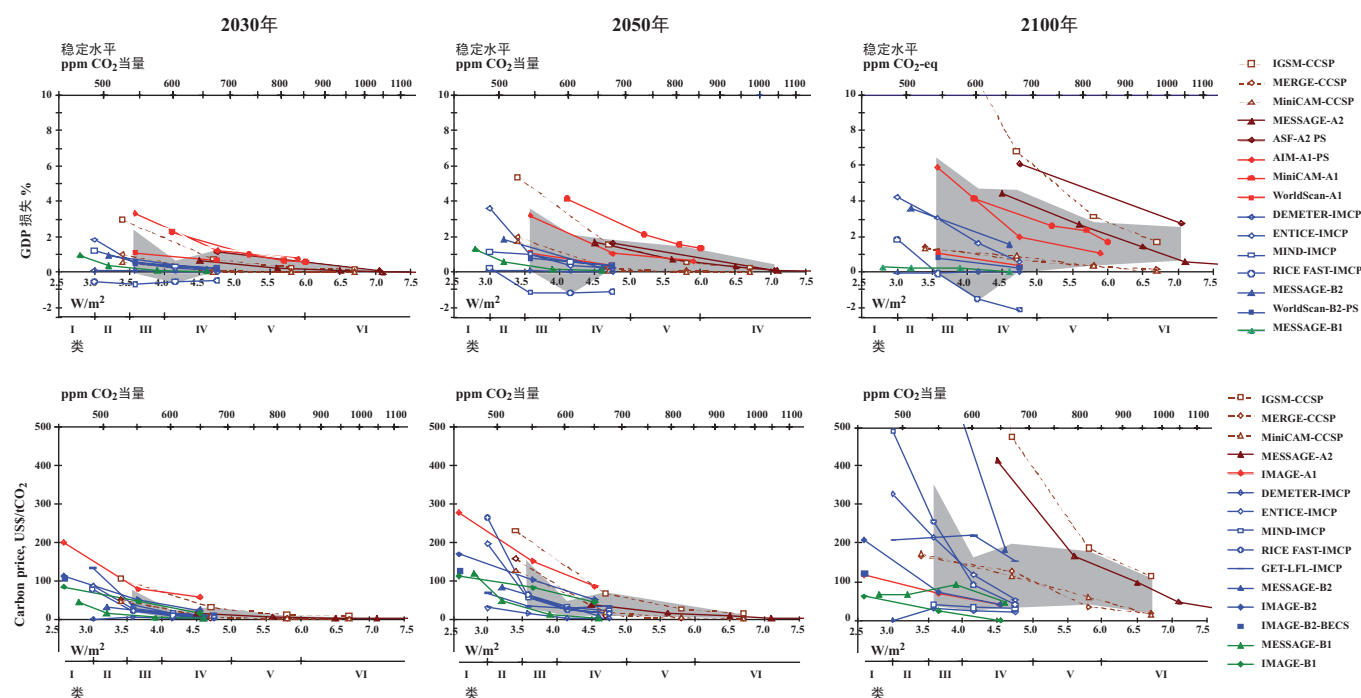


图 TS.8: 可替代的稳定目标类别减缓情景的排放路径（在每个图块的绿框中分别对第一类至六类稳定目标作出定义）。淡褐色阴影区给出了自TAR之后开发的近期减缓情景所反映的CO₂排放。绿色阴影区描述了80多个 TAR 稳定情景（Morita等, 2001年）。第一类和第二类情景探讨了低于TAR最低目标的各项稳定目标。由于行业和产业的覆盖范围的不同, 年排放基数在模式之间可能有所不同。为了达到较低的稳定水平, 一些情景利用技术将CO₂从大气中清除（负排放）, 如利用碳捕获和封存生产物质能源[图3.17]。



图TS.9：减缓成本与各长期稳定目标之间的关系(与工业化前水平相比的辐射强迫、 W/m^2 和 CO_2 当量浓度)[图3.25]。

注：各图块给出了按GDP百分比损失量衡量的成本(上)，并给出了碳价(下)。左侧图块针对2030年，中间图块针对2050年，右侧图块针对2100年。个别有色线条表示有选择的研究，其具有代表性的成本动态估算范围从很高到很低不等。具有类似基线假设的模式情景用相同颜色表示。灰色阴影区代表TAR和TAR之后情景的第80百分位。实线表示具有代表性的考虑所有辐射效应气体的情景。虚线代表多气体情景，其目标是根据六种《京都议定书》气体而设定的(其它多气体情景考虑了所有辐射效应气体)。根据 CO_2 浓度和辐射强迫目标(参见图3.16)之间的关系，增加了 CO_2 稳定情景。

实现稳定的成本取决于稳定的目标和水平、基线和所考虑的技术组合、以及技术变化的速度。全球减缓成本⁹随着稳定水平的下降和基线排放的提高而增加。到2050年将多气体稳定在650ppm CO_2 当量(第四类)所需成本在2050年在GDP损失2%或增长一个百分点¹⁰之间。如果稳定在550ppm CO_2 当量的水平上(第三类)，这些成本的增幅很小，GDP损失4%¹¹。至于445和535ppm CO_2 当量之间的稳定水平，成本是GDP损失低于5.5%，但是研究数量有限，并且研究一般采用低的基线。

与仅减少 CO_2 排放相比，多气体方法并包括碳汇一般可大幅度降低成本。实现稳定的全球平均成本尚不确定，因为在模式中关于基线的假设和减缓方案存在很大差异，并产生主要影响。对于某些国家、某些行业或在较短时段，因全球长期平均值的

不同，成本可能有很大的差异(一致性高，证据量充分)[3.3.5]。

最近关于实现稳定的研究发现土地利用减缓方案(非 CO_2 和 CO_2)为实现到2100年的稳定目标提供了具有成本效益的减排灵活性。根据某些情景，增加商业性生物质能源(固体燃料和液体燃料)对实现稳定是有意义的，这在本世纪内可提供5–30%的累计减排，并可能占一次能源总量的10–25%，尤其这项净负排放战略还将生物质能源与 CO_2 捕获和封存结合起来。

对基线的选择对于确定实现稳定的性质和成本具有关键意义。这种影响主要是由于在基线情景中对技术变化作了不同的假设。

9. 在本报告评估的有关减缓组合和宏观经济成本的研究基于全球最低成本方法，使用了优化减缓组合，而排放补贴则没有分配到各个区域。如果排除了区域，或选择了非优化组合，全球成本将上升。某一特定稳定水平的减缓组合及其成本的变化是因不同的假设所引起的，如：对基线的假设(基线愈低，成本则愈低)、各种GHG和所考虑的减缓方案(气体种类和减缓方案愈多，成本则愈低)、减缓方案的成本曲线以及技术变化的速度。

10. 给出了分析资料的中位数和第10–90百分位数范围。

11. 到2050年时GDP的4%损失量相当于GDP年增长率减少约0.1个百分点。

技术的作用

几乎所有的情景都假设在本世纪内将会发生技术和结构上的变革，与试图“保持”当前相同的GDP排放强度和经济结构的假设情况相比，这可能导致排放相对减少(参见第2章，第2.9.1.3节)。

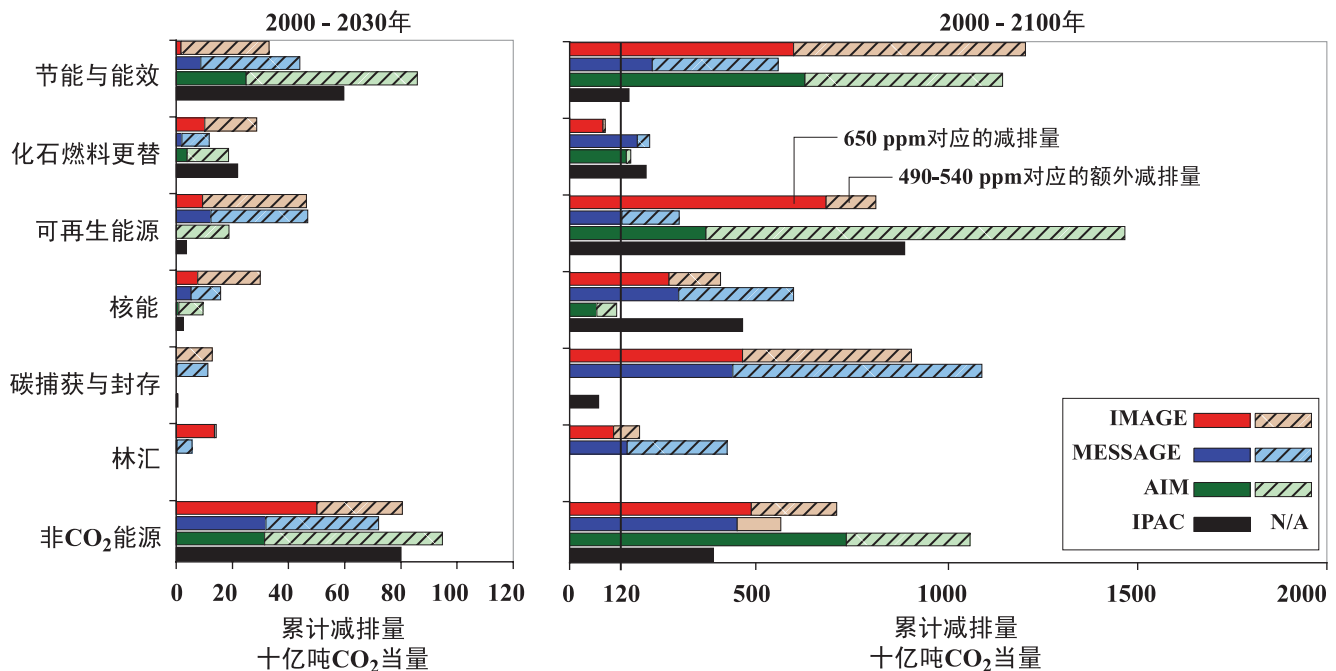
基线情景通常假设具有重要的技术变化以及高新技术获得推广。在减缓情景中，存在由各种政策和措施‘诱发’的更多的技术变化。长期稳定情景强调技术改进、先进技术、边干边学，以及旨在完成各项稳定目标和降低成本的内生技术变化。大部分文献介绍了各种情景中主要由外界产生的技术改进以及先进技术的应用，而新的文献则涵盖了边学边干和内生技术变化。这些新的情景表明，由于模式假设提早部署各种技术将导致有效益的学习和成本下降，因此提早行动会产生更高的效益(一致性高，证据量充分)[3.4]。

不同种类的情景也反映出减缓措施的不同贡献。然而，所有的稳定情景一致认为，全部减排中的60-80%应当来自能源和工业行业。非CO₂气体以

及土地利用将为剩余的30-40%减排做出贡献(参见图TS.10中所列举的示例)。探索更严格稳定水平的新的研究表明：需要更广泛的技术组合。那些技术可能包括核能、碳捕获和封存(CCS)，以及采用碳捕获和封存的生物能源(BECS)(一致性高，证据量充分)[3.3.5]。

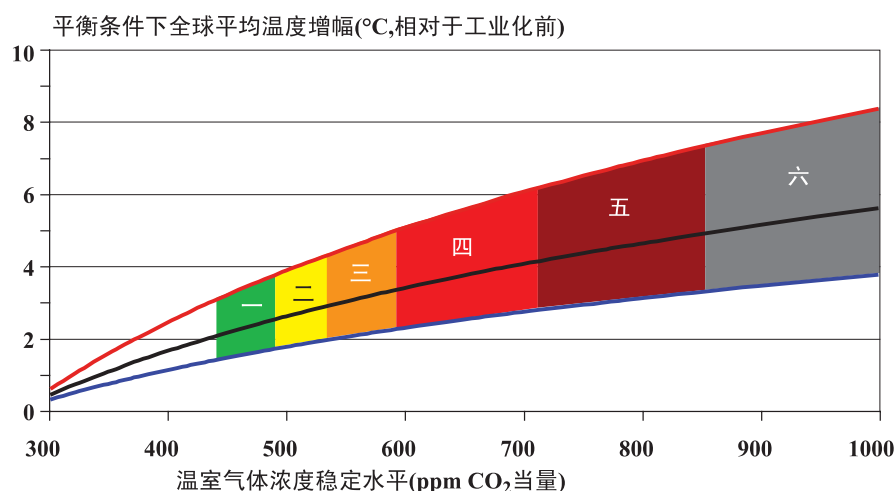
根据气候变化影响和不确定性决策的减缓与适应

对关键脆弱性的关切以及有关什么是危险气候变化的概念将影响长期气候变化目标的决策，从而影响减缓路径。关键脆弱性遍布于不同的人群和自然系统，在不同程度的温度变化中都存在。更严格的稳定情景将实现更严格的气候目标，并使得触发与气候变化有关的关键脆弱性的风险降低。如果采用气候敏感性¹²的“最佳估值”，最严格的情景(稳定在445-490ppmCO₂当量)可能在平衡条件下把全球平均温度的上升限定为比工业化前高2-2.4℃，它要求排放在15年内达到峰值，到2050年时约为目前水平的50%。稳定在535-590ppmCO₂当量的情景可能把温度上升限定在比工业化前高2.8-3.2℃，稳定在



图TS.10：2000-2030年期间各项可替代的减缓措施的累计减排量（左图）和2000-2100年期间的累计减排量（右图）。本图分别表示为稳定在低水平（490-540 ppm CO₂当量）和中水平（650 ppm CO₂当量）上的四种模式（AIM、IMAGE、IPAC和MESSAGE）所展现的情景。深色矩形图标表示达到650 ppm CO₂当量目标的减排量，浅色矩形图标表示达到490-540 ppm CO₂当量目标的减排增量。注意：某些模式未考虑增加林汇（AIM和IPAC）或CCS（AIM）的减缓作用，并注意：低碳能源方案占能源总供应量的份额大小还取决于基线是否包括上述方案。CCS包括生物质的碳捕获和封存。林汇包括因毁林所造成的减排[图3.23]。

12. 平衡条件下的气候敏感性是气候系统对持续辐射强迫响应的一种度量。它不是预估，而是被定义为二氧化碳浓度翻倍后的全球平均地表变暖[AR4 WGI SPM]。



图TS.11：图TS. 8中报告的稳定情景类别（彩色带），及其与高于工业化前的平衡条件下全球平均温度的关系[图3.38]。

注：中间的黑线—3°C“最佳估值”气候敏感性；顶部的红线—4.5°C气候敏感性可能范围的上限；底部的蓝线—2°C气候敏感性可能范围的下限。彩色阴影区表示与表TS2中第一类至第六类稳定情景相对应的大气中GHG稳定后的浓度范围。

590-710ppmCO₂当量的情景可能把温度上升限定在比工业化前高3.2-4°C，它们分别要求排放在今后25年和55年内达到峰值(参见图TS.11)[3.3, 3.5]。

较高的气候敏感性风险使得超过任何特定关键脆弱性阈值的概率增加。那些导致临时超过任何浓度上限的排放情景有可能在本世纪内引起较高的气候变化速率，以及使得超过关键脆弱性阈值的概率增加。旨在探索碳循环和气候反馈影响的研究结果表明，上述浓度水平以及与之相关的特定排放情景的变暖可能被低估了。对于较高的气候敏感性，为达到同样的浓度水平，需要在初期就采取更加严格的减缓措施。

有关适当的减缓水平的决策是一个反复的风险管理过程，需要考虑在减缓和适应方面的投资、作出气候变化决策的共生效益，以及气候变化所造成的损失。它是与有关可持续性、公平性和发展路径的决策相互交织在一起的。成本效益分析作为一个可用的工具，试图以货币计算方式对气候变化的损失进行量化(如碳的社会成本(SCC)或按时间贴现的损失)。由于在对非市场损失进行量化时存在大量的不确定性和困难，因此还很难对SCC作出具有信度的估算。结果取决于大量无法确切了解的规范性和经验性假设。根据对减缓成本和效益的综合分析得出的有限和初步分析结果表明，这些结果在数值上具有广泛的可比性，但尚无法明确地确定某个效益超过成本的排放路径或稳定水平。对不同减缓路径的

经济成本和效益的综合评估表明，经济上的最佳减缓时机和水平依赖于假设的气候变化损失成本曲线的不确定形态和特征。

对这种依赖性举例说明如下：

- 如果气候变化损失成本曲线缓慢而有规律地上升，并且预期性好(及时适应的潜力增加)，则可以证明，推后减缓和欠严格减缓在经济上是合算的；
- 或与此相反，如果损失成本曲线急剧上升，或呈非线性趋势(例如，脆弱性阈值，或甚至出现小概率的灾难性事件)，则可以证明，提早减缓和更严格的减缓在经济上是合算的。(一致性高，证据量充分)[3.6.1]。

短期与长期间的联系

对于任何选定的GHG稳定目标，可以就减缓时机作出近期决定，以帮助在长期稳定目标范围内维持一致的排放轨迹。对全球长期稳定目标的整体经济模拟能够有助于通报近期的减缓选择。利用具有稳定目标(范围为3-5W/m²)的各种情景(第二类-第三类)的短期和长期模式的汇总结果揭示，到2030年，对低于20美元/吨CO₂当量的碳价，可以预计所有GHG的减排量在9-18GtCO₂当量/年的范围内。对低于50美元/吨CO₂当量的碳价，这一范围是14-23GtCO₂当量/年，对低于100美元/吨CO₂当量的碳

价，该范围是17-26GtCO₂当量/年(一致性高，证据量充分)。

关于公布的边际成本，有三个重要考虑事项需要牢记。首先，这些减缓情景假设有完全的灵活性，即无论“什么”和“在哪里”都适用；也就是说，只要模式开始分析，允许在GHG中有完全的替代，以及减排可以发生在世界的任何地方。第二，在超过2030年的时间跨度内，实现这些减缓水平的边际成本将会增加。第三，在经济行业层面上，所有GHG的减排潜力在不同的模式情景中存在显著差异(一致性高，证据量充分)[3.6.2]。

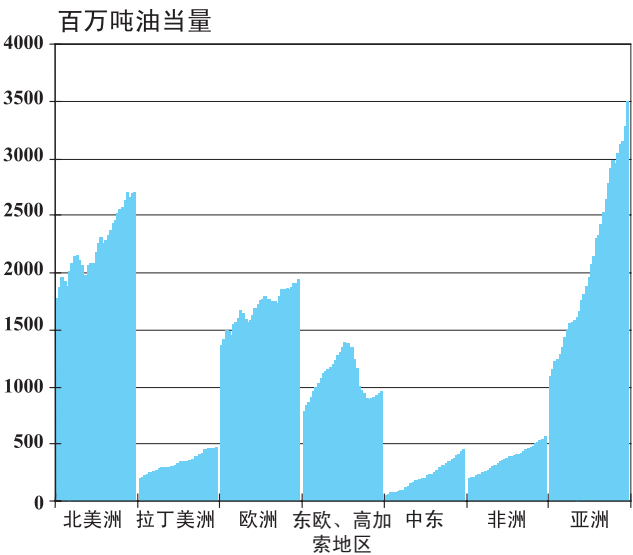
风险管理或“对冲”方法在缺乏长期目标，以及在面对大量与减缓成本、适应效果和气候变化负面影响有关的不确定性时，可能有助于决策者推动减缓决策。理想的对冲策略的范围与时机将取决于投注额、胜算比，以及社会对风险的态度，例如，关于地球物理系统和其它关键脆弱性突变的风险。有多种综合评估方法，它们可以在与这类长期气候目标有关的决策框架内对减缓效益进行评估。当新的信息可以利用时，将有充足的机会学习，并作出中期订正。然而，短期行动将在很大程度上确定全球长期平均温度，从而判定哪些相应的气候变化影响是能够避免的。减排滞后导致投资锁定在更多的排放密集型基础设施及发展路径上。这大大限制了实现较低稳定水平的机遇，并增加了更严重的气候变化影响的风险。因此，近期决策分析不应与考虑长期气候变化后果的分析相脱离(一致性高，证据量充分)[3.6, 3.5.2]。

4 能源供应

到2030年行业的状况与发展

全球能源需求继续增长，但存在区域差异。1990—2004年期间，全球一次能源消耗的年平均增长为1.4%。在东欧、高加索和中亚，由于经济转型，过去二十年的年均增长率低于这一增长率，但目前该地区的能源消耗正再次上升(图TS.12)(一致性高，证据量充分)[4.2.1]。

许多发展中国家的人均能耗正在快速增长。非洲是人均能耗最低的区域。石油和天然气价格的上涨危及到最贫穷国家的能源获取、公平性和可持续



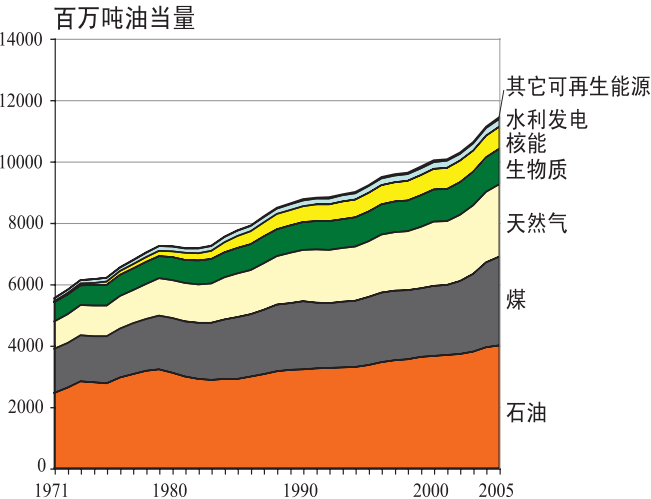
图TS.12: 1971—2003年期间年平均一次能源消耗，包括传统生物质[图4.2]

注: EECCA=东欧、高加索和中亚地区各国。1000 Mtoe = 42 EJ。

发展，并影响到减贫目标的实现，而这些目标意味改进电力的获取、现代烹饪和取暖使用的燃料，以及交通运输(一致性高，证据量充分)[4.2.4]。

在过去30年里，化石燃料的消耗稳步增加。核能的消耗继续增长，但增长率低于20世纪80年代。大型水力发电和地热能源相对稳定。1970—2004年期间，化石燃料所占份额从86%下降到了81%。风能和太阳能的增长最快，不过其基数很低(图TS.13)(一致性高，证据量充分)[4.2]。

大多数照常排放(BAU)情景指出，世界人口和GDP继续增长(尽管人口的增长率低于几十年前预



图TS.13: 不同类型燃料的全球一次能源消耗 [图4.5]

计的增长率)，从而导致能源需求显著增加。预估亚洲的高能源需求增长率(1990-2004年期间为每年3.2%)将继续维持，并主要由化石燃料来满足(一致性高，证据量充分)[4.2]。

在考虑气候变化的减缓时，绝对化石燃料在全球层面的匮乏不是一个显著因素。常规石油产品最终将达到峰值，但峰值何时出现及其影响如何尚无法准确地确定。与常规石油相比，常规天然气能源较为丰富，但和石油一样，它在全球的分布是不均匀的。在未来，不能为消费者提供安全的石油和天然气可能驱使各国转向煤碳、核能和/或可再生能源。还存在一种转向更有效、便捷的能源载体(电力，以及液体和气体燃料)的趋势，以取代固体燃料(一致性高，证据量充分)[4.3.1]。

自第三次评估报告(TAR)以来，世界所有区域对能源供应安全的重视程度不断增强。与此相伴的是：基础设施的投资减少；全球需求增加；关键地区政治上不稳定；以及冲突、恐怖主义和极端天气事件的威胁等。发展中国家对新能源基础设施的投资，以及发达国家能力的提升打开了一扇机会大门，可借以发挥选择能源结构的共生效益，以便使原本可能产生的GHG排放有所下降(一致性高，证据量充分)[4.2.4；4.1]。

许多政府面临的复杂难题已经变为如何以最佳方式满足对可靠能源服务的日益增长的需求，同时限制其机构的经济成本、确保能源安全、减少对进口能源的依赖，以及把相关的GHG和其它污染物的排放降至最低。为世界每个区域选择能源供应系统，这将取决于这些系统的发展、现有的基础设施，以及当地可用能源的可比成本(一致性高，证据量充分)[4.1]。

如果化石燃料的价格居高不下，需求有可能会暂时减少，直到油砂、油页岩、煤液化、气液化等形式的其它碳氢化合物储量在商业上可行为止。一旦这种情况发生，由于碳强度的增加，排放量将进一步上升，除非采用二氧化碳捕获和封存(CCS)。鉴于对能源安全的关切不断增加，以及最近天然气价格的上涨，对新的、效率更高的燃煤电厂的兴趣正日益上升。未来GHG排放的一个关键问题是准备以多快的速度为新的燃煤电厂装备CCS技术，这将增加电的成本。兴建“随时捕获”电厂是否比电厂改造或者建设结合CCS的新电厂更具成本效益，这要取决于经济和技术假设。持续走高的化石燃料价格还可能引发更多的核能和/或可再生能源，尽管价格的不稳定

性对投资者是一个非刺激因素。对安全、武器扩散及核废料的关切依然是发展核能的制约因素。氢也有可能最终作为低碳排放的能源载体而发挥作用，这取决于氢的来源，以及用来从煤或天然气生产氢的CCS的成功吸收。可再生能源必须以分配的方式加以利用，或者可能需要集中，以满足城市和工业对密集能源的需求，由于与化石燃料不同，可再生能源分布广泛，而每个开采区的能源收益率低(一致性中等，证据量中等)[4.3]。

如果能源需求继续沿当前的轨迹增加，到2030年，一个改进的基础设施和转换系统需要的累计总投资将超过20万亿(20×10^{12})美元₂₀₀₅。相比之下，目前全球能源产业所需要的基本建设投资总额大约为每年3000亿(300×10^9)美元(一致性中等，证据量中等)[4.1]。

全球和区域排放趋势

除东欧、高加索和中亚各国(那里的排在1990年之后呈下降趋势，目前又开始上升)以及欧洲(目前排放稳定)之外，碳排放一直持续上升。到2030年照常排放将大幅增加。如果不采取有效的政策行动，预计来自化石燃料燃烧的全球CO₂排放至少将增加40%以上，即从2000年的大约25GtCO₂当量/年(6.6GtC当量)增加到2030年的37-53GtCO₂当量/年(10-14 GtC当量)[4.2.3]。

2004年，发电和热力供应的排放仅为12.7 GtCO₂当量(占总排放的26%)，其中包括来自甲烷的2.2GtCO₂当量。按照2006年世界能源展望的基准，到2030年，这些排放将增加到17.7GtCO₂当量(一致性高，证据量充分)[4.2.2]。

关于发电行业减缓技术与规范、方案、潜力及成本的描述和评估

发电行业具有采用多种技术实现减缓的显著潜力(表TS.3)。每项技术减缓的经济潜力取决于通过一切努力实际部署各种技术的预期结果如何，即便有吸收速率、公众的接受程度、能力建设，以及商业化方面的某些实际限制。各方案之间的竞争以及终端使用中节能和能效的影响不包括在内[4.4]。

在碳价为<20美元/吨CO₂时，有各种能源供应减缓方案而且均具有成本效益，这些方案包括燃料转换和电厂效率的提高、核能，以及可再生能源系统。在碳价较高时，CSS将变得更具成本效益。其它

表TS.3: 单独采用每个成本范围的估计减缓潜力份额得出的、截止2030年的选定发电减缓技术所能避免的GHG潜在排放（高出IEA世界能源展望（2004）参考基准的数值）（2006美元/吨CO₂当量）[表4.19]。

	区域分组	减缓潜力：到2030年可避免的总排放量	具体碳价范围的减缓潜力（%）（可避免的美元/吨CO ₂ 当量）				
			<0	0-20	20-50	50-100	>100
燃料转换和电厂效率	OECD ^a	0.39		100			
	EIT ^b	0.04		100			
	非-OECD	0.64		100			
	世界	1.07					
核能	OECD	0.93	50	50			
	EIT	0.23	50	50			
	非-OECD	0.72	50	50			
	世界	1.88					
水力发电	OECD	0.39	85	15			
	EIT	0.00					
	非-OECD	0.48	25	35	40		
	世界	0.87					
风能	OECD	0.45	35	40	25		
	EIT	0.06	35	45	20		
	非-OECD	0.42	35	50	15		
	世界	0.93					
生物能	OECD	0.20	20	25	40	15	
	EIT	0.07	20	25	40	15	
	非-OECD	0.95	20	30	45	5	
	世界	1.22					
地热	OECD	0.09	35	40	25		
	EIT	0.03	35	45	20		
	非-OECD	0.31	35	50	15		
	世界	0.43					
太阳能PV和太阳能聚热发电	OECD	0.03				20	80
	EIT	0.01				20	80
	非-OECD	0.21				25	75
	世界	0.25					
CCS + 煤电	OECD	0.28			100		
	EIT	0.01			100		
	非-OECD	0.20			100		
	世界	0.49					
CCS + 天然气	OECD	0.09				100	
	EIT	0.04				70	
	非-OECD	0.19				100	
	世界	0.32					

注：

a. 经济合作与发展组织

b. 经济转型国家

尚在制定中的方案包括先进的核能、先进的可再生能源、第二代生物燃料，以及从更长远着眼，可能利用氢作为能源载体（一致性高，证据量充分）[4.3，4.4]。

由于表TS.3的估值针对特定方案的减缓潜力，没有考虑实际的混合能源供应结构，因而这些估值

不能相加。为此，需要对混合能源的供应结构进行额外分析，以避免重复计算。在这种分析中，假设热力发电能力将逐步被取代，并根据下列条件建设符合要求的新电厂：

1) 假设20%的燃煤发电厂从煤转换为天然气，因为这是最廉价的方案。

表TS.4: 用新的、更有效能的补充和替代电厂所能满足的2010—2030年电力需求预估增加量, 以及由此得出的高于2004年世界能源展望基准的减缓潜力 [表4.20]。

	到2030年 时电厂效率 (基于IEA 2004a) ^a (%)	2010年时 的现存发 电混合比 (TWh)	到2030年 时新增电 厂的发电 量(TWh)	到2030年 时, 取代 2010年现 存老电厂 的新电厂 的发电量 (TWh)	在各种碳价下, 到2030年时 建成的包括CCS的所有新电 厂和更替电厂在混合能源发 电中所占的份额(美元/吨 CO ₂ 当量) ^b			通过燃料转换、CCS, 以 及用风能、太阳能、地热、 水力发电、核能和生物质等 低碳方案取代某些化石燃料 的发电, 由此可以避免的 GtCO ₂ 当量总数		
					<20 美元/ TWh	<50 美 元/ TWh	<100 美元/ TWh	<20 美 元/t	<50 美 元/t	<100 美 元/t
OECD		11,302	2942	4521	7463			1.58	2.58	2.66
煤碳	41	4079	657	1632	899	121	0			
石油	40	472	-163C	189	13	2	0			
天然气	48	2374	1771	950	1793	637	458			
核能	33	2462	-325	985	2084	2084	1777			
水力发电	100	1402	127	561	1295	1295	1111			
生物质	28	237	168	95	263	499	509			
其它可再生 能源	63	276	707	110	1116	1544	1526			
CCS					0	1282	2082			
经济转型国家 (EIT)		1746	722	698	1420			0.32	0.42	0.49
煤碳	32	381	13	152	72	46	29			
石油	29	69	-8	28	11	7	4			
天然气	39	652	672	261	537	357	240			
核能	33	292	-20	117	442	442	442			
水力发电	100	338	35	135	170	170	170			
生物质	48	4	7	2	47	109	121			
其它可再生 能源	36	10	23	4	142	167	191			
CCS					0	123	222			

注:

- 根据WEO 2004 (IEA, 2004b) 计算的隐含效率 = 输出功率 (EJ) / 估计的输入功率 (EJ)。参见第11章的附录1。
- 在碳价较高时, 用低碳和零碳方案取代更多的煤、石油和天然气发电。由于在大部分区域, 当碳价 < 20 美元/吨CO₂当量时, 核能和水力发电的成本有竞争力 (第4章, 表4.4.4), 因此其所占份额保持不变。
- 负的数据表示生产下降, 这一点在分析中已有说明。

- 到2030年, 对现有的化石燃料电厂进行更替并兴建新的电厂, 以满足日益增长的电力需求, 这一举措将与高效化石燃料电厂、可再生能源、核能, 以及拥有CCS的燃煤和燃气电厂共同发挥作用。并未作出有关电厂提前退役或搁浅资产的假设。
- 到2030年, 电力生产中采用低碳或零碳技术的比例将占到最大估算份额。这些份额是基于科学文献而得出的, 同时考虑到可用资源、相对成本, 以及与电网间歇性问题有关的供电的变化, 并根据碳成本水平而对上述份额作了有区别的对待。

到2030年, 通过改进热电厂的效率、燃料转换, 以及实施更多的核能、可再生能源、燃料转换

以及CCS等举措来满足日益增长的需求, 它们所产生的减缓经济潜力, 当碳价 < 100 美元/吨CO₂当量时约为7.2GtCO₂当量。当成本 < 20 美元/吨CO₂当量时, 减排潜力估计为3.9GtCO₂当量 (表TS.4)。在这一炭价水平上, 电力生产中的可再生能源份额可能从2010年的20%增加到2030年的约30%。当碳价 < 50 美元/吨CO₂当量时, 该份额将增加到总发电量的35%。当碳价 < 50 美元/吨CO₂当量时, 核能份额在2030年将达到约18%, 由于其它技术可能与之竞争, 在更高的碳价上这一份额将不会有很大变化。

关于经济潜力的评估, 通常假设低碳或零碳技术的应用占到最大技术份额, 因此, 发现文献中的估值多位于宽泛区间的高端。例如, 如果假设仅占到70%的份额, 当碳价 < 100 美元/吨CO₂当量时, 减

缓潜力可能几乎减半。终端用电行业电力需求的潜在节能将减少对电力行业减缓措施的需求。如果考虑到有电力需求的建筑业和工业产业中减缓措施的影响(在第11章概述),能源供应行业的减缓潜力则低于这里所报告的独立数字(一致性中等,证据量有限)[4.4]。

减缓方案与脆弱性和适应之间的相互作用

许多能源系统本身对气候变化是脆弱的。基于化石燃料的近海及沿海石油和天然气开采系统对极端天气事件是脆弱的。如果河水变暖,常规电厂及核电厂的冷却可能成为问题。可再生能源也可能受到气候变化的负面影响(如受云量变化影响的太阳能系统;受河流流量变化、冰川和积雪融化影响的水力发电;受风速变化影响的风力发电;以及干旱和高温使能源作物减产)。一些对气候变化的适应措施要使用能源,如空调和水泵,并有可能导致更高的CO₂排放,为此,需要更多的减缓(一致性中等,证据量有限)[4.5.5]。

气候政策的成效和经验、潜力、障碍、机遇以及实施问题

为了能产生任何长期的重大影响需要立即采取短期行动,这一点已变得很明显,它需要运用各种各样的政策手段,因为没有单一手段能够在全球基础上完成能源供应系统的大规模转换。大规模能源转换技术有几十年的生命期,因此,每年只需要1-3%的转换率。这意味着,今天做出的决策将影响几十年的碳排放技术的部署速率。这些政策将对发展路径产生深远的影响,尤其是在一个快速发展的世界中[4.1]。

经济和管理手段一直在使用。鼓励更多地采用低碳能源供应系统这一方法包括减少对化石燃料的补贴,以及通过政府积极参与市场创建来激励特定技术的领先者(如丹麦的风能和日本的太阳能光伏发电(PV))。减少对化石燃料的补贴一直很困难,因为它由遇到了既得利益者的阻力。在支持可再生电力项目方面,上网电价政策比基于配额的绿色证书交易体系更为有效。然而,随着可再生能源在混合能源电力中的份额不断增加,对这类上网价的调整就成为一个问题。预计交易许可证制度和京都灵活机制的启用将对减排做出实质性贡献(一致性中等,证据量中等)[4.5]。

综合性政策和非气候政策,以及减缓政策的共生效益

能源供应行业GHG减缓的共生效益可能是相当大的。当采用有成本效益的节能措施时,消费者可以从较低的能源成本中立即获得经济利益。在能源供应安全、技术创新、减少空气污染,以及就业方面,通常也会在局地范围产生其它的共生效益。可再生能源尤为如此,它能够减少对进口的依赖,并在许多情况下把少输电损失和成本降至最低。用可再生能源提供电力、运输燃料和热量不易受到价格波动影响,但在很多情况下具有较高的成本。与常规技术相比,可再生能源技术的单位能源产出更为劳动密集型,因此可以提供更多的就业机会。不过,新能源系统基础设施的高投资可能成为实施的一个主要障碍。

连续经历高速经济增长的发展中国家将需要大量增加能源服务,目前这些服务主要靠化石燃料予以满足。日益增长的对现代能源服务的获取可能产生多重效益。这些服务的应用有助于改善空气质量,尤其是在大都市地区,并使GHG的排放减少。估计到2030年,发展中国家需要建设2400GW的新电厂及相关的基础设施,以满足不断增加的消费者需求,这需要大约5万亿(5×10^{12})美元的投资。如果管理得当,如此庞大的投资将为可持续发展提供机遇。政策制定与GHG减缓目标相结合能够提供上述优势,并将推行与就业、贫困和公平有关的发展目标。对可能出台政策的分析应考虑这些共生效益。然而,需要再次指出,在特定情况下,继续减少空气污染或能源安全的目标可能导致更多的能源利用以及相关的GHG排放。

发展自由能源市场自由化和私有化的政策,其目的是提供更多的竞争和更低的商品价格,但在这方面并非总是成功的,经常会导致缺少资本投资,以及漠视对环境的影响(一致性高,证据量充分)[4.2.4, 4.5.2, 4.5.3, 4.5.4]。

技术研究、开发、推广和转让

能源技术研发的投资总体上比1970年代末达到的水平有所下降,这主要是由石油危机造成的。1980至2002年期间,与公共能源有关的研发投资实际减少了50%。目前水平有所上升,但可能仍不足以发展那些旨在减少GHG排放和满足日益增长的能源需求所必需的技术。为了快速部署低碳能源技术,

需要更多的公共和私人投资。必须发展提高能源转换的技术、能源输送和存储方法、负荷管理、热电联产，以及基于社区的服务(一致性高，证据量有限)[4.5.6]。

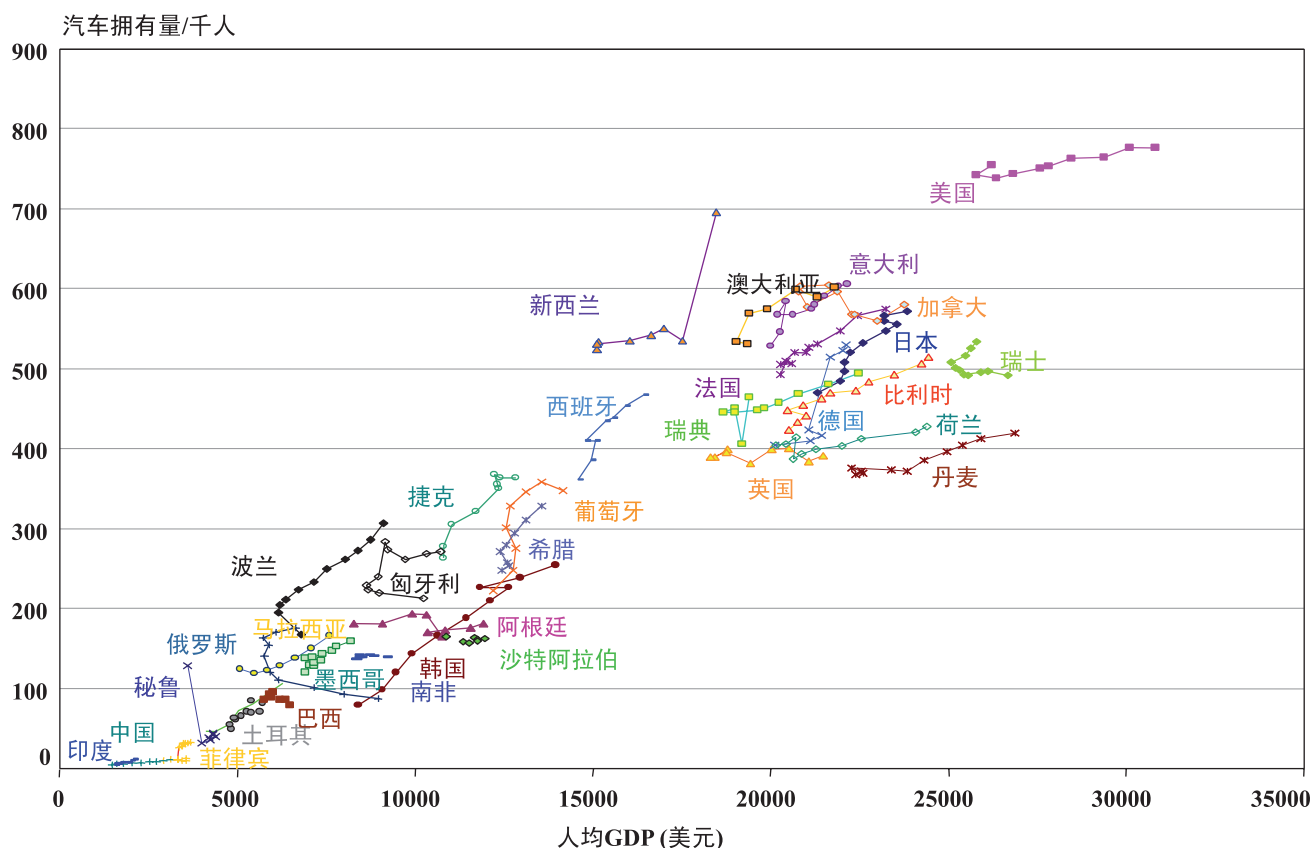
长期展望

IEA和世界能源理事会的展望都预估：到2050年，一次能源的需求将在当前需求水平上增加40%-150%，这取决于人口和经济增长的情景以及技术发展的速度。预计用电量将增加110%-260%。两个组织都认识到照常排放情景是不可持续的。有一点已得到普遍认同：即便有很好的决策以及公共和私营部门之间的良好合作，必要的转型过渡也需要时间，而且起步愈早，成本愈低(一致性高，证据量充分)[4.2.3]。

5 交通运输及其基础设施

行业状况与发展

全球的交通运输活动随着经济的增长日益增多。发展中世界的许多地区尤为如此，那里的全球化使贸易量不断扩大，个人收入的增长强化了对机动车出行的需求。当前交通运输活动的主要驱动力是以石油燃料为动力的内燃机(占2004年世界交通运输能源利用总量83EJ的95%)。其结果是，石油的利用紧随交通运输活动的增加而增长。2004年，交通运输能源占世界能源利用总量的26%。在发达国家，交通运输能源的利用继续以略高于每年1%的速度增长；目前，旅客运输消耗了总交通能源中的60-75%。在发展中国家，交通能源的利用以较快的



图TS.14: 每个国家机动车拥有量与人均收入的时间线 [图5.2]。

注：资料的时间段为1900—2002年，标绘的年份依国家而有所不同，这依据现有的资料。

速度增长(每年3-5%)，预估将从2002年占世界交通能源利用的31%增加到2050年的43% [5.2.1, 5.2.2]。

预计在今后的几十年中，交通运输活动将强劲增长。除非对当前的能源利用模式做出重大调整，各预估结果预计：世界交通运输能源的利用将继续以每年2%的速度增长，到2030年，能源利用和碳排放比2002年的水平要高出约80% [5.2.2]。

在发达经济中，机动车拥有量已经达到每十个居民中有5至8部汽车(图TS.14)。在发展中世界，机动车拥有量的水平则低得多；非机动车交通发挥着重要作用，并对二轮和三轮摩托车及公共交通有更多的依赖。然而，预计在今后几十年里，发展中世界的交通运输现代化将快速发展。随着收入的增加以及旅游者对时间价值意识的增强，预计旅游者会选择更快捷的交通方式，从非机动车转向汽车、航空和高速铁路。提速通常导致更高的能源强度和更多的GHG排放。

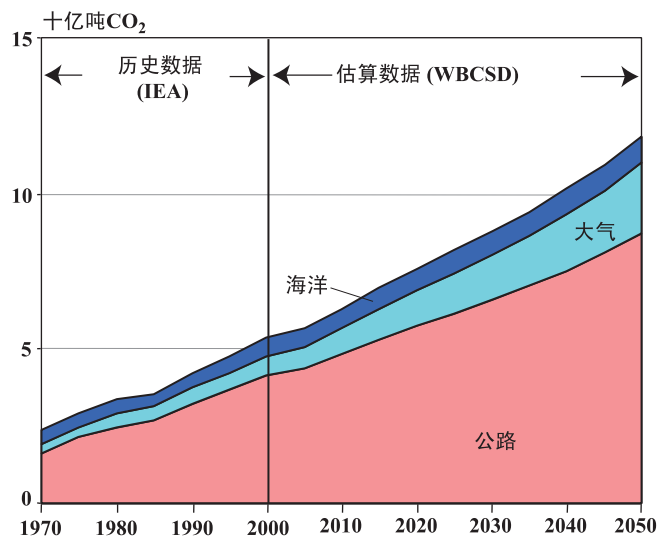
除GHG排放外，机动车交通运输还在世界各地的大城市中引起交通堵塞和空气污染问题(一致性高，证据量充分)[5.2.1, 5.2.2, 5.5.4]。

排放趋势

2004年，交通运输对与总能源有关的GHG排放的贡献率约为23%，CO₂和N₂O的排放总计约为6.3-6.4GtCO₂当量。交通行业的CO₂排放(2004年为6.2GtCO₂当量)自1990年以来增加了约27%，其增长率在终端用户行业中是最高的。公路运输目前占交通CO₂总排放的74%。非OECD国家的份额现在为36%，如果继续目前的趋势，到2030年将迅速增加到46%(一致性高，证据量中等)[5.2.2]。

交通运输行业通过燃烧燃料以及车辆空调中的F气体也产生少量的CH₄和N₂O排放。CH₄排放占交通GHG总排放的0.1-0.3%，N₂O排放占总排放的2.0-2.8%(所有数字仅基于美国、日本和欧盟的资料)。2003年全球F气体(CFC-12+HFC-134a+HCFC-22)排放占交通CO₂总排放的4.9%(一致性中等，证据量有限)[5.2.1]。

全球航空业CO₂排放的估算值增加了约1.5倍，即从1990年的330兆吨CO₂/年增加到2000年的480 MtCO₂/年，占到人类CO₂排放总量的约2%。预估航空CO₂排放会继续强劲增加。在没有更多措施的情况下。预估的飞机燃油效率每年以1-2%量级的提高，其大部分将为每年约5%的交通运输增长所抵消，从



图TS.15: 历史和的预估的源自交通运输的CO₂排放 [图5.4]。

而导致预估每年有3-4%的排放增长(一致性高，证据量中等)。此外，航空的总体气候影响比其CO₂单独影响大得多。除了排放CO₂外，飞机还通过排放氮氧化物(NO_x)对气候变化产生影响，当在巡航高度上排放时，这种排放对形成GHG臭氧特别有的影响。飞机还对凝结尾迹的形成有触发作用，据推测这将加强卷云的形成，从而加大全球变暖的总体效应。估计即使不考虑卷云增加的潜在效果，这些影响也将比航空CO₂的单独影响高出约二至四倍。未来航空减缓政策的环境成效将取决于这些非CO₂影响能够在多大程度上得到解决(一致性高，证据量中等)[5.2.1, 5.2.2]。

以上讨论的所有预估都假设世界的石油供应将大于足以支持预期的交通活动增长所需要的数量。不过，目前正在进行一场辩论，内容涉及世界是否正在接近常规石油开采的顶峰，这可能要求有效而迅速地向可替代能源转型。并不缺少可替代能源，包括油砂和油页岩、煤制油、生物燃料、电力和氢。在这些可替代能源中，非传统化石碳资源有可能生产出与现有运输基础设施高度兼容的最廉价的燃料。遗憾的是，发掘这些化石资源作为运输的动力可能增加上游的碳排放，以及大量增加输入大气中的碳 [5.2.2, 5.3]。

关于减缓技术及做法、方案、潜力与成本的描述与评估

由于交通运输主要依赖于单一的化石资源，另

由于用任何已知技术来捕获交通运输工具的碳排放是不可行的，因此，交通运输行业有别于其它使用能源的行业。与空气污染、交通堵塞，以及能源安全(原油进口)问题一样，对GHG的减排进行检查也是十分重要的。因此，解决方案必须尝试从整体上对交通运输问题的改进进行优化，而不能仅局限于GHG排放[5.5.4]。

自第三次评估报告(TAR)以来，减缓技术已经有了重大进展，在全球范围内发起了有关氢动力燃料电池车辆的重要研究、开发和示范计划。此外，还有很多改进常规技术的机会。生物燃料继续在某些市场中发挥重要的作用，未来将有更大的潜力。关于非CO₂排放，已经开发了基于GWP制冷剂的车辆空调系统[5.3]。

道路交通：高效技术和可替代燃料

自TAR以来，道路车辆的能源效率已得到改进，这是由于清洁定向喷射涡轮增压(TDI)柴油机的市场获得成功，以及许多高效技术继续打入市场；混合动力车也发挥了作用，虽然其市场渗透率目前还较低。预计将对混合动力车和TDI柴油发动机做出进一步的技术改进。这些技术与其它技术相结合，

包括材料替代、减少气动阻力、减少滚动阻力、减少发动机摩擦和泵气损失等，到2030年，有可能使‘新’的轻型车辆的燃料节约将近一倍，从而使每辆车行驶里程的碳排放减少约一半(注意，这只是针对新车的，而不是机动车总数的平均值)。(一致性中等，证据量中等)[5.3.1]。

生物燃料有潜力取代交通运输行业所使用的石油的一部分，但不是全部。最近的IEA报告估计，在25美元/吨CO₂当量的价格上，到2030年，生物燃料的份额可能增至约10%，其中包括用纤维素生物质制成的生物燃料的一小部分贡献。这种潜力在很大程度上取决于生产效率、先进技术的研发(如通过酶法工艺，或气化与合成对纤维素进行转换)、成本，以及与其它土地利用的竞争。目前，在可以避免的CO₂排放方面，乙醇的成本和性能是不利的，除非用低工资国家的甘蔗生产乙醇(图TS.16)(一致性中等，证据量中等)[5.3.1]。

氢燃料车辆的经济和市场潜力仍然不确定。高效能(超过90%)但续航里程低和电池寿命短的电动车辆的市场渗透有限。这两种方案的排放取决于氢和电的生产。如果采用CCS技术从煤炭、天然气(目前最便宜的方式)或从生物质、太阳能、核能或风能中

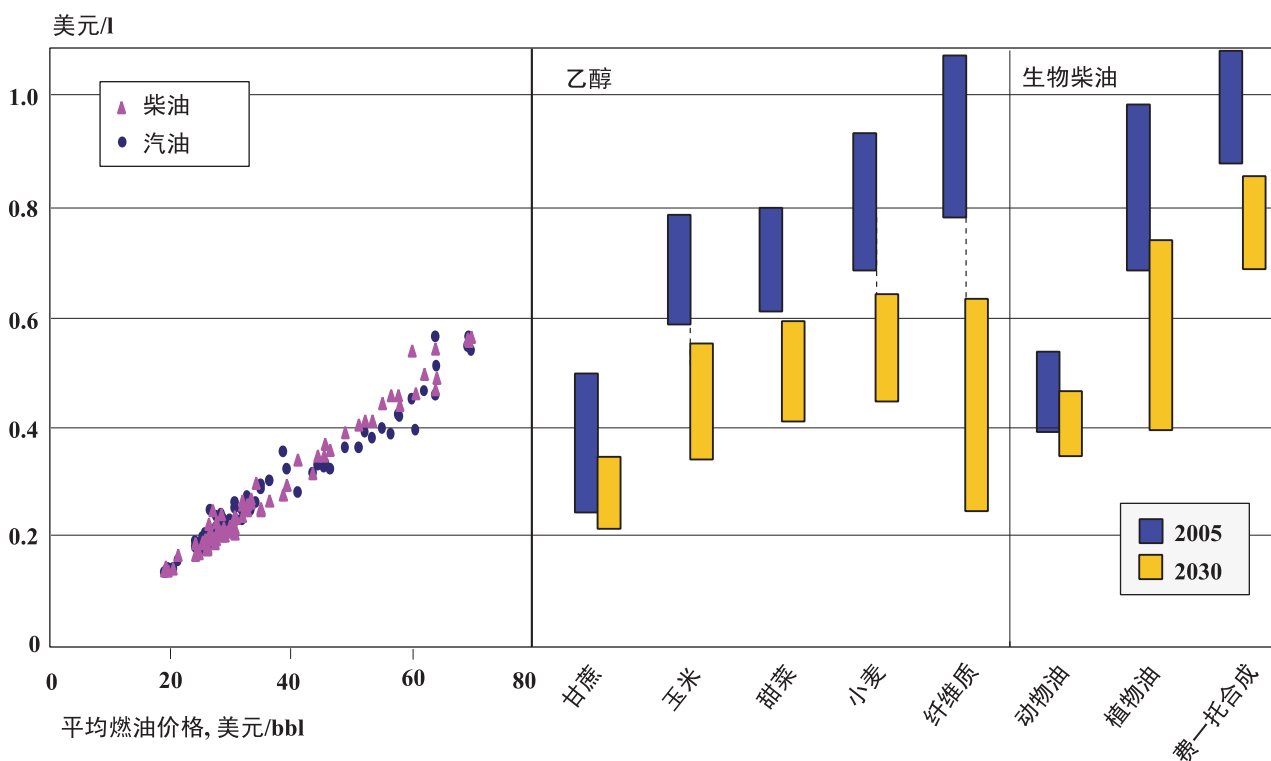


图 TS.16: 针对一系列原油价格，当前和未来的生物燃料的生产成本与汽油和柴油出厂价（离岸价）的比较 [图5.9]。

注：价格不含税

制氢，则几乎可以消除从油井-到-车轮过程中产生的碳排放。低碳或零碳排放的燃料电池、储氢、氢或电的生产和电池需要有更多的技术进步和/或降低成本(一致性高，证据量中等)[5.3.1]。

2030年用于轻型车辆的能效方案的总减缓潜力约为0.7–0.8GtCO₂当量，其成本低于100美元/吨CO₂。现有资料不足以对重型车辆作出类似的估算。如前所述，如果使用当前的高级生物燃料，在2030年将额外减少排放600–1500MtCO₂当量，其成本低于25美元/吨CO₂(一致性低，证据量有限)[5.4.2]。

对未来使用节约燃料技术减少CO₂排放的潜力带来的严重威胁是，这些技术可能用于增加车辆的动力和大小，而没有用于提高总体燃料经济性和碳减排。市场对动力和大小的偏好消耗了过去20年期间在减缓和减少GHG排放方面的许多潜力。如果这一趋势继续下去，这将会大大削弱上述先进技术对GHG的减缓潜力(一致性高，证据量充分)[5.2; 5.3]。

空中交通

可通过包括技术、航务和空中交通管理在内的各种手段提高民用航空的燃油效率。到2015年，技术发展可能使燃油效率比1997年提高20%；到2050年可能提高40–50%。民用航空每年以5%的速度继续增长，这类改进不可能阻止全球航空旅行增加碳排放。如果能开发生物燃料来满足航空业的严格燃油技术规格，那么引入生物燃料可能会减缓航空业的一些碳排放，但是这些燃料的成本及其在生产过程中的排放此时尚无定论(一致性中等，证据量中等)[5.3.3]。

可通过以下方式能够在能源使用方面(排放最少的CO₂)优化飞机航务：将滑行时间降至最短；在最佳的巡航高度上飞行；在最短距离的大圆弧航线上飞行；把飞机在机场上空保持高度盘旋和分层盘旋等待着陆的时间降至最短。估计这些策略的温室气体减排潜力为6–12%。最近，研究人员已开始研究将飞机航务对气候的总影响降到最低的潜力，包括对臭氧的影响、凝结尾迹和氧化亚氮的排放。2030年航空的减缓潜力为280MtCO₂/年，每吨CO₂的成本小于100美元(一致性中等，证据量中等)[5.4.2]。

海上运输

自第三次评估报告以来，国际海事组织

(IMO)的评估发现，通过运用最新知识(如船体及螺旋桨的设计和维护)，综合各项技术措施，旧船舶的碳排放可减少4–20%，新船舶的碳排放可减少5–30%。然而，由于发动机的使用寿命长，所以需要几十年时间才能对现有船舶采取大规模的减排措施。航务措施(包括航线规划和减速)的短期潜力在1–40%之间不等。研究估测，在落实所有措施之后，到2010年全世界船队的最大减排率约为18%；到2020年为28%。这些数据不能估算减缓潜力的绝对值；而且预计减缓潜力不足以抵消同期航运活动的增长(一致性中等，证据量中等)[5.3.4]。

铁路运输

与铁路运输相关的GHG减排的主要机遇包括：改进空气动力学、减轻火车的重量、引入再生能量制动和车载储能；当然还包括减缓发电产生的GHG排放。目前尚无有关总减缓潜力和总成本的估算[5.3.2]。

方式转变和公共交通运输

提供公共交通系统及其相关的基础设施并提倡非机动车交通有助于减缓GHG排放。然而，当地条件决定将多大交通量转变为能源密集度较低的交通方式。另外，车载率和各种交通方式的一次能源也对减缓潜力起决定作用[5.3.1]。

城市交通的能源需求在很大程度上受到已建成的环境密度和空间结构的影响以及受到交通基础设施位置、范围和性质的影响。大载客量的公共汽车、轻轨交通和地铁或市郊铁路正越来越多地被用于发展公共交通。公共汽车快速中转系统具有相对低的资本和运营成本，但尚不能确定是否这类中转系统能够在发展中国家实施，虽然在南美同样取得了成功。如果用于旅客运输的公共汽车的份额增加5–10%，CO₂排放则将减少4–9%，其成本大约为60–70美元/吨CO₂[5.3.1]。

在欧洲，超过30%的小轿车行驶里程低于3公里；50%的小轿车行驶里程低于5公里。虽然这个数字在其它大陆可能不同，但在以下方面存在减缓潜力，即将小轿车交通转变为非机动车交通(步行或骑自行车)，或避免出现以牺牲非机动车交通为代价而发展小轿车交通。各种减缓潜力高度依赖当地的条件，但在空气质量、交通堵塞和道路安全方面带来相当可观的共生效益(一致性高，证据量充分)

[5.3.1]。

交通运输行业总的减缓潜力

由于缺乏有关重型车辆、铁路运输、航运和交通方式分流变化/提倡公共交通的资料，因此只能对CO₂减缓的总潜力和成本作出部分估算。对于高达100美元/吨CO₂当量的碳价，估计提高轻型车辆和飞机的能效并用生物燃料代替传统的化石燃料的总经济潜力约为1600–2550 MtCO₂。这是对交通运输行业减缓潜力作出的一个低估(一致性高，证据量中等) [5.4.2]。

气候政策、潜力、障碍和机遇/实施问题的成效与经验

道路交通运输的政策和措施

考虑到更高的人口密度对公共交通的使用、步行、骑自行车和CO₂排放产生的积极影响，交通运输行业中一个重要的政策要素是制订更好的空间综合规划。有一些可供某些国家大城市借鉴的好例子。如果得到严格执行并得到支持，交通需求管理(TDM)则能有效地减少私家车旅行。如提供信息、运用沟通策略和教育技术等软措施鼓励人们改变个人行为，这使澳大利亚的某座城市减少开车14%；使德国的某座城市减少开车12%；使瑞典的某座城市减少开车13%(一致性中等，证据量中等) [5.5.1]。

节约燃料的标准或CO₂标准有效地减少了GHG排放，迄今为止，交通运输的增长掩盖了其影响。多数工业化国家和一些发展中国家对新的轻型车辆制定了节约燃料的标准。各项标准的形式和严格性差别很大，从统一的强制性企业平均标准、到按车辆载重量或大小制订的达标标准、一直到自愿的全行业标准均各布相同。在提高车辆的燃料经济性方面，在提高按道路车辆平均的燃料经济性方面，以及在减少燃料使用和碳排放方面，燃料节约标准一直普遍有效，但取决于这些标准的严格程度。在一些国家，汽车行业中某些部门出于各种理由(经济效率和安全性等)强烈反对燃料节约标准。如果把财政激励措施与消费者信息相结合，则能显著地提高这些标准的总体效果(一致性高，证据量充分) [5.5.1]。

车辆购置税、注册税、使用税和机动车燃油税、道路和停车定价政策是影响车辆能源使用和GHG排放的重要决定因素。这些因素已被各国使用，用于提高一般性收入，部分用于将车辆使用的

外部成本内部化，或用于控制公共道路的堵塞。具有限制作用的燃料税或CO₂税出台的一个重要理由是价格弹性往往比需求的收入弹性小得多。从长远看，需求的收入弹性一般是交通运输总需求的价格弹性的1.5–3倍，这意味着随着收入的增加，价格信号却变得不那么有效。退还节油车辆的购置税和注册税一直证明是行之有效的做法。一些城市采用了道路和停车定价政策，这对小轿车交通产生了明显的影响(一致性高，证据量充分) [5.5.1]。

许多政府已经引入或有意图实施各种政策，以便在国家减排战略中推广生物燃料。就CO₂减排而言，生物燃料的好处主要体现在从油井-到-车轮这一过程，如果把与生物燃料有关的激励措施与从油井-到-车轮过程中的整体CO₂效率捆绑在一起，那么这些激励措施就是更有效的气候政策。因此，应将混合燃料的优惠税率、补贴和配额按照从油井-到-车轮的整个周期中与每种燃料相关的CO₂净减排量的效益进行校准计算。为避免生物燃料生产对可持续发展造成的负面影响(如生物多样性的影响)，可把生物燃料的激励措施与某些附加条件捆绑在一起。

航空和海洋交通运输的政策和措施

为减少空中和海上交通运输因燃烧船用燃料而产生的排放，需制定新的政策框架。国际民航组织(ICAO)和IMO研究了限制GHG排放的各种方案。然而，上述两个机构都不能为政策实施设计一个适当的框架。但是，ICAO赞同这样一个理念，即通过一个自愿方案实施开放的国际排放交易体系，或者将国际航空纳入现有的排放交易系统。

对航空而言，燃料或排放费和交易具有显著的减排潜力。为减少航空工业对气候产生的影响，地理范围(所覆盖的航线和运营商)、拟划拨给民航行业的补贴数额和非CO₂气候影响的范围将是决定排放交易成效的关键设计要素。排放费或交易将导致燃料成本增加，这对发动机效率将产生积极的影响 [5.5.2]。

目前海运行业的政策措施主要根据用船舶燃料效率指数制订的自愿方案。少数地方正征收根据环境差异而所制定的不同的港口税。限制船舶排放的其它政策包括把国际海运纳入国际排放交易方案、燃料税和法规手段(一致性高，证据量中等) [5.5.2]。

影响GHG排放和GHG减缓政策共生效益的非气候综合政策

最近，交通运输规划和政策更加重视可持续发

展问题。这包括减少石油进口、改善空气质量、降低噪音污染、提高安全性、减少交通堵塞并改善对交通运输设施的使用。这些政策能够与GHG减排一起发挥重要的协同作用(一致性高, 证据量中等) [5.5.4; 5.5.5]。

6 住宅建筑和商业建筑

行业状况和排放趋势

2004年, 建筑行业的GHG直接排放(不包括用电产生的排放)约为5GtCO₂当量/年(3GtCO₂当量/年CO₂; 0.1GtCO₂当量/年N₂O; 0.4 GtCO₂当量/年CH₄和1.5GtCO₂当量/年卤烃)。最近的数字包括蒙特利尔议定书所涉及的F-气体, 和大约为0.1–0.2GtCO₂-当量/年的HFC。随着该行业的减缓包括许多节电措施, 因此一般只计算减缓潜力, 其中包括节电措施。为了进行比较, 通常给出建筑行业的排放数字, 包括该行业用电产生的排放。当包括用电产生的排放时, 建筑行业产生的与能源有关的CO₂排放大约为8.6Gt/年, 或占2004年全球排放总量的33%。GHG排放总量(包括用电产生的排放)估计则达到10.6 GtCO₂当量/年(一致性高, 证据量中等) [6.2]。

未来建筑物使用能源所产生的碳排放

建筑行业的文献使用了一套混合基线。因此, 本章对建筑行业的基线作出了定义, 大约介于SRESB2和A1B2之间, 而2030年的GHG排放为14.3GtCO₂当量(包括用电产生的排放)。SRES B2和

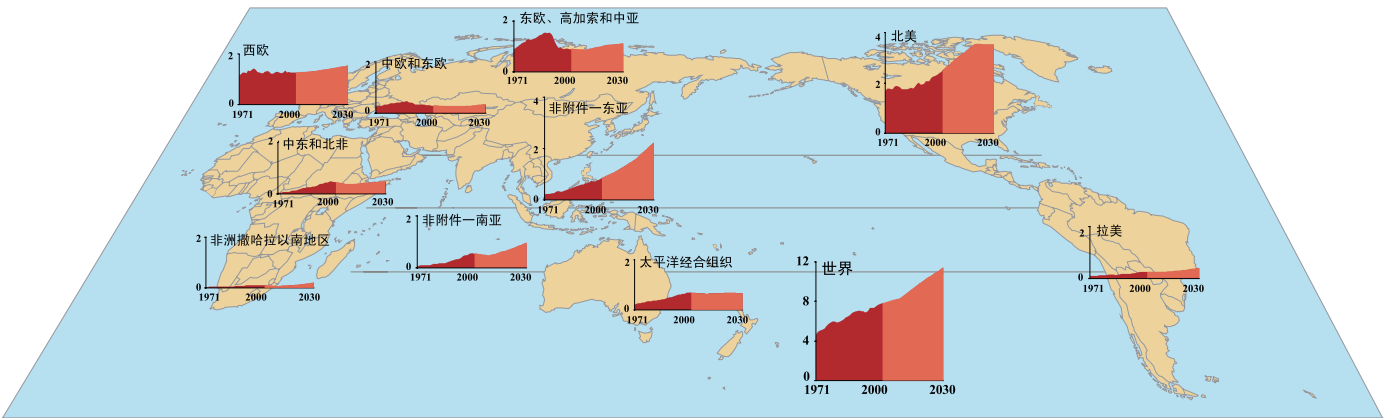
A1B情景下相应的排放量为11.4GtCO₂和15.6GtCO₂。在基于相对较低经济增长的SRESB2情景下(图TS.17), 北美洲和非附件一东亚地区占排放增加量的最大部分。在经济快速发展的SRES A1B情景下, 所有的CO₂排放增量都来自发展中国家, 这些地区的顺序为亚洲、中东和北非、拉丁美洲和非洲次撒哈拉地区。整体而言, 在B2情景下, 在2004-2030年期间CO₂排放的年平均增加比例为1.5%; 在A1B情景下CO₂排放的年平均增比例为2.4%(一致性高, 证据量中等) [6.2, 6.3]。

减缓技术和规范

减少建筑物GHG排放的措施分为三类: 1) 减少建筑物的能源消耗¹³和有形能源; 2) 转化成低碳燃料, 包括更高份额的可再生能源; 3) 控制非CO₂ GHG气体的排放。依靠更好的隔热包层¹⁴、改进后的设计方法和建筑物施工、更有效的设备和减少对能源服务的需求, 目前许多技术能籍此减少建筑物的能源消耗。加热和制冷的相对重要性取决于气候条件, 因此由于区域的不同而异。同时, 被动式设计技术的效果也取决于气候条件, 而且湿热和干热地区之间也存在重要的区别。居住者的行为(包括避免设备不必要的运行, 设置适应性的加热和制冷温度而不是温度保持不变)也是限制建筑物能源使用的一个重要因素(一致性高, 证据量充分) [6.4]。

建筑行业的减缓潜力

与预估的排放相比, 在今后数年内能够在建筑物能源使用方面实现CO₂大量减排。在各种能效技



图TS.17: 1971–2030年期间建筑物的 CO₂ 排放 (GtCO₂), 包括用电产生的排放 [图 6.2].

注: 深红色—历史排放; 浅红色—根据SRES B2情景的预估。EECA=东欧、高加索和中亚地区的国家。

13. 这包括建筑物内所有形式的能源使用, 包括用电。

14. “隔热包层”一词指建筑物的外壳, 它作为一种阻隔多余热量或质量在建筑物内外之间转移的屏障。

表TS.5: 2020a 年建筑业碳储量的GHG减排潜力 [表6.2]。

经济区	按区域审核的国家/ 国家集团	建筑 ^b 减排潜力，占国家基 线的%	涵盖最大潜力的措施	提供最便宜减缓方案的措施
发达国家	美国、欧盟15国、加拿大、希腊、澳大利亚、韩国、英国、德国、日本	技术: 21%–54% ^c 经济(<美元0/吨CO ₂ 当量): 12%–25% ^d 市场: 15%–37%	1.建筑外层翻新，包括隔热，尤其是窗户和墙壁； 2.空间供热系统； 3.高能效的照明，尤其是向紧凑型荧光灯(CFL)和高能效率镇流器转换。	1.家用电器，比如高能效的电视机和外围设备(处于开启模式和待机状态)，冰箱和冷藏室，通风设备和空调； 2.水暖设备； 3.照明的最佳做法。
经济转型国家	匈牙利、俄罗斯、波兰、克罗地亚，作为一个集团：拉脱维亚、立陶宛、爱沙尼亚、斯洛伐克、斯洛文尼亚、匈牙利、马耳他、塞浦路斯、波兰、捷克共和国	技术: 26%–47% ^e 经济(<美元0/吨CO ₂ 当量): 13%–37% ^f 市场: 14%	1.先期和后期隔热和替换建筑物部件，尤其是窗户； 2.高能效的照明，尤其是向CFL转换； 3.高能效的家用电器，如冰箱和热水器。	1.高能效的照明及其控制； 2.水和空间加热控制系统； 3.建筑物部件尤其是窗户的翻新和替换。
发展中国家	缅甸、印度、印度尼西亚、阿根廷、巴西、中国、厄瓜多尔、泰国、巴基斯坦、南非	技术: 18%–41% 经济(<美元0/吨CO ₂ 当量): 13%–52% ^g 市场: 23%	1.高能效的照明，尤其是向CFL转换、适度翻新和煤油灯； 2.改进后的各种炊事炉灶，尤其是生物质炉灶、LPG和煤油炉灶； 3.高能效的家用电器，如空调和冰箱。	1.改进后的照明，尤其是对CFL进行改型和高能效的煤油灯； 2.各种改进后的炊事炉灶，尤其是生物质炉灶、煤油炉灶； 3.高能效的电器产品，如冰箱和空调。

注:

- 欧盟15国、希腊、加拿大、印度和俄罗斯除外，这些国家实现目标年为2010年；匈牙利、厄瓜多尔和南非除外，这些国家实现目标年为2030年。
- 考虑到仅有一种类型的潜力，根据研究的局限性来解释发达国家的市场潜力大于经济潜力这一事实，因此反映可能有更高经济潜力的某些研究信息缺失。
- 两者均针于2010年而言，如果使用近似的潜力2020公式 = (1 – (1 – 潜力2010) 对该潜力进行外推，以此作为未来基线的百分比（假设2000年为开始年），该+区间为38%–79%。
- 对2010年而言，如果使用建议的外推公式，该区间为22%–44%。
- 最后一个为2010年的数字，如果使用外推公式，相当于2020年的72%。
- 第一个为2010年的数字，如果使用外推公式，相当于2020年的24%。
- 最后一个为2030年的数字，如果使用建议的外推公式推导中期潜力，那么相当于2020年的38%。

术、规范和系统方面具有相当多的经验；在提高建筑物能效的政策和计划方面具有同样丰富的经验，所有这些经验都给这种观点增添了相当高的信度。可通过降低生命期成本的方式能够实现上述节能的很大一部分，从而做出了具有净负成本的CO₂减排（一般投资成本较高，但运行成本较低）（一致性高，证据量充分）[6.4; 6.5]。

一项针对80项研究的调查结果支持上述结论(表TS.5)。这表明，就成本效益和潜在的节能而言，高能效照明技术是几乎所有国家建筑物GHG减排措施中最有前景的措施之一。到2020年，在全世界采用最低生命周期成本照明系统能减少排放约760 MtCO₂，平均成本为–160美元/吨CO₂（即：纯经济收

益）。就节能量而言，几乎所有的研究都先提出了改进寒冷气候区的隔热和分区供暖系统，在温暖气候区采取与空间制冷和通风有关的提高能效的措施，以及改进发展中国家的炊事炉灶。在节能潜力方面排位较靠前的其它措施包括：太阳能热水装置、节能型家用电器和能源管理体系。

就成本效益而言，高能效的炊事炉灶在发展中国家仅次于照明位列第二，同时工业化国家位列第二的措施也随气候和地理区域各不相同。针对经济转型国家的几乎所有研究(一般在偏凉的气候区)发现，与供热有关的措施最具成本效益，包括墙、屋顶、窗户和地板的隔热，以及改进后的分区供暖系统的供热控制。发达国家通常把与家用电器相关的

表TS.6: 随成本变化的2020年全球CO₂减缓潜力预估 [表6.3]。

世界区域	2020年 基线排放	2020年成本类别中作为CO ₂ 基线排放预估份额的减缓潜力(成本单位: 美元/吨CO ₂ 当量)				2020年成本类别中CO ₂ 减缓潜力绝对值, GtCO ₂ 当量(成本单位: 美元/吨CO ₂ 当量)			
	GtCO ₂ -eq	<0	0-20	20-100	>100	<0	0-20	20-100	>100
全球	11.1	29%	3%	4%	36%	3.2	0.35	0.45	4.0
OECD(EIT)	4.8	27%	3%	2%	32%	1.3	0.10	0.10	1.6
EIT	1.3	29%	12%	23%	64%	0.4	0.15	0.30	0.85
非-OECD	5.0	30%	2%	1%	32%	1.5	0.10	0.05	1.6

注: 随成本和区域变化的全球累计潜力基于17项研究, 这些研究详细报告了随成本变化的潜力。

措施作为最具成本效益, 而在偏暖的气候区与制冷相关的设备升级排位靠前。空调节能比其它能效措施花费更高, 但仍然具有成本效益, 因为这些措施有助于取代更昂贵的高峰期用电。

与最近的现行规范(一般成本很低或没有额外成本)相比, 单个新的建筑物可以节能75%或者更高。认识到这些节能需要一个综合的设计过程, 需要建筑师、工程师、承包商和客户的参与, 同时要充分考虑被动减少建筑物能源需求的各种机会 [6.4.1]。

研究发展中国家建筑物的GHG减缓尤为重要。可使制造出的炊事炉灶燃烧更加有效, 并更加完全地燃烧颗粒物, 通过改善室内的空气质量来造福乡村的居民, 同时减少GHG的排放。可在当地找到改进的、低GHG的原料来源。在城市和越来越多的农村地区, 需要把工业化国家的所有现代技术用于减少GHG排放 [6.4.3]。

商业建筑物节能的新兴领域包括: 采用控制和信息技术来对商业建筑物进行连续的监测、诊断并通报故障情况(‘智能控制’); 各系统逐渐减少通风、制冷和除湿的需求。先进的窗户、被动式太阳能设计、消除建筑物和管道泄漏的技术、节能电器、控制备用和闲置设备的能耗以及固态照明, 所有这些对住宅和商业行业也很重要(一致性高, 证据量充分) [6.5]。

居住者的行为、文化和消费选择以及各种技术的利用是建筑物能源使用的主要决定因素, 并在决定CO₂的排放方面发挥根本的作用。然而, 几乎未对非技术方案的减排潜力进行评估, 并对各种可能的政策杠杆了解甚少(一致性高, 证据量中等)。

通过在全世界应用最佳规范和回收方法, 这提供了大幅度减少建筑行业直接排放氟化气体的机遇, 所有的F-气体在2015年的减缓潜力达到0.7 GtCO₂当量。减少卤烃制冷剂的方法主要包括: 避免空调和制冷装置的泄漏(如在正常使用期间、维护过程中和报废阶段); 并减少新设备对卤烃的使用。决定是否实现该潜力的一个关键要素是实施这些旨在实现减排的各措施的成本。这些成本的差异很大, 如在净收益到300美元/吨CO₂当量之间不等(一致性高, 证据量充分) [6.5]。

建筑行业的减缓潜力

有以下方面的全球潜力, 即: 到2020年住宅和商业行业的预估的各基线排放大约减少30%(表TS.6)。至少能够以20美元/吨CO₂当量的成本避免另外3%的基线排放; 如果成本高达100美元/吨CO₂当量, 则还能减少4%的基线排放。然而, 由于存在低成本的很大机遇, 仅在有限的范围内对高成本潜力作了评估, 所以该数字是低估值。利用全球建筑物基线排放预估值¹⁵, 这些估值代表CO₂当量在2020年以0美元、20美元/吨CO₂当量和100美元/吨CO₂当量的价格分别减少了3.2、3.6和4.0Gt(一致性高, 证据量充分)[6.5]。

真正的潜力可能更高, 因为这些研究没有考虑所有的最终用途的能效提高方案。忽略了非技术方案及其显著的共生效益, 如同先进的综合高能效建筑。然而, 市场潜力远远小于经济潜力。

虽然2030年的信息有限, 但已将2020年经济潜力的研究结果外推至2030年, 以便能与其它行业

15. 根据17项用于推导全球潜力的研究计算出基线CO₂排放的预估值(如果某项研究不包括任何一个基线, 则使用另一项国家减缓报告的预估值)。

表TS.7: 根据从2020年数据外推得出的随成本变化的2030年全球CO₂减缓潜力的预估 [表6.4].

减缓方案	区域	2030年基线 预估值	低于100美元/吨CO ₂ 当量的 潜力		不同成本类别的潜力		
			低	高	<0美元/吨CO ₂	0–20美元/吨CO ₂	20–100美元/吨CO ₂
					<0美元/吨碳	0–73美元/吨碳	73–367美元/吨碳
节电 ^{a)}	OECD	3.4	0.75	0.95	0.85	0.0	0.0
	EIT	0.40	0.15	0.20	0.20	0.0	0.0
	非-OECD/EIT	4.5	1.7	2.4	1.9	0.1	0.1
节约燃料	OECD	2.0	1.0	1.2	0.85	0.2	0.1
	EIT	1.0	0.55	0.85	0.20	0.2	0.3
	非-OECD/EIT	3.0	0.70	0.80	0.65	0.1	0.0
总计	OECD	5.4	1.8	2.2	1.7	0.2	0.1
	EIT	1.4	0.70	1.1	0.40	0.2	0.3
	非-OECD/EIT	7.5	2.4	3.2	2.5	0.1	0.0
	全球	14.3	4.8	6.4	4.5	0.5	0.7

注:
a) 由于使用了不同基线, 所以表TS.8节电潜力的绝对值和第11章表11.3不同。然而, 其占基线百分比的潜力估值在两种情况下均相同。此外, 表11.3不包括能源供应部门已经考虑的减排份额, 而表TS.7没有将该潜力分开。

进行比较。表TS.7给出了估值。外推至2030年的潜力表明, 在全球, 可分别以<0、<20和<100美元/吨CO₂当量的成本每年分别减少4.5、5.0和5.6 GtCO₂当量。这相当于预估的基线排放量的30%、35%和40%。由于现有的2030年的研究非常有限, 因此与这些数字相关的确定性水平大大低于2020年数字的确定性。(一致性中等, 证据量少)。

未来长期展望: 假设建筑行业的减缓方案成本高达25美元/吨CO₂当量, 发现2050年将减少大约7.7 GtCO₂当量的排放。

减缓方案与脆弱性和适应的相互作用

如果世界变暖, 温带气候区用于供暖所使用的能源将减少(如欧洲、亚洲和北美洲的部分地区), 而全世界大多数地区用于制冷的能源将增加。一些研究表明, 在那些处于温带气候的国家中, 为进行额外制冷所增加的用电将超过供暖减少的用电, 而且预计南欧夏季用电高峰有可能大大增加。变暖对CO₂排放产生的净效应可能增加, 即使在最终能源总体需求下降的地方也是如此, 这取决于某些特定国家发电所需的混合能源。这就造成一个正反馈循环: 更多的机械制冷排放更多的GHG, 从而加剧了变暖(一致性中等, 证据量中等)。

由于同时着手解决减缓和适应问题, 因此建筑行业的投资也许减少气候变化的总成本。这些协同作用最重要的部分包括: 通过以下措施减少制冷需求或能源的使用, 如: 使用综合的建筑物设计、被动式太阳能建设、高效供暖和制冷的热泵、适

应性釉面玻璃窗、散热少的高能效家用电器、以及各种装修新, 包括增加隔热、针对特定气候和防风暴的优化装修。适善的城市规划(包括城市中日益增加的绿地面积和冷屋顶)被证明是限制‘热岛’效应的一种有效方式, 从而减少制冷需求和发生城市火灾的可能性。在室外温度很高但居住者能接受要求更高的室内(舒适)温度, 目前设计中需要经常考虑的事项包括适应性舒适度(一致性高, 证据量中等) [6.9]。

为减少建筑物使用能源所产生的CO₂排放的政策 的成效和经验

到2020年实现这种减排需要快速设计、实施和执行有力的政策, 旨在提高建筑物和设备的能效、推广可再生能源(只要具有成本效益)和新建筑物的先进设计技术(一致性高, 证据量充分) [6.5]。

然而, 存在相当多的障碍有待克服, 以实现高标准的负排放和低成本 的减缓潜力。这些包括有形成本、激励机制和效益之间的不匹配(如房东和房客之间)、对获得融资的限制、能源价格补贴、产业和设计过程的零散性。这些障碍在住宅和商业行业表现得尤为强大而且变化多样, 因此只有通过一系列多种政策手段和良好执行力度, 才能克服这些障碍(一致性高, 证据量中等)。

事实证明, 许多国家在有关削减建筑物GHG排放的一系列政策是成功的。根据在选择最佳做法的基础上政策手段的成效, 表TS.8概括了所使用的关键的政策工具, 并对它们作了比较。经过审核的多数工具能实现显著的节能和CO₂减排。在对大约30个

表TS.8: 为减少建筑行业GHG的排放, 选定的政策工具依靠最佳做法所产生的影响和效果 [表6.6]。

政策手段	减排成效 ^a	成本效益 ^b	成功、主要优势和局限性的特殊条件, 共生效益
电器标准	高	高	成功的要素: 定期更新标准、独立控制、信息、沟通和教育
建筑规范	高	中等	对于目标之外的改进尚无激励措施。执行后才能见效。
公共领导层计划, 包括采购制度	高	高/中等	能够有效地用于展示新技术和新做法。强制性计划比自愿计划的潜力更大。成功的要素: 宏伟的能效标签制度和检测。
提高能效义务和配额	高	高	必要的不断完善: 新的能效措施、对转变市场有短期激励措施等。
需求方管理方案	高	高	商业行业比住宅行业往往更加具有成本效益
能源业绩 建立契约方面的支持/ ESCO支持	高	中等	优势: 不需要公共支出或市场干预, 提高竞争力的共生效益。
能效证明方案	中等	中等	没有长期的经验。交易成本可能高。需要体制结构。与现行政策有深入的互动。就业效益。
《京都议定书》的灵活机制 ^d	低	低	到目前为止, 建筑物方面的CDM和JI项目的数量有限。
(对CO ₂ 或燃料) 征税	低	低	影响取决于价格的弹性。收入可专用于进一步提高能效。如与其它工具相结合将更加有效。
免税/减税	高	高	如果结构妥善, 将激励采用高能效的设备和新的建筑物。
资本补贴、赠款、补贴贷款	高	低	对低收入家庭有积极影响; 存在“免费搭车”的风险, 或许引发创业投资。
标签和认证方案	中等/高	高	强制性计划比自愿计划更加有效。与其它工具和定期的更新材料结合可提高有效性。
自愿协议和谈判协议	中等/高	中等	当规章制度难于执行时可能有效。如果与财务激励机制和制度制约相结合, 则有效。
教育和信息计划	低/中等	高	住宅行业比商业行业更加适用。成功的条件: 与其它措施结合后更加适用。
强制性审计和能源管理要求	高, 但有可变性	中等	如果与诸如财政激励机制等其它措施相结合最有效。
详细记帐和披露计划	中等	中等	成功的条件: 与其它措施和定期评价相结合。

注:

- a) 包括便于实施、执行的可行性和简单性、在许多地方的适用性、对实现的节能总量做出贡献的其它要素。
- b) 共生效益与避免的碳排放的特定社会成本相关。
- c) 能源服务公司
- d) 联合实施、清洁发展机制、国际排放交易 (包括绿色投资方案)

国家的60项政策进行评估中, 通过建筑物规范、电器标准和免税政策, 可最大程度地减少CO₂的排放。家电标准、提高能效的义务和配额、需求方管理计划和强制性标签是具有成本效益的政策工具。补贴和能源或碳税是成本效益最低的工具。各信息计划也具有成本效益, 当与其它大多数政策措施相配套时尤为如此(一致性中等, 证据量中等)[6.8]。

那些旨在减少泄漏或不鼓励含氟制冷剂使用的政策和措施在未来可能大大减少F-气体的排放(一致

性高, 证据量中等) [6.8.4]。

迄今为止, 各项政策的有限的总体影响源于以下几个因素: 1) 执行过程缓慢; 2) 缺乏建筑规范 (尽管事实上能够在无重大财政让步的情况下开展CO₂中性建设, 但许多政策的要求通常贴近共同做法)、电器标准和标签进行定期更新; 3) 经费不足; 4) 执行力度不够。在发展中国家和经济转型国家, 由于没有具体实施, 加上实施机制差或不完善, 所以使提高能效的政策打了折扣。由于在发达国家对

建筑物进行的定期翻新与缓慢的建筑物交付之间时间间隔长，因而建造现有建筑物外表结构的GHG减排措施的推广也成为另一种挑战(一致性高，证据量充分)[6.8]。

共生效益以及与可持续发展的关联性

建筑物可再生能源的能效和利用促成了可持续发展与GHG减排之间的协同作用。对最不发达国家而言，其中与之最为密切相关的是安全有效的炉灶，在减少GHG排放的同时，重要的是可通过减少室内空气污染来降低死亡率和患病率。安全有效的炉灶还可减少妇女和儿童捡拾传统炉灶燃料的工作量，并降低对稀缺自然资源的需求。减少室外空气污染是另一重要的共生效益。

总之，在发达国家和发展中国家，提高建筑物的能效以及清洁有效地使用当地的可再生能源，其结果是：

- 大大节省有关能源的投资，因为效能比新供给的成本低廉；
- 节约的资金用于其它目的，如基础设施投资；
- 提高系统可靠性和能源安全；
- 促进获取能源服务；
- 减少贫困；
- 改善当地的环境质量；
- 通过创造新的商业机会，并通过把节约能源成本的资金以另一种方式支出所产生的倍增效应，对就业产生积极影响。

越来越多的证据表明，设计优良的高能效建筑常常会提高居住者的工作效率和健康(一致性高，证据量中等)[6.9]。

工业化国家对发展中国家和经济转型国家制定和实施旨在提高建筑物及设备能效政策的支持，能够为减少二氧化碳排放的增长，为改善人民的福祉做出重大贡献。将针对可持续发展的国际援助或其它公共和私人资金用于提高建筑物能效和提倡可再生能源的计划，这能够实现多重发展目标并产生长期影响。发达国家向发展中国家转让知识、专业技术和最新技能能够促进太阳能光伏发电技术(PV)的使用，包括以PV为电源的发光二极管(LED)照明、

高隔热建筑材料、高效的家电和采光、综合设计、建筑能源管理系统以及太阳能制冷。然而，也还将需要资本筹措 [6.8.3]。

技术研究、开发、部署、推广和转让

虽然目前有许多切实可行、具成本效益的技术和做法，但在某些行业还需要进行研究和开发，比如：高性能控制系统¹⁶；先进的窗用釉面玻璃工艺；新型绝隔热板材料；利用被动能源及其它可再生能源的各种系统；增加热储存的相变材料；高性能地源可逆热泵；使用余热的综合家电及其它设备；新型制冷技术，以及利用全社区网络向建筑物提供暖、制冷和电力。这些技术和系统的示范和专业人员培训是将这些新技术推向市场的必要步骤 [6.8.3]。

长期展望

建筑物GHG的长期减排应尽快开始，因为建筑存量的周转缓慢。为实现新建筑物的大规模节能，应尽快讲授、推广建筑物综合设计和管理的新方法，并付诸于大规模实践。目前尚未向建筑业的大部分专业人员提供此类培训。由于非技术性机会在建筑中的重要作用，宏伟的GHG的减排措施也许需要将文化观念转变为一种根本的价值观，即一个提倡气候保护和可持续发展的社会，这给建筑物的建设带来了社会压力，并导致建筑物使用的材料对环境留有更少的影响痕迹(一致性高，证据量中等)[6.4.1，6.8.1]。

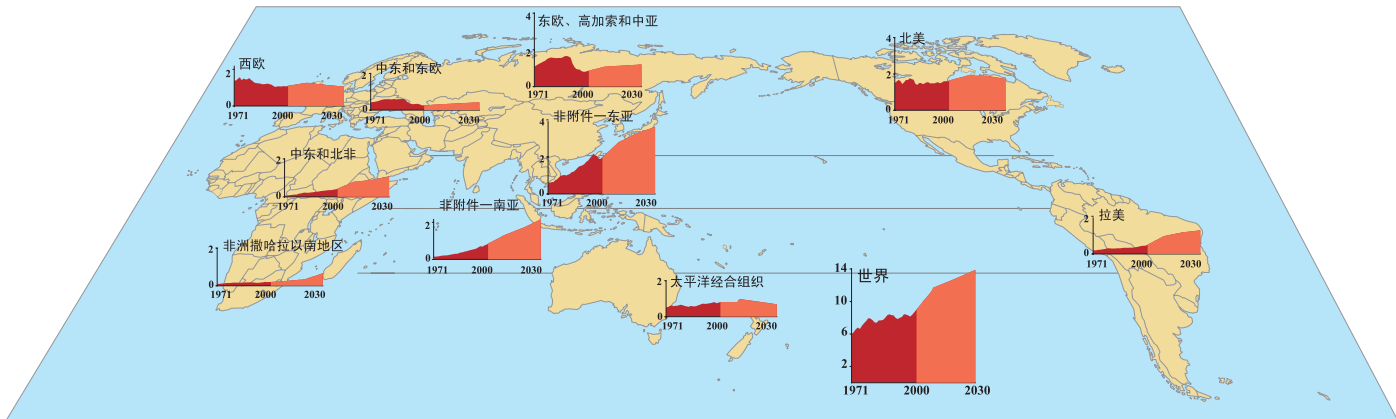
7 工业

行业现状、发展趋势及其影响

在大多数国家，能源密集型工业(钢铁、有色金属、化工和化肥、石油提炼、水泥以及制浆和造纸)的能耗占整个制造行业的85%。由于其它行业的能耗增长迅速，因此制造业占全球一次能源的份额已由1971年的40%下降为2004年的37% [7.1.3]。

大部分能源密集型工业目前位于发展中国家。总体上，2003年，发展中国家的钢铁产量占全球的42%、氮肥产量占全球的57%、水泥产量占全球的78%、铝产量约占全球的50%。2004年，发展中国家

16. 需要建立先进的控制系统，使所有能源服务功能纳入商用建筑的规划及其使用（‘智能控制’）。



图TS.18: 1971-2030年，工业CO₂排放量(GtCO₂；包括用电)。[表7.1，7.2]。

注：深红色—历史排放；浅红色—根据SRES B2情景所作的预估。资料引自Price等人(2006年)，第7章未涉及中期年份。EECCA = 东欧、高加索地区和中亚国家。

的工业最终能耗占46%、发达国家占43%、经济转型国家占11%。发展中国家的许多设施(铝业、水泥和化肥工业)是新型的并采用了最新技术，而且特定能耗最低。然而，像在工业化国家一样，仍有许多陈旧的低效设施。这就在发展中国家产生了投资，提高能效，实现减排的巨大需求。随着人口和GDP的增长，预计能源密集型工业在20世纪的强势增长还将持续 [7.1.2；7.1.3]。

尽管大规模制造在全球能源密集工业中占主导，但在许多发展中国家，中小型企业(SME)也占有重要的份额。虽然规章制度和国际竞争促使大型工业企业转为使用环境无害技术，但SME或许没有经济或技术能力来安装必要的控制设备，或革新缓慢。SME的这些局限给GHG减排提出了特殊的挑战(一致性高，证据量充分)[7.1.1]。

排放趋势（全球和区域）

工业GHG直接排放量目前约为7.2GtCO₂当量。由于本章讨论的减排方案包括针对减少工业用电的各项措施，含用电产生的排放，这对于进行比较是重要的。2004年，工业的GHG总排放量约为12 GtCO₂当量，约占全球总量的25%。工业的CO₂排放量(含用电)从1971年的6.0GtCO₂增长至2004年的9.9 GtCO₂。2004年，发达国家占与能源有关的CO₂总排量的35%、经济转型国家占11%、发展中国家占53%(见图TS.18)。工业也会在化石燃料的非能源使用过程中以及在非化石燃料资源中造成CO₂排放。2000年，此类排放的总量为1.7 GtCO₂(一致性高，证

据量充分)[7.1.3]。

工业生产流程也会排放其它的GHG，包括在HCFC-22生产过程中排放HFC-23；铝冶炼及半导体加工过程会排放PFC；使用平板屏幕(液晶显示器)和半导体、镁合金压铸、电器设备、铝冶炼及其它会排放SF₆，化工原料和食品企业的废弃物流会排放CH₄和N₂O。2000年，通过这些渠道所排放的总量为0.4 GtCO₂当量(一致性中等，证据量中等)[7.1.3]。

在SRES-B22情景下，2030年工业CO₂排放预估大约为14GtCO₂(包括用电)(见图TS.18)。对发展中国家的工业CO₂排放的最高平均增长率作了预估。预估中欧、东欧、高加索地区和中亚以及亚洲发展中国

表 TS.9: 预估的工业非CO₂ GHG排放，MtCO₂当量/年 [表 7.3]。

区域	1990	2000	2010	2030
太平洋经合组织	38	53	47	49
北美	147	117	96	147
西欧	159	96	92	109
中欧和东欧	31	21	22	27
EECCA	37	20	21	26
亚洲发展中国家	34	91	118	230
拉丁美洲	17	18	21	38
次撒哈拉非洲	6	10	11	21
中东和北非	2	3	10	20
世界	470	428	438	668

注：包括工业流程中使用制冷设备产生的排放；不包括其它制冷及空调使用所产生的排放。

EECCA = 东欧、高加索地区和中亚国家。

表TS.10: 工业GHG减排技术示例（并非全面）。用斜体字列出的技术正在进行示范或开发 [表7.5]。

行业	能效	燃料转换	能量回收	可再生能源	原料变化	产品变化	材料效能	非CO ₂ GHG	捕获和封存
行业内	基准：能源管理系统；有效的电机系统、锅炉、熔炉、照明和供暖/通风/空调；流程整合	煤改为天然气和油燃料	电热联产	生物质、沼气、PV、风力、水力发电	循环供料				富氧燃烧、CO ₂ 从废气中的分离
钢铁	熔融还原、近净形铸造、废钢预热、干熄焦	高炉喷吹天然气、油燃料或塑料	炉顶燃气压力回收、副产品煤气联合循环	炭	废钢	高强度钢	循环、高强度钢、减小过程损失	无	氢还原、高炉中使用氧
有色金属	惰性阳极、有效的电解槽设计				废钢		循环、薄膜和涂层	PFC/SF6 控制	
化工	膜分离、反应精馏	天然气	前耦合燃气轮机、压力回收气轮机、H2 回收		再生塑料、生物原料	线性低密度聚乙烯、高性能塑料	循环、薄膜和涂层、减小过程损失	N ₂ O、PFC、CFC和HFC 控制	通过氨、环氧乙烷流程的CO ₂ 储存
炼油	膜分离 提炼厂气体	天然气	压力回收气轮机、氢回收	生物燃料	生物原料		(此处不包括交通运输减排)	N ₂ O/CH4 控制技术	来自制氢
水泥	助燃炉、滚压机、硫化床熔窑	废弃燃料、沼气、生物质	气轮机干燥、能量回收	生物质燃料、沼气	炉渣、火山灰	混合水泥 地质聚合物		无	熔窑富氧燃烧
玻璃	碎玻璃预热 富氧熔炉	天然气	空气底部 循环	无	增加碎玻璃的使用	高强度薄 容器	循环	无	富氧燃烧
纸浆和造纸	高效制浆、高效干燥、靴压、带式干燥	生物质、埋填场产生的 气体	黑液气化联合循环	生物质燃料 (树皮、黑液)	回收利用、非木纤维	纤维取向、薄纸	减少切割和加工损失	无	石灰窑富氧燃烧
食品	高效干燥、薄膜	沼气、天然气	厌氧消化、气化	生物质、副产品、太阳能干燥			减少流程损失、闭环水		

家的增长率将低于2000-2030年情景。2010年之后，预期太平洋地区OECD、北美和西欧地区在B2情景下的CO₂排量会出现下降。对于工业非CO₂GHG排放，如不采取进一步行动来控制这些排放，那么预估到2030年全球排放会增加至1.4倍，从1990年的470 GtCO₂当量(130 MtC当量)增至2030年的670 MtCO₂当量(180MtC当量)。1990至2000年的减缓努力减少了非CO₂GHG排放，许多额外排放控制计划正在实施中(见表TS.9)(一致性高，证据量中等)[7.1.3]。

关于减缓技术和做法、方案和潜力、成本和可持续性的说明和评估

历史上，工业，特别是在能源密集型工业，通过采用提高能效和具体减缓技术，已降低了能源强度和排放强度。制铝工业报告，在1990-2004年间，其PFC减排>70%，氨生产行业报告，2004年设计的工厂与1960年设计的相比，能源强度降低了50%。全球氨生产设备的持续现代化，将会进一步提高能效。同时还报告了能源提炼行业能源强度降低的情况[7.4.2, 7.4.3, 7.4.4]。

尽管SME正在开展某些创新性研发工作，由于SME的技术和经济能力低而给向环保技术的推广提出了挑战。

一系列宽泛的措施和技术具有减少工业GHG排放的潜力。这些技术可分为如下几类：提高能效、燃料转换、能量回收、可再生能源、原料变化、产品变化和材料效能(表TS.10)。在每种类别中，有些技术，如使用更有效的电机，可广泛在所有行业推广；而其它的则是针对工业流程的技术，如高炉炉顶压力回收。

在接近2030年的后期，能效的进一步提高以及碳捕获和封存(CCS)¹⁷及非GHG流程技术的应用将会有相当大的潜力。目前处于研发阶段的此类新技术实例包括用于铝生产的惰性电极和用于金属制造的氢(一致性高，证据量充分)[7.2, 7.3, 7.4]。

在能源密集型工业的行业评估以及其它企业的综合评估中，对2030年的减缓潜力和成本作了估算。研究表明，在B2情景下，成本<20美元/吨CO₂(74美元/吨碳当量)，减缓潜力约为1.1GtCO₂当量；成本<50美元/吨CO₂(180美元/吨碳当量)，约为3.5GtCO₂当量；成本<100美元/吨CO₂当量(<370美元/吨碳当量)，约为4GtCO₂当量/年(0.60-1.4GtC当量/年)。

减缓潜力最大的是在钢铁业、水泥业和造纸业，以及对非CO₂气体的控制，大部分潜力可在<50美元/吨CO₂当量(<180美元/吨碳当量)实现。应用CCS技术会带来更大的潜力，虽然成本较高。

最近完成的9组技术全球研究表明，2030年工业在成本<25美元/吨CO₂(<92美元/吨碳)(2004\$)，其减缓潜力为2.5-3.0GtCO₂当量/年(0.68-0.82GtC当量/年)。尽管减缓潜力的估算是本评估报告的估算范围内，但减缓成本的估算明显较低(一致性中等，证据量中等)[7.5]。

减缓方案与脆弱性及适应的相互作用

在工业中，适应和减缓之间的关系有限。许多减缓方案(如，提高能效、热回收及能量回收、循环利用)并不易受气候变化的影响，因此，未产生适应关系。其它方案，如燃料或原料转换(如，转换为生物质或其它可再生能源)，或许易受气候变化影响[7.8]。

气候政策的成效和经验、潜力、障碍和机遇/实施问题

无论是工业化国家还是发展中国家，均尚未全面采用可用的减缓方案。在全球许多地区，无论是市场还是政府规章，均未要求减缓GHG。在这些地区，许多公司将投资于GHG的减缓，在某种程度上其它因素可使他们从投资中获得回报。这种回报可以是经济上的回报；例如，提供经济支出的提高能效的项目；或为了实现更高的企业目标，例如，致力于可持续发展。如果出台了各项政策和法规，上述经济潜力才能得以实现。如上所述，与此相关的是，大部分能源密集型工业位于发展中国家。资本股周转率低也是许多工业面临的一道障碍，同样也缺乏必要的资金和技术来实施减排方案；工业公司，尤其是中小企业，获取有关可用方案的信息的能力有限(一致性高，证据量充分)[7.9.1]。

工业界和政府之间就减少能耗和GHG排放达成的自愿协议已于20世纪90年代初生效。这些设计完善的协议设定了切合实际的目标，并得到了政府的充足支持，通常作为更大的一揽子环保政策的一部分，如果目标未能实现，一个现实的威慑力是政府会加大监管力度或提高能源/GHG税，这类协议的作用超过了照常排放过程中的节能或减排。有些协议促进了最佳可用技术的推广并最终导致减排(与基

17 见IPCC CO₂ 捕获和封存特别报告

线相比),尤其是在那些政府和工业界一贯密切合作的国家。然而,大部分自愿协议尚未在照常排放之外实现显著减排。企业、地方政府、非政府组织(NGO)和民间团体正在采取各种非政府性行动,这也许能够限制GHG的排放、激励创新政策以及鼓励部署新技术。然而,只凭他们自身努力所产生的影响有限。

采用具成本效益、GHG低排放技术面临多重障碍(如缺乏信息、无标准以及缺乏首次购买现代技术所需的资金),出台消除这些障碍的政策能够见效。许多国家,既有发达国家也有发展中国家,都有促进工业节能的财政计划。根据世界能源理事会的调查,有28个国家为提高工业能效项目提供了某种补助或补贴。财政措施通常也用于激励工业节能。然而,财政刺激的弱点是它们常常会被本该在无刺激情况下投资的投资者所利用。提高成本效益的可能解决之道是将财政计划局限于具体的目标群和/或技术(经过挑选的设备清单,而且只限于创新技术),或采用直接成本效益标准 [7.9.3]。

国家、区域或行业的一些CO₂排放交易系统已存在或正在建立之中。有证据表明在某些重要行业,工业的参与者面临着一种与电力行业参与者截然不同的形势,因而这些交易系统的进一步细化结果能够公开。例如,对工业碳排放价格的响应趋于缓慢,这是因为更有限的技术组合和/或缺乏短期燃料转换的可能性,这使可预测的划拨机制和稳定的价格信号成为工业界的一个更为重要的问题 [7.9.4]。

如第三次评估报告所述,所有的工业企业(无论大小)都易受政策变化和消费者偏好的影响。因此,稳定的政策体系对于工业尤为重要(一致性高,证据量充分)[7.9]。

影响温室气体排放的综合政策和非气候政策

旨在保持能源安全、环境保护和经济发展平衡的政策能够对减缓带来正面或负面的影响。针对能效、去物质化及可再生能源利用的可持续发展政策支持GHG减缓目标。废弃物管理政策通过以产品的再利用降低能耗,减少工业的GHG排放。减少空气污染的措施能够与减少GHG排放产生协同作用,而前提是改用低碳燃料实现减排,但随着许多工业需要更多能源,GHG的排放并非总是一直减少。

除实施上述讨论的减排方案之外,实现可持续发展尚需要工业路径朝着未来减缓需求最小化的方向发展(一致性高,证据量中等)。与中、小型企业

(SME)相比,大型公司具有更大的资源,且通常有更多的激励措施,在其经营中融入环境和社会因素,但在很多国家,SME成为就业和生产能力的主体。将SME发展战略纳入国家发展的总体战略符合可持续发展的目标。能源密集型工业目前正致力于人力资本发展、健康和安全、社区发展等采取一些措施,这些措施符合企业社会责任的目标(一致性高,证据量充分)[7.7; 7.8]。

温室气体减缓政策的共生效益

工业GHG减缓的共生效益包括:减少空气污染物的排放和废弃物(也会相应降低环境达标成本和废弃物处理成本)、增加生产并提高产品质量、降低维护和运营成本、改善工作环境以及其它效益,如减少赔偿责任、提升公共形象和工人的士气、推迟或减少资本支出。减少能源使用可间接地为减少空气污染物对健康的影响做出贡献,尤其是在尚未制定空气污染法规的地区(一致性高,证据量充分)[7.10]。

技术研究、开发、部署、推广和转让

可在市场上购买的工业技术具有很大的GHG减排潜力。然而,即使采用这类技术,许多工业流程的能耗仍需要更多的能源,大大超出了理想化的热力结构,这意味着还需要额外的大幅度提高能效的潜力和GHG减缓潜力。此外,有些工业流程会释放与热耗和电耗无关的GHG。对于其中某些流程而言,目前还没有消除这类排放的商业技术,例如,开发惰性电极以消除铝生产过程中所产生的排放,以及利用氢来减少铁和有色金属矿物的使用。这些新技术还必须符合一系列其它标准,包括成本竞争力、安全性和规范要求,以及赢得消费者的认可。工业技术研究、开发、部署和推广均由政府和企业负责,最理想的是两者发挥互补作用。由于以GHG减排为主要目标的各项技术本身具有大的内在经济风险,为了促进充分的研究和开发,很可能需要制定政府计划。政府出面找出技术方面存在的根本障碍并找到克服这些障碍的解决途径,这是不失为一个妥善之举,但是公司应承担风险,并抓住实现商业化后的回报。

此外,政府信息、能源审计、报告制度和制定基准方案均有助于技术转让和推广。决定私营行业技术部署和推广的主要因素是竞争优势、客户认可度、国家具体特点、知识产权保护以及法规框架(一致性中等,证据量中等)[7.11]。

长期展望

许多技术具有工业GHG减排的长期潜力，但重点集中在三个方面：生物处理、氢的使用和纳米技术。

鉴于工业的复杂性，实现GHG低排放需要许多交叉性过渡和各行业的过渡。由于至少在工业的某些分支存在资本股周转速率问题，因而也许出现‘技术锁定’的惯性。技术革新同时会带来机遇，但只有在资本股到位或回笼后，才会使技术发生根本的变化(一致性高，证据量充分)[7.12]

8 农业

行业的现状、生产和消费的未来趋势及其影响

技术发展已使农业土地单位产量有了显著的提高，虽然人均农田面积持续减少，但是人均粮食拥有量却在增长(一致性高，证据量充分)。然而，产量的提高在全球并非平衡，有些国家仍然存在贫困农村和营养不良现象。在发展中国家，饮食中畜牧产品逐步增加，而在发达国家则一直保持稳定(一致性高，证据量充分)。

在人口更为稠密的国家，食品和纤维的生产急剧增长以满足有更多人口国家的需求，因此，全球人均每日摄入的热量(卡)有所增加，但是局部地区除外。然而，这种增长是以增加对环境的压力和以消耗自然资源为代价的，况且尚未解决贫困国家的粮食安全和儿童普遍营养不良的问题(一致性高，证据量充分)。

全球可耕地的绝对面积增加了14亿公顷，自20世纪60年代以来，总体增加了8%(发达国家减少了5%，发展中国家增加了22%)。预计这一趋势将一直持续下去，从1997年到2020年，预估另有5亿公顷土地将改为农田，大部分在拉丁美洲和次撒哈拉非洲地区(一致性中等，证据量有限)。

在某些发展中国家，经济增长和生活方式的改变促使对肉类和奶制品的需求不断增加。在1967年至1997年期间，发展中国家对肉类的需求从人均每年的11公斤增加到24公斤，在该时期末，年增长率超过5%。预估全球对肉类需求将会进一步增加(到

2020年增长约60%)，大部分发展中地区，如南亚和东南亚以及次撒哈拉非洲地区(一致性中等，证据量充分)[8.2]。

排放趋势

2005年，农业排放估算为5.1-6.1GtCO₂当量(占全球人为GHG排放的10-12%)。CH₄产生了3.3GtCO₂当量，N₂O产生了2.8GtCO₂当量。在2005年全球人为排放中，农业的N₂O排放占60%，CH₄占50%(一致性中等，证据量中等)。虽然大气与农业耕地之间的CO₂年交换量大，但净通量估计大致平衡，CO₂的净排放量仅大约在0.04GtCO₂/年左右(农业用电和用燃料产生的排放分别转换为建筑物和运输行业的排放)(一致性低，证据量有限)[8.3]。

农业GHG排放趋势是对全球变化的响应：随着饮食的变化和人口的增长，对粮食需求相应增加，预计排放将增加。未来的气候变化最终也许会释放出更多的土壤碳(虽然气候变化也会通过增产而增加土壤碳，但其影响尚不确定)。新兴技术也许减少粮食产量单位的排放量，但绝对排放量有可能增加(一致性中等，证据量中等)。

不出台其它的政策，到2030年，预估农业N₂O和CH₄排放将分别增加35%-60%和~60%，超过1990-2005年观测到的14%的非二氧化碳GHG排放增幅(一致性中等，证据量有限)[8.3.2]。

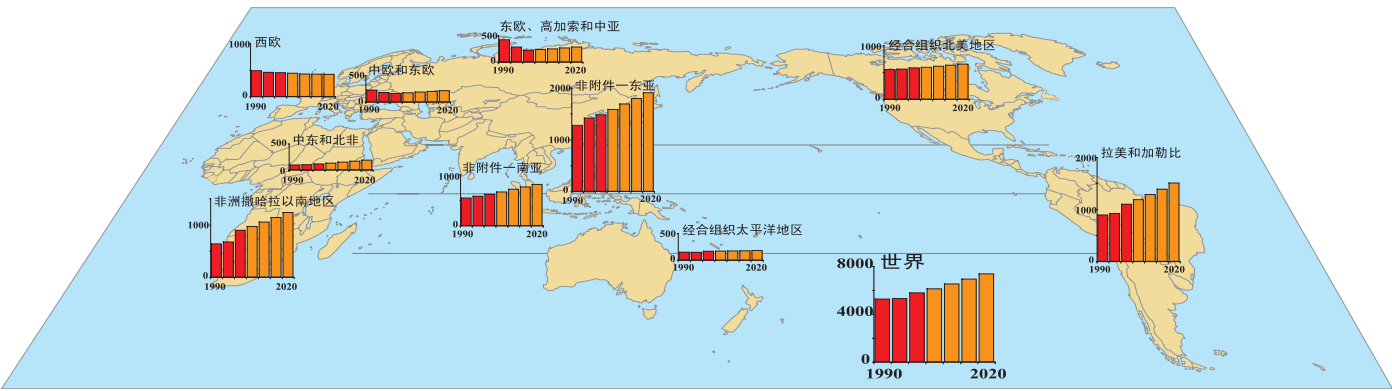
世界各区域排放以及不同排放源的相关重要性差异很大(图TS.19)。2005年，非附件一国家中主要的5组区域占农业总排放量的74% [8.3]。

减排技术、做法、方案、潜力和成本

考虑到所有气体，针对SRES B2基线按分别升至20美元、50美元和100美元/吨CO₂当量的碳价计算，农业减缓的经济潜力预计分别为1600、2700和4300MtCO₂当量/年(见表TS.11)(一致性中等，证据量有限)[8.4.3]。

改进农业管理能够减少GHG净排放，通常影响一种以上的GHG。这些做法的成效取决于多种因素，诸如气候、土壤类型和耕作制度(一致性高，证据量充分)。

汇的增加(土壤碳固化)约占总体减缓的90%，并约占减排的10%(一致性中等，证据量中等)。农业最突出的减缓方案(到2030年碳价升至100美元/吨



图TS.19: 1990年–2020年世界十个区域农业N₂O和CH₄的历史排量和预估排量 [图8.2]

注：EECCA=东欧、高加索以及中亚国家。

CO₂当量，各项潜力均以MtCO₂/年为单位表示) (参见图TS.20) 如下：

- 恢复有机土壤耕地 (1260)
- 改进耕地管理 (包括农学、肥料管理、耕地/秸茬管理和水管理 (包括灌溉和排涝) 和休耕/农林间作 (1110)
- 改进牧场管理 (包括放牧强度、提高生产率、肥料管理、消防管理和引进品种) (810)
- 恢复退化的土地 (利用水土流失防治、有机肥料和肥料改良) (690)。

较低但仍有相当大减缓潜力的减缓方案有：

- 水稻管理 (210)
- 牲畜管理 (包括改进的饲养方式、饲料添加剂、繁殖和其它结构性变化和改进的肥料管理 (改进

的储存、处理和厌氧发酵) (260) (一致性中等，证据量有限)。

此外，到2030年，农业通过提高能效可减排770 MtCO₂当量/年。不过，该数值中有很大部分已被纳入了建筑物和运输行业的减缓潜力 [8.1； 8.4]。

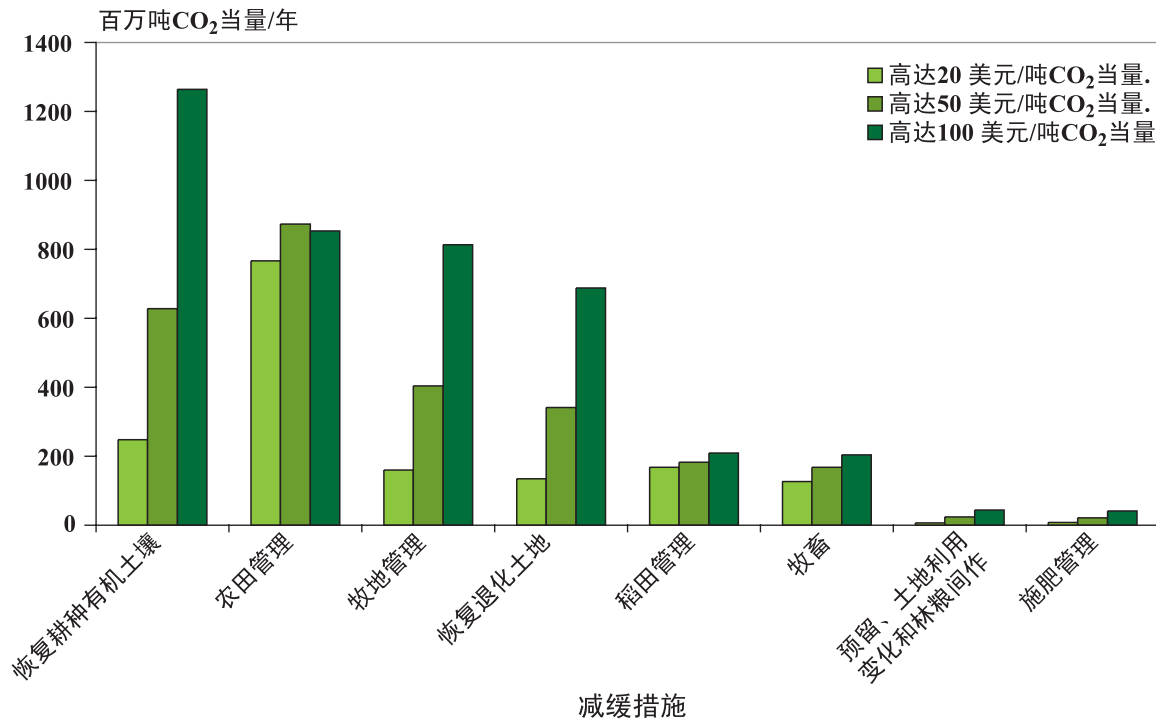
在较低碳价上，最好采纳与当前做法最为类似的低成本措施 (如，耕地管理方案)，但在较高碳价上，最好采纳按单位面积具有更高减缓潜力的更高成本措施 (如，恢复有机土壤/泥碳土壤；图TS.20) (一致性中等，证据量有限) [8.4.3]。

农业原料 (如，作物秸秆、粪肥、能源作物) 的能源生产取代化石燃料也可减少GHG排放，农业原料已用于能源最终应用行业 (尤其是能源供应和交通运输)。未来农业生物质供应量的准确估算尚无法提供，量值范围大约在2025年的22EJ/年至2050年超过400EJ/年之间。但是，农业通过利用生物能源对减缓潜力的实际贡献取决于燃料的相对价格和供需平衡。自上而下的评估包括对这类平衡的假设，这些评估预计，源于农业的生物能源的经济减缓潜力，当碳价升至20美元/吨CO₂当量时，将达到70-1260MtCO₂当量/年，当碳价升至50美元/吨CO₂当量时，可达到560–2320MtCO₂当量/年。当碳价升至100美元/吨CO₂当量时，自上而下模型未作额外潜力的估算，但碳价超过100美元/吨CO₂当量，估算可达2720MtCO₂当量/年。在碳价达到20美元和50美元/吨CO₂当量时，这些潜力则表示分别占有其它农业减缓措施总合5-80%和20–90%的减缓潜力。农产品和秸秆构成唯一的原料，若超出这一水平，生物能源则将与其它土地用途争夺可用地、水和其它资源。生物能源和提高能效的减缓潜力未被包括在

表TS.11: 针对SRES B2基线[表8.7]各种假设碳价计算，到2030年全球农业GHG减缓的经济潜力估算 (MtCO₂/年)。

	碳价 (美元/吨CO ₂ 当量)		
	升至20	升至50	升至100
经合组织国家	330 (60-470)	540 (300-780)	870 (460-1280)
EIT国家	160 (30-240)	270 (150-390)	440 (230-640)
非经合组织/EIT国家	1140 (210-1660)	1880 (1040-2740)	3050 (1610-4480)

注：括号中的数字表示平均估值的标准差，潜力不包括能效措施和生物能抵消化石燃料。



图TS.20: 针对SRES B2基线在一系列碳价内2030年农业GHG减缓潜力 [图8.9]

注：图中显示B2情景，虽然所有SRES情景的形势均类似。能效措施（770 MtCO₂当量）已被纳入建筑业和能源行业的减缓潜力。

表TS.11或图TS.20中，而被计入用户行业，主要分别计入交通运输和建筑行业（一致性中等，证据量中等）[8.4.4]。

农业减缓潜力的估算趋于第二次评估报告（SAR）和TAR所示范围的低端。这主要是由于考虑到时间尺度的不同（本文为2030年，TAR则为2050年）。从中期看，减缓潜力很大一部分源于清除大气中的CO₂及其土壤碳的转化，但是，随着土壤碳接近最低水平，这一转化过程的幅度将会减小，而长期减缓将越来越依赖于减少能源使用过程中产生的N₂O、CH₄和CO₂排放，减排效益将无限期持续（一致性高，证据量充分）[8.4.3]。

减缓方案与脆弱性及适应的相互作用

农业GHG减缓行动能够：a)降低脆弱性（如，如果土壤碳固化降低干旱的影响）或b)增加脆弱性（如，如果对生物能的严重依赖使能源供应对气候极端事件更为敏感）。鼓励农业减缓和/或适应的政策必须要考虑这些关系（一致性中等，证据量有限）。同样，受适应驱动的行动也会a)有利于减缓（如，旨在提高土壤持水能力的作物秸秆还田做法也能够实现

碳的固化）或b)阻碍减缓（如，为提高产量，更多地使用氮肥，导致N₂O排放增加）。与那些利弊相冲突的战略相比，凡兼顾提高适应能力、降低脆弱性和减缓气候变化的战略可能造成较少的通过障碍。例如，提高土壤有机物含量可提高肥力，降低干旱的影响，提高适应能力，降低农业对气候变化的脆弱性，同时还能实现碳的固化（一致性中等，证据量中等）[8.5]。

气候政策的成效、机遇、障碍和实施问题

农业GHG减缓做法的实际水平低于上述措施的经济潜力（一致性中等，证据量有限）。实施方面的进展不大，原因在于实施的成本以及其它障碍，包括：对农业用地的压力、对农产品的需求、水需求竞争以及各种社会、体制机构和教育方面的障碍（一致性中等，证据量有限）。例如，到2010年，欧洲农田土壤碳固化可忽略不计，虽然它有显著的经济潜力。不出台政策/经济激励机制，许多障碍将无法逾越（一致性中等，证据量有限）[8.6]。

影响温室气体排放的综合政策和非气候政策

采取减缓做法通常将在很大程度上受各项目标

的驱动，而与气候变化无直接的关系。这会使不同区域做出不同的减缓响应，给未来全球减缓潜力的估算带来不确定性。最有效的减排政策可能是那些能实现其它社会目标的政策。某些为脱贫而实施的农村开发政策(如水资源管理和农林间作)能够与减缓一并发挥协同作用(一致性中等，证据量有限)。比如，为获得薪柴或为缓解农民的收入而针对气候变化而采取的农林间作也能增加碳的固化。在许多区域，农业减缓方案主要受到非气候政策的影响，包括宏观经济政策以及农业和环境政策。此类政策或许是基于联合国各项公约(如，生物多样性公约和防治荒漠化公约)，但是常常受到国家或区域问题的驱动。最有效益的非气候性政策是那些促进农业土壤、水和其它资源可持续利用的政策，因为这些政策有助于提高土壤碳储量并使资源(能源、化肥)浪费降至最低(一致性高，证据量中等)[8.7]。

温室气体减缓政策的共生效益

有些农业做法能完全取得“双赢”的结果，但多数要权衡利弊，做出取舍。农业生态系统有内在的复杂性。某种农业做法的共生效益和取舍因地而异，原因在于气候、土壤或耕作方式存在差异(一致性高，证据量中等)。

例如，在生产生物能源过程中，如果原料是作物秸秆，随着碳还田量减少，土壤有机物也许被损耗，因而土质下降；反之，如果原料是密集种植多年生作物，土壤有机物会得到补充，从而提高土质。

许多农业减缓活动表明与各项可持续性目标具有协同作用。鼓励有效使用化肥、保持土壤碳以及实现农业生产可持续性的各项减缓政策可能与可持续发展一并发挥最大协同作用(一致性高，证据量中等)。

例如，增加土壤碳还能够促进粮食安全和经济收益。其它减缓方案对可持续发展的确定影响较小。比如，使用某些有机肥料可以促进碳的固化，但对水质的影响因改良成分的不同而异。共生效益通常产生于更高的效率、降低的成本和环境共生效益。权衡后的取舍与对土地竞争、降低的农业生产力和环境压力有关(一致性中等，证据量有限)[8.4.5]。

技术研究、开发、部署、推广和转让

针对农业提出的许多减缓策略采用现有的技

术。比如，提高作物产量和牲畜产量将能实现单位产量的减排。提高生产力可通过一系列做法实现一更好的管理、转基因作物、改良品种、化肥推荐制度、精确农业、改良牲畜品种、改进动物饲料、饲料添加剂和增长剂、提高牲畜的繁育能力、生物能原料、厌氧发酵和CH₄捕获系统—所有这些体现了现有的技术(一致性高，证据量充分)。有些策略涉及采用现有技术的新应用。例如，多年来，油类用于牲畜饲料以增加饲料热能含量，但油类作为CH₄抑制剂的作用和可行性仍属新问题，尚无完全定论。对于某些技术，仍需进一步研究和开发[8.9]。

长期展望

到2050年，全球粮食需求可能会翻一翻，导致采取强化生产的做法(如，增加氮肥用量)。此外，预估畜产品消费增长将会因家牲畜出栏量增加，因而使CH₄和N₂O排放增加，最终导致在2030年之后基线排放出现上升(一致性高，证据量中等)。与该基线相比，农业减缓措施将有助于减少单位生产的GHG排放。然而，到2030年减缓潜力中仅有10%涉及CH₄和N₂O。为防止2030年后农业排放增加，畜牧体系和化肥施用采用新的减缓新做法将起到至关重要的作用。

预估长期减缓潜力还受其它不确定因素的制约。例如，气候变化的影响尚不清楚：未来气候变化可能会降低土壤碳的固化，或甚至释放出土壤碳，但是这一影响尚不确定，因为通过植物高产，也许能增加土壤中碳的摄入量。一些研究表明，技术进步有潜力抵消气候变化对耕地和草地土壤碳储量产生的负面影响，使技术进步成为未来GHG减缓的一个重要因素。例如，此类技术可通过提高生产发挥作用，从而促进碳还田，减少对新耕地的需求。(一致性高，证据量中等)[8.10]。

表TS.12: 1990、2000和2005年森林面积及其净变化（负数表示减少）、有生命的生物质碳储量及不断增长的储量估算 [表9.1].

区域	森林面积 (百万公顷)	年变化 (百万公顷/年)		活体生物质中碳储量 (百万吨CO ₂)			2005年储量 (百万 m ³)
	2005	1990-2000	2000-2005	1990	2000	2005	
非洲	635.412	-4.4	-4.0	241267	228067	222933	64957
亚洲	571.577	-0.8	1.0	150700	130533	119533	47111
欧洲 ^{a)}	1001.394	0.9	0.7	154000	158033	160967	107264
北美和中美州	705.849	-0.3	-0.3	150333	153633	155467	78582
大洋洲	206.254	-0.4	-0.4	42533	41800	41800	7361
南美洲	831.540	-3.8	-4.3	358233	345400	335500	128944
全球	3952.026	-8.9	-7.3	1097067	1057467	1036200	434219

注:
a) 包括整个俄罗斯联邦

9 林业

自第三次评估报告以来，可获得局地尺度乃至全球尺度的减缓新估值。主要的经济述评和全球性评估也可获得。针对减缓和适应方案的整合以及与可持续发展的关系，早期已有研究。目前更为关注的是减少毁林造成的碳排放，其作为一项低成本的减缓方案，该方案将具有显著的积极影响。有些证据表明，气候变化的影响还能够制约森林的减缓潜力。

行业的现状、发展趋势，包括生产和消耗及其影响

全球森林覆盖面积为39.52亿公顷(表TS.12)，约占全球陆地面积的30%。与碳循环最为相关的是，在2000年至2005年期间，毁林总速率为1290万公顷/年，主要是把林地变为农田，不过另外由于居住区和基础设施的扩建。20世纪90年代，毁林总面积略有上升，达1310万公顷/年。2000-2005年，由于造林、景观恢复以及森林的自然扩大，森林面积的净损失为730万公顷/年，损失最大的地区位于南美、非洲和东南亚。这一净损失率低于20世纪90年代的890万公顷/年(一致性中等，证据量中等)[9.2.1]。

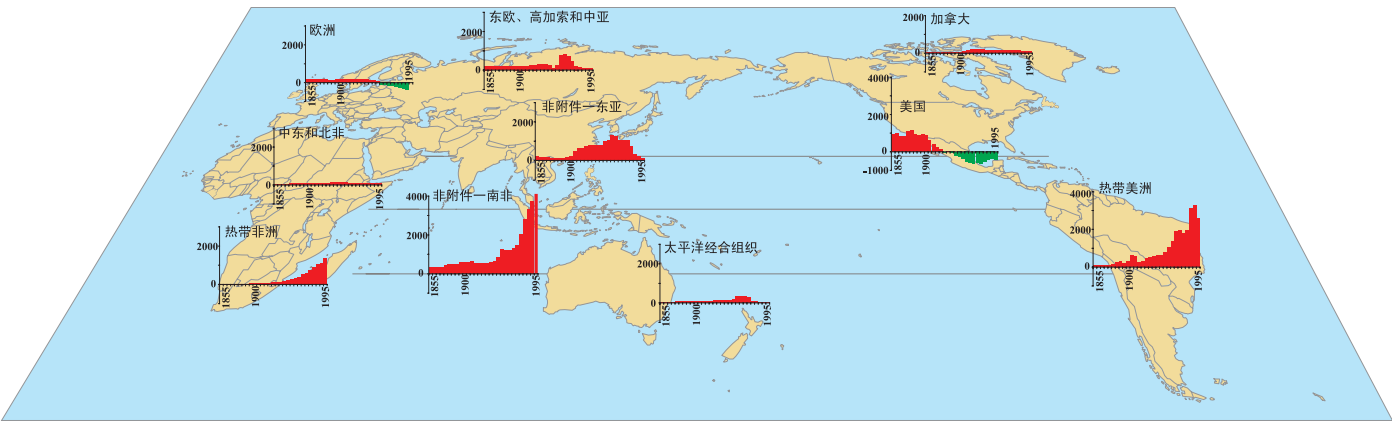
排放源和汇；趋势

20世纪最后10年，在全球尺度，热带毁林、温带和北方地带部分地区的森林再生仍分别是决定CO₂排放和清除的主要因素(表TS.12，图TS.21)。20世纪90年代，毁林造成的排放估计在5.8GtCO₂/年。

然而，北方地带和温带不断扩大的森林面积及累积木质生物量抵消了由于热带毁林所造成碳损失的面积，碳损失面积在实际土地观测与自上而下模型的估算之间存在不一致性。基于大气传输模式反演的自上而下方法估计20世纪90年代陆地净碳汇(北纬地区碳汇与热带碳源的差)约为9.5 GtCO₂。最新估值与以前在20世纪90年代发现的陆地碳汇的增幅相一致，高于80年代的增幅，但最新碳汇估值和增加速率也许小于以前的报告的估值和速率。从大气传输模式反演的残余汇的估值明显大于基于陆地观测的全球碳汇估值。

不断提高关于地表变化对气候系统多重影响的认识表明，重要的是在制定林业气候变化减缓政策时，应考虑地表反照率的作用、感热通量和潜热通量、蒸发以及其它因子。复杂模拟工具必须全面考虑不断变换的地表对气候的影响，管理生物圈内的碳储量，但是目前尚无这类模拟工具。预估的气候变化对森林碳净平衡的潜在影响尚无定论[9.3；9.4]。

由于对生物圈目前的作用尚不确定，因此估算全球林业的碳平衡仍然十分困难。通常，缺乏公认的研究，因而缺少一个基线。非OECD国家的发展趋势以及毁林率尚不清楚。在OECD国家和经济转型国家，对管理趋势的动向、木材市场和气候变化的影响仍不清晰。第3章报告的长期模式表示出2030年土地利用变化和林业的基线CO₂排放，这一排放量与2000年持平或略有下降(一致性中等，证据量中等)[9.3；9.4]。



图TS.21: 1855–2000每个区域的历史森林碳平衡 (MtCO₂) [图9.2]。
注：绿色 = 碳汇。EECCA = 东欧、高加索和中亚地区。每5年的平均资料；年份表示起始年。

关于减排技术和做法、方案和潜力、成本和可持续性的说明及评估

陆地碳动力学过程是以每公顷小幅碳吸收率的长周期为特征，但在扰动或收获期间，又会由于短周期碳的快速大量释放而出现中断。虽然森林中每棵树都可能是碳源或碳汇，但森林的碳平衡取决于所有树木的各净平衡之和。

林业减少源的碳排放和/或提高汇的碳清除的已有方案可分为四大类：

- 保持或扩大森林面积；
- 保持或增加林地层面的碳密度；
- 保持或增加景观层面的碳密度，以及
- 提高林产品的异地碳储量和促进产品和燃料的替代

每项减缓活动均有行动的特定时间顺序、碳效益和成本(图TS.22)。相对于基线，短期最大收益总是通过避免排放的减缓活动来实现(减少毁林或森林退化、防火、减少森林采伐迹地焚烧等)。

所有旨在提高林地层面和景观层面的碳密度的林业管理活动都有技术上可行的共同规范，但落实程度和面积能够大幅度提高。经济上的考虑通常是主要制约因素，因为林地保留更多的碳会影响林业收益。

从长远来看，可持续的林业管理策略(旨在保持或增加森林的碳储量，同时森林每年出产木材、纤维或能源)将会产生最大的持续减缓效益。

区域模拟评估

自下而上的区域研究表明，林业减缓方案具有经济潜力(在成本升至100美元/吨CO₂当量时)，不包括生物能，2030年可贡献1.3–4.2MtCO₂/年(平均2.7 GtCO₂/年)。大约50%可按20美元/吨CO₂的成本实

	减缓行动	影响类型	影响时间变化	损失时间变化
1A	增加林地(如造林)	↑	曲线从基线上升并趋于平缓	曲线从基线下降并趋于平缓
1B	保护林地(如防止毁林、土地利用变化)	↓	曲线从基线下降并趋于平缓	曲线从基线下降并趋于平缓
2A	增加局地尺度和碳密度(如加强管理、施肥)	↑	曲线从基线上升并趋于平缓	曲线从基线下降并趋于平缓
2B	保持局地尺度的碳密度(如避免退化)	↓	曲线从基线下降并趋于平缓	曲线从基线下降并趋于平缓
3A	增加陆地尺度的碳储量(如SMF、农业等)	↑	曲线从基线上升并趋于平缓	曲线从基线下降并趋于平缓
3B	保持陆地尺度的碳储量(如抑制扰动)	↓	曲线从基线下降并趋于平缓	曲线从基线下降并趋于平缓
4A	在产品中增加非现场的碳(但必须同时满足1B、2B和3B)	↑	曲线从基线上升并趋于平缓	曲线从基线下降并趋于平缓
4B	增加生物能和替代物(但必须同时满足1B、2B和3B)	↓	曲线从基线下降并趋于平缓	曲线从基线下降并趋于平缓

图解

影响类型	时间变化 (碳随时间的变化)	损失时间变化 (随时间的美元)
增加汇 ↑	延时的 曲线从基线上升并趋于平缓	延时的 曲线从基线下降并趋于平缓
减少源 ↓	中等的 曲线从基线下降并趋于平缓	先期的 曲线从基线下降并趋于平缓
	可持续的或可重复的 曲线从基线下降并趋于平缓	进行的 曲线从基线下降并趋于平缓

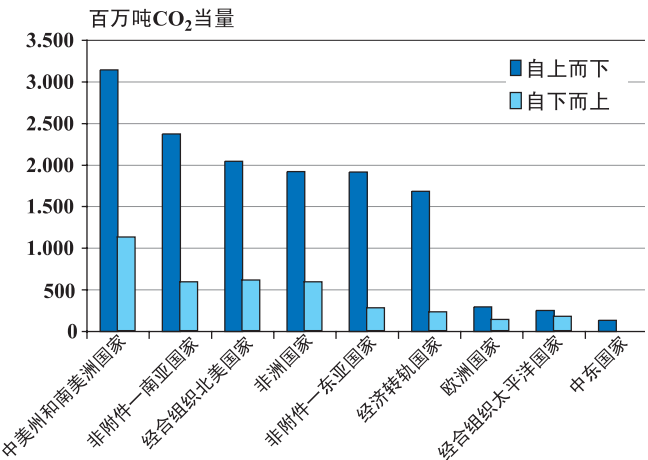
图TS.22:可供林业选择的方案及其对碳储量影响的类型和时间以及成本发生时间概览 [图9.4].

现(1.6GtCO₂/年)，各区域间存在大的差异。从目前到2030年以及更长时期，减少毁林和森林退化、造林、林业管理、农林间作和生物能源的共同作用具有提升的潜力。这一分析是假设从现在起开始逐渐实施减缓活动(一致性中等，证据量中等)[9.4.4]。

全球自上而下模型预测，当碳价低于或等于100美元/吨CO₂时，2030年减缓潜力为13.8GtCO₂当量/年。各区域预估之和占同年该值的22%。区域研究趋于采用更为详尽的资料并考虑一系列减缓方案，从而能比更简单、更综合的全球模式更准确地反映区域情况和制约因素。然而，区域研究在模式结构、覆盖率、分析方法和假设(包括基线假设)方面存在差异。需要进一步研究以缩小全球与区域评估之间减缓潜力估值的差距(一致性中等，证据量中等)[9.4.3]。

因此，成本<100美元/吨CO₂，目前林业的经济减缓潜力的最佳估值大体在2030年的2.7至13.8 GtCO₂/年之间；而成本<20美元/吨CO₂，范围则在1.6至5GtCO₂/年之间。大约占总减缓潜力65%(成本增至100美元/吨CO₂当量)处于热带，约占总量50%可通过减少毁林实现减排(一致性低，证据量中等)。

林业也能够通过提供林区残留物而为生物能源做出贡献。然而，生物能源的潜力已被计入电力供应、交通运输(生物燃料)、工业和建筑行业(有关概要，参见第11章)。根据针对林业潜在生物质供应进行的自下而上的研究，以及假设将使用所有的生物质(这完全取决于森林生物质与其它资源相比后的成本)，林业可贡献的减缓潜力大约为0.4 GtCO₂/年。



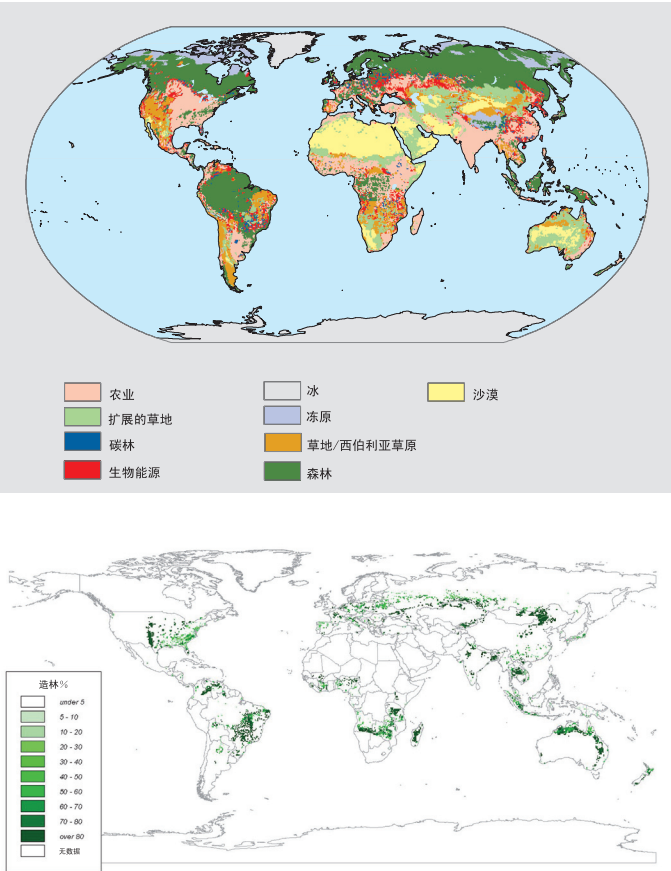
图TS.23: 根据自上而下的全球模型并对照区域模拟结果，2030年林业(成本<100美元/吨CO₂当量)经济减缓潜力的比较 [图9.13]。

全球自上而下模型正在开始提供有关的结果，以了解在全球何地能够以最佳方式分配何种碳减缓方案(图TS.24)。

减缓方案与脆弱性和适应之间的相互作用

林业减缓活动能够设计成与适应气候变化、保持生物多样性和促进可持续发展相适应。将环境和社会共生效益和成本与碳效益作比较，这将突显权衡利弊后的取舍和协同作用，并有助于促进可持续发展。

关于林业减缓与气候变化之间相互作用的文献尚不成熟。森林可能受气候变化的影响，并因此可能降低森林的减缓潜力。一个主要的管理适应方案是尽可能减少对森林造成的附带压力。保持广泛分散的和有生存能力的每个树种的种群能够将发生能够造成树种灭绝的局地灾害事件的概率降至最低。建立保护区或自然保护区是减缓和适应一个范例。保护区(走廊)也有助于保护生物多样性，从而减少对气候变化的脆弱性。林业减缓项目为其它行业带



图TS.24: 两个全球自上而下模型给出的全球造林活动分布图。上图：2100年生物能源林种植和碳林种植的全球分布；下图：2100年每个格点区造林的百分比[图9.11]。

来了适应措施的共生效益。这些例子包括：农林间作降低了雨养作物收入对于干旱的脆弱性，红树林降低了海岸带居住环境的脆弱性，以及防护林带使荒漠化的速度放缓(一致性中等, 证据量中等)[9.5]。

关于气候政策的成效和经验、潜力、障碍和机遇/实施问题

林业能够对低成本的全球减缓组合方案做出显著贡献，它能使适应与可持续发展具有协同作用。本报告第9章给出了实现这一减缓潜力的一整套方案和政策。不过，由于目前的体制背景、缺乏对林业管理者的激励措施、现行法规执行力度不够，目前尚无法利用这种机会。没有更好的政策干预手段，可能仅能实现该潜力的一小部分。

实现减缓潜力需要有体制能力、资本投资、技术、研发和转让以及适当的(国际)政策和激励措施。在许多区域，这些因素的缺乏一直阻碍着林业减缓活动的实施。然而，也有一些值得注意的例外情况存在，例如有些区域在降低毁林速度和实施造林计划方面取得了成功(一致性高, 证据量充分)。

需要有多种针对当地具体情况的策略来指导该行业的减缓政策。最佳选择取决于当前的森林现状、森林变化的主要驱动因子以及对每个区域森林未来动因的预估。有必要使所有利益攸关方和决策者参与推动减缓项目 and 设计最佳混合方案。在此方面，将林业减缓纳入土地利用规划可能是重要的。

由于缺乏法规和体制能力或一些反盈利的激励措施，大多数现有的旨在放缓热带毁林速度的政策只产生了微乎其微的影响。除了更多地致力于规章的执行之外，建立完善的碳市场或其它环境服务支付方案也许有助于通过提供积极的财政激励措施克服那些阻碍减少毁林的各种障碍。

已经提出了几项建议以便在2012年后使这些活动实现业务化，其中包括市场化途径和非市场化途径；例如，通过一个专项基金以鼓励自愿减少因毁林造成的排放。发达国家和发展中国家目前均已成功地利用诸如补贴和免税等政策措施来鼓励造林和再造林。但是，务必要谨慎避免大规模造林可能产生负面的环境和社会影响。

尽管在清洁发展机制(CDM)下的造林和再造林具有相对低的成本和许多潜在的、积极的附带效果，但由于存在一些障碍目前有许多项目活动尚未得到实施，其中包括旨在规范造林和再造林CDM项目活动的规则迟迟才达成一致并且这些规则又复

杂。对林业减缓项目的要求在更大范围内成为可行，这些要求包括确定未来的承诺、精简的和简化的规则以及降低交易成本。项目评估的标准化能够在克服潜在买方、投资方和项目参与方之间不确定性方面发挥重要作用(一致性高, 证据量中等)[9.6]。

森林与可持续发展

虽然林业一章中的评估结果找出了关于减缓效益和成本幅度的仍存在的不确定性，但当前已经具有实施减缓活动所需的技术和知识。林业能够对全球减缓组合做出重大的和持续的贡献，同时也能满足宽泛的一系列社会、经济和生态目标。通过把林业减缓方案视为范围更广的土地管理计划中的一项内容则能够获得重要的共生效益。

种植能够做出积极贡献，如：就业、经济增长、出口、可再生能源供应和消除贫困。在某些情况下，种植也会产生负面的社会影响，如失去放牧土地和传统的生计来源。农林间作能够产生一系列宽泛的经济、社会和环境效益；或许效益面大于大规模造林。由于附属效益往往是局地性的而并非是全球性的，对这些效益的确定和核算可以减少或部分补偿减缓措施的成本(一致性高, 证据量中等)[9.7]。

技术研究、开发、部署、推广和转让

诸如改进的森林管理体系、林业做法和加工技术(包括生物能源)等技术的部署、推广和转让对于提高不同减缓方案的经济和社会可行性非常关键。政府能够在提供有针对性的财政和技术支持，促进社会、机构和非政府组织参与方面发挥关键的作用(一致性高, 证据量中等)[9.8]。

长期展望

碳循环的不确定性，气候变化对森林及其许多动态反馈的不确定性，排放-固化过程中的时间滞后性以及未来社会经济路径的不确定性(如：今后几十年能在何种程度上大大降低毁林的速度)，这些都给未来森林碳收支平衡的预估带来变化。

总体上，预计长期减缓活动将有助于增加碳汇，净平衡取决于区域情况。北方原始森林将是小的源或汇，它取决于相对于土壤有机物损失和林火增加排放的森林净增长效应。由于得益于气候变化带来的森林增长，温带森林也许将继续成为净碳汇。在热带区域，预计人类引起的土地利用变化

将在未来几十年中继续成为这一动因的驱动力。2040年以后,热带森林可能成为净汇,这将尤其取决于旨在减少森林退化和毁林的政策的效果,同时也取决于气候变化的影响。此外,从中长期角度,预计商业化的生物能源将变得越来越重要。

制定优化的、涉及森林的气候变化区域减缓战略需要对以下问题进行复杂的分析:林业和其它土地利用之间的土地利用权衡取舍(协同作用和竞争);在为碳储存及其它环境服务(如生物多样性、流域保护)而保护森林碳储量和为向社会提供含碳纤维、木材和生物能源资源进行可持续森林砍伐之间权衡取舍;在最大限度地储存长生命期产品、回收和生物能源利用的各种木质产品策略方面的权衡取舍[9.9]。

10 废弃物管理

行业现状、发展趋势及其影响

垃圾的产生与人口、富裕程度和城市化有关。目前全球消费后产生废弃物的速度估计为900-1300百万吨/年。近年来速度一直呈上升趋势,尤其是在人口、经济迅速增长和城镇化进程加快的发展中国家。在高度发达的国家,当前的目标是把废弃物的产生与国民生产总值这类经济动力分离开来——最近的趋势表明,由于回收、再利用、实现废弃物最少化和其它倡议,人均消费后产生的废弃物的速度或许正在达到峰值(一致性中等,证据量中等)[10.1, 10.2]。

消费后产生的废弃物只对全球温室气体排放做出了很小的贡献(<5%),而填埋场释放的甲烷占目前排放量的50%以上。二次排放源是污水中的甲烷和氧化亚氮;此外,因焚烧含有化石碳的废弃物也产生少量二氧化碳排放。总体而言,废弃物行业的直接排放、间接排放和减缓潜力的量化还存在大的不确定性,但是通过在国家层面上一致的和协调的资料收集及分析可减少这种不确定性。目前既没有任何关于废弃物运输过程中产生的温室气体排放年度量化的清查方法,也没有对消费后废弃物产生的氟化气体每年排放量的清查方法(一致性高,证据量充分)[10.3]。

应当强调的是,消费后产生的废弃物是一种重要的可再生能源资源,通过热处理流程(焚烧和工业混烧)、填埋场气体的利用和厌氧发酵沼气的使用则能够开发这种资源。与许多生物资源相比,废弃物由于是用公众的费用来定期收集的,因此它

具有经济优势。通过热处理流程能够更有效地利用废弃物的能源含量:在燃烧过程中可直接从生物质(纸制品、木制品、天然纤维、食品)和矿物碳源(塑料、人造纤维)中获得能量。假设平均热值为9GJ/t,全球的废弃物含有大于8EJ的可用能量,并可能在2030年上升到13EJ(接近2%的一次能源需求)(一致性中等,证据量中等)[10.1]。目前,全世界已经每年有超过1.3亿吨的垃圾得到燃烧,相当于大于每年1EJ。30多年前就已商业化的将填埋产生的甲烷回收作为一种可再生能源,目前的能源值大于0.2EJ/年。与热工艺一起,填埋场气体和厌氧发酵沼气可以作为地方重要辅助能源的来源(一致性高,证据量充分)[10.1,10.3]。

由于有填埋场气体的回收和一些配套的措施(增加回收利用和通过采用可替代技术减少填埋),发达国家填埋场产生的甲烷排放量已大体稳定。与填埋相比,用来避免或减少温室气体排放的成熟、大规模的废弃物管理技术包括从焚烧废弃物到能源以及生物过程(如堆肥或机械生物处理(MBT))。但是,在发展中国家,随着正在实施更严格管制的(厌氧)填埋做法,填埋场甲烷排放呈增加趋势。这在快速城市化的地方尤为如此。在这些地方,与露天垃圾场相比,工程化填埋在环境上是一种更易接受的废弃物处置策略,它可以减少疾病媒介、有毒气味、失控的燃烧和向空气、水和土壤中排放污染物。但矛盾是,随着有氧产生二氧化碳(燃烧和有氧分解)转变为厌氧产生甲烷,则会出现更高的温室气体排放量。在很大程度上,这与1950-1970年许多发达国家向卫生填埋场过渡相同。通过加快引入工程化的气体回收工艺,同时借助于京都机制,如CDM和联合履约(JI),则能够减缓甲烷排放量的增加。截至2006年10月末,填埋场气体回收项目占CDM下经认证的年平均减排(CER)的12%。此外,还可以在发展中国家实施其它可替代废弃物管理策略,如:回收和堆肥。堆肥能作为工程填埋的一种可承受的、可持续的可替代工程填埋场的方案,尤其是在那些针对可生物降解废物流选择劳动力密集型、低技术含量策略的地方(一致性高,证据量中等)[10.3]。

回收、再利用和减少废弃物的举措,无论是政府还是私营部门,都通过减少需要处理的废弃物量而间接地减少温室气体排放。依靠法规、政策、市场、经济重点和地方约束,发达国家正在实施越来越高的回收率,以保护资源,抵化石燃料的使用,并避免产生温室气体。然而,由于不断不一的

基线和定义，目前不可能实现全球回收率的量化；但是，在局地减少超过50%废弃物的目标已经实现。实际上在许多国家可以扩大回收，以实现额外减少废弃物的目标。在发展中国家，废弃物清除和非正式回收是通常的做法。通过各种分散和小规模的回收活动，那些从分散的废弃物管理中谋取生计的人们能够显著地减少需要集中处理的废弃物流量。研究表明，通过创造性小额信贷和其它小规模投资，低技术回收活动也可以创造大量就业机会。目前的挑战是在失控垃圾场为废弃物清除工提供比目前更加安全、更加卫生的工作条件(一致性中等, 证据量中等)[10.3]。

关于污水，目前仅有约60%的全球人口拥有环卫设施(下水道)。关于污水处理，发达国家约90%而发展中国家低于30%的人口拥有改善的卫生设施(包括下污水管道和污水处理、化粪池或厕所)。此外，除了能减少温室气体排放外，改善的卫生条件和污水管理还提供了广泛的卫生和环境共生效益(一致性高, 证据量中等)[10.2, 10.3]。

关于发展中国家的废弃物和污水管理，制约其可持续发展的两个关键因素是缺乏资金和为某个特定背景选择合适的、真正可持续的技术。在许多发展中国家，实施废弃物和污水的收集、输送、回收、处理和残留物管理是一项重大和代价高昂的挑战。但是，采用可持续的废弃物和污水处理基础设施可以产生多重共生效益，它通过改善公共卫生、保护水资源和减少未经处理的物质排放到空气、地表水、地下水、土壤和海岸带，有助于落实“千年发展目标(MDG)”(一致性高, 证据量中等)[10.4]。

排放趋势

2005年的总排放量大约为1300 MtCO₂当量/年，其中附件一和经济转型国家的废弃物行业贡献率占温室气体排放总量的大约2%-3%，非附件一国家的废弃物行业贡献率为4-5%(见表TS.13)。对于2005-2020年，照常排放情景(BAU)预估表明，填埋场产生的甲烷仍将继续成为最大的源，占总排放的55-60%。在许多发达国家，由于加大了填埋场气体的回收，加上回收、废弃物最少化并采用可替代的热和生物废弃物管理策略使废弃物从填埋场分流，因此填埋产生的甲烷排放量正在稳定并开始下降。但在发展中国家，由于城市人口不断增多而产生更大量的城市固体废弃物、经济快速发展以及在一定程度上采用工程填埋取代露天焚烧和倾倒，填埋场排放的甲烷逐步增加。如果没有额外的措施，预计

2005—2020年间填埋场产生的甲烷排放将增加50%，而且主要来自非附件一国家。发展中国家随着城市化加快和人口增长从污水中排放的甲烷和氧化亚氮也快速上升。此外，由于表TS.13中的污水排放仅依据人类污水，而且并非所有发展中国家的资料，因此低估了污水排放(一致性高, 证据量中等)[10.1, 10.2, 10.3, 10.4]。

对减缓技术和做法、方案和潜力、成本和可持续性的描述和评估

现有的废弃物管理技术能够有效地减少该行业的温室气体排放—目前有一系列商业化的、成熟的、由低到高的技术、对环境有成效的策略，可用于减缓排放，并为改善公共卫生和安全、保护土壤、防止污染和供应当地能源带来共生效益。总之，这些技术能够直接减少温室气体排放量(通过回收和利用填埋场产生的甲烷，改进填埋场的做法，工程化的污水管理，利用厌氧发酵的沼气等)，或能够避免产生大量的温室气体(通过人工控制的有机废弃物的堆肥、最先进的焚烧技术、扩大环卫涵盖面)。此外，通过保护原材料、提高能效和资源利用效率和避免使用化石燃料，废弃物最少化、回收和再利用具有间接减少温室气体排放的重要的和不断扩大的潜力。对发展中国家，在适当的技术层面采用对环境负责任的废弃物管理途径可促进可持续发展并提高公共卫生水平(一致性高, 证据量充分)[10.4]。

由于废弃物管理的决策往往是在地方上作出的，未对温室气体减缓进行统一的量化，因此已低估了废弃物行业对全球温室气体减排的重要性(一致性高, 证据量中等)[10.1; 10.4]。灵活的策略和财政激励措施能够扩大废弃物管理方案的选择范围，以实现温室气体减缓目标—在综合废弃物管理的背景下，地方上的技术决策随许多竞争变量而变化，其中包括废弃物的量和特征、成本和融资问题、法规制约因素和基础设施需求(包括可用的土地面积和收集/运输方面的考虑)。生命周期评估(LCA)能够作为决策辅助工具(一致性高, 证据量充分)[10.4]。

通过由垂竖井和/或横向采集装置组成的工程化气体提取和回收系统可以直接减少填埋场的甲烷排放。此外，填埋场产生的气体抵消了工业或商业流程中供热使用的化石燃料，它还可以用于现场发电或作为合成天然气燃料的原料。商业化的回收填埋场产生的甲烷从1975年就已全面开展，根据2003年科学文献记载的利用情况，1150电厂回收了

表TS.13：利用1996年和2006年UNFCCC清单导则、外推法和照常排放情景预估得出的废弃物产生的温室气体排放趋势（MtCO₂当量，四舍五入）[表10.3]。

源	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	备注
填埋场产生的甲烷	550	585	590	635	700	795	910	使用1996和2006年导则的平均值
污水 ^a 产生的氧化亚氮	450	490	520	590	600	630	670	1996年导则
污水 ^a 产生的氧化亚氮	80	90	90	100	100	100	100	1996年导则
焚烧产生的二氧化碳	40	40	50	50	50	60	60	2006年导则
合计	1120	1205	1250	1375	1450	1585	1740	

注：

a) 污水排放被低估—见正文。

105MtCO₂当量/年。由于还有许多尚未利用的油气田火炬气体项目，因此总回收数可能将至少是该数字的两倍（一致性高，证据量中等）[10.1；10.4]。利用20世纪80年代初到2003年的历史资料得出的线性回归表明，填埋场甲烷利用的年增长率大约为5%。除了填埋场气体回收外，进一步发展和实施填埋场的“生物质覆盖”能够提供额外的低成本和减缓排放生物策略，因为通过填埋覆盖土壤中的甲烷好氧微生物氧化作用，也减少了填埋场的甲烷（和非甲烷挥发性有机化合物（NMVOC））的排放量（一致性高，证据量中等）[10.4]。

焚烧和工业化的从废弃物转化为能源的混合燃烧具有提供可再生能源的显著效益，并抵消全球600多个电厂的化石燃料，而与填埋相比，它仅产生很少量的温室气体排放。带有先进排放控制措施的热处理是一种成熟的技术，但比带有填埋场气体回收装置的可控填埋技术相比成本更高（一致性高，证据量中等）[10.4]。

可控制的生物过程也能够提供重要的温室气体减缓策略，最好使用源头分离的废弃物流。好氧堆肥垃圾处理能避免温室气体的产生，它是适合许多发达国家和发展中国家的一项策略，它既可以作为一个独立的过程也可以作为机械-生物过程的一部分。在许多发展中国家，尤其是中国和印度，小规模、技术水平低的厌氧发酵已推行了几十年。虽然技术水平较高的焚烧厂和堆肥厂已证明在一些发展中国家是不可持续的，但能够实施技术水平的堆肥或厌氧发酵流程，以提供可持续的废弃物管理方案（一致性高，证据量中等）[10.4]。

到2030年，以低于20美元/tCO₂当量的成本减少废弃物填埋产生的甲烷排放的总经济减排潜力介于400和800MtCO₂当量之间。其中，300-500MtCO₂当

量/年具有负成本（表TS.14）。从长远来看，如果能源价格持续上升，无论是在发达国家还是发展中国家，涉及能源和材料回收的废弃物管理策略都将发生更深刻的变化。热处理比填埋技术的单位成本高，但随着能源价格的上升也会变得更加可行。由于填埋场能持续几十年产生甲烷，热处理和生物流程在短期内作为互补以增加填埋场气体的回收（一致性高，证据量有限）[10.4]。

关于污水，发展中国家卫生条件的改善可以带来减缓温室气体、改善公共卫生、保护水资源和减少未经处理向水和土壤排放等多重效益。历史上，发达国家的城市卫生的重点放在废水和污水集中处理厂，这对于人口密度低的农村地区则太昂贵，在人口密度高、发展迅速的周边地区也许不切合实际。现已证明，低成本的技术与社区的认可、参与和管理相结合能够成功地扩大卫生覆盖范围。在缺水的国家，污水也是一种二次水资源，水的再利用和回收可有助于许多发展中国家和发达国家正常供水。这些措施还鼓励那些养分负荷降低的和温室气体排放比例较低的小型污水处理厂。目前尚无全球或区域污水减缓成本和潜力的估值（一致性高，证据量有限）[10.4]。

关于气候政策、潜力、障碍和机遇/履行问题的成效和经验

由于填埋场的甲烷是该行业的主要温室气体，因此一项主要策略是实施一些能够鼓励或强制回收填埋场甲烷的标准。在发达国家，由于要求捕获填埋场气体的直接规定、自愿措施（包括温室气体排放信贷交易）和可再生能源或绿色电力的财政激励措施（包括税收减免），因此填埋场甲烷的回收已经增加。在发展中国家，由于正逐步将可控制的填埋作

表TS.14： 2030年不同成本类别的区域填埋场甲烷排放的经济减缓潜力，见注释[表10.5]。

地区	预估的2030年排放量 (MtCO ₂ 当量)	小于100美元/tCO ₂ 当量时经济 减缓总潜力 (MtCO ₂ 当量)	不同成本类别的 经济减缓潜力(MtCO ₂ 当量) (美元/tCO ₂ 当量)			
			<0	0-20	20-50	50-100
经合组织	360	100-200	100-120	20-100	0-7	1
经济转型国家	180	100	30-60	20-80	5	1-10
非经合组织	960	200-700	200-300	30-100	0-200	0-70
全球	1500	400-1000	300-500	70-300	5-200	10-70

注:

1. 污水减缓成本和潜力不详。
2. 对区域数字作了四舍五入，以反映估值的不确定性，也许加在一起不等于全球总值。
3. 没有考虑填埋场的碳固化。
4. 限制填埋处理措施的时间可影响2030年的年减缓潜力。上限假设未来的若干年中填埋处理被限制在占全球废弃物产生量的15%。下限则反映了实施减少填埋处理的更切合实际的时间。

为一项主要的废弃物处理策略，预计填埋场甲烷的回收在未来二十年内将增加。联合履约和清洁发展机制已经被证明是吸引工业化国家外来投资的有用机制，尤其是垃圾填埋场气体回收项目，但缺乏融资是一大障碍。效益有两方面：一方面减少了温室气体排放并从填埋场甲烷中获得了能源效益，另一方面填埋场的设计和运行升级。目前(2006年10月下旬)在清洁发展机制下，33个垃圾填埋场气体回收项目平均每年经认证的减排量(CER)约占总量的12%左右。绝大多数项目(图TS.25)位于拉美国家(占经认证的填埋场气体减排量的72%)，主要是在巴西(9个项目，占经认证的减排量的48%)(一致性高，证据量中等)[10.4]。

在欧盟，现有填埋场的气体回收是强制性的，同时根据填埋指令(1999/31/EC)，有机废物的填埋将逐步淘汰。这项指令规定，到2016年，每年填埋的可生物降解的有机废物质量比1995年减少65%。因此，消费后的废弃物将在填埋前转为焚烧及机械和生物处理(MBT)，从而回收可回收物和减少有机碳含量。2002年，欧盟的废弃物-能源电厂共生产了约4000万GJ电能和110万GJ热能，而在1990年至2002年间，由于填埋指令和相关的国家立法，欧盟的填埋甲烷排放量大约减少了30%(一致性高，证据量充分)[10.4, 10.5]。

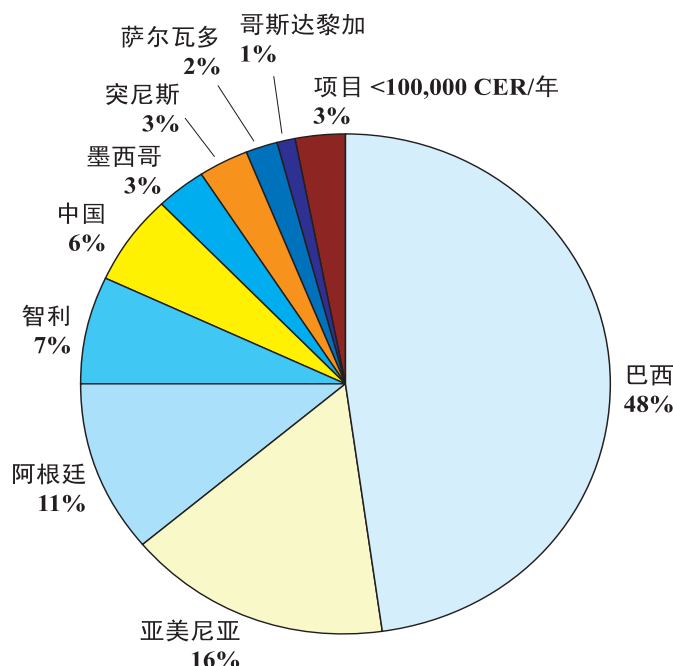
影响温室气体排放的综合政策和非气候政策：温室气体减缓作为废弃物政策和规章的共生效益：可持续发展的作用

温室气体减缓往往不是主要的驱动力，减缓

本身是废弃物行业各种政策和措施的共生效益，这些政策和措施针对宽泛的环境目标，鼓励从废弃物中回收能源，减少原材料的使用，限制选择最终的废弃物处理方案，促进废物回收和再利用，并鼓励废弃物最少化。促进废弃物最少化、再利用和回收的政策和措施间接减少废弃物的温室气体排放。这些措施包括：扩大生产者责任(EPR)、单位定价(或PAYT/‘谁丢弃谁付费’)和填埋税。其它措施包括单独和高效地收集可回收物同时加上单位定价和填埋税制度。一些亚洲国家正在鼓励“循环经济”或“完善的物质循环社会”的新发展战略，其核心理念是物质的循环(封闭)流动和通过多阶段使用原材料和能源。由于资料有限、不同的基准和其它区域性条件，当前尚不能量化这些策略在减少温室气体排放量中的总体效果(一致性中等，证据量中等)[10.5]。

在许多国家，废弃物和污水管理政策与关于空气、土壤和水环境政策和法规以及与可再生能源计划紧密结合。可再生能源计划包括要求利用可再生能源发电，公共设施强制购买小规模可再生能源电厂的电力，可再生能源税减免以及绿色电力计划，使消费者可以选择可再生能源的提供商。总之，利用可再生资源进行分散的电力生产能够强烈有力地推动利用填埋场甲烷发电和从废弃物转换为能源的热处理过程(一致性高，证据量充分)[10.5]。

虽然废弃物行业的政策手段主要是法规，但一些国家也有一些经济措施，以鼓励特殊的废弃物管理技术、回收和垃圾最少化。这些措施包括焚烧炉补贴或对废弃物转换为能源实行免税。热处理技术



图TS.25: 根据2006年10月下旬注册项目的年平均经认证的减排量得出的填埋场气体CDM项目分布图[图10.9]。

注: 91MtCO₂当量/年的总量包括11 MtCO₂当量/年的经认证的填埋场甲烷减排量。每年小于100000 MtCO₂当量的经认证减排量的项目位于以色列、玻利维亚、孟加拉和马来西亚。

能够最有效地开发利用消费后废弃物的能源价值，但必须包括排放控制的措施，以限制二次空气污染物的排放。一些国家已经在对兴建焚烧炉给予补贴，这通常与能效标准相结合。还对废弃物焚烧炉发电和具有能源回收的废弃物处理实行免税（一致性高，证据量充分）[10.5]。

高效和可持续的废弃物和污水收集、运输、回收、处理和处置产生的共生效益包括减缓温室气体排放、改善公共卫生、保护水资源和减少未经处理的污染物排入空气、土壤、地表水和地下水。由于发展中国家有许多废弃物和污水处理厂被搁置的例子，因此必须强调，可持续发展的一个关键方面是选择合适的、能在特定的当地基础设施中持续的技术（一致性高，证据量充分）[10.5]。

技术研究、开发和推广

总体而言，废弃物行业的特点是需要将一些成熟的技术进一步推广到发展中国家。正在取得的进展包括：

- 填埋：在开展填埋的初期阶段实施优化的气体收集系统，以提高长期气体收集效率。优化填埋场的生物降解（生物反应器），以实现更大的流程控制力度及更短的降解周期。建造填埋场的“生物覆盖层”来优化对甲烷和非甲烷挥发性有机化合物（NMVOC）的微生物氧化，从而减少排放。
- 生物过程：在发展中国家，对源头分离的可降解废弃物采用技术水平、可承受的可持续堆肥和厌氧发酵策略。
- 热处理：与现有的焚烧炉相比，先进的废弃物发电技术具有更高的热电效率（10-20%净发电效率）。使用各种废弃物作为原料，更多地采用工业化的混合燃烧工艺，以抵消化石燃料。对源头分离的废弃物处理进行气化和高温分解，并结合改进的、更低成本的分离技术生产燃料和原料。
- 回收、再利用、废弃物最少化、预处理（改进的机械-生物处理流程）：回收技术的革新和流程的改进能减少原材料的使用、节约能源和抵消化石燃料。为发展中国家制定创新的、但技术水平低的回收解决方案。
- 污水：为改善家庭和小社区的卫生条件而设计的新的和技术水平低的生态处理方案，无论是在发达国家还是发展中国家，这些方案均能够持续地实现高效的小规模污水处理和节水（一致性高，证据量有限）[10.5；10.6]。

长期展望，系统过渡

为了实现废弃物行业未来GHG排放的最小化，重要的是保留一系列综合的和可持续的管理策略的局地方案。另外，主要通过回收、再利用以及废弃物最少化来减少废弃物能够为原材料和能源保护带来相当可观的效益。从长期来看，由于填埋产生的CH₄将持续几十年，因此要求现有的填埋场收集填埋产生的气体，同时很多国家已经转变为非填埋技术，如焚烧、工业混合燃烧，机械-生物处理、大规模堆肥和厌氧发酵。除此之外，‘备用’填埋场将继续成为生活固体废弃物规划中的一个关键部分。在发展中国家，改善废弃物和污水管理的投资为公共卫生和安全、环境保护和基础设施的发展带来显著的共生效益。

11 跨行业减缓

跨行业的减缓方案

虽然在第4章-10章曾经提到的许多技术、行为和政策方案涉及具体的行业，但是某些技术和政策跨多个行业。例如，生物质的利用和天然气替代高碳燃料会影响能源供应、交通运输、工业和建筑业。除了通用技术的潜力之外，这些范例还突出强调了对资源的潜在竞争，如对资金和研发支持的竞争[11.2.1]。

由于随时间、区域和市场变化的行业之间的相互作用和溢出效应，各行业自下而上的减缓潜力汇总非常复杂。已采用了一系列规范的程序排除可能出现的重复计算，如：由于工业和建筑业节电而降低了电力行业所需的发电量。需要以这种方式来综合行业的潜力，以便归纳第4-10章中的行业评估。结果的不确定受行业计算的可比性、行业(如交通运输业)涵盖范围的差异及其自身累计(其中只考虑了行业主要的和直接的相互作用)等问题的影响[11.3.1]。

自上而下的估值是根据稳定情景反演的，即：朝着大气GHG浓度长期稳定的趋势运算[3.6]。

各项低成本方案(无悔和其它方案成本核算低于20美元/吨CO₂当量)合计约为13GtCO₂当量(下面将讨论各个范围)。按低于50美元/吨CO₂当量和100美元/吨CO₂当量的额外成本计算，自下而上的额外潜力分别为6和4GtCO₂当量(一致性中等，证据量中等)[11.3.1]。

除上述内容以外，这些估值还有几个需要达到的条件。第一，在自下而上的估值中，由于现有文献无法保障评估的可靠性，因此主要针对热电联产、部分交通运输行业和非技术性方案(如：行为的改变)的一组减排方案未列入其中。估计自下而上的潜力因此被低估了10-15%。第二，各章确定了若干仍未量化的关键敏感性，涉及能源价格，贴现率和农林业方案的区域结果大幅度推广。第三，缺乏有关许多EIT国家和非OECD/EIT区域相当大部分地区的估值[11.3.1]。

碳价为<20美元/吨CO₂当量的潜力估值低于第三次评估报告按<27美元/吨CO₂当量碳价所评价的自下而上的估值，这是由于近期文献提供了更好的信息(一致性高，证据量充分)。

表TS.16和17表示自下而上的总体潜力与第3章源于自上而下模型的2030年结果的总体潜力的比较。

在行业层面上，自下而上和自上而下之间有较大差异，主要因为自上而下模式的行业定义往往与自下而上评估的行业定义不同(表TS.17)。虽然自上而下和自下而上评估假设的基线略有不同，但其结果却很接近，足以提供一个确凿的2030年总体经济减缓潜力的估值。碳价低于100美元/吨CO₂当量的减缓潜力大约占2030基线排放的25-50%(一致性高，证据量充分)。

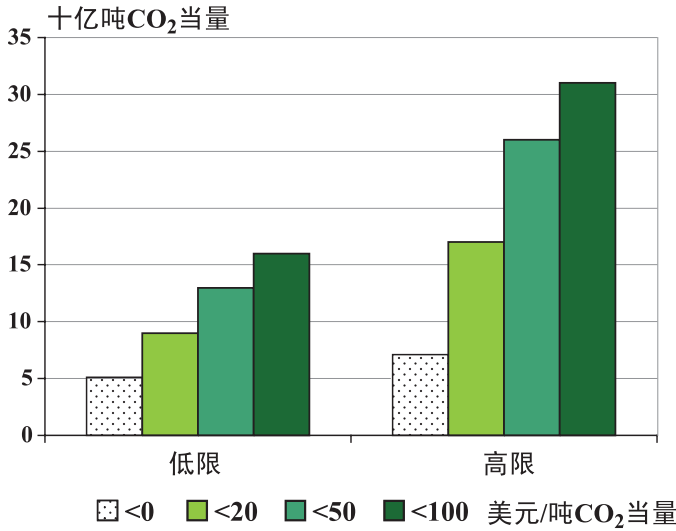
表TS.17显示对于排放点分析¹⁸来说，长期减缓潜力的一大部分是在能源供应行业。然而，根据图TS.27中结果对终端用电行业所作的分析，最大的潜力是建筑业和农业。对于农林业，自上而下研究的估值低于自下而上的估值。这是因为在自上而下的模型中一般未充分触及到这些行业。自上而下模型的能源供应和工业的估值通常大于自下而上的评估(一致性高，证据量中等)[11.3.1]。

虽然供需平衡方面尚无完整的综合研究，但是到2030年各生物能源方案对许多行业都产生重要影响，而在2030年之后增长潜力巨大。能做出这类贡献的关键前提是发展生物质(能源作物)的能力及其与对农业耕作、物流能力和市场投资之间的平衡，再加上第二代生物燃料生产的商业运作。可持续的生物质生产和利用能够确保与土地和粮食、水资源、生物多样性和社会经济影响等相关的竞争问题不会产生障碍(一致性高，证据量有限)[11.3.1.4]。

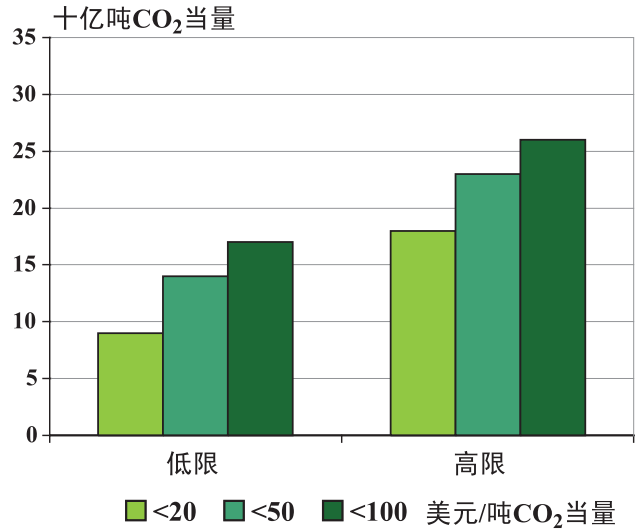
除了第4-10章提到的减缓方案以外，还提出了旨在解决温室效应增加的地质工程方案。然而，只直接从空气中清除CO₂的方案，如：海洋中铁的肥化作用，或者遮挡阳光在很大程度上仍处于推测阶段，而且可能具有未知的副作用风险。遮挡阳光并不影响预计的大气CO₂浓度上升水平，但是能够降低或消除相关的变暖。断开CO₂浓度与全球温度之间的关联会产生有益的后果，例如提高农业和林业的生产率(但只要CO₂肥化有效)，但是它们不减缓或解决其它影响，例如海洋进一步的酸化。尚未公布这些方案的详细成本估算，也没有一个清晰的用于实施的体制框架(一致性中等，证据量有限)[11.2.2]。

跨行业的减缓成本和宏观经济成本

18. 在排放点分析中，用电的排放分配给能源供应行业。在终端使用行业分析中，电力的排放则分配给各自终端使用行业(尤其是与工业和建筑业相关的行业)。



图TS.26A:根据自下而上的研究估算的2030年全球经济减缓潜力。数据来自表TS.15[图11.3]



图SPM TS.26B:根据自上而下的研究估算的2030年全球经济减缓潜力。数据来自表TS.16[图11.3]

预计《京都议定书》的实施成本比第三次评估报告的估算低得多，因为美国拒绝了该议定书。如《京都议定书》的灵活机制得到充分利用，预计各项成本低于附件B中（不包括美国）GDP的0.05%（第

三次评估报告附件B：0.1–1.1%）。如果没有灵活的机制，目前预计成本低于GDP的0.1%（第三次评估报告：0.2–2%）（一致性高，证据量充分）[11.4]。

表TS.15: 根据自下而上研究的2030年全球经济减缓潜力。

碳价 美元/吨CO ₂ 当量)	经济潜力 (GtCO ₂ 当量)	相对于SRES A1 B情景的减排 幅度 (68 GtCO ₂ 当量/年) (%)	相对于SRES B2情景的减排 幅度 (49 GtCO ₂ 当量/年) (%)
0	5-7	7-10	10-14
20	9-17	14-25	19-35
50	13-26	20-38	27-52
100	16-31	23-46	32-63

表TS.16: 根据自上而下研究的全球经济减缓潜力。

碳价 美元/吨CO ₂ 当量)	经济潜力 (GtCO ₂ 当量)	相对于SRES A1 B情景的减排 幅度 (68 GtCO ₂ 当量/年) (%)	相对于SRES B2情景的减排 幅度 (49 GtCO ₂ 当量/年) (%)
20	9-18	13-27	18-37
50	14-23	21-34	29-47
100	17-26	25-38	35-53

表TS.17: 到2030年行业减缓的经济潜力：自下而上估值（源自表11.3）和自上而下估值（源自第3.6节）的比较[表11.5]。

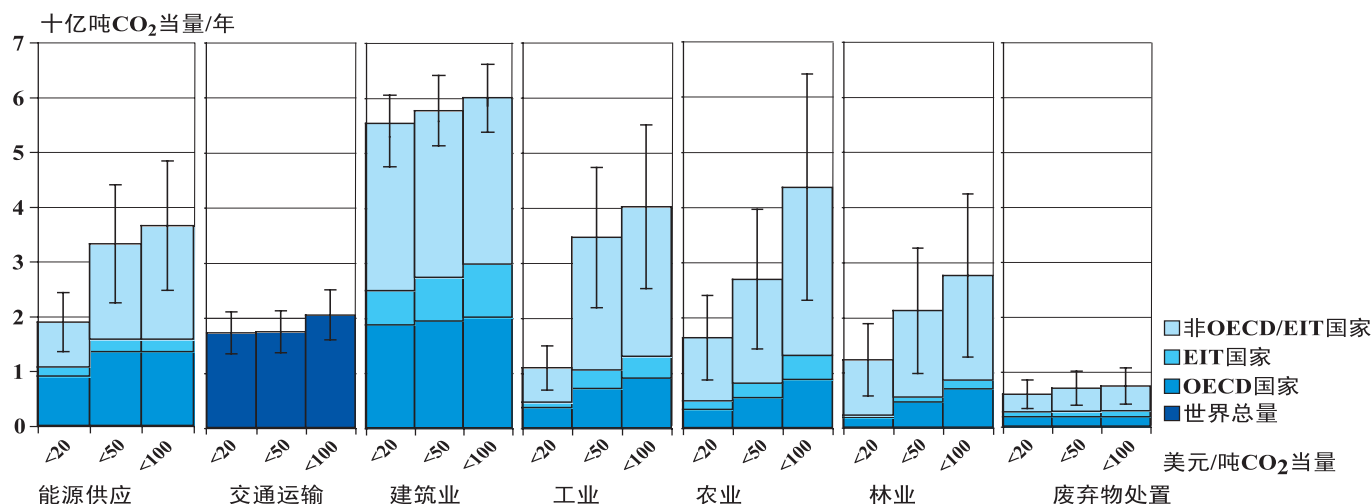
报告中的章节	行业	2030年基于行业（‘自下而上’）的潜力 (GtCO ₂ 当量/年)				2030年整体经济模式（‘自上而下’）减缓的概览(GtCO ₂ 当量/年)	
		按终端使用行业分配（将节电分配给终端使用行业）		排放点分配 （分配给能源供应行业的终端使用节电产生的减排量）			
		碳价<20 美元/吨CO ₂ 当量					
		低	高	低	高	低	高
4	能源供应&转化	1.2	2.4	4.4	6.4	3.9	9.7
5	交通运输	1.3	2.1	1.3	2.1	0.1	1.6
6	建筑业	4.9	6.1	1.9	2.3	0.3	1.1
7	工业	0.7	1.5	0.5	1.3	1.2	3.2
8	农业	0.3	2.4	0.3	2.4	0.6	1.2
9	林业	0.6	1.9	0.6	1.9	0.2	0.8
10	废弃物	0.3	0.8	0.3	0.8	0.7	0.9
11	合计	9.3	17.1	9.1	17.9	8.7	17.9
		碳价<50美元/吨CO ₂ 当量					
4	能源供应&转化	2.2	4.2	5.6	8.4	6.7	12.4
5	交通运输	1.5	2.3	1.5	2.3	0.5	1.9
6	建筑业	4.9	6.1	1.9	2.3	0.4	1.3
7	工业	2.2	4.7	1.6	4.5	2.2	4.3
8	农业	1.4	3.9	1.4	3.9	0.8	1.4
9	林业	1.0	3.2	1.0	3.2	0.2	0.8
10	废弃物	0.4	1.0	0.4	1.0	0.8	1.0
11	合计	13.3	25.7	13.2	25.8	13.7	22.6
		碳价<100美元/吨CO ₂ 当量					
4	能源供应&转化	2.4	4.7	6.3	9.3	8.7	14.5
5	交通运输	1.6	2.5	1.6	2.5	0.8	2.5
6	建筑业	5.4	6.7	2.3	2.9	0.6	1.5
7	工业	2.5	5.5	1.7	4.7	3.0	5.0
8	农业	2.3	6.4	2.3	6.4	0.9	1.5
9	林业	1.3	4.2	1.3	4.2	0.2	0.8
10	废弃物	0.4	1.0	0.4	1.0	0.9	1.1
11	合计	15.8	31.1	15.8	31.1	16.8	26.2

出处：表3.16、3.17和11.3

见表3.16、3.17和11.3的注释和附录11.1。

已对2012年之后减缓的模式研究作了评估，评估涉及减缓对2030年CO₂减排的全球影响，所需碳价及其对GDP或GNP的影响（关于2030年以后稳定水平的长期影响见第3章）。对于第四类¹⁹路径（稳定在约650ppmCO₂当量水平上），即CO₂减排量低于基线

20%，碳价不超过25美元/吨，研究表明在最差情况下到2030年世界生产总值约低于基线0.7%，并与第3章给出的各组情景给出的中间值（0.2%）和10-90百分位范围（-0.6到1.2%）相一致。



图TS.27: 按不同区域实现全球减缓的行业经济潜力估算，与行业评估中假设的各自基线相比，各项估值随来自下而上研究中得出的2030年碳价变化。关于本图所示差异的完整解释，见11.3。

注:

1. 全球经济潜力范围按行业逐一作了评估，结果见纵行。这些范围基于终端用电分配排放，意指按终端行业计算用电所产生的排放，而并非按供电行业计算排放。
2. 潜力估算受限于现有的研究数量，特别是针对高碳价位的研究数量。
3. 各行业使用了不同的基线。对于工业，采用了SRES B2基线，对于能源供应和交通运输，采用了WEO 2004基线；建筑业采用了基于SRES B2和A1B之间的基线；对于废弃物，利用SRES A1B驱动力来设立一个特定的废弃物基线，农业和林业采用主要以B2为驱动力的基线。
4. 只显示了交通运输的全球总量，因为包括了国际航空业[5. 4]。
5. 未包括的类别为：建筑业和交通运输业中的非CO₂排放，部分材料效率方案，能源供应中的热力生产和热电联产，重型机动车，海运和高承载客运，建筑物的主要高成本方案，污水处理，煤矿和煤气管道减排，能源供应和交通运输方面的氟化气体。对这些排放的经济潜力总量的低估幅度约为10-15%。

对于更严格的第三类路径（稳定在大约550ppm CO₂当量水平上），即CO₂减排量低于基线40%，碳价不超过50美元/吨CO₂，各种影响则更不确定，而大部分研究表明成本不到全球生产总值的1%，并与第3章给出的各组情景给出的中间值（0.6%）和10-90百分位范围（0到2.5%）相一致。同样，估值在很大程度上取决于采用的方法和假设。这些研究所采用的基线几乎不需要更大的CO₂减排而实现那些需要较高碳价所能达到的目标，但大部分研究却报告了较高的GDP成本。第一类和第二类研究（稳定在445和535ppm CO₂当量之间的水平上），成本低于3%的GDP损失，但是研究的数量相对较少，而且它们通常使用低的基线。与第3章报告的各组研究相比，这类研究使用的估值偏低，主要原因是允许政策引起技术创新增强的部分在研究占较大的份额，对于更严格的减缓情景尤为如此（一致性高，证据量中等）[11.4]。

所有方法表明没有任何一个行业或一种技术能

够独自成功地应对减缓的挑战，这表明需要一个基于各种标准的多样化的组合。自上而下的评估与自下而上的结果相一致，这表明碳价处于20-50美元/吨CO₂当量之间（73-183美元/吨碳当量）就足以驱动大规模的燃料转换，并足以促使碳捕获和封存和经济性低碳电力资源发展成为成熟的技术。这一力度的激励措施还可在避免毁林方面发挥重要作用。各种短期和长期模式得出了不同的估值，主要通过有关碳税或许可证收入的利用、技术变化的对待、国际贸易产品之间的可替代程度，产品的分解以及区域市场等方法 and 假设，才能够对不同的估值作出解释（一致性高，证据量充分）[11.4, 11.5, 11.6]。

制定碳价和相关的减排将确定能够实现大气GHG浓度的稳定水平。模式显示，碳价在可预测的状态下不断缓慢上升，到2020-2030年会达到20-50美元/吨CO₂，这与第三类稳定情景（550ppm CO₂当量）相符。对于第四类情景（650ppm CO₂当量），在2030年以后能够达到某个价格水平。如果稳定在

450和550ppmCO₂当量水平上，在2030年前后碳价最高需要达到100美元/吨CO₂(一致性中等，证据量中等) [11.4, 11.5, 11.6]。

在所有案例中，朝着更低稳定水平的短期路径，尤其是第三类及其以下的情景需要很多额外的有关能效、低碳能源供应、其它减缓行动和避免很长周期的碳密集型股本投资的措施。有关在不确定性下决策的研究强调需要及早采取强有力的行动，尤其是长周期的基础设施和其它股本。预估仅能源行业的基础设施(包括发电站)到2030年就需要至少20万亿美元投资，实现稳定的各项方案将在很大程度上受到这一投资性质和碳强度的制约。较低水平碳情景的初始估值表明将有一次大的重新确定投资方向的调整，而且额外的净投资额范围是从忽略不计到低于5%(一致性高，证据量充分)[11.6]。

关于政府行动的组合分析，一般性的发现是试图以似乎平等的方式(如：平等的减排百分比)平衡跨行业减排的方案组合可能比主要以成本效益为指导的方法成本更高。除了多样性带来的一般效益以外，包括低碳技术在内的各种跨行业能源方案组合还将降低风险和成本，因为化石燃料价格预计比可替代燃料的成本波动性更大。第二个一般性发现，如果纠正气候变化损失和技术创新效益这两个市场失灵的方案组合结合起来，成本将会降低，例如从许可证拍卖得到收入回流，用于支持节能和低碳的创新(一致性高，证据量中等)[11.4]。

跨行业技术变化

自第三次评估以来的一项主要进展已被纳入体现很多内生技术变化的自上而下的模式。通过使用不同的方法，模拟研究表明，与第三次评估时期使用的大多数模式相比(假设技术变化包括在基线中，而且在很大程度上不倚赖减缓政策和行动)，内生技术变化可导致大幅度降低碳价和GDP成本。考虑引发技术变化的研究显示，到2030年碳价逐步上升为20-80美元/吨CO₂当量以及到2050年上升为30-155美元/吨CO₂，上述碳价与2100年浓度稳定在550ppm CO₂当量相一致。在相同稳定水平上，自第三次评估以来的研究考虑了引发的技术变化，这些研究把上述价格降至2030年的5美元到65美元/吨CO₂当量和2050年的15美元到130美元/吨CO₂当量。这些成本下降幅度关键取决于减缓气候变化的研发支出的回报、行业和地区之间的溢出效应、其它研发的推广以及边干边学的模式和学习的速度(一致性高，证据

量充分)[11.5]。

像碳捕获和封存、先进的可再生能源、先进的核能和氢能这类主要的技术转型随着在边学边干中积累并随着市场开拓而需要一个长的过渡期。因此终端使用效率的提高在短期内提供了更重要的机遇。在2030年潜力中建筑业和工业占相对高的份额便可说明这一点(表TS.17)。其它方案和行业可在本世纪下半叶发挥更重要的作用(见第3章)(一致性高，证据量充分)[11.6]。

附件一国家的减缓对非附件一国家产生的溢出效应

跨行业的减缓溢出效应是指一个国家或国家集团的减缓政策和措施对其它国家各行业的影响。溢出效应的一个侧面是所谓的‘碳泄漏’：采取国内措施的国家在境外的排放增量除以这些国家内的减排量。碳泄漏的这一简单的指标并非涵盖各种影响的复杂性和范围，其中包括全球排放格局和量级的变化。模拟研究提供了宽泛的有关碳泄漏的结果，它取决于对能源密集型工业的规模、行为、贸易弹性和其它因素的假设。正如第三次评估报告所述，实施《京都议定书》过程中碳泄漏的估值范围一般是到2010年为5-20%。对除EU排放交易方案(ETS)之外的能源密集型工业的经验研究突出强调了运输成本、局地市场条件、产品种类和不完整的信息有利于本地生产，并得出了碳泄漏程度不可能很大的结论(一致性中等，证据量中等)[11.7]。

已对现有减缓行动对竞争力的影响作了研究。经验证据似乎表明，实施《京都议定书》的国家的竞争力损失并不显著，这确认了第三次评估的发现。由于附件一国家行动已实现的技术开发而将技术转让给发展中国家的潜在有效益的影响对于能源密集型工业非常可观，但到目前为止尚不能可靠地对其进行量化(一致性中等，证据量低)[11.7]。

也许一个区域减缓行动带来的溢出效应影响其它区域的一个最重要的方式是通过世界化石燃料价格的影响。当一个区域因采取减缓政策降低了对化石燃料的需求，这将降低全世界对该商品的需求，因而减轻了价格上的压力。石油、天然气或煤的价格可能会下跌，从而减少了生产者的收入，降低了消费者的进口成本，这将取决于化石燃料生产者的反应。如第三次评估报告所述，几乎所有经评审的模拟研究表明已公布的对产油国的不利影响大于对大多数正在采取减排措施的附件一国家的影响。油价保护策略也许能抑制石油生产国的收入损

失(一致性高, 证据量有限)[11.7]。

减缓的共生效益

许多近期研究已表明有关人类健康的碳减缓策略有显著的效益, 主要是因为这些策略还减少了空气中的其它排放物, 例如SO₂、NO_x和颗粒物。预估这将防止亚洲和拉丁美洲地区数万人和欧洲几千人过早死亡。然而, 死亡率风险的货币化仍存在争议, 因此文献中能够发现一系列大的效益估值。然而, 所有的研究一致认为货币化的健康效益可抵消减缓成本的很大一部分(一致性高, 证据量充分)[11.8]。

除此之外, 已估算了避免空气污染物的排放给农业生产带来的效益和酸雨对自然生态系统产生的影响。这类近期效益为无悔的GHG减排政策提供了依据, 而这些政策逐渐产生相当大的优势, 即使人类引起的气候变化的影响最终小于当前的预估。纳入除人类健康和农业生产以外的其它共生效益(例如, 提高能源安全和增加就业)将使成本结余进一步加大(一致性高, 证据量有限)[11.8]。

大量的新文献指出, 通过一套措施和政策同时应对气候变化和空气污染具有以控制空气污染的成本大幅度降低空气污染的潜力。需要一项综合途径应对那些污染物和过程, 对此存在权衡取舍。例如, 有这样的个例: 控制使N₂O排放增加的机动车和硝酸植物, 或增加高能效柴油车的使用, 其排放的颗粒比汽油机动车排放的颗粒物更小(一致性高, 证据量充分)[11.8]。

适应与减缓

在能够支持适应和减缓的政策方案之间可具备协同作用或权衡取舍。对于生物质能源方案、土地利用管理和其它土地管理方法, 协同作用的潜力大。减缓和适应之间的协同作用能够为农村发展、尤其是最不发达国家的农村发展做出独特的贡献: 许多重点放在可持续自然资源管理的行动能够带来显著的适应效益和减缓效益, 大部分是以碳固化的形式。然而, 在其它情况下也许要进行权衡取舍, 例如能源作物需求增加可能影响粮食供应和森林覆盖, 因而增加了气候变化影响的脆弱性(一致性中等, 证据量有限)[11.9]。

12 可持续发展与减缓

可持续发展与减缓气候变化的关系

世界环境与发展委员会通过了可持续发展的概念, 普遍认为可持续发展涉及对经济、社会和环境过程采取一个全面的和综合的方法。然而, 关于可持续发展的讨论主要集中在环境和经济因素。社会、政治和文化因素的重要性仅仅到现在才得到越来越多的承认。如果要明确可持续的轨迹, 综合途径至关重要, 其中包括应对气候变化问题[12.1]。

虽然仍处在早期阶段, 现在越来越多地使用各项指标来衡量和管理宏观和行业层面发展的可持续性, 这其中一部分推动力来自于在治理结构和战略倡议背景下的问责制。在行业层面, 尤其是工业界和各级政府利用绿色认证、监测工具或排放注册开始衡量并报告朝着可持续发展方向所取得的进展。然而, 对这些指标的评审结果表明, 几乎没有一项宏观指标包括了针对气候变化的进展程度(一致性高, 证据量充分)[12.1.3]。

气候变化不仅仅受现已出台的具体气候政策(‘气候优先的方法’)的影响, 而且还受到所做出的各种发展选择的组合以及这些政策导致的发展轨迹的影响 — 这一点在从第三次评估以来公布的全球情景分析中得到加强。通过改变发展路径使得发展更可持续进而能够为实现各项气候目标而做出显著贡献。然而, 应当指出, 发展路径的不断变化不是选择一条已经勾画出的道路, 而是通过一个未知的和不断演变的景观引导航向(一致性高, 证据量充分)[12.1.1]。

还有争辩认为可持续发展可能降低所有国家, 尤其是发展中国家对气候变化影响的脆弱性。把此辩论意见界定为一个发展问题而不是环境问题也许可以更好地着手实现所有国家, 尤其是发展中国家的近期目标以及应对它们对气候变化的特殊脆弱性, 同时着手解决与根本发展途径相关的减排驱动力问题[12.1.2]。

使发展更可持续

有关可持续发展和减缓气候变化的决策不再仅仅是政府的职权范围。文献认识到, 治理结构的理念正在朝着更具有包容性的概念转变, 其中包括各级政府、私营行业、非政府行动方和公民社会的贡献。在适当的实施水平上气候变化作为规划的一部

分愈多地融入主流，所有相关各方才能以有意义的方式愈多地参与决策过程，他们就愈可能实现预期目标(一致性高，证据量中等)[12.2.1]。

关于政府，政治理论的一个实质内容是确立并解释国家政策风格或政治文化的存在。这项工作的所依据的假设是：无论某个问题有何种独特性或具体特点，各个国倾向于用自己的方式处理问题；一个国家的‘做事方式’。此外，政策手段的选择受到政府实施这些手段的体制能力的影响。这表明，可持续发展和气候变化减排决策的倾向性组合及其效果在很大程度上取决于国家特点(一致性高，证据量充分)。然而，哪类政策在具有国家特色的国家中最有效，我们在这方面的理解仍然很粗略[12.2.3]。

私营行业在生态和可持续性管理方面发挥核心作用。过去25年中在公司或者行业层面采取措施解决可持续性问题的公司数量在已逐步增加。虽然取得了进展，如果私营行业越来越多地意识到可持续性对它们的绩效有益，它们有能力在促进更可持续方面发挥更大的作用(一致性中等，证据量中等)[12.2.3]。

公民在激发可持续发展方面发挥着显著作用，而且他们是实施可持续发展政策的关键行动者。除了自己实施可持续发展项目以外，他们能够通过提高意识、拥护和鼓动来推动政策的改革。他们还能够通过弥补差距和提供政策服务来拉动政策行为，包括政策创新、监督和研究。互动可以采取合作伙伴的形式或通过利益攸关方的对话，这能为公民团体提供向政府和行业不断施压的杠杆(一致性高，证据量中等)[12.2.3]。

当投资者、地方政府和公民团体愿意共同实施新技术并提供讨论这类本地独有技术的论坛时，这类特意的公-私伙伴关系能够最有效地发挥作用(一致性高，证据量中等)[12.2.3]。

减缓气候变化发展选择的影响

在多层次的世界中，对不同地区的状况和重点的理解对于将气候变化政策融入可持续发展战略的主流至关重要。针对区域和国家的具体案例研究表明不同的发展道路和政策都能够取得显著的减排，这取决于实现可持续性和气候变化目标的能力[12.3]。

在工业化国家，气候变化继续被主要视为一

个有待通过具体气候变化政策解决的单独环境问题。社会上就针对气候变化普遍发展路径的影响，尤其是就工业化国家的气候减缓的根本而广泛的讨论尚未认真地展开。这一集团中的国家重点减缓领域也许是在能效、可再生能源、碳捕获和封存等方面。然而，低排放的路径不仅是能源的选择。在一些区域，土地利用的发展、尤其是基础设施的扩展，是未来确定GHG排放的一个关键的变量[12.2.1; 12.3.1]。

处在转型的经济体作一个单一集团不复存在。尽管如此，中欧、东欧和东欧国家、高加索地区和中亚(ECCA)国家在社会经济发展、减缓气候变化和可持续发展方面有共同的特点。将经济增长和排放增长脱钩的措施对这个集团尤为重要[12.2.1; 12.3.1]。

预估某些发展中大国的排放增长率超过工业化国家和其它发展中国家，因为它们正处在快速工业化的阶段。对于这些国家，减缓气候变化和可持续发展政策能够互补；然而，需要更多的财政和技术资源来加强它们追求低碳发展道路的能力[12.2.1; 12.3.1]。

大部分其它发展中国家的适应和减缓能力低，发展援助能够有助于减少它们对气候变化的脆弱性。这还能有助于减少它们的排放增长，同时解决能源安全和能源获取问题。CDM能够为此类发展提供财政资源。石油输出国组织(OPEC)的成员在某种意义上很独特，因为它们也许受到因减少对化石燃料需求的发展路径的不利影响。它们的经济多样性已被列入重要的议事日程[12.2.1; 12.3.1]。

从本章评审的案例研究中得出一些关于行业层面的发展路径的变化怎样具有低排放(或能够)降低排放的一般性结论(一致性高，证据量中等)[12.2.4]：

- GHG排放受经济增长的影响，但并不严格的挂钩：选择不同政策将带来不同的结果。
- 投入相同，但有效的生产远远低于最大可行生产的行业—即远远落后于生产前沿的行业有机会采取‘三赢’的政策，即：能够解放资源的政策和支持增长的政策，既实现其它可持续发展的目标，又能够与基线相比减少GHG排放。
- 在生产接近最佳的特定现有投入的行业—即那些更接近生产前沿的行业—也有机会通过实现其它

可持续发展目标的方式减排。然而，行业愈接近生产边界，可能出现的权衡取舍愈多。

- 重要的不仅仅是在某一时刻要做出‘好的’选择，还要长时间坚持最初的政策，有时候需要几十年，才会真正有成效。
- 影响排放通常不是靠一项决策，而是一系列政策。这就提出了几个行业 and 不同尺度上政策的协调问题。

融入主流则要求发展中国家和发达国家的非气候政策、计划和/或各个行动都要考虑减缓气候变化。然而，气候变化仅靠现有的政治议程取得成功的可能性不大。是否能够轻松或艰难地完成主流化既取决于减缓技术或做法，也取决于基本的发展路径。对照气候效益权衡其它发展效益将是为实现主流化而选择发展行业的关键基础。对于通常当作脱离气候政策的方式对待的宏观经济政策、农业政策、多边发展银行借贷、保险做法、电力市场改革、能源安全和森林保护等决策能够对排放、所需的减缓程度以及对带来的成本和效益产生深远的影响。然而，在某些案例中，例如在发展中国家的农村地区，炊事能源从生物质能源改为液化石油气(LPG)，这没有考虑气候变化也许是合理的，因为与其带来的发展效益相比排放的增长很小(一致性高，证据量中等)[12.2.4]。

总体而言，本章关于减缓和可持续发展之间关联性的定性发现的一致性高：二者相互关联，并能够确定其协同作用和权衡取舍。然而，关于其关联性，尤其是如何将这些关联性付诸于行动以便抓住协同作用，避免权衡取舍的文献仍然稀少。将气候变化的考虑融入相关的非气候政策的良好做法指南也是如此，包括对不同行动者作用的分析。详细阐述国家和区域可能能够追求实现的发展路径—跳出那些狭义的GHG排放的情景或那些忽略气候变化的情景—能够为新的关联性分析提供一个背景，但这需要新的方法学工具(一致性高，证据量有限)[12.2.4]。

减排选择对可持续发展轨迹的影响

对于选择减缓方案的机遇有了越来越多的认识，并且减缓方案以这样一种方式实施，使之不与可持续发展的其它因素冲突，甚至有利于其它因素；即便权衡取舍不可避免时，也应该做出最合理

的选择。表TS.19[12.3]概括了主要的减缓气候变化方案对可持续发展的影响。

在每个行业内和不同区域之间，减缓方案对可持续发展带来的效益各不相同(一致性高，证据量充分)：

- 总体而言，能提高资源(无论是能源、水或土地)生产率的减缓方案对可持续发展的所有三个因素产生积极的效益。其它类别的减缓方案具有不确定的影响，并且取决于该方案实施的社会经济大背景。
- 与气候有关的政策，如能效和可再生能源政策，通常具有经济效益，能提高能源安全，并减少当地污染物的排放。许多能源供应方面的减缓方案如果设计得当，能够实现可持续发展，如避免迁移当地居民、创造就业和健康效益。
- 减少毁林对保护生物多样性、土壤和水有着显著的效益，但是对于某些利益攸关方可能造成经济利益损失。合理设计的造林和生物能源种植园能够有助于恢复退化的土地、管理水的径流、保存土壤中的碳、使农村经济受益，但是可能与粮食生产活动争夺土地，并且不利于生物多样性。
- 在多数行业，通过减缓行动来加强可持续发展具有很大的可能性，在废弃物管理、交通运输和建筑行业尤为可能，特别是通过减少能源使用和污染[12.3]。

表TS.18: 将气候变化融入发展选择的主流——选择的实例[表12.3]。

选择的行业	作为融入主流候选对象的非气候政策手段和行动	主要的决策者和行动者	能够用非气候政策解决按行业的全球GHG排放(占全球GHG排放的百分比) ^{a, d}		备注
宏观经济	实施非气候税/补贴和/或其它促进可持续发展的财政及法规政策	国家(各级政府)	100	全球GHG总排放	可以综合采用经济、法规和基础设施方面的非气候政策来解决全球总排放
林业	采取森林保护和可持续性的管理规范	国家(各级政府)和民间社团(NGO)	7	毁林造成的GHG排放	停止毁林、改进森林管理、提供其它谋生手段的立法/法规能够减少GHG排放并带来其它环境效益。
电业	采用低成本效益高的可再生能源, 采取需求方管理计划, 并减少输送和配电过程中的损失	国家(规管委员会)、市场(公用事业公司)和民间社团(NGO、消费群体)	20 ^b	电力行业CO ₂ 排放(不包括汽车制造厂)	GHG密集型电力生产在全球排放中所占的份额在不断上升, 这个全球关切的问题可以通过非气候政策予以解决。
石油进口	使进口的和国产的燃料组合多样化, 减少经济中的能源强度, 以提高能源安全	国家和市场(化石燃料产业)	20 ^b	与全球原油和产品进口相关的CO ₂ 排放	通过能源的多样化解决石油安全问题, 能够以不增加GHG排放的方式实现能源的多样化
发展中国家农村的能源	在农村地区提倡使用石油液化气、煤油和用电做饭的政策	国家和市场(公用事业和石油公司)、民间社团(NGO)	<2 ^c	使用生物质燃料产生的GHG排放, 不包括气溶胶	农村做饭用的生物质燃料影响人体健康, 因为它造成室内污染, 并释放出加剧全球变暖的气溶胶。在发展中国家农村地区用石油液化气取代生物质来做饭, 这将排放出0.70GtCO ₂ 当量, 与2004年的全球GHG排放总量相比, 这个排放量不大
建筑业和交通运输业的保险	实行有区别的保险费、责任保险除外条款、改进的绿色产品条款	国家和市场(保险公司)	20	交通运输业和建筑业的GHG排放	气候变化导致更大的破坏, 这是保险业所关切的原因。保险业可以采用在此提到的政策解决这些问题。
国际金融	有利于减排的国家和行业策略及项目借贷	国家(国际金融机构)和市场(商业银行)	25 ^b	发展中国家(非附件一国家)CO ₂ 排放	国际金融机构可以采取措, 避免向发展中国家锁定未来排放的GHG密集型项目发放贷款

注:

a) 数据摘自第一章, 除非另有注释。

b) 仅为化石燃料燃烧排放的CO₂; IEA(2006)。c) 仅为CO₂排放。作者估算, 见正文。

d) 排放表示2004年各行业的相对重要性。行业排放并非相互排斥, 可能重叠, 因此各排放之和大于全球排放总量, 这一点已在宏观经济一栏中体现。

表TS.19: 行业减缓方案和可持续发展（经济、当地环境和社会的）的考虑：协同作用与权衡取舍[表12.4]。

行业和减缓方案	潜在的SD协同作用和实施条件	潜在的SD权衡取舍
能源供应和利用：第4-7章		
所有行业（建筑业、交通运输业、工业和能源供应）提高能效（第4-7章）	-几乎总是具有低成本高效益，减少或消除当地的污染物排放及其对健康的影响，提高室内舒适度和减少室内噪声，创造商机和就业机会并提高能源安全 -政府和产业计划能有助于克服信息不足和委托-代理方面的问题 -计划能在各级政府和产业部门实施 -必须确保低收入家庭的能源需求得到应有的考虑，并确保实施减缓方案的过程和后果或结果不存在性别歧视。	-在发展中国家农村地区，生物质炉灶的热效率提高所带来的室内污染和健康方面的影响是不确定的。
改变交通运输和建筑业所使用的燃料和其它方案（第5、6章）	-减少CO₂措施所耗的成本被增加的人体健康效益抵消 -提倡公共交通工具和非机动交通工具，这有大而始终如一的社会效益 -在发展中国家，以现代燃料取代固体燃料用于炊事和室内取暖能减少室内空气污染并增加妇女的自由时间 -通过国家和地方政府之间的协调，使减少CO₂的计划体系制度化，这对于建立上下一致的政策来发展可持续的交通运输体系是重要的。	-总体而言，柴油发动机比汽油发动机的能效高，因此其CO₂排放量低，但是会增加颗粒物的排放 -其它措施（CNG公共汽车、混合柴油-电力公共汽车和出租车革新）几乎不能带来气候方面的效益。
用国内的可替代能源（DAES）替代进口的化石燃料（第4章）	-必须确保DAES具有低成本高效益 -减少当地空气污染物排放 -能创造新的本土产业（如巴西的乙醇项目）进而创造就业机会。	-对照投资需求的资本增幅做出权衡取舍 -化石燃料出口国可能面临出口下降 -建造水利发电厂可能需要迁移当地人口，并给水体和生物多样性造成环境破坏。
用进口的可替代能源（IAES）替代国产的化石燃料（第4章）	-几乎总能减少当地的污染物排放 -比DAES能更快得到实施 -必须确保IAES的低成本高效益 -能源出口国的社会和经济将受益	-可能降低能源安全 -交易平衡可能会受到损害，但是对资本的需求也许减少。
林业：第9章		
造林	-能减少荒地，遏止土地退化和管理水径流 -如果在种植和收割过程中对土壤的干扰降至最低，则能保存土壤的碳储量 -能够作为农业森林种植园实施，从而提高粮食生产 -能够创造农村就业和农村产业 -明确产权会加快造林项目的实施	-使用稀缺的土地将与农业竞争土地资源，因而损害粮食安全，同时增加了粮食成本 -作物单一的种植园会减少生物多样性，并且更容易受到病害的侵扰 -改变泛洪平原和湿地将妨害它们的生态功能。
避免毁林	-能保护生物多样性、水和土壤管理效益、当地降水分布型态 -减少森林火灾给当地造成的霾和空气污染 -如果管理得当，能通过生态旅游和销售可持续采伐的木材获得收入 -成功的实施需要当地居民参与土地管理和/或为他们提供其它谋生手段，还需要通过执法防止移民侵占森林土地。	-可能给从事森林开发的某些利益攸关方（林地所有者、移民工人）造成经济利益上的损失 -由于木材供应减少，木材出口也随之减少，这会增加GHG密集型建筑材料的使用 -能导致其它地区毁林，并随之产生SD方面的不良后果。
森林管理	-见造林	-施肥能够增加N₂O的生产和含硝酸盐的地面径流，这会使当地（地下）水质下降 -预防火灾和虫害具有短期效益，但是如果管理不当，可能为以后的火灾增加了燃料储备。

表 TS.19. 接上页.

行业和减缓方案	潜在的SD协同作用和实施条件	潜在的SD权衡取舍
生物能源（第8、9章）		
生物能源生产	-如果利用作物残余物（壳、皮、蔗渣和/或树木修剪下来的枝叶）生产，大部分是有利的 -创造农村就业 -如果专门种植庄稼/树木来制造生物能源，需要有充足的农用地和劳动力，以避免与粮食生产争夺土地和劳动力。	-如果实施方式不具备可持续性，可能造成不利的环境影响-损害生物多样性、争夺水资源、增加使用肥料和杀虫剂 -对粮食生产造成潜在的问题（因地制宜）并增加粮食成本。
农业：第8章		
庄稼地管理（对养分、耕地、秸茬和农用林业的管理；水、水稻和闲置地）	-改进养分管理能提高地下水质量和耕地生态系统的环境健康）	-用水政策的变化可能导致利益冲突并威胁社会凝聚力 -可能导致过度用水。
放牧地管理	-提高牲畜产量，减少荒漠化，并为贫困人群提供社会保障 -需要立法和执法来禁止自由放牧	
牲畜管理	-综合传统的水稻种植和牲畜管理将会提高收入，即便在半干旱和干旱区域也是如此。	
废弃物管理：第10章		
工程化而且卫生的垃圾填埋，并回收填埋产生的甲烷气体	-能消除随意倾倒垃圾和露天焚烧废弃物，有利于工人和居民的健康和安全 -填埋场地能为当地带来能源效益，还能利用城市基础设施提供公共娱乐空间和其它社会目的。	-如果实施方式不可持续，可能造成渗漏，污染土壤和地下水，对健康造成不良影响。
对废弃物和废水进行生物处理（堆肥、厌氧发酵、好氧和厌氧废水处理）	-能破坏病原体，并且如果实施得当，利用源头分类收集的有机废弃物或集中收集的废水能改良土壤 -能创造就业 -厌氧处理过程能通过回收利用CH₄带来的能源效益。	如果管理和监控不当，会产生气味和水污染。
焚化和其它热处理	-从废弃物中获取最大的能源效益。	-比有管理的垃圾填埋和堆肥要昂贵 -如果无技术性基础设施，在发展中国家是不可持续的 -需要在空气污染控制和源头分类收集方面增加投资，以防止重金属和其它有毒气体的排放
回收、重复利用和废弃物最小化	-为当地提供就业并减少回收产品所需要的能源和原材料。 -能够得助于NGO的活动、投向回收业的私人资本、环境执法和旨在将废弃物处理和处置活动与社区生活分隔开的城市规划。	-未经管理的废弃物清除会对那些依靠废弃物谋生的人造成严重的健康和安全问题 -发展当地的回收业需要资本。

注：本表中的素材摘自第4-11章。凡摘引的新素材，均在下面的文字中提到，下面的文字叙述了每个行业的减缓方案对可持续发展的影响。

13 政策、手段和合作协议

引言

本章讨论了国家政策手段及其实施、私营行业、地方政府和非政府组织倡议的行动，国际合作协议。只要可行，在四项主要评估标准的背景下对国家政策和国际协议作了探讨；这四项标准分别是环境成效、成本效益、分配方面的考虑和体制上的可行性。有一些其它标准可供做出清晰的考虑，如对竞争性和行政成本的影响。政府可以在事先应用这些标准来对各种政策手段做出选择，也能在事后应用这些标准对政策手段的成效进行评估。[13.1]

国家政策手段、其实施和相互作用

文献不断体现，有一系列宽泛的国家政策和措施可供政府用来限制或减少GHG排放。其中包括：法规和标准、税费、可交易许可、自愿协议、逐步取消补贴、财政激励措施、研发活动以及信息手段等。其它政策，如：影响贸易、外国直接投资和社会发展目标的政策，也能够影响GHG排放。总体而言，不论在发达国家还是发展中国家，如果将气候变化政策融入其它的政府政策，都能够为可持续发展做出贡献(见第12章)[13.1]。

要减少所有行业的各种气体排放，需要一套适合本国国情的政策组合。虽然文献指出了任何特定政策手段的优势和不足，但当决策者选择和评估各项政策时，普遍采用上述标准。

任何手段可能设计得好，也可能设计得差，可能设计得很严格，也可能设计得很宽松。政策手段需要根据时间的变化作调整，并且需要配备可操作的监督和执行体系。此外，政策手段还可能会与社会其它行业的现行制度和规章相互作用(一致性高，证据量充分)[13.1]。

文献提供了大量的信息，用于评估不同的手段是否很好地达到了上述标准(见表TS.20)[13.2]。最值得注意的是，文献表明：

- **法规措施和标准**一般在环境方面的成效是确定的。在由于信息匮乏或其它障碍阻碍公司和消费者对价格信息作出反应时，最好采用这些法规措施和标准。法规标准一般不会激励排污者开发新的技术以减少污染，但是确有若干案例表明法规

标准可刺激技术创新。在建筑业，标准是一种通用的做法，并出现强有力的创新。尽管很少专门制订减少GHG排放的法规标准，但是作为共生效益，标准的实施减少了温室气体(一致性高，证据量充分)[13.2]。

- **税费**(能够用来限制碳或所有GHG)在成本效益比方面得到很高的评价，因为它们污染控制的边际成本方面较有保障。虽然它们不能确保排放控制在某一水平上，但是从概念上，通过合理设计，税能够具有环境成效。税在政治上可能难以实施和调整。如同法规一样，税的环境成效取决于其严格性。如同所有其它的政策手段一样，税的使用需要小心谨慎，以防出现不良后果(一致性高，证据充分)[13.2]。
- **可交易许可**在行业、国家、国际层面上成为控制常见污染物和GHG的日益普遍的经济手段。所允许的排放量决定了碳的价格和这些手段的环境成效，而许可的分配会影响竞争性。经验表明交易条款可以在时间上提供很大的灵活性，而履约达标条款必须进行认真设计才能保证许可制度的成效(一致性高，证据量充分)。在交易体系中，减排价格的不确定性自然使得难以估算实现减排目标的总成本[13.2]。
- **产业和政府之间的自愿协议**和信息措施在政治上具有吸引力，能提高利益攸关方的意识，在许多国家政策的逐步形成过程中发挥了作用。多数自愿协议未能使排放降至到大大低于“照常排放”的水平。但是少数几个国家最近的一些协议却促进了最佳现有技术的应用，从而使排放比照基线有了显著减少。(一致性高，证据量充分)。成功的因素包括清晰的目标、基线情景、第三方参与设计和评估、对监督有正式的条款[13.2]。
- **自愿行动**：企业团体、地方政府、NGO和民间团体正在采取政府职权之外的各种自愿的行动，限制GHG排放、激励创新的政策和鼓励新技术的部署。仅靠自愿行动，对国家或区域层面的影响一般是有限的[13.2]。
- **财政激励措施**(补贴和减免税)常常被政府用来激励新的、GHG排放较少的技术的推广。虽然此类计划的经济成本通常比上述手段高一些，但它们通常对克服新技术推广方面的障碍是至关重要的(一致性高，证据量充分)。如同其它政策，各项激励计划必须认真设计，以避免产生不良的市场影响。在许多国家，对化石燃料的使用

表TS.20：国家环境政策手段和评估准则[表13.1]。

手段	衡量标准			
	环境成效	成本效益	满足分配方面的考虑	体制上的可行性
法规和标准	直接设定排放水平，但是可能存在例外情况；取决于是否延期和履约达标情况	取决于设计；统一适用的法规和标准可能导致总体履约达标成本上升	取决于是否享受平等待遇；小的/新的行动参与者可处于不利地位	取决于技术能力；在市场功能弱的国家，规管者普遍采用
税费	取决于是否能够将税额设定在引发行为改变的合理水平上	广泛应用能产生较好的成本效益；在体制弱的情况下，行政管理成本较高	累退性；可以通过收入回流得到改善	通常在政治上不受欢迎；如果体制不完备，也许难以实施
可交易许可证	取决于排放上限、参与情况和达标情况	随着参与程度和参与部门的减少而下降	取决于最初的许可证分配，也许会给小排放者带来困难	需要功能完善的市场和互补的体制
自愿协议	取决于项目的设计，包括需要有清晰的目标、基线情景、第三方参与设计和评估、监督条款	取决于灵活性和政府激励措施、奖罚的力度	受益的仅是参与者	通常在政治上受欢迎，需要大量的行政管理人员
补贴和其它激励措施	取决于项目的设计；不如法规/标准那么确定	取决于补贴的水平，以及计划的设计，可能使市场扭曲	使获得补贴的参与者受益；而有些不需要这种补贴和激励	受到获得补贴者的欢迎；既得利益者可能会抵制。补贴一旦实行可能很难取消
研究和发展	取决于是否能获得持续的资金支持、技术何时能发展成熟以及是否有推广政策。从长期而言也许有高效益。	取决于计划的设计和风险程度	最初使被选定的参与者受益，资金的分配有可能不当	需要许多独立的决定；取决于研究能力和长期资金支持

注：上述评价是根据以下假设预测的，即各项政策手段确实代表了最佳的做法，而并非在理论上是完美的。这种评估主要依据了发达国家的经验和文献，因为其它国家经过细审的关于手段效果的文章有限。在不同国家、行业、环境下的适用性—尤其是在发展中国家和经济转型国家—可能会有很大差异。如果对政策手段进行策略整合或根据具体情况对其作调整，其环境成效和成本效益可能得到提升。

- 和农业提供直接和间接的补贴仍然十分普遍，但是在过去的十年中，许多OECD国家和一些发展中国家已经减少了对煤的补贴(也见第2、7和11章)[13.2]。
- 政府对研发的支持是一种特殊的激励措施，它可以成为一种重要的手段来确保能长期获得低GHG排放的技术。但是，在20世纪70年代的石油危机之后，政府对许多能源研究项目的资助减少了，并保持不变，即便在UNFCCC获得批准后依然如此。研发活动需要大量增加投入和政策支持，确保技术能够商业化，以使大气GHG达到稳定水平(见第3章)，同时还需要经济和法规手段来促进新技术的部署和推广(一致性高，证据量充分)[13.2.1]。
 - 信息手段-有时称为向公众披露的要求—可以对环境质量产生积极的影响，因为它使消费者能做出有充分信息依据的选择。虽然证明信息披露能实现减排的证据有限，但是它能提高其它政策的成效(一致性高，证据量充分)[13.2]。

若应用具有环境成效和有经济效益的政策手段组合，则需要很好地认识待解决的环境问题、与其它政策领域的联系、组合中不同手段之间的相互作用。实际中，与气候相关的政策很少独立应用，它

们是与其它涉及环境、林业、农业、废弃物管理、交通运输和能源等的国家政策交织重叠，而且在许多情况下，需要应用两种以上的手段(一致性高，证据量充分)[13.2]。

次区域政府、企业团体和非政府组织倡议的行动

绝大多数文献评估是基于国家的政府手段，但是企业团体、地方和区域政府、NGO和民间团体也能够发挥关键作用，而且它们也在政府职权之外独立采取各种行动来减少GHG排放。企业团体的行动包括从自愿行动到排放目标等一系列宽泛的行动，在少数情况下还包括内部交易体系。企业团体采取独立行动的原因有：希望影响政府行动或先入为主、创造金融价值、显示公司或其产品的独特性。区域、州、省和地方政府采取的行动包括可更新的组合标准、能效计划、排放登记和行业内总量控制加交易机制。采取这些行动是为了影响国家政策，解决利益攸关方关切的问题，为新的产业创造激励机制，或带来环境方面的共生效益。NGO通过公共倡导、司法诉讼和利益方对话等方式来推行减排计划。上述许多行动可以限制GHG排放、激励政策创新、鼓励和部署新技术、促进尝试新体制，但是仅凭这些行动本身所产生的影响有限。为实现显著减排，这些行动必须引发国家政策的改变(一致性高，证据量充分)[13.4]。

国际协议(气候变化协议和其它安排)

UNFCCC及其《京都议定书》为解决长期的国际环境问题开了先河，但二者仅仅是朝着应对气候变化的国际对策的实施迈出的第一步。《京都议定书》最重要的成果是刺激了一系列国家政策的出台、创建了国际碳市场和建立了新的机制。它对参与国的经济影响还有待展现。特别是，CDM创造了一个巨大的项目渠道，筹集了大量的资金，但是它在确定基线和额外性方面却面临方法学的挑战。议定书还促进了排放交易体系的形成，但是目前一个充分的、全球范围内的交易体系尚未得到实施。

《京都议定书》目前的局限性在于排放限制幅度较小，因而对大气浓度的影响也有限。如果第一承诺期之后有更大的减排措施，且触及更大份额全球排放的政策手段得到实施，《京都议定书》则将取得更大的成效(一致性高，证据量充分)[13.3]。

文献指出了在公约及其《京都议定书》内外的许多实现减排的方案，例如：修改排放目标的形式和严格性；扩大行业和地方协议的范围；制订和采

用共同的政策；改进国际RD&D技术计划；实施迎合发展需求的行动，增加财政手段等(一致性高，证据量充分)。将国际R&D合作和“总量控制加交易”计划等多种因素纳入协议中是可能的，但是把不同国家的执行力度做比较将是复杂而资源密集的(一致性中等，证据量中等)[13.3]。

文献中有一个普遍共识的结论，即：一项成功的协议必须具有环境成效、成本效益高、包含了分配方面的考虑和公平性，并且在体制上是可行的(一致性高，证据量充分)[13.3]。

有大量新的文献探讨了未来国际协议可能采取的架构和实质内容。正如以前的IPCC报告所指出的，由于气候变化是全球共同面临的问题，任何解决途径，如果不包括更大份额的全球排放，将会耗费更多的成本或取得较少的环境成效(一致性高，证据量充分)(见第3章)[13.3]。

文献中关于未来协议的大多数建议都包括了对目标、具体行动、时间表、参与、体制安排、报告和履约达标条款等问题的探讨。还有一些其它因素涉及激励机制以及对不参与和不履约的惩罚等(一致性高，证据量充分)[13.3]。

目标

对目标作出清晰的规定是任何气候协议必须具备的一个重要元素。目标既能统一对近期发展方向的认识，又能保障长期的确定性，这正是此项事业所需要的。设定目标还有助于形成承诺和体制、建立行动的激励机制，并有助于制定标准，以衡量措施是否成功实施(一致性高，证据量充分)[13.3]。

长期目标的选择对必要的短期行动有着显著影响，因此也对国际体系的设计有重要影响。减排成本取决于目标，因地而异，并取决于排放许可在各区域间的分配以及参与的程度(一致性高，证据量充分)[13.3]。

国际体系的设计方案能够包括短期、中期和长期的目标。一种方案是设定长期GHG浓度的目标或温度稳定目标。这样的目标可基于有待避免的自然影响，也可在概念上基于有待避免的货币和非货币损失。另一种方案不是协定具体的CO₂浓度或温度水平，而是协定具体的长期行动，如技术的研发和推广目标—例如，“到2060年从能源业中消除碳排放”。这样的目标有一个好处，就是它可与具体的行动挂钩(一致性高，证据量充分)[13.3]。

另外一种方案是采取“对冲策略”，它是指关于全球排放的较短期的目标，但是它仍然可能实现一系列理想的长期目标。一旦短期目标达到，可以根据新的知识和不确定性程度的降低来决定下一步措施(一致性中等，证据量中等)。

参与

各国参与国际协议的程度从非常有限到非常广泛不等。参与国所采取的行动因行动的时间、行动的主体和行动的内容不同而异。参与“等级”相同的国家承担相同(或大体类似)类型的承诺。对参与国划分等级可以依据正式的定量或定性标准，也可以是“特定”标准。在主权原则下，各国可自行选择它们所属的等级(一致性高，证据量充分)[13.3]。

参与协议能够是固定不变的，也可随时间调整。在后一种情况下，国家可以从一个承诺等级向另一个“晋级”。晋级可以是通过了协议中规定的某些参数(或综合参数)的量化域值，诸如排放、累积排放、人均GDP、对增温的相对贡献或其它关于发展的衡量标准，如人类发展指数(HDI)(一致性高，证据量充分)[13.3]。

一些争辩认为国际协议只需要那些主要的排放国参与即可生效，因为前15个排放大国(包括算做其中之一的欧盟25国)占全球排放量的80%。另外一些人则主张那些负有历史责任的国家应该率先采取行动。还有一种观点认为技术发展是全球解决气候变化问题的关键因素，因此协议必须明确以附件一国家的技术发展为目标—这反过来又可以抵消非附件一国家的部分或全部排放。还有一些人建议气候机制不能仅考虑减缓，还应包括适应—更多的国家对气候变化是脆弱的，因此必须纳入协议中(一致性高，证据量充分)[13.3]。

体系的严格性：目标衔接、参与和时间设定

根据多数对公平性的解读，在低-中稳定水平上(450-550ppmCO₂当量)，发达国家作为一个群体需要到2020年大量减少它们的排放(比1990年的水平少10-40%)，并到2050年进一步降低排放水平(低于1990年水平的40-95%)。在大多数针对这些稳定水平的体系设计中，发展中国家需要在未来数十年内使它们的排放水平降至预估的基线排放水平以下(一致性高，证据量充分)。对大多数国家，对长期宏伟目标的选择将比减排体系的设计更为重要[13.3]。

全球总成本在很大程度上取决于基线情景、边际减缓成本的估算、假设的浓度稳定水平(另参阅第3和11章)和参与的水平(联合的规模)和程度(如何以及何时分配排放许可)。例如，如果某些主要的排放区域不立即参与减排，而减排的目标又不变，则参与地区的全球成本会增加(另参阅第3章)。区域减排成本取决于分配给各区域的排放许可，特别是时间的设定。但是假设的稳定水平和基线情景在确定区域成本过程中更为重要[11.4；13.3]。

承诺、时间表和行动

新文献中有相当大一部分内容指出并评估了一组不同的承诺方案。评估最多的一类承诺是确定《京都议定书》中为附件一国家设定的绝对减排总量。文献中最普遍一致的结论是：这类体系为参与国家确定了未来的排放水平(假设达到减排总量)。许多作者提出为实现减排总量，应利用各种‘灵活性’方式，通过排放交易和或基于项目的机制涵盖多种GHG气体、多个行业以及多个国家(一致性高，证据量充分)[13.3]。

虽然许多作者建议未来绝对减排总量适用于所有国家，但许多国家愈加担忧这种方式的严格性可能会不合理地制约经济增长。虽然没有找到各方达成共识的方法，文献提供了解决这个问题的多种可替代方案，包括‘动态目标’(义务随时间变化)和限制碳价(为某一特定水平上的达标成本设定上限—这种方案虽然限制了成本，也会导致超出环境目标)。这些方案的宗旨是既要保留国际排放交易的好处，又能给履约达标更大的灵活性(一致性高，证据量充分)。但是成本和实现排放水平的确定性之间存在权衡取舍[13.3]。

市场机制

如果广泛涵盖了各国和各行业，那么以国际市场为基础的途径能够为解决气候变化问题提供低成本高效益的方式。目前只形成了少数国内排放交易体系，欧盟的ETS是建立这种机制的最大尝试，许可分配给11,500个工厂，并被授权买卖其许可(一致性高，证据量充分)[13.2]。

尽管清洁发展机制正在迅速发展，但用于技术转让的资金流总量至今仍然很有限。政府、多边组织和私营公司筹集了近60亿美元碳资金用于减少碳的项目，主要通过CDM项目获得。通过CMD项目，

流向发展中国家的资金达到了每年数十亿美元。这要高于全球环境基金(GEF)提供的资金流量,与能源类的发展援助资金流量相当,但是资金规模比所有外国直接投资(FDI)资金流量少(一致性高,证据量充分)[13.3]。

许多人主张一个成功的气候变化协议应具备的一个关键要素是有能力刺激技术发展和转让-否则将很难实现显著规模的减排。向发展中国家的技术转让主要取决于是否能获得投资。创造条件以获取投资、掌握技术和国际技术协议很重要。技术转让机制之一是找到创新的途径来获取投资,以支付减缓和适应气候变化的累计成本。国际技术协议能够加强知识方面的基础设施(一致性高,证据量充分)[13.3]。

一些研究人员建议行业解决途径或许为后京都协议提供一个合适的框架。在这一体系下,可以设立具体的目标,从某些特定行业或产业着手,而且这些目标在政治上比较容易实现,具有全球均一性,且相对较易避免与其它行业的竞争。行业内的协议在具有更大的政策灵活性,而且更容易比较不同国家在同一行业的执行力度,但是其成本效益也许较低,这是因为在单一行业内部交易的成本注定比跨所有行业交易的成本要高(一致性高,证据量充分)[13.3]。

政策的协调/一致性

协调的政策和措施可代替或补充国际达成一致的减排目标。文献中探讨了许多可以达到这一目标的政策,包括税(诸如碳税或能源税)、交易协调/自由化、研发、行业政策和旨在改变外国直接投资的政策。在一项建议下,所有的参与国家—无论是工业化国家还是发展中国家—采用共同的税率征收国内的碳使用税,以取得成本效益。其它观点指出虽然在所有国家实行平等的碳价在经济上有效,但在当前税扭曲的背景下,它在政治上或许不可行(一致性高,证据量充分)[13.3]。

非气候政策及其与可持续发展的关联性

在国家和地方层面上采取的政策和措施与私营行业采取的行动,以及气候变化减缓和适应政策与其它方面的政策之间有相当大的相互作用。一些非气候的国家政策可能对GHG排放有重要的影响(见第12章)(一致性高,证据量充分)。关于未来国际协议的新研究可能侧重于认识气候政策、非气候政策和

可持续发展之间的关联性,以及如何加速现有技术和政策工具的采用[13.3]。

表TS.21概括了上述关于订立国际气候变化协议的各种方式,以及按引言中提出的标准执行。未来的国际协议如果达到这些标准,将会得到更强有力的支持(一致性高,证据量充分)[13.3]。

表TS.21： 对国际气候变化协议的评估^a[表13.3]

途径	环境成效	成本效益	满足分配方面的考虑	体制上的可行性
国家排放目标和国际排放交易（包括抵消）	取决于参与和达标的情况	随着参与方、所涉气体和行业减少，成本效益下降	取决于最初的分配情况	取决于编制排放清单和达标的能力。各种缺陷将削弱体系的稳定性
行业协议	并非所有行业都愿意服从此类协议，这限制了环境成效。成效取决于协议是否有约束力。	虽然在单个行业也许成本效益高，但由于缺乏跨行业的交易，总体成本会增加。在每个行业内的竞争减少	取决于参与情况。如果在全球层面上获得同等待遇，本行业内部的竞争会减轻	需要许多独立的决策和技术能力。每个行业或许需要跨国的机构对协议进行管理
协调的政策和措施	每项措施可能是有效的；排放水平或许不确定；成功取决于履约达标情况	取决于政策设计	协调范围可能会限制国内的灵活性；但可能增加公平性	取决于参与国家的数量；（在较小规模的国家集团内部比在全球层面更具可行性）
技术研发合作 ^b	取决于资金的情况、技术何时能开发出来，以及推广技术的政策	随研发风险程度变化，合作降低了各国承担的风险	知识产权方面的利害关系可能会否定合作的效益	需要许多独立的决策。取决于研究能力和是否有长期的资金
面向发展的行动	取决于国家政策和旨在创造协同作用的设计	取决于与其它发展目标形成协同作用的程度	取决于发展政策的分配影响	取决于国家政策和国家机构的目标是否以可持续发展为重点
财政机制	取决于资金情况	取决于国家和项目类型	取决于项目和国家的选择标准	取决于国家机构
能力建设	随时间变化，取决于关键量	取决于项目设计	取决于对接受对象的选择	取决于国家和体制架构

a) 本表仔细分析了每种途径实现其内部目标的能力——与实现全球环境目标无关。如果要实现这类目标，需要综合采用多种手段。并非每种方式都在文献中得到了同等的评估。表中单项要素的证据情况也不尽相同。

b) 研究、开发和示范。

14 知识上的空白

知识上的空白是指减缓气候变化的两个方面：

- 一方面增加数据收集、模拟和分析可以缩小知识上的空白，而由此增进的知识和经验可有助于在气候变化减缓措施和政策方面的决策；在某种程度上，本报告中关于不确定性的陈述体现了这些空白。
- 研究和开发可以改进减缓技术和/或降低其成本。这一重要的方面未在本节中讨论，但在相关的章节中作了探讨。

排放数据集和预估

尽管有一系列宽泛的数据来源和数据集成为本报告的基础，但是仍然缺乏准确而可靠的按行业 and 具体过程来分类的排放数据，特别是关于非CO₂的温室气体、有机碳或黑碳以及各种来源的CO₂，如：毁林、生物质腐烂和泥炭火灾。在关于未来温室气体排放的基本情景中，通常缺乏对非CO₂温室气体的一致性处理方法[第1和第3章]。

气候变化和其它政策之间的关联性

本报告的一个关键创新是对气候变化减缓评估与更广泛的发展选择之间采取综合的方法，如(可持续)发展政策对GHG排放水平的影响，反之亦然。

但是，仍然缺乏有关可持续发展与气候变化之间相互依靠性及相互作用幅度和方向的经验证据，缺乏减缓和适应与发展方面有关的关系，以及二者对公平性的影响。依然极少有文献结合考虑国家、市场和民间社会的作用，阐述减缓与可持续发展之间的关系，特别是如何发挥协同作用和减少权衡取舍。需要开展新的研究，以探索气候变化和国家及地方政策之间的关联性(包括但不限于能源安全、水、健康、空气污染、林业和农业)，这种关联性可能有助于找到政治上可行、经济上有吸引力和环境上有有益的结果。同时还可有助于阐明国家和区域能够采取的发展道路，这将把气候保护和发展问题挂钩。为能够跟踪进展的可持续发展纳入宏观指标可支持这类分析[第2、12和13章]。

成本和潜力研究

现有的关于减缓潜力和成本的研究在方法处理上存在差别，而且并非涵盖所有的行业、温室气体或国家。因为假设前提不同，例如在基线方面以及在潜力和成本定义方面的差异，因此可比性通常受到限制。此外，关于经济转型国家和大多数发展中国家的减缓成本、潜力和手段的研究数量比发达国家和所选择的(主要)发展中国家要少。

本报告对依据行业分析中自下而上的数据估算的成本和减缓潜力与综合模式得出的自上而下的成本和潜力数据作了比较。在行业层面上的匹配仍然有限，部分原因是自下而上的研究提供的数据缺乏或不完整，以及行业定义和基线假设方面存在差别。需要开展综合研究，将自上而下和自下而上的要素结合起来。

另外一个重要的空白是关于溢出效应(国内或行业内的减缓措施对其它国家或行业的影响)的知识上的空白。研究表明溢出效应的变化范围很大(到2010年实施《京都议定书》产生的泄漏效应²⁰在5%-20%之间)，但是缺乏经验基础。更多的经验研究将会非常有益[第11章]。

对未来减缓潜力和成本的认识不仅仅取决于预计的研发对技术效果特点的影响，还取决于研发对‘技术学习’、技术推广和转让的影响，在减缓研究中通常未考虑这些影响。有关技术变化对减缓成本影响的研究大都缺乏强有力的经验基础，并且研究结果常常相互矛盾。

减缓潜力的实现也许与其它活动产生竞争。例如，生物质的潜力大，但也许它与粮食生产、林业或自然保护之间需要做出权衡取舍。目前生物质潜力随时间能够发挥多大程度尚无清晰的认识。

总之，需要继续更好地认识采用气候减缓技术的速度与国家和区域气候和非气候政策、市场机制(投资、改变消费者的偏好)人类行为、技术发展、各生产系统的变化、贸易、金融和体制上的安排等之间的关系。

20. 碳泄漏是溢出效应的一个方面，它是指在采取了国内措施的国家之外增长的CO₂排放量除以这些国家的减排量。

附录1

术语表

编辑: **Aviel Verbruggen** (比利时)

注: 术语表中的条目(用**粗体字**标示)按题目排序; 一个主条目可含若干子条目, 也用**粗体字**标示, 例如: **最终能源**在能源条目下作出定义。一些定义改编自Cleveland C.J. 和 C. Morris, 2006: 《能源词典》, 埃尔塞维尔科学出版社, 阿姆斯特丹。本术语表附有一个缩写/缩略语表和一个化学化合物清单(附录2)

联合实施活动(AIJ)

联合履约的试点阶段, 如《联合国气候变化框架公约》第4.2(a)条所定义, 在该阶段允许在发达国家(及其公司)之间, 以及在发达国家与发展中国家(及其公司)之间开展项目活动。联合实施活动的意图是使《联合国气候变化框架公约》缔约方在联合实施项目中获得经验。在试点阶段中的联合实施活动并不产生任何(碳)信用额。仍需对联合实施活动项目的未来以及如何与各项京都机制挂钩作出决定。作为可交易许可的一种简单形式, 联合实施活动和其它市场方案成为刺激其它源流实现减排的潜在机制。另见‘**清洁发展机制**’和‘**排放交易**’。

汇的温室气体实际净清除

从某个造林或再造林项目的边界内各碳库的碳储量中可检验的变化之和, 减去由于实施该项目活动而产生的GHG排放增量。该术语衍生于清洁发展机制(CDM)造林和再造林方式和过程。

适应

指在针对实际的或预计的气候变化影响降低自然系统和人类系统的脆弱性。存在各种类型的适应, 如: 提前适应和被动适应、私人适应和公共适应、自治适应和有计划地适应。例如: 水位上涨的河流或海堤、用耐温和抗热性强的植物取代对温度敏感的植物等。

适应能力

某个国家或地区采取有效的适应措施所需的能力、资源和机构的总和。

额外性

在没有京都议定书有关条款定义的某项联合履约(JI)活动或某个清洁发展机制(CDM)项目活动的情况下可能出现任何减少源排放或通过各种汇增加碳清除的额外部分。可进一步拓展该定义, 以包括财政、投资、技术和环境的额外性。在**财政额外性**下, 项目活动的资金支持是现有的全球环境基金、附件一国家缔约方的其它财政承诺、官方开发援助和其它合作体系资金的额外部分。在**投资额外性**中, 减排单位/经认证的减排单位的价值须显著提高该项目活动的财政或商业可行性。在**技术额外性**中, 用于该项目活动的技术须是东道方在现有条件下的最佳技术。**环境额外性**是指由于开展了某个项目, 与某个基线相比, 温室气体减排后使环境的完整性提升。如果从销售排放许可中得到的激励有助于克服实施过程中的各种障碍, 某个项目活动则将

进一步增加。

气溶胶

空气中固态或液态颗粒物的聚集体, 通常大小在0.01 μm 至10 μm 之间, 能在大气中驻留至少几个小时。气溶胶有自然的和人为的两种来源。气溶胶可以通过几种途径对气候产生影响: 通过散射和吸收辐射产生直接影响; 通过在云形成过程中作为云凝结核或改变云的光学性质和生命期而产生间接影响。

造林

通过栽培、播种和/或通过人工推广天然树种源¹直接把过去至少50年期间没森林的土地转变成林地。另见**再造林**和**毁林**。

一致性

在本报告中, 经作者们评估后得出的有关科学文献相对趋同性的一致程度。

小岛屿国家联盟(AOSIS)

在第二次世界气候大会(1990年)上建立的联盟。AOSIS 包括那些对气候变化的不利后果(如: 海平面上升、珊瑚礁白化和热带风暴的频率和强度增加)尤为脆弱的小岛屿国家和位于低洼海岸带的发展中国家。大西洋、加勒比海、印度洋、地中海和太平洋地区超过35个国家参加的AOSIS在《联合国气候变化框架公约》进程中在环境和可持续发展问题上有共同的目标。

附属效益

针对某个目标(如: 气候变化减缓)的各项政策也许产生积极的附带影响, 如: 资源利用效率提高、与化石燃料使用相关的空气污染物排放减少、交通运输、农业、土地利用做法、就业和燃料安全得到改善等。当产生负面影响时, 则用**附属影响**表述。针对减少空气污染的各政策可把温室气体减缓视为一种附属效益, 但这种关系在本次评估中不予考虑。另见**共生效益**。

1. 关于森林及相关术语的讨论, 如: 造林、再造林和毁林(ARD), 见《IPCC土地利用、土地利用变化和林业特别报告》, 剑桥大学出版社, 2000。

人为排放

与人类活动相关的温室气体、温室气体的前体物质和气溶胶的排放。这些活动包括导致排放净增加的化石燃料的燃烧、毁林、土地利用变化、畜牧、使用化学肥料等。

附件一国家

《联合国气候变化框架公约》附件一(1998年修订)所包括的国家集团,其中含经济合作与发展组织中的所有国家和经济转型国家。根据公约第4.2(a)条和第4.2(b)条,附件一国家承诺在2000年之前单独或联合将温室气体排放控制在1990年的水平。由于未列入其中,其它国家则统称为非附件一国家。

附件二国家

《联合国气候变化框架公约》附件二所包括的国家集团,其中含经济合作与发展组织中的所有发达国家。根据公约第4.2(g)条,这些国家被期望对发展中国家提供财政援助,以帮助发展中国家履行义务,如:准备国家报告。附件二国家被期望促进环境无害化技术向发展中国家的转让。

附件B国家

《京都议定书》附件B所包括的国家集团,这些国家已就其温室气体排放的目标达成一致,其中包括除土耳其和白俄罗斯之外的所有附件一国家(1998年修订)。

分配量(AA)

根据《京都议定书》,分配量指经每个附件B国家同意的作为其第一承诺期(为期五年,2008-2012年)内排放上限的温室气体排放总量。分配量是该国家1990年温室气体排放总量乘以5(5年承诺期的排放量),然后再乘以《京都议定书》附件B中所列的并由该国同意的百分比(例如,欧盟为92%;美国为93%)。

分配量单位(AAU)

按全球变暖潜势计算,一个分配量单位等于1吨(公吨)CO₂当量的排放。

回止技术

估算减缓的模式通常对任意一项无碳技术(通常指发电)的特征作出描述,在模式的视野中未来出现的这种技术的供应量无限。这使模式能够探索某项通用技术的后果及其重要性,而不会在选择技术时陷入困境。这种“回止”技术或许是一项核技术、具有碳捕获和碳固化的化石燃料技术、太阳能或尚未想象出的某种技术。一般回止技术被假定为当前不存在的技术,或仅以较高成本(相对于常规的可替代品)才能实现的技术。

储蓄

根据《京都议定书》[第3(13)款],《联合国气候变化框架公约》附件一所列缔约方可保存其超出第一承诺期的分配量(AAU),以便达到各后续承诺期(2012年之后)的各自的最高限量。

障碍

在实现某个目标、适应或减缓潜力的过程中,通过一项政策、计划或措施能够克服或消弱的任何障碍。**清除障碍**包括直接纠正市场的失误或减少公共部门和私营行业的交易成本,例如,通过提高体制能力、降低风险和不确定性、金融市场交易以及加强法规政策的执行力度等手段。

基线

量的衡量基准,根据基准能够衡量某个替代结果的量,如:在干预情景的分析中,用一个无干预情景作为一个基准。

基准值

在评价一个组织的业绩过程中作为一个基线或基准的一个可衡量的变量。基准值可根据内部经验、其它组织的基准值或根据法律要求划定的基准值,基准值通常用于衡量随时间的业绩变化。

利益转让

通常在一个地理区域中,而不是在最初开展研究的区域内,从一项特定分析转化为另一项决策的具有货币价值的应用。

生化需氧量(BOD)

在污水有机物和无机物的生物化学氧化过程中微生物(细菌)的耗氧量。

生物覆盖层

位于填埋场上面的在甲烷氧化成CO₂过程中具有生物活性的覆盖层。

生物过滤器

利用生物材料进行过滤的过滤器或化学处理污染物,如甲烷氧化后生成CO₂。

生物多样性

所有来源的生物种类,尤其包括地表、海洋和其它水生生态系统及其生态复合体的生物种类;它包括物种内的多样性、物种之间的多样性和生态系统的多样性。

生物能

从生物质中获取的能源。

生物燃料

从植物或动物有机物中生产的任何液态、气态或固态燃料。例如:大豆油、从糖发酵后分离出的酒精、造纸流程中的黑液、用作燃料的木头等。**第二代生物燃料**指通过化学或生物过程从木质纤维素生物质中获取的乙醇和生物柴油等产品。

生物方案

减缓气候变化的生物方案涉及以下三种策略中的一个或一个以上:保护-保护一个现有的碳库,从而防止CO₂排入大气;固化-扩大现有碳库的面积,从而从大气中吸收CO₂;替代-用生物质替代化石燃料或能源密集型产品,从而减少CO₂排放。

生物量

给定面积中或某个特定物种的生物质量总和，通常用于表示。有机物由生物组成，或从生物中提取（特别是当被视为能源时），但不包括泥炭。生物质包括从这类材料中提取的产品、副产品和废弃物。**纤维素生物质**指从纤维素（植物和树的主要结构成份）中提取的生物质。

黑碳

大气中由煤烟、木炭和/或可能吸收光线的耐火有机物质组成的颗粒物。在业务上根据光线吸收量、化学反应和/或热力稳定性对黑碳作出定义。

自下而上模型

通过综合各具体活动和过程的特征而反映现实的模型，该模型同时考虑了技术、工程和成本的细节。另见**自上而下模型**。

气泡政策

减轻污染的政策手段，它是针对多个排放点的政策，因这些排放点好像被包括在一个想象中的气泡中，故取名气泡政策。《京都议定书》第4条允许一个国家集团（如欧盟）通过在一个‘气泡政策’下将它们总排放进行累计并共同分担各自的份额，以共同实现附录B所列出的目标。

碳捕获和封存(CCS)

将CO₂从工业源和与能源项关的源中分离，输送到封存地并与大气长期隔离的过程。

碳循环

一系列诸如光合作用、呼吸作用、分解和海水交换的过程，通过这些过程，碳在各类库（如：大气、有机生物、土壤和海洋等）中不断循环。

二氧化碳(CO₂)

CO₂是一种可以自然生成的气体，也是化石燃料或生物质燃烧、土地使用变化和工业过程产生的副产品。它是影响地球辐射平衡的主要人为温室气体。它是度量其它温室气体的参考气体，因此其全球增暖潜力指数为1。

二氧化碳肥化

由于大气中CO₂浓度的增加而导致植物生长加强。某些种类的植物比其它植物对大气二氧化碳浓度的变化更加敏感，这取决于植物的光合作用机制。

碳强度

单位GDP的CO₂排放量。

碳泄漏

附录B国家的部分减排量可能被不受约束国家的高于其基线的排放增加部分所抵消。这种情况可能通过以下方式发生：(1)不受约束区域的能源密集型生产的迁移；(2)由于对石油和天然气的需求下滑而引发国际油气价格下降，从而造成这些区域的化石燃料消费上升；以及(3)良好的商贸环境带来的收入变化（因而能源需求发生变化）。泄漏还指与GHG有关的

GHG减排或CO₂固化项目活动的效应，这些效应发生在项目界限之外，而且能够予以衡量并能够归因于这项活动。在多数情况下，泄漏被认为与最初的活动相反。但是，也许有这样一些情况，归因于该项目区之外的某个活动的效应导致了GHG减排。这通常称之为溢出效应。虽然，经检验，（负的）泄漏可导致减排被低估，但是并非在所有情况下都完全归于正的溢出效应。

碳库

碳库：地面生物量、地下生物量、垃圾、枯木和土壤有机碳。如果CDM项目的参与者提供透明的并经过核实的信息，证明无论选择何种库都不会增加预计的人为GHG的净清除量（通过汇），那么他们可选择不算一个或多个碳库。

碳价

如果向大气排放一吨CO₂，必须向（某个公共当局）支付多少费用（作为一个税率或在某个排放许可交易市场上）。在各模式和本报告中，碳价指为避免一个额外的CO₂当量排放单位所付出的社会成本。在一些模式中，碳价按一个额外的CO₂排放单位的影子价格表示。在其它的模式中，碳价按碳的税率表示，或用排放许可量表示。本报告中，碳价被用作经济减缓潜力评估中的一个边际减排成本的截止税率。

最高限额

作为排放上限的强制性限额。《京都议定书》强制要求附录B国家在规定的框架内人为温室气体排放的封顶限额。例如，到2008-2012年，欧盟必须将六种温室气体的CO₂当量排放降至比1990年低8%的排放水平。

能力建设

在气候变化背景下，能力建设是指提高发展中国家和经济转型国家的技术技能和机构运转能力，以使这些国家参与气候变化的适应、减缓和研究的所有方面，并参与京都机制的实施等。

CCS-预备

如果希望快速部署CCS，可通过以下方式设计新的电厂并将其置于‘CCS-预备’状态：为碳捕获设备预留空间；当加上碳捕获功能时，设计成最优性能的机组；而且电厂选在能够通向碳封存库的位置。

经认证的减排单位(CER)

通过清洁发展机制项目减少或固化等于1公吨CO₂当量的排放（用全球变暖潜势计算）。为了体现造林和再造林项目活动潜在的无业绩情况，COP-9决定使用人为温室气体净清除临时证书。另见**减排单位**。

化学需氧量(COD)

水中有机化合物完全氧化所需的氧气量，它被用作衡量自然水和污水中有机物污染物的一个单位。

氯氟碳化物(CFC)

1987年《蒙特利尔议定书》限制的温室气体，它被

用于电冰箱、空调、包装、绝缘、溶剂或气溶胶喷雾剂。由于未在低层大气中毁灭，因此CFC漂入高层大气并在一定条件下分解成臭氧。这类气体正在被其它化合物所取代，其中包括《京都议定书》限制的温室气体氢氯氟碳化物和氢氟碳化物。

清洁发展机制(CDM)

《京都议定书》第12条作了定义，清洁发展机制欲达到两个目标：(1)协助未列入附件一的缔约方实现可持续发展并为实现《公约》的最终目标做出贡献；(2)协助附件一列出的缔约方实现其量化的减排和减排的承诺。由非附件一国家承担的、旨在限制或减少温室气体排放量的清洁发展项目出具的经认证的减排单位，一旦得到缔约方大会/缔约方会议指定的运作实体的认证，便能够作为附录B缔约方的投资者(政府或工业)的减排量进行累计。经认证的项目活动产生的收入的一部分可用于行政管理支出，也可用于帮助那些极易受气候变化不利影响的发展中国家缔约方满足适应成本。

气候变化(CC)

气候变化指气候状态的变化，而这种变化可以通过其特征的平均值和/或变率的变化予以判别(如利用统计检验)，这种变化还将持续一段时期，通常为几十年或更长的时间。气候变化的原因可能由于自然的内部过程或外部强迫，或由于大气成分和土地利用中持续的人为变化。注意UNFCCC第一条将“气候变化”定义为“在可比时期内所观测到的在自然气候变率之外的直接或间接归因于人类活动改变全球大气成分所导致的气候变化”。因此，UNFCCC对可归因于人类活动改变大气成分后的“气候变化”与可归因于自然原因的“气候变率”作出了明确的区分。

气候反馈

气候系统中各种过程之间的一种相互作用机制。当一个初始过程触发了另一个过程的变化，而这种变化反过来又对初始过程产生影响，这样的相互作用被称为气候反馈。正反馈使初始过程增强，负反馈则使之减弱。正气候反馈的例子：在初始过程中温度升高，导致北极冰雪融化，从而引起太阳辐射的反射减弱，这就造成温度升高。负反馈的例子：如果温度升高，则云量(厚度或范围)增加，这能够减少入射的太阳辐射并因而限制温度的上升。

气候敏感性

在IPCC报告中，平衡气候敏感性指在大气中CO₂当量浓度翻倍之后全球平均地表温度年平均值的平衡变化。由于计算的限制，平衡气候敏感性的评估费用很高并常常遇到阻碍。

有效气候敏感性是一个通过避免平衡要求来围绕计算问题的相关度量。根据模式输出结果对气候敏感性进行评估，检验其演变过程中的非平衡条件。它是衡量某个特定时间反馈强度的方法，它也许随历史强迫过程和气候状态变化。气候敏感性参数指随着辐射强迫(K/W/m²)的单位变化而发生的年平均全球地表温度的平衡变化。

瞬变气候响应指按20年以上周期进行平均，以大气二氧化碳含量翻倍的时间为中心得到的全球地表温度的变化，即：用全球耦合气候模式进行试验，以每年1%为单位，在第70年上二氧化碳化合物的增加量。该方法用来衡量地表温度响应温室气体强迫的强度和速度。

气候阈值

大气中温室气体浓度达到某一点而触发显著的气候或环境事件。这些事件(如珊瑚普遍白化或海洋环流系统崩溃)被视为是无法改变的。

CO₂当量浓度

像二氧化碳和其它温室气体的混合体那样，会引起相同的辐射强迫量的二氧化碳浓度。

CO₂当量排放

如同充分混合的温室气体或充分混合的温室气体混合体的排放量，可引起相同辐射强迫的CO₂排放量。它们都分别乘以各自的全球变暖潜势，以考虑它们在大气中滞留的不同时间。

共生效益

由于各种原因同时实施各项政策所产生的效益，同时承认大多数针对温室气体减缓而制定的政策也都有其它同等重要的理由(如：与发展、可持续性和公平性相关的目标)。共同影响这个术语的含义更广泛，既表示正面的效益，也表示负面的后果。另见**附属效益**。

热电联产

利用热电厂排出的余热。热电厂余热(如：蒸汽机冷凝产生的热量或从燃气轮机排出的烟道热气)用于工业、建筑物或分区供暖。其同义词为：**热电联合生产(CHP)**

联合循环燃气轮机(CCGT)

将发电的两个过程结合起来的发电厂。首先，将气体燃料或轻燃料油注入必定产生热烟道气体(>800°C)的燃气轮机。其次，将这些从气体回收的热量进行额外的点火，就成为产生蒸汽并驱动蒸汽轮机的源泉。涡轮机带动不同的交流发电机旋转。当燃料为煤或生物质气化反应堆排出的合成气时，它就变成一个综合性CCGT。

履约

履约是指各个国家是否遵守协议的条款以及遵守的程度。履约取决于各项法令政策的实施，并取决于是否有政策的后续措施。履约是行动方履行各项义务所达到的程度，而行动方的行为是为了实现协议、政府部门、企业、组织机构或个体所制定的目标。另见**实施**。

缔约方大会(COP)

UNFCCC的最高机构，由拥有选举权并已批准或加入公约的国家组成。第一次缔约方大会(COP-1)在柏林(1995年)举行；第二次大会在日内瓦举行(1996年)；第三次大会在京都举行(1997年)；第四次大会在布宜诺斯艾利斯举行(1998年)；第五次大

会在波恩举行(1999年);第六次大会在海牙/波恩举行(2000年、2001年);第七次大会在马拉喀什举行(2001年);第八次大会在德里举行(2002年);第九次大会在米兰举行(2003年);第十次大会在布宜诺斯艾利斯举行(2004年);第十一次大会在蒙特利尔举行(2005年);第十二次大会在内罗毕举行(2006年)。另见缔约方会议(MOP)。

意愿调查评估法(CVM)

CVM是一种以货币(支付意愿)和非货币(贡献时间、资源等意愿)方式对人们所赋予的价值作出定量评估的方法。它是一种估算生态系统和环境服务经济价值的直接方法。根据一个假设的情景和对环境服务的描述,调查人们是否愿意为获得某项具体环境服务付费,或者是否愿意从取消该项服务中获得补偿。另见**价值**。

成本

资源消耗(如劳动时间、资本、材料、燃料等)属一项行动的后果。在经济学上,所有资源按**机会成本**体现其价值,这是最有价值的资源替代利用的价值。成本的定义有多种并取决于影响其价值的各种假设。

成本类型包括:与一个项目或计划相关的规划、管理、监督、审计、会计、报告、文书活动等的**行政成本**;由于气候变化的负面影响,对生态、经济和人造成的损失**损失成本**;现有规章制度不断改变、能力建设、信息、培训教育等为落实一项政策所产生的**实施成本**;由个人、公司或其它私营实体开展行动所承担的**私人成本**,其中**社会成本**另外包括为环境和整个社会支出的外部成本。

成本可表示为总的、平均(单位、具体量),是总数除以成本估算项目的单位数,而**边际成本**或**增量成本**是最后一个增加的单位成本。

本报告所采用的视角是:**项目层面**考虑一项“独立”活动,假设它不会超出活动本身之外对市场和价格(供求)产生重大间接经济影响。活动可以是具体技术设备、基础设施、需求方规则、信息工作、技术标准等的实施。**技术层面**考虑一项具体的温室气体减排技术,通常在不同的项目和行业中有几种用途。技术文献涉及这些项目和行业的技术特点,尤其是具有随着技术的推广和成熟而体现学习曲线的证据。**行业层面**考虑在一个“局部均衡”背景下的各项行业政策,并且假定其它行业和宏观经济变量已给定。政策可包括与价格、税收、交易、融资、具体大型投资项目和需求方调控相关的各种经济手段。**宏观经济层面**考虑政策对所有行业和市场实际收入和产出、就业和经济福利的影响。这类政策包括各种经济政策,如:税收、补贴、货币政策、具体投资方案、以及技术和创新政策。成本的反面是效益,而且两者往往被一并考虑。

成本-效益分析

以货币形式衡量与某一行行动有关的所有负面和正面影响。按成本效益差和/或成本效益比进行比较,作为一项指标,从社会角度观察,某一投资或其它政

策努力如何产生回报。

成本-效果分析

是一种特殊情况的成本效益分析,其中一揽子项目的全部成本都按既定政策目标进行评估。在情况下的政策目标代表项目的效益,并对所有其它的影响按成本或负成本(共生效益)进行衡量。例如,政策目标可以是一个特定的温室气体减排目标。

计入期

CDM计入期是指一个项目活动能够产生GHG减排或得到CO₂清除证书的时间期限。在一定条件下,计入期最多可延长两次。

毁林

将林地转换成非林地的自然或人为过程。见造林和再造林。

需求方管理(DSM)

影响商品和/或服务需求的政策和方案。在能源行业,DSM旨在减少电力和能源需求。DSM有助于减少温室气体排放。

去物质化

通过具有生态效益的生产或工业生态流程等,使经济活动脱离物质-能源吞吐的过程,同时使单位经济活动的环境影响出现下降。

押金返还制度

当获取某个商品时支付押金或费(税),并当实施了某项特定的行动(主要是将商品交付给某一特定的地点)时收到退款或回扣。

荒漠化

在干旱、半干旱地区及半湿润偏旱区因各种因素,其中包括气候变化和人类活动导致的土地退化。联合国防治荒漠化公约把土地退化定义为:干旱、半干旱地区、及半湿润偏旱地区、雨养耕地、灌溉耕地、或牧场、草地、森林以及林地等复合体减少或失去生物或经济生产力,这是由于土地利用或由于一个过程或综合过程所致,其中包括人类活动和居住模式引起的过程,诸如:风蚀或水蚀造成的土壤流失;土壤的物理、化学、生物或经济特性恶化;以及天然植被的长期丧失。

植被破坏

这是指在某一地表类型中植被密度的丧失。

发展路径

基于一系列技术、经济、社会、体制、文化和生物物理特性的演进,这些特性决定了人类系统和自然系统之间的相互作用,其中包括在一个特定尺度上所有国家的生产和消费模式。**可替代的发展路径**指不同但可能的发展轨迹,延续当前的趋势仅仅是许多路径之一。

贴现

是一种数学计算方法,可使在不同时间(几年)点上收入或支出的货币(或其它)量具有时间上的可比性。计算者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。在**描述性贴现方法**中,某个人接受了人们(储户和投资者)实际用于其日常决策的贴现率(**私人贴现率**)。在**规范性(伦理或规范)贴现方法**中,从社会角度确定一个贴现率,如基于一种对后代利益的道德判断(**社会贴现率**)。

分区供暖

在占地密集地区(区、市或工业区,如德国的鲁尔和萨尔),靠中央供暖站向楼宇和产业输送取暖热水(旧系统采用蒸汽)。绝热双管网络的功能就像一个楼内的中央水暖系统。中央热源能够通过余热回收用于工业流程、废弃物焚烧厂、热电联产电厂或燃烧化石燃料或生物质的各单体锅炉。

双重红利

创收手段,如碳税或碳排放许可的拍卖(交易),在多大程度上能够(1)限制或减少GHG排放和(2)通过经济收益良性循环,减少其它可能造成扭曲的税收,从而部分抵消气候政策带来的潜在福利损失。在存在非自愿失业的世界中,所采取的气候变化政策也许对就业产生影响(正面或负面的‘第三次分红’)。只有存在收入循环效应,就会出现**弱双重红利**。即:通过降低扭曲的边际税率实现收益循环。**强双重红利**要求(有效益的)收入循环效应不仅抵消一次成本,并在此情况下,减排净成本为负数。另见**互动效应**。

转型经济体(EIT)

经济从计划经济体制向市场经济转变的国家。

规模经济

一项活动得到推广后,其单位成本下降(如:生产更多的单位)。

生态系统

一个由多种相互作用的生物及其自然环境组成的系统。称之为生态系统的边界存在某种任意性,这取决于关注或研究的重点。因此,生态系统的范围可从非常小的空间尺度开始,最终可遍及整个地球。

直接/间接排放

直接排放或“排放点”的定义是能源链中出现的排放点,并归因于该能源链中的这个点,该点无论是一个行业,还是一项技术或活动。例如:燃煤电厂的排放均视为是能源供应行业的直接排放。**间接排放**或“划给终端使用行业”的排放是指终端使用行业的能源利用,并按与终端使用能源的上游生产相关的排放记账。例如:一些与发电相关的排放可归因于与建筑行业用电相对应的建筑行业。

排放系数

排放因子是指单位活动、产出或投入的排放比率。例如:某化石燃料电厂发电时CO₂排放系数为0.765kg/kWh。

排放许可

排放许可政府分配给一个法人实体(公司或其它排放单位)的允许排放规定量物质的一种不可转让的但可交易的权利。一项**交易性许可**是一种经济政策手段,根据许可,排污权(在此指某个温室气体排放量)能够通过自由的或监控的许可市场进行交易。

排放配额

在最高总排放的框架下,从允许排放总量中分配给一个国家或国家集团的排放份额。

减排单位(ERU)

因一个联合履约(定义见《京都议定书》第六条)项目而减少或固化等于一公吨CO₂当量排放量,另见**经认证的减排单位和排放交易**。

排放标准

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

排放交易

一个以市场方法达到各项环境目标。它允许那些将GHG排放量减至低于最高限额的各方利用或交易剩余的减排量,以抵消一国境内或境外另一个源的排放。一般而言,交易可以发生于公司之间、国内和国际层面。IPCC第二次评估报告采用的惯例是国内交易体系使用许可,而国际交易体系使用配额。根据《京都议定书》第17条,排放交易是一个可交易配额的体系,该体系基于按《京都议定书》附件B所列的减排和限排承诺计算出的分配额。

排放轨迹

排放轨迹是对未来排放路径的预估,或观测到的排放型态。

能源

已交付的做工量或热量。能源分为多种类型,并且当能源从一个地方流到另一个地方或从一种类型转化成另一种类型时,对于达到人类的目的很有用。一次能源(也称作能源)是自然资源(如煤、原油、天然气、铀)中的能量,这类能源未经过任何人为转换。它通过清洁(天然气)、精炼(石油产品中的油)过程,或通过转换为电或热而变成**二次能源**。当二次能源交付给终端使用设施时,称为**最终能源**(如:墙壁插座处的电),即成为**可用能源**(如:照明)。每天,太阳供应大量的能量:如:雨、风、照射等。部分能源是储存在生物质或河流中,可供人类开发利用。有些能源可直接使用,如:日光、通风或环境热量。**可再生能源**是从持续或反复的能量中获取的,它存在于自然环境中,并包括非碳技术,如:太阳能、水力、风能、潮汐、海浪和地热,以及碳中性技术,如:生物质。**物化能源**是用于生产某种材料物质(如金属加工或建筑材料)的能源,同时考虑到用在制造设备的能源(零阶)、用于生产制造设备使用的材料的能源(一阶)等。

能源效率

一个系统、转换过程或活动的有用能源产出与能源投入之比。

能源强度

能源利用与经济产出之比。在国家层面,能源强度是国内一次能源使用总量或最终能源使用与国内生产总值之比。另见**具体能源利用**。

能源安全

某一国家或整个国际社会为维持足够的能源供应所必须采取的各种安全措施。

能源服务公司(ESCO)

该公司负责向终端用户提供能源服务，保证实现节能，其薪酬直接与上述行为挂钩，该公司还资助或协助为能源系统的运行获取融资，并负责在融资期内对节能情况继续发挥监控作用。

环境效果

一项措施、政策或手段产生决心实现的、决定性的或理想的环境效果的程度。

环境可持续技术

那些污染少，以更可持续的方式利用资源，回收其更多废弃物和产品，处理剩余废弃物的方式比其所替代的技术更令人接受的技术。这类技术也更符合国家确定的社会经济、文化和环境重点。

证据

表示一种信念或主张是否真实有效的信息或迹象。在本报告中，证据程度体现主要作者的研究结果所依据的科学/技术信息量。

外部效应/外部成本/外部效益

任何活动主体未全面考虑自己的行为对其他人的生产和消费可能造成影响的人类活动所产生的外部效应，虽然不存在对这种影响的补偿。当影响为负面时，外部成本也是如此。当影响为正面时，则统称为外部效益。

上网电价

公共事业单位或供电部门须向非公共事业的产电者输电或可再生电力上网支付的每度电的价格。公共电力部门负责规范电价。

火炬

在油井或钻塔、在精炼厂或化工厂以及在填埋场，通过烟囱露天燃烧废气和挥发性液体。

预报

从已建立的物理、技术、经济、社会、行为等模式中获得预估结果。

森林

根据《京都议定书》的定义，森林是最小面积为0.05-1.0公顷的土地上超过10-30%的面积被树木覆盖，而这些树木长成时其树冠(或同等位置)的实地最低高度为2-5米。森林可由多层树木和林下植被覆盖率高的茂密林组成，或由开阔林组成。天然幼林和所有人造林尚未达到10-30%的郁闭度或2-5米的高度，而这些林木应该是林区的一部分，由于人类活动如采木或自然原因等而暂不按碳林储备计算，但是这些林区有望恢复成森林。另见**造林**、**再造林**和**毁林**。

化石燃料

由碳化石沉积形成的碳基燃料，包括煤、石油和天然气。

搭便车

从公益事业中获益但却没有为其创立或维护出力的人。

燃料电池

燃料电池以直接和持续的方式通过控制氢气或另一种燃料与氧气发生电化学反应而产生电力。氢气作为燃料只排放水和热量(无CO₂)，而热量能够被利用(见**热电联产**)。

燃料转换

一般而言，用燃料A替代燃料B。在气候变化的讨论中，它意味着燃料A比燃料B含碳量低，如用天然气替代煤。

全成本定价

确定商品和服务的最终价格，以包括投入的私人成本及其生产和使用产生的外部成本。

G77/中国.见**77国集团和中国**。

大气海洋环流(气候)模式(GCM)

气候系统的数值表述，它是建立在气候系统各部分的物理学、化学和生物学特征及其相互作用和反馈过程的基础上，以解释已知的全部或部分特征。气候系统可用不同复杂程度的模式进行描述。即：对于任何一个分量或分量组合，能够用模式的格点层进行识别，但在某些方面有区别，如：空间分布的数量，其所代表的物理、化学或生物过程；或者经验参数的经验评估水平。耦合的大气/海洋/海冰环流模式则给出了气候系统的一个综合表述，并存在向活性化学和生物学复杂模式发展的趋势。

一般均衡分析

一般均衡分析同时考虑一个导致市场出清的经济体中所有市场和这些市场之间的反馈效应。另见**市场平衡**。

地质工程

利用技术手段直接干预地球的能量平衡，稳定气候系统，以减少全球变暖。

全球环境基金(GEF)

全球环境基金(GEF)创建于1991年，其宗旨是帮助发展中国家建立保护全球环境的基金项目和计划。GEF为有关生物多样性、气候变化、国际水资源、土地退化、臭氧层、和持久性有机污染物的项目提供资金支持。

全球变暖

全球变暖是指由于人为排放造成的辐射强迫的后果之一，观测到的或预估的全球表面温度呈逐渐上升的趋势。

全球变暖潜势(GWP)

基于充分混合的温室气体辐射特征的一个指数，用于衡量相对于二氧化碳的，在所选定时间内进行积分得出的当前大气中某个给定的充分混合温室气体单位质量的辐射强迫潜力。全球变暖潜势代表不同

时间长度内这些气体在大气中的综合影响及其吸收外逸热红外辐射的相对效果。《京都议定书》正是基于100年以上的时间框架内涌动排放的全球变暖潜势。

绿色会计

试图将一套广义的社会福利衡量标准纳入宏观经济学的研究，涵盖如社会、环境和发展为导向的政策方面。绿色会计包括试图通过从国家产品中减去由污染物引起的经济损失来计算‘绿色国家产品’的货币价值，以及包括可量化的非货币污染、损耗和其它数据的会计系统。

温室效应

温室气体有效地吸收地球表面、大气本身相同气体和云所发射的红外辐射。大气辐射向所有方向发射，包括向下方的地球表面的散射。温室气体则将热量捕获于地面——对流层系统内。这被称为“自然温室效应”。

大气中的热红外线辐射与其散射高度上的温度强烈耦合。在对流层中，温度一般随高度的增加而降低。从某一高度射向太空的红外辐射一般产生于平均温度在-19℃的高度，并与入射的太阳净辐射实现平衡，从而使地球表面的温度能保持在平均14℃。

温室气体浓度的增加导致大气对红外辐射不透明度增加，从而引起在温度较低、高度较高处向空间发射有效辐射。这就造成了一种辐射强迫，而这种强迫辐射最终导致温室效应加强，这就是所谓的**增强的温室效应**。

温室气体(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、大气和云所射出的红外辐射谱段特定波长辐射的气体成分。该特性导致温室效应。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温室气体。此外，大气中还有许多完全由人为因素产生的温室气体，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》将六氟化硫、氢氟碳化物和全氟化碳定为温室气体。

国内生产总值(GDP)

以买方价格计算的一个国家或地理区域在给定时间段内，通常为一年其全部居民或非居民生产者增加的总累计值，加上全部税收，并减去不包括在产品价值内的任何补贴。计算时不扣除生产资产的贬值和自然资源的损耗和退化。

国民生产总值(GNP)

国民生产总值(GNP)是衡量一个国家收入的标准。它衡量由居民产生的和国内和国外的增加值。GNP包括国内生产总值加上非居民基本收入的净收入。

世界生产总值

综合各国国内生产总值而得到世界生产值之和。

77国集团和中国(G77/中国)

最初是77个，现在超过130个发展中国家，在《联

合国气候变化框架公约》中作为一个主要的谈判集团。G77/中国也是指《联合国气候变化框架公约》的非附件一国家。

管理

在近十几年，为响应社会、经济和技术变化，政府的管理方式发生了变化。已有从民族国家严格定义的政府向更具包容性的管理概念的相应转变，同时既承认各级(全球、国际、区域、当地)政府的贡献，也承认私营部门、非政府机构以及民间团体的作用。

热空气

根据1997年《京都议定书》的条款，附件B中国家排放目标用相对于1990年度的排放量表示。对于前苏联和东欧的国家，由于与气候变化减缓活动无关的原因，该目标已经被证明高于他们目前和预计的排放量。特别是俄罗斯和乌克兰相对于其预测的排放量预计在2008-2012年将有相当大的超额排放量。这些允许的排放有时统称为热空气，因为尽管它们能够在《京都议定书》的灵活机制下进行交易，但它们不是减缓活动引起的。

混合动力车辆

采用两种动力的任何车辆，特别是内燃发动机和电动机相结合的车辆。

氢氟碳化物(HFC)

《京都议定书》控制的六种温室气体之一。商业上生产该物质用作氯氟碳化物的替代品。HFC主要用于电冰箱和半导体生产。它们的全球变暖潜势范围是1,300-11,700。

实施

实施是指为了履行条约中的承诺而采取的行动，并涵盖法律实施阶段和有效实施阶段。**法律实施**是指法令或法规、司法裁决，包括政府为将国际准则体现在国家法律和政策中而采取的其它行动，如为管理过程所付出的努力。有效实施需要能够引发目标群体在行为和决策上发生变化的政策和计划。目标群体随后采取减缓和适应的**有效措施**。

(需求的)收入弹性

对商品和服务需求量的百分比变化与收入百分比变化之间的比率。对于大多数的商品和服务而言，当收入增长时需求上升，使得收入为正弹性。当弹性小于1时，商品和服务均称为必需品。

工业生态学

某一特殊工业与其环境之间的关系。通常是指有意识地规划工业流程，以使其负面外部效应最小化(如热量和材料的串联)。

惯性

在气候变化减缓背景下，惯性是指由于社会中预先存在的条件(例如人造物质资本，自然资本和社会非物质资本，包括体制、规章和规范)而给变化带来的难度。在社会中锁定现有的结构使变化的发生更加困难。

综合评估

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交互作用结合起来，以评价环境变化的状态和后果以及应对的政策。

建筑综合设计过程(IDP)

优化建筑的设计方向和形状，并提供高性能的包层，从而使供暖和制冷负荷最小化。被动式热转换控制、通风和采光技术能进一步降低能源负荷。大小适当并经妥善控制的、高效率机械系统能够满足其余的负荷。IDP要求一个涉及从建筑用户到设备供应商所有主要利益攸关方参与的一个反复的设计过程，在新建筑的能源利用方面能够实现30-75%的节能或不需要额外的投资成本。

智能控制

在本报告中，‘智能控制’的概念是指将信息技术应用于建筑，以控制供暖、通风、空调以及有效用电。这要求有效地监测各种参数，如温度、对流、湿度等，并具备适当的控制计量(‘智能计量’)。

互动效应

气候变化政策措施与现有的国内税收制度相互作用的结果，既包括增加成本的税收互动作用，也包括减少成本、循环收益的效应。前者体现了温室气体政策通过对实际工资和实际资本收益的影响，而对劳动力和资本市场产生的影响。通过限制允许的温室气体排放可提高碳的价格，生产成本和产出的价格也随之上升，因此减少了劳动力和资本的实际收益。随着提高政府收益政策的出台，并随着碳税和拍卖许可证的推行，收益能够产生良性循环，以减少现行的某些扭曲的税种。另见**双重红利**。

政府间组织(IGO)

由政府组成的组织。例如世界银行、经济与合作与发展组织(OECD)、国际民用航空组织(ICAO)、政府间气候变化专门委员会(IPCC)以及其它联合国和区域组织。气候公约允许这些政府间组织参与谈判会议。

国际能源机构(IEA)

创建于1974年，它与经济合作与发展组织有紧密的联系，使经济合作与发展组织的成员国采取联合措施应对石油供应方面出现的紧急情况，共享能源信息，协调能源政策，并在发展合理的能源利用计划过程中开展合作。

联合履约(JI)

在《京都议定书》第6条规定的基于市场的履约机制，该机制允许附件一国家或这些国家的企业共同实施限制或减少排放、或增加碳汇的项目，共享排放量减少单位。在《联合国气候变化框架公约》第4.2(a)条中也允许开展JI活动。另见**共同实施的活动和京都机制**。

京都机制(也称灵活机制)

基于市场原则的经济机制，《京都议定书》的缔约方能够利用该机制试图减少温室气体减排给经济带

来的潜在影响。这些机制包括**联合履约**(第6条)、**清洁发展机制**(第12条)和**排放交易**(第17条)。

京都议定书

《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)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之外的在法律上具有约束力的各项承诺。议定书附件B中所列国家同意减少人为温室气体(二氧化碳、甲烷、氧化亚氮、氢氟碳化物、全氟化碳和六氟化硫)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。

填埋

指固体废弃物的填埋地点，废弃物通常埋在地下，堆放在地上或高于地表层。仅限于采用覆盖材料的、可控制的废弃物放置以及对液体和气体进行管理的工程化填埋场地。不包括不可控制的废弃物处置。

土地利用

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)。对土地的管理是出于社会和经济目的(如放牧、木材开采和保护)。当如森林转变成农业用地或市区时，土地利用便发生了变化。

跳跃

是指发展中国家跨越中间技术，直接跳跃到先进的清洁技术。跳跃能使发展中国家向低排放发展轨道转移。

边干边学

当研究者和企业通过扩大生产熟悉一种新技术流程或获得经验，他们能够发现改进流程和降低成本的方法。边干边学是一种以经验为基础的技术变革。

平准化成本价格

项目产出的独特价格，该价格使收入(利润)的现值等项目生命期中各项成本的现值。另见**贴现**和**现值**。

可能性

发生某个事件、出现后果或结果的可能性，可按概率进行估算，在IPCC本报告中用一个标准术语表述可能性：

不确定事件发生/结果的特殊概率，或一个概率区间	表述为：	表述
>99%		几乎确定
>90%		很可能
>66%		可能
33 to 66%		或许可能
<33%		不可能
<10%		很不可能
<1%		几乎不可能

锁定效应

由于各种因素，如投资成本、有关的基础设施建设、互补技术的使用以及相关社会和体制习惯和结

构等，占市场很大份额的技术继续被使用。

低碳技术

一种技术在其生命周期内产生的CO₂当量排放低于其它技术方案的排放量。另见**环境可持续技术**。

宏观经济成本

这些成本通常按国内生产总值的变化或按国内生产总值的增长变化、或按福利损失或消费量进行计算。

边际成本定价

商品和服务的定价，其价格等于每多生产一个单位的商品或服务而带来的额外成本。经济理论指出这种定价方法在最优经济体系中实现了社会福利的最大化。

市场障碍

在气候变化减缓的背景下，市场障碍是限制或阻碍具有成本效益的可减缓二氧化碳排放的技术或做法的推广。

市场监管

除其它手段外，利用价格机制(如税、拍卖可交易许可量)的监管方法来减少温室气体排放。

市场扭曲和不完善

在实际中，市场总是出现扭曲和不完善，如缺乏信息、扭曲的价格信号、缺乏竞争、和/或体制上监管失败、界定产权不充分、引起扭曲的财政系统以及有限的金融市场。

市场平衡

一个平衡点，在该点上商品和服务需求等于供给；通常按价格水平进行描述，在竞争性市场中予以确定，并实现市场‘出清’。

市场汇率(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，并所有外汇交易市场的汇率变化很小。对于一些发展中的经济体，官方汇率与黑市的汇率也许差价较大，因此市场汇率难以确切掌握。

材料效率方案

在本报告中，通过减少某种产品或服务所需的材料量来减少温室气体排放的方案。

措施

措施是减少温室气体排放或效应，使其低于未来预期的水平而采用的技术、流程和做法。措施的例子包括可再生资源技术、废弃物最小化流程以及公共交通做法等。另见**政策**。

甲烷(CH₄)

甲烷是《京都议定书》要求减缓的六种温室气体之一。它是天然气的主要成分并与碳氢燃料、畜牧业和农业相关。**煤层甲烷**是一种存在于煤层中的气体。

甲烷回收

例如从油井或天然气井、煤层、泥炭、天然气输送

管道、垃圾填埋场或厌氧沼气池排放的甲烷，经捕获后再作为燃料利用或用于某些其它经济目的(如化学原料)。

京都议定书缔约方会议(MOP)

自从《京都议定书》于2005年2月16日生效之日起，《联合国气候变化框架公约》的缔约方大会也作为《京都议定书》的最高权力机构——缔约方会议(MOP)。只限《京都议定书》的缔约方参与讨论和作出决定。

千年发展目标(MDG)

在2000年联合国千年峰会上达成的一系列有时间限制的和可衡量的目标，包括消除贫困、饥饿、疾病、文盲、歧视妇女以及环境退化等问题。

减缓

旨在减少源排放和单位产出排放的技术变化和替代。虽然若干社会、经济和技术政策可产生减排，但就气候变化而言，减缓则意味着实施有关减少温室气体排放并增加汇的各项政策。

减缓能力

这是一个国家减少人为温室气体排放或加强自然汇的能力，这方面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、体制、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道路。

蒙特利尔议定书

1987年在蒙特利尔达成的关于消耗臭氧层的物质的蒙特利尔议定书，随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)。该议定书控制破坏平流层臭氧的含氯和溴的化学物质的消费量和产量，如氯氟碳化物、甲基氯仿、四氯化碳和许多其它物质。

多属性分析

在一个量化分析中，综合不同的决策参数和价值，但所有参数均不赋予货币价值。多属性分析能够结合定量和定性信息。

多气体

在实现减排(**多气体减排**)或在实现浓度稳定(**多气体浓度稳定**)过程中，除考虑CO₂二氧化碳外，还考虑其它温室气体(甲烷、氧化亚氮和氟化气体)。

国家行动计划

由缔约方向缔约方大会提交的各项计划，计划概括了他们为限制人为温室气体排放而采取的步骤。国家必须提交这些计划作为加入《联合国气候变化框架公约》的一个条件，随后必须定期向COP通报其进展情况。国家行动计划是国家通信的一部分，其中包括国家温室气体源和汇的清单。

汇的人为温室气体净清除量

对于CDM造林和再造林项目，‘汇的人为温室气体净清除量’等于汇的实际温室气体净清除量减去汇的基

准温室气体清除量，再减去泄漏量。

氧化亚氮(N₂O)

它是《京都议定书》限制的六种温室气体之一。

非附件一国家/缔约方

已批准的或已加入《联合国气候变化框架公约》的国家，但不包括附件一中所列的国家。

非附件B国家/缔约方

未包括在《京都议定书》附件B中的国家。

无悔政策(方案/潜力)

这种政策会产生净社会效益，无论是否发生与人为温室气体排放相关的气候变化。温室气体减排的**无悔方案**是指这样一些方案，其效益(如：降低的能源成本和减少的局地/区域污染物排放)等于或大于社会成本，但不包括避免气候变化所产生的效益。

规范性分析

在经济分析中对各项政策的理想程度所作出的判断。结论倚赖于价值判断、事实和理论。

油砂和油页岩

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。

机会

缩小任何技术或做法的市场潜力与经济潜力或技术潜力之间差距的环境。

臭氧(O₃)

含三个氧原子的氧(O₃)，臭氧是一种气态的大气成份。在对流层中，它既能自然产生，也能在人类活动中通过气体光化学反应产生。对流层臭氧是一种温室气体。在平流层中，通过太阳的紫外辐射与氧分子(O₂)相互作用产生。平流层臭氧对于平流层辐射平衡具有决定性作用。其浓度在臭氧层最高。

帕累托标准

一项用以检验是否能够提高某个人的福利而不损害社会中其他人福利的标准。当某个人的福利得到改善而社会中其他人的福利却没有下降时，则出现**帕累托改善**。在给定的特定收入分配下，当某个人福利的增加必将减少社会中其余人的福利时，则达到帕累托最优。不同的收入分配导致不同的帕累托最优。

被动式太阳能设计

能够使一个建筑通过非机械方式利用太阳能采暖、制冷、照明的结构设计和建筑技术。

全氟化碳(PFC)

《京都议定书》管制的六种温室气体之一。它是炼铝和铀浓缩的副产品。同时它也在半导体生产中替代氯氟碳化合物。PFC的全球变暖潜势为6500-9200。

政策

在《联合国气候变化框架公约》中，政府采取或强

制推行的各项政策，通常与本国的或其它国家的商业和工业结合起来，以加快减缓和适应措施。例如碳税或能源税、机动车的燃料效率标准等政策。**公共和协调一致的政策**或**和谐的政策**指缔约方联合采取的政策。另见**措施**。

组合分析

针对以不同风险和清偿债务为特点的资产和政策组合所开展的分析。围绕收益和风险变率建立一个目标函数，最终导致建立一个选择具有最高预期收益组合的决策规则。

消费后的废弃物

消费活动产生的废弃物，如：包装材料、纸张、玻璃、水果和蔬菜的剩余物等。

潜力

在气候变化背景下，潜力是指随着时间的推移能够实现，但尚未实现的减缓量或适应量。已确定的潜力水平：市场、经济、技术和物理潜力。

- **市场潜力**是指在预测的市场条件下预计出现的温室气体的减缓量，其中包括当时已出台的政策和措施。市场潜力基于私人单位成本和贴现率，因为它们出现在基准年并预计在没有任何其它政策和措施出台的情况下将发生变化。
- **经济潜力**在大多数研究中被当作GHG减缓量，而减缓在某个给定的碳价水平上具有成本效益，并建立在社会成本定价和贴现率的基础上，包括节能，但不具备大多数外部效应。在理论上，当在评估各种特定碳价水平(因受到减缓政策的影响)的方案过程中，市场社会成本和效益中纳入非市场成本和效益时，以及当采用社会贴现率而未采用私人贴现率时，经济潜力则被定义为具有成本效益的GHG减缓潜力。这包括各种外部效应，即：非市场成本和效益，如环境共生效益。
- **技术潜力**是指通过实施一项经过示范的技术或做法能够实现温室气体减排或提高能效的量。虽然没有明确提及成本，但采用‘实际制约’却考虑了隐含的经济因素。
- **物理潜力**是指理论(热力学)潜力，在实际中，有时减缓上限有相当大的不确定性。

审慎防御原则

《联合国气候变化框架公约》第三条中的一项规定，该条规定缔约方应该采取审慎的措施来预料、防止气候变化的成因并使之最小化并减缓气候变化的负面影响。只要存在严重的威胁或不可逆转的破坏，则不能因缺乏全面的科学确定性而作为推迟采取这类措施的理由，同时考虑应对气候变化的各项政策和措施应当具有成本效益，以便确保以最低成本实现全球效益。

前体物质

大气中的化合物，它本身并不是温室气体或气溶胶，但它能通过参与调节温室气体或气溶胶的产生或毁灭的物理或化学过程，从而对温室气体或气溶

胶的浓度产生影响。

工业化之前

18世纪末和19世纪工业革命之前的时代，此后利用化石燃料的机械化开始增加。

现值

当在不同时间段(几年)拥有某个货币量时，其价值发生变化。为了使不同时间的货币量具有可比性并可累计，将某个日期设定为‘现在’。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。**净现值**是收入(收益)现值与各项成本现值之差。另见**贴现**。

需求的价格弹性

一种商品或服务的需求量百分比变化与该商品或服务价格百分比变化的比率。当弹性绝对值在0-1之间时，需求称为无弹性需求；当弹性绝对值大于1时，需求称为弹性需求。

‘初级市场’和‘二级市场’交易

在商品和金融交易中，买家和卖家直接交易构成了‘初级市场’，而通过交易机构完成买卖为‘二级市场’。

生产边界

利用现有的各项投入(自然资源、劳动力、资本、信息)所获得的最大产出。

公共部门能效倡导计划

政府采购和购买高效产品和服务。政府机构对一系列能源消耗设施和服务负有责任，如：政府办公大楼，学校和医疗设施。政府通常是一个国家最大的能源消耗者，也是最大的使用能源设备的买家。当各级政府作为市场的倡导者而采取行之有效的行动时，则产生间接的有益影响。首先，政府的购买力能够产生或扩大对高效产品和服务的需求。其次，政府节能行动的形象能为其他人竖立榜样。

等价购买力(PPP)

一种货币的购买力，它表示在本国用一个给定的货币量能够购买一揽子商品和服务的能力。能够根据货币购买力而不是按照当前的汇率作国际比较，如比较各个国家国内生产总值。PPP估值有降低工业化国家的人均国内生产总值，而提高发展中国家的人均国内生产总值的倾向。(PPP也是谁污染谁付费原则的缩略语。)

辐射强迫

由于气候系统内部变化或如二氧化碳浓度或太阳辐射的变化等外部强迫引起的对流层顶垂直方向上的净辐照度变化(用每平方米瓦表示： Wm^{-2})。

反弹效应

在实施高效率技术和做法之后，部分节余又被更密集消费或其它消费所抵消，例如：提高汽车发动机效率的提高降低每公里的行驶成本，因而鼓励更多驾驶次数或鼓励购买动力更强的汽车。

再造林

在原本是森林但被变成非森林的土地上，通过植树、播种和/或人类推广自然种源等方式，再由人类将非林地直接转变为林地。在《京都议定书》的第一个承诺期内，再造林活动仅局限于那些在1989年12月31日前没有森林的土地。另见**造林**和**毁林**。

库

除大气以外的气候系统的一个组成部分。库具有储存、积累或释放所关注的物质(如碳，是温室气体或温室气体的前体物质)的能力。海洋、土壤和森林是碳库的一些例子。在特定时间内，库中包含的某种关注物质的绝对量称为**储量**。另见**碳库**。

安全着陆法。见**可容忍窗口法**。

情景

对未来如何发展的一种合理的、常常是简化了的描述，它基于连贯的且内部一致的关于重要驱动力(如技术变化的速度、价格)和关系的一组假设。情景既不是预测也不是预报，但对于提供一种有关发展和行动的看法是有用的。

固化

在陆地或海洋库中的碳储存。**生物固化**包括通过土地利用变化、造林、再造林以及加强农业土壤碳吸收的做法直接清除大气中的 CO_2 。

影子定价法

不按照或不完全按照市场或行政规定，而是按照其社会边际价值制定商品和服务的价格。这种方法用于成本效益分析。

汇

从大气中清除温室气体、气溶胶 或它们前体物质的任何过程、活动或机制。

智能计量。见**智能控制**。

碳的社会成本(SCC)

当今多排放一吨碳触发的影响所带来的年净损失之和按贴现率计算并实现货币化(作为碳价，以美元/吨 CO_2 为单位)。根据经济理论用法，用碳的社会成本制定一个经济上最优的碳价，在此碳价上，减缓的相关边际成本等于减缓的边际效益。

减缓的社会单位成本

为了以低于温室气体排放基线的减排形式达到一个特定的减缓水平(**经济潜力**)所需的以美元/吨 CO_2 和美元/吨碳当量为单位的碳价(受减缓政策和采用社会贴现率的影响)。减排通常是与某项政策目标相关，例如作为排放交易方案中排放量的最高限额或作为大气温室气体浓度的某个给定的稳定水平。

源

源主要是指向大气中释放一种温室气体、气溶胶或某个温室气体的前体物质的任何过程、活动和机制。源还可以指能源。

具体能源利用

用于生产一个单位材料、产品和服务所使用的能源。

溢出效应

一个国内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，并且包括对交易、碳泄漏、创新转让、环境无害技术的推广和其它问题的影响。

稳定性

使大气中一种或多种温室气体浓度(如CO₂)或一揽子温室气体的CO₂当量保持不变。稳定分析或各种情景主要针对大气中温室气体浓度的稳定性。

标准

强制推行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**制定了所涉及产品或技术的基本要求。这些标准强行减少与产品生产和/或使用及技术应用有关的温室气体排放。

情节

对一个情景(或情景族)的叙述性描述，以突出情景的主要特征和关键驱动力与演变动力之间的关系。

结构变化

例如，在国内生产总值结构中工业、农业和服务业所占的相对经济份额的变化；或在广义上，任何由于组成部分被其它部分替代或潜在取代而造成的系统转变也可称为结构变化。

补贴

为实施政府希望鼓励的做法，政府直接支付给某个私营实体的款项，或减免税收。通过减少那些因增加排放而产生温室气体效应的现有补贴，例如对化石燃料利用的补贴，或给减排增汇(如隔热建筑或植树)的活动提供补贴，以激励温室气体减排。

六氟化硫(SF₆)

《京都议定书》控制的六种温室气体之一。它作为高压设备的绝缘体或有助于生产电缆冷却系统和半导体设备，被广泛应用于重工业生产。它的全球变暖潜势为23,900。

补充性

《京都议定书》指出排放交易和联合履约活动是对发达国家采取减少其温室气体排放的国内政策(如：能源税，能效标准)的补充。根据一些拟议的有关补充性的定义(如：一个具体的使用水平的上限)，可限制发达国家利用京都机制来实现其减排目标。这是一个有待各缔约方进一步协商和澄清的事宜。

可持续发展(SD)

可持续发展的概念是在世界自然保护战略(国际自然和自然资源保护联盟，1980年)中提出的，它源于一个可持续社会的理念和对可再生能源的管理。在1987年的世界经济发展大会和1992年的里约大会上通过，作为一个变化的过程，在这一过程中资源开

发、投资方向、科技开发走向以及体制变革均实现和谐，并提高当前和未来满足人类需求和愿望的潜力。可持续发展融合了政治、社会、经济和环境因素。

目标和时间表

目标是按设定的期限或时间表(如2008年到2012年)，从基准时间起达到温室气体减排的特定百分比(如：低于1990年排放水平)。根据《京都议定书》，欧盟同意在2008年-2012年承诺期内将其温室气体排放减至比1990年的水平低8%。这些目标和时间表是一个国家或地区在某个给定的时期内能够排放温室气体总量的最高限额。

税

碳税的征收对象是化石燃料中的碳。由于所有的化石燃料中的碳最终作为CO₂排放，因此碳税相当于对每个CO₂当量单位征收的**排放税**。**能源税**，即征收的燃料能源含量税，该税可减少对能源的需求，进而减少使用化石燃料所产生的CO₂排放。**生态税**是影响人类行为(尤其是经济行为)，使之走向生态良性循环的道路。

国际碳税/排放税/能源税是某个国际机构针对各参与国中特定的源所征收的税。税收由该国际机构或参与国分配或按规定使用。**协调税**使各参与国有义务按公共税率对相同的源征税，因为按不同税率跨国征税将失去成本效益。**税收减免**是一种减税手段，以便刺激购买某种特定产品或为其投资，如减少温室气体排放的技术。**碳费**与碳税相同。另见**互动效应**。

技术变化

通常被视为技术改进，如用一个给定的资源量能够提供更多更好的商品和服务(生产因素)。经济模式将其分为自主技术变化(外生)、内生技术变化和引发的技术变化。

自主(外生)技术变化是从模式外部强加的变化，通常具有影响能源需求或世界产出增长的时间趋势。**内生技术变化**是指模式内部的经济活动结果，即：技术选择已包括在模式内并影响模式需求和/或经济增长。**引发的技术变化**是指内生技术变化但增加了政策和措施引导的进一步变化，如碳税引发的研发工作。

技术

实际应用知识，通过技术手段(硬件、仪器)和(社会)信息(‘软件’，生产技能和制造物)完成各项特定的任务。

技术转让

在各利益攸关方之间知识、硬件和相关软件、货币和商品的交换，它可导致适应或减缓技术的推广。该术语包括国家之间和国家内部的技术推广和技术合作。

可容忍窗口法(TWA)

这种方法试图确定一套包括所有的保护气候的战略，同时即与(1)已建立的长期保护气候的目标兼

容，又与(2)减排负担的规范限制相符。这类限制可包括对全球平均温度变化幅度和速率的限制、对削弱温盐环流的限制、对生态系统损失的限制以及对所选定的气候损害、适应成本和减缓行动带来的经济利益损失的限制。对于给定的一套限制，即便有一个解决方案，可容忍窗口法勾勒出一个符合排放路径的排放通道。另见**安全着陆法**。

自上而下模型

运用宏观经济理论、经济学和优化技术综合各种经济变量的模型。通过利用有关消费、价格、收入和要素成本等历史数据的分析，自上而下模型用于评估对商品和服务的最终需求和主要行业的供给，如：能源、交通、农业和工业等。一些自上而下模型融入了技术数据，因此缩小与**自下而上模型**的差距。

微量气体

大气中较少的成分，仅次于占总容量99%的氮气和氧气。对温室效应做出贡献的最重要的微量气体包括二氧化碳、臭氧、甲烷、氧化亚氮、全氟碳化物、氯氟碳化物、氢氯氟碳化物、六氟化硫和水蒸气。

可交易许可。见**排放许可**。

可交易配额体系。见**排放交易**。

不确定性

对于某一未知变量(如未来气候系统的状态)的表述。不确定性可源于对已知或可知事物的信息的缺乏或认识不统一。主要来源有许多，如从数据的量化误差到概念或术语定义的含糊，或对人类行为的不确定预估。对不确定性可作定量表述(如不同模式计算所得到的一个变化范围)或作定性表述(如专家小组的判断)。另见**可能性**。

联合国气候变化框架公约(UNFCCC)

该公约于1992年5月9日在纽约通过，并于1992年在里约热内卢召开的地球峰会议上，由150多个国家以及欧共体共同签订。其宗旨是“将大气中温室气体浓度稳定在一个水平上，使气候系统免受危险的人为干涉”。公约包括所有缔约方的承诺。在该公约下，附件一中的缔约方致力于在2000年前将未受蒙特利尔议定书限制的温室气体排放恢复到1990年的水平。该公约1994年3月生效。

增值

所有产出之和减去中间投入之后某个行业或某项活动的净产出。

价值

基于个人偏好的价值、需要或效用。大多数社会科学学科使用几种价值的定义。关于自然和环境，内在价值和工具价值之间是有区别的，后者是人赋予的价值。在工具价值中，有一类尚不明确的不同价值，如(直接和间接)利用、选择、保护、机缘、馈赠、存在等。

主流经济学把任何资源的总价值定义为所有利用这

些资源的不同个体价值之和。作为估算成本的基础，经济价值可按个体为获得资源而支付的意愿或按个体出让资源而接受支付的意愿进行衡量。另见**意愿调查评估法**。

自愿行动

非正式计划，自我承诺和声明，其中参与行动的各方(公司个体或公司集团)制定他们各自的目标，通常自行监督并报告目标的落实情况。

自愿协议

政府与一个或多个私人团体之间达成的协议，以实现超出遵守监管义务之外的各项环境目标或提高环境绩效。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。