

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

---

## 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, Ritu 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CO<sub>2</sub>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)<sup>1</sup>

- 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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O、HFC、PFC和SF<sub>6</sub>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CO<sub>2</sub>当量)<sup>2</sup>(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,CO<sub>2</sub>的排放增加了大约80%(在1990年-2004年间增加了28%),在2004年,CO<sub>2</sub>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<sup>3</sup>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)<sup>4</sup>的直接排放增长了40%<sup>5</sup>。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CO<sub>2</sub>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)<sup>6</sup>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》<sup>7</sup>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<sup>8</sup>和可持续发展的政策已经在某些行业和

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(CO<sub>2</sub>-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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O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)、氢氟碳化物(HCFC)、甲基氯仿(CH<sub>3</sub>CCl<sub>3</sub>)、四氯化碳(CCL<sub>4</sub>)和甲基溴(CH<sub>3</sub>Br)。

8. 能源安全指能源供应安全。

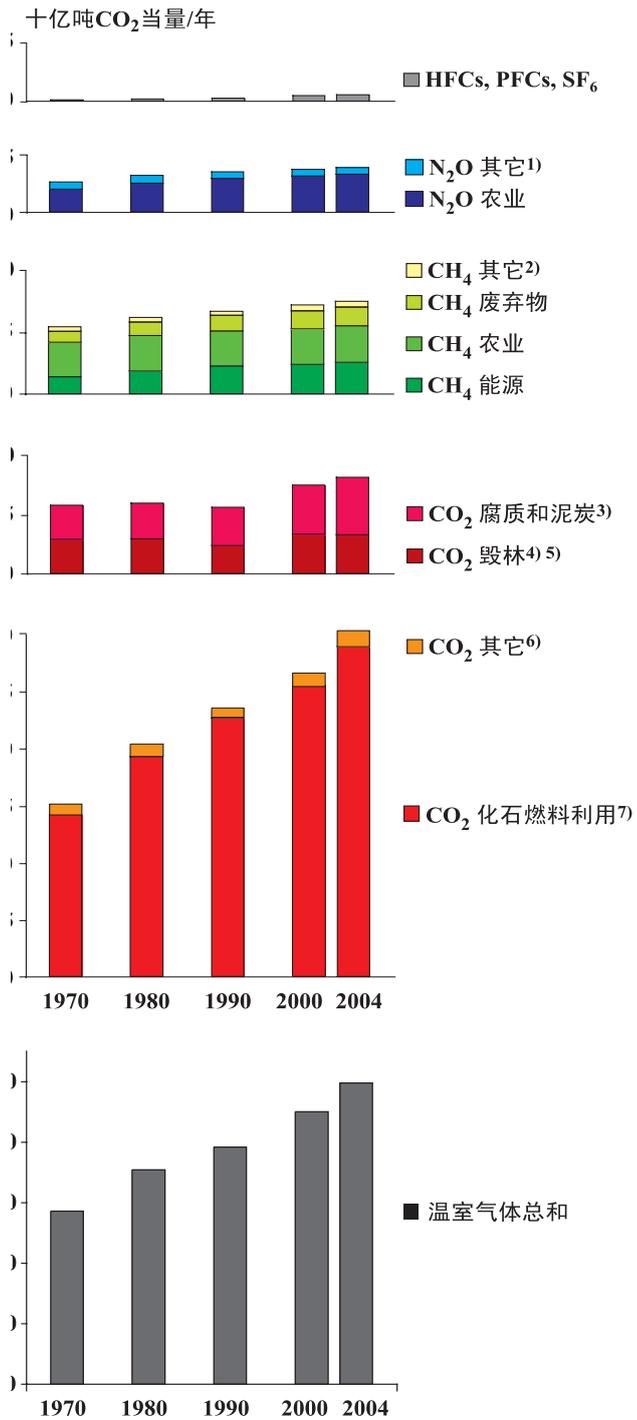


图 SPM 1: 1970-2004年期间按全球变暖潜势 (GWP) 加权平均的全球温室气体排放量。用1996年IPCC第二次评估报告 (SAR) 的100年GWP将温室气体排放转换为CO<sub>2</sub>当量。(参阅UNFCCC报告指南)。包括来自所有源的CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O、HFCs、PFCs和SF<sub>6</sub>。

显示两类CO<sub>2</sub>排放, 分别表示能源生产和利用产生的CO<sub>2</sub>排放 (倒数第二) 和土地利用变化产生的CO<sub>2</sub>排放 (倒数第三) [图1.1a]。

注释:

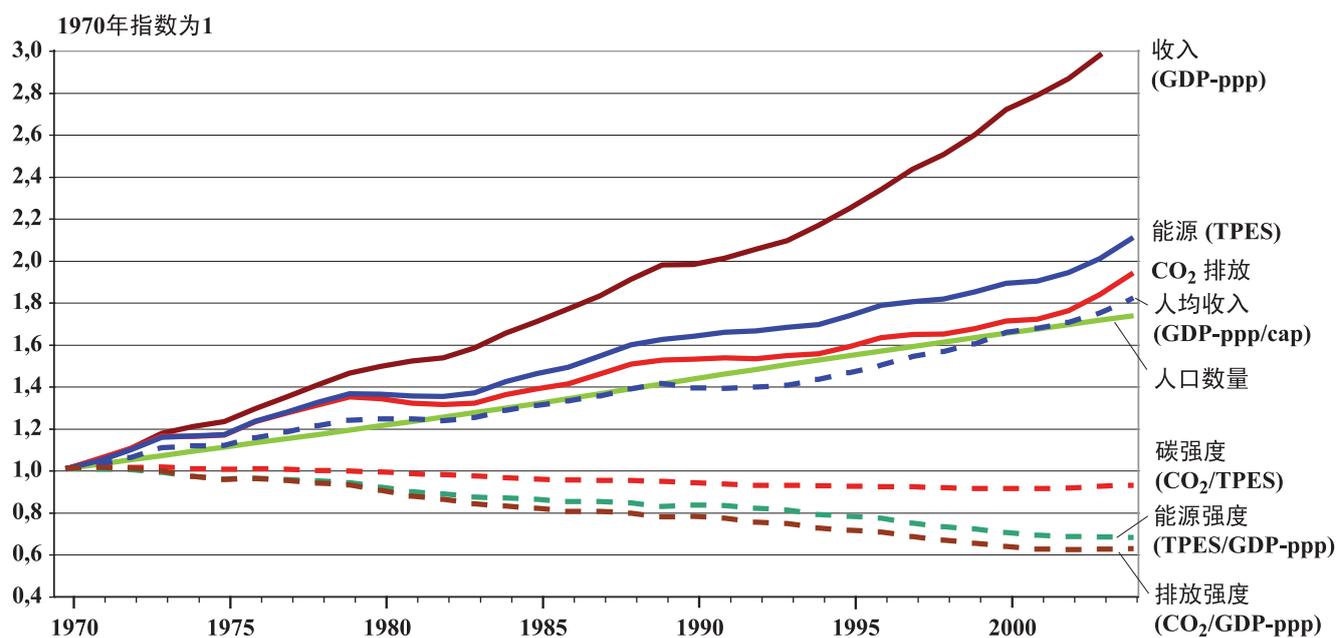
1. 其它N<sub>2</sub>O包括工业流程、毁林/草原大火、污水和废弃物焚烧
2. 其它指工业过程和草原燃烧产生的CH<sub>4</sub>。
3. 生物能源生产和利用中排放的CO<sub>2</sub>。
4. 伐木和毁林后残留的地表生物质的腐烂 (分解) 过程产生的CO<sub>2</sub>排放以及泥炭燃烧和干泥炭土壤腐化过程产生的CO<sub>2</sub>。
5. 以及占总量10%的传统生物质燃烧 (假定90%源自可持续性生物质生产过程)。用10%的燃烧后的生物质碳作为木炭进行订正。
6. 根据全球林木火灾排放数据库的卫星资料求出的1997-2002年期间大范围森林和灌木生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]。

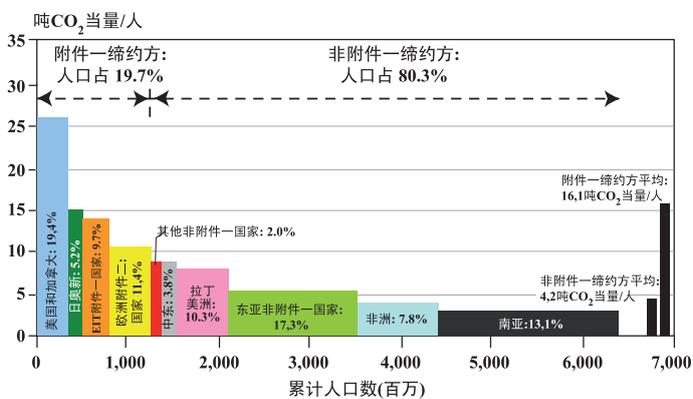
3. 沿续现行的气候减缓政策和相关的可持续发展做法, 未来几十年全球温室气体排放将继续增加。(一致性高, 证据量充分)

- 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CO<sub>2</sub>当量至367亿吨CO<sub>2</sub>当量(25-90%)<sup>9)</sup>(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CO<sub>2</sub>排放量将在这一期间增加40-110%。预估在能源CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>排放(2.8-5.1 吨CO<sub>2</sub>/人均)在可持续性方面仍处在低于附件一区域

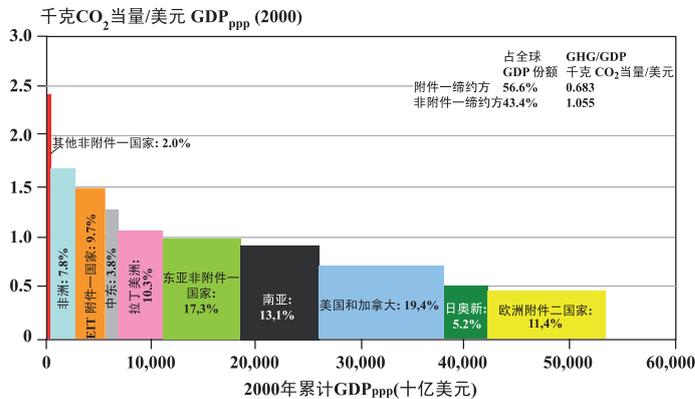
9 在本报告中假设的SRES 2000 GHG排放为398亿吨CO<sub>2</sub>当量, 即: 低于2000年EDGAR数据库报告的排放量 (450亿吨CO<sub>2</sub>当量)。这主要是由于各LULUCF排放之间存在差异。



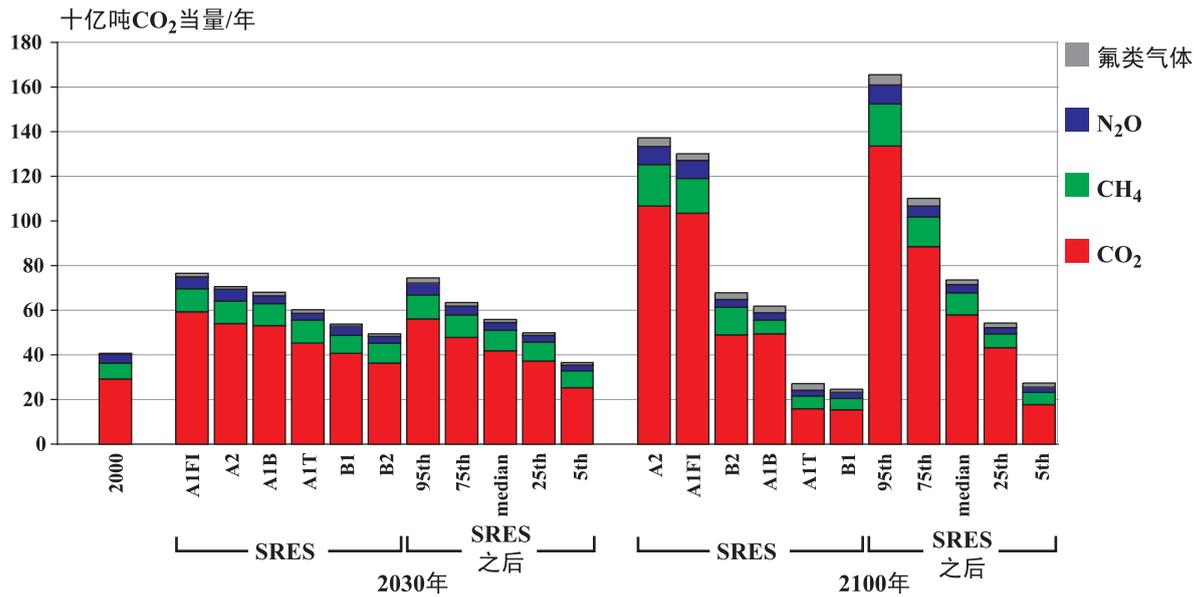
图SPM2:1970-2004期间按等价购买力(GDPppp)估算的国内总产值、一次能源总供应量 (TPES)、CO<sub>2</sub>排放(源自燃料的燃烧、油气田天然气火炬以及水泥生产过程)以及人口(Pop)。此外,虚线表示人均收入(GDPppp/Pop)、能源强度(TPES/GDPppp)、能源供应的碳强度(CO<sub>2</sub>/TPES)和经济生产过程中的排放强度(CO<sub>2</sub>/GDPppp) [图1.5]



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95百分位)。氟类气体包括HFCs, PFCs和SF<sub>6</sub> [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CO<sub>2</sub>/人均)。根据SRES情景,预估附件一国家的经济的人均CO<sub>2</sub>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SRES<sup>10</sup>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CO<sub>2</sub>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<sup>11</sup>,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<sup>12</sup>。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<sub>PPP</sub>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情景族进一步细分为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<sup>13</sup>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<sup>14</sup>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的启用，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。在采用这些方法的模式中，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CO<sub>2</sub>当量。[11.3]：

- 研究结果表明具备净负成本<sup>15</sup>的减缓机遇具有减排潜力：到2030年减排潜力大约为60亿吨CO<sub>2</sub>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]。

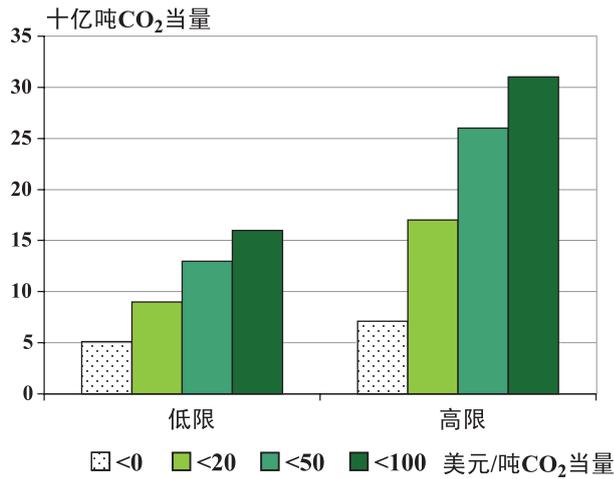
表SPM 1: 根据自下而上的研究估算的2030年全球经济减缓潜力。

碳价 (美元/吨CO <sub>2</sub> 当量)	经济潜力 (十亿吨CO <sub>2</sub> 当量/年)	相对于SRES A1 B 的减排 (680亿吨CO <sub>2</sub> 当量/年) (%)	相对于SRES B2 的减排 (490亿吨CO <sub>2</sub> 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

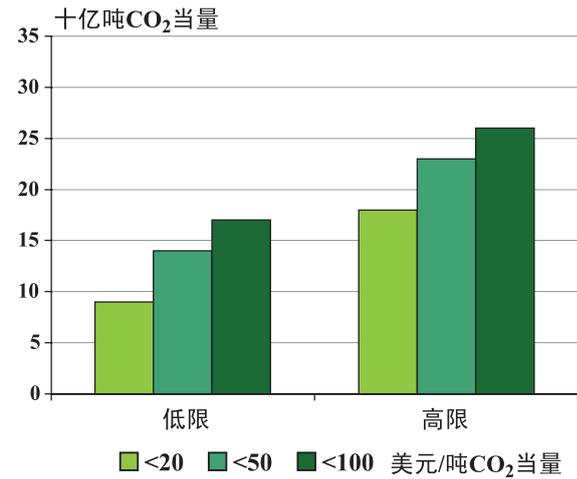
表SPM.2: 根据自上而下的研究估算的2030年全球经济减缓潜力。

碳价 (美元/吨CO <sub>2</sub> 当量)	经济潜力 (十亿吨CO <sub>2</sub> 当量/年)	相对于SRES A1 B 的减排 (680亿吨CO <sub>2</sub> 当量/年) (%)	相对于 SRES B2 的减排 (490亿吨CO <sub>2</sub> 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）。



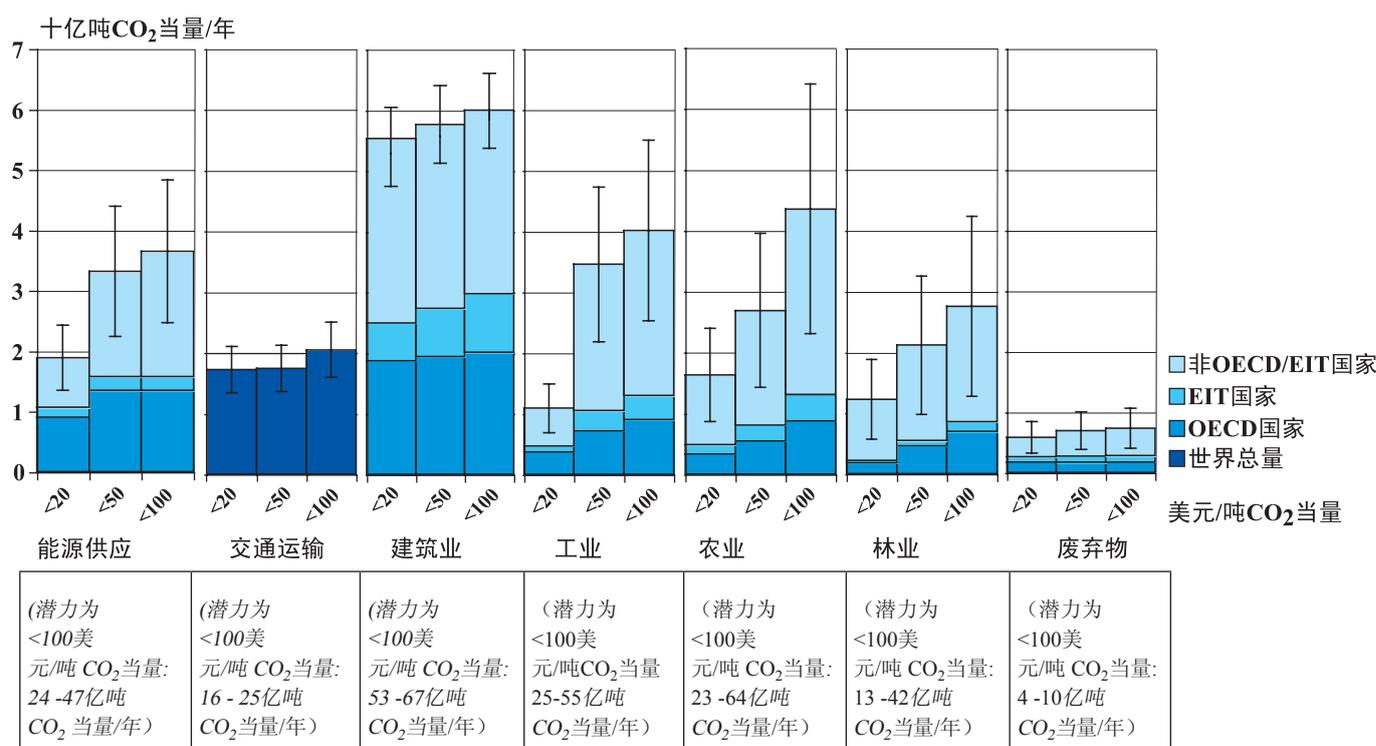
图SPM 5A: 根据自下而上的研究估算的2030年全球经济减缓潜力。(数据来自表SPM 1)



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 <sub>2</sub> 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，其电池储能能力更强、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 <sub>2</sub> 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 <sub>4</sub> 排放；改进氮肥施用技术，减少N <sub>2</sub> 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CO<sub>2</sub>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，建筑物的主要低成本方案，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710ppmCO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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<sup>a)</sup>年全球宏观经济成本估算, 朝着不同的长期稳定水平方向<sup>b), c)</sup>发展的最低成本轨迹。

稳定水平 (ppm CO <sub>2</sub> -当量)	中位数 GDP减少 <sup>d)</sup> (%)	GDP减少的范围 <sup>d), e)</sup> (%)	GDP年平均增长率的减少 <sup>d), f)</sup> (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 <sup>g)</sup>	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年这一时段的平均减幅, 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CO<sub>2</sub>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<sup>16</sup>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<sup>17</sup>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<sup>18</sup>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CO<sub>2</sub>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<sup>19</sup>(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<sup>20</sup>。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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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]<sup>21</sup>。
- 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<sup>22</sup>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CO<sub>2</sub>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<sup>22</sup>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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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<sup>19</sup>能够大大减少CO<sub>2</sub>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<sup>19</sup>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<sup>19</sup>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)<sup>23</sup>。**

- 总减缓潜力的大约65% (最高至100美元/吨CO<sub>2</sub>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N<sub>2</sub>O，以及化石碳燃烧后产生的CO<sub>2</sub>。

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<sup>24</sup>对全球温室气体<sup>25</sup>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CO<sub>2</sub>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)<sup>26</sup>(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]<sup>a)</sup>

类别	辐射强迫 (W/m <sup>2</sup> )	CO <sub>2</sub> 浓度 <sup>c)</sup> (ppm)	CO <sub>2</sub> 当量浓度 <sup>c)</sup> (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 <sup>b), c)</sup> (°C)	CO <sub>2</sub> 排放最高峰值年份 <sup>d)</sup> (年份)	2050年全球CO <sub>2</sub> 排放的变化(2000年排放的%) <sup>d)</sup>	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

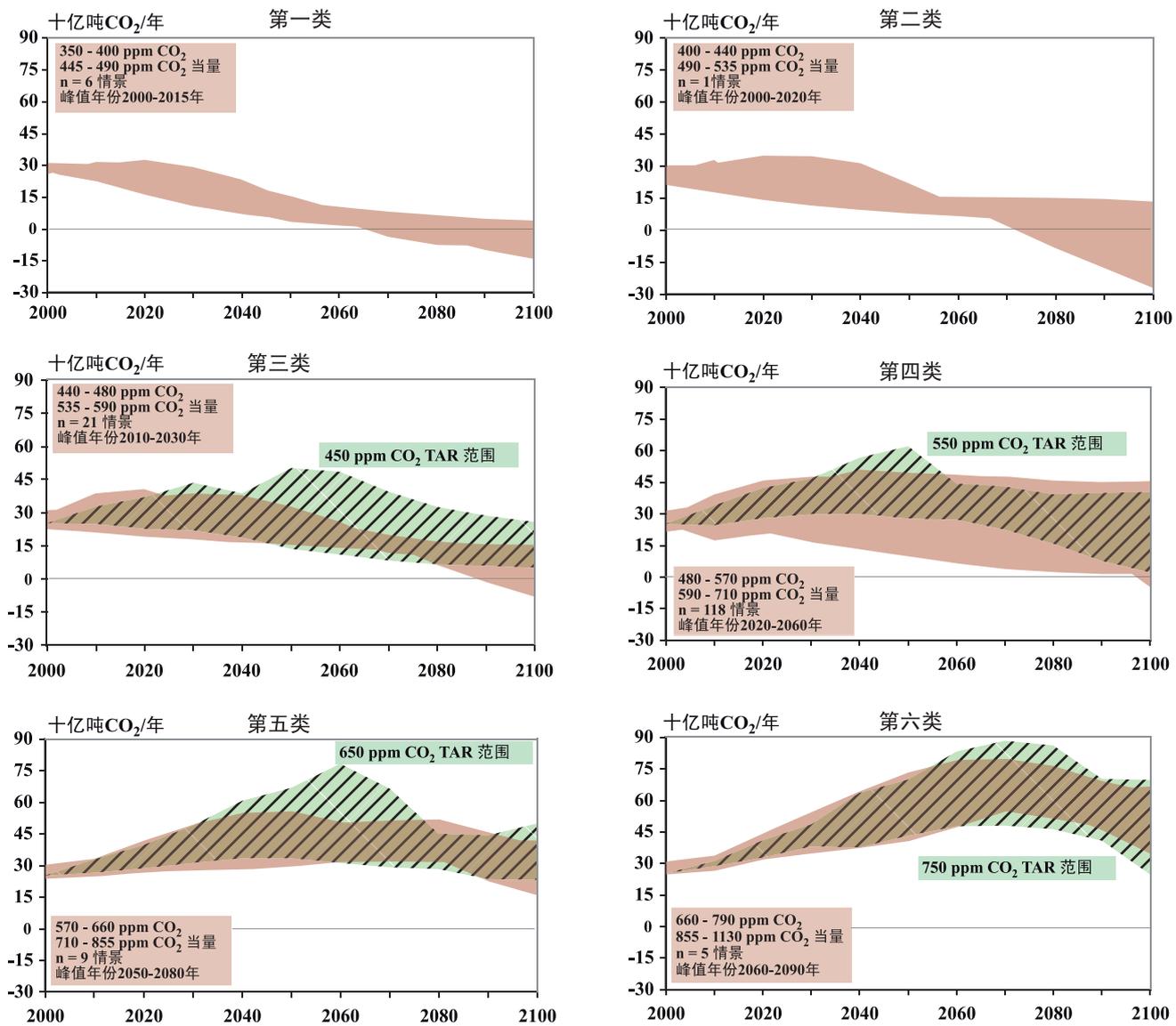
- a) AR4 WGI报告中详细评估了关于气候系统响应辐射强迫及其反馈的理解。碳循环与气候变化之间的反馈影响大气二氧化碳浓度特定稳定水平所需的减缓。预计这些减缓增加了随着气候系统变暖而留在大气的人类排放的部分。因此可能会低估此处评估中为实现减缓研究中提供的具体稳定水平的减排量。
- b) 气候敏感度的最佳估算是3°C[WG 1 SPM]。
- c) 注意到达到平衡状态的全球平均温度与GHG浓度稳定时刻的预期全球平均温度不同，原因是气候系统的惯性。作为大部分的评估情景，GHG浓度发生在2100-2150年之间。
- d) 范围对应的是后TAR情景分布的15-85%。给出了CO<sub>2</sub>排放量，因此多种气体情景能够与CO<sub>2</sub>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。

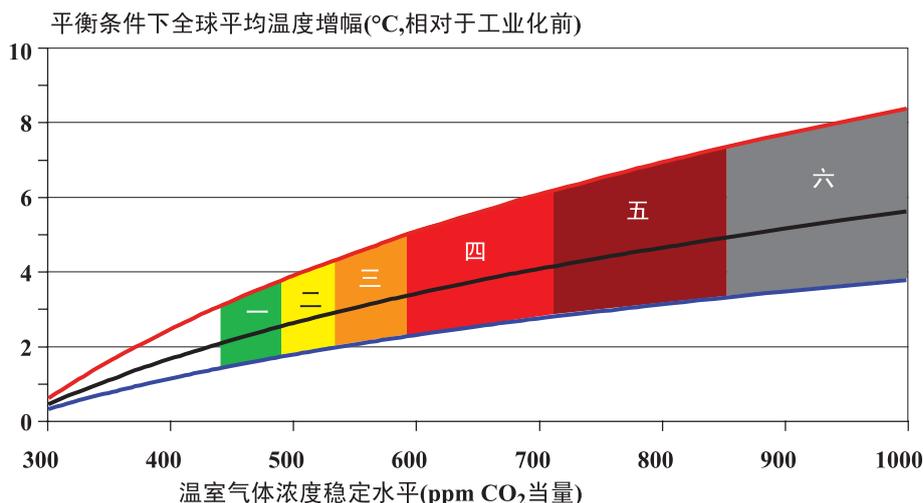
29. 平衡条件下的气候敏感度用于衡量气候系统对持续的辐射强迫。它不是预估，但它被定义为在二氧化碳浓度翻倍之后全球平均地表的变暖[AR4 WG1 SPM]。



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CO<sub>2</sub>。粉色阴影(深色)区给出了TAR之后各排放情景中的CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>的技术,如利用碳捕获和封存技术生产生物质能源。[图3.17]

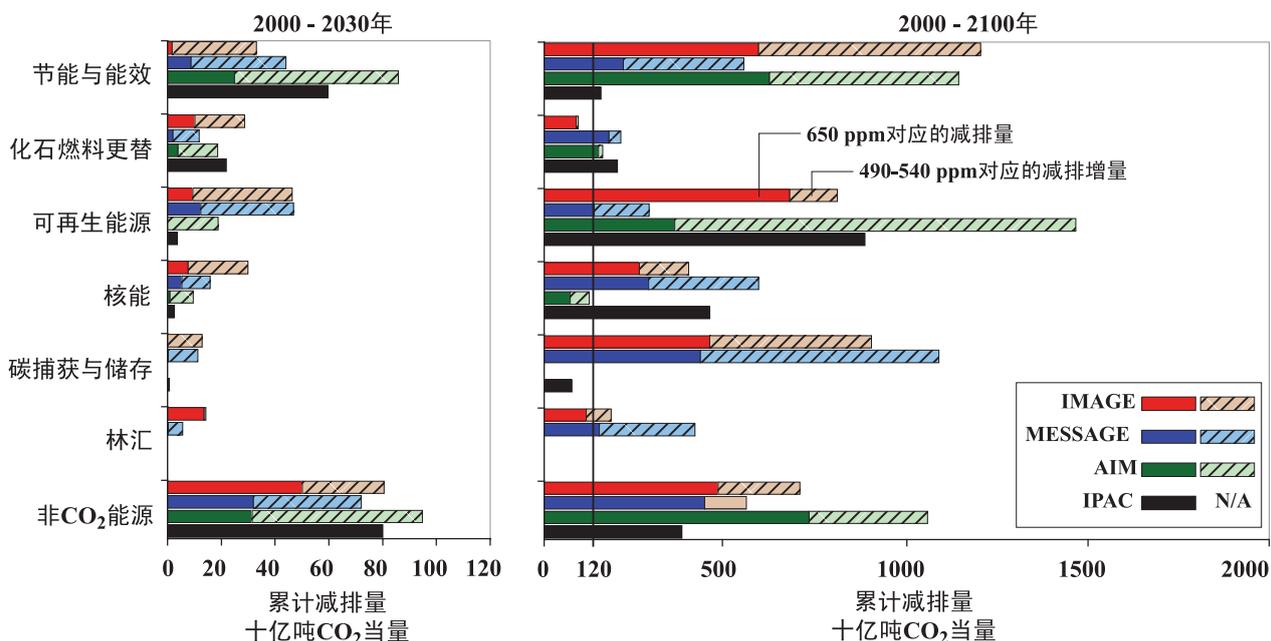
- 经评估的研究包括一系列旨在实现稳定GHG浓度<sup>27</sup>的排放廓线。大部分研究采用了最低成本方法并既包括提早减排也包括推后减排(图SPM.7)[框SPM2]。通过利用气候敏感性的“最佳估值”(关于不确定性的可能区间,另见图SPM8)<sup>29</sup>,表SPM.5概括了不同稳定浓度组合所需的排放水平以及相关平衡条件下全球平均温度增幅<sup>28</sup>。将温室气体浓度稳定在较低水平上并达到相关平衡的温度水平将使排放到达峰值的时间提前,并需要在2050年前实现更大的减排[3.3]。

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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>和CO<sub>2</sub>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 CO<sub>2</sub>当量)和(650ppmv CO<sub>2</sub>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 CO<sub>2</sub>当量目标的减排量, 浅色矩形图标表示达到490-540ppmv CO<sub>2</sub>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 ppmvCO<sub>2</sub>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<sup>30</sup>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<sup>a)</sup>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 <sub>2</sub> -当量)	GDP下降的中值 <sup>b)</sup> (%)	GDP下降的范围 <sup>b),c)</sup> (%)	GDP年平均增长率 <sup>b), d)</sup> 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 <sup>e)</sup>	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CO<sub>2</sub>当量，到2050年碳价升至30—155美元/吨CO<sub>2</sub>当量，这些价格与稳定在2100年的550ppmCO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>当量和15—130美元/吨CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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 <sup>a)</sup> 、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 对化石燃料征收的碳税或碳费	既得利益者的阻力可能使实施工作变得困难
	针对可再生能源技术的上网电价 可再生能源义务 生产商补贴	也许适合建立低排放技术的市场
	道路运输的强制性节约燃料、生物燃料混合物和CO <sub>2</sub> 排放标准	涵盖部分车型也许会影响成效
交通运输[5.5]	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。
	建筑节能和标签 建筑守则与认证 需求方管理计划 公共行业领导计划, 包括采购。 能源服务公司(ESCO)的激励措施	定期修订所需的标准 对新建筑物具有吸引力。难以实行。 需要建立规章制度, 使公用事业能够获益。 政府采购能够扩大对高能效产品的需求。 成功要素: 有权从第三方获得融资
工业[7.9]	提供基准信息 绩效标准 补贴、税减免	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。
	可交易许可证	可预测的分配机制和稳定的价格信号对于投资很重要。
	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<sup>31</sup>等，以维持投资流向并为了有效地开展技术转让一否则，可能难以实现显著规模的减排。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<sup>32</sup>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CO<sub>2</sub>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<sup>33</sup>)(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）。

	一致性高， 证据量有限	一致性高， 证据量中等	一致性高， 证据量充分
	一致性中等， 证据量有限	一致性中等， 证据量中等	一致性中等， 证据量充分
	一致性低， 证据量有限	一致性低， 证据量中等	一致性低， 证据量充分
(关于某个特定研究结果)的一致性水平			
	证据量 <sup>33</sup> (独立研究来源的数量和质量)		

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。

