

气候变化 2001:

减缓

第三工作组摘要

决策者摘要

政府间气候变化专业委员会第三工作组报告

第三工作组报告技术摘要

此报告已为IPCC第三工作组接受，但未经详细批准。

第三工作组对政府间气候变化专业委员会第三次评估报告的部分贡献

目录

决策者摘要	293	6.2 国家政策、措施和手段	333
技术摘要	305	6.3 国际政策和措施	334
		6.4 国家和国际政策手段的实施	335
1. 报告范围	306	7. 成本方法论	335
1.1 背景	306	7.1 基本概念	335
1.2 拓宽减缓气候变化的背景	306	7.2 分析方法	335
1.3 各种分析角度的综合	307	7.3 系统边界：项目、部门和宏观	336
		7.4 有关发展中国家和经济转型国家的特别问题	337
2. 温室气体排放情景	308	7.5 成本评估的模型方法	338
2.1 情景	308	8. 全球、区域、国家成本和附带效益	338
2.2 温室气体排放减缓情景	308	8.1 引言	338
2.3 全球未来情景	309	8.2 详细技术模型中的温室气体减排的总成本	338
2.4 排放情景特别报告	310	8.3 碳减排的国内政策成本	339
2.5 Post-SPES 减缓情景评估	311	8.4 碳税的分配作用	340
3. 减排选择的技术和经济潜力	313	8.5 国际排放贸易的相关方面	341
3.1 自第二次评估报告至2010-2020年温室气体减排技术选择的主要认识进展	313	8.6 温室气体减排的附带效益	342
3.2 能源利用及相关的温室气体排放趋势	314	8.7 附件B国家采取的行动对非附件B国家的“溢出”效应	342
3.3 部门减排技术选择	316	8.8 京都议定书目标的主要结果小结	344
3.4 温室气体减排的技术和经济潜力综述	325	8.9 实现不同稳定目标的成本	345
		8.10 引发的技术变化	346
4. 增强、保持、管理生态碳库和生态工程选择的技术和经济潜力	326	9. 减排的部门成本和附带效益	346
4.1 陆地生态系统和土地管理的减排	326	9.1 国家和部门减缓气候变化的成本差别	346
4.2 社会和经济考虑	327	9.2 一些特定部门减缓气候变化的成本研究成果	347
4.3 减缓选择	327	9.3 温室气体减排的部门附带效益	349
4.4 生态碳减排选择的标准	328	9.4 减排对部门竞争的影响	349
4.5 经济成本	328	9.5 为什么研究结果不同	349
4.6 海洋生态系统和生态工程	328	10. 决策分析框架	350
5. 技术转让中存在的障碍、机会和市场潜力	329	10.1 气候变化决策分析的范围和新的发展	350
5.1 引言	329	10.2 国际制度与政策选择	351
5.2 障碍和机会的来源	329	10.3 与国家和地区可持续发展选择的联系	351
5.3 特定的部门和技术障碍及机会	331	10.4 与政策相关的主要科学问题	352
6. 政策、措施和手段	333	11. 认识差距	354
6.1 政策手段和评价它们的可能标准	333		

气候变化 2001:

减缓

决策者摘要

政府间气候变化专业委员会第三工作组报告

在 IPCC 第三工作组第六次会议（2001 年 2 月 28 日—3 月 3 日，加纳，阿克拉）上详细批准了本摘要。这是 IPCC 就气候变化减缓正式通过的声明。

根据下述作者提供的草稿：

Tariq Banuri, Terry Barker, Igor Bashmakov, Kornelis Blok, Daniel Bouille, Penate Christ, Orunlade Davidson, Jae Edmonds, Ken Gregory, Michael Grubb, Kirsten Halsnaes, Tom Heller, Jean-Charles Hourcade, Catrinus Jepma, Pekka Kauppi, Anil Markandya, Bert Metz, William Moomaw, Jose Poberto Moreira, Tsuneyuki Morita, Nebojsa Nakicenovic, Lynn Price, Pichard Pichels, John Poberon, Hans Holger Pögnér, Jayant Sathaye, Pöger Sedjo, Priyaradshi Shukla, Leena Srivastava, Pöb Swart, Ferenc Toth, John Weyant

引言

1. 本报告就减缓气候变化的科学、技术、环境、经济和社会方面进行评估。在第二次评估报告出版后，减缓¹气候变化的研究继续进行，并受到政治上的变动(如1997年签订的联合国气候变化框架公约(UNFCCC)《京都议定书》)的部分影响，本报告包括了这些研究进展。本报告还吸取了若干IPCC特别报告中的内容，它们是航空和全球大气特别报告，技术转让方法论和技术问题特别报告(SPTT)，排放情景特别报告(SPES)和土地利用、土地利用变化和森林特别报告(SPLULUCF)。

减排温室气体的实质

2. 气候变化²问题具有独特的特点。它是全球和长期(可长达几个世纪)问题，涉及气候、环境、经济、政治、体制、社会和技术领域复杂的相互作用。它会对更广泛的社会目标(如公平性和可持续发展)产生国际性和代际间的影响。响应气候变化的决策带有不确定性和风险，包括可能的非线性和/或不可逆变化。(见1.2.5, 1.3, 10.1.2, 10.1.4, 10.4.5)³

3. 不同的发展道路⁴会产生非常不同的温室气体排放。排放情景特别报告以及本报告评估的减排情景说明减排行动的性质、程度、时间和成本取决于社会经济和技术发展道路，以及希望达到的大气中温室气体的浓度(见图SPM-1中CO₂总排放的例子)。低排放的发展

道路取决于大范围的政策选择和除气候变化领域以外的主要政策的变化。(见2.2.3, 2.3.2, 2.4.4, 2.5.1, 2.5)

4. 减缓气候变化将受到更广泛的社会经济政策和趋势包括与发展，可持续性和公平有关的政策的影响，并对它们产生影响。若与可持续发展的社会目标相一致，减缓气候变化的政策将促进可持续发展。一些减排政策将对气候变化以外领域产生很大效益：如减少健康问题；增加就业；减少环境负面影响(如大气污染)；保护和加强森林，土壤和水流域；减少增加温室气体排放的扭曲性补贴和税收，并引发技术进步和推广扩散以实现更广阔可持续发展目标。同样，满足可持续发展目标的发展道路将产生更低的温室气体排放。(见1.3, 1.4, 2.2.3, 2.4.4, 2.5, 7.2.2, 8.2.4)

5. 国家间、区域间和代际间技术、自然和财政资源的不同分配和不同的减排成本是分析气候变化减排措施的关键考虑因素。许多关于未来各国不同的减排要求和相关公平问题的争论也考虑了这些情况⁵。应对气候变化挑战提出了公平性这个重要问题，即气候变化和减排政策在什么程度上产生或加剧了国家内和国家间以及地区间的不平等。因此，所有稳定浓度情景(除了不采用新的气候政策也将达到稳定的情景，如B1)假设发达国家和其他经济转型国家将首先限制和减少温室气体的排放⁶。

6. 低排放情景要求采取不同的能源资源开发模式。图SPM-2将SPES不同情景下1990年至2100年累积碳排放与全球化石燃料储量⁷和资源的含碳量作了一番比较。图中显示21世纪化石燃料资源丰富，以至于碳排放没有极限。但不同于相对较多的煤炭和非常规的石油和天然气储量，常规的石油和天然气探明储量或石油资

¹ 减缓定义为人为地减少温室气体源排放或增加汇。

² 在IPCC, 气候变化指无论由自然变率或人类活动引起的气候随时间的任何变化。该术语与气候变化框架公约不同，在该公约中气候变化指由人类活动直接或间接引起的气候变化，该变化会改变全球大气成分，它不包括在响应的时段内观测到的自然气候变率。

³ 指总报告中的章节。

⁴ 在本报告中“不同的发展道路”指所有国家的社会价值、消费和生产模式产生的不同的可能情景，包括但不局限于延续当今趋势的情景。这些道路不包括另外的已实施的气候计划(不包括情景，不明确要求实施UNFCCC或实施京都议定书的排放目标)，但包括其他间接影响温室气体排放政策的假设。

⁵ 公平性有几种类型，包括基于分配、结果、过程、权利、义务、贫困和机会等，反映了对政策的公平性不同的期望值及结果。(见1.3, 10.2)

⁶ 所有地区的温室气体排放都偏离了基准线，当稳定目标更低或基准情景更高时，全球排放偏离将产生的更早。这些情景有不确定性，因为没有考虑公平性影响，以及如何实现它和它的成本。

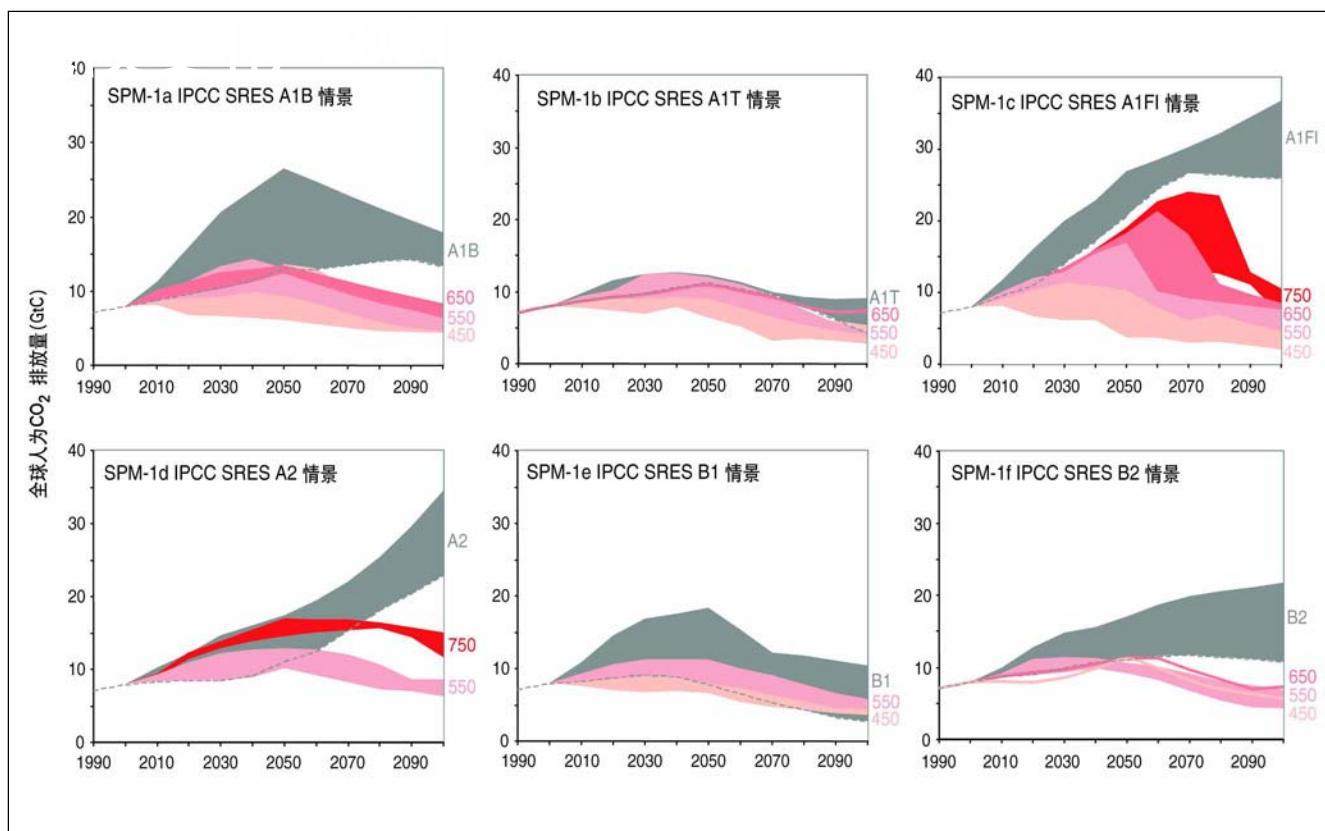


图 SPM-1：参考情景与稳定浓度情景之间的比较。此图分为 6 个部分，每一部分代表排放情景特别报告（SRES，见框 SPM-1）中的一组参考情景。每一部分表示的是 SRES 参考情景组下（灰色）和 TAR 中二氧化碳浓度稳定的减排情景下（其它颜色）的全球二氧化碳排放量（GtC）。A1 系列分为三个组（平衡的 A1B 组（图 SPM-1a）、非化石燃料 A1T 组（图 SPM-1b）及高比例的化石燃料 A1FI 组（图 SPM-1c），A1 系列相关的减排情景的二氧化碳浓度分别稳定在 450、550、650 和 750ppmv；图 SPM-1d 中 A2 组的浓度分别稳定在 550 和 750 ppmv，图 SPM-1e 中 B1 组的浓度分别稳定在 450 和 550 ppmv，图 SPM-1f 中 B2 组的浓度分别稳定在 450、550 和 650 ppmv。报告没有稳定浓度为 1000ppmv 的情景。此图表明稳定浓度越低基准排放越高，则排放差距越大。高低情景间的排放差距有可能与同一情景组中参考情景和稳定情景间的排放差距一样大。虚线表示的是重叠范围的边界。

源量中的含碳量比将 450ppmv 或更高浓度（本文引用这个特定浓度水平并不表示人们一致同意要将温室气体浓度稳定在这个水平）的二氧化碳浓度稳定情景容许的累积碳排放量要少得多。这些资源数据暗示在 21 世纪能

源结构将发生变化并将出现新的能源形式。能源结构改变及相应的投资将决定稳定温室气体的浓度水平和成本。目前这类投资绝大部分用来勘探和开发更多的常规和非常规化石资源。（见 2.5.1，2.5.2，3.8.3，8.4）

限制或减少温室气体排放以及增强碳汇的选择

⁷ 这里的储量是指按照现有技术和价格，在经济上和技术上可以开采的蕴藏量。资源是指地理和/或经济特性不明确的、但在可预见的技术和经济发展条件下有开发潜力的蕴藏量。而资源底数包括储量和资源。除此之外，还有一个被称之为“附加资源”的额外资源量，它在可预见的未来无法确知蕴藏量，也/或者无法确知其经济意义或者没有经济意义。（SAR，第二工作组）。非传统化石燃料资源指焦油沙、页岩油、其他种类的粗石油、煤层甲烷等等。

7. 自 1995 年 SAR 以来，温室气体减排在技术上取得重要进展，并且比预期的速度快。处于不同发展阶段的各种技术都取得了进展：例如风力发电机的市场导入，生产己二酸排放的 N₂O 和生产铝排放的氢氟碳化物的大量减少，高效的双燃料发动机汽车，燃料电池技术的进步和地下二氧化碳储藏示范。减排技术措施包括提高终端利用效率，节能技术，转向低碳和可再生生物质燃料，零排

框 SPM-1 IPCC 排放情景特别报告(SRES)中的排放情景

A1. A1 情景系列对全球未来的描述如下：经济高速增长、全球人口高峰出现在本世纪中叶然后下降、快速引进新的和更高效的技术。最重要的假设是地区间趋同、能力建设和增加的不同文化和社会的相互渗透、各地区间人均收入的差距快速减小。根据能源系统内技术变化趋势的不同，A1 情景系列分为3个组：高比例化石燃料 (A1FI)，非化石能源 (A1T)，平衡的各种能源 (A1B) (平衡的定义是不过分依赖某种特定能源，假设各种能源供应和终端技术都以相似的速度发展)。

A2. A2情景系列对全球未来的描述如下：巨大的地区间差异。最重要的假设是自力更生和保护地区的特性。地区间生育模式趋同的速度非常慢，这导致持续的人口增加。各地区的经济发展非常不一致，人均经济增长和技术进步都比其它情景系列慢。

B1. B1情景系列对全球未来的描述如下：与A1情景系列相同的趋同世界，与A1具有相同的人口，人

口高峰同样出现在本世纪中叶然后下降。但不同的是经济结构的快速变化，服务和信息经济的比重更高，材料强度降低，清洁和高效技术的引进。B1强调的是经济、社会和环境可持续性的全球解决方案，包括提高公平性，但不采取额外的减缓气候变化的措施。

B2. B2情景系列对全球未来的描述如下：强调经济、社会和环境可持续性的地区解决方案。全球人口将持续增长，但速度低于A2，适当的经济发展，比B1和A1慢但是更多样化的技术进步。B2也强调环境保护与社会公平，但其关注的焦点在地区层次上。

在每个情景系列中选了一个解释性的情景，分别是A1B, A1FI, A1T, A2, B1 和B2，这6个情景的合理性应该是相同的。

SPES 情景不包括额外的减缓气候变化的措施，这意味着无一情景执行了联合国气候变化框架公约或考虑了京都议定书中的排放目标。

放技术，改善能源管理，减少工艺过程排放，碳分离和储存。(见 3.1, 4.7)

表SPM-1总结了很多行业研究的结果，大部分是项目、国家和区域级的，部分是全球级的，表中给出了2010年至2020年间温室气体减排潜力的估算。关键发现如下：

- 数百项建筑，交通和制造业的终端能效技术和实践占总潜力的一半以上。(见 3.3, 3.4, 3.5)
- 至少到2020年，相对便宜和丰富的化石燃料的供应和转换将保持主导地位。在可得到经济输送的地方，伴随着提高转换效率和更多使用联合循环和/或热电联产厂，天然气将在减排上起重要作用。(见3.8.4)
- 通过林业、农业的副产品的生物质能，市政和工业废物用作能源，在有适合的土地和水资源的地方精心种植能源作物，土地填埋的甲烷，风能和水电，以

及使用和延长核电厂寿命，低碳能源供应系统将做出重要贡献。2010年后，化石和/或生物质能电厂的碳排放将通过燃烧前或后的碳去除和储存大幅度减少排放。对环境、安全、可靠性以及核扩散的考虑将限制某些技术的使用。(见 3.8.4)

- 农业部门，反刍动物、水稻田，氮肥使用和牲畜废物的甲烷和N₂O的排放可以减少。(见 3.6)
- 根据应用的情况，氟类气体的排放可以通过改变工艺过程，改进回收，再循环和储藏而被降低到最少，或通过采用其他化合物和技术而被避免。(见 3.5 和第三章附件)

综合表 SPM-1 中各部门的减排潜力，考虑了从一些研究所能得到的部门和技术潜力重叠的可用信息，给出全球的减排潜力的估计。一半的减排潜力可在2020年以直接效益(节能)大于直接成本(净资本，运行和维

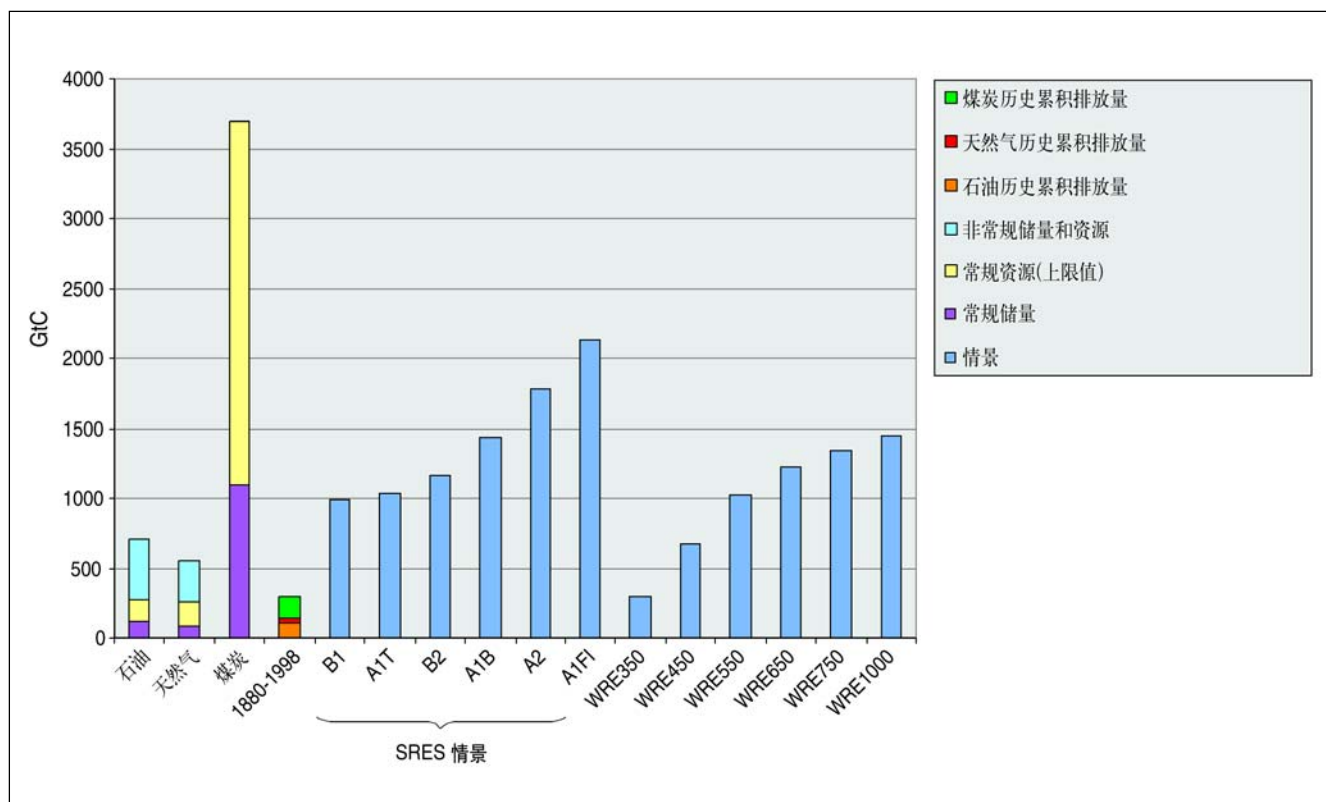


图 SPM-2: 石油、天然气和煤炭储量与资源量中的碳、1860-1998 化石燃料排放的碳和一些 SRES 情景及 TAR 稳定情景中一直到 2100 年累积排放的碳之间的比较。左边的柱状表示的是资源和储量的数据 (章节 3.8.2)。非传统油气包括沥青沙、油页岩、其它重油、煤层甲烷、深层高压气和含水层中的气体等, 不包括约为 12, 000GtC 的气体水化物 (络合物)。情景柱状显示 SRES 参考情景与各二氧化碳浓度稳定情景均集中在一定范围内。如果 2100 年时 SRES 情景中的浓度等于或小于稳定情景中的浓度, 这并不意味着这些情景将导致稳定的二氧化碳浓度。

护成本) 来实现, 另一半以直接成本最高至 100 美元 / 吨碳 (1998 年价格) 而实现。采用的贴现率为 5 - 12%, 与公共部门的贴现率相当。私营部门的内部收益率差别很大, 通常很高, 影响了私营企业对这些技术的应用程度。

根据不同的情景, 这能使全球排放以所述的净直接成本在 2010 - 2020 年时减少到 2000 年水平以下。实现这些减排包括附加的实施成本, 在某些情况下将很高, 需要政策支持 (如第 18 段描述), 增加研究与开发, 有效的技术转让以及克服相关障碍 (见第 17 段)。这些问题, 以及没有包括在此估算的成本和效益将在第 11、12 和 13 段讨论。

本报告评估的各种各样的全球、区域、国家、部门以及项目级的研究所覆盖的范围和采用的假设各不相同。

这些研究没有覆盖每个行业和地区。表 SPM-1 中列出的减排潜力变化范围反映了它们依据的这些研究的不确定性 (见框 SPM-2)。(见 3.3 - 3.8)。

8. 森林, 农业用地和其他陆地生态系统提供很大的减排潜力。尽管不必是永久的, 保护森林和固碳将为进一步开发和实施其他措施提供时间。可以通过三种策略进行生物减排: a) 保护现有的碳库; b) 扩大碳库来增加固碳; c) 用可持续生产的生物产品, 如用木材替代能源强度高 的建材和用生物质替代能源 (见 3.6, 4.3)。如果能够有效防止碳泄漏, 保护受到威胁的碳库将有助于减排, 并且只有着手解决了导致毁林和损害碳库的社会经济动因, 保护碳库才是可持续的。碳吸收反应了生物生长的动态过程, 通常慢慢开始, 到达顶峰后又进入几十年到几百年的衰退期。

表 SPM-1 : 2010年和2020年温室气体减排潜力估算 (章节3.3-3.8和第3章附录)

部门	1990年排放量 (M tCeq/yr)	Ceq 年平均 增长率(%) 1990-1995	2010 年减 排潜力 (M tCeq/yr)	2020 年减 排潜力 (M tCeq/yr)	避免 1 吨碳排放的净直接成本
建筑 ^a 仅涉及 CO ₂	1650	1.0	700-750	1000-1100	大多数减排能在负成本下实现
交通 仅涉及 CO ₂	1080	2.4	100-300	300-700	大多数研究表明净成本小于 ¥25/tC, 但有两个研究结果表明成本将超过 ¥50/tC
工业 仅涉及 CO ₂ - 能源效率: - 原材料效率:	2300	0.4	300-500 ~200	700-900 ~600	一半以上能在负成本下实现 成本不确定
工业 非 CO ₂ 气体	170		~100	~100	N ₂ O 减排成本为 ¥0-¥10/tCeq
农业 ^b 仅涉及 CO ₂ 非 CO ₂ 气体	210 1250-2800	不可获得	150-300	350-750	大多数减排成本为 ¥0-100/tCeq, 少数成本可能为负
废弃物 ^b 仅涉及甲烷	240	1.0	~200	~200	从垃圾填埋回收75% 甲烷的成本为负, 其它 25% 的成本为 ¥20/tCeq.
蒙特利尔协议书的替代 非 CO ₂ 气体	0	不可获得	~100	不可获得	约一半的减排是由于研究基线和SPES 基线值的不同引起, 另一半的减排成本在 ¥200/tCeq 以内
能源供应和转换 ^c 仅涉及 CO ₂	(1620)	1.5	50-150	350-700	存在有限的负成本减排; 许多措施的减排成本小于 ¥100/tCeq
总计	6900-8400 ^d		1900-2600 ^e	3600-5050 ^e	

^a 包括电器、建筑物和附属物。

^b 农业的大范围主要是由于存在于土壤 CO₂ 和 N₂O 排放中的很大的甲烷不确定性引起的。废弃物主要是垃圾填埋排放的甲烷。其它由于化石燃料燃烧而排放二氧化碳部门的估算可以更为准确。

^c 包含在以上的部门数据中。减排仅包括电力生产措施 (燃料向气体/核能转变、CO₂ 收集和储存、提高发电效率和利用可再生能源)。

^d 包括第 3 章中的所有部门。不包括非能源排放源的 CO₂ 排放 (水泥生产: 160MtC; 燃气火炬: 60MtC; 土地利用变化: 600-1400MtC) 和终端用户能源转换的 CO₂ 排放 (630MtC)。如果加上炼油和焦炉气排放的 CO₂, 1990 年全球 CO₂ 排放量 (7100MtC) 将增加 12%。需要注意的是没有包括林业排放和碳汇减排措施。

^e SPES 基准情景 (包括京都议定书中的 6 种气体) 预测的 2010 年和 2020 年的排放范围分别为 11,500-14,000 MtCeq 和 12,000-16,000 MtCeq。减排量预测结果与 SPES-B2 情景中的基准排放趋势一致。潜力的减少考虑了资本存量的常规周转。它们不局限于成本效益措施, 但不包括成本为 100 ¥/tCeq 以上的措施 (不包括蒙特利尔协议中的气体) 或一般政策下不可能采用的措施。

森林保护和碳吸收将产生更多的碳储存, 如果这些生态系统被自然或人为地严重干扰, 将产生更高的碳排

放。虽然自然干扰之后通常产生重新固碳, 但管理这些干扰将对限制碳排放起到重要作用。替代产生的好处原

则是无限延伸的。对农作物、木材和可持续生物能源产品的生产用地进行合理管理将为减缓气候变化带来更多的效益。考虑到土地使用的竞争问题和SAP和SPLULUCF的评估,生物减排选择的全球潜力截止2050年达到100GT碳的数量级(累积量),虽然这有很大不确定性,相当于同一时期化石燃料潜在排放量的10–20%。实现这一潜力取决于土地和水资源的可获得性,以及采用不同土地管理方法的程度。生物碳减排潜力最大的地区是热带和亚热带,迄今报告的有关生物减排选择的成本估算变化很大,成本在热带国家从0.1美元/吨碳到20美元/吨碳,在非热带国家20–100美元/吨碳不等。财务分析和碳计算方法也不可。另外,许多时候,成本计算不包括基础设施的成本,合适的贴现,监测、数据收集和实施成本,土地的机会成本和维护或其它经常性成本,这些成本常常是或被排除在外或被忽略。在成本范围低的一端被认为带有低估的趋向,随着时间推移,对成本的了解和处理正在改善。若合理实施,除了减少大气中CO₂,这些生物减排选择通常会带来社会、经济和环境效益(例如,增加生物多样性,流域保护,加强可持续土地管理和农村就业)。它们还可能减少或增加非二氧化碳气体的排放。(见4.3, 4.4)

框SPM-2 估算成本和效益的方法及其不确定性

由于很多因素,定量估算减排措施的成本和效益存在很大差异和不确定性。SAP评估了两种估算方法:自底向上法,即第7段中描述的对每个行业和技术进行评估,由上至下法,即第13段描述的宏观经济研究。两种方法的估算结果不同,但自SAP以来,差距正在缩小。即使消除差距,也还存在不确定性。可以通过在任一既定假设条件下检验单一因素的变化引起减排成本的变动来评估不确定性的影响,前提是这些变量之间的相互关系得到恰当的处理。

9. 走向低排放的道路很多,每个国家和地区应选择自己的道路。模型结果表明已知的技术措施⁸,足以实现相当大范围内的大气中CO₂浓度稳定目标,如550ppmv,450ppmv或更低的浓度稳定目标,但其实施需要与相关的社会经济以及体制的改变相结合。为了达到这些稳定目标,情景建议GDP单位碳排放必须在1990年水平上大幅度降低。在本报告评估的每一个稳定浓度情景中,技术进步和转让都起到了关键作用。对于关键的能源部门来说,几乎所有温室气体减排和稳定浓度的情景都以引入高效的能源利用和供应技术,以及使用低碳能源为特点。但没有一种技术能满足所有的减排需求。非能源排放源和非二氧化碳温室气体提供了重大的减排潜力。国家间和地区间的技术转让将扩大区域的选择范围,而且规模经济和学习曲线将降低采取措施的成本。(见2.3.2, 2.4, 2.5)

10. 社会认识、创新和体制结构改变将为减缓气候变化做出贡献。集体规则和个人行为的改变对温室气体排放将产生重要影响,但离不开复杂的体制和法规环境。一些研究认为当前的激励体系通常鼓励资源密集的生产 and 消费模式,这种模式增加所有部门(例如交通和住房)的排放。在短期内,引入社会创新有改变个人和组织行为的可能性。从长远看,社会创新与技术进步相结合可以加强社会和经济潜力,特别当人们的喜好和文化准则转向低排放的和可持续的行为时。这些创新会遇到阻力,可以通过在决策中增加公众参与来解决。这将为人们实现可持续发展和社会公平增加新的途径。(见1.4.3, 5.3.8, 10.3.2, 10.3.4)

⁸ “已知技术措施”指正在运行或中试的技术,与本报告讨论的减排情景中的含义相同。它不包括需要显著技术突破的新技术。因此,考虑到情景的时间范围为下一个一百年甚至更长,这个结论可能是较保守的估计。

减排行动的成本和附带效益⁹

11. 对减排行动的成本和效益的估算各有不同, 原因是: (1) 我们如何衡量福利不同; (2) 分析的方法和范围不同; 以及 (3) 分析所用的主要假设不同。因此估算的减排措施的成本和效益可能不能真实反映减排行动的实际成本。关于 (1) 和 (2), 估算成本和效益涉及到税收收入返还, 以及如何考虑实施和交易成本、影响分布、多种气体、土地利用选择、避免气候变化带来的效益、附带效益、无悔机会¹⁰、外部成本以及非市场影响等问题。估算过程包括以下假设:

- 人口变化, 经济增长的速度和结构; 人口的流动性增加; 技术革新包括提高能效和获得低成本能源; 资本投资和劳动力市场的灵活性, 无政策(基准线)情景中的财政和价格扭曲。
- 减排目标和时间。
- 有关执行措施的假设, 如排放贸易的范围, 清洁发展机制(CDM)和联合履行(JI), 法规以及自愿协议¹¹, 和实施这些机制的交易成本。
- 贴现率: 因为时间跨度大, 使假设的贴现率变得非常关键, 对合适的长期贴现率没有共识, 但文献显示越来越多的人在考虑采用随时间逐步下降的贴现率, 随着时间的推移降低贴现率从而赋予远期发生的效益更大的权重。它应区别于市场交易中私人采用的更高的贴现率。(见 7.2, 7.3, 8.2.1, 8.2.2, 9.4)

12. 减排政策可以利用以下的无悔机会, 将一些温室气体排放源的净减排社会成本降低到零或负数(见 7.3.4, 9.2.1):

- 市场失灵。减少市场或体制失灵和其他阻碍经济有效的减排措施的障碍, 将降低私人成本。
- 附带效益。减少温室气体排放的措施将对其他社会问题产生影响。例如, 在某些国家减少温室气体的排放将同时减少地区的和区域的大气污染。还将对交通, 农业, 土地利用方式, 废物管理和其他社会关注的问题产生影响, 如就业和能源安全。但是, 不是所有的影响都是正面的。谨慎的政策选择和设计将保证正效益并减少负效益。在某些情况下, 减排措施产生的附带效益可以与减排措施的成本相比, 因而增加了无悔措施的潜力。当然效益估算很困难并且偏差也很大。(见 7.3.3, 8.2.4, 9.2.2 – 9.2.8, 9.2.10)
- 双重红利。有某些手段可以增加政府收入(如税收或拍卖排放许可证)。如果将此收入用来降低现在的扭曲性税收, 这些收入将减少温室气体减排成本。这种抵消的程度取决于现在的税收结构、减税的类型、劳动市场条件和税收返还的方式。某些情况下, 减排的经济效益超过了减排成本。(见 7.3.3, 8.2.2, 9.2.1)

13. 正如第11段所叙述的一样, 不同研究之间以及不同地区之间附件B国家实施《京都议定书》的成本各不相同, 主要取决于《京都议定书》灵活机制的使用以及它们与国内措施相互作用的假设。绝大多数的全球范围研究利用国际能源经济模型来分析和比较这些成本, 其中有9个研究得出对GDP的影响¹²如下(见 7.3.5, 8.3.1, 9.2.3, 10.4.4):

附件二国家¹³: 在没有附件B国家排放贸易的情况下, 大多数研究预测在不同的附件二地区, 2010年GDP总损失大约为0.2–2%。实行附件B国家¹⁴完全排放贸易,

⁹ 附带效益指对减缓气候变化的政策产生的连带的或副效益。这些政策不仅会影响温室气体排放, 还会对资源利用效率产生影响, 如减少与化石燃料使用有关的地方和地区性污染物排放, 还会影响到交通、农业、土地利用方式、就业、燃料安全等问题。有时称之为“附带影响”, 以反映在某些情况下出现的负效益。

¹⁰ 与SAP中一致, 无悔机会指可以减少能源成本, 减少地方/区域污染, 效益等于或大于社会成本的措施, 不包括避免气候变化带来的好处。

¹¹ 自愿协议指政府部门与一个或多个私人团体达成的协议, 或被公共部门认可的单边承诺, 以实现超出法规规定以外的环保目标或改进环保性能。

¹² 还有许多研究更详细精确地考虑了各种不同的政策, 成本估算结果范围更大(见 8.2.2)。

¹³ 附件二国家: UNFCCC附件二中列举的国家, 包括OECD组织中的全部发达国家。

¹⁴ 附件B国家指京都议定书中附件B包括的国家, 它们已经同意温室气体排放目标, 包括除土耳其和白俄罗斯的所有附件1国家(1998年修正)。

预测2010年GDP损失为0.1-1.1%¹⁵。这些研究包括了在第11段中列出的广泛的假设。本段介绍的模型结果采用的假设是全部实行排放贸易,没有交易成本。模型也没有包括碳汇或其他非CO₂温室气体。没有附件B排放贸易的情景假设各个地区内部完全使用国内排放贸易。没有包括CDM、负成本措施、附带效益或有目的的税收返还。对于所有地区,还有以下因素可以影响成本:

- 限制附件B排放贸易的使用,实施这些机制产生的高额交易成本,以及低效的国内行动都将提高成本。
- 包括第12段中提出的包括无悔机会¹⁰的政策和措施,执行CDM,碳汇,非二氧化碳气体会减少成本。每个国家各自的成本差别会更大。

模型显示京都议定书机制对控制一些国家可能产生的高额成本风险起重要作用,因此可以补充国内机制。同样,它们可以减小不公平的国际影响并平衡边际成本。全球研究表明,在没有贸易的情况下,执行京都目标的成本从20美元/吨碳到,600美元/吨碳,在附件B国家排放贸易的情况下,成本从15美元/吨碳到150美元/吨碳。这些机制能够降低多少成本取决于实施的细节,国内机制与国外机制的互补,约束及交易成本。

经济转型国家: 对于绝大多数这类国家,对GDP的影响从忽略不计到增加几个百分点不等。这表明经济转型国家拥有附件二国家所没有的提高能效的机会。假设能源效率大幅度提高和/或一些国家经济继续衰退,第一个承诺期的分配数量将超过预期排放。这样,模型显示由于对分配数量进行排放贸易获得收入,GDP将增长。但是对某些转型国家来说,实施京都议定书会产生与附件二国家相似的影响。

14. 百年尺度的成本有效性研究估算,将大气中

¹⁵ 可以用很多表格显示成本。例如,如果附件B内实行贸易,发达国家执行京都议定书的年度成本为GDP的0.5%,这意味着每年1250亿美元,或者到2010年OECD国家每人花125美元,(情景特别报告中的假设)。它对经济发展速度的影响是10年内每年减少0.1%。

CO₂浓度稳定在越低水平,成本越高。基线不同将对成本产生强烈影响。将大气中CO₂浓度750ppmv降低到550ppmv,成本的增加是中度的,从550降低到450ppmv时,成本增加的幅度很大,除非基线情景很低。这些结果没有考虑碳汇,非CO₂气体以及更高的稳定目标对技术进步的诱发作用¹⁶。每个稳定浓度目标对应的成本取决于很多因素,包括贴现率,减排额随时间的分配,采用的政策和措施,特别是对基线情景的选择。以地方和区域的可持续发展为重点的情景,所需要的达到特定浓度稳定水平的成本比其他情景¹⁷低很多。(2.5.2, 8.4.1, 10.4.6)

15. 任何一种温室气体减排措施的经济成本和效益在各部门间的分布是很不平均的;可以通过合适的政策在不同程度上降低减排成本。一般来说,蒙受损失者相对于获利者而言,他们的经济成本遭受的损失更加立竿见影、集中、且必然。采取减排政策,煤炭、可能还有石油和天然气及某些能源强度高的部门,如钢铁生产将极可能遭受经济损失。而其他产业,包括可再生能源产业和服务业将通过价格变化和获得本来会投向碳强度高的部门更多的资金和资源而长期受益。取消化石燃料补贴等政策将通过经济效率的提高从而增加社会整体效益,应用《京都议定书》机制将减少实现附件B目标的经济成本。其他类型政策,例如减免碳强度高的产业税收,将重新分配成本,同时会增加社会总成本。大多数研究表明,碳税将对低收入人群产生负面的收入影响,除非用税收收入进行直接或间接地补偿。(见9.2.1)

16. 已经很好地建立了附件一国家的减排约束,尽管可能会对非附件一国家产生溢出效应¹⁸。(见8.3.2, 9.3)

¹⁶ 引发的技术进步是一个新近兴起的讨论领域。TAP所评估的那些研究百年时间跨度的CO₂浓度与成本之间关系的文献没有一个论及过引发的技术进步。有些研究引发的技术进步模型表明,在相似的GDP增长率但不同的政策体制条件下,百年时间跨度的浓度将不同(见8.4.1.4)。

¹⁷ 见图SPM-1,在达到给定稳定浓度的目标时,基准情景对需要采取的减排措施的影响。

¹⁸ 溢出效应只考虑经济影响,没有考虑环境影响。

- **非附件一石油出口国家:** 分析表明产生的成本不同, 包括预期的GDP将降低, 预期的石油收入减少¹⁹。有一个研究结果说明, 2010年, 在没有排放贸易的情况下, GDP最低损失为0.2%, 有附件B排放贸易时GDP损失为0.05%²⁰。2010年, 在没有排放贸易的情况下, 研究结果中石油收入损失最高的为25%, 有附件B排放贸易时, 石油收入损失最高为13%。这些研究没有考虑附件B国家排放贸易以外的政策和措施²¹可以减少对非附件一石油出口国的影响, 因此估算结果可能夸大了这些国家的石油成本和总成本。非附件一石油出口国家通过取消化石燃料补贴, 根据碳含量调整能源税收, 增加天然气的使用以及经济多元化, 都将进一步减弱这些国家所受到的影响。
- **其他非附件一国家:** 它们还可能由于OCED国家对高碳产品进口需求的减少, 需继续进口的高碳产品价格提高而受到不利影响。这些国家将从燃料价格降低, 增加高碳产品的出口和转让环境友好技术和诀窍中受益。一个国家的净平衡取决于哪些因素起主要作用。这些复杂性使我们不能确定赢家和输家。
- **碳泄漏²²:** 碳强度高的产业可能会转移到非附件一国家, 并且由于价格变化对贸易流动产生的更广泛影响将导致5-20%的碳泄漏(见8.3, 2.2)。已实行的减免高能耗产业税收的做法和其他因素将不太可能造成更高的碳泄漏, 但会增加总成本。但模型未予考虑的技术转移(环境友好技术和技术诀窍的转让)有可能能够减少碳泄漏并在长期内抵消泄漏。

¹⁹ 六个研究的详细内容见表9.4。

²⁰ 这些估算的成本以2000-2010年的GDP增长率的差表示。没有排放贸易情况下, 每年GDP增长率减少0.02%。附件B排放贸易情况下, 每年GDP增长率减少0.005%。

²¹ 这些政策和措施包括: 非CO₂气体和非能源排放源的其他所有气体; 汇的抵消; 产业调整(如能源生产向能源服务转变); 利用OPEC的市场力量; 以及投资(附件B国家), 保险和技术转让。另外, 这些研究通常没有考虑以下可以减少总成本的政策和措施: 税收返还或支持其他减排措施, 减少化石燃料使用产生的环境附带效益; 减排政策引发的技术进步。

²² 碳泄漏是指由于附件B国家实施减排造成非附件B国家排放的增加, 以占附件B国家减排量的百分比表示。

减排的途径与方式

17. 成功实施温室气体减排措施需要克服许多技术、经济、政治、文化、社会、行为和/或体制上的障碍, 它们阻碍了实施减排措施带来的技术、经济和社会机遇。各区域和部门存在的潜在减排机会和障碍类型各不相同, 并随时间变化, 这是减排能力不同造成的。在任何国家穷人采用技术或改变他们的社会行为的机会有限, 特别是他们不属于现金经济的情况下, 并且绝大多数国家可以从创新的财政和体制改革以及消除贸易障碍中受益。在工业化国家, 未来的机会主要来自于消除社会和行为障碍。对于经济转型国家, 机会源于价格合理化。在发展中国家, 机会源于价格合理化, 获得数据和信息, 先进技术的可获得性, 财政资源, 培训和能力建设。对于任何国家来说, 消除任何一组障碍都将带来机会。(见1.5, 5.3, 5.4)

18. 如果采取一揽子政策手段限制或减少温室气体排放, 将使国家对气候变化的响应更为有效。一揽子气候政策手段可以包括(视国情而定): 实行排放税/碳税/能源税, 可交易或不可交易排放许可证, 补贴, 押金/退款制度, 技术或性能标准, 产品禁令, 自愿协议, 政府支出和投资, 以及支持研究和开发。各国政府将采用不同的评估标准, 这将导致不同的措施组合。文献一般没有特别偏好那种政策手段。在许多情况下, 市场手段会经济有效, 特别是在对其建立了管理能力的地方。能效标准和性能规定已被广泛采用, 有时优先于市场手段。近期以来, 自愿协议被更频繁使用, 有时超过了采用严格措施。人们也越来越强调通过信息运动、环保标志以及绿色市场的单独使用或者与激励性补贴结合使用, 来教育和影响消费者或生产者的行为。由政府或私营部门支持的研究和开发很重要, 这将推动减排技术的长期应用和转让。(见6.2)

19. 将气候变化政策与国家和部门的非气候目标政策整合在一起, 并转化成内容更广泛的渐进式战略, 以便实现可持续发展和减缓气候变化所必须的长期社会经济变革, 可以使减排变得更加有效。如同气候政策将产生提高人民生活水平的附带效益一样, 非气候政策也会产生气候效益。有可能通过将气候目标纳入一般社会经济政策而大量减少温室气体排放。在许多国家, 能源系

统的碳强度还取决于能源基础设施开发、价格和税收政策这些更广泛的规划。采用先进环境友好技术可以为实现环境友好发展提供机会，并同时避免温室气体强度高的活动。应特别注意促进向中小型企业转让技术。另外，在国家综合发展战略中考虑附带效益将减少气候行动的政治和体制障碍。(见 2.2.3, 2.4.4, 2.4.5, 2.5.1, 2.5.2, 10.3.2, 10.3.4)

20. 国家间和部门间的协调行动有利于降低减排成本、解决竞争问题、减少与国际贸易规则的潜在冲突及碳泄漏问题。一组想限制其总体温室气体排放的国家将同意执行经过精心设计的国际措施。《京都议定书》中规定的措施和本报告中评估的措施包括：排放贸易、联合履行 (JI)、清洁发展机制 (CDM)；本报告中评估的其他国际措施包括：协调的或和谐的排放税/碳税/能源税、单一的排放税/碳税/能源税、技术和产品标准、行业的自愿协议、资金和技术的直接转移、共同酝酿削减化石燃料补贴的实施环境。但是到目前为止，仅有某些地区考虑实施部分的这些措施。(见 6.3, 6.4.2, 10.2.7, 10.2.8)

21. 气候变化政策制定本质上是带有很多不确定性的、与时俱进的渐进过程。文献建议谨慎的风险管理战略需要仔细考虑结果(包括环境和经济结果)、可能带来的风险和社会对风险的态度。不同的国家甚至不同年代的人对风险的态度是不一样的。因此本报告再次确认了SAP的研究结论，即有关气候变化进程、影响及社会响应的更多更好的信息一般都是非常有价值的。在稳定目标依然处于讨论之中时有可能不得不作出近期的气候变化决策。文献建议应逐步来达到稳定温室气体浓度的目标。这也将涉及如何减少行动过火和行动不足带来的风险。相关的问题不是“什么是未来100年内最好的道路”，而是“在气候变化具有长期性和不确定性的情况下什么是近期最好的道路”。(见 10.4.3)

22. 本报告证实了SAP的结论，即早期的减缓行动，包括一揽子的减排措施、技术开发以及减少科学认识的不确定性等等，能够增强人们为稳定大气中温室气体浓度的行动的灵活性。最佳的减缓措施组合随时空的变化而变化。SAP以来的经济模型研究结果表明，如果在近期就促使世界能源系统偏离现状逐渐向低碳经济发展模

式过渡，可以将现有资本存量被迫提前退役的风险和成本降低到最小。早期减排也为技术开发腾出了时间，避免人类被过早锁定在必须快速发展低排放技术的早期思维模式中。另一方面，更有进取心的早期减排行动还能够减少气候急剧变化所引发的环境和人类风险。

它还将刺激现有低排放技术的快速推广，为将来的技术变化提供强有力的近期激励机制，以免被锁定在高碳排放技术上，并允许我们将来随着对科学认识的加强而制定更严格的目标。(见 2.3.2, 2.5.2, 8.4.1, 10.4.2, 10.4.3)

23. 以下三者两两相关，即国际规则的环境有效性、气候政策的成本有效性和协议的公平性。任何一个国际制度可以设计成为既有效率又很公平。本报告评估的文献以国际制度总体的形式展示支持这些目标的不同的战略，包括如何通过适当地分配任务和奖励条件，使参与某一制度更具有吸引力。尽管分析和谈判经常侧重于如何减少系统成本，文献还认识到制定一个有关气候变化的有效制度必须对可持续发展和非经济问题给予更多的重视。(见 1.3, 10.2)

认识上的差距

24. 在以往的IPCC评估报告中我们在认识上已经取得了一些进步，包括从科学、技术、环境、经济和社会等角度来认识减缓气候变化。然而，进一步的研究，包括在发展中国家的研究是必要的，它们可以加强未来的评估、尽可能地减少不确定性，并为应对气候变化的决策提供足够的信息。

以下是目前人类的知识与决策要求仍存在很大差距的建议优先研究的领域：

- 进一步探索技术和社会创新措施的区域、国家和部门内的具体潜力。这包括有关近期、中期和长期的二氧化碳、非二氧化碳与非能源减排措施的潜力和成本，了解不同区域间的技术推广，识别社会创新导致的温室气体减排的机会，综合分析减排措施对陆地系统碳流入和流出的影响，“地理”工程领域内的一些基本问题。
- 有关所有国家减缓气候变化的经济、社会和体制问

题。优先领域包括分析区域性特定的减排措施和障碍、有关公平性评估的含义、在综合评估领域发展适当的方法和改善的数据来源以加强减缓气候变化和能力建设、加强未来的研究和评估，特别是在发展中国家。

- *减排措施的潜力和成本分析方法，特别关注结果可比性。*例如，表述和度量温室气体减排行动的障碍，使减排模型技术更相容、可复制和可获得；对技术进步过程的建模；改进评估附带效益的分析工具，如在温室气体和其它污染物之间分担减排成本；对不同温室气体稳定的情景，系统地分析成本对基本假设的依赖性；开发在指定气候政策时处理不确定

性和社会、经济、生态风险的决策分析框架；改进全球模型和相关研究，以及他们在处理和报告非附件一国家和地区时的假设及相容性。

- *在发展、可持续性和公平性的框架内评估减缓气候变化的措施。*例如，探索不同的发展途径，包括交通部门在内的各部门的可持续消费模式、对减缓和适应气候变化措施的综合分析、识别气候变化政策和一般性的为推动可持续发展的政策结合起来的可能性、代内间和代际间有关减缓气候变化的公平性的综合分析、公平性评估方面的含义、分析在多种稳定政策体系下减排选择的科学、技术和经济的含义。