

气候变化 2001: 综合报告

决策者摘要

政府间气候变化专业委员会的评估

本摘要于2001年9月24-29日在英国文布利召开的政府间气候变化专业委员会（IPCC）第18次全会上批准，反映了IPCC就其各工作组提交的第三次评估报告中有关的主要发现、不确定性所达成共识的正式观点。

本摘要基于由下列作者完成的草稿：

Robert T. Watson, Daniel L. Albritton, Terry Barker, Igor A. Bashmakov, Osvaldo Canziani, Renate Christ, Ulrich Cubasch, Ogunlade Davidson, Habiba Gitay, David Griggs, Kirsten Halsnaes, John Houghton, Joanna House, Zbigniew Kundzewicz, Murari Lal, Neil Leary, Christopher Magadza, James J. McCarthy, John F. B. Mitchell, Jose Roberto Moreira, Mohan Munasinghe, Ian Noble, Rajendra Pachauri, Barrie Pittock, Michael Prather, Richard G. Richels, John B. Robinson, Jayant Sathaye, Stephen Schneider, Robert Scholes, Thomas Stocker, Narasimhan Sundararaman, Rob Swart, Tomihiro Taniguchi, D. Zhou, 以及许多IPCC的作者和编审。

引言

根据1997年9月22日和25-28日在马尔代夫召开的IPCC第13次全会的决定以及其他后续的决定，IPCC决定：

- 将综合报告作为第三次评估报告的一部分；
- 综合报告将提供在第三次评估报告中与政策相关、但并不是政策性信息的综合和汇总，同时也将利用早先已被通过和接受的那些涉及广泛的、关键性的、与政策相关、但并不是政策性问题的IPCC报告；
- 报告中的这些问题是基于与《联合国气候变化框架公约》缔约方磋商后提出的。

以下九个问题以各国政府提出的建议为基础，并且在1999年4月15-18日在哥斯达黎加的圣何塞召开的IPCC第15次全会上得到批准。

问题 1

问题1

科学、技术和社会经济分析究竟在哪些方面能有助于确定《联合国气候变化框架公约》第二条所提及的“气候系统危险的人为干扰”的构成是什么？

自然、技术和社会科学对于确定哪些成分构成“气候系统危险的人为干扰”提供了所需的实质性的信息和证据。然而，这种决策是一种价值判断，它可以在考虑诸如发展、公平、可持续性、以及不确定性和风险下，通过一个社会政治进程来决定。

→ 问题 1.1

鉴于气候变化的程度和速率都很重要，因此确定“危险的人为干扰”的构成的基础会随着区域的不同而发生变化，并取决于当地的特点和气候变化影响的后果，以及可获得的对付气候变化的减缓和适应能力。没有一组普遍适用的最佳政策，相反，既考虑到针对一系列可能的未来世界所采取的不同政策措施的力度，也考虑到将这些特定的气候政策与更为广泛的可持续发展政策相结合的程度，这将是重要的。

→ 问题 1.2

第三次评估报告（TAR）对这些作为决策者确定哪些成分构成“气候系统危险的人为干扰”的新的科学信息和证据进行了评估。首先，报告提供了一个有关未来大气中温室气体浓度、温度、降水和海平面的全球和区域变化模式及速率、以及极端气候事件变化的新的预测。同时报告也审查了海洋环流和主要大冰原突发的、不可逆转的可能性。其次，报告提供了气候变化对生物物理和社会-经济影响的评估，涉及到：独特的易受威胁系统的风险；有关极端气候事件的风险；影响的分布；总体影响；以及大规模、严重影响事件的风险。第三，报告对采取减缓措施实现将大气中的温室气体浓度稳定在不同水平的潜力进行了评估，并提供了有关适应性措施如何能够减少脆弱性的信息。

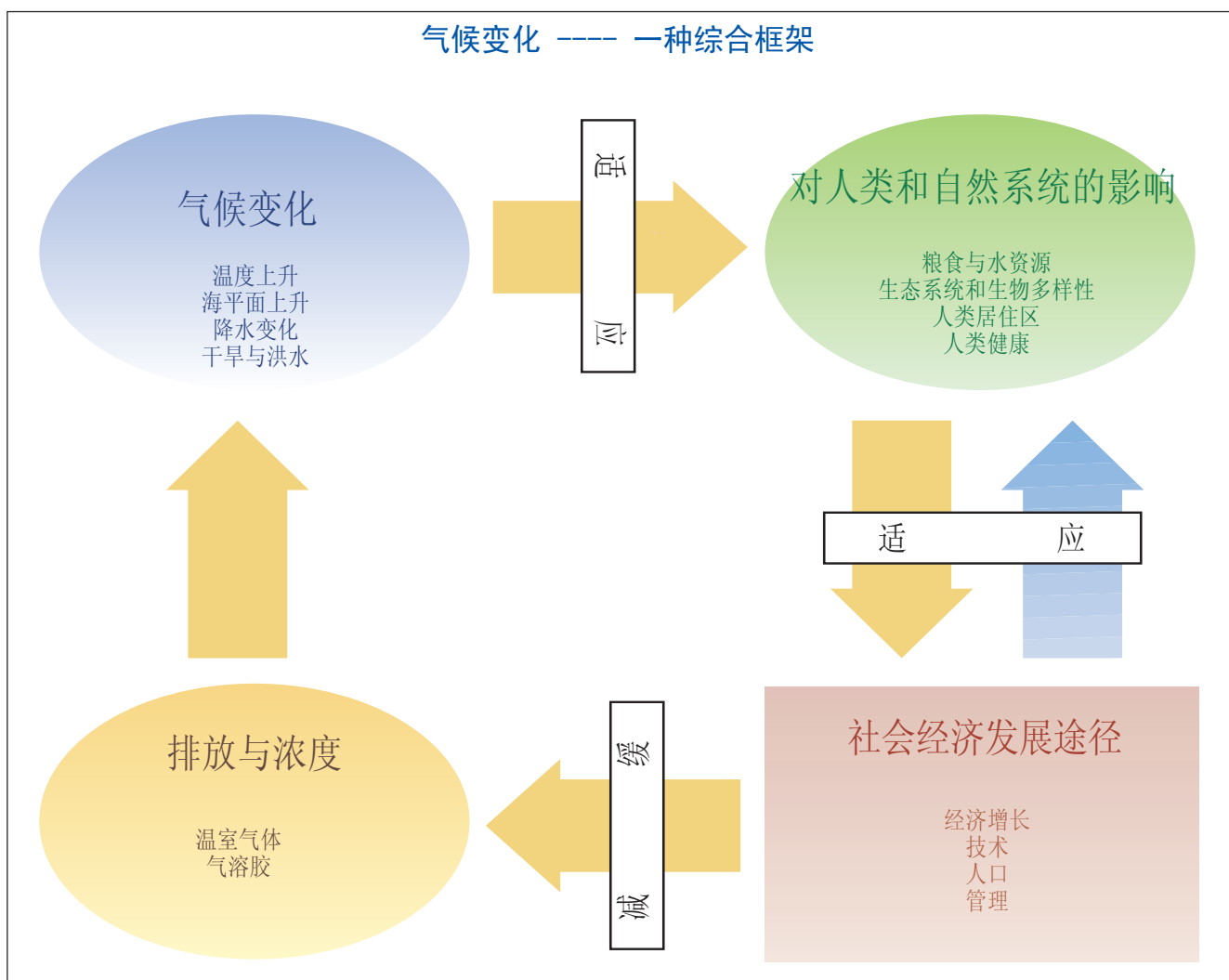
→ 问题 1.3-6

有关气候变化的一个综合观点就是要考虑贯穿所有部门的因果链的完整循环的动态过程（见图SPM-1）。第三次评估报告提供了涉及图SPM-1所有四个象限，新的、政策相关的信息和证据。《排放情景特别报告》（SRES）的其中一个主要贡献就是探讨了替代发展道路与其相应的温室气体排放，而第三次评估报告所进行的初步工作就是将适应与减缓选择同发展道路相联系的。但是由于现有知识尚欠完整，第三次评估报告并没有形成一个完整的气候变化综合评估。

→ 问题 1.7

气候变化的决策制定从本质上说是一个在普遍存在不确定性下的渐进过程。决策的制定必须处理包括非线性风险和/或不可逆变化在内的不确定性，需要平衡其他不足或过火行动所带来的风险，也包括对可能出现的（环境与经济）后果、这种后果出现的可能性以及社会对风险的态度进行仔细考虑。

→ 问题 1.8



图SPM-1：气候变化 — 一种综合框架。上图是关于人为气候变化的一种综合评估框架的示意简图。黄色箭头表示图中所示四个象限之间的因果循环，而蓝色箭头表示对气候变化影响的社会响应。参见图1-1标题对这种框架的一个解释性描述。

→ 问题 1 图 1-1

气候变化问题是可持续发展所面临的巨大挑战中的一部分。因此，只有当气候政策始终如一地纳入到更为广泛的、旨在实现更加可持续的国家和区域发展道路的战略设计中时，这种气候政策的效果才能够得到加强。出现这种情况是由于气候变动和变化的影响、气候政策响应及其社会-经济发展将影响一个国家实现可持续发展目标的能力。相反，对这种目标的追求也会反过来影响气候政策成功的机会，尤其是不同发展道路的社会-经济和技术特点将强烈影响排放量、气候变化的速率和程度、气候变化影响、适应能力和减缓能力。

→ 问题 1.9-10

第三次评估报告评估了各种减缓和适应选择的时间、机会、成本、效益及其影响的现有信息。报告表明，无论是一个国家单独采取行动，还是与其他国家合作行动，都存在着既能降低减缓和适应的成本，又能获得有助于实现可持续发展效益的机会。

→ 问题 1.11

问题 2

问题2

自从前工业化时期以来，地球气候变化的证据、原因和后果是什么？

- (a) 前工业化时期以来，地球气候在区域或全球尺度上变化了吗？如果是，在观测到的变化中，哪些（假设有）是人类影响造成的？哪（假设有）可以被归结为自然现象？这种原因判别的基础是什么？
- (b) 前工业化时期以来，特别是过去50年，气候变化对环境、社会、经济的影响怎样？

前工业化时期以来，地球气候系统在全球和区域尺度上出现了可以证实的变化，其中部分变化可归咎于人类活动。

→ 问题 2.2

前工业化时期以来，人类活动增加了大气中温室气体和气溶胶的浓度。在20世纪90年代，大气中主要人为温室气体(如二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化氮(N₂O)和对流层臭氧(O₃))的浓度达到有记录以来的最高水平，这主要是由化石燃料燃烧、农业和土地利用的变化引起的(见表SPM-1)。人为温室气体造成的辐射强迫是正的，其不确定性范围较小。气溶胶直接影响的辐射强迫是负的而且较小，但气溶胶对间接影响的负辐射强迫却较大，而且没有很好量化。

→ 问题 2.4-5

不断增加的观测勾画了一幅关于正在变暖的世界和气候系统其他方面变化的综合图景(见表SPM-1)。

→ 问题 2.6

从全球看，在仪器记录时期(1861-2000)，20世纪90年代很可能是最暖的十年，1998年很可能是最热的一年(见框SPM-1)。在过去1000年中，20世纪北半球表面温度增暖可能比其他任何一个世纪都快(表SPM-1)。在南半球，1860年以前的资料不充分，无法将最近的增暖和过去1000年的变化进行比较。全球的温度变化不是均匀的，它随地区而变化，大气下部的不同水平也不一样。

→ 问题 2.7

| 表 SPM-1 | 20世纪地球大气、气候和生物系统的变化。 ^a |
|---------------------------------|--|
| 指标 | 观测到的变化 |
| 浓度指标 | |
| 大气CO ₂ 浓度 | 1000年到1750年280ppm, 2000年368ppm (增加31±4%)。 |
| 陆地生态圈CO ₂ 交换 | 1800年到2000年积累源大约30 Gt C; 但是在90年代, 净汇大约为14±7 Gt C。 |
| 大气甲烷浓度 | 1000年到1750年700ppb, 2000年1750ppb (增加151±25%)。 |
| 大气氧化亚氮(N ₂ O)浓度 | 1000年到1750年270ppb, 2000年316ppb (增加17±5%)。 |
| 对流层臭氧浓度 | 从1750年到2000年增加35±15%, 各地区不同。 |
| 平流层臭氧浓度 | 从1970年到2000年下降, 各经度和纬度不同。 |
| 大气HFCs, PFCs和SF ₆ 浓度 | 近50年全球性增加。 |
| 天气指标 | |
| 全球表面平均温度 | 在20世纪增加了0.6±0.2°C; 陆地表面温度上升大于海洋(非常可能)。 |
| 北半球表面温度 | 20世纪的升温大于过去1000年以来任何世纪, 90年代可能是过去1000年以来最热的十年(可能)。 |
| 地面温度日较差 | 陆地上1950年到2000年下降, 夜间最低温度的上升速度是白天最高温度上升速度的两倍(可能)。 |
| 炎热日子/热指数 | 上升(可能)。 |
| 寒冷/霜冻日 | 20世纪几乎所有陆地区域都下降(非常可能)。 |
| 陆地降水 | 20世纪北半球增加了5%—10%(非常可能), 虽然在一些地区有所下降, 如北非和西非, 以及地中海的部分地区。 |
| 严重降水事件 | 北半球中、高纬地区增加(可能)。 |
| 干旱频率和严重性 | 几个地区夏季变干, 干旱增多(可能)。 近几十年一些地区如亚洲和非洲的部分地区干旱的频率和强度增加了。 |



| 框 SPM-1 | 信度和可靠性说明 |
|---------|--|
| | <p>在适当时候, 第三次评估报告的作者们给出了信度水平, 这是依据他们检验的观测证据、模拟结果和理论对某一结论的有效性所做出的集合判断。以下在整个TAR综合报告中使用的描述性词语与第一工作组的发现有关: 事实上是确定的(结果真实的机率大于99%); 很可能的(90-99%机率); 可能的(66-99%机率); 中度可能的(33-66%机率); 不可能的(10-33%机率); 很不可能的(1-10%机率); 极端不可能的(机率小于1%)。明确的不确定性范围(±)是一个可能的范围。</p> <p>与第二工作组发现有关的信度判断是: 很高(95%或更大), 高(67-95%), 中(33-67%), 低(5-33%), 很低(5%或更小)。第三工作组没有对其发现给出信度水平。</p> |

问题 2 框 2-1

新的、更强的证据表明, 过去50年观察到的大部分增暖可以归咎于人类活动。

问题 2.9-11

检测和原因判别研究均发现了过去35-50年气候记录中的人为信号证据。这些研究考虑了由人为硫酸气溶胶和自然因子(火山和太阳辐射)引起的辐射强迫上的不确定性, 但不考虑其他人为气溶胶和土地利用变化的影响。这段时期中, 硫酸气溶胶和自然强迫是负的, 不能解释增暖; 多数研究发现, 在近50年里, 仅仅由于增加的温室气体引起的增暖的速率和幅度估计值与观测到的升温值相当, 或比后者略大。在近140年中, 当把如图SPM-2中所示的所有人为和自然强迫因子都考虑上时, 模式模拟与观测的一致性也最好。

| 表 SPM-1 | 20世纪地球大气、气候和生物系统的变化 ^a (续) |
|---|--|
| 指标 | 观测到的变化 |
| 生物和物理指标 | |
| 全球平均海平面 | 20世纪平均每年上升1到2mm。 |
| 河流和湖泊冰盖持续时间 | 20世纪北半球中和高纬度地区减少了大约两个星期（非常可能）。 |
| 北冰洋冰盖的范围和厚度 | 最近几十年，夏末到秋初变薄了40%（可能），1950年以来春天和夏天范围减小了10—15%。 |
| 非极地冰川 | 20世纪以来大范围内缩小。 |
| 雪盖 | 自60年代全球卫星观测开始，面积下降10%（很可能）。 |
| 永久冻土 | 在极地、亚极地和山地一些地区解冻、变暖和退化。 |
| 厄尔尼诺事件 | 在过去20到30年中，与之前100年相比，更频繁、持久和强烈。 |
| 生长季节 | 在北半球，特别是在高纬度地区，过去40年中每十年大约变长1到4天。 |
| 植物和动物范围 | 植物、昆虫、鸟类和鱼类向极地和高海拔移动。 |
| 繁殖、开花和迁徙 | 北半球植物开花更早、鸟类抵达更早、繁殖季节日期提前，昆虫出现日期提前。 |
| 珊瑚礁漂白 | 频率增加，特别是在厄尔尼诺事件中。 |
| 经济指标 | |
| 气候相关的经济损失 | 过去40年中，扣除通货膨胀因素，全球的可比损失上升了一个数量级（见Q2 图2-7）。观测到的上升趋势部分与社会经济因素有关，部分与气候变化有关。 |
| ^a 该表提供了主要观测到的变化的例子，而不是详细的清单。它包括由于人为引起的变化，以及可能由于自然变化或人为引起的气候变化所导致的变化。这里报告的信度水平是在相关工作组进行过评价的。综合报告中的一个相似的表提供了对第一和第二工作报告的交叉参考。 | |

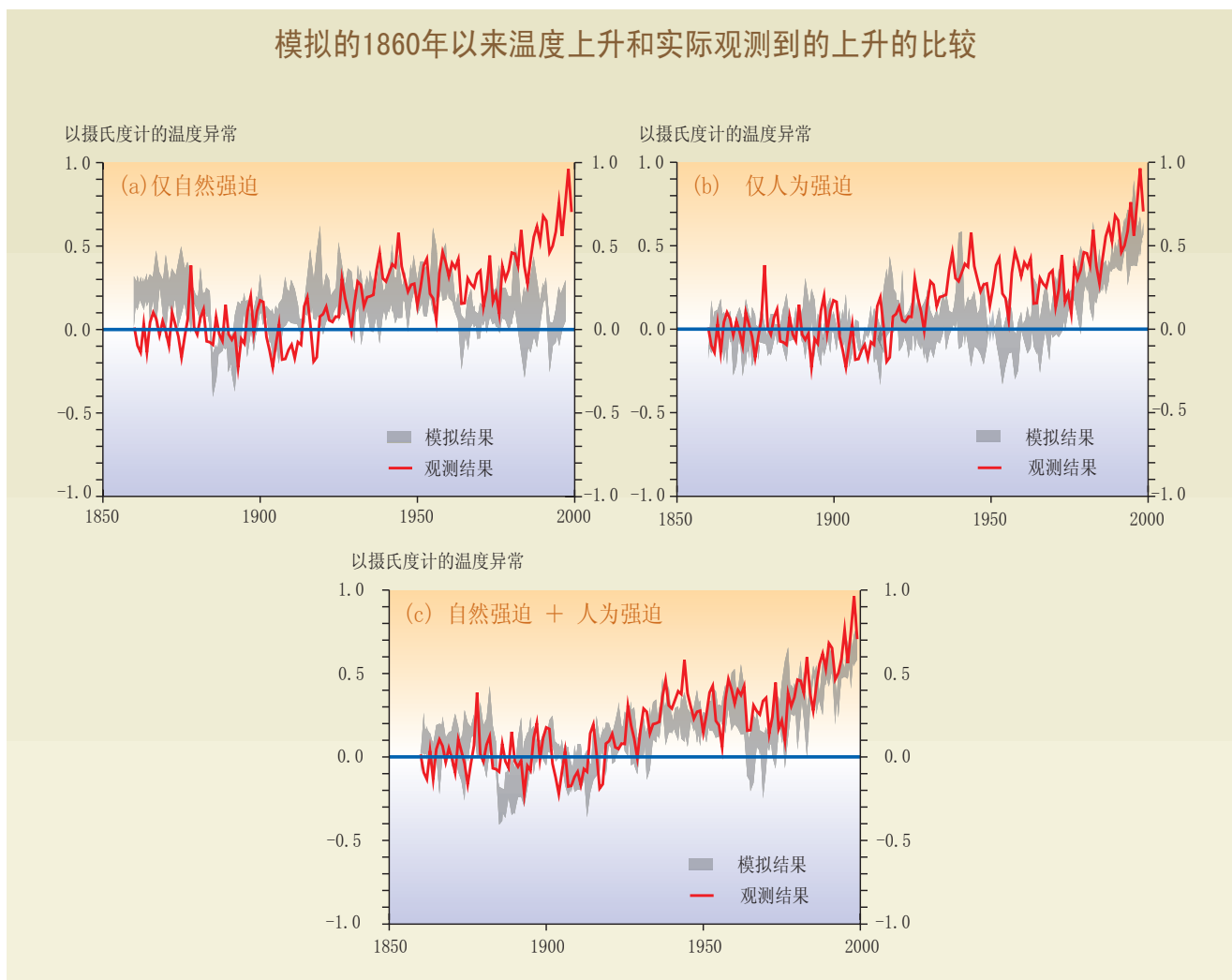
海平面、雪盖、冰面积和降水的变化与地球表面正在变暖的气候是一致的。这方面的例子有：更活跃的水循环及其更多的严重降水事件和降水时间的改变、非极地冰川的广泛退却、海平面的升高和海洋热容量的增加、雪盖和海冰面积及厚度的减小（表SPM-1）。例如，20世纪的增暖很可能已经对观测到的海平面上升产生了显著影响，这主要通过海水热膨胀和陆地冰的广泛消融来达到。在目前的不确定性范围内，20世纪观测和模拟是一致的，二者均缺乏海平面上升的显著加速过程。从1978年到2000年，南极的海冰范围无法证明发生过变化。此外，还存在相互矛盾的分析或数据不足的问题，无法评估热带和热带以外的气旋以及中纬度地区的严重局地风暴活动是否发生了变化。一些观察到的变化是区域性的，一些可能是由于内部气候变率、自然强迫或区域性人类活动的影响，而不能单单归咎于全球性人类的影响。

 问题 2.12-19

观测到的区域气候变化影响了许多物理和生物系统，同时有初步证据显示，社会和经济系统也受到了影响。

 问题 2.20 & 问题 2.25

模拟的1860年以来温度上升和实际观测到的上升的比较



图SPM-2: 模拟地球的温度变化 ($^{\circ}\text{C}$), 并将模拟结果与观测的变化进行比较, 可以帮助了解主要变化的原因。气候模式可以用来模拟源自自然和人为因子的温度变化。(a) 中灰色带所代表的模拟值是仅用自然因子强迫的结果, 即只考虑了太阳变化和火山活动。(b) 中灰色带所代表的模拟值是用人为强迫因子得到的, 即考虑了温室气体和硫酸盐气溶胶。(c) 中灰色带所代表的模拟值则是既考虑自然因子, 也考虑人为因子的出的变化。从 (b) 可见, 加入人为强迫后可以初步解释过去一个世纪温度变化的主要部分, 但模拟和观测值最接近的结果来自于 (c), 因为此时自然和人为影响因子都考虑了。这些结果说明, 所包括的强迫因子对于解释观测到的变化是的, 但这并不排除其他强迫可能也起作用的可能性。

→ 问题 2 图 2-4

近来的区域性气候变化, 特别是温度的升高, 已经给世界上许多地区的水文系统、陆地和海洋生态系统造成了影响 (见表SPM-1)。在这些系统¹内观测到的变化, 在各种各样的地点具有连贯性, 并且与预期的区域性温度变化的影响在方向上一致。观测的与期望的变化方向 (没考虑变化幅度) 相同这一事实仅仅是随机发生的可能性很小。

→ 问题 2.21-24

¹ 对主要来自北美洲、欧洲和南极地区的400种植物和动物进行了44项区域性研究, 时间跨度约为20-50年还对涉及世界多数地区的100多个物理过程进行了16项区域性研究, 时间跨度约为20-150年。

与天气灾害和区域气候变异有关的社会-经济损失上升，说明对气候变化的脆弱性正在增加。初步的指示表明，一些社会和经济系统受到近年来增加的洪水和干旱的影响，由灾害性天气事件造成的经济损失显著增加。然而，由于这些系统还受到其他社会-经济因素（如人口变化和土地利用变化）的影响，定量评价气候变化（人为或自然的）和社会-经济因素造成的相对影响是困难的。

→ 问题 2.25-26

问题 3

在第三次评估报告中(TAR)所使用的一系列温室气体排放情景下，目前关于未来25、50、和100年的区域和全球的气候、环境以及社会经济的后果(其预测中未考虑政策介入的影响) 所了解的程度？

尽可能地评价：

- 预计的大气浓度、气候和海平面的变化；
- 气候和大气组成的变化对人类健康、生态系统的生物多样性和生产及社会经济部门(特别是农业和水)的影响及其经济成本和效益；
- 适应性选择的范畴，包括成本、效益以及挑战；
- 区域和全球尺度上，与影响和适应有关的发展、持续性和平等问题。

问题3

所有的IPCC排放情景预测，在21世纪二氧化碳浓度、全球平均表面温度，海平面高度都将增加²。

→ 问题 3.2

排放情景特别报告(SRES)中六个例证的情景预测，到2100年CO₂的浓度将达到540~970 ppm，而其在工业化前和2000年却分别约为280 ppm和368 ppm。不同的社会-经济假设(人口、社会、经济和技术)会导致未来不同的温室气体和气溶胶的排放水平。更进一步的不确定性，尤其是对于目前汇过程的延续性(碳汇)和陆地生物圈的气候反馈程度，将使每个情景2100年的浓度变异范围达到-10~+30%，因此，总的变化范围为490~1250ppm(比1750年工业化前的浓度高75~350%)。六个例证的SRES情景所预测的2100年主要的非CO₂温室气体的浓度变化很大(见图SPM-3)。

→ 问题 3.3-5

根据SRES排放情景，不同的气候模式预测认为全球平均地面气温在1990~2100年期间将升高1.4~5.8°C，较20世纪观测到的变暖中值高大约2-10倍，预测到的变暖速率，根据古气候资料，极可能在最近的至少1万年内都是史无前例的。所预测的温度升高幅度与基于第二次评估报告(SAR)中6个IS92情景的温度升高1.0~3.5°C的范围更大。较高的预测温度和更大的变化幅度主要是由于，相对于I992情景，SRES情景所预测的二氧化硫(SO₂)排放较低。在1990~2025年和1990~2050年期间，预计温度将分别增加0.4~1.1°C和0.8~2.6°C。到2100年，对于同一排放情景，地面气温对不同的气候模式的响应，相当于同一种气候模式基于不同的SRES排放情景预测的变化范围。图SPM-3表明最大的SRES排放情景预计引起的温度增加最大。几乎所有陆地的升温极可能都高于全球平均水平，特别是冬季的北部高纬度地区。

→ 问题 3.6-7 & 问题 3.11

² 气候变率、极端事件、突发/非线性变化的预测在问题4中讨论。

预计21世纪全球平均年降水量会增加，但在区域尺度上降水的增加和减少都有可能，主要介于5%~20%之间。高纬度地区无论在夏季和冬季，其降水可能都将增加。北部中纬度地区、热带非洲、南极的冬季以及亚洲南部和东部的夏季，预计降水也会增加。而澳大利亚、中美洲和非洲南部的冬季降水将会持续减少。在平均降水预计增加的大多数地区，年际间的降水量变化极可能也较大。

→ 问题 3.8 & 问题 3.12

预测在21世纪冰川将继续大规模退缩。预计北半球的覆雪、永久冻土和海洋冰面的范围将进一步减小。南极冰盖的数量可能会增加，而格陵兰冰盖的数量可能会减少（见问题4）。

→ 问题 3.14

根据SRES所有情景的范围预测，全球平均海平面高度在1990~2100年期间将上升0.09~0.88米，但区域间的变异十分明显。海平面上升主要是由于海洋的热膨胀以及冰川和冰帽的融化。预计1990~2025以及1990~2050年间的海平面上升高度分别为0.03~0.14米和0.05~0.32米。

→ 问题 3.9 & 问题 3.13

预计气候变化对环境和社会经济系统既有有利的影响也有不利的影响，但是气候变化的幅度越大、速率越快，不利影响的主导地位越明显。

→ 问题 3.15

温室气体累积排放量越多以及相关的气候变化越严重，不利影响的危害性就越大（中等可信度）。而气候的小量变化，对一些地区和部门的影响是有利的，但这种有利的影响会随着气候变化幅度的增加而减小。相比较而言，随着气候变化程度的增加，许多已经确认的一些不利的影响在范围和严重程度上将增加。从区域的角度来看，预计不利影响在世界大多数地区将占主导地位，尤其是热带和亚热带地区。

→ 问题 3.16

总体来讲，预计气候变化对人类健康的威胁会增加，特别是对低收入人口，他们主要分布在热带/亚热带国家。气候变化能够直接影响人类健康（如减少温带国家的冷胁迫而增加其热胁迫，在洪水和暴风雨中丧生），和通过改变疾病传染媒介（如蚊子）³的范围、水生病原菌、水质量、空气质量、食物供给能力和质量而间接影响人类健康（中高可信度）。当地的环境条件和社会经济状况会强烈地影响实际的健康水平；而且社会的、制度的、技术的以及行为适应措施的采纳水平也会减弱对健康的危害程度。

→ 问题 3.17

气候变化和海平面升高预计会改变生态系统的生产力和生物多样性，一些脆弱性物种灭绝的风险增加（高中可信度）。因火灾、旱灾、虫灾、外来种侵入、暴风雨以及珊瑚礁白化等干扰而造成的对生态系统的显著破坏作用预计将增加。因气候变化引起的胁迫，当与其他胁迫共同作用于生态系统时，会使一些独特的系统和一些濒危物种受到严重的威胁性破坏或完全灭绝。CO₂浓度增加将会使植物的净初级生产力增加，但是，气候变化以及伴随而来的扰动规律的变化可能会使净初级生产力增加或减少（中等可信度）。一些全球模型预计，在21世纪的前50年，陆地生态系统对碳的净吸收将会增加，但是随后会稳定或降低。

→ 问题 3.18-20

³ 已经对8个案例进行了气候变化的影响，5例疟疾，3例革登热。7个案例利用基于生物和过程的方法，一个案例机遇经验和统计的方法。



A1FI, A1T 和 A1B

A1的示意线和情景组合描述了一个经济快速发展的未来世界，全球人口在世纪中叶达到顶峰后开始下降，新的以及更高效的技术被迅速采用。随着区域间人均收入差异的大幅度减小，基本活动主题主要表现为地区间的融合增加，能力。

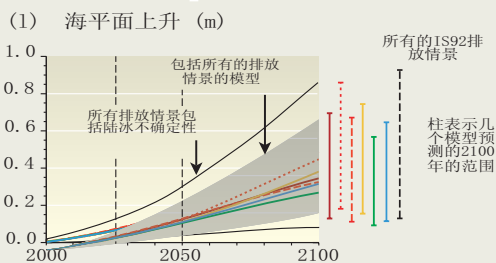
建设增强，以及文化和社会间增加的交互作用。A1的情景组群可以形成三个组合，它们描述了能源系统中技术变化的可能方向。三个A1组合可以根据它们技术的侧重点不同加以区别：化石能源为主 (A1F1)。

非化石能源 (A1T)，以及所有资源平衡协调利用 (A1B) (平衡协调是指不过分依赖于某一种特定的能源资源，并能以相似的速率对所有的能源供给和最终利用技术给以更新)。

辐射强迫

温度和海平面变化

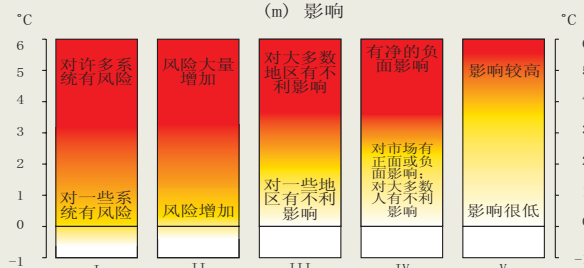
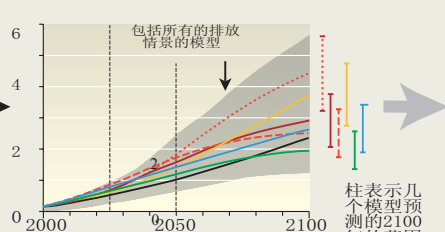
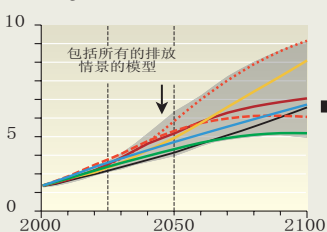
关注的理由



(j) 辐射强迫 (Wm^{-2})

(k) 温度变化 ($^{\circ}C$)

关注的理由



情景

情景

- A1B
- - - A1T
- ⋯ A1F
- A2
- B1
- B2
- IS92a

- I 对独特和濒危系统的风险
- II 极端气候事件造成的风险
- III 影响的分布
- IV 综合影响
- V 未来大规模突发事件的风险

A2

A2的示意线与情景的组合描述了一个组成非常不均一的世界，主要主题是自给自足以及地方性的保护。区域之间的生产力非常缓慢地趋于一致，进而导致持续性的人口增长。经济的发展主要是地区主导型的，人均经济的增长和技术更新的变化较其他示意线缓慢且零散。

B1

B1的示意线和情景组合描述了一个趋于一致的世界，在世纪中叶，全球人口达到顶峰后开始下降，这同A1示意线一样；但经济结构趋向于向服务和信息经济方面迅速变化、材料密集程度下降、并且采用了清洁和高效资源技术。强调经济、社会和环境的持续性，包括增加平等性等方面的全球性解决方案，但排除额外的气

B2

B2的示意线和情景组合描述了一个重点集中于经济、社会和环境可持续发展的地方性方案。随着低于A2速率的持续性的全球人口增长，经济发展则处于中等水平，与B1和A1相比，技术变更的速度缓慢且种类增多。当然，情景也趋向于环境保护和社会公平性，但主要强调地方和区域性水平的层次。

图SPM-3: SRES情景下，不同的社会经济假设会导致未来不同的温室气体和气溶胶的排放水平。排放又会反过来影响大气中这些温室气体和气溶胶的浓度，导致气候系统中辐射强迫的变化。由SRES情景而造成的辐射强迫所导致的预计的温度和海平面升高，又将会造成反馈性影响。SRES情景中没有包括额外的气候行动计划，也认为不存在这样的可能。由于SRES情景是在第三次评估报告前非常短的时间内完成的，这里所提到的影响评价大多应用的是基于平衡气候变化情景下的气候模型结果（例如 $2 \times CO_2$ ），相对较少的应用了 CO_2 以每年1%递增的渐进情景或第二次评估报告中的情景（例如IS92系列）。气候影响相应地也会影响到社会经济的发展道路，如通过适应或减缓措施。图表上端的亮度加重部分表明，在考虑气候变化时，各个方面是如何和整体评估框架相联系的（见图SPM-1）。

➔ 问题 3 图 3-1

谷类作物模型表明，在温带地区，温度增加较低时产量会增加，但温度增加较高时，产量将会减少（中低可信度）。在大多数热带和亚热带地区，对于多数预测的温度升高情形，预测的谷物潜在产量都会降低（中等可信度）。亚热带和热带旱地农田/旱作系统中，有的地区雨量大幅度减少，对作物产量的负面影响将更大。这些估计中包括了农民的一些适应性反应以及CO₂施肥的正面效应，但并未包括由于虫害侵扰和气候极端事件变化而预计所增加的影响。牲畜生产者使其畜群适应由于气候变化引起的生理胁迫的能力目前尚所知甚少。（几）度或超过几度范围的变暖预计将使全球的粮食价格升高，而且可能使脆弱人口遭受饥饿的风险增加。

→ 问题 3.21

预计气候变化将加剧世界上许多水资源缺乏地区的水短缺。水需求一般随人口增长和经济的发展而增加，但一些国家的水需求会因水利用效率提高而减少。气候变化预计将使世界许多缺水地区的供水大量减少（可以从预测的径流变化反映出来），但一些地区的水供应会增加（中等可信度）（见图SPM-4）。淡水质量将因水温升高而降低（高等可信度），不过，水温升高的作用在一些地区可能会因流量增加而抵消。

→ 问题 3.22

如果用国内生产总值(GDP)表示对市场的综合影响，在任何已知的全球平均温度增加的幅度内，预计对大多数发展中国家的市场综合影响都将是负面的（低等可信度）；对发达国家来讲，（几）度范围内的增温对市场的影响则有正有负（低等可信度），温度增加超过（几）度，对市场将造成负面影响（中低可信度）。该估计一般不包括气候变率和极端事件的影响，不能解释不同的气候变化速率的影响，仅能部分说明对市场非贸易的物品和服务的影响，而且有一些评价仅仅针对效益并忽略了其他损失。

→ 问题 3.25

海平面升高和风暴潮对居住在小岛和/或低地沿海地区人口的社会和经济影响尤其严重。许多人类居住地面临着增加的沿海洪灾和海水侵蚀的风险，而且，数千万居住在三角洲、低地沿海和小岛的人口，将面临迁移的风险。岛屿和沿海地区人口至关重要的资源也将受到威胁，如海滩、淡水、渔业、珊瑚礁和环状珊瑚岛，以及野生动物栖息地等。

→ 问题 3.23

气候变化对发展中国家和所有国家内的贫困人口的影响是不均衡的，从而加剧了人们在健康状况、获取充足的食物、净水和其他资源方面的不公平。气候变化将普遍使发展中国家的人口暴露于相对较高的负面风险之下。另外，贫困和其他因子使得多数发展中国家的适应能力较低。

→ 问题 3.33

适应性可以减小气候变化的负面影响，并且常常可以很快产生附加效益，但不能避免所有的危害。

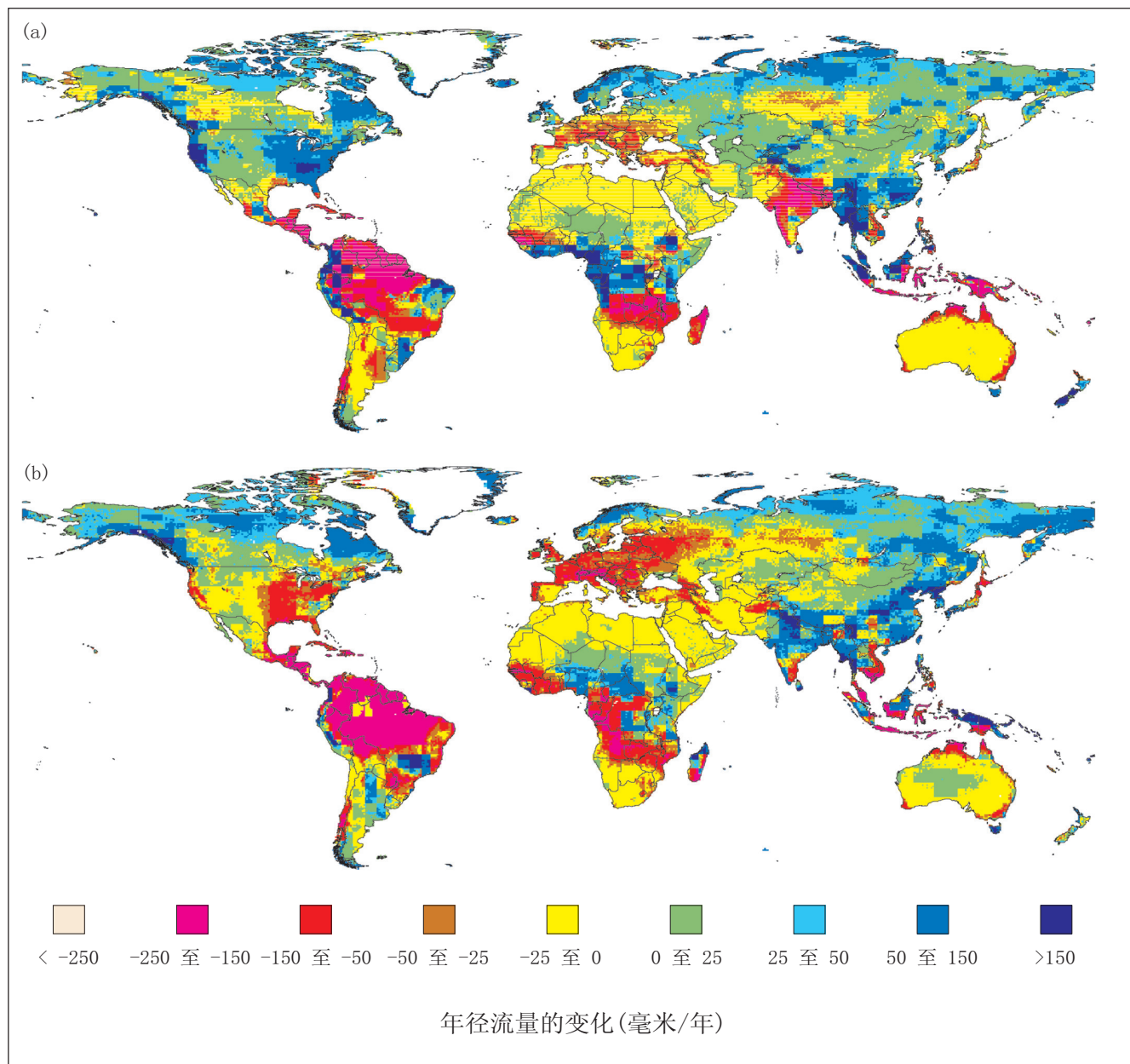
→ 问题 3.26

很多可能的应对气候变化的适应性措施已经被确认能够减少气候变化的不利影响并增强其有利影响，不过，这需要投资。关于对这些投资的效益方面的定量性评价以及在不同地区和实体间的变化的估计尚不完善。

→ 问题 3.27

更大幅度和更快速度的气候变化将比幅度较小和较慢的变化对适应性提出更大的挑战、其破坏的风险也更大。自然和人类系统都已经进化出适应气候变异的能力，在

→ 问题 3.28



图SPM-4: 相对于1961-1990年的年平均径流量, 预计2050年的年均径流量变化, 其主要取决于预计的降雨量变化。径流量变化是利用水文学模型进行计算的, 气候情景采用了哈得雷中心两个版本的大气-海洋环流模型(AOGCM)所计算出的大气CO₂有效浓度以每年递增1%情景下的气候预计作为输入数据, 这两个版本为(a)HadCM2 集合的平均值和 (b) HadCM3。预计高纬度和东南亚的径流增加, 中亚、地中海地区、南非以及澳大利亚的径流量将减少, 对以上这些预计, 哈得雷中心的数值试验之间存在广泛的一致, 而且与其他大气-海洋环流模式数值试验的降水预计一致。对于世界上的其他地区, 降雨和径流的变化取决于选用的情景和模型。

→ 问题 3 图 3-5

此适应范围内, 破坏的风险相对较低而且恢复能力较强。但是, 气候事件发生的频率若超出系统已经能够适应的历史范围, 将会增加系统对极端破坏的风险、而且使系统不能完全恢复甚至崩溃。

问题 4

问题4

我们所了解的大气中温室气体含量和气溶胶浓度增加所产生的影响以及对人类活动引起的全球和区域气候变化的预测：

- a. 气候脉动的频率和幅度如何？这些气候脉动包括逐日、季节、年际和年代际变率，如ENSO循环及其他。
- b. 诸如热浪、干旱、洪涝、暴雨、雪崩、风暴、龙卷风和热带气旋等这些极端事件的生命期长度、发生地、频率和强度如何？
- c. 在温室气体的源和汇、大洋环流以及极冰和永冻土的范围中或其他现象中是否存在发生突变/非线性变化的风险？若有，那么这种风险能否量化？
- d. 生态系统中是否存在发生突变或非线性变化的风险？

预计气候变率将增大，一些极端事件将增多。

→ 问题 4.2-8

模式预测，大气中温室气体含量的增加将导致日、季节、年际和年代际变率发生变化。预计在许多地区日温差将下降，冬季气温的日变率减小，而在北半球陆地夏季日变率将升高。许多模式预测在热带太平洋将出现更类似厄尔尼诺的平均状况。而对于自然出现的海-气环流型如北大西洋涛动(NAO)等的频率或结构会如何变化则没有明显的一致性。

→ 问题 4.3-8

模式预测，大气中温室气体含量的增加将引起极端事件的频率、强度和生命期长度发生变化，譬如酷热日数、热浪和暴雨事件会趋于频繁，而寒冷日数将减少。这将导致许多地区有风险出现更多的洪涝和干旱，并对生态系统、社会经济部门以及人类健康带来不利影响（详见表SPM-2）。高分辨模拟研究显示，在一些地区热带气旋的最大风速和雨强可能增大。而对于小尺度极端天气现象（如雷暴、龙卷风、雹线、雹暴和闪电）将如何变化的问题目前仍缺乏足够信息。

→ 问题 4.2-7

21世纪的温室气体强迫将在之后几十年至上千年内引起物理和生物系统中发生大尺度、高影响、非线性和可能为突变的变化，其可信度范围较大。

→ 问题 4.9

在物理系统和温室气体的自然的源与汇中，预计的一些突变/非线性变化可能是不可逆的，但是关于其中包含一些过程目前还缺乏完整的认识。预测的这些变化的可信度预计还将增大，并伴随气候变化的速度、幅度以及持续时间增加。这类变化的举例包括：

→ 问题 4.10-16

- 土壤和植物中出现由气候引起的大变化是可能的，而且它可以通过植物和土

| 表 SPM-2 | 气候变率、极端气候事件及其影响举例[第三次评估报告第二工作组表SPM-1] | |
|---|--|--|
| 21世纪极端气候现象的预测变化及其可能性 | 可能影响的代表性例子 ^a （在一些地区发生全部达到高信度） | |
| 在几乎所有陆面最高温度上升，酷热日数和热浪增多 ^b （非常可能） | 老龄群体和城市贫困人口中死亡和严重疾病的发生增多； 对于家禽和野生动物，热风险增加； 旅游景点变迁； 许多作物遭受损失的风险增加； 电力降温的需求增多且能源可供量减少。 | |
| 在几乎所有陆面最低温度上升，寒冷日数、霜冻日数和寒潮增多 ^b （非常可能） | 人类与寒冷有关的发病率和死亡率下降； 许多作物遭受损失的风险减少，而其他作物遭受损失的风险增加； 某些害虫和疾病传播体的范围扩大、活动更广； 加热能源需求下降。 | |
| 强降水事件增多（非常可能，在许多地区） | 洪水、滑坡、雪崩和泥石流的损失增加； 土壤流失增加； 增多的洪水径流对一些漫滩蓄水层水量的补充增加； 政府和私人的洪灾保险系统及减灾的压力增加。 | |
| 在中纬度内陆的大部地区夏季干燥增多，相应的干旱风险增加，（可能） | 作物产量下降； 由于土地减少使得建筑基地的破坏增加； 水资源总量减少、质量下降； 森林火灾的风险增多。 | |
| 热带气旋最大风强度、平均和最大雨强增强（可能，在许多地区） ^c | 对人类生活的风险、传染性疾病蔓延的风险和其他许多风险增加； 海岸流失以及海岸建筑和基础设施的破坏增加； 海岸生态系统（如珊瑚礁和红树林）的破坏增加。 | |
| 在许多不同地区，与厄尔尼诺事件有关的干旱和洪涝强度增强（可能） [也可参见下栏的干旱和强降水事件] | 在受干旱和洪涝影响的地区，农业和单位面积的产量下降； 在受干旱影响的地区，水力发电潜力下降。 | |
| 亚洲夏季季风降水变率增大（可能） | 在亚洲的温带和热带地区，洪涝和干旱的程度和损失增加。 | |
| 中纬度风暴的强度增强（目前的模式几乎没有多少一致性） ^b | 对人类生活和健康的风险增加； 财产和基础设施的损失增加； 海岸生态系统的破坏增加。 | |
| ^a 通过适当的响应措施，这些影响可以得到减轻。 ^b 信息来自第三次评估报告第一工作组技术总结（F.5部分）。 ^c 热带气旋的区域分布可能会发生变化，但目前尚未出现。 | | |

壤的温室气体释放的增加以及地表特性（如反照率）的改变反过来又引起进一步的气候变化。

- 大多数模式预测海洋中温盐环流将减弱，这一减弱会导致向欧洲高纬度热输送的减少，但没有结果表明在21世纪末之前温盐环流会突然关闭。然而，一些证据显示，如果辐射强迫的变化足够大而且能维持足够长的时间，在2100年之后，在任一半球温盐环流都将彻底而且可能是不可逆地关闭。
- 在21世纪，南极冰盖的总量可能增加，但在持续的变暖后将可能显著减少并且对预测的在未来1000年里海平面的上升贡献高达数米。
- 与南极冰盖相反，格陵兰冰盖在21世纪总量将可能减少，并引起几厘米的海平面上升。在气候达到稳定后的数以千计的时间尺度内，冰盖还将继续反作用于气候变暖并对海平面上升产生贡献。气候模式指出格陵兰的局地变暖可能是全球平均的1-3倍。气候模式预测，如果超过3°C局地变暖持续数千年，将肯定导致格陵兰冰盖的完全融化并造成海平面上升大约7米。如果5.5°C的局地变暖持续1000年，格陵兰的贡献将可能造成大约3米的海平面上升。
- 持续变暖将加强极地、次极地以及山区永冻土的融化，使得其中许多地区易于出现沉降和滑坡从而影响基础建设、水源和湿地生态系统。

气候变化会增加在许多生态系统中出现突变和非线性变化的风险，这将影响到这些生态系统的功能、生物多样性和繁殖力。其幅度和速度越大，负面影响的的风险就越大。举例包括：

- 不稳定阶段的改变和适于气候决定的习惯的地域变迁可以导致陆地和海洋生态系统的突然崩溃，伴随着出现生物组成和功能的显著变化以及生物绝迹的风险增加；
- 即使水温持续性升高仅仅1°C其自身或再加上任何其他的强迫（如过度的污染或淤积），就可以引起珊瑚喷出他们的藻类（珊瑚变白）并最终导致一些珊瑚死亡；如果温度升高超过某一域值，就会影响一些作物的关键生长期（如水稻不结实、玉米花粉败育、土豆块茎发育）进而影响作物产量，而域值本身是随作物和物种的不同而变化的。
- 如果温度超过了关键临界值，即使持续时间很短，也会造成这些作物出现严重的产量减产。

→ 问题 4.17-19

问题 5

问题5

对与气候系统、生态系统和社会-经济部门的变化及其相互作用有关的惯性和时间尺度问题的认识程度如何？

惯性是广泛地存在于相互作用的气候、生态和社会-经济系统中的固有特性。因此，气候变化在到达相应的阈值之前，其位置尚未被很好了解，假如气候变化变率和幅度没有受到控制的话，某些人为气候变化的影响可能会慢慢变得明显起来，而另外一些影响可能会变得不可逆。

→ 问题 5.1-4, 问题 5.8, 问题 5.10-12, & 问题 5.14-17

气候系统中的惯性

将CO₂排放稳定在接近目前水平将不会引起大气CO₂浓度的稳定，而在数十年内稳定生命期较短的温室气体如CH₄的排放，将能使其大气浓度趋于稳定。为了使大气CO₂浓度稳定在任一水平上都要求最终使全球CO₂的净排放降低到目前排放水平的一小部分。所选择稳定的水平越低，需要降低全球净CO₂排放就越早。（见图SPM-5）。

→ 问题 5.3 & 问题 5.5

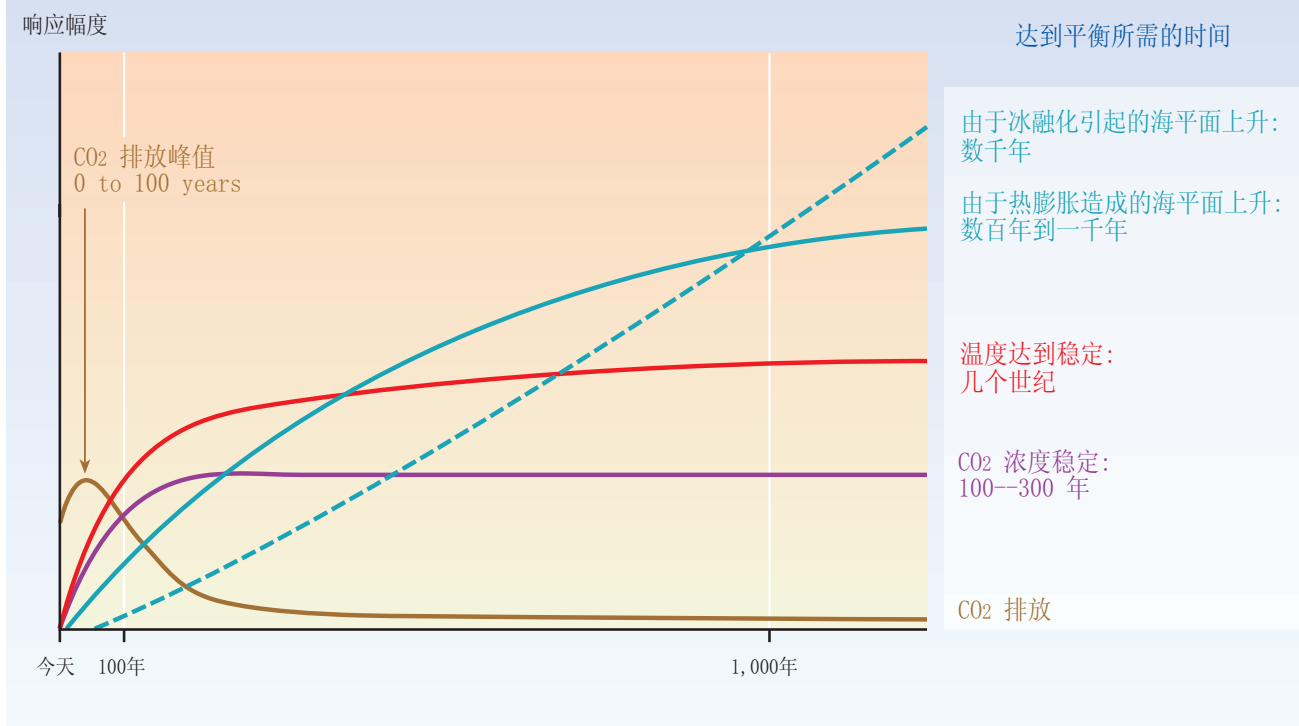
在大气CO₂和其他温室气体浓度稳定之后，预计在未来的一百年或更长的时间里近地表气温将继续以每百年零点几度升高，在未来几百年里海平面会继续升高（见图SPM-5）。热量进入海洋缓慢传输和冰原的缓慢响应意味着达到新的气候平衡态需要一段长的时间。

→ 问题 5.4

气候系统中的某些变化，可能在二十一世纪以后，将确实是不可逆转的。例如，冰原的大量融化（见问题4）和海洋环流构型的根本性改变（见问题4）在人类若干年内将是不可逆转的。如果增暖是快速的而不是渐序的，海洋环流中根本性改变的阈值

→ 问题 5.4 & 问题 5.14-16

在CO₂减排后较长时间，其浓度、大气温度和海平面将继续上升



图SPM-5：在CO₂减排及大气浓度稳定后，近地表气温还将在一百年或更长时间内缓慢继续升高。在实现CO₂排减后，海洋的热膨胀也将持续很长一段时间，同样在数百年内冰原的融化会继续对海平面上升产生影响。本图只是对稳定在450-1000ppm间的任一水平的一般性描述，因此在相应的坐标轴上没有标注单位。在这个范围内对稳定轨迹的响应表明非常相似的时间进程，然而在CO₂高浓度情况下影响却很大。

→ 问题 5 图 5-2

可能会出现一个较低的增暖程度上。

生态系统中的惯性

某些生态系统很快地显示出气候变化的影响，而另外一些则很慢。例如，珊瑚礁在一个特别温暖的季节中就会变白，而一些长寿命的生物体，如树木，在气候条件发生变化的情况下还可能存活几十年，但却无法再生。当经受气候变化包括极端事件的频率发生变化时，由于不同物种的响应时间不同，生态系统有可能遭到破坏。

→ 问题 5.8 & 问题 3 表 3-2

一些碳循环模式预测，全球陆地碳净汇在21世纪将达到峰值，其后将达到饱和或者减小。当前，通过陆地生态系统造成的CO₂全球的净吸收，部分是由于植物生长与死亡和腐烂之间的滞后所形成的。目前植物生长的增加部分是由于CO₂增加和氮沉降的增肥效应，以及气候的变化和土地利用方式的变化而造成的。随着森林逐渐成熟，增肥效应变得饱和，以及分解赶上生长，其吸收能力将会降低。气候变化可能将进一步降低全球陆地碳的净吸收。尽管增暖将降低海洋对碳的吸收，在大气CO₂增加的情况下，预计至少在21世纪，海洋碳汇将继续维持。碳从地表到深海的迁移要花数百年，其与海洋沉积物的平衡要延续数千年。

→ 问题 5.6-7

社会-经济系统的惯性

不同于气候和生态系统，人类系统中的惯性是不确定的；它可以通过政策和个人的选择来改变。实施气候变化政策的能力取决于社会、经济的结构与价值、机构、技术和已经建立的基础设施间的互相影响，这一综合系统通常的演变相对缓慢。在一定压力下也能演变很快，尽管有时要花费较高的代价（例如，如果资本设备过早淘汰）。如果变化较为缓慢的话，由于技术更新或因为资本设备价值的完全贬值，可能费用会较低。通常，在察觉到一种响应重大挑战的需求、作出规划、研究和开发一种解决方法并予以执行之间，需要有几年到几十年的时间。在早期判断基础上的有预见性行动，可以增加这样的机会，即需要时便会得到适宜的技术。

→ 问题 5.10-13

依靠技术转让、财政支持和研究政策可以加速新技术的开发和采纳。由于来自目前的机构、服务部门、基础设施和可获得资源所形成的市场优势的“自保持”系统，技术替代可能会被延误。尽早开始技术更新会降低学习曲线的费用。

→ 问题 5.10 & 问题 5.22

惯性的政策含义

存在于气候、生态和社会-经济系统中的惯性和不确定性表明在设定避免气候系统的危险干预水平的战略、目标和时间表时应当考虑一个安全极限。例如，大气中CO₂浓度、温度或海平面的稳定目标水平都可能受到下列因素的影响。

→ 问题 5.18-20 & 问题 5.23

- 气候系统的惯性，这将导致在采取减缓行动后气候变化仍旧持续一段时间；
- 有关不可逆变化可能的阈值位置及其临近阈值时系统行为方面的不确定性；
- 减缓目标的采纳和实现它的时间滞后。

类似的，适应性受到包含有确认气候变化影响、制定适宜的适应战略以及采取适应措施的时间滞后的影响。

气候、生态和社会-经济系统中的惯性决定了采取适应措施已不可避免，并且在某些情况下已是必须的，而惯性影响着适应和减缓战略对策的优化组合。惯性对适应的后果与对减缓的后果是不同的，因为适应着重于气候变化的区域影响，而减缓更偏重于气候系统的影响。这些后果具有政策选择的经济有效和公平的组合特征。在惯性和不确定性存在的情况下，预防战略和渐进的决策过程（渐进行动、评估和再订正行动）可能是适合的响应对策。在惯性存在的情况下，适应或减缓气候变化的稳妥行动是更为有效的，在某些情况下如果能及早而非迟后采取行动的话，可能会成本较低。

→ 问题 5.18-21

存在于相互作用的气候、生态和社会-经济系统中惯性的普遍性和不可逆的可能性，是采取有预见的适应和减缓行动的主要原因。如果行动滞后的话，就可能失去许多实施适应和减缓方案的机会。

→ 问题 5.24

问题 6

问题6

- a) 考虑到历史和当前的排放，一系列减排行动介入的范围程度、时间是如何决定和影响气候变化的速率、强度、后果以及如何影响全球和地区经济的？
- b) 考虑到气溶胶可能的影响程度，将大气温室气体浓度稳定在当前水平到加倍或更高水平(等量CO₂计)，我们从区域和全球气候、环境以及社会-经济影响的敏感性研究中了解到了什么？对应于问题3中所考虑的一系列情景，对每一稳定的浓度情景，包括不同的稳定途径，相关的成本和效益进行评价，涉及如下内容：
- 预测的大气温室气体浓度、气候和海平面的变化，包括100年之后的变化；
 - 气候和大气成份变化对人体健康、生态系统的多样性和生产力以及社会-经济部门（特别是农业和水）的影响及经济成本效益；
 - 适应对策的范围，包括成本、效益和挑战；
 - 通过定量或定性地评价为避免环境危害所采取的减排措施的国家 and 全球成本效益，评价如何对这些成本效益进行比较，确定达到每个稳定水平的技术、政策和措施的范围；
 - 与区域和全球尺度的影响、适应和减缓相关的发展、可持续性 & 公平性问题。

通过减少温室气体排放，可以降低预测的气候变暖和海平面上升的速率和程度。

→ 问题 6.2

温室气体排放量减少越多、采取减排行动越早，气候变暖和海平面升高的幅度越小、越慢。未来气候变化是由历史、目前和未来排放所决定的。采取温室气体减排措施和没有减排措施的情景所预测的温度变化差异在最初几十年很小，但如果继续采取减排措施，预测的温度变化差异逐渐加大。

→ 问题 6.3

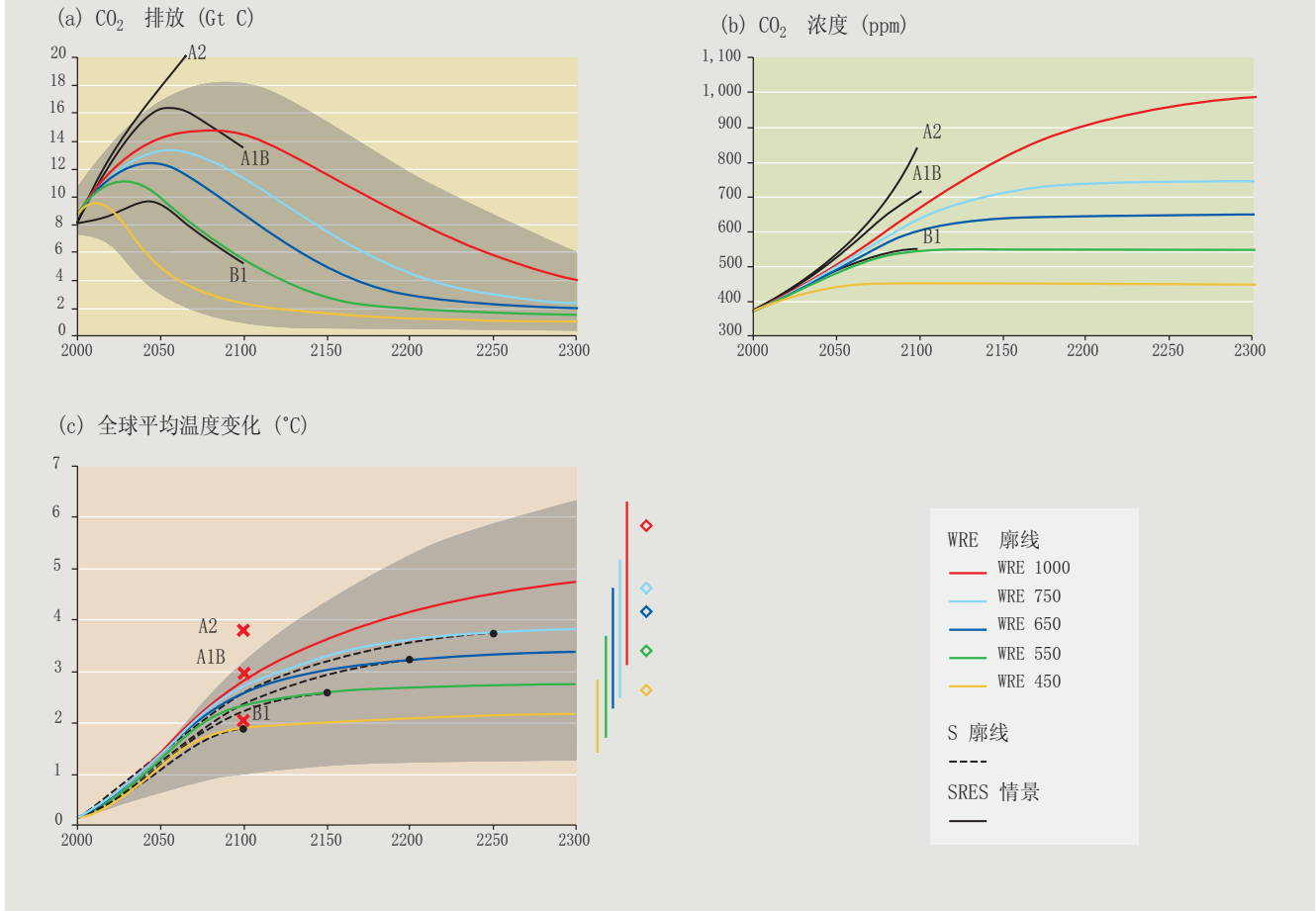
减少温室气体排放和减少影响这些温室气体浓度的气体对稳定辐射强迫是必需的。例如，对于最重要的人为温室气体、碳循环模型模拟结果表明，要求在未来几十年、一个世纪或两个世纪内全球人为CO₂排放保持低于1990年的排放水平并在以后继续稳定减少，大气中CO₂浓度水平才能稳定在450ppm，650ppm，1000ppm（图SPM-6）。模型模拟结果表明对稳定在450ppm的情形下，未来十至二十年温室气体排放将达到峰值（450ppmm），而对于稳定1000ppm的情形大约在一个世纪。最终CO₂排放量将仅为目前排放量的很小一部分。不同稳定水平的效益将在问题6中讨论，而其成本将在问题7中讨论。

→ 问题 6.4

估算各种温室气体浓度稳定水平的增温幅度时，存在很大的不确定性。因为气候对温室气体增加的敏感性有300%的不确定性⁴。图SPM-7表明最终CO₂浓度稳定水平与预测的2100年和平衡状态下的温度变化范围。

→ 问题 6.5

对应于不同CO₂浓度稳定水平的排放、浓度和温度变化



图SPM-6: 稳定大气中CO₂浓度要求切实减少排放, 使排放量低于目前的水平, 这样可能放慢增温速率。

问题 6图 6-1

- a) CO₂排放。利用碳循环模型预测了WRE情景将大气中CO₂浓度稳定在各种水平的CO₂排放随时间变化曲线。阴影部分表明不确定性的范围。
- b) CO₂浓度。WRE情景指定的CO₂浓度水平。
- c) 全球平均温度变化。利用简单气候模型估算各种WRE情景的温度变化。CO₂浓度稳定之后(以黑点表示)气候继续变暖, 但升温速率大大降低。假设非CO₂温室气体排放在2100年前遵循SRES A1B情景, 之后排放水平保持不变。选择SRES A1B情景的理由是这个情景位于所有SRES情景的中部。虚线表明预测的S情景的温度变化(在(a)和(b)部分中没有表示出)。阴影部分表明5种稳定水平的气候敏感性范围的影响。右手边的彩色竖线所示为每一种稳定情景在2300年的不确定性。右边菱形所示为每一种CO₂稳定情景的平均平衡状态时的(长期)增温情况。图中也给出了所估算的三种SRES排放情景的CO₂排放、浓度和温度变化。

⁴ CO₂倍增平衡状态时的全球平均温度经常用来衡量气候的敏感性。图SPM-6和SPM-7中的温度来自一个校准的简单模型, 简单模型给出了与一系列复杂模型相同的响应, 这些复杂模型的气候敏感性范围为1.7°C-4.2°C。这个范围与普遍接受的温度范围1.5°C-4.5°C具有可比性。

根据图SPM-6所示情景并假设在2100年之前非CO₂温室气体排放按SRES A1B情景，在2100年之后排放水平保持不变，最终大气中CO₂的浓度稳定在1000ppm之下的减排措施将使2100年全球平均温度增幅限制在3.5°C之内。大气中CO₂的浓度最终稳定在450-1000ppm的情景，预计2100年全球平均地表温度增加1.2-3.5°C。在21世纪，虽然分析的所有CO₂浓度稳定情景都可能避免SRES预测的2100年增温幅度为1.4°C-5.8°C的上部部分，但应注意，在2100年后大多数情景的CO₂浓度将会继续增加。平衡状态时的温度上升将需要数百年的时间，若稳定在450ppm，温度将比1990年升高1.5-3.9°C，若稳定在1000ppm，温度将比1990年高3.5-8.7°C⁵。另外，对特定的温度稳定目标，要求稳定温室气体浓度水平的不确定性范围很大（图SPM-7），在某一温度目标下要求稳定的CO₂浓度水平也依赖于非CO₂温室气体的浓度水平。

→ 问题 6.6

温室气体浓度稳定之后，海平面和冰盖对气候变暖的响应将持续数百年。当CO₂浓度从工业革命前的280增加到560ppm时，由于热膨胀作用，在平衡状态下，预计海平面升高范围在0.5-2米；当CO₂浓度从工业革命前的280增加到1120ppm时，海平面将升高1-4米。在20世纪，观察到的海平面升高范围为0.1-0.2米，如果考虑到其他温室气体浓度增长所造成的影响，预计海平面升高幅度将更大。在数百年至数千年的时间尺度上，还有其他因子影响海平面上升。第三次评估报告中的模型模拟结果预计，即使温室气体浓度稳定在550ppm（等量CO₂），由于极地冰盖（见问题4）与大陆冰层所致的海平面上升将高达几米。

→ 问题 6.8

减少温室气体排放稳定其在大气中的浓度，可能推迟和减少气候变化所造成的危害。

→ 问题 6.9

减少（减缓）温室气体排放将减轻气候变化对自然与人类系统的压力。减排后全球平均温度增加与海平面升高速度减慢，使我们有较多的时间去适应。因此，减缓措施也将推迟和降低气候变化造成的破坏并因此产生环境与社会经济效益。减缓措施和与之有关的成本在问题7中讨论。

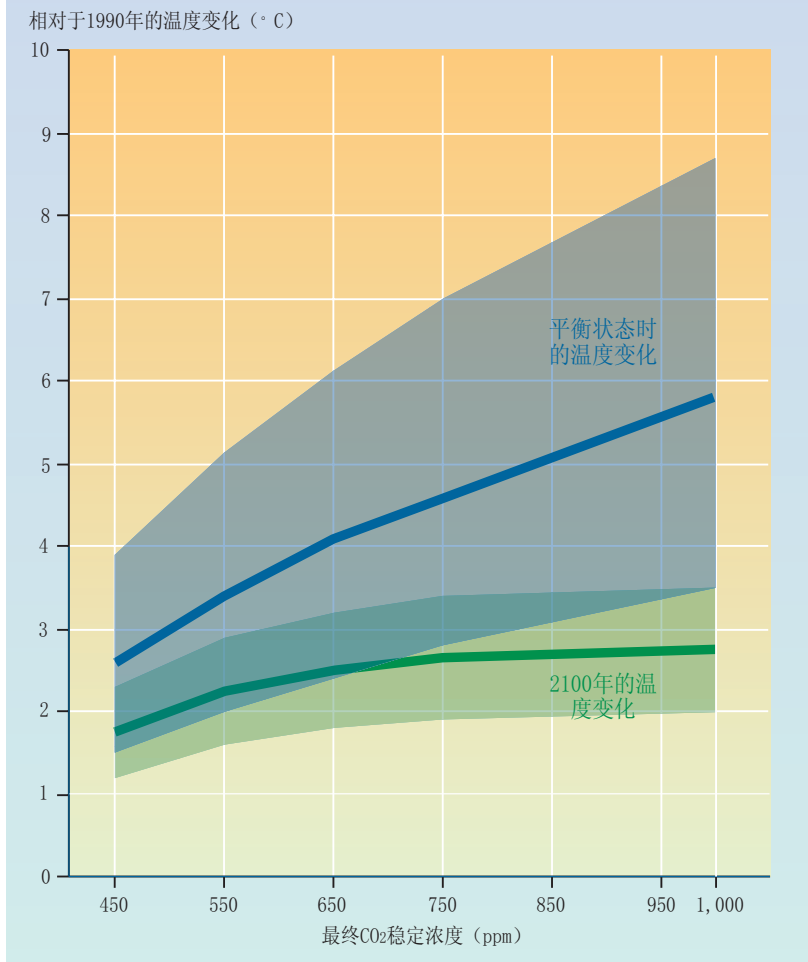
→ 问题 6.10

减排行动将大气中温室气体浓度稳定在较低水平，减轻了危害，相对而言有较高的效益。将温室气体浓度稳定在较低的水平能降低生物自然系统超过其温度阈值的风险。例如，将CO₂浓度稳定在450ppm水平上，2100年的全球平均温度的升高幅度将比稳定在1000ppm条件下低0.75-1.25°C（图SPM-7）。在平衡状况下，两种温室气体稳定情景的增温幅度差异为2-5°C。自然系统受到危害或丧失的地理范围、受到影响系统的数量将随气候变化的强度和速度的增加而增加，温室气体稳定时的水平越低，受到不利影响的程度就越低。同样，在较低的温室气体稳定水平下，受极端气候事件影响的严重程度可望降低，受不利的净市场冲击的地区较少，受全球综合影响也较小，大规模的严重影响事件发生的风险降低。

→ 问题 6.11

⁵ 对于所有这些情景，其他温室气体和气溶胶的平衡增温贡献为：在低的气候敏感性条件下为0.6°C，在高的气候敏感性条件下为1.4°C。辐射强迫的增加相当于最终CO₂浓度额外增加28%。

温室气体的各个稳定浓度导致的增温量存在广泛的不确定性



图SPM-7：稳定CO₂浓度可以减缓增温，但存在不同程度的不确定性。利用简单气候模型预测了图SPM-6中所示的WRE情景 (a) 2100和 (b) 长期平衡状态下相对于1990年的温度增加情况。对不同的温室气体稳定浓度水平的最低与最高估计时假设气候敏感性分别为1.7°C和4.2°C。中间的线为最高值和最低值的平均。

→ 问题 6 图 6-2

目前仍没有将大气中温室气体稳定在不同浓度水平的综合和定量的效益评估。对气候变化影响的定性了解方面已经取得进展。由于气候敏感性的不确定性，温度、降水和其他气候变量和现象的地理、季节模式变化的不确定性，对特定的排放情景，气候变化的影响并不能准确地确定，在系统的关键过程、敏感性和适应气候变化的能力方面也存在不确定性。另外，生态系统的组成与结构功能变化、物种的灭绝、人类健康的变化、对不同人群的影响程度不同等都不易用货币和其他共同的单位来衡量。因为上述的限制，不同温室气体减排行动，包括将温室气体浓度稳定在一定的水平上，所带来的经济效益都不能完全量化，也不能与以估算减排措施净效益为目的的减排成本直接相比较。

→ 问题 6.12

采取各种尺度的适应对策作为补救措施以减缓气候变化是必要策略，也对可持续发展目标有贡献。

→ 问题 6.13

适应对策是降低气候变化风险的一种经济有效的补救措施。减少温室气体排放、甚至将大气中温室气体浓度稳定在低水平，既不能够完全阻止气候变化和海平面的升高，也不能阻止气候变化和海平面升高所产生的影响。许多有效的适应性响应措施会用来应对正在变化的气候和海平面升高，目前已经存在一些措施。另外，应对气候变化风险和利用各种机遇有计划的适应性战略可能减轻气候变化影响。然而，采取适应对策要承担费用，也不能防止所有危害。减缓行动可减小和减慢气候变化，防止系统受到影响，从而可以降低采取适应所需的费用。

→ 问题 6.14-15

预计在不同国家、相同国家的不同地区之间的气候变化影响是不同的。应对气候变化的挑战提出了一个重大的公平性问题。如果设计适当，减缓和适应性行动可以促进可持续发展和国家内部或国家之间两个方面及代际间的公平。减少预计增加的极端气候事件对所有国家都有利，尤其是对发展中国家有利，一般认为发展中国家比发达国家对气候变化更脆弱。从现在开始采取行动减缓气候变化也降低气候变化对未来一代人所造成的风险。

→ 问题 6.16-18

问题 7

问题7

在减少温室气体排放的潜力，成本和效益，以及时间架构方面，我们了解些什么？

- 什么是经济和社会的成本效益，什么是政策和措施的公平含义，什么是可以考虑的致力于地区和全球气候变化的《京都议定书》的机制？
- 什么是可考虑的研究与开发、投资及其他政策措施，这些措施被认为对加强开发和推广气候变化技术最有效？
- 哪些经济和其他政策选择可以考虑用于消除刺激私有和公共部门技术在国家间转移和推广方面现有和潜在的障碍，它们对推测的排放可能产生什么样的影响？
- 上述措施的时间安排如何影响经济的成本效益、以及下世纪及以后大气中的温室气体浓度？

有许多机会，包括技术选择来减少近期排放，但在展开这些机会上存在障碍。

→ 问题 7.2-7

自1995年第二次评估报告以来，已经取得了有关温室气体减排潜力的重大技术进步，这种进步比预期的快。净减排能够通过一系列技术来达到（如能源生产和使用中更高效的转换、采用低温室气体和无温室气体排放技术、碳去除和贮存、改善土地利用、土地利用变化和林业实践）。从风力发电机的市场引入和工业伴生气的迅速削减，到燃料电池技术的进展及地下CO₂贮存示范，在不同的发展阶段，科学技术在广大的范围内都正在进步。

→ 问题 7.3

成功地实施温室气体减排选择需要克服许多技术、经济、政治、文化、社会、行为和/或机构方面的障碍，这些障碍阻止减排选择的技术、经济和社会机会得到充分发掘。减排的潜在机会及障碍依地区、部门和时间而不同。这是由减排能力的各种差别引起的。大多数国家将从财政创新、社会学习和创新、机构改革、消除贸易障碍和消除贫困中得到好处。此外，在发达国家，未来的机会主要在于消除社会和行为障碍；在经济转型国家，在于价格合理化；在发展中国家，则在于价格合理化，增加获得数据和信息的渠道、获得先进技术、财政资源、培训及能力建设。对任何一个选择的国家，都可能在克服任何一组障碍中得到机会。

→ 问题 7.6

如果国家的气候变化应对措施能够作为限制或减少温室气体排放的一系列政策措施来部署，就会更为有效。政策措施系列可包括根据国情排放/碳/能源税，可交易或不可交易排放权，土地使用政策，提供和/或取消补贴，寄存/反还系统，技术或性能标准，能源结构要求，产品禁令，自愿协议，政府支出和投资，及支持研究开发。

→ 问题 7.7

许多原因造成不同模型和研究的成本估计变化。

由于各种原因，围绕具体的减排成本的定量估计，有重大的差别和不确定性。成本估计的不同源自于(a)分析时采用的方法⁶，和(b)分析时隐含的因素和假设。包含某些因素将导致低的估计，而另一些因素将导致高的估计。包含多种气体、吸收汇、引发的技术变化、和排放贸易⁷能降低估计出的成本。另外，研究提出在政策能够创造无悔机会的时候，如矫正市场的不完善，包括附带效益，和有效的税收再分配，有些温室气体排放源能以无或负社会成本得到限制。促进经济有效的减排的国际合作能降低减排成本。另一方面，考虑对经济的潜在的短期冲击，在利用国内和国际市场机制时的约束，高交易成本，包括附带效益，和低效的税收再分配将增加估计出的成本。没有一个分析能包含所有影响减排成本的因素，所估计的成本可能并不反映实施减排行动的实际成本。

→ 问题 7.14-19

→ 问题 7.14 & 问题 7.20

第三次评估报告调查的研究认为有充分的机会降低减排成本。

自下而上的研究提出存在大量低成本减排机会。根据自下而上的研究，到2010年和2020年，全球减排量可分别达到每年19-26亿吨碳当量和每年36-50亿吨碳当量⁸。这些减排潜力的一半可以在2020年以直接效益（节能量）大于直接成本（净投资成本、运行成本和维护成本）的方式实现，另一半以直接成本最多100美元/吨碳当量(1998年价格)的方式实现。然而，由于下述理由，实现这些潜力也许很困难。这些净直接成本估计是用贴现率为5~12%得到的，与公用部门的贴现率一致。私人部门的内部收益率变化很大，一般都相当高，影响到在私人企业中采用这些技术。根据排放情景，

→ 问题 7.15-16

→ 问题 7.15 & 问题 7 表 7-1

⁶ 第二次评估报告描述了成本估计的两种方法：自下而上的方法，基于对具体技术和部门的评价；自上而下的模型研究，处理宏观经济关系。见后面报告的框7-1。

⁷ 一种达到环境目标的市场方法，允许把温室气体减少到所要求的额度以下，使用或出售超出的减排量抵消国内或国外别的排放源的排放。此处该术语泛指排放许可的贸易和基于项目的合作。

⁸ 减排量估计是根据类似于SRES的B2情景的基准线得出的。

这将允许全球排放以这种净成本在2010~2020年降低到2000年水平以下。要认识到这些减排涉及额外的实施成本，在一些情况下，如对支持政策的潜在需求、增加的研究开发、有效的技术转让和克服其他障碍等，是很重要的。第三工作组第三次评估报告评价的各种全球、区域、国家、部门和项目研究有不同的范围和假设，并不存在适用于每个部门和区域的研究。

林业、农业土地和其他陆上生物系统提供重要的碳减排潜力。尽管不必是永久的，碳保存和碳吸收也能为进一步开发和实施其他措施赢得时间。生物减排可以在三种条件下出现：(a) 保存现有碳库，(b) 扩大碳库增加碳吸收⁹，(c) 使用可持续的生物产品。到2050年，生物减排潜力是1000亿吨碳（累计）的量级，大约等于同期预测化石燃料排放的10%到20%，这一预测有很大的不确定性。实现这种潜力取决于土地和水的可获得程度及所采用的土地管理制度的水平。减少大气中的碳含量的最大生物潜力在于亚热带和热带。到目前，所报告的生物减排的成本估计的变化很大，从几个热带国家的每吨碳0.1美元到20美元，到非热带国家的每吨碳20美元到100美元。财务分析的方法和碳计算是不可比的。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、土地和维护的机会成本，或其他重复的成本，该成本常常是被排除或被夸大。在这一范围内的低的成本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。生物减排选择也可能减少或增加非二氧化碳温室气体的排放。

→ 问题 7.4 & 问题 7.16

对附件B国家履行《京都议定书》的成本估计因研究和地区而变化，很强烈地依赖于对利用京都机制的假设，及其与国内措施的相互作用（见图SPM-8,分地区附件二国家减排成本比较）。报告和比较这些成本的全球模型的大多数使用了国际能源-经济模型。9个研究提出下述的GDP影响。在附件B国家间未开展排放贸易时，这些研究显示2010年附件二中不同国家的预期GDP¹⁰的减少约为0.2-2%。在附件B国家间的排放贸易达到充分的状态下，2010年估计的减少为预期GDP的0.1-1.1%。上述全球模型研究提出满足《京都议定书》目标的国内边际成本，在没有排放贸易时，为从20美元/吨碳到600美元/吨碳，在有附件B国家间的排放贸易时为15美元/吨碳到150美元/吨碳。对于多数转型经济国家，对GDP的影响是从可忽略到增加若干百分点。然而，对一些经济转型国家，履行《京都议定书》将使其GDP受到和附件二国家相似的影响。在进行这些研究时，多数模型没有包括吸收汇、非二氧化碳温室气体、清洁发展机制（CDM）、负成本选择、附带效益或有目标的收入再循环，包括这些将减少所估计的成本。另一方面，这些模型采用了低估成本的假设，因为它们假设在附件B国家内和国家间充分利用没有交易成本的排放。贸易、减排的应对措施完全有效以及经济从

→ 问题 7.17-18

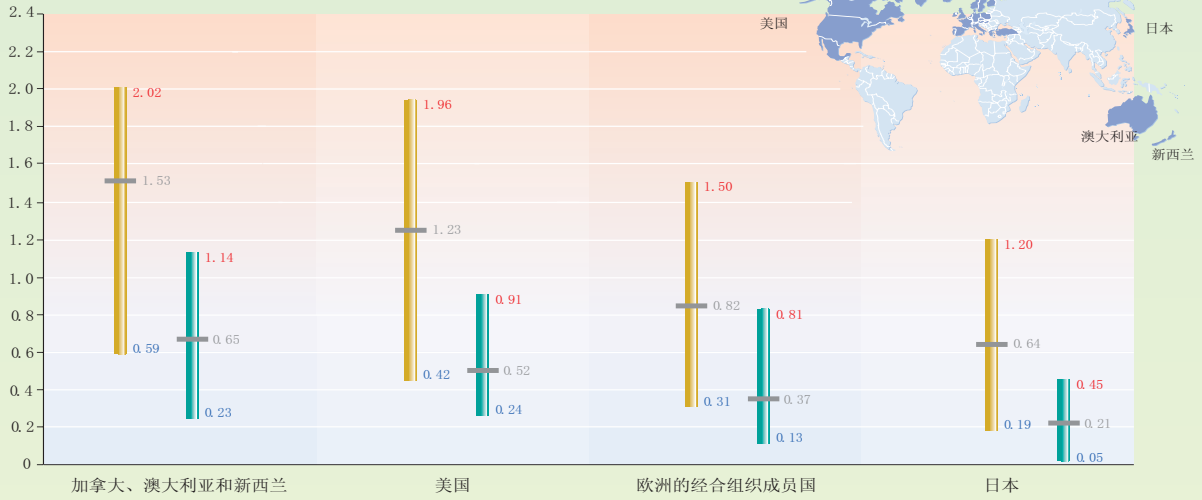
⁹ 改变土地利用能影响大气CO₂的浓度。假定所有历史上土地利用变化释放的碳在一个世纪被陆地生态圈吸收（即再造林），CO₂浓度将降低40-70ppm。

¹⁰ 计算的GDP减少是相对于每个模型预测的GDP基准线。模型仅计算了削减CO₂。相反，上面引用的自下而上的分析包括所有温室气体。许多方法可用于表示成本。例如，如果在附件B国家充分进行排放贸易时发达国家满足《京都议定书》目标的年成本是GDP的0.5%，则代表附件二国家（SRER的假设）到2010年，每年1250亿美元，或每年每人125美元。这相当于在10年中对经济增长率的不到0.1个百分点的影响。

全球模式预测的2010年附件二国家GDP损失和边际成本

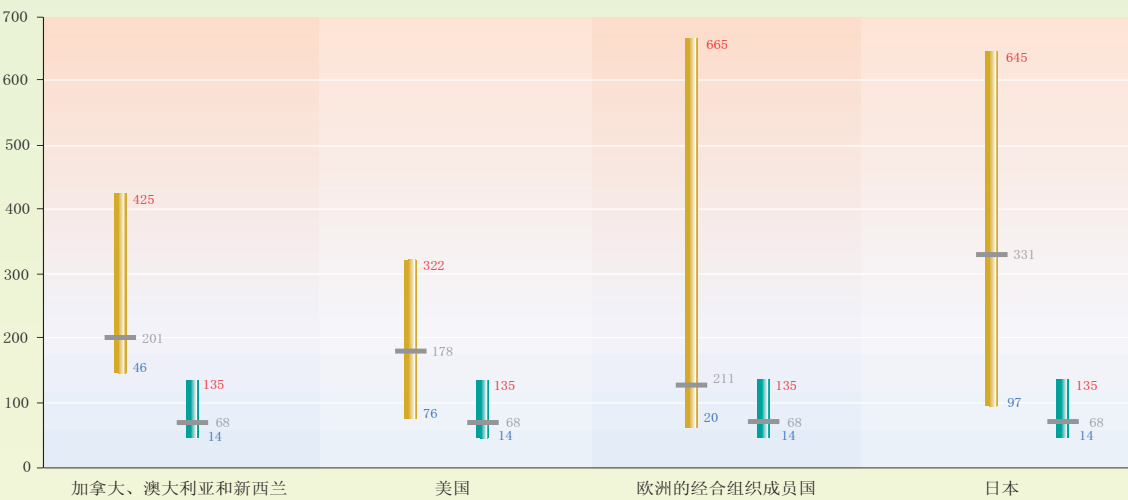
(a) GDP 损失

2010年GDP损失百分比



(b) 边际成本

1990 US dollars per t C



两种情景下的结果范围

没有碳排放权的国际贸易：每个区必须实现规定的减排

每个柱上的三个数据分别代表该套模式的最高、中间和最低预测值

允许在附件B国家之间进行完全的碳排放权贸易

图SPM-8：全球模型预测的2010年附件二国家的GDP损失和边际成本：(a) GDP损失和(b) 边际成本。预测的GDP的减少是2010年相对与模型的参考情况的GDP。这些估计是基于参加能源模型研究论坛的9个模型。图中为含有附件二的4个区域的预测结果。模型检验了两个情景。首先，各区域在仅有国内排放贸易的条件下进行规定的减排。第二个情景，允许全部附件B国家间排放贸易，各区域的边际减排成本相等。图中给出每个情景和区域的所有模型估计的最大、最小和中间的边际成本。研究的关键因素、假设和不确定性参见后面报告的表7-3和框7-1。

问题 7.18-19

1990年到2000年就开始向满足京都目标调整。从这些机制得到的成本削减量将取决于实施的细节，包括国内和国际机制的兼容性、约束条件及交易成本。

尽管排放约束已经在附件一国家很好地建立了起来，对非附件一国家却有不同的“溢出效应”¹¹。 非附件一石油输出国家：分析分别报告了不同的成本，在其他成本以外，特别是预期的GDP减少和预期的石油收入减少。研究报告表明2010年最低成本是：在没有排放贸易时，GDP将降低0.2%，有附件B国家排放贸易时，GDP损失小于0.05%¹²。研究所报告的最高成本为2010年的石油收入在没有排放贸易时降低25%，在附件B国家进行排放贸易时降低13%。这些研究没有考虑附件B国家排放贸易以外的能够减少对非附件一石油出口国影响的政策和措施。对这些国家的影响还可以通过取消对化石燃料补贴，按照含碳量重新设置能源税，增加天然气的使用，和非附件一石油出口国经济多元化来进一步减少。其他非附件一国家可能会受到OECD国家减少对他们出口的产品的需求和高碳排放强度及其他必须继续进口的产品价格上涨的负面影响。他们也可能从燃料价格下降、高碳排放产品出口增加，以及环境友好技术和诀窍的转让中获益。一些碳排放强度高的工业在非附件一国家可能的重新分布和价格变化对贸易流的广泛影响可能引起5~20%的碳泄漏¹³。

→ 问题 7.19

技术开发和扩散是经济有效地稳定温室气体浓度的重要组成部分。

→ 问题 7.9-12 & 问题 7.23

开发和转让环境友好技术对降低稳定温室气体浓度的成本能起到关键的作用。 国家间和区域间技术转让可以拓宽区域的选择范围。规模经济和学习可以降低采用这些选择的成本。通过合理的经济政策、法规框架、透明和政治稳定，政府可以为私人 and 公共部门的技术转让创建有利的条件。适当的人员和机构能力将可在任何阶段增加国内和跨国的技术流动，并改进其质量。另外，要形成最有效的技术转让，就必须建立有私人 and 公共部门参与的网络，着重开发满足或适应当地发展需要和优先项目的，并具有多种效益的产品和技术。

→ 问题 7.9-12 & 问题 7.23

低排放情景要求不同的能源供应发展形态和增加能源的研究与开发以帮助加速先进的环境益的能源技术的发展与扩散。 由化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放对21世纪大气中二氧化碳浓度的主要影响趋势实质上是确定的。第三次评估报告评价的资源数据可能暗示在21世纪能源结构的变化和引入新型能源。对能源结构及相关技术和投资的选择——或更多地朝向非常规石油和天然气资源开发，或指向非化石燃料，或带有碳捕获和贮存的化石能源技术——将决定能否和以什么样的水平和成本来稳定温室气体浓度。

→ 问题 7.27

达到稳定浓度的途径与目标本身都是减排成本的决定性因素¹⁴。

→ 问题 7.24-25

¹¹ 溢出效应只包括经济效应不包括环境效应。

¹² 这些成本估计可用2000—2010年之间GDP增长率的差别表示。没有排放贸易时，GDP增长率每年降低0.02个百分点，有附件B国家排放贸易时，增长率减少小于0.005个百分点。

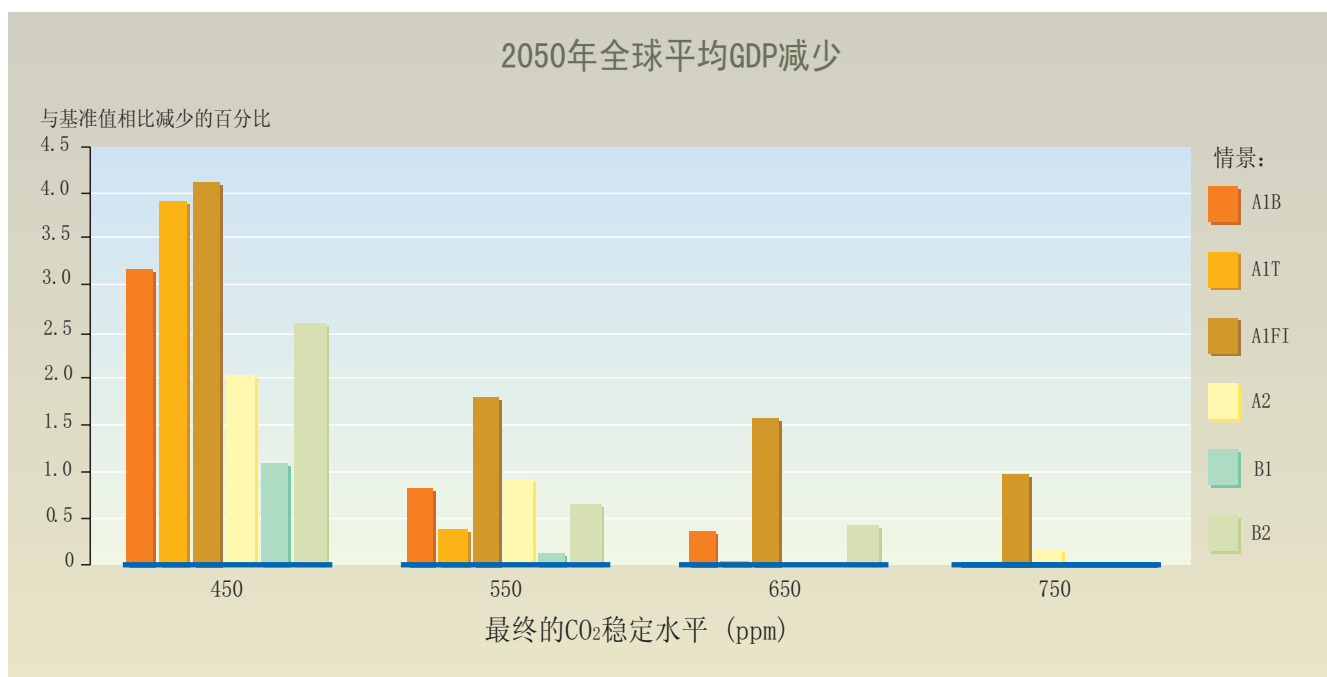
¹³ 碳泄漏在此定义为由于附件B国家实施减排而造成的非附件B国家排放的增加，表示为附件B国家减排量的百分比。

达到一特定稳定目标的途径将影响减排成本（见图SPM-9）。当今世界的能源系统近期逐渐过渡到低碳排放经济，这将减少现有资本存量提前退役的成本，也将为技术开发提供时间，和避免被提前锁定在迅速发展的低排放技术的早期形态中。在另一方面，更快的近期行动将能增加趋向稳定的灵活性，降低与预期的气候变化有关的环境和人类风险和成本，也能刺激已有的低排放技术的更快配置和对未来技术变化提供较强的近期激励。

→ 问题 7.24

研究说明稳定大气CO₂浓度的成本随稳定浓度水平降低而增加。不同的基准线对绝对成本有很强的影响（见图SPM-9）。当浓度稳定水平从750ppmv到550ppmv时，成本增加是中度的；除非基准情景很低，当浓度稳定水平从550ppmv到450ppmv时，成本大量增加。尽管模型预测长期全球GDP增长趋势没有大幅度受到趋向稳定温室气体浓度的减排行动的影响，但不能说明某些短期内在部门或区域将出现的大变化。这些研究不包含碳吸收，也没检验更雄心勃勃的目标将引发的技术变化的可能效果。同时，随着时间的加长，不确定性问题的重要性将愈发增加。

→ 问题 7.25



图SPM-9：2050年由减排活动引起的GDP减少、SRES情景和稳定水平之间的关系。随着稳定水平更严格，GDP趋于降低，但成本对基准情景的选择非常敏感。这些减排成本不包括避免气候变化的潜在效益。

→ 问题 7.25

¹⁴ 见问题6对气候变化影响的讨论。

问题 8

问题8

对于预测的人为因素引起的气候变化和其他环境问题(如城市空气污染、区域性酸沉降、生物多样性的丧失、平流层臭氧损耗,以及荒漠化和土地退化)之间的相互作用,我们已知多少?为了以公平的方式将气候变化响应战略纳入当地、区域和全球尺度上的广泛的可持续发展战略,对于环境、社会、经济成本与效益以及这些相互作用的内涵,我们已知多少?

局部、区域及全球环境问题不可避免地联系在一起并影响可持续发展。因此,面对这些环境问题,我们要利用协作机遇,制定更有效的响应措施,增强收益,减少成本,使人类需求得到可持续性的满足。

→ 问题 8.1-2

人类为了满足多方面的需求正在导致环境退化,而环境退化又反过来威胁着满足现在和未来需求的能力。例如:提高农业产量,可以通过增施氮肥、增加灌溉量或将天然草场和森林转变为农田来实现。然而,这些变化都会通过温室气体的释放来影响地球气候,通过侵蚀和土壤盐渍化导致土地退化,并通过自然生态系统的改变和破坏导致固碳量减少和生物多样性损失。反过来,气候的变化,尤其是在热带和亚热带地区,生物多样性丧失、基因和物种的改变和由于土壤肥力下降导致的土地退化又会对农业生产产生不利影响。许多变化对粮食安全造成不利影响,对贫穷人口的影响尤甚。

→ 问题 8.3 & 问题 8.15

潜在的人为气候变化的主要诱因和大多数的环境和社会、经济问题相似——即经济增长、广泛的技术变革、生活方式和人口变化(人口规模、年龄结构、迁移)和管理结构。这些可以引起:

→ 问题 8.4

- 增加对自然资源和能源的需要;
- 市场不完善:包括导致资源低效利用和对环境友好技术的市场渗透设置障碍的政府补贴;对自然资源真正价值的认知不足;当地的自然资源价格与自然资源的全球价格不符;未能将环境退化的代价反映在资源市场价格上;
- 有限的技术可获性和技术转让,技术的低效利用以及对未来技术与开发的不充分的投资;
- 缺乏对自然资源和能源利用的适当管理。

气候变化影响环境问题,如生物多样性丧失、荒漠化、平流层臭氧损耗、淡水利用和空气质量,而许多环境问题反过来影响气候变化。例如,预测气候变化加重当地和区域空气污染,延迟平流层臭氧层的恢复。另外,由于基因和物种多样性潜在的损失,气候变化也会影响陆地和水域生态系统的生产力和构成;加快土地退化的速率;在许多地区加剧与淡水数量和质量有关的问题。相反,当地和区域空气污染、平流层臭氧损耗、生态系统的改变及土地退化等,又通过改变温室气体源和汇、大气辐射平衡和地表反射率来影响地球气候。

→ 问题 8.5-20

当地、区域及全球环境问题之间的关联以及它们与满足人类需求之间的关系，为完善响应对策和减少对气候变化的脆弱性采取共同合作提供了机会，尽管有时会发生不利影响。环境和发展的多重目标可以通过采用广泛的技术、政策和措施来实现，这些技术、政策和措施明确地表明环境问题和人类需求之间的联系是密不可分的。在经济有效地减轻当地和区域空气污染和全球气候变化的同时，解决能源需求问题需要综合评估以最具经济的、环境的和社会的可持续性的方式满足能源需求的协同作用和不利影响。温室气体排放以及当地和区域污染物都可以通过更有效的能源利用、增加低碳排放化石燃料的份额、先进的化石燃料技术（例如高效联合循环气体涡轮机、燃料电池、热电结合）和可再生能源技术（例如增加对环境无害生物燃料的使用、水力发电、太阳能、风能和潮汐能）来减少。进一步地，可以通过造林、再造林、减缓森林砍伐和改进森林、草场和农田管理，增加碳的吸收来降低大气中温室气体的浓度，这会对生物多样性、粮食生产、土地和水资源产生有益影响。减少对气候变化的脆弱性常常可减少对其他环境胁迫的脆弱性，反之亦然。气候减缓和适应措施可以产生附加利益，这可满足人类需求、增进社会福利和产生环境效益，但在一些情况下会有不利影响存在。例如，在一些过程中，只种植一种作物的农业经营方式会减少当地生物多样性。

→ 问题 8. 21-25

当气候政策纳入到国家发展政策（包括经济的、社会的其他环境因素）时，这些国家的适应和减缓能力将会得到加强。气候减缓和适应对策可以产生附加效益，满足人类需求，改善福利，带来其他经济效益。具有有限经济资源和技术水平低的国家常常对气候变化和其他环境问题非常脆弱。

→ 问题 8.26-27

多边环境协议所解决的环境问题之间存在巨大的相互作用，在环境协议执行过程中可以寻求利用它们的协同作用。有一系列单独的公约和协议以及一系列的区域协议解决全球环境问题。它们包含了为制订总体目标具有共同利益和相近需求的情况下一如计划的执行、数据的收集和整理、加强人类和社会基础设施的能力、履行义务，例如：《保护臭氧层维也纳公约》与《联合国气候变化框架公约》从科学上讲是相互关联的，因为导致臭氧层损耗的许多化合物也是重要的温室气体，因为对现在已禁止的臭氧损耗物质的替代物也是温室气体。

→ 问题 8.11 & 问题 8. 28

问题 9

问题9

对于下列气候变化的起因和模型预测的确凿性发现和主要不确定性是什么：

- 未来温室气体和气溶胶排放？
- 未来温室气体和气溶胶浓度？
- 未来区域和全球气候变化趋势？
- 区域和全球气候变化所产生的影响？
- 减排和适应对策的成本和效益？

在这个报告中，气候变化的**确凿性发现**定义为在不同过程、方法、模型和假定中都成立，而且相对来讲不受不确定性影响的结果。这个背景下，**主要不确定性**是指，如果这些不确定性减小的话，会导致与这个报告中问题有关新的和确凿性的发现。在下面表SPM-3的例子中，许多确凿性发现与气候对人类社会活动的反应以及反应的迹象的存在有关。许多主要的不确定性与反应的程度和/或时间的定量有关。在说明气候变化的起因后，表中还顺序描述了在图SPM-1中表示的问题。图SPM-10表示了气候变化科学的一些主要确定性发现。表SPM-3给出了例子，但它不是一个详细的清单。

| 表SPM-3 | 确凿性发现和主要不确定性。 ^a | |
|--|-----------------------------------|---|
| 确凿性发现 | | 主要不确定性 |
| <p>观测显示，地球的表面正在变暖，全球来看，1990年代非常有可能是仪器记录有史以来最热的十年（图SPM-10b）。[问题9.8]</p> <p>大气中主要人为温室气体[CO₂（图SPM8a）、甲烷、氧化亚氮、对流层臭氧]的浓度从1750年后持续上升。[问题9.10]</p> <p>一些温室气体具有长寿命期（如CO₂、氧化亚氮和全氟化物）。[问题9.10]</p> <p>过去50年中观测到的大多数变暖可能是由于人为活动的增加而引起的。[问题9.8]</p> | 气候变化及起因 | <p>自然气候变化的大小和特征。[问题9.8]</p> <p>自然因素和人为气溶胶引起的气候强迫（特别是间接效果）。[问题9.8]</p> <p>区域趋势与人为气候变化的联系。[问题9.8和9.22]</p> |
| <p>21世纪CO₂浓度上升，事实上可以确定主要由于化石燃料CO₂排放（图SPM-10a）。</p> <p>要将大气中CO₂的浓度稳定在450、650或1,000ppm，需要全球CO₂排放分别在几十年、大约一个世纪、大约两个世纪降低到1990年水平以下，并在之后继续稳定的降低到目前排放水平的一小份额。CO₂排放相应应在从现在开始到10到20年（450ppm）、一个世纪左右（1000ppm）达到峰值。[问题9.30]</p> <p>对大多数SRES情景来讲，与2000年相比，2100年SO₂（硫基气溶胶的前体）的排放低于2000年水平。[问题9.10]</p> | 模型和预测的SRES情景和减排情景的未来温室气体和气溶胶排放和浓度 | <p>SRES情景中对人口增长、技术进步、经济增长以及管理结构等各个假定中的范围大^b（导致预测中的最大的不确定性）。臭氧、气溶胶前体排放情景还不充分。[问题9.10]</p> <p>碳循环模型中包括气候反馈效果等因素^b。[问题9.10]</p> |
| <p>21世纪全球表面平均温度上升速度非常可能在过去的1万年中是没有先例的。（图SPM-10b）[问题9.13]</p> <p>几乎所有陆地变暖可能将高于全球平均水平，更多炎热日子和热浪，而寒冷日子和冷潮则减少。[问题9.13]</p> <p>21世纪海平面将上升，会持续几个世纪。[问题9.15]</p> <p>水循环将变得更强，全球平均降雨增加，在许多地区非常可能会有强度更大的降雨。[问题9.14]</p> <p>在许多中纬度大陆内部会出现更频繁的炎热夏季和因此带来干旱的危险。[问题9.14]</p> | 基于SRES情景模型预测的未来区域和全球气候变化 | <p>在SRES情景中各个假定中的范围大^c，如上所述。[问题9.10]</p> <p>模型预测^c有关的因素，特别是气候敏感性、气候强迫、反馈过程，尤其是包括与云和气溶胶等相关的气候反馈等。（包括气溶胶直接效果）[问题9.16]</p> <p>对温度和海平面预测相关的可能性分布的认识。[问题9.16]</p> <p>与大范围突然/非线性变化有关的机制、定量、时间范围以及可能性（如海洋温盐循环）。[问题9.16]</p> <p>区域模型的能力限制（特别是降雨分析），导致不同模型结果之间存在不一致性，以及在当地和区域范围定量中的困难。[问题9.16]</p> |

| 表 SPM-3 确凿性发现和主要不确定性。 ^a (续) | |
|---|--|
| 确凿性发现 | 主要不确定性 |
| <p>预测的气候变化将对环境和社会经济系统产生有益和有害影响，但是气候变化和变化的速度加大时，有害影响将明显更大。[问题9.17]</p> <p>气候变化有可能不成比例的对发展中国家和这些国家的贫穷人群产生有害影响。[问题9.20]</p> <p>生态系统和物种对气候变化和其他压力来讲是脆弱的（如最近区域气候变化观测到的效果所表明的那样），而且一些受到的损害将是不可逆转，或者消亡。[问题9.19]</p> <p>在一些中、高纬度地区，植物生产率（树木和一些农作物）在温度有小部分上升时会增加。对超过(几)度的升温，在大多数地区植物生产率将下降。[问题9.18]</p> <p>许多自然系统对气候变化来说是脆弱的（如海平面上升将加重海岸风暴潮的影响，冰川和永久冻土带将持续收缩）。[问题9.18]</p> | <p>区域和全球平均气候和极端事件变化的影响</p> <p>评价和预测生态和社会（如通过病菌携带者和水源病菌传播的疾病）、经济系统对气候变化和其他压力如土地利用变化、区域污染等联合效果的反馈。[问题9.22]</p> <p>与气候变化相关的灾害的确认、定量和评价。[问题9.16, 9.22, 9.26]</p> |
| <p>温室气体排放减少（减缓）行动将减轻气候变化对自然和人类系统的压力。[问题9.28]</p> <p>减排成本在不同区域和部门之间有所差别。存在实质的技术和其他机会来减小这种成本。有效的排放贸易也可以减小参与者的成本。[问题9.31, 35-36]</p> <p>对附件一国家的排放限制，已经证明，虽然会存在有所差别，但将对非附件一国家产生“溢出”效应。[问题9.32]</p> <p>如果通过采用一系列政策措施来限制或减少净温室气体排放，国家对气候变化的减排对策就会更有效。[问题9.35]</p> <p>适应具有减少气候变化有害影响的潜力，可以立即产生附带效益，但不能防止所有损害。[问题9.24]</p> <p>适应可以作为经济有效的战略来作为减排的补充，以减小气候变化风险；同时可以为可持续发展目标作出贡献。[问题9.40]</p> <p>气候、生态系统和社会经济系统之间相互作用的惯性是说明期望的适应和减排行动为何具有益处的主要原因。[问题9.39]</p> | <p>减排和适应对策的成本和效益</p> <p>气候变化与其他环境问题及相关社会经济实现之间的相互影响的认识。[问题9.40]</p> <p>未来的能源价格，低排放技术的成本和可获得性。[问题9.33-34]</p> <p>确定克服接受具有成本效益和低排放技术障碍的方法，以及克服这些障碍的成本估计。[问题9.35]</p> <p>非计划的和非预期的、突然和短期效果的减排行动成本的定量。[问题9.38]</p> <p>不同方法（如自底向上与自顶向下方法）对减排成本的定量分析，包括附带效益、技术变化以及地区和部门的效果。[问题9.35]</p> <p>适应成本的定量。[问题9.25]</p> |

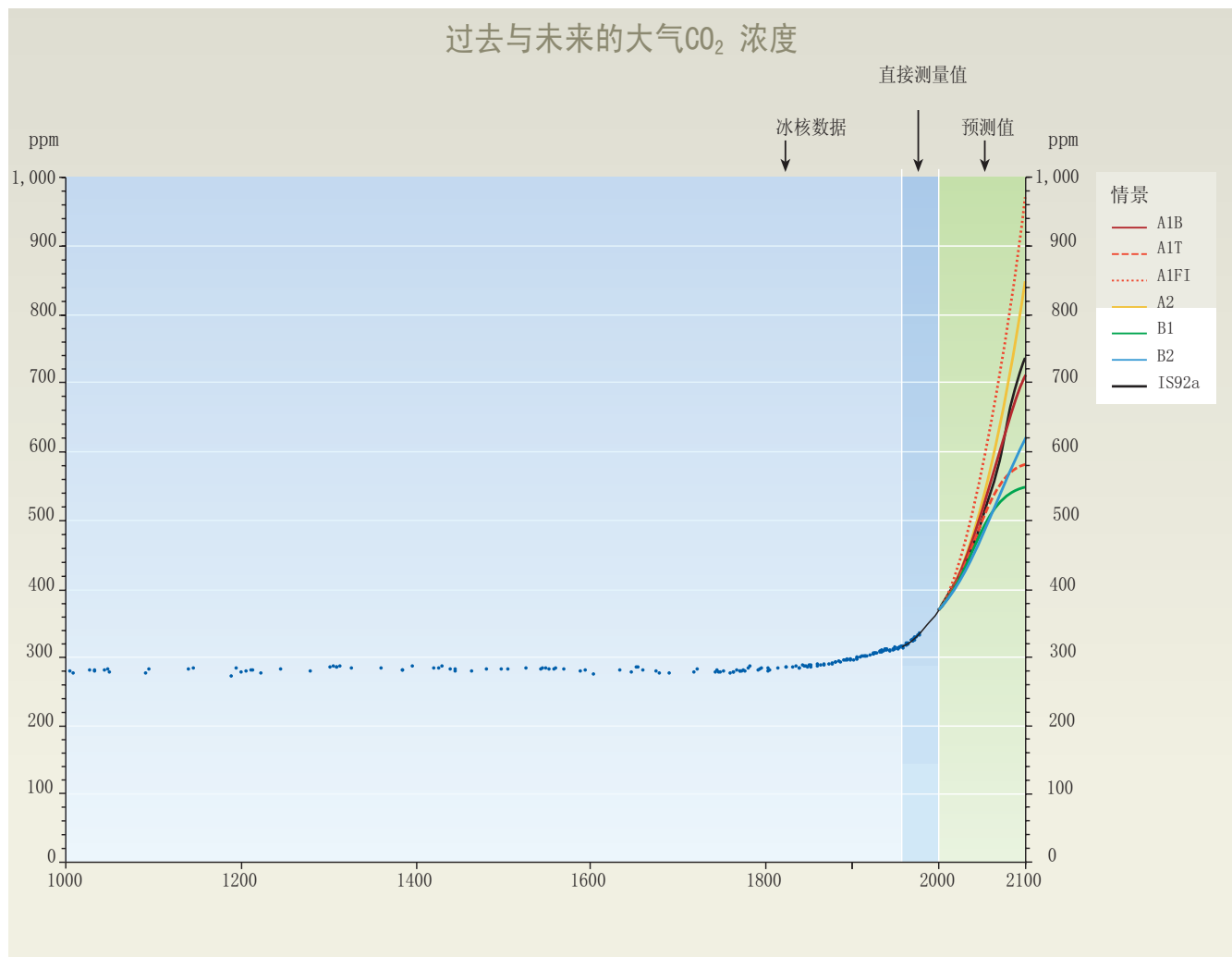
a. 在这个报告中，气候变化的确凿性发现定义为在不同过程、方法、模型和假定中都成立，而且相对来讲不受不确定性影响的结果。这个背景下主要的不确定性是指如果这些不确定性减小的话，会导致与这个报告中问题有关的新的确凿性发现。表中给出了例子，但它不是一个详细的清单。

b. 考虑这些不确定性会使2100年CO₂浓度范围在490到1250ppm之间。

c. 考虑这些不确定性会使1990年到2100年表面温度上升在1.4°C到5.8°C之间（图SPM-10b），全球平均海平面上升在0.09到0.88米之间。

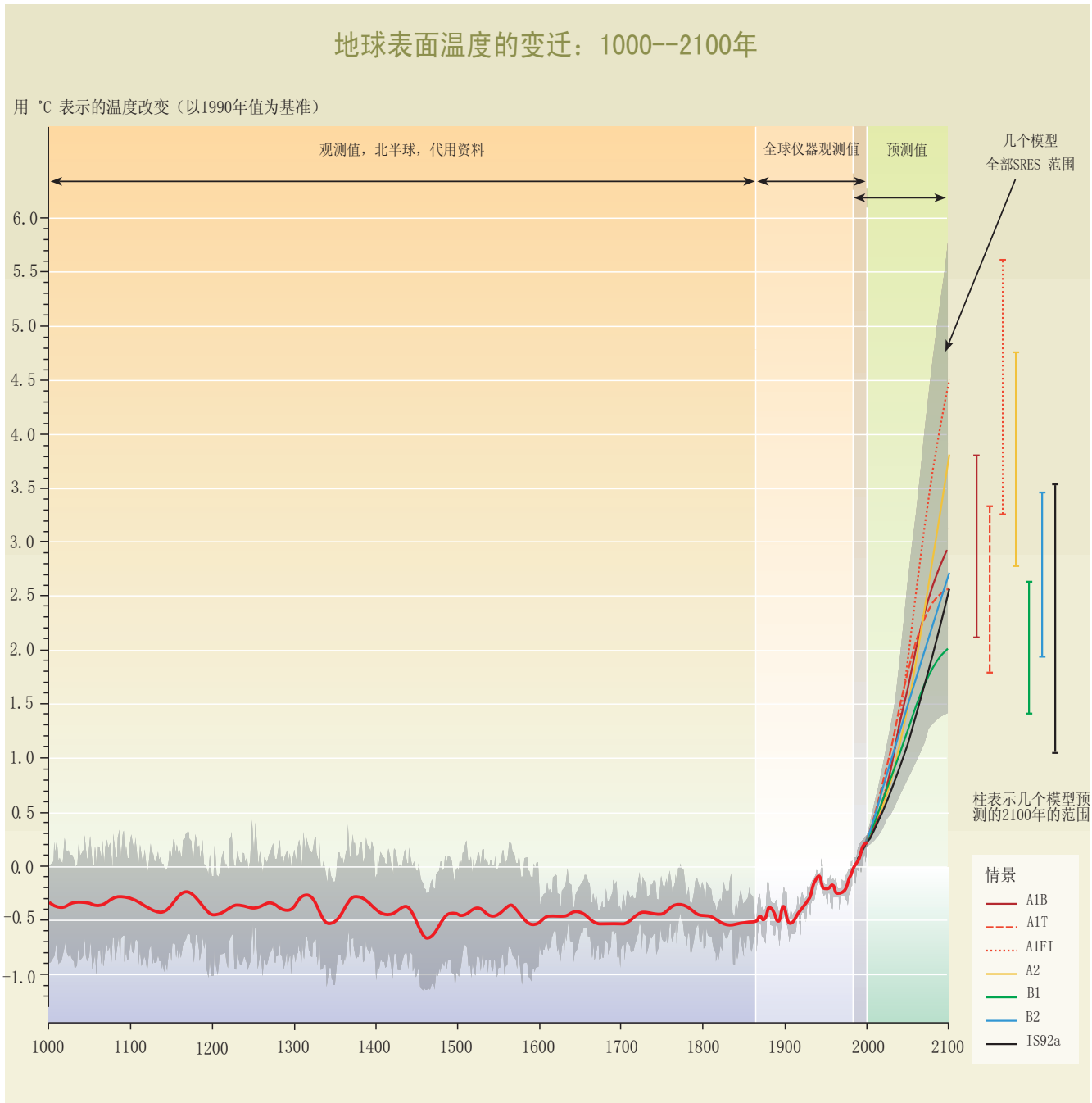
在许多认识气候变化以及人类对其反应所需要知识的方面，TAR已经取得了显著进步。但是，还存在许多差距，需要进一步的研究，特别是：

- 气候变化的检测和特性
- 对区域气候变化和气候极端情况的了解和预测
- 全球、区域和当地气候变化影响导致的破坏的量化
- 减缓和适应性活动分析
- 将气候变化问题的所有方面纳入可持续发展战略
- 开展综合和全面研究以提高判断什么是“对气候系统危险的人为干扰”的能力。



图SPM-10a：根据冰核和积雪数据,并辅以过去几十年中从大气直接采样的数据而得到的1000年到2000年的大气CO₂浓度。对2000年到2100年CO₂浓度的预测以6个SRES示样情景和IA92a情景（与SAR相比）为基础。

→ 问题 9 图 9-1a



图SPM-10b：地球表面温度的变化：1000年到2100年。根据代用资料（如树木年轮、珊瑚、冰核以及历史记录）重建的1000年到1860年北半球平均表面气温（南半球相应的数据无法得到）的变化。实线表示50年平均，灰色区域表示每年数据95%信度限制。从1860到2000显示出仪器观测的全球和年均表面温度变化；实线表示10年平均。从2000年到2100年显示的是模型研究出在平均气候敏感性下SRES六个示样情景和IA92a情景（与第二次评估报告相比）计算得到的全球平均表面温度。标记“Several model all SRES envelop”的灰色区域表示35个SRES情景的全部范围，不包括不同气候敏感性下模型分析的范围。温度范围在1990年之后开始不同；这个范围与图SPM-2中的不同。

[问题 9 图 9-1b](#)