

气候变化 2001: 影响、适应性和脆弱性

技术摘要

政府间气候变化专业委员会第二工作组报告

IPCC 第二工作组第六次会议（2001年2月13–16日，瑞士，日内瓦）接受了本技术摘要，但未经详细批准。工作组或委员会届会“接受”IPCC 报告，指该材料未经逐行讨论并取得一致意见，但它对所涉及的主题仍提出了全面、客观和平衡的观点。

主要作者：

K.S. White(美国), Q.K. Ahmad (孟加拉), O. Anisimov (俄罗斯), N Arnell (英国), S. Brown (美国), M. Campos (哥斯达黎加), T. Carter (芬兰), Chunzhen Liu (中国), S. Cohen (加拿大), P Desanker (马拉维), D.J. Dokken(美国), W. Easterling (美国), B. Fitzharris (新西兰), H. Gitay (澳大利亚), A. Githeko (肯尼亚), S. Gupta (印度), H. Harasawa (日本), B.P. Jallow (冈比亚), Z. W. Kundzewicz (波兰), E. L. La Povere (巴西), M. Lal (印度), N. Leary (美国), C. Magadza (津巴布韦), L.J. Mata (委内瑞拉), P. McLean (澳大利亚), A. McMichael (英国), K. Miller (美国), E. Mills (美国), M.Q. Mirza(孟加拉), D. Murdiyarso (印度尼西亚), L. Nurse (巴巴多斯), C. Parmesan (美国), M.L. Parry (英国), O. Pilifosova (哈萨克斯坦), B. Pittock (澳大利亚), J. Price (美国), T. Poot (美国), C. Posenzweig (美国), J. Sarhan (墨西哥), H.J. Schellnhuber (德国), S. Schneider (美国), M. J. Scott (美国), G. Sem (巴布亚新几内亚), B. Smit (加拿大), J.B. Smith (美国), A. Tsyban (俄罗斯), P. Vellinga (荷兰), P. Warrick (新西兰), D. Wratt (新西兰)

编审：

M. Manning(新西兰) 和 C.Nobre(巴西)

1. 评估范围和手段

1.1 评估授权

政府间气候变化专业委员会 (IPCC) 是由世界气象组织 (WMO) 和联合国环境规划署 (UNEP) 于1988年组建的，以评估有关认识人为因素引起的气候变化及其潜在影响、减缓和适应对策等的科学、技术和社会经济方面的信息。目前，IPCC由三个工作组组成：第一工作组 (WGI) 负责观测和预测的气候变化；第二工作组 (WGII) 负责气候变化有关的脆弱性、影响和适应性的研究；第三工作组 (WGIII) 负责气候变化的减缓对策方面的研究。

本报告—《气候变化 2001：影响、适应性和脆弱性》是第二工作组提交给IPCC第三次评估报告 (TAR) 的，与气候系统和气候变化¹相联系的有关科学、技术、环境、经济和社会问题的报告。在第三次评估报告中，第二工作组被授权为评估生态系统、社会经济部门和人体健康相对于气候变化的脆弱性，以及气候变化对这些系统潜在的正面和负面影响。这次评估也检验增强气候变化的正面影响和减轻气候变化负面影响以适应气候变化的可能性。这次新的评估基于IPCC以前的评估，重新检验早期评估的主要结论，突出新的信息和最近的研究结论。

1.2 什么是潜在危机？

人类活动—主要是化石燃料的燃烧和土地利用 / 覆盖的变化—正在改变大气成分的浓度或地面吸收或反射辐射能量的特性。第三次评估报告第一工作组部分—《气候变化 2001：科学基础》发现：“根据最新的证据并考虑尚存的不确定性，过去50年观测到的气候变暖很大部分可能是由于温室气体浓度的增加而引起的”。未来气候变化的预期包括附加的气候变暖、降水类型和降水量的变化、海平面升高和一些极端事件发生频率和强度的变化等方面。

与预测的气候变化有关的风险是很高的。支撑人类社会的大量地球系统对气候很敏感，并会受到气候变化的影响（极高可信度）。可以预期的影响包括：海洋环流、海平面、水循环、碳氮循环、空气质量、自然生态系统的生产力和结构、农牧场和林地的生产力、植物和动物物种（包括人类疾病的传播媒介和寄主）的地理分布、行为、数量和生存等。气候变化引起的这些系统的变化以及气候变化对人类的直接作用，都将正面和负面地影响人类社会的福利。人类社会的福利将通过以下的变化受到影响：水、粮食、能量的供应与需求和其它从这些系统中获取的有形食物的变化；用于休闲和旅游目的的环境的非消费性利用机遇的变化、非使用价值的环境如文化和保存价值的变化；收入的变化；极端气候事件导致的财产和生命损失的变化和人体健康的变化。在世界各地，气候变化的影响将损害可持续发展前景，并可能进一步扩大已经存在的不平衡。其影响将依人、地、时的分布而变化（极高可信度），进而导致严重的公平性问题。

尽管可以证明风险很高，但与气候变化相关的风险性却不易确定。风险性是各种不同类型影响的可能性和量级的函数。第二工作组的报告评估以下有关方面的认识水平的进展：哪些系统可以受到气候因素的影响、系

框 T8-1. 气候变化的敏感性、适应性和脆弱性

敏感性是指系统受与气候有关因素的影响程度，包括不利和有利影响。这里所描述的与气候有关的因素是指所有的气候变化因素，包括平均气候状况、气候变率和极端事件的频率和强度。影响也许是直接的（如由于平均温度、温度范围或温度变率的变化而造成作物产量的变化）或间接的（由于海平面上升造成沿海地带洪水频率增加引起的灾害）。

适应能力是指系统适应包括气候变率和极端气候事件、减轻潜在损失、利用机会或应付气候变化的能力。

脆弱性是指系统易受或没有能力对付气候变化包括气候变率和极端气候事件不利影响的程度。系统脆弱性是气候的变率特征、幅度和变化速率及其敏感性和适应能力的函数。

¹ IPCC报告中气候变化定义为持续一定时间的任何气候变化，这种气候变化是由于自然变率或是人类活动导致的结果。而气候变化框架公约气候变化定义的含义与此不同，其是指直接或间接由人类活动改变了全球大气的组成成分而触发的气候变化，是在可比的时间段内观测到的自然气候变率之外的气候变化。

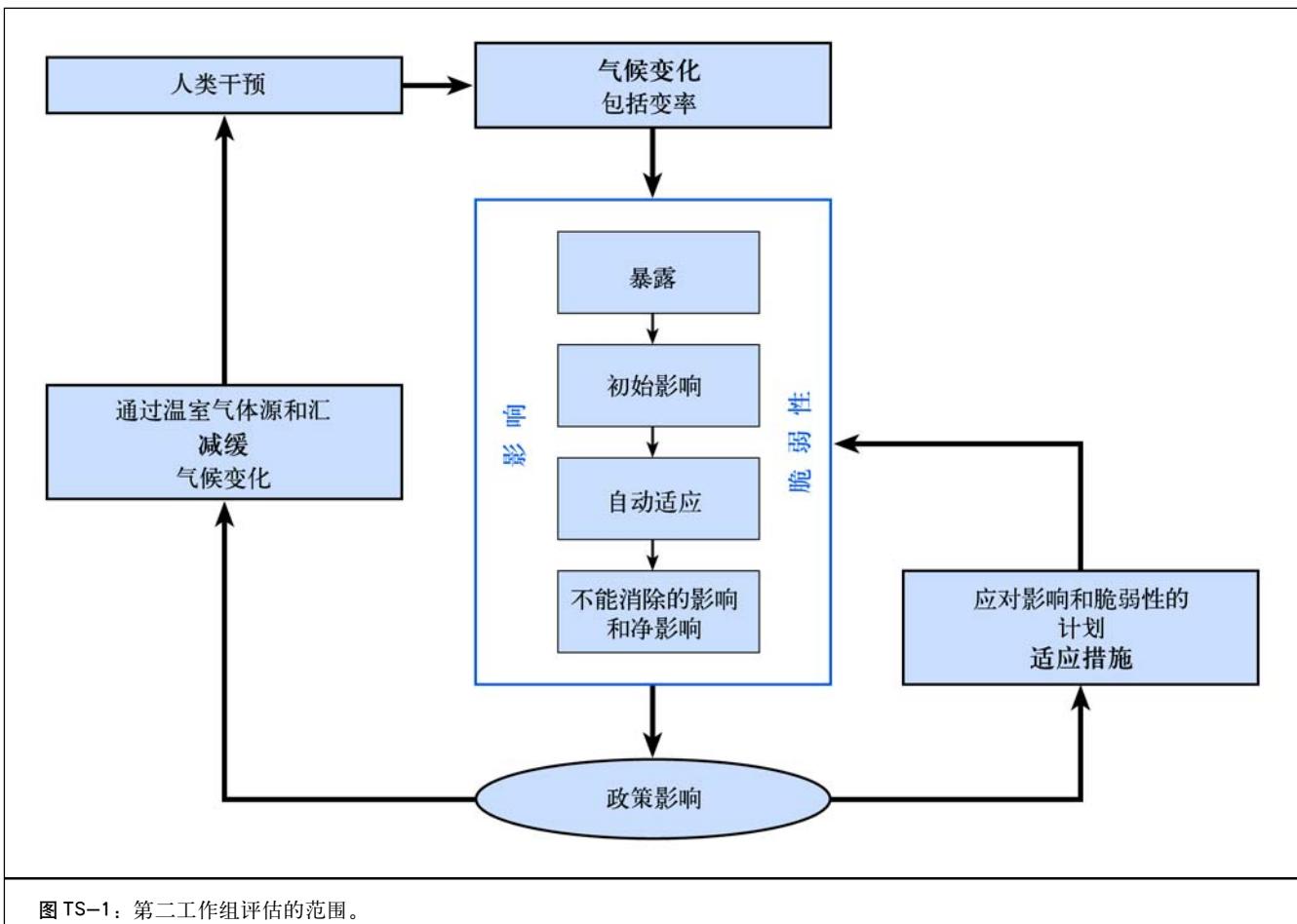


图 TS-1：第二工作组评估的范围。

统对气候因素变化的敏感性、它们对减缓或克服不利影响或增强有利影响的适应能力和它们对不利影响的脆弱性（见框 1）。可能的影响包括：在下一个世纪内对一些系统造成大量的、不可逆转的破坏或损失的影响、系统可能很快适应的中等程度的影响，以及对某些系统可能有益的影响。

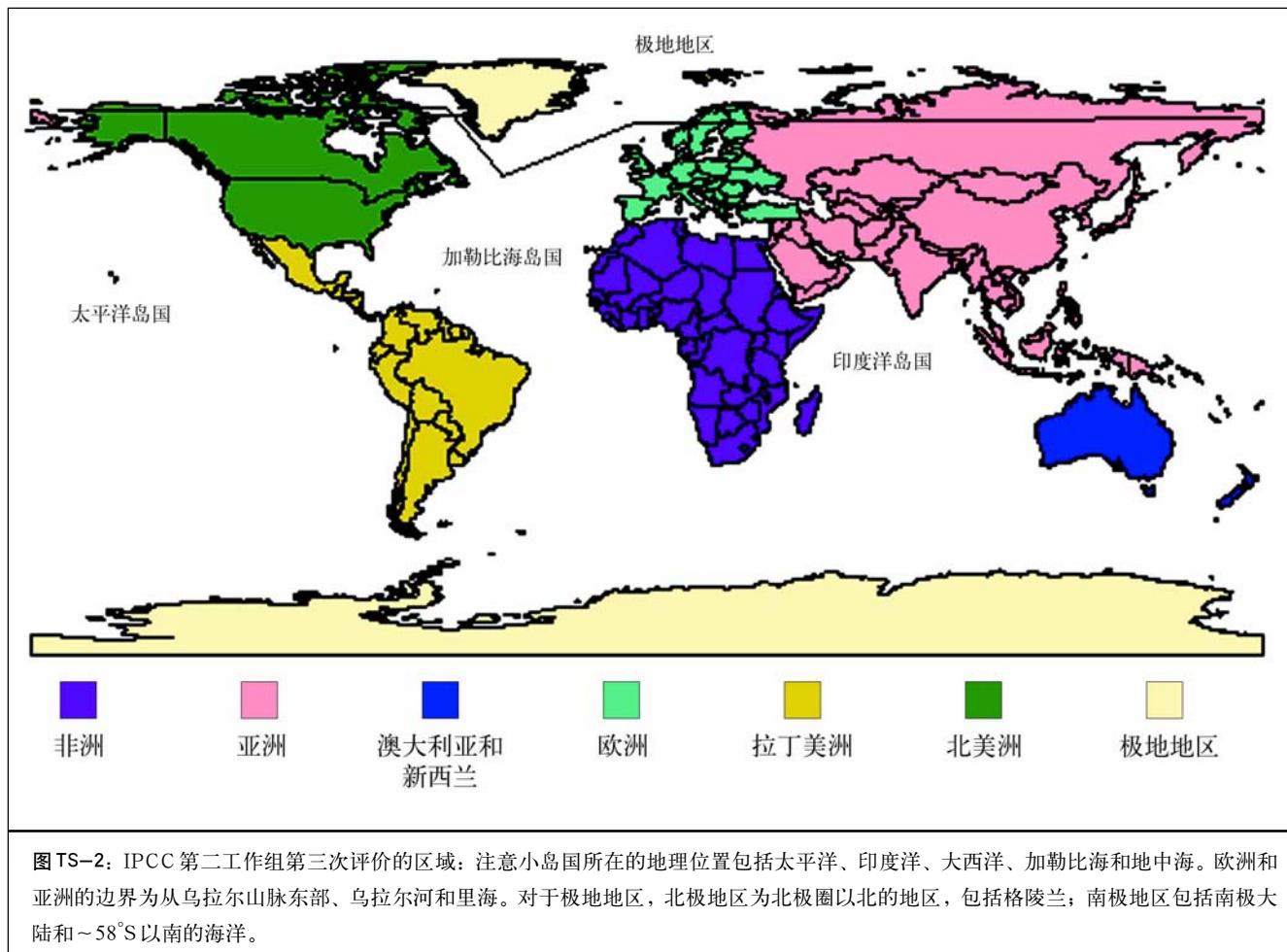
图 TS-1 给出了第二工作组的评价范围及其与气候变化系统其它部分的关系。人类活动导致气候变化从而使自然和人类系统面临改变了的一系列胁迫或因素之中。对这些因素敏感的系统将受到变化的影响或冲击，激发出本能的或预期的适应特性。这些本能的适应性将重新修正气候变化的残余影响或净影响。可以采取有计划的适应措施来减轻不利影响或增强有利影响，作为对已知影响的反应或对未来潜在影响的预防的政策响应。政策响应也可以通过采取行动减少温室气体（GHG）排放或增强 GHG 吸收汇的方式来减缓气候变化。第二工作组的评估工作集中在图 TS-1 的中间部分—发生、影响和脆弱性—以及适应政策。

1.3 评估方法

评估过程包括对进一步认识气候变化的影响、适应性和脆弱性的一切可能的信息进行评估和综合，大部分信息来源于经同行审议发表了的论文。也有一些资料是从未经同行审议发表的论文和未发表的原始资料中获取的，但本报告作者已经对其进行了质量和有效性鉴定。

第二工作组的评估由一个国际专家组实施，专家组由政府和科学团体提名，再由 IPCC 第二工作组主席团根据他们的科学和技术专长进行遴选，以达到广泛的区域平衡。这些专家来自研究院、政府、企业、科学和环境机构。他们参与 IPCC 的工作但不从 IPCC 取得任何报酬，并奉献大量的时间支持 IPCC 的工作。

这次评估是为了检验气候变化的影响、适应性、系统和区域的脆弱性，并提供跨系统和跨区域的全球性综合分析。根据可利用的文献资料，尽可能在可持续发展和平等框架范围内检验气候变化。第一部分通过讨论气候变



化、方法和工具, 以及情景之间的关系建立评价的平台。各独立章节评价了水系统、陆地生态系统(包括农业和森林)、海洋和海岸系统、人类居住设施(包括能源和工业部门)、保险和其它金融服务, 以及人体健康的脆弱性。对世界上八个主要区域都专门编撰一章, 这八个区域是: 非洲、亚洲、澳大利亚和新西兰、欧洲、拉丁美洲、北美洲、极地地区和小岛国。这些区域如图 TS-2 所示。所有这些区域差别巨大, 气候变化的影响、适应能力和脆弱性在每一个区域内变化显著。本报告的最后一部分综合了适应能力及其减缓不利影响、增强有利影响和促进可持续发展和公平的潜力, 审评了与联合国气候变化框架公约(UNFCCC)第 2 条诠释相关的信息, 以及解决气候变化问题国际协议的关键性条款。这次报告亦包含一个决策者摘要, 为负责制定气候变化政策的人员提供该报告的简要综合的结论。该技术摘要提供了本次评估报告更全面的摘要, 在每一段落的最后用方括号标注其在评估报告全文中的章节, 为对某一特别题目感兴趣的读者提供更多的信息。[1.1]

1.4 不确定性的处理

从第二次评估报告以来, 更加重视了发展和表达不确定性的方法。评估不确定性的两个方法已用于第二工作组的评估工作中。一是定量评估方法, 评价案例的可信度, 对这些个例的相关过程、系统行为、观测、模式模拟及估计的现有认识足以支持本报告作者能就所选结果的贝叶斯概率达成广泛共识。二是定性评估方法, 评估和报告支持某个结论的科学认识的质量或水平(见框2)。这些方法和它们的基本原则在IPCC准备的材料: 第三次评估报告: 交叉性问题指南文章(<http://www.gispri.or.jp>)上有更详细的解释。这份材料用于在第三次评估报告中促进各工作组内部和各个工作组之间使用统一的术语和概念。[1.1, 2.6]

2. 评估的方法和工具

评估气候变化的影响、适应性和脆弱性需要利用广

框 2：可信度和认识水平

可信度的定量评价

在采用定量分析方法中,第三次评估报告的作者根据观测到的证据、模拟结果以及他们已经检验的理论,采用了专家判断的方法,给定了代表作者之间对结论正确性的信任程度的可信度。采用了5个级别的可信度指标。在技术摘要表格中,符号代表的意义为:

极高可信度 (*****)	大于或等于95%
高可信度 (****)	67–95%的可能性
中等可信度 (***)	33–67%的可能性
低可信度 (**)	5–33%的可能性
极低可信度 (*)	小于或等于5%的可能性

认识水平的定性评估

在采用定性分析方法中,第三次评估报告的作者根据支持证据的数量和专家之间关于对这些证据解释的统一程度,评估了支持这些结论的科学理解的认识水平。采用了4个级别的定性指标:

- **很确定:** 在已知的过程中纳入了模型; 观测结果与模拟结果一致, 或多个线索所支持的发现。
- **确定但不完全:** 尽管许多参数化没有得到很好的测试, 但在多数的已知过程中纳入了模型, 观测结果与模拟结果在某种程度上一致, 但不是全部的, 目前的经验估测很好但关键过程随时间而变化的可能性很大, 或仅有一个或几个线索所支持的发现。
- **有争异的解释:** 不同模型的表示法代表了观测或证据的不同方面, 或纳入了关键过程的不同方面, 导致结果有相异的解释。
- **猜测:** 在文献中不能充分表达的, 但概念上是可能的观点, 或包含许多难以减少的不确定性[框1-1]。

泛的物理、生物和社会科学的专业学科知识,由此也将使用大量的方法和工具。从第二次评估报告出版以来,利用这些方法已经改进了在生物和物理系统上气候变化的检测,并有大量的新发现。另外,从第二次评估报告出版以来,已经采取了谨慎的步骤来扩展“工具箱”以便更有效地探究气候变化的起因和后果两方面的人为因素,更

直接地处理有关脆弱性、适应性和决策方面跨领域的问题。特别是,这些方法和工具已经开始应用于分析研究成本和评估价值影响、处理不确定性、跨部门和跨区域的综合影响、并应用于决策分析框架评估适应能力。总体上讲,这些一般方法论上的进展正在使我们的分析具备更坚实的基础、认识可能采取的与未来气候变化有关的适应对策。[2.8]

2.1 用指示性物种或系统检测对气候变化的响应

从第二次评估报告以来,开发了多种方法并应用于检测20世纪气候变化对非生物和生物系统的影响。对模式预测未来影响的一个重要补充,就是评估近期的气候变化对人类和自然系统已经产生的影响。这样的检测受到多重的、常常是内部相关的共同影响这些系统的非气候强迫因子的阻碍。为克服这一障碍,可使用指标物种(如:蝴蝶、企鹅、青蛙和海葵等)检测对气候变化的响应以推测气候变化分别对自然系统(如本土草地、南极大陆沿岸、赤道雨林、太平洋岩石圈内潮汐等)的更普遍性的影响。这种检测过程的一个重要组成部分是基于观测和预测的气候变化,寻找与期望相符合的跨越许多研究的变化的系统特征。随着跨越不同系统和跨地理区域的研究的重复进行,这些观测到的变化归因于气候变化的可信度增加。尽管这样的研究数以百计,但一些区域和系统仍未有充分的研究。[2.2]

为调查观测到的区域气候变化和生态系统中生物或物理过程的可能联系,编写组收集了超过2500篇与气候和动物、植物、冰川、海冰、湖冰或河冰有关的论文。为确定这些系统是否受到正在变化的气候的影响,只有那些满足以下至少两条标准的研究论文才能被包括进来:

- 这些系统的特性显示出随时间变化(如范围边界、融化日期等)。
- 这些系统特性与局地温度的变化相关。
- 局地温度随时间变化。

至少以上三个标准中有两个必须显示出统计上的显著相关。仅仅考虑温度是因为在文献中它可以很好地确定温度对每一检验的系统的影响,同时温度趋势比其它局地变化的气候因子如降水变化,更具全球均一性。遴选的研究必须用10年以上数据进行检验,90%以上的研究时间跨度超过20年。

以上这些严格标准的使用，使能够用于分析研究的数目缩减至44个，而这44个动植物的研究涵盖了600个以上的物种。这些物种中，大约90%（超过550个）显示了其特性随时间变化。在这550个以上的物种之中，用已知的温度与每一物种特性相联系的机理，给予科学的解释，大约80%（超过450个）显示了在预期的方向上的变化。因此，从这550个以上物种中超过450个物种显示出在预期方向上的变化，表明这种变化并不是随机的和偶然的。

检验冰川、海冰、雪盖程度／雪融化或湖冰、河冰的16个研究包含了150个以上的站点。在这150个以上的站点中，67%（超过100个站点）显示出随时间变化的特性；而在这100多个站点中，有关的已知温度与特性物理过程的机理能给予科学的解释约99%（99个以上站点）显示出预期方向的变化趋势。从100多个站点的99个以上站点显示出在预期变化方向上的变化，表明这种变化并不是随机的和偶然的。[5.2, 5.4, 19.2]

2.2 预测未来气候变化的影响

第二次评估报告以来，研究未来气候变化影响的方法和工具得到了改进，包括：强调应用过程模式、完善气候变化情景、精确社会经济基准数据和时间和空间尺度上的高分辨率（以及提高时空分辨率）。每一大陆上的国家研究和区域评估已经检验了各种模式和工具的各种衔接。初级影响模式已经链接于全球系统模式。虽然在许多评估中通常为首次评估，但都包括了适应性方面的内容。

方法论的欠缺仍然存在，并涉及到气候变化的尺度、数据、验证、适应性和人为因素的整合等方面。评估区域和局地脆弱性及长期适应战略的过程需要高分辨率（精度）的评价、尺度之间联接的方法论，使用新的相应的数据库的动力模型，另外还缺乏各种不同尺度的验证。区域内跨部门的综合评估需要考虑脆弱性与局地或区域发展的关系。评估对极端事件脆弱性的方法和工具已经得到改进，但在气候变化情景及对主要气候异常的影响模型的敏感性方面可信度依然很低。为此，需要认识和综合全球变化的更高一层次的经济影响和其它人为因素；在许多领域，优化选择适应措施的适应模型和脆弱性指标仍处于初级开发阶段；这需要改进促使利益相关

者参与评估的方法。[2.3]

2.3 综合评估

综合评估是从自然科学到社会科学不同学科之间知识的结合、阐述和交流的过程，以研究和认识复杂系统内部和系统之间的关系。这种评估所使用的方法包括计算机辅助模拟、情景分析、模拟尝试和共享的综合评估，以及基于现有的经验和专门知识的定性评估。第二次评估报告以来，无论是全球的还是区域的综合评估，还是在开发和应用这些方法方面，均取得了显著进展。

到目前为止，综合评估模型的进展主要集中在全球或区域尺度上的减缓气候变化问题，气候变化影响、脆弱性和适应性问题则在其次。因此，需要加强发展评估脆弱性的方法，特别是在已经感受到气候变化的影响并采取了响应措施的国家尺度及其较小尺度上；还需要发展明确地方法，包括适应性和适应能力、具有明确的特殊用途的方法。[2.4]

2.4 成本和估价

经济成本和估价的方法取决于使用、退化或储备资源的机会成本的概念。机会成本取决于市场的竞争或垄断，取决于外部性是否可内部化。它还取决于对未来的贴现率，贴现率随着国家、时间和时代的不同而变化。如果已知不同的可能结果的概率的话，则可评估不确定性的影响。公众的和非市场化的物品和服务可以通过对这些物品的支付意愿或因这些物品缺乏而可接受的补偿意愿进行估价。对不同的群体、社会、国家和物种的影响必须进行评估。如果采用内部一致的标准，对一国内个体和集体的福利选择配置进行比较是合理的，比较不同社会、伦理和政府结构之间的福利选择配置目前则尚无意义。

第二次评估报告以来，在成本及估价方法论上没有新的实质性的进展。将现有的方法用于更广泛的气候变化领域，揭示这些方法的有效性和局限性。目前，需要努力加强多目标评估方法的研究。虽然多目标评估日益重要，但是必须改进那些可能更精确地反映不同社会、政治、经济、文化的兼容性的基础标准化手段。另外，从方法学角度，综合这些跨领域的方法仍然不完善。[2.5]

2.5 决策分析框架

负责制定和履行适应性政策的决策者应该能够依靠一个或更多的决策分析框架的结果。常用的方法包括成本—效益分析和成本—效率分析、各种类型的决策分析（包括多目标研究）、参与技巧如政策的运用。

几乎没有决策者在评估适应对策时使用决策分析框架。在第三次评估报告中回顾的大量的气候变化影响评价中，只有一小部分包含了适应选择及成本、效益和不确定性特征的综合和定量评估。这些信息对决策分析方法应用于适应性问题都是必要的。在适应决策支持系统中需要大量应用这样的方法来确立它们的功效，以及确定气候变化的脆弱性和适应性研究方向。[2.7]

3. 未来变化情景

3.1 情景及其作用

情景是对世界未来可能状态的描述，这种状态是协调的、内部一致的和合理的。在气候变化影响、适应性和脆弱性评价方面，通常要求情景能提供被认为可能影响给定的系统或活动的未来可选择的展望。可区分为气候情景：描述IPCC特别感兴趣的强迫因子；非气候情景：提供与气候情景相对应的社会经济和环境状况。绝大部分未来气候变化影响的评价基于影响模式的输出结果，这种模式以定量的气候和非气候情景作为输入参数。[3.1.1，框3-1]

3.2 社会经济、土地利用和环境情景

描述未来社会经济、土地利用和环境变化的非气候情景对于表征系统对气候变化的敏感性、脆弱性及适应能力是非常重要的。这些情景最近才与气候情景一起在影响评价中广泛采用。

社会经济情景。社会经济情景被广泛地用于预测GHG的排放而不是评价气候脆弱性和适应能力。大多数社会经济情景确定几个不同的主题或领域如人口或经济活动，以及如管理结构、社会价值、技术变化形式等背景因子，这一情景使得我们可以建立基准的社会经济的脆弱性及先前的气候变化，确定气候变化的影响和评价采

取适应措施之后的脆弱性。[3.2]

土地利用和土地覆盖变化情景。评估气候变化及其影响的几个核心过程均涉及到土地利用变化和土地覆盖变化（LUC-LCC）。首先，LUC-LCC影响碳通量和GHG排放，这将直接改变大气成分和辐射强迫特性。其次，LUC-LCC改变了土地表面特性从而也间接地改变气候过程。第三，地面覆盖的调整和转变也会改变生态系统的特性和它们对气候变化的脆弱性。最后，几个减缓GHG排放的对策和战略也涉及到土地覆盖和改变土地利用措施。现已有多种多样的土地利用变化和土地覆盖变化情景。这些情景大部分并不是明确用于解决气候变化问题，而是集中在其它问题上，如粮食安全和碳循环。第二次评估报告以来，在确定当前和历史土地利用和土地覆盖类型以及评估未来情景方面已经取得了很大的进展。目前综合评估模型是发展LUC-LCC情景的最适宜的工具。[3.3.1, 3.3.2]

环境情景。环境情景涉及环境因子的变化，而并非指未来将会出现的不考虑气候变化的气候。由于这些因子在调整未来气候变化的影响上可能具有重要的作用，因此需要情景尽可能地描述未来可能的环境条件，如大气成分（如CO₂、对流层臭氧、酸化化合物、紫外线-B(UV-B)辐射），水的可获性、使用和质量以及海洋污染。在以往的影响评价中除CO₂肥效作用的直接影响外，很少考虑其它环境因子的变化，随着综合评价方法的出现，环境情景的应用正在增加。[3.4.1]

3.3 海平面上升情景

海平面上升情景设定为评估海岸带地区人类居住设施、自然生态系统和地貌构成受到威胁的程度。相对海平面情景（即相对于局部陆地表面变动的海平面上升）是许多影响和适应评价最关心的问题。潮汐相对位置和浪高需要有50年或更长的记录，以及恶劣天气和海岸过程的资料，以确定基准高度或趋势。最近的卫星测高法和水准测量技术已经促进和规范化了全球大面积的相对海平面的基准测定。[3.6.2]

尽管未来海平面上升的一些分量可以用海—气耦合模式进行区域模拟，但目前设定情景的最常用方法是用简单模型估算全球平均值。对海岸导致重大影响的极端

表 TS-1: SPES 排放情景及其对大气构成、气候和海平面的影响。人口数量、GDP 和人均收入比率（区域公平的一个措施）用于估算排放的综合评估模型的输入参数（基于表 3-2 和表 3-9）。

时间	全球人口 (10 亿) ^a	全球 GDP (10^{12} 美元/ 年) ^b	人均收入 比率 ^c	地面 O_3 浓 度 (ppm) ^d	CO_2 浓度 (ppm) ^e	全球温度 变化 (C) ^f	全球海平 面升高 (厘米) ^g
1990	5.3	21	16.1	—	354	0	0
2000	6.1–6.2	25–28	12.3–14.2	40	367	0.2	2
2050	8.4–11.3	59–187	2.4–8.2	~60	463–623	0.8–2.6	5–32
2100	7.0–15.1	197–550	1.4–6.3	>70	478–1099	1.4–5.8	9–88

^a 2000 年的数值为排放情景特别报告中 6 种排放情景的估计范围；2050 和 2100 年的数值为排放情景特别报告中 40 种排放情景的估计范围。

^b 参见脚注 a；国内生产总值（10000 亿美元 / 年，1990）

^c 参见脚注 a；发达国家、经济转轨国家（附件一国家）与发展中国家（非附件一国家）的比率。

^d 北半球工业化大陆的模型估算结果，利用 A1F 和 A2 排放情景，是排放情景特别报告的上限部分 2000 年、2060 年和 2100 年的排放（TAP WGI 第四章）。

^e 1999 年的观测值（TAP WGI 第三章）；1990、2050 和 2100 年的数值来自于简单模型，在运行了 35 个全部定量化的排放情景特别报告的排放情景，并考虑了与气候敏感性有关的碳循环反馈的不确定性（数据来自于 S.C.B.Paper, TAP WGI 第九章）后得到。注意 2050 和 2100 年的范围不同于 TAP WGI（附件 II）提出的范围。在 TAP WGI（附件 II）中的范围是利用了排放情景特别报告中的 6 种排放情景运行了两种碳循环模型的结果。

^f 相对于 1990 年的全球年平均气温，不同气候模型运行七种 AOGCM、35 种完全定量的排放情景的平均气候敏感度范围为 2.8°C。

^g 基于全球平均温度变化，但也考虑了陆冰、永冻层和沉积的不确定性（TAP WGI 第十一章）。

事件发生率的变化，如风暴潮和风浪，可以将历史上观测到的结果叠加到上升的平均海平面高度上作分析研究。最近，一些研究考虑用概率描述未来海平面上升，以超出影响风险临界值来评估海平面上升。[3.6.3, 3.6.4, 3.6.5, 3.6.6]

3.4 气候情景

在影响评价中已经应用的气候情景主要有三种类型：增量情景，类比情景和基于气候模式的情景。增量情景是根据预测的未来变化对基准气候进行简单的调整，这对研究一个系统对气候的敏感性是一种有效的方法。然而，由于它们包含了强制的调整，从气象学上讲可能不是真实的。类比情景可从过去的记录或从其它区域类比变化了的气候得到，但可能难于辨别且很少应用，尽管其有时有助于认识超出目前范围的气候条件影响。[3.5.2]

最常用的情景是总环流模式（GCM）输出结果，且通常构造为通过模拟现在和未来气候之间的绝对或相对

变化调整基准气候（典型的是基于如 1961–1990 年这样的参照期间区域气候的观测值）。虽然早期的平衡模式的结果还有应用，但最近许多影响研究是基于渐进 GCM 输出建立的情景。多数情景表示的是平均气候的变化，但最近的一些情景也已经体现（气候）变率和极端天气事件的变化，这些变化能对一些系统产生严重影响。GCM 输出的是粗网格的信息。为获取区域详细的信息，有三种主要方法：简单内插、统计学的次网格尺度化和高分辨率的动力学模式。简单插值方法可以再现 GCM 变化的型式，在情景开发上得到最广泛地应用。相比而言，统计和模型手段可以产生有别于大尺度 GCM 估计的局地气候变化。还需要更多地开展研究评估分区域的影响，原因之一是 GCM 预测有大量的不确定性，还需要通过模式内部比较、新型模式的模拟检验，以及模型尺度化方法等使预测结果进一步定量化。[3.5.2, 3.5.4, 3.5.5]

3.5 21 世纪的情景

2000 年，IPCC 完成了《排放情景特别报告》（SPES）

以取代早期 IPCC1992 年提出的 6 个 IS92 情景。这套更新的情景考虑了 1990 年至 2100 年时段内社会经济变化的假设范围（如：全球人口、国内生产总值）。对全球变化其它领域的影响也进行了预测，对 2050 和 2100 年的若干影响列于表 TS-1。例如：7 月份北半球工业化大陆在最高 SPES 排放情景下平均地面臭氧浓度预测将从 2000 年的约 40 ppb 上升至 2100 年的大于 70 ppb，比较而言清洁空气的标准低于 80 ppb。在局部烟雾事件中臭氧的峰值可能高于此值数倍。在给定的 SPES 排放范围和有关碳循环的不确定性情况下（表 TS-1），估计 2100 年 CO₂ 浓度在 478 ppm 至 1099 ppm 的范围内的变化。这一变化范围也代表了辐射强迫的变化。这种变化范围意味着从 1990 年至 2100 年全球变暖估计为 1.4–5.8°C，涵盖了气候敏感性的范围。这个幅度高于第二次评估报告的 0.7–3.5°C，这是因为在 SPES 情景中辐射强迫的水平高于 IS92a-f 情景——这主要是对硫酸盐气溶胶排放的估计更低，特别是在 2050 年之后。至 2100 年，对于该全球温度变化的幅度并结合考虑冰融化敏感性的范围，相应地，全球海平面上升的范围是 9–88 厘米（第二次评估报告的范围是 15–95 厘米）[3.2.4.1, 3.4.4, 3.8.1, 3.8.2]

从区域气候的平均变化方面来讲，在假定的新 SPES 排放情景下运行 GCM 的结果与以前的运行结果相似。第一工作组提交给第三次评估报告的结论显示，预期的温暖化速率在大部分陆地上大于全球平均，在冬季高纬度地区更为显著。随着温暖化的持续进行，北半球的雪盖和海冰范围将减少。模拟显示，在 6–8 月份北大西洋和极地附近南部海域，以及南亚、东南亚地区和南美南部地区的变暖低于全球平均值。就全球而言，平均水汽和降水将会增加。局地而言，北温带、南极洲和赤道非洲在 12–2 月份的降水预计将会增加。在中美洲降水减少、而东南亚降水变化很小，对这一点，模拟结果都是一致的。估计 6–8 月份在北部高纬度地区、南极洲、南亚地区降水增加；在东南亚降水变化很小，在中美洲、澳大利亚、南部非洲和地中海区域降水减少。

极端气候事件在发生频率和强度上的变化也是可以预计的。基于第一工作组报告的结论，至 2100 年仅在温室气体胁迫下，伴随着炎热天气频率的增加，白天的最高和最低温度将很可能增加（参见表 TS-2）。热浪也将很可能变得更加频繁，而寒潮和霜冻天气日数（在适当的区域）将会减少。许多地区高强度的降水事件在也很

可能增加。亚洲夏季季风降水的变率也很可能增加。而在许多内陆地区，与厄尔尼诺相关的干旱——以及洪水——事件的频率也将加剧，热带气旋的最大风速强度和平均降水及最大降水强度也很可能增加。用目前的气候模式尚不能确定中纬度风暴在平均强度上的变化趋向。[表 3-10]

3.6 我们怎样改进情景及其应用？

目前已经很好地确立和验证了情景开发和应用的一些特征，包括确定基准状态的全球和区域数据库的持续改进，在应用基于模式的情景之前，广泛应用增量情景以研究系统的敏感性，由专门国际机构或利用简单模型改进长期全球平均变化估计的有效性而且更被广泛应用，以及不断增长的可获取的信息，从而使构造使全球变化某些方面的区域情景成为可能。[3.9.1]

目前情景的发展也有很多缺陷，其中许多在积极的探索之中。这些探索包括尽力在情景中适当描绘社会经济、土地利用及环境变化、获取高分辨率（在时间和空间上）的情景、在情景中考虑变率和平均状态的变化。需要加强对建立情景方面的关注，在情景中强调与政策有关的问题，如稳定 GHG 的浓度或适应，以及改进对预测中不确定性的描述，并尽可能地在风险评估框架之内考虑。[3.9.2]

4. 自然和人类系统

自然和人类系统会受到各种气候变化的直接影响，如平均温度、降水量的变化、气温和降水变率的改变以及气候事件发生的频繁和严重程度等。自然和人类系统还受到气候变化的间接影响，如海平面上升、土壤湿度的变化、陆地和水体的变化、火灾和虫灾发生频率、带菌生物和寄主分布的变化等。系统对这些变化是否敏感取决于系统自身的一些特点，以及潜在的不利和有益的影响。适应能力可以缓解对系统的不利影响。人类管理系统的适应能力取决于可获得的资源、信息、技术、技能和知识，也取决于推动或限制人类系统如何响应气候变化的文化、经济、社会、政府各部门的稳定性和效率。

4.1 水资源

表 TS-2: 预测的极端气候事件变化的影响案例。

预测的 21 世纪极端气候现象的变化和可能性 ^a	预测影响的典型案例 ^b (发生在一些地区的信度为高可信度 ^c)
简单极端事件	
最高温度升高、在几乎所有地方热天天数和热浪 ^d 次数增多 (很可能 ^a)	<ul style="list-style-type: none"> 老年人和城市贫困人口的死亡率和重大疾病的发病率增加 增加对家畜和野生动物的热胁迫 旅游目的地的改变 增加降温需电量和降低能源供应的可靠性
最低温度升高; 在几乎所有陆地地区冷天、霜冻天数和寒潮日数减少 (很可能 ^a)	<ul style="list-style-type: none"> 降低与寒冷有关的发病率和死亡率 降低大量作物的危害风险, 而增加对其它作物不利影响的风险 一些病虫害细菌的范围和活动扩大 降低取暖能源
强降水发生频率增大 (许多地区很可能 ^a)	<ul style="list-style-type: none"> 洪涝、滑坡、雪崩和泥石流危害增加 土壤侵蚀增加 洪水径流增加导致一些洪水平原含水层回灌增加 政府与私营的洪水保险系统和赈灾面临的压力增加
复杂的极端事件	
中纬度内陆夏季干旱和旱灾的风险增加 (可能 ^a)	<ul style="list-style-type: none"> 降低作物产量 由于地面下沉, 对建筑地基的危害增加 水量与质量下降 森林火灾风险增加
热带气旋最大风速增大、平均及最大雨量增加(在一些地区可能 ^a) ^e	<ul style="list-style-type: none"> 人的生命风险、传染性疾病流行风险和其它风险增加 沿海侵蚀和对沿海建筑和基础设施的危害增加 对沿海生态系统如珊瑚礁和红树林的危害增加
在许多地区与厄尔尼诺事件有关的洪涝和干旱强度增加 (可能 ^a) (参见干旱和强降雨事件)	<ul style="list-style-type: none"> 降低干旱和洪涝易发区的农业和草地生产力 降低干旱易发区水力发电的潜力
亚洲夏季季风降水变率增加 (可能 ^a)	<ul style="list-style-type: none"> 洪涝和干旱强度与对温带和热带亚洲的危害增加
中纬度地区暴风雨强度增加 (现有的各种模型预测结果都不尽相同) ^d	<ul style="list-style-type: none"> 对人身健康和生命的风险增加 财产和基础设施损失增加 对沿海生态系统的危害增加

^a IPCC第一工作组第三次评估报告利用可能性判断可信度: 很可能 (90–99%的可能性); 可能 (66–90%的可能性)。如果在其它地方没有声明, 有关气候现象的信息引自IPCC第一工作组第三次评估报告的决策者摘要。

^b 通过采取适当的应对措施, 将减轻不利影响。

^c 高可信度的可能性为第二工作组第三次评估报告决策者摘要脚注6所述: 67–95%。

^d 信息来源于IPCC第一工作组第三次评估报告的技术摘要, F.5节。

^e 热带气旋区域分布的变化是可能的, 但还没有结论。

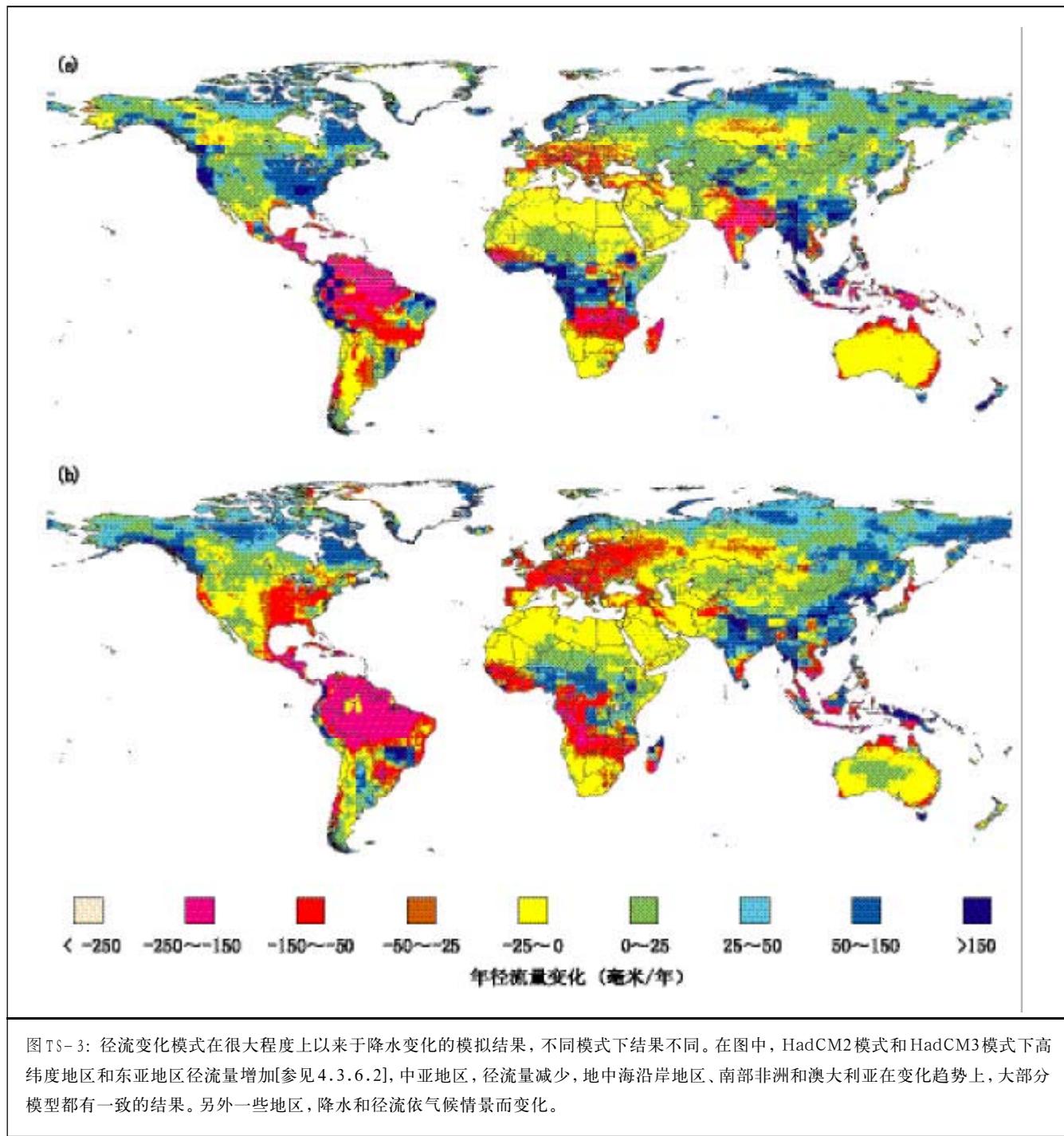


图 TS-3：径流变化模式在很大程度上以来于降水变化的模拟结果，不同模式下结果不同。在图中，HadCM2 模式和 HadCM3 模式下高纬度地区和东亚地区径流量增加[参见 4.3.6.2]，中亚地区，径流量减少，地中海沿岸地区、南部非洲和澳大利亚在变化趋势上，大部分模型都有一致的结果。另外一些地区，降水和径流依气候情景而变化。

一些地区，呈现径流量明显增加或减少的趋势。由于影响因素很多，如水文状况随时间的变率、器测记录时间短和其它非气候变化因素，因此，判定是气候变化导致了径流量变化趋势的可信度还很低。相反，观测到大范围的冰川加速退却、河流径流量峰值由春季变为冬季，这些现象与气温升高有很大关系。这些现象的可信度很高，原因是这些现象主要是由于气温升高引起的，而不受影响河流径流量大小的那些因素影响。冰川将继续

退却，许多小冰川会消失（高可信度）。退却的速度依赖于温度升高的速率。[4.3.6.1, 4.3.11]

气候变化对径流量和地下水补给量的影响在不同地区和不同模式下是不同的，主要依赖降水变化情况而定。一些地区，不同的情景虽然预测的趋势是一样的，但变化幅度不同；在另一些地区，不同情景预测的径流量和地下水补给量的变化趋势不同。图 TS-3 为两种气候变化情景

预测的可能径流变化情况。预测的河流径流量和地下水补给量的趋势与强度的可信度在很大程度上取决于对降水预测的可信度。径流量在高纬和南亚地区增加，在中亚、地中海和南部非洲地区降低，这与气候模型预测结果一致。对其它地区的模拟结果则取决于模型。[4.3.5, 4.3.6.2]

在降雪作为水分平衡中重要组成部分的地区，河水流量的高峰期由春季转为冬季（高可信度）。气温升高，冬季降水量更多以降雨的形式出现，而不是像过去那样，在春季融化之前以雪的形态储存在地面上。在特别寒冷的地区，由于气温升高降水仍以降雪的形式出现，故地区径流量随时间的变化不大。径流量随时间变化最大的地区可能是在交错地带，包括中东欧、喀尔巴阡山脉南部，这些地方极小的增温都会大量减少降雪。[4.3.6.2]

水温升高一般造成水质变坏（高可信度）。径流量可以改变温度对水质的影响，径流量可以加剧温度对水质恶化的影响，但也可减轻温度对水质的影响，这取决于径流量是增加还是减少。在其它条件不变的情况下，水温升高改变了水体中的生物化学过程（一些使水质退化，一些有净化作用），更重要的是升温降低了水中溶解氧的浓度。在河流中，径流量增加可以抵消不利影响，稀释了各种化学成分。径流量减小，则使水中化学成分浓度增加。在湖泊中，径流量有可能抵消温度对水质影响，也有可能加重温度对水质的影响。[4.3.10]

大部分地区洪水强度和频率可能会增加，一些地区枯水期流量可能会减少。虽然对一些集水地区径流量变化的预测信度很低，但不同气候情景预测的极端流量和流量变化率的趋势是一致的。虽然降水变化的影响还依赖于集水地区的其它一些特征，但预测的暴雨频率增加会引起地区洪水强度和频率的增加。枯水期径流量是降水量和蒸发量的函数。即使预测该地区的降水量增加或有很小变化，但如果预测蒸发量增加，枯水期的径流量也会进一步减少。[4.3.8, 4.3.9]

当前全球大约1/3，即17亿的人口生活在贫水国家（定义为20%以上的用水来自循环水，作为贫水指标）。随着人口的增加，这个数目在2050年预计将增加到50亿左右，这与人口增长速率有关。预计气候变化会进一步减少许多贫水国家的河流径流量、地下水回灌量，例如，中

亚、南部非洲、地中海近邻国家。

一般来说，随着人口增加和经济发展，对水资源的需求量会增加，但有一些国家对水资源需求量也会减少。气候变化也许降低一些贫水国家的可获水量，而使其它一些地区可获水量增加。气候变化对城市和工业用水的需求量不会有很大影响，但对灌溉用水量影响很大。对城市和工业部门，非气候因素将继续对供水需求有很大影响。然而灌溉用水主要由气象因子决定，在特定地区灌溉用水量无论是增多还是减少均取决于降水量的变化。温度升高和蒸散加剧，对灌溉用水的需求就会增大。[4.4.2, 4.4.3, 4.5.2]

气候变化对水资源的影响不仅取决于河流径流量和地下水补给总量、时间分配和质量的变化，而且还取决于系统的特征、对系统产生的压力方面的变化、系统采取什么样的管理和措施适应气候变化。非气候变化因素可能比气候变化对水资源的影响更大。水资源正面临着改变管理措施的挑战，许多方面的压力增加，将增加对气候变化的脆弱性，但许多管理措施的变化，可以减少水资源对气候变化的脆弱性。未得到管理的系统可能对气候变化是最脆弱的。可以肯定的是，目前没有管理措施来缓冲水文变率对这种系统的影响。[4.5.2]

由于不确定性，使得目前的水资源管理面临气候变化问题引起的挑战。对水资源进行综合管理可以加强水资源适应变化的能力。过去在设计和建设基础设施时没有考虑气候变化因素，因为不可能假设未来的水文状况与过去一样，所以，现在的关键是要把不确定因素考虑到水资源的计划和管理中去。对水资源进行综合管理是日益受采用的方法，以协调水分的供需平衡与变化，它要比传统的水资源管理方式灵活。提高了对每周、每月河流径流量的预测能力，也可能改善水资源管理和提高应对水文变化的能力。[4.6]

然而，世界各国对气候变化的适应能力（特别是对水资源进行综合管理的能力）差异很大。实际上，在市场规范和管理机制不健全的国家，对水资源进行综合管理是非常困难的，因此，解决问题的关键是要把水资源综合管理方法纳入到专门设置的机构。在这些地区，即使在没有气候变化的情况下，对水资源进行综合管理对改善管理效率也是很有必要的。[4.6.4]

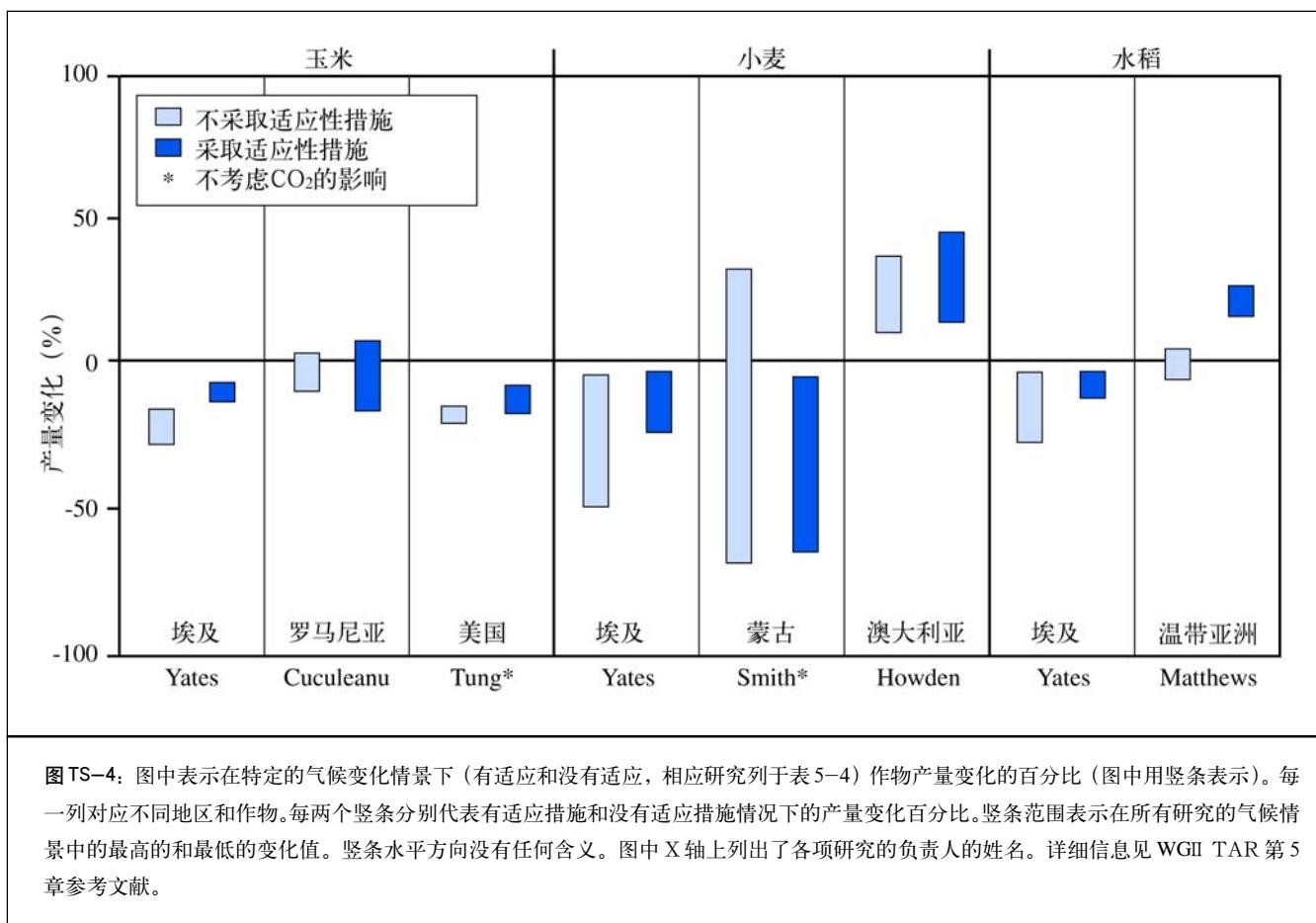


图 TS-4: 图中表示在特定的气候变化情景下（有适应和没有适应，相应研究列于表 5-4）作物产量变化的百分比（图中用竖条表示）。每一列对应不同地区和作物。每两个竖条分别代表有适应措施和没有适应措施情况下的产量变化百分比。竖条范围表示在所有研究的气候情景中的最高的和最低的变化值。竖条水平方向没有任何含义。图中 X 轴上列出了各项研究的负责人的姓名。详细信息见 WGII TAR 第 5 章参考文献。

4.2 农业和粮食安全

在不同的作物种类、品种、土壤条件、对 CO₂ 直接效应的反应和当地条件下，作物产量对气候变化的反应差异很大。温度升高低于几度时，温带地区作物产量一般增加，但各地情况还会有所不同（表 5-4），这结论为中等可信度。如果温度再升高，对温带地区作物产量会造成负面影响。对耕作制度进行适当调整可以减少温带地区粮食产量的损失，并在大部分地区可以提高粮食产量（图 TS-4）。在热带地区，一些作物所处的环境温度已经接近其所能忍受的最高临界气温；在旱作农业为主的地区，温度的极小增加一般会降低当地粮食的产量；在热带降水量大量减少地区，粮食产量会受到更严重的不利影响（中等可信度）。对耕作制度进行适应性调整，热带地区粮食产量受到负面影响的程度会比不作调整要小一些，但产量还是下降，这结论为中等可信度。各种极端事件也将对粮食产量造成影响。最低温度升高对一些作物有利，特别是温带地区的作物，但同时也会对另一

些作物带来负面影响，特别是低纬度地区的作物（高可信度）。最高温度升高一般对很多作物都会造成负面的影响（高可信度）[5.3.3]

第二次评估报告以来，有关 CO₂ 对作物直接影响方面研究的重要进展表明：CO₂ 对作物的有益作用在某种胁迫下可能表现更加明显，包括温度胁迫和水分胁迫。虽然这种影响只在少数几种植物上、在试验条件下观测到，了解还不完全、不能完全适合大田环境。农业对气候变化的适应研究也取得了重要进展。用作物模型进行的大量模拟试验表明：在农场水平上调整耕作方式如播种日期和改变品种所需费用不高。用作物-经济模型、综合评价模型、计量经济模型进行综合模拟表明，一些直接的适应措施如土地利用变化、灌溉设备配置和建设，所需费用很高。

土地退化和水资源减少是未来农业生产所面临的主要挑战。如果温度和降水产生负面影响，可能进一步加剧

土地和水资源退化进程。土地利用和土地管理比气候变化对土壤状况的间接影响更大。于是，适应措施可以明显减轻这些因素的影响。目前需要开展研究的关键问题是评价资源条件的退化是否会明显增加农业和农业人群的脆弱性的风险。[5.3.2, 5.3.4, 5.3.6]

如果不发生气候变化，全球和区域的大部分研究都预测农产品的价格会下降。对未来预测的可信度还会降低。估计气候变化对农业的影响对全球收入的波动影响很小，在多数发达地区一般产生正面影响，在发展中地区正面影响较小或为负面影响（低到中等可信度）。减轻气候变化影响的适应措施（农艺上和经济上的适应措施）的有效性在不同地区是不相同的，很大程度上取决于各地区的资源，包括稳定的和有效的体制。[5.3.1, 5.3.5]

大部分研究表明：年平均温度升高 2.5°C 或更高会提高农产品的价格（低可信度），因为全球粮食生产增加的速度低于对粮食需求的增加速度。如果年平均气温升高 $>2.5^{\circ}\text{C}$ ，全球影响评价模型就不能区分气候变化和其它影响因子的变化对粮食生产的影响。最近还对脆弱人群如小生产者和城市贫困人口进行了综合研究以估计气候变化对他们造成的经济影响。研究显示：气候变化会降低脆弱人群的收入水平，增加处于温饱线以下的绝对人口数量（低可信度）。[5.3.5, 5.3.6]

虽然冬季温度升高可以减小温带地区新生家畜的死亡率，但如果缺乏相应的适应措施，极端气候事件增加有可能增加与热胁迫有关的家畜死亡率（确定但不完全）。一种有效的方法应是采取各种手段使家畜能从生理上适应温度升高的影响。然而，由于还缺乏实验和模型模拟，这方面的研究做得还不够。[5.3.3]

由于存在一些不确定性，用大尺度、综合评估模型定量估算气候变化对生产、收入和价格影响的可信度还很低。这些模型对一些已经进行过敏感度分析的要素反应都相当敏感。然而，对其它大量参数是否敏感还未见报导。其它一些不确定性还包括在目前田间条件下 CO_2 浓度升高对作物产量的影响程度和持续情况、病虫害对作物和动物影响的潜在变化、作物响应气候变化的空间变率，以及气候变率和极端事件的变化对作物和家畜的影响。[框 5-3]

4.3 陆地和淡水生态系统

生态系统易受很多因素的影响，如土地利用变化、养分和污染物质的沉降、收获方式、放牧、外来品种的入侵和自然气候变率等。气候变化是可以改变或使这些系统面临危险的额外因素。土地和水资源适应性管理和其它因素的相互作用可以改变气候变化对这些系统的影响。对于进行商品生产（如种植的木材生产）的集约化管理的土地和水体，集约化程度越高，它适应气候变化的能力就越强。[5.1, 5.2]

气候变化、不适宜的生境和破坏生境的土地利用变化因素的协同作用已经威胁到许多物种的数量，有可能使这些物种面临更大的风险。如果没有适应措施，在21世纪内，一些被分类为“濒危”的物种将会灭绝，分类为“受到危害或脆弱”的大部分物种将会越来越稀少（高可信度）。这对那些主要以野生动物为生的低收入人群来说影响最大。除此之外，物种减少会影响野生动物对整个生态系统的作用（例如昆虫授粉、天敌害虫防治等），影响到娱乐（狩猎、野生动物观赏等）和土著人的文化和宗教活动。降低物种灭绝风险的适应措施包括：建立动物庇护场所和公园、建立物种迁移保护通道以及人工喂养和转移物种生存地点。然而，这些措施由于成本过高而受到了一定的限制。[5.4]

大量的观察和试验研究表明，区域气候变化与生态系统的生物和自然过程之间是有联系的。如北部高纬度地区植物生长季节每十年延长1.2到3.6天（这是改变群体组成的一个因素）；湖水和河水的温度升高减少了冰面覆盖的时间；高山牧草分布上移，热胁迫引起野生生物种死亡和分布面积减小。其它的变化还包括种群数量的变化、物种个体大小以及迁移时间的变化（参见TS 2.1 和 7.1，图 TS-11，表 TS-16 中的更多信息）。[5.2.1]

第二次评估报告以来的植物分布模型研究表明：由于物种之间有不同的气候适应能力、不同的迁移能力，以及由于外来物种的影响等，不可能发生大的生态系统和生物群系的迁移。生态系统的组成和优势物种的改变都会导致生态系统类型发生变化，变得与目前我们所见到的完全不同。但这些改变一般会滞后于气候变化几年、几十年甚至几百年的时间（高可信度）。上述研究中还没有

包括干扰因素的变化如火灾、毁灭性灾害或害虫侵入等的影响。[5.2]

最新模型研究表明气候变化可能会显著地破坏生态系统(高可信度)。针对生态系统受到破坏和生态系统迁移可能性大的地区,进一步开发了在第二次评估时已有的简单相关模型。正在使用观测数据、较新的植物动力学模型和渐进气候模型相嵌套改善预测结果。然而,精确的输出结果取决于详细的过程,目前的模型还不能完全包括这些太详细的过程。[5.2]

CO_2 浓度升高会提高大部分生态系统的净初级生产力(植物生长、枯枝落叶和死亡),而温度升高可能会产生正面或负面的影响(高可信度)。对不同树种进行多年的 CO_2 影响试验结果表明:在 CO_2 高浓度水平下,植物的光合作用强度增加,长期施用 CO_2 后,没有迹象表明对 CO_2 的敏感性降低。然而, CO_2 浓度对生态系统净生产力(包括植物生长、枯枝落叶、落叶分解、土壤循环)和生物群落净生产力(包括上述方面和火灾和其它干扰)产生正面影响的可能性较低,一般可能是负面影响。从第二次评估报告以来的研究证实,气候变化通过各种天气灾害和营养循环的变化对植物产生影响,影响最严重和发生时间最早的可能是发生在北方森林。[5.6.1.1, 5.6.3.1]

陆地生态系统储存的碳量似乎在增加。第二次评估报告将这归因于大气中 CO_2 浓度增加、气温升高和土壤湿度的改变,这些因素相互作用增加植物生产力。最近的研究也表明植物生产力增加,但在大田条件下生产力增加的幅度低于盆栽试验结果(中等可信度)。因此,陆地生态系统固碳量的增加主要是受土地利用和土地管理方式变化的影响,其次是受到 CO_2 浓度增加和气候变化的影响。由于上述多种因素的相互作用,哪种陆地生态系统继续为碳汇还不能确定(例如,北极陆地生态系统和湿地生态系统即可以作为源也可以作为汇)(中等可信度)。

气候变化可能会降低干旱和半干旱地区(例如草原、于林地、林地)土壤含水量和生产力。 CO_2 浓度的增加可以抵消一部分损失。然而,很多干旱和半干旱地区同时还受到厄尔尼诺、拉尼娜和其它极端气候事件如火灾的影响。这些事件和干扰频率的变化会导致生产力的降低、

潜在的土地退化,储存在系统中的碳有可能丢失或吸收碳的速率降低(中等可信度)。[5.5]

部分湿地可能演变为林地和荒地,永冻土的融化使冻土带受到破坏(高可信度)。在高纬度地区,气候变暖对生态系统碳储量最初可能有不利影响,因为气候变暖使有机碳的分解速率可能比碳的增加速度更快。在这些系统中,冬季反射率和对能量吸收的变化可能在几十到几百年时段内对冬季变暖有正反馈作用,并引起雪融化时间提前和森林分布向极地迁移。[5.8, 5.9]

大部分湿地的作用依集水地区的水文情况而定,因此,实际操作不太可能采取响应气候变化的适应性措施。北极地区和北极外围的冰原沼泽湿地地区,以及南部集水面积很小的湿地地区,可能对气候变化最脆弱。东南亚的泥炭土地的转变利用方式的速度和排水措施的增加,将极大地增加这些地区发生火灾的风险和影响热带湿地的环境。[5.8]

高纬地区和高山生态系统适应气候变化的机会有限,因为这里的生态系统最易受到全球气候变化的影响。对野生资源的精心管理可以使气候变化对土著人的影响达到最小。许多高纬度地区特别依赖于一种或少数几种资源,如木材、石油、驯鹿,或以防火为职业。经济多样化可以在资源获得性、特定物品和服务的经济价值发生巨大变化时降低这种变化。在许多高山群落的一些地方特有的物种,由于它们没有能力向更高海拔迁移,这些物种对气候变化非常脆弱。[5.9]

与第二次评估报告相反,全球木材市场研究表明:考虑到土地和产品管理方面的适应性措施全球气候变暖可能增加全球木材市场的供应(中等可信度)。在区域和全球尺度上,适应措施的范围和种类将主要取决于木制和非木制产品的价格、替代品的相对价格、管理成本和技术。在具体地区,森林的生长和生产力的变化将制约并可能限制适应战略的选择(高可信度)。在市场经济条件下,可通过土地和产品管理,进而反应在价格上调节适应措施。管理森林的适应措施包括:砍伐死的或趋于死亡的树木、种植更适应当地气候的新品种、种植转基因品种、加强或减少管理。消费者将从降低木材价格中获益,生产者可能获益,也可能受到损失,这将取决于区域木材生产的变化情况及其产生的相应影响。[5.6]

气候变化将导致鱼类分布的北界（北半球）和南界（南半球）向两极地区迁移，寒带地区和冷水域的鱼种生存环境将消失，温暖水域中的鱼种的生存环境将扩大（高可信度）。作为一类系统，内陆水域系统对气候变化和其它压力是脆弱的，因为其范围小，并受到大量人类活动的干扰（高可信度）。最脆弱的部分包括湖冰和河冰的减少和消失（极高可信度）、冷水水域的鱼类生存地消失（极高可信度）、灭绝数量和外来鱼种的侵入增加（高可信度）、目前的污染可能加剧，如富营养化、有毒废物、酸雨和紫外线辐射（中等可信度）。[5.7]

4.4 海岸带和海洋生态系统

全球气候变化将导致海洋表面温度升高、海平面上升、海冰覆盖减少和海水盐度、海浪和海洋环流发生变化，这些变化有的已经发生。预计海洋变化对全球气候和近沿海地区气候都具有重要的反馈作用（参见TAP WGI）。同时，它也可能对海洋生物生产包括渔业生产产生深远的影响。例如，海洋环流的变化和海水的垂直混合作用将影响水体中生物成分的分布和海水对CO₂的吸收效率，海水上涌对沿海渔业和沿海气候都有重大影响。[6.3]

如果和厄尔尼诺现象有关的增温事件发生的频度增加，海洋浮游生物和鱼类幼苗数量可能减少，并对鱼、海洋哺乳动物、海鸟和海洋生物多样性有不利影响（高可信度）。第二次评估报告以来，已经认识到除ENSO（厄尔尼诺和南方涛动）的变化之外，多年稳定的气候——海洋状态从一种状态转变为另外一种状态，鱼群的数量都会受到这种波动的影响。现在越来越多的人认为鱼群数量的波动不仅是由于鱼群数量过多或其他种群因素造成的，也是生物对中期气候变化的一种反应。同样地，海洋哺乳动物和海鸟的生存也受到年际间和长期海洋和大气的一些特性和过程变化的影响，特别是在高纬度地区，这种波动和影响更大。[6.3.4]

在气候海洋系统对渔业管理的作用方面有了进一步的认识，从而可以采取相应的适应措施，这些适应措施是基于可接受的捕捞比例和鱼数量的恢复。对与气候有关的因素引起鱼群分布情况的变化有了进一步的认识，结果表明：许多国家渔业的可持续性将有赖于增加双边或多边捕捞协议的灵活性、结合国际鱼群数量评价和管

理计划等的适应性措施。营造可持续发展的渔业还依赖于气候相关因素对渔业的影响，依赖于对捕捞压力和生存环境等因素的协同作用的了解。[6.3.4, 6.6.4]

扩大海洋养殖业的适应措施可以部分地补偿捕捞量的减少。1990年以来，海洋水产业产量翻了一倍，1997年其产量已经占到市场上鱼类和贝类产品总量的30%。但是，将来水产业的生产力可能会受到一定的限制，因为提供鱼肉、鱼油和作为其他鱼类食物的鱼种可能易受到气候变化的不利影响，数量不断减少，如鲱鱼、凤尾鱼等。海洋温度升高和有机物的富营养化导致溶解氧浓度降低，为野生和饲养鱼类疾病的传播以及沿海海藻的爆发创造了条件。因水产业的发展而引发的沿海地区污染和生境破坏，也可能会限制海洋野生动物储量的增加和生存。[6.3.5]

许多沿海地区正在遭受到潮汐抬高、海岸带侵蚀加剧、海水倒灌侵蚀淡水资源等不利影响。随着气候变化和海平面的上升，这些影响还会进一步加剧。海平面上升对那些砂质和沙砾的海岸和海堤、海岸沙丘和湿地环境的丧失、许多中纬度低海拔地区灌溉的影响尤为严重。沿海生产力高的生态系统、沿海居民区以及海岛状况将继续面临一些压力，预计这些压力具有非常不利的影响，并可能在某些情况下成为灾难性的影响。[6.4]

低纬度热带和副热带海岸线地区，特别是那些人口压力特别大的地区，易受气候变化的影响。这些影响会加剧现存的许多问题。例如，在某些三角洲地区，过量抽取地下水、大量截流河水用于灌溉等人类活动导致地面下沉。海平面上升将加速淹没低海拔地区、加速地下水的盐碱化以及增加对海岸带的侵蚀等等。亚洲一些较大的三角洲地区和一些小岛国目前比十年以前更脆弱。在未来，这种脆弱性将继续增加，这些地区的风险特别大。[6.4.3, 6.5.3]

尽管就气候变化对高纬地区（极地）的沿海地带的各种影响研究很少，但这些地方也可能受到气候变化的影响。除了以岩石为主或快速浮现的海岸以外，海平面的上升、更剧烈的海浪、海面冰盖的减少、地面温度的升高促进永久冻土融化和地面冰面减少，将造成沿海地区土地面积减少，这些影响的综合作用对居民和基础设施产生严重影响，还会引起海岸带的退却。[6.4.6]

海平面上升、海面温度升高、海面风暴数量和频率的任何变化都会影响到沿海生态系统，如珊瑚礁、暗礁、盐沼、红树林、淹没的水生植物等。海平面上升对红树林和盐沼的影响程度取决于海平面垂直上升速度和淹没陆地面积的多少，可以通过开发海岸带来减轻这种影响。随着海平面升高，珊瑚礁可能还能得以保存，但由于受到海水的漂白作用、紫外线的影响、污染以及其他方面的影响，珊瑚礁会退化。过去20年，珊瑚礁白化作用与几种因素有关，包括海洋温度升高。未来海面温度进一步升高，对珊瑚礁的影响会进一步加剧，还将导致海洋疾病发生频率增加（高可信度）。CO₂浓度的增加会影响海水化学组成的变化，这些变化对珊瑚礁的发育与健康有不利影响，也对沿海渔业和利用珊瑚礁资源有不利影响。
[6.4.4, 6.4.5]

目前很少开展对气候变化引起的海浪高度和方向、海浪和风暴潮的潜在变化的研究。预计这些变化对沿海的自然和人类系统都会造成严重的影响，因为这些变化将进一步增加海平面升高的不利影响。

利用90年代早期形成的方法对不同的海岸类型的脆弱性进行了综述。这些研究和以后的研究证明，不同国家、不同地区脆弱性存在时间与空间上的差异。运用通用的方法，确定了三种沿海适应战略：即保护、适应、和退避。从第二次评估报告以来，对沿海地区的适应措施进行了一定的修正，以前重点强调硬件保护（如防海墙、腹股沟），现在更多的强调软性保护措施（即海滩管理）、有计划的退避以及促进生物物理和社会经济的恢复，包括利用洪涝保险分摊财产风险。
[6.6.1, 6.6.2]

对沿海地带和海洋生态系统进行综合评价，更好地了解它们与人类活动和多年气候变率之间的相互作用，将有助于本地区可持续发展和管理。如果在制定适应措施中综合地考虑其他地区的政策情况，如降低灾害的计划和土地利用规划等，那么沿海地带和海洋生态系统管理的适应措施就会更有效。

4.5 人居、能源和工业

气候变化对人居的影响是一种综合的影响，它最初表现为与人居有关的其它因素发生改变，在不同地区、不同地域范围、不同经济条件以及不同的政治和机构能力

受影响的情况和程度不同。结果很难对并没有很多例外的气候或气候变化的重要性给出一个概括的定论，但可以根据各地气候影响的方式、地域范围和其他一些能具体考虑到的因素及其适应能力（财富、平民教育、技术和机构能力），先来对人居进行分类，以有助于解释各种影响因素之间的差异。
[7.2]

气候变化对人居的影响主要通过以下三种方式之一：

- 1) 气候变化改变了生产力（如农业和渔业）或改变了市场对某种商品和服务的需求（包括本地居民需求的改变和外来游客需求的改变），影响了支撑人居条件的经济部门。影响程度部分取决于居住区是农村还是城市农村。农村一般依赖一种或两种基于资源的行业，城市一般（但不总是）依赖多种可选择的资源。同时，受影响的程度还依赖于人居的适应能力。
[7.1]
- 2) 气候变化也许直接影响了居住地的基础设施（包括能源运输和分配系统）、建筑物、城市服务设施（包括运输系统）和特定行业（如农用工业、旅游业和建筑业）。例如，三角洲地区的建筑物和基础设施也许会受到沿海和河水泛滥的影响；城市能源需求会随着制冷、取暖需求的改变而改变；沿海和山区的旅游也许会受到季节气温变化、降水季节模式变化和海平面上升的影响。尽管城市有一定的经济规模和可能保证良好的基础设施和服务条件，但其人口密度和基础设施也意味着较多的人口和较多的资金将面临风险。综合考虑这些因素与其它预防措施将极大地降低风险程度。然而，在非洲、亚洲、拉丁美洲和加勒比海的较大城市以及较小的居住地（包括乡村和小城镇），要想降低这种风险则面临着缺乏财力、政治力量薄弱和机构能力差的困难。
[7.1]
- 3) 极端天气事件、健康状况的改变或迁移可能直接影响人群。极端天气事件可能导致死亡、意外受伤和疾病。例如：冷胁迫减少，人们的健康状况可以得到改善，热胁迫和疾病的增多，人们的健康状况会受到不利影响。气候变化导致的人口迁移可以影响居住地的人口数量和特点，反过来也会影响到对该城市服务的需求。人口多的城市（如人口数量超过100万）、中等城市和小城市所存在的问题在某种程度上是不同的。大城市是农村、较小居住地和边界地区移民的目的地。但是人口聚集地区对国家自然资源的需求量也较多。因此，较小的居住地可能在气候变化下更脆弱。

表 TS-3：气候变化对人居的影响，按影响类型和居住类型分类（影响机制）^{a, b}

影响类型	居住区类型，程度排序	影响资源（对资源的影响）						沿海、沿河和低洼地（对建筑及基础设施的影响）						可信度 ^c
		城市，适应能力高	城市，适应能力低	乡村，适应能力高	乡村，适应能力低	城市，适应能力高	城市，适应能力低	乡村，适应能力高	乡村，适应能力低	城市（对人口的影响）	人口大于100万的城市（对人口的影响）	人口小于100万的城市（对人口的影响）		
洪水、滑坡	低- 中	中- 高	低- 中	中- 高	低- 中	中- 高	中- 中	中- 高	中	中- 高	中	中- 高	***	
热带气旋	低- 中	中- 高	低- 中	中- 高	低- 中	中- 高	中	中- 高	中	低- 中	低	低- 中	***	
水质	低- 中	中	低- 中	中- 高	低- 中	中- 高	中- 中	中- 高	低- 中	中- 高	低- 中	中- 高	***	
海平面上升	低- 中	中- 高	低- 中	中- 高	中	中- 高	中	中- 高	低	低- 中	低	中- 高	**** (***依赖资源的地区)	
热浪 / 海潮	低- 中	中- 高	低- 中	中- 高	低- 中	低- 中	低- 中	低	低- 中	中- 高	低- 中	中- 高	*** (*** 城市)	
水资源短缺	低	低- 中	中	中- 高	低	低	低- 中	低- 中	中- 高	低	中	低- 中	中	
火灾	低- 中	低- 中	低- 中	中- 高	低- 中	低- 中	低- 中	低- 中	低- 中	低- 中	低- 中	低- 中	* (*** 城市)	
冰雹、风暴	低- 中	低- 中	低- 中	中- 高	低- 中	低- 中	中	低- 中	低- 中	低- 中	低- 中	低- 中	**	
农业 / 林业 / 渔业生产力	低- 中	低- 中	低- 中	中- 高	低	低	低	低	低	低- 中	低- 中	中	***	
空气污染	低- 中	低- 中	低	低	?	?	?	?	?	低- 中	中- 高	低- 中	中- 高	
永久冻土融化	低	低	?	?	低	低	低	?	?	?	?	低- 中	低- 中	
热岛效应	低	低	?	?	?	?	?	?	?	中	低- 中	低- 中	***	

^a表中的数据是由作者根据参考文献中的直接观测和参考其他地方的影响确定的。印刷体的数值来源于等级级别，斜体数值表示参考了其它相似的影响。一般的印刷体值代表对不同人居类型的逻辑推断，但未能从研究中得到证实，也未能参考其它的相似的影响。

^b影响等级分类：低 (L) = 没有可察觉的影响，或容易克服的影响；中 (M) = 有明显的影响，尽管影响不是破坏性的，但需要巨大的投资和在适应方面有一定难度；高 (H) = 显著的破坏性影响，也许不能克服这些影响，或者适应费用巨大 (本影响研究是基于 CO₂ 增加的情景，或基于对目前天气事件影响的描述，但在评价对 21 世纪中后期时，纳入了 IPCC 的渐进情景)。注意“城市 <1M”和“城市 <1M”分别指人口超过和低于一百万。

^c对可信度的分级，参见技术摘要 1.4 节。

在发展中国家,大中城市周围不规范的居住地很受关注,因为他们目前面临若干健康与环境灾难。而气候变暖将加剧这种灾难,同时他们所能利用的资源也有限。[7.1]

表TS-3是气候变化和人居相互关系中气候引起的环境变化的几种类型。表中列出了三种常见的人居类型,每一种都基于三种不同的气候影响人居机制中的一种。气候变化通过这些机制影响居住条件,这种影响与作用机制有关。因此,对一个特定的居住区,由于气候变化影响资源基础(如农业生产产量提高),则产生正面的影响,或气候变化影响基础设施(如洪水的经常发生造成一定的损害,电力系统负荷过重等),而产生负面的影响。不同的居住区受影响的程度可能不同(例如海平面上升对内陆地区的居住条件没有直接的影响),影响程度由高到低排序。目前对人居影响评价的研究大多基于CO₂倍增的气候情景,或者是基于目前天气事件(类比),还没有基于IPCC的渐进气候模型进行研究。[7.1]

气候变化可以重塑一个地区的局部环境,如造成一定地区水分过多或亏缺,有时是同一地区季节变化不同。气候变化后潜在的最广泛、最严重的影响是由于降水强度的增加和海平面上升而导致的洪水、滑坡、泥石流、雪崩的影响。现在越来越多的研究表明:几乎每一个气候带的各种居住地区都可能受到气候变化的影响(确定,但不完全);沿海和沿河的居民可能最易受到气候变化的影响;城市地区在暴雨多发时会出现洪涝的危害,因为这些地区缺乏预防严重影响的排水设施、缺乏对水供应和废弃物管理系统的处理能力和复杂的设计(包括传统的硬件和更先进的系统设计)。另一个影响最严重的是热带气旋(飓风或台风),在热带地区,热带气旋强度可能增加。热带气旋与暴雨、飓风以及沿海地区的风暴潮等共同作用,可能对内陆造成破坏性灾难。它们在地域上不像洪水和泥石流那样普遍。全球有数亿人口的居住地受到洪水的威胁。例如,据估计,在中尺度气候情景下,2080年海平均将上升40厘米,每年全球受风暴潮影响的人数将增加几倍(从7500万到2亿,与适应措施有关)。海平面上升造成的沿海基础设施的损失在一些国家就可达数百亿美元,如埃及、波兰、越南。表TS-3中列出了如热浪、寒潮等带来的影响,这些对资源状况(如农业)、人类健康、提供冷暖的能源需求的影响可能是巨大的,也包括了对环境的影响,如降低空气和水体的质量。在一

些地区,暴风、水资源短缺、火灾等也有中等程度的影响。永久冻土融化、热岛效应对一些地区可能造成一定的影响,但从全局来说对居住区的影响程度较小,在适应措施上很少给予考虑。[7.2, 7.3]

预计全球气温升高导致制冷能耗增加而取暖用能减少。热浪增加将增加制冷用能,而寒潮频率的减少则降低取暖用能。不同地区和不同的气候情景下,气候变化对能源消费的影响是不同的。居所、能源系统、工业等适应气候方面,使设计和建造处于更严重的天气事件的居住地和如何充分利用气候变化的有利方面提出挑战。例如,众所周知,电网的传输系统就会受到极端事件如热带气旋、龙卷风和冰雹等的影响。如果一个地区在不需要很多的基础设施投资的条件下,居住区就能避免环境灾难和对他们健康的影响,反映了当地的适应能力。气候变暖意味着当地居民不仅要适应气温的升高,而且还要求适应其它的环境变化。城市专家一致认为:如果一个地区没有很好的基于当地的、有助于获得国家资源的技术、机构能力和政治支持,那么这个地区就不能成功的适应环境变化。[7.2, 7.3, 7.4, 7.5]

可采用的适应措施包括:居住区及其基础设施规划和工业设施的合理布局。从长远来考虑制定政策以降低那些目前发生机率很小(但正在增加),但影响程度很大(可能增加)的事件的不利影响。许多传统的和先进的技术有助于更好地进行环境管理和计划,包括利用市场机制来调节污染控制、需求管理和减少废弃物、混合利用分区制和交通规划(制定适当的条款鼓励骑自行车和步行)。同时,适应措施中还包括环境影响评价、能力研究、环境战略计划、环境审核、国家环境状况报告等。许多城市已经综合利用这些战略措施制定“地方21世纪议程”。许多地方21世纪议程都对一系列城市问题提出相应措施,这些问题与未来的气候变化有密切关系。[7.2, 7.5]

4.6 保险及其他金融服务机构

金融服务业,从广义来讲可以分为公共机构和私营机构,他们可以提供保险、减灾、金融、财产管理等服务,由于该部门对气候变化反应敏感,同时它的综合作用会对其他部门产生影响,因此金融服务业成为表示气候变化对社会经济潜在影响的一个特定指标。此部门是适应性的主要行为机构(比如支持制定建筑规则,在一定

程度支持土地利用规划), 并且金融服务部门形成了风险分摊机制, 通过这种机制将气象灾害损失分摊于其他部门和整个社会中。但是, 不管是公共还是私营部门提供的保险, 因在脆弱地区如美国发生洪水的平原和海岸带地区引入发展项目会成为自满和错误的适应措施。气候变化对金融部门的影响主要通过极端事件分布频率和强度的变化表现出来(表 TS-4)。^[8.1, 8.2, 15.2.7]

近几十年来, 极端天气事件造成的损失呈快速上升的趋势。重大事件造成的全球经济损失从20世纪50年代的年均39亿美元增加到了90年代的年均400亿美元(以1999美元核算, 没有进行购买力校正), 这些损失中约有1/4来源于发展中国家。同期损失中的投保额也从几乎为零增加到了年均92亿美元。如果包含了各种事件, 损失会再增加1倍(见图TS-5)。虽然在基础设施建设和加强灾害防备方面进行了非凡而不懈的努力, 但气候灾害导致的损失还在快速增长, 而且这些努力仍然无法确定业已观测到的增加的损失, 即使是一直致力于将自然因素和人为驱动作用区分开来的理论研究也没能定量分

析这种影响。在1985年和1999年间, 作为保险业脆弱性的指标, 全球财产/意外事件保险费与天气有关损失的比率降低了三倍。^[8.3]

过去灾害损失的上升趋势, 一部分和社会经济因素有关, 如人口增加、财富增加、脆弱地区的城市化加剧等, 另一部分和气候因素有关, 如降水量的变化、洪水和干旱事件等。准确区分这两种因素非常复杂, 而且在不同的地区和不同的事件中这两种因子的作用也不均衡。许多观测到的与气象相关损失的变化趋势和气候变化下的预期趋势一致。值得注意的是, 由于人为因素和非气象因素导致的损失比气候因素导致的损失低得多。^[8.2.2]

近期的经历表明, 和气候相关的损失会迫使保险公司削弱收益率, 提高保险费, 减少覆盖面, 提高对公共补偿金和减灾款的需求。气候变化不确定性的增加, 将增加保险和政府部门的脆弱性、适应性措施的复杂性以及减灾的艰巨性。^[8.3, 15.2.7]

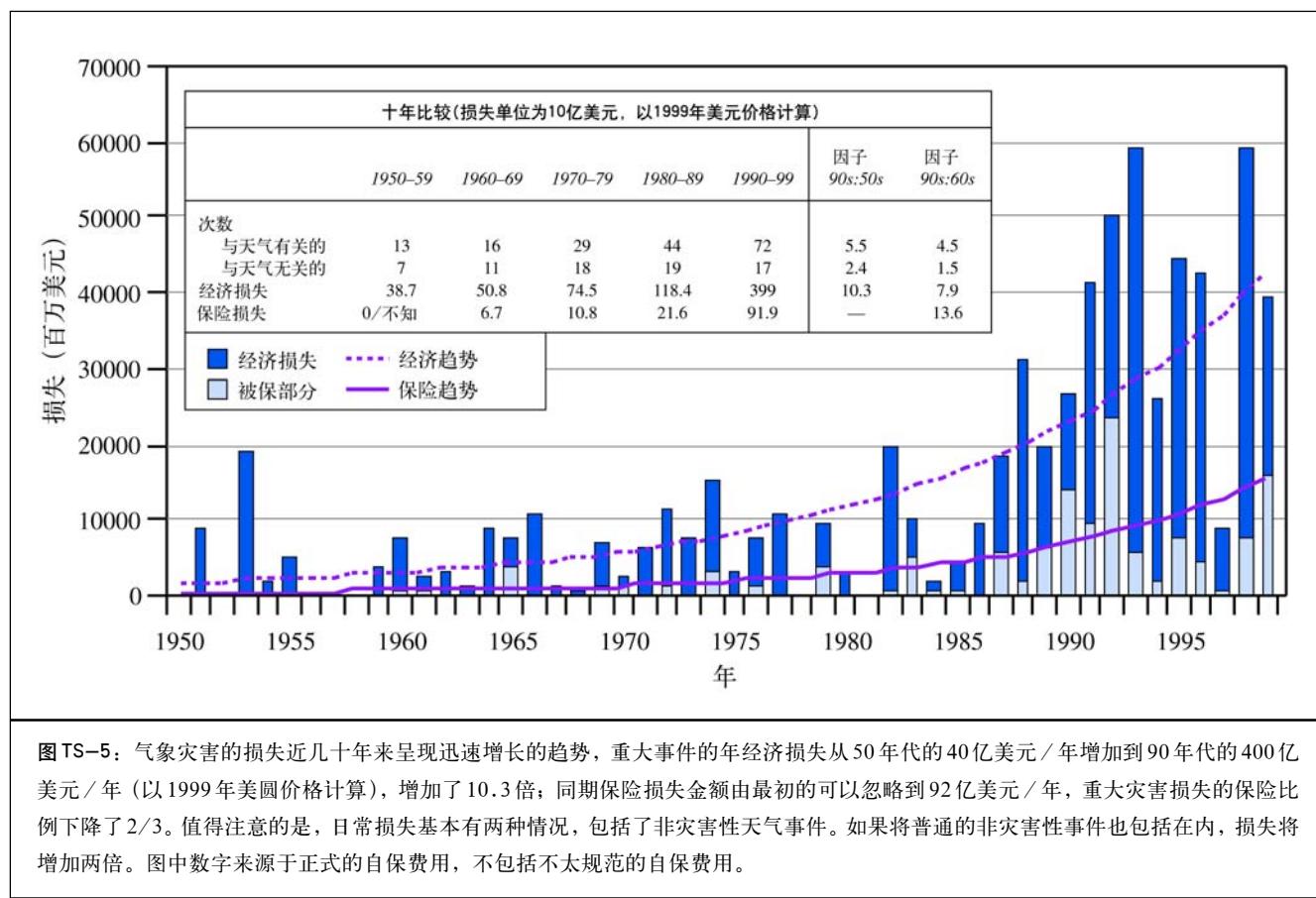


图 TS-5: 气象灾害的损失近几十年来呈现迅速增长的趋势, 重大事件的年经济损失从50年代的40亿美元/年增加到90年代的400亿美元/年(以1999年美元价格计算), 增加了10.3倍; 同期保险损失金额由最初的可以忽略到92亿美元/年, 重大灾害损失的保险比例下降了2/3。值得注意的是, 日常损失基本有两种情况, 包括了非灾害性天气事件。如果将普通的非灾害性事件也包括在内, 损失将增加两倍。图中数字来源于正式的自保费用, 不包括不太规范的自保费用。

表TS-4: 极端气候现象及其对保险业的影响: 观测到的变化以及21世纪的预期变化(表3-10后; 另见表8-1)。

极端气候现象 的变化	观测的变化	预测的变化	和保险部门 相关的事件 类型	相应时间尺度	敏感部门 / 活 动	敏感的保险 方面			
	可能性								
极端温度									
几乎在所有陆地地区, 最高气温升高, 炎热天气和热浪增加 ^b	可能 ^a (部分地区的热浪变化趋势复杂)	很可能 ^a	热浪	日、周最高值	电力的可靠性、人居	人寿、健康, 财产、商务中断			
			热浪、干旱	月、季最高值	林业 (树木健康), 自然资源, 农业, 水资源, 电力供应和可靠性, 工业, 卫生, 旅游等	卫生, 农作物, 商务中断			
在几乎全部的陆地地区, 最低温度升高, 冷天、霜期、寒流都减少 ^b	很可能 ^a (在第一工作组的报告中没有考虑寒流)	很可能 ^a	霜冻, 严寒	日、月最低值	农业, 能源需求, 卫生, 交通, 人居	卫生, 农作, 财产, 商务中断, 交通			
极端降水									
强降水事件增加	许多北半球中高纬地区都有可能 ^a	许多地区很可能 ^a	暴洪	时、日最高值	人居设施	财产, 洪水, 交通, 商务中断, 健康, 卫生			
			洪水, 浸泡, 泥石流	周、月最高值	农业, 林业, 交通, 水质, 人居, 旅游	财产, 洪水, 作物, 海产, 商务中断			
夏季干旱以及和旱灾相关的风险增加	少数地区有可能 ^a	大多数中纬度内陆地区有可能 ^a (其它地区的预测缺乏一致性)	夏季干旱, 地面下沉, 自然火灾	月、季最低值	林业 (树木的健康), 自然资源, 农业, 水资源, 水能供应, 人居	作物, 财产, 卫生			
中纬度风暴强度增加 ^c	在北半球增加和南半球降低, 中等可能性 ^a	目前的模型无统一结论	雪暴、冰暴、雪崩	时、周	林业, 农业, 能源分配和可靠供给, 人居, 死亡率, 旅游	财产, 作物, 交通, 航空, 生命, 健康			

表TS-4: (续)

极端气候现象的变化	观测的变化	预测的变化	和保险部门相关的事件类型	相应时间尺度	敏感部门/活动	敏感的保险方面
	可能性					
在许多地区和厄尔尼诺相关的干旱和洪灾强度增加(另见干旱和极端降水事件)	没有确定性结论	可能 ^a	冰雹	时	农业, 财产	财产, 作物, 交通, 航空
			干旱和洪灾	各种	林业(树木健康); 自然资源, 农业, 水资源, (水)能供给, 人居	财产, 洪水, 交通, 作物, 航海, 商务中断, 生命, 健康
极端风力						
中纬度区风暴强度增加 ^b	没有具说服力的变化迹象	目前的模型无统一结论	中纬度风暴	时、日	林业, 电力分配和可靠性, 人居	财产, 交通, 航空, 航海, 商务中断, 生命
			龙卷风	时	林业, 电力分配和可靠性, 人居	财产, 交通, 航空, 航海, 商务中断
热带气旋的最高风力增强, 平均和极端降水强度增大 ^c	在有限的分析资料中未观测到极端风力; 降水资料不全	一些地区可能 ^a	热带风暴, 包括气旋, 飓风和台风	时、周	林业, 电力分配和可靠性, 人居, 农业	财产, 交通, 航空, 航海, 商务中断, 生命
其他极端事件						
对于较高温度, 热带和中纬度地区的风暴增加参考以上条目	参考以上相关条目	参考以上相关条目	闪电	即时	电力的分布和可靠性、人居、自然火灾	生命, 财产, 交通, 航空, 航海, 商业中断
热带气旋, 亚洲夏季季风, 中纬度风暴强度增加参见以上条目	参考以上相关条目	参考以上相关条目	浪潮(伴随强风登陆)海岸淹没	逐日	海岸地区的基础设施, 工农业, 旅游	生命, 航海, 财产, 作物
亚洲夏季季风性降水的变率增加	第一工作组没有考虑	可能 ^a	洪旱灾害	季节性	农业, 人居	作物, 财产, 健康, 生命

^a. 第一工作组用可能性表示对可信度的判断: 很可能(90–99%几率); 可能(66–90%几率)。如无专门指出, 有关气候现象的信息取自第一工作组决策者摘要。左边三栏给出了可能性, 这些可能性表示观测到的和预计的极端事件的变化。

^b. 信息取自第一工作组技术摘要F.5节。

^c. 热带气旋发生区域分布变化是可能的, 但尚未确定。

整个金融服务业机构具有应对未来气候变化影响的能力，尽管历史资料表明，一些低概率、影响力大的事件或多个地理位置相近的事件对部分金融机构也会产生影响，尤其是适应能力也同时被非气候因素减弱的时候（例如萧条的市场环境，使保险业主的担保财产和其他固定资产发生贬值）。目前已确认气候变化以及与气候有关事件的变化都会增加风险评估的不确定性，进而影响到保险市场的作用。这样的发展趋势将使保险费用增加和／或造成将部分风险划分为非保险项目，从而使一些项目无法上保险。这样就增加了政府支持的保障和减灾体系的压力，将使目前在一些地区已经滞后的保险体系更加薄弱或发展受到限制（例如，在大金额的赔付上增加扣减率和／或确定赔付上限）。

随着保险业规模的扩大、保险范围的多样性、与其他金融服务业机构的联合以及风险转移方式的完善，保险业日趋壮大。然而，财产／灾难保险和再保险对灾害非常敏感，个别公司因天气事件引发的灾难已经破产。有些地区在某种情况下，作为提供信贷的银行业对气候变化也可能十分脆弱。多数情况下，银行会将风险转嫁给购买债券的承保公司。[8.3, 8.4, 15.2.7]

金融服务业机构面对适应气候变化问题²挑战与机遇并存。参与调节定价及储备金税制，企业从风险市场的撤退的能力，都是影响金融机构复苏的例子。各国、各地区应对气候风险的手段各不相同，通常都是商业、公共管理、自我保险相结合。在面对气候变化时，这些因素的相对作用也会发生变化。一些潜在的适应性措施会达到互益效果，既实现了持续发展又减缓了气候变化（例如，提高能效的措施既有助于该行业适应气候变化，又提高了建筑物本身抵御自然灾害的能力）。[8.3.4, 8.4.2]

从死亡数量、投资成效、经济影响的角度来讲，气候变化对发展中国家的影响最为严重（尤其是以第一产业为主要收入来源的国家），有一个例子是，由于自然灾害造成的损失达到了国民生产总值的一半。天气灾害使发展倒退，特别是当把用于发展目的的资金转用于灾后重建时。[8.5]

² 保险和金融服务业部门常用“减轻”一词，正像“适应性”被用于气候研究与政策部门一样。

如果天气灾害风险得不到保障，或保险费过高，或保险或财政能力受限，公平和发展限制就会突显出来。这样，不确定性的增加又限制了发展。相反，增加保险的实施力度或途径、增强灾害的防备和恢复能力，将会提高发展中国家适应气候变化的能力。广泛引入微观融资体制及发展融资服务，也许是提高发展中国家适应能力的有效机制。[8.3]

对金融服务业机构的这些评估提出了需要改善的领域，也对第二次影响评估报告的结论作了确认和发展。评估报告对一些需要了解的领域进行了着重阐述，尤其是需要深入分析造成经济损失的原因；评估在处理气候变化造成的破坏和适应能力方面的财政能力，以及获得经济来源的可能途径；需深入分析各部门的脆弱性和对极端气候情景的抵御能力，并在进一步研究这一部门（公共和私营）如何进行创新，以满足发达国家和发展中国家适应性资金的潜在增长需求和分摊和降低气候变化风险。[8.7]

4.7 人类健康

全球气候变化对人类健康具有多重影响，有些影响是正面的，但多数是负面的。极热和极冷天气的变率、洪涝和干旱的频率、地方空气污染状况以及空气过敏源对居民健康都具有直接影响。另一些影响健康的因素来源于气候变化对生态系统和社会系统的影响，这些影响包括传染病的发病动态，区域粮食生产水平和营养状况不良，以及由于人口流动和经济萧条对健康产生的各种连带影响等。

目前还没有证据证明，人类健康状况因近十年来所观测到的气候趋势而确实发生了变化。确定这种影响的困难在于大多数健康紊乱是多因素造成的，而且社会经济水平、地域条件、环境因素随时间也发生了显著变化。

年际间气候变异（特别是厄尔尼诺周期）对健康影响的研究结果表明了人类健康对气候的敏感性，特别是蚊子传播的疾病。将现有的研究成果、理论推理、以及预测模型输出的结果结合起来，可以得出气候变化对人类健康影响的一些结论。

如果热浪的频率和强度增加，那么死亡和患严重疾

病的危险性也会增加，老年人群和城镇人口尤其是如此（高可信度）。热浪的影响会因湿度增加和城市空气污染而加剧。预测结果表明，中高纬度城市（温带）的热胁迫增加最大，尤其是对于缺乏适应性建筑和空调设施的人群。用热浪对城市人口影响的模型所做的预测表明，即使实施了气候适应措施，一些美国城市仍受热浪的袭击。平均而言，每年夏天将会有额外的数百人死亡。虽然气候变化对发展中国家与热胁迫相关的死亡数量影响也可能是显著的，但目前几乎还没有对这些人口的研究。在温带地区的许多国家，暖冬和较少的寒冷袭击会减少与寒冷有关的死亡（高可信度）。有限的研究表明，至少在部分温带国家，冬天减少的死亡数远远超过了夏天增加的死亡数（中等可信度）。[9.4]

极端事件频率和强度的任一个增加，如风暴、洪水、干旱、台风，都会通过各种方式对人类健康造成不良影响。这些自然灾害能够直接造成人员伤亡，也可通过损毁住所、人口迁移、水源污染、粮食减产（致使饥饿和营养不良）等间接影响健康，增加传染病的发病率（包括痢疾和呼吸系统疾病），而且会损坏健康服务设施（极高可信度）。如果区域性台风增加，常常会发生灾难性的影响，特别是在资源馈缺的人口稠密区。近年来，与气候密切相关的主要灾害对人类健康产生重大的负面影响，包括发生在中国、孟加拉国、欧洲、委内瑞拉、莫桑比克等的洪涝，以及横扫中美洲的 Mitch 飓风。[9.5]

气候变化将会因空气污染问题而降低城市空气质量（中等可信度）。增温（部分模型的模拟结果是紫外线辐射）会增加地面臭氧浓度，而臭氧是一种对呼吸系统具有严重负面影响的污染物。气候变化对其它空气污染物的影响研究还较少。[9.6]

高温、降水变化以及气候变率的变化将改变传染病的地理分布和染病时节，一些传染病及并发症的感染区域和季节将会扩展。一些媒传疾病是通过吸血生物进行传播，如蚊子和扁虱，这些生物的生存取决于气候和生态因子的相互作用。目前，世界上约有 40% 人口生活在疟疾易染区，在健康设施不完善或破损严重的国家，升温将导致疟疾传播区域向高海拔（中高可信度）和高纬度（中低可信度）地区扩展。较高的温度以及降水和地表水间的相互配合，会延长部分区域的染病季节（高可信度）。气候变化包括气候变率的变化，会改变多种传染

疾病（如登革热、利什曼原虫、脑炎，莱姆氏病，以及扁虱脑炎）目前的分布边界（中高可信度）。在某些地区，由于气候变化使降水减少或者使温度升高超过了媒介适宜传播的极限，传染性疾病将有所降低（中等可信度）。一系列数学模型一致得出：本世纪的气候变化情景将增加居住在潜在疟疾和登革热易感染地区的人口比例（中高可信度）。气候条件的变化将增加通过水和食物传染各种疾病的发生几率。[9.7]

气候变化可以引起海洋环境的变化，增加了人类食用鱼类和贝壳类生物的中毒危险。与温水相关的生物毒素，如热带海区的鱼肉中毒现象会向高纬度地区扩展（低可信度）。较高的海面温度也将延长有毒藻类的盛长期（中等可信度），而其盛长期和人类中毒间存在复杂的关系，而且对生态和经济都具有破坏作用。地表水的水量和水质变化都将影响到痢疾的发生几率（中等可信度）。[9.8]

气候变化造成粮食供给发生变化，会使世界一些地区贫困人口的营养和健康水平受到影响。研究表明，在世界范围内，气候变化对粮食生产正负两方面的影响，但发展中国家粮食生产降低的可能性最大。据估计目前发展中国家有 7.9 亿人口营养不良。边远地区的人群，因难以进入市场，对区域粮食供给的减少或短缺尤其脆弱。营养不良使儿童身体和智力发育不良，成人劳动能力减弱，感染疾病的可能性增加。气候变化将增加发展中国家营养不良的人口数量，特别是在热带地区。[9.9, 5.3]

在某些情况下，气候变化的影响可以导致社会动荡、经济衰退和人口迁移，进而影响人类健康。自然灾害和环境退化引起的人口流动也会对健康产生影响（高可信度）。[9.10]

通过社会、制度、技术和行为方面的适应措施可以降低每一个可预见的对健康不利的影响（见表 TS-5）。总体来看，气候变化对健康的不利影响对低收入人群最严重，特别是热带、亚热带地区国家。为此，有必要加强公共健康基础设施（计划、服务和监督体系）的建设和维护。受影响地区对健康风险的适应能力也取决于社会、环境、政治和经济条件。[9.11]

表 TS-5：降低气候变化对健康影响的适应性选择。

影响健康的因素	立法	技术	教育性咨询	文化和行为
热胁迫	- 建筑指南	- 住房，公共建筑，降低城市热岛效应的规划，空调	- 早期预警系统	- 着装，午休
极端天气事件	- 制定法律 - 制定建筑规范 - 强制迁移 - 建筑的经济激励	- 城市规划 - 避风设施	- 早期预警系统	- 利用避风设施
空气质量	- 排放限制 - 交通管制	- 改进公共交通，采用催化尾气净化器，使用烟囱	- 污染警告	- 共用汽车
媒传疾病		- 传染媒介监控 - 接种疫苗，控制繁育 - 持续监测、预防和控制措施	- 健康教育	- 节水行为
水传疾病	- 水源保护法律 - 水质制度	- 病原的基因 / 分子生物学筛选 - 提高水处理技术（如过滤） - 改进卫生设施（例如厕所）	- 使用开水	- 养成经常洗手和其他良好的卫生习惯 - 使用地下排水厕所

5. 区域分析

人类和自然系统对气候变化影响的脆弱程度，随地区和人口分布区域的不同而不同。基准气候与未来气候变化的区域变化将增加，地区间气候影响因子的差异。不同地区的自然和社会系统具有不同的特征、资源和机构，因此，在遇到不同压力时其适应力和敏感性差异很大。由于这些差异，世界上各地区关心的问题也就不同；甚至在同一地区，其影响、适应能力、和脆弱性也不尽相同。由于目前的研究并不是采取一套共同的未来气候情景和研究方法，以及由于自然和社会系统的敏感性和适应能力各不相同，区域脆弱性评估宜采用定性分析的方法。

5.1 非洲

非洲对气候变化非常脆弱。主要受影响的领域包括水资源、粮食生产、人口健康、荒漠化和沿海地区，与极端事件相关的灾害尤其严重。土地利用和气候变化同时发生

时，会加剧荒漠化。非洲主要受影响的领域如图 TS-6。

5.1.1 水资源

水资源是非洲最脆弱的领域，影响到生活用水、农业用水和工业生产用水。在水源共享的地区，区域性合作协议可以降低不利影响，减少可能的冲突。在过去的半个世纪中，非洲人均水资源变化趋势表明可用水量减少了75%。虽然过去20年来非洲的河流流量不断降低，尤其是西非撒哈拉地区，但这种趋势主要是人口增长造成的——对多数国家来说，同期人口普遍增加了3倍。人口的增长和水质退化威胁着非洲大多地区的用水安全，同时，人口的继续增长和全球变暖，很可能进一步加剧非洲半湿润地区的水源馈缺。

非洲是降水向径流转化最低的陆地，平均只有15%。尽管赤道附近、非洲东部和南部海岸地区比较湿润，但其它地区都为半湿润偏旱或干旱区，气候变暖的主要影响

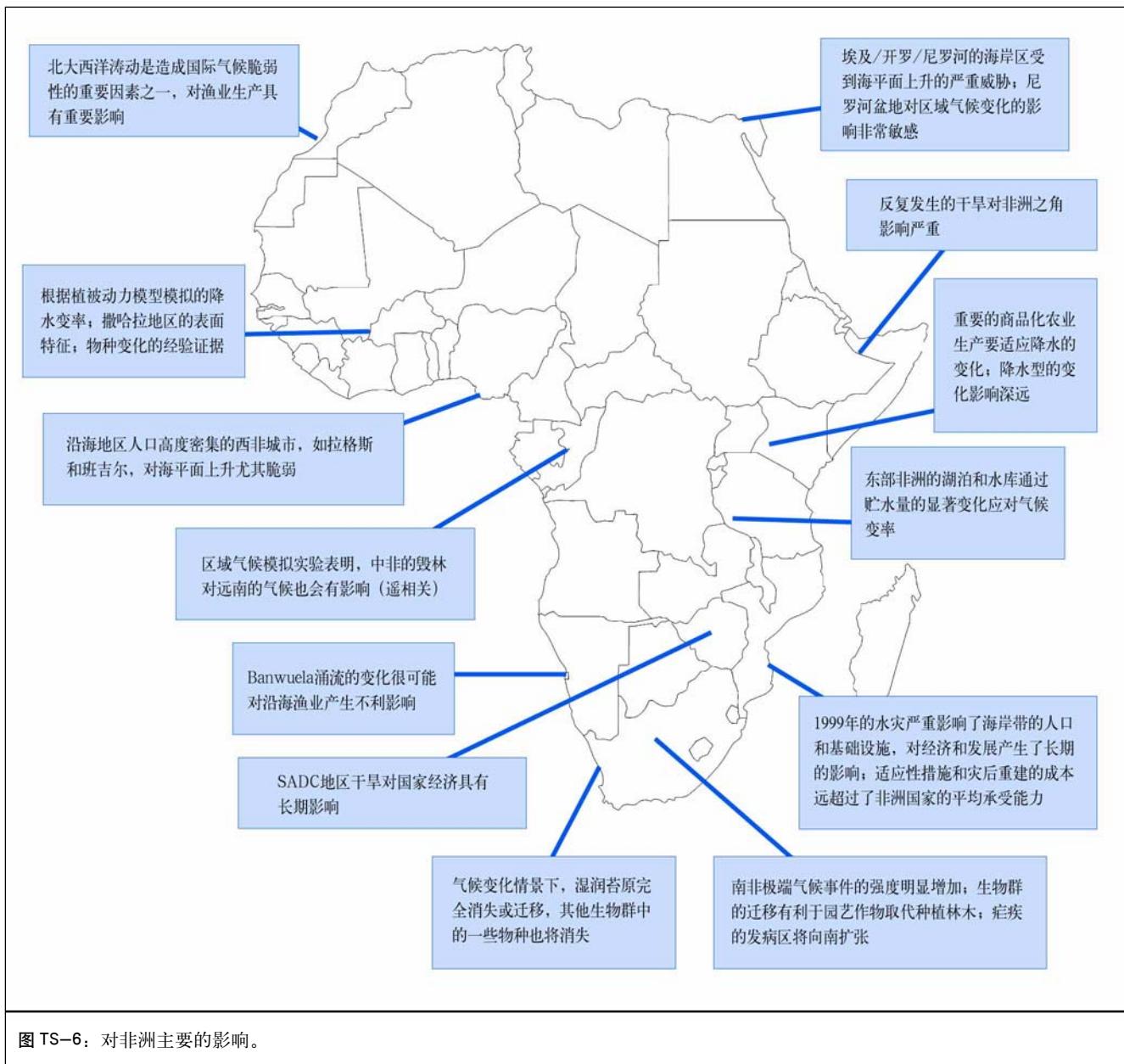


图 TS-6：对非洲主要的影响。

将降低半湿润区的土壤湿度和径流。目前主要流域的变化趋势表明，过去十年来，主要河流的径流减少了约17%。

许多非洲国家已经通过大量增加水电投资来促进经济发展。水库贮量对径流变化和干旱时期非常敏感。湖泊和堤坝贮水量已经达到警戒水位，而且已经威胁到工业生产活动。模型结果以及水库和湖泊的现状表明，由ENSO现象引起的洪灾和干旱会使水库贮水量降低，而由于受到全球变暖的影响，这种过低贮水量的发生频率还会增加。[10.2.1]

5.1.2 粮食安全

目前一致认为气候变化，主要是极端气候事件增加以及时空变化，将加剧粮食安全问题。非洲大陆的许多地区已经经历过粮食生产短缺的境况。潜在的土壤水分亏缺将对粮食生产产生额外的负担。有粮食危机的国家受到气候变化不利影响的风险很大。在非洲国家，内陆和沿海的渔业生产是摄入蛋白的主要来源。由于水分亏缺和土地退化，内陆渔业生产会因偶发干旱和生活环境破坏变得更为脆弱。海水增温很可能影响海洋渔业。[10.2.2]

5.1.3 自然资源管理与生物多样性

不可恢复的生物多样性的损失将会因气候变化而加剧。气候变化将致使种类多样的生物群落发生剧烈转变，使南非的湿润苔原及其它一些生物群落中的许多物种消失。植被火灾发生的频率、强度和范围以及由于土地利用变化造成的栖息地的改变都会削减自然的适应能力并导致物种灭绝。生态系统的变化将会影响水供应、薪柴以及生态系统可提供的其它服务。[10.2.3.2]

5.1.4 人体健康

温度和降水的变化对人体健康具有许多负面影响。升温将扩大病媒的适宜生活范围。在卫生设施欠缺的地区，干旱和洪涝会增加水传播疾病的发病率。降水增加可能导致裂谷热（一种病）频繁爆发。城市中恶劣的卫生条件和沿海地区水温的增高都会加重霍乱的发生。[10.2.4.1, 10.2.4.4]

5.1.5 居住地和基础设施

尽管在许多情况下，发展的基础设施——如交通、住房、服务还很不完备，然而却主要是由政府投资建设。由于洪灾、热浪、沙尘暴、飓风、以及其他极端事件的频率增加，其对关键基础设施的破坏力可能超过社会经济的承受能力，致使社会、健康、经济服务系统的运转严重恶化。这种情况将危及到人类的安全。[10.2.5.3]

海平面上升、海岸带侵蚀、海水倒灌、洪涝对非洲的社会和经济有显著影响。非洲多数大型城市处于沿海地区，由于缺乏系统的规划和城市发展目标，对极端气候事件、海平面上升、海岸侵蚀都高度脆弱。无序快速的扩展使人口在遭受与气候有关因子诸如洪水等气象灾害时，感染疾病的人群显著增加。[10.2.5.2]

5.1.6 荒漠化

气候变化引起的温度、降水、辐射和风的时空分布变化，将会加剧荒漠化。在非洲的干旱、半干旱、半湿润偏旱区，荒漠化成为可持续资源管理的严重威胁，破坏了粮食和水安全。[10.2.6]

5.1.7 适应能力

由于许多国家面临着各种各样的制约，目前非洲适应气候变化的总体能力还十分薄弱。将长期变化纳入国家行动的计划和采取无悔战略能增加本地区适应能力。季节预报是一种有效的保护生命安全的适应措施——例如和海面温度相关的重大疾病暴发预报。目前的技术和方法，尤其在农业和水资源方面，还远不能满足未来的需求，而气候变率的增加对其又形成新的压力。非洲国家自身还没有足够的能力来有效地应对气候变化。

气候变化同时也提供了很多机遇。适应全球气候变化的机制，包括技术转让和碳汇作用，能够为充分发挥非洲的资源优势和人力优势提供新的发展途径。在科技、资源管理和发展方面的区域合作已经不断增多，和国际市场的接轨也将使经济呈现多元化和增加粮食安全。

气候变化的脆弱性影响评估还存在很大的不确定性。非洲气候的多样性、降雨变率以及稀少的网络观测站点，使地方性和区域化的未来气候变化预测变得十分困难。目前已基本了解了气候变化的潜在影响和脆弱性，对气候变异的敏感性评估也已建立但还不完善。然而，未来变化的不确定性使应对气候变化成本的预测的可信度较低。这种评估可以使各个国家基于它们自身的条件而开始为这些成本估计建立自己的方法框架。

5.2 亚洲

在整个亚洲地区，气候变化会对资源产生巨大的压力。亚洲人口占世界人口的60%以上，自然资源已经岌岌可危，某些地区对气候变化的适应能力极其有限。多数国家的社会经济发展主要依靠自然资源，例如水、森林、草场、牧场和渔业。气候变异的程度随亚洲不同区域和国家的不同而明显不同，亚洲的几个脆弱区域对气候变化的敏感程度及其受到影响的几个方面详见表TS-6。亚洲地区对气候变化的脆弱性列于表TS-7，供选择区域或问题的种类。

5.2.1 农业和粮食安全

粮食安全是亚洲地区最关心的问题。由于受到高温和水资源胁迫、海平面上升、洪涝灾害增加以及由强热带

表 TS-6: 部分亚洲地区对气候变化的敏感性。

气候要素变化和海平面上升	脆弱地区	主要变化	影响	
			主要	次要
0.5–2°C (海平面升高 10–45 厘米)	孟加拉国河口沼泽林带	– 大约 15% 的土地被淹没 (750 平方公里) – 盐渍化增加	– 植物种减少 – 野生动植物减少	– 经济损失 – 安全系数下降, 失业增加
4°C (降水增加 10%)	西伯利亚冻原	– 永久冻土减少 – 西伯利亚永久冻土南界北移 100–200 公里	– 岩石强度变化 – 承受能力变化 – 冰冻岩石的可压缩性变化 – 热侵蚀	– 影响建筑工业 – 影响采矿工业 – 影响农业发展
>3°C (降水增加 20%)	哈萨克斯坦水资源	– 径流变化	– 冬季洪涝增加 – 夏季流量增加	– 生命和财产受到威胁 – 夏季水资源不足
增加 2°C (降水变化 -5~10%; 海平面升高 45 厘米)	孟加拉低洼地区	淹没范围大约增加 23–29%	– 洪水深度变化 – 雨季水稻种植方式改变	– 生命和财产受到威胁 – 健康问题增多 – 水稻产量下降

表 TS-7: 亚洲部分地区对气候变化影响脆弱的主要部门, 可信度水平参阅技术摘要 1.4 节。

地区	粮食和纤维作物	生物多样性	水资源	海岸生态系统	人体健康	人居
亚洲北部	易恢复 ***	高度脆弱 ***	易恢复 ***	易恢复 **	中度脆弱 **	轻度脆弱或不脆弱 ***
亚洲干旱-半干旱地区						
– 中亚	高度脆弱 ***	中度脆弱 **	高度脆弱 ****	中度脆弱 **	中度脆弱 ***	中度脆弱 ***
– 青藏高原	轻度脆弱或不脆弱 **	高度脆弱 ***	中度脆弱 **	无	无资料	无资料
亚洲温带区	高度脆弱 ***	中度脆弱 ***	高度脆弱 ****	高度脆弱 ****	高度脆弱 ***	高度脆弱 ****
亚洲热带区						
– 南亚	高度脆弱 ***	高度脆弱 ***	高度脆弱 ****	高度脆弱 ****	中度脆弱 ***	高度脆弱 ***
– 东南亚	高度脆弱 ***	高度脆弱 ***	高度脆弱 ****	高度脆弱 ****	中度脆弱 ***	高度脆弱 ***

气旋引起的飓风影响，作物生产和水产都受到了严重的威胁（高可信度）。一般来说，在中高纬度地区，作物的产量将增加，在低纬度地区将有一定程度的下降。由于夏季的延长，引起亚洲北部的农业生态系统的边界北移，使农业生产潜力普遍提高（中等可信度）。气候变异和变化将影响作物的种植季节安排，也会影响到作物生长季的长短。在中国，主要农作物的产量会有所下降。严重的水分短缺与热胁迫结合在一起，将对小麦生产产生更重要的不利的影响。即使在未来CO₂升高的正面效应作用下，印度的水稻生产力也会受到不利的影响。在亚洲温带和热带地区，如果气候变得温暖潮湿，作物病害如小麦赤霉病、稻瘟病、稻纹枯病会更加广泛蔓延。降低气候变异不利影响的适应性措施包括调节作物种植管理进程安排，以充分利用湿润季节的优势，避免生长季内受极端天气事件的危害（例如，台风和强风）.[11.2.2.1]

亚洲是世界主要水产区，80%的养殖鱼类、虾、贝壳类都产自亚洲。由于过度开发、深海捕捞、海岸带开发、以及由于陆地活动造成的污染，对许多野生资源都产生了严重的威胁。另外，海洋的生产能力很大程度上受到浮游生物迁徙的影响，如日本海沙丁鱼的季节性迁徙，与厄尔尼诺现象发生期间引起的温度变化相对应。强风暴和飓风也经常侵扰沿海地区，增加了废弃物向海中的沉积。海洋渔业和内陆渔业需要在区域尺度上进行有效保护和可持续管理，以使水产资源能够满足地区和国内的营养需求。[11.2.4.4]

5.2.2 生态系统和生物多样性

气候变化将加剧亚洲的土地利用／覆盖变化和人口压力对生物多样性所造成的威胁（中等可信度）。亚洲众多生物物种将面临的危险也在攀升。在印度15000种高等植物物种中，大约有1250种正在受到威胁。在中国、马来西亚、缅甸和泰国也明显具有类似趋势。由于气候变化和生境破坏的协同作用，在亚洲，许多物种和其它许多物种中的大量种群正逐渐濒临灭绝。在沙漠生态系统中，干旱频率的增加会引起当地绿洲周围草场的消退，造成当地动物群落大量死亡并威胁到他们的生存。如果海平面升高1米，孟加拉国的河口沼泽林（最大的红树林生态系统）将完全消失。[11.2.1, 11.2.1.6]

由于全球变暖引起的永久冻土消退，会使北部亚洲

受气候影响大的产业部门脆弱性增加，进而影响到经济发展（中等可信度）。北半球高纬度地区变暖，将导致现存的永冻地带地冻层变薄或消失，引起亚洲北部大范围的永久冻土退缩。在蒙古和中国东北可能也有少量永久冻土南界向北移，青藏高原连续的和非连续性的（间断或季节性的）永久冻土带间的分界线可能沿东部和西部的边界向高原中心移动。[11.2.1.5]

在北亚，发生森林火灾的频率可能增加（中等可信度）。近地面气温增加，尤其是在夏季，更易产生雷暴和闪电，从而更频繁地引发北部林区的森林火灾。由于全球变暖，北亚北部森林火灾的发生更加频繁。[11.2.1.3]

5.2.3 水资源

淡水的有效供给对预计的气候变化高度脆弱（高可信度）。冬夏时节，亚洲北部的地表径流将显著增加（中等可信度）。用水量超过潜在可用水资源总量20%的国家，在干旱季节的水源危机加重。在气候变化情景下，亚洲干旱区和半干旱区的地表径流会急剧下降，气候变化将改变径流流量和流量在年内的季节分配。如果夏季气温升高2℃，降水减少5—10%，哈萨克斯坦的地表径流会大量减少，严重影响到农业和畜牧业生产。在南亚和东南亚许多国家，水会变成最紧缺的日用品，特别是用于灌溉的水库设施容量较小的地方。城市人口数量和人口密度的增加都给水的可利用程度和水质带来压力。[11.2.3.1]

5.2.4 极端天气事件

亚洲温带和热带地区的发展中国家对极端气候事件如台风／飓风、干旱、洪涝等十分脆弱。气候变化和变异将加剧这些地区的脆弱程度（高可信度）。极端天气事件造成的不利影响波及亚洲各地，有事实证明，整个20世纪，区域范围内这些极端气候事件的强度和频率都有所增加。[11.1.2.2, 11.1.2.3, 11.4.1]

尤其是在夏季风盛行时期，降水强度的增加将使温带和热带亚洲易发洪涝的区域增多。亚洲的干旱、半干旱地区夏季干旱程度的加剧，将导致发生严重的旱灾（中等可信度）。亚洲许多温带和热带地区的国家，在20世纪已频繁地受到洪涝和干旱灾害的影响，将来洪涝依然会在许多温带和热带地区更频繁地发生。据预测，在印度、尼

表 TS-8: 在未考虑适应性措施时, 不同的海平面上升幅度对亚洲一些国家土地流失和人口的影响。

国家	海平面升高幅度 (厘米)	可能的土地流失		涉及人口	
		(平方公里)	(%)	(百万)	(%)
孟加拉国	45	15, 668	10.9	5.5	5.0
	100	29, 846	20.7	14.8	13.5
印度	100	5, 763	0.4	7.1	0.8
印度尼西亚	60	34, 000	1.9	2.0	1.1
日本	50	1, 412	0.4	2.9	2.3
马来西亚	100	7, 000	2.1	>0.05	>0.3
巴基斯坦	20	1, 700	0.2	n.a.	n.a.
越南	100	40, 000	12.1	17.1	23.1

泊尔、孟加拉国的部分地区, 极端降水事件和洪灾频繁发生可能性会有一定的下降。[11.1.3.3, 11.2.2.2, 11.1.2.3, 11.4.1]

在亚洲温带和热带地区的一些国家, 毁林进行农牧生产已成为林地损失的主要驱动因素。随着洪旱灾害的增多, 这些活动将对环境产生深远的影响(如土壤侵蚀, 肥力下降, 作物基因多样性减少, 水资源枯竭)。[11.1.4.1]

在印度和孟加拉国, 热带气旋和风暴潮对生命和财产具有重要的影响。随着气旋强度的增加并伴随着海平面的升高, 亚洲多气旋国家的低洼沿海地区, 生命和财产将蒙受更加严重的损失(中等可信度)。预计的气候极端事件强度和频率增加对作物生长和农业生产, 以及主要的经济和环境活动(例如旅游, 交通)都具有重要影响。[11.2.4.5, 11.2.6.3]采取区域和全国性的多种预防措施, 如在区域社区中通过认识和认同风险因素, 是转移或减少极端灾难性气候事件对温带和热带亚洲国家社会和经济影响的保证。[11.2.4.5, 11.2.6.3, 11.3]

区域或国家级的各类防御措施, 包括各区域性社团的意识和对风险因子的认识, 是亚洲温带和热带地区国家避免和减轻极端天气事件对经济和社会结构影响的保证。[11.3.2]

5.2.5 三角洲和沿海地区

由于海平面上升, 亚洲大型三角洲和低洼沿海地区将被淹没(高可信度)。沿海地区与气候相关的影响包括海平面变化和热带气旋强度和频率的变化造成耕地损失和盐渍化。亚洲海岸线主要的低洼地区, 由于海平面升高引起的土地损失以及人口迁移的预测见表TS-8, 用以说明问题的范围。目前, 亚洲的海岸侵蚀并非完全由海平面上升造成, 很大程度上是由于人为活动使每年河流将悬浮物带入海里引起的, 这些行为可加剧气候变化对亚洲沿海地区的影响。[11.2.4.2]

5.2.6 人体健康

在亚洲温带和热带地区, 温暖和潮湿的环境会增加与酷热相关的疾病和传染病的发病机率(中等可信度)。亚洲近地表面空气温度的升高和降水的变化都将对人体健康产生不利影响; 虽然天气变暖降低了温带国家的冬季死亡率, 但夏季热胁迫的发生频率和持续时间都会增加, 尤其是大都市或人口稠密区。全球变暖将增加亚洲部分干旱、半干旱地区、温带和热带地区呼吸系统疾病和心血管疾病的发病事件。环境温度和降水的变化可使带病传播媒介扩展到亚洲温带区和干旱区。带病媒介传播到更北的纬度可能对人体健康造成严重影响。沿海较高的海面温度为浮游植物大量繁殖提供了条件。这种浮游植物繁殖是传染性细菌疾病的温床。在气候变暖情形下, 靠水传播的疾病—包括霍乱和由诸如贾第鞭毛虫、沙门氏菌等引起的一系列腹泻疾病—可能在南亚的许多国家变得更加普遍。[11.2.5.1, 11.2.5.2, 11.2.5.4]

5.2.7 适应能力

亚洲国家对气候变化的适应取决于采取适应措施的能力、可获得的技术、以及生物物理限制因素例如土地、水资源、土壤特性、作物育种的遗传多样性（如至关重要的抗热水稻品种开发）以及地形。大多数亚洲发展中国家面临着人口增加、城市化扩张、水资源不足和环境污染问题，它们妨碍社会经济活动。这些国家必须分别和集中权衡采取气候变化行动和近期需求（如饥饿、空气和水污染、能源需求）之间的利弊。应对措施必须从三个至关重要的方面来考虑：土地资源、水资源和粮食生产力。设计出预计潜在气候变化影响的适应措施能帮助抵消大部分负面影响。[11.3.1]

5.3 澳大利亚与新西兰

澳大利亚与新西兰横跨回归线和中纬度地区，具有多种气候类型与生态系统，包括沙漠、热带雨林、珊瑚礁和高山地貌，气候易受周边海洋的强烈影响。澳大利亚大部分地区对未来50~100年间变干的趋势表现出明显的脆弱性（图TS-3），因为目前比较肥沃的农田正受到间歇性干旱的不利影响，而且已经有大面积处于干旱与半干旱地区。新西兰是一个多山的小国家，一般来说属于海洋性气候，气候较为温和，虽然认为也存在一定脆弱性（中等可信度），但似乎比澳大利亚能更好地适应于气候变化。表TS-9说明了气候变化对澳大利亚和新西兰影响的主要脆弱性和适应性。[12.9.5]

目前还没有针对不同温室气体排放情景和不同社会情景的跨部门综合评估气候变化影响的净成本，在IPCC《气候变化区域影响特别报告》中的可信度仍很低，对澳大利亚和新西兰，在相当于CO₂浓度倍增时气候变化影响成本相当于GDP的-1.2到-3.8%。这种评估没有考虑大多数目前认同的影响和适应情况。[12.9]

极端事件是目前气候影响的主要根源，预计极端事件的变化将主导气候变化的影响。可能增加的热带气旋和强降雨强度以及改变特定地区热带气旋的频率，可以改变特定区域的特定强度的暴雨、洪水和风暴潮的重现期。从目前大气—海洋（A-O）耦合模型的气候变化情景得出，澳大利亚大部分地区在21世纪的降雨量将明显减少。ENSO现象导致洪水和延长干旱期，特别是在澳大

利亚内陆和新西兰的部分地区。该区域可能会对越来越频繁的厄尔尼诺现象敏感。[12.1.5]

在GHG浓度稳定前，中高纬度的北南温度梯度预计会增加（中高可信度）。西风增强，并伴随跨越塔斯马尼亚州和新西兰的西东向降雨梯度增强。GHG浓度稳定之后，这些趋势可能会相反（中等可信度）。[12.1.5.1]

气候变化增加了对土地可持续利用的压力，以及增加了陆地和水生生物多样性保护的压力。这些压力包括外来动物和植物物种的侵入、以及农业和城市的发展，造成自然生态系统的退化和崩溃、旱地盐渍化（澳大利亚）、森林覆盖减小（澳大利亚和新西兰）、稀缺水源的竞争等。在这两个国家，经济和社会发展较落后的人群，特别是土著人，更易受气候变化所造成的健康和生活条件恶化的影响。主要恶化的问题包括：在脆弱的沿海地区人口和基础设施剧增、水资源的不合理利用、以及复杂的管理体制。[12.3.2, 12.3.3, 12.4.1, 12.4.2, 12.6.4, 12.8.5]

5.3.1 水资源

水资源在一些地区早已相当紧迫，因此是非常脆弱的，特别在盐渍化方面（澳大利亚的部分地区），以及农业、电力、城市和环境用水对水源供应的竞争上（高可信度）。在许多地区由于地表蒸发增强及降雨可能减少，都会对水的供应、农业以及澳大利亚和新西兰部分地区关键物种的生存与繁殖有不利的影响（中等可信度）。[12.3.1, 12.3.2, 12.4.6, 12.5.2, 12.5.3, 12.5.6]

5.3.2 生态系统

气温每升高1°C就会威胁到生长在靠近生存温度范围上限的一些物种的生存，特别是在高山边缘地带和西澳洲的西南部。那些由于土地清理、土壤或地形差异而不适宜迁移或重新找到定居地点的物种就会濒危或灭绝。澳大利亚其它特别脆弱的生态系统包括珊瑚礁、干旱和半干旱生活环境。澳大利亚和新西兰海岸带的淡水湿地也很脆弱，新西兰一些脆弱的生态系统加速了杂草的蔓延。[12.4.2, 12.4.3, 12.4.4, 12.4.5, 12.4.7]

5.3.3 粮食生产

表TS-9: 澳大利亚和新西兰的主要部门对气候变化的脆弱性和适应性: 在第二列中各种影响的可信度用*表出(可参见本技术摘要的1.4部分对可信度的等级划分)。可信度、脆弱性及适应性的评估是以第12章的信息为基础的,并假设了当前人口和投资增长模式是连续的。

部门	影响	脆弱性	适应措施	适应能力	章节
水文和水供应	- 灌溉及大城市水供应紧迫,盐渍化增加****	某些地区很高	- 计划, 水配置, 定价	中等	12.3.1, 12.3.2
	- 咸水入侵一些岛屿和沿海蓄水层****	在有限的区域内很高	- 有选择供水, 退避	低	12.3.3
陆地生态系统	- 旱地和河流盐渍化增加(澳大利亚)***	高	- 改变土地利用措施	低	12.3.3
	- 生物多样性减少, 尤其是受到破坏的区域、澳大利亚高山区和西澳的西南部****	某些地区中到高	- 景观管理; 高山地区可能性小	中到低	12.4.2, 12.4.4, 12.4.8
	- 火灾风险增加***	中	- 土地管理, 防火	中	12.1.5.3, 12.5.4, 12.5.10
	- 杂草入侵 ***	中	- 景观管理	中	12.4.3
水域生态系统	- 一些沿海淡水湿地盐渍化***	高	- 自然干预措施	低	12.4.7
	- 河流和内地湿地生态系统变化***	中	- 改变水的配置	低	12.4.5, 12.4.6
	- 富营养化 ***	中(在澳大利亚内陆水域)	- 改变水的配置, 减少营养物质流入量	中到高	12.3.4
沿海生态系统	- 珊瑚白化, 尤其是大堡礁****	高	- 培育珊瑚	低	12.4.7
	- 更多有毒海藻暴发? *	不清楚		—	12.4.7
农业、牧业、林业	- 如果旱灾和森林火灾的风险增加, 生产力会降低, 乡村社区承受的压力增大***	随地点而定, 随时间的推移受害加重	- 改变政策和管理, 防火, 季节性预报	中	12.5.2, 12.5.3, 12.5.4
	- 由于其它地区气候变化引起全球市场变化***但是迹象不确定	高, 但是迹象不确定	- 市场, 计划, 地方性特色作物和燃料作物, 碳贸易	中	12.5.9
	- 病虫害蔓延增加****	中	- 灭虫, 喷洒农药	中	12.5.7
	- 开始会由于CO ₂ 升高而增加生产力, 但后来会被气候变化作用抵销**	随时间改变	- 改变耕作措施, 改变产业		12.5.3, 12.5.4

表 TS-9: (续)

部门	影响	脆弱性	适应措施	适应能力	章节
园艺	正、负面影响 (+和-), 取决于物种和地区 **	总体偏低	- 迁移	高	12.5.3
渔业	- 补充数量的变化(一些物种)**	尚不清楚	- 监测, 管理	—	12.5.5
人居和工业	- 洪水、风暴、风暴潮、海平面上升的影响增大 ***	(在一些地区) 高	- 分区规划建设, 制定防御灾害计划	中	12.6.1, 12.6.4
人体健康	- 传染病的增多和蔓延 ****	高	- 检疫, 根除, 控制	中到高	12.7.1, 12.7.4
	- 光化学空气污染增加 ****	中 (一些城市)	- 排放控制	高	12.7.1

在澳大利亚的内陆和西南地区, 农业生产活动对区域降雨量的减少特别脆弱 (中等可信度)。受高温和厄尔尼诺变化的影响, 在澳大利亚和新西兰的部分地区, 干旱发生频率及其后效对农业的不利影响可能有所增加 (中等可信度)。由于 CO₂ 浓度增加, 植物生长和水分利用率 (WUE) 的提高可以弥补一些由于气候变化而引起的部分负面影响 (中等可信度), 尽管在温度升高超过 2~4°C 和降雨改变时会出现负面影响 (中等可信度)。图 TS-7 表明了在一定的气候变化情景范围内澳大利亚的小麦生产状况。根据农林产品出口量, 可以看出, 该区域对其他地区气候变化所引起的产量和商品价格变化很敏感。[12.5.2, 12.5.3, 12.5.6, 12.5.9, 12.8.7]

由盛行风和边界洋流引起的营养物质上升的范围和位置会影响澳大利亚和新西兰的渔业。另外, ENSO 也影响了一些鱼种的补充和引起有毒海藻暴发。[12.5.5]

5.3.4 人居、工业和人体健康

在受影响地区人口和资金投入增加的显著趋势, 使得对热带气旋和风暴潮的脆弱性增加。因此, 预计的热带气旋强度增加、当地特定发生频率的改变及海平面上升一起将产生更大影响, 特别是在一定的重现周期内, 风暴潮浪高高度增加 (中等到高等可信度)。高强度降雨频率的增加, 会增加洪水对人居环境和基础设施的损害 (中等可信度)。[12.1.5.1, 12.1.5.3, 12.6.1, 12.6.4]

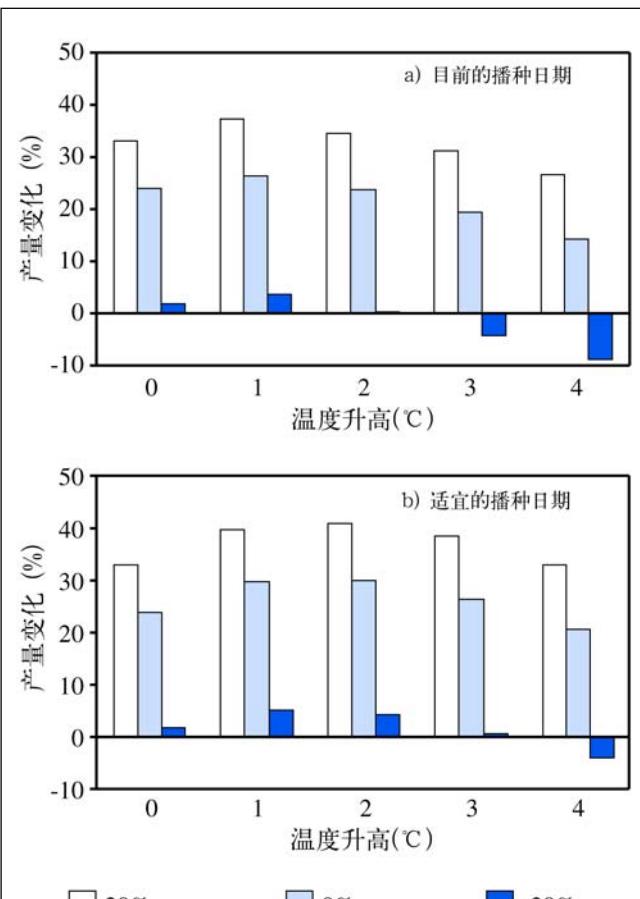


图 TS-7: 在 CO₂ (700ppm 水平下) 和温度、降水量在一定范围内变化, 澳大利亚小麦的年平均总产量的变化百分率: a)目前的播种期, b)优化的播种期。在温度升高 0~4°C 情况下随降水量变化产量反应: 20% (白色), 0 (淡蓝色), -20% (深蓝色)。

气候的明显变化会增加一些病菌的传播，这具有很高的可信度，尽管有生物安全和医疗服务，但是象由蚊子传播的罗斯河病毒和穆雷谷地脑炎暴发的可能性还会增加。[12.7.1]

5.3.5 关键的适应选择

关键性的适应对策包括提高水资源利用效率(WUE)和有效的水贸易机制、更适当的土地利用政策、给土地使用者提供气候信息和季节性预报服务，以帮助他们处理气候变率和变化、改善作物品种、修订工程标准并且重新分区规划基础设施的发展、改善生物安全性和医疗服务。但是，在澳大利亚和新西兰许多自然生态系统的适应能力是很有限的，由于成本、接受能力及其它因素的影响，许多管理系统的适应能力也受到限制。[12.3.2, 12.3.3, 12.5.6, 12.7.4, 12.8.4, 12.8.5]

5.4 欧洲

当前天气条件影响着欧洲的自然、社会以及经济系统的各个方面，在这些系统中各方面都已经显示出了对气候变化的敏感和脆弱。气候变化加剧了这种风险（极高可信度）。对气候变化所表现的脆弱性，欧洲各亚区之间有实质性的差别。欧洲南部和欧洲北极地区要比其它地区显得更加脆弱。边远地区和不太富裕地区的适应能力较差，这将导致严重的公平问题（极高可信度）。在第三次评估报告中与欧洲的主要脆弱性有关的发现与IPCC《气候变化区域影响特别报告》和第二次评估报告中所表述非常一致，不过对亚区的影响会更加具体一些，并且包括了与适应能力有关的新信息。[13.1.1, 13.1.4, 13.4]

5.4.1 水资源

目前欧洲的水资源及其管理正在承受压力，气候变化会加剧这种压力（高可信度）。在除了融雪洪峰减弱的地区外，欧洲大部分地区洪水灾害可能增加。水资源短缺的风险会增加，特别是欧洲南部（中等可信度）。气候变化可能加大欧洲南北部水资源的差异（高可信度）。到21世纪末欧洲将会有一半的高山冰川消失。[13.2.1]

5.4.2 生态系统

由于气温升高和大气 CO_2 浓度增加，自然生态系统会发生变化。永冻层也将减少、树木和灌木将侵入目前北部的永久冻土地带、阔叶林将侵入目前的针叶林生长地区。生态系统中的净初级生产力可能增加（也是由于氮沉降的结果）。但是由于升温使分解速率增加，可能将这些额外增加的碳储存量抵消。自然界物种的多样性也受到了这种气温迅速变化的威胁。动物的重要栖息地（湿地、苔原、与外界隔绝的栖息地）的减少也将威胁到一些物种（包括稀有/特有物种和一些候鸟）。由于生态系统的改变可能会引起海洋生态系统、水域生态系统及陆地生态系统中的动物种群的演替（高可信度，确定但没有完全的证据）。[13.2.1.4, 13.2.2.1, 13.2.2.3–5]

在欧洲南部变干和变暖的气候情景下，土壤的性质也将变差。这种影响的程度在各个地区间差别很明显，且会因降水量的变化而改变（中等可信度，确定但没有完全的证据）。[13.2.1.2]

在山区，温度的升高将导致生物带向高海拔迁移。物种将重新分布，在有些情况下，有些物种濒临灭绝（高可信度）。[13.2.1.4]

尽管森林害虫和病害将可能增加，但在欧洲北部的商业森林的原木产量将增加（中等可信度，确定但没有完全的证据）。由于干旱与火灾风险的升高，可能会使地中海地区的木材产量减少（高可信度，确定）。[13.2.2.1]

5.4.3 农业和粮食安全

由于大气 CO_2 浓度提高，大部分作物的产量将会增加。在欧洲南部和东部，产量增加将被水资源短缺的风险所抵消，还会被因气温升高使大部分禾谷类作物的生长期缩短所抵消。欧洲北部可能出现正面影响，而南部则会有部分农业生产系统受到威胁（中等可信度，确定但没有完全的证据）。

由于气候变化使渔业和水产养殖业的生产发生变化，包括动物区系的迁移，这些变化终将导致淡水鱼、咸水鱼及贝类生物多样性改变。不可持续的开发利用和环境变化会加剧这种变化（高可信度）。

表 TS-10：1990 年和 21 世纪 80 年代欧洲沿海地区洪水发生及其影响范围的估算。洪水影响范围的估算对所假设的保护性标准非常敏感，这应该仅解释为提示性的术语（不包括前苏联）。

地区	1990 年受影响人口 (百万)	洪水影响范围	
		1990 经历洪水平均人数 (千人／年)	21 世纪 80 年代 假定不采取适应对策 由于海平面上升而增加的量 (%)
大西洋沿岸	19.0	19	50 到 9,000
波罗的海沿岸	1.4	1	0 到 3,000
地中海沿岸	4.1	3	260 到 12,000

5.4.4 人居和金融服务

由于气候变化使财产受到中等程度的损失，保险业面临着潜在高代价的气候变化影响，但是如果及早采取主动措施，那么还会有很大的余地来实施适应性的举措（高可信度）。交通、能源及其它工业也将面临需求与市场机遇的变化。聚集在沿海地区的工业将面临海平面上升和发生极端事件的影响，有必要采取保护措施或者搬迁（高可信度）。[13.2.4]

休闲娱乐的地点选择也可能由于温度升高而发生改变。热浪会降低以往夏季在地中海地区度假的传统需求。积雪条件的可靠性降低，对于冬季旅游业来说也将产生不良影响。[13.2.4.4]

沿海地区洪水、侵蚀及湿地减少的风险会将明显增加，这些都潜在地影响着人居、工业、旅游业、农业及沿海自然栖息地。尽管北海沿岸已完全置于洪水的威胁之下，但是欧洲南部对这些变化表现得更为脆弱（高可信度）。表 TS-10 提供了对欧洲沿海地区洪水的影响与风险的估算。[13.2.1.3]

5.4.5 人体健康

因受炎热时间长，传染性疾病的蔓延及沿海和河岸沿线地区的洪涝，人体健康（市区因空气污染而加剧）面临一系列风险。与严寒有关的风险将减少（中等可信度，解释有争议）。[13.2.5]

5.4.6 适应能力

欧洲由于经济状况较好（高的国民生产总值（GNP）及其稳定增长）以及稳定的人口（在本区域内具有搬迁能

力）和完善的政策、机构和技术支持系统，社会经济系统的适应潜力相对较高。但是其自然系统的适应潜力普遍很低（高可信度）。[13.3]

5.5 拉丁美洲

有充足的证据表明，在整个拉丁美洲无论从季节到长期的各种大时间尺度，都有气候变率发生。在拉丁美洲的许多亚区，这种正常气候变率一般来说和那些已经产生重要的社会经济和环境变化影响的现象相联系，那些变化产生的后果可能会由于全球变暖及其伴随的天气气候变化而加剧。

降水量的变化极大地影响着流速及径流量，它们同时也受到冰川与积雪融化的影响。降水量的变化及其迹象取决于所属的地理亚区。在拉丁美洲各亚区中温度也会变化。尽管这种变化可能取决于源数据的来源及数据质量以及用来研究和分析的记录时段，这些变化中有一些可能会对气候变化有贡献（低可信度）。[14.1.2.1]

ENSO 对拉丁美洲的年际间的多数气候变化起主要作用（高可信度）。这些地区对厄尔尼诺的影响脆弱，厄尔尼诺对拉丁美洲大陆各地的影响也不同。比如，厄尔尼诺现象与巴西东北部、亚马逊河北部地区、秘鲁—玻利维亚的阿地普拉诺高原以及中美洲的太平洋沿岸的干燥状况有关。近几十年来墨西哥最严重的干旱发生在厄尔尼诺现象出现的年份，而巴西南部和秘鲁西北部则出现了异常的湿润情况。拉尼娜现象则与哥伦比亚过多的降水量与洪水以及巴西南部的干旱有关。如果厄尔尼诺现象与拉尼娜现象增多，拉丁美洲遇到的上述情形会更加频繁。[14.1.2]

拉丁美洲的一些亚区将经常遇到一些极端事件，历

史上这种水文和气候现象的异常结合对拉丁美洲产生了灾难。热带飓风和相关的暴雨、洪水和滑坡在中美洲和墨西哥南部变得非常普遍。在南美洲的西北部和巴西东北部，许多极端事件的发生也与厄尔尼诺现象有很大的关系。[14.1.2]

5.5.1 水资源

在拉丁美洲有确切证据表明冰河在过去几十年中已经退缩了。高山地区气候变暖导致了重要的雪山和冰面溶解消失（中等可信度），将有可能影响到高山体育运动和旅游。由于这些对河水流量有影响，这种气候变暖的趋势将影响到河水在灌溉、发电及航运方面的效能。[14.2.4]

5.5.2 生态系统

有确凿的证据表明拉丁美洲是地球上生物多样性最大的集中地之一，气候变化的影响将增加生物多样性减少的风险（高可信度）。在中美洲所见到的蛙类和小型哺乳动物的数量减少了，这可能与区域气候变化有关。由于人类活动影响、森林火灾发生频率及范围增加因降水量的耗水导致的蒸散量减少、全球变暖以及厄尔尼诺现象的综合影响使目前存留在亚马逊河流域的森林面临着威胁。中美洲新热带区的季节性干旱森也会严重威胁林。

在干燥情况下树木死亡率增加，尤其是在亚马逊区新形成的边缘地带附近更为普遍。这些边缘也许由于毁林的增加而使大部分森林受到的影响越来越大，特别容易受到降水量减少的影响。在墨西哥，有将近50%的落叶热带森林受到影响。1997年至1998年期间，ENSO事件所产生的大量降水奇迹般地改变了秘鲁沿海地区的干燥生态环境。全球变暖将会扩大热带森林的适宜范围，以保证植物生长类型的平衡。但是，毁林的驱动因子很大，又会使热带森林范围的扩展化为乌有。土地利用与气候变化间相互作用的正反馈过程将促使湿润热带森林的损失加速。[14.2.1]

5.5.3 海平面上升

海平面上升会减少目前的红树林适宜生存区域和形成新的潮水淹没区，从而影响到整个红树林生态系统，导致一些红树林物种发生迁移。这些也将影响到区域内的渔业生产，因为大部分商业用的贝类和鳍类是以红树

林作为它们的繁殖场所和栖息地的。由于海平面上升导致海岸淹没、河岸及平原地区洪水泛滥，将影响到这些地区的水资源利用率和农业用地，同时也会使社会经济和健康问题恶化。[14.2.3]

5.5.4 农业

基于GCM和作物模拟模型，在阿根廷、巴西、智利及乌拉圭进行的农业研究表明，许多作物产量都将降低（如玉米、小麦、大麦、葡萄），甚至在考虑了CO₂施肥的直接影响和考虑在农场水平上采取中等程度的应对措施的情况下也是如此（高可信度）。预计气温升高会使该地区作物生育期缩短从而使作物产量降低。过去40年里，农业对拉丁美洲国家的国内生产总值的贡献约为10%。目前农业仍然是这一地区经济的重要组成部分，因为这一地区农业劳动力占总劳动力的30–40%。它对最贫困地区人口粮食安全是非常重要的。用以维持生存的农业在拉丁美洲的部分区域已受到了严重威胁，包括巴西东北部。

确定但不完全，气候变化将降低林业产量，因为在旱季，水分匮乏常常限制了树木的生长。这种情况在拉丁美洲的大部分地区可能会持续很久而且会更加突出。表TS-11总结了对这些地区不同作物和不同管理措施的研究结果，所有研究都是在雨养情形下进行的；大部分结果显示出了负面影响，尤其是玉米。[14.2.2]

5.5.5 人体健康

气候变化对拉丁美洲人体健康的影响范围可能主要取决于人口的多少、人口密度、居住地及富有程度。热浪和寒潮对该区域高风险人群的死亡率有影响（中等可信度）。

气温升高将影响到生活在受污染城市中人群的健康，如墨西哥城、智利的圣地亚哥。业已证实，在巴西、秘鲁、玻利维亚、阿根廷和委内瑞拉，ENSO会引起疾病传媒种群发生变化，也会引起由水传播的疾病的影响范围有所变化。在秘鲁和古巴的研究已表明，温度及降水的增加将改变传染性疾病的地理分布如霍乱和脑膜炎（高可信度）。尽管推测疾病的发生模式在不同地区可能有所不同，但已有证据证明极端事件的发生将使死亡率和患病率（损伤、传染病、社会问题和卫生基础设施）增加，正如1998年中美洲的飓风米奇、1999年墨西哥和委内瑞拉的暴雨及2000年智利和阿根廷的暴雨一样。[14.2.5]

表TS-11：气候变化对拉丁美洲一年生作物的影响评估。

研究 ^a	气候情景	研究区域	作物	对产量的影响(%)
Downing, 1992	+3°C 降水量-25%	智利, Norte Chico	小麦 玉米 土豆 葡萄	减产 增产 增产 减产
Baethgen, 1994	GISS, GFDL, 英国MO	乌拉圭	小麦 大麦	-30 -40到-30
De Siquira et al., 1994	GISS, GFDL, 英国MO	巴西	小麦 玉米 大豆	-50到-15 -25到-2 -10到+40
Licerman和O'Brien, 1991	GFDL, GISS	墨西哥, Tlaltizapan	玉米	-20 -24 -61
Liverman et al., 1994	GISS, GFDL, 英国MO	墨西哥	玉米	-61到-6
Sala 和 paryelo, 1994	GISS, GFDL, 英国MO	阿根廷	玉米	-36到-17
Baethgen 和 margin, 1995	英国MO	阿根廷 乌拉圭(9个站点)	小麦	-5到-10
Conde et al., 1997 ^a	CCCM, GFDL	墨西哥(7个站点)	玉米	增产-减产
Margin et al., 1997 ^a	GISS, GFDL, 英国MO, MPI	阿根廷(43个站点)	玉米 小麦 向日葵 大豆	-16到+2 -8到+7 -8到+13 -22到+21
Hofstdte et al., 1997	incremental	乌拉圭	大麦 玉米	-10 ^b -8到+5 ^c -15 ^d -13到+10 ^c

^a参考第14章参考文献，提供了所有的文献；^b增加1°C；^c降水量变化在-20—20%；^d增加2°C。

5.6 北美

北美将经受气候变化正负两方面的影响（高可信度）。对生态系统和人类聚居地的不同影响会加大对气候敏感的资源生产的地区间差异及对极端事件的脆弱程度。面对日益频繁的多种胁迫，采取相应适应对策的机遇与挑战也在增加（表TS-12）。作为对目前与气候有关的挑战的回应，一些新颖的应对措施正在受到考验（如防水堤），但是几乎没有迹象表明这些措施可以作为气候变化的地区性措施而继续执行。温度、降水、疾病传播媒介

及水资源可利用程度等方面的变化，都要求采取相应的适应对策，例如，包括在防暴风雨设施、供水基础设施以及社区保健服务方面的投资。[15.3.2, 15.4]

5.6.1 社区和城市基础设施

极端事件的频度、强度和持续时间的潜在变化是北美与气候变化有关的最重要的风险之一。气候变化对城市的潜在影响包括冬季严寒期缩短、酷热频度增加、海平面上升、风暴潮风险增加、与风暴和超常降水相关的洪涝

表 TS-12: 北美亚区气候变化适应性问题,一些为本地区特有的问题也已指出。

北美亚区域	活动	气候变化适应对策选择和挑战
大多数地区或全部亚区	<ul style="list-style-type: none"> - 变化的日用品市场 - 超大面积范围水资源的深度开发—内及跨国 - 集权、土地争端、谈判协议—国内及跨国 - 城市扩张 - 交通膨胀 	<ul style="list-style-type: none"> - 水、环境市场所起的作用 - 改变水和能源系统的设计和操作 - 农业和林业方面的新技术或新措施 - 受威胁生态系统的保护或对新景观的适应 - 夏季(温暖天气)旅游增加的作用 - 极端事件所引起的水质量风险 - 管理社区健康以应付变化的风险因子 - 公共紧急援助和私人保险作用的变化
北极地区	<ul style="list-style-type: none"> - 冬季运输系统 - 土著人生活方式 	<ul style="list-style-type: none"> - 针对永冻层和结冰条件进行的设计 - 两种经济和共同管理群体所起的作用
沿海地区	<ul style="list-style-type: none"> - 商业性海洋资源减少(鳕鱼、鲑鱼) - 沿海地区发展强度加大 	<ul style="list-style-type: none"> - 水产业、栖息地保护、船队减少 - 高需求区域的沿海规划
五大淡水湖地区	<ul style="list-style-type: none"> - 湖面水位变化的敏感性 	<ul style="list-style-type: none"> - 在海岸线入侵增加时, 对降低的湖面平均水位进行管理

发生时间、频率、严重程度方面的变化。这些事件的出现会对健康产生影响,尤其是热浪增加和极端事件变化。

进行适应性基础设施投资,将可减轻社区受到不利影响的程度,这些投资可能相当昂贵。农村、贫困人群及土著居民可能无法进行这样的投资。此外,基础设施投资决策是建立在气候变化之外的其它多种需要之上的,包括人口增长和现有系统的使用和损耗程度。[15.2.5]

5.6.2 水资源和水生生态系统

由于降雨的不确定性使得对北美年总径流量的变化还很难有一致的认识。从模拟看出,在大多数情景下,增温对湖面蒸发影响的结果,在大多数情景下,会导致最大的湖——圣劳伦斯湖系统——水位和流量降低(中等可信度)。暴雨事件增加将带来大量的泥沙沉积以及非点源污染聚集于河流(中等可信度)。另外,在季节性融雪为重要水资源的地区(如哥伦比亚河流域的加利福尼亚州),增暖似乎会导致径流的季节性转变,冬季会出现大量的径流,而夏季的流量会减少(高可信度)。这可能对进入和流出河流的夏季水的质量和利用率造成不利影响(中等可信度)。图 TS-8 标示出了可能的影响。[15.2.1]

对这种季节性径流变化的适应性对策,包括改变人工贮水容量管理、加强对地下水和地表水供应的协调管

理以及增加水用户之间的用水配额自愿转让。这些措施可以减轻夏季流量减少对水用户造成的影响,但要抵消对许多水生生态系统的不可逆影响,可能很难或根本不可能,而且可能不能为所有水用户继续稳定保质提供目前容易得到的用水量。在一些地区(如美国西部)将会看到有效的水供应将从农业灌溉向城市和其它相对高价利用水的部门的转移。这样的重新分配提高了社会优先权并调节了相关费用,这种费用调节将取决于体制是。

5.6.3 海洋渔业

目前认为,海洋/海岸带环境中的气候相关变异性在太平洋、北大西洋、白令海和墨西哥湾几个北美渔业的产量中扮演着重要的角色,影响海洋鱼群产量和空间分布过程的变化与气候变化以及与未来商业捕鱼方式的不确定性之间存在复杂的联系(高可信度)。从捕捞太平洋鲑鱼和鳕鱼的经验说明,可持续的渔业管理将需要及时的和准确的影响鱼量的环境科学信息,同时要求对获得的这些信息,在制度上和操作上能做出快速灵活的反应。[15.2.3.3]

5.6.4 农业

较小的和较中等的气候变化将不会危害食物和纤维生产(高可信度)。相对于其它地区来说,当一些地区的相对优势明显减少的话,将会对地区产量造成强烈的影响

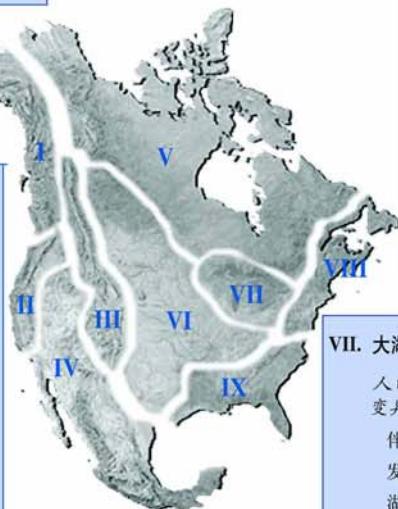
I. 阿拉斯加、育空、和不列颠哥伦比亚沿海地区
 人口不多/水资源丰富的地区；
 潜在的生态、水电、和洪水影响：
 春季洪水灾害的风险增加
 南部地区冰川消退或消失，在北部则推进；
 影响流量和河流生态
 增加对鲑鱼和其他鱼种的抑制
 对沿海湿地造成洪灾
 改变河口盐分含量和生态

V. 亚北极和北极地区

人口稀少(多依赖于自然系统)；冬季冰是这一水循环的重要特征：
 冰层变薄，不结冰期增加1~3个月，开阔的水域增加
 湖面水位波动的变异性增加，一些三角湖可能彻底变干
 由于气温变暖且生长季变长使水生生态和物种分布发生改变

II. 太平洋沿海地区的州(美国)

大量的和迅速增加的人口；自北向南水丰度降低；集约化的灌溉农业；大量的控水水利设施；对水电的严重依赖；濒危物种问题；增加的水资源竞争性：
 冬季雨量增加/雪量减少—过早形成季节性径流高峰，秋季/冬季洪水增加，夏季水供应减少
 内华达山脉和Cascade地区的年径流量可能增加
 旧金山湾和萨克拉门托/圣乔纳森三角洲地区夏季盐分含量可能升高
 湖泊和河流生态学改变—温水物种受益，冷水物种受到威胁(鲑鱼大马哈鱼)



VI. 美国中西部和加拿大草原

农业腹地—大多数为雨养农业，一些地区严重依赖灌溉：
 年河流流量减少或增加；流量可能在夏季大幅减少
 严重干旱发生的可能性增加
 半干旱地区干旱的可能性增加
 灌溉需求的增减和可用水量的不确定性—对农业收入、地下水位、河流流量和水质产生影响

VII. 大湖区

人口密集、工业化程度高的地区；湖水水位和流量的变异目前影响水电、航运和岸线结构：
 伴随径流的减少和湖水水位的下降可能的降水增加
 发电能力下降；航运水道深度降低
 湖面冰的覆盖面积减少一些年份无冰覆盖
 浮游植物浮游动物生物量的变化、鱼类的北迁、冷水物种可能灭绝

III. 洛基山地区(美国和加拿大)

南部人口迅速增加、北部人口轻微增加；灌溉农业、娱乐业、和城市化扩展增加了水的竞争；其他地区河流上游的面积：
 冬—春季雪线升高，降雪可能增加，雪融提前，过多的雨雪发生频率—季节性河流径流流量变化，夏季径流可能变小，夏季土壤水分减少
 河流温度变化影响物种组成；使冷水鱼更加孤立

VIII. 美国东北部和加拿大东部地区

大量的人口(主要是城市人口)普遍充足的水供应、大量的小水坝、但总的水库蓄水能力有限；人口稠密的冲积平原：
 雪覆盖量和覆盖期的减少
 流速及流量可能大幅度下降
 海岸侵蚀加速、咸水入侵沿海地下水
 冰冻/融在数量、时间方面的变化，影响春季洪灾
 沼泽生态系统可能消失
 鱼类的分布、迁移模式改变

IV. 西南地区

迅速增加的人口，对有限的地下水和地表水的依赖，边界地区的水质问题，濒危物种问题，对暴雨洪水的脆弱性：
 积雪场和径流量可能增加
 地下水量可能降低—水供应减少
 水温升高—对水生物种造成进一步胁迫
 强雨事件发生频率增加—洪水暴涨的风险增加

IX. 美国的东南部、墨西哥湾、大西洋中部地区

不断增长的人口—尤其是在沿海地区、水质/非点源污染源问题，对水生生态系统的胁迫：
 极端降水事件、飓风对人口密集的沿海冲积平原构成威胁
 可能的较低的基本流量、较大的峰流量、较长时间的干旱
 降水可能增加—径流/河流水流量可能增加或减少、流量变异增加
 墨西哥湾北部缺氧地区明显扩大—与降水量/非点源污染源相关的其他影响
 河口系统、湿地范围、生物活动和物种分布发生变化

图 TS-8：对北美地区水资源的可能影响。

(中等可信度)。总体而言,这将会产生较小的净的正面影响。生产者和消费者的农业福利将随适度的气候变暖而增加。然而,若气候进一步变暖,收益将会很快降低——甚至变成净的损失。美国大平原和加拿大草原地区干旱的潜力会增加。在加拿大,粮食产区有限北移的机会也可能增加。

CO_2 直接的生理效果所增加的产量以及农场和农业市场层次上的调节(如行为上的、经济上的、和制度上的)将会抵消一些损失。农场和农业市场层次上的调节对经济的影响研究表明,气候变化对农业的负面影响可能被过高估计,因为这些调节还没有被考虑进去(中等可信度)。但是,农民对投入和产出的选择的能力很难预测,这将依赖于市场和制度。[15.2.3.1]

5.6.5 森林和保护地

据预测,气候变化在未来50–100年内,无论是森林面积还是其生产力都将可能增加(中等可信度)。然而,气候变化会引起一些“干扰因子”(如火、虫害爆发)的性质和范围的变化(中等可信度)。极端或长期气候变化情景表明,大面积扩展森林范围的可能性降低(低可信度)。

有明显的证据表明,气候变化会使特殊的生态系统类型消失——高山地区、特殊的沿海湿地(如盐沼)和内陆湿地(高可信度)。通过有计划的保护工程,特别是确定和保护那些已受到威胁的生态系统,这是一种适应对策。由于有适应性的管理,受到管理的木材产地比没有管理的地区受气候变化的影响较少。[15.2.2]

5.6.6 人体健康

包括疟疾、登革热等由病原体产生的疾病其范围可能扩展到美国甚至发展到加拿大。由扁虱传播而发生的莱姆关节炎也可能扩展到加拿大。然而,社会经济因素如公共健康措施,将会在决定这些疾病的存在与否和存在范围方面起着重要作用。与水有关的疾病可能会随气温和水温的变暖而增加,并伴随农业和城市地区的强径流事件的发生。对流性风暴频率的增加可能导致与暴风雨有关的哮喘病例更多地发生。[15.2.4]

5.6.7 公共和私营保险系统

通货膨胀带来的灾难性损失,在北美过去30年内增加了8倍(高可信度)。私营承保机构(特别是财产保险)的出现甚至过剩以及再保险正在涌现,而且,与气候有关的利润损失和无力偿还已经时有发生。随着变富裕及人口向脆弱地区的迁移,北美的保险(占全球的59%)损失正在增加。保险业对这些变化的脆弱性因地区而异。

最近的极端事件已经使保险公司有了一些应对措施,包括增加对建筑物的标准和灾害准备方面的关注。保险公司的传统措施起初是基于历史上的气候经验;最近,他们已开始利用模型来预测未来与气候有关的损失,其前景令人惊讶。政府作为承保者或救灾者起着主要作用,特别是当私营保险公司无法承保时。

5.7 极地地区

正如所预料的那样,极地地区的气候变化与地球上其它地区相比是变化最显著的地区。北极地区二十世纪100年来的数据表明:绝大多数地区的增温趋势在 5°C 范围内(极高可信度),降水亦增加(低可信度)。在加拿大东部有一些地区气候冷凉。海冰的覆盖范围每十年减少2.9%,1978–1996年期间海冰的厚度已逐步变薄(高可信度)。据统计,自1915年以来,整个欧亚大陆春季降雪已明显减少(高可信度)。永冻土面积已减少并开始变暖(极高可信度)。在一些地区,永冻层之上的季节性融冻层的厚度增加,形成了新的大范围永冻土融化区。在南极,随着冰架的显著减少,南极半岛气候变暖的趋势十分明显(极高可信度)。在南极大陆,高山陆地植被的范围正在增加(极高可信度)。其它地区变暖趋势不明显。在20世纪50年代中期到70年代初期,南极海冰后退了3个多纬度;不过自从1973年以来,它并没有显著变化(中等可信度)。[16.1.3.2]

北极对气候变化极端脆弱,像预计的那样,对自然、生态以及经济方面的主要影响正迅速显露出来。各种反馈机制将会引起一种放大响应,其结果将对其它系统和人类造成一系列的影响。在陆地和海洋将会带来不同的物种组成,种群分布向极地迁移,人类社区传统的生活方式将受到严重破坏。在北极的发达地区和永冻层极为丰富的冰区,要特别关注以减少正在融化的永冻层所带来的不利影响,如对建筑物和交通的严重破坏(极高可信度)。当然,气候变暖也将带来一些有利的影响,如减

少了对热能的需求。北冰洋海冰大量减少将会对开通北极海洋线路和生态旅游带来好处，这将给北极贸易和当地通讯带来很大的潜在利益。[16.2.5.3, 16.2.7.1, 16.2.8.1, 16.2.8.2]

在南极地区，预测的气候变化将会慢慢地产生影响（高可信度）。因为在较长的一段时期内，这些影响都将会发生，即使在温室气体排放已经稳定后，这些影响也将继续持续较长时间。例如，对极地大冰原和全球海洋环流式的影响将是缓慢而持久的，在未来的几个世纪内这都将是不可逆转的，并且会引起世界其它地方的变化，包括海平面上升。据预测，南极半岛周围的冰架将会进一步大量减少。随着生物活动的加强和鱼类生长速率的提高，变暖的气温和海洋冰块的大幅度减少很可能还会对南部海洋的生态和自然海洋产生长期影响。[16.2.3.4, 16.2.4.2]

极地地区包含许多气候变化的驱动因子。据预测，由于复杂的物理和生物学过程的作用，大洋洲南部吸收的碳将大量减少。由水分含量变化所引起的冻土地带的温室气体排放、暴露的沼泽的分解以及永冻层融化都将增加。高反射率的冰雪范围减少，将会加大变暖的趋势（极高可信度）。由北极增加的径流量和雨量、南极冰架的融化、以及海洋冰块减少，将淡化海水，其结果将减缓北大西洋和大洋南部的温盐环流，并且减少深层海水的交换量。[16.3.1]

自然极地生态系统对气候变化的适应主要是通过物种的迁移和改变物种的组成。一些物种可能濒危（如海象、海豹、极地熊），而另外一些物种则可能会壮大起来（如北美驯鹿和鱼类）。尽管这些变化可能对许多当地生态系统和特殊物种造成破坏，但未来气候变化将可能最终使得极地自然生态系统的总体产量有所增加。[16.3.2]

按照传统生活方式生存的土著居民，适应气候变化的机会非常有限（极高可信度）。海冰、降雪季节、居住地以及食物种类多样性的变化，都将影响狩猎和采集活动，并且可能威胁长期流传下来的传统和生活方式。技术上比较发达的社区，可能会变更交通模式、增加投资以利用新的商业和贸易机会，较快地适应气候变化。[16.3.2]

5.8 小岛国

气候变化和海平面上升将给小岛国带来严重威胁，这些小岛国广泛分布于太平洋、印度洋、大西洋、以及加勒比海和地中海周围地区。小岛国的特征表明，其与海洋相比而相对较小的陆地面积、有限的自然资源、地理位置上的相对孤立性、极小的经济开放程度，对外部冲击、对自然灾害和其它极端事件具有高敏感性；迅速增加的高密度人口、较差的基础设施、有限的资金、人力资源、以及技能，都使其脆弱性增加。这些特征限制了小岛国减少和适应气候变化及海平面上升的能力。[17.1.2]

许多小岛国已经或正在受到目前海洋和大气状态大范围的年际间变异的影响。结果小岛国受到的最明显和最直接的影响可能与降雨时段的变化、土壤水分收支、盛行风（风速和风向）、短期的区域和当地海平面变异、海浪运动模式有关。在过去和现在的气候趋势和气候变化中已经证实这些变化，即：平均温度每10年上升0.1°C、在被调查的大多数小岛国所处的热带海洋地区的海平面每年上升2毫米。对不同地区所观测到的数据进行分析表明，水面空气温度的升高远远大于全球变暖的速率，特别是在太平洋和加勒比海地区。太平洋和加勒比海地区降雨量变异的记录显示出了与ENSO的发生有密切关系。然而，这些变异部分可能是由于热带地区和南太平洋辐合区的转移，这种转移对雨量变异的影响还须进一步研究。对目前海平面变化趋势的解释当然也受制于观测记录，特别是受制于潮汐测量标准的限制。[17.1.3]

5.8.1 公平和可持续发展

虽然小岛国对全球温室气体排放的贡献并不显著，但未来气候和海平面上升对这些国家的影响可能是相当严重的。小岛国适应能力弱、对外部波动高度敏感、以及对自然灾害高度脆弱，这些将会影响到几代人。对以可持续模式发展的大多数小岛国来说，其对气候变化的适应将是极端困难的。[17.2.1]

5.8.2 沿海地区

小岛国已经遭受影响的大部分沿海地区的变化都归因于人类活动。据预测，在未来100年中海平面每年上升5毫米，将会加重对沿海地区进一步发展的影响，对沿海是负面影响（高可信度）。反过来，由于自然恢复能力的降低和适应成本的增加，将增加沿海环境的脆弱性。由于影

响的严重程度因地区而异，一些小岛国最需要考虑的是它们是否有足够的潜力来适应在其国内的海平面上升。
[17.2.2.1, 17.2.3]

5.8.3 生态系统和生物多样性

据预测，未来的气候变化和海平面上升将影响物种组成及其竞争。据估计，每三个已知的濒危植物中就会有一个是岛上特有物种，而岛上特有鸟类则有23%面临濒危。
[17.2.5]

依赖于稳定的环境条件的珊瑚礁、红树林和海藻床将受到气温升高、海水温度升高和海平面上升的不利影响（中等可信度）。偶尔发生的海面温度升高，已经使遭受大范围珊瑚白化的珊瑚数量受到影响。红树林通常生长在热带营养／沉积物富积的海岸和海湾地区，由于人类活动已经发生了改变。海平面升高可能会影响为海岸和其它资源提供保护的红树林向陆地、沿岸迁移。海面温度增加对已经遭受了来自陆地污染和径流胁迫的海藻群落产生负面影响。在上述这些系统里，依赖于此而栖息和繁衍生息的鱼类数量可能受到负面影响。
[17.2.4]

5.8.4 水资源、农业、和渔业

水资源和农业是非常重要的问题，因为大多数小岛国都拥有有限的耕地和水资源。社区依赖于来自集水区的雨水和极为有限的淡水。另外，种植业主要集中于或靠近沿海，低洼小岛和珊瑚礁岛上更是如此。由于海平面上升，地下水位和土壤盐渍化的改变将对当地的许多主食作物，如芋头，产生很大影响。

虽然捕鱼主要是手工或小规模的商业行为，但对于许多小岛来说，捕鱼是他们的一项重要活动，而且对小岛居民的蛋白的摄入起着很重要的作用。在未来气候变化条件下，许多鱼类和甲壳类动物的繁殖场所和栖息地都将面临越来越多的威胁，如红树林、珊瑚礁、海草床和盐池。在未来气候变化下都将面临越来越多的威胁。在许多小岛国，水资源、农业和渔业对目前已经观测到的海洋和大气状态的变异很敏感，随着未来气候和海平面的变化，这些影响将很可能加剧（高可信度）。
[17.2.6, 17.2.8.1]

5.8.5 人体健康、居住地、基础设施和旅游业

在小岛国，一些人类系统也将受到未来气候变化和海平面上升的影响。许多热带岛屿地区的人体健康问题应该得到重视，因为这些热带岛屿正在经受病原菌和水生疾病的侵袭，而这些疾病可能与ENSO现象、干旱和洪水有关。极端气候事件也会对一些地区的福利造成巨大负担，这些负担在未来将会增加。在小岛国，几乎所有的居住地、社会经济设施、以及诸如旅游之类的活动都位于或靠近沿海区域。旅游是许多小岛国的国家税收和就业的主要来源（表TS-13）。气温和降雨区域的变化，就像海滩减少一样，会损害许多小岛国的经济（高可信度）。这些地区对未来气候变化和海平面上升非常脆弱，所以通过执行持续的合理使用资源的计划项目来保护和繁荣海滩及景点是非常重要的。沿海区域的整体管理已被许多小岛国作为一项旅游业可持续发展的行之有效的方法之一。
[17.2.7, 17.2.9]

5.8.6 社会文化和传统资产

某些传统的岛屿资产（物品和服务）也将受到气候变化和海平面上升的威胁。这些有用的资产包括生存和传统技术（技能和知识）以及有凝聚力的社区结构，这些结构在过去曾使这些小岛在遭受各种袭击后得以恢复。海平面上升和气候变化加之其它环境胁迫，已经破坏了在许多太平洋岛国的独特文化和宗教遗址、传统的世袭资产以及一些重要的沿海保护地区。
[17.2.10]

6. 适应性、可持续发展和公平性

虽然气候变化适应措施既需要资金投入也不一定能完全避免其破坏作用，但却具有持续降低气候变化不利影响和增强有利影响的巨大潜力。在自然系统中，适应性措施具有反应性，而在人类系统它也具有可预见性。图TS-9举出了气候变化适应性的几种类型和例子。对气候变率和极端事件采取适应性措施的经验表明，无论是公共部门还是私营部门，真正采取潜在的适应性措施都有困难。私营部门或市场驱动的部门或区域适应性措施，其实施程度和有效性受到其它因子、制度条件和市场失灵的各种因素的限制。到目前为止，尚没有证据显示私营部门适应性能够用来补偿气候变化对自然环境的破坏作用。在某些情况下，适应性措施可能会带来没有预料到

表 TS - 13: 旅游业对一些小岛国的重要性。

国家	游客数量(千人) ^a	游客数占总人口的百分比 ^a	旅游收益 ^b	
			占 GNP 的百分比	占出口的百分比
安提瓜岛和巴布达	232	364	63	74
巴哈马	1618	586	42	76
巴巴多斯	472	182	39	56
佛得角	45	11	12	37
科摩罗(群岛)	26	5	11	48
古巴	1153	11	9	n/a
塞浦路斯	2088	281	24	49
多米尼加	65	98	16	33
多米尼加共和国	2211	28	14	30
斐济	359	45	19	29
格林纳达	111	116	27	61
海地	149	2	4	51
牙买加	1192	46	32	40
马尔代夫	366	131	95	68
马耳他	1111	295	23	29
毛里求斯	536	46	16	27
巴布亚新几内亚	66	2	2	3
圣基茨和尼维斯	88	211	31	64
圣卢西亚	248	165	41	67
圣文森特	65	55	24	46
萨摩亚	68	31	20	49
塞舌尔	130	167	35	52
新加坡	7198	209	6	4
所罗门群岛	16	4	3	4
特立尼达和多巴哥	324	29	4	8
瓦努阿图	49	27	19	41

^a 指 1997 年入境游客量相对于人口的比值。

^b 旅游收益的数据为 1997 年的有：巴哈马、佛得角、牙买加、马尔代夫、马耳他、毛里求斯、萨摩亚群岛、塞舌尔、新加坡、所罗门群岛；数据为 1996 年的有：安提瓜和巴布达、古巴、多米尼加、多米尼加共和国、斐济、格林纳达、海地、巴布亚新几内亚、圣卢西亚、圣文森特；数据为 1995 年的有：巴巴多斯、科摩罗(群岛)、塞浦路斯、特立尼达和多巴哥、瓦努阿图；数据为 1994 年的有：圣基茨和尼维斯。

的后果，如对环境的破坏。如仅靠自发反应和自动适应气候变化产生的叠加影响，其生态、社会和经济代价将是巨大的。这些代价大部分可以通过有计划和可预见的适应措施来避免。如果设计周密，许多适应性战略能够在近期和将来带来多种效益。然而，这些措施的可操作性和有效性也有一定的局限。适应性能力的加强将减少行业和地区对气候变化包括变率和极端事件的脆弱性，并促进行业或地区的持续发展和公平性。[18.2.4, 18.3.4]

如果不考虑自发性的适应措施，有计划的和可预见的适应措施在降低气候变化脆弱性以及提供一些和气候变化相关的机遇方面也具有很大的潜力。通过公共代理机构提供适应设施也是社会适应气候变化的一个重要方面。适应性政策、项目和措施的实施一般都会带来即时

和长远效益。对当前气候和与气候相关联的危害（比如复发性的干旱、风暴、洪水和其它极端事件）的适应性通常

	预见性措施	自发性措施
自然系统		<ul style="list-style-type: none"> 生长季节长度的变化 生态系统组成的变化 湿地地理位置的迁移
私营部门	<ul style="list-style-type: none"> 购买保险 在高处建造房屋 重新设计钻探平台 	<ul style="list-style-type: none"> 农业措施发生变化 保险费用发生变化 购买空调
人类部门	<ul style="list-style-type: none"> 预警系统 新的建筑法规和设计标准 移居的鼓励机制 	<ul style="list-style-type: none"> 对支付进行补偿和补贴 强制性的建筑法规 海滩维护

图 TS-9: 气候变化适应性的几种类型，包括例子。

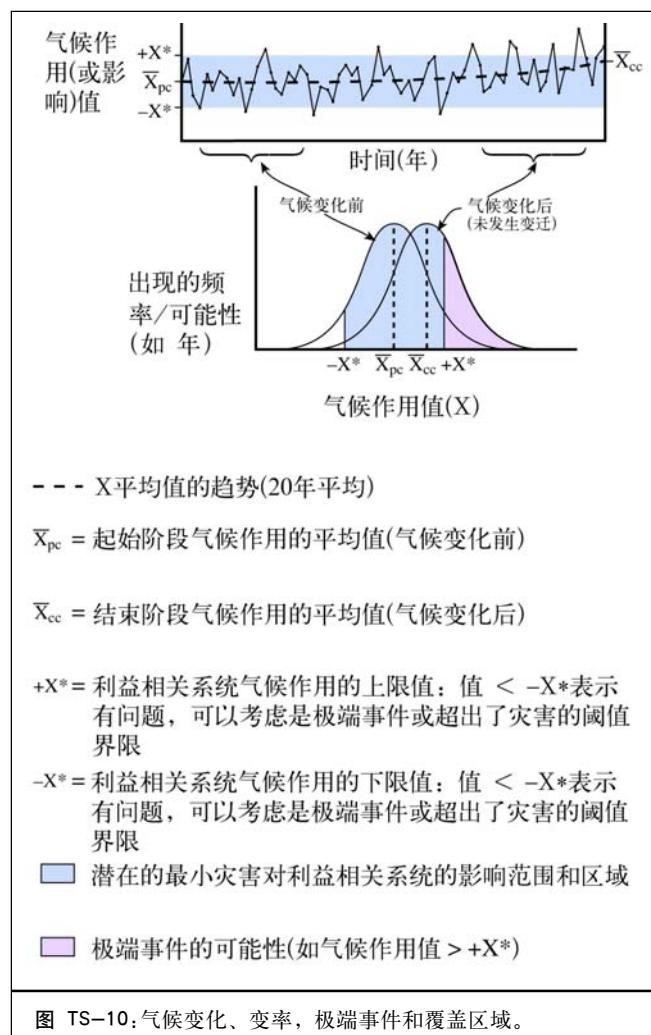


图 TS-10: 气候变化、变率、极端事件和覆盖区域。

与正在和已经变化了的气候条件的适应措施一致。只有当适应性措施和应对非气候逆境的决策或项目保持一致, 或在综合考虑的时候, 才可能得到有效的实施。与气候变化相联系的脆弱性很少独立于非气候条件之外。气候因子的影响是通过经济和社会的压力体现出来的, 根据这些状况可以对气候适应性(由个人、团体和政府实施的)进行评估和应用。适应性措施的费用通常相当于其它的管理或发展费用的一小部分。为了提高有效性, 气候变化的适应性措施必须考虑非气候逆境, 必须与现在的政策、规范、发展目标和管理结构相一致。[18.3.5, 18.4]

气候变化脆弱性和适应性的主要特点在于它总是同气候变率和极端事件密切相关, 而不是简单地和平均变化状态相联系(图 TS-10)。几个世纪以来, 社会和经济总在不断地通过各种方式适应气候。大多数的行业、地区和社区总是能够采取措施适应平均变化的状态, 特别是当变化是一个逐渐的过程时。然而, 气候变率和极端

事件带来的损失是严重的, 在一些行业还正在增长。这些损失表明自发的适应性已经不足以补偿气候条件短时性突变带来的破坏。缺乏适应频率变化和/或非均衡状态变化能力的社区更加脆弱, 尤其是对于气候变化引起的极端事件。未来的适应措施能否成功地抵消气候变化的不利影响取决于对气候变化、变率和极端事件的适应能力。[18.2.2]

6.1 适应能力

地区、国家和社会经济组织之间的适应能力千差万别, 而且也随时间的变化而变化。表 TS-14概括了各个行业的适应性措施和适应能力, 表 TS-15涵盖了TAR中各区域的此类信息。最脆弱的地区和社区最容易受灾害性气候变化的影响, 而且适应能力也十分有限。适应和对付气候变化影响的能力决定于其经济状况、科学技术水平、信息、技能、基础设施、制度和公平性等多个方面。如果一个国家经济资源匮乏、科学技术水平落后、信息不畅、技术力量不足、基础设施差、制度薄弱动荡、权利分配和资源利用不均衡, 就缺乏气候变化适应力且具有高度的脆弱性。如果组织或区域的适应能力受其中任何一个因素的限制, 它们对气候变化灾害的脆弱性就会加大, 正如它们对其他逆境更脆弱性一样。[18.5, 18.7]

6.2 发展、可持续性和公平性

各种要求提高适应能力的活动和促进可持续发展的活动在本质上都一致。提高适应能力是降低脆弱性的必要条件, 特别是对于最脆弱的地区、国家和社会经济组织。许多对气候变化脆弱的地区和行业也承受着其它因素的压力, 诸如人口增长和资源枯竭。通过降低资源消耗、提高应对环境危机的管理水平、提高适应能力等完善政策的行动, 可以使适应气候变化和可持续发展目标相得益彰。气候适应能力以及公平性目标可以通过主动改善社会最贫困人口的福利水平得到共同发展, 例如, 提高粮食安全性、配备安全供水和健康保健设施、提供住房和其它资源。虽然他们还没有将气候变化、变率考虑到风险之内, 各种开发决策、可能并没有考虑气候变化和变率的风险, 但都对完善一个地区和社区的适应性能力具有重要的作用。在发展模式的设计和实施中主动考虑到气候的风险性对于降低脆弱性、实现可持续发展非常必要的。[18.6.1]

表 TS-14：各部门的适应性和适应能力（第4章至第9章的主要发现）。

部门	主要发现
水资源	<ul style="list-style-type: none"> — 水资源管理者具有适应变化的经验，许多现有技术可以作为适应性选择措施加以评估和利用。然而，由于气候变化的普遍性，一些传统的适应性措施可能会被剔除，一些可利用的适应性措施也经常得不到应用。 — 适应性可包括对供应方（例如改变基础设施或者制度上的安排）和需求方进行的管理（如改变要求或减少风险等）。无论气候如何变化，现有的大量的无悔性政策都将产生净的社会效益。 — 对水资源管理者而言，气候变化只是众多压力中的一个。尽管在未来的资源管理中越来越多地考虑到了水管理决策，但还没有任何管理决策只是应对气候变化的。有些脆弱性超出了水管理者的常规职权。 — 气候变化对水资源影响的经济成本评估在很大程度上依赖于适应性的假设，经济上最佳的适应措施可能受到与不确定性、制度和公平相关的限制因素的制约。 — 通过脆弱性问题的暴露和公众对气候危险性认识的提高等，极端事件常常成为水资源管理变革的催化剂。气候变化改变了极端事件和变率的指标，并使适应性决策复杂化。 — 适应性能力受到制度可行性、财力、管理科学、计划的时间框架、组织和法律框架、技术和人口流动等的影响。 — 水资源管理者需要变化研究和管理工具以帮助决策适应不确定性和变化，而不是改善气候情景。
生态系统及其服务功能	<ul style="list-style-type: none"> — 适应一些生态系统服务功能的丧失是可能的，特别是在管理的生态系统中。而对自然生态系统，生物多样性造成损失的适应也许是困难的，或者根本不可能。 — 农业具有相当大的适应能力，包括改种作物和资源替代。但是能够考虑到气候变化和年间变率的适应性措施尚未明确。 — 农业具有适应的可能，但如果缺少足够的周转资金和均衡（或剩余）资金就不可能实现。 — 在自然资源极度贫乏和农民适应能力极其有限的地区，气候变化的不利影响会更大。 — 在许多国家，草原占有十分重要的地位，基础设施的缺乏和在资源管理上资金投入不足限制了适应性措施的选择。 — 商业林具有适应能力，反映了不确定状态下长期管理决策的历程。在土地利用管理（树种的选择）和产品管理方面（加工处理－市场）都具有适应性。 — 发达国家的适应措施比较完善，而发展中国家和经济转轨国家的适应能力则比较薄弱，特别是热带、亚热带地区的国家。
海岸地区	<ul style="list-style-type: none"> — 如果没有适应对策，全球变暖和海平面升高的结果将是灾难性的 — 海岸带的适应性不是简单选择一种技术去应对海平面的升高（战略目标是保护、适应或回退），这是一个复杂和多次反复的过程，而不只是一个简单的选择。 — 在适应措施选择与海岸带管理、减灾方案、土地利用规划和可持续发展战略有机结合时，他们将更容易被接受并更有效。 — 现有政策、发展目标将左右适应性措施的选择，这就要求研究者和决策制定者要朝着建立一个能够被普遍接受的适应性框架方面努力。 — 海岸系统对变化的适应能力同海岸恢复力大小有关，海岸恢复力的大小与其地貌、生态和社会经济组成有关。增强恢复力——包括应对影响的技术、制度、经济和文化的能力，是一个特别有效的适应性战略，为解决未来的不确定性和满足持续发展的需求提供了机会。 — 低影响和高适应能力的沿海社区和海洋产业部门受到的影响将最小，而经济资源不足、基础设施差、通讯和运输手段落后、社会支撑系统薄弱的社区则缺乏适应性措施，对气候变化较为脆弱。
人居、能源和工业	<ul style="list-style-type: none"> — 范围大、损失严重的气候变化影响的原因主要是由于极端气候事件变化造成的，这些极端事件超过了人类系统所设计的承受能力。 — 许多适应措施的选择能够降低人居对气候变化的脆弱性。然而，城市管理者，特别是在发展中国家，处理当前问题的能力（人居、卫生、水、能源）已经十分薄弱，再应对气候变化的风险，就会更加超出他们的处理能限。 — 资金匮乏、制度缺陷、缺乏合适和周密的计划是人类居所适应气候变化的主要障碍。 — 如果脱离了当地的基础条件、技术状况和受到支持的政治领导集体，就不可能有成功的环境适应措施。 — 适应能力及意愿具有一定的不确定性，这将阻碍对适应性和脆弱性的评价。

表 TS-14: (续)

部门	主要发现
保险和其它金融服务	<ul style="list-style-type: none"> — 在短期内,金融和保险服务对气候变化的适应措施可能会随着极端气候事件的频率和强度的变化而变化。 — 气候变化风险的增加将导致传统业务的扩展和新金融风险管理产品的发展,但造成损失的事件变率的增加将进一步加大实际上的不确定性。 — 金融服务公司对外部的剧烈变动具有适应能力,但尚没有证据显示气候变化也包含在其投资决策中。 — 金融行业的适应能力受相关的政策规范、公司从风险市场的回退能力以及与灾难储备相关的财政政策的影响。 — 适应性将引发公共和私营保险业作用的变化。与气候关联的损失在时间、频率和/或空间分布的变化都将使已经超负荷的政府保险和灾害援助项目的需求增加。 — 发展中国家在寻求适时的适应措施时面临一些特殊困难,包括资金不足、无法得到技术和政府没有计划支持。 — 保险公司适应措施包括提高保险价格、政策不可更新、废止新政策,限制最大保额和增加扣除部分——但这些活动可能严重影响发展中国家的资金投入。 — 发达国家一般具有较好的适应能力,包括利用技术、经济方式实现成本分摊。
人体健康	<ul style="list-style-type: none"> — 适应性措施包括社会、制度、技术或者行为方面的改进以降低潜在的不利影响,提高有利效应。有大量可供选择的适应性行动,可供全体居民、社区或者个人选用。 — 最重要和最经济的适应性措施是重建公共健康设施——在世界上许多地方,近几年来,公共健康设施已经减少。如果有足够的资金和公共健康资源,如培训、监视和紧急救护、预防和控制方案,许多由于气候变化可能会更加恶化的疾病和健康问题可能会得到有效的防治。 — 适应性措施的有效性将取决于时间,最初的防治目标是在事发前降低危险性,而第二步的“介入”则是为了防止在将来发生此类事件。 — 对气候相关胁迫的适应能力的决定性因素包括资源水平、管理的有效性及民政机构、公共健康设施的质量和原有的疾病情况。 — 适应能力也取决于对气候、气象、极端事件和传染性疾病之间关系的研究和认识。

7. 全球性问题及综合

7.1 气候变化影响的观测

20世纪的观测结果表明,气候变化已经对多种物理和生物系统产生了影响。这些与气候相联系的观测到的变化包括冰川的退缩、永冻层的解冻、冰冻期以及河流和湖泊解冻期的变化、北半球大多数中纬度和高纬度地区降水量和降水强度的增加、生长期的延长、树木花期提前、昆虫提早出现、鸟类提早产蛋等。已有资料表明,在全球所有的淡水、陆地和海洋环境中,区域性气候变化和所观察到的物理和生物系统的变化之间存在显著的统计相关性。^[19.2]

由于多种影响因子的存在(如土地利用变化,污染),形成区域气候变化与许多观测到的影响之间的联系会面临难于分辨的复杂局面。尽管如此,研究发现,已经明确了对区域气候变化敏感的系统,在处于典型的气候

变化环境中时,大约有80%的生物事例和99%的物理事例,其气候和物理或生物过程的关系与已经确定了的关系相一致(如冰川能量平衡的变化;温度超过生物临界值后,动植物生存区域的变化)。表TS-16显示近450种生物过程和物种变化都同区域温度变化有关,图TS-11标识了已经研究报道的受区域温度变化影响的区域位置,这种一致性进一步表明,区域气候变化和已发生的物理和生物系统的变化是相联系的。根据观察到的变化,可以肯定地讲,20世纪的气候变化已经对许多物理和生物系统产生了可以察觉到的影响。20世纪所观测到的生态和物理系统的变化显示这些系统对气候变化十分敏感,尽管这种气候变化相对于预测的21世纪的气候变化要小的多。生物系统对长期气候变化的高度敏感性从史料中也得到了证实。^[19.2.2]

区域气候变化对物理和生物系统的影响迹象要比对社会和经济系统的影响更加清晰、明了,因为社会和经济系统还同时受许多复杂的与气候无关的冲击,如人口

表 TS-15: 地区的适应性和适应能力 (第10章至第17章的主要研究结果)。

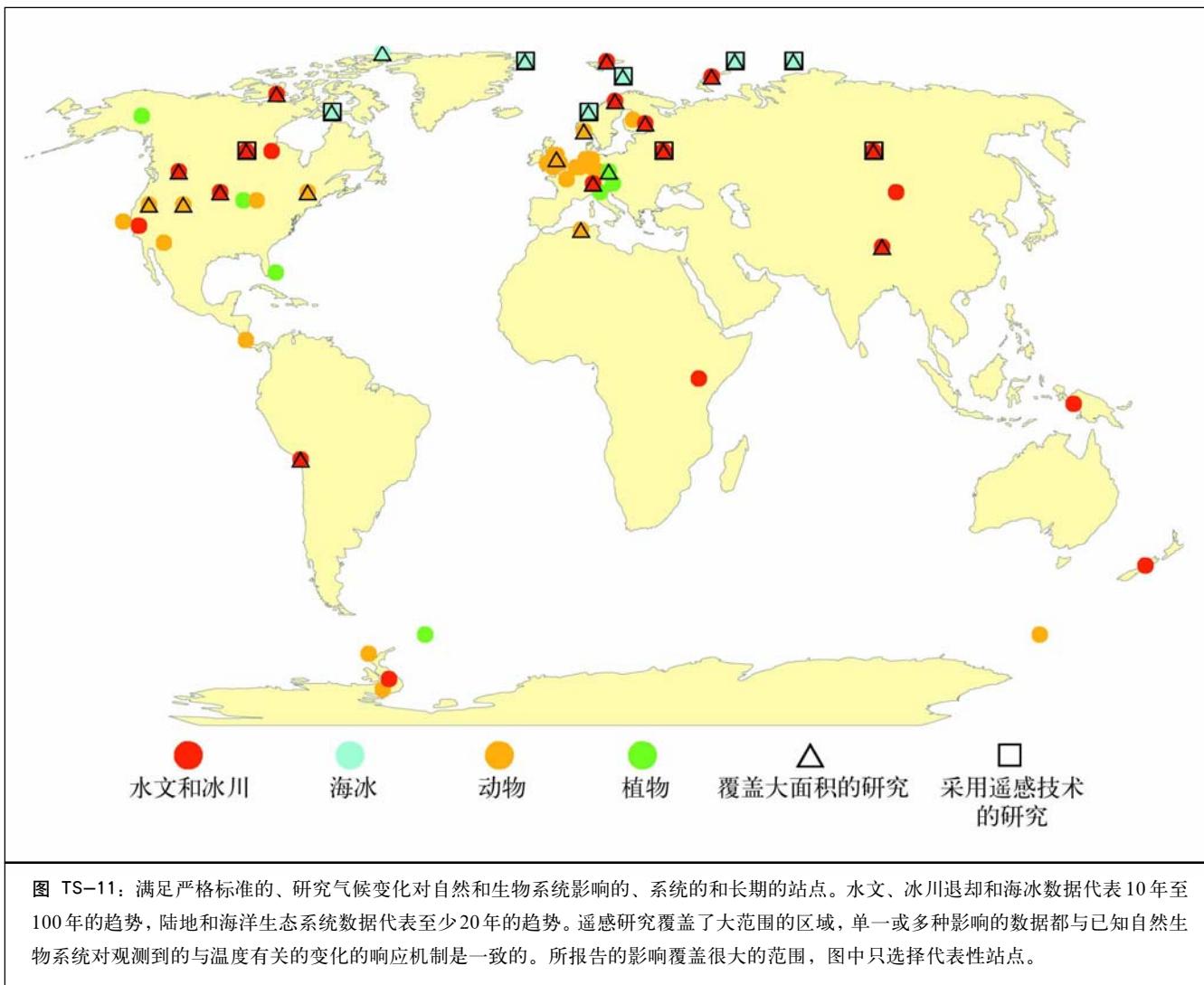
地区	主要研究结果
非洲	<ul style="list-style-type: none"> — 适应性措施将提高应变能力，并在水资源（灌溉和水资源再利用，水库和地下水资源管理，脱盐处理）、农业（作物改变、技术、灌溉、畜牧业）、林业（本地树种的再生，高效率节能灶具、可持续的群落管理措施等）等方面已经获得了净效益。 — 如果没有适应性措施，气候变化将通过改变生态系统、引起物种的迁移和灭绝而显著降低野生自然保护区的作用，这说明非洲生态系统和经济系统十分脆弱性。 — 国家间风险共担的办法将增强适应性对策，包括灾害管理、风险通告、紧急状态撤离、水资源的合作管理等。 — 大多数非洲国家对气候变化的适应能力极差，这主要是由于该地区普遍比较贫困、周期性的干旱、土地分布不均衡和对雨养农业的极大依赖，从而限制了其适应能力的提高。 — 为了增强适应能力，这要求当地的执政者在政策制定和气候适应性合作方面能够采用广泛的可持续发展策略。
亚洲	<ul style="list-style-type: none"> — 土地资源、水资源、粮食生产、灾害防备是需要优先考虑应用适应性措施的领域，特别是比较贫困和对资源依赖性大的亚洲国家。 — 为应对与气候变异相关的脆弱性，要求采取适应性措施的领域包括人体健康、海岸住宅区、基础设施和粮食安全。亚洲大多数地区应对气候变化的能力比较薄弱。在一些国家，灌溉技术的推广和应用将十分困难和昂贵。 — 对亚洲大多数发展中国家来说，气候变化仅仅是众多需要处理问题中的一个，如近期需要解决的问题包括饥荒、水供应和污染、能源等。能够用来适应气候变化的资源是有限的。适应性措施要同发展活动紧密相连，在适应性选择的评价时应考虑这些活动。 — 气候变化的早期迹象已经被发现，而且在未来10~20年将变得更加清楚。如果这时还不及时设计并实施适应性对策，要想避免出问题可能就太迟了。长期的适应性需要采取有预见性的行动。 — 地区和国家范围内应用广泛的预防措施减少灾害对经济和社会的影响非常有效，这些措施包括公众灾害意识的培养、保险的推广。 — 有效的适应性措施的形成需要地方的参与，包括社会团体理解及对资源持续管理过程中多重冲击的认可。 — 国家之间的适应性能力存在差异，适应能力的大小决定于社会的结构、文化、经济能力和环境破坏程度。限制因子包括资源贫乏、基础设施落后、贫困、收入不均、制度不健全和技术落后等。 — 亚洲在如何利用机会制定可持续发展的战略，使得对气候变化敏感的地区能够增强恢复力以适应气候变异方面面临挑战。 — 通过采用系统的研究方法、强调多个胁迫因子间的相互作用和减少对气候情景的依赖性，将可制定更好的适应战略。
澳大利亚和新西兰	<ul style="list-style-type: none"> — 需要需要适应性措施来管理由于气候变率和极端事件引发的风险。畜牧经济和社区被认为对气候变化具有一定的适应能力，但对于干旱频率的增加或干旱期的延长却是十分脆弱的。 — 适应性选择包括水资源管理、土地利用方式及政策、基础设施的工程标准和健康服务等。 — 当适应性措施同广泛的生态和社会环境相协调时，这种适应性措施是可行的，它将会产生净的社会和生态效益，而且会被利益相关者采用。 — 适应性措施可能会由于短期和长期的计划之间存在一定的冲突而受到限制。 — 贫困的社区包括许多土著居民，由于经常露天生活，缺少足够的房屋、医疗保健和其他适应性资源，对于与气候关联的灾害和健康胁迫特别脆弱。
欧洲	<ul style="list-style-type: none"> — 由于强大的经济实力、稳定的人口（具有迁移能力）和完善的制度、技术支撑体系，社会经济系统的适应性潜力很大。 — 人类活动和自然环境对当前天气扰动的响应有助于确定未来气候变化下的临界敏感。 — 森林方面的适应要有长期计划，不太可能及时采用适应措施。 — 对农场的分析表明，如果充分地采用了适应性措施，有可能大大降低不利影响。

表 TS-15: (续)

地区	主要研究结果
	<ul style="list-style-type: none"> — 自然生态系统的适应性一般都较低。 — 许多边远贫困地区对气候变化的适应能力较低，因此，如果没有合适的应对政策，气候变化将导致更为严重的不公平。
拉丁美洲	<ul style="list-style-type: none"> — 适应性措施具有降低农林业与气候相关的损失的潜力。 — 通过水资源的管理能够提供一些机会来适应水资源短缺和洪涝等。 — 在渔业上采取的适应性措施包括改变捕捞品种和提高价格可以减少损失。
北美洲	<ul style="list-style-type: none"> — 气候和海平面的快速变化对社会和经济系统的冲击将拉动对适应性措施的需求。在某些情况下，适应性措施可能带来净效益，特别是在气候变化比较缓慢的情景下。 — 大多数领域的利益相关者相信存在有效的适应性技术，但是需要付出一定的社会和经济代价。 — 在农林业方面，适应性措施被认为是最可能成功的。然而，在水、健康、食品、能源和都市等方面的应用，还需要完善制度和基础设施。 — 在水资源方面，对季节性地表径流变化的适应包括贮存、联合供应管理和调水。继续保持当前这种非常可靠的供水或许不太可能，特别是调水用于高附加值的情况下。诸如“水市场”这样的适应性措施可能会引起对其可获得性的担忧以及配水优先权的冲突。 — 适应性措施，如堤坝常常能够成功地解决天气变化造成的水资源波动，但这也可能导致增加极端事件的脆弱性。 — 通过保护性项目实施的适应性措施，比如对受气候变化严重威胁的生态系统的保护，如苔原和湿地，一般具有中等程度的适应性潜力，但弥补对水生生态系统的不利影响就可能十分困难或者根本不可能。
极地	<ul style="list-style-type: none"> — 在极地，可以通过物种的迁移和改变物种的组成来适应气候变化。海象、海狮和极地熊可能受到气候变化的威胁，而另外一些物种（如一些鱼类）也许会因气候变化而兴旺起来。 — 由于沿袭传统的生活方式，土著社区对气候变化的适应潜力十分有限。 — 虽然资金的高投入可能导致维持原有生活方式的代价增加，但技术发达社区可能能够很好地适应气候变化。 — 适应性依赖于技术进步、制度安排、资金提供和信息交流等。
小岛国	<ul style="list-style-type: none"> — 对适应气候变化的要求与日俱增，即使全球减少未来温室气体排放的条约迅速实施。 — 大多数适应性措施将由这些小岛国的居民和团体进行实施，要实施这些适应性措施，需得到政府的支持。 — 需要在综合降低风险措施和其他行业的激励政策方面取得进展，比如持续发展计划、灾害预防和管理、海岸综合管理、健康保健计划。 — 海平面升高的适应性措施是后撤、适应和保护。向高地迁移、抬升地面和建造防洪堤等措施似乎没有实际应用价值，特别是在受到自然空间大小限制的情况下更是如此。 — 减少健康威胁程度的措施包括健康教育计划、健康保健设施、垃圾和固体废弃物的管理、灾害预防计划等。 — 岛上居民利用传统的知识、适宜本地的技术和习惯的方法，已经开发了一些适应气候变化的措施。但由于国家的物质、资金和技术的限制、人力资源技能的短缺、缺乏租地使用权保障、过度拥挤和建设用资源的限制，这些小岛国在总体上适应能力还比较低。 — 许多小岛需要外部资金、技术和其他方面的援助来提高适应能力。通过区域合作和有限资源共享，也许能提高小岛国对气候变化的适应能力。

增长和城市化。初步结果显示，20世纪区域气候变化已经影响到部分社会和经济系统（例如在一些地区洪涝和干旱危害的加剧，也使相应的保险受到的影响增加）。对

这些观测到的区域影响，无论是一致性的还是有其它的解释，在确定气候变化是否正在影响这些系统时，也仅仅是低或中等的可信度。[19.2.2.4]



7.2 关注气候变化的五个理由

对有关气候变化影响、脆弱性和适应性的一些现有知识进行综合，得出以下需关注气候变化的五方面的理由：独特并受到威胁的系统、全球总体影响、影响的分布、极端天气事件和大范围的异常事件。对方面的关注有利于理解人类引起的气候变化的脆弱性和潜在利益，这也有助于决策者仔细考虑，什么可能是构成对气候系统的人为干扰（UNFCCC 的第二条内容）。没有哪一个单方面的影响会比其他方面的影响更重要。

图 TS-12 显示了与所关注的理由相关的气候变化作用的定性结果。在全球平均气温³小幅度升高的情况下，一些相关的理由显示潜在的不利影响，而另外显示一些不利影响或风险较小。在温度升高幅度较大的情景下，所有的证据都显示出潜在的不利影响，不利影响的大小

则随着温度升高而增加。温度升高和受影响程度之间存在高度的一致性。但估算的温度变化阈值估计的可信度一般比较低。这种阈值将确定气候变化影响不同类型。[19.8]

7.2.1 独特的和受到威胁的系统

全球平均气温小幅度的升高可能会对一些系统和种类产生显著的、不可逆转的危害，包括物种在当地、区域

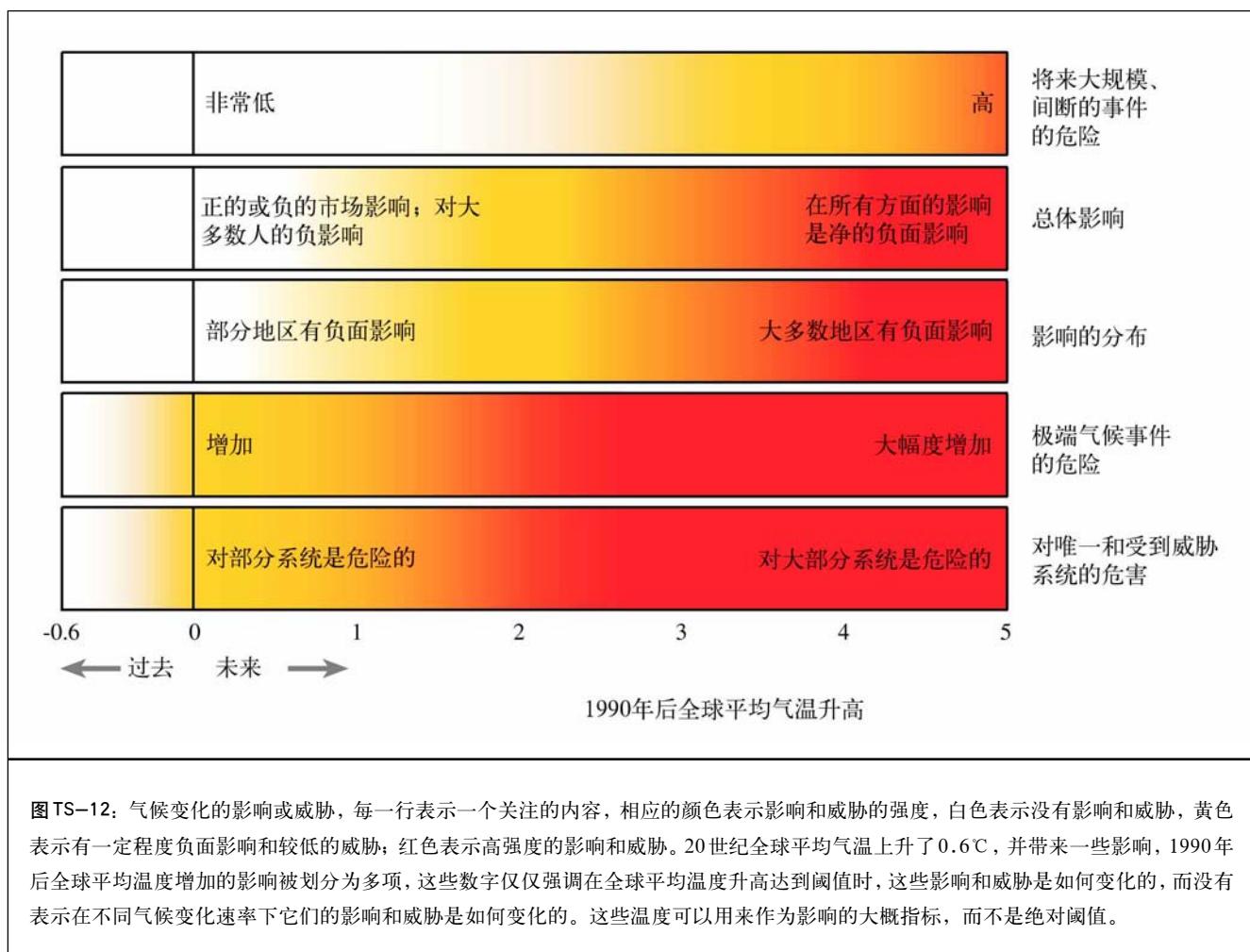
³ 与 1990 年相比，全球平均温度的升高水平可划分为 0~2℃、2~3℃ 和 >3℃ 的三个等级，并分别定为微度、中度和高度三个指标水平。由于已有文献足以证明 1~2℃ 的气候变暖事实，因此“微度”指标水平涉及的温度范围较大。这些变化的强度应该作为何时可能产生影响的一个模糊指标；它们不是特意定义的绝对阈值，它们不能用来描述气候变化影响的各个方面，如气候变化速率及降雨变化、极端气候事件、海平面升高的滞后（潜在）效应等等。

表 TS-16: 研究发现与区域温度变化相关的过程和物种^a。

地区	冰川、雪的覆盖/融化、湖/河冰 ^b	植被	无脊椎动物	两栖和爬行动物	鸟类	哺乳动物
非洲	1 0	— —	— —	— —	— —	— —
南极洲	3 2	2 0	— —	— —	3 0	— —
亚洲	14 0	— —	— —	— —	— —	— —
澳洲	1 0	— —	— —	— —	— —	— —
欧洲	29 4	13 1	46 1	7 0	258 92	7 0
北美洲	36 4	32 11	— —	— —	17 4	3 0
拉丁美洲	3 0	— —	— —	22 0	15 0	— —
合计	87 10	47 12	46 1	29 0	292 6	10 0

^a 列中的数据表示各个地区物种数和变化，这些数据是在进行与区域温度变化相关的特定研究中获得的，为了完成该表，需要每一项显示物种或物种变化过程随时间的变化和区域温度随时间的变化。大多数研究都显示温度变化和物种变化之间具有显著相关性。第一个数表示在预测的全球增温的情况下物种或过程的数量；第二个数表示与预测全球温度升高相反情况下的物种或过程的变化数据。空白表示在该地区或者项目上没有进行研究。

^b 没有包括海洋冰盖。



和全球的消失。一些植物和动物物种、自然生态系统和人类聚居地居民对气候具有高度的敏感性。温度升高小于1°C的气候变化对它们的影响都是负面的。如果全球平均气温升高1~2°C，气候变化对物种和系统的负作用将更多并更严重，升温越高，影响越大。温度和其他气候因子变化的速率和量级越大，超过系统临界值的可能性也就越大。许多受到威胁的系统都处于一种危险状态，这种危险除来自气候变化外，还有其他非气候因素，如土地利用、土地利用变化和污染。^[19.3]

气温小幅度升高引起的气候变化，特别是在土地利用和土地覆盖变化的影响下，一些物种也许会遭受到在局地或全球灭绝的威胁。这些物种包括濒危物种、分布范围狭小和种群密度低的物种、对生存环境要求严格的物种、生境呈斑块状分布的物种。小幅度气温变化影响的种类包括坦桑尼亚的森林鸟类、中美洲的Peplendent Quetzal非洲的山地大猩猩、在新热带密林特有的两栖类动物、安第斯山脉的眼睛熊、Sundarban湿地特有的孟加拉虎和其他种类、南非好望角植物区系特有的对降水敏感的植物种类。受到威胁的自然生态系统包括珊瑚礁、红树林和其他海岸湿地、200~300米以上山区的山地生态系统、草原湿地、残留的原始草地、冷水和冷水鱼类生境、永冻层上生态系统和为北极熊和企鹅提供生存环境的生态系统。中度到强度的变暖而引起气候和海平面的变化，可能对人类居住区产生极大的危害，这些居住区包括低海拔海岸地区、海岛、冲积平原和山坡的居住区——特别是社会经济系统脆弱的居住区，如游民和非正常居住区。另一类受到潜在威胁的聚居地包括那些高度依赖于对气候变化敏感的自然资源的传统居民。^[19.3]

7.2.2 总体影响

随着温度小幅度的升高，市场行业的总体影响可能会使世界GDP增加或者减少几个百分点（中等可信度），对非市场行业的总体影响可能是负面的（低可信度）。少量的净影响来源于发达经济体，其生产占了全球的主体，并且气候变化对其影响可能是正面的。考虑到公平性，对贫穷国家影响更大，这种影响即使在中等升温的情况下也是负的。在这种气候变化情景下，即使净经济影响是有利的，但大多数人受到的影响仍可能是负的。随着中等到大幅度的升温，从气候变化中获益将越来越少，而损失将随之增加，所以，气候变化对全球经济必然造成

负面影响，而且随着温度的升高，负面影响也不断增加（中等可信度）。某些方面（如沿海地区和水资源），发展中国家和发达国家都可能受到气温升高的不利影响，而其他方面（如农业、人类卫生）在一些国家能够从气候变化中获得好处，而在其他国家仍然受到损害。^[19.5]

研究结果对许多假设都是敏感的，如地区气候变化、发展水平、适应能力、变化速度、影响评估、用于累加损失和受益的方法，包括折扣率选择。另外，这些研究并没有考虑一些潜在的重要因素，如极端事件的变化、对非气候驱动的极端事件的威胁的有利和补偿响应、区域气候迅速变化（来自洋流循环），多种胁迫的综合作用。因为不得不利用这些因素来解释总体影响的评估，但评估并没有包括所有类型的影响，特别是非市场影响，这说明气候变化对经济影响的总体评估的考虑是不完全的。考虑到对总体影响估计的不确定性，小幅度升温带来的负作用就可能被忽略。^[19.5]

7.2.3 影响的分布

相对而言，发展中国家更易受到气候变化的影响（高可信度）。发展中国家受到气候变化的负面影响可能比发达国家更严重（中等可信度）。小幅度的温度升高，对许多发展中国家的市场会产生负面影响（中等可信度），而对发达国家可能产生正面影响（中等可信度）。这种差异部分地归结于位置和敏感性不同（例如，对农作物而言，在中、高纬度地区，当前温度低于其所需的最佳温度，而低纬度地区却高于农作物需要的最佳温度），这种差异还部分地归结于发展中国家比发达国家的适应能力弱。在中等幅度升温的情况下，正面效应将转变为负面效应，原负效应进一步加重（高可信度）。这些研究结果并没有完全考虑气候变化的非市场作用，例如对自然系统的影响，自然系统对小幅度升温可能都十分敏感。易受影响区包括三角洲地区、低海拔的小岛国和许多在没有气候变化情况下水源都不充足的干旱区，在这些地区和国家，气候变化可能加剧对贫困人口的不利影响。由于缺乏资源应对和适应气候变化，可以推断，社会最贫困的成员最易受气候变化的影响。但是还没有研究结果解释气候变化对贫困人口和社会其他人口影响的分布。^[19.4]

在21世纪，随着时间推移，气候变化对非管理系统的的影响将会加剧，而对管理系统的影响可能加剧也可能

减弱。在 21 世纪，气候变化影响的分布受到多个因素的影响。由于温室气体浓度的增加，气候变化的程度也将增加。随着人口增长及其对土地、水、基础设施和其他资源需求的增加，加剧自然和社会系统脆弱性的非气候压力也可能随时间而增加。增加的人口、收入和财富也意味着有更多的人和人造财富要面对气候变化的影响，其结果如按美元不变价算，将可能增加对市场行业的损害，历史上已经有这样的例子。抵消这种影响趋势的因素包括增加财富、提高技术、完善制度，这些可以增强对气候变化的适应能力和降低脆弱性。[8, 19.4]

随着时间的推移，不管影响和脆弱性是增加还是减少，这种增加或减少可能部分地取决于气候变化和发展速度，而且对管理系统和非管理系统还存在差别。气候变化的速度越快，气候变化对未来的不利影响和超过系统承受临界值的可能性就越大。发展的速度越快，受到未来气候变化影响的资源也越多，当然未来社会的适应能力也越弱。相对于目前非管理的和轻度管理的系统，集约管理系统适应能力得到提高，效益将更显著。由于这个原因以及非气候因子在未来可能增加对自然系统的压力，自然系统的脆弱性将可能会随着时间的推移而逐渐增加（中等可信度）。[19.4.2, 19.4.3]

未来发展道路如可持续发展或者其他，将勾画未来气候变化的脆弱性；气候变化的影响也可能影响到世界不同地方可持续发展的前景。气候变化是人类和自然生态系统面临的众多冲击因子之一，这些因子影响的严重程度部分取决于人类社会所走的发展道路。所确定的发展方向对人类和自然系统的不利影响越小，它就越有可能降低气候变化对人类和自然系统的脆弱性。通过聚集财富、完善技术、信息、技能、建立适当的基础设施、卓有成效的制度和合理公平性等都可以增强适应能力，这也可以影响到未来人类社会和自然系统的脆弱性。通过改变粮食和纤维的生产能力、水的质量和供应、人类健康状况、将资金和人力资源用于适应气候变化，这些都可能使得气候变化影响问题对可持续发展前景产生影响。[18]

7.2.4 极端天气事件

许多气候影响与极端天气事件相联系，气候变化的作用也同样如此。极端事件的潜在破坏力随着极端事件的强度、突发性和不可预测性的增大而增大，极端事件

的这些特性使得要适应它们变得十分困难。一些发展模式可能更易于遭受极端事件影响，如沿海地区的大规模开发活动更易于遭受风暴潮和热带气旋袭击，从而增加系统的脆弱性。

许多极端气候事件发生的频率和强度会随着温度小幅度的升高而增加；当温度大幅度升高时，它们也将大幅度增加（高可信度）。极端事件主要包括洪水、土壤水分亏缺、热带气旋、高温和火灾等。极端事件影响通常作用于局地，可能强烈地影响到一些特殊行业和一些地区。极端事件的增加可能突破临界点或自然阈值，从而导致极端事件影响的规模迅速增加（高可信度）。多种连续发生的非极端事件也是一个难题，因为这种事件将耗尽保险和再保险公司的保险储备，从而降低适应能力。[8, 19.6.3.1]

极端事件发生频率和强度的增加将给全球各行业和各地区带来不利影响。农业和水资源易于受到水文和极端温度变化的影响；沿海地区的基础设施和生态系统会受到热带气旋和风暴潮频率增加的不利影响；随着温度升高，与炎热相关的生物死亡率将增加，而与寒冷有关的生物死亡率将会下降；洪水可能导致与水有关的传染病、寄生虫疾病的传播和流行，在许多发展中国家尤其如此。极端事件对金融业的危害影响到各种金融机构，从保险公司、再保险公司到投资公司、银行和灾害救济基金都将受到影响。极端事件统计结果的变化，意味着一些工程设计标准需要修订（如大坝、桥梁、建筑设计和分区制等的标准制定），这种修订将根据预计的回收期、经济运行评估和一些受天气影响的特殊企业的生存能力来制定。[19.6.3.1]

7.2.5 大范围的异常事件

人类活动引起的气候变化具有潜在触发地球系统发生潜在大规模变化的可能，这将可能在区域和全球范围内造成极其严重的后果。虽然目前对这种触发作用的可能性不太了解，但决不应该忽视这个问题，否则将造成严重的后果。可能被触发的极端事件包括北大西洋和南极深水循环的完全或部分停止、南极西部冰盖和格陵兰冰盖的分离、生物圈碳循环的紊乱。由于这些事件是受到气候系统各部分之间的复杂作用而触发的，因而很难确定这些大规模的、非连续事件发生的时间和概率。实

际的非连续事件的影响可能要滞后于触发因子几十甚至上百年。这些触发因子对气候变化的速率和尺度是敏感的。大幅度温度升高可能使气候系统出现大范围的不连续气候事件（中等可信度）。

这些不连续气候事件在地区和全球范围都可能造成严重的后果，但目前仍十分缺乏关于其深层影响的分析。几个气候模型模拟结果显示，在温度大幅度升高后，北大西洋的洋流将完全停止。虽然完全停止可能要在几个世纪后才发生，区域性对流的停止和洋流的显著减弱在下个世纪就可能发生。一旦这一事件发生，北大西洋地区的气候将会迅速发生变化，并对该地区的社会和生态系统产生影响。南极西部冰盖的融化塌陷将会使全球海平面升高几米，要想适应这一变化将是十分困难的。虽然这一事件真正发生需要几百年的时间，但这个过程可能在下个世纪被触发并不可挽回。温度升高将使海洋和陆地生物圈碳循环的反馈机制紊乱。陆地生态系统的净碳储存能力将出现饱和并下降——下个世纪这一情况将会发生，这将可能导致正反馈比负反馈占优势，并极大地增强地球变暖的趋势。[\[9.6.3.2\]](#)

8. 信息需求

虽然在气候变化认识方面有一定的进展，但关于物理、生态和社会系统对气候变化的影响、敏感性、适应能力、脆弱性的理解还存在相当大的差距。要优先考虑在这方面取得的进展，以促进理解气候变化对社会系统和自然系统的潜在影响，并有助于做可能的决策分析。

影响:有必要采用先进方法研究气候和其他非气候因子在局部范围的影响，以改善对气候变化潜在影响的理解，包括区域差异和区域内哪些系统需要对影响采取适应措施。该领域的研究应利用系统敏感性、适应性和脆弱性的研究结果，这些结果可确定气候影响因子的类型以及影响系统的非气候胁迫因素。这项研究特别需要在发展中国家开展，因为许多发展中国家缺乏历史数据、完善的监测系统和研究开发能力。发展当地在环境评价和管理方面的能力将有利于提高投资的效益。极端气候事件的频率和强度、气候波动和地球系统大规模突发事件如温盐环流的减慢和停止等方面的调查研究方法是优先研究事项。还需开展工作包括进一步理解社会、经济因素是如何影响不同人群的。

敏感性: 目前，自然和人类系统对气候因子量化敏感性的研究还十分缺乏。这些系统对气候变化的反应主要有：强非线性关系、不连续的或突发反应、时间变化反应以及同其他系统复杂的相互反应等。但是，对许多系统而言，系统反应的曲率、阈值和相互作用的量化研究工作还十分薄弱。当前需要开展的工作是建立和改进基于过程的自然、社会和经济系统的动态模型，估计系统对气候变化响应的模型参数，验证模型的模拟结果。这项工作应该包括应用可观察到的事实、能够利用的古代观察数据和系统长期监测数据，来运行和调试这些模型。为进一步调查研究获得理解系统对气候变化敏感性的经验数据，应优先考虑不断地探测观察到的气候变化影响。

适应性: 在气候变化的适应措施和适应能力的研究方面已经取得了进展。目前的工作是要很好地理解将适应气候波动的经验应用于适应气候变化，并应用这种信息估算适应的成本有效性；建立在不确定情况下的适应措施的决策预测模型。还需要做的工作是理解适应能力的决定因素，并利用这种因素去进一步理解区域、国家和社会经济组织间适应能力的不同，以及适应能力是如何随时间变化而变化的。这方面的进展有助于确定提高适应能力的成功战略，这些策略能够作为减缓气候变化、实现可持续发展和公平的目标的补充行动。

脆弱性: 对气候变化脆弱性的评价大部分是定性的，并强调了脆弱性的来源和特点。为了提供气候变化潜在影响的更具体的、数量化的信息，并提供不同地区、国家和社会经济组织脆弱性的相对大小，未来的工作需要综合研究气候变化对系统的影响、敏感性及适应能力。同时也还要求发展对多种措施进行综合评估的指标或者是脆弱性指数，比如受到气候变化正面或负面影响的人口、物种、系统和土地面积的数量或者百分比、系统生产力的变化、经济福利变化的相对和绝对的货币价值、分配不公平的度量。

不确定性: 改进和应用处理不确定性的方法还存在很多的不足，特别是为决策提供科学信息方面。需要改进“可能性”、“可信度”的表达方法，改进估算结果的不确定性范围的表达方法，以及改进这种估算方法使其能适合更大范围的不确定性。目前所用的通过分散信息估计总体影响的“追踪计算法”必须进行修正。还要进一步努力将目前的各种判断方法，转为在综合评估模型中用概率分布方法来表示。