



IPCC特别报告
气候变化区域影响
脆弱性评估

决策者摘要



政府间气候变化专业委员会



决策者摘要

气候变化区域影响 脆弱性评估

编辑：

Robert T. Watson
世界银行

Marufu C. Zinyowera
津巴布韦气象局

Richard H. MOSS
巴特立西北
太平洋国家实验室

David J. Dokken
项目管理员

IPCC第二工作组特别报告

1997年11月

© 1997, Intergovernmental Panel on Climate Change

ISBN: 92-9169-610-2

目录

前言	v
序	vii
1. 评估的范围	1
2. 问题的本质	1
3. 评估的方法	1
4. 全球气候变化情景下各区域脆弱性的概览	2
4. 1. 生态系统	2
4. 2. 水文和水资源	3
4. 3. 粮食与纤维生产	4
4. 4. 海岸带系统	4
4. 5. 人类健康	5
5. 现有政策和条件下的适应措施	5
6. 全球气候变化情景下的各区域脆弱性	6
6. 1. 非洲	6
6. 2. 极地地区：北极和南极	7
6. 3. 干旱的西亚（中东和亚洲干旱地区）	8
6. 4. 澳大利亚	9
6. 5. 欧洲	10
6. 6. 拉丁美洲	11
6. 7. 北美洲	12
6. 8. 小岛国	13
6. 9. 温带亚洲	14
6. 10. 热带亚洲	15
7. 需要开展的研究	16
作者/供稿人	16

前言

政府间气候变化专业委员会 (IPCC) 是由世界气象组织与联合国环境规划署于 1988 年共同创立的，旨在评估有关气候变化的科学和技术文献、气候变化的潜在影响以及气候变化适应和减缓方案。自其成立开始，IPCC 已经撰写了一系列的评估报告、特别报告、技术报告、方法及其它产品，这些已成为决策者、科学家和其它专家广为使用的标准参考书。

本特别报告是由 IPCC 第二工作组撰写的，是建立在该工作组对第二次评估报告 (SAR) 所撰材料基础上的，它还包括了自 1995 年中期以来提供的更多的最近信息。它是响应联合国气候变化框架公约 (UNFCCC) 科技咨询附属机构的要求而撰写的。它探讨了由 UNFCCC 缔约方大会提出的一个重要问题，即人类条件和自然环境对气候变化潜在影响的脆弱性程度。该报告制订了有关包括不确定性评估在内的潜在的气候变化费用和收益的共同信息基础，以帮助缔约方大会决定采取什么样的适应和减缓措施是正确的。该报告包括了构成地球全部地面和沿海地区的 10 个区域的脆弱性评估：非洲、干旱的西亚（包括中东）、澳大利亚、欧洲、拉丁美洲、北美、极地地区（北极和南极）、小岛国家、温带亚洲和热带亚洲。它还包括几个提供有关气候观测、气候预测、植被分布预测和社会经济趋势信息的附件。

与 IPCC 往常一样，顺利完成本报告的撰写依赖于世界范围许多科学家和其它专家

的热情与合作。这些个人慷慨地奉献出他们的时间，经常超越了合理的职责要求。我们赞扬、钦佩和感谢他们对 IPCC 过程作出的贡献。我们高兴地注意到 IPCC 确保为来自发展中国家和经济转轨国家科学家和其它专家的参与而作的持续努力。鉴于本报告以区域为重点，他们的参与对成功地完稿特别重要。我们还要感谢包括发展中地区和经济转轨地区在内的许多政府对科学家和专家的工作所给予的支持。

我们愿借此机会表达我们对下列自始至终参与制作又一篇 IPCC 报告的个人的感谢：

- IPCC 主席 B. Bolin 教授
- 第二工作组联合主席 R.T. Watson 博士（美国）和 M.C. Zinyowera（津巴布韦）
- 工作组副主席 M. Beniston 博士（瑞士）、O. Canziani 博士（阿根廷）、J. Friaa 博士（突尼斯）、Ing. M. Perdomo 女士（委内瑞拉）、S.K. Sharma（印度）、H. Tsukamoto 先生（日本）和 P. Vellinga 教授（荷兰）
- 第二工作组技术支持小组 (TSU) 组长 R.H. Moss 博士，项目管理员 D.J. Dokken 先生，及其他 TSU 成员，包括 S. MacCracken 女士、L. Van Wie McGrory 女士和 F. Ormond 女士
- IPCC 秘书长 N. Sundararaman 博士，及其工作人员，包括 R. Bourgeois 女士、C. Ettori 女士和 C. Tanikie 女士

G.O.P. Obasi
世界气象组织
秘书长

E.Dowdeswell 女士
联合国环境署
总干事

政府间气候变化专业委员会 (IPCC) 已经制作了一系列的评估报告、特别报告、技术报告和方法。作为一个政府间机构, IPCC有其程序来管理每一个此类文件的制作。本篇区域气候变化影响特别报告最初是联合国气候变化框架公约(UNFCCC)缔约方大会 (COP) 科技咨询附属机构 (SBSTA) 所要求的一篇技术报告, 而技术报告是只让作者使用IPCC评估报告和特别报告中已有的材料。在文件起草过程中, 作者感到, 把自IPCC第二次评估报告(SAR)完成以来得到的新文献, 包括在几个“国家研究计划”下进行的工作, 会使论文更完整、更及时及对各区域的趋势和脆弱性更具广泛的代表性。在报告中载入这些材料将与IPCC技术报告的程序不一致; 因此, IPCC在其第12次全会 (1996年9月11–13日, 墨西哥城) 上决定将技术报告改写为特别报告。

特别报告探讨了10个大陆或次大陆区域的气候变化潜在后果。由于与区域气候变化预测有关的不确定性, 本报告必然采取了对各个区域的敏感性和脆弱性的评估, 而不是去提供定量预测气候变化影响的思路。正如SAR中所言, “脆弱性”是指气候变化可能破坏和损坏一个系统的程度; 它是对气候敏感性和对新条件适应能力的功能。

该评估确认了第二次评估报告的成果并强调了气候变化改变地球物理和生物系统(土壤、大气和海洋)并为可持续经济发展提供重要商品和服务的潜力。

本评估报告是IPCC影响评估过程演变的一个重大进步。先前的影响评估主要检查了全球范围的气候变化潜在影响。本报告则分析了大陆或次大陆范围的、对决策者更具现实兴趣的影响分析。这种区域方法揭示了不同人口和环境系统在脆弱性方面的广泛差异。这种差异来源于区域环境条件, 经济、社会和政治条件及对气候敏感性资源依赖程度的不同。由于其更细范围的分析, 该报告比第二次评估报告提供了更多的有关系统、活动和基础设施对气候变化适应潜力的信息。但是, 有几章也指出, 如果私人部门和政府部门想使气候敏感部门对当今的气候变动更具弹性并对潜在的长期气候变化的破坏加以限制或加以利用, 则需要对适应性方案和调整进程作更多的研究和分析。

本报告还是在检查预计的气候变化如何能与其它的环境变化(如:生物多样性、土地退化、平流层臭氧破坏和水资源退化)和社会趋势(如人口增长、经济发展和技术进步)相互影响方面的第一步。本评估报告指出, 仍需增加对环境问题之间相互联系的研究。

本报告为预期2000年下半年完成的第三次评估报告(TAR)里的影响评估提供了基础。起草IPCC TAR过程的重要的早期步骤是审议和确定用于评估的方法和区域分组。为此, 提高预测更细范围内的气候和环境变化能力将成为一个重要的关注点。本报告为TAR在另一个方面提供了基础, 因为它代表了面向增加发展中国家和经济转轨国家科学家和技术专家参与水平的一个重

大进步。IPCC将致力于扩大成就,将不放松在指定来自这些区域的专家方面的努力并确保他们在未来评估中的参与。

致谢

我们非常感谢许多个人和组织为顺利完成本报告所作出的贡献。首先,我感谢起草和审议本报告各章节和附件的科技界成员的自愿努力。这些个人身兼数职,包括主要作者召集人、主要作者、撰稿人/审议者、区域协调员、和部门撰稿人(从部门章节中获取区域信息作为区域评估起点的SAR作者)。我们还要感谢各国政府对许多一些主要作者所提供的帮助。

如果没有项目管理员David Jon Dokken的不知疲倦和耐心的工作,所有的这些供稿都将成为泡影,他在起草本报告中的作用和责任多得难以提及,没有他,这篇报告将不可能如此快速、高效地编辑起来。第二工作组技术支持小组的其它成员也在报告的起草过程中提供了大的帮助,包括 Sandy

MacCracken、Laura Van Wie McGrory及Flo Ormond。IPCC秘书处的工作人员,包括Rudie Bourgeois、Chantal Ettori及Cecilia Tanikie提供了重要的支持和受欢迎的建议。

其它在各种分析和组织方面对本报告作出贡献以及我们希望感谢的人员包括Tererei Abete、Isabel Alegre、Ron Benioff、Carroll Curtis、Paul Desanker、Robert Dixon 及其美国国家研究计划的同事们、David Gray、Mike Hulme、Jennifer Jenkins、Richard Klein、S.C. Majumdar、Scott Ollinger、Erik Rodenberg、Robert Scholes、Joel Smith、Regina Tannah、David Theobald和Hassan Virji

Bert Bolin

Robert Watson

Marufu Zinyowera

Narasimhan Sundararaman

Richard Moss

1. 评估的范围

本特别报告是应联合国气候变化框架公约缔约方会议及其附属机构（特别是科技咨询附属机构—SBSTA）的要求而编写的。本特别报告总结了不同区域的生态系统、社会经济部门（包括农业、渔业、水资源和人类居住）以及人类健康对潜在气候变化的脆弱性方面的最新信息。本特别报告评估了上述这些系统的敏感性及适应措施。虽然本特别报告主要依据于第二次评估报告（SAR）分部门的影响评估内容，但它也引用了许多同行专家审评过的近期文献（除其它外，如国家研究项目）。

2. 问题的本质

人类活动，主要是化石燃料燃烧及土地利用和植被变化，增加了大气中温室气体浓度，改变了辐射平衡，进而使大气趋于变暖。在一些区域，气溶胶对辐射平衡具有相反的效应，使大气趋于变冷。目前在一些地方，主要是北半球，气溶胶的冷却效应足以抵消温室气体的增暖效应。由于气溶胶在大气中存留时间不长，而且全球气溶胶前体物质的排放预计不会增加很多，因此气溶胶将不能抵消存留期长的温室气体的全球性长期效应。气溶胶对大陆级空间尺度的气候变化具有重要的影响。

预测表明，温室气体和气溶胶的改变，并且两者同时发生作用，会导致全球和区域的温度、降水和其它气候因子的变化，并进一步造成全球土壤湿度的变化、全球平均海平面的上升，以及部分地区出现更加严重的高温、洪水和干旱等极端气候事件。基于气候对大气中温室气体浓度变化的敏感性（第二次评估报告，第一工作组）以及温室气体和气溶胶排放的可能变化（排放构想IS92a-f，假设不采取保护气候的政策），气候模式预测到2100年全球平均地面温度上升1.0-3.5摄氏度，全球平均海平面将升高15—95厘米。降水的时空尺度也将发生变化。尽管实际的年到十年尺度的变化会包括相当多的自然变率，也尽管区域的气候变化可能与全球平均值有很大的不同，这一平均升温速率将可能比过去10,000年中出现的都大。这些人类活动引起的长期、大尺度的变化，将在数天到数十年的时间尺度上与更加频繁

的自然变率相互作用（例如厄尔尼诺南方涛动），进而影响到社会和经济福利。本特别报告尚没有考虑一些不可预测的事件所导致的可能局地气候效应，这些事件包括由气候变化导致的象墨西哥湾流等的洋流变化，原因是目前不能对这些变化进行可信的预测。

科学研究表明，对可持续发展至关重要的人类健康、生态系统和社会经济部门（如水文和水资源、粮食和纤维生产、海岸系统、和人类居住）等，对气候变化包括气候变化幅度和变率以及气候因子的变化都很敏感。许多地区可能受到气候变化的不利影响，其中一些影响是不可逆转的。同时，气候变化的一些影响也可能是有利的。对于许多生态和社会经济系统，气候变化产生了一种额外的严重影响。这些生态和社会经济系统已经受到不断增长的资源需求、不可持续的管理方式和污染的损害，许多情况下这些影响可能相当于或严重于气候变化的影响。这些影响在不同的地区通过不同的方式相互作用，预计会进一步降低环境在可持续的基础上提供社会经济健康发展所需的主要物品和服务的能力，如提供充足的食品，清洁的空气，以及水、能源、安全防护带、低发病率和就业机会。气候变化也可以在一定的经济发展情况下发生，例如，通过增加投入采取适应措施，这样一些集团和国家对气候变化就不再那么敏感和脆弱。不过，那些经济增长速度低、人口增加快以及生态退化的集团或国家对于潜在的气候变化会变得更加脆弱。

3. 评估的方法

本特别报告评估世界主要地区的自然和社会系统对气候变化的脆弱性。脆弱性被定义为自然或社会系统对气候变化持久性危害的敏感程度。脆弱性取决于系统对气候变化的敏感性（系统对气候变化有利和不利影响的响应程度）和系统对气候变化的适应能力（系统为趋利避害在实践、技能或结构方面可能做出的调整程度）。在此框架下，高度脆弱的系统既是那些对适度的气候变化高度敏感的系统，这种敏感性包括该系统实际遭受到危害的可能性，同时又是那些适应能力受到严重制约的系统。

由于现有的研究没有采用统一的气候构想和方法，同时由于自然和社会系统的敏感性和适应

能力方面的不确定性，区域脆弱性的评估只能是定性的。然而，本特别报告还是提供了当今了解气候变化脆弱性的必不可少的大量信息，而且报告中许多地方引用了气候变化影响的定量估算结果。这些估算取决于对未来气候变化的特定假设以及专门的分析方法和模式。在解释这些估算结果时，认识到未来气候变化的特征、幅度和变率方面仍存在着不确定性是很重要的。这些不确定性限制了科学家预测气候变化影响的能力，特别是预测区域和较小尺度的气候变化的能力。

本特别报告只对脆弱性进行评估，而没有对气候变化的可能影响进行定量评估，其中部分原因是在气候如何变化方面存在着不确定性。报告中的估算旨在在特定的气候变化构想下，尽可能地揭示气候变化影响的可能特征和幅度。这些估算被当作敏感性及脆弱性的指标。大部分情况下，估算结果是在相当大气中二氧化碳浓度加倍的假设下模拟出气候变化的基础上得出的。通常，模拟没有包括气溶胶的影响，在这种构想下得出的全球温度大多都升高 2-5 摄氏度。从构想的时间尺度看，预测到 2100 年全球温度上升 1.0-3.5 摄氏度，同时全球平均海平面将升高 15 — 95 厘米（IPCC 第二次评估报告，1996）。大气环流模式结果只是用来判别敏感性分析中的气候变化幅度，而不是对特定国家和地区的气候变化幅度的预测。用来评估各区域影响的文献在数量和质量上都有差别。

4. 全球气候变化情景下区域脆弱性的概览

联合国气候变化框架公约第二条明确阐述了自然生态系统、粮食生产和可持续经济发展的重要性（见框 1）。本特别报告对各地区气候变化脆弱性

框 1 联合国气候变化框架公约（第二条）的最终目标

本公约以及缔约方会议可能通过的任何相关法律文书的最终目标是：根据公约的各项有关规定，将大气中温室气体的浓度稳定在防止气候系统受到危险的人为干扰的水平上。这一水平应该在足以使生态系统能够自然地适应气候变化、确保粮食生产免受威胁并使经济发展能够可持续地进行的时间范围内实现。

弱性的评估，主要集中在地球陆地表面 10 个区域中生态系统、水资源、粮食和纤维生产、海岸带系统、人类居住、人类健康和其它重要的部门或系统（包括气候系统）。类似部门或系统的脆弱性在不同区域差异很大，原因是不同地区在局地环境状况，生态系统已经造成的影响，当前的资源利用模式，以及政府政策、价格、优惠和价值取向等影响决策的诸多因子方面存在着差异。然而，基于第二次评估报告包含的信息以及由本报告区域评估综合的信息，报告中一些综合性研究还是给出了在全球范围内每个区域的脆弱性评估。

4.1. 生态系统

生态系统对环境的功能及可持续发展至关重要。生态系统向个人和社会提供许多关键的物品和服务。这些物品和服务包括：（1）提供粮食、纤维、饲料、避护场所、机械和能源；（2）加工并存贮碳和营养物质；（3）化解废物；（4）净化水、调节径流和控制洪水；（5）培育土壤并控制土壤退化；（6）提供娱乐和旅游机会；（7）保持地球全部基因和种群库。此外，自然生态系统还有文化、宗教、美学及其固有的价值。气候变化会给生态系统的地理分布，所包含的物种，以及向社会提供赖以生存的各种益处的能力带来潜在的影响。生态系统本身是动态的，经常受到气候变异的影响。人为的气候变化主要是通过气候均值、变率和变化幅度及极端事件对生态系统产生影响——气候变化的速率超过生态系统可以适应和自身重建的速度。人为的气候变化还通过大气中二氧化碳浓度升高，提高一些作物的生产力和水分利用效率，进而直接影响生态系统。气候变化的间接影响涉及到改变土壤特性和产生扰动现象（如火灾、病虫害），这些间接影响可使一些物种比其它物种受益，进而会改变生态系统的物种构成。

基于模式对植被分布的模拟结果，这些模式利用了大气环流模式得到的气候构想，预计植被带将向高纬度和高海拔发生较大的迁移。某一植物门类中，物种的构成也可能发生改变。在平衡的气候构想下，由于干旱大部分地区导致植物量下降，即使在考虑二氧化碳直接增肥效应的情况下也是如此。相比之下，在瞬态的气候构想下，即假设痕量气体浓度在一段时期内缓慢上升，温

度和降水变化将比大气成分的变化滞后几十年，因此二氧化碳正效应超前于气候变化的整体效应。

相对于森林物种的生长、再生和重建速度，预计气候变化会以很快的速率发生（过去树木迁移速率是每世纪 4 — 200 公里）。对于中纬度地区，如果未来 100 年全球平均增温 1 — 3.5 摄氏度的话，则相当于把现在的等温线向极地方向移动了约 150 — 550 公里，或相当于将海拔高度提高 150 — 550 米。因此，森林的物种构成可能会发生改变。其中一些地区，整个森林的物种会消失，而新的生物群体即新的生态系统也会建立起来。在二氧化碳浓度倍增条件下，由于温度和水分供应可能会发生变化，现在世界上许多森林覆盖地区（全球平均三分之一，因地区差异从七分之一到三分之二不等）的植被类型会发生重大的变化，高纬度地区变化最大，热带地区变化最小。在热带草场，平均温度增加不会导致生产力和物种构成的重大变化，但降雨量及其季节性的变化和蒸散量的增加可导致这一点。

由于气候变化改变水温、水流体系、水位和高纬度永冻层融化状况，内陆水体生态系统将受到影响。对于湖泊和河流，高纬度地区的增温将产生最大的生物影响，该地区生物的生产力会提高，这样将导致冷水物种范围的扩展；而在低纬寒水—冷水物种的过渡地区，物种灭绝率将是最高的。水流变率的提高，特别是严重旱涝频率的增加和作用时间的拉长，会降低水质和生物生产力，也会减小河流的流域。对于湿地，其地理分布有可能随着温度和降水的变化而转移，这将影响非潮汐湿地的温室气体的净排放，但这存在着不确定性。有些海岸带生态系统，如咸水沼泽、红树林生态系统、沿海湿地、珊瑚礁、珊瑚环礁及河流三角洲，由于气候变化和其它影响将面临着非常的风验。这些生态系统的化会对淡水供应、渔业、生物多样性和旅游业产生重大的负面影响。

生态系统的适应措施是有限的，其效果也是不确定的。这些适应措施包括建立帮助生态系统“迁移”的走廊地带，土地利用管理，植树造林和重建退化地区。与物种自身重建速度相比，预测的气候变化速率相对要快，再加上许多生态系统的支离与隔绝、多种胁迫的存在（如土地利用变化，污染）和适应措施的有限，生态系统（特

别是森林系统，山地系统和珊瑚礁）对气候变化是脆弱的。

4.2. 水文和水资源

水的供应是构成社会福利和生产力的关键部分。目前，13 亿人无法获取足够的安全饮水，20 亿人无法获取足够的符合卫生条件的饮水。这些人口分布在全球，说明各国以及国内各地区供水数量和质量存在着不同。大约 19 个国家（主要在中东和北非）面临着严重的缺水，被认为是水资源稀少或紧缺的地区。这个数字预计到 2025 年会翻番，主要是经济增长和人口增加造成的。例如，绝大多数决策者认识到干旱是非洲气候的周期性特征。然而，气候变化将进一步加剧这一地区某些地方干旱发生的频率和幅度。

气候变化将加剧阶段性和长期性的水资源短缺，特别在干旱和半干旱地区。由于发展中国家大部分位于干旱和半干旱地区，并且主要从眼井或孤立的水库等单点系统得到水，它们对气候变化更加脆弱。这些单点的供水系统，本质上是脆弱的，因为一旦初级供水量消耗完，就没有多余的水分可以供利用。另外，考虑到发展中国家技术、资金和管理资源的有限性，适应水资源短缺和/或实施适应措施，也将会给发展中国家的经济带来沉重的负担。有迹象表明，在许多温带和湿润地区洪涝将变成一个大问题。这就要求，不仅对干旱和长期水短缺要采取适应措施，而且对洪涝及相关灾害要采取适应措施，警惕堤坝溃决。气候变化的影响取决于供水系统的基准条件，还取决于水资源管理者对气候变化、人口增长、需求和技术的改变、经济社会状况和立法等方面的能力。

有许多措施可用来降低水资源对气候变化的潜在脆弱性。这些措施包括：价格政策、节水计划、水供应基础设施的工程建设与结构改进、农业政策和城市规划/管理。国家/区域一级优先领域包括：加强综合的、跨部门的水资源管理，将河流流域作为管理单位，鼓励合理的价格和管理方式。不管怎样，考虑到需求的增加、许多简单水管理系统的流行及对径流和降水波动的敏感性，采取适应措施所要求的相当长的时间和大量的花费，许多地区和国家的水资源部门对潜在气候变化是脆弱的。

4.3. 粮食和纤维生产

目前，世界上有 8 亿人营养不良。随着世界人口的增加和一些国家收入的增加，预计在未来 30 ~ 40 年内，世界粮食消耗将增加一倍。通过灌溉、化肥使用和高产作物品种，过去粮食产量在 25 年中翻了一番。然而，是否能够重复过去 25 年的情况获得显著收益，则是不确定的，因为在已被利用的土地上提高产量使得有些问题（例如：化学和生物径流、土壤涝渍和盐碱化，以及土壤侵蚀和板结）正变得越来越严重。扩大耕地面积（包括降低农业产值而有意让出的耕地）也是增加作物总产量的一种选择，但这可能会加剧土地竞争和对自然生态系统的压力，增加温室气体的农业排放，减少碳的自然“汇”，使农业扩展到边缘地区。这些都可能削弱可持续地支持农业增长的能力。

气候变化将与因农业生产扩大而引起的胁迫相互作用，以不同的方式影响作物生产及产量。这取决于当地农业活动和系统的类型。主要的直接影响是通过下述因子的变化而引起的，包括温度、降水、生长季长度和与作物发育有关的极端或临界阈值事件出现的时间，以及大气中二氧化碳浓度的变化（对很多作物的生长有利）。间接的影响将包括病虫害和杂草的不利变化，这些影响在大多数已有的研究中并没有作定量的估计。有证据继续支持 IPCC 第二次评估报告中这方面的结论，即在相当二氧化碳加倍的气候下，对不断增长的人口来说，全球农业生产仍然能够相对维持在基准生产量上。此外，本特别报告中的区域性研究结果清楚地表明，一些地区特别是热带和亚热带地区面临着饥荒风险可能带来的日益增加的“潜在严重后果”。通常，中高纬度地区的农业生产将视作物类型、生长季、温度和降水季节性的变化而有所增加。热带和亚热带地区，由于一些作物接近它们所能忍受的最高温度，并且旱地和非灌溉农业占主导，作物产量可能下降。在一些地区，占农村人口很大比重的维持生计的农民和牧民的生活也将受到不利的影响。在降水可能减少的地区，农业将受到显著的影响。

渔业和鱼类生产对气候变化非常敏感，并且现在正受到过度捕捞区的扩大、培育面积的减少、沿海和海岸污染的加剧等威胁。从全球范围

来看，假定自然气候变异和海洋环流的结构和强度仍和现在相同，随着气候的改变，海洋渔业的生产仍可维持不变，高纬度的淡水和水生养殖生产量可能增加。在国家和地区一级上，主要的影响将是生产中心的转移。气候变化的有利影响——例如高纬度地区生长季变长、冬季自然死亡率降低和生长速度加快——可能会被繁殖形式、迁徙路线及生态系统关系方面的变化等一些负面影响所抵消。

许多因素会给农业部门带来深刻而长远的影响。在这种情况下，适应措施可增强对现在的自然气候变异以及未来平均及极端气候变化的抵抗能力，同时对处理其它问题（如土壤侵蚀、盐碱化）也可提供“无悔”或“低后悔”措施。例如，将农业管理同季节气候预测相结合，就可以提供更多的适应选择，一些受厄尔尼诺-南方涛动（ENSO）严重影响的地区更是如此。各种措施的适用性因地区而异，部分原因是不同地区的私人和政府实施这些措施时，在资金和机构能力方面存在着不同。这些措施包括作物和作物品种的改变、种植时间安排和耕作方式的变化、新的生物技术的引进、水资源管理和灌溉系统的改善，这些都需要很大的资金投入并受水资源供应的制约。其它的一些措施，如免耕和减耕技术不需要很多投资，但需要高水平的农业培训和支持。

一些地区，农业能够很好地适应当前的气候变异，并且存在许多市场和社会机构方面的良好因素，使得农业盈余能被重新分配以补偿不足。一般来说，这些地区对气候均值和极端气候变化的脆弱性也比较低。然而，对于农业不能应付当前的极端气候的地区，市场和社会机构方面不利于亏缺和盈余重新分配的地区，以及适应性资源很有限的地区，农业部门对气候变化非常脆弱。其它一些因素，包括目前温度和降水接近或超过主要作物所能忍受的界限、人均收入、基于农业生产的经济活动所占的比重和原有农业土地基本条件等，也会影响某一特定国家或地区的农业生产对气候变化的脆弱性。

4.4. 海岸系统

多样化的生态系统和大量的社会经济活动是海岸带地区的特征。许多国家沿海地区的人口增长率为整个国家人口增长率的两倍。尽管国家之

间存在差异，但估计全球一半以上的人口居住在沿海地区。气候变化将通过海平面上升、风暴潮危害加剧以及极端事件出现的频率和/或强度的变化来影响海岸系统。

许多国家的海岸地区正面临着由地壳运动和人类活动导致的地面沉降而引起海平面上升的严重问题。据估计，每年大约有 4600 万人面临风暴潮引起的洪水威胁。气候变化将加剧这些问题，并对生态系统和人类海岸地区基础设施产生潜在的影响。许多人还将受到海平面上升的潜在影响，例如，若海平面上升 1 米（IPCC 第一工作组估计 2100 年的上限），又不采取适应措施的话，孟加拉国将有大约数千万人被迫迁移。沿海地区超大城市的不断增加，意味着大量的基础设施将受到更多的影响。尽管许多国家每年用于保护的费用相对来说是适度的（大约占国内生产总值的 0.1%），但是许多小岛国每年的平均费用则高达国内生产总值几个百分点。对一些岛屿国家，特别是投资有限的国家，投入巨资用于风暴潮防护几乎是不可行的。

海滩、沙丘、河口和海岸湿地能自然并动态地适应盛行风和海及海平面的变化；在那些基础设施建设并不充足的地区，有计划地撤离和适应这些变化是可能的，在基础设施设计寿命结束时重建/重新安置资产也是可能的。然而，在其它一些地区，适应或有计划的撤退是不可行的，而采用硬结构（如堤坝、防洪墙和障碍物）和软结构（如海滩营养、沙丘复原和湿地产生）则是十分必要的。制约这些措施实施的因素包括资金来源不足、机构能力有限和训练有素人员缺乏等。目前，大部分地区的海岸管理和计划体制并没有考虑到主要系统对气候变化、海平面上升的脆弱性，也没有考虑到实施适应措施的长期性。不合适的政策和产权体系促进了易遭受影响地区的发展。由于沿海地区的人口密度不断加大，实施很多适应措施需作的长期准备，以及受机构/资金/技术的制约等方面因素（特别是在许多发展中国家），海岸系统被认为对气候变化相当脆弱。

4.5. 人类健康

世界上许多地方的人的寿命在延长。此外，大多数发展中国家的婴儿和儿童的死亡率在下降。然而，同这种有利的情景相对立，病毒媒体

和传染病，如登革热、疟疾、汉特病毒和霍乱，在一些地方死灰复燃并向新的地方蔓延。此外，预计发展中国家中居住在城市的人口比例将从 25%（1960 年）增加到 2020 年的 50%，一些地方的比例可能远远高于平均值。这些变化只有在卫生和可饮用水的供给等服务得到提高的情况下才不会出现问题；如果服务不能得到改善的话，也会导致严重的城市环境问题，包括空气污染（如尘粒、近地面臭氧和铅）、很差的卫生状况等有关水质量及可饮用性的问题。

通过热胁迫死亡率和热带病毒媒体病的增加、城市空气污染问题的加剧，以及与寒冷有关疾病的减少，气候变化将影响人类健康。同疾病对人类造成的总负担相比，这些问题并不是很严重。然而，综合考虑气候变化对人体健康的直接和间接的影响，则将对人类构成威胁，特别是在热带、亚热带地区的发展中国家，可能会导致许多人死亡，并对社区产生影响、增加医疗花费和减少工作时间。模式（进行了必要的简化假设）估计表明，若全球温度升高达到 IPCC 设定的上限范围（到 2100 年温度升高 3—5 摄氏度），疟疾传播的地理范围将扩大，使得受影响的世界人口百分比从现在的 45% 增加到下个世纪后半叶的约 60%。这可能导致疟疾发生的增加（同现在估计的全球总共 5 亿例相比，每年增加 5 千万—8 千万例），并且基本上分布在热带、亚热带地区和缺少保护的温带地区。由于温度升高和洪涝增多，一些非病毒媒体传染病，如沙门氏菌病、霍乱和梨形鞭毛虫病的发生可能增加。然而，由于气候诱发健康问题的程度，还与迁移、清洁城市环境的提供、营养的改善、可饮用水的增加、卫生状况的改善、控制病毒媒体疾病的程度、病毒媒体对杀虫剂的抗性的变化和医疗保健的普及等因素有关，因而对于上述影响的定量估计存在不确定性。人类健康对气候变化特别敏感，尤其是在城市，这里可调整的空间有限；在其它一些地区也是如此，这些地区病毒媒体和传播疾病发生率可能增加，并且保健和卫生等基本服务很差。

5. 在现有政策和状况下预期的适应措施

本特别报告中区域评估给出的重要信息是，现在还没有很好地调整许多系统和政策，以适应今天的气候和气候变异。洪涝、风暴和干旱造成

的人类生命和财产损失的不断增加，显示了当前的脆弱性。这种状况意味着存在许多适应性措施，能够使许多部门对当前的状况具有更强的抵抗能力，这些适应措施也可以帮助适应未来的气候变化（这些措施——所谓的“双赢”或“无悔”措施——可以产生多种效益，即使在没有气候变化影响的情况下，也有可能证明是有效益的）。

在许多国家，经济政策和状况（例如税收、补贴和规章）制约着个体决策、发展战略、资源利用模式以及环境状况，阻碍了适应措施的实施。例如，在许多国家，水是得到补贴的，这样就鼓励了过度使用（降低现有水位），不鼓励采取节约措施。而实际上节约措施应成为未来适应对策的组成部分。另外一个例子是不合适的土地利用区划和/或提供补贴的灾害保险，这样鼓励了开发与建设易受洪涝和其它自然灾害影响地区的基础设施，而这一地区将由于气候变化会变得更加脆弱。可见，通过加强法制和机构建设、消除市场扭曲现象（如补贴）、更正市场失误（如在价格中没有反映环境破坏和资源耗损，对生物多样性经济价值认识不够）、促进公众参与和教育等行动，可以使资源利用方式更适合当前的环境状况，也可以更好地为适应将来潜在的气候变化做准备。

通过利用现有技术，并制订使气候变化敏感部门更能抵抗当今气候变异的政策，来抓住促进可持续发展的机遇，这是现在面临的挑战。为此，世界上许多地区应该有更多的途径获取适合的技术、信息和足够的资金。此外，区域评估表明，实施适应措施需要目标和规划。如果不能使系统适应未来预测的气候平均值、气候变率和气候极端事件的变化，就可能导致基础设施或技术的资本密集型开发。这样的开发不仅不适于未来的状况，而且也失去降低适应成本的机会。需要对当前气候变化的脆弱性和已有应对机制做进一步的研究，以便为设计有效地适应未来潜在的气候变化的措施提供依据。

6. 全球气候变化的区域脆弱性

6. 1. 非洲

几个气候特征构成了非洲大陆的基本特征：湿热、干热，以及湿季和干季的交替是最具普遍

性。这个大陆的许多国家易反复发生干旱，特别是在非洲东南部，一些干旱经常同厄尔尼诺—南方涛动（ENSO）现象相联系。这些地区贸易恶化、政策不适当、人口增长率很高、缺少重大投资，并伴以多变的气候，使得一些国家难以形成减少自然资源压力的谋生方式。假如非洲大陆不能获得适当的资金支持，那么它对气候变化的影响将最为脆弱，因为普遍的贫穷限制了适应能力。

生态系统：非洲热带森林和牧场现在受到来自人口的压力和土地利用系统的威胁。通常，这些威胁带来的明显影响是生物物种的消失，土地覆盖的迅速恶化和因集水处和含水层的破坏而导致可利用水的枯竭。气候变化将与这些现有的变化相互作用，加剧对正在恶化的环境的压力。平均气温持续升高超过1摄氏度，将对森林、牧场覆盖、物种分布、组成和迁移方式，以及生物群落分布产生重要的影响。沙漠里许多生物已处于或接近它们的忍受极限的环境里，并且可能不适应未来更热的条件。东非和南非的干旱到半干旱地区、草场区以及那些正受到土地退化和荒漠化威胁的地区特别脆弱。在东非和赤道中非，如果象大气环流模式所估计那样，降水将增加，则边缘地区土地比现在具有更高的生产力。然而，人口的压力对边缘地区森林和牧场的影响将可能是负效应。适应措施包括控制毁林，改善牧场管理，扩大保护区和可持续地管理森林。

水文和水资源：现在世界上19个国家被划为水胁迫国家，非洲占绝大多数。这个数目将可能增加，但不是由于气候变化，而是由于人口增长导致需求的增加，以及土地利用引起分水岭的退化和河底的渗漏。一些大气环流模式估计，萨赫勒地区和南非降水将减少，若同时伴有更高的年内变异，就可能对非洲大陆水分平衡造成危害，干扰各种依赖水分的社会-经济方面的活动。改变的气候条件可能会给国内和国家之间的水资源管理带来更多的困难。由于污水和工业废水排放的增加，水库和河流水位的下降可能会对水质产生不利的影响，因而使得疾病爆发的可能性增加，并可能降低国内可利用淡水的质量和数量。适应措施包括蓄水、管理水库流出量和更有效地利用水。

粮食和纤维生产：除了石油输出国外，对大多数非洲国家而言，农业是经济的命脉，亚撒哈拉非洲的农业占国内生产总值的20-30%，占非洲

出口总额的 55%。大多数非洲国家的农业完全依赖于雨季的质量，这就使得非洲对气候变化特别脆弱。干旱的增加可能会严重地影响粮食的供应，如同 80 年代和 90 年代在非洲半岛和南非所发生的情形。冬季平均温度的升高可能对那些需要冬季寒冷条件的冬小麦和水果生产有害。然而，在亚热带非洲，暖冬可能会降低冻害的发生周期，从而可以种植现在易受冻害影响的园艺产品。尽管分布类型有可能改变，淡水鱼的产量可能增加。海洋动力条件的变化可能会使鱼类迁徙形式发生变化，并且可能减少主要鱼类靠近海岸，特别是近海的 *artesanal* 鱼。

海岸系统：一些非洲海岸地区已受到来自人口压力和不合理利用的影响，并可能受到同气候变化相关的海平面上升的不利影响。西非和中非的海岸国家（如塞内加尔、冈比亚、塞拉利昂、尼日利亚、喀麦隆、加蓬和安哥拉）有易受侵蚀的低洼环礁湖海岸，更会受到海平面上升的威胁，特别是这些地区的大多数国家在沿海地区都有较大的和迅速发展的海岸城市。西海岸经常受到风暴潮的冲击，现在正面临侵蚀、淹没和极端暴雨事件带来的危险。东非的海岸地区许多年较为平静，但也将受到影响。不管怎样，海平面上升和气候变异有可能降低沿海岸珊瑚礁和环礁的缓冲作用，会增加东海岸侵蚀的可能性。大量研究表明，由于淹没和侵蚀，尼罗河三角洲北部的相当大部分将消失，从而造成农业和城市土地的损失。在非洲海岸带地区，有适应措施可以实施，但在许多国家实施成本占国内生产总值的百分比非常大。适应措施可能包括建立海堤、重新安置脆弱的人类居住地和其它一些社会-经济基础设施。

人类居住、工业和运输：非洲人口面临的主要挑战是从极端气候事件，如洪涝（一些地区导致泥石流）、强风、干旱和潮汐的威胁中解放出来。如果边缘地区土地的生产力在新的气候条件下变得越来越低的话，居住在此的人口将被迫迁移到城市（其基础设施已达到人口压力的极限）。气候变化将加剧现在生物能源枯竭的趋势。河水流量的减少将导致水电生产的降低，从而对工业生产产生不利的影响，并且一些工厂重新安置的费用相当高。在气候条件发生变化的情况下，污染治理、卫生、废物处理、水供给、公共健康和提供充足的城市基础设施将会变得更加困难，并

且费用很高。

人类健康：预计非洲主要的风险来自于病毒媒体疾病的增加和营养状况的下降。更暖的环境会使得新的地方发生疟疾，温度和降水形式的改变可能增加黄热病、登革热、盘尾丝虫病和锥体虫病的发生。在那些由于气候变化而使病毒媒体疾病增加的次区域，发病率和死亡率的增加可能产生深远的经济影响。考虑到大多数非洲国家贫穷的经济状况，因而需要通过全球的努力来解决潜在的健康问题。

旅游业和野生动植物：旅游业是非洲发展最快的产业之一，依赖于野生动植物、自然保护区和用于娱乐的充足的水分供给。在撒赫勒、东部和南部非洲，预计的干旱和/或降水的减少可能会灭绝野生动植物，并且降低自然保护区的吸引力，因此，现在大量投资的旅游业得到的收入将会减少。

结论：普遍贫穷、频繁发生干旱、土地分布不平衡和过分依赖于降水的雨养农业是造成非洲大陆对气候变化特别脆弱的一些因素。适应措施包括传统的应对策略，在理论上是可行的，但实际上，人类、基础设施和经济基础对于这些影响所需要采取及时行动的响应能力可能远远超出了一些国家的经济实力。

6. 2. 极地地区：北极和南极

极地区域包括各种景观，北极和南极的特征完全不同。这里，北极定义为北极圈以内的地区，南极则包括南极大陆、南太平洋以及亚南极岛地区。北极可以描述为被陆地包围的冰川海洋，而南极则是被海洋包围的冰川大陆。对极地的许多地方来说，预测的变暖将比世界上的其它地区大得多。在平均温度接近冰点的地区，全球增暖将减少陆冰和海冰，前者可能会促进海平面升高。然而，在冰盖内部，增温尚不足以导致冰雪融化，反而可能使积雪增加。

生态系统：北极预计将发生明显的物理和生态变化。随着气候变暖，接近冰点的冰川地区将解冻，并发生实质性变化。北极海洋冰川将减少。若变暖，永冻层将大量解冻，导致流域改变、冰川突然下落、大范围景观改变。极地变暖将可能增加生物产量，但可能导致不同的陆地和海洋物种构成。在陆地上，主要生物有向极地迁移的趋

势，例如苔原和寒带森林及相关的动物。然而，北冰洋在地理上会限制北移。对南极来说，可能会发生很多小的变化，但这里也有物种迁移的问题。海洋生态系统将向极地迁移。南北极地区，对依赖于冰川的动物不利。

水文和水资源：温度升高将解冻永冻层并融解更多的雪和冰，因而在南北极存在更多的流动的和不动的水。北极的流域系统将可能发生局地变化。河流和湖泊将更早地解冻和更晚地上冻。

粮食和纤维生产：农业受到恶劣气候的严重制约。许多制约在将来仍然存在，但小部分农业将向北扩展而可能进入北极地区。总的来说，海洋生态系统的生产力将会提高。变暖能提高非哺乳动物的生长和发育速度；然而，紫外辐射的增加有可能制约初级生产力和鱼类的生产力。

海岸系统：如果气候变暖，北极冰川将变薄，并减少冰川的覆盖。沿海和河流的航线将增加，同时为水上运输、旅游和贸易提供新的机会。北冰洋可能成为全球一个主要的贸易航线。冰的减少将有利于近海的石油生产。由于海平面的上升、永冻层的解冻和因开阔水面增加而引起的风力的增大，可能会加快对北极海岸线的侵蚀。南极半岛的冰层将进一步融化破碎。在南极洲其它地区，海岸线和大的冰层将不会出现什么变化。

人类居住：北极的居民将在很大程度上受到这些物理和生态变化的影响。这些影响对土著居民的传统生活方式相当重要。气候增暖将会对航运、石油生产、渔业、采矿、旅游和人口迁移提供新的机会。预计北极的海冰变化将对（尤其是亚洲和欧洲之间的）贸易产生较大的战略性影响。

结论：南极半岛和北极对预计的气候变化及其影响非常脆弱，不过所涉及的人口数量则相对较少。许多当地居民的传统生活方式将面临巨大的变化。直接影响包括：生态系统的迁移，海洋和河流冰川的减少以及永冻层的解冻。间接影响包括对气候系统的反馈，如温室气体的进一步排放、海洋环流驱动的变化、温度升高以及伴随冰川减少的降水增加，这可能会影响全球气候和海平面。南极洲对气候变化的脆弱性较弱，因为下个世纪所面临的温度变化对南极洲几乎没有什么影响，涉及的人口数量也很少。然而，有关西南极冰层的未来变化情况和整个大陆大量冰川的平衡还存在相当大的不确定性。这两者的变化将可

能影响海平面和南半球的气候。

6.3. 干旱西亚地区（中东/亚洲干旱地区）

该地区主要包括中东以及亚洲中部的干旱和半干旱地区，从西部的土耳其延伸至东部的哈萨克斯坦，从南部的也门延伸至北部的哈萨克斯坦。该地区东部有着大片的山区。

生态系统：植被模式预测，在气候发生变化时，大多数干旱地区和沙漠的植被类型变化很小，即大部分地区仍然是沙漠。而半干旱地区植被类型（例如草地、牧场和林地）的构成和分布预计将发生较大的变化。降水可能有微小增加，但被温度和蒸发的增加所抵消。当二氧化碳浓度升高时，一些植物水分利用率的改进可能导致植物生产力的提高和生态系统组成的变化。这一地区，草场、牲畜和水资源对气候变化最为敏感，因为它们主要位于边缘地带。适当的土地利用管理，包括城市规划，可以减轻土地退化的压力。一些管理措施（如更好的牲畜管理和更综合的农业生态系统）可以改进土地条件，抵消气候变化所造成的影响。该地区是许多重要作物的野生种系的一个重要庇护所，适当的保护措施有助于在未来的气候条件下继续提供遗传资源。

水文学和水资源：水分短缺是许多国家已经面临的问题，不可能通过气候变化来缓解，反而有可能加重。耕作和灌溉方式的改进，可以大大提高一些国家的水分利用率。预计气候变化将加速冰川融化，使得未来几十年里一些流域的流量增加，而当冰川消失时则伴随着流量减少。

粮食和纤维生产：土地退化和有限的水分供应限制了当前的农业生产力，威胁着一些国家的粮食保障。有关气候变化对该地区粮食和纤维生产影响的预测很少，建议根据哈萨克斯坦和巴基斯坦的研究结果来推测该地区可能发生的不利影响。该研究预计在选择的气候变化构想下，这两个国家的小麦生产有可能下降。然而，由于相关研究太少，还不能得出对整个地区农业影响的结论。有许多措施和手段可以解决现有问题，从而有助于减小气候变化的影响。依靠更集约管理的土地进行粮食和纤维生产，可以使粮食生产的可靠程度增大，极端气候事件的不利影响减少。前苏联国家正经历着较大的经济变化，特别是农业系统及其管理方面的变化。这种经济转轨提供了

改变作物类型、引进有效灌溉系统的机会，因而提供了保护资源、抵消气候变化影响的双赢选择。

人类健康：气候变化可能造成热胁迫（影响人类的舒适水平）和传染病媒体引起的传染病的传播。可利用水分和粮食生产的减少将对人类健康产生间接的影响。

结论：水分是该地区生态系统、粮食和纤维生产、人类居住和人类健康的一个重要限制因素。预计气候变化将改变水循环，但不可能缓解该地区水分短缺的限制。气候变化和人类活动有可能进一步影响里海和咸海的深度，这将影响周围地区的生态系统、农业和人类健康。存在双赢机会来减轻当前对该地区资源和人类福利的压力，以及减少对气候变化不利影响的脆弱程度。

6.4. 澳大利西亚

澳大利西亚包括澳大利亚、新西兰和边缘的岛屿。这个地区从热带延伸到中纬度，有多变的气候和生态系统，从内陆沙漠到高山雨林。这里的气候受到海洋环境和厄尔尼诺-南方涛动（ENSO）现象的强烈影响。

生态系统：这个地区的一些生态系统对气候变化较为脆弱，至少从长远来看，由于土壤、植物和生态系统的改变，很可能导致火灾和虫灾发生次数的增多。许多物种可能会适应，但在一些情况下，极可能会导致物种多样性减少。已被农业和城市发展所破坏的景观将可能继续发生一些改变，并进一步加重已有的问题，诸如：土地退化、杂草和虫害蔓延。在比较干燥的地区，河水流量、洪涝频率、营养和沉积的变化对水生生态系统的影响会更加严重。沿海地区生态系统对海平面上升和局地天气的可能变化很脆弱。热带珊瑚礁，包括大障碍礁能够与海平面升高保持一致，但对海温偏高或其它胁迫而导致的珊瑚礁褪色和死亡相当脆弱。一些适应措施包括更好的牧场管理、沿水域植树造林，以及研究、监测和预测。在区域粗放的、自然的和较少管理的生态系统里，对物种的主动控制是不可行的。

水文和水资源：此地区存在比较高的潜在脆弱性。水供应的减少，特别是在澳大利亚广大的干旱多发区，将加剧各种使用者之间的竞争，包括农业和湿地生态系统的需求。低洼岛屿上的淡

水供应也很脆弱。暴雨事件发生频率的增大也将增强地下水的补充和坝堰充水，但增加了洪涝、滑坡和侵蚀的影响，并使洪涝多发的城市地区遭受严重的经济损失。积雪减少和雪季缩短将变为可能，新西兰的冰川可能进一步退却。一些适应措施是可以实施的，但涉及到的成本也是相当高的。

粮食和纤维生产：粮食和纤维生产的脆弱性较低，至少未来几十年内是这样的（具有潜在的高敏感性和强适应力）。该地区的农业能够适应未来的气候变化，有些情况下产量还可能会增加。然而，从长远来看，存在脆弱性增大的趋势，尤其是在较暖和水分受限制的澳大利亚地区，随着气候变化（如温度和降水变化）整个滞后效应的出现，一些作物的初始收益将逐渐消失。在此过程中，伴随着由于大气中二氧化碳浓度增加而导致的直接效益。这种影响因地区和作物而不同。作物和牧草的生长和质量将发生变化，个别作物适宜种植区将迁移，并增加草害、虫害和疾病等问题。降水发生变化的地方，牧场和灌溉农业将受到特别影响。全球粮食产量的变化和价格的提高将对该地区有重要的经济影响。需要很长时间才能成熟的森林，可能会因极端事件、火灾和当地气候条件的迅速变化而导致重大的经济损失。

海岸系统：本地区的海岸线、快速增长的海滨居地和基础设施对近海洪涝的增加、海平面上升和气候变化引起侵蚀的增加非常脆弱。托雷斯海峡、新西兰太平洋岛屿的海岸和岛屿上的土著居民对气候变化特别脆弱。尽管有很多适应措施，但这些措施在低洼的岛屿上不容易实施。此外，目前的海岸管理计划体制并没有很好地适应气候变化和海平面上升。

人类居住：除了水文和海岸风险外，对大气质量、排水、废物处理、采矿、运输、保险和旅游业的许多影响中，也有一些存在中度的脆弱性。总而言之，同其它经济影响相比，这些影响相对较小，但对大的产业而言，仍可能出现重大的损失。

人类健康：明显存在一定程度的脆弱性。土著居民和经济条件差的地区可能面临更大的风险。热胁迫的死亡，病毒媒体病如登革热、与水和污水相关的疾病以及与城市污染有关的呼吸道疾病将增加。同疾病造成的总负担相比，这些影

响虽然很小，但也可能造成相当大的社会影响与经济成本。

结论：澳大利亚处于相对较低的纬度，对水资源缺乏的影响和接近或超过作物最适温度的作物生长的影响相当脆弱。而位于更凉、更湿的中纬度地区的新西兰，则可通过种植合适作物并可能增加作物的产量而获利。然而，对生态系统、水文、海岸地区、人类居住和人类健康的影响而言，这两个国家存在从中到高的脆弱性。

6.5 欧洲

欧洲由欧亚大陆西部地区组成，其东部边界由乌拉尔山、乌拉尔河和里海的一部分构成。由于靠近相当温暖的墨西哥湾流和热带大气环流，因此该地区温度和降水的时空变率很大。阿尔卑斯山主峰南部为地中海气候。

生态系统：自然生态系统为贫瘠土壤所分割、干扰和限制，这使它们对气候变化很敏感。地中海地区和北部草原将发生变化，以响应降水量及其季节分布的变化。斯堪的纳维亚沼泽地区和俄罗斯北部的森林北界将向苔原地区伸展，从而缩小了苔原、泥沼和永久性冻土的范围。由于气候带迁移比物种迁移的速度要快，所以一些植物种和森林类型的生存将面临危险。高山生态系统和物种特别脆弱，因为它们无处迁移。温度增加和土壤湿度降低，会大幅度减少斯堪的纳维亚沼泽和俄罗斯北部泥炭地的泥炭形成。永久冻土层的融化将使得一些地区的地下水位降低，从而改变当前的湿地生态系统类型。尽管气候变暖可能增加中高纬度地区淡水物种的多样性，但在凉爽的温带和北部地区，物种多样性将减少。欧洲南部的生态系统主要受到降水减少及其引起的水分短缺的影响。

水文学和水资源：本世纪，欧洲大部分地区的增温大于全球平均值，因而使该地区北部降水增加，南部降水减少。如果不考虑气溶胶的影响，未来气候的预测表明，欧洲高纬度地区的降水可能增加，其它地区的降水可能增加，也可能减少。气溶胶的影响则增大了目前对于未来降水预测的不确定性。

欧洲北部和西北部洪水以及大陆南部干旱的增加，可能影响水分供应。西欧许多平原，由于人口过剩，妨碍了对洪水增加的有效保护。污染

是许多流域面临的主要问题。当径流同时减少时，气候变暖可能会降低水质。变暖的夏季将增加水分需求，而灌溉需求的增加至少部分地被与二氧化碳施肥有关的作物水分利用率的提高所抵消。

预计冰雪变化将对欧洲河流产生深远的影响。到2100年，阿尔卑斯山上95%的冰川可能会消失，这将影响到诸如夏季水分供给、航运和水电等。此外，在一些地区，冬季旅游也会受到不利影响。

在一定程度上，水资源管理是由国家内部和国际上的政府间立法和合作来决定的。水分供需的改变要求重新考虑现有的法律和合作协议。

粮食和纤维生产：气候变暖减少了霜冻危害，使得冬季谷物和其它作物可以扩大到诸如斯堪的纳维亚沼泽南部和俄罗斯西部地区。假定降水和灌溉都不受限制，并且水分利用率随着大气二氧化碳浓度增加而提高，预计冬季作物的潜在产量将增加，尤其是在欧洲中西部。春季温度的升高扩大了大部分夏季作物的适宜生长区。欧洲中部和东部夏季作物产量可能增加，而欧洲西部产量则减少。欧洲南部降水的减少将降低作物产量，并使得灌溉用水与家庭用水和工业用水争夺水源。除了潜在的作物产量，农民适应意识、农业政策和世界市场都是气候变化对农业部门产生经济影响的主要因素。

海岸系统：从生态学和经济学两方面来看，沿海地区都很重要。人类居住和经济活动降低了海岸系统对气候异常和气候变化以及海平面升高的恢复和适应能力。一些沿海地区已经低于平均海平面，而更多的地区对于风暴潮很脆弱。最危险的地区包括荷兰、德国、乌克兰和俄罗斯海岸线、一些地中海三角洲以及波罗的海沿岸地区。风暴潮、降水变化以及风速和风向变化增加了海岸系统设计者的忧虑。总的来说，可以用相对低的投资来应付较大的经济和社会影响。但对于一些低洼城市(对风暴潮很脆弱)以及生态系统特别是沿海湿地却并非如此，它们可能受到保护性措施的进一步损害。

人类居住：对制冷水的供需将改变。能源需求将在夏季增加(制冷)、冬季减少(供暖)，因而改变了能源需求高峰。为了维持现有功能，必须调整那些为较冷气候而设计的基础设施、建筑物和城市，以适应气候变暖尤其是热浪的袭击。在降

水量增加或降水强度增大的地区，山崩或洪水的风险也将增大。

人类健康：全球变暖将增加与高温有关的死亡率，城市空气质量的下降会加剧这种效应，而与寒冷有关的死亡率则可能下降。传病媒介引起的疾病有可能增加。健康管理措施可以显著减少这些影响。

结论：即使欧洲许多地区的人工系统已经具备良好的适应能力，但是预计气候变化仍将产生较大的影响。主要影响来自于极端气候事件和降水的频率变化，它们使得一些地区干旱增多，其它地区洪水增加。农业以及其它依赖于水的人类活动受到的影响最大。预计北部森林和永久冻土地区将发生较大的变化。由于迁移受到阻碍，生态系统对气候变化的预期速率特别脆弱。

6.6. 拉丁美洲

拉丁美洲包括从墨西哥到智利和阿根廷的美洲所有大陆国家以及邻海区域。该地区在气候、生态系统、人口分布和文化传统等方面差异很大。一些拉美国家尤其是中美洲巴拿马地峡国家、厄瓜多尔、巴西、秘鲁、玻利维亚、智利和阿根廷都受到季节到年际气候变率特别是厄尔尼诺-南方涛动（ENSO）现象的强烈影响，从而产生不利的社会经济后果。大多数生产基于该地区广博的自然生态系统，当前气候变率对自然资源的影响表明，预期发生的气候变化非常重要，必须在国家和区域规划中加以考虑。土地利用是目前生态系统变化的主要驱动力，它与气候的相互影响很复杂，这使得鉴别那些气候变化的脆弱区域非常困难。

生态系统：由于气候变化，大范围的森林和牧场将受到影响，山地生态系统和不同植被类型之间的过渡地带尤其脆弱。气候变化加剧了森林砍伐对亚马逊河流域热带雨林的不利影响，这可能导致生物多样性的丧失，并减少亚马逊河流域和及其以外地区的降雨和径流(通过蒸散减少降水再循环)，从而影响全球碳循环。

水文学和水资源：气候变化对水循环的显著影响能够改变降水强度及其时空分布、地表径流以及地下水补给，从而对各种自然生态系统和人类活动产生不同影响。干旱和半干旱地区对于可利用水分的变化非常敏感。水电生产以及谷物和

牲畜生产对水分供应的变化特别脆弱，尤其是在哥斯达黎加、巴拿马和安第斯山麓以及位于南纬二十五度和三十七度之间的智利和阿根廷西部的邻海地区。气候变化对水资源的影响足以导致用户、地区和国家间的冲突。

粮食和纤维生产：即使考虑二氧化碳浓度升高对作物生长的正效应以及在农场水平上采取适度适应措施，在墨西哥、中美洲巴拿马地峡国家、巴西、智利、阿根廷和乌拉圭，几种主要作物的产量也将下降。此外，如果温带草原面临可利用水分的大幅度减少，那么牲畜生产量将下降。极端事件(如洪水、干旱、霜冻、风暴)将对牧场和农业生产(如中美洲的香蕉作物)产生潜在的不利影响。如果牧场的生产力/范围或传统作物减少，那么传统民族诸如安第斯居民的生活将受到威胁。

海岸系统：中美洲巴拿马地峡国家、委内瑞拉、阿根廷和乌拉圭等国家的低洼海岸和港湾地区，海平面升高可能导致沿海土地和生物多样性的丧失(包括珊瑚礁、红树生态系统、港湾湿地和海洋哺乳动物及鸟类)、基础设施的损坏以及盐水的侵入。海平面升高阻碍了平地河流向海洋的径流，从而增加了这些流域发生洪水的危险(如阿根廷大草原)。

人类居住：气候变化对拉丁美洲居民的福利、健康和安全产生许多直接和间接的效应。预期的气候变化可能会加剧海平面升高、不利天气和极端气候事件引起的直接影响(诸如水灾、骤发洪水、风暴、山崩及寒冷或酷热的发生)，以及通过影响其它部门，如水分和粮食供给、交通、能源和卫生部门等，而产生的间接影响。特别脆弱的人群包括居住在大城市周围贫民窟的居民，尤其是那些居住在洪水易发地区或山坡上的居民。

人类健康：预期发生的气候变化将加剧业已严重的长期营养不良和疾病对一些拉美民族的影响。如果温度和降水增加，传病媒介引起的疾病(如疟疾、登革热、南美锥虫病)和传染病(如霍乱)将向南扩散，并将传播到海拔更高的地区。地表温度的增加将加剧地面的臭氧污染，增加臭氧浓度，从而潜在地影响人类健康和福利，尤其是在城市地区。

结论：气候变率、气候变化和土地利用加剧了环境恶化(例如可利用水分的变化、农业土地的丧失以及沿海地区、河流沿岸和平地的洪水泛滥)，这将加重社会经济和健康问题，促使农村和

沿海人口迁移，从而加深国家和国际矛盾。

6.7. 北美洲

该地区由加拿大和北极圈以南的美国组成。该地区不同部门和区域对气候变化的脆弱性以及气候变化的影响差异很大。这一特征对于了解气候变化对北美州的潜在影响，以及制定和实施可行的响应策略非常重要。

生态系统：大多数生态系统对于气候变化都中等或高度敏感。影响既可能是有利的，也可能是不利的。潜在的影响包括森林和其它植被类型的向北迁移(这将通过改变植物产地来影响生物多样性，从而减少它们所提供的商品和服务)；一些地区森林密度和面积的减少(在其它一些地区可能会增加)；更频繁和更大的火灾；干旱地区物种向大流域地区的扩展；大草原低洼湿地(目前供养着北美洲50%以上的水禽)的干涸；以及冷水、凉水和暖水鱼类栖息地分布的变化。对于自然生态系统而言，应用管理手段限制潜在危害的能力很低。

水文学和水资源：水量和水质对于气候变化特别敏感。潜在的影响包括冬、春季的迳流增加以及土壤水分和夏季迳流的减少。大平原和大草原地区特别脆弱。预计暴雨和大洪水发生频率的增加，还将伴随着降水事件之间干季的延长以及北美洲部分地区干旱频率和/或强度的增加。水质将受到影响而下降。适应气候变化的措施很多，但是其成本和可能存在的障碍限制了实施。

粮食和纤维生产：北美洲粮食和纤维资源的生产率对于气候变化中等或高度敏感。然而，大多数研究没有充分考虑气候变率和可利用水分的潜在变化、病虫害和火灾变化的影响、以及这些变化与现有各种胁迫的相互作用。气候变暖(北美洲增温4-5°C)可能对东部、东南部和玉米带地区产生不利影响，对北部平原和西部地区则产生有利影响。预计中等增暖会对一些暖季作物产生显著的有利影响。很难确定商业林生产的脆弱程度，但是由于改进技术和采取管理措施，其脆弱性可能低于自然系统。虽然一些地区可能会受到有利或不利影响，但对整个大陆而言，北美洲粮食和纤维生产的脆弱度很低。适应能力可能会受到知识空白、体制障碍、昂贵的经济、社会和环境成本以及气候变化速率的限制。

海岸系统：相对于北美洲沿岸大多数地区的陆地来说，过去数千年里海平面一直在升高，在一些地区则一直在下降。下个世纪，由于气候变化引起的50厘米海平面升高将淹没8,500-19,000平方公里的干地，使百年一遇的洪水平原面积扩大23,000平方公里以上，并减少多达50%的北美洲沿海湿地。预计气候变化引起的海平面变化可能低估了所有原因引起的北美洲东部海岸和墨西哥湾沿岸的海平面升高。在许多地区，湿地和海湾海滩可能会被挤压在升高的海洋和用于保护人类居住所建造的堤坝或海墙之间。一些当地政府正在实施土地利用法规，以确保沿海生态系统随着海平面升高能向陆地迁移。盐水侵入可能会威胁一些地区的水分供给。

人类居住：预期发生的气候变化将对北美州水陆运输的经营和维持成本产生正反两方面的影响。由于增加了暴露于自然灾害(如大火、山崩、极端天气事件)的机会，所以财产和人类健康及生命面临的风险增加。此外，制冷的能量需求增加，供暖的能量需求减少，总的净效应随地理区域而改变。

人类健康：通过直接(如热胁迫和极端天气/气候事件)和间接(如传病媒介和传染病载体、接触有毒物质的环境和职业、粮食生产)的方式，气候对于人类健康可以产生潜在的不利影响。在高纬度地区，预计由于迁移方式和本地粮食来源的改变引起的饮食变化将对人类健康产生影响。

结论：单独来看，任何一种影响都处于区域或部门的响应能力范围之内。但是，事实是这些影响将同时发生，再加上人口、技术、经济以及其它环境和社会变化，就增加了进行影响评估和选择适宜响应措施的复杂性。北美州各个区域和部门的特性表明，无论是气候变化的影响还是响应对策的选择都很不一致。

北美洲的许多系统对于气候变化都中等或高度敏感，通常估计的影响范围包括相当大的潜在危害。在许多情形下，已具备改变系统管理以减轻或避免破坏性影响的技术能力。然而，适应能力可能受到预期成本、对私人保护公有自然系统刺激机制的缺乏、有关未来气候变化及其适应措施的不完整信息、以及体制障碍的限制。最脆弱的部门和地区包括：东部和西部内陆地区的长寿自然森林生态系统、南部平原的水资源、东南部和南部平原的农业、当前城市空气质量下降地

区的人类健康、北部生态系统和动植物产地、发达的港湾地区、低纬度冷水渔业。其它部门和地区可能从增温或潜在的二氧化碳施肥中获益，包括：西海岸针叶林、一些西部牧场、北部地区供暖的能源费用下降、盐渍和积雪清除费用的减少、北部运河和港口的不冻封季节以及北部地区、西部内陆地区和西海岸的农业。

6.8. 小岛屿国家

除了地中海的马尔他和塞浦路斯，这里考虑了所有位于热带的小岛屿国家。大约三分之一的国家由一个主岛构成，其他国家则由几个或许多岛屿构成。低洼岛国和珊瑚环礁国家对于气候变化以及相关的海平面升高特别敏感，因为许多国家(如巴哈马群岛、基里巴斯、马尔代夫、马绍尔群岛)的大部分陆地只比目前的平均海平面高出三至四米。一些海拔较高的岛屿对于气候变化的影响也很脆弱，特别是在其沿海地区，那里那里几乎总是集中了主要的人类居住和经济基础设施。

生态系统：增温不会产生广泛的不利影响，但是一些主要的生态系统，如珊瑚礁，对于温度变化极其敏感。虽然有些珊瑚礁可以跟上海平面升高的速率，但热带许多地区(如加勒比海、太平洋)一些珊瑚品种生活在接近其温度极限的水域中。升高的海水温度(高于季节最大值)可能会使珊瑚严重褪色，并削弱它们的繁殖功能，因而引起死亡率的增加。红树对气候变化的适应能力随物种和局地条件(例如，是否具有沉积物丰富且潮汐巨大的环境，能否获得适量的淡水以维持盐浓度的平衡)而改变，红树适应陆地以及向陆地迁移的自然能力也将因沿海土地的丧失和沿海地区基础设施的存在而降低。一些岛屿上的生态系统正在受到其它人类活动(如污染)的危害，这可能和气候变化本身的威胁同样重要。气候变化会加剧这些影响，从而危及这些热带生态系统的长期生存能力。

水文学和水资源：淡水短缺是许多小岛屿国家面临的严重问题，这些国家主要依赖于雨水作为淡水来源。降水变化可能对这些国家产生重大的影响。

海岸系统：随着海平面升高，许多小岛屿的侵蚀和沿海土地丧失的速率将加快。根据估算，当海平面升高 1 米时，马绍尔群岛的马朱罗环礁

和基里巴斯可能分别丧失 80% 和 12.5% 的土地。通常，海滩沉积物平衡将受到沉积物减少的不利影响。然而，在海拔较高的岛屿上，来自溪流的沉积物增加有助于补偿礁石的损失。作为海平面升高的直接后果，低洼岛国和珊瑚环礁国家还将面临海水泛滥、淹没以及(土壤和淡水)盐渍化增加的威胁。

人类居住和基础设施：在一些岛屿上，处于或接近目前的海平面，或者靠近海洋(通常一至二公里以内，例如基里巴斯、图瓦卢、马尔代夫和巴哈马群岛)的许多主要的基础设施和人类居住区将面临危险。此外，脆弱性评估表明，对于一些小岛屿国家来说，海岸和基础设施保护费用也是难以承受的财政负担。

人类健康：预计气候变化将加剧诸如与热有关的疾病、霍乱、登革热和生物性中毒等健康问题，并将对许多小岛屿国家业已负担过重的健康系统产生更大的压力。

旅游业：旅游业是加勒比海、太平洋和印度洋中一些小岛屿国家的主要经济部门。1995 年，安提瓜岛、巴哈马群岛和马尔代夫群岛的旅游业收入分别占其国民生产总值的 69%、53% 和 50%。旅游业还为一些小岛屿国家赚取了大量外汇，因为许多国家主要依赖进口粮食、燃料以及其它生活必需品和服务。1995 年，一些国家旅游业的外汇收入占政府总税收的 50% 以上。气候变化和海平面升高将直接和间接地影响旅游业，例如，因侵蚀和淹没造成海滩丧失，淡水养殖业的盐渍化，对海岸生态系统胁迫的增加，热带和亚热带风暴造成的基础设施损坏以及舒适性的丧失，这些因素都将危及许多小岛国这一重要行业的生存及其长期的可持续发展。

结论：为了评估这些岛国对预期气候变化的风险，需要充分集成的脆弱性评估方法。各种生物物理特性(如大小、海拔、相对隔离程度)与其经济和社会文化特征的相互作用最终决定了这些岛屿的脆弱程度。此外，一些岛屿容易受到非气候灾害(如地震、火山爆发、海啸)的周期性影响，不考虑这些因素，就不可能准确地评估这些岛屿的脆弱性。同样，对小岛屿国家进行脆弱性评估还应该考虑“非市场化”的商品和服务(如生存财富、社区结构、传统技能和知识)的价值，它们也将面临来自气候变化的危险。在一些岛屿国家中，这些财产与市场销售的商品同等重要。

气候变化预测的不确定性阻碍了采取适应措施，尤其是一些成本很高的措施，或者需要改变社会准则和行为的措施。作为一个指导原则，即使不发生气候变化，这些寻求可持续地利用资源和有效地响应环境变化(如气候变化)的政策和发展项目也将有益于小岛屿国家。

小岛屿国家对于全球气候变化和海平面升高极其脆弱。从理论上说，可以采取各种适应性措施，然而对于一些低洼岛屿和环礁，退离海岸不是一种选择。在某些极端情况下，必须考虑向国外移民和再定居。

6.9. 温带亚洲

温带亚洲指位于北纬十八度与北极圈之间的国家，包括日本岛、朝鲜半岛、蒙古、中国大部以及俄罗斯的西伯利亚。该地区东西距离约 8000 公里，南北距离约 5000 公里。明显的气候分区包括干旱/半干旱区、季风区和西伯利亚地区。

生态系统：虽然温带亚洲地区的大部分温带森林都被砍伐用作集约农业，但是全球气候变化仍足以引起剩余的温带森林的结构性变化，这些变化的性质和量级取决于与之相关的可利用水分以及水分利用率的变化。温带草原温度和降水的改变，可能导致生长季的变化以及草地、森林和灌木林之间边界的变更。一些模式研究结果表明，在加倍二氧化碳气候情景下，北部森林(主要位于俄罗斯联邦)的面积(高达 50%)和生产力将大幅度减少，而草地和灌木林面积将扩大。苔原地区的面积将减少 50%，同时伴随着来自深层泥炭沉积物的甲烷释放以及二氧化碳排放的适度增加(少于 25%)。

水文学和水资源：总的来说，大多数二氧化碳浓度加倍的平衡构想模拟表明，除某些流域外，水分供应将减少。暖冬可能会影响水分平衡，因为春季和夏季的水分需求变大。在加倍二氧化碳浓度的平衡气候条件下，2050 年冰川将比目前减少四分之一。预计来自亚洲中部冰川的迳流到 2050 年将增加三倍，但到 2100 年冰川迳流将逐渐减少为现在的三分之二。模式结果证实，中国北部的径流对于气候变化相当敏感，这主要是由于春季、夏季和秋季尤其是汛期的降水变化。为了使水分供需达到平衡，日本采取了更加有效的水分管理。在温带亚洲其它地区，水资源开发非常

重要，主要问题是如何调整新的水资源基础设施的设计，以便考虑气候变化引起的不确定性。最关键的不确定性是缺乏全球变化对亚洲季风或厄尔尼诺-南方涛动现象的可靠预测，这两者对流域径流影响极大。需要进一步加强对国际性流域的水资源考虑多重胁迫下的影响研究。

粮食和纤维生产：不同大气环流模式估算的作物产量的变化范围很大。例如在中国，对于不同的构想和地点，2050 年几种作物产量的变化范围是水稻-78%至+15%、小麦-21%至+55%、玉米-19%至+5%。如果考虑二氧化碳对作物生长的正效应，生产力有可能增加，但增加幅度不确定。预计作物区的向北迁移将增加西伯利亚北部的农业生产力，但气候变干将减少西伯利亚西南部的谷物生产(约 25%)。水产养殖对于温带亚洲特别重要。有可能进行更多暖水品种的养殖。在变暖条件下，必须更加注意氧气耗损、鱼类疾病、有害品种的引进等问题，以及潜在的不利因素诸如既定繁殖方式、回游路线和生态系统关系的变化等。

海岸系统：海平面升高将加剧当前因地壳构造和人类活动引起的三角洲地区陆地沉降的严重问题。盐水侵入也将变得更为严重。海平面升高 1 米将威胁到诸如日本等沿海地区，因为日本 50% 的工业位于这一地区(如东京、大阪、名古屋)。此外，日本剩余沙滩的 90% 将面临消失的危险。

人类健康：到 2050 年，在瞬时全球环流模式(美国地球物理流体动力学实验室模式，英国气象局模式)预测的气候条件下，由于热浪频率或强度的增加，与热应力有关的死亡率和发病率(尤其是心肺疾病)将增加一倍以上。气候变化将扩大病毒媒体(如传染病的蚊子、传播血吸虫病的蛇)的地理分布(在高度和纬度上)，改变病毒媒体和传染性寄生虫的生命周期，从而加速病毒媒体引起的许多传染性疾病的传播。由于气候对水资源分布、温度和微生物增殖的影响，非病毒媒体引起的传染病如霍乱和沙门氏菌病以及其他与食物和水有关的传染病也可能增加。必需加强对疾病的监视工作，并与其它环境监测相结合，共同设计预警系统，从环境方面对公众健康进行早期干预，提前采取社会对策以减少流行病的蔓延和传播。

结论：全球气候变化对温带亚洲的主要影响是，北部森林的较大变化、冰川的大幅度消失以及水分供应短缺。在这些预测中，最关键的不确

定性是缺乏对全球气候变化构想下水循环的可靠预测。水循环模拟的主要不确定性是全球变化对亚洲季风和厄尔尼诺-南方涛动的影响。对农作物产量的预测也是不确定的，这不仅因为水循环模拟的不确定性，而且由于二氧化碳增加的潜在正效应和不同的生产方式。至于沿海地区，海平面升高将危及到三角洲区域的沙滩，但它仍然是人类活动引起的问题。必需进行集成评估研究以便考虑多种影响因素。

6. 10. 热带亚洲

热带亚洲地区的自然地理差异悬殊，自然生态系统和农业生态系统的生物多样性都很丰富。目前，该地区总人口约为 16 亿，预计到 2025 年增加为 24 亿。该地区以农村人口为主，尽管在 1995 年全世界 25 个大城市中，有 6 个城市位于这一地区。热带亚洲的气候特征是与季风相关的季节性天气型式以及在三个气旋主要生成区(孟加拉湾、北太平洋和南中国海)热带气旋的产生。气候变化将加剧其它胁迫诸如迅速的城市化、工业化和经济发展，从而加剧对自然资源的不可持续利用、污染增加、土地退化以及其它环境问题。

生态系统：预计热带亚洲的山区和高原地区将发生重大的生态系统变化。在那里，草种将取代树种，但与气候变化速率相比，植被变化的速率可能比较缓慢，并且受到大喜马拉雅山脉侵蚀增加的制约。热带雨林和季风林的分布和生长状况的变化很复杂。例如，泰国的热带森林面积可能从占森林总面积的 45% 增加到 80%；而在斯里兰卡，干地森林面积将大幅度增加，湿地森林面积则可能减少。预计蒸散和降水变率的增加可能对淡水湿地的生产力产生不利影响，从而导致湿地的缩小和变干。海平面升高和海平面温度增加可能对海岸生态系统产生较大的影响。珊瑚礁有可能跟上海平面升高的速率，但会由于高温而褪色；红树和潮汐湿地的向陆迁移将受到基础设施和人类活动的限制。

水文学和水资源：喜马拉雅山脉在亚洲大陆季风区的水分供应中起着关键性作用。温度和降水季节性变率的增加将加速冰川后退，加大冰川湖泊突发洪水的危险。雪水河流平均流量的减少，加上高峰流量和泥沙量的增加，将对水电生产、城市供水和农业产生较大影响。短期内，雪

水河流的水分供应可能增加，但在更长时期内则减少。雨水河流的径流量可能继续增加，融雪量的减少将使这些河流在旱季的流量面临比现在更大的压力。人口增加以及对农业、工业和水电部门需求的增加将加重对水资源的压力，而对较干流域以及季节性流量较低流域的压力将变得更为严重。与热带亚洲陆地流域相比，除了海平面升高引起的变化外，岛屿和沿海流域的水文变化较小。

粮食和纤维生产：许多研究已经证实了大部分谷类作物和树木对该地区温度、湿度和二氧化碳浓度变化的敏感性。例如，对水稻、小麦和高粱产量的影响研究表明，任何与二氧化碳施肥相关的产量增加将大于因温度和湿度变化造成的产量减少。虽然气候变化将导致作物产量、生产、储藏和运输的重大改变，但区域变化的净效应是不确定的，这是因为存在品种差异、生长季和作物管理等的局地差异，并且作物模式模拟中未考虑病虫害和微生物的可能影响，同时农业区对于其它环境灾害包括洪水、干旱和气旋也很脆弱。依赖于传统农业或边缘土地的低收入农村人口对于气候变化的影响特别脆弱。

海岸系统：由于海平面升高是最明显的气候影响，因此沿海地区特别脆弱。人口密集和集约利用的低洼沿海平原、岛屿和三角洲对于海岸侵蚀、土地丧失、淹没、海水泛滥、咸水/淡水分界的迁移以及海水向淡水的侵入尤其脆弱。风险特别高的地区是孟加拉国、越南和泰国的大三角洲地区，以及印度尼西亚、菲律宾和马来西亚的低洼地区。在主要城市和港口、旅游胜地、商业捕鱼、沿海农业以及基础设施发展方面都将产生社会经济影响。国际性研究预测，假如海平面升高 1 米，将有数百万人从沿海地区迁移，因此该地区将为采取响应措施以减少海平面升高的影响付出高昂的代价。

人类健康：随着全球变暖，病毒媒介引起的疾病的的发生和范围都将增加。疟疾、血吸虫病和登革热，这些在热带亚洲地区死亡率和发病率较高的疾病对于气候变化极度敏感，有可能传播到处于目前流行区边缘的新的地区；最近受到影响的人群死亡率较高。根据一项关于气候对当前脆弱地区传染病影响的研究，预计在大气环流模式构想的气候变化范围内，疟疾和登革热的传染潜力预计将分别增加 12-27% 和 31-47%，血吸虫病的

传染潜力将减少 11-17%。水媒和与水有关的传染性疾病是该地区主要的流行病，也将随着温度和湿度的增加而增加，并随着人口增长、城市化、水质下降和其它变化等而加重。

结论：这里评估的气候变化直接影响诸如可利用水分和作物产量的变化以及沿海地区的淹没等都将对粮食保障和人类健康产生进一步的间接影响。不同气候环境下适应对策的有效性取决于不同的地区以及不同的土地利用。响应措施包括：新的耐高温抗虫害的作物品种；减少作物产量损失的新技术；改进灌溉效率；以及既考虑当前问题也考虑长远问题(包括气候变化)的流域和海岸带的综合管理。

7. 需要开展的研究

本报告所揭示的缺欠和不足表明，需要进一步研究一些优先领域，以帮助决策者应付困难。

这些研究包括：

- 获得更好的气候和社会经济基准资料；
- 建立更好的气候变化构想，特别是降水、极端事件、硫化物气溶胶效应和区域尺度的气候变化构想；
- 通过考虑物种竞争和迁移、土壤和营养、对气候的适应能力以及作物产量、根、茎、叶之间的分配，更好地了解二氧化碳浓度增加的生态和生理效应；
- 开发气候、生物圈过程和其它社会经济因素的动力模式，以考虑全球变化的发展以及随时间改变的特性；
- 对各种构想和假设进行影响评价，以便特别是对主要由发展中国家和小岛屿国家组成的区域进行风险评估，到目前为止，那里的研究和评估资源还很缺乏；
- 分析适应性措施，包括对开发新技术的需求和在新的环境下改进现有技术的机会；
- 进行跨部门、跨国家和跨区域的综合评估，从气候变化到经济或其它成本，包括适应性和其它社会经济变化。

作者/供稿人

Robert T. Watson(美国)，Marufu C. Zinyowera(津巴布韦)，Richard H. Moss(美国)，Reid E. Basher(新西兰)，Martin Beniston(瑞士)，Osvaldo F. Canziani(阿根廷)，Sandra M. Diaz(阿根廷)，David J. Dokken(美国)，John T. Everett(美国)，B. Blair Fitzharris(新西兰)，Habiba Gitay(澳大利亚)，Bubu P. Jallow(冈比亚)，Murari Lal(印度)，R. Shakespeare Maya(津巴布韦)，Roger F. McLean(澳大利亚)，M. Q. Mirza(孟加拉国)，Ron Neilson(美国)，Ian R. Noble(澳大利亚)，Leonard A. Nurse(巴巴多斯)，H. W. O. Okoth-Ogendo(肯尼亚)，A. Barrie Pittock(澳大利亚)，David S. Shriner(美国)，S. K. Sinha(印度)，Roger B. Street(加拿大)，Su Jilan(中国)，Avelino G. Suarez(古巴)，Richard S. J. Tol(荷兰)，Laura Van Wie McGrory(美国)，Masatoshi Yoshino(日本)

IPCC产品清单

I.IPCC第一次评估报告,1990年

- 1)气候变化—IPCC科学评估。IPCC科学评估工作组1990年报告(此外还有中文、法文、俄文和西班牙文)。
- 2)气候变化—IPCC影响评估。IPCC影响评估工作组1990年报告(此外还有中文、法文、俄文和西班牙文)。
- 3)气候变化—IPCC响应战略。IPCC响应战略工作组1990年报告(此外还有中文、法文、俄文和西班牙文)。
- 4)概况和决策者摘要,1990年。

排放构想(由IPCC响应战略工作组撰写),1990年。

沿海地区对海平面上升脆弱性评估—共同方法,1990年。

II.IPCC增补件,1992年

- 1)气候变化1992—IPCC科学评估增补报告。IPCC科学评估工作组1992年报告。
- 2)气候变化1992—IPCC影响评估增补报告。IPCC影响评估工作组1992年报告。

气候变化:IPCC1990和1992年评估—IPCC第一次评估报告概况和决策者摘要及1992年IPCC增补件(此外还有中文、法文、俄文和西班牙文)。

全球气候变化和出现的海洋挑战。IPCC响应战略工作组海区管理分组,1992年。

IPCC国家研究研讨会报告,1992年。

气候变化影响评估初步指南,1992年

III. IPCC特别报告,1994年

- 1)IPCC国家温室气体清单指南(3卷),1994年(此外还有法文、俄文和西班牙文)。
- 2)IPCC气候变化影响和适应性评估技术指南,1994年(此外还有阿拉伯文、中文、法文、俄文和西班牙文)。
- 3)气候变化1994—气候变化辐射强迫和IPCC IS92排放构想评估。

IV.IPCC第二次评估报告,1995年

- 1)气候变化1995—气候变化科学(含决策者摘要),IPCC第一工作组报告,1995。
- 2)气候变化1995—气候变化影响、适应和减缓科技分析(含决策者摘要),IPCC第二工作组报告,1995。
- 3)气候变化1995—气候变化经济和社会方面(含决策者摘要),IPCC第三工作组报告,1995。
- 4)第二次评估 IPCC有关联合国气候变化框架公约关于气候变化第二款解释的科技信息综述,1995。

(请注意IPCC综述和三个决策者摘要已经以单卷发行,并有阿拉伯文、中文、法文、俄文和西班牙文)。

V.IPCC特别报告,1996年

1996年IPCC国家温室气体清单指南修订本(3卷),1996年。

VI.IPCC技术报告

减缓气候变化的技术、政策和措施—IPCC技术报告一,1996年(此外还有法文和西班牙文)

用于IPCC第二次评估报告的简单气候模式介绍—IPCC技术报告二,1997年(此外还有法文和西班牙文)

稳定大气温室气体—物理、生物和社会经济影响—IPCC技术报告三,1997年(此外还有法文和西班牙文)

二氧化碳排放限制建议的影响—IPCC技术报告四,1997年(此外还有法文和西班牙文)

VII.IPCC技术报告,1997年

气候变化区域影响:脆弱性评估(含决策者摘要)。

IPCC第二工作组特别报告,1997年