

气候变化与粮食安全： 框架文件

概 要



粮农组织气候变化部际工作组



“人类必须学会适应气候变化。但是我们不能让气候变化成为加重世界饥饿，扩大穷富国家之间差别的另一个因素。我们有义务帮助较贫困国家和这些国家中较脆弱的受威胁人口去应对这一新的挑战。”

“粮农组织正在鼓励采取一种能够使农村社区适应气候变化的方法，开展对农民的培训，提供信贷，投资农村经济和对机构提供支持。如果所有这些战略都能得到认真规划和制定，它们可以减少粮食不安全的风险并对环境产生积极影响。”

粮农组织总干事

雅克·迪乌夫

气候变化与粮食安全： 框架文件

概 要



致谢

本出版物是在粮农组织气候变化部际工作组主席、林产品及工业司司长Wulf Killmann的主持下编写完成的。编写工作得到环境、气候变化及生物能源司环境评估及管理组组长Jeffrey Tschirley的大力支持和农业发展经济司环境经济学家Monika Zurek的技术监督。部际工作组衷心感谢Tom Downing、Barbara Huddleston和Gina Ziervogel以及斯德哥尔摩环境研究所、牛津办事处在构思和编写本文所依据的较长文件方面所作贡献，衷心感谢粮食安全特别计划管理及协调处的Barbara Huddleston和Nadine Kayal为本宣传册进行的编辑和版面设计工作。

正式文件的英文版和宣传册，以及小册子的不同语言版本可以从下列网址获得：http://www.fao.org/clim/index_en.htm

本信息产品中使用的名称和介绍的材料，并不意味着联合国粮食及农业组织对任何国家、领地、城市、地区或其当局的法律或发展状态、或对其国界或边界的划分表示任何意见。

版权所有。为教育和非商业目的的复制和传播本信息产品中的材料不必事先得到版权所有者的书面准许，只需充分说明来源即可。未经版权持有者书面许可，不得为转售或其它商业目的的复制本信息产品中的材料。

© 粮农组织 2007 年

申请这种许可应致函：

Chief, Electronic Publishing Policy and Support Branch
Information Division
Food and Agriculture Organization of the United Nations
Viale delle Terme di Caracalla
00153 Rome, Italy
或以电子邮件致：
copyright@fao.org

可从下列地址订购粮农组织出版物：

Sales and Marketing Group
Information Division
Food and Agriculture Organization of the United Nations
Viale delle Terme di Caracalla
00153 Rome, Italy

电子信箱：publications-sales@fao.org
传真：(39) 06 57053360
www.fao.org/icalog/inter-e.htm

资料来源：

- 封二 – 粮农组织总干事雅克·迪乌夫在由瑞典国际发展机构于2007年9月27–28日在斯德哥尔摩主办的气候变化、粮食安全和扶贫大会上的发言摘要
- 第7页 联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）在其2007年报告《气候变化2007：自然科学基础》中描阐述的各种情景。第一工作组报告。牛津大学出版社。粮农组织2006年出版的《迈向2030/2050年的世界农业：临时报告》中提供的2030年预测数据。
- 第8页 英国广播公司（BBC）在线援引国际牛津饥荒救济委员会报告中与天气相关的灾害数据，《天气灾害日益恶化》，2007年11月25日。
- 第10–11页 千年生态系统评估的生态系统分类体系：2005年。《生态系统与人类福祉：综合报告》。华盛顿特区，世界资源研究所岛屿出版社。
- 第13页 粮农组织，2006年。《畜牧业长长的阴影：环境问题与解决方案》。作者：Steinfeld等，畜牧、环境及发展计划，罗马。
- 第14页 粮农组织，2007年11月。《粮食展望》，罗马。粮农组织，2007年。《大米与气候变化》，罗马。
- 第15页 世卫组织，2007年。《气候变化可引发多少疾病？》可从下列网址获得：
<http://www.who.int/globalchange/climate/summary/en/index6.html>
- 第17页 国际能源机构的图表，2006年。《世界能源展望》，2006年，巴黎。可从下列网址获得：
http://www.fao.org/nr/ben/ben_en.htm
- 第18页 根据IPCC制作的图表，2007年，《气候变化2007：减缓气候变化》。第三工作组报告。牛津大学出版社。
- 第19页 粮农组织和国际应用系统分析研究所提供的地图，2007年。《影响农业生产和农村易受害性生物物理因素绘图》。作者：H., van Velthuizen等，罗马，环境与自然资源系列出版物第11号。
- 第21页 联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）图片说明，2007年。《第四次评估报告：决策者摘要》，日内瓦；UNFCCC/CDM, GEF, 粮农组织气候变化部际工作组2007年《农业、林业和渔业适应气候变化：前景、框架和优先重点》中阐述的粮农组织作用，罗马。

目录

- 4 词汇定义 *气候变化是真实的，而且其最初的影响已被感受到。*
- 6 气候变化和脆弱性 *对目前的脆弱群体应给予特别关注，但我们所有人都处于危险之中。*
- 8 适应 - 管理风险 *适应就是要减少气候变化给人们生活和生计带来的危险。*
- 10 适应 - 对地方需求做出反应 *积极的适应性管理可以成为特别宝贵的工具，制定战略能够应对不同生态系统面临的特殊风险。*
- 12 适应 - 确保粮食供应 *保障粮食安全还意味着避免全球和地方粮食供应因温度和降雨规律的改变而受到干扰或减少。*
- 14 适应 - 调整消费和保护健康 *在气候变化情况下，市场力量和自愿选择将影响个人对所消费的食品和维持良好健康的方式作出的决定。*
- 16 适应 - 建设一个生态友好的能源经济 *满足日益增长的能源需求是持续增长和发展的先决条件。生物能源有可能发挥越来越重要的作用，但是它的利用不应破坏粮食安全。*
- 18 适应和减缓 - 补充和平衡 *减缓意味着在短期内减少温室气体的排放并或储存碳，更重要的是选择能够通过长期遏制排放来减少风险的发展方式。*
- 20 前进的道路 *应对气候变化涉及反复的风险管理过程，包括适应和减缓措施，并考虑气候变化的破坏、共同的益处、可持续性、公平性以及对待风险的态度。*

词汇定义

粮食安全和粮食系统

享有粮食安全是指所有人在任何时候都能在实际上和经济上获得足够、安全和富有营养的食物，满足其积极而健康的生活的膳食需要和食物喜爱。要实现粮食安全，其四个组成部分必须充分。它们是：可供性、稳定性、可获性和利用。

粮食系统是生物地球物理与人类环境之间和内部一系列动态相互作用，影响着整条食物链上的活动和结果（生产、储存和加工、分配、交换、配制和消费）。

粮食安全是全球、国家和地方各级粮食系统运转情况的结果。它通常直接或间接地取决于农业和森林生态系统的服务，例如水土保持、流域管理、防止土地退化、沿海地区和红树林保护以及生物多样性保护。

气候和气候系统

气候是指某一特定地点地球较低表面大气层的特有条件，而天气则指同一地点在这样的条件下每日出现的波动。尽管气候本身仅与地球大气不同状态有关，地球系统其他部分也对气候条件的形成有着明显的作用。决定天气情况的地球系统动力学被称为气候系统。地球系统的五大组成部分是：

- 大气层（地球表面之上的气态物质）；
- 水圈（地球表面上下的液态水）；
- 低温层（地球表面上下的雪和冰）；
- 岩石圈（地球的地面，如岩石、土壤和沉积物）；
- 生物圈（地球的动植物生命，包括人类）。

全球变暖和气候变化

气候变化是一个自然过程，在不同时间尺度（天文学、地质学和十年）中同时发生。它系指地球整个或区域气候随时间推移而出现的差异，可以由自然力量和人类活动引起。联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）认为，自二十世纪中期以来观察到的大部分全球平均气温升高的情况，即被称为全球变暖现象，很有可能是由人类活动造成的，主要是燃烧矿物燃料和森林砍伐使大气中的温室气体增加。这种变暖反过来又导致如下所示的气候条件的明显变化。

对于粮食安全至关重要的气候变化影响

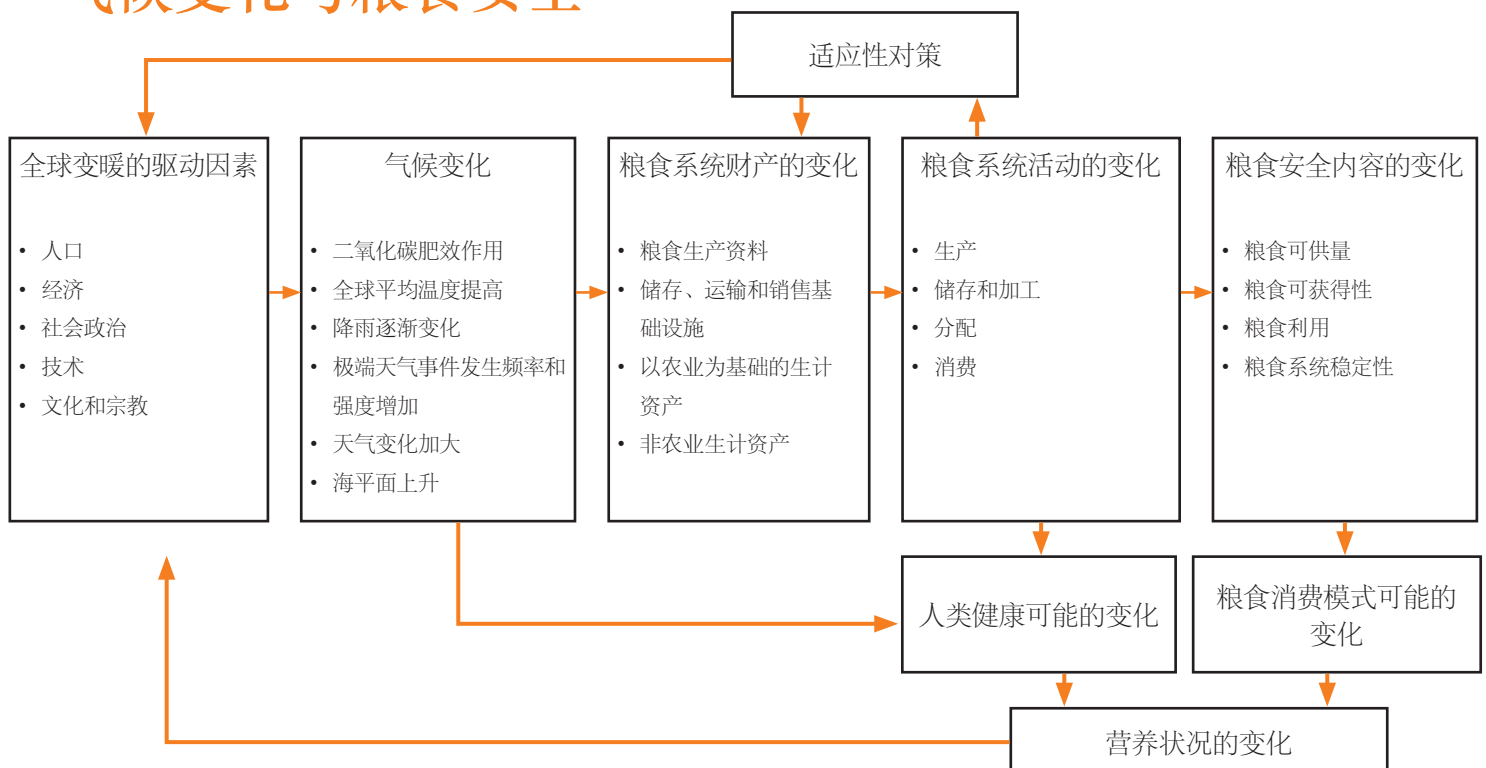
二氧化碳肥料影响
植物生长所需大气二氧化碳可供量的增加
全球平均温度升高
热天的最高温度上升
冷天的最低温度上升
每年高温天数增加
热浪的频率、持续时间和强度增加
降雨逐渐发生变化
干旱期和干旱发生的频率、持续时间和强度增加
降雨和降雪的时间、地点和数量发生变化
极端天气事件的频率和强度增加
大风、暴雨、风暴潮和山洪增加，通常与热带风暴和龙卷风相关。
天气变化增大
季节性天气模式更加不稳定
生长季节开始和结束时间发生变化
海平面升高
人类栖息地被淹
海水入侵

气候变化对粮食安全的影响

气候条件的显著变化将通过对全球、国家和地方粮食系统各个组成部分的干扰而影响粮食安全。极端天气事件和干旱更加频繁和强烈，海平面不断升高以及雨季模式越来越无规律已经开始直接影响农村和城市地区的粮食生产、粮食分配基础设施、粮食紧急情况发生率、生计财产和机会以及人类健康。逐渐变化的平均温度和降雨很可能造成干扰性的影响，无论是积极的还是消极的，而且有可能包括：

- 用于不同类型作物和草场的土地适宜性的变化，
- 森林健康和生产力的变化，
- 海洋资源分布、生产力和社区构成的变化，
- 不同类型病虫害的发生率和传病媒介的变化，
- 生物多样性和作为自然栖息地的生态系统的丧失，
- 用于作物、畜牧和内陆鱼类生产的优质水源分布的变化，
- 因干旱和与之相关的盐碱加重导致耕地的丧失，
- 生计机会的变化，
- 健康风险的变化，和
- 人口的国内和国际性迁移。

气候变化与粮食安全



气候变化和脆弱性

气候变化、农业生产和粮食系统

农业、林业和渔业均属于气候敏感型的产业。因此，其生产过程 – 无论是粮食、饲料、纤维、能源或经济作物、或畜牧和禽类产品、鱼品或林产品 – 都将受到气候变化的影响。总的来说，对温带地区的影响将是积极的，而对热带地区的影响则是消极的，尽管仍然非常不确定的一点是，预计发生的变化将给当地造成何种后果，而且预计产生的影响还可能通过采取风险管理措施和实施提高备灾和恢复力的战略而得到扭转。

农业生产模式的变化将从两个方面影响粮食安全：

- 对粮食生产的影响将干扰全球和地方各级的粮食供应。从全球来看，温带地区产量的提高可能会抵消热带地区产量的下降。然而，对于那些缺乏开展贸易活动财力和严重依赖本国生产来满足其粮食需要的许多低收入国家而言，可能无法在不增加对粮食援助依赖的情况下弥补地方供应的下降。
- 对各种农业生产形式的影响将干扰生计和获得粮食的能力。应对气候变化能力较差的生产者团体，如发展中国家的农村贫困人口，其安全和福祉将受到威胁。

对于粮食安全而言，除了粮食和农业生产之外，食品系统的其他环节，如加工、分配、采购、配制和消费亦同等重要。总的来说，与两百年前相比，现今粮食系统运转对气候的依赖程度已大大降低。尽管如此，目前运输和分配基础设施越来越多地受到风暴破坏的威胁，导致粮食供应链中断。气候变化很可能使许多现有弱势人口和其他低收入消费者获得粮食的困难加重，要么是因为自身产量下降，要么因农业和非农业生产格局变化而丧失就业机会，或者因食品的市场价格上涨而导致购买力的下降。此外，能源成本的提高和降低矿物燃料消费的必要性都促使采用一种新的计算方法，即“食品里程”，应当将其保持在尽可能低的水平以减少排放。鉴于所有这些因素，未来粮食安全的责任将更多地由地方承担。

目前的易受害者是谁？

在气候变化中已经很脆弱的农业生计系统还有可能经历作物不断减产、畜牧和鱼类种群丧失以及水短缺和生产资料被破坏的危险。在这些系统中包括小型雨养农业系统、放牧系统、内陆和沿海渔业/水产养殖社区以及以森林为基础的系统。居住在沿海、洪泛平原和河流三角洲下游、旱地和北极地区的农村人口是最易受害的群体。此外，城市（特别是沿海城市和洪泛区拓居点）贫民亦面临日益严重的威胁。在这些面临威胁的人口中，过去已经存在的社会经济差异很有可能扩大，导致妇幼老弱病残者的营养状况进一步恶化。

市场不确定性

经济增长

政府间气候变化专门委员会（IPCC）规定的各种排放情景假定，作为一个整体，世界经济将继续增长，尽管增长速度不尽相同，有时各区域之间存在很大差异，取决于所实施的排放计划。尽管如此，气候变化的影响实际上仍有可能阻碍经济的发展。如果全球金融市场跟不上极端天气事件引起的大量损失，而且发达国家和新兴发展中国家的众多家庭在个人财产价值和创收能力方面出现无法弥补的下降，全球经济衰退和粮食安全状况全面恶化也是有可能。

食品价格

目前对2030年之前的预测表明，从全球来看，食品在平均家庭支出中所占比例将继续下降。然而，最近的情况，至少对某些商品而言，似乎显示出扭转趋势，其中食品价格的增长速度超过收入。即便不存在气候变化，水、土地和燃料的日益短缺也有可能给食品价格造成更大压力。气候变化给这些资源带来的额外压力，可能导致土地利用竞争的减轻影响措施，以及将旨在减缓气候变化的环境服务赋予市场价值的做法也都有可能导致不同食品相对价格的明显变化以及消费者食物篮平均费用的全面增长。

食品供应和需求

持续的经济增长意味着对动物蛋白需求的不断增加，因为发展中国家的平均收入提高，从而对畜牧生产用水和用地（程度略低）的需求也在增加。要想保证充足和稳定的蛋白供应将需要在商业上可行的条件下扩大集约化农业生产，实施更有效的农业用水管理，改善耕地的管理，改善畜牧管理，而且农业产业应采用新的、更加节能的技术。鉴于价格上涨和进一步认识到其食物选择造成的环境后果，消费者可能会改变其消费和饮食习惯，尽管目前阶段还无法准确说明这种变化的性质。

未来的易受害者是谁？

随着时间的推移，风险和脆弱性的地理分布有可能变化。发达和发展中国家城市的低收入居民已经面临来自极端天气事件和动荡的食品价格的威胁。那些缺乏适当保险或安全网保护的人口很有可能变得越来越脆弱。气候的变化或许有益于某些以农业为基础的生计，但其他方面则会遭受破坏。此外，随着农业生产中心的转移，农业工人的生计状况将改变，所有靠工资为生的人面临着新的健康危险，而这种危险有可能导致其生产和创收能力的下降。总之，气候变化将从不同方面影响人们，取决于诸如土地所有权、性别、年龄和健康状况等各种因素。

适应 — 管理风险

什么是气候变化风险？

风险的存在意味着对目前正在发生事件的未来结果或未来事件的发生有着不确定性。对某种结果越肯定，风险就越小，因为确定性使我们能够作出知情选择并准备应对气候变化的影响。

气候变化给未来温度和季节降水特征造成日益严重的不确定性，使得农业投资和本身依赖气候的其他生计面临更大的风险。贫困人口的风险吸收能力不足以应付气候变化带来的额外风险。与此同时，越来越肯定的是，极端天气事件发生的频率和强度将提高，而且已经知道了易受害地点。有鉴于此，日益肯定的是，天气灾害造成的财产损失将增加。无论这些损失涉及的是生产资料、个人财产或甚至生命，灾害易发地区千百万人的生计和粮食安全状况将遭受不利的影响。

风险管理目标和挑战

气候变化风险管理目标是减少风险暴露和减少负面结果。该过程首先需要进行风险绘图，包括确定受威胁的地区、人口和生计，之后开展对所涉风险类型的分析和对不同地区、群体和生计的风险范围和程度及其风险吸收能力进行评估。以此为基础，该过程应将需要全力避免的潜在灾害性结果作为目标，并以性别问题为重点，强调可能避免或承受的风险。国家风险管理政策和计划的组成部分通常包括：

- 基础设施投资以保护财产不受损失；
- 全球气象站最低推荐密度和在气候和适应模式中天气和气候信息的利用；
- 为农业社区提供的气候信息和咨询服务；
- 可靠和及时的预警系统；
- 快速应急能力，和
- 创新型风险融资工具和保险计划以包括剩余风险。

现在每年平均发生500起与天气相关的灾害，而上世纪80年代仅为120起，在同一时期，洪灾的数量增加了6倍。此外，人口的增长，特别是在目前世界大部分人居住的沿海地区，意味着灾害性天气事件将影响越来越多的人。全球援助社会已经拥有能够减少生命损失的直接应对能力，但是当与气候相关的自然灾害发生后，他们帮助灾民恢复失去的财产和生计的能力将面临日益不足的危险。因此，应当将遏制这类损失的投资作为最高优先重点

鼓励穷人开展适应性管理

只有当受威胁的人感到他们的需要得到满足时，风险管理政策或计划才能做到有效实施。因此，应当为最脆弱人口提供适当机会，参与有关提高自身恢复力行动的决定。采用参与性方法对脆弱性和需求进行评估应当吸收所有社区成员代表参与反思、规划和行动的动态过程。该过程应当以生计为基础，注重性别问题，而且利用当地知识和优先重点。

提高弱势人口的恢复力

提高恢复力的行动包括采用能够使弱势人口保护其现有生计系统，使收入来源多样化，改变生计战略或移居（如果是最佳选择）的做法。

提高农业生计系统恢复力的行动包括：

- **研究和传播适应气候条件变化的作物品种：**利用大量土著和地方的适应动植物以及选择和繁殖作物品种和适应或抵御不利条件的本地种都有助于许多现有耕作系统的成功适应。耐旱、耐热、耐盐碱和耐涝植物的育种工作也将变得越来越重要。
- **有效利用遗传资源：**种群的遗传多样化和物种丰富的生态系统在适应气候变化方面具有较大的潜力，因此有效地利用遗传资源可以减少气候给农业生产和农民生计带来的不利影响。鉴于在许多传统种植业中，妇女掌握着野生植物特性和利用方面的知识，而且是栽培品种种子的保管者，她们能够在生物多样的保护中发挥重要作用。对这类服务提供适当补偿可以确保这些妇女获得可持续的生计，因为她们中的许多人属于脆弱和粮食安全群体。
- **推广农林复合经营系统、综合耕作系统和适应性森林管理规范：**采用木本作物可以提供粮食、饲料和能源，而且能提高现金收入，促进保墒和改善土地质量。调整森林管理方法将有助于保持森林的生产力和生态系统服务，这是在气候变化的情况下，支持当地生计所必需的。
- **改进基础设施，促进水的小规模采集、储存和利用：**水资源的可供性是确保许多现有生计系统未来可持续性的关键，特别是对那些小型农户而言。
- **改进土壤管理规范：**改善土壤的水入渗和保墒能力，使土壤有机物维持在高水平上和提提高耕地的用水效率等方法都可以通过保水和减少土壤侵蚀风险来提高从干旱和洪涝中恢复的能力。
- **耕作系统和生计战略对迅速变化的农业生态条件的适应：**气候变化将改变农业生产和环境产品及服务相对优势的地理格局。因此，应当鼓励开展技术转让和革新，以促进耕作系统的过渡。

适应 — 对地方需求做出反应

气候和生态系统的相互作用

为了保护地方粮食供应、财产和生计免受天气变化日益加剧和极端事件频率和强度不断增加带来的影响，适应措施需要对各种风险做出反应，其中许多风险是特定生态系统中所特有的。除了风险管理以外，还需要对气候变化进行适应性管理，它以中长期行为的改变为重点，以应对季节降水和温度特征的逐渐变化。千年生态系统评估报告对十种生态系统的潜在气候变化影响作了评估。下表列出了就这些生态系统采取的各种适应性对策的实例。

城市生态系统		
风险性质	受威胁生计群体	适应性对策
极端 热浪和寒潮 大风 风暴潮 洪水 逐渐 海平面上升	<ul style="list-style-type: none"> 老年人（尤其是妇女）和易受极端温度影响的其他人 可能失去住宅、储备的粮食、个人财产和获得其生计手段的中低收入群体（如女性户主的家庭） 	<ul style="list-style-type: none"> 紧急避难所 适应性的和性别敏感的基础设施投资 创新的保险手段
海洋生态系统		
风险性质	受威胁生计群体	适应性对策
极端 多种物种中出现更加异常情况，无论减少还是增加 有小型洄游鱼类的水域发生剧烈变化 逐渐 洋流变化 海水平均温度上升 各种梯度结构锐化 向海洋排放的淡水增加 棘轮式 富营养化（化学养分的增加和海水含氧量下降） 水质及鱼类和其它动物种群量严重减少	<ul style="list-style-type: none"> 因鱼类分布和水生生态系统变化而遭受产量损失的渔民/水产养殖者 	<ul style="list-style-type: none"> 从动态捕捞技术向静态捕捞技术的转变，后者对剩余鱼类资源的浪费较小 通过职业培训帮助男人和妇女寻找新的生计机会
沿海生态系统		
风险性质	受威胁生计群体	适应性对策
极端 暴雨 大风 风暴潮 洪水 逐渐 海水入侵 海平面上升	<ul style="list-style-type: none"> 严重依赖珊瑚礁来抵御自然灾害和获得食物的渔业社区 其捕捞活动的关键基础设施被淹或被破坏的渔民，这些设施包括渔港和卸船设施、储藏设施、鱼塘和加工场等 那些因海平面上升或海水入侵而使土地被淹或遭破坏的农民 	<ul style="list-style-type: none"> 沿海防护： <ul style="list-style-type: none"> 硬件 - 防波堤、护坡、堤坝 软件 - 红树林、珊瑚礁、湿地保护区 建在高地并备有食物、水和药品的紧急避难所 定居点、道路和其它基础设施的迁移 沿海地区的综合管理 海水淡化工厂 与天气相关的保险 对海平面上升不可避免的地方进行重新安置

积极的适应性管理可以成为特别宝贵的工具，制定战略能够应对不同生态系统面临的特殊风险。

内陆水域和洪泛平原生态系统		
风险性质	受威胁生计群体	适应性对策
极端 大风 暴雨 洪水 逐渐 水位变化	<ul style="list-style-type: none"> 粮食分配设施欠缺和获得紧急救助有限的易干旱和洪涝地区的低收入群体（如贫穷的妇女和男人） 	<ul style="list-style-type: none"> 更改大坝和基础设施的技术规格 抗风暴和洪水的建筑规范 提高河流防汛能力 流域管理（包括免耕农作制） 限制高危（洪水、泥石流）地区的开发 与天气相关的保险
森林生态系统		
风险性质	受威胁生计群体	适应性对策
极端 大风 暴雨 洪水 干旱 野火 逐渐 海平面上升 森林梢枯病 病虫害	<ul style="list-style-type: none"> 依靠森林的低收入群体 间接依靠森林生态系统服务的人口（如以女性为户主的弱势家庭） 	<ul style="list-style-type: none"> 为使地方收入多样化而促进（性别敏感的）小型林业企业 流域综合管理方法 森林保护 林火综合管理系统 森林有害生物综合管理系统 调整育林规范
旱地生态系统		
风险性质	受威胁生计群体	适应性对策
极端 干旱 洪水 逐渐 降雨模式的改变	<ul style="list-style-type: none"> 粮食分配设施欠缺和获得紧急救助有限的易干旱和洪涝地区的低收入群体 在温度和降雨特征不断变化情况下可能无法持续的作物的生产者 在降雨规律变化将会影响草料供应和质量的地方的贫穷家畜饲养者 	<ul style="list-style-type: none"> 改善作物、草场和家畜管理 推行增加土壤有机物和渗水能力的耕作系统（免耕制） 研究和传播适应不断变化气候条件的作物品种 采用农林复合经营系统 社区用于分配的粮食储备 与天气相关的保险
岛屿生态系统		
风险性质	受威胁生计群体	适应性对策
与沿海生态系统相同	与沿海生态系统相同	与沿海生态系统相同
山区生态系统		
风险性质	受威胁生计群体	适应性对策
极端 洪水 滑坡	<ul style="list-style-type: none"> 间接依靠山区生态系统服务的人口 在温度和降雨特征不断变化情况下可能无法持续的作物的生产者 	<ul style="list-style-type: none"> 流域综合管理方法 调整育林规范 研究和传播适应不断变化气候条件的作物品种
极地生态系统		
风险性质	受威胁生计群体	适应性对策
未具体说明	未具体说明定	未具体说明
栽培生态系统		
风险性质	受威胁生计群体	适应性对策
极端 大风 洪水 干旱 逐渐 温度和降雨特征的改变	<ul style="list-style-type: none"> 易受风害影响木的本作物生产者 在温度和降雨特征不断变化情况下可能无法持续的作物的生产者 	<ul style="list-style-type: none"> 采用不移动和暴露土壤的耕作制 采用农林复合经营系统 研究和传播适应不断变化气候条件的作物品种

适应 — 确保粮食供应

强化农业生产

为了满足到2050年预计增加25亿的全球人口对粮食的需求，进一步加强生产、提高单位投入 — 无论是时间、土地、水、养分、植物或动物 — 的产出将是至关重要的。改进土地管理规范可以促进土壤保墒，保持土壤中的适当养分，从而加强恢复能力并提高生产力。保持和增强动植物遗传资源，更有效地管理畜牧生产和渔业也将是重要的。总之，在气候更加多变和天气模式更加不可靠的情况下，最重要的是提高农业用水储存能力并降低无效用水。

水是关键

通过改善农业用水管理来提高生产力将是确保全球粮食供应和全球粮食安全的关键。日益严重的缺水和更多的强降雨事件将成为气候变化引起的总体供水格局变化的特点。这些变化对稳定的农业生产，尤其是对世界连续灌溉的地区，造成主要威胁。次要的威胁是日益严重的干旱（和与之相关的盐碱）造成的生产用地丧失、地下水枯竭和海平面上升。

展望2030年，灌溉区将面临越来越大的压力，必须提高用水效率以稳定越发无保障的雨育生产和应对日益减少的供水。在干旱日益增多和降雨变化加大的情况下，雨育和灌溉农业系统需要采用反应更快、更灵活的方法。

在短期内，大型灌溉和排水系统作业的逐步调整对于确保提高种植密度和着手缩小实际与潜在产量之间的差距至关重要。在大型灌溉计划中维持种植面积的主要调整方法包括：

- 通过按需供水的服务方式来优化有效的储备和分配，
- 保护有设备的地区免受洪水破坏并维护排水口
- 采用用水效率更高的作物管理办法，以及
- 调整机构能力来确保灌溉计划的绩效。

各竞争部门共同商议流域内农业用水的分配和供应是改进经营绩效和提高产能的一个基本先决条件。

对小型治水设施进行目标明确的投资，改善大型设施，同时开展相关的体制改革，这些举措将在中期内得到回报。可用于直接提高水生产力或产生间接节水益处的其他战略包括：

- 通过采用保护性农业规范来减少土壤蒸发，
- 种植更多的节水和/或抗旱作物品种，
- 提高土壤肥力以增加用水的单位面积产量，
- 减少耕地的径流，
- 通过微气候变化来减少作物需水量，以及
- 废水在农业中的再利用。

最后，从长期来讲，用水紧张地区向精准灌溉农业的过渡需要预先确定商业化农业的可行性。



提高畜牧部门的效率

集约化畜牧生产正在作地理上的转移，首先从农村地区转移到城市和城郊地区，以便更靠近消费者，然后转向有饲料来源的地方，无论是饲料作物产区还是饲料进口的运输和贸易集散地。此外，还有一种全面转向大部分在工业饲养单位进行的猪禽生产的趋势，而通常采用粗放式饲养的牛、绵羊和山羊的增长速度则正在放慢。

日益增强的集约化和工业化生产正在使效率普遍提高，并减少了畜牧生产所需要的土地面积，但同时也使小农和牧民边缘化，增加了水和矿物燃料的投入，造成土壤和水污染的增加和聚集。尽管全面集约化趋势明显，但是自由放牧依然占用大片牧场，那里经常出现退化问题。在许多放牧系统中，诸如优化种群数量和轮牧等改进的放牧管理规范将会提高效率并使碳汇大量增加。以生态上可持续的方式将作物、牧场和树木结合在一起的改良牧场管理和农林复合经营系统在为居民提供更多和可靠生计的同时，也是保护环境和减缓气候变化的有效方式。

该部门是温室气体的主要排放者，但是具有通过改进管理规范来大幅降低排放的潜力。反刍和粪便是甲烷的重要来源。提供更为平衡的饲料可以同时提高生产力和降低反刍动物的甲烷排放。对粪便进行管理以避免甲烷增加和释放亦很重要：已经开发出包括生物消化在内的各种有效和经济可行的技术，可以更广泛的予以应用。改进饲料转化率以限制饲料作物用地的方法也具有相当大的减排潜力。

畜牧部门的用地，包括牧场和用于饲料生产的农田，占世界全部农业用地的大约70%。目前土地、水、和饲料的价格并没有反映出真正的短缺，从而导致资源的过度使用、高速度的森林砍伐和严重的低效率。投入物的全成本定价以及集约化和非集约化畜牧生产者广泛采用改进的土地和水管理规范将有助于以更可持续的方式平衡动物饲料产品和环境服务相互竞争的需求。



畜牧部门具有全球重要意义

畜牧部门在全球环境变化方面起着重要和推动作用，但是在促进解决环境问题方面它可发挥同样大的潜力。从全球来看，该部门占国内农业生产总值的40%，就业人数达13亿，并为世界10亿贫困人口创造生计。畜牧产品提供人类蛋白质摄入量的三分之一，它既是造成肥胖的原因也是解决营养不足问题的潜在办法。人口和收入的日益增多的以及对食物喜好的不断改变都促使畜产品需求量迅速增加，而全球化正在推动畜牧生产投入物和产品的贸易。预计在1999/2001年到2050年期间，全球肉类和奶类产量将翻一番。因此畜牧生产的单位环境影响必须减半，以避免破坏程度超过现有水平。

适应 — 调整消费和保护健康

小麦、玉米和大米

国际小麦价格在2007年大幅上涨以应对紧缩的全球供应、历史最低的库存水平和持续的需求。较高的世界市场价格和上扬的运费将进口国的面包、面粉和以小麦为主的食品的国内价格抬高，严重冲击了低收入缺粮国家并在一些地区造成社会的动荡。虽然获得了大丰收，但是玉米价格也高于原先水平，主要反映出生物燃料行业持续强劲的需求。

目前的预测表明，按照以前的趋势，随着收入的增加和购买力的提高，全球对大米的需求相对于小麦而言将会下降。然而，如果这两种重要主粮的相对价格有重大、长期变化，大米需求量的增长速度将会超过目前的预期水平。

大米是一种适应性很强的主粮作物，许多特性在大规模生产中尚未得到开发。它耐受荒漠、炎热、潮湿、渍水、干旱和寒冷的条件，并能够在盐碱和酸性土壤中生长。然而，在23个品种中目前仅有两个品种得到栽培。科学为提高大米系统的生产力和效率提供了基础。改良技术使农民可以在有限的土地上，用更少的水、劳力和杀虫剂来生产更多的大米，从而减少对环境的破坏。此外，改良的植物育种、杂草和有害生物防治、用水管理以及养分利用率等提高了生产力，降低了生产成本，改进了大米生产系统的产品质量。

正在开发的大米新品种将：

- 显示出更高的营养价值，
- 在旱地条件下获得高产，
- 最大限度减少收获后损失，
- 减少需水量，
- 提高了对干旱的耐受性，
- 提高了对有害生物的耐受性，
- 提高了对洪水的耐受性，以及
- 提高了对盐碱的耐受性。

大米目前是世界半数以上人口的主粮。仅在亚洲，超过20亿人从大米或其产品中获得60–70%所需的热能。它是非洲增长最快的食物来源，对数量日益增加的低收入缺粮国的粮食安全具有重要意义。除此之外，大米生产系统及其相关的产后活动为发展中国家农村地区近10亿人口提供就业。世界约80%的大米由低收入发展中国家的小农生产。因此，高效和高产的大米生产系统对于经济发展和改善世界大部分人口的生活质量是至关重要的。由于大米系统（尤其在南亚和东亚）需水量很高，而且是甲烷的排放源，它正在面临与日俱增的压力。因此，需要开发新的作物管理系统，通过增强投入物使用效率，提高用水效率以及减少温室气体排放来增加大米产量和降低生产成本。

改变食品消费模式，保持膳食质量

改变食品消费模式

- 对主食喜好的转变；
- 经合组织成员国的畜产品尤其是红肉的消费量减少；
- 膳食中本地产食物的比例增加；
- 新型食品的消费量增加；
- 野生食物的消费量减少；
- 消费的食品数量和/或种类减少。

维持膳食结构质量

- 保护生物多样性和开发野生食物；
- 城市和学校菜园；
- 推广使用无水烹调方法以节省用水；
- 推广节能和卫生的食品配制方法；
- 传授良好的饮食习惯以减少营养不良和与饮食相关的疾病。

应对新的健康危险

洪灾频发地区水源性疾病发生率的增加、传病媒介和现有疾病发病条件的变化，以及新的疾病的出现将对粮食安全、食品安全和人类健康造成新的威胁。实际上，仅在特定温度和特定湿度及灌溉条件下活跃的有害生物和疾病的传播媒介已经发生变化。这将使作物、牲畜、鱼类和人类暴露在他们尚未适应的新的危险之中。它还将给家庭内的看护者（通常为妇女）造成压力，并给卫生保健机构带来新的挑战。在可以预见这种传病媒介变化的地方，作为一种适应对策，可引进对新疾病具有抗性的品种。近来新病毒的大量出现或许也与气候变化有关，尽管这种联系尚未得到肯定。诸如禽流感、埃博拉、艾滋病和非典等病毒给粮食安全造成不同影响，包括出现禽流感病例时给小规模禽类饲养者生计带来的风险和艾滋病受感染者的额外营养需求。

更具体地讲，气候变化将会：

- 增加因暴露于高温或低温所导致的死亡率，
- 增加腹泻危险，
- 增加霍乱危险，
- 改变疟疾风险规律，
- 影响营养不良的发生率，
- 增加因沿岸洪水造成的死伤数量，
- 在自然灾害中破坏卫生基础设施。



适应 — 建设一个生态友好的能源经济

农业和气候变化

推动生物能源需求量近期和预测增长的三大因素是：

- 不断提高的能源价格，特别是石油，
- 许多石油进口国要减少对少数石油和天然气出口国依赖的愿望，从而提高能源安全，以及
- 为与气候变化作斗争而对减少温室气体排放所作的承诺。

对潜在温室气体平衡和生物能源各种来源净减排量的全面估算目前正在得到广泛地研究和讨论。作物生物燃料碳减排量的评估考虑作物的整个生命周期，包括生产活动（原料选择、农业规范、土地使用变化）、提炼和转化过程以及最终使用方法。由于在副产品利用、原料种植的农业规范以及提炼、转化和分配效率方面存在极大差异，分析过程很复杂。因此，必须将净减排潜力视为是指示性的。

第一代以作物为基础的液体生物燃料的温室气体减排潜力由于地区和技术不同而存在很大差异。在目前使用的商业生物燃料中，巴西甘蔗乙醇的节约效果最佳，与矿物燃料相比，估计高达排放量的90%。一般来讲，生物燃料用于发电和取暖比用来替代运输燃料更为节约。但是如果没有任何补贴、授权和/或税率保护，目前大部分液体生物燃料在商业上是不可行的。如果大田作物生物燃料的补贴生产成为全球农产品市场的一个重要因素，那么它将导致对土地和水的额外竞争，迫使粮食价格上升，使穷人的易受害性和粮食不安全状况恶化。来自家畜粪便的沼气是生物能源的另一个来源，也具有减少甲烷排放的潜力。无论家庭用的小型设施还是向电网供电的大型发电厂均显示出经济效益。

开发第二代生物能源

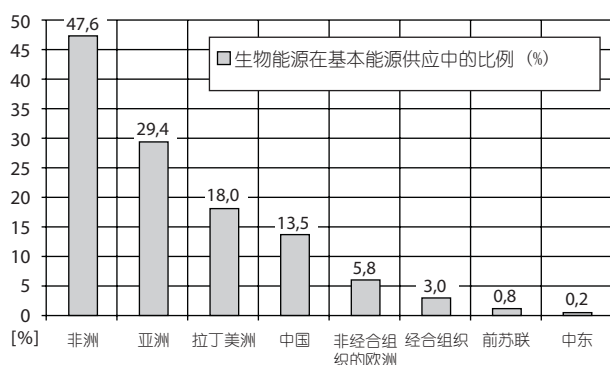
木质素和作物残渣中的生物质被越来越多地用于纤维乙醇的生产。预计它能够大幅度减少排放量—可能高达80%。预计第二代生物燃料的效率将会更高，尽管会出现与草食家畜生产的局部竞争，但是对稀缺的土地和水资源的竞争会减少。

增加人工林的木材能源生产

在2005年，人工林仅占全球森林覆盖面积的7%，但却占全球工业原木生产的半数以上。在贫瘠或退耕、退牧土地上进一步扩大用于生物能源的人工林具有极大的潜力。应当避免将具有很高社会经济价值的原生林和生态系统（包括含碳量极高的泥炭沼泽林）变为人工林。

满足日益增长的能源需求是持续增长和发展的先决条件。生物能源有可能发挥越来越重要的作用，但是它的利用不应破坏粮食安全。

2004年生物能源在世界不同区域基本能源供应中的比例



本图说明了发展中国家生物能源传统用途的重要性，那里的薪材和木炭依然被广泛用于烹饪和取暖，对用于发电、供热和运输的矿物燃料的需求仍相对较低。虽然发达国家目前的情况是相反的，但是随着生物燃料越来越受欢迎，这种情况很可能会迅速改变。

在家庭一级同时改善能源安全和粮食安全

不太引人注目但是具有同样重要意义的是农村和城市穷人的能源需求。在发展中世界的许多地方，最贫穷的人使用动物粪便、枝条和低级生物质来煮饭和取暖，他们的生产活动只能使用人力。随着他们经济状况的改善，他们转而使用薪材，并逐渐使用木炭、煤油、燃气和电，利用家畜和简单工具。发展到一定程度后，他们将设法实现某种程度的机械化，进行灌溉和施肥，这意味着向使用矿物燃料的过渡。

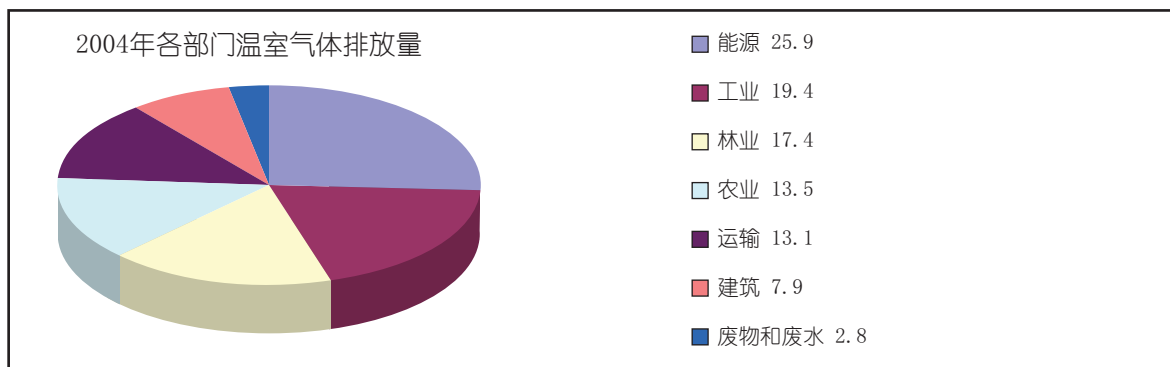
在家庭和经济活动中，“能源阶梯”跟随并影响“经济阶梯”。减轻饥饿及促进农村发展和粮食安全的尝试必须努力将能源作为这种尝试的关键组成部分。发展中世界许多地方的农业和粮食生产本身缺少充足的能源/农业动力资源。更好地管理家用燃料生物质来源对于减少森林砍伐、控制二氧化碳释放以及解决束缚许多地方可持续发展的能源匮乏问题是至关重要的。

有效利用能源

虽然关于生物燃料/粮食安全平衡问题的辩论到目前为止主要集中在如何管理对稀缺生产资源的竞争需求上，但是关注能源节约和有效能源利用也具有同样重要的意义，它们将有利于减少对能源的需求，其中包括生物能源。主要天气条件可变性的改变会减少田间工作的时间窗口，无论是平整土地、除草、有害生物管理还是收获。它将提高对人力、畜力牵引或机械化农业动力的需求，以便在更短的可利用时间内完成相关工作。在机械化的农业系统中，时间窗口的缩短导致机械投资增加并可能促使对矿物燃料需求的增加。与此同时，从人力向机械化的转变将会造成部分依靠农场就业的人失去其生计来源，因此有必要主动采取干预行动来帮助他们找到新的生计机会。

适应和减缓 - 补充和平衡

减缓 - 农业的关键作用



粮食和农业部门的温室气体排放量超过目前年总排放量的30%（森林砍伐17.4%，农业13.5%）。仅畜牧部门就占18%，其中超过总排放量三分之二归咎于森林砍伐而超过三分之一来自农业的甲烷和一氧化二氮排放量。然而，该部门也具有减缓气候变化的巨大潜能，最佳规范包括：

通过下列途径减少二氧化碳排放量：

- 降低森林砍伐和森林退化速度，
- 更好地管理森林火灾，
- 避免丰收后焚烧作物残茬的做法，
- 避免牧场退化，
- 通过采用免耕系统减少耕作农业的排放量，
- 减少商业化捕捞作业的排放量，
- 商业化农业和农业产业更有效地利用能源。

通过下列途径减少甲烷和一氧化二氮的排放量：

- 改善反刍家畜的营养，
- 更有效地管理家畜粪便，
- 更有效地管理水稻的灌溉用水，
- 更有效地管理耕地的氮肥和肥料施用，
- 回收经过处理的城市污水用于含水层补给和灌溉。

通过下列途径固碳：

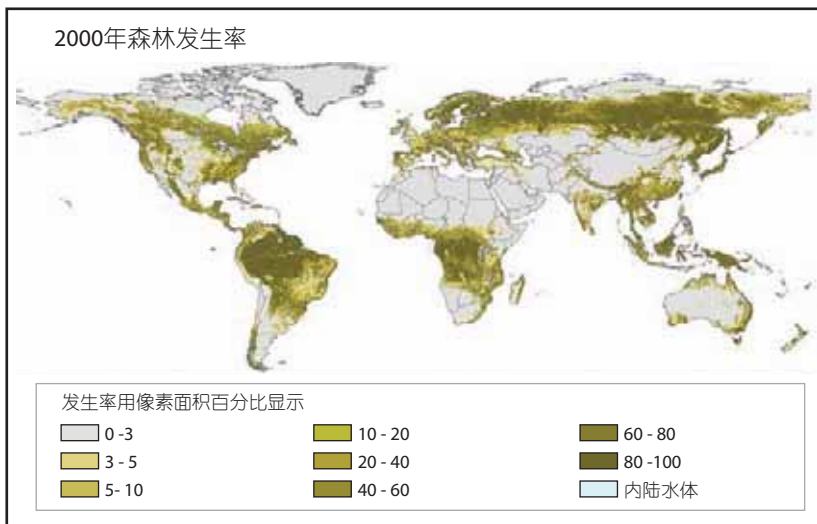
- 造林、重新造林和改进的森林管理规范，
- 采用农林复合经营系统，以生态可持续的方式将作物、牧场和树木结合在一起。
- 利用退化土地种植用于生物燃料的生产性人工林或其他纤维生物质，
- 改善牧场管理和天然草场放牧规范，包括优化种群数量和轮牧。
- 利用保护性农业等技术，通过永久性有机土壤覆盖、减少机械对土壤扰动和轮作等来改善土壤有机质管理。

保护性农业的多项益处

利用传统方式将自然系统转变为种植农业的做法导致土壤有机碳比种植前减少20-50%。在所有的种植土地上采用保护性农业的免耕法从理论上可以在大约30年内每年储存30亿吨碳。这几乎相当于现在人类每年向大气中排放的二氧化碳的净增加量。此外，保护性农业还能节省矿物燃料，并大幅度提高用水效率、土壤质量和承受极端事件的能力。

环境服务付费 - 它们能够保护以森林为基础的生计并同时减缓气候变化吗？

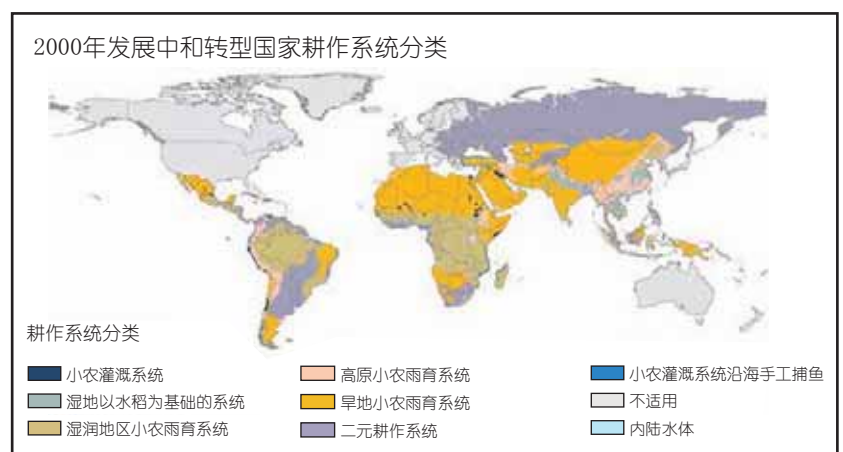
每年大约有1300万公顷森林被毁，其主要原因是林地被转用于农业。气候变化也将通过森林火灾和病虫害的增加而影响森林健康。在缺少经济或其他鼓励措施和政治意愿的情况下，很难遏制毁林和森林退化。一项相对较新的鼓励机制是环境服务付费，农民和社区为他们所带来的减缓气候变化的好处而得到补偿。除了碳固存以外，到目前为止符合这种付费安排的其他服务包括生物多样性保存、保护区管理和流域保护（维持水量和水质）。设计合理的环境服务付费计划通过使依靠小规模森林活动为生的家庭收入来源多样化，可以提高他们抵御风险的能力，同时可以增加妇女和青年的就业机会。他们中有许多属于湿地和高原地区雨育耕作系统（见地图）的小农，



在收入更有保障的情况下，他们更倾向于在投入物方面进行投资，这是采用合适的土地和森林管理规范所必需的。这一增长的需求会反过来促进私营部门投入物供应链，向当地市场提供所需的设备和投入物。然而，制定可导致改变农民习惯的有效付费计划并非易事。高成本效益计划的编制需要认真分析具体的生物物理和社会经济背景，并考虑该计划可能对贫困产生的影响。

在许多情况下，可持续农业和农村发展的已知良好规范都具有减缓和适应方面的作用。例如，减少森林砍伐和森林退化不仅对减缓气候变化具有重要影响，而且会产生重要的连带好处，包括扶贫、生物多样性保存和流域保护。另一方面，部分减缓战略可能会威胁适应方面的工作。

例如，作为一种减缓活动，液体生物燃料的生产可能会增加森林砍伐和生物多样性丧失的危险，并减少农村社区获得这些资源的机会，而他们以此作为应对诸如气候变化等外部冲击等的一种机制。对于目前以森林资源作为生计来源的人而言，将土地转用于生物燃料生产也可能导致其社会经济边缘化，特别是妇女。



前进的道路

从粮食安全角度讲，气候变化带来的最为直接的危险是极端事件。由于风暴、洪水和干旱日益频繁和严重，影响农业生产和低收入消费者购买力的财产损失程度也随之增加。对于许多国家，尤其是保险范围有限的发展中国家来说，管理这些风险是绝对必要的。与此同时，同样紧迫的是现在就要开始适应可预见的农业气候区、水的可用性的变化，而且还必须预见到物种组合和传病媒介的相关变化，因为适当的适应性规范需要经过一段时间才能发挥作用。在世界的许多地方，对于这些更为缓慢的变化将产生怎样的结果依然还有相当大的不确定性，因此还需要从根本上改善信息基础，针对这些不确定性做出适宜的适应选择。

减排也是令人关注的一个主要问题，因为如果我们不能控制全球变暖，我们会在前进的道路上面临粮食系统遭受大规模破坏的困难，这将超出我们的控制能力。此外，鉴于农业部门在排放方面的重要作用以及其在减少排放量和固碳方面同等重要的潜在作用，减排应当得到比以往更多的关注。然而，如果将适应性农业规范与农民的利益结合起来，粮食和农业部门的减排将会收效更大。



创新的重要性

在发展中国家，能够提供环境服务和/或减少排放量或固碳的粮食和农业规范是脆弱生计系统的良好适应性选择。然而，适应远不止这些。在许多情况下，技术和机构创新是关键。就如同工业化加速了气候变化进程一样，它也同样加速了人类的创新能力。最佳适应性选择常常涉及对已知良好规范做出创新的调整而不是全新的解决方案。

在许多情况下，机构的薄弱而非缺少相应的技术，在过去已经成为采纳可持续农业和农村发展规范的主要障碍。因此，机构的适应，包括习惯和行为规律以及法律法规和正式组建的机构，在许多因气候变化影响而需要采取适应性对策的情况下可以成为优先重点。通常缺少吸引人们采纳良好减排和适应规范的鼓励措施。改进的信息、技术转让和有利的规章制度以及积极和消极的货币鼓励措施，包括污染者和用户付费原则，以及取消不正当鼓励措施等（如生产补贴），这些都是可以选择的办法。为环境服务付费制定创新的金融工具也将是很重要的。

应对气候变化涉及反复的风险管理过程，包括适应和减缓措施，并考虑气候变化的破坏、共同的益处、可持续性、公平性以及对待风险的态度。

获得资金

联合国系统内部设立了若干基金，对旨在减少温室气体排放量和增强对不利气候影响恢复力的特别活动提供资助。作为联合国气候变化框架公约（UNFCCC）的金融机构，全球环境基金（GEF）通过GEF信托基金支持可给全球带来好处的适应性措施。GEF秘书处还负责管理UNFCCC的两个以发展为重点的基金 – 特别气候变化基金和最不发达国家基金。得到这些基金支持的项目注重发展中国家的农业和粮食安全、健康、水资源和防灾。

清洁发展机制（CDM）允许发达国家通过在发展中国家的减少排放量或固碳项目实现其京都议定书所规定的部分减排义务。人们意识到，除森林以外的其他土地利用形式是碳循环不可分割的组成部分；然而，仅植树造林活动不能获得CDM规定的信用额。

由于气候变化在越来越多的国家已成为政治关注的焦点，作为资金来源的双边捐助方和国际金融机构变得更为重要。

粮农组织的作用

粮农组织的一个主要作用是帮助成员国确定潜在的适应性选择方案并帮助当地人民了解哪项选择最适合他们的具体情况。粮农组织通过下列方式向各国提供实用的信息：（i）全球数据集，（ii）分析工具和模型，（iii）作物预测和影响监测，（iv）科学证据评估，和（v）信息传播。粮农组织还帮助各国将气候变化对策纳入主要粮食和农业政策及计划。在拥有国家粮食安全计划（NPFS）而且还制定了国家适应行动计划（NAPA）的国家，粮农组织将促进在国家粮食安全计划中纳入国家适应行动计划。在没有制定适应计划的国家，粮农组织将提供必要的支持，将优先适应措施列入国家粮食安全计划。粮农组织还向各国提供援助，将与森林相关的气候变化减缓和适应措施纳入其国家适应行动计划、国家森林计划以及其他森林政策和规划进程。

最终目标并非要强制任何受影响社区或人口群体实施预先选择的减排规范或适应性选择方案，而是要说明和推动地方讨论气候变化会带来什么样的影响和哪些现有备选方案可以用来减少易受害性，并为地方社区提供有针对具体地点的解决办法。因此，有关气候变化和粮食安全之间关系的结论将不是由粮农组织的专家作出，而是由那些其生活受到最直接影响和那些其选择将会决定他们未来的粮食是否安全的人们来作出。



FAO INTER-DEPARTMENTAL WORKING GROUP ON CLIMATE CHANGE
粮农组织气候变化部际工作组

联合国粮食及农业组织
Viale delle Terme di Caracalla
00153 Rome, Italy
电子信箱: climate-change@fao.org
网站: www.fao.org/Clim/