

CEGA 气候变化适应资助策略研究

A Study on CEGA Funding Strategies to Climate Change Adaptation



中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所 (IEDA, CAAS)

环境资助者网络 (CEGA)

资助方：社区伙伴 (香港) 北京代表处

2021 年 10 月

建议的报告引用格式：

中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所，环境资助者网络 . 2021：
CEGA 气候变化适应资助策略研究【许吟隆主编】，北京

This report should be cited as:

IEDA-CAAS, CEGA. 2021: A Study on CEGA Funding Strategies to Climate
Change Adaptation [Yinlong XU (eds.)], Beijing, P. R. China, pp. 1-59.

前言

联合国气候变化第二十六次缔约方大会（COP26）将于2021年11月1-13日在英国格拉斯哥召开。全球领导人于9月6日呼吁COP26大会把适应放到与减排同等重要的地位。适应和减排一样，需要全社会的共同努力。作为由国内最有影响力的环境基金会发起的环境资助者网络（CEGA），在这样一个时刻，我们完成了《CEGA气候变化适应资助策略研究报告》，感觉恰逢其时。

CEGA网络成员关注气候变化领域的关键问题，在“减缓”和“适应”方面都做了很多有意义的工作。在气候变化正加速将全球气候风险推向极端的今天，大家意识到作为环境资助者，如何更系统有效地研究和开展气候变化适应相关工作已迫在眉睫。社区伙伴（香港）北京代表处致力于推动“人与人、人与自然和谐共处”，高度认同CEGA对气候变化适应领域的关注，资助CEGA进行“气候变化适应资助策略研究”。该研究于2020年9月22日启动，邀请国内气候变化适应领域知名专家，中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所研究员许吟隆先生作为专家组长领衔本研究；同时邀请大自然保护协会（TNC）原气候与能源总监霍莉，清华大学气候变化与可持续发展研究院副研究员、研究部主任杨秀，全球适应中心中国办公室主任陈爱萍等专家共同参与。CEGA决策委员会对本项研究高度重视，CEGA成员伙伴积极参与报告的编写并提供实践案例。

经过一年的共同努力，报告就要呈现给大家了。我们希望本报告可以给CEGA成员及其它环境基金会今后的资助策略提供参考和借鉴，为应对气候变化危机贡献公益慈善力量！

在此，由衷感谢专家团队的辛苦工作，感谢CEGA成员伙伴的积极参与。特别感谢社区伙伴（香港）北京代表处的资助以及项目主任田蕾女士的具体支持。

张瑞英

环境资助者网络（CEGA）执行主任



报告撰写专家组成员：

- 许吟隆 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所
霍 莉 大自然保护协会
赵明月 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所
李 阔 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所
杨 秀 清华大学气候变化与可持续发展研究院
李迎春 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所
陈爱萍 全球适应中心中国办公室
赵运成 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所
王淳一 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所
宫炳含 大自然保护协会（志愿者）
吕若平 大自然保护协会（志愿者）
吴遥雪 大自然保护协会（志愿者）
肖睿纳 大自然保护协会（志愿者）

CEGA 参与人员：

- 张 立 北京市企业家环保基金会秘书长
杨 彪 北京市企业家环保基金会副秘书长
董 策 北京巧女公益基金会总裁
马腾宇 北京巧女公益基金会高级研究员
闫保华 红树林基金会秘书长
曹 欢 红树林基金会秘书长助理
徐与蔓 红树林基金会项目官员
安亚强 老牛基金会秘书长
何 昕 千禾社区基金会环境项目总监
陈一梅 万科公益基金会秘书长
刘家顺 中国绿色碳汇基金会副理事长兼秘书长
侯远青 中国绿色碳汇基金会项目总监
王振刚 中华环境保护基金会副秘书长
崔天也 中华环境保护基金会项目主管
骆会欣 北京绿化基金会秘书长
倪 垚 中华环保联合会国际部副部长
乔 峰 CEGA 沙龙专员

(CEGA) 环境资助者网络简介

CEGA (China Environmental Grantmakers Alliance) 环境资助者网络于 2018 年 1 月 29 日启动，是中国环境资助者交流合作的平台。宗旨是运用战略慈善理念，促进环境领域资助者的合作与发展，引领未来环境领域的资助方向，实现环境领域慈善资金社会效益最大化；文化理念为：融合，共建，共享，共创环境美好未来。

CEGA 不是独立的法人注册机构，依托基金会中心网运行并在决策委员会指导下工作。目前决策委员会由北京市企业家环保基金会、阿里巴巴公益基金会、北京巧女公益基金会、红树林基金会、老牛基金会、千禾社区基金会、桃花源生态保护基金会、万科公益基金会、中国绿色碳汇基金会、中华环境保护基金会、自然之友基金会、基金会中心网组成。决策委员会每届三年。决策委员会主席由决策委员会选举产生。老牛基金会理事长雷永胜、北京市企业家环保基金会秘书长张立为 CEGA 首任联席主席。现任联席主席为万科公益基金会秘书长陈一梅和老牛基金会秘书长安亚强。

成员伙伴名单：

北京市企业家环保基金会

北京巧女公益基金会

老牛基金会

桃花源生态保护基金会

中国绿色碳汇基金会

自然之友基金会

中华环保联合会

阿里巴巴公益基金会

红树林基金会

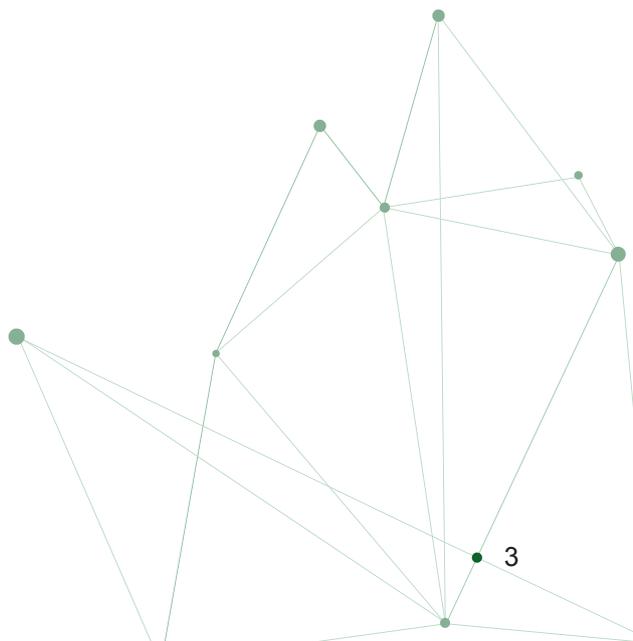
千禾社区基金会

万科公益基金会

中华环境保护基金会

北京绿化基金会

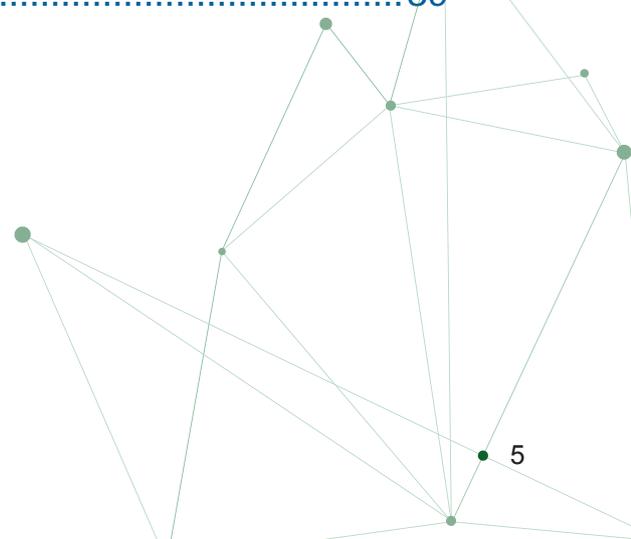
中国国际民间组织合作促进会



目 录

报告摘要	6
适应气候变化的科学背景	6
国际适应气候变化进程和案例分析	7
中国适应气候变化进程和案例分析	7
CEGA 气候变化适应资助策略建议	8
英文摘要 /Executive Summary	11
第一部分 背景介绍	18
1.1 气候变化的科学基础	18
1.1.1 全球气候变化事实与趋势	18
1.1.2 中国气候变化事实与趋势	19
1.2 气候变化的影响	19
1.2.1 全球气候变化的影响	19
1.2.2 中国气候变化的影响	22
1.3 适应气候变化基本概念	24
1.4 本报告的定位	25
第二部分 国际适应进程和行动回顾	29
2.1 国际适应进程回顾	29
2.2 国际适应行动回顾	30
2.3 国际典型案例分析	30
2.3.1 荷兰气候风险管理与适应行动	30
2.3.2 美国旧金山适应海平面上升行动	32
2.3.3 墨西哥湾珊瑚礁保险	33
2.3.4 南非基于“锁眼”菜园的灾害风险管理行动	34
2.3.5 加纳脆弱河滨社区的替代生计	35
2.3.6 三角洲气候变化适应“灯塔”	36
2.4 总结与展望	37

第三部分 中国适应进程与行动回顾	39
3.1 国内适应政策回顾.....	39
3.2 国内适应行动回顾.....	40
3.3 国内典型案例分析.....	40
3.3.1 宁夏农业适应气候变化	41
3.3.2 内蒙古赤峰巴林左旗气候智慧农业	42
3.3.3 贵州黎平县流芳村“稻-鸭-鱼”共作农耕模式	43
3.3.4 河北张家口冬奥碳汇林	44
3.3.5 内蒙古阿拉善一亿棵梭梭项目	45
3.3.6 广东佛山适应案例.....	46
3.3.7 海南文昌蚯蚓养殖改良土壤	47
3.3.8 云南白马雪山滇金丝猴社区保护	48
3.4 总结与展望	49
第四部分 适应资助策略建议	50
4.1 国际国内研究进展.....	50
4.2 CEGA 成员适应经验总结	52
4.2.1 当前项目适应内涵解析	52
4.2.2 需要加强的工作.....	56
4.3 适应气候变化资助优先事项.....	57
4.3.1 CEGA 成员资助优先事项	57
4.3.2 CEGA 网络资助优先事项	57
4.3.3 CEGA 网络领导力与影响力资助优先事项	58
参考文献	59



报告摘要

适应气候变化的科学背景

2021年8月9日发布的政府间气候变化专门委员会（IPCC）第六次评估第一工作组的科学评估报告（AR6）结果表明，人类活动致使气候以前所未有的速度变暖，2019年大气中主要温室气体二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）和氧化亚氮（N₂O）浓度分别达到410 ppm、1866 ppb和332 ppb，比工业革命前分别增加了47%、156%和23%；近120多年来全球地表温度升高1.09℃、海平面上升0.2m；近40年来陆地降水增多尤为明显。至21世纪末，即使在温室气体低排放情景下，全球升温仍将达1-1.8℃；在中等排放情景下升温可达2.1-3.5℃，在高排放情景下升温可达3.3-5.7℃。

IPCC AR6的科学报告明确指出，地球的每个角落都深受气候变化的影响，人类活动的影响由大气圈向水圈、冰冻圈、生物圈扩展。气候变化和经济社会因素相叠加，影响复杂、广泛而且深远。气候变化加剧现存的气候风险，并会对自然和人类社会系统产生新的风险。气候风险会导致一系列灾难性的后果，最近发生的高温热浪、干旱、洪水、强降水和林火等一系列极端气候事件的冲击表明，自然生态系统、人类社会系统对于当前的气候波动异常脆弱，导致自然生态系统的改变、粮食和水资源供给的中断、基础设施和居住社区的破坏、发病率和死亡率的增加，以及一系列的人类精神健康和福祉上的严重后果。贫困人口受气候变化影响最显著，气候相关灾害影响贫困人口的生计，直接的影响包括造成作物减产、损毁房屋家居等，间接的影响包括食物价格的上升、粮食供给安全得不到保障等。不同区域的人口、社会经济发展水平不同，气候变化风险的表现亦不同。发展中国家抗灾能力弱，受害严重；而发达国家则由于人口和财富高度密集，其对于气候冲击的高暴露性，也同样面临严峻的气候风险。

中国地处欧亚大陆季风区，气候变暖明显、气候波动剧烈。1951-2016年中国年平均气温上升速率达到0.23℃/10年；随着气候变暖，极端天气气候事件频繁发生、危害程度加剧；高温极值屡创新高，高温热浪范围急剧扩大；与此同时，冬季低温寒潮也时有发生，低温极值亦不断刷新纪录；降水形态发生显著变化，全国范围小雨频率明显减少，强降水事件增加，干旱和洪涝灾害加剧；台风强度增加，东北甚至出现半月内台风三连击；极端气候事件出现多发、并发趋势。

气候变化已经对中国的农牧业生产、水资源、森林和草地生态系统、人体健康、沿海地区等经济社会的各个领域造成了严重影响。气候变化对中国生态系统和经济社会的影响错综复杂。极端天气气候事件频发加剧农业生产的风险，影响粮食安全；气候变化影响南水北调、青藏铁路等重大工程的安全运行；极端事件影响交通、供电设施的安全；气候变暖影响能源供需格局，热岛效应影响人居环境、建筑设计标准和消费需求，从而影响二三产业。气候变化加剧中国生态环境脆弱性，像“三北”地区、太行山、西南干热河谷等地区的环境可能变得更为恶劣，造林更为困难。气

候变化加剧雪山融化和海平面上升，导致山区、海岸和海岛景观的变迁，影响自然保护区的功能，从而对自然和人文旅游资源、以及对旅游者的安全和行为产生影响。

20 世纪 90 年代以来，中国平均每年因极端天气气候事件造成的直接经济损失超过 2000 多亿元，死亡 2000 多人。近年来，气候变化影响的范围日益扩大、危害程度日益加剧，由于气候变化导致的气候灾害损失日益增加。

国际适应气候变化进程和案例分析

1992 年制定的《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC），是国际社会合作应对气候变化的法律基础和行动指南，适应重点关注小岛屿、低洼沿海、干旱和半干旱、生态脆弱等地区。在此基础上，国际社会推动了一系列关于适应计划的形成和行动的实施，各国也出台了相应的气候变化适应战略和规划，采取适应气候变化行动，其中最具代表性的文件包括 2007 年的《内罗毕工作计划》，旨在促进面向最不发达国家的适应行动规划（NAPA）；《巴黎协定》明确了全球升温控制在 2℃ 的目标，并提出了一系列的适应行动优先事项，包括预警系统，应急准备和应对缓发事件、不可逆转和造成永久性损失和损害的事件，综合性风险评估和管理、气候风险分担安排，社区抗御力、生计和生态系统；提升适应能力，加强适应行动的合作和任务的落实等。

2019 年，全球适应委员会（GCA）发布了《Adapt Now: A Global Call for Leadership on Climate Resilience》的旗舰报告，呼吁全球即刻采取适应气候变化行动；GCA 致力于推动以下关键领域的适应行动：小型农业生产者的粮食安全及其生计、自然环境、水资源、城镇地区、基础设施、灾难风险管理、适应投融资。2020 年，UN 发出“奔向零碳”（Race to Zero）/“奔向韧性”（Race to Resilience）的全球倡议，得到全球社会各界的积极响应。

经过近 30 年各国政府、组织、机构、专家学者的不懈努力，应对气候变化工作深入开展，积累了大量应对气候变化的经验。本报告选取荷兰鹿特丹、美国旧金山、墨西哥湾、南非莱索托、加纳东北部的白沃尔特河流域、阿根廷巴拉那三角洲地区开展的适应行动进行典型案例分析，包括项目背景、所针对的气候风险及由此引起的适应问题、适应行动工作内容和采取的适应措施，在此基础上分析适应的经济效益、生态效益和社会效益等。从国际适应气候变化的进程和行动实践的回顾，以及选择的 6 个典型适应案例的分析，可以总结出以下结论与趋势：

- 1) 对适应气候变化愈益重视
- 2) 对适应的科学认识不断深入
- 3) 适应需要观念的变革
- 4) 适应事项愈加具体、适应目标愈加清晰

中国适应气候变化进程和案例分析

2007 年国务院发布的《中国应对气候变化国家方案》，适应是重要的组成部分；之后我国政府相继发布了适应气候变化国家战略、城市及林业适应气候变化的专项行动方案，以及包含适应的国家规划和应对气候变化专项规划等。根据 2008 年至 2012 年我国发布的《中国应对气候变化的政策与行动》白皮书、《中国气候变化第二次国家信息通报》以及公布的政府文件等，梳理出国家和部门层面适应气候变化相关的政策 117 项、31 个

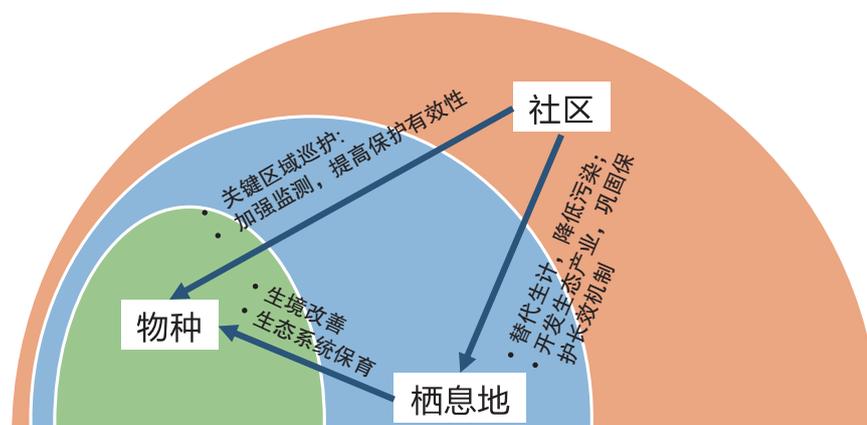
省级行动方案和 21 个省级规划。中国已经采取了广泛的适应气候变化行动，涵盖国民经济的主要领域与部门；能力建设、农业、林业、生态系统保护、水资源、城市、灾害监测应急、基础设施等方面，是中国政府关注的适应重点领域和优先方向。

从国内适应气候变化政策进程、行动实践的回顾，以及选择的宁夏自治区农业适应、内蒙古赤峰市巴林左旗气候智慧型农业、流芳村“稻-鸭-鱼”共作农耕模式、张家口老牛冬奥碳汇林、阿拉善一亿棵梭梭项目、广东佛山仕版社区适应、海南通过蚯蚓可持续土壤改良技术解决土地退化问题、白马雪山滇金丝猴社区保护项目等 8 个典型案例分析，可以得出以下结论与趋势：

- 1) 制定专项适应气候变化国家战略和规划，促进适应行动的广泛开展
- 2) 适应气候变化依靠科技进步与科技创新
- 3) 完善适应气候变化资金机制

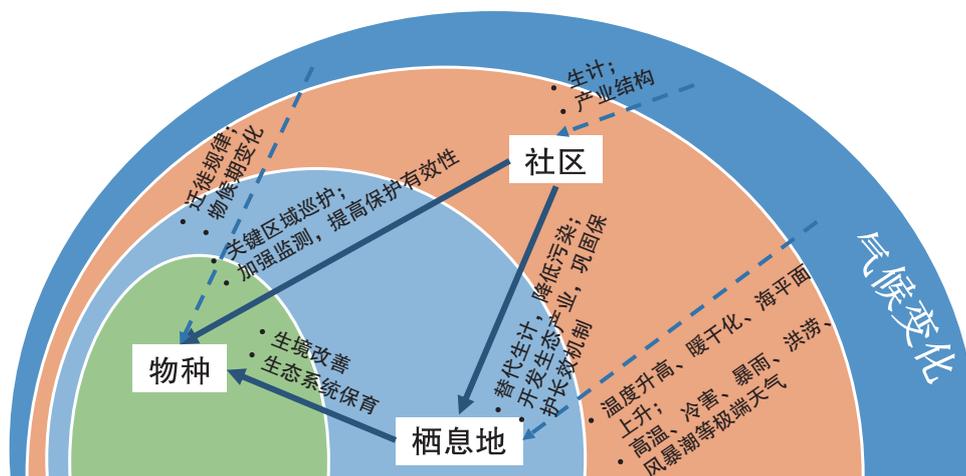
CEGA 气候变化适应资助策略建议

以 CEGA 最具代表性的濒危物种保护为例，可以凝练出当前适应气候变化的工作机制（如摘要图 -01）。首先是加强对受保护对象濒危物种的直接防护，其次通过替代生计、降低污染等措施减轻对物种栖息地的破坏，通过改善物种栖息地实现对物种的间接保护，再就是加强适应能力建设，对于物种保护至关重要。



摘要图 -01 CEGA 当前项目工作机制解析——以物种保护为例

CEGA 当前项目整体上缺乏对气候变化因素的考量，进一步加强适应气候变化工作机制如摘要图 -02 所示。对于我们选定的保护对象，首先要认识气候变化对其行为、活动范围、捕食习惯、生长规律等的影响；其次，认识气候变化对于受保护物种生境的影响，根据气候变化的影响情况调整自然保护区的核心功能区、缓冲区等，考虑气候变化对替代生计的影响（如对于养蜂来讲，蜜源植物对于气候变暖的响应、蜜蜂活动规律对于气候变化的响应，以及他们的匹配等）。特别要充分考量极端天气气候事件带来的影响；对于保护区的工作人员，气候变化也会带来安全和健康方面的问题，能力建设要大力加强。



摘要图 -02 CEGA 当前项目加强适应气候变化工作机制解析——以物种保护为例

CEGA 成员资助优先事项

1) **扩展当前项目适应内涵。**认识当前所执行的项目其适应气候变化的内涵、当前项目中适应气候变化可以扩展的内容，对当前项目内容和方式做出调整，最大限度地发挥项目适应气候变化的功能和作用，基于自然的解决方案（NbS）是一个很好的着力点。

2) **结合自身优势，开拓新的专门针对气候变化适应的项目。**在设计项目之初，即考虑气候变化的影响，甄别适应气候变化的关键问题，明确项目适应目标，探索增强气候韧性的技术措施，确定采取适应行动方案的具体实施路径；并设计适应措施效果评估方案，分析适应措施投入成本及最终收益。

3) **凝练典型适应案例，推广适应经验。**从已经执行的项目中，选取典型案例，将项目点建设成为适应示范基地，推广项目成功的执行经验、推广项目形成的成熟模式，打造项目产品品牌，推动当地经济的发展。

4) **开展自身适应气候变化能力建设。**制定自身适应气候变化工作规划，结合 CEGA 网络开展适应气候变化能力建设，向 CEGA 网络提出适应能力建设需求。

CEGA 网络资助优先事项

1) **开展适应气候变化能力建设活动。**能力建设是当前 CEGA 网络开展适应气候变化工作最重要的优先事项。从目前 CEGA 成员开展的项目来看对气候变化的考虑不够。建议从以下几个板块来加强适应气候变化能力建设：

问题的提出：即了解气候变化的影响、脆弱性、风险、暴露程度、敏感性等，这是设计适应气候变化项目的基础。

问题的解决：这是适应气候变化最重要的一个环节，即从气候风险分析到适应目标实现的路径问题。本报告建议的路径为按照气候变化平均趋势、极端事件、生态后果和经济社会后果等逻辑层次分解适应行动、按照减小暴露度和脆弱性、增量适应、转型适应、整体转型等适应的四个基本方式确定适应措施。

适应规划的制定：即确定适应目标，确定采取怎样的措施，设置适应指标等。

2) **开展系统的培训活动。**培训可以是以授课方式进行，也可以是适应示范基地的观摩、CEGA 正在实施的适应项目的研讨等。依据 CEGA 成员的需求，量身定制地编撰适应气候变化培训教材，编制工具指南手册，开发 CEGA 工作的专项方法学；特别是对于资金的筹措，可以细化到列出每一个科目的标准撰写模板，为 CEGA 资金筹措提供技术支持。

3) **构建 CEGA 适应基础数据平台。**CEGA 的一个工作领域是建立环境领域慈善公益数据中心，建议建立

专门的适应气候变化知识平台，共享适应的经验、案例和方法。

4) **编撰 CEGA 优秀适应案例集**。选择成功的适应案例，重点支持典型案例示范点建设,开展案例分析,推广成功案例的经验和模式,支持国家、地方适应行动的开展,发挥适应和减缓的协同效应,助力国家双碳目标的实现。

CEGA 网络领导力与影响力资助优先事项

1) **引领未来环境领域公益工作方向**。应对气候变化包括两个方面：适应和减缓，目前减缓气候变化已经得到社会各界的广泛认可，而公众迫切需要的、涉及人民生命财产安全的适应气候变化行动，却开展甚少。CEGA 发挥社会组织的作用，承担社会责任，通过发起适应气候变化的行动倡议、发布适应气候变化的白皮书、开展环境领域的适应气候变化能力建设活动、编制行业适应气候变化的行动指南和规范、开展适应气候变化的示范基地建设等，可以引导未来环境领域的工作方向，发挥 CEGA 的领导力和影响力。

2) **推动国家适应战略规划的实施和适应行动的广泛深入开展**。气候变化的影响愈来愈严重，适应气候变化是顺应全球大趋势、呼应公众迫切期待的必然举措。我国制定了应对气候变化的国家规划，2013 年发布了适应气候变化的国家战略，目前在更新国家适应气候变化战略，加强适应气候变化能力建设、开展广泛的适应气候变化行动，是今后应对气候变化的大势所趋。CEGA 呼应国家适应气候变化的总体战略布局，找准机构的定位，发挥公益组织的作用，推动行业部门各地方适应规划和行动方案的制定，为推动适应行动的广泛深入开展提供技术支撑。

3) **促进适应气候变化国际合作**。应对气候变化需要广泛的国际合作，CEGA 凝练总结网络成员和合作伙伴的适应气候变化成功经验，像滇金丝猴保护模式、高原野生动物（如雪豹）保护模式，在国际上分享并推广，为其他国家的濒危物种保护提供科学的借鉴和参考，建议今后的国际合作聚焦在适应技术转移、试点示范、国际行动倡议、能力建设活动等方面，以实际行动体现我国构建全球命运共同体的大国担当、树立我国负责任大国形象。

Executive Summary

The Scientific Background of Adapting to Climate Change

The 6th Assessment Report (AR6) has been released on August 9, 2021 by the Working Group I of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) revealed that human activities have caused the warming of the planet in an unprecedented rate. In 2019, the well-mixed greenhouse gas (GHG) concentrations reached annual averages of 410 ppm for carbon dioxide (CO₂), 1866 ppb for methane (CH₄), and 332 ppb for nitrous oxide (N₂O) in the atmosphere, increased by 47%, 156%, and 23% respectively relative to the pre-industrial era. In the past 120 years, the global surface temperature has risen by 1.09°C and the mean sea level has risen by 0.2m. In the past 40 years, land precipitation has increased significantly. At the end of the 21st century, the global surface temperature average is very likely to increase by 1.0°C to 1.8°C under the very low GHG emissions scenario, by 2.1°C to 3.5°C in the intermediate scenario and by 3.3°C to 5.7°C under the very high GHG emissions scenario.

The IPCC AR6 report clearly states it is unequivocal that human influence have caused the atmosphere, ocean and land to warm, which is causing widespread and rapid changes to occur in the hydrosphere, cryosphere and biosphere. The superposition of climate change and evolving economic and social facts have complex, extensive and far-reaching impacts. Climate change exacerbates existing climate risks and creates new threats to the natural and human social systems. Furthermore, climate risks can lead to a series of catastrophic consequences.

The impact of a series of extreme climate events such as recently occurred high temperatures, heat waves, droughts, floods, heavy precipitation, and forest fires shows that natural ecosystems and human social systems are highly vulnerable to current climate variations, leading to changes in natural ecosystems, disruption of food and water supplies, destruction of infrastructure and residential communities, increases in morbidity and mortality, and a series of severe consequences for human mental health and well-beings. The poor are most affected by climate change. Direct impacts of climate change includes decrease of crop yields and damage to households and property. Indirect impacts include food supply insecurity and rising food prices. The performance of climate change risk varies over regions due to differing populations and socio-economic development levels. Developing countries are vulnerable to climate change due to weak capacity to cope with the climate-related disasters; while developed countries, with intensive density of large populations and wealth, face severe climate risks because of high exposure to climate shocks.

China is located in the monsoon region of the Eurasian continent, with obvious climate warming and climate variability. From 1951 to 2016, the annual average temperature increased with the rate of 0.23°C /10a in China. With the warming of climate, extreme weather and climate events occurred frequently and the damage has been exacerbated. Extreme high temperature have continuously broken historical records, and areas affected by heatwaves have greatly expanded; meanwhile, low temperature events and cold waves continued to reach new lows during winter. In addition, there has been significant change of precipitation patterns, China is experiencing less drizzle and more heavy precipitation events across the country, enhanced droughts and floods, and increasing intensity of typhoons. Even Northeast China was hit with three typhoons within half a month of 2020. It has been shown a trend that more occurrence of complex extreme climate events. Almost all aspects of economic and social systems in China had been affected by climate change,

including agriculture and animal husbandry, water resources, forest and grassland ecosystems, human health, as well as coastal zones. The impact of climate change on China's ecosystems, economy and society is complex. The risks of agricultural production is exacerbated by frequent extreme weather and climate events that threaten food security. Climate change should be taken into consideration in the maintenance of China's Major Projects such as the South-to-North Water Diversion Project and the Qinghai-Tibet Railway as the safety of transportation and power supply facilities would be affected with extreme climate events. Climate warming would alter the supply and demand of energy, environmental and architectural design standards as well as consumer habits and patterns. Even second and tertiary industries would be affected from enhanced heat-island effects. Climate change will heighten ecological fragility and worsen conditions of the Three North Natural Forest Program, Taihang Mountains and Southwest Dry-hot Valley, making reforestation more difficult. Glacier melt will accelerate sea level rise. All of these scenarios will greatly affect the functioning of nature reserves and natural and human tourism resources, thus impacting the safety and behavior of tourists.

Since 1990s, the average annual direct economic loss caused by extreme weather and climate events has exceeded 200 billion CYN and caused more than 2,000 people deaths in China. In recent years, the scope of impact from climate change has steadily expanded and the degree of damage has increased. The damage of climate-related disasters due to climate change is increasing.

International Process of Climate Change Adaptation and Case Studies

Signed in 1992, The United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) is an international treaty among Parties to collaboratively combat climate change, providing guidance for global actions as well. As for adaptation, UNFCCC paid lots of attention on the small islands, low-lying coastal areas, arid and semi-arid areas, and ecologically fragile areas. Under the Framework of UNFCCC, a series of global and regional adaptation plans and actions were promoted or implemented. Countries have also issued corresponding climate change adaptation strategies and action plans. The most representative documents are including:

1. Nairobi Work Plan (2007), aiming to promote the National Adaptation Action Plan (NAPA) for the least developed countries;
2. The Paris Agreement (2015), aiming to keep global warming within 2°C and proposes a series of priorities for adaptation actions, including promotion of early warning systems, emergency preparedness, rapid response to slow-onset events, irreversible and permanent loss and damage events, comprehensive risk assessment and management, climate risk-transferring arrangements, community resilience, livelihoods and ecosystems, increasing adaptive capacity, strengthening the cooperation and implementation on adaptation actions, etc.

In 2019, the Global Center on Adaptation (GCA) released a flagship report "Adapt Now: A Global Call for Leadership on Climate Resilience." The report calls on the world to take immediate action to adapt to climate change. GCA is committed to promote adaptation actions in the following key areas: food security and livelihoods for small farmers, natural environment, water resources, urban areas, infrastructure, disaster risk management, adaptation investment and financing. In 2020, the United Nations (UN) issued the "Race to Zero"/"Race to Resilience" global initiatives, which received positive responses from all sectors of the global societies.

After nearly 30 years of unremitting efforts by governments, NGOs, research institutions, academic experts and scholars in various countries, the response activities on climate change, including adaptation and mitigation, have been carried out in a deep-cutting way. Tremendous experiences and lessons have been learnt. In this report, six case studies, including: Rotterdam in the Netherlands, San Francisco in the United States, the Gulf of Mexico, Lesotho in South Africa, the White Volta River Basin in Northeastern Ghana, and the Paraná Delta in Argentina were selected. A standard structure has also been developed in consideration of the concept and pathway on resilience building. In addition to the background, climate risks, and the problems caused under future climate risks, specific actions or adjustments with the purpose to increase adaptation capacity are explored. Furthermore, co-benefits, such as social, economic and ecological adaptation effectiveness are discussed as well.

From the review of the international climate change adaptation process and action practice, it has been found that at global level:

- 1. How to adapt to climate change are attracting more attention and becoming a trendy;**
- 2. Scientific understand on adaptation are evolving and deepening;**
- 3. To better understand how to adapt, there is a need to change perception and mindset;**
- 4. It has also been observed that the target and action plan on adapt are more and more clear recently.**

Climate Change Adaptation Process and Case Studies in China

In 2007, adaptation was underlined as an integral part of China's National Climate Change Programme issued by China's State Council. Afterwards the Chinese government has successively issued a series of national strategies for adaptation to climate change, including adaptation action plans for cities and forestry. After reviewing a number of government documentations and regulations related to climate change adaptation at the sectoral and national levels, such as White Paper on China's Policies and Actions on Climate Change released from 2008-2012, the Second National Communication on Climate Change of the People's Republic of China, a total of 117 policy documents, 31 provincial level action plans and 21 provincial level plans are shortlisted. These documents demonstrate that a wide range of climate change adaptation actions have been taken in China, covering the most vulnerable sectors of the national economy; Among these, capacity building, agriculture, forestry, ecosystem protection, water resources, urban areas, disaster monitoring, prevention and emergency response, infrastructure, are the priority sectors have been concerned by Chinese government.

In this section, we also reviewed a number of domestic case studies, including agricultural adaptation case in Ningxia Hui Autonomous Region, climate-smart agriculture in Balinzuo Banner of Inner Mongolia, "rice-duck-fish" eco-farming model in Liufang Village of Guizhou province, Laoni Carbon Sequestration Forestation project to mitigate the GHGs emission of Winter Olympics in Zhangjiakou of Hebei province, 100 Million Haloxylon Project in Inner Mongolia of SEE, Shibao community-based adaptation in Foshan of Guangdong province, the use of earthworm for sustainable soil improvement to tackle issue on land degradation in Hainan, and the conservation project for snub-nose monkey living on Baima Snow Mountain in Yunnan province, then the following conclusions and trends can be drawn as the followings:

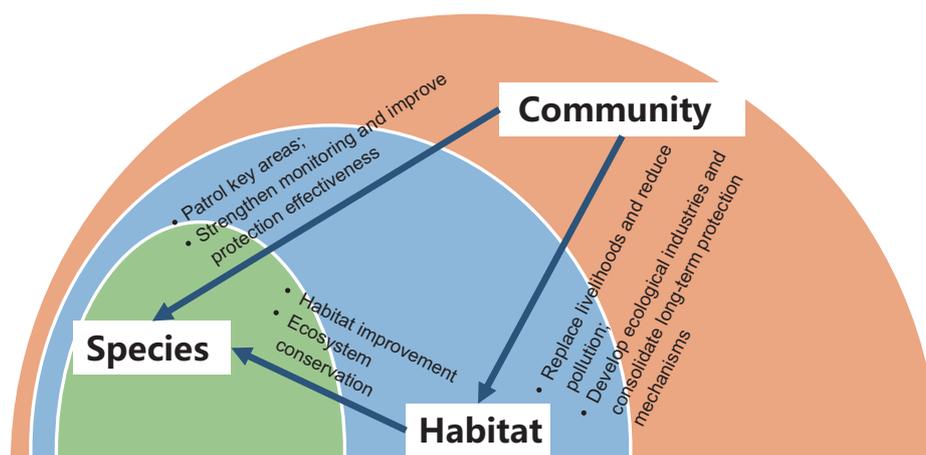
- 1. Under the guidance of national strategy and specific sectoral plan, adaptation actions, in particular at the**

community level have been boosted;

2. **Effective adaptation actions are rooted on technological progress and innovation;**
3. **Financing mechanism for climate change adaptation should be further enhanced.**

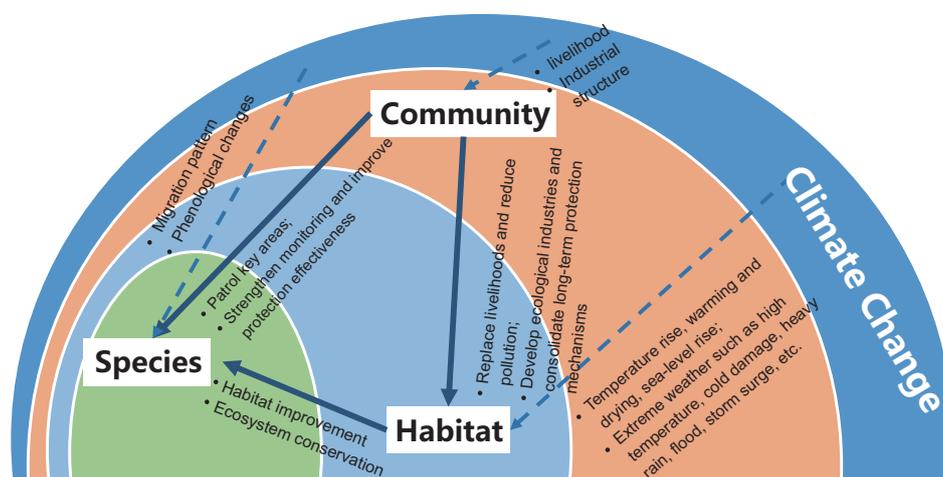
Recommendations for CEGA Funding Strategies on Climate Change Adaptation

With reference of the CEGA’s most representative projects on endangered species protection, we are trying to elaborate how adaptation can be developed (ES Figure-01). The first step is to strengthen the direct protection of endangered species; secondly, it is to protect their natural habitat and reduce the destruction of species habitats through alternative livelihoods and pollution reduction, etc; and lastly, it is very crucial to carry out capacity building for the local community.



ES Figure-01 Working mechanism of CEGA on-going projects—Taking species protection as an example

The study also found out that most of the projects carried out by the CEGA members are lacking consideration of climate change as general background. The mechanism elaborating how to further strengthen the actions on climate change adaptation for the CEGA members is presented as ES Figure-02. For the species that have been selected to be protected, it is firstly suggested to understand the impact of climate change on their behavior, range of activity, predation habits, and growth patterns, etc. Secondly, it is recommended to understand the impacts of climate change on their natural habitat of protected species. The adjustment of habitat protection should be carried out according to factors such as core functional area, buffer zones, etc. Furthermore, considerations are needed to conduct in order to understand the impacts of climate change on the alternative livelihoods. Taking beekeeping as an example, we need to understand the response of pollination to climate warming, the response of bee activities to climate change, and how the pollination and bee activities would be well matched as well. In particular, the impact of extreme weather and climate events must be taken under consideration; for the rangers and staff members who are working in the project areas, climate change would also threaten their safety and health, and capacity building must be vigorously strengthened.



ES Figure-02 Working mechanism of how to strengthen adaptation to climate change in CEGA on-going and new projects—Taking species protection as an example

Suggested Priority Adaptation Issues to CEGA Members:

- 1. Enlarging the project scope for resilience building for the on-going project.** Try to find out if there is any potentials to carry out adaptation activities for the on-going project; to build up awareness on how-to in order to amplify effectiveness of the project. Nature-based solution (NbS) is a proper entry point to expand the context of adaptation for on-going projects.
- 2. Developing new climate change adaptation projects based on the special characteristics of the organization:** At the initial stage for a new project, a number of issues should be discussed or answered, i.e, the impacts of climate change, the key issues on adaptation and its objectives; secondly, the technical measures and pathway to enhance climate resilience; lastly, the monitoring and evaluation (M&E) mechanism, including the cost-effectiveness benefit should be established.
- 3. Archiving typical adaptation cases for scaling up.** Some of the outstanding cases can be extracted from on-going projects and built as demonstration sites for knowledge-sharing, successful practices, experiences or working mechanisms and business model, could also be extended, mature prototypes of implementing project could be popularized, brand building could be created to promote local economic development.
- 4. Building up member's own adaptive capacity to climate change.** In coordination with the overall capacity building actions carried out by CEGA, members should make their own plan for capacity enhancement and the training needs can also be passed to CEGA network.

Suggested Priority Adaptation Issues to CEGA Network:

- 1. Carrying out capacity building activities.** Capacity building is currently the most important priority for the CEGA network. Reviewing on the current ongoing project as shown in ES Figure-01, it has been found that most of the members are lacking of understanding on adaptation. It is recommended to strengthen the adaptive capacity building from the following points:
 - 1) Learning how to raise up the key issue:** This means to understand the features of climate change impact, vulnerability, risk, exposure, and sensitivity, which is the scientific basis for designing climate change

adaptation projects.

- 2) **Learning how to solve the issue:** This is the most important step for a successful adaptation project, which means to seek the pathway to bridge from risk assessment to the realization of adaptation goals. The pathway recommended in this report is : adapting to the average trend of climate change, extreme events, ecological, social and economic consequences; in the meanwhile, it is recommended that the adaptation measures could be classified with four categories of reduction of exposure and vulnerability, incremental adaptation, transformational adaptation, and overall transformation.
 - 3) **Formulating adaptation plan:** including set-up of adaptation objectives, identification of adaptation measures, and setting up indicators for adaptation effectiveness.
2. **Carrying out systematic training activities.** Training can be conducted in the form of lectures, on-site demonstrations or workshop based on the ongoing projects. Tailor-made training materials for adaptation, e.g., guidebook, toolkit, and development of specific methodologies, could be organized according to the needs of the CEGA members. Specific fund-raising plan, technical support could be detailed to each item in the standard writing template.
 3. **Building up data platform for CEGA on adaptation.** One of CEGA's mission is to establish a charity database in the environmental protection field. It is recommended to provide funding supports for a dedicated climate change knowledge platform in order to share experience, cases and methods on adaptation.
 4. **Developing case studies with best practices for CEGA members.** In order to contribute to the China's national strategy of carbon peak in 2030 and carbon neutrality in 2060, CEGA can find out the projects with best practices on adaptation, and then build up these projects as demonstration sites; CEGA can also develop case studies for knowledge sharing, supporting national and local adaptation actions, as well as exploiting the synergies of adaptation and mitigation.

Suggested Priority Adaptation Issues to Increase Leadership and Influence of CEGA Network:

1. **Being a pioneer on adaptation in the environmental protection fields.** Globally, there are two aspects to tackle issues on climate change, adaptation and mitigation. At present, mitigation of climate change has been widely recognized by all sectors of society while relatively less work has been done on adaptation. Adaptation work is urgently needed by the public as it bring threats to security and wellbeing of human beings. The CEGA network and it's membership could take more responsibility in this regards, including generating motivation for climate change adaptation initiatives, publishing white papers, carrying out capacity building activities, compiling industry action guidelines, setting up demonstration sites, etc., in order to build up leadership in this regards and also, leverage more supports from CEGA members;
2. **Promoting the implementation of national strategic adaptation plans and wide-spreading of adaptation actions.** The impact of climate change is becoming more and more serious and adapting to climate change is an inevitable global trend. Immediate actions are needed in order to meet needs of the public. China has issued a number of national plans to address climate change, including the National Strategy of Climate Change Adaptation in 2013, which is concluded in 2020 and needs to be renewed. Adaptive capacity building and a wide range of

adaptation actions are inevitable trend. Under this background, CECA can take the opportunity to support the implementation of national adaptation strategy, promoting sectoral and regional adaptation action planning, and providing technical supports for more comprehensive and in-depth adaptation actions.

- 3. Strengthening international cooperation on adaptation.** International cooperation is important in the process of tackling issues on climate change. The successful working experiences and models of members, like the protection on Yunnan snub-nose monkey and the plateau wildlife (such as snow leopard) could be summarized and shared internationally under the topic of conservation of endangered species. It is strongly recommended that the future international cooperation could focus on technology transfer, pilot demonstration, implementation of international initiatives, capacity building as well, to help realize China's determination and commitment to build a global community with a shared future for mankind with the tangible and practical actions.

第 1 部分

背景介绍

1.1 气候变化的科学基础

1.1.1 全球气候变化事实与趋势

2021年8月9日发布的政府间气候变化专门委员会（IPCC）第六次评估报告（AR6）第一工作组的科学报告结果表明（IPCC, 2021），人类活动致使气候以前所未有的速度变暖，2019年大气中主要温室气体二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）和氧化亚氮（N₂O）浓度分别达到410 ppm、1866 ppb和332 ppb，比工业革命前分别增加了47%、156%和23%；近120多年来全球地表温度升高1.09℃（图1）、海平面上升0.2m；近40年来陆地降水增多尤为明显。至21世纪末，即使在温室气体低排放情景下，全球升温仍将达1–1.8℃；在中等排放情景下升温可达2.1–3.5℃，在高排放情景下升温可达3.3–5.7℃。

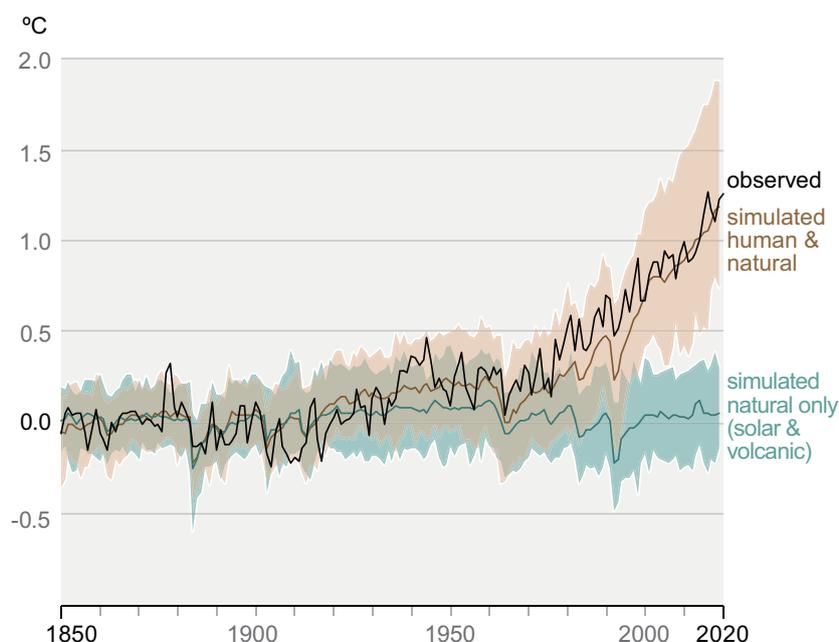


图1 全球升温的观测事实与检测分析（IPCC, 2021）

（图中黑颜色曲线是温度观测结果，黄颜色曲线是考虑自然因素和人为因素的模拟结果，而蓝颜色曲线是仅考虑自然因素的气候状态模拟结果，该图表明人为因素是气候变化的主因）

气候整体变暖的同时，高温热浪、强降水、干旱等极端天气气候事件加剧。AR6 的科学报告总结全球极端天气气候事件发生有以下特点：

- 1) 高温事件频发，地球上大部分地区在遭受高温极端天气的影响；陆地升温幅度高于全球平均水平，北极地区温升更为明显，其升温幅度是全球平均的两倍以上；
- 2) 气候变化加剧水循环，带来更强的降雨、洪水和更严重的干旱；
- 3) 降雨分布改变，高纬度地区增加，亚热带减少，季风降水波动性加大；
- 4) 复合灾害性天气事件增加，高温热浪和干旱事件叠加；加强的热带气旋与海平面上升叠加，导致沿海低洼地区更频繁和更严重的洪水灾害；城市放大高温热浪的危害和强降水事件造成的洪水灾害等。

1.1.2 中国气候变化事实与趋势

中国地处欧亚大陆季风区，气候变暖明显、气候波动剧烈是中国气候变化的典型区域特征。1951-2016 年中国年平均气温上升速率达到 $0.23\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ 年}$ （中华人民共和国气候变化第三次国家信息通报，2018），近 20 年变暖尤为显著；从地域分布看，东北、华北北部、西北和青藏高原增温最为明显；西南地区、四川盆地、秦巴山地和华北平原南部升温趋势则较弱（秦大河等，2012；IPCC，2021）。同时，20 世纪中期以来中国年降水量呈一定程度的上升趋势，其中西北地区年降水量显著增多；青藏高原东部、东北地区北部、江淮、江南、华南地区降水量有所增加；但华北、东北南部和西南地区降水则明显减少。进入 21 世纪以来，中国降水量减少区域有从华北向华中和西南地区迁移的趋势，西南地区近十余年降水量则显著减少。

中国的极端天气气候事件变化有以下特征：

- 1) 气温波动性明显加大，高温极值屡创新高，高温热浪范围急剧扩大；与此同时，冬季低温寒潮也时有发生，低温极值亦不断刷新纪录；
- 2) 降水型态发生显著变化，全国范围小雨频率明显减少，强降水事件增加，干旱和洪涝灾害加剧；台风强度增加，东北甚至出现半个月内台风三连击；
- 3) 降雨分布改变，雨带整体北移，旱涝灾害频繁交替出现。北方暖干化趋势更加严重，干旱面积明显增大，但出现突如其来的短时强降水，造成严重灾害；长江中下游和东南沿海极端降水明显增多增强，但同时出现严重的高温伏秋旱；西南地区季节性干旱加剧，由原来的冬春连旱改变为秋冬春连旱、甚或春夏连旱，对当地经济社会造成严重影响；
- 4) 极端事件出现多发、并发趋势，旱涝急转、高温和干旱同时发生、南方阴雨与低温寡照并行出现。

1.2 气候变化的影响

1.2.1 全球气候变化的影响

IPCC AR6 的科学报告明确指出，地球的每个角落都深受气候变化的影响，人类活动的影响由大气圈向水圈、冰冻圈、生物圈扩展（图 2）。气候变化和经济社会因素相叠加，影响复杂、广泛而且深远（IPCC, 2014）。气候变化加剧现存的气候风险，并会对自然和人类社会系统产生新的风险。气候风险会导致一系列灾难性的后果，最近发生的高温热浪、干旱、洪水、强降水和林火等一系列极端气候事件的冲击表明，自然生态系统、人类社会系统对于当前的气候波动异常脆弱，导致自然生态系统的改变、粮食和水资源供给的中断、基础设施和

CEGA 气候变化适应资助策略研究

居住社区的破坏、发病率和死亡率的增加，以及一系列的人类精神健康和福祉上的严重后果。贫困人口受气候变化影响最显著，气候相关灾害影响贫困人口的生计，直接的影响包括造成作物减产、损毁房屋家居等，间接的影响包括食物价格的上升、粮食供给安全得不到保障等。不同区域的人口、社会经济发展水平不同，气候变化风险的表现亦不同。发展中国家抗灾能力弱，受害严重；而发达国家则由于人口和财富高度密集，其对于气候冲击的高暴露性，也同样面临严峻的气候风险（图3）。

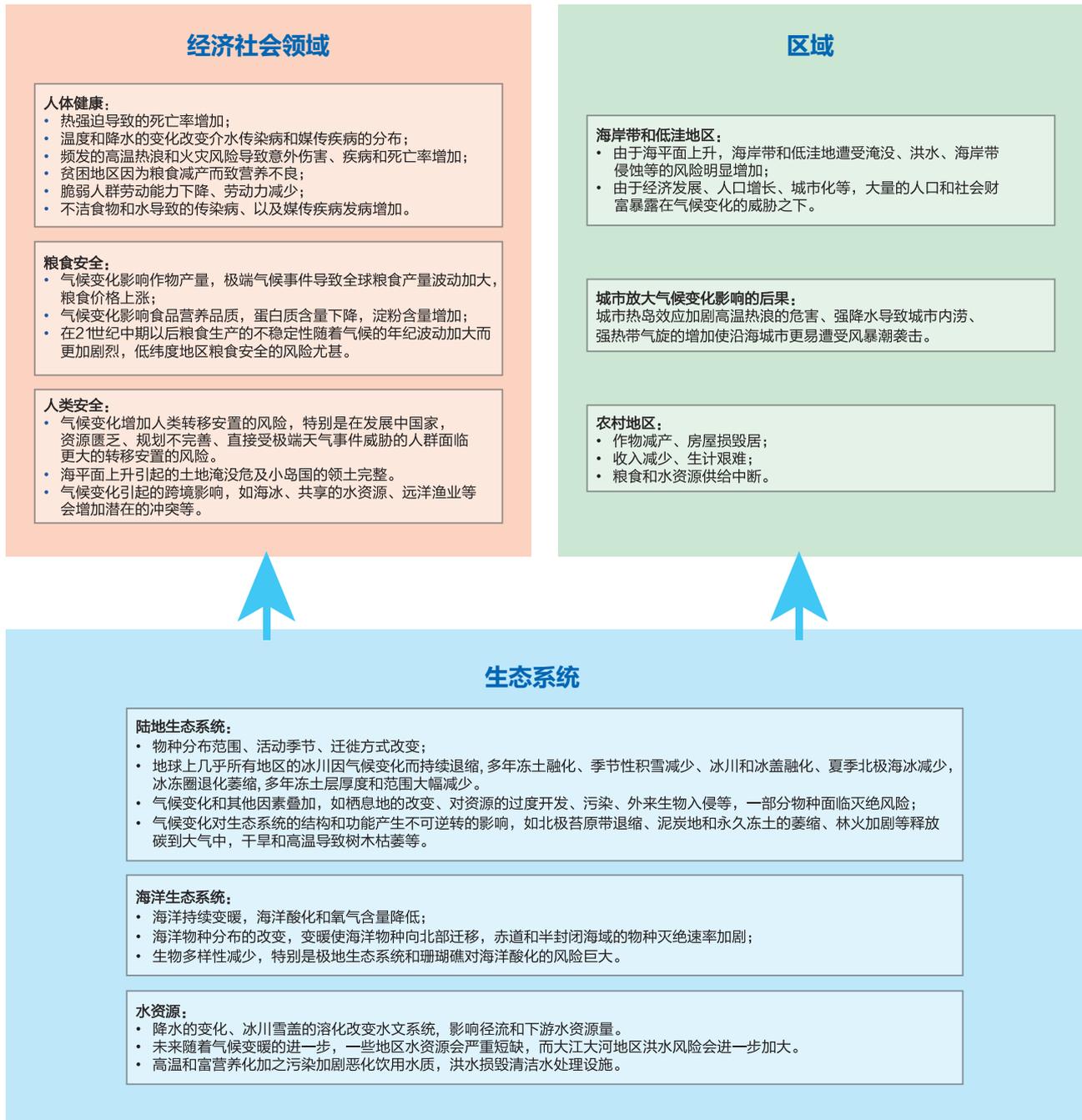
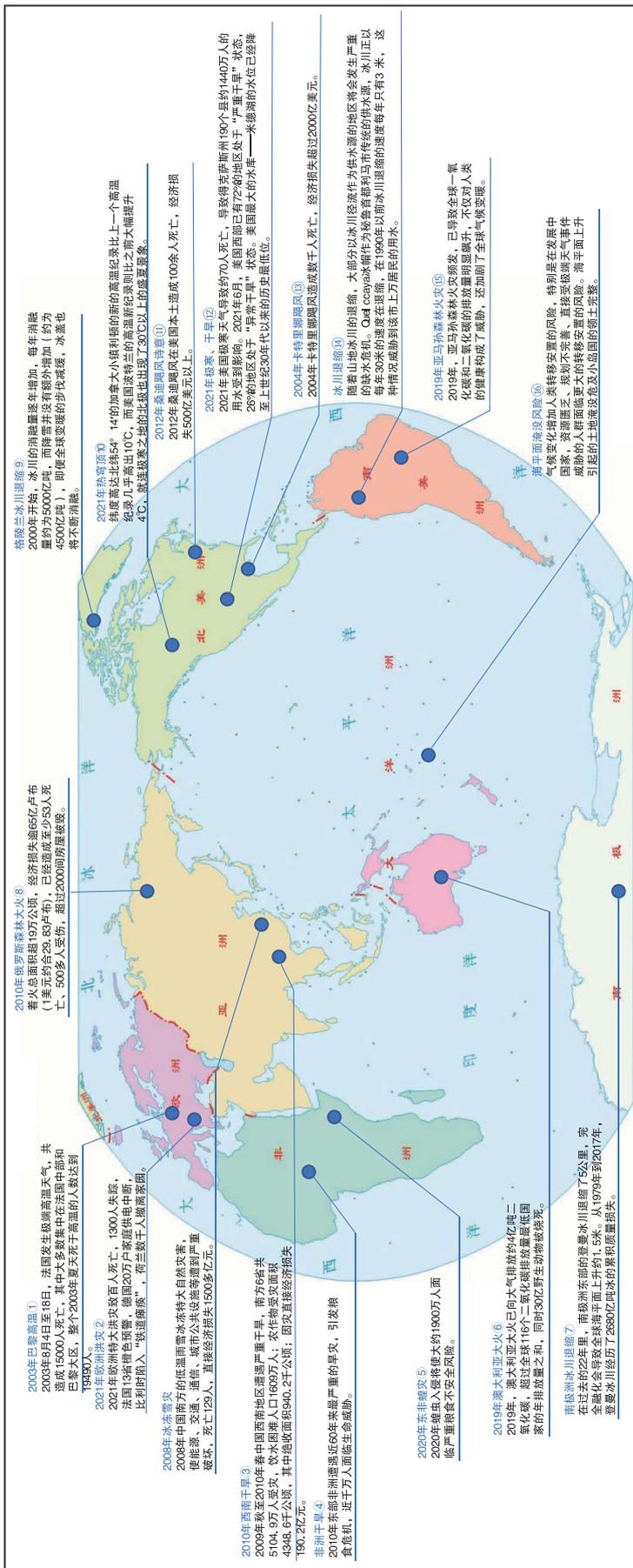


图2 气候变化全球影响概览



资料来源：① <https://www.e8h.cn/20190910835/>; ② <https://www.163.com/dy/article/G103E1RL0552AVRN.html>; ③ <http://www.weather.com.cn/tqzt/443148.shtml>; ④ <https://www.lecano.com/ideas/2018/2018102422154266005147250>; ⑤ <https://www.lecano.com/ideas/2018/2018102422154266005147250>; ⑥ <https://www.gamersky.com/ent/202001/1256226.shtml>; ⑦ <https://www.gamersky.com/ent/202001/1256226.shtml>; ⑧ <https://www.gamersky.com/ent/202001/1256226.shtml>; ⑨ <https://www.gamersky.com/ent/202001/1256226.shtml>; ⑩ <https://www.gamersky.com/ent/202001/1256226.shtml>; ⑪ <https://www.gamersky.com/ent/202001/1256226.shtml>; ⑫ <https://www.gamersky.com/ent/202001/1256226.shtml>; ⑬ <https://www.gamersky.com/ent/202001/1256226.shtml>; ⑭ <https://www.gamersky.com/ent/202001/1256226.shtml>; ⑮ <https://www.gamersky.com/ent/202001/1256226.shtml>; ⑯ <https://www.gamersky.com/ent/202001/1256226.shtml>

图 3 已经发生的典型极端气候事件全球影响概览

与气候有关的灾害事件发生的次数、所造成的经济损失日益增加（图 4）。气候变化的影响扩展至关键经济部门和服务领域，其影响更为复杂，如气候变暖减少供热的能源需求但增加制冷的能源需求；越来越多的极端天气气候事件对保险服务业构成新的挑战。全球气候相关自然灾害事件造成的年均保险损失已从 20 世纪 80 年代的 ~45 亿美元增加到 2015 — 2018 年的 ~136 亿美元（按 2018 年的价格水平计算）¹。1987 年以前的二十多年间，世界保险业一直没有造成损失价值超过 10 亿美元的自然灾害，但 1987 年 10 月大西洋风暴侵袭西北欧造成严重的灾害，使保险业一次付出 25 亿美元赔款。1980 年代，保险业同气候有关的索赔是 140 亿美元，而 1990 到 1995 年间就几乎达到 500 亿美元。2021 年上半年，自然灾害已导致全球 3000 人死亡，保险公司怡安（Aon）的一项报告显示，从 2021 年初到 6 月底，全球自然灾害保险赔付额高达 420 亿美元，创下 10 年来该险种在全球最高赔付金额。此数据来自于对 2021 年全球发生的 163 起自然灾害事件的统计，其中，有 22 起赔付额已达到十亿美元以上。联合国环境规划署（United Nations Environment Programme, UN-Environment）预测，到 2040 年，气候变化导致的保险赔付金额将达到每年 1 万亿美元。

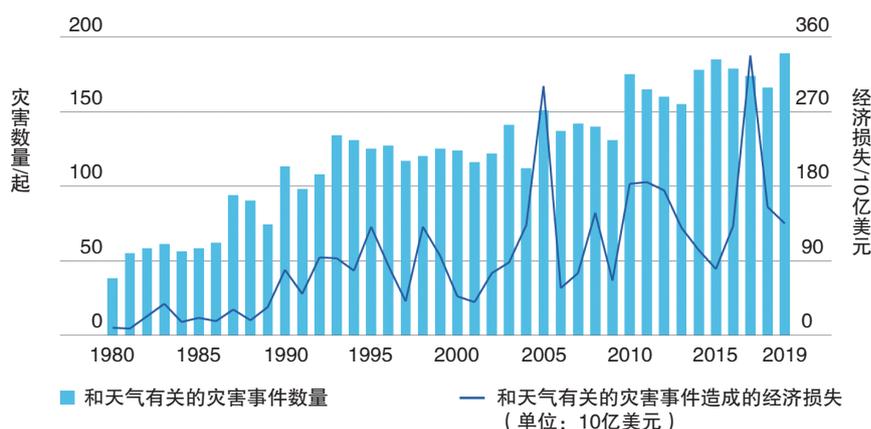


图 4 1980 — 2019 年间与气候有关的灾害事件发生次数和造成的经济损失 (Swiss Re, 2020)

1.2.2 中国气候变化的影响²

气候变化已经对中国的农牧业生产、水资源、森林和草地生态系统、人体健康、沿海地区等经济社会的各个领域造成了严重影响。气候变化对中国生态系统和经济社会的影响错综复杂。极端天气气候事件频发加剧农业生产的风险，影响粮食安全；气候变化影响南水北调、青藏铁路等重大工程的安全运行；极端事件影响交通、供电设施的安全；气候变暖影响能源供需格局，热岛效应影响人居环境、建筑设计标准和消费需求，从而影响二三产业。气候变化加剧中国生态环境脆弱性，像“三北”地区、太行山、西南干热河谷等地区的环境可能变得更为恶劣，造林更为困难。气候变化加剧雪山融化和海平面上升，导致山区、海岸和海岛景观的变迁，影响自然保护区的功能，从而对自然和人文旅游资源、以及对旅游者的安全和行为产生影响。

20 世纪 90 年代以来，中国平均每年因极端天气气候事件造成的直接经济损失超过 2000 多亿元，死亡 2000 多人。近年来，气候变化影响的范围日益扩大、危害程度日益加剧，由于气候变化导致的气候灾害损失日益增加。按照气候平均状态变化的影响、不断加剧的极端天气气候事件的影响、气候变化引起的生态后果的影响、气候变化引起的经济社会后果的影响四个方面（许吟隆等，2014），绘制近期发生的气候变化对我国影响显著的典型事件概览图如图 5。

¹ <https://www.munichre.com/en/solutions/for-industry-clients/natcatservice.html>

² 资料来源：气候变化国家评估报告、适应气候变化国家战略研究报告、气候变化科学评估报告等

1.3 适应气候变化基本概念

如图 5 所示，气候变化已经对自然生态系统和人类经济社会的各个方面造成了广泛而深刻的影响，应对气候变化是人类社会的必然选择。应对气候变化包含两个方面：减缓和适应（两者的关系如图 6 所示）。

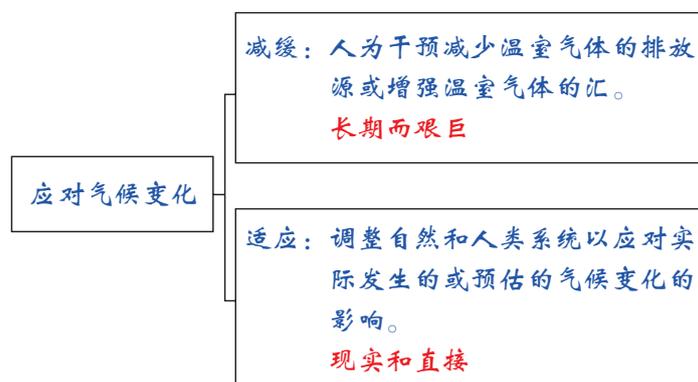


图 6 应对气候变化的两个方面

减缓 (Mitigation)：根据 IPCC (2014) 的定义，“减缓”为减少对气候系统的人为强迫而进行的人为干预，它包括减少温室气体的排放源或增加碳汇的策略。减缓是一项长期而艰巨的任务，须要全球共同一致的努力。

适应 (Adaptation)：根据 IPCC (2014) 的定义，所谓“适应”，是对于实际发生的或预期的气候（变化）及影响的调整过程；对于人类系统，适应寻求减轻或避免损害、或者开发有利的机遇；对于自然系统，适应则是通过人类干预（措施）诱导（自然系统）朝向实际发生的或预期的气候（变化）及影响进行调整。

知识框 01

<p>适应气候变化与增强气候韧性的关系？</p> <p>由于气候变化日益加剧，地球上的自然、经济、社会系统要增强其自身抵抗日益加大的气候冲击的能力（即“气候韧性 (Climate Resilience)”），以维持系统的完整性。</p> <p>科学合理的适应增强“气候韧性”；反之，错误的适应 (Mal-adaptation) 则削弱“气候韧性”。</p> <p>根据 IPCC (2014) 报告，科学合理的适应包括以下四种基本方式：</p>	
适应方式	所对应的内涵
第一种方式： 减小脆弱性与暴露程度	指采取各种防护措施，减轻气候冲击对系统所造成的损害。它可以通过两种途径来实现，一是增强系统自身的适应能力，当受到外部的气候冲击时，系统能够消减气候冲击的力度、受到损害时系统也能够很快恢复；二是减少外部气候冲击的强度，这就和减缓联系起来，所有减缓的努力都是为了减轻外部气候胁迫的强度。
第二种方式： 增量适应	气候变化适应方式的一种，指采取的适应行动或者整个适应过程的核心目标是在保持系统的属性不变和维持系统完整性的前提下，在受到气候变化影响时调整系统的结构与功能以与变化了的气候环境相协调。
第三种方式： 转型适应	指改变系统的基本属性以响应气候条件的改变及其影响后果的一类适应方式，一般在气候变化影响超出系统所能承受的阈值时采用。
第四种方式： 整体转型	即通过对系统的全面优化转型升级，既实现了系统的结构与功能与变化了的气候环境相协调，又减少温室气体的排放，实现低碳路径的可持续发展。

1.4 本报告的定位

2015年达成的《巴黎协定》³，提出本世纪下半叶全球尽早实现净零排放（即碳中和）。2020年习总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论和气候雄心峰会上提出⁴，中国二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。中国作为《巴黎协定》出台的重要推动力量，做出“碳达峰、碳中和”承诺（双碳目标），是中国对全球应对气候变化的重大贡献。这也是我国的主动战略选择，是实现绿色转型和可持续发展的内在要求。在双碳目标的大背景下，适应气候变化的重要性日益凸显、适应的路径选择日益清晰明确；适应与减缓是相辅相成的，只有充分适应，才能稳步减少温室气体的排放，最终实现碳中和。

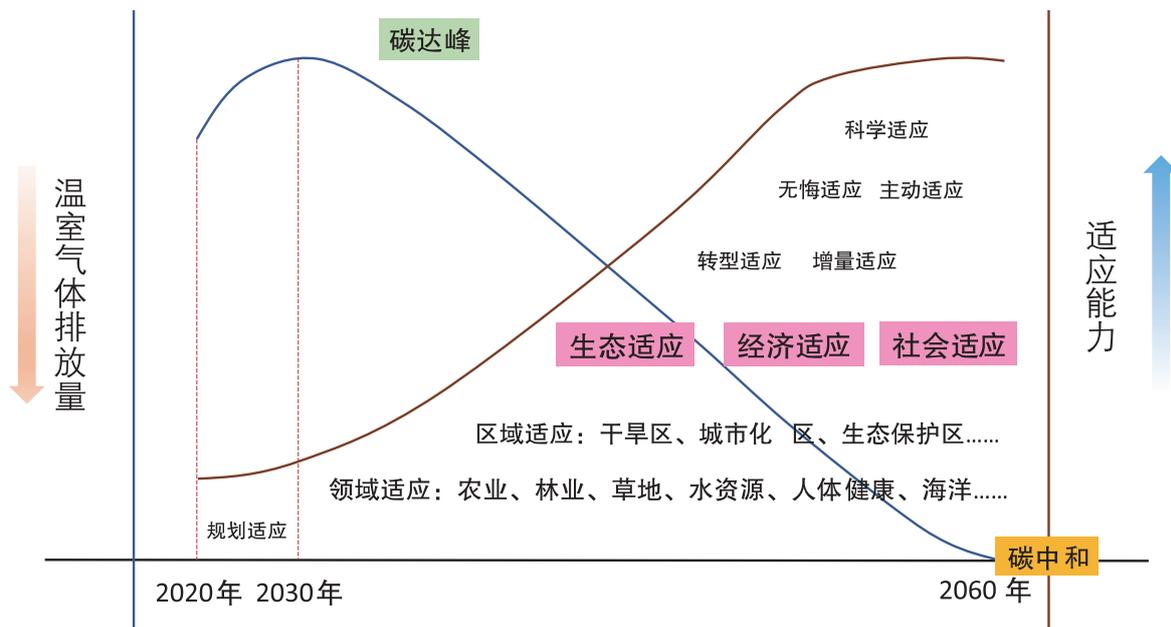


图7 碳中和约束下的适应路径选择

鉴于气候变化影响错综复杂，本报告按照图5区分的气候变化影响的四个层次，即气候平均状态变化产生的影响、不断加剧的极端天气气候事件产生的影响、气候变化引起的生态后果和经济社会后果这样的逻辑层次分解适应行动。对于气候变化的直接影响（气候变化平均状态变化的影响和极端天气气候事件的影响），适应包括减轻气候冲击力度（降低升温幅度、降低极端气候事件发生频率和强度）和调节自身适应能力两个方面；而对于气候变化的间接影响（即气候变化引起的生态后果和经济社会后果），适应则是系统自身一系列的调整行为，其核心则是千方百计保持系统自身结构的完整、保障功能的充分发挥。在适应的四个层次之外，还有一个重要的方面就是能力建设，贯穿于适应的各个层次，其目的就是保障每一个层次的适应能够高效进行，适应能力建设贯穿适应全过程。本报告基于CEGA成员单位这些年执行的项目，按照适应的四个逻辑层次和能力建设进行分类（表1）。可以看出，CEGA开展的一些低碳项目，其在适应气候变化方面的作用主要是减轻气候的胁迫强度；而另一部分项目集中在生态适应和社区适应方面，即修复生态、保护生物多样性，发挥生态系统的服务功能，在此基础上改善脆弱群体的生计；还有一部分项目则是构建数据平台、传播气候变化知识、提升公众适应气候变化的意识等，促进适应能力的提升。

3 <https://newsroom.unfccc.int/>

4 <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1678546728556033497&wfi=spider&for=pc>

表 1 适应的逻辑层次与 CEGA 项目的对应情况 *

适应的层级		重点适应事项	CEGA 项目 ^{5,6}
影响的层次	直接影响	层次 1: 平均趋势 <ul style="list-style-type: none"> · 降低升温幅度; · 通过调整整体规划布局, 使受体系系统与变化了的气候条件相匹配 	阿拉善 SEE- 创绿家伙伴、中国房地产行业绿色供应链行动 老牛基金会 - 碳中和项目
		层次 2: 极端事件 <ul style="list-style-type: none"> · 降低气候极端事件的发生频率与强度; · 降低气候极端事件的冲击力度; · 增强受体系系统本身的恢复能力 	千禾 - 顺德家电行业绿色供应链项目 绿色碳汇 - 香港马会东江源碳汇造林项目、2018 年欧莱雅员工飞行碳中和林项目
	间接影响	层次 3: 生态后果 <ul style="list-style-type: none"> · 加强生态保护, 保护生物多样性; · 加强生态修复工作; · 发挥生态系统服务功能, 尤其是气候调节功能 	阿拉善 SEE: 濒危物种保护 - “诺亚方舟” 白马雪山滇金丝猴社区保护项目、生物多样性保育与社区发展 - “诺亚方舟” 喜马拉雅蜜蜂保护与养殖 / “诺亚方舟” 珍稀濒危药用植物资源保护
		层次 4: 经济社会后果 <ul style="list-style-type: none"> · 改善脆弱群体生计; · 促进产业结构调整和优化转型; · 风险管理、融资、科技等方面体制机制创新; · 法规的修订和完善; · 国际商品和生产基地以及贸易格局的改变 	阿里巴巴: 千岛湖水基金 巧女基金: 青海省囊谦县白扎保护地公益项目、新疆天山雪豹保护地公益项目 老牛基金会: 生态修复与保护 (老牛碳汇林) 项目、老牛湿地保护项目 千禾: 贵阳黔仁生态公益发展中心、顺德仕版可持续社区试点 桃花源: 社会公益自然保护地关坝自然保护小区项目 万科: 珠峰雪豹保护计划 绿色碳汇: 河北康保县生态修复工程项目 中华环境基金会: “绿哈达行动” - 青藏高原生态植绿计划
综合事项: 能力建设		<ul style="list-style-type: none"> · 加强对气候风险与适应的科学认知; · 气候风险评估与平台建设, 加强适应知识共享; · 提升适应气候变化的公众意识; · 加强技术集成与技术创新, 构建领域、部门、区域等的适应技术体系; · 编制工具指南手册; · 完善国际适应技术转移机制 	阿拉善 SEE: 福建省观鸟协会 阿里巴巴: XIN 伙伴计划 / 绿色供应链 CITI 指数、绿色行动计划、自然教育基地 - 桃源里自然中心项目、武汉中小学绿色生态研学 红树林基金: 拯救勺嘴鹬 (一期)、中国沿海湿地保护绿皮书、中国沿海湿地保护网络湿地教育中心项目 老牛基金会: 老牛湿地保护项目 桃花源: 非洲巡护员奖项目 万科: 中国企业气候行动项目 中华环境基金会: “迈向生态文明, 向环保先锋致敬” 项目 自然之友: 环境公益诉讼

* 阿拉善 SEE-- 阿拉善 SEE 基金会; 阿里巴巴 -- 阿里巴巴公益基金会; 巧女基金 -- 北京巧女公益基金会; 红树林基金 -- 深圳红树林湿地保护基金会; 千禾 -- 广东省千禾社区公益基金会; 桃花源 -- 桃花源生态保护基金会; 万科 - 万科公益基金会; 绿色碳汇 -- 中国绿色碳汇基金会; 自然之友 -- 自然之友公益基金会

鉴于 CEGA 的主要工作领域是为成员单位工作提供支持, 引领未来环境领域慈善公益工作方向, 推动成员之间交流和影响力传播, 促进环保慈善公益领域国际交流与合作。结合 CEGA 成员目前开展的工作, 本报告将

5 《2019 环境资助者网络 (CEGA) 报告》[R]. 2019.

6 《环境资助者网络 (CEGA) 案例精选》[R]. 2019.

重点关注生态适应及其引申出的社区适应，以及能力建设方面。本报告的结构如下：

第一部分，简要综述气候变化的国际国内背景及影响，介绍适应气候变化的基本概念，通过 CEGA 成员目前开展的项目与适应气候变化逻辑层次的对应进行报告定位；

第二部分，对国际适应气候变化进程、开展的行动进行概要回顾，选择国际适应气候变化典型案例进行分析；

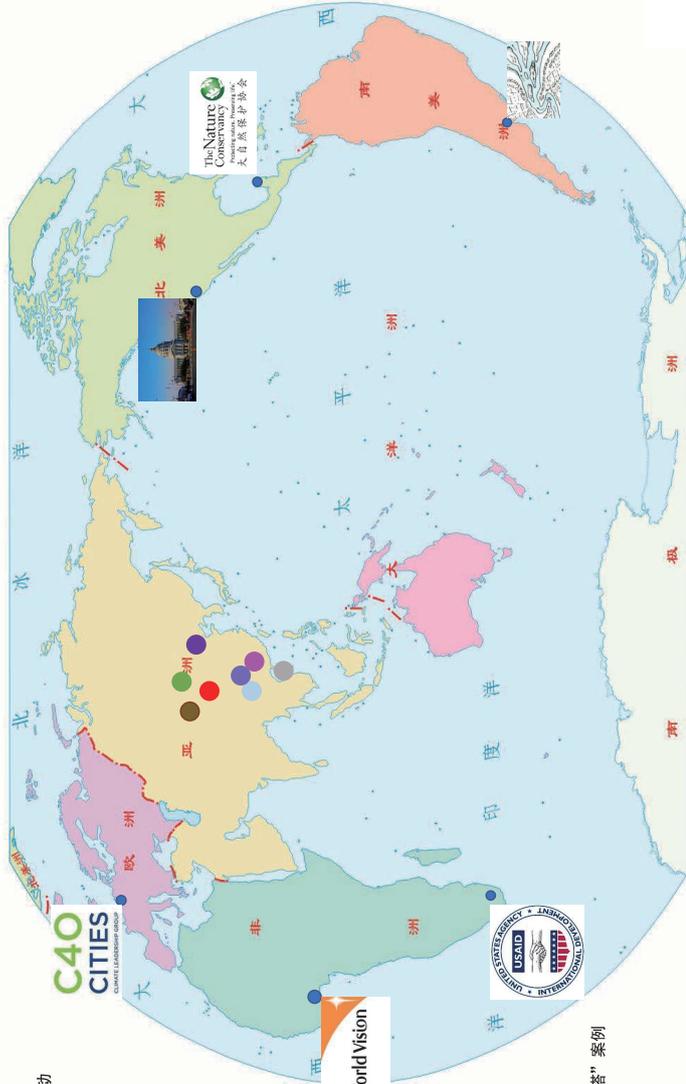
第三部分，对国内适应气候变化进程、开展的行动进行概要回顾，选择国内适应气候变化典型案例进行分析；

第四部分，总结 CEGA 目前适应的经验，解析 CEGA 当前项目的适应内涵，比较国际国内相关领域适应进展，分析需要加强的工作，提出 CEGA 适应气候变化的优先事项和资助策略建议。

本报告的一个特色是开展详细的案例分析，选择 6 个国际案例、8 个国内案例进行分析（国际国内案例分布如图 8 所示）。在进行案例选择时，考虑环境领域社会公益组织的工作重点，以生态适应和社区适应为主，同时考虑案例分布区域的代表性。对于每个案例，介绍项目实施背景、所面临的气候风险、适应气候变化问题、项目所开展工作的内容、采取的适应方式类型、适应措施、所产生的适应效益（经济效益、生态效益、社会效益），以及资金筹措方式等，对于一些典型案例，还对适应气候变化体制机制创新进行了分析。以期通过案例的详细剖析，为 CEGA 以及类似的环境公益基金组织开展适应工作提供借鉴。

国内外典型案例分布情况

- 名称：宁夏自治区农业适应案例
机构：中国农业科学院
时间：2009-2012
地点：宁夏自治区
- 名称：内蒙古赤峰市巴林左旗气候智慧型农业项目
机构：大自然保护协会
时间：2010至今
地点：内蒙古和林格尔、赤峰等
- 名称：老牛冬储碱滩林
机构：绿色碳汇基金会、老牛基金会、蒙树
时间：2016-2046
地点：河北省张家口市
- 名称：一亿棵梭梭项目
机构：北京市企业家环保基金会 (SEE)
时间：2014-2023
地点：阿拉善荒漠生态区
- 名称：广东佛山社版社区案例
机构：千茶社区基金会、中国农业科学院
时间：2020
地点：广东省佛山市顺德区、广东珠江流域
- 名称：蚯蚓可持壤土壤改良技术
机构：海南垦农生态科技有限公司
时间：2015至今
地点：海南文昌
- 名称：白马雪山滇金丝猴社区保护
机构：阿拉善SEE
时间：2016至今
地点：云南白马雪山国家级自然保护区
- 名称：“流芳村”程-鸭-鱼共作农耕模式
机构：香港社区伙伴(PCD)
时间：2005至今
地点：贵州黔泰平县莽贡乡流芳村



- 名称：荷兰气候风险管理与适应行动
来源：C40
时间：2008-2013
地点：荷兰鹿特丹
- 名称：旧金山适应海平面上升行动
来源：旧金山市政府
时间：2015-2018
地点：美国旧金山
- 名称：墨西哥湾珊瑚礁保险
来源：大自然保护协会 (TNC)
时间：2018
地点：墨西哥金塔纳罗奥州
- 名称：基于“锁眼”菜园的灾害风险管理行动
来源：USAID/Food for Peace
时间：2005-2008
地点：南非莱索托
- 名称：脆弱河流社区的替代生计
来源：世界宣明会
时间：2016
地点：加纳白沃尔特河流域
- 名称：三角洲气候变化适应“灯塔”案例
来源：三角洲联盟
时间：2016至今
地点：阿根廷巴拉那三角洲

图 8 国际国内典型案例地理分布

第 2 部分

国际适应进程和行动回顾

2.1 国际适应进程回顾

1992 年制定的《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）³，是国际社会合作应对气候变化的法律基础和行动指南。在此基础上，国际社会推动了一系列关于适应计划的形成和行动的实施，各国也出台了相应的气候变化适应战略和规划，采取适应气候变化行动，其中最具代表性的文件包括 2007 年的《内罗毕工作计划》³，促进了旨在面向最不发达国家的适应行动规划（NAPA）；2015 年达成的《巴黎协定》³ 明确了全球升温控制在 2°C 的目标，并提出了一系列的适应行动优先事项；2019 年，全球适应中心（GCA）⁷ 发布了《Adapt Now: A Global Call for Leadership on Climate Resilience》的旗舰报告（GCA, 2019），呼吁全球即刻采取适应气候变化行动；2020 年，UN 发出“奔向零碳”（Race to Zero）/“奔向韧性”（Race to Resilience）的全球倡议⁸，得到全球社会各界的积极响应（图 9）。

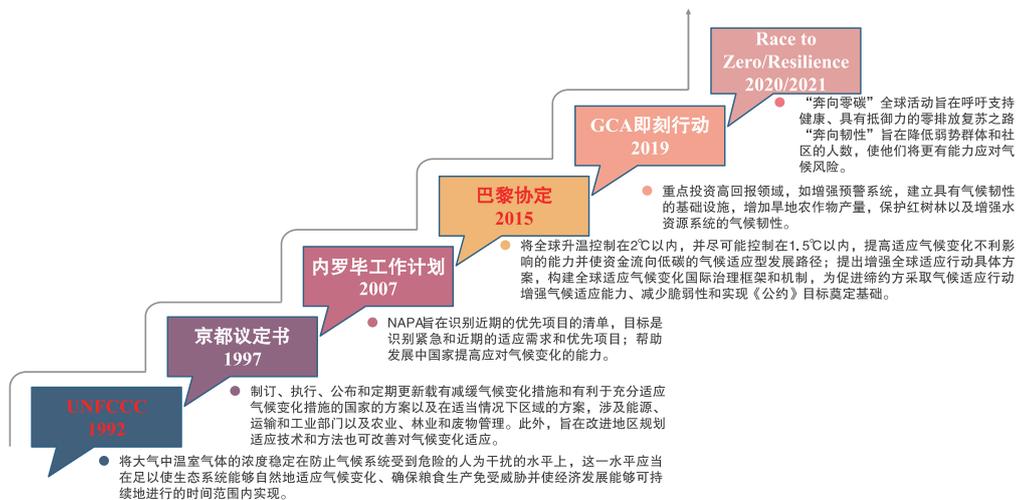


图 9 国际适应气候变化进程与重点事项

7 全球适应中心是全球适应委员会的执行机构。全球适应委员会由荷兰发起并推动成立，包括荷兰在内的 17 个国家同意成为委员会联合发起国，由 28 位在全球拥有重要影响力和广泛声誉的人士担任委员。2019 全球适应中心中国办公室在北京揭牌。

8 <https://racetozero.unfccc.int/>

表 2 荷兰鹿特丹港气候风险管理与适应行动¹²

案例名称	荷兰气候风险管理与适应行动	案例来源: C40 ¹³ 实施时间: 2008-2013 实施地点: 荷兰鹿特丹
案例实践	背景	随着经济社会的发展,近年来,鹿特丹港面临着气候灾害频发和人口密度不断增加的问题。鹿特丹作为欧洲最大的港口,其外堤城区的海拔为3-5.5米,居住着大约4万居民,很容易受到由气候变暖导致的海平面上升、风暴潮加剧、洪水淹没的影响。
	气候风险	由于气候变化,海平面持续上升,洪水、风暴潮发生频率和强度不断增加,三角洲及滨海区面临着越来越严峻的洪水风险,一方面是由于上游来水量的增加,另一方面则是由于人类活动的加剧,沿海土地每年以固定的速度下沉。
	适应问题	适应气候变化带来的生态后果和经济社会后果。 随着海平面持续上升,现有防洪体系将因无法继续加高而失效,滨海城市面临淹没风险,现在在滨海地区居住的居民将被迫后撤至高地。
	内容	1) 鹿特丹采用了量身定制的“内堤/外堤”方法。内堤城市(大多低于海平面)是由一个由出水口和水泵排出的圩田系统形成的,由较小的次级堤坝保护。外堤城区,很容易受到海平面上升或小规模临时洪水的影响。目前采取的适应措施是利用创新技术(如浮动建筑)和传统方法(如建筑物外立面绝缘和架起电力装置)加以改造。 2) 除了防御海水淹没和河流洪水的威胁,鹿特丹还要防御不断增强的强降水威胁,采取了建设博物馆公园、停车场、地下储水等蓄水空间,并将蓝绿走廊融入城市景观。这些蓝绿走廊(水道和积水区)促进自然水文过程,补充地下水,同时最大限度地减少城市洪水,增强生物多样性和改善城市的宜居性。 3) 彩色屋顶已正式成为鹿特丹城市气候适应策略的一部分。洪水、空气质量和缺乏绿色空间的挑战都通过屋顶开发的多功能方法来解决。四种颜色代表四种功能:蓝色保留水分,绿色增加生物多样性,黄色产生可再生能源,红色增加社会价值。城市的目标是建造1万平方米的黄色屋顶,产生1.25兆瓦的可再生能源,另外建造8万平方米的蓝色屋顶,可以保留2000立方米的雨洪水。鹿特丹仅在2014年就安装了超过18.5万平方米的绿色屋顶。
	适应措施	适应方式: 增量适应 1) 通过三角洲地区特有的圩田形态布置,预留大量缓冲用地,部分圩田被规划为滞洪区;雨季水通过运河系统流入标高较低的圩田,形成暂时性存储,旱季则从储存区进入圩田,用于灌溉; 2) 建设城市水上公共空间,适应城市空间的三种功能:“海绵”(水广场、渗透区、绿地)、防护(堤防、海岸防护)和危害控制(疏散路线、防水建筑、漂浮构筑物); 3) 还河流以空间:实施“保留、储存、排水”三步策略解决方案,其中蓄水是最关键的环节,即通过改造河道,形成河道对降水的韧性缓冲能力。这项措施也是基于自然的解决方案(NbS); 培育气候变化带来的机会,如加强经济、改善生活质量和增加生物多样性。
	适应效益	经济效益 绿色屋顶的安装每年减少7.5万美元的水处理费用。 生态效益 地下储水等蓄水空间,蓝绿走廊等融入城市景观,增强生物多样性和改善城市的宜居性。 社会效益 鹿特丹Erasmus医疗中心安装了5000平方米的绿色屋顶,并将3000平方米变成了花园,改善了患者的环境。
资金来源	荷兰政府	
其他	1) 协同机制: 该项目兼具减缓的协同效果: 通过城市的屋顶改造,鹿特丹减少大量的二氧化碳排放。 2) 技术创新: 鹿特丹在近十年里取得了一系列创新设计的漂浮小区、城市蓄水设计、可吸水绿色墙面屋顶等。 3) 管理机制创新: 自2008年起,鹿特丹市政府按绿色屋顶面积向市民提供补贴,每年还根据屋顶的降水排放量征收不同的污水税,排放越少,税费越低。	

¹² <https://www.c40.org/awards/3/profiles/49>

¹³ C40城市集团是一个致力于应对气候变化的国际城市联合组织。包括中国、美国、加拿大、英国、法国、德国、日本、韩国、澳大利亚等各国城市成员。于2005年由前任伦敦市长肯·利文斯顿的提议下成立,围绕着《克林顿气候倡议》(CCI)来实行减排计划,以CCI来推动C40加盟城市的减排行动和可持续发展,目前高度关注城市适应气候变化。

2.3.2 美国旧金山适应海平面上升行动

为了应对未来气候变化引起的海平面上升，旧金山市在 2016 年发布了适应海平面上升的行动计划（以下简称“行动计划”），旨在针对旧金山面临的海平面上升造成的短期和长期威胁，通过采取适应措施，使旧金山市海岸变得更具气候适应性，从而保护公共、私有财产和自然资源，提高辖区内全体公众的生活水平。应对海平面上升带来的潜在危害，提高灾害来临时的城市韧性。

表 3 美国旧金山适应海平面上升行动¹⁴

案例名称		美国旧金山适应海平面上升行动	案例来源：旧金山市政府 实施时间：2015–2018 实施地点：美国旧金山
案例实践	背景	为适应气候变化引起的海平面上升，旧金山市在 2016 年发布“行动计划”，旨在针对海平面上升的短期和长期威胁，提高城市气候韧性。	
	气候风险	根据潮汐记录，旧金山湾的海平面自 1900 年以来已经上升了 8 英寸，据预测很有可能在本世纪末在此基础上再上升 36 英寸。	
	适应问题	适应海平面上升带来的经济社会后果。 以 2016 年美元价值为单位，在不采取任何适应性措施情况下，旧金山市的公共和私有财产将要面临高达 500–800 亿美元的经济损失。这些损失既包括永久性淹没（海平面永久上涨）造成的损失，也包括间接性淹没（极端涨潮）造成的损失。	
	内容	1) 建立体系化、流程化的应对行动方案。确定了海平面上升规划的目标和指导原则，并制定了开展脆弱性分析、风险评估及适应战略的路线图。 2) 总结最新的气候和海平面上升相关科学进展、相关政策法规，以及迄今为止的脆弱性分析和风险评估。通过最新的科学发现，旧金山市确定了近期海平面上升情况和结果，分析了未来气候变化和海平面上升的几种情景，以此来评估旧金山地区未来可能面临的海平面上升的挑战。同时，旧金山市分析总结了现有与应对海平面上升有关的政策法规以及所做的脆弱性分析和风险评估，为下一步查漏补缺、制定应对方案和措施奠定基础。 3) 确定数据差距，并建立进一步评估、适应规划和实施的框架。在对已有风险分析、政策法规框架和应对措施梳理的基础上，对照未来应对挑战的目标，得出用于风险分析与监督跟踪的数据和需要采取措施的缺口。在此基础上，建立进一步评估、适应规划和实施的框架。 4) 确保多部门多层次的有效协调。2015 年，旧金山市由时任市长牵头成立了海平面上升协调委员会，这是一个由 12 个城市管理部门组成的跨部门工作组，由旧金山规划局和复原和资本规划办公室共同主持，以全面了解海平面上升的威胁，并制定行动计划。此外，旧金山市通过宣传教育和公众反馈有效实现了公众参与，利用既有的区域间合作平台和渠道建立有效的海平面上升应对行动协作机制。	
	适应措施	适应方式：增量适应 旧金山地区采取的整体措施主要聚焦在两个层面：政府管理相关战略（包括改变现有的分区规划、增强现有设计标准、调整现有的维护手段和程序等）和技术相关手段（如修建更多的绿色基础设施、提升建筑结构的海拔、加强防洪堤的建设等）。行动方案的实施依循多阶段多尺度推进的过程，包涵上述两种层面措施的混合运用，如在区域划分改变时，可能需要进行防洪设施的配套建设等。具体包括： 旧金山太平洋沿岸应对海平面上升方案：适应、防护和后撤。方案建议，将部分高速公路后撤到动物园后方，加强莫赛湖污水处理通道的物理防护，同时增加自然设施（例如沙滩、植被、公共开放空间等）； 旧金山鹤湾（Crane Cove）公园进行海岸线改造，使其同时具有休闲和栖息的功能，同时，一些重点区域被梯度化处理； 金银岛（Treasure Island）的适应行动计划：提高建筑物地基的高度、建设环岛的防护墙以及加强内部排水系统、提供有适应性的栖息地、开展海平面监测工程、加高环岛防洪堤和防洪墙，在岛内设置抽水站，同时开发湿地； 旧金山国际机场附近的海岸线保护：已有的防波堤、坡台和板桩墙等仍留有不同空隙，新一轮的海岸防护计划将补全和强化这些设施； 自动升降防汛墙措施：旧金山市借鉴了纽约市和休斯敦市做法，平时隐藏在地表以下，和周边建筑群融为一体，完全不影响交通，但在遭遇汛情时会被激活并自动升起，防止内部区域进一步受灾。	
	适应效益	经济效益	通过采取措施，使旧金山市海岸变得更具适应性，从而保护公共、私有财产和自然资源，提高辖区内全体公众的生活水平。
生态效益	通过更多利用绿色的手段开展海岸线改造、旧金山太平洋沿岸应对海平面上升方案中增加自然措施。		
社会效益	增加自然设施和开放空间等。		
资金来源	旧金山市政府		
其他	通过本案例实践，适应气候变化需要多学科交叉方法学创新，需要采取综合适应措施。		

14 https://mp.weixin.qq.com/s/_k2yR15XIewFIq-LKWt2xw

2.3.3 墨西哥湾珊瑚礁保险

飓风和风暴潮灾害在墨西哥金塔纳罗奥州频发。在飓风的袭击下，珊瑚礁也会受到破坏。如果不能及时进行修复，珊瑚礁就会逐渐消失，严重威胁海洋生态系统安全；此外，全球升温和海水酸化也会威胁珊瑚礁。加勒比海沿岸遭受两次飓风袭击，导致旅游胜地坎昆数家酒店和企业长时间关闭，造成约 80 亿美元的巨大损失。与此同时，同样遭受飓风袭击的莫雷洛斯港的酒店和海滩却幸免于难，没有遭受重大损失。

表 4 墨西哥湾珊瑚礁保险适应案例¹⁵

案例名称	墨西哥湾珊瑚礁保险	实施机构：大自然保护协会（TNC） 实施时间：2018 年 实施地点：墨西哥东部的金塔纳罗奥州
案例实践	背景	健康的珊瑚礁可以有效的消除 97% 的波浪能量（wave energy）。珊瑚礁是脆弱生态系统，海水污染、全球变暖、过渡捕捞和珊瑚白化等因素的共同作用，让珊瑚礁面临着巨大的威胁。
	气候风险	全球升温和海水酸化、飓风以及风暴潮在墨西哥金塔纳罗奥州频发。正在威胁珊瑚礁，如果不能及时进行修复，珊瑚礁就会逐渐消失，严重威胁海洋生态系统安全；此外，受到全球升温和海水酸化的影响，珊瑚礁正在面临巨大的威胁。
	适应问题	1) 适应气候变化带来的生态后果。 珊瑚礁具备多种生态功能，包括保证海洋生态系统安全，保护海岸线、维持渔业资源和吸引观光客，一旦损失会引起严重的生态后果。 2) 适应气候变化带来的经济社会后果。 由于飓风和风暴灾害频发，破坏了当地旅游业的发展。研究发现通过使用洪水模型来估算珊瑚礁每年在全球范围内保护人员和财产方面的预期收益。结果显示在百年一遇的风暴事件中，没有珊瑚礁，损失将增加 91%，达到 2720 亿美元。
	内容	在瑞士再保险的支持下，TNC 制定了有史以来第一份珊瑚礁保险单，为墨西哥尤卡坦半岛 60 公里长的海岸线里分布的珊瑚礁购买保险 ¹⁶ 。金塔纳罗奥州政府、TNC、当地酒店联盟、当地科学机构、保险业“携手并肩”，建立了“海岸带管理信托基金”。该基金将在政府和洛克菲勒基金会（The Rockefeller Foundation）的支持下为保护 60 公里长的中美洲珊瑚礁和沙滩进行融资、购买保险，以确保珊瑚礁生态系统得以在灾后彻底恢复。当严重灾害发生时，该基金所购买的“珊瑚保险”即刻生效，保险公司会进行赔付。赔付的钱会用来支持排除水污染对珊瑚礁的干扰，加入人工设施帮助珊瑚礁恢复等。这笔资金会一直会持续到珊瑚完全具有“自体保护能力”，可以重新吸引鱼群在此处安家为止。
	适应措施	适应方式：增量适应 通过修复牡蛎礁降低墨西哥湾沿海地区对于风暴潮的暴露度与脆弱性 调整情况：排除水污染对于珊瑚礁的干扰，加入人工设施帮助珊瑚礁恢复。
适应效益	经济效益	据估计，全球珊瑚礁的美丽景观每年能为沿海地带来高达 400 亿美元的旅游收益。同时，该项目通过为珊瑚礁购置保险的方式，保护当地海岸线不受飓风和风暴灾害的侵袭，保障了当地酒店度假业的发展，为旅游业发展提供保障。同时也维持着渔业资源。
	生态效益	保护了珊瑚礁生态系统的完整性，防止珊瑚礁白化，提高了珊瑚礁的生态服务功能，维护着海洋生物多样性，珊瑚在造礁过程中能够减轻温室效应。
	社会效益	健康完整的珊瑚礁能减少高达 97% 的海浪冲击力，可以帮助减少极端天气对于海岸带的破坏，对减灾防灾有着重要意义，保护居民的生命和财产安全。
资金来源	墨西哥金塔纳罗奥州政府、大自然保护协会（TNC）、当地酒店联盟、当地科学机构、瑞士再保险基金会“携手并肩”，建立了“海岸带管理信托基金”。	
其他	管理机制创新——在现有政策覆盖不到的空白地带，运用创新金融手段和商业运作的方式来“查缺补漏”，通过灵活的融资手段，辅助再保险的保障措施，实现了对自然的有效保护，同时满足了各方在商业利益和环境保护方面的需求，也不失为一种有益的尝试。	

15 <https://www.nature.org/en-us/about-us/who-we-are/how-we-work/working-with-companies/companies-investing-in-nature/swiss-re/>

16 <https://www.nature.org/en-us/about-us/who-we-are/how-we-work/working-with-companies/companies-investing-in-nature/swiss-re/>

2.3.4 南非基于“锁眼”菜园的灾害风险管理行动

南非莱索托是主要的淡水来源区，气候变化将对整个区域的淡水资源供应产生深远的影响，干旱区域经由南非、纳米比亚和博茨瓦纳，延伸到大西洋流域。在这种气候条件下，莱索托逐步形成一系列的应对机制，有效保障他们的生活。但是，近些年的气候变化使得气候冲击的频率、强度和持续时间显著增加，使人们从上一次事件中恢复的时间不足，甚至来不及恢复。由美国国际开发署(USAID)/粮食换和平(Food-for Peace)联合资助，在莱索托开展的南非食品应急项目(C-SAFE)，促进缺少粮食的脆弱人群建立家庭菜园，作为提高家庭抵抗外来冲击(如干旱)的方式。

表 5 基于“锁眼”菜园的灾害风险管理行动适应案例¹⁷

案例名称	基于“锁眼”菜园的灾害风险管理行动	实施机构: USAID/Food-for Peace 实施时间: 2005-2008 年 实施地点: 南非莱索托
案例实践	背景	世界上 80% 的耕地是雨养农业，遇到干旱时，仅南非就有数千万人需要粮食救助。由于气候变化改变了降水和其他气象格局，世界许多地区可能会遭受更多干旱、洪水、作物产量变化以及更多数量或种类的害虫侵袭。这些干旱地区不仅需要提高作物产量的种植方法，还需要有帮助脆弱群体提高可获取水资源效益的策略。莱索托地区长期受气候相关的影响，莱索托人们逐步形成一系列的应对机制，有效保障他们的生活。但近些年的气候变化使得气候冲击的频率、强度和持续时间显著增加，使人们从上一次事件中恢复的时间不足，甚至来不及恢复。
	气候风险	气候变化导致干旱频发，直接影响南非缺水人群的粮食供应。
	适应问题	适应气候变化带来的经济社会后果。 在莱索托开展的“锁眼”菜园项目，促进缺少粮食的脆弱人群建立家庭菜园，作为提高家庭抵抗外来冲击(如干旱)的方式。
	内容	“锁眼”菜园利用当地现有的材料建设，为直径 2 米、高 1 米的圆形建筑，从“锁眼”进入菜园的圆心。菜园主可以站在菜园中工作，节省体力。在中心的“锁眼”位置安放堆肥篮，使用洗过盘子和衣服或者沐浴后的中水通过篮子进行灌溉，以达到节水和节省收集其他灌溉水的劳动力。在篮子中覆盖茅草、芦苇或者其他东西，帮助过滤肥皂和清洁剂里的化学物质。在菜园中搭建有机层板，一方面可以增加土壤养分和蓄墒；另一方面，使锁眼菜园在寒冷干旱的冬季也能保持产量。建成以后，菜园仅需要有少量维护和额外投入(如肥料)。另外，分层设计能够帮助菜园保持湿润，因此蔬菜的种植用水量很少。
	适应措施	适应方式: 转型适应 改变传统的种植方式，采用节水种植模式，通过生活用水的循环利用，进行农业种植，从而抗击干旱带来的风险。“锁眼”菜园提升了小农户对水资源短缺的恢复力，因此在灾害风险管理中发挥了重要作用，并且为促进菜肴多样化和增收提供了机会。
适应效益	经济效益	有效节省劳动力，提高人居生活的营养，实现蔬菜常年种植，减少额外投入，出售剩余产品增加收入。
	生态效益	在干旱和半干旱的气候条件下保持水分，增加土壤养分。
	社会效益	在莱索托，社区成员为最需要帮助的人群搭建了菜园，并继续为脆弱家庭建设菜园，这种举措使整个社区受益。社区参与了“锁眼”菜园建设的整个过程，包括菜园的选址、收集建筑材料和搭建菜园，这些过程加强了受危人群的参与和行动。社区成员学习搭建和维护菜园，这样他们就可以继续按照自己的意愿建设其他菜园。鉴于锁眼菜园在减少家庭对外部冲击(如干旱)的脆弱性方面取得了成功，还保证了受体力限制人群(诸如老年人、青少年、HIV 或 AIDS 病毒携带者和残障人士)的粮食安全。
资金来源	美国国际开发署(USAID)，粮食换和平(Food for Peace)。	
其他	1) 协同机制—尽管适应并不容易，根据莱索托的经验，提升方法学值得探索 2) 技术创新—锁眼菜园应该在粮食安全和灾害风险管理行动的综合发展项目中得到推广。 3) 资金机制创新—NGO、科学机构、村民与基层政府合作。 4) 管理机制创新—采取参与式的方式选择项目受益人，并在目标和合作伙伴的筛选标准中考虑可持续性。	

17 Case study adapted from: Weimer, A. (2008) *Homestead Gardening: A Manual for Program Managers, Implementers, and Practitioners*.

2.3.5 加纳脆弱河滨社区的替代生计

气候变化正在影响着加纳，破坏当地的农业生产，淹没沿海城市。沃尔特河三角洲附近的水位出现下降，而沃尔特河三角洲提供了加纳近 80% 的电力供应。预计未来气候变化对加纳的显著影响仍将继续。虽然温度和降水存在年际波动，但温度变化趋势表明，2010-2050 年，整个加纳都将变暖。世界宣明会资助下的区域社区恢复力项目提升了长期受灾地区风险管理的能力，使农村家庭和社区的收入渠道多样化，提高了作物产量，通过对自然资源的可持续管理，避免当地农民的生计受到气候变化的不利影响或冲击。

表 6 脆弱河滨社区的替代生计适应案例¹⁸

案例名称	脆弱河滨社区的替代生计	实施机构：世界宣明会 实施时间：2016 实施地点：加纳东北部的白沃尔特河流域
案例实践	背景	发源于加纳东北部的白沃尔特河流经该国 Talensi Nabdam 地区三个社区 Yinduri, Pwalugu 和 Santeng, 这些地区不断遭受着干旱、洪水的侵袭，野火和疾病也时有发生。在这些沿岸社区，人们通过在河岸种植作物来维持生计，河滩地是该区域唯一可用于农业生产的土地，其余都是岩石地和不毛之地。2009 年，暴雨将附近 Burkina Faso 区的一个水电大坝冲毁，导致加纳北部出现严重的洪涝灾害，造成作物和人民生命财产损失。蔓延河岸 25 公里的洪水严重打击了这三个社区的第一产业。农田被冲刷，当地主要农作物 - 玉米也几近绝收。
	气候风险	气候变化引发的干旱、暴雨和洪涝灾害增多，破坏当地的农业生产，淹没沿海城市，沃尔特河三角洲附近的水位出现下降，预计未来气候变化对加纳的显著影响仍将继续。
	适应问题	适应气候变化带来的经济社会后果。 提高农村家庭和社区的收入渠道多样化，提高了作物产量，通过对自然资源的可持续管理，避免当地农民的生计受到气候变化的不利影响或冲击。
	内容	作为世界宣明会灾害风险管理和能力建设项目的组成部分，提升恢复力项目让加纳的农民认识到可以利用土壤残留的水分种植作物，降低洪水损失。在洪水消退之后，他们挑选早熟作物种植在曾经被洪水淹没的土壤中，如西瓜、黄甜瓜和豆类，收获后或留作口粮或出售弥补家用。
	适应措施	适应类型：转型适应 通过洪涝灾后改变作物品种和种植习惯来提升韧性，同时通过增加受益提高适应能力。
适应效益	经济效益	世界宣明会资助下的区域社区恢复力项目提升了长期受灾地区风险管理的能力，使农村家庭和社区的收入渠道多样化，通过出售农产品增加家庭收入，提高劳动生产率。
	生态效益	调整种植方案，减小气象灾害对当地农田的破坏，增强当地农业的恢复力。
	社会效益	提高了作物产量，通过对自然资源的可持续管理，避免当地农民的生存受到气候变化的不利影响或冲击；使农民获得谋生的新知识和新技能；通过丰富食物的种类，可以为当地居民提供更多的营养物质，改善家庭成员的健康状况。
资金来源	世界宣明会	
其他	管理机制的创新：采用了因地制宜的能力建设活动，鼓励农户和社区进行技术创新。	

18 Case study adapted from reports by Francis Dube, Mary Mukwavi, and Gutu Teso of World Vision International.

2.3.6 三角洲气候变化适应“灯塔”

入海口三角洲是复杂的系统。凭借其肥沃的洪泛平原，三角洲地区拥有丰富的生物多样性，而丰富的土壤使其对农业生产有吸引力。三角洲联盟成立于2016年，旨在应对这些共同挑战并促进最高政治层面的适应努力。该联盟由13个知名三角洲的国家组成，形成了横跨南北政治和地缘政治差异的伙伴关系，促进了关于三角洲适应、复原力和可持续城市发展的知识共享。该联盟成功地将对可持续城市三角洲的需求纳入了城市议程。最重要的是，该联盟允许三角洲国家共同创造良好做法，推动创新，并释放实施减少气候变化脆弱性的项目所需资金。

表 7 三角洲气候变化适应“灯塔”案例¹⁹

案例名称	三角洲气候变化适应“灯塔”	实施机构：三角洲联盟 实施时间：2016年至今 实施地点：阿根廷巴拉那三角洲
案例实践	背景	巴拉那三角洲的水文状况取决于巴拉那河，瓜拉圭河和乌拉圭河的水流，里约拉普拉塔河口的潮汐和风暴潮，以及当地的降雨，而降雨又受到厄尔尼诺和拉尼娜天气系统的影响。在过去的几十年中，建造了150多个水电大坝，使巴拉那河流域的上游及其支流变成了一系列湖泊，影响了其流量和生态。
	气候风险	巴拉那三角洲遭受自然灾害的洪水和干旱，这是其独特的特征之一。气候变化和土地利用变化改变侵蚀和沉积过程以及增加风暴潮的频率和强度来影响三角洲。
	适应问题	适应气候变化带来的生态后果。 许多三角洲仍缺乏综合的气候适应计划，部分原因是难以在各级政府和各个机构之间统一职责和预算。如果不采取适应行动，气候变化对三角洲地区的影响可能会扼杀整个经济体，并严重阻碍实现2030年可持续发展目标的进展。
	内容	“灯塔”案例研究探讨了三角洲国家在气候适应和抵御能力干预方面的良好做法。从策略上选择案例研究以确保广泛代表不同的水文、气候、社会经济和地理条件。在这种多样且具有代表性的案例基础上，为其他地方的适应实践提供依据。“保护灯塔”被定义为“具有永久性科学技术人员的基地，配备了船只、车辆、无人机、控制系统、气象站、通信和环境监测设备”。
	适应措施	适应类型：增量适应 1) 预防监测和控制火灾以及非法活动，其中包括偷猎，不规范的建筑和不可持续的生产方式，这可能会导致湿地和生物多样性的丧失以及水土污染。 2) 保护灯塔网络（CLN）构建“三角洲监护人”计划，包括当地居民，通过培训活动和知识转移来改善本地居民的社会经济状况。该计划在国家公园管理局的资助下，为岛屿社区发起地方可持续发展和培训项目。
适应效益	经济效益	通过保护自然资源保障生计的可持续性。
	生态效益	1) 由于该计划要求建立保护灯塔网络（基于“生态网络”的概念），因此可扩展性和可复制性的潜力很大，可以将其应用到国家公园或其他未受到国家监督的保护区中。 2) 湿地地区召集关于气候变化适应和减缓的政策对话和综合水管理计划。通过定期更新的水文情景来了解土地利用规划和水管理情况，包括降水，海平面和沉积物动力学的变化。
	社会效益	1) 开发巴拉那三角洲反映出人们对湿地内在价值缺乏了解。如今，人们越来越了解这一价值：湿地是重要的碳汇，有助于应对气候变化的影响。 2) 为保护湿地生态系统的独特生物地理和生态特征而开展的工作需要仔细考虑当地的社会文化因素。在阿根廷，尽管巴拉那三角洲的重要性和生态功能比其他湿地更好理解，但巴拉那三角洲正在发生变化，所以对其湿地生态的理解仍然存在挑战。
资金来源	三角洲联盟	
其他	管理机制的创新：多国政府参与三角洲联盟，图解合作共同解决三角洲面临的问题。	

¹⁹ <https://gca.org/wp-content/uploads/2021/01/Living-with-water-climate-adaptation-in-the-worlds-deltas.pdf>

2.4 总结与展望

从国际适应气候变化的进程和行动实践的回顾，以及选择的 6 个典型适应案例点分析，可以总结出以下结论与趋势：

1) 对适应气候变化愈益重视

基于 1992 年制定的 UNFCCC，在 1997 年达成的《京都议定书》，其主要条款是减缓，附件一国家有明确的温室气体减排指标，但对适应气候变化则是比较笼统概括的表述，如制定适应行动方案、改进适应的规划等。《内罗毕工作计划》特别强调对广大发展中国家适应气候变化的支持，形成以 NAPA 为代表的全球广大发展中国家适应气候变化的行动规划。而在《巴黎协定》中，有关适应条款的内容大幅增加，提出了一系列的适应行动优先事项：（a）预警系统；（b）应急准备；（c）缓发事件；（d）可能涉及不可逆转和永久性损失和损害的事件；（e）综合性风险评估和管理；（f）风险保险设施，气候风险分担安排和其他保险方案；（g）非经济损失；（h）社区的抗御力、生计和生态系统；技术开发、推广和部署、获得气候资金、教育、培训和公共宣传。这些事项，涵盖了适应气候变化各个方面，从内容上切实体现了应对气候变化“适应与减缓并重”的原则；同时，在《巴黎协定》中对适应气候变化的能力建设高度重视，强调“提出增强全球适应行动的具体方案，构建全球适应气候变化的国际治理框架和机制，为促进缔约方采取气候适应行动、增强气候适应能力、减少脆弱性和实现《公约》目标奠定基础”，强调要加强发达国家对发展中国家适应气候变化能力建设的支持。

2) 对适应的科学认识不断深入

IPCC 发布了五次的气候变化评估报告（IPCC, 1990, 1992, 1996, 2001, 2007, 2014），第六次评估发布了三个特别报告和第一工作组的科学报告（IPCC, 2018, 2019, 2021），清楚地梳理了适应的四种基本方式：减小脆弱性与暴露程度、增量适应、转型适应、整体转型，详细论述了适应和减缓的权衡和协同问题。而 GCA 发布的即刻行动旗舰报告研究发现，提高抵御能力的总投资回报率非常高，效益成本比为 2:1 至 10:1 甚至更高。投资气候适应具有三重收益：（1）减少因极端天气事件带来的经济损失；（2）通过减小气候风险、提高生产能力以及推动创新增加经济收入；（3）社会和环境效益。投资高回报领域包括：增强预警系统，建立具有气候韧性的基础设施，增加旱地农作物产量，保护红树林以及增强水资源系统的气候韧性。

3) 适应需要观念的变革

GCA 呼吁加速气候变化适应行动，需要社会各界发动一场广泛而深刻的认知上的变革、规划上的变革、投融资方面的变革。首先需要提升公众适应气候变化的意识，需要大力加强适应气候变化科学知识的普及，需要大力加强适应气候变化能力建设，需要发展完善的适应气候变化方法学为适应规划的制定、适应行动的实施提供强有力的科技支撑。开展试点示范是探索适应气候变化工作方式的一个有效途径。本报告选取荷兰鹿特丹、美国旧金山、墨西哥湾、南非莱索托、加纳东北部的白沃尔特河流域、阿根廷巴拉那三角洲地区开展的适应行动进行典型案例分析，包括项目背景、所针对的气候风险及由此引起的适应问题、适应行动工作内容和采取的适应措施，在此基础上分析适应的经济效益、生态效益和社会效益等。国际适应案例分析表明，即使是在原有“草根技术”基础上，也可以有效开展适应行动，实现技术集成创新，很好地发挥适应的经济效益、生态效益和社会效益，荷兰鹿特丹启动 100% 气候保护社区示范项目印象尤为深刻。

4) 适应事项愈加具体、适应目标愈加清晰

UNFCCC 提出的适应目标为：“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，这一水平应当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”；NAPA 制定旨在识别近期的优先项目的清单，帮助发展中国家提高适应能力，设置最不发达国家基金（LDCF）资助规划的制定与适应项目的实施。在《巴黎协定》明确了全球升温控制在 2℃ 目标后，适应事项与目标愈加清晰，GCA 即刻行动旗舰报告，明确在以下七个关键领域采取适应行动：

（1）小型农业生产者的粮食安全及其生计——帮助他们提高粮食产量、应对不断加剧的气候风险尤其是受气候变化影响最严重的地区和人群，通过实现农业气候智能化实现各相关部门的政策一致性。

（2）自然环境——增强对大自然与气候适应之间联系的认识、将基于自然解决方案嵌入气候适应规划与政策制定过程、增加对基于自然解决方案的投资。

（3）水资源——利用大自然的力量扩大水利基础设施、通过更有效地利用水来应对水资源短缺、通过做好洪涝和干旱的应对措施为气候变化作准备、加强水资源治理工作以及加大财政投入规模。

（4）城镇地区——在加强地方气候风险应对能力的同时将气候风险信息纳入城镇公共服务的计划及供给、利用大自然的力量应对水和炎热天气带来的风险、通过总结本地化知识及经验改善气候脆弱地区和非规划住宅区的生活条件、增加气候适应投资并从中获利。

（5）基础设施——在规划新建及改良现有基础设施过程中充分考虑气候因素、将气候韧性设计规范化、调动私营部门投资用于建立具气候韧性的基础设施、为最大程度地减少因气候原因造成的基础设施损害做好财政预算。

（6）灾难风险管理——减小长期气候脆弱性、加强预警、应对和保护力度、增强极端气候事件的灾后恢复能力。

（7）适应投融资——调整投资决策方式、更有效地扩大和部署公共财政投入、调整投融资和保险分配、利用私营资本实现气候韧性建设。

UN “奔向韧性”的全球倡议，更是专注于帮助一线社区提高韧性并适应气候变化的影响，促进城市贫民窟实现健康、清洁和安全的转型，让小农户适应气候变化并实现可持续生计，保护沿海家庭和企业免受气候冲击；承诺降低弱势群体和社区的人数，使他们将更有能力应对气候风险。

第 3 部分

中国适应进程与行动回顾

3.1 国内政策回顾

适应气候变化政策的制定和实施是应对气候变化工作的重要组成部分，是实现国家和地方经济社会发展目标的重要保障。我国政府结合国民经济和社会发展规划，制定适应气候变化的专项行动规划，从中央、部门到地方相继发布和实施了一系列应对气候变化相关的适应政策文件，有效地支撑了我国适应气候变化工作的开展。

2007 年国务院发布的《中国应对气候变化国家方案》²⁰，是发展中国家发布的第一个应对气候变化国家行动文件，适应是重要的组成部分；之后我国政府相继发布了适应气候变化国家战略²¹ 城市及林业适应气候变化的专项行动方案^{23, 23}，以及包含适应的国家规划和应对气候变化专项规划等。根据 2008 年至 2012 年我国发布的《中国应对气候变化的政策与行动》白皮书²⁴、《中国气候变化第二次国家信息通报》（国家发展和改革委员会应对气候变化司，2013）以及公布的政府文件等，梳理出国家和部门层面适应气候变化相关的政策 117 项、31 个省级行动方案和 21 个省级规划。

20 http://www.gov.cn/gzdt/2007-06/04/content_635590.htm

21 <http://www.gov.cn/gzdt/att/att/site1/20131209/001e3741a2cc140f6a8701.pdf>

22 http://www.gov.cn/xinwen/2016-02/17/content_5042426.htm

23 http://www.gov.cn/xinwen/2016-07/22/content_5093660.htm

24 http://www.npc.gov.cn/zgrdw/npc/zxft/zxft8/2009-08/24/content_1515034.htm;<http://www.ccchina.org.cn/WebSite/CCChina/UpFile/File572.pdf>;http://www.nesc.org.cn/yjcg/cbw/201307/t20130701_609686.shtml;http://www.gov.cn/jrzg/2011-11/22/content_2000047.htm;<http://www.scio.gov.cn/ztk/xwfb/102/10/Document/1246626/1246626.htm>

3.3.1 宁夏农业适应气候变化

宁夏是一个受气候变化影响严重的内陆省份，境内生态类型复杂，全区属温带大陆性干旱、半干旱气候。北部主要依靠黄河水灌溉，中部干旱半干旱区和南部山区，收入明显低于北部，农业以雨养和引黄灌溉为主。受到干旱少雨等因素影响，土壤风蚀严重。宁夏是我国首个在规划中加入应对气候变化措施的省区，在规划中明确提出了重视全球气候变暖对宁夏的影响，并在农业、水利、环保和技术进步等方面采取了积极应对措施。

表 8 宁夏回族自治区农业适应案例²⁵

案例名称	宁夏回族自治区农业适应案例	实施机构：中国农业科学院 实施时间：2009-2012 年 实施地点：宁夏回族自治区
案例实践	背景	宁夏地处黄河水系，地势南高北低，呈阶梯状下降，全区属温带大陆性干旱、半干旱气候。北部主要依靠黄河水灌溉，作物品种包括水稻、小麦、水果及蔬菜等；中部干旱半干旱区和南部山区，收入明显低于北部，农业以雨养和引黄灌溉为主。主要的作物为土豆。受干旱少雨等因素影响，土壤风蚀严重。
	气候风险	根据未来的气候情景预测（PRECIS、RegCM），宁夏平均温度将逐渐升高，到 2050 年升温幅度在 0.37-0.62 度之间，降水少量降低，特别是夏秋两季，冬季的降雨量略有升高（Nadin et al., 2016）。
	适应问题	1) 适应气候变化带来的生态后果。 升温 and 降水量会对宁夏不同区域的生态系统产生不同的影响。 2) 适应气候变化带来的社会经济后果。 南部山区的风险最高，北部山区尽管可以用黄河水进行灌溉，但降水量的减少可能会对城市居民的饮水安全形成威胁，特别是对搬迁区域的农户用水的影响；极端气候事件也会威胁到财产和生命安全。
	内容	自治区人民政府在适应气候变化和防灾减灾方面做了很多工作，主要包括：将应对气候变化纳入地方“十一五”规划；加快生态建设和保护，构建适应气候变化的生态屏障；创新农业发展新观念，主动适应气候变化；加强气候变化科技创新，提高应对气象灾害，防灾减灾的能力等。气象部门牵头制定本区应对气候变化方案，并由自治区人民政府颁布实施。宁夏是我国首个将应对气候变化措施加入地方“十一五”规划的省区，在规划中明确提出了重视全球气候变暖的影响，并在农业、水利、环保和技术进步等方面采取积极应对的措施。
	适应措施	适应方式：增量适应 1) 在生态环境建设方面，一是针对干旱地区植被保护问题，从 2003 年开始在全区实行禁牧，制订了严格的考核监管体系，加快植被恢复；二是针对生态建设的可持续发展问题，把退化生态系统修复和产业培育有机结合起来，在防沙治沙中培育生态产业；三是在黄土丘陵区水土流失综合治理中，实施生态移民工程和功能性生态保护区建设，发展以草蓄、马铃薯为代表的生态农业。 2) 在防灾减灾能力方面，一是提升气象灾害监测、预测、预报和预警技术水平，把防灾、减灾科技工作纳入科技发展的优先主题，整合区内外优势科学资源，加强应对气候变化科学技术研究工作。建立防灾减灾预警技术体系，完善应急预案，加强人工影响天气能力的建设。二是提高气候变化科研业务水平和科技创新能力，先后组建了“宁夏气候防灾减灾重点实验室”“西北退化生态系统恢复与重建重点实验室”“宁夏能源化工重点实验室”等，聚集和培养了一批优秀人才，组织开展科技攻关，努力提高宁夏气象防灾减灾、生态建设和节能减排技术创新能力。三是加强国际科技合作与交流，实施中英气候变化合作项目“全球气候变化对宁夏农业的影响及适应性措施的研究”，为提高宁夏气候变化科研水平，指导制定农业发展政策和应对全球气候变化提供理论和对策依据。
适应效益	经济效益	宁夏充分利用中部干旱带的气候资源种植耗水量少、喜高温的压砂瓜，2006 年种植 4.67 万公顷，瓜农户均收入达 1.71 万元，压砂瓜的收入占到瓜农家庭总收入的 83%。
	生态效益	宁夏充分发挥和利用其独特的区位、土地、光热等资源优势，大力发展设施农业，提高农业适应气候变化的能力，形成了现代高效农业、中部干旱带旱作节水农业、南部山区绿色生态农业三大区域特色板块。
	社会效益	从 2001 年开始宁夏实施生态移民工程，整村搬迁，集中安置，减轻当地人口对生态环境的压力，截至 2005 年，宁夏在引黄灌区、扬黄灌区建设生态移民安置区 15 处，移民搬迁 9.4 万人。
资金来源	政府、国际合作项目	
其他	积极利用气候变化带来的机遇，例如充分利用适合中部生产条件的喜高温的压砂瓜来提升农户生计。	

25 该项目得到了英国国际发展署和瑞士发展合作署的资助，一期的主要目的是提高对气候科学影响和风险的认知，选择了中国宁夏、内蒙古自治区以及广东省开展和气候变化影响、风险和适应措施有关的分析和研究。

3.3.2 内蒙古赤峰巴林左旗气候智慧农业

内蒙古自治区地处我国华北、东北地区，是受气候变化影响最剧烈的区域。巴林左旗位于内蒙古自治区赤峰市北部，大兴安岭山脉向西南延伸处，西辽河支流乌力吉沐沦河中上游地段，内蒙古高原向东北平原的过渡带上，生态环境脆弱，生态过渡带特征明显，群落结构复杂，环境异质性大，对外界反应敏感。巴林左旗曾是国家级贫困县，基础条件差，居民收入低，农牧民依然以传统落后的生产模式进行粗放式生产。

表 9 内蒙古赤峰市巴林左旗气候智慧型农业项目案例²⁶

案例名称	内蒙古赤峰市巴林左旗气候智慧型农业	实施机构：大自然保护协会 实施时间：2017 年至今 实施地点：内蒙古赤峰市巴林左旗
案例实践	背景	内蒙古大部分地区属于干旱、半干旱地区，年平均降水 310 ~ 400 毫米，年平均蒸发量为 1600 ~ 1700 毫米。巴林左旗地处农牧交错带、环境脆弱、土地沙化风险大。
	气候风险	巴林左旗气温有明显的上升趋势，降水逐年递减，气候暖干化明显，草地退化；许多河流已经断流，引起浅层地下水位不断下降，加剧了水资源紧张的态势；冬季升温明显，加剧农业病虫害发病几率，对气候变化敏感且脆弱。
	适应问题	适应气候变化带来的生态后果。 一方面，气候变化使巴林左旗的水资源越来越短缺，河流断流，地下水水位持续下降；另一方面，农业用水占全部用水量的 80%，现在依然是以漫灌为主的粗放的农业灌溉模式，水资源严重浪费，超采地下水用于农业灌溉。区域内涵养水源的生态功能严重下降；雨季来临的时候容易发生洪水，水土流失严重，而在非雨季时却面临干旱的威胁。
	内容	该地区农业生产的根本制约因子是水，水资源的管理是适应气候变化，解决巴林左旗生态与生产问题的核心。本项目探索出确定了“水四步”方案，提高水资源生产力： 1) 水源涵养。通过植被修复等措施，提高地表植被覆盖度，截流雨水，提高下渗，减少地表径流，补给地下水； 2) 集雨截流。通过谷坊、水平沟、鱼鳞坑等沟头防护与沟道治理措施将雨水尽可能汇集截留为本地所用； 3) 旱作节水。利用天然降水的新技术，获得稳定收益，提高水资源生产力（用更少的水和环境成本产出更多的食物）； 4) 调整农业结构。粮改饲、粮改经，提高水资源的利用效率。 2019 年 5 月，项目团队结合社区播种下一片 800 亩农田，初步采用旱作农业的耕作方式，只利用天然降水即可实现稳产的旱地种植技术。由于前期示范取得良好效果，获得百姓认可，目前已推广到 1 万余亩。
	适应措施	适应类型：增量适应 由于受暖干化的影响，未来该地区主要考虑如何从水资源利用的角度来进行调整。结构调整方面，通过乔、灌、草等不同的植被配置来减少土地的暴露度；通过开挖小型沟壑等措施调剂截留水源，利用天然雨水恢复植被和土壤的服务功能。
适应效益	经济效益	项目在 2020 年推广旱作农业超过一万亩，亩增收谷子 100 斤以上，以收购价 2.35 元 / 斤计算，亩增收 235 元，项目带动增收超过 200 万元，户均增收 8000 元以上。 草地恢复，可使每亩草地增加约 10 元的产草量，3 万亩以上的草场，带动收益 30 余万元，户均增收 3000 元以上的收益。
	生态效益	通过系统修复工程，对区内的 14 条沟壑，近 600 公顷水土流失区域开展工程与生物相结合的综合治理，实施新造林 1000 余亩；草地恢复 3 万余亩；旱作农田每亩每年节水 100 吨；通过谷坊建设，河岸带治理，植被自然恢复等减少 4000 余亩土地的水土流失。
	社会效益	该项目带动 1000 余户农牧户，改变传统的粗放经营模式，调整产业结构，更适应现在的气候特点；带动年轻人返乡，为乡村老龄化问题提供解决方案；为实现脱贫攻坚同实施乡村振兴战略有机结合，助力试点村稳步脱贫。
	资金来源	TNC、老牛基金会以捐赠方式，三峡集团以对抗帮扶的形式投入到项目中。
	其他	1) 协同机制—该项目兼具减缓、生态服务功能提升、土地荒漠化防治等协同效果； 2) 技术创新—乔、灌、草结合；鱼鳞坑、水平沟、谷坊多种技术综合运用，旱作农业技术集成，调整产业结构，改变农牧户产业模式，增强适应能力； 3) 资金机制创新—采用六四分成的推广机制，社区以土地和自身劳动力的形式入股参与到新技术推广中，生产资料由项目负责，最终所有产出以 6:4 的形式分红（百姓 6，集体 4），提高其参与管理的积极性。 4) 管理机制创新—项目总结出“以工代奖”、“活树奖”的机制，将生产与生态进行联结，充分调动社区参与生态建设的积极性。 为保障项目的可持续性，需要加强社区技能培训与新技术示范，加强推广人才的培养，加大推广资金的投入。

26 <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1634468522771883014&wfr=spider&for=pc>

3.3.3 贵州黎平县流芳村“稻-鸭-鱼”共作农耕模式

贵州地处我国西南地区腹地，位于副热带东亚大陆的季风区内，气候类型属中国亚热带高原季风湿润气候。流芳村位于黎平县境内，属贵州黔东南边陲，境内平均海拔 550 米，地形结构复杂，田地多以“高傍田、望天田”为主，受气候变化的影响较大。为维持生计，流芳村曾经主要应用现代耕作方式种植作物，作物产量有了保证，但传统的耕作方式与农耕文化在不断消失。随着气候变化的不断加剧，传统生态农业适应气候变化的越来越受到重视。挖掘传统农耕模式的气候韧性并结合社区实践与经验整理，对广泛开展适应气候变化行动的具有重要的参考意义。

表 10 流芳村“稻-鸭-鱼”共作农耕模式案例²⁷

案例名称	流芳村“稻-鸭-鱼”共作农耕模式	实施机构：香港社区伙伴（PCD） 实施时间：2005 年开始 实施地点：贵州省黎平县茅贡乡流芳村
案例实践	背景	流芳村位于贵州省黎平县茅贡乡，至今已有 600 多年的历史，是一个较好地保存着传统“稻-鸭-鱼”共作农耕文化的侗族村寨，海拔 708 米，气候温暖湿润，年平均气温 15-17℃，森林覆盖率达 60% 以上，无任何工业污染，全村共 183 户，813 人，土地面积 2300 亩，其中水田 1800 亩。 “稻-鸭-鱼”系统不仅符合和适应当地自然生态环境，也满足了当地人民生产生活和信仰的需求。既是侗族人民一项重要的农事活动和生计来源，也是侗族传统文化的重要组成部分。
	气候风险	天气持续阴雨时间太长，农田形成涝害，导致土壤缺氧，农作物在这样的土壤条件下发育受阻，出现缺氧烂根，感染多种病害，而导致机体坏死。
	适应问题	生态后果—在气候变化的背景下，黎平水稻生育期从移栽到成熟各生育期均提前，其中以分蘖最为明显。在对气候变化的响应方面，5-8 月的平均气温的上升和 7 月的日照时间是引起生育期提前的主要气候原因。
	内容	项目自 2005 年起，资助并与贵州大学资源与环境研究所合作，在该村推广有机农业，主要内容是，按照本土“稻-鸭-鱼”共作的农耕方法进行有机水稻生产，建立有效的有机生产管理系统。
	适应措施	适应类型：增量适应 调整情况：1) 适应品种选育：村民倾向于选择适应性强、抗病能力好且产量高的本地品种；2) 防治病虫害：采用传统的杀虫方法及技术，用气味驱赶害虫；同时结合农艺师指导，归纳出有机的病虫害防治方法；3) 改变栽插行距与养分管理方式：栽插距离变大，有利于鸭子在田间的活动，但对产量影响不大；停止使用农药化肥，恢复绿肥与农家肥使用。
适应效益	经济效益	通过三年的有机转换，稻谷产量有所下降但是不严重，坡上的田块一般亩产有机稻谷 900 斤，其它田块常规品种亩产有机稻谷 900 多斤，凯香优亩产 1100 斤，杂交稻的产量更高。2006 年，农户估计产量下降 20%，但售价高 30%，有机水稻农户可以比常规种植每亩增收 200-300 元，价格高 30% 左右。 经测产发现，平均亩产水稻 800 斤，减产不多，产出的稻谷以 2.4 元/公斤的价格卖给贵州大学老师，比常规种植的稻米高出 35%；此外，由于每亩养鸭 5 只，不施用农药后，每亩产鱼 10 公斤，加上不用化肥、农药，每亩节约 80 元，净增收 300 元左右；2008 年后，流芳的稻米也得到国内多个社区支持农业平台的支持采购。
	生态效益	“稻-鸭-鱼”共育生态系统引入鸭这一较高营养级物种，补充了常规稻作系统生态位上的不足，形成多级循环的食物网，基本能控制田间病虫害，使该系统结构相对完善，能较好地实现自我调节。 稻田中普遍存在的虫害，如稻飞虱（褐稻虱、白背稻虱、灰飞虱）、稻纵卷叶螟、二化螟等害虫，“稻-鸭-鱼”共作可对稻飞虱起到稳定、持续的控制作用，对二化螟也有较好的控制效果。2006 年开始，项目组引导村民挖掘传统知识，向寨老等经验老农请教传统的杀虫方式及技术，进行了烟叶泡水喷施杀灭稻飞虱以及将枫树叶直接插到大田里，用气味驱赶稻飞虱的试验。此外，稻鸭鱼模式下，鸭和鱼的活动可有效改善水稻基部的环境，去除枯死的叶子，捕食致病虫害，流通空气和水，降低纹枯病的发生。鱼还能吃掉部分杂草和把草根拱翻，抑制杂草生长。鸭子排泄的粪便对水稻纹枯病菌有抑制作用。生态种植过程中使用有机肥和生物农药，减轻了化肥和农药带来的污染，提升农产品质量，达到绿色或有机标准。常规种植中不仅需要防治害虫，且需要防治病害，“稻-鸭-鱼”共作生态系统中病害较少，在水稻生育期只对害虫进行了生物防治，避免了化学农药的投入，农药残留较少。
	社会效益	“稻-鸭-鱼”模式减少了农药、除草剂、肥料的用量，提高了土地资源、水资源、肥料资源的利用率，生产出优质、无污染的稻谷、鸭及鱼，极大满足了人们对高质量农产品的需求。另一方面，“稻-鸭-鱼”模式较高的经济收入，提高了农民种田的积极性，对于农村的进一步发展有着重要意义。 社区对于保存侗族传统的“稻-鸭-鱼”模式及农耕文化，建立了更大的自信与认同感，结合经济与非经济动力支持的实践，并把生态理念延伸至日常生活的细节中，也促进社区对外的联系与网络搭建，传统侗族的生态观“江山是主人是客”得以传承。
资金来源	社区伙伴（PCD）、科协与财政部评选的“科普惠农兴村”项目等	
其他	1) 协同机制—兼具减缓的协同效应； 2) 能力建设—形成长期的科普园与示范基地等参与体验活动； 3) 资金机制创新—NGO、科学机构、村民与基层政府合作，整合资源，推动传统种植模式的科学发展； 4) 管理机制创新—建立社区互助学习组，成立了有机农业协会，解决种植过程中遇到的各类技术问题。	

27 《在田间—贵州农民生态农业的田间试验》，社区伙伴出版，2010。

3.3.4 河北张家口冬奥碳汇林

河北省张家口市是京津冀(环渤海)经济区和冀晋蒙(外长城)经济区的交汇点,地处东亚大陆性季风气候区,属典型的干旱半干旱地区;未来主要的气候风险是降水明显偏少,气候干旱严重;气温显著偏高,夏季天气炎热;风沙天气较多。冬奥碳汇林项目作为2022年北京—张家口冬奥会打造的一项重大公益项目,为奥林匹克森林公园和奥运赛道周边带来多树种、多层次的森林景观,将大大改善和美化冬奥会举办地周边的生态环境。

表 11 河北张家口老牛冬奥碳汇林适应案例^{5,6}

案例名称	河北张家口老牛冬奥碳汇林	实施机构:绿色碳汇基金会、老牛基金会、蒙树 实施时间:2016-2046年 实施地点:河北省张家口市
背景	张家口市,地处河北省西北部,京、冀、晋、蒙四省市交界处,是京津冀(环渤海)经济区和冀晋蒙(外长城)经济区的交汇点。	
气候风险	张家口地处东亚大陆性季风气候区,属典型的干旱半干旱地区;未来主要的气候风险是降水明显偏少,气候干旱严重;气温显著偏高,夏季天气炎热;风沙天气较多。	
案例实践	适应问题	适应气候变化带来的生态后果。 未来主要的气候风险是降水明显偏少会造成干旱,水资源短缺的风险,导致幼林难以存活等问题,
	内容	老牛冬奥碳汇林项目是围绕2022年北京—张家口冬奥会打造的一项重大公益项目,项目核心区位于冬奥会举办地张家口市崇礼区及赤城县、怀来县的交通要道沿线,计划恢复3万多亩荒山荒地的植被,为奥林匹克森林公园和奥运赛道周边带来多树种、多层次的森林景观,改善和美化冬奥会举办地周边的生态环境 ²⁸ 。计划2016-2018年种植乔木约230万株,以油松、樟子松为主要造林树种,与草、灌植被相结合,将恢复3万多亩植被。在30年的项目计入期内,可以吸收大气中约38万吨的二氧化碳,可一定程度抵减2022年冬奥会产生的碳排放。项目的实施和未来森林的管护,还将为当地社区提供大量的就业机会,为提高当地百姓的收入水平和精准扶贫做出重要贡献。
	适应措施	适应类型:增量适应 结合老牛冬奥碳汇林的实施地张家口地区干旱少雨,造林难度大的客观实际,为确保造林质量和造林成效,地方政府对于项目提出四项具体要求。一是加强对项目的指导与支持,确保项目顺利组织实施。二是项目所在地区的3个区县政府和林业主管部门,在涉及造林地块落实、土地流转、幼林管护、森林防火等具体事务或公共服务支持时,一定要加强协调与沟通,确保各项造林工作不误季节、按计划推进。三是坚持高标准高质量造林。四是要及时总结推广经验。总结提炼干旱半干旱地区亚高山植被恢复和生态修复的先进经验和成功做法,并向其他地区进行推广。
适应效益	经济效益	本项目将创造数百个的短期工作机会,这些工作机会来源于整地、种植和抚育等项目活动;项目建设过程中还可以为当地农民创造73万个工日的就业机会,本项目需要的劳力大部分将来自当地或周边农户和社区,可以提高当地居民的收入水平,建成后形成的森林景观可带动当地第三产业—生态旅游的发展,帮助农民脱贫致富,促进当地经济社会可持续发展。
	生态效益	1)通过实施本项目,有利于增加当地森林面积,发挥森林防风固沙、保持水土和改善水质的功能,保护生物多样性,改善当地生态环境;应对全球气候变化,维护国家生态安全; 2)营造冬奥碳汇林,可以增加林业碳汇;在奥林匹克森林公园和奥运赛道周边形成多树种、多层次的森林景观,改善和美化冬奥会举办地周边的生态环境;重建物种交流的廊道,保护生物多样性; 3)改善冬奥会举办地及周边地区的生态环境,促进京津冀风沙源和张家口市水土流失问题的治理,维护首都和国家生态安全。
	社会效益	1)本项目将在个人、社区、当地政府之间形成紧密互动关系,强化多方合作,形成服务网络;推进生态文明建设,彰显大国形象; 2)借助奥林匹克运动的高关注度能够引导公众关注气候变化,提高应对气候变化的意识和能力,共同应对全球气候变化。
资金来源	绿色碳汇基金会、老牛基金会	
其他	1)协同机制—该项目兼具减缓的协同效果; 2)技术创新—提炼干旱半干旱地区营造碳汇林的经验做法; 3)资金机制创新—采用社会企业+公益组织+地方政府合作的方式,社会企业和公益组织出资,地方政府施工建设,带动地方经济发展。	

28 www.gov.cn/xinwen/2017-10/29/content_5235123.htm

3.3.5 内蒙古阿拉善一亿棵梭梭项目

阿拉善盟位于内蒙古自治区最西部，地处呼包银榆经济区、陇海兰新经济带交汇处。阿拉善盟地处亚洲大陆腹地，为内陆高原，远离海洋，属于典型的大陆性气候。四季气候特征明显，昼夜温差大，降水量由东南部向西北部递减，蒸发量由东南部向西北部递增。阿拉善盟北部盛行偏西风，南部多东南风。植树造林项目不仅显著增加阿拉善地区的森林固碳量，也将明显改善阿拉善地区的生态环境，提高当地生态适应能力。

表 12 阿拉善一亿棵梭梭案例⁶

案例名称	阿拉善一亿棵梭梭项目	实施机构：北京市企业家环保基金会 实施时间：2014—2023 年 实施地点：阿拉善关键生态区
案例实践	适应事项	阿拉善位于内蒙古自治区最西端，气候干旱少雨，风沙多。
	气候风险	在自然气候变化和人为破坏作用下，沙漠有扩张之势，荒漠化问题严重，不仅威胁着阿拉善地区，还会辐射影响到西北、华北等地的生态安全。
	适应问题	适应气候变化带来的生态后果。 由于气候变化和人为破坏导致的水土流失和荒漠化，容易引发沙尘暴等自然灾害。
	内容	北京市企业家环保基金会联合当地政府、合作社和牧民以及环保组织、企业和公众，搭建多方参与的公益平台，致力于在 2014 年至 2023 年在阿拉善的关键生态区种植一亿棵以梭梭为代表的沙生植物，恢复原有荒漠植被，降低地面过境风速，减少起沙量，控制沙丘流动，减缓区域内水土流失，从而改善当地生态环境，遏制荒漠化蔓延趋势并借助梭梭的衍生经济价值提升牧民的生活水平，增加人类福祉。 该项目目标是恢复 200 万亩荒漠植被，截止 2020 年底，已经累计种植 6558 万棵（137.75 万亩），其中有 4367.55 万棵（88.25 万亩）已经通过项目周期验收。
	适应措施	适应类型：增量适应 恢复原有植被，充分发挥梭梭等沙生灌木植被防风固沙功能，控制荒漠化趋势，减轻荒漠化带来的危害；能够发挥植被固碳制氧功能，减缓气候变暖。
适应效益	经济效益	项目种植梭梭后，在梭梭根部嫁接寄生的“沙漠人参”肉苁蓉，给当地牧民带来经济效益；鼓励农户参与梭梭的种植与养护，增加农户的经营性收入和劳务性收入。此外，项目恢复了生态环境，带动了当地旅游业的发展，增加了经济效益。
	生态效益	1) 经过评估，从生态系统结构方面来看，项目实施后，地径和生物量呈指数增加，植被盖度呈增加趋势。虽然物种丰富度和优势度变化不大，但是多样性指数呈增加趋势，说明环境质量有所提高。 2) 生态系统的调节功能有所增强，沙生植物的种植使地面粗糙度增大，地面风速降低，进而有效降低过境风速，增强下垫面的抗风蚀能力，减少起沙量。供给功能也有所增加，沙生植物的枯枝落叶为牧民提供了燃料。支持功能也有所提升，林地土壤养分含量增加，为一些野生动植物提供生存空间和良好的生存环境。文化功能也有提升，沙生植物增加了美学价值，该项目作为多方参与的公益活动，增加了科普宣教的机会，带动了当地旅游业发展。
	社会效益	1) 项目与当地社区合作，促进了牧民就业，鼓励牧民提升与项目实施有关技能，使牧民多渠道增收，改善了牧民生计。 2) 沙生植物的种植减少了起沙量，有效减少国内沙尘暴天气，不仅保障当地牧民的生计和生态安全，还保障了西北和华北地区居民的生态安全。 3) 和蚂蚁森林、抖音、公益明星、微博、志愿者网络等合作搭建多方参与平台，推动公众参与，提升认知度和社会影响力。
资金来源	北京市企业家环保基金会、阿拉善盟政府相关部门、民间环保组织、企业、公众慈善捐款	
其他	1) 协同机制—该项目兼具减缓的协同效果； 2) 技术创新—荒漠化地区种植、养护梭梭等植物的经验；嫁接肉苁蓉的经验技术； 3) 管理机制创新—搭建公众参与环保公益项目的平台并探索公益机构+政府+社区+公众共同参与的多层次、多部门、多形式的荒漠化防治新模式，打造了以社区为基础的梭梭林恢复模式，保障了可持续发展目标的实现。	

3.3.6 广东佛山适应案例

广东省佛山市顺德区地处珠江三角洲腹地，绝大部分地区位于北回归线以南，气候类型为亚热带海洋性季风气候，温暖多雨。顺德区仕版社紧靠伦敦教新城，辖区面积约 4.06 平方公里，以龙洲路为界，北边是工厂和民居，南面是农田示范区，到勒流南水牌坊是仕版工业区。洪、涝、旱是影响顺德的主要自然灾害。夏季常常伴随着台风登陆出现大雨和特大暴雨。冬季的寒潮及早春的低温阴雨也对农业生产构成一定的影响。

表 13 广东佛山仕版社区案例²⁹

案例名称	广东佛山仕版社区案例	实施机构：千禾社区基金会、中国农业科学院 实施时间：2020 年 8 月 实施地点：广东省佛山市顺德区
案例背景	背景	广东省佛山市顺德区仕版社区紧靠伦敦教新城，辖区面积约 4.06 平方公里，以龙洲路为界，北边是工厂和民居，南面是农田示范区，到勒流南水牌坊是仕版工业区。
	气候风险	预测未来 30 年，佛山顺德区面临的高温热浪事件可能呈现加剧的态势，而低温冷害事件则会有所降低，对当地种植业、养殖业可能造成更大的损失，对居民身体健康以及生活生计造成巨大冲击；暴雨总体上呈现频次下降、强度降低的特征，对当地种植业与水产养殖业的发展有一定的利好。
案例实践	适应事项	1) 适应气候变化带来的生态后果 珠江流域径流量增加，但旱涝频发，咸潮加剧；物候期改变，水稻生育期缩短，产量波动增大；复种指数增加，病虫害影响加重；海岸侵蚀加剧，红树林和珊瑚礁生态系统退化。 2) 适应气候变化带来的社会经济后果 暴雨呈现出频次增加、强度加大、暴发趋向集中的特征，与近几十年来登陆广东省的台风发展变化趋势有很高的相关性；风暴潮灾害程度和发生几率增大；沿海城市内涝频发，河流入海口日益淤积，河床抬高，严重影响航道、港口正常运行；城市化导致热岛效应进一步增强。珠三角城市群不仅降水量明显多于周边地区，而且更易诱发强雷暴性降雨天气，加剧城市内涝，威胁城市安全。高温热浪威胁越来越严重，不仅会对种植业、养殖业造成显著影响，还会对城镇居民的健康及生活生计带来巨大冲击。
	内容	1) 对仕版社区气候脆弱性与风险进行评估，揭示气候变化影响下社区关键脆弱性，最终对社区关键气候灾害风险进行辨识解析：一方面是社区农业所面临的气候相关灾害，另一方面是社区鱼塘养殖与花木种植面临气候灾害时自身的脆弱性。 2) 与北斗星社区开展“资助+”合作，创建资源链接，并进行多利益相关方能力建设。建立社区“做回农夫”公益示范蔬果园，推动社区可再生能源应用，建立屋顶可食花园，改进社区垃圾分类和处理设施，推进社区气候教育 3) 开展社区环境基线调研，在问卷调研中对社区内的蕉农、水产养殖户和花木场主进行需求扫描，同时随气候变化的适应引入生态水产养殖技术 4) 与气候气象专家、农业专家、养殖技术企业、太阳能技术企业进行技术交流。
案例实践	适应类型	适应类型：增量适应（目前很多活动还属于行动建议，没有进入实际的实施） 1) 建立渔农合作社或行业协会等提高收入，提升适应能力；针对鱼塘养殖面临暴雨频发，水产养殖风险增加，鱼类品质没保障，建议建立渔农合作社或行业协会，规范养殖，提升养殖水平；提升品质，增强议价能力；打造地方品牌，提升养殖价值。 2) 加强农业基础设施建设，根据气候风险对农业基础设施进行改善和提升，降低暴露度。做好基础设施的维护和安全运行、发挥其在适应气候变化中的作用。 3) 延伸养殖产业链，从全产业链角度降低灾害损失，降低产业脆弱性，推广商业保险机制，实现极端气候风险转移。
	生态效益	通过屋顶花园等提升地区作为海绵城市建设部分的存蓄能力；增强农业基础设施在适应气候变化中的作用。
	社会效益	1) 构建起极端气候灾害预警救灾协作网络，提升应对气候变化的整体能力； 2) 促进社区邻里互助，提高村民自我管理、自我服务意识和能力，增强区互助和危机应对能力； 3) 增强居民对气候问题的了解以及成员对于地区适应工作的认识，为后续工作打下基础； 文化旅游产业转型升级与社区适应目标相契合，有效促进长期发展规划目标的转变。
	资金来源	千禾社区基金会助力，与 14 家参与环保资助的基金会共同发起“中国环境资助者联盟”
	其他	基于风险的气候适应措施科学评估是行动的基础，项目团队与斯德哥尔摩环境研究院亚洲中心共同开展珠三角气候脆弱性评估，是千禾在社区可持续三个板块中（珠江流域守望者、社区应对气候变化、环保行业支持）的一部分。

29 <http://www.gdharmonyfoundation.org/Uploads/file/20190724/5d37d1cadd18.pdf>

3.3.7 海南文昌蚯蚓养殖改良土壤

由于气候变化，暴雨的强度和发生频率不断增加，滨海地区大量农田面临淹没风险，导致土地板结和盐碱化。采取有效措施治理气候变化导致的土地退化问题，是适应气候变化面临的挑战之一。通过蚯蚓可持续土壤改良技术，可以有效改善滨海地区盐碱地土壤质量。

表 14 通过蚯蚓养殖可持续土壤改良技术解决土地退化适应案例³⁰

案例名称	通过蚯蚓可持续土壤改良技术解决土地退化	实施机构：海南星农夫生态科技有限公司 实施时间：2015 年至今 实施地点：海南省文昌
案例实践	背景	气候变化影响观测表明，气候变暖导致土壤有机质含量降低，极端天气 / 气候事件加剧水土流失、土壤肥力下降，不断加剧的风暴潮导致土地盐碱化。
	气候风险	由于气候变化，风暴潮的强度和发生频率不断增加，滨海地区大量农田面临淹没风险，导致土地板结和盐碱化。采取有效措施治理气候变化导致的土地退化问题，是适应气候变化面临的挑战之一。
	适应问题	适应气候变化带来的生态后果。 2014 年 7 月 18 日，40 年一遇的台风威尔逊过境海南，造成大量良田被海水淹没，土壤盐碱化严重。
	内容	利用林下闲置土地资源开展蚯蚓标准化养殖生产，处理消化农业有机废弃物，经发酵处理后用于蚯蚓养殖，利用产出的蚯蚓粪为原料，按照配比制作成土壤改良剂，实现低成本土壤改良。形成“农业种植 -- 有机废弃物 -- 蚯蚓养殖转化 -- 制作土壤改良剂 -- 土壤改良 -- 农业种植”的生态循环模式。 利用蚯蚓粪土壤改良剂改良文昌罗豆农场海水倒灌盐碱地，成功种植南瓜、豇豆、空心菜、毛豆等农作物，让原本无法耕种的盐碱地变成良田。 目前已在海南累计改良土地面积 137 亩（海口 21 亩、文昌 73 亩、澄迈 13 亩、安定 30 亩）；在海口东山镇建丰村、澄迈县大丰镇和中兴镇建立蚯蚓养殖基地，在石山镇福安村建立芽菜生产基地。
	适应措施	适应方式：增量适应 通过蚯蚓养殖生产土壤改良剂，（作为外在人为干预措施）改变土壤成分（调结构）和土壤物理生化性能（调功能），扭转气候变化导致的土地退化进程，进而生产高品质农产品（提升农业生态服务功能，增强气候韧性）。
适应效益	经济效益	大幅降低土壤改良的成本，在当地生产，当地改良，实现农民增收、地力提升双效益，让土壤改良从大投入变成可创收的事业。改良滨海盐渍土种植地瓜的实践表明，与未改良地相比，改良地地瓜产量增产 28~380%；地瓜营养品质提升，果肉细腻、口感松软，钙、维生素 C、淀粉含量远高于文献报道的平均值。
	生态效益	1) 改良盐碱地，提升地力。与未改良地相比，土壤盐分降低，改良地土壤的全盐量、氯离子、硫酸根离子含量分别降低 66.3~72.5%、81.5~85.8%、66.9~92.9%； 2) 节能环保，就近处理农业有机废弃物，实现资源高效利用。目前已建立 10 亩林下蚯蚓养殖基地，每月能处理消化 90 吨以上的农业固体有机废弃物，可转化成 50 吨的蚯蚓粪肥，配比产出 150 立方的土壤改良剂，可以改良 30 亩盐碱地。
	社会效益	1) 针对具体的土地退化问题，定制土壤改良方案与配套的技术服务，可在短期内实现滨海盐碱地的改良复耕，提供品质农产品的定制种植服务，助力生态农业高效发展； 2) 利用林下闲置土地建设蚯蚓养殖基地，土壤改良剂的生产依托林下蚯蚓养殖基地，提供林下蚯蚓养殖配套服务，包括蚯蚓种苗、养殖技术、基建等服务，形成“林下经济 + 生态循环 + 土壤改良”模式，建设成本低，容易复制推广，带动当地农户以蚯蚓养殖创收。
资金来源	海南科技项目、企业资助	
其他	1) 协同机制—该项目兼具减缓的协同效果（每亩固碳 0.67 吨）；降低对化学肥料的依赖； 2) 技术创新—形成利用蚯蚓养殖土壤改良技术体系，增强适应能力； 3) 资金机制创新—采用社会企业 + 村集体经济 + 农民参股合作模式，农民股东分红 + 务工双增收，带动当地经济发展； 4) 管理机制创新—建立农业有机固体废弃物回收处理中心，当地农户与种植企业可以用这些农业废弃物置换土壤改良剂，提供资源利用效率，降低农业废弃物对环境的污染。	

30 https://mp.weixin.qq.com/s/o2ptW-ldKR60_FQyT_Y_dw, http://www.danzhou.gov.cn/ywdt/mtkdz/201802/t20180213_2553659.html, http://szb.hkwb.net/szb/html/2019-06/12/content_381368.htm?from=groupmessage

3.3.8 云南白马雪山滇金丝猴社区保护

滇金丝猴被列为国际红色名录濒危物种、国家一级保护物种，是滇西北原始森林的旗舰种和关键种。保护滇金丝猴，并以滇金丝猴为旗舰种，带动滇西北原始森林生态系统保育，是当前滇西北生物多样性保护的重要策略。气候变化及人类活动加剧了金丝猴面临的生境威胁，有种群急剧减少和物种灭绝的风险。基于此背景，阿拉善 SEE 开展了白马雪山滇金丝猴社区保护适应的案例，保护生境，提升生计水平。

表 15 白马雪山滇金丝猴社区保护适应案例⁶

案例名称	白马雪山滇金丝猴社区保护	实施机构：阿拉善 SEE 实施时间：2016 年至今 实施地点：云南白马雪山国家级自然保护区
案例实践	背景	滇金丝猴是世界上栖息海拔高度最高的灵长类动物。它被列为国际红色名录濒危物种、国家一级保护物种，同时是滇西北原始森林的旗舰种和关键种。保护滇金丝猴，并以滇金丝猴为旗舰种，带动滇西北原始森林生态系统保育，是当前滇西北生物多样性保护的重要策略。
	气候风险	随着气候变暖和气候波动加剧，生物群落适宜地分布发生很大改变，种群数量大量减少甚至丧失。
	适应问题	适应气候变化带来的生态后果。 气候变化及人类活动加剧，滇金丝猴适宜地改变，生境受到破坏，面临种群急剧减少和物种灭绝的风险。
	内容	“诺亚方舟——滇金丝猴社区保护”项目自 2016 年起，联合科学家、企业家、当地政府、社区和在地环保机构共同参与，通过改善滇金丝猴保护区域内的护林员巡护装备，提升基层巡护和管理能力，以建设更完善的保护区巡护体系。同时，通过增加滇金丝猴周边社区村民的生计种类以提高他们的收入；开展自然教育，提高社区民众动物保护的意识，调动社区参与的积极性，汇聚多方力量形成合力保护滇金丝猴的良好局面。
	适应措施	适应类型：增量适应 1) 利用不同措施降低巡护员的暴露度和敏感性；通过社区生计提高、宣传教育等提升社区适应能力。为巡护队及滇金丝猴保护协会开展能力建设，提高社区巡护能力。购买人身意外险，完善巡护装备，增强了护林员巡护的安全保障和专业能力。持续开展专业培训 10 余场，护林员管理巡护、项目执行的能力和自信心得到提升，顺利完成了对白马雪山范围内 15 个猴群的监测任务。对家庭困难的护林员进行帮扶，资助其子女完成高等教育。 利用当地原生物种和资源，发展可持续的生计以帮助当地村民增加收入，促进动物保护与经济协调可持续发展。为滇金丝猴分布核心区村民提供养蜂和中草药种植的培训 10 余次，为白马雪山保护区周边 4 个社区，培养出 9 名当地养蜂种药技术骨干，成立了养蜂互助合作社，形成基层技术培训网络体系。分别在响古箐和霞若落地生态卫浴 25 套。 2) 开展自然保护的宣传教育，提高当地基层管理局、村民巡护队员和村民的保护意识。 开展了 2 期白马雪山生态毅行和 3 期滇金丝猴科考夏令营。吸引公众了解滇金丝猴。2018 年白马雪山生态毅行共有 32 位毅行者加入，他们中还有 3 个来自瑞士的家庭，这次活动为白马雪山巡护员的装备及能力建设筹款 24.5 万元； 在《人与自然》和《中国周刊》两本杂志上先后投放公益广告，向公众传播滇金丝猴故事及保护价值与意义；持续 10 个月收集了响古箐滇金丝猴一系列生长的照片，并形成《“单疤”浪迹在响古箐的泉雄》等一系列滇金丝猴的故事，通过合作平台对公众传播。
	经济效益	保护区范围内 4 个乡镇的 100 户村民掌握了养蜂种药的技术和能力，开始进行喜马拉雅蜂框养殖和濒危中草药植物种植。提高了滇金丝猴护林员及周边社区村民家庭收入。其中余新华、蜂学文等技术骨干养殖喜马拉雅蜂数量都保持在 30-60 箱，平均每一蜂箱每年能产出 500 元以上的蜂蜜收入。
适应效益	生态效益	2014 年，白马雪山滇金丝猴种群数量有 44 只左右；2015 年出生 12 只成活 10 只；2016 年出生 12 只成活 10 只；2017 年出生 8 只全部成活；2018 年出生 11 只成活 10 只，排除迁入迁出后，总量增加到 71 只左右。
	社会效益	目前整个社区已形成良性的自发保护环境的闭环，且具有较强的可持续性。为滇金丝猴分布核心区德钦县霞若乡、维西县塔城镇、德钦南仁乡的村民提供养蜂和中草药种植的培训 10 余次，发放培训教材 600 多套，受益群体 2400 余人次，发放蜂箱 2875 个，发放滇重楼苗 104000 株。
资金来源	阿拉善基金会	
其他	1) 治理模式：通过购买人身保险，对家庭困难的护林员进行帮扶等手段来提升护林员的参与程度。 2) 创新机制：多项目协同创新，在本项目开展的同时，同步开展喜马拉雅蜜蜂保护与养殖，以及要用植物资源的保护，在保护动植物资源的同事，通告当地农民的省生计。	

3.4 总结与展望

从国内适应气候变化政策进程、行动实践的回顾，以及选择的 8 个典型适应案例点分析，可以得出以下结论与趋势：

1) 制定专项适应气候变化国家战略和规划，促进适应行动的广泛开展

2007 年发布的《应对气候变化国家方案》，首次提出适应与减缓并重的原则，适应的领域主要集中在农业、生态系统、水资源、海岸带等，提出增强适应气候变化能力的适应目标。2013 年制定的《国家适应气候变化战略》，适应领域也由 2007 年国家方案关注的重点领域之外，扩展到基础设施、人体健康、旅游业等二三产业，制定的适应目标重点强化气候敏感脆弱领域、区域和人群的适应行动，强调提升适应意识、提升适应能力，提出通过适应气候变化维护公共安全、产业安全、生态安全和人民生活安全的概念，提出了 14 个适应试点示范工程。基于国家适应战略，相继发布了城市、林业适应气候变化的专项行动方案，在全国选取 28 个城市开展城市适应试点，要求试点城市开展气候变化脆弱性评估，制定试点城市的适应行动规划，开展适应重点行动和能力建设活动。2013 年发布的国家适应战略的目标期是 2020 年，当前正在更新的国际适应战略，应该在更广泛的领域开展更加深入的适应气候变化行动。

2) 适应气候变化依靠科技进步与科技创新

2007 年发布的《应对气候变化国家方案》，提出的另一个原则是应对气候变化依靠科技进步和科技创新。2008 年科技部牵头召开“气候变化与科技创新国际论坛”，论坛主题为依靠科学技术应对气候变化，设“气候变化的影响与适应”专项分论坛，对适应气候变化的科技创新进行了深入的探讨。2009 年科技部牵头召开了“东亚峰会气候变化适应能力建设研讨会”，万钢部长在讲话中指出：科技进步是提高适应能力的有效途径，此次峰会各国达成共识：科学技术在解决适应气候变化问题方面具有不可替代的作用（刘燕华主编，2009）；在 2013 年发布的国家适应战略中，更是强调强化技术支撑，明确提出“系统开展适应气候变化科学基础研究……编制国家、行业 and 区域适应技术清单，逐步构建适应技术体系，发布适应行动指南和工具手册”。从本报告的 8 个案例可以看出，适应技术创新，需要高新技术的创新，而在当前的现实实践中，基于“草根”技术的集成创新也是适应技术的创新的一个重要途径。在原有“草根”技术基础上，根据气候变化的趋势和新特征，对原有的技术进行改进，组合成新的技术体系（许吟隆等，2020），发挥出原有技术在新的技术体系中适应气候变化的功能，适应技术集成创新潜力巨大，需要我们积极探索。

3) 完善适应气候变化资金机制

2007 年 UNFCCC 缔约方大会达成的“巴厘路线图”，提出减缓、适应、资金、技术，是推动应对气候变化前行的“四个轮子”，缺一不可。2013 年发布的国家适应战略中，明确提出要加大财税和金融政策支持力度，发挥公共财政资金的引导作用，保证国家适应行动有可靠的资金来源；但同时鼓励各类市场主体参与适应行动，推动气候金融市场建设，发挥金融市场在提供适应资金中的积极作用。2013 年适应战略里特别强调发行巨灾债券等创新性融资手段，促进“气象指数保险”产品的试点和推广工作。之所以特别提出这两个优先事项，是因为随着气候变化的加剧，极端天气气候事件造成的灾害损失愈益严重（如图 4 所示），亟须建立气候风险转移与分担机制。但这远远不够，适应资金机制创新远不止这两项事项，需要建立和完善涵盖适应各个方面的资金机制，但目前阻碍适应资金机制创新的一个瓶颈问题是对适应的优先事项不甚明瞭。GCA 报告建议的五大投资高回报领域：预警系统、基础设施、旱作农业、红树林保护和水资源，以及七个关键行动领域：小型农业生产者的粮食安全及其生计、自然环境、水资源、城镇地区、基础设施、灾难风险管理、适应投融资，为适应气候变化的投融资指明了大方向。在今后的适应行动中，须要进一步澄清具体的适应事项，“有的放矢”地资助适应行动的开展。本报告尝试基于 CEGA 目前开展的项目，提出未来适应气候变化的资助策略建议。

第 4 部分

适应资助策略建议

4.1 国际国内研究进展

在前面第一部分和第二部分从国际国内适应气候变化政策制定进程和行动实践的回顾，以及国际国内典型适应案例的分析，对国际国内适应气候变化的趋势进行了总结、对未来发展方向进行了展望。CEGA 成员单位在环境保护、生物多样性保护、濒危物种保护、生态保护、污染防治、气候变化、宣传教育、环境法治等方面开展了大量工作。为给 CEGA 成员提出具体的适应资助策略建议，本报告对 CEGA 成员单位所从事的工作进行了文献调研，对比分析国际国内相关工作的进展。在进行文献调研时，鉴于 CEGA 成员单位的很大一部分项目是基于生态系统的适应，我们也将“基于自然的解决方案（NbS）”包含在搜索的词汇中。这首先是因为 CEGA 成员机构开展的项目中已经体现了 NbS 的理念，再者 CEGA 当前项目将来可以考虑更全面地嵌入 NbS 的理念，通过对生态系统的保护、修复和可持续利用，充分发挥生态系统的服务，能够在一定程度上降低人类和社会经济系统对于极端气候事件或者缓发事件（高温、干旱等）的暴露程度，降低其脆弱性，从而降低气候风险（霍莉等，2020）。同时考虑到 CEGA 成员单位的项目有一部分是关乎适应气候变化能力建设的（见表 1），因此，能力建设也是文献调研的搜索词汇之一。

文献调研结果如图 13 所示。可以看出，有关生态适应、社区适应、能力建设的研究迅猛攀升，尤其是 NbS 的文献这几年出现爆发性增长。2020 年，发表的英文文献数量达到了 600 篇以上。相较而言，国内发表的相关论文数量未出现同步增长的态势，在各个主题方面，发表的中文论文数量同比低于英文论文。文献调研结果表明，国内有关 NbS、社区适应、气候变化适应能力建设的研究和实践探索还需要大力加强。

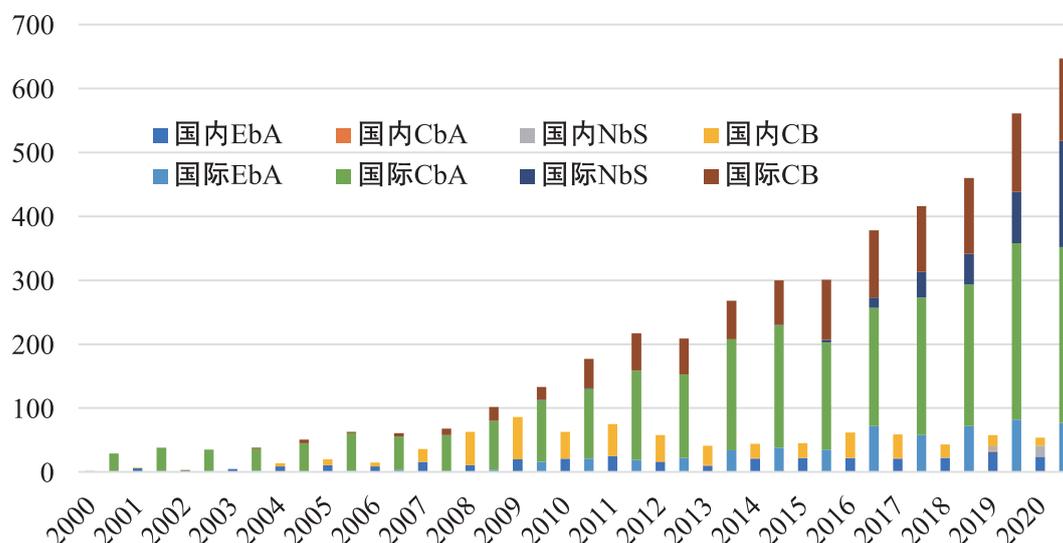


图 13 国际和国内 EbA/CbA/NbS/CB 的研究进程³¹

知识框 -02 生物多样性、生态系统服务和基于自然的解决方案 (NbS)

生物多样性 (Biodiversity) 是指地球上数以百计的动物、植物、微生物及其与环境形成的生态复合体，以及与此相关的各种生态过程。生物多样性既是生态系统的核心，也是生态系统服务产生的核心。生物多样性包括遗传多样性、物种多样性、生态系统多样性和景观多样性；也有学者分为物种多样性、系统发育多样性、功能多样性等。

生态系统服务 (Ecosystem Services) 是人类从生态系统中获得的各种惠益，既包括各类生态系统为人类所提供的食物、纤维、淡水、医药及其他工农业生产原料，也包括支撑与维持了地球的生命支持系统，如调节气候、维持大气化学的平衡与稳定、维持生命物质的生物地化循环与水文循环、养分循环、土壤形成与保持、生物防治和净化环境等，并受生物多样性调控。生态系统服务主要包括：供给服务、调节服务、支持服务和文化服务。

基于自然的解决方案 (Nature-based Solutions, NbS) 这一概念是 2008 年世界银行发布报告《生物多样性、气候变化和适应性：来自世界银行投资的 NBS》(WB, 2008) 中首次提出的，将其定义为“利用自然的潜在力量及其在气候变化、粮食安全、社会 and 经济发展等领域为全球挑战提供解决方案；通过保护、可持续管理和修复自然或人工生态系统，从而有效和适应性地应对社会挑战，并为人类福祉和生物多样性带来益处”。

31 在中国知网中，对 2000-2020 年发表的中文论文分别按照主题“气候变化”和“生态系统适应”或“生态适应”、“气候变化”和“社区适应”、“气候变化”和“基于自然的解决方案”、“气候变化”和“能力建设”进行检索；同时，在 Web of Science 中，对 2000-2020 年发表的英文论文分别按照主题“Ecosystem-based Adaptation”、“Community-based Adaptation”、“Climate change”and “Nature-based Solution”、“Climate changen” and “Adaptive capacity building” 进行检索。

4.2 CEGA 成员适应经验总结

4.2.1 当前项目适应内涵解析

本报告选取 CEGA 已经执行的项目，对这些项目的适应气候变化内涵进行逐一解读（表 16）。可以发现，CEGA 执行的项目在以下方面体现出适应气候变化的意义：

其一，是加强对受保护对象（濒危物种、水源地、作物种植和渔业养殖、退化的生态系统等）的直接防护。

其二，是保护物种的栖息地、降低环境污染、减轻对保护区生态环境的破坏。通过帮助村民寻找替代生计，千方百计地增加村民收入（如滇金丝猴保护区发展养蜂、种植药用植物，天山雪豹保护区培训刺绣技术，珠峰雪豹保护区的本土特色手工艺品等），减少对当地生态环境破坏性的开采，营造有利于受保护物种繁衍、种群壮大的生境；改善退化生态系统，通过发挥生态系统的服务功能保障作物种植、渔业养殖的健康发展，提升村民收入、改善当地经济，促进可持续发展。

其三，就是大力提升适应能力。营造良好的社会氛围，开展环保宣传活动，进行自然知识普及，提升公众意识，促进全社会积极参与环境保护、生态文明建设的公益活动中来，是 CEGA 工作的另一个重要方面。这些工作对于提升适应气候变化的能力具有重要意义，应当发扬光大。具体来讲，架设红外相机、通过各种监测手段识别受保护对象（如受保护物种雪豹、勺嘴鹬等）的活动规律；加强巡护人员的装备和巡护能力；开展自然教育、发布环境保护状况绿皮书、建立宣教中心等，增强公众认识物种保护、生态修复的意义，对适应气候变化能力提升起到了很好的促进作用。

表 16 CEGA 项目适应气候变化内涵解读

适应事项	CEGA 项目	适应内涵解读
适应气候变化引起的生态后果 / 经济社会后果	阿拉善 SEE：濒危物种保护 - “诺亚方舟”白马雪山滇金丝猴社区保护项目 阿拉善 SEE：生物多样性保育与社区发展 - “诺亚方舟”喜马拉雅蜜蜂保护与养殖 阿拉善 SEE：生物多样性保育与社区发展 - “诺亚方舟”珍稀濒危药用植物资源保护	这三个项目一起，形成保护滇金丝猴、改善当地社区生计的集成行动。 开展自然教育，唤起公众生态保护意识，调动社区参与的积极性，为保护滇金丝猴创造良好的社会环境； 为护林员购买人身保险，完善巡护设备，增强巡护能力；布设红外相机，加强滇金丝猴群体保护的针对性、提升保护效率； 通过中草药种植和养蜂等替代生计，推广喜马拉雅蜜蜂的规模化养殖，建立“千花觅”公益蜂蜜品牌；开展濒危药用植物引种和保育，开发繁育和种植技术，通过社区技术推广，增加社区居民收入，减轻对滇金丝猴栖息地原始森林的依赖和破坏，为滇金丝猴生存和繁衍创造良好的栖息地环境； 建立“自然保护 - 发展生态产业 - 社区市场接轨”的保护促进经济发展、经济发展进一步促进保护的长效机制； 发挥科技优势，聚集社会资源，建立合作平台，加强公众宣传教育，提升公众意识； 以滇金丝猴为旗舰物种，带动滇西北原始森林生态系统保育，覆盖同域其他物种的保护，切实保护生物多样性，形成可推广的示范模式。

适应事项	CEGA 项目	适应内涵解读
适应气候变化引起的生态后果 / 经济社会后果	阿里巴巴：千岛湖水基金	开展水稻种植改良示范，有效证实减少农药化肥的投入，改善水源地农作物种植方式，减少耕种作业对水源的面源污染； 开发“千岛淳米”，实现规模化种植面源污染治理项目的可持续运营； 探索出“金融+环保”的资金管理模式，实现“农业-环保-经济”三赢的可持续农业面源污染治理模式。
	巧女基金：青海省囊谦县白扎保护地公益项目	布设红外相机监测野生动物活动规律，为野生动物保护提供科学参考； 开展囊谦毡艺技术培训，提升毡艺制作技术及工艺包装水平，增加当地居民收入； 社区垃圾分类，减轻对环境的危害； 丰富村民文化生活，提升公民素质； 挖掘药用植物资源，实现生计可持续发展。
	巧女基金：新疆天山雪豹保护地公益项目	项目通过自然教育、产业支持、牧民转产、生计改造和精准扶贫等方式，为雪豹等野生动物创造更多栖息空间。 监测家禽疫病，利用保育犬帮助寻找北山羊和其他野生动物的尸体，用于疫病研究，评估家畜及野生动物的健康威胁，调查野生食草动物疾病传播途径，改进管理方式； 开展雪豹粪便搜集培训，架设红外相机 58 台进行雪豹活动监测，收集粪便 10 多份，为天山及全国雪豹保护提供支持； 开展人兽冲突及生计调查，促进群众生计发展转型；开展一系列生物多样性资源调查，旨在推动天东林区人与自然和谐发展； 开展哈萨克刺绣技术培训，提升当地刺绣工艺水平，扩大生产规模，促进生计转型。
	老牛基金会：生态修复与保护（老牛碳汇林）项目	在内蒙古干旱半干旱区域的林格尔县，修复退化土地 ~4 万亩，种植乔木 330 余万株，生物多样性从不足 30 种增加到 80 余种，土壤增加潜在蓄水量 130 万吨，预计未来 20 年能够固定 22 万吨 CO ₂ 。依托生态修复成果，探索出“经济发展支持生态修复-生态修复支持经济发展”的可持续发展模式，通过气候智慧型农业、智慧草地管理等项目帮助 13 个行政村居民受益，合作社平均户均增收超万元。
	千禾：顺德仕版可持续社区试点	成立芭蕉梦乡园经济合作社、仕版社区微基金，探索气候智慧型生态农业种植和渔业养殖模式。
	万科：珠峰雪豹保护计划	在珠峰保护区吉隆、定日两个区域布设红外相机约 400 台次监测雪豹种群分布现状和中期密度等，发布《珠峰保护区雪豹种群调查报告》等； 挖掘珠峰保护区具有本土特色的文化，开发社区手工艺产品； 加强保护区能力建设，培养当地管理人员、业务骨干和研究生； 拍摄珠峰雪豹及生物多样性活动影像； 探索世界第三极物种保护模式并应用推广。

适应事项	CEGA 项目	适应内涵解读
适应气候变化引起的生态后果 / 经济社会后果	绿色碳汇：河北康保县生态修复工程项目	围栏封禁 4011 亩退耕双还地，乔灌草结合恢复植被，试验培育经济作物欧李和药材黄芪、黄芩等，发挥适应和减缓的协同效应，具有保护生物多样性、促进农民增收、减少北京风沙危害的多重效益。
	中华环境基金会：“绿哈达行动”-青藏高原生态植绿计划	截止 2018，“绿哈达行动”在西藏公益植草面积累计达到 12,250 亩，累计净吸收 CO ₂ 3383 吨，惠及当地村民 9693 人。“绿哈达行动”收获绿麦草或黑小麦分配给当地农牧民，为牲畜补饲，改善了当地的生态环境，减轻山地草地放牧压力，帮助退化草场实现自然恢复，实现草地畜牧业可持续发展和农牧民持续增收。
适应能力建设	阿拉善 SEE：福建省观鸟协会	自 2003 成立以来，组织调研活动，实施中华凤头燕鸥、勺嘴鹬、福建无居民海岛、闽江河口湿地等数十个濒危物种及栖息地保护项目。
	阿里巴巴：XIN 伙伴计划 / 绿色供应链 CITI 指数	截止 2018，发布 5 期的绿色供应链 CITI 指数报告，采用政府监督、在线监测、公众举报、企业披露、第三方环境审核等公开数据，对企业在华供应链的环境管理表现进行动态评价，有效提升企业环保意识和环保能力。
	阿里巴巴：绿色行动计划	联合 6 家快递公司，开展物流行业绿色低碳化探索，通过搭建绿色物流基础设施，支持和推动物流行业的绿色升级，解决快递公司包装快速增长带来的社会和环境问题。
	阿里巴巴：自然教育基地 - 桃源里自然中心项目	以游戏、体验、探索、讲座、培训等方式带领公众走进自然、了解自然，进而保护自然。
	阿里巴巴：武汉中小学绿色生态研学	打造一个“城市公园 + 政府 + NGO + 小学”的青少年自然教育模式，探索自然教育的创新模式，提升青少年保护自然的意识。
	红树林基金：拯救勺嘴鹬（一期）	勺嘴鹬的迁飞路线为东亚 - 澳大利亚，是全球极危鸟类，是滨海湿地的旗舰物种。本项目在全球视野下将湿地保护和候鸟保护结合，具有重要意义。该项目搭建政府主管部门、科研院所及民间组织沟通协作平台，以监测数据及科学研究为导向，以形成可复制的保护模式和政策建议为目标，可为中国乃至全球的物种及栖息地保护项目提供参考。
	红树林基金：中国沿海湿地保护绿皮书	绿皮书介绍中国沿海湿地健康状况、保护进展与热点问题的双年度报告，旨在建立滨海湿地健康指数、生态系统评估数据库，为中国沿海湿地保护与管理提供科学依据。
	红树林基金：中国沿海湿地保护网络湿地教育中心项目	在全国培养一批具有代表性的湿地教育中心，推动中国沿海湿地宣教工作专业化发展，为有效开展沿海湿地保护工作奠定公众支持和社会参与基础。
老牛基金会：老牛湿地保护项目	一是推进湿地专题研究工作，为中国湿地保护提供科学理论支撑；二是搭建并依托湿地网络，进行专业人才培养和能力建设，从理论和管理操作两个层面助力中国湿地保护工作。	

适应事项	CEGA 项目	适应内涵解读
适应能力 建设	千禾：贵阳黔仁生态公益发展中心	发动和培育贵州本土环保力量，建立覆盖贵州 9 个州市的贵州水源守护者网络。
	桃花源：社会公益自然保护地关坝自然保护小区项目	定期巡护与监测，建立反盗猎机制，开展自然教育，提升公众意识。通过这些行动，确保关坝自然保护小区能够在未来 10 年保护 44.02 平方公里的公益保护地。
	桃花源：非洲巡护员奖项目	每年在非洲资助 50 名巡护员，支持非洲国家能力建设。
	万科：中国企业气候行动项目	发起企业应对气候变化倡议书，呼吁企业将应对气候变化纳入企业发展战略和企业社会责任，促进全产业链、产业群低碳转型。
	中华环境基金会：“迈向生态文明，向环保先锋致敬”项目	资助环保社会组织，扶持环保事业健康发展，为生态文明建设作出贡献。
	自然之友：环境公益诉讼	支持社会组织的环境公益诉讼，有效遏制多地的环境破坏行为、推动环境污染整治与生态修复。

基于以上分析，本报告以 CEGA 最具代表性的濒危物种保护为例，凝练当前适应气候变化的工作机制如图 14 所示。通过社区的工作，加强对物种的直接保护；通过替代生计、降低污染减轻对物种栖息地的破坏，促进物种栖息地的修复和改善，建立良好的物种休养生息的生态环境，是物种保护的关键所在。而无论是对物种的直接保护、还是物种栖息地的改善，能力建设至关重要。

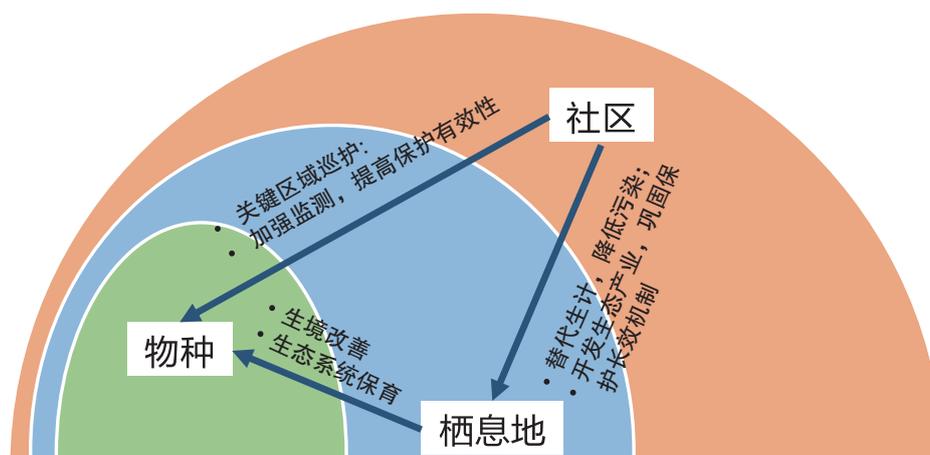


图 14 CEGA 当前项目工作机制解析——以物种保护为例

4.2.2 需要加强的工作

CEGA 当前项目整体上缺乏对气候变化因素的考量。建议考虑从以下方面完善当前项目的设计：

1) 首先加强对气候变化影响的科学认识。就当前 CEGA 执行的项目而言，关注气候变暖导致的滇金丝猴、雪豹等生活习性、种群数量和适宜栖息地的改变等，关注勺嘴鹬等候鸟迁飞时间和迁飞路径的改变，关注气候变化对蜜源植物、蜂群群体的影响以及它们之间的匹配，关注气候变化对水量、水质影响等；尤其要关注极端天气气候事件导致物流供应链的断裂、对农业种植和渔业养殖设施毁灭性的破坏；

2) 进一步改善保护区生态环境，优化生态系统结构，挖掘生态系统的服务功能，提升生态系统的供给服务功能，多渠道改善居民生计，减轻生态环境的恶化对受保护对象的负面胁迫；

3) 优化保护地规划布局，发挥生态系统的气候调节功能、净化功能，防治水土流失，增强气候韧性，防止极端天气气候事件对濒危物种栖息地、水源地和水稻规模化种植的毁灭性破坏；

4) 丰富适应能力建设的内涵，深入剖析社区对于气候变化的脆弱性和未来气候风险，增强社区气候韧性，打造气候安全示范社区；创建气候智慧型农业种植和养殖示范样板；避免由于极端气候事件导致物流供应链断裂而影响绿色采购效率；充分认识湿地调节气候、减轻气候灾害的作用，打造湿地适应气候变化示范样板；提升自然保护区巡护员应对极端气候事件、保护自身安全的意识等。

适应气候变化，从其核心本质来说就是调整，根据气候变化的情况对我们所定义的对象进行系统（其结构或功能）的调整。在以上提出的完善 CEGA 当前项目建议的基础上，以物种保护为例，凝练 CEGA 项目加强适应气候变化工作机制如图 15。在进行项目设计时，从更广泛的视野考虑气候变化问题，这就是我们常说的思维方式的变革，即“局地行动、全球视野（Act locally, think globally）”。首先，对于我们选定的保护对象，认识气候变化的影响，即气候变化对其行为、活动范围、捕食习惯、生长规律等的影响等，有针对性地调整我们的保护措施。其次，认识气候变化对于受保护物种生境的影响。根据气候变化的影响情况，调整自然保护区的核心功能区、缓冲区等，考虑气候变化对替代生计的影响（如对于养蜂来讲，蜜源植物对于气候变暖的响应、蜜蜂活动规律对于气候变化的响应，以及他们的匹配等）。特别要强调的是要充分关注、高度关注极端天气气候事件带来的影响。由于气候变暖，极端天气气候事件频发，其对受保护物种、对于保护区生境、对于替代生计都会产生影响；对于保护区的工作人员，气候变化也会带来安全和健康方面的问题，能力建设要大力加强。

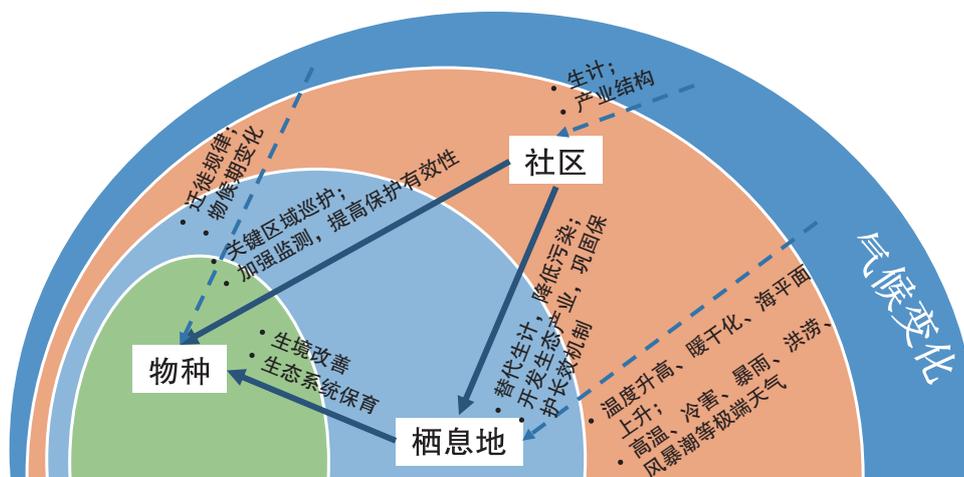


图 15 CEGA 当前项目和新项目加强适应气候变化工作机制——以物种保护为例

4.3 适应气候变化资助优先事项

4.3.1 CEGA 成员资助优先事项

1) 认识当前所执行的项目其适应气候变化的内涵、当前项目中适应气候变化可以扩展的内容,对当前项目内容和方式做出调整,加强适应气候变化工作的针对性,最大限度地发挥项目适应气候变化的功能和作用。NbS 是一个很好的着力点,自 NbS 理念提出以来,在国内受到高度关注。通过在项目中引入 NbS 理念,不仅考虑适应气候变化,还考虑适应与减缓的协同,在适应气候变化的同时减少温室气体排放,并且和当前我国的生态文明建设、乡村振兴战略相结合,最大限度地发挥项目的经济效益、生态效益、社会效益,有效促进我国经济社会的可持续发展。

2) 结合自身优势,开拓新的专门针对气候变化适应项目。在设计项目之初,即考虑气候变化的影响,定义项目工作对象、甄别适应气候变化的关键问题,明确项目适应目标,探索增强气候韧性的技术措施,确定采取适应行动方案的具体实施路径;并设计适应措施效果评估方案,分析适应措施投入成本及最终收益。

3) 凝练典型适应案例,推广适应经验。从已经执行的项目中,选取典型案例,将项目点建设成为适应示范基地,推广项目成功的执行经验、推广项目形成的成熟模式,打造项目产品品牌,推动当地经济的发展。

4) 开展自身适应气候变化能力建设。制定自身适应气候变化工作规划,结合 CEGA 网络开展适应气候变化能力建设,向 CEGA 网络提出适应能力建设需求。

4.3.2 CEGA 网络资助优先事项

1) 开展适应气候变化能力建设活动。能力建设是当前 CEGA 网络开展适应气候变化工作最重要的优先事项。从目前 CEGA 成员开展的项目来看对气候变化的考虑不够。建议从以下几个板块来加强适应气候变化能力建设:

问题的提出:即了解气候变化的影响、脆弱性、风险、暴露程度、敏感性等,这是设计适应气候变化项目的基础。

问题的解决:这是适应气候变化最重要的一个环节,即从气候风险分析到适应目标实现的路径问题。本报告按照气候变化影响的四个层次分解适应行动的逻辑层次,即适应气候平均趋势的变化、适应不断加剧的极端天气气候事件、适应气候变化引起的生态后果和经济社会后果;按照 IPCC 的建议,适应有四个基本的适应方式:减小暴露度和脆弱性、增量适应、转型适应、整体转型;这都是针对气候风险实现适应目标的路径选择。从本报告选取的案例可以看出,增量适应是最常采用的一种适应方式,也是最容易理解的一种适应方式,即在原来的工作基础上增加一些适应的措施即增加气候韧性的措施。关于适应的路径选择问题,CEGA 成员可以在项目执行中进行探索,最重要的就是要有这样的意识,即从气候变化的影响,到设计适应行动、到采取适应措施,不能简单照搬原有措施,要“随机应变”。

适应规划的制定:需要制定适应目标,采取怎样的措施,设置什么样的适应指标——这是评估适应项目是否按照预期目标完成、是否达到预期适应效果的关键一环。从目前正在执行的项目来看,该方面的内容还没有涉及,也说明 CEGA 网络开拓适应项目还有很大的空间,还有许多的事情要做。

2) 开展系统的培训活动。培训可以是以授课方式进行,也可以是适应示范基地的观摩、CEGA 正在实施的适应项目的研讨等。依据 CEGA 成员的需求,量身定制地编撰适应气候变化培训教材,编制工具手册指南,开

发 CEGA 工作的专项方法学；特别是对于资金的筹措，可以细化到列出每一个科目的标准撰写模板，为 CEGA 资金筹措提供技术支持。

3) 构建 CEGA 适应基础数据平台。CEGA 的一个工作领域是建立环境领域慈善公益数据中心，建议建立专门的适应气候变化知识平台，共享适应的经验、案例和方法。

4) 编撰 CEGA 优秀适应案例集。选择成功的适应案例，重点支持典型案例示范点建设，开展案例分析，推广成功案例的经验和模式，支持国家、地方适应行动的开展，发挥适应和减缓的协同效应，助力国家双碳目标的实现。

4.3.3 CEGA 网络领导力与影响力资助优先事项

1) 引领未来环境领域公益工作方向。应对气候变化包括两个方面：适应和减缓，目前减缓气候变化已经得到社会各界的广泛认可，而公众迫切需要的、涉及人民生命财产安全的适应气候变化行动，却开展甚少，与当前气候变化造成的危害极不匹配。CEGA 发挥社会组织的作用，承担社会责任，通过发起适应气候变化的行动倡议、发布适应气候变化的白皮书、开展环境领域的适应气候变化能力建设活动、编制行业适应气候变化的行动指南和规范、开展适应气候变化的示范基地建设等，可以引导未来环境领域的工作方向，发挥 CEGA 的领导力和影响力。

2) 推动国家适应战略规划的实施和适应行动的广泛深入开展。气候变化的影响愈来愈严重，适应气候变化是顺应全球大趋势、呼应公众迫切期待的必然举措。我国制定了应对气候变化的国家规划，2013 年发布了适应气候变化的国家战略，目前在更新国家适应气候变化战略，加强适应气候变化能力建设、开展广泛的适应气候变化行动，是今后应对气候变化的大势所趋。CEGA 呼应国家适应气候变化的总体战略布局，找准机构的定位，发挥公益组织的作用，推动行业部门各地方适应规划和行动方案的制定，为推动适应行动的广泛深入开展提供技术支撑。

3) 促进适应气候变化国际合作。应对气候变化需要广泛的国际合作，CEGA 凝练总结网络成员和合作伙伴的适应气候变化成功经验，像滇金丝猴保护模式、高原野生动物（如雪豹）保护模式，在国际上分享并推广，为其他国家的濒危物种保护提供科学的借鉴和参考，建议今后的国际合作聚焦在适应技术转移、试点示范、国际行动倡议、能力建设活动等方面，以实际行动体现我国构建全球命运共同体的大国担当、树立我国负责任大国形象。

参考文献

1. Global Commission on Adaptation (GCA). 2019. Adaptation now: a global call for leadership on climate resilience.
2. IPCC. 1990: Climate Change 1990: The IPCC Response Strategies, Report prepared for Intergovernmental Panel on Climate Change by Working Group III/Bernthal F (eds). WMO/UNEP, 270
3. IPCC. 1992. Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Impacts Assessment, Report prepared for Intergovernmental Panel on Climate Change by Working Group II/Tegant W J McG and G W Sheldon(eds). Canberra, Australian Government Publishing Service, 112
4. IPCC. 1996. Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change-Scientific and Technical Analysis. Contribution of Work Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change// Watson R T, M C Zinyowera, R H Moss. Cambridge, Cambridge University Press, 878
5. IPCC. 2001. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)/McCarthy J J, Valdo O S, Canziani (eds). Cambridge: Cambridge University Press, 1032
6. IPCC. 2007: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp.
7. IPCC. 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp.
8. IPCC. 2018: Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press.
9. IPCC. 2019: Summary for Policymakers. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. In press.
10. IPCC. 2019: Climate Change 2019: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. Part 5: Food security. [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley,].
11. IPCC. 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.
12. Nadin R., Optiz-Stapleton S., Xu Y. (eds). 2016. Climate risk and resilience in China, Routledge, New York, USA, 340pp.
13. World Bank. 2008. Biodiversity, Climate Change and Adaptation: Nature-based solutions from the World Bank Portfolio
14. Swiss Re Institute. 2020. Sigma Report: Natural catastrophes in times of economic accumulation and climate change [R]. Zurich: Swiss Re Institute.
15. 《第二次气候变化国家评估报告》编委会. 2011. 第二次气候变化国家评估报告. 北京: 中国科学出版社.
16. 《第三次气候变化国家评估报告》编委会. 2015. 第三次气候变化国家评估报告. 北京: 中国科学出版社.
17. 《第一次海洋与气候变化科学评估报告》编写委员会. 2020. 第一次海洋与气候变化科学评估报告(三): 积极应对气候变化. 北京: 中国海洋出版社.
18. 《气候变化国家评估报告》编写委员会. 2007. 气候变化国家评估报告. 北京: 科学出版社.
19. 《适应气候变化国家战略研究》编写委员会. 2011. 适应气候变化国家战略研究. 北京: 中国科学出版社.
20. 《中华人民共和国气候变化第三次国家信息通报》编写委员会. 2018. 中华人民共和国气候变化第三次国家信息通报. 北京: 中国经济出版社.
21. 国家发展和改革委员会应对气候变化司. 2013. 《中华人民共和国气候变化第二次国家信息通报》. 北京: 中国经济出版社.
22. 霍莉, 吕若平, 张小全. 2021 基于自然的解决方案与适应气候变化. 中华环境 (Z1) : 48-52.
23. 刘燕华主编. 2009. 适应气候变化——东亚峰会成员国的战略、政策与行动. 北京: 科学出版社.
24. 秦大河主编. 2012. 中国气候与环境演变—综合卷. 北京: 气象出版社.
25. 王向楠. 2020. 气候变化与保险业: 影响, 适应与减缓. 金融监管研究. 11: 46-61.
26. 许吟隆, 郑大玮, 刘晓英, 赵艳霞, 马春森, 李阔等著. 2014. 中国农业适应气候变化关键问题研究. 北京: 气象出版社.
27. 许吟隆, 李阔, 习斌等著. 2020. 我国作物生产适应气候变化技术体系. 北京: 中国农业出版社.
28. 曾宇. 2001. 全球气候变化及其对保险业的影响. 中国保险管理干部学院学报. 03: 18



环境资助者网络 (CEGA)

地址：北京市东城区东四北大街 107 号科林大厦 B 座 205 室

电话：+86 (10) 65691826/18601195332

邮箱：zhangry@foundationcenter.org.cn



版权所有© IEDA-CAAS · CEGA