

## News &amp; Highlights

## 适应气候变化——我们需要做些什么？

Ula Chrobak

Senior Technology Writer

越来越多的专家认为，全球变暖的情况即将超过政府间气候变化专门委员会（IPCC）所确定的缓解目标。IPCC在其2018年《全球升温1.5 °C特别报告》中警告说，将气温保持在高于工业化前水平1.5 °C以内对于避免气候变化带来的一些严重影响至关重要[1]。根据2019年联合国（UN）《排放差距报告》，2020—2030年，全球温室气体排放量每年需要减少7.6%，才能避免出现这一温度阈值[2]。

2019年新冠肺炎（COVID-19）大流行引起的碳排放减少说明了这一挑战的难度。与大流行病相关的旅行和工业活动减少将导致2020年全球二氧化碳排放量相较于2019年下降4%~7% [3,4]。换句话说，在2030年前，各国需要像2020年一样不断采取大规模的封锁和限制经济活动的措施，才能保证全球变暖处于相对安全的水平。

全球适应委员会（GCA）于2019年年底发布的一份报告认为，单单依靠减少碳排放来应对气候变化带来的影响是不现实的，我们有必要采取相应的措施[5]。人类活动导致的气温上升1 °C在全球范围内所带来的影响表现为严重的热浪、不断上升的海平面和更强烈的风暴等灾难[6]。这些事件日益威胁着人类的生命、建筑和农田安全[7]。报告认为，如果不通过气候适应措施缓解这些影响，这些事件将可能会造成更大的人员和经济损失。

为了提升人们对适应气候变化的认识，各国国家

元首、国际组织领导人和慈善家于2018年成立了GCA，其总部设在荷兰[8]。它与总部设在华盛顿特区的世界资源研究所（WRI）共同编写的报告《立即适应：全球领导力应对气候变化的呼吁》（Adapt Now: A Global Call for Leadership on Climate Resilience，简称《立即适应》）总结了GCA、WRI和伙伴组织的研究，其中涵盖了许多专题的背景文件，包括金融、食品安全、城市、基础设施和水资源。英国纽卡斯尔大学地球系统工程教授Richard Dawson说：“适应气候变化的起点之一是证实全球适应带来的利益、花费的成本和需要完成的优先事项。这就是该报告开始做的事情。”

GCA报告表明，由于人类所面临的巨大挑战和已经显现出来的人们预期的气候变化的影响，全球领导人除了要注意缓解气候变化带来的问题之外，还必须开始注重对气候变化的适应[9]。作为其论点的一部分，GCA报告表明，在2020—2030年，投资1.8万亿美元用于气候适应，将带来约7.2万亿美元的净收益（图1）[5]，这些收益主要通过避免对人类、建筑和农业造成的潜在伤害而产生。

如报告所述，适应气候变化有多种可实施的战略，这些战略能够提高人类社会对气候变化的适应力。该报告确定了5个投资回报率特别高的领域：预警系统、供水系统、旱地农业、基础设施和红树林保护。与初始投资相比，这些领域所提供的成本转换价值更高。“这些领域带来了极高的投资回报率，”WRI的高级研究员、

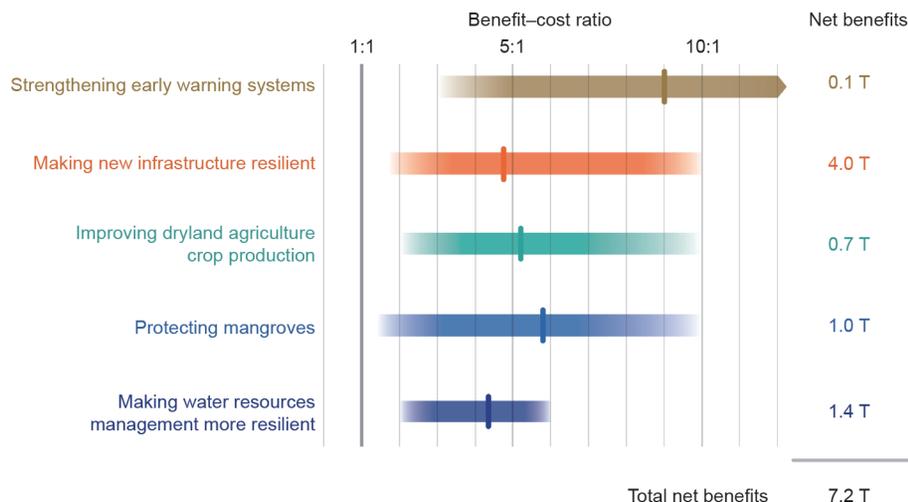


图1. GCA的《立即适应》报告指出，这些具体的适应气候变化的战略的潜在好处可能远超过其成本。报告估计，随着时间的推移，在这些领域的投资可以避免7万亿美元以上的生命和财产损失[5]。T：万亿。

报告的主要作者之一Carter Brandon说，“在死亡、疾病和经济破坏造成巨大损失之前，你必须及早行动、预测风险，并开始对基础设施、农业、水资源和城市进行气候保护。”

气候适应会涉及简单的自然生态系统保护和恢复。红树林灌木和乔木，适于生长在沿海咸水区，能够缓冲风暴并且稳定海岸线免受侵蚀（图2）。据估计，这些植被有助于避免因沿海洪灾造成的每年约800亿美元的损失[10]。根据GCA的报告，保护这些植被并在它们消失时重新种植，将产生10倍于初始成本的效益。

报告还指出，预警系统能够以相对较少的成本为社会提供巨大的利益。包括气象和水文监测系统在内，这些系统能够提高受影响区域对自然灾害做出预先反应的能力。根据报告，提前24 h发出的风暴或热浪预警可以减少30%的财产损失。该报告估计，在尚未建立预警系统的发展中国家，花费8亿美元用于预警系统，每年可避免30亿~160亿美元的损失。

基础设施是适应气候变化的另一个主要领域。脆弱的基础设施包括道路、水运、港口、发电厂和卫生系统。随着气候变暖，预计一些地区的强降水事件将更加频繁，这将给基础设施带来更大的威胁[11]。此外，预计热量的增加会使路面融化，永久冻土的解冻会使建筑物破裂，海岸的侵蚀会使建筑物倒塌。在未来15年中，全球估计需要花费80万亿美元来建设新的基础设施或升级基础设施[12]，其中大部分可能会受到气候变化的危害。CGA报告建议工程师在设计时考虑到这一点。根据该报告，建设适应气候变化的建筑结构的成本可能会



图2.《立即适应》报告建议将保护和恢复自然生态系统作为适应气候变化的一项重要活动，特别是确定红树林、耐盐的潮间带森林（如图中所示的洪都拉斯森林）对于稳定海岸线和缓冲风暴的影响至关重要。该报告估计，养护这些植被并将其在消失的地方恢复，将产生10倍于初始成本的效益。来源：Wikimedia Commons (CC BY 2.0)。

超出3%，但据估计，其效益比成本平均高出4倍多。

最明显的是，工程专业知识对于设计有弹性的基础设施、解决水安全问题和建设可持续城市至关重要。Dawson指出，这样的发展也为GCA确定的重点领域，即旱地农业提供了支持。没有可靠的道路和桥梁，食物运输就会成为问题。Dawson说：“工程师的重要性无处不在。如果我们没有良好的基础设施，那么我们就不能在粮食变质之前将粮食从农田运输到加工厂、城市和市场。”

GCA报告的结论之一是，各国政府应投资并激励具有气候适应能力的战略。美国新泽西州新不伦瑞克罗格斯大学的城市规划教授兼罗格斯绿色建筑中心主任Clinton Andrews说，建筑业倾向于按照现有的标准

进行建设，但从气候适应能力的角度来看，这些标准并不具有创新性。“对于大多数正在建造建筑物的人来说，情况确实如此。只有相对较少的创新者试图做出改变。”Andrews说，“最大的制约因素并不是人们的想法——实际上是要寻求厌恶风险的金融家的认可。”

报告指出，适应气候变化的优先事项因地而异。例如，在许多地方，第一步是建立可靠和安全的供水系统。目前，世界各地有数十亿人缺少清洁水和卫生设施，而在大多数专家预测的炎热世界中，这类基本生活必需品将变得更加紧缺。为了说明未来的计划，GCA编写了8种行动路线，其中概述了适应气候变化的主要领域的规划和筹资步骤[13]。例如，在基础设施方面，GCA计划与政府和企业合作，促进具有气候适应能力的规划、设计和融资方法的提出。

总体而言，报告建议的行动呼吁人们提前规划，但同时也需要更大的灵活性。博尔德市科罗拉多大学的环境研究助理教授Lisa Dilling说，即使对气候变化对当地和区域造成的影响的预测仍存在分歧，工程师也应该做出更有力的决策。这意味着他们需要考虑到一系列可能的未来气候情景如何影响建筑物、水坝和道路等结构。这也意味着设计的基础设施应能承受比以前考虑的或者比现行建筑法规规定的更大范围的影响。Dilling说，答案可能并不总是现成的。Dilling是环境科学合作研究所西部水资源评估项目（Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences' Western Water Assessment Project）的负责人，该研究小组也位于美国科罗拉多州博尔德市，致力于研究美国西部科罗拉多州、犹他州和

怀俄明州水资源的气候变化适应能力。她说：“在某些情况下，我们不会确切地知道如何有效地进行设计。在这个不断变化的世界里，我们还必须更多地思考如何进行实验和学习。”

## References

- [1] Masson-Delmotte V, Zhai P, Pörtner HO, Roberts D, Skea J, Shukla PR, et al. Summary for policymakers [Internet]. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change; [cited 2020 Aug 9]. Available from: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/>.
- [2] Emissions gap report 2019 [Internet]. Nairobi: United Nations Environment Programme; 2019 Nov 26 [cited 2020 Aug 9]. Available from: <https://www.unenvironment.org/resources/emissions-gap-report-2019>.
- [3] Le Quéré C, Jackson RB, Jones MW, Smith AJP, Abernethy S, Andrew RM, et al. Temporary reduction in daily global CO<sub>2</sub> emissions during the COVID-19 forced confinement. *Nat Clim Chang* 2020;10:647–53.
- [4] O'Neill S. Global CO<sub>2</sub> emissions level off in 2019, with a drop predicted in 2020. *Engineering* 2020;6(9):958–9.
- [5] Ki-moon B, Gates B, Georgieva K, Adesina A, Andersen I, Bachelet M, et al. Adapt now: a global call for leadership on climate resilience. Washington, DC: Global Commission on Adaptation, World Resources Institute; 2019 Sep 13.
- [6] Hiolski E. Climate change: losing ground? *Engineering* 2019;5(4):600–2.
- [7] Palmer J. Anatomy of a tailings dam failure and a caution for the future. *Engineering* 2019;5(4):605–6.
- [8] Global leaders call for urgent acceleration of climate adaptation solutions [Internet]. Washington, DC: World Resources Institute; 2018 Oct 16 [cited 2020 Aug 9]. Available from: <https://www.wri.org/news/2018/10/release-global-leaders-call-urgent-acceleration-climate-adaptation-solutions>.
- [9] Palmer C. Mitigating climate change will depend on negative emissions technologies. *Engineering* 2019;5(6):982–4.
- [10] Blankespoor B, Dasgupta S, Lange GM. Mangroves as protection from storm surges in a changing climate. Report. Washington, DC: World Bank Group; 2016 Mar 14.
- [11] Wuebbles DJ, Fahey DW, Hibbard KA, DeAngelo B, Doherty S, Hayhoe K, et al. Fourth national climate assessment, volume 1 [Internet]. Washington, DC: US Global Change Research Program; [cited 2020 Aug 6]. Available from: <https://science2017.globalchange.gov/>.
- [12] Hall JW, Aerts JCJH, Ayyub BM, Hallegatte S, Harvey M, Hu X, et al. Adaptation of infrastructure systems: background paper for the global commission on adaptation. Oxford: Environmental Change Institute, University of Oxford; 2019 Sep.
- [13] Action tracks [Internet]. Washington, DC: Global Commission on Adaptation, World Resources Institute; [cited 2020 Aug 6]. Available from: <https://gca.org/global-commission-on-adaptation/action-tracks>.