



水利水电国际资讯摘要

IWHR International Digest

中国水利水电科学研究院 主编: 孟志敏 责编: 孟圆 刘一帆

2022
14
总328期



推动亚太地区水资源韧性 主流化发展 指导文件

2022年7月



巴基斯坦遭遇洪水。人们流离失所是重大自然灾害和气候变化造成后果之一。

1 推动亚太地区水资源韧性主流化发展: 理论依据

亚太地区面临的水资源压力

亚太地区全球灾害最频发的地区。过去50年中, 该地区的自然灾害影响了69亿¹人, 造成200多万人死亡。洪水、干旱等涉水灾害是其中之一(ESCAP, 即亚洲及太平洋地区经济与社会委员会, 2021, 基于突发事件数据库)。自然灾害引发的经济损失占年度国内生产总值(GDP)的比例持续攀升, 已从20世纪70年代0.1%左右, 近几十年增加到了约0.3%(ESCAP, 2019)。受气候变化影响, 预计这种上升趋势还会进一步加剧。据专家估计, 如果全球气温升高2.0°C, 该地区所遭受的损失将占到其GDP的近15%(瑞士再保险研究所, 2021)。

气候变化对于不同群体的影响存在差别: 穷人、妇女、儿童和老人受到的影响更大(世界银

行, 2020a)。亚太地区的许多发展中国家极易受到气候变化的影响, 又由于资源有限, 投资不足, 难以制定有效应对气候变化减缓和适应的政策。

水是人们感受气候变化影响的主要媒介。这些影响包括沿海洪水更强烈、更频繁, 降雨和河道洪水更猛烈, 以及干旱频发且持续时间延长。气候变化还将减少生态系统服务的效益, 影响人类健康, 引发移民潮甚至社会冲突(世界银行, 2021c)。

此外, 气候变化可能会增加流行病或次生涉水灾害的可能性, 恶化影响。新冠疫情让人们逐渐意识到水、清洁和卫生、气候韧性与健康之间息息相关, 也揭示了该地区在应对类似风险挑战方面的脆弱性。

¹同一个人可能因不同事件而受到多次影响。



水行业应从新冠疫情中总结经验教训

据亚行估计,2020年,新冠疫情造成的全球影响为4.8-7.4万亿美元(占GDP的5.5-8.7%),这一数字在2021年又增加3.1-5.4万亿美元(占GDP的3.6-6.3%)(亚行,2020b)。约28%的损失发生在亚洲的发展中国家,其中南亚承受的GDP损失占比巨大。这可能会引起严重的财政紧缩,致使该地区水部门资金和可持续性不足的现状雪上加霜。

亚行水部门小组(WSG)发布的《新冠疫情与亚太地区的水资源:指导说明》(亚行,2021)指出,新冠疫情突出了水和卫生设施获取方面的长期不平等,特别是在亚太地区。随着气候变化升级,不平等程度可能会在未来进一步加剧。水部门的应对措施很难在城市贫民窟实施;且大多数应对措施都是临时性的,无法保证人们持续获得水和卫生设施。该指导说明建议政府采取各项措施来恢复和振兴水部门,增强水领域的韧性发展。

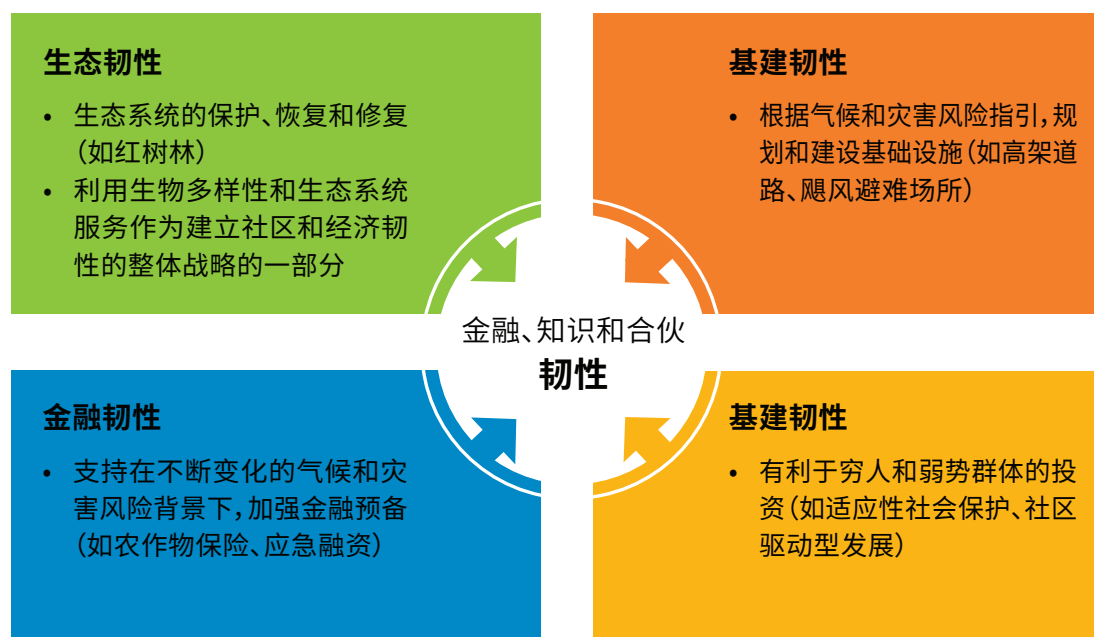
了解水部门的韧性

政府间气候变化专门委员会(IPCC)明确了韧性的广泛定义:“社会、经济和环境系统应对有风险的事件、趋势或干扰的能力,在危机中通过应对或重组维持系统基本功能、特性和结构,同时保持适应、学习和灵活变化的能力”(IPCC,2014)。这里的核心要素是在面对短期冲击和长期变化时仍可以提供基本功能或服务的能力。

亚行气候变化与灾害风险管理专题小组强调了韧性的四个方面:生态、物质、金融以及社会和制度。这些方面共同构成了整体韧性方法(亚行,2019)(图1)。

本文将水部门的全面韧性定义为投资、系统、社区或政策通过下列模式(视情况而定)应对已遭遇或潜在气候及其他灾害类型的能力:(i)抵御或承受短期冲击,(ii)面对冲击和压力,可以维持基本功能,(iii)从短期冲击中恢复,(iv)长期跟踪压力源,和(v)完整预测重大系统级转变并实施相应的适应措施。

图1:亚行整体韧性策略



资料来源:亚行, 建设面向未来的韧性基础设施:G20气候可持续工作组背景文件 (Building Resilient Infrastructure for the Future: Background paper for the G20 Climate Sustainability Working Group), 亚行可持续发展系列工作文件 (ADB Sustainable Development Working Paper Series), 2019年。

增强和主流化韧性建设不是一种新的理念,也并非水部门独有。亚行《2030战略》(亚行, 2018)通过其中的业务重点3:应对气候变化、增强气候和灾害适应力、提高环境可持续性,强调了水部门内部和外部的韧性。将韧性系统地纳入亚行水部门需要对诸多过程进行战略复议,比如如何以及何时识别风险、如何权衡和选择适应方案以及如何对项目进行长期监测和管理等。

水部门:对标《巴黎协定》

2015年,在巴黎举行的《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)第21次缔约方大会达成了《巴黎协定》。该协定是全球首个气候政策声明,约190个签署国,在这一框架下各国制定国家气候承诺或国家自主贡献目标,即未来五年各国发展的优先事项和目标。2021年,在格拉斯哥举行

的第26次缔约方大会上,第一批国家自主贡献生效。水部门须尽快转型成为低碳行业,成为纯建设性可再生水和能源(net positive renewable water and energy)的来源。水部门需要找到办法,以环境可持续的方式,实现水资源开采、储存、输送、使用、处理和再利用过程重的去碳化。投资于水资源、服务和系统韧性,帮助减小人类、生态系统和经济面临的气候风险。

为了履行亚行关于与《巴黎协定》对接(见下文)的承诺,须加快减缓和适应气候变化以及韧性建设的涉水行动。亚行需向亚太地区的发展中国家提供符合低碳和气候适应型发展路径指引。亚行及其合作伙伴需开发韧性、可靠、符合当地能力和需要、节水节能和可持续的水利基础设施项目。

2017年12月,亚行和其他多边开发银行承诺,将根据《巴黎协定》目标调整其资金流,实现与《巴黎协定》更好对接。²与《巴黎协定》对接建立

在六个模块之上,其中,前两个模块与水部门韧性最为相关:

“模块1:与减缓目标对接。”业务将与各国的低排放发展路径保持一致,符合《巴黎协定》的总体气候变化减缓目标.....亚行根据与气候变化有关的转型风险和机会评估相应的业务。

“模块2:适应与气候韧性。”亚行将以符合气候适应型发展的方式,管理可见的气候变化风险,积极识别机会,提高业务的气候韧性。此外,还将努力支持客户及其社区提高适应气候变化不利影响的能力。”³

目前,亚行正在制定适用于包括水部门在内的各部门与《巴黎协定》对接指南,并将根据该指南对亚行资助的每个项目进行评估。亚行将在2023年7月1日前实现其主权业务与《巴黎协定》的全面对接。对于非主权业务,到2023年7月1日,对接量将达到85%,到2025年7月1日达到100%。亚行已对2021-2023年计划实施的水项目进行了快速审查,结果表明,水部门项目总体上与《巴黎协定》保持一致。此次审查的一个重要发现是,水部门的所有项目均存在“重大”(意即显著或重要)气候风险要素,因此有必要制定相应的适应措施。此外,与《巴黎协定》对接的标准不仅仅包括对项目层面气候相关风险的管理。投资项目须被认证为“不会造成重大伤害”,包括无意中造成适应不良的情况。与《巴黎协定》对接将需要一个更广泛、更稳健的气候风险评估框架,因此需要制定明确的水部门韧性战略。

亚太地区当代背景下的气候与水资源

亚洲大陆最显著的水文特征是发源于喜马拉雅山脉、兴都库什山脉、喀喇昆仑山脉、帕米尔阿莱山脉、昆仑山脉和天山山脉的大型常年性河

流系统。东亚、东南亚、南亚、中亚和西亚几十亿人的供水、灌溉、航行、渔业等都离不开这些河流。

这些河流发源于山区,反过来又为印度河、恒河-布拉马普特拉河、伊洛瓦底河、湄公河、长江、黄河等亚洲主要河流三角洲的冲击平原的地下水层提供补给。包括这些河流在内的亚洲其他河流尽头的三角洲,因土壤肥沃、水源相对充足,是世界上最高产的水稻种植区之一,每年可种植三种作物。亚洲甚至全球的很大一部分水稻都由该地区的三角洲生产。根据最近对亚洲大型三角洲的一项调查(Schneider和Asch, 2020),在12个主要河流三角洲中,印度河、湄南河、马哈坎河、红河三角洲处于受海平面上升威胁的中等风险区域,戈达瓦里河和长江三角洲为处于高风险区域,而恒河-布拉马普特拉河和湄公河三角洲则处于极度高风险区域。

许多亚洲国家的灌溉农业和生活用水都高度依赖地下水资源。

许多亚洲国家的农业灌溉和生活用水都高度依赖地下水资源,而因技术进步和监管不力或缺失导致的过度需求往往造成了地下水资源的过度开采。

虽然亚洲大部分地区的降水和水资源总体较为丰富,但目前许多地区都出现了长期或阶段性缺水,这反映了人口以及灌溉、工业和城市化用水需求的增长。此外,许多地方的水质有所降低,导致大量地表水和地下水无法供应生活用水等关键用途。数据显示,在Aqueduct 3.0数据库包括的亚行28个发展中成员国中(世界资源研究所, 2019),3个国家被评估为基准水压力“极高”,5个国家被评估为基准水压力“高”。

² 如需更多信息,请访问<https://www.ebrd.com/documents/comms-and-bis/the-mdb-aligning-approach-to-the-objectives-of-the-paris-agreement-working-together-to-catalyse-low-emissions-and-climate-resilient-development.pdf>.

³ 如需更多信息,请访问<https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2018/12/03/multilateral-development-banks-mdb-aligning-a-joint-framework-for-aligning-their-activities-with-the-goals-of-the-paris-agreement>.

许多亚洲国家的灌溉农业和生活用水都高度依赖地下水资源(图:Al Benavente/亚行)。



冰川和大量冰雪覆盖层是抵御洪水的天然缓冲器。

在冰川河流域,温度升高,往往伴随着降水增加,进而引起流量加大,供水增加;但也可能导致洪水强度加大以及引发季节性变化,减少了旱季的可用水量。一旦冰川消退,流量将以降雨为主,季节性融水将会发生变化,对降水的敏感度也会提升。靠冰雪和冰川融水河流中获取所需水的社区将面临水安全程度降低,即水量、水质和及时性问题以及洪水风险。随着冰川逐渐消退,这些天然水库的容量减少,势必会导致河流更加依靠降水(一般为季节性降水)维持流量,需要各种的储水系统或生产系统补偿冰川出水量的损失。冰川和大量冰雪覆盖层是抵御洪水的天然缓冲器。冰川消退常常意味着洪水的增加,失去冰雪覆盖层保护的山坡遭到侵蚀。裸露的山坡,加上更加极端的洪水,则会导致更多沉积物松动。

同样,太平洋地区的大多数国家也都面临着与水有关的巨大压力。由于居住空间有限且人口多聚集在邻近沿海地区,极端自然灾害事件和海平面上升会对这一地区产生灾难性影响。此外,许多岛屿国家都依赖于靠降雨补给的地下水提供水源。近期,降雨模式的改变和严重干旱已使该地区一些国家的淡水储量有所减少,农业和饮用水量也进一步压缩。

由于亚洲的大部分人口和城市中心集中在低海拔的沿海地区,因此当地极易受到海平面上升的影响。全球平均海平面正在加速上升,增速已从1901-1990年期间的每年1.4毫米增加到了2006-2015年期间的3.6毫米/年。未来海平面上升在很大程度上取决于共享社会经济路径(SSP),该路径是全球气候模型中排放情景实现的驱动因素。预计到本世纪末,所有情景下的全球平均海平面上升速度都会增加,包括与实现《巴黎协定》设定的长期温度上升限制目标相一致的情景。



政府间气候变化专门委员会对亚太地区水和气候情况的调查结果

IPCC大约每隔7年编写一次综合报告,总结关于气候变化的最新科学研究情况。IPCC第六次评估报告中,第一工作组的气候科学报告讨论了经验观测值以及全球和区域模拟模型的结果,第二工作组探讨了气候变化影响和适应问题,第三工作组则涵盖了气候变化减缓以及与能源和其他排放有关的问题。

第一工作组编制了区域情况说明,总结了观测结果和模型模拟研究结果(IPCC, 2021)。就亚洲而言,对水资源管理有指导意义的普遍气候变化以及置信度评估情况如下:

(i) 与1850–1900年相比,观测到的平均地表温度上升明显超出了内部正常变化的范围。极端高温时间增加,而极端低温事件减少,这些趋势将在未来几十年内持续(高置信度)。

(ii) 亚洲大部分地区的平均降水和强降水程度将增加(中高置信度)。

冰川面积的迅速减少。冰川是抵御洪水的自然缓冲器,也是淡水储库。

(iii) 大部分地区的冰川逐渐融化,永久冻土面积不断减少。到21世纪中期,季节性积雪存留时间、冰川质量和永久冻土面积将进一步缩减(高置信度)。

(iv) 21世纪中期之前,亚洲高山的冰川径流将增加;随后,由于冰川储量损失,径流可能会逐渐减少(中等置信度)。

(v) 亚洲周围的相对海平面上升速度高于全球平均水平,沿海地区土地面积减少,海岸线后撤。区域平均海平面将继续升高(高置信度)。

区域情况说明囊括了周边地区的小岛屿。太平洋地区的区域变化包括以下内容:

(i) 太平洋小岛屿地区的气候变化趋势在空间和季节上有所不同。在位于南北半球纬度20°之间的部分太平洋岛屿上,降水已经有所减少。除西太平洋和赤道太平洋的部分地区外,这种干燥趋势将在未来几十年内持续下去。

(ii) 热带西太平洋的强降雨事件将增加(在全球变暖2°C的情况下,高置信度)。

(iii) 在气候变暖的情况下, 蒸散量增加会放大降雨减少的影响或部分抵消降雨增加的影响, 导致太平洋部分地区的干旱加重(在全球变暖2°C的情况下, 中等置信度)。

(iv) 小岛屿周围的海平面很可能会继续上升, 在排放量增加、持续得不到改善的情况下, 这种上升会更加明显(高置信度)。

(v) 海平面上升加之风暴潮和海浪, 将加剧沿海洪水和更多盐水侵入含水层的可能性(高置信度)。

(vi) 海平面上升将导致海岸线沿沙质海岸后撤。

(vii) 太平洋地区大多数国家将受到的气旋影响程度更加强烈但频次有所减少; 但北太平洋中部除外, 该地区的气旋发生频率总体将会增加(在全球变暖2°C的情况下, 中等置信度)。

根据第一工作组报告, 相较于1995–2015年, 到2100年可能的全球平均海平面上升量在极低温室气体排放情景(SSP1–1.9)下为0.28–0.55米, 在低排放情景(SSP1–2.6)下为0.32–0.62米, 在中等排放情景(SSP2–4.5)下为0.44–0.76米, 在极高排放情景(SSP5–8.5)下为0.63–1.01米。2100年以后, 海平面将在未来几百至一千年内继续上升, 并在此后的数千年内保持高位(高置信度)。由于冰盖运动过程的不确定性, 不能排除在极高温室气体排放情景(SSP5–8.5)(低置信度)下, 全球平均海平面上升量高于可能范围, 不排除到2100年接近2米、到2150年甚至接近5米的可能性。未来2000年内, 如果升温限制在1.5°C, 全球平均海平面将上升约2–3米; 如果升温限制在2°C, 则全球平均海平面将上升2–6米, 如果升温达到5°C, 则全球平均海平面将上升19–22米(低置信度)。观测表明, 海平面, 尤其是西太平洋地区的海平面上升速度远远高于全球平均水平。亚行许多最小、最脆弱的发展中成员国都位于太平洋地区(Storlazzi等, 2018)。

海平面上升还会导致更极端风暴潮和海浪事件的发生频率增加, 引发洪水; 换言之, 如今的极端

洪水事件在未来将变得更为常见(Vousdoukas等, 2018)。这也意味着极端事件之间用于灾后恢复的时间也相应减少。

除海平面上升外, 过量开采地下水和沉积物压实所导致的地面沉降也是许多大城市如今面临的重大威胁。雅加达、达卡、曼谷、胡志明市、马尼拉等城市的沉降速度达到了6–100毫米/年(即全球平均海平面上升速度的10倍以上)(如Esteban等, 2020)。在海平面上升和地面沉降的共同作用下, 盐水入侵的发生率和强度将会增加, 从而影响农业生产力和粮食安全(如Winterwerp和Giardino, 2012)。

此外, 近几十年来, 由于洪水多发地区的城市化快速发展, 居住在洪水风险地区的人口比例不断增加(Tellman等, 2021)。

气候变化对社会经济和自然生态系统的影响

农业。不断变化的气候条件、可用水量和冰川融化的季节性变化、海平面上升、干旱和洪水频率和强度的增加、热带气旋强度的增加以及包括三角洲地区和环礁岛等地区海水入侵滨海含水层的情况增多, 这些都是气候变化带给农业和粮食安全的影响。其中许多变化都会严重威胁粮食生产和粮食安全。例如, 温度每升高1°C, 东南亚的水稻就会减产10%(亚行, 2009)。

贫困。资源匮乏、作物产量减少以及基础设施的损坏最可能影响到妇女、儿童和老人等弱势贫困人群。总体而言, 穷人适应环境变化的资源非常有限, 且大多是农业劳动者。以农业为生计的人会直接遭受自然环境变化的影响。气候变化带来的种种压力可能会让这类人群持续陷入贫困(Jafino等, 2020)。干旱增加了依赖农业的群体以及高度贫困国家中的政治边缘化群体发生冲突的可能性。

健康。尽管气候变化可能会对健康产生一些积极影响, 但远不敌其带来的包括营养不良以及病媒和水源性疾病的增加(IPCC, 2021)等消极影响。影响程度预计会很大, 但由于涉及诸多复杂因

素, 因此几乎无法准确评估确切的程度。不过, 在水安全程度较低的国家, 尤其是在太平洋地区, 预计会受到更大的影响。

跨境水资源管理。亚太地区的产业高度关联: 地方极端事件的经济影响并不局限于本国之内, 可能会对整个亚太地区甚至全球产生影响。例如, 2011年泰国曼谷及其周边工业区发生的洪水就中断了如计算机硬盘等特殊产品的全球供应链。在依赖冰川融水和跨国淡水资源的地区, 缺水发生率的增加可能会加剧国内和国家间的冲突。只有实施有效的跨境河流管理才能防止向流域上游调水时出现的恶化态势。

风暴强度和极端事件的增加还可能阻碍港口和沿海城市之间的通信和互联, 这对太平洋小岛屿国家等的生存至关重要。

生态系统。据预测, 由于气候变化, 水生生态系统和环境水安全将在许多层面面临不断加剧的影响。温度升高的趋势会扰乱自然流量机制和河流连通性, 减少水量、降低水质, 加剧河道内生物和河岸植被面临的直接冲击。降雨模式的改变

实际上是一种长期的流量变化, 这会改变水生系统的基本水文状况, 导致本地水生生物的丰度和多样性降低, 进而影响水生生态系统的健康。水生生物多样性的降低也会威胁粮食安全, 尤其是以内陆渔业作为重要蛋白质供给的地区。

海水温度上升和酸化已经造成珊瑚礁的退化。健康的珊瑚礁可吸收97%的海浪能, 保护海岸线免受洋流、海浪和风暴的影响, 帮助避免或减少生命和财产损失。受珊瑚礁保护的海岸线在面对侵蚀时也更加稳定(Ferrario等, 2014)。珊瑚礁的退化将导致沿海洪水、侵蚀及灾害损失的大幅增加。

气候变化与适应性规划的必要性

随气候变化而来的是一系列新的、特有的风险, 需要及时对水领域投资的规划、设计、治理和运营进行调整。过去, 投资设计可以适应各种可能发生的未来事件。然而, 气候变化及其影响的不确定性表明, 既定的水资源管理方法可能不够完善。在很多地区, 即使是近期使用传统方法开发的水



珊瑚礁是天然防波堤, 可吸收97%的海浪能, 保护海岸线免受洋流、海浪和风暴的影响, 帮助避免或减少生命和财产损失。

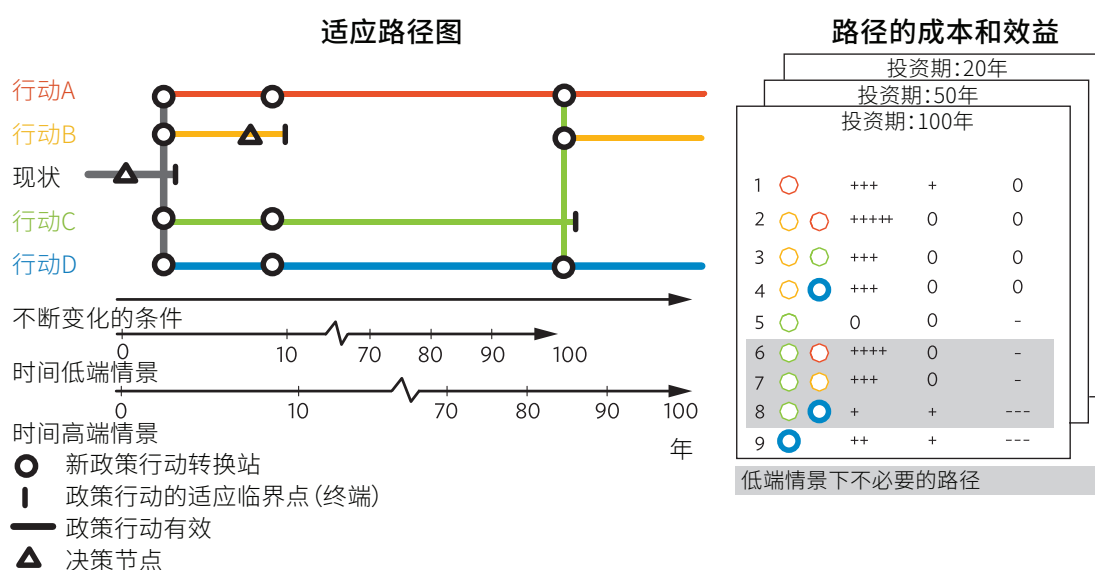
领域投资项目,其效果也正在减弱。新的极端情况、季节性变化和颠覆性挑战已经超出了历史经验范围。新的投资项目能否确保预期发展成果和确保增长趋势已不能保证。那么面对无法清楚预见的未来,我们如何进行投资?

应对这些新的挑战需要灵活、变革性的新措施,这就要求适应措施的范式转变,增强韧性,因此不仅要注重解决基础工程风险,还要考虑生态、社会经济和治理方面。

同时,对水和气候动力学的科学认知不断加深,选择和解决方案的范围也越来越广、越来越丰

富,研究出现新的方法来支撑稳健的决策和对高度不确定性的解释(Haasnoot等, 2013; Haasnoot、Warren和Kwakkkel, 2019)(图2)。稳健的解决方案是指能够在未来各种可能的情况下保持优势且高度灵活、能够在信息更新后进行调整的解决方案(世界银行, 2020b)。然而,受项目准备阶段所需的严格评估以及可用资源和能力所限,这些方法在实际项目中的应用仍然有限(第3章,支柱3)。据了解,气候变化往往需要人类对水资源管理和治理的投资方式进行重大结构调整,以助力经济增长、发展和减贫工作(Hallegatte等, 2012)。

图2:动态适应政策路径



资料来源: M. Haasnoot, A. Warren和J.H. Kwakkkel, 2019年, 动态适应政策路径 (DAPP) (Dynamic Adaptive Policy Pathways (DAPP)), 摘自V. Marchau等编, 深度不确定性下的决策: 从理论到实践 (Decision Making Under Deep Uncertainty: From Theory to Practice)。Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-05252-2_4

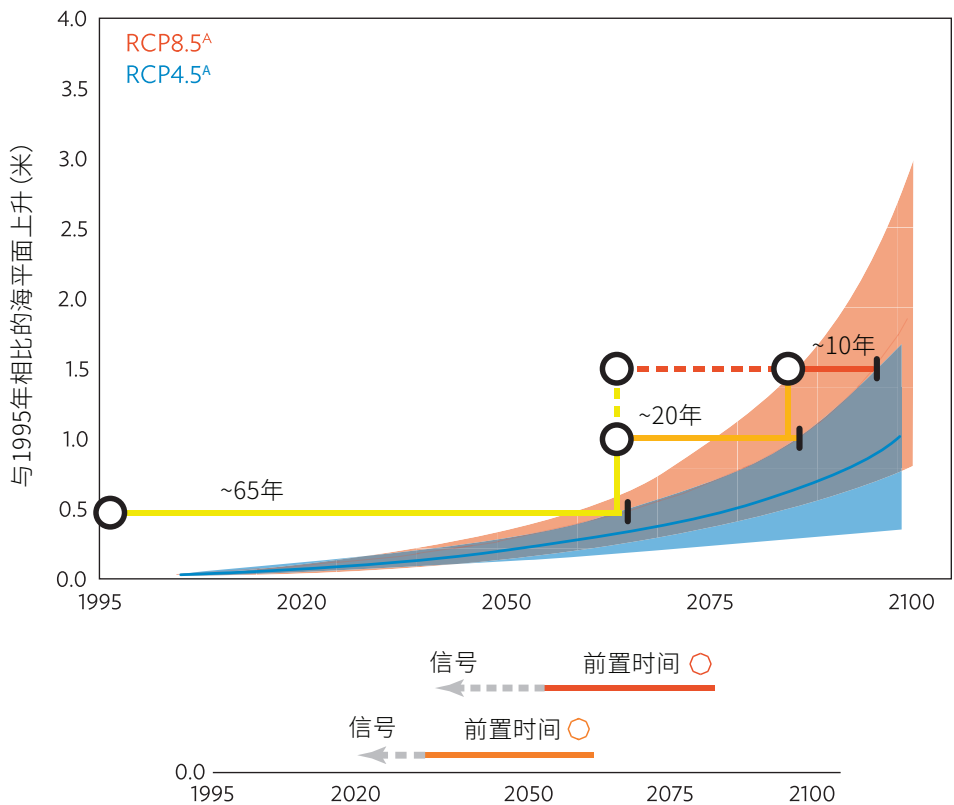
水资源韧性主流化面临的挑战大致可分为以下几类:

(i) 韧性战略构思和实施中的挑战。这涉及到利用关于当前气候条件的现有知识, 规划稳健、灵活的干预措施, 以应对不确定的未来。韧性要求在项目设计和实施时采用长远思维, 但需要时间来建立和制度化这些见解, 这一点在物理系统发生快速变化时可能会变得至关重要(如图3)。

(ii) 项目概念方面的挑战。将韧性和长期适

应性规划纳入项目的环节应在整个周期的中前阶段。一旦项目概念获得批准, 再将韧性纳入项目的空间十分有限。由于成员国中的发展中国家可能不会相信预期的额外收益会超过额外成本, 因此要让发展中成员国的相关机构接受水资源韧性方面面临不小挑战。韧性建设应成为所有水部门评估、部门运营计划和国别合作伙伴战略的主题, 以确保对一系列适应和韧性项目或项目组成部分提供支持。

图3:海平面上升, 包括南极冰盖面积加速减少



RCP = 代表性浓度途径。
注:全球平均海平面上升, 包括RCP 4.5(蓝色)和RCP 8.5(红色)情景下南极冰盖质量损失的加速以及沿海适应前置时间方面的可能后果。带宽为第5 – 95百分位值。彩色水平条形图表示一种现有的适应途径, 其中包括针对海平面上升0.5米的一系列措施(从黄色到橙色再到红色)以及根据RCP8.5的中值或RCP4.5的第95百分位值判断, 海平面上升加速的情况下这些适应措施的功能寿命。适应更高海平面的可用时间随着海平面上升的增加而减少。
资料来源: M. Haasnoot等, 2020。适应不确定的海平面上升; 南极冰盖质量损失对荷兰沿海适应战略的影响 (Adaptation to Uncertain Sea-Level Rise; How Uncertainty in Antarctic Mass-Loss Impacts the Coastal Adaptation Strategy of the Netherlands)。《环境研究通报期刊》。15 034007. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab666c>.

(iii) 项目准备阶段的挑战。加强韧性建设的过程会暴露出传统项目准备过程, 尤其是预先经济分析的局限性。许多适应和韧性干预措施, 如基于自然的解决方案, 在产生预期效益方面通常比较缓慢(比如, 树木的生长需要时间)。当韧性效益随着时间推移而降低时, 其重要性也会随之降低。这将影响内部收益率, 使体现长期韧性战略的项目可能达不到最低门槛。效益折减不仅会产生认为短期成本远高于长远利益的误解, 而且在气候变化的情境下, 也会让许多基础假设令人心生疑虑。

(iv) 项目实施中的挑战。

由于发展中成员国负责管理项目实施, 因此借款人需要将项目准备阶段引入的适应内容纳入详细设计中。许多因素都会影响后续工作, 包括发展中成员国的接受程度、预算限制、发展中成员国的能力有限或对韧性干预措施的附加值阐述不清等。

(v) 亚行组织结构产生的挑战。亚行的业务是按照区域、部门和跨领域主题组织的。虽然气候适应和韧性的主流化可能会受益于强大而统一的“一个亚行”原则,⁵ 但各部门和地区在韧性的构思和实践方面存在重大差异。

⁵ “一个亚行”原则指“汇集全行内各领域的专业能力和知识”。

(vi) 就适应和韧性形成共识方面的挑战。在亚行内部以及发展中成员国政府合作伙伴内部, 不同的利益相关者对适应和韧性的水资源管理可能有不同的想法。世界银行的“韧性评级系统”, 可为更好地监测项目中的适应和韧性相关行动提供指导(世界银行, 2021a)。

专栏1

区分适应项目的类型

截至2022年4月, 为了计算适应融资, 亚洲开发银行(ADB)的项目被分为两类: 第1类(气候防御性项目climate-proofing)和第2类(适应项目adaptation)。这种区分是为了简化亚行和发展中成员国工作人员的工作量和重点工作。

第1类项目侧重于项目产出的气候防御性, 如增强规划道路项目的韧性等, 旨在支持发展成果, 适应是次要目标。适应活动也被纳入项目产出的设计中, 以便管理亚行资助的发展项目所面临的潜在气候风险, 确保主要发展目标不受影响。目前, 亚行的大多数项目都是第一类项目。

相比之下, 第2类项目则支持气候适应性成果。根据目前与《多边开发银行气候融资联合报告》工作小组的讨论, 拟将第2类项目进一步划分为2A类项目和2B类项目。2A类项目是即便不存在气候变化, 也可能合理存在的项目, 尽管项目设计方法可能与存在气候变化时不同。在这种情况下, 不仅项目产出具有韧性, 而且项目结果会明确引导该项目所属的更广泛系统获得长期韧性。2B类项目支持完全基于应对气候变化风险的需要而设计和预测的活动, 如果不存在全球气候变化, 项目不会进行。虽然目前在亚行融资中占比不大, 但第2类项目的比例有望增加。目前, 亚行气候变化与灾害风险管理处正在编写指导说明, 以支持项目官员开发具有韧性结果的适应项目。

资料来源: 亚洲开发银行。



韧性能力建设。增强知识和技能是水部门面对短期冲击和长期气候相关变化的关键。

2 为增强水部门的韧性创造有利环境

本章节内容介绍了对营造韧性建设有利环境可遵循的路径。为了将韧性充分纳入水领域投资和业务以及主流化和推广韧性发展,有必要创造具有以下特征的环境:

- (i) 对水资源韧性有统一的定义和愿景;
- (ii) 清楚阐明气候融资核算;
- (iii) 具备对水敏感的气候风险和适应评估(CRA)工具;
- (iv) 水资源韧性、气候变化减缓和适应之间相互联系;
- (v) 宣传系统的项目设计理念,认为水是一种增强韧性的共有资源。

形成关于水资源韧性的统一定义和愿景

随气候变化而来的是一系列新的、特有的风要达成关于适应和韧性含义的共识,就需要对其做出通用的、普遍认可的定义,从而让这些术语在构思、设计和实施适应和韧性建设时发挥作用。定义的重要性在于,它们能够划定问题涵盖的范围以及潜在解决方案的适用规模。

不同利益相关者——亚行各部门、发展中成员国政府合作伙伴之间以及更广泛的水领域共同体——对适应性和韧性的水资源管理有不同的看法。本文重点强调了适应和韧性两者之鉴的明显区别:韧性指投资、系统、社区或政策应对现实或潜在气候或其他灾害的能力;适应指为增强韧性而采取的具体行动和措施。值得注意的是,IPCC定义的韧性的核心要素是在面对短期冲击和长期变化时,提供基本功能或服务的能力。

确保气候融资核算清晰易懂

亚行自2012年起每年发布《多边开发银行气候融资联合报告》，按部门披露其自有资源的气候变化减缓和适应融资情况。⁶ 自2015年以来，亚行还利用多边开发银行气候融资联合核算框架，对照机构目标，汇报气候融资情况。气候变化减缓融资的估算相对容易，而气候适应融资的估算可能更为主观。⁷

亚行项目的气候适应融资报告须具备三个基本前提条件：(i) 气候风险和项目脆弱性情况，(ii) 项目中应对气候变化的意向声明，和 (iii) 拟议适应性干预措施与风险情况之间的逻辑联系。如项目符合条件，那么适应融资的估算基础在理想情况下就是与适应性干预措施相关的额外成本。⁸

对额外成本逻辑的要求往往难以对水部门项目的气候适应融资做出可靠的估算。这是因为，水部门的适应和/或韧性干预措施大都针对供不应求、供应极不稳定等常见的持续情况的合理反应。因此，在水部门，可能往往很难确定仅因存在气候变化才合理的项目要素。

这导致了气候适应融资报告争议重重，部分原因是项目官员在报告大规模适应融资方面的压力与日俱增。这种争议的另一个原因是，人们认为不同部门、不同地区甚至不同多边开发银行的核算存在差异。额外成本核算的依据可能因部门和项目而不同，虽然概念基础是一致的，但在没有细目预算的情况下，甚至在有细目预算的情况下，也没有完全客观的计算方法。

设计性质等因素导致很多适宜、有效的适应干预措施没有或很少对额外成本进行跟踪，因此有必要针对水项目的气候适应融资核算制定明确的指南。虽然需要额外成本计算或替代方法的进一步指导，但任何指导都须为某一部门量身设计，满足期特定需求。

额外成本问题也与亚行指定的第1类和第2类投资相关。从水资源的角度来看，目前区分第1类（耐气候性）和第2类（以适应为重点）项目的指导

方针可能有一定挑战性。亚行寻求增加第2类投资项目的数量，提高适应资金总额。

亚行内部和多边开发银行普遍倾向于放弃对气候适应融资进行严格的额外成本估算的做法。其部分原因是，制定反事实预算既耗时又耗资源，而在项目处理时间已经高度压缩的情况下，最终很难证明其合理性。多边开发银行气候融资联合核算框架允许在额外成本逻辑不可行的情况下，采用其他方法估算气候适应融资：

适应措施的增量成本也许无法得知或难以估算。在这种情况下，适应融资按在包括适应措施的项目或项目要素总融资中的占比估算（比例法）。可根据适应相关产出/绩效指标与总产出/绩效指标之比，按比例分配项目融资，来完成估算（亚行，2016）。

比例法为估算水部门气候适应融资提供了一个有潜力的基础。

支持开发对水敏感的气候风险和适应评估工具

自2000年以来，水领域共同体和气候共同体提出的一个重要见解是：气候模型的不确定性对水领域的投资尤为重要。在过去，大多数CRA方法都从描述气候模型输出的特征入手，然后将其转化为项目所关注的变量（如年平均降水和流量模式、洪水周期）。随后，这些变量被替换为历史（测量）数据，以指导项目设计。遗憾的是，这种自上而下的方法可能会掩盖气候预测的不确定性和/或导致对气候预测情景的无端过度诠释。对于水循环相关变量，如降水、流量、蒸散、季节性和海平面上升，一般循环模型和气候情景的变化差异尤其大（图4）。气候极端情况经常用于限制基础设施的运行范围，但无法通过一般循环模型模拟。世界银行等组织将这些问题称为“高度不确定性”条件下的韧性管理，此时决策者几乎或根本没有证据来区分未来不同情景下的巨大差异（Hallegatte等，2012；Garcia等，2014；Brown等，2020）。

⁷ 每份年度报告都总结了前一年的气候融资情况；比如，2020年报告记录了董事会在2019年批准的项目的融资情况。

⁸ 减缓融资估算以通过气候变化减缓预审的商定部门和活动清单为基础，而适应融资的计算则更多的针对具体环境，无需预审。

⁹ 绿色气候基金、全球环境基金气候基金和其他定向资金来源也提出了额外成本逻辑要求。

对此,一些专家将关注点转移到了强调了解投资的设计运营环境和可能存在固有限制的领域,如流量、能力或交付方面的限制,或可靠性等特征的阈值。这也被称为“临界点”方法(参见Kwadijk等,2010)。随后,这些自下而上的风险评估方法会研究违反关键限值的后果,并考虑替代方案(如引入冗余、功能多样性、缓冲区、模块化、分布式或分散式系统和信息利用)。这种对水敏感的风险方法体现了景观建筑和城市设计与自然资源工程在方法上的强烈趋同,属于“系统韧性”这一更广泛的范围。自下而上的方法与生态学和工程学描述的几类韧性理念和干预措施高度一致。

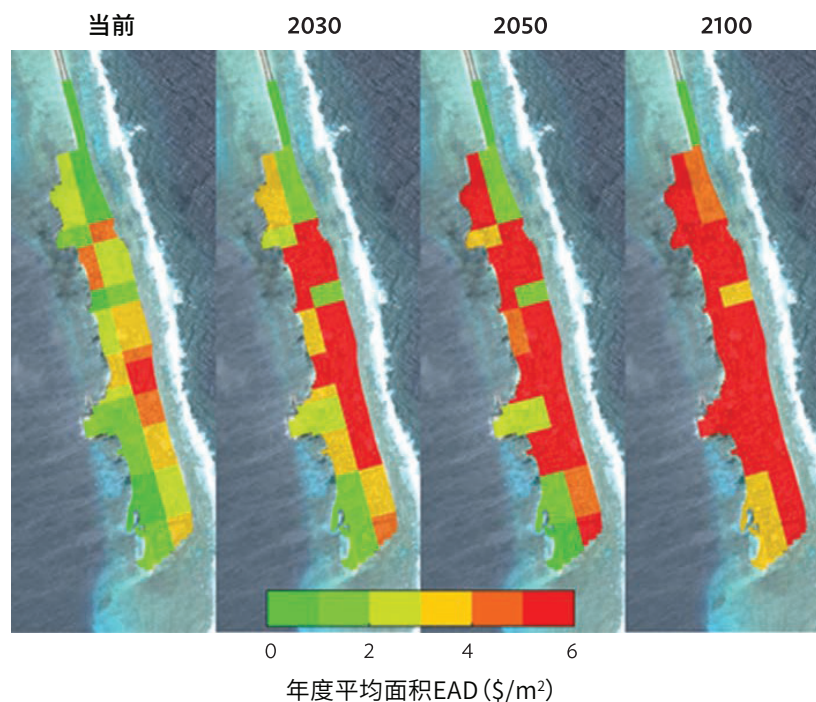
目前,亚行的气候风险评估从初步筛查开始,当风险不可忽略时,就使用AWARE for Projects工具。AWARE for Projects是一种在线资源,亚行项目团队用来对项目风险进行低、中、高的总体气候风险排序并生成关于潜在影响和适应措施的说明。中高风险项目需要遵循详细的CRA和/或灾害风险管理(DRM)程序。

筛查工具最常用于自上而下的CRA,可评估与项目运行限制相关的预测变化。通过放大和掩盖气候不确定性的诸多方面,如气候模型与情景之间的不一致,自上而下的风险评估可能会导致对项目韧性的信心膨胀。许多水资源管理实践领导者已转而使用自下而上的气候风险评估程序或将这两种方法有机结合。目前一种成熟的方法是世界银行的决策树框架(Ray和Brown,2015)。

项目风险的筛查和全面评估需要采用对水更加敏感的风险评估方法。目前,亚行气候变化与灾害风险管理处正在牵头开发一种新的气候与灾害风险筛查和评估工具,实现与亚行《2030战略》更好的对接。气候风险评估显然也是模块2(第1章)中与《巴黎协定》对接工作的组成部分。

正如全球气候适应委员会等组织所说(Hall等,2019;Smith等,2019),正在形成的共识是,从操作层面来讲,水资源系统的韧性包括稳健性(即适应特定范围的潜在条件变化)和灵活性(即应对其他不确定性)(图5)。从功能来看,稳健性方法更

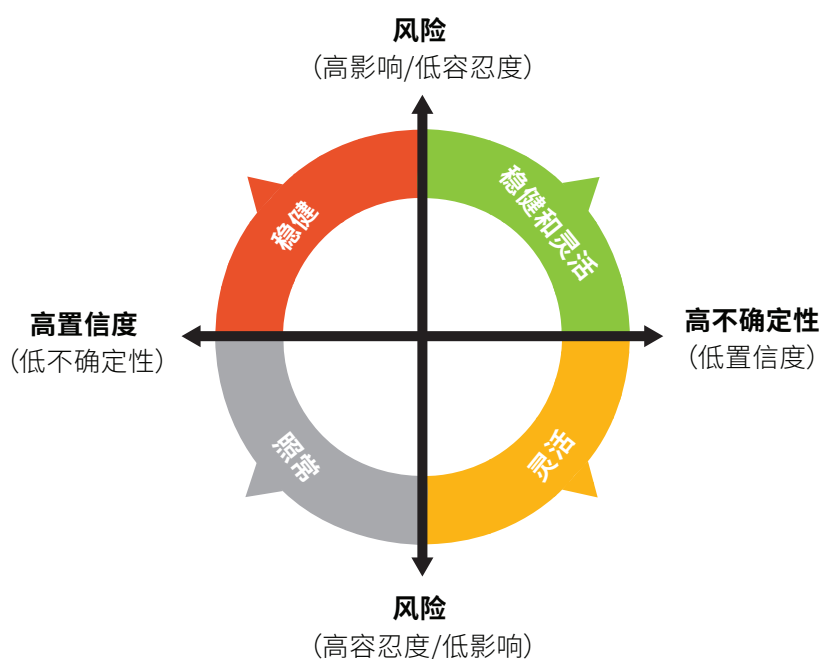
图4:在不同海平面上升情景下,马绍尔群岛共和国埃贝耶岛的预期年度损失变化



EAD = 预期年度损失, m² = 平方米。

资料来源: A. Giardino, K. Nederhoff 和 M. Voutsoukas, 小岛屿沿海灾害风险评估: 评估埃贝耶岛(马绍尔群岛)的气候变化与灾害减轻措施 (Coastal Hazard Risk Assessment for Small Islands: Assessing the Impact of Climate Change and Disaster Reduction Measures on Ebeye (Marshall Islands)), 《区域环境变化》, 2018年, 第18期, 第2237–2248页。https://doi.org/10.1007/s10113-018-1353-3.

图5:稳健性和灵活性——应对气候变化影响的两大战略



四种可能的路径。最近一份关于韧性水资源管理的指南根据风险和不确定性水平,提出了四种可能的路径(稳健和灵活、灵活、照常、稳健)。
资料来源:J. Matthews等, 2019年。源动力:水源弹性和气候适应(Wellspring: Source Water Resilience and Climate Adaptation)。Arlington, VA:大自然保护协会。改编自G. Mendoza等, 2018年。气候风险知情决策分析(CRIDA):面向不确定未来的水资源协同规划(Climate Risk Informed Decision Analysis (CRIDA): Collaborative Water Resources Planning for an Uncertain Future)。巴黎:联合国教科文组织。

接近于实现CRAs的方法, 亚行及其发展中成员国工作人员对此较为熟悉。灵活性是一种新兴的决策、规划和设计方法, 则需要具体的指导。其他的不确定性对水领域的投资来说可能非常重要, 将灵活性纳入项目是韧性规划和设计的重要元素。

在过去十年中, 几大全球气候和水领域资助管理机构已将其气候风险管理方法转向自下而上的或应对水敏感的方法, 将稳健性和灵活性作为水资源韧性的关键元素。这些机构包括与Deltares进行密切合作的荷兰基础设施和水利部(动态适应路径政策)(Haasnoot等, 2013)、世界银行水务全球发展实践局(决策树方法)(Ray和Brown, 2015; 世界银行, 2021b), 和联合国教育、科学及文化组织(UNESCO)水科学司(气候风险知情决策分析)(Mendoza等, 2018)。

对水敏感的CRA方法至少应涉及以下问题:

- (i) 气候预测中的操作和分析的不确定因素;
- (ii) “自下而上”系统的固有脆弱性(如与能源供应瓶颈造成的功能丧失有关的风险)和外部的“自上而下”的风险(如气候变化、人口变化和城市化);
- (iii) 对于长期投资和/或对气候不确定性高的地区的投资, 强大的灵活性措施;
- (iv) 考虑到投资规模、风险暴露和与第1类和第2类项目保持一致, 进行风险筛查, 随后对评估强度和资源动员进行调整。



欢迎关注中国水科院微信公众号
地址: 北京市海淀区复兴路甲一号
本刊联系方式: 中国水科院国际合作处
联系邮箱: dic@iwahr.com
2022年8月22日

本文摘译自:
<https://www.adb.org/>