



水利水电国际资讯摘要

IWHR International Digest

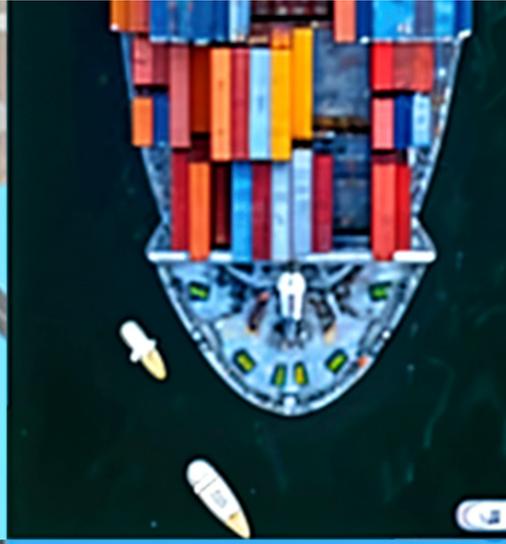
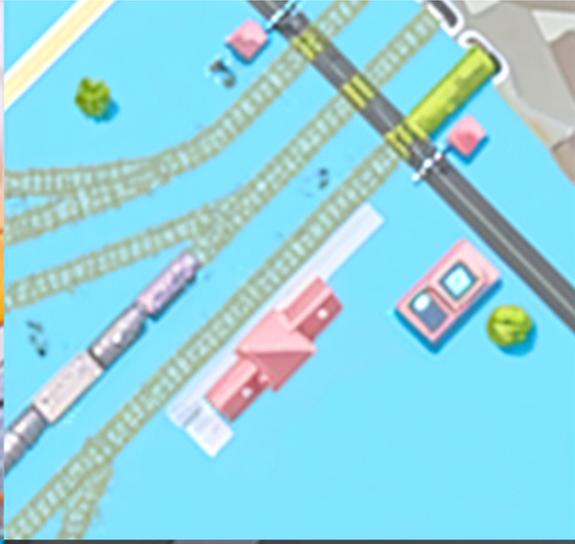
中国水利水电科学研究院 主编: 孟志敏 责编: 孟圆 刘一帆 李文洋

2024
5
总351期

2024年优质基础设施
良好实践汇编

搭建全球气候模型,
应对气候变化

美国将投入1900万美元
发展太阳能灌溉



2024年优质基础设施良好实践汇编

构建抵御自然灾害的韧性能力

在当下这样一个气候危机迫在眉睫、天气模式不可预测、自然灾害日益频繁的时代，确保基础设施具备抵御此类事件的韧性力至关重要。本汇编探讨了提高政府防灾、抗灾和灾后重建的能力、大幅减少自然灾害对基础设施资产和运营影响的方法。本文将数据、协作和技术视为增强基础设施抵御灾害韧性的驱动因素，并强调财政资源、技术技能和监管框架是关键的促成因素。本文借鉴了全球范围内的良好实践，并对哥伦比亚、加纳、印度、印度尼西亚、日本、莫桑比克和美国等国家的基础设施项目进行了深入分析，提出了确保增强基础设施抵御自然灾害韧性能力的七项可操作原则。

执行摘要

随着气候变化持续改变着自然灾害的模式，确保增强基础设施抵御自然灾害的韧性能力成为全球优先事项。为此，加强政府、私营部门和民间社会的防灾、抗灾能力和灾后重建能力是重中之重。在这一行动中，技术、协作和数据作为关键因素，决定了防灾、抗灾和灾后重建工作的质量。反过来，充足的资金和投资、技术专长和监管框架也能支撑灾害防范和应对措施的有效性。

本文根据哥伦比亚、加纳、印度、印度尼西亚、日本、莫桑比克和美国等国的基础设施项目的具体情况，确定了七项可增强基础设施抵御自然灾害能力且具有普遍相关性的全球做法：

- 采用生命周期法，并在从项目规划和设计到运营与维护的整个生命周期中考虑其抵御自然灾害的韧性能力。

- 通过利益相关方之间的有效合作来协调各方利益，确保采取集体行动实现增强基础设施抵御自然灾害能力的目标。
- 实施全面的风险评估，明确脆弱程度并制定强有力的缓解战略。
- 评估自然灾害的影响，了解自然灾害的后果，并指导有关部门做出明智的决策。
- 投资开展能力建设和知识管理，为个人和组织提供规划、实施和运营能够抵御自然灾害的基础设施所需的技能和信息。
- 执行战略性、预防性维护，延长基础设施资产的使用寿命并确保其抵御自然灾害的能力。
- 部署尖端技术并推动创新设计，增强基础设施对不断变化的环境条件的抵御能力和适应性。

对于每项良好做法，本文都提出了具体的实施指南，同时也考虑到了发展中国家面临的具体

挑战,发展中国家受到气候变化和自然灾害风险加剧的影响尤为严重。其中小岛屿发展中国家和最不发达国家由于其地理位置特殊、经济结构不合理、基础设施差、财政能力有限以及普遍缺乏技术技能和使用早期预警系统的机会,因而成为最易遭受自然灾害影响的国家。因此,有必要通过融资、风险评估和项目筹备等方式加强国际伙伴关系和开发银行的支持,增强发展中国家基础设施抵御自然灾害的能力,帮助其实施全球良好实践。

引言

自然灾害指由地球的自然过程引发的极端事件,包括地震、海啸、飓风、龙卷风、洪水、野火、火山爆发、山体滑坡和干旱等现象。这类事件的显著特点是突发性和不可预测性,因此提前准备、缓解和应对自然灾害的工作对于大幅降低其社会经济影响至关重要。

在缺乏有效的防灾、抗灾和灾后重建能力的情况下,这类事件可能危及人类生命和财产安全,并对经济和社会产生深远影响。通常,受灾最严重的往往是最贫困的群体和地区。

《2024年优质基础设施良好做法汇编》的引言部分概述了在基础设施项目中考虑抵御自然灾害能力的全球优先事项。它强调了这一问题的相关性和紧迫性,特别是在发展中国家,并提供了一个框架以指导旨在确保基础设施具备抵御自然灾害能力的政策行动。

本文重点关注与如运输和数字网络、能源系统等竞争力相关的基础设施(专栏1.1)。这一选择主要有两个方面的原因:首先,这些基础设施在促进增长和构建特定地区在国家、区域和国际市场上的经济吸引力和发展潜力方面发挥着关键作用;其次,发达经济体和发展中经济体都面临着基础设施升级和更新换代的巨大压力。发达经济体尤其需要升级其现有基础设施,使其能够抵御自然灾害。相反,发展中国家面临的压力是缩小其在基础设施方面的差距,以维持发展和工业化愿景。在

实施这项任务时,须避免深陷质量低劣的基础设施的怪圈,这类设施承受日益严重的自然灾害影响的能力有限。

专栏1.1:确定竞争力相关的基础设施

与竞争力相关的基础设施是指对特定地区的经济表现和竞争能力有直接影响的资产、设施和系统。这包括交通网络(公路、港口、机场和铁路)、能源设施(发电厂和电网)、电信网络和数据中心。

与竞争力相关的基础设施在决定国际竞争力和当地发展机遇方面发挥着至关重要的作用。确保与竞争力相关的基础设施能够抵御气候变化和自然灾害,对促进可持续增长、商业发展、外国直接投资、创新以及商品和服务的无缝流动至关重要。

本章分为三个部分。第一部分概述了与自然灾害相关的风险日益增加;第二部分强调了政府、私营部门和民间社会需要提升自身能力,保障基础设施抵御自然灾害的三个领域:防灾、抗灾和灾后重建。第三部分明确了预防和应对工作的驱动因素和促成因素,特别是数据、协作和技术,这些将借助充足的融资、投资、技术专长和全面的监管框架来实现。

自然灾害发生的频率和强度双双上升

受气候变化影响,世界各地发生自然灾害的频率和强度都在增加,气候变化正在影响全球极端天气事件的模式。2000-2019年报告的自然灾害数量比之前的20年增加了一倍多。在日本,日本气象厅的记录显示,该国暴雨事件发生的频率显著增加,部分原因是海面温度上升。值得注意的是,洪灾损失统计数据,特别是2019年的数据,飙升至创纪录的21800亿日元(合约165亿美元)。这一数字突显出对帮助减轻这类灾害不利影响的韧性基础设施的迫切需求。

虽然全球自然灾害发生的频率和强度都在增加,但由于多种因素的复合作用,发展中国家受到的影响尤为严重。

- **地理脆弱性。**许多发展中国家都位于易受气候相关灾害影响的地区,如易受飓风和台风影响的沿海地区,或易受洪水、干旱、飓风和热浪影响的地区,气候变化加剧了这些灾害的影响(图1.1)。

2020年受洪水影响最严重的10个国家(按受灾人口和受灾人口占全国总人口的比例)

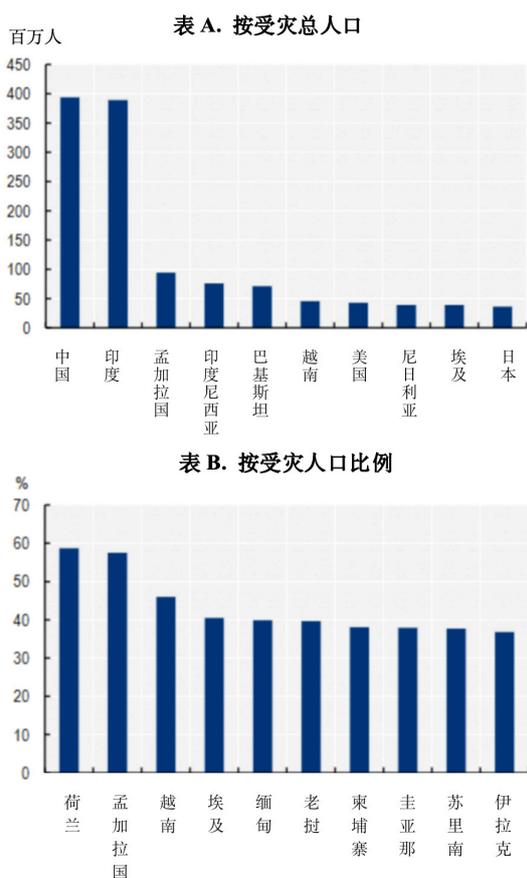


图1.1:2020年,尤其易受洪水影响的发展中国家

注:上表体现出发生百年一遇洪水的情况下,直接暴露在水深超过0.15米的人群。综合考虑了人们面临的所有当前洪水风险,即雨洪、河流洪水和沿海洪水。

- **气候变化脆弱性。**在发展中国家中,小岛屿发展中国家和最不发达国家是受气候变

化影响最严重的国家。2000-2020年期间,小岛屿发展中国家和最不发达国家平均每1000平方公里分别发生23次和7次自然灾害(图1.2)。与经合组织国家同期的同类灾害相比,这一数字要高出10至30倍。

2000-2020年每1000平方公里平均自然灾害次数

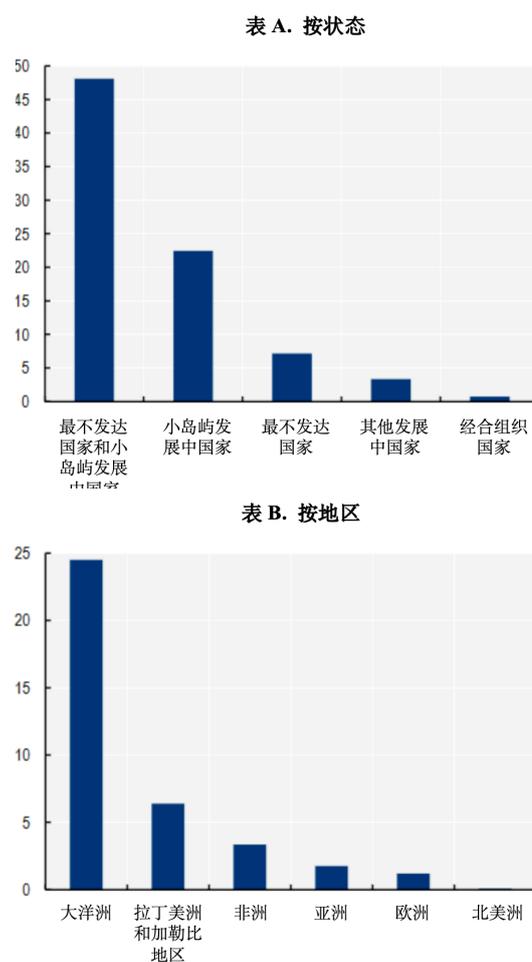


图1.2:小岛屿发展中国家和最不发达国家受气候变化和自然灾害的影响最大

注:表A. 1) 这些类别不相互排斥, 2) 其他发展中国家包括所有非最不发达国家的发展援助委员会受援国,包括中低收入国家和中高收入国家。分析遵循联合国地理和收入分类系统。

- **经济脆弱性。**发展中国家往往依赖受自然灾害高度影响的行业 and 活动。例如,它们

严重依赖农业、渔业、林业和旅游业等气候敏感行业。因气候变化而加剧的自然灾害可能会对这些部门产生严重影响,导致粮食危机、收入损失和经济不稳定等情况。

- **基础设施薄弱。**发展中国家易受自然灾害影响的情况因受影响最严重地区的人口密度大和基础设施差而加剧。这一点在非洲表现得尤为明显,根据欧盟委员会的INFORM指数(图1.3),非洲的自然灾害主要发生在基础设施脆弱性高或非常高的地区。在发展中国家,能够抵御气候变化的基础设施更为短缺。这类基础设施的规划、设计、建造和运营方式,能够预测、预防和适应不断变化的气候,并在其整个生命周期内承受气候条件变化造成的破坏并迅速恢复。这涉及到可能需要调整用途或以不同方式运营、以应对气候变化影响的新设施和现有设施。

- **使用早期预警系统的机会有限。**大多数发展中国家因无法获得及时准确的气候信息和建立早期预警系统,从而削弱了它们备灾抗灾的能力。基础设施不足和机构能力有限,无法预先应对风险和灾害,加上受气候变化相关自然灾害影响最严重地区的人口密度大,进一步阻碍政府有效实施灾害风险管理。发展中国家使用早期预警系统和多灾种早期预警系统的能力有限。多灾种早期预警系统可同时应对多种灾害,是提高各国防灾能力的关键。目前,只有11个最不发达国家配备了多灾种早期预警系统,每100人中有46人能被早期预警系统覆盖。从地区分布来看,南美洲报告配备了多灾种早期预警系统的国家比例最低(25%),其次是非洲(30%) (图1.4)。创新技术可以进一步增加早期预警系统基础设施的投资。

受自然灾害影响最严重地区的平均人口密度和基础设施脆弱性 (2000-2020年)

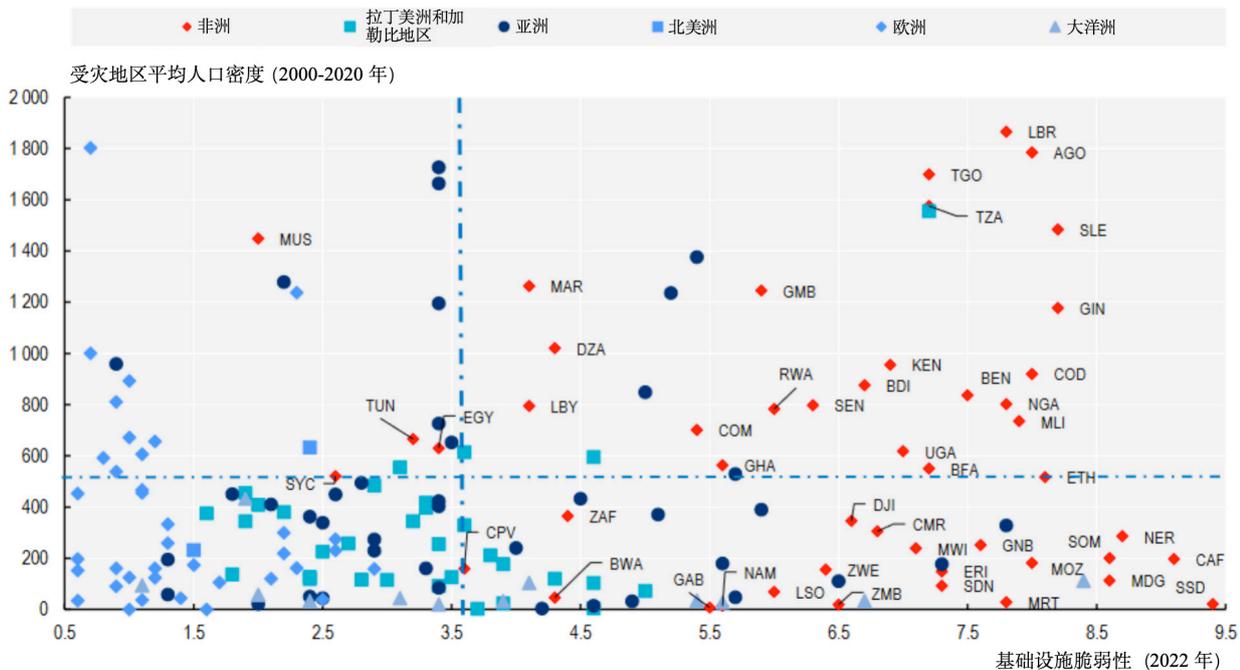


图1.3:基础设施薄弱加上人口密度大这两个因素共同增加了自然灾害的脆弱性

注:虚线表示各变量的全球平均值。平均人口密度以灾难事件发生地点半径1公里为基础加以计算。基础设施脆弱性是对11个指标给予同等权重的三类指标的归一化算术平均值,这些指标包括:电力供应、互联网用户、成人识字率、道路密度、水源、卫生设施、人均卫生支出和人口密度。取值范围在1到10之间,10表示脆弱性最高。

例如,人工智能可以协助开发极端天气事件的早期预警系统,从而更好地进行防灾减灾。特别是早期预警系统可以帮助识别和评估社区与基础设施的脆弱性,提供有关天气模式的实时信息,提高气候模型的准确性和精度,从而实现更有效的政策响应。

2019年EWS覆盖率(每100人中人数,副轴)和MHEWS覆盖率(国家份额,主轴)

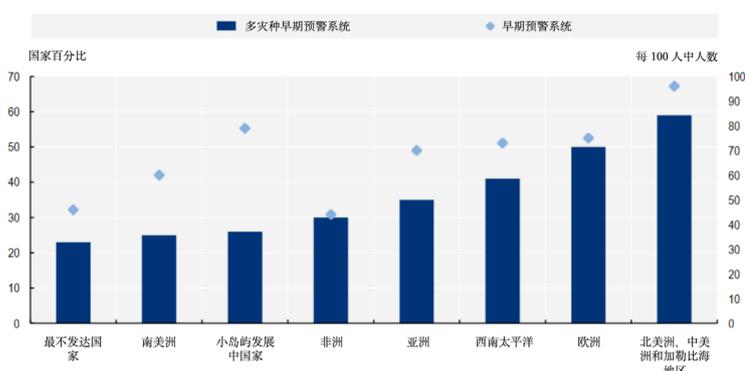


图1.4: 发展中国家在获取和使用早期预警系统方面明显落后

注: EWS: 早期预警系统; MHEWS: 多灾种早期预警系统。

- **资金紧缺。**发展中国家面临严重的资金紧缺, 获得资金的成本相对较高, 这也削弱了其建设高质量基础设施的能力。缩小发展中国家建设高质量基础设施方面的资金缺口, 对于以前瞻性方式建设、改造和运营必要的基础设施以支持其发展至关重要。将资金投入正确的领域和项目, 并调动私营部门资源, 对于推进可持续、包容和有韧性的增长模式也十分关键。

防灾、抗灾和灾后重建能力是确保基础设施具备抵御自然灾害能力的关键领域

随着自然灾害发生强度和频率的增加, 提高基础设施抵御自然灾害的能力至关重要。政府、私营部门和民间社会必须关注三个相互关联的重要领域(图1.5):

- **防灾:** 这一领域与能够预防破坏和/或减少自然灾害影响的行动、工具和基础设施的物理特性相关, 包括早期的灾害风险评估、灾害风险管理、早期预警系统、社会安全网、战略预防性维护以及建设防洪堤坝等结构性措施和新型基础设施设计。提高政府的预测能力是一个关键因素, 目前的建模工具需要更新, 以便将气候变化影响纳入考虑范围。
- **抗灾:** 这一领域与应对自然灾害所采取的行动和使用的工具有关, 通过提供替代基础设施方案和服务等短期应对措施, 恢复运营能力, 减少服务供应中断的情况。这还包括可促进及时实施灾害风险管理的监管和经济手段, 包括获得紧急资金, 迅速恢复社会经济职能和服务, 尽量减少破坏的严重程度和持续时间等。
- **灾后重建:** 这一领域与行动、工具和计划相关, 包括基础设施物理特征的变化, 这些变化决定了如何以有效、高效和前瞻性的方式重建被破坏的基础设施。它还包括建设新的基础设施资产, 以及以前瞻性和抵御灾害的方式重新利用现有基础设施, 包括部署先进、高效和低排放的技术, 改变基础设施设计, 采取行动保护和恢复生态系统, 以及促使利益相关方以新的形式参与其中, 确保重建工作超越传统的恢复逻辑并采用创新方式, 提高基础设施抵御自然灾害的能力、可及性和质量。

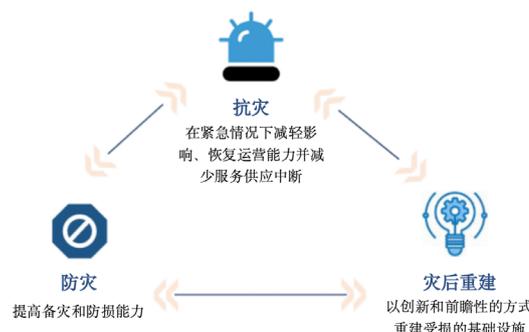


图1.5: 提高基础设施抵御自然灾害能力的三大支柱行动框架

协作、数据和技术决定了防灾、抗灾和灾后重建工作的有效性

在决定防灾、抗灾和灾后重建工作的有效性方面,涉及三个关键因素:分别是协作、数据和技术。这些因素是高度具体的,并通过适当的融资和投资、技术专长和监管框架实现(图1.6)。这些驱动因素和促成因素共同构成了建设基础设施抵御自然灾害能力的基础。通过确保充足的资金、利用技术知识和技能以及实施强有力的监管框架,社区能够最有效地利用协作、技术和数据,开发能够更好地抵御自然灾害影响并从灾害中恢复的基础设施,最终提高其经济发展道路的安全性、可持续性和韧性。

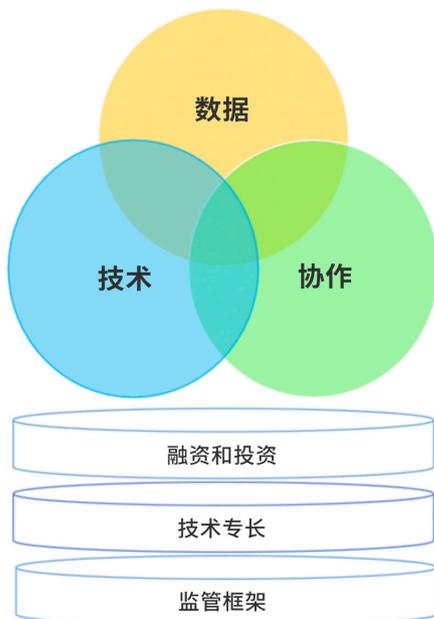


图1.6: 防灾、抗灾和灾后重建工作的驱动因素和促成因素

协作能够通过伙伴关系调动资金来源和实施技术援助,减轻各利益相关方的财政负担,并促进知识和最佳做法的转让。此外,各行动者之间职责的明确分配确保了决策和实施过程的简化,从而形成更为强大和适应性更强的基础设施系统。来自不同行业和国家的利益相关方之间开展有效合作,对于集中资源、共享专业知识和协调各方努力以加强防灾、抗灾和灾后重建工作至关重要(专栏1.2)。

技术决定了基础设施在筹备、建设、运营和维护阶段抵御自然灾害的能力。新材料会影响基础设施抵御自然灾害的能力。数字技术实现了先进的监控、实时数据分析和预测能力,有助于识别漏洞、评估风险并迅速应对新出现的威胁。通过物联网(IoT)、人工智能(AI)和机器学习(ML)等智能技术的整合,提高了基础设施的自适应性和自修改性,以及自主应对不断变化的环境条件和潜在危险的能力(专栏1.2)。

数据以高质量的信息和分析为基础,是进行知情决策和前瞻性风险管理的基石。全面的数据收集机制和分析工具帮助利益相关方评估自然灾害的潜在影响,识别相关的不确定性,并将风险因素纳入基础设施规划和设计。获得及时准确的数据使利益相关方能够预测挑战,制定有效的防灾和抗灾战略,同时优化资源配置,以开展抵御自然灾害能力的建设工作。利用协作、技术和数据的力量加强基础设施,抵御各种自然灾害并从中恢复,保护社区并促进可持续发展(专栏1.2)。

专栏1.2: 数据、协作和技术是确保基础设施能够抵御自然灾害的关键:来自日本、巴拿马和美洲开发银行的案例

通过在日本的合作,投资改善数据的可用性和使用,提高基础设施抵御自然灾害的能力

日本正在通过以下方式投资改善数据,提高基础设施抵御自然灾害的能力:

- 提高卫星观测数据的利用率。日本宇宙航空研究开发机构(JAXA)与国土交通省(MLIT)合作优化卫星观测数据的利用率。这包括利用全球降水、暴雨、干旱、水文循环模拟、土壤湿度水平、地面高程和土地利用图等数据。目标是提供全面、高质量的数据,特别是在亚洲国家,这对于评估与水有关的灾害风险至关重要。该合作通过提

高这类数据的准确性和可获得性,来提升灾害管理决策过程的有效性。

- 气候变化预测和数据整合。日本文部科学省(MEXT)与全球大学和研究机构合作,利用日本气候模型对气候变化预测进行联合研究。此外,文部科学省与国土交通省合作,通过数据集成和分析系统(DIAS)提供数据集成和分析服务。这种合作有助于在目标国家开展与水有关的风险评估活动,并通过持续的反馈机制提高结果的质量。

对巴拿马运河进行全面的风险评估

以巴拿马运河为例,相关方在设计阶段进行了全面的风险分析,确定了与各种自然灾害相关的175种潜在风险。相关人员通过指定概率对这些风险进行仔细评估,并采用蒙特卡罗模拟来确定需要采取缓解措施的最关键风险的优先次序。这项工作的结果用于预测灌溉渠建设和运营中许多固有的挑战,并实施主动管理策略。

例如,风险缓解战略中一个值得注意的方面是评估运河附近的技术故障。为了解决这一问题,运河的设计安全级别可抗10.0级地震。这体现出一种前瞻性的思维方法,即不仅识别潜在风险,还将风险纳入设计,与当代技术标准保持一致。虽然这种预期措施可能导致成本增加,但它们强调了在彻底的风险分析基础上作出决策的过程。

美洲开发银行利用先进的建模工具和系统进行水资源管理

HydroBID是由美洲开发银行牵头进程的一项行动计划,旨在通过改进水资源管理和决策过程,应对拉丁美洲和加勒比地区与水有关的挑战。该计划利用先进的水文建模工具和地理信息系统(GIS)来加强整个地区的水资源管理。

HydroBID主要为决策者提供关于水的可用性、质量和使用情况的及时准确信息,从而实现更

有效的规划和资源配置。HydroBID利用数据驱动法和创新技术,支持基于证据的政策制定,促进可持续水管理做法的实施。

HydroBID的一个关键目标是,加强拉丁美洲和加勒比地区国家水利基础设施和服务抵御自然灾害的能力,特别是在气候变化和日益增强的水相关风险的情况下。HydroBID通过能力建设活动、知识共享以及开发定制工具和方法,增强当地利益相关方的能力,更好地管理水资源,减轻与水有关的灾害的影响。总体而言,HydroBID代表了利用数据驱动解决方案和合作伙伴关系的潜力,在拉丁美洲和加勒比地区提高水安全、增强环境可持续性和促进包容性发展的全面努力。

充足的**财政资源**对于投资建设具有抵御自然灾害能力的基础设施项目至关重要,这些项目往往需要大量的前期建设、维护和升级成本。如果没有足够的资金,基础设施项目可能缺乏抵御自然灾害的必要特征和措施,导致社区容易遭受重大损失和破坏。为了提高基础设施抵御洪水、海啸和地震等自然灾害的能力,可以考虑探索创新的融资机制。在各种不同的可能性中,一种选择是考虑将一定比例的税收收入分配给灾害管理预算。例如,菲律宾的STAR高速公路、乌兹别克斯坦的塔日古扎尔—贝森—库姆库尔干(TBK)铁路连接线和日本的九州高速铁路等基础设施项目已经证明,随着经济活动增多,实施后的税收收入显著增加。将这些潜在的额外税收收入的一部分用于灾害管理和未来的防灾备灾工作,可以为增强基础设施抵御自然灾害的能力提供专门的资金来源。

技术专长在设计、建造、运营和维护具备自然灾害抵御能力的基础设施方面发挥着至关重要的作用。工程师、建筑师和其他专业技术人员带来了评估风险、制定缓解战略和将防灾抗灾措施纳入基础设施项目所必须的专业知识和技能。他们的专业知识确保基础设施能够抵御自然灾害的影响,降低造成破坏的可能性,增强社区抵御灾害的整体能力。

监管框架为促进和执行基础设施开发中抵御自然灾害能力建设的措施提供了法律和制度参考。有效的法规和标准可确保基础设施项目符合最佳做法原则,并将防灾抗灾因素纳入规划、设计、建设和运营。监管框架在建立问责机制、在利益相关方之间分配责任以及为具备抵御自然灾害能力的基础设施投资提供激励方面也发挥着至关重要的作用。它们对于确保有效利用数据和信息采取知情行动也至关重要。必须将气候风险评估纳入项目筹备工作。这包括评估基础设施资产在其生命周期中可能面临的潜在气候相关灾害、暴露、脆弱性和影响。监管框架应通过监测、检查和执行机制,确保遵守并强制执行气候韧性标准和要求。监管机构负责监督基础设施项目中抵御气候和自然灾害措施的实施,确保开发商和运营商遵守规定的标准和指导方针。不遵守规定应被处以罚款,以此激励利益相关方在进行基础设施开发时优先考虑其抵御自然灾害的能力。有必要根据风险评估研究中收集的信息,明确谁需要进行风险评估以及谁负责实施必要的行动。不能明确谁对实施行动负有责任,可能导致风险评估分析的利用不足。

提高基础设施抵御自然灾害的能力是全球优先事项。但在发展中国家,这一问题更为紧迫,因为它们面临的基础设施缺口更大。下面三个因素对于提高发展中国家基础设施抵御自然灾害的能力至关重要:

- **提高政府的预期和适应能力。**面对不确定和不断变化的气候风险,监管框架必须包括在必要时调整规则的规定,同时确保经济安全稳定的运行。
- **国际伙伴关系**与合作对发展中国家至关重要,因为它们在融资、技术和监管能力以及获取数据和技术方面处于落后地位。
 - 发展中国家往往面临有限的财政资源和能力限制,因此难以投资开发能够抵御自然灾害的基础设施项目。国际伙伴关系可以调动捐助国、国际金融机构和私

营部门投资者的资金,补充国内资源,支持实施增强抵御自然灾害能力的基础设施项目。

- 国际伙伴关系可以促进包括工程、风险评估、灾害管理和监管框架在内的技术专长和知识在广泛领域进行转让。发展中国家可以利用国际合作伙伴的技术知识和经验,增强其规划、设计和实施适合当地需求和条件且能够抵御自然灾害的基础设施项目的能力。
- 政府、国际组织和其他利益相关方之间的合作倡议可以促进将抵御自然灾害能力考量纳入监管框架和政策的最佳做法、标准和指导方针的交流。此外,由国际伙伴关系支持的能力建设方案有助于加强发展中国家的机构能力,便于其制定、执行和监测与基础设施抵御自然灾害能力有关的监管框架。
- **多边开发银行、开发金融机构和国家开发银行**在提高发展中国家规划、建设和运营能够抵御自然灾害的基础设施的能力方面发挥着关键作用。除直接融资外,开发银行还提供广泛的服务,包括降低风险和风险评估工具(专栏1.3)。

专栏1.3:开发银行在增强基础设施抵御自然灾害的能力方面发挥着重要作用

- 通过各种工具进行**融资**,包括贷款、拨款和担保。它们通常提供优惠的条件和灵活的融资选择,支持纳入气候风险评估、适应战略和增强防灾抗灾能力技术等气候韧性措施的项目。此外,开发银行可以利用其财政资源吸引其他来源的联合融资,包括私营部门和国际气候融资机制。
- **技术援助和能力建设。**开发银行提供技术援助和能力建设支持,加强能够抵御气候变化的基础设施项目的准备和实施。此外,

国际和国家开发银行积极组织和筹备基础设施项目,包括提供气候风险评估、工程设计、项目管理以及监测和评估方面的技术专长。开发银行还促进面临类似气候挑战的国家之间进行知识交流和最佳做法共享,帮助提高当地开发能够抵御气候变化的基础设施的能力和专业知识。

- **政策和监管支持。**开发银行在制定能够促进抵御气候变化的基础设施项目的政策和监管框架方面发挥着关键作用。它们与各国政府密切合作,加强基础设施规划、设计和建设中与抵御气候变化能力相关的监管标准、规范和指南。开发银行还倡导政策改革,激励对能够抵御气候变化的基础设施进行投资,并将气候风险因素纳入国家发展战略和行业计划。
- **项目筛选和尽职调查。**开发银行进行严格的筛选和尽职调查,确保其能够出资的基础设施项目具有抵御气候变化的能力和环境可持续性。这包括评估气候风险和脆弱性,评估拟议基础设施设计和技术抵御自然灾害的能力,并分析长期气候影响和适应战略。开发银行还将抵御气候变化的能力标准纳入项目评估和审批流程,指导投资决策偏向增强能够抵御自然灾害和降低气候变化脆弱性的项目。
- **知识共享和创新。**开发银行通过支持研究、试点项目和知识交流平台,促进能够抵御气候变化的基础设施领域的知识共享和创新。它们投资研发包含绿色基础设施、基于自然的解决方案和韧性城市规划等在内的创新技术和方法,目的是增强基础设施抵御气候变化的能力。开发银行还通过各种研讨会、学习班和会议促进学习和能力建设,培养创新文化,持续改进具备抵御气候变化能力的基础设施项目。

结论

由于自然灾害和极端天气事件发生的频率、强度和影响不断增强,确保基础设施的规划、建设和运营能够抵御自然灾害,这是一项重要的全球优先事项。它通过以下方式促进发展:

- 通过降低极端天气事件造成的基础设施损坏和中断的风险,促进经济稳定。经济稳定对于吸引长期投资和促进持续的经济增长至关重要。投资者更有可能将资源投入拥有能够抵御气候冲击的基础设施的国家,从而确保运营的连续性和投资回报。
- 保护交通网络、能源系统、供水和电信等关键资产和服务。例如,加强海堤和防洪堤等沿海基础设施,可以保护港口和运输路线免受海平面上升和风暴潮的影响,确保货物和服务的不间断流动。
- 通过减少因气候相关破坏而频繁维修和进行紧急维护的需要,将生命周期成本降至最低。通过对防灾抗灾设计和施工技术进行前期投入,发展中国家可以避免昂贵的基础设施改造和重建工作。
- 降低风险溢价。保险公司和风险评估师在承保保单和评估风险敞口时,越来越重视基础设施资产抵御自然灾害的能力。通过投资开发能够抵御气候变化的基础设施,发展中国家可以减少与气候相关风险相关的保险费和金融负债。
- 促进创新和科技发展。优先考虑基础设施抵御气候变化的能力,可以推动新材料、设计方法和施工技术的发展,从而增强基础设施抵御气候变化的能力。这促进了创新和创业文化,为当地产业的发展和在基础设施项目中采用尖端技术创造了机会。通过保护湿地、森林和天然水道等生态系统,以及将基于自然的解决方案纳入基础设施设计,如绿色屋顶、透水路面和自然排

水系统等,促进生物经济的发展,并从自然资产中产生可持续的经济价值。

- 加强与全球市场的整合和合作。遵守旨在应对气候变化和促进可持续发展的国际标准、法规和协议,提高在全球舞台上的信誉和声誉,推进获得国际融资、达成伙伴关系和合作。发展中国家必须参与制定基础设施抵御气候变化能力的全球标准。这些标准是管理基础设施项目的设计、建造和运营的准则、规范和指南。这些标准定义了基础设施抵御自然灾害能力的最低要求,包括气候风险评估、适应性设计策略、耐久性和维护要求等考虑因素。
- 促进社会公平与包容。脆弱和边缘化的社区通常最容易受到自然灾害的影响,且在基础设施不足的情况下受到的影响最大,进而削弱了它们的经济包容前景,导致贫困问题长期存在。基础设施项目的设计和实施必须确保其具备抵御自然灾害的能力,同时能够促进社会公平,确保所有人都能获得基本服务,使当地社区能够积极参与决策过程。在这一过程中必须考虑到性别观点。

为了确保基础设施抵御自然灾害的能力,国家和地方政府需要通过有效合作、明智利用数据和部署新技术,通过获得资金和技术专业知识,以及制定有利的监管框架,提高其防灾、抗灾和灾后重建能力。监管框架鼓励在所有项目阶段评估设施抵御自然灾害的能力,并明确建立责任和问责机制。

对发展中国家来说,国际伙伴关系和开发银行是在基础设施项目中实现抵御自然灾害能力的关键伙伴。两者都应该扩大规模,以便应对缩小基础设施差距方面的挑战,从而满足新兴和发展中经济体的发展愿望,并以一种面向未来、能够抵御气候变化和自然灾害的方式来实现这一目标。

可登录经济合作与发展组织官网浏览全部内容。

原文标题:Compendium of Good Practices on Quality Infrastructure 2024

搭建全球气候模型， 应对气候变化



**在当前令人担忧的气候变化趋势下，需要借助可靠的气候模型来适应气候变化的影响。
(图片来源: Shutterstock/Migel)**

2023年，全球天气异常炎热。2023年下半年，陆地和海洋温度每月都较同期高出 0.2°C ，这种异常高温现象一直持续到2024年。全球正在变暖已是众所周知的事实，但气温突然飙升却令人始料未及。正如美国国家航空航天局气候科学家加文·施密特(Gavin Schmidt)最近在《自然》杂志上发表的文章中所言：“没有哪一年比2023年更

让气候科学家对当前的气候预测能力感到困惑，认识到这一点令人既痛苦又忧虑。”

施密特在文章中解释道，尽管2023年是厄尔尼诺年，赤道中东太平洋地区相对凉爽的海水被更为温暖的海水所取代，但科学家曾普遍认为，“不太可能”出现破纪录的高温。问题是，厄尔尼诺

现象背后是大气深对流和赤道海洋变化模式之间复杂的相互作用,很难利用传统的气候模型预测。

现有的气候模型无法正确地模拟厄尔尼诺现象背后,反映出更大的问题。牛津大学英国皇家学会气候物理学研究教授蒂姆·帕尔默(Tim Palmer)指出,必须集中资源,尽早尽快开发出可被利用的高分辨率气候模型。帕尔默在2011年提出,当代的气候模型不足以模拟干旱、热浪和洪水等极端天气的变化特性。现有模型的网格点间距通常在100千米左右,因此对未来气候的预测是模糊的、扭曲的。尤其对于降雨量等变量,低空间分辨率所导致的系统误差比模型试图预测的气候变化信号影响更大。

可靠的气候模型有利于社会适应气候变化,评估实现净零排放的紧迫性,或者在危急时刻实施人工气候改造方案。然而,如果我们不知道干旱、热浪、风暴或洪水是否会造成更大的威胁,我们该如何适应?如果模型无法模拟“临界点”,我们应如何评估净零排放的紧迫性?如果无法正确评估在平流层喷洒气溶胶是否会削弱季风强度或减少热带雨林地区的水分供应,又怎样就潜在的人工气候改造方案达成共识?如果想要为社会提供可靠、可行的气候变化相关信息,建模人员就必须进一步思考模型不足的问题。

帕尔默在2011年指出,需要开发空间分辨率约为1千米(与时间分辨率兼容)的全球气候模型。而实现这一目标的唯一途径是汇集人力和计算机资源,创建一个或多个国际联合研究所。换言之,气候科学领域也需要一个类似欧洲核子研究组织(CERN)的机构,来推动国际合作与进步。

距帕尔默提出上述理念已过去13年。从那时起,大自然已然开始向人类复仇,全球经历了前所未有的热浪、风暴和洪水。为此,世界经济论坛将“极端天气”列为未来几年最有可能引发经济危机的全球事件。著名气候科学家迈克尔·曼(Michael Mann)在2021年北欧发生特大洪水后指出:“气候变化信号从一片噪音中显露出来的速度比模型预测的要快”。英国皇家学会在2021年格拉斯

哥COP26气候变化大会期间发布的一份简报支持了这一观点。该简报指出,无法详细模拟物理过程是“未来气候中最重大的不确定性,尤其是在区域和地方层面”。

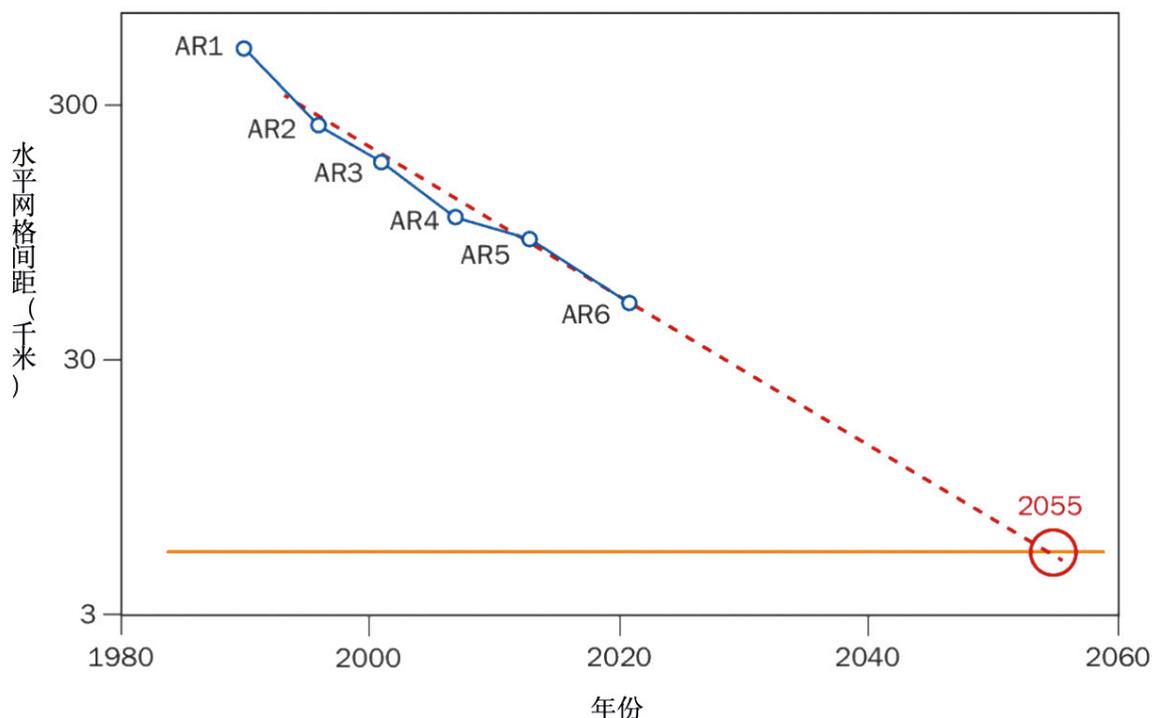
然而,模型改进的速度落后于现实世界中极端事件的变化速度。虽然许多国家气候模拟中心终于开始研究高分辨率模型,但按照目前的发展趋势,要到本世纪下半叶才能达到千米级分辨率。这对于应对气候变化来说为时已晚(如下节图中所示),因此迫切需要加快模型开发的步伐。

地球虚拟引擎(EVE)项目

汇集全球人力和计算机资源共同开发是大势所趋。诺贝尔奖得主保罗·纳斯(Paul Nurse)在2023的一篇综述中评论表示:“在一些具有全球战略重要性的研究领域,可以考虑建立由多国资助的新研究所或国际研究基础设施,参照欧洲分子生物学实验室(EMBL)模式成立气候变化研究所就是一个典型范例”。这些研究机构是开展跨国合作的有力平台,将为国际社会和机构所在国带来巨大的效益。

但为什么这一举措仍未落实?有人提出,我们不需要更多的科学,而是必须出资帮助那些正在遭受气候变化影响的人群。这是事实,但多年来,计算机模型为气候变化脆弱社会提供了极大的帮助。20世纪80年代之前,因无法准确预报热带气旋,可能会在这些社会造成数十万人死亡。现在,随着模型分辨率的提高,我们可以提前一周进行预测,且预测结果的传播能力也得以提升,超过数十人死于极端天气的情况都很少发生。

高分辨率气候模型有助于确定数十亿美元的投资目标,帮助脆弱社会抵御未来的区域性极端天气事件。如果没有这些信息,政府可能会在适应气候变化方面浪费大量资金。事实上,来自南半球的科学家已经抱怨说,他们没有从现代模型中获得可行的信息来做出合理决策。



根据目前的趋势, 预计到2055年, 政府间气候变化专门委员会在气候评估报告中使用的全球气候模型的分辨率将只有几千米 / 美国国家大气研究中心安德里亚斯·普雷因 (Andreas Prein) 根据原图重新绘制

其他人则认为, 有必要开发不同的模型, 这样当所有模型得出一致的结果时, 就可以验证预测结果准确无误。然而, 当前的气候模型非常单一。它们都假设, 诸如深对流、山地流体和中尺度涡旋引起的海水混合等至关重要的亚网格尺度气候过程, 可以利用简单的公式进行参数化。这种假设是错误的, 也是导致当代模型中常见系统错误的根源。应该利用更为科学合理的方法来表示模型的不确定性。

然而, 转变可能就在眼前。去年在柏林举行的气候模型峰会启动了地球虚拟引擎这一国际项目。该项目的目标是创建高分辨率模型, 同时促进全

球科学家之间的合作, 努力获得准确、可靠和可行的气候信息。

与欧洲分子生物学实验室类似, 地球虚拟引擎项目将由一系列高度互联的节点组成, 每个节点都具有专用的百万兆级计算能力, 提供全球服务。与气候变化将造成的数万亿美元的损失和破坏相比, 每个节点每年约3亿美元的投入规模微乎其微。

希望在未来13年中, 地球虚拟引擎或类似项目能够进行全球社会迫切需要的可靠气候预测, 否则一切都将为时已晚。

美国将投入1900万美元发展太阳能灌溉

美国《通胀削减法案》关注可再生能源生产和强化节水。

美国内政部于4月4日宣布,拜登总统“投资美国”议程(Investing in America agenda)将投入1900万美元,用于在加利福尼亚州、俄勒冈州和犹他州的灌溉渠上铺设太阳能面板,减少水源蒸发,助力清洁能源发展。

美国内政部主管水与科学的助理部长迈克尔·布莱恩(Michael Brain)、垦务局局长卡米尔·卡利姆林·图顿(Camille Calimlim Touton)与州和地方官员联合宣布启动三角洲-门多塔灌溉渠浮式太阳能项目,该项目将从上述总投资中获得1500万美元的资金。

迈克尔·布莱恩表示:“投资美国”议程提供了有力的资金支持,用于开发创新解决方案,推进实现清洁能源目标,增强西部地区抵御干旱和气候变化的能力。内政部将与州、部落和地方利益相关方合作,继续投资开发必要的水利基础设施项目,以减轻气候变化带来的最恶劣影响,同时投资改善全国各地的社区环境。”

垦务局局长卡米尔·卡利姆林·图顿指出:“我们的许多工作都离不开合作伙伴的倾力参与。我们期待在‘投资美国’议程的资助下,就这一节约用水和生产可再生能源的新思路开展合作。这些项目将为类似项目提供示范,更好展示其带来的影响,信息的公开也使公众认识到项目规模和效益。”

在灌溉渠中安装太阳能光伏板可能产生多方面的效益,包括:

- 生产可再生能源;
- 减少灌溉渠中水的蒸发损失;

- 借助灌溉渠中水的冷却效果,提升太阳能光伏板的利用效率和产量;
- 减少占用公共空间和农业用地;
- 抑制藻类和/或水生植物生长,减少设施维护;
- 减少运营和维护设施所需的能源足迹和碳排放。

“投资美国”议程是美国历史上针对气候韧性进行的最大规模投资,为增强西部地区抵御干旱和气候变化的能力提供了急需的资金支持。

加利福尼亚州、俄勒冈州和犹他州的这些项目是一项研究提升用水效率和生产清洁能源的行动计划的一部分,旨在推进未来更大规模实施。项目根据《通胀削减法案》获取资金,总金额为2500万美元,用于项目设计、研究和实施,以支持垦务局在输水设施上铺设太阳能面板。

4月4日公布的全部项目包括:

- 向圣路易斯和三角洲-门多塔水务局(SLD-MWA)投资1500万美元,用于开发加利福尼亚州三角洲-门多塔灌溉渠浮式太阳能项目:水务局、垦务局和加州大学默塞德分校将采用政企学研合作模式,评估浮式光伏太阳能板对三角洲-门多塔灌溉渠的影响。该试点项目计划最多采用三种浮式太阳能技术,以评估在此类大型输水设施上使用浮式太阳能技术的可行性、成本和效益。该项目还将验证适合流水的浮式光伏设计,发现并解决与维护安装有太阳能光伏板的灌溉渠

相关的问题,探索发电潜力,并开发水质影响评估的量化方法。

- 向俄勒冈州北部灌溉区投资255万美元,用于开发主渠浮式光伏项目:将在德舒特何水利工程的主渠上建造浮式光伏太阳能面板。该项目将评估浮式太阳能面板对用水效率增量和清洁能源生产量的影响。
- 向犹他州韦伯流域水利区投资150万美元,用于开发莱顿灌溉渠的太阳能面板项目:韦伯流域水利区将在莱顿灌溉渠上部使用横跨式太阳能面板结构覆盖现有的灌渠。该项目将作为示范项目,进行为期五年的数据收集和监测,以评估垦务局和该地区全面实施浮式光伏的技术能力、经济可行性和整体可行性。该项目预计将通过抑制灌溉渠沿岸的藻华生长来提高水质,生产可再生能源以抵消泵站用电或出售给公用事业公司,并显著减少蒸发造成的水损失。

此前,已依托“投资美国”议程向亚利桑那州吉拉河印第安社区投资565万美元,用于在卡萨布兰卡灌溉渠上建造和安装太阳能面板。

根据《两党基础设施法案》,垦务局还将在五年内投资83亿美元,用于开发水利基础设施项目,包括农村供水、蓄水、保护和输送、基于自然的解决方案、大坝安全、水净化和再利用以及海水淡化。在该法案实施的最初两年,垦务局已为425个项目拨款近30亿美元。



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@iwhr.com
2024年5月12日