



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

2020
4
总276期

联合国水机制“气候变化和水”
政策简报

气候变化威胁美国科罗拉多河，
令近4千万人的水源岌岌可危

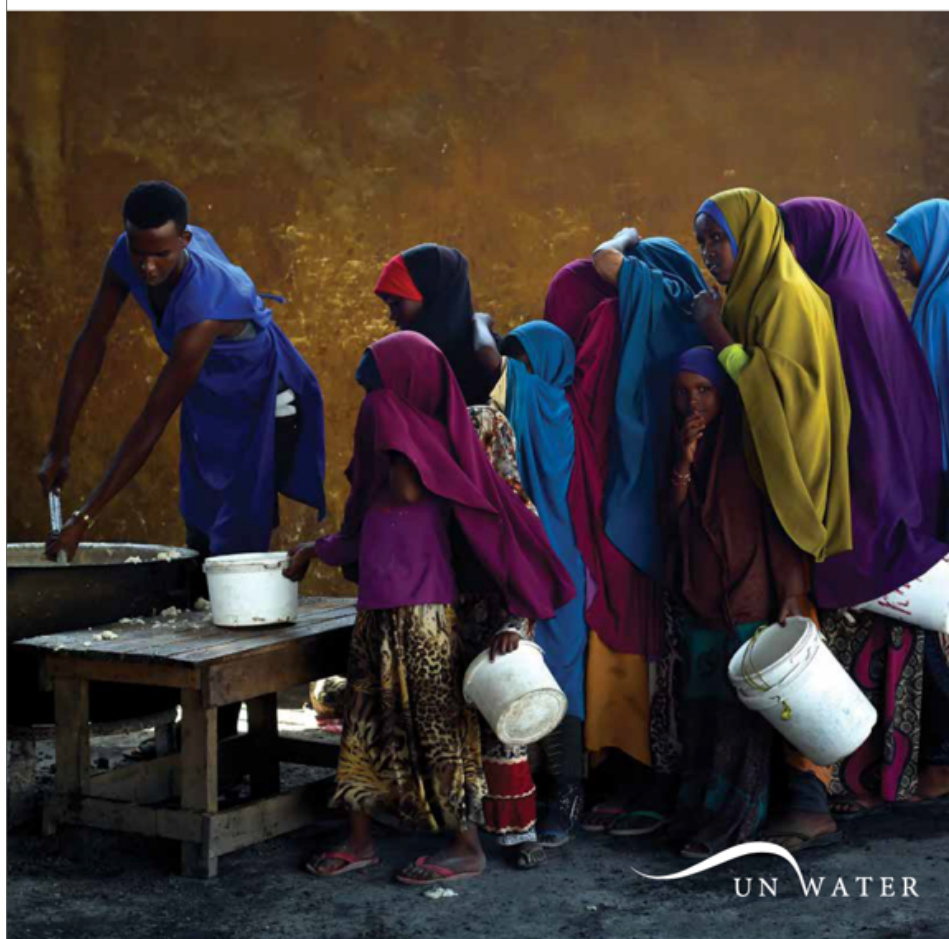
改善水治理，打造
韧性城市



UN WATER

联合国水机制“气候变化和水” 政策简报

Climate Change and Water UN-Water Policy Brief



联合国水机制政策简报利用联合国系统内丰富全面的专业知识,就与淡水有关的紧迫问题提供简短和扎实的分析。简报的内容可辅助实质性讨论,并为水和卫生的可持续管理提供政策建议。

关键信息

全球气候变化危机与水有着千丝万缕的联系。气候变化导致水循环的可变性增加,从而引发极端天气事件,降低供水的可预测性,损害水质,并威胁可持续发展、生物多样性和享有安全饮用水和卫生设施的普世人权。

全球对水的需求日益增长带动了能源密集型的抽水、运水和水处理的需求增加,导致了泥炭地等水源依赖型碳汇地的退化。此外,推广使用生物燃料等缓解气候变化的一些措施也有可能进一步加剧水资源短缺。

国家和区域气候政策和规划必须统筹考虑气候变化和水资源管理。水资源压力与日俱增、未来的水需求不断上涨,这意味着如何分配水资源满足各种用途—包括减缓和适应气候变化的用途—将愈加棘手。如果要创造一个可持续发展的未来,就不能再按照以往的路径走下去,而要从增强气候强韧性的角度重新审视水资源管理。

需要加大投资改善水文数据、增强机构建设和治理能力、提升教育和能力水平、促进风险评估和知识共享等的。政策的制定要确保包括私营部门和民间团体在内的所有利益攸关方的代表性、参与性、行为改变和可问责。适应性规划的制定需要更加聚焦和有针对性,帮助受气候变化影响严重的低收入人群适应新的环境。

以更协调和可持续的方式管理气候和水资源具有显著的协同效益。越来越多的国家政府和国际性流域管理机构也在实施措施应对上述挑战,可资借鉴。

应对气候变化意味着:

1. 立即行动

未来的不确定性不能成为当下无所作为的借口;如果要在本世纪末将全球气温升幅控制在高于工业化前水平2摄氏度以内,就必须立即采取行动。确保社区、经济和生态系统的用水安全对减贫、绿色能源转型和建立自然灾害的缓冲机制至关重要。

气候政策必须统筹考虑经济和环境相关所有行业的水问题,以确保所有人都享有气候强韧和可持续的未来。

2. 水有问题,也是方法

按照2015年《巴黎协定》的要求,改善包括卫生设施在内的水资源管理是减缓和适应气候变化战略能够成功的核心要素。水也是实现《改变我们的世界:2030年可持续发展议程》和《2015-2030年减少灾害风险仙台框架》设定的目标和指标的关键。因此,具有气候强韧性的水资源管理完全可以成为贯穿这些全球框架的粘合剂。

3. 改进水资源管理实践

随着各国遵照《巴黎协定》开始审视和实施各自的国家规划,改进和提升水资源管理实践迎来了黄金机遇期,高效的水资源管理将使民众、国家和流域管理机构在充分知情的基础上做出明智决策,提高应对气候变化的能力,改善生态系统健康,减少与水有关的灾害风险。

4. 提高适应能力需要跨境合作

气候变化的影响不分国界(例如在跨界河流上发生的干旱或洪水),因此跨境合作十分必要。既可以避免流域范围适应性不良的后果,还能激发区域合作的潜力,如增强数据共享减少不确定性、维持和平与稳定、扩大规划空间以及共摊成本、共享收益。

5. 开辟融资新思路

用于水资源管理和环境卫生改善的气候融资可助力气候强韧性社区的建设,增加地方就业,并有助于增强可持续发展的效果。针对水和气候的创新、多元的融资解决方案,如绿色和蓝色气候债券,可以有效利用气候投资。而能力不足和缺乏制度协调等影响气候融资的障碍也亟待清除。

水是地球生命之源,可持续发展之基

享有安全饮用水和卫生设施是一项基本人权。水—包括环境卫生—对社会经济发展、粮食安全和生态系统健康至关重要,对于减轻全球疾病负担和改善人口健康、福祉和生产力不可或缺。

科学有力证明全球气候变化危机增加了水循环的可变性,从而降低供需水的可预测性,影响水质,加剧了水资源短缺,并威胁到全球可持续发展。这些影响对贫困人口和脆弱的社区造成的冲击尤甚。而人口增加、放任人口流动、土地使用改变、土壤健康状况恶化、地下水过度开采、大范围生态退化和生物多样性丧失等因素更是加重了这些影响。

虽然全球所有地区都受到气候变化的影响,但具体的影响却大不相同。有的地区正经历极端罕见的干旱,而另一些地区则遭受着日益严重和频繁的洪水和风暴,还有一些地区面临着两种极端灾害的共同威胁。海平面加速上升也在缓慢地影响着沿海地区,对地势低洼的小岛屿国家构成直接威胁。与此同时,由于能源、农业、工业和人类的需水量持续增加,特别是在已经面临水资源危机的地区,权衡有限而宝贵的水资源分配变得愈加棘手。出于这些原因,人们常说对气候变化最直接的感受就是通过水。

气候变化的影响既是深远的,同时也为完善水治理和管理提供了前所未有的重大机遇。把握机会,人类能够在不确定和多变的未来中实现繁荣发展。全球气候危机也凸显了代际之间公平正义的问题,比如当代社会可以将哪些风险搁置给下一代。世界各地的年轻人正在利用他们的知识和创新能力提供解决方案、增强认识、捍卫权利并倡议加强全球行动,帮助有效应对和战胜气候危机及其后果。他们的紧迫感是有道理的:是时候采取行动了。

与水有关的气候影响—观察和预测

水是社会感受到气候危机诸多影响的媒介,比如能源、农业、卫生和运输部门面临的各种风险。这些风险受到了人口增长、人口迁移、经济发展、城市



化、以及环境、土地使用和自然地貌变化等非气候变化的驱动因素的相互作用,而这些因素通过减少供水水源或增加用水需求威胁着资源的可持续性。

这种相互作用往往造成不平衡和不可预见现象,例如最近在荷兰这样一个地势较低、长年与洪水为伴的沿海国家却出现了干旱。在有些情况下,可能更容易确定与水有关的气候影响重灾区,例如冰川融水。冰川融水是一种重要水源,但在一年中特定时候,对数百万人来说又是一个日益严重的威胁——例如那些生活在玻利维亚、智利和秘鲁的安第斯高地的人。

据估计,目前全世界有36亿人生活的地区,每年至少有一个月处于用水紧缺状态。根据2018年联合国《世界水发展报告》,到2050年,这类人群将增加至48亿至57亿人,将会引发用水户和各行政区之间空前水资源争夺战。与水循环有关的突发灾害和缓慢发生的灾害长期以来一直是迫使人们逃离家园,躲避危险的主要因素。无论是由于干旱还是其和水治理缺位的相互作用,无处寻水或水源紧缺也是人们决定迁移的原因之一,因为这关系到福祉和生计。

政府间气候变化专门委员会(IPCC)的第五次评估报告评估了气候变化对水文的影响。IPCC发布的“关于2018年全球升温超过工业化前水平1.5摄氏度的影响的特别报告”提供了与这一情况相应的缓解途径。两份IPCC的报告就气候变化对水文的影响提供了观察和预测,例如:

将全球升温幅度限制比工业化前水平高1.5摄氏度,而不是2摄氏度以内,可能会显著改善水资源,使因气候变化而面临水压力的人口减少50%。

温室气体(GHG)浓度的增加导致与淡水相关的气候变化风险显著增加。最新的模型研究估计,全球气温每升高一摄氏度,全球约7%的人口将面临可再生水资源减少至少20%的威胁。

自20世纪中叶,社会的发展致使人类在洪水面前也愈发脆弱,其造成的社会经济损失不断增加。有预测表明洪水发生频率的变化性越来越大。预计南亚、东南亚、东北亚、热带非洲和南美等部分地区的洪水风险将增加。

未来几十年里,气候变化可能会导致许多干旱地区的气象干旱(降雨量减少)和农业干旱(土壤湿度降低)的发生频率上升。这些地区发生短暂或“一过性”水文干旱(地表水和地下水减少)的频率也有可能增加。

气候变化通过改变水流和水质对淡水生态系统产生负面影响,即使采用传统的处理方法,也会对饮用水造成污染风险。这些风险因素有:气温升高、因暴雨而导致的泥沙、营养质和污染物负荷增加、干旱期间污染物得不到足够稀释,以及洪水期间处理设施的损毁。

在有降雪的地区,气候变化将持续改变水流的季节性规律。除了非常寒冷的地区,过去几十年的全球变暖导致春季最大雪深减少,春季融雪提前,雪量到了干燥的夏季所剩无几。目前融雪洪水量减小,冬季水流量增加而夏季流量减少等变化已经引起人们的注意。

由于冰川河流的持续变暖,在未来几十年里,许多地区从冰川中获得的融水量将会经历先增后减的过程。

气候变暖使小岛屿、低洼沿海地区和三角洲面对海平面上升风险和咸水入侵淡水系统的风险增加。

虽然这些都是切实相关的观察和预测,但许多国家的观测数据相对滞后,也不掌握如何选择合适的时间和空间尺度去理解气候变化对水文循环和依赖水的各项服务的影响,而这与决策息息相关。

主要的观测和数据缺口在于气候变化对水质、水生态系统和地下水状况的影响。与此同时,气候模型也在不断细化和完善。许多气候影响研究运用区域降尺度方法在较小空间尺度上提供所需的气候信息,对地形极为多变的地区和各种中等规模的现象尤为适用。然而,关于降水和蒸发蒸腾的概率性预测,特别是对决策有意义的尺度上的预测仍有不足。

水文过程和系统本身十分复杂,加之施加影响的各种驱动因素存在着千丝万缕的联系,很难准确地对变化的全貌和前因后果进行评估。同样,当发现水文变化时,对气候变化等因素的归因分析也往往是不确定的。这种不确定性并不意味着管理者不能做出明智的决定。相反,在一系列似是而非的未来条件下,可以采用替代性,基于风险的方式来评估和权衡管理方案。具体方法的详细说明见本简报第八章。

减缓气候变化

联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)表示,“减缓气候变化的措施与水之间是一种互惠关系”。减少温室气体排放的措施对水资源的利用和管理具有直接影响。反之,由于水处理和分配系统的能源强度,水的开采和管理措施对碳排放也有影响。例如,温室气体减排活动往往依赖于优质水的充足稳定供应,而根据有关调查评估,一半以上的受访公司认为加强水资源管理后,温室气体排放也相应减少了。

可持续发展目标(SDGs)和国家自主贡献(NDCs)都认为各国政府,以及私营部门等其他行动方都必须在水资源管理方面发挥作用才能实现可持续、低碳的未来。然而,这一认识还不够充分。负责更新和实施国家适应计划(NAPs)、国家自主贡献(NDCs)和国家气候变化战略的机构和行动方很少统筹考虑水与气候变化缓解之间的关系。大多数公司没能整合水、能源、生物多样性和气候目标,以最大程度地避免顾此失彼,并将协同作用最大化。在这方面,他们缺乏少数个别公司所具有的前瞻性。

减缓策略

以水为背景的减缓策略大致可分为两种:基于自然的或技术驱动的。

基于自然的解决方案(NbSs)打破常规,旨在解决水危机的同时,为可持续发展作出重要贡献。NbSs利用或模拟自然过程来提高水资源可利用量(如土壤水分留存或地下水补给),改善水质(如天然和人工湿地),从而降低与水相关的灾害和气候变化的风险。

在NbSs的减缓措施中,生态系统作为碳汇,吸收排放到大气中的温室气体。此类措施包括保护或恢复湿地、沿海红树林再造、以及保护天然洪泛区。泥炭地(泥炭土壤和其表层的湿地栖息地)只占地球陆地覆盖面积的3%,但碳储量却至少是森林总和的两倍。红树林土壤存有约60亿吨碳,其固碳量是陆地土壤的三到四倍。这些待开发的水文和陆地生态系统是用于缓解气候变化的主要资源。

与基于技术的气候挑战解决方案相比,NbSs通常具有成本更低,多重效益的优势。然而,目前,水资源管理仍然主要靠人工建造水基础设施实现,NbSs的巨大潜力并没有得到充分利用。

技术驱动的气候变化缓解方案往往聚焦于供水基础设施的减排,包括饮用水供水、废水和雨水处理,以及农业等各式用途的采水。鉴于此,对水的开采、分配和处理的规划和管理应当考虑多种与水与卫生有关的缓解策略:

(1)提高能源效率。安装节能水泵并使之与系统要求相匹配,可以节省供水和废水处理环节10%-30%的能源需求。其他提高能效的措施包括:

- 减少水的流失率:如泄漏,计量误差和水盗窃。
- 计量用水量以管理用水需求。
- 开发节水技术,特别是在农业和工业领域。
- 系统监控和调节,配合自动化。
- 利用非常规水资源,如将处理过的废水用于灌溉。

(2)可再生能源的生产和回收(减少化石燃料的需求),如:

● 将水轮机与供水和废水系统配置用于水力发电(从水资源综合管理的角度审视某种开发项目是否可行可取)。

● 废水完全可成为经济高效的、可持续获取能源、营养物、有机物和其他有用副产品的来源。废水处理过程中产生的沼气可以用于碳中和处理。此外,考虑到废水的温度,可在污水管道中安装热泵以产生能量。

缓解措施通常还能产生附加效益,如提供经济效益等。例如,澳大利亚Strass废水处理厂通过技术改进后还能发电,自给自足之外,过剩的产能达8%。再比如,沿海社区通过沿海红树林的维护(缓冲风暴和保护水生栖息地等),提高了适应能力。这些益处还能刺激对节能技术的投资。

然而,与水相关的缓解策略也并非总是相得益彰。特别是在缺水地区,对缓解措施的选择要考虑对水的影响。例如,生产生物燃料可能会在减少水资源可利用量的同时增加用水需求,因为在许多国家,由于农业用水与家庭或工业用水的竞争加剧,用于农业的水资源越来越少。卫生设施和污水处理厂也会排放不等量的空气污染物(如甲烷);因此,在规划系统的服务提供和管理时,选择的技术方案既有可能缓解,也有可能加剧气候变化。水电站水库是低碳电力的主要来源,可助力温室气体减排,但一些水库,如在有机物浓度更高的热带地区的水库,则会在淹地区因有机质的分解而释放温室气体(如二氧化碳和甲烷)。在大多数情况下,水库的确发挥了碳汇作用:吸收的碳比排放的要多。

忽略水在缓解和适应措施中的作用可能会降低这些措施的有效性,增加适应不良或失败的风险。因此,我们的目标是寻求基于自然和技术驱动方案的最佳组合方式,最大限度地提高效益和系统效率,同时最小化成本和折损。

适应气候变化

“水对于适应气候变化的作用,犹如能源对于缓解气候变化的作用”,也就是说可靠、清洁的水资

源对于化解和适应气候危机带来的各种变化十分重要。水对于气候适应的核心作用在过去十年中逐渐得到广泛认可。自2010年在《坎昆适应框架》下启动国家适应计划以来,《联合国气候变化框架公约》缔约方一直致力于制定战略和行动来明确和应对各自中长期适应需求。此外,虽然并不强制要求缔约方在其国家自主贡献中加入适应的部分,但大多数缔约方已选择这样做。更令人欣慰的是,在纳入适应计划的国家自主贡献中,超过90%都涉及到水。

虽然这是一项积极的进展,但在国家适应计划和国家自主贡献中对增强水治理以适应气候变化的规划仍存在差距,特别是在纳入和管理地下水,以及建设卫生设施的气候强韧性方面。必须相应地进行体制改革,明确地方一级的领导力对成功适应气候变化至关重要。此外,设立地方一级的管理小组,例如用水户协会,是跨部门、横向和纵向协调水资源管理和有关适应战略的一个重要途径。

气候适应的核心是在快速和不平衡的变化面前,以迭代的、因地制宜的、多部门交叉的方式来管控和转化社会和生态系统崩溃的风险。风险没有明确的边界,但水在很大程度上却仍被视为一个独立的领域加以管理。几乎所有国家适应计划和国家自主贡献以及其他气候战略和计划中有关气候适应的活动都没有充分考虑水的跨部门需求。

与此同时,无论是政府还是私营部门,对各行业用水情况的追踪机制(国家水资源核算或企业的用水和排水数据)还不健全。

例如,如再造林或海岸恢复等基于生态系统的适应措施虽然是积极的,但没有系统地考虑到这些措施对水的需求,这使它们很容易受到水资源可利用量或水需求变化的制约。

其他适应措施

● **具有气候变化防御性的基础设施。**68%以上的国家自主贡献将新建和改造后的水基础设施列为适应行动的重点项目。由于气候变化导致地方和区域水循环的变化和不确定性增加,水基础设施必须是强健

的(即可以承受未来的一系列状况)和灵活的(即可以改良或成功适应变化)。传统的灰色基础设施由于其高昂的维护成本,相对的不可移动性,以及50-100多年的运行寿命等特性,其本身往往既不够强健也不灵活。这并不是说要放弃传统的基础设施,而是更广泛地采用灰-绿-蓝结合的基础设施,这样更具成本效益,有效抵御气候变化影响,产生协同效益,并在其使用期间中提供更好的服务和防御作用。体制机制同样也需要更高的灵活性,例如,使大坝/水库系统的运行规则更灵活,以统筹在气候变化背景下的发电、灌溉和蓄洪需求。采用自下而上的方法,重视地方参与气候适应型基础设施的规划和发展也能支持地方经济,创造就业。但需要注意的是,这些考量必须结合当地资源和经验,契合地方实际情况。

● **保护含水层。**含水层是可供人类使用的最大的淡水来源,比地表水更不易受到气候变化的直接影响。因此,含水层是减小短期缺水风险和通过含水层补给管理(MAR)等气候适应措施增加水安全的关键构成。但是,含水层的储水能力和补给率差别很大,所以必须因地制宜采取措施。

● **联合管理地表水和地下水。**对于二者的联合管理可以增强抗旱能力,缓解缺水问题,从而有可能扩大一个地区的整体储水能力。联合水管理干预措施,如含水层补给管理(MAR)和用于灌溉的洪水地下蓄滞是可持续的、成本效益高、可推广的解决方案,尤其适用于发展中国家。(通过雨水收集进行)含水层补给管理对于降雨量分布不均匀的地区尤为理想,可以减少极端降雨径流的风险,并将淡水储存在土壤中以备旱季之用。含水层补给管理是小岛屿发展中国家的一项重要适应措施,这些国家最容易受到气候变化和海平面上升的影响。

● **保护、维持或恢复湿地生态系统。**湿地在适应气候变化方面起着至关重要的作用,可成为洪水和其他极端天气事件的缓冲带或用于过滤水。湿地的减少进一步损害了生态系统的健康和生产力,威胁生物多样性,改变广大地区的粮食生产和人类居

住的适宜性,并增加全球温室气体排放。因此,湿地保护和恢复是整个气候适应战略的重要组成部分。

● **了解水资源依赖关系和相关气候风险。**只有建立了国家内部和国家之间跨部门的机制,统筹社会各行业和各阶层隐性或显性的水承诺,特别是要理解关键的水文气候风险,才可以确保各项措施是可行的,不会破坏当地的水安全,尤其是弱势群体的水安全。

● **减少城市和农村的风险敞口,提高抗风险能力。**城市综合规划、风险管理、扩大预警系统使用范围和加强社区参与等政策干预可以减少城市面临的洪涝和干旱风险。找到足够空间容纳极端暴雨期间的峰值流量以及储备清洁水源应对旱季是一项不小的挑战。这一挑战需要小到每一个家庭,大到整座城市共同应对来解决。在农村地区,生计的多样化、提供信贷、确保土地使用权、通电、农业推广、水文气候服务,以及扩大农作物保险计划等可以帮助农村地区有力应对降雨冲击和压力。

将水资源管理措施和气候措施相结合

发挥水资源潜力来缓解和适应气候变化需要充分认识两项基本挑战:(1)历史情况不能再用来有效地预测未来,使人们信心受挫,也带来不确定性;(2)无论是水基础设施还是涉水的体制机制,大多基于相对固定和不变的背景条件,决策跨度动辄几十年,导致水基础设施缺乏灵活性。这些问题是可以克服的,但需要从方式方法和规划尺度上对水资源管理进行重大改革,打破以往水资源管理的行业界限、政治界限和地理界线,实施水资源综合管理。

以下各小节概述了与水资源综合管理有关的突出挑战和重大机遇。

A. 跨界水资源管理

全世界共有153个国家拥有国际性河流、湖泊或含水层,286个流域和592个含水层跨越了主权国家的边界。据估计,跨界流域提供了全球60%的淡水流量,是全球40%的人口家园。因此,为了避免单边

采取的措施产生负面效应,带来适应不良,以及为了使减缓和适应措施更加有效,应重视缓解和适应气候变化方面的跨界合作(例如,通过数据共享减少不确定性,推广可用措施,以及共享成本和收益)。跨界合作还有助于避免冲突,填补知识空缺,促进和平和区域一体化,以及推动更广泛的经济的发展。其中流域组织起着关键作用。

大多数现有的跨界水资源共享协议缺乏灵活性,对气候变化考虑不足,也没有适应性体制机制做支撑。适应气候变化需要邻国之间的广泛合作,共同管理受气候变化影响的河流和含水层。因此,推进最高政治级别的合作,才能让跨界合作为适应气候变化产生附加效益,避免不作为。

气候变化适应过程中的所有环节都应当结合适当的跨界合作:从收集和共享信息(这是健全决策支持系统的基础),共同开展脆弱性评估,以灵活机动的方式管理水资源,制定流域尺度的适应战略,到规划 and 实施多种适应措施,如规划和管理共享水域上的基础设施等。流域组织有时甚至可以为全流域的适应措施筹集资金。数据和知识共享,以及流域联合监测是气候变化背景下跨界合作成功的先决条件。

B. 对纽带关系的思考

水与能源和粮食(包括农业)等经济部门、城市系统、景观和生态系统之间存在着千丝万缕的关联。例如,随着世界各地城市化的发展,人口密度增加,土地和水的使用强度增大,城市中留作减轻洪水(地上或地下)的土地可能会与其他用途(如住房或农业)产生冲突,对此要有预判并加以应对。鉴于水对人类、经济和自然系统可能产生连锁效应,提高水资源整体强韧性十分关键。

应对气候变化为革新治理体系、管理方法、基础设施和融资机制提供了机会,从中认识并将水所固有的跨部门特性用于实践。这就包括,将自上而下的治理方法与自下而上的、包容的、根植社区的、更能响应当地气候风险的决策相结合。围绕强韧性水管理,国际社会开发了很多的基于风险的新兴的做法。“纽带关系”的内涵仍在继续演化,以下各小节将阐述为什

么需要采取综合治水方法,才能最大限度地发挥协同效应,帮助各个行业减缓和适应气候变化。



1. 水、环境卫生和个人卫生

气候变化对饮用水的可利用量和质量、卫生设施、废水和卫生服务产生负面影响。例如,更频繁的雨污溢流会淹没和污染低洼地区和/或人口稠密地区和受水水域,而干旱则会导致城市周边农业对于处理不当的废水的使用增加。因此,有必要调整水、环境卫生和个人卫生(WASH)的基础设施和服务,使其可持续、安全 and 有能力应对与气候相关的风险。同时,要确保对增强WASH系统强韧性的投资能够有效帮助高风险地区的人们抵御气候变化的影响,例如在缺水时期保障用水,或者减少洪水期间因粪便污染水源而致病的风险。

要想WASH系统服务能适应气候变化,行动需落实到当地,并尽可能针对当地具体实情制定决策。例如,针对本世纪末的气候预测对于农村WASH计划的价值十分有限,因为该计划以农村家庭或基于社区的设施系统为主,使用寿命要么是几年(例如坑式厕所),要么是几十年(例如水井或钻井)。因此,了解风险,根据当地观察到的气候变化影响做出决策才是明智之举。而像雨水渠、污水处理厂和其他大型基础设施项目的重大投资,它们投资周期长,相对不灵活,则需要单独的分析(包括气候预测)和干预措施。

2. 水与健康

气候变化对人类享有健康的权利的影响是深远而多面的。主要影响是传染病的传播,很多水媒疾病已经给脆弱人口带来巨大负担。如霍乱等水媒

疾病对温度、降水和湿度的变化高度敏感。气候变化会间接降低农业生产率,损害营养,并增加食源性疾病的传播风险。

极端天气事件的增加加剧了人类接触污染水源的风险,污染源包括农业径流、洪水、污水处理系统和死水(有毒藻华的栖息地和增加疟疾风险的疾病传播媒介的滋生地),而干旱也会降低水的可利用量和质量。干旱还增加了空气中灰尘和细颗粒物的夹带,对人类健康造成多种影响,特别是对儿童和老年人。这些影响的时间跨度有长有短,需要前瞻性的规划和适应措施才能应对短期的突发情况和长期的压力因素。针对与气候变异和变化相关的健康风险,具备气候强韧性的水和卫生安全规划是基于相关风险的管理方法。



3. 水与农业

气候变化改变了降雨、洪水和干旱发生的频率和强度,对农业和粮食生产造成重大影响。虽然粮食短缺造成的冲击和压力影响着所有人,但妇女、土著、刚够温饱的农民、牧民和渔民受到的影响尤为严重。在基本的粮食生产都成问题,饥饿问题严峻的地区,实现气候适应,特别是通过与水相关的影响实现气候适应,是减少粮食安全所面临的长短期威胁的重要因素。

具备气候强韧性的水资源管理很可能是实现地方乃至全球粮食安全(包括粮食生产、分配、消费和浪费)的强大机制。在减缓气候变化方面,推广太阳能水泵的使用、开展保护性农业改善土壤有机质(用以保持土壤水分)、减少收割后的粮食损失和浪费、将废料转化成营养源或生物燃料/沼气等干预性措施可帮助解决粮食安全和气候变化问题。粮食系统还需

要生产更多营养价值更高的粮食,同时更有效地利用土地、土壤、水、能源和化肥等资源。

4.水与能源

大多数能源的生产过程中需要消耗大量的水资源,而水的开采、运输和处理也需要能源(如电力)。人口和经济增长导致能源和水的需求不断攀升。2017年-2040年间,全球能源需求预计将增长约27%,而同期的水需求预计将增长约55%(主要用于制造业、发电和家庭用水)。此外,气候变化和水文变化增加可能会导致对能源密集型的供水方案的高度依赖,如长距离输水或海水淡化。

可再生能源在整个能源供应结构中的占比越来越大,而且与以碳为基础的其他能源相比,水足迹更小。因此,需要增加对可再生能源的投资,如太阳能光伏发电、风能和小水电,以确保未来的能源和水需求能够得到满足。在国家和流域一级对能源和水行业进行综合规划、监管有助于明确各种利益关系的权衡、最大限度地发挥协同作用,满足未来的需求。如第四章所述,还应努力减少水处理过程中的能源需求和能源生产过程中的水需求,包括提供替代性的冷却系统、热电联产,以及新建和现有的水电站运营方式的改良。

5.水与生态系统

生态系统为减缓和适应气候变化、减少灾害风险,以及促进可持续发展发挥的重要作用已经得到普遍认可。其作用包括:森林和泥炭地碳封存;提供水源、营养、维持生计和提供药用价值;同时沿海森林和湿地可帮助社区抵御风暴、洪水、干旱和海平面上升的冲击。然而长期以来,这些自然系统依然未能得到充分利用,且投资资金不足。

与此同时,受城市化、农业集约化和土壤流失、地下水过度开采、能源需求的增加等一系列复杂因素影响,全球的淡水系统仍然面临严重威胁。气候变化使这些相互作用更加错综复杂。例如,在一些地区,缺水反而会使碳汇变为碳源;而另外一些地区,气候引起的河流流态的变化会对整个生态系统产生连锁效应。

需要扩大以社区为基础的自然资源管理项目和绿色就业机会,施行保护淡水生态系统的治理机制。

必须将生态系统保护充分纳入气候计划和政策,并在各级执行。这种方法需广泛应用于跨界流域,因为流域构成了一个完整的生态系统。

可行的建议

针对水智慧型气候减缓和适应,本简报提出了若干部门内部和跨部门施行的政策和行动建议。以下是对气候政策制定者和决策者提出的宽泛建议,以期更好地将水纳入计划和规划方案。

A. 全球和区域的气候和水谈判和进程

- 利用UNFCCC区域气候周或NDC伙伴关系等现有机制,推动更广泛的国家和地方政府机构和部门的参与,包括来自水、卫生、能源和农业部门的机构和部门参与全球和区域气候活动和研讨会。

- 使用公认的科学方法观察和预测气候影响,建立标准、制定一套针对热点地区的全球气候韧性优先事项,重点考虑为最不发达的地区和人群、暴露在风险下和脆弱的农村和城市人口,以及面临大规模人类迁移压力的地区实施水和卫生干预措施。

- 除了要继续支持气候变化预测的精细化和气候信息的降尺度运用,还要投资扩大水文和气象观测网络,缩小不同发展水平的国家之间的“观测数据鸿沟”,这样国家内部和国家之间可以共享气候信息,助力水资源管理决策。

- 制定区域和全流域适应战略,最大限度地提高适应效果,防止单边措施的负面影响,增强流域组织应对气候变化的能力。

- 作为温室气体减排的手段之一,水的减缓作用应在气候讨论和协议中得到充分体现。这包括恢复和保护退化的生态水文系统。水源保护须成为气候变化计划和活动的一部分,包括国家和区域发展计划。卫生干预措施也可作为减缓和适应气候变化释放巨大潜力,应当加以考虑。相关领域的最佳实践和经验教训应记录完备并用于交流借鉴。

- 鼓励创新、促进能力建设,提高对适应性水管理意识,包括对跨界合作的重要性和益处的认识。确

保协议和监测机制的有效性,以及为减缓和适应气候变化提供多种服务的选项。

- 改善现有和新设立的气候基金的融资模式,重点支持改善水治理和管理、降低对能力有限国家的行政壁垒,以及降低交易成本,以此促进协调合作,实现气候强韧性建设。

- 动员并允许年轻人和青年专业人士,包括土著群体里的年轻人,发挥他们的领导力和才干,为水安全和气候行动提供能够尊重、保护和促进水和卫生设施的基本人权的解决方案,并以代际间全球治理过程作为切入点,让青年人领导决策。

B. 国家和地方能力建设、规划、执行和监测

- 更新国家自主贡献、国家适应计划和其他国家和地方的气候战略,在适当情况下将基于风险的方法纳入供水和管理实践中,并与气候减缓和适应目标相一致。

- 建立或加强国家层面的机制,在制定、实施和更新国家自主贡献、国家适应计划和灾害风险降低计划的过程中促进环境/气候、水、能源、农业、规划、应急响应和财政等部门的部长级对话。

- 通过与财政部等相关部门的协调,将国家适应计划、国家通讯以及其他国家和地方的气候战略中的重点事项与行业的水和卫生(包括废水)战略和计划相结合,并协商制定专门的预算,设立水监测系统,反之亦然。

- 促进和扩大不同部门间同行知识和数据的共享,以便将信息更新和经验教训进行评估、考虑和纳入所有层级的管理实践中。还应扩大全民科学在收集数据和项目实际落地方面的应用。

- 促进机构能力建设,用现有的基于风险的方法来指导减缓和适应气候变化的政策和项目,确保现下做出的决策不会加剧弱势群体和边缘人群未来的水压力。

- 支持学术界开展研究,并与公共和私营机构合作,投资成功率大、注重气候强韧性和从实地出发的水和卫生基础设施和技术。

- 针对多边、双边和其他的气候融资来源,要确保融资提案统筹考虑了卫生设施(包括废水)和卫生、健康、农业、能源和工业,以及生态系统等各行业的水利益。迫切需要培养国家对水投资进行设计和包装的能力,使其既有投资吸引力,还能符合实际需要。

值得注意的是,虽然上述建议主要针对气候政策制定者,但也需要水政策制定者和从业者贡献他们的宝贵经验和智慧,并且根据目前气候变化的更好地协调自己行业的计划和活动。

结论

淡水是地球上最宝贵的资源之一,维系着整个生态系统、经济、生物多样性和社会发展。全球气候危机并不是淡水面临的唯一威胁。但危机使现状进一步恶化,令管理和预测未来水资源的供应和质量变得越来越困难,给沿岸国家内部和国家之间水资源管理提出了新的战略要求。因此,在人类减缓和适应气候变化的能力方面,水既是促进因素,也是限制因素。

以基于风险和生态系统为基础的管理方法能确保受到影响的人们可以实质性和有效地参与,提出的解决方案因此鲜有甚至没有失败,并可以随着基础条件的变化而调整。提高淡水生态系统的强韧性是适应当前气候变化的关键;对那些无辜承受气候危机的子孙后代而言,这也是我们这一代道义上的责任。改革现有的治理和管理制度的大好机遇就在眼前,这能将提升全球治理框架的一致性,努力为全世界人民打造可持续的未来。

不确定性不是不作为的理由:我们有各种工具、方法和融资机制可以充分利用,应该即刻行动。

气候变化威胁美国科罗拉多河， 令近4千万人的水源岌岌可危



气候变化令科罗拉多河流域的积雪不断减少，导致地面吸收的光照增加。这进而导致科罗拉多河的水分蒸发增多，数百万人的水源受到威胁。

对科罗拉多河流域进行计算机模拟的结果显示，在过去的—个世纪里，该地区平均气温上升了1.4摄氏度，导致科罗拉多河的年径流量减少了11%以上。

位于新泽西州普林斯顿的美国地质调查局(USGS)的研究团队于2020年2月20日在《科学》线上版块发布了如上调查结果。这一调查基于美国地质勘探局(USGS)过去三年所做的科罗拉多河流域专题调研的研究成果(该调研详细内容见本文最后章节)。

研究团队基于温度、降水和积雪等历史数据，模拟了1912年至2017年科罗拉多河流域的积雪和水径流，并研究如空气温度等特定的因素如何影响了科罗拉多河流域。研究团队发现，20世纪气候变暖导致积雪减少，暴露出的深色地面吸收了更多光照。这进而导致大量的水在流入科罗拉多河之前就蒸发了，河流流量因而减少。

为预测科罗拉多河未来趋势，研究团队将模拟结果与气候模型相结合，后者预测了在设定温室气

体排放量的情景下的温度升幅。根据模拟结果,如果化石燃料的排放得到控制,大气中的二氧化碳浓度能在本世纪中叶之前趋于稳定,那么科罗拉多河的年径流量与上世纪的平均年径流量相比,将下降14%至26%。而在常规(一切如常)情景下,碳排放持续快速增长,到本世纪中叶,年流量与上世纪相比将下降19%至31%。

河流流量对气候系统变暖的敏感性极为不确定,加之目前对河流流量的控制机理知之甚少,这阻碍了流域对气候变化的适应。研究团队利用辐射感知的水文模型进行蒙特卡罗模拟,弥合了敏感度估算方面长期存在的差异,试图揭示流量控制过程的物理机理。根据研究的预测,气温每升高1.8摄氏度,科罗拉多河的径流量就会减少约9.3%。

这主要是由于积雪减少致使太阳光反射减少,进而导致蒸发增大。预计的降水增多可能不足以完全抵消持续的干燥。因此,研究判断科罗拉多河严重缺水的风险将越来越大。

关键信息:

- 科罗拉多河的自然流量已减少20%。
- 气温每上升1.8度,流量减少约9%。
- 流量减少主要与积雪减少和蒸发有关。

这一研究结果应该引起足够重视。随着全球气候持续变暖,科罗拉多河会像其他靠融雪补给的河流一样,流量显著减少,令许多地方的民众面临严重的水资源短缺。只有尽快采取措施减缓全球变暖以及干燥、高温度带来的影响,才能遏制水资源量下降趋势。

科罗拉多河流域的大部分地区处于中度干旱状态,一些地区甚至面临严重干旱,这也是导致问题加剧的一个因素。

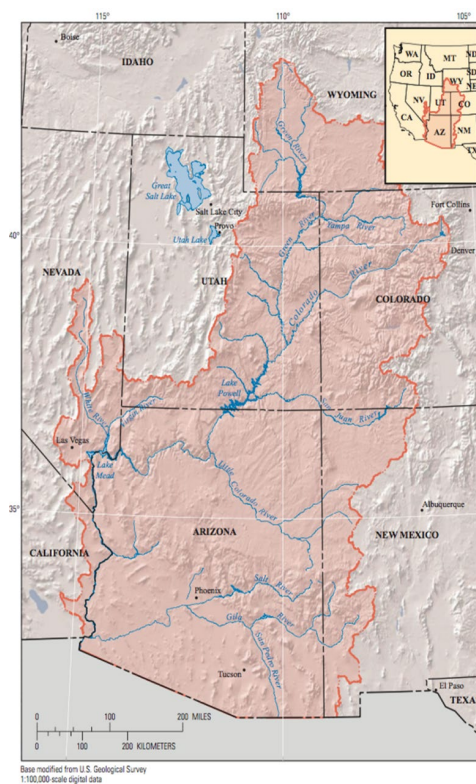
保护科罗拉多河

A 概况

科罗拉多河全长约1450英里,源头位于科罗拉多州和怀俄明州,最终流过国际边界线进入墨西哥。流域面积约24.6万平方英里,覆盖整个亚利桑那州,以及加利福尼亚州、科罗拉多州、新墨西哥州、内华达

州、犹他州和怀俄明州的部分地区。科罗拉多河上建有两座主要的水库——米德水库和鲍威尔水库,为流域以外的地区提供重要水源,包括为丹佛市、盐湖城、阿尔伯克基、洛杉矶和圣地亚哥提供公共(市政)用水,以及为加利福尼亚的帝王谷和墨西哥提供农业用水。科罗拉多河及其支流为流域内外近3千万人提供了水源,灌溉农田面积近400万英亩。

科罗拉多河的水资源管理十分复杂,受国际条约、州间协议和最高法院法令等体系的约束。美国垦务局负责管理格伦峡谷大坝(鲍威尔水库)和胡佛大坝(米德水库)等大型联邦水利工程,在控制和分配科罗拉多河流域的地表水方面发挥着重要作用。



科罗拉多河地图

B 径流量

科罗拉多河及其支流中的大部分水都源于积雪融水。随着气温升高和需水量增加,供水量持续下降。即使雨雪量加大,也不一定会全部落入科罗拉多河中。植物会吸收更多的水分,蒸发也会加快。

科罗拉多州立大学水资源和气候研究科学家布拉德·尤德尔表示, 河流流量到2050年可能进一步减少20%, 到2100年减少35%。

C 气候变化

气候变化并不意味着美国西部会一直炎热干燥。极端的天气波动也被视作气候变化的一种影响。

继去年多个州经历极度干旱之后, 今年美国西南地区的降雪量达到甚至超过了平均水平, 使情况得以暂时缓解。原先几乎干涸的水库水位快速上涨, 包括美国最大的, 用于储存科罗拉多河的水资源的米德水库和鲍威尔水库。但水库的蓄水量仍远低于正常水平, 除了2011年冬季之后一次较明显的上涨, 水库蓄水量自2000年以来一直持续下降。

多雨的年份打破多年的干旱这种情况并不罕见。美国垦务局相关人员表示, 今年很幸运是个丰水年, 水库蓄水增多, 但大家都知道这些水资源来的快去得也快。”

D 旱情

根据美国干旱监测(U.S. drought Monitor)对土地状况的监测绘图, 许多州宣布今年的短期干旱已结束。

这幅图是由美国国家干旱减灾中心、美国农业部和美国国家海洋和大气管理局共同绘制, 但并非所有机构都使用相同的干旱指标。

例如, 美国垦务局使用位于内华达州和亚利桑那州交界处的米德水库和位于亚利桑那州和犹他州交界处的鲍威尔水库作为指标。1999年, 也就是美国垦务局于2000年宣布旱情发生的前一年, 两座水库几乎蓄满, 而旱情至今仍未缓解。截至2020年2月17日, 鲍威尔水库的蓄水量为57%, 米德水库的蓄水量为39%。

垦务局相关人员表示, 在水库完全蓄满之前, 垦务局是不会宣布旱情结束的。而如果没有连续几年的多雨, 水库蓄满水是不可能实现的。

E 科罗拉多河干旱应急预案

依赖科罗拉多河供水的七个州于2020年初签署了一项预案, 旨在帮助科罗拉多河抵御气候变化的影响, 提高米德水库和鲍威尔水库的蓄水量。这份干旱应急预案的目的是防止在长期干旱和气候变化的情况下水库水位下降过低, 导致无法供水或发电。

美国垦务局2020年2月20日公布的一份报告中指出, 米德水库的水位预计在1月1日时略低于1,090英尺(332米)。垦务局称, 鉴于当前水库水位较低, 干旱应急预案要求墨西哥让出其正常取水份额的3%, 留在水库中。而根据该预案, 亚利桑那州同意让出7%, 内华达同意让出3%。但是内华达州的用水量本就低于它的取水份额, 很可能不会受到太大的影响。如果米德水库的海拔下降到1075英尺(328米), 亚利桑那州和内华达州将面临进一步强制性的取水份额削减。

该干旱应急预案将于2026年到期, 各州将于2021年开始协商新的指导方针。

美国地质勘探局(USGS)科罗拉多河流域专题调研

美国地质勘探局近期完成了一项为期3年的科罗拉多河流域水资源可用性和使用情况的研究, 该研究是美国地质勘探局国家水资源普查(NWC)的几个重点领域专题研究之一。

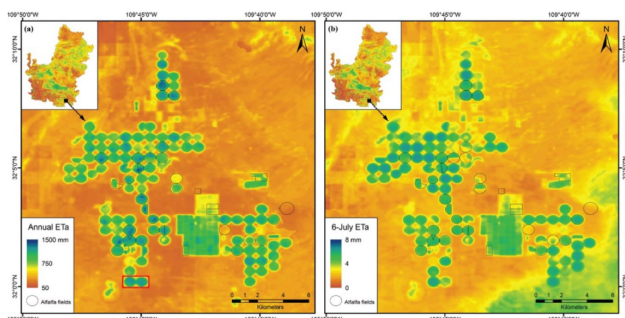
经过与美国垦务局及其合作伙伴的讨论后, 科罗拉多河流域专题研究确定了该流域水分收支的四个组成部分, 以便深入和重点研究。

A 蒸散发

蒸散发(ET)即从植物中蒸腾的水和从土壤或开阔水域蒸发的水, 是科罗拉多河流域水分收支的重要组成部分。美国地质勘探局国家水资源普查项目通过开发“操作简化版的表面能量平衡(SSEBop)”模型, 提出了基于遥感的实际蒸散发(ETa)估算的新方法。

SSEBop ETa模型使用卫星图像中的陆地表面温度(LST)数据, 并将这些数据与本地天气数据集(例如净辐射、空气温度、湿度、风速和气压)集成, 以

生成每一次卫星过境时刻的ETa估算值。使用来自陆地气象数据集的潜在ET数据给卫星过境之间的时间间隔赋予插值。



SSEBop Eta 的一例数据输出：亚利桑那州威尔科克斯南部灌区某选定区域 (A) 年蒸散发 (毫米/年) 和 (B) 在卫星过境日 (2013 年 7 月 6 日) 的蒸散发 (毫米/日) 的空间分布。

在陆地卫星空间分辨率(100 m)上绘制蒸散发图对于充分了解田间水分利用和水资源可利用量至关重要。在科罗拉多河流域专题调研中得出的用水估算值对水资源规划人员和管理人员十分有用，同时还为供水预测模型和水资源管理决策支持系统提供有效的数据支撑。

主要发现和研究成果

- 运用Landsat 5号和7号图像, 首次完成了2010年科罗拉多全流域100米尺度的ETa估算。
- 运用528幅Landsat 8号图像估算科罗拉多河全流域的ET。
- 运用100米分辨率的ETa估算值来量化农田灌溉耗水量, 并纳入全流域用水数据汇编。

B 积雪的水动力学分析

了解积雪水量的空间分布对于预测科罗拉多河上游流域的年径流量至关重要。作为科罗拉多河流域专题研究的一部分, USGS对影响积雪分布、融雪和积雪水因升华而损失的因素进行探究。

USGS将国家气象局的降雪数据同化(SNODAS)项目(国家水文遥感中心, 2004年)的结果和科罗拉多河上游流域多个地点的实测结果进行了比较。此

外, USGS还设置了雪升华的物理测量站, 并利用基于物理的雪模型得出升华的空间分布估算值。最后, 利用USGS的雪化学网络观测站, 评估了落基山脉长期的尘埃沉积趋势, 并对改变融雪时间的驱动因素进行评估。

这些研究结果和还在进行的工作将有助于改进美国西部水资源管理中使用的径流预测模型。

主要发现和结果

- 科罗拉多河的峰值雪水当量(SWE)与上世纪70年代末相比, 提前了2到3周出现; 与1993年-2014年间相比, 融雪时间加快了7-18天, 这主要是由于降雪和尘埃沉积的变化所导致的。
- 在多个地点对雪的升华进行了连续测量, 结果显示每年的雪水当量受到土地覆盖、海拔、方向、温度和风速等多种条件的影响, 存在20%-30%的季节性损失。
- 通过运用空间分布的雪模型进行模拟, 结果显示升华造成的积雪损失相当于冬季降水的28%, 并指出相对升华通量最高值发生在降雪最少的年份。



科罗拉多河上游流域一处气象和升华持续监测站

C 用水

科罗拉多河流域专题研究的用水数据按照水源、地下水和地表水(淡水和咸水质量)分类报告年用水总量。用水途径包括公共供水、家庭、商业、工业、灌溉、牲畜、采矿、水产养殖、水力发电和热力发电, 以及废水回用。

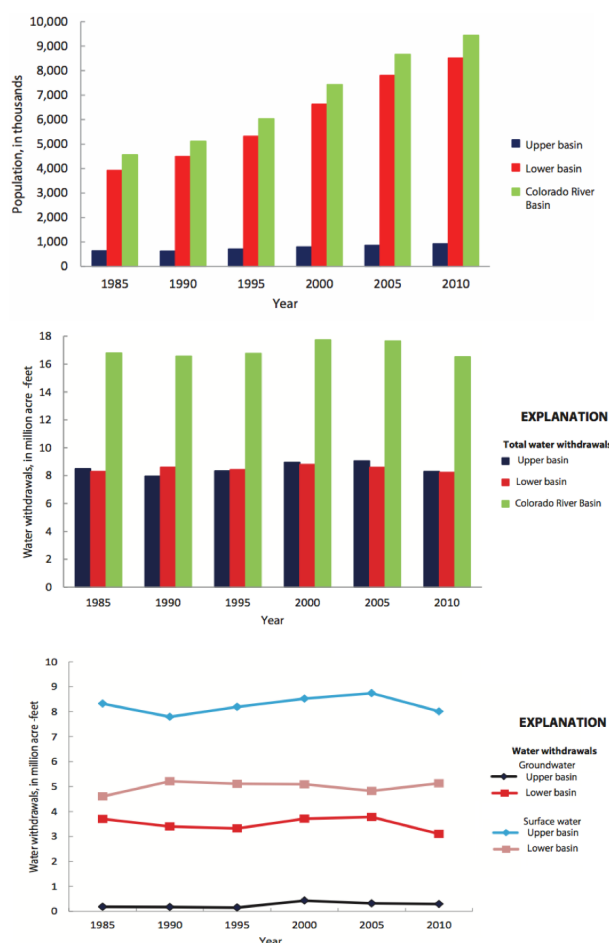
数据还包括公共供水系统向家庭、商业、工业和热电动力的供水。可得出1985年至1995年间所有类别的用水估算值,而2010年只有灌溉和热电动力的数据。从1985年到2010年,每隔5年对科罗拉多河上游和下游流域的8位水文单元编码(HUC-8)流域的数据进行汇总。研究区域包括整个亚利桑那州,以及加利福尼亚州、科罗拉多州、内华达州、新墨西哥州、犹他州和怀俄明州部分地区。

除了35年来的用水数据汇编外,美国地质勘探局还与美国垦务局合作编制了一份报告,对这两个部门在科罗拉多河流域的用水活动进行了比较。这份联合撰写的报告对这两个信息项目进行了比较,详述了每个部门运作的法律依据和考量,阐明了相关术语,对比了信息、数据和流域用水的方法。

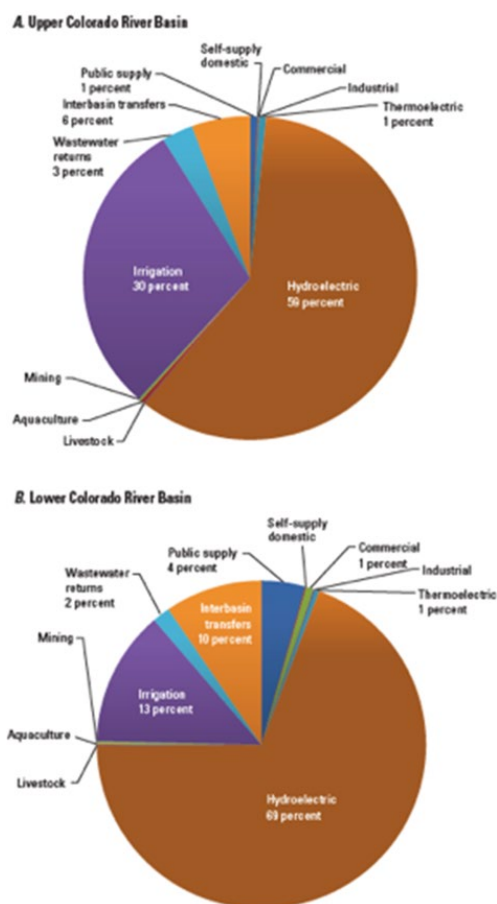
两个部门明确未来还会继续合作,以提高科罗拉多河流域以及美国西部其他地区的用水信息的准确性、时效性和共享性。

主要发现和研究成果

- 1985年到2010年间,不包括跨流域调水在内,总用水量平均约为1700万英亩英尺,2000年用水量最高,达到1775万英亩英尺。
- 用于水力发电的水占总用水量的比重较大,但它属于河道内部用水。作物灌溉是科罗拉多河流域最主要的河道外部用水,在这35年中平均占河道外用水的85%。
- 科罗拉多河流域的人口从1985年的460万增加到2010年的940多万,其中大多数人生活在科罗拉多河下游,2010年下游人口约占总流域人口的90%。



1985年-2020年科罗拉多河流域上游和下游的总人口、总取水量和按水源划分的取水量



2010年科罗拉多河上游流域和下游流域（按类别划分）的水用途

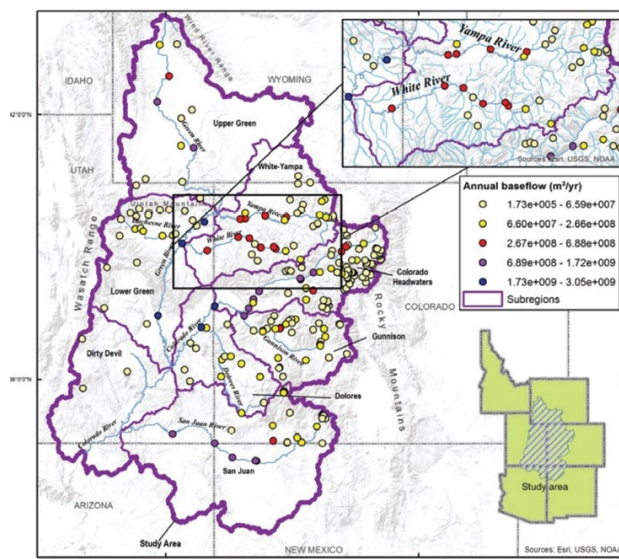
D 地下水排入河道

一直以来,科罗拉多河流域的水资源管理主要聚焦于地表水的供应上;然而,地下水和地表水是相互联通的,在科罗拉多河上游流域的大部分地区,排入河道的地下水维持着地表水流。为了进一步了解该流域的地下水和地表水之间的联系,USGS在进行科罗拉多河流域专题调研时对整个科罗拉多河流域内的地下水排入河道的情况进行了量化分析。

为了估算科罗拉多河流域内的地下水排入河道的情况,研究人员利用河道内的水质数据,特别是水流的导电性(电导率),来量化河道内源自地下水的水流比例。对于只进行了若干次电导率测量(称为离散数据)的地方,开发人员又另外开发了新的方式估算排入河道的地下水的百分比。

主要发现和研究成果

- 在位于科罗拉多河上游流域的229个观测站中,排入河道的地下水平均占河道总流量的48%。
- 从空间分布上看,降水较多的山地、丘陵地区地下水排入河流的水流量更大。



科罗拉多河上游流域 229 个观测站地下水排入河流(基流)的估算。



大峡谷底部蜿蜒流过的科罗拉多河

本文综合采编自:

气候变化威胁科罗拉多河, 令近四千万人的水源岌岌可危:

<https://weather.com/news/news/2020-02-21-colorado-river-drying-up-drought-climate-change>

美国地质调查局科罗拉多河流域专题调研:

https://www.usgs.gov/mission-areas/water-resources/science/colorado-river-basin-focus-area-study?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects

气候变暖导致雪减少, 光反射减少进而促进蒸发, 科罗拉多河流量减少:

<https://science.sciencemag.org/content/367/6483/1252>

即使经历了潮湿的冬季, 气候变化依然令美国重要河流受到威胁:

<https://apnews.com/fc28a88e4d5a4829a918e5b2a22a6cc0>

气候变化正缓慢地减少科罗拉多河的水量:

<https://www.sciencenews.org/article/climate-change-warming-slowly-drying-up-colorado-river-water>



瑞典斯德哥尔摩水研究所 (SIWI)

加快气候行动： 改善水治理，打造 韧性城市

水是城市包容性、安全性、强韧性和可持续发展的基础。水是城市体系中各部门和利益相关者的纽带，对水的管理也是促成和加快强韧性城市建设的因素。

面对气候变化的威胁，城市往往首当其冲。无论是近期遭遇历史性洪灾的意大利威尼斯，还是处于水资源短缺的南非开普敦，全球各地的城市都面临着严峻的挑战。打造强韧性城市，应对气候变化的威胁，日益成为城市议程的重中之重。但是，如何将这些重点议程转化为切实可行的行动仍然是一个亟待解决的核心问题。囿于资金和时间限制，政治意愿和公众意识不足，以及缺乏将强韧性这一概念变为现实的规划指导，强韧性城市建设困难重重。可以说，对强韧性城市建设的指导和支持是十分迫切的。

水是强韧性城市建设的切入点，因为水系统是城市的命脉，并构成了一个复杂的生态系统，其健康和平衡对城市及居民抵御气候变化的能力至关重要。水不仅是城市系统中各部门和利益相关者的纽带，对水资源的管理也是促成和加速强韧性城市建设的因素。鉴于气候变化的不确定性及其对城市的影响，通过水治理来增强城市的气候适应能力变得愈发重要。提升水治理有机会开创新局面，化风险为韧性，转贫因为福祉，将退化的环境复苏为生机勃勃的生态系统。

城市是社会经济架构的重要单元，可作为实施创新和让强韧性概念落地的实验田。

城市面临的水风险

世界上33个超大城市中，有21个建在海岸线上，而其他超大城市则位于洪泛平原或其周围，这意味着这些城市最容易遭受洪水、海平面上升和其他自然灾害的威胁。根据全球减灾与恢复基金(GFDRR)的数据，到2030年，自然灾害每年给城市造成的损失可高达3,140亿美元(约人民币2.198万亿元)，而气候变化可能会使近7,700万城市居民陷入贫困。在这些自然灾害中，与水有关的危害占近90%，其中包括洪水风险，干旱，风暴潮和海平面上升等。联合国国际减灾战略(UNISDR)一份名为“人类面对气候相关灾害所付出的代价”的报告强调，在1995年至2015年期间有记录的自然灾害中，洪水占43%，造成15.7万人死亡，影响近23亿人，造成的损失估计达6,620亿美元(约4.634万亿元)。同一时期的自然灾害中，干旱占5%

,造成2.2万人死亡,影响11亿人,损失超过1,000亿美元(约人民币7,000亿元)。

城市化快速发展,资源消耗增加和人口增长等复杂因素,进一步加剧了全球城市面临的风险。预计到2050年,将新增20亿城市人口,城市及周边水资源压力不断加大。应对这一问题需要运用创新,全面和包容的治水方式,提高城市的水资源强韧性,为城市和周边的居民提供必不可少的服务。

化风险为韧性

一个具有水资源强韧性的城市在面对与水有关的冲击和压力时,能够有效应对、化解甚至转危为机。在充分减轻对城市系统的不利影响的同时,还能为居民提供持续、充足和优质的供水,维护居民的福祉。为此,由英国奥雅纳工程顾问公司(Arup)、斯德哥尔摩国际水研究所(SIWI)和世界银行联合开发了城市水资源强韧性方法(CWRA),这一项目还得到了洛克菲勒基金会和Resilience Shift组织的支持。CWRA不仅强调了需要创造有利于维护人类生命和福祉的基本条件(优质用水,环境卫生,医疗保健和灾害防御),还指出借由水打造安全、健康和有吸引力的城市空间的发展潜力。

一个具有水资源韧性的城市在面对与水有关的冲击和压力时,能够有效应对、化解甚至转危为机。在充分减轻对城市系统的不利影响的同时,还能为居民提供持续、充足和优质的供水,维护居民的福祉。

水是自然和人类系统的支柱,因此建设具有水资源韧性的城市对于整个社会的强韧性建设至关重要。在政策、规划和投资中采取以水为核心的综合全面的方法是向可持续和强韧性社会转型的前提,也应当成为应对气候变化带来的日益严峻挑战的关键方法。

国际水社会充分肯定了强韧性这一概念是解决当前城市缺水状况的最适用的规划体系,新的举措和联盟相继出台和建立,以期打造强韧性、智慧型和可持续发展的城市。2019年9月,全球适应委员会(Global Commission on Adaptation)新设了水行动追踪机制(Water Action Track)这一全球平台,旨在加快水和水相关领域的气候变化适应行动。水行动追踪机制呼吁采用强韧性方法应对气候灾难,并强调了水行动的三个关键领域:筹备水资源强韧性建设、强韧性流域前景和城市水资源强韧性。其

中,城市水资源强韧性这一行动领域的目标规定,到2030年,应帮助至少100个城市制定和实施综合的城市水资源强韧性计划和投资,改善与水相关的基础设施和水治理的薄弱之处,解决水资源危机,保障城市不断增长的人口的水安全。2019年斯德哥尔摩世界水周期间举办的“城市水资源强韧性方法”的活动中,, Resilience Shift 组织及其伙伴发起了在全球展开建设城市水资源强韧性行动的倡议。2019年10月在哥本哈根举行的C40全球市长峰会上,许多城市的领导人聚集在一起,呼吁采取大胆的气候行动,建设有强韧性,更具可持续性的未来,并敦促各国政府响应这一号召。不过,虽然国际上的呼声很高,但对于市政规划人员和水资源管理者来说,如何将强韧性概念落地,依然面临重重困难。

为了克服这些挑战,在国际社会的支持下,国家政府和地方当局必须认识到以下几点:

水治理可强有力地推动强韧性建设

生态系统管理风险和应对变化的能力在很大程度上取决于人类的具体行动和治理体系。水治理方面的欠缺可能导致水干预措施的失败,从而进一步加剧水资源短缺造成的影响。自2014年以来,《联合国世界水发展报告》和《经合组织水治理原则》强调指出,全球水危机实质上是治理能力的危机。因此,了解城市治理能力的现状至关重要,例如,谁来制定决策,如何做出这些决策,谁可以参与决策以及谁从中受益或受到影响。充分了解这些背景信息可以有效帮助城市水治理部门发挥职能,例如规划和筹备,政策和策略,灾后管理,响应和恢复措施,协调,能力发展,融资,法规和监管等。

城市水系统和利益相关者之间千丝万缕的联系常常导致治理缺位,应对突发危机的能力不足。CWRA能够揭示城市水利益相关者内部以及与其他重要的城市系统(能源,粮食供应,森林,土地,交通等)之间缺乏协调之处,并指出哪里需要建立新的联系,从而改善地方治理和决策。

打造水资源的强韧性需要创造一个有利的环境,即不断完善水治理,增强其适应性和质量,确保水治理可以实现预期的强韧性建设目标。这就需要建立一个具备以下特征的多层级治理体系,即协调协作、广泛参与、包容、灵活适应、循证、问责,公开透明的机制,这样才能有效执行各项水治理的职能,成功打造强韧性的水资源。例如,提高不同水治理职权部门之间的问责和透明度可以让

部门在紧急情况和灾难期间进行更有效的计划、协调和沟通,增加职权部门的可信度和合法性,有效获取可靠信息,明确主要行为者承担的角色和责任,并提高利益相关者之间的互信。在利益相关者之间建立包容的和参与式的沟通渠道,可以促进信息交流、学习、自我组织和灵活适应,并有助于制定更好的预备方案和响应措施应对水相关的影响和压力。

认识城市水系统的互联性

城市水系统十分复杂,并与其他关键的城市系统、基础设施以及具有不同利益和重点关切的决策机构相联系。此外,城市的水源往往来自更大的集水区,这些集水区超出了行政边界,与一个或多个跨越城市、州乃至国际边界的流域相连,往往超出了城市的管辖范围。这可能导致城市水管理的边界与水系统所依赖的更广泛的水网边界存在管理错位。鉴于如上复杂因素的存在,规划和实施增强水资源强韧性的行动没有简单和直截了当的办法。它必须以现有的社会政治、经济和水文方面的决策机制为基础。因此,必须采取整体的和多方利益相关者参与的方法,而不是各施其政或囿于行业范围,这就意味着要了解城市所在的流域范围以及涉及到的利益相关者。CWRA正是基于这一点考量,将其作为评估和建立水资源强韧性的基本前提。CWRA开发了一个叫做“OurWater(我们的水)”的数字化工具,无论是组织还是个人都可以利用它更好地了解所在城市的水系统,及其所处的更大的集水区或流域范围的情况。

评估水资源强韧性现状,助力未来决策

城市需要的是工具、框架和具体的指标来帮助研判当前的强韧性程度,为决策者采取必要的步骤和措施来打造强韧性的未来提供依据。包括评估哪些因素构成了障碍,以及在建设城市强韧性方面需要哪些前提条件。CWRA的城市水资源强韧性框架(CWRF)通过四个维度来指导城市建设强韧性:领导力和战略、规划和资金、基础设施和生态系统,以及健康福祉,并设定了一系列目标和指标来衡量绩效并评估当前水系统的整体强韧性。城市应该知道的是需要采取什么步骤才能实现这些强韧性和可持续发展目标,针对这一目的,CWRA意图使城市水利益相关者参与到关键的过程中来,包括系统制图(通过“我们的水”数字化工具)和强韧性评估(CWRF)等,以明确差距

和机遇,确定强韧性行动的优先级,并共同制定和实施水资源强韧性行动计划。

实现多方利益相关者参与,共享城市水资源强韧性愿景

基于城市系统的复杂性,建立共识,明确重点,对于助力协作发展,以及在全市范围内实施水资源韧性的行动计划十分关键。在这一过程中,订立共同愿景和管理应对城市系统中复杂事项将有助于提升规划和行动开展的包容性。面对多重目标和重点,面对资源的竞争性需求和各种不确定性,需要采取一以贯之的方法,让城市所有利益相关方都聚焦同一重点和共同愿景,从而指导实施城市整体水资源强韧性的决策。为实现这一目标,政府还要充分动员城市居民和包括上下游公司在内的工商业界和其他部门通力合作,这样才能更好地评估水风险,强韧性程度和可持续用水。

只是城市采取行动而国家层面不作为,预期目标能实现吗?

将水资源强韧性纳入地方和国家适应政策和战略中

水资源强韧性行动必须落实到地方。城市领导层政治承诺对强韧性建设方案和措施的可持续性起到关键作用。但是,从决心和认识走向切实行动还有遥远的一大步,有关强韧性建设的讨论必须延伸到政治圈之外。这意味着通过包容、问责和透明的方式落实水资源强韧性措施,并给予制度保障。此外,还应将水资源强韧性纳入市政府各级的日常工作考量中。这也必须在国家一级得到承认和吸纳,让水资源强韧性建设在国家适应计划和战略中得以体现。



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