



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:丁留谦 执行主编:王玉杰 责编:何鑫 刘一帆

2025
1
总359期

联合国水机制 | 水资源促进气候变化减缓的分析简报

新年好



HAPPY
**CHINESE
NEW YEAR**



2025新年寄语

岁序更替,新春将启。值此辞旧迎新之际,《水利水电国际资讯摘要》编辑组向各位读者送上诚挚祝福,衷心感谢您长期以来对本摘要的指导、陪伴和支持!

2024年,国际局势风起云涌,地缘政治冲突不断升级,经济格局面临深度调整,人工智能技术迎来革命性突破。在这样复杂多变的大背景下,世界各国都站在了历史的十字路口,面临着前所未有的挑战与抉择。

2024年,中国作为负责任大国,积极推动全球治理变革,积极推进高质量共建“一带一路”走深走实,成功举办中非合作论坛北京峰会,在上合、金砖、亚太经合组织、二十国集团等双边多边场合,鲜明提出中国主张,为维护世界和平稳定注入更多正能量。

2024年是新中国成立75周年,是习近平总书记发表保障国家水安全重要讲话10周年,党的二十届三中全会胜利召开,吹响进一步全面深化改革的号角。在这一年,全国水利人上下一心、克难奋进,推动水利高质量发展、保障我国水安全取得重大进展。

2024年一路走来,摘要为您呈现了50余篇水利行业前沿资讯。我们一起解锁了构建韧性未来的新工具,见证了AI大模型在预测洪水方面的新突破,研究了城市河流治理的新途径,探讨了欧盟《可再生能源指令》下的新行动……

2025年既是“十四五”收官之年,也是为“十五五”开局打下良好基础的关键之年。摘要将坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,立足新阶段水利事业高质量发展需求,持续为您带来全球水利科技前沿、政策动态和发展趋势。

“梦虽遥,追则能达;愿虽艰,持则可圆。”新的一年,我们重装出发,奔赴新的旅程,期待每月一次与您相聚!在乙巳蛇年来临之际,编辑组恭祝您和家人“蛇”全“蛇”美、万事胜意!

《摘要》编辑组

2025年1月

联合国水机制 水资源促进气候变化减缓的 分析简报



United
Nations



摘要

本报告探讨减缓气候变化对于水资源利用、水资源有效管理以及水和环境卫生服务的依赖性。本报告中提到的“水”指内陆水资源(地表水或地下水),在某些语境中也可指淡化海水。

水是减缓气候变化的驱动因素

对于许多关键的气候变化减缓(简称“气候减缓”)措施而言,包括清洁能源转型以及从大气中自然和人工清除二氧化碳,水均不可或缺。

了解水的可利用性和限制因素有助于明确气候减缓方案,并为气候减缓项目的设计提供指导。

二氧化碳(CO₂)是最主要的人为活动造成的温室气体,其次是甲烷(CH₄)和一氧化二氮(N₂O)。由于当前能源系统高度依赖化石燃料,二氧化碳的减排尤为困难。许多清洁能源转型措施需要大量水资源作为支撑。基于自然的直接碳移除(CDR)行动(如植树、恢复泥炭地和改良土壤)也依赖于水。

水体、废水和环境卫生服务也可能是温室气体的来源。改进对水和环境卫生服务的管理,可以减少温室气体排放,从而带来多种社会、经济和环境效益,为气候融资添砖加瓦。

有效的水资源管理是气候减缓成功前提

不同的清洁能源和直接碳移除措施对水资源的需求差异很大,这可能会影响项目是否实施、如何实施以及在哪里实施的决策。

将全球升温幅度限制在1.5或2摄氏度需要采取许多缓解措施,这些措施的实施将影响水资源需求以及其在其他地方和其他用途上的可利用性。例如,逐步淘汰化石燃料将减少火力发电厂的用水需求,从而使其所在地水资源能够被重新部署用以支持其他目标。然而,许多替代性的低排放能源会增加用水需求,并确保其所在地有充足的水资源供应才能成功实施。

水资源的可利用性可能会影响采取哪些气候减缓措施、如何实施以及在哪里实施这些措施,并为如何确保和维持必要的水资源供应提供决策依据。对于增加水资源需求、影响水流或影响其他用途(包括在邻国的用途)的水资源的气候减缓行动,可能需要进行广泛咨询和协调。因此,在制定未来气候减缓行动的战略规划时,必须考虑水资源的可利用性,这需要了解水资源的可利用性、使用情况和趋势。

通过采用水资源综合管理(IWRM)和可持续废水管理方法来识别和降低涉水风险,有利于融资的同时还能有效缓解气候变化,限制全球变暖进一步加剧。

理想情况下,国家自主贡献(NDC)的规划与实施将与可持续发展目标(SDG)6及其水和环境卫生目标的规划与实施紧密结合。

气候减缓行动需要权衡兼顾其他水资源用途,这需要进行广泛咨询和参与,特别是在跨境系统中。区域和跨界合作可帮助优化多种气候行动中水资源的利用。

平衡兼顾水资源的多种用途,特别是在气候变化导致水文事件更加极端的情况下,对于气候变化适应同样至关重要。

前进方向

要使气候减缓目标和水资源目标相一致,就需要在所有气候战略规划中(特别是在制定国家自主贡献时)考虑水资源的可利用性和使用情况,同时,在所有与水、环境卫生和个人卫生相关的战略规划中(包括对共享跨界水资源的规划)也要考虑到气候变化因素。

各国政府可以通过多边进程来支持这项工作,具体做法是,授权将水在气候减缓中的作用作为今后气候讨论和协议的主题,并通过联合国气候变化

框架公约的工作方案得到支持,就像通过《全球适应目标》得到相应支持那样。

政府间气候变化专门委员会(IPCC)的成员还可以在当前IPCC工作方案中评估有关水和气候相互依存关系的新研究。

此外,还可以鼓励并协助地方当局和地方政府确保它们所规划的任何缓解行动的水资源需求都得到充分考虑并被纳入项目计划中。

投资于能够减少温室气体排放的供水、污水处理和环境卫生行动,还可以带来其他极为可观的社会、经济和环境效益,包括粮食安全和健康效益。

气候减缓效益可能为气候融资获得更高优先级提供合理依据。由于新的气候披露要求需要报告涉水风险,私营部门和其他非政府实体也可帮助寻找解决方案。一些主要的跨部门多利益相关方机构的方案具有高度相关性。

如果能够获得更多关于不同环境条件下各类型湿地的碳与水关系的信息,将对战略规划大有裨益。然而,目前还很难在全球范围内对淡水湿地的恢复情况进行评估。需要在全球和地方层面开展进一步研究。

如果能够获得更多关于不同清洁能源技术所需水资源以及如何在不与其他淡水用户竞争的情况下提供这些水资源的信息,政策制定者也将从中受益。如果各国政府或政府间进程提出要求,全球研究机构可能愿意在这一领域开展进一步的工作。IPCC将在其下一份报告中评估有关这些问题的任何新科学成果。

提供支持

为确保气候减缓行动的水资源需求,需要全国范围内进行气候减缓方案规划、水资源综合管理以及可持续管理废水,许多全球和区域组织可以在这方面提供支持。这包括联合国全系统支持发展中国家制定其下一个国家自主贡献。

现在恰逢其时

随着各国回顾和更新其国家自主贡献,现在了解水和环境卫生领域的行动如何为气候解决方案做出贡献恰逢其时。



第一章：简介

水资源用于气候减缓措施

政府间气候变化专门委员会(IPCC)评估认为,要将全球升温幅度控制在1.5°C或2°C以内,需要减少二氧化碳以及甲烷、一氧化二氮等其他温室气体的排放,和(或)通过增加这些气体的吸收汇(例如,从大气中移除二氧化碳),以此来限制大气中温室气体的浓度。IPCC将实现这一目标所需采取的行动归为“气候减缓措施”。

对于实现从化石燃料能源向清洁能源转型以及从二氧化碳净零等多项清洁能源措施而言,水是必要投入要素。实施这些措施需要充足的水资源作保障,才能实现气候减缓和其他效益。

水资源和废水的有效管理也可以直接推动实现减排目标,因为管理不善的废水和环境卫生系统,以及一些湿地、水库和灌溉系统,都是温室气体排放的来源,尤其是甲烷和一氧化二氮。

国际大学气候联盟(IUCA)与联合国水和气候变化专家组合作,对IPCC评估的若干气候减缓措施的水资源需求进行了估算。这项工作还估算了各种减缓措施的相对“用水效率”。例如,据估计,在利用清洁能源替代化石燃料能源的过程中,每使用10亿升水,绿氢生产将减少排放约684亿吨二氧化碳当量,第二代液体生物燃料将减少约20亿吨,轻型车辆电气化将减少约17亿吨。IUCA估计,每使用10亿升水用以维持或恢复泥炭地的地下水位,将封存约185亿吨温室气体排放量。

IUCA的估算是基于生产方法和其他影响每项计算结果的关键因素的假设。这些估算未考虑水质差异,例如,氢气生产需要对纯水进行电解,而热电系统通常可以使用任何可用的水资源。本报告中提及的IUCA估算结果均基于IUCA2024年报告提出的这些假设和其他注意事项。

本报告的结构参考了IUCA2024年报告相关结果中的IPCC所列措施,具体如下:

· 第二章:水资源用于清洁能源转型。

涉及IPCC“能源供应”和与交通相关的“定居点和基础设施”类别的措施。

· 第三章:水资源用于清除二氧化碳。

涉及IPCC“土地、水和粮食”类别的措施。

· 第四章:减少水和环境卫生系统的温室气体排放。

涉及IPCC“土地、水和粮食”以及与废水相关的“工业和废物”类别的措施。

本报告旨在讨论相关IPCC评估、IUCA估算以及其他来源信息的影响。

水和可持续发展

IPCC建议,可利用可持续发展框架来评估气候减缓行动对可持续发展的长期影响,反之亦然,并且实施减缓方案在不同部门的可行性取决于社会相对于其他产品和服务而言将减缓行动放在何种优先地位。

17项2030年可持续发展目标(SDG)包括“为所有人提供水和环境卫生并对其进行可持续管理”(SDG6)以及“采取紧急行动应对气候变化及其影响”(SDG13)。大多数其他可持续发展目标也依赖于水,包括:“消除饥饿,实现粮食安全,改善营养状况和促进可持续农业”(可持续发展目标2)、“确保人人获得负担得起的、可靠和可持续的现代能源”(可持续发展目标7)以及“保护、恢复和促进可持续利用陆地生态系统,可持续管理森林,防治荒漠化,制止和扭转土地退化,遏制生物多样性的丧失”(可持续发展目标15)。

尽管各地区和国家之间以及国家内部在实现可持续发展目标方面的进展大相迥异,但目前的全球数据显示,可持续发展目标6的任何一项具体目标在全球范围内都无法实现:22亿人无法获得安全管理的饮用水;大约一半的世界人口在一年中

的至少某段时间严重缺水;35亿人缺乏安全管理的环境卫生设施。事实上,可持续发展目标6的进展比其他任何可持续发展目标都要缓慢。

气候变化、人口增长和水资源日益匮乏还将造成粮食供应紧张,因为所用的大部分水资源(平均约70%)用于农业,生产一个人一天的粮食需要2000至5000升水。水资源短缺还会影响水道的多重用途(如能源、航运和工业)以及生态系统。

了解与气候减缓行动相关的协同效益和权衡是了解社会如何考虑不同部门政策方案优先次序的关键。IPCC评估了潜在的权衡利弊,即实现气候效益可能会对粮食安全、生物多样性、能源的可负担性和获取性、以及矿产资源的开采等其他预期结果产生负面影响,同时IPCC也评估了协同效益,即实现气候效益有利于健康、获取清洁能源和水资源的可利用性。

改变水循环

气候变化持续加剧全球水循环,影响的方面包括其多变性、全球季风降水、干旱和洪水,使得洪水和干旱等极端天气事件在全球范围内更加频繁和剧烈。

IPCC预测,由于气候变化,几乎所有冰冻水域的范围和(或)体积都将缩减。不论排放情景如何,全球许多冰川预计将在2100年前消失,尤其是在小型冰川分布的地区。自1990年以来,随着下游人口的增加,全球冰川湖的数量和面积迅速增长。冰川湖溃决洪水(GLOF)构成重大危害,并可能导致大量人员伤亡。

全球淡水储量不断减少,全球范围内的储水差距——即特定时间和地点所需的淡水储量与现有(自然和人造)现有储水量之间的差距——正在扩大。在过去20年里,包括土壤水分、雪和冰在内的所有陆地淡水储量每年下降1厘米,这严重影响水安全。

气候变化还会影响水质,进而影响其用于其他用途,因为预计水温升高以及洪水和干旱频发将加剧多种形式的水污染,包括沉积物、病原体 and 农药污染。

这些全球性趋势可能会加剧许多地方的水资源供应风险,因此越来越有必要按照要求进行规划、监管和投资,以确保有足够的水资源来满足未来的用水优先事项,包括用于清洁能源转型和其他气候减缓战略的水资源。在水资源短缺时期,意在满足其他迫切用水需求的国家战略同样需要加以调整并应用于气候减缓行动。

影响不均衡

全球变暖对水循环的影响在不同地区存在很大差异。不同地区面对洪水、干旱和风暴的脆弱性也不尽相同。

气候变化的影响将波及因地理、贫困、性别、年龄、土著或少数族裔身份以及残疾等因素而处于弱势地位的人群。干旱和洪水等极端天气事件频发、安全饮用水日益匮乏以及水和环境卫生设施基础设施遭到破坏,往往会加剧这些本已存在的不平等现象。

IPCC评估认为,2010年至2020年间,在极度脆弱地区,洪水、干旱和风暴导致的人类死亡率是极具韧性地区的15倍,非洲、亚洲、中美洲和南美洲、最不发达国家、小岛屿国家和北极地区受到的不利影响最大,全球来看,原著民、小规模粮食生产者和低收入家庭也深受其害。

世界资源研究所“水道”水风险工具显示,每年全球有25个国家(占世界四分之一的人口)水资源严重短缺,经常几乎耗尽其全部可用水资源,而全球至少有50%的人口在一年中的至少一个月内严重缺水。水资源最短缺的地区是中东和北非。

由于基础设施薄弱、暴露风险高和应对能力不足,洪水对环境卫生系统造成的环境和健康影响在社会经济地位低的群体中尤为严重。

在制定全球政策议程和各级气候减缓规划时,需要考虑到人为气候变化造成的与水相关的所有这些影响因区域和国家而异。

水资源管理和基础设施局限性

为了确保在适合的时间和地点有充足的水资源,从而实施稳定全球气候所需的气候减缓措施,需要更加关注各级(包括跨境系统)的水资源管理能力以及水储存和分配基础设施。

目前,各项工作仍大幅落后。当前与水相关的投资水平还远远不足以实现全球水和环境卫生目标。据估计,要实现饮用水和环境卫生目标(即可持续发展目标6.1和6.2),年度支出需要增加167%。据估计,到2030年,全球与水相关基础设施的总融资需求将达到6.7万亿美元,到2050年将达到22.6万亿美元。目前,官方的发展援助每年约为85亿美元,只能满足这一投资需求的一小部分。这一资金缺口表明,如果许多国家要成功实施依赖水资源的气候减缓行动,就必须实施水资源综合管理政策和措施,为更多与水相关的投资创造条件。

然而,增强水资源管理能力也受到极大限制。在2021年全球范围内对部长和其他“国家水资源管理者”进行的调查中,大多数人认为气候变化是实现良好水资源管理面临的最大风险,其次是需求不断增加以及干旱和洪水的影响。然而,在被调查的国家中,超过一半的国家认为在可持续发展目标6的8个涉水具体目标中,有6个要么具有挑战性,亦或无法实现。给出的原因主要涉及治理和融资。

这些调查结果并不令人意外,因为管理人类相互竞争的水资源需求和保护水源的必要性,以使水资源能够在未来继续满足人类需求,要求所有国家都具备高超的水资源管理能力。在跨界水资源的情况下,需要与邻国之间达成合作安排。然而,关于实现可持续发展目标6中各级实施水资源综合管理目标的最新进度报告显示,这一目标仅实现了57%。同样,只有56%的跨界流域地区建立了水合作运行安排。

呼吁加快气候行动

在《联合国气候变化框架公约》缔约方大会第二十八届会议(COP28)上,各方就《巴黎协定》目标的进展情况进行了“全球盘点”。各方一致同意将在国家自主贡献中设定更有力的全经济领域减排目标,涵盖所有温室气体、部门和类别。《公约》缔约方大会第二十八届会议还同意继续努力推动通过可持续发展和消除贫困工作实现“公正转型”,并加强国家和国际层面的适应能力和气候韧性。

为了确认这一意图,现任及今后的缔约方大会主席国(阿拉伯联合酋长国、阿塞拜疆和巴西)已宣布,它们有意将升温幅度限制在1.5摄氏度以内,协调一致所需的气候行动所有支柱,并制定强化目标和执行框架。

COP 28还通过了《全球适应目标》(Global goal on adaptation),其中包括“大幅度减少气候变化引起的水资源短缺,增强对与水相关危害的气候抵御力,以实现具有气候适应能力的供水、具有气候适应能力的环境卫生,以及人人都能获得安全、负担得起的饮用水”的目标。

国家自主贡献需要水资源

根据《巴黎协定》,每个国家都要通过国家自主贡献(第三条)来明确其将如何以及多大程度上为全球减排努力作出贡献,并通过国家适应计划(第七条)来明确其应对气候变化的行动。

《联合国气候变化框架公约》缔约方已同意,下一个国家自主贡献将设定“宏伟的全经济领域减排目标,涵盖所有温室气体、部门和类别,并根据最新科学信息和不同国家的国情,与将全球升温幅度限制在1.5°C以内的目标保持一致”。

联合国水机制建议,国家自主贡献应纳入基于风险的水资源供给方法,该方法需与气候减缓和适应目标保持一致,并在决策和项目层面促进现有基于风险的方法的机构能力建设。

然而,对当前国家自主贡献的最新分析显示,国家气候减缓战略中很少提及水资源。在国家自主贡献中,只有22%提到了水电,32%提到了废水,而几乎没有提及及其他类型减缓行动所需的水资源。

跨界水资源占全球水资源总量的60%以上,但很少有国家自主贡献提及跨界水资源管理和合作。

制定和更新国家自主贡献是一个契机,可以帮助明确各项战略,包括寻求为减少温室气体排放、移除大气中的二氧化碳和碳封存的计划气候减缓措施供水。

联合国秘书长已宣布,联合国将全力支持各国编制下一轮更具雄心的国家自主贡献和国家适应计划,这些计划商定于2025年提交。

联合国《全系统水与环境战略》(UN System-wide Strategy for Water and Sanitation)可以为此提供支持,根据该战略,联合国各实体已承诺团结一致,最大限度地发挥联合国系统的集体力量,支持各国在水和环境卫生方面加快取得进展。

获得气候减缓技术

《经济、社会及文化权利国际公约》规定,人人享受科学进步及其应用所产生的利益。根据该公约,联合国人权事务高级专员办事处(人权高专办)建议,为确保国际社会公正、全面和有效应对气候变化,所有国家都应积极支持开发和推广新的气候减缓技术,包括促进可持续生产和消费的技术。还应确保这些技术的价格合理、其开发成本得到公平分担、其惠益在国家之间和国家内部得到公平分配,以及根据需要适当在国家间进行技术转让。

人权高专办还建议,各国应采取步骤,确保全球知识产权制度不妨碍缓解和适应技术的传播,同时确保这些制度形成适当的激励举措,以帮助实现可持续发展目标,并保护包括原著民在内的弱势和边缘化群体参与科学进步和创新并从中受益的权利。

对比看待水资源与温室气体排放量

水的计量单位与数量

本报告通常以立方千米(km^3)为单位计量水量。这相当于10亿立方米或1000000百万升。为便于比较:

- 1百万升的水可以填满一个长宽高均为10米的立方体。

- 一个奥运会标准游泳池的水量为2.5兆升。

地球上只有2.5%的水是非咸水,而在这些非咸水中,只有一小部分存在于容易获取的湖泊、河流、浅含水层和水库中(总共不到1%),以及作为可再生水资源的含水层中(最多达10%)。

可获取的水资源所占比例如此之小,原因在于陆地上的降水总量(每年约110,000立方千米,约占56%)中,有相当一部分通过森林和自然景观的蒸散发作用消耗掉了,另有5%被雨养农业所消耗。大约39%(约4.3万立方千米)作为地表径流汇入河流和湖泊,以及含水层的地下水,这些水是“可获取”的。

可获取的水资源还受到日益增长的用水需求(部分原因是全球变暖)、过度抽取变本加厉以及含水层水位下降的影响。获取、储存、运输和处理水的成本,以及许多水系中季节性和年际间的高度多变性,也限制了可获取水资源的总量。

据估计,全球水资源总取用量约占这种“可获取”水资源的10%(每年4200立方千米)。其中,约69%用于农业,19%用于工业,12%用于家庭和其他市政用途,这一数字不包括水库蒸发损失的水量。

温室气体计量单位和数量

人类活动产生的温室气体主要是二氧化碳(CO_2)、甲烷(CH_4)和一氧化二氮(N_2O)。其他几种气体的占比要小得多。IPCC将不同气体的排放量以“二氧化碳当量”表示。本报告采用通常方法,将温室气体排放量表示为年排放减少的二氧化碳当量(十亿吨)。

据估计, 2019年全球人为活动产生的净温室气体排放量超过590亿(上下浮动66亿)吨二氧化碳当量, 而2022年已达到574亿吨二氧化碳当量。

这些排放量中, 约60%(即每年约350亿吨二氧化碳)来自能源生产、使用以及其他工业活动, 约40%(250亿吨二氧化碳/年)来自土地利用、土地利用变化和林业以及其他部门。

陆地和海洋的碳汇吸收了人类活动产生的约56%的二氧化碳排放量。

气候变化减缓措施旨在减少和消除人为活动排放的温室气体, 并维持碳汇和碳储量。



第二章:水资源用于清洁能源转型

未来的清洁能源系统

国际能源署(IEA)预测,未来的能源系统很可能依赖于电力和其他燃料,这些电力和燃料在生产、储存、分配和使用过程中的碳排放量极少或没有。在IEA的《2050年净零排放》情景中,总能源供应的三分之二将来自风能、太阳能、生物能、地热能和水能,而发电量将增加2.5倍。到2050年,近90%的电力应来自可再生能源,其中风能和太阳能光伏技术合计占近70%。

IPCC评估认为,净零二氧化碳能源系统需要“大幅减少化石燃料的总体使用量,尽量少使用未减排化石燃料,并推动剩余化石燃料系统使用碳捕集和封存技术;避免电力系统二氧化碳净排放;普及电气化;在不太适合电气化的应用中使用替代能源载体;节约能源和提高效率;以及加强整个能源系统整合”。

未来能源需要的水资源

IPCC评估认为,某些清洁能源措施将增加用水需求,并且热电和水力发电易受水资源短缺的影响,这可能威胁电网安全和能源的可负担性。

国际能源署认为,水“对于能源供应的几乎各个方面都至关重要,包括发电到化石燃料生产,再到生物燃料的开发”。国际能源署估计,全球能源系统的总用水量约为370立方千米(2021年数据),约占全球总用水量的10%。

国际能源署还预测,到2030年,未来的用水量将介于约350至400立方千米之间,具体取决于燃煤发电退役的速度和未来能源效率假设。此外,按照国际能源署的《2050年净零排放》情景,国际能源署估计,2021年到2030年,水的“消耗量”(即不再可供其他用途使用的水量)将略有增加(约5立方千

米),其中化石能源的水需求减少更多地将被生物能源生产的水资源需求增加所抵消。

联合国教科文组织世界水评估计划也根据国际能源署提供的2021年前趋势数据和2030年前估计数据,报告了水和能源生产情况。2010年后,由于化石燃料用水量减少,抽水量和水消耗量总体下降,但预计到2030年将逐步上升。

IUCA还进行了一项更广泛的研究,估算了一些清洁能源措施的实施对水资源的需求,而这些措施对于实现《巴黎协定》气候减缓目标不可或缺。所评估的能源措施包括地热能、与太阳能和风能相关的抽水蓄能水力发电、氢能、核能、生物燃料以及轻型电动汽车的电池。

IUCA2024年估计,到2030年,其评估的清洁能源措施所需的全球用水量约为每年900立方千米,约占全球灌溉抽水量的三分之一。这一用水量包括国际能源署在2023年报告中未涵盖的一些投入要素所需的水量,特别是轻型电动汽车所用电池所需的关键矿物。IUCA2024年估计,其评估的新增用水量将“在一定程度上”还被“旧能源系统”所需水量的减少以及海水和咸水的使用所抵消。

这些报告中的估算基于不同的假设和基线,本简报并未对任何估算进行解释或有所偏好。然而,它们都表明,所审查的措施需要大量水资源。

国家和地方在清洁能源选择方面的决策需要考虑相关规模上的水资源供需平衡以及这种平衡如何变化。

上述对未来全球清洁能源措施所需水量的估算表明,这一问题对区域和全球进程具有实质性影响,并可能为指导未来全球研究和政策制定提供帮助。

IUCA还根据其评估的每项清洁能源转型措施所“节省”的排放量(假设替代了基于化石燃料的能源)来计算每消耗一单位水所带来的“用水效

率”。国家和地方层面类似的估算可能有助于做出缓解技术选择。

水和能源之间也存在相互依存的关系,因为向用户提供“适合用途”的水以及海水淡化过程都需要消耗能源。

未来能源的调度能力

与水资源的情形一样,确保能源以适当的形式和数量因地制宜适时供应,在经济可承受情况下满足社会的复杂需求,对所有政府来说都是一项极为艰巨的挑战,这需要复杂的技术和管理系统。

与水资源一样,能源面临的关键问题是确保始终能满足需求,而需求又会因季节和一天中的时间大幅波动。这使得能源的调度能力变得至关重要。

调度能力意味着能够在需要的时候储存和输送能源。

水电和热力系统发电的速度不同,通过具有足够容量的输电线路实时传输给用户,以满足不断变化的需求。任何间歇产生的多余电力,如太阳能(仅白天)和风力发电系统产生的电力,都可以储存在电池、抽水蓄能(闭环)水电系统以及蓄热材料中,并在需要时从储存设施中输出。其他燃料可以储存在大型仓库中,并通过管道和传统运输方式运输。

太阳能和风能虽然能让新能源系统实现最低边际成本,但却具有间歇性,因此它们将更多地依赖于能源储存来实现调度能力。在水资源供应不太可靠和(或)能源用水优先级不高的情况下,水电可能是一种不太可靠的可调度能源,可能需要与电池或其他储能系统相结合,或者进行跨境储存能源贸易。

未来电力需要的水资源

据预测,未来电力将越来越多地来自太阳能(光伏电池)、风力涡轮机、水力涡轮机(水电)以及由核裂变、地热源和生物燃料加热的蒸汽涡轮

机。如果来自这些来源的电力能在一定程度上替代基于化石燃料的电力,那么为实现这一目标而采取的行动将是气候减缓措施。

水电

就水电而言,流经涡轮机的水并没有被“消耗”掉,但如果下游水流的时间、流速和(或)温度受到影响,则可能会丧失对下游用户的效用并造成环境危害。此外,水会通过蒸发而被“消耗”掉,这个具体取决于蓄水池的特点。

虽然水电易受干旱和气候变化的影响,但它也有一定的灵活性,在电力负荷和供应快速变化情况下进行补充,并确保能源供应和储存的连续性。

大多数大型水电站水库还为其他多种目的提供蓄水服务,如为饮用水和其他家庭用途以及关键行业、公共自然资源用水、农作物灌溉、降低洪水风险以及休闲娱乐提供更安全的供水。

然而,水电可能会带来社会、经济和环境方面的影响,比如新建水库会淹没具有生产价值或环境重要性的土地。下游河流流量的持续变化会对生产、生活方式和环境产生负面影响。只要此类对于有效气候适应至关重要的价值存在,水电在气候减缓和适应目标方面就可能存在冲突风险。此外,对水电资源的跨境争夺可能引发冲突,由于气候导致降雨和径流发生变化,这种冲突可能会加剧。

水电项目的成功实施需要对水库的不同用户和使用方式之间的权衡进行管理,并评估和优化由此产生的水资源和能源成本及带来的效益。在规划阶段如何考虑这些问题,已有相关指导可供参考。

废水发电

据估计,废水每年有可能为约5亿人提供电力,并且其中所含的能量约为处理废水所需能量的五倍。这些能量可以热能的形式存在,也可能来自有机物的化学分解。

太阳能和风力发电调度能力

在太阳能和风力发电方面,制造太阳能电池板(主要用于硅生产)、聚光太阳能热发电厂以及使用电池和抽水蓄能水力发电来储存和调度这种间歇性能源都需要水。

生命周期评估估计,制造多晶硅电池板的耗水量高达2.3升/千瓦时。根据国际能源署2024年报告中清洁能源估计值 6.08×10^{10} 吉焦耳,这相当于每年耗水量高达39立方千米。

开采和加工关键稀土元素和其他必要材料以及生产电池需要更多水资源。由于铜和锂的耗水量高,它们特别容易受到水资源短缺的影响,超过50%的锂和铜生产集中在水资源严重短缺的地区。国际能源署指出:“由于气候变化导致干旱更加频繁和水流发生变化,优质水资源的可利用性将成为影响矿物稳定供应的关键因素。”国际能源署还讨论了是否有必要管控采矿作业带来的水质风险。

据估计,假设锂离子电池所产生的能量替代了化石燃料所产生的能量,从而带来每年减少8亿吨二氧化碳的气候效益,那么全球每年生产轻型车辆用锂离子电池将需要480立方千米的水资源。虽然这是IUCA评估的所有清洁能源措施中耗水量最小的一项,但电池矿物成分回收工艺的进步可能会降低耗水量。

电池生产所需的水资源通常并不来自于因使用电动汽车实现减排的国家。因此,这种水资源依赖在决定未来低排放能源选择时不太可能被考虑在内。

据估计,如果抽水蓄能水力发电系统所供能量替代化石燃料所产生的能量,为了实现太阳能和风能的可调度供应,抽水蓄能水力发电每年需要在全世界范围内额外拦蓄5立方千米的水量,从而带来每年减少41亿吨二氧化碳的气候效益。这一估计并未包含圈围水体的蒸发损失。如果抽水蓄能所用的水资源是在一个封闭环中储存的,那么其对下游的影响将仅限于多用途水库,因为在这些水库中,需要为抽水蓄能水力发电保护系统中的水资源,而这可能会限制其他用途。

地热能、生物质能和核能

对于需要热冷却的清洁能源系统(主要是地热能、生物质能和核能系统),在海水不可用的地区,淡水将作为冷却介质,同时,任何未回收以供系统重复利用的蒸汽排放都将导致水资源“消耗”。

内陆核电站可能会加剧局部地区的水资源短缺和用水竞争,而选择冷却系统会显著影响水资源的抽取率。位于海岸的核电站可以使用海水进行冷却(例如阿拉伯联合酋长国的巴拉卡核电站),而内陆核电站则可以使用处理过的废水(例如美国亚利桑那州的帕洛·弗迪核电厂)。

对于地热能的担忧,特别是对大型高温地热发电厂的担忧包括了用水问题(例如,向地下注水不足、过度开采地下水、水资源短缺,以及钻井带来的地震风险)。

钻井可能会引发对地下水供应的担忧,因为它可能会影响含水层的结构完整性。

虽然地热能的产地选择非常有限,但在所有评估的缓解措施中,其用水效率却是最高的。据估计,对于电力生产而言,地热能和核能分别要带来每年减少5亿吨和9亿吨二氧化碳排放的气候效益,每年分别需要全球外源供水量约为0.5立方千米和16立方千米。

碳捕集与封存

实现净零排放的能源系统需要为其余化石燃料系统采用碳捕集与封存技术。国际能源署建议,尽管近年来碳捕集与封存技术的部署已大幅增长,但仍远低于净零排放情景下的需求。

配备碳捕集与封存技术的工厂需要大量水用于冷却和碳捕集过程,这使得碳捕集与封存技术容易受到水资源短缺的影响。据估计,不使用生物能源的碳捕集与封存技术的水足迹介于每吨二氧化碳0.74至2.22立方米之间,具体取决于所使用的技术。

通过选择合适的技术和废水再利用,可以管理水资源的使用。

对于使用植被作为热电厂原料的生物质能碳捕集与封存(BECCS),种植原料以及加工、冷却、处理和制备碳捕获溶剂都需要水。IPCC指出,“大规模使用生物质能碳捕集与封存可能会突破淡水使用的地球界限,加剧土地系统变化,显著改变生物圈的完整性和生物地球化学流动”。

到2030年,每年封存16亿吨二氧化碳的生物质能碳捕集与封存项目在全球范围内每年需要约640立方千米的水资源。

未来燃料需要的水资源

氢

氢气生产需要最高纯度的水作为原料,同时冷却过程也需要水。不同的氢气生产技术对水的需求差异很大,其中“绿氢”生产技术的水利用效率最高。

假设绿氢替代了化石燃料所产生的能量,从而带来每年减少约4亿吨二氧化碳排放的气候效益,那么据估计,全球每年将需要约6立方千米的水用于将水转化为绿氢和进行冷却。

生物燃料

有机原料是生物燃料生产原料,特别是从玉米或大豆等作物中提取“第一代”生物燃料的原料,而在有机原料的生长过程中,水是不可或缺的。

大规模生物能源生产需要从边缘土地获取更多原料,这可能与可持续发展目标6以及其他环境和社会优先事项产生冲突。虽然大规模生物能源生产的环境影响尚不确定,但这个影响将因地区和应用而异。

据估计,到2030年,全球生物质原料和生物燃料生产所需的水量约为每年400立方千米,可带来每年减少约8亿吨二氧化碳排放的气候效益,这使生物燃料成为IUCA评估的减排措施中“水利用效率”最低的两种方式之一。由于越来越多地使用用水量较少的有机废物、森林和木材残余物,“用水效率”可能会随时间而提高。

IPCC还确定了生物能源和粮食安全目标之间可能需要“权衡”,这可能是因为土地和水资源的需求存在竞争。

捕获二氧化碳和甲烷的废水处理过程中也可能产生沼气。用粪便污泥生产的固体燃料煤球可以替代传统的烹饪能源。

对资源敏感的清洁能源规划

在各国政府考虑其清洁能源转型方案以及最适合本国国情的能源系统类型时,需要确保水资源供应,以便顺利融资、实施和具有应对能力。

不同的清洁能源措施在面临水资源短缺和气候变化对淡水可利用性产生的其他影响时,其脆弱性也各不相同,这可能会影响清洁能源项目实施与否、如何实施以及在哪里实施的决策。国际能源署将这种风险表述如下:“迈向低碳未来选择的路径不同,对水资源的利用同样具有不同影响。一些低排放技术,如生物燃料、聚光太阳能发电、碳捕集或核能,对水资源的需求较高。如果不努力减少这些技术以及化石能源供应中的水资源使用,那么减少排放的途径可能会加剧水资源短缺状况,或受到水资源紧张的掣肘”。

许多情况下,低排放能源生产(如水电站和核电站)会受到缺水影响,例如法国、印度和美国等案例。从这些能源中释放的水量也会受到下游水温的环境阈值的限制。

特别是,在水资源短缺的情况下,政府可能需要优先考虑能源供应以外的其他用水目的,如饮用水和粮食生产,因此需要一个有应对能力的能源部门。在规划阶段了解这些限制和优先事项,有助于就能源方案作出决定,并降低项目风险。

减少能源需求,停止使用耗水量大、排放量高的能源,如化石燃料热系统,可以腾出足够的水资源,用以满足新清洁能源措施的用水需求。

在水资源稀缺的地区,根据用水效率和气候效益选择清洁能源方案将最大限度地提高每单位水资源的气候效益。在不损害其他用水者的利益的情

况下,使用淡化海水和废水再利用作为满足能源部门用水需求的一种手段,也可能具有成本效益。

对清洁能源转型行动的用水风险进行有效规划,需要持续提供高质量的水文数据,以便对水流和储水进行建模和预测研究。社会经济数据可以确定同一水资源的潜在竞争性用途,从而确定并吸引相关社区和行业参与。

清洁能源转型行动的水资源需求及其对其他用水者的影响,特别是那些增加某一地区用水需求或影响下游水流的行动,应为水资源管理机构参与清洁能源措施的规划和决策提供依据。对于具有跨境水影响的行动,与邻国政府的合作也可以最大限度地实现共同利益并降低风险。能源、水和其他相关专家需要携手合作。

国家间水资源和能源供应不平衡的问题正在通过并将继续通过交易涉水能源产品和服务加以解决。重要的是,应继续支持和促进这些平衡行动。

所有这些过程都可以降低项目风险,提高项目融资的可能性,并带来多重潜在惠益。

水资源用于清洁能源转型的结论

· 清洁能源措施需要的水量可能比之前预估的要多。实际用水平衡将因具体地点和技术而异。

· 就每类清洁能源措施而言,单位气候减缓效益有其自身的“用水强度”。在IUCA2024年评估的措施中,就每节约一吨二氧化碳当量排放所消耗的水而言,预计地热能源以及利用抽水蓄能水电的太阳能和风能的用水效率最高;而电池(因其关键矿物质含量)和生物能源的用水效率则最低。

· 在规划阶段了解水资源的可利用性和限制因素,应有助于就能源方案作出决定,降低项目风险(从而降低成本),并提高项目的灵活性和可持续性。在水电扩建方面,应谨慎行事,确保与其他可持续水资源战略保持一致,包括保护渔业和其他生态条件。

· 采取解决方案和进行创新,从而在清洁能源转型行动实现最有效用水,可以促进这些行动

取得成功。这些解决方案可以降低能源供应因水资源短缺受到的影响以及气候变化对水资源供应造成的其他影响。

· 应对清洁能源项目的水供应风险,可能需要进行广泛的公众咨询,加强政府机构之间的合作,并与邻国接触,探讨如何通过平衡水资源的多种用途,从而以最佳方式满足新的需求。

· 在气候变化导致水安全恶化的情况下,水资源供应不平衡的国家之间高效交易耗水能源将变得越来越重要。

· 成功的清洁能源转型需要将水、能源和气候战略相结合。

第三章:水资源用于二氧化碳去除

水如何促进二氧化碳去除

本章所讨论的减缓行动旨在将大气中的温室气体转化为以其他形式储存的碳。二氧化碳去除涉及采用多种技术和自然手段来实现碳减排和封存。植物需要水才能生存和生长,通过光合作用自然吸收二氧化碳,这一过程可以通过直接空气碳捕集与封存(CCS)技术以及其他技术(称为“新型”二氧化碳去除)完成。IPCC将“生物性”二氧化碳去除描述为包括植树造林、再造林、改进森林管理、土壤碳封存、泥炭地恢复、沿海蓝碳管理以及生物质作物生产。

目前几乎所有的二氧化碳去除(每年20亿吨二氧化碳)都来自生物性二氧化碳去除,将升温幅度限制在1.5或2度的情景需要更多的这类二氧化碳去除(特别是增加森林汇和减少毁林)以及更多的新型二氧化碳去除。

直接空气碳捕集与储存需要的水资源

国际能源署预测,在其2050年实现净零排放的情景下,到2050年,直接空气碳捕集与封存的移除量将从目前可忽略不计的水平增加到每年6亿吨二氧化碳。同时,尽管注意到直接空气碳捕集与封存技术尚未大规模部署且仍处于开发初期,但国际大型气候联盟2024年的估算显示,到2030年,直接空气碳捕集与封存的全球水资源需求量将达到每年42亿立方米。

关于与能源生产相关的其他碳捕集与封存系统,已在第二章进行讨论。

使用自然工艺的二氧化碳去除需要的水资源(生物性二氧化碳去除)

IPCC评估认为,许多农业、林业和其他土地利用(AFOLU)方案都具有减缓气候变化的效益,

其中,保护、改善管理和恢复森林和其他生态系统所提供的“经济”减缓潜力在所有气候减缓措施中最为显著。与恢复退化的生态系统相比,保护高碳生态系统(如泥炭地、湿地、牧场、红树林和森林)能更快地带来气候减缓效益。

湿地包括泥炭地

许多自然系统都被归类为湿地。本报告以淡水为重点,湿地包括所有内陆的天然植被沼泽、泥炭地、沼泽和洪泛平原区域,以及人造或人为改造系统,如用于报告可持续发展目标6进展情况的稻田和洪水退却后的耕作区。这一定义相较于《湿地公约》中的定义更为狭窄,《湿地公约》中的定义还包括红树林和浅水海域,这些区域对淡水供应的依赖程度较低。

湿地通过二氧化碳去除和碳封存提供至关重要的气候稳定服务,还包括许多社会经济和文化服务。气候变化影响水资源的可利用性、分布和质量,进而影响所有生态系统和人类福祉。

湿地能够储存碳,并会产生甲烷和一氧化二氮(如第四章所述)。无论是自然原因、气候变化,还是基础设施或其他决策的影响,湿地水文状况变化都会影响碳封存与温室气体排放之间的平衡。例如,据估计,一些湿地再度变湿后可以吸收足够的碳,从而完全抵消其排放的甲烷和一氧化二氮。

如果减缓措施涉及保护和恢复湿地,湿地恢复所需的供水可能表现为环境水流增多。成功实施这些措施可能需要结合专用基础设施、水坝足量放水,以及进行监管,防止水资源被挪作他用。

全球范围内,泥炭地储存的碳量据估计是所有地上森林生物量的两倍。尽管泥炭地仅占地球陆地面积的约3%,但它们却含有约三分之一的陆地土壤有机碳。对于已干涸的泥炭地,可以通过改造排水基础设施这一气候减缓行动,以便让泥炭植被重新生长。

据估计，通过“经济型”泥炭地恢复行动，每年可实现约8.8亿吨二氧化碳的减排量，而要使总面积约为55.6万平方公里的泥炭地的地下水位得到恢复，全球范围内每年大约需要向这些泥炭地补水47.6立方千米。通过恢复泥炭（即移除或堵塞排水渠），能够使这些泥炭地保留自然降水，从而实现补水。

造林

据估计，约210万平方公里的植树造林（每年移除约16亿吨二氧化碳）每年需水量超过1,000立方千米，在所有评估的措施中，其水量需求最高。从长远来看，森林具有调节局地气候、减少径流和侵蚀以及减轻极端事件影响（特别是在坡面环境中）等多种益处。然而，如果水被森林区域吸收，没有被排放到下游使用，也会对下游用水者产生影响，需要加以管理。

生物性二氧化碳去除的水资源敏感性规划

恢复和保护提供二氧化碳去除和存储服务的自然系统，这些行动虽然可带来多种潜在惠益，但如果水资源被用于其他紧迫目标（如饮用水供应、经济发展、粮食和能源安全）的情况下，可能很难得到保障。事实上，水政策小组的《倾听国家水领袖全球调查》发现，“保护和恢复与水相关的生态系统”是所有可持续发展目标6具体目标中最难实现的目标。

IPCC还警告说，“由于对土地的竞争性需求，生态系统恢复、重新造林和造林可能导致需要做出权衡取舍”。然而，56%的国家在国家自主贡献中提到了生态系统恢复、造林和（或）再造林，表明这些行动可能具有成本效益。

评价和宣传保护和恢复与水有关的生态系统的经济和社会价值，以支持实现多种发展目标、适应和减缓气候变化，将有助于各国政府优先采取行动，以实现生物性二氧化碳去除。

最近的全球倡议可以为基于自然的二氧化碳去除行动提供指导和支持。《昆明-蒙特利尔全球生物多样性框架》目标是到2030年，至少30%退化的陆地、内陆水域、沿海和海洋生态系统得到有效恢复。《联合国气候变化框架公约》第二十八届联合国气候变化大会《关于气候、自然和人的联合声明》申明，要实现这些目标以及《巴黎协定》和《2030年议程》的目标，需要“根据现有最佳科学，以连贯、协同和整体的方式紧急解决气候变化、生物多样性丧失和土地退化问题”。

除了这些全球承诺之外，淡水挑战是一项联合国生态系统恢复十年支持下由国家主导的倡议，旨在到2030年恢复30万公里退化的河流和3.5亿公顷退化的湿地，并保护完整的淡水生态系统，以应对气候危机。此外，增强基于自然的解决方案以加速气候转型倡议旨在通过保护、养护和恢复富含碳的陆地、水和海洋生态系统，同时附有量化的全球目标，以此推动全球有关气候缓解的努力。

政府在考虑哪种生物性二氧化碳去除措施最适合本国国情时，必须确保水资源充足，以便能够成功实施这些措施并具有应对能力。水质也可能构成风险因素。例如，水体如果吸收了过量化肥或未经处理的人类或农场动物废物中的氮和磷，可能会导致藻类滋生和氧气消耗，从而影响其作为温室气体吸收汇的能力。

对于水资源匮乏地区的清洁能源转型而言，政府可能会倾向于选择能在提供气候效益的同时相对更节水的方案。尽管目前掌握了全球关于恢复泥炭地和造林两种生物性二氧化碳移除措施（即）的用水效率估算数据，但实际水资源需求在很大程度上取决于当地因素和造林所选择的树种。决策者需要获取当地数据来估算水资源需求和气候减缓效益。理想情况下，这些数据应包括相关的基础水文数据、不同方案对环境的影响的信息，以及相同水资源可能存在竞争性用途的经济数据，以便识别和吸引可能受到影响的民众和产业参与进来。

政府还可以利用土地规划和生态系统决策的工具，进行水文和水相关生态系统变化的测绘与监测(例如在“水生态系统探索工具”和“全球湿地观察”等平台)。此外，还有关于泥炭地恢复的全球指南。

在水资源匮乏的情况下，政府可能希望优先保障其他用途的水资源供应，如饮用水和粮食生产。在规划阶段了解这些限制和优先事项，会有助于就生物性二氧化碳去除措施做出决策，并协助找到能够提供多重效益的解决方案。

与清洁能源转型的规划和决策一样，生物性二氧化碳去除行动对水资源的需求及其对其他用水户的影响，特别是那些增加地区水资源需求或影响下游水流的项目，应成为水资源管理机构参与生物碳移除措施规划和决策的合理依据。对于对跨境水资源具有影响的项目，与邻国政府合作也可以最大限度地实现共同利益并降低风险。相关环境、农业和水文官员及专家也需要携手合作。

水资源用于二氧化碳去除的结论

- 二氧化碳去除行动需要水来维持空气碳捕集与封存(DACC)的运行、植被生长以及维持自然生态系统的碳吸收功能。如果这些水资源被用于其他用途，生态系统服务可能会受到影响。

- 每种二氧化碳去除措施在产生单位气候减缓效益时都有其自身的“耗水强度”。在IUCA2024年评估的措施中，虽然尚未得到验证，不过就节约的每吨二氧化碳当量减排量而言，直接空气碳捕集与封存技术的耗水迄今是最节水的，而造林则最不节水。在通过维持自然生态系统的功能来进行二氧化碳去除的措施中，维护泥炭地水文状态被认为最节水。

- 对于许多不同类型的湿地生态系统，关于水和碳关系的全球协调信息仍然有限。

- 与清洁能源规划一样，在二氧化碳去除项目规划阶段了解水的可利用性和制约因素，将有助于就方案做出决定，降低项目风险（进而降低成本），并提高项目的灵活性和可持续性。

- 消除二氧化碳去除项目水资源可利用性风险可能需要公众广泛参与、政府机构之间开展合作以及与邻国合作。



第四章:减少水 and 环境卫生系统的温室气体排放

由于营养物质和有机物的存在，自然和人工水体以及水、废水和环境卫生服务和过程都会排放温室气体（主要是甲烷和一氧化二氮）。

甲烷也是一种能源，如果加以捕获和控制，便能得到有益的利用，带来进一步的经济和气候效益。

一项关于水库甲烷排放的文献综述，对甲烷排放量概括如下：

- 甲烷对目前观测到的全球变暖的贡献率约为20%；
- 人类活动（如化石燃料的使用和生产、包括废水和农业在内的废物处理）每年排放约0.35亿吨甲烷，被认为是导致大气中甲烷浓度增加的主要原因；
- 自然湿地每年排放1-2亿吨甲烷；
- 内陆水生系统（如湖泊、水库、河流）每年排放0.5亿吨至2亿吨甲烷，但被认为是全球甲烷排放中最不确定的组成部分。

· 1百万升的水可以填满一个宽高深均为10米的立方体。

表层和下层土壤中渗出的地下水中的溶解气体也可能是向大气排放温室气体的一个来源。当地下水排向地表水时，溶解的温室气体就会被排放到大气中，从而通过水生途径将碳和氮从陆地生态系统转移到大气中。

本报告仅讨论水和环境卫生系统的直接排放情况，不讨论该部门所使用能源导致的排放。

废水和环境卫生

排放源

废水处理过程对全球温室气体排放的贡献几乎与全球航空业相当，是全球人为甲烷（CH₄）排放的第五大来源，也是全球一氧化二氮（N₂O）排放的第三大来源。

废水和污水排放物产生的粪便污泥在经过厌氧消化（通常在湿坑、化粪池和厌氧处理厂）和生物处理（在分散和/或集中的设施/处理厂）时，会产生甲烷、一氧化二氮和二氧化碳。

尽管废水和环境卫生设施产生的温室气体排放量差异极大，并且在报告和核算方面存在高度不确定性，但世界银行报告称，全球水务情报估算认为，供水、废水、污泥和现场环境卫生设施产生的排放量约为每年8.5亿吨二氧化碳当量。其中，供水估计占比约为38%，废水和污泥占比约为30%，而现场环境卫生设施占比剩余的32%，这几乎完全归咎于甲烷排放。据估算，废水和现场环境卫生设施产生的排放约占人为甲烷排放量的10%。另外，据单独估算，非下水道式环境卫生系统（如旱厕和化粪池）的全球甲烷排放量占全球人为甲烷排放总量的4.7%。

减缓措施

能够抵御气候变化的环境卫生设施预计可避免约5%的全球甲烷排放。相关措施可能包括对现场环境卫生设施的管理进行优化（更频繁、更有效地进行清空和运输），改进处理方式，并加强粪便的安全管理。在计划新建或升级现场环境卫生设施时，采用较小型的水箱或基于集装箱的系统可能会对排放产生净积极影响。

在农村地区，如果所有无法获得安全卫生设施的人口所产生的废物，都通过厌氧消化器进行安全处理，那么所产生的沼气可达约200亿至500亿立方米，足以为约6000万至1.8亿户家庭提供清洁烹饪燃料。

对于污水处理厂和其他集中式环境卫生系统，可以避免、减少或消除一氧化二氮和甲烷排放。可以通过一系列缓解方法（包括泄漏检测和修复）来避免排放甲烷。通过改变集中式污水处理设施的运行参数（如优化流程、减少污染源、平衡输入的氮气和销毁残留的一氧化二氮）等措施，可以显著减少一氧化二氮排放。

此外，无论是大规模处理厂还是低技术含量的现场环境卫生设施，升级或新建的环境卫生系统都有可能减少排放，甚至实现净零排放。首先，如果废水处理达到一定质量，处理过的水可以再用作饮用水或非饮用水。与海水淡化相比，将每立方米废水进行处理进而使其达到这一水平的成本更低，因此有可能提供一种更廉价的水资源替代方案，既能保护水源，又能限制未经处理的废水产生的温室气体排放。此外，世界各地许多处理系统已经开始利用厌氧消化产生的沼气作为能源，防止其释放和随后排放到大气中，并为处理系统创造清洁能源，在某些情况下，多余的能源还可以出售给电网。因此，废水处理过程有可能创收，能够为升级工程提供投资回报，并带来额外的收入来源。

另外，污水处理过程中产生的污泥副产品（氮、磷和钾）可用于生产化肥，从而减少对开采这些要素的依赖，并相应减少相关的温室气体排放。打造生产和销售化肥的设施可以收回用于升级提取这些副产品的系统的投资成本，最终带来额外的收入来源。

通过模拟自然湿地的物理、化学和生物过程的人工湿地，也可以去除污水中的营养物质和其他温室气体排放源。不过，由于湿地本身是公认的排放源，因此应进行生命周期分析，以确保项目在一段时间内产生积极的净气候减缓效果。

人造水体和灌溉系统

排放源

人造水体，如大坝形成的水库、人工湖泊和池塘，由于营养物质的存在和有机物的分解，成为甲烷、二氧化碳和一氧化二氮的排放源。据估计，水库排放的甲烷约占全球人为甲烷排放量的3%，而水稻生产每年排放的二氧化碳当量约为6.15亿至9亿吨，约占全球温室气体总排放量的1.3%。

工业和农业废水也会排放温室气体，尤其是农场和花园中化肥使用产生的一氧化二氮。

减缓措施

通过管理营养物质的流入，如选择位于营养物质来源上游的新水库建设地点，以及在蓄水前清除植被等方式，以及改进现有水库的设计和管理，可以有效减少水库的排放。此外，水库还可以作为太阳能发电的来源，带来许多共同效益，包括因蒸发减少而节约水资源。

改善集水区管理，以及采用地下水人工回补（MAR）等方法，可以增强含水层的水储存能力，减少对大坝等大型基础设施项目的需求及其相关排放。

在农业用水方面的减缓措施可能包括减少化肥的使用，这同时也有利于降低农民的成本。

通过非连续灌溉水稻（即在水稻种植过程中，通过对灌溉机制的合理控制，实现干湿交替），可以大幅减少水稻种植产生的排放（甲烷排放可减少53%）。周期性干燥循环的附加效益可能包括减少用水量、提高产量和增加化肥利用率。

减少水稻种植的气候影响需要对不同排放物、水资源和作物产量进行综合管理，这需要在全球范围内对这些因素进行更加综合的评估。这是粮食、水、能源和气候相互作用的一个例子，表明这些相互作用需要采用高度综合的管理方法。

湿地排放

湿地不仅提供碳移除和储存服务（第三章讨论过），还是自然植被分解产生的甲烷，以及上游集水区（与人工水库类似）可能流入的一氧化二氮的天然来源。

虽然这些排在很大程度上是自然而然发生的，但人类活动，如改变自然系统的水文条件（例如将自然湖泊保持在人为恒定的水位），可能会加剧这些排放，使甲烷排放量增加，或造成营养污染，从而导致排放一氧化二氮。

国际城市气候联盟2024年未能对淡水湿地的气候效益进行全球估算，因为IPCC《第六次评估报告》没有估算这一减缓措施每移除一吨碳可

能的成本范围。因此，本报告未提供任何估算，例如，从湿地汲取水资源用于其他用途可能会如何影响湿地的温室气体排放，以及此举会增加还是减少排放。

如第三章所述，湿地水文状况的变化，无论是受自然原因、气候变化还是基础设施或其他决策的影响，都会影响平衡。据估计，一些湿地再度变湿后依然可以吸收足够的碳，从而完全抵消其排放的甲烷和一氧化二氮。

关于减少水、废水和环境卫生系统温室气体排放的结论

- 减少来自水、废水和环境卫生系统（包括水库和灌溉系统，可能还有湿地）的温室气体排放，需要采取行动来防止这些气体形成，或对其进行封存、转化以用于有益用途（例如，通过厌氧消化生产清洁烹饪燃料）。

- 对废水和粪便污泥进行改进和可持续管理，在公共卫生、环境和经济发展方面带来了巨大的共同效益。这可能包括从废水处理过程中获得饮用水和资源回收，从而为水、能源和化肥中的养分带来效益。

- 与第二章和第三章讨论的清洁能源和二氧化碳去除措施相比，减少水、废水和环境卫生系统温室气体排放的措施对水资源方面产生的影响截然不同。水、废水和环境卫生系统的减缓行动通常不会使用额外的水资源，而且在灌溉方面，这些行动还能实现节约用水，节约下来的水资源可以返回到环境中或用于其他用途。此外，改善水质和公共卫生通常也会带来宝贵的共同效益。

- 水、废水和环境卫生系统减排项目通常涉及社区和行业利益，可能需要改变以往的做法，因此需要进行广泛协商和公众参与。



第五章:前进方向

协调减缓气候变化和水资源目标

在气候战略规划中考虑水资源

为了将全球升温幅度限制在1.5°C或2°C以内，需要采取一系列气候减缓措施，这些措施将比现在使用的水资源更多，并且使用地点也会有所不同。每个国家在研究实施哪些气候减缓措施、如何实施以及在哪里实施时，都需要考虑水资源的可获得性和使用情况，以及如何确保和维持所需的水资源。

气候减缓行动可能导致水资源需求发生变化，而管理这种变化需要进行有效规划和提供水 and 环境卫生资源及基础设施，并可能需要调整水资源

分配。虽然需要在项目级别来确定需水量、时间和形式，但项目累积的影响和对下游水资源水资源产生的影响可能更为广泛，对国家、区域和跨境产生影响，而这需要政府间做出承诺和持续合作管理。

在水资源匮乏的地区，当各种用途的用水需求超过可持续供给时，就需要制定政策和流程，将可用的水资源分配用于公共目标。这可能需要在不同的社会目标之间找到最佳平衡，并制定政策以减少某些需求来源。在水资源匮乏的国家，任何用水需求的增加都可能迅速引发公众的广泛关注，引发公开辩论和潜在的社会动荡。

在气候变化导致水资源供需矛盾加剧的地区，许多国家将考虑通过增加蓄水设施或寻找替代水源等政策手段来应对，同时权衡各种方案的成本效益。

通常，人们会在水资源充足时将其储存起来，随时间推移逐渐取用，以此来应对供需随时间产生的波动。在许多地方，大自然以积雪、含水层和湿地等形式免费提供这些蓄水服务。在制定减缓气候变化的战略规划阶段，需要考虑气候变化对这些自然蓄水功能的持续影响，因为这可能会影响依赖水资源的减缓气候变化措施。

人造蓄水体，主要以水坝形成的水库为主，同样可以达到这一目的，并且还能防洪，以及支持水力发电和灌溉。水坝会造成诸多社会、经济和环境成本，既有直接成本（如建设、维护、运营和蒸发造成的水资源损失），也有间接成本（如淹没集水区、改变下游水流模式）。

因此，在战略规划阶段，规划新建水坝往往需要进行广泛协商，包括与下游国家进行协商，并可能需要尽早明确预期的运营方式。

供需波动和不确定性也可以通过开发替代水源来管控，这些替代水源通常是海水淡化（在沿海地区）或成本较低的废水再利用。

探索在不损害当前用水效益的前提下限制当前和未来用水需求的方案至关重要。通过提高用水效率来管理新增需求，可以在使用相同水资源的情况下满足不同部门的需求，从而解决潜在的权衡问题。例如，改变灌溉方案的结构或技术可以提高用水效率，在保持农作物产量的同时减少灌溉用水量。通过有效监管，在不影响粮食安全或其他国家优先事项的情况下，“节约”下来的水资源可以分配给支持缓解行动的用水需求。这些效率提升成为应对气候变化的有效适应措施，可以提高农业部门对干旱的抵御能力，使农业部门受益，并有助于确定实施减缓气候变化行动的最佳地点。

此外，信息和通信技术可以在监测用水情况、优化分配和预测未来需求模式方面发挥关键作用，有助于确保实现上述成果。

通过向用水者提供信息和设定供水服务价格，以及通过监管控制，也可影响需求。用水服务的需求减少，这些服务的能源需求将随即减少，从而有助于减少排放。

废水是一种宝贵的资源，也是循环经济的重要组成部分。它有可能满足日益增长的用水需求，不仅是应对水安全挑战的安全、可持续方案，还能够应对气候变化、生物多样性丧失和污染的影响。在将可持续管理废水用于有益用途方面大有可为。

有必要开展政府间合作，以便使水资源和能源分布不均的国家之间实现高效的水资源和能源交易，气候变化使许多国家的水资源安全和可预测性面临挑战，在此背景下这种合作将变得愈发重要。例如，水资源匮乏的国家可能更倾向于进口生物燃料和氢气，而不是自己生产。

确保水资源的可利用性并管理水资源的供需，是未来气候减缓行动战略规划阶段必须考虑的因素。

确定和减少与水有关的风险也能有助于吸引项目融资，并有助于项目的成功实施。

编制国家自主贡献

如果一国的国家自主贡献中有关气候减缓行动提案依赖水资源供应，那么涉及对供应和废水基础设施和（或）管理政策和实施做出任何相关改变，都需要尽早确定下来，以保障后续成功执行。

这要求确定首选减缓措施的预期用水需求，以及所需水资源的供应量和可靠性。同时，还应确定任何严重水质问题以及对其他用水者的影响。可以利用现有的最佳水文和社会经济信息，在一系列气候变化情景（包括干旱、洪水和其他与水有关的灾害情景）下，对这些因素进行初步评估。

在跨境水资源的情况下，可以考虑开展区域合作，以实现水资源的最优整体利用并降低发生冲突的风险。联合国开发计划署协调的联合国系统以及通过国家自主贡献伙伴关系，可为各国编制国家自主贡献提供指导。目前，迫切需要制定并就水资源依赖性问题的提供指导。

对于涉及改善污水处理并利用废水中蕴含的资源获取水、能源和养分的气候减缓措施，国家自主贡献应明确这些措施如何在减少排放的同时解决社会和环境问题。

大约85%的温室气体排放负有责任的国家没有在水处理中纳入潜在的缓解措施，这一点尤其必要。改善废水处理和利用废水中蕴含的水资源、能源和营养物质，可以在解决社会和环境问题的同时减少排放，并且这些项目往往能够获得良好的投资回报。因此，在下一轮国家自主贡献中，充分挖掘污水的潜力至关重要。

将水资源纳入缓解项目规划

IUCA2024强调，有必要进一步开展研究，以获取各级更多、更完善的数据，这些数据能够为选择缓解项目提供更充分的信息，并提出了规划缓解行动的切实步骤：

1. 确保相关数据的可利用性。

2. 根据所提议行动的实际情况，调整IUCA2024报告中的假设条件，尤其是关于所使用的气候减缓技术和所需水资源的来源及形式。

3. 估算每项计划行动对淡水的需求，初步采用IUCA2024报告中的用水强度计算方法。

4. 估算每项措施的总体“水资源成本”和“气候效益”。

新增需求的规模和影响将因具体情况而异，既受到优选技术决策的影响，也受到水资源管理和规划行动的影响。无论最终选择何种技术，应急预案都应该包括，在水资源短缺期间如何确保供水，并且项目计划可以与当地任何相关的节水行动结合起来实施。

如果受影响的水资源用户位于项目的下游，那么尽早进行咨询以了解他们的需求，并尽可能迅速地响应这些需求，可以降低项目风险和融资成本。此外，跨部门规划可以通过实现多重效益的行动，帮助优化水资源利用。同样，如果这些用户位于与另一国共享的流域内，且一贯以来的

水资源共享可能受到影响，那么尽早进行政府间协商将降低项目风险并支持优化用水。

在水战略规划中考虑气候变化

气候减缓行动导致用水需求发生变化，加上气候变化对水资源供应带来的风险，可能需要对国家层面的水资源政策和管理进行全面审查。这种审查可扩大到信息来源（水文和社会经济数据）是否充分性和可以改进、治理安排（决策过程、监管和其他制度安排、法律框架和公众参与机制）、水资源分配政策和基础设施等方面。

可以以水资源综合管理为基础并与跨界和跨部门相关的框架相支持，开展所需的协调、治理、管理和融资活动。根据可持续发展目标指标6.5.1进行的跟踪显示，致力于实施水资源综合管理（或类似框架）的国家可以加快其在气候与水资源管理方面协调努力的步伐。在水资源（河流、湖泊和含水层）跨越国界的情况下，需要邻国之间开展有效合作，以确保必要的水资源供应，并管控其他涉水风险。在水文数据交流以及现代水流监测系统和技术方面的合作可以减少许多风险，并使其使用者共同受益。《联合国水公约》等商定原则及其应用指南有助于优化水资源在各类气候行动中的利用。

更新全球任务

联合国水机制认为，为了提高缓解项目的成效并降低风险，气候讨论和协定中应充分反映水在减缓气候变化方面的作用。

如果通过《联合国气候变化框架公约》的进程就相关原则和指南达成一致意见，则确保气候减缓行动用水的国内工作将得到协助和支持。例如，这可能包括在不限定为其他依赖水资源的服务供水的前提下，管理用于气候减缓行动的水资源分配的一般原则，或关于在气候减缓行动中最高效利用水资源的技术指导。各国可以在相关的《气候公约》工作方案中倡导此类内容。

即将开展的对生物多样性和生态系统服务政府间科学与政策平台（生物多样性平台）进行的评估，将探讨气候变化背景下生物多样性、水、粮食和健康之间的相互联系，该评估也可能提供有益的指导。

IPCC成员可以同意在本周期内评估任何关于水与气候相互依赖关系的新研究。

还可以通过各国参与的全球机构和区域机构的工作方案，支持各国在减缓气候变化的规划中解决水问题所做的努力。这些机构可以分享经验，并制定指导国家工作的高水平目标和原则。实例包括：

- 《气候公约》附属机构关于缓解、公正转型和应对措施的影响的工作方案。

- 联合国《水公约》（赫尔辛基）的流程，包括联合国欧洲经济委员会（欧洲经委会）关于降低项目风险和支持用水优化的《卫生议定书》。

- 《2030议程》的进程，特别是高级别政治论坛。

- 能源部门进程，如国际能源署、国际可再生能源署和国际水电协会的进程。

- 环境部门进程，如生物多样性公约、联合国防治荒漠化公约、湿地公约、世界自然保护联盟的进程。

- IPCC任何新的相关科学第七次评估周期。

- 全球气候融资实体（如世界银行、绿色气候基金和全球环境基金）。

- 次全球政府间进程，如二十国集团（G20）、巴西、俄罗斯、印度、中国和南非（金砖国家）、七国集团（G7）和亚太经济合作组织（亚太组织）。

- 联合国相关组织的理事机构。

- 由国际条约设立的负责管理国际水道或流域的联合机构。

这些论坛的成员国可以呼吁启动新的水和气候相关进程，以便尽可能以最佳方式为它们提供支持。例如，就泥炭地而言，由于其碳储存量巨大但却集中在相对较小的区域内，因此这些系统可能需要全球加以保护，以避免丧失这种储存能力。

与地方当局和地方政府合作

考虑到当地和区域的气候、社会经济和环境条件，依赖或影响供水的减排战略尤其需要对当地和区域的情况保持敏感。

可以鼓励和帮助地方当局和地方政府确保其归化的任何缓解行动的水资源需求得到充分考虑并被纳入项目计划。

此外，在国家一级的气候减缓行动依赖于地方当局和地方政府控制下的供水的情况下，这些当局和政府特别有必要充分参与这些行动的规划。

许多城市、城镇和地区当局以及地方级政府正在制定和实施各自的气候减缓行动，这些行动已经或即将体现在国家的贡献之中。多层次气候行动伙伴关系联盟（CHAMP）的成立，是对这些当局和政府作用的认可。

在第二十八届联合国气候变化大会上，地方政府可持续发展协会（ICLEI）宣布其成员打算采用基于系统的综合方法来适应和减缓气候变化，并充分考虑与自然、食物、水资源、污染和健康之间的联系。

融资机会

正如本简报所讨论的，投资于能够减少温室气体排放的水、污水处理和环境卫生行动，还可以带来其他极具价值的社会、经济和环境效益，包括粮食安全和健康效益。

例如，有可能为现场环境卫生设施、浮动太阳能和蓄水坝的水电改造开发创新项目，这些项目具有强大的气候减缓潜力，全球环境基金、气候投资基金和绿色气候基金已经为这些项目提供了气候融资工具。此类项目也应该有资格获得碳信用，如果可以充分可靠估计减排量，这些项目还应有资格获得碳信用额，并可以单独货币化。

对泥炭地恢复融资机会的分析表明，如果能够通过限制因投资者无法控制的事件而造成的潜

在损失来降低投资风险，那么碳信用额和私人融资都存在可能性，这可能以收入保障、首批损失份额保护和（或）风险分担协议的形式出现。公共部门的资助也有助于开发项目，使其吸引私人投资。这些原则同样可能适用于任何需要创新金融工具的“基于自然”的碳移除项目的私人投资。

虽然针对水资源、污水和环境卫生行动的气候融资主要旨在实现适应气候成果，但气候减缓效益可能为气候融资获得更高优先级提供合理依据。对与水相关的气候减缓行动的多种效益进行更深入的分析，可为未来的气候融资方法提供信息。

动员私营部门和其他非政府行动

私营部门和其他对水资源和气候减缓问题感兴趣的非政府实体可能对水资源依赖性知之甚少。然而，由于新的“气候披露规则”要求报告与水相关的风险，并为此类提供具体指导，私营部门现在有强烈的动机协助找到解决方案。

能源、农业和环境部门的相关论坛为提高对各部门气候减缓行动水资源依赖性的认识提供了机会。

还有一些重要的跨部门多利益相关方机构，它们有与此高度相关的方案，如世界经济论坛关于“范式转变”的议程，探讨如何通过水资源管理应对关键气候情景、马拉喀什伙伴关系水-气候行动途径以及CDP的金融部门水融资中心。在水资源领域，类似国际可持续水管理联盟和“CEO水之使命”这样的机构可能愿意推动这一问题，他们的企业成员可能已承诺遵守国际可持续标准联盟评级的可持续水管理标准，并公开支持“CEO水之使命”，因此也可能激励他们为如何在气候减缓行动中最有效地利用水资源提供技术和管理解决方案。在能源领域，水电可持续发展联盟正在实施国际可持续标准联盟评级的水电可持续发展标准以宣传水电项目如何促进社会经济发展和生态系统保护。

填补信息空白

IPCC上一次全面评估气候变化和水资源问题是在15年前，当时确定了若干至今可能仍然存在的知识空白，包括：

- 有足够的工具来促进对多个依赖水资源的部门的适应和缓解方案的评估，包括采用节水技术和实践。
 - 对水文过程和水资源变量未来变化的可靠预测。
 - 确定维护环境价值和服务的水资源需求，特别是与三角洲生态系统、湿地和充足的河道流量相关的水资源需求。
 - 对于碳捕集与封存：由于地下水质量可能的退化，及可能出现的泄露过程。要加强监测和核实地质储存的二氧化碳行为的能力。
 - 对于水电和大坝建设：甲烷排放及其对受影响地区碳预算的净影响。
 - 对于生物能源：大规模种植商业生物能源作物所需的水量及其影响。
 - 在灌溉方面：通过提高产量和秸秆还田，增加土壤中的碳储存量的净效应，可能会被用于灌溉的能源系统排放的二氧化碳，或被土壤湿度增加和化肥投入增多而排放的二氧化碳所抵消。
 - 在林业方面，大规模植树造林对水文循环过程（如降雨、蒸散、径流、渗透和地下水补给）的影响。
 - 在废水和水的再利用方面：分散处理过程和不受控制的废水排放所产生的排放，以及适当进行废水再利用对缓解和适应策略的影响。
- 如果能够获得更多关于不同环境条件下不同类型湿地的碳与水关系的信息，将对战略规划大有裨益。IUCA无法对淡水湿地带来的气候效益进行全球估算，因为IPCC第六次评估报告并未对这一缓解措施每移除一吨碳可能产生的成本范围进行估算。很难在全球范围内对淡水湿地的恢复情况进行估计。需要在全局和地方层面开展进一步研究。

对技术进行细分也会让政策制定者受益，使其能够了解不同的清洁能源技术通过再利用、循环和海水淡化措施，可以提供多少所需的水资源，从而避免与其他淡水用户竞争。

政策制定者在确定进一步的研究需求优先级时，若能获得关于水在气候减缓中作用的整体知识状态和研究空白的最新信息，将大有裨益。国际组织还可以在区域或全球层面协调研究工作。

知识增加将有助于减少在未来评估气候减缓行动所需水量时的不确定性和对假设的依赖，因为在技术选择和其他外部因素的影响下，这种评估具有高度不确定性。例如，地热和核电站的用水量高度依赖于选择何种冷却系统，而生物燃料的用水量则高度依赖于选择何种作物。

跨部门信息和通信技术可以支持开展进一步研究，这些技术能够更准确地收集数据、改进水资源管理，并更好地将水资源保护工作与减缓气候变化的目标相结合。

如果各国政府或政府间进程提出请求，全球范围的研究提供者可能愿意在这一领域开展进一步工作。IPCC将在其下一份报告中评估有关这些问题的任何新科学成果。

利用现有支持

许多全球和区域组织可以支持全国性的规划以及实施水资源综合管理，这对于了解和确保缓解行动所需的水资源至关重要。联合国各组织可以提供指导以及技术和能力建设支持。例如，世界气象组织可以在标准化国家水资源需求评估方面提供技术指导，而由联合国环境规划署牵头的可持续发展目标水资源综合管理支持计划可以帮助各国制定和实施抵御气候变化的水投资计划。

为将依赖水资源的行动纳入各国的国家自主贡献，联合国通过驻地协调员向发展中国家提供支持。

还有一些实用的指南可供参考，例如气候发展与知识网络（CDKN）的《国家自主贡献实施规划快速启动指南》和气候行动透明度倡议（ICAT）关于评估气候政策和行动影响的指南，后者涵盖了气候政策和行动对水资源和水质的影响。“国家气候规划用水韧性跟踪工具”也可用于支持政府进行水资源和气候减缓的跨部门规划。关于湿地恢复以增强气候变化韧性的指南也可作为拉姆萨尔信息表提供。

许多全球和区域组织可以为成功实施依赖水资源的清洁能源行动提供必要的综合水资源规划和管理支持。联合国水机制成员和合作伙伴组织还可以提供指导和技术能力建设支持，以助力以下几个关键方面：

- 联合国粮食及农业组织（粮农组织）关于相关农业部门技术和管理做法。
 - 国际水管理研究所（IWMI）关于水资源综合管理最佳实践。
 - 湿地公约关于国家湿地清查的途径和方法。
 - 由欧洲经委会主办的联合国水公约秘书处，以及欧洲经委会的其他司，负责跨界水合作、气候适应、水分配和水-粮食-能源-生态系统关系方法规划。
 - 教科文组织提供科学投入。
 - 环境规划署负责水电系统、水生态系统管理以及基于自然的二氧化碳碳移除措施所需的环境流量。
 - 人权高专办负责提供技术援助和能力建设，以助力落实国际人权规范和标准。
 - 联合国儿童基金会（儿基会）和世界卫生组织（世卫组织）负责废水和环境卫生管理，包括提供废水管理方面的指导，为政策制定和法规提供信息，以及就卫生和健康方面提供指导。
- 世界气象组织提供气候和水文数据以及未来预测和利用大气观测量化温室气体排放的方法。

恰逢其时

当前，各国陆续开展回顾和更新其国家自主贡献，并考虑可能的气候减缓行动。此时，应了解这些行动可能带来的水资源需求、未来水供应的可靠性、其他用水户的需求，以及清洁能源和其他气候减缓措施的整体用水成本和效益。

水资源管理者应着手开始规划因加速气候减缓行动而可能带来的水资源需求变化，并考虑支持这些行动需要进行的任何基础设施和水资源管理变革。现在是时候考虑如何通过改进供水和环境卫生服务、水库、灌溉和湿地的管理来减少温室气体排放，并将其纳入国家自主贡献。

各国应分享经验，通过识别水资源以和卫生服务在气候减缓中的关键作用，本分析简报旨在为各国政府和国际组织提供指导和帮助，以共同努力实现一个气候更安全的全球未来。



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
2025年1月23日