



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办 主编: 孟志敏 责编: 孟圆

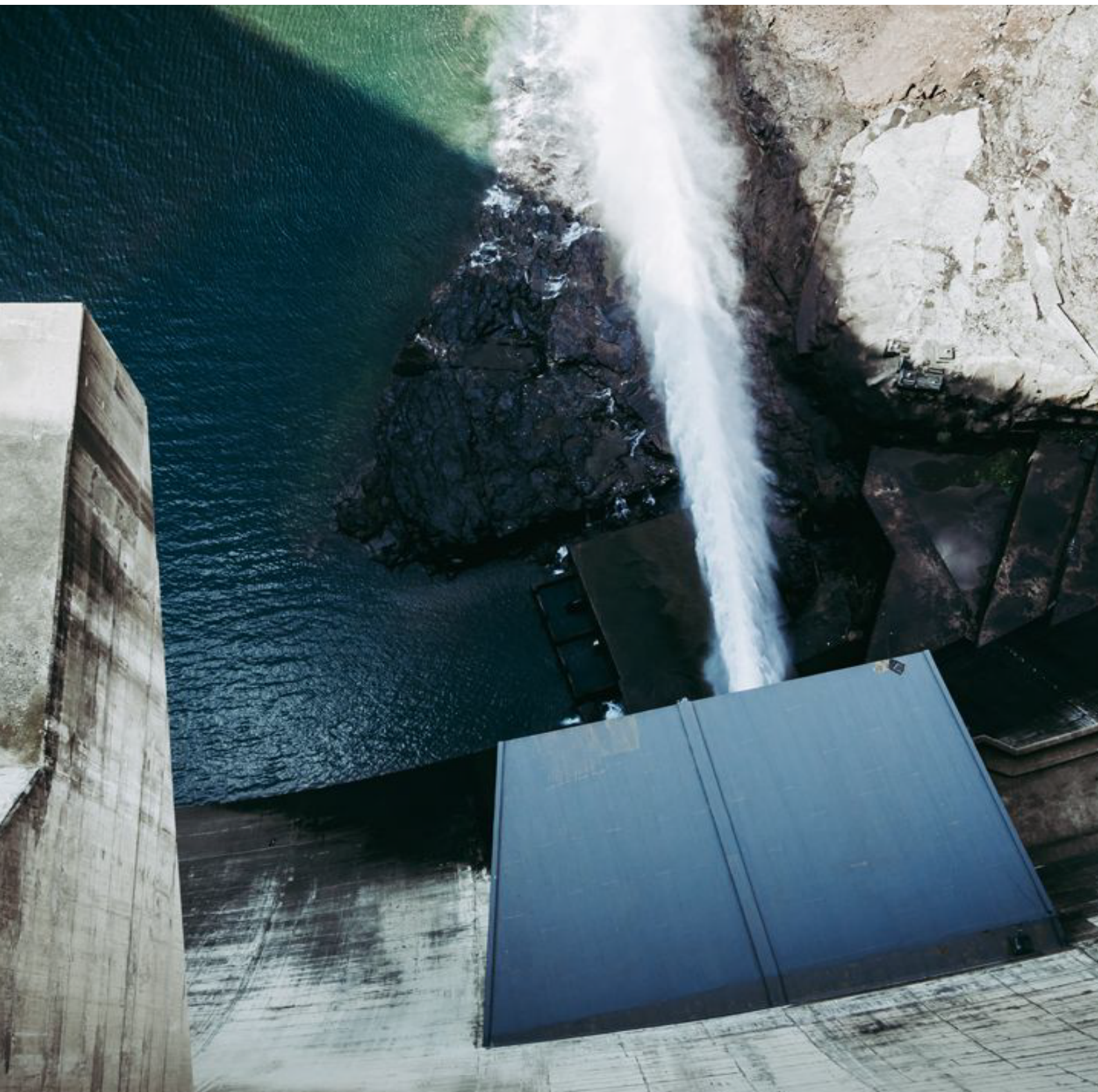
2019
10
总266期

水坝可有助于减缓湿
地的全球升温影响

严重干旱引发印度
水危机

强降雨即将来袭

降雨改变给大坝
出了难题



水坝可有助于减缓湿地的全球升温影响 ——控制甲烷排放，生产清洁廉价能源



于 2009 年完工，位于莱索托马力巴玛索河（Malibamat’ so River）上的凯兹坝（Katse dam）。
图源：Fabian Plock/EyeEm/Getty

莫桑比克的索法拉省每隔几年就会遭遇飓风袭击。彭威河（Pungwe River）洪水泛滥，切断了津巴布韦和沿海港口之间的公路连接，有时长达数月。几周后，淤积的洪水开始冒泡，淹没的植被开始腐烂。这种“沼气”就是甲烷，是一种威力比二氧化碳大20倍的温室气体。

而在莫桑比克的其他地方，这样遭受飓风破坏的情景已经成为过去。自从上世纪60年代和70年代建于赞比西河（Zambezi River）上的两座水坝开始运行以来，再也没有发生过数百人因洪水死亡、数千公顷农作物被冲毁的现象。尽管两座

大坝因其对环境的影响而受到批评，但它们能生产3500兆瓦的清洁电力，满足了莫桑比克、赞比亚和津巴布韦的大部分电力需求。而还有一点鲜少得到认可的好处是，来自下游洪泛区的甲烷排放也得到了控制。

过去一个世纪全球20%的升温来自于甲烷的贡献。每年有约6亿吨甲烷排放到大气中，约有一半来自以湿地为主的自然环境。在亚马逊和非洲等热带地区，淡水释放到大气中的碳几乎与森林和农业吸收的碳一样多。

由于对水生碳源和碳汇的了解甚少，且难以测量，现有气候政策对这方面的关注有限。更糟糕的是，由于这些政策主要针对的是人类活动的影响，一些研究人员过分关注人工湖泊的排放，而忽视其他水域和湿地的排放。许多科学家坚持认为，“自然”的排放并不是问题，只有“人为”的排放才是坏事。

真正重要的是有多少碳进入大气，而不是它是从何渠道进入大气的。

水电项目因其对社会和环境的影响而备受争议，现在更是因为有“水电项目会增加温室气体排放，加剧全球变暖”的说法而时不时遭受反对。然而，经过科学规划、建造和管理的大坝可以长达数十年提供清洁、廉价的能源，并有助于缓解气候变化。水电大坝提供了全球97%的电力储备，从启动到实现满功率只要不到一分钟。因此，就新能源而言，水电更有助于太阳能和风能等其他类型能源发电的上网整合。

这些更广义的水电益处却很少得到认可。一个正在迅速变暖的世界里不允许我们存在盲点。研究人员需要采取一种系统的方法来处理淡水的碳排放和存储，需要从气候变化的角度重新评估水坝和其他水资源管理的干预措施的作用——在一些地方，这些措施可能会有助于当地社区和环境，而不是带来破坏。

碳流动

河流既像是水管又像是反应器。从河流集水区冲刷出来的碳向下游输送。在这个过程中，一些有机物质会发生反应，产生甲烷和二氧化碳，然后逸入大气。固体可以沿河岸或在湖泊和洪泛区沉降，其余的进入海洋，其中一些循环进入大气中，另一些则被留在沉积物和岩石中。

碳流动的量则因地而异。地球科学家已经绘制了若干河流的碳流图，但全球的淡水碳排放和封存的估测所存在的不确定性依然巨大，无法制定足以指导减排战略的稳健的碳额度（carbon

budgets）。甲烷尤其难以追踪，因为不同地区和不同季节甲烷的排放量可能相差数百倍。

在此背景下，研究者经常将湖泊用作参照是可以理解的，毕竟湖泊的面积很好界定，从湖面释放的气体也很容易测量。但只研究湖泊得出的结论是片面的。许多早期对水库的研究都做了一项假设，即新淹没的植被会腐烂并释放甲烷。而导致释放大量甲烷的水力发电因此被推断不是一种零碳能源。这种做法在很大程度上被反坝人士用来歪曲科学。

然而，也有研究表明水库大坝排放的大部分甲烷实际上来自集水区其他地方的碳源。水坝拦截了原本最终可能会流入洪泛区或海洋的有机物质。与天然湖泊一样，水库中的碳要么储存在沉积物中，要么分解。但即使没有建坝，无论如何都会有一定程度的甲烷释放。

为了确定大坝对固碳和碳排的整体影响，需要分析整个流域的碳平衡。但一些研究人员坚持孤立地研究水库。关于热带水库高甲烷排放的抓人眼球的报道总是“忽视”一点：碳的主要来源是上游湿地和森林流入的碳。

到目前为止，政府间气候变化专门委员会（IPCC）一直拒绝将水库作为温室气体排放的一项具体来源，并以缺乏证据为由将水电从清洁能源的类别中降级。



南苏丹的一处湿地，此类湿地在碳排放的模型中基本是被忽视的。图源：Mads Nissen/Politiken/Panos

前进的障碍

水电投资正举步维艰。大型水电项目的施工周期可能长达十年，而且需要巨大的前期投资（通常每1000兆瓦需要约10亿美元）才能通过发电收回成本。许多金融机构不愿放贷，理由是环保人士的反对可能会带来声誉风险和工期拖延。从巴西到老挝，反水电项目的民间运动现在那开始拿水电站对气候变化的负面影响做文章。巴西一项大规模的水电开发计划就因为据信该国18座大坝的碳排放超过了化石燃料发电的碳排放而遭受反对。

环保组织一直在游说，要求根据《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)清洁发展机制限制水电项目的融资。2017年，一个由282个组织组成的联盟写信给绿色气候基金（Green Climate Fund）及其顾问团，表达了对水力发电项目甲烷排放的担忧。鼓励金融家向缓解气候变化的活动提供数十亿美元贷款的气候债券倡议(Climate Bonds Initiative)发现，很难制定既对水电开发者采用还能环保人士接受的，基于科学的水电可持续发展标准。

水电的存在对贫穷国家来讲至关重要。许多国家的经验证明，水电大坝可以数十年为当地人提供负担得起的电力。在巴西，水电平衡了生物燃料发电的季节性波动；在挪威，富余的水电输送到德国和丹麦，在风力发电供应下降的日子里维持着电力供应。

水电的贡献不仅限于能源领域，三峡大坝减少了洪水，改善了内陆航运（降低燃料消耗），南部非洲赞比西河大坝则为当地带来了养鱼的生计。人类活动必然要影响环境，但推动能源和环境变化的是土地利用的变化—城市化、农业集约化—而不是水坝本身。

因此，水坝对环境的负面影响必须与这些设施所能做出的积极贡献相抵消。毕竟，气候变化是目前水生生态系统面临的巨大威胁。水库应该被看作有潜力的碳汇场所，而这一点总是被忽视。

可以考虑采取更加开明的土地利用模式。例如，在一块土地上种植外来树木虽然可能不利于生物多样性，但对气候的影响要比在这片土地上养殖释放大量甲烷的牛群要好得多。

战略性再思考

IPCC必须更有策略地参与这些辩论。IPCC将于2022年发布新的报告，应审视当前对淡水碳循环的知识储备，并思考水力发电和其他水资源管理措施到底能在多大程度上减少温室气体排放。

水管理者应该考虑如何设计和运营水坝和其他基础设施，以减少淡水系统和大坝自身运营带来的碳排放。鉴于有关地球工程的争议，需要围绕此类干预措施的影响进行公开讨论，包括减排等好处和对当地生物多样性的影响。

政策制定者应该重新审视水电作为长期清洁能源和整合可再生能源的工具的战略价值。尽管湿地在很多环境立法中都是神圣不可侵犯的，但应该考虑对湿地进行更细致入微的管理。例如，在许多情况下，可以在不显著影响野生动物的情况下减少湿地的甲烷排放量和体积；人工湿地可以将提供生物多样性和污水处理等有价值的服务作为新的重点。

本文参考文献：《自然》杂志

<https://www.nature.com/articles/d41586-019-00616-w>

严重干旱引发印度水危机



图源：路透社 / P. Ravikumar

高温缺水的印度

数周以来，印度遭遇了史上最为严重和持久的干旱，超高温天气令庄稼歉收、人畜饮水困难。首都德里在6月飙升到了历史最高温度48摄氏度；德里南部拉贾斯坦的气温更是几度超过50摄氏度，成了人间火炉。距离印度商业之都孟买不到250英里的地方，多达90%的当地人口已经逃离家园，只剩下老人和体弱者在这场没有任何缓解迹象的水危机面前自谋生路。印度第六大城市，人口逾四百万的钦奈市有四座水库枯竭。曾经的避暑胜地，位于喜马拉雅山西北角的喜马偕尔邦也清凉不再，温度将近45摄氏度。

截至6月10日，受热浪天气影响，印度44%的地区遭遇不同程度旱情。官方称，这场始于去年12月份的干旱已经超越了1972年导致2500万人受灾的大饥荒，成为了迄今全国范围内影响最大的灾情。

卡纳塔克邦和马哈拉施特拉邦分别有80%和72%的地区受到干旱和作物歉收的影响，约800万农民挣扎在生存线上。而且随着旱情加剧，这两个邻近邦在水资源共有权上的冲突愈演愈烈。

每天有6000多辆输水卡车向马哈拉施特拉邦的村庄供水。但输水车输水是私人行为，每1000升水收费3英镑，并非人人都买得起。而买得起水喝的许多人却都因为脱水和肠胃疾病进了医院——这些水是从该地区枯竭的水坝和湖泊底部挖出来的，通常受到污染，又脏又咸，连奶牛都拒绝喝这种水。

长期的极端高温也摧毁了构成当地农业经济支柱的农作物。无助的农民别无选择，只能任由玉米、大豆、甜酸橙和落花生在地里枯萎。牲畜的情况也好不到哪里去，山羊和绵羊都在忍饥挨饿。

马哈拉施特拉邦约有2万个村庄遭遇严重的饮用水危机，35座大型水坝已经无水可用。1000座小型水坝的水位低于8%。为大坝提供水源的河流已经变成了贫瘠开裂的土地。

马拉瓦达地区被广泛预计为印度受干旱影响最大的地区，过去五年越来越频繁的干旱已导致4700多名农民自杀，2018年自杀人数达到947人。



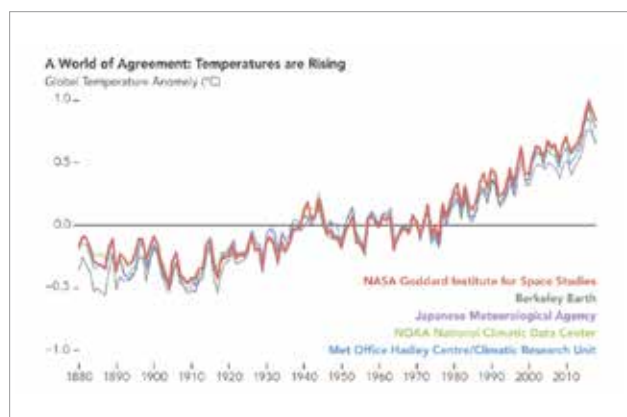
在西部马哈拉施特拉邦的塔那（Thane）地区，工人正在向一口干涸的井里靠输水车重新注水。
图源：Francis Mascarenhas/ 路透社



在苏伦德拉那加区的拉纳加德村的一块地里，一名牧羊人跪在他死去的羊群中。
图源：Sam Panthaky/ 美联社 / 盖蒂图片社

水危机爆发背景

在全球范围内，越来越显著的厄尔尼诺天气模式和持续的气候极端事件正在带来更严重、更频繁的干旱——这对本就干旱的印度无异于火上浇油。



放眼全球，气温都在上升。图源：NASA

干旱越来越频繁，严重打击了依赖雨水的印度农民(印度53%的农业依靠雨水灌溉)。即使有水源可用，也很有可能很受到污染(水污染可达供水的70%)，导致每年近20万人死亡。邦与邦之间的水冲突由此增加，目前有七项正在激烈交锋的主要涉水争端，凸显出印度国家水资源管理的框架和机制严重缺位。

印度水资源短缺的原因很复杂，但专家指出其中一个原因是无序的城市发展破坏了城市周围的湿地，以及废水和雨水的收集严重不健全，有些地方根本不存在。

政府也缺乏全面解决这个问题的政治意愿。官员们寄希望于季风带来降雨，但当雨季来迟或降雨量低于预期时，没有任何政策来弥补这一不足。过去雨季的降雨不足已经导致地下水水位骤降。

印度面临的另外一个问题是自来水管网的严重不足，据估计只有五分之一的农村家庭连通了自来水。印度总理纳莫迪在5月23日成功连任总理后旋即承诺，政府的目标是到2023年为所有家庭提供自来水。然而面临水资源的短缺，如何实现这一政治诺言，政府面临巨大质疑和考验。

印度水危机

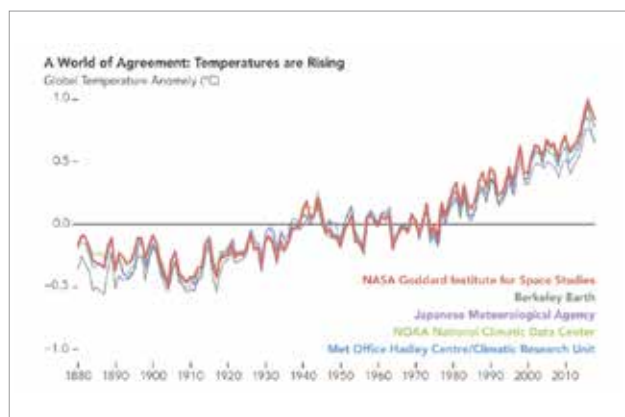
根据印度政府的智库机构NITI Aayog在2018年发布的名为《水资源综合管理指数》的专题报告，印度正遭受其历史上最严重的水危机，数百万人的生命和生计受到威胁。目前，6亿印度人面临着高到极端的水资源压力，每年约有20万人死于安全用水不足。而这场危机正在不断加深。到2030年，预计印度水资源需求将是现有供水量的两倍，这意味着印度40%的人口将无法获得饮用水，包括德里、班加罗尔、钦奈和海德拉巴在内的21个印度城市的地下水将会枯竭，1亿人受到影响，并最终导致GDP损失约6%。到2030年，印度40%的用水需求来自地下水，而地下水正在以不可持续的速度枯竭。



印度《综合水资源管理指数》智库报告封面

NITI Aayog援引印度水利部下属的国家水资源综合开发委员会的一份报告称，到2050年，高使用率情景下印度的需水量可能为1.18万亿立方米，

而目前的可用水量仅为6950亿立方米。因此，迫切需要加深对水资源现状和使用情况的了解，并采取干预措施，确保水资源有效和可持续的利用。



放眼全球，气温都在上升。图源：NASA

据此，NITI Aayog编制了综合水资源管理指数(CWMI)，以使印度各邦在面临这一日益严重的危机时能够有效地进行水资源管理。该指数旨在：(1)为各邦在关键水指标方面的表现建立明确的基线和

基准；(2)揭示和解释各邦在水资源问题上的进展情况，包括确定表现优秀者和表现不佳者，从而引导形成各邦之间建设性竞争的文化；(3)确定各个邦进一步参与和投资的领域。最终，NITI Aayog计划将该指数发展成一个综合的、国家级的、针对印度所有水资源的数据管理平台。

《水指数》的指标分为九个主要范畴，分别是：1. 水源增加和水体恢复 2. (地下水) 水源增加 3. 大中型灌溉—供给侧管理 4. 流域开发—供给侧管理 5. 参与式灌溉实践—需求侧管理 6. 可持续的农田用水实践—需求侧管理 7. 农村饮用水 8. 城市供水和卫生，以及 9. 政策和治理。

通过对印度各个邦进行水指数打分发现，得分较低的邦恰恰是印度约50%的人口(约6亿人)的居住地和农业生产地。这些邦在水指数上的糟糕表现凸显出印度未来面临的重大水资源管理风险。此外，这些邦还贡献了印度农业产出的20-30%。考虑到地下水水位的迅速下降和有限的政策行动，印度未来的粮食安全也将面临重大风险。

本文参考资料：

1. 世界经济论坛——印度一城市断水
<https://www.weforum.org/agenda/2019/06/this-city-in-india-is-running-out-of-water/>
2. 《卫报》——干旱来袭，印度村民被迫逃离家园
<https://www.theguardian.com/world/2019/jun/12/indian-villages-lie-empty-as-drought-forces-thousands-to-flee>
3. 《卫报》——钦奈市出现水危机，政府受责难
<https://www.theguardian.com/world/2019/jun/19/chennai-in-crisis-water-shortage-with-authorities-blamed-india>
4. NITI《水资源综合管理指数》智库报告
https://niti.gov.in/writereaddata/files/document_publication/2018-05-18-Water-index-Report_vS6B.pdf



强降雨即将来袭

通过对过去50年的降雨记录进行详尽的分析，加拿大的学者证实了在加拿大部分地区、欧洲大部分地区、美国中西部和东北部、澳大利亚北部、俄罗斯西部和中国部分地区特大暴雨的次数正在增加。

2004年至2013年，全球极端降雨增加7%，欧洲和亚洲的大暴雨增加8.6%。

该项研究发表在《水资源研究》(Water Resources Research)杂志上。研究分析了全球10万个监测降雨的气象站的8700份每日降雨记录，但不包括降雨记录不完整的地区。研究发现，从1964年到2013年，灾难性暴雨的频率在持续不断的增加。

随着温度升高，蒸发增加。更温暖的大气可以吸收更多的水分：温度计上每上升一摄氏度，空

气含水量就会增加7%。而被大气吸收的水分最终会以降雨的形式重回地面。

山洪威胁

过去一个世纪，由于化石燃料的广泛使用，全球温度至少上升了1°C。人类定居点和低洼地形地区被普遍认为将越来越多地受到山洪的困扰——山洪可能导致污水处理厂瘫痪，污染水源，引发山体滑坡、冲走庄稼、淹没房屋和桥梁，导致交通中断。自1980年以来，降雨引发的洪水已使50万人丧生。

而且，由于全球城市爆发性的扩张，更多的地面被砖、瓦、水泥和沥青覆盖，通常会吸收大部分雨水的沼泽、森林和草地逐渐缩减，预计山洪爆发频率还会进一步增加。

<https://physicsworld.com/a/very-heavy-rain-bouts-are-on-the-way/>

降雨改变给大坝出了难题

对于动辄造价数十亿美元的水电项目而言，降雨改变带来的问题十分严峻，因为归根结底，水力发电靠的就是降雨。



位于安哥拉的卡彭达大坝。

图源：Eribeto, via Wikimedia Commons

北欧

挪威最大的电力生产者、也是国际上重要的水电生产者挪威电力（Statkraft）执行总裁Christian Rynning-Tonnesen日前在接受彭博社采访时表示，挪威近年来降雨量增加了5%，为了应对逐渐增多的降雨，挪威电力过去十年花在大坝加固上的费用翻了一番。

南美

还有人认为，鉴于气候变化的现实，大坝在破土动工之前，应重新审视设计的流程。根据一项发表在《美国国家科学院院刊》上的研究，气候变化将导致巴西的许多大坝——要么已经完工，要么仍在规划阶段——的电力产出远低于预期。亚马逊盆地计划修建共147座水坝，其中65座在巴西境内。

据预测，亚马逊盆地未来将遭遇降雨量减少和温度升高的局面。因此研究团队认为，如果未来自然资源不断减少，依赖水这样一种资源作为主要的发电来源就变得不甚靠谱了。为了在全球气候变化的背景下降低能源的脆弱性，巴西必须促进能源结构的多样化。森林砍伐预计将加剧亚马逊地区水电站面临的水资源短缺问题。该地区约一半的降雨靠雨林的水分循环生成。

中东北非

土耳其正斥资数十亿美元在该国东南部的幼发拉底河和底格里斯河上建设规模庞大的水电项目。据预测，气候变化将改变这些水坝的可用水量。

位于这两条河下游的叙利亚和伊拉克已经面临来水量严重减少的局面，导致地区紧张局势进一步升级，危及数百万依赖河流饮水和农业生产的人的生计。

位于东非埃塞俄比亚，坐落在青尼罗河（Blue Nile）上的埃塞俄比亚复兴大坝(GERD)是世界上最大的水坝项目之一。埃塞俄比亚寄希望于靠该座水坝向邻国出售电力来创收。但有反对者认为，气候变化，包括蓝尼罗河流域降雨量的减少，可能会严重影响大坝的发电能力，导致这一巨额投资项目得不偿失。



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
邮箱：dic@iwahr.com