



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
12
总285期

基于自然的防洪减灾方案帮助应对密西西比河沿岸的洪涝灾害

向遥远太空寻求地下水资源管理的奥秘

世界水理事会主席洛克·福勋谈水危机

世界银行发布灌溉与排水治理的工作文件

华盛顿州的大坝拆除作业将惠及鱼类、鲸鱼和居民



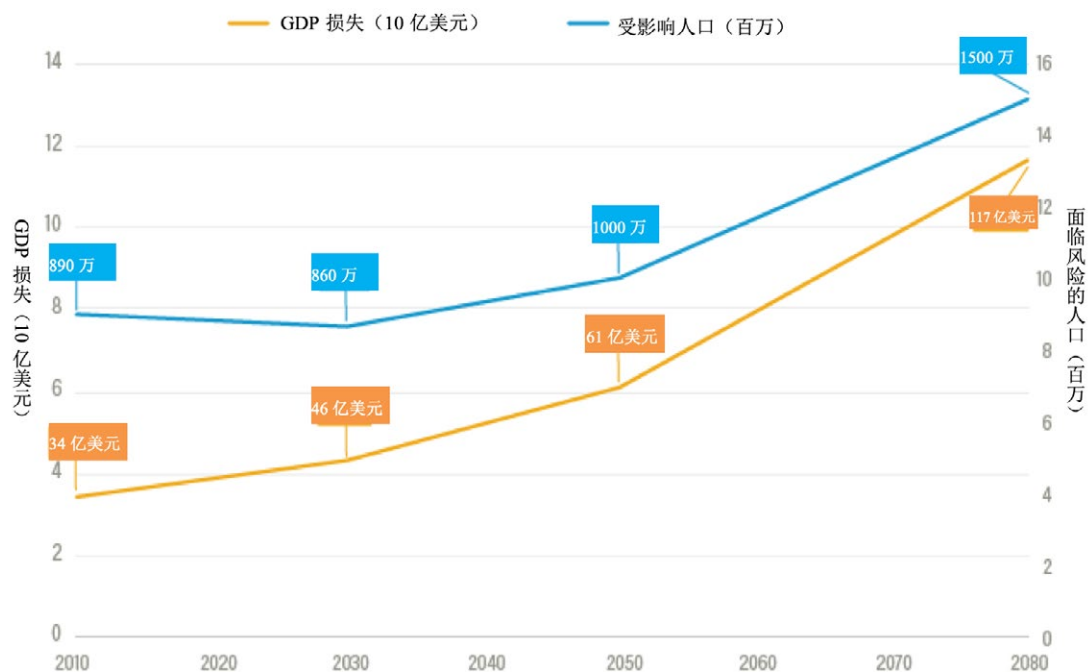
基于自然的防洪减灾方案帮助应对密西西比河沿岸的洪涝灾害



密西西比河上游流域遭遇洪水

2019年,美国密西西比河、密苏里河和阿肯色河发生洪水,影响波及19个州,造成经济损失达200亿美元。路易斯安那州首府巴吞鲁日的水位连续211天超过洪水水位线,突破历史记录。洪水持续不退,庄稼迟迟未收,建设项目中断,密西西比河的驳船运输也被迫中止,导致约630万吨粮食(价值近10亿美元)滞销。

受气候变化影响,密西西比河地区降雨强度和频率不断增加,洪水始终是该流域面临的主要风险。Aqueduct Floods工具最新分析发现,到2030年,密西西比河流域的河流洪水风险预计每年造成GDP损失约42亿美元(约290亿人民币),较2010年增加8.31亿美元(约57亿人民币)。



未来 60 年密西西比河流域河流洪水事件预计造成的年经济损失

全球形势更加令人担忧。到2030年, 河流洪水风险预计每年造成GDP损失近1.1万亿美元(约7.6万亿人民币), 较2010年增加7,900亿美元(约5.5万亿人民币)。

2019年洪水事件发生之时, 密西西比河沿岸的农民还在苦于应对中美贸易摩擦带来的经济冲击。截至2019年底, 美国中西部的农场破产率较2018年增加了13%。受新冠肺炎疫情的影响, 今年美国中西部农场今年的破产率预计将增加42%。

美国联邦政府的防洪资金可用于保护农田, 增强抵御洪水的能力, 但必须要在考虑防洪堤等传统解决方案之外, 纳入基于自然的解决方案。

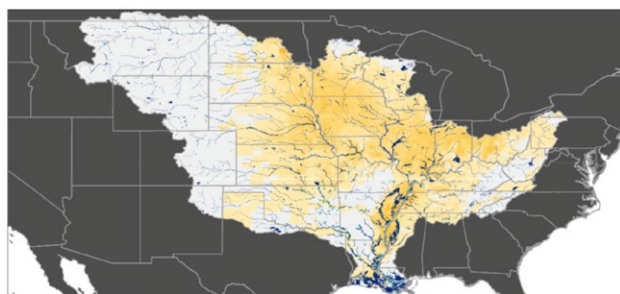
防洪堤加剧洪水之困

防洪堤一直是密西西比河流域防洪的支柱。虽避免了数十亿美元的经济损失, 却也无形中增加了洪水风险。

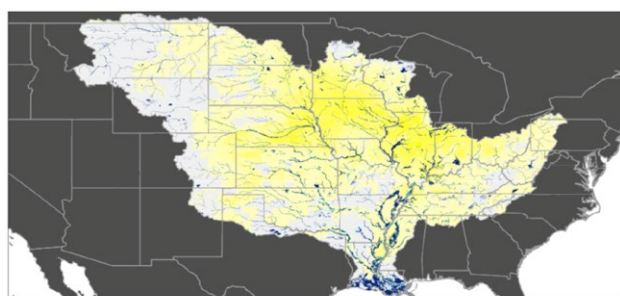
防洪堤的建设使得河流水位和流速增高, 加剧了洪水影响。例如, 在过去500年, 由于河流工程改造, 该地区百年一遇的洪水规模增加了20%。

防洪堤为人们营造了一种被保护的错觉, 一定程度上鼓励了洪水易发地的开发和农业生产。这不仅加剧了洪水的危害, 使受灾人数、农业和财产损失不断增加, 还导致了密西西比河上游原生湿地面积丧失了85%-90%。湿地是天然的蓄洪区。有研究发现, 湿地面积每减少1%, 洪水总量增加达7%。

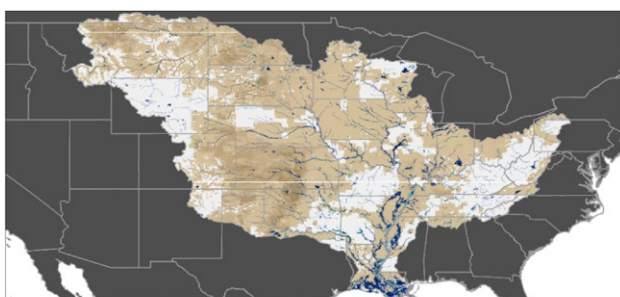
随着洪水频率和强度的加剧, 一味依靠防洪堤不再可行。2017年, 美国土木工程师协会(ASCE)将美国防洪堤系统评为“D”级, 估计需要投入800亿美元才能使该系统达到国家标准。2010年, 对密西西比河和支流防洪工程进行的57项国家洪水保险计划(NFIP)评估中, 有38项评估给出了负面评价, 评价认为在遭遇百年一遇的洪灾时, 这些堤坝无法提供可靠的防洪保障。



未来 60 年密西西比河流域河流洪水事件预计造成的年经济损失



美国密西西比河流域玉米种植区的洪水风险



美国密西西比河流域小麦种植区的洪水风险

基于自然的解决方案与防洪堤相结合, 增强防洪安全

将防洪堤等传统解决方案与基于自然的多元解决方案相结合, 可弥合防洪堤抵抗能力不足的

缺陷。简单来说, 基于自然的解决方案有助于提升防洪堤抵抗洪水的预备能力。

防洪堤后移是最佳且可节约成本的第一步, 包括将防洪堤移到离河流更远的地方。这种方法既保留了防洪堤的额外保护作用, 同时为基于自然的解决方案创造空间, 提高防洪减灾能力和效果。这些方案包括:

1. 重新连接洪泛区: 洪泛区为河流提供了移动和舒展的空间。较开阔的洪泛区可使河流形成弯道, 蓄积更多的水并放慢流速。美国大自然保护协会(Nature Conservancy)近期发现, 保护洪泛区未开发的土地也是一种经济有效的解决方案。每投资1美元用于保护, 至少可节省5美元的洪灾损失。洪泛区对于增强未来抵御强风暴的能力尤其重要。

2009年华盛顿州的Puyallup流域遭遇惨重洪灾侵袭后, 华盛顿州与美国大自然保护协会合作实施了大规模防洪堤后移和洪泛区恢复项目, 包括实施农田转为保护地的地役权。随后不到五年, 该流域再次遭遇了与2009年同量级的降水, 而这次雨水被充分吸收, 没有发生洪灾, 农民得以正常劳作。

2. 湿地恢复: 恢复湿地是抵御洪水破坏的关键措施。湿地像海绵一样, 可在暴雨期间截留雨水, 再逐渐缓慢释放。修复某一地区仅1.5%的湿地便可将洪峰(水流最大高度和最大水流量)规模减小29%。美国陆军工程兵团(USACE)等许多组织都开始利用湿地创造环境和经济的双重效益。USACE发现, 仅需投入新建工程基础设施的十分之一, 湿地恢复可有效减轻波士顿的洪水风险。

实施多元防洪减灾措施, 增加农民净收益

现有防洪基础设施的失效, 迫使土地所有者不得不直面洪水的现实。许多农民积极探索包括基于自然的解决方案在内的替代解决方案, 尽管必须要将一部分生产用地腾出来用作保护用地。通过有意地使河流洪泛区泛滥, 农田遭遇的洪灾便会减少。

一项研究发现,重新连接8,000公顷洪泛区将保护约26,000公顷的农田免受洪水侵害。

为了支持这一举措,政府可以将基于自然的解决方案作为未来洪水和灾害管理的核心,以应对气候变化和洪水灾害影响。环保组织、USACE和联邦应急管理局(FEMA)等联邦机构实施了激励计划,旨在可持续地减轻洪灾的同时并为农民创造长期收益(例如,保护地役权和减少洪灾损失)。然而鉴于资金投入有限,又对农民要求太多,目前的方案仅能实现景观用地的功能,不能期望个体农民来真正承担风险。因此,需要加大政策扶持力度和资金投入,才能推动大规模实施,保障农民得到合理补偿,并可以在多大程度上避免洪灾损失有更充分的信心。

例如,通过恰当地结合政策和市场激励措施,过去20年美国玉米种植带的作物覆盖面积从190万英亩增加到了420万英亩,增幅两倍多。种植无需收获的覆盖作物可以保护土壤不受侵蚀,提高土壤肥力,减少虫害。这种方法提高了土壤应对极端天气的恢复能力。此外,覆盖作物的成本低(每亩约252人民币),其蓄积水量比裸露土壤高三倍,也有助于减小洪峰水位和经济损失。

多元解决方案并非一劳永逸之举,而相当于一种生态友好的保障措施,可以最大限度地减少长期的生产损失风险。如果能借助适当的激励和补偿大面积实施,这些解决方案将帮助农民实现长期的净收益增长。

绿色基础设施前景广阔

工程师、科学家和政府一直呼吁在密西西比河地区建立新的洪水管理系统。单纯建设更多的人造或灰色基础设施是一种低效的、且不具经济可行性的方法。该地区刚从2019年的洪灾中恢复过来,如今再次因新冠肺炎疫情而面临经济衰退。因此,不能再单纯地依靠防洪堤和其他灰色基础设施,而应“重建得更好(Build Back Better)”。

基于自然的解决方案,以及结合灰色和绿色基础设施的综合方法不仅适用于密西西比河流域。预计全球面临河流洪水威胁的人数将从2010年的6,500万增加到2030年的1.32亿。从美国到秘鲁,从印度到中国,基于自然的防洪解决方案可帮助数百万人增强抵御与日俱增的洪水威胁的能力。

本文摘译自:

<https://www.wri.org/blog/2020/07/mississippi-river-flood-ing-nature-based-solutions>

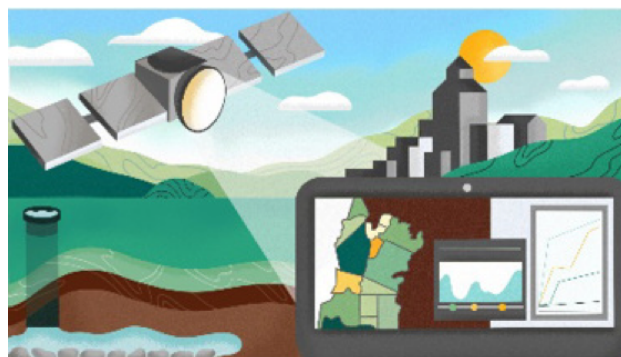
向遥远太空寻求地下水资源管理的奥秘

长期以来,在河流、湖泊和溪流无法提供足够的地表水资源时,加州会定期抽取地下水来满足用水需求,地下水占加州供水水源的30%至50%。直到近年以前,加州针对地下水开采的限制措施寥寥无几。但近年来持续数年的干旱导致地下水大规模超采,直接迫使加州于2014年通过了《可持续地下水管理法》(简称SGMA法案)。加州也成为了美国西部州中最后一个开始实施地下水监管的州。

SGMA法案禁止地下水的过度开采,并责成地下水管理机构在2040年之前重新恢复地下水严重超采流域的开采与补给平衡。然而,负责制定地下水可持续管理方案的地方机构缺乏充分的系统性定量监测数据,难以估算地下水用量和含水层储量。即便是在中央谷地等高度发达的农业区,还未找到在成本经济的前提下,能够在所需空间尺度上以足够高的分辨率监测含水层储量的方法。

加州公共政策研究所(The Public Policy Institute of California)近期审议了提交给加州政府的36项地下水可持续管理计划,涉及加州最大的农业区圣华金河谷的11个地下水严重超采流域。审议发现,超本地化管理存在潜在缺陷:在单独考量各个计划时,供水的估算在合理区间;但在对这些计划进行综合评估时,采用极为本地化方法便存在重复计算供水量的风险。这体现出集成监测工具的必要性。既可用于小范围监测,同时也能反映出下辖了多个管理区域的大型区域的地下水状况。

过去曾利用中央谷地监测钻孔中的观测水位来反映含水层情况,但效果不佳。这是因为钻孔通常较浅,无法准确反映深层含水层的状况。此外,钻孔的分布往往较为稀疏,覆盖不了足够大的空间范围,进而无法甄别局部的高用水区。因此,传统测量地下水位的方法难以达成SGMA法案所要求的地下水综合管理。



美国伯克利实验室的科学家结合卫星数据和高分辨率监测,估算加州中央谷地的地下水资源耗竭程度

由于SGMA法规将若干最后期限设定在2020年,这意味着水管理者必须在今年完成对中央谷地这一黄金农业区内可用地下水资源量的首次评估。这是一项极为艰巨的技术挑战。

由美国能源部劳伦斯伯克利国家实验室(简称伯克利实验室)的科学人员开发的新计算方法有望让难题迎刃而解。这种新方法科技含量高但操作简便,结合了高分辨率卫星图像和先进的计算机建模技术,可基于观测到的地面变形估算含水层的水量变化。新的技术有望为中央谷地创建一个“动态”地下水资源模型,及时更新和整合多地的地下水资源信息,用以探明小范围、局部、以及大范围内的地下水资源情况。

地面变形体现含水层水量变化

科学人员利用了从合成孔径雷达(SAR)卫星获取的数据,这些数据代表了观测到地面沉降的地方,或者地面正在下沉且地下水储量正在萎缩的区域。此类数据能够更为详实和宏观地体现对地下水位变化十分敏感的含水层的压缩变形。研究人员将

卫星观测结果与一个加州采水井的公共数据库信息相结合,以期大致掌握加州每个月因地下水抽取而损失的含水层水量的空间分布情况。

研究表明,含水层水量受到数据库中水井周边有效压力变化的影响。干旱年份(2015年10月至2016年)、降水年份(2017年)和近平均降雨量年份(2018年)的含水层水量变化的空间分布存在明显差异,说明地下水抽取量存在的差异和地表水量能否满足农民需求有直接关系。

研究人员认为,监测是评估某一含水层的储量萎缩,以及确定地下水耗竭率的重要前提。监测数据的分辨率应满足不同地下水管理机构的需求,从数千米至数万米不等。新技术对于地方地下水可持续管理机构而言更易于实施,因为含水层水量损失的空间显性估值的获得成本相对较低,且当地机构可利用这一数据来大致确定开采密集和地下水消耗过度的地区。

美国劳伦斯伯克利国家实验室

美国劳伦斯伯克利国家实验室(Lawrence Berkeley National Laboratory)是一个大型综合国家实验室,成立于1931年,由美国能源部科学办公室委托加州大学代为管理。

秉持着团结合作是攻克科学难关的利剑的信念,劳伦斯伯克利国家实验室团队和科学家已获得13项诺贝尔奖项。如今,伯克利实验室的研究人员致力于开发可持续能源和环境解决方案,创造新材料,领先计算发展,探索生命、物质和宇宙的奥秘。

本文摘译自:

<https://www.wateronline.com/doc/could-the-answer-to-groundwater-resources-come-from-high-in-the-sky-0001>

世界水理事会主席洛克·福勋谈水危机

洛克·福勋曾于2005年至2012年连续两届担任世界水理事会主席,2018年再次当选。1991年至2019年,洛克·福勋曾先后担任法国马赛供水公司(SEM)董事长、首席执行官和总裁等职务。2003年,洛克·福勋被授予法国荣誉军团勋章。

对水资源的可利用量进行有效管理是人类发展和公平享有基本人权的前提。

全球用水需求大幅增长。能源和水资源日益短缺,供给无法保障,对人们健康和粮食供应构成严重威胁。全球数十亿人面临多重危机。随着人口增长和城市化发展达到前所未有的水平,新闻传播速度加快,人们对生活质量的期待提升,人们面临愈加复杂的危机局面。与此同时,人们对环境保护的必要性也有了进一步的认识。从长远来看,保障和平与尊严以及实现一个更公平的世界取决于两个因素:发展机遇以及保护自然资源的必要性。开发和保护自然都需要秉持相互尊重的原则,在日益紧缺的自然资源的利用和保护之间寻求可持续发展的平衡。

水是这类资源的一种。不管是从可用量还是水质来衡量,水资源都相当稀缺。无节制的生活、工业和农业用水方式导致河流、水井、地下水、水坝中的水资源备受压力,加速枯竭。用水需求仍在不断增加,而供水只减不增。水资源的可用性直接关系到人们的生活水平。无论是从社会还是个人的角度出发,管理水资源是我们的责任。

保障所有人的用水安全

为保障用水,我们首先需要确保水资源的可用性,同时对水资源进行保护。在“当下与未来的水资源利用”之间找到恰当的用水方式,即寻求用水需求增长与水资源紧缺造成的限制之间的平衡。

保障水资源指的是寻求能够满足用水需求并达到上述平衡的额外的水资源。这些目标要借助人类的聪明才智,通过不断创新解决方案来实现。首先要从技术解决方案着手:未来,我们需要钻探至更深处获取水资源,开展更长距离的输水,延长储水时间并优化净水效率。我们将开发更加经济、先进的新型解决方案,例如加强海水淡化和污水回用技术的应用。能源和数字化创新将成为水安全的关键,供水和污水处理的循环也多有涉及。相关的数字技术包括传感器、遥控、天气预报、数据处理、增强现实和流程优化,以及各类移动应用。我们必须将最先进的无线网络、数据处理、物联网、云计算和区块链技术应用用于水以及卫生设施、废物、空气和能源领域。数字化革命能够让公民进一步参与决策过程,增强公众参与感。

水管理的三大支柱

如果把水管理比做一座房屋,那么治理、资金和知识便是其三大支柱。这三大支柱都要稳固,才能确保每一滴水都物尽其用。为了提高用水效率,需要突破水资源综合管理的概念。水资源综合管理是一种适用于短期水循环的纵向方法。而我们需在此基础上结合横向方法,我将之称为基于水、能源、粮食、健康和教育之间纽带关系的“五指联盟”。这是一种新方法,最终将促进各国和当地发展政策的实施,并且不会被单独割裂或孤立;五个“手指”互不对立,被视为一个相互关联的整体而非相互矛盾的个体。因此,任何城市发展行为必须同时考虑这五项基本因素,切不可顾此失彼。水权说时容易做时难,必须成为贯穿水安全集体行动和政策的共同主线。

水与能源:权利与相互依赖关系

水与能源是保障人类健康、粮食和教育等基本需求所必不可少的资源,两者相互依赖:水是清洁能源生产的关键,而能源是保障供水的重要基础。如果能源成本过高,水的成本也相应的超出承受范围。为保障“人人用水安全”我们须充分考虑能源与水管理。世界水理事会提出了以下五项建议,以促进水与能源的共同管理:

1. 在国际、国家和地方各级强调能源与水获取的同等重要性,并共同实施相关措施
2. 应当将水与能源融资作为一个整体,将其视为促进人类和自然可持续、公平发展的首要任务
3. 城乡规划应当将水与能源作为一个整体纳入同一范畴
4. 应当将电力与水资源视为可再生能源。将污水再生利用和中水会纳入立法。
5. 各级要推进水与能源综合治理,优先考虑经济、可持续的供应。

通过数字看水危机

7.85 亿人

全球每 9 个人中有 1 人无法获得安全饮用水

20 亿人

全球每 3 个人中有 1 人没有厕所

2 亿个小时

全球妇女和女童每天花 2 亿个小时用于取水

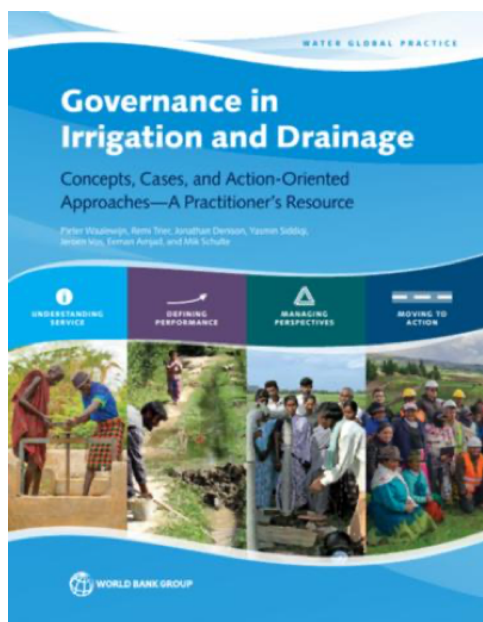
100 万人

每年有 100 万人死于供水不足、环境卫生和个人卫生相关的疾病

2,600 亿美元

全世界每年因水资源和卫生设施缺乏造成的经济损失达到 2,600 亿美元

世界银行发布灌溉与排水治理的工作文件



世界银行在其发布的《灌溉与排水治理：概念、案例和行动导向方法——从业者资源手册》报告中探讨了灌溉治理对解决农村贫困，减缓气候变化的影响，以及养活地球人口的作用。

灌溉农业对于满足全球粮食和饲料需求至关重要，而且必将在保证未来粮食安全和水资源可持续性发展重点方面发挥更重要的作用。高人口增长率、气候变化、不断加速的社会经济增长步伐以及水资源压力是推动变化的主要驱动力。灌溉农田仅占全球农业用地总面积的6.5%，但却生产了全球40%的粮食和饲料，且其总产值占全球农业总产值的55%。

提高灌溉效益是解决农村贫困和减缓气候变化影响（特别是对最脆弱人群造成的影响）的重点策略。本资源手册传递的核心信息是，所有针对灌溉治理制度的干预措施必须将功能、过程和相关能力作为重中之重。



本文摘译自：
<http://www.worldbank.org>

华盛顿州的大坝拆除作业将惠及鱼类、鲸鱼和居民



Nooksack 河上的漂流者正在享受惬意的夏季漂流。政府即将拆除一座建于 1961 年的水坝，这将为漂流爱好者提供多出数英里的漂流空间。

中福克Nooksack河发源于华盛顿西北部的贝克山南面，向西北流经喀斯喀特山脉和贝克山原野，并与其南北支流汇合后流入太平洋。一路上，这条河流经大片农田和贝林汉姆市，为贝林汉姆居民提供清洁饮用水源。

Nooksack河对当地印第安民族具有精神和文化意义，Nooksack印第安部落和Lummi民族几千年来一直在Nooksack山谷狩猎、觅食和开展宗教活动。这条河流还是鲑鱼和虹鳟的家园，为上述两个民族提供了重要资源。1855年，两个部落与州政府签署了《艾略特角条约》(Treaty of Point Elliott)，用土地换取在Nooksack河流域捕鱼、狩猎和摘采的永久权利。

到了1961年，贝林汉姆市在河口上游约32公里处修建了中福克Nooksack河大坝，以便为该市调引饮用水。水坝高约9米，长约46米，彻底阻挡了鲑鱼和虹鳟的迁徙路线，切断了三种溯河产卵鱼类以及其他多种本地鱼类的产卵和育幼栖息地。这三种溯河产卵鱼——普吉特海湾帝王鲑、虹鳟和欧鳟均已濒临灭绝。大坝造成的鲑鱼资源损失也对许多部落的仪式和传统造成了负面影响，例如一年一度的鲑鱼开渔仪式。中福克Nooksack河的捕鱼量已降至危险水平，水质也有所下降。随着影响逐渐波及人类与野生动植物，拆除这座水坝的呼声越来越高。



中福克 Nooksack 大坝已建成将近 60 年，妨碍了春季洄游的帝王鲑、虹鳟和欧鳟的重要产卵栖息地

例如，普吉特海湾逆戟鲸(Puget Sound orcas)之所以成为濒危物种，在很大程度上是因为其捕猎对象—鲑鱼资源匮乏。如今，这些哺乳动物只剩下73头——30多年来的最低水平。根据鲸鱼研究中心的数据，在过去20年里，近75%的幼鲸夭折；而在过去三年里，所有受孕的逆戟鲸所产下的后代均未能存活下来。科学家们认为，导致繁殖失败的部分原因是帝王鲑资源短缺，而在普吉特海湾逆戟鲸的饮食结构中，帝王鲑至少占80%。保证逆戟鲸生存需要的鲑鱼量要高于华盛顿河流当前的产量，因此只有保证清澈、凉爽、自由流动的河流环境，鲑鱼资源才有可能恢复。

为了应对这一严峻形势，华盛顿州州长Jay Inslee颁布了一项行政命令，要求州内各机构立即采取行动保护普吉特海湾南部的常栖逆戟鲸。根据这

一行政命令设立了南部常栖逆戟鲸特别工作组，该工作组由近50名成员组成，代表了包括州级机构、立法机关、部落、联邦和地方政府以及私营部门和非营利组织的各个部门。2018年11月24日，该特别工作组发布了关于恢复普吉特海湾逆戟鲸资源的建议，其中包括拆除中福克Nooksack大坝。

拆除中福克Nooksack大坝也是美国国家海洋和大气管理局(NOAA)为协助恢复普吉特海湾帝王鲑资源所建议的最重要行动。NOAA称，拆除水坝后，帝王鲑的种群数量或许将增加30%以上。

由州和城市代表，美国河流协会等环保组织，Nooksack印第安部落和Lummi民族等结成的联盟多年来一直致力于制定拆除这座老旧水坝的计划，如今这一努力终于有所回报。2020年夏季，贝林汉姆市将启动拆除该水坝的物理结构的工作，恢复自由流动的中福克Nooksack河。拆除Nooksack水坝后，鱼类将能够游入大坝上游近5米的河段，重回长达107米的鱼类产卵和育幼栖息地。

恢复Nooksack河的自由流动将惠及野生动物、生态系统和当地居民——包括需要清洁饮水的土著部落和社区居民，以及垂钓者和急流漂流者(能够探索60年来首次开放的河段)。希望这一合作项目的成功能够为其他州和社区树立典范，通过纠正过去的错误来创造更美好的未来。



本文摘译自：

<https://www.pewtrusts.org/zh/research-and-analysis/articles/2020/05/29/dam-removal-in-washington-state-promises-to-benefit-fish-whales-and-people>

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