



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
11
总284期

澳大利亚墨累达令
河流域的前世今生

气候变化加剧洪水风
险, 更多居民住宅将
遭遇水淹

美国能源部“HydroW
IRES”水电和抽水蓄能
示范项目

欧盟XFLEX创新水电示
范项目, 打造强韧、再生
的电力系统



澳大利亚墨累达令河流域的前世今生

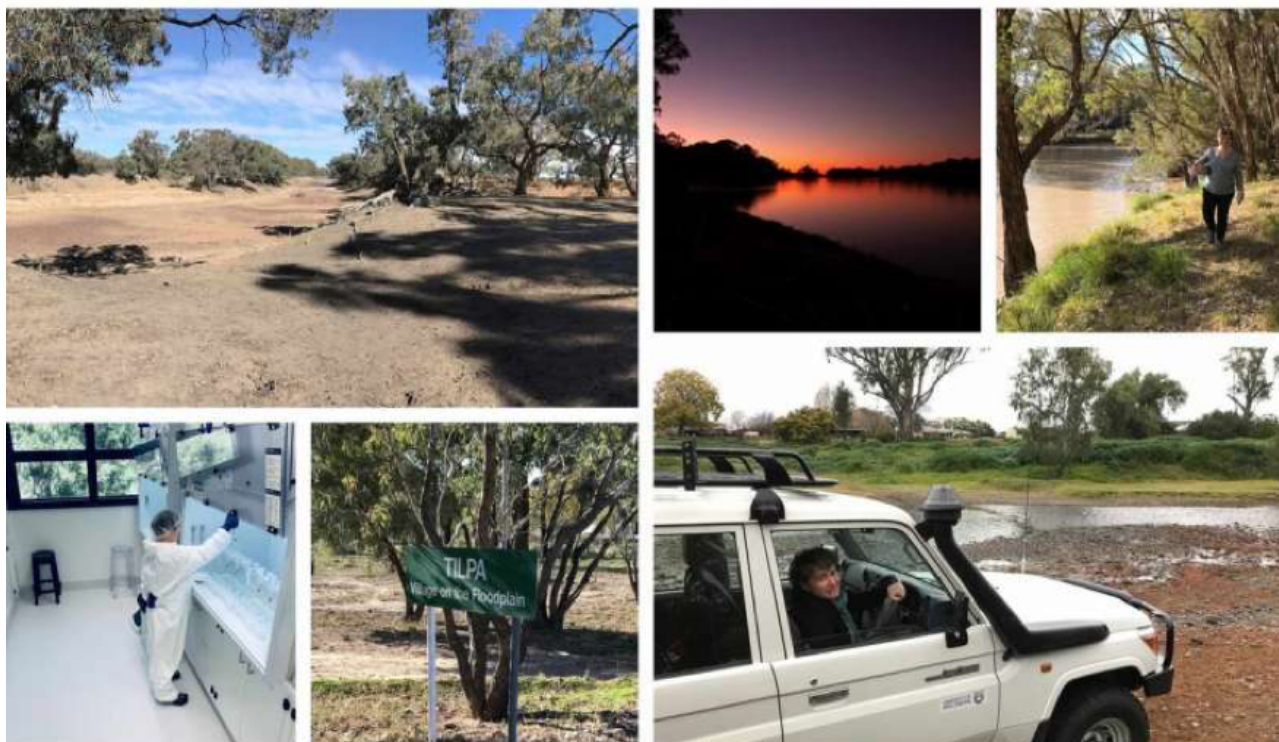


| 澳大利亚墨累达令河系中，位于昆士兰州 Eulo 的帕鲁河（Paroo）。图片来源：伍伦贡大学 Reka Fulop

泥沙输移与气候历史

伍伦贡大学研究人员引领开展,并发表在《科学进展》(Science Advances)期刊上的一项研究发现,澳大利亚墨累达令河流域的泥沙在输移过程中通常会经历多个蓄积阶段,在墨累河和达令河下游河段的累积滞留时间超过了一百万年。泥沙从源头输移至沉积处所需的漫长时间以及沿途频繁的滞留削弱了其能够揭示来源区气候和地质信息的能力。

河流充当了泥沙输送带,既能保持土壤肥力,还能每年向全球海洋输送400亿多吨颗粒物质和溶解态泥沙。泥沙的主要来源是山区,山区的地壳构造运动、气候和地表过程(例如化学侵蚀和物理侵蚀)之间的持续相互作用会使岩石分解,转化为泥土和土壤。气候或构造力的变化导致泥沙通量发生改变,而地形在这些环境驱动力下发生的变化则通过矿物学、结构学或地球化学的永久性变化表现出来。



研究人员在实验室工作以及在澳大利亚墨累达令流域开展实地作业。图片来源：伍伦贡大学 Reka Fulop

因此, 每块泥沙都携带与其位于高地的泥沙产沙区相关的地质、地貌和气候信息, 是这些信息塑造了地球的历史演变。但是, 大规模河系十分复杂, 其内部动态变化可能会削弱甚至扭曲泥沙携带的环境信号。

研究人员通过测量现今河流泥沙中宇宙成因放射性核素(暴露在宇宙射线下的地表岩石产生的稀有同位素)比率在下游发生的变化, 来计算澳大利亚最大的河系—墨累达令流域—的泥沙输移时间。研究表明, 泥沙携带的环境信号不仅会失真, 甚至可能被完全消除。一方面, 泥沙的输移时间非常长, 另一方面, 泥沙输移可划分为多个较短的输移阶段。而在这漫长输移裹成中的每一较短阶段, 每块泥沙携带的“信息”(环境信号)都可能被改变或消除。

墨累达令流域属亚热带气候, 整个流域的纬度梯度明显, 气候存在鲜明变化。在北部, 达令河子流域受到夏季季风降水的弱主导影响, 而在南部, 墨

累河子流域则受到与南半球西风带相关的冬季降水的强烈影响。过去多项研究往往通过应用地球化学指纹图谱技术来区分达令河和墨累河流域的泥沙来源, 从而将墨累达令河流域的泥沙史料作为历史水文气候变化的反映。这些研究其实假定了, 泥沙迅速从源头输移至沉积处, 且泥沙来源的任何变化都直接反映在输沙量和/或产沙率的变化上。



Reka Fulop 博士在伍伦贡大学的宇宙成因核素化学实验室。图片来源：伍伦贡大学 Reka Fulop

而伍伦贡大学这项新研究表明, 由于较长的累积滞留时间以及多次掩埋和再暴露, 墨累和达令河泥沙来源区的环境信号传输可能并不同步, 导致无从根据这些这些输移来的泥沙来解读其来源区的地质气候信息。

在墨累达令河流域观测到的长达一百万年的泥沙输移时间, 以及积年泥沙的不断变化很可能是全球类似河系共有的一个特征。这意味着在非洲和澳洲等地壳构造不活跃的大陆上, 泥沙沉积能够提供的信息较为有限。

如今的河流, 曾经的湖泊

数百万年来, 墨累河从澳大利亚阿尔卑斯山脉流经内陆平原, 蜿蜒穿过南澳州后汇入大海。但在历史上, 其漫长旅程的最后一段与现在截然不同。

一项新的研究证实了科学界长期以来的一项假设, 即6000年前, 墨累河下游的水位非常高, 以致于构成了南澳州一个巨大的湖泊。研究还通过对已有12,000多年历史的淤泥和粘土层的深层钻探, 发现了关于墨累达令河流域洪水和干旱的宝贵长期记录。

这项研究可揭示未来海平面上升对澳大利亚这一最重要的流域的影响。此外, 新获得的历史洪水和干旱记录有助于改进该流域水资源管理工作。

探究过去

对于澳大利亚而言, 探究不断上升的海平面和愈加频繁的洪水和干旱对河流和河口等环境的影响十分重要。

一种研究方案是追溯性的, 即回顾距今5000至8000年前(即海平面周期中被称为全新世高海面的时期)的环境状况。全新世(Holocene)指的是约11,700年前至今的地球历史。高海面即海平面处于最高位的时期。

如今的墨累河流向南澳州, 穿过狭窄的河谷, 随后河道逐步开阔, 直至经亚历珊德拉湖汇入大海。但这一段旅程却并非一直如此。18,000年前, 在末次冰期最盛期之后, 融冰导致海平面上升, 而上升前的海平面比当前海平面低出120米左右。约6,000年前, 海平面达到峰值, 高出当前海平面2米。

研究人员此前曾假设, 在过去数千年里, 墨累河口的高海平面发挥着水坝的作用, 导致河水雍高, 形成了一个叫做曼依湖(Mannum)的咸水湖。

通过使用高分辨率的二维和三维建模技术来模拟水位和流量, 研究证实了曼依湖不仅存在且非常辽阔——从墨累河河口一直向上游延伸至斯旺里奇河段(Swan reach)上游约200公里处。并探究了曼依湖的形成原因。



记录历史的岩层

曼依湖静止的湖水天然地有利于截留上游来的粘土和淤泥。在多种条件下,例如在发生洪水时,泥沙向下游输移,并沉积在曼依湖湖底。这些沉积岩层记录了墨累达令流域的气候历史。

研究人员从墨累河下游的洪泛平原中采集了一段长30米的沉积岩心。该岩心中包括一段在8,500至5,000年前沉积在曼依湖湖底的11米长的沉积岩。每315年才能积累1米的岩层,即每年约3毫米。



在墨累河下游河谷的 Monteith 附近采集的沉积岩心显示出多层细微泥层。图片来源: Anna Helfensdorfer 创建的岩心扫描图像

沉积岩心上的每一层都可能代表一个河流流量增加或减少的时段。大部分岩层可能产生于春季和夏季,澳大利亚阿尔卑斯山脉中的冰雪融化,使得淤泥沿河系输移。部分沉积岩层代表了墨累河曾经历的大洪水,而其他沉积岩层则代表达令河曾

遭遇的洪水。沉积岩层较长时期的厚度变化可能对应于持续时间较长的潮湿和干旱天气。

研究的下一阶段将对沉积岩层进行更加详细的分析,以获取墨累达令河流域洪水和干旱事件的可靠、详细和高分辨率记录。



曼依湖附近的墨累河下游河段流经狭窄河谷。图片来源: Tom Hubble

研究启示

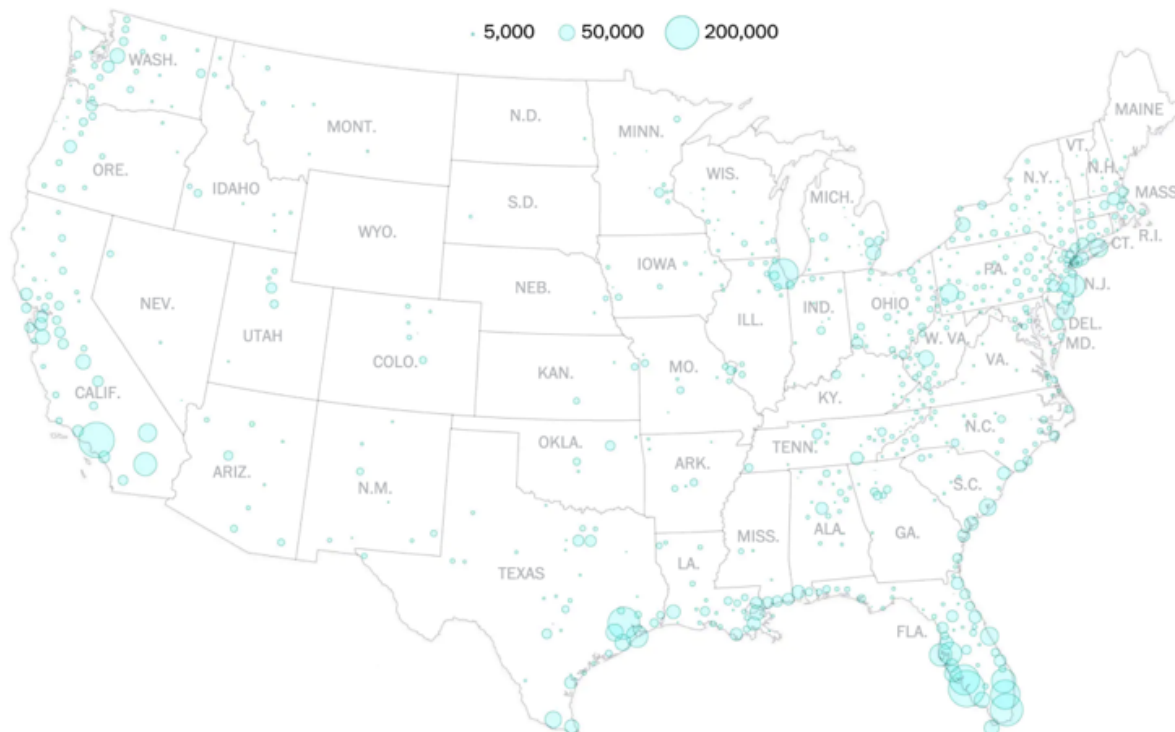
在过去5,000年里,随着海平面下降至现今水平,湖水慢慢消退,又转变为河流。

如今墨累河下游实施了高强度的管理。河口附近设立了五个拦河坝(或屏障)以防止海水入侵,保障淡水供应并维持水位。大量河水被抽取用于灌溉和生活用水。有一种意见是应当拆除拦河坝,以恢复天然潮汐河口并允许海水影响湖泊水位。虽然在短期内不太可能会拆除这些拦河坝,但这项新研究揭示了拦河坝拆除之后,以及气候变化引发海平面继续上升,这些河湖将会如何变化。

在未来,通过了解墨累达令河流域的历史洪水规模以及频率,将有助于水资源管理者更好地进行水资源分配。

气候变化加剧洪水风险,更多居民住宅将遭遇水淹

2020 年面临洪水重大风险的房屋数量

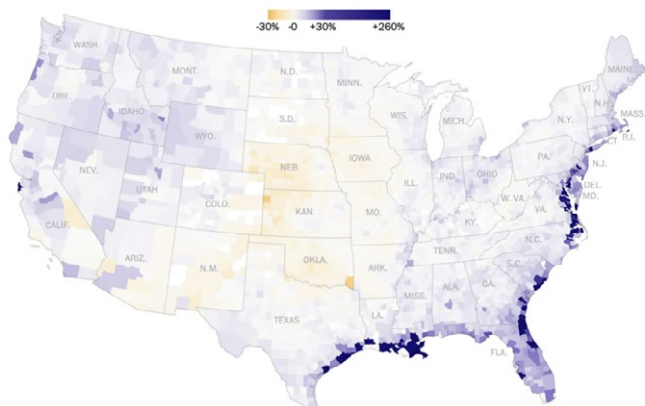


2017年飓风哈维袭击了德克萨斯州东南部,对这一极易受到洪水影响的地区来说,这场飓风更像是一场对其洪水风险计划的实战压力测试。然而,该地区未能通过这场测试。被洪水淹没的房屋中,超过一半位于市政府和联邦政府圈定的百年一遇洪泛平原之外。

这场风暴促使休斯敦地区重新全面审视了其功能区划分规定,也凸显了美国在分析洪水风险以及向业主和意向购房者告知洪水风险方面存在重大缺陷。

近期发布的一份详细的研究报告表明,全美国至少有600万户家庭不知道他们的住房每年有1%被水淹的风险,也就是说,他们处在“百年一遇”洪水区。与美国联邦应急管理局(FEMA)划定的特别洪水风险区相比,面临洪水重大风险的房屋数量实际高出了70%。而只有划在特别洪水风险区内的房屋才有资格参与美国国家洪水保险计划。

在气候变化的影响下,海平面上升会加剧飓风风暴潮的破坏力,极端降雨天气事件也会增加。未来数十年内面临重大洪水风险的房屋数量势必大幅增加。



2020年至2050年面临洪水重大风险的房屋数量变化

气候变暖,尤其是当房价没有合理反映出洪水风险时,房地产市场势必会遭遇严重打击。业主不仅面临房屋遭水淹的风险,还有难以偿还房贷的风险;而保险公司和银行也很有可能面临坏账高启。

以上研究成果由非营利性洪水研究和宣传组织“第一街基金会(First Street Foundation)”发布。第一街基金会目前在其网站上免费提供具体到每一处房产的信息图。意向购房者可以看到遍布美国本土48个州的1.42亿处房产的洪水风险评分(“洪水系数”)以及一份显示洪水相关信息的地图。

基金会使用经过同行评议的模型,采用能够探明不断变化的洪水风险和每一次洪水水深的方法,以确定每一处房屋的“洪水系数”(采用10分制进行评分)。

基金会的洪水风险累积模型的开发获得了Fathom Global、荣鼎咨询公司(Rhodium Group)、布里斯托大学、哥伦比亚大学,乔治·梅森大学和麻省理工学院以及美国联邦应急管理局、美国地质调查局和美国国家海洋和大气管理局等政府机构的支持。例如,该模型利用了MIT对50,000个模拟飓风开展的分析来追踪风暴潮洪水随时间发生的变化。为确定某一处房产的历史洪水风险,基金会重建了50次河流洪水事件和风暴潮洪水事件的范围,以查找某一次风暴洪水中被淹没的房屋。

基金会的建模结果表明,洪水风险超出人们预期,且情况会持续恶化

基金会的研究表明,在未来30年(抵押贷款的通常期限)里,美国人面临的洪水风险将急剧增加。

该模型发现,目前约有1,460万处房产面临重大洪水风险,而到2050年,这一数字将增至1,620万。由于降水模式的变化等一系列不确定因素的存在,增幅还有可能加大。

该模型确定了当前或者未来各类洪水(包括由潮汐、风暴潮和强降雨引发的洪水,以及河流洪水)的发生概率。该模型采取重现期概率方法,囊括2020年至2050年发生的两年一遇至500年一遇的洪水事件,同时绘制洪水水深图。

通过这种方式,基金会可以估算在美国任一地方发生任一洪水水深的累积概率(该组织将“重大风险”定义为在100年一遇洪水中,淹没深度达到1厘米或更深)。



2017年8月29日,热带风暴哈维造成的洪水引发休斯顿阿迪克斯水库泄洪,洪水涌入下游社区

沿海和内陆各州面临的风险与日俱增

报告中还逐一分析了各州洪水风险被严重低估的地方,以及未来洪水风险将急剧上升的地方。研究发现,到2050年,路易斯安那州、特拉华州、新

泽西州、佛罗里达州和南卡罗来纳州面临重大洪水风险的房产数量增幅最大。这五个州都位于沿海地区,面临着风暴潮引发的洪水和海平面上升的风险。但是,内陆州也将面临更大的洪水威胁:俄亥俄州面临重大洪水风险的房产比例上升5.4%,肯塔基州和田纳西州上升3.2%,爱达荷州上升7.7%。

此外,由于该模型中也包括强降雨引发的洪水,因此,像芝加哥等部分城市仅有少部分被划入联邦应急管理局百年一遇洪水区的地区,其风险等级实际上被严重低估了。研究发现,芝加哥有将近13%的房屋受到洪水的严重威胁,面临的主要洪灾类型为强降雨导致的山洪暴发。相比之下,根据联邦应急管理局洪水地图的计算结果,芝加哥面临同等风险的房产比例还未及1%。



2018年6月17日,位于明尼苏达州德卢斯西南部的23号高速公路受损严重

皮尤慈善信托基金会(Pew Charitable Trusts)防洪社区计划的项目主管认为,为消费者、购房者和租房者提供更多有关洪水风险的信息,保证信息透明度至关重要,不论信息数据的出处是哪里。居民和购房者手上掌握的信息非常有限。她还认为,目前,美国各州针对信息披露的法律各不相同,往往没有将未来洪水风险纳入考量。联邦应急管理局的洪水

地图信息不完整,更新不及时,甚至许多州不要求业主向意向购房者披露历史洪水信息。

洪水风险图和风险评分并非万全之策

社会组织提供的更多信息希望可以给政府和社区施加一定压力,敦促他们采取更积极的政策来减轻洪水风险,而不仅仅是在洪水造成严重损失后投入大量资金开展重建工作。目前政府并没有政治意愿来解决这些问题,因为这些问题非常棘手,并且在不断恶化。

第一街基金会报告中发布的数据非常重要,但这仅仅是第一步。这些重大问题需要城市、州和联邦政府联动解决。公开这些数据的最佳作用是增进人们对风险的了解,并呼吁各级政府采取行动,完善政策。

为人们提供更多信息同样也不一定能够保证他们能够做出更好的决策。

自然资源保护理事会(Natural Resources Defense Council)一位洪水研究高级政策分析师称,人们往往不能依据所获得的信息,尤其是统计信息做出最佳的决定。购买一座每年被淹概率为1%的房屋与知道一座房屋在过去五年内被淹了3次有区别的。

加州大学戴维斯流域科学中心的一名教授表示,联邦应急管理局更新洪水地图是出了名的慢。此外,这一地图仅仅向人们告知其是否处于洪水区内,并未提供相关风险梯度信息。

简而言之,诸如第一街基金会等社会组织提供更多洪水风险信息是朝着正确方向迈出的重要一步,但要保护居民免于或减轻洪水风险,还需要做更多艰巨工作。

本文摘译自:

https://www.washingtonpost.com/weather/2020/06/29/flood-risk-climate-change/?utm_campaign=2020-07-01+Run-down&utm_medium=email&utm_source=Pew

美国能源部“HydroWIRES”水电和抽水蓄能示范项目

美国电力系统正在迅速演变,为水电和抽水蓄能(PSH)带来了机遇与挑战。为了保障电网的灵活运营,需要充足的发电和储能资源与能力。尽管水电和抽水蓄能够满足这种需求,但人们对如何在未来电力系统中发挥最大效用的具体设计和运营特性仍然知之甚少。这种不确定性可能导致水电厂和水电行业无法有效地评估、采购和定价现有电网的服务和辅助服务。为了应对这一挑战,水力技术办公室(WPTO)发起了一项新的电网研究倡议——促进弹性电力系统的水电和水利创新(HydroWIRES)——以了解、促进和提高水电和抽水蓄能在保障快速演变的电力系统的可靠性、弹性和一体化方面的贡献。

HydroWIRES的四个研究领域是渐进深入的关系。第一和第二个研究领域旨在简要介绍对未来电网最具价值的服务范围以及水电可以(或无法)提供的服务,增进对这两方面的基础了解。这两个研究领域就水电领域可以并且应当优先考虑的服务和属性提供了关键思考。

第三个研究领域则旨在制定相应策略来利用水电为变化电网提供所需服务的能力。第四个研究领域则持续整合以上三个研究领域的发现,为技术需求和针对性创新提供信息支持,从而提高水电为电网创造价值的潜力。

1 不断演变的系统条件下的价值

该研究领域侧重于了解对未来电网至关重要的一系列电网服务。这些服务将取决于未来的发电结构,包括波动性可再生能源的占比和其他系统条件。对水电能够为电力系统提供的所有效益和服务进行详尽分类是研究领域一和其他研究领域的核心。随着电网发生演变,这一研究领域将分析经济动因和竞争市场的变化如何影响对电力系统最具价值的效益和服务。在这些变化的背景下,需要采用新的估值方法以便准确评估水电和抽水蓄能设施的贡献。

—— 示例项目 ——

抽水蓄能项目估值指南和技术经济研究

水力技术办公室制定了一份渐进估值的指南草案,抽水蓄能项目开发商、电厂运营商和其他利益相关者可以利用这一指南来评估现有或规划中的抽水蓄能项目的潜在经济价值。该方法目前已在两个公开遴选的场址(Goldendale和Banner Mountain抽水蓄能项目)中得到应用,以评估和证明其在提高经济绩效方面的潜力。

HydroWIRES倡议的工作可划分为四个相互关联的研究领域



在完成这些研究后,水力技术办公室将测试和完善该估值指南,并于之后公布该指南和相关工具。

2 能力和限制

这一研究领域对水电厂和整个水电领域的水电能力,以及充分利用这些能力面临的障碍或限制进行了全面的量化评估。这些障碍包括规划期内的水文预报精确度以及这些能力和限制在电力系统运营和规划实践中的表示和表征方式。研究领域二还专注于推进能够提高我们对水电能力理解的工具(例如评估权衡取舍、预测可用水资源量,利用水资源为电网服务),以实现更高的灵活性。



3 运营与规划

这一研究领域考虑了研究领域一中所所述电网的潜在需求以及研究领域二中所所述水电的独特能力和限制,以创新方法来优化水电厂和整个水电领域的水电规划和运营。研究领域三的实质是探究水电在促进未来电力系统方面发挥的最佳作用。未来电力系统将包括诸多不同的发电能源,每种能源都具有其独特的能力。在研究领域三下开展的工作将量化水电厂和整个水电领域在支持电网需求方面做出的贡献,同时通过新的运营策略和规划方法来强化这些贡献。

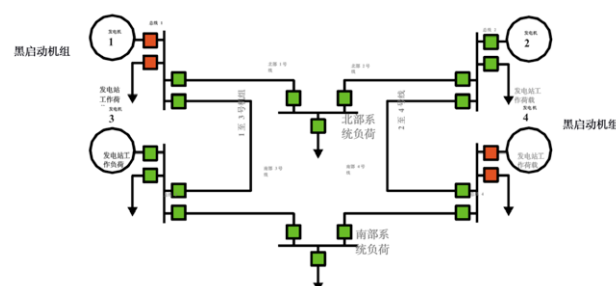
—— 示例项目 ——

用作黑启动资源的水电厂

《用作黑启动资源的水电厂》报告对水电相对于其他资源的黑启动能力进行了说明。该报告属于针对水电提供电网服务的能力的一系列技术备忘录之一,讨论了在发生重大停电事件后恢复电网运营的操作顺序。在这一背景下,该报告描述了拥有黑启动功能的机组的类型、大小、特征和位置将如何影响电

网恢复速度。然后将各种发电技术的特点与快速而有效地恢复电网系统正常运营所需的属性进行比较。该报告可在energy.gov/HydroWIRES上查阅。

停电后启动的黑启动机组图示



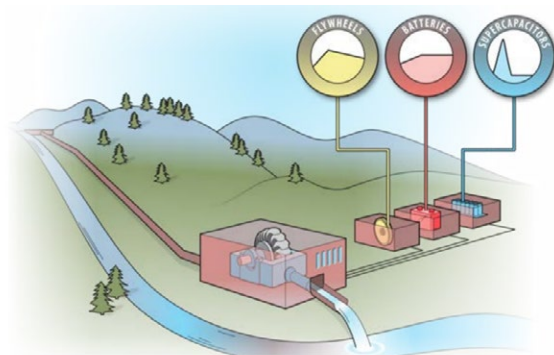
4 技术创新

该研究领域侧重于开发创新技术和设计,以保持或扩大水电对电网的贡献。项目团队将开展缺口评估,综合分析限制机组和发电厂灵活性的技术缺口,并提出高价值研发机会。利用前三个研究领域的信息来支持性能目标的制定,以了解未来的系统状况,当前的能力,以及水电和其他发电资源发挥的作用。

—— 示例项目 ——

水电与储能一体化系统

水力技术办公室的集成项目聚焦于评估径流式(ROR)水电站通过整合电池、调速轮和超级电容器等储能系统(ESE)提供电网平衡服务(使能量达到供需平衡)的能力。本质上,ESS可以作为虚拟水库,使径流式水电站(这类电站传统上几乎没有蓄水能力)能够调节其输送的电量,从而提供与灵活性更高的水电厂相似的服务。随着风能和太阳能在电力系统中的占比不断增长,径流式水电站的灵活发电和储能能力的重要性将日益突显。



欧盟XFLEX创新水电示范项目, 打造强韧、再生的电力系统

2019年12月, 欧盟启动了一个重大的新能源创新项目, 即XFLEX(全称为“水电扩展电力系统灵活性”)项目。项目为期四年, 预算达1,800万欧元, 由领先的公用事业公司、设备制造商、大学、研究中心和咨询公司牵头。由欧盟委员会和由19个合作伙伴组成的联盟在西班牙马德里举行的联合国气候变化会议(COP25)上宣布。该倡议已获得欧盟地平线2020研究与创新计划的资金资助, 出资额约为1,510万欧元, 旨在帮助欧盟实现到2030年将可再生能源占比提高到32%的目标。

就在这项倡议启动之前, 联合国发布了《排放差距报告》, 提出要找寻降低全球排放量的方法。报告指出, 增强电力系统灵活性是提高波动性可再生能源在电力系统中占比的关键。

XFLEX项目计划示范的技术包括增强型变速和定速涡轮机系统、智能控制组件和电池—涡轮混合动力系统, 每项技术都将在欧洲的水力发电厂进行演示。项目于2023年结束时, 将提出一个提高上述示范技术在整个水电领域的采用率的路线图, 并为政府、监管机构和行业提供政策和市场建议。

项目合作伙伴:

- **洛桑联邦理工学院(EPFL)**——洛桑联邦理工学院总部位于瑞士洛桑, 是欧洲最具活力和国际化的理工院校之一。洛桑联邦理工学院是该项目的负责机构, 负责科学监督以及为XFLEX HYDRO项目开发新的智能电厂监督系统技术。

- **Alpiq**——一家瑞士公司, 是欧洲领先的能源服务供应商和电力生产商。Alpiq旗下水电站每年为瑞士提供4200 GWh的电量。Alpiq将负责位于瑞士Z' Mutt的示范项目, 对Z' Mutt泵站的5号

机组进行更新, 以使用全尺寸变频器对新运营模式进行变速测试。

- **Andritz AT**——是一个全球水力发电厂机电系统和服务供应商。ANDRITZ AT协助开展Vogelgrün电厂的示范工作, 重点是优化对整合了电池储能系统的水力系统的控制。

- **Andritz CH**——是安德里茨水电有限公司在瑞士设立的子公司。协助开展Vogelgrün电厂的示范工作, 重点是生成该电厂的数字孪生, 开发通用的基于数据的实时磨损评估方法, 并为整合了电池储能系统的水力系统设备制造商优化特定的预知性维护模块。

- **ARMINES**——是一家私营非营利研究和技术组织, 从事合同研究活动和学术研究培训。项目活动主要集中于实施先进控制策略和预测工具, 以及电池储能系统和水力发电厂的协调控制。

- **原子能和替代能源委员会(CEA)**——是法国一家公共机构, 也是法国最大的技术研发提供商, 其职能是将专有技术转让至行业。CEA负责与Vogelgrün发电厂的水力涡轮机系统进行混合的电池储能系统。

- **法国电力公司(EDF)**——EDF集团是全球领先的电力公司, 目前法国98%的电力为无二氧化碳排放电力, 而其中大部分可归功于EDF的水电部门。EDF旗下600多座水坝和400座发电厂的年平均发电量达到43.5TWh。EDF负责该项目的两个示范项目: Grand Maison和Vogelgrün发电厂。

- **葡萄牙电力公司新能源技术中心(EDP CNET)**——是EDP集团的子公司, 负责XFLEX的两个示范项目(葡萄牙的Alqueva和Alto Lindoso发电厂), 负责确定为电力系统提供灵活性服务的商业用例。

● **EDP P**——EDP能源生产管理有限公司负责位于葡萄牙的Frades 2示范项目。

● **通用电气可再生能源**——通用电气可再生能源的业务涵盖陆上和海上风能、风机叶片、水电、储能、公用事业规模太阳能和电网解决方案,以及混合可再生能源和数字服务产品,现已安装超过400千兆瓦的清洁可再生能源。负责扩展以下三个示范项目的灵活性服务:Grand Maison、Alqueva和Alto Lindoso发电厂。

● **瑞士西部高等专业学院(HES SO)**——瑞士西部高等专业学院是瑞士最大的应用科技大学,也是瑞士第二大高校,在7个州设有25个校区,共有21,000多名学生。瑞士西部高等专业学院水电研究小组负责多个示范项目的建模、数值分析和原型测量工作。

● **国际水电协会(IHA)**——IHA是一个非营利性会员制组织,致力于通过建立和共享相关知识来推进可持续水电。IHA负责XFLEX HYDRO项目的宣传工作。

● **INESC TEC**——INESC TEC是一家私营非营利性机构,其合作伙伴包括波尔图大学、INSEC和波尔图理工学院。INESC TEC引领水力灵活性矩阵的开发和人员配备工作,以及开发相关系统集成研究和模型,以获取技术和解决方案,进而实现更高的灵活性。

● **PVE**——Power Vision工程公司是洛桑联邦理工学院的一家衍生公司,致力于提供水电站瞬态和动态行为领域的软件解决方案和专业知识。PVE协助开展水力和水电系统的建模和模拟工作,并且是HydroClone创新实时模拟监测(RTSM)系统的提供商。

● **超级电网研究所(SuperGrid Institute)**——是一个独立的研究创新中心,致力于促进将可再生资源广泛集成至电网中。该研究所负责阐明灵活性技术的影响,目前正在开发Flexbot工具以展示这些技术的经济效益。超级电网研究所开发的实时水力试验平台也将用于展示新型灵活解决方案的有效性。

● **加泰罗尼亚理工大学(UPC)**——加泰罗尼亚理工大学是一所致力于高等教育和科研的公立高校,负责本项目的现场测试工作以及示范项目的监控系统安装工作。

● **斯图加特大学(USTUTT)**——斯图加特大学由10个学院组成,其专业领域涵盖技术、自然科学和社会科学,共有22600名学生和3150名研究人员。斯图加特大学负责非平稳数值流现场模拟,以确定泵-涡轮机组件的非稳态动态载荷。

● **福伊特水电**——福伊特集团是一家全球技术公司。福伊特集团水电部门的专家专注于开发和实施补充性解决方案,以提高Frades 2示范项目的效率,并扩大其性能范围,优化维护工作,以增强其对电力系统灵活性的支持作用。

● **ZABALA**——ZABALA是一家西班牙的中小企业,在协助组织管理其研究、技术开发和创新活动方面拥有丰富的经验。ZABALA参与了针对在该项目期间创建的所有知识的业务发展计划的定义工作,并协助项目制定知识产权战略,以保护其知识产权。



本文摘译自:

https://xflexhydro.net/news/building-a-resilient-renewable-power-system-with-innovative-hydropower-technology?utm_source=e-shot&utm_medium=email&utm_campaign=XFLEXHYDROnewsalert

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