

大规模水利水电工程对水资源的综合利用研究

马健胜

332526*****5153

摘要:在水资源供需矛盾加剧与水生态保护需求提升的双重背景下,大规模水利水电工程作为水资源调控核心基础设施,其综合利用效能直接关乎区域水安全与可持续发展。本文立足新时代水利发展理念,梳理工程与水资源综合利用的内在关联,剖析工程在水资源调配、节约集约利用及水生态维系中的核心作用机制,探究影响综合利用效益的关键制约因素,构建适配不同区域特征的优化框架。通过多维度研究,为提升工程水资源综合利用水平、完善水安全保障体系提供理论支撑与实践指引。

关键词: 大规模水利水电工程; 水资源综合利用; 水资源调配

DOI: 10.69979/3060-8767.26.02.019

引言

水资源是支撑经济社会发展与维系生态平衡的基础性自然资源,也是战略性经济资源。当前,我国区域水资源时空分布不均问题突出,加之工业化、城镇化进程加快,水资源供需矛盾日益凸显,水安全保障面临严峻挑战。大规模水利水电工程凭借其蓄水、调水、发电等综合功能,成为统筹解决水资源短缺、优化水资源配置的关键抓手。新时代背景下,水利发展已进入高质量发展阶段,对水资源综合利用提出了更高要求,不仅强调水量的合理调配,更注重水生态的保护与修复。

1 大规模水利水电工程与水资源综合利用的核心关联

1.1 工程水资源调控核心属性

大规模水利水电工程的核心属性之一便是水资源调控,其通过水库蓄水、渠道输水等设施,实现对天然水资源时空分布的人工干预。这种调控能力贯穿于水资源循环的关键环节,能够有效缓解降水季节不均、区域分布失衡带来的水资源供需错配问题。在枯水期,工程可释放蓄水补充河道径流,保障生产生活用水需求;在丰水期,通过拦蓄洪水,减少洪涝灾害损失的同时,储存宝贵的水资源。此外,工程的调控作用还体现在对水资源质量的间接改善上,通过减缓水流速度,促进水中污染物的沉降,提升水体自净能力。

1.2 水资源综合利用内涵与导向

水资源综合利用的内涵随着时代发展不断丰富,新时代背景下,其已不再局限于传统的供水、灌溉、发电等单一功能的叠加,而是转向以水安全为核心,统筹兼顾经济、社会、生态三大效益的多元化利用模式。其发

展导向更加注重水资源的节约集约利用,强调在满足经济社会发展用水需求的同时,最大限度减少对水生态环境的破坏,实现水资源的可持续利用。

1.3 工程与利用协同发展逻辑

大规模水利水电工程建设与水资源综合利用之间存在着紧密的协同发展逻辑。工程建设是水资源综合利用的重要载体,为实现水资源的多元利用提供了基础设施保障;而水资源综合利用的需求则为工程建设指明了方向,推动工程功能的不断完善与优化。在协同发展过程中,工程建设需以水资源综合利用规划为指导,根据区域水资源禀赋与利用需求,科学确定工程的建设规模、功能定位与运营模式。

2 大规模水利水电工程在水资源综合利用中的核心作用机制

2.1 时空均衡调配机制

大规模水利水电工程通过构建跨区域的水资源调配网络,形成了有效的时空均衡调配机制。在时间维度上,工程借助水库的蓄水能力,将丰水期多余的水资源储存起来,在枯水期按需释放,有效弥补了天然降水的季节差异,保障了全年水资源的稳定供应。在空间维度上,通过引水渠道、输水管道等设施,将水资源丰富区域的水量输送至水资源短缺区域,实现了水资源在不同流域、不同区域之间的优化配置。这种时空均衡调配机制能够有效缓解区域水资源供需矛盾,提高水资源的利用效率。

2.2 节约集约利用赋能机制

大规模水利水电工程通过多种途径赋能水资源的节约集约利用。一方面,工程的建设与运营推动了灌溉、

工业用水等领域的节水改造。在农业灌溉方面，依托工程的输水系统，配套建设高效节水灌溉设施，减少了输水过程中的渗漏损失，提高了灌溉用水效率；在工业用水方面，工程提供的稳定水源为企业开展水循环利用、节水技术改造创造了条件，促进了工业用水重复利用率的提升。另一方面，工程运营过程中形成的水资源管理体系，能够强化对水资源利用的监管，推动水资源利用定额制度的落实，引导各行业树立节水意识。

2.3 水生态修复驱动机制

大规模水利水电工程在水生态系统完整性维系与修复方面发挥着重要的驱动作用。工程通过科学的调度运行，能够保障河道基本生态流量，避免因水资源过度开发导致的河道断流、湿地萎缩等问题，维系水生态系统的基本功能。对于受损的水生态区域，工程可以通过生态补水的方式，改善区域水文条件，促进水生生物栖息地的恢复，提升水生态系统的稳定性与多样性。

3 大规模水利水电工程水资源综合利用的关键制约因素

3.1 规划与水资源禀赋适配不足

大规模水利水电工程规划设计与区域水资源禀赋适配性不足是制约水资源综合利用效益发挥的重要因素。部分工程在规划阶段，对区域水资源的总量、时空分布特征、水质状况等基础条件调研不够充分，导致工程建设规模、功能定位与实际水资源禀赋不相匹配。有的工程过度追求供水、发电等经济功能，忽视了区域水资源的承载能力，导致工程运营过程中出现水资源供需失衡的问题。还有的工程在规划设计中对不同季节、不同年份的水资源变化考虑不足，使得工程在极端水文条件下难以有效发挥调控作用。

3.2 多目标调度效率协同瓶颈

大规模水利水电工程通常承担着供水、发电、防洪、生态保护等多重目标，多目标调度下水资源利用效率的协同提升面临诸多瓶颈。不同目标之间往往存在一定的矛盾与冲突，例如，防洪调度需要在汛期提前腾出库容，可能会影响供水与发电的水量；而发电调度追求水量的稳定输出，又可能与生态流量保障产生冲突。当前，部分工程的调度体系尚未形成有效的多目标协同机制，调度决策多基于单一目标优化，难以实现各目标之间的平衡。

3.3 运营对水生态潜在影响

大规模水利水电工程运营过程中对流域水生态环

境的潜在影响，是制约水资源综合利用的另一关键因素。工程运营改变了天然河道的水文情势，包括水流速度、水位变化、径流过程等，这些变化可能会影响水生生物的生存环境，导致部分水生生物栖息地破坏、种群数量减少。同时，工程拦蓄可能会导致河道泥沙淤积，影响河道行洪能力与水质状况，进而影响水生态系统的稳定性。此外，工程运营过程中产生的水温变化、水体分层等问题，也可能对下游水生态环境产生不利影响。虽然工程建设过程中会采取相应的生态保护措施，但部分措施的有效性有待长期检验，且随着运营时间的推移，新的生态问题可能不断涌现，进一步制约水资源的可持续利用。

4 大规模水利水电工程水资源综合利用的优化路径构建

4.1 规划设计优化策略

基于区域水情的工程规划设计优化是提升水资源综合利用水平的基础。首先，要加强区域水资源调查评价工作，全面掌握区域水资源禀赋特征，包括水资源总量、时空分布、水质状况以及水资源承载能力等，为工程规划设计提供精准的数据支撑。其次，要坚持以水资源综合利用规划为引领，统筹兼顾经济、社会、生态效益，科学确定工程的建设规模与功能定位，确保工程建设与区域水资源禀赋相适配。同时，要注重规划的前瞻性与灵活性，充分考虑气候变化、经济社会发展等因素对水资源利用的影响，预留工程功能拓展空间。此外，还应加强规划设计过程中的公众参与与专家论证，提高规划设计的科学性与合理性。

4.2 运营调度模式优化

构建多维度水资源高效利用的工程运营调度模式优化路径，是提升水资源综合利用效率的关键。一方面，要建立健全多目标协同调度机制，通过构建科学的调度模型，量化各目标的优先级与权重，实现供水、发电、防洪、生态保护等多目标的平衡优化。另一方面，要加强水资源预测预报体系建设，整合水文、气象等多源数据，提升预测预报的精准度与时效性，为调度决策提供有力支撑。同时，要推动运营调度的智能化发展，利用大数据、物联网、人工智能等技术，实现调度过程的实时监测、动态调控与精准管理。此外，还应加强跨区域、跨部门的调度协同，建立健全调度信息共享机制，提升水资源调配的整体效能。

4.3 生态友好技术体系完善

完善水生态友好型工程建设与运营技术体系，是实现水资源利用与生态保护协调发展的重要保障。在工程建设阶段，要推广应用生态友好型建设技术，减少工程施工对周边生态环境的破坏。例如，采用生态护岸技术替代传统硬质护岸，保护河道岸线生态系统；建设鱼类增殖放流站与生态廊道，保障水生生物的洄游通道。在工程运营阶段，要优化生态流量调度技术，根据不同季节、不同水生生物的生长需求，科学确定生态流量下泄方案，保障河道生态系统的基本功能。同时，要加强水质监测与净化技术的应用，建立健全水质监测网络，及时掌握水体水质变化情况，采取有效的水质净化措施，提升水资源质量。此外，还应加强生态修复技术的研发与应用，对受损的水生态区域进行针对性修复，提升水生态系统的稳定性。

5 大规模水利水电工程水资源综合利用的保障体系搭建

5.1 协同管理机制构建

构建跨区域跨部门的协同管理机制是保障大规模水利水电工程水资源综合利用顺利推进的重要前提。由于水资源具有跨流域、跨区域流动的特性，大规模水利水电工程的水资源利用往往涉及多个行政区域与多个部门。因此，需要建立高层次的协同管理机构，统筹协调各区域、各部门之间的利益关系，明确各主体的职责与分工。同时，要建立健全协同管理规章制度，规范管理流程，保障管理工作的有序开展。此外，还应建立信息共享平台，实现水文监测、水资源调度、水质状况等信息的实时共享，提升协同管理的效率与精准度。通过协同管理机制的构建，打破区域与部门壁垒，形成管理合力，保障水资源综合利用规划的顺利实施。

5.2 动态监管体系完善

完善智慧水利技术支撑下的动态监管体系，能够为大规模水利水电工程水资源综合利用提供有力的技术保障。要依托智慧水利建设，整合大数据、物联网、卫星遥感等先进技术，构建覆盖工程建设、运营调度、水资源利用、水生态环境等全流程的监测网络。通过实时监测工程运行状态、水资源调配情况、水质变化以及水生态环境状况，及时发现问题并发出预警。同时，要建立健全监管数据分析与应用机制，对监测数据进行深度挖掘与分析，为水资源综合利用决策提供数据支撑。此外，要加强监管执法力度，对违反水资源管理规定的行为进行严肃查处，保障水资源综合利用各项措施的落实

到位。动态监管体系的完善能够提升水资源管理的精细化水平，保障工程水资源综合利用效益的持续发挥。

5.3 资金与政策保障优化

优化多元化资金保障与政策支持体系，是大规模水利水电工程水资源综合利用的重要支撑条件。在资金保障方面，要建立政府主导、社会参与的多元化资金投入机制，加大政府财政投入力度，同时积极引导社会资本参与工程建设与运营。要完善水资源价格形成机制，通过合理的水价调整，引导各行业节约用水，提高水资源利用效率，同时为工程运营维护提供稳定的资金来源。在政策支持方面，要加强相关法律法规体系建设，完善水资源管理、水生态保护等方面的规章制度，为水资源综合利用提供法律保障。要出台相关的激励政策，鼓励企业开展节水技术研发与应用，推动水资源循环利用。此外，还要加强政策宣传与解读，提高全社会对水资源综合利用的认识与支持，营造良好的政策实施环境。

6 结论

大规模水利水电工程作为水资源调控的核心基础设施，在水资源综合利用中发挥着不可替代的作用。本文通过对工程与水资源综合利用核心关联、作用机制、制约因素、优化路径及保障体系的系统研究，明确了二者协同发展的内在逻辑，厘清了影响工程水资源综合利用效益的关键问题。研究表明，通过优化工程规划设计、完善运营调度模式、构建生态友好技术体系，同时搭建跨区域跨部门协同管理机制、智慧化动态监管体系及多元化资金政策保障体系，能够有效提升大规模水利水电工程水资源综合利用水平。

参考文献

- [1] 王琰青,白浩宇.水利水电工程农村移民安置点旅游开发优势、面临问题及对策[J].乡村科技,2022,13(20):65-68.
- [2] 王艳.水利水电施工管理的创新对策探索[J].黑龙江水利科技,2017,45(11):121-122.
- [3] 吴金川,王梦帆,杨慧莉.水利水电工程环境监测与施工环境保护对策[J].河南水利与南水北调,2016,(05):106-107.
- [4] 肖同霞.水利水电工程施工中的质量控制方法和技术创新[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(20):202-204.
- [5] 余国伟.水利水电施工全过程的造价控制与管理分析[J].四川水泥,2015,(10):218.