

多功能水利枢纽（灌溉综合）设计原则与实践探索

刘立丽

河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司 河北 石家庄 050085

摘要：多功能水利枢纽（灌溉综合）设计需遵循核心原则并进行实践探索。设计核心原则包括安全优先，保障工程与人员安全；以灌溉功能为主导，满足农业灌溉需求；注重技术适应性，结合实际情况选择技术。实践探索有进行水资源供需平衡分析，合理调配资源；开展灌溉系统功能设计，提高灌溉效率；探寻多目标功能整合路径，实现综合效益；构建可持续运营机制，确保水利枢纽长期稳定运行，推动农业与经济可持续发展。

关键词：多功能水利枢纽；灌溉综合设计；实践探索

引言：随着经济社会的持续发展，水资源的高效利用与科学调配愈发关键。多功能水利枢纽作为水资源综合管理的重要载体，其设计合理性直接影响区域的农业生产、生态环境和社会稳定。尤其是具备灌溉综合功能的水利枢纽，在保障农业用水、促进粮食安全方面作用显著。在此背景下，深入探究多功能水利枢纽（灌溉综合）的设计原则，积极开展实践探索，对于提升水利工程效益、实现水资源可持续利用具有重要的现实意义。

1 多功能水利枢纽（灌溉综合）概述

多功能水利枢纽（灌溉综合）是一种综合性水利工程，旨在通过控制、调节和利用水资源，实现防洪、灌溉、供水、发电、航运等多种功能。这种水利枢纽通常由挡水建筑物（如大坝）、泄水建筑物（如水闸、溢洪道）、取水建筑物（如泵站、引水渠）以及专门为发电、航运等目的建造的设施组成。通过这些建筑物的相互配合，水利枢纽能够综合开发利用水资源，满足人类生产和生活的需要。在灌溉方面，多功能水利枢纽通过抬高灌渠源头的水位，增加可用于灌溉的水量，从而扩大了灌溉面积，保障和促进了平原灌溉农业的发展。在防洪方面，水利枢纽通过水库的蓄水和调节，有效削减洪峰流量，降低洪水风险，保护下游地区人民生命财产安全。同时，水库还能拦截上游来沙，减轻下游河道淤积，延长河道使用寿命。在抗旱方面，水利枢纽通过水库蓄水，在干旱季节为农业灌溉提供水源保障，提高农业产量，保障粮食安全^[1]。在发电方面，水利枢纽利用水库的落差建设水电站，实现水能资源的开发与利用，为能源结构优化和减少温室气体排放作出贡献。此外，水利枢纽还能改善航运条件，促进区域经济发展。多功能水利枢纽的规划设计需要考虑多种因素，包括地形地貌、水文地质、社会经济条件等。其建设不仅能够提高水资源利用效率，保障防洪安全，还能促进区域经济发

展，保护和改善生态环境，为区域可持续发展提供保障。因此，多功能水利枢纽在国家经济建设中发挥着重要作用，是实现水资源综合利用和促进经济社会发展的重要基础设施。

2 多功能水利枢纽（灌溉综合）设计核心原则

2.1 安全优先原则

2.1.1 结构安全性

水利枢纽的结构设计必须充分考虑其在极端气候条件和自然灾害（如洪水、地震等）下的抗灾能力。采用高强度、耐久性好的建筑材料，并结合先进的工程设计技术，确保水工建筑物在长期使用过程中不发生结构性破坏。例如，在设计坝体时，需要进行严格的应力和变形分析，确保坝体在高水位和强水流冲击下依然稳固。同时，应设置多重安全防护措施，如防渗墙、排水系统等，防止坝体渗漏和滑动，从而保障整个水利枢纽的安全运行。

2.1.2 运行安全性

为确保水利枢纽在日常运行中的安全性，必须建立科学合理的调度制度和运行管理规范。通过实时监测系统，对水利枢纽的各项运行参数进行监控，及时发现并处理潜在的安全隐患。例如，在灌溉季节，需根据实际的水资源情况和农作物需水量，合理调度水资源，避免因过度引水导致下游断流或生态环境破坏。此外，定期对水利枢纽的机械设备和电气系统进行维护和检修，确保其处于良好的工作状态，防止因设备故障引发的安全事故。

2.1.3 生态安全性

在设计和运行过程中，必须高度重视对生态环境的保护。通过环境影响评估，预测和评估水利枢纽建设和运行对周边生态系统的影响，并采取相应的生态保护措施。例如，在取水口和排水口设置生态鱼道，确保水生

生物的正常迁徙和繁衍；在坝体下游建设生态湿地，补偿因水利工程建设导致的湿地损失。同时，采用生态友好的施工方法，减少对周边植被和土壤的破坏。

2.2 灌溉功能主导原则

在多功能水利枢纽设计中，灌溉功能主导原则强调优先满足灌溉需求，以保障农业生产和粮食安全。（1）水资源优化配置：通过科学的水资源调度，确保灌溉季节有充足的水资源供应。利用智能灌溉系统和水资源监测平台，实时调整水资源使用，提高利用效率。在干旱季节，通过水库蓄水和跨区域调水，保证灌溉用水稳定。（2）灌溉系统高效性：设计高效灌溉系统，包括渠道、管道及喷灌、滴灌技术，减少水资源输送和使用中的损失。优化灌溉网络布局，采用节水灌溉技术，精准控制灌溉水量，提高灌溉效果。（3）多目标协调：在满足灌溉需求的同时，协调防洪、发电、供水等功能。通过综合考虑各功能的用水需求和优先级，制定合理的运行调度方案，确保关键时期优先保障灌溉用水。（4）生态环境保护：注重灌溉过程中的生态环境保护，避免过度灌溉导致的土壤盐碱化等问题。通过合理的灌溉制度和科学管理，保持土壤健康和肥力，结合生态修复措施改善灌溉区生态环境。（5）社会效益：通过高效灌溉系统和科学水资源管理，提高农业生产效率，增加农民收入，促进农村经济发展。带动区域经济发展，实现社会效益和经济效益的双赢。

2.3 技术适应性原则

在多功能水利枢纽（灌溉综合）设计中，技术适应性原则强调选择和应用最适合当地自然条件、经济水平和社会需求的技术方案，以确保水利枢纽的高效运行和可持续发展。这一原则要求在设计过程中充分考虑区域的气候特征、地形地貌、水资源状况以及农业发展需求，因地制宜地选择合适的技术手段。例如，在干旱地区，应优先采用高效节水灌溉技术，如滴灌和微灌，以最大限度地减少水资源浪费；而在多雨地区，则可采用雨水收集与利用技术，结合生态湿地建设，实现水资源的循环利用^[3]。同时，技术选择还需兼顾当地的经济承受能力，避免因技术过于先进或复杂而导致建设和维护成本过高，从而影响项目的可行性和可持续性。此外，社会需求也是技术适应性的重要考量因素，设计应充分考虑当地农民的操作习惯和技术接受程度，确保所选技术能够顺利推广和应用。通过综合考虑自然条件、经济水平和社会需求，选择最合适的技术方案，可以有效提升水利枢纽的功能效益，促进农业的可持续发展和区域经济的繁荣。

3 多功能水利枢纽（灌溉综合）设计实践探索

3.1 水资源供需平衡分析

3.1.1 水资源现状评估

要实现水资源的优化配置，全面评估区域水资源现状是关键。需综合考量地表水、地下水和过境水，精确掌握其总量、分布与变化趋势。借助历史数据分析和实地勘测，深入了解水资源在时间和空间上的分布特征，清晰识别丰水期与枯水期的水资源变化规律。同时，细致评估现有水资源利用方式的效率，精准找出浪费和不合理利用的现象。通过这一系列工作，为后续制定科学、合理的水资源优化配置方案提供坚实可靠的基础数据支持，促进水资源的可持续利用。

3.1.2 用水需求预测

在区域发展进程中，精准预测未来用水需求至关重要。基于区域发展规划与人口增长趋势，我们要对农业灌溉、工业及居民生活用水在不同时间段的需求变化展开预测。运用科学预测模型，结合气象数据与农作物需水量，精确估算不同季节和年份的灌溉用水需求。以重庆市綦江区为例，在进行农村供水规划时，就充分考虑了各区域的水量、人口因素。同时，考量工业发展与城市化进程对用水需求的影响，确保预测既准确反映当下，又具前瞻性，为区域水资源合理配置与可持续利用提供有力支撑。

3.1.3 供需平衡分析

通过对比水资源现状和未来用水需求，进行详细的供需平衡分析。识别出供需矛盾突出的时段和区域，制定相应的水资源调度和分配策略。在丰水期，通过合理的水库蓄水和跨区域调水，储存和调配多余的水资源，以备枯水期使用。在枯水期，优先保障农业灌溉用水，通过优化调度和节水措施，确保水资源的高效利用。同时，考虑生态环境用水需求，确保生态系统的健康和稳定。通过这些措施，实现水资源的供需平衡，促进区域经济社会的可持续发展。

3.2 灌溉系统功能设计

在多功能水利枢纽（灌溉综合）设计实践中，灌溉系统功能设计的核心在于通过高效的水资源分配和精准的灌溉管理，确保农业生产的需水得到充分满足。设计过程中需综合考虑水源供应、水分分配、节水控制及土壤保护等关键功能。通过泵站、水库等设施确保稳定的水源供应，特别是在干旱季节或降雨不足时，保证农作物获得足够的水分。利用管道、喷头、滴灌带等设备进行精确的水分分配，满足不同作物在不同生长阶段的水分需求，实现高产优质的目标。同时，配备先进的控

制系统,根据土壤湿度、气象条件及作物需水情况智能调节灌溉量和时间,避免水资源浪费,提高利用效率。合理的灌溉方式能够减少水土流失,防止土壤侵蚀和板结,保持土壤肥力和结构,甚至可以结合施肥设备实现水肥一体化管理,进一步提升作物产量和土壤健康。通过这些功能的有机结合,灌溉系统在农业生产中的核心价值得以充分发挥,为现代农业的可持续发展提供有力支持。

3.3 多目标功能整合路径

在多功能水利枢纽设计实践中,多目标功能整合路径旨在通过系统性的方法协调灌溉、防洪、发电和供水等多重功能,以实现资源的最大化利用和综合效益的提升。(1)功能优先级动态排序:结合区域需求与资源禀赋,明确主导功能与配套功能的优先级。如舟山市定海水利工程以防洪排涝为核心,同步推进灌溉、旅游等功能,优先保障防洪安全的同时兼顾其他功能协同,避免因功能冲突影响工程基础效用^[1]。(2)建立跨部门协同管理机制:统筹水利、农业、环保等部门诉求,建立联合调度平台。通过水利与城市开发规划衔接,运用数字化手段实现水库联调与雨洪资源利用。(3)强化工程与生态协调设计:工程建设深度融入生态保护理念。推进水库联网、扩容及雨洪资源利用工程,对功能丧失或存在隐患的水利设施,实施废除整理土地,转为耕地或生态用地。(4)推动技术创新与模式融合:应用智能监测、物联网等技术,实现多目标动态调度。建立水文数据实时采集系统,结合智慧水利平台,实现灌溉用水、防洪调度与能源利用的智能协同,提升水资源利用率。(5)构建长效运营与价值转化机制:通过市场化运作激活水经济潜力。推动库库联调工程增加优质水资源储备,利用水系联通实现水资源优化配置。

3.4 可持续运营机制构建

在多功能水利枢纽(灌溉综合)设计实践中,构建可持续运营机制是确保长期稳定运行和高效利用水资源的关键。这一机制的构建需要综合考虑经济、社会和生

态等多方面因素,通过创新管理模式和优化资源配置,实现水利枢纽的可持续发展。引入先进的水资源监测和调度技术,实现对水资源的实时监控和科学分配。利用大数据和人工智能技术,预测不同季节和气候条件下的水资源需求,制定灵活的调度方案,确保在满足灌溉需求的同时,兼顾防洪、发电和生态保护等功能。例如,采用智能灌溉系统,根据农作物生长阶段和土壤墒情,精准控制灌溉水量,减少水资源浪费^[3]。建立合理的水价体系和水资源交易市场,激励用户节约用水。例如,实施阶梯水价,对用水量超过一定标准的用户收取更高的费用,促使其采取节水措施。同时,鼓励农业合作社和企业参与水资源交易,通过市场机制优化水资源配置,提高水资源利用效益。持续引进和推广先进的水利技术和设备,提高水利枢纽的运行效率和安全性。例如,采用新型材料和结构设计,提高水工建筑物的耐久性和抗灾能力。

结语

未来,持续总结经验、创新方法,是优化多功能水利枢纽(灌溉综合)设计与实践的必由之路。面对不断变化的水资源需求和社会发展要求,我们需紧跟技术创新步伐,如运用智能监测、大数据分析等手段,提升水资源调配精准度。要深入探索生态友好型设计,减少对环境的负面影响。只有不断完善设计方案、改进实践策略,才能充分发挥水利枢纽综合效益,为保障农业生产稳定、推动水资源可持续利用注入源源不断的动力。

参考文献

- [1]刘进.农田水利灌溉工程规划设计与灌溉技术研究[J].农业技术与装备,2021(01):77-78.
- [2]郭传金.浅谈高效节水灌溉技术在农田水利工程中的应用[J].江西水利科技,2020,46(3):208-211.
- [3]徐瑶瑶,吴晓怡,孙春雨.水利枢纽闸门综合集成自动化研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2022(1):69-72.