

水利工程设计发展趋势分析

张惠明

三亚市水利水电勘测设计院有限公司 海南 三亚 572000

摘要：水利工程设计关乎水利项目建设的成败及后续效益发挥，在社会发展中占据重要地位。本文先剖析了当下水利工程设计存在的诸多问题，如设计不规范、采用的设计标准不统一、设计质量有待提高、设计质量有待提高以及缺乏生态环境保护意识等。进而探讨其发展趋势，涵盖生态水利工程发展、多功能化趋向、硬件建设强化、美学性打造以及规范化与技术创新推进等方面，旨在为提升水利工程设计水平、推动行业可持续发展提供参考。

关键词：水利工程；设计发展；趋势分析

引言：水利工程作为基础设施，在防洪、灌溉、供水、发电等多领域意义重大，而水利工程设计又是整个工程的核心环节，其质量优劣直接影响工程效能与寿命。当前，我国水利工程设计在实践中暴露出不少问题，如设计流程不规范、不同区域缺乏明确统一标准、对质量和经济效益关注度不够、生态保护未得到应有关注等。在此背景下，深入分析水利工程设计的发展趋势，对于改善现状、促进水利事业高质量发展尤为关键，值得深入探究。

1 水利工程设计的重要性

水利工程设计在水利工程建设与水资源管理体系中占据着基础性与决定性的地位，其重要性体现在多方面。第一，从工程建设角度看，科学合理的设计是确保水利工程质量与安全的首要前提。它详细规划工程的选址、布局、结构选型等关键要素，精确计算各类水利设施的尺寸、容量及承载能力，从而为施工提供精准蓝图，有效预防施工过程中的质量隐患与安全风险，保障工程能按预定标准顺利建成并长期稳定运行。例如大坝设计，需综合考虑地质条件、水文特性、抗震要求等众多因素，以承受巨大的水压与外力冲击，一旦设计失误，可能引发溃坝等灾难性后果。第二，在水资源利用方面，水利工程设计致力于实现水资源的优化配置与高效利用。通过对灌溉系统的精心设计，可将水资源精准输送到农田，提高灌溉效率，促进农业增产增收；在城市供水工程设计中，能根据城市人口分布、用水需求特点等规划供水网络，保障居民生活与工业生产用水的稳定供应，减少水资源浪费，提升水资源利用的经济效益与社会效益。第三，水利工程设计对生态环境的保护与改善作用不可忽视。优秀的设计方案注重生态平衡的维护，例如在水利枢纽设计中考虑设置鱼道等生态设施，以保障鱼类洄游繁殖，减少对水生生态系统的干扰；在河

道整治设计时，兼顾水安全、水生态、水环境、水景观和水文化等多项目标，营造适宜的水生生物栖息环境，促进生态系统的良性循环，实现水利工程与生态环境的和谐共生^[1]。

2 水利工程设计现状

2.1 设计不规范

在水利工程设计过程中，部分设计单位存在设计流程执行不严格的情况。一些小型设计项目，前期勘察工作敷衍了事，未能全面准确地掌握工程现场的地质、水文等关键信息，导致设计依据不充分。设计图纸绘制也可能出现标注不清晰、尺寸不准确等低级错误，给后续施工带来诸多困扰。而且不同设计人员在设计风格和方法上存在较大差异，缺乏统一的规范和标准来约束，例如在结构设计计算书的编制上，有的详细严谨，有的则简略模糊，难以保证设计的准确性和可靠性。同时，设计审查环节有时未能有效发挥作用，一些明显的设计缺陷未被及时发现和纠正，使得不规范的设计得以进入施工阶段，严重影响水利工程建设的质量和进度。

2.2 采用的设计标准不统一

不同地区的自然地理条件、经济发展水平和社会需求差异显著。在水利工程设计方面，这种区域性差异导致标准难以统一明确。在水资源丰富的地区，水利工程多侧重于防洪排涝和水资源调配，但对于不同流域、不同城市之间，由于地形地貌、降雨特征等的不同，在堤坝高度、河道宽度等设计标准上缺乏明确的细化准则，导致设计方案的随意性较大。而在干旱地区，水利工程重点在节水灌溉和水资源开发利用，然而各地区在确定灌溉定额、水利设施规模等标准时，往往仅依据当地经验，缺乏科学系统的区域间协调标准，使得一些跨区域的水利工程在衔接上存在问题，无法形成高效统一的水利网络体系，影响了整体水利效益的发挥。

2.3 设计质量有待提高

许多水利工程设计在质量把控上存在明显漏洞。从材料选择来看,部分设计未充分考虑当地特殊的气候和地质条件对材料耐久性的影响,例如在一些高盐碱地区,若选用普通混凝土材料而未进行特殊处理,容易导致水利设施过早出现腐蚀、剥落等质量问题。在结构设计方面,对于一些复杂的水利工程,如大型水坝、渡槽等,未能进行深入的结构力学分析和模拟试验,对可能出现的地震、洪水冲击等极端荷载工况考虑不足,致使结构设计安全系数不合理,存在安全隐患。另外,设计对施工工艺和施工条件的结合不够紧密,一些设计方案在理论上可行,但在实际施工中由于施工技术难度过大或施工环境限制无法有效实施,不得不进行设计变更,这不仅增加了工程成本,也容易因变更后的设计仓促而影响工程质量。

2.4 缺乏经济合理性分析意识

水利工程设计中常常忽视经济因素的考量。在方案制定初期,部分设计人员仅专注于工程功能的实现,未对不同设计方案进行详细的经济成本对比分析。例如在渠道设计中,对于不同的断面形式、衬砌材料和施工方法,没有综合考虑其建设成本、运行维护成本以及使用寿命等经济指标,导致可能选择了相对不经济合理的施工方案。在设备选型上,也存在盲目追求先进设备而不考虑性价比的情况,一些进口设备虽然技术先进,但价格昂贵且维修保养复杂,增加了工程的经济负担。此外,设计过程中缺乏对工程全生命周期成本的统筹规划,没有充分考虑到水利工程在长期运行过程中的能耗、设备更新、管理费用等经济支出,使得工程在建成后可能因经济成本过高而难以持续高效运行^[2]。

2.5 缺乏生态环境保护意识

传统水利工程设计往往将重点放在工程的水利功能上,而对生态环境的保护严重不足。在河道整治工程中,常常采用硬质护坡和护岸形式,虽然在短期内起到了防洪固堤的作用,但破坏了河岸带的生态系统,减少了水生生物的栖息地和繁殖场所,影响了河流的自净能力和生态平衡。水利枢纽工程建设时,对鱼类洄游通道的设计考虑不周,导致许多洄游性鱼类无法正常繁殖,种群数量急剧下降。水库蓄水过程中,没有充分评估对周边湿地生态系统的影响,可能造成湿地面积萎缩,生物多样性减少。

3 水利工程设计的发展趋势研究

3.1 发展生态水利工程

生态水利工程旨在实现水利工程建设与生态环境的

和谐共生,在工程规划阶段,充分考虑流域内的生态系统结构与功能,通过科学的生态评估确定工程布局与规模,尽可能减少对自然生态的干扰与破坏。例如,在河道治理中,摒弃传统的硬质护坡,采用生态护坡技术,如植被护坡、石笼挡墙、雷诺护垫等,利用植物根系固土和过滤作用,既增强了河岸稳定性,又为水生生物提供了栖息场所,促进了水陆生态系统的物质交换与能量流动。在水利枢纽设计时,精心规划鱼道等过鱼设施,确保鱼类洄游通道畅通,维持鱼类种群的繁衍与生态平衡。同时,注重水库等蓄水设施的生态调度,模拟自然水文过程,在满足防洪、供水、发电等需求的基础上,保障下游河道的生态需水,维持河流的生态基流,避免因水利工程运行导致的生态退化。此外,生态水利工程还强调对受损生态系统的修复与重建,如湿地恢复工程,通过营造适宜的湿地环境,吸引鸟类等生物栖息,提升区域生态系统的服务功能与生物多样性,从而实现水利工程经济效益、社会效益与生态效益的统一。

3.2 水利工程的多功能化趋势

传统水利工程主要聚焦于单一功能,如防洪或灌溉,而如今的设计更强调综合效益。在城市水利工程中,水利设施不仅承担着排水防涝的基本任务,还被赋予了景观营造的功能。例如,城市中的人工湖与滨水景观带相结合,在雨季可蓄水调峰,减轻排水管网压力,旱季则成为市民休闲娱乐的好去处,提升城市的宜居性与美观度。水利工程还与能源开发紧密相连,除了常规的水电开发,小型水利设施如微型水轮机被应用于农村或偏远地区,在满足当地供水需求的同时,实现分散式能源供应,助力清洁能源发展。此外,水利工程在生态修复与水质净化方面也发挥着关键作用,通过构建人工湿地、生态浮岛等设施,在水利设施内部或周边区域改善水体质量,促进生态系统的自我修复与良性循环。这种多功能化的趋势要求水利工程设计从整体出发,综合考虑地理、社会、经济和生态等多方面因素,优化工程布局与设施配置,以实现水利工程在多个领域的协同作用,为可持续发展提供全面支撑^[3]。

3.3 加强水利设施软硬件配套建设

在信息技术飞速发展的背景下,硬件设施的更新换代对于提升水利工程的运行效率、监测精度与管理水平具有极为重要的意义。首先,在数据采集硬件方面,高精度的传感器将被广泛应用,如在水文监测中,能够实时精确地测量水位、流量、水质等关键数据,为水利工程的调度决策提供可靠依据。其次,在通信硬件上,高速稳定的网络设备与通信基站的建设,可确保水利工程

各个站点之间的数据传输畅通无阻,实现远程监控与实时指挥。例如,在大型水利枢纽工程中,不同区域的监测数据能够迅速汇聚到控制中心,便于及时分析处理。再者,在自动化控制硬件设施上,先进的智能阀门、泵站自动化控制系统等将逐步普及,这些硬件能够依据预设的程序和实时数据自动调节水利设施的运行状态,大大提高了工程运行的可靠性和精准性,减少人工干预可能带来的误差与滞后性。

3.4 发展美学性水利工程

在现代社会,水利工程设计不再局限于功能性需求,发展美学性水利工程成为新的趋势。美学性水利工程注重将艺术与自然景观相融合,为人们带来视觉享受和精神愉悦的同时,也提升了周边环境的品质。在大坝、桥梁等水利建筑的设计上,从外形轮廓到结构细节,都充分考虑美学元素,如采用流畅的线条、独特的造型,使其与周围山水环境相得益彰。例如,一些新型的渡槽设计成具有现代感的拱形结构,在阳光下形成优美的光影效果,成为当地的标志性景观。滨水景观带的规划更是美学性水利工程的重要体现,通过合理配置花草树木、设置亲水平台、休闲步道等,打造宜人的滨水空间,满足人们亲近自然、休闲娱乐的需求。在城市水利工程中,将水利设施与城市文化相结合,融入当地特色文化符号和历史元素,使水利工程成为传承文化的载体,增强人们的文化认同感和归属感。美学性水利工程的发展不仅美化了环境,还促进了水利工程与周边区域的协同发展,带动了旅游业等相关产业的兴起,为区域经济发展注入新的活力,实现了水利工程功能价值与审美价值的有机统一。

3.5 加强规范化建设,抓好技术创新

加强水利工程设计的规范化建设并抓好技术创新,是推动水利工程行业高质量发展的核心路径。在规范化建设方面,需进一步完善设计标准体系,从项目前期规划、方案设计、图纸绘制到后期审查等各个环节,都制定详细且统一的标准和规范。例如,明确不同类型水利工程在结构安全、材料选用、施工工艺要求等方面的

具体指标,确保设计有章可循,减少人为因素导致的设计偏差与失误,建立严格的设计质量监管机制,加强对设计过程与成果的审查力度,通过第三方专业机构评估等方式,保障设计方案符合规范要求且具备较高质量水准。在技术创新上,积极鼓励引入新兴技术。如利用地理信息系统(GIS)、建筑信息模型(BIM)等技术,实现水利工程设计的数字化与可视化,提高设计的精准度与协同性,提前规避设计冲突与施工风险。在材料技术领域,研发高性能、环保型的建筑材料,如抗腐蚀、高强度的混凝土配方,以适应复杂恶劣的水利工程建设环境并延长工程使用寿命。此外,在水资源利用与调配技术方面不断创新,通过智能算法优化水利工程的调度运行方案,提高水资源的利用效率,实现水利工程在防洪、灌溉、发电等多方面功能的高效协同,以技术创新驱动水利工程设计水平迈向新台阶,为水利事业的可持续发展奠定坚实基础^[4]。

结束语

综上所述,水利工程设计的发展正面临着深刻变革与诸多机遇。生态水利工程、多功能化、硬件建设强化、美学性融入以及规范化与技术创新等趋势将重塑行业格局。这些趋势不仅有助于提升水利工程的综合效益,实现经济、社会与生态的协调发展,还将推动水利工程更好地适应时代需求,为保障水资源合理利用、应对气候变化、促进区域可持续发展提供坚实支撑。水利工程领域应积极拥抱这些趋势,汇聚各方智慧与力量,开创水利事业更加辉煌的未来。

参考文献

- [1]李恩辉.浅谈水利工程设计的创新发展趋势[J].环球市场,2017,(013):257-257.
- [2]刘伟峰.谈水利工程设计创新发展前景[J].工程建设与设计,2018(001):99-101.
- [3]王笃丰.浅谈水利工程设计对施工过程的有效控制[J].科技创新与应用,2019,(3)112-113
- [4]杜琳.水利工程设计创新措施及发展前景分析[J].河南水利与南水北调,2019,48(02):52-53.