

水利水电工程施工质量验收标准与评价体系研究

刘晓东

河南省水利第二工程局集团有限公司 河南 新乡 450016

摘要：水利水电工程的建设对于社会发展、能源供应及水资源调配具有举足轻重的作用，其施工质量直接关乎工程的安全性、功能性及可持续性。本文聚焦于水利水电工程施工质量验收标准与评价体系，详细阐述了现有验收标准的构成、特点与局限性，深入剖析了构建科学评价体系的原则、要素及方法，旨在通过对两者的全面探讨，为优化水利水电工程质量管控、推动行业健康发展提供理论依据与实践指导。

关键词：水利水电工程；施工质量；验收标准；评价体系

引言：水利水电工程作为基础设施建设的关键领域，涵盖大坝、水电站、堤防、灌溉渠道等多种类型，具有投资大、周期长、技术复杂、涉及面广等显著特征。这些工程不仅要满足防洪、发电、供水、航运等基本功能需求，更要确保在长期运行过程中稳定可靠，不对周边生态环境造成负面影响。施工质量验收标准与评价体系作为保障工程质量的核心环节，贯穿于项目规划、建设、运营的全过程，其科学性、合理性及有效性直接决定了水利水电工程能否达成预期目标，实现经济、社会与环境效益的统一。

1 水利水电工程施工质量验收标准

1.1 现有验收标准体系架构

我国水利水电工程施工质量验收标准已形成较为完备的体系，以国家和行业标准为主体，地方标准及企业标准为补充。其中，《水利水电工程施工质量检验与评定规程》（SL176-2007）作为核心通用性标准，对工程质量的检验方法、评定程序、等级划分等进行了全面规范；在此基础上，针对不同专业领域，如《混凝土面板堆石坝施工规范》（SL49-2015）、《水闸施工规范》（SL27-2014）等专项标准，进一步细化了各类水工建筑物的施工工艺与质量要求；此外，涉及原材料、构配件的质量验收依据《水工混凝土外加剂技术规范》（GB8076-2008）、《钢筋混凝土用钢第2部分：热轧带肋钢筋》（GB1499.2-2018）等众多材料标准执行。各层级、各专业标准相互衔接、协同作用，为水利水电工程施工质量验收构建了坚实的制度框架。

1.2 验收标准的主要特点

（1）全过程覆盖。从项目前期的勘测设计质量把控，到施工阶段的原材料、中间产品、单元工程、分部工程、单位工程逐级检验，再到竣工后的试运行及交付使用验收，验收标准涵盖了水利水电工程建设的全生命

周期，确保每个环节的质量都处于受控状态。（2）量化评定为主。为保证验收结果的客观性与可比性，验收标准大量采用量化指标。例如，混凝土的抗压强度以兆帕（MPa）为单位，通过标准养护试块的抗压试验获取数据，依据设计强度等级判定合格与否；土方填筑的压实度要求达到一定百分比，通过现场环刀法、灌砂法等压实度检测手段进行实测，只有满足量化指标才能通过验收。（3）与设计紧密联动。工程设计文件是质量验收的重要依据，验收标准要求施工成果必须严格符合设计意图。无论是建筑物的结构尺寸、高程控制，还是机电设备的选型安装，均需对照设计图纸及说明书逐一核校，确保工程功能的精准实现^[1]。

1.3 当前验收标准存在的问题

（1）标准更新滞后性。随着水利水电科技的飞速发展，新理论、新材料、新工艺不断涌现。如新型纳米材料改性混凝土可显著提高耐久性，数字化智能监测技术助力工程实时安全管控，但现行验收标准未能及时将这些前沿成果纳入，导致在面对采用新技术的工程时，验收缺乏精准指导，存在一定质量风险。（2）标准间的兼容性不足。由于不同地区的地理、地质、气候条件差异较大，加之各部门在制定标准时侧重点不同，使得部分地区标准与行业标准、专项标准与通用标准之间存在条款冲突或衔接不畅的问题。在跨区域大型水利工程建设中，协调适用不同标准成为困扰工程各方的难题，容易引发质量验收争议。

2 水利水电工程施工质量评价体系

2.1 构建评价体系的基本原则

（1）科学性原则。评价体系必须建立在坚实的科学理论基础之上，涵盖水利工程学、结构力学、水力学、材料科学等多学科知识。例如，在评估大坝结构安全时，依据结构力学原理构建数学模型，分析坝体在不同

荷载组合下的应力应变分布,以此确定合理的评价指标及阈值,确保评价结果真实反映工程的力学本质。

(2)全面性原则。水利水电工程的质量受多种因素交互影响,评价体系应综合考量工程实体质量、施工管理水平、环境与生态保护成效等各个维度。不仅要关注大坝、电站厂房等主体结构的物理性能,还要审视施工单位的质量管控体系运作、施工人员的技术素养以及工程建设对周边生物多样性、水土保持的影响,实现全方位的质量审视。(3)动态性原则。工程建设是一个动态过程,不同施工阶段面临不同风险与挑战,质量评价应与之相适应。在基础开挖阶段,重点评价地质条件适应性及开挖精度;在混凝土浇筑阶段,聚焦于浇筑工艺合规性与混凝土性能发展;到了机电设备安装调试阶段,则侧重于设备运行可靠性与联动协调性。通过分阶段、动态的评价,及时捕捉质量波动,精准施策整改。(4)可操作性原则。评价指标的选取与评价方法的设计应充分考虑实际工程应用场景,力求简便易行。避免过度理论化、复杂化的指标与算法,确保一线施工人员、质量管理人员及第三方评价机构能够便捷获取数据、高效实施评价。例如,外观质量评价采用直观的缺陷分类与分值扣减制度,现场即可快速完成评定,不额外增加过多工作量。

2.2 评价体系的关键要素

工程实体质量评价。首先结构可靠性。大坝、堤防等水工结构作为水利水电工程的核心承载部件,其结构可靠性直接关系到工程安危。通过现场监测仪器,如全站仪、水准仪、应变计、渗压计等,实时采集坝体位移、沉降、应力应变、渗流等数据,依据结构设计规范设定预警阈值。一旦监测数据逼近或突破阈值,即刻启动隐患排查与加固措施,确保结构在设计使用年限内稳定可靠。其次材料性能。水工材料质量是工程实体质量的基石,对混凝土、钢材、土工合成材料等核心材料性能进行严格评价至关重要。以混凝土为例,除常规的抗压强度检测外,还需拓展对其抗渗性、抗冻性、耐久性等长期性能指标的监测。通过加速试验模拟恶劣服役环境,预测混凝土在数十年使用期内的性能退化趋势,提前优化配合比、改进施工工艺,保障材料全寿命周期性能达标^[2]。

施工管理评价。首先质量管理体系有效性。施工单位建立并运行良好的质量管理体系是保障工程质量的内在动力。评价指标涵盖质量管理制度的完备性、执行的严格性以及质量文件记录的完整性。例如,是否建立“三检制”(自检、互检、专检)并有效落实,质量检

验报告是否按时、如实填写,质量问题整改是否闭环管理等,通过这些指标考量质量管理体系的运行活力。其次施工工艺合规性。施工工艺是将设计蓝图转化为实体工程的关键桥梁,合规的施工工艺确保工程质量的均匀性与稳定性。对混凝土浇筑、土方填筑、金属结构焊接等关键工艺,依据相关施工规范设定工艺参数控制范围,如混凝土浇筑的振捣时间、插入深度,土方填筑的铺土厚度、碾压遍数等,通过现场旁站监督、视频监控等手段确保工艺严格执行。

环境与生态保护评价。首先生态系统扰动与修复。水利水电工程建设不可避免地对周边生态系统造成一定程度的扰动,如植被破坏、野生动物栖息地碎片化等。评价体系关注施工前的生态本底调查、施工过程中的生态保护措施落实以及施工后的生态修复成效。通过卫星遥感、实地样方调查等手段监测植被覆盖率变化、物种丰富度波动,督促施工方采取植树造林、构建生态廊道等修复行动,实现工程建设与生态保护的动态平衡。其次环境污染控制。工程施工期间产生的废水、废气、废渣等污染物若处置不当,将对周边水体、大气、土壤环境造成污染。针对废水,监测其化学需氧量(COD)、氨氮、重金属离子等污染物含量,要求达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)相应限值;对于废气,检测颗粒物、二氧化硫、氮氧化物等排放浓度,确保符合大气污染防治标准;废渣则需评估其无害化处理、资源化利用程度,防止二次污染,营造绿色施工环境^[3]。

2.3 评价方法的选择与应用

(1)层次分析法(AHP)。层次分析法将复杂的质量评价问题分解为目标层、准则层、指标层等多个层次,通过两两比较构建判断矩阵,确定各指标相对重要性权重。在水利水电工程质量评价中,将工程质量作为目标层,工程实体质量、施工管理、环境与生态保护作为准则层,再进一步细分具体指标。邀请专家依据经验和专业知识对各层次元素进行两两比较打分,经一致性检验后计算出各指标权重,从而实现定性定量相结合的系统评价,为资源分配、决策制定提供科学依据。

(2)模糊综合评价法。考虑到水利水电工程质量评价中部分指标存在模糊性,如外观质量的“美观”“一般”“较差”,施工管理的“较好”“中等”“薄弱”等定性描述,模糊综合评价法利用模糊数学原理,将这些模糊概念转化为定量评价。首先确定评价因素集、评价等级集,构建模糊关系矩阵反映各因素与评价等级间的模糊关系,再结合指标权重运用模糊合成运算得出综合评价结果,以模糊向量形式表示工程质量所属等级,

有效处理了评价中的不确定性问题,提高评价结果的可信度。

3 完善水利水电工程施工质量验收标准与评价体系的建议

3.1 加速标准更新与优化

为了跟上水利水电领域新技术、新材料的快速发展步伐,必须加速验收标准的更新与优化。为此,可以设立专项研究基金,为高校、科研机构与行业协会提供资金支持,鼓励他们协同开展水利水电新技术、新材料的应用研究。同时,应建立国际前沿动态的跟踪机制,及时捕捉和转化成熟的技术成果为验收标准条款,确保标准内容的前沿性和实用性。此外,构建标准动态更新机制也是关键。应定期组织专家对现行标准进行复审,评估其适用性和有效性,并根据复审结果及时调整和修订标准。同时,应缩短标准修订周期,确保验收标准能够紧跟工程实践的发展步伐,为质量验收提供准确、及时的技术指南^[4]。

3.2 强化标准协调统一

在水利水电工程领域,标准的协调统一对于保障工程质量至关重要。为此,建议成立全国性的水利水电标准协调委员会,吸纳各地区、各部门的标准制定专家参与,共同统筹规划标准体系建设。该委员会应负责解决标准冲突与衔接不畅的问题,通过专项调研和协调工作,消除标准之间的差异,形成全国一盘棋的质量验收格局。具体而言,可以通过制定统一的标准解释文件、修订冲突条款等方式,来消除不同地区、不同部门之间的标准差异。同时,应加强对标准执行情况的监督检查,确保各地、各部门在验收过程中严格遵循统一的标准,从而降低跨区域工程建设的质量风险^[5]。

3.3 深化评价体系应用与推广

评价体系在水利水电工程施工质量管理中发挥着重要作用。为了深化评价体系的应用与推广,应加强对施工企业、监理单位、质量监督部门等工程各方的培训。通过举办专题讲座、现场实操培训等形式,使各方熟悉

评价体系的原理、指标与方法,理解其在质量管理中的重要性。同时,应建立基于评价结果的奖惩激励机制。对于在质量评价中表现优秀的项目,可以给予政策优惠、资金奖励等激励措施,以表彰其卓越的工程质量。而对于存在质量问题的项目,则应进行通报批评、责令整改等处罚措施,以警示其他项目避免类似问题。此外,还可以通过举办质量评价交流会、分享优秀案例等方式,推动评价体系在全行业的落地生根。通过这些活动,可以展示评价体系在提升工程质量方面的实际效果,增强各方对评价体系的认同感和信任度,从而推动其在水利水电工程领域的广泛应用和持续改进。

结论:水利水电工程施工质量验收标准与评价体系是保障工程质量的两大支柱,二者相辅相成、缺一不可。完善的验收标准为工程质量把关提供了精确尺度,科学的评价体系则为质量提升指明了方向。面对水利水电行业快速发展带来的新挑战与新机遇,持续优化验收标准、创新评价体系是当务之急。通过加速标准更新、强化协调统一、深化应用推广等多维度举措,将有效提升水利水电工程质量管控水平,确保工程建设安全、高效、可持续,为我国经济社会发展注入源源不断的水动力,在防洪减灾、能源供应、水资源综合利用等诸多领域发挥更大作用,助力生态文明建设与国家繁荣昌盛。

参考文献

- [1]李华,张宇,刘刚.水利水电工程施工质量精细化验收标准探讨[J].水利水电技术,2024,55(03):120-126.
- [2]王强,陈悦,李明.基于BIM技术的水利水电工程质量评价体系创新研究[J].水电能源科学,2024,42(05):180-184.
- [3]孙晓,赵峰,周杰.生态视角下水利水电工程施工质量评价体系拓展[J].水利学报,2024,55(06):701-708.
- [4]张辉,刘畅,徐文.水利水电工程施工质量验收标准国际化比较与借鉴[J].国际水利水电工程,2024,30(02):45-52.
- [5]陈飞,马悦,黄杰.智慧水利背景下水利水电工程质量验收与评价智能化转型[J].中国农村水利水电,2024,(04):207-212.