

水利工程施工管理对后期生产运行的保障机制

赵培剑

博尔塔拉蒙古自治州博尔塔拉河流域管理处, 新疆 博州 833400

[摘要]水利工程施工管理与后期生产运行之间存在密切的因果关联, 施工阶段的管理质量直接决定了工程运行的安全性与经济性。当前水利工程建设中存在施工与运行脱节、质量控制体系不完善、安全管理落实不到位等突出问题。坚持系统思维, 强化顶层设计, 摒弃碎片化、单打独斗的传统模式, 按照整体谋划、整合内容、整装推进、整周期维护的原则, 科学设计工程实施方案。从工程质量控制、施工安全与风险管理、施工资料与信息化管理、施工全过程协同四个维度构建保障机制, 可有效提升工程结构耐久性、保障运行安全、降低维护成本。将项目的经济效益、社会效益、生态效益、满意度等纳入项目实施方案中, 完善项目考核评价和激励约束机制。通过制度完善、人员能力建设、智慧水利应用等措施, 可实现水利工程建管结合、无缝衔接, 确保工程长期稳定发挥效益。

[关键词]水利工程; 施工管理; 生产运行; 保障机制

DOI: 10.64635/ja.2026.1307

中图分类号: TV512

文献标识码: A

Guarantee Mechanism of Water Conservancy Project Construction Management for Later Production and Operation

Zhao Peijian

Bortala River Basin Management Office of Bortala Mongolian Autonomous Prefecture, Bortala Prefecture, Xinjiang 833400, China

Abstract: There is a close causal relationship between construction management and later production and operation in water conservancy projects, and the management quality during the construction stage directly determines the safety and economic efficiency of project operation. At present, prominent problems still exist in water conservancy project construction, such as the disconnection between construction and operation, imperfect quality control systems, and inadequate implementation of safety management. It is necessary to adhere to systematic thinking, strengthen top-level design, abandon the traditional fragmented and isolated management model, and scientifically design project implementation plans in accordance with the principles of overall planning, content integration, coordinated advancement, and whole-cycle maintenance. A guarantee mechanism can be constructed from four dimensions: project quality control, construction safety and risk management, construction documentation and information-based management, and whole-process construction coordination. This mechanism can effectively improve structural durability, ensure operational safety, and reduce maintenance costs. The economic benefits, social benefits, ecological benefits, and satisfaction levels of the project should be incorporated into the project implementation plan, and the project assessment, evaluation, incentive, and constraint mechanisms should be improved. Through measures such as institutional improvement, personnel capacity building, and the application of smart water conservancy technologies, the integration of construction and management in water conservancy projects can be realized, seamless connection can be ensured, and the long-term stable benefits of projects can be effectively guaranteed.

Keywords: water conservancy project; construction management; production and operation; guarantee mechanism

引言

水利工程属于基础性、战略性支撑, 建设成果世界闻名。但是随着水利行业进入高质量发展的新阶段, 怎样解决水利工程长效运行难等问题还须研究。长期以来, 水利

工程建设和运行管理是两个不同的阶段、不同的主体, 施工阶段只考虑进度和成本控制, 而忽略后期运行的需求, 造成工程移交后出现结构病害、设备故障、资料缺失等现象, 严重影响工程效益的发挥。因此, 对施工管理对后期

生产运行的保障机制进行系统的探究,对水利工程全生命周期价值最大化有着十分重要的意义。质量管理不是纸上谈兵,而是把质量基因植入到每一个施工环节中,使每一个要求都有标准,每一个缺陷都能闭合,每一个项目都可以追溯。本文主要从工程质量控制、安全风险、资料信息化管理、全过程协同四个方面来探究施工管理对后期运行的保障机制。

1 水利工程施工管理与后期生产运行的关系概述

水利工程施工管理是施工准备到竣工验收全过程的管理活动,包括质量、安全、进度、投资、合同、信息等方面。后期生产运行主要是指工程调度、设备操作、安全监测、维修保养等日常管理。施工阶段对运行阶段的影响是传递的、滞后的。施工质量缺陷一般会随着运行时间的增加而逐渐暴露出来,基础处理不当会造成不均匀沉降,混凝土密实度不够容易出现渗漏,机电安装偏差会导致设备振动超标等问题。根据建设项目整体性的特点,在可行性研究阶段、设计阶段和建设阶段将水利工程建设管理与运行管理相结合,实现水利工程建管结合、无缝交接。强化施工管理对保证运行有重要意义,可以从源头上消除质量安全隐患,降低运行期故障率,给运行维护提供完整的准确的技术资料,通过施工期的协同机制,使运行需求在建设阶段得以实现。

2 工程质量控制对后期运行安全的保障机制

2.1 主体结构施工质量对耐久性的保障

主体结构是水利工程的骨架,主体结构施工质量的好坏直接关系到工程使用寿命。混凝土强度、抗渗、抗冻性能等都必须依靠严格的施工控制来保证。各管理处始终把现场负责人当作第一责任人,要求各维护单位进场时就要创建起项目质量管理工作组织体系,由技术员、安全员、班组长分级负责,形成管理处、维护单位、作业班组三级管控链条。大坝、水闸等水工建筑物耐久性要求为 50~100 年,施工阶段材料选择、配合比控制、养护工艺等任何一个环节出现失误,都会造成运行期结构过早劣化。混凝土抗冻等级不能达到设计要求,在经过数个冬季冻融循环之后就会出现表面剥蚀、内部裂缝扩展,大大降低结构的承载能力。

2.2 隐蔽工程与关键部位的质量追溯

隐蔽工程地基处理、锚杆安装、防渗墙施工、预埋件埋设等,一旦覆盖就很难直接检查,质量缺陷一般在运行期才暴露出来。对关键部位、隐蔽工程作业面进行质量专项检查,根据项目清单复核现场施工结构,重点监控原材

料报验、现场计量、验收,保证关键工序高质量完成。具体追溯手段有影像追溯、标识追溯、记录追溯。影像追溯对地基开挖、钢筋绑扎、混凝土浇筑等关键工序全程录像保存,每段影像标注桩号、部位、时间、操作人员;标识追溯在预埋构件、锚杆端头等处刻印编号和埋设信息,运行期检修时扫码读取原始施工数据;记录追溯隐蔽工程验收实行施工班组自检、项目部复检、监理终检三级签字制度,每份验收记录附现场照片和实测数据。建立隐蔽工程质量追溯体系,每一项工序的验收都要有记录,责任人对所验收的质量承担相应的责任,形成可追溯的质量档案。责任锁定方式为质量责任二维码,将各个工序的责任主体信息输入系统,运行期扫描二维码就可以查看施工单位、质检员、监理人员的姓名和验收结论。运行期出现异常时,可以利用档案追溯功能快速找到问题所在并制定处理方案。大坝渗漏处理时可以反向追溯防渗墙施工记录及泥浆密度检测数据,判定缺陷所在部位及性质,从而制定出灌浆补强方案。

2.3 金属结构与机电设备安装精度控制

闸门、启闭机、水泵、水轮机等金属结构及机电设备安装精度的好坏,直接影响到运行操作的安全性、可靠性。安装偏差过大容易造成闸门卡阻、启闭力不均、机组振动超限、轴承异常磨损等。施工阶段要严格遵守安装精度标准,对闸门门叶中心线偏差、机组轴线摆度、埋件位置偏差等进行逐项检测,建立安装过程记录档案。这些档案给运行期设备检修、故障诊断提供标准参照。

3 施工安全与风险管理对后期运行稳定的保障机制

3.1 施工期安全设施“三同时”对运行防护的保障

安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的安全生产法基本要求。对水利工程来说,施工期间建设的安全监测设施、泄洪预警系统、应急通信网络、防汛道路等,在工程投入使用之后还会继续起到防护作用。在实施方案编制阶段就嵌入风险地图机制,针对技术路线、工程逾期、资金筹措、产业发展、土地流转等主要矛盾和风险点展开提前识别、评价并制订应对办法,把风险防控的关口前移到项目前期决策及规划时期。施工阶段如果对安全设施标准降低,运行期就会出现防护能力不足的风险。

3.2 施工隐患对运行风险的衍生控制

施工期产生的边坡不稳、地下水位变化、地基处理缺陷等在运行期会发展成滑坡、渗漏、沉降等危险。各生产

单位把机制嵌入到生产流程中，用查、严、防、处、责风险防控链条来推动机制的落实。施工阶段要建立隐患台账，对已经发现但是没有彻底处理的隐患进行风险评价，制定运行期监测方案。高风险隐患在工程移交前要进行治理。

表 1 施工期典型隐患与运行期衍生风险对照表

施工期隐患类别	具体隐患表现	可能衍生的运行期风险	影响程度
基础处理隐患	地基压实度不足	不均匀沉降、结构开裂	高
混凝土施工隐患	浇筑振捣不密实	渗漏、冻融破坏、碳化加速	高
金属结构隐患	焊缝质量缺陷	闸门启闭卡阻、断裂	高
边坡支护隐患	锚杆锚固力不足	边坡失稳、滑坡	高
机电安装隐患	电缆接头工艺不规范	运行中发热、短路、停机	中
回填施工隐患	墙后回填土压实不足	管道变形、地面塌陷	中

3.3 应急管理体系向运行期的过渡衔接

施工期建立的应急组织架构、应急预案、物资储备、演练机制等，应该能够顺利地过渡到运行期。风险管理坚持风险前置、精准管控的准则，把安全管理融入到水利工程运维全过程。施工期和运行期的应急管理衔接点有应急预案的修订与延续，应急物资的移交与补充，应急队伍的保留与培训，预警信息的对接与共享。交接时间节点要确定为工程下闸蓄水前三个月开始交接工作，竣工验收前一个月完成主要物资的移交，工程试运行期间保持施工方应急队伍在场支持。交接清单要规范编制，包含应急预案版本台账、应急物资数量和存放地点、应急联络双向表、以往演练问题整改记录这四个主要部分。工程竣工之前对应急管理体系进行评价，在过渡期采取运行人员跟班学习的方式，施工方的安全管理人员在场时间不得少于三个月，运行期具备独立应对突发事件的能力。

4 施工资料与信息化管理对后期运行维护的保障机制

4.1 竣工图纸与隐蔽工程档案完整性保障

竣工图纸是运行期工程管理的根据，隐蔽工程档案是检修检查的参照。但是实践中竣工图纸和现场实际情况不符、隐蔽工程记录缺失的现象时有发生。创建起覆盖设计、建设、运维全过程的标准化数字档案体系，依靠历史资料数字化以及大数据平台整合来创建水利工程全生命周期管理的数字化支撑^[1]。施工阶段要创建起档案形成、审核、移交的规范程序，保证图纸和实际相符，记录真实全面。

具体措施为竣工图纸必须经过现场实测复核后才能归档，隐蔽工程验收记录附影像资料和实测数据，档案实行施工单位编制、监理审核、建设单位终审的三级审查制度。

4.2 施工期监测数据对运行安全分析的支持

水利工程施工期一般已经布置了安全监测设施，积累了大量的沉降、位移、渗流、应力等基础数据。这些数据就是运行期安全分析的本底参照^[2]。利用多源数据融合分析以及智能算法，实现对围岩稳定情况、支护结构状况等的厘米级监测与精准预警。大坝运行期变形分析要和施工期初始读数进行比较，看变形是否正常。施工监测数据如果保存不当或者移交不全，运行期就会失去重要的判断依据。应当建立监测数据从采集、存储到移交的全过程管理制度。

4.3 数字化交付与智慧运维平台衔接

伴随着建筑信息模型、数字孪生技术的发展，水利工程也由原来的传统的交付方式向数字化交付转变^[3]。该平台把前期工程积累起来的大量数据融合在一起，使施工过程变得可以预演、可以改进、可以感知。施工阶段产生的建筑信息模型、设备参数、调试记录、维护手册等数字资产要按照统一标准传送给运行期智慧运维平台。运行人员可以在三维可视化环境中调取设备信息、查看操作手册、模拟检修方案等，提高运维效率。

5 施工全过程协同对后期运行效率的保障机制

5.1 设计施工运行一体化协同管理

传统的建设模式中，设计、施工、运行这三个阶段是相对独立的，信息传递存在着衰减和失真的问题。采用股权合作、特许经营等市场化手段，发挥各方在项目规划、项目前期、工程建设、项目运营等各方面的优势，通过募、投、建、管一体化推进参与水利工程开发。推行一体化管理模式，在项目前期就邀请运行单位参加设计方案的审查工作，保证设计方案便于运行操作、利于维护检修。施工阶段发生的设计变更要及时通知运行准备单位，使运行方案同步进行调整。

5.2 运行人员提前介入施工验收制度

运行人员提前介入施工、验收环节，是解决建管脱节问题的一种方式。合作社是工程项目建后管护的主体，全程参与工程前期规划设计、施工质量监督和项目建后运行管理，把项目建设权和管护权、项目管护权和项目受益权利有机统一起来。介入节点具体设计包括设计阶段参与可研报告审查、初步设计方案评审，从运行操作方便性、检修可达性角度提出优化建议；施工阶段参与首件工程验

收、关键工序验收、设备出厂验收,重点检查操作空间、检修通道、标识标牌等运行相关细节;竣工阶段参与联合试运行、竣工验收,确认设备运行状态符合设计要求。运行人员参与关键工序验收,可以从操作的角度发现施工中的问题,防止问题留到运行期。招标文件中应明确运行介入条款,运行单位对关键验收事项有书面建议权,发现问题实行销号管理直到整改完成为止。设备安装、联合调试、竣工验收等环节应有运行人员全程参与,使运行人员熟悉工程特点,掌握操作规程。

5.3 施工进度控制与运行投产计划衔接

施工进度偏差会直接影响到运行投产计划,容易造成错过来水期、延误供水承诺、造成经济损失等后果。树立系统观念,坚持水源工程与田间工程、骨干工程与配套工程同时设计、同时施工、同时发挥效益,用规划引领、一体推进、协同联动,防止重复建设和资源浪费。施工进度管理要以运行投产节点为控制目标,科学编制施工计划,留有调试、试运行时间。当出现重大进度滞后的时候,要立即评价对投产的影响,并且调整运行筹备方案。

6 结语

水利工程施工管理对于后期生产运行的保证作用是贯穿整个工程生命周期的。通过工程质量控制可以保证主体结构耐久、隐蔽工程可靠、设备安装准确,为运行安全

打下物质基础。施工安全和风险管理可以落实安全设施、控制隐患的产生、衔接应急体系,给运行稳定提供风险屏障。施工资料和信息化管理可以保证档案完整、数据可用、数字交付,给运行维护提供信息支持。施工全过程的协同可以推进一体化管理、提前介入、计划衔接,给运行效率提供组织保证。水利工程的长效稳健运行,既不能只依靠钢筋水泥的物理强度来支撑,更不能只依靠软建设的无形基础来支撑,只有软硬协同,才能保证水利工程长久效益的发挥。未来要继续健全施工和运行一体化制度体系,推进智慧水利技术的应用,创建全过程监督评价机制,促使水利工程项目管理能力不断改善。

【参考文献】

- [1]唐云清.重大水利水电工程全生命周期质量管理探索与实践[J].中国水利,2025(09):42-49+27.
 - [2]杨靖,武清禾.永定河流域全生命周期一体化项目管理研究[J].海河水利,2025(06):43-46+57.
 - [3]苏霞,魏凯,郝泽嘉,等.大型引调水工程典型渠道衬砌失稳成因及防控措施[J].长江科学院院报,2025,42(02):188-193.
- 作者简介:赵培剑(1991.09—),毕业院校:新疆农业大学,所学专业:农业水利工程,就单位名称:博尔塔拉蒙古自治州博尔塔拉河流域管理处,职务:灌溉工程科工程师,职称级别:工程师。