

抽水蓄能电站工程标段划分及材料管控体系研究

张文龙

国能电力工程管理有限公司成都分公司 四川 成都 610041

摘要:抽水蓄能电站工程结构复杂、施工条件特殊、材料管控难度大,标段划分与材料管控直接决定工程建设质效与成本。本文立足工程建设核心特性,剖析传统标段划分模式的优劣与管控现存问题,采用“区域+专业”复合式划分优化标段方案,构建多维度一体化材料管控体系,并从进度、质量、经济维度验证方案可行性,配套完善保障机制,可为同类工程标准化建设与精细化管控提供参考。

关键词:抽水蓄能电站;工程标段划分;材料管控体系

引言:双碳目标下,抽水蓄能电站作为新型电力系统核心调峰储能设施,建设规模持续扩大。此类工程选址偏远、地质复杂、多专业交叉施工,传统标段划分模式易引发施工冲突、协同不畅等问题,同时材料管控碎片化、信息化不足等短板凸显,制约工程建设质量与效率。为破解管控难题,本文结合工程特性与行业规范,开展标段划分优化及材料管控体系研究,助力工程高效合规建设。

1 抽水蓄能电站工程建设特性与管控基础理论

1.1 抽水蓄能电站工程核心建设特性

(1) 工程结构复杂性:抽水蓄能电站是多系统集成的综合性水利电力工程,核心构筑物包含上水库、下水库、输水隧洞、地下厂房、开关站等,涉及土建、机电、金属结构等多个专业领域。各施工工序交叉重叠、衔接紧密,施工场地空间受限,各构筑物施工精度要求高,整体施工技术 with 常规水电存在较大区别。(2) 施工建设特殊性:工程多选址于偏远山区,地形起伏大、地质结构复杂,围岩不稳定、地下水丰富等问题突出。施工以高空、地下、隧洞高危作业为主,安全隐患多、风险等级高。同时工程建设周期跨度大,跨四季施工,温湿度、雨雪等气候差异,对施工材料性能、施工工艺标准及养护流程提出严苛要求。(3) 材料应用特殊性:工程核心用材品类繁杂,涵盖特种混凝土、高压管材、高端机电设备、特种钢材等,材料单价高、质量验收标准严苛。受山区道路狭窄、施工场地狭小等条件限制,材料长途运输、现场存储、按需领用难度大,极易影响施工效率与材料质量^[1]。

1.2 工程标段划分相关理论与规范

(1) 标段划分核心理论:以工程分工协作、施工资

源优化配置、工程风险分摊三大理论为核心支撑。通过科学划分标段明确施工分工,整合人力、设备、物料等资源,同时合理拆分工程建设风险,规避单一施工主体的风险压力。(2) 行业相关规范标准:严格遵循水利水电、抽水蓄能工程招标及标段划分的国家、行业标准,契合住建、能源行业专项管理规定,坚守工程建设合规底线,保障标段划分合法、规范、科学。(3) 标段划分核心目标:通过合理分标优化施工资源配置,减少多队伍交叉施工干扰,有效分摊工程建设风险,稳步把控施工进度与工程质量,实现工程造价精细化管控。

1.3 工程材料管控基础理论

(1) 全生命周期管控理论:覆盖材料采购、运输、进场验收、存储保管、领用消耗、余料回收、质量追溯全流程,构建闭环管控体系,实现材料全程可查、可控、可追溯。(2) 精细化管控理论:围绕材料质量、成本、损耗、进度四大核心维度,推行分类分级管理,结合施工动态数据实时调控,杜绝材料浪费、质量瑕疵、进度滞后等问题。(3) 协同管控理论:明确建设、施工、监理、材料供应商各方管控职责,打通各标段、各主体管控链路,实现多方联动协同,提升材料整体管控效能。

2 抽水蓄能电站工程标段划分方案研究

2.1 标段划分核心影响因素

(1) 工程自身因素:工程自身条件是标段划分的核心前置约束。抽水蓄能电站整体建设规模庞大,各构筑物结构功能差异显著,上水库、输水隧洞、地下厂房等不同区域的施工工艺、技术标准、作业难度各不相同,直接决定标段的拆分边界与施工范围。同时,山区复杂的地形地质条件会限制施工布局,既定的总工期目标也

会倒逼标段划分适配施工节奏,避免因分区不合理造成工期延误,对标段划分的科学性形成刚性约束。(2)资源配置因素:施工资源的适配性是标段划分的重要基础。不同施工队伍的专业技术能力、施工经验存在差异,土建、机电等专项施工队伍的适配性直接影响标段施工质量。同时,大型施工机械设备的调配、现场人力资源的供给规模、山区物资运输与仓储条件,决定了各标段的施工承载能力。标段划分需贴合现有资源配置水平,避免出现资源过剩或资源不足的问题,保障施工高效推进^[2]。(3)管理与风险因素:多专业、多工序交叉施工会大幅提升现场协调难度,是标段划分的关键制约因素。不合理的标段划分会加剧交叉作业冲突,引发施工混乱。同时,不同施工区域存在差异化的质量隐患、高空及地下作业安全风险和造价失控风险,标段划分需充分兼顾风险均衡,规避局部标段风险集中、管理压力过载的问题,提升工程整体管控稳定性。

2.2 主流标段划分模式及优劣分析

(1)按专业类型划分标段:该模式将工程划分为土建工程、机电安装、金属结构、辅助工程等独立标段。其核心优势是专业化程度高,各专业队伍可聚焦专项施工,发挥技术优势,提升专项工程施工质量。但短板也较为突出,各专业标段独立施工易出现衔接断层,跨标段协同沟通成本高,极易出现工序交叉冲突、责任界定模糊等问题,更适配技术标准统一、施工工序清晰的标准化工程场景。(2)按工程区域划分标段:该模式依据工程空间布局,分为上库、下库、输水系统、厂房系统等工区标段。该模式下各标段施工区域独立、作业范围清晰,现场管理便捷,可实现多区域同步施工,有效加快整体施工进度。但局限性明显,单一区域包含多专业施工内容,对施工队伍综合能力要求极高,易出现部分专业施工不精细的问题,且各区域施工标准难以统一把控^[3]。(3)按施工阶段划分标段:该模式按照建设周期分为前期土建、中期设备安装、后期调试运维标段。其优势是施工阶段划分清晰,阶段性管控目标明确,便于分阶段把控施工质量与进度,管控流程更加规范。但存在明显衔接风险,各阶段施工主体不同,极易出现前后工序衔接不顺畅、施工参数不匹配、责任推诿等问题,对阶段交接管控体系要求极高。

2.3 标段划分优化原则与方案设计

(1)优化基本原则:结合抽水蓄能工程建设特性,标段划分需遵循五大核心原则。合规性原则,严格契合国家及行业招投标、工程建设相关规范;专业化施工原则,匹配专业队伍施工优势,保障施工精度;风险均衡

原则,合理分散施工、安全、造价各类风险;协同高效原则,减少标段壁垒,降低协调成本;造价可控原则,优化资源配置,严控工程整体建设成本。(2)差异化标段划分优化方案:针对单一划分模式的弊端,采用“区域+专业”复合式划分方案。以工程空间区域为基础划分整体施工单元,结合各区域施工专业属性拆分专项标段,明确各标段的施工范围、核心工作内容,清晰界定标段边界,既保留区域施工的独立性,又兼顾专业施工的专业性,适配抽水蓄能工程多分区、多专业、多工序的建设特点。(3)标段接口协同管控设计:针对标段割裂、协同不畅等问题,建立完善的接口管控体系。明确各标段施工衔接关键节点、工序交接标准,制定交叉作业施工管控细则,清晰界定各标段的施工责任与质量追责标准,打通各标段协同壁垒,实现各施工单元有序衔接、联动施工。

2.4 标段划分方案可行性验证

(1)进度可行性分析:通过对比传统单一划分模式与优化复合方案的工期排布,优化方案可实现各区域、各专业施工同步统筹推进,规避工序衔接滞后、施工冲突等问题,有效压缩无效工期,优化整体施工进度排布,保障工程按期完工,具备良好的进度管控可行性。(2)质量与安全可行性分析:优化方案兼顾专业精度与区域管控优势,各专业施工更规范、标准更统一,可有效提升工程施工质量。同时,风险均衡分配的模式规避了局部区域风险集中问题,降低高空、地下等高危作业的安全隐患,大幅提升工程安全管控水平^[4]。(3)经济可行性分析:通过测算各类方案的施工成本、现场管理成本、返工损耗成本,优化后的复合方案可实现资源最优配置,减少资源浪费、交叉返工、协调管理等额外成本,有效降低工程整体造价,具备显著的经济优势与落地可行性。

3 抽水蓄能电站工程标段划分的材料管控体系构建

3.1 现有工程材料管控现存问题

(1)管控体系碎片化:当前抽水蓄能工程各标段材料管控多独立实施,缺乏统一管控标准和整体统筹机制。各标段材料验收、存储、领用管控尺度不一,跨标段材料调剂与资源共享难度大,管控衔接脱节,存在管控空白与重复管控现象,无法适配工程整体施工节奏。(2)全流程管控缺失:现有管控侧重采购与进场验收,忽视存储保管、领用消耗、损耗管控及余料回收等后端环节。针对特种混凝土、高压管材等特种材料的专项管控体系不完善,质量追溯链条不完整,易出现材料损耗超标、遗留质量隐患等问题。(3)管控信息化水

平低：各标段普遍沿用人工登记、纸质台账的传统管控模式，信息化程度较低。材料库存、消耗及损耗数据更新滞后，无法实现动态监控，难以匹配标段施工进度，易引发物资积压、供应不足等供需失衡问题。（4）权责划分不清晰：工程材料管控涉及多方主体，建设、监理、施工及供应商职责界定模糊，存在职责交叉与管控盲区。材料质量、损耗、供应等问题出现后，追责与整改机制不完善，难以实现问题闭环管控。

3.2 材料管控体系构建总体思路与原则

（1）总体思路：依托优化后的“区域+专业”复合标段划分方案，打破各标段独立管控壁垒，搭建“统一统筹、分标管控、多方协同、全链追溯”的一体化材料管控体系。结合各标段施工内容、专业特性与进度计划，实现材料管控与标段施工精准适配，全面提升工程材料管控规范化水平。（2）统一标准化原则：统一全工程各标段材料采购参数、进场验收标准、仓储保管规范、领用审批流程，消除各标段管控差异化问题，统一管控尺度，从源头杜绝因标准不一引发的质量缺陷与管理漏洞。（3）适配性与高效性原则：立足不同标段的施工专业、作业强度、工期节点差异，推行差异化、适配化的材料管控模式，精准匹配各标段物资需求，优化材料调配流程，提升物资供应与管控整体效率。（4）可追溯与可控性原则：构建材料全生命周期追溯链条，覆盖采购、运输、验收、使用、回收全过程，实现材料质量、损耗、成本的动态可控、全程可溯，保障材料管控精准化、规范化。

3.3 多维度一体化材料管控体系构建

（1）组织管控体系：搭建四级协同组织架构，由建设单位整体统筹管控工作，监理单位全程监督核查，各标段施工单位落实具体管控工作，材料供应商配合保障物资供应。细化各主体岗位职责，明确分工、压实责任，形成层级清晰、联动高效的管控组织体系。（2）全流程业务管控体系：构建覆盖材料采购、进场验收、仓储保管、领用消耗、余料及废旧材料回收的全流程标准化管控流程，结合各标段施工节奏动态调整管控细则，实现材料全流程闭环管理。（3）质量与成本管控体系：建立材料分级抽检、专项检测机制，严控材料质量；设置各标段材料损耗定额标准，落实损耗管控；搭建动态

成本核算机制，实时统计各标段材料成本，有效规避质量隐患、控制造价成本。（4）信息化管控体系：搭建多标段一体化材料管控信息平台，整合各标段库存、消耗、质量等核心数据，实现数据实时共享、动态监测，精准把控物资供需情况，提升管控智能化水平^[5]。

3.4 管控体系运行保障机制

（1）制度保障：完善配套管理制度，制定标段材料协同管控、考核奖惩、问题整改等专项制度，明确管控标准与奖惩规则，规范各主体管控行为，保障体系规范化落地运行。（2）人员保障：针对各标段材料管理人员开展专项技能培训，强化标准化管控、信息化操作等专业能力，组建专职管控团队，保障各项管控工作高效落地执行。（3）监督保障：建立日常巡查、定期核查、专项督查三级监督机制，全方位排查材料管控漏洞，及时发现并整改各类问题，形成监督、整改、闭环的全链条管控。

结束语

本文结合抽水蓄能电站工程建设特殊性，优化设计“区域+专业”复合标段划分方案，解决了单一分标模式的协同短板，同时搭建全流程、多协同的材料管控体系，补齐现有管控漏洞。研究有效兼顾工程施工专业性、协同性与经济性，完善了工程建设管控体系。后续可结合实际工程场景动态优化管控细则，持续提升抽水蓄能工程建设精细化管控水平。

参考文献

- [1] 韩兴, 王志浩. 抽水蓄能电站大型地下厂房开挖关键技术及施工力学研究 [J]. 现代隧道技术, 2025, 62(S1): 479-488.
- [2] 吴维明. 某抽水蓄能电站上水库进出水口开挖支护施工问题处理 [J]. 人民黄河, 2024, 46(S2): 169-170.
- [3] 张菊梅. 抽水蓄能电站工程应用小断面 TBM 的直接成本优化研究 [J]. 水电与抽水蓄能, 2023, 9(1): 56-59.
- [4] 蒋茂庆, 息丽琳, 唐凯, 等. 基于 BIM 的抽水蓄能电站全过程造价管理研究 [J]. 价值工程, 2024, 43(32): 156-159.
- [5] 金和平, 柳东, 张睿, 等. 基于 BIM 的水电资产全生命周期管理系统架构及实践 [J]. 水电与抽水蓄能, 2021, 7(4): 97-104.