

抽水蓄能电站工程造价关键影响因素研究

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:抽水蓄能电站工程造价受多维因素交织影响,造价水平与工程建设特征、自然条件、技术施工及管理市场要素之间存在深层关联。本文围绕工程建设专属特征与造价构成体系展开分析,梳理地形地貌、地质水文、气候环境等自然条件对施工体量与作业难度的刚性约束,探讨设计技术、施工工艺、施工组织等技术管理因素对资源消耗的传导路径,剖析建设管理模式、建材设备市场及工期管控等管理市场要素对成本波动的驱动机制。各因素通过不同维度作用于工程造价形成过程,构建起多层次的造价影响框架,为抽水蓄能电站造价管控提供系统性参考。

关键词:抽水蓄能电站;工程造价;影响因素;自然条件;施工技术

引言:抽水蓄能电站作为电力系统调峰填谷的关键基础设施,工程建设涉及上下双库、引水隧洞、地下厂房等多类复杂结构,造价构成与常规水电工程存在显著差异。工程造价受自然条件、技术方案、施工组织及市场环境等多重因素叠加影响,各因素之间的传导路径与作用强度尚需系统梳理。厘清各因素对造价的影响机理与作用规律,有助于把握造价波动的内在逻辑,为工程投资管控与成本优化提供理论支撑。

1 抽水蓄能电站工程建设特征与造价构成体系

1.1 抽水蓄能电站工程建设专属特征

抽水蓄能电站整体建筑架构包含上下双库布局、全库引水发电布设、大规模地下洞室集群以及全套机电配套设施,整体建设模式与传统常规水电工程存在显著差异化属性^[1]。此类电站对建设场地的地理地形、水文环境以及地质条件具备严苛标准,场址区域需要满足高低落差的地形条件,同时保证岩体结构的稳定性,规避不良地质灾害带来的建设风险。整体施工流程依托工程结构布局形成固定的推进逻辑,双库施工、引水隧洞开挖、地下厂房构筑、机电设施布设等各项施工内容均需遵循地形适配规律与工程安全准则有序推进。工程整体结构具备极高的综合复杂程度,地下空间组网规模庞大,各类隧洞、廊道、厂房结构相互交错,水工建筑与电力设施的融合布设进一步提升施工实施难度。项目整体建设流程具备阶段性长周期属性,前期场地勘察与基础处理、中期主体结构施工、后期设备调试与试运行均需要充足工期支撑,各项建设属性能够为后续造价影响因素的深度研判提供扎实的工程理论支撑。

1.2 抽水蓄能电站工程造价完整构成体系

抽水蓄能电站工程造价依托整体工程建设流程形成系统化的组成架构,可依据工程施工类别划分为多个核心费用板块。土建工程费用覆盖电站所有主体水工建筑施工环节,包含双库坝体修筑、引水输水结构施工、地下洞室开挖支护以及配套水工构筑物浇筑产生的各类费用。机电设备购置及安装费用聚焦电力生产核心设施,涵盖发电抽水机组、变电设备、控制系统以及各类辅助电力设备的采购运输与现场安装调试产生的全部支出。临时工程费用对应项目建设全周期内的辅助施工配套投入,包含施工交通道路、临时供水供电设施、施工场地规整、临时支护防护设施建设产生的费用。其他配套工程费用针对电站辅助建设内容,涵盖生态防护、场地整治、配套附属设施建设等施工投入。各费用板块精准对应工程不同建设阶段与施工内容,能够清晰展现工程造价的整体组成架构与内部运行逻辑。

1.3 工程造价与工程建设的适配关系

工程建设全流程的实施细节会直接干预工程造价的形成与波动,施工开展形式、建筑结构设计方案、场址建设基础条件均与造价水平形成深度绑定的对应关系。不同建设阶段的施工内容、作业方式以及施工资源投入,会通过施工耗材、机械调度、人力配置等多个维度作用于造价数值,形成逐层传导的价格变动规律。结构设计的复杂程度、建设场地的地质水文条件、施工环境的优劣程度,都会改变施工实施难度与资源投入体量,进而对工程造价产生持续性影响。造价管控工作需要贴合工程建设的全维度实施内容,对接结构设计标准、现

场施工条件与整体建设规划,依托建设环节的动态变化调整管控策略,实现造价管控与工程建设全过程的深度适配。

2 抽水蓄能电站工程造价自然条件影响因素

2.1 地形地貌条件对工程造价的影响

抽水蓄能电站选址建设依托特殊的山地地貌环境,地形地貌各项基础要素会从根本上改变主体工程的施工体量与作业难度^[2]。地势起伏状态、山体坡面形态、上下库垂直高差与水平间距、场区可用建设空间范围,都会主导土石方开挖填筑的作业规模。地势起伏较大的建设区域会增加坡面修整与高差适配施工的工作量,山体坡面稳定性不足会提升边坡防护与加固的施工投入。洞室掘进施工的路径规划、作业进度与安全管控,会随山体形态与岩体表层地貌特征产生相应变化。开阔度不足的建设场地会限制大型施工机械的布设与作业空间,延长场地规整与基础平整的施工周期。地貌条件带来的施工体量与作业难度变化,会直接改变建材消耗、机械作业时长与人力投入总量,形成稳定的造价浮动规律。

2.2 地质水文条件对工程造价的影响

地层构造形态、岩土物理力学特性、岩层整体稳定性、地下水分布状态以及潜在地质隐患,是制约抽水蓄能电站施工方案设计的核心要素。地下洞室群与深埋厂房的掘进作业,会根据岩层密实程度与结构特性调整开挖方式与支护方案。松软岩土分布区域需要强化地基加固处理工序,弱化地基沉降形变带来的工程隐患。地下水富集的施工区域需要增设防渗排水结构,持续开展水体疏导作业,规避渗水涌水问题干扰施工推进。断层破碎带与不良地质区域需要增加锚护、喷射混凝土、钢架支撑等加固工序。地质水文层面的各项客观条件,会持续增加专项施工工序与工程耗材投入,推动整体造价产生对应幅度的增减变化。

2.3 气候环境条件对工程造价的影响

区域气候环境的各类表征会从间接层面作用于工程建设全过程,潜移默化改变整体建设投入成本。年均降水总量与降雨集中时段会约束户外施工的有效作业时长,降水天气会中断现场施工工序,拖延整体建设进度。极端高温与低温天气会影响建材性能与施工工艺效果,提升保温隔热与防冻防护的专项施工投入。风力频次与风速大小会干扰高空作业与大型设备吊装作业,增加施工安全防护的资源消耗。流域汛期的持续时长会压缩土建施工窗口期,促使施工团队调整作业排班与资源

调配方案。气候环境引发的工期变动、材料损耗增加、设备运维频次提升,都会逐步累积并传导至工程造价层面,形成隐性的成本变动路径。

3 抽水蓄能电站工程建设技术与施工影响因素

3.1 工程设计技术因素对工程造价的影响

抽水蓄能电站建设体系中各类专项设计工作,是决定工程建设成本基底的核心环节,结构设计标准、库容规划方案、引水系统布设形式、机电系统配置标准以及枢纽整体布局规划,贯穿项目施工推进的全部流程。不同设计方案的选型思路会重塑主体工程的建设规模,结构布设的疏密程度直接调控土建施工的开挖与浇筑体量,库容规划参数直接影响库区坝体、防渗结构的建设规模与材料投入。设计工作具备的精细程度能够有效规避施工过程中的参数偏差与结构错位,减少整改返工带来的额外物资与人力消耗。设计阶段开展的优化工作可以结合场地建设条件调整结构布局,改良传统施工工艺的实施路径,对建材配比、结构形制、系统布设方式进行精细化调整^[3]。各类设计层面的优化与选型变化会逐层作用于现场施工环节,改变整体工程的物资消耗、工艺难度与施工体量,构成设计维度干预工程造价的核心内在逻辑。

3.2 施工工艺与技术选型影响

抽水蓄能电站主体施工体系由土石方整治、地下洞室掘进、混凝土浇筑、机电设备安装、结构防渗堵漏等关键工序构成,不同工艺路线的选取会显著改变工程建设的整体投入水平。传统施工技术经过长期工程实践积累,适配地质条件平稳、施工环境简单的常规作业场景,作业流程固定且资源消耗水平保持稳定。新型施工技术依托现代化工程装备与改良作业逻辑,适配地下空间复杂、施工精度要求较高的抽水蓄能工程场景,能够优化工序流程、缩减无效作业环节,降低物料损耗与机械损耗。不同工艺技术的适配场景存在明显区分,作业技术与施工场地条件、工程建设标准的匹配程度,会直接改变现场作业的推进难度,影响机械作业时长、建材消耗总量与人力投入规模。科学筛选适配工程特性的施工工艺,可以持续优化现场资源投入结构,削减无效作业产生的资源浪费,稳定工程项目造价管控的整体水平。

3.3 施工组织与资源配置影响

工程整体施工规划方案、工序排布逻辑、作业团队配置标准、工程机械调度方式、建材物资统筹分配以及

人力体系搭建,共同组成完整的施工组织与资源配置体系。科学完善的施工组织规划可以理顺各施工环节的衔接逻辑,规避工序穿插混乱引发的进度阻滞问题,提升整体作业推进效率,压缩工程建设的有效工期。工程机械的动态调配模式能够规避设备闲置与空转问题,最大化发挥机械设备作业效能,降低设备运维与台班消耗成本。建材资源的统筹规划分配可以保障物料供给与施工进度精准匹配,减少物料堆积损耗与短缺停工问题。规范化的人力组织模式可以提升现场作业的标准化程度,保障各工序高效有序开展。施工组织体系的完善度与资源配置的合理性,直接左右工程建设的资源消耗总量与作业效率,搭建起施工资源调配模式与工程造价变动之间的紧密关联。

4 抽水蓄能电站工程建设管理与市场要素影响因素

4.1 工程建设管理模式影响

抽水蓄能电站建设过程采用的管理运行模式,能够从整体层面调控工程建设的统筹效率与成本消耗水平^[4]。工程总承包模式可以实现项目设计施工与运维环节的一体化统筹,弱化各建设板块的衔接壁垒,简化多方沟通流程,减少建设过程中的沟通协调支出与流程冗余消耗。分项发包模式将工程整体建设内容拆分多个独立施工板块,不同施工板块交由不同作业单位实施,会增加多方对接的沟通成本与交叉作业的协调支出,容易引发工序衔接不畅带来的进度损耗与成本增量。全过程建设管理模式依托专业化管理团队贯穿项目全建设流程,针对施工流程、资源调配、建设进度开展精细化管控,规范各环节作业标准,降低无序施工与管理疏漏带来的资金浪费。不同建设管理形式形成的管控力度与统筹效果存在明显区别,各类管理模式的适配特性会逐步作用于建设协调成本与管控投入,形成差异化的造价波动规律。

4.2 建材与设备市场要素影响

抽水蓄能电站建设需要依托大量水工建材、专用机电装置以及各类施工配套设备,物资市场的运行状态会直接决定工程物资板块的投入成本。各类工程物资的品类选型标准贴合项目建设功能需求,不同材质规格与性能参数的物资存在差异化的市场定价,物资选型的层级标准会直接调控整体物资采购成本。物资供给渠道的规整程度会影响物资运输距离、流通环节与采购时效,流通环节过多会叠加物资流通费用,提升整体物资投入造价。市场物资具备的品质标准对应不同生产工艺与用料标准,高品质物资的生产投入更高,市场定价相对提

升,能够适配电站长期稳定运行的建设需求。市场供给的动态变化与物资配置的选择差异,会持续改变工程物资采购、运输与储备的综合投入,构成市场要素干预工程造价的核心路径。

4.3 工程建设周期管控影响

工程工期的整体规划方案、现场施工进度的把控精度、建设周期的动态调整幅度以及各工序衔接的时效质量,都会对工程造价产生持续性的间接干预。科学合理的工期规划可以适配工程施工规律,保障各工序有序稳步推进,规避无效工期延伸引发的额外投入。进度管控工作落实不到位会造成施工节奏紊乱,拉长整体建设时长,增加机械设备租赁时长与现场人力值守投入。建设周期根据现场建设条件产生的动态调整,会改变临时工程的运维时长与养护投入,提升现场管理团队的运营成本^[5]。工序衔接的低效滞后会造成作业空档堆积,持续消耗人力与设备资源。工期管控形成的各类资源消耗变化,会累积形成整体造价的浮动区间,凸显周期管控与工程造价的深度关联。

结束语

抽水蓄能电站工程造价的形成是自然条件、技术方案、施工组织与管理模式等多重因素交织作用的结果。地形地质条件从源头划定了工程建设的基本投入边界,设计与施工技术的选型决定了资源消耗的具体路径,管理模式与市场要素则在执行层面持续扰动造价的最终水平。各影响因素并非孤立运行,而是通过工程建设全流程形成层层传导的价格变动链条。对这些因素的系统梳理与深入辨识,有助于在项目前期阶段建立更为精准的造价预判框架,为投资决策与成本管控提供可靠的技术支撑。

参考文献

- [1] 孙铭泽,刘泓志,魏连涛,等.基于某抽水蓄能项目交通工程投资影响因素研究与分析[J].水电与抽水蓄能,2022,8(6):110-113,116.
- [2] 赵恩.抽水蓄能电站投资增长影响因素及作用程度评估[J].财富生活,2025(35):115-117.
- [3] 张菊梅,王博,周小溪,等.抽水蓄能电站工程造价信息分类编码研究[J].建筑经济,2023,44(z1):102-106.
- [4] 程曼.基于模糊聚类的抽水蓄能电站施工造价预算方法[J].水利技术监督,2022(8):183-186.
- [5] 张宇翔,胡悦妍,崔淞皓.抽水蓄能电站施工费用研究[J].建筑经济,2025,46(z2):93-95.