

抽水蓄能电站全过程工程造价控制要点

张佳梅 潘少华

长江勘测规划设计研究有限责任公司 湖北 武汉 430010

摘 要：抽水蓄能电站作为调节电力系统、保障能源稳定供应的关键设施，具有技术密集、建设周期长、投资规模大的特点，其工程造价控制直接影响项目的经济性与可持续性。本文聚焦抽水蓄能电站全过程工程造价控制，分析其建设规模大、周期长、技术复杂、环境影响大的工程特点，及由建筑工程费、机电设备费、金属结构费、其他费用和预备费构成的造价体系。重点阐述项目决策阶段的选址论证与投资估算，设计阶段的方案优化与限额控制，招标阶段的文件与控制价管理，施工阶段的变更、进度款及索赔管控，以及竣工结算阶段的资料与造价审核等要点，为实现投资精准管控、提升工程经济性提供系统性思路。

关键词：抽水蓄能电站；全过程工程；造价控制；要点

引言：随着新能源产业快速发展，抽水蓄能电站作为关键储能设施，其建设规模持续扩大。但工程具有投资规模大、技术壁垒高、建设周期长等特性，工程造价控制难度显著，直接影响项目投资效益与可持续性。本文结合抽水蓄能电站工程特点及造价构成，系统分析从决策、设计、招标、施工到竣工结算各阶段的造价控制要点，旨在为工程实践提供理论支撑，推动造价管理规范化、精细化，保障项目投资效益最大化，助力能源基础设施高质量建设。

1 抽水蓄能电站工程特点及造价构成

1.1 工程特点

1.1.1 建设规模大

抽水蓄能电站涉及上、下水库，输水系统、厂房及机电设备等多个部分的建设。上、下水库需具备足够库容以储存能量，如丰宁抽水蓄能电站上下两座水库库容均超4800万立方米。输水系统管道长且直径大，厂房要容纳大型机组设备。大型抽水蓄能电站装机容量可达数百万千瓦，像丰宁电站总装机容量达360万千瓦，安装12台30万千瓦机组，工程体量大，建设所需的建筑材料、设备数量庞大，人力投入也极为可观。

1.1.2 建设周期长

前期工作繁琐，从站址勘察、规划设计、预可行性研究、可行性研究到项目核准，需对地形地貌、水文地质等进行详细勘察分析，如丰宁抽蓄一期2005年启动勘察设计，2010年才获得核准，耗时约5年。施工阶段，各水工建筑物施工及设备安装调试复杂，像丰宁抽蓄一期2013年开工，2021年首台机组投产，总工期约8年。建成后还需较长时间调试和试运行，确保各系统正常运行，这一系列流程使得抽水蓄能电站建设周期普遍在6-8年，

甚至更长。

1.1.3 技术复杂性高

抽水蓄能机组需具备发电和抽水两种工况，且工况转换频繁，对机组设计、制造精度及可靠性要求极高。如我国攻克40万千瓦级抽水蓄能机组关键技术，实现自主化。输水系统要承受高水头压力，对管道材质、施工工艺要求严格，防止渗漏等问题。地下洞室群施工时，面临复杂地质条件，像丰宁电站建设中首次系统性攻克复杂地质下超大型地下洞室群建造关键技术，地下洞室多达190条，总长度50.14千米^[1]。

1.1.4 环境影响大

工程建设可能改变当地地形地貌，施工中开挖、填筑等活动易引发水土流失。如丰宁电站下水库库尾设置拦沙坝及泄洪排沙设施，应对泥沙问题。对水文环境影响明显，水库蓄水改变上下游水位、流量等水文条件，影响周边水生生态系统。同时，工程建设可能影响周边动植物栖息地，丰宁电站建设中通过培育保护植物、增加湿地面积等措施，吸引珍稀鸟类栖息，以缓解对生态的影响。

1.2 造价构成

1.2.1 建筑工程费用

建筑工程费用在抽水蓄能电站造价中占比较大。涵盖上、下水库的开挖与填筑，像水库大坝建设，需大量土石材料，土石填筑单价约6-7元/立方米。输水系统的隧洞挖掘，其单价约2000-7000元/米，因地质条件不同而有差异。地下厂房洞室群建设，涉及复杂的岩石开挖与支护，支护材料与人工费用高昂。还有各类交通道路修筑，以保障施工及运营期的物资运输与人员通行，这些项目共同构成了庞大的建筑工程费用，约占总投资的

35%-45%。

1.2.2 机电设备及安装工程费用

此部分费用关键且占比高。水轮发电机组是核心设备,单机成本可达约2亿元,其性能决定电站运行效率。发电电动机、主变压器等机电设备,采购成本高昂。安装过程中,需专业技术人员操作,安装费用包含设备组装、调试等环节费用。

1.2.3 金属结构设备及安装工程费用

金属结构设备包含输水管道、闸门、压力钢管等。输水管道需承受高水头压力,对材质要求高,其制作与安装费用不菲。各类闸门用于控制水流,其精度与可靠性要求严格,制造工艺复杂。压力钢管在地下洞室或露天环境安装,安装难度大,需专业设备与施工工艺。金属结构设备从原材料采购、工厂加工到现场安装,各个环节都产生费用,约占总投资的10%-15%。

1.2.4 工程建设其他费用

这是一类较为繁杂的费用。前期的项目勘察设计费,要对地形地貌、水文地质详细勘探分析,为工程设计提供依据,知名设计单位收费较高。建设期间的工程监理费,保障工程质量与进度,按工程规模与工期计费。还有征地移民安置补偿费,若涉及大量居民搬迁与土地征收,费用巨大。

1.2.5 预备费

预备费是为应对工程建设中的不确定因素设立。基本预备费针对设计变更、局部地基处理等可能增加的费用,一般按工程费用和工程建设其他费用之和的一定比例提取,如5%-8%。价差预备费则考虑建设期间物价上涨因素,像钢材、水泥等建筑材料价格波动,会导致工程成本变化,需预留一定资金应对。预备费在总投资中约占5%-10%,为工程顺利推进提供资金保障。

2 全过程工程造价控制要点

2.1 项目决策阶段

2.1.1 项目选址与规模论证

项目选址要综合考虑多重因素。地理地质层面,稳定地质构造区域可降低基础处理成本,规避地震频发带、断层等复杂地质区,减少基础加固、地基处理费用。水文条件方面,确保上、下水库有充足稳定水源,保障水位落差满足发电要求,合理落差能提升发电效率,减少运行能耗。周边基础设施也不容忽视,交通便利利于材料设备运输,降低运输成本;靠近用电负荷中心可减少输电线路建设投资。规模论证时,装机容量需契合当地电力供需现状与未来规划,过大容量导致设备闲置、投资浪费,过小则无法满足用电高峰需求,影响

电站经济效益。

2.1.2 投资估算编制与审核

投资估算编制需全面收集资料,涵盖设备市场价格、施工人工成本、建材价格走势等。选用合适估算方法,类似工程对比法参考相似电站造价,生产能力指数法适用于规模差异不大的项目。费用构成要完整,包括建筑工程费、设备采购及安装费、工程建设其他费、预备费等。审核时,对比类似已建项目指标,分析差异原因,确保估算合理性。关注估算是否存在漏项,如前期勘察费、场地平整费等,避免后续费用追加。

2.2 设计阶段

2.2.1 方案设计优化

方案设计优化是设计阶段造价控制的核心。在进行上、下水库设计时,要深入分析地形地质条件,通过多方案比选确定最优库址与坝型。如采用混凝土面板堆石坝或沥青混凝土心墙坝,需对比两者在材料成本、施工难度、耐久性等方面的差异。输水系统设计,要精准计算水流参数,优化隧洞线路与断面尺寸,减少水头损失与工程量。地下厂房布置,要综合考虑施工便捷性、设备安装维护空间及岩体稳定性,合理规划洞室群布局。同时,设计需全面考量工程全生命周期成本,不仅关注建设成本,还要预估运行维护、设备更新等后续费用,选择成本效益最优的方案^[2]。

2.2.2 限额设计控制

限额设计是控制工程造价的有效手段。首先需明确限额目标,依据项目决策阶段的投资估算,结合工程实际情况,确定合理的造价限额。将投资限额按专业、分部分项工程进行分解,落实到具体设计单元。设计人员在开展工作时,要严格遵循限额要求,合理选用材料、设备与施工工艺。例如,在满足结构安全与使用功能前提下,优先选用性价比高的建筑材料。建立限额设计动态管理机制,实时跟踪设计进度与造价变化,一旦发现造价超限额趋势,及时分析原因并调整设计,确保项目在既定造价范围内完成设计工作。

2.3 招标阶段

2.3.1 招标文件编制

招标文件是招标工作的核心文件。编制时,内容需全面且精准,涵盖工程概况、招标范围、技术规范、质量标准、工期要求等关键信息。详细描述工程各部分的技术参数,如输水管道的管径、承压要求,确保投标单位清楚知晓工程建设需求。对投标单位资质条件设置要合理,既保障参与投标企业具备相应能力,又避免条件过严限制竞争。招标范围界定务必清晰,防止施工过

程中出现责任推诿与工作内容争议。明确计价方式,是采用工程量清单计价还是定额计价,避免因计价规则不明导致投标报价混乱。合同条款拟定要严谨,对工程变更、价款调整、支付方式、质量保修等事项作出明确规定,减少后续合同纠纷,为造价控制奠定基础。

2.3.2 招标控制价编制与审核

招标控制价编制需选取合理依据,参考现行计价定额、工程所在地材料设备市场价格、类似工程经验数据等。计算工程量时,严格遵循工程量计算规则,保证准确性。费用组成要完整,涵盖分部分项工程费、措施项目费、其他项目费、规费和税金。对于暂列金额、暂估价的设定,要结合工程实际情况与风险因素,确保金额合理。审核时,重点审查工程量计算有无错漏,单价套用是否符合计价规定,材料价格是否与市场行情相符。检查各项费用计取是否合规,如安全文明施工费等不可竞争费用是否按规定标准计取

2.4 施工阶段

2.4.1 工程变更管理

工程变更需严格把控。建立规范流程,施工单位、建设单位或监理单位提出变更建议后,设计单位要进行技术经济论证。若因地质条件变化,需调整输水隧洞走向,设计单位需评估新线路对工程安全、造价、工期的影响。重大变更涉及工程安全、规模、概算等,要组织专家论证,报原审批部门同意。一般变更也不能随意,由设计单位编制变更文件。所有变更都要有书面记录,详细说明变更原因、内容、影响等,方便追溯,避免因变更导致造价失控。

2.4.2 工程进度款支付管理

工程进度款支付以合同为依据。施工单位完成合同约定阶段工作,经监理验收合格,提交工程量报表及相关证明材料。监理严格审核,对比施工图纸、设计变更,实地测量核实工程量,确保数据准确。依据合同计价方式核算工程价款,如采用工程量清单计价,核对清单项目与实际完成是否一致。审核支付申请资料完整性,包括质量检验报告、进度报告等。按合同约定时间、比例支付进度款,防止超付或拖欠,保障施工顺利推进。

2.4.3 施工索赔管理

施工索赔管理需预防与处理并重。预防上,合同签订时条款明确,减少模糊不清处,避免争议。施工中,监理及时协调各方关系,解决施工阻碍,减少索赔诱因。如因业主提供施工场地延迟,监理要督促业主尽快解决。一旦索赔发生,施工单位按规定时间、程序提交

索赔报告,说明索赔事件、原因、损失计算等。监理公正审查,分析责任归属,依据合同和相关法规,合理确定索赔金额与工期顺延时长,平衡双方利益。

2.5 竣工结算阶段

2.5.1 结算资料审核

结算资料审核是竣工结算的关键起点。首先检查完整性,涵盖竣工图纸、设计变更文件、工程签证单、施工日志、材料设备采购凭证等,缺漏资料易致结算争议,如缺某关键设计变更单,对应造价调整便难确认。审核真实性,杜绝虚假签证、篡改施工数据等情况,有些施工单位可能虚增工程量签认单。资料的有效性也需关注,签字盖章是否齐全,签字人有无相应权限。设计变更需原设计单位盖章、负责人签字,施工单位擅自修改的无效。所有资料时间逻辑要合理,工程进度、变更时间与实际施工进度应相符,确保结算资料为造价审核提供坚实可靠支撑。

2.5.2 工程量与造价审核

工程量审核时,依据竣工图纸、现场签证,严格按照合同约定的工程量计算规则核算。大型抽水蓄能电站土方开挖、混凝土浇筑工程量巨大,易出现计算偏差。如土方开挖,需考虑放坡、工作面,精确测量计算实际开挖量,防止多算或少算。审核造价,查看单价套用,合同约定综合单价的,严格执行;采用定额计价,核实定额子目选用是否恰当。审查各项费用计取,包括措施费、规费、税金等,按合同及当地计价规定执行。材料价差调整要依据材料价格认价单、市场价格波动资料合理计算,确保工程造价真实反映工程实际投入^[3]。

结束语

抽水蓄能工程造价控制贯穿项目全生命周期,意义重大。从项目决策阶段精准选址与合理确定规模、科学编制投资估算,到设计阶段优化方案与限额设计,再到招标阶段严谨编制文件与把控招标控制价,施工阶段严格管理变更、进度款支付及索赔,以及竣工结算阶段仔细审核资料与造价,每一环节都紧密关联,对控制造价起着关键作用。

参考文献

- [1]孙安坤.基于全过程管理的抽水蓄能工程造价控制研究[J].经贸实践,2021(22):352-353.
- [2]抽水蓄能电站设计阶段工程造价控制管理[J]/抽水蓄能电站工程建设文集2022.,2014:536-539.
- [3]刘永刚.基于BIM的建设工程全过程造价管理障碍及对策研究[J].居业,2022(24):124-125.