

叶巴滩水电站投资控制措施

李斌, 吴洁

(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司, 四川 成都 610072)

摘要:随着水电开发逐渐向西南地区河流的中上游推进,新建水电工程的勘察设计、环境保护、移民安置和施工难度加大,水电工程建设成本不断增加,上网电价的竞争力降低,对水电建设投资控制提出了更高的要求。文章结合叶巴滩水电站的建设特点,从可行性研究阶段和招标技施阶段提出了投资控制措施,降低了工程造价,获得了较大的经济效益,可为后续水电建设提供借鉴和参考。

关键词:水电站;投资控制;叶巴滩

中图分类号:F407.9;TV741

文献标志码:B

文章编号:1001-2184(2024)06-0084-04

Investment Control Measures of Yebatan Hydropower Project

LI Bin, WU Jie

(PowerChina Chengdu Engineering Corporation Limited, Chengdu Sichuan 610072)

Abstract: With the advancement of hydropower development to the middle and upper reaches of rivers in south-west China gradually, the difficulty of survey and design, environmental protection, resettlement and construction of new hydropower projects has increased, the construction cost of hydropower projects has been increasing, and the competitiveness of feed-in tariffs has decreased, which has put forward higher requirements for investment control of hydropower construction. Combined with the construction characteristics of Yebatan Hydropower Project, this paper puts forward investment control measures from the feasibility study stage and the bidding construction stage, which reduces the project cost and achieves great economic benefits, which can provide reference for the construction of subsequent hydropower projects.

Key words: Hydropower project; Investment Control; Yebatan

0 前言

水电作为公认的绿色、清洁、可靠的可再生能源,将在“2030 碳达峰、2026 碳中和”战略目标实现中扮演重要角色。当前,中国正处在迈向“双碳”目标的关键窗口期,水电建设将是未来能源发展的主力军。随着全国各流域梯级水电站的陆续投产发电,截止 2023 年底,全国水电装机容量 3.7 亿 kW,占技术可开发装机容量 6.87 亿 kW 的 53.86%,水电开发刚过半,未来可开发空间仍然非常巨大。

水电工程建设具有建设规模大、周期长、技术难度高、交叉干扰多、协调任务重、管理过程复杂、投资额大、资金密集。中国水电开发的主战场将转移至高边坡、高海拔、高寒、大温差等高山深谷的河流中上游,集中在川、滇、藏等西南地区,远离

负荷中心,地形地质条件复杂,生态环境脆弱、基础设施较差、移民安置敏感、施工难度加大,不确定因素多,导致水电建设成本不断增加,上网电价的竞争力降低,对水电建设投资控制提出了更高的要求。

1 工程概况

叶巴滩水电站是一座以发电为主的大型水电枢纽工程,是金沙金上游规划 13 级开发方案中的第七级。电站位于四川白玉县与西藏贡觉县交界的金沙江干流降曲河口以下约 350 m 河段上。叶巴滩水电站正常蓄水位 2 889.00 m,相应库容 10.08 亿 m³,调节库容 5.37 亿 m³,具有季调节能力;电站装机容量 2 240 MW(510 MW × 4 台 + 200 MW),年发电量(联合运行)102.05 亿 kWh。

电站枢纽建筑物由混凝土双曲拱坝、泄洪消

收稿日期:2024-04-17

能建筑物、引水发电建筑物三大系统组成。混凝土双曲拱坝坝顶高程 2 894.00 m,最大坝高 217.0 m,大坝混凝土方量约 227 万 m³。泄洪消能建筑物由坝身 5 个泄洪表孔、4 个泄洪深孔、水垫塘及二道坝组成,采用挑流消能。右岸地下引水发电系统采用首部式厂房、长尾水布置方案。工程建设工期为 151 个月。工程静态投资 2 565 234 万元、工程总投资 3 335 687 万元,单位千瓦静态投资 11 452 元、单位千瓦总投资 14 891 元。

2 可行性研究阶段投资控制措施

2.1 积极推进勘探工作,夯实设计基础

水电工程勘探工作在前期开展,具有工作偏远、量小分散、点多面广、条件艰苦、受地方环境影响大等特点。工作内容包含钻探、硐探、井探、勘探便道、勘探公路及桥梁、库房建设等众多类型工程,技术较复杂,工种工序交叉,工期紧。勘探工作的深度往往制约着工程设计、方案比选和工程投资控制。

明确勘探工作深度和范围,引进先进勘探方法,按照规范要求进行同等深度的勘探,全面分析工程区地质条件和地质问题,为设计提供第一手详实可靠的资料。在坝址区布置 40 个勘探平硐,开展了 39 个平硐钻孔声波、18 组平硐硐间地震波 CT 成像工作,查清了深卸荷岩体分布、圈定深卸荷岩体的空间展布,为坝体设计和基础处理提供了科学指导^[1];重点对俄德西沟料场开展工作,确保混凝土拱坝的料源有保障。

2.2 重视方案比选,提出最优推荐方案

叶巴滩水电站枢纽区域地形地质条件复杂,各种坝型、坝址、和坝线各有优势,比选较为困难。叶巴滩水电站预可行性阶段推荐坝型为面板堆石坝,在可行性研究阶段,通过大量深入的研究,前后研究了面板堆石坝、混凝土重力坝和混凝土拱坝三个坝型、两个坝址、三条坝线,形成各类专题报告,选定混凝土拱坝方案,枢纽工程投资节约近 5 亿元。

2.3 结合工程特点,做好设计概算编制

叶巴滩位于青藏高原和川西北高原,地处高寒高海拔地区,气候条件复杂,气温日较差较大,呈现出明显的“长冬无夏短春秋”的气候特点、混凝土干缩风险较大,工程区域气温日较差较大,易形成反复的冻融过程,且汛期雨日持续时间长,对

工程施工较不利,叶巴滩水电站坝型采用混凝土双曲拱坝,混凝土浇筑过程中对温度控制要求较高,要结合施工方案和资源配置,做好砂石骨料、混凝土生产浇筑及温控单价编制。同时做好施工工期封闭管理、沟水处理工程、近坝岸坡防护工程投资编制,避免投资过大的项目被遗漏;根据施工组织设计进度横道图,合理编制分年度投资和价差预备费。

叶巴滩水电站位于四川与西藏界河金沙江上游河段上,地处藏区。在设计概算编制过程中,四川地区执行的是 5 年期以上贷款利率 4.9%,西藏地区执行的是 2.9%。结合项目的特点和融资模式进行方案比选,最终确定为前期采用西藏贷款,后期采用四川贷款的组合方案,合理的降低了建设期利息 7.5 亿元,保证项目动态投资可控,满足集团公司的决策要求。

3 招标技施阶段投资控制

3.1 重视设计的龙头作用,推动设计优化

设计优化是项目进入招标技施阶段投资控制的首要环节,设计方案的合理和最优,将直接影响项目的投资和建成后的综合效益^[2]。建设过程中,针对工程特性和技术难点,设计单位开展了拱坝体型、深卸荷岩体处理、大坝边坡开挖支护、拱坝防渗、泄洪消能、地下厂房结构设计、开关站布置、引水和尾水系统布置、压力管道安装^[3]、3 号公路降曲河河口桥、左岸 5 号公路和 7 号公路等优化设计,在确保安全可靠的基础上,不断降低工程投资,节约工程投资 54 780 万元。叶巴滩水电站招标阶段设计优化工作汇总表见表 1。

3.2 合理做好分标规划,推行大标段模式

在可研成果的基础上,对选定方案进行深化,统筹分析该工程的施工条件,枢纽布置和主要建筑物的特点,并结合项目法人的要求和可提供的条件,确定分标原则。以施工总进度计划中关键线路上技术难度较大的主要工程项目为核心,以利于保持承包商施工任务的连续性、施工强度的均衡性、施工设备和施工临时设施得以充分利用,减少施工干扰、便于业主管理为目的,建设单位推行了大标段模式。叶巴滩水电站的主体建筑安装工程分为三个标段,分别为大坝工程施工标、引水发电系统工程施工标和机电安装工程标,提高了招采效率、减少标段干扰,降低协调工作。

表 1 叶巴滩水电站招标阶段设计优化工作汇总表

序号	名称	研究内容和成果	节约投资 / 万元
1	拱坝体型	拱坝坝轴线向下游平移 2.5 m; 顶拱中心线弧长、中心角减小, 坝体混凝土减少 5 万 m ³	3 200
2	深卸荷岩体处理方案	研究深卸荷带固结灌浆方案, 固结灌浆减少 6 万 m	7 000
3	大坝边坡开挖支护	复核工程边坡的稳定和处理措施, 确定锚索等支护参数。坝肩边坡(不含开关站及进水口边坡)锚索减少 1 000 根	4 800
4	拱坝防渗	优化帷幕、排水布置, 减少一层灌排洞, 减少灌排洞开挖、支护工程量; 减少搭接帷幕 5 万 m 和化学灌浆量	12 500
5	泄洪消能	优化坝身泄洪孔口、水垫塘、二道坝, 减少底孔及封堵平台闸墩、牛腿混凝土 7 万 m ³ , 减少锚索 20 根和钢筋制安工程量	5 500
6	地下厂房结构设计	调整厂房位置及纵轴线, 向山里移动了 115 m(以 5 号机组中心计算), 向上游移动了 35 m; 优化进风洞布置, 进风平洞减少 810 m, 竖井增加约 187 m; 优化排水廊道, 与其他洞室尽量结合	860
7	开关站布置	将 GIS 楼与开关站分开布置, GIS 楼调整到大坝上游侧, 减少了边坡开挖量; 减少开关站平台宽度, 调整开关站平面布置, 以“高度换宽度”, 提高 GIS 高度, 减小平面宽度, 从而降低边坡高度 50 m, 减少开挖支护工程量	6 800
8	引水发电系统布置	电站进水口位置逆时针旋转 2°, 并向下游平移 10 m, 边坡开挖高度降低约 60 m, 开挖量减少约 30 万 m ³ ; 减少尾水洞衬砌厚度、主厂房跨度减少 1.5 m、长度减少 3.8 m	6 200
9	压力管道安装	取消了降曲河钢管加工厂, 堆存场由堆存钢管变为堆存瓦片, 减少了堆存场规模; 压力钢管运输通道断面缩小	5 250
10	3 号公路降曲河河口桥	取消河口桥, 采用填方方案连接两岸交通, 缩短交通洞 50 m	570
11	左岸 5 号公路和 7 号公路	调整 5 号公路 1 号隧道线位, 长度减少 120 m; 7 号公路隧道及连接隧道共减少隧道长度 528 m; 取消 3 号堆积体上方棚洞结构	2 100
12	合计		54 780

3.3 做好招标文件和最高投标限价编制, 合理确定合同价格

为了选择到技术、实力和信誉比较优秀的承包商, 在招标文件编制过程中, 做好潜在承包商资格调查, 为合理设置资格要求做好准备, 避免条件过高, 出现流标, 或资格过低和条件过宽, 增加评标成本。借鉴乌东德等已建项目的成功建设管理经验, 引入数字化管理工程建设, 规定建设过程中采用数字化建造技术, 主要有智能温控、大坝混凝土智能浇筑、数字化质量验评和工程管理系统, 为后期投资管控提供基础; 招标文件中明确工作范围和工作内容, 理清边界条件, 特别是针对有专业技术要求的金属结构制作和混凝土防渗墙等工作, 允许投标人分包, 但必须将分包意向协议、分包商资质以及业绩证明材料作为投标文件的组成部分, 作为评标打分的依据, 以便选定优质的承包商。

委托电站的主体设计院作为工程的造价咨询单位, 承担项目的最高投标限价编制, 发挥主体设计单位懂工程、知难点的优势, 保证编制成果的合

理可靠; 提前安排生产, 给造价咨询单位合理的工作周期, 做好充分的调研、编制和类比分析; 过程中加强审核、组织项目公司、流域公司、集团公司的评审, 保证最高投标限价合理可行, 为合同价格的确定奠定基础。

3.4 开展执行概算编制和年度投资分析, 及时纠偏

在电站完成主体建安标段招标工作后, 项目公司于 2020 年及时启动了执行概算的编制工作, 以主要合同项目为单元, 并根据最新的设计成果确定工程量和项目编制执行概算。执行概算较可研核准概算静态投资减少 30.88 亿元, 以执行概算作为工程建设投资的控制目标, 即满足工程项目管理、计划管控和财务核算的要求, 又进一步保证了工程建设投资的可控性和有效性。

在工程实施过程中, 为了实现投资静态控制、动态跟踪的目标, 项目公司委托造价咨询单位开展了年度投资分析报告编制, 对整个项目从投资的角度进行统计分析, 梳理节点目标完成和调整情况, 统计分析各标段的结算、变更索赔和主要材

料供应情况,动态调整执行概算的成果,统计已发生的投资,预测将要发生的投资,及时释放风险;基于赢得值分析大坝标和引水发电标的进度偏差和费用偏差,按照执行概算的口径对比分析投资的超支和结余情况,揭示风险点,提出造价管控措施和建议,保证结算不超执行概算。

3.5 利用好工程保险,挽回工程损失

2018年10月11日及11月3日,叶巴滩水电站上游白格滑坡体发生两次垮塌,金沙江干流阻塞形成堰塞湖,其中11月3日泄洪最高峰流量达到 $28\,300\text{ m}^3/\text{s}$,远超标准洪水,两次洪水致使临建设施受损,已建左右岸施工道路损毁严重,两岸交通中断;在建的导流洞工程被破坏,无法按期实现大江截流;灾情发生后,项目公司第一时间向保险公司报案,配合保险公司人员的现场取证,确定案由成立。内部开展受灾损失评估,从受损范围、工程量、影响程度、措施费等方面复核损失费用。与保险人逐项进行讨论,明确索赔资料,列出详细的资料清单^[4],对于不能提供的资料要做好说明,及时调整,为后续索赔金额的确定奠定了基础。通过现场复核勘验、专题会议讨论等方式,最终实现索赔金额1.06亿元,为后续项目的恢复重建解决了资金问题,对投资控制起到了积极的作用。

3.6 重视工程建设智能化和投资管控信息化

为了有效解决高海拔寒冷地区特高拱坝施工过程高效管控与科学决策,实现预警指挥,提高数据共享,支撑费用管控,降低工程投资,叶巴滩构建了以BIM技术、物联网技术、人工智能和大数据等新一代计算机技术为依托,集成了勘察技术管理、智慧大坝、智慧工地、智慧机电、综合管理、合同投资管理、数字防汛等为一体的智能建设平台,集成应用智能浇筑、智能温控、智能灌浆、智能喷雾机、缆机及平仓振捣设备监控等一系列智能建造技术^[5],有效的收集了建设过程中的人工、机

械、材料的消耗量,合理规避了不合规操作造成的浪费,有效的控制了材料耗量;实现了全过程记录,保障了隐蔽部位的施工质量,杜绝了施工过程造假;全流程监管了主要材料的采购、供应和使用及核销,防止了“甲指乙采”的材料被用于标段内的一般项目上,诸如:台车网片制作、左右岸边坡拉杆、通道爬梯、供水系统、俄德西沟拦挡坝、大坝仓内等钢筋制安辅助施工;智能灌浆有效的控制了水泥耗浆量,保证的应灌尽灌,同时杜绝出现高耗量的发生。

4 结 语

叶巴滩水电站工程规模大,建设周期长,开发难度大,投资控制压力大。建设过程中,遭遇两次洪水破坏和“新冠”疫情影响,增加了投资控制难度。通过积极推进勘探工作、提出最优推荐方案、做好设计概算编制,同时推动设计优化、推行大标段模式、利用好工程保险和投资管控信息化等措施,实现了工程投资的有效管控,降低了工程造价,取得了良好的经济效益,提高了叶巴滩水电站电价的竞争力。

参考文献:

- [1] 黄晓应.平硐综合物探在双曲拱坝坝肩深卸荷勘探中的应用[J].工程地球物理学报,2017,14(4):502-506.
- [2] 侯先廷,梁萍,董彬.拉西瓦水电站工程投资控制管理[J].水力发电,2009,35(11):5-7,56.
- [3] 郑顺祥.压力钢管智能化组焊施工技术在流域水电工程中的应用[J].四川水力发电,2022,41(2):27-30.
- [4] 吕莹.工程施工管理过程中建筑工程一切险及第三者责任险应用的探析[J].中华建设,2024,344(1):36-38.
- [5] 夏勇.金沙江上游叶巴滩水电站智能建设关键技术探索与应用[J].四川水力发电,2024,43(1):111-115,122.

作者简介:

- 李 斌(1985-),男,陕西黄陵人,高级工程师,一级造价师,硕士,从事工程造价咨询工作;
- 吴 洁(1990-),女,湖北武汉人,经济师,学士,从事工程造价咨询工作。

(编辑:廖益斌)