

非洲某水电站项目坝型选择

刘斌, 钱小燕, 刘朦

(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: 依托非洲某水电站项目, 结合地形、地质、填筑材料、气候等实际条件, 从坝体稳定、施工组织设计、工程投资等方面对各坝型(混凝土面板堆石坝、沥青混凝土心墙堆石坝、复合土工膜面板堆石坝、粘土心墙堆石坝及碾压混凝土坝)进行了综合比选。笔者分析了各坝型的优缺点, 以期能给类似工程提供经验, 使其因地制宜, 选择最合适的坝型。

关键词: 坝型比选; 面板堆石坝; 碾压混凝土坝

中图分类号: TV731.1+1; TV641.4+3

文献标志码: B

文章编号: 1001-2184(2024)03-0077-03

Dam Type Selection for a Hydropower Project in Africa

LIU Bin, QIAN Xiaoyan, LIU Meng

(PowerChina Chengdu Engineering Corporation Limited, Chengdu Sichuan 610072)

Abstract: Based on a hydropower project in Africa, combined with its actual conditions, such as topography, geology, materials and climate, a comprehensive comparison were conducted on various dam types, such as CFRD, rockfill dam with asphalt concrete core, composite geomembrane faced rockfill dam, rockfill dam with clay core, and RCC dam, mainly taking into consideration of the stability, construction management planning and project cost. Their advantages and disadvantages were analyzed, in order to provide experience for similar projects to choose the most suitable dam type according to its specific conditions.

Keywords: Dam type comparison; CFRD; RCC dam

1 工程简介

该水电站项目位于非洲某国, 开发目的是发电。电站装机容量 50 MW, 采用坝后式开发, 主要建筑物包括约 90 m 高挡水大坝、泄水建筑物、引水系统、地面厂房、导流洞等。水库正常蓄水位 320.00 m, 死水位 300.00 m, 正常蓄水位以下库容 4.8 亿 m^3 , 调节库容 2.8 亿 m^3 , 具有多年调节性能。参照中国电力行业设计标准相关规定, 经综合考虑后确定: 工程等别为二等, 工程规模为大型(2)型。根据中国《防洪标准》GB 50201—2014 及《水电枢纽工程等级划分及设计安全标准》DL 5180—2003 规定, 建筑物级别确定如下: 挡水建筑物为 2 级建筑物, 泄水建筑物为 2 级建筑物, 引水及发电等永久性主要建筑物为 2 级建筑物, 永久性次要建筑物为 3 级建筑物, 临时建筑物为 4 级建筑物。

2 坝型比选

2.1 坝型比选背景

收稿日期: 2023-09-21

坝址所在地主要为花岗岩、花岗片麻岩, 岩体较完整, 其承载和抗变形能力高, 工程地质性状好。有限的钻孔资料揭示地质条件良好, 为了降低雨季的影响, 同时为了提前发电, 招标方案为碾压混凝土重力坝, 要求各投标人全面响应。但随着现场地勘工作的开展, 发现左岸河床部位岩石风化过深, 导致大坝混凝土填筑量由 100 万 m^3 量级上升为 140 万 m^3 量级, 增加量近 1/3。鉴于此情况, 业主让各投标人研究当地材料坝方案。为此, 结合地形地质条件, 从业主利益出发, 换位思考, 从源头对投资进行有效控制, 达到质量、工期、投资、效益综合最优。从初步了解到的坝址地形地质条件分析, 坝区具有建设混凝土面板堆石坝、沥青混凝土心墙堆石坝、复合土工膜面板堆石坝及粘土心墙堆石坝的可能性。此次比选初拟了以上几种当地材料坝型进行技术经济初步比较。

2.2 各坝型的优缺点

整体而言, 当前项目工程地质勘察资料较少,

坝区工程地质缺陷揭示不够充分,工程后续工作存在一定的不确定性和技术风险。但对于 90 m 级的大坝,当地材料坝考虑的坝型中粘土心墙坝、沥青混凝土心墙坝以及混凝土面板堆石坝技术上都是成熟的,都没有大的技术制约。因此下面主要就各坝型在该项目中的缺点进行论述。

(1)粘土心墙坝的缺点是受降雨影响较大,施工工期较长。因该项目所在非洲,雨季长且降雨强度大,对工期影响较大。同时工程区附近的粘土储量有限,鉴于以上情况,该阶段放弃采用该坝型,不再进行深入研究。

(2)沥青混凝土心墙坝最大的缺点是当前阶段其料源不明确,其储量、运距、材料试验均缺乏资料。尤其是项目所在地附近均为花岗岩、花岗片麻岩等火成岩,寻找大量的碱性骨料较困难。该项目的沥青心墙混凝土骨料需要约 5 万 m³,故骨料的不确定性直接制约该坝型的成立。

(3)复合土工膜面板堆石坝的优点是施工速度快,基本无需大型机械设备,土工膜适应坝体变形能力强,不需要一般堆石坝所需要的铺盖与盖重,不存在周边缝和垂直缝的止水结构^[1-2]。缺点是该筑坝技术不够成熟,对于 90 m 级别的高坝国内外工程实例很少。目前仅有老挝南欧江六级水电站采用了该坝型,且运行时间还较短,尚未得到充分的时间检验。细部构造存在众多难点,需深入研究。同时 90 m 级高坝所需的复合土工膜尚属国外公司专利,目前仅瑞士 CARPI TECH 公司有实践经验,每平方米平均综合单价达到 120 美元,造价昂贵,目前国内尚未找到价格实惠的替代产品。

(4)混凝土面板堆石坝的缺点是面板适应变形能力较弱,对筑坝材料要求较高^[3],但该项目填料基本为硬岩,能很好解决。如有提前发电需求,可能需要考虑分期张拉面板,对施工组织有一定要求,同时会增加一定投资。

2.3 方案比选

主要从工程的稳定安全、施工组织设计、经济性等方面对坝型比选如下:

(1)坝体稳定性。当前各当地材料坝方案中,考虑坝顶交通需要后,坝顶宽度均取为 7 m,坝顶上游侧均布置防浪墙。面板堆石坝、复合土工膜堆石坝上游坝坡均采用 1 : 1.4,下游坝坡采用

1 : 1.3 并在中部设置马道,考虑马道后的下游综合坝坡为 1 : 1.4^[4-5]。而沥青心墙堆石坝的上游坝坡采用 1 : 1.6,下游坝坡为 1 : 1.4。为方便施工,心墙部分采用 80 cm 等宽布置,在坝底部分采用放大脚与灌浆廊道进行连接。尽管当前仍缺乏材料试验的支撑,但根据现场踏勘和项目填筑料均为硬岩,且地震加速度仅为 0.08 g,故根据经验推荐的地质参数进行稳定性分析后发现均满足规范的安全系数要求,均满足坝坡稳定要求。下一阶段将结合实际的材料试验结果进行更详细的计算,以决策是否进一步放陡坝坡以节省填筑量,进而降低工程投资。

(2)施工组织设计。根据业主进度要求,总工期均为 48 个月,其中准备期为 6 个月,建安施工期为 39 个月,机组调试期 3 个月,首台机发电工期为 46 个月。各当地材料坝方案均以此为基础进行施工组织设计。各方案的施工条件、交通条件以及布置条件相差无几,但不同方案需要在总进度的要求下根据自身方案的特点进行不同资源投入,从而在投资上存在较大差异。

(3)总投资。根据估算,各方案静态投资分别为:混凝土面板堆石坝为 3.43 亿美元,复合土工膜面板堆石坝为 3.45 亿美元,沥青心墙堆石坝为 3.60 亿美元,而原招标方案中的碾压混凝土坝为 4.05 亿美元。

3 比选结论

针对初拟的四种坝型,通过与原碾压混凝土招标方案在稳定性、施工组织设计以及项目投资等方面比选,得到结论如下:

(1)粘土心墙坝因为气候及储量影响,比选中定性分析后直接放弃采用该坝型,无需进行深入研究;

(2)沥青混凝土心墙坝需要进一步了解沥青混凝土的碱骨料来源,其是否存在直接影响该方案的成立。虽然在一些地方可以通过掺合石粉等解决,但是项目所在地工业严重落后,需要进口解决。由此造成更高的投资,加之总投资不优,故本项目不采用。

(3)复合土工膜面板堆石坝投资和混凝土面板堆石坝的投资基本相当,经与 CARPI 公司沟通,其在工期方面的优势在该项目也未得到体现。加之该项技术在 90 m 高坝中的应用中接受时间

检验还不够长,故该项目不推荐采用。但是可以在中低坝中推广采用,前景广阔。同时如果国内类似厂家能生产出同品质而价格更实惠的替代产品则该技术推广的前景更广阔。

(4)混凝土面板堆石坝技术成熟,同时在该项目中总投资最优。

(5)碾压混凝土坝为业主最先推出的招标方案,为了降低雨季的影响,同时为了提前发电的思路是可取的。但是发现左岸过深风化带后通过对比发现其投资明显高于当地材料坝。通过类似工

程的对比不难发现,在技术经济水平落后的非洲及东南亚地区,尤其是对水泥和粉煤灰等需要进口的国家,当地材料坝的总投资往往低于混凝土坝,这种经验在该项目再次得到验证。

综上所述,面板堆石坝无论是在技术可控性还是项目投资上均为最优,故推荐选用面板堆石坝作为代表坝型参与项目投标。投标推荐方案主要建筑物包括面板堆石坝、左岸引水系统、左岸地面厂房、右岸无闸溢洪道及右岸导流洞,推荐方案枢纽布置平面见图 1。

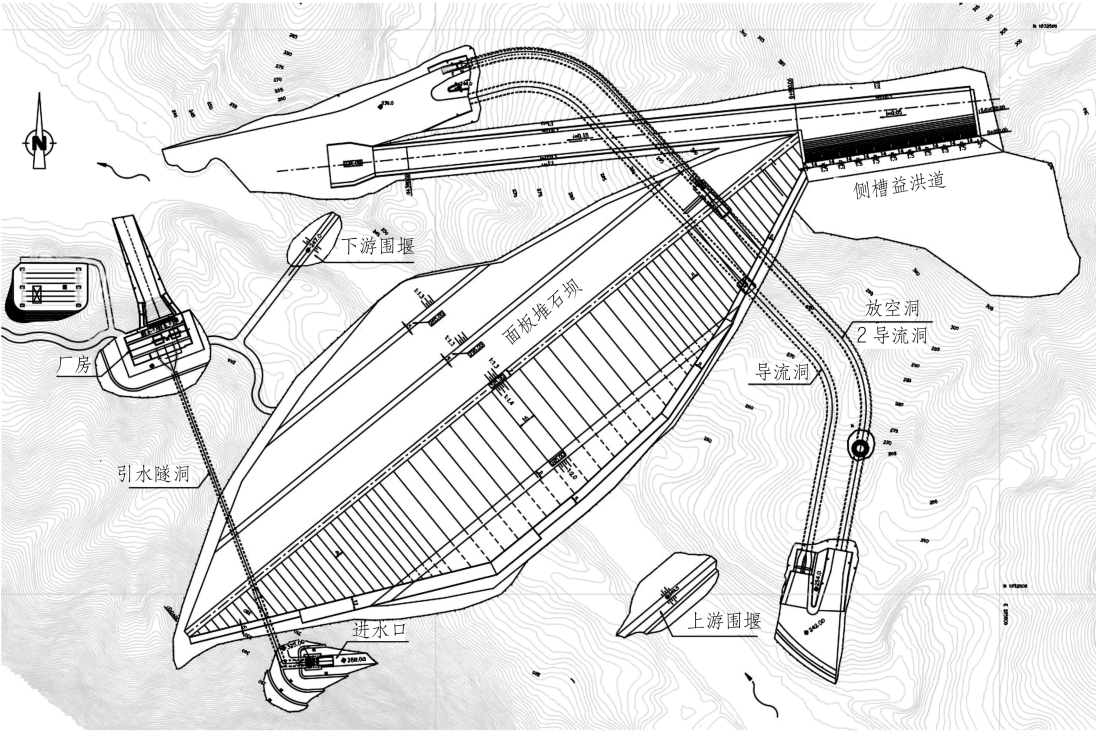


图 1 推荐方案枢纽布置平面图

4 结 语

通过该国际水电项目的坝型比选,结合笔者多年工程设计和经验,作者认为在国际项目的投标及前期设计中应注意:

(1)国际项目的不确定因素较多,外部环境复杂多变,应全面积极响应业主要求。根据外部条件的变化,及时调整策略,以业主需求为导向,换位思考,有针对性地提供投标方案;

(2)作为永久挡水建筑物,坝型的选择直接影响电站的投资。因此需要高度重视坝型选择,要多方面、多方案的同精度比选;

(3)在技术经济水平落后的非洲及东南亚地区,尤其是对水泥和粉煤灰等需要进口的国家,当

地材料坝的总投资往往低于混凝土坝。方案比选中要优先考虑当地材料坝的比选;

(4)坝型选择的最终目的是降低项目投资,因此在比选过程中需要有创新精神,多学习借鉴其他类似工程的先进思路,以求在满足业主要求的前提下尽量降低工程投资;

(5)各水电项目的坝型选择是基于不同的地形条件、地质条件、填筑材料、气候条件等因素,量身定制的方案,没有最好的坝型,只有最适宜的坝型。

参考文献:

[1] 蔡斌,宣李刚,唐存军,等.南欧江六级水电站大坝复合土工膜施工[J]. 水利水电施工,2015,(5):26-28. (下转第 83 页)

重要,为此,项目部可以设立定期的内部会议制度,如每周的合同汇报会和每月的合同专题会议。在这些会议中,定期检查每一项合同事项的进展情况,包括进度款结算、结算争议、变更事项和索赔事项。这样不仅能及时发现并解决问题,而且可以确保每个关键成员都了解项目的最新合同状态。此外,定期的内部会议也可以用来评估合同执行过程中存在的问题、风险、争议的处理情况,以及各方的反应等。这有助于评估合同执行效果,优化合同管理,提高未来的合同执行效率。

与合同相关方的外部交流同样重要,可以通过与工程师、业主等相关方定期举行合同月会,来进一步的沟通和调整合同思路。这样不仅可以及时解决在合同执行过程中遇到的问题,还可以增进彼此之间的相互理解和信任,从而提高合同执行的效率。

此外,所有的文档资料,包括合同本身、变更记录、相关通信记录等,都需要得到妥善归档,以便在将来需要时能够方便查阅。同时,还应根据合同执行情况,及时总结经验教训,用于改进未来的合同管理,通过设立专门的合同闭环管理流程和机制,结合有效的内外部管理,可以更好地监控和管理合同执行过程,提高合同执行效率,保护项目和公司的利益。

5 结 语

(上接第 76 页)

[11] 谢旭,钟婧如,张鹤,等. 人一桥竖向耦合振动计算方法[J]. 振动与冲击,2016,35(5):108-114.

[12] 李红利,陈政清. 考虑荷载随机性的人行桥人致振动计算方法研究[J]. 湖南大学学报,2013,40(10):22-31.

[13] 李红利,陈政清. 人一桥竖向动力相互作用效应理论研究与试验研究[J]. 土木工程学报,2014,47(6):78-87.

(上接第 79 页)

[2] 蔡斌,李国庆. 南欧江六级水电站坝型方案的选择[J]. 水利水电施工,2015,(5):29-31.

[3] 高诗莉. 老挝南欧江六级电站坝型比选分析[J]. 山西建筑,2015,41(32):210-212.

[4] 色拉龙. 水电站坝型选择研究[J]. 红水河,2022,41(4):21-25.

[5] 张峰. 水库大坝坝型选择[J]. 东北水利水电,2008,26(5):1-3.

全过程管控在国际工程商务合同管理中具有重要作用。这是一个全面且系统化的任务,需要强调全过程合同管理理念,并持续提升合同管理人员的专业水平。为了在国际项目竞争中赢得优势,需要把提高管理质量和效率作为核心目标。这包括深入理解合同条款和技术要求、提高合同执行的准确性和有效的风险控制,优化合同执行流程,及时解决相关问题。只有如此,工程项目才能国际化的步伐中稳步前行,实现国际业务可持续发展。

参考文献：

[1] 辛太列. 建筑工程项目中工程监理的合同管理分析[J]. 建材与装饰,2020,(17):151-152.

[2] 何毅. 国际工程商务合同管理要点探析[J]. 现代商贸工业,2022,(3):197-198.

[3] 李欣渝. 浅谈工程施工合同管理在建设过程中的重要性——以城市污水处理厂为例[J]. 建材与装饰,2020,(16):113,116.

[4] 陈松. 探讨合同管理在建筑工程建设管理中的应用[J]. 建材与装饰,2020,(30):210-211.

[5] 陈小峰. 合同管理在建筑工程建设管理中的应用[J]. 散装水泥,2023,(5):50-52.

作者简介：

江伟超(1992-),男,四川成都人,工程师,工学学士,从事公路桥梁工程施工合同与管理工作.

(编辑:廖益斌)

[14] Javier Fernando Jimenez-Alonso, Andres S;iez. Vertical Crowd-Structure Interaction Model to Analyze the Change of the Modal Properties of a Footbridge[J]. Journal of Bridge Engineering,2016,21(8):C4015004.

作者简介：

杜洪亮(1986-),男,吉林人,高级工程师,硕士,从事桥梁设计.

(编辑:廖益斌)

作者简介：

刘 斌(1984-),男,四川仪陇人,高级工程师,硕士研究生,从事水工结构设计及项目管理;

钱小燕(1987-),女,四川资中人,硕士研究生,高级工程师,从事水工结构设计;

刘 朦(1996-),男,湖北孝感人,学士,从事水利水电工程项目管理.

(编辑:廖益斌)