

老挝南欧江四级水电站施工总布置综述

金昌辉, 卫继鑫, 王婷

(中国水利水电第十工程局有限公司, 四川 成都 610015)

摘要:老挝南欧江四级水电站是闸坝式发电枢纽, 工程施工区域位于老挝北部的深山峡谷中, 施工场地狭窄, 布置困难。介绍了该项目施工总体布置情况, 可为后续同类工程设计提供参考。

关键词:南欧江; 四级水电站; 施工总布置; 闸坝; 生产区; 生活区

中图分类号: TV7; TV51; TV52

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2019)增 1-0090-03

1 工程概述

南欧江(Nam Ou)是湄公河左岸老挝境内最大的支流, 发源于中国云南省江城与老挝丰沙里省接壤的边境山脉一带, 河流流向自北向南, 在北坞(B. Pak-ou)汇入湄公河, 全流域面积 25 634 km², 河长 475 km。

南欧江四级水电站位于老挝丰沙里省境内, 坝址距下游孟夸县城(Muang Kua)河道距离约 3 km。坝址距老挝万象公路里程 684.8 km, 距中国昆明市公路里程 896.8 km, 为南欧江干流七级开发方案中的第二级(自下而上)。

工程以发电为主, 总装机容量为 132 MW, 总库容为 1.416 × 10⁸ m³。正常蓄水位高程为 386 m, 相应库容为 1.145 × 10⁸ m³; 死水位高程为 384 m, 相应库容为 0.981 × 10⁸ m³, 调节库容为 0.163 × 10⁸ m³, 具有日调节性能。该工程属 II 等大(2)型工程, 枢纽建筑物依次由左岸非溢流坝段、发电建筑物、泄水建筑物、右岸非溢流坝段等建筑物组成, 沿坝轴线按折线形布置。挡水建筑物为混凝土闸坝, 坝顶高程 391.5 m, 最大坝高 59 m, 坝顶长度 292.7 m。主要建筑物级别为 2 级, 次要建筑物级别为 3 级, 临时建筑级别为 4 级。

2016 年 4 月主体工程开工, 2017 年 12 月上旬主河床截流, 计划于 2020 年 4 月底首台机组发电, 2020 年 6 月底全部机组发电, 2020 年 10 月完工, 总工期为 55 个月。

2 枢纽区自然条件

2.1 水文、气象特性

南欧江流域位于老挝北部高原, 为热带雨林

山区, 植被良好。流域西南方向孟加拉湾和东南方向南海北部湾的暖湿气流是该流域降水的主要水汽来源, 年内气候 5~10 月为雨季, 11 月~次年 4 月为干季, 雨季降水量占年降水总量的 85%。流域年降雨量在 1 400~2 200 mm 之间。

四级电站坝址控制流域面积为 11 661 km², 多年平均径流量为 299 m³/s。

流域洪水主要由暴雨形成, 多发生于 6~9 月, 尤以 7、8 两月最频繁。洪水历时较长, 涨落缓慢。

2.2 地形及地质条件

坝址位于孟夸县城上游约 3 km, 河段长度约 1.2 km, 南欧江总体流向 S20°E~S8°W, 坝址处流向为 S45°E, 呈小的转弯。枯水期江面宽度为 40~140 m, 江水平缓, 水深一般为 2~6 m, 最深处约 13 m, 两岸河谷呈“V”字型, 地形较为对称, 地形坡度约为 30°~46°。江边见有小的不连续基岩边滩, 在坝线附近右岸江边分布有一规模较大的基岩滩地。两岸分布有规模较小的不完整 I 级阶地, 其前缘高程约 359~364 m, 宽约 5~20 m。坝址区冲沟较发育, 于沟口附近常形成洪积扇。

坝址区出露的主要为石炭系下统(C1)和第四系(Q)地层。坝址区褶皱相对不发育, 为纵向谷, 岩层产状总体以走向北北西、倾北东向为主, 岩层倾角自左岸向右岸逐渐变陡, 未见 I、II、III 级结构面发育, IV 级结构面主要为顺层挤压面(带), 主要由碎裂岩、片状岩及少量糜棱岩组成。V 级结构面主要为顺层发育的节理、板理及陡倾角节理。

坝址两岸全、强风化岩体底界垂直埋深较深,

一般为10~45 m,河床、河漫滩部位岩体风化程度浅,部分弱风化基岩出露,岩体卸荷不明显。

3 施工总体布置

3.1 施工总体布置遵循的原则

按照“因地制宜、因时制宜、尽量减少耕地占用和移民搬迁、注重施工区环境保护和水土保持、有利生产、方便生活、易于管理、安全可靠、经济合理”的总原则,根据该工程水工枢纽布置、主体建筑规模、型式、特性和施工特性等工程条件及工程区所处地区社会、自然条件等因素,结合场内外交通运输线路的布置条件,四级电站的施工总布置遵循以下原则:

(1)布置应紧凑合理、节约用地,合理利用荒地、滩地、坡地,不占或少占耕地和经济林地,充分利用地形,减少场地平整的工程量;

(2)遵守当地环境保护和水土保持的有关规定,保持生态环境,防止污染;

(3)以主体工程施工需要为中心,统筹兼顾、全面规划;

(4)各施工设施的布置尽量满足主体工程施工工艺要求,减少物料的重复往返运输;

(5)主要施工工厂和临时设施规划一步到位,分期实施;

(6)生产、生活区适当分开,避免相互干扰。

3.2 施工总体布置的难点及采取的对策

(1)工程施工区域处于南欧江V型峡谷,周边几乎没有直接可以利用的平地,场地狭窄,施工工厂设施、场内施工道路布置困难。

针对该难点,采取了充分利用右岸去五级电站的公路及其与河岸间I级阶地的空间布置混凝土系统等对策,充分利用地形高差进行骨料堆放和装卸;利用开挖石渣并开采滩地上的砂砾石等铺设场内的施工道路,铺路的同时还利用石渣料的稳定性和抗冲性能加固了河岸。

(2)工程施工区域降水量大,山高坡陡,泥石流、滑坡和崩塌等地质灾害风险等级较高,生产生活区选址困难。

针对该难点,采取的对策是:对各个生产生活区选址进行综合勘察比较,查明了各种风险,择优布置并采取有效的工程措施进行处理。比如,对在生产生活区内的冲沟不但进行疏浚,而且进行了加固沟边坡,设置涵洞跌水等工程措施。另外,

在使用期间形成固定的隐患排查制度,将风险降至最低。在人员集中的生活营地还进行了安全监测,建立了预警机制。对洪水、泥石流等灾害制定了应急预案,划定了应急逃生路线并做好了标志,定期进行演练。

(3)由于施工区场地狭窄,交通干线为去五级电站的公路,与施工期道路重叠,干扰大。

针对该难点,采取的对策是:做好去五级公路与场内施工道路的统筹布置,结合该工程规模、场内运输量、地形及施工特点,布置了6条场内施工主干线及部分施工便道。做好去五级公路的整修和养护,安排值班人员协调交通,确保通过工区的车辆与人员安全。

(4)因距孟夸县城较近,受当地环境影响大,非传统安全风险较高。

针对该难点,首先对主要生活区的选址要适当远离城镇居民区,最大限度地减少干扰因素;一方面对项目的生产人员进行非传统安全教育,规范个人行为,尊重当地风俗习惯,做到与周围居民友好和睦相处;另一方面,对项目施工物资等加强管理和保管,与当地政府和军队等进行外部联络,落实安全保卫工作。

3.3 实际实施的施工总布置

遵循以上施工布置原则,在分析了难点并制定了对策后的施工总布置如下:

(1) 生活区。

生活区主要包括承包商营地和协作队营地。承包商生活营地集中布置在下游施工桥左岸桥头附近、进场公路旁的平缓坡地上,高程在395~430 m之间,协作队的营地布置在枢纽区右岸2#渣场附近,高程在400 m左右。

(2) 生产区。

枢纽区右岸:右岸工程生产区布置于右岸坝肩下游R1和R3公路之间的缓坡地带。主要服务对象为右岸坝肩及坝基开挖、右岸溢流坝段及非溢流坝段施工。

枢纽区左岸:左岸工程生产区、中心仓库、机电设备库等布置于左岸进厂公路沿线缓坡地带。主要服务对象为左岸坝肩坝基及厂房基础开挖、大坝及厂房混凝土浇筑、发电机组及配套电气设备的安装施工。

工地油库布置在靠近施工桥左岸桥头的进

场公路内侧缓坡地带,炸药库布置在左岸下游冲沟内。

(3) 其它生产与生活区。

砂石加工系统布置在昂邓石料场进场公路旁的缓坡地带,距坝址公路里程约 10 km。

混凝土生产系统布置于左岸下游进场公路和 R5 公路之间的缓坡地带,距坝址约 0.4 km。

根据工程枢纽布置情况以及自然条件,在坝址左岸上游以及右岸下游共设置了 2 个渣场,渣料运输原则上尽量不跨江。左岸上游弃渣场(1#渣场)主要堆弃左岸非溢流坝段及厂房坝段等开挖渣料,右岸下游弃渣场(2#渣场)主要堆弃导流明渠部分、右岸非溢流坝段、河中溢流坝段等开挖渣料。

供应四级电站骨料的昂邓石料场距离坝址约 36 km,石料场剥离料堆放在料场旁的 3#弃渣场内。

4 南欧江四级水电站施工总体布置效果评价

自 2016 年 4 月初南欧江四级水电站主体工程开工以来,电站的施工总布置为电站建设发挥了应有的服务作用,各生产生活区、施工工厂设施、场内施工道路运转正常;未发生布置不当影响工程建设而重新选址调整的情况。经过三个雨季的考验,未发生地质灾害,经历了数场枯期和全年 5~8 a 重现期洪水的考验,基本没有受灾产生损
~~~~~  
(上接第 76 页)

南俄 3 水电站主河床已于 2017 年 2 月 26 日截流,2017 年 5 月 31 日上游围堰填筑至设计高程 593 m,下游围堰填筑至设计高程 540 m。经历了 2017 年和 2018 年两个汛期,其中 2018 年汛期上游围堰最大水位高程为 574 m,相应流量  $Q_{3.33\%} = 2\ 200\ m^3/s$ ,整个上游围堰、导流洞均安全度汛,证明了施工期导流规划的正确性。  
~~~~~  
(上接第 89 页)

5 结 语

该工程压力管道为 4 平 3 斜布置战线长,工作面多,项目部充分做好了整体协调配合,工期安排紧凑,保证了最终的施工进度。压力管道施工中的难点在于斜井段施工,为此,在保证安全的前提下,优化了原施工方案,采取反井钻机施工,有效地提高了施工进度及质量,对类似工程具有一

失。实践证明:四级水电站的施工总体布置实现了“有利生产、方便生活、易于管理、安全可靠、经济合理”的目标。

5 结 语

老挝南欧江流域开发是我国在老挝最大的 BOT 水电站项目,也是中国电建海外投资公司成立以来在海外最大的投资开发项目,亦为“一带一路”上向老挝人民展示中国企业实力的窗口工程。四级水电站位于南欧江中游的深山峡谷区域,面临几乎没有可利用场地的困难局面,通过合理、科学地选址布置,较好地实现了“有利生产、方便生活、易于管理、安全可靠、经济合理”的目标,为其它类似工程项目的建设提供了可靠的实践经验。

参考文献:

- [1] 水电工程施工组织设计规范,DL/T5397-2007[S].
- [2] 水利水电工程施工组织设计规范,SL303-2017[S].
- [3] 常士骠,张苏民,主编.工程地质手册(第四版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2007.

作者简介:

- 金昌辉(1966-),男,四川成都人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
- 卫继鑫(1986-),男,四川成都人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
- 王 婷(1988-),女,四川成都人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作.

(责任编辑:李燕辉)

参考文献:

- [1] 水电工程施工组织设计规范,DL/T5307-2007[S].

作者简介:

- 谢 力(1980-),男,四川三台人,高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
- 威明祖(1989-),男,四川广安人,助理工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
- 白云猛(1985-),男,山东巨野人,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作.

(责任编辑:李燕辉)

定的借鉴意义。

作者简介:

- 邓 挺(1986-),男,四川内江人,工程师,学士,从事水电工程施工技术与管理工作;
- 李 柯(1990-),男,四川成都人,助理工程师,学士,从事水电工程施工技术与管理工作.

(责任编辑:李燕辉)