

南俄3水电站施工阶段的导流规划

谢力, 戚明祖, 白云猛

(中国水利水电第十工程局有限公司 老挝公司, 四川 成都 610072)

摘要:介绍了老挝南俄3水电站施工阶段的导流规划,从时间和空间上规划了大坝施工期河床防洪度汛,在经历了两个汛期后,其上下游围堰、导流洞均平稳度汛。

关键词:南俄3水电站;施工期导流设计;上下游围堰;导流洞

中图分类号:TV7;TV52;TV22

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2019)增1-0074-03

1 工程概述

南俄3水电站为一等大(1)型工程,水库正常蓄水位高程723 m,相应库容14.11亿 m^3 ,死水位高程670 m,调节库容9.72亿 m^3 ,属年调节水库。电站装机容量为480 MW,装3台单机容量为160 MW的水轮发电机组,多年平均年发电量为2 345 GW·h,年利用小时数为4 885 h。枢纽建筑物主要由拦河大坝、泄洪建筑物和引水发电系统组成。作为挡水建筑物的混凝土面板堆石坝坝顶高程为729.5 m,最大坝高210 m。泄水建筑物为3孔溢洪道,布置在左岸岸边,引渠段底板高程为698 m,溢流堰堰顶高程为705 m,采用挑流消能方式。引水发电系统布置在右岸山体中,由岸塔式进水口、引水隧洞、上游调压井、压力竖井、压力钢管、地面厂房、尾水渠组成。

南俄3水电站施工合同总工期为72个月,2015年11月26日为合同开工日期,计划于2017年2月26日截流,2021年4月1日下闸蓄水,2021年9月15日第一台机组并网发电。在大坝施工期导流采用土石围堰拦断河床、基坑全年施工的隧洞导流方式,导流隧洞位于右岸。

2 施工导流设计

2.1 施工导流规划

主体工程施工期采用河床一次断流、全年围堰防护基坑、汛期坝体临时断面拦洪度汛、导流隧洞过流的导流方案。

根据所选择的施工导流方案、大坝施工进度,施工导流分为三个阶段,即:初期、中期和后期导流。

具体的施工导流程序为:

施工准备期:2015年9月26日准备工程开工~2017年2月25日,历时17个月。在导流隧洞进出口岩坎(围堰)的围护下进行导流洞施工,原河床全年过流,导流标准为10 a一遇,导流流量为1 551 m^3/s 。2017年2月中旬导流洞完建,具备过水条件,同年2月下旬主河床截流,截流标准为2月份10 a一遇,月平均流量 $Q=34.4 m^3/s$ 。

初期导流:2017年2月26日~2018年5月31日,历时15个月。导流隧洞全年过流,导流标准为50 a一遇,导流流量为2 625 m^3/s ,其相应上、下游水位高程分别为590.68 m、531.58 m。在上、下游围堰的围护下进行大坝施工。

中期导流:2018年6月1日~2021年3月31日,历时34个月。2018年汛期,坝体临时断面挡水,坝前拦蓄库容0.68亿 m^3 ,根据《水电工程施工组织设计规范》DL/T 5397-2007,2018年坝体临时挡水的度汛标准为100 a一遇,相应度汛设计流量为3 115 m^3/s ,坝前最高水位高程为613.23 m。2018年5月31日前,坝体填筑应达到615 m高程,按照大坝填筑进度计划,2018年5月31日大坝填筑高程为625 m,满足2018年度汛要求。

2019年汛期,坝体临时断面挡水,坝前拦蓄库容为1.90亿 m^3 ,根据《水电工程施工组织设计规范》DL/T 5397-2007,2019年坝体临时挡水的度汛标准为200 a一遇,相应度汛设计流量为3 615 m^3/s ,坝前最高水位高程为640.94 m。2019年5月31日前,坝体填筑应达到642.5 m高程,按照大坝填筑进度计划,2019年5月31日前

坝体已经全断面填筑到坝顶高程 717.5 m, 满足 2019 年至工程完工期间的度汛要求。

后期导流:2021 年 4 月 1 日~9 月 25 日, 历时 6 个月。2021 年 3 月 1 日导流洞下闸, 2021 年 3 月 2 日~6 月 30 日为导流洞下闸封堵期, 采用 20 a 一遇洪水重现期标准, 相应流量为 1 999 m³/s。2021 年 6 月 1 日~6 月 30 日完成大坝 724.5 m 高程以上部位的填筑。2021 年 6 月 30 日导流

洞封堵施工完毕, 此时, 永久泄水建筑物已全部完工, 具备设计泄洪能力, 度汛正常运用洪水标准选取 500 a 一遇洪水重现期标准, 相应流量为 4 288 m³/s, 洪水由溢洪道渲泄。度汛非常运用洪水标准选取 1 000 a 一遇洪水重现期标准, 相应流量为 4 804 m³/s, 洪水由溢洪道渲泄。

施工导流规划情况见表 1, 导流平面布置情况见图 1。

表 1 施工导流规划表

导流时段		标准	流量 /m ³ ·s ⁻¹	上游水位 高程/m	挡水建筑物 及高程/m	泄水 建筑物	
施工准备期	2016 年 9 月 26 日~2017 年 2 月 25	10%	1 551	551	预留岩坎	原河床过流	
截流	2017 年 2 月 26 日	10%(月平均)	34.4	535.49			
初期导流	2017 年 2 月 26 日~2018 年 5 月 31 日	2%	2 625	590.68	上游围堰 569.5	导流隧洞	
	2018 年 6 月 1 日~12 月 31 日	1%	3 115	613.23	大坝临时断面 625	导流隧洞	
中期导流	2019 年 1 月 1 日~12 月 31 日	0.5%	3 615	640.94	大坝断面 717.5	导流隧洞	
	2020 年 1 月 1 日~3 月 31 日	0.5%	3 615	640.94	大坝断面 724.5	导流隧洞	
下闸	2021 年 3 月 1 日	10%(月平均)	35				
后期导流	封堵	2021 年 4 月 2 日~6 月 30 日	5%	1 999		大坝 729.5	溢洪道
		2021 年 设计	0.2%	4 288	723	大坝 729.5	溢洪道
		7 月以后 校核	0.1%	4 804	723	大坝 729.5	溢洪道

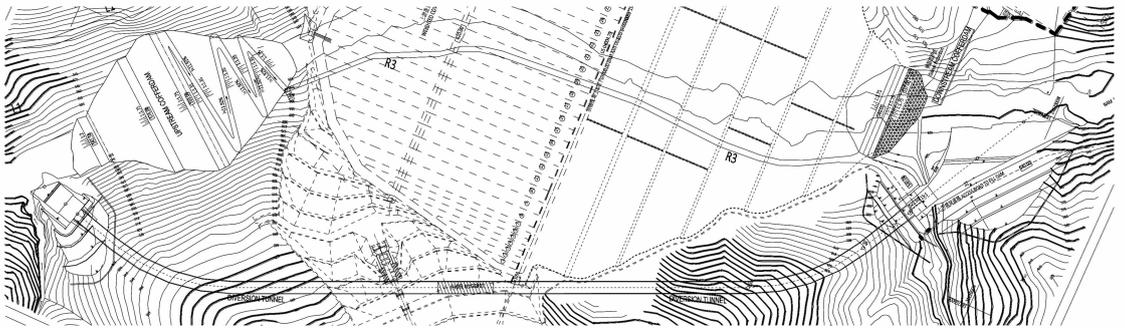


图 1 导流平面布置图

2.2 导流建筑物

南俄 3 水电站枢纽由混凝土面板堆石坝、溢洪道、引水发电系统等建筑物组成。其中溢洪道布置在左岸岸边, 为 3 孔溢洪道, 引渠段底板高程为 698 m, 溢流堰堰顶高程为 705 m, 孔口尺寸为 3-14.5 m×18 m。电站进水口底板高程为 1 603 m。

导流隧洞横断面经优化比选后选择圆形, 过水断面直径为 12.5 m, 进口高程为 534 m, 进口引渠长 45.86 m, 洞身长 938.328 m, 出口高程为 525 m, 隧洞底坡 $i = 9.89\%$, 出口明渠长 153.05 m。

进水塔长 16.5 m, 宽 24.5 m, 塔高 40 m, 底板高程为 534 m。隧洞轴线平面布置为: 0+000~0+020 为渐变段, 长 20 m, 由方形渐变为圆形; 0+020~0+052.123 为直线段; 0+052.123~0+189.69 为进口弯道段; 0+189.69~0+740.598 为直线段; 0+740.598~0+873.068 为出口弯道段; 0+873.068~0+923.328 为直线段; 0+923.328~0+938.328 为出口渐变段, 由圆形渐变为城门洞形。

上游围堰和截流戗堤结合布置, 其挡水设计标准取 20 年一遇流量为 1 999 m³/s, 相应水位高

程为 67.47 m。围堰填筑到顶高程后最大堰高 61 m,堰顶宽度为 10 m。迎水侧堰面坡度为 1:1.75~1:2,背水侧堰面布置宽度为 6 m 的填筑道路,坡比为 1:1.35。堰体采用土工膜防渗。

下游围堰主要采用砂砾石填筑(下游局部坡面用钢筋笼防护)。堰体的挡水设计标准取 20 年一遇流量为 1 999 m³/s,相应水位高程为 530.28

m。考虑到左右两岸的交通要求,确定下游围堰堰顶高程为 540 m。堰体采用粘土斜墙防渗,粘土斜墙顶宽 3 m,底宽 5 m。最大堰高 19 m,堰顶宽 10 m,迎水侧及背水侧堰面坡度均为 1:1.75,背水侧堰面采用钢筋笼防护。

导流设计成果见表 2,上、下游围堰标准断面见图 2、3。

表 2 导流设计成果表

序号	项目	单位	数量	说明
1	导流标准	%	2	
2	导流设计流量	m ³ /s	2 625	
3	挡水建筑物	/	上/下游围堰	
4	泄水建筑物	/	导流隧洞	圆形,直径为 12.5 m
5	上/下游水位高程	m	590.68/531.58	
6	上/下游围堰防渗型式	/	土工膜/粘土斜墙	
7	上/下游堰顶高程	m	593/540	围堰最终顶高程
8	上/下堰最大高度	m	61/19	围堰最终最大高度
9	上/下堰堰顶宽度	m	10/10	
10	上/下堰堰顶长度	m	168.07/106.66	
11	上/下堰上游边坡	/	1:1.75~1:2/1:1.75	
12	上/下堰下游边坡	/	1:1.35/1:1.75	

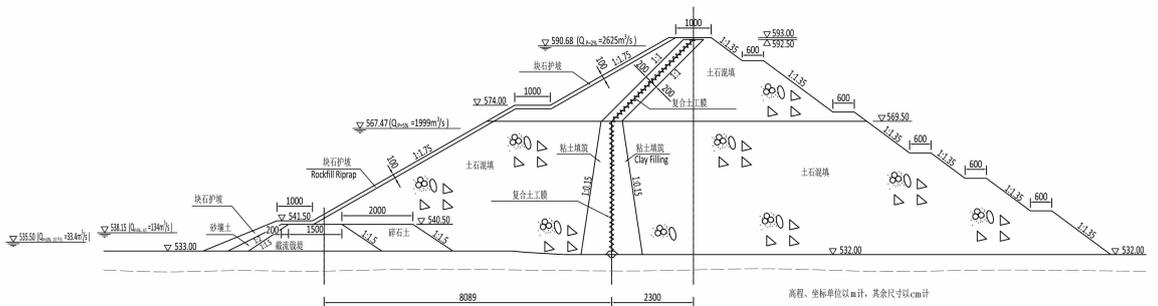


图 2 上游围堰标准断面图

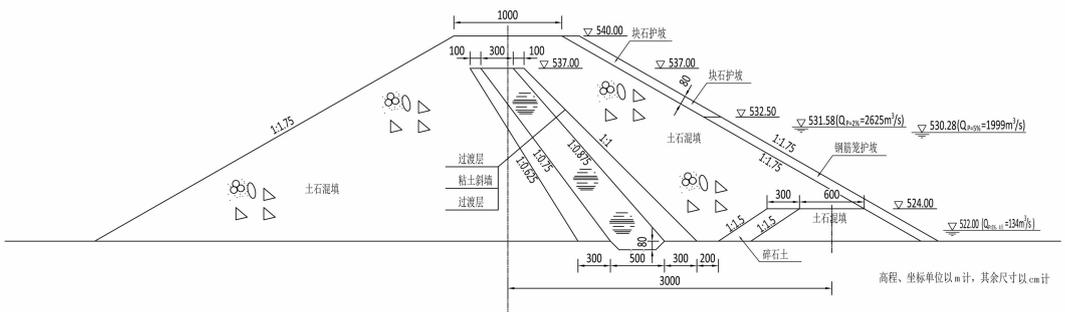


图 3 下游围堰标准断面图

3 结 语

(下转第 92 页)

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)