

杨房沟水电站导流洞招标设计优化研究

王金国

(雅砻江流域水电开发有限公司,四川成都 610051)

摘要:在分析杨房沟水电站导流洞建设面临的外部因素和形势任务的基础上,结合工程实际并借鉴雅砻江流域已建和在建类似的锦屏一级、锦屏二级、官地水电站导流洞工程设计、招标及施工经验,对本工程导流洞招标设计中的施工布置、结构设计、施工分标、过流时机等开展了优化研究,提出了具体建议,为导流洞工程实施节约了工期,节省了投资,在征地移民工作存在很多不确定性的情况下,将有利于提高大江截流和首台机组发电关键目标的保证率。

关键词:杨房沟水电站;导流洞;招标设计;优化;研究

中图分类号:TV672+1;TV31;TV7;TV222

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2014)03-0097-05

1 概述

杨房沟水电站位于凉山州木里藏族自治县境内的雅砻江中游干流河段上,是该河段中的第六级水电站,上游距孟底沟水电站37 km,下游距卡拉水电站33 km。电站装机容量为1 500 MW,工程枢纽由双曲拱坝、泄洪消能建筑物(坝后水垫塘及二道坝)、左岸引水系统、地下厂房及尾水系统等主要建筑物组成。

电站右岸布置了两条导流洞,导流洞进口位于坝址上游左岸年公沟沟口下游台地上,该台地地形平缓,出口地形陡峭。导流洞过流断面均为13 m×16 m(宽×高)。1#导流洞(靠江侧)长714.31 m,2#导流洞(靠山侧)长833.56 m,导流洞全断面采用钢筋混凝土结构。两条导流洞进口均布置了封堵闸门及进水口,导流洞进、出口均布置了施工围堰,其中进口围堰采用预留土(岩)坎的方式,并对预留土(岩)坎进行了固结灌浆处理;出口围堰采用预留岩坎+混凝土围堰的方式。

2 导流洞招标设计方案优化的必要性

2.1 实现电站建设主要里程碑目标的需要

由于电站导流洞处于工程关键线路上,因此,导流洞的正常推进将直接影响大江截流目标的实现,进而影响到大坝的坝肩开挖。进一步深入研究导流洞招标设计方案,优化施工布置、优化结构设计等,将为电站关键里程碑目标的实现提高保障率。

2.2 电站建设投资控制的需要

收稿日期:2014-01-07

导流洞开工,标志着水电站主体工程建设开始。相比前期工程,本电站导流洞的投资概算为4.38亿元,相对较大。因此,开展必要的设计优化,将有利于工程投资控制。

2.3 应对工程建设不确定因素的需要

2.3.1 核准时间尚存在不确定性

2014年,雅砻江流域水电开发有限公司将力争杨房沟水电站核准作为年度目标之一。但受国家宏观经济形势、水电项目核准形势、项目核准报告评估等因素影响,核准时间尚存在一定的不确定性。

2.3.2 卡杨公路(电站专用公路)正常通车时间尚存在一定的不确定性

卡杨公路建设期间,受征地移民困难、参建单位管理、设计变更、地质灾害、恶劣天气等因素影响,计划于2014年6月30日全面建成通车的目标仍具有一定的不确定性。

2.3.3 征地移民工作仍存在不确定性

2012年,国家发改委出台了“先移民、后建设”政策,地方党委、政府遂将移民作为利益诉求博弈的筹码,加之杨房沟水电站处于木里藏族自治县,宗教、民族问题突出,政治敏感度高,很容易因利益纠纷诱发诸多不稳定因素,从而导致征地移民进展及其对工程建设影响存在一定的不确定性,亦导致了工程无法科学、系统、稳步推进,电站部分前期工程将面临赶工的风险。

2.3.4 部分前期准备工程存在不确定性

电站左岸场内公路工程A2标、加油站工程、

营地工程等前期准备工程至今仍未开工,将可能导致电站前期工程与筹备期的导流洞工程存在严重的施工重叠,进而将导致施工布置、施工通道、施工场地、混凝土系统等重要生产要素紧张,进一步增加了各项目进度目标完成的不确定性。

2.4 导流洞的设计优化可为后续工程提前启动创造条件

杨房沟水电站坝址区属于典型的“二高”地形地貌(高山峡谷、高边坡),左右岸低线过坝交通洞、上坝交通洞、缆机平台交通洞等主要为隧洞,导致施工通道无法布置而只能采取从下向上独头掘进,其工期长且无法采取增加工作面等赶工措施。因此,导流洞尽早实施,尽早实现过流,可为左、右岸坝肩施工便道开挖石渣下江创造条件,进而可以提高左、右岸坝肩以上部位的开挖效率。

2.5 确保电站按时截流的需要

按照雅砻江流域水文特性和流域其他已建项目建设经验,大江截流宜在11月进行,从而为围

堰施工争取时间。因此,优化导流洞招标设计,有利于节约工期,从而提高按期截流的保障率,进而提高围堰在次年主汛期到来时达到防汛要求的保障率。

3 导流洞招标设计优化研究

3.1 导流洞布置优化

该电站导流洞工程的施工关键线路为:承包商进点→高程2 100~2 070 m边坡开挖及支护→进口围堰施工→高程2 070~1 985 m边坡开挖及支护→进口结构混凝土施工→进口围堰爆破拆除→导流洞过流,导流洞工程完工。

根据施工进度安排,参考国内类似工程经验,导流洞工程施工强度按照中等偏上的施工水平考虑,具体指标安排如下:边坡开挖支护10 m/月,导流洞上层开挖支护90 m/月,导流洞中下层开挖支护80 m/月,导流洞混凝土衬砌60 m/月,导流洞进口混凝土施工4 m/月。经统计得知,锦屏一级、二级水电站,官地、两河口水电站导流洞相关进度指标见表1。

表1 雅砻江已建、在建部分水电站导流洞进度指标统计

| 项 目 | 边坡开挖支护进度/m·月 ⁻¹ | 隧洞上层开挖支护进度/m·月 ⁻¹ | 隧洞中下层开挖支护进度/m·月 ⁻¹ | 隧洞混凝土衬砌进度/m·月 ⁻¹ | 隧洞进口混凝土进度/m·月 ⁻¹ |
|----------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 锦屏一级水电站右岸导流洞 | 12~15 | 50~60 | 100~120 | 72 | 18 |
| 锦屏二级水电站导流洞 | 15 | 110(双洞) | 90(双洞) | 55 | 20 |
| 官地水电站导流洞 | 13 | 80 | 85 | 48 | 12 |
| 两河口水电站1#、2#导流洞 | 12 | 95 | 90 | 29 | 10 |

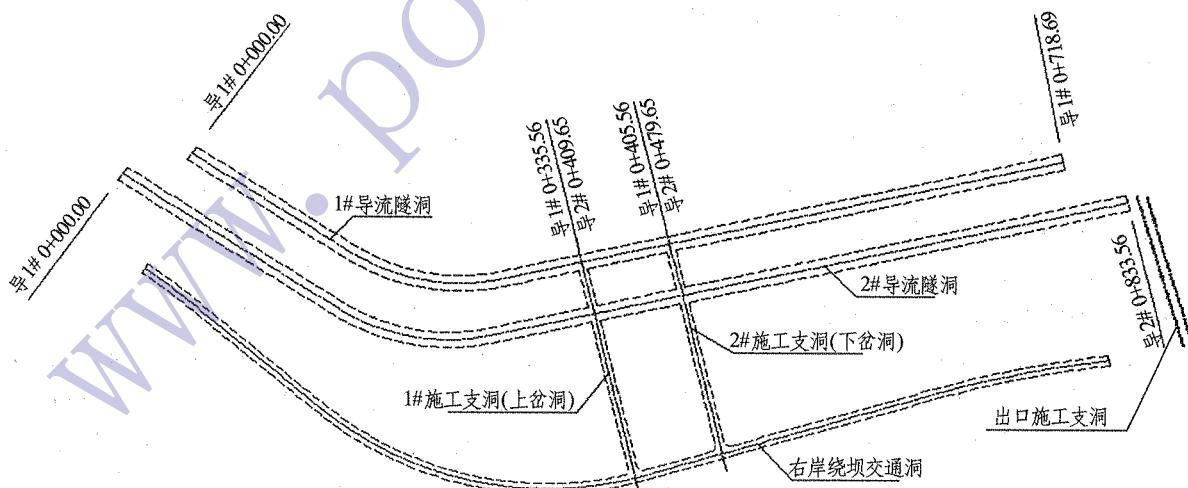


图1 导流隧洞施工支洞布置示意图

为了提高导流洞洞身上层开挖支护(90 m/月)、中下层开挖支护(80 m/月)强度,保证提高导流洞施工进度保障率,笔者结合表2统计的类

似工程经验并对其进行分析后得知,在招标设计施工布置(图1)的基础上,可对施工支洞布置进行优化,即布置三条导流洞洞身施工支洞,其中在



图2 导流隧洞施工支洞优化布置示意图

导流洞进、出口分别布置一条导流洞上层施工支洞;经右岸绕坝交通洞布置一条导流洞中下层施工支洞,优化布置情况见图2,优化前后施工进度对比情况见表2。

表2 施工进度对比分析表

| 导流洞 | 优化前 | 优化后 |
|--------|----------|------------|
| 1#导流隧洞 | 总工期约21个月 | 总工期约19.5个月 |
| 2#导流隧洞 | 总工期约24个月 | 总工期约21.5个月 |

3.2 导流洞结构设计优化

3.2.1 导流洞进口优化

导流洞进口自然边坡出露的岩性为变质粉砂岩(T3xd),以弱风化、弱卸荷为主,岩体类别以Ⅲ类、Ⅳ类为主。从自然边坡稳定考虑,扰动越小,对边坡的整体稳定影响越小,并能减少开挖和支护工程量并节约工期。经分析和论证,可将进口边坡高程2 004.5、2 023、2 043和2 068 m 马道宽度由3 m 减小至2 m 以内,岩质边坡开挖坡比仍为1:0.3。通过优化,可减小开挖量约3万m³,节约工期约1个月。

3.2.2 导流洞洞身结构优化

导流洞开挖后的最大松弛深度小于1.5 m,属中等程度松动圈,围岩加固采用喷混凝土、锚杆及混凝土衬砌措施。考虑到通过锚喷支护已能满足围岩加固要求,故衬砌混凝土仅需满足地下水压力和隧洞过流后的洪水冲刷要求,衬砌厚度及抗冲耐磨层可适当优化。

(1)考虑到洞室洪水冲刷面主要在边墙高度150 cm以下,且结合从锦屏一级、二级水电站导流洞经6年洪水主汛期冲刷仍完好的经验,可将招标设计中对边墙下部150 cm及底板采用C35混凝土衬砌优化为底板上层50 cm及边墙下部

150 cm采用C35混凝土衬砌,其余混凝土标号采用C25。

(2)从现场探洞揭示的地质情况看,总体岩石条件较好,故可将Ⅱ、Ⅲ类围岩的衬砌厚度由1 m优化为0.8 m,将Ⅳ类围岩的衬砌厚度由1.5 m优化为1.2 m。

(3)局部围岩可根据最终开挖揭示的实际地质情况采用注浆锚杆支护,并对破碎段进行必要的注浆锚固。

(4)鉴于喷钢纤维混凝土存在效率低、回弹大、易堵管等缺点,建议借鉴锦屏一级、二级水电站隧洞施工经验,将钢纤维改为聚丙烯复合纤维。

(5)该导流洞岩石的缺陷主要表现为卸荷,节理发育较弱,故建议除断层接触部位外,采取“少开挖增支护”(或称“以支护换开挖”)方案,以减少开挖断面;在变质粉砂岩洞段加密锚杆,锚杆长度可适当优化。

(6)考虑到隧洞的岩性及便于安装等,建议优化用于支护的工字钢型号。

最后,为优化导流洞衬砌结构的受力条件及抗冲性能,建议将边墙与底板之间的直角优化为倒角。

3.3 施工分标方案优化

目前导流洞招标设计已完成。但由于工程建设受征地移民工作推进困难等因素影响,导流洞暂不具备施工条件,且考虑到导流洞闸门安装将在蓄水前实施,故可将导流洞施工支洞纳入杨房沟水电站右岸场内公路工程标尽早开工实施,并将导流洞闸门安装纳入大坝标一并实施。另外,建议将导流洞施工支洞的封堵纳入导流洞标。

3.4 施工方案优化

3.4.1 前期施工场地布置及使用优化

按照招标设计布置方案,导流洞的施工场地布置在导流洞出口对岸进厂公路靠江侧沿线,通过简易防护使用至导流洞过流。根据地形及现场施工条件与锦屏一级水电站十分相似的经验教训看,由于杨房沟水电站坝址区无法找到成型的施工布置场地,为给后续开工的大坝及基础开挖工程、地下引水及发电系统工程等项目施工创造条件,建议采取大型钢筋石笼、大块石护基和混凝土基础等河道抗冲和护岸处理措施,以确保现有场地既能满足导流洞工程施工期间使用,又可提供给后续项目施工长期使用。

3.4.2 主要施工设备的配置优化

原招标设计推荐按每条导流洞布置两套衬砌钢模台车(长12 m)考虑。从表2统计的锦屏、官地等项目衬砌指标看,每月为48~72 m。由于杨房沟水电站施工通道有限,为提高混凝土衬砌进度的可靠性,并为后续存在不确定性因素的灌浆和导流洞提前过流创造条件,笔者建议在2#导流洞增加一套衬砌钢模台车。另外,考虑到前期工程和导流洞工程可能的施工重叠等,建议提高混凝土系统容量和规模。

3.5 导流洞过流时机的优化

该电站坝址区地形与锦屏一级水电站十分相似,由于两岸缆机平台以上边坡开挖、危岩体处理没有出渣通道和条件,石渣只能下江,故应创造条件尽可能早地实现导流洞破堰过流,从而对提高处于关键线路上的缆机平台以上的开挖及处理、大坝坝肩开挖等工期保障率有利。笔者建议:在招标文件中设定专门条款,约定施工单位采取措施,实现导流洞提前过流奖励条款,以充分引导和鼓励施工单位优化和创新施工组织和措施。

3.6 导流洞开工时间的优化

针对目前征地移民进展存在的不确定性,为确保大江截流和首台机组发电目标的实现,在下一阶段工作中,应根据边界条件的不断变化,适时组织研究导流洞建设安排,力争适当提前,为进度留有余地。若能在2014年8~9月开工,则可实现2016年汛前破堰过流。

3.7 导流洞进、出口与上、下游围堰位置优化

由于导流洞进、出口距离上、下游围堰较近,可能导致对围堰淘刷,应根据现场地形进一步调整优化。

另外,笔者建议导流洞施工进、出口围堰最好以总价项目承包,以充分发挥承包人的技术优势;建议设计单位统筹考虑导流洞施工期间的排水专项措施;建议在招标文件技术条款中明确导流洞洞身混凝土缺陷分类、检查及处理细则。

采取必要的可行措施以推进工程进展非常必要。经分析,在施工过程中采取必要的措施,有条件推进导流洞提前过流并将相关约定纳入招标文件十分必要。

4 建议及展望

(1) 导流洞工程是电站筹备期的关键项目,是确保电站按期截流的关键项目,其优质、按期投运是电站科学稳步推进的关键。部分电站因导流洞滞后占用了截流和围堰施工时间,导致围堰主汛期到来时面临严重的防洪安全风险。因此,笔者建议:把抓导流洞工程设计优化、实施时间谋划、招标方案优化作为前期工作谋划的重点。

(2) 杨房沟水电站导流洞招标设计的优化,是在总结雅砻江流域相关项目经验教训的基础上,结合杨房沟水电站实际开展的思考和研究。作为雅砻江公司的工程技术人员,在面对新的工程时,首先应对流域类似问题进行总结,这是雅砻江公司“流域化”的需要和优势,也是雅砻江公司开展新项目技术研究的工作方法。只有把流域已建和在建项目的经验和教训转化为推动后续项目工程建设的设计方案、招标方案、施工方案、管理方案,才能实现流域技术管理的持续提升,这也是雅砻江公司对各项目管理局的要求。

(3) 笔者的优化研究和建议,更多地是基于系统推进工程建设角度,而具体的优化方案仍需由设计单位在下一阶段设计工作中进一步研究和论证。

(4) 项目建设管理单位是电站建设的核心,要始终站在工程整体利益的角度,引导、推动设计单位解放思想、海纳百川,切实广泛地汲取类似工程的经验,持续推动设计深度和质量的提高。

(5) 杨房沟水电站导流洞工程尽管隧洞长度、规模不算雅砻江流域中的最大,但工程施工面

临的不确定性因素、较难的施工条件等在雅砻江流域也为数不多,需要雅砻江公司、杨房沟建设管理局、设计单位统一认识,齐心协力,专题谋划每一步工作,确保工程科学、系统、稳步推进。

5 结语

杨房沟水电站导流洞工程是典型的地下工程,尽管设计单位开展了大量的地勘工作,但也无法全面了解开挖后的实际地质状况,加之工程面临其他不确定或不能完全确定的边界条件影响,若不能从工程建设可能的设计优化、招标优化等各方面开展工作,则可能因设计深度、广度、不确

(上接第29页)

(7)混凝土车辆出入场地时要有专人指挥,出施工区前要进行车辆清洗。

(8)混凝土浇筑期间,为防止停电现象发生,必须配备发电机供施工使用。

(9)混凝土浇筑前,提前收听天气信息,防止在浇筑过程中遇强风、雨天施工,做好防汛准备。

6 施工期采用的主要交通安全措施

本桥施工区占用中州大道东西两侧各一个车道,两侧围挡可以拆除,使泵车紧挨围挡布置,中州大道西侧车辆临时改道走加油站外侧车道,过加油站后改回中州大道。

由于施工范围内车流量较多,在施工期间易发生交通事故,尤其是在视野不清的状况下,难以判断路上的安全标志、标线及其他信号,影响车辆行驶速度和安全而造成交通事故。为了尽可能地避免上述危害,对施工区内、外交通做出了以下布置:

为了尽可能避免交通堵塞和发生交通事故,在作业范围内设置醒目标识,按规定在施工范围内设置警示牌,沿施工范围内道路两侧设置锥形交通标,通知驾驶员前方施工,减速慢行。设专人指挥交通,交通导行时严格按照要求做好导行安全措施,施工区内由交通协管员指挥疏散社会车辆,需要断路施工时做好封闭工作,使施工作业面与社会车辆隔离,减少接触。

定影响因素等影响导流洞工程的正常进度,进而影响到大江截流目标和首台机组发电目标的实现。希望笔者提出的优化研究和思考能为管理人员和设计人员提供一种提高导流洞工程按期投运保障率的思路和方向并能将其转化为具体的设计和管理措施,真正达到节省投资和缩短工期的目的。

作者简介:

王金国(1971-),男,云南嵩明人,两河口建设管理局局长,高级工程师,博士,从事水电站建设技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

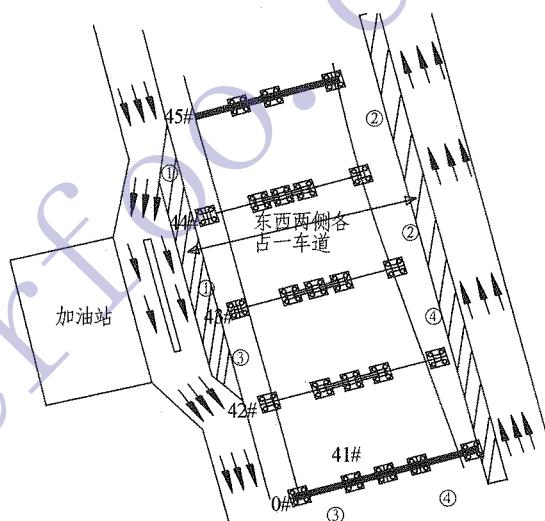


图4 车辆疏导

7 结语

通过对该联高墩柱、宽梁面、多箱室、大体积预应力(后张)混凝土连续箱梁浇筑施工的精心组织和科学合理的安排部署,使得该联箱梁得以顺利浇筑完毕,在保证质量的前提下,圆满地完成了施工任务,提升了项目施工管理水平。

参考文献:

- [1] 公路桥涵施工技术规范,JTG/T F50-2011[S].
- [2] 混凝土工程施工质量验收规范,GB50204-2011[S].
- [3] 城市桥梁工程施工与质量验收规范,CJJ2-2008[S].

作者简介:

谷灵芳(1981-),女,河南洛阳人,工程师,从事市政公路桥梁施工技术与管理工作;

周陆阳(1986-),男,河南新密人,助理工程师,从事市政公路桥梁施工技术与管理工作;

唐红艳(1989-),女,四川南充人,从事市政公路桥梁施工技术管理工作。

(责任编辑:李燕辉)