

潼南航电枢纽二期工程施工导流方案的优化与分析

刘大川, 李福海

(重庆航运建设发展有限公司, 重庆 401121)

摘要:潼南航电枢纽二期工程有效施工时段短、任务重,对导流方案进行调整可以大幅度增加施工时段,消减高峰工程任务。对调整优化方案进行了介绍,对同类型工程建设具有一定的参考意义。

关键词:导流方案;优化;分析;潼南航电枢纽;二期工程

中图分类号:TV7;TV51;TV22

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2018)增1-0001-03

1 概述

潼南航电枢纽为河床式电站,所在涪江的水文特点为洪峰流量大,洪枯流量及水位变幅大。根据其水文特点及涪江各个时段的流量进行比较分析,设计单位选取枯水时段为11月~翌年4月。枢纽坝址区河床开阔,主河槽居中。左岸阶地宽阔,右岸坝址下游发育有I级阶地,阶面较为开阔、平坦,阶坡陡峻,顺江呈长条状展布,为漫滩型宽浅河谷。厂房、船闸分别位于涪江左右两岸,18孔泄水闸位于厂房和船闸之间,布置在河床中间。

根据以上特点最终确定潼南航电枢纽工程分两期导流:

一期围左岸电站厂房及相邻6.5孔泄水闸。其中一枯期间利用泄水闸枯期围堰挡水,右岸束窄河床过流及通航;一汛期间利用一期全年围堰(上下游土石全年围堰+纵向混凝土全年围堰)挡水,右岸束窄河床过流及通航。

二期围右岸船闸及相邻12孔泄水闸。其中二枯期间利用电站厂房上下游检修钢闸门及右岸泄水闸枯水围堰挡水,左岸完建5孔泄水闸(1#~5#,考虑到6#闸孔水流条件差,其不参与过流)过流,二枯末具备围堰挡水发电条件;二汛及三枯期间利用船闸过水围堰挡水,左岸完建5孔泄水闸(1#~5#)过流,三枯末船闸具备通航条件。笔者介绍了二期工程施工导流方案优化的过程。

2 优化前二期导流的程序

二枯(2015年11月初~2016年4月底):利用二期枯水围堰及厂房上、下游检修闸门挡水,左

岸一期已建5孔泄水闸(1#~5#)过流(由于枯期与纵向围堰相连的6#泄水闸水流条件较差,因此仅考虑5孔泄水闸过流)。期间主要完成右岸12孔泄水闸底板及闸墩混凝土浇筑、船闸上下游导航墙和靠船墩浇筑及部分上下闸首和部分闸室边墙混凝土浇筑、首台机组的安装以及船闸过水围堰的施工(将二枯围堰加高培厚并进行堰面防护),要求2016年5月底前船闸过水围堰具备挡水条件,满足度汛形象要求。

二汛(2016年5月初~2016年10月底):利用船闸过水围堰挡水,左岸一期已建5孔泄水闸及右岸船闸过水围堰联合导流度汛,期间利用汛中抢枯时段继续进行船闸工程施工,同时进一步完善二期泄水闸具备施工条件的上部结构及闸门安装,在厂房上下游检修闸门保护下,继续进行厂房内的机组安装,二汛末首台机组具备发电条件。

三枯(2016年11月初~2017年4月底):利用船闸过水围堰挡水,左岸一期已建5孔泄水闸(1#~5#)过流,期间继续船闸混凝土浇筑及金属结构与设备的安装,并继续完成第2台机组及第3台机组的安装和调试并具备发电条件;三枯末开始拆除船闸过水围堰及混凝土纵向围堰,过水围堰拆除后船闸具备通航条件。

优化前二期导流平面布置情况见图1。

3 优化后二期导流的程序

3.1 优化导流方案的必要性

因招标原因,二期主体工程承包商于2015年10月底方具备进场条件。进场后,由于二期工程施工用地未及时提供,且二期枯水围堰填筑前需办理禁航手续、围堰填筑备料等准备工作,致使二

收稿日期:2017-10-28

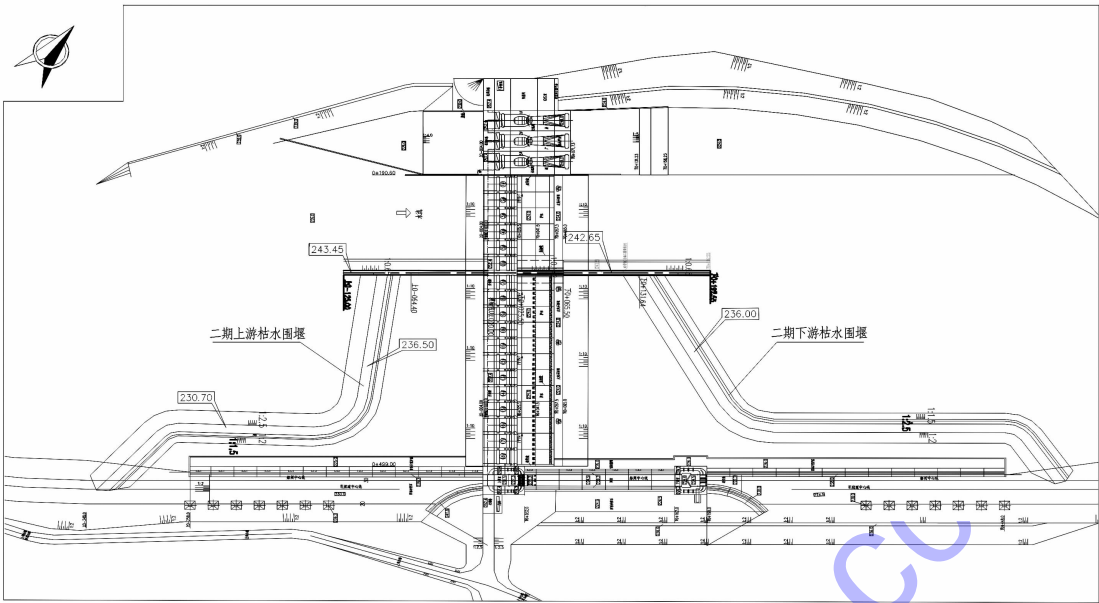


图 1 二期工程导流平面布置图

期枯水围堰填筑时间需推迟到 2015 年 12 月底,造成二期主体工程只能有效利用第一个枯水期的一半时间用于施工。由于上下游枯水围堰填筑和围堰高喷防渗施工工程量大,需要近 3 个月时间完成,即在第一个枯水期末基坑才具备排水开挖施工条件。根据施工总进度计划安排,二期主体工程(11.5 孔泄水闸和船闸工程)总工期包括两个枯水期和一个汛期,如果第一个枯水期只能填筑围堰而不能开工主体工程,则二期主体工程只能集中在剩余一个汛期和一个枯水期完成。由于汛期二期基坑是在过水围堰挡护下施工,过水围堰堰顶高程较低,围堰挡水标准为 $4\,550\text{ m}^3/\text{s}$,汛期在过水围堰挡护下施工基坑内的主体工程具有很多不可预见性,基坑内的有效施工时段得不到保证,从而使得二期主体工程有保证的施工期仅有一个枯水期。参考类似规模工程,在仅有一个汛期和一个枯水期的前提下完成合同施工任务的可能性极低,若不能按合同要求完成施工任务,则不能按计划实现航电枢纽工程的下闸蓄水发电和船闸通航工期目标;同时,根据航电枢纽建设特点,有可能使工程的发电和通航目标推迟一个枯水期甚至一年时间,经济损失大,社会影响更大!因此,为按期完成枢纽工程建设目标,必须对二期工程导流方案进行优化。

3.2 优化后的二期导流程序

二枯前段(2015 年 11 月 1 日~2016 年 3 月

10 日):利用厂房上、下游全年围堰及右岸船闸枯水围堰(围右岸船闸及船闸相邻 3.5 孔泄水闸)挡水,中间束窄后的原河床导流及通航。继续厂房、安装间、左岸 6.5 孔泄水闸、左岸土坝连接段施工、左岸护岸工程施工以及右岸船闸及相邻 3.5 孔泄水闸基础处理及底板混凝土浇筑,完成厂房进、尾水口闸门的封堵和一期全年围堰的拆除。二枯后段(2016 年 3 月 11 日~2016 年 4 月 30 日),利用厂房上下游检修闸门及船闸过水围堰挡水,左岸一期已建 5 孔泄水闸过流。二枯后段较二枯前段增加了船闸过水围堰及二期剩余 8 孔泄水闸的基础处理及底板混凝土浇筑等施工内容。

二汛(2016 年 5 月 1 日~2016 年 10 月 31 日):利用厂房上下游检修闸门及船闸过水围堰挡水,左岸一期已建 5 孔泄水闸及右岸船闸过水围堰联合导流度汛,期间主要进行与船闸相连的 3.5 孔泄水闸上部结构及闸门安装,同时利用汛中枯时段施工船闸和泄水闸具备施工条件的部位。厂房在上下游检修闸门保护下,继续进行厂房内的机组安装,以保证二汛末首台机组具备发电条件。

三枯前段(2016 年 11 月 1 日~2017 年 4 月 10 日):利用厂房上下游检修闸门及船闸过水围堰挡水,左岸一期已建 5 孔泄水闸(1#~5#)过流,期间主要继续进行船闸混凝土、泄水闸(8~

18#)混凝土的浇筑及金属结构与设备的安装,并继续完成第2台机组及第3台机组的安装。三枯后段(2016年4月11日~2017年5月10日),利用厂房上、下游检修门和船闸上、下游叠梁检修门挡水,拆除船闸过水围堰及混凝土纵向围堰,继续

完成第2台机组及第3台机组的安装和调试并使其具备发电条件,继续完善泄水闸(8~18#)金属结构的安装及电气调试,完成船闸工程,使枢纽具备蓄水的条件。

优化后的二期导流平面布置情况见图2。

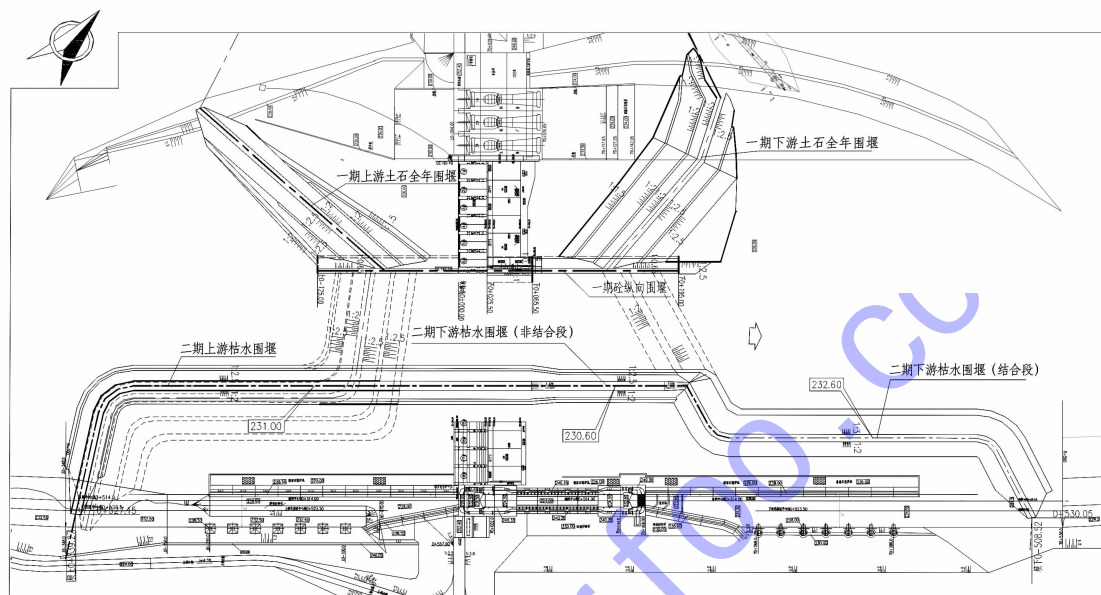


图2 二期枯水围堰平面布置图

4 对优化前后的导流方案进行对比分析

4.1 施工条件对比

优化前,原方案一枯(2015年11月至2016年4月)利用左岸已建的5孔泄水闸导流;优化后的方案为一枯前段(2015年11月至2016年3月)采用中间束窄后的原河床导流。两方案对比后得知:优化后的方案其上游堰顶增加了0.3 m,优化后导流区过水断面平均水流流速比优化前增加了0.44 m/s,无较大变化,对纵向围堰迎水面边坡冲刷影响较小,经计算不需要采取特殊防冲措施。

优化后的施工方案可以使二期主体施工单位进场后先施工二枯围堰,快速形成船闸小基坑,可以使右岸船闸及靠近船闸侧3.5孔泄水闸施工很快具备施工条件,延长了二期工程基坑内的有效施工时间,可以提前进行船闸及靠近船闸侧3.5孔泄水闸基础的开挖及底板混凝土浇筑,为后续施工降低了难度和强度。

4.2 施工强度对比

优化前主要的施工项目强度指标:土石方开挖高峰强度为15.7万 $\text{m}^3/\text{月}$,土石方开挖有效时

段共计12个月;土石方回填的高峰强度为14.3万 $\text{m}^3/\text{月}$,土石方回填的有效施工时段共计11个月;混凝土浇筑高峰强度为3.7万 $\text{m}^3/\text{月}$,混凝土有效施工时段为11个月。

优化后主要的施工项目强度指标:土石方开挖高峰强度为13.7万 $\text{m}^3/\text{月}$,土石方开挖的有效时段共计14个月;土石方回填高峰强度为10.5万 $\text{m}^3/\text{月}$,土石方回填的有效施工时段共计13个月;混凝土浇筑高峰强度为2.6万 $\text{m}^3/\text{月}$,混凝土有效施工时段为16个月。

4.3 投资费用对比

优化后的方案较优化前的主要变化是增加了二期枯水纵向围堰与过水围堰非结合段,对应枯水围堰长度约100 m,工程量变化增加了围堰高喷1146 m^2 ,围堰砂砾石回填料增加13490 m^3 ,石渣填筑减少了945 m^3 。围堰增加的填筑量可在后期过水围堰填筑时再利用。参考施工合同对应单价得知,因围堰增加工程量增加投资约95万元。

对比优化前后的混凝土施工强度,优化后的
(下转第6页)

护层面后停止开挖,预留保护层采用人工配合手风钻剥离开挖至设计建基面,手风钻采用 12 m³/min 移动式柴油空压机供风。

3.3 施工安全注意事项

- (1)操作前,检查螺栓和连接头是否松动,以及液压管路是否有泄漏现象;
- (2)严禁采用液压岩石破碎器在坚硬的岩石上啄洞,不能在液压缸的活塞杆全伸或全缩状况下操作破碎器;
- (3)液压破碎器工作时的最佳液压油温度为 50 ℃ ~ 60 ℃,最高不得超过 80 ℃,否则,应减轻液压破碎器的负载;
- (4)使用时,液压破碎锤及纤杆应垂直于工作面,以不产生径向力为原则,被破碎对象已出现破裂或开始产生裂纹时应立即停止破碎器的冲击,以免出现有害的“孔打”;
- (5)液压岩石破碎锤施工时,现场人员必须远离施工机械,防止开挖施工时飞溅的石渣伤人。

4 结 语

机械(液压岩石破碎器)开挖砂岩在潼南航电枢纽一期工程发电厂房和左岸 6 孔泄水闸基坑中的成功实施,使项目在合同工期内完成了开挖任务,确保了首仓混凝土按时浇筑,实现了工程初期蓄水和首台机组的发电任务。整个过程不仅安

(上接第 3 页)

混凝土浇筑高峰强度为 2.6 万 m³/月,优化前的混凝土浇筑高峰强度为 3.7 万 m³/月,即优化后相对优化前可减少投入一座 90 型混凝土拌和站。考虑拌和站的安装、拆卸及施工期设备折旧以及 与 90 型混凝土拌和站相匹配的临时建筑部分,减少一座 90 型混凝土拌和站,可以减少工程投资约 75 万元。

综合比较后得知:优化后的方案较优化前项目施工投资增加约 20 万元。

5 结 语

围堰工程的施工往往是航电工程建设的关键。涪江流域航电枢纽工程通常采用左、右岸分期导流施工的方式进行施工。理想状态下的围堰施工是在满足围堰设计功能的前提下,尽可能快地完成围堰施工,让围堰施工不“占压”主体工程

全、环保、高效,也减少了超欠挖,确保了平整度,对基岩面扰动破坏较小,从而保证了工程质量,同时也创造出良好的经济效益,使项目成本在可控范围内。

该方案的实施也证明中等风化岩体、强度在承载力[*R*]=0.9~1 MPa 时采用机械(液压岩石破碎器)开挖是可行的。

随着潼南航电枢纽二期工程于 2015 年 10 月底开工进场,在重庆航运建设发展有限公司潼南项目部的组织下,对采用机械(液压岩石破碎器)开挖砂岩进行了宣传推广,成功地在二期工程右岸船闸和右岸 12 孔泄水闸基坑中得到应用,同样创造出良好的经济效益,降低了成本,承建潼南航电枢纽二期工程施工的中国水利水电第十二工程局有限公司对采用机械(液压岩石破碎器)开挖砂岩的施工方法赞不绝口,认为该方法不仅安全、环保、高效,而且操作更加简单、实用,非常适合二期工程地质条件和周边环境。

作者简介:
李福海(1974-),男,重庆市人,高级工程师,从事航电枢纽工程建设技术与管理工作;
程 奇(1967-),男,重庆市人,高级工程师,从事企业管理工作。
(责任编辑:李燕辉)

施工工期,使围堰基坑内的主体工程尽早具备施工条件。通常,由于征地或招标原因,围堰工程有时不能按期开工,若围堰开工延期时间较长,则围堰不能按期完工,工程度汛风险将增大,枢纽工程建设总工期也会延后至少一个枯水期,从而造成工程效益不仅会推迟实现,工程建设成本亦将大大增加。

笔者根据潼南航电枢纽围堰晚开工的情况,详细分析了工程风险,并对二期围堰布置进行了优化,在投资增加较少的前提下确保了工程按期完工,可为类似工程建设提供参考。

作者简介:
刘大川(1963-),男,重庆市人,高级工程师,从事企业管理工作;
李福海(1974-),男,重庆市人,高级工程师,从事航电枢纽工程建设技术与管理工作。
(责任编辑:李燕辉)