

桐子林水电站三期(明渠)截流设计与施工

刘晓博, 华尖多杰, 任高强

(中国人民武装警察部队水电第九支队, 四川 成都 611130)

摘要:桐子林水电站三期(明渠)截流流量大,分流条件差,截流水力学指标在国内外同类工程中位于前列,现场块石料缺乏,施工布置困难,施工组织和截流难度极大。结合截流施工技术和实际施工条件,提出了技术合理、经济可行的三期截流技术方案和施工规划,对大型导流明渠截流技术的研究具有一定的借鉴意义。

关键词:桐子林水电站;三期明渠截流;截流设计;施工

中图分类号:TV7;TV22;TV52;TV551

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2016)增1-0004-04

1 工程概述

桐子林水电站位于四川省攀枝花市盐边县境内的雅砻江干流上,是雅砻江干流下游最末一级梯级电站,枢纽建筑物由重力式挡水坝段、河床式电站厂房坝段、泄洪闸(7孔)坝段等建筑物组成,坝顶总长439.73 m,最大坝高69.5 m。

桐子林水电站导流明渠布置在右岸滩地上,结合水工右岸三孔泄洪闸的布置,导流明渠渠身段底宽为63.8 m,明渠中心线混凝土底板长609.773 m;明渠进口底板高程为982 m,明渠出口高程在桩号0+180处由982 m以1:10的反坡至986 m高程。明渠桩号0+000~0+060段为永久闸室段,桩号0+060~0+340.498段为闸室下游护坦区,桩号0+340.498下游段为明渠出口及右岸边坡防护区。

2 三期截流设计

2.1 截流时段及截流标准

根据施工分期洪水资料、围堰施工进度分析并结合截流水力条件,拟在2014年11月上旬预进占,11月中旬截流。

根据所制定的截流方案和专家咨询意见,截流时按龙口流量 $830 \text{ m}^3/\text{s}$ 进行截流准备工作。为确保截流安全、顺利、短时间内一次成功,力争按 $650 \text{ m}^3/\text{s}$ 进行截流。

2.2 截流方式

根据截流模型试验成果,结合现场地质地形条件、水文条件、交通布置等情况,经综合分析,最终选定将戽堤置于明渠上游外侧,戽堤轴线

沿一期纵向围堰至明渠进口,由上游右岸向左岸单戽堤单向进占的立堵截流方式。戽堤总长180 m,其中预进占130 m,龙口段50 m,截流龙口设在导流明渠左侧进口处;同时,为减小截流难度,降低龙口水力学指标,龙口段预先采用双排钢筋混凝土桩进行拦挡护底加糙。截流戽堤平面布置情况见图1。

2.3 戽堤体型及断面设计

为了减少戽堤龙口段的抛投量,降低龙口段的抛投强度,缩短上游控泄时间,拟在整个戽堤填筑过程中将戽堤顶高程分阶段进行控制。预进占开始阶段(口门180~130 m)戽堤顶高程为1 002 m,预进占(口门130~50 m)戽堤顶高程以5%坡度由1 002 m逐渐过渡至998 m;龙口段(口门50~0 m)戽堤顶高程设为998 m(截流闭气后上游最高水位高程约为997.04 m。考虑到安全超高,确定龙口段戽堤截流时顶高程为998 m)。龙口合龙后再迅速将整个戽堤加高至1 002 m高程。

拟定截流戽堤顶宽25 m。按梯形断面设计,上游边坡为1:1.5,堤端边坡为1:1.5,下游边坡为1:1.5。戽堤典型断面见图2。

2.4 龙口护底加糙

根据桐子林水电站三期(明渠)截流戽堤布置及水力学特性,考虑在截流龙口段设置拦石栅。拦石栅采用钢筋混凝土桩的结构型式,布置在龙口段戽堤轴线下游侧,共设置两排,钢筋混凝土桩间排距为3 m,呈梅花型布置,桩顶高程994 m,底高程约967 m,桩长约27 m,入岩3 m。为提高钢筋混凝土桩的整体性,对桩顶采用钢索进行两两

收稿日期:2016-05-04

互连并将其锚固在左导墙上。施工完成后将平台拆除至 987 m 高程,龙口护底加糙施工在汛前完

成。混凝土桩的布置情况见图 3。

2.5 截流水力学计算

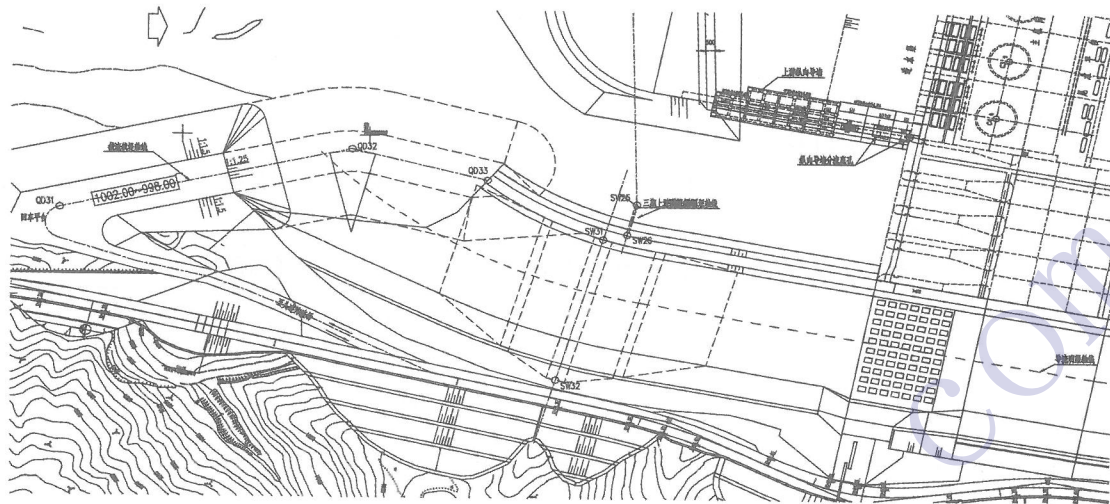


图 1 三期明渠截流戽堤平面布置图

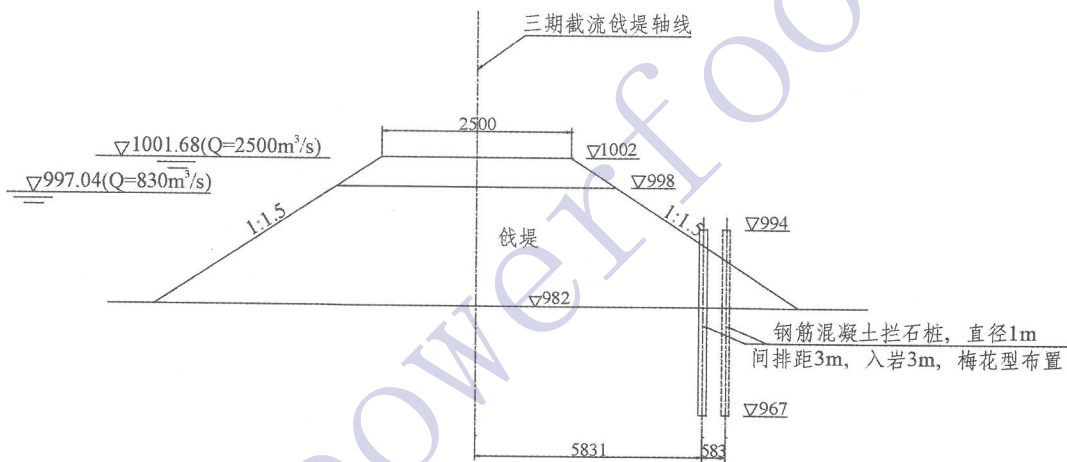


图 2 戽堤典型断面图

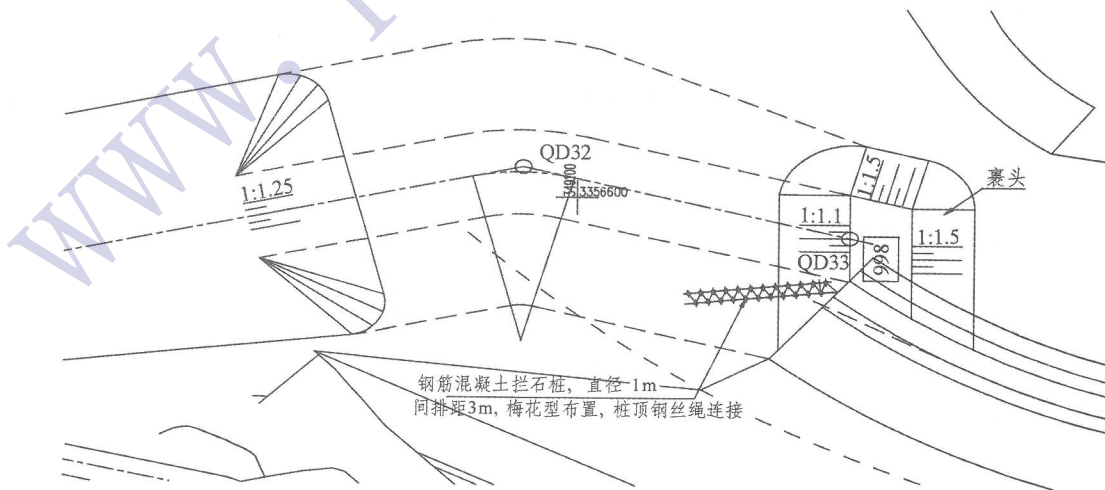


图 3 龙口护底加糙布置图

龙口截流计算成果表明:龙口预护底加糙后 $Q = 830 \text{ m}^3/\text{s}$ 时,截流戽堤龙口合龙后其上游水

位高程约为 996.41 m,龙口最大流速(戽堤轴线上)约为 7.97 m/s,相应于龙口宽约 10 m;龙口单宽功率为 198.25 t·m/s·m,龙口最大单宽流量为 26.56 m³/(s·m),截流最终总落差为 9.71 m;Q=650 m³/s 时,截流戽堤龙口合龙后其上游水位高程约为 997.04 m,龙口最大流速(戽堤轴线上)约为 7.48 m/s,相应于龙口宽约 10 m;龙口单宽功率 164.33 t·m/s·m,龙口最大单宽流量

为 24.70 m³/(s·m),截流最终总落差为 9.26 m。

2.6 龙口分区

根据水力学计算成果并结合龙口布置情况,将截流戽堤分为非龙口段和龙口段。截流戽堤非龙口段主要为右岸预进占段,龙口段施工分为 3 个大区段:龙口 I 区、龙口 II 区和 III 区。具体截流戽堤龙口分区情况见图 4,龙口分区情况见表 1。

2.7 截流抛投材料

表 1 三期明渠截流龙口分区特性表(Q=830 m³/s、龙口护底加糙)

龙口分区	龙口范围 /m	龙口最大流速 /m·s ⁻¹	最大流速 /m·s ⁻¹
龙口 I 区	50 ~ 35	5.58 ~ 7.02	7.02
龙口 II 区	35 ~ 10	7.02 ~ 7.97	7.97
龙口 III 区	10 ~ 0	7.97 ~ 0	7.97

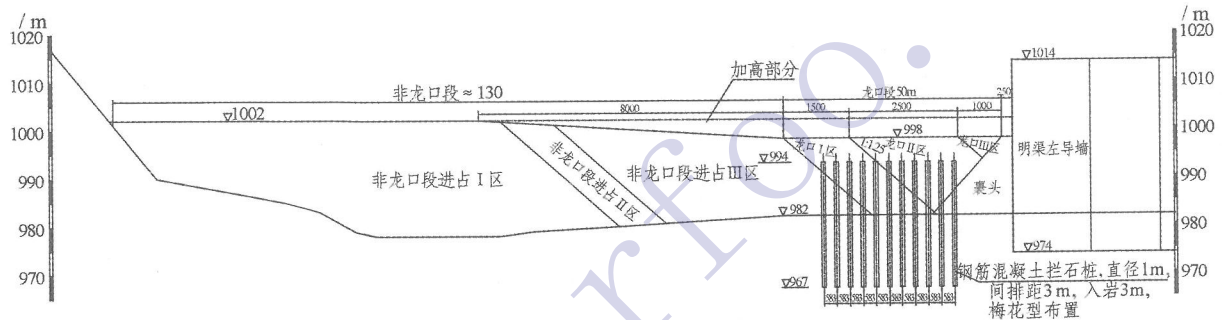


图 4 龙口分区图

三期(明渠)截流选用石渣料(块径 < 30 cm)、中块石(块径 30 ~ 70 cm)、大块石(块径 70 ~ 120 cm)、特大块石(块径 > 120 cm)作为截流抛投材料。针对坝址区开挖料进行分析,结合工区现场的实际情况并考虑增强截流块体的抗冲稳定性,在截流过程中准备了大块石串、混凝土四面体(10 t)及钢筋石笼串代替特大块石(块径 > 120 cm)及块径 200 cm 以上的抛投料。

通过水力学计算并参照类似工程成功截流施工经验得知,当抛投特大块石(块径 120 ~ 200 cm)时,采用大块石串或单个混凝土四面体代替;需抛投 200 cm 以上粒径块石料时,采用 2 ~ 3 个混凝土四面体或 3 ~ 4 个钢筋石笼串代替。

根据截流水力学计算成果,龙口不同分区的抛投材料数量见表 2。

3 三期截流施工

表 2 戽堤截流物料分区用量表(截流流量 Q=830 m³/s,龙口预护底加糙)

项 目	单 位	预进占区	龙口区			小计	备注
			I 区	II 区	III 区		
龙口宽度	m	180 ~ 50	50 ~ 35	35 ~ 10	10 ~ 0		
龙口最大流速	m/s	<4.43	5.58 ~ 7.02	7.02 ~ 7.97	7.97 ~ 0	/	
最大粒径	m	<0.77	1.31 ~ 2.07	2.07 ~ 2.67	2.67 ~ 0	/	
石渣(块径 ≤ 30 cm)	m ³	67 287	2 763	6 522	2 429	79 001	
中块石(块径 30 ~ 70 cm)	m ³	62 150	0	0	264	62 414	
大块石(块径 70 ~ 120 cm)	m ³	43 296	804	963	388	45 451	
大块石串	m ³	1 588	2103	0	186	3 877	
特殊料							
混凝土四面体	个	318	421	0	37	1 387	代替 200 ~ 300 cm
混凝土四面体	个	0	35	546	30		代替 120 ~ 200 cm
钢筋石笼	m ³	0	176	2 728	152	3 056	

注:(1)截流戽堤填筑量共约 18.30 万 m³,其中石渣 7.9 万 m³,中块石 6.24 万 m³,大块石 4.55 万 m³,大块石串 3 877 m³,混凝土四面体 1 387 个,钢筋石笼 3 056 m³;(2)计算时已考虑流失率:预进占 10%,龙口合龙 20%;(3)另有戽堤加高石渣料 2.84 万 m³ 未计入表中。

3.1 截流备料

石渣料主要采用二期围堰拆除料,中块石和大块石考虑外购。根据截流模型试验成果及水力学指标计算,考虑截流的复杂性并适当留有余地,以减小截流风险,各种规格的截流物料备料按设计需用量的1.4倍考虑(含预进占)。

3.2 截流施工方法

截流戗堤龙口段采用全断面推进和凸出上游挑角两种进占方式,堤头抛投采用直接抛投、集中推运抛投和卸料冲砸抛投3种方法。

其中龙口段第Ⅱ区段(口门宽35~10 m)是龙口合龙最困难、最关键的区段,该段截流施工采用凸出上游挑角的方式施工,在堤头上游侧与戗堤轴线成30°~45°角的方向用预制混凝土四面体和钢筋石笼串抛填形成一个防冲矶头,在防冲矶头下游侧形成回流,堤头下游采用预制混凝土四面体,联合大块石、钢筋石笼、中小石、石渣料尾随进占。此段视堤头的稳定情况小部分采用自卸

汽车直接抛填,大部分需要采用堤头集料、大功率推土机密切配合赶料的方式抛填。在该阶段,必须满足抛填强度以加快进占速度,减小流失,实现顺利进占。

戗堤合龙加高后,为减小戗堤渗流量和尽快下基坑,需要对戗堤进行闭气,若在迎水面采用粘土料进行闭气,由于戗堤轴线与水流呈小角度相交,其表面易受冲刷,工程量大且工程周边粘土料较缺乏。经比较研究,在戗堤合龙后,结合上游围堰防渗结构布置,在明渠内上游围堰防渗轴线位置用风化料填筑至1 002 m高程形成施工平台,采用控制性灌浆进行防渗。

3.3 截流设备的配置

三期(明渠)截流期间,施工设备资源的配置按截流时的最大需要抛投强度1 200 m³/h考虑。根据计算并充分考虑配用,实际截流主要设备配置情况见表3。

3.4 截流实施情况

表3 三期(明渠)截流施工主要机械配置表

名称	规格及型号	单位	配置数量	布置位置	备注
挖掘机	CAT336(1.8 m ³)	台	21	头道河渣场各装料区	装石渣块石料
	CAT336(1.8 m ³)	台	1	堤头	堤头配合
装载机	长臂	台	1	堤头	堤头配合
	(3 m ³)	台	2	头道河渣场装石渣料	
自卸汽车	25 t	辆	96		截流物料运输
汽车吊	QY25(25 t)	台	5	头道河渣场	吊装预制混凝土、块石串
	QY50(50 t)	台	2	头道河渣场	
推土机	CAT D9	台	2	堤头	堤头集料赶料
	CAT D9	台	2	头道河渣场	备料场集料
渡船	机动船	艘	1	截流现场	测量及抢险救援
发电机	100 kW	台	1	戗堤堤头	
发电机	50 kW	台	1	渣场	

在三期(明渠)截流开始前,我部在截流备料、机械设备投入、技术方案、人员配置、组织机构等各个方面做了大量和充分的准备,编制了《截流手册》并多次组织截流预演,及时发现各个环节的不足并制定了相应的解决措施。另外,结合桐子林水电站上游已建成的二滩水电站的机组发电情况,为确保截流安全、顺利实施及合龙,从预进占起至龙口合龙、戗堤加高,积极协调上游电站进行流量控泄。桐子林水电站三期(明渠)截流在2014年10月28日8:30正式预进占,截止至2014年11月8日19:30龙口成功合龙,在其实施过程中,我部严格按照批复方案组织实施,较计划提前12 d完成三期(明渠)截流任务。

4 结 语

鉴于桐子林水电站三期导流明渠截流工程具有截流流量大、落差大、龙口流速大、抛投强度大以及施工时间紧的特点,因此,对桐子林水电站三期导流明渠截流更应引起足够的重视,施工前必须经过充分的分析研究,采取适当措施,精心进行截流设计,科学规划截流施工组织,认真编制截流施工方案,才能保证在截流施工中争取主动,确保截流成功。

作者简介:

刘晓博(1982-),男,宁夏银川人,工程师,工程硕士,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

华尖多杰(1986-),男,青海循化人,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

任高强(1985-),男,甘肃天水人,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)