

雅砻江锦屏一级水电站大江截流施工技术

张 华

(葛洲坝集团第二工程有限公司,四川成都 610091)

摘要:截流是水电工程建设中的一个里程碑,对水电工程建设具有十分重要的意义。介绍了锦屏一级水电站大江截流采用的主要施工技术方案。施工过程中,积极采用合理的施工手段,加强现场管理协调,充分利用有利条件,有效地解决了施工难题,实现了快速施工。

关键词:锦屏一级水电站;大江截流;施工技术

中图分类号:TV52;TV7;TV551

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2012)02-0028-04

1 概 述

1.1 围堰概况

锦屏一级水电站位于四川省凉山彝族自治州木里县和盐源县交界处的雅砻江大河湾干流河段上,是雅砻江下游从卡拉至河口河段水电规划梯级开发的龙头水库,距河口358 km,距西昌市直线距离约75 km。电站上游围堰为土石围堰(Ⅲ级建筑物),位于大坝上游约250 m处,围堰挡水标准为30年一遇。

围堰堰顶高程为1 691.5 m,最大堰高64.5 m,围堰顶宽10 m,最大底宽312 m,长约186 m;迎水面坡度为1:2.5,背水面坡度为1:1.75;防渗土工膜坡比为1:2.5,最大防渗高度44 m。

1.2 工程水气象条件

雅砻江流域地处青藏高原东侧边缘地带,属川西高原气候区,主要受高空西风环流和西南季风影响,坝址区干湿季分明。每年11月~次年4月为旱季,5~10月为雨季,降雨集中,降雨量约占全年雨量的90%~95%。

电站地处山区,径流的主要来源为降雨,次为地下水。径流每年12月~次年5月主要由地下水补给,6~11月主要由降雨补给。

上游围堰截流时间为2006年11月下旬,此时为流域的旱季,江水面宽约80 m,水深6~8 m。

1.3 截流施工特点

(1)截流戗堤落差大、流速高。

堰址天然河道宽80~120 m,河床坡降大,水深6~8 m,覆盖层厚25~30 m,十年一遇流量

为814 m³/s,模型试验戗堤未闭气时的截流落差为5.23 m,戗堤头部最大平均流速为8.44 m/s,龙中最大垂线平均流速为5.92 m/s。

(2)截流难度大。

河床两岸山势陡峭,施工道路布置困难,现场只有右岸一条交通洞通往戗堤,截流只能采取单戗立堵单向进占,致使抛投强度受到限制,截流难度高,安全隐患大。

1.4 模型试验成果

双洞导流,两个导流洞进口均存在2 m高残埂,11月下旬 $Q=814$ m³/s。截流合龙时,戗堤未闭气,截流落差为5.23 m,戗堤头部最大垂线平均流速为8.44 m/s,龙中最大垂线平均流速为5.92 m/s,以大、中、小石为主,特大石为辅可顺利实现龙口合龙。龙口40→0 m共用抛投料24 840 m³,其中小、中、大、特大石分别为10 091 m³、7 016 m³、3 979 m³和1 022 m³,龙口段合龙抛投流失量为2 321 m³,占龙口段合龙抛投总量的11%。

2 截流方式、截流戗堤布置及龙口位置

2.1 截流方式

采用单戗立堵、从右向左单向进占的截流方式。

2.2 截流戗堤布置

根据已形成的截流平台高程,将右岸戗堤顶高程定为1 648.5 m。随着戗堤的前进,堤头流速、上下游落差等参数加大,堤头垮塌的可能性也将增大,施工过程中适当降低了戗堤顶高,根据截流模型试验成果,11月下旬10年一遇流量 Q 为814 m³/s,合龙时相应上游水位高程为1 645.54 m(按2 m埂高),安全超高按1.5 m控制,左岸戗

收稿日期:2012-03-20

堤顶高程定为 1 647 m。戗堤顶面长 100 m,堤顶坡度为 1.5%,梯形断面,上下游坡由进占抛投料

自然形成,戗堤顶宽 25 m。截流戗堤断面形式见图 1。

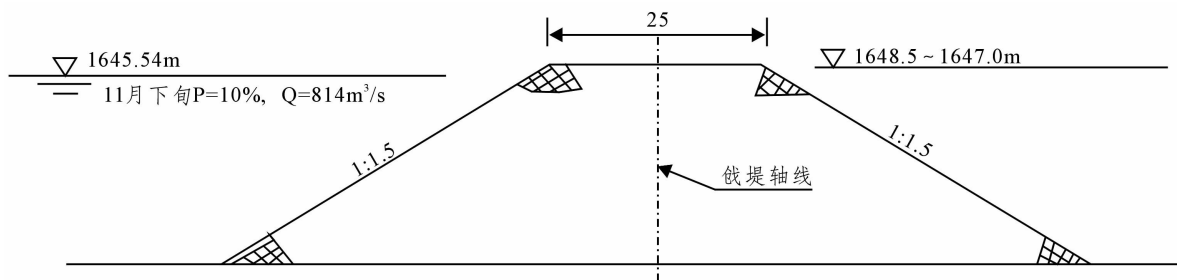


图 1 截流戗堤断面形式示意图

2.3 截流分区规划

戗堤长 100 m。根据截流试验成果,非龙口段进占长度以 52 ~ 57 m,龙口预留宽度以 45 ~ 40 m 为宜。据此确定截流分预进占区和龙口区两部

分进行。其中预进占区宽 60 m,龙口区宽 40 m (龙口 I 区 30 m、截流龙口 10 m)。截流戗堤进占及分区情况见图 2。

3 截流备料

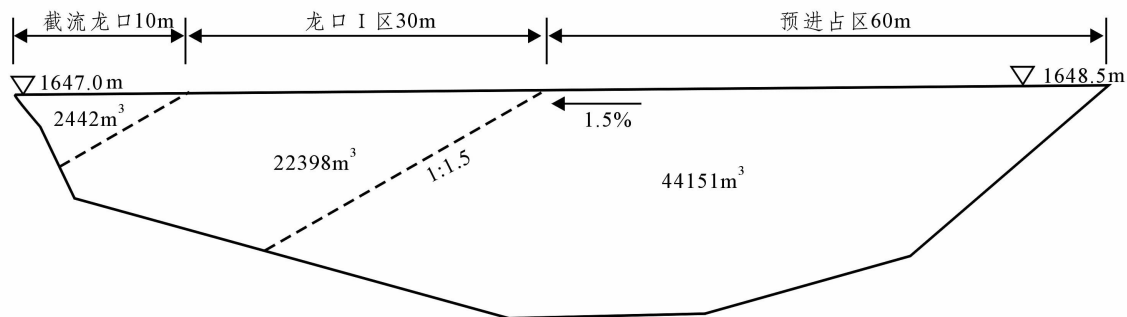


图 2 截流戗堤进占及分区示意图

截流主要备石渣料、石料、石串、钢筋石笼等,且在围堰截流前已经完成。

参照已建工程的截流资料,预进占段区备料系数取 1.2,龙口区备料系数取 1.5,截流戗堤所需抛投物料数量见表 1;大石、特大石、钢筋石笼和混凝土四面体等材料备料系数取 1.5(表 1)。

参照已建工程的截流资料,预进占段区备料

表 1 截流所需抛投物料数量分解表

区段	口门宽度 /m	进占长度 /m	抛投材料总量/62 683 m ³							合计
			石渣 <0.4 m	中石 0.4 ~ 0.6 m	大石 0.6 ~ 1 m	特大石 >1 m	钢筋石笼	块石串	混凝土四面体	
预进占段区	100 ~ 40	60	4 4151							44 151
龙口 I 区	40 ~ 10	30	7 573	5 516	2 940	977	450	400		17 856
龙口 II 区	10 ~ 0	10	1 312	500	225	45	50	100	10	2 442
合计		100	53 036	6 016	3 165	1 022	500	500	10	64 249

石渣料和过渡料采用锦屏一级工程前期道路洞室开挖料和正在进行开挖的右坝肩开挖料,洞室开挖料主要备存在肖厂沟高低位备料场。为获得足够的大中石料源,在右岸坝肩 1 885 m 高程以上开挖过程中,调整了爆破参数,提高了大、中石获得率以满足截流需要。

要施工道路两侧备料。钢筋石笼长宽高为 1.2 m × 1 m × 1 m,主筋 φ22、副筋 φ16;大石串采用每 3 ~ 4 块联为一体,φ28 钢索串联。

大、中石采用反铲从开挖料中选取备料。中石备料量为 7 219 m³,大石备料量为 4 748 m³,加工大石串 500 m³,钢筋石笼 500 m³,并在上游主

围堰填筑前,填筑石料总量不足,主要截流材料中石的缺口较大。截流时,肖厂沟高位备料场能提供石料 35 万 m³,低位备料场能提供石料 15 万 m³,普斯罗沟河床能提供石料 6 万 m³,正在开挖的右坝肩高程 1 885 m 平台以上备存了石料 20 万 m³,剩下 20 万 m³ 的石料计划从右坝肩高程

1 885 m 以下部位提供,因此要求右坝肩高程 1 885 m 平台上备存的石料要先用完,高程 1 885 m 平台以下约 20 万 m^3 的石料开挖要与围堰填筑同步进行,然后再启用肖厂沟高低位备料场等部位的石料。

施工时,实际使用了右坝肩高程 1 885 m 平台以下开挖石料约 25 万 m^3 ,料场备用的石料基本用完,大石、特大石、大石串和钢筋石笼全部用完,较好的实现了土石方平衡,降低了施工成本。

4 施工方法

4.1 设备选型与设备布置

肖厂沟高低位备料场为截流主备料场,挖装强度高,布置 4 m^3 和 6 m^3 正铲各 1 台、2 m^3 反铲 3 台、1 m^3 反铲 1 台、SD22 型推土机 2 台、35 t 汽车吊 1 台。低位料场石渣料采用 4 m^3 正铲和 6 m^3 正铲挖装,推土机平料,20 t 大型载重自卸汽车运输;石料采用 2 m^3 反铲选料,石串料由 35 t 吊车吊取;高位料场由 2 台 2 m^3 反铲、1 台 1 m^3 反铲取料,SD22 推土机平料,20 t 自卸汽车运输。

堤头部位布置 TY320 推土机 2 台、SD22 推土机 1 台、装载机 1 台、16 t 汽车吊 1 台。TY320 推土机负责渣料推运,SD22 推土机负责戗堤上下游侧跟进填筑平料,16 t 吊车负责钢筋石笼吊装。

普斯罗沟河床部位布置 2 m^3 反铲 2 台,用于取河床料,20 t 自卸汽车运输。

4.2 预进占段施工

大江截流预进占采用自卸汽车运输,推土机配合施工,大部分抛投料直接抛入江中,深水区进占采用堤头集料,推土机赶料。

进占采用石渣料端进法,全断面抛投施工。进占过程中,发现堤头抛投料有流失现象,遂在堤头进占前沿的上游脚抛投大、中石压脚后收效甚微,在投入备好的部分大石串后,在大石串的保护下石渣抛填在戗堤轴线的下游侧,流失现象明显减少。

进占过程中,戗堤顶部采用级配较好的石渣料铺筑并平整压实,派专人养护路面,确保龙口合龙过程中大型车辆畅通无阻。

戗堤预进占的同时,在戗堤后面,上游侧碎石土填筑跟进,石渣料护面,下游侧石渣料填筑跟进。

4.3 龙口段施工

利用预进占时形成的施工平台作为编队候车场地,堤头分为抛投区、编队区和回车区三个区,确保截流施工紧张有序。

单戗堤堤头布置 4 个卸料点,戗堤上、下游侧各 2 个。根据不同部位填料的要求,靠上游侧主要抛特大石(钢筋石笼或石串)、大石,主要布置装特大石(钢筋石笼或石串)、大石的车辆;中间及靠下游侧抛填中小石、石渣,布置装中小石和石渣的车辆。

堤头抛投采用凸出上挑角方式进占,将大石料自堤头前上游角抛入水中,挑出一部分,使堤头下侧形成回流缓流区,再抛投中小石及石渣料进占。在截流龙口区,大石不能满足抛投稳定要求,遂采用大石串、钢筋石笼或混凝土四面体代替大石。

5 截流施工的主要技术要点

(1) 戗堤非龙口段进占抛投材料一般用石渣料全断面抛投施工,进占过程中,如发现堤头抛投材料有流失现象,可采用凸出上游挑角施工。

(2) 在进占过程中,抛投料出水面后,及时采用石渣加高,戗堤顶用级配较好的石渣料进行铺筑施工,加高高程按高出水面 1 m 控制,并安排专人养护路面,确保截流施工道路满足大型车辆阴雨天畅通无阻的要求。

(3) 龙口合龙采用上游戗堤单向进占,控制戗堤顶面高出水面 1 m 左右。抛投进占过程中,视堤头边坡稳定情况,自卸汽车将块石及石渣尽量直接抛入水中,同时,对卸在堤头前沿上的块石及大石串用推土机推入水中。

(4) 加强对戗堤上的施工机械及工作人员统一指挥。为防止堤头坍塌危及汽车及施工人员的安全,在堤头前沿设置明显标志,并配备专职安全员巡视堤头边坡变化,观察堤头前沿有无裂缝出现,发现异常情况及时处理。

(5) 龙口合龙抛投强度大,抛投材料多,因此,我们对抛投同一种材料的汽车作了相同的标记并分队编号,以便于指挥。

6 防止堤头塌滑与安全进占的措施

6.1 堤头塌滑的特性

根据类似工程截流经验,从塌滑的现象看,堤头塌滑具有以下三个特性:

(1) 突发性。有的塌滑出现前有征兆,有的

则在塌滑前无任何征兆。无论是否出现征兆,其塌滑时间都很短促,仅仅只有10余秒至几分钟。

(2)无方向性。塌滑面既在堤头两侧出现,也在堤头进占方向出现,而且各侧出现的机率大致相等,没有固定在某一侧。

(3)频率高。塌滑发生时间一般间隔3~4d,但有时一天发生2次,无规律可通。

6.2 钱堤稳定情况的判断

(1)从堤头纵向边坡的坡比变化判断抛投料的稳定性。

堤头纵向坡度在正常无流失的情况下约为1:1.5左右,当纵向坡比逐渐变陡达到1:1或更陡时,将会发生坍塌。

(2)从流态变化判断抛投料的稳定性。

采用上挑角进占,若抛投料能在水中站稳,这时必然形成急流并挑出去,在挑角下游形成回流区,而且有小跌水现象出现,当抛投料粒径较大而水深较浅时,跌水现象更加明显;若填料抛投下去后,见到跌水顺水流由上而下移动,则说明抛投的块体正被急流冲走。

(3)从进占速度判断抛投料的稳定性。

按钱堤的实际断面计算每进占1m约需抛投多少石料。如抛下这些石料不见堤头向前延伸,则说明抛投的块体正被急流冲走。

(4)从堤头附近的情况判断堤头的稳定性。

当堤头附近范围内出现裂缝,缝宽逐渐增大时,表明堤头有失稳现象出现;如果堤头部位高程

(上接第17页)

(3)供配电及电气控制设备。

龙滩项目供配电及电气控制设备选型因与锦屏项目的设计思路不同而不能用于锦屏项目。

(4)备品备件(指龙滩项目高程308.5m系统备品备件)。

因拌和楼和制冷系统设备回购而需购置备品备件,费用约130万元(按葛洲坝集团公司回购该系统所占比例58.53%及折价70%计)。其中大部分为主机配件和电气元件。因龙滩项目与锦屏项目的设计思路不同以及两项目主机难以互换使用而不宜用于锦屏项目。

5 工期比较

按2008年6月1日拌和楼试运行和2008年

在逐渐下降,说明堤头发生“沉陷”。当出现这些现象时应引起高度重视,及时改变抛投方式。

6.3 针对堤头垮塌应采取的措施

(1)在条件允许的情况下,尽量采取全断面整体推进,在采取上挑角进占时,一方面要尽量减少挑出的长度;另一方面要注意跟进补抛。

(2)采用自卸汽车直接抛填时,控制大型自卸汽车距堤头不少于2m,采用堤头集料,推土机赶料回填时,自卸汽车距堤头前沿边线8m卸料。钱堤侧边2.5m为安全警戒距离,此范围内不允许停放任何机械设备,堤头指挥人员也不允许在此范围内滞留。

(3)在堤头、堤侧以及各危险部位分别设置安全警示牌,堤头指挥人员穿救生衣,现场准备救生圈,加强专职人员进行安全巡视工作。

(4)当堤头流速过大不能满足最困难的抛投进占要求时,应采用多块石串和钢筋笼串抛投的应急方式。

7 结 语

经过充分的前期准备工作,锦屏一级水电站大江截流顺利实现。截流施工过程进行的紧张而有序,2000多 m^3 的截流石料在2h内完成,得到了当地政府和业主的一致肯定。锦屏一级水电站成功截流的经验,值得今后同类工程借鉴。

作者简介:

张 华(1980-),男,江西修水人,项目副经理,工程师,从事水电工程施工技术与管理工作。(责任编辑:李燕辉)

1月1日拌和楼附属设备及制冷设备开始安装两个节点倒排工期,新购锦屏项目设备的制作工期为2007年6月1日~10月15日,回购龙滩项目设备时间为2007年6月1日(或2007年7月1日)~10月15日拌和楼拆除90d,改造、除锈、刷漆30d。故此工期不足,将导致拌和楼安装等工期滞后。

6 结 语

通过上述详细对比可知:除了经济比较上的原因,仅有回购龙滩项目拌和楼附属设备及制冷设备用于锦屏项目的方案较优外,其余皆为锦屏项目新购设备方案较优。

作者简介:

梅春晖(1971-),男,湖北咸丰人,高级工程师,工程硕士,从事水电工程施工技术与管理工作。(责任编辑:李燕辉)