

晃桥水库工程截流与度汛施工

田中涛

(中国水利水电第五工程局,四川 冕宁 615608)

摘要:在晃桥水库工程建设中,通过论证分析,对导流、截流及工程度汛方案重新优化设计;根据工程实际情况,解决了前期施工中所需混凝土骨料问题;通过加大资源投入,克服雨季施工困难,实现了当年开工、当年截流并提前实现工程安全度汛的目标。工程实践表明:晃桥水库工程截流、度汛方案的优化不仅加快了工程进度,节省投资,同时也保证了工程质量与安全。

关键词:导流洞;围堰;截流;临时度汛断面;晃桥水库

中图分类号:TV551.2

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2003)04-0040-04

晃桥水库工程位于四川省米易县境内安宁河下游右岸一级支流草场河中段凉水井峡谷,距米易县城16 km,是以农业灌溉为主,兼有城镇供水的中型水利工程。晃桥水库工程是世界银行贷款四川安宁河农业开发项目及四川省攀西资源开发重点项目,其主体工程有粘土心墙堆石坝、溢洪道、放空隧洞、引水隧洞等。

粘土心墙堆石坝坝顶高程1563.3 m,最大坝高69.2 m,库容1894万 m^3 ,坝顶宽8 m,长319.04 m,坝底最大宽度267 m。坝体由上游堆石区、反滤过渡带、粘土心墙、反滤过渡带及下游堆石区组成。

工程于1999年6月2日开工,时值汛期,开工日期较合同延后了6个月。能否于1999年实现截流和2000年安全度汛,是前期工程施工的核心环节。为此,通过科学论证,在导流洞、导流明渠、围堰及大坝度汛方案等方面都作了大量优化工作,采取了特殊工程措施,确保工程建设顺利进行。

1 导流洞施工

施工导流洞按龙抬头形式改建为放空洞,其中导流洞与放空洞共用段长139.6 m,导流洞洞径3.5 m。导流洞出口于1999年5月11日开始明挖,由于地质原因不具备进洞条件,延迟36 m进洞,至1999年7月16日具备进洞条件。进口于1999年6月13日开工,施工时经历“九·三”洪灾停工10余天。导流洞于1999年9月22日贯通。

施工导流洞要满足过流条件,按合同要求全部进行衬砌已不现实,经过分析对比论证,决定在过流

前采取局部衬砌的施工方式,以满足过流要求。根据开挖揭露的情况,0+21.515~0+195.0洞段为微风化~新鲜岩体,完整性好,强度高,采取暂不衬砌方案是可行的。考虑不衬砌对洞身过流条件的影响,经过调洪演算,20年一遇的洪水标准由1524.5 m相应提高至1526.7 m。

工程开工即处于雨季,人工骨料系统在导流洞混凝土浇筑时尚不能完建。为保证混凝土浇筑的正常进行,在进行试验后骨料采用就地解决的办法。粗骨料为混合料,由导流洞开挖洞渣经破碎后制得,砂为安宁河天然河砂。

导流洞混凝土浇筑于1999年10月4日开始,12月6日完成预计浇筑段,浇筑量为2200余 m^3 。采用了溜槽、混凝土泵、吊罐等多种方式来保证混凝土入仓强度。养护、拆模,对缺陷处理后经过验收,导流洞于12月11日具备过流条件。

通过对施工期运行情况分析,在下闸蓄水后对出口20 m微风化岩体段衬砌,其余部位岩体新鲜不衬砌,直接用于工程运行期泄流,完全能够满足过流要求。

2 截流与围堰施工

由于大坝及导流洞轴线较初设阶段作了较大调整,因此导流明渠及围堰工程量都增加较多,通过多次计算,充分论证,选择最佳明渠及围堰施工布置方案,见图1。

考虑工程量最小,明渠出口底高程由1507 m抬高为1509 m,底坡为1/600,因此明渠出口与导流洞

作者简介:田中涛(1970—),男,四川剑阁人,工程师,主要从事水利水电施工技术管理工作。

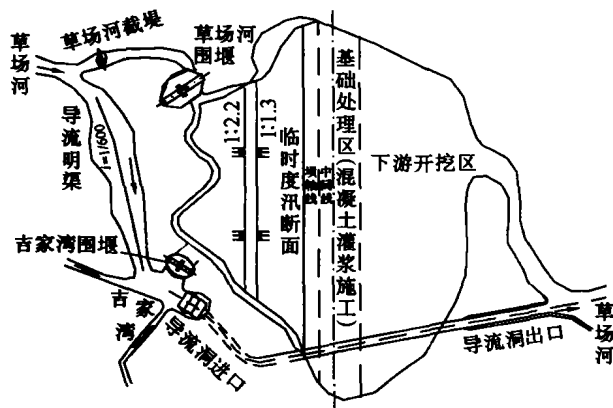


图1 晃桥水库施工平面布置

进口存在2.0m高差,为减小截流施工难度,草场河围堰采取堰外戽堤布置方式。同时围堰基础不开挖,在原地面直接挖槽作防渗齿槽截渗。草场河河床天然坡降为4.26%,落差大,不设下游围堰。

2.1 导流方案

根据实际情况,在导流洞及导流明渠具备导流条件下实施截流。首先,修筑吉家湾围堰将吉家湾水流引入导流洞;再修筑草场河围堰,草场河水流由导流明渠引入导流洞;原汇于坝体处的水流同时通过导流洞流出。草场河及吉家湾两处围堰均位于坝体库水位区内,距坝体有一定距离,工程量小,约为6000m³,位于死水位下,故蓄水时不拆除。

2.2 围堰、导流明渠设计

工程设计采用枯水期挡水围堰,标准为5月份10年一遇洪水,相应流量为4.32m³/s,其中草场河导流流量为3.82m³/s,吉家湾导流流量为0.5m³/s。草场河围堰顶高程1512.0m,顶宽8.0m,堰顶长65.0m;吉家湾围堰堰顶高程1511.0m,顶宽6.0m,堰顶长22.39m。皆为均质土围堰,土料取自开挖全风化料,堰轴线下游侧布置截水槽,回填防渗粘土,草场河截水槽距围堰上游坡脚42.0m,吉家湾围堰截水槽距戽堤下游坡脚线6.0m。

导流明渠进口底高程1509.4m,出口底高程1509.0m,长257m,底宽1.5m,底坡*i*=1/600,导流流量3.82m³/s。

吉家湾戽堤位于围堰内部上游侧距围堰轴线8.6m,顶宽4.0m,顶高程1509m(导流洞进口底板1507.0m)。草场河围堰位置距明渠进口约70m,河床落差约2.0m,为减小截流施工难度,草场河采取堰外戽堤布置方式,戽堤距明渠进口下游侧10m处,设计顶高程1510.5m,顶宽6.0m,结构与吉家湾戽堤一致,上游边坡1:2.5,下游边坡为1:1.5。

2.3 导流、截流施工

大坝坝基于1999年12月10日开挖至1503m,

12月13日导流洞及导流明渠具备过流条件,工程截流客观条件具备,工程定于1999年12月16日正式截流。

截流时,首先进行草场河戽堤预进占,使龙口束窄至10m左右,预进占料为直接利用坝基开挖料。吉家湾围堰工程量小,施工简单且位于导流洞侧,于12月14日开始施工,12月15日结束,完成吉家湾水流的导流、截流工作。12月16日,草场河堰外戽堤合龙,草场河水经导流明渠汇入吉家湾,由导流洞流向下游。至此,晃桥水库导流、截流工程顺利实施。

截流时,即沿戽堤上游迎水面抛填粘土进行围堰闭气。闭气后,进行防渗槽开挖,开挖完毕即回填粘土,用推土机进行分层碾压密实。堰体填筑料为全风化料,结合大坝坝基开挖进行,分层填筑,层厚0.3~0.5m,推土机碾压密实。在围堰与两岸坡相接部位,土质边坡需将植被及表土清除1~2m,使围堰堰体与致密土体相接,岩质边坡卸荷裂隙发育,沿上游接触面铺填粘土铺盖层以减小绕渗。

围堰施工完毕后,结合坝体开挖,在围堰坡脚布置积水井,抽排围堰渗水。经计算,围堰及明渠渗漏总量约为15m³/h,布置2台10m³/h潜水泵定时抽排渗水。

3 工程度汛施工

晃桥水库主体工程大坝自开工日始面临着种种困难。采取何种措施去克服困难,争取工程安全度汛,是工程前期建设中的核心问题。

3.1 大坝施工面临的困难

a. 开工时间延后,错过黄金施工季节。由于业主不能提供施工图纸、施工场地且测量控制网不满足施工精度要求等原因,施工单位在1999年3月11日进场后,工程不能按合同要求日期开工,延迟至6月2日开工。开工即遇雨季,施工道路及临建设施难以完建,大大延误了有效工期。

b. 大坝基础处理重大技术问题在施工中逐步解决。①大坝右坝坝基全风化地基承载力问题。在完成全风化地基开挖后,由委托试验单位四川大学在现场进行原位地基土承载力试验,经历2个月,室内试验成果资料出来,要求1545m以下挖除全风化地基土,此时坝基已开挖至1512m。于1999年10月重新按要求对原开挖部位进行处理;②大坝心墙基础在全部开挖完毕并现场标绘体型线后,由于地质条件变差,风化剧烈,大坝建基面低于设计高程3~4m,根据情况,心墙混凝土的宽度和厚度都增加,同时增加了基础面锚杆和固结、帷幕灌浆工程量。基础处理图施工详图于2000年1月根据开挖后情况做

进一步修改。

c. 大坝体型结构的设计变更. 大坝坝型由原设计的心墙石渣坝变为心墙堆石坝, 坝坡变陡, 大坝工程量减小, 但石料质量要求提高. 对于心墙粘土还提出白蚁防治问题。

d. 石料场条件变化及周围环境对开采的影响. 经开采发现石料场无用层弃料较原投标条件有大幅度增加, 主要是石料标准的提高和料场揭露宽约 40 m 的大型挤压破碎带. 石料标准提高反映在由石渣料变更为堆石料. 挤压破碎带石料开采前期鉴定为无用料, 后经大量室内试验分析论证, 挤压破碎带石料可作为天然过渡反滤料直接开采上坝. 这样虽然节省了投资, 但却给料场开采规划带来难度, 料场每层可采量与上坝需用量之间的不平衡, 使得施工中不得不在原本狭窄的料场进行分台阶开采, 石料场开采规划施工均十分困难. 石料场下游有 10 kV 高压线通过, 石料场开采规划高程较原设计提高了近 40 m, 高差加大, 运距加长. 同时米易至普威公路从料场下部通过, 施工区内米普公路为当地交通和施工共用地段, 需定时为当地交通放行, 因此对施工干扰极大, 影响正常施工, 为交通事故易发地段。

3.2 保证工程度汛的措施

a. 采取积极主动方式克服施工中的困难. 在雨季开工、施工道路不能完建的情况下, 充分利用晴天抢进度, 同时采取主动措施在坝基开挖无可利用石渣情况下, 利用洞渣和新开石渣料场等方式积极完成施工道路; 针对石渣料场的堆石与过滤反滤料开采量不平衡填筑关系, 在前期只需堆石料情况下, 将过滤反滤料区开采平台留下, 只下降开采堆石区. 在后期心墙和过滤反滤料填筑时, 充分利用临时断面将料场高差降下来, 将料场不平衡供料关系转化为大坝不平衡填筑关系, 便于料场开采; 对料场开采米普公路干扰问题, 在公路横穿施工区的上下游均设置警戒, 实行定时通行制度. 通行前, 对道路积渣进行清理后放行, 方便地方交通。

b. 加大资源投入, 确保工程施工进度. 由于前述原因, 大坝基础开挖混凝土浇筑、灌浆等工程量较合同文件有大幅度增加, 其中大坝开挖总量增加 60% 混凝土量增加 25%, 灌浆增加 40%. 月高峰施工浇筑强度为 6000 m³, 基础灌浆 3500 m, 大坝填筑 9.0 万 m³. 施工单位投入大型挖装设备 4 台, 15 t 自卸汽车 30 辆, 混凝土搅拌机 6 台, 泵车 2 台, 钻灌设备 20 台套, 确保了工程按期实现度汛目标。

c. 进行设计施工方案优化, 确保工期进度. 借鉴已建工程成功的经验, 将原心墙挡水度汛方案改为粘土斜墙挡水方案, 使基础处理不占用临汛断面

填筑施工的直线工期, 减少度汛断面填筑与基础处理间相互干扰, 给基础处理以充分时间, 同投标条件相比, 晃桥水库进行的上述方案优化使心墙基础处理工期至少增加 2 个月, 且与坝体填筑间不存在相互影响, 确保工程安全度汛目标实现和基础处理工程施工质量; 通过室内试验及现场碾压试验论证, 料场挤压破碎带石料可作为全级配过渡反滤料上坝, 不仅节约投资, 更重要的是减少了施工生产环节, 加快了施工进度. 尽管给料场规划开采带来困难, 但总体来说是有利工程建设的。

3.3 临时度汛断面的设计与施工

3.3.1 临时度汛方案

临时度汛断面顶高程 1526.7 m, 最大高度 25.7 m, 顶宽 10 m, 最大底宽 106.6 m. 斜墙顶宽 3.0 m, 底宽 5.0 m, 斜墙保护石渣顶宽 1.0 m, 底宽 3.0 m. 整个临时度汛断面上游边坡 1:2.2, 下游边坡 1:1.3. 为抵御 50 年一遇超标洪水, 在堰顶部加高 1.7 m 的子堰. 临时度汛断面结构如图 2 所示。

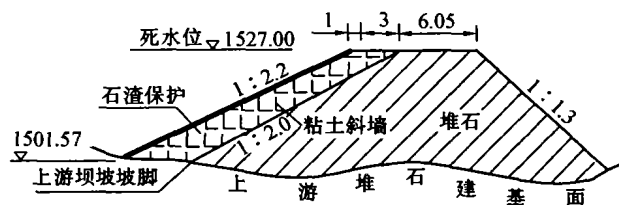


图 2 临时度汛断面剖面

临时度汛断面位于坝体上游堆石区内, 完成度汛目标后, 仅对死水位以上斜墙及石渣料挖除, 其堆石区是设计坝体上游堆石体的一部分。

临时度汛断面稳定分析:

a. 渗流稳定分析. $P=5\%$ 洪水时, 石料不会出现渗流破坏. 据计算成果资料, 石料允许坡降 $i=0.333$ 远大于实际水力坡降 $i=0.013$; 渗漏流量, 洪水期 $q=50\text{ m}^3/\text{h}$, 枯水期 $q=15\text{ m}^3/\text{h}$ 。

b. 边坡稳定分析. 上游边坡比为 1:2.0, 为设计坝坡, 堆石料不用稳定分析, 下游边坡为 1:1.3, 较陡, 经多种方法比较, 利用程序计算安全系数 $F_s=1.30$, 满足规范 1.20 要求. 上游坝基为较完整致密的石英正长岩, 无深层滑动的不利结构面, 故不存在深层滑动的可能性。

上游粘土斜墙铺盖属于临时防渗体, 达不到稳定要求, 在洪水期均有可能发生局部防渗土冲刷破坏造成失稳, 造成少量渗漏, 但对断面稳定无影响. 因此对粘土斜墙铺盖采用薄层石渣料进行坡面保护, 以减少滑动的可能性。

上述方案在提交详细数据计算分析论证后, 经省、市两级主管部门审查、批准后执行。

3.3.2 临时度汛断面施工

施工总体方案:在完成坝基上游至坝轴线下游30m基础开挖后,首先进行临时断面填筑施工,给心墙基础处理及下游坝基基础处理留足时间.当心墙基础处理满足要求,且临时断面达到1520m以上时,可进行下游断面填筑施工,力争下游断面全断面填筑至1502m,最后至5月中旬后再将临时断面填筑至1526.7m,达到安全度汛高程.

临时断面填筑堆石料自Ⅱ号石料场开采,粘土料及石渣料由坝基下游开挖区边开挖边填筑利用.堆石料及粘土料同时上升,堆石层厚1.0m,均由13.5t振动平碾碾压8遍.石渣护坡分次抛填.临时断面填筑完成后用推土机对上游石渣坡面进行整修和稍作碾压,起到清除坡面大块径石料和坡面压实的作用.

由于基础处理跟不上临时断面填筑要求,临时断面于2000年4月20日全断面一次性填筑至1526.7m,相应基础处理直至5月下旬才通过验收.临时度汛断面在进行施工方案优化后提前40d达到度汛高程.

4 工期与进度

4.1 投标工期与工程实施工期

投标工期与工程实施工期见表1.

表1 投标工期与工程实施工期

工作内容	投标工期时间	工程实施工期时间
开工	1999-01-01	1999-06-02
基础开挖	1999-02~1999-10	1999-06~1999-11
导、截流	1999-11-01	1999-12-06
基础处理	1999-12~2000-01	2000-03~2000-06
临时度汛断面施工	2002-01-01~2002-05-31	2000-02~2000-04
工程度汛	2002-05-31	2000-04-20

4.2 工期分析

通过分析可知,优化后的工程度汛方案,在工程延迟6个月开工的情况下,确保了工程顺利实现截流和安全度汛.同时,基础处理施工时间由原来2个月延长至4个月以上(雨季无法进行粘土心墙填筑,但不影响基础处理施工).

5 工程质量安全

a. 渗流检测.至2000年11月,晃桥水库工程已经安全经历汛期洪水考验,汛期上游最高洪水水位为1511.0m.现场实测结果:枯水期临时断面渗漏量为14.4m³/h(时间:2000年5月26日,地点:心墙上游基坑内).与枯水期计算值15m³/h相当接近.在粘

土心墙填筑后大坝渗漏量大大减小,汛末仅为3.0m³/h(时间:2000年11月18日,地点:坝下游坡脚,心墙填筑高程1509m),在最枯期渗漏量为0(时间:2001年1月1日,地点:坝下游坡脚,心墙填筑高程1519m),即坝下游仅见地下水但无出流情况.

b. 工程运行.经历汛期后,粘土斜墙及石渣未发生滑移及顶部变形现象.在完成度汛任务后,填体填筑时对死水位以上石渣保护料及粘土料挖除过程中,未发现斜墙土料内部结构有破坏迹象.导流明渠在洪水期局部冲刷剧烈,但未出现边坡失稳现象.导流洞使用正常.

c. 政府安全检查鉴定.2000年12月15日至17日,根据与世界银行签订的协议,四川省政府委派了由水利部、省世行办、水利厅、市世行办、水电农机局有关专家领导组成的晃桥水库大坝安全检查组,对工程进行了设计、施工方面的第二次检查.结果检查组一致认为:工程设计方面作出的变更有利于大坝安全稳定,施工质量令人满意,进度达到要求.

6 临时度汛断面设计施工优化的工期与经济效益

在工程实施中,由于原投标全断面填筑度汛拦洪方式已不现实,业主曾提出喷砂浆的方案.鉴于施工单位有碧口水库斜墙成功度汛经验,加之堆石体上喷护施工难度大、工期长,因此斜墙方案经省、市主管部门审查一致通过.斜墙方案与喷砂浆方案工期与经济效益比较见表2.

表2 度汛断面喷砂浆方案与粘土斜墙方案比较

方 案	投资/万元	工期/月
喷砂浆 ^①	41.36	4.5
粘土斜墙 ^②	15.13	2.5

注:①砂浆厚10cm,面积7520m²;②斜墙12402m³,石渣5076m³.

通过分析可知,为保证工程安全度汛,粘土斜墙方案同喷护砂浆方案相比,节约投资26.23万元,缩短直线工期2个月,同时大大减少了坝体填筑与基础处理施工间的相互干扰,给基础处理以充足时间,有利于保证工程质量.

7 结 语

工程实践表明,晃桥水库工程在截流、度汛施工过程中采取的上述设计优化和施工措施是可行的,切实有效地保证了工程建设的进度和工程的安全并取得了显著的经济效益.

(收稿日期:2002-09-12 编辑:傅伟群)