

文章编号:1001-4179(2011)16-0098-04

# 阿海水电站大坝碾压混凝土施工质量监理

周春意,徐焰东,付琛

(长江勘测规划设计研究有限责任公司 施工设计处,湖北 武汉 430010)

**摘要:**为确保阿海水电站大坝混凝土施工质量满足合同技术条款和设计要求,通过对规范开工申报与过程控制程序、混凝土工程过程质量控制、高温及雨季等特殊气象条件施工质量控制、碾压混凝土养护与防护的监督等进行有效的施工质量监督,并严格按照仓面设计和《碾压混凝土工法》对混凝土的入仓温度、浇筑温度、 $V_c$ 值、压实容重、振动碾的行走速度、碾压遍数等要求进行控制,使大坝单元工程施工质量取得了较好成效,优良率达90.1%,高于合同要求的质量目标,对同类工程具有一定的借鉴作用。

**关键词:**施工质量;质量控制措施;碾压混凝土;阿海水电站

中图法分类号: TU71 文献标志码: A

## 1 工程概况

阿海水电站坝址位于云南省丽江地区玉龙县(右岸)与宁蒗县(左岸)交界的金沙江中游河段,为金沙江中游河段规划的第四个梯级,上游与梨园水电站相衔接,下游为金安桥水电站。

阿海水电站属 I 等大(一)型工程,主要永久性水工建筑物为 1 级建筑物。大坝为碾压混凝土重力坝,坝顶高程 1 510 m,最大坝高 132 m,坝顶长度 482 m。大坝共分 19 个坝段,从左至右由 1~3 号左岸非溢流坝段、4~7 号溢流表孔坝段、8 号左岸泄洪冲沙底孔坝段、9~13 号厂房坝段、14 号右岸泄洪冲沙底孔坝段、15~19 号右岸非溢流坝段组成。

大坝混凝土设计总量 270.7 万  $m^3$ ,其中碾压混凝土 150 万  $m^3$ 。因大江截流时间推后致使大坝施工工期滞后 3~6 个月,需赶工才能实现首台机组提前发电的目标。大坝工程赶工计划高峰期混凝土浇筑月平均施工强度 21 万  $m^3$ ,高峰月混凝土浇筑 22.88 万  $m^3$ 。2009 年 9 月 1 日浇筑第一仓 17 号坝段常态混凝土,11 月 4 日开始浇筑第一仓 12 号坝段碾压混凝土,至 2011 年 3 月 20 日,大坝累计浇筑混凝土 222.46 万  $m^3$ ,已浇筑混凝土量占设计总量的 82.2%,最大坝高

已达 87 m,月混凝土最高浇筑强度 23.68 万  $m^3$ ,日混凝土最高浇筑强度 13 000  $m^3$ 。

## 2 监理组织机构及质量控制

### 2.1 监理组织结构

阿海水电站主体工程施工监理由长江勘测规划设计研究院(以下简称长江设计院)承担。长江设计院阿海监理部实行总监理工程师负责制,组织结构主要分为管理层、项目处和职能处 3 部分。管理层分总监、副总监、总工;项目处包括大坝处、厂房处和附企处;职能处包括综合技术处、合同处、安全处及工程测量检测处。

为加强、统一阿海水电站工程质量管理,监理部参与“阿海水电站工程质量管理委员会”及“阿海水电站达标投产考核工作领导小组”,总监、总工分别为质量管理委员会和达标投产考核工作领导小组的成员。监理部成立了达标投产组织机构(长阿监 2009 第 24 号文),总监理工程师为质量管理第一责任人,分管副总监、总工及项目处长,也是质量管理直接责任人;项目处监理工程师为现场施工质量责任人。为满足现场施工质量控制需要,大坝、厂房项目处及检测处还设立了质量专职负责人。

收稿日期:2011-06-28

作者简介:周春意,男,高级工程师,主要从事施工技术设计、施工监理工作。E-mail:cjwzhoucy@Yia.com.cn

质量管理组的主要职责为:组织建立、健全监理部质量保证体系;检查和督促承包人建立、健全质量保证体系;负责质量信息采集、质量问题预控和质量问题处理;对工程质量进行经常性的分析,并定期提出工程质量报告和按规定格式编制工程质量统计报表(年、季、月);负责单元工程质量评定及施工质量奖罚考核;组织现场质量巡视与召开质量月例会、质量问题专题会;负责技术管理及技术服务。

## 2.2 工程监理质量控制

(1) 质量控制目标。合同工程质量标准为优良工程。建筑工程质量目标:单位工程质量合格率 100%,单元工程优良率不低于 85%。金属结构安装工程目标:工程质量合格率 100%,安装单元工程优良率不低于 95%。杜绝重大质量事故,将记录性事故和一般质量事故发生率严格控制 1% 以内。

(2) 质量控制标准。碾压混凝土采用二级配和三级配,所用人工砂质量控制标准为:表观密度不小于  $2\ 500\text{ kg/m}^3$ ,含水率低于 6%,细度模数 2.2~2.9,石粉含量为 12%~22%。

碾压混凝土主要质量控制标准如下:

入仓温度	( $12 \pm 5$ ) $^{\circ}\text{C}$
浇筑温度	$5^{\circ}\text{C} \sim 17^{\circ}\text{C}$
$V_c$ 值	3~7 s
摊铺厚度	33~35 cm(控制压实厚度 30 cm)
碾压遍数	2(无振)+8(有振)+2(无振)
相对密实度	不小于 98%
层面允许停歇时间	不大于初凝时间-1 h
一期通水冷却温控	$22^{\circ}\text{C} \sim 24^{\circ}\text{C}$ (非约束区)
外露面平整度	$\pm 15\text{ mm}$ (上游坝面,2 m 靠尺测量)

## 3 主要质量控制措施

### 3.1 规范开工申报与过程控制程序

自 2009 年 8 月开始,监理部先后编制了《主体工程碾压混凝土工程监理实施细则》、《主体工程外观质量检测及评定标准》及《阿海水电站主体工程施工质量管理细则》,并把质量管理细化运用到施工工作面和各施工工序之中,对工程施工质量进行精细化管理。依据合同技术条款、施工技术要求及相关规范,对混凝土工程施工各环节的开工申报程序与内容、施工过程控制、施工质量检查标准等提出了具体要求。

### 3.2 混凝土工程过程质量控制

碾压混凝土施工前先要求完成试验,以试验成果指导实际施工。试验场地安排在左岸大坝上游 1 450 m 平台上进行,面积为  $900\text{ m}^2$ (60 m $\times$ 15 m)。碾压共分 7 层,每层松铺厚度 35 cm,碾压层厚 30 cm,混凝土

浇筑总方量  $2\ 160\text{ m}^3$ 。碾压混凝土  $V_c$  值为 3~7 s,碾压混凝土标号为:C9020W8F100/二级配、C9020W6F100/三级配和 C9015W6F100/三级配。每个试验混凝土标号分为一个区,每个区分为 3 个碾压条带,每个条带宽 5 m,条带采取不同的碾压遍数。根据现阶段碾压试验结果,从压实度上看采用无振 2 遍+有振 6 遍+无振 2 遍进行碾压基本上可以满足设计要求,为了更好地满足施工设计要求,实际施工要求采用无振 2 遍+有振 8 遍+无振 2 遍碾压遍数进行,混凝土出机口  $V_c$  值控制在 3~7 s 范围时,在确保环境湿度的情况下,振动碾压 2 遍以上即可出现翻浆,可碾性较好,施工效率较高。

在浇筑过程中,监理工程师主要通过过程巡查、仓面工艺旁站、现场一般书面指示单、施工质量违约处理单、校核性测试与抽样检查等方式进行质量控制。

在施工过程中,监理实行全过程旁站监理,坚持“高标准,严要求”,严格按照仓面设计和《碾压混凝土工法》对混凝土的入仓温度、浇筑温度、 $V_c$  值、压实容重、振动碾的行走速度、碾压遍数等要求进行控制。监理工程师在出机口按一定的频率见证施工方对拌制的碾压混凝土的部分性能指标进行检测,并委托业主指定的工地试验中心按一定的频率对拌制的碾压混凝土进行平行抽样检测。具体检测成果见表 1。

表 1 大坝碾压混凝土仓面  $V_c$  值检测统计

检测项目	$V_c$ /s	入仓温度/ $^{\circ}\text{C}$	压实度/%
设计要求	3~7	/	98
最大	7	21.5	102.4
最小	2	10.1	98.0
平均	4	13.5	99.3

注: $V_c$  值、入仓温度、压实度的检测组数分别为 511,202,819; $V_c$  值合格率为 98.6%,压实度为 100%。

为确保大坝混凝土工程施工质量,监理部除对混凝土原材料、钢筋材质、钢筋焊接质量等按规范要求进行检查、检测外,还重点对钢筋安装、焊接质量、止水安装、模板安装、施工缝面处理等工序逐一检验合格签证后,方可进行下道工序施工。

为确保混凝土施工质量满足合同技术条款和设计技术要求,监理部结合施工单位报送的《阿海水电站大坝混凝土施工工法》对混凝土施工实行了“五不开仓”制度,即:①前置工序验收不合格不开仓;②施工设备和浇筑手段不到位不开仓;③施工人员(质检人员、技术员、调度员)不到位不开仓;④浇筑前技术交底和安全作业等管理措施不到位不开仓;⑤缺陷防范措施不到位不开仓。

在施工过程中,监理部针对大坝混凝土浇筑过程中暴露的质量问题,从进场混凝土原材料的质量检验、

混凝土料的质量检验、混凝土料运输及浇筑过程的质量控制、混凝土浇筑质量技术管理、混凝土浇筑质量检查与缺陷处理和加强混凝土浇筑仓面责任牌管理等方面,提出了多项加强混凝土浇筑施工质量控制的具体要求。同时,建立了每仓混凝土拆模后的质量检查和评价制度。

为保证碾压混凝土施工质量,监理工程师重点加强大坝上游防渗层的层间和缝间结合质量、摊铺厚度及压实度控制、上游变态混凝土加浆与振捣施工质量控制工作,并对施工现场以下要点进行控制:①入仓道路采用石渣混合料填筑,在路面铺筑一层级配碎石,并设置了冲洗平台,用高压水枪冲洗,并保持入仓道路的干净。入仓口留足够的脱水距离(不小于40 m)。以防将水带入仓面。②为保持仓面干净、湿润,对碾压混凝土仓面,实行封闭管理,谢绝参观,以防止杂物带入仓内。③在周边模板上,每隔10 m绘制厚度35 cm的平仓控制线,用于控制摊铺厚度,并标注二级配区和三级配区的分界线。④平仓手必须按照“少刮、浅推、快提、快下”的原则进行平仓操作。碾压方向顺坝轴方向,碾压条带搭接宽度控制在20 cm,端头部位的搭接宽度不少于100 cm。振动碾压机行走速度控制在1.0~1.5 km/h。每层碾压作业结束后,按100~200 m<sup>2</sup>的网格布点,每层不少于3个点。经检测压实度均大于98%。⑤大坝每上升不超过2 m铺设一层冷却水管,水管间距上游防渗层为1 m,其他部位为1.5 m,控制一期通水冷却时间不少于20 d,夏季遇坝体温度一期通水冷却达到设计要求22℃~24℃(非约束区)后反弹超标的,需再次通水冷却5 d,并对进水温、流量及闷温等进行量测。

通过一期通水冷却并延长通水冷却时间后,坝体闷温检测成果表明一期温控达到设计要求。

大坝上下游模板面、伸缩缝、上下游位置、廊道、电梯井周边及振动碾达不到的地方,采用变态混凝土,在摊铺好的碾压混凝土面上,人工挖槽,槽深约25 cm。人工提桶加浆,加浆量控制在混凝土量的5%,加浆5~10 min后进行振捣,振捣时振捣器伸入下层混凝土5 cm处。

### 3.3 特殊气象条件施工质量控制

(1) 高温期间施工质量控制。阿海水电站5~8月为气温较高的时段,在日平均气温不小于25℃时,要求对浇筑仓面采取喷雾降温措施,混凝土运输车顶用防晒篷遮挡,并快速摊铺、碾压,缩减层间间隔时间。5 000~8 000 m<sup>2</sup>的施工仓面一般布置5~7台自动旋转的喷雾机,可调节仓面小气候,降温达3℃~5℃。

(2) 雨季施工质量控制措施。当降雨量不超过3

mm/h时,碾压混凝土继续施工,但对仓面非施工部位采取彩条布覆盖,及时排除局部积水等措施控制施工质量。当降雨量超过3 mm/h时,监理工程师指令停止浇筑碾压混凝土,督促承建单位仓面采用彩条布覆盖防雨,并迅速将仓内混凝土摊铺、压实,之后覆盖彩条布。雨后恢复施工前,必须排除仓面积水,将降雨引起的浮浆用水冲除,并铺一层砂浆后继续施工。

### 3.4 碾压混凝土养护与防护

碾压混凝土拆模时间必须符合有关规范和设计要求,拆模后及时洒水养护。

阿海水电站位于山区,昼夜温差大,混凝土终凝后督促承建单位采用聚乙烯发泡保温被对混凝土面及时覆盖保温、保湿。遇大风或太阳暴晒天气时,督促承包人对新浇碾压混凝土加强防护与养护,覆盖保温被或彩条布,防止水分蒸发引起干缩裂缝。

## 4 结语

自2009年11月4日开始浇筑第一仓碾压混凝土到2011年3月20日,完成大坝混凝土浇筑已超过其总量的82.2%,在中水三局施工单位精心施工、长江设计院阿海监理部严格要求与认真负责地监管及业主、设计大力支持下,施工质量效果良好,积累了不少经验。

(1) 阿海水电站质量管理组的旬、月度质量联合检查及出具的巡检或质量检查报告、纪要,有效地促进了大坝碾压混凝土施工质量提高。

(2) 实行奖优惩劣手段,提高与加强了施工单位质量意识与责任心。业主、监理每月对各施工单位进行质量评分考核,若发生质量缺陷或违规作业,则依据《阿海水电站主体工程施工质量管理细则》进行相应罚款处理。

(3) 改进施工工艺,提高工程质量。大坝上游面1 423 m高程以下用中小型组合钢模板,外露面平整与光洁度一般,1 423 m高程以上改用3 m×3.1 m的大型悬臂钢模板后,大坝永久外露面平整度与光洁度明显提高,外观质量优良率大大提高。坝段间分缝原采用电动切缝机切缝,成缝质量与切缝深度不理想,后改用液压切缝机后,切缝效率与质量得到显著提高。大坝上游侧变态混凝土原先采取人工挖坑加浆液再振捣的施工工艺,后采取挖条沟槽加浆液再振捣的工艺,后者因加浆充分,而使外露面光洁度与密实性比前者有较大改观。

(4) 碾压混凝土铺层厚度特别是大坝上游防渗层铺层厚度控制不严、变态混凝土加浆不充分,直接导致大坝结合面无法振捣密实而产生渗水的质量缺陷,需

采取灌浆处理,施工单位受到罚款处理,蒙受了经济损失,损失了工期,教训深刻。下阶段施工需继续加强结合面施工质量控制、铺层厚度及加浆施工工艺等方面质量控制,以获得更多的“样板仓”、“样板工程”。

(5) 注意对核子密度计、碾压机具等维修保养和率定,确保施工质量。

(6) 统筹安排,加强内部管理,提高了监管水平。

加强监理部内部管理与“应知熟知”内容学习、培训,并对监理文件进行了认真梳理和完善,建立健全了单元工程质量评定台帐、混凝土浇筑开仓台帐、混凝土表面质量缺陷检查台帐、计量签证台帐、骨料联合检测等台帐,提高了监管水平。在建设各方密切协作、施工单位持续改进下,主体工程施工质量处于受控状态,取

得了土建单元工程质量优良率 90.1% 的较好成绩,高于合同要求的质量目标,至今未发生过质量事故。

虽然厂坝混凝土目前还存在一些保温、养护不及时或不到位,局部有蜂窝、麻面及预制廊道错台等质量缺陷,但也不乏一些施工亮点:如大坝上游面 1 423 m 高程以上、消力池边墙及泄槽等直立面部位用 3 m × 3.1 m 的大型悬臂钢模板,其永久外露面平整与光洁度明显提高,外观质量优良。

总之,大坝碾压混凝土施工目前即将结束,已完工质量处于受控状态,右岸非溢流坝段钻孔取芯取得了国内外最长碾压混凝土芯样 19.28 m 的优异成绩。

(编辑:邓玲)

## Supervision on construction quality of RCC dam of A hai hydropower station

ZHOU Chunyi, XU Kuidong, FU Chen

(Construction and Design Department, Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research, Wuhan 430010, China)

**Abstract:** To ensure the construction quality of RCC dam of A hai hydropower station meeting the technical clauses and design requirements, the supervision engineers carry out the effective construction quality control through the standardization of the start-up declaration and program of process control, process quality control of concrete, construction quality control in high temperature and rainy weather conditions and supervision of RCC curing and protection, and control the concrete placing temperature, pouring temperature, VC value, compact unit weight, the walking speed of vibration roller, several times of rolling in strict accordance with the pouring-cube design and the "RCC engineering methods", accordingly. The dam unit project construction quality achieved good results with the good rate of 90.1% that was higher than the quality goal of the contract requirements, and had some reference to similar projects.

**Key words:** construction quality; measures of quality control; RCC; A hai hydropower station

· 简讯 ·

### 技术援助 培养人才 资金支援 长江委“十一五”援藏成效显著

“十一五”期间,长江水利委员会充分发挥在技术、人才、管理等方面优势,不断丰富援藏形式,拓宽援藏渠道,从技术、人才、项目、资金等方面全力支持西藏水利建设,以各种形式向西藏提供援助达 552 万元。

为加强对援藏工作的组织领导,长江委成立了由委领导任组长的援藏工作领导小组,并设立援藏工作领导小组办公室,有力推动了援藏工作的开展。委领导发挥表率作用,克服重重困难,多批次深入援藏工作第一线,深入了解西藏水资源开发利用现状与需求,获得许多宝贵的第一手资料,为科学制订流域综合规划、促进西藏水利又好又快发展奠定了坚实基础。“十一五”期间,长江委先后组织 9 批约 180 人次到西藏进行水利考察,在此基础上,认真组织开展雅鲁藏布江、澜沧江、怒江、金沙江、尼洋河等流域综合规划的编制工作。

5 年来,长江委为西藏水利行业举办了多期理论和业务培训班,通过多种途径,培养了一大批学得会、留得住、用得上的

水利建设和管理人才。积极为西藏水利建设提供技术服务,协助西藏各级水行政主管部门和相关单位完成了《雅鲁藏布江水文站网规划》等一大批项目规划和前期工作。2006 年长江设计院在西藏设立分院,安排大量人员常年奋战在雪域高原,为进一步加强援藏工作力度、增强西藏水利技术力量、更好地服务西藏水利事业构建了良好的技术交流平台。

“十二五”时期是促进西藏跨越式发展、保持西藏长治久安的关键阶段,是推进西藏水利又好又快发展的重要机遇期。长江委将围绕《水利部“十二五”援藏工作规划》提出的主要目标任务,积极配合水利部做好西藏水利建设项目的技术支持与服务,继续加强与西藏水利部门更加广泛的技术与项目合作,为西藏水利培养更多更优秀的技术人才,继续为西藏水利实现跨越式发展作出贡献。

(长江)