

# 集中制浆系统在北川开茂水库灌浆施工中的应用

张连顺, 刘寒剑, 曹永顺

(中国水利水电第十工程局有限公司,四川 都江堰 611830)

**摘要:**北川开茂水库大坝固结及帷幕灌浆工程量大,施工战线长,施工强度高,人员配置少,施工工期紧。为满足施工需求,该项目采用了全自动集中制浆系统。该系统所制备的稳定浆液完全能够满足浆液粘度、凝结时间等性能参数的要求,从而提高了制浆效率,节约了项目成本,加快了施工进度,取得了较好的技术经济效果,工程质量和环境保护等均得到了保证。

**关键词:**帷幕灌浆;集中制浆系统;稳定浆液;应用和优化;开茂水库

中图分类号:TV52;TV543;TV7;TV43

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2015)05-0020-03

北川开茂水库位于四川省北川县安昌镇和永安镇之间,距离城区较近,对环境保护要求较高。水库工程包括水库主坝、副坝、溢洪道、放空洞,主坝最大坝高56 m,坝顶宽度为6 m,坝顶长约397.12 m。受地形条件限制,除主坝外,左右岸库周5处坝口位置另外设置了5个副坝共同拦蓄库水。副坝均为土石坝,坝顶高程均为612 m,地下岩层复杂多变,多为泥质粉砂岩和砂砾石岩,帷幕线全长为3 200 m,帷幕最大深度为70 m。主要灌浆工程量见表1。

浆情况下,日制浆量在41.7 m<sup>3</sup>左右。

## 2 制浆工艺的选择

### 2.1 传统制浆工艺

传统的分散制浆工艺即采用袋装水泥人工量化制浆。该制浆工艺要设计制安一个水泥堆放平台,要求做到通风良好,搭建整齐,有良好的安全保障措施,便于施工。制浆设备配置完备后,投入两个员工进行水泥出厂上车码放,水泥进入施工作业现场后继续卸车并进行码放。制浆作业时,需投入两个员工进行水泥运送,另投入两个工人完成水泥开包和倒灌水泥,最后还需要一个员工进行制浆机注水和出浆作业。由上述可知,该工艺人员配置较多,制浆效率低下。

北川开茂水库灌浆作业面长达3 200 m,作业全线至少需配置三个水泥制浆平台,投入制浆作业的人数也将达到12至15人之多。考虑到制浆操作人员的体力问题,每个台班按8 h计算,每个制浆作业循环制浆400 L,耗时10 min,每个台班的日制浆量为19.2 m<sup>3</sup>,无法满足施工需求。

### 2.2 集中制浆系统

集中制浆系统采用散装水泥制浆,每个制浆循环600 L需5 min,每个台班的制浆量为57.6 m<sup>3</sup>,满足施工需求。此外,系统可全自动配制两种或多种配料组成的浆液,实现快速均匀搅拌,可随时记录配料用量、浆液量并打印参数,确保施工所需浆液配合比准确、稳定、可靠。而且该系统操作简单,只需要一个操作员就能完成整个制浆作业流程,避免了使用袋装水泥繁琐的环节,节约人

表1 北川开茂水库大坝防渗灌浆主要工程量表

项 目	固结灌浆量 /m	帷幕灌浆量 /m	
主 坝	3 300	9 827	/
1#~5#副坝	4 864	33 835	/
左右岸山脊		63 364	//
隧洞灌浆工程	94	/	1 493

## 1 施工工艺

帷幕灌浆工程采用0.5:1的水泥混合浆液,300型地质钻机清水回转钻进造孔,SGB6-10型高压灌浆泵进行灌浆,灌浆记录仪记录并监控。固结灌浆的方式为自下而上与自上而下相结合的综合灌浆法;帷幕灌浆方式为自下而上分段孔内灌浆,如遇地质条件复杂,则采用综合灌浆法(自上而下与自下而上相结合)。隧洞回填灌浆分区段进行施工,采用纯压式灌注。整个施工过程灌浆方量为45 000 m<sup>3</sup>左右,工期12个月,满负荷制

收稿日期:2015-08-25

力资源,降低施工成本,从而提高了制浆效率。

综上所述,只有全自动制浆系统才能满足北川开茂水库大坝防渗灌浆工程施工强度大、工期紧、战线长、质量要求高及清洁环保的要求。

### 2.3 集中制浆系统的选址

由于北川开茂水库大坝及副坝灌浆作业战线较长,作业面较多且比较分散,在制浆选址时,充分考虑了制浆系统设备运输和吊装及原材料的运输,并从其钻灌作业面的高差和覆盖距离等方面进行考虑,最终综合选定了能产生最大经济效益及利用率的位置。所选位置为在左岸山脊设置1套集中制浆系统,主要负责1#至4#副坝及主坝左岸的防渗灌浆作业;在右岸山脊设置1套集中制浆系统,主要负责5#副坝、主坝右岸的防渗灌浆作业,并能覆盖放空洞的回填、固结灌浆作业。左岸制浆站高程为617.5 m,覆盖灌浆作业面高程612 m,落差5.5 m;右岸制浆站高程616 m,覆盖灌浆作业面高程572 m,落差44 m,集中制浆系统完全可以利用该落差,加强 SGB6-10 型高压灌浆泵的有效运距,可以把浆液送到预计的覆盖工作面,从系统的整个寿命周期来看是很经济的。

## 3 集中制浆系统

### 3.1 系统的组成

集中制浆系统由包括称重传感器、制浆桶、搅拌循环泵、控制阀、底座组成的主机,螺旋送料机,储料灌(工地自配),供水水箱及泵或供水管和电磁阀(可自配或另选配)控制柜等构成。现场布置情况见图1、2。

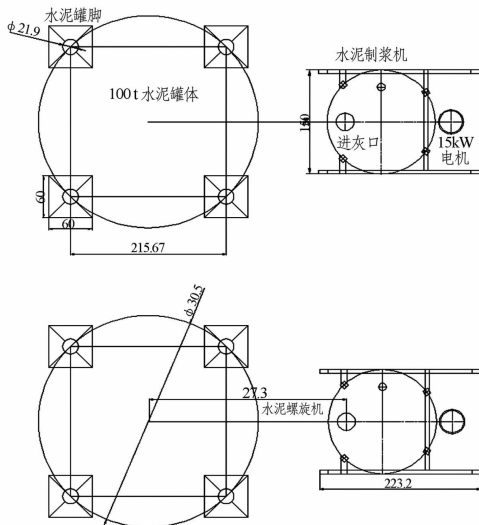


图1 集中制浆系统安装俯视图

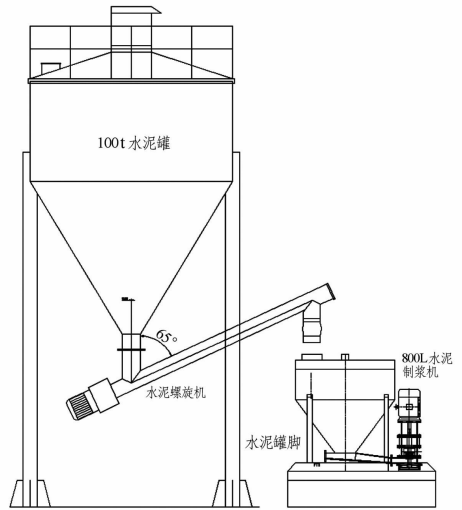


图2 集中制浆系统安装正视图

### 3.2 工艺流程

(1) 自动控制工艺流程。

①打开计算机并检查时间→②修改零点→③选择上料路径和设置参数→④启动搅拌机控制程序制浆→⑤送浆→⑥等待或重复②~⑤步骤操作→⑦冲洗搅拌机。

(2) 手动控制工艺流程。

当计算机控制系统出现大的故障且一时无法恢复时,可选择进行手动控制,效果同自动制浆一致。

①选择手动→②选择上料路径→③上水、上料→④搅拌及下料→⑤送浆→⑥等待或重复②~⑤步骤操作→⑦冲洗搅拌机。

### 4 集中制浆系统的控制要点

(1) 水泥罐内不应混装不同来源的水泥或粉煤灰,而且贮存时间不宜超过20 d,如存放时间过长,水泥会出现较多的结块、搭桥和堵塞现象。

(2) 螺旋输送机停机3 d以上再作业前,应将检视孔盖打开,将管内残余物料清理干净并及时检查中间轴座、螺旋体有无异常情况,确保设备处于良好的运行状态。

(3) 在进行设备检修及其他非制浆作业时,要关掉控制柜电源并断开称量传感器的插头;若控制柜断电后,再次通电时应间隔10 s以上。

(4) 高速制浆机底部的滤网应定时清刷,排除水泥和粉煤灰中带入的铁屑及其他粗颗粒物,确保制浆机能正常循环制浆。

### 5 集中制浆系统产生的经济效益

### 5.1 直接经济效益对比分析

水泥采购费用:开茂水库项目灌浆水泥用量为6万t,散装水泥单价比袋装水泥单价每t低15元,即水泥采购费用可节约成本90万元。

水泥运输费用:袋装水泥运输费用为17元/t,装卸车费用为15元/t,即水泥进入施工现场总费用为182万元;散装水泥运输费用为19元/t,即水泥进入施工现场总费用为114万元。由此可知,采用集中制浆系统可节约水泥运输成本68万元。

其他费用:传统制浆工艺所需人工为15人,月工资以4500元计算,施工12个月,每天2个台班进行施工,所需人工费用为162万元;而集中制浆工艺所需人工为1人,所需人工费用为10.8万元。另外,集中制浆系统采购费用为12万元/套,两套费用合计24万元。由此可知,采用集中制浆系统可节约其他费用127.2万元。

综上所述,采用集中制浆系统可产生的直接经济效益为285.2万元,经济效益良好。

### 5.2 间接经济效益分析

使用全自动制浆系统可减少使用传统的制浆设备高速制浆机3台,每台为9350元,合计为2.8万元;压泵6台,每台26500元,合计15.9万元,低速搅拌机6台,每台8900元,合计5.3万元。由此可知,采用集中制浆系统可节约制浆设

备采购费用24万元。全自动制浆系统提高了生产效率,节约了施工工期,改善了工作环境,浆液配合比准确、稳定、可靠,更好地保证了工程质量,创造了良好的社会效益。

## 6 结语

全自动集中制浆系统具有便捷的操作方式,节省了大量的劳动力,提高了灌浆施工过程控制的自动化程度。通过自动制浆系统,极大地提高了制浆和送浆的效率,加快了施工进度,降低了施工辅助成本;极大地降低了袋装水泥制浆时存在的灌浆工作面粉尘污染的状况,保证了制浆人员的身心健康,并有效降低了相关职业病发生的几率。

北川开茂水库大坝防渗帷幕灌浆工程通过全自动集中制浆系统的应用,解决了水泥灌浆工程战线长、施工强度高的问题。该系统计量准确、便于控制,能保证工程施工质量和作业人员的职业健康安全,有利于环境保护,大大减少了作业人员数量及其劳动强度,取得了较好的经济效益。

#### 作者简介:

张连顺(1984-),男,青海西宁人,工程师,从事水利水电地基与基础工程施工技术与管理工作;

刘寒剑(1988-),男,河南扶沟人,助理工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

曹永顺(1982-),男,四川浦江人,助理工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作。  
(责任编辑:李燕辉)

## “中国大坝协会2015学术年会暨第七届碾压混凝土坝国际研讨会”在成都召开

2015年9月24日至26日,“中国大坝协会2015学术年会暨第七届碾压混凝土坝国际研讨会”在四川成都隆重召开。来自30个国家和地区的近600名专家、学者云集蓉城,围绕水库大坝建设管理、水电开发的新技术、新理念,水库大坝建设与生态环境保护以及水电可持续发展等热点问题进行了探讨。9月24日的大会开幕式由水利部原部长、大会组委会主席汪恕诚主持。开幕式上,水利部安全监督司建设管理督察专员赵卫、环保部环境影响评价司常仲农处长、中国电力建设集团公司董事长晏志勇、中国国电集团公司总工程师张宗富、国际大坝委员会荣誉主席、西班牙大坝委员会原主席路易斯·贝尔加、国际大坝委员会荣誉主席阿德姆·诺伯瑞分别为大会致词,预祝大会圆满成功。本次会议揭晓了第三届碾压混凝土坝国际里程碑工程奖、第五届汪闻韶院士青年优秀论文奖和会议优秀论文评选结果。根据专家评审组的评选意见,中国的沙牌工程、巴拿马的Changuinola1工程、马来西亚的Murum工程和美国的Portugues工程等4座工程获奖。同时,经网评、专家会评和网络公示,第五届汪闻韶院士青年优秀论文奖共评选出优秀论文3篇。论文作者分别为中国水利水电科学研究院的李曙光、长江水利委员会长江科学院的姚立强和南京水利科学研究院的王国庆。主席台嘉宾为获奖工程代表和优秀论文作者颁发了奖状和奖牌。此次“中国大坝协会2015学术年会暨第七届碾压混凝土坝国际研讨会”由中国大坝协会和西班牙大坝委员会联合主办,由国电大渡河流域水电开发有限公司、中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司、中国水利水电第五工程局有限公司、中国水利水电第七工程局有限公司、中国水利水电第十工程局有限公司、中国水利水电科学研究院和四川大学承办。会议共收到中外论文140余篇,共邀请了80余位国内外专家围绕工程经验和最新科研成果做会议发言,另有18家单位参加了会间技术展览。在1天半的全体大会报告后,本次会议还设立了4个技术分会和5个专题研讨会,供与会专家就有关议题做进一步交流。其中,为共享水库大坝建设和水电开发中的生态环境保护经验,学习国外有关先进做法、探讨所遇到的问题并提出有效的解决方案和有益的政策建议。会议期间,举办了“水库大坝建设与生态环境保护高层圆桌论坛”;为了帮助非洲国家开发水电,进一步加强中非双方在水库大坝建设和水电开发领域的合作与交流,特举办了第八届“非洲水库大坝与水电可持续发展圆桌会议”。中国大坝协会学术年会自2011年以来已经连续举办了4届。学术年会的召开,为我国水利水电行业相关单位搭建了技术交流平台,意义重大。