

南公 1 水电站地下厂房岩壁吊车梁 锚杆施工质量控制

田 衍 军

(中国水利水电第十工程局有限公司,四川 成都 610072)

摘 要:岩壁吊车梁是整个水电站地下厂房施工的关键部位,吊车梁锚杆的施工质量直接关系到岩壁吊车梁的安全性。介绍了南公 1 水电站地下厂房岩壁吊车梁锚杆施工质量控制采取的有效措施。通过过程控制,保证了岩壁吊车梁锚杆的施工质量。

关键词:地下厂房;岩壁吊车梁;锚杆施工;质量;南公 1 水电站

中图分类号:TV7;TV52

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2019)增 1-0112-03

1 工程概述

南公 1 水电站位于老挝南部阿速坡省内的南公河上,为老挝、越南、柬埔寨三个国家的交界区域。南公河流向自东向西,为色公河左岸的一条支流,由色公河流入湄公河。引水发电系统由电站进水口、引水隧洞、上游调压井、竖井、压力管道及地下厂房洞室群、尾水支洞、尾水隧洞、尾水出口等组成。电站装机容量为 2×80 MW,地下厂房全长 90.5 m,最大开挖宽度 19.4 m,最大开挖高度 48 m(高程 147~99 m),岩壁吊车梁位于安装间和主机间上部,顶部高程为 137.34 m,底部高程为 135.105 m,上下游对称布置,长度为 2×61 m。主厂房开挖完毕,将在岩壁吊车梁上布置一台 125+125 t/10 t、 $L_k=17$ m 的双小车桥式起重机组安装、检修用。因此,厂房岩壁吊车梁锚杆的施工质量控制成为主厂房后期桥机安全运行的重要保障,是地下厂房质量控制的关键工序。

岩壁吊车梁是通过锚杆锚固在地下洞室岩壁上的现浇钢筋混凝土结构,由钢筋混凝土梁体、锚杆和围岩共同承受荷载和作用,是地下洞室内桥式起重机的一种支承结构。

地下厂房岩壁吊车梁锚杆施工质量控制的关键在于:如何确保受压、受拉锚杆孔的孔位、角度、孔深偏差符合要求(锚杆孔位垂直及水平偏差均应小于 ± 5 mm;受拉、受压锚杆垂直向及水平向角度偏差均应小于 $\pm 2^\circ$);注浆密实度:注浆密实度不得低于 90%。按检验单元划分,当检验锚杆数量的 80%达到 90%的密实度标准且单根锚杆

注浆密实度的最小值 $\geq 81\%$ ($0.9\times 90\%$)时可判定为合格;当检验锚杆数量的 90%达到 90%的密实度为标准且单根锚杆注浆密实度的最小值 $\geq 81\%$ 时,可评定为优良。如何保证锚杆注浆密实度达到要求(不得低于 90%)呢?为达到设计要求,需要从设备(操作人员)、测量放样、造孔过程、验孔、注浆过程以及原材料控制等各个方面进行全方位的监控,采取行之有效的施工方法及管理措施,保证岩壁吊车梁锚杆的施工质量。

2 保证岩壁吊车梁锚杆施工质量控制采取的控制措施

2.1 电站厂房锚杆布设的基本情况

老挝南公 1 水电站厂房所处的岩体主要为流纹岩,主厂房(厂纵 0+075—厂纵 0+80.5)有一段贯穿整个地下厂房的构造带。吊车梁共设置三排锚杆,总计 522 根。直墙面设双排受拉锚杆,其中上排受拉锚杆共计 174 根,孔口高程 137.09 m,方向为上倾 25° ,规格为 $\varphi 32@700$, $L=9$ m(构造带区域 10 m)入岩 7.5(8.5)m;下排受拉锚杆共计 174 根,孔口高程 136.69 m,方向为上倾 20° ,规格为 $\varphi 32@700$, $L=9$ m(构造带区域 10 m),入岩 7.5(8.5)m;下部斜台面设受压锚杆,共计 174 根,孔口高程 135.276 m,方向为下倾 30° ,规格为 $\varphi 25@700$, $L=4$ m,入岩 3 m。

2.2 锚杆孔钻孔质量采取的有效控制措施

在岩台开挖完毕并经验收合格后,采用莱卡全站仪逐个进行锚杆孔位的测量放样。测量过程中,根据岩壁实际开挖情况计算并放样出实际孔位,用红油漆在岩壁上进行标明;采用双臂钻进行

收稿日期:2019-02-18

吊车梁锚杆钻孔的施工,钻孔直径为 65 mm。造孔前,钻机钻头先抵紧孔位点,其上、下倾角度控制由现场技术人员采用坡度尺贴靠在大臂上进行现场测量;纵向控制则在双臂钻大臂尾部后方标识相对应的孔位点,现场技术人员利用铅锤吊线(三点一线)指挥大臂进行左右调整,待上下左右的角度满足设计值后开始施钻造孔,钻进过程中再进行复测校验。造孔完成并经监理单位验收合格后进行锚杆的安装施工。

2.3 锚杆的施工方法

受拉锚杆采用“先插杆、后注浆”工艺,其施工工序为:孔位放样→造孔→清孔→锚杆安装、固定→注浆→孔口固定。下排受压锚杆采用“先注浆、后插杆”工艺,其施工工序为:孔位放样→造孔→清孔→注浆→锚杆安装、固定→孔口固定。

2.4 实施锚杆砂浆配合比试验

为了进一步证实“先插杆、后注浆”工艺的饱

满度,更好地指导施工,在洞外模拟岩壁吊车梁受拉锚杆进行了 2 根“先插杆、后注浆”试验。试验孔采用 D80 PVC 管,将其固定在洞口脚手架上,2 根长度均为 9 m,角度分别为 20°与 25°。进浆管采用 D20 PVC 管,长度约 50 cm,插入孔内 15 cm,排气管采用 D8 硬塑管,全长固定在锚杆体上,孔底留 5 cm 富余长度,孔外延伸 30~50 cm。插杆完成后,用木楔、水泥砂浆将顶端口封闭,插入锚杆后再用水泥砂浆封孔。注浆设备为锚杆注浆机,注浆压力为 0.1~0.126 MPa。根据对现场模拟试验的 2 根锚杆进行切割检查,其无损检测(表 1)结果显示浆柱饱和度良好,整杆砂浆充填饱满、密实;中国水利水电第十工程局有限公司中心试验室对现场模拟试验的 2 根“先插杆、后注浆”锚杆进行了无损检测,其注浆饱和度均达 90%以上;最终确定了砂浆施工配合比(表 2),砂浆强度不低于 M30 水泥,灰砂比为 1:1~1:1.8,水灰比为 0.38~0.45。

表 1 工艺试验锚杆无损检测报告表

序号	锚杆编号	设计参数		检测参数		分级	评价
		锚杆长度 /m	饱满度 /%	锚杆长度 /m	饱满度 /%		
1	SYML001	9	90	9.01	92	I	长度:合格; 饱满度:A 级。 距离杆头:2.89~3.01 m,不密实,轻微 4.96~5.19 m,不密实,轻微 5.77~5.88 m,不密实,轻微 8.14~8.28 m,不密实,轻微
2	SYML002	9	90	9	90	I	长度:合格; 饱满度:A 级。 距离杆头:2.71~2.82 m,不密实,轻微 4.47~4.59 m,不密实,轻微 5.21~5.37 m,不密实,轻微 8.03~8.34 m,不密实,轻微

表 2 施工砂浆配合比表

项目	P.I52.5 水泥 /kg·m ⁻³	天然砂 /kg·m ⁻³	水 /kg·m ⁻³	HZ-03 高性能减水剂 /kg·m ⁻³
M30	762	899	320	3.81

2.5 原材料质量控制

试验室人员对水泥、外加剂、钢筋、天然砂进行了取样检测,其均达到质量要求;对于无出厂检验单和合格证或经抽检、复检不合格的材料均不投入本工程使用;把好原材料质量关,为工程质量提供保障。

2.6 施工过程控制

(1)锚杆制作:①岩壁吊车梁必须采用通长钢筋,不能焊接接长;②锚杆规格、长度必须严格按设计图纸划线下料,采用切割机切断;③绑扎排气

管、进浆管时检查其是否通畅,确定通畅后方可绑扎在锚杆上;④上排受拉锚杆(原设计在与混凝土交界面靠岩石侧 1 m 范围内涂抹沥青)采用电工胶布代替涂抹沥青的方案,在缠绕胶带时绑扎密实、不得出现漏绑、鼓包等现象。

(2)安设锚杆施工:①受拉锚杆采用“先插杆、后注浆”的方式施工。锚杆安装前必须对锚杆孔进行冲洗,待验收合格后方可安设;②安设前固定好进浆管(D20 高强度 PVC 管)、排气管(D8),确保管道畅通。排气管距孔底距离为 3~5 cm,进

浆管插入孔口 15 cm,外露 25 cm;③安设前先严格检查进浆管、排气管的绑扎固定及加工质量,以避免在插杆过程中发生移位变化。如发生上述情况应立即返工处理,检查合格后方可进入下道工序;④锚杆插入深度必须满足设计要求,安设时应注意孔外段的预留长度,避免因造孔超深引起锚杆埋入混凝土的长度不够;⑤锚杆入岩段安装于孔中心,孔口采用周边封堵高标号水泥砂浆(M30 以上)的方式保证对中,封堵长度大于 10 cm,封堵段的高标号砂浆必须填筑密实。

(3)注浆施工:①封孔 24 h 后可进行灌浆施工。灌注前再次检查进浆管和排气管畅通情况,若有不通畅的锚杆需返工重做,24 h 后再进行灌注施工。注浆时进浆管与注浆管必须绑扎牢固。受压锚杆采用“先注浆、后插杆”的方式施工;②锚杆砂浆必须严格按实验室提供的配合比配制,严

格称量,搅拌均匀;施工时,现场设置称量设备并挂设施工配合比标识牌;③注浆时,灌浆压力保持在 0.3~0.4 MPa,缓慢匀速灌注,确保均匀排气。在施工过程中,采用“水泡观测法”检查排气情况,将外露部分的排气管插入装满水的透明水瓶中,随着砂浆从孔口端匀速压入,孔内的空气从锚杆底部的排气管开口处匀速排出,气体进入水瓶内产生气泡,当水瓶内的气泡消失、注浆机压力表数值抬升时,表明孔内砂浆已填充密实,停止灌注,将灌浆管和进浆管脱离,及时对进浆管孔口进行严密封闭;④注浆过程中,如突然出现停电、排气管畅通但进浆困难的不利情况时,应立即停止注浆施工,迅速拔出锚杆,采用高压风、水联合冲洗孔道并经检查验收合格后方可重新安设锚杆、24 h 后施灌;⑤砂浆终凝前,不能敲击、碰撞、拉拔锚杆,不能在锚杆上悬挂重物(图 1)。

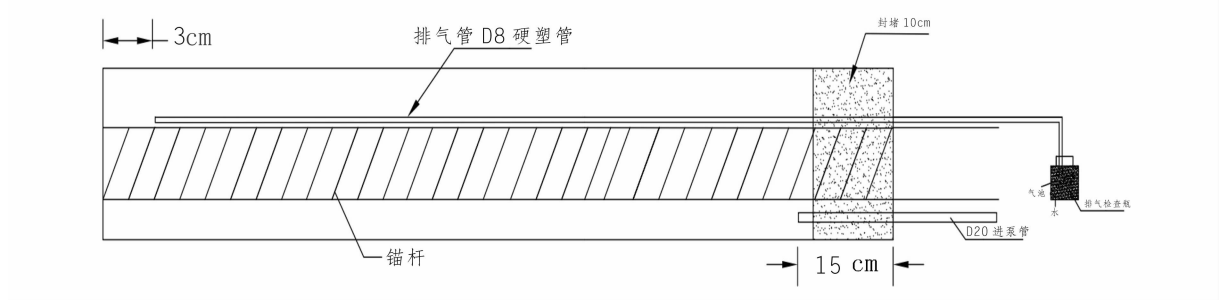


图 1 插杆后注浆示意图

表 3 锚杆无损检测报告(部分)表

序号	锚杆编号	设计参数		检测参数		分级	评价
		锚杆长度 /m	饱满度 /%	锚杆长度 /m	饱满度 /%		
1	SYML0010	9	90	9.02	90	I	长度:合格;饱满度:A 级 距离杆头:4.59~4.69 m,不密实,轻微 5.23~5.38 m,不密实,轻微 5.74~5.94 m,不密实,轻微 7.74~7.84 m,不密实,轻微
2	SYML0036	9	90	9	93	I	长度:合格;饱满度:A 级 距离杆头:3.26~3.59 m,不密实,轻微 7.18~7.31 m,不密实,轻微
3	SYML0077	4	90	4.02	97	I	长度:合格;饱满度:A 级 距离杆头:2.97~3.06 m,不密实,轻微
4	SYML0423	4	90	4.01	94	I	长度:合格;饱满度:A 级 距离杆头:3.74~3.90 m,不密实,轻微
5	SYML0325	10	90	10.02	93	I	长度:合格;饱满度:A 级 距离杆头:8.12~8.33 m,不密实,轻微 9.06~9.14 m,不密实,轻微
6	SYML0482	9	90	9.06	86	II	长度:合格;饱满度:A 级 距离杆头:5.15~5.71 m,不密实,轻微 7.38~7.62 m,不密实,轻微 8.43~8.65 m,不密实,轻微

流洞下闸的设计流量可取相应时段 5~10 a 一遇的月或旬平均流量。水库蓄水期的来水流量按 75%~85% 的保证率计算,相应流量为 5.8~28 m³/s。

4.3 封堵门下闸封堵

导流洞封堵闸门在正式下闸前进行了闸门下放试验,以检验专项吊装方案的可靠性。闸门水封安装好后进行了无水启闭试验。因闸门设计为下游止水,在无上游水压的情况下闸门水封处于自由状态、无压缩量。大坝蓄水前将闸门下放至工作位置,使用木楔子或千斤顶在上游门槽内顶压闸门使其处于封水状态,待大坝蓄水完成后则由库区水压自行压缩封水。导流洞闸门为一次性封堵闸门,下闸后无法再起升,为防止出现漏水现象,下闸完成后立即对闸门进行了粘土抛填覆盖以增加堵漏效果。

2016 年 6 月 18 日 10 时 20 分开始导流洞封堵门下闸蓄水,10 时 58 分闸门下放到位,实际来水流量约为 11.5 m³/s。下闸过程未见异常,封水效果良好,下闸后由出口进洞检查闸门下游未见明显的漏水,渗水量小于 10 L/s。下闸成功后,水位升至 1 078 m 高程的时间约为 26 h,提前做好吊装门架和卷扬机等设备的拆除准备工作,下

(上接第 114 页)

南公 1 水电站地下厂房系统岩壁吊车梁锚杆质量检查采用无损检测方法,由施工单位进行全检,检测中心按 20% 比例进行抽检。无损检测结果(表 3)表明:岩壁吊车梁锚杆共计 522 根,其中一级锚杆 478 根、二级锚杆 44 根。施工质量达到 I 级的占 91.6% 以上,满足设计及规范要求,锚杆质量达到优良标准。

3 结 语

砂浆锚杆的质量主要取决于注浆机和配合比的选用以及施工队对工艺操作的熟练程度,同时,为确保每根锚杆质量合格,施工时应注意以下几点。

- (1)选用足够注浆压力的注浆机;
- (2)砂浆中砂的含量不能过高,一定要使砂浆有足够的粘稠度,使用砂之前一定要用清水清洗

闸后迅速安全地完成拆除工作。

5 结 语

老挝南湃水电站导流洞根据现场实际情况,经充分论证,优化了隧洞轴线、进口闸室结构和闸门安装启闭方案,施工期间导流洞各个节点均按期实现,2014 年 10 月 15 日至 2016 年 6 月 18 日圆满通过导流期过流考验并顺利完成下闸蓄水目标。该导流洞的成功优化,可为类似狭窄河谷的导流洞工程优化提供工程经验和有效思路。

参考文献:

[1] 水利水电工程施工组织设计规范,SL303—2004[S].
[2] 水电水利工程施工导流设计导则,DL T 5114—2000[S].
[3] 水利水电工程施工导流设计规范,SL623—2013[S].
[4] 颜宏亮,等.水利工程施工[M].北京:中国水利水电出版社,2009.

作者简介:

刘汉斌(1973-),男,四川屏山人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
魏兴存(1987-),男,河北邯郸人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
钱 俊(1991-),男,湖北十堰人,助理工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;
高富文(1989-),男,甘肃天水人,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)

干净,以确保砂浆在锚杆孔内不外流,使注入的砂浆饱满,不会出现空洞;砂粒不能过大,一定要按照试验室提供的参数认真执行;

(3)施工前进行详细的技术交底,施工过程中加强技术指导,提高工人操作的熟练程度,安排现场技术人员跟班值守,确保对施工质量过程的有效控制。

参考文献:

[1] 水利水电工程锚杆无损检测规程,DL/T5424—2009[S].
[2] 水利水电工程施工质量检验与评定规程,SL176—2007[S].
[3] 建筑砂浆基本性能试验方法标准,JGJ/T70—2009[S].
[4] 水工混凝土外加剂技术规程,DLT5100—2014[S].
[5] 水工混凝土钢筋施工规范,DL/T 5169—2013[S].

作者简介:

田衍军(1995-),男,青海乐都人,技术员,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)