

东升水电站导流墙固结灌浆施工工艺

刘卫卫, 姜鹏飞, 纪晓宇, 孙友宏, 高井贤

(吉林大学建设工程学院, 吉林 长春 130026)

摘要:根据东升水电站导流墙固结灌浆施工实践,总结了固结灌浆过程中钻孔、裂隙冲洗、压水试验、制浆、灌浆、封孔的原则和注意事项。对灌浆过程中所遇到的漏浆及串浆特殊情况,分别采取了待凝及塞住串浆孔的措施,并取得了较好的灌浆效果。

关键词:东升水电站;固结灌浆;漏浆;串浆

中图分类号:TV732 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2012)09-0071-04

Consolidation Grouting Construction Technology for Diversion Wall in Dongsheng Hydropower Station/LIU Wei-wei, JIANG Peng-fei, JI Xiao-yu, SUN You-hong, GAO Jing-xian (College of Construction Engineering, Jilin University, Changchun Jilin 130026, China)

Abstract: According to the consolidation grouting construction for diversion wall in Dongsheng hydropower station, the paper summarizes the principles and precautions of drilling, crack flushing, water pressure test, pulping, grouting and sealing in the process of consolidation grouting. Coagulation and string slurry plugging were taken to deal with slurry leakage and string slurry in the process of grouting construction with good grouting effect.

Key words: dongsheng hydropower station; consolidation grouting; slurry leakage; string slurry

0 引言

灌浆(Grouting)亦称注浆(Injection Grout),是借助于压力,通过钻孔或其他设施将具有流动性、凝固后具有胶结力的浆液注入到需要灌浆的部位,以提高岩体的整体性和密实性,改善其力学和抗渗性能的一种工程手段。20世纪七八十年代,我国首创了孔口封闭灌浆法,应用于贵州乌江渡水电站强岩溶地层的帷幕灌浆,取得了巨大成功,标志着我国灌浆技术达到了国际先进水平。20世纪80年代中期以后又在灌浆工艺、浆材、灌浆机具上取得了大量的成果。90年代后随着一些工程的兴建,引进了国外高效的灌浆设备及灌浆技术。随着自动记录仪逐渐普及,计算机技术在灌浆过程控制和资料整理方面的应用也逐渐推广和普及。在本工程中采用了循环式的全孔一次灌浆法,选用了ZJ-400型高速制浆机和3-SNS高压注浆泵,该套灌浆设备保证了制浆效果并且注浆压力大、流量稳定、结构简单、操作方便。本次施工过程中采用自动灌浆记录仪对灌浆施工过程中的数据进行采集和处理,所使用的记录仪能够将直接将施工过程中采集的数据打印出来,使用十分方便,提高了工作效率,并且减轻了工人操作强度。

1 工程概况

东升水电站位于黑龙江省东南部牡丹江市东宁县东宁镇西绥芬河干流上约20 km处(行洪距离),地理坐标为东经130°53'50"、北纬44°00'45",坝址以上集水面积8105 km²,占绥芬河流域面积的47%,占绥芬河我国境内流域面积的81%,坝址、厂房和库区均在东宁县境内。

1.1 电站规模

东升水库校核洪水位为159.25 m,相应库容为5824 × 10⁴ m³,为中型水库;设计洪水位为156.00 m,相应库容为3988 × 10⁴ m³;正常蓄水位为156.00 m,相应库容为3988 × 10⁴ m³;调节库容2867 × 10⁴ m³,占总库容的49.23%;死水位148.00 m,相应库容1121 × 10⁴ m³,占总库容的19.25%。

1.2 地质条件

库区由低山丘陵所环抱,周围山体宽厚,多呈浑圆状,局部地段由于构造作用形成陡崖,山体高程一般在200~560 m。库区内主要发育构造剥蚀低山丘陵、堆积山前台地、堆积河漫滩3种地貌单元。构造剥蚀低山丘陵主要由燕山期花岗岩、侏罗系凝灰岩、流纹斑岩、安山玢岩组成;堆积山前台地为碎石混合土、级配不良砂、砾、卵石、低液限粘土等;堆积河漫滩

收稿日期:2012-04-07;修回日期:2012-07-22

作者简介:刘卫卫(1987-),男(汉族),江苏淮安人,吉林大学硕士研究生在读,地质工程专业,研究方向为岩土钻凿工艺与机具,吉林省长春市西民主大街6号四公寓321, lww810@hotmail.com。

主要由冲洪积级配不良砂、砾组成。区内地下水按含水层特征主要分为第四系松散层孔隙潜水及基岩裂隙水2种类型,地下水埋藏较深,一般在20~30 m。

1.3 施工工作量与施工难点

在本次导流墙的固结灌浆施工中,根据施工图纸,共有9个钻孔,钻孔工作量为144 m,灌浆工作量为72 m。在钻孔施工过程中,采用清水作为循环介质,其中5号孔钻进时,钻遇地下溶洞,循环介质不能正常循环,漏失严重。在灌浆过程中,5号孔浆液漏失严重,初灌时注入率达119 L/min,改变浆液浓度后,注入率仍较大,灌浆施工难以结束,于是采取了待凝的措施,待凝24 h以后再对其进行复灌。在对4号孔灌浆时,8号孔出现严重的串浆现象,由

于施工条件限制,采取了塞住串浆的措施,塞住8号孔,再对4号孔进行灌浆,取得了较好的灌浆效果,顺利完成了灌浆施工。

2 固结灌浆施工工艺

2.1 灌浆目的

用浆液灌入岩体裂隙或破碎带,以加固破碎岩石,提高强度,减小变形。

2.2 灌浆孔施工程序

钻孔→裂隙冲洗→压水试验→灌浆→封孔。

在本次灌浆施工过程中,灌浆设备的连接采用了小循环的灌浆工艺,各设备具体的连接情况如图1所示。

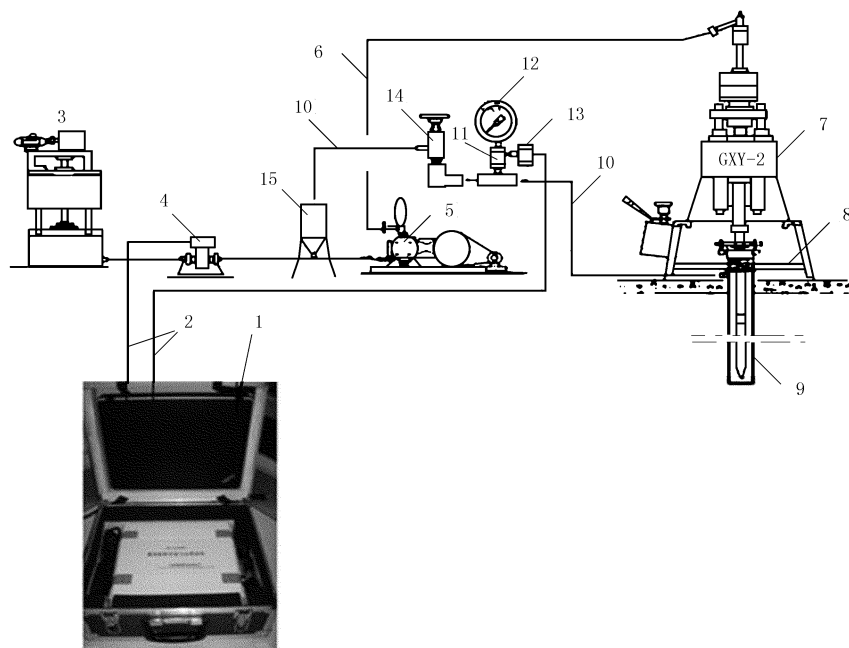


图1 灌浆循环系统及自动记录流程图

1—灌浆记录仪主机;2—信号采集线路;3—储浆搅拌机;4—流量传感器;5—灌浆泵;6—进浆管;7—钻机;8—孔口封闭器;9—灌浆孔;10—回浆管;11—隔离器;12—压力表;13—压力传感器;14—高压阀门;15—回浆筒

2.3 施工工艺

2.3.1 钻孔

钻孔的孔位布置见图2。钻孔施工过程中采用GXY-2型回转式钻机,金刚石钻进工艺钻进,钻孔深度要求为入岩5 m,采用 $\varnothing 75$ mm金刚石钻头造孔,并以 $\varnothing 75$ mm终孔。钻孔过程中,严格控制孔斜偏差,采用KXP-1型电子测斜仪进行孔斜观测,施工中控制孔斜率 $\leq 2.5\%$ 。以上要求是保证灌浆质量的关键,能够保证钻孔灌注的浆液扩散范围相互搭接。

2.3.2 裂隙冲洗

灌浆之前对各孔段应采用压力水进行裂隙冲

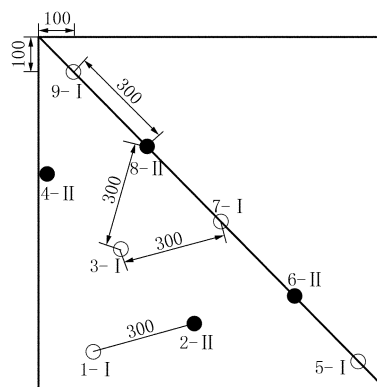


图2 灌浆孔布置图

I—一序孔;II—二序孔

洗,冲洗时间可至回水清净时止,冲洗压力为0.24 MPa(设计最大灌浆压力的80%)。现场所使用的注浆泵为3-SNS高压注浆泵,其主要特点是压力大,流量稳定,结构合理,操作方便。其基本技术参数为:排量100、207 L/min,最高压力10 MPa,进道直径64 mm,排道直径32 mm,功率18.5 kW,质量730 kg,外形尺寸1800 mm×945 mm×705 mm。

2.3.3 压水试验

固结灌浆孔的压水试验在裂隙冲洗后进行,根据规范要求试验孔数不宜少于总孔数的5%。压水试验采用单点法,压力为0.24 MPa(设计最大灌浆压力的80%)。每5 min测读一次压入流量,连续4次读数中最大值与最小值之差小于最终值的10%,或最大值与最小值之差小于1 L/min时,取最终值作为计算值。在本次施工的钻孔当中选取2号钻孔进行压水试验。压水试验稳定时的数据为:时间18 h 18 min 51 s,总压力0.24 MPa,最大压力0.25 MPa,流量30.12 L/min,吕容值7.57 Lu。

2.3.4 灌浆

在本次钻孔中岩石灌浆段的长度为8 m,采用了循环式的全孔一次灌浆法。循环式灌浆的浆液能始终保持流动状态,可延迟浆液封堵裂隙的时间,灌浆质量较高。未进入裂隙扩散的浆液经回浆管返回到循环回路中,避免了纯压式灌浆底部浆液不流动而沉淀的不足。

2.3.4.1 制浆

上导流墙固结灌浆浆液采用纯水泥浆,采用42.5普通硅酸盐水泥。制浆材料采用质量称量法,称量误差 $\geq 5\%$ 。纯水泥浆液使用普通搅拌机,应不少于3 min;浆液在使用前应过筛,从开始制备至用完的时间宜小于4 h。

2.3.4.2 灌浆孔的布置(图2)

2.3.4.3 灌浆压力

根据试验以混凝土垫层不发生抬动为准,最后确定设计灌浆压力为0.3 MPa。灌浆压力应尽快达到设计压力,但对于注入率较大或易于抬动的部位应分级升压。

2.3.4.4 浆液变换

灌浆浆液应由稀至浓逐级变换。水灰比采用3、2、1、0.5四个比级。

浆液变换原则如下:

(1)当灌浆压力保持不变,注入率持续减少时,或当注入率不变而压力持续升高时,不得改变水灰比;

(2)当某一比级浆液的注入量已达到300 L以上或灌注时间已达30 min,而灌浆压力和注入率均无改变或改变不显著时,应改浓一级浆液;

(3)当注入率大于30 L/min时,可根据具体情况变浓浆液或越级变浓。

2.3.4.5 灌浆结束与封孔

灌浆段在最大设计压力下,灌浆注入率 ≥ 1 L/min时,可继续灌注30 min后结束灌浆。灌浆孔封孔采用全孔灌浆封孔法。

3 灌浆施工过程中特殊情况的预防及处理

灌浆工作应连续进行,因故中断应尽快恢复灌浆,恢复灌浆时使用开灌水灰比的浆液灌注,如注入率与中断前相近可改用中断前水灰比的浆液灌注,如恢复灌浆后,注入率较中断前减少很多,且在短时间内停止吸浆,应采取处理措施。

3.4.1 漏浆及处理

(1)如遇注入率大、灌浆难以正常结束的孔段时,应暂停灌浆作业,对灌浆影响范围内的地下洞井、陡直边坡、结构分缝、冷却水管等进行彻底检查,如有串通,应采取措施处理后再恢复灌浆,灌浆时可采用低压、浓浆、限流、限量、间歇灌浆法灌注,必要时亦可参加适量速凝剂灌注,该段经处理后应待凝24 h,再重新扫孔、补灌,并研究是否需进行补充钻灌处理。

(2)在此次灌浆施工过程中,5号孔大量漏浆,开灌水灰比为3:1,注入率达119 L/min。按照浆液变换原则,采用浓浆进行灌注。在采用水灰比为1:1的浓浆进行灌注时,注入量仍然较大,在灌注40 min后待凝。待凝24 h后,对该孔进行扫孔处理,处理结束后对该钻孔进行复灌。复灌时仍采用3:1的水灰比作为起始水灰比,此时,注入率明显下降,最后以2:1的水灰比结束。结束时的数据为:压力0.29 MPa,最大压力0.32 MPa,流量0.85 L/min,水灰比2:1,注浆量2413.90 L,注灰量831.68 kg,单位注灰量103.96 kg/m,流压比 $L = 2.93 \text{ min} \cdot \text{MPa}$ 。

3.4.2 串浆及处理

(1)灌浆过程中发生串浆时,如串通孔具备灌浆条件时,应一泵一孔同时进行灌浆。否则应塞住串浆孔,待灌浆孔灌浆结束后,再对串浆孔进行扫孔、冲洗,而后继续灌浆。

(2)在对4号钻孔进行灌注时,8号钻孔发现串浆现象,且串浆较为严重。由于施工场地条件的限

制,不具备一孔一泵灌注的条件。最后采取了塞住8号串浆孔,对4号孔进行灌注的措施。在4号孔灌浆结束后,对8号孔进行了扫孔、冲洗的处理,在处理后将8号孔进行灌浆施工。在对8号孔灌浆施工过程中,灌浆量、注灰量较小。8号孔灌浆数据为:压力0.3 MPa,最大压力0.32 MPa,流量0.59 L/min,水灰比3:1,注浆量1231.80 L,注灰量370.96 kg,单位注灰量46.37 kg/m,流压比 $L=1.90 \text{ min} \cdot \text{MPa}$ 。

3.4.3 灌浆效果检查

本次固结灌浆工程质量的检查采用钻孔压水试验的方法。固结灌浆压水试验合格标准:固结灌浆孔灌后基岩透水率 $q \leq 5 \text{ Lu}$,单元灌区内压水检查的合格率应达80%以上,其余不合格孔段的基岩透水率最大值应不超过7.5 Lu,且不集中方可认为合格。上导流墙灌浆施工结束后,在5号与6号孔间钻一个检查孔做压水试验。检查孔压水试验采用的压力与同高程灌浆孔所采用的灌浆压力相同。压水持续时间为30 min,平均流量为1 L/min,吕容值平均值为0.21,说明灌浆效果较好。检查孔压水试验数据为:时间10 h 25 min 46s,总压力0.3 MPa,最大压力0.32 MPa,流量0.98 L/min,吕容值0.21 Lu。

4 结语

(1)灌浆施工过程中灌浆记录设备的应用提高

了工作效率和工程质量,减少了人工操作强度。

(2)在灌浆过程中遇到漏浆、串浆特殊情况时,采取待凝、塞住串浆孔的措施能够很好的解决。

(3)通过灌浆效果检查,上导流墙在进行固结灌浆后降低了透水性,单位吸水量明显降低,说明灌浆质量和效果较好,提高了岩石的整体性和抗变形能力,使基岩能满足基础的要求。

参考文献:

- [1] 邝健政. 岩土注浆理论与工程实例[M]. 北京:科学出版社, 2001.
- [2] 刘慧霞. 水电站灌浆平洞固结灌浆研究[D]. 陕西杨凌:西北农林科技大学, 2010.
- [3] 张景秀. 坝基防渗与灌浆技术[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2002.
- [4] DL/T 5148-2001, 水工建筑物水泥灌浆施工技术规范[S].
- [5] 崔雪玉, 赵涵滢, 潘涛, 等. 宝泉抽水蓄能电站引水系统上斜井古风化壳地层灌浆处理[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(12).
- [6] 杨世伟, 李德勇. 锦屏一级水电站坝基无盖重固结灌浆施工工艺探讨[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(8).
- [7] 曾宪斌, 林思波, 黄鹏. 小口径钢管桩与固结灌浆技术联合应用于岩溶地基处理[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(7).
- [8] 邹刚. 锦屏二级水电站隧洞无盖重高压固结灌浆试验[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(5).

湖南新化深部找煤项目首钻见8层矿体

《中国矿业报》消息(2012-09-11) 从湖南省地勘局418队获悉,该队承担的新化县温塘镇深部找煤项目首个钻孔见到8层矿体:4层石膏矿和4层煤炭。

新化县温塘镇深部找煤项目,是湖南省地勘局418队承担的首个单孔距地表均在900 m以下深部的找煤项目。据悉,开展该项目的目的是了解涟邵盆地煤层的最大埋深情况。此前,该队通过开展地表踏勘,并对地层、构造和含膏岩系、含煤岩系特征与以往地质资料进行反复对比、分析、研究,认为区域内地质、矿床特征和成矿条件优越,含膏含煤岩系范围大,深部找矿前景看好。为此,该队于2011年向湖南

省国土资源厅申报了该项目。

2012年3月份,湖南省地勘局418队派出技术人员,开展了该项目的地表地质工作,并在此基础上选择成矿有利部位布下了第一个钻孔。该孔自7月5日开钻,经过2个月的工作,先后在631.41~731.70 m处见到了4层可采石膏矿,最大可采石膏矿厚度为4.72 m;在961.30~970.04 m处见到了4层煤层,其中有2层可采,最大可采煤层厚度为2.73 m。目前,该项目有1个钻孔正在施工之中,另有2个钻孔正待施工。经初步预测,该项目完工后可提交煤炭资源量3000万t,石膏矿资源量在1亿t以上。

银川盆地第四系科学钻探工程开钻

《中国矿业报》消息(2012-09-15) 由中国地质科学院地质力学研究所负责的“中央造山带与南北构造带交汇区地壳深部地质调查”项目内容之一的“银川盆地第四系科学钻探工程”近日在银川平罗县开钻。

据了解,开展银川盆地第四系科学钻探工程的目的是获取完整连续的第四纪沉积地层序列,开展年代学和古环境

方面的研究,为鄂尔多斯西缘地区的构造变形和区域环境演化研究提供精确的时间标尺,获得构造运动的沉积学响应证据。同时,该工作是对鄂尔多斯西缘地区第四纪期间相关研究的补充,对鄂尔多斯西缘及青藏高原东北缘构造运动特征、过程及动力学机制等问题的深入研究提供重要地质依据。