

抬动监测在工程固结灌浆过程中的应用

胡伟华¹, 冷元宝², 赵志华¹, 杨红云¹

(1. 黄河勘测规划设计有限公司工程物探研究院, 河南 郑州 450003; 2. 黄河水利科学研究院, 河南 郑州 450003)

摘要 通过对紫坪铺2号泄洪排沙洞震损修复工程固结灌浆过程中的抬动监测, 介绍抬动观测点的布置、抬动监测装置的安装以及抬动监测过程控制, 分析影响抬动变形的因素及灌浆抬动影响范围随距离增大而减小的特点, 指出本次抬动监测存在的问题。

关键词 抬动监测 固结灌浆 灌浆压力 紫坪铺水电站

中图分类号 TV543+.4 **文献标识码** B **文章编号** 1006-7647(2011)05-0079-03

Application of lifting monitoring in process of consolidation grouting//HU Wei-hua¹, LENG Yuan-bao², ZHAO Zhi-hua¹, YANG Hong-yun¹ (1. Institute of Geophysical Prospecting, YREC, Zhengzhou 450003, China; 2. Yellow River Water Resources Research Institute, Zhengzhou 450003, China)

Abstract : Based on the lifting monitoring of consolidation grouting process of the rehabilitation project of No. 2 flood discharge and sediment diversion hole of Zipingpu Hydropower Station due to earthquake damage, the layout of lifting observation points, installation of lifting monitoring devices and process control of lifting monitoring were introduced. The factors for the lifting deformation and the characteristics of the affected area of lifting caused by consolidation grouting, which decreased with the increase of the distance, were analyzed. The existing problems in the lifting monitoring devices were put forward.

Key words : lifting monitoring; consolidation grouting; grouting pressure; Zipingpu Hydropower Station

1 工程概况

“5.12”汶川特大地震发生后, 紫坪铺水电站2号泄洪排沙洞受到震损, 必须对该泄洪排沙洞洞身进行固结灌浆加固。为了防止隧洞衬砌、底板等部位在固结灌浆过程中出现抬动而造成破坏, 必须对隧洞内灌浆全过程进行抬动变形监测, 指导灌浆工作, 保证灌浆工作的顺利进行。灌浆过程中常常因为各种原因引起结构的抬动变形。目前, 国内外的研究分析认为, 对趾板等结构抬动变形影响因素主要包括: 灌浆压力、注入率、抬动观测孔离灌浆点的距离、基础地质条件、趾板与基岩接触情况、浆液水灰比、孔深、孔距和灌浆次序等。但主要影响因素是灌浆压力与注入率, 因此, 在灌浆过程中灌浆压力和注入率的控制就显得十分重要^[1]。

紫坪铺水电站2号泄洪排沙洞总长641.00 m, 分龙抬头段和导泄结合段, 固结灌浆共分8个单元, 龙抬头段4个单元(1~4单元), 导泄结合段4个单元(5~8单元)。龙抬头段设计灌浆深度为进入基岩15.0 m, 1次成孔, 自下而上分4段灌浆, 各段长度分别为2.0 m, 3.0 m, 5.0 m, 5.0 m, 最高灌浆压力为

3.0 MPa; 导泄结合段设计灌浆深度为进入基岩25.0 m, 分6段成孔, 自上而下分5段灌浆, 各段长度分别为2.0 m, 3.0 m, 5.0 m, 5.0 m, 5.0 m, 设计灌浆压力为0.7~2.0 MPa。灌浆孔呈梅花形布置^[2]。

2 地质概况

龙抬头段以中厚层状含煤含砾中细粒砂岩及泥质粉砂岩为主, 局部为煤质页岩, 围岩类别以Ⅲ类和Ⅳ类为主。导泄结合段桩号0+509.00 m~0+595.00 m段为F3断层破碎带及影响带, 断层带由鳞片岩、糜棱角砾岩、断层泥和砂岩透镜体组成, 岩体软弱破碎, 为Ⅴ类围岩。桩号0+595.00 m~0+641.00 m段为中厚层~薄层状中细粒砂岩与泥质粉砂岩、煤质页岩互层, 受构造挤压和F3断层影响, 次级小断层和层间剪切破碎带发育, 为Ⅴ类围岩。

3 抬动监测点的布置

抬动变形量的大小不仅与抬动监测孔与灌浆点间的距离有关, 同时还与灌浆的压力大小、基础的地质条件、基岩与砌体及底板的胶结情况等诸多因素有关^[3]。根据现场情况, 按照设计意图, 在每个单元

(2 单元由于各方面的原因,未布置抬动监测点)的中间断面埋设 3 个抬动监测点,即左壁、右壁、底板各 1 个监测点,共计 21 个抬动监测点。

4 抬动监测装置的安装

在混凝土衬砌和围岩内钻孔(监测孔深度均为 30m)后,埋设钢管和传感器支架,保护管需嵌入围岩中,钻孔与保护管之间充填细砂,内管位于保护管中,末端被水泥浆锚固固定,保护管与内管之间用麻丝堵塞,孔口段用 10 cm 厚砂浆固定,支架固定在灌浆部位的混凝土衬砌中。位移传感器用支架固定好并与监测仪器相连,压力传感器分别与灌浆泵压力接口和监测仪器相连接,如图 1 所示(该抬动孔由施工单位设计安装)。

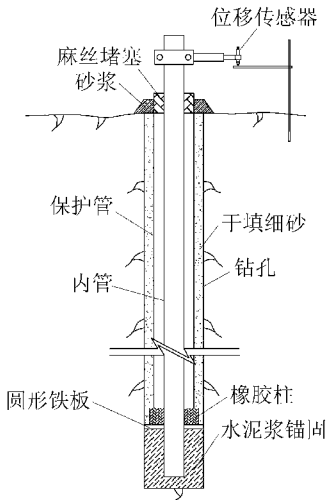


图 1 抬动变形监测装置结构示意图

5 仪器设备

选用黄河勘测规划设计有限公司工程物探研究院研制的 TDS-A 型变形观测仪,该仪器具有 24 h 自动采集记录、报警功能(超过限值自动报警),记录时间可任意设置,最小记录时间为 1 min。位移传感器采用 HY-65 数码型位移传感器,精度为 1 μm 。压力传感器选用 ST3000LBC III ER 压力变送器,通过油杯与灌浆机对接,可实时监测灌浆压力。

6 抬动变形监测

在灌浆过程中,安排专人进行抬动监测,自动记录仪每 1 min 采集记录 1 次数据,当抬动变形值增大明显或达到 150 μm (设计允许最大抬动值为 200 μm)^[2]时,仪器自动报警,立即采取措施进行降压和限流控制^[4-5]。在非灌浆过程中,自动记录仪每 10 min 采集记录 1 次数据。在整个施工过程中加强日常巡视,防止产生较大的抬动变形。

7 成果分析

7.1 数据分析

a. 从所监测的数据看,整个灌浆过程中抬动变形很小,最大值为 80 μm ,最小值为 2 μm ,一般在 3 ~ 5 μm ,整个灌浆过程平稳。

b. 图 2 为龙抬头段 1 单元底板灌浆底板监测抬动曲线,该处地质条件较好,当灌浆压力达到 3.0 MPa 时,最大抬动值为 6 μm ,最小抬动值为零。图 3 为 F3 断层处底板灌浆底板监测抬动曲线,当灌浆压力 3.0 MPa 时,最大抬动值为 72 μm ,最小抬动值为零。说明岩体越破碎,裂隙越发育,抬动变形值越大,越容易造成破坏,因此在灌浆前应充分了解地质情况。

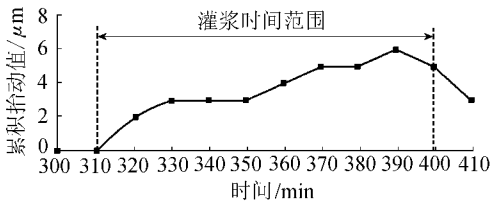


图 2 一单元底板灌浆底板监测抬动曲线

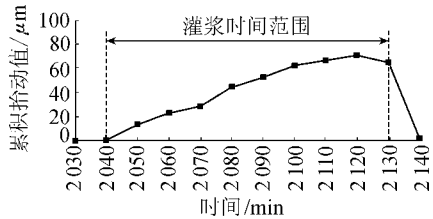


图 3 F3 断层处底板灌浆底板监测抬动曲线

c. 监测过程除显示了抬动与灌浆压力具有相关性以外,还反映了抬动反应明显滞后于灌浆压力,从图 2、图 3 中可以看出,最大抬动值峰值明显后移,在灌浆过程中要特别注意一旦产生突变性抬动,即使立即实行降压与限流控制,抬动峰值也不会马上回落。因此,在抬动监测过程中,抬动变形控制限值应留有充分的余地。

d. 在监测过程中对抬动最大值与监测距离(灌浆抬动影响半径)作了统计,从图 4 可以看出,该处地质条件较好,当灌浆压力达到 3.0 MPa 时,在 100 cm 处灌浆其最大抬动值为 6 μm ,在 300 cm 处灌浆其最大抬动值为 3 μm ,当灌浆距离大于 400 cm 时

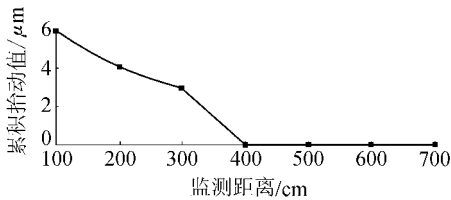


图 4 一单元底板灌浆底板最大抬动与监测距离关系曲线

其最大抬动值为零,呈递减趋势,这是因为该单元灌浆影响范围(抬动半径)最大只有 400 cm 以及随着灌浆距离增加而抬动值变小。图 5 为 F3 断层处最大抬动值与灌浆距离关系曲线,灌浆压力 3.0 MPa,从图 5 中可以看出,抬动值基本上也是随灌浆距离的增加而变小,且在 F3 断层处其灌浆影响范围不超过 500 cm。以上情况说明了地质条件越差,裂隙越发育,其影响范围越大;同时在底板灌浆,左右洞壁的抬动值基本为零,说明在底板灌浆对左右洞壁影响不大;反之亦然(图 6,图 7)。

力大穿透橡胶柱致使内外管间出现漏浆现象,造成内外管连接,导致监测数据失真。

b. 该监测装置适用于底板抬动监测,而洞壁抬动监测建议采用精密水准仪进行 2 点监测,即分别在左、右壁打抬动监测孔,埋好监测杆,测 2 测杆间测距的变化,水准仪的距离尽可能离灌浆点远一些,避免架仪器的位置由于灌浆产生抬动造成观测结果不准确。

9 结 语

目前国内在灌浆抬动监测方面没有统一规定及控制标准,抬动孔的布置、抬动装置的埋设方法、监测方法、监测记录时间控制以及限值等都随设计要求而不同,各个地方、各个监测单位都有自己的方案,抬动监测工作比较混乱。为了保证灌浆质量,确保灌浆工作正常进行,建议加快抬动监测规范的编制。

图 5 F3 断层处底板灌浆底板最大抬动值与监测距离关系曲线

参考文献：

[1] 刘永豪. 大坝基岩灌浆对趾板抬动变形的影响机理研究[D]. 成都: 西华大学, 2009.
[2] 韩永. 紫坪铺工程灾后恢复重建初步设计报告[R]. 成都: 中国水电顾问集团成都勘测设计研究院, 2008.
[3] 张跟军. 浅谈水利枢纽工程大坝灌浆施工中的抬动控制[J]. 经营管理者, 2009(13): 318.
[4] 郭晓刚, 程少荣. 高面板堆石坝趾板基础灌浆抬动控制研究[J]. 长江科学院院报, 2006(3): 25-31.
[5] 苏常林, 黄猛. 灌浆施工中的抬动控制[J]. 工程实践, 2008(2): 57-59.

(收稿日期 2010-10-09 编辑 方宇彤)

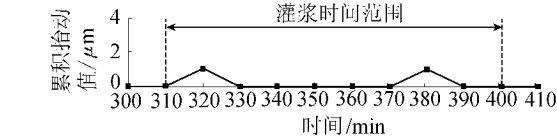


图 6 一单元底板灌浆左壁监测抬动曲线

《水利水电科技进步》征订启事

(邮发代号 28-244, 双月刊, A4 开本, ISSN1006-7647, CN32-1439/TV)

《水利水电科技进步》由河海大学主办, 是全国中文核心期刊, 中国科技核心期刊, 全国水利系统优秀期刊, 华东地区优秀期刊, 江苏省优秀期刊。主要刊登水科学、水工程、水资源、水环境、水管理方面的科技论文, 主要栏目有水问题论坛、研究探讨、工程技术、水管理、专题综述、国外动态等, 适合与水利、水电、水科学、水工程、水资源、水环境有关的科研、工程、管理人员以及大专院校师生阅读。

本刊由邮局发行, 邮发代号 28-244, 2012 年每期定价 12 元, 全年 6 期共计 72 元。可在全国各地邮局订阅, 也可直接向编辑部订阅。

编辑部地址 210098 南京市西康路 1 号
电话/传真 025-83786335
E-mail jz@hhu.edu.cn
http://kkb.hhu.edu.cn/web/indexjz.asp?l_id=5

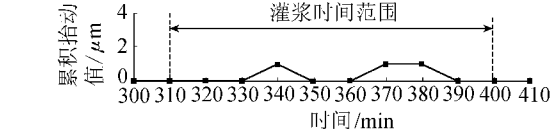


图 7 一单元底板灌浆右壁监测抬动曲线

e. 灌浆压力与变形关系数据表见表 1(表中时序与图中时间相对应)。

表 1 灌浆压力与变形关系数据

时序	底板		左壁		右壁		F3 断层处	
	压力/ MPa	抬动值/ μm	压力/ MPa	抬动值/ μm	压力/ MPa	抬动值/ μm	压力/ MPa	抬动值/ μm
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1.0	0	1.0	0	1.0	0	1.0	0
3	1.2	2.0	1.1	1.2	1.0	0	1.5	15
4	1.7	2.9	1.0	0	1.0	0	1.7	23
5	1.5	2.8	1.0	0	1.1	1.0	2.0	30
6	1.7	2.9	1.0	0	1.0	0	2.2	46
7	2.1	4.0	1.0	0	1.0	0	2.3	53
8	2.8	4.9	1.0	0	1.1	1.0	2.6	63
9	2.6	4.8	1.1	1.2	1.0	0.9	2.8	66
10	3.0	6.0	1.0	0	1.0	0	3.0	72
11	2.4	4.7	1.0	0	1.0	0	2.9	67
12	0	3.0	0	0	0	0	0	3

8 存在的问题

a. 由于抬动监测时间较长, 有的达到半年甚至超过 1 年, 在灌浆过程中岩体经常抬动或微抬动, 使装置中的橡胶柱因长时间使用而失去弹性或灌浆压