

闸底井注浆封堵处理实践

刘钟森^{1,2}, 郭东兴², 胡伟³, 龚巍峥²

(1. 成都理工大学, 四川 成都 610059; 2. 河南省地质环境规划设计院有限公司, 河南 郑州 450007; 3. 海南大学, 海南海口 570228)

摘要: 闸基下安装监测设备时需施工设备井, 在施工及使用过程中因井封堵不严出现喷水冒砂现象。结合宿鸭湖水库工程, 介绍了闸底井注浆封堵的方案设计和施工工艺, 对侧向挤压注浆的注浆压力、水灰比及注浆措施进行了阐述, 并对注浆原理及注浆效果进行了分析。

关键词: 地基处理; 帷幕注浆; 堵水; 喷水冒砂; 闸底井; 水库

中图分类号: TV543 文献标识码: B 文章编号: 1672-7428(2014)07-0058-04

Practice of Grouting Sealing for the Well under Gate Base/LIU Zhong-sen^{1,2}, GUO Dong-xing², HU Wei³, GONG Wei-zheng² (1. Chengdu University of Technology, Chengdu Sichuan 610059, China; 2. Henan Provincial Environment Planning & Designing Co., Ltd., Zhengzhou Henan 450007, China; 3. Hainan University, Haikou Hainan 570228, China)

Abstract: Equipment well should be built under the pocket floor for the installation of monitoring equipments, while sandboils and waterspouts often occur in the construction and running process because of lax sealing. The paper introduces the system design of grouting cementing for the well under pocket floor and the construction process; discusses the grouting pressure of lateral extrusion grouting, water-cement ratio and grouting measures and analyzes the grouting principle and effects.

Key words: foundation treatment; curtain grouting; water shutoff; sandboils and waterspouts; well under gate base; reservoir

0 引言

水库大坝建设及运营过程中, 需要在闸基下安装水压力、土压力及沉降等自动化监测仪器时施工设备井。在钻井时如果钻到承压含水层, 在仪器安放入井底完毕后需对安装井进行封闭, 然后再浇筑闸基混凝土。由于设备井封闭不严, 造成闸基浇筑后地下水将从井中流出后沿闸基底混凝土与地基土结合处冒出, 因此需要进行再次封堵。由于监测仪器已经安装完毕, 因此在封堵处理时不能损坏监测仪器及其管线, 同时井口上闸基已经浇注完毕, 不可能通过井口直接封堵, 只能采用侧向挤压注浆封堵, 可以在不损坏监测设备的情况下进行有效封堵。由于在注浆前承压水一直外涌造成注浆入口不能完全封闭, 注浆液随水流出, 存在注浆失败的风险, 而在本次注浆过程中采用一种半封闭状态注浆工艺, 成功的解决了上述问题。

1 工程概况

宿鸭湖水库建成于1958年, 位于河南省驻马店市东24 km, 淮河支流洪汝河水系汝河干流上, 控制流域面积4498 km², 占汝河全流域面积的61%, 大

坝为均质土坝, 坝长34.2 km, 最大坝高16.2 m, 被誉为“人造洞庭”的宿鸭湖水库, 是当今中国面积最大、堤坝最长的人工平原水库。宿鸭湖水库是全国第一批重点病险水库, 5孔泄洪闸需拆除重建, 重建后闸高16 m, 闸门尺寸由原来的10 m×5 m增加为14 m×9.5 m, 新五门闸的泄洪孔将由原来的每孔10 m增宽到14 m, 总宽增加到20 m。

修建过程中, 由于在浇筑闸基前没有对监测仪器设备井进行有效封闭, 造成闸基处出现喷水冒砂现象(见图1)。



图1 闸基喷水冒砂现场

收稿日期: 2014-03-15

作者简介: 刘钟森(1979-), 男(汉族), 河南社旗人, 成都理工大学在读博士, 河南省地质环境规划设计院有限公司部门主任、注册岩土工程师, 岩土工程、沉积学专业, 河南省郑州市煤仓北街17号, 24000714@qq.com。

2 治理方案

2.1 现状分析

本次需对 3 眼井进行封堵,具体为闸基下 1 眼设备井、1 眼废弃设备井及闸基外 1 眼减压排水井。闸基外 1 眼降水井原本用于降低地下水水头,为封堵闸基下设备井提供条件,但是没有起到预期效果且该井内也产生了喷水冒砂现象。经填塞砂石料,井内流砂停止,但喷水现象依然存在。由于钻井施工时穿透粘土层达到 10 m 深处粉细砂承压含水层,导致成井后从井内喷水冒砂,且闸底砂层内形成 6 m³ 空穴(根据流出砂的体积推算)。由于闸基下 2 眼设备井井口已被 2 m 厚混凝土闸基底板覆盖,无法直接从井口进行封堵处理,且处理时不能损坏井内设备,因此封堵难度较大。闸基外 1 眼减压排水井由于用砂石料进行填塞,因此也无法对其直接进行注水泥浆封堵。对闸底砂层内形成的空穴进行注水泥浆补偿加固处理时注浆孔同样需要钻透粘土层达到粉细砂承压含水层,如果出现同闸基外降水井一样的情况,因此下入注浆管后注浆孔本身的封堵风险也很大,具体情况见图 2。

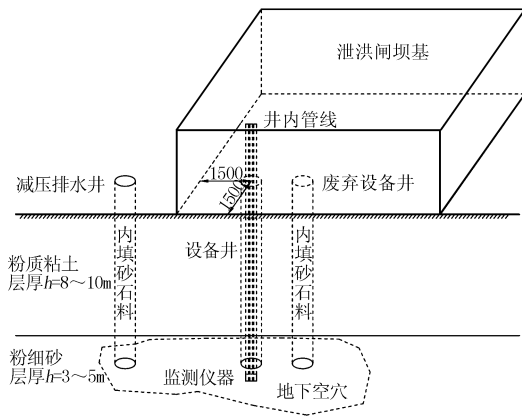


图 2 设备井位置图

2.2 侧向挤压注浆进行闸基内封井堵水

注浆前需对注浆口进行封堵,在注浆管入闸底后,先用水玻璃拌水泥浆进行素混凝土垫层上面密封,然后沿素混凝土垫层边缘打入木桩帷幕桩,再在帷幕桩与垫层结合处填入干水泥粉,最后在上面压砂石袋。然后进行注浆,主要目的是封闭注浆口及封井作用,同时也一定程度起到了填充地下空穴的目的,注浆持续 45 min 后井孔被封住。具体情况见图 3。

2.3 闸基外封井及地下含水层空穴处注浆补强

先用注浆机向注浆管注高压水洗井,把井中砂石冲出,同时下沉注浆管到指定位置。当 2 根注浆管都下沉到位后,先用封井注浆管注浆封井,约 30

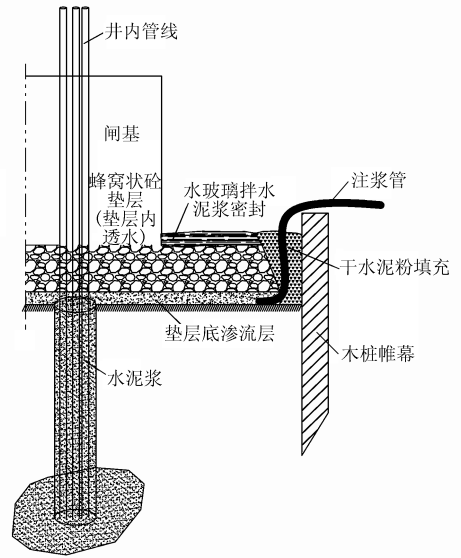


图 3 侧向挤压注浆工艺图

min 后完成封井。随即向填充注浆管中注入清水疏通管道,并对井底注入一定量的清水,确保井底不被水泥浆凝固。等井管内水泥浆凝固后向填充注浆管中注浆对井底进行注浆补强,尽量减小对地下水地质条件的影响,注浆采用间歇式注浆,总计持续时间 15 h。具体情况见图 4。

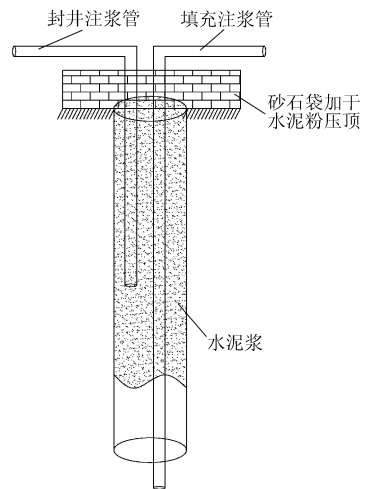


图 4 减压排水井内封堵及井下注浆图

3 注浆施工

3.1 注浆压力

3.1.1 封井注浆压力

由于闸底与上游水库水位差 15 m,根据注浆压力的经验公式:

$$P_0 = (0.02 \sim 0.023) H$$

式中: H ——注浆深度, m; P_0 ——注浆压力, MPa。

承压水压力为 0.30 ~ 0.345 MPa,考虑到注浆时水泥浆压力的沿程压力损失及注浆口封闭不严等

原因,注浆压力选择 0.5 ~ 1.0 MPa 作为参考使用值,转入正常注浆后,根据注浆中的具体情况再加以修正,选择合适的注浆压力。

3.1.2 井底注浆补强压力

由于井孔已经被完全封闭,因此在注浆时只考虑注浆的影响范围,由于注浆目的为填充地下空穴,因此压力满足浆液要求即可,同时注浆时要尽可能减少对地下水地质环境的影响,因此注浆影响范围不宜过大。根据现场试压,确定注浆压力为 0.25 ~ 0.35 MPa。

3.2 浆液配置

3.2.1 封井注浆水灰比

由于注浆口没有封闭严密,因此在初次注浆时水泥浆宜选用水灰比较小的配比,初步确定为 0.5,同时为了提高胶凝时间,掺入 1% 的水玻璃。

3.2.2 井底注浆补强水灰比

在地下含水层空穴处注浆补强时考虑到水泥浆在砂层内的渗透,因此选用水灰比较大的配比,初步确定为 0.5 ~ 0.8。在施工过程中依情况变化及时进行调整。

3.3 扩散半径估算

由于需注浆补强地层为含水粉细砂层,因此选用马格公式计算扩散半径。

$$r = \sqrt[3]{(3R/n)K(C/C_1)hT + R^3}$$

式中: r ——影响半径, m; R ——注浆管半径, 取 4 cm; n ——孔隙率, 取 42%; K ——渗透系数, 取 0.82×10^{-3} cm/s; h ——注浆压力, 取 3500 cm 水柱 (0.35 MPa); T ——注浆时间, 取 54000 s; C ——水的粘度, 取 0.95 mPa·s; C_1 ——浆液粘度, 取 145 mPa·s。

经计算,扩散半径为 7.07 m。

3.4 井底空穴处注浆量计算

注浆量根据经验公式:

$$Q = \pi r^2 n H a / 100$$

式中: Q ——注浆量, m^3 ; r ——注浆扩散半径, 取 7.07 m; n ——孔隙率, 取 42%; H ——注浆深度, 取 5 m (含砂层厚度); a ——修正系数, 取 1.1。

计算注浆量为 $362.56 m^3$, 由于考虑到地下空穴体积约为 $6 m^3$, 本次注浆主要目的为井底空穴填补, 同时考虑到地下水径流影响, 因此根据注浆经验确定注浆体积取计算值的 40% 即 $145.02 m^3$, 既保证完全填充空穴, 又尽量减小对地下水地质条件的影响。

3.5 注浆效果及原理分析

3.5.1 穿线管内冒水

闸基内注浆初期, 设备井穿线管管口出现冒水现象, 说明注浆使井管内压强增大, 注浆效果初步显现。约 10 min 后冒水现象停止, 原因为穿线管内被水泥浆封堵。具体情况见图 5。



图 5 注浆过程中闸基上穿线管内冒水

3.5.2 减压排水井井口冒浆

闸底封井注浆后期, 闸基外减压排水井井口出水泥浆, 说明水泥浆已经到达井底空穴处。具体情况见图 6、7。



图 6 注浆过程中闸基外降水井口冒浆

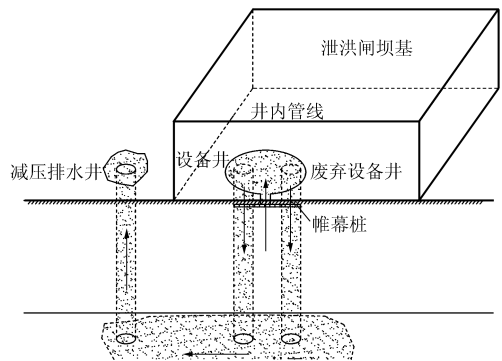


图 7 闸底封井注浆体流动方向

3.5.3 注浆效果

减压排水井管内注浆后封堵效果良好, 地下水层空穴处补强注浆用水泥 120 t, 换算注浆容量 $140 m^3$, 达到预期效果。

3.5.4 注浆过程中应注意的问题

(1)在注浆口无法完全封闭的情况下,只要保证注浆时孔口压力大于水头压力,同样可以达到设计效果,不能因为短时间内孔口大量冒浆就认为注浆失败而停止注浆,此时应继续注浆持续一段时间后再进行判断,本次注浆时间大约持续45 min,孔口就逐渐停止了冒浆,原因为由于注浆口处的水泥浆逐步凝结而致使孔口密封。

(2)当封孔注浆与主体注浆分步进行时,在封孔注浆完毕后及时向填充注浆管中注清水以保证注浆管的畅通。

4 结语

(1)工程实践表明,采用侧向挤压注浆封堵对闸基底下设备井进行注浆封堵是可行的,且封堵后对井内监测设备进行了检验,结果显示仪器设备没有受到损害。

(2)对地下水水文地质条件准确把握是非常必要的,只有对地下水的补给方式、流速流向、承压水头大小等全面了解,才能制定出有针对性的堵水方

案和采取行之有效的施工措施。

(3)以堵水为目的或以填充补强为目的注浆工程尽量不要改变地下水水文地质环境,只要注浆效果达到预期即可,避免由于注浆过度对工程产生其它方面不利影响。

参考文献:

- [1] 邝建政, 咎月稳, 王杰, 等. 岩土注浆理论与工程实例[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [2] 何修仁. 注浆加固与堵水[M]. 辽宁沈阳: 东北工学院出版社, 1990.
- [3] 郝哲, 王英刚, 刘斌, 等. 岩体注浆堵水的可靠性设计[J]. 岩土工程学报, 2002, 24(5): 592-595.
- [4] 林宗元. 岩土工程治理手册[M]. 辽宁沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1990.
- [5] 黄德发, 王宗敏, 杨彬, 等. 地层注浆堵水加固施工技术[M]. 江苏徐州: 中国矿业大学出版社, 2003.
- [6] 郝哲. 岩体注浆行为研究及其计算机模拟[D]. 辽宁沈阳: 东北大学, 1998.
- [7] 樊朝金, 李德文, 邓春海. 山东潍坊万达广场深基坑降水及有承压水头降水井的封井方法[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013, 40(12): 71-73, 77.
- [8] 高卫乾, 蒋德文. 煤矿井下水文钻孔水瓦斯混合喷涌综合治理[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(10): 43-44, 49.

(上接第44页)

(3)加强冲洗液性能监测。机台现场要配备必要的冲洗液性能检测仪器,定时对冲洗液性能进行检测,必要时还应加大检测频率,及时掌握冲洗液性能变化趋势。

5 结论

(1)试验表明,PHP-CORESMART无固相冲洗液具有护壁能力强、携屑能力强、润滑效果好、钻进效率高、现场维护简单和成本低等优点,达到了岩心采取率高、孔壁稳定的效果。

(2)对于风化煌斑岩地层孔壁稳定的保持,PHP-CORESMART无固相冲洗液应以滤失量为主要控制指标。

(3)高分子聚合物纳米处理剂(CORESMART)能有效提高膜的强度和韧性,对维护风化煌斑岩孔壁稳定作用明显。

(4)PHP-CORESMART无固相冲洗液在维护孔壁稳定性方面存在时间效应,因此对具有多种类

型组合的复杂地层施工,采用套管等多种护壁工艺相结合会取得更好的效果。

参考文献:

- [1] 孙丙伦, 陈师逊, 陶士先. 复杂地层深孔钻探泥浆护壁技术探讨与实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(5): 13-16.
- [2] 冯哲, 徐会文, 张红红. 无固相钻井液在吉林省油页岩勘探中的研制与应用[J]. 中国煤炭地质, 2008, (1): 62-64.
- [3] 王从新, 徐宝东, 赵一军. 无固相冲洗液在复杂地层钻进中的应用[J]. 黄金地质, 2003, (3): 78-80.
- [4] 贺晓东. PHP-NKHm 泥浆水敏性地层中应用[J]. 中国煤炭地质, 2008, (5): 72-74.
- [5] 赵殿河. 无固相冲洗液在某矿区复杂地层中的应用[J]. 西部探矿工程, 2005, (9): 147-148.
- [6] 崔迎春, 王贵和. 钻井液技术发展趋势浅析[J]. 钻井液和完井液, 2005, (1): 60-62, 70.
- [7] 黄卫东. 无固相钻井液在沉积岩复杂地层钻探中的应用研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(12): 10-12, 17.
- [8] 王禹, 杨春柳, 吕小燕. PVA 无固相冲洗液在吉林珲春松林矿区复杂地层的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(7): 14-15, 17.