

文章编号: 0559-9342(2005)09-0036-03

水利水电工程基础灌浆中特殊地层的灌浆方法

许厚材

(北京振冲工程股份有限公司, 北京 100102)

关键词: 水泥灌浆; 高压水泥灌浆; 特殊地层; 闭浆; 屏浆

摘要: 灌浆技术作为水工建筑物地基处理中常用和重要的工程措施, 在大坝坝基防渗和加固处理中得到广泛的应用。对大吸浆量地层、特大漏水通道、正在冒水的堵水、承压水条件下、岩溶地段等特殊地层的灌浆方法和施工工艺进行了总结。工程实践中, 应根据具体情况采取不同的措施, 以达到预期效果。

Grouting method of particular strata in the foundation grouting of hydro-engineering projects

Xu Hou-cai

(Beijing Vibroflotation Engineering Co., Ltd., Beijing 100102)

Key Words: cement grouting; high pressure cement grouting; particular strata; shelter; closed grout

Abstract: Grouting technology, as one of common and important engineering measures, has been widely used in the reinforcement treatment and anti-seepage of the dam foundation. This paper summarizes the grouting technologies and construction techniques used for high grout-consuming strata, big-leakage passage, strata with high-pressure water, and karst strata. In engineering practice, we should choose measures according to different conditions in order to obtain excellent results.

中图分类号: TV543.1

文献标识码: B

灌浆技术作为水工建筑物地基处理中常用和重要的工程措施, 在大坝坝基防渗和加固处理中得到广泛的应用。大多数水库、大坝的地基均需进行处理后, 才能达到稳定与防渗的要求。随着水利水电建设的发展, 国内可用于修建水库、大坝比较好的地基也越来越少。因此, 采用灌浆法处理水利水电工程不良地基已经成为一个重要的研究课题。

在水利水电工程坝基灌浆中, 经常会遇到大吸浆量地层、特大漏水通道、正在冒水的堵水、承压水和岩溶地段等情况。本文对这些特殊情况的灌浆方法与施工工艺进行了总结。

1 大吸浆量情况的灌注方法

在一般的裂隙岩层中灌浆, 多数情况可在 1~3 h 之内结束灌浆, 单位耗灰量通常不超过 100~200kg/m。然而, 有时会出现大量吸浆不止, 灌浆难以结束的情况, 其主要原因是地层的特殊结构条件促使浆液从附近地表冒出, 或沿着某一固定的通道流失。

大吸浆量地层一般可按以下原则进行处理:

(1) 降压。用低压甚至用自流式灌浆, 待裂隙逐渐充满浆液, 浆液的流动性降低后, 再逐渐升高压力, 按常规要求进行灌浆。

(2) 限流。限制注入率不大于 10~15 L/min, 以减小浆液在裂隙里的流动速度, 促使浆液尽快沉积。待注入率明显减小后, 将压力升高, 使注入率基本保持在 10~15 L/min 水平, 直至达到灌浆结束标准后结束灌浆。

(3) 浓浆灌注。采用最稠的水泥浆(一般为 0.5:1)进行灌注。

(4) 加速凝剂。在最稠的浆液(一般为 0.5:1)中掺入水玻璃、氯化钙速凝剂。

(5) 灌注水泥砂浆。根据灌注情况, 掺砂量可以按水泥重量的 10%、20%……100%逐步增加, 砂的粒径也可逐渐变粗。将砂浆搅拌均匀后, 用砂浆泵灌注。

(6) 间歇灌浆。在灌注一定数量水泥或灌注一定时间后, 停止灌浆一段时间。每次间歇之前, 水泥灌浆量或灌浆时间根据地质情况、灌浆目的确定。间歇时间通常为 2~8 h。

这种特殊情况的灌浆, 结束时不一定要达到设计压力, 若无法在设计压力下结束灌浆, 可低压结束灌浆, 待凝一段时间后扫孔、复灌, 复灌时争取在设计压力下结束灌浆。

收稿日期: 2004-11-25

作者简介: 许厚材(1974—), 男, 江西赣县人, 硕士, 工程师, 主要从事水利水电工程施工与研究。

2 特大漏水通道的灌注方法

采取定向爆破法建造的堆石坝,在坝肩岩体中容易产生因大爆破而导致的特大裂隙,在可溶性岩石地区,由于溶蚀形成的喀斯特溶洞、溶沟造成大量漏水的情况时有发生。

对这种特大漏水通道,若采用常规灌浆方法,不仅会耗费大量的材料,而且有时根本没有成效。对此,要根据不同情况进行处理。

2.1 无水流作用和倾角较缓的大裂隙

首先采用浓浆、水泥砂浆或间歇灌浆进行处理。若效果不明显,则可改用定量灌注稳定浆液或混合浆液。稳定浆液适用于遇水性能恶化、注入量大的地层。混合浆液包括水泥砂浆、水泥粘土浆、水泥粉煤灰浆和水泥水玻璃浆等。

2.2 有水流作用或倾角较陡的大裂隙、大孔洞

(1) 冲填级配料。在孔口用稠水泥浆冲灌粗砂和砾石(粒径由小到大)。若灌注一段时间后仍无效果,再改用浓浆冲灌级配料。配料时可先搅拌成一定稠度的浆液从孔口倒入,等灌满后用常规方法进行灌注。所谓级配料,应是包括土、砂、砾石等粗细颗粒都有的混合料,能自然形成反滤层。其中包含的粒料应是先细后粗,逐级探索,到某一级再也灌不进时即停止。每级灌入的数量根据判断掌握,可为200~1000 kg。粒料的分级,可采用2~5 mm、5~10 mm、10~20 mm、20~40 mm、40 mm五级。充填粒料的目的,主要是希望用某一级砾石在窄缝处形成“架桥”,迅速将缝隙在中途堵住,以便于形成反滤层,最后将通道堵死。

(2) 模袋灌浆。模袋采用尼龙、聚酯或聚丙烯等材料用特殊的纺织工艺织成,织物强度高。在灌浆压力作用下,模袋内水泥浆中的水分可由袋内析出,而水泥颗粒不会外漏。这样可以降低水灰比,提高固结强度,缩短固结时间。水泥浆液在模袋中凝固,在水下不具有分散性,当水流较大时不会被冲失;模袋在压力作用下能产生变形,适应不同形状的溶洞,有利于堵塞。施工时首先往袋内灌注水灰比为0.6、0.8或1.0的水泥浆,然后将充满水泥浆的模袋经钻孔投入孔内,孔内模袋达到一定数量后,再在原孔位进行灌浆处理。

(3) 双浆液灌浆。双浆液灌浆是化学灌浆中的一种,也属于控制灌浆的范畴。水泥浆液和速凝剂(一般采用水玻璃)分别从两个灌浆管进入混合器,水泥浆和水玻璃在混合器中充分混合后,在速凝前到达孔底。为了达到预期的防渗效果和满足防渗体的强度要求,需要对浆液的扩散距离进行控制。浆液既不能扩散得太远造成材料的浪费,又不能因浆液的扩散范围太小使防渗体的强度不够。如果浆液凝结时间太短,灌浆孔将被堵住,如果浆液凝结时间太长,在混合物到达地层前将被冲走。如何有效地控制灌浆,形成有效的截水墙来堵水,对岩溶地区灌浆非常关键。为此,往往需要通过现场的试验来确定双浆液灌浆中的浆液比例、灌浆压力、灌浆流量等施工参数,以达到有效封堵大漏洞的目的。

3 正在冒水情况的堵水灌浆方法

正在冒水情况的堵水灌浆可根据具体情况分别采取措

施。

3.1 从较大的集中漏水点冒水

此种情况多发生在岩溶地区和混凝土中有特大缺陷的地方。应针对出水点,根据出水量的大小,先埋设一段适当直径的孔口管,将水集中引到管中导出,再将周围可能冒水冒浆的岩缝和孔洞封堵好,然后从孔口管中进行反压灌浆。反压灌浆的压力为 $P=P_1+P_2$,其中 P_1 为孔口管关闭后的水稳定压力, P_2 为正常情况下的灌浆压力。

3.2 沿裂隙冒水或浸水

对于冒水量较大的,可采用以下步骤进行处理:①钻若干个与裂隙相交的深孔,埋上孔口管,将裂隙水从管中引出;②在深孔之间钻若干个与裂隙相交的浅孔,埋上孔口管;③沿裂隙口凿槽,先用棉纱、麻刀等对裂隙进行封堵,然后用砂浆填槽;④对浅孔用较低压力灌浆;⑤浅孔待凝一段时间后,对深孔用较高压力进行灌浆。

对于冒水量较小的,可先沿裂隙凿一深5~10 cm的U形槽,在槽的底部铺一铁皮,穿过铁皮埋设若干根灌浆管,其中裂隙的最底部和最高部各有一根。用速凝砂浆将槽填平,砂浆达到一定强度后,从裂隙的较低端向上依次灌浆。

4 有承压水条件下的灌浆

从灌浆孔中涌出承压水有两种情况:一是灌浆地层处于具有较高压力水源的含水层中;二是水库已经蓄水,在低于库水位的廊道或洞中进行灌浆。

此时灌浆压力一定要高于涌水压力,否则浆液将无法灌入。如果稳定涌水压力为 P_3 ,要求的灌浆压力为 P_4 ,那么此时的灌浆压力应为 $P=P_3+P_4$ 。同时为了避免因灌浆压力过高引起地层被压裂或引起基础抬动,应保证 $P<P_e$ 。 P_e 为地层所能承受的极限压力。承压水条件下,灌浆一般可以按以下方法进行。

(1) 压力屏浆法。在正常灌浆达到结束标准后,仍维持原水泥浆的浓度或改用5:1的稀浆,以相同的压力继续循环灌注一定时间(如4~8 h)后再结束,以防止已灌入裂隙内的浆液回流。

(2) 闭浆。所谓闭浆就是在达到灌浆结束标准后,立即关闭回浆管阀门和进浆管阀门,使灌入的浆液仍暂时处于受压状态,待凝一定时间后,打开阀门,检查是否还往外涌水,如无涌水现象,则认为合格。闭浆时间一般为6~8 h。

(3) 浓浆结束。在正常灌浆达到结束标准后,改用0.5:1的浓浆灌注。当回浆浓度也达到0.5:1时,再继续灌注30 min后,立即将回浆管阀门和进浆管阀门关闭进行闭浆。

(4) 化学灌浆。如经过上述方法处理后效果仍不显著,可考虑采用化学灌浆方法。先采用上述方法将灌浆孔段的注入率减小到一定程度,例如小于3~5 L/min,然后再采用化学灌浆方法进行灌浆。化学溶液在岩石内很快凝聚,不仅可以将细小裂隙灌注密实,也可将涌水堵住。

5 岩溶地段的处理

岩溶发育地段的灌浆一般多凭经验或参考同类工程的实

践和灌浆试验成果进行。岩溶地段灌浆根据有无充填物采用不同的方法处理。

5.1 无充填物情况

(1)对于大空洞岩溶,可采用直接回填高流态的混凝土,骨料最大粒径小于20mm,混凝土标号一般为C15。若岩溶发育较深则需采用溜槽、导管浇注方式,以避免混凝土出现分离。灌注后待凝7d,然后重新扫孔再灌注水泥浆。

(2)对于空洞较大的岩溶,也可扩大灌浆孔孔径,往孔内投入粒径小于40mm的干净碎石,填满后再灌注水泥砂浆。灌注后待凝3d,然后重新扫孔进行简易压水,根据压水资料确定灌注水泥浆、水泥砂浆或其他混合浆液。

(3)对于空洞较小的岩溶,可灌注水泥砂浆或其他混合浆液。灌注后待凝3d,重新扫孔、简易压水,根据压水资料确定灌注水泥浆、水泥砂浆或其他混合浆液。

5.2 有充填物情况

对于有充填物的岩溶,视岩溶规模的大小及深度可采用适当的方式进行处理。

(1)高压灌浆法。采用不冲洗的高压水泥灌浆处理岩溶,即利用较高灌浆压力将充填物挤压密实,提高其抗渗稳定性,并籍高压水泥浆的劈裂作用,使水泥浆以条带状向土体中穿插,纵横交错形成网格包裹。但在较大溶洞地区,因钻进不易成孔,需下套管或先用旋喷法将溶洞充填物加固后再进行高压灌浆。

(2)高压旋喷灌浆法。旋喷灌浆法又称旋喷法,是利用钻机把带有特殊喷嘴的灌浆管钻进至土层的预定位置后,用高压脉冲泵将水泥浆液通过钻杆下端的喷射装置,向四周以高速喷入土体,借助流体的冲击力切削土层,使喷射程内土体遭受破坏,与此同时钻杆一面以一定的速度旋转,一面低速徐徐提升,使土体与水泥浆充分搅拌混合,胶结硬化后即在地基中形成直径比较均匀、具有一定强度的圆柱体(称为旋喷桩),从而使地基得到加固。根据使用机具设备的不同,旋喷法分为单管法、二重管法和三重管法。根据成桩形式不同,可以分为旋喷法、定喷法、摆喷法。

(3)花管灌浆法。在含沙含泥岩溶地段进行高压灌浆难以成孔,若以带孔眼的钢管插入溶洞内形成人造孔壁,则可防止塌孔。在灌浆过程中也不易被砂土颗粒堵塞高压阀门或灌浆设备,浆液可以较大的压力通过花眼射入土层。籍高压力的作用,水泥浆可以进入到砂土层中去,或将充填物压密,挤出其

所含水分,达到灌注、压实充填物的目的。

(4)浅层含泥岩溶的处理。对于埋藏较浅或出露在灌浆隧洞周围的大规模岩溶,挖除充填物并回填混凝土,再进行回填灌浆。

(5)深层岩溶的处理。当岩溶埋藏较深(如超过50m),采用花管法或旋喷法等辅助措施均有困难时,可先在岩溶周围进行灌浆,使岩溶充填物逐步被水泥浆体挤压、固结,然后再按逐序加密的原则进行溶洞部位的钻孔灌浆。

6 结 语

上述灌浆处理方法各有优缺点。大吸浆量情况的处理方法具有操作简单、施工快捷等优点,但有时可能因浆液扩散过远造成浆液浪费。特大漏水通道采用的处理方法操作相对复杂些,但体现了控制灌浆的思想,既可保证处理效果又可节约材料、减少投资。岩溶地区的地层情况多变,岩溶发育地段的灌浆处理一般多凭经验或参考同类工程的实践和灌浆试验成果进行。总之,对于水利水电工程坝基灌浆过程中遇到的各种特殊地层,应根据具体情况,采取一种或多种措施进行处理,才能达到预期的效果。

参考文献:

- [1] 孙钊编著.大坝基岩灌浆[M].北京:中国水利水电出版社,2004.
- [2] 李茂芳,孙钊编著.大坝基础灌浆(第二版)[M].北京:中国水利水电出版社,1987.
- [3] SL62—94,水工建筑物水泥灌浆施工技术规范[S].
- [4] 张景秀编著.坝基防渗与灌浆技术(第二版)[M].北京:中国水利水电出版社,2002.
- [5] 刘文清主编.最新水利水电工程一级施工实用技术与管理[M].吉林:吉林人民出版社,2001.
- [6] 赵卫全译,郑亚平校.岩溶地区灌浆[DB/OL][http://www.zhsk.net/gdjs/karst.htm]
- [7] 沈正荣编.地基与基础工程,建筑施工手册[M](缩印本第三册)(第二版)北京:中国建筑工业出版社,1999.
- [8] 北京国电水利电力工程有限公司.安徽琅琊山抽水蓄能电站上水库溶洞处理及防渗措施[R].2003.
- [9] DL/T 5148—2001,水工建筑物水泥灌浆施工技术规范[S].
- [10] 刘三虎,许厚材,乔润国.乌江渡水电站扩机工程地下厂房防渗帷幕灌浆[J].水力发电,2004,30(1):40-42.

《水利科技与经济》期刊简介

《水利科技与经济》是中国核心期刊(遴选)数据库刊源、中国期刊网收录期刊、中国学术期刊(光盘版)全文收录期刊、美国(剑桥科学文摘)CSA数据库刊源、俄罗斯(文摘杂志)AJ数据库刊源。

《水利科技与经济》是国家新闻出版署、国家科委批准的正式科技期刊,是哈尔滨水利规划设计院主办的技术性期刊,国内外公开发行,具有权威性高、信息量大、可读性强的特点,受到广大读者及水利经济界专家的欢迎。《水利科技与经济》的对象主要是从事水利水电建设的规划、勘测、设计、施工、科研、监理、生产运行和管理等方面人员,以及大专院校师生。《水利科技与经济》为月刊,月末(30日)出版,邮发代号14-316,国内定价:每期8元,全年定价96元(含邮费),读者可以通过邮局或本刊发行部订阅。

地址:哈尔滨市南岗区宣礼街35号 邮编:150001

电话:(0451)82711207-8404-8405 传真:(0451)82724300 联系人:孙小彤 杨文