

Construction Technology and Quality Control Measures for Consolidation Grouting of Diversion Pipe in Dam Foundation of Hydroelectric Power Station

Zhiguo Wu

Sinohydro 7th Engineering Bureau Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610213, China

Abstract

In the process of dam construction of hydropower station, combining the actual situation, the use of consolidation grouting way of dam foundation construction, by drilling way, and the use of high pressure equipment the cement slurry into the broken rock, ensure the cement slurry condensation, to ensure that the rock structure condensation together, form the whole, guarantee the overall dam foundation of firmness and stability, to ensure the safety of hydropower station dam foundation. The application of this technology can strengthen the integrity of the engineering foundation and extend the service life. This paper mainly analyzes the application points and quality control measures of the construction technology of consolidation grouting of hydropower station dam foundation, aiming to further improve the construction level of hydropower station dam foundation and promote the sustainable development of water conservancy industry in China.

Keywords

hydropower station; dam foundation; pipeline consolidation grouting construction technology; quality control measures

水电站大坝坝基引管固结灌浆施工技术及质量控制措施

吴志国

中国水利水电第七工程局有限公司, 中国·四川·成都 610213

摘要

在水电站大坝建设过程中, 要结合实际情况, 利用固结灌浆方式对大坝坝基进行施工, 通过钻孔方式, 并利用高压设备把水泥浆液引入到破碎岩体中, 确保水泥浆液凝结, 从而确保岩层中输送岩石结构凝结在一起, 形成完整体, 保障整体大坝坝基基础结构的牢固性和稳定性, 确保水电站大坝基础的安全性。通过该技术的应用, 能够强化工程基础的整体性, 并延长使用寿命。论文主要对水电站大坝坝基引管固结灌浆施工技术的应用要点以及质量控制措施进行分析, 旨在进一步提升水电站大坝坝基施工水平, 促进中国水利工程行业的持续发展。

关键词

水电站; 大坝坝基; 引管固结灌浆施工技术; 质量控制措施

1 引言

现代化水电工程建筑物的规模较大, 且需要承受的垂直荷载较大, 还需要同时承载水压力、土压力等, 对防渗、防震要求较高。固结灌浆技术的应用, 可以综合处理破碎岩体, 加固局部软弱岩体, 改善岩基物理、力学、防渗性能, 强化其整体强度和完整性。在具体操作中, 需要把浆液灌入到岩体裂隙、破碎带等部位, 以便强化岩体整体性和抗变形能力。在固结灌浆技术应用中需要通过钻孔方式进行灌浆, 形成引管固结灌浆技术。同时为了提升施工效果, 需要结合实际情况, 采取合理的施工质量控制措施, 保障固结灌浆技

术的顺利进行。

2 引管固结灌浆布置方式

结合坝基岩体、部位、灌浆方式的不同, 可以把引管固结灌浆布置方式设置为以下类型。

2.1 无盖重灌浆结合混凝土盖重引管灌浆

该方式主要在陡坡坝段非柱状节理玄武岩坝基固结灌浆工程中进行应用, 在具体操作中, 需要通过无盖重灌浆结合混凝土盖重引管灌浆无盖重灌浆法对坝基全孔段实施分段固结灌浆; 不合格部位需要加密补灌, 补灌后不合格的部分需要钻孔埋设灌浆管, 并引管到坝体下游扩大基础、贴角等部位, 上部坝体混凝土浇筑高度超过 30m 后, 开展实施引管循环时固结灌浆^[1]。针对坡度超过 50° 的坝基, 需要在合适位置设置固结灌浆孔和引管系统, 当混凝土盖重

【作者简介】吴志国(1977-), 男, 中国河南安阳人, 工程师, 从事水利水电施工与技术研究。

超过 30m 时,需要对坝体进行静置一点时间,使其混凝土自然冷却达到封拱温度后再进行引管灌浆。

2.2 预留保护层岩石盖重灌浆结合混凝土盖重引管灌浆

该方式主要在柱状节理玄武岩、河床角砾熔岩坝基固结灌浆施工中进行应用,在具体操作中,需要对 5m 以下的保护层进行低压封闭灌浆,然后对坝基孔段展开岩石盖重分序分段灌浆;完成灌浆后需要检测施工质量,一旦发现不符合要求的部分,需要采取加密补灌的方式进行操作,确保质量达到标准要求后才能开挖保护层,并检测坝基浅层质量,若不符合要求,需要钻孔并埋设灌浆管,引管到坝体下游,以便扩大基础、贴角、坝内廊道等部位;当上部坝体混凝土浇筑高度超过 30m 后,需要开展引管循环式固结灌浆作业^[2]。

3 引管固结灌浆施工工艺

3.1 施工基本要求

在上部坝体盖重混凝土高度超过 30m,且完成首层封拱灌浆作业后,需要开展实施混凝土盖重引管固结灌浆作业;引管灌浆与已完成接缝灌浆间隔一个坝段施工,防止破坏接缝灌浆系统;在对引管管路进行布设时,一般采用五孔一引或者三孔一引方式进行操作;要提前做好灌浆材料、灌浆设备等,并对多个孔进行同步灌浆,确保灌浆设备保持良好的运行状态;引管灌浆过程中,要对特殊坝段接缝灌区实施通水平压,这样可以避免浆液串入到坝体横缝中^[3]。

3.2 引管灌浆系统安装

①钻孔,要选择专业钻机进行操作,并使用金刚石钻头,孔深铜为 5m 左右,注浆孔间隔距离通常为 4m 左右;按照梅花形进行布置。②清孔,完成钻孔作业后,需要对孔洞进行规范性冲洗,避免孔内存有杂物、积水等现象。通常需要利用高压风对孔内进行清洗,风压控制在 0.5 MPa 以内;第一次清孔后需要测量钻孔深度和直径,然后进行第二次高压冲洗,持续时间为十分钟^[4]。③引管灌浆管路安装形式“五孔一引”布置形式,如图 1 所示。“三孔一引”和单孔引管形式可参照执行。在管路安装过程中,需要对进浆管和回浆管材质进行科学选择,分别为内径 DN32×2 和内径 DN25×2 钢管,引出管为镀锌管,孔内引管为内径 DN20×2 钢管;要对进浆支管、孔底距离进行合理控制,一般在 50cm 以内,回浆支管需要深入到基岩内部 20cm,

才能保障其稳固性;利用三通连接管路,孔口预埋钢盖板需要使用特定型号的砂浆进行封堵,并保障其密实性;每组引管随混凝土上升而上引,直至达到前期规划的坝后引出位置。引管管路引出仓时,引出管口之间的间距为 25cm,并及时挂牌标示清楚,防止后期灌浆施工时出现错乱;引管有盖重灌浆完成后,引管沿预留坑底部切除,然后采用 M40 砂浆回填预留坑;引管过程中遵循“三不”原则:不损、不乱、不堵。

3.3 灌浆作业

在灌浆之前需要对目标坝段接缝灌浆施工;要做好灌浆管路进行压水试验,其压力为 0.5 MPa,确保灌浆管路通畅性,把通水流量控制在 30 L/min;严格按照相关文件要求,对管路灌浆参数、突发情况处理措施、施工资源配置等问题进行科学布设。在实际灌浆作业中,需要分序分段进行操作,并从低高程向高高程进行循环式灌浆,保障灌浆作业的连续性;要对灌浆材料进行合理配合,一般要选择 42.5 级湿磨细水泥浆液,灌浆水灰比为 3 : 1、2 : 1、1 : 1、0.5 : 1 四级,开灌水灰比为 3 : 1;要对灌浆压力进行合理控制,通常情况下,灌浆压力控制在 3.0 MPa 以内,当对灌排洞周边 2m 范围内进行灌浆时,需要把压力控制在 1.5 MPa 以内^[5]。同时,需要在回浆管上安装压力表,以便对引出槽与引管孔口的高差进行精准计算。在灌浆作业中,需要逐级升压,并保障灌浆压力与注入率保持契合性,避免出现混凝土变形问题。在灌注过程中需要通过一泵一管的方式进行操作,不能够串联灌浆,一旦出现串浆现象,需要利用并联方式同步灌浆,出浆密度与进浆密度较为接近时,需要关闭管口阀门;首次引管灌浆时,需要把其他没有施灌的引管管控进行全部敞开,当出现串浆现象时可以及时打开引管堵头,并进行通水工作,避免浆液串入到堵塞管路中;在最大设计灌浆压力下,如果注入率不超过 0.4 L/min 时,需要继续灌注二十分钟,然后结束灌浆。灌浆过程中,需要安排专业人员进行坝体变形监测工作,及时发现坝体变形情况,并停止施工,采取合理措施进行处理;灌浆结束后,需要实施管路回填作业,利用 0.5 : 1 水泥浆液置换管道内稀浆,回浆管出浆密度达到进浆密度后立即关闭,采用小循环的连接方式进行纯压式封堵,压力为 1.0 MPa,持续 10 min 即可结束。引管回填结束后,需将管口球阀关闭,管内浆液凝固后方可拆除。

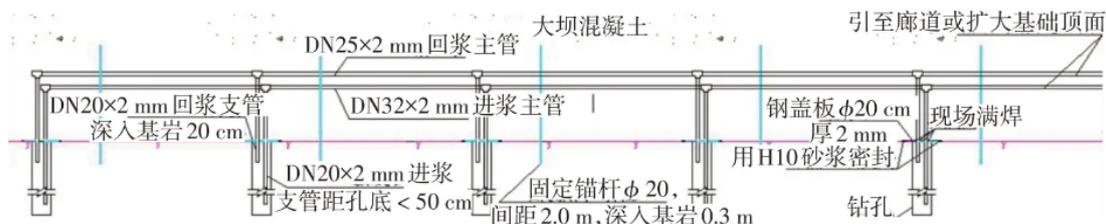


图 1 五孔一引管路安装示意图

3.4 灌浆质量检查和封闭工作

完成灌浆作业后,需要对其施工质量进行严格检查,尤其要在坝后贴角平台、坝体廊道内适宜位置设置质量检查孔,其中要通过单点法压水试验进行质量检查,并根据检查孔取芯情况进行科学判断;施工方案的不同,决定了封堵方法也存在很大差异性,如果使用从上至下的灌浆方式,则要以压力为指标进行分段封堵;如果使用从下至上的灌浆方式,则要以机械压力方式进行封孔,为了保障封孔质量,需要人工操作^[6]。

4 质量控制措施

4.1 做好施工试验工作

为了提升施工质量,需要提前做好现场调查工作,了解坝基两岸基本情况,为后续施工提供帮助。同时需要做好施工试验工作,设置试验区,在实验过程中,需要对灌浆工艺进行验证,结合实际情况选择合适的灌浆方式,如自下而上的方式进行分段灌浆,以便实现一次性成孔灌浆。要做好灌浆质量检查工作,及时发现异常情况,科学处理细小裂缝,保障灌浆质量,确保试验成功。

4.2 优化施工方案

完善的施工方案是提升固结灌浆施工质量的重要保障,在施工前,需要结合实际情况,编制科学合理的施工方案,并结合施工现场的具体温度,进行科学计算,展开无盖重灌浆的具体试验,以便科学把握盖重灌浆时间,避免出现混凝土浇筑层间隙问题,减少坝基开裂现象;同时还需要对钻孔顺序进行优化设计,为后续钻孔作业的开展提供依据。

4.3 控制灌浆质量

在灌浆作业中,往往会因为各种因素出现施工质量问题,严重降低固结灌浆施工效果,因此需要结合实际情况,强化质量控制,及时发现异常情况,并进行科学处理,对灌浆质量进行有效性控制^[7]。当出现串浆问题时,需要科学分析串漏量,如果量比较少,则使用棉花嵌堵,当漏量较大时,需要使用浓度更高的浆液进行处理;出现吸浆量异常的情况下,需要结合实际情况进行针对性处理,如在边排位置的吸浆量比较大时,需要封闭该部位,并通过水泥净灌,并对灌浆量进行合理控制,当地凝固后反复灌浆;当发生冷却水管被打断的现象时,需要通过细石混凝土回填,并进行吊封;在灌浆作业中需要做好管道检查工作,避免出现管道堵塞现象,并良好控制钻孔施工质量;要进行次序灌浆,以便对单位注灰量和透水性的规律进行良好控制。灌浆施工需保持连

续进行,因故中断后应尽快恢复灌浆,如短时间内无法恢复灌浆,则立即用大量水冲洗管路,直至回浆管路回水澄清为止。因串浆导致长时间无法结束灌浆时,首先对被串孔(管)进行堵漏,再采取降压、限流和延长灌浆时间的处理措施。灌浆至廊道周边时,安排专人做好廊道巡视工作,如发现外漏则立即封堵并变浆,严格控制灌浆压力,缓慢升压,严格控制压力和流量关系。

4.4 优化质量监督

在施工前,需要做好技术交底工作,提升施工操作人员的专业技能水平,并组织开展专业培训,确保施工人员对固结灌浆施工技术、流程等详细掌握和熟练应用^[8];同时要展开现场旁站监控工作,对施工全过程进行动态跟踪监督,及时发现异常情况,并采取合理措施进行处理;做好施工记录工作,对施工资料进行整理,为灌浆质量评价工作提供依据,避免出现不合适的工序出现。

5 结语

综上所述,水电站大坝施工中,为了保障坝基结构的稳固性和整体性,需要采用引管固结灌浆施工技术,并对施工工艺要点进行精准把控和规范性操作,同时采取科学合理的质量控制措施,促进引管固结灌浆施工技术的高质量进行,减少施工质量安全问题的发生概率,同时提升施工操作人员的综合素质水平,为水电站工程的安全可靠性运行奠定良好基础。

参考文献

- [1] 季晓冬.水库除险加固工程坝基固结灌浆施工方法设计[J].水利科学与寒区工程,2023,6(1):102-104.
- [2] 朱小磊,徐龙云.水利水电工程中坝基固结灌浆试验设计研究[J].价值工程,2023,42(2):62-64.
- [3] 魏万山.浅析水电站大坝坝基引管固结灌浆施工工艺[J].大坝与安全,2022(3):68-71.
- [4] 王新平.锦屏一级水电站大坝坝基固结灌浆技术[J].云南水力发电,2022,38(2):130-134.
- [5] 周波.水利水电工程中坝基固结灌浆试验[J].建筑技术开发,2021,48(16):48-49.
- [6] 苏建江.水利工程坝基固结灌浆施工技术质量控制研究[J].珠江水运,2021(5):67-68.
- [7] 邓猛.水利水电工程水库大坝坝基固结灌浆施工技术探讨[J].建材与装饰,2019(27):291-292.
- [8] 梁国伟.坝基固结灌浆快速施工技术[J].江西建材,2014(22):104-105.