

水利大坝工程基坑支护施工技术要点浅析

徐锐剑

江西省水投建设集团有限公司, 江西 南昌 330029

[摘要] 基坑工程是水利大坝施工中常用技术, 基坑支护效果直接关系到基础结构施工质量安全, 并且施工中风险较大。为了提高水利大坝工程基坑支护技术水平, 文中以具体的工程案例为研究对象, 分析基坑支护施工技术要点, 并且提出质量控制建议, 以期为相关工作者提供参考。

[关键词] 水利大坝; 基坑支护; 施工技术

DOI: 10.33142/hst.v5i6.7434

中图分类号: TV5

文献标识码: A

Brief Analysis of Key Points of Foundation Pit Support Construction in Water Conservancy Dam Project

XU Ruijian

Jiangxi Water Investment Construction Group Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330029, China

Abstract: Foundation pit engineering is a commonly used technology in the construction of water conservancy dams. The effect of foundation pit support is directly related to the construction quality and safety of the foundation structure, and the construction risk is high. In order to improve the technical level of foundation pit support in the water conservancy dam project, this paper takes a specific project case as the research object, analyzes the key points of foundation pit support construction technology, and puts forward quality control suggestions, hoping to provide reference for workers.

Keywords: water conservancy dam; foundation pit support; construction technology

1 工程概况

黄坑口水源工程位于江西省信丰县油山镇坑口村黄坑口林场附近, 距信丰县城约 45km。地理位置为东经 114° 39' 50", 北纬 25° 25' 10"。坝址位于桃江一级支流西河上游, 坝址以上控制流域面积 29.6k m², 坝址多年平均流量为 0.74m³/s, 该工程是一座乡镇供水为主的中型水利枢纽工程。水库正常蓄水位 279.50m, 相应库容 1150 万 m³, 500 年一遇校核洪水位 280.13m, 总库容 1191 万 m³。设计供水人口 28.6 万人, 规划配套水厂供水规模为 5 万 t/d。枢纽建筑物由挡、泄、取水建筑物等建筑物组成。纽建筑物由挡、泄、取水建筑物等建筑物组成。坝轴线上的建筑物按“一”字排开, 从左至右分别为左岸混凝土重力坝段、供水取水口坝段、混凝土溢流坝段、右岸混凝土重力坝段。坝顶高程 282.50m, 最大坝高 48.5m, 坝顶全长 138.00m, 其中: 溢流坝段长 26m, 左、右岸重力坝段长分别为 35.5m、55.5m, 供水取水口坝段长 21m。大坝左、右岸坝顶高程上部土质永久开挖边坡为 1: 1.5, 强风化永久开挖边坡为 1: 0.85, 弱风化永久开挖边坡为 1: 0.65。土质边坡采用三维植被网护坡; 岩质边坡采用喷射 C20 混凝土混凝土护坡, 厚 100mm。坡顶设 C15 混凝土截水沟, 坡脚设 C15 混凝土排水沟。上坝及进库公路均为挖方路段, 挖方公路开挖深度约 0.8m。土质路堑边坡为 1: 1.2, 采用三维植被网护坡; 岩质路堑边坡为 1: 0.75, 采用 C15 喷射混凝土护坡, 护坡厚度 100mm。

2 水利大坝工程基坑支护施工技术要点

2.1 概述

大坝左、右岸坝顶高程上部土质永久开挖边坡为 1: 1.5, 强风化永久开挖边坡为 1: 0.85, 弱风化永久开挖边坡为 1: 0.65。

根据图纸左岸坝肩 1 层土质边坡采用三维植被网护坡; 其他部位岩质边坡均采用锚喷支护 $\Phi 25$ 钢筋锚杆, L=6m, 喷射 C20 混凝土混凝土护坡, 厚 100mm, 排水孔 D=40, 深 1m, 梅花型布置 @2m。坡顶设 C15 混凝土截水沟, 坡脚设 C15 混凝土排水沟。

支护工程主要施工项目为: 挂钢筋网 36t、喷混凝土 1096m³、砂浆锚杆 2739 根、三维植被网护坡 558 m²、D40UPVC 管 2739m。

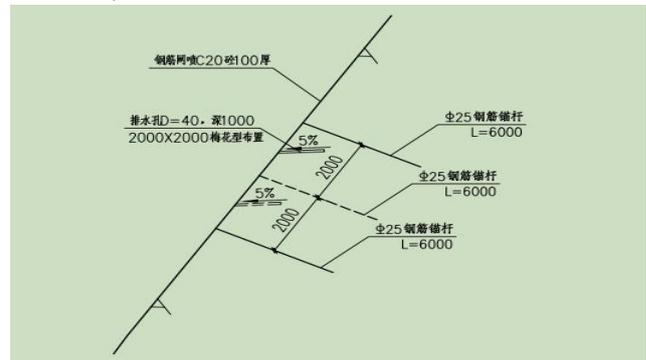


图 1 支护示意图

2.2 搭设脚手架

在完成边坡面开挖并且验收达到标准后用双排脚手架搭设于边坡面,该工程选用的是 $\phi 48 \times 3.5\text{mm}$ 规格的钢管,用十字、对接、旋转型扣件作为连接扣件。脚手架的长宽高按照 $1.5\text{m} \times 1.0\text{m} \times 1.5\text{m}$ 间距进行排列,工作人员根据现场实际情况设置支撑体系,并且用固定锚杆按照 10m 的间距固定,通过焊接连接脚手架钢管和固定锚杆,将脚手架整体稳定性提高。在搭设好高边坡脚手架后由监理工程师进行验收,确认无误后可以继续进行后续施工活动。

2.3 砂浆锚杆施工

(1) 施工工艺流程

本工程锚杆采用先注浆后安插锚杆的工艺施工,其施工工艺见下图2:

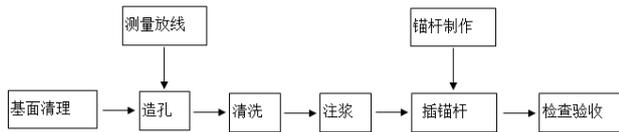


图2 先注浆后插锚杆的施工工艺流程图

(2) 施工技术措施

测量人员按照设计图纸中的标准进行孔眼的布设,钻孔过程中锚杆孔角度应根据岩石走向和倾角进行适当调整。钻头直径控制在比杆体直径大出 $15\sim 20\text{mm}$ 左右的范围,在达到制定深度后用高压气枪将内部的积水、碎屑吹干净。

配置水泥砂浆,并且用注浆机注入到孔洞内,按照距离孔底 $5\sim 10\text{cm}$ 的标准控制注浆管的插入深度,缓慢匀速注入水泥后将拔出注浆管,及时用水泥纸或者止浆塞将其密封,避免溢出浆液。按照不超过 0.4mpa 的标准控制注浆压力,然后将锚杆插入,补灌孔口不满的部分,然后抹平孔口。

(3) 材料要求

(a) 钢筋:按照施工图要求选择材料,该工程选择螺纹钢(其屈服点和抗拉强度分别为 735MPa 、 980MPa ,采用等强连接器接长);

(b) 水泥:采用普通硅酸盐水泥作为锚杆水泥砂浆,按照不低于 42.5MPa 的标准控制水泥浆的强度等级。

(c) 砂:采用中细砂,粒径控制在 2.5mm 以内。

(d) 水泥砂浆:按照施工图纸要求进行砂浆标号的选择,按照不低于 20MPa 的标准控制锚杆水泥砂浆强度等级。

(e) 外加剂:在水泥砂浆中添加加速凝固的外加剂,比如速凝剂等外加剂,外加剂中不得存在具有腐蚀作用的材料,应该通过试验确定掺加量。

(4) 检验和试验

①拉拔试验:砂浆锚杆灌注砂浆28天后,即可进行拉拔试验。当拉拔力达到规定值时,即停止加载,结束试验。

②钢筋、水泥、砂浆等原材料和半成品,按规定要求取样试验。并报送监理工程师。

2.4 挂网施工

(1) 施工方法

在工程预制加工钢筋网,然后用 5t 的载重车将其运输到现场并且由施工人员进行安装搭设。

(2) 材料

挂网拟采用钢筋网($\phi 6@20 \times 20\text{cm}$)。

(3) 工艺流程

挂网工艺流程如下图3所示。

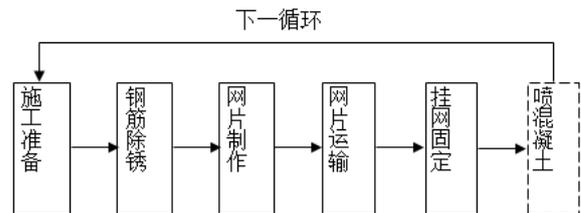


图3 挂网工艺流程图

(4) 工艺要求、标准

①在岩面初喷混凝土并且锚杆安装合格后进行挂网施工。

②清除钢筋网锈蚀部分然后进行安装。

③在指定部位和监理人的指示下根据图纸要求布设钢筋网,做好混凝土喷射,确保混凝土喷射厚度和钢筋网规格都能够满足设计标准。

④按照 $1\sim 2$ 个网孔且在 200mm 的范围搭接钢筋网。

⑤随受喷面的起伏铺设钢筋网,按照 $3\sim 5\text{cm}$ 的范围控制受喷面的间隙。牢固绑扎,用焊接法将锚杆部位和钢筋网充分连接,

⑥牢固连接钢筋网应与锚杆或其他固定装置,保证钢筋的牢固性,避免在混凝土喷射阶段出现晃动问题。

2.5 喷混凝土施工

(1) 施工方法

本工程喷混凝土施工采用“湿喷”法施工,采用TK600湿喷机施喷,喷混凝土料采用强制式拌和机集中拌制, 6.0m^3 混凝土运输车运至喷混凝土作业面,喷头处加入速凝剂。开挖边坡的喷射混凝土施工紧跟开挖工作面,在分层开挖过程中逐层进行,混凝土终凝至下一循环爆破控制在不小于 3h 。

(2) 施工工艺

湿喷混凝土工艺流程如下图4所示。

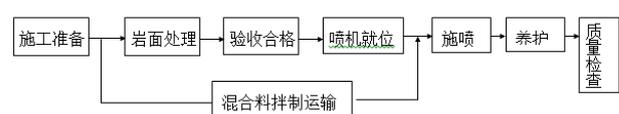


图4 湿喷混凝土工艺流程图

(3) 工艺要求、标准

①在预裂爆破符合要求的基础上进行喷射作业。

②混凝土喷射前受喷面稳固不存在松动的岩石,并且

不得堆积虚渣。

③开挖工作面完成后及时进行混凝土喷射。

④网喷施工,按照喷→网→喷的顺序进行,混凝土覆盖钢筋的厚度应满足3cm。

⑤喷射混凝土的强度达到设计要求,施工强度不影响开挖施工的正常进行。

⑥正常情况下的回弹率不超过15%。

(4) 工艺措施

①对施工用水、风管路等工程施工所用设备设施进行检查,通过试运行确认其是否正常,完成拌和、运输、喷射系统等准备工作后进行喷射作业。

②施工中先通风后送电,然后再投料。保证连续、均匀地喂送混合料,使用助风管协助管道畅通,保证喷射工作顺利完成。

③按照0.8~1.5m的范围控制喷射距离,妥善处理区段间的接合部和结构的接缝处,不得存在漏喷部位。

④厚度10cm以下的受喷面,可一次喷至设计厚度,大于10cm的分层喷射。完成第一层喷射后,清理回弹物料,然后进行下一层喷射施工,下一层喷射在上层终凝后进行,若终凝1小时后喷护,则需用压力风清洗喷面。

⑤喷射作业时,连续供料,并保证工作风压稳定。完成或因故中断作业时,清理干净喷射机及料管内的积料。

(5) 喷护混凝土养护

在混凝土喷射2h后终凝阶段,及时洒水养护,开展为期7d以上的养护。

(6) 质量检查和验收

①施工人员在正式施工前56天将混合料配比试验报告和试块实验报告及时上报给监理工程师,混凝土喷射工作只有在各项工艺施工质量和试块抗压强度符合要求后方可正式进行。

②喷层厚度检查。定期检查并且记录喷层厚度,并且报送监理工程师,如果存在厚度不达标的情况应当以监理工程师指示进行补喷处理,监理工程师进行确认合格后进行验收。

③粘结力试验。按工程师指示的方法取样、取出芯样进行喷混凝土与岩石间及喷层之间的拉拔试验,试验成果报送监理工程师,所有试件钻孔用干硬性水泥砂浆回填。

④及时清理、修补喷混凝土中的鼓皮、剥落、低强或其它缺陷部位,并经监理工程师确认验收。

2.6 三维植被网

三维植被网护坡的施工程序如下图5:



图5 三维植被网护坡施工程序

(1) 边坡处理

清理干净边坡上杂石碎物,回填夯实平整低洼位置,

将坡面平顺度提高。

(2) 铺设三维网

① 铺设

由上至下在坡面上铺设三维植被网,保证平顺地衔接网和坡面。

② 预埋

在坡顶埋设三维网时应当多延伸出50cm并且压在土中。

③ 锚固

按照自下而上的顺序将三维网固定,使用15~30cm长、8mm宽的U型钢筋作为固定材料,按照1.5~2.5m的间距设置钢筋间距,固定时可以使用8#U型铁钉或竹钉等辅助工具。

④ 覆土

完成三维植被网铺设工作后工作人员需要在三维植被网上均匀地覆盖,覆盖住网包,直到不存在空包问题,三维植被网上泥土厚度应当在12mm以上。

(3) 喷播

覆土回填完毕,进行液压喷播,即将草籽通过液压喷播机均匀喷洒于破面上。

(4) 覆盖

喷播植草施工完成之后,在边坡表面覆盖无纺布。

(5) 养护管理

喷草施工完成之后,必须定期进行养护。

3 质量管理措施

(1) 加强试验检测体系的构建和完善,以合同文件和施工技术规范为基础合理编制项目主体试验计划,并且由监理人员进行严格审批,确认无误后方可执行。工作人员在正式开工前至少35天调查工程所用木材、地方材料等,同时通过取样、检验确定各项物资是否和工程标准质量要求相符合,及时处理不合格品。在确认材料合格后,还要通过配合比试验、初步试验、验收试验等严格控制混凝土等材料生产质量,严格按照规范要求要求进行材料配置和使用,由项目经理和监理人员审批后方可在工程中应用。

(2) 测量人员按照设计要求和规范标准严格控制测量精确度,通过复检等方式提高测量的精确度。在测量前,还要加强选定和培养测量人员,提高其专业能力和工作责任心,保证稳定、连续、精确地完成测量工作,同时尽量降低测量人员的流动,避免人为因素增加测量误差。

(3) 企业应当做好专门之间部门和质检人员的配置,提高内部检查力度,加强对材料、成品、半成品、工序质量的严格检查,通过质量检验提高质量控制水平。同时应当采取全过程管理措施,加强监督检查项目施工中各个工序,通过定期检查、不定期检查、专职检查等将质量检查的力度提高。

(4) 该工程设置了详细的质量管理体系,将各个岗

位工作职责和任务明确划分,并且各个部门相互协调配合,均衡处理部门和人员之间的风险、利益、责任,并且设置岗位责任制和考核制度,通过这种方式激励员工及时将自身的工作任务落实,发挥质量管理体系在整个工程施工中的应用价值。

(5) 成立专业的技术小组在正式施工前对设计文件和图纸进行认真地会审,对工程施工要求和技术标准有详细的掌握,在对业主要求和合同规定有所明确后方可落实设计施工方案。在审核过程中如果发现问题或者存在表述不清等情况,及时采取书面报告形式反映给监理、业主单位。

(6) 在施工组织设计编写中,要由专业技术人员根据工程要求和特点进行编写,确保和企业质量体系控制程序内容要求相符合,做好施工计划的编制,合理配置工程所需的各项资源,按照规定的质量要求重点落实设备检验、辅助装置检查、资源管理等工作。同时,管理者可以根据不同阶段施工工序编制详细的针对性的方案,达到提高施工质量管理水平的效果。

(7) 工程建设阶段可能会发生工程变更,应严格按照规定的要求进行施工方案的变更调整,落实规定程序要求,按照控制程序向相关部门报批,在确认无误后方可落实变更方案。在发生变更后,管理者重点记录管控变更后的工作,及时收集相关资料。

(8) 按照公司质量体系规定内容在开工前完成各个部位、工序的技术交底,保证所有参建人员都能够对要点施工部位的管件施工工序、施工技术规范要求、施工工艺流程等有清楚地掌握和了解,尤其要掌握特殊部位和重点部位,将施工操作的规范性和准确性提高。

4 结语

总而言之,在我国社会经济发展中,水利大坝工程是重要的组成内容,基坑施工技术作为影响大坝施工效果的

关键,关系着工程整体建设质量,决定了工程使用稳定性、安全性以及使用周期。为了提高水利工程大坝基坑支护水平,本文以工程案例为对象探讨了基坑施工各个环节技术要点,并且重点从质量管理体系、关键工序管理等多方面分析了质量控制办法,希望可以为类似的工程项目提供参考。

[参考文献]

- [1] 韩玉华. 水利建筑的基坑开挖施工技术探究[J]. 科技资讯, 2020, 18(29): 74-76.
- [2] 覃建华. 水利工程项目深基坑支护要点[J]. 河南水利与南水北调, 2020, 49(7): 45-46.
- [3] 卜祥禹. 水利工程施工中深基坑施工技术的运用研究[J]. 中华建设, 2020(4): 104-105.
- [4] 栗海鹏. 水利工程中基坑的施工技术分析[J]. 住宅与房地产, 2020(9): 222.
- [5] 肖宏山. 水利水电工程深基坑的变形特性分析及稳定性研究[J]. 黑龙江水利科技, 2020, 48(1): 156-160.
- [6] 杨卫. 水利工程项目深基坑支护要点分析[J]. 建材与装饰, 2019(24): 321-322.
- [7] 万兆芳. 浅析水利工程中深基坑的施工技术[J]. 农家参谋, 2019(13): 169.
- [8] 徐璋. 水利工程深基坑支护管控措施[J]. 现代物业(中旬刊), 2019(1): 202-204.
- [9] 孙留阳, 吴官宏, 刘六艺. 土钉+钢筋混凝土框格梁+植生袋支护施工技术应用[J]. 云南水力发电, 2022, 38(5): 51-55.
- [10] 周正权. 水库大坝帷幕灌浆施工技术的应用[J]. 科技风, 2014(10): 151.

作者简介: 徐锐剑(1992.4-), 男, 中南林业科技大学, 测绘工程, 江西省水投建设集团有限公司, 项目经理, 助理工程师。