

# 水泥基黏土混合浆液帷幕灌浆施工技术

## ——以阁山水库工程实例为例

俞天仁

中国水利水电第四工程局有限公司

**摘要:**帷幕灌浆施工在水利工程中被广泛应用,作为水工建筑物地基防渗处理的主要方法,结合阁山水库工程实例,通过研究复杂地质、岩层破碎、存在贯穿裂缝及较大暗流通道的地基灌注水泥基混合浆液施工方法,最终总结了一套成熟的水泥基黏土混合浆液帷幕灌浆施工技术。

**关键词:**水泥基黏土混合浆液;帷幕灌浆;施工技术

### 一、工程概述

阁山水库位于黑龙江省绥化市绥棱县境内,呼兰河右岸支流诺敏河上游,是一座土质防渗体分区坝,大坝全长3246米,水库最大库容为4.04亿立方米,库区面积52平方公里,是一座大(2)型水利枢纽工程,以灌溉、防洪为主的综合利用的水利枢纽工程,大坝基础采用防渗墙接帷幕灌浆综合防渗技术。

坝址地处高原第四系洪积层,坝基为玄武岩,属强风化基岩,岩体完整性差,较破碎,陡倾角裂隙发育,且有多期喷发的火山碎屑物与岩体交互成层,岩层间存在贯穿裂缝及暗流通道。

### 二、先导孔压水试验及灌浆分析

在对先导孔进行压水试验时,由于大坝基岩破碎,压入流量不足以补充渗透流量,出现无压无回,记录仪读不出数据等现象,地基透水率出现无穷大吕荣值。先导孔灌浆时耗浆量大,单位耗灰量在2158.99kg/m以上,经对地址条件及岩芯取样分析,浆液应沿较大贯穿裂隙或暗流通道流失,灌浆扩散半径远大于设计扩散半径范围,造成浆液的浪费。

### 三、灌浆方案选取

为了减小水泥耗量和确保灌浆质量,经过施工、设计、监理、业主单位多次召开专题技术会议探讨,并在灌浆过程中摸索研究,咨询专家等方式,选取灌注水泥基黏土混合浆液进行试验,水泥基混合浆液流动性小、成本低,适合大裂隙基岩、溶洞基岩灌浆。灌浆过程中,选取试验孔33#孔先进行灌注水泥基混合浆液,研究水泥耗量情况。单孔灌注完成后,经统计,平均单位耗灰量87.92kg/m,黏土耗量175.83kg/m,混合浆液增加黏土耗量,取代水泥耗量,从而节约投资。同时为检测灌浆质量,在试验区灌浆结束的十四天后钻取岩芯观察岩体结石情况及做压水试验检测灌浆形成阻水帷幕的渗漏情况,试验检测各项指标均符合设计要求,形成了完整的阻水帷幕,压水透水率小于设计给定的5Lu范围,帷幕质量合格,最终阁山水库帷幕灌浆采取灌注水泥基混合浆液灌注。

### 四、水泥基混合浆液的制备

水泥基混合浆液制备分为干掺法和湿掺法两种,根据施工具体情况,选取制备方案:

(1)干掺法:采用黏土粉末加水泥干粉按照黏土与水泥干粉质量比为1:1~3:1(1:1、2:1、3:1)的掺量加水进行搅拌,制成水泥基混合浆液。

具体制浆方法:将合格黏土进行晾晒,晾干后弃除岩块和杂物,磨成粉状,按照黏土与水泥干粉质量比为1:1~3:1的掺量加水拌制。

(2)湿掺法:将开挖后黏土按浆液比重要求制成黏土浆液,按质量比例要求加入干水泥,制备1:1~3:1水泥基混合浆液。具体施工方法如下:

①施工现场开挖一个(长×宽×深)4.0m×3.0m×1.5m的泡浆池和一个(长×宽×深)3.0m×2.0m×1.0m的制浆池,池底及四周开挖面浇筑10cm混凝土,进行防渗漏处理,供制备黏土浆液使用。

②将施工现场开采来的黏土投入池中进行浸泡,泡至2-3天备用。

③在浸泡的同时,用“三一”75挖机搅拌,初步形成粘稠状泥浆。

④浸泡好后的泥浆用挖机导入制浆池,再用XY-2钻机改装的泥浆搅拌机进行搅拌,加水调制成一定比重的泥浆。

⑤将制备好的黏土浆液用泥浆泵抽到高速搅拌机内,通过比重计测量泥浆比重,按照一定的比例推算出水泥掺量,将称量好的干水泥加入到黏土浆液内进行搅拌,制成水泥基黏土混合浆液。

### (3)制浆方案选取

东北夏季多雨,且晾晒黏土场地有限,制备黏土粉末困难,且黏土用量较大,最终选择湿掺法制备。

### 五、灌浆

(1)水泥基混合浆液灌浆采用BW-250型泥浆泵进行灌注。阁山水库帷幕灌浆孔双排布置,分两序施工,采用分段分序进行钻孔灌浆。段长控制在5~7m,特殊情况下可适当缩短或加长,但不宜大于10m。浆液比级变换与常规帷幕灌浆方法相同,根据灌浆量大小确定水泥基混合浆液配比。当灌浆不吸浆或吸浆量特别小的时候,平均单耗在150kg/m以内时,灌注纯水泥浆液。灌浆必须连续进行,若因故中断,应按帷幕灌浆规范要求进行处理。

帷幕灌浆检测成果表

孔号	段次	段位 (m)	段长 (m)	压力 (MPa)	流量 (L/min)	设计透水率 (Lu)	透水率 (Lu)
WJ-1	1	24.93-27.93	3	0.322	3.692	<5	3.822
	2	27.93-32.93	5	0.324	6.685	<5	4.127
	3	32.93-37.93	5	0.326	6.293	<5	3.861
	4	37.93-42.93	5	0.324	4.709	<5	2.907
	5	42.93-49.85	6.92	0.325	3.898	<5	1.733
WJ-2	1	24.93-27.93	3	0.324	4.672	<5	4.807
	2	27.93-32.93	5	0.323	7.292	<5	4.515
	3	32.93-37.93	5	0.322	5.641	<5	3.504
	4	37.93-42.93	5	0.322	3.881	<5	2.411
	5	42.93-49.85	6.92	0.324	2.29	<5	1.021

湿掺法黏土浆液掺和干水泥配合比

水、黏土比	黏土浆液比重 (kg/cm <sup>3</sup> )	浆液含泥量 (L/kg)	300L黏土浆液中水泥掺量 (黏土:水泥=1:1)	300L黏土浆液中水泥掺量 (黏土:水泥=2:1)	300L黏土浆液中水泥掺量 (黏土:水泥=3:1)
3:1	1.18	88.64	88.64	44.32	29.55
2:1	1.26	125.81	125.81	62.90	41.94
1:1	1.44	216.67	216.67	108.33	72.22
0.9:1	1.47	233.53	233.53	116.77	77.84
0.8:1	1.52	253.25	253.25	126.62	84.42

注:水泥比重=3.1g/cm<sup>3</sup>,黏土比重=2.6g/cm<sup>3</sup>。黏土浆液比重公式:浆液比重=(1+水固比)/(1÷黏土重量+水固比)

## (2) 灌浆结束和封孔

①帷幕灌浆结束条件为:水泥基黏土混合浆液流动性小,封孔时间可适当缩短,各灌浆段的注入率不大于0.4L/min时,继续灌浆15~30min即可,或注入率不大于1L/min时,继续灌注30min。

②灌浆结束后,采用“全段灌浆封孔法”封孔,并用0.5:1的普通水泥浆液置换出孔内稀浆和积水,最后用砂浆人工回填抹平孔口。

## 六、技术成果及效果评价

(1) 水泥基混合浆液流动性小,解决了溶岩地基灌浆难

以灌注结束的难题,对灌浆质量有了一定的保障。

(2) 在同等的灌浆条件下,水泥基混合浆液掺和黏土后,减小了水泥耗量,降低了工程投资。

## 结束语

由于阁山水库大坝基础岩石破碎,岩层间存在贯穿裂缝及暗流通道,灌浆难以饱和,施工质量难以控制,施工过程中采取灌注水泥基混合浆液,得到良好的成效。本文结合工程实例,对熔岩地基灌注水泥基混合浆液进行总结,可作为同类地基灌浆参考。

(上接第169页)

工作经验、实践操作等方面考察相关管理人员的综合情况,选定到适合水利工程管理的专项技术人员,为建设专项人才团队提供前提条件。

第二,需要积极开展人员培训工作,注重从业务培训方面入手,全面提升管理人员的专业技能和工作素养,给专项技术岗位人才提供业务培训活动。着重开展人力资源开发工作,按照不同批次、计划和步骤开展人才选拔工作,给他们提供更多深造和学习机会,促进他们更好地适应岗位职业能力需求。

第三,政府机关部门注重鼓励员工按照在职学习,促进他们能够参与到进修活动中,持续提升农田水利工程管理人员的专项能力,使得基层管理人员综合素质得以不断提升。

第四,要科学开展管理人员编制管控工作,结合现阶段人才建设需求,合理实施人员编制活动的定岗和核定工作。农田水利工程管理工作进行中,需要从工程投资运行管理主体之中剥离出养护人员和维修业务人员,组建专门的养护企业,其中可以采用独立或者联合的方式进行组建,当工程管理工作走上正轨之后,将能够通过招标方式选择合适的维修企业。

第五,切实推进工程管理和工程养护工作之间的有效分离,加强各个部门之间的相互协作,给各个部门实施管控活动创设出前提条件,针对市场运行环境进行不断地优化和规范,促进水利工程管理市场环境得到长远发展。

## (五) 采用灵活丰富的管理方法

农田水利工程管理活动进行中,需要能够结合工程实际

情况,选择合理有效的管理方法,支持管理活动取得实效。全面提升工程项目总体管理水平,需要注重发挥政府部门的领导作用,落实工程管理目标,强化管理活动的实施效果。政府管理部门要积极设立专项领导小组,专项负责工程管理工作,明确划分各个人员和部门的工作职责,确保各方面人员能够充分发挥他们的专项职责。工程管理人员要注重定期视察工程项目的实际开展情况和运行状态,及时发现其中存在的问题和不足之处,切实保障管理职责能够切实落到实处。积极监管农田水利工程的实际运行状态,由周围农民群众组成专门的管理小组,定期查看工程运行参数,记录下工程和既定参与中不相一致的情况,并通知相关人员加以维修,保障农田水利工程的稳定运行,为农业生产活动的持续开展提供有效支持。

## 四、结束语

我国作为一个人口大国,农业的发展自古以来都是被重点关注。为了满足农业灌溉的需求,做好农田水利施工管理能产生很大的影响。需要根据工程的各方面因素,并且严格按照各项施工技术的标准流程,这样才能发挥农田水利工程的最佳作用。

## 参考文献

- [1] 张玉龙. 论农田水利工程的施工建设与管理[J]. 农业科技与信息, 2017(10): 102-103.
- [2] 刘发现. 浅谈如何加强农村水利工程管理[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2015(6): 23-25.

(上接第143页)

造、检验合格后运输到施工现场进行焊接施工,内部结构纵横交错布置,对于加工精细化要求比较高。最为常见的二维图纸很多都是将各个阶段划分与几个典型横断面图来确定钢箱梁上部结构与加工方案。钢结构加工成在得到设计图纸后,要按照该图纸进行深化设计,如果发现设计意图不明显或者不清晰的部分,要技术和设计单位沟通,这样会导致工期的延长。

## 结束语

当前BIM技术被大量的应用到公路桥梁项目中,能够应用到各个环节中,并且已经取得了非常好的效果。在这个过程中,经历了长期的探索、分析与研究,但是结合目前应用状况分析,能够展现出比较好的优势,尤其是设计阶段可以解决很

多现实的问题,能够将设计成果真实反映出来,提高设计方案的水平。在未来发展中,BIM技术必然会更加的成熟,应用公路桥梁工程中也会有更好的效果,未来对于工程领域的发展有着非常积极的促进作用。在实际的管理系统研究中,充分体现了智能化、可视化、系统化、自动化应用效果,为当前公路建设项目的顺利进行提供了技术支持,值得进一步推广应用。

## 参考文献

- [1] 鲁洋. BIM技术在公路设计中的应用展望[J]. 山东交通科技, 2015(5): 122, 129.
- [2] 王丽园,陈楚江,余飞. 基于BIM的公路勘察设计与实践[J]. 中外公路, 2016(3): 342-346.