

# 劈裂灌浆技术在鄞县三溪浦水库 除险加固工程中的应用

张红纲, 翁新海

(浙江省水利水电勘测设计院, 浙江 杭州 310002)

**摘要:**介绍劈裂灌浆的原理及其在三溪浦水库除险加固工程中的应用, 重点讲述劈裂灌浆的施工工艺, 说明丙凝粘土浆和粘土两种灌浆材料配合使用, 可以达到良好的防渗效果。

**关键词:**大坝加固; 劈裂灌浆; 三溪浦水库

**中图分类号:**TV543+.14

**文献标识码:**B

**文章编号:**1006-7647(2001)07-0128-01

## 1 工程概况

鄞县三溪浦水库位于浙江省宁波市, 是以供水、灌溉为主, 结合防洪、发电等综合利用的水库。水库大坝为含砾粉质粘土心墙砂壳坝, 兴建于1958年, 由于当时技术和历史条件的限制, 从大坝运行和长期观测资料中发现大坝整体防渗性能正在恶化, 初勘报告结论: 砂砾石地基是不稳定的, 渗透变形形式为管涌, 右坝肩及心墙土防渗性能差, 为确保大坝安全运行, 需要加固处理。经设计比较, 对大坝采用悬挂式水泥帷幕灌浆, 坝体心墙采用粘土劈裂灌浆处理。

大坝心墙土为含碎块石粉质粘土, 土质不均匀, 部分底部心墙土含水量高, 呈软塑状; 坝基河床段岩性为含泥砂砾石层; 坝肩段岩性为流纹斑岩和熔结凝灰岩, 地质条件较复杂。灌浆是在水库正常使用情况下进行的, 坝基采用悬挂式水泥帷幕灌浆, 坝体心墙采用粘土劈裂灌浆处理, 在大坝堵口段用丙凝粘土浆劈灌。劈裂灌浆设计为单排孔, 轴线位于坝轴线上游0.5 m处, 劈灌幕厚0.10 m, 孔距为2.0 m, 3.0 m, 4.0 m, 5.0 m不等。

## 2 施工原理

劈裂灌浆是运用坝体三维应力分布规律, 用一定的稀浆或水将坝体沿最小主应力方向即坝轴线方向定向劈裂, 然后灌注合适的稠浆形成连续的防渗帷幕, 同时通过浆体与坝互压和湿陷使坝体内部应力进行重新分布, 缩小坝体的大小主应力之间的差值, 提高坝体的变形稳定性。本次劈裂灌浆采用单排孔分序灌浆, 在大坝堵口段用丙凝粘土浆劈灌。

## 3 施工工艺

本次劈裂灌浆采用单排孔分序(I序、II序、不分序)灌浆, 两次粘土灌浆间隔时间: I序为5 d(120 h), II序、不分序为6 d(144 h), 在大坝堵口段用丙凝粘土浆劈灌。

### 3.1 造孔

心墙造孔采用干打、干钻取土法, 钻孔在达到终孔深度后, 由工程科验收, 然后进行钻孔测斜。

### 3.2 丙凝粘土浆劈裂灌浆

丙凝粘土浆劈裂灌浆主要范围在大坝堵口段(51~59号孔)。丙凝粘土浆液由单丙(丙稀酰胺)、双丙(甲撑双丙稀酰胺)、三乙醇胺、铁氰化钾、过硫酸胺、陶土混合配置而成。

a. 将配好的甲液(50 L, 其中单丙9.5 kg、双丙0.5 kg, 三乙醇胺0.5 kg, 铁氰化钾若干克)和乙液(50 L, 其中过硫酸胺0.4 kg)隔24 h后混合, 经高速拌浆机搅拌后掺入陶土即完成丙凝粘土浆配比。

b. 丙凝凝胶时间主要与铁氰化钾加入量有关, 加入越少, 凝胶时间越短, 反之时间越长。在配置浆液前, 应先做室内试验, 以加入万分之3~4为宜。

c. 陶土加入量根据设计所需浆液比重而定。

### 3.3 粘土劈裂灌浆

粘土劈裂灌浆采用分I序、II序及不分序孔灌浆, 从河床中间开始向两边岸坡扩展。段长和灌入量由设计决定, 设计要求泥浆密度大于 $1.45 \text{ g/cm}^3$ 。

a. 灌浆压力。在刚开始劈灌时泥浆先稀后浓, 先以密度 $1.3 \sim 1.4 \text{ g/cm}^3$ 的泥浆开劈, 注浆缓慢, 当压力至一定峰值后, 压力回落, (下转第130页)

作者简介: 张红纲(1978—), 男, 浙江杭州人, 助理工程师, 主要从事工程地质勘察工作。

b. 注浆参数. 注浆压力:因地层松散、破碎,浆液扩散阻力较低,无法提起压力,故采用静压注浆;浆液凝胶时间:30'~2';浆液扩散半径:1.0 m;浆材及配比:根据设计要求,采用 425 号普通硅酸盐水泥,浆液配比为  $W:C=1:1\sim 0.6:1$ .

c. 注浆结束标准. 为保证注浆效果,注浆结束标准以浆液扩散半径和孔深所计算的注浆量作为主要指标进行控制.

## 4 结 语

### 在内昆铁路曾家坪子 1 号隧道滑坡的加固处理

(上接第 128 页)表明坝体已劈开,此峰值作为劈开压力并作记录,然后用设计要求的浓浆进行劈灌.当坝体劈开后,采用控制孔口压力进行灌浆,孔口压力按“孔口压力-孔深相关曲线”控制.

b. 灌入量. 设计按孔距规定干土料单耗(见表 1),在坝顶最后一段如果裂缝冒浆处理 3 次,未能达到设计要求也可以终孔,在与相邻孔平均后仍可以达到设计要求.在孔口压力出现负值时取大值.

表 1 不同孔距干土料单耗

| 孔距/m | 干土料单耗/(kg·m <sup>-1</sup> ) |
|------|-----------------------------|
| 5.0  | 900~975                     |
| 4.0  | 720~780                     |
| 3.0  | 540~585                     |
| 2.0  | 360~390                     |

c. 粘土浆液的物理性能及间隔时间. 按设计要求密度大于  $1.45\text{ g/cm}^3$ ,粘度为 30~70 s,稳定性小于  $0.15\text{ g/cm}^3$ .灌浆时间间隔时间 I 序孔为 5 d(120 h), II 序孔和下分序孔为 6 d(144 h).

## 4 施工质量管理

a. 在制浆过程中应注意浆液的容重及水玻璃的加入量,使灌浆时浆液密度达到设计要求.

b. 孔口应有人随时观测孔口压力及进浆量,严格控制孔口压力,以防出现横向裂缝或斜向裂缝.

c. 如出现大量吃浆现象,视情况而定,可以采取降低压力或增大浆液浓度等措施.

d. 在劈灌裂缝出现后,应加强现场观测,当裂缝发展到 20 mm 时,应立即停灌,待裂缝基本闭合后再灌浆.

e. 如坝顶裂缝冒浆,一般采用开挖冒浆口,用粘土回填夯实处理.孔口冒浆采用封堵孔口处理.

## 5 灌浆成果分析

a. 单耗分析. 虽然由于坝顶冒浆的原因有几段

工程中采用跟管钻进,取得了良好的效果,既保证了生产效率,又降低了成本和劳动强度.同时,从开挖现场可以看到,坝体松碴充填胶结成固结体,用风镐开挖有一定困难,在开挖的过程中也没有发生坍塌现象,且原来的裂缝经夯实后没有开裂的倾向.工程实践表明,经过固结注浆后,地层的自稳能力得到了有效的改善和加强,达到了注浆固结的预期目的,保证了隧洞的正常开挖.

(收稿日期:2001-07-01 编辑:张志琴)

的单耗没有达到设计要求,但与相邻孔平均后所有灌段的单耗均符合设计要求.设计要求的平均幕厚为 10 cm,经计算劈灌后的平均幕厚为 13.3 cm.

b. 观测桩观测. 垂直沉降量为 16~60 mm,水平位移为 3~24 mm,水平位移方向均为偏离轴线方向.

c. 三角堰流量观察. 在帷幕灌浆结束后,测得流量 1.63 L/s,在劈裂灌浆结束后测得流量为 0.168 L/s,渗流量明显减少.

## 6 结 论

a. 三溪浦水库坝体劈裂灌浆经过 8 个多月的施工,工程已顺利完成,采用的灌浆材料符合设计要求,施工工艺按照施工技术要求进行.通过 93 个灌孔资料的分析,相邻灌孔已互通;坝体裂缝连续并有一定的宽度,劈裂灌浆结束后完成坝顶裂缝的开挖并用粘土回填夯实,符合工程结束标准,达到坝体劈裂灌浆设计要求.

b. 试验成果表明,浆液排水固结后的渗透系数已超过设计要求,幕体有良好的抗渗性.通过坝基帷幕灌浆和坝体劈裂灌浆处理后,右坝脚三角堰的渗流量明显减少,实际效果明显.

c. 在大坝堵口段渗水量大的地方用速凝的丙凝粘土浆劈灌,形成连续、稳定的防渗幕体.两种灌浆材料配合使用,达到非常好的效果.

在正常蓄水情况下采用劈裂灌浆技术处理鄞县三溪浦水库坝体渗漏是行之有效的方法.劈裂灌浆技术在广东省岭澳水库、深圳水库等多个水库进行了应用,都证明是一个可行的除险加固方法.该技术比较适用于粘性土层,在堤防工程也有了不同程度的应用.

(收稿日期:2001-06-10 编辑:熊水斌)