

# 充填灌浆在金牛山水库大坝蚁穴处理中的应用

汪亮<sup>1</sup>, 吴达<sup>2</sup>

(1. 江苏省鸿源招标代理有限公司, 江苏 南京 210001; 2. 南京市水利建筑工程有限公司, 江苏 南京 210001)

**摘要:** 以充填灌浆在金牛山水库大坝蚁穴处理为例, 论述了充填灌浆的质量控制以及灌浆过程中易出现的问题及应采取的系列措施。

**关键词:** 充填灌浆; 坝体防渗; 蚁穴处理

**中图分类号:** TV697

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1007-7839(2016)01-0015-04

## 1 概述

金牛山水库位于江苏省南京市六合区东北部低山丘陵区。水库集水面积 124.14 km<sup>2</sup>, 总库容 9286 万 m<sup>3</sup>, 是南京市最大的中型水库。水库大坝位于水库南侧金牛、癞牛两山之间, 主坝顶长 776 m, 坝顶高程 29 m(吴淞高程)。

金牛山水库大坝背水坡二级平台以上部位, 有一段坡面在连续强降雨时出现较为严重的渗水现象, 范围在 110 m 左右。经现场观察, 该段坡面极不平整, 局部土方下沉较大, 草皮中有大量白蚁聚集, 分析结论为坝身内有白蚁空腔、巢穴和蚁道体, 严重影响坝体质量, 存在极大安全隐患。2008 年金牛山水库除险加固工程中对该部位采用充填灌浆处理, 有效地治理了白蚁危害, 消除了土坝坝

体隐患, 提高了坝体防渗能力和稳定性。

## 2 充填灌浆的原理与施工流程

根据《土坝坝体灌浆技术规范》及施工质量控制要点概括, 笔者将充填灌浆描述如下: 充填灌浆主要是利用钻孔机械对坝体进行干钻成孔, 成孔后在设计压力下利用灌浆机械多次将预先配制好的浆液由稀至浓通过灌浆管道灌入孔内, 浆液在设计压力及自重作用下流入坝体孔隙及渗流通道中填充密实并固结, 从而消除坝体隐患, 提高坝体防渗能力和稳定性。

### 2.1 充填灌浆的原理

根据土力学原理, 假定坝体为均质堤防, 则堤防中任意土体会受到三个应力的作用(如图 1 所示)。土体受到最大的应力为  $\sigma_1$ , 等于或接近上部

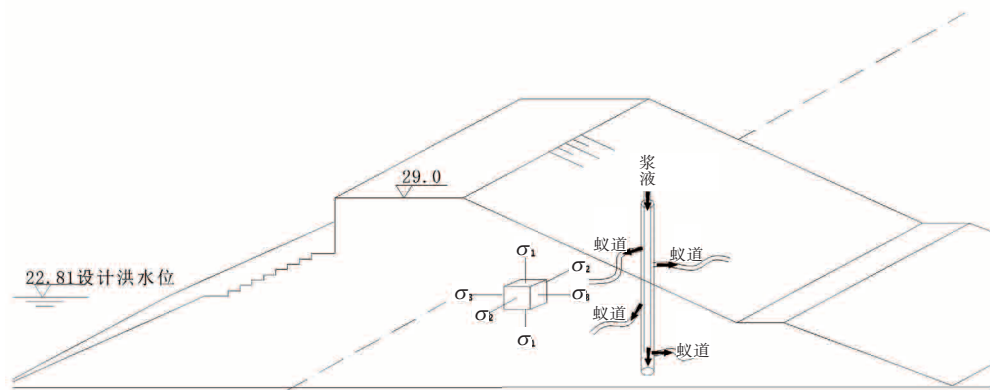


图1 堤防中任意土体受到三个应力作用的立体示意图

收稿日期: 2015-07-21

作者简介: 汪亮(1983-), 男, 本科, 工程师, 主要从事工程管理工作。

土体总重,受到的应力 $\sigma_2$ 、 $\sigma_3$ 大小视水位、土体位置的不同而变化,假设 $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$ 。浆液在设计压力及自重作用下产生应力 $\sigma_4$ ,一般在设计压力下应力 $\sigma_4 < \sigma_3$ ,否则土体会被浆液震裂。如果土体中存在孔隙或渗流通道,该部位会比较薄弱,则该部位所能承担的应力小于 $\sigma_4$ ,在应力 $\sigma_4$ 的作用下,浆液将沿着薄弱的方向渗流,流入坝体孔隙及渗流通道中。浆液浓度不同,自重及与土体间产生的摩擦力不同,所发生的应力及阻力也不同,稀浆液相对渗流较远,浓浆液相对渗流较近,从而得以将坝体孔隙及渗流通道充填密实。

## 2.2 充填灌浆的施工流程

金牛山水库大坝蚁穴处理中充填灌浆的施工流程与普通充填灌浆施工流程基本一致。为达到治理白蚁的目的,金牛山水库大坝蚁穴处理在制备的浆液中添加有灭蚁药剂(40% 枫蚁平乳油)。具体施工流程如图2所示。

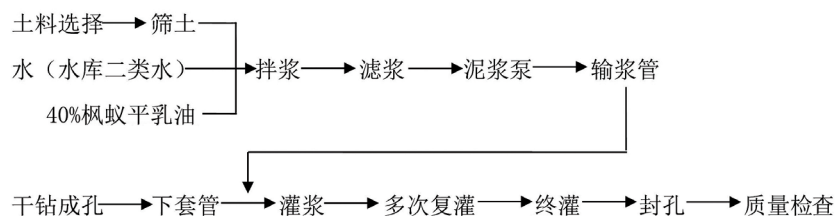


图2 施工流程图

## 3 充填灌浆的质量控制

金牛山水库大坝充填灌浆施工过程中,紧紧抓住各道工序的质量控制要点,确保灌浆的施工质量,保证了灌浆的效果。笔者总结现场施工经验,在掌握各道工序的质量控制要点后,根据施工流程对各工序的质量控制要点作如下阐述。

### 3.1 土料选择与浆液制备

质量控制要点:①土料必须经过物理性能试验,符合灌浆标准方可使用;②制备浆液时要控制好水和土的配合比,调整浆液的稀稠度,确保容重符合设计要求;③灭蚁药剂要随调随用,防止摆放时间较长后药效降低。

土料选择的好坏,直接影响灌浆的效果。土料中粘性颗粒含量多,排水固接后,收缩性大,易形成再生孔隙;粘性颗粒少,砂性颗粒含量多,会造成浆液中土粒沉淀快,不易灌入细小空隙及渗流通道,导致灌浆后仍留有孔隙和沉淀砂层,影响灌浆效果。因而土料的选用必须经过物理性

能试验,符合灌浆标准方可使用。选择土料应以粉质壤土和重粉质壤土为宜,粘性颗粒含量为20%~45%,粉性颗粒含量为40%~70%,砂性颗粒含量小于10%,有机质含量小于2%,塑性指标为10%~25%。

制备浆液时要控制好水和土的配合比。水和土的重量比决定泥浆容重,实践证明,金牛山水库大坝充填灌浆浆液浓稀度控制标准是水土比1:0.75~1:1.25,泥浆容重为1.3~1.6 g/cm<sup>3</sup>(根据土粒比重而调整配比)。如果坝质较好,孔隙或渗流通道较细,适宜配制容重较小的稀浆,其容重在1.3~1.4 kgf/cm<sup>3</sup>之间。稀浆能在坝体排水固结过程中得以充分吸水,通过湿陷作用进一步密实以提高坝体抗渗能力。如果坝质较差,孔隙或渗流通道较大,适宜配制容重较大的稠浆,其容重在1.5~1.6 kgf/cm<sup>3</sup>之间。稠浆含土量高,收缩小,能够有效密实较大孔隙或渗流通道。但一般需要处

理的坝体无法完全探明土体中孔隙或渗流通道的大小,故根据浆液稀浓的特点,灌浆时浆液应由采取稀至浓调配。

灭蚁药剂(40% 枫蚁平乳油)要在浆液制备好后添加,并根据现场白蚁聚集情况调节用药量。浆液要随调随用,防止摆放时间较长后药效降低。

### 3.2 布孔与成孔

质量控制要点:①布孔以梅花型布置为宜,可保证浆液充填范围大;②钻孔时必须采用干法造孔,不得用清水循环钻进。

金牛山水库充填灌浆中平行于坝轴心方向共有5排孔,自上游向下游各排孔编号分别为A、B、C、D、E,每排55个孔。各相邻孔间距3 m,梅花型布置(详见图3)。梅花型布置灌浆孔保证了浆液充填范围大,药效作用范围广。

钻孔采用回转钻机按二序进行,孔距第一序为6 m,第二序为3 m。钻孔时采用干法造孔,不得用清水循环钻进。用清水循环钻进有以下几点不利影响:①钻孔时易产生水力劈裂影响坝体质

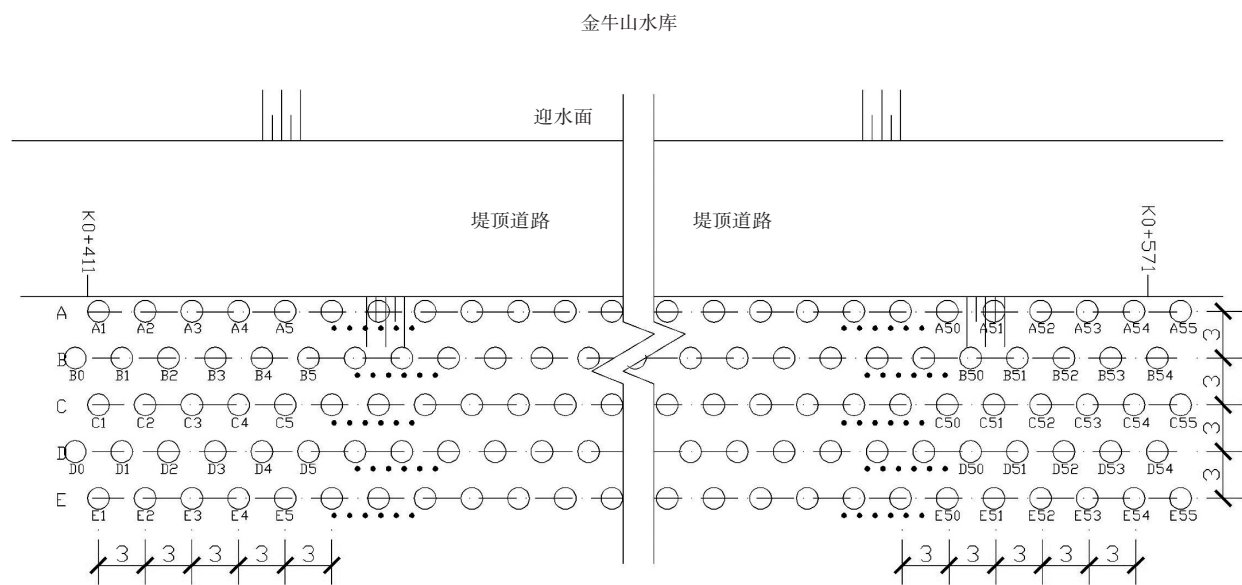


图 3 灌浆孔平面分布图

量; ②大量水分进入坝体, 使灌浆浆液不易排水固结; ③循环水与坝体土结合, 在钻杆的作用下容易造成孔壁光滑, 堵塞浆液进入渗流通道的人口, 降低灌浆孔的吃浆量, 影响灌浆质量。因此, 干法造孔在灌浆的质量控制中是极其重要的环节。

3.3 灌浆

质量控制要点: ①灌浆顺序遵循“先上游, 后下游, 再中间”及分序的原则; ②灌浆量遵循“少灌多复”的原则; ③浆液浓度遵循“先稀后浓”的原则; ④灌浆压力控制在允许压力范围内。

金牛山水库充填灌浆工程中, 遵循“先上游, 后下游, 再中间”的原则进行各排孔灌浆, 按序进行 A 排、E 排、C 排、B 排、D 排孔的灌浆工作 (详见图 4), 每排孔分两序进行;

灌浆量遵循“少灌多复” (一次灌浆量要少, 重复灌浆次数要多) 的原则, 目的在于加速浆液在坝体中析水固结, 提高灌浆的质量;

浆液浓度遵循“先稀后浓”的原则, 目的是将

细小及距离较远的裂缝空隙先行封填, 然后再加大浓度, 充填较大空隙裂缝。金牛山水库充填灌浆工程灌浆段在库水位以上, 坝体比较干燥, 灌浆过程中采取多灌稀浆, 使蚁道体充分充填固结, 并使坝体湿陷, 加速坝体自身压重密实。

在灌浆过程中, 控制注浆管上端孔口压力小于  $4.9 \times 10^4 \text{ Pa}$  ( $0.5 \text{ kgf/cm}^2$ ), 防止坝体受到应力破坏, 避免堤坝出现裂缝, 保证坝体安全。

3.4 复灌、终灌和封孔

质量控制要点: ①两次灌浆时间间隔不应少于 5 d; ②以“复灌 3 次不吃浆”为终灌条件; ③封孔前必须进行扫孔。

为保证浆液中水分充分排除, 使浆液充分固结, 提高土体密度, 灌浆时不能急于求成, 两次灌浆时间间隔不应少于 5 d。虽然相邻灌浆间隔时间长些好, 但施工安排有困难, 会影响灌浆进度。如坝体干燥, 间隔时间可以缩短。具体间隔时间应根据坝体土料、含水量、隐患大小和浆液固结速度、坝体孔隙水压力消散快慢等情况综合分析确定。

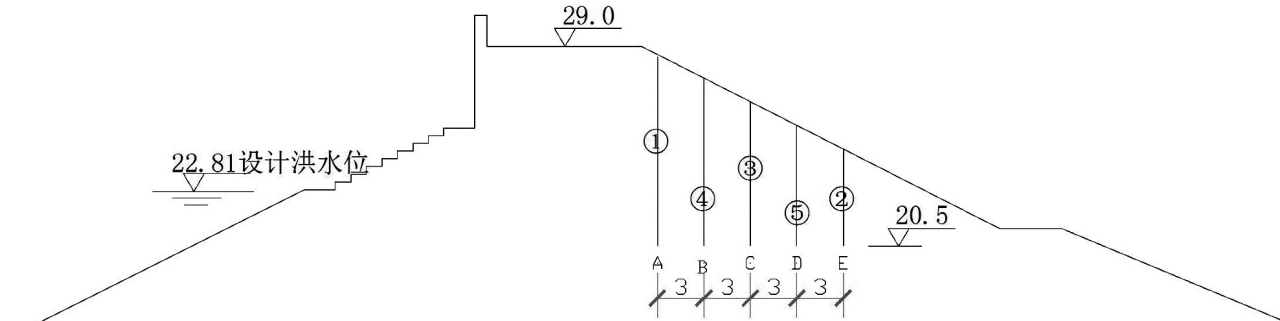


图 4 桩位断面图



每次灌浆以灌至坝表面冒浆为止,经过析水、收缩、固结的空隙必须进行复灌充填。终灌以复灌3次不再吸浆为标准,防止灌注不充分,坝体中仍留有空隙,影响灌浆的效果。

每孔达到终灌条件后,待孔周围泥浆不再流动时,将孔内泥浆取出扫孔到底,用直径2~3 cm的粘土球回填捣实。均质土坝可向孔内灌注稠液或用制浆土料回填捣实。

## 4 施工中易出现的问题及解决措施

在充填灌浆施工过程中,常会出现冒浆、单孔吸浆量特大、塌坑、坝体裂缝等问题,必须采取有效措施进行处理,以防止影响灌浆效果。

### 4.1 冒浆处理

在处理蚁穴时,由于坝体中存在相互连通的蚁道体,灌浆时浆液会沿蚁道体从出口处冒出。冒浆部位多发生在堤坡,遇到这种情况应立即停灌,先在冒浆口压砂堵塞洞口,再在上面铺设一层土工布并增加压重。或将冒浆口部位土体局部开挖后用土回填压实,然后继续灌浆,灌浆须采用间歇灌浆法施工。

### 4.2 单孔吸浆量特大

如果坝体中存在空腔、巢穴,在对该部位进行灌浆时,会出现吸浆量特大的情况。对吸浆量特大的灌浆孔,要加大浆液稠度,同时增加复灌

次数。

### 4.3 塌坑

在堤防有的部位灌浆时,由于中间白蚁空腔、巢穴过大或蚁道体密集,容易发生塌坑现象。如果发生塌坑现象,必须立即停灌并注意观察。3~5 d后对塌坑部位周围钻孔灌注稠浆,然后用粘土将坑内分层回填夯实。

### 4.4 裂缝

如图1所示,根据土力学原理,假设浆液在设计压力及自重作用下产生应力 $\sigma_4$ ,土体中最小的应力为 $\sigma_3$ ,如果应力 $\sigma_4 > \sigma_3$ ,土体会被浆液震裂,坝体则会产生裂缝。因此,在进行充填灌浆时如果坝体产生裂缝,应立即停灌,注意动向,分析裂缝产生原因,并待堤身应力得到调整后,过一段时间再进行灌浆。再次灌浆时应注意适当降低灌浆压力,控制灌浆速度。

## 5 结语

坝体充填灌浆具有施工便捷、设备简单、工期短、成本低、见效快等优点。金牛山水库大坝经灌浆处理后,成效显著,有效充填了白蚁空腔、巢穴和蚁道体,灭除了白蚁,消除了坝体隐患,提高了坝体的防渗能力和稳定性,可为其它工程蚁道体处理及堤防加固提供参考。

(责任编辑:王宏伟)

(上接第14页)

靠经验,随着围垦工程逐渐发展到在低滩和深水港处修筑,难度大为增加,这种情况下,传统的、完全依靠经验的方法已不能适应需要,堵口工程失败频繁发生。

龙口堵口是围堤工程施工的关键环节之一,必须进行专题设计,本工程龙口设计采用水量平衡法计算龙口保护期和合龙期的水力要素,合理确定保护期和合龙期堵口方案:北龙口保护期龙口的宽度为100 m,北龙口门底槛高程1.5 m,北龙口合龙期龙口堵口方案为预先立堵到50 m,合龙口尺寸为50 m,潜堤顶高程为1.5 m;南龙口保护

期龙口的宽度为100 m,南龙口门底槛高程0.5 m,南龙口合龙期龙口堵口方案为预先立堵到口宽50 m,合龙口尺寸为50 m,潜堤顶高程为1.0 m。在该方案指导下,利用充泥管袋堵口工艺实现了东台市方塘垦区滩涂围垦工程龙口堵口的一次顺利成功。

### 参考文献:

- [1] 陈吉余.中国围海工程[M].北京:中国水利水电出版社,2000.10.
- [2] (SL435-2008),海堤工程设计规范[S].
- [3] (SL389-2008),滩涂治理工程技术规范[S].

(责任编辑:王宏伟)