

# 抗滑挡墙结构在不稳定斜坡治理工程中的应用

吴金生, 王忠波

(中国地质科学院探矿工艺研究所, 四川 成都 611734)

**摘要:**抗滑挡墙结构有多种类型,重力式抗滑挡墙在不稳定斜坡治理中是一种典型而常用的支挡结构型式被广泛应用,其优点非常明显,但在实际工程中经常出现质量安全事故,主要是在抗滑挡墙的结构设计、施工组织及效果监测等方面存在不足。结合具体工程实例对存在的问题进行阐述。

**关键词:**重力式抗滑挡墙;不稳定斜坡;治理;结构设计;施工组织;效果监测

**中图分类号:**P642.22 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2008)07-0038-03

**Application of Anti-sliding Wall Structure in Control of Unstable Slope/WU Jin-sheng, WANG Zhong-bo** (The Institute of Exploration Technology, CAGS, Chengdu Sichuan 611734, China)

**Abstract:** There are many kinds of anti-sliding wall, and gravity anti-sliding wall is a typical and common supporting structure, which is widely used in control of unstable slope with its obvious advantages. But there are also shortages in its structure design, construction management and effect monitoring; the paper discussed these problems with engineering cases.

**Key words:** gravity anti-sliding wall; unstable slope; control; structure design; construction management; effect monitoring

抗滑挡墙是目前整治不稳定斜坡中应用最为广泛而且较为有效的措施之一。根据不稳定斜坡的性质、类型和抗滑挡墙的受力特点、材料和结构的不同,抗滑挡墙又有多种类型。重力式抗滑挡墙是一种典型而常用的型式,因为我国的一些地区石料来源丰富,就地取材方便,再加上施工方法简单,但其截面积大、圻工数量多等缺点也是明显的。近年来,三峡库区移民工程建设中,抗滑挡墙的应用非常广泛,出现的安全质量问题也特别多,经常出现抢险救灾。如重庆奉节县 2004 年挡墙跨塌导致 4 人死亡。抗滑挡墙出现质量安全问题的原因是多方面的:一是结构设计不合理,下滑力(或土压力)计算不准确,挡墙结构未作稳定性验算;二是施工组织不科学,未采用分层开挖、分段施工,挡墙基槽开挖时出现大面积跨塌;三是没有做好施工后的效果安全监测。本文就旺苍县国华中学不稳定斜坡治理工程中的重力式抗滑挡墙的设计、施工及监测等方面进行阐述。

## 1 抗滑挡墙的结构设计

### 1.1 斜坡稳定性分析

不稳定斜坡的工程地质稳定性分析是重力式抗滑挡墙结构设计的前提,在设计抗滑挡墙结构之前,

要对不稳定斜坡的性质、类型及稳定状况进行分析。

旺苍县国华中学不稳定斜坡总体形态呈圈椅状,轴长 70~80 m,横宽 167 m,潜在不稳定土体厚度约 10~15 m。斜坡体物质主要以第四系松散堆积层为主,斜坡区主要以水田和农耕地为主,地形较陡(30°~40°),呈阶梯状,有利于地表水的入渗,在暴雨或农田水的作用下,土体的自重增加,抗剪强度降低,易产生小范围的滑塌和表面溜滑现象;加之前缘边坡高陡,形成临空面,不利于边坡的稳定性,为斜坡的发生变形破坏创造了有利条件。

斜坡变形一般在松散层中沿软弱层面产生变形破坏,一般以直线滑动的模式破坏。因此本次对斜坡的稳定性计算采用直线滑动法的计算模型。工况 1:自重+地表荷载;工况 2:自重+地表荷载+暴雨。计算剖面以 1-1' 为例(如图 1 所示),2-2'、3-3' 剖面相类似,其中 1-1' 剖面挡墙结构为 A-B 段,2-2' 剖面挡墙结构为 B-C 段,3-3' 剖面挡墙结构为 C-D-E 段。

粉质粘土:天然状态  $c = 33.0 \text{ kPa}$ ,  $\varphi = 14^\circ$ ,  $\gamma = 17.85 \text{ kN/m}^3$ ;饱和状态  $c = 23.0 \text{ kPa}$ ,  $\varphi = 11.5^\circ$ ,  $\gamma = 19.8 \text{ kN/m}^3$ ;

粉质粘土夹碎块石:天然状态  $c = 33.0 \text{ kPa}$ ,  $\varphi = 21^\circ$ ,  $\gamma = 21.15 \text{ kN/m}^3$ ;饱和状态  $c = 30.0 \text{ kPa}$ ,  $\varphi =$

收稿日期:2008-05-31

作者简介:吴金生(1970-),男(汉族),安徽人,中国地质科学院探矿工艺研究所高级工程师,勘察工程专业,从事地质灾害的防治及研究工作,四川省成都市郫县成都现代工业港港华路 139 号, wjs@cgiect.com。

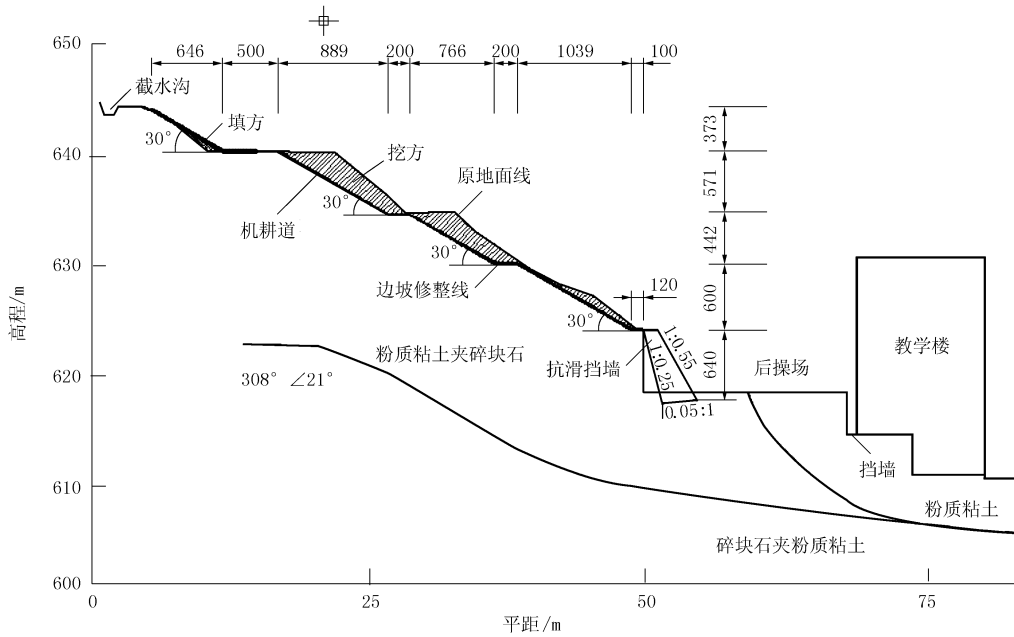


图 1 支护结构剖面图

18.5°,  $\gamma = 22.5 \text{ kN/m}^3$ 。

通过稳定性分析评价, 1-1'、2-2'、3-3' 在工况 1 时处于稳定状态, 在工况 2 时处于基本稳定状态。斜坡受水的影响较大, 在天然状态下处于稳定状态; 在雨季水或水田用水的影响下, 其稳定性降低, 处于基本稳定状态, 有产生大规模滑塌的可能, 目前主要表现为小范围滑塌和局部溜滑现象。

### 1.2 抗滑挡墙结构设计

本工程采用抗滑挡墙 + 浆砌卵石护坡 + 截排水方案对不稳定斜坡进行综合治理。抗滑挡墙设计根据计算剖面采用 3 个断面:

A-B 段: 支护挡墙高度 5.7 m, 墙顶宽 1.2 m, 墙面坡度 1: 0.60, 墙背坡度 1: 0.2;

B-C 段: 支护挡墙高度 6.4 m, 墙顶宽 1.2 m, 墙面坡度 1: 0.55, 墙背坡度 1: 0.25;

C-D-E 段: 支护挡墙高度 6.4 m, 墙顶宽 1.2 m, 墙面坡度 1: 0.55, 墙背坡度 90°。

抗滑挡墙采用 MU30 卵石, M10 水泥砂浆, 基础埋置深度为坡脚排水沟下 0.8 m, 持力层为粉质粘土夹碎块石。

### 1.3 抗滑挡墙稳定性验算

#### 1.3.1 抗滑移稳定性验算

$$K_c = (G_n + E_{an})\mu / (E_{at} - G_t) \geq 1.3$$

式中:  $G_n = G \cos \alpha_0$ ;  $G_t = G \sin \alpha_0$ ;  $E_{at} = E_a \sin(\alpha - \alpha_0 - \delta)$ ;  $E_{an} = E_a \cos(\alpha - \alpha_0 - \delta)$ 。

#### 1.3.2 抗倾覆稳定性计算

$$K_0 = (GX_0 + E_{az}X_f) / (E_{ax}Z_f) \geq 1.6$$

式中:  $E_{ax} = E_a \sin(\alpha - \delta)$ ;  $E_{az} = E_a \cos(\alpha - \delta)$ ;  $X_f = b - Z \text{ctg} \alpha$ ;  $Z_f = Z - b \text{tg} \alpha_0$ 。

通过理正软件分别对 1-1' 剖面 A-B 段挡墙、2-2' 剖面 B-C 段挡墙、3-3' 剖面 C-D-E 段挡墙进行抗滑及抗倾覆稳定性验算, 抗滑挡墙结构成果见表 1, 均满足《建筑边坡工程技术规范》(GB 50330-2002) 要求。

表 1 抗滑挡墙结构成果

剖面编号	挡墙高度 /m	墙顶宽 /m	支护长度 /m	面坡倾斜坡率 /(1: m)	背坡倾斜坡率 /(1: m)	墙底倾斜坡率 /(m: 1)	抗滑稳定系数	抗倾覆稳定系数
1-1	5.7	1.2	63.23	0.6	0.2	0.05	1.373	6.817
2-2	6.4	1.2	54.41	0.55	0.25	0.05	1.392	3.929
3-3	6.4	1.2	62.28	0.55	0	0	1.376	4.545

注: 抗滑稳定系数 > 1.3; 抗倾覆稳定系数 > 1.6。

## 2 抗滑挡墙施工组织

采用“逆作法”和信息法施工。分层开挖、分层

稳定、坡脚预加固的施工方法已被岩土工程界广泛接受,《建筑边坡工程技术规范》(GB 50330-2002) 把这种方法称为“逆作法”, 即自上而下分阶开挖和

支护的一种施工方法。信息施工、动态设计法就是主张施工开挖过程中获取尽量多的信息,及时进行分析处理,用以修改设计,指导施工。

(1) 施工之前应对坡面按设计断面进行削坡减载处理,清除坡面松散岩土体和腐殖土。土方减载应按自上而下的原则进行,即实行“逆作法”法施工。

(2) 施工时挡墙基础开挖应分段、跳槽、马口开挖,最好以挡墙沉降缝(10 m)为单位进行,保证边坡的稳定性。施工时基坑开挖后,应对基底持力层进行鉴别,确定为粉质粘土夹碎块石后,方可进行基底的垫层铺设。抗滑挡墙墙底应做成 0.05:1 的逆坡,增加边坡支护挡墙的自稳能力。

(3) 浆砌挡墙的施工必须采用座浆法,所用砂浆宜用机械拌合。砂浆填塞应饱满,严禁干砌,砂浆强度应符合设计要求,保证墙体的整体性和其刚度。应分层错缝砌筑。

(4) 施工前要做好地面排水系统工作,保持基坑和边坡坡面干燥。挡墙应设置泄水孔,按上下左右每隔 2~3 m 交错布置。泄水孔的坡度为 4%,向墙外为下坡,其进水侧应设置反滤层,厚度 < 0.3 m。在最低一排泄水孔的进水口下部应设置隔水层。墙后填土必须分层夯实,选料及其密实度均应满足设计要求。

(5) 应及时编录施工地质情况,以利于反馈设计、信息化施工。

### 3 抗滑挡墙效果安全监测

影响支护结构变形的因素相当复杂,对支护结构变形允许值的规定目前尚无统一的标准,有关文献统计资料结果,相对变形控制量不能超过 0.2%~0.3%。一级边坡工程竣工后监测时间不应少于 2 年。我们在挡墙顶设 3 个监测点,分别为 A、B、C 点,在中学教学楼、实验楼顶分别设 2 个基准点,主要监测仪器设备为日本拓普康公司生产的 GPT-6100C 型电子全站仪。

#### 3.1 水平位移监测数据及分析

根据测点水平位移累计值绘制水平位移与时间关系曲线图(见图 2)。分析图 2,水平位移与时间

的关系曲线为波浪形,曲线的趋势线近似为水平线,说明挡墙水平位移处于稳定状态。

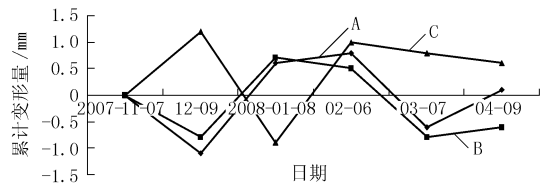


图 2 水平位移监测数据累计曲线

#### 3.2 竖向位移监测数据分析

根据测点竖向位移累计值绘制垂直位移与时间关系曲线图(见图 3)。分析图 3,垂直位移与时间关系曲线为波浪形,曲线的趋势线近似为水平线,说明挡墙竖向位移处于稳定状态。

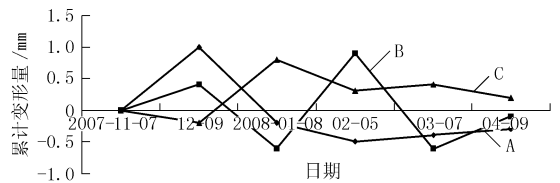


图 3 竖向位移监测数据累计曲线

## 4 结语

抗滑挡墙在不稳定斜坡防治工程中应用十分广泛,也存在一定的安全质量隐患。在不稳定斜坡的工程地质分析后进行结构设计,同时进行抗滑挡墙的稳定性验算。施工要科学组织、合理施工。挡墙进行长期效果安全监测,不得在墙顶任意加载和墙脚随意开挖。

旺苍县国华中学不稳定斜坡抗滑挡墙工程已于 2007 年 10 月竣工,同时对挡墙进行了定期的效果安全监测,其结论为目前处于稳定状态,今后还要进行长期的监测。

## 参考文献:

- [1] 刘兴远,雷用,康景文. 边坡工程——设计·监测·鉴定与加固[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2007.
- [2] 李海光,等. 新型支挡结构设计与工程实例[M]. 北京:人民交通出版社,2004.
- [3] GB 50330-2002,建筑边坡工程技术规范[S].
- [4] 赵明阶,何光春,王多根. 边坡工程处治技术[M]. 北京:人民交通出版社,2003.