

# 基于剩余推力法和数值模拟的某滑坡稳定性分析

梁利红

(广东省惠州地质工程勘察院 广东·惠州 516008)

**摘要:**采用极限平衡法对某滑坡体的稳定性进行了计算和模拟分析,并对此滑坡的稳定性进行了综合评价,得出了此滑坡经抗滑桩治理后,在不同工况下均是稳定的,可对类似的滑坡的治理工程和边坡稳定性分析提供参考。

**关键词:**滑坡 极限平衡法 稳定性分析

**中图分类号:** TU74

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1007-3973(2010)03-022-02

## 1 前言

我国是地质灾害多发的国家。滑坡是我国山区常见的一种自然地质灾害,每年都要投入巨资治理滑坡。随着国民经济的高速发展,水利工程、公路铁路工程、移民安置工程等基础设施建设进入了一个快速发展的阶段。工程建设能为社会带来巨大的经济利益,但如果缺乏对各类灾害的防护,则必将成为环境的进一步恶化以及大量的经济损失。斜坡岩土体沿着贯通的剪切破坏面所发生的滑移现象,称为滑坡。滑坡

的滑动机制是某一滑移面或带(简称滑带)上的剪应力超过了该面的抗剪强度所致。滑坡是斜坡破坏型式中最广、危害最为严重的一种。世界上不少国家和地区深受滑坡灾害之苦,如欧洲阿尔卑斯山区、高加索山区、南美洲安第斯山区、日本、美国和我国等。目前剩余推力法、极限平衡分析、数值计算、概率分析方法等已在边坡稳定性分析中得到广泛地应用。本文将通过剩余推力法对某滑坡进行稳定性分析,同时通过软件模拟来进行验证,旨在为工程的边坡稳定性分析提

抗侧力能力。灰砂砖表面细密,对砂浆的粘结力差,而小型砌块是空心的薄壁构件,灰缝的砂浆结合面小。这两种墙体材料砌体灰缝的抗剪能力与粘土砖砌体相对比,是粘土砖砌体的60%~70%,所以其抗裂和抗震性能均比粘土砖墙体差,但如果设计和施工能严格按照《建筑抗震设计规范》(GB50011-2001)、GB8239-1997、建设部JGJ/T 14-2004等技术规程设计施工,就能相对提高砌体的抗裂性。

## 3.2 减少屋面温度变形的影响

在屋面板施工完毕后,应抓紧做好屋面保温隔热层。对现浇屋面,要加强顶层屋面圈梁,并在屋面板或圈梁与支承墙体之间采用隔离滑动层或缓冲层做法。对预应力多孔板屋面,要注意做好屋面板与女儿墙之间的温度伸缩缝。在平屋面的适当部位,要设置分格缝。

## 3.3 提高砂浆的粘结性能

宜采用较大灰膏比的混合砂浆,可优先采用聚合物砂浆(砂浆中掺入水泥用量10%的聚乙烯醇缩甲醛—107胶)或其他高粘结性的改良性砂浆,提高砂浆的粘结强度,增长其弹性模量,降低砂浆的收缩性,提高砌体的抗剪强度。

## 3.4 加强施工管理

砌体施工中应采用合理的砌筑工艺、做到灰缝饱满、错缝搭接、小型砌块孔肋相对,每天砌筑高度不得超过1.50m,且内外墙、纵横墙必须同时砌筑。对管线比较密集的墙体部位及安装配电箱、弱电箱、消防箱的背面,采用加设钢筋网片,用细石

砼灌注和填充密实。灰砂砖墙体抹灰宜在顶砖完成后15天后进行,一次抹灰厚度不应大于20mm,超过20mm的抹灰层在相应增加层数,且每一层之间相隔1-2天,填充墙与梁柱结合处应挂钢丝网,外墙抹灰在砂浆中掺入杜拉纤维,以增强砂浆防裂作用。墙体砌筑完成7天后,方可开始砌斜楔紧,框架砌填充墙,只能先砌至离混凝土梁底约20cm处,待砌体砂浆硬结后再用实心块材在梁下斜砌楔紧,且顶斜砖与水平方向夹角宜大于60°,砖必须与梁或板顶紧,砂浆充分填实。顶砖用砂浆强度等级,比其他墙体部位适当提高一个等级。在小型砌块或灰砂砖的砌体与钢筋混凝土梁、柱交接处,要钉布宽50cm的钢丝网或塑料筋网后再进行抹灰,形成板块抹面层。灰砂砖和小型砌块砌体粉刷前墙体表面除灰后,注意墙面湿水,并用107胶水水泥砂浆刷底或喷浆以增强粉刷层与砌体的粘结度和外墙面的抗渗性。对承重墙灰砂砖、小型砌块、粘土砖等不同品种不得同层混砌。

3.5 改进砌块性能

灰砂砖体本身表面较为光滑,几乎无气孔,与砂浆的粘结效果差。不断地分析研究改进生产技术参数,从灰砂砖的配料、增加细骨料的粒径、改进生产工艺等方面采取措施,改善灰砂砖的性能,增加其表面的粗糙度,减少收缩率,增强与砂浆的粘结度,提高砌体灰缝的抗拉、抗剪强度和抗裂性,则将使常见的墙体裂缝问题能得到有效的解决,无疑对提高建筑工程的质量和推进墙材改革具有非常现实的意义。

供参考。

## 2 滑坡稳定性剩余推力法函数的建立

边坡稳定性分析剩余推力法的土条受力状态见图 1(图中  $N_i$ 、 $T_i$  分别为垂直滑面分力和沿滑面分力)。

由图 1,可得到剩余推力法的递推公式为:

$$F_i = [(W_{1i} + W_{2i}) \sin \alpha_i + D_i \cos(\alpha_i - \beta_i)] - [c_i + l_i + (W_{1i} + W_{2i}) \cos \alpha_i - D_i \sin(\alpha_i - \beta_i) \tan \phi_i] + F_{i-1} \psi_{i-1} \quad (1)$$

式中:  $W_{1i}$  为本土条地下水位以上土条的重力;  $W'_{2i}$  为本土条地下水位以下土条的有效重力;  $F_i$ 、 $F_{i-1}$  分别为本土条和上土条的剩余下滑力;  $\alpha_i$ 、 $\alpha_{i-1}$  分别为本土条和上土条滑面倾角;  $c_i$ 、 $\phi_i$ 、 $l_i$  分别为本土条滑带土粘聚力、内摩擦角、滑面长度;  $\psi_{i-1}$  为第  $i-1$  土条剩余下滑力传递系数;  $D_i = \gamma_w A_i \sin(\beta_i)$  为第  $i$  土条动水压力;  $\gamma_w$  为水的重度;  $A_i$ 、 $\beta_i$  分别为  $i$  土条浸水面积和水流坡度。

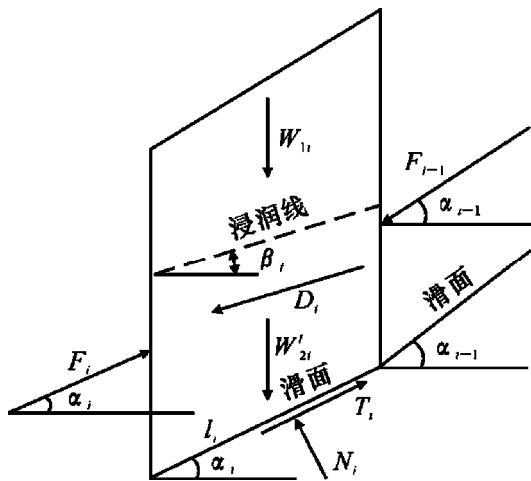


图 1 剩余推力法土条受力分析

## 3 滑坡稳定性分析

某滑坡为土质滑坡, 滑坡体的容重  $1.78 \text{ g/cm}^3$ , 粘聚力  $25 \text{ kPa}$ , 内摩擦角  $12^\circ$ ; 滑动带的容重  $1.63 \text{ g/cm}^3$ , 粘聚力  $19 \text{ kPa}$ , 内摩擦角  $19^\circ$ 。将滑体按按滑带分成 6 个部分, 如图 2 所示, 并按剩余下滑力公式进行计算。为了对滑坡进行治理, 此滑坡进行了抗滑桩与灌浆处理, 滑带土的力学参数提高了  $8\%$ , 同时也采用了计算对比稳定性分析。

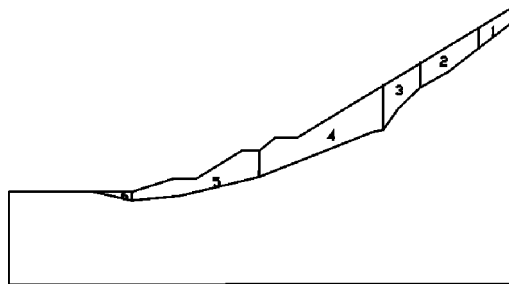


图 2 滑坡主滑方向剖面图

按公式(1)计算, 未进行治理的滑坡, 其最小稳定性系数

为  $1.038$ , 此边坡处于欠稳定性状态; 进行抗滑桩和灌浆治理后, 其最小稳定性系数为  $1.316$ 。为了对计算结果的准确性进行进一步分析和验证, 采用数值模拟进行进一步分析。计算结果如图 3 和图 4 所示。

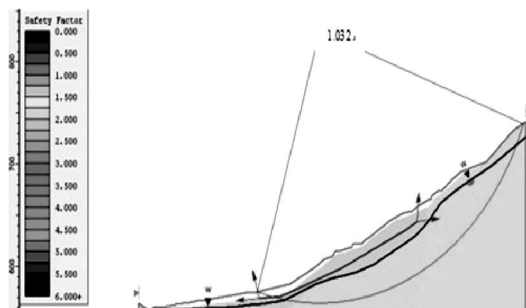


图 3 未治理前的滑坡模拟图

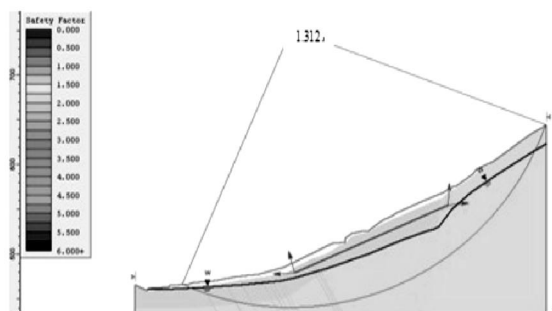


图 4 经治理前的滑坡模拟图

从图 3 和图 4 可以看出, 未治理的稳定性系数为  $1.032$ , 经治理后的稳定性系数为  $1.312$ , 其结果与计算结果基本一致。同时可以得知, 经治理后的滑坡稳定性明显得到了提高, 治理效果较好。

## 4 结语

采用剩余推力法对该滑坡体进行分析, 得出该滑坡整体处于欠安全的状态, 而经治理后其稳定性系数得到了明显提高, 治理效果较好。由于滑坡计算的影响因素较多, 采用剩余推力法可能会造成一定误差, 因此应结合数值模拟来综合考虑, 这样数据的可靠性提高, 科学依据较强。

## 参考文献:

- [1] 李智毅, 王智济, 杨裕云. 工程地质学基础[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1990.
- [2] 杨光熙. 滑带、滑面及其抗剪强度[M]. 武汉: 长江水利委员会长江勘测规划设计院, 2004.
- [3] 赵明阶, 何光春, 王多垠. 边坡工程处治技术[M]. 北京: 人民交通出版社, 2003.
- [4] 罗丽娟, 赵法锁, 胡江洋, 等. 基于剩余推力法的黄土高边坡稳定性可靠度分析[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2008, 28(4).