

文章编号: 1009-6825(2008)02-0360-02

# 基于 AutoCAD 和 GEO-SLOPE 的边坡稳定性分析

贺育胜 陈雅斌

**摘 要:**指出 AutoCAD 作为一款功能强大的绘图软件,同时具有矢量查询和计算功能,将它应用于一个边坡稳定分析中,将其计算结果与 GEO-SLOPE 计算结果进行比较,得出结论:AutoCAD 的方法稳定性系数稍微偏大,GEO-SLOPE 中的瑞典条分法和简化毕肖普法趋于安全。

**关键词:**条分法,AutoCAD,GEO-SLOPE

**中图分类号:**TP391

**文献标识码:**A

对边坡稳定性的研究是土力学的重要组成部分。边坡稳定性分析的计算方法是边坡工程设计以及治理的重要内容,也是边坡应用的理论基础。现有的分析方法归纳起来主要有极限平衡法和有限元法等。其中,边坡条分法是极限平衡法中的常用方法,随着计算机技术的发展和办公软件的进一步普及,将边坡稳定性分析和 AutoCAD 这个大部分工学学生都会使用的软件加以结合,使得边坡稳定性分析变得更方便,文中尝试通过 AutoCAD 和 Excel 这个办公软件以及岩土工程软件 GEO-SLOPE 的使用,来对两种分析方法加以比较。这样可以使得边坡稳定性分析在缺少大型分析软件的情况下也能得以实现。

## 1 条分法的基本理论

边坡稳定常用的方法是条分法,该方法由费伦纽斯(Fellenius)提出,取单位长度边坡按平面问题计算。土条宽度一般可取  $b = 0.1R$  ( $R$  为圆弧半径),其计算简图如图 1 所示。

对某一最不利滑动面,计算稳定安全系数公式如下:

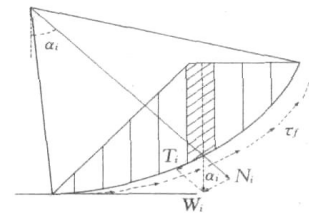


图 1 条分法计算简图

$$K = \frac{M_r}{M_s} = \frac{r \sum_{i=1}^n (W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i + c_i l_i)}{R \sum_{i=1}^n W_i \sin \alpha_i} \quad (1)$$

对于均质边坡,  $\phi_i = \phi$ ,  $c_i = c$ , 于是式(1)可以简化为:

$$K = \frac{M_r}{M_s} = \frac{\tan \phi \sum_{i=1}^n W_i \cos \alpha_i + c l}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \alpha_i} \quad (2)$$

利用 LonWorks 总线技术将楼宇机电设备自动化系统(BAS)、综合保安管理系统(SAS)、火灾报警系统(FAS)、有线电视(CCTV)、门禁等系统连接在一起,将现场实时数据及突发警报信息送至楼宇管理系统(BMS)层的 WebAccess 当中,利用 WebAccess(Project/SCADA)实现对各个分散子系统的集中监控,同时利用对象链接与嵌入定制控件(Object Linking and Embedding Control Extension, OCX)技术将视频功能嵌入 WebAccess 当中,实现对整个智能楼宇设备的集中监视与管理,同时利用 WebAccess 自身携带的 Access 数据库作为现场数据的存储和记录。由于 WebAccess 与生俱来的网络架构,使得其具有强大的远程监控功能,可以使远程监控界面及能力与现场完全相同,真正实现远程与现场零距离。在整个网络内任何装有 WebAccess 客户端插件的计算机,登陆监控中心的服务器(即工程节点),经过严格的身份验证后,可以在 Web 浏览器内看到和现场完全相同的监控画面

和实时数据,如果其管理权限中拥有控制能力,可以直接进行远程现场控制,而在现场的采集节点中则详细记录了其操作的全部过程,它为系统集成商实现异地远程系统维护提供了可能。

**参考文献:**

- [1] Tian G Y, Zhao Z X, Baines R W. A Fieldbus based intelligent buildings[J]. Mechatronics, 2000, 10(8): 835-849.
- [2] Liu Guixiong, Shen Baihua, Feng Yunqing. Rapid developing technology for networked intelligent buildings[J]. Journal of transducer technology, 2002, 9(21): 47.
- [3] 陈 龙. 智能建筑楼宇控制与系统集成技术[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004.
- [4] 卞玉刚, 周齐国. 总线控制技术及其在楼宇自控系统中的应用[J]. 建筑电气, 2003(5): 34-36.

## Analysis of system integration technology in intelligent building

YUAN Qin DU Le

**Abstract:** In the article, how connection among the different networks in the intelligent building system integration without gap are discussed. Then this paper addresses the technical issues about the integration of field control network and Internet/Intranet, finally two strategies for implementing the BAS based on Web are presented and analyzed by utilizing the embedded Web server and the WebAccess software development technology.

**Key words:** intelligent building, system integration, control network, WebAccess

收稿日期: 2007-09-01

作者简介: 贺育胜(1982), 男, 华北水利水电学院硕士研究生, 河南 郑州 450008

陈雅斌(1981), 男, 华北水利水电学院硕士研究生, 河南 郑州 450008

其中,  $W_i$  为土条的重力, 包括换算成土柱高度的车辆荷载, kN,  $W_i = rA_i$  (该值可以通过 CAD 中面积查询功能得到);  $r$  为土的重度;  $\phi$  为土的内摩擦角;  $c$  为土的粘聚力;  $\alpha_i$  为第  $i$  土条滑动面的法线 (即滑弧半径) 与竖直线的夹角 (该值可以利用 CAD 中的标注功能间接求出);  $\hat{l}$  为圆弧的长度 (该值可以通过 CAD 中的距离查询功能求出)。

## 2 计算方法

### 2.1 利用 CAD 的计算方法

文中在上述理论知识的前提下, 结合软件 AutoCAD, 应用 AutoCAD 强大的绘图和特性查询功能来计算边坡的安全系数, 操作程序如下: 根据  $\phi$  和  $\beta$  通过泰勒经验分析法得  $\theta$  和  $\alpha$  → 用 CAD 画出边坡及最危险滑动面 → 求出圆弧半径和圆弧长度 → 将圆弧通过条分求出  $A_i$  → 做出角  $\alpha_i$ , 通过 Excel 算出  $\cos \alpha_i$  → 列表计算安全系数 (用 Excel 较方便)。

### 2.2 采用 GEO-SLOPE 的计算方法

采用 GEO STUDIO 中的 SLOPE 模块来进行计算。

其中, 所进行的步骤如下: 具体问题设置草图设置分析 → 根据实际问题设置边界条件 → 建立模型 → 计算。

其中, 在设置过程中, slip surface 设置为 Grid and Radius, 以便可以使用圆心和半径的圆弧形滑动面来进行分析。

## 3 工程实例

某土坡如 2 图所示, 已知土坡高度  $H = 6$  m, 坡角  $\beta = 55^\circ$ , 土的重度  $r = 18.6$  kN/m<sup>3</sup>, 土的内摩擦角  $\phi = 12^\circ$ , 粘聚力  $c = 16.7$  kPa, 试验算边坡的稳定情况。

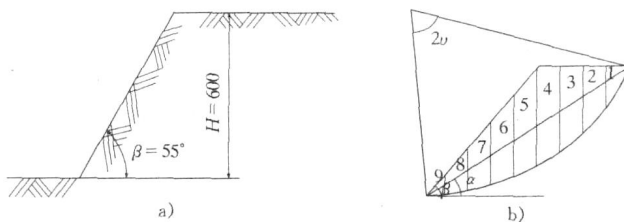


图 2 某边坡的计算简图及条分图

### 3.1 计算方法一

$\beta = 55^\circ$ ,  $\phi = 12^\circ$ 。

根据泰勒经验分析方法查表得:  $\theta = 34.23^\circ$ ,  $\alpha = 38.31^\circ$ 。

用 CAD 做出该问题的计算简图如下:

根据  $b = 0.1R = 86$ , 将土条分为 9 份, 将该圆弧条分如下 (其中阿拉伯数字是土条的序号):

通过 CAD 查询出圆弧半径和圆弧长度, 分别记为  $R$  和  $L$ , 其中,  $R = 860.3066$ ,  $L = 963.0314$ ;

通过 CAD 查询出每条土条的面积, 记为  $A_i$ , 分别见表 1。

做出角  $\alpha_i$ , 并通过标注功能求出角度, 相关数据处理结果如表 2 所示。

表 1 每条土条的面积

$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$	$A_7$	$A_8$	$A_9$
0.807 121	2.180 178	3.041 184	3.677 83	3.542 585	2.861 658	2.083 302	1.218 906	0.292 271

表 2 通过标注功能求出的角度

$A_i$	$\cos \alpha_i$	$\sin \alpha_i$	$rA_i \cos \alpha_i$	$rA_i \sin \alpha_i$
0.807 121	0.424 149	0.905 593	6.367 516	13.595 17
2.180 178	0.600 581	0.799 564	24.354 35	32.423 37
3.041 184	0.714 543	0.699 591	13.836 97	13.547 43
3.677 83	0.800 273	0.599 635	18.741 31	14.042 64
3.542 585	0.866 215	0.499 671	42.460 69	24.493 2
2.861 658	0.916 643	0.399 707	36.296 03	15.827 07
2.083 302	0.954 02	0.299 742	84.391 11	26.514 71
1.218 906	0.979 841	0.199 778	50.712 26	10.339 63
0.292 271	0.993 879	0.110 473	24.514 12	2.724 827
		$\Sigma$	301.674 4	153.508

数值计算:

$$c \times \hat{l} = 16.7 \times 9.63 = 160.821, \tan \phi = \tan 12^\circ = 0.212 556.$$

根据式(2)可得:  $K = 1.465 355$ 。

### 3.2 计算方法二

利用 GEO-SLOPE 软件采用 bishop 等方法进行模拟计算建立模型: 由于本例问题土层只有一层, 故建立本问题的模型相对比较容易。

模型的大致参数和相关设置: 根据实际情况, 本模型采用的计算方法有: bishop ordinary and jandu 设置滑动方式为从右至左, 滑动面采用 Grid and Radius, 其目的是为了能够和前面的圆心和半径计算方法相接近, 本问题共分成 225 个滑动面, 在本问题中不考虑粘聚力、摩擦角的影响。

## Slope stability analysis based on AutoCAD and GEO-SLOPE

HE Yu sheng CHEN Ya bin

**Abstract:** It points out AutoCAD is a drawing software of many functions, including amount consulting and calculation. Applied in slope stability analysis and compares its calculating result with GEO-SLOPE result. The conclusion is: stability parameter of AutoCAD is higher, and Sweden dividing method and simplified Bishop method of Geo slope is more safe.

**Key words:** dividing method, AutoCAD, GEO-SLOPE

上面两种不同的方法计算结果对比如下:

AutoCAD:  $K = 1.47$ ; GEO-SLOPE: BISHOP  $K = 1.373$ , ORDINARY- $K = 1.391$ 。

## 4 结语

在处理本问题的过程中, 可以看出: 1) AutoCAD 的计算模式比较简洁明了, 可以利用 AutoCAD 的查询距离和面积的功能, 直接从图中读出相关数据, 进而用 Excel 进行相关数据处理, 步骤清晰, 而且很多学工科的学生可以发挥自己 AutoCAD 应用熟练的优势, 而且结果也是可以接受的。2) GEO-SLOPE 的计算方法主要是要依托 GEO-STUDIO 这个大型软件, 其主要问题就是依据实际问题能够很好地建立模型, 进而才能进行计算模拟, 从文中可以看出该方法要比 AutoCAD 方法更趋向于保守, 这在实际工程中, 是很有必要的。3) 从上面的计算结果可以看出, 利用 AutoCAD 和 GEO-SLOPE 的计算结果相差不大, 可以接受。

参考文献:

- [1] 高大钊. 土力学与基础工程[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1999.
- [2] 卢延浩. 土力学[M]. 南京: 河海大学出版社, 2002. 1.
- [3] 陈忠汉, 黄书秩, 程丽屏. 深基坑工程[M]. 北京: 机械工业出版社, 1999. 10.
- [4] 陈奋键, 赵维军, 杜庭瑞. 边坡稳定设计方法的对比研究[J]. 水运工程, 2004(2): 7-15.