

文章编号: 1000-5013(2011)05-0495-03

拱坝坝肩稳定性分析程序开发与应用

赖雅琳

(华侨大学 机电与自动化学院, 福建 泉州 362021)

摘要: 采用 VBA 语言编程开发拱坝坝肩稳定分析程序. 程序包括建立 VBA 与 EXCEL 通信并提取相关数据, VBA 与 CAD 交互操作求最小稳定安全系数两部分. 应用该系统时, 用户只需要输入或选择程序默认参数数值, 并在 CAD 地形图文件上选取若干实体, 即可自动计算出对应高程的拱坝坝肩最小稳定安全系数. 工程实例结果显示, 程序运行安全可靠, 符合设计标准.

关键词: 拱坝; 坝肩; 稳定分析; VBA 语言; CAD 工程图

中图分类号: TV 642.4⁺5

文献标志码: A

拱坝是经济性和安全性都比较优越的一种坝型, 在许多水利枢纽中发挥着重要作用^[1]. 和其他坝型相比, 拱坝具有结构合理、用材最省、稳定性最强等优点. 拱坝坝肩稳定分析是拱坝设计的重要组成部分^[2]. 由于拱坝主要的工作特点是将坝体承受的水平外力一部分通过拱的作用传给两岸的基岩, 另一部分通过垂直梁的作用传至坝底基岩, 坝体的稳定性主要是依靠两岸拱端的反力作用来维持. 因而, 坝肩岩体的抗滑稳定计算就显得尤其重要. 然而, 拱坝坝肩稳定分析需反复在 CAD 地形图上量取滑裂面的抗剪长度, 具有工作量大、重复计算等问题. VBA (Visual Basic for Application) 是 AutoCAD 的一个内嵌控制器, 可以操作几乎所有的 AutoCAD 对象, 与主程序 AutoCAD 在同一内存内运行, 可以很好地和 AutoCAD 沟通, 其代码的运行效率非常高^[1-2]. VBA 嵌入在 AutoCAD 中的开发环境, 其程序的运行是 AutoCAD 内部的过程, 程序和当前图片自动连接, 可通过 Thisdrawing 对象直接访问图形, 而且 VBA 的工程 Project 可以是独立的, 也可以嵌入到 AutoCAD 图形 (drawing) 中, 这使得开发者在发布应用程序中有很大的灵活性. 因此, 本文采用 VBA 语言编程开发拱坝坝肩稳定分析程序.

1 系统开发

1.1 稳定分析程序功能流程

程序功能模块分为前处理和求解最小稳定安全系数两部分. 其中, 前处理包括建立 AutoCAD 与 EXCEL 的通信并从 EXCEL Range 中提取所需数据 (拱座处轴力和剪力) 和径向线角度的提取等两部分. 稳定分析程序功能流程, 如图 2 所示. 图 2 中: 的 $\max \theta$ 为最大的滑裂面与拱座径向面的夹角.

1.2 程序关键技术

1.2.1 CAD 工程图的调用 VBA 可以操作所有的 AutoCAD 对象, 并且可以访问 AutoCAD 的命令行, 工程图的调用可以采用向 AutoCAD 的命令行传送命令 "ThisDrawing SendCommand "open"+vbCrLf", 打开 CAD 图形文件, 达到调用工程图的功能.

1.2.2 EXCEL 数据的提取 VBA 作为一个集成的开发环境, 它提供了高质量的用户化编程能力, 能

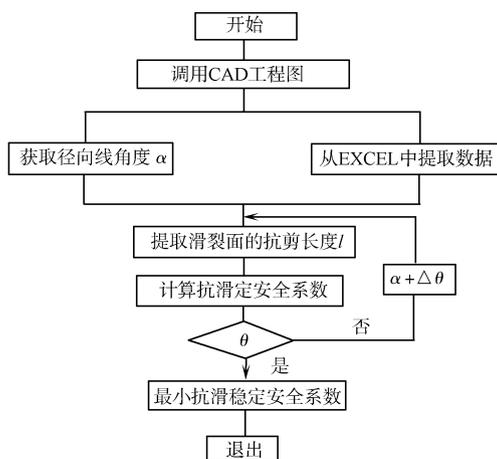


图 1 稳定分析程序流程图

Fig. 1 Flowchart for stability analysis programs

收稿日期: 2010-12-22

通信作者: 赖雅琳(1958-), 女, 副教授, 主要从事机械工程和机械 CAD 的研究. E-mail: lyl@hqu.edu.cn.

够使 AutoCAD 数据与其他的 VBA 应用程序,如 Microsoft Excel 软件,直接共享无缝连接,交换数据非常方便.在 Microsoft Excel 中,各种数据都在工作表(Sheet 或 Worksheet)的单元格区域(range)中,故可以从 EXCEL 中调用 Range 中的数据参与程序运算.

首先,建立 AutoCAD 与 EXCEL 的通信.打开 AutoCAD 的 VBA 编辑器(在 AutoCAD 命令行中输入 VBAIDE).选择“工具”\“引用”项,在弹出的“引用”对话框的“可使用的引用”列表框内,选择“Microsoft Excel 11.0 Object Library”项,单击“确定”按钮.其次,程序调用已经打开的应用程序对象 EXCEL,如果当前没有活动的 EXCEL 对象,显示出错信息,提示用户打开.下述代码添加在命令控件代码中,用来建立与 EXCEL 的连接.

```
On Error Resume Next
Dim xlApp As Excel.Application
Set xlApp=GetObject(,"Excel.Application")
If Err Then
MsgBox "Excel 应用程序没有运行.请启动 Excel 并重新运行程序",
vbExclamation,"AUTO CAD"
Exit Sub
End If
```

```
Dim xlSheet As Worksheet
Set xlSheet=xlApp.ActiveSheet
```

再次,在 EXCEL 中搜索与高程相对应的行数(行数设置在窗体文本框中输入或采取默认参数),并返回与高程行数相对应的轴向力值和剪力值.以文本框的形式显示.其主要代码为:

```
For i=imin To imax
If StrComp(value,xlSheet.Range(columnheight & i))=0 Then
j=i
End If
Next i
tbstrain.text=xlSheet.Range(columnstrain & j).value
tbshear.text=xlSheet.Range(columnshear & j).value
```

其中:imin 和 imax 分别表示搜索与高程对应的行数的范围,columnheight,columnstrain,columnshear 分别表示高程、轴向力、剪力对应的列数.最后,通过取单元格的数据来赋值给剪力轴力参与程序运算.

1.2.3 选定点和曲线循环做抗剪长度线 循环做抗剪长度线的思想:先在 CAD 图形上拱座处选定一点,并以一个假定很小的值作为直线的原始长度,根据一定的起始、终止、间隔角度,循环画抗剪长度线.然后,使用 intersectwith 求出画的线与给定的曲线的交点,以选定的点为起点,交点为终点,重新作线.最后,删除原直线,将新抗剪长度线更新亮显.

1.3 用户界面开发技术

采用多页控件来表示程序的功能模块,每页标注系统的一个功能模块,对于应用程序需要输入的数据,根据需要输入数据的类型和各种控件的功能来确定每一项数据需要使用的控件种类.需要输入文本或数值,则选用文本框,若需要在一个选择集中选择一项,就使用组合框.所有参数和选择项均设置默认参数或选项,设置完毕后,即可对绘图界面进行操作.用户只需要选择若干 CAD 实体,单击“最小稳定安全系数求解”按钮,即可求出最小稳定安全系数.

1.4 程序功能运行与实现^[3-4]

首先,在 AutoCAD 命令行中输入 vbaload(或 vbaman)加载程序,然后输入 vbarun(或使用菜单“工具”\“宏”)运行程序.其次,点击“载入工程图”加载对应的工程图,并打开含轴力和剪力数据的 EXCEL 表格.如果未打开 EXCEL 表格而继续运行程序,将弹出错误信息框并退出程序.在“载入数据”模块中,用户可输入或选择相应参数,点击“载入 EXCEL 数据”按钮载入数据.再次,选择“线型修整”,点击“获得径向线角度”,并在 CAD 中选取对应高程的径向线获得径向线的角度.选取“定义相关值”,填写

相关参数的数值,或者选择程序默认值.最后,选取“稳定范围求解”,单击“最小安全系数求解”,选取径向线与坝外环线的交点即坝体上的一点,再选取对应高程的地形线,即可显示最小稳定安全系数;也可单击“选取直线显示安全系数”,从而对用户关注的单个抗剪长度线的安全系数进行显示.

2 工程实例分析

以某实际工程拱坝为例^[5],对该拱坝左右岸不同高程的最小稳定安全系数进行求解,程序计算结果如表 1 所示.表 1 中: K 为安全系数.由表 1 可以看出,整个坝体的最小稳定安全系数 K 为 3.198,大于规范规定值 3.0,所以整个拱坝的稳定是安全的.通过与设计部门采用手工在 CAD 地形图上反复量取滑裂面的抗剪长度相比,计算结果基本相同.

表 1 最小稳定安全系数计算结果
Tab.1 Calculation results of least stability safety factor

高程(右)	620	628	625	623	618	615	613	610
K	42.744	28.283	17.083	14.159	11.361	6.092	5.114	3.198
高程(左)	628	625	623	620	618	615	613	610
K	51.972	32.134	26.561	15.681	12.027	8.324	6.973	5.962

3 结束语

基于可视化和参数化的思想,设计开发拱坝坝肩稳定分析程序.结果表明,所需要信息均从图中依屏幕提示拾取,程序运行安全可靠,符合设计标准,具有实用性强、操作方便,可减轻设计人员的劳动强度、提高设计效率等优点,具有一定的实用性和推广价值.

参考文献:

- [1] 华东水利学院. 水工设计手册:第 5 卷[M]. 北京:水利电力出版社,1989.
- [2] 周维垣,杨若琼,剡公瑞. 大坝整体稳定分析系统[J]. 岩石力学与工程学报,1997,16(5):424-430.
- [3] 冯鑫,谢双喜,胡业发. 基于 AutoCAD 平台的 VBA 二次开发技术[J]. 机床与液压,2003(2):82-85.
- [4] 张帆,郑立楷,王华杰. AutoCAD VBA 开发精彩实例教程[M]. 北京:清华大学出版社,2004:165-201.
- [5] 强天驰,寇晓东,杨强. 拱坝工程实例分析[J]. 水利水电技术,1999,30(5):43-45.

Development and Application on Stability Analysis of Abutment of ARCH DAM

LAI Ya-lin

(College of Mechanical Engineering and Automation, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China)

Abstract: In order to resolve the problems of heavy workload and repetitive calculation on stability analysis of abutment of arch dam, the VBA language was used to develop the software of stability analysis of abutment of arch dam. The program includes two sections, one section of which is to create communication between VBA and EXCEL then extract data, and the other section of which is to realize interactive operation between VBA and AutoCAD to induce least stability safety factor. A certain arch dam was chosen in CAD map as case study and the least stability safety factor can be yielded by calculation. The results show that this program runs safely and steadily which design criteria.

Keywords: arch dam; abutment; stability analysis; VBA language; CAD drawings

(责任编辑: 陈志贤 英文审校: 崔长彩)