## Library of Slope Stability Analysis Programs

## 边坡稳定分析电子表格法

LOSSAP.xls 使用说明书

| 1. | 概述  | 1      |
|----|---|--------|
| 2. | LOSSAP.XLS 界面   | 1      |
|    | <ul> <li>2.1 程序架构</li> <li>2.2 LOSSAP 工具栏和菜单</li> </ul> | 1<br>5 |
| 3  | 使用前的设置及规定   | 5      |
|    | 3.1 EXCEL2003 的设置                                       | 5      |
|    | 3.2 EXCEL2007 中的设置                                      | /<br>0 |
|    | 3.4 方向的规定   | 2      |
| 4  | 使用步骤12  | 2      |
|    | 4.1 步骤 1:数据文件准备 1                                       | 2      |
|    | 4.2 步骤 2:数据输入   | 4      |
|    | 4.3 步骤 3: 打开数据文件  | 4      |
|    | 4.4 步骤 4: 安全系数求解1                                       | 5      |
| 5  | 程序的限制1  | 6      |
| 6  | 数据文件格式1   | 6      |
| 7  | 例题24  | 0      |
| 8  | 联系方式2   | 1      |

# 目 录

#### 1. 概述

LOSSAP.XLS 是在微软的 EXCEL 基础上利用其计算功能和 Excel 内嵌编程语 言 VBA 开发的边坡稳定分析电子表格。

LOSSAP.XLS 具有以下功能:

(1) 能进行指定圆弧滑裂面或任意滑裂面的安全系数求解;

(2) 计算方法包括毕肖普法(Bishop 法)、斯宾塞法(Spencer 法)、通用条分法(Morgenstern-Chen 法)、萨尔玛法(Sarma 法)、传递系数法(Transfer coefficient 法)、罗厄法(Lowe 法)和陆军工程师团法(US Army Corps of Engineers 法);

(3) 能考虑多层土、孔压、外荷载以及软弱夹层的影响;

(4) LOSSAP 既可以作为中国水利水电科学研究院 STAB 程序配套的电子计算 表格使用,也可以单独作为边坡稳定计算表格使用。

作为电子表格法,LOSSAP 具有下列突出的优点:

(1) 电子表格法是完全透明的,每个条块上的各种信息以及计算过程、计算 结果都是以电子表格形式显示的,便于用户检查和进行校核;

(2) 电子表格法是在大家熟悉的 Excel 界面上开发的,它的使用十分简单,会使用 Excel 的用户就会使用 LOSSAP;

(3) 计算数据输入十分人性化,采用的基本数据可由商用程序 STAB 导出, 或者通过数据捕捉程序 Stab\_getpt.LSP 从 AUTOCAD 文件中提取;

(4) 程序自动化程度很高,计算非常简便。

(5) 通过网络共享,每位工程师、教师或学生都可以自由和自如地使用电子 表格法进行常规的边坡稳定分析;

本说明书介绍 LOSSAP.XLS 与数据捕捉程序 Stab\_getpt.LSP 的使用方法。程序由陈立宏、陈祖煜、孙平编写,使用中有问题可与作者联系,联络方式详见说明书最后一节。

## 2. LOSSAP.XLS界面

#### 2.1 程序架构

LOSSAP.XLS 的程序架构如图 1 所示,包括 4 种不同工作表: (1) 工作表 Finfo 用于导入和计算条块的基本信息; (2) Load 用于输入荷载,包括地震荷载、集中力和分布力; (3) Graph1 用于存储绘制边坡图形的数据(用户无需操作,通常处于隐藏状态)

(4) 计算安全系数的工作表以计算方法命名,包括 Bishop、Spencer、Sarma、 Morg-Chen、Lowe、Transfer、USCorps 等 7 张,有兴趣的用户还可在此基础上 扩展其它方法。



图 1 LOSSAP.XLS 的结构

工作表 Finfo 用于导入数据文件,同时计算各条块的基本信息。如图 2 所示, Finfo 分为数据输入区、导入数据区、计算结果区和图形显示 4 个区域,分别位 于上下左右 4 角。

Load 工作表的功能是输入外荷载,包括集中荷载、均布荷载与地震力。如 图 3 所示,这三种外荷载的输入分别见 Load 工作表的左上角、右上角和右下角。

计算安全系数的工作表格式基本一致,以 Spencer 法为例,如图 4 所示,工作表包括 4 个部分:

(1) 方法名称、图形与计算公式,位于工作表的右上角;

(2) 规划求解的变量与目标值,位于中部的单元格 AH19~AK19,变量即安 全系数 Fs 以及条块侧边合力倾角,目标值为力的积分和力矩积分(除了安全系 数外,规划求解变量和目标值随着计算方法的不同可能不同);

(3) 基本数据,位于列 AC 左侧的数据,所有数据均与 Finfo 工作表中一致

(完全由 Finfo 工作表中复制而来),不同的安全系数计算方法中也都一样;

(4) 折减后的强度及安全系数计算的中间数据,位于列 AE 的右侧(22 行以下);这部分随着安全系数计算方法的不同而不同,22、23 行的变量与右上角的公式对应。



图 2 工作表 Finfo 示意







图4 工作表 Spencer 示意

#### 2.2 LOSSAP工具栏和菜单

为了方便用户使用 LOSSAP.XLS 程序,特开发了名为 LOSSAP 的工具栏和 菜单。下图为 LOSSAP 工具栏,工具栏上有"打开文件"、"更新数据"、"导出 Dat"、"导出 Dxf"和"安全系数求解"5个按钮,LOSSAP 菜单与之一一对应。 这些按钮的功能如下:

- (1) "打开文件":用于导入从 AutoCAD 生成的数据文件 qqq.dat 或导入由"导 出数据"命令生成的数据文件;
- (2)"更新数据":如果在表格中修改了数据,例如土层参数,单击该按钮可 实现所有表格的重新计算;
- (3) "导出数据": 将 Finfo 和 Load 中的相关信息导出为数据文件;
- (4) "导出 Dxf": 将分条坐标导出为 Dxf 文件;
- (5)"安全系数求解":用于求解安全系数。



3 使用前的设置及规定

#### 3.1 EXCEL2003的设置

该电子表格是在 Excel2003 中编写的,需要使用 2003 以后的版本,在使用电子表格前需要对 Excel 进行一些设置。

- 由于 LOSSAP.XLS 中采用了 VBA 编写的程序,如果 Excel 中宏的安全级为高和非常高时,会禁止使用 VBA 中的子程序,这样电子表格就无法正常使用。因此在打开文件前,请确认您的 Excel 文件宏的安全性已经设置为"中"。如不是,如图 6(a)和(b)所示,请启动 Excel,依次单击"工具"菜单->"宏"->"安全性",在弹出的对话框中,将安全级设置为"中"。
- 2. LOSSAP.XLS 需要使用 EXCEL 的"规划求解"功能,规划求解加载宏是一个 Microsoft Office Excel 加载项(加载项是为 Microsoft Office 提供自定义命令或自定义功能的补充程序)。但是,要在 Excel 中使用它,需要先进行加载。在使用前请单击"工具"菜单上的"加载宏"命令,然后在弹出的窗口中选中"规划求解",如图7所示。如果弹出窗口中没有"规划求解"这一项,说明还没有安装"规划求解",请安装。
- 3. 启动 LOSSAP.XLS,在弹出窗口中选择"启用宏"(图 8),就可以使用了。

| 格式 (0) | 工具(T) 数据(D) 窗口 |         | യ | 帮助(H) Ado <u>b</u> e PDF |                    |               |
|--------|----------------|---------|---|--------------------------|--------------------|---------------|
| Ω∣≣    | 规划求解(V)        |         | 0 | 🔐   🚝 🚝   🔛 + 🖄 + 🛕      | • 📮 ! 🕨 🥥 安全       |               |
| a 🛍 🔹  | 12             | 3 (M)   | ► |                          | 宏创                 | Alt+F8        |
|        | ħ              | ���宏(ユ) |   | •                        | 录制新宏(R)            |               |
| D      | Ē              | 記定义 (℃) |   |                          | 安全性(S)             |               |
|        | ìź             | ⊑项(@)   |   | 2                        |                    | Alt+F11       |
|        |                | *       |   | <b>%</b>                 | Microsoft 脚本编辑器(近) | Alt+Shift+F11 |

(a)



(b)

图 6 设置 Excel 宏的安全性等级为"中"

| 加载宏  | ? 🛛                  |
|--|----------------------|
| 可用加载宏(A):<br>□ Internet Assistant VBA<br>□ 查阅向导<br>□ 分析工具库<br>□ 分析工具库 - VBA 函数<br>□ 説刻求解<br>□ 欧元工具<br>□ 条件求和向导 | ▲ 确定<br>取消<br>浏览 @)< |
| - 规划家雕<br>提供了公式求解和协  | 忧化的工具                |

## 图 7 规划求解的启用

| 安全警告  |
|---|
| "C:\Documents and Settings\JiaTong\Desktop\Lossap2009.xls"中<br>包含宏。 |
| 宏可能会携带病毒。禁用宏虽然通常可以确保安全,但如果这些宏本身<br>是安全的,则又会损失某些功能。<br>禁用宏(0)        |
| 图 8 启用宏   |

#### 3.2 EXCEL2007中的设置

1. 加载规划求解

2007 版的 Excel 和 2003 版的在界面风格上有很大的区别,加载规划求解加载 宏的操作也有很大的不同,具体步骤如下:

(1) 单击 "Microsoft Office 按钮", 然后单击 "Excel 选项"。

(2) 如图 9 所示,在弹出的"Excel 选项"对话框中,单击"加载项",然后 在右侧框中选择"规划求解加载项",然后单击"转到"。

(3) 在"可用加载宏"框中,选中"规划求解加载项"复选框,然后单击"确 定",如图 10 所示。

加载规划求解加载宏后,"规划求解"命令将出现在"加载项"选项卡。

| Excel 选项                         |  |   | (  | ? 🗙 |
|----------------------------------|--|---|--|-----|
| 常用 公式                            | 查看和管理 Microsoft Office 加速  | 載项。   |  |     |
| 校对                               | 加载项  |   |  |     |
| 保存                               | 名称   | 位置  | 类型   |     |
| 高级                               | Office Wide Symbol Input   | C:\DDINS\SYMINPUT.DLL   | COM 加载项  |     |
| 自定义<br>加 <u>载项</u><br>信任中心<br>资源 | 非活动应用程序加载项<br>Internet Assistant VBA<br>标签打印向导<br>不可见内容<br>查阅向导<br>分析工具库<br>分析工具库 - VBA<br><u>规划求解加载项</u><br>加载项:规划求解加载项<br>发布者:<br>位置: D:\Office2007\Office12\Libra<br>说明: 用于优化和公式求解的工具 | D:\2\Library\HTML.XLAM<br>D:\l Print\labelprint.xlam<br>D:\\Office12\OFFRHD.DLL<br>D:\ibrary\LOOKUP.XLAM<br>D:\nalysis\ANALYS32.XLL<br>D:\lysis\ATPVBAEN.XLAM<br>D:\OLVER\SOLVER.XLAM | Excel 加载项<br>Excel 加载项<br>Excel 加载项<br>Excel 加载项<br>Excel 加载项<br>Excel 加载项 |     |
|                                  |  | 一确知   |  | 消 . |

图 9 选择规划求解加载项



图 10 启用规划求解加载项

#### 2. 宏的安全性设置

Excel2007 中可以在信任中心("Microsoft Office 按钮"、"Excel 选项"按钮、"信任中心设置"按钮、"宏设置"类别(图 11)。或者"开发工具"选项卡、"代码"组、"宏安全性"按钮)中更改宏的安全设置。也可以在"受信任位置"中添加电子表格 LOSSAP.XLS 所在的位置。

但是为了安全起见,也可以不改变任何设置。这样每次打开 LOSSAP.XLS 时 会在工具栏上弹出一个安全警告,如图 12 所示。单击选项按钮,在弹出的 "Microsoft 安全选项"对话框中选择"启用此内容",然后单击确定就可以(图 13)。

| 信任中心   | ? 🔀   |
|--|---|
| 受信任的发布者<br>受信任位置<br>加载项<br>ActiveX 设置<br><del>宏设置</del><br>消息栏<br>外部内容<br>个人信息选项 | 宏设置         对于在非受信任位置的文档中的宏:         黛 禁用所有宏,并且不通知(L)         ④ 禁用所有宏,并且不通知(D)         ● 禁用无数字签署的所有宏(G)         ● 启用所有宏(不推荐;可能会运行有潜在危险的代码)(E)                    开发人员宏设置             自任对 VBA 工程对象模型的访问(V) |
|  | 确定 取消   |

图 11 Excel2007 中的宏设置



| Microsoft Office 安全选项 ? 🔀   |
|---|
| छ 安全警告 - 宏  |
| 宏<br>已禁用了宏。宏可能包含病毒或其他安全隐患。如果不信任此文件的来源,请不<br>要启用此内容。<br>警告:不能确定此内容来自可信任来源。除非此内容提供关键功能,并且您信任      |
| 其来源,否则应禁用此内容。<br><u>其他信息</u><br>文件路径: C:\nts and Settings\JiaTong\Desktop\Copy of StabE2008.xls |
| <ul> <li></li></ul>   |
|   |
|   |
|   |
| 打开信任中心  |

图 13 启用宏

#### 3.3 "找不到工程或库"的处理

由于 Excel 不同版本兼容的问题,在使用中可能出现如下问题,即单击某个 Lossap 工具栏上的按钮时,会弹出"找不到工程或库"的错误提示,如图 14 所示。造成这一原因在于 Solver 没有被正确引用(各个版本的 Solver 所使用的语言不一致造成的)。

解决方案如下:

(1) 单击弹出窗口的"确定"按钮,程序此时处于 VBA 的运行状态。

(2) 停止运行: 首先在代码窗口中某行的末尾输入一个空格(输入空格的目的是为了不改变程序而快速停止运行),然后单击工具栏上的"重新设置"按钮, 或者"运行"菜单上的"重新设置"命令,如图 15 所示。

(3) 单击"工具"菜单上的"引用"命令,在弹出的对话框中,去掉"丢失 Solver"前面的复选框,如图 16 所示。

(4) 切换到 Excel 工作表窗口,单击"工具"菜单上的"规划求解"命令, 然后单击弹出的"规划求解"窗口中的"关闭"按钮。

(5) 切换回 VBA 窗口, 单击"工具"菜单上的"引用"命令, 在弹出的对

话框中会发现"丢失 Solver"已经变成了"Solver",选中前面的复选框,单击"确定"按钮。

这样"找不到工程或库"的错误问题就可以解决了。

| Licros | oft Visu       | al Basic | × |
|--------|----------------|----------|---|
| 1      | 编译错误:<br>找不到工程 | 或库       |   |
|        | 确定             | 帮助       | ] |

图 14 编译错误

| iSAP2009.xls - [模块6 (代码)]               |    |               |              |         |       |
|---|----|---------------|--------------|---------|-------|
| 格式 (0) 调试 (0)                           | 运行 | Τ( <u>R</u> ) | 工具①          | ) 外接    | 程序(A) |
| u 🗉 🔟 💐 🖆                               |    | 运行            | 子过程/月        | 目户窗体    | F5    |
| 通用)                                     |    | 中断            | ( <u>K</u> ) | Ctrl+Br | reak  |
| Range ("s19"). Sele                     |    | 重新            | 设置(R)        |         |       |
| Call DrawGraph ' 🍰<br>Application Scree | X  | 设计            | <b>摸式(M)</b> |         |       |
| 图 15 日                                  | □断 | VBA           | 的运行          | 行       |       |



图 16 SOLVER 丢失

#### 3.4 方向的规定

LOSSAP 中坐标系的方向规定与 STAB 商用程序一致, X 方向以滑动方向为 正,以向右为正,也就是规定边坡剖面的滑动方向向右为正。Y 方向以重力方向 为正,也即向下为正。

#### 4 使用步骤

#### 4.1 步骤1:数据文件准备

LOSSAP.XLS 使用的数据文件包括三种:

- (1) 从水科院的边坡稳定程序 STAB2009 中导出的数据文件;
- (2) LOSSAP.XLS 导出的数据文件;
- (3) 通过数据捕捉程序 Stab\_Emu\_Lossap.LSP 从 AUTOCAD 文件中提取的边 坡几何信息数据文件 qqq.dat。

前两种方法由于利用了原有的数据,生成数据文件的过程较为简单,只需在 程序中执行相应的步骤即可。

(1) 在 STAB 商用程序中,执行安全系数计算,然后单击"文件"菜单中的 "导出为 Excel 文件"命令就可以生成电子表格法所需的数据文件,还可以根据 需要选择"初始滑裂面"或"临界滑裂面"。

(2) 在 LOSSAP.XLS 中单击 "LOSSAP" 工具栏上的 "导出数据" 命令即可 将表格中的相关信息导出为数据文件。

而通过数据捕捉程序 Stab\_Emu\_Lossap.LSP 生成数据文件的做法相对复杂。 数据捕捉程序 Stab\_Emu\_Lossap.LSP 是一个采用 AutoCAD 的内嵌语言—VLisp 语言开发的实用的工具程序。它的主要作用是,从一个 AutoCAD 文件中提取 *Lossap.xls* 程序计算所需的边坡的几何数据,用户可在较短的时间内得到边坡的 各种几何数据,如控制点的坐标,边界线、浸润线和滑裂面的信息,这些信息将 被储存于"d:\qqq.dat"中,从而大大地节省了设计人员数据准备的时间。熟悉 STAB 和 EMU 程序的用户会发现本数据捕捉程序的使用方法和此两程序的大同 小异。

边坡的剖面图形必须用 AutoCAD 的多段线命令(即 Pline 命令)分段重新 绘制。注意边坡剖面的滑动方向要向右。

为了便于将重绘的图形和原图分开,建议在重绘前插入一个新的图层,将重 绘的图放在这个新图层上,然后撤除原图。

具体操作步骤为:

(1)加载应用程序。将 Stab\_Emu\_Lossap.LSP 存放在一个文件夹中。在 AutoCAD 中,点击菜单"工具(T)→加载应用程序",将弹出一个对话框,在"查 找 范 围" 中 选 择 存 放 Stab\_Emu\_Lossap.LSP 的 文 件 夹 , 选 中 Stab\_Emu\_Lossap.LSP,然后点击"加载"按钮,显示加载成功后关闭该对话框。

在 AutoCAD 命令行中输入 Stab\_Emu 命令,按下回车键,根据提示逐一操

作就可以了。操作分为三个部分,第一部分是设置比例尺与坐标原点,第二部分 是选择边坡线,并输入下压土层编号;第三部分是选择浸润线与初始滑裂面;

具体的操作如下,如图 17 所示:

(1) 请在屏幕上选择两点作为参考点;

(2) 请输入这两点的实际距离,以米计;

(3) 请指定相对坐标系的坐标原点;

(4) 请选择一条边坡线,注意必须是一条多段线;

(5) 请输入所选的多段线的下压土层编号;

(6) 继续选择边坡线与输入下压土层编号,直到所有的边坡线和材料分界线都输入完毕;

(7) 边坡线输入完毕后。任意选择一条多段线,在提示输入下压土层编号时 输入-1;

(8) 提示"坡内是否存在浸润线?0-没有; 1-有";根据有无边坡线输入1或0;

输入若为1,请选择一条浸润线;

(9) 请选择一条初始滑裂面

此时程序自动结束。在上述操作中,如果选择的不是多段线,程序会自动提示。



图 17 在 AutoCAD 中获取数据

#### 4.2 步骤2:数据输入

前两种方法生成的数据文件已经包含了 LOSSAP.XLS 计算所需的所有数据, 对于这两种数据文件,无需输入其它数据,跳过本步骤,直接执行步骤 3 即可。 而由数据捕捉程序生成的数据文件 qqq.dat,其中只包含边坡和滑裂面的几何信 息,还需要执行步骤 2。还需要手动输入一些必需的数据,具体方法和要求如下:

(1) 进入 LOSSAP 程序后,首先点击下方的 Finfo 栏,进入 Finfo 工作表, 手工输入以下在 qqq.dat 中未包括的数据:

a. 在左上角材料参数区输入材料总数, 各层土的容重和强度指标;

其中的变量 f1 和 c1 用于输入非线性强度指标,由于目前该功能尚未实现,可输入 0。

b. 在 E19~H19 中依次输入坡外水位、水的容重、地震烈度。

(2) 切换到"Load"工作表,输入外荷载数据:

a.集中荷载

单元格 B1 为集中力总数,如无集中力请确保该单元格为 0;

从第3行起,单元格B、C分别为集中力x方向和y方向的力的大小,单元格D、E为集中力作用点的x、y坐标;

b. 均布荷载

单元格 H1 为集中力总数,如无均布力请确保该单元格为 0;

从第3行起,单元格H、I为均布力作用的节点1的编号和作用的大小,单 元格J、K为节点2的编号和作用的大小,单元格L则是均布力与作用面法线方 向的夹角(顺时针为正,逆时针为负);

c. 地震荷载

目前地震荷载只提供一种输入方式,即地震烈度,当工作表 Finfo 中的地震 烈度为 7、8、9 度时,需要在单元格 B24~B26 中输入垂直地震方向、基础面 Y 坐标和坝高/坡高。单元格 B23 的地震加速度由 Excel 根据地震烈度自动计算。

垂直地震方向的规定为1为向下,-1为向上,0为不考虑垂直效应;

#### 4.3 步骤3: 打开数据文件

单击 LOSSAP 工具栏上的"打开文件"按钮,在弹出的对话框中选择所需的数据文件。

在打开文件的同时, EXCEL 表已经自动地算出每个条块的以下数据。

(1) 条块底滑面中点的数据: 中点的 x, y 坐标, 中点的 c, ø, 孔压 u 和土 条重量。

(2) 外力:作用于每个土条上的水平和垂直外力,以及水平力的作用点位置。

(3) 其它相关的几何参数,如条块宽度、高度、底滑面倾角等;

(4) 条块与外边坡的交点(考虑重力坝存在垂直面的情况,计算了左侧、右

侧两种情况)。

对于 qqq.dat,如果没有执行步骤 2 而直接打开,计算结果不准确,可按步骤 2 输入必要的数据,然后执行 LOSSAP 工具栏上的"更新数据"命令来刷新 计算结果。

#### 4.4 步骤4: 安全系数求解

根据要采用的方法,切换到相应的计算安全系数的工作表(Bishop、Spencer、Sarma、Morg-Chen、Lowe、Transfer 或者 USCorps),单击 LOSSAP 工具栏上的"安全系数求解"程序就可以进行安全系数的计算。

程序经过计算, 会弹出如图 18 所示的对话框, 单击"确定"按钮就可在单 元格 "AH19"中看到求出的安全系数。

| 规划求解结果  |          |                          | × |
|---|----------|--------------------------|---|
| 规划求解找到一解,可满足所 <sup>;</sup><br>状况。                       | 有的约束及最优  | 报告( <u>R</u> )<br>法曾结用报告 | 1 |
| <ul> <li>● 保存规划求解结果 (£)</li> <li>● 恢复为原值 (0)</li> </ul> |          | 运算结末报日<br>敏感性报告<br>极限值报告 |   |
| 确定 取消   | 保存方案(3). | . 帮助(H)                  |   |

图 18 规划求解结束

对于某些特殊情况,在计算前还需要输入其它的数值:

(1) Sarma 法, 需要在 "AF19" 单元格中输入界面力的倾角 $\phi$ 值;

(2) 陆军工程师团法需要在 "AF19" 单元格中输入边坡的平均坡度 (单位为度);

(3) Morgenstern 方法、Spencer 法和陆军工程师团法需要在 "AG19" 单元格 中输入 β 的初始值;若不输,程序默认初值为 0.1 或上次计算结果;

(4) 在求解前,"AH19"单元格中显示的是安全系数的初值,程序默认的初值为上次求解的结果(Morgenstern 方法、Spencer 法则采用的的是传递系数显式解的结果),如初始安全系数输入的初值如离本题的解答过远,计算可能不收敛。 建议:先用其它方法(如传递系数法显式解)计算安全系数,用此值作为初值。

对于极少数初值选取不合适的情况,可能搜索不到解,从而程序会弹出如下 所示的对话框,在这种情况下,请修改安全系数的初始值,重新计算。

| 规划求解结果  |                                 |
|---|---------------------------------|
| 规划求解找不到有用的解。  | <b>报告 (B</b> )                  |
| <ul> <li>● 保存规划求解结果 (E)</li> <li>● 恢复为原值 (Q)</li> </ul> | 敏感性报告                           |
| 确定 取消   | 保存方案( <u>S</u> ) 帮助( <u>H</u> ) |

图 19 规划求解没有找到结果

如在 Excel 表中修改了数据,或者表中数据出现异常(修改数据导致的),单击"更新计算数据"即可。

## 5 程序的限制

LOSSAP.XLS 虽然能够快速便捷根据各种常用方法计算边坡的稳定安全系数,但是目前在功能上仍然具有较多的限制,主要包括:

- (1) 不能进行最小安全系数的搜索,只能计算指定滑动面;
- (2) 不能考虑抗剪强度指标的非线性;
- (3) 不能计算可靠度;
- (4) 不能计算库水位骤降;
- (5) 材料总数不能超过13种。

## 6 数据文件格式

电子表格使用的数据文件有3种,一是由STAB 商用程序导出的文件,二是 电子表格自身导出的,三是由数据程序提取的qqq.dat。

前两种文件的格式一致,具体如下:

| 6.1 | 控制性参数 |
|-----|-------|
|     |       |

| 行号  | 变量            | 说明                    |  |
|-----|---------------|-----------------------|--|
| 第1行 | IDCritical    | 滑裂面标志,0为临界滑裂面,1为初始滑裂面 |  |
| 第2行 | 控制代码          | 控制代码                  |  |
|     | IdCtr1        | 1为圆弧,0为非圆弧            |  |
|     | IdCtr2        | 预留拉裂缝控制码              |  |
|     | IdCtr3        | 预留控制码                 |  |
|     | IdCtr4        | 地震烈度,0说明无地震,          |  |
|     | IdCtr5        | 预留控制码                 |  |
|     | IdCtr6        | 预留控制码                 |  |
| 第3行 | IdCtr4=0 时无此行 |                       |  |

|     | PSeismic(2) | 坝/坡基高程         |
|-----|-------------|----------------|
|     | PSeismic(3) | 坝/坡高           |
|     | PSeismic(1) | 垂直地震方向,0向上,1向下 |
| 第4行 | 几何信息控制参数    |                |
|     | NNode       | 结点总数           |
|     | NBound      | 边界线总数          |
|     | NPh         | 浸润线总数          |
|     | NSoft       | 软弱夹层总数         |
|     | NSlice      | 分条数            |
| 第5行 | Hwout       | 库外水位           |
|     | GamaW       | 水容重            |
|     | Nload1      | 集中力总数          |
|     | Nload2      | 分布力总数          |
| 第6行 | NMat        | 材料总数           |

## 6.2 材料参数

共 NMat 行,每行 8 个数,数据含义如下:

| j            | 土层材料编号                |
|--------------|-----------------------|
| SoilPt(i, 2) | 内摩擦角φ                 |
| SoilPt(i, 3) | 黏聚力 c                 |
| SoilPt(i, 4) | 非线性参数 f1,暂时不使用        |
| SoilPt(i, 5) | 非线性参数 c1,暂时不使用        |
| SoilPt(i, 6) | 天然容重, Ya              |
| SoilPt(i, 7) | 饱和容重, <sub>Ysat</sub> |
| SoilPt(i, 8) | 孔压系数 $r_u$            |

6.3 节点坐标

共 NNode 行,每行 2 个数,数据含义如下:

| XY(i, 1) | 节点x坐标 |
|----------|-------|
| XY(i, 2) | 节点y坐标 |

## 6.4 边界线信息

共 NBound 行,每行 3 个数,数据含义如下:

| ICPH(i, 1) | 边界线节点1  |
|------------|---------|
| ICPH(i, 2) | 边界线节点2  |
| ICPH(i, 3) | 下压土层材料号 |

## 6.5 浸润线信息

共 NPh 行,每行 3 个数,数据含义如下:

| ICPH1(I, 1) | 浸润线节点1  |
|-------------|---------|
| ICPH1(I, 2) | 浸润线节点2  |
| ICPH1(I, 3) | 下压土层材料号 |

## 6.6 软弱夹层边界线信息

共 NSoft 行,每行 3 个数,数据含义如下:

| ICPH2(i, 1) | 软弱夹层边界线节点1 |
|-------------|------------|
| ICPH2(i, 2) | 软弱夹层边界线节点2 |
| ICPH2(i, 3) | 下压土层材料号    |

#### 6.7 滑裂面底滑面坐标

共 NSlice 行,每行 2 个数,数据含义如下:

| XIslip(I, 1) | 底滑面节点 x 坐标 |
|--------------|------------|
| Xislip(I, 2) | 底滑面节点 y 坐标 |

## 6.8 集中荷载信息

共 NLoad1 行,每行 5 个数,数据含义如下:

| J         | 编号           |
|-----------|--------------|
| Ps(i, 1)  | 集中荷载作用点 x 坐标 |
| Ps(i, 2)  | y 坐标         |
| Ps(i, 3), | x 方向集中力大小    |
| Ps(i, 4)  | y 方向集中力大小    |

6.3 分布荷载信息

共 NLoad2 行,每行 6 个数,数据含义如下:

| J         | 编号         |
|-----------|------------|
| Pd(i, 1)  | 分布荷载作用的线段号 |
| Pd(i, 2)  | 左端点的法向力    |
| Pd(i, 3), | 右端点的法向力    |
| Pd(i, 4)  | 左端点的切向力    |
| Pd(I,5)   | 右端点的切向力    |

qqq.dat 的数据文件格式与前两种有较大的区别,下面以一简单数据实例加以说明:

| 数据            | 说明                           |
|---------------|------------------------------|
| Lossap 程序格式文件 | 标题                           |
| 2             | 类型标识符, =0 表示为 STAB 所用, =1    |
|               | 表示为 EMU 所用, =2 表示为 Lossap 所用 |

| 1                   | 表示滑动方向,=0表示向左,=1表示向右     |
|---------------------|--------------------------|
|                     | 空行                       |
| 0.0                 | 表示坐标原点的 x, y 坐标          |
| 0.0                 |                          |
|                     | 空行                       |
| 1,200.0,-57.3182    | 下面是节点坐标,结束标志是-9999,0,0   |
| 2,178.163,-57.3182  |                          |
| 3,106.033,-119.227  |                          |
| 4,100.0,-119.227    |                          |
| 5,93.9666,-119.227  |                          |
| 6,21.8372,-57.3182  |                          |
| 7,0.0,-57.3182      |                          |
| 8,200.0,-57.3182    |                          |
| 9,178.163,-57.3182  |                          |
| 10,106.033,-119.227 |                          |
| 11,100.0,-119.227   |                          |
| 12,93.9666,-119.227 |                          |
| 13,21.8372,-57.3182 |                          |
| 14,0.0,-57.3182     |                          |
| 15,0.0,-30.0        |                          |
| 16,200.0,-30.0      |                          |
| 17,0.0,0.0          |                          |
| 18,200.0,0.0        |                          |
| -9999,0,0           |                          |
| 12                  | 边界线总数                    |
| 1                   | 浸润线总数                    |
| 1                   | 软弱线总数                    |
|                     | 空行                       |
| 1,2,1               | 边界线、浸润线与软弱夹层线的信息         |
| 2,3,1               | 同一行 3 个数为节点 1, 节点 2 和下压土 |
| 3,4,1               | 层                        |
| 4,5,1               | 下压土层为-1 的是取点程序生成的无用数     |
| 5,6,1               | 据。                       |
| 6,7,1               |                          |
| 1,2,-1              |                          |
| 2,3,-1              |                          |
| 3,4,-1              |                          |
| 4,5,-1              |                          |

| 5,6,-1                            |                |
|-----------------------------------|----------------|
| 6,7,-1                            |                |
| 15,16,1                           |                |
| 17,18,2                           |                |
|                                   | 空行             |
|                                   | 空行             |
| 5                                 | 滑面节点数          |
| 93.966643249618 -119.226927851367 |                |
| 113.667238515147 -71.499896226818 |                |
| 145.85535032077 -52.856930359718  |                |
| 173.17466472519 -40.698474146068  | 滑面各节点的 x, y 坐标 |
| 200 -57.318217213429              |                |
|                                   |                |

由于电子表格法中关于文件输入部分是由 VBA 编写的,因此对于文件中的 格式要求比较严格,如果使用过程中发生数据文件打开后,与预想情况不符时, 请按格式检查数据文件。

## 7 例题

| 编号 | 算例              | Stab 商用程序 Excel |       | 计算方法    |
|----|-----------------|-----------------|-------|---------|
| 1  | EX2(孔压简化处理园弧在上  | 1.557           | 1.557 | Bishop  |
|    | 部)              |                 |       |         |
| 2  | EX4(输入孔压系数)     | 1.36            | 1.359 | Bishop  |
| 3  | EX5(地震)         | 1.343           | 1.343 | Bishop  |
| 4  | EX8 (竣工期)       | 1.908           | 1.908 | Bishop  |
| 5  | EX15(指定任意形状滑裂面) | 2.972           | 2.972 | Spencer |
| 6  | EX16(指定任意形状滑裂面) | 1.701           | 1.704 | Spencer |
| 7  | EX18(随机搜索)      | 2.005           | 2.013 | Spencer |
| 8  | EX21(软弱夹层局部沿底部) | 1.046           | 1.046 | Spencer |
| 9  | EX21(软弱夹层整体沿底部) | 1.029           | 1.029 | Spencer |
| 10 | EX26(外荷载)       | 0.956           | 0.968 | Spencer |

(1) 与 STAB2009 中算例的比较

Stab2009 使用的算例文件后缀为 dat, Lossap 使用的文件后缀为 Los。

(2) 实际工程计算对比

| 工程名 | 工况       | 计算方     | STAB2009 |       | LOSSAP   |       |
|-----|----------|---------|----------|-------|----------|-------|
| 称   |          | 法       | 数据文件     | 安全系数  | 数据文件     | 安全系数  |
| 糥扎渡 | 下游稳定渗流期  | Spencer | Nzd1.dat | 1.902 | Nzd1.los | 1.897 |
|     | 下游稳定渗流期  |         | Nzd2.dat | 1.636 | Nzd2.los | 1.626 |
|     | 遇8度地震    |         |          |       |          |       |
| 双江口 | 下游竣工期    | Bishop  | Sjk1.dat | 2.052 | Sjk1.los | 2.052 |
|     | 下游竣工期遇 8 |         | Sjk2.dat | 1.704 | Sjk2.los | 1.705 |
|     | 度地震      |         |          |       |          |       |

## 8 联系方式

程序目前还不尽完善,使用中有任何建议和问题请及时联系作者,也特别欢 迎大家一起交流有关使用经验和进一步开发的心得。

陈立宏 副教授 中国水利水电科学研究院岩土工程研究所 北京交通大学土建学院隧道与岩土工程研究所

Email: <u>chenlhts@126.com</u> Tel:15810392720, 010-51688117 QQ:10987274 QQ 群: 边坡稳定