

# 第12章 程序使用说明

## 12.1 程序开发过程

STAB 程序前后经过了二十余年的开发过程。1976 年,作者参加水利电力部第二工程局官厅水库抗震加固工程时,在北京大学 DJS-60 机上开发了一个圆弧滑裂面的土石坝边坡稳定分析的程序。现在的 STAB 程序仍然保留了这一版本对边坡几何形状处理的主要特点。1979 至 1981 年,作者赴加拿大 Alberta 大学进修,在 Morgenstern 教授的指导下,对边坡稳定分析的 Morgenstern-Price 法作出了改进,并编制了相应的程序。1982 至 1984 年,作者在潘家铮主持的“水工建筑物设计专用程序”项目中,承担了编制土石坝边坡稳定设计专用程序的工作。在这一项目中,本程序被正式命名为 STAB。1994 年水利水电规划设计院在黄山组织专题审查会,并于 1984 年 12 月 12 日以(84)水规算字第 3 号文正式批准 STAB 为水利水电系统土石坝设计专用程序,在水利水电设计系统中推广使用。

1984 至 1995 年,作者在推广使用 STAB 程序的过程中,将其改造成微机 DOS 版,并命名为 STAB95。1995 年至现在,STAB95 逐步获得推广,在此过程中,顺应微机操作系统从 DOS 转向 WINDOWS 的潮流,提出了 STAB95 的 WINDOWS 仿真 DOS 环境下运行的版本。并根据新颁布的水工建筑物抗震设计规范,修改了 7 度和 9 度地震时输入的地震加速度系数。将 STAB95 升级为 WINDOWS 界面交互式软件的工作正在进行,但是其基本功能已在 STAB95 中定型。本节介绍 STAB95 程序使用方法。在网上公布供下载的是 STAB95 的简化版 S1.EXE。

## 12.2 数据处理

### 12.2.1 几何信息的处理

#### 1. 剖面几何图形

将土石坝、土坡断面放在设定的  $xoy$  坐标中,规定  $ox$  为水平轴,指向滑动方向为正; $oy$  为垂直轴,重力方向为正。

如 11.2.1 节介绍,任一边坡的剖面总是被简化为一个由若干条线段相交形成的图形。每一个线段连结左右两个端点,线段将不同土层分开。点、线和土层都从 1 开始依次编号,其总数分别为  $NN$ ,  $IN1$ ,  $IN$ 。如图 12.1 所示例,该断面点的总数为  $NN=20$ ,线的总数为  $IN1=17$ 。存贮点的坐标值的数组为  $XN(I)$ 和  $YN(I)$  ( $I=1,2, \dots, NN$ )。在表 12.1 的 73~79 行中读入确定线段的信息是两个端点的编号  $IC(I,1)$ 和  $IC(I,2)$ ,不区分左右次序,即左右端点的编号可以任意存放在  $IC(I,1)$ 和  $IC(I,2)$ 中。 $IC(I,3)$ 存放该线下卧土层的编号。例如,图 12.1 中的第 2 条线,它连接 2 和 3 两个点,并下压第 1 层土,故  $IC(1,1)$ ,  $IC(1,2)$ ,  $IC(1,3)$ 分别为 2,3,1。同

样道理, 对第 4 条线, IC(4,1), IC(4,2), IC(4,3) 分别为 5,6,2。除了分界土层的边界线外, 还有一组定义浸润线的线段, 其表达方式和边界线一样, 在表 12.1 的 75 行中读入。如图 12.1 所示例, 其浸润线由 5 个线段构成一条折线。总数  $IPH = 5$ , 而该 5 条线段的参数分别存放在  $ICPH(I,J)$  中,  $I = 1, 2, \dots, IPH; J = 1, 2, 3$ 。

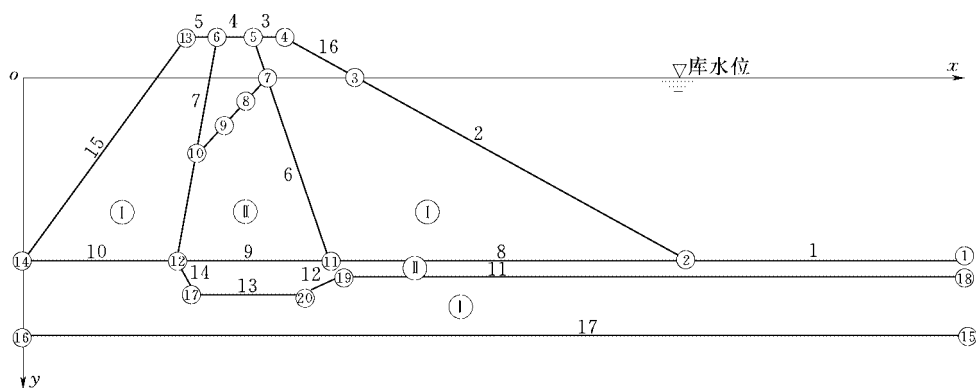


图 12.1 剖面几何图形处理

在 STAB 的 2002 年版, 新增添了软弱夹层线, 对于搜索任意形状的临界滑裂面十分有用。当  $OP1(4)$  不为零时, 读入此行。软弱夹层线总数为  $LWK$ , 有关参数存放于  $IC3(I,J)$  中。在表 12.1 的 76~79 行中读入。

此外, 由于垂直条块不可能与垂直的浸润线或边界线相交, 故碰到此类线, 程序将予以忽略, 计算结果不受影响。

在第 2 章第 2.4.3 节中讨论了坡外水位的三种处理方案。STAB 程序默认的是规范建议的等效置换的方法, 即方案 2。用户只需输入坡外水位, 程序自动处理成坡外无水的情况。注意, 坡外水位线既不是边界线也不是浸润线。坡外水位以下的外边坡线都是浸润线。如图 12.1 所示例题, 共有 21 个点, 2 层土, 17 条分界线和 8 条浸润线。浸润线是连接 1、2、3、7、8、9、10、12、14 各点的折线。如果漏掉联接点 1、2 和点 2、3 的这两条线, 则将导致大错。

坡外水位在计算土石坝上、下游边坡时分别为上游和下游水位。当计算下游边坡时, 滑弧顶部有可能与上游水位相交, 参见图 12.2。此时的处理方法是将水库水位代表的那条线  $DE$  看作是一条边界线, 而  $DE$  下压的库水位看作是一层土, 这层土的强度指标为零, 容重为水容重。滑面一直延伸到与上游水位相交。也就是说, 所研究的边坡的外边坡线是由点  $EDGHJKLM$  这几个点连成。特别需要注意, 此时浸润线为  $ED$  而不是  $FD$ 。

在使用总应力法进行库水位骤降计算时需输入骤降后水位。

以下的图形处理是错误的:

1) 如图 12.3(a), 剖面几何图形不够大, 不能保证所有可能的滑裂面均和该图形的外轮廓线相交;

- 2) 线段之间不连续, 如图 12.3(c)所示, 外边坡线缺一条线;
- 3) 线段重叠, 如图 12.3(d)所示, 线 15 和线 17 重叠; 正确的编法应是将 5 和 6 两点连成一条线, 6 和 7 两点连成一条线;
- 4) 在图 12.2 所示例中, 浸润线只输入 DE、DC、CJ、JK 而没有把 KL、LM 这两条线计入浸润线, 正确的作法应将两条线也计入;
- 5) 外边线存在反坡, 如图 12.3(b)所示; 如果确有反坡需要计算, 则 OP1(6)不为零, 在表 12.1 的 89~91 行读入外边坡线的编号。

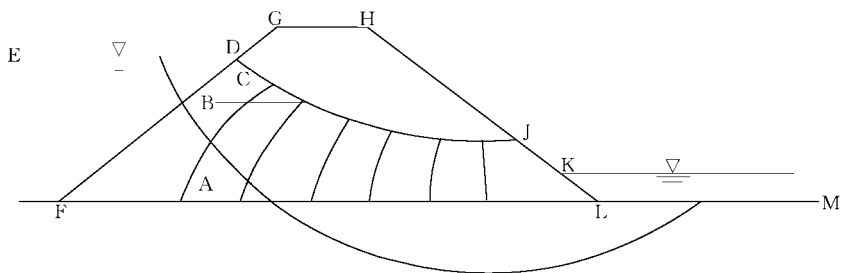


图 12.2 上游和下游水位、水库水位、浸润线的处理

## 2. 滑裂面

STAB 程序中提供圆弧和任意形状的两类滑裂面, 分别用  $\text{OPTION}(2)=1$  和 0 来实现。(表 12.1 中第 23 行)。定义滑裂面参数的子程序为 READ4, 详见表 12.2。

(1) 圆弧滑裂面。程序通过表 12.2 中第 23~38 行来定义圆弧滑裂面。一个圆弧滑裂面, 可由其圆心的位置  $x_c$ 、 $y_c$  和滑弧深度  $D_s$  来确定。

滑弧深度是滑弧面最深点的  $y$  坐标, 如图 12.4 所示。

已在第 4 章 4.1 节中介绍,  $D=R+y$ ;  $R$  = 圆弧半径, 参见图 12.4。因此安全系数  $F$  是  $x$ 、 $y$  和  $D$  的函数。土条总数为 NS。

除了上述功能外, 程序还安排了以下两个功能:

1) 通过指定的上、下交点的圆弧, 如图 12.5(a), 此时  $LL0<0$ ;

2) 通过指定的上交点(或下交点)和具有指定的  $D_s$  的圆弧, 图 12.5(b), 此时  $LL0>0$ 。

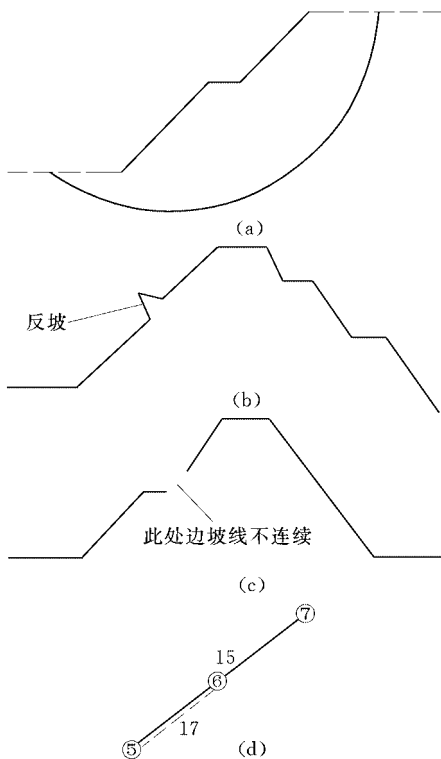


图 12.3 错误的图形处理

(a) 外边坡线不够长; (b) 反坡; (c) 线段不连续; (d) 线段重叠

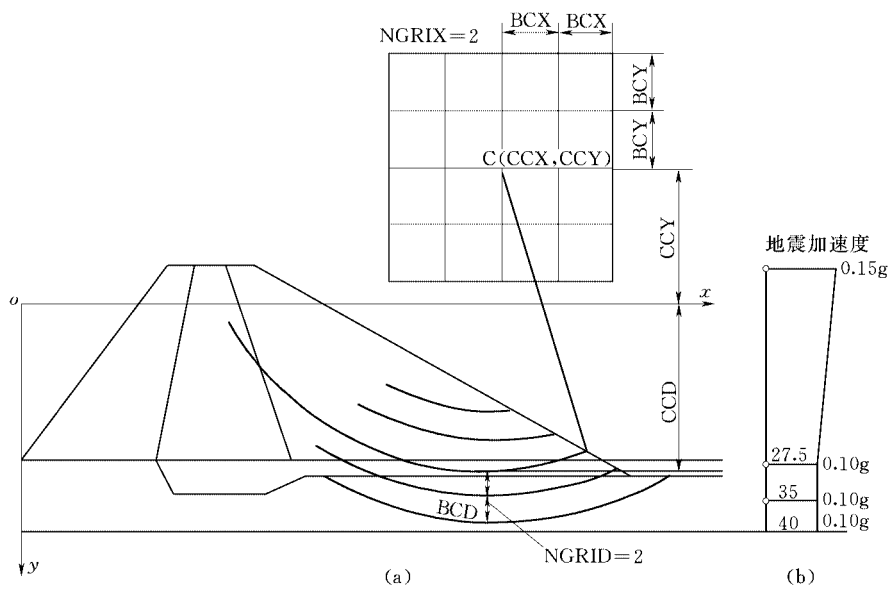


图 12.4 圆弧滑裂面输入参数

(a)枚举法，按不同圆心位置和滑弧深度布置圆弧；(b)水平地震力沿高程按某一分布图形输入

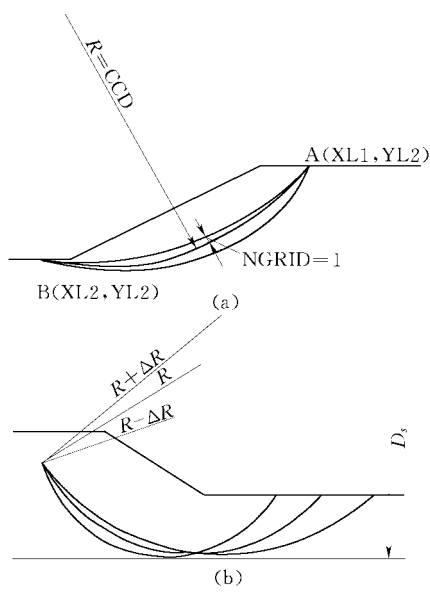


图 12.5 通过指定点的圆弧

其它线段则默认为曲线。当 LNO 为零时，滑裂面为一光滑曲线，没有直线段。当 LNO 为一大于  $m-1$  的数时，则程序默认全部为直线段。这两种情况都无须填写 LOO(I)。其它参数与优化参数一起，将在 12.2.5 节中介绍。

在数据表 12.2 中用第 23 行的 LL0 来识别。例题 EX16 和 EX17 分别说明此两种情况。此功能仅适用于 LL2 不为 0 时。在实际工程中极少使用这一功能。

大多数情况下，建议使用 LL0 = 0 的功能。有关参数与优化参数一起，将在表 12.2 和 12.2.5 节中介绍。

(2) 任意形状滑裂面。程序通过表 12.2 中第 41~94 行来定义任意形状滑裂面。滑裂面被  $m$  个点  $A_1, A_2, \dots, A_m$  离散为  $m-1$  段(见图 12.6)，此  $m-1$  段用直线或光滑的曲线相连。程序要求输入此  $m$  个点的坐标。

如前所述，滑裂面被  $m$  个点  $A_1, A_2, \dots, A_m$  点分为  $m-1$  段，从上交点向下交点编号为 1, 2,  $\dots, m-1$ 。程序用 LNO 代表此  $m-1$  段中为直线段的线段总数。在数组 LOO(I) ( $I=1, 2, \dots, LNO$ )中存入这些直线段的编号。其

如图 12.6 所示的任意形状滑裂面, 在控制点  $A_1, A_2, \dots, A_m$  各点之间, 程序还将进一步用垂直条细分。为减少滑裂面信息的输入工作量, 程序不要求输入所有条块的几何信息, 仅要求输入此  $m$  个控制点的  $x$  和  $y$  坐标, 在这些控制点之间进一步细分的土条的几何信息通过线性内插确定。

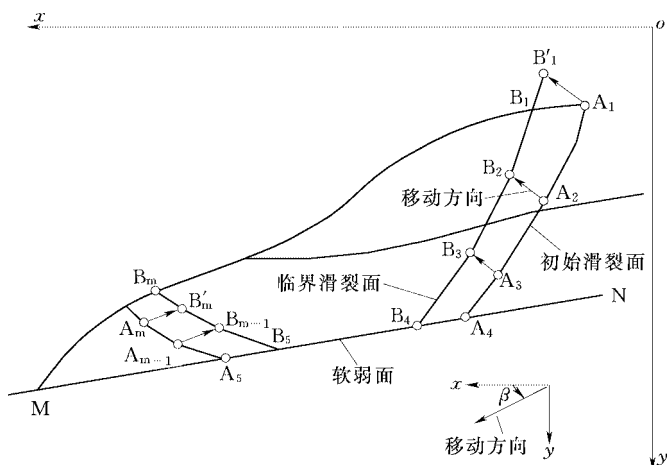


图 12.6 任意形状滑裂面

程序要求输入这些控制点的边界线编号。如  $A_1$  点的土条边界线为  $KQ2(1)=1$ ,  $A_2$  点的土条边界线为  $KQ2(2)=5$ , 则程序通过线性内插补齐  $A_1$  和  $A_2$  之间的编号为 2, 3, 4 的土条的几何信息。在  $A_1$  和  $A_2$  之间构成 4 个土条。  $KQ2(I)$  和各控制点的  $x$ ,  $y$  坐标在表 12.2 的第 46 行中输入。

滑裂面上的直线段往往代表滑裂面通过的软弱夹层。为了保证图 12.6 中的  $A_4A_5$  段使用软弱面 MN 代表的坐标, 需将 MN 设成一个有限厚度的土层, 并有意将点  $A_4$ ,  $A_5$  的  $y$  坐标设为略大于实际值, 使其连线位于  $A_4A_5$  的下方。同时在优化计算中, 令  $A_4$  和  $A_5$  两点的移动方向精确地平行于 MN。所有这些做法都增加了数据准备的工作量。为此, 在 2002 年以后的版本中, 设置了软弱面线段的功能。如前所述, 在  $OP1(4)$  不为零时, 表 12.1 的 76~79 行读入了软弱面线段  $IC3(I,J)$  的信息。此时, 程序将执行数据表 12.2 第 55 行, 在输入控制点信息的同时, 增加一个量  $WS(I)$ , 即滑裂面上的某  $I$  段所代表的软弱夹层的编号。当  $WS(I)$  为零时, 此段不处于软弱夹层上。当  $WS(I)$  为一正值时, 程序将自动将此段滑裂面左、右两个控制点的坐标值调整到贴近靠编号为  $WS(I)$  的软弱夹层线上。并且在优化过程中自动沿此夹层移动, 找到临界滑裂面。有关功能详见第 12.2.5 节。

### 3. 拉力缝

圆弧和任意形状滑裂面的顶部均可设一拉力缝, 用表 12.1 中第 23 行  $OPT10N(3)$  不为零来控制。

对于任意形状滑裂面, 第一个节点的  $y$  坐标即反映了拉力缝的深度, 无须专门指定, 但对圆弧滑裂面, 还需要用户输入拉力缝底部的  $y$  坐标, 此值在表 12.2 第 36 行读入。拉力缝

可以充水或不充水。OPT10N(3) = 1 时拉力缝不充水, OPT10N(3) = 2 时拉力缝充水。当 OPT10N(3) = -2 时拉力缝内按指定高度充水(表 12.1 的 24 行), 此功能通常用来模拟坝前作用一定高度的水面的情况, 参见例题 EX29。

## 12.2.2 物理信息的处理

### 1. 单位

程序要求输入水容重(表 12.1 中第 46 行), 这一量纲决定了本题使用的单位。

### 2. 基本物理力学指标

对每一个土层, 需要输入 5 个指标(表 12.1 中 48 行), 其摩擦角和粘聚力分别为 PF(I), PC(I); 其天然容重和饱和容重分别为 PDW(I), PDS(I)。没有必要把浸润线上线下的土作为两层土处理。最后一个指标 LRU(I)为一整型值, 代表孔隙水压力的处理方式。将在 12.2.3 节中介绍。

(1) 组合强度包线。本程序具有用第 5 章介绍的组合强度包线进行稳定分析的功能。在表 12.1 第 48 行中, 每种土输入两组抗剪强度指标即内摩擦角  $\phi'$  和粘聚力  $c'$ 。PF(I), PC(I) 用于存放基本内摩擦角和粘聚力。PF1(I), PC1(I) 用于存放组合内摩擦角和粘聚力。PF1(I), PC1(I) 为零时, 即为单一强度包线。

需要特别强调这些参数的关系必须是 PF(I) > PF1(I), PC(I) < PC1(I), 否则两条强度线无法在坐标系内相交, 程序不能运算。图 12.7(a)、(b) 示两种错误的指标输入值。

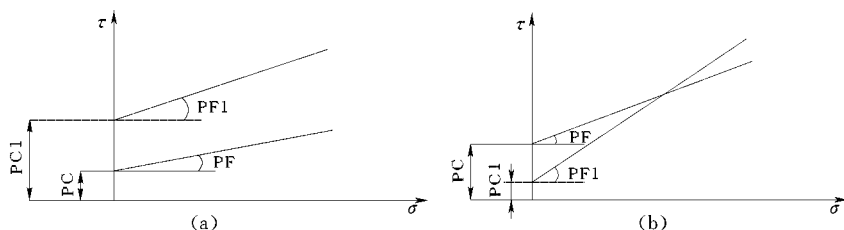


图 12.7 组合抗剪强度包线

(a) 不正确、组合包线不相交; (b) 不正确的组合, 强度包线虽在象限内相交, 但不满足 PC(I) < PC1(I) 的条件

(2) 非线性强度指标。本程序具有第 5 章 5.7 节中介绍的对数和指数两种非线性模式。

在表 12.1 的 48 行中 PF1(I) 和 PC1(I) 中存放相应指数模式的  $A$ 、 $b$  或对数模式的  $\phi_0$ 、 $\Delta\phi$  的负值。程序通过负号得知, 是进行非线性强度指标的稳定性分析, 而不是上节的组合强度包线计算。由于对数和指数两套数据的取值范围有很大的差别, 程序可以识别, 不需单独说明采用的是何种非线性模式。例题 EX10 介绍此功能。

### 3. 内插网格

在本程序的运行过程中, 有三个物理量需要用户通过内插确定。因此, 在数据文件中要输入一个网格形成原始数据, 在表 12.1 的 65~70 行中输入。

当孔隙水压力是通过实测或其它途径确定时, 表 12.1 中第 48 行的 LRU(I) 为正值, 程序即认为该 I 号土层的孔压是通过内插确定的, 例题 EX2 (图 12.8) 专门讲述了这一情况。

地基原位不排水剪强度  $q_{cu}$  是位置（即坐标值）的函数，滑裂面上任一点的抗剪强度通过邻近点的相应值内插获得。例题 EX11（图 12.9）专门讲述这一情况。

土的地震总强度指标。本程序纳入第 7 章 Seed 建议的使用地震动强度指标的边坡稳定总应力法。在不同的固结比情况下的动三轴试验可给出如图 12.10 所示的曲线。同样，通过内插确定滑裂面上各点的动强度。例题 EX12（图 12.10）专门讲述这一情况。

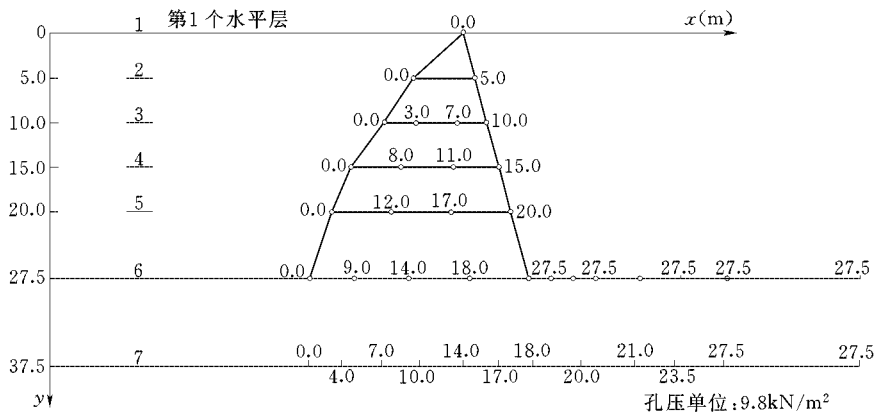


图 12.8 按坐标网格输入孔隙水压力值（例题 EX2）

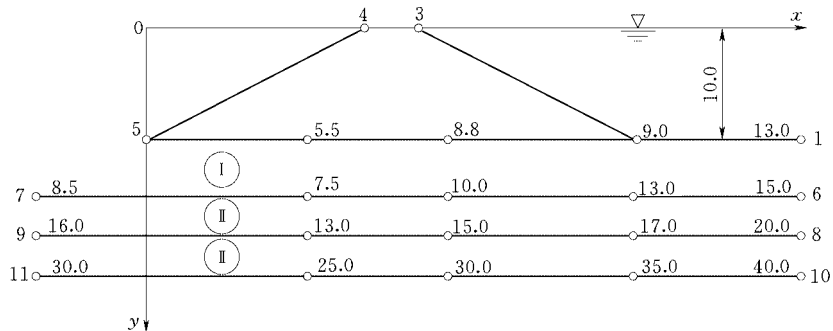


图 12.9 按坐标网格输入地基原位不排水抗剪强度  $q_{cu}$ （例题 EX11）

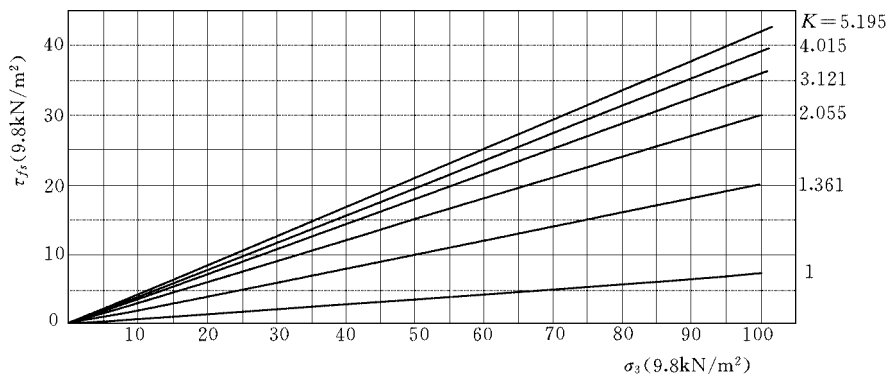


图 12.10 土的地震总强度三轴试验曲线（例题 EX12）

上述三种情况,均使用以下同一模式输入原始数据。

设某一物理量  $Q$  为坐标  $x$ 、 $y$  的函数,则输入  $ny$  条“水平线”,在第  $I$  条水平线上,布置了  $nx(I)$  个点,其  $x$  坐标为  $x_{ij}$ ,  $j=1,2,\dots,nx(I)$ ,  $y$  坐标为同一值,相应  $Q$  值为  $Q(x_{ij}, y_{ij})$ 。程序要求依次输入,参见表 12.1 的 65~70 行。

$ny$  为水平线总数,为第 65 行 LOY

$nx(1)$  第一条水平线上点的总数,为第 67 行 LOX(I)

$x_{11}, y_{11}, Q_{11}$  (第一条水平线上第一个点的  $x$ ,  $y$  和  $Q$  值),为第 69 行中 PPX(I,J), PY(I,J), P(I,J)。

$x_{12}, y_{12}, Q_{12}$  (第二条水平线上第一个点的  $x$ ,  $y$  和  $Q$  值)

.....

[共  $nx(1)$  行]

$nx(2)$  第二条水平线上点的总数

.....

[共  $nx(2)$  行]

.....

在表 12.1 中 51 行实现动强度指标的输入。子程序 REED 具有类似的内插格式。上述三种情况具体输入方法可分别参见例题 EX2.DAT, EX11.DAT, EX12.DAT。

### 12.2.3 计算荷载

#### 1. 自重

采用实际重,即水下为饱和重,水上为天然重。在程序中,天然重和饱和重分别存于 PDW(I), PDS(I)中(数据表 12.1 第 48 行)。

#### 2. 滑动体边界上的水压力

如前所述,在坡外有水时,作用在滑坡体坡面上的水压力通常用等效置换的方法变成一个坡外无水的情况(参见第 2 章 2.4.3 节)。请仔细阅读 12.2.1 节,以确保上、下游水位,浸润线输入正确无误。

#### 3. 孔隙水压力

孔隙水压力按下面三种方法输入,以实现 LRU(I)不同赋值的功能。

(1) 当孔隙水压力在某一区域按静压分布时(例如,心墙上游侧的透水坝壳),只需输入该区域的浸润线位置。程序即能自动识别,按静压计算孔压。

如果浸润线较平缓,往往可近似假定等势线铅直。孔压亦可按这种处理方法近似按静压分布计算。上述两种情况在 48 行中取  $LRU(I)=0$ 。如图 12.2 所示滑面上 A 点的孔压,其值应为 AB 段水头,但确定此值需要绘制流网,这时使用的一种近似的作法是将 A 点的孔压简化为 AC 段的水头。

(2) 当孔隙水压力在某一区域不按静压分布时(例如,不透水土在固结过程中的孔压),按坐标网格逐点输入(图 12.8)。程序将据此采用等参形状函数进行内插,确定滑弧面上各点孔压值。已在 12.2.2 节中详细介绍,此时,取  $LRU(I)>0$ 。例题 EX2 介绍此功能。



(3) 输入孔隙水压力系数  $r_u$ 。此时, 取  $LRU(I) < 0$ 。孔隙水压力系数定义参见第 2 章式(2.5)。此功能在计算天然边坡时常使用。此时, 往往不易精确地确定坡内孔隙水压力, 从实用角度, 工程师常输入一个与土柱高成一定比例的水面线。例如, 当  $r_u = 0.1$  时, 如果土柱容重为  $19.6 \text{ kN/m}^3$ , 则可知水面线距土条底为  $(19.6/9.8) \times 0.1H = 0.2H$ , 其中  $H$  为土柱高。

在 2001 年 12 月以后 STAB 版中, 凡是输入  $r_u$  为负值的土区, 不管其是否在浸润线以上还是以下, 滑面上均按输入的孔压系数处理。也就是说如果使用孔隙水压力系数  $r_u$  的功能, 则无需再输入浸润线的信息。之所以作这一改进, 是因为在绝大多数情况下, 既然要采用孔压系数的功能, 就没有必要在该土层中再定义一条浸润线。绝大多数用户不希望再花时间去定义浸润线。如果浸润线通过某一土区, 而浸润线以下要用  $LRU(I) < 0$  的功能, 以上孔压为零, 则用户应将浸润线上、下的土按两种土区来处理。

#### 4. 地震惯性力

(1) 按 SL203-97《水工建筑物抗震设计规范》规定计算。已在第 7 章 7.5.1 节中介绍。表 12.1 中第 39 行要求输入 IQUA=地震烈度, HBAS=坝底高程, HBO=坝高。程序安排地震力向上和向下两种选择。分别用 IDIR=0 和 1 实现。

(2) 水平地震力沿高程按某一分布图形输入。用户希望沿高程按图 12.4(b)所示分布图形分别输入水平和垂直地震力系数, 则可设 IQUA<0, 将转折点的  $y$  坐标 CYE(I)和相应的水平地震力系数 COE(I)与垂直地震系数 VOE(I)输入。表 12.1 中 41 至 42 行执行此功能, 例题 EX4 和 EX26 介绍此功能。

#### 5. 外荷载

STAB 程序具有两种输入外荷载的功能, 分别用 OPTION(5)<0 和 OPTION(5)>0 来控制, 通过程序 READ3 和 READ3\_1 实现表 12.1 中第 92~93 行。READ3\_1 为 STAB 程序输入外荷载的老功能(称为第一种功能), 在处理实际问题时不太方便, 以后又开发了 READ3(称为第二种功能)。推荐使用 READ3。

(1) 子程序 READ3\_1, 输入外荷载的第一种功能, 见表 12.4。当坡面上有作用荷载时, 有两种方式输入。

(a) 分布力。分布力强度  $q_x$  和  $q_y$  是作用在某一线段上的, 如图 12.11(a)所示一分布荷载, 坡面上某一小段(水平距离为  $dx$ )上若承受水平方向和垂直方向的力分别为  $dP_x$ ,  $dP_y$ , 则定义:

$$q_x = \frac{dP_x}{dx} \quad (12.1)$$

$$q_y = \frac{dP_y}{dy} \quad (12.2)$$

需要分别输入  $q_x$ 、 $q_y$  在线段左端 ( $x$  坐标小的那端) 和右端 ( $x$  坐标值大的那端) 的数值, 分别用  $q_x^-$ 、 $q_y^-$  和  $q_x^+$ 、 $q_y^+$  来表示, 表 12.4 中第 11 和 12 行的 PN 和 PT 分别代表  $q_x$  和  $q_y$ , 数组(I,II)中 II 为 1 和 2 时, 分别代表左端和右端值。这一功能通常用来模拟坡面上的建筑物荷重。定义  $dP_x$  和  $dP_y$  的正方向分别与  $x$  和  $y$  轴相同。

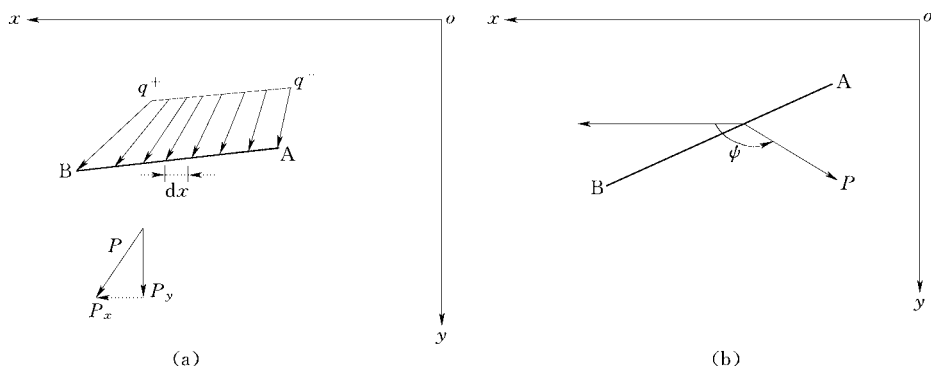


图 12.11 输入外荷载示意图

(a) 分布力; (b) 集中力

(b) 集中力。坡面某一段 AB 均匀分布一总合力为  $P$ , 如图 12.11(b), 与  $x$  正轴正方向夹角为  $\psi$  的荷载。在计算时, 力  $P$  被处理成均匀地作用在线段 AB 上, 这一功能通常用来模拟锚索荷载。定义  $\psi$  为正  $x$  轴转向正  $y$  轴的角度。在表 12.4 第 9 行中用 SU 和 AF 表示。

例题 EX21 是专门介绍该功能的例子 (图 12.12)。

(2) 子程序 READ3, 新设的输入外荷载的第二种功能功能, 见表 12.5。

(a) 分布力。与 READ3 不同, 分布力是作用于某一线段线的法线和切线方向的荷载( $q_N^+$ ,  $q_N^-$  和  $q_T^+$ ,  $q_T^-$ ) 同样也是放在 PN 和 PT 两个数组中, 如表 12.4 第 10 和 11 行。

$$\text{此时} \quad q_N = \frac{dP_N}{dL} \quad (12.3)$$

$$q_T = \frac{dP_T}{dL} \quad (12.4)$$

其中  $dL$  为线段的长度。

(b) 集中力。与 READ3 不同, 集中力是作用在某一指定的  $x$ 、 $y$  坐标上。分别用 XANCH(I), YANCH(I), ANCHL(I), ANCHA(I) 4 个变量存放集中力的  $x$ 、 $y$  坐标, 数值  $P$  和与  $x$  正轴正方向夹角  $\psi$ , 如表 12.4 第 16 行。

例题 EX30 是专门介绍该功能的例子。

## 12.2.4 分析方法

### 1. 有效应力法和总应力法

在开始介绍本节内容前, 需要强调指出, 有效应力法和总应力法分别包含了对强度指标和孔隙水压力的不同试验内容和处理方案。用户应在仔细阅读本书第 5 章和第 7 章的基础上合理地使用本程序提供的功能。在没有弄清总应力法的概念以前, 不要使用本程序有关总应力法的功能。有的用户把 MTE 当作一个开关, 在  $MTE = 0$  时算一遍, 令  $MTE > 0$  时又算一遍, 以为这就是相应有效应力法和总应力法的安全系数。这一作法是错误的, 也是有害的。



(c) 地震总应力法(MTE<0)。采用第 7 章介绍的步骤利用动三轴试验的总强度进行边坡稳定计算的。

土的动抗剪强度 $\tau_{fs}$ 由下式确定:

$$\tau_{fs} = f(\sigma_3, K_c) \quad (12.5)$$

$$K_c = \frac{\sigma_1}{\sigma_3} \quad (12.6)$$

上二式中:  $\tau_{fs}$  为破坏面上的剪应力;  $\sigma_1$  为固结大主应力;  $\sigma_3$  为固结小主应力。

用程序进行计算, 需将三轴不排水动力试验所得结果整理成式(12.5)形式, 然后以网格形式, 逐点将 $\sigma_3$ 、 $K_c$ 和 $\tau_{fs}$ 输入, 如图 12.10 所示。对某一 $\sigma_3$ 、 $K_c$ , 程序通过内插确定 $\tau_{fs}$ 。

本程序规定具备动指标的土料种类不得超过五种, 对需进行动力分析的土层依次由 1 至 LSD 编号, 不具备动指标的土层编号为零。称这组编号为“动编号”, 用 LSDM(I), I=1, ..., IN 表示。

例如某问题共包含 5 层土, IN=5。如果编号为 1、3、4 的三层土具备动指标, 其相应的 $\tau_{fs}$ 、 $K_c$ 数据网格的编号分别为 1、2、3。第 2、5 层土不做地震总应力分析。那么 LSD=3, 这五层土的动编号为 LSDM(I)=1,0,2,3,0 (I=1,...,5)。也就是说, 程序将识别, 第 2、5 层土无动指标, 第 1 层土将使用下面输入的第一组动强度数据网。第 3、4 层土分别使用第 2、3 组动强度数据网。

程序在 READ2 (表 12.3) 中输入各层有关数据。例题 EX12 介绍此功能。

## 2. 稳定计算方法

(1) 简化法。程序提供第 3 章介绍的全部简化法的计算功能。

用于圆弧滑裂面的简化法, 按网格布置多个圆弧滑裂面, 程序同时算出毕肖普法、瑞典法和改良瑞典法(罗厄法或工程师团法)的结果, 分别通过 LL1=0,1,2 来实现(表 12.2 第 23 行), 并找出相应于某一种方法最小安全系数值的临界滑弧。

罗厄法和陆军工程师团法是满足静力平衡的适用于任意形状滑裂面的简化法, 用户在两者中选一种。在数据表 12.1 第 34 行中, 当 ASP<0 时, 为罗厄法; ASP≥0 时, 为工程师团法, 此时 ASP 为边坡的平均坡度(以度计), 此值仅在工程师团法中用。罗厄法和陆军工程师团法也可在任意形状滑裂面条件下使用。程序先计算罗厄法或陆军工程师团法, 再以此为初值, 获得通用条分法的成果。

(2) 边坡稳定分析通用条分法。本法仅用于任意形状滑裂面。方法的要点是输入对土条侧向力倾角的一个分布形状, 然后根据力和力矩平衡确定安全系数, 已在第 2 章中详细介绍。本程序默认的功能是 Spencer 法。当 OP1(3)>0 时, 程序执行第 2 章介绍的对 $\beta(x)$ 的其它假定, 此时, 按 READ4 中不同处理, 对 $f(x)$ 和 $f_0(x)$ 输入一个由用户指定的分布函数。在 OP1(3)=0 时无需输入其它参数, 即自动使用 Spencer 法计算。在 OP1(3)大于零时, 通过表 12.2 的 77~91 行指定 $f(x)$ 和 $f_0(x)$ 的数值。

OP1(3)大于零时首先读入控制码 ISPE。

ISPE=-2, 采用第 2 章 2.5.2 节介绍的侧向力的第 2 种假定, 即固定的两端值,  $f(x)$ 采用

正弦曲线。

ISPE=0, 由用户指定  $f_0(x)$  和  $f(x)$ 。

其次, 读入 IBOUN。当 IBOUN 为零时两端值按第 2 章 2.5.2 节提供的判据式(2.90)由程序自动设置, 不为零时, 则由用户指定端值, 用 FAA 和 FBB 定义。

ISPE=-2 和 0 的两种情况的实例, 参见 EX27 和 EX29。

表 12.7 总结了本程序进行边坡稳定分析的各种功能。

### 3. 边坡稳定的可靠度分析

程序执行第 10 章介绍的蒙特卡洛法、一次二阶矩法、Rothenbleuth 法三种可靠度分析的功能。输入数据在子程序 READ5 (表 12.6) 中执行。

首先输入两个参数 NPROB 和 NLP。

PROB=1: 蒙特卡洛法; =2: 一次二阶矩法; =3: Rosenbleuth 法。

NLP= 具有随机特性土层总数, 如果 NPROB=1 则需单独为蒙特卡洛法输入以下参数:

ITM = 蒙特卡洛法模拟次数;

K= 具有随机特性的变量总数;

MEED(I)= 产生随机数的种子。

随后对上述三种情况, 输入以下参数:

MTYPE(I)=1: 均匀分布; =2: 正态分布; =3: 负指数分布; =4: 对数正态分布。

FMEAN(I), FDEV(I), RMEAN(I), RDEV(I) 分别为  $c, \phi, r_u$  的均值和标准差。

KK=0, 不相关; KK=1, 相关。

在 KK=1 时 输入相关系数矩阵 R11(I, J)。

与确定性方法中所用的分析过程类似, 边坡稳定概率分析通常包括两步即对于一指定滑面求  $\beta$ ; 在可能的滑面中, 寻找一个所谓临界滑面, 其  $\beta$  为最小值  $\beta_m$ 。

注意蒙特卡洛法无法考虑参数相关, 也不能进行自动寻找临界滑面的优化功能。

### 4. 土压力计算

当 OP1(1) 为 2 和 3 时进行土压力计算, 此时在表 12.1 的第 95 行输入以下参数:

GWALL = 假定的土压力大小。假定值不影响最终成果, 但不应与预计的最终成果偏离过大。

HMW = 土压力作用位置与墙底的垂直距离

EWALL = 土压力与水平线的夹角

当 OP1(1)=2 时进行同时满足力和力矩平衡条件的土压力计算;

当 OP1(1)=3 时进行仅满足力平衡条件的土压力计算, 即库仑土压力理论计算。此时计算成果与输入的 HMW 值无关。

## 12.2.5 应用最优化方法确定临界滑裂面

### 1. 圆弧滑裂面

程序提供的搜索圆弧形临界滑裂面的功能有 3 种, 分别用表 12.2 中 23 行 LL2=0,1,2 来实现。在一般情况下建议直接使用 LL2=2, 即下述(3)的功能。

(1) 枚举法(网格法)。此时令  $LL0=0$ , 程序按输入的网格步长和网格数, 计算相应不同的圆心坐标和滑弧深度的圆弧的安全系数。

此法的基本思想是不断地改变圆心位置  $x_c$ 、 $y_c$  和滑弧深度  $D_s$  的数值, 逐一比较相应的安全系数, 最终找到最小的安全系数。在具体操作中, 先固定一个  $D_s$ , 然后在圆心可能的位置中布置一个网格。如图 12.4 所示, 设网格的中心坐标为  $CCX$ ,  $CCY$ 。相应某一固定的滑弧深度  $CCD$ (表 12.2 中 33 行), 在左右方向, 各布置了  $NGRIX$  格, 每格宽度为  $BCX$ , 在上下方向各布置了  $NGRIY$  格, 每格宽度为  $BCY$ , 则共计有  $(2 \times NGRIX + 1) \times (2 \times NGRIY + 1)$  个网格点。分别以该网格点为圆心, 以  $D_s$  为滑弧深度计算相应安全系数, 找出最小的安全系数。然后改变一个  $D_s$  值, 重复相同的步骤。在这一过程中, 有可能出现圆弧和边坡不相交的情况, 程序将自动抛弃该圆弧。同样  $D_s$  也是一个起算的中心值, 在其上、下各布置  $NGRID$  层, 每层间距为  $BCD$ 。这样总计计算  $(2 \times NGRIX + 1) \times (2 \times NGRIY + 1) \times (2 \times NGRID + 1)$  个圆弧。采用此法时,  $LL2=0$ 。此法的一个特例是  $NGRIX=NGRIY=NGRID=0$ , 此时计算一个指定圆弧。

(2) 二个自由度的搜索。应用单形法, 先固定  $D_s$  不动, 用单形法搜索与某一滑弧深度  $D_s$  相应的使安全系数  $F$  最小的滑弧的圆心  $x_c$ 、 $y_c$ 。不断地改变  $D_s$  可获得一系列最小的安全系数  $F$ 。

本功能以数据表  $LL2=1$  来实现。

(3) 三个自由度的搜索。使用此功能, 程序将一次计算出最小安全系数, 不再对不同滑弧深度逐一计算。

本功能以  $LL2=2$  来实现。在使用单形法自动搜索最小安全系数和临界滑裂面时, 数据输入格式和枚举法完全一样, 不同之处在于枚举法  $LL2=1$ , 单形法  $LL2=2$ 。输入  $NGRIX$ ,  $NGRIY$ ,  $NGRID$  和  $CCX$ ,  $CCY$ ,  $CCD$  这些参数的作用是为最优化方法提供一个初始估计的滑弧和搜索的范围, 并不影响计算成果, 也可设这些值为零。详见例题 EX7。

## 2. 任意形状滑裂面

(1) 任意形状滑裂面的几何参数。在表 12.2 第 41 行输入  $NS1$ ,  $NOPT$ ,  $IRE$ , 即滑裂面上控制点的总数, 优化方法和迭代次数。

输入  $KQ2(I)$ ,  $X1(I)$ ,  $Y1(I)$ ,  $NL(I)$ ,  $AL(I)$ , 分别为控制点的条块界面编号,  $x$ ,  $y$  坐标值, 自由度, 移动方向。

$A_1$  和  $A_2$  的控制点的条块界面编号分别为  $KQ2(1)$  和  $KQ2(2)$ , 假如  $KQ2(1)$  和  $KQ2(2)$  分别为 1 和 5, 那么, 程序将自动在  $A_1$  和  $A_2$  之间内插编号为 2、3、4 的三条条块界面。依次类推。

自由度和移动方向分别在  $NL(I)$  和  $AL(I)$  中存放。

应用单形法, 每个离散点都将从  $x$ ,  $y$  两个方向逼近临界滑裂面相应的控制点  $B_1, B_2, \dots, B_m$ 。此时我们称该点的自由度为 2, 对  $m$  个离散点, 总的自由度为  $2m$ 。

有时, 需要规定某个离散点固定不动, 此时自由度为 0, 或规定沿某一设定方向移动。此时, 自由度为 1。

如图 12.6 所示例,  $A_4$  点如沿软弱面移动, 则需规定该点自由度为 1, 并将移动方向相

对于正  $x$  轴的夹角（规定从正  $x$  轴转向正  $y$  轴为正）作为一个参数输入程序。

在优化过程中，左、右两个端点可能移至边坡外或内，如图 12.6 中的  $A_1$  和  $A_m$  移至  $B'_1$  和  $B'_m$ ，程序将自动找到  $B'_1B_2$  和  $B'_mB_{m-1}$  与边坡的交点  $B_1$  和  $B_m$ ，并对滑裂面的信息作相应的调整。滑裂面上的  $NS1$  个控制点将其分成  $NS-1$  段。自上交点至下交点编号为  $1, 2, \dots, NS-1$ 。程序要求输入此  $NS-1$  段中形状为直线的段的编号，依次存放在数组  $LOO(I)$  中，直线段总数为  $LNO$ ，表 12.2 第 70~72 行。如果  $LNO=0$ ，则滑裂面上无直线段，为光滑曲线。当  $LNO$  为一大于  $NS1-1$  的数时，则程序默认为全部为直线段。这两种情况都无须填写  $LOO(I)$ 。

(2) 关于软弱夹层的输入。如前所述，我们将由  $NS1$  个点组成的滑裂面视为  $NS-1$  段，当  $OP1(4)=1$  时，在输完  $KQ2(I)$ 、 $X1(I)$ 、 $Y1(I)$ 、 $NL(I)$ 、 $AL(I)$  后，紧随后输入软弱夹层信息  $WS(I)$ ， $I=1, \dots, NS1-1$ 。当  $WS(I)=0$  时，滑裂面上第  $I$  段不是软弱夹层；当  $WS(I)$  不为 0 时， $WS(I)$  为该段滑裂面所属软弱夹层的编号。详见例题 EX25 和 EX29。在表 12.2 中 55~65 行读入和处理这些信息。

### 3. 应用随机搜索确定安全系数的整体极值

在计算任意形状滑裂面时，有时可能因初始滑裂面离整体极值相应的滑裂面较远，因而无法找到。此时，如第 4 章介绍，可使用随机搜索的方法。先在临界滑裂面可能的位置附近划定一个随机搜索区域，程序在给定区域自动生成 100~500 个滑裂面，从中找到相应最小安全系数的那个滑裂面，作为最优化计算的初值。

如图 12.13 所示，以初始滑裂面为中轴线，对滑裂面的每个控制点，在其移动方向，设定的一个宽度  $d_i$ ，称半带宽，这样即可形成一个随机搜索区域。

子程序 READ4（表 12.2）中 67~68 行读入相应的数据。

$IX$  = 为随机搜索种子，可输入一任意整型数。

$KK$ ， $ZP(I)$  = 滑裂面上控制点号和从该点定义的半带宽， $KK=1, 2, \dots, NS1$ 。

半带宽是按中轴线为轴线沿移动方向  $AL(I)$  定义的。用户应保证其输入的  $KK$ ， $ZP(I)$  确实能形成如图 12.13 那样的具有物理意义的随机搜索区域，否则随机搜索并不能帮忙。

随机搜索仅用于任意形状滑裂面。例题 EX22 介绍这一功能。

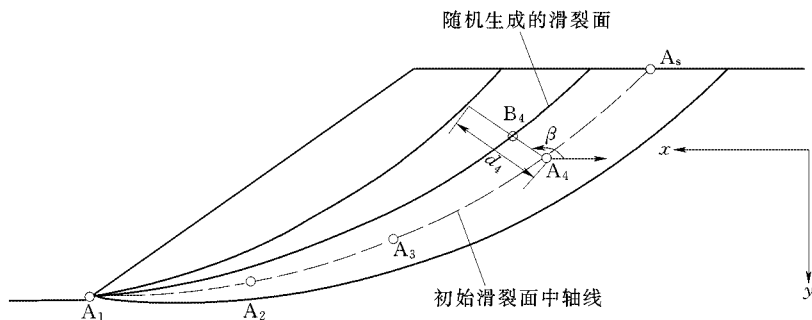


图 12.13 随机搜索示意图

## 12.3 数据文件的格式

### 12.3.1 主要数据

STAB 读入数据文件的源程序如表 12.1 所示。

表 12.1 主要数据输入格式

编号	源程序	说明
1	SUBROUTINE READ1	
2	COMMON/A1/IN,IN1,PF(20),PC(20),PDW(20),PDS(20),IPH,ICPH(40,3)	用户需确认没有使用越界的数组
3	COMMON/A2/NN,NJ(20),NHY,DHRP,WL(80),BDA(80),CA(80),FAA(80)	
4	#,LRU(20)+B59	
5	COMMON/A3/RW,RU1,UWL	
6	COMMON/A4/LSL,LNUM(60),IUPW,JUPW	
7	COMMON/A6/X(80),Y(80),XN(99),YN(99),X2(80),Y2(80),IC(80,3),N	
8	COMMON/A7/W(80),RU(80),C(80),F(80)	
9	COMMON/A9/IDIR,FQUH(80),FQUV(80),FDIS(80),IQUA,HBAS,HBO	
10	COMMON/A10/PPX(15,15),PY(15,15),P(15,15),LOX(15),LOY	
11	COMMON/A11/FA,FB,FK,FX(80),FXO(80),ALF(80),NS,GF(80),MQP,KXYX,ASP	
12	COMMON/A15/UWL1,NCOUN,MLA(80),PF1(20),PC1(20),MID(20)	
13	COMMON/A16/IPH2,ICPH2(40,3),IPH1,ICPH1(40,3)	
14	COMMON/A9A/LQH,CYE(10),COE(10),VOE(10)	
15	COMMON/CRU/RUS(10),LINES(80),YSF(80)	
16	COMMON/RELIA1/NPROB,NLP,ITM,IPBD,MEED(40)	
17	COMMON/SUR/NSUR,NNP,NP(10),PN(10,2),PT(10,2)	
18	INTEGER*4OPTION(6),OP1(6)	
19	COMMON/OPP/OPTION,OP1	
20	COMMON/WALL/IWALL,GWALL,HMW,EWALL	
21	COMMON/SWEAK/IWEAK,KQ3(50),LWK,IC3(40,3)	
22	READ(5, '(A64)')HEAD	标题
23	READ(5,*)(OPTION(I),I=1,6)	读入6个功能控制码
24	IF(OPTION(3).EQ.-2)READ(5,*)HITE	拉力缝内充水高度由用户指定
25	IF(OPTION(6).EQ.1)THEN	在OPTION(6)为1时读入6个扩充功能码
26	READ(5,*)(OP1(I),I=1,6)	
27	ENDIF	
28	!OP1(1)WALL	OP1(1)不为零时进行土压力计算
29	!OP1(3)F0(X)ANDF(X)SPECIFIEDBYUSER	OP1(3) = 0时程序默认使用SPENCER法



续 表

编号	源程序	说明
		OP1(3)不为0时, 用户输入的关信息进行BN通用条分法计算
30	!OP1(4)WEAKSEAM	OP1(4)不为0时, 执行软弱夹层功能
31	!OP1(5)Inputxa()	
32	!OP1(6)外边坡线由用户输入	OP1(6)不为0时, 外边坡线由用户输入
33	READ(5,*)MTE	选择有效应力法或总应力法
34	READ(5,*)UWL,UWL1,ASP	坡外水位、总应力法骤降水位、滑楔法控制码
35	NSS=0	
36	IF(ABS(UWL1-UWL).GT.0.001)NSS=1	总应力法坡外水位不同于骤降水位, 使用库水位骤降总应力法, 此时NSS = 1
37	MTE=0	
38	MRD=0	
39	READ(5,*)IQUA,HBAS,HBO,IDIR	读入地震加速度信息
40	IF(IQUA.GE.0)GOTO841	当IQUA小于零时, 地震系数由用户输入
41	IF(IQUA.NE.-2) READ(5,*)LQH,(CYE(I),COE(I),I=1,LQH)	IQUA = -2时同时输入垂直和水平地震力,
42	IF(IQUA.EQ.-2) READ(5,*)LQH,(CYE(I),COE(I),VOE(I),I=1,LQH)	否则仅输入水平地震力
43	DO843I=1,LQH	
44	IF(IQUA.NE.-2)VOE(I)=0.	
45	843CONTINUE	
46	READ(5,*)RW	水容重
47	READ(5,*)NN,(L,XN(I),YN(I),I=1,NN)	节点信息
48	READ(5,*)IN,(L,PF(I),PC(I),PF1(I),PC1(I),PDW(I), PDS(I),	土层信息
49	%LRU(I),I=1,IN)	
50	IF(MTE.GE.0)GOTO279	
51	CALL READ2	输入地震总应力法动强度
52	279NHY=0	
53	DO342I=1,IN	处理孔隙水压力信息
54	RUS(I)=0.	
55	IF(LRU(I).GE.0)GOTO323	当LRU(I)小于零时读入该层土的孔隙水压力系数
56	READ(5,*)RUS(I)	孔隙水压力系数
57	NHY=-1	
58	GOTO342	
59	323IF(LRU(I).EQ.0)GOTO342	
60	NHY=1	
61	GOTO343	
62	342CONTINUE	

续表

编号	源程序	说明
63	343CONTINUE	
64	IF(NHY.LE.0)GOTO2010	
65	READ(5,*)LOY	输入孔压或不排水强度内插网
66	DO2011I=1,LOY	相应MTE = 0和>0分别输入孔隙水压和 $q_{cu}$
67	READ(5,*)LOX(I)	
68	I1=LOX(I)	
69	READ(5,*)(PPX(I,J),PY(I,J),P(I,J),J=1,I1)	
70	2011CONTINUE	
71	IF(OPTION(4).EQ.0)GOTO1874	
72	CALL READ5	读入可靠度分析的物理力学参数
73	1874READ(5,*)IN1,IPH	线段和浸润线总数
74	IF(IPH.EQ.0)GOTO225	
75	READ(5,*)((ICPH(I,J),J=1,3),I=1,IPH)	
76	225IF(OP1(4).GT.0)THEN	读入软弱夹层线段信息
77	READ(5,*)LWK	
78	READ(5,*)((IC3(I,J),J=1,3),I=1,LWK)	
79	ENDIF	
80	IF(NSS.EQ.0)GOTO431	库水位骤降情况读入降后浸润线
81	READ(5,*)IPH1	
82	READ(5,*)((ICPH1(I,J),J=1,3),I=1,IPH1)	
83	431CONTINUE	
84	CONTINUE	
85	IF(OP1(6).EQ.0)THEN!	读入外边坡线信息
86	LSL=0	
87	CALL OUTIDEN(NN,XN,YN,IN1,IC,LSL,LNUM)	调用确定外边坡线的程序
88	ELSE	
89	READ(5,*)LSL	外边坡线总数
90	READ(5,*)(LNUM(II),II=1,LSL)	外边坡线编号
91	ENDIF	
92	IF(OPTION(5).GT.0)CALL READ3_1	按第一种功能输入外荷载
93	IF(OPTION(5).LT.0)CALL READ3	按第二种功能输入外荷载
94	IF(OP1(1).NE.0)THEN	计算主动土压力
95	READ(5,*)GWALL,HMW,EWALL	假设的土压力值,土压力作用高度,角度
96	ENDIF	
97	CALL READ4(IDO)	读入滑裂面信息
98	RETURN	
99	END	

## 12.3.2 滑裂面信息

表 12.2 为 STAB 读入的圆弧和任意形状滑裂面。

表 12.2 滑裂面信息数据输入格式

编号	源程序	说明
1	SUBROUTINE READ4(IDO)	
2	COMMON/A4/LSL,LNUM(60),IUPW,JUPW	
3	COMMON/A5/NLOW,NUPP,NDP,NLOW1,CX,CY,D S	
4	COMMON/A6/X(80),Y(80),XN(99),YN(99),X2(80),Y 2(80),IC(80,3),N	
5	COMMON/A8/MYK,KXSX,MTE,KL	
6	COMMON/A11/FA,FB,FK,FX(80),FXO(80),ALF(80), NS,GF(80),MQP,KXYX,ASP	
7	COMMON/A12/DT,BET(80),DQ,DM,AB1,ALAM,D B,DF,NO,NOO(20),LMC	
8	COMMON/A13/IID,IWR1,IWR2,IWR3	
9	COMMON/A23/NS1,KQ2(50),X1(50),Y1(50)	
10	COMMON/A24/LNO,LOO(60)	
11	COMMON/B1/ZB,NL(50),AL(50),XE(50),YE(50),ZS( 50),ZP(50)	
12	COMMON/B2/MPU,MPUA(60),MPL,MPLA(60)	
13	COMMON/B4/NOPT,IRE,TL	
14	COMMON/B5V/NED/ISP/ISPE,IBOUN,FAB,FBB,XF UN(20),FUN(20),IFUN	
15	COMMON/RN/LRND,IX,CONR,MRS/IW/IWR4,IWR 5,IWR6	
16	DIMENSION WS(20)	
17	COMMON/SER/SERIAL,ISIM	
18	INTEGER*4OPTION(6),OP1(6)	
19	COMMON/OPP/OPTION,OP1/SWEAK/TWEAK,KQ3 (50),LWK,IC3(40,3)	
20	COMMON/WALL/TWALL,GWALL,HMW,EWALL, ETA	
21	COMMON/A1/IN,IN1,PF(20),PC(20),PDW(20),PDS(2 0),IPH,ICPH(40,3)	
22	IF(MYK.EQ.0.OR.MYK.LT.0)GOTO22	
23	READ(5,*)LLO,LL1,LL2	读入圆弧滑裂面信息
26	IF(LLO.EQ.0)GOTO102	
27	READ(5,*)NGRID,NS,CCD,BCD	读入固定圆弧上、下交点时的信息
28	IF(LLO.GT.0)READ(5,*)XL1,YL1,XL2,YL2	
29	IF(LLO.LT.0)READ(5,*)XL1,YL1,LDN,DS	
30	RETURN	
31	C	
32	C	
33	102READ(5,*)CCX,CCY,CCD,BCX,BCY,BCD	按网格布置圆心位置和滑弧深度
34	READ(5,*)NGRIX,NGRIY,NGRID,NS	

续表

编号	源程序	说明
35	IF(OPTION(3).NE.0)THEN	
36	READ(5,*)YTENSION	输入圆弧滑裂面的拉力缝深度
37	ENDIF	
38	RETURN	
39	C	
40	C	
41	22 READ(5,*)NS1,NOPT,IRE	滑裂面上控制点的总数, 优化方法, 迭代次数
44	C	
45	DO 259 I=1,NS1	
46	READ(5,*)KQ2(I),X1(I),Y1(I),NL(I),AL(I)	控制点的条块界面编号, $x$ 、 $y$ 坐标值, 自由度, 移动方向
47	259 CONTINUE	
48	C	
49	C	
50	C	
51	DO I=1,NS1-1	
52	WS(I)=0	
53	ENDDO	
54	C	
55	IF(OP1(4).GT.0) READ(5,*)(WS(I),I=1,NS1-1)	
56	DO I=1,NS1-1	
57	IF(WS(I).EQ.0)CYCLE	
58	II=WS(I)	
59	KQ3(I)=II	
60	KQ3(I+1)=II	
61	NQL=WS(I)	
62	I2=IC(NLQ,2)	
63	Y1(I)=(X1(I)-XN(I1))*S1+YN(I1)	将代表软弱夹层的控制点的 $y$ 坐标调整到紧贴软弱夹层
64	AL(I)=ATAN(S1)*180./3.14159	将控制点的移动方向调整到与软弱夹层平行
65	ENDDO	
66	IF(NOPT.LT.10)GOTO511	
67	READ(5,*)IX	读入随机搜索参数
68	READ(5,*)(KK,ZP(I),I=1,NS1)	滑裂面上控制点号和从该点定义的半带宽
69	511CONTINUE	
70	READ(5,*)LNO	
71	IF(LNO.LT.NS1.OR.LNO.GT.0)	读入滑裂面上形状为直线的段的编号
72	#READ(5,*)(LOO(I),I=1,LNO)	当LNO为零时, 滑裂面为一光滑曲线, 没有直线段。当LNO为一大于NS1-1的数时, 则程序默认为全部为直线段。这两种情况都无须填写LOO(I)
73	C	
74	CONTINUE	
75	CONTINUE	

续 表

编号	源程序	说明
76	CREAD DATA FOR THE SIDE FORCE FUNCTION	
77	IF(OP1(3).EQ.0)THEN	OP1(3)不为0时输入土条侧向力倾角的分布形状函数
78	ISPE = 1	
79	ELSE	
80	READ(5,*)ISPE	
81	IF(ISPE.EQ.-2)GOTO450	
82	IF(ISPE.EQ.0)GOTO450	
83	GOTO741	
84	450READ(5,*)IBOUN	读入控制符, IBOU $\neq$ 0时, $f_o(x)$ 在端部的数值,IBOU=0时不读
85	IF(IBOUN.EQ.0)GOTO627	
86	READ(5,*)FAB,FBB	读入 $f_o(x)$ 在端部的数值
87	627IF(ISPE.EQ.-2)GOTO741	ISPE=-2时, 自动取 $f(x)$ 为正弦曲线
88	READ(5,*)IFUN	定义土条侧向力倾角的分布形状函数的控制点总数
89	IF(IFUN.EQ.0)GOTO741	
90	READ(5,*)(XFUN(I),FUN(I),I=1,IFUN)	各控制点的相应 $x$ 和 $f(x)$ 数值
91	741CONTINUE	
92	ENDIF	
93	RETURN	
94	END	

### 12.3.3 动强度指标信息

表 12.3 为 STAB 读入的动强度指标信息。

表 12.3 动强度指标信息数据输入格式

编号	源程序	说明
1	SUBROUTINE READ2	读入动强度指标
2	COMMON/A22/LSD,LSDM(20)	
3	COMMON/A1/IN,IN1,PF(20),PC(20),PDW(20),PDS(20),IPH,ICPH(40,3)	
4	COMMON/A18/L1X(15),P1X(15,15),P1Y(15,15),TS1(15,15),L1Y	
5	COMMON/A19/L2X(15),P2X(15,15),P2Y(15,15),TS2(15,15),L2Y	
6	COMMON/A20/L5X(15),P5X(15,15),P5Y(15,15),TS5(15,15),L5Y	
7	COMMON/A21/L3X(15),P3X(15,15),P3Y(15,15),TS3(15,15),L3Y	
8	COMMON/A48/L4X(15),P4X(15,15),P4Y(15,15),TS4(15,15),L4Y	
9	READ(5,*)LSD,(LSDM(I),I=1,IN)	

续 表

编号	源程序	说明
10	I=1	
11	CALL REED(L1Y,L1X,P1X,P1Y,TS1)	
12	IF(LSD.LT.2)GOTO279	
13	I=I+1	
14	CALL REED(L2Y,L2X,P2X,P2Y,TS2)	
15	IF(LSD.LT.3)GOTO279	
16	I=I+1	
17	CALL REED(L3Y,L3X,P3X,P3Y,TS3)	
18	IF(LSD.LT.4)GOTO279	
19	I=I+1	
20	CALL REED(L4Y,L4X,P4X,P4Y,TS4)	
21	IF(LSD.LT.5)GOTO279	
22	I=I+1	
23	CALL REED(L5Y,L5X,P5X,P5Y,TS5)	
24	279RETURN	
25	END	

12.3.4 外荷第1种方案信息

表 12.4 为 STAB 读入的外荷第 1 种方案信息。

表 12.4 外荷第 1 种方案信息数据输入格式

编号	源程序	说明
1	SUBROUTINE READ3_1	
2	DIMENSIONNUR(20)	
3	COMMON/SUR/NSUR,NNP,NP(10),PN(10,2),PT(10,2)	
4	READ(5,*)NNP	NNP= 具有表面荷载的线段总数
5	READ(5,*)(NP(I),I=1,NNP)	NP(I)= 第I个表面荷载的线段号
6	DO833I=1,NNP	
7	READ(5,*)NUR(I)	NUR(I) = 第I线段承受荷载的种类。 NUR(I) = 0, 集中力; NUR(I) = 1分布力
8	IF(NUR(I).EQ.1)GOTO234	
9	READ(5,*)SU,AF	SU= 集中力的数值, AF= 集中力的倾角
10	GOTO833	
11	234READ(5,*)(PN(I,II),II=1,2)	分布力垂直分量左、右端点的值
12	READ(5,*)(PT(I,II),II=1,2)	分布力水平分量左、右端点的值
13	833CONTINUE	
14	RETURN	
15	END	

### 12.3.5 外荷第2种方案信息

表 12.5 为 STAB 读入的外荷第 2 种方案信息。

表 12.5 外荷第 2 种方案信息数据输入格式

编号	源程序	说明
1	SUBROUTINE READ3	施加外荷第2种方案
2	CDIMENSIONNUR(20)	
3	COMMON/A6/X(80),Y(80),XN(99),YN(99),X2(80),Y2(80),IC(80,3),N	
4	COMMON/SUR/NSUR,NNP,NP(10),PN(10,2),PT(10,2)	
5	COMMON/SUR1/NNA,XANCH(20),YANCH(20),ANCH(20),ANCHL(20)	
6	READ(5,*)NNP,NNA	分别输入分布荷载和集中荷载总数
7	IF(NNP.NE.0)THEN	
8	READ(5,*)(NP(I),I=1,NNP)	分布荷载作用于线段的编号
9	DO833I=1,NNP	
10	READ(5,*)(PN(I,II),II=1,2)	作用于左、右端点法向分布荷载的强度
11	READ(5,*)(PT(I,II),II=1,2)	作用于左、右端点切向分布荷载的强度
12	833CONTINUE	
13	ENDIF	
14	IF(NNA.NE.0)THEN	
15	DOI=1,NNA	
16	READ(5,*)XANCH(I),YANCH(I),ANCHL(I),ANCH(I)	集中力作用点的x、y大小和方向
17	ENDDO	
18	ENDIF	
19	RETURN	
20	END	

### 12.3.6 可靠度分析信息

表 12.6 为 STAB 读入的可靠度分析信息。

表 12.6 可靠度分析信息数据输入格式

编号	源程序	说明
1	SUBROUTINE READ5	
2	DIMENSIONDD(M),V(M,M),R(M,M)	
3	COMMON/RELIA1/NPROB,NLP,ITM,IPBD,MEED(40)	
4	COMMON/RELIA2/MD(10),MTYPE(10),CMEAN(10),CDEV(10)	
5	#,FMEAN(10),FDEV(10),RMEAN(10),RDEV(10)	

续表

编号	源程序	说明
6	COMMON/A13/IID,IWR1,IWR2,IWR3	
7	COMMON/C2/KMAX,R11(20,20),RM1(20),RD1(20), NPARA(20),NSOIL(20)	
8	COMMON/CORR/V1(20,20),EV(20)	
9	COMMON/B3/IKD	
10	READ(5,*)NPROB,NLP	NPROB=1: 蒙特卡洛法; 2: 一次二阶矩法; 3: Rosenbleuth法
11	CONTINUE	NLP= 具有随机特性土层总数
12	IF(NPROB.NE.1)GOTO24	
13	READ(5,*)ITM	蒙特卡洛法模拟次数
14	READ(5,*)K,(MEED(I),I=1,K)	K = 具有随机特性的变量总数, MEED(I)= 产生随机数的种子
15	24DO716I=1,NLP	
16	READ(5,*)MD(I),MTYPE(I),CMEAN(I),CDEV(I)	MTYPE(I)=1: 均匀分布; 2: 正态分布; 3: 负指数分布; 4: 对数正态分布
17	#,FMEAN(I),FDEV(I),RMEAN(I),RDEV(I)	输入C,F,RU的均值和标准差
18	716CONTINUE	
19	IF(NPROB.LE.1)GOTO14	蒙特卡洛法无考虑参数相关的功能
20	READ(5,*)KK	KK=0, 不相关; KK=1, 相关。
21	IF(KK.EQ.1)THEN	
22	READ(5,*)((R11(I,J),J=1,KMAX),I=1,KMAX)	R11(I,J)= 相关系数矩阵
23	ENDIF	
24	14RETURN	
25	END	

## 12.4 数据文件变量说明

### 12.4.1 子程序READ1变量说明

#### 1. 控制变量和控制码

HEAD — 数据文件名称, 一个不超过 64 个字母的标题。

OPTION — 包括 6 个整型量的一维数组。

OPTION(1) — 中间成果打印控制。= 0 不打印; = 1 打印。

OPTION(2) — 滑裂面形状标示符。= 0 任意形状滑裂面; = 1 圆弧滑裂面。

OPTION(3) — 拉力缝计算标示符。= 0 不进行拉力缝计算; = 1 进行但缝内不充水;  
= 2 进行且缝内充水。

OPTION(4) — 可靠度计算标示符。= 0 不进行可靠度计算; = 1 进行可靠度计算。

OPTION(5) — 外荷载计算标示符。= 0 不具有外荷载; = 1 具有外荷载。

OPTION(6) — 扩充功能码。= 0 不输入扩充功能码; = 1 输入扩充功能码 OP1(6)。



- OP(1) — 计算土压力控制码。 $= 0$  计算安全系数； $= 1$  在给定的直立面上有侧向力的条件下计算安全系数； $= 2$  计算通用条分法的主动土压力； $= 3$  计算库仑主动土压力（仅满足力的平衡条件，滑裂面为直线）。
- OP(2) — 未定义。
- OP(3) — 通用条分法控制码。OP1(3)  $= 0$  时程序默认使用 SPENCER 法，OP1(3) 不为零时，用户输入  $f_0(x)$  和  $f(x)$  的有关信息，进行 Morgenstern-Price 法计算。
- OP(4) — 软弱夹层功能控制码。OP1(4) 不为 0 时，执行软弱夹层功能。
- OP(5) — 未定义。
- OP(6) — 外边坡线由用户输入。
- MTE — 计算方法标示符。 $= 0$  有效应力法和使用总强度指标的总应力法； $= 1$  库水位骤降或使用原位不排水指标  $q_{cu}$  的总应力法； $< 0$  地震总应力法。
- UWL — 坡外水位  $y$  坐标。无坡外水位时取一个很大的值。
- UWL1 — 总应力法库水位骤降后水位  $y$  坐标。无骤降情况时，或采用有效应力法库水位骤降情况时，取  $UWL1 = UWL$ 。
- ASP — 方法控制标示符。 $\geq 0.0$  为边坡的平均坡度，以度计； $< 0$  罗厄法。
- IQUA — 地震参数。 $= 0$  无地震； $= 7, 8, 9$  输入的地震烈度； $< 0$  水平地震加速度沿高程输入。HBAS = 基础面  $y$  坐标。HBO = 坝高或坡高。IDIR = 垂直地震加速度方向。 $= 0$  向上； $= 1$  向下。  
当  $IQUA < 0$  时。LQH = 水平地震加速度沿高程转折点总数。CYE(I) = 转折点  $y$  坐标。COE(I) = 转折点水平地震加速度系数。地震力为该系数乘以重力加速度  $g$ 。
- RW — 水容重，为本程序量纲标量。 $= 1$  为 t-m； $= 9.8$  为 kN-M； $= 62.4$  为英磅-英尺单位系统。

## 2. 控制点总数和各点的坐标

- NN — 控制点总数。
- L — 第 I 点序号（该序号并不输入内存）。
- XN(I) — 第 I 点  $x$  坐标。
- YN(I) — 第 I 点  $y$  坐标。

## 3. 土层总数，土层力学指标和孔隙水压数据

- IN — 土层总数。
- L — 第 I 土层材料序号。
- PF(I) — 第 I 土层材料摩擦角。
- PC(I) — 第 I 土层材料凝聚力。
- PF1(I) — 第 I 土层的非线性指标。
- PC1(I) — 第 I 土层的非线性指标。

对 PF1(I), PC1(I)有三种处理方式:

(1) PF1(I), PC1(I)均为零。这是最常用的情况,即使用 PF(I), PC(I)提供的摩擦角和粘聚力进行分析。

(2) PF1(I), PC1(I)为组合强度中平缓的那条直线(12.2.2节)。

(3) PF1(I), PC1(I)均为负值,使用非线性强度指标(12.2.2节)。此时输入  $A$ 、 $b$  或  $\phi_0$ 、 $\Delta\phi$  的数值的负值。

PDW(I) — 第 I 土层材料的天然容重。

PDS(I) — 第 I 土层材料的饱和容重。

LRU(I) — 第 I 土层材料的孔隙水压力处理码。LRU(I) = 0, 1, -1, 分别相应简化处理,采用孔压系数和通过内插确定孔压三种情况(参见 12.2.3 节)。

如果 MTE 小于 0,调 READ2,读入地震动指标稳定分析,见第 12.2.4 节。

当 LRU(I)有一项大于零时,需要输入一个网格。如果此时 MTE>0 时,则输入为土的不排水总强度  $q_{cu}$  值。MTE>0 时,输入量为孔隙水压力。

LOY — 水平线总数。

LOX(I) — 第 I 条水平线上点的总数。

PPX(I,J) — 第 I 条水平线上第 J 个点的 x 坐标。

PY(I,J) — 第 I 条水平线上第 J 个点的 y 坐标。

P(I,J) — 第 I 条水平线上第 J 个点的孔压值或  $q_{cu}$  值。

RUS(I) — 第 I 个土层的孔隙水压力系数。

当 OPTION(4)不为零时,输入可靠度计算相应物理力学特征数据。READ5 为读入有关可靠度分析数据的子程序,在第 12.2.4 节中介绍。

#### 4. 边界线、浸润线、总应力法骤降后浸润线

IN1 — 边界线总数。

IC(I,J) — 第 I 条边界线上其中一个端点的序号或下压土层编号(J = 1, 2, 3)。

IPH — 浸润线总数。

ICPH(I,J) — 第 I 条浸润线上其中一个端点的序号或下压土层编号(J = 1, 2, 3)。

IPH1 — 水位骤降后浸润线总数。

CPH1(I,J) — 水位骤降后第 I 条浸润线上其中一个端点的序号或下压土层编号(J = 1, 2, 3)。

### 12.4.2 子程序READ4变量说明

本子程序读入有关滑裂面的有关信息。

(1) 圆弧滑裂面符号意义、说明,参见图 12.4 和 12.2.5 节的解释。

LLO — 布置圆弧滑裂面的控制码。

1) 当 LLO=0 时,按圆心网格和不同滑弧深度布置初始滑弧;

2) 当 LLO>0 时,滑弧通过指定的上、下端点;

3) 在  $LLO < 0$  时, 滑弧通过指定的上端点或下端点, 并和指定的水平线相切。

- CCX            – 网格中心的  $x$  坐标。
- CCY            – 网格中心的  $y$  坐标。
- CCD            – 滑弧深度。
- BCX            – 在  $x$  方向的步长。
- BCY            – 在  $y$  方向的步长。
- BCD            – 在滑弧深度方向的步长。
- NGRIX          – 左、右延伸的格数。
- NGRIY          – 上、下延伸的格数。
- NGRID          – 网格滑弧深度由中心向上或向下延伸的格数。在  $LLO > 0$  和  $LLO < 0$  时 NGRID 为圆弧半径增大或减少的网格数。
- NS             – 指定的划分土条数。
- BCD            – 中间圆弧的半径增大或减少的网格数。
- XL1            – 上交点的  $x$  坐标值。
- YL1            – 上交点的  $y$  坐标值。
- XL2            – 下交点的  $x$  坐标值。
- YL2            – 下交点的  $y$  坐标值。
- LDN            – 在  $LLO < 0$  时判别是上交点还是下交点的识别符。 $> 0$  为下交点,  $LDN < 0$  则为上交点的相应数据。
- DS             – 滑弧深度。
- LL1            – 方法控制法,  $= 0$  毕肖普法;  $= 1$  瑞典法;  $= 2$  工程师团法。
- LL2            – 优化方法选择。

(2) 任意形状滑裂面符号意义说明。

- NS1            – 滑裂面上的控制点总数。
- NOPT           – 优化方法识别符。

1) NOPT  $= 0$ , 只计算指定滑裂面;

2) NOPT  $= 2$ , 用单形法即最优化法搜索临界滑裂面, 找最小安全系数;

3) NOPT  $= 12$ , 在使用单形法以前先用随机搜索寻找最小安全系数。

- IRE            – 迭代次数识别符。

1) IRE  $= 0$ , 程序默认迭代最多 100 次;

2) IRE  $= I$ , 用户选择的迭代次数。

- KQ2(I)        – 第  $I$  个控制点的土条编号。

- X1(I)          – 第  $I$  个控制点的  $x$  坐标。

- Y1(I)          – 第  $I$  个控制点的  $y$  坐标。

- NL(I)          – 滑裂面上第  $I$  个控制点在优化计算过程中移动的自由度。

- AL(I)          – 滑裂面上第  $I$  个控制点在优化计算过程中移动的角度(以度计)。

- LNO            — 滑裂面上直线段的总数。
- LOO(I)        — 滑裂面上直线段的编号。
- (3) 随机搜索有关数据符号意义说明。
- IX             — 随机搜索的种子, 输入一个奇数。

#### 12.4.3 子程序READ2变量说明

子程序 READ2 读入地震动指标稳定分析。

- LSD            — 进行动强度分析的土层总数, 规定不大于 5。
- LSDM(I)       — 各土层的“动编号”卡, LSDM(1) = 第一层土的“动编号”, LSDM(2) = 第二层土的“动编号”。共 IN 个 LSDM(I)。
- LDY            — 动强度数据网水平层总数。
- LDX(I)        — 第 I 条水平网格点总数。
- PDX(I,J)      — 第 I 层水平线的第 J 个点的  $K_c$  值。
- PDY(I,J)      — 第 I 层水平线的第 J 个点的  $\sigma$  值。
- TS(I,J)        — 第 I 层水平线的第 J 个点的  $\tau_{fs}$  值。

#### 12.4.4 子程序READ5变量说明

子程序 READ5 读入可靠度分析。

- NPROB        — 采用何种分析方法, = 1 蒙特卡洛法; = 2 一次二阶矩法; = 3 Rosenbleuth 法。
- NLP            — 具有随机特性土层总数。
- ITM            — 蒙特卡洛法模拟次数。
- K             — 具有随机特性的变量总数。
- MEED(I)       — 产生随机数的种子, 总共 K 个。
- MD(I)         — 第 I 层具有随机特性土的编号。
- MTYPE(I)      — 该层土的概型。= 1 均匀分布; = 2 正态分布; = 3 负指数分布; = 4 对数正态分布。
- CMEAN(I)      — 粘聚力的均值。
- CDEV(I)        — 粘聚力的标准差。
- FMEAN(I)      — 摩擦系数的均值。
- FDEV(I)        — 摩擦系数的标准差。
- RMEAN(I)      — 孔压系数的均值。
- RDEV(I)        — 孔压系数的标准差。

以上各变量的均值如果输入负值则说明该变量不按随机变量处理, 因而按确定性参数处理。

- KK            — 随机变量是否相关控制码。KK = 0, 不相关; KK = 1, 相关。如采用蒙

- 特卡洛法, 则不能进行变量相关的分析计算。故不输入 KK 和 R11(I,J)。
- R11(I,J)      - 相关系数矩阵。

#### 12.4.5 子程序READ3和READ3\_1变量说明

- NNP            - 具有表面荷载的线段总数。
- NP(I)          - 第 I 个表面荷载的线段号。
- NUR(I)        - 第 I 线段承受荷载的种类。NUR(I) = 0, 集中力; NUR(I) = 1 分布力。
- SU             - 集中力的数值。
- AF             - 集中力的倾角。
- PN(I,1)       - 分布力垂直或法线分量在  $x$  坐标值小的端点的值。
- PN(I,2)       - 分布力垂直或法线分量在  $x$  坐标值大的端点的值。
- PT(I,1)       - 分布力水平或切线分量在  $x$  坐标值小的端点的值。
- PT(I,2)       - 分布力水平或切线分量在  $x$  坐标值大的端点的值。

#### 12.4.6 准备数据文件的一般性提示

对一个初次使用本程序的用户在阅读本使用说明时, 一定会被其繁杂的规定、众多的功能感到无从入手, 望而却步。其实, 在近年的开发过程中, 程序的作者不断地简化数据输入的格式, 需要的数据已缩短为最少。学习任何一个计算机软件, 从头到尾阅读其手册, 从来不是一个好方法。因此, 作者建议初学者不妨按以下的步骤来学习 STAB 的使用方法。

(1) 大致阅读本章 12.2 节和 12.3 节, 跳过大部分你不感兴趣或暂时用不到的功能, 然后直接阅读第 12.6 节例题。

(2) 按照第 12.7 节的指示, 将提供给用户的例题运行一遍。应用 DR1 绘图。通过此举, 建立感性认识。

(3) 在了解了编制一个数据文件的基本方法后, 直接用 STAB 来计算你自己的题目。

(4) 当成功地计算了几个实例后, 再回过来阅读各节, 就会感到十分容易。

(5) 计算边坡稳定的题目, 通常总要搜索临界滑裂面。但是, 作者强烈建议任何一位用户在计算一个新的题目时, 不要试图一步到位。不管是圆弧或是非圆弧, 首先计算一个初始滑裂面, 通过绘图功能看自己设的这个滑弧其形状和计算成果是否合理, 确认一切 OK 后, 再令自动搜索功能生效。

需要注意的是, 初始滑裂面的形状输入不合理, 自动搜索就很难成功。因此, 有关其几何形状的数据最好自己在图上画一下, 确认自己输入的数据相应的滑裂面从常识角度看是合理的。

表 12.7 总结了本节介绍的相应 STAB 程序不同功能的输入控制码。

表 12.7 使程序执行不同功能对控制性参数和有关量的规定

控制性参数		有效应力法			总应力法			
		施工	稳定渗流 和地震	库水位骤降	施工		库水位骤降 用组合强度	地震
					用Q剪	用 $q_{cu}$		
MTE		=0	=0	=0	=0	>0	>0	<0
UWL和UWL1		UWL= UWL1	UWL= UWL1	UWL= UWL1	UWL= UWL1	UWL= UWL1	UWL， UWL1 = 降前、后库水位	UWL= UWL1
PF(I)和PC(I)		S剪	S剪	S剪	Q剪	S剪	S剪	S剪
弱透水土层的 PF1(I) 和C1(I)	单一强度包线	=0	=0	=0	=0	=0	*	=0
	组合强度包线	*	(R+S)/2	*	*	*	R剪	*
	非线性指标	$A, b$ 或 $\phi_o, \Delta\phi$	(同左)	(同左)	*	*	*	*
弱透水土层的 LRU(I)	孔压按静压分布	*	=0	*	=0	=0	=0	=0
	孔压或 $q_{cu}$ 按网格内插	=1	=1	=1	*	=1	*	=0
	按孔隙水压力系数	=-1	=-1	=-1	*	*	*	*
LRU(I)不等于零时内插物理量		孔隙水压 $u$	孔隙水压 $u$	孔隙水压 $u$	*	$q_{cu}/2$	*	地震总强度

- 注
1. 带\*的栏相应的功能一般不用。
  2. 对透水料，无总应力法分析，此时PF(I)，PC(I)用S剪，取PF1(I)=PC1(I)=0，LRU(I)=0。
  3. 当所有的LRU(I)均为零时，不输入有关网格插值的数据LOY，LOX(I)以及PPX(I,J)，PY(I,J)和P(I,J)的数据。
  4. 当 $UWL \neq UWL1$ 时，需输入骤降后浸润线IPH1，ICPH1(I,J)有关数据。

## 12.5 例题目录

12.6 节共介绍 STAB95 各种功能的 30 个例题，目录如表 12.8 所示。

表 12.8 介绍 STAB95 各种功能的例题

滑裂面形状	文件名	计 算 条 件
圆弧滑裂面	EX1.DAT	孔压按简化法确定，计算指定滑裂面 $F$
	EX2.DAT	孔压内插，计算指定滑裂面 $F$
	EX3.DAT	输入孔压系数，计算指定滑裂面 $F$
	EX4.DAT	遇地震，输入地震烈度，计算指定滑裂面 $F$
	EX5.DAT	遇地震，输入地震系数，计算指定滑裂面 $F$
	EX6.DAT	用枚举法（网格法）搜索 $F_m$
	EX7.DAT	用单形法（最优化法）搜索 $F_m$
	EX8.DAT	水位骤降期，用单形法搜索临界滑裂面 $F_m$
	EX9.DAT	峻工期，使用Q剪指标，计算指定滑裂面 $F$
	EX10.DAT	使用非线性强度指标，单形法搜索 $F_m$
	EX11.DAT	施工期，用现场试验的总强度 $q_{cu}$ ，单形法搜索 $F_m$
	EX12.DAT	遇地震，输入材料动指标，用单形法搜索 $F_m$
	EX13.DAT	有拉裂缝，用单形法搜索 $F_m$
	EX14.DAT	采用蒙特卡洛法，计算指定滑裂面可靠度指标 $\beta$
	EX15.DAT	采用一次二阶矩法，计算指定滑裂面可靠度指标 $\beta$
	EX16.DAT	滑弧通过指定的上、下交点，搜索 $F_m$
任意形状滑裂面	EX17.DAT	通过指定的上交点，并具有指定滑弧深度，搜索 $F_m$
	EX18.DAT	计算指定（不优化）滑裂面 $F$
	EX19.DAT	用单形法（最优化法）搜索滑裂面 $F_m$
	EX20.DAT	有拉力缝且充水，用单形法搜索滑裂面 $F_m$
	EX21.DAT	具有表面荷载，计算指定滑裂面 $F$
	EX22.DAT	随机搜索滑裂面 $F_m$
	EX23.DAT	采用Rosenblenth法，计算最小可靠度指标 $\beta_m$
	EX24.DAT	采用组合强度指标
	EX25.DAT	使用软弱夹层功能，用单形法搜索任意形状滑裂面 $F_m$
	EX26.DAT	用户输入水平和垂直地震系数，计算指定滑裂面 $F$
	EX27.DAT	用拉力缝充水功能来模拟重力坝水压力，计算指定滑裂面 $F$
	EX28.DAT	计算主动土压力，用单形法搜索滑裂面 $F_m$
	EX29.DAT	拉力缝充一定高度水，计算指定滑裂面 $F$
	EX30.DAT	新的外荷载功能—集中力用法，计算指定滑裂面 $F$

## 12.6 例题

### 12.6.1 例题1 (EX1)

#### 1. 计算条件

如图 12.1 所示土石坝剖面。稳定渗流期，孔压按简化法确定，上游水位  $y$  坐标为 0.0。各土区抗剪强度如表 12.9 所示。

- 1) 稳定渗流期，无地震；
- 2) 不打印中间成果，圆弧滑裂面，无拉力缝，无外荷载，不进行可靠度计算；
- 3) 孔压按简化法确定，对坡外水压力进行等效置换；
- 4) 单一强度包线，用  $c'_{cd}$  及  $\phi'_{cd}$ ；
- 5) NGRIX=0、NGRIY=0、NDRID=0，枚举法特例，只计算初始滑弧的安全系数。

表 12.9 土料的物理力学指标

土层号	材料	天然容量 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和容重 (kN/m <sup>3</sup> )	$c'_{cd}$ (kPa)	$\phi'_{cd}$ (°)	$c_{uu}$ (kPa)	$\phi_{uu}$ (°)
1	砂砾料	20	21	0.0	33		
2	心墙,铺盖粘土	20	21	50	20	100	9.8

2. 计算内容

求圆心坐标 CX=75.0m，CY=22.5m，滑弧深度  $D_s=30.0$ m 的圆弧滑裂面各种简化法的安全系数。（本题计算一个指定滑弧，可以看作计算多个滑弧的特殊情况）。

3. 数据文件 EX1.DAT 和说明（表 12.10）

表 12.10 数据文件 EX1.DAT 和说明

数据	变量	说明
(1~6 行为控制数据)		
1: EXAMPLENO.1	HEAD	题目名称
2: 0,1,0,0,0,0	OPTION(1)=0	不打印中间成果
	OPTION(2)=1	圆弧滑裂面
	OPTION(3)=0	不具有拉裂缝
	OPTION(4)=0	不进行可靠度计算
	OPTION(5)=0	不具有外荷载
	OPTION(6)=0	扩充功能行
3: 0	MTE=0	有效应力法
4: 0.0,0.0,-2.0	UWL=0.0	坝坡外水位x坐标
	UWL1=0.0	骤降后水位y坐标
		(UWL1=UWL说明不是骤降工况)
	ASP=-2	罗厄法
5: 0,27.5,32.5,1	IQUA=0	无地震(第5行后面数据按有地震填写)
	HBAS=27.5	基础面y坐标值为27.5
	HBO=32.5	坝高值为32.5
	IDIR=1	垂直地震力向下
6: 1.0	RW=1.0	水容重值为1.0
(7~27行为控制点数据)		
7: 20	NN=20	点总数为20
8: 1,150.0,27.5	L=1	点序号为1



续 表

数据	变量	说明
9: 2,100.0,27.5	XN(1)=150.0	第1点的x坐标值为150.0
	YN(1)=27.5	第1点的y坐标值为27.5
	L=2	点序号2
	XN(2)=100.0	第2点的x坐标
	YN(2)=27.5	第2点的y坐标
10: 3,49.23,0		
11: 4,40.0,-5.0		
12: 5,35.0,-5.0		
13: 6,30.0,-5.0		
14: 7,36.5,0.0		
15: 8,31.5,5.0		
16: 9,27.5,10.0		
17: 10,25.0,15.0		
18: 11,44.75,27.5		
19: 12,22.5,27.5		
20: 13,25.0,-5.0		
21: 14,0.0,27.5		
22: 15,150.0,40.0		
23: 16,0.0,40.0		
24: 17,25.0,32.5		
25: 18,150.0,30.0		
26: 19,46,30.0		
27: 20,42.5,32.5		
(第28~30行为2种材料数据)		
28: 2	IN=2	土层材料总数
29: 1,33.0,0.0,0.0,0.0,2.0,2.1,0	L=1	土层材料序号为1
	PF(1)=33.0	第1号材料内摩擦角值为33.0°
	PC(1)=0.0	该层材料凝聚力为0.0
	PF1(1)=0	因用单一强度包线,故PF1(1)=0.0
	PC1(1)=0	因用单一强度包线,故PC1(1)=0.0
	PDW(1)=2.0	该层材料的天然容重为2.0
	PDS(1)=2.1	该层材料的饱和容重为2.1
	LRU(1)=0	该层材料孔压按简化法确定
30: 2,20.0,5.0,0.0,0.0,2.0,2.1,0		(各项意义同第29行)
(第31~56行为17条边界线、8条浸润线数据)		
31: 17,8	IN1=17	边界线总数
	IPH=8	浸润线总数
32: 1,2,2	IC(1,1)=1	第1条边界线其中一个端点序号为1
	IC(1,2)=2	该条边界线另一个端点序号为2
	IC(1,3)=2	该条边界线下压土层材料序号为2
33: 2,3,1	IC(2,1)=2	第2条边界线其中一个端点序号为2
	IC(2,2)=3	该条边界线另一个端点序号为3
	IC(2,3)=1	该条边界线下压土层材料序号1
34: 4,5,1		
35: 5,6,2		
36: 6,13,1		
37: 11,5,2		

续 表

数据	变量	说明
38: 6,12,2		
39: 2,11,2		
40: 11,12,2		
41: 12,14,1		
42: 18,19,1		
43: 19,20,1		
44: 20,17,1		
45: 17,12,1		
46: 13,14,1		
47: 3,4,1		
48: 15,16,1		
49: 1,2,2	IC(1,1)=1	第1条浸润线其中一个端点序号为1
	IC(1,2)=2	该条浸润线另一个端点序号为2
	IC(1,3)=2	该条浸润线下压土层材料序号为2
50: 2,3,1	IC(2,1)=2	第2条浸润线其中一个端点序号为2
	IC(2,2)=3	该条浸润线另一个端点序号为3
	IC(2,3)=1	该条浸润线下压土层材料序号为1
51: 3,7,1		
52: 7,8,2		
53: 8,9,2		
54: 9,10,2		
55: 10,12,2		
56: 12,14,1		
(57~59行为圆弧滑裂面数据)		
57: 0,0,0	LLO=0	按圆心网格和不同滑弧深度布置滑弧
	LL1=0	输出文件给出毕肖普法的 $F$
	LL2=0	用枚举法(特例)计算指定圆弧 $F$
58: 75.0,-22.5,30.0,0.0,0.0,0.0	CCX=75.0	假设初始滑弧圆心 $x$ 坐标为75.0
	CCY=-22.5	假设初始滑弧圆心 $y$ 坐标为-22.5
	CCD=30.0	假设初始滑弧深度 $y$ 坐标为30.0
	BCX=0.0	在 $x$ 方向步长为0.0
	BCY=0.0	在 $y$ 方向步长为0.0
	BCD=0.0	在滑弧深度方向步长为0.0
59: 0,0,0,20	NGRIX=0	在 $x$ 方向, 左、右各延伸的网格数为0
	NGRIY=0	在 $y$ 方向, 上、下各延伸的网格数为0
	NGRID=0	由初始滑弧深度向上下各延伸的格数为0
	NS=20	指定划分的土条数为20

4. 计算结果

计算结果见表 12.11, 计算图形见图 12.14。

表 12.11 例题 1 计算结果

方法	瑞典法 AB	毕肖普法 AB1	美国工程师团法 AB3	罗厄法 AB4
$F$	1.724	1.920	1.893	1.911

本题同时给出了改良瑞典法的成果，因  $ASP=-2<0$ ，故输出文件给出的安全系数相应于罗厄法  $F=1.911$ 。如将  $ASP$  改为上游坝坡的平均坡度，（以度计，如  $ASP=20^\circ$ ），则给出的  $F$  相应于工程师团法， $F=1.893$ ，图 12.14 为毕肖普法计算图形。

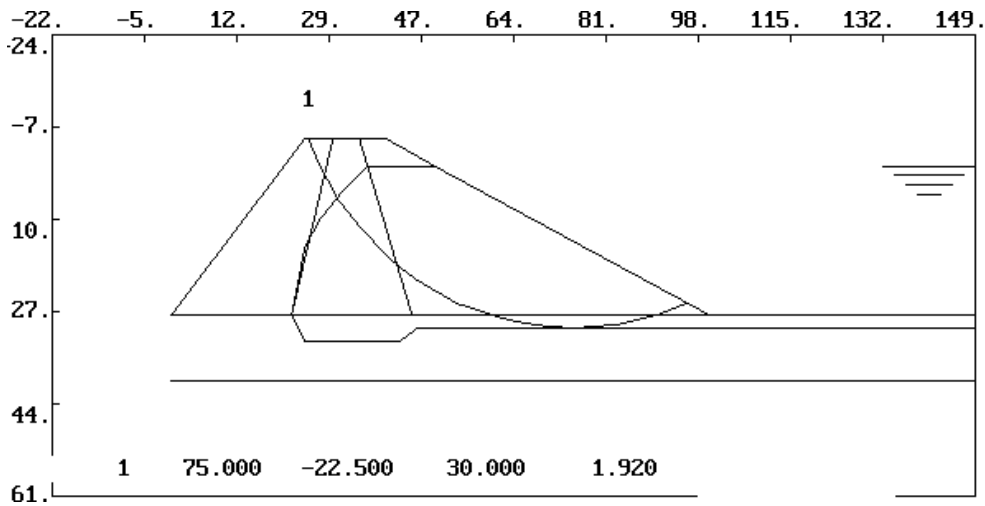


图 12.14 EX1 毕肖普法计算图形

12.6.2 例题2 (EX2)

1. 计算条件

计算剖面同例题 1。稳定渗流期，心墙、铺盖孔压按图 12.8 坐标网格输入。

2. 计算内容

计算指定圆弧滑裂面（圆心坐标  $CX=75.0\text{m}$ ， $CY=22.5\text{m}$ ，滑弧深度  $D_S=30.0\text{m}$ ）各种简化法的安全系数  $F$ 。

3. 数据文件修改（与 EX1.DAT 比较）

1) EX1.DAT 中第 30 行孔压按简化法确定，即  $LRU(2)=0$ ，改为按坐标网格内插输入，即  $LRU(2)=1$ ；

2) EX1.DAT 中第 30 行后，增加孔压按坐标网格内插输入的数据。

4. 数据文件 EX2.DAT 说明(见表 12.12)

表 12.12 数据文件 EX2.DAT 和说明

数据	变量	说明
1: 'EXAMPLENO.2, POREPRESSURE DETERMINED BY INTERPOLATION' (2~27行同例1)		
28: 2	IN=2	2种材料
29: 1,33.0,0.0,0.0,0.0,2.0,2.1,0	LRU(1)=0	第1种材料孔压不内插
30: 2,20.0,5.0,0.0,0.0,2.0,2.1,1	LRU(2)=1	第2种材料孔压内插
(第30~1~30~47行为孔压内插数据)		

续 表

数据	变量	说明
30-1: 7	LOY=7	孔压内插水平总层数为7(见图12.8)
30-2: 1	LOX(1)=1	第 1 个水平层共有1个网格点
30-3: 36.5,0.0,0.0	PPX(1,1)=36.5 PY(1,1)=0.0 P(1,1)=0.0	第 1 个水平层第1点的x坐标为36.5 该层第1点的y坐标为0.0 该层第1点的孔压值为0.0
30-4: 2	LOX(2)=2	第 2 个水平层共有2个网格点
30-5: 31.5,5.0,0.0	PPX(2,1)=31.5 PY(2,1)=5.0 P(2,1)=0.0	第 2 个水平层第1点的x坐标为31.5 该层第1点的y坐标5.0 该层第1点的孔压值0.0
30-6: 38.0,5.0,5.0	PPX(2,2)=38.0 PY(2,2)=5.0 P(2,2)=5.0	该层第2点的x坐标 该层第2点的y坐标 该层第2点的孔压值
30-7: 4		第3个水平层共有4个网格点
30-8: 27.5,10.0,0.0		
30-9: 31.5,10.0,3.0		
30-10: 37.5,10.0,7.0		
30-11: 40.0,10.0,10.0		
30-12: 4		第4个水平层共有4个网格点
30-13: 25.0,15.0,0.0		
30-14: 31.5,15.0,8.0		
30-15: 37.5,15.0,11.0		
30-16: 42.0,15.0,15.0		
30-17: 4		第5个水平层共有4个网格点
30-18: 24.0,20.0,0.0		
30-19: 30.0,20.0,12.0		
30-20: 37.0,20.0,17.0		
30-21: 43.5,20.0,20.0		
30-22: 12		第6个水平层共有12个网格点
30-23: 22.5,27.5,0.0		
30-24: 27.5,27.5,9.0		
30-25: 33.5,27.5,14.0		
30-26: 40.0,27.5,18.0		
30-27: 46.0,27.5,27.5		
30-28: 50.0,27.5,27.5		
30-29: 55.0,27.5,27.5		
30-30: 62.5,27.5,27.5		
30-31: 72.5,27.5,27.5		
30-32: 80.0,27.5,27.5		
30-33: 100.0,27.5,27.5		
30-34: 150.0,27.5,27.5		
30-35: 12		第7层个水平共有12个网格点
30-36: 22.5,37.5,0.0		
30-37: 27.5,37.5,4.0		
30-38: 33.5,37.5,7.0		
30-39: 40.0,37.5,10.0		
30-40: 46.0,37.5,14.0		

续 表

数据	变量	说明
30-41:	50.0,37.5,17.0	
30-42:	55.0,37.5,18.0	
30-43:	62.5,37.5,20.0	
30-44:	72.5,37.5,21.0	
30-45:	80.0,37.5,23.5	
30-46:	100.0,37.5,27.5	
30-47:	150.0,37.5,27.5	
31~59:	同例1	

### 5. 计算结果

计算结果见表 12.13。

表 12.13 例题 2 (EX2) 计算结果

方法	瑞典法	毕肖普法	罗厄法
$F$	1.815	2.016	2.006

说明: 本题结果与 EX1.DAT 无可比性, 因为孔压内插值仅为示意目的而设定的。

## 12.6.3 例题3 (EX3)

### 1. 计算条件

某一土坝高 10.0m, 如图 12.9 所示。地基为饱和粘土, 竣工时, 坝身和地基的孔隙水压力按孔压系数确定。

坝各区材料指标如表 12.14 所示。

表 12.14 各区材料的物理力学指标

材料号	$c'_{cd}$ (kPa)	$\phi'_{cd}$ (°)	$c_{uu}$ (kPa)	$\phi_{uu}$ (°)	天然容量 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和容重 (kN/m <sup>3</sup> )
1	2.0	30.0	5.0	20.0	1.80	1.95
2	2.0	25.0	5.0	15.0	1.20	1.30

### 2. 计算内容

计算指定圆弧滑裂面 (圆心坐标  $CX=45.0\text{m}$ ,  $CY=-22.5\text{m}$ , 滑弧深度  $D_S=15.0\text{m}$ ) 的安全系数  $F$ 。

### 3. 数据文件修改

1) 第 20、21 行  $LRU(1)=-1$ 、 $LRU(2)=-1$ , 第 1、2 种材料通过  $r_u$  确定孔压;

2) 第 22、23 行增加输入孔压系数  $RUS(1)=0.2$ 、 $RUS(2)=0.4$ 。

### 4. 数据文件 EX3.DAT 说明 (表 12.15)

表 12.15 数据文件 EX3.DAT 和说明

数据	变量	说明
1: EXAPLE N0.3, POREPRESSURECOEFFICIENT		
2: 0,1,0,0,0,0		
3: 0		
4: 10.,10.,-2		
5: 0,22.0,10.0,1		
6: 1.0		
7: 11	NN=11	点总数
8: 1,65.0,10.0		
9: 2,45.0,10.0		
10: 3,25.0,0.0		
11: 4,20.0,0.0		
12: 5,0.0,10.0		
13: 6,65.0,15.0		
14: 7,-10.0,15.0		
15: 8,65.0,18.0		
16: 9,-10.0,18.0		
17: 10,65.0,22.0		
18: 11,-10.0,22.0		
19: 2	IN=2	2种材料
20: 1,30.,2.,0.,0.,1.8,1.95,-1	LRU(1)=-1	第1种材料通过 $r_u$ 确定孔压
21: 2,25.,2.0,0.,0.,1.2,1.30,-1	LRU(2)=-1	第2种材料通过 $r_u$ 确定孔压
22: 0.2	RUS(1)=0.2	第1种材料的孔压系数
23: 0.4	RUS(2)=0.4	第2种材料的孔压系数
24: 8,4		
	IN1=8	8根边界线
	IPH=4	4根浸润线
25: 1,2,2		
26: 2,3,1		
27: 3,4,1		
28: 4,5,1		
29: 2,5,2		
30: 6,7,2		
31: 8,9,2		
32: 10,11,2		
33: 1,2,2		
34: 2,3,1		
35: 3,4,1		
36: 4,5,1		
37: 0,0,2		
38: 45.-20.,15.,0.,0.,0.		
39: 0,0,0,20		

5. 计算结果

采用毕肖普法， $F=1.356$ 。

**12.6.4 例题4 (EX4)**

## 1. 计算条件

计算剖面同例题 1。稳定渗流期遇 8 度地震，输入地震烈度。

## 2. 计算内容

计算指定圆弧滑裂面（圆心坐标  $CX=75.0\text{m}$ ， $CY=22.5\text{m}$ ，滑弧深度  $D_S=30.0\text{m}$ ）各种简化法的安全系数  $F$ 。

## 3. 数据文件修改

EX1.DAT 中第 5 行由  $IQUA=0$  改为  $IQUA=8$ ，垂直地震加速度向下。

## 4. 数据文件 EX4.DAT 说明(表 12.16)

**表 12.16 数据文件 EX4.DAT 和说明**

数据	变量	说明
1: EXAMPLENO.4,EARTHQUAKE (2~4行同例1)	HEAD	题目名称
5: 8,27.5,32.5,1	$IQUA=8$	地震烈度
	$HBAS=27.5$	基础面y坐标
	$HBO=32.5$	坝高
	$IDIR=1$	垂直地震加速度向下
6~59: 与例1同		

## 5. 计算结果

计算结果见表 12.17。

**表 12.17 例题 4 (EX4) 计算结果**

方法	瑞典法	毕肖普法	罗厄法
$F$	1.288	1.459	1.368

**12.6.5 例题5 (EX5)**

## 1. 计算条件

计算剖面同例题 4，稳定渗流遇地震，但地震加速度系数沿高程的分布由用户输入。

## 2. 计算内容

计算指定圆弧滑裂面（圆心坐标  $CX=75.0\text{m}$ ， $CY=22.5\text{m}$ ，滑弧深度  $D_S=30.0\text{m}$ ）的各种简化法的  $F$ 。

## 3. 数据文件修改（与 EX4.DAT 比较）

1) 由  $EQUA=8$  改为  $IQUA<0$ ;

2) 第 5 行后输入地震力数据。

## 4. 数据文件 EX5.DAT 和说明（表 12.18）

表 12.18 数据文件 EX5.DAT 和说明

数据	变量	说明
1: EXAMPLE NO.5, SEISMIC COEFFICIENT ASSIGNED BY THE USER (2~4行同例1)		
5: -1,27.5,32.5,0	IQUA=-1<0	水平地震加速度沿高程输入
[水平地震加速度数据见图12.4(b)]		
5-1: 3	LQH=4	水平地震加速度沿高程转折点总数
5-2: -5.0,0.15	CYE(1)=-5.0 COE(1)=0.15	第1个转折点y坐标 第1个转折点水平地震加速度系数
5-3: 27.5,0.10	CYE(2)=27.5 COE(2)=0.10	第2个转折点y坐标 该转折点水平地震加速度系数
5-4: 35.0,0.10		
5-5: 40.0,0.10 (6~59行同例1)		

5. 计算结果  
计算结果见表 12.19。

表 12.19 例题 5 (EX5) 计算结果

方法	瑞典法	毕肖普法	罗厄法
$F$	1.144	1.299	1.194

12.6.6 例题6 (EX6)

1. 计算条件

计算剖面及计算条件同例题 1。

2. 计算内容

用枚举法（网格法）搜索以圆心坐标  $CX = 75.0\text{m}$ ， $CY = -22.5\text{m}$ ，滑弧深度  $D_s = 25.0\text{m}$  的圆弧周围若干滑裂面的毕肖普法的最小安全系数  $F_m$ 。

3. 数据文件(EX6.DAT)修改

(1) EX1.DAT 在  $x$ 、 $y$  及滑弧深度方向  $D_s$  的步长由  $BCX=0$ ， $BCY=0$ ， $BCD=0$  改为  $BCX=10.0$ ， $BCY=10.0$ ， $BCD=5.0$ 。

(2) EX1.DAT 在  $x$ 、 $y$  及滑弧深度  $D_s$  方向各延伸的网格数由 0 改为 2，即  $NGRIX=2$ ， $NGRIY=2$ ， $NGRID=2$ 。

(3) 网格布置：以 A 点为网格圆心， $x$ 、 $y$  方向各为两格，步长均为 10.0，滑弧深度  $D_s$  方向  $y=20.0$  至 30.0，步长 5.0，寻找最小安全系数  $F_m$ 。

4. 数据文件 EX6.DAT 说明（表 12.20）



表 12.20 数据文件 EX6.DAT 和说明

数据	变量	说明
1: EXAMPLE NO. 6, FIND MINIMUM F.S. BY GRID SEARCH (2~56行同例1) (第57~59行为圆弧滑裂面数据)		
57: 0,0,0	LL0=0	按圆心网格和不同滑弧深度布置滑弧
	LL1=0	给出相应毕肖普法的最小安全系数 $F_m$
	LL2=0	用枚举法(网格法)搜索 $F_m$
58: 75.0,-22.5,30.0,10.0,10.0,5.0	CCX=75.0	假设初始滑弧圆心 $x$ 坐标为75.0
	CCY=-22.5	假设初始滑弧圆心 $y$ 坐标为-22.5
	CCD=30.0	假设初始滑弧深度 $y$ 坐标为30.0
	BCX=10.0	在 $x$ 方向步长10.0
	BCY=10.0	在 $y$ 方向步长10.0
	BCD=5.0	在滑弧深度方向步长5.0
59: 2,2,2,20	NGRIX=2	在 $x$ 方向左、右各延伸的网格数为2
	NGRIY=2	在 $y$ 方向上、下各延伸的网格数为2
	NGRID=2	由初始滑弧深度向上,下各延伸的网格数为2
	NS=20	划分的土条数为20

## 5. 计算结果

计算结果见表 12.21, 计算图形见图 12.15。

表 12.21 例题 6 计算结果

计算方法	滑弧深度 $D_s$	圆心 $x$ 坐标	圆心 $y$ 坐标	$F_m$
毕肖普法	20.0	95.0	-22.5	1.226
	22.5	95.0	-2.5	1.250
	25.0	95.0	-42.5	1.317
	27.5	95.0	-42.5	1.365
	30.0	85.0	-22.5	1.796

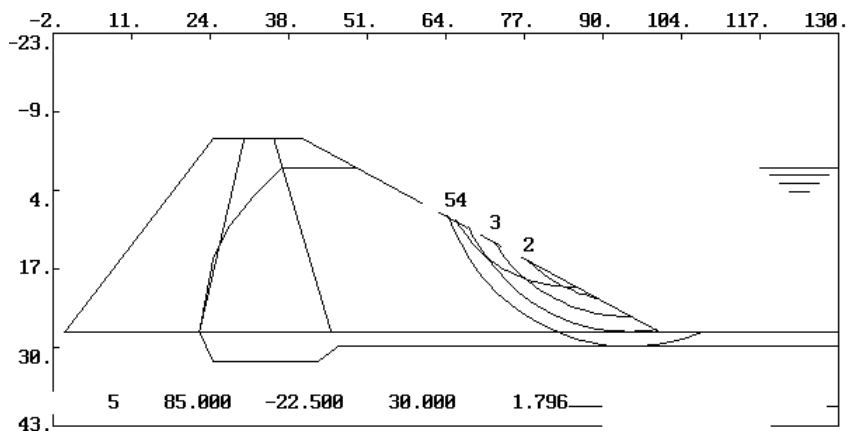


图 12.15 例题 6 (EX6) 计算图形

12.6.7 例题7 (EX7)

- 1. 计算条件  
计算剖面同例题 1，稳定渗流期。
- 2. 计算内容  
用单形法（最优化方法）搜索最小安全系数  $F_m$ 。
- 3. 数据文件修改（与 EX1.DAT 比较）
  - 1) 第 57 行由 LL2=0 改为 LL2=2；
  - 2) 第 58 行 X、Y、 $D_s$  向步长由 0 改为 BCX=10.0，BCY=10.0，BCD=5.0；
  - 3) 第 59 行 X、Y、 $D_s$  向延伸的网格数由 0 改为 NGRIX=NGRIY=NGRID=2。
- 4. 数据文件 EX7.DAT 说明（表 12.22）

表 12.22 数据文件 EX7.DAT 和说明

数据	变量	说明
1: EXAMPLE NO.7, SIMPLEX METHOD, CIRCULAR SLIP SURFACE (2~56行同例1) (57~59行为圆弧滑裂面数据)		
57: 0,0,2	LL0=0 LL1=0 LL2=2	意义同例题1 意义同例题1 用单形法搜索 $F_m$
58: 75.0,-22.5,30.0,10.0,10.0,5.0		各项意义同例题6
59: 2,2,2,20		各项意义同例题6

- 5. 计算结果  
计算结果见表 12.23，计算图形见图 12.16。

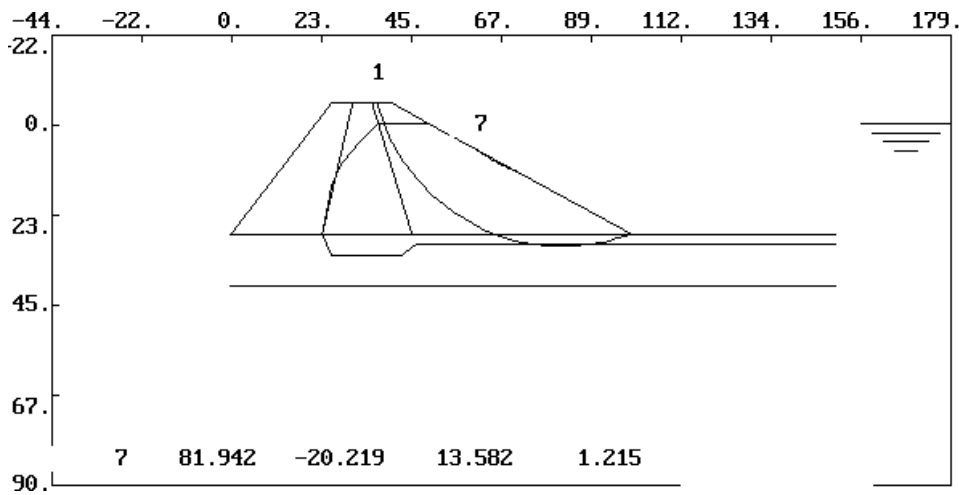


图 12.16 例题 7 (EX7) 计算图形

表 12.23 例题 7 计算结果

计算方法	初始 $F_1$	最小 $F_m$	相应于临界滑裂面参数		
			CX	CY	$D_s$
毕肖普法	1.777	1.215	81.94	-20.22	13.58

## 12.6.8 例题8 (EX8)

## 1. 计算条件

计算剖面同例 3（见图 12.9），水位骤降期，库水位从坝顶( $y=0$ )降至地面( $y=10$ )。

## 2. 计算内容

用单形法（最优化方法）搜索最小安全系数  $F_m$ 。

## 3. 数据文件修改（与 EX3.DAT 对比）

- 1) 第 3 行，因用总应力法，故 MTE=1；
- 2) 第 4 行，UWL1(1)为骤降后库水位，故 UWL=0.0，UWL1=10.0；
- 3) 第 21 行采用 R—S 强度包线，1 号材料 PF1(1)=20.0、PC1(1)=5.0、F1(2)=15.0、PC1(2)=5.0。

本例共 8 条边界线。

浸润线数据共 2 组。4 条降前浸润线数据输完后，第 36 行增加输入骤降后的浸润线数据。本例因坝体渗透系数小，故降前浸润线与降后相同。

## 4. 数据文件 EX8.DAT 说明（表 12.24）

表 12.24 数据文件 EX8.DAT

数据	变量	说明
1: EXAMPLENO.8,RAPIDDRAWDOWNHEAD		
2: 0,1,0,0,0		
3: 1	OPTION(2)=1	圆弧滑裂面
4: 0.0,10.0,-2	MTE=1	总应力法
	UWL=0.0	骤降前水位x坐标0.0
	UWL1=10.0	骤降后水位y坐标10.0
	ASP=-2	罗厄法
5: 0,10.0,10.0,		
6: 1.0	IQUA=0	地震烈度为0
(7~19行控制点数据)	RW= 水容重	
7: 12	NN=12	点总数
8: 1,65.0,10.0	L(1)=1	点序号为1
	XN(1)=65.0	第1点x坐标
	YN(1)=10.0	第1点y坐标
9: 2,45.0,10.0		
10: 3,25.0,0.0		
11: 4,20.0,0.0		

续表

数据	变量	说明
12: 5,0,0,10,0		
13: 6,65,0,15,0		
14: 7,-10,0,15,0		
15: 8,65,0,18,0		
16: 9,-10,0,18,0		
17: 10,65,0,22,0		
18: 11,-10,0,22,0		
19: 12,10,0,5,0		
(20~22行土层材料数据)		
20: 2	IN=2	二种材料
21: 1,30,0,2,0,20,0,5,0,1.8,1.95,0	L=1	第1号材料
	PF(1)=30.0	第1号材料内摩擦角 $\phi'$ 为30.0
	PC(1)=2.0	第1号材料粘聚力 $c'$ 为2.0
	PF1(1)=20.0	第1号材料固结快剪内摩擦角 $\phi_1$ 为20.0
	PC1(1)=5.0	第1号材料固结快剪粘聚力 $c_1$ 为5.0
	PDW(1)=1.8	第1号材料天然容重
	PDS(1)=1.95	第1号材料饱和容重
	RU(1)=0	孔压按简化法确定
22: 2,25,0,2,0,15,0,5,0,1,2,1,30,0		
(23~40行边界线,浸润线数据)		
23: 8,4	IN1=8	8条边界线
	IPH=4	降前4条浸润线
(24~31行为8条边界线数据)		
24: 1,2,2		
.....		
.....		
32: 1,2,2		
33: 2,3,1		
34: 3,12,1		
35: 12,5,1		
36: 4	IPH1=4	降后4条浸润线
37: 1,2,2	IC1(1,1)=1	降后第1条浸润线其中一个端点序号为1
	IC1(1,2)=2	降后第1条浸润线另一个端点序号为2
	IC1(1,3)=2	降后第1条浸润线下压土层号为2
38: 2,3,1		
39: 3,12,1		
40: 12,5,1		
(41~43行滑裂面数据)		
41: 0,0,2		以下各项意义同例7(用单形法搜索 $F_m$ )
42: 45,-20,0,15,0,5,0,5,0,5,0		
43: 2,2,1,20		

5. 计算结果

计算结果见表 12.25, 计算图形见图 12.17。

表 12.25 例题 8 计算结果

计算方法	初始 $F_1$	最小 $F_m$	相应于临界滑裂面参数		
			CX	CY	DS
毕肖普法	1.480	1.309	38.95	-5.35	15.23

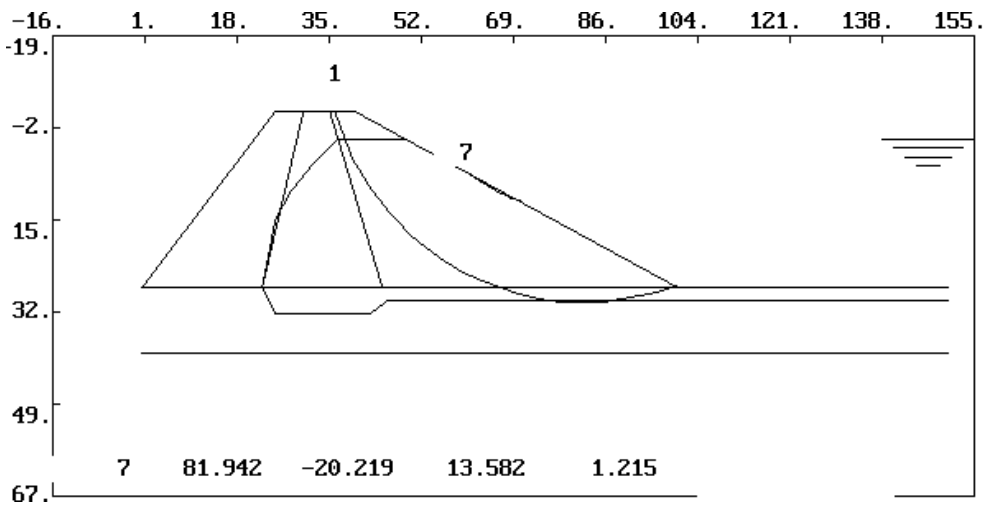


图 12.17 例题 8 (EX8) 计算图形

12.6.9 例题9 (EX9)

1. 计算条件

计算剖面同例题 1。竣工期，使用 Q 剪指标，用总应力法分析。

2. 计算内容

用毕肖普法计算指定圆弧滑裂面  $F$ ，圆心坐标  $CX = 75.0\text{m}$ ， $CY = -22.5\text{m}$ ，滑弧深度  $D_S = 30.0\text{m}$ 。

3. 数据文件修改（与 EX1.DAT 比较）

1) 竣工期上游无水，因使用总应力法，孔隙水压为零，故上游水位  $UWL = UWL1$ ，程序可取一大于基础面  $y$  坐标的数值，如 100 以实现上游无水的条件，即  $UWL = UWL1 = 100.0$ ；

2) 第 30 行，PF(2)、PC(2)分别改为 Q 剪强度指标 9.8 和 10.0；

3) 第 49~57 行，因无浸润线 ICPH=0，故全部删除。

4. 数据文件说明（表 12.26）

表 12.26 数据文件 EX9.DAT 和说明

数据	变量	说明
1: EXAMPLE NO.9 END OF CONSTRUCTION		
2: 0,1,0,0,0		
3: 0	MTE=0	竣工时的总应力分析处理和有效应力法相同，只是使用不同的强度指标，故仍取MTE=0

续 表

数据	变量	说明
4: 100.0,100.0,-2.0	UWL>27.5	27.5为基础面y坐标
5: 0,27.5,32.5,1		各项意义同例题1
6: 1.0	RW=1.0	水容重
(7~27行同例1)		
(28~30行土层总数及其指标、孔压数据)		
28: 2	IN=2	2种材料
29: 1,33.0,0.0,0.0,0.0,2.0,2.1,0		各项意义同例题1
30: 2,9.8,10.0,0.0,0.0,2.0,2.1,0	L=2	2号材料
	PF(2)=9.8	使用不固结不排水强度(Q剪) $\phi=9.8$
	PC(2)=10.0	使用不固结不排水强度(Q剪) $c=10.0$
		其他各项意义同例题1
(31~56行同例题1, 应为边界线、浸润线数据, 但因竣工期坝内无浸润线,故删去例题1第49~56行浸润线数据)		
31: 17,0	IN1=17	边界线总数为17
	IPH=0	因竣工期坝内无浸润线,故IPH=0
(57~59行同例题1)		

5. 计算结果

计算结果见表 12.27。

表 12.27 例题 9 计算结果

方法	瑞典法	毕肖普法	罗厄法
$F$	1.631	1.765	1.761

12.6.10 例题10 (EX10)

1. 计算条件

几何数据同例题 1。材料 1 使用邓肯非线性强度指标,  $\phi_0=40.0^\circ$ ,  $\Delta\phi=10.0^\circ$ 。

2. 计算内容

用单形法(最优化方法)搜索  $F_m$ 。

3. 数据文件修改

EX1.DAT 第 29 行由 PF1(1)=0 改为 PF1(1)=-40, PC1(1)=0 改为 PC1(1)=-10.0。当 PF1, PC1 为负值时, 程序按非线性强度指标处理; 滑裂面数据同 EX7.DAT。

4. 数据文件 EX10.DAT 说明(表 12.28)

表 12.28 数据文件 EX10.DAT 和说明

数据	变量	说明
1: EXAMPLE NO.10 NON-LINEAR STRENGTH PARAMETER		
(2~27行与例1同)		
(28~30行为土层材料指标和孔压数据)		
28: 2		
29: 1,33.0,0.0,-40.0,-10.0,2.0,2.1,0		
	L=1	第1号材料
	PF(1)=33.0	S剪摩擦角为33.0

续 表

数据	变量	说明
30: 2,20.0,5.,0.0,0.0,2.0,2.1,0 (31~59行与例7同,用单形法搜索 $F_m$ )	PC(1)=0.0	S剪凝粘土为0.0
	PF1(1)为负值	使用非线性强度指标, $\phi=40.0$
	PC1(1)为负值	使用非线性强度指标, $\Delta\phi=10.0$
		意义同例1

5. 计算结果  
计算结果见表 12.29，计算图形见图 12.18。

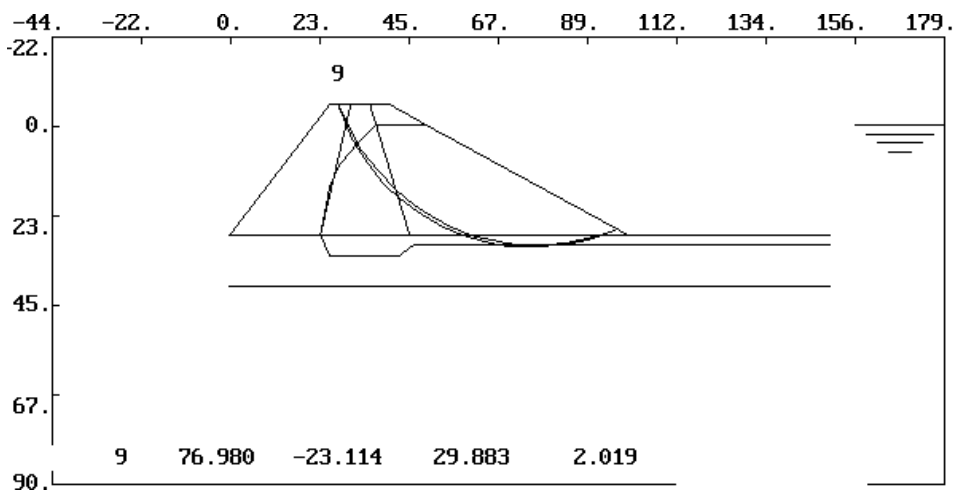


图 12.18 例题 10 (EX10) 计算图形

表 12.29 例题 10 计算结果

计算方法	初始 $F_1$	最小 $F_m$	相应于临界滑裂面参数		
			$X_c$	$Y_c$	$D_s$
毕肖普法	2.079	2.019	76.98	-23.11	29.88

12.6.11 例题11 (EX11)

1. 计算条件

几何数据同例题 8 (图 12.9)。施工期，用现场试验的总强度  $q_{cu}$ 。地基  $q_{cu}$  现场试验指标，如表 12.30 所示。

表 12.30 地基  $q_{cu}$  现场试验指标 (单位: 9.8kPa)

$x$		-10	15	30	45	65
$y$	10	6.5	5.5	8.0	9.0	13.0
	15	8.5	7.5	10.0	13.0	15.0
	18	16.0	13.0	15.0	17.0	20.0
	22	30.0	25.0	30.0	35.0	40.0

坝各区确定性材料指标如表 12.31 所示。

表 12.31 坝各区材料的物理力学指标

材料号	$c'_{cd}$ (kPa)	$\phi'_{cd}$ (°)	$c_{uu}$ (kPa)	$\phi_{uu}$ (°)	天然容量 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和容重 (kN/m <sup>3</sup> )
1	10.0	15.0	0.0	0.0	1.80	1.95
2	20.0	5.0	0.0	0.0	1.20	1.30

2. 计算内容

施工期，用现场试验的总强度  $q_{cu}$ ，单形法搜索圆弧滑裂面  $F_m$ 。

3. 数据文件修改（与 EX8.DAT 比较）

1) 第 3 行，因二题均用总应力法，均  $MTE = 1$ ，但第四行，例题 8 中 UWL 与 UWL1 不相等，表明为骤降前、后水位；而本例中， $UWL = UWL1$ ，故程序识别为使用  $q_{cu}$  进行总应力法计算；

2) 土层材料数据中，第 21 行  $LRU(2)=1$ ，程序进一步识别第二层土按内插  $q_{cu}$  方法确定其总强度；

3) 第 21 行后增加  $q_{cu}$  内插网格；

4) 删去水位骤降后浸润线数据。

4. 数据文件 EX11.DAT 说明（表 12.32）

表 12.32 数据文件 EX11.DAT 和说明

数据	变量	说明
(第1~6行为控制数据)		
1: EXAPLE NO.11, TOTAL STRESS ANALYSIS USING QCU		
2: 0,1,0,0,0		
3: 1	MTE=1	总应力法
4: 10.0,10.0,-2	UWL=UWL1	在采用总应力法时UWL = UWL1,程序识别为按内插 $q_{cu}$ 进行总应力法计算
	ASP=-2	
5: 0,22.0,10.0,1		
6: 1.0		
(7~18行为控制点数据)		
(19~46行为材料总数及其力学指标、孔压数据)		
19: 2		
20: 1,10.0,15.0,0.0,0.0,1.8,1.95,0		
21: 2,20.0,5.0,0.0,0.0,1.2,1.30,1		
	LRU(2)=1	按 $q_{cu}$ 内插方法输入孔压
(第22~46行 $q_{cu}$ 内插数据)		
21-1: 4	LOY=4	已知 $q_{cu}$ 的水平土层总数
21-2: 5	LOX(1)=5	第1个水平层共有5个点
21-3: -10.0,10.0,6.5	PPX(1,1)=-10.0	该层第1点的X坐标
	PPX(1,1)=10.0	该层第1点的Y坐标
	P(1,1)=6.5	该层第1点的 $q_{cu}$ 值



续 表

数据	变量	说明
21-4: 15.0,10.0,5.5		该层第2点各项的意义同第1点
21-5: 30.0,10.0,8.0		该层第3点各项的意义同第1点
21-6: 45.0,10.0,9.0		该层第4点各项的意义同第1点
21-7: 65.0,10.0,13.0		该层第5点各项的意义同第1点
21-8: 5		第2个水平层共有5个点
21-9: -10.0,15.0,8.5		
21-10: 15.0,15.0,7.5		
21-11: 30.0,15.0,10.0		
21-12: 45.0,15.0,13.0		
21-13: 65.0,15.0,15.0		
21-14: 5		第3个水平层共有5个点
21-15: -10.0,18.0,16.0		
21-16: 15.0,18.0,13.0		
21-17: 30.0,18.0,15.0		
21-18: 45.0,18.0,17.0		
21-19: 65.0,18.0,20.0		
21-20: 5		第4个水平层共有5个点
21-21: -10.0,22.0,30.0		
21-22: 15.0,22.0,25.0		
21-23: 30.0,22.0,20.0		
21-24: 45.0,22.0,35.0		
21-25: 65.0,22.0,40.0		
(36~38: 同例题7)		

### 5. 计算结果

计算结果见表 12.33, 计算图形见图 12.19。

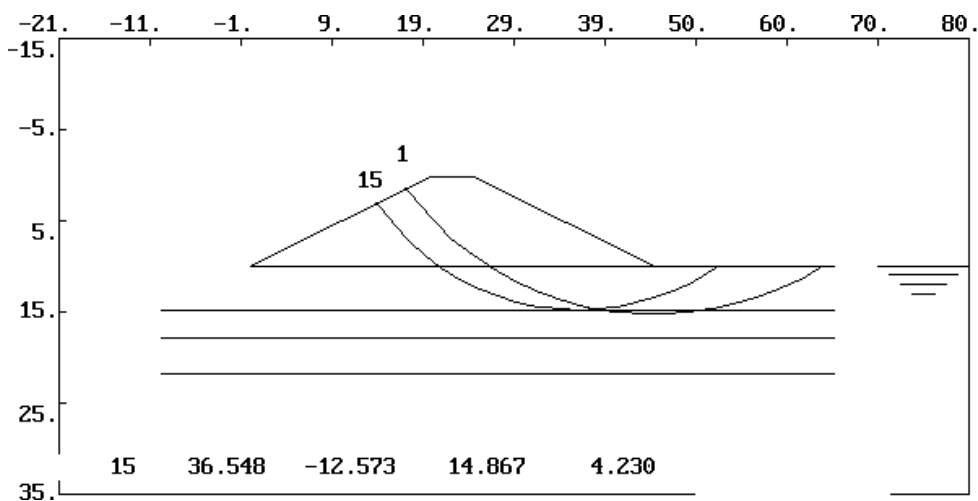


图 12.19 例题 11 (EX11) 计算图形

表 12.33 例题 11 计算结果

计算方法	初始 $F_1$	最小 $F_m$	相应于临界滑裂面参数		
			$x_c$	$y_c$	$D_s$
毕肖普法	5.750	4.230	36.55	-12.57	14.88

12.6.12 例题12 (EX12)

1. 计算条件

计算剖面同例题 1。稳定渗流期遇地震，要求材料 1 输入材料动指标。

2. 计算内容

用单形法搜索圆弧滑裂面  $F_m$ 。

3. 数据文件修改（与例题 1 比较）

1) 第 3 行，计算方法识别符 MTE=0 改为 MTE=-1，程序识别为采用地震总应力法；

2) 第 30 行输完土层材料指标后增加输入动指标数据（图 12.10）。

4. 数据文件 EX12.DAT 说明（表 12.34）

表 12.34 数据文件 EX12.DAT 和说明

数据	变量	说明
1: EXAMPLE NO.12		
2: 0,1,0,0,0,0		
3: -1	MTE=-1	输入材料动指标
(4~27行同EX1.DAT)		
(28~30行土层材料及其力学指标、孔压数据)		
28: 2		
29: 1,33.0,0.0,0.0,0.0,2.0,2.1,0		
30: 2,20.0,5.0,0.0,0.0,2.0,2.1,0		
30-1: 1	LSD=1	共有1种材料具有动指标
30-2: 1,0	LSDM(1)=1	第1号材料采用1号动指标
4	LSDM(2)=0	第2号材料不采用动指标
30-3: 4	LOY=4	第1号材料动指标数据网格具有4个水平层
30-4: 6	LOX(1)=6	第1个水平层共有6个点
30-5: 1.0,0.0,0.0	$K_c=1.0$	第1个水平层第1个点 $K_c=1$
	$\sigma_3=0.0$	第1个水平层第1个点 $\sigma_3=0.0$
	$\tau=0.0$	第1个水平层第1个点 $\tau=0.0$
30-6: 1.361,0.0,0.0	$K_c=1.361$	第1个水平层第2个点 $K_c=1.361$
	$\sigma_3=0.0$	第1个水平层第2个点 $\sigma_3=0.0$
	$\tau=0.0$	第1个水平层第2个点 $\tau=0.0$
30-7: 2.055,0.0,0.0		第1个水平层第3个点各项的意义同第1个点
30-8: 3.121,0.0,0.0		第1个水平层第4个点各项的意义同第1个点
30-9: 4.015,0.0,0.0		第1个水平层第5个点各项的意义同第1个点
30-10: 5.196,0.0,0.0		第1个水平层第6个点各项的意义同第1个点
30-11: 6	LOX(2)=6	第2个水平层共有6个点
30-12: 1.0,1.0,0.08		
30-13: 1.361,1.0,0.20		
30-14: 2.055,1.0,0.30		

续 表

数据	变量	说明
30-15: 3.121,1.0,0.34		
30-16: 4.015,1.0,0.37		
30-17: 5.196,1.0,0.39		
30-18: 6	LOX(3)=6	第3个水平层共有6个点
30-19: 1.0,10.0,.80		
30-20: 1.361,10.0,2.0		
30-21: 2.055,10.0,3.0		
30-22: 3.121,10.0,3.4		
30-23: 4.015,10.0,3.7		
30-24: 5.196,10.0,3.9		
30-25: 6	LOY(4)=6	第4个水平层共有6个点
30-26: 1.0,100.0,8.00		
30-27: 1.361,100.0,20.00		
30-28: 2.055,100.0,30.00		
30-29: 3.121,100.0,34.00		
30-30: 4.015,100.0,37.00		
30-31: 5.196,100.0,39.00		
31~59: 同EX1.DAT		

5. 计算结果  
计算结果见表 12.35，计算图形见图 12.20。

表 12.35 例题 12 计算结果

计算方法	初始 $F_1$	最小 $F_m$	相应于临界滑裂面参数		
			$x_c$	$y_c$	$D_s$
毕肖普法	0.778	0.605	86.93	-19.93	33.78

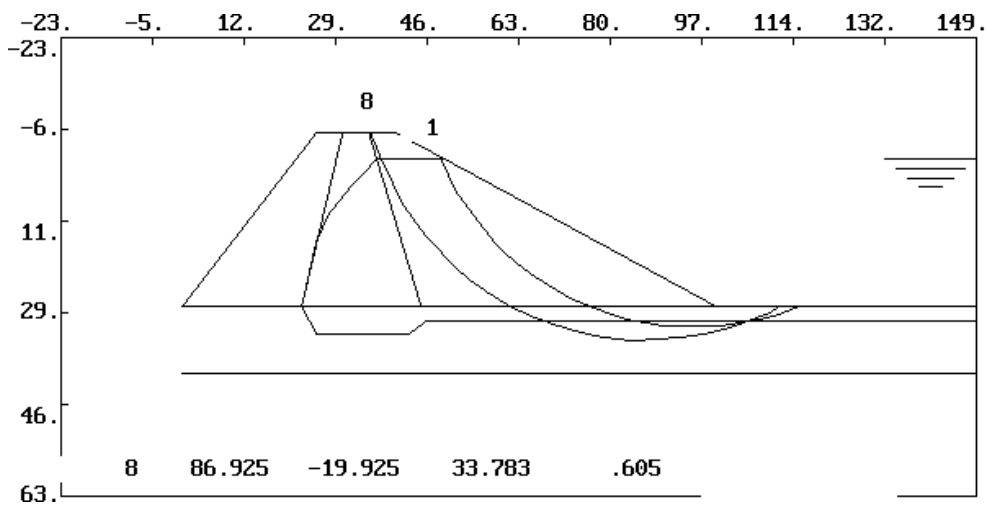


图 12.20 例题 12 (EX12) 计算图形

12.6.13 例题13 (EX13)

- 1. 计算条件  
计算剖面同例题 1。稳定渗流期，具有拉力缝，但不充水。拉力缝底部  $x$  坐标为 0.0。
- 2. 计算内容  
用单形法（最优化方法）搜索最小安全系数  $F_m$ 。
- 3. 数据文件修改
  - 1) EX1.DAT 第 2 行无拉力缝 OPTION(3)=0，改为有拉力缝 OPTION(3)=1；
  - 2) 滑裂面网格数据与 EX7.DAT 同；
  - 3) EX1.DAT 第 59 行输完滑裂面数据后，增加输入拉力缝底部  $x$  坐标 YTENSION=0.0。
- 4. 数据文件 EX13.DAT 说明（表 12.36）

表 12.36 数据文件 EX13.DAT 和说明

数据	变量	说明
1: EXAMPLE NO.13, TENSION CRACK		
2: 0,1,1,0,0,0~ (3~59行同例题1)	OPTION(3)=1	具有拉力缝但缝内不充水
60: 0.0	YTENSION=0.0	拉力缝底部y坐标

- 5. 计算结果  
计算结果见表 12.37，计算图形如图 12.21。

表 12.37 例题 13 计算结果

计算方法	初始 $F_1$	最小 $F_m$	相应于临界滑裂面参数		
			$x_c$	$y_c$	$D_s$
毕肖普法	1.955	1.231	78.88	-36.36	10.81

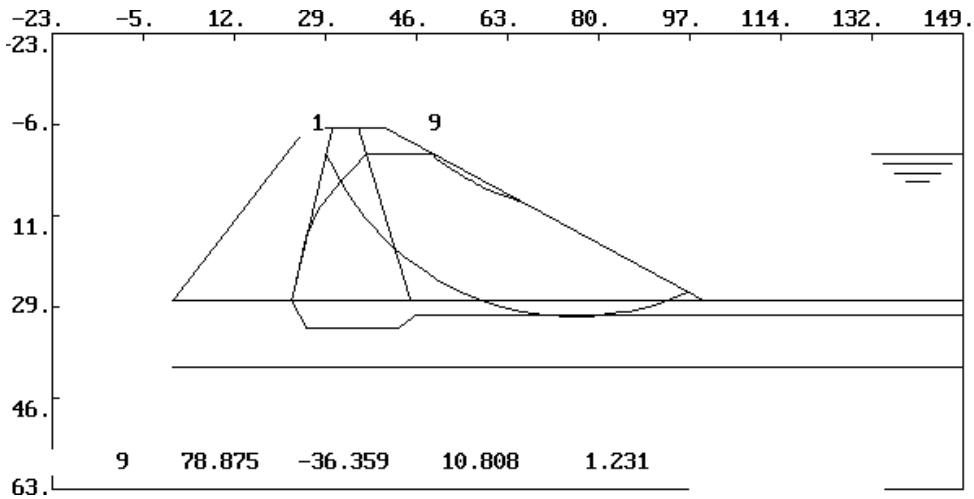


图 12.21 例题 13 (EX13) 计算图形

## 12.6.14 例题14 (EX14)

## 1. 计算条件

同例题 1。

## 2. 计算内容

采用蒙特卡洛法，计算圆弧滑裂面可靠度指标 $\beta$ 。

## 3. 数据文件修改（与例题 1 比较）

1) 第 2 行，由 OPTION(4)=0 改为 OPTION(4)=1，进行可靠度计算；

2) 第 30 行输完土层材料指标后增加可靠度计算的数据子单元。

## 4. 数据文件 EX14.DAT 说明（表 12.38）

表 12.38 数据文件 EX14.DAT 和说明

数据	变量	说明
1: EXAMPLE NO.14 MONTE-CARLO		
2: 0,1,0,1,0,0	OPTION(4)=1	计算可靠度指标
(3~30行同例1)		
(数据子单元: 可靠度分析数据)		
30-1: 1,2	NPROB=1	采用蒙特卡洛法
	NLB=2	具有随机特征的土层总数为2
30-2: 500	ITM=500	进行500次蒙特卡洛法抽样
30-3: 3,0,20,30	K=3	输入3个种子
	MEED(I)=0,20,30	种子分别为0、20、30
(第1号材料凝聚力、孔压系数不是随机变量，摩擦系数是随机变量)		
30-4: 1,2,-1,0,0.6494,0.09,-1,0,0	MD(1)=1	具有随机特性的第1个土层为1号土
	MTYPE(1)=2	该层土的概型为正态分布
	CMEAN(1)=-1	该层土粘聚力的均值。若输入负值,则凝聚力按不是随机变量处理
	CDEV(1)=0	该层土凝聚力的标准差
	MEAN(1)=.6494	该层土摩擦系数的均值为0.6494
	FDEV(1)=0.09	该层土摩擦系数的标准差为0.09
	RMEAN(1)=-1	该层土孔压系数均值；因RMEAN(1)=-1<0故孔压系数也不是随机变量
	RDEV(1)=0	该层土孔压系数的标准差
(第2号材料孔压系数不是随机变量，粘聚力、摩擦系数是随机变量)		
30-5: 2,2,5,0,0.5,0.364,0.05,-1,0,0		(各项意义同31-4行)
31~59: 同EX1.DAT		

因 NPROB=1，采用蒙特卡洛法，不能进行变量的相关分析计算，故不输入相关计算识别符 KK 和相关系数矩阵 R11(I, J)。

## 5. 计算结果

计算结果见表 12.39。

表 12. 39 例题 14 计算结果

计算方法	初始 $\beta_1$	相应于临界滑裂面参数		
		$x_c$	$y_c$	$D_s$
蒙特卡洛法	6.166	75.0	-22.5	30.0

12. 6. 15 例题15 (EX15)

1. 计算条件

同例题 1。

2. 计算内容

采用一次二阶矩(FOSM)法，计算指定圆弧滑裂面可靠度指标  $\beta$ 。

3. 数据文件修改

- 1) EX1.DAT 第 2 行，OPTION(4)=1，进行可靠度计算；
- 2) EX1.DAT 第 30 行输完土层材料指标后，增加可靠度计算的数据子单元；
- 3) EX14.DAT 输完具有随机特征的土层指标后，增加输入随机变量不相关标识符 KK = 0。

4. 数据文件 EX15.DAT 说明（表 12.40）

表 12. 40 数据文件 EX15.DAT

数据	变量	说明
1: 'EXAMPLENO.15,RELIABILITY,FOSM'		
2: 0,1,0,1,0,0 (3~30: 同EX1.DAT) (30-1~30-4 行为可靠度分析数据)	OPTION(4)=1	进行可靠度计算
30-1: 2,2	NPROB=2 NLB=2	采用FOSM法 具有随机特征的土层总数为2
30-2: 1,2,-1,0,0.6494,.09,-1,.0		意义同例14
30-3: 2,2,5,.0,5,0.364,0.05,-1,0		意义同例14
30-4: 0	KK=0	随机变量不相关
31~59: 同EX1.DAT		

5. 计算结果

计算结果见表 12.41。

表 12. 41 例题 15 计算结果

计算方法	初始 $\beta_1$	相应于临界滑裂面参数		
		$x_c$	$y_c$	$D_s$
FOSM	6.418	75.0	-22.5	30.0

从例题 14、例题 15 的计算结果看出，计算初始可靠度指标，蒙特卡洛法 $\beta=6.137$  和一次二阶矩法  $\beta=6.390$  二者相近。

**12.6.16 例题16 (EX16)****1. 计算条件**

同例题 1, 滑弧通过指定的上、下交点其坐标分别为  $x_B=25.503$ ,  $y_B=-5.000$ ,  $x_C=96.289$ ,  $y_C=25.490$ 。

**2. 计算内容**

用网格法找出, 滑弧通过指定坝坡上、下交点, 滑弧半径为 52.5~92.5m, 步长为 10.0 的五个圆弧的最小安全系数  $F_m$ 。

**3. 数据文件修改**

- 1) 将 EX1.DAT 第 57 行 LL0=0 改为 LL0=1;
- 2) 在 EX1.DAT 第 58、59 行, 输入有关的参数。与例题 6 不同点在于, 本例布置的网格是在半径方向。

**4. 数据文件 EX16.DAT 说明 (表 12.42)****表 12.42 数据文件 EX16.DAT 和说明**

数据	变量	说明
1: EXAMPLENO.16DEFINEACIRCLEBASEDONCROWNANDTOEPOSITIONS (2~56行与例题1同) (第57~59行圆弧滑裂面数据)		
57: 1,0,0	LLO=1>0	滑弧通过指定的上、下端点
	LL1=0	毕肖普法
	LL2=0	用网格法搜索 $F_m$
58: 2,20,72.5,10.0	IGRID=2	在圆弧半径方向增大或减少的网格
	NS=20	划分的土条数
	CCD=72.5	中间圆弧的半径
	BCD=10.0	滑弧半径的步长
59: 25.503,-5.0,96.289,25.490	XL1=25.503	上交点的 $x$ 坐标
	YL1=-5.000	上交点的 $y$ 坐标
	XL2=96.289	下交点的 $x$ 坐标
	YL2=25.490	下交点的 $y$ 坐标

**5. 计算结果**

计算结果见表 12.43, 计算图形见图 12.22。

**表 12.43 例题 16 计算结果**

计算方法	初始 $F_1$	最小 $F_m$	相应于临界滑裂面参数		
			$x_c$	$y_c$	$D_s$
毕肖普法	1.920	1.555	94.162	-66.986	25.514

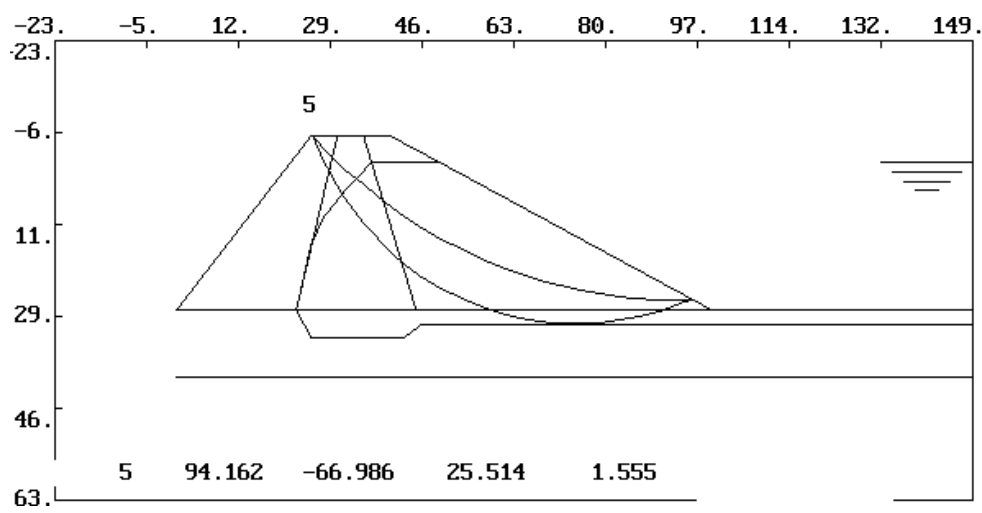


图 12.22 例题 16 (EX16) 计算图形

12.6.17 例题17 (EX17)

1. 计算条件

同例题 1，稳定渗流期，滑弧通过指定的上交点，其坐标为  $x=25.503$ ， $y=-5.000$ 。

2. 计算内容

滑弧通过指定的上交点，用枚举法搜索  $F_m$ 。

3. 数据文件修改（与 EX16.EAT 比较）

1) 57 行  $LLO<0$ ，判定滑弧通过指定的上交点；

2) 58 行划分的网格为在圆弧半径方向增大或减少的格数；

3) 59 行第 3 项 LDN 为上交点还是下交点的识别符，若  $LDN>0$ ，则此行第 1、2 项为上交点  $x$ 、 $y$  坐标；

4) 若  $LDN<0$ ，则此行第 1、2 项为滑弧与边界线下交点  $x$ 、 $y$  坐标。

4. 数据文件 EX17.DAT 说明（表 12.44）

表 12.44 数据文件 EX17.DAT 和说明

数据	变量	说明
1: EXAMPLENO.17,DEFINEACIRCLECROWN		
2~56: 同EX1.DAT		
(第57~59行圆弧滑裂面数据)		
57: -1,0,0	$LLO=-1<0$	滑弧通过指定的上交点
	$LL1=0$	毕肖普法
	$LL2=0$	用枚举法搜索 $F_m$
58: 2,20,72.5,10.0	$IGRID=2$	在圆弧半径方向增大或减少的网格数
	$NS=20$	划分的土条数
	$CCD=72.5$	中间圆弧的半径



续 表

数据	变量	说明
59: 25.503,-5.0,1,26.345	BCD=10.0	中间圆弧的半径的步长
	XL1=25.503	上交点的x坐标
	YL1=-5.000	上交点的y坐标
	LDN=1	判别为上交点(若LDN<0, 判别为下交点, 则本行第1、2项即为下交点x、y坐标)
	Ds=26.345	中间滑弧的深度

## 5. 计算结果

计算结果见表 12.45, 计算图形见图 12.23。

表 12.45 例题 17 计算结果

计算方法	初始 $F_1$	最小 $F_m$	相应于临界滑裂面参数		
			$x_c$	$y_c$	$D_s$
毕肖普法	1.822	1.555	94.903	-66.155	26.345

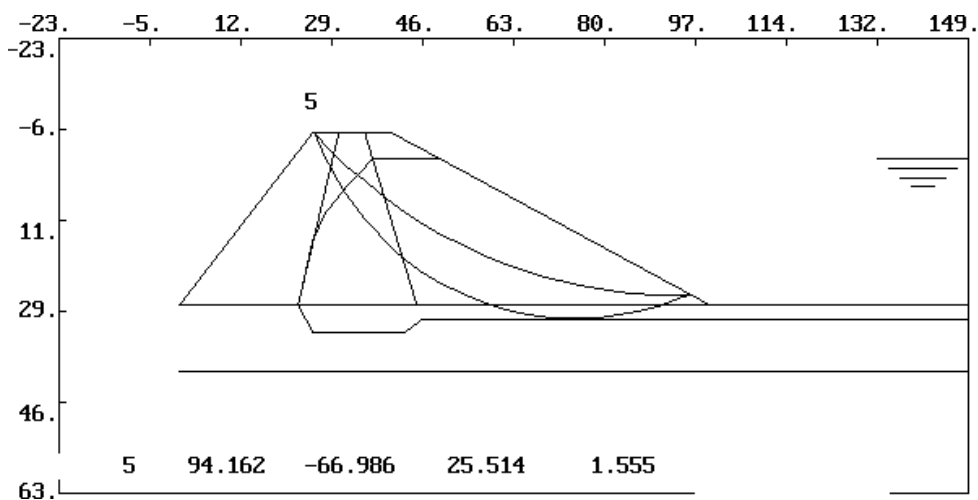


图 12.23 例题 17 (EX17) 计算图形

## 12.6.18 例题18 (EX18)

## 1. 计算条件

同例题 1, 稳定渗流期。

## 2. 计算内容

计算指定任意形状滑裂面的安全系数  $F$ , 且滑裂面上的线段均为直线。

## 3. 数据文件修改 (与例题 1 比较)

1) 第 2 行由圆弧 OPTION(2)=1 改为非圆弧 OPTION(2)=0;

2) 第 57 行以后由圆弧滑裂面改为任意形状滑裂面。

4. 数据文件 EX18.DAT 说明 (表 12.46)



表 12.47 例题 18 计算结果

$F$	滑裂面上的控制点坐标							
	$x1$	$y1$	$x2$	$y2$	$x3$	$y3$	$x4$	$y4$
2.479	27.5	-5.0	50.0	30.0	110.0	30.0	115.0	27.5

## 12.6.19 例题19 (EX19)

## 1. 计算条件

同例题 1，稳定渗流期，用单形法搜索任意形状滑裂面  $F_m$ 。

## 2. 计算内容

用单形法搜索任意形状滑裂面的安全系数  $F_m$ 。本例的滑裂面一部分为直线，一部分为曲线。滑裂面的第 3、4 段为直线，其余线段为曲线。

## 3. 数据文件 (EX18.DAT) 修改

第 57 行任意形状滑裂面数据后增加 2 行，说明滑裂面上的直线段的数目及其序号。

## 4. 数据文件 EX19.DAT 说明 (表 12.48)

表 12.48 数据文件 EX19.DAT 和说明

数据	变量	说明
1: EXAMPLE NO.19, SIMPLEX METHOD		
2: 0,0,0,0,0,0 (2~56行同例1) (57~63行任意形状滑裂面数据)	OPTION(2)=0	任意形状滑裂面
57: 5,2,0	NS1=5 NUPT=2 IRE=0	滑裂面上的控制点数为5 用单形法搜索任意形状滑裂面 $F_m$ 程序默认迭代100次
58: 1,27.5,-5.0,1,0,0	KQ2(1)=1 X1(1)=27.5 Y1(1)=-5.0 NL(1)=1 AL(1)=0.0	第一个控制点的土条编号 该控制点的 $x$ 坐标 该控制点的 $y$ 坐标 该控制点的移动自由度为1 该控制点移动的角度为0(即沿水平向)
59: 10,60.0,25.0,1,45.0	KQ2(2)=10 X1(2)=60.0 Y1(2)=25.0 NL(2)=1 AL(2)=45.0	第二个控制点的土条编号 该控制点的 $x$ 坐标 该控制点的 $y$ 坐标 该控制点的移动自由度为1 该控制点移动的角度为45.0
60: 16,75.0,30.0,1,0,0.....		
61: 28,110.0,30.0,1,0,0.....		
62: 2	LO=2	滑裂面上有2段直线,其余线段为曲线
63: 3,4	NP(I)=3,4	直线段的序号为第3、4号

## 5. 计算结果

计算结果见表 12.49，计算图形见图 12.25。

表 12. 49 例题 19 计算结果

初始 $F_1$	最小 $F_m$	临界滑裂面上控制点坐标					
		$x$	28.2	53.7	83.7	98.1	103.5
1.761	1.680	$y$	-5.0	18.7	30.0	30.0	27.5

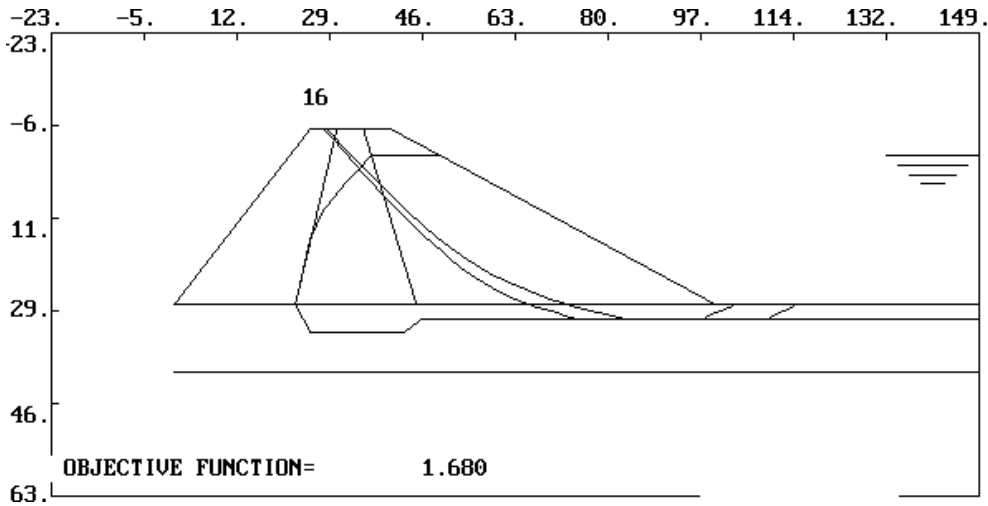


图 12. 25 例题 19 (EX19) 计算图形

12. 6. 20 例题20 (EX20)

1. 计算条件

同例题 1，稳定渗流期，有拉力缝且充水。

2. 计算内容

用单形法搜索任意形状滑裂面的安全系数  $F_m$ ，滑裂面上的线段均为直线。

3. 数据文件修改（与例题 19 比较）

第 2 行无拉力缝 OPTION(3)=0 改为有拉力缝且充水 OPTION(3)=2。

4. 数据文件 EX20.DAT 说明（表 12.50）

表 12. 50 数据文件 EX20.DAT 和说明

数据	变量	说明
1: EXAMPLE NO.20, SIMPLEX METHOD, TENSION CRACK		
2: 0,0,2,0,0,0	OPTION(3)=2	有拉力缝且充水
3~64: 同例19		

5. 计算结果

计算结果见表 12.51，计算图形见图 12.26。

本例为非圆弧滑裂面，滑面的第一个点的坐标即代表拉力缝的深度，故没有例 13 圆弧滑裂面中的 YTENSION 的数据。

表 12. 51 例题 20 计算结果

初始 $F_l$	最小 $F_m$	临界滑裂面上控制点坐标					
		$x$	35.7	43.3	85.9	114.6	117.2
1.789	1.595	$y$	0.0	8.3	30.0	30.0	27.5

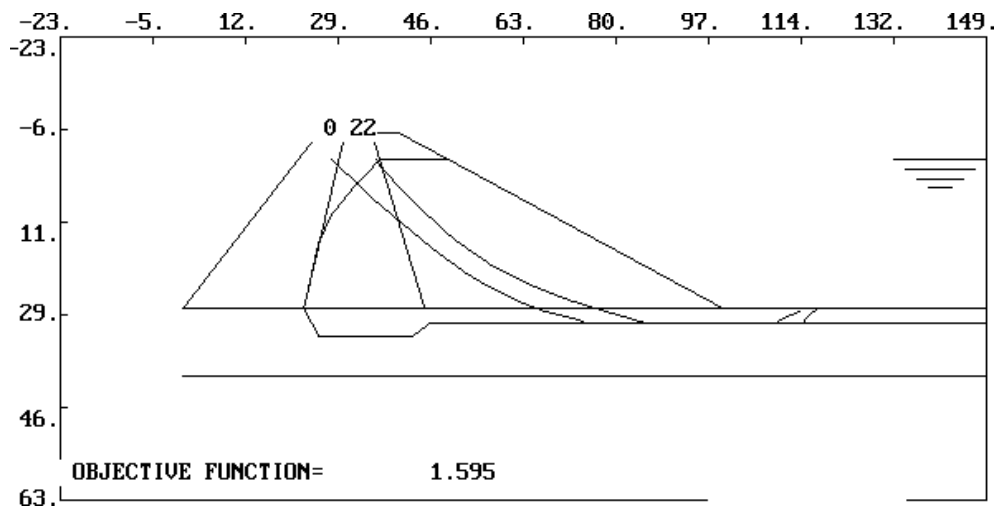


图 12. 26 例题 20 (EX20) 计算图形

12. 6. 21 例题21 (EX21)

1. 计算条件

稳定渗流期，具有表面荷载。图 12.12 示一边坡，在平台（线段 1）上作用有缆机荷载，其垂直荷载为梯形分布，水平荷载为均匀分布。由于本身稳定安全系数较低，故在坡面上(线段 3、5)打了与  $X$  轴夹角  $165^\circ$  的预应力锚索。设在第 3、5 线段上分别打了 7 排每根预应力  $300\text{t}(1\text{t}=9.8\text{kN})$ 、排距  $5\text{m}$  的锚索，则每单位宽度锚索荷载为  $7 \times 300/5=420\text{t/m}$ 。

2. 计算内容

用单形法搜索任意形状滑裂面的安全系数  $F_m$ ，滑裂面上的线段均为直线。

3. 数据文件修改（与例 19 比较）

- 1) 第 2 行由没有表面荷载  $\text{OPTION}(5)=0$  改为有表面荷载  $\text{OPTION}(5)=1$ ;
- 2) 在输完边界线、浸润线后,增加具有表面荷载的控制数据。

4. 数据文件 EX21.DAT 说明（表 12.52）

表 12. 52 数据文件 EX21.DAT 和说明

数据	变量	说明
(1~6行控制数据)		
1: N021	CRANE	
2: 0,0,0,0,1,0	OPTION(5)=1	具有表面荷载

续 表

数据	变量	说明
3: 0	MTE=0	有效应力法
4: 500.0,500.0,-1	UWL=500>150 UWLI=500 ASP=-1<0	表明坡外无水(150为基础面Y坐标) 用有效应力法UWL=WUL1 罗厄法
5: 0,0,0,0,0	IQUA=0	因无地震,本行第2、3、4项填 0 即可
6: 1.0 (7~13行控制点的数据)		
7: 6		
8: 1,79.0,37.0		
.....		
13: 6,207.0,150.0 (14~15行材料数据)		
14: 1		
15: 1,35.0,0,0,0,0,0,2.5,2.5,0 (16~21行边界线、浸润线数据)		
16: 5,0		
17: 1,2,1		
18: 2,3,1		
19: 3,4,1		
20: 4,5,1		
21: 5,6,1 (22~30)行表面荷载数据)		
22: 3	NNP=3	具有表面荷载的线段总数为3
23: 1,3,5	NP(I)=1,3,5	具有表面荷载的线段序号为1,3,5
24: 1	NUR(1)=1	第1条线段承受的荷载种类为分布力
25: 10.0,16.0	PN(1,1)=10.0 PN(1,2)=16.0	该线段分布荷载的x分量在左端点的值 该线段分布荷载的x分量在右端点的值
26: 4.4,4.4	PT(1,1)=4.4 PT(1,2)=4.4	该线段分布荷载的y分量在左端点的值 该线段分布荷载的y分量在右端点的值
27: 0	NUR(2)=0	第2条线段承受的荷载种类为集中力
28: 420,165.	U=420.0 AF=165.0	该线段承受的集中力数值 该线段承受的集中力倾角(以度计)
29: 0	NUR(3)=0	第3条线段承受的荷载种类为集中力
30: 240.,165.	SU=240.0 AF=165.0	该线段承受的集中力数值 该线段承受的集中力倾角
(31~37行为非圆弧滑裂面数据)		
31: 4,2,0		(31~35行各项意义同例19)
32: 1,79.0,37.0,0,0,0		
33: 6,90.0,55.0,1,0,0		
34: 15,126.0,100.0,1,0,0		
35: 30,207.0,150.0,1,0,0		
36: 3	LNO=3	滑裂面上有3条直线
37: 1,2,3	LOO(I)=1,2,3	滑裂面上3条直线的编号为1、2、3

## 5. 计算结果

计算结果见表 12.53, 计算图形见图 12.27。

表 12.53 例题 21 计算结果

初始 $F_1$	最小 $F_m$	临界滑裂面上控制点坐标				
		$x$	79.0	90.8	129.7	207.5
1.038	1.029	$y$	37.0	55.0	100.0	150.0

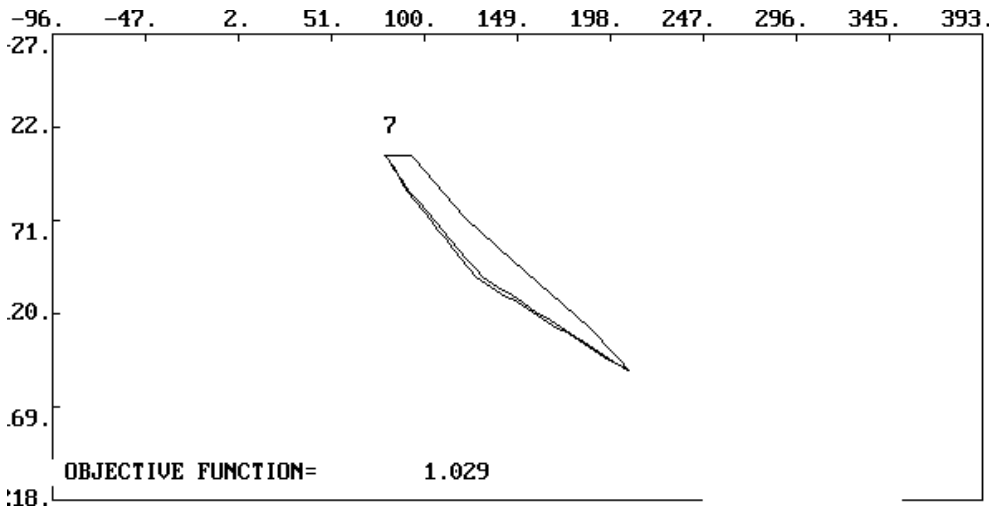


图 12.27 例题 21 (EX21) 计算图形

12.6.22 例题22 (EX22)

- 1. 计算条件  
计算剖面同例题 1，稳定渗流期。
- 2. 计算内容  
随机搜索任意形状滑裂面的安全系数  $F_m$ 。
- 3. 数据文件修改（与例题 19 比较）
  - 1) 第 57 行单形法 NOPT=2 改为 NOPT=12 随机搜索；
  - 2) 第 62 行输完滑裂面上控制点的数据后，增加随机搜索数据。
- 4. 数据文件 EX22.DAT 说明（表 12.54）

表 12.54 数据文件 EX22.DAT 和说明

数据	变量	说明
1: 'EXAMPLE NO.22		
2: 0,0,0,0,0	OPTION=0	任意形状滑裂面
(3~56行同例1)		
(5~62行滑裂面数据)		
57: 5,12,0	NS1=5	滑裂面上的控制点数
	NUPT=12	随机搜索
	IRE=0	程序默认迭代100次
58: 1,27.5,-5.0,1,0.0		(第59~63行各项意义同例19)
59: 10,60.0,25.0,1,0.0		
60: 16,75.0,30.0,1,0.0		

续 表

数据	变量	说明
61: 28,110.0,30.0,1,180.0 62: 35,130.0,27.5,1,180.0 (62-1~62-6行随机搜索数据)		
62-1: 5	IX=5	随机搜索的种子为5
62-2: 1,10.0	KK=1 ZP=10.0	滑裂面上随机搜索的第1个控制点 第1个控制点随机搜索的半带宽度为10.0
62-3: 2,15.0	KK=2 ZP=15.0	滑裂面上随机搜索的第2个控制点 第2个控制点随机搜索的半带宽度为15.0
62-4: 3,20.0 62-5: 4,20.0 62-6: 5,25.0		滑裂面上随机搜索的第3个控制点
63: 2 64: 3,4	LNO=2 LOO(I)	滑裂面上有2段直线,其余线段为曲线 直线段的序号为第3号及第4号

5. 计算结果

计算结果见表 12.55，计算图形见图 12.28。

表 12.55 例题 22 计算结果

初始 $F_1$	最小 $F_m$	临界滑裂面上控制点坐标					
		x	27.2	69.1	82.6	99.2	104.6
1.897	1.662	y	-5.0	25.0	30.0	30.0	27.5

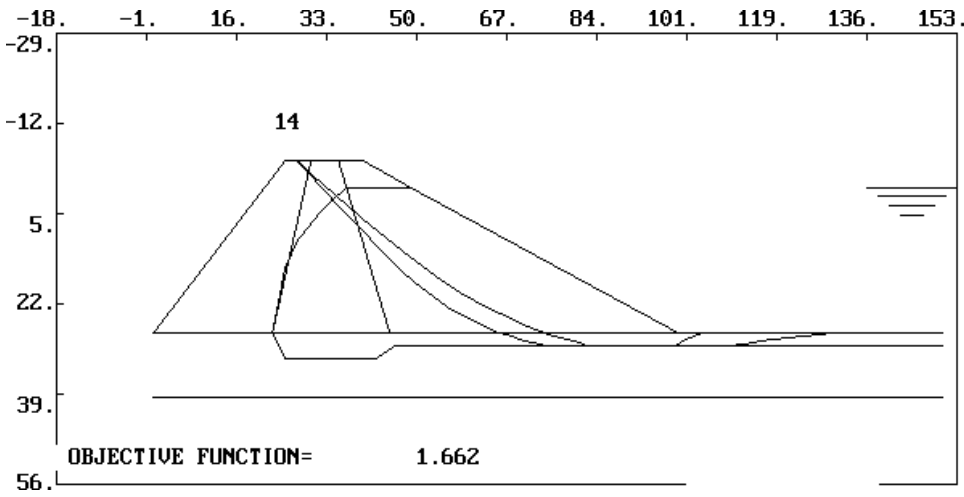


图 12.28 例题 22 (EX22) 计算图形



## 12.6.23 例题23 (EX23)

## 1. 计算条件

同例题 1。第 2 号材料的粘聚力  $c$  和摩擦系数  $\tan\phi$  相关，相关数为-0.2。

## 2. 计算内容

采用 ROSENBLEUTH 法，计算非圆弧滑裂面最小可靠度  $\beta_m$ 。

## 3. 数据文件修改（与例题 19 比较）

1) 第 2 行不进行可靠度计算 OPTION(4)=0 改为 OPTION(4)=1 进行可靠度计算；

2) 在有关材料数据(28~30 行)后增加可靠度分析数据。

## 4. 数据文件 EX23.DAT 说明（表 12.56）

表 12.56 数据文件 EX23.DAT 和说明

数据	变量	说明
1: EXAMPLE NO.23, RELIABILITY ANALYSIS		
2: 0,0,0,1,0,0	OPTION(4)=1	进行可靠度计算
(3~27行同EX1.DAT)		
(28~30行材料数据同例1)		
28: 2		
29: 1,33,0,0,0,0,0,0,2,0,2,1,0		
30: 2,20,0,5,0,0,0,0,2,0,2,1,0		
(30-1~30-7行可靠度计算数据)		
30-1: 3,2	NPROB=3	采用ROSENBLEUTH法
	NLB=2	具有随机特征的土层总数为2
30-2: 1,2,-1,0,0.6494,0.09,-1,0		各项意义同例14
30-3: 2,2,5,-0,5,0.364,0.05,-1,0		各项意义同例14
30-4: 1	KK=1	随机变量相关
30-5: 1,0,0	R11(1,1)=1	第(31-5~7)行为相关系数矩阵
30-6: 0,1,-0.2		
30-7: 0,-0.2,1		
(31~56行为边界线、浸润线数据同EX1.DAT)		
(57~62行: 非圆弧滑裂面数据)		
57: 4,2,0	NS1=4	滑裂面上控制点数
	NOPT=2	用单形法搜索最小可靠度指标 $\beta_m$
	IRE=0	程序默认迭代100次
58: 1,27.5,-5,1,0.		(59~62行各项意义同EX19.DAT)
59: 15,50.,30.,1,0.		
60: 40,110.,30.,1,0.		
61: 45,115.,27.5,1,0.		
62: 6	LNO=6>4	滑裂面上的线段均为直线

## 5. 计算结果

计算结果见表 12.57。

表 12. 57 例题 23 计算结果

初始 $\beta_1$	最小 $\beta_m$	临界滑裂面上控制点坐标				
		$x$	33.9	75.1	119.1	124.2
5.127	4.023	$y$	-5.0	30.0	30.0	27.5

12. 6. 24 例题24 (EX24)

1. 计算条件

计算剖面同例题 1，稳定渗流期遇地震。第 1、2 号材料的组合强度包线指标摩擦角 $\phi_1$ 分别为 24.64°，15.11°，凝聚力  $c_1$  分别为 5.0kPa，65kPa。

2. 计算内容

用组合强度包线指标并搜索临界滑裂面  $F_m$ 。

3. 数据文件修改（与例 1 比较）

- 1) 第 5 行原为不进行地震计算 IQUA=0，改为 IQUA=8，遇 8 度地震；
- 2) 在第 28 行、29 行中，因在第 5 行输入地震参数，故程序识别 PF1(1)；
- 3) PC1(1)，PF1(2)、PC1(2)为组合强度包线指标。
4. 数据文件 EX24.DAT 说明（表 12.58）

表 12. 58 数据文件 EX24.DAT 和说明

数据	变量	说明
(第1~4行同例1)		
1: EXAMPLENO.24,		
2: 0,0,0,0,0		
3: 0		
4: 0.0,0.00,-2.0		
5: 8,27.5,32.5,1	IQUA=8	地震烈度为8
6: 1.0	RW=1	水容重
(7~27行同例1)		
(28~30行材料指标、孔压输入方法)		
28: 2	IN=2	2种材料
29: 1,33.0,0.0,24.64,5.0,2.0,2.1,0	L=1	材料序号为1
	PF(1)=33	第1号材料 $\phi'$ 为33
	PC(1)=0.0	第1号材料 $c'$ 为0.0
	PF1(1)=24.64	第1号材料组合强度包线指标 $\phi_1$ 为24.64
	PC1(1)=5.0	第1号材料组合强度包线指标 $c_1$ 为5.0
	PDW(1)=2.1	第1号材料天然容重
	PDS(1)=2.1	第1号材料饱和容重
	LRU(1)=0	孔压按简化法确定
30: 2,20.0,5.0,15.11,6.5,2.0,2.1,0		各项意义同第29行
(31~56行边界线、浸润线同例1)		
(57~62行任意形状滑裂面数据)		

续 表

数据	变量	说明
57: 4,2,0		
58: 1,27.5,-5,1,0.		
59: 15,50.,30.,1,0.		
60: 40,110.,30.,1,0.		
61: 45,115.,27.5,1,0.		
62: 6		

5. 计算结果

计算结果见表 12.59，计算图形见图 12.29。

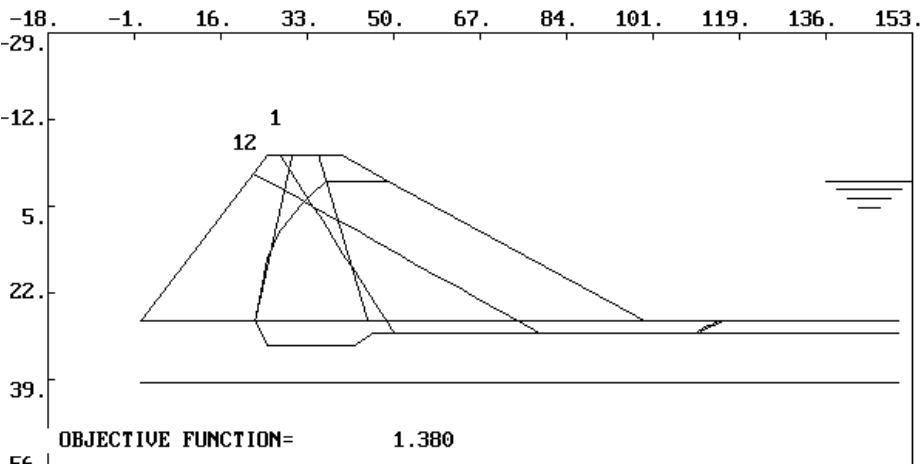


图 12.29 例题 24 (EX24) 计算图形

表 12.59 例题 24 计算结果

初始 $F_1$	最小 $F_m$	临界滑裂面上控制点坐标				
		x				
1.880	1.380	y	16.15	79.03	110.53	115.88
			-5.0	30.00	30.0	27.5

12.6.25 例题25 (EX25)

1. 计算条件

计算剖面同例题 1。但 18、19 点连线为一无厚度的软弱夹层。

2. 计算内容

使用软弱夹层功能，用单形法搜索任意形状滑裂面的  $F_m$ ，要求部分滑面通过软弱夹层。

3. 数据文件修改（与例题 1 比较）

- 1) 第 3 行增加一项扩充功能行；
- 2) 数据第 59, 60 行输入软弱夹层线信息。
4. 数据文件 EX25.DAT 说明（表 12.60）

表 12. 60 数据文件 EX25.DAT 和说明

行号	数据	说明
1:	'EXAMPLE NO.25'	设软弱夹层功能例
2:	0,0,0,0,1	OPTION(6)=1,新增加一项扩充功能行
3:	0,0,0,1,0,0	扩充功能行, OP1(4)=1,设软弱夹层功能
4:	0	
5:	0.0,0.00,-2.0	
6:	0,27.5,32.5,1	
7:	1	
8:	21	
9:	1,150.0,27.5	以下同EX19.DAT
10:	.....	
57:	10,12,2	
58:	12,14,1	最后一条浸润线数据
59:	1	有1条无厚度软弱夹层线
60:	18,19,1	该软弱夹层连结点18,19,土号为1
61:	5,2,0	
62:	1,27.5,-5,1,0.	
63:	10,60.,25.,1,45.	
64:	16,75.,30.,1,0.	
65:	28,110.,30.,1,0.	
66:	35,115.,27.5,1,0.	
67:	0,0,1,0	WS(1)=0,滑裂面的第1段不在软弱夹层上 WS(2)=0,滑裂面的第2段不在软弱夹层上 WS(3)=1,滑裂面的第3段在编号1的软弱夹层上
68:	2	滑裂面上有两个直线段
69:	3,4	滑裂面第3,4段为直线段

5. 计算结果

计算结果见表 12.61，计算图形见图 12.30。

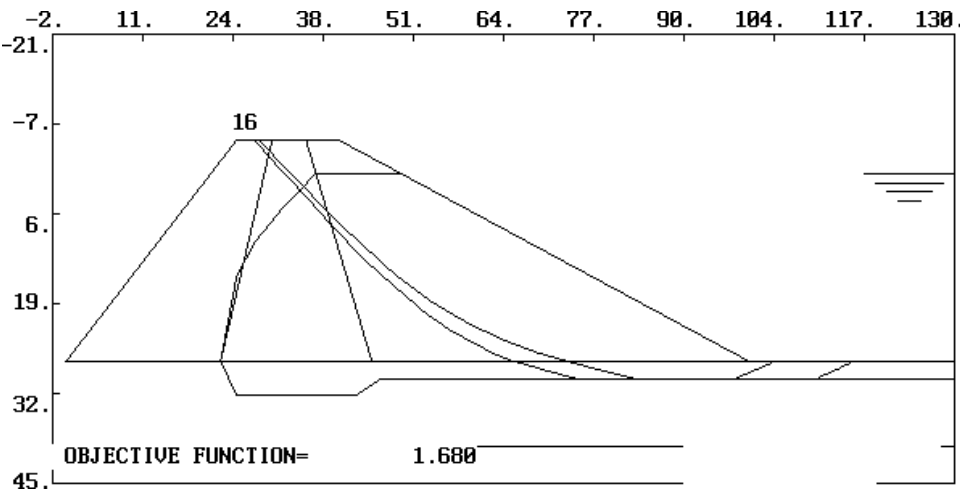


图 12. 30 例题 25(EX25)计算图形

表 12. 61 例题 25 计算结果

初始 $F_1$	最小 $F_m$	临界滑裂面上控制点坐标					
		$x$	28.2	53.7	83.7	96.1	106.6
1.690	1.680	$y$	-5.0	18.8	30.3	30.5	27.5

## 12. 6. 26 例题26(EX26)

## 1. 计算条件

计算剖面及材料指标同例题 1。稳定渗流期遇地震，用户输入水平和垂直地震系数。

## 2. 计算内容

计算指定非圆弧滑裂面  $F$ 。

## 3. 数据文件修改（与例题 18 比较）

1) 第 5 行原为不进行地震计算 IQUA=0, 改为 IQUA=-2;

2) 在数据第 6 行输入水平和垂直地震系数 LQH, 第 7~9 行输入其有关数据 LQH, CYE(I), COE(I), VOE(I)。

## 4. 数据文件 EX26.DAT 说明（表 12.62）

表 12. 62 数据文件 EX26.DAT 和说明

行号	数据	说明
1:	EXAMPLENO.26, SEISMIC COEFFICIENT ASSIGNED BY THE USER'	由用户输入水平和垂直地震系数例
2:	0,0,0,0,0,0	
3:	0	
4:	0.0,0.0,-2.0	
5:	-2,27.5,32.5,1	
		IQUA=-2, 输入水平和垂直地震系数
6:	3	
		LQH=3, 分3个高程输入地震系数
7:	-5.0,0.15,0.10	
		CYE(I)=-5 承受地震力的y坐标 COE(I)=0.15 该高程水平地震力系数 VOE(I)=0.1 该高程垂直地震力系数
8:	27.5,0.10,0.10	
9:	40.0,0.10,0.10	
10:	1	
	(11~32行控制点数据, 同EX1.DAT)	
11:	21	
12:	1,150.0,27.5	
	.....	

续表

行号	数据	说明
31:	20,42.5,32.5	
32:	21,200.0,0.0,	
(33~61行为材料、边界线、浸润线数据, 同EX1.DAT)		
33:	2	
34:	1,33.0,5.0,0.0,0.0,2.0,2.1,0	
35:	2,20.0,5.0,0.0,0.0,2.0,2.1,0	
36:	17,8	
37:	1,2,2	
38:	2,3,1	
	.....	同EX1.DAT
	.....	
	.....	
	.....	
61:	12,14,1	
(62~67行为滑裂面数据)		
62:	4,0,0	
63:	1,27.5,-5,0,0.	
64:	15,50.,30.,0,0.	
65:	40,110.,30.,0,0.	
66:	45,115.,27.5,0,0.	
67:	6	

5. 计算结果

安全系数  $F=2.265$ , 计算图形见图 12.31。

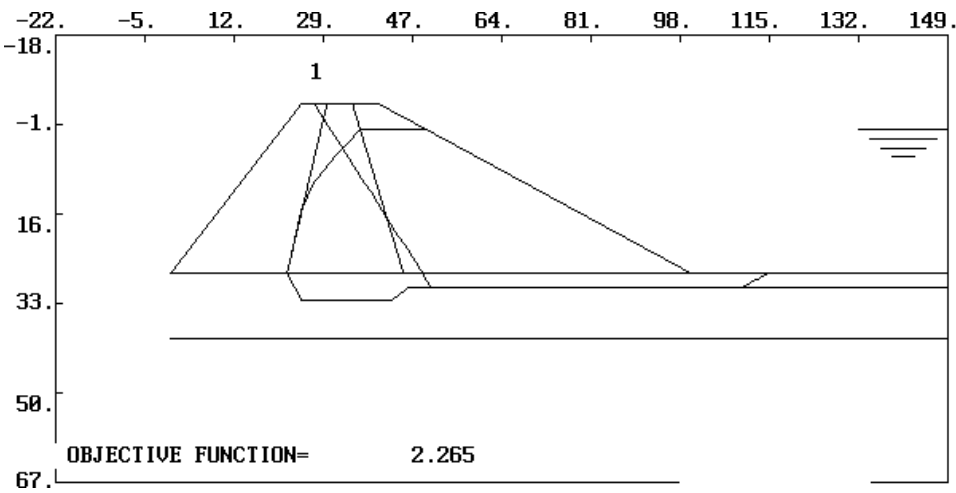


图 12.31 例题 26 (EX26) 计算图形

**12.6.27 例题27 (EX27)**

## 1. 计算条件

计算剖面如图 13.4。

## 2. 计算内容

本例为第 2 章和第 13 章 13.4 节介绍的三峡重力坝 3 坝段抗滑稳定例，有软弱夹层，且土条侧向力假定函数由用户指定。可以使用程序拉力缝充水功能来模拟重力坝水压力，计算指定滑裂面的  $F$ 。

## 3. 数据文件修改

1) 第 2 行  $\text{OPTION}(3)=2$ ，表示有拉力缝且充水。 $\text{OPTION}(6)=1$ ，表示在第二行后增加一行扩充功能  $\text{OP1}(I)$ ；

2) 第 3 行为扩充功能， $\text{OP1}(3)=1$  用户输入  $f(x)$  和  $f_0(x)$ 。 $\text{OP1}(4)=1$ ，具有无厚度软弱夹层；

3) 第 81~84 行为无厚度软弱夹层信息；

4) 第 92~98 行为  $f(x)$  和  $f_0(x)$  信息。

## 4. 数据文件 EX27.DAT 说明（表 12.63）

**表 12.63 数据文件 EX27.DAT 和说明**

行号	数据	说明
1:	Three Gorges, Section 3	本例说明设软弱夹层的功能
2:	0,0,2,0,0,1	$\text{OPTION}(3)=2$ , 使用拉力缝充水来模拟重力坝水压力， $\text{OPTION}(6)=1$ ，增加下面一行扩充功能
3:	0,0,1,1,0,0	$\text{OP1}(3)=1$ 用户输入 $f(x)$ 和 $f_0(x)$ ， $\text{OP1}(4)=1$ ，具有软弱夹层
4:	0	
5:	123.0,123,20.0	
6:	0,90,90,0	
7:	1	
8:	32	
9:	1,0,0	
10:	2,16,0	
11:	3,16,22.2	
12:	4,39.6,55	
13:	5,41.6,55	
14:	6,70.4,95	
15:	7,9,95	
16:	8,7.5,100	
17:	9,-17.5,100	
18:	10,-12.5,80	
19:	11,0,75	
20:	12,80.64,95	

续表

行号	数据	说明
21:	13,86.62,103.3	
22:	14,99.06,103.3	
23:	15,102.4,120	
24:	16,118,120	
25:	17,118,142.80	
26:	18,120.17,142.8	
27:	19,130.4,162.8	
28:	20,167,162.80	
29:	21,167,103.30	
30:	22,118,103.30	
31:	23,267,142.80	
32:	24,-80,10	
33:	25,0,10	
34:	26,-5,77.5	
35:	27,15,88.75	
36:	28,30.32,95	
37:	29,118,133.28	
38:	30,167,149.53	
39:	31,163.805,177.084	
40;	32,227.74,150.65	
41;	5	
42:	1,47.726,300,0,0,2.45,2.45, 0	
43	2,50.19,110,0,0,2.7, 2.7, 0	
44:	3,35.,20.,0,0,2.7,2.7,0	
45:	4,0,0,0,0,1.85,1.85,0	
46:	5,0,0,0,0,1,1,0	
47:	26,8	
48:	1,25,1	
49:	11,25,1	
50	1,2,1	
51:	2,3,1	
52:	3,4,1	
53:	4,5,1	
54;	5,6,1	
55:	6,7,2	
56:	7,8,2	
57:	8,9,2	
58:	9,10,2	
59:	10,11,1	
60:	6,12,2	
61:	12,13,2	
62:	13,14,2	
63:	14,15,2	



续 表

行号	数据	说明
64:	15,16,2	
65:	16,17,2	
66:	17,18,2	
67:	18,19,2	
68:	19,20,2	
69:	20,21,4	
70:	21,22,4	
71:	22,14,4	
72:	20,23,2	
73:	24,25,5	
74:	24,25,5	
75:	25,11,1	
76:	11,27,1	
77:	27,28,1	
78:	28,29,2	
79:	29,30,4	
80:	30,20,4	
(81~84行软弱夹层数据)		
81:	3	3条软弱夹层线
82:	9,19,3	第1条软弱夹层连结9,19两点, 所压材料号为3
83:	19,31,2	第2条软弱夹层连结19,31两点, 所压材料号为2
84:	31,32,2	第3条软弱夹层连结31,32两点, 所压材料号为2
(85~91行为滑裂面数据)		
85:	4,0,0	
86:	1,-17.5,100,0,0	
87:	18,130.4,162.8,0,0	
88:	28,163.805,177.084,0,23.0	
89:	38,227.74,150.65,1,0	
90:	1,2,3	滑裂面的第1、2、3段为第1、2、3条软弱夹层线
91:	12	LNO=12, 滑裂面各段均为直线
(OP1(3)不为零时输入92~98行, 为土条侧向力数据)		
92:	0	ISPE = 0, 输入以下有关土条侧向力倾角分布函数的详细数据
93:	1	IBOUN=1
94:	0.,0.	FAB,FBB=0
95:	4	IFUN=4
96:	-180	XFUN(1),FUN(1)
97:	130.,1.0	XFUN(2),FUN(2)
98:	227,0	
99:	260,0	

## 5. 计算结果

安全系数  $F=3.401$ , 计算图形见图 12.32。

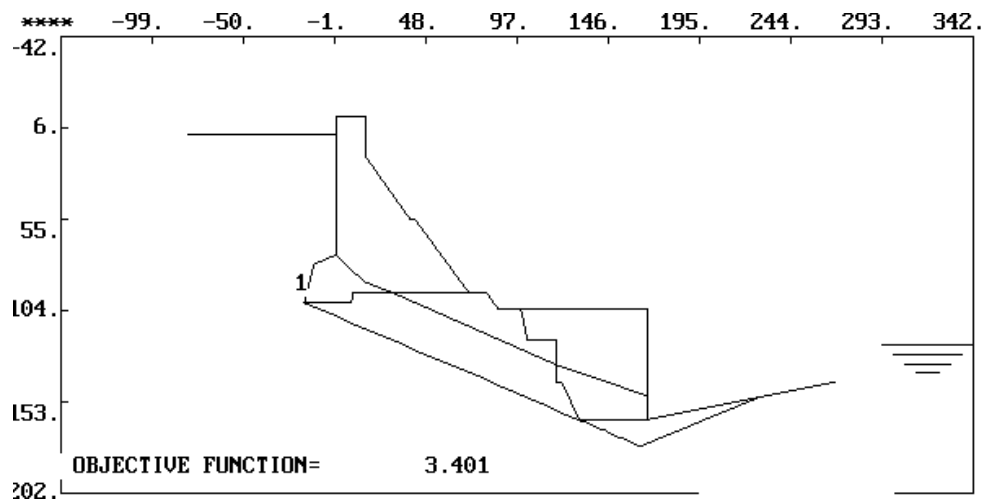


图 12.32 例题 27 (EX27) 计算图形

12.6.28 例题28 (EX28)

1. 计算条件

剖面为第 8 章[例题 8.1]，土压力作用点位于墙中点，方向水平。

2. 计算内容

用单形法搜索任意形状滑裂面  $F_m$ 。

3. 数据文件修改

1) 第 3 行，OP(1)=2，计算主动土压力，并同时满足力和力矩平衡条件；若 OP(1)=3，则仅满足力平衡条件的土压力计算（即为库仑土压力理论）；

2) 第 19 行输入假定的土压力 GWALL = 39.283，土压力作用位置与墙底的垂直距离 HMW=6.0，土压力与水平线的夹角 EWALL=0。

4. 数据文件 EX28.DAT 说明（表 12.64）

表 12.64 数据文件 EX28.DAT 和说明

行号	数据	说明
1:	CLASSICAL RANKINE EARTH PRESSURE	
2:	0,0,0,0,1	OPTION(6)=1 新增加下面一行补充功能
3:	2,0,0,0,0	OP(1)=2 仅计算主动土压力
4:	0	
5:	20.0,20.,2	
6:	0,0,0,0	
7:	1	
8:	4	

续 表

行号	数据	说明
9:	1,0,0	
10:	2,50,0	
11:	3,50,12	
12:	4,70,12	
13:	1	
14:	1,36.,0,0,0,2.1,2.1,0	
15:	3,0	
16:	1,2,1	
17:	2,3,1	
18:	3,4,1	
(19行为土压力数据)		
19:	39.283,6.0,0	GWALL=39.283 HMW=6 EWALL=0
		土压力数值 与墙基垂直距离 土压力与水平线的夹角
(20~28滑裂面数据)		
20:	3,12,0	
21:	1,40,0,1,0	
22:	8,45,7,2,0	
23:	16,50,12,0,0	
24:	100	随机搜索种子
25:	1,8	第1点半带宽为8
26:	2,5	第2点半带宽为6
27:	3,0	
28:	0	

## 5. 计算结果

计算图形见图 12.33。墙将承受的主动土压力值  $P_a=54.808$ 。

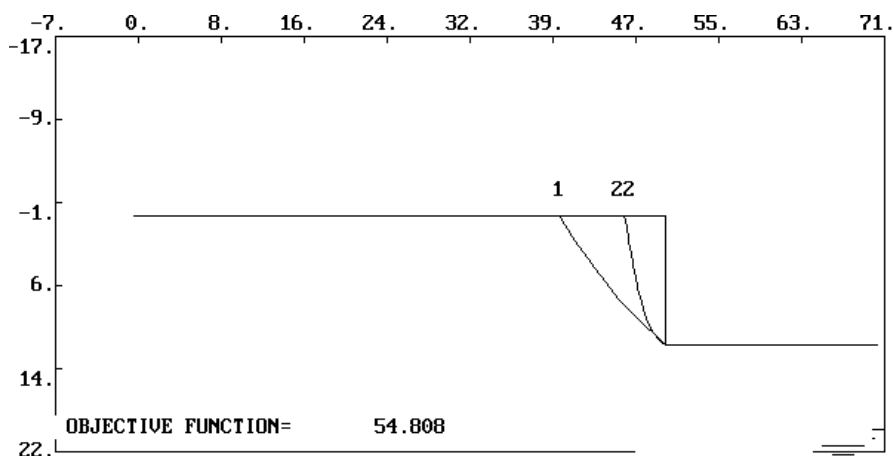


图 12.33 例题 28 (EX28) 计算图形

### 12.6.29 例题29 (EX29)

#### 1. 计算条件

三峡重力坝 3 坝段深层抗滑稳定例，拉力缝充一定高度水，采用土条侧向力的第 2 种假定。

#### 2. 计算内容

此例题和例题 27 有相同的剖面但滑裂面穿过坝体。此例题若采用与例题 27 相同的方法模拟库水压力，则由于 A 点上侧有 B, C 两个点。难以确认水压力是相应 AB 还是 AC 计算的，故使用 OPTION(3)=-2，即在拉力缝内设指定水柱高。

#### 3. 数据文件修改

- 1) 第 2 行 OPTION(3)=-2，拉力缝内设指定水柱高；
  - 2) 第 120 行，ISPE=-2，采用土条侧向力的第 2 种假定；
  - 3) 第 121 行，IBOUN=0， $f_0(x)$ 的数值由用户指定；
  - 4) 第 121 行  $f_0(x)$ 在端点 A 和 D 的数值分别为 FAB=0 和 FBB=1。
4. 数据文件 EX29.DAT 说明（表 12.65）

表 12.65 数据文件 EX29.DAT 和说明

行号	数据	说明
1:	EX29.DAT	重力坝抗滑稳定例，拉力缝充水一定高度
2:	0,0,-2,0,0,1	OPTION (3)=-2, 拉力缝充水 OPTION (6)=1, 新增功能
3:	65	因拉力缝充水一定高度，紧接下一行就要输入充水高度 65m
4:	0,0,1,0,0,0	OP(3)=1,侧向力假定控制码,与120行呼应
5:	0	
6:	123.0,123,-2.0	
7:	0,90,90,0	
8:	1	
9:	49	
10:	1,0,0	
11:	2,16,0	
12:	3,16,22.2	
13:	4,39,6,55	
14:	5,41,6,55	
15:	6,70,4,95	
16:	7,9,95	
17:	8,7.5,100	
18:	9,-17.5,100	
19:	10,-16.25,95	
20:	11,-12.5,80	
21:	12,0,75	

续 表

行号	数据	说明
22:	13,80.64,95	
23:	14,86.62,103.3	
24:	15,99.06,103.3	
25:	16,102.4,120	
26:	17,118,120	
27:	18,118,142.80	
28:	19,130.4,162.8	
29:	20,46,95	
30:	21,69.27,107.37	
31:	22,118,133.28	
32:	23,56.7,108.21	
33:	24,78.57,120.33	
34:	25,23,95,	
35:	26,35,106.41	
36:	27,73.78,124.67	
37:	28,92.81,133.55	
38:	29,122.56,147.58	
39:	30,51.6,114.33	
40:	31,69.59,130.09	
41:	32,89.26,142.34	
42:	33,109.62,155.04	
43:	34,-17.5,123.17	
44:	35,-5,77.5	
45:	36,15,88.75	
46:	37,118,131.69	
47:	38,122.66,147.78	
48:	39,22.8,95	
49:	40,34.8,106.41	
50:	41,51.4,114.33	
51:	42,73.58,124.67	
52:	43,92.61,133.55	
53:	44,-80,10	
54:	45,0,10	
55:	46,30,95	
56:	47,120.17,142.8	
57:	48,98.18,136.21	
58:	49,98.28,136.41	
59:	5	
60:	1,47.726,300,0,0,2.45,2.45,0	
61:	2,59.53,200,0,0,2.7, 2.7, 0	
62:	3,57.75,179.3,0,0,2.7, 2.7, 0	
63:	4,35,20,0,0,2.7, 2.7, 0	

续表

行号	数据	说明
64:	5,0,0,0,0,1,1,0	
65:	36,8	
66:	44,45,5	
67:	1,45,1	
68:	45,12,1	
69:	1,2,1	
70:	2,3,1	
71:	3,4,1	
72:	4,5,1	
73:	5,6,1	
74:	6,7,2	
75:	7,8,2	
76:	8,9,2	
77:	9,10,2	
78:	10,11,1	
79:	11,12,1	
80:	6,13,2	
81:	13,14,2	
82:	14,15,2	
83:	15,16,2	
84:	16,17,2	
85:	17,18,2	
86:	18,47,2	
87:	47,29,2	
88:	29,38,3	
89:	38,19,2	
90:	25,26,4	
91:	26,30,4	
92:	30,27,4	
93:	27,28,4	
94:	28,48,4	
95:	48,29,3	
96:	39,40,2	
97:	40,41,2	
98:	41,42,2	
99:	42,43,2	
100:	43,49,2	
101:	49,38,2	
102:	35,36,1	
103:	36,46,1	
104:	46,37,2	
105:	37,18,2	

续 表

行号	数据	说明
106:	18,47,2	
107:	47,29,2	
108:	29,38,3	
109:	38,19,2	
110:	8,0,0	
111:	1,0,75,0,0	
112:	11,22.9,95,0,0	
113:	16,34.9,106.41,0,0	
114:	21,51.5,114.33,0,0	
115:	26,73.68,124.67,0,0	
116:	31,92.71,133.55,0,0	
117:	33,98.28,136.31,0,0	
118:	36,122.56,147.68,0,0	
119:	10	
120:	0	当OP(3)=1时读入以下数据, ISPE=0
121:	1	IBOUN=1
122:	0.,0.	FAB=0,FBB=0
123:	4	分布函数有4个控制点
124:	-50,0.	XFUN(1),FUN(1)
125:	0.,0	XFUN(2),FUN(2)
126:	22.9,0.1	
127:	90,0.5	XFUN(4),FUN(4)

## 5. 计算结果

安全系数  $F=2.879$ , 计算图形见图 12.34。

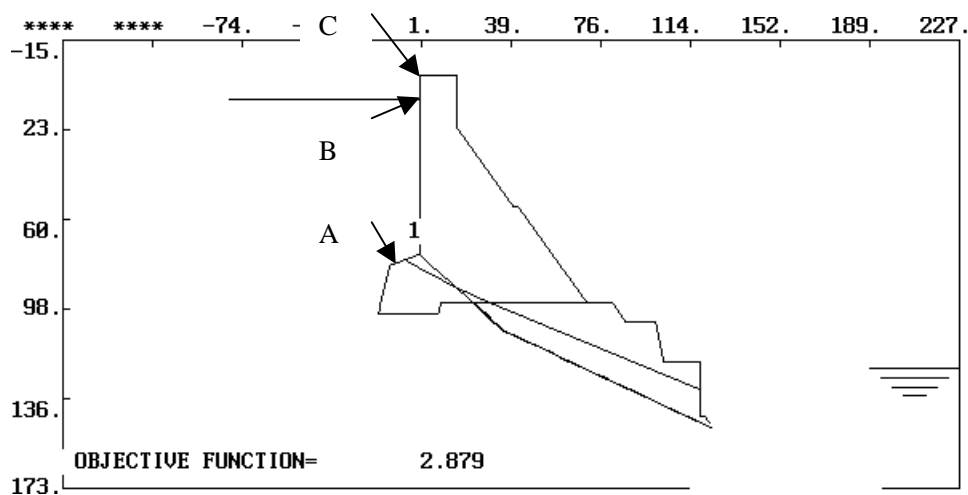


图 12.34 例题 29 (EX29) 计算图形

12.6.30 例题30 (EX30)

1. 计算条件

本例题为云南大水沟工程溢洪道边坡加固方案研究。通过施加集中力和分布力模拟抗滑桩和锚索。介绍新的外荷载功能集中力和分布力用法。

2. 计算内容

计算指定任意形状滑裂面的  $F$ 。

3. 数据文件修改

1) 第 2 行,  $OPTION(5)=-1$ , 程序新增加的施加外力的第 2 种方式。(  $OPTION(5)=1$ , 为曾介绍过的第 1 种施加外力方式);

2) 第 63 行,  $NNP=1$ ,  $NNA=1$ , 线荷载总数为 0, 点线荷载总数为 1;

3) 第 64 行, 集中力作用位置坐标  $XANCH=90.7$ ,  $YANCH=45.8$ , 单宽作用力  $ANCHL=100 \times 9.8 \text{ kN/m}$ , 作用力矢量与  $x$  轴夹角  $ANCHA=-180^\circ$ 。此行数据模拟抗滑桩作用。

4. 数据文件 EX30.DAT 说明 (表 12.66)

表 12.66 数据文件 EX30.DAT

行号	数据	说明
1:	DASHUIGOU	本例说明集中力新用法, 可用于抗滑桩计算
2:	0,0,0,0,-1,0	$OPTIN(5) = -1$ ,第2种施加外力方式, 集中力以作用点位置输入, 与63,64行呼应
3:	0	
4:	60.,60.,20.	
5:	0,30.,30,0	
6:	1	
7:	23	
8:	1,69.2,26.4	
9:	2,73.76,30.2	
10:	3,73.76,30.8	
11:	4,79,30.8	
12:	5,90.28,40.2	
13:	6,90.28,40.8	
14:	7,95.52,40.8	
15:	8,106.8,50.2	
16:	9,106.8,50.8	
17:	10,111.96,50.8	
18:	11,120.79,61.7	
19:	12,120.79,62.7	
20:	13,125.29,62.7	
21:	14,125.29,62.2	
22:	15,141.72,62.2	
23:	16,141.72,62.7	



续 表

行号	数据	说明
24:	17,148.22,62.7	
25:	18,148.22,62.2	
26:	19,151.72,55.2	
27:	20,160.52,55.2	
28:	21,0,0	
29:	22,38,16.2	
30:	23,54,23.4	
31:	1	
32:	1,15,1.50,0,0,2.09,2.13,-1	
33:	0.2	孔隙水压力系数
34:	14,0	
35:	1,2,1	
.....		
.....		
44:	10,11,1	
45:	11,12,1	
46:	21,22,1	
47:	22,23,1	
48:	23,1,1	
63:	1,1	NNP=1, NNA=1, 线荷载总数为0, 点荷载总数为1
64:	10	分布力作用于第10号线段
65:	30,50	作用于第10号线段左、右端点法线方向线荷载强度分别为30、50
66:	0,0	作用于第10号线段左、右端点切线方向线荷载强度均为0
67:	90.7,45.8,100.,-180.	集中力作用位置坐标 $x = 90.7$ , $y = 45.8$ , 单宽作用力为1000 kN/m., 作用力矢量与 $x$ 轴夹角为 $-180^\circ$
68:	8,0,0	
69:	1,0,0,0,0	
70:	5,7,14.2,0,0	
71::	9,28,25,0,0	
72:	14,44,32.6,0,0	
73:	19,68,42.2,0,0	
74:	25,81.4,46.4,0,0	
75:	30,106,54.4,0,0	
76:	35,114.8,55.9,1,0	
77:	0	

## 5. 计算结果

安全系数为  $F=0.964$ , 计算图形见图 12.35。

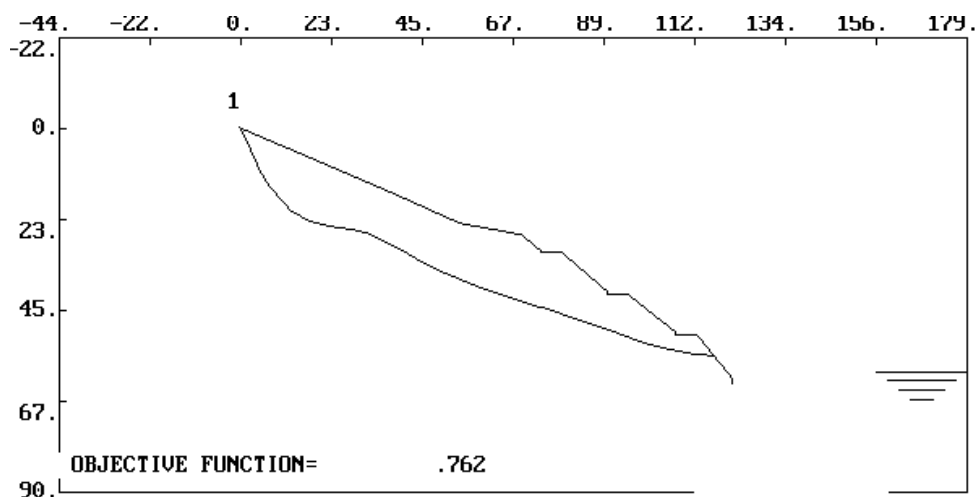


图 12.35 例题 30 (EX29) 计算图形

## 12.7 程序的安装和运行

### 12.7.1 程序的安装

需要将“STAB”提供的以下程序拷贝到硬盘中的一个设定的子目录:

- 1) P.EXE -STAB95 的可执行目标程序;
- 2) DR1.EXE -STAB 的后处理程序;
- 3) LINK.LSP -将成果转入 AUTOCAD 的程序;
- 4) EX\*.DAT -11.5.7 节的例题;
- 5) FON.EXE -支持 DR1.EXE 的字模软件。

### 12.7.2 运行P.EXE

在应用 P.EXE 程序前, 需要编制一个一揽子文件, 文件中有 4 行:

第 1 行: 数据文件名;

第 2 行: 存放输出信息的数据文件名 (键入 con 则信息在屏幕中显示);

第 3 行: 存放边坡剖面几何信息的文件名;

第 4 行: 存放滑面信息的文件名。

第 3、4 行的两个文件在计算结束后自动生成, 在使用后处理程序 DR1.EXE 时调入。

例如: 某一揽子文件的名字为 T.PAK, 内容有以下四行:

“T.DAT

T.C

T.J

T.H”

键入 P.EXE 后, 程序将提问:

“Input your package filename”

此时键入 T.PAK, 程序即开始运行。

### 12.7.3 后处理程序DR1.EXE

无论计算是否正常结束，均应打开输出成果的文件(T.C)，检查计算成果。

在结束 P 程序时，将得到文件 T.J 和 T.H。然后可以运行 DR1。程序以图形形式展示边坡剖面 and 滑裂面。

键入 DR1 后，屏幕下方将出现一个 5 行 6 列的菜单。现分述其功能：

- 11: DEF     – 默认。在重复运行某题时，可以在前一次运行时按 62 键存入 12、13 和 14 键要求回答的文件名。本次运行只需按 11 键，不必处理上述各键。
- 12: DATA   – 键入存放边坡剖面几何信息的文件，在本例中为 T.J。
- 13: F.SLIP   – 键入比例文件，其格式另述。也可以按 15 键通过调整图形生成一个比例文件。
- 14: F.SCAL   – 键入存放滑面信息文件，在本例中为 T.H。
- 15: SCALE   – 按此键，将出现边坡的剖面，但其大小和位置可能不合适，使用键盘右侧的箭头键可以使图形左右上下移动，使用“+”（或“L”），“-”（或“S”）键可以将图形放大缩小。在按上述各键时如同时按住“shift”键，可以使这些动作加速进行。调整合适后按回车键，则生成一个比例文件。暂取名为“scale.tmp”。用户可以在下次运行时通过回答 13 键设定比例文件。不必每次都通过本键调整图形。
- 21: GRAPH   – 生成边坡图形。
- 22: LOCATE   – 显示图上出现的光标的坐标，通过移动光标了解某点的坐标值。
- 31: POINT    – 显示指定点号的位置，也可显示所有的点（见 32 键解释）。
- 32: ALL       – 显示所有信息，按此键，再按 31、41、42 时显示的是所有点、线的位置。此功能生效时，屏幕上出方出现“Show all on”。再按此键，屏幕上出方出现“Show all off”，此功能不再生效。
- 33: COLOR    – 将图形转为白底，以便通过屏幕拷贝将其转到其它图形编辑软件中。
- 41: LINE      – 显示指定线段号的线段，也可显示所有的线段（见 32 键的解释）。
- 42: PH. LINE  – 显示指定浸润线段号的线段（见 32 键的解释）。
- 51: SL. CIR   – 显示圆弧滑裂面。可以显示优化过程中的各滑面。键入序号 1 显示初始滑面，键入超过最后序号的任意数字均显示临界滑裂面。
- 52: SL. GEN   – 显示非圆弧滑裂面。功能与 51 同。
- 55: MFILE    – 在一个图中画出以往几次计算获得的临界滑裂面，这个功能在汇总成果时特别有用。
- 62: S. DEF    – 存入 12 和 13 键的文件名，次运行时按 11 键默认。
- 63: H. COPY   – 屏幕硬拷贝。回车键后消除菜单，按屏幕拷贝键。
- 64: ACAD      – 按此键程序自动形成一个 ACAD.DAT 文件，参见 12.7.4。

假设我们对同一断面计算了若干种工况。在整理报告时，为了节约篇幅，希望将这几个临界滑裂面放在一张图中，可以通过 55 键实现。

首先，需要建立一个名为“MFILE.DAT”文件，内有以下几行：

第 1 行: 需要画的临界滑裂面的总数, 不得超过 5 个;

第 2 行: 存有第 1 个临界滑裂面的文件名称;

第 3 行: 存有第 2 个临界滑裂面的文件名称;

...

例如, 某一 MFILE.DAT 文件内容为:

“3

T1.H

T2.H

T3.H”

说明本次要画 3 个临界滑裂面, 分别是以往 3 次运算后获得的滑裂面文件 T1.H, T2.H, T3.H。

- 1) 和第 3 步一样, 按 11 和 21 键;
- 2) 按 55 键, 图形中将出现 3 个临界滑裂面;
- 3) 按 63 键抹去菜单后按 PrtSc (屏幕拷贝), 打印机将打印图形。

下面用例题说明 DR1.EXE 的操作步骤:

第一步, 运行稳定分析程序:

- 1) 键入 “P” 后回车;
- 2) 对程序的提问作回答一揽子文件名: T.PAK;
- 3) 运行正常结束后获得文件 T.J 和 T.H。

第二步, 执行运行后处理程序, 操作步骤如下:

- 1) 键入 DR1;
- 2) 在 12 键中键入边坡几何形状的文件 T.J;
- 3) 光标移到 15 键, 回车后调整图象, 使用 “→”, “←”, “+”, “-” 实现图形向右, 向左, 放大, 缩小的效果; 考虑到手提计算机使用 “+”, “-” 时要通过 Fn 键切换, 不很方便, 也可用 “L”, “S” 键 (“L=Large”, “S=Small”); 获得了满意的图像后回车, 此时将获得一个比例文件 SCALE.TMP;
- 4) 在 14 键中键入滑裂面形状的文件 T.H;
- 5) 分别选用 31, 41, 42 可以检查点和线段;
- 6) 对圆弧滑裂面, 键入 51, 非圆弧滑裂面选用 52。提问要求键入的滑面号, 答 1 为初始滑面, 答 2 为第 2 次迭代后的滑面, 答一个很大的数 (如 200) 则为临界滑裂面;
- 7) 选用 63, 再一次回车, 即可抹去菜单, 再按屏幕拷贝键, 即可令打印机打出图形;
- 8) 按 62 键, 存入 T.J, T.H 和 SCALE.TMP 这三个文件名。

再次运行后处理程序。可按 11 (默认) 键。因为上次运行已通过按 62 键存入了 T.J, T.H 和 SCALE.TMP, 故默认。省去了按 12、13 和 14 键。直接按 21 键获得图形。

#### 12.7.4 将计算成果转入AUTOCAD

执行本步骤, 可将图形转入 AUTOCAD, 供设计人员作进一步的处理。

在运行 DR1 获得满意的图形后, 将光标送到 “64:ACAD”, 回车, 这样, 在当前硬盘子

目录中将出现一个名为“ACAD.DAT”的文件。

运行 AUTOCAD。

运行“应用程序”(Application)。该程序在 ACAD.DAT12 和 14 版中分别位于“文件”(File)和“工具”(Tool)栏中。通过“浏览”(Browse)选中 LINK.LSP 文件,然后“装载”(Load)该文件。第二次运行时, LINK.LSP 已在供选择的菜单中,不必“浏览”。

键入指令(Command)“LINK”。

对要求输入数据文件的提问,按正确的路径键入“ACAD.DAT”,屏幕上将出现图形。

## 12.8 本章附录

### 12.8.1 本章数据文件(表12.67)

表 12.67 本章数据文件

有关章节	系列号	数据文件名	内容
12.5.	12-02-01	EX1.DAT	孔压按简化法确定,计算指定滑裂面 $F$
	12-02-02	EX2.DAT	孔压内插,计算指定滑裂面 $F$
	12-02-03	EX3.DAT	输入孔压系数,计算指定滑裂面 $F$
	12-02-04	EX4.DAT	遇地震,输入地震烈度,计算指定滑裂面 $F$
	12-02-05	EX5.DAT	遇地震,输入地震系数,计算指定滑裂面 $F$
	12-02-06	EX6.DAT	用枚举法(网格法)搜索 $F_m$
	12-02-07	EX7.DAT	用单形法(最优化法)搜索 $F_m$
	12-02-08	EX8.DAT	水位骤降期,用单形法搜索临界滑裂面 $F_m$
	12-02-09	EX9.DAT	峻工期,使用Q剪指标,计算指定滑裂面 $F$
	12-02-10	EX10.DAT	使用非线性强度指标,单形法搜索 $F_m$
	12-02-11	EX11.DAT	施工期,用现场试验的总强度 $q_{cu}$ ,单形法搜索 $F_m$
	12-02-12	EX12.DAT	遇地震,输入材料动指标,用单形法搜索 $F_m$
	12-02-13	EX13.DAT	有拉裂缝,用单形法搜索 $F_m$
	12-02-14	EX14.DAT	采用蒙特卡洛法,计算指定滑裂面可靠度指标 $\beta$
	12-02-15	EX15.DAT	采用一次二阶矩法,计算指定滑裂面可靠度指标 $\beta$
	12-02-16	EX16.DAT	滑弧通过指定的上、下交点,搜索 $F_m$
	12-02-17	EX17.DAT	通过指定的上交点,并具有指定滑弧深度,搜索 $F_m$
	12-02-18	EX18.DAT	计算指定(不优化)滑裂面 $F$
	12-02-19	EX19.DAT	用单形法(最优化法)搜索滑裂面 $F_m$
	12-02-20	EX20.DAT	有拉力缝且充水,用单形法搜索滑裂面 $F_m$
	12-02-21	EX21.DAT	具有表面荷载,计算指定滑裂面 $F$
	12-02-22	EX22.DAT	随机搜索滑裂面 $F_m$
	12-02-23	EX23.DAT	采用Rosenblenth法,计算最小可靠度指标 $\beta_m$
	12-02-24	EX24.DAT	采用组合强度指标,搜索临界滑裂面及 $F_m$
	12-02-25	EX25.DAT	ISPE=-2, $f(x)$ , 为正弦曲线
	12-02-26	EX26.DAT	人工同时输入水平和垂直地震系数。
	12-02-27	EX27.DAT	无厚度软弱夹层。三峡重力坝例
	12-02-28	EX28.DAT	外边坡线由用户输入
	12-02-29	EX29.DAT	拉力缝充水一定高度。 $f(x)$ 和 $f_0(x)$ 由用户输入,三峡重力坝例
	12-02-30	EX30.DAT	新的外荷载输入方法。大水沟堆积体用抗滑桩加固例

## 参考文献

- 1 水利电力部第二工程局. 土坝坝坡稳定计算DJS-18型(6912)电子计算机程序. 1976
- 2 水利电力部水利水电规划设计院文件(84)水规算字第3号. 转发“土石坝设计十个专用程序在水利水电系统推广使用”三个文件的通知. 1984
- 3 中国水利水电科学研究院. 土质边坡稳定分析程序STAB95使用手册. 1994