

边坡计算软件 SlopeLE 使用手册



目 录

1 软件简介.....	1
2 使用方法.....	1
2.1 软件使用流程图	1
2.2 ARX 插件的加载	2
2.3 ARX 插件的使用	3
2.4 主程序的使用.....	4
2.5 软件使用注意事项.....	5
3 计算公式说明（请仔细阅读并比较）	8
3.1 圆弧滑面安全系数计算公式.....	8
3.2 折线滑面安全系数及剩余下滑力计算公式.....	10
3.3 考虑锚杆作用时稳定性计算.....	11
4 软件更新历史:	12
5 最终用户许可协议	15
6 联系方法.....	16

1 软件简介

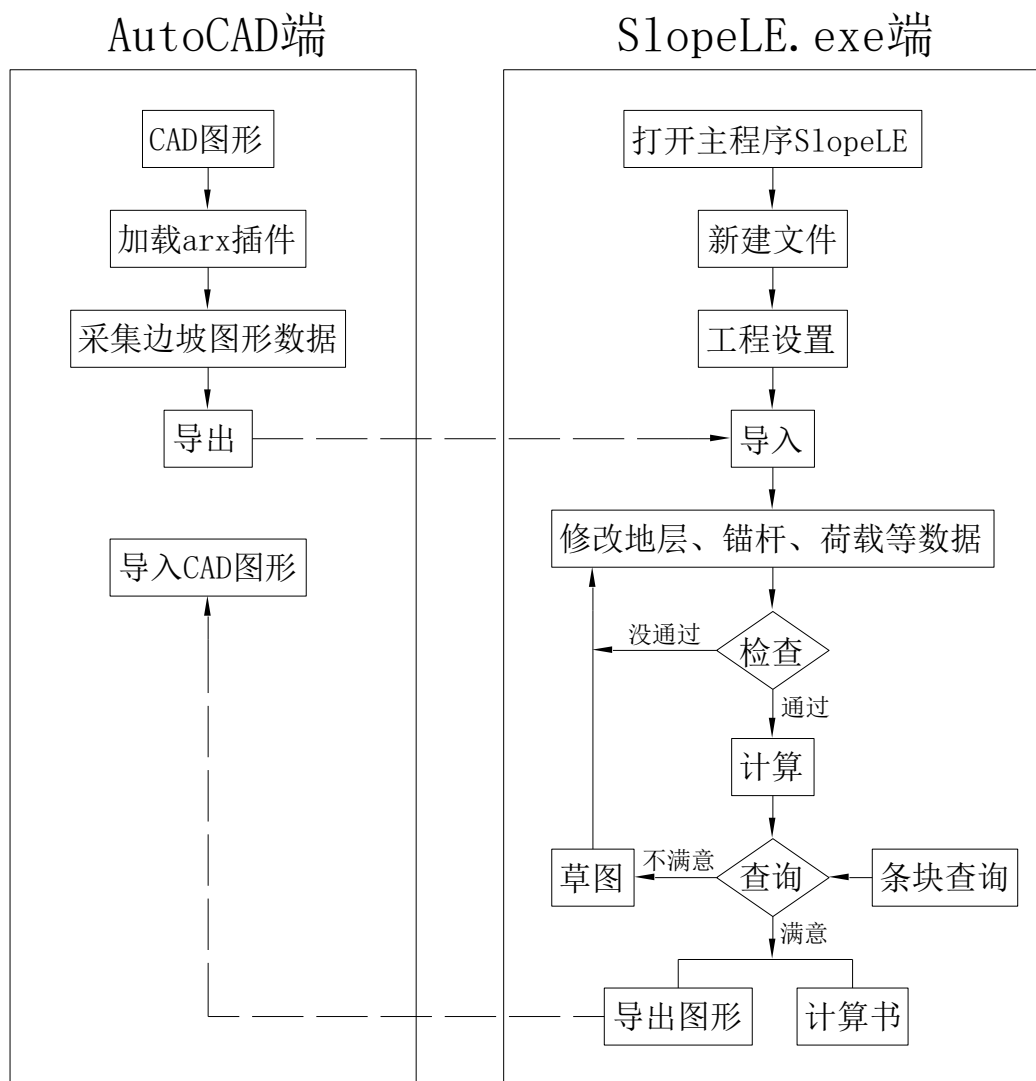
主要功能：计算边坡的稳定性与剩余下滑力。

计算方法：瑞典条分法、简化 Bishop 法与传递系数法。

主要特色：建模过程简单直观，操作方便，计算快捷，计算中间数据采用列表形式列出，表与图对应，易于查错；计算结果导出为 EXCEL 文件格式；充分利用 AutoCAD 的强大编辑功能，实现与 AutoCAD 图形数据导出与导入。

2 使用方法

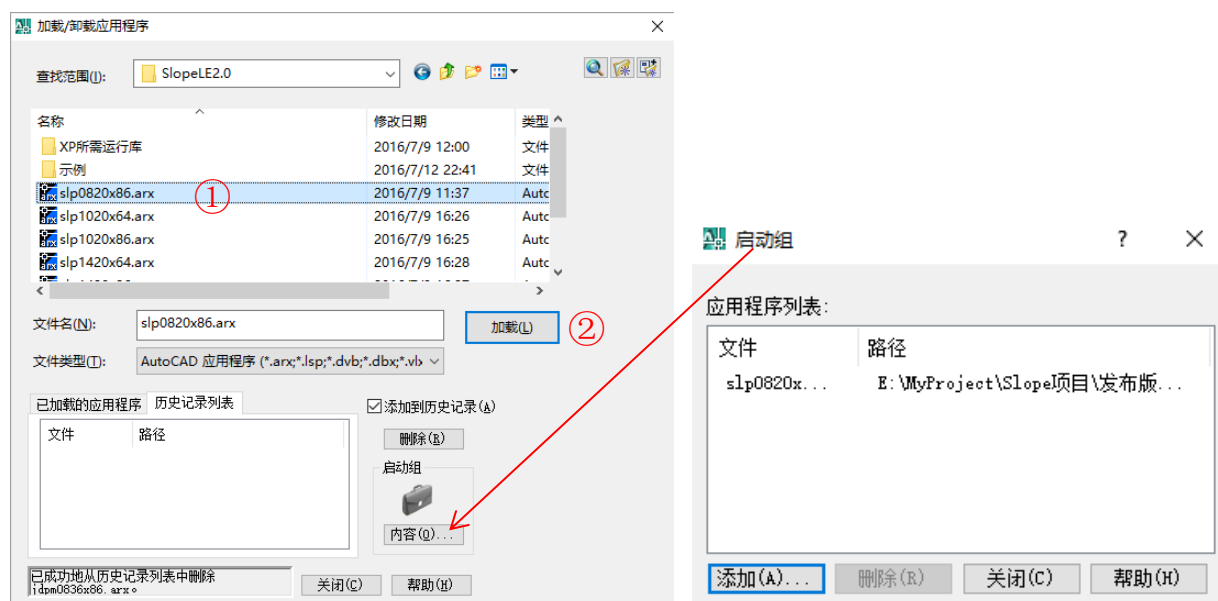
2.1 软件使用流程图



2.2 ARX 插件的加载

安装过之前版本的用户，可运行之前版本的“安装 x86.exe”卸载之前的版本，点击卸载即可。

加载方法 1：在 CAD 命令行输入“ap”加载应用程序，出现“加载/卸载应用程序”界面，选择相应的 ARX 文件加载。如果要每次启动 CAD 自动加载程序，可把 ARX 文件加到启动组。



加载方法 2：直接拖动相应的 arx 文件到 CAD 界面，完成加载。

加载完后，在 CAD 菜单右侧会添加一个菜单项“言土软件”，选择点击“SlopeLE”即可打开软件；如果是 CAD2009 以后的版本，只在 AutoCAD 经典界面才会出现相应的菜单，这时可直接输入“slp”打开界面。

CAD 各版本对应的加载 ARX 文件表

CAD 版本	32 位版本	64 位版本
CAD2007-CAD2009	slp0823x86.arx	slp0823x86.arx
CAD2010-CAD2012	Slp1023x86.arx	Slp1023x64.arx
CAD2013-CAD2014	Slp1423x86.arx	Slp1423x64.arx
CAD2015-CAD2016	Slp1523x86.arx	Slp1523x64.arx

2.3 ARX 插件的使用

打开一个 CAD 图形，如“示例.dwg”。

1、首先选择“边坡特征数据”中所需的项目，如“坡面数据”、“指定圆心搜索范围”、“岩土层 1 数据”等，**注意是点选择文字的部分**。

2、然后点击“拾取线型”或“多点连线”。

“**拾取线型**”是指 CAD 中线段，圆弧等的实体；选择样条曲线时，会要求输入曲线分段段数。“指定折线滑面”也可选取圆弧，再输入圆弧分段段数。

“**多点连线**”是指用鼠标连续选点，所连成的线。比如坡面线有多条不连续的线段组成，用鼠标把几个线段端点连接成一条线段，形成坡面线。

3、相应项目有数据时，图标会变为绿色，且有示意图显示，去掉前 ☒，

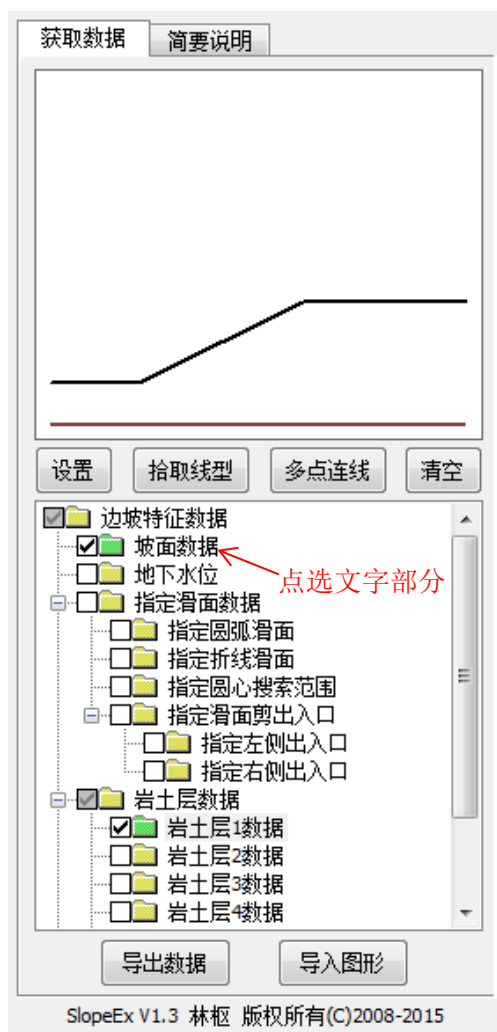
将示意图中不显示且数据不导出。

4、选择完所有必须的数据后，点击“**导出数据**”，在主程序 SlopeLE 中选择“**导入**”，即可形成边坡模型。

5、主程序计算完毕后，选择导出“**图形**”，再回到本界面“**导入图形**”，即可导入滑面等信息。

6、“**设置**”中数量上限大于你常用的所需数量即可。

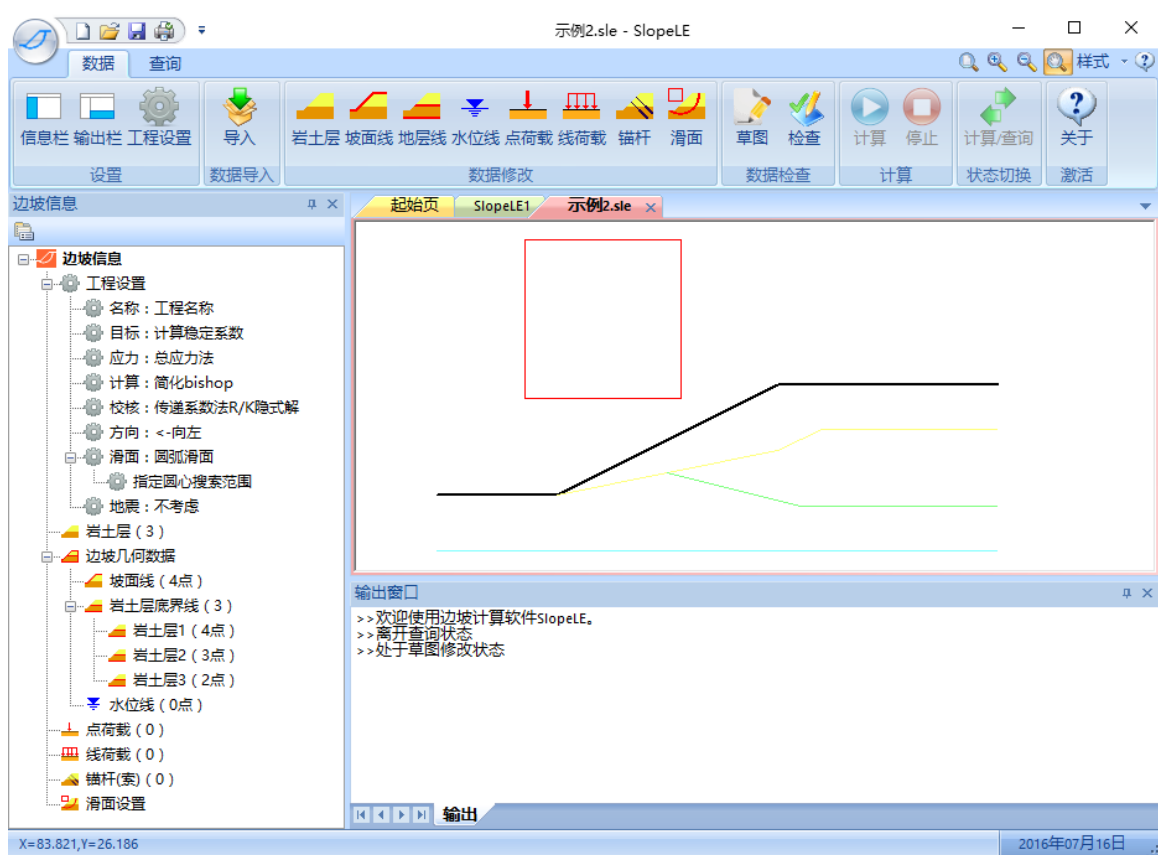
7、“岩土层 1 数据”的线段是指该岩土层底边界线，最底部地层没有底边界线，应加条辅助底边界线。



8、可单独导入某个数据。比如在 SlopeLE 已建好模型，想单独修改“岩土层 2 数据”线段，可单独勾选 ☒ 该数据，选择导出。

2.4 主程序的使用

1、点击“SlopeLE23.exe”打开主程序，选择“新建”文件，接着“工程设置”，选择计算模型，确定关闭后，点击“导入”按钮，这时在 CAD 插件上采集的数据，全部导入到主程序中，形成边坡模型。



软件草图状态界面

注：在本例中，工程设置“滑面类型”选择“指定圆心搜索范围”，此时 CAD 数据导入，主界面中才会出现“圆心搜索范围”这个方框。

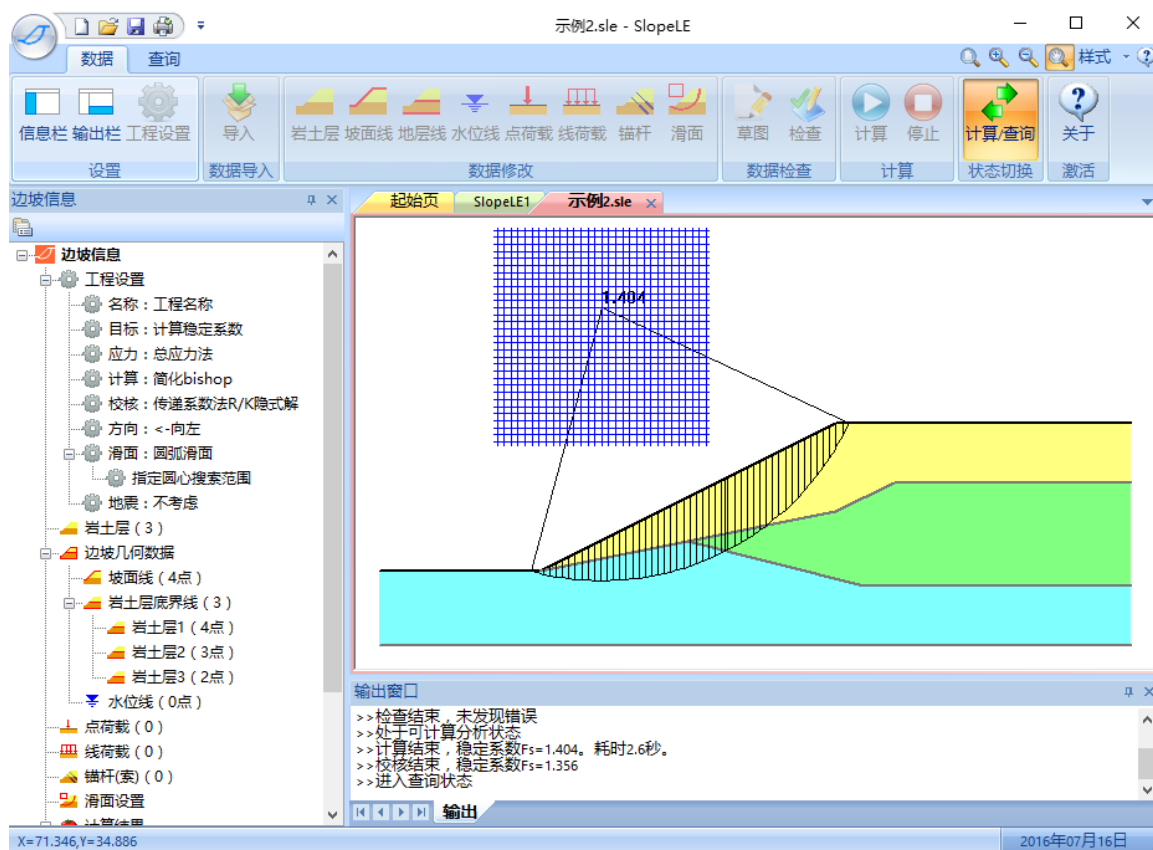
2、再点击“岩土层”“滑面”等数据修改项目，修改不同的数据。

3、点击“检查”，检查数据的合理性与完整性，各个岩土层填充颜色，点击“计算”，开始计算。如果计算结果不满意，点击“草图”进行数据修改

状态，修改完成后，再点击“**检查**”，然后“**计算**”。

注：只有通过数据的合理性与完整性检查，才可开始计算。

4、从菜单栏的“**数据**”进入“**查询**”点击“**计算/查询**”切换为数据查询模式。



软件查询状态界面

5、点击“**条块信息**”查询各个条块的计算中间数据。

6、点击“**图形**”，再切换至 AutoCAD 界面，点击“**导入图形**”，把滑面及条块分割线导入至 CAD 图形。

7、点击“**计算书**”导出计算结果至 EXCEL 文件。

2.5 软件使用注意事项

1、本软件还在不断改进完善中，计算结果仅供参考使用。

2、待计算的剖面 CAD 图形 X、Y 比例必须为 **1: 1000**，即图上 1 个单位

代表 1m。

3、计算图形线条单条点数不能超过 **5000** 个。

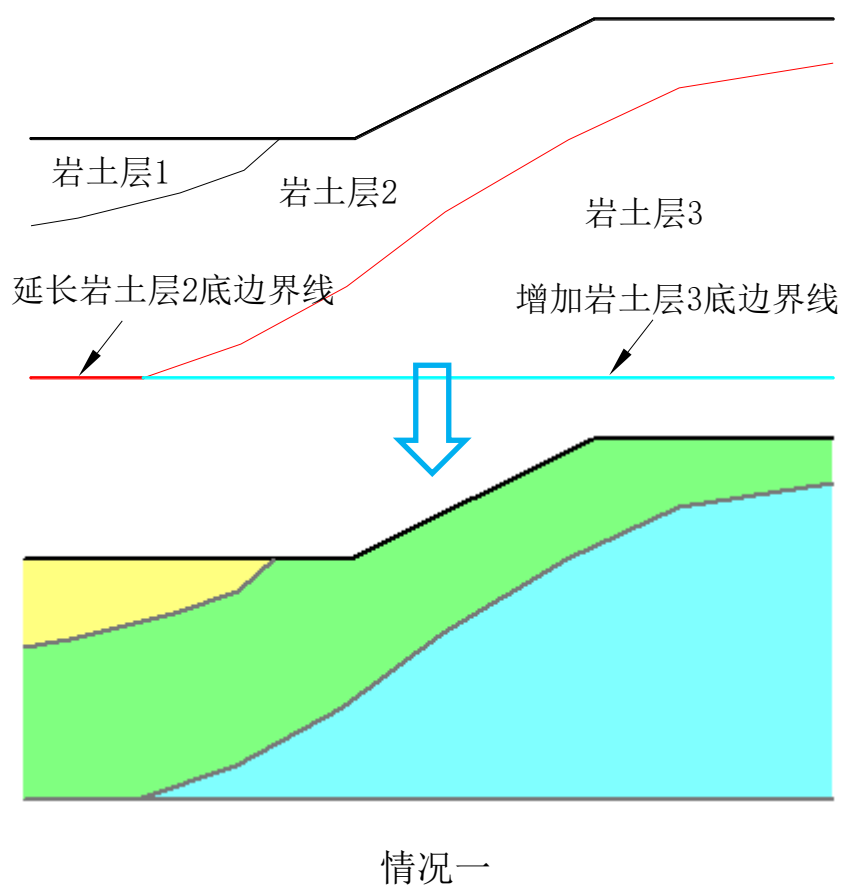
4、数据必须点击“**检查**”后，“**计算**”才会变为有效按钮，开始计算。

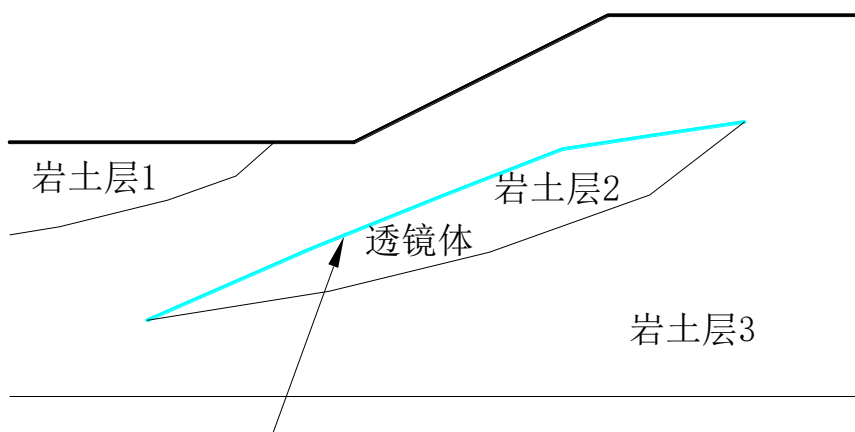
在计算状态，点击“**草图**”才能修改数据。

5、点击“**计算/查询**”后，软件变为查询状态，后面相应的查询按钮才可以用；再次点击“**计算/查询**”后，软件转变为计算状态；

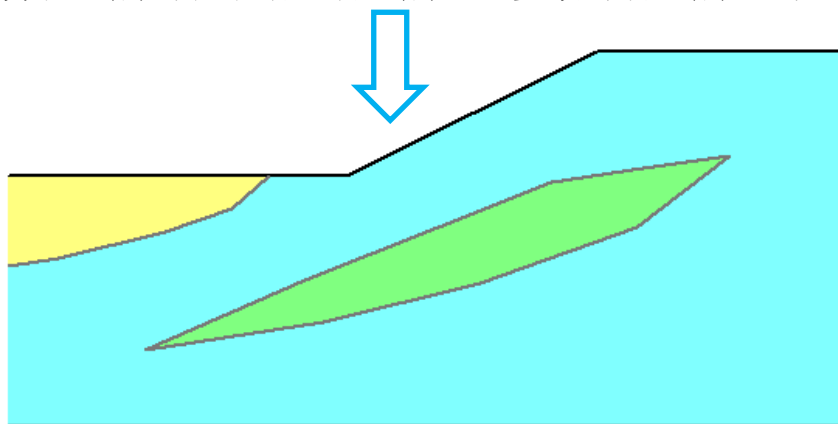
6、不同的“滑面类型”，点击“**滑面**”，会显示不同的滑面修改界面。

7、在建模过程中，应注意下列情况的处理方法：

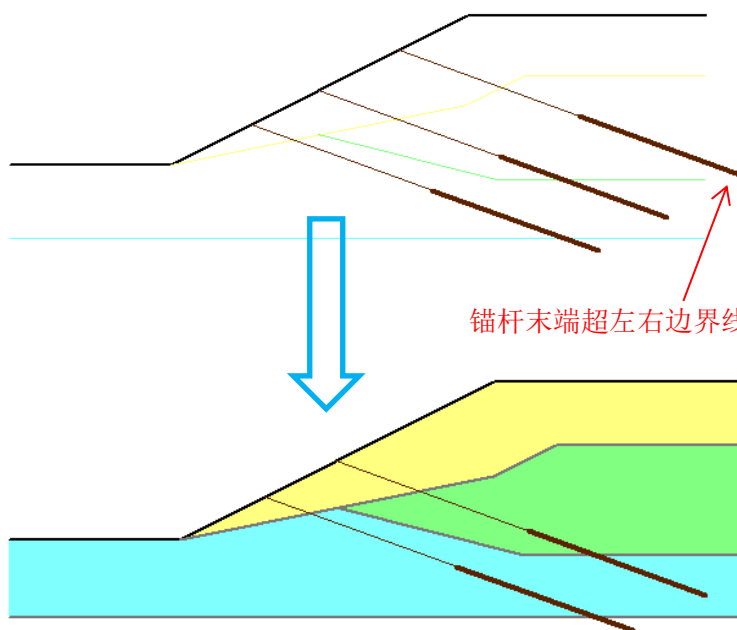




增加岩土层3A底边界线
并在地层列表中增加岩土层3A，参数与岩土层3一致



情况二



情况三

3.1.1 瑞典条分法计算公式:

$$Fs = \frac{\sum (W_i \cos \alpha_i \times \operatorname{tg} \varphi_i + c_i \times l_i)}{\sum (W_i \sin \alpha_i + Qh_i \times LQh_i / R - Ph_i \times LPh_i / R)} \quad (\text{总应力法})$$

$$Fs = \frac{\sum [(W_i - U_i \cos \alpha_i) \cos \alpha_i \times \operatorname{tg} \varphi'_i + c'_i \times l_i]}{\sum (W_i \sin \alpha_i + Qh_i \times LQh_i / R - Ph_i \times LPh_i / R)} \quad (\text{有效应力法})$$

3.1.2 简化 Bishop 法计算公式:

$$Fs = \frac{\sum (W_i \cos \alpha_i \times \operatorname{tg} \varphi_i + c_i \times l_i) / m_{\alpha_i}}{\sum (W_i \sin \alpha_i + Qh_i \times LQh_i / R - Ph_i \times LPh_i / R)} \quad (\text{总应力法})$$

$$Fs = \frac{\sum [(W_i - U_i \cos \alpha_i) \cos \alpha_i \times \operatorname{tg} \varphi'_i + c'_i \times l_i] / m_{\alpha_i}}{\sum (W_i \sin \alpha_i + Qh_i \times LQh_i / R - Ph_i \times LPh_i / R)} \quad (\text{有效应力法})$$

其中:

条块总重量 $W_i = G_i + Qv_i + Pv_i$

孔隙水压力 $U_i = \frac{1}{2} \gamma_w (h_{wi} - h_{wi-1}) l_i$

系数 $m_{\alpha_i} = \cos \alpha_i (1 + \operatorname{tg} \alpha_i \times \operatorname{tg} \varphi_i / F) = \cos \alpha_i + \frac{\sin \alpha_i \times \operatorname{tg} \varphi_i}{F}$

以上公式中:

G_i —一条块重量 (kN), 水上采用天然容重, 水下采用饱和容重;

α_i —一条块滑面与水平向夹角 ($^{\circ}$);

c_i 、 φ_i —一条块滑面的粘聚力 (kPa) 与内摩擦角 ($^{\circ}$);

l_i —一条块底面斜长 (m);

Qv_i 、 Qh_i —垂直与水平地震力 (kN);

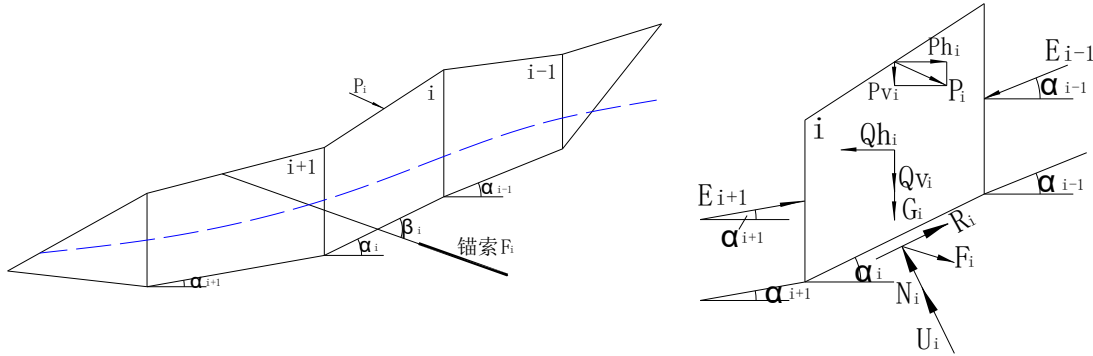
Pv_i 、 Ph_i —垂直与水平外力 (kN);

LQh_i —水平地震力至圆心力臂 (m);

LPh_i —水平外力至圆心力臂 (m);

h_{wi} 、 h_{wi-1} —第 i 计算条块前后端水头高度 (m)。

3.2 折线滑面安全系数及剩余下滑力计算公式



抗滑力(总应力法): $R_i = [W_i \times \cos \alpha + Ph_i \times \sin \alpha_i - Qh_i \times \sin \alpha_i] \times \tan \varphi_i + c_i \times l_i$

抗滑力(有效应力法): $R_i = [(W_i - U \cos \alpha_i) \times \cos \alpha + Ph_i \times \sin \alpha_i - Qh_i \times \sin \alpha_i] \times \tan \varphi'_i + c'_i \times l_i$

下滑力: $T_i = W_i \times \sin \alpha + Qh_i \times \cos \alpha_i - Ph_i \times \cos \alpha_i$

3.2.1 传递系数法显式解 (KT 荷载增大):

剩余下滑力: $E_i = E_{i-1} \times \psi_{i-1} + F_{st} \times T_i - R_i$

(当 $T_i < 0$ 时, $F_{st}=1$; 当 $E_i < 0$ 时, $E_i=0$)

$$\text{安全系数: } F_s = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (R_i \prod_{j=i+1}^n \psi_j) + R_n}{\sum_{i=1}^{n-1} (T_i \prod_{j=i+1}^n \psi_j) + T_n}$$

其中传递系数: $\psi_{i-1} = \cos(\alpha_{i-1} - \alpha_i) - \sin(\alpha_{i-1} - \alpha_i) \times \tan \varphi_i$

3.2.2 传递系数法隐式解 (R/K 强度折减):

剩余下滑力: $E_i = E_{i-1} \times \psi_{i-1} + T_i - R_i / F_s$ (当 $E_i < 0$ 时, $E_i=0$)

当 $E_n = 0$ 时, F_s 即为安全系数

其中传递系数: $\psi_{i-1} = \cos(\alpha_{i-1} - \alpha_i) - \sin(\alpha_{i-1} - \alpha_i) \times \tan \varphi_i / F_s$

注: 在计算剩余下滑力时

显式解 (荷载增大): $E_i = E_{i-1} \times \psi_{i-1} + F_{st} \times T_i - R_i$

隐式解 (强度折减): $E_i' = E_{i-1} \times \psi_{i-1} / F_{st} + T_i - R_i / F_{st}$

所以 $E_i = F_{st} \times E_i'$

因此显式解的剩余下滑力是隐式解近似 F_{st} 倍，根据规范选择使用。

3.3 考虑锚杆作用时稳定性计算

当锚杆为非预应力时：
$$F_s = \frac{\sum (R_i + Fr_i + Ft_i)}{\sum T_i}$$

当锚杆为预应力时：
$$F_s = \frac{\sum (R_i + Fr_i)}{\sum (T_i - Ft_i)}$$

锚杆法向抗滑力 $Fr_i = K_{ni} \times F_{ni} \times \sin \beta_i \times \tan \varphi_i$

锚杆切向抗滑力 $Ft_i = F_{ni} \times \cos \beta_i$

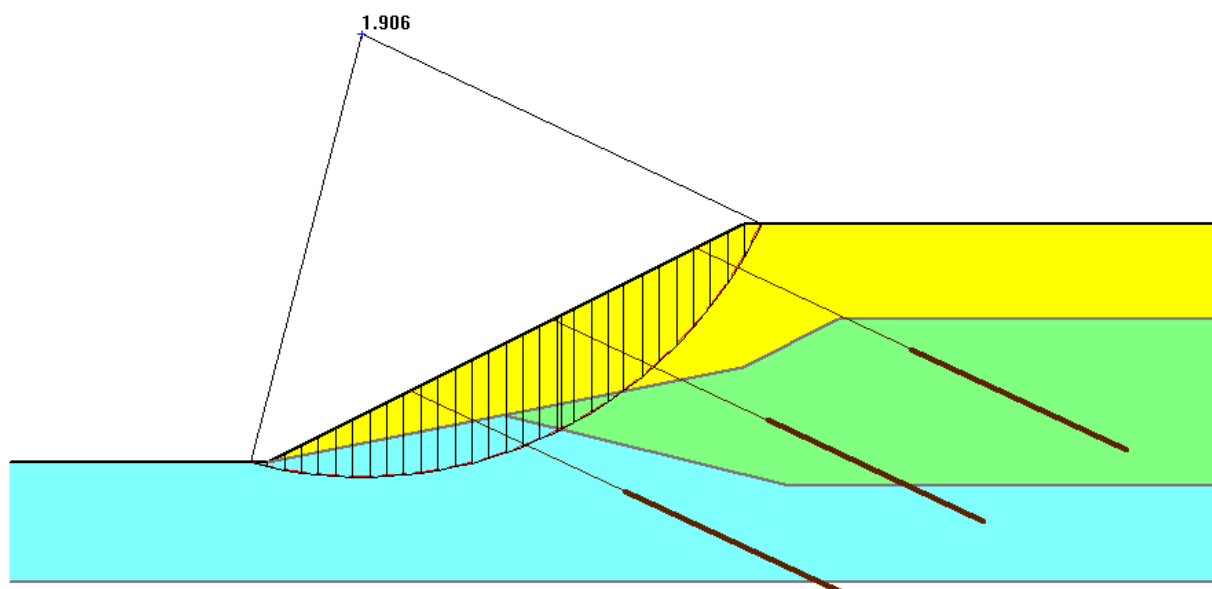
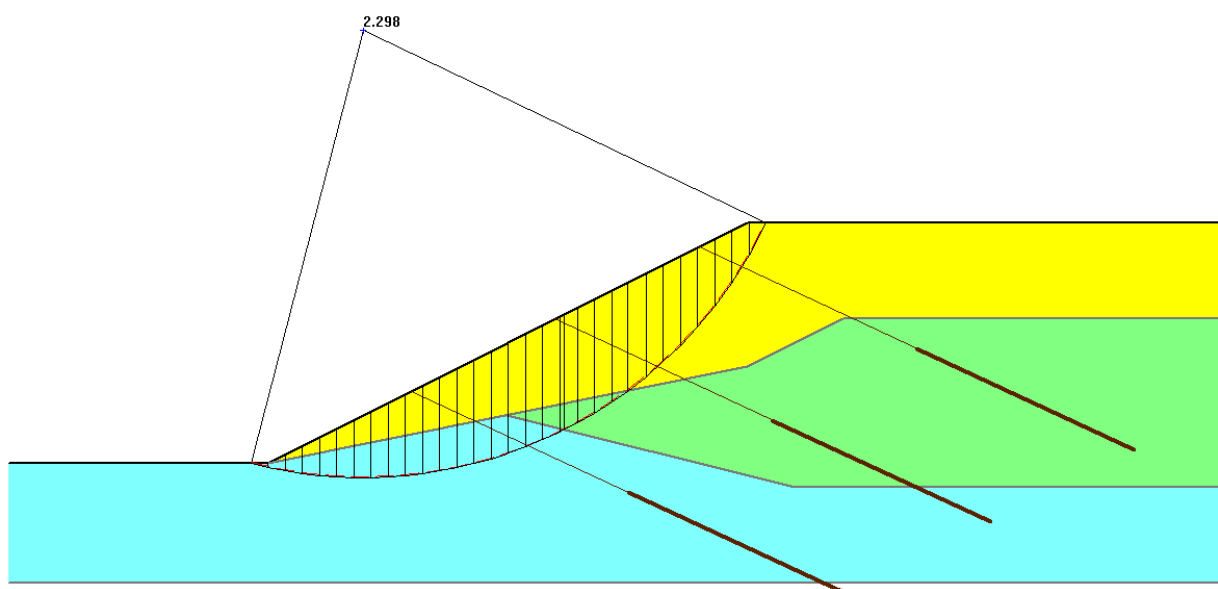
以上公式中：

R_i 与 T_i —抗滑力与下滑力；

K_{ni} —锚杆法向力发挥系数，取 0-1.0；

β_i —锚杆与条块底面的夹角（°）。

注：由于锚杆力考虑的算法不同，因此同样一种情况，非预应力锚杆与预应力锚杆算出的结果不一样，而且相差比较大，因此要酌情选用。根据《建筑基坑支护技术规程》（JGJ120-2012）建议采用锚杆为非预应力时计算公式，且法向力发挥系数 K_{ni} 取 0.5。

非预应力锚杆情况 $F_s=1.906$ 预应力锚杆情况 $F_s=2.298$

4 软件更新历史:

SlopeLE V2.3 版本改进（2017 年 2 月）

- 1、增加查询各个圆心稳定系数及显示指定稳定系数的滑面；
- 2、增加稳定系数的颜色图例；
- 3、导入 CAD 时增加条块的编号；
- 4、采用单击编辑列表数据，并支持键盘方向键；

- 5、增加“安装卸载”程序。

SlopeLE V2.2 版本改进（2016 年 12 月）

- 1、改正当水位高于坡面时，出现有效应力法计算错误；
- 2、修改在特定情况下，误判圆弧与坡面无交点；
- 3、改进修剪折线滑面的算法。

SlopeLE V2.1 版本改进（2016 年 12 月）

- 1、改进传递系数法（隐式解）算法，减少该算法出现计算失败的概率；

SlopeLE V2.0 版本改进（2016 年 9 月）

- 1、采用全新的软件界面，并改名为 SlopeLE；
- 2、采用多核算法，提高计算速度；
- 3、计算中增加有效应力解，采用近似方法；
- 4、列表中增加锚杆的详细计算过程数据；
- 5、计算图形线条单条点数限制为 5000 个。
- 6、计算结束后，自动采用另一种算法校核；
- 7、优化条块划分，尽量减少小条块出现；
- 8、改正滑向向右时，锚杆计算错误问题；
- 9、文件不再兼容之前版本格式；
- 10、采用新的激活算法，软件应重新激活。

SlopeEx V1.4 版本改进（2015 年 3 月）

- 1、修改在有考虑地震力时的计算错误。

SlopeEx V1.3 版本改进（2015 年 3 月）

- 1、采用全新的 CAD 端界面，支持 CAD2007-2015（32 位与 64 位）；
- 2、修正传递系数法（隐式）一处计算错误；

- 3、修改其它一些错误。

SlopeEx V1.22 版本改进（2014 年 8 月）

- 1、修正传递系数法一处计算错误；
- 2、修正与 360 及小米等随身 wifi 的冲突；
- 3、修正创建桌面快捷方式的错误
- 4、修正一处软件崩溃错误。

SlopeEx V1.2 版本改进（2014 年 6 月）

- 1、搜索滑面方式增加指定剪出入口及自动搜索方式
- 2、优化在显示结果时，鼠标移动至圆心附近显示圆弧及安全系数；
- 3、修改其它一些错误。

SlopeEx V1.1 版本改进（2014 年 2 月）

- 1、增加传递系数法隐式解；
- 2、增加土层数据导入功能；
- 3、修改搜索框坐标为负数时，CAD 插件获取数据的错误；
- 4、加快软件启动速度；
- 5、修改其它一些错误。

SlopeEx V1.0 版本

1、2008 年 5 月首次发布边坡计算软件“LSlope”。直接在 AutoCAD 平台上二次开发边坡计算软件，支持 AutoCAD2002-2006；计算方法有瑞典条分法与传递系数法。

2、2013 年 1 月，对原软件“LSlope”进行全新改写，发布“SlopeEx V1.0”，支持 AutoCAD2004-2010；计算方法增加简化 Bishop 法；可考虑加载点荷载、线荷载、锚杆加固等作用力。

5 最终用户许可协议

请仔细阅读以下使用许可，如果您不同意以下任何一点，请立即停止使用此软件。在使用本软件的同时，你已经默认接受了此协议。

- 1、本软件设计程序著作人、版权所有人为林枢。
- 2、您可以复制、分发和传播无限制数量的本软件产品，但您必须保证每一份复制、分发和传播都必须是完整和真实的，包括所有有关本软件产品的软件及电子文档。本软件可以独立分发亦可随同其他软件一起分发，但如因此而引起任何问题，本人将不予承担任何责任。
- 3、您不得对本软件产品进行反向工程、反向编译和反向汇编，同时不得改动编译在程序文件内部的任何资源。
- 4、本人特此申明对本软件产品之使用不提供任何保证，不保证无错误、无故障产生，就衍生性损害不负赔偿责任；亦不对任何用户使用此软件所遭遇到的任何理论上的或实际上的损失承担负责。因本软件的使用或性能所引起的全部风险完全由您承担。但若有相关法律规定，必须做出赔偿时，那么赔偿总额以购买本软件产品实际已付的价款为限。
- 5、本软件产品未经任何鉴定。本人不提供本软件产品中所含的任何图象、文字及计算结果正确性与适用性的任何保证，如果将本程序内容应用于实际工程，意味着您同意自行承担风险。

6 联系方法

作者：林枢

福建省地质工程研究院，高级工程师，注册岩土工程师

邮箱：linshu21@163.com

QQ：403852238

网址：www.yantusoft.com