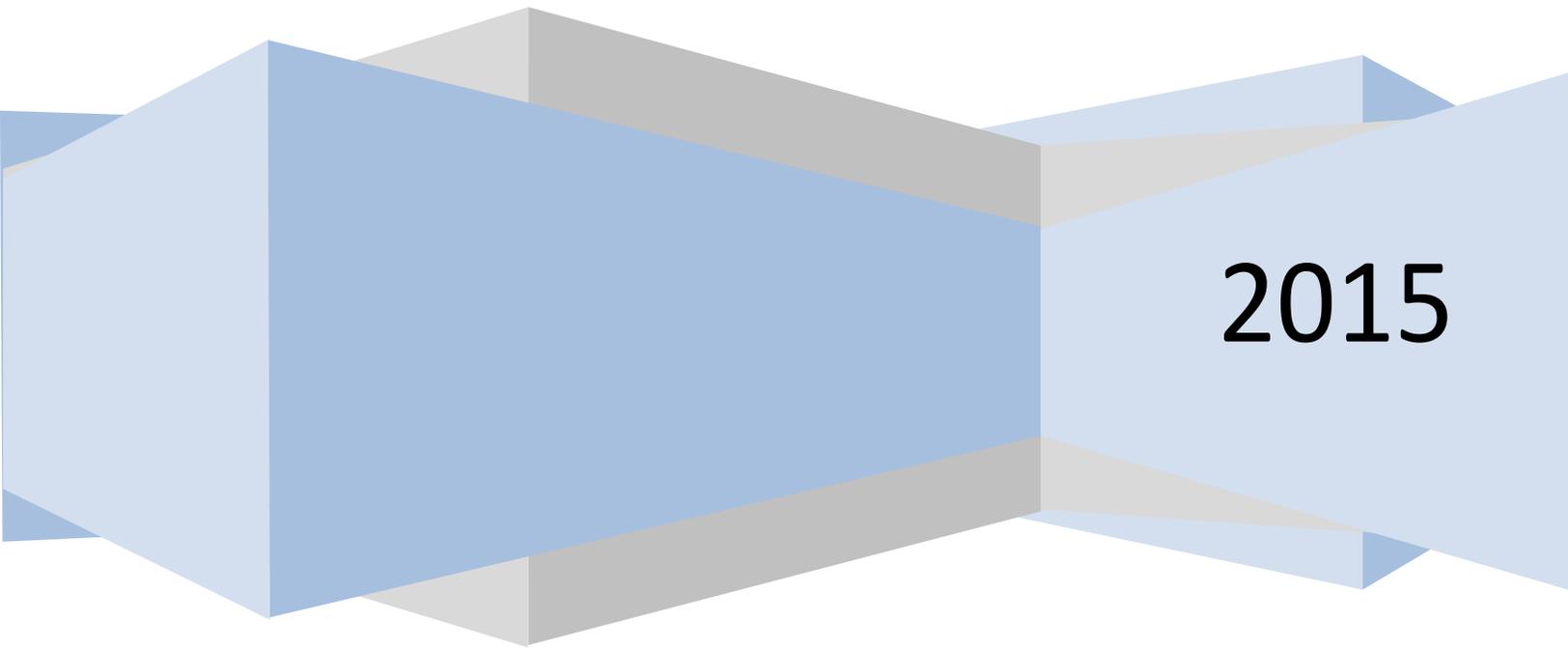


Visual Slope 第 6 版用户指南

Version 6



2015



2015

目录

	页次	提
要.....	1	
项目开始.....	2	
建立分析剖面.....	5	
开始画线.....	6	
停止画线.....	7	
数据输入法.....	7	
画线规则.....	8	
自动扣上功能.....	8	
断开功能.....	9	
编辑和删除线条.....	9	
地面超载.....	9	
其他模型功能.....	11	
放大与缩小.....	12	
复原.....	12	
翻转.....	12	
平移.....	12	
材料参数.....	12	
设置材料参数.....	13	
调用数据库.....	17	
储存数据入数据库.....	17	

断面材料的确定.....	18
土体参数赋值.....	19
其他材料参数赋值.....	19
第二种赋值方法.....	20
设计分析.....	21
边坡稳定分析.....	21
不规则破坏面分析.....	24
多边形破坏面分析.....	24
用户定义的破坏面.....	27
破坏面强度折减.....	29
坡面加集中力.....	29
加筋土坡设计.....	29
土坡中加入土工织物.....	30
圆弧形破坏面分析.....	32
直接滑动分析.....	32
加固力.....	33
加筋挡墙设计.....	33
内部及外部稳定分析.....	37
总体及组合稳定分析.....	38
土钉设计.....	39
分析.....	41
加固力.....	41

基坑/边坡支护设计.....	42
剖面快速生成功能.....	43
计算分析.....	45
渗流分析.....	50
剖面.....	51
土体参数输入.....	52
边界条件.....	52
排水板，止水板与承压层.....	53
浸润面分析.....	55
非限制(自由表面)渗流分析.....	55
限制(封闭表面)渗流分析.....	56
分析结果.....	56
排水量计算.....	59
隧道衬砌设计.....	60
材料参数.....	61
断面.....	62
计算分析.....	66
冻结法施工设计.....	68
冻结管平面设计.....	69
冻结管立面设计.....	73
其他功能.....	74
地震分析.....	75

提要

Visual Slope V6 系列是由美国 Visual Slope 公司研究开发的新一代的岩土工程电脑程序适用于 Windows 7 和 Windows 8 操作系统。它应用类似于 AutoCAD 那种简单易行的作图方法,或生成工具来建立分析剖面,并设置材料数。这种直观的方法大大地减少了数据输入的错误和数据输入的时间。为之倍受用户的青睐。Visual Slope 是基于世界上最先进,最严格的计算理论来编制的,其中国版加入了很多符合中国设计规范的计算方法,用户可以通过设置来选择当地的规范进行设计。

Visual Slope 系列具有下列功能:

- 边坡稳定分析
- 土钉/土锚设计
- 加筋土坡设计
- 块体加筋挡土墙设计
- 边坡/基坑支护设计
- 渗流分析
- 隧道支护设计
- 冻结法施工设计

要使 Visual Slope 进行上述任何设计,需要以下四个简单的步骤:

1. 开启项目
2. 建立剖面图
3. 设置和指定材料特性参数
4. 制定分析设计方法并进行分析

本“用户指南”将为用户提供如何使用 Visual Slope 的辅导。以下各节将介绍如何进行上述四个步骤。

项目开始

打开 Visual Slope 后，Visual Slope 会给出下面的页面（图 1），以让用户选择一个已有文件或一个新文件。如果选择已有文件，用户可以选择文件列表中的文件或选择《其他文件》以浏览别的文件。如果选择《新文件》，Visual Slope 会给出一个项目设置的页面（图 2）来让用户开启一个新的项目。在该页面中，用户可以输入的项目信息，选择单位，并定义分析范围。项目设置页面可以随时通过“文件”菜单进行修改，如图 3 所示。

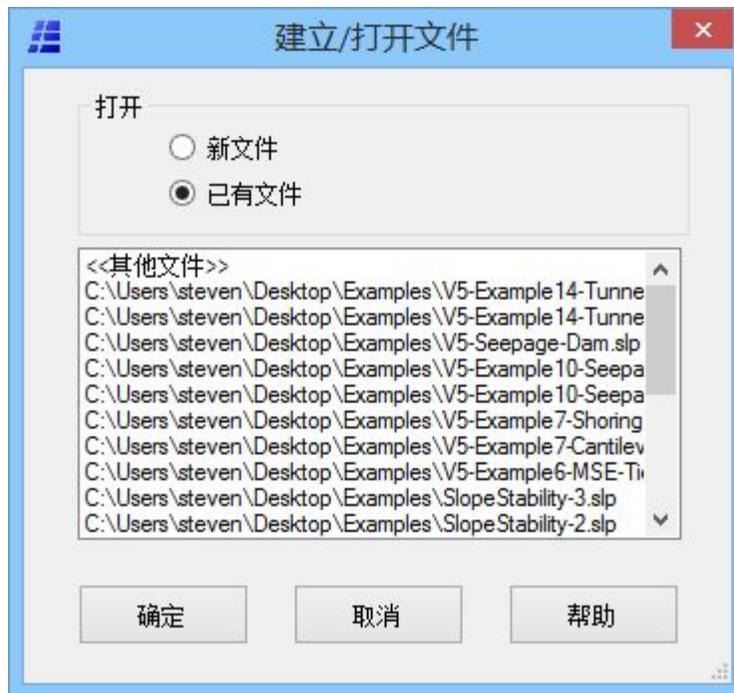


图 1：创建/打开项目

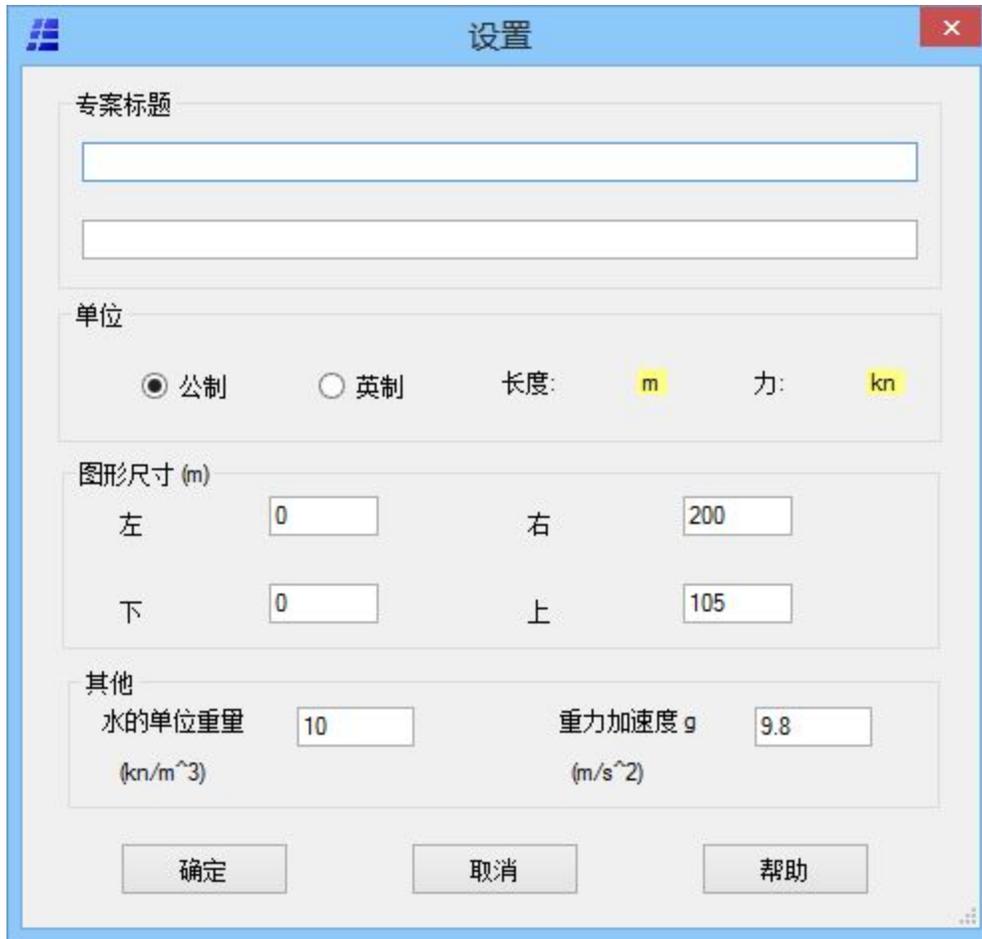


图 2：一般设定

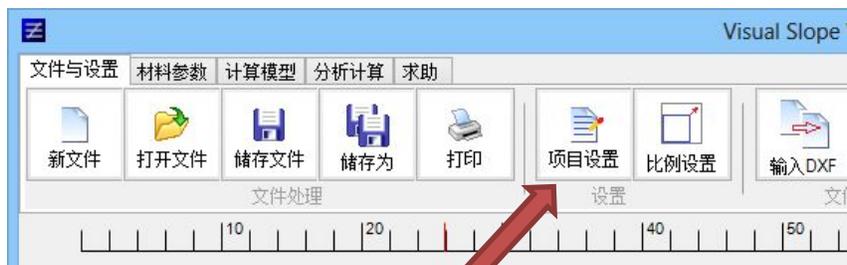


图 3：更改项目设置页面

建立分析剖面

Visual Slope 的剖面是由线组成的。这些线包括土壤线，土工织物条，土钉/背拉线，地下水位线，边界线等，如图 4 所示。若要绘制不同的线，用户可以首先在工具栏上选择相应的键。图 5 显示了线工具栏上的按键。

在选择了正确的线的类型之后，用户可以开始绘制一个剖面。画一条线有两种方式：直接绘图法或坐标输入法。以下各节描述了如何画，编辑和删除线。

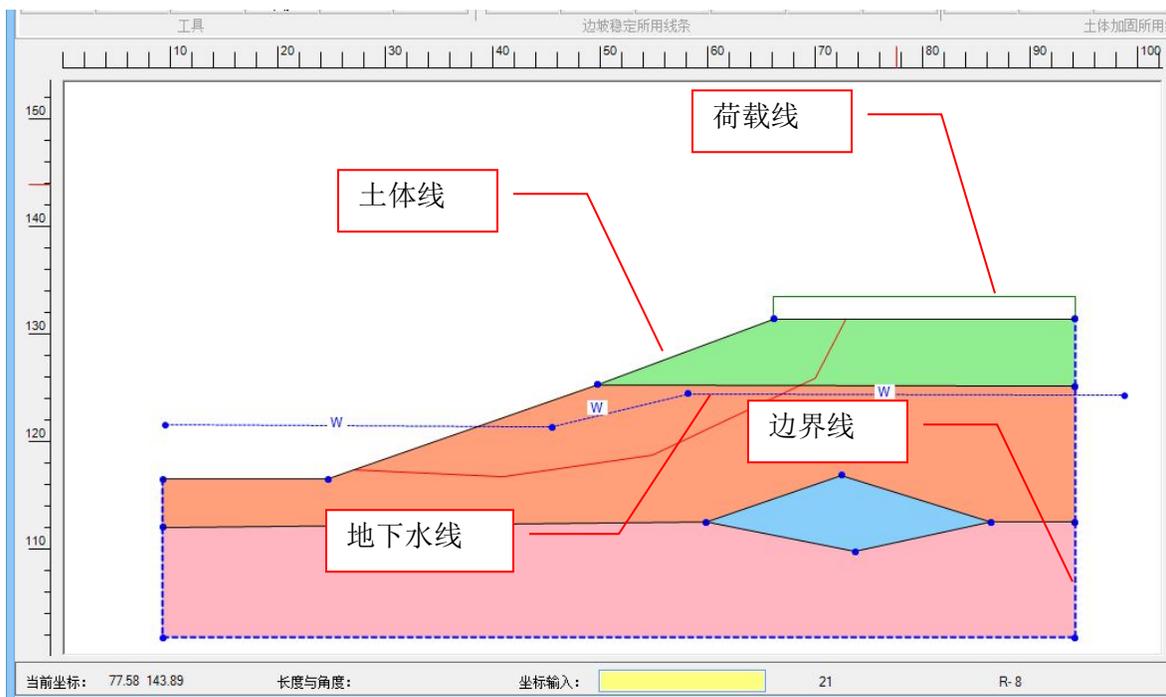


图 4：典型 Visual Slope 剖面

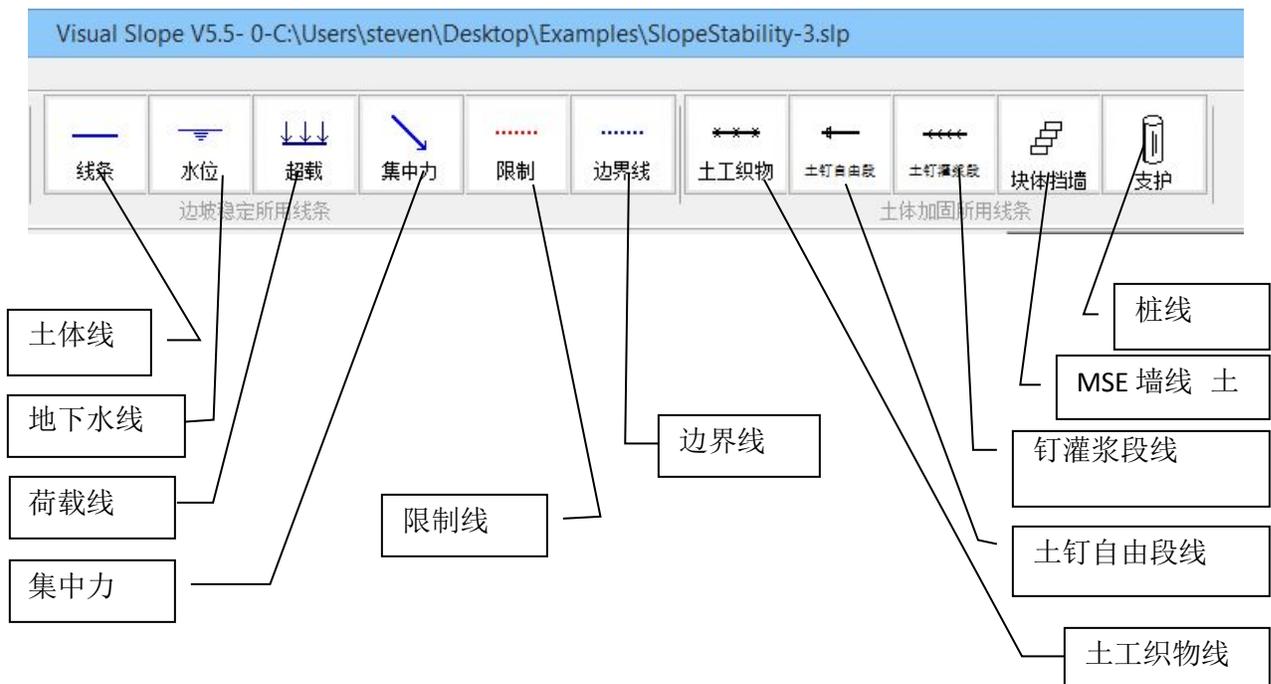


图 5：线键

开始画线 首先要选择适当的线键。在选择了线键后，光标就成了十字型。用户可根据水平标尺和垂直标尺所示的位置，或者根据左下角的坐标显示所示的位置开始画线。图 6 所示的是坐标尺和坐标显示。在确定坐标后，按鼠标的左键可开始画线。用同样的方法可以画线的另一端。重复这个步骤可继续画线。线的起始点会自动从上一条线的终点开始。

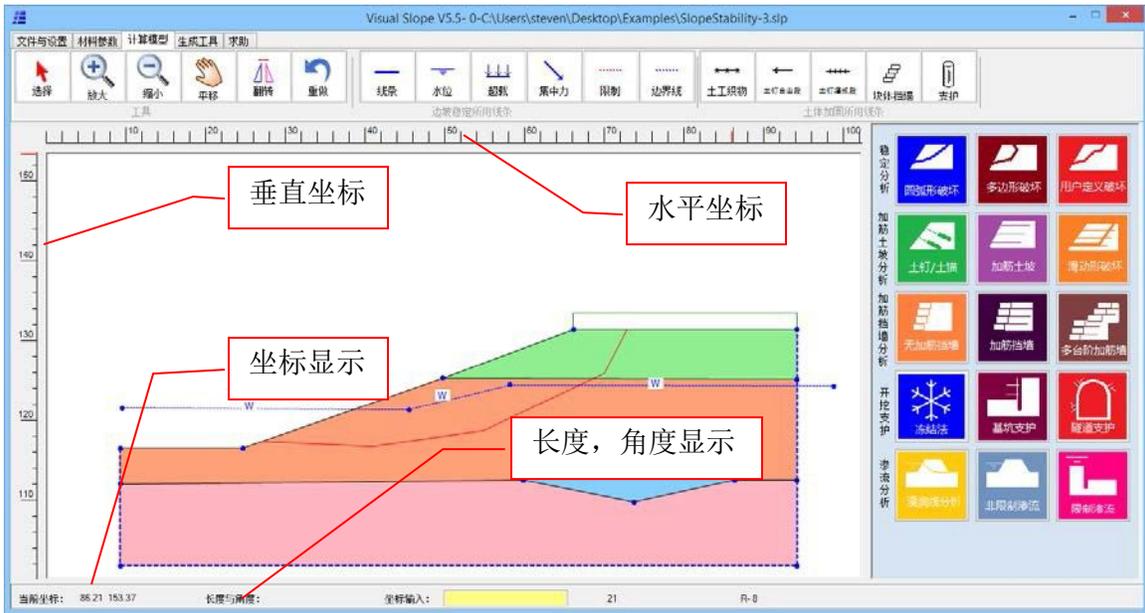


图 6：坐标显示

停止画线

要停止画线，可按鼠标的右键或按 Esc 键。

数据输入法 除了根据标尺和坐标显示所示的位置画线外，用户也可以直接在坐标输入框（图 7）输入坐标。例如要输入水平坐标 50.1 和垂直坐标 635.4，可在坐标输入框中打入 50.1 635.4，中间用一个空格分开，然后按回车键。用同样的方法可以画线的终点。



图 7：坐标输入

除了输坐标外，用户在画线的终点时也可输入线的长度和角度。例如 一条线的长度是 10.3 水平夹角是 20 度，用户可以在坐标输入框中打入 10.3 <20，中间用一个空格分开象图 8 所示的那样，再按回车键，线就画好了。



图 8：长度角度输入

画线规则

线与线必须在节点相连，不能在线的中点相交。除了边界线外其他线 不能是垂直的。画线没有顺序要求，用户可以从任何一根线开始画起。 用户也可以在任何时候加入或删除线条。一个剖面的两侧和底部必须 用边界线封闭起来，如图 4 所示。

自动扣上功能 如果一条新线的起点或终点与一条现有线的点非常接近时，新线的点 会自动捕捉现有的点并扣上。

断开功能 如果用户从一根已有线的中间开始划一根新的线，或者将一根新的画到一根已有线的当中，那根已有的线会被自动断开，以满足节点和节点连接的要求。

编辑和删除线条

要编辑或删除一条线，要先在工具栏中选取选择键 ，然后将鼠标移到所要编辑的线并点击该线。线编辑页面出现，先选取该线，然后用户可编辑或删除该线（图 9）。

要一次删除许多线时，可用群删除功能。先在菜单上选择生成功能，然后在生成功能栏目下按群删除键。将鼠标移至要删除线的位置，按住鼠标左键并拖拉以确定删除范围，然后松开鼠标左键，被选择到的线就变成红色的了。然后确定要删除这些线段。（图 10）

地面超载 地面超载可以象画线那样画入。刚画入的地面超载的集度为 1。要改变集度，先选择该地面超载，在线编辑页面中先选取超载再填写永久载和临时荷载的集度。图 11 显示了这一过程。

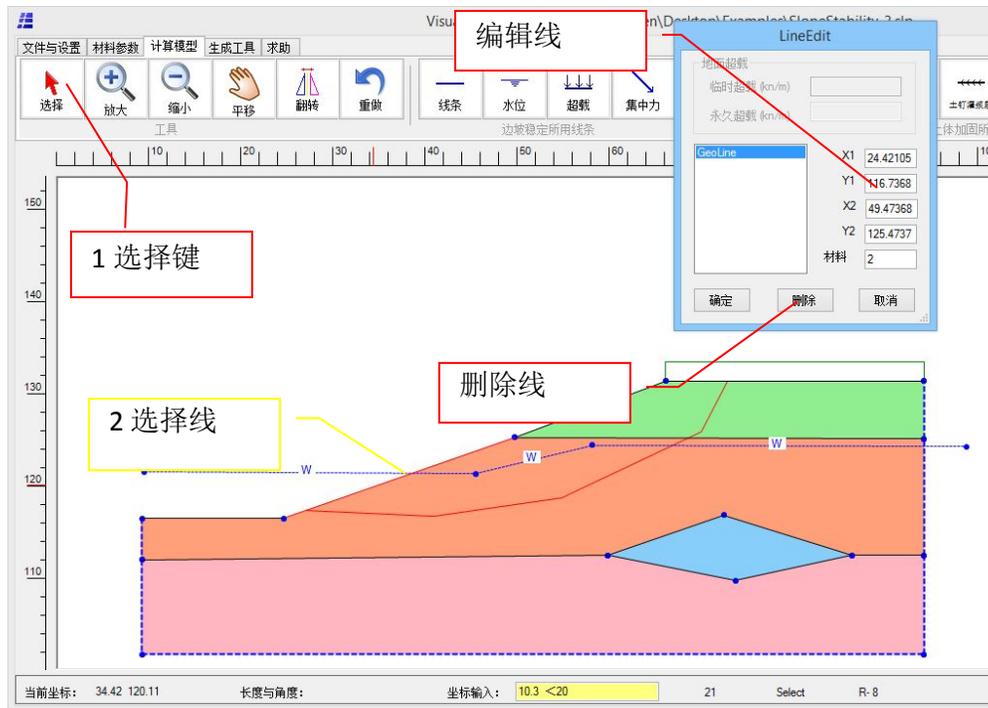


图 9：编辑或删除线

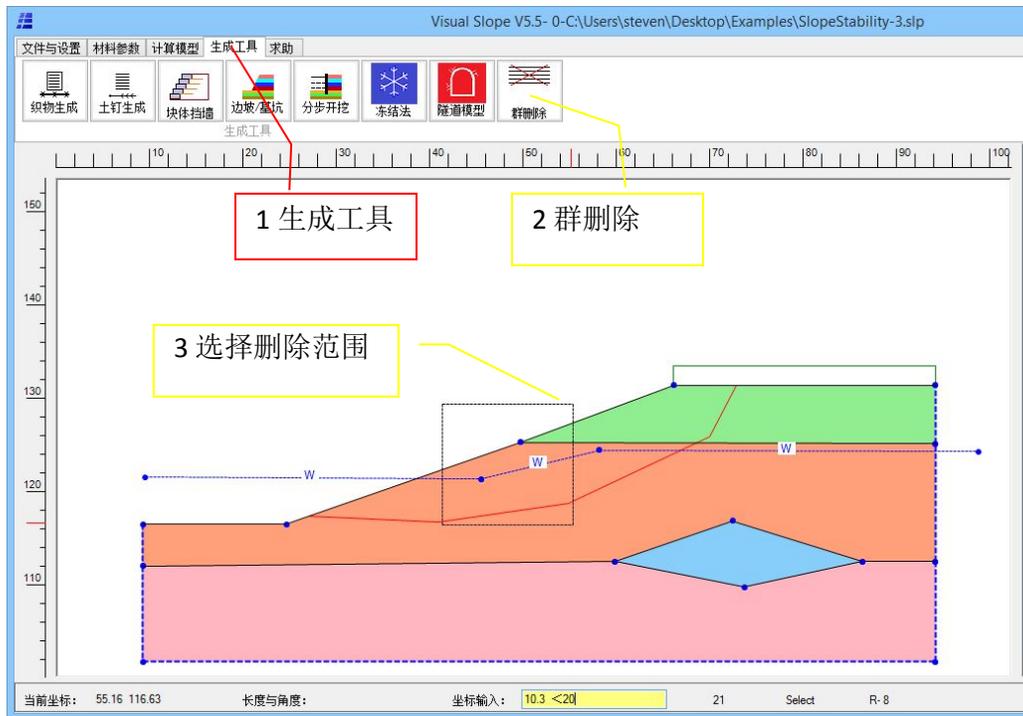


图 10：群删除



图 11：定义荷载值

其他模型功能

为了帮助用户建立剖面，Visual Slope 提供了许多功能，例如放大，缩小，从做，翻转等，见图 12。

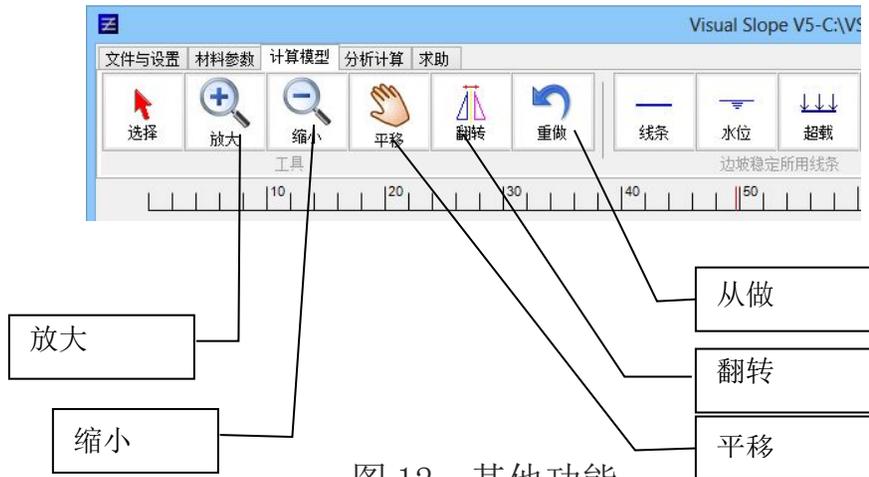


图 12：其他功能

放大与缩小 放大与缩小功能

能帮助用户： 1. 能细画

某一部位。

2. 分析某一部位。 要放大某一部位，先选择放大键，按住鼠标左键沿该部位的对角线方向拖拉。到位后松开鼠标键。放大后，要缩小图面就按缩小键。

复原

若用户发现做错了，可按复原键来返回。Visual Slope 最多可返回五步。

翻转 要对边坡、加筋挡墙、或基坑支护系统进行分析设计，坡、墙或支护 必须向左。在某些情况下截面两边都有边坡并都要进行分析，用户可 先对左边坡分析后，利用翻转功能来翻转剖面再对右坡进行分析。

平移 如果用户想移动所画好的断面，可以先安移动键，然后按住鼠标的左 键并向指定方向移动，画好的截面就会向着这个方向移动。

材料参数

Visual Slope 中的材料参数包括：

1. 土体参数
2. 土工织物参数
3. 土钉/背拉/钢条参数
4. 挡墙块体参数
5. 块体加筋连接参数
6. 支护/墙体参数

在进行分析设计之前，用户必须设定材料参数。设定什么参数是由要进行什么设计分析来决定的。例如要对 MSE 挡墙的设计，用户必须定义土体，土工织物，块体，连接参数以及支护墙体参数。

Visual Slope 提供丰富的材料参数库，用户可以方便地调用。用户也可以将自己的参数储存入数据库以便调用。以下各节将叙述怎么来建立参数。

1. 设立材料参数
2. 调用数据库
3. 储存数据入数据库
4. 将设置好的材料赋予剖面

设置材料参数

要设置材料参数，用户必须先先在工具栏中按材料键（图 13）。材料参数页面就会打开（图 14）。



图 13: 材料键



图 14: 材料输入页面

用户首先必须在列表中选择材料种类，比如土体材料和土工布材料等，以便输入该种材料。在选择材料种类以后，已有的材料名称会在下面的列表中出（图 15）。

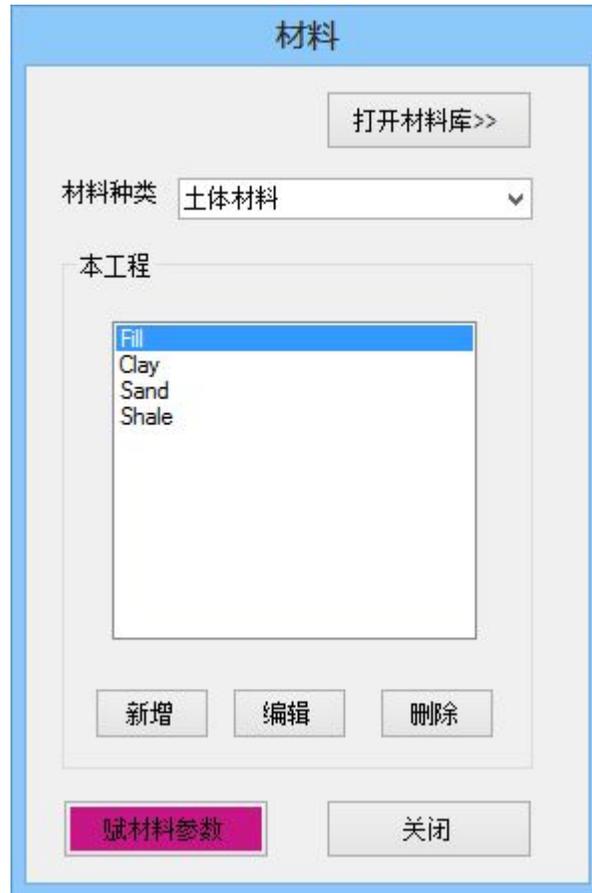


图 15：选择材料

若要编辑某一材料，请先选择该材料，然后按编辑键。材料编辑页面就会出现，用户可在该页中编辑材料参数（图 16）。如果要新增材料，用户可按新增键，新增材料页面就会产生（图 17）。用户可在该页面上输入材料参数。输入完后按关闭键，新增材料的名称就会出现在列中。



图 16: 材料编辑页面

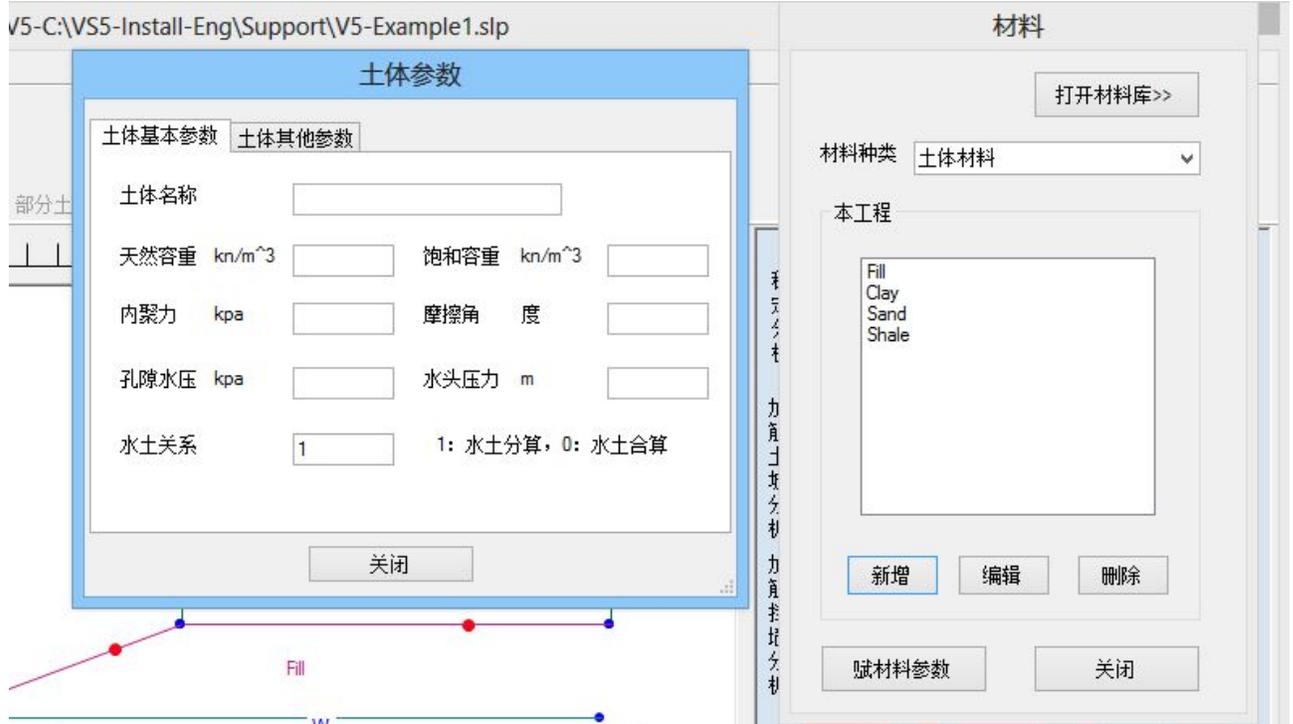


图 17: 新增材料页面

调用数据库

要用材料数据库中的数据，首先按“打开材料库”键，再找到所需的材料（图 18）。再将光标至该材料，按鼠标键以选择该材料，然后按“<”键，该材料就被送到当前的项目中。

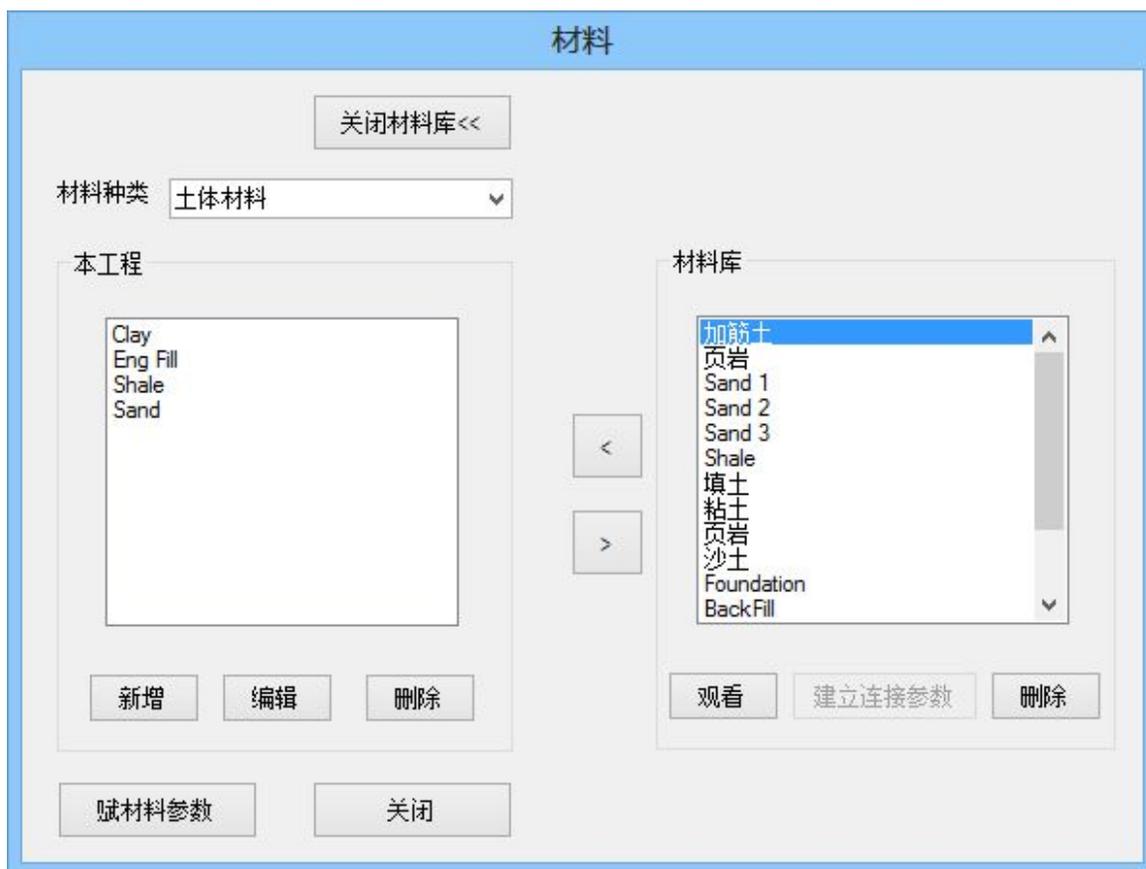


图 18：材料数据库

储存数据入数据库

与调用材料相反，要将数据存入数据库，首先选择该材料名称，再

按”>”键。这个材料就被储存到相应的数据库中。

设置连接参数 连接参数只是用于加筋挡墙的设计。一旦设置完毕，就可用于所有其他项目。在加筋挡墙计算时 Visual Slope 会自动搜索数据库找到连接数据。要建立连接参数，块体和加筋材料都必须在数据库中，先打开材料库，选择连接参数，再按建立连接参数键。连接参数页面就显示

（图 19）。然后在第一行中选取块体名；在第二行选取加筋材料。然后填写其他参数。这些参数应由块体的制造商提供。



The image shows a software dialog box titled "连接参数" (Connection Parameters). It has a light blue border and a white background. The dialog contains the following elements:

- 块体名称** (Block Name): A dropdown menu with the text "请选择块体" (Please select block).
- 土工织物名称** (Geotextile Name): A dropdown menu with the text "请选择土工织物" (Please select geotextile).
- 初始连接力** (Initial Connection Force): A text input field with the unit "lb/ft" to its left.
- 摩擦角** (Friction Angle): A text input field with the unit "度" (degrees) to its left.
- 最大连接力** (Maximum Connection Force): A text input field with the unit "lb/ft" to its left.
- At the bottom, there are two buttons: "关闭" (Close) on the left and "取消" (Cancel) on the right.

图 19：设置连接参数

断面材料的确定

有两种方法确定断面的材料。我们先讲第一种。当关闭材料参数页面后，材料名称就会出现在材料菜单上，如图 20 所示。用户可将这些材

料赋给已画好的截面。



图 20: 材料菜单

土体参数赋值

要将一种土体赋予给剖面中相应的土层，该土层必须在一个封闭的区域中。首先点击带该土体的名称，然后将光标移至剖面中的相应的土层区域中再次点击。该区域中的土体就被赋予土体参数了，该区域的颜色就变成了材料栏目中土体名称的颜色（图 21）。

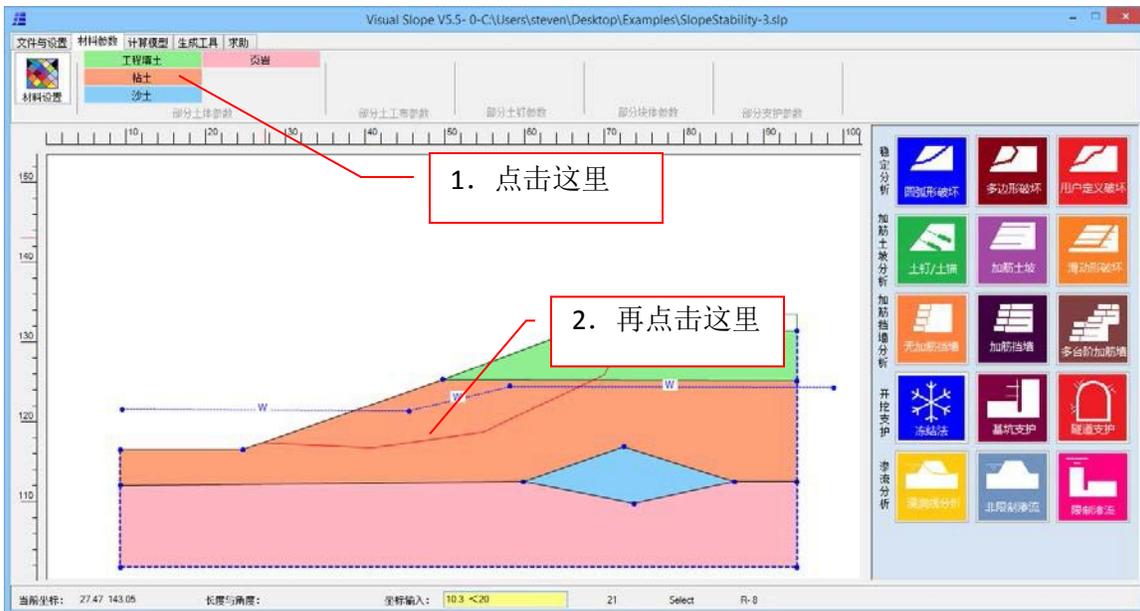


图 21: 材料赋值

其他材料参数赋值

要将材料赋予其他材料，像土钉、土工织物等，先点击该材料键，再

点击剖面中该材料线条就象图 22 所示那样。该线条的颜色就会变为该材料键的颜色。

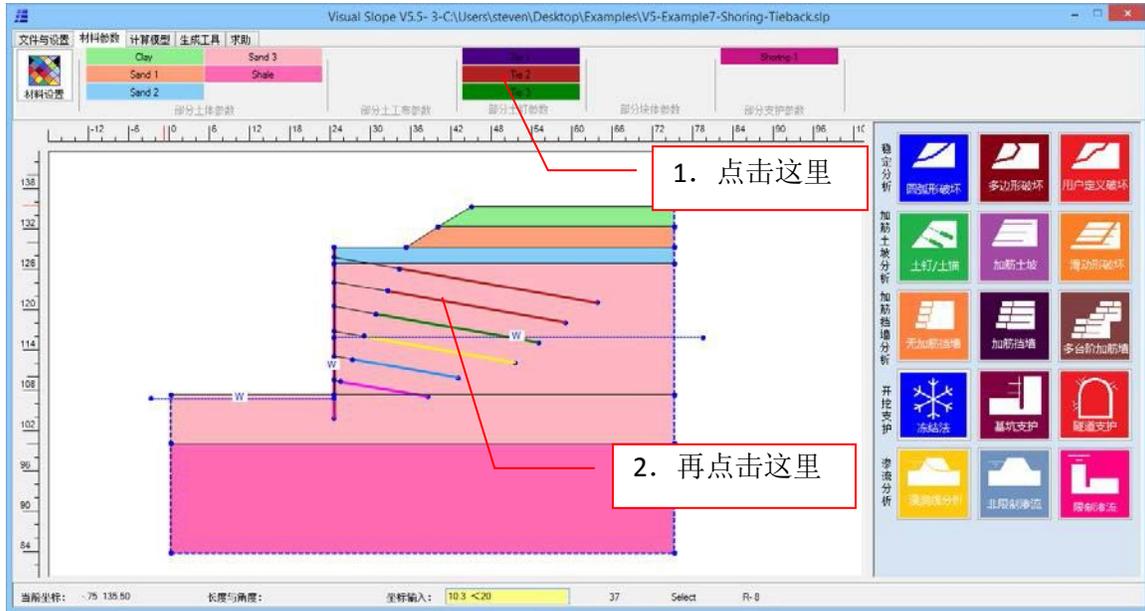


图 22：对其他材料赋值

第二种赋值方法

如果材料菜单上容纳不下所有的材料，用户可用建立材料参数的页面上的赋值键来直接赋值。首先在材料菜单上按材料键，材料建立页面就会出现。然后选择材料种类，所有该材料种类的名称就会出现。选择想要赋值的材料，然后按彩色的赋值键，然后将鼠标移到截面上进行赋值（图 23）。这最后一步，和上一节所介绍的方法一样。

4. Spencer 法。

Visual Slope 会根据破坏面的形状用修正 Bishop 法或 Janbu 法进行分析。用户也可选择 Spencer 法或 Morgenstion-Price 法对以上各种破坏面进行分析。以下将叙述怎样用 Visual Slope 来进行这几类分析。

圆弧形破坏面的分析 圆弧形破坏的分析范围是由四点来定义的，前两点（X1，X2）从最左边开始定义圆弧的起始部位；后两点（X3，X4）定义圆弧的终点部位。所以这四点必须符合： $X1 < X2 < X3 < X4$ 如图 24 所示。用户还要给出 搜索多少个破坏面。

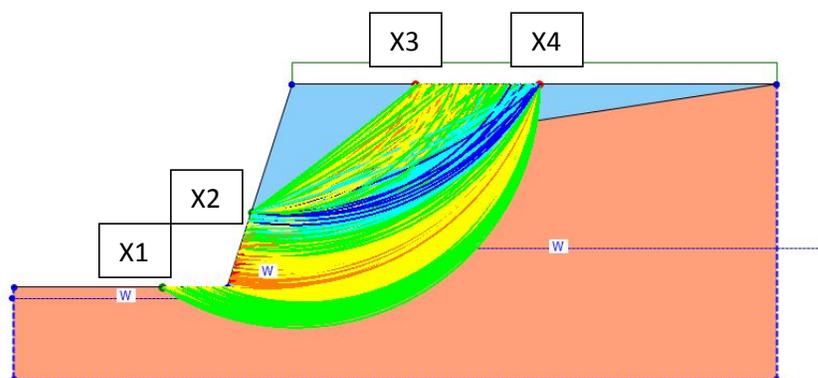


图 24：圆弧形破坏分析

要进行圆弧形破坏面的分析，用户可在分析菜单中选取圆弧形破坏面 分析。圆弧形破坏输入表格就会出现（图 25）。在定义 X1，X2，X3 和

X4 时，用户可以将这些数据打入输入格子中。更直观方便的方法是先点击 X1 键后，再将光标移剖面点击实际 X1 位置，X1 就直接输入到输入格子中。用同样的方法可以输入 X2, X3, 和 X4。图 24 显示怎样设置 X1 到 X4。

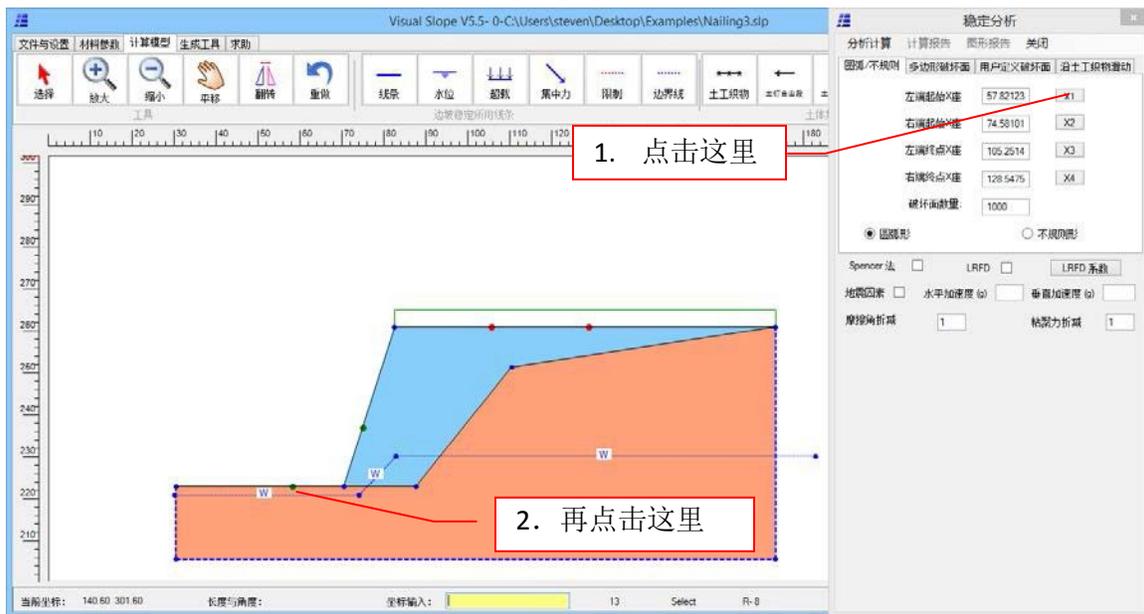


图 25：设置圆弧破坏面分析

圆弧破坏面的数量必须是整数，一般应大于 100 个。如果用户想用 Spencer 法或 Morgenstern-Price 法，就选择 Spencer 法或 Morgenstern-Price 法。定义完圆弧破坏的 5 个参数后，点击计算键。计算完毕后点击破坏面键，破坏面就会展示在剖面上（图 26）。

不规则破坏面分析 不规则破坏面分析与圆弧形破坏面分析的步骤基本一样，只是在圆弧形/不规则页面上确定不规则形的选择。

多边形破坏面分析 多边形破坏面分析是由一组从左至右的盒子组成的。每一个盒子由 5 个数字来定义：1) 盒子左边中点的 X 坐标；2) 盒子左边中点的 Y 坐标；3) 盒子右边中点的 X 坐标；4) 盒子右边中点的 Y 坐标；5) 盒子的高度。

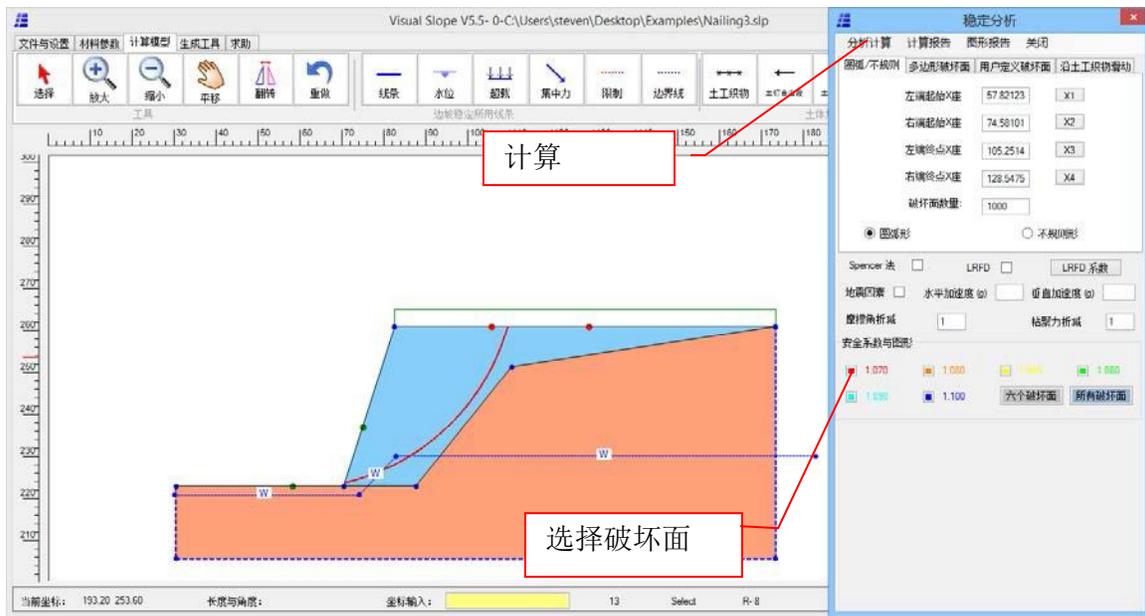


图 26：分析结果

用户可将以上 5 个数据打入输入格子中。可是更直观方便的方法是点击 X 坐标格右边的彩色键再将光标移至剖面中相应的位置再点击，该

位置的 X, Y 直就进入输入格子中。盒子的高度也可以用类似的方法输入。先点击高度格子右边的彩色键再将光标移至剖面的相应位置再点击，盒子的高度就进入了输入格中。盒子的高度取决于在剖面点击时光标离盒边中点的距离。图 27 至 29 描述了这个输入过程。

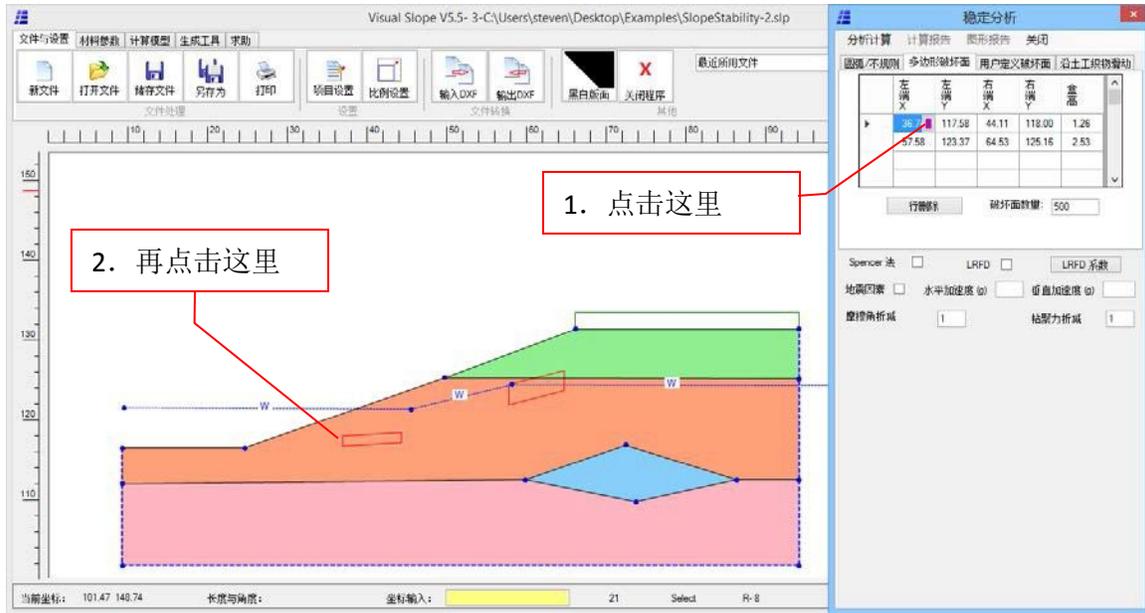


图 27：左边坐标

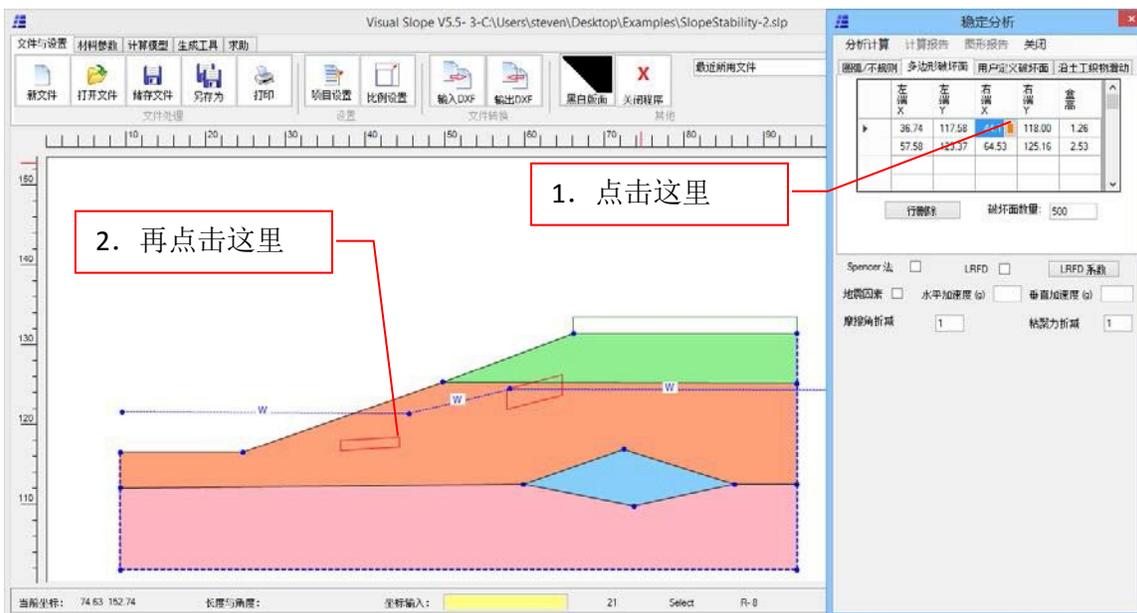


图 28：右边坐标

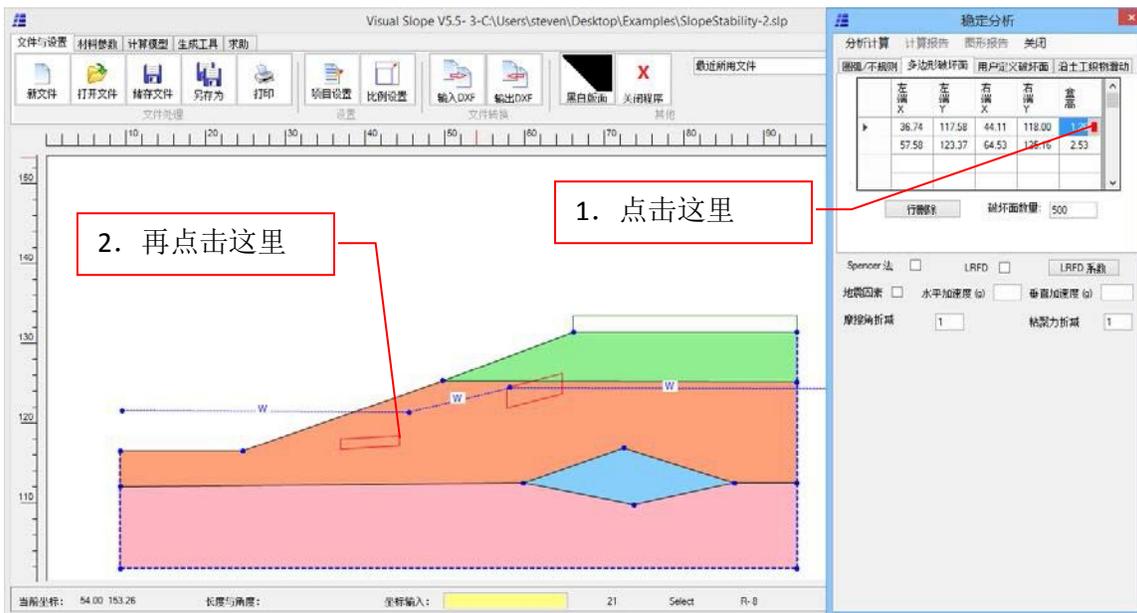


图 29：设定盒高

用户定义的破坏面

Visual Slope 可以对用户定义的破坏面进行分析。采用的分析方法取决于破坏面的形状。要对用户定的破坏面进行分析，可在分析菜单中选用用户定义的破坏面。破坏面输入页面就打开了。破坏面是由一系列坐标组成的，用户可以把这些坐标直接输入格子中。可是更直观方便的方法是点击 X 坐标格右边的彩色键（图 30）。再将光标移至剖面中相应的位置再点击（图 31）。

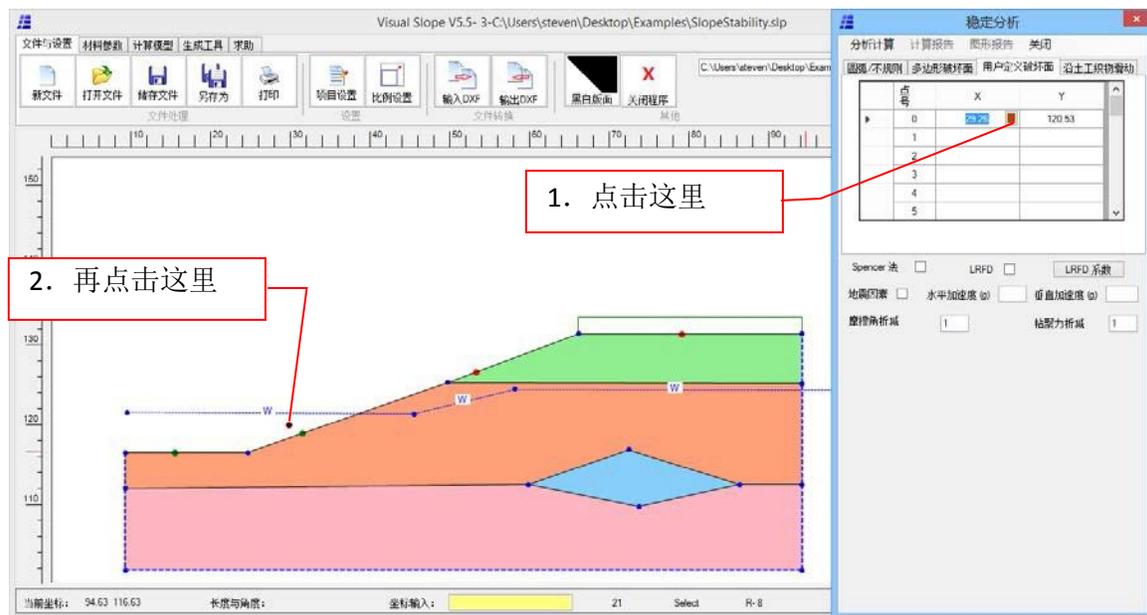


图 30：画破坏面

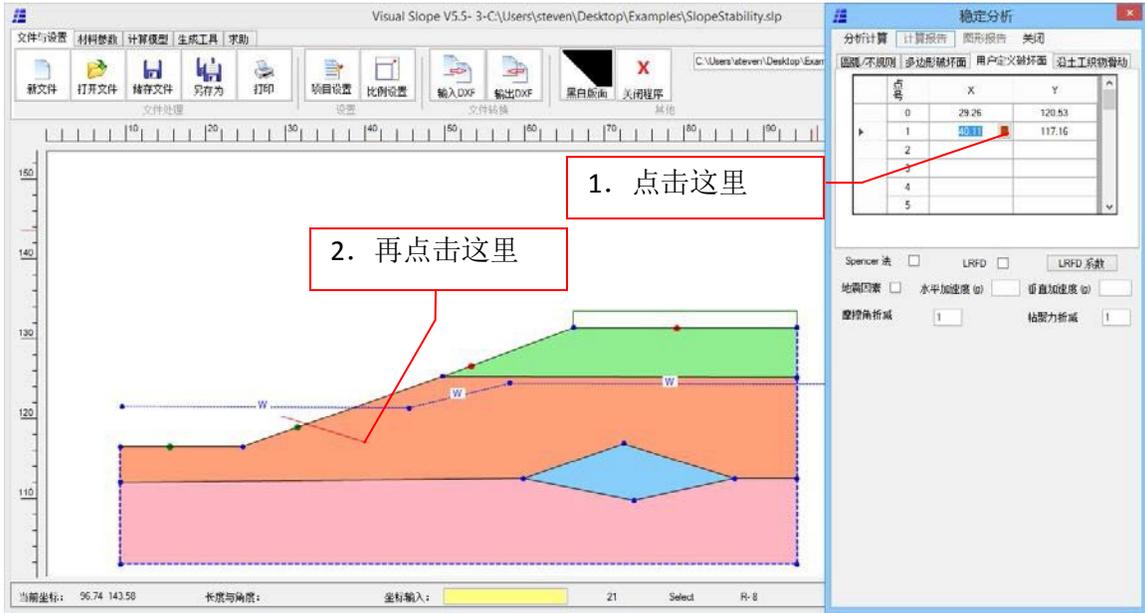


图 31：继续画

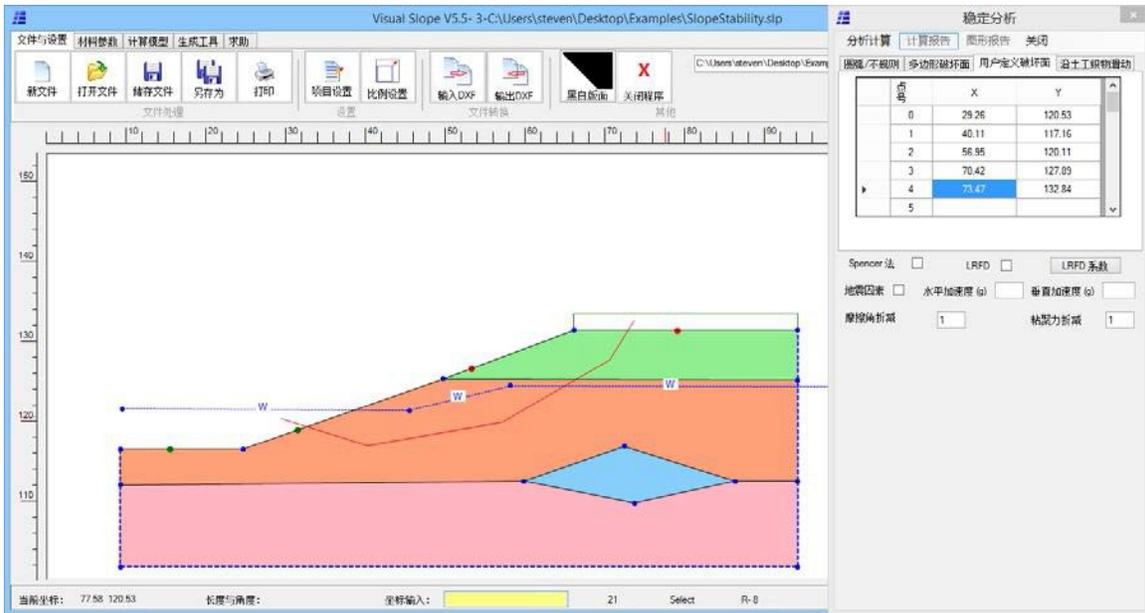


图 32：用户定义的破坏面

重复以上步骤用户定义的破坏面就建立起来了（图 32）。用户定义的破坏面必须从左到右来定义，第一点和最后一点必须略高于坡面。在关闭输入表后，高出地面的部分会被自动截去。

破坏面强度折减 在大多数的情况下，若一个边坡已发生滑移，其滑动面的土体强度一般会低于周边的土体强度。为了在分析中考虑这一因素，Visual

Slope 允许用户直接对破坏面的强度作折减。用户可以输入小于 1 的折减系数对摩擦力和内聚力进行折减。

坡面加集中力 为了方便用户估算挡土结构所需要提供的支护力使边坡达到指定的安全系数，Visual Slope 允许用户在坡面上加集中力。集中力的加法和

画线一样，但终点一定要接近坡面。集中力与水平面的夹角必须在 0 度与 180 度之间。集中的大小可以在线段编辑页面中设置。

加筋土坡设计 如果一边坡太陡，它就有可能不能满足边坡稳定的要求。要提高边坡的稳定性，可采用加筋的办法，如用土工织物。一个加筋土坡不仅要满足圆弧形破坏稳定要求，还要满足土体沿着土工织物表面直接滑动破坏的稳定要求。以下各节将讲述怎样用 Visual Slope 来进行加筋土

破的设计。

土坡中加入土工织物

绘图法

要在土坡中加入土工织物，用户可以用建立剖面那节中所述的方法将土工织物逐层画入剖面中。画完后用户可将材料参数赋予土工织物的线条，其过程就图 33 所示。

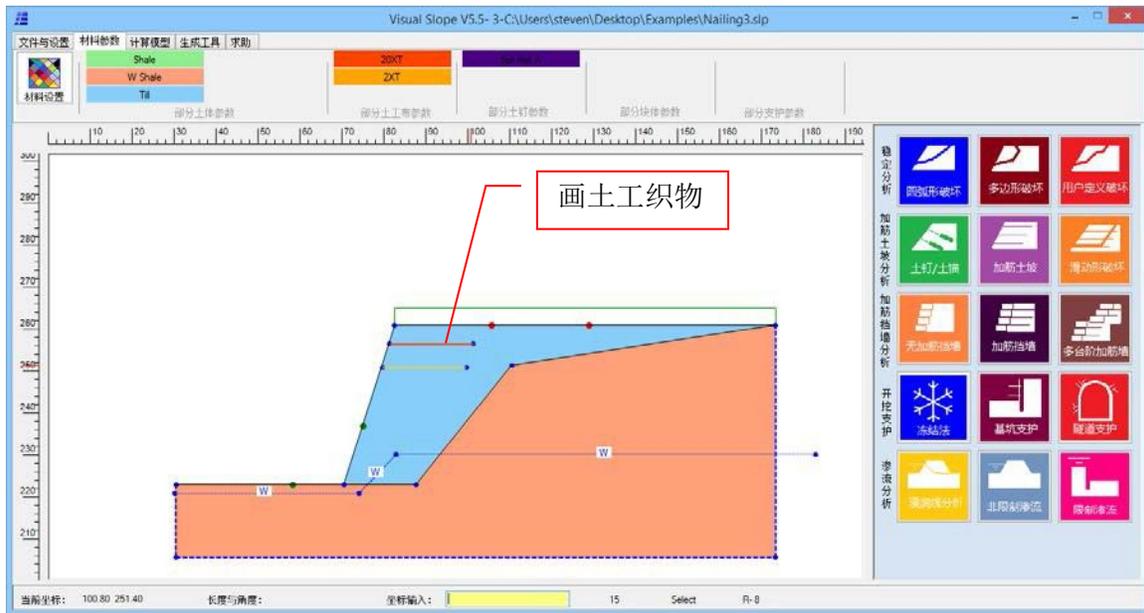


图 33：画土工织物

生成法 如有较多层的土工织物，用以上所述的绘图法会较慢。为此 Visual Slope 提供了土工织物自动生成的功能，以此来生成同类型在不同位

置的土工织物。若想用自动生成功能，用户必须先建立材料参数（请参考建立材料参数那一节）。建立材料参数后，点击工具栏中的土工织物生成键，自动生成表就会打开（如图 34）。用户必须在材料列表中先选择所用材料，然后逐一在相应的格中给出起始高程、终点高程、垂直间距以及土工织物长度。关闭输入表后，土工织物就会在剖面上产生。

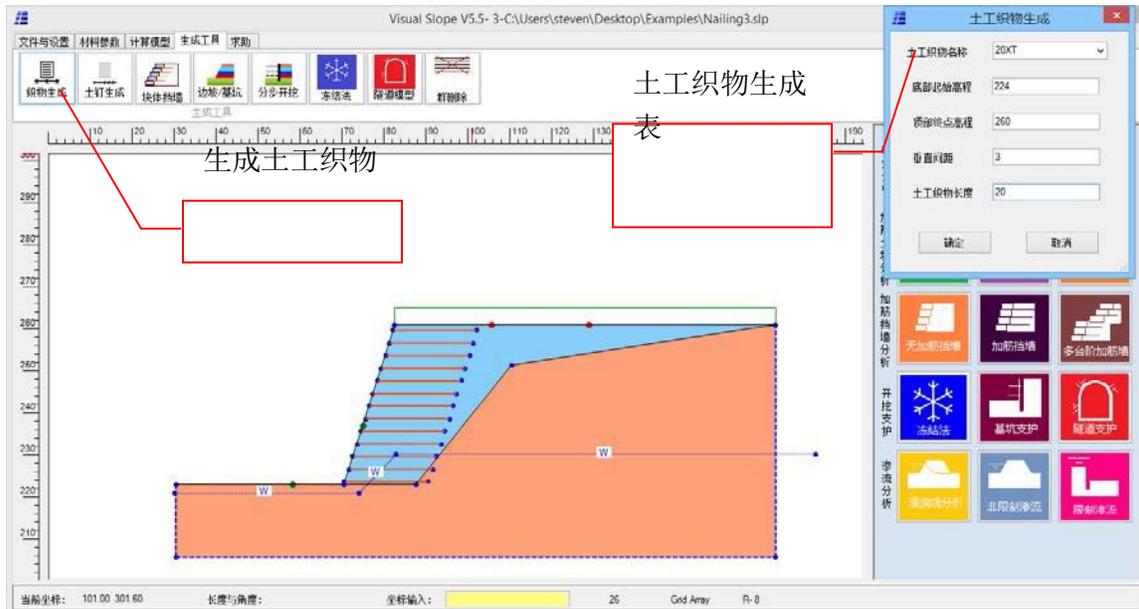


图 34：生成土工织物 用户可以重复使用自动生成功能来生成不同材料或不同长度的土工织物。生成后的土工织物仍可以被编辑或修改。总的土工织物层数不应超过 300 层。

圆弧形破坏面分析 加筋土坡的圆弧形破坏分析在加入加筋材料后，从用户方面来说其分析过程与无加筋土坡的分析基本相同，所以请参考圆弧形破坏面分析 章节。图 35 给出圆弧形破坏面分析的例子。

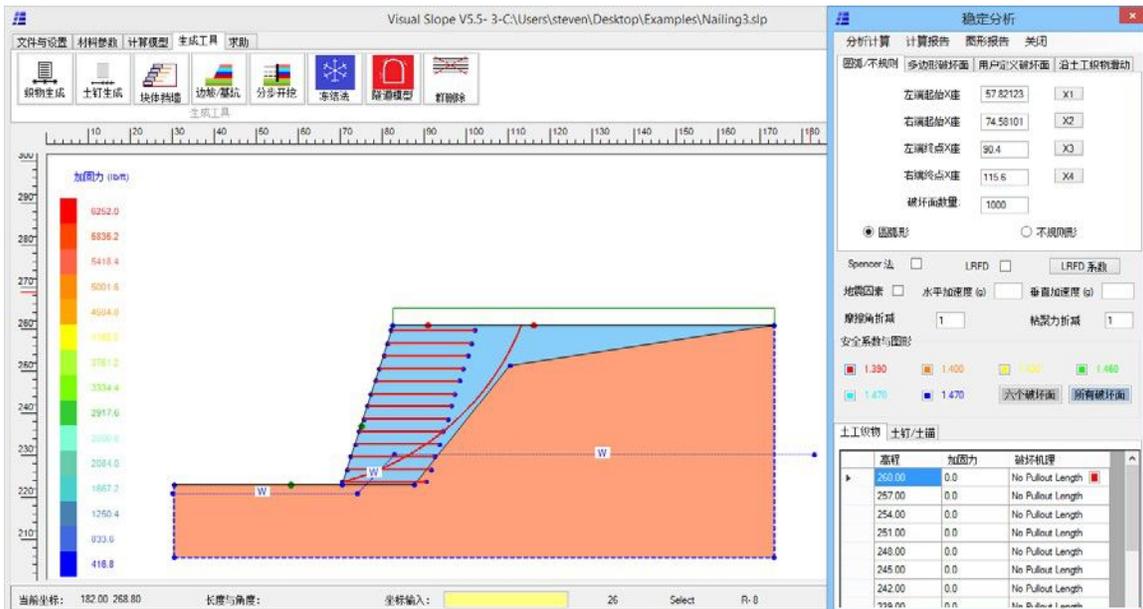


图 35：圆弧形破坏

直接滑移分析

要在加筋土坡中进行土体沿土工织物直接滑移的分析，用户可在分析菜单中选取直接滑动破坏分析，然后按计算键。在计算结果页面，用户可按破坏面键逐一看到七个最危险的破坏面。用户也可以从表中点击彩色键来看每层土工织物的最危险破坏面（图 36）。

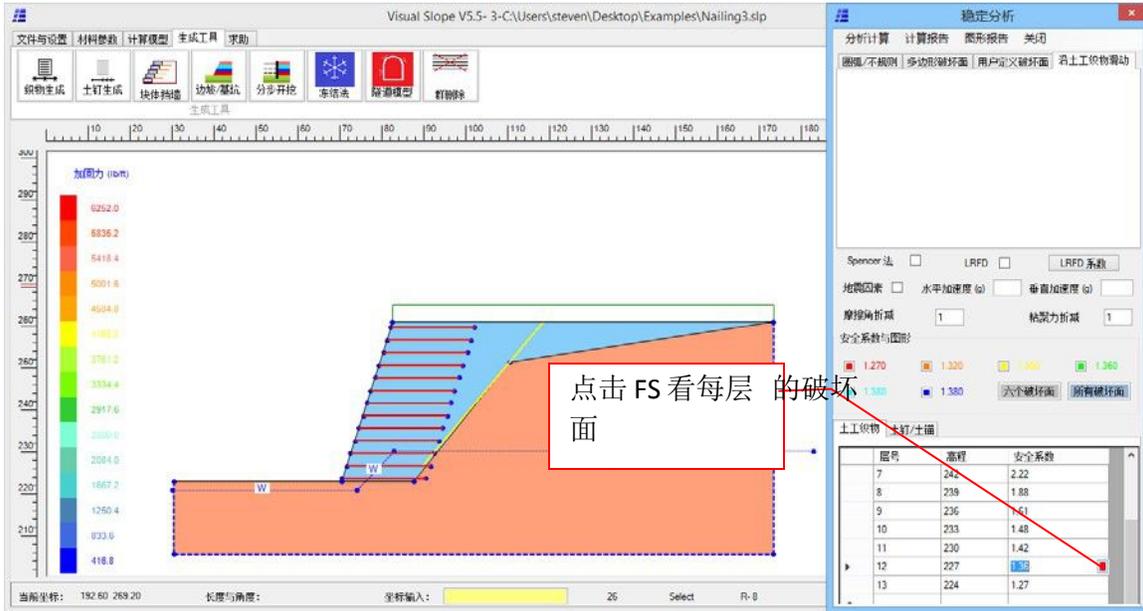


图 36：直接滑动

加固力

计算分析完毕后，彩色谱线会延着土工织物显示。屏幕的左边显示的色谱代表加固力的大小。用户必须了解土工织物对边坡的加固力是随着破坏面的位置的改变而改变的，所以土工织物上的色谱不代表土工织物目前所提供的实际加固力。而是如果一破坏面通过土工织物上的某一点，从土工布上该点的色彩和屏幕左边的色谱图就能知道土工织物加固加的大小。

加筋挡墙设计

Visual Slope 既可以用 NCMA 法也可以用 AASHTO 法来进行加筋挡墙的设计。Visual Slope 中的 NCMA 法是根据最新的加筋挡墙设计手册第三版来编制的。而 AASHTO 法总体上是根据 AASHTO 2012 加筋挡墙设计指导来编制的。Visual Slope 也可用 AASHTO 法来进行 LRFD（荷载抗力

系数设计)的分析。

加筋挡墙通常由干插砌块组成，砌块间靠剪力或机械连接组合在一起。块体挡土墙可以单纯由块体组成就象重力挡土墙一样，也可以由块体和加筋材料联合组成。加筋材料可以是土工网、土工布、金属网或金属条。加筋挡墙的土可分为三个区。在加筋材料范围内的土称为加筋土。加筋土、加筋材料及砌块一起组成一个重力式挡土墙。加筋土后面的土称为被支护土。加筋土下面的土称为基础土。

加筋挡墙设计分析包含：

1. 内部稳定分析
2. 外部稳定分析
3. 总体稳定分析
4. 组合稳定分析
5. 沉降分析

Visual Slope 可以对以上所有项目进行分析并只用一个输入文件。以下各节叙述怎样用 Visual Slope 来进行加筋挡墙分析，其过程类似于边坡稳定分析。

加筋挡墙剖面 与边坡稳定分析相似，用户可以用画线工具来画加筋挡墙剖面。剖面 应包含：

加筋区、被支护区和基础土。如果存在的话，墙背坡、墙背半坡或墙前坡。基础以下的土层是为总体稳定和沉降分析所用。请注意，块体本身不必画！

为了简便建立剖面的过程，用户可用挡墙剖面生成功能。在用户必须先设定所需的材料参数，然后从工具栏中选取挡墙剖面生成键如图 37 所示。挡墙剖面生成页面打开。逐一填写各项，土体材料和块体必须从列表中选择，如用户在选用块体时选用混合块体，混合块体的列表就出现了（图 38），用户可从下向上选取不同的块体。选完块体后，如用户想加入加筋材料，用户可继续填写。关闭表格后，加筋挡墙剖面就出现了（图 39）。用户可以用各种画图工具对剖面进行加工和修改。



图 37：加筋挡墙剖面生成键

MSE 墙生成

墙体尺寸

墙角坐标 X Y

墙高 墙前坡角 (度)

墙后坡角 (度) 墙后坡高

加筋土纵深

材料参数

加筋土体

被支护土体

基础土体

砌块

加筋材料

加入土工织物 从底部第几块起

间隔块数 土工织物长度

土工织物

确定 取消

图 38：墙剖面生成页面

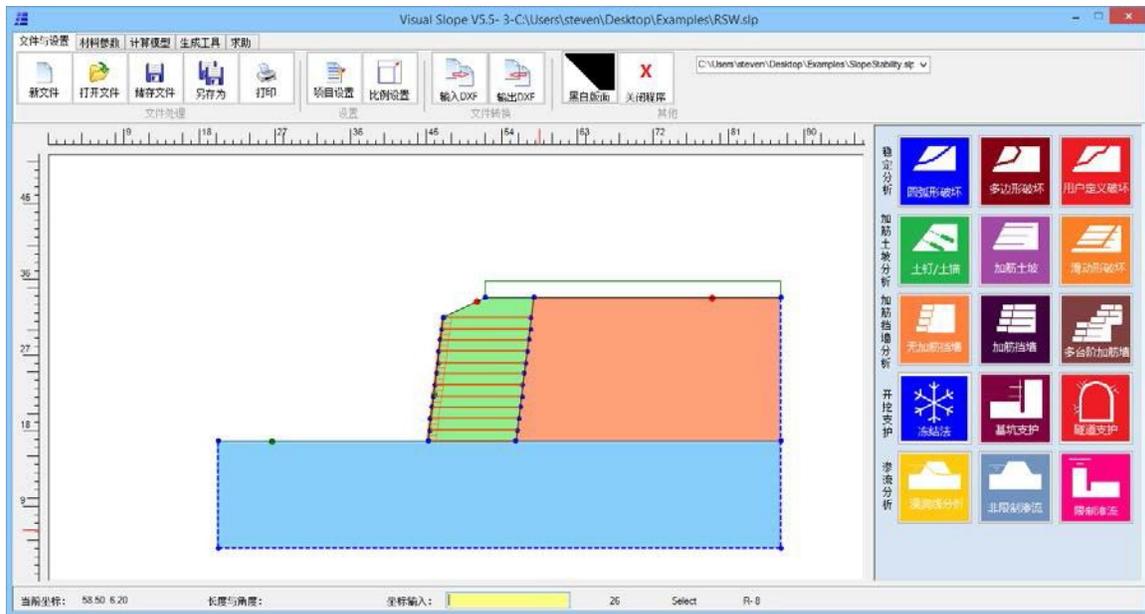


图 39: 墙剖面图

内部及外部稳定分析

加筋挡墙截面建立后，用户可以对加筋挡墙进行分析。要进行分析，用户可以根据挡墙是加筋的或非加筋的点击分析版面上的加筋挡墙分析键  或非加筋挡墙分析键 。点击后，挡墙分析页面就会出现（图 40）。页面左上方的列表中包含着所有的挡墙，用户必须首先选择要分析的挡墙。然后必须选择分析方法。如果要用法和考虑地震影响，那可选取相应的项目。选择完毕后按分析键，内部稳定和外部稳定的计算结果就会在分析页面上出现。

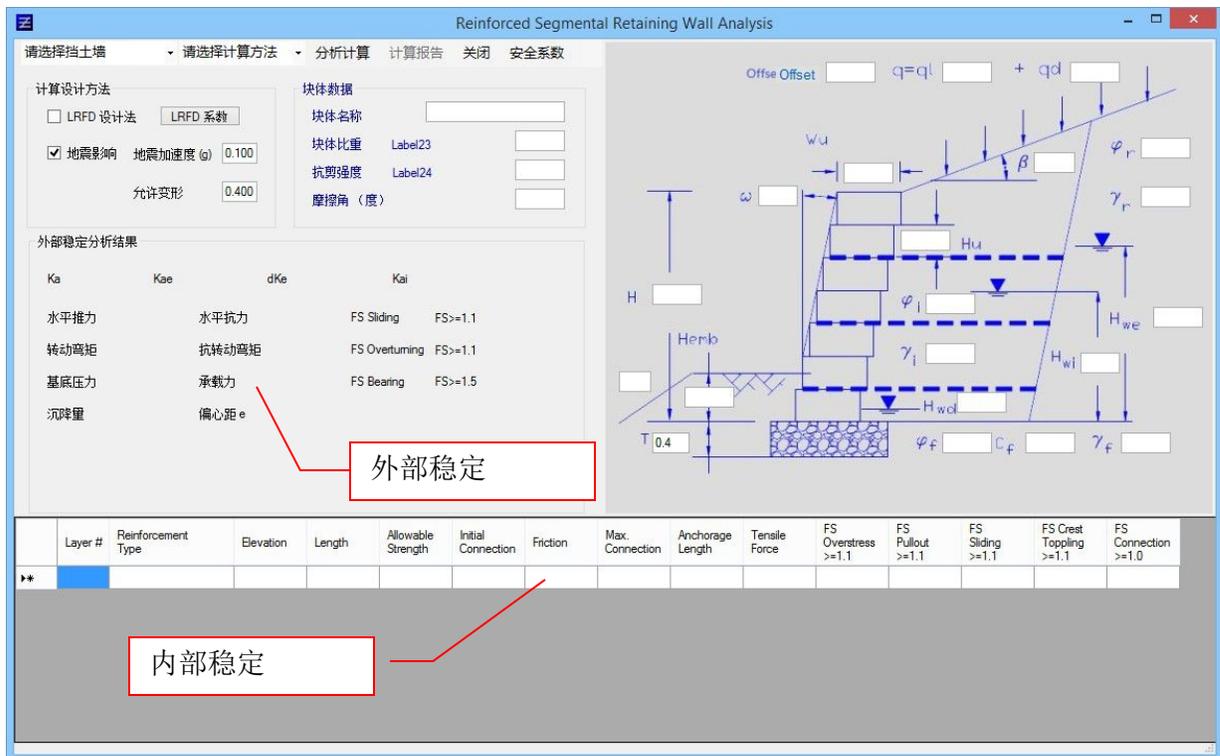


图 40: 内部和外部稳定

总体及组合稳定分析

总体及组合稳定分析类似于边坡稳定分析中圆弧形破坏分析。总体稳定分析的范围要超出加筋区，而组合稳定分析要集中在加筋土区，图 41 显示组合稳定分析的结果。

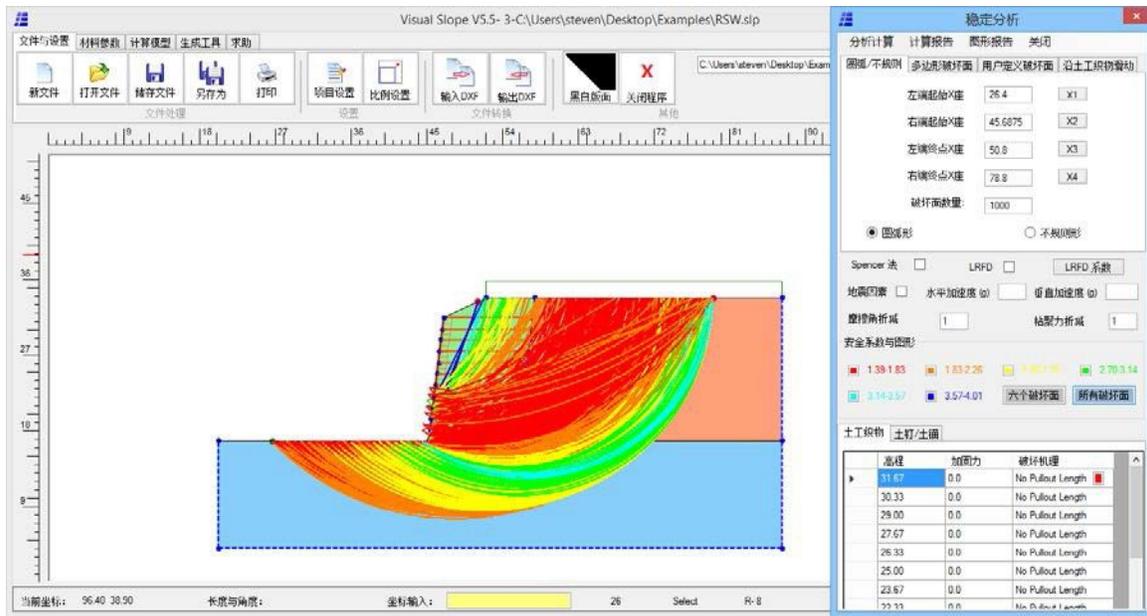


图 41：组合稳定分析

土钉设计

如果一个开挖式的或现有的土坡或岩石坡不稳定，土钉可以用来提高稳定性。Visual Slope 可用来进行土钉设计。一个土钉加固的边坡必须满足不同的稳定要求。以下各节将叙述怎样用 Visual Slope 来进行土钉设计。

加入土钉 要将土钉加入到剖面中，用户可以用绘图法象画土体剖面一样将土钉 逐一画入。画完后将土钉材料参数赋予所画的土钉象材料赋值章节所 叙述的。在画土钉时，用长度和角度输入法比较方便，如 $10 < -20$,

见图 42。

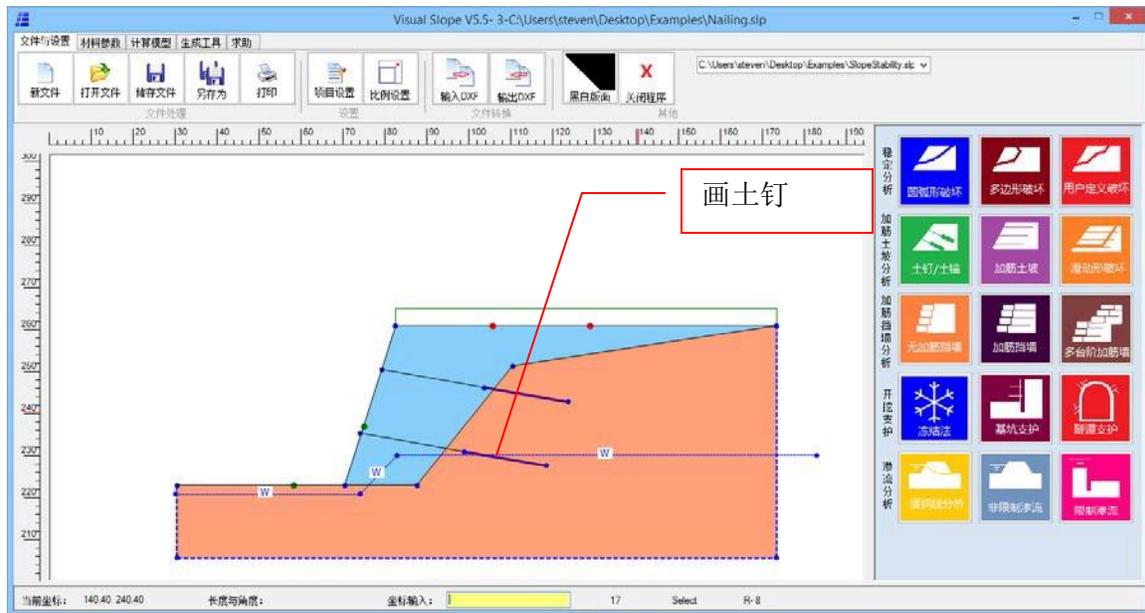


图 42: 加入土钉

土钉生成

如有大量同类型的土钉，用土钉生成功能会比较方便。要使用土钉生成功能，用户必须先设置材料参数再在工具栏中选取土钉生成键。土钉生成表会打开（图 43）。用户必须首先在列表选取土钉种类，然后按表逐一填写起始高程、终点高程、垂直间距、倾角、自由段长度及灌浆段长度。关闭表格后，土钉就会出现在剖面上。

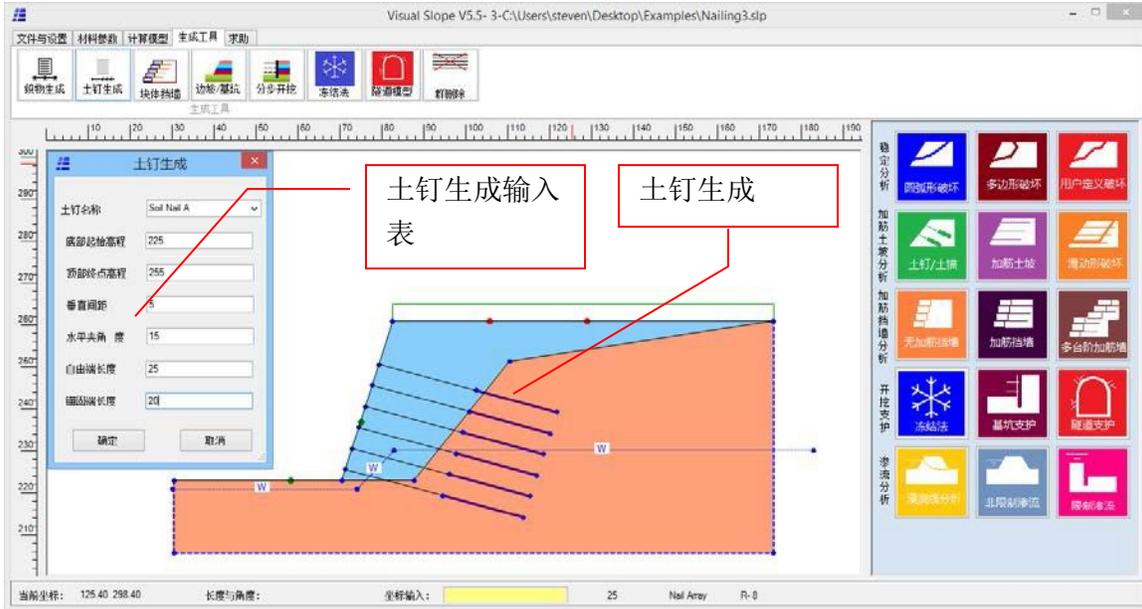


图 43：土钉生成

分析

土钉加固的土坡必须满足边坡稳定安全系数的要求。圆弧形破坏面分析可以用来进行土钉设计。

加固力

计算分析完毕后，彩色谱线会沿着土钉显示(图 44)。屏幕的左边显示的色谱代表加固力的大小。用户必须了解土钉对边坡的加固力是随着破坏面的位置的改变而改变的，所以土钉上的色谱不代表土钉目前所提供的实际加固力。而是如果一破坏面，通过土钉上的某一点，从土钉上该点的色彩和屏幕左边的色谱图就能知道土钉加固加的大小。

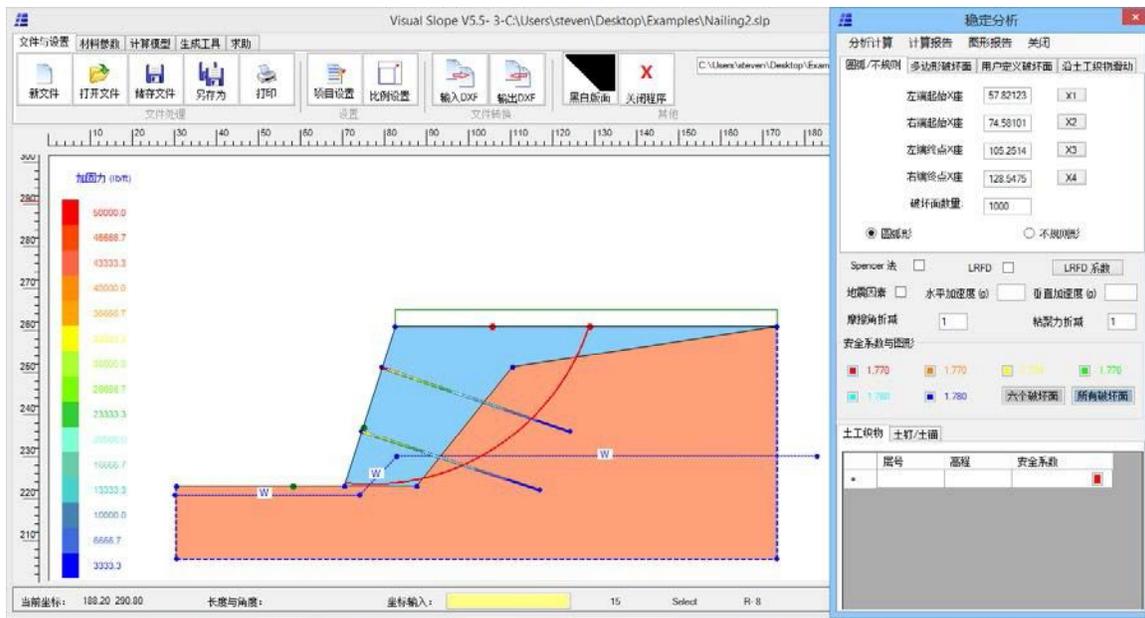


图 44：分析结果

基坑/边坡支护设计

支护系统通常由板桩、连续墙、绞拌桩、soldier pile 加挡板等组成。

根据支护系统高度，支护系统可以是悬臂式、单点支撑或多点支撑。

Visual Slope 可用来设计所有这些形式的支护系统。与设计加筋挡墙 相似，支护系统的设计应包含以下三个步骤：

1. 就象边坡稳定分析那样，先建立剖面
2. 加入墙体、如果有支撑的话加入支撑
3. 进行分析

以下几节将叙述以上三个步骤。

剖面快速生成功能 要进行支护设计，用户必须首先建立土体剖面。建立土体剖面的步骤和[建立边坡稳定分析剖面](#)完全一样，所以如果你不熟悉怎样建立剖面的话请参考建立剖面的章节。在这一节将讲述怎样使用剖面快速生成功能。要使用剖面快速生成功能，用户必须先设置材料参数。设置材料参数后，用户可在工具栏中选取剖面快速生成功能（图 45）。剖面快速生成功能表就会打开（图 46）。

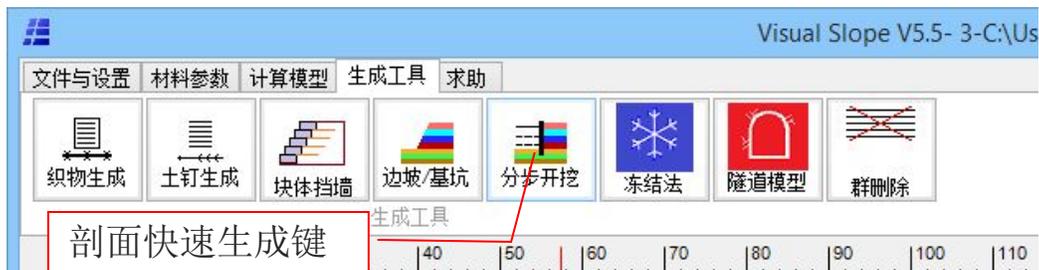


图 45：剖面快速生成键

分步开挖设置

墙体水平坐标 X

土体及支撑分层

从上到下

高程	土体名称
129	Sand 2
126	Sand 3
105	Sand 1
100	Shale

支撑高程
127
123
119
115
111

背拉式 夹角 (度)

开挖高程	墙前水位	墙背水位	超载
126	125	125	100
122	121	121	100
118	117	117	100
114	113	113	110
107	106	106	125

分步开挖设置

可用支撑 选择开挖高程

>>

<<

此步开挖图示
关闭
取消

图 46：剖面快速生成输入表

在表中首先填写支护的水平坐标。然后从上至下填写土层高程表，土体名称必须从列表选取。然后从上至下填写支撑高程表。若是背拉式支撑，选择背拉式并给出倾角。接下来填写分步开挖深度，水位高

度及地面超载。填完以上各表后，按分步开挖设置键。接下来可在列表中各步开挖并将所需的支持从左表中选入右表。

按此步开挖图示键可以看到具体的断面。关闭表格后，就可对所示的剖面进行进一步的修改并分析（图 47）。

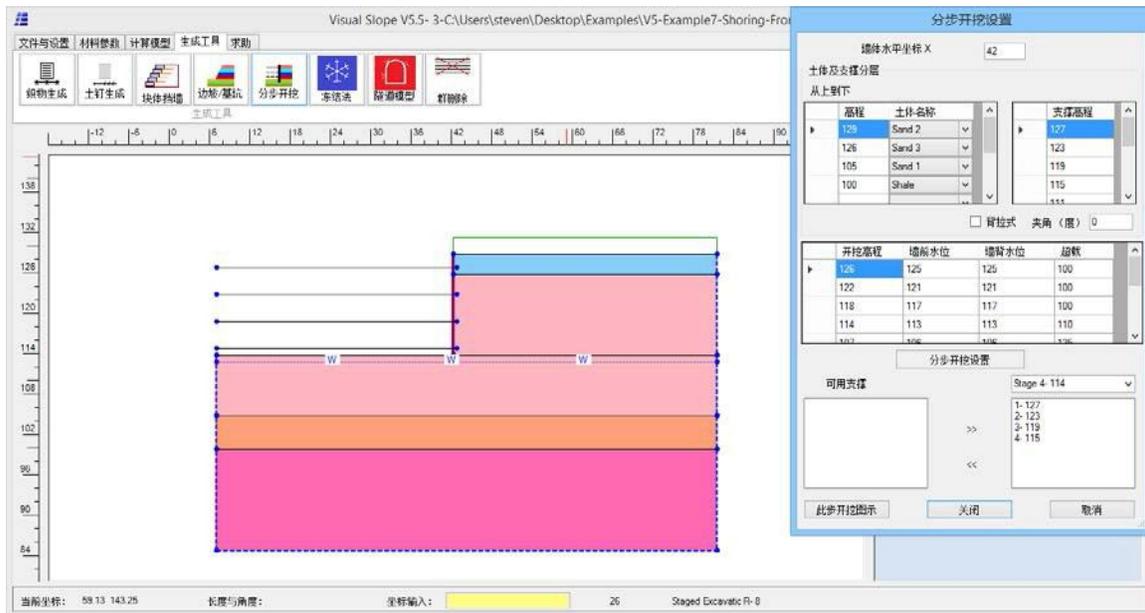


图 47：基坑剖面

计算分析

在完成了剖面后，用户可对支护系统进行计算。先从分析菜单中选取支护设计，支护设计页面就产生了（图 48）。Visual Slope 已经从剖面中知道该是什么样的支护系统，悬臂式、单支撑、多道支撑、正面支撑或背拉式。以下各节将讨论怎样进行计算分析。



图 48: 支护分析表

设置计算规范

当支护设计页面显示时，页面会告诉用户当前所用的规范是什么。所有规范不需要每次都重新设定。若用户想看，或想用，或设置别的规范，可点击页面右下角的设置键，设置页面就会出现。在设置页面中用户可以看到目前的设置、选择另一个已储存的规范、或者建立一个新的规范。要选择另一个已储存的规范，用户可以在规范名列表中选择所需的规范然后点击储存退出键象图 49 所示的那样。

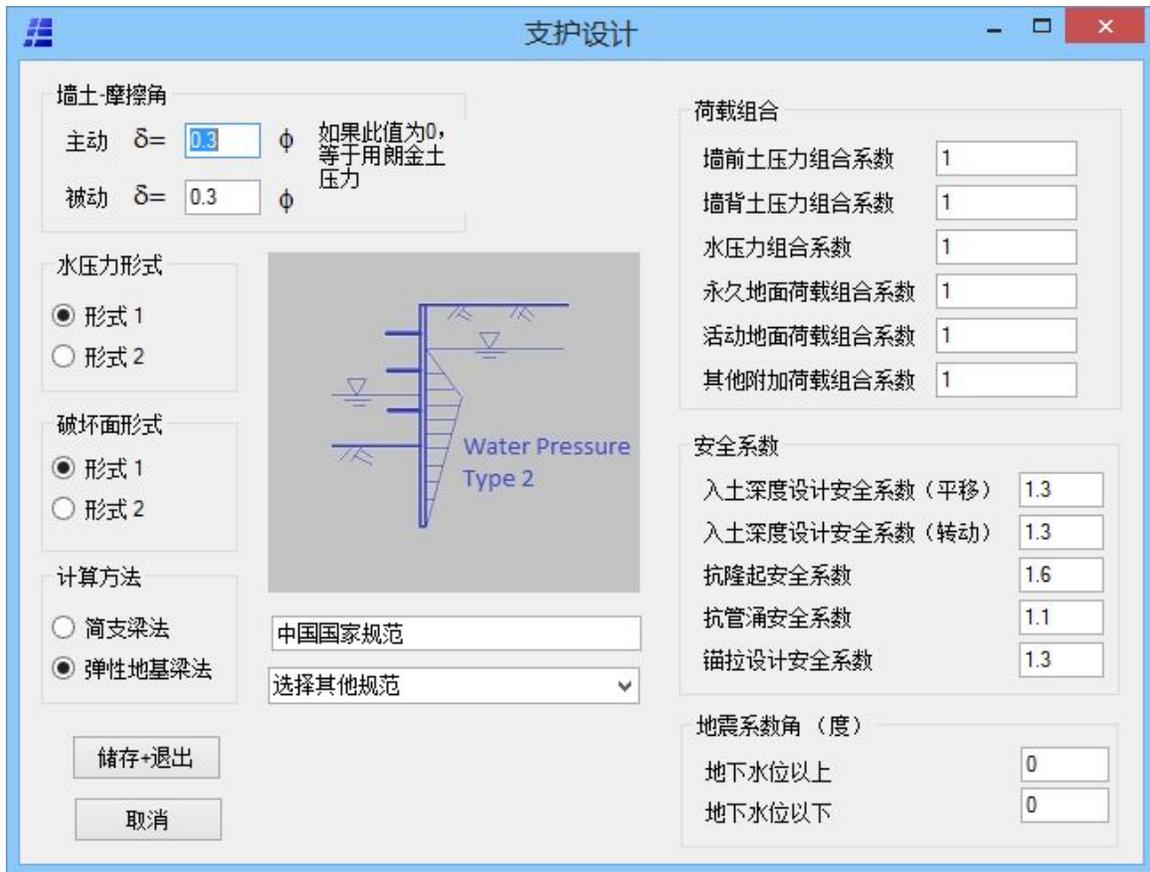


图 49：设置计算规范

若要建立一个新的规范，用户可在规范名称输入格中打入规范名称，然后按照规范的要求选择：土压力计算公式、剩余水压力形式、破坏面形式、计算方法、荷载组合系数、安全系数、及地震系数角。设置完毕后点击储存退出键，这个规范就成为目前所用的规范。用户可预设六个常用的规范。

在支护分析页面中应逐项填写：支护宽度，若支护宽度与入土宽度相同时，支护宽度可取 1 个单位宽

度。若支护宽度与入土宽度不同时如 soldier pile 加挡板，支护宽度 应等于 soldier pile 的间距。

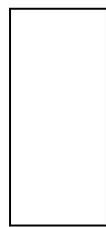
入土宽度，若支护宽度与入土宽度相同时，入土宽度可取 1 个单位宽度。若支护宽度与入土宽度不同时如 soldier pile 加挡板，入土宽度应等于 soldier pile 的直径。

墙背土压力形式，对于悬臂式支护 Visual Slope 自动采用主动土压力。对于多支撑的支护系统，此项应根据规范要求或实际情况选择。其选择包括：

1. 主动土压力
2. 静止土压力
3. 程序定义的土压力，它是根据：

$$P = 0.65\gamma HK_a$$

其形状为：



Sand



Clay



Very Stiff Clay

图 50：土压力图

用户也可以用用户定义的土压力。在定义土压力时，用户可以在输入表中从上至下打入高程和土压力值如图 51 所示。作用在墙背上的压力为正值，作用在墙前的压力为负值。若定义的深度不够，程序会根据最低两点的趋势继续生成。要注意的是，一旦用了用户定义的压力，所有其他的压力，如水压力、地面超载等，都会被忽略。



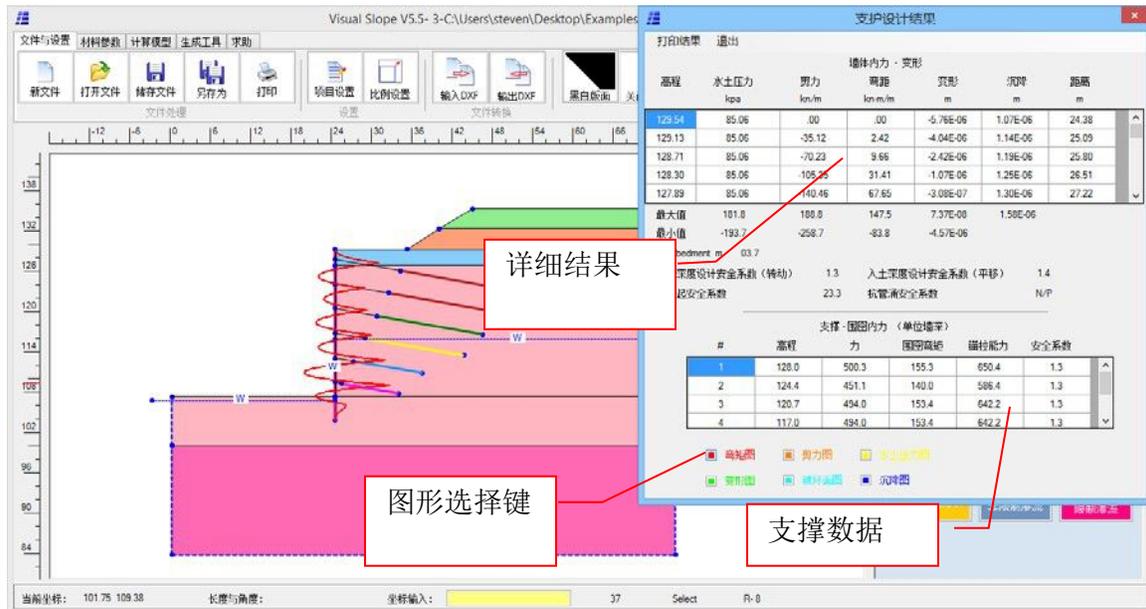
图 51：用户定义的土压力

外加压力，除了以上的压力外，用户可以再加上外加压力如：船舶压力、波浪压力等。但是外加压力不能与用户定义压力并用。

根据支撑形式的不同，用户应给出参数。若采用正面支撑，用户应给出支撑的抗压模量 EA/L 及支撑间距。对于背拉式支撑，Visual Slope 假定支撑点的位移为零。用户可以选择自动调整锚拉长度，Visual Slope 会根据锚拉力来调整锚拉长度以满足安全系数的要求。

对于多支撑的支撑系统，用户可以选择有入土段和无入土段两种。若有入土段，Visual Slope 会根据压力平衡、抗隆起要求、及抗管湧要求来计算所需的入土深度并满足设计安全系数的要求。

设置完毕后，点击分析键，计算结果就会出现（图 52）。用户可按屏幕左上角的键以此看弯距、剪力、变形、破坏面的图形。在左表中可看到具体的数据和入土深度，右表中显示支撑数据。在文件菜单中选择打印报告以取得计算报告。



渗流分析

图 52: 计算结果

Visual Slope 能用来对各向同性、各向异性、均质和非均质的土体介

质进行稳定渗流的分析。分析中也可以考虑排水板的应用及承压层的情况。分析结果可以用图形展示其中包括等势线和流线。用户也可以用切割截面的方法得到该截面的渗流量。以下各节将叙述怎样建立剖面、输入土体参数、建立边界条件以及怎样来模拟排水板、止水板及承压层。

剖面 建立渗流分析剖面的方法与建立边坡稳定分析的剖面的方法基本上是一样的。所以如果用户还不知道怎样建立剖面，请参考建立剖面的章节。渗流分析的剖面必须有象图 53 所示的封闭边界。

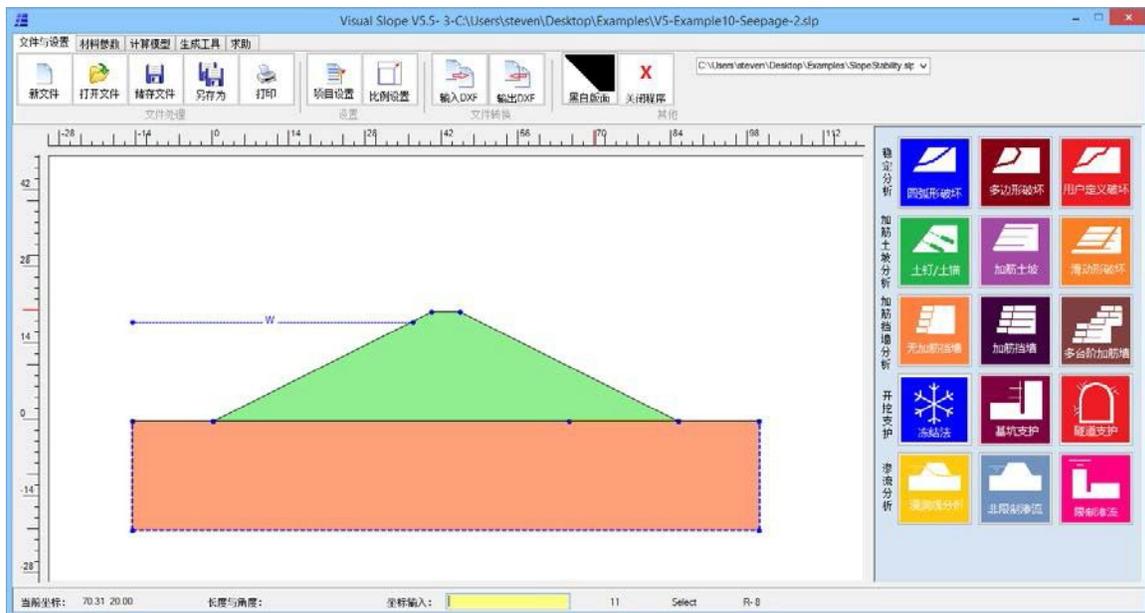


图 53: 渗流分析剖面

土体参数输入 渗流分析所需的土体参数是水平和垂直方向的渗透系数（ K_x 和 K_y ）。如果某一土层是承压层，它的水头压力必须在土体参数设立时，在水头这一列中给出。见图 54。请也参考材料参数章节。

土体参数

土体基本参数 土体其他参数

加筋挡墙沉降参数

Pc psf 0 Cc/(1+e) 0 Cr/(1+e) 0

渗流参数

Kx ft/s 1 Ky ft/s 1

支护计算参数

基床系数 lb/ft 0 弹性模量 psf 0

泊松比 0

关闭

图 54：土体渗透参数

边界条件

在进行渗流分析前必须建立边界条件。边界条件有两类，一种是等压边界，另一种是无渗流边界。

等压边界是土体的表面其上水压力是固定的，见图 55。如果土体的表

面浸没在水中，那等压值就等于水压力。等压边界可以用画水线的方法来建立，见图 54。

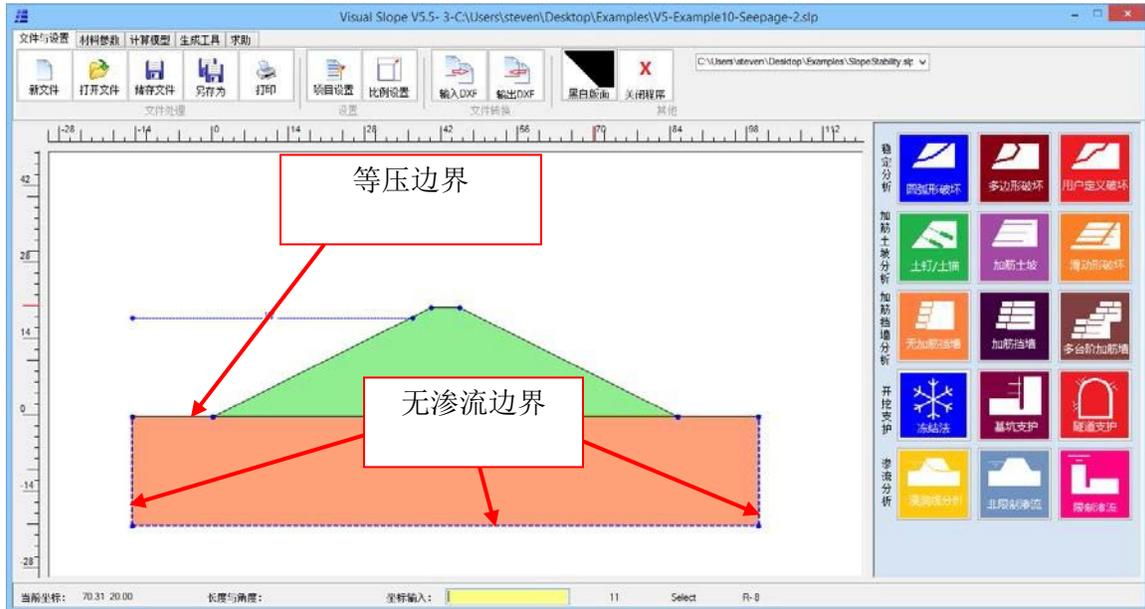


图 55：边界条件

无渗流边界是指垂直于该边界水流无法流入或流出比如象不渗透的土层或钢板桩等。图 54 中的左右两条边界也应被视为无渗流边界，因为它们远离水头差，每条边界的左右边水压相等，所以无渗流产生。无渗流边界可通过画边界线来确定。见图 55。在完成了剖面 and 边界条件后，可以分析菜单中选取渗流分析。

排水板，止水板与承压层 在渗流分析中土工织物的线可用来作为排水板，支护线和限制线可用

来作为止水板见图 55。要模拟承压水，在土层参数设置时，在水头项中填入承压水水头值。（图 56）

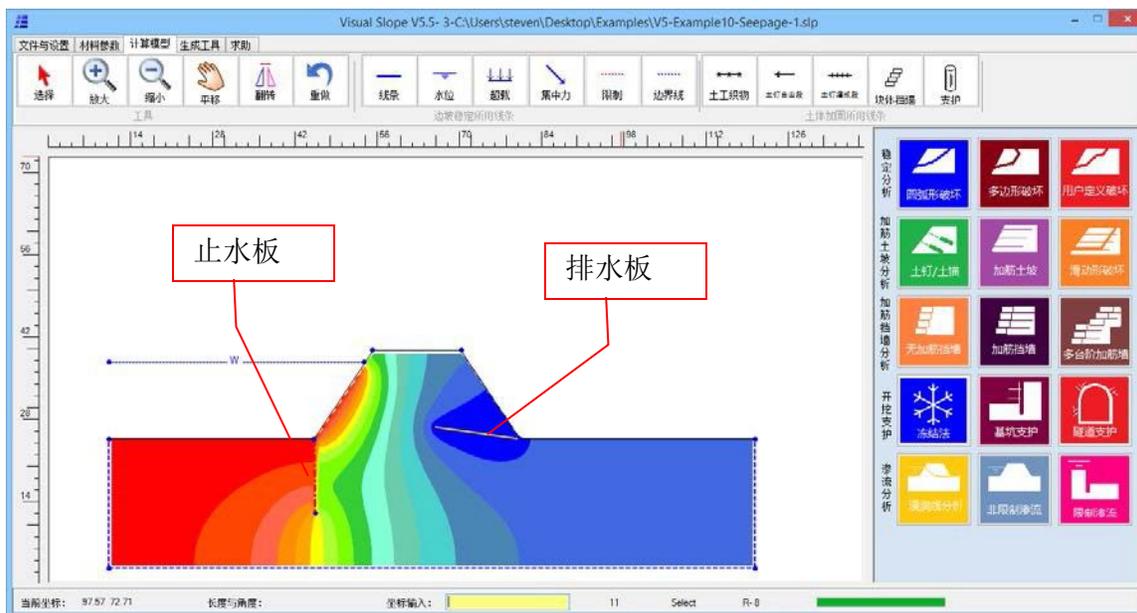


图 55：带止水板和排水板断面

Soil Parameters			
Basic Parameters		Other Parameters	
Soil Name	Lean Clay		
Density lb/ft ³	120	Sat. Density lb/ft ³	120
Cohesion psf	0	Friction deg	32
Porepressur psf	0	Water Head ft	0
Water-Soil Relation	0	1: Buoyancy Density Used Under Water 0: Regular Density Used Under Water	

图 56：模拟承压水

浸润面分析

渗流在坝体内的自由面称为浸润面，坝体横剖面与浸润面的交线称为浸润线。浸润面以下的土体应视为饱和土体。浸润面的位置对于坝体的稳定具有重要的影响。欲进行浸润面分析，浸润面分析键。

非限制(自由表面)渗流分析

和浸润面分析类似，自由表面的渗流分析是考虑坝体暴露面是可以和空气交流的。也就是说暴露面以下的土可以是非饱和的。若要进行非限制渗流分析，按非限制渗流分析键。

限制(封闭表面)渗流分析

和自由表面的渗流分析相反，限制渗流分析是考虑坝体暴露面是封闭的，不能和空气交流的。也就是说暴露面以下的土是饱和的。若要进行限制渗流分析， 按限制渗流分析键。

分析结果 分析完毕后，相应的渗流结果页面出现。要画等势线、等势图或流线 只要按相应的键见图 57。图 58 是一个浸润面的分析结果。图 59 是一个非限制渗流分析的结果。图 60 是一个限制渗流分析的结果。

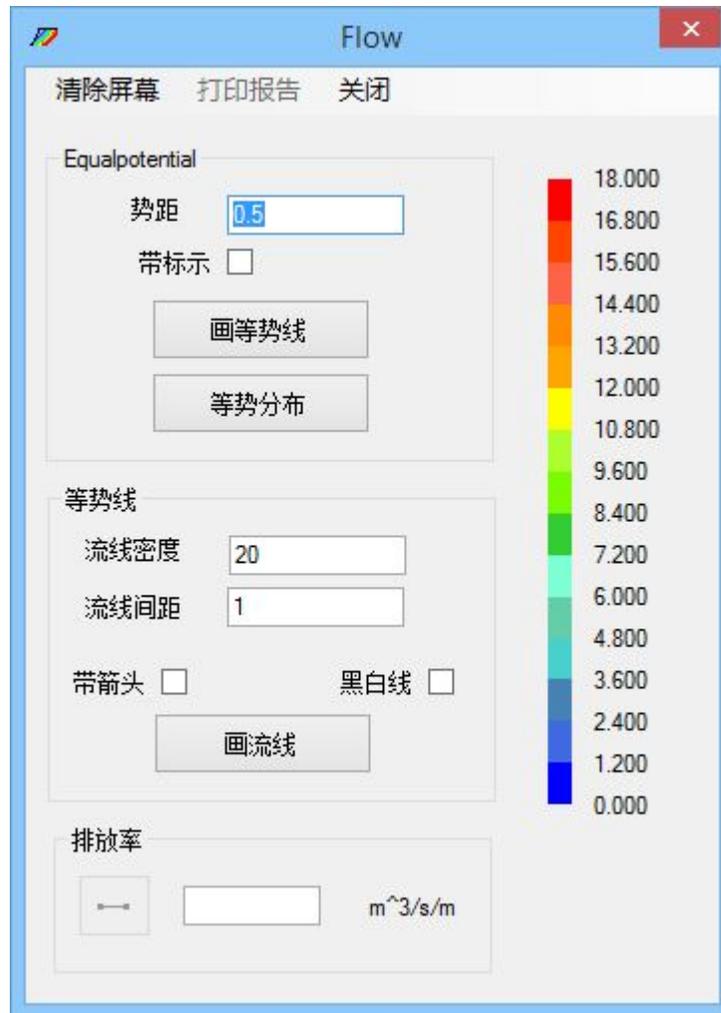


图 57：渗流结果页面

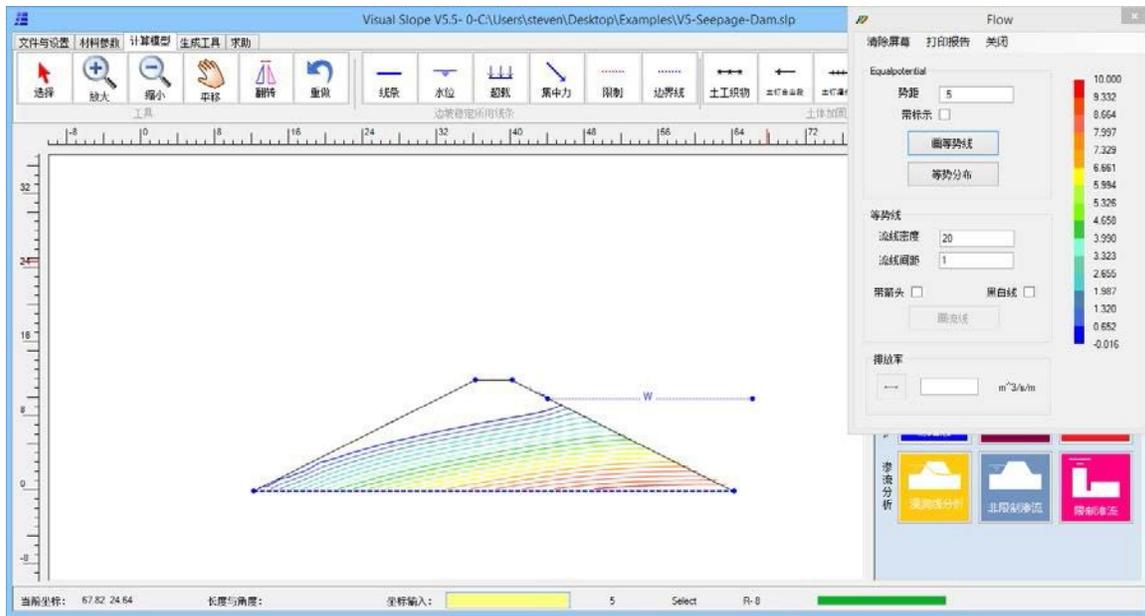


图 58：浸润面分析结果

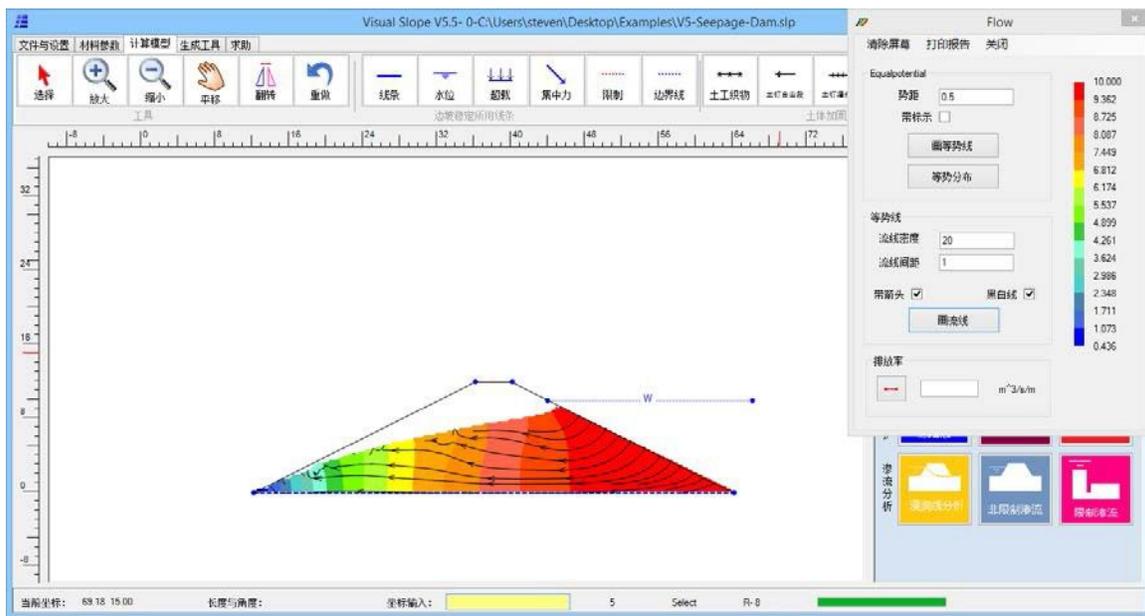


图 59：非限制渗流分析结果

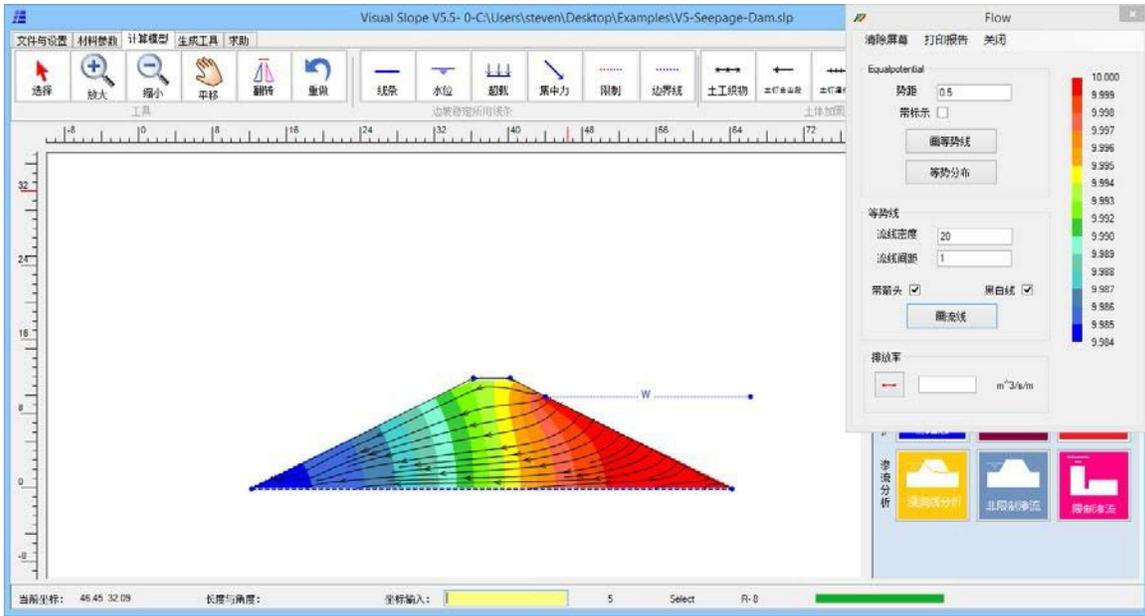


图 60：限制渗流分析结果。

排水量计算

要计算某一截面的排水量，先点击截面键，再在剖面图上画一条截线，图 61，该截面的排水量就会显示在排水量格中。

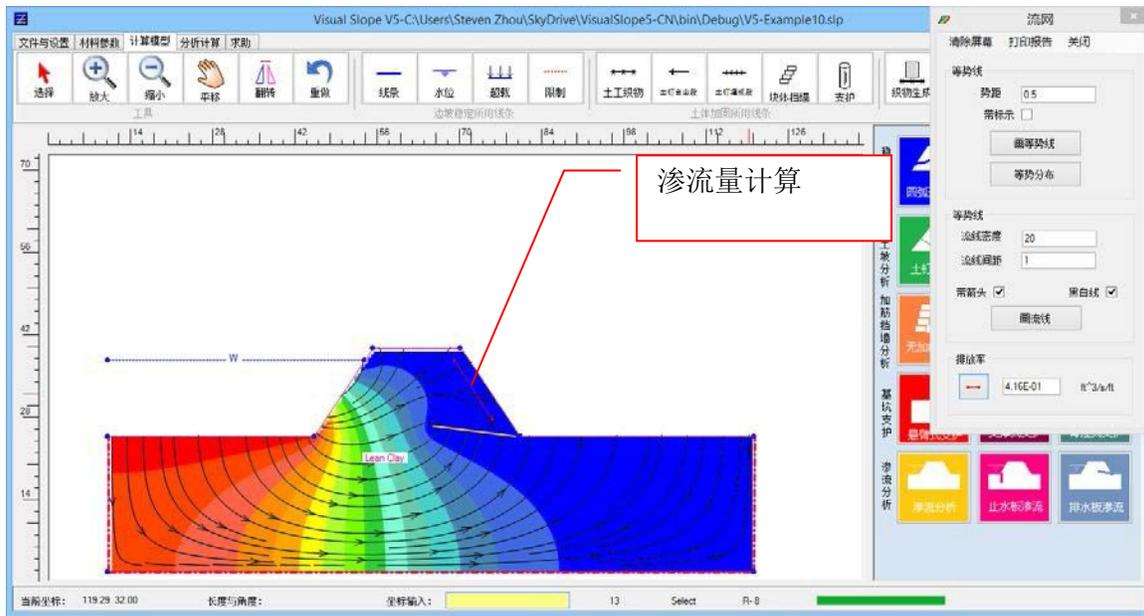


图 61：渗流分析结果

隧道衬砌设计

在隧道衬砌和支护设计中最常用的有两种模型，地层结构模型和荷载结构模型。目前市场上百分之九十八以上的隧道分析软件都是基于地层结构模型。可是世界上百分之九十八以上国家的隧道设计规范包括中国都是基于荷载结构模型。这就迫使大多数隧道设计工程师花费大量的时间去用建筑结构分析软件进行隧道结构的计算。Visual Slope 是基于荷载结构模型同时又考虑地层与结构相互作用的一款隧道设计专用软件。Visual Slope 采用梁单元和弹簧单元分别模拟隧道支护和地层，并可快速的生成各种隧道断面。用户可根据规范要求输入各种垂直和水平荷载并进行各种荷载组合以对隧道支护进行内力和变形进

行分析。隧道开挖支护设计功能可用于对爆破法开挖隧道或矿区巷道 初始支护和最终支护的设计，也可用于盾构法隧道的管片设计。

材料参数

材料参数包括 1. 隧道围岩参数，围岩之外的岩/土体的参数是不需要的；
2. 隧道衬砌/支护参数。

1. 土体参数输入 隧道围岩参数中围岩的弹性模量和泊松比是最重要的。输入时先按 材料键，然后在材料页面中选择土体材料，然后用新增或编辑建立 围岩参数见图 62。

土体参数

土体基本参数 土体其他参数

加筋挡墙沉降参数

Pc psf 0 Cc/(1+e) 0 Cr/(1+e) 0

渗流参数

Kx ft/s 0 Ky ft/s 0

支护计算参数

基床系数 lb/ft³ 3000000 弹性模量 psf 2600000

泊松比 0.25

关闭

图 62：围岩参数输入

2. 衬砌/支护参数输入 隧道衬砌/支护参数包括抗弯模量，抗压模量，泊桑比和单位重度。输入时先按材料键，然后在材料页面中选择支护材料，然后用新增 或编辑建立衬砌/支护参数见图 63。



参数名称	单位	输入值
支护名称		Shoring 2
EI	lbft ²	3.48E+08
EA	lb	4.176E+09
泊桑比		487.968
结构自重	lb/ft	0

图 63: 支护参数输入

断面

建立隧道衬砌分析剖面主要是用生成的方法来进行的。在分析断面前所需要的材料参数必须先准备好。建立的材料参数方法如上两节所述。

材料参数准备好以后，在生成菜单中点击隧道模型键，隧道断面生成页面就出现了，如图 64 所示。生成步骤如下：

1. 选取断面形状

在菜单中选取所需的形状，然后按图表所示填写形状控制参数。在马蹄形断面参数中，用户必须检查参数是否合理，若不合理断面无法生成。

2. 选择弹簧形式

接下来可以选择是否要切向弹簧，径向弹簧是否只抗压，是否用用户指定的弹簧参数。若选择使用用户指定的弹簧参数，要给出相应的弹簧参数。

3. 看隧道断面 按看图键，隧道断面就会生成在工作面上。若需要加入铰接点，按 加铰接点键，然后将鼠标移至要加铰接的点并点击。

4. 建立荷载 断面形成后，可以建立荷载。首先看是否要加水压力，若需要水压力填写水压力值（正值）。然后按垂直压力或水平压力键来建立垂直或水平压力。按垂直压力或水平压力键后，压力数表就出现了，图 65。按照表格填写压力值，一般为负值。用户可以设四种不同的垂直压力和四种不同的水平压力。

5. 建立荷载组合 在建立荷载后可以建立荷载组合，按荷载组合键，荷载组合表就会出现，图 66。用户可根据不同的荷载组合填入组合系数。一共可以有四种不同的荷载组合。

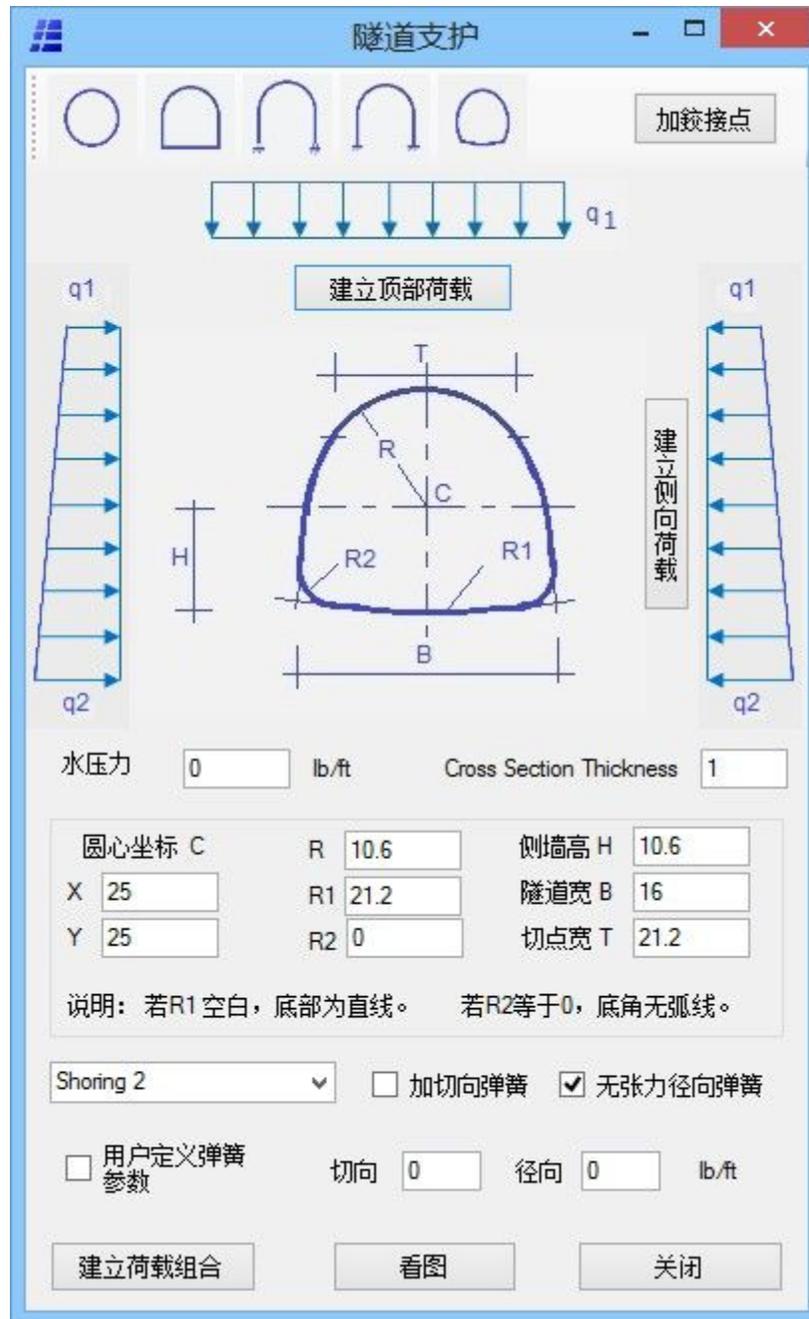


图 64： 隧道断面生成

荷载名称	q1	q2	a	b
V-L1	-26900	-26900	0	0
*				

图 65：垂直荷载输入表



图 66：垂直系数组合表

计算分析

在断面建立完毕后关闭断面生成页面。接下来可以进行计算分析了。在分析版块上点击隧道支护键，隧道支护分析页面就出现了，如图 67。在菜单上按结构分析键，然后选择分析方法。对于圆形断面可以采用有限元法或弹性力学封闭解来进行分析计算。对于其他形状的断面只能用有限元法分析。

分析计算结束后，用户可以看到每一荷载组合的计算结果。用户可以先选择某一荷载组合，然后看隧道支护的变形，弯矩，剪力和轴力，如图 68 所示。也可以看详细的计算报告。

隧道结构计算				
结构分析 屏幕显示 打印结果 其他分析 荷载组合 1				
衬砌内力				
X-坐标	Y-坐标	轴力	剪力	弯矩
ft	ft	lb	lb	lb-ft
25.00	35.60	-6.48E+05	-2.65E+04	1.26E+06
26.38	35.51	-6.52E+05	-2.68E+04	1.22E+06
27.74	35.24	-6.41E+05	-8.01E+04	1.11E+06
29.06	34.79	-6.13E+05	-1.31E+05	9.35E+05
30.30	34.18	-5.70E+05	-1.77E+05	7.02E+05
31.45	33.41	-5.16E+05	-2.16E+05	4.20E+05
32.50	32.50	-4.52E+05	-2.47E+05	1.02E+05
最大值		-1.11E+05	2.68E+05	1.45E+06
最小值		-6.52E+05	-2.68E+05	-1.45E+06
衬砌位移				
X-坐标	Y-坐标	水平位移	垂直位移	合成位移
ft	ft	ft	ft	ft
25.00	35.60	1.14E-12	1.32E-01	1.32E-01
26.38	35.51	-4.40E-04	1.28E-01	1.28E-01
27.74	35.24	-2.62E-03	1.18E-01	1.18E-01
29.06	34.79	-8.01E-03	1.03E-01	1.03E-01
30.30	34.18	-1.76E-02	8.40E-02	8.58E-02
31.45	33.41	-3.17E-02	6.32E-02	7.07E-02
32.50	32.50	-4.98E-02	4.27E-02	6.56E-02
最大值		1.49E-01	1.32E-01	1.49E-01
最小值		-1.49E-01	-8.62E-02	5.89E-02

图 67：分析计算页面

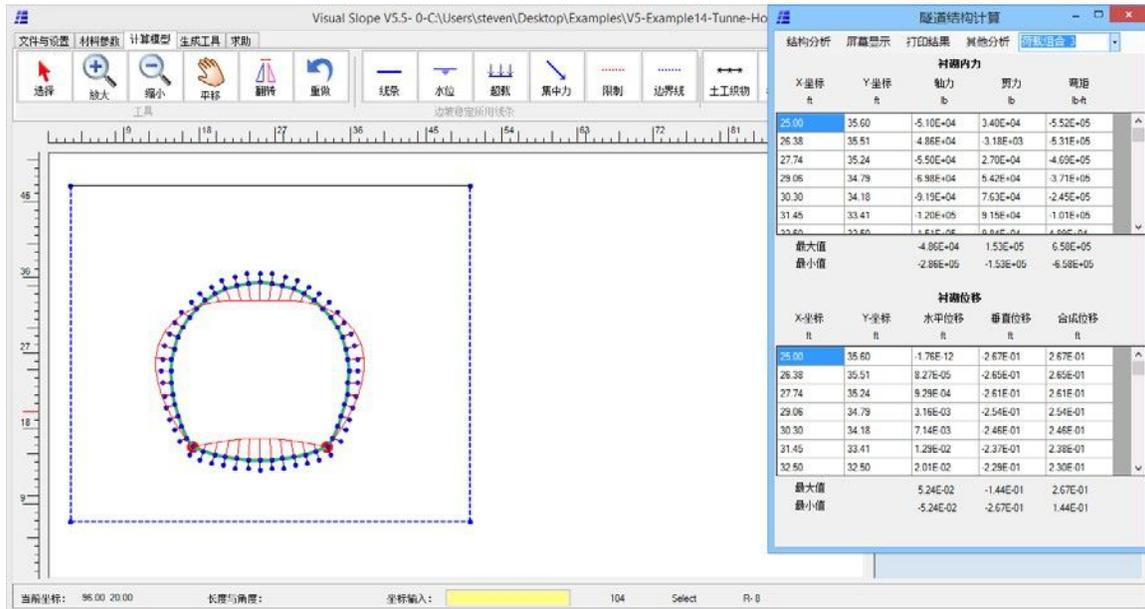


图 68：弯矩图

冻结法施工设计

冻结法施工技术，就是利用人工制冷的方法把土壤或岩石中的水冻结成冰以形成冻土帷幕，用人工冻土帷幕结构体来抵抗水土压力和渗流，以保证人工开挖工作顺利进行。作为一种成熟的施工方法，冻结法施工技术在国内外上被广泛应用于城市建设和煤矿建设中已有 100 多年的历史。可是目前国内很少有用于冻结法施工设计的软件。Visual Slope 冻结法设计具有准三维功能，可以用于精确地设计冷冻管的数量及位置，并确定冷冻范围，以保障施工的安全。

冻结管平面设计

冻结管的平面设计是为了确定冻结管根数和位置以确保需要冻结的范围被冻结住了。设计分为四个步骤:确定分析范围,输入基本参数,冻结管布置和分析。以下分别叙述以上四个步骤:

1. 确定分析范围 分析范围可以一开始通过设置屏幕左右上下的范围来确定,见图 69.

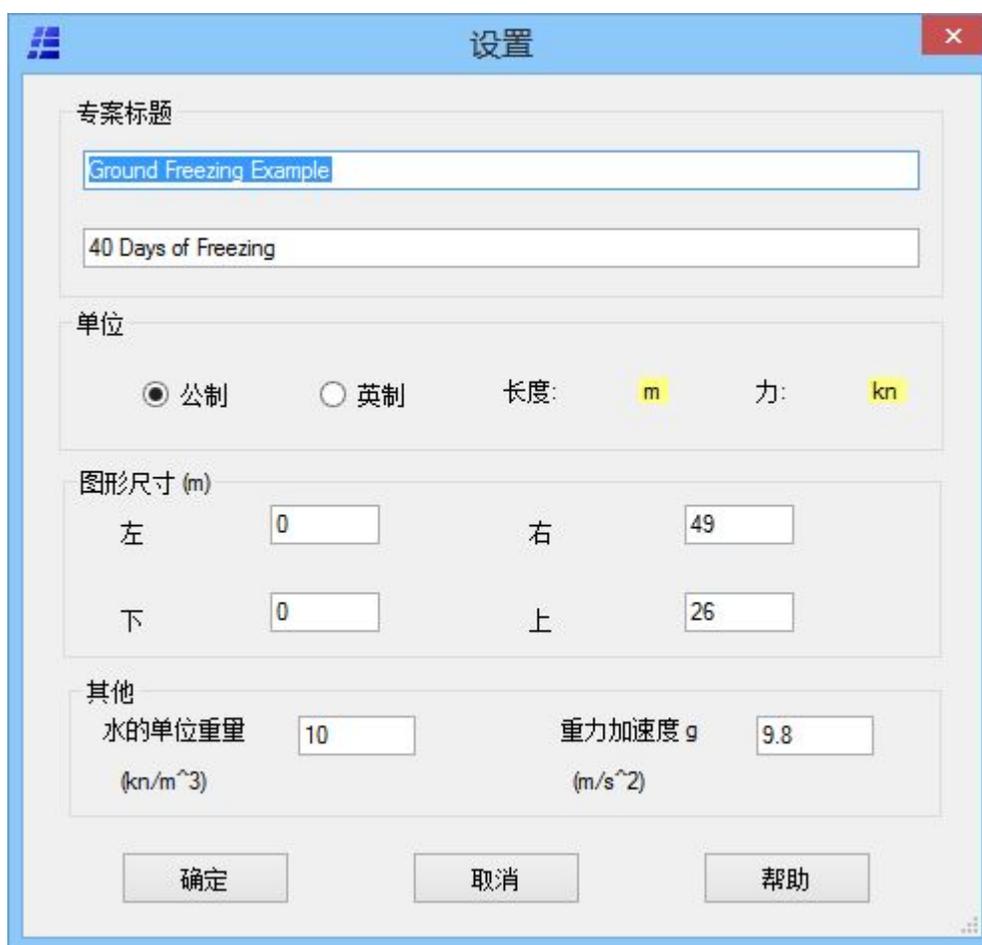


图 69 确定分析范围

2. 输入基本参数

首先在生成菜单里选择冻结法，如图 70 所示。选择冻结法生成页面就出现了，如图 71 所示。在此页的上半部分可以输入基本参数。基本参数包括：地层平均常温，地层平均热传导系数，冻结管平均温度，冻结天数。

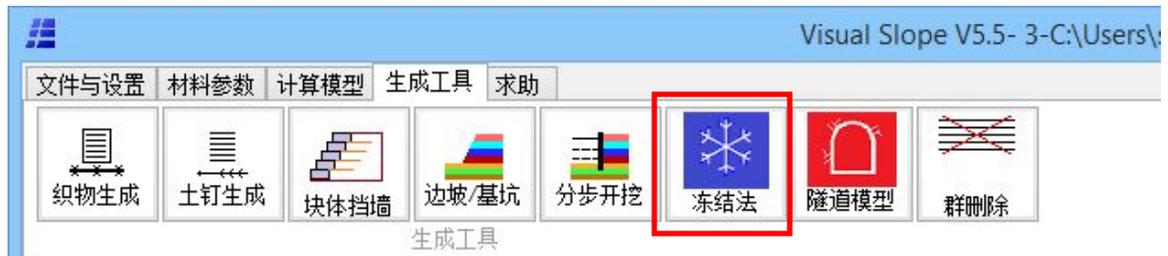


图 70： 选择冻结法

The screenshot shows a software window titled "Freezing" with the following sections:

- Basic Parameters:** 地层原始温度 (15), 热传导系数 (1.5), 冷冻管温度 (-25), 冻结天数 (40). A red box labeled "输入基本参数" points to these fields.
- 管点直线生成 (Linear Distribution):** Includes fields for 起点坐标 (X, Y), 终点坐标 (X, Y), and 总点数 (>=2). A "生成" button is present. A red box labeled "冻结管直线分布生成" points to this section.
- 管点圆弧形生成 (Arc Distribution):** Includes radio buttons for 冷冻管 (selected) and 隔温层, and checkboxes for 上圆 and 下圆. Fields for 圆心坐标 (X, Y), 半径, and 总点数 (>=2) are also present. A "生成" button is present. A red box labeled "冻结管圆弧分布生成" points to this section.
- 任意分布生成 (Arbitrary Distribution):** A table with columns X, Y, and 温度. A red box labeled "冻结管任意分布生成" points to the table.

	X	Y	温度
▶	11.85	11.35	-25
	12.5	12.1	-25
	12.85	13	-25
	13.15	14.05	-25
	13.35	14.95	-25
	13.25	16	-25
	13.05	16.85	-25

At the bottom of the window is a "关闭" button.

图 71： 冻结法生成页面

3. 冻结管布置

在冻结法生成页面上，图 71，用户可以利用其各种生成功能生成直线分布的冻结管，圆弧形分布的冻结管和任意分布的冻结管。对于

任意分布的冻结管，可以直接输入坐标方法，也可以在表中先点击 X 坐标，一个红键就会出现在表格的右边。点击红键再将鼠标移所需的位置再点击。若要进行修改，可以直接再表中修改其坐标。若要删除，可以直接点击要删除坐标的坐标以选择该行坐标，然后按键盘上的删除键。

4. 计算分析 冻结管布置完毕后，可以进行计算分析。在分析板块中按冻结法，分析就开始了。分析完毕后可以显示温度场，图 72。

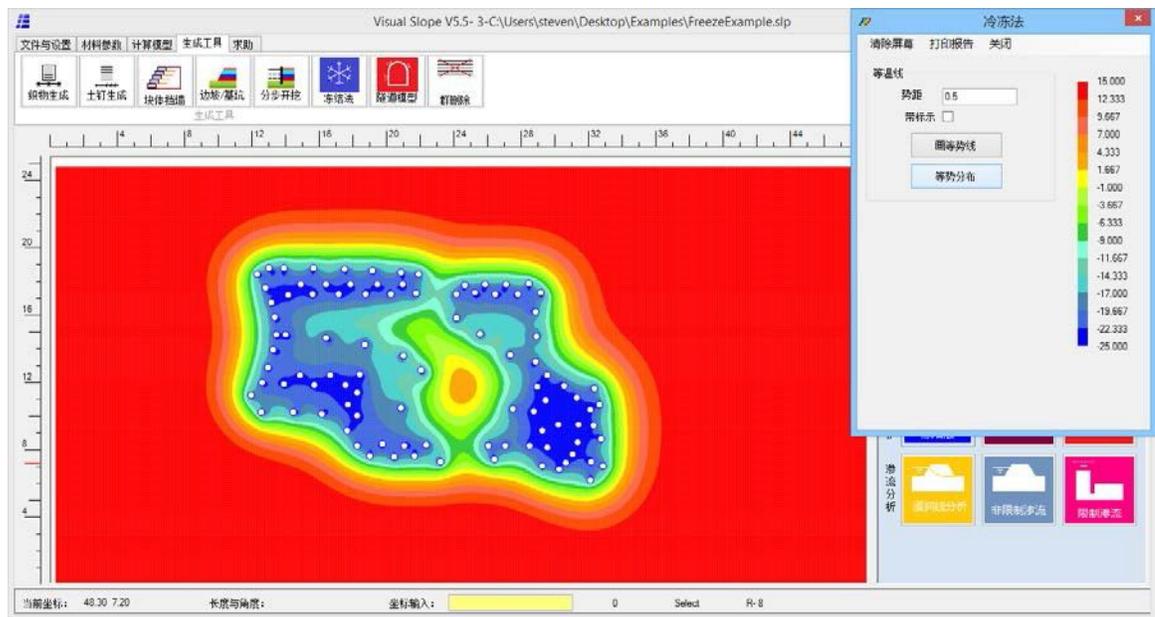


图 72: 冻结法分析结果

冻结管立面设计

冻结管的立面设计是用以估计土体在立面上的冻结情况以调整冻结管的深度。设计同样分为四个步骤:确定分析范围,输入基本参数,冻结管布置和分析。以下分别叙述以上四个步骤:

1. 确定分析范围 分析范围可以一开始通过设置屏幕左右上下的范围来确定,见图 69.

2. 输入基本参数

首先在生成菜单里选择冻结法,如图 70 所示。选择冻结法生成页面就出现了,如图 71 所示。在此页的上半部分可以输入基本参数。基本参数包括:地层平均常温,地层平均热传导系数,冻结管平均温度,冻结天数。

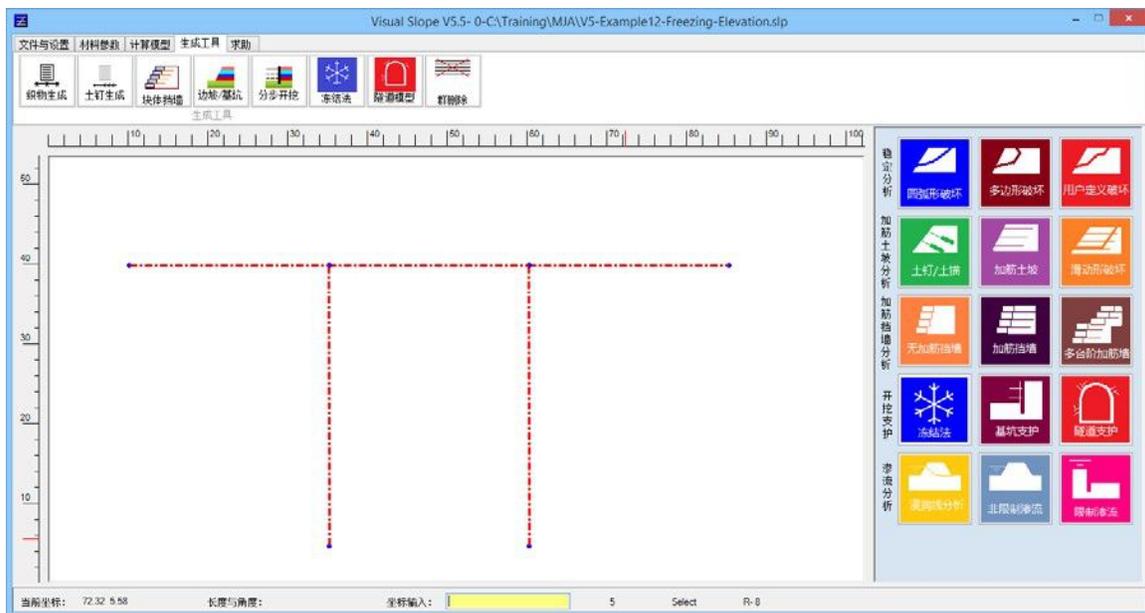


图 73: 冻结管布置

3. 冻结管布置

冻结管的立面布置可采用作图的方法。冻结管是用限制线来模拟的。

先在计算模型菜单中点击限制线，然后按照建立剖面章节中介绍的方法来画线，如图 73 所示。

4. 计算分析 冻结管布置完毕后，可以进行计算分析。在分析板块中按冻结法，分析就开始了。分析完毕后可以显示温度场，图 74

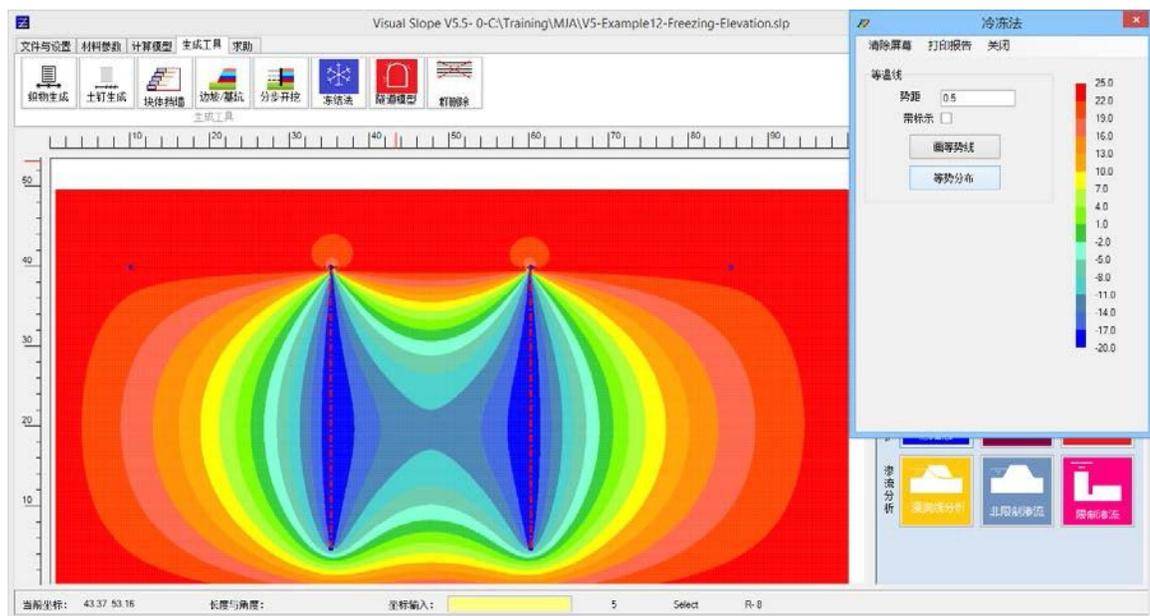


图 74: 冻结法分析结果

其他功能

Visual Slope 有许多其他功能，这一节将简单讨论一下这些功能

地震分析

Visual Slope 在边坡稳定分析，加筋土坡设计，土钉设计，及加筋挡墙设计中可考虑地震力的影响。要考虑地震力时，点击地震力菜单，填写地震加速度峰值，并选择加入地震影响。程序就会在计算中包括地震力。

荷载强度系数设计 荷载强度系数设计法可用于边坡稳定分析，加筋土坡设计，及加筋挡墙设计中。要用荷载强度系数设计法，点击荷载阻力系数设计菜单并选择用荷载强度系数设计法。

输入输出 AUTOCAD 文件

Visual Slope 可以用 DXF 文件来从 AutoCAD 中来取得图形也可以将 Visual Slope 的剖面输出到 AutoCAD 中。

网上学习

用户可通过优酷在网上学习怎样用 Visual Slope，只要搜索 Visual Slope。

欢迎到金土石科技官网 www.rockandsoil.cn 索取试用版体验！