

## “颗粒放大—DDA 求解器”建模流程说明书

**模块功能：**使用圆单元对含孔洞及裂隙复杂形貌材料生成二维圆单元模型；下面以“颗粒放大—DDA 求解器”的各参数设置为样本，介绍如何通用的建立各类所需的二维圆单元模型；



图 1 填充区域

### 填充区域设置：

①填充区域：可通过本软件内部生成图形或者使用 CAD 生成.dxf 文件，将 xx.dxf 文件导入到 NPR-DDA S.2D-Pre 中，生成填充区域，此填充区域为几何管理的“多边形”节点，“多边形”可以添加孔洞的方式获得包含孔洞的多边形；（注意：xx.dxf 文件目前仅能识别线段与圆弧段构成的封闭多边形，且在导入前需检查图形是否闭合）；

②阻碍线与阻碍线宽：则可以用来模拟模型的内部裂隙，颗粒将会在阻碍线两侧分布，且阻碍线可以设置宽度，以线的中心位置垂直向两侧各扩展一半宽度；



图 2 初始颗粒

### 初始颗粒设置：

①设置最终密实度  $n$ ，表示为： $n=S1/S2$ ；所有圆盘的面积之和  $S1$  与填充区域的面积  $S2$ ；建议  $n$  取 0.90-0.94 时，模型的力学效应较好；

②粒径分布类型：所有的颗粒半径值在统计学中的分布规律，可以根据不同需求选取，并设置对应的半径分布值。建议模型的最大半径与最小半径的比值不大于 4；

求解设置	
时间步长:	1e-3 s
连续监测步数:	100 步
位移增量阈值:	1e-6 m
允许误差:	1e-12
特殊设置:	消除悬浮颗粒

图 3 求解设置

### 求解设置设置：

①时间步长：影响模型的建模效率与建模质量，建议时间步长取最小半径；可兼顾建模计算效率与模型整体质量；

②连续监测步数与位移增量阈值：为位移增量阈值设定，当圆盘放大到设定尺寸后，若模型内部圆盘的最大位移值在任意“连续监测步数”内均没有超过“位移增量阈值”，此时结束计算。建议采用默认值；连续监测步数过小或位移增量阈值过大会导致模型为充分均匀分布便提前结束，而连续监测步数过大或位移增量阈值过小，会使得模型计算难以收敛，计算效率低；

③允许误差：设置默认值即可；

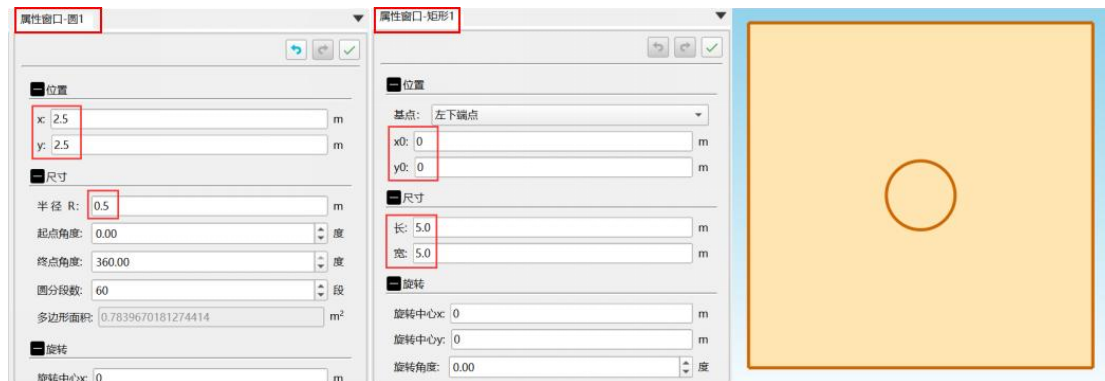
④特殊设置“消除悬浮颗粒”：不当的密实度、颗粒分布形式等原因都可能会造成模型内部存在圆盘与四周的圆盘均不接触或接触

数只有 1~2 个，此类圆盘称为悬浮颗粒，悬浮颗粒会使得需要粘结的模型的传力效应差，也影响模型的位移、速度云图，因此若选择消除悬浮颗粒可保证生成的模型中不包含悬浮颗粒；

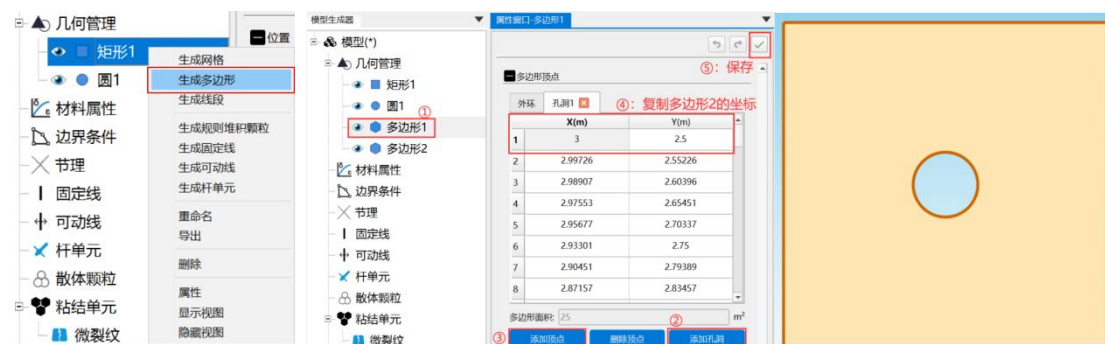
完成“颗粒放大—DDA 求解器”设置后，将文件导入 NPR-DDA S.2D-Solver V1.1 中计算，即可得到 xx.DiskC2。

## 案例 1：圆形隧道

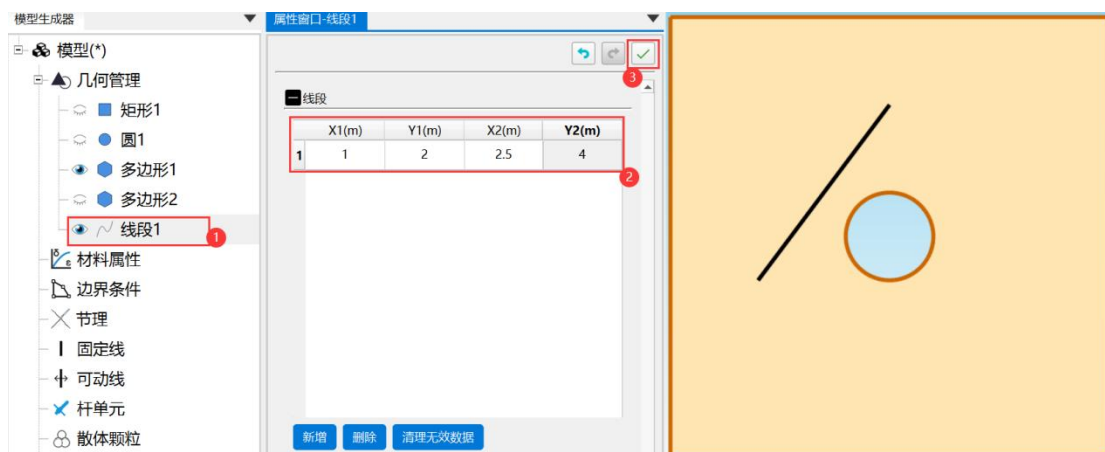
1、打开 NPR-DDA S.2D-Pre，在“几何管理”节点处生成“矩形”与“圆形”，属性参数如图所示：



2、将右击“矩形”与“圆形”选择转化为多边形 1 与多边形 2，再将“圆形”对应的多边形 2 作为孔洞添加到多边形 1 中；



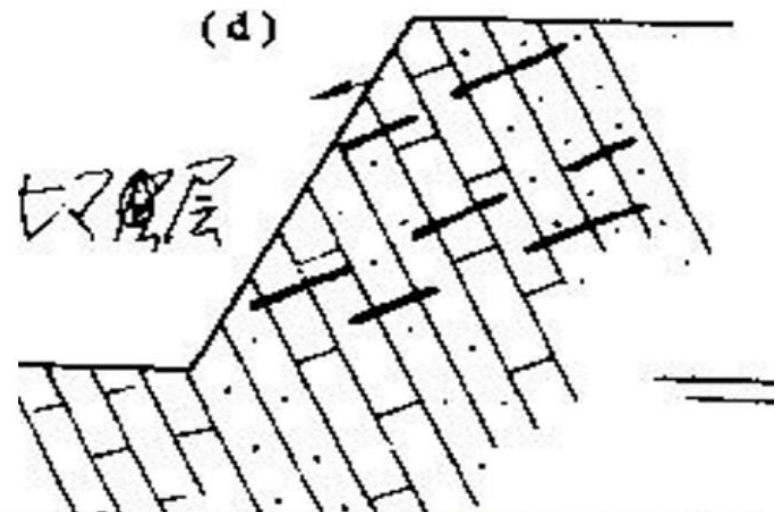
3、在“几何管理”节点处生成“线段”，并设置线“属性参数”如图所示：







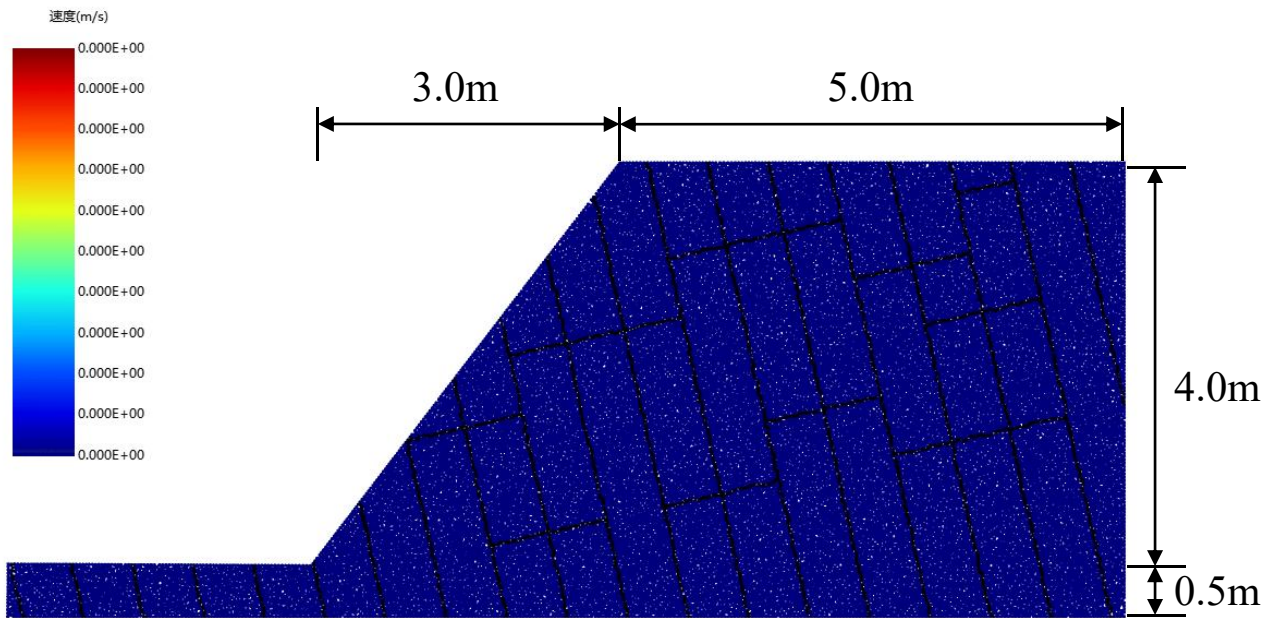
# 案例2：边坡完整模型图示



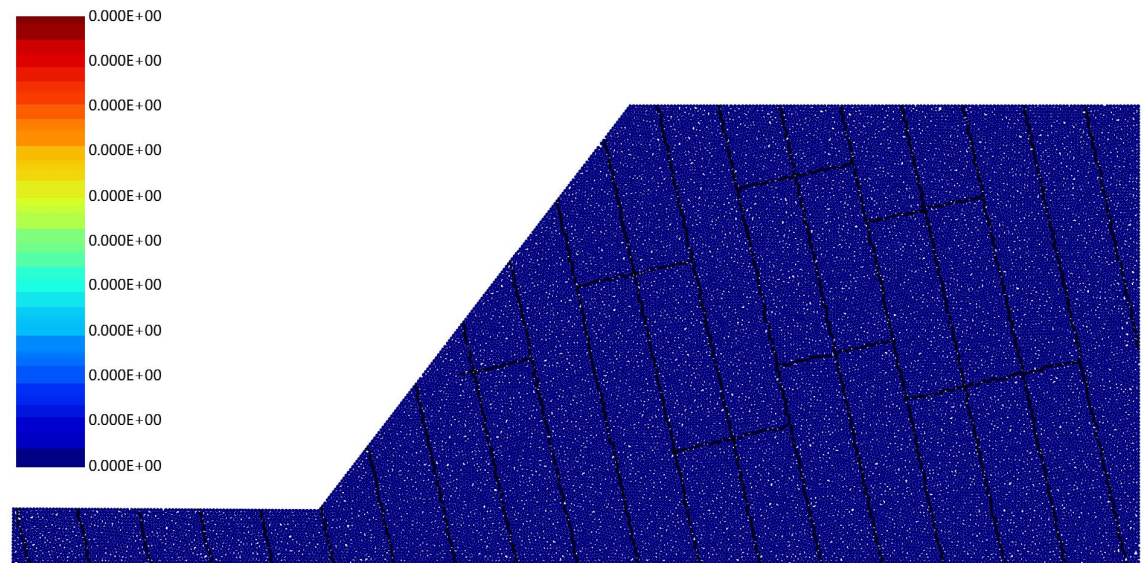
坡面倾向与岩层倾向相反时，节理不发育时稳定，节理发育时易滑或易崩

32162个圆盘，粒径为0.015m~0.02m(均匀分布)，边坡倾角53°，两个模型的节理数量与贯穿不同，仅给出节理发育的模型建模流程

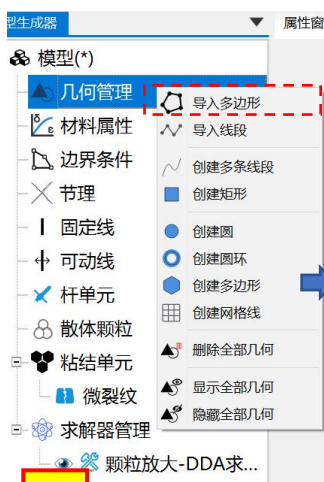
节理发育：



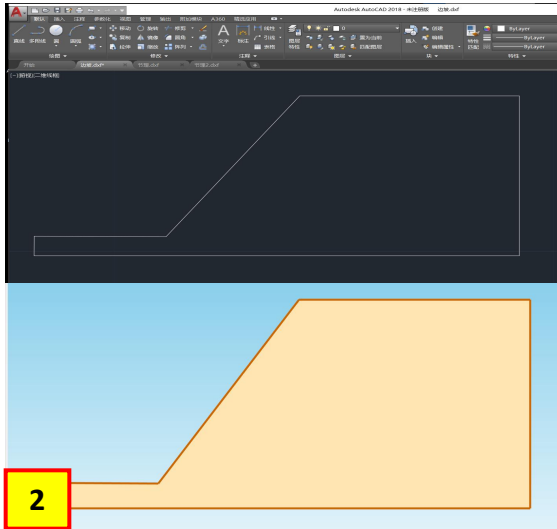
节理不发育：



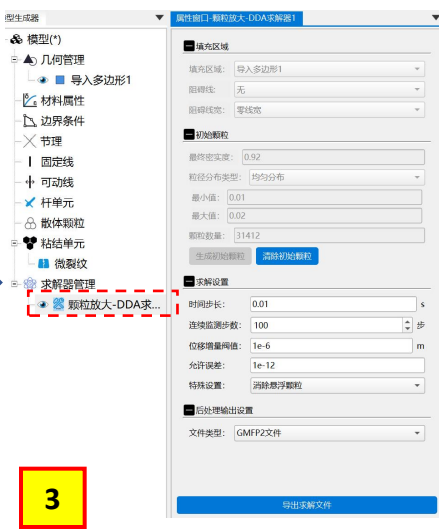
# 案例2：边坡模型建模流程



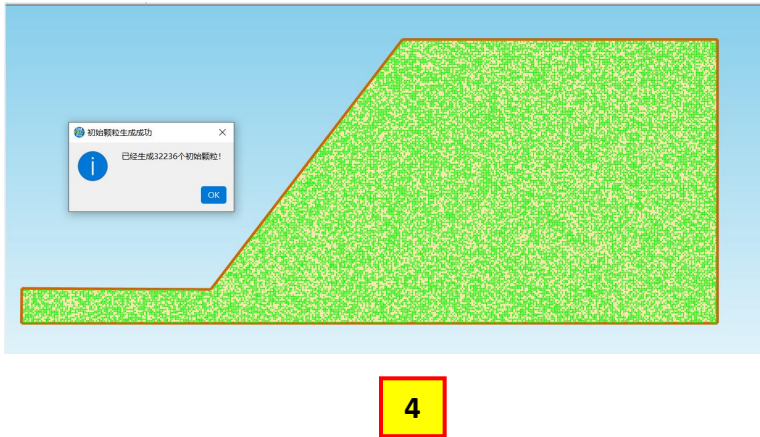
打开几何管理  
选择“导入几何”



选择在CAD绘制好的边坡外轮廓，保存为dxf文件，导入软件得到多边形



打开求解器管理，选择创建  
颗粒放大-DDA求解器



设置填充区域为边坡轮廓，密实度0.98，粒径分布均匀分布(0.015~0.02)，其余默认，预计颗粒32236个



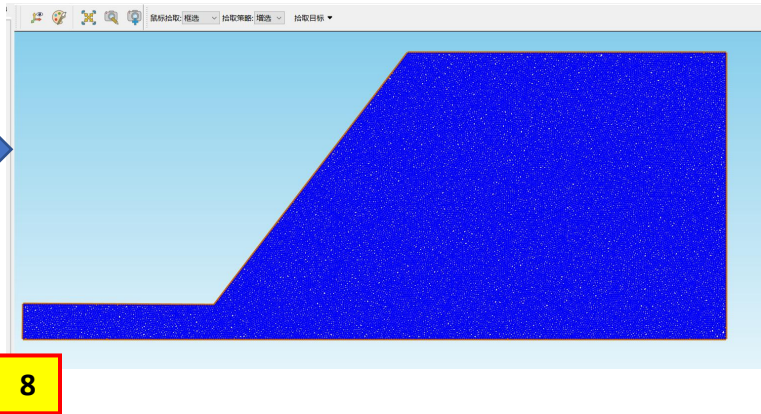
导出求解器文件，在PEC2D程序计算



计算结束后自动保存颗粒文件至原路径



打开几何管理  
选择导入颗粒



得到完整颗粒模型