

1 明月山 1 号出口段

ZK5-1 和 ZK5-2 决定的截面，主要有粉质黏土、风化千枚状砂岩、一个小破碎带。

(1) 初始模型

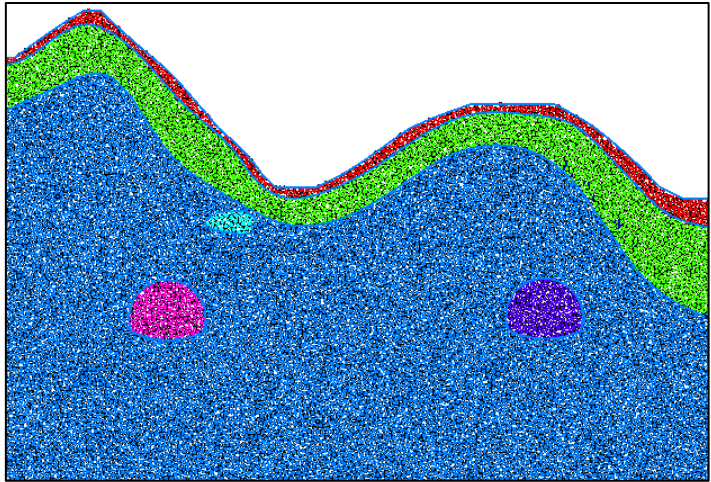


图 1 初始模型

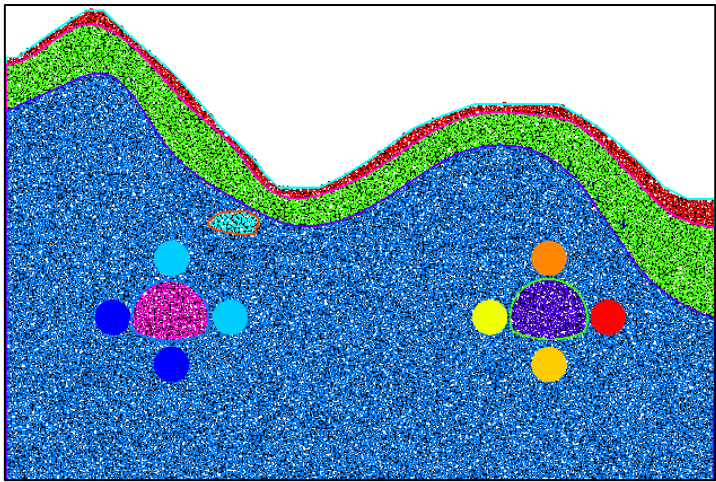


图 2 测量点分布

根据工程地质横断面图在 CAD 中等比例绘制隧道断面图，根据断面图等比例生成的明月山 1 号隧道出口段离散元模型如图 1 所示，地层从上到下主要为粉质黏土、全风化千枚状砂岩、强风化千枚状砂岩、中风化千枚状砂岩。图 2 给出了相关量测点位置信息，测量点顺序按照顺时针标记，从 1~8 依次排布。

(2) 力链分布及调整

图 3 是开挖前力链分布，整体较均匀，在上覆岩层风化程度较高的情况下力链分布呈现出明显差异，风化程度较高的上覆岩层力链值较小。如图 4 所示，开挖以后隧道周围应力重分布，力链调整过程十分显著。开挖扰动后力链主要在隧道附近进行调整，主要表现为两帮纵向加载，顶板和底板横向加载调整。该两段隧道距离较远，两隧道中间处力链竖向集中不明显。

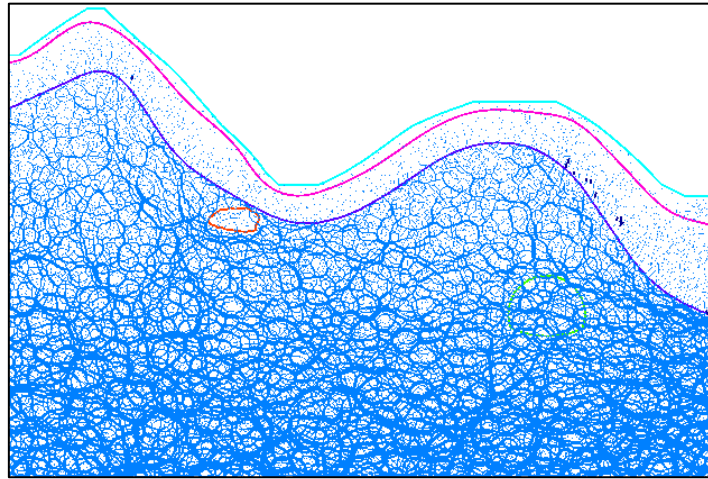


图 3 初始力链

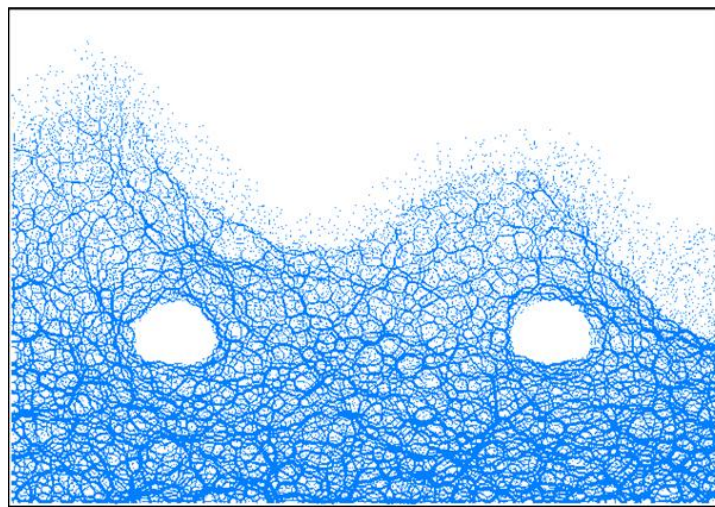


图 4 力链调整

(3)开挖过程应力调整及位移场

表 1 初始地应力

量测点	水平应力/MPa	垂直应力/MPa
1	1.09	0.93
2	0.85	1.0
3	1.18	0.66
4	1.41	1.08
5	0.52	0.80
6	1.24	0.49
7	1.66	0.61
8	1.65	0.98

表 1 为根据图 2 测量点检测得到的初始应力情况，主要为水平应力和垂直应力，结合图 5 和图 6，可以详细的知道开挖以后隧道围岩应力调整过程，主要为隧道两帮围岩在水平方向应力卸载，竖直方向应力加载；隧道顶板围岩在水平方向加载，竖直方向卸载；隧道底板围岩在水平方向加载，竖直方向卸载。

图 7 给出了先锋顶入口段隧道开挖后位移场的分布，从云图坐标中可以看出，位移基本控制在毫米级的范围，且没有扩展裂纹产生，基本可以认为该段隧道开

挖过程稳定，不会发生大变形。

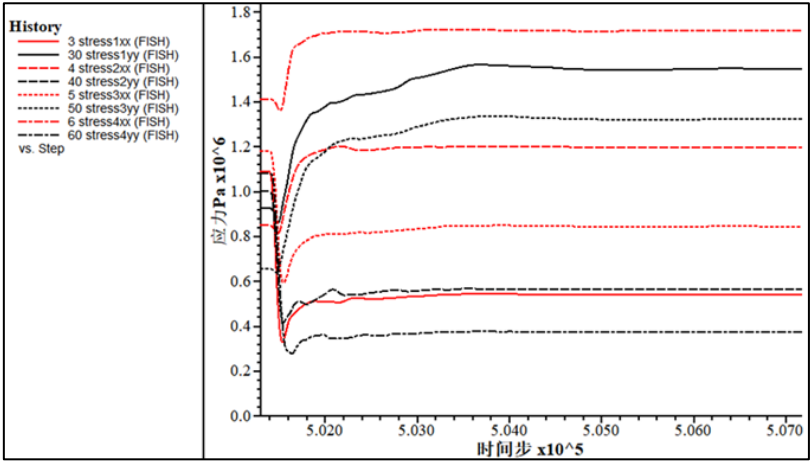


图 5 左侧隧道应力调整过程

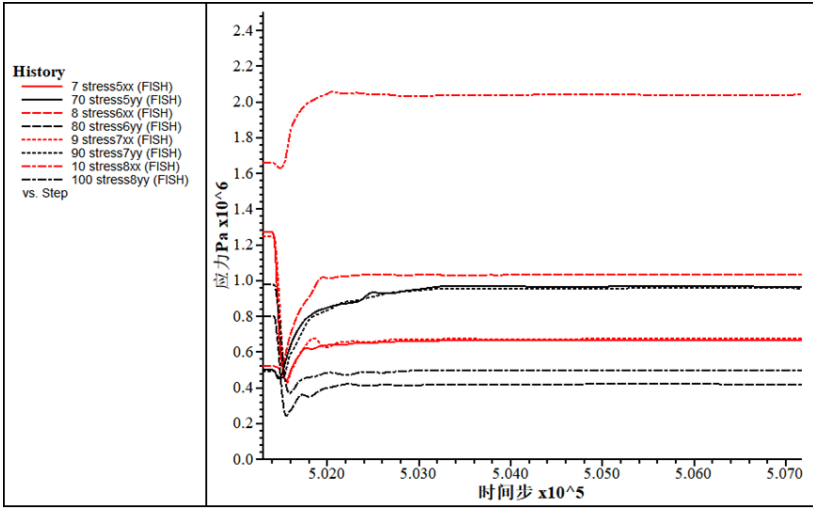


图 6 右侧隧道应力调整过程

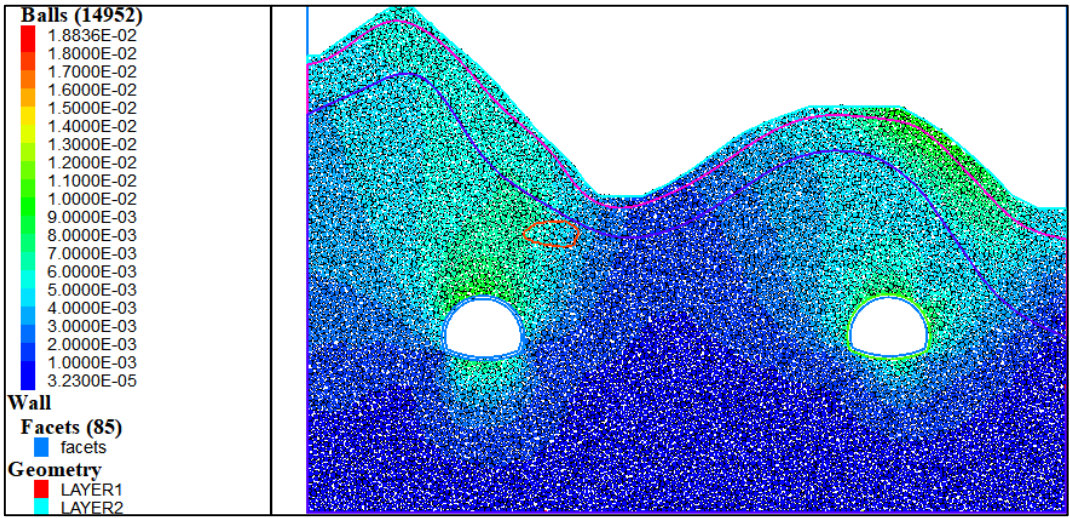


图 7 位移