

## 1 先锋顶隧道出口

该段隧道定位在 YK9+900 断面，SLZK4 钻孔。岩层主要为粉质黏土、风化千枚状砂岩。

### (1) 初始模型

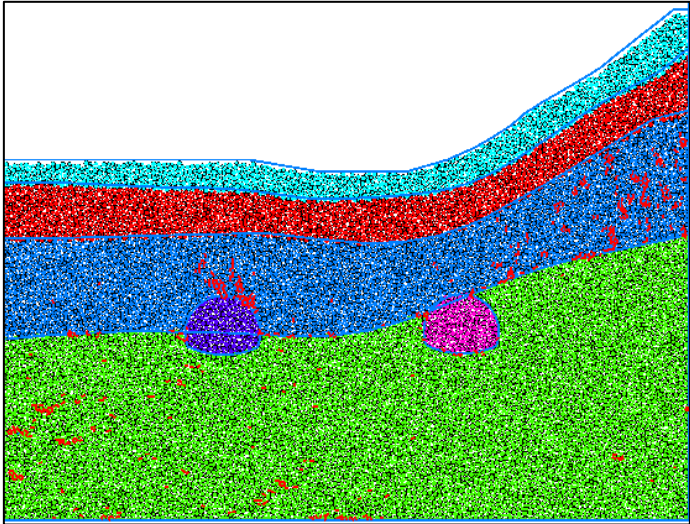


图 1 初始模型

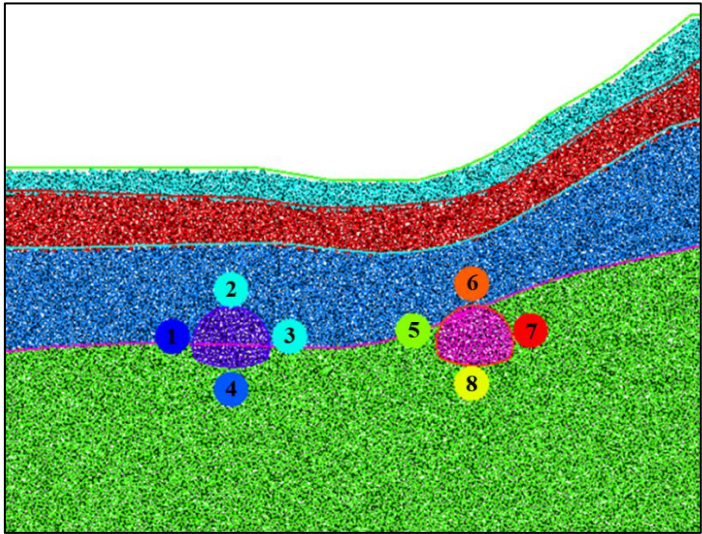


图 2 测量点布置

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先锋顶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，后文中的测量点排布顺序大多与此相同。

### (2) 力链分布及调整

从图 3 可以看出，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，且主要呈竖向排列，这意味着上方的应力为自重为主，水平应力的值较小。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。

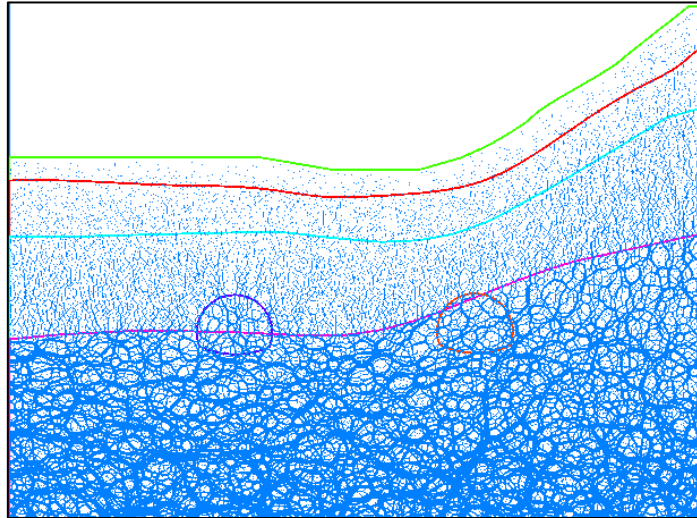


图 3 初始力链

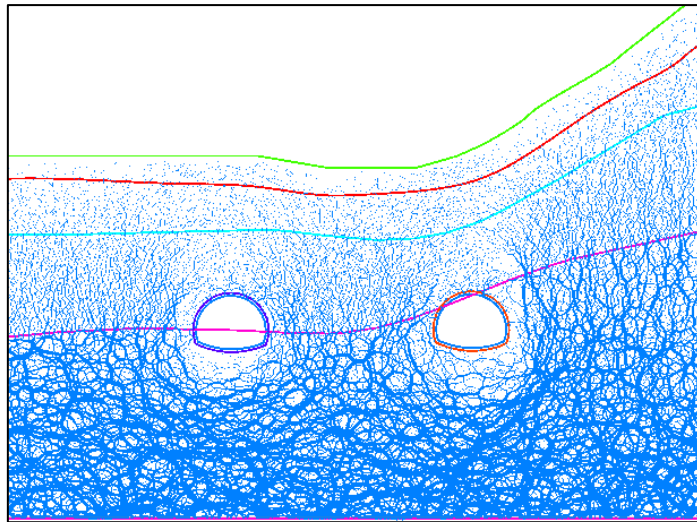


图 4 力链调整

### (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	0.55	0.58
2	0.38	0.58
3	0.1	0.44
4	1.36	0.86
5	0.55	0.61
6	0.78	0.83
7	0.064	0.47
8	1.33	0.88

开挖过后应力调整不同于先锋顶入口段，由于该段隧道围岩已经较破碎，节理裂隙发育，应力调整以卸载为主，隧道附近围岩的位移场数值达到了 0.1m 级别，有明显的裂纹扩展和大变形。

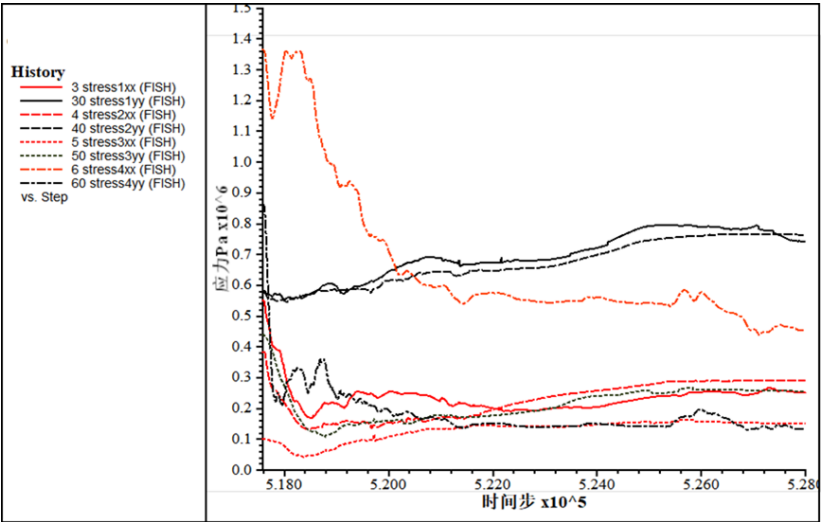


图 5 左侧隧道应力分布

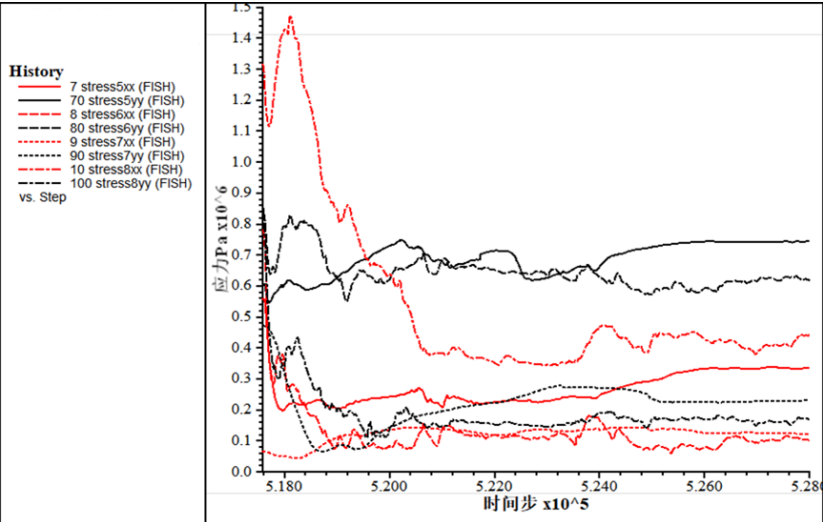


图 6 右侧隧道应力分布

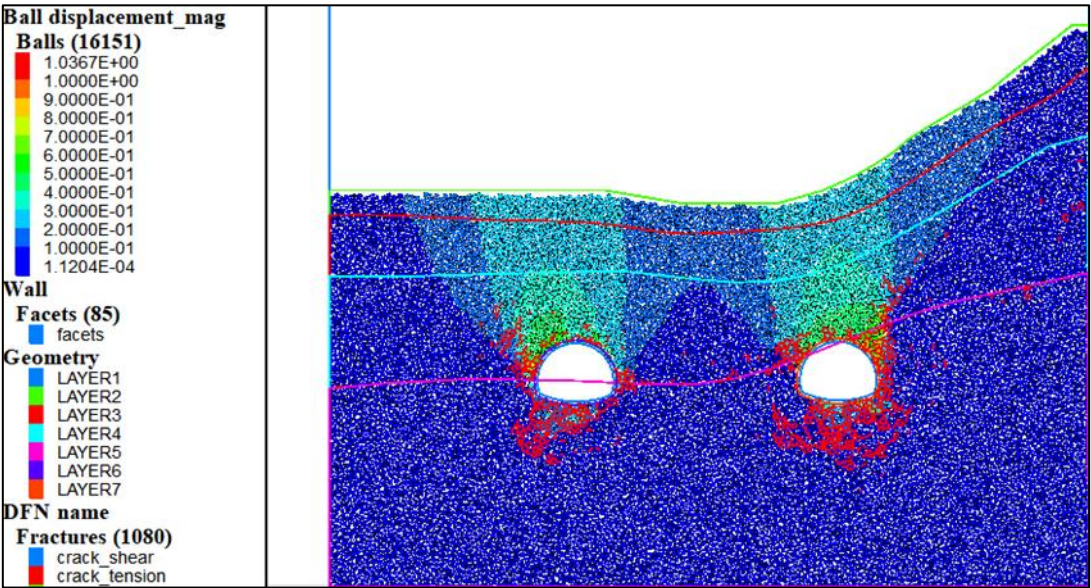


图 7 位移