

基于危险块体安全系数的巷道轴线方向优化

段萌^{1*}, 荣辉², 张旭³

(1. 陕西黄河矿业集团公司, 陕西 韩城 715400; 2. 河北钢铁集团矿业有限公司 大贾庄铁矿, 河北 唐山 063000;
3. 北京科技大学 土木与资源工程学院, 北京 100083)

摘要:以某矿沿脉巷道为研究对象, 结合岩体裂隙三维扫描数据, 基于 Unwedge 程序对不同巷道轴线方向进行优化研究. 模拟计算结果表明, 巷道轴向为北东 42°~45°时, 块体安全系数均大于 1.5, 且轴向为 42°时安全系数最大. 提出巷道轴向为北东 42°为沿脉巷道开挖方向. Unwedge 程序与结构面产状相结合分析为巷道轴线方向优化提供了有效的依据.

关键词:危险块体; 安全系数; 巷道轴向; 数值模拟

中图分类号:TD801 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-9102(2017)01-0040-04

On Optimization of Roadway Axis Direction Based on the Dangerous Block Safety Factor

DUAN Meng¹, RONG Hui², ZHANG Xu³

(1. Shaanxi Yellow River Mining Group Co. Ltd., Hancheng 715400, China;

2. Dajiazhuang Iron Mine, Hebei Iron and Steel Group Mining Co. Ltd., Tangshan 063000, China;

3. School of Civil and Environmental Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China)

Abstract: Based on the Unwedge program and combined with 3D scanning data of rock fracture, optimization of roadway axis direction is studied. Simulation results show that the safety coefficients are greater than 1.5, and the factor is the largest when the roadway axial is 42°. Roadway excavation direction is selected as 42°. Unwedge program combined with the structural plane occurrence analysis has provided an effective basis for the optimization of roadway axis direction.

Key words: dangerous block; safety factor; roadway axial; numerical simulation

1 工程概况

某矿-200 m 水平矿体与已开挖沿脉巷道如图 1 所示, 矿体走向北东 42°~60°.

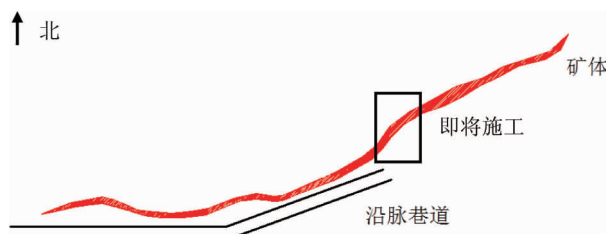


图 1 矿体及沿脉巷道示意图

图 1 中即将开挖的沿脉巷道所对应的矿体走向为北东 $42^{\circ} \sim 45^{\circ}$. 通过关键块体理论对巷道轴向方向进行优化选取^[1-3].

2 结构面调查

三维不接触测量系统对岩体结构面进行调查进行精细识别建立岩体结构面产状分布概率模型^[4]. 现场采集的图像导入 ShapeMetrix 3D 软件分析系统, 得到岩体表面的三维视图以及优势结构面的产状信息如图 2 和图 3 以及表 1 所示.

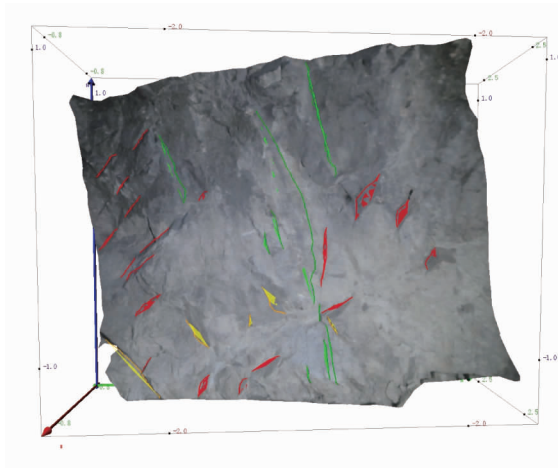


图 2 三维视图

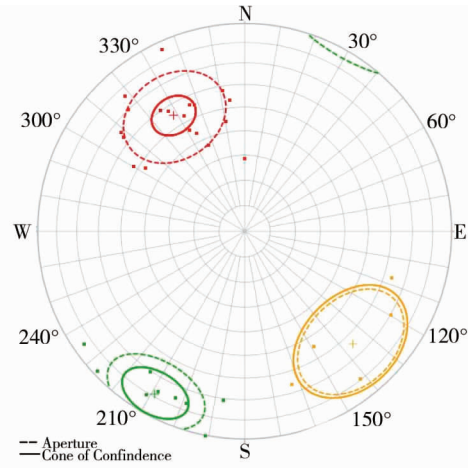


图 3 赤平极射投影图

结构面优势产状分别为 $29.02^{\circ} \angle 78.63^{\circ}$, $148.37^{\circ} \angle 55.23^{\circ}$, $316.06^{\circ} \angle 64.43^{\circ}$.

表 1 各组节理参数统计

节理组号	节理数/条	节理频度/(条/m)	平均间距/m	最大间距/m	节理总长度/m	平均长度/m
一	19	2.07	0.48	1.81	4.53	0.240
二	9	4.39	0.23	1.22	4.24	0.470
三	5	2.56	0.39	0.95	1.47	0.290

3 巷道轴向优化

采用直墙半圆拱断面, 净宽 5.5 m, 净高 3.8 m, 毛宽 5.8 m, 毛高 4.1 m, 混凝土喷层厚度 150 mm, 如图 4 所示. Unwedge 程序根据块体理论开发, 由 3 组结构面及开挖临空面基于结构面是平面, 结构体为刚体, 破坏沿结构面产生剪切滑移 3 种假设而形成最大可能的楔形四面体块体.

Unwedge 程序通过安全系数表征块体稳定性, 通常认为块体安全系数大于 1.5 为稳定^[5,6]. 若安全系数小于 1.5, 则应进行必要的支护措施. Unwedge 对支护后的巷道块体稳定性进行评价, 优化支护参数、巷道断面尺寸及巷道轴线方位和倾角^[7,8], 对地下工程开挖提供安全、有效指导.

根据巷道设计断面尺寸及结构面调查数据, 利用 Unwedge 程序进行建模, 对巷道块体安全系数进行计算, 走向为北东 42° 时巷道及关键块体模型如图 5 所示.

通过数值计算, 危险块体安全系数如表 2 所示.

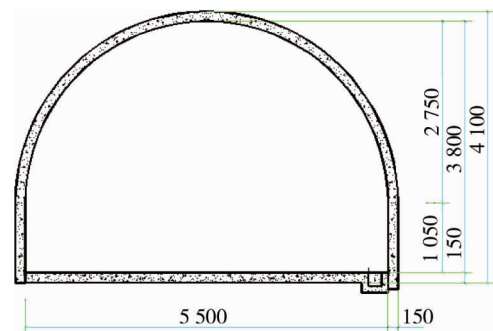


图 4 沿脉巷道断面设计尺寸

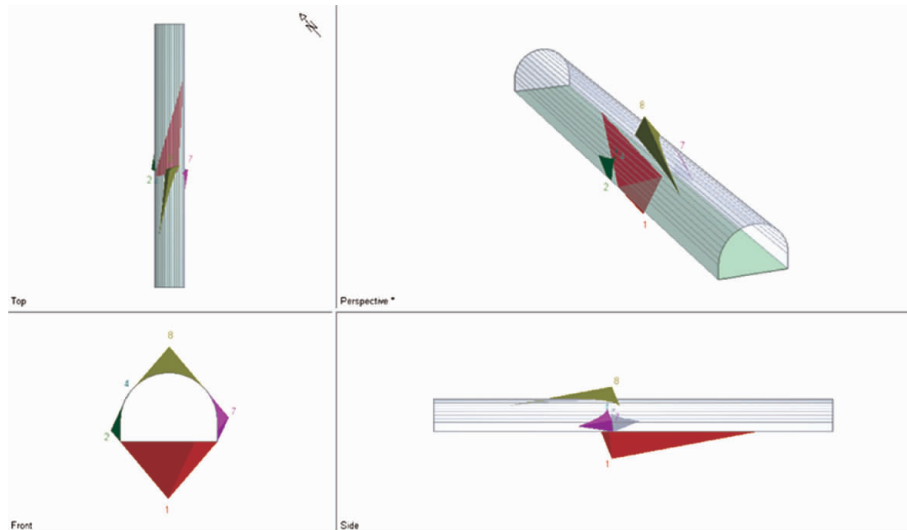


图5 巷道走向为北东42°的关键块体模型

表2 危险块体8#安全系数与巷道走向关系

巷道走向/(°)	安全系数
42	33.97
43	26.08
44	19.65
45	14.19

通过 Unwedge 程序对不同巷道轴线方向($0^{\circ} \sim 360^{\circ}$)和巷道倾角($0^{\circ} \sim 90^{\circ}$)条件下的块体最小安全系数进行计算,结果如图6所示.

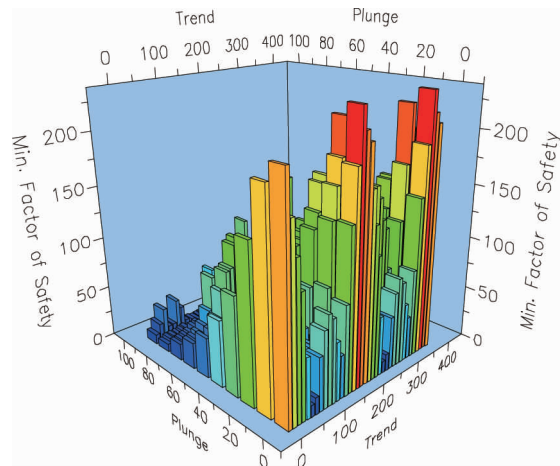


图6 块体最小安全系数与巷道走向、倾角关系

由图6块体安全系数与巷道走向、倾角关系可以看出当水平巷道轴线方向为 160° 时,块体安全系数达到最大 $F=237.8$.由于即将开采段的矿体走向为 $42^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 之间,虽然巷道走向 160° 时安全系数最大,但与矿体走向相差太多,造成穿脉巷道长度加大,会使巷道工程掘进成本大幅度增加.沿脉巷道尽量与矿体走向保持一致,通过计算沿脉巷道轴线方向为 $42^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 时巷道块体安全系数均大于1.5,巷道可以保持安全稳定,为巷道开挖以及矿体开采作业提供了良好的工作环境.对比 $42^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 巷道块体安全系数,采用安全系数 $F=33.97$ 时的巷道轴线方向北东 42° 为下一阶段沿脉巷道开挖方向.

4 结论

1) 巷道轴线方向对围岩稳定性影响较大,通过调整、改变巷道轴向为提高围岩关键块体安全系数提供了除支护外的又一新途径.

2) 根据揭露围岩的结构面产状建立三维块体模型,基于 Unwedge 程序计算不同巷道轴向围岩块体安全系数,通过对比分析选取块体安全系数 $F=33.97$ 的轴向北东 42° 为沿脉巷道开挖方向.

3) Unwedge 程序与结构面产状结合分析,为巷道轴线方向优化提供了有效、快捷的施工依据.

参考文献:

- [1] 陈庆发,周永亮,安佳丽.复杂裂隙岩体环境下巷道轴线走向优化研究[J].岩石力学与工程学报,2014,33(1):2735-2742.
- [2] 廖国燕,伍佑伦,徐东升.块体理论在金属矿山关键块体辨识中的应用[J].金属矿山,2007,36(5):21-24.
- [3] 朱玉龙,徐娟花,杨伟明,等.Unwedge 程序在隧道洞轴线优化分析中的应用[J].价值工程,2016,35(22):142-144.
- [4] 王培涛.露天转地下衔接过程中边坡岩体稳定性分析[D].沈阳:东北大学,2011.
- [5] 李小昌,袁振霞,张志增.块体理论及 Unwedge 程序在地下洞室稳定性分析中的应用[J].中原工学院学报,2014,25(3):38-42.
- [6] 朱玉龙,徐娟花.Unwedge 程序在隧道围岩稳定性分析中的应用[J].工程地质计算机应用,2012,17(4):1-6.
- [7] 刘彬,高正夏.惠州抽水蓄能电站输水隧洞洞轴线走向优化研究[J].勘察科学技术,2012,30(3):6-8.
- [8] 杨文军,洪宝宁,孙少锐.基于块体理论进行隧道轴线走向优化的研究[J].公路交通科技,2010,27(7):88-90.