

文章编号: 1005-2712(2010)01-0007-03

# 基于 RMR 岩体质量评价的 某边坡稳定性分析

曲文峰<sup>1</sup>, 王德中<sup>2</sup>, 张理<sup>2</sup>, 何书<sup>3</sup>

(1. 新疆地矿局第一地质大队, 新疆 鄯善 838204; 2. 江西铜业公司银山铅锌矿, 江西 上饶 334201;  
3. 江西理工大学资源与环境工程学院, 江西 赣州 341000)

**摘要:**采用 RMR 法对岩体质量进行了分级, 并在此基础上, 分析了某边坡的稳定性。结果表明: 千枚岩片理降低边坡的稳定程度; 各种结构面之间的相互结合是影响边坡稳定性的主要原因, 边坡可能出多种模式的破坏。

**关键词:**RMR; 岩体质量; 边坡; 稳定性

**中图分类号:**TD315 **文献标识码:**A

## Slope Stability Evaluation Based on RMR Rock Mass Quality Classification Method

QU Wen-feng<sup>1</sup>, WANG De-zhong<sup>2</sup>, ZHANG Li<sup>2</sup>, HE Shu<sup>3</sup>

(1. The First Geological Unit, Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resources, Shanshan 838204, China;  
2. Yinshan Lead-Zinc Mine, Jiangxi Copper Company, Shangrao 334201, China;  
3. Faculty of Resource and Environmental Engineering, Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou 341000, China)

**Abstract:** Baseing on RMR, the rock mass quality is classified and a slope stability is analysed; the results show that: the stability of slope is reducee by schistosity in phyllite; inter combination of different structural plane is the main cause affecting the slope stability, which may lead Multi-mode damage of slope.

**Key words:** RMR; rock mass quality; slope; stability

### 0 前言

据中国若干大中型露天矿山的不完全统计, 不稳定边坡或具滑坡危险的潜在不稳定边坡占边坡总长度的 15%~20%。个别露天矿山甚至可高达 30% 以上<sup>[1]</sup>。边坡稳定性评价是确定边坡是否处于稳定状态, 是否需要对其进行加固与治理, 防止其发生破坏的重要决策依据。目前由于边坡稳定性评价的方法大体上可分为定性分析方法和定量分析方法两大类。定性分析方法包括工程类比法和图解法, 定量分析方法主要有极限平衡法、极限分析法, 及可靠度分析法。其他诸如模糊数学分析法、灰色理论分析法及神经网络分析法等还处于研究阶段<sup>[2]</sup>。

文献[3]分析了 BQ 体系和 RMR 体系的相关关系, 在此基础上估算岩石力学参数。文献[4]对 RMR-SMR 体系进行了修正, 探讨边坡的安全系数与坡高之间的关系, 提出了高度修正的建议方法, 并对原生结构面修正值进行了适当的调整。文献[5]在介绍 RMR 法和其他人修正的基础上, 从宏观的角度, 对其边坡高度、地应力等方面的影响因素进行了部分修正。

银山矿九区是江西铜业的一个露采矿区, 其西边坡坡体走向约 5°, 总体坡度约 42°, 台阶坡度约 80°~90°, 西边坡岩体主要由弱风化千枚岩和英安斑岩组成。目前矿区的开采水平为 +60 m, 2500 t/d 采

收稿日期: 2010-02-28

作者简介: (1968-) 男, 高级工程师。

矿规模的最底境界设计水平为-60 m,而 5000 t/d 的采矿规模则将达到-192 m. 故对露天采矿边坡而言,其地形特征是随着采矿推进而不断发生变化,边坡发生大规模破坏的可能性也随之增加. 因此,本文拟在岩体质量分级的基础上,对银山矿九区西边坡进行边坡失稳破坏模式分析,从而为矿山边坡治理提供依据.

## 1 工程地质条件

矿区地处低山-丘陵过度地带,属构造剥蚀地貌区,山坡坡度一般在  $41.42^{\circ}\sim 53.8^{\circ}$  之间,局部在抗风化强的岩性地段,形成小陡坎. 气候属亚热带湿润性气候区,四季更替分明,春夏多雨,秋冬干燥,年平均降雨量 2185.4 mm,矿区内无水库、湖泊等较大地表水体,地表排泄条件好. 地层主要出露有前震旦系双桥山群,侏罗系上统鹅湖岭组的部分地层,以及第四系地层. 主要岩性包括千枚岩、英安斑岩、石英斑岩以及第四纪的残堆积物. 构造上,矿区位于双桥山群浅变质岩系构成的银山背斜北西翼,主要发育断裂构造,褶皱构造不明显. 根据工程地质调查,对矿山边坡稳定性有影响的主要为成矿后形成的断裂.

## 2 岩体质量分级

银山矿九区露天边坡岩体在地质历史中曾遭受过多期构造地质作用,和后期的浅表生改造作用,具有复杂的结构特点. 根据工程地质岩组划分的原则,针对风化程度和岩性变化,将西边坡岩体划分为弱风化千枚岩组、英安斑岩组与石英斑岩组. 在工程地质岩组划分的基础上,采用 RMR 法对以上 3 组岩体的质量进行分级评判. RQD 值采用野外测线法调查及结构面统计综合求得,岩块单轴抗压强度根据室内试验及宏观地质特征综合确定,其他指标根据野外地质调查给出. 评价结果见表 1. 从表中可以得到弱风化千枚岩组岩体质量较差,英安斑岩组和石英斑岩组岩体质量较为接近,岩体质量一般.

表 1 西边坡岩体 RMR 分类评价表

岩组	弱风化千枚岩组	英安斑岩组	石英斑岩组
RMR(值)	33	45.5	48.2
岩体岩量等级			

## 3 岩体力学参数

采用经验类比法对岩体力学参数进行估算.

1988 年 Hoek 和 Brown 对原始的经验公式进行了修正,提出了用岩体质量分类指标 RMR 来确定的岩体力学参数的方法. 由于西边坡受到了人为扰动较大,式(1)、式(2)可得到岩体特性材料常数  $m$ 、 $s$ .

$$m = m_i \exp \frac{RMR-100}{14} \quad (1)$$

$$s = \exp \frac{RMR-100}{6} \quad (2)$$

$$\tau = (\cot \Phi_i - \cos \Phi_i) \frac{m \sigma_n}{8} \quad (3)$$

式(3)为不同法向应力  $\sigma_n$  对应的剪应力  $\tau$ ,其中  $\Phi_i$  可由  $m$  得到. 最后,通过对  $\sigma_n$ 、 $\tau$  数据的拟合,可得到岩体的内聚力  $c$  和内摩擦角  $\phi$ . 各岩体力学参数计算值见表 2.

表 2 各类岩体力学参数值表

参数	弱风化千枚岩组	英安斑岩组	石英斑岩组
内聚力 $C$ /MPa	0.345	0.7048	0.7013
内摩擦 $\phi$ /(°)	13.892	33.159	32.885

## 4 边坡失稳模式分析

通常认为与坡向总体方向相同的结构面,其结构面倾角大于岩体内摩擦角而小于坡角时,岩体可能沿结构面发生滑动破坏. 从图 1 西边坡节理面倾向玫瑰图与图 2 西边坡构造结构面极点统计图可知:节理面大致可分为四组:第一组产状平均值为  $220^{\circ} \angle 59^{\circ}$ ;第二组产状均值为  $345^{\circ} \angle 80^{\circ}$ ;第三组产状均值为  $300^{\circ} \angle 35^{\circ}$ ;第四组产状均值为  $15^{\circ} \angle 20^{\circ}$ . 前三组均为反倾向节理,第四组倾向与坡面走向相近,为横向节理. 从构造结构面对边坡稳定性的控制作用来看,优势结构面的倾向与边坡面的倾向总体上是相反的,故边坡发生滑动破坏的可能性不大. 另外,四组优势结构面与边坡面的夹角皆小于  $120^{\circ}$ ,边坡发生倾倒破坏的可能性亦不大.

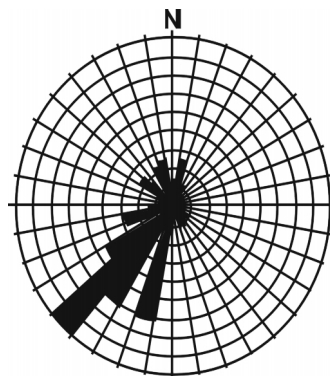


图 1 西边坡节理面倾向玫瑰花图

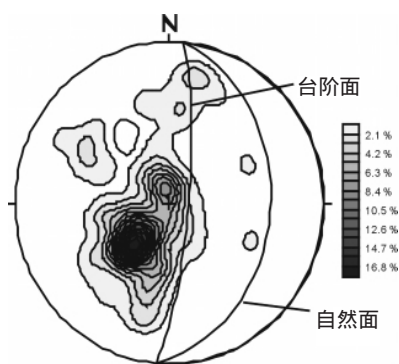
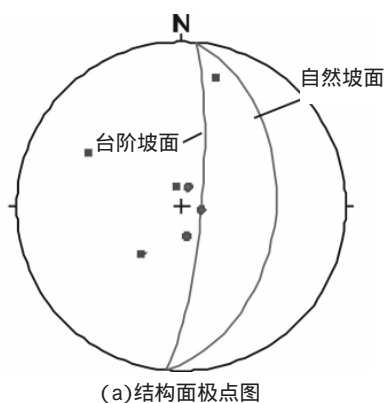
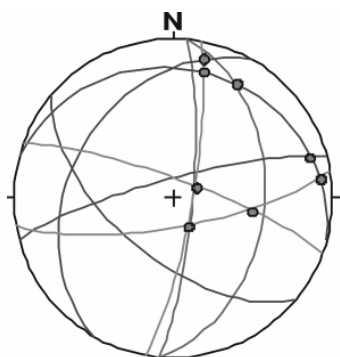


图 2 西边坡构造结构面极点统计图

千枚岩由于片理十分发育,片理对于边坡的稳定性影响甚至超过了节理,故对于由千枚岩组成的边坡段,必须考虑片理与节理、坡面的空间组合关系。西边坡千弱风化千枚岩岩组片理主要有三组:① $20^{\circ} \angle 76^{\circ} \sim 86^{\circ}$ ;② $170^{\circ} \angle 65^{\circ} \sim 85^{\circ}$ ;③ $85^{\circ} \sim 114^{\circ} \angle 76^{\circ} \sim 87^{\circ}$ 。图 3 为结构面、千枚岩片理、边坡台阶坡面及边坡自然面的赤平投影。



(a) 结构面极点图



(b) 结构面大圆投影

图 3 西边坡失稳模式图

由图 3 可知 ①、②组片理面的极点位于边坡台阶面的内侧,可基本排除沿这两组片理面产生平面滑动的可能,但这两组片理面的组合交线却位于边坡台阶坡面与自然边坡面之间,坡体可能发生楔体破坏。③组片理面位于边坡台阶坡面大圆的附近,有可能沿该组片理面发生滑动破坏。三组片理面共同的特点是都具有较高的倾角、密集的片理,加之陡峻的边坡台阶坡面,故在局部的破坏中,岩体弯曲倾倒而发生崩塌是其主要破坏特征。在片理面、节理面组合中,③组片理面与①、②组片理的组合交线都位于边坡台阶坡面的附近,可导致楔体破坏。而②组、③组片理面与第四组节理组合后,局部发生倾倒破坏的可能性将加大。

## 5 结 论

(1)经岩体质量分级,弱风化千枚岩组 RMR 值为 33,岩体质量较差;英安斑岩组、石英斑岩组 RMR 值分别为 45.5、48.2,岩体质量一般。

(2)弱风化千枚岩组、英安斑岩组、石英斑岩组内摩擦角  $\phi$  小于边坡、台阶坡度。

(3)节理对边坡失稳破坏的影响较小,千枚岩由于片理十分发育降低了边坡的稳定性,岩体有可能沿片理面发生滑动破坏。

(4)节理面、片理面之间的相互结合是引起边坡发生破坏的主要原因,边坡可能出现失稳模式有多种。

## 参考文献:

- [1] 孙玉科,姚宝魁,许兵. 矿山边坡稳定性研究的回顾与展望[J]. 工程地质学报, 1998, 6(4): 305-311.
- [2] 蔡美峰,何满潮,刘东燕. 岩石力学与工程[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [3] 姜平,孟伟. 基于岩体质量分组的岩石力学参数研究[J]. 三峡大学学报, 2004, 26(5): 424-427.
- [4] 孙东亚,陈祖煜,杜伯辉,等. 边坡稳定性评价方法 RMR-SMR 体系及其修正[J]. 岩石力学与工程学报, 1997, 16(4): 297-304.
- [5] 冯光乐,罗蓉,凌天清,等. RMR 法在公路边坡应用中的几点修正[J]. 长安大学学报, 2002, 22(6): 19-24.