

# Application of Geotechnical Anchorage Engineering Parameter Optimization in Chaihulanzi Mining Area

Xiangwei Zhang<sup>1</sup> Wei Chen<sup>2</sup>

1.Chifeng Chaihulanzi Gold Mining Co., Ltd., Chifeng, Inner Mongolia, 024000, China  
2.Ningxia Coal Mine Safety Administration, Yinchuan, Ningxia, 750000, China

## Abstract

Combined with the geological situation and deformation characteristics of rock anchorage engineering in Chaihulanzi Mining Area, China, the common problems of rock anchorage engineering in the mining area were analyzed, and the optimization scheme of rock anchorage engineering parameters was discussed to ensure the stability of the mining area.

## Keywords

RMR; rock mechanics; rock; quality grade

## 岩土锚固工程参数优化在柴胡栏子矿区的应用

张向伟<sup>1</sup> 陈伟<sup>2</sup>

1. 赤峰柴胡栏子黄金矿业有限公司, 中国·内蒙古 赤峰 024000  
2. 宁夏煤矿安全监察局, 中国·宁夏 银川 750000

## 摘要

结合中国柴胡栏子矿区岩体锚固工程的矿区地质概况和工程变形特征, 分析了矿区锚固工程的常见问题, 并探讨了岩土锚固工程参数优化方案, 以确保矿区的稳定性。

## 关键词

RMR; 岩体力学; 岩石; 质量等级

## 1 引言

随着科技的发展, 井下矿山的发展也越来越大。对于井下岩石的支护要求也越来越多, 所以对井下岩石进行质量分级, 能更好的对井下支护有一个确定的参考数据。

岩体的工程分类是岩体力学中一个重要的课题, 它是工程岩体稳定性分析的基础, 也是岩体工程地质条件量化的一个重要途径。为工程设计、支护衬砌、建筑物选型和施工方法的选择等提供参数和依据。国际上通用的分类方法有两种: 岩体地质力学分类 (RMR 分类) 和巴顿岩体质量 (Q) 分类。虽然在分类数值代数式表达上两者有较大差别, 但两种分类方法均考虑到岩体的完整性和成层条件、岩块强度、结构面发育情况和地下水等因素。Barton 于 2002 年进一步修正了他们之间的关系为:

$$RMR = 15 \lg Q + 50$$

根据《工程岩体分级标准》中建议的岩体物理力学参数取值范围, 通过非线性拟合分析, 建立了各物理力学参数与 BQ 之间关系经验公式。

## 2 柴胡栏子矿区岩体锚固工程

### 2.1 矿区地质概况

矿区出露地层主要是晚太古界变质岩系, 上太古界建平群是本区出露的最古老地层。建平群可以进一步划分为 2 个岩组, 下部为小塔子沟组, 其岩石组合主要为斜长角闪岩片麻岩、黑云斜长片麻岩、麻粒岩、斜长角闪(辉石)岩及少量磁铁矿石岩等; 上部为大营子组, 主要岩石类型为斜长角闪片麻岩、斜长角闪岩、黑云片岩、大理岩、夹石英岩。

按结构面的延伸长度、切割深度、破碎带宽度及其力学效应, 矿区内发育的将结构面分为 5 级。

### 2.2 工程变形特征

矿区的围岩应力测量结果表明, 在空间上, 随着深度的增加, 岩体的变形量逐渐增大; 在时间上, 随着深度的增加,

【作者简介】张向伟 (1994-), 男, 中国内蒙古赤峰人, 本科, 助理工程师, 任职于赤峰柴胡栏子黄金矿业有限公司, 从事地质工程研究。

与浅部巷道比,发生同样的变形量所需时间在明显缩短,即岩体的变形速度在增加。这对巷道的稳定性是很不利的,对巷道支护技术提出了更高的要求。

### 2.3 锚固方式选取

柴胡栏子矿区岩土锚固方式主要有以下几种:管缝式锚杆、预应力树脂锚索、锚网、螺旋支柱等。具体的锚固方式依据掘进面、采场围岩的工程地质条件组合选取。一般情况下,巷道两壁采用锚网+管缝式锚杆,岩石极破碎情况下采用锚网+管缝式锚杆+混凝土喷浆,采场顶板采用金属穿带+管缝式锚杆或预应力树脂锚索组合使用<sup>[1]</sup>。

### 2.4 矿区锚固工程常见问题

柴胡栏子矿区中的锚固工程在岩体主动支护过程中起到了重要的作用,但是仍然存在不少问题,目前所采用的支护参数多是凭工程经验确定的,缺少相关理论依据。

## 3 锚固参数优化

### 3.1 支护参数合理性验证

以3号盲竖井九中段39504采场为例:此采场位于九中段21.5线至23线之间,矿体走向300°,倾角78°,倾向南西。矿体上盘为大理岩及片岩,下盘为玢岩及大理岩,十分不稳固,矿体与围岩接触部位出现较破碎的破碎带,节理较发育<sup>[2]</sup>。

锚索采用的七股15.2mm钢绞线抗拉强度标准值为1860MPa,抗拉设计强度 $f_{dp}1860 \times 0.6 = 1116\text{MPa}$ ,取 $n = 0.90$ ,则每根七股钢绞线锚索的抗拉荷载值为:

$$T = S \cdot \sigma \cdot \eta = \pi \times (15.2 \div 2)^2 \times 1116 \times 0.90 = 182.2\text{kN}$$

取岩体密度为 $\rho = 2750\text{kg/m}^3$ ,则岩体容重为 $\gamma = \rho \cdot g = 27.5\text{kN/m}^3$ 。取岩石普氏系数为 $f = 6$ ,使用浅孔留矿法采矿时每次落矿高度为2m,采场宽为5m, $a = 2.5\text{m}$ ,采场长度为40m,则:

$$h_0 = [a + h \tan(45^\circ - \frac{\varphi}{2})] \cdot \frac{1}{f} = [2.5 + 2.0 \times \tan(45^\circ - \frac{54^\circ}{2})] \times \frac{1}{4} = 0.79\text{m}$$

则采场上盘总压力冒落拱重量为:

$$P_0 = ql = 2a\gamma h_0 l = 2 \times 2.5 \times 27.5 \times 0.79 \times 40 = 4345\text{kN}$$

每分层采场顶板共需要安装锚索根数为:

$$m = \frac{nP_0}{T} = \frac{2na\gamma h_0 l}{T} = \frac{1.6 \times 4345}{182.2} = 38.20, \text{取 } m = 39 \text{ 根,}$$

计算得锚索网度面积为:

$$S_1 = \frac{D}{m} = \frac{2 \times 40}{39} = 2.05\text{m}^2$$

由上述计算结果可以发现,目前采场所使用的锚索支护

网度为 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ,其面积为 $4\text{m}^2$ 大于计算网度。

## 3.2 参数优化过程

### 3.2.1 锚索网度的确定

根据上一节计算结果,以39504采场为例,采场内理论计算锚索网度为 $2.05\text{m}^2$ ,因此锚索设计网度见表1。

表1 锚索设计网度(单位/m)

锚索间距	1.0	1.2	1.4	1.5	1.6	1.8
锚索排距	2.0	1.7	1.4	1.3	1.2	1.1

### 3.2.2 锚索长度的确定

锚索长度的确定与每根锚索所承受的设计荷载有直接的关系,锚索承受的设计荷载即是每根锚索所承受的冒落拱的重量,计算得每根锚索分摊的冒落拱重量:

$$T = \frac{nP_0}{m} = \frac{2na\gamma h_0 l}{m} = \frac{1.6 \times 4345}{40} = 173.8\text{kN}$$

查阅树脂锚固剂的技术参数,目前所采用的锚固剂为快速型树脂锚固剂,其特点为凝胶时间快,强度增长快,固化后3min时抗拉强度大于30MPa,抗压强度大于60MPa,粘结强度对混凝土大于7MPa,对螺纹钢大于16MPa<sup>[3]</sup>。

根据实际情况,参照资料计算得锚固段长度为:

$$L_1 = \frac{T_0}{\pi \cdot d \cdot \tau} = \frac{173.8 \times 10^3}{\pi \times 15.2 \times 10^{-3} \times 7.0 \times 10^6} = 0.52\text{m}$$

由此,可得锚索总长度为:

$$l = l_1 + l_2 + l_3 = 0.52 + 0.79 + 0.5 = 1.81\text{m}$$

根据以往经验和矿区具体地质条件,提出长度为2m,网度为 $2\text{m} \times 1\text{m}$ 的锚索支护方案。

## 4 结语

RMR岩石质量分级方法对于岩体的质量等级提供了有效的依据。根据各种参数计算可以对不同等级的岩石进行不同的支护方案。这样对于支护措施有了很好的理论依据。

### 参考文献

- [1] 张未林.疲劳荷载与腐蚀耦合作用下岩土预应力锚固结构长期耐久性研究[D].济南:山东建筑大学,2017.
- [2] 谈华宇.工程土坡锚索加固位置优化设计方法及应用[D].武汉:武汉理工大学,2018.
- [3] 苏伟林.纵向循环荷载作用下锚索锚固结构损伤机理与控制研究[D].阜新:辽宁工程技术大学,2017.