

# 高地应力作用下地下巷道稳定性及支护研究

韩龙江

文山麻栗坡紫金钨业集团有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v7i4.1778

**[摘要]** 在高地应力作用下,地下巷道的稳定性是一个重要的研究课题。高地应力会导致围岩应力增大,进而诱发围岩的强烈塑性变形、失稳及破坏,严重威胁着地下矿山的安全生产和经济效益。因此,研究高地应力巷道的稳定性问题具有重要的理论价值和实际意义,本文以西南某钨矿高地应力巷道为例研究在锚杆、锚索喷浆联合支护作用下稳定性情况主要得出以下结论:通过应力分析可知最大最小主应力产生压应力集中现象,但巷道仍处于压应力状态,结合位移情况可知顶底帮及两帮位移变形较小。根据塑性区可知在联合支护作用下塑性区及耗散能显著减小认为在支护作用下巷道处于稳定状态。

**[关键词]** 高地应力; 巷道; flac3d; 支护

**中图分类号:** TD263 **文献标识码:** A

## Study on the stability and support of underground roadway under high ground stress

Longjiang Han

Wenshan Malipo Zijin Tungsten Industry Group Co., LTD

**[Abstract]** The stability of underground roadways under high geostress is an important research topic. High geostress will lead to the increase of surrounding rock stress, and then induce the strong plastic deformation, instability and destruction of surrounding rock, which seriously threatens the safe production and economic benefits of underground mines. Therefore, it is of great theoretical value and practical significance to study the stability of high geostress roadway. This paper takes a tungsten mine in southwest China as an example to study the stability of high geostress roadway under the action of joint support of anchor rods and anchor cable slurry spraying, and mainly draws the following conclusions. Through the stress analysis, it can be seen that the maximum and minimum principal stress produces the phenomenon of compressive stress concentration, but the roadway is still in the state of compressive stress, combined with the displacement situation, it can be seen that the top and bottom gangs and the two gangs displacement and deformation is small. According to the plastic zone and dissipated energy, it can be seen that the plastic zone and dissipated energy are significantly reduced under the action of joint support, so it is considered that the roadway is in a stable state under the action of support.

**[Key words]** high geostress roadway flac3d support

### 引言

在高地应力环境下,巷道稳定性一直是矿山工程领域面临的主要挑战之一。随着矿产资源开发向更深层次、更大规模推进,高地应力现象愈发频繁,由此引起的巷道稳定性问题也日益凸显。高地应力会导致围岩应力增大,进而诱发围岩的强烈塑性变形、失稳及破坏,严重威胁着地下矿山的安全生产和经济效益。因此,开展高地应力下巷道稳定性支护研究具有重要的理论价值和现实意义,在传统的巷道设计与施工中,往往忽视了高地应力对巷道稳定性的影响,导致许多已建巷道在服役过程中出现各种病害,如反复维修、频繁加固等,不仅增加了煤矿的生产

成本,而且影响了正常的生产秩序。因此,研究高地应力巷道的稳定性及其支护技术,对于提高巷道的使用寿命,降低煤矿的生产成本,确保矿井的安全生产都具有十分重要的作用。

李光等针对高地应力基于FLac3D分析了巷道的破坏模式和不同支护方式的支护效果。马永忠等基于FLac3D结合锚索注浆加固,不仅减小了底鼓量还有效减小了片帮,顶板冒落的问题证明了支护方式的有效性,寿宝平等针对高地应力下巷道破坏提出长锚杆协调支护技术,使巷道顶底板和巷道两帮变形得到有效控制。在地下矿山开采过程中,高地应力巷道支护是一个复杂且具有挑战性的问题。高地应力是指在深部矿体开采过程中,由于地球内部的

巨大应力作用于围岩上,导致围岩产生异常的应力状态。因此本文以西南某高地应力巷道为例对巷道进行支护研究。

### 1 工程地质概况

该区大地构造单元属华南褶皱系,滇东南褶皱带,越北隆起之北缘,老君山穹窿构造的东侧。成矿区位于环太平洋成矿带,老君山花岗岩钨锡多金属成矿带。

#### 1.1 田蓬组第一段(∈2t1)

岩石组合为灰白色石英千枚岩,含黑云母白云质千枚岩和二云千枚岩与灰色条带状大理岩、含金云母水镁石大理岩互层。与下伏上元古界新寨岩组(Pt3x)呈断层接触。厚度>461m。

#### 1.2 田蓬组第二段(∈2t2)

岩石组合为灰—灰黄色石英千枚岩与变质长英质粉砂岩夹白云质大理岩和大理岩。与第一段类比,该段碎屑成分明显增加。与上段呈整合接触。厚度553m。

## 2 数值模拟及计算分析

### 2.1 模型建立

如图1所示为建立巷道数值计算模型,模型x轴长60m、z轴高60m、y轴长30m,计算过程中上部埋深岩土体采用应力的方式施加在模型顶部,计算过程中固定四周及底部边界,计算采用摩尔库伦本构。岩土体力学参数如表1所示。

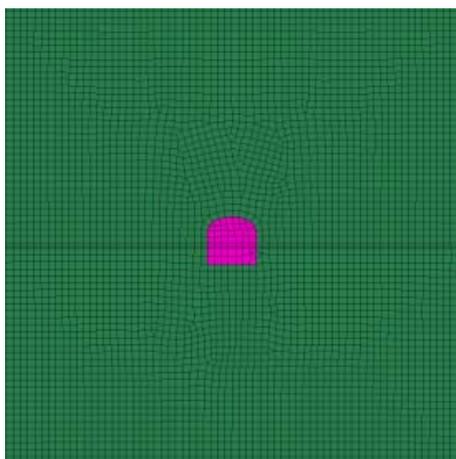


图1 数值计算模型

表1 岩土体力学参数

	弹性模量/pa	泊松比	粘聚力/pa	摩擦角/°	容重/cm <sup>3</sup>
砂卡岩	8.5e9	0.23	0.65e6	36	2820g/cm <sup>3</sup>

支护方式采用锚杆锚索、喷浆联合支护的形式,它通过将锚杆、锚索和喷浆三种支护手段有机结合,共同作用于围岩上,以达到增强围岩稳定性、控制地压的目的。

### 2.2 应力分析

如图2所示未开挖后最大、最小主应力云图,由于原岩应力的变化,顶板及底板最大主应力为7.12kPa,并且采空区中间出现压应力集中现象。压应力最大值为7.5Mpa,对于最小主应力顶

板地板两帮并未出现拉应力,顶板及底板、两帮压应力为1.72Mpa,并且最小主应力在采空区两帮附近出现压应力集中现象,最两侧压应力值为26Mpa,通过分析在方案一开挖下出现压应力集中现象有一定的危险性,但整体处于安全状态。

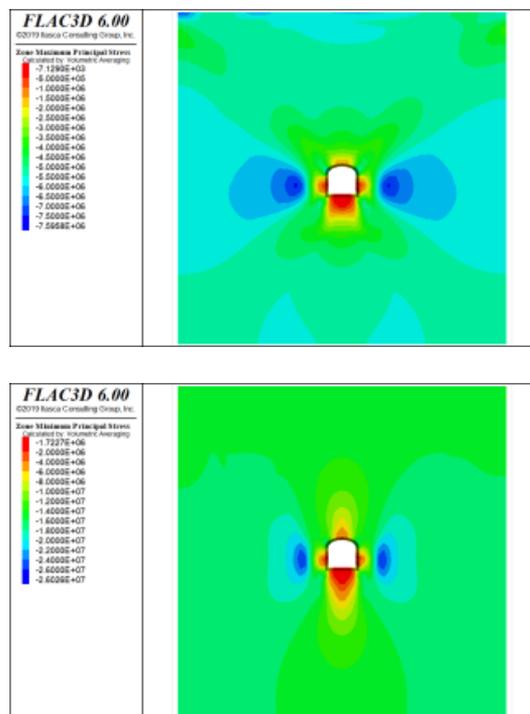


图2 开挖后巷道最大主应力云图

### 2.3 位移分析

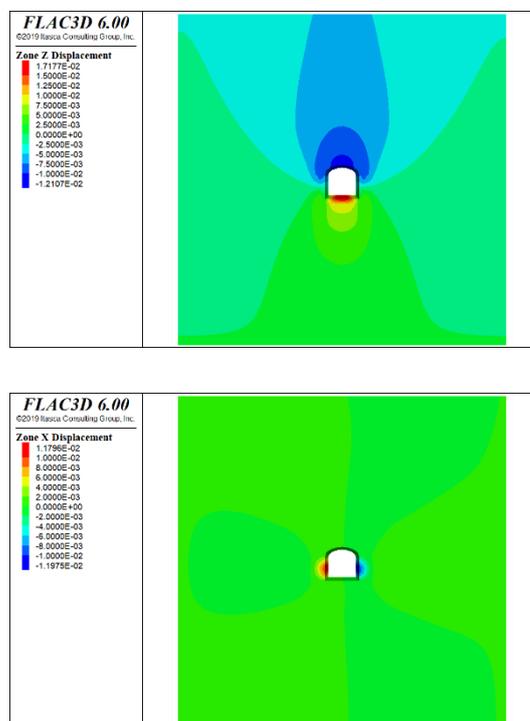


图3 开挖后巷道位移云图

模型开挖,在开挖完成后由于应力的变化及工程扰动和临空面的形成,顶板及两帮必将产生一定量的位移,开挖完成后由图4所示为z方向和x方向的位移云图,由图中可知最大下沉位移为蓝色区域出现在开挖区域顶板位置,且巷道顶板下沉位移为1.2cm,最大隆起位移为红色区域地板隆起位移为1.7cm,左帮位移为1.17cm,右帮位移为1.19cm,从位移结果来看变形较小。

### 3 结论

本文以西南某钨矿为例,运用FLac3D分析了巷道在高地应力下巷道的稳定性并结合耗散能分析支护前后变化情况由此主要得出以下结论。

锚杆锚索喷浆支护是一种常用的地下工程支护方式,它通过将锚杆、锚索和喷浆三种支护手段有机结合,共同作用于围岩上,以达到增强围岩稳定性、控制地压的目的,锚杆锚索喷浆联合支护可以有效地控制围岩的塑性区。

通过应力分析可知最大最小主应力产生压应力集中现象,但巷道仍处于压应力状态,结合位移情况可知顶底帮及两帮位移变形较小。

根据塑性区及耗散能情况可知在联合支护作用下塑性区及耗散能显著减小因此认为在支护作用下巷道处于稳定状态。

### [参考文献]

- [1]李蕾.高地应力松散破碎围岩巷道支护技术研究[J].中国资源综合利用,2024,42(05):88-90.
- [2]李路恒,杨新安,谢文兵,等.千米深井沿空巷道合理煤柱

宽度与支护技术研究[J].地下空间与工程学报,2024,20(01):219-229+250.

[3]乔国栋,刘泽功,高魁,等.爆破载荷作用下高地应力巷道PPV衰减规律研究[J].振动与冲击,2023,42(23):260-266+283.

[4]杜龙龙.深部岩巷钻孔卸压支护技术研究与应用[J].煤炭与化工,2024,47(02):25-28.

[5]叶敬明.复杂地质条件下煤矿巷道掘进支护技术的应用[J].内蒙古煤炭经济,2023,(22):154-156.

[6]席世强,阚晓平,严立德.高应力山区矿山井下地应力分布特征研究[J].采矿技术,2023,23(06):45-48.

[7]李光,马凤山,郭捷,等.高地应力破碎围岩巷道变形破坏特征及支护方式研究[J].黄金科学技术,2020,28(02):238-245.

[8]马永忠.高地应力巷道底鼓影响因素及支护对策研究[J].煤炭工程,2015,47(06):40-42+45.

[9]寿宝平,任禹.深部高地应力巷道围岩支护技术分析[J].煤炭技术,2017,36(09):43-45.

[10]刘洪涛,韩子俊,陈子晗,等.考虑轴向应力作用的巷道偏应力分布与破坏特征关系研究[J/OL].煤炭学报,1-18[2024-06-22].

### 作者简介:

韩龙江(1997--),男,汉族,云南省昭通市永善县人,本科,采矿助理工程师,研究方向:地下金属矿山采掘管理。