

# 深部开采围岩稳定性与岩层控制关键理论及技术探究

权开兴<sup>1</sup>, 杨坤<sup>2</sup>

**摘要:** 在分析深部开采围岩稳定性过程中, 需要结合采矿工程荷载作用展开分析, 了解其中的某些特殊理论内容, 例如岩层控制关键理论与技术的研究就颇有必要, 二者主要结合诸多力学机理内容展开研究, 分析采矿开挖前所存在的地层中天然应力作用, 了解开挖自由空间边界问题。本文主要介绍了目前国内深部开采围岩岩层控制的某些关键问题, 主要对岩层控制力学机理、深部地压呈现规律特征进行说明。然后着重探讨地下采矿围岩稳定性与控制技术方法, 最后进行案例证明。

**关键词:** 深部开采围岩; 稳定性; 岩层控制技术; 深部地压; 案例分析

在深部开采围岩稳定性分析过程中, 需要结合支护保护机制来有效改善、提高岩体整体强度, 确保建立主动的荷载支撑体系, 为采矿工程高强度稳定开展创造条件。因此, 需要在深部开采围岩高应力条件下, 有效控制岩层变形以及移动情况, 有效维持采矿工程稳定性。同时, 也要指出深部采矿岩层控制中的某些关键理论问题。

## 1 深部开采围岩稳定性与岩层控制关键理论问题的提出

在深部开采围岩施工过程中, 需要分析围岩的稳定性问题, 提出具体的岩层控制关键理论。为此, 首先要针对岩层控制力学机理展开分析, 了解采矿围岩的具体变形情况。

### 1.1 深部开采围岩岩层的控制力学机理问题提出

要在采矿开挖与剥离施工过程中有效开采岩层中的矿产资源, 建立完整的开采作业技术体系。例如, 要确保开挖巷道与采场施工到位, 分析施工现场周围岩体的变形情况以及岩层移动情况, 这些问题都属于控制力学机理范畴内问题。要结合变形移动控制来分析巷道采场被破坏情况, 这对于开采安全问题的影响较大, 需要参考岩层变形实际情况提出有效控制措施, 满足力学机理有效控制技术过程。

在采矿开挖过程中, 也需要确保围岩变形与岩层移动施工到位, 结合地应力场控制要求来形成原始应力, 确保采矿开挖活动中地应力控制到位。在分析到地应力场作用过程中, 需要了解到它与采矿开挖区域的地应力值成正

比, 所以在采矿开挖前还需要建立基于自平衡的稳定开采状态。而在采矿开挖生产环节后, 则需要对实线所标记自由空间进行有效调整, 释放一定自由空间, 形成自由空间边界, 建立等效的释放荷载机制。在调整反转应力加载模型过程中, 还需要参考开挖状态变化来形成完整地应力, 保证等效荷载有效释放, 基于应力释放情况来建立行之有效的分析算法机制。

在计算过程中, 主要对周围岩体的变形、应力分布、位移等情况展开分析, 确保围岩中能够形成集中的局部应力情况, 参考弹性力学理论展开位移量分析, 保证采矿开挖过程中岩体位移中应力有效集中, 形成开挖扰动体系, 将大量能量聚集于岩体中。

最后, 为有效适应深部采矿应力环境要求, 还需要对开采技术条件进行深度分析, 确保开采安全度与效率都能有所提高。因此, 施工中应该采用到深部采矿理论以及工艺方法, 提出针对性的采矿施工方案。这一方案中就严格遵照岩石力学理论展开施工应力条件分析, 了解深部地层的应力变化情况, 结合采场支护要求来确保应力环境测量以及分析到位。当然, 也需要结合峰值强度来分析破坏应力问题。例如, 要参考巷道中采场支护与岩层控制结构系统来设计建立能量扰动机制, 分析岩体聚集作用。在该分析基础上, 还需要结合应力强度分析相应设计准则, 确保采矿应力环境有所改善。

### 1.2 深部地压呈现规律与特征问题提出

在深部地压作用下, 需要结合其地压呈现规律与特征问题展开分析, 其中就包括了多种地压表现情况。例如变形、冲击、膨胀、冲压等等地压, 需要结合这些地压表现情况进行分析, 了解开挖情况, 思考围岩位移变化情况, 确保在开挖后有效撤除支护, 保证围岩稳定性有所提高。就多数情况而言, 需要了解流变岩体条件变化情况, 避免发生过量位移以及由于过量位移所引发的破坏情况。在围岩处理过程中, 也需要结合深部高应力条件来分析内外部条件变化, 有效防止过量变形所导致的岩层移动以及破坏问题, 需要确保做到特殊问题特殊分析。

在煤矿接近断层进行开采生产过程中, 也需要结合断层附近应力集中问题展开分析, 确保建立断层核心中的非

对称分布问题。在结合能量聚集非对称分布过程中,也需要结合开采扰动情况来保证不对称能量有效分布,解决断层错动所导致的能量被随意释放,最终产生冲击破坏,进而导致矿震问题发生。从这种冲击地压表现来看,也需要结合天然地震来分析断层错动状况,了解由于煤矿矿震所造成的天然地震问题。在实施冲击地压防控工作过程中,还需要结合深部采矿岩层控制等核心问题展开讨论,确保找到最合理化的采矿工作路径,对布局开采顺序进行分析,合理吸收能量,建立良好有序的支护措施。在这一过程中,要规避过量位移情况发生,为减少扰动能量聚集效应,确保能量被有效释放。

## 2 深部开采围岩稳定性与岩层控制关键方法的研究

要结合深部开采围岩稳定性问题展开分析,做好岩层控制工作,提出关键控制方法。

### 2.1 合理明确开挖走向

要合理明确采矿巷道的开挖走向,结合断面性状与几何尺寸来展开分析,了解周围岩体所引发的应力作用,结合位移大小变化,分析分布状态,思考移动密切关系。要了解多方向受力状态下的断面应力变化情况,确保断面巷道、最大主应力方向始终保持一致。在开挖走向过程中,需要结合主应力方向变化来分析大角度相交情况。因此必须合理选择地下采矿隧道以及巷道,确保开挖工程中断面形状被有效调整,结合地应力状况分析作用来分析工程断面变化,形成多点主应力,在最佳开挖断面形状为圆形情况作用下,也需要结合最佳开挖断面形状(为椭圆),需要结合椭圆轴比来分析断面主应力作用,结合工程断面中的主应力,分析最佳开挖断面形状,结合效果分析结果来分析,结合岩层稳定性来分析形状调整效果。在开挖断面形状选择上,则需要结合地应力状态来分析实际生产需要,结合圆形与椭圆接近情况来分析提出更多问题。在测量结果表明分析矿区水平应力过程中,也需要其应力水平始终大于垂直应力,结合应力测量结果分析断面形状变化。基于此,就能有效改进喷锚支护技术,保证有效解决巷道稳定性,确保生产投产到位。结合采矿开挖施工过程来分析几何尺寸过程中,也需要思考稳定性问题及其影响问题。要基于岩体荷载条件来分析几何尺寸变化,结合不稳定状况来减小开挖体的几何尺寸。当然,也需要合理采用支护措施,保证稳定性维护工作有效开展。

### 2.2 改善应力分布状态

要结合改善应力分布状态分析来提出强度理论,结合岩体工程围岩稳定性展开分析,调整相关力学理论。在应用相关理论分析岩体稳定性变化时,还需要对岩体的具体

受力状态展开分析,建立强度分析曲线。在分析岩体稳定性过程中,还需要结合强度曲线的两种情况:相割与相切来展开分析,进一步优化设计强度曲线,分析岩体中可能存在的不稳定性条件。在合理选择巷道断面过程中,还需要结合开采顺序、流程等等展开分析,有效设计支护措施。在改善应力分布状态过程中,也需要结合强度曲线变化来设计形成强度曲线,设计不稳定状态情况,了解稳定状态变化情况。

在分析强度曲线内容过程中,也需要结合稳定受力状态来分析巷道表面问题。在建立支护条件分析单向受力状态,结合不稳定性条件来做好支护措施。在表面增加抗力,结合双向受力状态来稳定受力操作。在这里,要结合主应力作用来分析强度曲线问题,确保岩体稳定性有所提升,优化应力状态变化。

### 2.3 强化岩石强度

要强化岩石强度,对围岩力学性质进行改善,这里就参考莫尔强度理论,思考岩石破坏问题,结合剪切破坏情况来分析所能承受的最大剪应力和剪切力。在分析岩石简化直线操作过程中,就需要设计规划形成一套莫尔强度曲线,结合岩石剪切强度分析其中的基本指标内容,保证围岩受力条件有所改善。如果岩石强度表现并不稳定,则需要结合强度曲线中的不稳定受力状态曲线来分析调整围岩力学性质。所以说,有效改善围岩力学性质是必要的,换言之就是提高岩石强度,避免岩石被破坏。例如,可采用喷锚支护手段来改善提升岩石整体强度,如此支护手段是强于普通支护手段的,施工实践效果更为理想。

在强化岩石强度之余,对于岩石强度的保护也是必要的,避免发生岩石岩性逐渐恶化。另外,就是要在规定的工程施工受力条件下,始终保证岩体处于稳定受力状态。在结合强度曲线展开分析,确保采矿工程开挖以及运营到位过程中,也需要结合物理化学综合作用来调整力学性质,改善强度指标,分析强度曲线下降问题。应该在相对稳定状态的岩体作用下分析岩石强度不稳定问题,做好相应保护工作,避免发生岩性恶化问题。具体来讲,要做好以下两点。

第一,要保证围岩开挖暴露过程中有效解决风化、水化作用问题,避免发生岩体裂隙扩展延伸。在围岩岩层强度分析处理过程中,也需要避免其开挖后岩体恶化。例如,可以采用喷射混凝土来处理围岩暴露部分,提出有效解决手段。

第二,要采用传统支护技术,例如比较常见的有砌块、钢圈或者木支护。要配合节点接触支护方式来对岩体进行围护封闭,了解表层围岩显著恶化情况。在浇注混凝土过

程中,也需要结合封闭围岩支护具体结果来解决问题,最大限度减少支护负面影响,避免早期就发生表层围岩的大范围恶性恶化问题。

#### 2.4 调整围岩受力条件

要调整围岩受力条件,分析采矿开挖过程中的自由空间应力变化情况,有效释放自由空间,如此才能形成完整的等效释放荷载受力体系。在分析围岩开挖自由空间变形与移动过程中,还需要分析围岩失稳以及破坏作用,对数值模拟方法进行分析,确保变形移动大小方向有效调整到位,并准确定量计算。要参考和活力的支护措施来有效改变围岩受力条件作用,确保岩体变形与移动控制始终处于一定范围内。因此调整围岩阻力过程中,也需要结合滑移状态变化来分析岩体工程被破坏问题。在采矿工程中,需要利用充填法来建立支护技术机制,形成充填体。充填体是能够有效抑制围岩变形情况,确保有效提供支撑抗力,保证围岩受力条件有效调整。

#### 2.5 建立全断面支护机制

在地下巷道位置,需要建立全断面的支护机制,保证深部开采围岩分析稳定性岩层问题,结合围岩局部失稳状态来调整破坏现象问题。结合巷道围岩局部稳定来分析力学性质,解决强度变化情况,思考喷锚支护作用。在分析思考提高岩体强度过程中,也需要结合矿山配合锚喷支护机制来解决失稳、破坏等现象问题。在调整矿山控制与防治效果过程中,也需要结合完整围岩来分析断面支护机制,确保锚杆分析钢筋网连接机制,确保形成一套完整的喷锚网支护圈。在分析围岩力学强度条件时,就能建立一套全断面的支护机制。

总结上述5点,需要结合采矿工程岩层分析失稳以及破坏问题,结合岩体强度损坏、下降等情况来分析支护目的,做好保护与改善工作,切实提高岩体整体强度。在分析围岩被动荷载问题时,需要建立良好支撑机制,分析岩石力学原理问题。要结合深部高应力条件分析改善围岩力学条件变化,如此对于改善岩应力分布状态非常有利。同时,还需要结合岩层变形与移动情况来做好控制工作,有效维持采矿工程稳定性,结合采矿工岩层分析问题来解决诸多技术问题。

### 3 深部开采围岩稳定性与岩层控制案例分析

在深部开采围岩稳定性与岩层控制过程中,需要运用到上述诸多关键技术内容,形成工程项目建设机制,思考

控制案例应用情况。在某运输巷道塌陷加固治理工程项目中,还需要保证开挖围岩稳定性以及岩层控制关键技术理论展开分析。

#### 3.1 案例工程项目概述

某案例工程项目主要围绕开采运输巷道展开,为保证巷道施工安全,需要结合采场上部预留的12m厚度来建立采空区,保证废石充填到位,避免松动、冒顶、四周围岩严重松动现象发生。在深部开采围岩稳定性与岩层控制施工中,需要建立一系列支护加固措施,重新挖掘形成巷道施工方案。

#### 3.2 案例工程项目施工治理难点

要结合变形收缩问题展开分析,扩大项目断面,做好加固设计,满足巷道运输要求。在施工中,需要结合围岩塌落问题展开分析,解决施工难题。比如说,如果围岩被严重破坏松散,则需要结合注浆技术来进行浆孔注射。在结合混凝土衬砌层展开施工过程中,需要做好加固施工。

#### 3.3 案例工程项目施工治理方法

在案例工程项目施工中,需要结合高压注浆材料来调整浆液黏度,同时解决流动性问题,保证注浆水平有所提高。要在施工中设计建立微型灌注桩,配合锚注孔相互衔接来形成一套整体的灌注桩群,有效改善巷道围岩应力分布状态。在有效提高岩体强度过程中,也需要确保巷道施工稳定水平有所提高。

在下部钻孔注浆施工中,需要结合浆液流动速度以及凝固时间展开分析,确保做好相关控制工作。要结合空区盲目流失问题来分析巷道中的20m以下的充填物充填施工情况,保证做到充填物固化施工优化。在施工中,需要建立形成人工保安矿柱,如此施工可以有效减少下部空区问题,主要对巷道稳定性影响展开分析。

### 4 总结

在本文中着重分析了深部开采围岩稳定性与岩层控制关键理论与技术内容,要结合支护目标来做好保护、改善机制,有效提高岩体强度。从某种程度来讲,也需要结合采矿工程稳定性展开分析,深入了解岩石力学的基本原理情况,做好塌陷加固治理施工工作,形成良好施工成果。

(作者单位: 1.西部矿业股份有限公司锡铁山分公司;  
2.贵州锦丰矿业有限公司)