

# Research on Comprehensive Treatment Technology of Downhole Mining in Complex Geological Structure Conditions

Xiangwei Zhang Shiyu Zhang

Chifeng Chaihu Lanzi Gold Mining Co., Ltd., Chifeng, Inner Mongolia, 024000, China

## Abstract

China has a vast territory and abundant mineral resources, the improvement of the level of science and technology has greatly improved the efficiency and overall quality of mineral resources. However, the geological structure conditions where the mineral resources are located are more complex and diverse, which brings great difficulties to the mining of minerals. Under the condition of complex geological structure, the internal environment of the mine is also relatively bad, the content of harmful gas is high, and the downhole pressure is large, so its comprehensive treatment is also difficult, which has brought great impact on the mining of mineral resources. In particular, the mechanized mining of some mines needs to be combined with the actual environment for comprehensive treatment, so as to ensure the safety of mineral mining and realize high-efficiency production. The paper first introduces the characteristics of complex geological structures, and then integrates mineral projects to research and analyze the comprehensive treatment technology of downhole in mine mining.

## Keywords

complex geological structure; mine mining work; downhole comprehensive treatment technology of downhole

# 复杂地质构造条件矿井开采工作井下综合治理技术研究

张向伟 张诗雨

赤峰柴胡栏子黄金矿业有限公司, 中国·内蒙古赤峰 024000

## 摘要

中国国土辽阔, 矿产资源丰富, 科学技术水平的提升使矿产资源开采效率和整体质量得到了大幅提升。但矿产资源所处位置的地质结构条件较为复杂多样, 为矿产开采带来了很大的难度。复杂地质构造条件下, 其矿井内部环境也较为恶劣, 有害气体含量较高, 且井下压力较大, 其综合治理难度同样较高, 为矿产资源开采带来了很大的影响。尤其一些矿井机械化开采需要结合实际环境进行综合治理, 如此才能保证矿产开采的安全性, 实现高效率生产。论文首先介绍了复杂地质构造的特点, 然后集合矿产项目实际针对矿井开采中井下综合治理技术做出研究分析。

## 关键词

复杂地质构造; 矿井开采工作; 井下综合治理技术

## 1 引言

随着社会发展和经济建设的快速推进, 人们经济收入不断提高, 对物质生活的追求也不断上涨, 带动了市场需求的提升, 尤其城市化建设规模的不断扩大和城市人口数量的持续上涨, 使自然资源的消耗日渐加剧, 为自然资源开采企业带来了巨大的压力。一直以来, 矿产开采工作都属于高风险职业, 其面临着极为复杂的地质条件和开采作业环境, 常常处于极深的地下, 其中布满了瓦斯、粉尘等有害气体和物质, 同时复杂地质条件中断层、褶曲、陷落柱、岩浆岩等地质的存在都会为矿产的开采带来一定的安全威胁<sup>[1]</sup>。除此之外, 矿井中的有害气体、落矿、围岩、采空区遗矿和邻近层受到

采矿震动影响的卸压等等都会导致矿井开采工作危险性的上升, 必须要采取有效的综合治理技术予以妥善的处理。

## 2 案例工程概况

某位于中国内蒙古赤峰市松山区境内的矿产项目, 其具体位置位于内蒙古自治区赤峰市松山区初头朗镇西部的柴胡栏子村境内, 距赤峰市 46km, 交通便利。矿业原企业为赤峰柴胡栏子金矿, 由北京有色冶金设计总院进行项目开采建设设计, 日采矿产量为矿石 100t, 所采用的选矿工艺主要为全泥氰化法, 入选品位 5g/t, 选冶回收率 87.5%, 年产黄金 138kg, 企业主要以采集、选矿和冶炼为一体的黄金生产企业,

日处理能力为 200t, 入选品位 5g/t, 选冶回收率 92.5%, 年产黄金 260kg。

本案例矿脉中 I 号矿脉位于柴胡栏子北沟北部, 是柴胡样子采矿区中 I 号矿脉的南东延长段, 矿脉赋存于建平群大营子组角闪斜长片麻岩、含石墨绢云母片岩中, 温家地探矿权内长 300m, 宽 1~2m, I 号矿脉总体走向  $310^{\circ} \sim 320^{\circ}$ , SW 倾, 倾角  $70^{\circ} \sim 85^{\circ}$ , 矿脉中主要由含金蚀变岩及含金石英脉组成。

II 号矿脉位于矿区最东部长脖梁北部, 长约 400m, 工程对于这一矿脉的控制较少, 整体的规模、形态、品位掌握对不高, 但依据 TC14-1 号探槽分析品位  $Au1.34 \times 10^{-6}$ , 平均厚度达 16m, 矿体走向  $315^{\circ}$ , 南西倾, 倾角  $25^{\circ} \sim 35^{\circ}$  含金矿石主要以石英脉及蚀变岩为主, 其中石英脉主要以扁豆体及细脉状为主, 呈不规则状, 长度 3~12m 等, 由于工程揭露较少, 第四系覆盖较厚, 具体情况仍未做出准确的勘测。

### 3 复杂地质构造条件下矿井采矿环境特点

通常来讲, 矿产资源都是位于地下深处, 受到地质条件的影响和一些复杂结构、地质组成的整体结构充满了不确定性, 会包括多种情况。主要包括以下几种特点。

#### 3.1 地层褶曲

地层褶曲是复杂地质构造条件下较多的地质情况, 通常表现在一些矿产延伸较长、井内延伸长度较高, 井内延长甚至可达数千米, 其两翼基本对称, 地层具有一定角度的倾角。

#### 3.2 有害气体

矿井下最多、最为常见也是最危险的环境因素是有害气体。一方面, 由于矿产处于地下深处的地层, 地层下的地质情况本身是由几万年沉淀下形成的矿产资源, 在其形成过程中, 各种物质和形成条件中都会产生大量有害气体, 如瓦斯气体等; 另一方面, 在矿井开采作业过程中, 也会出现大量的粉尘, 粉尘随气体流动, 一旦遇到明火或燃烧物极易发生爆炸, 对采矿作业工作人员带来巨大的生命威胁。

#### 3.3 地层断层

在本案例项目所处区域中, 其地层区划分属华北地层区, 内蒙古草原地层分区, 赤峰地层小区。区内出露地层从老至新为: 太古界建平群变质岩系, 古生界二叠系, 中生界侏罗系, 新生界第三系上新统及第四系。其整体构造主要分为三个层面, 包括太古界构造层、中生界构造层和第三系构造层。

古界构造层为本区主要的结晶基底, 受后期构造及岩浆作用的破坏影响而整体呈现孤岛状断续分布。中生界及白垩系、侏罗系构造层严格受燕山期形成的 NE 向断陷盆地及山间盆地制约。第三系构造层变形弱, 不整合于前期构造层之上。太古界建平群变质岩系变质程度较深, 由于在后期多次受到构造—岩浆活动破坏, 尤其是燕山运动中受花岗岩体侵入, 受到了强烈的破坏, 使其残存于花岗岩体两侧, 片麻岩组片麻理产状态较为混乱, 层理不清, 缺少层位对比标志, 褶皱形态难以恢复, 但大理岩组层理较为清晰, 具小型紧密褶皱, 倾角  $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 。

矿井井田走向长度约为 5km, 倾斜宽约为 2.4km, 井田面积约为近  $11.5\text{m}^2$ 。矿井地质储量约为 9000 万 t, 可采储量为 4678 万 t, 整个井田分为 4 个开采矿井<sup>[2]</sup>。

### 3.4 陷落柱及岩浆岩

陷落柱是复杂地质结构中具有较高的危险性环境条件, 一些矿井范围内常常会发现多达数十个陷落柱, 多数陷落柱形态为近圆形或椭圆形。

矿井中出现岩浆岩的情况较为少见, 大多数地质构造中岩浆岩的存在为煤炭矿井。

## 4 复杂地质构造条件下矿井开采作业综合治理技术的研究

### 4.1 复杂地质构造条件下矿井开采作业中粉尘危害的综合治理技术

#### 4.1.1 必须要加强对粉尘发生源头的有效隔离, 降低粉尘危害

矿山在进行开采时需要进行开凿和爆破, 需要对这些环节进行重点的粉尘隔离。在进行延时开凿过程中需要针对凿岩机器的钻杆进行倒水装置的设计, 增强对粉尘的吸附力, 一边进行水分输入。对粉尘进行湿润增强粉尘吸附力, 避免其漂浮到空气当中。在矿石爆破过程当中, 粉尘的主要控制需要技术人员对航道进行清水清洗, 加强对包括环境的控制。在进行时, 也可以使用水袋来代替传统的石灰袋, 药包爆炸时, 水袋也会随之炸开, 增强空气中的湿润度, 使粉尘随之雾化, 降低粉尘漂浮的可能性, 也能增加施工人员的人身安全保护效果。

#### 4.1.2 需要对粉尘传播媒介进行控制

在发生源进行有效隔离的措施情况下, 做好矿井开采

作业的通风管理。一方面不断优化设计粉尘回风巷道和通风管道的设计;另一方面,企业必须以实际情况为主要依据,在气粉尘回风巷道处安装用于粉尘检测的设备仪器,对粉尘含量和通风情况进行实时的监察,一旦出现粉尘浓度过高的情况,系统需要立即根据实际情况进行警报,对粉尘进行及时的控制管理。此外,还必须要对井下作业面进行经常性的清,防止由于时间过长而导致灰尘堆积形成粉尘,要注意结合通风管理和粉尘检测系统进行井下作业面粉尘的有效控制。

## 4.2 复杂地质构造条件下矿井开采作业中断层涌水的综合治理技术

在复杂地质构造条件下矿井开采作业中断层涌水的情况需要对涌水区域进行综合的探测和勘查,并认真结合前期施工资料进行仔细的分析,还要确定水源方向。本案例矿井中断层涌水情况中水源为巷道上方山体方向左侧,是由于砂岩含水层通过断层与层间裂隙向总回风巷道补给。这一类型的断层涌水情况的综合治理技术可以采用帷幕注浆截流+浅部注浆加固+深部逐层引流注浆的综合治理技术。首先,采用帷幕注浆,使其外围能形成浆水阻挡体,防止浆液流失和涌水转移。其次,针对浅层破碎薄弱带进行注浆加固,并提高围岩的稳定性。最后,针对深部承压水进行逐层的引流泄压并采用注浆技术进行封堵。另外,还需要对巷道支护结构做出进一步的补充强化加固,实现巷道断层涌水的封堵。

帷幕注浆截流。巷道支护层与围岩之间存在大量空间,所以为了避免注浆时浆液发生流失而造成材料的浪费,同时也为避免对涌水点进行注浆封堵后,涌水向涌水点附近转移,需要注意在巷道顶板以上涌水点附近进行帷幕注浆,构建止浆层,防止浆液流失和涌水转移,确保注浆效果。本案例中涌水点为F5断层,经过勘查后确定可能存在浆液流失和涌水转移的位置为涌水点以上7m处和涌水点以下6.7m处,所以在这两处地点进行帷幕注浆截流,并沿巷道横街面施工高密度钻孔,采用速凝注浆材料进行充填式注浆,实现涌水丰富。

注浆深度为1.9m。

浅层注浆加固。本案例矿井中由于巷道埋深较大,围岩较为软弱且发生变形,所以为提高巷道顶板承载力和稳定水平,防止顶板因注浆压力和水压升高引发破坏,采用浅层围岩钻孔注浆加固技术。第一,进行充填加固钻孔,钻孔深度为1.5m,主要针对顶板空洞区进行注浆填充加固。第二,密集注浆钻孔,设计钻孔深度为3.2m,孔距控制在0.5m,采用密集式系统注浆,用以进行围岩的加固。第三,最后一道工序为补充钻孔,依据遗漏的用水去进行灵活调整设计,需要注意的是,后序次钻孔需要对首次钻孔的注浆加固范围和质量进行仔细检查后再做出补充钻孔注浆加固处理。

## 5 结语

复杂地质结构条件下矿井采矿作业具有较高的危险性,其环境较为恶劣,且充满多种危险环境和不确定因素,随着矿产资源需求的不断增大,矿产开采作业难度也不断升高。要想实现复杂地质结构条件下矿井采矿作业安全性的提升和作业效率的提高,就必须要对矿井地质条件进行仔细的勘查,并制定完善的开采作业方案、安全生产制度、应急处理方案,并配以科学化的开采作业流程和规范化的操作守则,并根据实际情况做好高质量的管理,针对一些存在的危险性较高的复杂地质结构环境要及时的予以妥善的处理,如断层巷道部分的支护加固、断层涌水的封堵、瓦斯气体等有害气体浓度的降低处理等,如此才能确保矿井开采作业的安全水平,提高采矿作业的效率。

## 参考文献

- [1] 马兴华,黄光利,陶恩生.井下废弃油井影响区域硫化氢综合治理技术研究[J].能源与环境,2019(12):1-4.
- [2] 周思峰,徐宜慧,项建光,等.复杂地质构造下大范围深层多滑带巨型滑坡体综合治理技术[J].施工技术,2019(05):94-100.
- [3] 蒋仕柱,梁国栋,朱香辉,等.复杂地质构造条件矿井开采工作井下综合治理技术研究[J].中国金属通报,2018(11):90-91.