

巨厚块状矿体采矿方法探讨与应用

蒋敖 龚伟

浙江海川地矿科技有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v7i3.1694

[摘要] 采矿方法选择和优化是金属非金属地下矿山的重要研究课题,对于矿山资源集约利用、矿山安全规范开采、矿山地质环境保护、地质灾害防治和土地资源节约利用等有着重要的现实意义。通过对浙江临安某多金属矿巨厚块状矿体采矿方法进行分析选择,探讨采用空场法开采嗣后充填或充填法开采的可行性、合理性和优越性。为新形势下同类矿山开采过程中的采场矿块布置、采准切割工作、回采充填工艺、采空区地压管理、采场通风等方面提供一些参考和借鉴。

[关键词] 巨厚块状矿体; 采矿方法; 充填

中图分类号: TD43 文献标识码: A

Exploration and Application of Mining Methods for Extremely Thick Massive Ore Bodies

Ao Jiang Wei Gong

Zhejiang Haichuan Geological and Mineral Technology Co., Ltd

[Abstract] The selection and optimization of mining methods is an important research topic for metal and non-metal underground mines. It also has important practical significance for intensive utilization of mining resources, standardized mining safety, geological environment protection, geological disaster prevention and control, and land resource conservation and utilization. By analyzing and selecting the mining methods for thick and massive ore body of a polymetallic mine in Lin'an, Zhejiang, this paper explores the feasibility, rationality, and superiority of using the open stope mining and subsequent filling method or backfill mining method. To provide some reference and inspiration under the new situation for mining process of similar mines on layout of ore blocks, mining preparation and cutting work, mining and backfilling technology, goaf ground pressure management, and mining ventilation.

[Key words] Extremely thick massive ore bodies; Mining method; backfilling

引言

金属非金属地下矿山采矿方法常规上空场法、充填法和崩落法三大类,一般依据矿体赋存状态、围岩稳固性等因素进行确定。围岩稳固的矿床多采用空场法开采,反之则多采用充填法或崩落法开采。鉴于较为简便成熟的操作工艺,多年来空场法一直是地下开采的主要采矿方法,但近年来,随着国家对于资源集约利用、矿山生产安全以及矿山土地资源保护等方面要求的不断提高,相关部门正逐步引导矿山企业采用充填法作为优先采矿方法。客观而言,由充填法取代常规的空场法开采可以减少矿柱的留设,提高总体回采率;充填法利用回填料充实采空区,降低了采空区冒落的可能性,提高了井下作业的安全性;另研究表明,充填采矿法可使地表岩移趋近于连续变形和均匀下沉,有效增强矿山地表建构筑物的安全保护等级^[1];同时回填作业利用了大量的开采废石,减少了地表废渣堆放,保护和节约了土地资源,可谓是一举多得。尤其是一些缓倾厚大矿体,在我国分布广

泛,其安全高效开采问题一直是国内外研究热点^[2]。针对这类矿山采用充填法进行开采更加突显上述正面效应。

浙江省杭州市临安区某多金属矿(以下简称“临安多金属矿”)是典型的巨厚块状矿床,对于此类矿床,常规上多选择分阶段矿房法、全面采矿法等空场法进行开采,通常都存在回采率低下等问题。本文对该矿采用空场法开采嗣后充填或充填法开采的可行性、合理性和优越性进行探讨和分析。

1 项目概况

1.1 自然、地形、气候。临安多金属矿矿区地处浙江省西北部,属中亚热带季风气候区,四季分明,温暖湿润,光照充足,雨量充沛。矿区地处浙西北低山丘陵区,区内地势东南高西北低,地形总体向西北倾斜。最高峰海拔949.8m,西北部河谷地带最低,海拔210m左右,地形坡度一般在25°-30°,局部陡峻。

1.2 地层、构造。矿区出露地层由下而上分别为:震旦系下统休宁组上段(Z1³)、寒武系下统大陈岭组(Є₁d)、寒武系中统

杨柳岗组(ϵ_{2y})、第四系全新统(Q_4^{nd1})。震旦系下统休宁组上段(Z_{1x}^3)大面积出露于矿区中南部,在岩体接触带周边蚀变成角岩、角岩化粉砂岩及斑点状角岩等;寒武系下统大陈岭组(ϵ_{1d})出露于矿区西北部,呈长条状北东东向展布,岩性为深灰色薄层条带状粉晶灰岩、含白云质灰岩;寒武系中统杨柳岗组(ϵ_{2y})出露于矿区西北角,呈三角形展布,岩性为灰黑色中薄层状泥质灰岩,局部含灰岩透镜体;第四系全新统(Q_4^{nd1})分布于矿区西北部一带,呈半圆状分布,岩性为残坡积形成的含角砾碎石粘土。

矿区内断裂构造较发育,其中北东东向的 F_1 区域性断裂,是矿区控岩、控矿的主构造,规模大,切穿矿区,对矿区地层、构造、侵入岩及铀矿体均有控制作用。 F_2 断裂,位于矿区北西部,走向(展布)大致平行于 F_1 断裂,走向出露长度约200m。 F_3 断裂,位于矿区北西部,近南北走向,走向出露长度约300m。 F_4 断裂,位于矿区中部偏北,走向约 70° ,走向出露长度约100m。

1.3矿体、围岩。临安多金属矿矿体为黑云母钾长花岗岩体,矿床是基本上一个完整的块状矿体。矿体南北出露长806m,倾角 $20^\circ-30^\circ$,矿体最小厚度65.06m,最大厚度430.32m,平均厚度229.51m。矿体赋存标高+439.13m~+131.56m;最小埋深0m,最大埋深521m。矿体围岩主要是角岩和构造角砾岩,局部是花岗岩风化的残坡积土。矿体内夹石少且比较简单,夹石原岩岩性与矿石岩性相同,为中细粒黑云母花岗岩或伟晶岩化中细粒花岗岩。

1.4开采技术条件。矿体为花岗岩,坚硬块状,岩体完整;围岩为坚硬角岩、角岩化粉砂岩及斑点状角岩;断层破碎带、岩体接触带,岩体破碎,岩石质量劣,岩体质量差。总体上,矿山工程地质条件属中等类型。

矿体分布区南高北低,汇水区范围内山体最大高程850m,地表汇水面积约 1.35km^2 。区内水系属钱塘江支流分水江上游昌化溪源头山溪,从矿区北西穿过,水位水量随季节变化较大。现状条件下地下水与地表水力联系不密切,矿体边界岩体较破碎(岩体接触带和断裂带),采矿过程中可能引起矿坑地下水与地表冲沟或水库沟通。总体上,矿山水文地质条件属简单类型。

矿区区域构造处于扬子准地台(I级)钱塘台褶带(II级)中洲—昌化拱褶带(III级)章村—学川隆褶束(IV3级)北段。根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001),矿区地震动峰值加速度为 0.05g ,对应的地震基本烈度为VI度,属于区域地壳稳定区。矿山环境地质条件总体属简单类型。

1.5开拓工程布置。根据矿体赋存状态、矿区周围自然地理条件,本矿拟采用平硐—盲斜坡道开拓、无轨运输方案。在综合考虑矿体赋存情况、回采率、各规划期的资源开采总量等因素,确定中段标准高度为40m,自上而下设置+370m、+330m两个中段。在矿区西北角+370m水平附近开口掘进主平硐PD370-1,平硐开口后先沿 180° 方位角掘进约20m,后转向 155° 方位掘向矿体。PD370-1主平硐掘至矿体后分别向两侧掘进并形成环状的该中段矿体外围的盘区运输平巷,作为+370m中段主要运输巷道。于+370m中段盘区运输平巷北东角适当位置向北西掘进回风平硐至地表,作为矿井+370m中段(近期开采)的主回风出口。

2 采矿方法选择

一般情况下,根据矿体的赋存状态、矿床开采技术条件,针对不同矿体厚度、不同的围岩稳固程度选择适宜的采矿方法^[3]。留矿采矿法一般适用于倾斜或急倾斜薄矿体的开采;全面采矿法一般适用于薄、中厚缓倾斜矿体的开采;房柱采矿法一般适用于水平或缓倾斜的薄、厚和极厚矿体的开采。矿石和围岩均稳固是上述空场采矿方法应用的基本条件。

临安多金属矿矿体为巨厚矿体,除断裂破碎地带,矿岩总体稳固。因矿区地表存在耕地,不允许错动(或塌陷),所以方案推荐采用空场法开采嗣后充填或充填法开采。根据矿岩稳定性不同确定:大部分矿岩稳定性较好区域,采用分段空场嗣后充填法进行开采;断层破碎带、岩体接触带等矿岩稳定性较差区域,采用上向分层充填法进行开采。

3 分段空场嗣后充填法应用

3.1矿块构成要素。矿块沿走向布置,矿块长度约为56m,矿块高度40m,回采分三段,自下而上高度分别为15m、10m、10m,矿房宽度为10m,顶柱5m。

3.2采准切割工作。采准切割工程包括装矿进路、拉底凿岩平巷、分段凿岩平巷、通风行人天井、辅助斜坡道天井联络巷。盘区运输平巷掘进完成后,沿矿体走向每间隔10m由盘区运输巷一端掘进采场运输平巷至另一端,同一条采场运输平巷既是前一采场的外运通道,也可作为后一采场的拉底凿岩平巷($3.4\text{m}\times 3.0\text{m}$)。自采场运输平巷每间隔8m垂直矿体走向掘装矿进路($3.4\text{m}\times 3.0\text{m}$)与拉底凿岩平巷贯通;自采场运输平巷掘进通往各分段的辅助斜坡巷道($3.4\text{m}\times 3.0\text{m}$,用于凿岩、装运设备行走),再掘进各分段凿岩平巷($3.4\text{m}\times 3.0\text{m}$)至采场端部,在采场运输平巷两端分别上掘通风行人天井($2.0\text{m}\times 1.5\text{m}$)至各分段水平后掘进联络巷与各分段凿岩平巷端部联通,该天井兼作充填管道铺设通道。

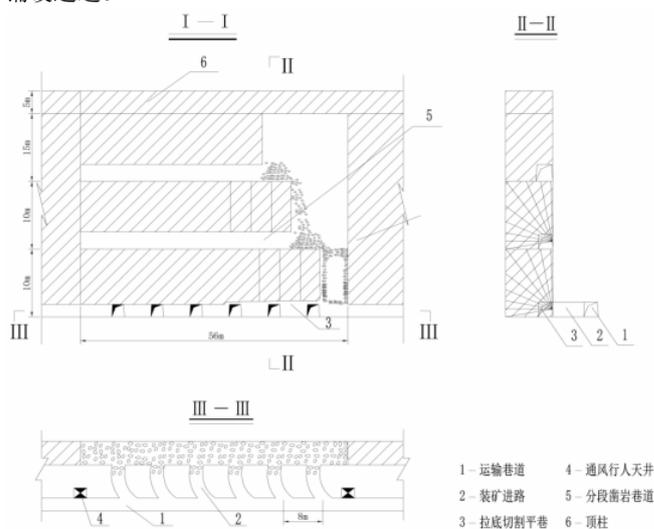


图1 分段空场法矿块结构示意图

3.3回采工艺。矿块采准切割工作完成后,即可进行回采作业。回采工作面自上而下、由里往外后退式进行。在凿岩平巷

内,潜孔钻机沿凿岩巷打垂直上向扇形中深孔炮眼,孔径59mm、排距1.5-1.8m、孔底距2.0m,炮孔最大深度15m,爆破采用2#岩石乳化炸药、延时非电塑料导爆管一次性点火起爆。采场回采分上下3个分段同时进行,上分段超前下分段3排爆孔。当矿房自上而下分层回采时,每次爆落的矿石,采用扒渣机或装岩机在装矿进路装矿至地下运矿车内。

3.4充填作业。整个采场出矿结束后,充填管道由盘区巷道通过两侧通风行人天井接入采场,采用膏体胶结充填采空区。

4 上向分层充填法应用

4.1矿块构成要素。矿房沿矿体走向布置,矿房长度按56m设置,矿房高度为40m,矿房宽度15m,顶柱高5m。

4.2采准切割工作。从盘区运输平巷垂直矿体走向布置中央出矿穿脉巷道(3.4m×3.0m)。出矿穿脉巷道掘进完成后,沿矿体走向沿脉拉开拉底切割平巷(3.4m×3.0m)至矿块两侧端部。自拉底切割平巷中央位置向上掘进放矿溜井(2.0m×2.0m)至矿块顶柱。矿块两端矿体底板外布置通风行人天井(2.0m×1.5m),天井上口至顶柱,下口通过联络平巷(1.5m×2.0m)与盘区运输平巷连通,天井内设行人设施、照明设施、充填管道,作为采场充填管道及采场的通风与第二安全出口通道。随着回采、充填工作的进行,垂直向上重新构筑出矿溜井、通风天井等,采用宽约300mm、厚约50mm的木板、外钉麻布制成的立模板构筑。

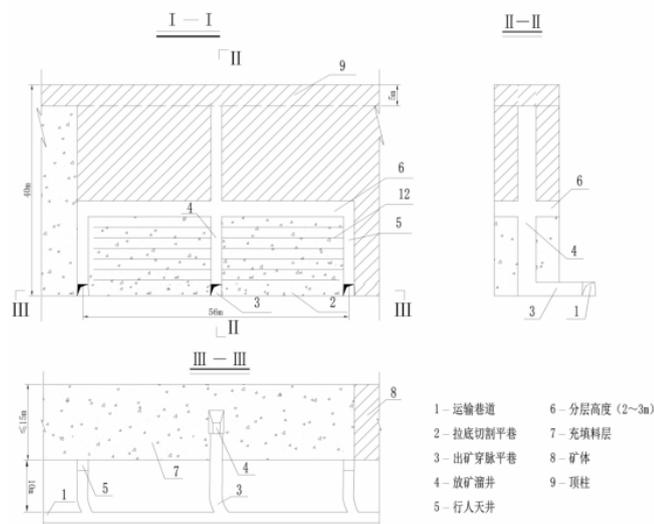


图2 上向分层充填法矿块结构示意图

4.3回采、充填工艺。采场回采自下而上逐层进行,分层高度为2~3m,采场作业空间高2~2.5m,每分层回采结束后进行充填,充填面距顶(矿体)控制在2m左右。回采主要采用浅孔落矿,乳化炸药爆破,人工装药,微差导爆管雷管起爆。崩落的矿石通过放矿溜井溜放至出矿穿脉巷道,再在巷内通过铲运机将矿石装载至地下运矿车出矿。每分层矿体崩落的矿石出完后,即可进行膏体胶结充填,充填工作自下而上逐层进行,充填分层高度2m左右,充填面距顶(矿体)控制在2m左右。充填管道由盘区巷道通过两侧通风行人天井接入采场,充填料浆经输浆管泵送至井下充填作业面。

5 采场通风

一般情况下,脉状矿体开采过程中,采场通风通常采取本中段进风上中段回风方式,但本矿为巨厚矿体,同一水平中段盘区较大,上下中段采场的连通较为复杂,建议采取同水平中段进风回风。通风风流:新鲜风流由盘区运输平巷进风侧→天井联络巷→一侧通风行人天井→清洗采场工作面→另一侧通风行人天井→天井联络巷→盘区运输平巷回风侧。

6 结束语

在临安多金属矿这类巨厚矿床采用空场法开采嗣后充填或充填法开采,可使矿块综合回采率达85%以上,相较常规的空场法有着明显的提升。不仅使矿床开采更加安全、高效,采空区充填料也消耗了大量开采废石,缓解了地面堆场的压力,属于环境友好型绿色矿业的良好范例,对其它类似矿山有着较好的借鉴意义。

[参考文献]

- [1]程东旭,曾凌方,朱国辉.厚大矿体充填开采地表稳定性分析[J].中国矿山工程,2023,52(05):59-63.
- [2]刘洪建.基于三维地质模型的缓倾厚大矿体充填采矿围岩稳定性及设计参数研究[D].青岛理工大学,2023.
- [3]查裕波,徐兰娟等.中深孔无底部结构分段空场法在某厚大萤石矿体开采的应用[J].现代矿业,2019,35(06):85-87.

作者简介:

蒋毅(1982-),男,汉族,浙江杭州人,本科,高级工程师,研究方向:采矿设计、矿山安全。

龚伟(1979-),男,汉族,江西樟树人,本科,中级工程师,研究方向:水工环、工程管理。