

文章编号: 1005-2712(2005)01-0026-03

大空区采矿法在深部采矿的应用

万士义

(安徽铜都铜业冬瓜山铜矿, 安徽 铜陵 244031)

摘 要: 安徽铜都铜业冬瓜山铜矿是 1956 年投产的老矿山, 在几十年的开采实践中积累了丰富的处理空区经验, 浅部空区体积达 320 多万 m³、深部空区体积达 130 多万 m³, 均未充填。介绍了深部大团山在开采时大胆采用空场采矿, 对空区暂不处理, 经现场观察和数值模拟, 空区处于稳定状态。狮子山铜矿取得的空区实践经验创造了很好的经济效益和社会效益, 也具有较大的学术价值, 值得借鉴。

关键词: 大空区; 稳定状态; 深部采矿; 数值模拟

中图分类号: TD853.32 **文献标识码:** A

1 矿山概况

冬瓜山铜矿是安徽铜都铜业有限公司的主力矿山, 位于铜陵市狮子山区。矿区包括东、西狮子山、老鸦岭、大团山、胡村、桦树坡及冬瓜山等 7 个主矿体。东、西狮子山矿体位于浅部, 老鸦岭及大团山矿体赋存于地表下-400~-800m 的深度范围, 冬瓜山矿体埋藏在地表以下-800~-1500m。东、西狮子山矿段已闭坑; 老鸦岭及大团山矿体-460m 以上正在开采, 至 2004 年结束; 深部大团山及冬瓜山矿体正在基建。目前生产能力为 2300t/d, 2006 年将达 13000t/d。

2 深部大团山矿体开采技术条件

东、西狮子山矿段已闭坑, 老鸦岭及大团山矿体-460m 以上正在回采。大团山矿床位于狮子山矿区东南, 西北端与东、西狮子山矿床相邻。主矿体 XI₂ 群集于小凉亭组和塔山组, 赋存于三叠系小凉亭组底部, 呈似层状, 分布较稳定, 形态简单; 走向北东 30°~35°, 倾向南东 35°~50°, 在不同地段, 倾角略有变化, 赋存标高-387~-786m。矿体沿走向及倾向均呈缓波状起伏, 尤以中部明显。矿体中部数地段有夹石分布, 端部有分岔复合现象, 整体上较完端。主矿体 XI₂ 埋藏要素见表 1。

矿石类型主要为含铜矽卡岩、含铜角岩、含铜

表 1 主矿体 XI₂ 埋藏要素

走向 长度	倾斜 延深	平均 厚度	最大 厚度	最小 厚度	倾角 (°)	地质 储量	平均 品位
m	m	m	m	m		万 t	%
830	453.6	29.1	69.47	1.35	35~50	1813.83	0.98

矽卡岩夹角岩等。矿体顶盘以含铜矽卡岩夹角岩、角岩夹矽卡岩为主, 层理发育, 但层间结力很强。矿体底盘以角岩为主, 局部夹矽卡岩。矿石含硫低, 无自燃与结块的可能。矿(岩)石物理力学参数见表 2。水文地质条件为简单类型。

表 2 矿(岩)石物理力学参数平均值

矿(岩)石 名称	统计组数 组	容 重 g/cm ³	抗压强度 MPa	普氏系数
灰岩	23	2.70	92.9	9
大理岩	11	2.70	88.1	9
大理岩、矽 卡岩、角岩	19	2.79	90.1	9
硅质岩	15	2.68	100.1	10
砂页岩	13	2.74	124.4	12
岩浆岩	32	2.87	119.9	12
矿石		3.24	189.6	9

3 开采理论和实践基础

狮子山铜矿是 1966 年投产的老矿山, 投产矿段为东、西狮子山矿体, 从+40 至-280m 高度, 投产

收稿日期: 2004-11-26

作者简介: 万士义(1970-), 男, 安徽无为县人, 工程师, 从事采矿生产技术与管理工作。

初期采用房柱法进行采矿,后期采用崩落采矿法对部分矿柱进行回收,以后一直采用空场采矿法回采矿体,至今形成空区体积为320多万m³,空区中间留一个永久矿柱,底部留矿石垫层,上部开了一个天窗。空区经监测和现场观察,仅局部有片帮冒顶现象外,至今没有明显的地压活动,处于稳定状态。狮子山铜矿在几十年的开采过程中,空区由小变大,是目前国内少见的未充填的特大空区,在生产实践中积累了丰富的经验,也取得了很多科研成果,为深部空场采矿奠定了理论和实践基础。

4 采矿方法与开采现状

大团山-460m以上矿体由北京有色冶金设计研究总院和狮子山铜矿广大技术人员经过广泛调查和研究,吸收浅部开采的实践经验并结合狮子山铜矿生产现状,而大胆设计分段空场采矿法。设计中段高30m,分段高8~10m,采场基本上垂直矿体走向布置,长为矿体厚度,宽度一般为12.5m。采用中深孔落矿、漏斗电耙道出矿方式^[1]。对空区暂不处理,将来把空区作为有效资源合理利用,作为深部冬瓜山矿体开采时尾沙库和废石场。为了保证生产时安全性,在矿体23线附近留一个临时支撑矿柱支撑空区,在适当的时候回收。

大团山-460m以上矿体自1995年投产以来,经济效益显著。截止2003年累计采出矿石约260万t,预计能采出矿石约280万t(其中未考虑矿柱所占约42万t矿量),采空区未充填,因此该矿段留下大量的采空区。空区总体积达70多万m³。采空区状况见表3。

表3 -460m采场空区状况表

矿体 编号	采空区 名称	空区最大跨度		空区顶 板暴露 面积 m ²	空区 体积 m ³	稳定 状况
		沿矿体走 向跨度	沿矿体倾 向跨度			
		m	m			
XI ² ₂	23A矿柱以北	55	110	5500	146060	稳定
	23A矿柱以南	75	105	6500	196700	稳定
XI ¹ ₁	27线以北	45	72	2800	47800	稳定
	27线以南	110	54	5200	133634	稳定
新1 [#]	新1 [#]	60	80	4100	145800	稳定
零星矿体	零星空区				49200	稳定

5 空区稳定性分析

由于大范围的空区存在,牵系到矿山的重大安全,因此我矿非常重视,也作了大量的具体工作。

5.1 宏观地压现场观察

通过调查,目前大团山矿段开拓巷道一般均比较稳固,不需要特别支护;空区至今未发生明显的地压活动,从采场内观察矿石块度比较均匀,空区顶板未发生大的冒落,因此说明空区目前是稳定的。

5.2 空区稳定性的有限元法三维数值模拟

由于矿山所面对的地质体具有不连续性,非均质性、各相异性、复杂地下水及天然应力条件的存在,从而对极大多数的岩土工程问题很难给出其解析。近几十年来,数值法^[2]的应用使得具有复杂工程特性的岩土问题有了量化的评价手段。数值法的基本原则可以说是离散化的原则,即把大范围的复杂问题分解或离散化为较小的等价单体或组分的一种分析方法,主要包括:有限单元法、边界单元法、离散单元法、有限差分法、半解析元法等。众所周知,岩土体是地壳内外力长期作用下形成的一种复杂的地质体,具有天然应力、非均质、不连续、各向异性等特点,从而表现在力学性质上具有非线性、剪胀性、蠕变性等^[3]。而有限元法将岩土体复杂多变的力学属性、基本地质因素复杂和边界条件、岩土体与结构物的组合作用等问题统筹考虑,以求得接近实际的数值解答,并广泛应用于工程实际中。因此,采用有限单元法进行空区稳定性的数值模拟。

5.2.1 计算模型

为了保证数值模型的可靠性,考虑以下几方面因素来建立计算模型。

(1)按照空区形态和地表地形、各剖面实际的空区形态及工程情况,建立空区的三维立体模型。

(2)根据北京有色冶金设计研究总院1999年4月提交的《开采技术条件研究报告》中关于狮子山铜矿矿区地应力量测部分内容,表明矿区的地应力随深度呈线性增加。考虑到残余的地质构造应力,计算时初始地应力选择为 $\sigma_z=13+rH$ 、 $\sigma_x=5+rH$ 、 $\sigma_y=10+rH$;对计算模型的四周边界水平方向和底部边界采用零位移约束。

(3)将力学参数相近的岩体归并成混合岩体。力学参数是依据岩块力学特性测试结果,并考虑了岩体的结构效应、地下水等因素,对岩块力学按照Bieniawski的RMR岩体质量分类法进行适当的修正。计算所采用的岩体力学参数如表4。计算模型见图1。

5.2.2 模拟计算结果及分析

在沿矿体走向上,采空区在各剖面上的赋存状

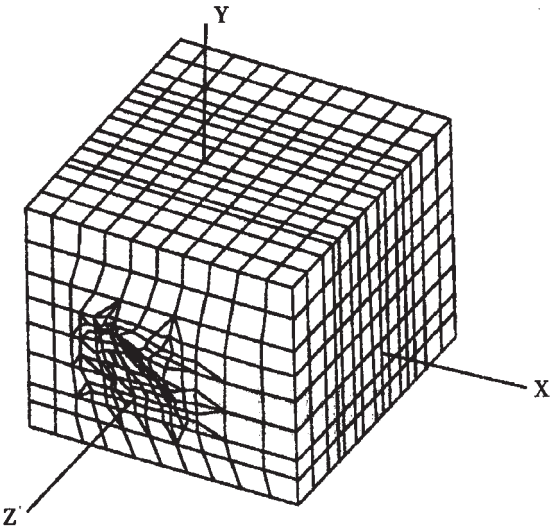


图 1 大团山矿段采空区稳定性三维有限元数值模型

表 4 计算模型所采用的材料特性

材料 类型	容重 t/m ³	弹性 模量 Gpa	泊松比 μ	C Mpa	φ (°)	抗压 强度 Mpa	抗拉 强度 Mpa
矿体	3.39	10.6	0.25	10	36	140.1	10
围岩	2.75	9.8	0.308	9.1	33.2	82.6	5.13

态及围岩性质变化不大,围岩应力及变形分布规律基本类似,因此可以选取典型剖面图对大团山矿段采空区围岩的应力-应变加以说明。

综合分析表明,大团山矿段采空区围岩所受的应力大部分远远小于岩石的强度,总的来看,大团山矿段采空区围岩目前处于稳定状态;由于采空区

顶板尖角处存在应力集中,可能出现破坏或冒落现象。

5.3 空区监测

虽然目前空区处于稳定状态,对空区的长期监测也尤为重要,我矿已经实施了空区监测措施,对采空区顶板的位移及应力变化监测、采空区尖角处的压力及变形监测及临时矿柱内的压力与变形监测。及时了解空区状况、掌握变化情况。

6 结 语

生产效益的提高、成本的降低是矿山企业发展的必由之路。而作为矿山开采的核心技术——采矿工艺技术显得尤为重要。其中在开采过程中,空区管理不光牵系到安全,也关系到生产效率和综合成本。我矿在 40 多年的生产过程中,不论在浅部生产还是目前开采的深部都积累了许多处理空区的实践经验和学术成果,创造了很好的经济效益和社会效益,为我矿的稳定和发展打下了坚实基础,其中有很多经验值得学习和借鉴。

参考文献:

[1] 解世俊.金属矿地下开采[M].北京:冶金工业出版社,1995.
[2] 刘杰英.岩土工程测试技术基础[M].沈阳:东北大学出版社,1994.
[3] 刘宝琛.矿山岩体力学概论[M].长沙:湖南科学技术出版社,1982.

Application of large Emptied Area Mining Method in Deep Deposit

WAN Shi-yi

(Dongguashan Copper Mine,Tongling 244031, Anhui, China)

Abstract:Dongguashan Copper Mine is an old mine of Anhui Tongdu Copper Industry Joint-stock Co.Ltd.It has accumulated abundant experience about dealing with mined area since it has put into production in 1956. There is about 3.2 million cubic meters emptied area in the deep deposit and 1.3 million cubic meters in the shallow to be filled later.The application of emptied mining method in deep Datuanshan deposit is introduced.The mined area is still stable by spotting and figure simulating .Dongguashan Copper Mine gets good economic and social results from practice of large emptied area mining method and creates academic and worth to using for reference.

Key words:large emptied area;state of stability;emptied mining method;simulated data