

新桥矿业公司充填技术的演变与应用 *

李兴尚¹ 田明华² 许家林¹

(1. 中国矿业大学 能源与安全工程学院 · 徐州 221008; 2. 新桥矿业公司 · 铜陵 244000)

摘 要: 介绍了新桥矿业公司充填采矿方法的变革, 总结了多种充填技术在该矿的发展与应用, 重点分析了废石不出坑充填技术和高浓度江沙料浆自流充填技术。本文对充填技术的推广, 具有一定的参考价值。

关键词: 充填技术 充填采矿法 充填系统

中图分类号: TD265. 3⁺4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1004 - 4051 (2006) 07 - 0053 - 04

THE DEVELOPMENT AND APPLICATION OF BACKFILL IN XINQIAO PYRITE

Li Xingshang¹ Tian Mminghua² Xu Jialin³

(1. School of Mineral and Energy Resources, CUMT · Xuzhou 221008;

2. Xinqiao Pyrite · Tongling 244000)

Abstract: The paper introduces the transformation of the backcut-and-fill system in Xinqiao Pyrite Mine, summaries the development and application of filling technologies, and analyzes in detail the backfill of the waste rock in the pit and river sand which is filled into the pit by liquid that can flow by the weight action. This article is good for promotion of backfill.

Key words: Filling technology Backcut-and-fill system Filling system

1 引言

由于充填采矿法是一种回收率高、贫化率低的采矿方法, 特别在地表不允许破坏和有自燃倾向的矿床开采中, 具有无可替代的作用。因此, 充填采矿法在我国金属矿山得到了广泛的应用^[1]。众所周知, 充填技术是充填采矿法的核心, 充填采矿中的重大变革, 几乎都与充填技术有关。近 40 年来, 在采矿科学技术研究中, 为促进充填采矿方法变革, 在充填技术上, 取得了一些有价值的成就^[2], 推动了金属矿山充填采矿法的普及。近十年来, 细砂胶结充填技术和水砂充填技术已经成熟, 岩块胶结充填也正在推广, 膏体泵送技术已完成工业试验。可以说, 现代充填采矿法, 是一种适应能力极强的采矿方法, 能适应任何困难的开采条件^[3]。但

它的改进、完善和创新工作, 还有很多事情要做, 主要在充填材料、工艺和设备上, 金属矿山仍需进一步去探索^[4]。应该指出, 充填采矿法是一种很有发展前途的开采方法, 我国的煤矿、磷矿等非金属矿也开始研究使用充填开采^[5-6]。但存在困难还很多, 由于金属矿山的充填采矿法多种多样, 充填技术五花八门, 开采工艺复杂, 成本高, 在选择充填技术时宜慎重。因此, 我国煤矿、磷矿等非金属矿山, 如何借鉴金属矿山成熟的充填技术, 研究和发展与其矿床开采技术条件及矿山特点相适应的充填开采, 是今后应致力解决的重大课题。

新桥硫铁矿在安徽省铜陵市东郊新桥乡附近, 地处长江之滨。该矿是一座以硫为主, 铜、金、银、铁为辅的多产品综合利用、露天与井下联合开采的矿山。一期地下开采工程始建于 1985 年, 设计规模 60 万 t/年, 现已进入井下二期开采。新桥矿业公司在 20 多年的发展历程中, 与多家科研单位合作, 在矿山充填技术方面进行了大量的研究, 推动了矿山采矿技术进步。同时, 该矿自力更生, 一直为完善充填系统, 改进充填技术而不懈努力。矿山经过多年的生产实践, 积累了丰富的充填经验

* 新世纪优秀人才支持计划资助

收稿日期: 2006 - 01 - 06

作者简介: 李兴尚 (1970-) 男 安徽全椒人 博士研究生 从事岩层移动与充填开采方向的研究

许家林 (1966-) 男 博士 现任教授、博士生导师 主要从事岩层移动与煤矿绿色开采方面的教学与研究工作

田明华 (1969-) 男 高级工程师 从事采矿技术工作

和先进充填技术。本文通过对新桥矿业公司充填技术的演变、主要成就、应用经验的总结,试图揭示我国金属矿山充填技术的应用现状,为煤矿和非金属矿充填开采的探索和推广提供一些借鉴。

2 开采技术条件

矿床由 80 余个大小矿体组成,共生的矿种有 Au、Ag、Cu、S、Fe 等,已探明地质储量 1.7 亿 t,矿体平均含 S 31.2%,属高硫矿床,含铜 0.3%,有自燃可能性。其中,以 1 号矿体为主,其矿石量占总矿量的 87%,走向长 2562m,平均厚度 23m,赋存标高 -680~140m。1 号主矿体是设计开采的主要对象,矿体底板为高骊组砂质页岩,顶板为闪长岩、西霞灰岩和船山灰岩。矿体呈似层状,产状与地层产状一致,倾角上陡下缓,上部约为 45°,下部 10°~20°。矿床上部风化强烈,矿岩疏松,稳定性差,-200m 标高以下矿岩稳定性逐渐变好,据 -230m 中段工程揭露,矿体直接顶板有 2~8m 厚度的角砾破碎带,稳固性差。

3 采矿方法的沿革

1991 年井下建成投产时,井下采矿方法设计为点柱上向水平分层充填采矿法。随着矿山生产对矿体的进一步揭露,发现了矿体顶板厚度为 2~8m 的破碎带。采用点柱上向水平尾砂充填采矿法,存在采场暴露面积大,工人直接位于暴露的顶板下作业,非常不安全;其次,采矿设备不过关,主要采掘设备的费用过高。硫铁矿价格猛涨,矿石价值高,采用点柱式上向水平尾砂充填采矿法,存在着永久损失矿量大。多金属的硫铁矿入选后,主要产品为铜精矿和硫精矿,无尾砂作充填料,充填料无法落实。因此,矿山于 1993 年对采矿方法进行了变更。

重新研究选择后,新桥矿采用下列两种采矿法:第一种是,1[#]穿脉以东采用两步回采的底盘漏斗分段空场嗣后充填采矿法。第二种是,1[#]穿脉以西和 1[#]穿脉以东局部边角难采矿体,采用条带上向水平分层充填采矿法。

(1) 底盘漏斗分段空场嗣后一次充填采矿法。该充填采矿法分两步回采。第一步先采矿柱,采完后用胶结充填法充填形成人工矿柱支撑地压;第二步回采矿房,采完用非胶结充填以控地压。(2) 条带上向水平分层充填采矿法。将矿体划分 5m 和 8m 条带间隔回采,分层高 3~5m,用浅孔落矿,用电耙出矿,其中先回采 5m 矿柱,采用江砂胶结充填,充填体作为第二步回采时人工矿柱。后采 8m 矿房,采用非胶结充填。

4 充填技术

2.1 尾砂胶结充填技术

这种充填技术是初步设计时,针对房柱上向水平分层充填采矿法而设计的。地面充填料制备站系统,主要由尾砂的储存、放出、水泥的输送和给定,灰砂浆的制备、输送及供风系统四个部分组成。建有一个 1000t 水泥仓、一个 500m³ 尾砂仓及 $\phi 2m$ 的搅拌桶,有两个钻孔通往井下。设计的尾砂胶结充填砂浆是由脱水、脱泥后的尾砂和水泥混合构成的,以 60% 的质量浓度通过直径 159mm 的管道加压输送。

由于该矿没有尾砂,投资 1000 多万元的尾砂胶结充填系统自 1990 年建成以来,一直闲置,从未使用。

2.2 碎石胶结充填技术

该技术是与细砂胶结充填技术配合使用,其充填系统如图 1。其工艺流程:采石场小于 30mm 的碎石由自卸汽车拉到充填站,卸入 100m³ 的地表碎石仓,沿直径 168mm 充填钻孔相配合的管道,用自然压差输送到井下料仓储存,用铲运机运往点柱上向水平分层采空区充填,充填高度 1.5~2.5m,用灰沙比为 1:4 细砂胶结充填料浆浇灌。在 411 采场做了工业试验,充填体强度不能满足点柱上向水平分层充填采矿法的要求。

由于充填工艺复杂,工人劳动强度大,管道磨损严重,该技术未在矿山推广。

2.3 高浓度江砂料浆自流充填技术

针对分段中深孔嗣后一次充填采矿法对充填体的要求,矿山自行研究了高浓度江砂料浆自流充填技术,它包括细江砂水泥充填技术和江砂水力输送技术。

(1) 江砂水泥胶结充填技术。改造原尾砂胶结充填系统(图 1),利用山坡地形建立卧式砂仓以代替立式砂仓,由皮带运输机直接运送江砂至地面搅拌桶,形成江砂胶结充填系统。井下充填管道系统采用高浓度管道自流输送工艺,管道内径 100mm,充填倍线 5~7,砂浆重量浓度 70%。江砂胶结充填充填设计能力为 60m³/h。实际生产时,充填能力可达 100m³/h,砂浆浓度可达 75%,满足生产需求。

(2) 江砂水泥胶结充填技术。江砂水力输送技术仍由细江砂胶结充填系统进行,不添加水泥。

在使用分段中深孔嗣后一次充填采矿法进行采场矿柱回采时,要求充填体强度较高,具有 40m 高的自立强度和在进行矿房回采时能作为支撑矿

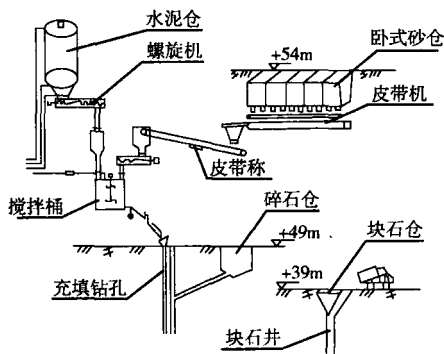


图 1 新桥矿水泥胶结充填系统示意图

柱。经研究，对矿柱采空区进行高浓度江沙胶结充填，以长江沙作为骨料，添加水泥作为胶凝剂，按设计的灰沙配比 1 : 5，经江砂胶结充填系统和井下管道充入井下采空区形成胶结矿柱。

在使用分段嗣后一次充填采矿法进行二步骤矿房回采时，充填的目的是为了便于地压管理和防止揭露矿体及采场残留矿石自燃。由于对充填体的强度和自立性没有其它要求，矿山采用了高浓度江沙水力充填技术，提高浓度是为了减少采场的脱水和井下排水量。

为了适应不同采矿方法的技术要求，近年来对该系统进行了许多革新和改造，主要是充填搅拌系统，包括：(1) 灰料控制原采用单管螺旋给料机，用 VVVF 变频调速器控制转速调节给灰量，改为采用双管螺旋给料机，采用全智能化冲板式流量计检测和数字化显示。(2) 砂量控制原采用核子秤改为电子皮带秤检测，调节方便、维修简单。(3) 料浆流量调节原采用橡胶夹管阀，现改为金属电动控制闸阀，实现自动控制。

高浓度江沙料浆自流充填技术，是该矿应用最为成熟的充填技术。广泛用于分段空场嗣后充填采矿法和条带上向水平分层充填采矿法，及时充填井下采空区，良好地进行了空区地压管理，阻止了地压和应变的进一步发展，避免了矿区建筑工程的破坏，有效地控制了高硫矿床自燃发火，保证了矿山的回采安全和持续稳定生产。

2.4 块石胶结充填技术^[7]

为了解决分段嗣后一次充填采矿法第二步矿房充填存在的问题，矿山试验了块石胶结充填技术。

块石砂浆胶结充填，实际上是将一定量的粗骨料块石（- 300mm）和一定量的江沙胶结料混合充入分段空场嗣后一次充填采矿法矿房采空区，并

成为胶结整体的工艺过程。块石砂浆胶结充填系统，由两个既独立又相互联系的系统组成，即输送块石系统和输送江沙胶结料系统。已建成的高浓度江沙料浆充填系统提供胶结料浆，通过管道可输送到井下任何充填点，因此，试验中只补充一套块石输送系统（见图 2）。块石由地表采石厂经地表汽车运输至块石井，溜至井下 - 168m 水平，然后经 100m 长的 TK - 800D 低架式槽型皮带运输机，转运到位于 - 180m 充填巷道上的块石分配井，在 - 180m 中段通过振动放矿机和移动式皮带运输机，将块石输送到充填采场顶部的充填井，同江沙胶结料浆一同充入采场。

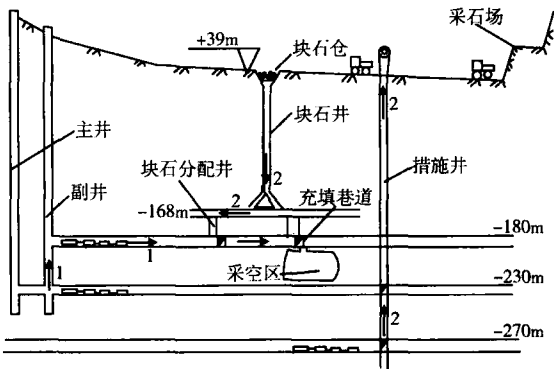


图 2 废石不出坑充填工艺系统示意图

在 321 矿房充填块石 27000t，取得较好的效果（表 2），但因移动式皮带在井下无法自行移动和矿房采准巷道布置复杂，该技术未得以推广。

表 2 321 矿房块石充填技术经济指标

序号	指标名称	数量
1	块石充填量 (t)	27000
2	江沙充填量 (t)	5700
3	块石充满率 (%)	68
4	生产效率 (t/h)	201
5	块石充填成本 (元/t)	19.25

2.5 废石不出坑充填技术

随着矿山生产大规模转入第二步矿房开采阶段，由于采充比例失衡，至 1997 年 8 穿以东分段嗣后一次充填采矿法矿房遗留下 18 万 m³ 待充空区，严重影响了回采安全。为此，该矿实施了废石不出坑充填技术，对废弃的块石充填系统的部分工程、- 180m 中段的副井井底车场、沿脉大巷和充填井进行改造后，形成废石不出坑充填系统。按废石的来源，废石充填系统分为三个部分，废石流向如图 2 所示。(1) 掘进、采准废石充填系统： -

180m 中段产生的废石用 0.7m³ 的侧卸式矿车直接运往附近的充填井充填；-230m 水平掘进、采准的废石用 0.7m³ 的侧卸式矿车运到副井，提升到-180m 中段，经底盘运往平巷运往充填穿脉，倒入采场充填井，充填采空区。(2) -270m 中段开拓废石充填系统：-270m 中段巷道掘进的废石经措施井提升到地表，直接卸入自卸汽车，运到块石井存放，振动漏斗放废石于-168m 堆积，充填时用电耙耙入块石下料井，用侧卸式矿车运往采空区充填。

该技术对充填体的强度和自立性没有要求，充填的目的仅是回填空区。将坑下掘进的废石直接充入采空区，再由地表江沙水力充填系统在充填废石的空隙充入江沙，形成密实充填体，控制围岩移动和防止残留采场的硫铁矿自燃。

这种充填技术用于条带上向分层充填采矿法，大量废石被充入边角矿体回采形成的空区，保证了矿山的高产稳产。由于矿山使用分段中深孔嗣后一次充填采矿法的采准周期长，无法同时布置多个回采采场，致使主矿体的生产能力受到限制。废石不出坑充填技术使得多种边界矿体的开采得以实现，有力地增加了矿山整体采矿能力。

废石充填系统充填能力达到 400m³/班。完全达到生产要求，加速偿还了充填欠帐，尽快达到了充填平衡，创造了井下安全回采条件，大幅度地降低了充填成本和运提成本，创造了巨大的经济效益(见表 2)。

表 2 废石充填年经济效益计算

序号	项目	金额 (万元/年)
1	提升费用的减少	11.20
2	运输费用的减少	9.54
3	充填材料的节约	66.42
4	井下排水、排泥减少	7.3
5	合计	89.26

5 结语

新桥矿业公司建矿 20 多年来，在高浓度江沙管道自流充填技术和废石不出坑充填技术等方面，取得了成功经验，创造了安全回采条件，有效地回收了资源，为矿山的进步和发展发挥了巨大的推动作用。

参考文献

[1] 刘同有, 周成辅等. 充填采矿技术于应用 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 2001.

[2] 孙恒虎, 黄玉诚等. 当代胶结充填技术 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 2002.

[3] 周爱民. 中国充填技术概述 [R]. 第八届国际充填采矿会议论文集 [D]. 北京: 中国有色金属学会, 2004.

[4] 刘华生, 姚 香. 岩金地下矿山充填采矿若干技术问题的探讨 [J]. 黄金, 2000, 21 (1): 23 - 24.

[5] 许家林, 钱明高. 岩层采动裂隙分布在绿色开采中的应用 [J]. 中国矿业大学学报, 2004, 33 (2): 141 - 145.

[6] 肖智政. 开阳磷矿磷石膏胶结充填试验研究 [R]. 第八届国际充填采矿会议论文集 [D]. 北京: 中国有色金属学会, 2004.

[7] 王新民, 方世宏. 新桥硫铁矿二步骤回采工艺及充填方案的探讨 [J]. 化工矿山技术, 1994, 23 (1): 12 - 14.

(上接第 52 页)

因此，又能进一步的降低采矿生产综合成本。

在石灰石的产品构成中，块矿和粉矿的价格有较大的差异，提高块矿率，就能大大提高矿山的经济效益。逐孔起爆技术使爆破块度明显更加均匀，块矿率也有一定提高。

爆破地震强度的减弱，确保了矿山安全生产和附近重要建筑物安全。同时为构筑和谐社会，矿山也创造了更大的社会效益。

5 结语

逐孔起爆技术的初衷，是降低最大段起爆药量，减小爆破地震强度，保证爆破地震安全。若将其与矿山生产的爆破参数优化、高精度导爆管雷管

器材的使用和巧妙地使孔间应力波幅值叠加原理相统一，必将推动爆破技术的进步。逐孔起爆技术和高精度导爆管雷管在我矿的应用，已在改善爆破效果、降低大块率、根底率和降低地震强度方面，获得明显的技术经济效益。

逐孔起爆技术，在降低采矿生产综合成本和爆破地震效应方面，表现出了巨大的优越性：经过孔网参数优化，可以降低直接穿爆成本；极大的改善了爆破效果，减少了大块、底根的数量，规则了爆堆形状，使爆破作业在一定程度上处于可控状态；降低了最大段药量，使爆破震动显著降低 35 % 以上。