

## 工作研究

## 济南张马屯铁矿资源循环利用的实践

孙波<sup>1</sup>, 柴永昌<sup>2</sup>, 王正<sup>1</sup>

(1. 济南钢城矿业有限公司, 山东 济南 250101; 2. 山东省地质科学实验研究院, 山东 济南 250013)

目前,我国大多数铁矿山的矿石品位低且呈多组分共(伴)生,矿物嵌布粒度细,选矿回收率低,年排出固体废料 2.3 亿 t,平均含铁 10%,相当于 2300 万 t 的金属铁损失于废料中。大量固体废料的产生已成为制约矿业持续发展,危及矿区及周边生态环境的重要因素。在铁矿石日趋贫化,资源日渐枯竭,环境意识日益增强的今天,加强矿产资源的合理开发和循环利用意义重大。

## 1 矿产资源合理开发与循环利用实践

济南钢城矿业有限公司张马屯铁矿始建于 1966 年 11 月,于 1977 年正式投产,地处济南市东郊,距济南钢铁集团总公司主要钢铁生产区域 4 km。矿石主要有益组分为铁,有害组分为硫,可循环利用元素为钴。

### 1.1 依托科技进步提高回采率

该矿区水文地质条件极其复杂,曾于 1975 年进行了地面钻孔帷幕注浆堵水获得成功。采用分段矿房法,经总结存在以下几个问题:采准工程施工复杂,采准比大;大块率高,炸药单耗大;间柱塌落严重;损失率高;充填系统工艺不完善。

针对存在的问题,在认真分析水文地质条件基础上,将该阶段矿块划分为一期矿房和二期矿房,先回采一期矿房,全尾砂胶结充填后再回采二期矿房,从两侧装矿回收最低水平的残矿。

经生产验证,该采矿工艺与全尾砂胶结充填相配合,成功实现了两步回采;在矿体上盘围岩中布置联络巷道沟通各矿房,避免了利用两侧矿房(矿柱)作进路造成的塌落;矿块结构参数、回采出矿工艺先进合理,经济技术指标有了较大的提高。采用该工

艺提高回采率 15%~20%,可多回收矿石 40 万 t,每年可创造直接经济效益 135.47 万元,这在国内黑色金属矿山分段采矿法的应用上是个突破。

### 1.2 优化采矿工艺积极回收矿产资源

针对矿体的赋存条件,不断优化采矿工艺,成立专门的回收队伍,对矿柱、边角矿体进行积极回收。对矿柱采用横向布切割的拉槽方式,以矿柱穿脉作为回采巷,由上盘向下盘退采,以矿柱回采后的空间作为自由面。这不仅保证了国家宝贵矿产资源的充分利用,同时也创造了良好的经济效益。

### 1.3 完善选矿工艺综合回收伴生有益组分

张马屯铁矿属于接触交代型矿床,以磁铁矿为主,富含硫、钴。但由于矿石性质的变化,选别非常困难,制约着钴精矿的正常生产。为此,矿山加强了选矿技术管理。通过完善选矿工艺,强化工序控制,严格现场操作,并与鞍山钢铁学院签订合同联合攻关,最终使钴精矿的质量指标达到了市场需求,年实现销售收入达 99 万元,创经济效益达 49.84 万元。

### 1.4 尾砂的循环利用

#### 1.4.1 尾砂充填空区

尾砂是选矿产生的固体废料,量大,堆存占用大面积土地,其利用一直是国内外探索解决的课题。一般是进行分级充填,细粒级的建尾矿库堆存。近年来,对尾砂的利用又集中在其有用成分进一步回收和开发新建材上,但仍然不能很好地解决问题。济南钢城矿业公司因地处济南东郊,地表系良田、村庄、公路、铁路和工厂设施,无处建尾矿库;第四系粘土层含水丰富,采矿时必须有足够的充填料对采空区进行充填,以保证地表不至塌陷。为解决矿山上

收稿日期:2005-08-12;修订日期:2005-10-10;编辑:王先起

作者简介:孙波(1967-),男,山东齐河人,工程师,从事矿山水文治理与地质环境管理工作。

述难题,公司与长沙矿山研究院历时 4 年,研究成功了全尾砂胶结充填技术。这是一项具有世界先进水平、并获得中国有色金属总公司科技进步二等奖的技术。该技术是利用选矿的尾砂加一定的水泥(部分细磨水渣)高效活化搅拌,制成胶结充填料浆充填采空区。全尾砂胶结充填工艺,以尾砂代替以前的废石充填,充填体有较好的整体性和稳固性,实现了间柱和二步矿房的正常回采,可提高回采率 20% 以上,从而延长矿山服务年限 8 年以上。该工艺使矿山形成了采矿、选矿、充填互为依托、综合平衡的良性循环生产系统,建成了国内首座既无尾矿库、又无尾砂外排的“无尾”矿山,同时也解决了充填料严重不足的难题。取得了较大的社会效益和环境效益<sup>[1]</sup>。

#### 1.4.2 从尾砂中回收磁铁矿

钢城公司选矿工艺为一段磨矿,先磁后浮流程,产品为铁精矿和硫钴精矿。由于原矿性质波动大,现有流程很难全过程与之相适应。另外,虽然经过三段磁选,但还有部分微细粒磁性矿物流失(尾砂品位达 8%~10%)。与马鞍山矿山研究院联合攻关,在原有的浓缩机基础上,投资 12 万元,增加了永磁筒式磁选机一台,用以进一步回收尾砂中的铁,使综合尾砂品位下降 1.5 个百分点,每月产出铁精矿 100 余吨,品位达到 60%,每年直接经济效益达 26 万元。

#### 1.5 充分利用废石进行资源循环利用

矿山掘进废石主要是闪长岩和灰岩,虽然不含放射性和有毒有害物质,但经过 30 多年的开采已形成占地 1.56 万 m<sup>2</sup> 约 30 多万立方米的废石山。由于受堆积地面的限制,近几年的掘进排碴已很困难。同时,废石山也给周边环境带来安全隐患。全面治理、开发碴石山已是矿业公司面临的一项重要工作。随着济南市蓝天工程的实施,济南市周围的小采石场、小建材厂逐渐关闭,给开发碴石山,进行废石综合利用带来了商机。为此,公司成立专门部门,对渣石的开发进行研究。2000 年,在原干式充填破碎系统基础上,投资 86 万元建起 1 条利用矿山废石生产建筑用石子的生产线。生产石子、石粉、石屑等 7 个

粒级品种,并回收废石中残留磁铁矿粉。现月产石子 3000 m<sup>3</sup>,市场销售良好。碴石山开发,按当前已配套的设备能力年产石子 5.6 万 t,销售收入 112 万元,年利润 50 万元。年产矿粉 6000 t,实现产值 54 万元,实现利润 48 万元。这不仅解决了掘进的排废问题,减少了土地占用,而且使这些废石得到了充分利用。

#### 1.6 矿坑废水作为资源循环利用

张马屯铁矿水文地质条件复杂,涌水量大,先后投资了 1 亿多元进行帷幕注浆堵水,不仅保证了对矿体的安全开采,也减少了对地下水资源的破坏(由原来最终开采涌水量 30.64 万 m<sup>3</sup>/d 减少到 6.5 万 m<sup>3</sup>/d)。目前仅部分疏干(大帷幕区的南区)排水量为 4 万 m<sup>3</sup>/d<sup>[2]</sup>。这么大的水量如果白白排掉,既是对日益紧缺水资源的巨大浪费,也影响着矿山的经济效益。按目前年产 22.5 万 t 铁精矿计算,单位成本将达到 320 元/t,其排水费用占生产成本的 25%。若在北区疏干,预计水量为 6.5 万 m<sup>3</sup>/d,生产成本还将大幅增加。不加以循环利用,矿山将无法生存。

经充分论证,利用距离济钢集团总公司主要钢铁生产区域较近的优势,投资 1540 万元,铺设了 700 mm 管道近 5 km,把井下排出的废水全部调入济钢总公司作钢铁生产用水。按目前供水量 40 000 m<sup>3</sup>/d 计算,全年可节省抽取地下水 1460 万 m<sup>3</sup>。这对缺水日益严重的泉城济南来讲是十分重要的,其社会效益巨大。对矿业公司则有着巨大的经济效益,按内部供水价格 1 元/m<sup>3</sup> 计算,年创经济效益可达 1460 万元。

## 2 结语

金属铁矿山走综合开发与循环经济效益型发展之路,潜力巨大,它是解决矿产资源后备不足,土地资源短缺和环境污染的有效途径,是实现矿山可持续发展的重要保证。济南钢城矿业有限公司为其他矿山提供可借鉴的经验。实践证明,在这方面加强研究,增加投入,将大有作为,可获得可观的经济、社会效益。