

## 提高露天开采资源回收的途径

孙建珍  
(首钢矿业公司)

**摘 要** 矿山企业生产的对象为耗竭性的矿产资源,采矿生产就是把已探明的地下资源如何全面、高效的开采出来。为充分回收这些宝贵的矿产资源,提高企业的经济效益,本文从资源开采的环节分析了影响回收的因素,总结了首钢矿业公司的主要做法,提出了进一步提高资源回收的办法。

**关键词** 矿石品位 回采量 磁铁矿 极贫矿 挂帮矿

### Ways of Improving the Recovery of Open-pit Mining Resources

Sun Jianzhen  
(Shousteel Mining Company)

**Abstract** The object of mine enterprise is exhausting mineral resources, mining production studies how to fully and high efficient mining out the underground resources. In order to fully reclaim these valuable mineral resources and improve the enterprise's economic benefits, from the resource mining link, analyzed the factors effecting reclaim and summarized the key way in shousteel mining company, and put forward the way of improving the recovery rate of resources.

**Keywords** Grade of ore, Stopping quantities, Magnetite, Extreme lean ore, Hanging wall ore

### 1 提高资源回收的意义

矿石质量好、埋藏浅、规模大、开采条件好的矿床越来越少,我国原来条件好的大部分露天矿已转入凹陷开采,甚至相继开始了露天转地下开采。复杂难采、埋藏深、地质条件及开采条件差的矿床已作为当前及今后矿山开采的重点对象。从企业经营成本上来看,矿山采矿企业又不同于一般的工业企业,它的突出特点体现在工作场所的流动性,而且随着采场不断向下延深开采,开采条件越来越差,单位吨矿成本呈递增规律。因此,上述条件一方面造成生产经营成本加大,促使企业的经济效益降低,另一方面资源的不可再生性也决定了人类从采矿活动起,其结果必然导致资源的日益递减性和稀缺性。

同时随着国家对矿产资源市场化运作的推进,各项制度相继出台,如经营以前由国有出资完成勘查工作矿区的矿山企业,须上缴探矿权或采矿权价款,无形中加大了今后开采的矿石成本。从利润上相当于把以前视为企业今后收益的一部分,国家作为矿产资源的所有者已开始收取资源收益,结束了企业无偿使用其勘探成果的历史。国有企业矿点都属于此种情况。再如,随着市场化运作的逐步推进,新开发的矿点开办费、购地、环保、安全、复垦等费用

及限制条件越来越高,矿山企业面临的形势非常严峻。

因此矿山企业充分利用已有资源,提高资源回收幅度,对提高企业的经济效益、延长矿山服务年限和提高社会效益意义重大。

### 2 首钢矿业公司开采铁矿的基本现状

目前露天开采主力采点是水厂采场和孟家沟采场。

#### 2.1 水厂采场基本情况

水厂铁矿目前开采北采场,北采场主要由北山矿体、达峪沟矿体组成,位于北山向斜的北山部分,主要赋存在 Ars2-3、Ars2-5、Ars2-6 三个主矿层之中。上部矿体产状陡一般为 70~80°,厚度较薄一般为 3~20 m 不等,而深部矿体厚大,产状较缓为 30~50°。矿石主要以磁铁矿为主,假象赤铁矿次之。全矿床平均地质品位 26.71%。矿床范围内断裂构造发育,有些断层破坏了矿体在走向和倾向上的连续性,有些断裂破碎带较宽,对局部边坡的稳定有一定影响。

孙建珍,女,首钢矿业公司总工室,高级工程师,064404 河北省迁安市。

北采场为长方形,南北向长约2 500 m,东西向宽约500 m。地表最高标高310 m。目前采场最高开采水平205 m,最低-140 m,采场北帮-34 m、上盘-34 m水平基本已开采到界,采场未靠帮部分为下盘塌方区及将军墓岭南帮,尤其将军墓岭南帮一直未开采,严重影响工作线向南推进。采场内工作平台不规则,并且有连帮现象,采场工作面狭小。

采场生产采用45-R和YZ-55牙轮钻机穿孔,铍油和乳化油炸药爆破,10 m<sup>3</sup>、16.8 m<sup>3</sup>电铲装车,85 t、130 t和170 t矿用卡车运输。

采场内采用汽车-破碎胶带半连续开拓运输方式。三条破碎胶带系统已建成。目前采场内矿石由汽车运至采场内-20 m临时半固定破碎站,破碎后的矿石通过斜井胶带在地表+106 m转载后输送至选矿厂。采场内的岩石运往西部、东部两条破碎胶带系统。西部系统,岩石经矿车运往117 m固定破碎站,破碎后经胶带排至西土线;东部系统,岩石由汽车运往采场内-20 m临时半固定破碎站,破碎后经胶带斜井运往河东排土场排弃。

## 2.2 孟家沟采场基本情况

孟家沟铁矿为一大型火山沉积变质铁矿床,整体呈现为平缓开阔的向斜构造,向斜枢纽走向NE35~40°,轴面近于直立略向NW倾,向SW倾伏,倾伏角0~28°。矿石主要以磁铁矿为主,假象赤铁矿次之。地质平均品位磁铁矿25.71%、赤铁矿24.51%,极贫矿17.34%。矿层顶底板围岩岩性较好,但矿区内断裂构造发育,对开采有影响。孟家沟露天采场设计分南北两区。当前开采的是南区,采用汽车开拓运输方式,设计露天底标高66 m,地表最高标高370 m。目前开采水平最高198 m,最低114 m。

## 3 在提高采场开采过程中资源回收方面的主要做法

### 3.1 降低工业矿石品位指标标准

随着矿产品市场的好转,根据售价与成本的关系,遵循经济效益的原则,将矿石工业品位由原来的25%降至20%。即只要平均地质品位达到20%即视同工业意义上的磁铁矿对待。

### 3.2 回收界外挂帮矿资源

根据边坡稳定性要求,在确保边坡稳定,在各区域稳定边坡角范围内,根据矿体揭露情况,调整开采边界,尤其是两端帮的矿石。一般端帮矿石形态变化较大,采场境界受开采参数的限制往往出现一定

数量的宽平台,在生产中由于地质资料情况变化,可及时修改这部分开采境界,同时可充分发挥小设备机动灵活及开采参数小的特点,尽可能多的回收这部分资源量。据统计,水厂铁矿2008年至2009年上半年回收界外挂帮矿15.19万t。

### 3.3 改造生产工艺流程

水厂铁矿为充分回收混入岩石中磁铁矿,在半连续胶带运输工艺上进行流程改造,分别在破碎后的胶带上设置矿石干选回收系统,回收矿石资源。西排回收系统于2006年12月投产,东排回收系统于2007年9月投产,截至2009年6月底累计回收矿石261.01万t。其中东排72.59万t,矿石品位17.09%;西排188.42万t,品位18.29%。

### 3.4 利用低品级贫矿

水厂、大石河铁矿的孟家沟采场均将采场内15%~20%品位的极贫矿单独进行回采、分放,与采场内磁铁矿进行中和配矿入选。据统计,2008年至2009年上半年两矿已回收利用极贫矿161.2万t,其中水厂铁矿利用92.9万t,品位17.73%。

## 4 资源回采中存在问题

### 4.1 日常生产技术管理需加强

首先结合矿业公司实际生产,分析实际采出工业矿石量:

实际采出矿量(资源量) = 磁铁矿 + 极贫矿 + 氧化矿 + 岩石胶带系统回收矿。

目前水厂铁矿是这个模式,大石河铁矿只有前三项矿石量。

从上式采矿回收资源的内容上看,看似矿石资源按工序流程全部进行了回收,实际上对磁铁矿而言,按磁铁矿采出与由于贫化损失原因按极贫矿或胶带系统回收矿回收,因入选时贫化后的矿石量的增加和品位的降低,造成选矿成本大幅度升高和精矿产量的降低,所以其最终的经济效益是不同的,因此实际生产中应加强回采率的管理。

依据规范,只有满足工业品位指标要求的矿石才算做磁铁矿石,实行双指标制,即平均品位 $\geq 25%$ ,边界品位 $\geq 20%$ , (磁性铁品位 $\geq 15%$ )。因此20~25%的矿石不计算工业储量。但是随着近年来矿石资源价格不断上涨,这部分矿石(原表外矿)已明显具有一定的经济价值,为充分利用资源,矿业公司将这部分矿石也纳入了磁铁矿范围之中,在日常生产中视同工业储量进行生产、管理。对于氧化矿和15~20%的极贫矿、岩石胶带回收矿石,

因其难利用(或品位低)、效益较差,利用程度受市场影响很大,所以仍作为后备资源处理。因此实际采出矿量主要针对磁铁矿石,回采率指标也主要是针对磁铁矿石的。

通过分析可以看出,磁铁矿能够为企业创造更大的经济价值。实际生产中,各厂矿车间只重视总量生产、每日的好次矿搭配、精矿粉最终的质量,对如何多的回收工业磁铁矿,减少一次贫化损失率重视程度不够,反映在磁铁矿实际回采量方面管理不够。

#### 4.2 边坡管理需加强

采场边坡稳定性问题,最直观的表现失稳、塌方。最主要原因是地质不良构造、物理力学性质差的岩性造成的。这方面水厂采场表现的最为突出。

如水厂铁矿北采场下盘+34~+116 m(13#~21#勘探线)水平的大塌方,其边坡岩体,由于受岩性(第三系泥岩夹砾岩)、地质构造、地下水等综合因素影响,于2002年6月发生较大规模滑坡,滑体长度约70~90 m,同年9月,前次滑坡体被清除后,在附近又发生较小规模的滑坡,其影响边坡长度约30~50 m,之后在此滑坡点南西方向150 m左右同一台阶,再次发生较大规模的滑坡,影响边坡长度约60~70 m。目前破坏区域跨+34~+116 m水平6个台阶,垂直高度72 m,104 m水平边坡破坏长度约450 m,44 m水平边坡破坏长度约300 m,整个破坏区域面积约6万m<sup>2</sup>,滑坡区域边坡出露的地层主要是太古界桑干群三屯营组二段的变质岩系(Ars2)、新生界第三系(E2x)新集组火山熔岩、砾岩夹泥岩(火山角砾岩)、以及第四系(Q)的洪积物、坡积物和人工堆集物等。

从资源回收角度考虑,由于滑坡体松散物堆积于+44 m以上台阶,造成+44 m以下水平均不能按设计境界靠帮到界,直接造成矿岩总量1564万t、矿石295万t(-140 m以上水平)不能采出,今后势必会压矿,造成矿产资源不能得到充分回收利用。

水厂铁矿北区下盘塌方现状见图1。

另外,将军墓岭一带下盘存在砾岩夹泥岩(火山角砾岩)软弱层,根据2008年8月中国地质科学院地质力学研究所针对此种类型泥岩研究结果表明:泥岩遇水快速破坏崩解;削弱泥岩强度的因素由强至弱依次为水、阳光、冰冻、风干作用;泥岩遇水、饱水后极易发生软化、崩解强度尽失,自然状态下泥岩自身难以维持长期稳定,适当的保护措施(密封、

加固等)可以维持其原有力学性能。

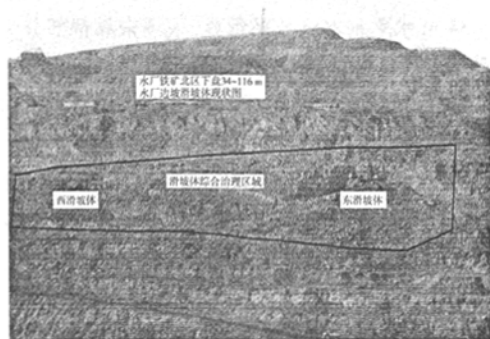


图1 水厂铁矿北区下盘塌方现状

目前将军墓岭采场边帮已开始揭露这部分岩层,尤其将军墓岭西南端部是整个采场未来边帮高度最大的部位,垂高达600余m。

### 5 生产中进一步提高资源回收的途径

主要从日常生产提高工业品位矿石回采量、加强技术管理方面提几点做法。

#### 5.1 提高工业品位矿石回采量

露天开采提高资源回采的方法主要是依靠技术、管理,精细做好每一道工序的工作。通俗地讲:就是如何把地下的矿石尽可能高品位、低损失的全部采出。主要从以下几方面开展工作。

(1)地质基础工作。加强外业检查、实测,内业及时综合整理工作。收测地质界线、地质点等,及时导入计算机修图,穿孔结束后数据资料及时导入Surpac软件数据库,修改调整矿体模型。

(2)穿孔工作。根据现场情况,结合软件(平面图)布孔,导入Surpac穿孔数据库,并用矿体模型、断层模型、地质界线文件等校对。布孔原则是矿岩尽量单独划分爆区。

(3)采掘计划。布置月度采掘计划时,充分分析采场地质情况,根据采场实际空间,只要条件允许,矿石计划线尽量布置在矿岩交界附近,为布孔回采创造条件。

采矿方法:当采取由下盘向上盘推进时,计划线在矿岩交界处;当由上盘向下盘推进时,计划线在交界处适当向外偏移,依矿体倾角,倾角越小偏移越大,以尽量回收爆破漏斗形成的三角残矿,倾角越小小边界线附近矿岩混杂越严重。正常情况下最好由下盘向上盘推进,垂直与水平矿体上下盘推进效果一样。

(下转第111页)

车运费和从选矿运出的脉石量,2008年上半年共输出脉石11709车,每车按15t计算,计17.56万t,矿岩混杂合计量:21.8万t+17.56万t=39.36万t,该矿岩混杂应直接排放到排土场,增加运输距离往返(含矿石投入井里)400m,按吨公里剥岩费用1.8元/(tokm),年增加费用1.8元/(tokm)×0.4km×39.36万t=28.34万元。

(3)增加窄轨运输每吨成本运输费用为1.84元,年窄轨运输增加费用为72.42万元。

(4)由于4立铲的挑选能力加强,其材料、备件及电耗增加,原该成本消耗为3.6元/t,按一半进行折算,增加费用为39.36万t×1.8元/t=70.85万元。

(5)按选矿运出脉石全为张家沟采场采出的共17.56万t,每吨是按10元进行结算,增加费用为175.6万元。

半年来直接经济效益为:

4360万元-28.34万元-72.42万元-70.85万元-175.6万元=4012.79万元。

## 5 结论

开展薄贫矿资源攻关、充分回收矿产资源,有以下几点好处:

(1)弥补外购矿石量不足。

(2)本区都是可选性好的矿石,稳定精矿粉的质和量。

(3)经济效益可观,仅以2008年上半年为例可创效益8000万元。

## 参 考 文 献

[1] 牛京考,蔡美峰.贯彻钢铁产业发展政策 促进冶金矿山持续发展[J].金属矿山,2006(1):26-27.

(收稿日期 2009-09-08)

(上接第108页)

(4)采装工作。重点是矿岩混杂部位。遇有矿岩夹层、地质条件复杂或受采场空间所限,矿岩布置在一个爆区时,地质技术人员根据牙轮钻穿孔资料修改后的矿岩界限,将此平面界线在爆区现场标识;遇有近似水平夹层,提供爆区横断面图,标记矿、岩层段高,便于指导电铲分层(矿、岩层)采掘作业;遇有倾斜夹层,提供爆区纵断面图,在爆区现场标识;矿岩混杂严重的部位电铲司机做好精挑细选工作。对于矿岩混杂严重部位安排白班作业,做好分装、分运工作。

上述做法的目的是减少以下两种情况发生:

一是矿石混入到废石中,而使高品位矿石被舍弃;

二是矿体中的脉石、夹石及近矿围岩,在开采时大量混入矿石中,导致矿石的混岩率超标,使矿石品位下降而不能利用(或利用不经济、效果差),如虽作为低品资源被采出却不能利用而储存等情况,或排至了排土场直接造成了矿石损失。

(5)生产组织工作。与地质、采矿技术人员一起,组织协调电铲铲装作业,做好计划、检查、确认工作;临近采场境界,做好边界的刷帮及确认工作,采场境界按设计规定要将矿石全部进行回采。

## 5.2 边坡工作

(1)边坡日常管理。地质边坡管理人员,做好边界岩性分析、监测工作,并根据资料及工作经验,

将不稳定岩体在软件中做成实体模型,为爆破技术人员提供技术参考。遇有情况,采取适宜的处理办法,最大限度确保不因边坡失稳原因而影响矿石按设计回采。

如对于水厂铁矿下盘+34m~+116m(13<sup>#</sup>~21<sup>#</sup>勘探线)区域,已发生了塌方,而且规模较大,经过岩性、地质构造分析,最好的方式是采取扩帮的方式将泥岩清走,才能彻底根治此问题;对于将军墓岭一带揭露时间相对较短的泥岩边帮,应采取保护措施(密封、加固等)维持其原有力学性能。对今后采场边帮境界泥岩一旦外露,立即采取封闭等措施,防止泥岩进一步风化影响边坡的稳定,将不利因素影响控制到最低限度。

(2)控制爆破技术。爆破技术人员做好临界边坡的控制爆破工作。如根据岩性不断优化缓冲爆破、预裂爆破等技术方法。

## 6 结 语

矿业公司在采场开采过程中资源回收方面作了大量的工作,取得了一定的成绩,如矿石工业品位指标调整、回收界外挂帮矿资源、极贫矿利用、生产工艺流程改造方面,充分利用了矿石资源。但在精细管理、科学管理上仍存在一些问题,强调了增加磁铁矿回采量(率)的重要意义及途径,同时强调了边坡管理的重要性及突出点位。

(收稿日期 2009-10-27)