

技术交流

我国露天矿山开采的薄弱环节及对策分析

许志中 李永强 许利生
(本钢歪头山铁矿) (中钢集团马鞍山矿山研究院)

摘要:针对我国露天矿山开采面临的形势,分析了我国露天开采存在的主要薄弱环节,简单介绍了我国矿山科技攻关取得的一批科技成果和在国内露天矿应用情况及国外的一些先进技术,并指出依靠科技进步和技术创新、强化先进技术的开发,逐步形成适合我国矿山特点的、高效的、低成本的露天开采工艺和露天开采整体优化系统,保证露天矿山持续稳定发展。

关键词:露天开采;存在问题;对策

中图分类号:TD856.4 **文献标识码:**B **文章编号:**1009-5683(2006)10-0046-03

1 我国露天矿山存在的主要问题

目前,我国露天矿山开采条件越来越差,工艺落后、设备更新困难、生产成本较高,严重制约矿山持续发展,主要表现在以下几个方面。

1.1 开采工艺落后

我国露天矿开采工艺的一个重要特点是广泛采用全境界开采,这种开采方法的优点是生产组织简单,其缺点是由于最终境界的不确定性造成开采的盲目性。露天矿山寿命大都为几十年,最初设计确定的开采境界在开采过程中,随着技术条件和经济环境的不断变化,很可能不再适用,因此,一开始就将台阶推进到最终境界是盲目和不符合客观规律的,严重影响开采的总体经济效益。我国个别露天矿山也采用分期开采,但这种分期开采一般不是一开始就计划好的,而是由于采剥严重失调或是扩大生产规模的需要而进行分期扩帮,所以我国采用分期开采露天矿的分期长,分期数很少,没有充分发挥分期开采的优越性。

我国露天开采工艺的另一个特点是采用单一铁

路运输,由于铁路爬坡能力小,转弯半径大,灵活性低,需要工作线长,造成工作线布置受很大的限制,工作帮坡角缓,新水平准备时间长,严重影响开采强度和开采顺序的合理性;另外,我国露天矿大多为缓帮开采,剥岩量大,生产成本高。

1.2 露天采场逐渐进入深凹,开采条件恶化

我国 28 个重点露天矿山大都进入深部开采,采场空间逐渐缩小,线路展线非常困难,造成线路曲线半径小,回头曲线多。铁路运输的采场困难更大,露天矿(如歪头山铁矿)每下降一个水平,均需设置一个折返站场,这样,不仅行车运行周期大幅度增加,而且由于上盘铁路线及站场空间影响,使上盘最终边坡角缓,增大剥岩量。汽车运输的露天矿,随着采场的延深,运距增加,运输周期增长,重车上行的路段逐渐增加,影响汽车的出车率及效率。这些因素导致矿山成本大幅度增加,目前多数矿山的运输成本占作业成本 40%左右。

1.3 技术装备水平落后^[1]

我国现有的大中型露天矿主要建于 20 世纪 50

的基础之上,实施水的串级使用模式,可进一步提高钢铁联合企业水的循环利用率,降低总取水量,从而促进我国钢铁联合企业快速、健康、可持续发展。

参 考 文 献:

[1] 王学东. 钢铁联合企业水系统循环经济的模式研究[J]. 2006

(4):41~43.

[2] 我国钢铁工业节水工作现状与建议[J]. 钢材动态,2006(1).

[3] 杨志勇等. 转炉废水处理与回收利用[J]. 冶金信息导刊,2005(1):16~17.

[4] 张景来等. 冶金工业污水处理技术及工程实例[M]. 北京:化学工业出版社,2003.

(收稿日期 2006-05-24)

许志中,硕士,工程师,科长,117000 辽宁省本溪市溪湖区歪头山镇铁矿街 4 号本钢歪头山铁矿计划科。

~60年代,大部分设备处于60~70年代的水平,能耗高,效率低,自动化水平低,生产成本低,经济效益差。据1994年的统计,我国28座大型露天矿山采用250mm和310mm牙轮钻机的只有15座,其余矿山仍以潜孔钻为主,全国重点露天铁矿牙轮钻机总台数占钻机总台数的54%。

采装设备方面,我国大中型露天矿至今仍以 4m^3 电铲为主,以露天铁矿为例, 4m^3 电铲占采装设备总数的90%以上,其斗容相当于国外同类矿山的 $1/4 \sim 1/2.5$ 。

在露天矿运输方面,我国露天矿山采用缓坡铁路运输的占总数的60%以上,其坡度在30%以下,还在使用上世纪50~60年代的机车和自翻车。汽车运输的露天矿山,汽车载重量偏小,我国重点露天矿汽车平均载重量仅为34t/台,仅为国外同等矿山汽车吨位的 $1/4$;采用间断-连续运输系统的矿山很少,而且停留在“采场外固定式破碎站-胶带输送机”和“采场内半固定式破碎站-胶带输送机”阶段。

1.4 软科学技术水平落后^[2]

软科学是指计算机技术和以计算机为手段的优化技术。80年代中期,我国经过学术界、工业界的共同努力,计算机在我国露天矿的应用从无到有,取得了一定的进展,露天矿优化的研究成果甚丰,但在露天矿的生产实践中仍处于初级阶段,主要表现在应用的深度、广度及其发挥的作用十分有限。优化主要理论与方法没有象国外那样随着计算机技术的快速发展在露天矿生产中得到推广应用;在软件方面,尚未形成专业的矿用软件开发队伍;在硬件方面我国露天矿目前还处在使用PC机阶段。

1.5 资源综合利用总体水平低

铁矿资源共生组分约30余种,总的回收率仅为10%左右。攀枝花钒钛磁铁矿伴生有铜、镍、钴等10余种有益组分,包头地区铁矿共含金属铌80万t,均未能得到很好利用。另外,我国重点露天矿山大多为采选联合企业,每年上亿吨的排放尾矿,尾矿砂综合利用是一项世界性的课题,联合国资源开发署多年一直致力于这方面的工作,而目前我国尾矿利用率仅为7.4%,远低于全国工业固体废物综合利用率43%的平均水平。

1.6 矿山安全隐患增多

随着采场的延深,露天矿边坡暴露面积越来越大,其不稳定因素愈来愈大。例如,本钢南芬露天铁矿出现300m断高的滑坡,严重威胁采场。另外,排土场和尾矿库不断加高,不稳定因素不断增大,排土

场滑坡和尾矿库溃坝事故的隐患也在增加。

2 推进我国露天矿山持续发展的对策

2.1 大力推广和应用已成熟的科学技术

由中钢集团马鞍山矿山研究院承担的露天矿陡帮开采工艺技术,该项技术通过“六五”至“八五”科技攻关,对其组成形式、开采参数、工艺配合等方面进行了大量系统的研究,大型露天矿陡帮开采工业试验在本钢南芬露天矿试验成功,生产剥采比由原来的 2.7t/t 降为 2.44t/t ,年推迟剥岩量832万t,获经济效益3477万元。实践证明该技术是减少矿山前期剥岩量,均衡生产剥采比,减少边坡维护量,降低生产成本的有效技术^[3]。

间断-连续工艺开拓运输系统的应用。在深凹露天矿中采用间断-连续工艺的开拓运输系统与单一运输方案比较,具有投资省、运营费用低、效率高等优点,在国内外已得到广泛应用,美国、加拿大、前苏联等大型深凹露天矿纷纷改用汽车-可移动式破碎站-胶带输送机系统。我国大孤山、东鞍山两大露天铁矿采用间断-连续工艺的运输系统相当成功。

由中钢集团马鞍山矿山研究院承担的国家“八五”攻关项目,露天矿振动给矿转载机,该技术设备具有转载能力大、投资省、成本低、能耗少、占地面积少,是一项安全、高效、经济、实用的矿岩转载新技术。该项技术在我国眼前山铁矿、歪头山铁矿已成功应用。

露天边坡、排土场稳定性评价方法和加固技术应用。该成果采用多种手段、方法和技术对边坡、排土场的稳定性进行全面分析评价,对有安全隐患的部位加固,为矿山安全生产提供了保证。南山铁矿凹山采场西北帮边坡,采用削坡工程、混凝土护坡工程、排水工程方法综合治理,达到较好效果^[4,10]。

攀钢石灰石矿针对排土场的具体水文地质条件,以有限分析法,结合不变网格节点虚流量法进行排土场数值分析,结果表明有限元分析计算精度高,结果合理,对排土场稳定性分析结果更安全^[5]。

露天与地下联合开采。随着露天开采的延深,对于一些埋藏很深的大型倾斜、急倾斜矿床,都要相继转为露天地下联合开采或地下开采,这是露天矿山发展的必然趋势。

露采转地采的过渡采用的采矿方法很多,比较好的有4种^[6]:留境界顶柱空场法(留矿法)方案,南京凤凰山铁矿就是成功的实例;留境界顶柱充填方案,加拿大基德-克里克多金属矿为成功的实例;留有露盖层的崩落方案,杨家杖子矿务局松树

卯矿南采区为成功的实例；具有露天坑内排土场的阶段强制崩落法方案。

2.2 当前国外已应用而国内尚未形成的技术

(1) 露天矿陡坡铁路运输技术应用。我国重点大型露天矿其中 13 座采用铁路-汽车联合运输。铁路运输具有运量大、成本低的优势。采用陡坡铁路技术可延深机车运输水平,同时可加大上盘最终边坡角,减少剥岩量,降低运营成本。

陡坡铁路在俄罗斯已应用成功,贝利金铁矿纵坡 40% 的铁路已运行多年,50% 以上也已不成难题。

我国“十五”期间,中钢集团马鞍山矿山研究院以攀枝花钢铁公司朱家包包铁矿为工程依托单位,开展“陡坡铁路运输系统研究”专题攻关,解决了大型露天矿发展过程中出现的运输“瓶颈”问题。为了保证朱兰采场深部陡坡铁路运输的可靠性和安全性,在朱矿已建 43% 陡坡试验段 800m,2003-10 月份已投入运行,2003 年末通过国家鉴定。本钢歪头山铁矿已做了采用陡坡铁路开拓运输初步方案,该方案采用 40% 的坡度铁路,可将铁路运输最低水平由原设计的 56m 延深到 80m;另外,采用陡坡铁路在保证原设计露天底和最终边坡不变的前提下,可将原设计上盘二期汽车扩帮岩石由铁路直接运出。综合经济效益可观,2005-05 月通过专家评审,2006 年开始实施。

(2) 高效节能大倾角运输设备。随着露天矿深度的增大,传统的铁路与汽车运输的运距增大和在采场内提升定线困难,导致运输效率下降,成本增加。美国、加拿大、前苏联等国家对大倾角(40°和 18°~40°两种)运输设备进行研究,目前最引人注目的是南斯拉夫马伊凡佩克露天铜矿,该矿采用采场内部移动式破碎机和移动式运输机,并且用一条 HAC 大倾角运输机将矿石提升到采场外部^[7]。

(3) 露天矿生产和管理智能化系统。计算机技术为采矿技术发展带来巨大变化。矿山自动化新技术是控制技术与计算机技术的有机结合,形成检测、采样、计量、操作控制、数据分析处理、参数优化以及图文信息等输出多功能组成的集成系统。

美国模块采矿系统公司在露天开采自动化领域的成就具有代表性。该公司开发的露天矿汽车运输自动调度系统是矿山系统控制的典型,集全球卫星定位(GPS)计算机、无线数据传输与优化为一体,该系统目前已在北美洲、南美洲、澳洲等世界各地的 100 多家大型矿山投入应用。马拉松勒图尔诺公司

研制的信号监视器是一种用于监测装载和矿用汽车以微机处理机为基础的系统,能运用监测所有重要信号和压力以及在辅助系统失灵时发生的报警。我国江西德兴铜矿在国内首次引进了美国卡车调度系统,1998-07 月正式投入运行,使德兴铜矿的采矿生产管理进入了一个全新的阶段^[9,11]。

我国露天矿山应采用国外 GPS、GIS 和 RS 等先进技术,开发出适合我国矿山自身特点的智能化系统,将我国的采矿技术和管理提高一个新的水平。

(4) 露天开采整体优化系统的研究与应用。露天开采工程是一个高层次、高风险的复杂系统工程,一个露天开采项目的成败以及可获得的投资收益率的高低,在很大程度上取决于规划设计阶段和生产过程中各类决策是否科学,生产方案是否最佳。露天开采整体优化系统的研究内容包括边界品位、最终开采境界、生产能力、开采顺序、矿山开采寿命等要素的优化。露天开采优化的作用,就是为决策者提供科学的决策支持和最优的生产方案及参数,最大限度地降低投资风险、提高投资收益率。但这一问题一直没有得到较为满意的解决,成为矿山优化领域的一大难题。我国应组织专家致力于露天开采整体优化系统的研究,尽早形成较为完善的整体优化系统,为我国露天矿山发展提供坚实的后盾。

参 考 文 献:

- [1] 王青等. 露天开采整体优化—理论[J]. 模型与算法,冶金工业出版社,2000.7:26~27.
- [2] 王青等. 露天开采整体优化—理论[J]. 模型与算法,冶金工业出版社,2000.7:28~29.
- [3] 张桂秋. 陡坡开采工艺在南芬露天矿的实践[J]. 中国矿业,1997(7):35.
- [4] 孙其国. 凹山采场西北帮边坡综合治理措施[J]. 金属矿山,2001(6):71.
- [5] 周玉新. 有限分析法在排土场渗流分析中的应用[J]. 金属矿山,2001(6):16.
- [6] 童光照. 高等硬岩采矿学[M]. 冶金工业出版社,1995,132~133.
- [7] 童光照. 高等硬岩采矿学[M]. 冶金工业出版社,1995,110.
- [8] 明建人. 卡车调度系统与管理信息的集成[J]. 金属矿山,2001(4):39.
- [9] 王青. 露天开采整体优化—理论、模型与算法[J]. 冶金工业出版社,2000.7:30~31.
- [10] 陈能革. 深凹露天矿开采后期边坡的强化管理技术[J]. 矿业快报,2004.6.
- [11] 郝全明. 白云深凹露天矿汽车运输设备的优化及合理匹配[J]. 矿业快报,2003.1.

(收稿日期 2006-04-05)