

露天采矿技术发展方向及高校相关专业教学模式探讨

康勇

(重庆大学 资源及环境科学学院, 重庆 400030)

摘要:露天开采量占固体矿床开采总量的80%以上,具有生产规模大、投资多、投资风险大的特点。随着露天矿开发的不断深入,其正朝着生产规模大型化、设备大型高效化、控制自动化、工艺连续化、联合开拓方式的方向发展。由于高校相关专业人才培养仍然沿袭传统教学模式,已难以适应露天采矿技术快速发展的需求。文章在分析国内外露天采矿技术发展方向的基础上,根据中国露天采矿行业的自身特点,提出在高校相关专业露天开采课程教学中紧密结合露天采矿业发展的最新动向,调整露天开采课程设置,增加实践环节比例,不断加强露天开采课程的教学创新,从而探索出露天开采专业人才培养的一种新模式。

关键词:露天采矿技术;发展方向;人才培养

中图分类号:TD824;G640

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2008)02-0011-05

一、国内外露天开采技术发展方向

(一) 国际露天开采技术发展现状及趋势

1. 露天开采生产规模大,所占比重高

相关资料显示,世界上共有年产10Mt以上矿石的各类露天矿80多座,其中年产矿石40Mt、采剥总量80Mt以上的特大型露天矿20多座,最大的露天矿的年矿石生产能力超过50Mt、采剥总量超亿吨,最深的露天矿达850m。许多产煤大国都把发展露天采煤作为重点,露天采煤量超过矿井产煤量的主要产煤国家有德国、澳大利亚、印度、美国、俄罗斯和南非,其中印度和南非最为显著。印度在1980-1995年的15年间,露天采煤增长了179.2Mt,使露天采煤比重提高到71%;1995年南非露天采煤量已超过矿井采煤量,占53%。

2. 露天矿装备技术水平高

(1) 穿孔设备。

美国露天矿90%的生产钻孔量由牙轮钻机完成。现代牙轮钻机普遍使用三轮钻头设计和碳化钨硬质合金钴齿,钻头寿命在坚硬岩石中可达500~1000m,中硬岩石中可达1000~3000m,同时,牙轮钻机还装有脉冲除尘装置,以降低粉尘污染。

(2) 采装设备。

世界上最大的电铲是用于露天煤矿的剥离电铲Marion6360,其斗容为

收稿日期:2008-01-30

基金项目:国家自然科学基金(50704039);国家高等学校特色专业建设项目资助(TS2349)

作者简介:康勇(1978-),男,重庆大学资源及环境科学学院讲师,主要从事采矿工程、隧道及地下工程的研究。

研究(E-mail):kangyong@cqu.edu.cn
欢迎访问重庆大学期刊网 <http://jks.cqu.edu.cn>

138m³,自重14 000t,驱动功率达37 300KW。现代大型金属露天矿最常用的电铲单斗斗容为9~25 m³。

德国krupp公司于1978年制造的世界最大的挖掘机——BAGGER288轮斗铲,如图1所示。该机规格为:高95m,长215m,重45 000t,铲斗机轮的直径为21m,共有20个铲斗,每个铲斗斗容为15m³,铲斗内可以站立一个1.8m高的人。挖掘机依靠12个用于行进的轮状物前进(每个轮状物宽×高×长=66m×2.44m×14.03m),8个在前,4个在后,共需5人进行操作。



图1 BAGGER288轮斗铲

(3) 运输方式及设备。

各类金属露天矿大约80%的矿岩量由汽车运输完成,因此,汽车是露天矿生产的主导运输设备。德国于2004年制造的LIEBHERR(利勃海尔)T282B为目前世界上最大的矿用自卸汽车,如图2所示。该车不仅是世界上最大的柴油机动力驱动的双轴四轮卡车,也是世界上最大的交流电混合动力卡车。该车自重达203t,高7.4m,长14.5m,轮子底座为6.6m,载重量为363t。其动力装置为一台功率为3 650马力的柴油发动机。该车采用交流传动系统,多种动力配置,最大的一款柴油机为V型20缸,排量90L,重达10.5t,扭矩为14 457NM,柴油机带动交流发电机发电,驱动位于后轮内的轮毂电动机,轮胎为Michelin的55/80 R63(直径约3.8m)。最大车速为64km/h。该车工作特点为运程短、承载重,且外形尺寸不受限制。

随着露天矿深度的增大,汽车-破碎站-胶带运输机运输(即间断-连续运输)系统在露天矿得到推广应用。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-胶带运输机系统。破碎规格达1.5m×2.3m,胶带宽度达2.4m。



图2 Liebherr(利勃海尔)T282B矿用自卸汽车

3. 自动化及信息技术的应用

目前,露天开采技术的发展主流是以计算机为核心的自动化技术和信息技术的推广应用,计算机辅助设计、计算机优化设计和管理信息系统在国外露天矿山得到了广泛应用。随着自动控制和计算机技术的发展,可编程控制(PLC)得到广泛应用,单台设备自动化的深度和广度在不断增加。过程控制自动化主要用于矿物加工。系统自动化的代表是运输自动调度系统。矿山自动化新技术是控制技术与计算机技术的有机结合,形成了检测、采样、计量、操作控制、数据分析处理、参数优化以及图文信息显示和输出等诸多功能组成的集成系统。

美国Modular mining systems(模块采矿系统)公司在露天开采自动化领域成就斐然。该公司开发的露天矿汽车运输自动调度系统Dispatch是矿山系统控制的典型。Dispatch集全球卫星定位(GPS)、计算机、无线数据传输与优化为一体,GPS系统实时跟踪设备位置;车载计算机实时采集设备运营信息,通过无线数据远程传输送至中央控制计算机;中央控制计算机通过检测、分析和优化,及时发出各种信息和调度指令,实现运输系统的自动、优化调度。

综合各主要采煤国家发展露天采煤的主要经验,可以预见未来露天开采的发展趋势为:生产规模大型化、设备大型高效化、控制自动化、工艺连续化、联合开拓方式。

(1)将优先发展露天采煤作为增加煤产量的主要途径。

(2)有条件时尽量实现开采集约化,以提高劳动生产率,降低生产成本。

(3)在开采工艺方面趋向于开采设备大型化、生产过程连续化以及扩大倒推工艺的应用范围。具体

表现为以下几方面。

其一,完善现有的单斗铲-卡车工艺系统,实现卡车计算机调度管理的新突破。

其二,扩大连续工艺的应用范围,发展高切割力轮斗铲,研制高倾角及运输大块物料的带式输送机,完善严寒及复杂条件下的连续工艺技术。

其三,发展半连续工艺系统,特别是开发应用关键设备——可移式破碎机组。

其四,建立及实践综合开采工艺。

其五,发展复杂煤层及薄煤层的选采设备,如连续采矿机及螺旋钻等。

其六,发展双能源开采系统,以降低开采昂贵的运输费用。

其七,发展并完善工艺系统的选择理论。

(4)由小到大,分期建设,以提高前期开发效益。

(5)建立设备制造业与加强设备的维修。如美国形成了单斗铲卡车设备系列,德国形成了连续及半连续工艺设备系列,捷克形成了适合本国特点的高切割力轮斗铲系列。

(6)建立近距电站,实行煤电联营。

(7)重视矿区开发前的全面规划及综合研究工作。

(二)中国露天开采技术发展现状及差距

根据国内外煤田开发不断提高露天开采比重的历程及露天开采本身的优势,今后,中国露天开采的煤量还将继续提高。目前,中国露天开采技术与国外相比,还有很大的差距,主要表现在以下几个方面。

1. 开采规模及比重

中国有1500余座各类露天矿山,露天开采在各类非能源固态矿床开发中所占的比重约为:铁矿87%,有色金属矿50%,化工原料矿71%,建筑材料矿近100%。尽管大中型露天矿基本实现了机械化开采,但与世界先进水平相比,中国露天开采技术水平存在较大差距,主要是单个矿山生产规模小、劳动生产率低、效益低下。

(1)在露天煤矿方面。

中国煤炭资源赋存条件相对较差,煤层埋藏深,从而造成中国煤炭开采主要以井工开采为主,露天开采产量仅为5%左右。与世界主要产煤国如加拿大露天产量比重88%、德国78%、美国61.5%、俄罗斯56%相比存在很大的差距。

(2)在露天岩金矿方面。

中国岩金矿山露天比重小,且规模小,部分矿山没有正规设计。有的地下矿山的地表部分用简易露天采场采出。

(3)在露天铁矿方面。

中国现有重点露天铁矿36座,单个矿山的平均生产规模不到3Mt/a原矿,最大的也不足10Mt/a原矿。劳动生产率只有国际水平的1/10左右。

2. 开采工艺

中国露天开采工艺的重要特点就是广泛采用全境界开采,其优点是生产组织简单。但与分期开采相比,它具有明显的缺点:其一,前期剥岩量大,基建投资高,基建时间长;其二,最终境界的不确定造成开采的盲目性。中国采用分期开采的矿山的分期长、分期数很少(最多的不超过三期),未充分发挥分期开采的优越性。

中国露天开采工艺的另一特点就是大量采用单一铁路运输。由于铁路运输的爬坡能力小、转弯半径大、灵活性低、需要工作线长,造成工作线布置受到很大限制,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。

不过可喜的是,中国露天开采工艺也逐渐开始多样化。目前国有重点露天煤矿16处,生产能力46.65Mt/a,其中电铲铁道工艺8处,生产能力11.6Mt/a,占25%;电铲卡车工艺4处,生产能力17.35Mt/a,占37.4%;综合开采工艺3处,生产能力17.5Mt/a,占37.6%。

3. 装备技术水平

(1)在露天矿钻孔设备方面。

20世纪70年代开始,中国从美国引进牙轮钻机,但直到90年代,潜孔钻仍占很大比例。以铁矿为例,据1994年的统计,只有约15座大型露天矿采用250mm和310mm牙轮钻机,中小矿山仍以潜孔钻机为主,中国重点露天铁矿牙轮钻机总台数占钻机总台数的54%。虽然通过引进和合作制造等途径,中国可以小批量生产牙轮钻机,但性能和数量满足不了露天矿的生产需求。

(2)在采装设备方面。

由于国产大型电铲批量小、故障率高、进口又十分昂贵,无论是大型还是中型露天矿,至今仍以4m³电铲为主。以露天铁矿为例,4m³电铲占装矿设备总数的90%以上,斗容只相当于国外同类矿山的

1/4 ~ 1/2.5。

(3)在露天矿采场内运输方面。

国外已极少使用的铁路运输,在中国所占比例高达60%以上。采用汽车运输的矿山,汽车吨位很小,100t以上大型汽车只在少数几个大型露天矿有应用。间断-连续运输系统应用更少,而且停留在采场外“固定式破碎站-胶带运输机”和采场内“半固定式破碎站-胶带运输机”阶段。

4. 软科学技术的应用

如果说装备水平低严重制约了中国露天矿生产向大规模、高强度和高效率发展,那么,软科学技术在露天矿应用的落后则大大降低了给定装备水平条件下露天开采的经济效益。

在研究方面,中国在计算机应用和优化研究方面取得了很大的进展,尤其是在优化方法与算法上达到国际水平,但未很好地用于露天矿的生产实践中。在硬件方面,中国均采用PC机,其数据处理能力与图形功能难以满足实践中高强度、深层次应用的要求,制约了矿用软件向大型化、系统化、实用化和商业化发展。在软件方面,矿用软件由高等院校和科研院所与矿山以合作科研项目的形式开发,尚未形成专业的矿用软件开发队伍。中国在矿山生产中计算机的应用情况仍然不容乐观。

(三)中国露天开采技术发展方向

根据中国国情,露天开采技术发展方向应该从以下几个方面着手。

(1)开采规模大型化:开发一批大型和特大型露天矿山,能力为10~30Mt/a。

(2)工艺连续化:为了加大开采规模,在露天煤矿中对条件适宜的矿山尽量采用连续工艺;对于岩石较硬的矿山,可采用移动式或半固定式破碎机来扩大生产环节中的连续作业部分。

(3)应用联合开拓方式:根据矿山不同条件,选用多种开拓方式配合,进行扬长避短的强化开采,如纵横采中可利用横采加大工作线推进强度等。

(4)工艺设备大型化:穿孔、采装、运输、排土等环节应采用一系列大型设备,如斗容10~30m³的挖掘机、载重100~154t的卡车、带宽2~3m的输送机。

(5)扩展计算机在露天矿设计、管理中的应用。

二、高校露天开采相关专业教学现状及改进

中国现有露天开采教学沿袭了过去的教学传统,所用的教材较为陈旧,其内容难以适应现有技术

的发展要求,在今后的教学中应当加以改进。

(一)改变教材比较单一的现状

现有的露天开采教材主要有:(1)李宝祥编的《金属矿床露天开采》,由冶金工业出版社(北京)1992出版;(2)杨万根编的《金属矿床露天开采》,由冶金工业出版社(北京)1998出版;(3)武汉建筑材料工业学院编的《非金属矿床露天开采》,由中国建筑工业出版社(北京)1984出版;(4)徐永圻编的《煤矿开采学》(露天开采部分),由中国矿业大学出版社(北京)1999出版。上述教材分别针对金属矿、非金属矿、煤矿三大类矿山,其内容也较为详细具体,但是在综合性高校采矿工程专业难以普遍适用,主要矛盾在于综合性高校的本科生专业就业面较广,现有教材具有一定的局限性。

因此,应该选择合适的教材,教材应以露天矿山生产工艺环节及、开拓系统、露天开采境界及设计规模、露天开采诱发灾害及环境问题为主要内容,在讲述各类露天矿山开采共同点的基础上,加强对特殊露天矿山内容的讲解。

笔者在从事露天开采教学实践的基础上,编写了《露天开采》教材,其内容涵盖了煤矿、金属矿、非金属矿、化工矿山等大部分露天矿山,弥补了传统教材只针对某一种矿床的局限型,对于高校采矿专业的教学具有普遍适用性。

(二)改变现有教材内容难以反映露天采矿最新水平的现状

现有教材内容均较为陈旧,为了让学生全面了解中国及目前世界上露天矿的生产工艺及技术装备水平,故在实际教学中还需增加相关最新技术及装备的内容。借助互联网等最新查新手段,搜集并讲解当前世界上露天矿生产的最新工艺技术装备,以便让学生及时掌握国内外露天矿山开采的现状与发展趋势。

(三)改进教学方法

目前,教学中一般采用多媒体教学,其优点在于可以图文并茂地展示相关最新内容。由于露天开采教学的特殊性,一些最新的技术水平及装备需要及时搜集,由于部分教师在教学时仍然存在照搬课本的现象,故多媒体教学的优势未能全面发挥出来。此外,实践环节仍然较为薄弱,从而造成了理论知识与现场脱节。教学方法的创新不足,客观上制约了人才培养目标的实现。

在教学中,教师应提高计算机应用水平,充分发挥多媒体教学的优势;建立露天矿教学实习基地,增加教学实践环节比例;将露天采矿法与矿地下开采法进行对比教学。

参考文献:

- [1] J. S. Gardner and P Sainato. Mountaintop mining and sustainable development in Appalachia[J]. Mining Engineering, 2007, 59(3):48-55.
- [2] 李宝祥. 金属矿床露天开采[M]. 北京:冶金工业出版社,1992.
- [3] 杨万根. 金属矿床露天开采[M]. 北京:冶金工业出版社,1998.
- [4] 徐永圻. 煤矿开采学[M]. 北京:中国矿业大学出版社,1999.
- [5] 武汉建筑材料工业学院. 非金属矿床露天开采[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1984.
- [6] 张达贤,张幼蒂. 露天采矿新工艺[M]. 北京:中国矿业大学出版社,1992.
- [7] 于汝绶. 露天采矿优化理论与实践[M]. 北京:煤炭工业出版社,2005.
- [8] 王青,王智静. 露天开采整体优化-理论、模型与算法[M]. 北京:冶金工业出版社,2000.

Prospect of Surface Mining Technology and New Model of Training Professional Talent

KANG Yong

(College of Resource and Environment Science, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: Surface mining, its gross is more than 80% as that of solid mineral deposit already exploited at present, has some characters such as large capability, vast investment, high economical venture. With development of surface mining technology, it is prone to be huge and efficient equipment, automatic control system, continuous technique, combined development system. As for this rapid development, however, traditional education model adopted by domestic university can not meet the growing increasing demand. Based on the present situation of surface mining technology in the world, a new pattern of training professional talent was brought out. That is to say, in order to enhance the educational efficiency, and keep up with the latest international technology development of surface mining, we will have to adjust the present curriculum setting and increase the ratio of practice.

Key words: surface mining technology; development prospect; training professional talent

(编辑 欧阳雪梅)