

# 我国磷矿分布特点及主要开采技术

魏 鹏

(中国化学矿业协会,北京 100011)

**摘 要:**在概述磷矿石资源的基础上,重点介绍了国内主要磷矿区的分布情况、特点及现有开采技术,并对未来开采技术提出了一些新的思路.

**关键词:**磷矿资源;特点;开采技术

**中图分类号:**TD214<sup>+</sup>.1

**文献标识码:**A

**doi:**10.3969/j.issn.1674-2869.2011.02.030

## 1 我国磷资源的分布及特点

我国磷矿资源总量仅次于摩洛哥,居世界第二<sup>[1]</sup>.截止到 2009 年,我国共有磷矿产地 533 处.保有资源储量 178.6 亿吨.其中储量 11.8 亿吨,基础储量 31.7 亿吨,资源量 146.9 亿吨,储量、基础储量、资源量占保有资源总量的比重分别 6.6%、17.7%、82.3%<sup>[2]</sup>.

我国的磷资源特点主要表现为:资源储量大,分布相对集中,南方多,北方少.主要分布在云南(39.59 亿吨)、贵州(27.33 亿吨)、湖北(27.13 亿吨)、湖南(20.30 亿吨)、四川(16.54 亿吨)五省八个区域:云南滇池地区、贵州开阳地区、瓮福地区、四川金河—清平地区、马边—雷波地区和湖北宜昌地区、胡集地区、保康地区、兴山—神农架地区.五省查明资源总量占全国总量的 76%,北方和东部地区可供利用的储量很少<sup>[3]</sup>.

资源“丰而不富”,南多北少,分布过于集中.保有储量的 78%集中分布在云、贵、川、湘、鄂,形成“南磷北运,西磷东调”的产销格局<sup>[3]</sup>.

主要为中低品位磷矿,富矿资源少.磷矿保有储量中品位大于 30%的富矿仅占总储量的 7%,几乎都集中于云、贵、川、鄂.磷矿保有储量的平均品位为 16.85%,低于 18%的储量约占一半<sup>[3]</sup>.

易选矿少,难选胶磷矿多.除少数富矿可直接深加工利用外,绝大部分矿石需经选矿才能被利用.这类矿石中有害杂质的含量一般较高,矿石颗粒细,胶结共生普遍,嵌布紧密,选别较困难.

开采难度大.大部分磷矿床呈倾斜至缓倾斜产出,为薄至厚矿层.这种产出特征无论是露天开采还是地下开采,都有一定的技术难度,会造成损

失率高、贫化率高、资源回收率低以及地下开采难以实现大型化、机械化开采等问题<sup>[3]</sup>.

磷矿以沉积型磷块岩为主,类型多,矿石性质差异较大.我国磷矿中,岩浆岩型磷灰石占总贮量的 7%,属易选磷矿;沉积变质岩型磷灰岩占总贮量的 23%,矿石可浮性较好;沉积型磷块岩(俗称胶磷矿)占总贮量的 70%,属难选磷矿.而沉积型磷块岩中的混合型磷矿选矿难度最大,在云南最具代表性,占到全省的 81%<sup>[3]</sup>.

## 2 我国磷矿的开采状况

据统计,2009 年我国从事磷矿采掘的企业 376 家,其中,大型企业 10 家,中型企业 50 家,小型企业 256 家,年产矿石 5 万吨以下的小矿 60 家,形成开采规模 6635 万吨,选矿规模 1585 万吨.在我国现有近 400 家磷矿企业中,年产量在 10 万吨以上有 60 家,占磷矿总量的 55%,其中年产量在百万吨以上的有 4 家,其产量占磷矿总产量的 24%;其余的是 10 万吨以下的小型磷矿企业,生产量占磷矿生产总量的 45%.总体上我国磷矿开采呈现点多面广、企业数量多、分散、大、中、小矿山并举,国有、集体和个体矿共同发展的局面,开发能力和生产量基本满足需求.并已建成云南昆阳、贵州开阳、贵州瓮福、湖北荆襄、湖北宜昌、四川金河—清平六大磷矿生产基地,即将建成和正在建设湖北保康、兴山—神农架生产基地,磷矿开采正以富矿开采为主向开发利用中低品位矿过度<sup>[3]</sup>.

## 3 我国磷矿的主要开采技术及特点

我国磷矿开采分地下和露天开采两种方式,其中地下开采占 60%,露天开采占 40%.地下开

采矿方法常用空场法和崩落法,其中又以房柱法和分段崩落法为主,如贵州开磷集团采用锚杆护顶分段空场法。露天开采有代表性的大、中型矿山有云南磷化集团、贵州瓮福、湖北黄麦岭、湖北大峪口等,这些露天矿多为山坡露天矿,单一的汽车公路开拓运输系统占绝大多数。我国磷矿开采利用率几家大型磷矿山的矿石回采率接近当前国际先进水平,云南磷化集团、贵州瓮福磷矿、湖北黄麦岭磷矿等露天开采的回采率可达 95% 以上,贵州开磷集团地下开采回采率可达 70% 以上甚至 80%,其它中小型矿山的资源回采率相比要低得多。在开采技术、装备、管理、企业规模和集中度方面水平参差不齐,与国外相比还有差距。

根据不同省份、不同矿区磷矿的赋存特点,磷矿主要开采技术及特点主要为下述几点。

北方缺磷地区:北方磷矿主要以河北矾山磷矿为代表,开采方式为地下开采,采矿技术装备水平基本达到国外 20 世纪 80 年代水平,由于地下水的原因,开采规模尚不经济。选矿技术已经成熟,实现了铁、磷综合回收利用的开发利用模式。

中南部:虽然湖北省几年前就制定了磷矿利用开发规划,要求“全层开采”、“综合利用”、“矿肥结合”、“矿化结合”,但因企业的情况不同,开采技术程度差别比较大。大型企业集团技术水平较高,已经形成全层开采、采选一体化综合利用开发利用模式。但大多小型企业,开采技术水平仍较低。

西南部贵州磷矿区:以贵州开磷集团和贵州瓮福集团为代表的两大国有企业,其地下开采技术和露天开采技术均处于国内较好水平,特别是开磷集团地下矿山率先在国内磷矿采用井下胶带输送技术,其综合技术水平处于国内领先。

西南云南滇池磷矿区:以云南磷化集团为代表的大型国有企业,所属的几大矿山从建矿至今一直采用露天开采,与贵州瓮福集团并列领先国内化工矿山露天开采技术。

四川磷矿区:主要产磷矿区金河—清平以地下开采为主,基本实现机械化一半机械化开采,总体技术还处于 20 世纪 60 年代水平,受地形条件和矿体赋存条件限制,技术进步严重滞后。

## 4 磷矿开采技术的发展方向

磷矿的开采的发展方向应该是全面推进安全高效、规模化、集约化的磷矿开采技术。

### 4.1 胶带输送技术以及大倾角胶带机

井下胶带输送在煤矿已得到广泛和成熟运用,而在磷矿开采中,除开阳磷矿采用外,还没有

矿山使用,仍采用电机车或卡车运输,电机车受运力的影响,井下卡车设备费用高,同时也受运距的限制,胶带输送机的运输能力大、运输成本低等优点,将会在今后的深部开采中显现出来。

传统的观念上,除要求矿石块度较小外,对胶带的倾角也有较严格的要求,《金属非金属矿山安全规程》中明确规定“非大倾角带式输送机运送物料的最大坡度,向上应不大于 15°,向下应不大于 12°”,这在一定程度上限制了胶带运输方式的应用。煤矿现有一种“深槽胶带机”技术,胶带倾角已提高到 25°,甚至有的矿山达到 30~31°,运行情况良好。所谓“深槽胶带机”,胶带还是普遍的矿用胶带,只是在托辊和机座上有一些调整,让胶带在运行中形成“深槽”形式。“深槽胶带机”的投资约比普通胶带机增加 10% 左右。

若增加少量投资,能提高胶带机的倾角,将对矿山开采工艺方案、开拓运输方案等方面产生非常大的影响,尤其是现在矿山的开采深度不断增加,大倾角胶带更能发挥出它的优势作用。假设胶带倾角由 15°提高到 20°、25°,每百米高差胶带斜井的长度将由 387 m 缩短到 292 m、237 m,分别缩短了 24.5% 和 38.8%,再假定胶带斜井造价每米 8 000 元、普通胶带和深槽胶带每米分别为 3 000 元和 3 500 元,则相应投资估算为 425.7 万元、335.8 万元和 272.6 万元,后两者投资分别降低了 21.1% 和 36.0%,由此可见胶带倾角增大后效益是显著的。

### 4.2 井下充填技术

井下充填技术在有色和金属矿山早已得到广泛的运用,考虑成本因素,磷矿山主要靠留设矿柱支撑顶板,造成大量的磷矿石作为矿柱永远损失。磷矿属于不可再生资源,随着不断开发利用,地质资源储量逐渐减少,目前我国已经发现和开发利用的磷矿资源,富矿储量越来越少,富矿储量不到总储量的十分之一,在前期磷矿开发利用时,大都不重视中低品位资源的利用,大量的不可再生磷矿资源被浪费。从我国几个产磷省份制定的磷矿资源开发和利用规划中,可以看出我国已经意识到资源不可再生的特点,制定了资源综合回收利用的地方性法规。随着磷矿的价值不断提高,磷矿企业应积极探索和研究充填技术在磷矿开采企业的运用,贵州开磷集团采用磷石膏、水泥、粉煤灰等充填体对采空区顶板岩体的支撑,提高了资源回收率,也减少磷石膏和废石占用大量的耕地和对周围环境产生的污染,取到了很好的示范效应。

我国磷肥工业年产磷石膏约 2 000 多万吨,并且以每年 15% 的速度增长,而国内对磷石膏的综

合利用率仅为 10%左右,大量堆积的磷石膏已成为制约我国磷肥工业可持续发展的瓶颈. 贵州开磷集团结合开磷地下磷矿山开采的特点,进行了磷石膏充填法无废害开采综合技术研究,寻找到了一种应用消耗量大、处理成本低的磷石膏处理技术方法,该技术推广应用前景广阔,对我国磷石膏的综合开发利用意义十分重大.

4.3 工作面搬运技术——刮板输送机

在磷矿地下开采中,缓倾斜、薄矿体占有很大的比例,例如:宜昌磷矿,这类矿体常采用房柱法和长壁法开采,采场搬运设备一般采用电耙,它的不足是生产能力较小、劳动效率较低,有效耙运距离较短,相应采掘比大、生产成本低. 煤矿类似条件一般采用刮板输送机,它是由一节一节可自由组合、灵活伸长或缩短、类似于胶带运输的一种连续运输机械,它与电耙相比的主要优点是:生产能力大且生产能力不随搬运距离增大而明显减小,有效运距长,小型的可达 100 m 以上,大、中型可达到 250~300 m,是电耙有效运距的 2 倍以上,甚至可达到 6~7 倍,有利于成倍提高工作面生产能力,有利于大大减化采切布置、大量减少采切井巷工程量,有利于减化生产环节、降低生产成本等.

4.4 工作面支护技术——液压支柱与液压支架

煤矿地下开采顶板岩石稳固性较差,采用长壁崩落法,虽顶板岩石稳固性较好但为提高开采资源回收率由房柱法改为长壁法开采,工作面常用成熟的支护技术和单体液压支柱及液压支架. 主要优点是:**a.** 可代替木支柱,节省大量木材用量;**b.** 用液压泵加压,有较大的初撑力,支柱或支架受力均匀且有一定的自调压能力,即随着压力增大通过三通阀溢流释放部分压力,因而损耗较低、重复利用率高;**c.** 有较大的支撑高度,液压支柱可达到 4 m,液压支架可达到 6~8 m 或更高,适应矿体的厚度远比木支柱或金属支柱高;**d.** 液压

支柱加上横梁和掩护式液压支架改点支撑为面支撑,支护体紧靠工作面或工人全部在支护体下作业,既可适应顶板极不稳固的条件,又提高了工作面的安全可靠;**e.** 采用液压作为动力,工人劳动强度大大降低;**f.** 经久耐用、消耗少、支护成本较低等.

液压支柱已在非煤矿山长壁崩落法开采中得到应用,液压支架因主要是与机采设备相配套的,其采场移动尚有一些问题有待解决,目前暂无应用实例,但预计不久将在非煤矿山得到应用.

液压支柱和液压支架的应用将改变磷矿山原重点放在顶板岩石加固支护或留矿柱支护的设计观念,创新出一些新采矿技术方案,除了在长壁法应用,还可在房柱法和一些难采技术条件下采矿法中应用,以提高开采安全性、减少矿柱矿量损失、提高资源回收率和改善开采技术经济指标.

5 结 语

随着国民经济和农业粮食增产对磷矿资源需求日趋加大,地质勘探部门应加大资源找矿和勘探力度,设计部门和磷矿生产企业应根据不同矿区的矿体赋存条件进行高效、低耗的先进采矿设备配置,使采矿设备向大型化、自动化、现代化方向发展,提高资源开采率和开采强度,形成规模化、集约化开采,提高开采集中度. 随着资源的不断消耗,还应加大中低品位磷矿资源的开发利用程度.

参考文献:

[1] 中国国土资源部信息中心. 世界矿产资源年评[M]. 北京:地质出版社,2009:274-284.

[2] 刘树臣. 中国矿产资源年报[R]. 北京:北京国土资源部,2008.

[3] 中国化学矿业协会. 我国重要化工矿产国土资源调查评价需求分析研究[R]. 北京:国土资源经济研究院,2010.

Main distribution features of phosphate ore and it's major mining technology in China

WEI Peng

(China Chemical Mining Association, Beijing 100011, China )

**Abstract:** On the basis of the summary of phosphate ore resources, mainly introduced the distribution, features and currently mining technology of phosphate ore main areas in China, and then presented some new thoughts about the future mining technology.

**Key words:** phosphate ore resources; features; mining technology 本文编辑:陈小平