

专题报告

略论我国有色金属矿山科技发展战略

于润沧, 唐建

(中国有色工程设计研究总院, 北京 100038)

[摘要] 根据我国有色金属矿山的特点, 提出了科技发展的基本思路和分层次发展的目标, 对建议的重点科研领域做了简要论述并提出若干重要研究课题。

[关键词] 有色金属矿山; 开采技术; 科技发展战略

[中图分类号] TD862 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742 (2005) 10-0001-04

1 我国有色金属矿山的现状及特点

1.1 矿山数量及产量

关于有色金属矿山的数量有各种说法, 无准确统计, 这里采用原国家经贸委和中矿联在《矿产资源合理开发利用和矿业政策研究》中提供的数据(见表1)。从表1可知, 生产规模在5 000 t/d以上的大型矿山只有26个。

表1 主要有色金属矿山数量

Table 1 Quantity of major nonferrous mines

矿山名称	矿山数量 /个	大型矿山 /个	中型矿山 /个	2002年采矿生产能力 /10 ⁴ t	2002年原矿产量 /10 ⁴ t
铜矿山	762	13	40	6 130	5 844
铅锌矿山	858	3	12	1 665	1 296
钨矿山	213	—	24	883	462
锡矿山	247	3	11	741	611
钼矿山	156	2	5	1 473	1 140
锑矿山	95	1	9	180	113
铝土矿	242	3	4	1 165	1 377
镍矿山	35	1	3	497	450
稀土矿山	119	—	2	—	73.4
其他矿山 (金、银等)	—	—	—	—	242
合计	37 692	26	110	—	11 609

近几年我国国民经济和有色金属工业都在高速

发展, 但是有色金属采选业产值占全国工业总产值的比率却在下降(表2)。

表2 采选业产值占全国工业总产值比率^[1]

Table 2 The share of the output value of mining and processing in the national total industrial output value

年度	全国工业总产值/10 ⁸ 元	有色工业总产值/10 ⁸ 元	有色采选业总产值/10 ⁸ 元	比率/%
2000	85 673.66	2 294.25	402.67	0.47
2001	95 448.98	2 456.14	419.98	0.44
2002	110 776.48	3 238.69	463.90	0.42

注: 统计只包括国有及规模以上非国有企业, 并按当年不变价计算

近年我国有色金属矿山产量基本呈小幅度增长, 露采所占比重略大于坑采(见表3), 但坑采矿山的数量却占了主要地位。

1.2 有色金属矿山的机械化信息化程度

有色金属工业系统规模以上露天矿目前有20多座, 主要分布在铜、铝、钨系统, 其中在生产规模、装备水平、信息化水平等方面达到国际先进水平的只有德兴铜矿。其生产规模为日产矿石100 000 t, 排位处于世界前列。所用主要设备如φ250 45R牙轮钻机、16.8 m³和13 m³电铲、154 t和174 t电动轮卡车、PP型乳化炸药现场混装车等基本上都是现代化的大型设备, 卡车—旋回—胶带输送机半连续运输也属于先进的工艺。德兴还采

[收稿日期] 2005-03-31

[作者简介] 于润沧(1930-), 男, 山西浑源人, 中国工程院院士, 中国有色工程设计研究总院教授级高级工程师

表3 我国有色金属矿山产量及坑采露采比率^[2]

Table 3 Output of China's nonferrous mines and the ratio between underground mining and strin mining

年度	出矿量/t	采矿量/t	坑采/t	比率/%	露采/t	比率/%
1995	84 590 000	80 890 000	38 100 000	47.15	42 780 000	52.85
1996	87 529 702	79 793 333	37 263 355	46.70	42 529 978	53.30
1997	94 243 266	86 000 484	39 129 020	45.50	46 871 464	54.50
1998	93 001 532	86 223 807	38 484 268	44.63	47 739 539	55.37
1999	95 994 904	92 028 419	44 423 390	48.14	47 605 029	51.86
2000	105 065 030	95 883 652	45 044 833	46.98	50 838 819	53.02
2001	102 333 364	99 393 476	44 245 692	44.50	55 147 784	55.50
2002	116 097 232	112 851 868	50 290 233	44.56	62 561 635	55.44
2003	126 901 279	123 280 410	55 091 642	44.69	68 188 768	55.31

用了GPS调度系统和计算机网络管理系统^[3]。其他矿山主要采用传统常规设备,生产规模都比较小,日产矿石量超过10 000 t的矿山只有金堆城钼矿和永平铜矿。这些矿山基本上维持在上个世纪七八十年代的水平。

有色金属地下矿山数量远大于露天。在一些大中型重点矿山如金川镍矿、凡口铅锌矿、安庆铜矿等基本上都实现了凿岩液压化,出矿无轨化,提升自动化,而且设备也在向大型化方向发展,如金川二矿区在进路式下向充填采矿法中采用了6 m³的铲运机。这些矿山大多也采用了漏泄式通信系统和计算机网络管理系统。技术装备基本达到国际先进水平。在采矿工艺技术方面如大孔采矿法、各种胶结充填技术以及岩石力学应用等,与国外相比并没有多大差距。但是众多一般性矿山装备还相当落后,生产规模与国外条件类似的矿山相比大约小二分之一到三分之一。这是诸多因素形成的综合差距。大量的小型矿山甚至处于较原始的状态,资源浪费和生产安全问题甚为突出。

1.3 损失率贫化率劳动生产率指标评价

开采损失率、贫化率与露采还是坑采,与矿体形态、采矿方法、矿山生产规模以及生产管理水平等都有直接关系。对于国内正规开采的大中型矿山,这两项指标与国外矿山相比并没有明显的差距,表4给出中国有色工业协会信息统计部公布的2003年有色金属工业各系统国有和规模以上矿山这两项指标的数据。

至于滥采乱挖造成的资源破坏,当不属于这两项指标讨论的范畴,但在铝、铅锌、锡等行业这个问题是非常突出的。

劳动生产率是左右企业经济效益的一项重要指标,尤其对坑采矿山。美国《地下采矿方法》一书

表4 2003年有色金属矿山开采损失率贫化率

Table 4 The ratio of impoverishment in nonferrous mines in 2003

	开采方式	矿石损失率/%	矿石贫化率/%
铜系统	坑采	9.59	11.93
	露采	2.03	20.80
铅锌系统	坑采	7.99	12.53
	露采	2.32	6.01
镍系统	坑采	2.96	4.25
锡系统	坑采	8.99	7.92
	露采	3.22	7.52
锑系统	坑采	13.46	14.49
钨系统	坑采	12.78	45.09
钼系统	坑采	11.35	5.05
	露采	1.64	0.73

根据统计分析推荐不同生产规模、不同采矿方法的矿山劳动生产率如下^[4]:

采矿方法	生产规模/(t·日 ⁻¹)	矿山劳动生产率/(t·工班 ⁻¹)
充填法	200~2 000	4~16
留矿法	200~2 000	4.76~15.63
空场嗣后充填	800~4 000	16.67~42.55
VCR法	800~4 000	10.96~27.78
分段法	800~8 000	17.02~70.80
分段崩落法	4 000~14 000	29.41~53.23
自然崩落法	20 000~45 000	77.22~96.57

国内矿山与这些指标相比,大约是其1/15~1/8。如目前有色系统矿山劳动生产率最高的安庆铜矿,采用空场嗣后充填采矿法,矿山劳动生产率约为4 t/工班。

1.4 生态和环境状况评价

有色矿山对生态和环境的影响主要表现在废石、尾矿等固体废料的堆放占用大量土地;露天坑和地下开采的塌陷区破坏地表植被和景观。1995年至2000年有色金属企业的固体废物(含冶炼废渣)的排放量已接近4×10⁸ t。有个别尾矿库已进行了复垦,有少量矿山在废料资源化方面也作了卓

有成效的工作，像南京铅锌银矿已成为无废矿山，特大型深井矿山——冬瓜山铜矿也正在按无废开采矿山建设。但是从整体上看，由于矿山开采仍然使生态和环境状况日趋恶化，特别是一些小型矿山的乱采滥挖和尾矿的任意排放，与矿业发达国家相比存在着很大的差距。

1.5 赢利性评价

有色金属矿采选业虽然是一个小行业，但因其产品价值较高，年利润总额在采掘业中排名第三。应当说明的是，金属矿山多数都不是独立企业，产品价格一般系内部价，因此利润并不完全反映真实情况。

产业类别	利润总额/ 1×10^8 元 ^[1]		
	2000 年	2001 年	2002 年
石油和天然气开采业	1 148.42	978.15	912.58
煤炭采选业	0.5	41.83	84.81
有色金属矿采选业	30.84	29.72	31.98
非金属矿采选业	10.69	13.75	15.80
黑色金属矿采选业	6.54	9.00	10.57

2 有色金属矿山科技发展战略的基本思路

落实科学发展观，坚持走新型工业化道路，保证战略储备，实现资源—经济—环境协调发展，分层次建立不同水平的发展目标，为实现矿业可持续发展提供技术支撑，是我国有色金属矿山科技发展应遵循的基本原则。

按照资源增效理论，资源在经济活动中的增效是科技进步的中心环节。要依靠科技进步和市场调节实现合理利用资源，降低生产成本，保护生态环境，同时对不同类型的矿山采用不同的科技战略。

大中型骨干矿山应在以高新技术改造传统产业上有所突破。主要表现在扩大生产规模，缩小综合差距；依靠机械化、自动化、信息化提高劳动生产率，特别是井下工人的劳动生产率，使之接近国际水平；克服无效和错位管理，实现科学管理，进一步提高企业经济效益。

对服务年限较长的一般矿山，逐步扩大无轨和液压设备的应用范围；推广高效率采矿方法和先进的工艺技术，降低成本，以达到国际一般水平为目标推动科技进步。与下游企业实行联合、合并，提高竞争力。对于资源危机型矿山，按照优惠政策吸

引资金，加强周边及深部勘探，争取延长矿山寿命。

大量小型矿山在相当长的时期内仍不可避免地要肩负劳动就业和扶持贫困地区脱贫致富的重任，对这些矿山科技进步应以安全生产、提高资源回收率为主要目标。同时鼓励走股份制联合办矿的道路，以利于发挥科技对生产的推动作用。

3 有色矿山科技发展重点领域

3.1 低品位矿床的经济开采技术

对于地下矿，因地制宜地创造不同采矿方法的变型方案，永远是科研工作的重要课题。鉴于我国大宗金属矿产资源都属于紧缺或劣质资源，为满足 2020 年国家 GDP 翻两番，全面建设小康社会的需求，根据预测，如能按低方案进行调控，从 2005 年到 2020 年的总缺口是：铁矿石 35×10^8 t（未含废钢利用），铜金属 $4 800 \times 10^4$ t，铝金属 $6 000 \times 10^4$ t。这些都必须依赖进口。但是另一方面，我们还保有大量的铜铁边际经济储量和大量的低品位一水硬铝石资源量未能利用。因此对以下课题开展研究将具有更为重要的意义：低成本自然崩落采矿法和低成本充填采矿法的研究和推广应用；原地溶浸采矿技术的探索；规模化露天开采与下游湿法冶金工艺的集成等。以期与必要的优惠政策相结合能激活部分所谓的“呆矿”。

3.2 复杂难采矿床的综合开采技术

主要指深井采矿和大水矿床的开采。深井采矿除地热问题外目前遇到两种情况，一种是高应力区有岩爆倾向的矿床，一种是高应力区岩石软弱破碎有蠕变性的矿床；开采这两种矿床的采矿方法和巷道支护有很大的不同。对于大水矿床能否采用水力提升，甚至是否适于将选矿厂也设在地下。这些都是值得研究的理论和工程相结合的重要课题。

3.3 无废开采技术

重点是指消除尾矿库和废石场的综合技术，包括强化有用矿物（含非金属矿物）的综合利用技术，固体废料资源化技术，固体废料充填技术等。原地溶浸采矿也属于无废开采技术。矿山废气废水达标治理比较简单。

3.4 矿山生态和环境控制技术

并不是所有矿山都能实现无废开采，对于不能实现无废开采的矿山，应当重点研究其生态和环境的保护和恢复技术，包括尾矿库、废石场适时复垦

技术,防止地表塌陷的保护性开采技术,露天坑生态恢复技术,以及尾矿干堆技术等重要课题。

3.5 金属矿山数字化技术

数字矿山即矿山的高度自动化、智能化、信息化,实现矿井无人的远程遥控采矿,是用信息技术改造传统产业在矿业上的最高体现,是一个目标,一个方向,是采矿工作者追求的最理想境界。根据我国的现实情况,这需要不同领域、不同学科的专家、学者和技术工人经过很长时间的努力才有可能实现。但目前仍然可以而且也应当分阶段开展许多基础性的研究工作。为满足众多一般性矿山实现无轨化和液压化的需求,应当集中优势资源创立主体采掘设备品牌产品;攻克这些设备的远程遥控技术,矿山信息采集、智能化处理技术,井下多媒体无线传输及通信技术,突发事件预警技术支持等;

以及数字矿山示范工程的研究技术。

3.6 矿山安全技术研究

重视矿山安全是落实以人为本理念的重要体现,是技术科学与管理科学相结合的产物。这方面需要研究的重点课题包括:矿山数字化动态实时安全监控系统研究,安全预警系统研究,重大灾害防治技术研究等。

参考文献

- [1] <http://www.state.gov.cn>
- [2] 中国有色金属工业协会信息统计部. 1995—2003年有色金属工业统计资料汇编
- [3] 帅能武. 江铜集团进口设备国产化初探[J]. 铜业工程, 2004, (2): 7~9
- [4] Hustrulid W A, Bullock R L. Underground Mining Methods[M]. SME. 2001

Scientific and Technological Development Strategy for China's Nonferrous Metal Mines

Yu Runcang, Tang Jian

(China Nonferrous Engineering and Research Institute, Beijing 100038, China)

[Abstract] In view of the characteristics of China's nonferrous mines, the paper proposes the basic thinking on the development of science and technology and the hierarchically developing objective, describes briefly the proposed main research fields, and puts forward several key research topics.

[Key words] nonferrous metal mines; mining technique; developing strategy for science and technology