

毒有害烟气的处理利用技术,难利用、高污染的浸出渣、炉渣(特别是含大量铁的有色冶金渣)利用处理技术和大规模废石的利用与安全处置技术。

(3) 废旧金属及非金属再生利用技术,针对废旧资源的特点,把材料粉体工程、矿物工程、冶炼、化工领域的新技术综合应用于废旧金属的再生利用中。

#### F 矿产综合利用中的自动化、信息化技术

力求使采、选、冶设备自动化和智能化,生产数据的在线检测和传输更为前沿。要研究融合遥测、遥感、遥控技术、图像处理技术、电子检测技术于一体的信息化生产技术,最终目的就是提高采矿、选冶生产效率和安全系数,科学的、最大限度的回收有益组分,建成真正数字化的矿山。

### 10.3.3 提高综合利用水平应从源头抓起,再不能走先损失后回收的老路

对于综合利用人们常有一种思维定式,认为综合利用就是要从各种废弃物中回收利用有用成分,即先损失,后回收,体现在环保方面即先污染后治理。结果是常常得不偿失,劳民伤财。

然而,近几年不少矿山企业的做法证明如果改变思维方式,做到“思前顾后”把综合利用置于全局统筹之中,创立最佳优化组合技术,从矿产加工处理的源头就强调共、伴生资源综合回收,综合利用便出现了新局面。

从源头抓起有两个含义,一是要在矿政管理和矿业权形成过程中严格把关;二是要在采、选、冶工艺技术上把关。

典型事例前已述及,奥斯麦特炉的采用,消除了老工艺中高砷污水、高钙砷渣的产生,将 As、In、Zn 富集于烟尘,便于有效回收;ISA-CYMG 法,使 Pb、Zn、S、Au、Ag 进入统筹利用之中;高铁硫化锌矿的高压浸出,消除黄钾铁矾渣的污染,S 得到很好回收。

采矿过程中强调综合规划综合开采,分采分存,选矿过程中要充分注意共、伴生元素的合理走向和有效捕集是综合利用的重要前提。仅以华锡集团多金属贫硫化矿综合利用选矿新技术为例,此工艺合理采用高浓度开路高效浮选,絮凝浮选,分散梯级浮选等多项关键技术,使锡和共、伴生元素铅、锑、锌、铟等的回收率大幅提高,为后续工序中的分离提取,综合利用奠定了基础。

改变思维定式,强调从源头抓起,综合利用工作就会从被动向主动转化,取得事半功倍的效果。

### 10.3.4 充分利用技术市场,削弱企业之间的技术壁垒,促进综合利用先进技术推广

西部共、伴生矿产综合利用的现状是先进工艺技术不断涌现和落后陈旧工艺依然故我的现象并存,综合利用的技术进步和技术改造推进速度比较缓慢。其重要原因之一,是因市场竞争机制和技术市场不够发育的矛盾,带来企业间形成一道无形的技术交流壁垒,阻碍了先进技术在同行中的交流与推广。

前述的一些典型的综合利用新技术、新工艺都来之不易,但推广应用范围都有局限。有的企业人士说,有时从国内同行中获取技术比从国外引进还难。当然,这当中的原因是多方面的。在认识上,参与国际竞争时,我国整体行业意识淡薄,而在国内,企业利益竟

争的意识强烈。但如果政府能采取措施适当引导,重视发挥政策中介机构的作用,完善技术市场体系,可能会有助于企业之间技术的流通。实际上,西部地区不仅是驰宏锌锗集团的铅锌矿中含锗,锗也不是华锡集团矿石中独有,会理、会东铅锌矿中含锗也不低,仅云南文山州就有 8000t 的锗探明储量。如果能把综合利用的典型先进技术从点引到面,共、伴生资源的综合利用率就将跨上一个新台阶。

### 10.3.5 加强矿业权流通环节监控,使共、伴生矿产的合理利用得到政策法规的切实保障

当前西部重要的共、伴生矿产大多进入实质开发阶段。由于各种原因,在这些即将开发或初期开发的项目中,多数未能把共、伴生组分的综合利用列入同步计划之中,如云南兰坪铅锌多金属矿已开发多年,其中铜、镉、铋、银、硫等有益成分现在才开始考虑回收;呷村、夏塞银铅锌多金属矿的首期开发方案中对共、伴生元素的综合利用受到许多条件的制约。

造成以上现象的原因,主要是综合利用的动力主要来自市场利益的驱动,而从保护资源的方针政策出发的强制性的监控手段比较软弱。在矿产资源管理日趋法制化的今天,严格执行矿业权评估、审核、批准过程,同时对矿山企业的开发进行全过程监控,通过管理,逐步使矿产综合利用工作真正变成矿业开发者的自觉行为。目前,最需要强调的是加强采矿权的后监督机制,因为多数情况下矿业权申办材料中列入的综合利用方案,实际开发工程中大打折扣,也无人监管。若干年后发现,资源已大量损失,悔之晚矣。

加强监控机制并非易事,必须有相应组织机构、有力的人力物力保证,还应有相应的奖惩制度。

当前由于矿产品市场活跃,有色金属价格飙升,引起矿业权市场高温不退,形成了一个新的问题,值得重视,这就是不少难选冶矿,低品位矿,在技术条件根本不具备的情况下,盲目炒作,盲目开发,资源保护和合理利用受到很大威胁,调查中发现,有些新开发的矿山技术指标极其低下,资源大量流失,造成环境的严重污染,新形势下的“合法的”乱采滥挖在形成,应当引起相关管理部门警惕。

### 10.3.6 建立健全共、伴生矿产综合利用评价标准体系,促进矿产综合利用管理、决策的科学化、规范化

要做到客观认识和评价当前矿产综合利用的发展水平,或正确认识某个矿山企业综合利用工作的现状,必须尽快建立和完善能让管理者和决策者作为评估或判定依据的标准体系。

多金属共、伴生矿一般含有 10 余种至 20 余种共、伴生成分,但由于矿石类型、矿石性质、元素含量、赋存状态的不同,其可利用性会有很大的差别。

因此,当前需要的标准体系,应当是能按矿石属性、当前技术发展水平、国家需求等不同条件,指明共、伴生组分回收利用应当达到的科学标准。

然而,我们现在恰恰缺乏这样的评价标准体系。以往地矿部门和各工业部门都有一些相关的规范和指标,多数已不符合形势发展的要求。为适应当前和今后按科学发展观和构建和谐社会的新形势下矿产综合利用事业发展的需要,建议在调查研究做好基础工作后,由相应的政府部门领导,组织相关力量,尽快制定出符合我国资源特点和国情的综合利用

标准体系。此标准体系的制定必将对矿产综合利用管理、决策的科学化、规范化和矿产综合利用水平的提高起到积极的推动作用。

总之，西部重要共、伴生矿产的综合利用状况，是全国矿产资源综合利用的一个缩影。正确总结分析西部重要共、伴生矿产综合利用的成就、问题和发展趋势，将为加强矿产综合利用工作的管理、决策，促进我国矿产综合利用水平的提高，提供客观的基础信息和重要参考依据。

## 参考文献

- 1 朱训. 中国矿情. 北京: 科学出版社, 1999
- 2 中国工业经济统计年鉴 (2004). 北京: 中国统计出版社, 2004
- 3 中国矿业年鉴 (2004). 北京: 地震出版社, 2005
- 4 寿嘉华. 国土资源与经济社会可持续发展. 北京: 地质出版社, 2001
- 5 何俊. 我国西部资源开发构想. 矿冶, 2002 (增刊), 54~56
- 6 四川省矿产资源规划. 2002 (7)
- 7 云南省矿山发展规划稿. 2005
- 8 孙传尧主编. 当代世界的矿物加工技术与装备. 北京: 科学出版社, 2006
- 9 王吉坤, 徐晓军. 有色金属选矿冶金和加工技术. 昆明: 云南科技出版社, 2001
- 10 王吉坤, 周廷熙, 冯桂林. ISA-YMG 粗铅冶炼新工艺. 中国工程科学, 2004, 6 (4): 61~66
- 11 王吉坤, 周廷熙, 吴锦梅. 高铁闪锌矿精矿加压浸出半工业试验研究. 中国工程科学, 2005, 7 (1): 60~64
- 12 《铅锌冶金学》编委会. 铅锌冶金学. 北京: 科学出版社, 2003
- 13 W. J. Errington, P. S. Arthur, C. R. Fountain ISASMELT-CLEAN, EFFICIENT SMELTING, Paper Presented at Global Metals Environment Conference, 24~27 May 1999, Beijing, China
- 14 U Robert Matusiewicz and Ed Mounsey, Using Ausmelt Technology for the Recovery of Cobalt from Smelter Slags, JOM, October 1998, 53
- 15 杨显万, 邱定藩. 湿法冶金. 北京: 冶金工业出版社, 1998
- 16 朱祖洋, 贺家齐主编. 现代铜冶金学. 北京: 科学出版社, 2002
- 17 王喜庆主编. 钒钛磁铁矿高炉冶炼. 北京: 冶金工业出版社, 1994
- 18 杨建功. 固体矿产资源储量分类及其类型条件. 中国地质矿产资源, 2000 (7): 5~9
- 19 金川有色金属公司. 金川有色金属公司“加速技术创新推进产品结构调整战略研讨会”文集. 金川: 金川公司内部印刷, 2000
- 20 金川集团公司. 金川集团有限公司重大科技攻关及产品结构调整研讨会材料之一技术难题汇总. 金川: 2004
- 21 李永军. 中国镍钴现状及发展趋势: 德意志银行冶金与金属会议发言稿. 伦敦: 2005
- 22 谭世雄, 兰华龙. 国内镍钴生产与发展综述. 见: 中国重有色金属工业发展战略研讨会暨重冶学会第四届学术年会论文集. 2005. 10
- 23 www.chinamining.com.cn: 〈矿产资源〉, 〈金属矿产〉, 〈镍矿资源〉, 〈铂族金属资源〉
- 24 刘广农. 金昌镍资源综合利用现状及其建议. 见: 中国有色金属学会第五届学术年会论文集. 2003. 8
- 25 黄开国. 甘肃金川镍矿可持续发展选矿问题浅谈. 国外金属矿选矿, 2001 (1)
- 26 江荣伏. 金川资源综合利用. 有色矿山, 2003, 32 (2)
- 27 方创琳. 甘肃金昌市矿产资源综合开发研究. 自然资源学报, 1994, 9 (1)
- 28 王瑞琦. 金川硫化铜镍矿床伴生铬的回收问题. 矿山地质, 1989 (4)
- 29 呼振峰, 孙传尧. 金川铜镍矿床中典型单矿物的提取. 有色金属, 2001, 53 (4)
- 30 侍爱国, 郭忠林, 包国忠. 金川镍贫矿资源综合利用的意义. 稀有金属与硬质合金, 2005, 33 (1)
- 31 陈晓东. 金川二矿区富矿石选矿技术经济指标分析. 见: 中国有色金属学会第五届学术年会论文集. 2003
- 32 刘广龙. 浮选镍铜精矿酸浸降镁试验. 矿冶, 2002, 11 (增刊)
- 33 马建青. 金川铜镍矿二矿区矿石物质组成对浮选的影响. 金川科技, 2004
- 34 刘存华. 提高金川铜镍矿铜回收率的探讨. 中国矿山工程, 2004, 33 (1)

- 35 宋永胜, 阮仁满. 金川公司一选厂金属走向查定及分析. 金属矿山, 2003 (9)
- 36 胡显智, 张文彬. 金川镍铜矿精矿降镁研究与实践进展. 矿产保护与利用, 2003 (1)
- 37 欧晓玲. 金川二选厂降镁工艺的生产实践及研究. 金川科技, 2002
- 38 金大安. 金川铜镍矿闪速浮选工业试验后的思考. 矿冶, 1999, 8 (1)
- 39 彭先淦, 黄开国. 金川镍矿选矿的技术进步. 国外金属矿选矿, 1998 (4)
- 40 孟悦礼. 金川镍铜富矿选矿降镁难易程度探说. 有色金属选矿部分, 1996
- 41 曾新民. 金川镍铜矿选矿降镁工艺研究与生产实践. 有色金属选矿部分, 1996
- 42 刘冬莉. 金川镍电解精炼的技术进步及发展趋势. 见: 铜镍湿法冶金技术交流及应用推广会论文集. 厦门: 2001
- 43 张金勇, 邓涛. 金川电解镍的生产实践及技术经济指标的探讨. 金川科技, 2000
- 44 攀枝花钢铁(集团)公司. 攀枝花钒钛资源开发四十年, 2005 (4)
- 45 吴本溪, 孟长春等. 攀枝花钒钛磁铁矿工艺矿物学. 成都: 四川科学技术出版社, 1998
- 46 攀西钒钛磁铁矿资源综合利用的规划研究课题组. 关于进一步开展攀西钒钛磁铁矿资源综合利用的规划研究. 见: 四川省软课题研究报告
- 47 锡淦, 胡克俊. 攀钢钒钛回收新进展. 钢铁钒钛, 1998, 19 (4)
- 48 长沙矿冶院. 攀钢(集团)钛业公司选钛厂流程考查报告: [科学技术报告, 内部资料]
- 49 陈厚生. 钒钛发展现状及展望. 见: 钒钛资源综合利用国际学术交流会议论文集, 2005
- 50 丁其光, 汪镜亮. 老尾矿是攀枝花钛工业持续发展的可贵后续资源. 见: 钒钛资源综合利用国际学术交流会议论文集, 2005
- 51 云南冶金集团. 云南冶金集团志. 2005
- 52 驰宏公司技术中心技术开发处. 云南驰宏锌锗股份有限公司锗生产简况. 2005
- 53 创新跨越交响曲——来自云南冶金集团的报告. 中国有色金属报, 2006-6-1
- 54 云南冶金集团. 高铁硫化锌精矿加压浸出技术产业化项目简介. 2005
- 55 许多丰. 白银公司冶炼技术发展现状与展望. 中国有色冶金, 2004 (4): 13
- 56 杨志强. 白银有色金属(集团)公司50年回顾与展望. 中国有色冶金, 2004 (4): 1
- 57 李沛兴. 白银有色金属(集团)公司50年技术创新与进步. 中国有色冶金, 2004 (4): 5
- 58 窦洪伟, 魏盛甲. 锡铁山铅锌矿选矿技术进展评述. 金属矿山, 2005 (3): 31
- 59 王庚辰等. 锡铁山铅锌矿床银的工艺矿物学研究. 矿物学报, 2005 (2): 165
- 60 张锦林. 白银公司选矿厂生产科研情况简介与未来发展目标. 见: 白银公司科技大会文集, 2004: 111
- 61 包头钢铁集团有限责任公司. 包钢关于白云西矿资源保护工作情况的报告: [内部文件]. 2004
- 62 包头钢铁稀土公司. 包钢工作汇报 [内部文件]
- 63 李荫棠. 关于解决包钢生产发展所需铁矿资源, 落实开发利用白云鄂博矿的思路和意见. 矿山, 2003 (3): 1
- 64 肖国望等. 白云鄂博矿产资源综合利用的前景. 包钢科技, 2003 (5): 9
- 65 燕洪全. 白云鄂博矿选矿技术攻关的回顾与展望. 矿业工程, 2003 (1): 36
- 66 张台荣等. 浅谈白云鄂博矿产资源合理利用. 地质与勘探, 2004 (5): 84
- 67 方军等. 包钢选矿厂磁铁矿尾矿选稀土的探讨. 金属矿山, 2003 (3): 47
- 68 田俊德等. 从包钢选矿厂选铁尾矿中回收稀土研究概况与生产实践. 稀土, 1999 (5): 54
- 69 王静, 王晓铁. 白云鄂博矿稀土资源综合利用及清洁生产工艺. 稀土, 2006 (1): 103
- 70 车丽萍, 余永富. 我国稀土矿选矿生产现状及选矿技术发展. 稀土, 2006 (1): 95
- 71 梁活, 董仁生. 高峰锡矿现状及可持续发展对策. 南方国土资源, 2003 (7): 23~251
- 72 国土资源部矿产开发管理司. 中国矿业联合会网站. 中国矿业; 锡矿资源, 1999~2003

- 73 李万清. 大厂矿田铟资源的保护和利用. 世界有色金属, 2001 (10): 33~36
- 74 华锡集团. 提高铟锌精矿产品质量和回收率的浮选新工艺工业试验: [研究报告]. 1998
- 75 华锡集团. 大厂锡多金属硫化矿选矿关键技术研究与应用: [研究报告]. 2004
- 76 华锡集团. 大厂选矿主要流程节能降耗技术研究: [研究报告]. 1998
- 77 华锡集团. 大厂细泥回收新技术研究工业试验: [研究报告]. 2000
- 78 华锡集团. 车河选矿厂微细粒铅锌浮选回收工业性试验: [研究报告]. 2004
- 79 王青芬, 邹清平, 黄光洪. 贫锡矿石预选抛废工艺及设备工业试验研究. 矿冶, 2004, 1 (4): 31~34
- 80 董明传, 陈建民, 兰桂密. 车河选矿厂硫化矿分离的新工艺研究与应用. 有色金属 (选矿部分), 2005 (3): 13~16
- 81 管则皋, 董天颂, 邹宽, 吴伯增. 提高车河铟锌精矿质量的工艺研究及生产实践. 有色金属 (选矿部分), 2000 (4): 1~4
- 82 张兴琼. 大厂100号矿体硫化矿浮选的合理工艺. 矿冶工程, 第20卷第1期, 26~28
- 83 唐朝波, 唐谟堂, 姚维义, 杨声海, 何静, 彭及. 脆硫铅铋矿精矿的还原造锑熔炼. 中南工业大学学报 (自然科学版), 2003, 34 (5): 503~505
- 84 黄毅勇. 锡烟尘1250kVA电炉熔炼. 锡业科技, 2003, 4 (1): 216~219
- 85 王令明. 来冶铟系统技改设计思路浅述. 湖南有色金属, 2002, 18 (2): 7~19
- 86 韦成果. 铋在锡冶炼中的行为、分布及综合回收综述. 锡业科技, 2002, 3 (4): 39~43
- 87 赵纯权. 提高保温炉技术经济指标. 锡业科技, 2003, 4 (1), 9~11
- 88 黎涌泉. 利用保温炉处理炼锡返回品的实践. 有色金属 (冶炼部分), 1998 (6) 17~19
- 89 梁敏炎. 浅谈提高来冶锡冶炼回收率的措施. 锡业科技, 2002, 3 (4): 29~32
- 90 王志军. 锡系统硫酸锌工段技术改造. 锡业科技, 2003, 4 (1) 12~15
- 91 阮桦. 反射炉熔炼高品位锡精矿的探索. 有色冶炼, 2001 (5): 50~54
- 92 王成彦, 邱定蕃, 江培海. 国内铋冶金技术现状及进展. 有色金属 (冶炼部分), 2002 (5): 6~10
- 93 胡鹏飞. 湿法炼锌的热酸浸出工艺流程. 工程设计与研究, 1998 (总99): 12~16
- 94 杨桂林. 我国第一台锡冶炼短窑. 工程设计与研究, 1992 (总75): 16~20
- 95 杨奕旗, 邹清平. 锡冶炼炉渣铜锡浮选分离工艺研究. 有色金属 (选矿部分), 2006 (2): 12~14
- 96 陈进中. 脆硫铅铋精矿火法冶炼综合回收锡的探讨. 有色金属, 2000, 52 (4): 51~52
- 97 云南锡业公司. 云锡年鉴. 1988
- 98 蒋荫林. 对云锡选矿技术发展的探讨. 锡业科技, 2003, 4 (2): 51~57
- 99 李正辉. 卡房锡石多金属硫化矿选矿实践. 有色矿山, 1997, (1): 25~28
- 100 范桐文. 锡精矿沸腾炉焙烧工艺实践. 云锡科技, 1999, 26 (1): 44~51
- 101 朱玉芹. 走向21世纪的锡冶炼科技. 世界有色金属, 1999, (10): 15~18
- 102 宋兴诚, 黄书泽. 奥斯麦特炉炼锡工艺与生产实践. 有色冶炼, 2003, (2): 16~21
- 103 张宗远. 难选锡中矿回转窑高温氯化挥发工艺实践. 云锡科技, 1998, 25 (1): 19~46
- 104 黄书泽. 锡精矿的强化还原熔炼与奥斯麦特技术. 云锡科技, 1999, 26 (2): 26~39
- 105 云锡公司的锡冶金技术跃居世界先进水平. 中国工程科学, 2004, 6 (7)
- 106 高乔林, 李爱民. 沸腾炉焙砂磁选试验研究. 云锡科技, 1999, 26 (4): 32~37
- 107 黄书泽. 云锡公司锡冶炼技术概况及近年进展. 有色金属, 1996, 48 (1): 89~91
- 108 黄书泽. 云锡公司锡冶炼技术概况及近年进展. 云锡科技, 1995, 22 (2): 1~4
- 109 蒋荫林, 许志安. 华锡集团选矿厂考察简况. 锡业科技, 2001, 2 (5): 77~79
- 110 蒋荫林. 云锡硫化锡铜矿选矿工艺现状分析. 锡业科技, 2003, 4 (4): 6~11
- 111 黄维生, 黄治家. 锡. 北京: 冶金工业出版社, 1999
- 112 中国矿床发现史 (西藏卷). 北京: 地质出版社, 1999

- 113 吴熙群等. 西藏玉龙铜矿硫化矿资源开发利用原则方案探讨. 矿冶, 2002 (增刊): 147 ~ 149
- 114 吴熙群等. 西藏玉龙铜矿硫化矿选矿工艺流程研究. 矿冶, 2004 (4): 32 ~ 37
- 115 赵树德. 玉龙铜矿选冶试验评述. 有色金属设计与研究, 1997 (2): 17 ~ 25
- 116 艾前胜. 西藏高原地区玉龙铜矿建设的不利因素和应对措施. 有色金属, 2005 (3)
- 117 闫恩泽. 西藏现代工业标志性工程西藏玉龙铜矿建设启动. 中国西藏新闻网, 2005-5-30
- 118 新疆有色公司 [内部资料]
- 119 何建璋. 可可托海三号脉钼矿石的综合利用. 新疆有色金属, 2003: 22 ~ 24
- 120 何建璋, 王毓华. 可可托海矿片状白云母资源的综合回收. 有色金属, 2003 (1): 99
- 121 中国有色金属报, 2006-8-29
- 122 阎兴虎. 金堆城钼矿伴生元素赋存特征及综合利用. 有色矿山, 1995 (1)
- 123 张培安. 金堆城钼矿床有价元素的综合利用研究. 有色金属 (选矿部分), 2002 (5)
- 124 杨国平. 金堆城钼矿中钴的赋存状态及综合利用评价. 中国钼业, 2004 (4), 24 (2)

