

## 铅锌矿产资源特征及浮选工艺研究现状

文金磊<sup>1</sup>, 朱一民<sup>1,2</sup>, 周菁<sup>1</sup>, 陈园园<sup>1</sup>

(1. 湖南有色金属研究院, 选矿研究所, 湖南长沙 410100;

2. 江西理工大学, 资源与环境工程学院, 江西赣州 341000)

**摘要:**在分析铅锌矿产资源储量和开发利用现状的基础上,重点阐述了我国铅锌矿产资源特征及其开发利用过程中所面临的难题;探讨了优先浮选、混合浮选、等可浮选、异步浮选和分支串流浮选等铅锌选矿工艺的优缺点,论述了选矿工艺技术的创新与发展方向。

**关键词:**铅锌矿;资源特征;选矿工艺;现状

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2015.06.001

中图分类号:TD952 文献标志码:A 文章编号:1000-6532(2015)06-0001-06

### 1 世界铅锌矿产资源现状

世界铅锌矿产资源丰富,分布广泛,勘查潜力很大,截至2008年,已探明的铅资源储量达15亿t,铅储量约为7900万t,铅基础储量为1.7亿t,主要分布于澳大利亚、中国、美国、加拿大、哈萨克斯坦,合计占铅基础储量的75%以上,此外世界铅矿山铅年生产量为387万t。世界已探明的锌资源储量达19亿t,锌储量约为1.8亿t,锌基础储量为4.8亿t,主要分布于澳大利亚、中国、美国、加拿大、秘鲁、墨西哥,其中前四国锌基础储量合计占锌基础储量的83%以上,此外世界锌矿山锌年生产量为1112万t<sup>[1]</sup>。目前勘查和开采铅锌矿的主要矿床类型包括:喷气沉积型、密西西比河谷型、砂页岩型、黄铁矿型,约占世界总储量的85%左右,其中喷气沉积型铅锌矿储量大、品位高;其次,矽卡岩型、热液交代型和脉型约占15%。据统计,世界铅锌储量(基础储量和资源量)超过1000万t的超大型矿床共计18处。

世界硫资源富足,主要分布于中国、加拿大、波兰、沙特阿拉伯、美国,而可工业利用的硫资源包括:石油天然气中回收的硫、金属硫化物中伴生的硫、煤

和油页岩中回收的硫、硫铁矿和自然硫5种,其中油气中回收的硫和金属硫化物中伴生的硫是主要硫资源,占硫年生产总量的92%,各种形式硫的年生产总量为6840万t<sup>[3]</sup>。

### 2 我国铅锌矿产资源现状

中国铅锌矿产资源丰富,储量居世界前列<sup>[4-5]</sup>。至2008年,我国已查明的铅矿基础储量为1539万t,已查明的锌矿基础储量为4281万t,尚未查明的铅锌远景资源量预计在数亿吨以上。

我国的硫矿资源包括:硫铁矿、伴生硫铁矿和自然硫。截至2008年底,已查明的硫铁矿矿石基础储量为177189.6万t,已查明的伴生硫基础储量为13952万t,已查明的自然硫基础储量为38.92万t,可见硫铁矿与伴生硫铁矿是我国主要的硫资源。

我国铅锌矿产资源分布相对比较集中,截止2003年底,全国共有850个铅矿区,901个锌矿区,763个硫矿区<sup>[6]</sup>,经形成五大铅锌矿产集中地区<sup>[7]</sup>:

(1)湖南铅锌生产基地:该生产基地由水口山铅锌矿、宝山铅锌矿、黄沙坪铅锌矿与株洲冶炼厂等

收稿日期:2015-03-13

作者简介:文金磊(1987-),男,选矿工程师,硕士,主要从事选矿工艺、废水处理技术、尾矿综合利用的研究。

组成,是我国最重要的铅锌工业基地之一。

(2)两广铅锌生产基地:两广地区铅锌资源丰富,其中主要铅锌矿山有广东凡口铅锌矿、乐昌铅锌矿、锯板坑铅锌矿,广西佛子冲铅锌矿、大新铅锌矿、北山铅锌矿等。

(3)滇川铅锌生产基地:云南兰坪金顶铅锌矿是我国典型的超大型铅锌矿山代表,四川会东铅锌矿、会理锌矿,云南会泽、巧家、鲁甸铅锌矿都是铅锌储量大、品位高的矿产地。

(4)西北地区铅锌生产基地:厂坝铅锌矿铅锌储量属于特大型规模,银储量属于大型,山西铅峪山和青海锡铁山铅锌储量大且品位高,此外还有陕西大西沟和甘肃小铁山等一系列小型矿山。

(5)东北地区铅锌生产基地:该地区是我国早期的铅锌生产基地,许多矿山都面临资源枯竭问题,目前仅有桓仁、天宝山、八家子、西林、红透山等几个大型铅锌矿山正常生产。

(6)其他矿山:如江西的冷水坑银铅锌矿、银山铅锌矿,内蒙古白音诺尔铅锌矿、东升庙铅锌矿,浙江五部铅锌矿、大岭口银山铅锌矿,河北蔡家营铅锌矿,江苏南京栖霞山铅锌矿等。

铅锌矿产资源是我国的优势矿产资源,合理开发利用好大中型铅锌资源是我国铅锌资源从资源优势向产业优势转变的重点,其中建立以采矿、选矿、冶金、化工、材料为一体的综合产业链变得非常关键。但随着经济的迅速发展,国内铅锌精矿的供给缺口仍然很大,每年需进口大量的铅锌精矿。

### 3 我国铅锌矿产资源特征

我国铅锌矿产资源具有以下特征,①矿产资源成矿期和成矿区域相对集中,成矿期集中在燕山期和多期复合成矿期;根据目前已勘探的大型和中大型矿床分布可知,成矿区域多集中在滇西、秦岭-祁连山、内蒙狼山和大兴安岭、川滇、南岭五大成矿区<sup>[8]</sup>。②资源分布广泛,但又相对集中,主要集中在西南、中南及西北地区。从区域分布来看,主要集中于中西部地区,铅储量占73.8%,锌储量占74.8%;从省份分布来看,主要集中于云南、内蒙古、甘肃、湖南、广东和广西,这六个省份的铅锌储量占全国铅锌储量的64%,其中云南铅锌占23.28%<sup>[9]</sup>。

③大中型矿多,特大型矿较少,全国大中型矿床的铅、锌储量分别占全国储量的81.10%和88.41%<sup>[10]</sup>。④贫矿多,富矿少,硫化矿占绝大多数。约90%的储量为原生硫化矿矿石,铅+锌品位较低,多在3%~8%之间,大于8%的矿石仅占总储量的17%。铅锌比约为1:2.6,而国外一般为1:1.2<sup>[11]</sup>。⑤矿石类型复杂,共伴生组分多,综合利用价值大。矿石类型主要有铅锌矿石、铅锌铜矿石、铅锡矿石、铅锑矿石、铅锌锡锑矿石、锌铜矿石等,其中以铅锌硫化矿为主。以锌为主的铅锌矿床较多,而以铅为主的铅锌矿床很少,单铅矿则更少<sup>[12]</sup>。

矿石类型复杂导致共伴生组分较多,据统计,我国铅锌矿床中的共伴生有用组分高达50余种,主要有金、银、铜、锡、镉、铟、锗、硫、萤石及稀有分散元素,这些共伴生有用组分的综合利用,大大提升了我国铅锌矿床的利用价值<sup>[13]</sup>。如铅锌矿中伴生银储量约占全国银储量的60%,铅锌矿中综合回收银矿物产量约占全国银产量的75%<sup>[14]</sup>。

矿产资源的特点决定了铅锌选矿工艺以浮选为主,并且多金属的综合回收决定了选矿工艺流程的复杂性。长期以来,“低铅高锌”被认为是符合我国国情的一个利好特点,因为之前无论是铅的价格还是铅的需求都低于锌,反映到选矿工艺上则多多少少存在“重锌轻铅”的现象,导致铅及共伴生稀贵金属回收率偏低。但近几年来铅的价格翻番之后与锌价格不相上下,需求量也急剧增大,并且资源综合回收利用的需求进一步提高,所用需要重新重视“低铅高锌”的矿石特点并对选矿工艺加以改善<sup>[15]</sup>。

### 4 铅锌矿浮选分离工艺

对于方铅矿、闪锌矿、黄铁矿的浮选分离的流程结构包括:优先浮选流程、混合浮选流程、等可浮选流程、异步浮选流程及分支串流浮选流程<sup>[16-17]</sup>。

#### 4.1 铅锌优先浮选工艺流程

随着铅锌硫化矿电位调控技术理论研究和实践应用方面的突破,探索出了用石灰调节矿浆pH值的低电位高碱细磨优选浮选工艺,成功取代了粗磨低碱浮铅抑锌硫的传统工艺,为解决复杂铅锌矿的高效无氰分离难题提供了技术保障<sup>[18]</sup>。为实现无

氰浮选,提高铅精矿回收率和锌精矿指标,在原矿细磨(-74 μm 85%)过程中添加足量的石灰与丁黄,使得在 pH 值>12 的低电位高碱条件下,强烈抑制新解离的黄铁矿,并用丁黄保护新解离的方铅矿表面。优先浮选得到的粗铅精矿再细磨至-38 μm 85%~90%,经一次粗选、一次扫选、四次精选得到铅精矿产品。铅粗选尾矿用硫酸铜进行活化,在低电位高碱条件下用丁黄浮选分离得到锌精矿产品。锌尾矿用硫酸进行活化,用黄药浮选分离得到硫精矿产品。该方案铅精矿品位和回收率,锌精矿品位和回收率均较高,只是伴生银的回收率较低<sup>[19]</sup>。

周菁等<sup>[20]</sup>对复杂难选含银铅锌多金属矿进行高效无毒选矿药剂和工艺流程的研究,研究获得的无毒环保型抑制剂和组合捕收剂,以及铅优先浮选-中矿再磨再选-锌硫混合浮选方案 I 和铅优先浮选-中矿顺序返回-锌硫混合浮选方案 II,完全替代了含银铅锌多金属硫化矿的氰化法选别工艺,实现了低碱无氰条件下浮选分离铅锌的目标。该项无氰选矿技术已在湖南宝山铅锌银矿生产应用,结果表明:在铅锌原矿品位降低的情况下,铅锌金银回收率与原有氰工艺相比均得到了较大幅度的提升,且铅锌精矿质量基本不变。

铅锌优先浮选工艺流程是按有用矿物的可浮性难易程度,依次进行矿物分离的浮选流程。其应用范围最广,有利于有用矿物之间的分离及有用矿物和脉石矿物之间的分离,通常可以获得高质量的精矿产品,适合于致密块状铅锌硫化矿的浮选分离,且对矿石性质适应能力较强、稳定性好。优先浮选原则流程见图 1。

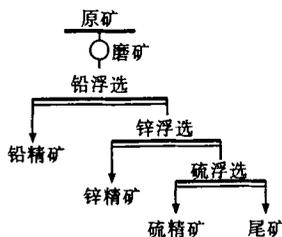


图 1 优先浮选工艺原则流程

Fig. 1 Principle process of priority flotation

### 4.2 铅锌混合浮选工艺流程

乔吉波等<sup>[21]</sup>对复杂铅锌多金属矿(锌氧化率为 67%)进行了铅硫混选-选硫化锌-选氧化锌的工艺

流程研究,研究表明通过添加不同的调整剂可以改变铅锌矿物的可浮性,从而实现方铅矿、黄铁矿与含锌矿物的浮选分离。铅硫混合浮选精矿通过石灰改变硫化铅和硫化铁的可浮性差异,得到铅精矿和硫精矿产品。铅硫混合浮选尾矿用硫酸铜进行活化,用丁黄浮选分离得到硫化锌精矿产品。选硫化锌尾矿用玻璃抑制含硅矿物,用硫化钠活化氧化锌,用 FX 浮选分离得到氧化锌精矿产品。该项部分混合浮选工艺既能为选厂带来较为显著的经济效益,同时还能提高矿产资源综合利用水平。

混合浮选首先将矿石中的有用矿物集合体和脉石分离,再分离混合精矿得到单一精矿产品。采用混合浮选流程,原矿通常进行粗磨,较早抛尾,从而减少磨浮设备投资,节省浮选药剂用量。混合浮选工艺比较适合品位较低、有用矿物呈集合体致密共生的矿石。此外若选矿工艺产品方案为铅锌混合精矿,混合浮选工艺得到的产品回收率通常高于优先浮选工艺。混合浮选原则流程见图 2。

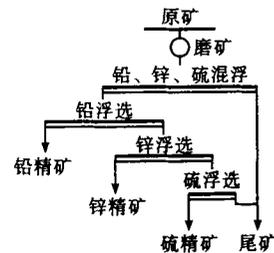


图 2 混合浮选原则流程

Fig. 2 Principle process of bulk flotation

### 4.3 铅锌等可浮选工艺流程

综合考虑铜铅锌的高效分离、碳质物与磁黄铁矿对浮选的干扰、再磨作业的设置等因素,开展了选铅前除碳、选铅时抑碳、选铅后除碳流程试验和混合浮选、优先浮选、等可浮浮选工艺试验研究,研究表明矿石中铅锌共生关系密切、嵌布粒度细,锌矿物可浮性较差且易与铅矿物分离,宜采用铅锌等可浮流程,即在粗选作业不加抑制剂,使得铅矿物、铅锌连生体及部分易浮的锌矿物上浮,上浮产品经再磨后进行铅锌分离作业,分离后的锌直接进入锌浮选作业;碳质物宜采用抑制的方式与铅分离,采用抑碳药剂 YT-1 和锌活化剂 HX-1 效果显著。等可浮选流程指标高于实际现场生产收支平衡所需的指标,可

以为选厂带来显著的经济效益<sup>[22]</sup>。

黄沙坪铅锌矿曾沿用混合浮选流程、部分混合浮选流程、等可浮选流程和优先浮选流程,其中混合浮选和部分混浮工艺特点是“强压强拉”,药剂消耗量大、操作不易控制,铅锌精矿质量差;优先浮选工艺硫的回收率较低,且使得尾矿的后续回收工艺变得较为复杂,现场改造困难;等可浮选流程则充分利用矿物的天然可浮性差异,实行“先易后难”和“早拿早收”的选矿原则,为简化药剂制度、降低药剂消耗量、获得较好选矿指标创造了有利条件。总的来说,黄沙坪铅锌矿各阶段的流程各有优劣,随着流程结构和药剂制度的不断优化,铅锌等精矿产品指标得到了稳步提升<sup>[23]</sup>。

等可浮选流程将有用矿物按先易后难的顺序分别浮选,然后再进行分离。等可浮选流程适宜于有用矿物包括易浮选和难浮选两部分的复杂多金属矿物,其优点是合理利用了矿物的可浮性差异,减少药剂用量,消除药剂对浮选分离的不利影响,有利于提高选矿指标和推广无氰浮选工艺,但其设备投资高于混合浮选。等可浮选原则流程见图 3。

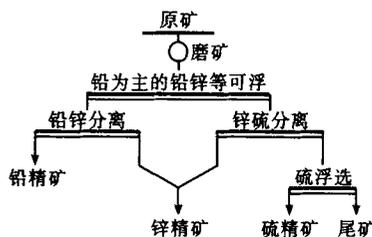


图 3 等可浮选原则流程

Fig. 3 Principle flowsheet of flotability ranking flotation

#### 4.4 铅锌异步浮选工艺流程

随着高碱度、合理磨矿、组合用药、特效药剂、电位调控、快速浮选等技术突破,凡口铅锌矿采用铅锌异步混合浮选流程(新四产品工艺流程),其原则流程为:按矿物单体解离度和可浮性难易程度进行铅锌快速浮选得到高质量的单一铅精矿、锌精矿,难选中矿合并后经细磨-混合浮选得到铅锌混合精矿,此外该流程的成功工业应用还在于浮铅抑锌硫的新型组合药剂 DS 的研发<sup>[24]</sup>。该项技术的应用减少了铅锌金属在流程中不必要的循环,从根源上杜绝铅锌金属的流失,缩短工艺流程,降低药剂消耗量,使得选矿技术经济指标得到提升,经济效益显著<sup>[25]</sup>。

异步浮选工艺是在混合浮选工艺和等可浮选工艺的基础上发展起来的,以铅锌硫化矿浮选为例,该流程不同于混合浮选让铅锌一起上浮,又不同于等可浮选让铅一次性全部浮完和让浮选性能相当的锌硫同时上浮,异步浮选是分步骤的在不同作业创造方铅矿和闪锌矿各自适宜的浮选条件,不管是在第一步还是第二步都同时上浮铅和锌<sup>[26]</sup>。异步浮选流程对于产品方案是混合精矿产品,或提高多金属硫化矿伴生金银回收率”的效果尤为明显,且可以减少互含损失,提高回收率。异步浮选原则流程见图 4。

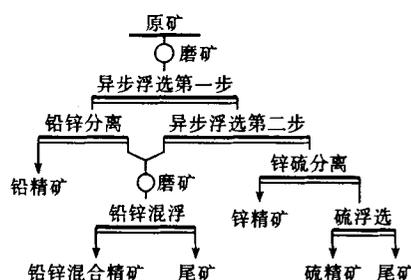


图 4 异步浮选原则流程

Fig. 4 Principle flowsheet of stepwise flotation

#### 4.5 铅锌分支串流浮选工艺流程

随着铅氧化率和难选矿石比例的增加,选厂原工艺流程难以适应矿石性质的变化,铅锌回收率呈下降趋势,水口山铅锌矿将铅分选系统改为分支串流浮选流程,取消了中矿再磨再选作用,将锌硫混浮流程改为分支串流浮选流程,工业实践表明,分支串流浮选流程应用效果显著,该工艺降低了铅锌精矿互含量,提高了选矿产品技术指标,同时简化工艺流程结构,降低了药剂消耗量<sup>[27]</sup>。

银山铅锌矿针对“铅原矿品位变低,含泥量增高,部分锌硫矿物难抑制且循环量大”等问题,改原优先浮选流程为分支串流浮选流程,提高了入选品位,改变了矿浆的物质组成与泡沫结构。分支串流浮选工艺在银山铅锌矿的生产实践表明:该工艺提高了铅锌精矿产品质量及回收率,提高了浮选机的利用效率,且有利于银在铅矿物中的富集<sup>[28]</sup>。

凡口铅锌矿选矿厂针对电位调控浮选工艺流程粗粒铅易过磨、捕收剂用量大、循环量大和流失严重等问题,在 2000 年 2 月,实施复杂铅锌矿快速分支浮选新工艺,并成功投入生产,获得的经济效益和社

会效益显著。但该工艺由于作业较多,导致精矿产出较多,故需很好地控制精矿产出平衡,否则将会影响选矿指标<sup>[29]</sup>。

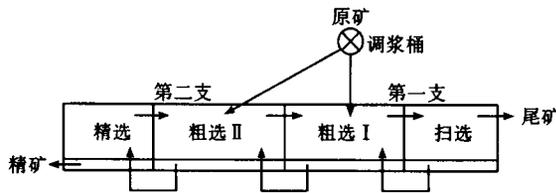


图5 分支串流浮选流程

Fig. 5 Flowsheet of branching in series flotation

分支串流浮选是一种人工提高浮选给矿品位的方法,例如对于仅有一排浮选机的情况,分支串流浮选示意流程见图5,工艺流程见图6。由于分支串流浮选提高了第二支系统的给矿品位,从而加快了浮选速度,有可能提高回收率;同时由于提高了泡沫的矿物装载量,也有可能提高精矿产品质量<sup>[30]</sup>。

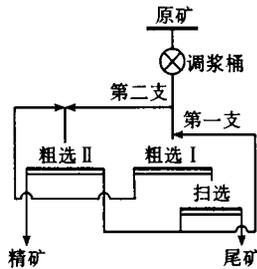


图6 分支串流浮选工艺流程

Fig. 6 Technical flowsheet of branching in series flotation

## 5 结 语

(1)我国铅锌矿产资源品位低和“低铅高锌”特性,决定了铅锌选矿工艺以浮选为主,而共伴生金属综合利用决定了选矿工艺流程的复杂性。

(2)优先浮选。该工艺在我国铅锌多金属硫化矿的选别实践中占主导地位,其中若需要回收硫,通常由铅浮选尾矿中选锌硫,锌硫分离通常采用优先浮选或混合浮选。

(3)混合浮选。针对铅锌品位低、嵌布粒度细和矿物间紧密共生的特性,通常在粗磨条件下采用混合浮选丢尾,利于磨矿节能降耗;但全混合浮选工艺在我国铅锌选厂应用的较少,关键在于未能很好解决混合精矿脱药问题,从而限制了混合浮选工艺

的推广应用。

(4)等可浮选。该工艺依据矿物的天然可浮性规律,能够有效避免常规浮选存在的“重压重拉”问题,从而取得较好的技术经济指标;但应用该工艺需注意以下两点:①等可浮选的目的矿物作业回收率应该较高,否则目的矿物在尾矿中的损失大;②伴随目的矿物浮出的其它矿物不宜过多,也不宜太少,如黄沙坪的工程实践表明:锌的上浮量应介于20%~40%间,硫的上浮量介于40%~50%间,否则将导致浮选分离困难。

(5)异步浮选。该工艺结合了混合浮选和等可浮选的特点,具有适应不同产品的灵活性;通过减少铅锌金属在流程中不必要的循环,杜绝铅锌金属流失,通过缩短工艺流程,降低药耗,从而提升选矿技术经济指标。

(6)分支串流浮选。该工艺通过调整流程结构,人为提高浮选给矿品位,故药耗能耗低,选矿指标较好;但推广应用是需注意以下三点:①前后两支系统设备需配合协调,且需防止管道堵塞;②矿石性质波动不宜过大,否则无法控制分选条件;③现场操作人员需具备较高的专业素质。

(7)铅锌选矿工艺流程是通过矿石性质、选矿指标要求和选矿试验效果确定的,如铅锌多金属综合利用,则需重点考虑主产品选矿指标、资源综合利用率和综合经济效益。

## 参考文献:

- [1]奚姓.世界矿产资源年评2008-2009[M].北京:地质出版社,2010.
- [2]曹异生.中国铅锌矿山进展及前景预测[A]2002年中国国际铅锌年会论文集.昆明:中国有色金属工业协会,2002.16-24.
- [3]崔荣国.世界矿产资源年评2008-2009[M].北京:地质出版社,2010.
- [4]张长青,芮宗瑶,陈毓川,等.中国铅锌矿资源潜力和主要战略接续区[J].中国地质,2013(01):248-272.
- [5]Patrick Leahy P. Mineral Commodity Summaries 2006[M]. Washington: United States Government Printing Office, 2006.
- [6]薛亚洲,王海军.我国铅锌矿资源综合利用现状[J].中国矿业,2005,14(8):41-42.
- [7]杨军臣,王扶良,贺政,等.我国铅锌矿产资源及利用情

- 况概述[A]中国矿山地质与西部矿山资源开发研讨会论文集[C]. 黄山:中国地质协会,2001. 0-36.
- [8] 罗仙平. 难选铅锌硫化矿电位调控浮选机理与应用[M]. 北京:冶金工业出版社,2010.
- [9] 郭文魁,张玉华. 1:3,000,000 中国铅锌矿成矿规律略图简要说明[J]. 地质论评,1960,20(1):17-21.
- [10] 翟裕生. 走向 21 世纪的矿床学[J]. 矿床地质,2001,20(1):10-14.
- [11] 戴晶平,刘侦德. 铅锌选矿技术[M]. 长沙:中南大学出版社,2010.
- [12] 蔡之衡. 滇东北铅锌矿床的基本地质特征与矿床成因的初步探讨[J]. 地质论评,1982,28(4):356-359.
- [13] 陈喜峰,彭润民. 中国铅锌矿资源形势及可持续发展对策[J]. 有色金属,2008,60(3):129-132.
- [14] 程德明. 中国硫化铅锌矿选矿技术的现状与前景[J]. 广东有色金属学报,1994,4(1):6-12.
- [15] 胡德勇,牛建英. 全面提升我国铅锌矿产资源利用水平[J]. 中国矿业,2006,15(6):8-11.
- [16] 陈家模,伍光兰. 多金属硫化矿浮选分离[M]. 贵阳:贵州科技出版社,2001.
- [17] 张鹏飞. 浅谈我国铅锌选矿厂浮选流程的选择[J]. 有色金属,1991(6):38-41.
- [18] 王淀佐,顾幅华,刘如意. 方铅矿-石灰-乙硫氮体系电化学调控浮选[J]. 中国有色金属学报,1998(02):135-139.
- [19] 宣道中,刘侦德,戴晶平. 凡口铅锌矿分选工艺发展三十年[J]. 有色金属,1998,50(增刊):13-23.
- [20] 周菁,朱一民,周玉才,等. 难选铅锌矿无氰选矿新技术研究.[J]有色矿冶,2012,28(4):18-22.
- [21] 乔吉波,简胜,王少东,等. 建水某铅锌矿选矿工艺研究.[J]矿冶工程,2012,32(4):51-55.
- [22] 李洁,马晶,郭月琴,等. 某含碳富含磁黄铁矿细粒嵌布铅锌矿石选矿工艺研究[J]. 有色金属:选矿部分,2012(04):23-27,32.
- [23] 倪章元,顾幅华. 黄沙坪铅锌矿选矿工艺流程沿革及技术特点[A]. 中国矿业杂志社、中国金属学会选矿分会. 2009 中国选矿技术高峰论坛暨设备展示会论文集[C]. 中国矿业杂志社、中国金属学会选矿分会,2009. 5.
- [24] 宣道中. 铅锌快速优先、中矿细磨混选-新四产品工艺流程研究与评述[J]. 有色金属:选矿部分,2004(03):10,15-28.
- [25] 戴晶平. 凡口复杂铅锌矿选矿工艺技术的创新[A]中国有色金属学会第七届学术年会论文集. 北京:中国有色金属学会,2008. 207-211.
- [26] 李俊旺,孙传尧,袁闯. 会泽铅锌硫化矿异步浮选新技术研究[J]. 金属矿山,2011(11):83-91.
- [27] 刘宏煜. 分支串流浮选工艺初步实践[J]. 有色金属:选矿部分,1987(3):11-15.
- [28] 刘运财,邬顺科,张康生. 凡口铅锌矿近十年选矿技术进展[J]. 矿冶工程,2007(04):39-41.
- [29] 何梅容. 分支一分速浮选生产实践[J]. 有色金属:选矿部分,1984(2):11-14.
- [30] 黄开国. 分支浮选的进展及应用[J]. 有色金属:选矿部分,1991(2):22-28.

## Research Status of Pb-Zn Mineral Resource Characteristics and Flotation Technology

Wen Jinlei<sup>1</sup>, Zhu Yimin<sup>1,2</sup>, Zhou Jing<sup>1</sup>, Chen Yuanyuan<sup>1</sup>

(1. Hunan Research Institute of Nonferrous Metals, Institute of Mineral Processing, Changsha, Hunan, China;

2. Jiangxi University of Science and Technology, School of Resource and Environmental Engineering, Ganzhou, Jiangxi, China)

**Abstract:** The article analyzes resource reserves and the present situation of exploitation and utilization, and elaborates the features of Pb-Zn mineral resources of China and the main problem to be faced in the process of developing and utilizing resources. Explores merits and faults of preferential flotation and bulk flotation and flotability ranking flotation and stepwise flotation and branching in series flotation, and describes the innovation and development of mineral processing technology.

**Keywords:** Pb-Zn ore; Resource features; Dressing technology; Status