

# 黄沙坪铅锌矿综合利用现状与改进方向

倪章元, 杨敏

(黄沙坪铅锌矿, 湖南桂阳, 424421)

**摘要:**概述了湖南黄沙坪铅锌矿的资源状况, 矿石性质和物质成分, 现行的采矿方法, 铜、铅、锌、硫优先浮选的选矿工艺以及尾矿性质及其处理情况, 提出了强化水平分层充填法采矿、改进选矿工艺等提高资源综合利用率的措施。

**关键词:**黄沙坪铅锌矿; 矿石性质; 采矿方法; 选矿工艺; 综合利用

**中图分类号:**TD982 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0076(2005)01-0036-04

## Multipurpose Utilization Actuality in Huangshaping Pb-Zn Mine and its Improvement

NI Zhang-yuan, YANG Min

(Huangshaping Pb-Zn Mine, Guiyang County, Hunan Province 424421, China)

**Abstract:** In this article, resources status, ore properties and compositions are introduced, current mining method, selective flotation flowsheet of Cu-Pb-Zn-S tailings characteristics and its processing are reviewed. Some measures for increasing multipurpose utilization indexes.

**Key words:** Huangshaping Pb-Zn Mine; ore properties; mining method; ore dressing process; multipurpose utilization

湖南黄沙坪铅锌矿属中深条件下的高温热液矿床, 矿床工业类型属碳酸盐岩中的裂隙充填和交代矿床。矿体多产在火成岩和灰岩接触带附近断裂带或破碎带中, 在火成岩、灰成岩和砂岩中均有存在, 但主要富集在灰岩中。矿石构造以致密块状为主, 其次为浸染状、角砾状、细脉状和条带状等。

黄沙坪铅锌矿1958年建矿, 1967年1月选厂投产, 设计规模1500t/d, 现生产能力2000t/d。

## 1 矿产资源资源量

1959年11月提交的黄沙坪铅锌最终储量报告, 经湖南省矿产储量委员会审批提交地质储量为858.08万吨, 铅锌平均品位11.3%。矿山地质工作者经过三十几年坚持不懈的生产探矿工作, 增加地质储量近一倍, 大大延长了矿山服务年限。

## 2 采矿工艺、年开采量

截止2002年底, 已开采1123.5万吨, 尚保有地质储量×××万吨, 按36万t/a计算, 服务年为限为××年。1996~2002年累计贫化率为17.2%, 损失率为4.2%。在1996~2002年累计已采矿量中, 难选小矿体已开采量为53万吨, 占开采总量的21%。

### 2.1 采矿条件

黄沙坪铅锌矿矿体形态不一, 顶底盘凹凸不平, 分支复合普遍, 矿体中夹有废石厚度不一, 有时两个矿体相邻, 间距很近。矿体呈透镜状、似层状、扁豆状、条脉状等。矿体产状不稳定, 走向长达几十米, 一般平均厚度6~8m; 倾角变化大, 30~80°, 一般

\* 收稿日期: 2003-12-30; 修回日期: 2004-06-22

作者简介: 倪章元(1969-), 男, 湖南澧县人, 高级工程师, 大学本科, 主要从事铜铅锌选矿研究及生产管理。

为40~50°。矿石为中等稳固( $f=4\sim 10$ )。部分矿体产于页岩和砂页岩中,不稳固( $f=2\sim 3$ ),南部砂卡岩类矿体为中上稳固,围岩主要是灰岩和石英斑岩,中上稳固( $f=4\sim 12$ )。个别矿体围岩不稳固( $f=1\sim 3$ ),围岩比重2.4~2.6,矿石比重3.6~3.8,松散系数1.43。

## 2.2 采矿方法

空场法和崩落法占12.3%,主要应用在倾角小于30°矿体的回采及顶底柱回采。浅孔留矿法占5.4%。主要应用在急倾斜和产状较稳定的矿体回采上。上世纪80年代以来,我矿采用上向水平分层充填无间柱连续回采工艺,取得比较好的效果,绝大部分矿体采用此方法。

## 3 矿石性质及综合利用现状

### 3.1 原矿化学成分

原矿化学多元素分析结果见表1。中深部矿石的Pb、Zn、Ag含量比现场原矿低,而Cu较高,MgO、CaO等成分也稍高,其它元素含量相近。

表1 原矿的化学多元素分析结果(%)

元素	Pb	Zn	As	S	Cu	Sn	WO <sub>3</sub>
中深部矿石	3.07	5.76	0.5	17.6	0.45	0.15	0.044
现场原矿	3.83	7.37	0.47	17.5	0.23	0.12	0.041
元素	TFe	Sb	Cd	Mn	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ag	Au
中深部矿石	19.00	0.037	0.024	0.51	1.72	20.88	0.2
现场原矿	19.29	0.034	0.021	0.64	1.97	57.12	0.22
元素	SiO <sub>2</sub>	MgO	CuO	Bi	CaF <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	
中深部矿石	12.13	8.79	13.87	0.036	0.7	0.23	
现场原矿	13.69	7.44	12.49	0.035	0.8	0.25	

注: Au、Ag含量单位均为g/t,本文下同。

### 3.2 矿物组成

金属矿物含量依次为:黄铁矿、铁闪锌矿、方铅矿、纤锌矿、黄铜矿、白铁矿、斜方砷铁矿、毒砂、磁黄铁矿、白铅矿、铅矾、孔雀石和锡石及黝锡矿。此外伴生少量硫锰矿、辉铋矿、辉钼矿、辉银矿、白钨矿、黑钨矿以及镉、金及稀散元素镓、铟、锗、铊、硒、碲等。

脉石矿物依次为:方解石、石英、萤石、绢云母、绿泥石、电气石和粘土矿物。对选矿的不利因素为高岭土化和碳质富集,中深部与现场原矿石矿物共

生组分相同,白铁矿和胶原黄铁矿及铜矿物的含量比现场原矿高,碳酸盐矿物及绢云母、绿泥石等矿物的含量亦稍高,铅锌矿物的含量则低于现场原矿。

### 3.3 各主要有用矿物及其特征

方铅矿是矿石中主要的铅矿物,约占总铅的88%(其它为氧化铅矿物)。主要呈不规则粒状集合体产出,与铁闪锌矿、闪锌矿、黄铜矿一起充填于黄铁矿、磁黄铁矿、白铁矿的裂隙或间隙中,溶蚀并交代硫铁矿,方铅矿属中细粒嵌布,与闪锌矿相比,嵌布粒度较均匀。粒径大于0.043 mm的占91%。

矿石中的硫化锌矿物主要是铁闪锌矿,含Zn 47.23%,Fe 17.56%,S 34.64%。铁闪锌矿与闪锌矿的比例约为96:4。(铁)闪锌矿多呈不规则他形粒状集合体,与方铅矿或黄铜矿等硫化矿物一起嵌布于黄铁矿晶粒间或裂隙中,交代和溶蚀黄铁矿、磁黄铁矿、白铁矿。楔入或从硫铁矿内部进行交代,从而被硫铁矿包裹或半包裹。大部分的铁闪锌矿晶体中可见有乳浊状极细粒的磁黄铁矿、黄铜矿分布,呈乳浊状结构。(铁)闪锌矿属中细粒嵌布,粒径大于0.043 mm占86.3%。

黄铜矿约占铜矿物总量的90%,其次有辉铜矿、斑铜矿、铜兰等。黄铜矿一般呈不规则粒状与(铁)闪锌矿、方铅矿共生,嵌布于黄铁矿、磁黄铁矿、白铁矿、闪锌矿等矿物颗粒间或裂隙中,与铁闪锌矿、闪锌矿、方铅矿等一起交代溶蚀黄铁矿、磁黄铁矿、白铁矿。一部分呈乳浊状嵌于铁闪锌矿中(1979年物相报告中占47%~50%,2001年研究深部矿石呈乳浊状的大大减少,有利于提高铜回收率)是影响铜回收率的主要原因。黄铜矿粒度较细,大于0.043 mm的只占54.5%。

硫铁矿(指FeS<sub>2</sub>,含黄铁矿、磁黄铁矿、白铁矿、胶状黄铁矿)一般呈他形半自形粒状,嵌布粒度相对较粗,主要在0.04~0.2 mm之间,由于形成较早,其颗粒或间隙之间常为较晚的铁闪锌矿、方铅矿、黄铜矿所充填和溶蚀交代,因而形成有用矿物紧密共生,构成致密块状矿石。

锡石约占总锡的82.55%,其次为胶态锡和硫化锡。锡石被其它硫化物及透闪石交代,嵌布粒度较小,主要在0.074~0.005 mm之间。

综上所述,矿石中主要回收对象为方铅矿、(铁)闪锌矿、硫铁矿,银附带回收到硫化矿精矿中,

铜品位较高时也应予以回收。铅矿物以方铅矿为主,白铅矿次之,铅矾少量,氧化率较高,故影响铅的回收率。锌矿物以铁闪锌矿为主,影响锌精矿品级。原矿中铜品位低,且部分黄铜矿以乳浊状嵌布于铁闪锌矿中,回收困难,影响铜回收率。锡多以锡石存在,但粒度细且与其它矿物嵌镶复杂,难以用常规重选法回收。

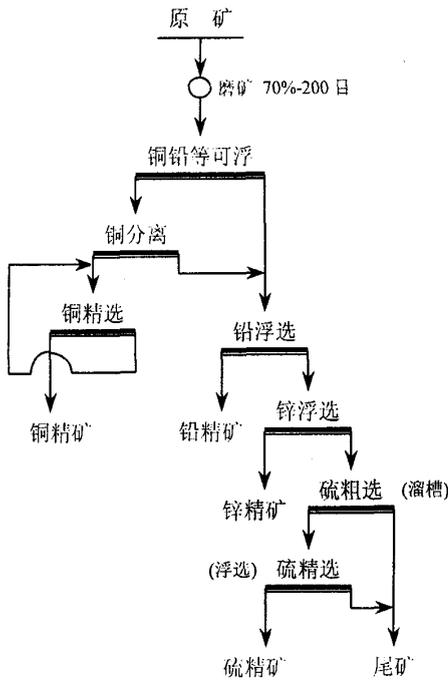


图1 黄沙坪铅锌矿现用选矿工艺流程

### 3.4 选矿工艺及指标

黄沙坪铅锌矿选厂1966年建厂,先后使用过六种流程,分别为两段磨矿全浮、一段磨矿部分混浮流程、一段磨矿全浮流程、一段磨矿等可浮流程、一段磨矿铅等可浮后锌优浮流程、一段磨矿铅锌硫全优浮流程。前三种流程药耗高,产品质量不稳定,大量使用有毒氰化物,1971年开始使用等可浮流程,随着乙硫氮的推广使用,逐步实行无氰选矿,产品质量稳步提高。随着产品市场变化和矿石性质变化,1998年又使用过铅等可浮锌优浮流程,2000年铅锌优浮流程,以及近两年来全优浮流程的逐步完善,现用流程既能适应矿石性质的变化,又能适应市场变化。现用流程见图1。

黄沙坪铅锌矿精矿产品一直是铅、锌精矿为主

万方数据

产,硫精矿为副产,铅精矿伴生回收银。1982年开始研究铜的综合回收,因原矿中铜变化较大,只有1995、1996、1997年三年成功回收铜精矿。

现年产铅精矿1.8万吨左右,锌精矿5.5万吨左右,硫精矿6万吨左右,其中铅精矿含银800g/t,回收率51%。现流程产品指标见表2。

表2 黄沙坪铅锌矿现流程生产指标

产品	品位(%)			金属分布率(%)		
	Pb	Zn	S	Pb	Zn	S
原矿	3.8	7	19.5	100	100	100
铅精矿	71	2.2	16	91		
锌精矿	0.65	45.5	32		92	
硫精矿	0.45	0.75	40			35
尾矿	0.3	0.5	12			

### 3.5 选矿产品考查

2001年我们对除硫精矿之外的选矿产品进行了考查。其中,锌精矿中铁闪锌矿、闪锌矿含量93%,方铅矿1.5%,硫铁矿1.8%,黄铜矿、辉铜矿、斑铜矿1.8%,毒砂0.6%;白云石、方解石0.5%,石英、玉髓0.4%,绢云母、绿泥石、粘土矿物类等脉石细泥0.2%,其它0.2%;锌精矿的化学多元素分析结果见表3。可以看出,影响锌品位的主要原因是矿石中的锌矿物95%以上为铁闪锌矿。

表3 锌精矿的化学多元素分析结果(%)

元素	Pb	Zn	As	S	Cu	Sn	TFe
含量	1.35	44.91	0.31	31.51	0.73	0.12	16.06
元素	Cd	Mn	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ag	SiO <sub>2</sub>	MgO	CaO
含量	0.21	0.42	0.18	68.66	0.59	0.11	0.28

表4 铅精矿的化学多元素分析结果(%)

元素	Pb	Zn	As	S	Cu	Sn	TFe
含量	71.57	1.98	0.17	14.62	0.73	1.05	4.38
元素	Au	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ag	SiO <sub>2</sub>	MgO	
含量	0.67	0.1	0.86	808.520.93	0.12		

铅精矿中铁闪锌矿、闪锌矿含量4.0%,方铅矿82%,硫铁矿6.5%,黄铜矿、辉铜矿、斑铜矿2.0%,毒砂0.4%;白云石、方解石1.2%,石英、玉髓0.8%,绢云母、绿泥石、粘土矿物类等脉石细泥1.5%,锡石、黝锡矿1.0%,其它0.4%。铅精矿的化学多元素分析结果见表4。

## 4 尾矿及尾矿库

2001年9月,湖南冶金研究所对铅、锌优浮尾矿进行了分析(未选硫)。尾矿中的黄铁矿、磁黄铁矿、白铁矿、胶黄铁矿等硫铁矿物主要呈单体形式存在。连生者主要与脉石毗连,细粒硫铁矿常被脉石包裹或半包裹连生。方铅矿、铁闪锌矿、闪锌矿较粗粒者多与硫铁矿或脉石连生,较细粒者(0.01 mm以下)多为单体。铜矿物、毒砂等主要与硫铁矿连生,常被硫铁矿包裹。尾矿中还含有少量锡石,主要被硫铁矿包裹,其次与脉石连生。尾矿中铁闪锌矿、闪锌矿含量1.1%,方铅矿0.9%,黄铁矿、胶黄铁矿、白铁矿、磁黄铁矿等硫铁矿物33%,黄铜矿、辉铜矿、斑铜矿等0.2%,毒砂1%,锡石、黝锡矿0.1%,赤铁矿、褐铁矿、磁铁矿1.5%,石英、玉髓10%,绿泥石、绢云母、粘土矿物类、炭质物等脉石细泥7%,白云母、方解石43%,透闪石、辉石类、萤石2%,其它0.7%。选硫时尾矿中铅、锌、硫矿物相对减少。尾矿的化学多元素分析结果见表5。

表5 尾矿的化学多元素分析结果(%)

元素	Pb	Zn	As	S	Cu	Sn
含量	0.37	0.62	0.5	15.78	0.081	0.11
元素	TFe	SiO <sub>2</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Ag
含量	20.07	12.62	7.69	2.58	15.69	23.12

尾矿中锡、绢云母含量均较低,回收毫无价值。尾矿部分粗颗粒用于尾矿充填,减少尾矿排放量。

尾矿库投产于1967年,设计库容400万m<sup>3</sup>,服务年限30年。1997年增高扩容工程竣工,增加库容约300万m<sup>3</sup>,至2003年止尚余200万m<sup>3</sup>,2003年恢复选硫,排放量约16万m<sup>3</sup>。如果硫市场继续走俏,预期可对库存尾砂进行选硫。

## 5 预期采矿工艺改进方向

根据黄沙坪矿属于矿石品位高、矿体形态复杂的三、四类型的矿床,矿体上下盘不规整,矿石围岩中段稳固到不太稳固的条件,利用水平分层充填法

是比较适宜的,其优点如下:(1)矿石回收率高,平均95%以上;(2)适用于厚薄不均、形态复杂的矿体,贫化率较低;(3)木材消耗量小;(4)采空区已充填,可减少地压活动;(5)安全通风条件好;(6)可在几个中段同时作业,适应性较强。

其缺点如下:(1)工艺复杂,循环时间长,生产能力低;(2)混凝土及充填工作繁重;(3)成本高。

预期改进方向:(1)首先须探索采矿工艺,优化设计,减少采切工程量,降低采掘比;(2)设法提高采矿强度,缩短循环作业时间,进而提高采场生产能力;(3)对于采矿底板以及采场隔墙的施工,要试验实施新技术、新工艺,降低劳动强度,减少空区作业时间,提高作业的安全性。

## 6 预期选矿工艺改进方向

近年应用全优浮流程及其工艺的完善,各项指标稳中有升,特别是锌精矿品位由44.5%提高到45.8%。重选加浮选联合选硫工艺成本低,质量好,方便灵活,可以适应市场变化,随时开停。要进一步完善银回收率及铜的综合回收利用工作。力争铅精矿中银回收率达到52%,年产铜金属量50t。

正在进行新药剂的推广应用,预计对提高银回收率、降低尾矿pH值具有积极意义。通过多种措施,力争尾矿水pH值达标排放。另外,我矿正在进行矿区内铁、钨、钼、铋、锡多金属矿的综合研究开发工作,预计三年内出产品、见效益。

## 7 需国家支持的政策与条件

正如许多国有矿山一样,我矿面临大量民采滥挖现象,严重威胁矿山安全,影响我矿的持续发展。作为上世纪五、六十年代兴建的老矿山,在资源日渐枯竭的情况下,如何搞好矿山的资源接替,或成功实施矿山转产、分流,安置人员庞大的在职职工,事关社会稳定。老矿山、小社会,社会关系复杂,改革阻力大。这些都需要国家或主管部门高度重视,制订符合实际情况的政策措施。