

文章编号: 1005- 2712(2001) 01- 0020- 04

# 浅谈德兴铜矿矿石性质与铜精矿品位

夏华龙

(江西铜业公司技术中心, 江西 德兴 334224)

**摘 要:** 简述了德兴铜矿的矿石性质特点和生产现状, 并从工艺矿物学角度, 分析探讨了德兴铜矿的矿石性质与铜精矿品位之间的关系, 为现场生产操作和进一步开展提高铜精矿品位的选矿试验研究提供了参考。

**关键词:** 铜矿石; 矿石性质; 铜精矿; 品位

中图分类号: TD952 1

文献标识码: A

## 0 前 言

江西铜业公司是我国包括采矿、选矿、冶炼及加工在内的大型联合企业, 也是我国最大的铜和伴生金生产基地, 其生产的“贵冶”牌电解铜已在伦敦期货交易所顺利注册, 成功树立起自己的品牌形象。但也应该看到, 目前贵溪冶炼厂的入炉铜精矿品位平均才 22% 左右, 而国际上大多数冶炼厂可达 26% ~ 28%, 甚至更高。因此, 如何缩小与国际差距, 巩固提高自己的品牌形象, 提高竞争力, 稳定、提高铜精矿品位已成为公司今后一段时间内面临的一项重要课题。

德兴铜矿因其铜精矿产量大、质量较好, 在江西铜业公司占有举足轻重的地位。进一步提高德兴铜矿铜精矿品位, 将对贵溪冶炼厂电解铜质量的提高具有很大的促进作用。

笔者从工艺矿物学角度出发, 对德兴铜矿的矿石性质特点、生产工艺现状进行了分析评价, 对矿石性质与铜精矿品位的关系进行了分析探讨。

## 1 矿石性质简介

德兴铜矿为特大型斑岩铜矿床, 包括铜厂、富家坞、朱砂红 3 个铜矿体, 矿体赋存于花岗闪长斑岩和千枚岩的内外接触带。目前开采的铜厂矿体储量最大, 斑岩矿石和千枚岩矿石矿量之比为 3: 7。矿石中平均含 Cu 0. 45%、S 2%、Au 0. 2%、Ag 1g/t、Mo

0. 01%、As 0. 007%。金属矿物以黄铜矿、黄铁矿、赤铁矿和磁铁矿为主, 少量辉钼矿。脉石矿物以石英、绢云母、绿泥石、碳酸盐为主, 铜矿物以黄铜矿为主 (占 80% ~ 85%), 其次是黝铜矿- 砷黝铜矿、辉铜矿、斑铜矿 (表生带有孔雀石、蓝铜矿、铜蓝等)。黄铜矿嵌布粒度一般为 0. 005~ 0. 5mm, 以细微粒浸染、细脉浸染分布为主。因此, 该矿是一个储量大、品位低、嵌布粒度细、易于浮选的原生硫化物铜矿床, 同时有多种元素可综合利用。

## 2 选矿工艺流程及选矿技术指标

针对德兴铜矿矿石硫化物含量低 (3% ~ 4%), 脉石矿物含量高, 黄铜矿粒度分布不均匀, 嵌布粒度较细的特点, 目前采用一段粗磨、铜硫混合浮选、粗精矿再磨再选、铜硫分离的工艺流程 (见图 1)。从粗选段及精选段产品铜矿物单体解离度测定结果 (见表 1) 和选矿技术指标 (见表 2) 表明, 该工艺较好地解决了铜矿物的解离问题, 取得了较好的选矿技术指标。

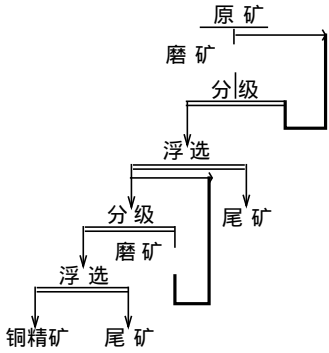


图 1 德兴铜矿现行生产工艺流程

收稿日期: 2000- 06- 29

作者简介: 夏华龙 (1965- ), 男, 江西婺源人, 江西铜业公司技术中心矿山部助理工程师, 主要从事工艺矿物学研究工作。

表 1 粗选段及精选段主要产品铜矿物 单体解离度测定结果 %						
产品名称	原矿	粗精矿	一段尾矿	二段给矿	铜精矿	二段尾矿
单体含量	82	89	8	> 90	> 98	< 5

表 2 粗选段及精选段选矿技术指标 %				
名称	原矿品位 含Cu	精矿品位 含Cu	尾矿品位 含Cu	回收率
粗选段	0.343	5.61	0.048	86.75
精选段	4.210	25.49	0.140	97.26

### 3 铜精矿品位的影响因素及工艺矿物特性分析

#### 3.1 黄铜矿的影响

铜厂矿床的铜矿物虽有十几种之多, 但黄铜矿占 80% 以上, 是最有用的工业矿物<sup>[1]</sup>。

黄铜矿:  $\text{CuFeS}_2$ , 含 Cu34.24%、Fe30.45%、S34.84%。四方晶系, 晶形呈四方四面体, 但少见。多呈它形粒状, 少数为半自形粒状, 浸染状、细脉浸染状分布为主, 粒径一般为 0.005~0.5mm。少量团块状、脉状分布, 粒径较粗。黄铜矿常与黄铁矿、黝铜矿—砷黝铜矿、辉铜矿、赤铁矿、磁铁矿等矿物共生。在表生带, 易被交代形成辉铜矿、斑铜矿、铜蓝、孔雀石、蓝铜矿等铜的次生矿物。

黄铜矿属于易浮选的硫化物, 它对铜精矿品位的影响, 主要反映在它的嵌布粒度上。黄铜矿嵌布粒度较细, 一般为 0.005~0.5mm, 以 0.2~0.5mm 最多, 脉状和团块状黄铜矿粒度稍粗。按照工艺矿物学规范, 该矿黄铜矿粒度多分布在细微粒级, 而且分布很不均匀。当矿石磨至-0.074mm 含量占 65% 时, 黄铜矿的单体解离才 80% 左右。

黄铜矿是否与黄铁矿和脉石矿物充分解离, 是影响铜精矿品位和回收率的大前提。对铜精矿 (含 Cu 分别为 24%、22%) 中不同粒级铜矿物单体解离分析结果 (见图 2) 可知, 铜精矿品位随铜矿物单体解离度的提高而提高。单体解离度 85% 以下的粒级, 其铜品位均在 15% 以下。连生体的存在显然不利于铜精矿品位的提高。

单体解离度的高低, 取决于细度的高低, 控制好磨矿细度, 是取得较好选矿技术指标的基础。试验结果表明 (见表 3), 铜精矿品位随着给矿产品细度的提高而提高。进一步研究铜精矿的各粒级产品 (见图 3), 可以发现, 在 0.01~0.05mm 粒级, 品位较

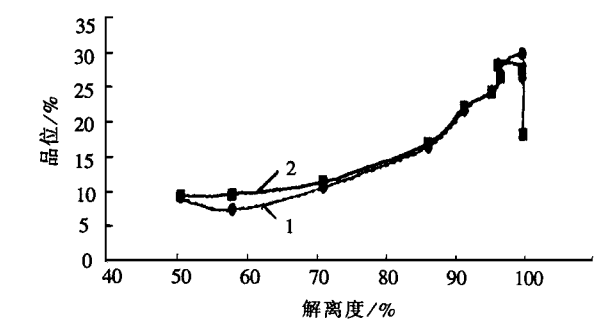


图 2 铜矿物解离度与铜精矿品位的关系  
1. 品位为 24% 铜精矿; 2. 品位为 22% 铜精矿

表 3 给矿产品细度与铜精矿品位关系 %			
-0.04mm 含量	精矿产率	精矿品位 含Cu	回收率
75.00	1.88	20.08	86.11
83.43	1.62	23.28	87.99
93.06	1.60	28.81	85.78

高, 均在 22% 以上; 而在 0.074mm 以上粒级, 铜品位才 10% 左右。在 0.01~0.125mm 之间, 铜精矿品位随粒度变细而增高; 而在-0.01mm, 铜品位反而下降了。镜下检查结果表明, 黄铜矿均已解离, 部分铜矿物因粒度太小反而容易损失, 脉石矿物如绢云母、石英等则容易混入, 黄铁矿在这一粒级含量远较其他粒级低, 说明黄铁矿抑制较好, 而且黄铁矿越细越好抑制。

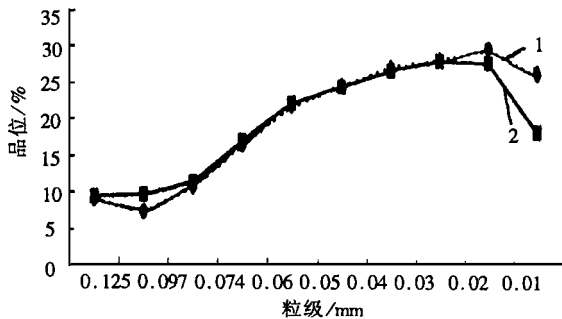


图 3 粒级与铜精矿品位的关系  
1. 品位为 24% 铜精矿; 2. 品位为 22% 铜精矿

#### 3.2 黄铁矿的影响

黄铁矿是德兴铜矿分布最广、数量最多的金属矿物。

黄铁矿:  $\text{FeS}_2$ , 含 Fe46.10%、S52.84%。等轴晶系, 晶形主要为立方体和五角十二面体, 八面体则多见于上述晶形的聚形中。浸染状分布的黄铁矿以立方体为主; 脉状团块状黄铁矿多以五角十二面体分布为主。黄铁矿常与黄铜矿、赤铁矿、磁铁矿等矿物共生。

黄铁矿嵌布粒度较粗，在矿石磨至- 0. 074mm 含量占 65% 时，其单体解离度为 90% 以上，二段给矿中更高达 98% 以上，可见黄铁矿解离性相当好，其粒度对铜精矿品位影响较小。但随着北山矿体的开采，经常出现铜精矿品位难以提高的现象，现场铜精矿品位只有 18% ~ 19%。从原矿鉴定结果看，黄铜矿、黄铁矿含量相差不大，1% ~ 1. 5% 左右，但镜铁矿+ 赤铁矿+ 磁铁矿含量较高，为 5% ~ 15%，无白铁矿存在。黄铜矿与黄铁矿相互交代关系较密切，而对铜精矿的鉴定结果表明（见表 4），铜精矿中镜铁矿含量很少，而黄铁矿高达 23% 左右。

表 4 铜精矿镜下鉴定结果

矿物名称	矿物含量 /%	粒度范围 /mm	连生形式
黄铜矿与辉铜矿等	57	0. 005 ~ 0. 07	黄铜矿与黄铁矿包裹连生、穿插连生、毗邻连生
黄铁矿	23	0. 01 ~ 0. 07	
脉石矿物与石灰渣	20		黄铜矿与脉石毗邻连生、包裹连生

黄铁矿中硫和铁的原子数之比，其理论值为 2. 0。但是，不同矿床、不同成矿阶段的黄铁矿成矿时受各种复杂因素的影响，其晶格往往出现缺陷或形成结晶习性，使黄铁矿的铁硫原子偏离理论值，引起性质的一系列变化，直接影响分选效果。

文献[ 2] 可知，国外有人用 5 种不同 S/ Fe 的黄铁矿试样，在不同的 pH 值条件下用乙基黄药浮选，测定浮选速度指数结果发现，在 pH 值为 4. 0 的酸性介质条件下，随 S/ Fe 减少，浮选速度指数下降，而在 pH 值为 11 的碱性介质条件下，随着 S/ Fe 减少，浮选速度指数上升。可见，对 S/ Fe 偏离理论值 2. 0 较多的试样，无论是活化或抑制都是困难的。有些学者进一步研究后认为：随着 S/ Fe 减少，黄铁矿晶格常数有减小的趋势。晶格常数小的黄铁矿与其空位相比，作为电流载体的自由电子密度增加，释放电子的倾向增强。这样的黄铁矿作为 n 型半导体的倾向增强，容易吸引 H<sup>+</sup> 离子，其试样的电位更有往正的方向变化的趋势。因此，有些黄铁矿既使在高 pH 值条件下，也还是显示某种程度的可浮性。

铜厂矿床的黄铁矿，广泛形成于气成热液成矿期的各成矿阶段，但大多数黄铁矿生成于中、低温热液阶段。早期黄铁矿以不与黄铜矿共生为其特征，反映矿液处于相对的还原环境；中期黄铁矿与黄铜矿共生；晚期黄铁矿可与镜铁矿共生，反映成矿条件

逐渐趋于氧化环境。多次生产和选矿试验证明，镜铁矿多时，黄铁矿难抑制，铜精矿品位也难以提高。

据部分单矿物化验结果表明，黄铁矿有缺硫现象。矿床不同原生金属矿化分带的黄铁矿，其 S/ Fe 是不同的（见表 5）。原生金属矿化分带划分的依据，是黄铁矿的标型矿物特征。与大量镜铁矿共生的黄铁矿，其标型矿物特征有何特殊性？是研究黄铁矿为何难抑制的关键。

表 5 金属矿化分带黄铁矿 S/ Fe

名称	花岗闪长斑岩			千枚岩		
	弱蚀变	中蚀变	强蚀变	强蚀变	中蚀变	弱蚀变
S/Fe	1. 98	1. 98	1. 96	1. 99	1. 96	1. 96

3. 3 氧化铜矿物的影响

德兴铜矿铜厂矿体是一个原生硫化矿体，但矿体上部表生带有氧化矿，主要矿物有孔雀石、蓝铜矿，少量赤铜矿、硅孔雀石等。孔雀石、蓝铜矿一般呈粉末状、胶状分布，或在岩石裂隙、孔洞或矿物表面形成薄膜。

氧化矿的出现，对回收率的影响是相当明显的，对铜精矿品位的影响相对来说不是很大。但氧化矿的突然出现，往往持续几个班，给浮选操作带来很大波动，因粗精矿品位过低，而最终影响铜精矿品位。在生产中，避免出矿点频繁变化，加强矿点预报，提高浮选操作水平是防止氧化矿引起指标波动的有效措施。

3. 4 次生硫化铜矿物的影响

铜厂矿体次生硫化铜矿物有辉铜矿- 蓝辉铜矿、斑铜矿、铜蓝等，多呈粉末状集合体交代黄铜矿。由于这些铜矿物含铜较高，辉铜矿含 Cu79. 86%，斑铜矿含 Cu63. 30%，铜蓝含 Cu66. 50%。二段给矿中这些次生硫化铜矿物的增多，对铜精矿品位的提高无疑是一个好现象。生产中当次生硫化铜矿物较多时，往往使铜精矿品位高达 28% 以上。但也应该看到，现有工艺采用石灰作为铜硫分离的黄铁矿抑制剂，在精选作业中，往往石灰添加量较高，使用过量会对次生硫化铜矿物有抑制作用。镜下分析表明，次生铜矿物与黄铜矿连生紧密、普遍，因此石灰过量也会对黄铜矿造成一定不利影响，从而影响到铜回收率和铜精矿品位。

加强矿点预报和现场经验总结是正确处理此类

矿石的一项较好措施。

3.5 石英与绢云母的影响

铜精矿的镜下分析结果可知, 石英、绢云母对铜精矿品位的影响, 主要有以下几种形式, 一是随铜矿物连生体上浮, 主要在+ 0.074mm 等粗粒级中, 其连生形式为黄铜矿- 石英, 黄铜矿- 石英- 绢云母等。其二是机械夹带, 主要在细粒级中 (特别是- 10μm 粒级中), 由于黄铜矿已基本解离, 绢云母、石英等因过磨而随矿浆进入铜精矿。

3.6 黝铜矿- 砷黝铜矿的影响

黝铜矿- 砷黝铜矿:  $Cu_{11}Sb_4S_{13}$ -  $Cu_{12}As_4S_{13}$ , 二者是一个完整的固溶体系列。它形粒状, 不规则粒状, 粒径一般为 0.03~ 0.4mm, 黝铜矿- 砷黝铜矿多与黄铜矿紧密共生, 相互交代现象很常见。

铜厂矿体的含砷矿物主要就是砷黝铜矿, 镜下分析结果表明, 既使在铜精矿中, 砷黝铜矿与黄铜矿相互连生在一起的现象也很普遍。

可见, 避免铜精矿中砷含量过高的唯一办法就是搞好采矿的配矿工作。

3.7 石灰的影响

石灰作为铜硫分离黄铁矿的抑制剂, 虽然不是来自矿石, 但铜精矿中确有一部分碳酸钙和氧化钙。前者是因石灰质量太差而引起, 个别班次的铜精矿, 用肉眼都可明显看到石灰渣。后者则多以石

灰浆的形式进入, 因此提高石灰质量, 加强石灰质量管理是提高铜精矿品位的一项基础性工作。

4 结语及建议

(1) 德兴铜矿粗精矿再磨铜硫分离工艺, 较好地解决了铜硫分离时黄铜矿较高的解离度要求和防止黄铜矿过磨的问题。

(2) 黄铜矿的嵌布粒度是影响铜精矿品位的一项重要因素。尽量提高铜矿物单体解离度、控制好磨矿细度是提高铜精矿品位的关键。

(3) 黄铁矿的 S/Fe 影响表面性质, 镜铁矿大量出现的出矿点黄铁矿难抑制。

(4) 氧化铜矿物主要影响粗选段作业和粗精矿品位, 间接影响铜精矿品位。次生硫化铜矿物的大量出现, 有利于铜精矿品位的提高。黝铜矿是铜精矿含砷的主要影响因素, 加强配矿是目前解决精矿质量的唯一办法。

(5) 石灰质量也是影响铜精矿品位的一项重要原因。

(6) 加强矿石性质研究和选矿产品工艺矿物特性分析, 是稳定、提高铜精矿品位的一项基础性工作, 有待于进一步开展。

参考文献:

[1] 朱训, 周耀华, 梅占魁, 等. 德兴斑岩铜矿[M]. 北京: 地质出版社, 1983. 171- 214.  
[2] 郭永文. 影响黄铁矿可浮性的若干问题[J]. 有色金属 (选矿部分), 1982 (6): 36- 37.

The characteristics of copper ore and grade of copper concentrate in Dexing copper mine

XIA Hua-long

(Jiangxi Copper Industry Co, Dexing 334224, China)

**Abstract:** The paper present the characteristics and productive technology of copper ore in Dexing copper mine. The relationship between the characteristics of copper ore and grade of copper concentrate are analysed by technological mineralogy, supply a reference and guide for the productive operating and the increasing of copper concentrate grade in mineral dressing experiment.

**Key words:** copper ore; the characteristics of ore; copper concentrate; grade