

铜共生金与伴生金矿床的区分原则

高顺清

(北京有色冶金设计研究总院)

文中根据铜共生金矿床与伴生金矿床矿石加工技术性能及处理工艺,以安徽铜陵某矿床为例,探讨了两类矿床的区分原则。

关键词:铜共生金矿床;铜伴生金矿床;区分原则



工作研究

含金铜矿石的选别

根据矿石的工业要求,含金铜矿床的矿石大体上可划分为单铜矿石(金品位低于工业指标)、铜金矿石(铜、金品位均达到工业指标)和单金矿石(铜品位未达到工业指标)3种工业类型。单铜矿石中的金以伴生金形式存在,在选矿过程中富集到铜精矿中,可在冶炼过程中作为副产品回收;单金矿石,可通过重选、浮选、混汞、氰化等工艺方法获得各种中间产品(如金精矿、汞膏或氰化金泥等),再经过火法或水法冶炼成粗金锭;而对铜金矿石,铜和金都是主要组份,金同样作为主产品回收。

一般来说,在铜金矿石中,有一部分金与硫化铁或硫化铜等硫化物共生,或以黄碲矿形式存在;另一部分则呈自然金嵌布在石英、方解石等脉石中。矿石的选别方法因金的嵌布粒度、形态和共生矿物、载体矿物的不同而异,通常采用浮选—重选法、浮选—氰化法、混汞—浮选法、混汞—浮选—氰化法等(图1-4)。通过选矿得到金精矿、铜金混合精矿、硫金精矿等中间产品,在冶炼过程中再进一步回收金。

在采矿方法上,针对上述3种类型矿石,

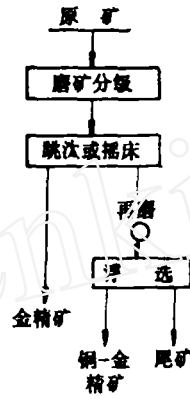


图1

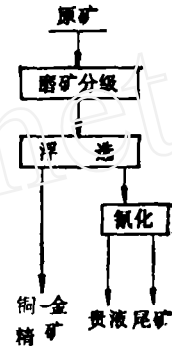


图2

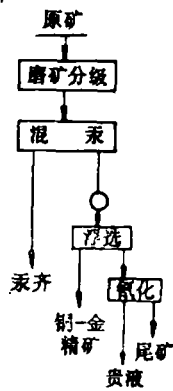


图3

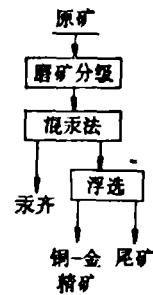


图4

要考虑单独采矿、单独出矿。具有工业意义的铜金矿石,才能够圈定矿体,并确定矿床类型。

安徽铜陵某铜矿实例分析

狮子山铜矿田的某铜矿床,地质勘探部门确定为中型夕卡岩铜矿床。

以钻探为主要勘探手段,以 $100 \times 60\text{m}$ 网度探求铜的C级储量;以 $100 \sim 150 \times 120\text{m}$ 网度求D级储量。富金的 XI_2 号主矿体,以相应网度的钻孔岩(矿)心作为基本分析样品,做了金的分析。为圈定出具有工业价值的铜金矿体,确定是共生金矿还是伴生金矿床,地质队进行了一系列试验、分析及试圈、试算和综合研究工作。

1. 铜金矿体的试圈、试算所采用的工业指标

(1) 第一方案

金单工程最低工业品位	1g/t
最小可采厚度	1m
夹石剔除厚度	2m

(2) 第二方案

金边界品位	1g/t
工程最低工业品位	2g/t
最小可采厚度	1m
夹石剔除厚度	2m

2. 矿床类型及矿体特征

主矿体产于石英闪长岩与小凉亭组底部大理岩接触的夕卡岩中。

按第一方案可圈出主要铜金矿体(编号CuAuX-I)、次要铜金矿体(编号CuAuX-II)各1个,零星铜金矿体22个。CuAuX-I呈透镜状—薄板状,其产状与主要铜矿体(XI_2)基本一致,走向北东 $35 \sim 70^\circ$,倾角 $32 \sim 42^\circ$;矿体赋存标高 $-320 \sim -760\text{m}$,沿走向矿体在西南部昂起,向北东侧伏。

按第二方案可圈出赋存于 XI_2 矿体中部的铜金矿体1个(编号CuAuX-I),矿体走向长 670m ,倾向延伸最大 240m ,最小 55m ,平均厚度 7.07m 。矿体内部结构较复杂,夹石多。

以两个方案试圈出来的铜金矿体与铜矿体呈包含关系,后者包括前者;铜矿体在空间上等价于共生金矿体和伴生金矿体之和(图5)。

3. 矿石性质

所圈定的矿体基本是铜金矿石,其主要金属矿物有黄铜矿、磁黄铁矿,另有黄铁矿、辉钼矿、自然钼、方黄铜矿、方铅矿和闪锌矿。主要脉石矿物有透辉石、石榴石,斜长石,次要矿物有石英、硅灰石、钾长石、方解石等。

金矿物主要有银金矿,偶见自然金,多呈包裹体金和晶隙金产出。主要载金矿物有磁黄铁矿、黄铜矿、辉钼矿、自然钼等。以微粒金为主,细粒金次之,粒径小于 0.037mm 的颗粒占 94.8% 。

4. 两方案对比

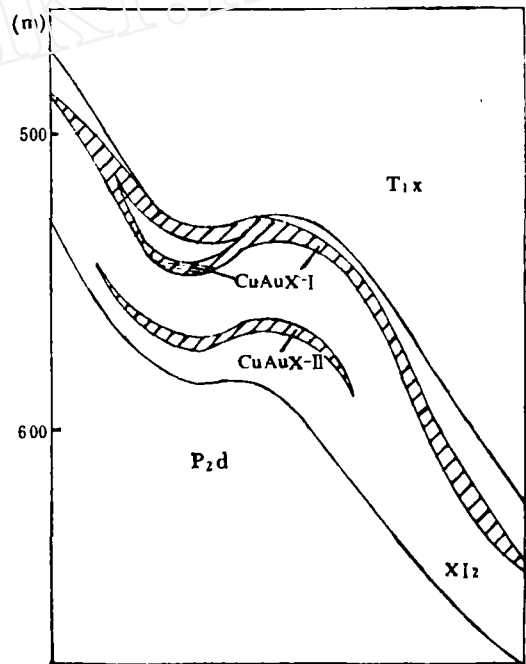


图5 勘探线地质剖面示意图

T_1x —顶板围岩; P_2d —底板围岩; XI_2 —铜矿体;
CuAuX-I—按第一方案圈出的铜金矿体; CuAuX-II—按第二方案圈出的铜金矿体

	第一方案	第二方案
矿石量(万t)	234	105
Au品位(g/t)	2.18	2.45
金属量(t)	5.09	2.68
矿体形态	矿体结构较复杂, 出现不连续或天窗	矿体较完整, 结构简单

5. 分析与结论

研究认为: 该矿床不宜下达正式的铜金矿体工业指标。主要理由是:

(1) 试圈出的铜金矿石, 金品位仅 2.09~2.54g/t, 达不到金矿床最低工业品位和平均品位要求;

(2) 矿体薄而分散, 连续性差, 加之控制网度偏稀, 无法正常连接矿体;

(3) 按第一方案圈定的共生金矿体, 金铜矿石储量仅占铜矿石总储量的9%, 故不能考虑单独处理铜金矿石的采、选系统;

(4) 从矿石的选矿性能来看, 单独回收金在工艺上是困难的, 只能从载体硫化矿物的回收过程中顺便回收。

由此可见, 该铜矿床再从铜矿体中分圈出铜金矿体是不适宜的, 只能把金作为伴生元素处理。

铜共生金与伴生金矿床

区分原则探讨

通过上述矿床实例分析, 笔者认为: 确定一个矿床是否为铜金共生矿床, 关键是要看它能否圈定出具有一定规模的铜金矿体并计算具有工业意义的铜金矿石储量; 共生金矿床与伴生金矿床的区分, 似应遵循以下基本原则:

1. 圈定铜金矿体的控制网度应达到铜、金地质勘探规范规定的相应级别储量要求。矿体赋存特征已经查明, 对矿石的质量及矿石加工性能进行了深入研究。确保铜金矿体的地质勘探和综合研究工作能够满足开采利用的要求。

在这类矿床中, 如湖北大冶鸡笼山矿

床、阳新县白云山矿床等, 铜、金紧密共生, 且金的地质特征参数变化很大, 这就要求对金的综合研究工作要跟上去。地质工作程度不够, 显然不能提交一定数量的地质储量, 也就探求不了工业矿体。因此, 合格的地质勘查和综合研究, 是区分共生金与伴生金矿床的基本条件。

2. 试圈出的铜金矿石储量, 其绝对量和相对量都应达到一定的标准。铜金矿石储量必须具有工业意义。如果把圈出很少的矿石量作为铜金共生矿体, 甚至将矿床定为铜金共生矿床, 那全国大多数铜矿床几乎都可以变成铜金共生矿床; 显然, 仅仅从纸面上圈出铜金矿体是不够的, 试圈出的铜金矿石量和矿石质量还必须满足工业上单独开采、单独选冶的需要, 即以对该类矿石单独处理所需的最小资源量作为标准。

在前述实例中, 矿山现有3条磨矿系列, 每条日处理能力700t, 采用 $\phi 2.7 \times 36\text{m}$ 球磨机。如果单独处理铜金矿石, 改造现有选矿流程, 那么矿量至少要满足一条系列, 即年需矿量23万t。如以该系统至少服务15年计, 再考虑采矿贫化、损失及其他地质因素, 则至少需要铜金矿石地质储量400万t(D级以上); 而两个方案试算的铜金矿石储量远远低于这个标准。

同样, 铜金矿石量占全矿床矿石总量的比例也是十分重要的, 这也是工艺流程和合理配制设备的需要; 为仅占百分之几的矿石量专门建一选矿系列是不可思议的。作者经初步分析认为: 对大中型矿山, 一般这个比例要大于20%; 而对小型矿山, 则以控制在50%以上为宜。

3. 从技术角度来看, 铜金矿体能否单独开采、单独回收, 也是区分共生金与伴生金矿床的依据之一。

如前所述, 单铜矿体在空间上往往包容铜金矿体。如果不能或不必要实现单独开采、单独回收, 那么人为地划分出几个矿体或几

种矿石类型显然是毫无实际价值的。

铜金矿体能否分采，与矿体赋存特征有关；能否分选则与金的嵌布粒度、形态、载体矿物、赋存状态等密切相关。

4. 金在试圈出的铜金矿体中是主要还是次要组份也是重要依据之一。

区分矿床是否是铜金共生矿床，关键要看单位矿石中铜与金的产值差别。一般来说以金产值不低于铜产值50%为原则。单位矿石中金或铜产值计算公式可参照下式：

$$P = C * \varphi * D$$

式中： P ——单位矿石中金（或铜）产值； C ——品位； φ ——选冶综合回收率； D ——金（或铜）的销售价格

如果试圈出的矿体金品位达不到这一标准，则需调整工业指标。如最终仍达不到这一标准，则金只能作伴生金处理。

5. 科学地确定铜金共生矿体的工业指标，是区分共生与伴生金矿的基本依据。

工业指标是圈定矿体，计算储量及合理利用矿产资源的依据。工业指标既不能以铜代金，又不能生搬硬套黄金地质勘探规范。在已经确定了铜工业指标的情况下，如何制定共生金的工业指标呢？

笔者认为，金仍采用边界品位和最低工业品位双品位指标比较合适。那种取消边界品位或最低工业品位的设想是行不通的。取消边界品位，就无法正确确定单铜矿体和铜金矿体的界线，甚至会将一部分低于尾矿品位的样品圈入其中；取消最低工业品位，就无法考虑金品位分布的特殊性，也不能保证

必要的经济效益。

边界品位以选矿试验中尾矿品位1~2倍为宜；而最低工业品位则应考虑到单独开采、单独回收将会增加基建投资，提高生产成本。其取值应保证提高金回收率而带来的经济效益，应大于生产成本、投资利息的增长。

在上例中，经初步核算，采切、掘进、辅助作业及车间经营费等采矿成本，将因单独开采增加6~7元/t；选矿综合成本需增加3~4元/t；基建投资需增加60万元。铜金矿石单独处理后，可保证金回收率增长10%以上。据此可由下式计算出效益增长与成本提高平衡的临界品位：

$$a = \frac{\Delta c_1 + \Delta c_2 + \Delta c_3 + \Delta T}{\Delta \varepsilon * D * \varphi}$$

式中： a ——临界品位（g/t）； Δc_1 ——增加的采矿成本（元/t）； Δc_2 ——增加的选矿成本（元/t）； Δc_3 ——增加的原矿运费、企业管理费和营业外支出（元/t）； ΔT ——增加的设备折旧费； $\Delta \varepsilon$ ——增加的选矿回收率； D ——金价格（精矿）（元/g）； φ ——采矿贫化率（%）。

将上述数据代入公式，求得 $a \approx 3.2\text{g/t}$ ，据此可将共生金矿体工业指标（品位）定为边界品位——1g/t，最低工业品位——3g/t是比较合适的。

铜共生、伴生金矿床的区分是一项细致、复杂的工作。只有将这五个方面的条件综合起来，统筹考虑，才能得出正确的结论。