

狮子山铜矿稳定 2200 t 选矿处理能力的系统改进

张仕才

(云南达亚有色金属有限公司, 云南 易门县 651106)

摘 要:狮子山铜矿选矿系统日处理能力提升到 2200 t 后,系统运行很不稳定,通过完善“精确化装补球”技术、改进旋流分级、提升中矿循环浓浆泵能力、建造尾矿再选系统等措施,既稳定了 2200 t 的选矿日处理能力,又提高了选矿工艺经济技术指标,年可创效益约 300 万元。

关键词:选矿系统;处理能力;技术改造

1 狮子山铜矿提升选矿处理能力应用研究

狮子山铜矿选厂采用一个系统两段磨矿的工艺流程,一段球磨的分级溢流经旋流器分级后,沉砂部份进入二段球磨再磨。选厂原设计处理能力为 1800 t/d,投产后一直徘徊在 1750 t/d,经充分挖掘潜力,2005 年二季度,处理能力达到 1800 t/d。如果将狮子山铜矿 0.35%~0.45% 的边际表外矿加以回收利用,供矿能力将达到 2200 t/d,超过了选矿处理能力。为了使选矿生产能力满足狮子山铜矿和上级公司的产品产量以及经营需求,实现矿山生产规模的最大化,同时提高矿产资源的利用率,提出了提高选矿处理能力的项目研究课题。

1.1 精确化装补球技术的研究与应用

1.1.1 研究内容

以昆明理工大学提出的磨矿理论为依据,对一段球磨和二段球磨采用精确化装补球,在磨矿细度不低于 74% (-200 目)的前提下提高磨机磨矿效率。

(1) 研究矿石的抗破碎性能,为球径精确化提供力学依据。

(2) 实验室磨矿研究及扩大试验,为一段磨机的装补球提出精确化的装补球方案。

(3) 研究二段磨介质尺寸精确化及形状适宜化,提出介质替换方案。

(4) 现场工业试验研究,完成介质精确化的试验及向生产应用的转化。

1.1.2 精确化装补球技术的实施效果

2005 年 6 月 27 日对磨矿介质按小型试验提出的方案进行调整,Ⅰ段磨采用逐步替代法,Ⅱ段磨采

用铸锻取代原来使用的钢球。通过逐日补加来改变磨机内球荷,实现磨矿介质精确化。实施后,磨矿处理能力不断上升,7 月份达到 1983 t/d,8 月份提高到 2008 t/d,7~12 月日处理能力平均达到了 2001 t/d,基本达到了精确化装补球技术应用后的技术目标。

1.2 Ⅰ段磨机与Ⅱ段磨机的改造

1.2.1 Ⅰ段磨机的提速改造

狮子山铜矿选厂的一段磨属低转速磨机。要进一步提高选矿处理能力,提高磨机转速是一个行之有效的技术手段。结合狮子山铜矿Ⅰ段磨机的现状,经昆明理工大学的磨矿专家与狮子山铜矿的选矿工程技术人员共同论证,认为要进一步提高磨机磨矿效率,将Ⅰ段磨机的转速从 73.5% 提高到 84% 技术上是可行的。狮子山铜矿选厂根据拟定技术方案于 2006 年春节检修期间对Ⅰ段磨矿机进行了改造,磨机转速从 18.3 r/min 提高到 20.7 r/min,转速率达到了 84% 的技术要求。

1.2.2 将Ⅱ段磨机由格子型改造为溢流型

狮子山铜矿磨矿系统的Ⅱ段磨机在设计时采用的是格子型球磨机,随着铸锻替代钢球在Ⅱ段磨机的应用,加之选矿处理能力的提升,格子型的Ⅱ段磨机已不能满足磨矿系统的技术要求。经论证,决定把格子型Ⅱ段磨机改造为溢流型。狮子山铜矿选厂根据拟定技术方案于 2006 年春节检修期间对Ⅱ段磨矿机进行了改造,并于 2006 年 1 月 28 日投入使用。

1.2.3 磨机改造的技术效果

狮子山铜矿的Ⅰ、Ⅱ段磨机经改造后,磨矿效率得到了明显提升,磨矿处理能力在改造前的 1 月份

为 2003 t/d,改造后的 2 月份提高到 2077 t/d,3 月份提高到 2110 t/d,达到了预期的技术效果。

1.3 降低碎矿粒度的研究与应用

1.3.1 碎矿设备的调整与改造

狮子山铜矿选厂在设计时,各段碎矿的负荷率较低,粗碎 62%,中碎 53%,细碎 71%。因此,降低碎矿粒度,实现多碎少磨,是进一步提高磨机处理能力的技术手段。2006 年 4 月 13 日,经研讨后决定对粗碎设备、中碎设备、细碎设备以及筛分设备进行调整和改造:

(1) 粗碎机排矿口由 150 mm 调至 100 mm 以下;

(2) 中碎机排矿口由 28 mm 调至 25 ~ 26 mm;

(3) 细碎机排矿口调至 8 mm;

(4) 检查筛分筛孔规格由 15 mm × 15 mm 改造为 13 mm × 13 mm。

1.3.2 碎矿设备调整与改造的效果

经过以上调整,碎矿产品粒级得到了有效调整,-12 mm 以下级别由改造前的 93% 提高到 95%,小于 0.5 mm 以下的粉矿比例明显增加,为进一步提高磨矿效率创造了良好的原料基础。磨机给矿粒级得以改善后,磨机磨矿效率得到了有效提高,2006 年 4 月份处理能力达到 2135 t/d,至 8 月份处理能力达到 2200 t/d。

狮子山铜矿从 2005 年 7 月份开始,经过为期 1 a 多的努力,将选矿处理能力从 1800 t/d 提升到 2200 t/d,钢球单耗、系统电耗等选矿经济技术指标均得到明显改善,每年可为狮子山铜矿创造效益 855 万元。

2 2007 年系统技术改造情况

2.1 系统表现出的问题

达到 2200 t/d 的处理能力后,系统出现了一些新的问题,主要表现为:

(1) 一段给矿粒级变粗及炭质板岩矿增加时,一段磨机胀肚频繁,磨矿细度下降;

(2) 一段磨机内钢球运行一段时间后,各种规格的钢球比例发生变化及产生碎球,导致磨矿效率下降;

(3) 砂泵泵送能力处于饱和状态,叶轮使用周期缩短,更换频繁;

(4) 矿石难选,中矿循环量增加时,高位槽漫浆频繁;

(5) 由于矿量增加,使用的 $\Phi 600$ 旋流器超负荷运行,时常出现“拉干”现象,细度波动较大;

(6) 尾矿输送原使用的 8/6E-AH 型渣浆泵处于饱和状态。

2.2 稳定 2200 t/d 处理能力的技术改造措施

2.2.1 保证碎矿产品合格率

保证碎矿粒度合格率是完成处理量的关键,目前碎矿车间的排矿口调整形成制度,定期测定中、细碎矿机的排矿口,使之达到技术要求。同时,根据生产要求,将振动筛筛孔尺寸缩小为 13 mm × 13 mm,通过延长碎矿开车时间来保证碎矿产品合格率。

2.2.2 精确化控制装球量

(1) 根据新衬板与旧衬板下的装球量不同,摸索衬板厚薄与装球量的关系及变化规律,控制合适的装球量,一段磨球量为 34 ~ 36 t 之间。

(2) 每次检修时都要测量磨机的充填率,每 4 个月对磨内碎、小球进行清理;科学掌握磨机球量的消耗、磨损情况,以统计数据为准每天精确补加球。

2.2.3 更新旋流器

为了解决旋流器超负荷运行这一问题 2008 年 2 月 8 日购买了一台海王公司 $\Phi 610$ 型旋流器并投入生产。由于该型旋流器具有单台分级效率较高、粒级均匀及运行平稳的特点,缓解了车间因处理量增加后旋流器超负荷运行的现象。

2.2.4 尾矿输送系统的改造

经过方案的优化对比,选用了湖北天门市泵业有限公司生产的 150ZBG-630 型渣浆泵,分别在 2007 年 8 月和 11 月对尾矿坝 1[#]、3[#]砂泵站 8/6E-AH 型渣浆泵进行了改造,并一次性试运行成功。1[#]砂泵站 ZBG150-630 砂泵自 2007 年 9 月 1 日运行至今无故障。

2.3 技术改造效果

(1) 生产处理能力平均达到 2192 t/d;

(2) 主要设备作业率达到 94.81%;

(3) 由于磨机生产能力的提高,以及磨内介质的优化,磨矿介质单耗有所下降。

3 2008 年系统技术改造情况

3.1 2008 年初选矿系统不稳定因素分析

经 2007 年的局部完善改造后,选矿日处理量提高到 2200 t,但磨矿、浮选系统仍处于不平稳状态,处理量、细度、回收率等指标波动较大。

(1) 一段磨机:“精确化装补球”技术运用后,

磨机内球比、球量精确化程度要求较高,每 3 个月需清球重新精确化装补,选矿系统运转率有所下降。

(2) 二段磨机:二段磨机经改造成溢流式后,磨矿介质为 35 mm × 40 mm、40 mm × 45 mm 两种规格的铸锻球。处理量提高后,因旋流分级以及砂泵能力等因素制约,磨矿浓度过高,(正常值应在 70% 以内,现运行浓度为 77% ~ 80% 之间),磨矿效率达不到预期效果。

(3) 高位槽:因受旋流器处理能力的制约,矿浆输出受阻,时有漫槽现象发生。

(4) 砂泵:车间砂泵主要功用是将一段磨分级溢流、二段磨排矿、扫选精矿、精选矿尾矿 4 部分矿浆扬送到高位槽。现在由于处理量提高,总矿浆体积增加,砂泵扬送能力基本达到极限,时有泵送不完矿浆的现象发生。若降低矿浆浓度,矿浆体积还会增加,现在运行的泵满足不了系统正常生产需求。

(5) 旋流器:海王旋流器替代老式旋流器,有效避免了“拉干”、“溢流跑粗”等现象,但由于进浆浓度过高,(进浆浓度要求值应在 55% ~ 60% 之间,现在运行浓度为 70% 以上),分级效率偏低,细度达不到浮选作业要求。另外就是现在处理量提高后,矿浆体积增大,(即使高浓度运行,中矿矿浆体积仍在 500 ~ 540 m³),处理能力已满足不了生产正常运行要求。

(6) 浮选:浮选槽是以 1800 t/d 设计能力配置的,处理量提升到 2200 t/d 后,浮选时间不足,对选矿回收率等选矿指标产生负面影响。

3.2 稳定 2200 t/d 选矿处理能力的技术方案

(1) 改造一段磨机格子板,调整补加球的球径球比。“精确化装补球”技术针对狮子山铜矿选厂磨矿给矿粒级及其硬度,确定选用球径为 90, 80, 70, 60 mm 4 个级别的球,初装球比为 25:30:20:25;补加球选用 90, 80, 70 mm 3 个级别,球比为 40:40:20。为确保磨机内球比精确化,对磨机排矿格子板进行改造,留 1 至 2 条宽度不超过 30 mm 的缝口,以便及时将磨矿过程中产生的碎细钢球排出;补加球在精确初装球运行 1 ~ 2 个月,检查球比情况,适时停加 70 mm 级别钢球。通过以上两条措施确保一段磨机内球比精确化。

(2) 对砂泵进行改造。随着处理量增大,加之矿石难选,中矿循环负荷高达 875%,矿浆体积增加,车间需要砂泵输送的矿浆量达 520 m³/h 以上。若降低矿浆浓度满足分级要求,矿浆体积势必增

加,而磨浮车间现用的砂泵输送能力只有 500 m³/h 左右,已不能满足生产正常运行需求。需重新购置输送能力 600 m³/h 以上的渣浆泵,以满足生产需求。

(3) 增设 1 台小时处理能力为 100 m³ 的小型旋流器。要提高旋流器分级效率,有效途径就是降低给料浓度,但矿浆浓度降低,矿浆体积就会增加。若矿浆浓度降低 10%,中矿体积就会增加 50 ~ 60 m³,总体积将达 560 ~ 600 m³,若增大旋流器型号,分级产品细度就会下降,而在现有旋流器平台上增设 1 台处理能力 100 m³/h 的小型旋流器就可以解决此问题。

(4) 建设尾矿选矿系统,提高选矿回收率。在其他条件都相同的情况下,浮选时间是否足够对选矿回收率会产生直接影响,在一定范围内,一般随浮选时间的增长回收率也会增加。根据试验研究和经验资料,狮子山铜矿所需浮选时间粗、扫选在 16 ~ 20 min 较为适宜,矿石好选时,浮选时间取下限,矿石难选时,浮选时间取上限。选矿系统能力提高到 2200 t/d 后,在以较好选的白云岩矿为主时,浮选时间勉强够用;难选炭质矿增加时,浮选时间则明显不足。对狮子山铜矿的尾矿进行再选,经试验研究和经济计算是可行的。

3.3 稳定 2200 t/d 选矿处理能力的系统改进

(1) 2008 年 2 月份,按预定方案对一段磨的排矿格子板进行改造;

(2) 3 月份对补加球球比进行了调整。

(3) 2008 年 3 月份,增设了 1 台 FX350 - GT 旋流器,与两台 FX610 - GK - B 旋流器共用,能力达到 600 m³,满足了系统正常运行需求。

3.4 选矿系统改进后的运行效果

(1) 一段磨机每 3 个月清理一次废球并进行初装球,经改造后,基本不用清球,既减少了人力物力的投入,磨机开动率也得到有效提高,每年可多处理矿石 3000 t,多生产精矿含铜 15 t,可获效益 40.5 万元。

(2) 旋流器给矿浓度降至 60% ~ 62%,旋流分级细度提高了 5 个百分点,满足了浮选作业要求。二段磨机磨矿浓度降到 70% ~ 75% 的合理范围,效率有效提高,日处理 2200 t 能力的选矿系统进一步得以完善。每提高 1 个细度,可提高 0.2 个回收率,因细度的提高回收率提高了 1 个百分点,年可增加精矿含铜产出 42 t,可创效益 210 万元。

(3) 以两台大旋流器与 1 台小旋流器配合使

用,旋流器处理能力总量可达 600 m^3 以上,满足了生产正常运行需求,改善了旋流分级效率。

(4) 砂泵输送能力从 $500 \text{ m}^3/\text{h}$ 提升至 $620 \text{ m}^3/\text{h}$,满足了降低矿浆浓度后的系统正常运行需求。

(5) 磨矿介质单耗由 2006 年的 457 g/t 下降至 2008 年上半年的 404 g/t ,降幅 11.60%,可节约成本 18.57 万元。

3.5 2008 年下半年将进行的技术改造

(1) 2008 年 8 月,将沿用了近 30 年的型号为 6PH 渣浆泵更换为 200ZGB 型渣浆泵,渣浆泵输送能力达到 600 m^3 以上,满足提高处理量后矿浆输送需求,磨矿浮选系统运行正常。

(2) 2008 年下半年,拟建造一个一粗二精流程的尾矿再选系统,流程见图 1。

根据流程矿浆量确定粗选使用 5 台 JJF-8M3 型机械搅拌式浮选机,精 I 使用 1 台 SF-4M3 型、1 台 JJF-4M3 型机械搅拌式浮选机,精 II 使用 1 台 SF-4M3 型机械搅拌式浮选机。

尾选系统建成后,将获得精矿品位为 5% 的铜精矿,每年可生产精矿含铜 48 t。对尾矿进行再选,

选矿系统回收率可提高 1.5 个百分点(试验数据),以每吨利润 2 万元计,年可创效益 96 万元。

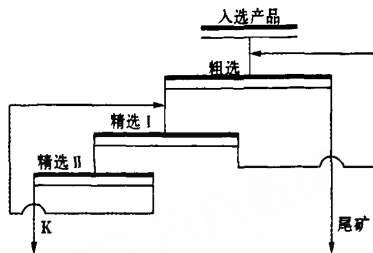


图 1 尾矿再选流程

4 结 语

狮子山铜矿根据生产实际情况,进一步完善提高选矿处理能力后的磨矿、分级、浮选系统,通过完善“精确化装补球”技术、改进旋流分级、提升中矿循环渣浆泵能力、建造尾矿再选系统等措施,既稳定了 2200 t/d 的选矿处理能力,又提高了选矿工艺经济技术指标,取得了良好的经济效益。

(收稿日期:2008-11-02)

(上接第 18 页)

铜矿床。

5 结 论

(1) 羊拉铜矿床产于金沙江缝合带上,由于板块碰撞的过程中,残留了不同时代、不同岩块组成的混杂岩,形成混杂岩堆。它们之中蕴藏了丰富的成矿物质,印支-燕山期岩浆入侵及热液活动使成矿物质活化并富集成矿。

(2) 矿区内构造活动中等,断层和次级破碎带较为发育,为成矿流体提供了较大的容矿空间和导矿通道,但后期构造基本上对矿体的空间分布没有影响。

(3) 矿体围岩蚀变类型多样,自中心向两边出现明显的“对称式”蚀变带,表现出明显的热液交代变质作用特征。同时,矿体局部矿化不均匀,保留了原岩成分。

(4) 矿床中矿石类型复杂,矿区内出露的岩石

单元几乎都被矿化,矿石具有明显的后期含矿热液叠加、改造的特征。

(5) 赋矿岩系中矿体产出形式多样,主矿体呈层状-似层状产出,与上下盘围岩关系清楚,脉状矿体穿切矿区各类岩体。同时,矿体严格受岩体、地层和构造控制,形成了复杂的与接触交代作用有关的矽卡岩型铜矿床。

参考文献:

- [1] 林仕良,王立全. 云南德钦羊拉铜矿床构造特征[J]. 沉积与特提斯地质, 2009, 24(3).
- [2] 涂光炽. 矿床的多成因问题[J]. 勘探与地质, 1979, (6).
- [3] 战明国. 滇西羊拉铜矿床矿体层序划分及赋矿层位研究[J]. 华南地质与矿产, 1998, (3).
- [4] 潘家永,张 乾,李朝阳,等. 滇西羊拉铜矿稀土元素地球化学[J]. 矿物学报, 2000, 20(1).
- [5] 张继荣. 德钦铜矿地质特征[J]. 云南地质, 1997, 16.
- [6] 曲晓明,杨岳清,李佑国. 从赋矿岩系岩石类型的多样性论羊拉铜矿的成因[J]. 矿床地质, 2004, 23(4).

(收稿日期:2008-11-02)