

堆浸尾渣与炭浸尾矿混排筑坝技术

游德周 何 立

(紫金矿业集团股份有限公司)

摘 要 根据紫金山金矿第二选矿厂的堆浸尾渣和炭浸尾矿的物理力学性质,尤其是考虑环保方面的严格要求,采用堆浸尾渣堆坝防渗处理、炭浸尾矿排放固结、回水利用与涵洞防洪的施工工艺,克服了传统的尾矿堆置方法的缺点,使紫金山金矿第二选矿厂生产的堆浸尾渣和炭浆尾矿得到合理利用与处理,既适应了工业生产的实际需要,又确保了环保工作。文中对尾渣尾矿混排筑坝技术的生产实践进行了介绍。

关键词 堆浸尾渣 炭浸尾矿 混排筑坝 防渗防洪 回水利用

Dam Construction Technology by Mixed Discharge of Residue from Heap Leaching and Tailings from Carbon - in - pulp Leaching

You Dezhou He Li

(Zijin Mining Group Co., Ltd)

Abstract In accordance with the physical and mechanical properties of the residue of heap leaching and the tailings of carbon - in - pulp leaching of No. 2 Concentrator of Zijinshan Gold Mine, especially in consideration of the strict requirements on environment protection, a construction technology is adopted which includes infiltration prevention, treatment of heap leaching residue - constructed dam, solidation of discharged tailings from carbon - in - pulp leaching, water recycling and flood prevention by culvert. It can eliminate the shortcomings of the traditional tailings deposition, making the residue of heap leaching and the tailings of carbon - in - pulp leaching of this concentrator rationally utilized and treated, which both suits the real requirement of the industrial production and ensures the environment protection. The application practice of dam construction by mixed discharge of residue and tailings is described.

Keywords Residue of heap leaching, Tailings of carbon - in - pulp leaching, Dam construction by mixed discharge, Infiltration and flood prevention, Water recycling

紫金山金矿第二选矿厂在 2001 年 11 月试产运行,通过生产技改逐步完善,2004 年已达到设计的日处理矿量 2.5 万 t 目标。其主要生产工艺系统为破碎洗矿,细粒级先经重选后,并分级浓密炭浸,粗粒级进入堆浸。炭浸工艺系统矿量占处理矿量的 15%,质量分数 40%,矿浆量 11 万 m³/月。堆浸矿量占处理矿量的 85%,堆浸周期 60 ~ 70 d,年排放尾渣量约 1 200 万 t。试产期间的炭浸尾矿放入原铜矿使用的尾矿库,即使加高 10m 进行增容,也只能满足第二选矿厂处理炭浸尾矿 10 个月。按照传统方法建设尾矿库,生产不允许时间更来不及,而且投资运行费用大。在此情况下,依据陈景河先生提出的《堆浸尾渣与炭浸尾矿排水固结堆排方法的研究》创新思路^[1],按照此法设计,先进行堆浸尾矿渣堆筑透水坝,炭浸尾矿顺流排放固结试验。之后,为

了做到环保万无一失,同时,尽量先期回收堆浸尾渣和炭浸尾矿中残留的金,实现含氰污水零排放,改用炭浸尾矿逆流排放固结方式放浆,通过 3 年多来的生产实践,证明该方法切实可行,并达到混排筑坝的目的。

1 堆浸尾渣堆坝防渗处理

紫金山金矿第二选矿厂堆浸尾渣,粒度在 - 80 mm + 0.074mm 之间,金品位 0.16×10^{-6} ,卸堆前经用三清亭库区完全达标清水洗渣后,尾渣含氰小于 0.5 mg/L。2002 年 3 月,用堆浸尾渣在望天湖的狭窄沟谷中首先堆筑成第一期 345 m 标高渗水坝。堆浸尾渣是由汽车自卸堆坝,所成堆筑角 36°,坝顶宽

游德周(1957 -),男,紫金矿业集团股份有限公司,高级工程师,364200 福建省上杭县紫金大道 1 号。

度为 20 m,形成的总库容量为 78 万 m^3 。

由于,堆浸尾渣在堆坝时由坝顶到坝底,按粒度受重力作用离析,造成由顶部到底部渗水性逐渐增大,为了克服坝体的渗水性,主要采取了如下措施。

(1)在坝内坡面用钩机做成宽 4 m、坡面长 6 m、坡角 36° 的台阶,然后,在坡面上铺设 0.5 mm 厚聚乙烯防水布或二层编织布。

(2)在坝底部用黄土夯实做成 200 mm 厚的防渗层。

(3)除去靠山侧坝肩的杂树杂草,并用黄土夯实防渗。

(4)坝顶部两侧用堆浸尾渣做成高 1 m 宽 1.2 m 的挡水安全坝,雨天的雨水在进入坝顶部的公路上,依据地形分段做成堵水入排水沟的牛背,使无氰水不进入坝顶部。

(5)坝顶部靠坝外坡侧留下宽 10 m,作为工程机械通行的公路,其余用推土机反复耙松,使水从坝顶部向下部渗漏,确保坝顶不因雨水坍塌。

(6)建立巡查制度,加强坝体及库区管理,设立日检查记录和水体监测记录。

2004 年的 480 万 t 堆浸尾渣堆坝,堆筑成第二个混排坝,形成了第二个库容 35 万 m^3 的库区,并在渗水坝上方及有可能渗漏处,使用矿山 1.0 mm 厚的塑料底垫连续焊接,进行坝体防渗工作,已经在 2004 年 3 月排放炭浸尾矿,从而在第一个库区实施堆浸尾渣台阶式堆筑覆盖压力排水固结炭浸尾矿的基础上,又扩建一个新库区,前者作为后者回水的再澄清区。

2 炭浸尾矿排放固结

紫金山金矿第二选矿厂 2005 年处理的矿石含粉率平均 15% 以上,进入炭浸工艺系统矿浆质量分数 40%, -0.074mm 占 85%。虽然建成 1 个 $\phi 24\text{m}$ 浸后浓密机对尾矿进行浓缩,但是由于处理能力不足,进入尾矿库区与混堆库区的尾矿浆的质量分数只能达到 48%,但尾矿浆的流动性与澄清速度好。为此,实际生产采用耐腐蚀的 pvc 管道输送尾矿浆,总管道 $\phi 250\text{mm}$,放浆入库采用二条 $\phi 150\text{mm}$ 管道。为了方便安装拆卸及均匀放浆入库,每 6 m 处安装一个放浆管。两条放浆分管道用橡胶蛇形管道与钢制分配箱连接,并用闸阀进行控制。

炭浸尾矿浆在坝内坡逆流均匀放入库区,在坝端沿着宽 110m、流向长 170m 的扇形面按 6% 坡度形成层流,矿泥先粗后细逐步沉积固结,干滩区末端

形成 40 ~ 50 m 澄清区。在澄清区安装了浮动式回水水泵作业平台,随时将水抽送到第 1 个混排库再次澄清后,再送到静态吸附系统,使固结干滩面和澄清区保持动态平衡。2003 年放入 1[#]混堆库区的总矿浆量为 135 万 m^3 ,炭浸尾矿干矿量 100 万 t,库区抽回水方量 70 万 m^3 。

3 回水利用与经济效益

库区及从坝体渗出的水体,主要由炭浸尾矿沉积澄清水和下雨时渗入堆浸尾渣后入库区的地表水组成。金品位在 $(0.08 \sim 0.15)\text{g}/\text{m}^3$ 。氰根浓度 $(60 \sim 100)\text{mg}/\text{L}$,铜离子 $(5 \sim 10)\text{mg}/\text{L}$ 。为了尽早回收水体中的金和氰根,采取了如下两项措施:

(1)坝外建储水调节池,对从坝体渗出水进一步澄清,并调节控制放入吸附回水处理系统。吸附回水系统采用 3 槽 3 系列静态吸附,之后进入储水池,用水泵直接抽到工业用水高位水池。当遇到大或暴雨需要外排时,经过先吸附的水过储水池进入加药搅拌处理系统,氰根浓度达到国家规定的 $0.5\text{mg}/\text{L}$ 标准后,放入三清亭库区,调节控制外排。

(2)坝内澄清区设立浮动水泵抽水作业平台,将水抽到选矿车间第七系列,通过 7 个吸附槽吸附后流到 6 000 m^3 防洪池,返回到工业用水高位水池。

通过上述两个处理系统的处理,由堆浸尾渣和炭浸尾矿产生的含氰含金水体得到回收利用,更为重要的是实现了闭路循环,大或暴雨季节可以万无一失地做到达标排放。

2003 年,坝内抽回水 70 万 m^3 ,平均金品位 $0.093\text{g}/\text{m}^3$,直接吸附回收金 30 kg;坝外抽回水 120 万 m^3 ,直接吸附回收金 7 kg,外排处理水 40 万 m^3 。合计抽回水 190 万 m^3 ,直接回收金量 37 kg,创收 400 余万元,经济效益非常明显。

4 防 洪

为了减少地表水大量进入堆浸尾渣及炭浸尾矿所产生的水体,主要采用治源头,实施清污分流的方法。7 号和 8 号堆浸场 410 m 标高以上的山坡地表水,全部引入无氰水排洪沟流入汀江,选矿厂粉矿仓底部水用水泵抽回生产系统使用。同时,为了做好混堆库区内的防洪,在靠近坝肩南侧山坡 335m 标高处建设排水涵洞斜槽,确保遇特大洪水时库区内的水不从坝顶溢流,危及坝体安全。

目前上述两个混排坝运行良好,既作到回水利用,又作到清污分流。但是问题是炭浸尾矿由于粒度特细,其包裹水不易排出而固结成块,所以,要达

到陈景河先生预想的目的还有很多困难,也就无法实现连续渣浆逐层混排,此其一;第二个方面是该两个尾矿坝的库容仅能满足 2005 年的生产需求,或者可以再延长一段时间,但最终要建造新的混排坝库;第三,混排坝库堆满矿浆之后,其沉淀干涸时间可能很长,应引起足够的重视,避免造成安全隐患。

5 结 论

综上所述,实施堆浸尾渣炭浸尾矿混堆排放,与传统的尾矿处理方法相比,是一种创新的方法,具有投资省、运作快等优点,可以提高矿石资源利用率,

(上接第 526 页)

与曲线图 2 可看出,1[#]破碎机的含量有所提高,说明其破碎的效果比 2[#]的要好。

表 2 破碎后产物筛析分析结果

粒 度 /mm	1 [#] 破碎机			2 [#] 破碎机		
	质量 /g	部分 产率/%	累计 产率/%	质量 /g	部分 产率/%	累计 产率/%
+15	1032	34.76	100.00	1532	56.99	100.00
-15+12	420	14.15	65.24	298	11.09	43.01
-12+10	310	10.44	51.10	180	6.70	31.92
-10+7	262	8.82	40.66	188	6.99	25.22
-7+5	151	5.09	31.83	104	3.87	18.23
-5+3	149	5.02	26.75	106	3.94	14.36
-3+20 目	158	5.33	21.73	88	3.26	10.42
-20+60 目	154	5.18	16.40	72	2.66	7.16
-60+80 目	72	2.42	11.23	23	0.87	4.49
-80+100 目	33	1.11	8.80	7	0.27	3.63
-100+160 目	76	2.56	7.69	21	0.76	3.35
-160+200 目	71	2.39	5.13	15	0.55	2.59
-200 目	81	2.74	2.74	55	2.04	2.04

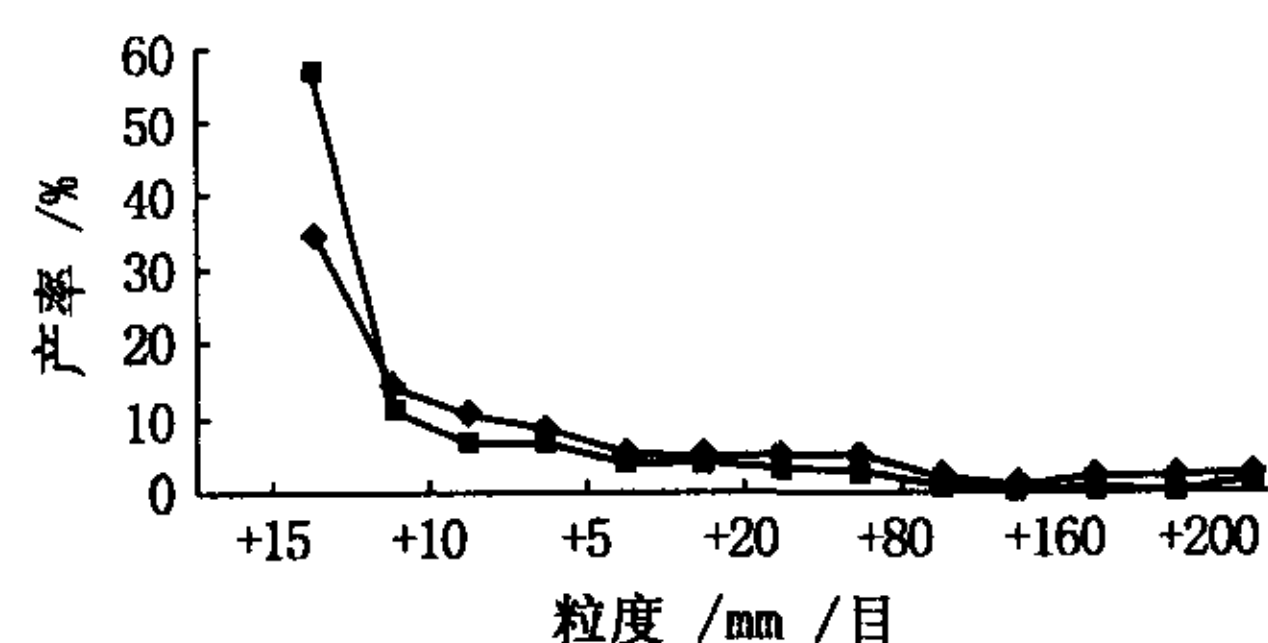


图 3 破碎产品各粒级含量曲线

◆ - 1[#]破碎机部分产率; ■ - 2[#]破碎机部分产率

综上所述,①采用破碎机恒功率控制技术,检测细破机功率,对破碎机给矿量进行变频调节控制,能够提高细破机的处理能力 9.36%,提高破碎粒度 13.7%;②恒功率控制后可以减少细破机的运转台数及细破机的作业时间,实现“多碎少磨”选矿原则;③提高破碎机的破矿效率以及降低了破碎的消耗。

更加便于做好环境保护工作。通过多年来的运作证明,此种方法完全可以适应紫金山金矿的生产要求,是一种既科学又合理,经济效益的好方法。相信通过进一步研究完善和加强管理,必能达到比较理想的效果。

参 考 文 献

- 1 陈景河. 堆浸尾渣和炭浆尾矿排水固结堆排方法的研究. 黄金, 2001, 22(8): 39 ~ 44

(收稿日期 2005-07-20)

5 应用效果

(1) 可靠性提高。采用 PLC 后,因许多原来的继电器硬件联锁控制改为 PLC 内部程序软件控制,使得电气部分控制原理简单,控制回路明显得到简化,接线简单明了,故障点明显减少,再加上上机位与远程 PLC、PLC 与远程站间多采用光纤通讯,大大降低了外界因素对系统工程输入输出信号的干扰,也增加了 PLC 控制系统的可靠性;

(2) 操作维护容易。因 PLC 控制系统采用人机交互的方式,使操作人员很容易及时地了解现场设备的运行状态,便于操作,整个开停机全过程只需用鼠标轻轻一点。又因 PLC 控制系统具有自诊断能力,且采集了大量现场设备运行的实时信息,上位机能实时显示设备故障现象,有助于维修人员及时查找故障原因,迅速排除故障,大大减少了故障处理的时间,使整个系统维修变得简单容易;

(3) 系统控制方式修改灵活。采用 PLC 控制系统后,使设备联锁方式的改变非常灵活。在继电器控制系统中,设备控制的联锁关系的改变非常繁杂,需投入新设备、大量的继电器甚至控制屏,而且需要停机进行。采用 PLC 控制后,改变设备联锁的方式只需在 PLC 的下位软件中修改而且不需停机,有效地节省了人力物力,还减少了设备的停机时间;

(4) 提升破碎的处理能力。细碎机的负荷经过 PLC 的优化控制后,一方面稳定的提高了细碎机的作业负荷,另一方面它又是在设备的安全运行的前提下进行的。可有效的挖掘出设备的处理潜力,节约能源,降低消耗,为实现“多碎少磨”奠定良好的基础。

(收稿日期 2005-07-15)