

金堆城钼业公司百花岭选厂一段球磨机磁性衬板试验

周鲁生 王桂娟
(中国冶金矿业总公司)

摘 要 (金属磁性衬板得到越来越广泛的应用,使用寿命长、成本低、作业率高、节能、减轻工人劳动强度等诸多优点使其在二段磨矿作业中基本上代替了传统的高锰钢衬板。但磁性衬板在一段磨矿作业中的应用几乎还是空白,北京金发工贸公司和金堆城钼业公司百花岭选厂就一段磁性衬板的应用进行了有益的探索,并希望能藉此推动磁性衬板在一段磨矿作业中广泛应用。)

关键词 磁性衬板 球磨机 一段磨矿

Test on Magnetic Lining of Ball Mill in Primary Grinding in Baihualing Concentrator, Jinduicheng Molybdenum Co.

Zhou Lusheng Wang Guijuan
(China General Corp. of Metallurgy and Mining)

Abstract Metal magnetic lining has found increasingly wider application and due to its advantages of long service life, low cost, high availability, energy saving and reduced labor strength, it has basically replaced traditional high manganese steel lining in the secondary grinding. However, it remains a blank to use it in the primary grinding. Beijing Jinfu Industrial and Trade Co. and Baihualing concentrator have made beneficial exploration in the application of magnetic lining in primary grinding mill with the hope to promote its wide application in the primary grinding operation.

Keywords Magnetic lining, Ball mill, Primary grinding

金堆城钼业公司百花岭选厂一段磨矿 $0^{\#}$ (3.6 m × 6.0 m) 球磨机使用的磨矿介质为 $\phi 100$ mm 钢球,矿石为钼矿,硬度属中性 $f = 8 \sim 12$,磁铁矿含量为0.8%,原锰钢衬板寿命约为3 200 h。由于锰钢衬板使用寿命较短,衬板更换频繁,生产过程中为防止用矿浆必须定期紧螺栓,严重影响了生产作业率。为提高衬板的寿命,减少更换衬板的次数,提高磨机的作业率,百花岭选厂一直在对一段衬板技术进行跟踪,并于2003年4月与中国冶金矿业总公司北京金发工贸公司就一段磨矿磁性衬板的试验达成了协议。

1 方案设计

原衬板为波浪式高锰钢衬板,中间最厚点为125 mm,两端最薄处为50 mm,平均厚度为87.5 mm,24块衬板组成一个圆周。磁性衬板设计时要综合介质提升和衬板厚度两方面的因素,既要结构上满足介质提升的要求,总体厚度又不能太大,以免降低磨机的台时处理能力。结构上设计成近似原锰钢衬板的高低型式,对应的衬板厚度(含保护层)与

原锰钢衬板接近相同(最高为130 mm,最低为65 mm),考虑到磁性衬板在吸附保护层后,增加了衬板的粗糙度,从而增大了磨矿介质与衬板的摩擦系数,磁性衬板的高度差虽然有所降低,已能够满足衬板对磨矿介质的提升要求。针对衬板越厚的地方磨损越严重的特点,我们对磁性衬板不同的位置采用不同的磁路设计,衬板凸出的地方对磁场强度和结构强度进行加强,衬板凹进地方的磁场和结构强度就略低一些。经过测试、分析,我们从众多方案中选出3个方案进行工业试验。方案1和方案2高板均是利用我公司专利技术之重型磁性衬板结构并采用高磁能积的钕铁硼永磁体,只是在结构上略有差异;方案3则采用普通铁氧体永磁体,通过改变磁体布置方式来提高工作表面的磁场强度。3个方案的低板均采用普通铁氧体永磁体。所有磁性衬板的工作表面都设计有凸棱,利于形成稳定的保护层。

周鲁生(1957-),男,中国冶金矿业总公司,副总经理,教授级高级工程师,100101北京市朝阳区安立路60号1101室。

因为磨机筒体实际的磨损情况(筒体前半部分磨损较为严重,且由于生产安排较紧,现场没有条件长时间停机对筒体进行补焊),本次仅在 $\phi 3.6\text{ m} \times 6.0\text{ m}$ 球磨机靠出料端2.7 m的部分做半套磁性衬板的局部试验。本次试验的三个方案从结构和磁场上均有进行加强的余地,设计上稍做改进即可满足筒体进料侧的工况要求,所以此次工业试验是有代表性的。磁性衬板的安装位置见表1。

表1 磨机衬板安装位置

项目名称	高锰钢衬板	磁性衬板方案一	磁性衬板方案二	磁性衬板方案三
位置(从进料端计)/m	0~3.3	3.3~3.9	3.9~5.1	5.1~6.0

2 工业试验

2.1 安装

在进行了一系列准备工作之后,2003年12月28日晚6时开始现场安装。根据现场条件的限制,本套磁性衬板实施带料安装,全套磁性衬板经过5次盘车分批次完成安装。磁性衬板安装完成后进行试运转3 h,进磨机观察保护层均匀、稳定、平均厚度为30~40 mm。12月29日上午14时现场开始正常生产。2003年1月6日生产方对球磨机进行停车检查,现场发现磁性衬板95%的面积保护层良好,保护层厚度约为30~40 mm。

2.2 第一次测试

2004年5月15日,与磁性衬板同时安装的半套高锰钢衬板已到更换周期,至此磁性衬板共使用138 d。借此机会对磁性衬板的应用进行考察,了解衬板的实际使用情况(图1)。

(1) 保护层情况。整体来看磁性衬板保护层情况都比较好,吸附牢靠,保护层的波峰、波谷明显(平均高差为60 mm左右),特别是方案1和方案2。方案1、方案2的高板保护层较厚,平均约为45 mm,并吸附了不少大的介质钢球($\phi 60 \sim \phi 80\text{ mm}$)。方案3高板的保护层较薄,平均约为30 mm,吸附的钢球直径较小(直径大部分都在 $\phi 30\text{ mm}$ 以下)。3种方案的底板保护层平均厚度约为30 mm左右,且保护层中磨矿介质的直径也较小。

(2) 磁场强度分析。对照安装初期与使用138 d的测量结果,在测量误差允许范围内磁场强度没有太大变化,可以说明衬板内的永磁体在磨矿介质和物料的冲击下没有被破坏,结构具有良好的抗冲击性。

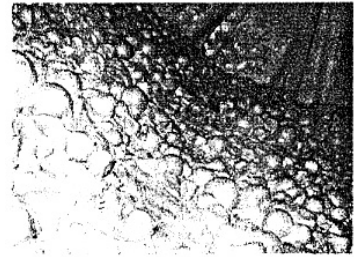


图1 使用138 d时磁性衬板保护层情况

(3) 磁性衬板磨损分析。3个方案中的高板凸筋都被磨平,方案1底板工作面上的凸筋磨去2/3;方案2、3中低板的凸筋还比较完整,只是棱角均被磨圆。因相邻衬板间隙完全被碎介质和物料塞紧,无法将钢板尺插入衬板间隙来直接测量衬板的高度,只能通过磁性衬板表面磨损情况来大致估计衬板的磨损量。

2.3 第二次测试

2004年9月19日借现场停机第2次更换锰钢衬板的机会,再次对磁性衬板进行测试分析。至此磁性衬板已运行了相当于锰钢衬板寿命两个周期的时间,计265 d(图2)。

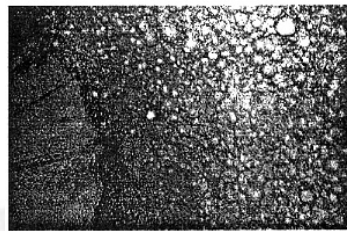


图2 使用265 d时磁性衬板保护层情况

(1) 保护层情况。磁性衬板保护层情况都比较好,吸附牢靠,保护层的波峰、波谷明显(平均高差为45 mm左右)。方案1、方案2的高板吸附的钢球平均直径较第1次检测时小,保护层厚度也略小。方案3高板和所有低板的保护层与上一次相比差别不大。

(2) 磁场强度分析。由于方案1磨损较多,不容易找到对应的测量点,仅对方案2、方案3的磁场强度进行了测量。磁场强度大小规律与前期相同,因衬板磨薄后测量点距永磁体更近,平均磁场强度有所增加,可以判定永磁体基本完好。

(3) 磁性衬板磨损分析。因与锰钢衬板相邻,方案1磨损较为严重,衬板最薄处仅有25 mm左右(与磨损后的锰钢衬板最薄处相近),有将近半数高

板的顶板已被磨去,永磁体暴露出来,其它部位没有露磁块现象。

2.4 第三次测试

2005年1月29日,在一段磨矿磁性衬板试验13个月后,与寿命到期的第3套锰钢衬板一起拆除。

(1) 保护层情况(图3)。观察发现,拆除前磁性衬板大部分的保护层比较密实,基本上没有空白点(个别地方外有特殊的原因),保护层的波峰、波谷不明显。

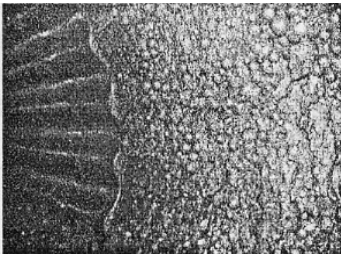


图3 使用13个月时磁性衬板保护层情况

(2) 磁场强度分析(图4、5)。衬板已磨损到后期,测量点的位置不易正确找到,无法进行具体的数值测量,观察拆下的磁性衬板,顶板没有磨透的衬板永磁体都比较完整,暴露的永磁体基本上都已破碎。

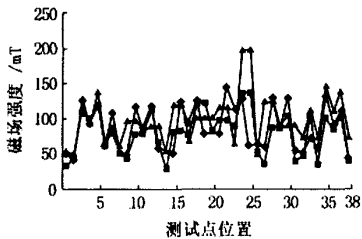


图4 方案2磁性衬板工作面磁场强度情况对比

◆ - 方案2安装后; ■ - 方案2使用138 d; ▲ - 方案2使用265 d

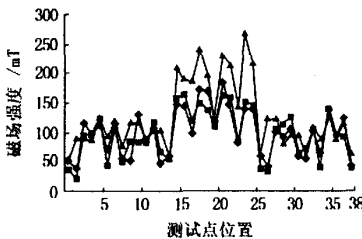


图5 方案3磁性衬板工作面磁场强度情况对比

◆ - 方案3安装后; ■ - 方案3使用138 d; ▲ - 方案3使用265 d

(3) 磁性衬板磨损分析(表2)。方案1高板的顶板已全部磨去,只剩下骨架,且有的骨架磨损量已达到10 mm左右;方案2高板有一侧顶板刚刚磨

去,另一侧也即将露出永磁体;方案3高板的顶板有少部分已磨去。方案1由于是紧挨锰钢衬板布置,磨损也受到锰钢衬板的影响:新锰钢衬板较高对磁性衬板有保护作用,锰钢衬板使用后期厚度变薄,加剧磁性衬板的磨损;方案2磨损后期,外形结构发生变化,衬板表面磁场强度分布愈趋平滑,衬板局部对保护层的抓紧力减小,使衬板保护层分布情况比安装初期略差,磨损速度会有所增加;方案3磨损过程中,磁路基本上没有大的变化,而且磨损的实际工作面越接近永磁体,部分磁场强度略有增大,保护层的吸附情况略有改善,可以减小磨损速度。可见方案1、方案2磁性衬板使用后期磨损速度加快。方案3前期磨损速度快,后期磨损速度减慢。方案3高板结构上存在一定的不足,一旦顶板磨掉,永磁体在磨矿过程中很快就会脱落,衬板无法继续使用,方案1、方案2衬板结构更为可靠,即使顶板完全磨透,衬板也不会马上脱落,有利于磨矿作业的安全生产。3个方案综合比较,方案2使用效果最好,结构上也更为合理。在不减小衬板表面磁场强度的前提下,可以对磁系进行适当调整,在磁性衬板使用后期保护永磁体,延长衬板寿命。检查时发现沿轴向大约有3排磁性衬板磨损最为严重,估计与磁性衬板检测有关(检测时为测量磁场强度,破坏了磁性衬板的保护层,重新铺设后的保护层不如原先牢固),在以后磁性衬板检查时,若非必要最好不要扒开保护层。

表2 磁性衬板使用时间-磨损量(高板)对照情况

序号	衬板位置	运行时间 /d	磨损厚度 /mm	顶板厚度 /mm	磨损比例 /%
1	方案1	138	9	40	23
		265	35		88
		394	框架磨去10		
2	方案2	138	6	40	15
		265	23		58
		394	40		100
3	方案3	138	10	30	33
		265	20		67
		394	26		87

注:根据衬板磨损情况,一段磁性衬板的寿命主要取决于高板的寿命,本表仅对高板磨损数据进行分析。

3 生产指标和效益对比

试验用磁性衬板(含保护层)平均厚度为92.5 mm,比锰钢衬板略厚(87.5 mm),一定程度上减小了磨机的有效容积,为了考察使用磁性衬板的具体影响,现场对生产指标进行了考察(表3)。金堆城钼业公司自2004年2月起对台时效率进行限制,0#球磨机的上限设为90 t/(台·h)。

表3 使用锰钢衬板与磁性衬板磨矿的生产指标对比

类型	考察日期	台时效率 /t	运转率 /%	排矿/%		溢流/%		球耗 /(kg·t ⁻¹ ·h ⁻¹)
				浓度	细度	浓度	细度	
锰钢衬板	2003.7.21 ~ 2003.12.25	93.01	93.05	66.80	18.27	36.38	62.61	0.80
磁性衬板	2003.12.30 ~ 2004.12.25	90.29	97.62	69.39	22.18	39.79	64.13	0.80

注:细度是指-200目所占的百分比。 ϕ 100 mm 钢球。

半套试验用磁性衬板质量为14.5 t,试验衬板价格为36.25万元。对应锰钢衬板质量为19.9 t,按6000元/t计算,3套相应的锰钢衬板价格为35.82万元。单从衬板消耗一项上来看,磁性衬板和锰钢衬板的费用大体相当。用磁性衬板代替高锰钢衬板可以少更换两次衬板,省去了紧固螺栓的时间,提高了磨矿作业率。

4 结论

总体来看,本套一段磨矿试验衬板寿命基本到

期,磁性衬板实际运转13个月,相当于原锰钢衬板寿命的3倍。本次试验虽未能达到预计寿命1.5~2 a的目标,但在一段球磨机应用磁性衬板的衬板费用消耗基本上是与锰钢衬板持平,可以说此次一段磨矿磁性衬板试验是接近成功的。

(收稿日期 2005-07-20)

(上接第299页)

(4) 顽石。由于半自磨机本身的工作特点,在半自磨机生产过程中,会产生一些顽石,也叫难磨粒子或临界粒子,其粒径在25~70 mm之间。这种粒径的矿石不具备作为介质的作用,同时又需要更大的矿石或钢球才能使其破碎,因而在半自磨机中的可磨度较差,会不断积累而占去半自磨机的有效体积,造成半自磨机生产率降低,能耗上升,对硬度较大的老区矿石更为显著。据文献报导,顽石循环所导致的能耗约占磨机功耗的20%左右,在生产中对顽石的处理作了简要的探索试验,将半自磨机排出的矿石收集起来,不直接返回到半自磨机。但从试验结果来看,由于半自磨机的排矿能力较差,更多的顽石并没有有效排出来,因而这项措施对提高半自磨机的处理能力没有产生明显的效果。以上措施的实施对半自磨机的工艺指标有了较大的提高,半自磨机处理量由250 t/h提高到400 t/h。半自磨机返砂量由10 t/h提高到18 t/h,排矿产品粒度有了较大的改善,-200目含量由50%降至30%左右(图8)。

4 结论

(1) 该半自磨机为我国首次引进大型半自磨设备,驱动方式先进、控制系统完善可靠,是一种现代

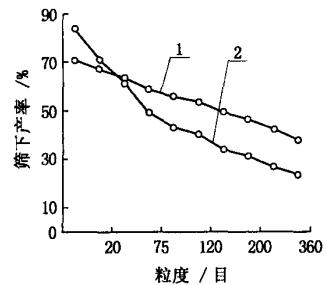


图8 半自磨排矿筛析结果

1-实施前;2-实施后

化的高效设备。配置上取代了传统的碎矿工艺,大大降低了基建的难度及占地面积,也大大降低了生产中的维护强度和维修量,对选矿综合成本的降低发挥了重要的作用,其稳定有效的运行也对其他矿山的发展提供了借鉴。

(2) 通过对半自磨机添加钢球种类、数量;排矿格子板开孔、修边等措施的实施,以及对半自磨机的给矿粒度和硬度等影响因素的探索,较有效的解决了半自磨机排矿不畅的缺点,使半自磨机的处理能力由250 t/h左右提高至400 t/h左右,处理能力有了大幅的提高。今后衬板的设计及改型将会更有利于半自磨机处理能力的发挥。

(收稿日期 2005-06-18)