白云鄂博矿选矿球磨机改进及应用效果

赵建强,王 亮,董军民,邓建林,贺旭然,常 文,方 轲

(包钢集团宝山矿业有限公司,内蒙古 包头 014010)

摘 要:针对白云鄂博矿磨矿流程中球磨机存在的运行可靠性低、关键部件寿命短及排矿泄漏等问题,将慢速驱动装置由内置抱闸式电机改为外置液压制动器,有效杜绝了电机烧损,提高了设备运行稳定性并显著缩短了检修时间;采用脂复橡塑复合材料与耐磨橡胶,分别对筒体及端盖衬板保护板进行优化,使其使用寿命均延长至两年以上,实现了对设备主体的长效可靠保护;对排矿端圆筒筛进行结构改进与耐磨优化,使其使用寿命延长至 6 个月以上,筛网可实现更换,骨架可重复利用,并成功解决了因钢球泄漏导致的渣浆泵过流件损坏难题。实践表明,上述改进措施对保障矿山安全生产、提高整体生产效率具有重要的工程应用价值。

关键词:球磨机;制动;衬板保护;圆筒筛

中图分类号:TD453 **文献标识码**:B **文章编号**:1009 - 5438(2026)01 - 0022 - 04

Improvement and Application Effects of Ball Mill for Beneficiation of Baiyuneboite

Zhao Jianqiang, *Wang Liang*, *Dong Junmin*, *Deng Jianlin*, *He Xuran*, *Chang Wen*, *Fang Ke*

(*Baotou Steel Group Baoshan Mining Co.*, *Ltd.*, *Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region*, *China*)

Abstract: The slow - speed actuating device is changed from built - in brake motor to external hydraulic brake so that the burning loss of motor is effectively eliminated, operation stability of equipment is improved and repair time is significantly reduced aiming at such problems as low operation reliability, short service life of key components and leakage of discharged ore for ball mill in grinding process of baiyuneboite; the protection plate of liner plate for shell and end cover are optimized separately with the composite material of lipid complex rubber and plastic and wear resistant rubber so that their service life is increased to over 2 years as well as long lasting and reliable protection of main body of equipment is realized; the structure is improved and wear resistance is optimized for drum screen at the end of discharging ore so that its service life is increased to over 6 months, replacement of sieve mesh and reuse of framework are realized as well as the problem of damage for flow passage component of slurry pump caused by leakage of steel ball is successfully solved. The practices show that the above improvement measures are with significant engineering application values for ensuring safe production and improving overall production efficiency of mine.

Key words: ball mill; brake; protection of liner plate; drum screen

收稿日期:2025 - 04 - 07

作者简介:赵建强(1987 -),男,内蒙古赤峰市人,硕士,高级工程师,现从事矿山设备管理工作。

白云鄂博矿是世界闻名的特大型铁、稀土、铌等多金属共生矿床，是包钢集团的核心原料基地。在该矿石的选矿过程中，球磨机作为破磨作业的关键设备，其运行稳定性直接决定了全流程的生产效率与经济效益[1-5]。然而，现场球磨机在实际运行中，慢盘车驱动电机存在设计缺陷，频发的烧损事故导致其可靠性低、维护成本高昂；筒体与端盖衬板等核心部件价格昂贵、更换工艺复杂，造成维护周期长、综合成本高；排矿端圆筒筛筛板磨损失效快，不仅引发整体报废，增加备件消耗，更导致钢球泄漏，进而损坏下游渣浆泵等设备，进一步推高运营成本与工人劳动强度。为解决上述制约生产的关键瓶颈，本文开展球磨机系统性改进与应用研究。

1　破磨工艺流程及设备

1.1　破磨工艺流程

通过破碎－磨矿流程对原矿进行预处理，工艺流程见图 1。

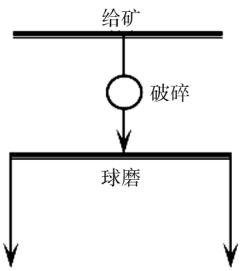


图 1　破磨工艺流程图

1.2　设备简介

使用由中国先进企业中信重工生产的 Φ5.03 m × 6.4 m 湿式溢流型球磨机，其中球磨机处理粒度为 0 ~ 12 mm，球磨机技术参数见表 1。

表 1　设备规格及要求

有效容积 /m^3	最大介质充填率 /%	介质充填率 /%	衬板类型	慢速传动电机额定功率/kW	电机类型	温度/℃
121	40	35	高锰钢衬板(中信)	210	异步机	14.4

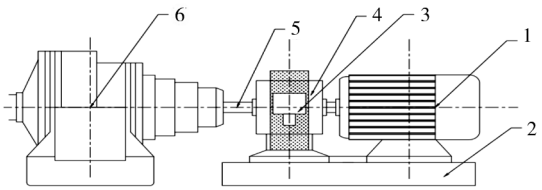
2　球磨机关键部件改进

2.1　慢速驱动装置改进

采用外置液压制动器安装于慢速驱动电机与驱动装置之间的方案。为确保制动效果并预留未来负荷提升空间，选定制动扭矩为 1 000 N · m 的液压制动器，具体型号为 YWZ8 －400/E80，其额定扭矩远高于基础需求(>300 N · m)，可充分保障系统制动安全性与扩展性。

为保持慢速驱动装置最终输出速比不变，选用 4 极 30 kW 慢速驱动电机，型号为 HM2 －200L －4。该电机额定输出转矩为 198.93 N · m，能够在维持系统原有转速的前提下提升输出转矩，满足设备低速重载的运行要求。图 2 为慢盘驱动电机与装置连接图。

改造后设备运行平稳，彻底解决了原驱动电机频繁烧损的顽疾，故障率显著下降。本次改进有效缩短了单次检修停机时间，降低了备件更换频率与库存成本，在提升作业效率的同时，进一步增强了系统的安全性与可靠性，实现了人力、物料与维护成本的综合节约，为设备的长期稳定运行与高效维护奠定了坚实基础，应用效果达到预期。



1 －电机；2 －底座；3 －液压制动器；4 －抱闸轮；
5 －连接轴；6 －减速机

图 2　慢盘驱动电机与装置连接图

2.2　筒体衬板改进

在球磨机衬板安装过程中，各衬板间的接合缝隙难以避免。运行期间，物料与研磨介质会通过这些缝隙持续冲刷筒体内壁，导致其磨损加剧，使用寿命显著缩短。鉴于球磨机筒体本身造价高昂、更换作业复杂，为有效保护筒体，常规做法是在衬板与筒体之间加装一层橡胶缓冲垫层。然而，普通橡胶板耐磨性能较差，往往在未达到衬板更换周期时便已损坏失效，致使筒体重新暴露于物料的直接冲刷之

下,无法实现预期的长效防护。

根据球磨机筒体衬板的螺栓分布,专项设计了筒体衬板保护板的螺栓孔孔径与孔距。图 3 所示为 Φ5.03 m×6.4 m 球磨机筒体衬板改进示意图,单台球磨机衬板更换作业共需配置保护板 64 块。筒体衬板共计 224 块,按 32 层布置,每层 7 块,其筒体主视图与衬板保护板安装布置分别见图 4、图 5。该保护板由脂复橡塑复合材料制成,兼具橡胶的耐酸碱性与耐磨性能,以及树脂的硬度与刚性,在实现便捷更换的同时,显著提高了整体耐磨性能。

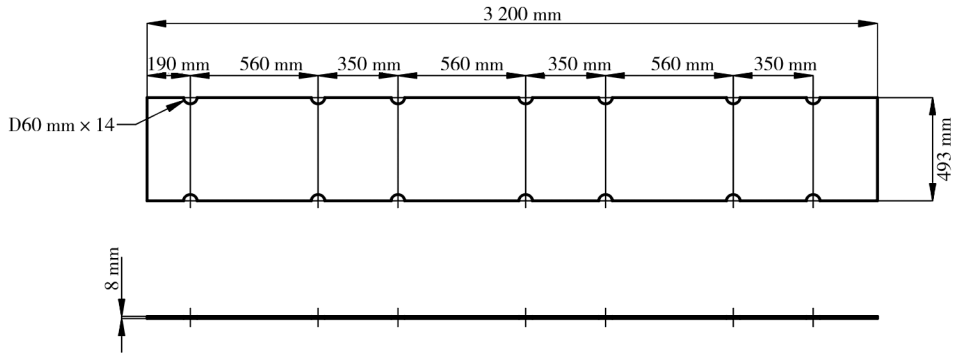


图 3 筒体保护衬板改进示意图

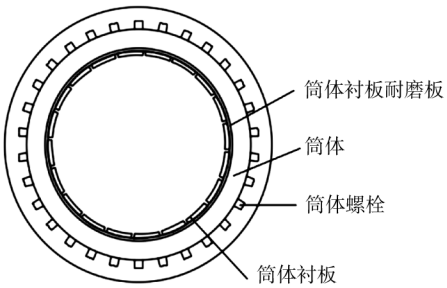


图 4 筒体主视图

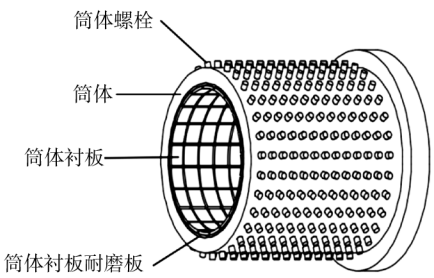


图 5 筒体衬板保护板应用布局图

改进后延长了衬板保护板使用寿命,保护板能够使用两年以上,保护了球磨机的筒体,防止物料对球磨机筒体的冲刷,有效地保护了球磨机筒体,且衬板更换方便。

2.3 端盖衬板保护板改进

根据端盖衬板螺栓布局,设计端盖衬板保护板的螺栓孔大小及螺栓孔的孔距。将普通的纯橡胶板改为更具耐磨性的橡胶板,起到保护球磨机端盖的作用,根据衬板螺栓的排布情况铸造特制的衬板保护板。图 6、图 7 为 Φ5.03 m×6.4 m 球磨机端盖衬板保护板的图纸,一套球磨机衬板需要衬板保护板 36 块。

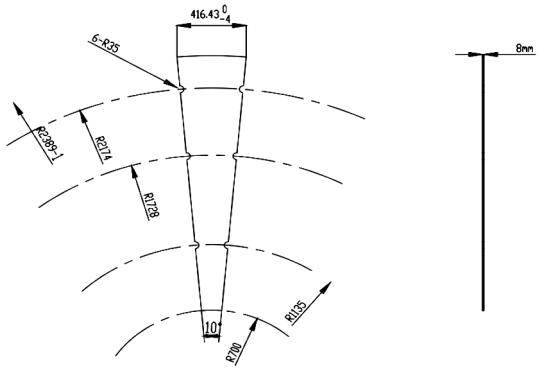


图 6 端盖保护板改进示意图

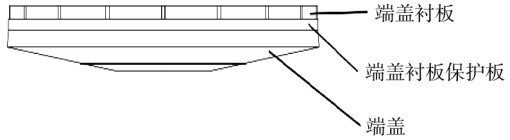


图 7 端盖侧视图

改进后的衬板保护板更换方便,使用两年未出现磨坏等问题,保护了球磨机的端盖。

2.4 排矿口圆筒筛改进

采用 20~30 mm 厚的钢板制作法兰,上面均匀

分布 36 个 Φ40 mm 的通孔，通过 M36 螺栓将圆筒筛和球磨机本体相连。选用 M24 沉头螺栓，底部与筋板焊接，上部使用螺母将筛板固定于筋板上。反螺旋使用厚度为 12 ~ 15 mm 钢板制作，高度为 150 ~ 200 mm，底部与筋板焊接，成螺旋状向外，将溢流出来的大颗粒矿石、钢球旋转排出球磨机。筋板横板使用厚 20 mm、宽度 200 ~ 300 mm 钢板焊接于法兰上，两个筋板之间成 60° 夹角，总计 6 根筋板。立板使用 12 mm 厚钢板，与横板焊接起到支撑作用。筛板使用聚氨酯材质，厚度为 16 mm，筛板上均匀布置有筛矿口用于矿浆的筛选，球磨机圆筒筛结构剖视图、主视图，见图 8、图 9。聚氨酯材质耐磨，有弹性，且不具有磁性，解决了筛板粘球、堵球的问题，且可以按片更换，降低备件费用。

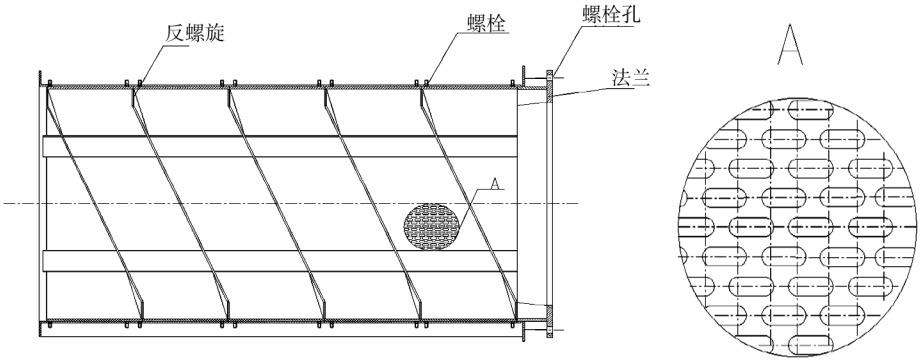


图 8　球磨机圆筒筛结构剖视图

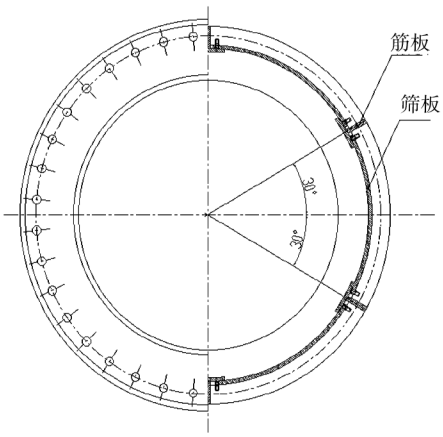


图 9　球磨机圆筒筛主视图

针对球磨机圆筒筛筛板易磨漏造成设备损坏的问题进行改进。本次改进设计了一种可重复利用的球磨机耐磨圆筒筛，具有耐磨性好、可重复修复利用、维护成本低等优点，适合推广至其他球磨机圆筒筛使用。

3　结论

（1）驱动系统与关键部件防护改进成效显著。将原内置抱闸式慢盘驱动电机升级为外置液压制动器，彻底解决了电机频繁烧损问题，设备运行稳定性显著提高，检修维护时间有效缩短。同时，采用高性能材料制成的筒体衬板保护板与端盖衬板保护板，在连续两年运行周期内未出现磨损失效，为球磨机主体结构提供了长效可靠防护。

（2）排矿端圆筒筛结构优化效果突出。改进后的圆筒筛使用寿命延长至 6 个月以上，筛体骨架无明显磨损，筛网模块可实现更换与重复使用，在提高部件利用率的同时，有效杜绝了因钢球泄漏导致的渣浆泵过流件损坏问题，对保障生产连续性与稳定性、提高综合生产效率具有重要意义

参　考　文　献

[1] 蔡兴健，岳增俭，于建浩，等. 溢流型球磨机衬板优化改进及应用[J]. 黄金，2017，38（2）：47 - 49.

[2] 周进龙，张志军，张文涛，等. 煤粉球磨机系统优化改造[J]. 中国水泥，2022（10）：89 - 91.

[3] 张谦，肖庆飞，赵福刚，等. 球磨机衬板失效原因分析及优化对策研究[J]. 有色金属（选矿部分），2021（5）：131 - 139，149.

[4] 范保建，佐太东，庞玉明，等. 中型溢流型球磨机筒体衬板形状及安装技术优化实践[J]. 黄金，2021，42（7）：59 - 62.

[5] 刘钊，张明，刘洋，等. Φ5.5 m × 8.5 m 大型溢流球磨机衬板结构优化研究[J]. 矿山机械，2020，48（8）：71 - 73.