

橡胶格子板在 MQG2.7 × 3.6 湿式格子型球磨机上的研究与应用

丁凤莲

(中条山有色金属集团有限公司 山西 运城 043700)

摘要: 本文分析了 MQG2.7 × 3.6 湿式格子型球磨机中出料端格子板在球磨机运行过程的主要作用, 指出了锰钢格子板在使用过程中存在的问题, 将其改为橡胶材质后, 在很大程度上延长了格子板使用寿命, 提高了球磨机的磨矿效率, 降低了运行成本及工人劳动强度, 同时降低了球磨机的生产噪音及职业病的危害程度。

关键词: 湿式格子型球磨机; 橡胶格子板; 磨矿效率; 劳动强度

0 引言

本文分析了 MQG2.7 × 3.6 湿式格子型球磨机中出料端格子板在球磨机运行过程的主要作用, 对高锰钢格子板在使用过程中存在的使用寿命短、格子孔堵塞、故障率高、检修难度大、安全风险高等问题进行分析。将出料端格子板改为橡胶材质的格子板后, 有效延长了格子板的使用寿命。

1 现状及存在问题

1.1 现状

铜矿峪矿选矿厂 1976 年投入运行共有 6 台 MQG2.7 × 3.6 湿式格子型球磨机, 主要由进料端、排料端、回转部、传动部(减速机、小传动齿轮、电机、电控)等组成。铸钢材质的中空轴装有可更换的内衬, 固定耐磨衬板用螺栓安装在筒体内。球磨机主要粉磨来自碎矿工段的矿石。格子板是格子型球磨机排料端的主要部件, 主要作用一是起筛分作用, 阻止大块物料和磨碎的研磨体排出; 二是实现符合出料细度的矿浆强制排出, 避免过磨现象的产生。

排料端格子由大小格子板、中心衬板、簸箕衬板组成, 如图 1 所示。出料端盖内壁上的 8 根放射状凸起的筋条将出料端盖分成 8 个扇形室, 簸箕衬板用螺栓安装在出料端盖的每个扇形室内, 出料端盖与簸箕板的缝隙用混凝土填充; 每个扇形室上部空间安装 8 组格子板, 每组格子板由大格子板与小格子板各 1 件合成, 格子板直接用螺栓固定; 中心衬板 2 件合成 1 组用螺栓固定在筋条上。格子板上有倾斜排列的格子孔, 格子孔的宽度向排矿端逐渐扩大, 可防止矿浆倒流和粗粒堵塞。

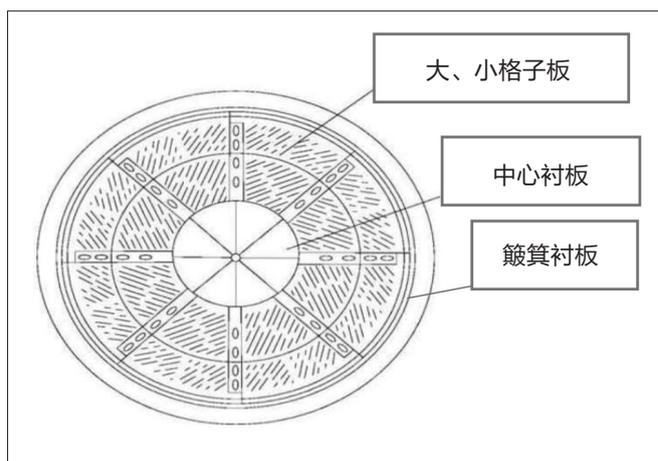


图 1 排料端格子布置图

矿浆在排矿端下部通过格子板上的格子孔流入扇形室, 经扇形室提升到高于排矿口的水平, 排出球磨机。

自 1976 年投入运行至 2020 年的几十年中, 选矿厂运行的 6 台 MQG2.7 × 3.6 湿式格子型球磨机出料端格子板、中心衬板、簸箕衬板均采用 ZGMn13 材质, 这种材质的衬板耐磨性差, 易变形和碎裂, 尤其是格子板, 在使用过程中存在以下几方面的问题。

1.2 存在问题

1.2.1 格子板使用寿命短

1.2.1.1 磨损失效

磨损是锰钢格子板主要失效形式。格子板热处理后通常硬度偏低, 在物料、研磨体反复作用下, 被挤压向两边塑性变形, 格子板格子孔四面的金属会向格子孔中心塑性延展变形, 从而使格子板格子孔间隙逐渐变小, 同时伴随凿削和犁铧现象。塑性延展的部分堆积在划痕两侧, 后来的磨料将其压平。反复的塑性变形将金属材料从格子板上剥落, 加速了格子板的磨损。

1.2.1.2 断裂失效

格子板受到研磨体和物料的冲击作用较大,在交变载荷的作用下,内部结构产生破坏,导致格子板断裂失效;因周边格子板格子孔长度较长,在磨损超过其厚度的一半时,磨机内较大的研磨体会镶嵌在格子孔内,将格子孔撑大,稍微碎小的研磨体就会通过撑大后的格子孔进入排矿箱内,造成球磨机“吐球”。频繁吐球使得周边格子板筋板断裂,导致格子板断裂失效。

1.2.1.3 弯曲变形

高锰钢格子板在工作中受到研磨体和物料的不断冲击产生相变,体积增大。在使用过程中,研磨体与物料的冲击摩擦使得其表面产生热量,导致格子板内部膨胀量不同发生热变形而产生应力。格子板的周向尺寸受球磨机尺寸的限制,没有多少伸缩空间的格子板会凸起。这种弯曲变形将引起格子板松动脱落、固定螺栓的断裂等严重后果。

1.2.1.4 腐蚀磨损

在湿磨的情况下,格子板在使用过程发生小孔腐蚀和缝隙腐蚀,磨损和腐蚀交替作用,使得衬板表面的力学性能弱化,加速格子板的腐蚀磨损。

1.2.2 故障率高,磨矿效率低

格子板使用寿命一般是6~8个月,使用中期由于球磨机内研磨体及物料对格子板的冲击载荷作用,再加上格子板在浇铸过程中存在的浇铸缺陷和热处理后硬度不足,磨损变形严重,导致部分格子板出现变形碎裂,甚至失效等现象;发生格子板连接螺栓切断漏浆、吐球等故障时,衬板的磨损量一般在衬板总厚度的60%~70%,为了保证磨矿效率,必须更换部分或全部格子板,增加了球磨机的运行成本。

1.2.3 工人劳动强度大

锰钢材质的格子板有大、小两种格子板各8件,共16件,大格子板每块重190kg,小格子板每块重115kg,平均厚度90mm,总重2440kg。格子板质量大,在更换衬板的过程中,因受空间的限制,无法使用机械手之类的现代化工具,需2个以上工人作业,劳动强度大,且在拆卸和安装的过程中,极易发生安全事故。为了避免研磨体和物料砸到固定格子板的螺栓,格子板螺栓孔制作为沉孔,因安装在沉孔内的固定螺栓是无法密封的,所以在运行中沉孔内容易灌入矿浆,经过长时间的沉淀凝固,会将螺栓孔内填充紧实,在拆除格子板时,螺栓无法顺利拆出,增加了工人劳动强度。

1.2.4 运行噪声大

高锰钢衬板的球磨机生产噪声很大,根据现场测

量,球磨机的正常运行时的噪声高达105~110dB,大大超过职业健康规定的噪声水平,对工人的听力造成严重的损害。

2 实施过程

2.1 格子板材质的改变

将ZGMn13材质的格子板和中心衬板改为由金属骨架与耐磨橡胶层复合而成的周边格栅板和中心格栅板,以及由金属骨架和橡胶复合而成的提升条,在保证衬板强度的前提下,提高了衬板的耐磨性。同时,在保证格子板排矿量的基础上,将格子板的格子孔由原来的4排改为5排,在增加格子孔数量的同时缩短了单个格子孔的长度,提高周边格栅板筋板的强度。

2.2 橡胶格子板的组成

橡胶格子板由出料端充填条、中心格栅板、周边格栅板、提升条、护板、中心板和螺栓组件组成(图2)。

出料端充填条置于周边格栅板与筒体之间,中心格栅板与中心板止口压接,周边格栅板置于中心格栅板的外缘,中心板由两个半圆形橡胶板组合而成,提升条设置在格栅板之间,起着固定格栅板和保护格栅板的作用。提升条上设置T型凹槽,T型螺杆安装在提升条的T型凹槽内,螺杆穿过护板和出料端盖后,通过自锁螺母、碗垫、弹性垫圈、橡胶密封圈将周边格栅板和中心格栅板固定在出料端盖上,并在格栅板与护板之间的空隙内装入海棉条和海棉垫圈,附件见下表。

3 实施效果

3.1 降低停机时间

球磨机橡胶格子板中的橡胶是弹性体,所以格子板的格子孔基本不堵塞,不存在吐球等现象,无需停球磨机进行检查修理;橡胶衬板的固定螺栓在运行过程中不易松动,也就不会出现漏浆现象,减少了球磨机停机时间,提高了球磨机磨矿效率。

3.2 减轻劳动强度

橡胶格子板平均质量是ZGMn13衬板质量的1/6~1/7,平均每块质量在40kg左右。衬板质量较轻,降低了维修工人的劳动强度,避免了装卸衬板对工人造成的机械伤害,深受维修工人的欢迎。另外,改造后维修时间缩短,6台球磨机年可减少维修时间400h以上,多处理铜精矿71t,年创效约43万元,提高球磨机运转率及磨矿效率。

3.3 延长使用寿命

橡胶格子板具有很好的抗腐蚀及耐磨特性、弹性

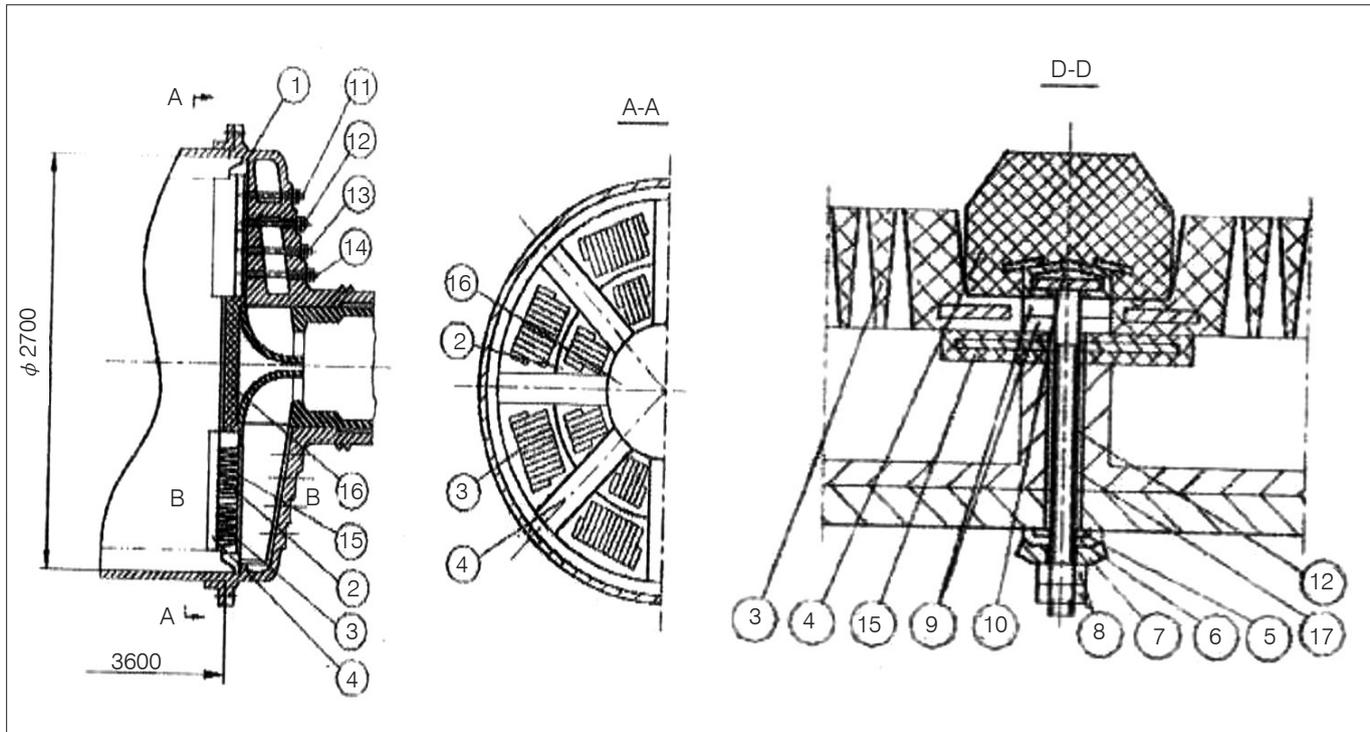


图2 MQG2.7×3.6 湿式格子型球磨机出料端橡胶格子板

表 MQG2.7×3.6 湿式格子型球磨机出料端格子板及附件明细表

序号	名称与规格	材质	数量
1	出料端充填条 L=1211mm	胶	8 件
2	中心格栅板 T=90	A3+ 胶	8 件
3	周边格栅板 T=90	A3+ 胶	8 件
4	提升条 L=790mm	A3+ 胶	8 件
5	垫圈 ϕ 45mm	A3	32 件
6	橡胶密封圈 ϕ 60mm	胶	32 件
7	杆型垫圈 ϕ 60mm	A3	32 件
8	六角螺母 M20	A3	64 件
9	海绵垫圈 70mm×70mm×25mm	海绵	64 件
10	海绵条 50mm×50mm×1000mm	A3	8 件
11	出料端螺栓 M20×400/80mm	A3	8 件
12	出料端螺栓 M20×430/80mm	A3	8 件
13	出料端螺栓 M20×450/80mm	A3	8 件
14	出料端螺栓 M20×480/80mm	A3+ 胶	8 件
15	护板 T=16	A3+ 胶	1 件
16	中心板 ϕ 1050mm	胶	32 件
17	胶水管 ϕ 32×50mm	材质	数量

高, 承受研磨体冲击载荷时可以缓和冲击, 受力较小, 磨损也较小, 橡胶格子板的使用寿命为12个月, 比高锰钢格子板延长了4~6个月, 使用寿命提高1.5倍以上。橡胶格子板价格由原来的6万元/套降低到3.8万元/套, 年可节约13万元, 降低了运行成本。

3.4 降低能耗

选矿厂6台球磨机年处理铜精矿156万t, 因橡胶格子板质量减轻, 也减轻了球磨负荷, 同时显示出其独特的节能效果, 磨矿用电单耗由原来的 $14.9\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}$ 降低到 $13.6\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t}$, 年可节约200万 $\text{kW}\cdot\text{h}$, 年创效约100万元, 降低了运行成本。

3.5 降低运行噪声, 改善磨矿环境

橡胶格子板的橡胶材质具有缓和冲击、吸收振动的作用, 隔音效果较好, 降低了球磨机运行噪声, 同时降低了高频噪声对工人听力的危害。据现场实测, 橡胶格子板球磨机的运行噪声与材质更换前相比减少了25~30dB, 改善了磨矿环境, 降低了职业病的危害。

4 结语

通过将MQG2.7×3.6湿式格子型球磨机出料端锰钢材质的格子板更换为橡胶材质, 提高了格子板的耐磨性和抗冲击性, 延长了其使用寿命; 橡胶格子板质量的减轻, 也减轻了球磨机负荷, 降低了球磨机的能耗和工人劳动强度、运行及维修成本; 橡胶材质具有的阻尼和吸收作用, 降低了生产噪音及职业病危害。自2020年投入运行至今, 设备运行平稳, 提高球磨机运转率及磨矿效率, 经济效益显著, 且在同类型的设备中具有可推广性。

参考文献:

- [1] 于勇. 格子型球磨机格子板的优化设计[J]. 现代矿业, 2014(4):105-106+111.
- [2] 何根生. 湿式格子型球磨机格子衬板的设计[J]. 矿山机械, 2006, 34(10):41-42.
- [3] 孙伟, 赵伟光, 白学勇. 格子型3650球磨机端衬板的改进[J]. 河北冶金, 2013(09):66-67+65.

