

TRM53.4 立磨辊套断裂与表面磨损的修复

李牛牛 李祥铭 崔小龙 王贵明 李波
米脂冀东水泥有限公司 陕西 榆林 718100
DOI:10.12238/etd.v3i6.5747

【摘要】: 立磨机作为一种高效一体式大型研磨设备,近年来在水泥、冶金、化工等应用愈加广泛,其辊套断裂与表面磨损问题值得关注。本文以 TRM53.4 立磨辊套为例,从分析立磨辊套的组织结构和材料特性出发,研究辊套裂纹和表面磨损的生成机理,并提出一种基于新型碳纳米聚合物材料进行辊套修复的应用方案。

【关键词】: TRM53.4 立磨机; 辊套断裂; 辊面磨损; 修复应用

中图分类号: TB42 文献标识码: A

Repair of TRM53.4 Vertical Mill Roll Sleeve Fracture and Surface Wear

Niuniu Li, Xiangming Li, Xiaolong Cui, Guiming Wang, Bo Li

Mizhi Jidong Cement Co., Ltd. Shaanxi Yulin 718100

Abstract: Vertical roller mill, as a kind of large high-efficiency integrated grinding equipment, has been widely used in cement, metallurgy and chemical industry in recent years, and its roller sleeve fracture and surface wear problems are worthy of attention. Taking TRM53.4 vertical roller mill as an example, this paper studied the formation mechanism of roller sleeve fracture and surface wear based on the analysis of the structure and material characteristics of roller sleeve in vertical mill, and proposed the repair solutions based on a new type of carbon nanopolymer material.

Keywords: TRM53.4 vertical roller mill; Roller fracture; Surface wear; Restore practice

立磨机最早出现于 20 世纪 20 年代,相比于传统的球磨机,立磨机在结构组成、工作机理、生产效率、工艺稳定性等方面体现出明显优势,在水泥工业生产中应用广泛。随着我国基建水平的快速发展,水泥等生产资料需求迅速提升,对于立磨机构件的使用寿命提出了更高要求,立磨辊套作为主要易损件,目前还存在磨损率高、修复难度大等问题,一定程度成为制约水泥企业生产效率的“木桶短板”,为企业经营和安全生产带来影响。本文以 TRM53.4 立磨辊套为例,探索辊套断裂与表面磨损修复的解决方案。

1 TRM53.4 立磨机基本情况

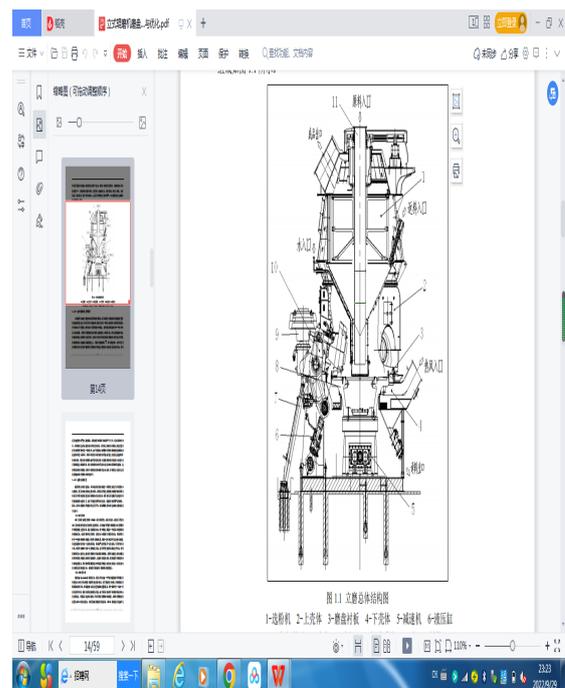
1.1 发展状况

上世纪 60-70 年代,随着新型干法工艺和预热分解技术的诞生与发展,立磨技术在国内开始发展铺开,生产规模稳步扩大,90 年代后,在不断吸收借鉴国外先进工艺的基础上,我国自主立磨机研发技术也得到了长足发展。TRM53.4 立磨机是天津水泥工业设计研究院在借鉴德国莱歇磨工艺基础上研发的立式辊磨机,具有价格低廉、磨耗小、运行稳定、安全可靠等特点,磨机生产能力 400-500t/h,对国内 5000t/d 熟料生产线工艺带来了较好的优化和提升作用^[1]。

1.2 结构组成及特点

TRM53.4 立磨机主要结构包括:分离器、磨盘装置、磨辊装置、摇臂装置、液压加压系统、壳体、粗粉分离装置、传动装置等部分组成,包含以下特点:一是磨辊与磨盘间设有调节缓冲装置,以减缓磨机振动的激振力;二是磨机底座与支撑结构间受力点分布均衡,提升动载荷承压能力^[1];三是采取气-液弹簧加压装置,有效降低辊压波动。四是磨辊具

备自抬起落功能,可实现空载或轻载启动。



立磨机结构组成示意图

1-选粉机 2-上壳体 3-磨盘衬板 4-下壳体 5-减速机 6-液压系统 7-卸辊装置 8-磨盘装置 9-磨辊装置 10-摇臂装置 11-下料管

1.3 工作原理

立式辊磨机利用重力和离心力原理对物料进行研磨加

工,电动机通过减速装置带动磨机与磨辊同步转动,当物料由下料口落入磨机底部时,在离心力作用下进入研磨轨道,物料在磨机与磨辊的正压力作用下分裂破碎,在辊套与磨盘的剪切力作用下进一步分解成细小的物料颗粒,研磨后的物料颗粒进一步进入喷口环,通过调节喷口的热风压力,符合细度要求的颗粒即被送至收集器,经快速烘干后进入选粉机进行后续处理,不符合细度要求的大颗粒回落至磨机内进行二次磨细,重复此过程直至物料研磨完成^[2]。

2 TRM53.4 立磨辊套材料组织结构和力学特性研究

2.1 组织结构分析

TRM53.4 机采用高铬铸钢作为辊套材料,表面洛氏硬度高于 55,具有高强度、高耐磨性、耐腐蚀抗氧化等特点,通过对辊套检测样本进行分析,其化学成分碳含量约为 0.7-1.4%,锰含量约为 0.5-0.8%,铬含量约在 8-16% 左右,Cr/C 比约为 11 左右,略高于高铬铸铁^[3],展现出良好的耐磨性能。从物相分析看,基体组织以马氏体、MC 型碳化物及部分残余奥氏体组成,物相分布均匀,在二次硬化时,Cr、Mo 等合金元素融入残留的奥氏体,增大了材料的淬透性。从金相分析看,不同层深的碳化物尺寸与分布略有不同,总体上随着深度增加,碳化物体积分数逐次递减,靠近内套筒后又逐渐上升,金属基体被磨损后,产生的磨屑附着在浅沟内,在高温高压下氧化形成氧化片层,与碳化物一同阻碍了磨料对表面进一步磨损,体现为由外向内磨损失重系数逐渐减小。

2.2 力学特性分析

从立磨机工作原理看,运行中主要承受物料颗粒法向力和剪切力作用,出现犁沟和切削两种作用效果,当两种效果反复作用使材料塑性形变到达极限时,产生碎屑剥落的现象。高铬铸钢所含 MC 型碳化物以树状组织分布,当物料粒子在辊套表面相对运动时,遇碳化物后速度迅速降低,改变为滚动运动的形式,减少了因滑动运动产生的疲劳裂纹对辊套表面的损伤,增大了辊套的耐磨性^[3]。可以看出,法向压力疲劳是影响立磨辊套寿命的重要因素,包括磨机工作压力过大、磨料水分过大、异物进入或磨料过大等。同时,根据 SHPB 试验分析显示,随着工作温度的增大,辊套材料的屈服强度和流动应力也会有所下降。

3 立磨辊套裂纹与表面磨损生成机理分析

从立磨辊套材质特性看,辊套断裂与表面磨损生成机理有所不同,总体关联程度不高,但由于表面磨损造成壁厚变薄,一定程度也会增大裂纹产生风险。

3.1 裂纹产生机理分析

3.1.1 铸造缺陷引发裂纹

材料内部铸造缺陷是引发辊套裂纹产生甚至断裂的重要因素,受铸造工艺不过关、生产操作不当、热处理不到位等因素影响,存在细微气孔、粘砂、夹渣、冷隔等缺陷,导致内部结构分布不均匀,出现偏析、应力异常等现象,特别是在振动等动载荷的冲击下,可能使材料产生内裂纹。在含水蒸气等作业条件下,还可产生氢脆断裂现象。

3.1.2 辊套装配问题引发裂纹

辊套固定于轮毂上,并通过柱面和锥面结构与轮毂配合。在辊套装配过程中,可能受配合面加工精度不足、安装过程不规范、检测维护不及时等因素影响,导致辊套与轮毂配合不完全,产生配合间隙;受长期运行影响,在动载荷作用下发生磨辊螺栓松动,可能造成辊套与轮毂配合不实,形成应力集中现象,导致裂纹产生。

3.1.3 温度快速变化引发裂纹

立磨机在启停过程中,受热气体进入等因素影响,磨机内温度快速变化,特别是对于北方严寒气候条件下,辊套温度可能在短时间内上升过快,从而产生热应力,易在缺陷处引发断裂。

3.1.4 修复后产生二次断裂

立磨辊套出现裂纹或断裂后,通常采取补焊、堆焊等方式进行裂纹修复,在高铬铸钢自身焊接性不良、焊接工艺不达标等情况下,易出现二次断裂,特别是对于大型立磨机,往往还需要将辊套进行拆卸,运送至指定地点后进行堆焊,容易在运输安装等过程中产生裂纹,常见的情况包括:补焊预热温度掌握不到位;退火不到位;焊接材料选用不得当;氢致裂纹;运输拆装过程发生激振等。

3.2 表面磨损机理分析

3.2.1 物料投入不当造成磨损

物料对于辊套的磨损是日常性的,若忽视物料对于辊套磨损的影响,也可能造成辊套寿命下降。常见的原因包括:一是砂料掺入量过大,特别是物料中游离二氧化硅和燧石等的含量,对于辊套表面磨损较为明显,据国外研究资料显示,磨料中掺杂 1% 的燧石,将使得辊磨磨损率增大 40%,在实际生产中发现,随着混合物料中砂岩含量的上升,辊磨的金属磨损量呈加速增大趋势;二是物料含水量过大,易造成物料结块、粘连、堵塞等现象,还会因堆积造成磨机振动加大,增加辊套的磨损率。三是物料混入异物或物料过大,对物料粒度控制不足,导致大块异物混入,辊套与异物接触面因挤压力过大造成深坑式磨损。

3.2.2 装配使用不当造成磨损

主要是由于安装、运行等环节不规范造成的,常见的原因包括:辊套或轮毂的加工、装配未达规范,宽度方向接触面未到达 85% 以上,造成配合不良、动载荷过大等问题^[5];辊套与轮毂的端面不平,圆周偏差量超过 1mm,导致辊套与轮毂间发生相对位移,造成辊套磨损;蝶形弹簧组合方向安装错误;磨辊螺栓安装后未按要求紧固到位,运行 4 小时后未进行复紧,导致辊套与轮毂间产生间隙,增大磨辊磨损;装配后未进行定期停磨检测,辊套与轮毂发生位移。

3.2.3 维护保养不当造成磨损

主要是由于检测不及时、维护不到位等原因造成的,常见的原因包括:定期检测不够,未及时更换磨辊、磨盘等构件,导致磨损加大;添加润滑油种类不对,造成润滑油因高温高压失效;碎屑物料等长期附着在磨辊表面得不到及时清理,发生腐蚀性磨损;辊套在堆焊过程中因焊接应力产生了变形,导致接触面达不到要求。

4 基于新型碳纳米聚合物材料的立磨辊套修复方法

传统的工艺需要在 TRM53.4 立磨辊套发生磨损或断裂后,经拆卸、转运、补焊、堆焊、车削、精加工等步骤进行修复,存在修复工期长、经济成本高、工艺难度大、流程复杂难控等缺点,结合前文分析的辊套材料特性,引入新型碳纳米聚合物材料进行立磨辊套修复。

4.1 材料选用

高分子聚合物材料具有粘接性好、稳定性突出、耐高温耐腐蚀等特点,但内应力大、耐冲击性能差、抗断耐磨性不足,无法满足 TRM53.4 立磨辊套工作要求,需要在此基础上添加石墨烯、碳纳米管等新型碳纳米材料,经性能测试,采用氧化石墨/碳纳米管双纳米材料改善环氧树脂性能,当双纳米材料含量在 0.1wt% 时,复合材料抗冲击强度可达 85KJ/m^2 ,断裂伸长率也得到了明显改善,能够满足修复所需的综合力学性能^[6],同时,使用碳纳米聚合物材料进行修复时,无需进行拆卸,现场即可完成修复,更加方便快捷。

4.2 材料制备

采用水热法进行制备,基本流程为:首先将碳纳米材料均匀分散到去离子水中,并使用高频超声波进行处理得到稳态悬浮液,利用油浴锅将稳态悬浮液预热后,加入高分子聚合物,最后通过蒸发、固化等步骤制得碳纳米聚合物材料。

4.3 工艺流程

利用碳纳米聚合物材料进行辊套内圈磨损修复的工艺流程主要包括修复准备、点位确定、表面处理、材料制备、涂敷、固化、机加工等步骤。一是修复准备,修复前要对构建受损情况进行准确评估,展开数据修研,并结合设备图纸和实际状况,制作标准样板尺;二是点位确定,拆卸辊套压盖以及轴承压盖,对基准面并进行清理,确保无油污、附着物等,以标准样板尺为参考,在轮毂锥度表面确定好定位点并进行打磨处理;三是表面处理,对辊套配合部位进行打磨除

锈和无水乙醇清洗,并涂刷脱模剂;四是材料制备与涂敷,严格按照碳纳米聚合物材料制备流程和修复要求进行材料制备,对修复处进行涂敷、刮研;五是机加工,待材料固化后,要对多余材料进行精加工处理,确保满足辊套运行使用要求,同时要对辊套螺栓进行三次以上的紧固,确保满足力矩要求,最后按要求填写好维修履历书,做好后续的跟踪检查工作。

4.4 效果评估

在实际测试中,立磨辊套磨损宽度约为 50cm,磨损深度约为 20mm,通过使用碳纳米聚合物材料进行辊套修复后,磨机整体运行良好,经 180 天连续运行未出现脱落、断裂等现象,证明了使用新型碳纳米聚合物材料进行辊套修复应用的可行性,达到了预期目的。

5 结束语

受 TRM53.4 立磨辊套材料特性影响,传统的堆焊修复工艺修复难度大、周期长、成本高,修复质量难以得到可靠保证,基于立磨辊套断裂及磨损生成机理,提出了一种基于碳纳米聚合物材料的辊套修复方法,探索了材料制备与工艺流程优化步骤,能够在保证修复质量的同时,进一步简化修复流程、降低修复成本、提升修复效率,并在实际生产运行过程中得到了较好的验证。

参考文献:

- [1] 王刚平. TRM25 立式磨磨辊出现的问题及改进措施 [J]. 水泥, 1997(07):40-41.
- [2] 易传佩. 立磨辊套裂纹及表面磨损的修复实践与探索 [J]. 河南科技, 2013(21):74-75.
- [3] 杜荣鹏, 杨文生, 李晓军. 立磨辊套磨损的原因分析及结果 [J]. 水泥, 2012(08):39-40.

作者简介: 李牛牛, 1985 年 2 月, 男, 汉, 山西省霍州市, 本科, 机械工程师, 研究方向: 建材机械。