

基于刚玉耐磨材料套管在锅炉燃烧器区测点的研究与应用

万海英 张伟 孙显赫

内蒙古国华准格尔发电有限责任公司 内蒙古鄂尔多斯 017100

【摘要】本研究探讨了刚玉耐磨材料套管在锅炉燃烧器区测点的应用,重点分析了该材料的特性与优势,并详细阐述了其在锅炉燃烧器区测点的应用研究和实际应用效果。研究表明,刚玉耐磨材料具有优异的耐磨、耐腐蚀及耐高温性能,显著延长了锅炉燃烧器区测点外套管的使用寿命。此外,本研究还通过一系列实验测试验证了该材料的性能及其在实际应用中的经济效益和社会效益。结果显示,刚玉耐磨套管在提高燃烧器区测点的可靠性和使用寿命方面表现出色,为电力行业的高效运行提供了坚实的技术支持。

【关键词】刚玉耐磨材料; 锅炉燃烧器; 测点外套管; 耐磨性能

Research and application of corundum wear-resistant material casing in boiler burner area

Wan Haiying ZhangWei Sun Xianhe

Inner Mongolia Guohua Zhungeer Power Generation Co., Ltd Ordos, Inner Mongolia 017100

【Abstract】This study discusses the application of corundum wear-resistant material casing in the boiler burner area, focuses on the characteristics and advantages of the material, and expounds the application research and practical application effect of the testing point in the boiler burner area. The study shows that the corundum wear-resistant material has excellent wear resistance, corrosion resistance and high temperature resistance, which significantly extends the service life of the outer coat pipe in the boiler burner area. Moreover, this study verified the properties of the material and its economic and social benefits in practical application through a series of experimental tests. The results show that the corundum wear-resistant casing performs well in improving the reliability and service life of the measuring points in the burner area, and provides a solid technical support for the efficient operation of the power industry.

【Key words】corundum wear-resisting material; boiler burner; measuring point outer tube; wear-resisting performance

引言

耐磨材料在现代工业中扮演着至关重要的角色,特别是在电力、冶金、煤炭等行业,材料的磨损直接影响设备的使用寿命和工作效率。据统计,全球30%的能源消耗与磨损相关,因此,提高耐磨材料的性能已经成为材料科学领域的研究热点。本研究以锅炉燃烧器区测点外套管为研究对象,探讨了刚玉耐磨材料套管在高温、高磨损环境下的应用,旨在解决传统金属套管磨损严重的问题,延长测点套管的使用寿命,提高燃烧器区测点的可靠性。

而为其赋予了卓越的耐磨特性。在冶金、电力、矿山及煤炭行业中,耐磨的刚玉陶瓷材料广泛应用于高磨损介质的输送过程。与采用传统淬火工艺制成的钢材相比,刚玉陶瓷在耐磨损方面的性能,可以高达前者的十倍乃至数十倍。刚玉陶瓷材料尤其在海水和酸碱环境下,展示出卓越的抗腐蚀性,并具备防垢的功能。该材料在极端温度条件下展现出了卓越的稳定性和耐受热冲击的能力,能在 -50°C 至 700°C 的广阔温度范围内保持可靠的运行状态。刚玉陶瓷因其独特的物理属性,在那些要求耐高温和高磨损性能的场合中,展现出了显著的应用潜力^[1]。

1. 刚玉陶瓷耐磨材料的特性与优势

在耐磨材料领域,优异的物理及化学性能是刚玉陶瓷耐磨材料获得重要地位的关键因素。此物质拥有9.0的莫氏硬度评分,这意味着其耐磨程度可与HRC90以上相媲美,从

2. 刚玉耐磨材料套管在锅炉燃烧器区测点的研究

2.1 刚玉耐磨材料套管在锅炉燃烧器区测点的研究内容

2.1.1 锅炉燃烧器区测点外套管磨损原因分析

在锅炉的燃烧器区域,外层的管道磨损,主要是由高温

环境中固体颗粒的侵蚀作用造成的。在高温环境中，粒子以迅猛的速度碰撞于套管壁面，此过程造成常规金属套管的迅速磨损与功能丧失。特别是火检外套管与燃烧器壁的温度测量点，这些部件长期处于高温且磨损严重的环境里，因而磨损情况尤为严重。

2.1.2 套管材料与制造工艺研究

针对上述问题，本研究选用刚玉陶瓷作为关键材料，并通过改进制造工艺，优化了套管的全面性能。选择刚玉陶瓷材料，源于其卓越的抗磨损、抗腐蚀及耐高温特性，此外，其轻质化构造亦提高了安装施工的便利性。在制造过程中，采用高温烧结技术优化材料，确保了其高密度与硬度，进而显著提升了材料的耐磨特性。

2.2 刚玉耐磨材料套管在锅炉燃烧器区测点的研究技术路线

2.2.1 确定锅炉燃烧器区测点外套管的性能要求

本项探究明确了锅炉燃烧器区域测点外保护管的关键性能指标，特别关注了在高温与高磨损条件下，材料需具备的耐磨损、抗腐蚀及耐高温的能力。莫氏硬度值为 9.0 的刚玉陶瓷耐磨材料，在硬度上超越了硬度为 HRC 65 的淬火钢，其耐磨性能至少是后者的十倍。要求此材料能适应环境变化，在极端温度区间 -40°C 至 700°C 内保持其长期稳定运作性质。该材料的线膨胀率在高温环境下仅有 $6-8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ，远低于一般钢管的 $12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ，因而具备更优的高温稳定性，抗形变能力显著增强。在酸碱介质中，刚玉陶瓷的每年的腐蚀深度仅为 0.01 毫米，相较于常规材料每年的 0.1 毫米腐蚀深度，凸显出其卓越的抗腐蚀特性。在锅炉燃烧器区域，高温且磨损严重的工况下，材料的长期可靠运行得到了这些性能指标的保障。详情如表 1 所示。

表 1 锅炉燃烧器区测点外套管的性能

性能指标	刚玉陶瓷耐磨材料	淬火钢
莫氏硬度	9	HRC 65
耐磨寿命 (倍数)	≥ 10	1
运行温度范围 ($^{\circ}\text{C}$)	-40 至 700	0 至 500
线膨胀系数 ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	6 月 8 日	12
腐蚀速率 (mm/年)	0.01	0.1

2.2.2 性能测试与结构优化

在模拟实际工作环境的条件下，通过一系列性能评估实验，刚玉陶瓷这种耐磨损材料的性能得到了实际验证。测试结果显示，在摩擦系数方面，刚玉陶瓷的数值为 0.3，较之

传统钢材的 0.5 降低了 40%，从而在磨损方面实现了显著减少。在高温磨损试验中，刚玉陶瓷展现出比传统材料更卓越的耐磨特性，其磨损率仅为 0.02 克每小时，显著低于后者 0.2 克的磨损率。在结构改善研究中，通过将内层厚度调整至 3 毫米，并实施多层复合设计，成功提升了保护套管的抗冲击性能，达到了可以承受最大 100 兆帕斯卡冲击压力的效果，相比之下，常规材料的抗冲击性能仅限于 60 兆帕斯卡。通过精细化的改良方案，显著增强了套管的结构稳固性，从而极大地延长了其功能维持期限^[2]。详情如表 2 所示。

表 2 性能测试与结构优化

测试项目	刚玉陶瓷耐磨材料	传统材料
摩擦系数	0.3	0.5
磨损率 (g/h)	0.02	0.2
内层厚度 (mm)	3	2
抗冲击强度 (MPa)	100	60

2.3 刚玉耐磨材料套管在锅炉燃烧器区测点的研究结果与分析

2.3.1 刚玉耐磨套管的性能测试结果

在对材料进行严格的性能评估过程中，以刚玉为主要成分的耐磨套管，呈现出卓越的物理属性。本样本的硬度级别为 9.0，仅次于金刚石与碳化硅，在氧化物中属于工业用途中最坚硬的物质之一。刚玉耐磨套管与传统的淬火钢相比较，显著提升了硬度，从而大幅增强了抗磨损的性能。在实验条件下，刚玉材料的磨损率仅为 0.02 克每小时，而淬火钢的磨损率则高达 0.4 克每小时，说明刚玉材料的耐磨性能是淬火钢的二十倍。在进行高温试验时，刚玉材料的线膨胀系数测定结果显示，其数值为 $6-8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ，这一数据显著低于常规钢管的 $12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ，这一特性保证了刚玉材料在高达 700°C 的极端温度下，依然能够维持其结构的稳定性，从而避免形变或者开裂的情况发生。详情如表 3 所示。

表 3 性能测试结果

性能指标	刚玉耐磨材料	淬火钢
莫氏硬度	9	6.5
磨损量 (g/h)	0.02	0.4
线膨胀系数 ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	6 月 8 日	12
高温测试温度 ($^{\circ}\text{C}$)	700	500

2.3.2 实际应用效果评估

在具体实施中，采用刚玉材质的耐磨套管，展现出了极

为出色的性能表现。实验与用户体验表明,以刚玉材料制成的耐磨管套,其耐磨性能超越淬火钢材,高达后者的二十倍以上,在一致的工作环境下,常规的淬火钢套管需每三个月更换一次,相较之下,刚玉耐磨套管即便使用超过五年,依旧保持其优良的性能。在燃烧器区域,通过更换为刚玉材质的火检外套管,故障率大幅下滑,从原先的15%减少至3%,这一改进显著提高了测点的稳定性与可靠性。刚玉材料通过轻量化设计,其焊接性能得到显著提升,从而使安装过程变得更加便捷,平均安装时间相较之前缩短了30%。刚玉耐磨套管以其卓越的耐磨特性与长效性能,显著减少了维护和更换的费用^[3]。

3. 刚玉耐磨套管在锅炉燃烧器区测点的应用实践

3.1 显著提升耐磨性能

在具体运用过程中,刚玉耐磨套管表现出了卓越的耐磨损特性。该材料的莫氏硬度值达到9.0,显著超越了常规淬火钢,由此在高磨损条件下,其使用寿命延长20倍以上。外套管的更换频率因显著的耐磨性能得到有效降低,从而设备维护的经济负担大幅度减轻。在锅炉燃烧器区域,实际运用表明,传统材料的替换周期通常是每三个月一次,然而,采用刚玉耐磨套管后,这一周期被显著延长,超过了五年。此项改动不但降低了物料与人工开支,并且缩短了设备停工时长,从而提升了整体的作业效率,为企业显著增加了经济收益。

3.2 增强耐腐蚀与耐热性能

刚玉陶瓷材料由于其出色的耐腐蚀特性,在极端的酸碱环境和高温条件下展现出极高的稳定性。考虑材料本身在0.01毫米/年的极低腐蚀速度下,刚玉制成的耐磨套管能够长期存在于具有腐蚀性的介质中而维持其结构稳固,从而规避了因材料腐蚀引发的测点外套管损坏的风险。在高达700摄氏度的极端温度下,该物质维持了优异的物理属性,其线

性膨胀率低至 $6-8 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$,保障了其在高温状态下的尺寸精确度。

3.3 安装施工便捷

在设计过程中,注重轻量化的刚玉陶瓷套管,其重量相较于传统材料,减轻了20%至30%。该特性的融入,显著降低了运输与安装的复杂度,进而缩减了施工所需时间及人力开支。刚玉套管因其出色的焊接特性,使得安装步骤显著提升效率,该套管支持多种连接方式,包括焊接和法兰接合,从而极大便利了施工过程。在实际操作场景中,采用刚玉套管,安装周期平均缩减了30%,这在迫切需要迅速更换或保养的情况下,显得格外关键。整个项目的执行效率因安装施工的简便性而得到提升^[4]。

3.4 经济效益与社会效益显著

刚玉耐磨套管的运用,在展现卓越技术性能的同时,也为企业创造了显著的经济收益和社会效益。提升生产设备的连续运行周期,显著降低了维护费用和停机时长,从而极大地提高了生产率。设备的停机时间降低了50%,显著提高了企业的生产率,从而直接产生了可观的经济收益。刚玉套管的成功运用为其他业内企业提供了技术借鉴,进而促进了整个行业的技术发展,带来了显著的社会正面影响。应用该材料不仅能减少物料的有效消耗,而且还能提升能源的运用效率。

结论

本研究通过对刚玉耐磨材料套管的深入研究和实际应用验证,证实了其在锅炉燃烧器区测点中的优异性能。刚玉陶瓷耐磨材料不仅显著提升了测点外套管的耐磨性、耐腐蚀性和耐高温性能,还在实际应用中表现出较高的经济效益和社会效益。未来,随着该材料的推广应用,有望进一步提升电力行业设备的运行稳定性和效率,为节能减排和工业发展贡献力量。

参考文献

- [1]何益敏.锅炉低氮燃烧器技术创新与安全性能提升策略研究[J].石化技术, 2024, 31(08): 384-386.
- [2]戴冬华,陈彬彬,何海峰,等.新型低氮燃气燃烧器燃烧性能数值模拟研究[J].电站系统工程, 2024, 40(05): 7-10.
- [3]李强.660 MW 对冲燃烧锅炉结焦问题分析及治理[J].电站系统工程, 2024, 40(05): 25-27.
- [4]袁生明,江子波,马利民,等.330 MW 锅炉燃烧系统灵活性优化改造[J].电站系统工程, 2024, 40(05): 28-30.