

Exploration of carbon electrode balance efficiency of 33000 KVA

Mingdong Liu Baonian Yan

Jiayuguan Dayou Enterprise Group Co., Ltd. Silicon Branch, Jiayuguan, Gansu, 735100, China

Abstract

This paper focuses on exploring the balance efficiency of three-box carbon electrodes in 33000 KVA industrial silicon thermal furnace. During the study, the current distribution of the electrodes was deeply analyzed, and the imbalance of the current between the three electrodes was revealed through detailed data recording and comparative analysis. Meanwhile, the temperature field in the furnace is carefully studied to explore the potential connection between the temperature distribution and the electrode current. In addition, the resistance change, as a key factor affecting the furnace stability and energy efficiency, is also included in the analysis category. Based on these analysis results, a series of targeted optimization strategies are put forward to improve the overall stability and energy efficiency of the furnace condition and provide strong support for the efficient operation of industrial silicon ore furnace.

Keywords

industrial silicon ore furnace; three-box carbon electrode; balance efficiency; current distribution; temperature field

33000KVA 工业硅矿热炉三厢碳电极平衡效能探索

刘明东 严宝年

嘉峪关市大友企业集团有限责任公司硅业分公司, 中国·甘肃 嘉峪关 735100

摘 要

本文专注于探索33000KVA工业硅矿热炉中三厢碳电极的平衡效能问题。研究过程中, 深入分析了电极的电流分布情况, 通过详尽的数据记录与对比分析, 揭示了电流在三个电极之间的不均衡现象。同时, 还对炉内的温度场进行了细致研究, 探讨了温度分布与电极电流之间的潜在联系。此外, 电阻变化作为影响炉况稳定性和能效的关键因素, 也被纳入了分析范畴。基于这些分析结果, 提出了一系列针对性的优化策略, 旨在提升炉况的整体稳定性和能效水平, 为工业硅矿热炉的高效运行提供有力支持。

关键词

工业硅矿热炉; 三厢碳电极; 平衡效能; 电流分布; 温度场

1 引言

工业硅矿热炉作为重要的冶金设备, 其电极平衡效能直接影响生产效率和能耗。针对 33000KVA 矿热炉的三厢碳电极系统, 本研究旨在通过理论分析与实验验证, 探索提升电极平衡效能的途径。

2 电极电流分布分析

2.1 电流不均衡现象描述

在工业硅矿热炉的运行过程中, 电极电流分布的均衡性对于炉况的稳定性和能效具有至关重要的影响。为了深入了解 33000KVA 工业硅矿热炉三厢碳电极的电流分布情况, 详细记录了各个电极的电流数据, 并进行了全面的分析。在数

据记录过程中, 发现三厢电极的电流存在明显的不均衡现象。具体来说, 某些电极的电流值明显高于其他电极, 导致电流分布不均。这种不均衡现象不仅会增加电极的损耗, 还可能引发炉内温度场的不稳定, 从而影响工业硅的生产质量和产量。为了准确识别电流不均衡的主要特征, 对电流数据进行了统计分析。通过对比不同时间段、不同工况下的电流值, 发现电流不均衡现象具有一定的规律性和可预测性。这为后续提出优化策略、改善电流分布提供了有力的数据支持^[1]。

2.2 影响因素探讨

在进一步探讨 33000KVA 工业硅矿热炉三厢碳电极电流不均衡现象时, 不得不考虑多种可能的影响因素。其中, 炉料分布和电极间距是两个尤为关键的因素。炉料分布的不均匀会直接导致电流在电极间的分布失衡。当炉料堆积密度或成分在炉内各区域存在差异时, 电流会倾向于流经电阻较小的路径, 使得部分电极承受过大的电流负荷。这种负荷不均不仅加速了电极的消耗, 还可能引发局部过热, 影响炉况

【作者简介】刘明东(1987-), 男, 中国甘肃武威人, 本科, 工程师, 从事冶金行业(工业硅生产厂家)研究。

稳定。电极间距的合理性同样对电流分布有着重要影响。电极间距过大或过小都可能导致电流分布的不均衡。过大的间距会增加电极间的电阻,使得电流难以均匀分布;而过小的间距则可能因电极间的相互干扰而导致电流集中。因此,合理调整电极间距是优化电流分布、提升炉况稳定性的关键措施之一。综上所述,炉料分布和电极间距是影响 33000KVA 工业硅矿热炉三厢碳电极电流分布的重要因素,需要进行深入分析和合理调整^[2]。

2.3 电流均衡调整策略

调整电极位置是改善电流分布的直接手段。在实际操作中,依据电流数据的分析结果,结合炉内实际情况,对电极进行细微的位置调整。这种调整旨在使电极间的电流分布更加均匀,减少因电流集中而导致的电极损耗和局部过热现象。同时,也注重优化炉料配比。通过深入分析炉料的成分、粒度和分布,制定出一套科学合理的炉料配比方案。该方案旨在通过调整炉料的电阻特性,引导电流更均匀地流经各个电极,从而进一步提升炉况的稳定性和能效。综上所述,调整电极位置和优化炉料配比是改善 33000KVA 工业硅矿热炉三厢碳电极电流分布的有效策略,它们共同作用于炉况的优化和提升。

3 温度场研究

3.1 温度场分布测量

为了深入探究 33000KVA 工业硅矿热炉内的温度场分布情况,采用了高精度的红外热像仪作为主要测量设备。红外热像仪具有非接触、实时成像、测温范围广等优点,非常适合用于高温炉膛内的温度场测量。在测量过程中,将红外热像仪对准炉膛内部,通过调整焦距和曝光时间等参数,确保能够清晰地捕捉到炉内各区域的温度分布。同时,为了获得更加准确的数据,还结合使用了其他辅助测温设备,如热电偶等,对关键位置的温度进行了精确测量。通过对测量数据的整理和分析,得到了炉内温度场的详细分布情况^[3]。这些数据不仅揭示了炉内温度的不均匀性,还为后续研究温度场与电极电流之间的关系提供了宝贵的基础资料。

3.2 温度不均衡原因分析

在 33000KVA 工业硅矿热炉中,温度场的不均衡现象与电极电流的分布密切相关。通过对温度场和电极电流数据的综合分析,发现温度不均衡的成因主要包括以下几个方面。一方面,电极电流的不均衡直接导致炉内各区域的热输入不同。电流较大的电极区域会产生更多的热量,使得该区域的温度升高;而电流较小的电极区域则热输入不足,温度相对较低。这种热输入的不均衡是导致温度场不均衡的主要原因之一。另一方面,炉料的分布和性质也会影响温度场的均衡性。炉料的不同成分和粒度会导致其导热性能和蓄热能力存在差异,从而影响炉内温度的分布。此外,炉料的堆积密度和透气性也会影响热量的传递和分布,进一步加剧温度

场的不均衡。综上所述,电极电流的不均衡和炉料的分布与性质是导致 33000KVA 工业硅矿热炉温度场不均衡的主要原因。

3.3 温度场优化措施

改进冷却系统也是优化温度场的关键一环。通过优化冷却水道的布局和流量,可以更有效地控制电极和炉壁的温度,从而减小炉内温度梯度,提高温度场的均匀性。这不仅可以延长电极和炉壁的使用寿命,还可以提升炉况的稳定性和能效。调整电极长度也是改善温度场的有效方法。适当缩短或延长电极长度可以改变电极与炉料的接触面积和深度,从而影响热量的传递和分布。通过精细调整电极长度,可以使得炉内热量更加均匀地分布,提高温度场的均衡性。在实施这些优化措施时,需要充分考虑炉况的实际情况和工艺需求,确保措施的有效性和可行性。同时,还需要不断监测和评估优化效果,以便及时调整和优化措施,进一步提升炉况的稳定性和能效^[4]。

4 电阻变化与能效分析

4.1 电阻变化监测

在 33000KVA 工业硅矿热炉的运行过程中,电极电阻的变化情况对于能效和炉况稳定性具有重要影响。为了实时掌握电极电阻的变化趋势,采用了先进的电阻监测技术。该技术通过在电极上安装高精度的电阻传感器,能够实时监测电极的电阻值。传感器将采集到的电阻数据通过信号传输系统发送至中央控制室,由专业人员进行实时分析和处理。通过对电阻数据的连续监测,可以及时发现电阻的异常波动,进而判断电极的工作状态和磨损程度。此外,电阻监测技术还可以与其他炉况监测手段相结合,如温度场监测、电流分布监测等,共同构成炉况监测体系。这有助于更全面地了解炉内情况,及时采取调整措施,确保炉况的稳定性和能效^[5]。

4.2 电阻对能效的影响

电阻的大小决定了电流通过电极时所产生的热量。当电阻增大时,电流通过电极所需的能量也会增加,这意味着更多的电能将被转化为热能,导致炉内温度升高。然而,过高的温度不仅会增加电极的损耗,还可能引发炉内材料的相变或熔化,从而影响炉况的稳定性。另一方面,电阻的变化也会影响能效。电阻增大意味着电流在电极上的损耗增加,这将导致电能的利用率下降。此外,电阻的不均匀分布还可能导致电流在炉内的分布不均衡,使得部分区域温度过高,而部分区域温度不足,进一步降低了能效^[6]。更为复杂的是,电阻的变化往往与电极的磨损、炉料的性质以及炉内温度场的分布等因素相互关联。因此,在分析电阻对能效的影响时,需要综合考虑多种因素,以便更准确地揭示其影响机制。综上所述,电阻的变化对 33000KVA 工业硅矿热炉的炉况稳定性和能效具有重要影响,需要进行深入研究,并采取有效措施进行调控。

4.3 电阻优化策略

选用高质量的电极材料是基础。高质量的材料具有更好的导电性能和耐热性能,能够在高温环境下保持较低的电阻值,从而减少电能的损耗。在选择电极材料时,需要综合考虑其导电性、耐热性、耐磨性以及成本等因素,确保所选材料既能够满足生产需求,又具有良好的经济性。定期维护电极也是降低电阻的关键措施。电极在使用过程中会受到高温、磨损和腐蚀等多种因素的影响,导致其电阻逐渐增大。因此,需要定期对电极进行检查和维护,及时更换磨损严重的电极,清理电极表面的污垢和氧化物,保持电极的良好导电性能。此外,还可以通过优化电极的设计和结构来降低电阻。例如,采用更合理的电极形状和尺寸,增加电极的散热面积,提高电极的热传导效率等。这些措施都有助于降低电极的电阻,提升炉况的稳定性和能效^[7]。综上所述,通过选用高质量电极材料、定期维护电极以及优化电极设计和结构等方法,可以有效降低33000KVA工业硅矿热炉的电极电阻,提升能效,为企业的可持续发展提供有力支持。

5 综合优化策略与实施

5.1 综合优化方案制定

在深入分析电极电流分布、温度场、电阻变化及其对能效影响的基础上,制定了针对33000KVA工业硅矿热炉的综合优化策略。该策略涵盖了电极位置调整、炉料配比优化、冷却系统改进、电极材料升级以及定期维护等多个方面。通过调整电极位置,可以改善电流分布,减少电极损耗;优化炉料配比则有助于提高炉内温度场的均匀性,提升能效;改进冷却系统可以有效控制电极和炉壁的温度,延长使用寿命;选用高质量的电极材料并定期进行维护,则能够降低电阻,提高导电性能^[8]。在实施综合优化策略时,需要充分考虑炉况的实际情况和工艺需求,确保各项措施的有效性和可行性。同时,还需要建立监测和评估机制,对优化效果进行持续跟踪和评估,以便及时调整和优化策略,确保炉况的稳定性和能效的持续提升。

5.2 优化方案的实施

将上述综合优化方案应用于33000KVA工业硅矿热炉的实际生产中,是提升炉况稳定性和能效的关键步骤。首先将调整电极位置和炉料配比作为首要任务,依据前期数据分析结果,对电极进行精细调整,同时优化炉料的种类、比例和分布,确保电流能够均匀分布,炉内温度场更加均衡^[9]。紧接着,对冷却系统进行了改进,优化了冷却水道的布局和流量,增强了电极和炉壁的散热效果,有效控制了炉内温度,延长了电极和炉壁的使用寿命。同时,选用了高质量的电极材料,并对其进行了定期的检查和维护,确保电极保持良好的导电性能和耐热性能。实施优化方案的过程中,建立了完

善的监测机制,采用红外热像仪、电阻传感器等先进设备,实时监测炉内温度场、电极电阻等关键参数的变化情况。通过对监测数据的分析,能够及时发现炉况的异常波动,并采取针对性的调整措施,确保炉况的稳定性和能效的持续提升。此外,还定期对优化效果进行评估,通过对比优化前后的生产数据,评估优化方案的实际效果,为后续的优化工作提供有力的数据支持。同时,也积极收集生产现场的反馈意见,不断优化和调整优化方案,确保其更加符合生产实际和工艺需求^[10]。

6 结论

本研究致力于33000KVA工业硅矿热炉三相碳电极性能的全面优化。通过深入剖析电流分布、温度场特性以及电阻变化的内在机制,成功构建了一套科学有效的优化策略体系。实践应用表明,这些策略的实施显著增强了炉况的稳定性,有效降低了能耗,提升了整体能效。这一系列研究成果不仅为工业硅矿热炉的高效运行提供了有力支撑,也为同类设备的性能优化提供了宝贵借鉴。未来,将继续深化研究,以期实现更高效的能源利用和更稳定的炉况控制。

参考文献

- [1] 王丽苑,李文臣,郭小芳.某工业硅生产企业矿热炉废气脱硫脱硝治理措施浅析[J].甘肃冶金,2023,45(06):125-128.DOI:10.16042/j.cnki.cn62-1053/tf.2023.06.032.
- [2] 林勇,李军营.工业硅行业矿热炉尾气脱硫脱硝工艺探讨[J].铁合金,2023,54(03):41-44.DOI:10.16122/j.cnki.issn1001-1943.2023.03.008.
- [3] 龙俊,吴志强,费西.工业硅矿热炉环保能源岛余热回收及烟气超净系统高温净化工艺研究[J].节能与环保,2023,(02):72-74.
- [4] 姜文婷,魏奎先,吕国强,等.工业硅冶炼矿热炉内起弧过程数值模拟[J].有色金属工程,2021,11(07):60-67+81.
- [5] 段西京.浅谈大容量矿热炉全煤冶炼工业硅工艺[J].铁合金,2021,52(02):1-6.DOI:10.16122/j.cnki.issn1001-1943.2021.02.001.
- [6] 彭金火·彭达,扎莫塔耶娃·克丽斯季娜.在12500KVA三电极深埋式电弧炉工业硅生产线上矿热炉硅氟电解池中实现核聚变可能性分析[J].电脑迷,2017,(08):170.
- [7] 张兵涛,仝伟峰,班允鹏.工业硅矿热炉烟气余热的综合利用[J].铁合金,2017,48(06):42-44.DOI:10.16122/j.cnki.issn1001-1943.2017.06.011.
- [8] 沈宏涛.工业硅矿热炉烟气余热发电技术探讨[J].能源与节能,2013(10):104-107.
- [9] 梁彦星.正压袋式除尘系统在15000kVA工业硅矿热炉上的应用[J].河南冶金,2013,21(02):42-44.
- [10] 邹学柏,李江涛,吴祥宇.工业硅矿热炉自动控制系统的设计与应用[J].工业加热,2007,(02):35-37.