

转炉炼钢的自动化控制技术分析

安文亮

唐山钢铁集团有限责任公司 河北 唐山 063000

摘要：随着科技不断进步以及人工智能技术的快速发展，炼钢行业的自动化控制已经越来越成为发展的重点。转炉炼钢是一种采用炉外加热的方式炼钢的新型工艺，由于其高温、高压、复杂的加工流程，钢铁生产企业对自动化控制要求越来越高，有必要研究和应用更加先进的控制技术。本文主要探讨转炉炼钢的自动化控制技术。

关键词：转炉炼钢；自动化；控制技术；发展趋势

1 转炉炼钢的自动化控制系统概述

转炉炼钢的自动化控制系统是一种多层次、分布式的自动控制网络系统。该系统通过一系列的传感器、执行器、控制器等控制元件，将自动控制算法应用到炼钢过程中，实现自动化控制。

在该系统中，基础设施层是最底层的组成部分，包括计算机、数据采集设备、各种传感器等。这些设备可以对炉内熔池温度、氧化还原性、物料流量、压力等重要参数进行实时监测，同时也可以实现对环境因素的检测和记录。传感器设备通常由高温鲁班、冷却水鲁班、烟气鲁班等组成，其中高温鲁班是非常关键的传感设备之一，它可以通过对炉内高温场的实时监测，实现对炉内温度、零件的磨损情况等进行检测，从而保证炉内温度和流量等指标的稳定性^[1]。

监控管理层则是负责对现场数据的监控、采集和处理，数据分析和故障诊断等。该层可以通过各种算法模型，对采集到的数据进行实时处理和分析，从而及时发现并解决炼钢过程中可能出现的问题。例如，在监控管理层中可以设置一些自适应控制算法，能够对炉内温度、物料流速等指标进行实时调整，从而保证熔池温度和各种物质的混合比例等更加稳定。

控制执行层则是通过执行器对炉外各节点的控制，以保证转炉炼钢过程的稳定进行。该层通常由计算机控制系统、PLC控制系统、执行机构等组成。其中最核心的是计算机控制系统，它可以通过高精度计算，实现对炉内氧化还原反应的实时控制和调节。同时，执行机构也是非常关键的组成部分之一，例如直接液压式柱塞机构可以通过相应的操作软件，实现对炉内物质流量的调控，从而保证熔池温度和物质混合比例的精准控制。

决策支持层则是主要为生产管理人员提供决策支持和分析服务，优化生产安排、改善生产效率和减少运营成本等。该层通常由生产管理系统、计划排程系统、

统计分析系统等组成。在该层中，可以通过对炼钢过程中各种参数和指标进行数据挖掘和分析，从而找到影响炉内温度和材料质量的关键因素，并优化流程和调整参数，实现炉内温度、物料质量和生产效率的最大化^[2]。

总之，转炉炼钢的自动化控制系统是一个由多个层次和组成部分构成的复杂系统，它采用了一系列高科技设备和算法模型，实现了对炉内温度、物料流量、氧化还原性等重要参数的精准控制和调节，保证了炼钢过程的安全性、稳定性和高效性。同时，该系统还可以通过对数据的采集和分析，为生产管理人员提供决策支持和分析服务，优化生产安排、改善生产效率和减少运营成本等。随着科技的不断进步，自动化控制系统已经成为炼钢行业的一个重要发展趋势。在未来，转炉炼钢的自动化控制系统将会继续升级和完善，不断引入新的技术和算法，实现更加高效、智能的控制和调节。

2 转炉炼钢的自动化控制系统优势

(1) 稳定性。在传统的转炉炼钢中，由于需要人工干预和控制，操作人员可能会出现误操作或者不当操作等情况，从而导致钢铁生产过程的偏差和浪费，增加了生产成本。而自动化控制系统可以实时监测和调整生产过程的各个环节，确保每个步骤都按照预期进行，排除了人为因素对生产过程的影响，提高了生产过程的稳定性和准确性。(2) 高效性。传统转炉炼钢需要耗费大量的人力和物力，而且因为操作和监测不够精确，导致每个环节之间的转换时间过长、工作效率低下、钢铁成分偏差较大等问题。相比之下，自动化控制系统可以通过信息处理和优化算法来协调各个环节之间的协作，调整加料、卸料、出钢等工艺参数，从而减少转化时间和成分偏差，提高生产效率，最终提高钢铁的质量和数量^[3]。

(3) 节能性。在传统转炉炼钢中，由于控制方式的局限性，部分过程可能会存在能源浪费现象。例如，在加热原料时，如果没有及时调整火焰大小或者气体流速等参

数,就会导致能源消耗增加,生产成本增加。而自动化控制系统可以实时监测和调整这些参数,避免了能源浪费现象的发生,从而达到节能降耗的目的。(4)安全性。在传统转炉炼钢中,由于操作人员需要在高温、高压等危险环境下工作,存在着一定的安全隐患。而自动化控制系统可以通过实时监测和故障诊断功能来保证生产过程的安全性,及时发现和处理可能会出现的故障和异常情况,避免事故的发生。

3 转炉炼钢的自动化控制的主要技术分析

3.1 传感器技术

传感器技术是自动化控制的基础,对于转炉炼钢这种大型重工业而言更是不可或缺。因为在转炉炼钢过程中,需要实时监测和控制各种参数,如温度、压力、流量、液位和化学成分等,以确保生产过程的稳定性和安全性。这些物理信息是人眼无法观测到的,因此需要使用传感器将其转换成电信号或数字信号。传感器技术具有很高的准确性和可靠性,可以实时采集数据并将其传输给控制系统进行处理和分析。例如,在转炉炼钢中,使用温度传感器来检测钢水的温度,并将其转换为数字信号,然后通过控制系统来调整氧枪的喷射角度和速度,以控制钢水温度在合适的范围内。此外,还可以使用压力传感器来检测氧气和天然气的压力,以确保气体的流量和压力稳定^[4]。同时,液位传感器可以用来检测钢水和废渣的液位,并根据其变化来调整钢水的注入和排放。

3.2 控制算法技术

在转炉炼钢的自动化控制中,控制算法技术是实现自动化控制的核心。通过对转炉炼钢的各参数进行实时监控,如氧气流量、喷吹煤气流量、温度等,将控制策略应用到控制器中,并优化控制方案,可以使生产过程达到最佳状态并避免传统的“by-rule”控制方式出现人为干预的情况。在控制算法技术方面,主要有PID控制算法、模型预测控制算法和人工神经网络控制算法等。其中,PID控制算法是最基本的控制算法之一,它根据反馈信号的偏差来计算控制器的输出值,并通过不断调整比例、积分和微分系数,来实现对被控对象的精确控制。模型预测控制算法则是以数学预测模型为基础,通过对模型和控制器参数的不断修正和优化,来实现对系统的远程控制。而人工神经网络控制算法,则是借鉴了生物神经网络的结构和功能,通过建立输入与输出之间的非线性映射关系,来实现对系统的自适应控制。

3.3 通信技术

转炉炼钢的自动化控制系统中,通信技术是十分重要的一环。该系统需要实现不同设备之间以及设备与计

算机之间的数据交互和通讯,以保证整个系统的正常运行。为了满足这种需求,转炉炼钢的自动化控制系统采用了包括有线和无线通信技术在内的多种通信方式^[5]。其中,有线通信方式包括了以太网、Profibus和Modbus等传统的通信协议,通过网络连接各个设备和计算机,实现数据的传输和共享。而无线通信方式则主要采用了Wi-Fi、蓝牙以及ZigBee等通信技术,无需布线便可实现设备之间的信息传递和数据交互。同时,通信技术在转炉炼钢的自动化控制系统中也扮演着重要的角色。通过通信技术,可以实现对设备状态、工艺参数、操作指令等信息进行实时监测和控制,提高了生产效率和产品质量。此外,通信技术还可以实现远程监控和故障诊断,降低了维护成本和风险,提高了生产安全性和可靠性。因此,通信技术在转炉炼钢的自动化控制系统中具有重要意义。通过采用多种通信方式,可以实现设备之间和计算机之间的数据交互和通讯,提高了生产效率和产品质量。

3.4 人机交互技术

人机交互技术是现代工业自动化控制系统中的重要组成部分,它能够为操作人员提供更加直观和友好的操作界面,使其能够更加方便地对转炉炼钢过程进行实时监控和操作。这种技术主要通过图形化界面、触摸屏、语音识别、虚拟现实等方式来实现。首先,通过图形化界面,操作人员可以在屏幕上看到炉内各部位的温度、压力、气体流量、炉壁状况等实时数据,并可以通过操作按钮来调节炉内的各项参数。其次,触摸屏技术使得操作更加方便快捷,避免了使用鼠标或键盘的不便。同时,语音识别技术也可以为一些特殊人群提供更加自然的交互方式,例如视力较差者、残障人士等。最后,虚拟现实技术则可以模拟炉内的情景,使得操作人员能够更好地理解炉内的运行状态,以便于更加准确地进行操作^[1]。

4 转炉炼钢的自动化控制技术的发展趋势

随着自动化技术的不断发展,转炉炼钢的自动化控制技术也呈现出以下几个趋势:

4.1 精确化程度更高

随着现代科技的不断发展和应用,转炉炼钢的自动化控制技术也在不断进步。在过去的控制算法中,常采用经验模型和PID控制等传统方法来进行转炉炼钢过程的控制,这种方法虽然简单易行,但是往往无法对多参数非线性过程进行精确控制。而现在,随着模型优化技术的发展,控制算法逐渐向模型优化技术发展,实现对转炉炼钢过程的多参数非线性精确控制。具体来说,现代的控制算法通常采用基于机器学习的控制方法和模型预

测控制方法等,通过对大量的数据进行学习和分析,将复杂的转炉炼钢过程建立成准确的数学模型,并根据模型进行控制策略的设计和优化,从而实现转炉炼钢过程的高精度控制。同时,还可以利用智能化的数据分析技术,对转炉炼钢过程中的异常情况进行实时检测和诊断,从而及时采取措施,保证转炉炼钢过程的稳定性和产出质量。

4.2 信息技术深入应用

随着信息技术的不断发展,自动化控制技术也在不断进步^[2]。在转炉炼钢中,自动化控制系统将会越来越智能化,主要表现在数据分析和处理上。首先,自动化控制系统将会开发更加智能的数据分析处理方法。通过采集大量的数据以及对数据进行深度学习和人工智能算法的训练,自动化控制系统可以对数据进行更加细致、精准的分析,从而提升钢铁生产质量和效率。例如,系统可以通过对各种参数的监测,对生产过程进行实时优化,使炉温、合金配比等参数达到最佳状态,提高钢铁产品的质量和出产率。其次,通过大数据技术实现质量预测和故障诊断等。大数据分析技术可以帮助自动化控制系统实现对钢铁生产全过程的监控和管理,不仅可以进行质量预测,在生产过程中还可以发现异常情况并进行故障诊断。这些技术可以大幅度提高生产效率、降低生产成本、避免生产事故等问题。

4.3 系统集成性更强

随着科学技术的不断发展,自动化控制技术也在不断前进。转炉炼钢的自动化控制技术也在不断升级和改进。其中一个显著的趋势是系统集成性更强。系统集成性指将自动化控制系统与其他先进技术如物联网、云计算、人工智能等技术融合,形成更加全面的生产线智能化系统。这样的系统集成可以带来多方面的好处。首先,它可以提高生产效率和质量。通过集成多种技术,自动化系统能够更快速、准确地响应生产线中的变化,并自动调整生产参数以达到最佳状态。其次,系统集成性可以使企业更有效地管理生产过程。通过物联网技术,自动化控制系统可以连接所有生产线上的设备和传感器,并实时监测生产过程中的各种数据。这样的数据汇总和

分析可以帮助企业更好地掌握生产状况和趋势,及时追溯、排查问题^[3]。最后,系统集成性还可以提高产品的可追溯性和安全性。通过物联网技术和云计算技术,企业可以对生产过程中的所有数据进行记录和存储,方便以后查找和分析。而通过智能化控制系统的优化,可以减少操作人员的介入,从而提高生产线的安全性。

4.4 智能化程度更高

随着科技不断进步,转炉炼钢的自动化控制技术也在快速发展。其中一个趋势是智能化程度的提高。未来的自动化控制系统将不仅仅实现基础的数据采集和处理,而是通过各种先进的技术手段,如人工智能、机器学习、大数据等,实现全流程自主决策和优化,从而达到更高效、更节能、更环保的目标。智能化的自动化控制系统将具有更多的功能和优势。例如,它可以根据实时的生产数据进行决策,改善冶炼过程中的操作,降低能源消耗和减少废气排放。同时,在紧急情况下,它还可以自动启动应急程序以确保生产安全和正常运行。此外,这种系统还能够实现远程操作和监控,使企业管理更加便捷和高效^[4]。

结束语

自动化控制技术的应用,为转炉炼钢提高了生产效率和质量,同时减少人员和设备的操纵,提高了生产安全性。未来,自动化控制技术将在转炉炼钢中扮演越来越重要的角色。

参考文献

- [1]侯宇峰,刘晓军,翟志仁等.基于深度学习的转炉炼钢冶炼终点预测方法[J].冶金自动化,2021(1):21-26.
- [2]闫金龙,高鹏程,张芬等.基于Inception-v3模型的转炉喷吹氧枪寿命预测[J].冶金自动化,2020(4):33-38.
- [3]严长才,陈月明,贾鑫等.基于机器视觉的转炉喷吹氧枪安装质量检测技术[J].冶金自动化,2019(6):57-61.
- [4]王兵,王岗,赵阳等.基于机器学习的转炉终点碳含量质量预测方法[J].工业控制计算机,2021(05):62-66.
- [5]魏艳军,程立峰,李宁等.转炉渣氧活度在线监测及其对出钢质量的影响[J].炼钢,2020,(04):20-24+30.