

转炉炼钢PLC系统自动控制研究

陈天柱

广西柳州钢铁集团有限公司 广西 柳州 545002

摘要: 转炉是炼钢过程中的核心设备之一,通过对炉内温度、氧化还原位势、物料带氧等进行实时监测和控制,可以有效提高炉内冶炼质量,改善钢水质量,提高生产效率,同时减少能源消耗和环境污染。利用计算机控制和现代传感器技术实现转炉炼钢自动化控制,可以使炼钢生产从手工操作向数字化、自动化、智能化控制转变,保证炼钢生产的稳定性和安全性,提高钢铁企业核心竞争力的有效手段。

关键词: 转炉炼钢; PLC系统; 自动控制

引言

目前,国内外对转炉炼钢自动化控制的研究已经取得了一定的进展。但是炼钢生产技术的快速发展也带来了新的问题和挑战。例如,炼钢生产模式的变革、原材料和燃料的多元化、大型转炉炼钢超级化等,都为转炉炼钢自动化控制技术的研究和应用带来了新的机遇和挑战。因此,本文通过对PLC系统自动化控制技术在转炉炼钢中的应用进行研究,旨在探索一种更加科学合理的转炉炼钢自动化控制方式,提高炼钢生产的效率和产品质量,为我国钢铁企业的可持续发展做出贡献。

1 转炉炼钢 PLC 系统自动控制技术工作原理

转炉炼钢PLC系统硬件主要由供电系统、控制系统及检测元件三个部分组成。其中,供电系统主要包括电源、变压器和低压配电柜等;控制系统主要包括PLC、人机界面设备、继电器和输出组件等;检测系统主要包括温度传感器、压力传感器和流量传感器等。转炉炼钢PLC系统软件主要由控制策略和运行程序两个方面组成。其中,控制策略是指根据炼钢过程的物理特性和自动控制需求,采取相应的控制方式实现炼钢生产的自动化控制。而运行程序则是指在控制策略的作用下,PLC系统根据特定的程序运行炼钢生产过程中的各个环节,达到所需的控制效果。

2 转炉炼钢 PLC 系统控制方案设计

首先,通过对炼钢过程中温度变化、氧化还原位势的变化、出钢量和出钢速度等各个环节的分析,可以制定出一种合理的控制策略。这样能够在转炉运转过程中保证每个环节都能够有序地进行,从而提高生产效率^[1]。接下来,这包括了硬件和软件两个方面。在硬件方面,需要选用适当的传感器和执行器,并将它们与PLC相连。在软件方面,需要编写PLC程序,实现对炉内温度、氧化还原位势等参数的监测和调节,确保转炉运行稳定可

靠。最后,通过模拟转炉运行时发生的不同情况,如突然的温度升高或降低,检测PLC系统能否快速响应并调整,保证转炉运行的稳定性和可靠性。

其次,在设计转炉炼钢PLC系统控制方案时,需要根据转炉炼钢的控制需求和工作环境,选取适合的PLC型号和相应的模块组合。在选型的基础上,需要进行各个模块之间的接线设计,确保信号传输的准确和稳定。同时,为了避免干扰和故障,还需要对各个模块进行良好的安装和固定。在具体实施中,可以采用以下步骤来完成PLC控制系统的硬件结构设计:确定转炉炼钢PLC控制系统的功能需求和控制方式。根据需求选择适合的PLC型号和相应的模块组合。根据PLC的技术参数和连接方式,设计出合理的接线方案。为每个PLC模块找到合适的位置,并进行安装和固定。连接所有的电缆和信号线,并进行测试和调试,确保系统能够正常运行。对整个系统进行全面检查和维护,确保其长期稳定性和可靠性。

然后,PLC控制程序是转炉炼钢自动化控制系统的关键组成部分,首先,根据控制策略构建控制程序框图,确定各个控制元件及其之间的逻辑关系,以确保整个程序的正确性和可靠性。同时,要对各个控制元件进行参数设置,包括输入、输出端口的地址、数据类型、采样周期等等,以满足具体应用的需求^[2]。其次,在编写程序时,需要考虑到PLC的处理速度和运算能力,尽量简化程序结构,减少程序的复杂度,提高程序的执行效率和稳定性。此外还要充分考虑各种异常情况的处理方式,以确保系统的安全性和稳定性。最后,在调试过程中,需要对程序进行逐步调试,检查各个控制元件是否正常工作,以及控制程序是否符合预期。在测试过程中,需要模拟各种实际工作条件,对程序进行全面测试,以评估系统的整体性能和稳定性。

最后,在编写好PLC程序后,需要通过软件对程序进

行编译,将程序代码翻译成CPU可以理解的指令码,以便让PLC能够正确执行所需的功能。编译过程中需要注意检查程序是否存在语法错误、逻辑错误和数据类型不匹配等问题,以确保程序的正确性和可靠性。同时,也需要对程序进行优化,减少代码长度和运行时间,提高系统的响应速度和效率。下载程序时,需要连接PC机与PLC硬件,选择合适的下载方式将程序文件传输到PLC设备的存储器中,并进行测试调试。在测试时应注意检查各个模块之间的联动是否正常、各个信号的传递是否正确等问题,以保证程序的稳定性和可靠性。

3 转炉炼钢 PLC 系统人机界面设计

合理的界面布局能够提高控制精度,优化控制操作,并且为操作员提供方便的观察和操作。首先,应该将重要的信息和功能放置在用户界面的最显著位置,使得操作员能够快速准确地获取所需的信息和完成相关功能。其次,对于那些常用的操作和功能,应该设置相应的快捷键或者按钮,以便于用户快速访问和使用^[3]。此外,还需要注意界面的整体美观性和易读性,界面颜色、字体等要统一协调,不同的按钮、标签等要有明确的区分和分类;还应该考虑到不同屏幕分辨率的适配,确保在各种设备上都能够正常显示和使用。

其次,在转炉炼钢PLC系统中,人机界面设计是非常重要的。其中,界面可视化是其中的一个重要部分。通过图像、动态显示等方式展示炉子运行状态可以使得人机界面更加直观化,便于操作和判断控制效果。界面可视化的目标在于将抽象的控制逻辑和运行状态以形象的方式呈现出来,帮助用户更好地理解 and 掌握系统运行情况。例如,可以采用温度曲线、压力变化等实时数据的图像展示,让用户清晰了解当前炉温、热量积累等具体情况。同时,也可以通过动画和视频等方式展示一些复杂的运行过程和控制策略,从而加深用户的理解和印象。在高温、高压等复杂环境下,操作人员需要快速、准确地获取关键信息并做出相应的控制决策。通过界面可视化的手段,操作人员可以更加直观地了解系统运行状态,减少因为数据处理错误或者误判而导致的事故发生。

最后,在转炉炼钢PLC系统中,人机界面响应速度快是非常重要的。这是因为PLC自动化控制精度高度依赖于实时准确的数据和信息。如果响应速度慢,人们就不能及时地调整或控制炉子参数,从而导致生产质量下降或者出现安全问题。首先,要选择合适的硬件设备和软件平台,以确保系统能够稳定快速运行。其次,要设计简洁明了、布局合理的人机界面,以方便用户操作和识别数据信息。另外,还可以采用实时数据传输和处理技

术,使得数据能够在最短时间内传输到PLC控制器中,进而实现快速响应。除此之外,在炉子参数调整和控制过程中,人机交互应该是同步的,以确保数据传输的实时性和准确性。

4 转炉炼钢 PLC 系统自动控制实验设计

4.1 确定实验控制参数

在进行实验前,需要根据炉子的物理特性和冶炼过程的需求来确定实验所需要控制的参数。首先,转炉炼钢是一个高温、高压、强腐蚀性的冶炼设备,其物理特性需要考虑到操作安全和设备寿命等因素。其次,冶炼过程的需求直接影响到成品钢铁质量,因此需要控制的参数通常包括转炉温度、氧化还原位势、加料量、出钢量等。转炉温度是决定炉内反应速率和热力学平衡状态的关键因素,需要通过控制加氧气量、风量、燃料量等方式来实现。氧化还原位势是指炉内氧化和还原反应的平衡状态,需要通过控制氧气和燃料的供给量来实现。加料量和出钢量直接影响到冶炼过程的效率和成品质量,需要准确掌握并控制。

在转炉炼钢PLC系统自动控制实验设计中,建立实验模型的实验旨在通过数学模型来描述炉内温度、氧化还原位势等参数随时间变化的情况。首先,针对炉子的实际物理特性进行分析和研究,确定各个参数的影响因素以及它们之间的相互作用关系。然后,结合转炉冶炼过程的数学模型,建立炉内温度、氧化还原位势等参数随时间变化的数学模型。对于炉内温度的模型,可以考虑采用热传导方程和热平衡方程来描述^[2]。其中,热传导方程可以描述热量从高温区域向低温区域传递的情况;而热平衡方程则可以描述炉内所有部分温度的平衡状态。对于氧化还原位势的模型,可以考虑采用氧化还原反应方程式来描述。该方程式可以考虑炉内氧气和铁水之间的反应,从而计算出氧化还原位势的变化情况。最终,通过建立这些模型,可以模拟和预测炉内温度、氧化还原位势等参数随时间变化的情况。这将为转炉炼钢PLC系统自动控制实验设计提供重要的基础数据和依据,从而实现更加准确和高效的自动控制。

在转炉炼钢PLC系统自动控制实验设计中,设计实验方案的关键是实验条件、数据采集和实验过程控制。首先,需要确定实验条件,包括炉温、氧气流量、废气排放等参数,并在实验中严格控制这些参数的变化范围,以保证实验的可重复性和准确性。其次,需要进行数据采集,包括炉内温度、压力、氧气浓度等参数的实时监测,以评估控制策略的效果。最后,实验过程控制是实现自动化控制的核心,需要设计合理的控制策略,比如

PID控制算法, 以实现炉温和氧气流量等参数的自动调节。基于此, 本实验建议以下实验方案: 首先, 预设炉温为 1500°C , 氧气流量为 $100\text{m}^3/\text{h}$, 废气排放量为 $50\text{m}^3/\text{h}$, 然后在这些参数变化范围内进行实验; 其次, 设置数据采集点, 实时记录炉内温度、压力、氧气浓度和废气排放量, 以便进行后续分析; 最后, 基于PID控制算法, 设计开环控制和闭环控制两种方案, 分别对炉温和氧气流量进行自动调节, 并记录实验数据和观察结果。通过这些实验, 可以评估不同控制策略的效果, 并优化控制参数, 以提高系统的稳定性和控制精度^[1]。

对于转炉炼钢PLC系统自动控制的实验设计中, 第四步是进行实验测试, 这一步是非常重要的, 因为只有通过实验测试才能验证前面的理论分析和设计是否正确。在进行实验测试时, 首先需要按照实验方案准备好所需要的设备和材料, 并安装好传感器、执行器等元件。在实验过程中, 需要仔细记录实验数据, 例如温度、压力、流量等参数以及系统响应时间等指标, 并及时处理异常情况。如果出现了问题, 需要及时找出原因并进行调试。在实验结束后, 需要对实验数据进行分析 and 优化, 发现其中的规律性和突出问题, 以便进一步改进自动控制系统性能。对于不足之处和存在的问题, 应该及时作出调整和改进。

转炉炼钢PLC系统自动控制实验设计中的分析实验结果, 是为了总结和评估实验数据, 发现其中存在的问题并优化控制策略。在分析实验结果时, 需要对实验数据进行统计和比较, 以确定控制效果和变量之间的关系。首先, 应该对实验数据进行基本的统计分析, 包括均值、标准差、最大值、最小值等, 并绘制相关的图表, 如趋势图、散点图、箱线图。通过这些统计分析和图表展示, 可以快速地识别出实验中存在的异常值和规律性趋势。其次, 需要对实验结果进行评估, 包括评估控制效果、评估实验误差、评估模型的可靠性等。评估控制效果可以通过比较实验数据和预期的目标值来完成,

评估实验误差则需要考虑实验的精度和重复性。评估模型的可靠性则需要考虑模型的适用性、稳定性和准确性等方面。最后, 根据实验结果发现的问题, 需要进一步优化控制策略, 采取相应的措施进行调整和改进。例如, 可以修改控制参数、改进传感器精度等, 以提高控制效果和减小误差。

通过对实验结果的分析, 可以针对控制过程中存在的问题进行调整, 提高系统的稳定性和可靠性。一种常见的优化控制策略是PID控制, 即比例-积分-微分控制。该方法能够根据当前的偏差以及之前的偏差变化情况, 计算出一个相应的控制量, 从而达到控制系统的目标。在具体实现中, 可以通过调整三个参数来优化PID控制的效果。比如, 增大比例系数可以加快响应速度, 增大积分时间可以消除静差, 增大微分时间可以抑制超调等。另外, 还可以采用模糊控制、神经网络控制等先进的控制方法来优化控制策略。这些方法不仅能够适应更为复杂的控制任务, 而且能够自适应地调整控制参数, 进一步提高了控制系统的稳定性和可靠性。

结束语

通过对PLC系统在转炉炼钢中的应用进行深入研究, 可以实现炼钢过程中的自动化控制, 提高生产效率和产品质量, 并降低人为干预的风险。随着PLC技术的不断发展, 其在工业自动化控制领域的应用越来越广泛。本文对转炉炼钢PLC系统硬件设计、软件编程和人机界面等方面进行了详细介绍, 并结合实际控制效果进行了验证。

参考文献

- [1]刘大伟,张永鑫,袁令华,等.一种基于PLC控制的转炉炼钢自动控制系统设计[J].工业控制计算机, 2021(5): 1-3.
- [2]贾宏伟,李德明,郝建国,等.基于PLC的转炉炼钢温度控制研究[J].传感器与微系统, 2020(5): 78-81.
- [3]王凯旋,赵凤山,王军强,等.转炉炼钢自动控制系统的设计与实现[J].电力系统自动化, 2019(7): 128-132.