

PLC 技术在钢铁冶金企业电气自动化控制中的应用研究

刘琳琳, 曹玉涛, 周艺丹

(莱芜钢铁集团银山型钢有限公司板带厂, 山东 济南 271104)

摘要 可编程逻辑控制器 (PLC) 的主要工作职能涵盖了自动化控制系统、数据的实时采集与处理以及信号的精准输出等多个方面。在钢铁冶金领域, PLC 技术的应用尤为关键, 可通过编程软件对设备进行精确的控制和指令下达。在实际应用中, PLC 技术不仅可以减少人为操作错误, 还能及时调整生产计划以应对市场需求的变化, 确保生产线始终保持高效运作。本文围绕 PLC 技术在钢铁冶金企业电气自动化控制中的应用展开了探讨, 以期为促进钢铁冶金企业技术进步及产业发展提供参考。

关键词 冶金工业; 电气自动化; PLC; 生产过程优化

中图分类号: TP273; TF089

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.16.027

0 引言

钢铁冶金企业作为国民经济的支柱产业, 承载着推动我国社会进步和经济繁荣的核心使命。它们不仅在原材料供应方面扮演着关键角色, 而且在促进相关行业技术创新、提升国家工业化水平等方面发挥着不可替代的作用。随着全球制造业的不断发展, 钢铁行业对先进生产技术的需求日益增长。其中 PLC 技术因其灵活性强、适应性广以及易于编程等特点, 成为冶金工业自动化生产的关键技术支撑。采用 PLC 技术进行冶金生产线的自动化改造, 可以有效提高生产效率, 降低能源消耗, 减少人为错误, 并大幅提升产品质量^[1]。通过将先进的自动化控制系统与智能制造理念相结合, 钢铁冶金企业能够更好地适应市场变化, 满足客户需求, 进一步增强自身竞争力, 从而在激烈的国际竞争中占据有利地位。这不仅有助于企业自身实现可持续发展, 也对整个国家的工业现代化进程产生深远影响, 需围绕 PLC 技术在钢铁冶金企业电气自动化控制中的应用展开积极探讨, 提升各项工作的实际效率。

1 PLC 技术概述

PLC 采用微处理器作为其核心, 具备强大的计算和控制能力。通过精心设计的系统编程语言, PLC 能够处理各种输入信号, 并执行一系列复杂的逻辑运算。这些逻辑运算通常包括对数据的比较、排序、转换以及决策等步骤。一旦完成处理, PLC 会将结果准确无误地输出到指定的执行机构, 比如电机、阀门或其他类型的控制单元, 从而驱动机械或执行特定的操作任务^[2]。

与传统的控制设备相比, PLC 因其灵活性和可编程性而备受青睐。与手动操作模式相比, PLC 可以通过软件编程来实现更高级的自动化功能, 极大地提高了生产效率和精确度。这种自动化不仅仅体现在重复性的工作上, 也能应对更为复杂多变的生产环境。PLC 的工作方式特别强调循环扫描, 即按照预先设定的周期, 连续不断地读取输入的输入信号。每一次扫描都是一个完整的周期, 它涉及读取输入信号、执行用户程序以及刷新输出状态等一系列动作。这样的循环扫描确保了控制系统能够始终保持在最佳状态, 同时也为系统提供了一个安全的边界, 以防止出现意外的中断或错误。在每个扫描周期中, PLC 都必须确保对所有可能的输入输出点进行充分的处理。这要求 PLC 必须具有极高的响应速度和准确性, 以保证整个控制系统的实时运行。此外, PLC 还需具备足够的稳定性和可靠性, 以应对长时间的连续运行和频繁的开关操作。只有这样, 才能满足工业应用对于自动化控制系统的严苛要求, 确保生产过程的稳定和高效。

2 PLC 技术在钢铁冶金生产流程设计中的应用

PLC 技术的应用, 在冶金生产领域中起到了至关重要的作用。它将复杂的冶金工艺转变为一系列直观易懂的流程图, 使得企业内部人员能够通过简洁的图形界面, 深入了解整个冶金过程中的每一个环节。这些流程图不仅展示出设备的运行状态、原材料的消耗情况和生产成本, 还能反映出产品的产量和质量水平。由 PLC 系统驱动的冶金流程分析方法, 极大地提高了

操作人员与其他部门间的信息交流效率。在日常操作中，操作人员可以借助流程图来快速识别并处理各种异常状况，而不需要投入大量时间去查阅厚厚的纸质记录或翻阅过时的数据报告。这样的互动方式，不仅增强了工作效率，也促进了对自动化系统整体结构的理解，从而有助于避免冗余步骤的出现。例如：在石灰石这一关键材料的使用上，其在冶金生产过程中扮演着举足轻重的角色。石灰石作为主要的原料之一，经过精心设计的窑炉焙烧过程，其物理和化学性质会发生显著变化，最终转化为可以直接用于化工生产的重要原料。在这个过程中，PLC系统的作用不可或缺。企业人员需要充分利用PLC系统来监控石灰石焙烧和加工转化的各个关键工序。从材料和设备检查，到入窑焙烧加工，再到成品的外观检验和质量检测，所有环节都应当纳入PLC系统的监测范围之内。通过细致的流程分析，技术人员可以找到潜在的风险点，进而提出切实可行的改进措施，以确保生产过程的高效性和安全性。基于PLC系统提供的逻辑线索，技术人员应运用科学合理的分析方案，彻底排查石灰石焙烧与转化阶段的各种隐患。无论是设备故障、化学成分失控还是环境污染问题，都应该得到及时的诊断和解决。只有通过持续的优化和改进，才能保证冶金生产的稳定性和可持续发展。

3 PLC技术在钢铁冶金设备优化中的应用

PLC技术在冶金行业中的应用日益广泛，它的智能预警功能尤为重要。这种系统通过实时监测设备的运行状况，利用精密的算法分析出设备可能出现故障的迹象，并根据这些信息对故障发生的概率进行评估。这一预警机制为企业管理层提供了强有力的决策支持，帮助他们制定出更加科学和合理的冶金系统定期维护计划。PLC系统还致力于优化冶金设备的使用性能，这不仅能够提升生产效率，而且也是为了减少设备故障导致的停机时间。在冶金自动化生产中，系统的稳定性至关重要，一旦停机就意味着经济损失甚至生产中断。因此，通过精确的状态监测和预测分析，可以确保设备始终处于最佳状态，从而实现生产的连续性和高效性。为了达到这一目的，PLC系统配备了先进的状态监测软件。这种软件能够结合冶金生产的实际情况进行综合分析，通过动态监测的方式及时识别出设备运行中的潜在风险^[3]。例如：通过监测电磁阀、线圈设备、指示灯、行程开关、端子排等关键部件，软件能够有效地捕捉到可能导致故障的早期信号。一旦发现异常，软件将立即发出警报，并通过数字化传感器迅速传递给负责管理此部分的企业负责人。实时反馈

机制加快了问题解决的效率，因为相关人员能够在第一时间了解到设备存在的问题^[4]。随后，他们可以迅速采取相应的干预措施，如调整操作参数、替换损坏的设备部件或是执行紧急维修工作。这样的干预处理措施有助于最大限度地减少潜在的损失，并保障生产过程的安全和顺畅。

4 PLC技术在钢铁冶金电气自动化控制中的应用

4.1 高炉控制系统

钢铁冶金炼制过程中，高炉的温度是关键因素。它直接关系到铁水的熔炼效果和最终产品质量。因此，精确控制高炉炉温就显得尤为重要。在高炉内，PLC（可编程逻辑控制器）以其强大的计算能力和灵活性成为温度控制系统的核心。为了实现对高炉内多个关键点的温度监控，工作人员会将高灵敏度电热偶等温度传感器巧妙地布置在炉身的不同部位。这些传感器能够捕捉到炉内随时间变化的温度，并通过专用通信系统实时传送至PLC系统。PLC接收这些温度数据后，迅速而精准地进行分析。当检测到实际温度偏离预设值时，PLC会自动启动一系列调整机制。首先，它会分析当前的温度数据，判断是否需要调节热风炉的送风温度和风量。这可以通过控制热风炉的燃气阀门和空气阀门的开度来实现。通过精细调节燃气的供应量以及供气量，PLC能够有效地降低进入炉内的热风温度，从而帮助炉内温度下降。反之亦然，如果检测到的温度低于预设的安全范围，PLC则会相应地增加燃气的供应量或调整空气与燃气的比例，以提高送入炉中的送风温度。这样做的目的在于维持炉内温度的稳定，确保所有化学反应都能在适宜的条件下进行，进而保证炼铁的效率和质量。高精度的温度控制不仅有助于防止因温度波动导致的能源损失，而且还有助于延长高炉的使用寿命。通过及时的温度调节，高炉能够更好地适应生产需求，减少不必要的停机时间，从而提高整体的生产效率和经济效益。这种技术的应用大大提升了现代钢铁工业的智能化水平，使得钢铁厂能够更加高效、环保地运营。

4.2 转炉炼钢控制系统

在处理钢水的冷却过程中，降低速度和调整冷却位置是至关重要的操作。这些参数必须根据钢水中所含成分的具体要求以及炉内化学反应的实时状况来进行即时调整。以确保整个工艺过程的准确性与效率。随着PLC系统的引入，这一过程得到了进一步的优化。PLC系统能够与副枪等关键设备形成紧密的协作关系，从而实现高度协调的操作。例如：当PLC监测到钢水中的碳含量超出正常范围时，它会立即通过增加氧气

流量和吹炼时间等手段来应对这一情况，以确保碳元素可以得到充分的氧化分解。这种智能化的调控不仅有助于提高钢材的质量，而且还能显著提升生产效率，同时最小化可能产生的杂质影响，保证最终产品的纯度与性能。通过精确控制，PLC 的介入使得炼钢过程变得更加可控和高效。在此基础上，钢水成分得以更加均匀，内部的杂质含量大幅减少，从而显著提升了钢材的整体品质。此外，这种先进的控制技术也为钢铁生产企业带来了更高的经济效益，因为它们能够更加精确地满足市场对不同规格和质量钢材的高标准需求。

4.3 连铸机控制系统

PLC 系统通过整合模糊控制、神经网络等高级控制算法，能够有效地处理由液位传感器所采集的大量复杂信号信息，这些信息往往涉及钢水流动过程中的各种不确定性以及干扰因素。当液位传感器探测到钢水液位上升时，PLC 便会迅速做出响应，调整中间包水口的开度。这一操作不仅仅是简单地增大或减少水流的量，而是对钢水的流量进行精细而精确的调节。这种调节能力是基于对钢水流动规律深入理解的基础之上的，它使得钢水可以被更高效地导入到特定的凝固阶段，从而提高整个生产流程的效率和质量。如果液位传感器发现液位下降，PLC 会根据预设的逻辑指令，加大开口的开度，以增强钢水与模具之间的接触面积，促进钢水的充分流动，加速凝固过程，同时也有助于避免因液位波动过大而导致铸坯产生缺陷。通过这样的精准调节机制，PLC 确保了铸坯表面具有均匀的光洁度，而且内部结构得以保持均一，没有明显的瑕疵，进一步提升了钢材的质量标准。

4.4 轧钢控制系统

钢铁冶金炼制过程中，热传导特性和相变温度的差异是不可避免的。这些参数对于 PLC 控制而言至关重要，因为它们直接影响到加热过程中的温度控制。因此，通过对这些特性的细致分析和调整，可以优化加热策略，从而提高整个生产线的效率和产品质量。特别是在轧制速度发生变化的情况下，加热炉的温度也必须相应地进行调整。例如：如果轧制的速度加快了，意味着钢坯在炉内停留的时间缩短，这就需要 PLC 系统能够快速响应，并通过调整加热炉内不同位置的温度，来确保钢坯能够达到合适的轧制温度。这不仅需要精确的温度控制技术，还需要具备高度的自动化水平，以便在最短的时间内实现最佳的加热效果。

为了避免钢坯因局部高温而出现过热或未完全热透的问题，PLC 系统需不断监测和调整各区域的加热温度。这种精准控制不仅有助于提高钢坯的加热均匀度，

减少热应力和组织缺陷，而且还能为后续的轧制工序提供高质量、均匀分布的材料，保证最终产品的性能符合预期标准。

5 PLC 技术在钢铁冶金网络通信中的应用

PLC 控制器成功地接收到来自现场的数据流后，便开始启动一系列复杂的分析和处理过程。这个过程涉及对大量数据进行筛选、分类以及逻辑处理，以确保所有数据都能被正确且高效地理解和利用^[5]。在这一阶段，PLC 不会停止其工作，而是继续通过现场总线系统向各个执行器发送指令。这些执行器可能是诸如阀门、温度传感器或者是其他任何需要精确控制的设备，它们将根据接收到的指令，如调节热风炉的阀门开度等，做出相应的动作。在连铸机系统的运行中，这种分布式控制的概念尤为关键。这里，结晶器液位传感器和拉坯速度传感器等传感器负责监控和反馈铸坯内部的状态信息，而这些信息随后会通过现场总线。由于现场总线具有极高的信息传输速度和可靠性，即使这些设备零散分布在工厂较大范围内，也能够确保信息传递的精确性。这种方式极大地增强了生产系统的协同性和控制精度，因为各部分之间可以实时交流信息，从而实现更为精细和高效的生产管理。

6 结束语

现代钢铁冶金企业中，PLC 技术的应用已经成为提高生产效率和管理水平的关键技术之一。通过 PLC 技术的整合与优化，企业能够实现对生产流程的精准控制，这不仅有助于减少能源消耗，还能显著提高产品质量和工作环境的安全性。此外，PLC 的网络功能使其能够快速响应市场需求变化，满足客户定制化的生产要求，增强了企业的市场竞争力。未来，随着更多先进算法和机器学习技术的应用，PLC 技术在钢铁冶金领域将会发挥更加广泛的作用。

参考文献：

- [1] 王欢. 探讨 PLC 在冶金生产自动化中的角色与应用[J]. 冶金与材料, 2024, 44(06): 55-57.
- [2] 郑虹. 冶金电气自动化保护系统中 PLC 技术的实践与研究[J]. 通讯世界, 2024, 31(06): 142-144.
- [3] 韩大为. PLC 技术在冶金自动化控制中的运用分析[J]. 冶金与材料, 2023, 43(01): 116-118.
- [4] 梁铁铸. PLC 在钢铁冶金企业电气自动化控制中的应用[J]. 中国设备工程, 2023(08): 115-117.
- [5] 张佳兴. 基于 PLC 在冶金工业自动化中的应用研究[J]. 有色矿冶, 2023, 39(05): 41-43.