

冶金自动化技术在冷轧产线中的应用与优化研究

蔡永庆

北京首钢股份有限公司采购中心 河北 唐山 063299

摘要: 通过深入探讨冶金自动化技术在冷轧产线中的应用与优化。冷轧产线作为钢铁生产的关键环节,其工艺流程复杂且精细,对自动化技术的需求极高。文章首先概述了冷轧产线的工艺流程,包括酸洗、轧制、退火和平整等环节,并分析自动化技术在提升生产效率、产品质量控制、能源管理等方面的重要作用。文章指出了当前自动化技术应用中存在的问题,并提出相应的优化策略,包括提升系统稳定性、加强技术与工艺融合、完善设备维护与管理以及加强人才培养与引进。

关键词: 冶金自动化技术; 冷轧产线; 应用; 优化

1 冷轧产线工艺及对自动化技术的需求

1.1 冷轧产线工艺流程概述

冷轧产线作为钢铁生产的关键环节,其工艺流程复杂且精细。首先是酸洗工序,此步骤旨在去除热轧钢卷表面的氧化铁皮。在连续酸洗机组中,钢卷被开卷后,带钢通过一系列充满酸液的槽体,酸液与氧化铁皮发生化学反应,将其溶解去除,从而为后续轧制提供清洁的表面,确保轧制质量。随后进入轧制工序,这是冷轧产线的核心环节。在冷轧机中,多个轧辊对经过酸洗的带钢进行连续轧制,通过精确调整轧辊的间距、转速和轧制力,使带钢厚度逐步减薄至目标尺寸。在此过程中,需严格控制轧制速度、张力等参数,以保证带钢的板形质量和尺寸精度。轧制后的带钢通常需要进行退火处理;退火工序在退火炉中完成,通过对带钢加热到特定温度并保持一定时间,消除轧制过程中产生的内应力,改善钢材的组织结构和性能,提高其塑性和韧性,为后续加工奠定基础。最后是平整工序,平整机对退火后的带钢进行小压下量的轧制,主要目的是改善带钢的板形,消除表面的浪形、瓢曲等缺陷,同时调整带钢的表面粗糙度,使其满足不同用户对产品表面质量的要求。经过平整后的带钢,最终被卷取成成品钢卷,完成整个冷轧生产流程^[1]。

1.2 冷轧产线对自动化技术的需求分析

在生产效率方面,冷轧产线亟需自动化技术来实现快速换辊。传统人工换辊耗时较长,严重影响生产连续性。自动化换辊系统可精确控制换辊流程,大幅缩短换辊时间,实现连续生产,提高设备利用率。例如,自动化的换辊小车能够快速、准确地将旧辊换下并安装新辊,配合先进的定位和锁紧装置,确保换辊过程高效、稳定。产品质量控制对自动化技术依赖度极高。高精度

的板形和厚度控制离不开自动化系统。自动厚度控制(AGC)系统利用传感器实时监测带钢厚度,通过自动调节轧辊间隙,将厚度偏差控制在极小范围内。板形自动控制(AFC)系统则通过调节轧辊的凸度、弯辊力等参数,实时纠正带钢板形缺陷,保证板形的平整度,满足高端产品对尺寸精度和板形质量的严格要求。在酸洗工序,自动化的酸液浓度控制系统可根据带钢表面氧化铁皮的情况,精确调节酸液浓度和流量,减少酸液浪费,降低生产成本,同时减少酸液排放对环境的污染。在能源管理方面,自动化系统能够实时监测设备的能耗情况,通过优化设备运行参数,如合理调整电机转速、优化加热炉的燃烧控制等,实现节能减排,降低生产成本,提升企业的经济效益和环境效益。

2 冶金自动化技术在冷轧产线应用中存在的问题

2.1 自动化系统稳定性问题

在冷轧产线中,自动化系统的稳定性至关重要,却面临诸多挑战。冷轧环境复杂,电磁干扰源众多,如大功率电机、高频焊机等设备运行时产生的强电磁场,会干扰自动化系统中传感器、控制器的信号传输,导致数据异常波动,进而使系统发出错误指令,影响生产过程。例如,在轧制过程中,传感器受电磁干扰,可能误报带钢厚度或张力数据,致使轧辊调整失准,造成产品质量缺陷^[2]。同时,自动化系统长期连续运行,硬件设备易出现老化磨损,如控制器电路板上的电子元件性能衰退、通信线路接触不良等,这些问题若未及时发现与解决,会逐渐积累,最终引发系统故障,导致生产线停机,给企业带来巨大经济损失。

2.2 自动化技术与工艺融合不足

当前,冶金自动化技术在冷轧产线应用时,与工艺的融合存在明显短板。一方面,自动化技术的开发人员

往往对冷轧工艺理解不够深入,所设计的自动化系统在实际生产中无法精准契合工艺需求。比如,在退火工序中,自动化温度控制系统未能充分考虑不同材质带钢在退火时的复杂热传递特性,导致温度控制精度不足,无法有效改善钢材组织结构和性能,影响产品质量。另一方面,冷轧工艺工程师对自动化技术的掌握有限,难以充分挖掘自动化系统的潜力,无法根据工艺变化及时优化自动化控制策略。例如,当开发新的冷轧产品品种时,工艺调整后,自动化系统却未能相应调整参数设置,致使生产效率低下,产品质量不稳定。

2.3 自动化设备维护与管理困难

冷轧产线的自动化设备种类繁多、结构复杂,给维护与管理工作带来极大难度。设备的高度集成化和智能化,使得故障排查变得棘手。一旦某个自动化设备出现故障,维修人员不仅需要具备机械、电气等多方面知识,还需深入了解设备的自动化控制逻辑。例如,先进的冷轧机自动化控制系统,其内部集成了大量传感器、控制器和执行机构,当设备出现异常时,维修人员很难快速准确判断故障点是在硬件设备本身,还是控制程序出现问题。此外,自动化设备更新换代快,企业在设备维护与管理方面面临技术人员知识更新不及时困境。新设备引入后,旧有维护管理模式难以适应,而培训技术人员掌握新设备维护技能需要投入大量时间和资金,这在一定程度上制约了自动化设备的高效运行和企业生产的顺利进行。

3 冶金自动化技术在冷轧产线中的应用

3.1 自动化控制系统应用

自动化控制系统在冷轧产线中起着核心枢纽的作用。在冷轧过程的各个关键工序,它实现了全方位的精准调控。以轧制工序为例,基于先进控制算法的自动化控制系统,能够实时采集带钢的厚度、张力、速度等多种参数。通过对这些参数的快速分析与运算,系统精准控制轧辊的调整机构,自动调节轧辊的间距与轧制力,确保带钢在轧制过程中厚度偏差始终维持在极小范围内,满足高精度产品的生产需求^[3]。同时,在整个冷轧产线的物流输送环节,自动化控制系统协调各个设备的运行节奏,如开卷机、卷取机以及运输辊道等,实现物料的高效、有序流转,避免出现物料堆积或供应中断的情况,极大提升生产效率。

3.2 传感器技术应用

传感器技术宛如冷轧产线的“感知触角”,为自动化系统提供关键的实时数据支持。在酸洗工序,表面质量传感器被广泛应用于检测带钢酸洗后的表面状态。

这类传感器能够敏锐地捕捉带钢表面残留的氧化铁皮痕迹、酸液腐蚀不均等缺陷信息,并将这些信息及时反馈给自动化控制系统,以便系统调整酸洗工艺参数,确保带钢表面得到彻底、均匀的清洗。在轧制过程中,厚度传感器和板形传感器发挥着举足轻重的作用。厚度传感器采用高精度的测量原理,实时精确测量带钢厚度,为自动厚度控制系统(AGC)提供准确的数据依据,保障带钢厚度的精确控制。板形传感器则通过对带钢横向应力分布的监测,将板形数据传输给板形自动控制系统(AFC),助力系统对轧辊凸度、弯辊力等进行动态调整,有效改善带钢的板形质量。

3.3 自动化设备应用

自动化设备是冷轧产线实现高效、稳定生产的硬件基础。冷轧机作为核心设备,其自动化程度不断提升。现代化的冷轧机配备了自动化的轧辊研磨设备,能够在生产间隙自动对轧辊进行高精度研磨,确保轧辊表面始终保持良好的粗糙度和精度,从而稳定轧制质量。在退火工序,自动化的退火炉设备实现了对炉内温度、气氛的精准控制。通过自动化的燃烧控制系统和气体流量调节装置,退火炉能够根据不同钢材的退火工艺要求,精确设定并维持炉内的温度曲线和气体成分,有效改善钢材的组织结构和性能。另外,在平整工序,自动化的平整机具备自动调整轧制力、压下量等参数的功能,能够根据带钢的材质和表面质量要求,快速切换不同的平整模式,生产出满足多样化市场需求的高质量产品。

4 冶金自动化技术在冷轧产线中的优化策略

4.1 提升自动化系统稳定性

为提升自动化系统稳定性,首先需强化系统的电磁屏蔽措施。在冷轧产线的自动化控制柜、传感器线路以及通信电缆等关键部位,安装高质量的电磁屏蔽材料,有效阻隔外界强电磁场干扰。例如,在控制柜内部采用双层金属屏蔽结构,减少电磁辐射对内部电子元件的影响,确保控制器稳定运行。建立完善的系统故障诊断与预警机制。利用智能算法对系统运行数据进行实时分析,提前预判可能出现的硬件故障和软件异常。当监测到异常数据时,及时发出预警信息,并通过备用控制通道或冗余设备,保障系统的持续运行。此外,定期对自动化系统进行软件升级和补丁更新,修复已知漏洞,提高系统对新环境和新应用场景的适应能力,降低因软件缺陷导致的系统故障风险。

4.2 加强自动化技术与工艺融合

要加强自动化技术与工艺融合,需构建跨领域协作团队。组织自动化技术专家、冷轧工艺工程师以及一线

操作人员共同参与项目研发与生产优化。通过定期的技术交流和联合攻关,使自动化技术人员深入了解冷轧工艺的关键要点和实际需求,工艺工程师也能充分掌握自动化技术的应用潜力和实现方式。例如,在开发新的冷轧产品工艺时,团队共同制定自动化控制方案,确保自动化系统能够精准实现工艺目标。开展工艺与自动化技术的联合仿真研究。利用先进的仿真软件,对不同工艺参数下的自动化控制效果进行模拟分析,提前优化控制策略和工艺参数组合。在实际生产前,通过虚拟调试验证自动化系统与工艺的匹配性,减少生产现场的调试时间和成本,提高生产效率和产品质量^[4]。

4.3 完善自动化设备维护与管理

为了进一步完善自动化设备的维护与管理,首要任务是建立一套详尽且全面的设备档案系统。这一系统需囊括自动化设备的型号规格、核心技术参数、精确的安装日期、历次维护的详细记录以及过往的故障历史等全方位信息。这些信息的精准记录与及时更新,对于后续的设备维护决策至关重要。在此基础上,借力于现代信息化管理系统,我们能够实现设备档案的数字化存储与高效管理。这意味着维修人员可以随时随地,通过电脑或移动设备快速访问并深入分析设备档案,从而迅速把握设备的当前状况与历史表现,为维修决策提供强有力的数据支持。进一步地,制定一套科学严谨的设备预防性维护计划同样不可或缺。这一计划应综合考虑设备的实际运行时长、所承受的工作负荷以及过往的故障数据,以此为基础,科学合理地安排维护周期与维护内容。举例来说,针对冷轧产线中的核心设备——冷轧机,其关键部件如轧辊、传动电机等,我们应实施定期的拆解检查,确保各个部件处于良好的工作状态;同时,进行必要的润滑保养与精度校准,及时更换那些易于磨损的零部件,从而显著降低设备突发故障的风险,延长其使用寿命。除此之外,积极引入智能化设备监测技术也是提升维护管理水平的一环。通过物联网、大数据等前沿技术手段,我们能够实时监测设备的运行状态,包括但不限于温度、振动、电流等关键参数。借助先进的数据分析算法,我们可以深入挖掘这些数据背后的潜在规律,及时发现设备可能存在的问题或隐患,进而采取针对性的维护措施,实现设备的智能化维护管

理。这不仅能够大幅提升维护效率,还能有效降低因设备故障导致的生产中断风险,为冷轧产线的持续稳定运行提供坚实保障。

4.4 加强人才培养与引进

加强人才培养与引进方面,企业内部应建立完善的人才培训体系。针对在职员工,开展定期的自动化技术和冷轧工艺培训课程,邀请行业专家进行授课和现场指导。培训内容涵盖自动化系统的操作与维护、最新的冷轧工艺技术以及两者的融合应用等。通过理论学习和实践操作相结合的方式,提升员工的专业技能水平。同时,积极引进外部优秀人才。制定具有吸引力的人才引进政策,吸引自动化控制、机械工程、冶金工艺等领域的专业人才加入企业。这些新引进的人才能够为企业带来先进的技术理念和丰富的实践经验,推动冶金自动化技术在冷轧产线中的创新应用和优化发展。此外,与高校和科研机构建立产学研合作关系,共同开展技术研发和人才培养项目,为企业储备高素质的专业人才。

结束语

综上所述,冶金自动化技术在冷轧产线中的应用与优化对于提升生产效率、产品质量和能源管理水平具有重要意义。通过加强自动化系统的稳定性、促进技术与工艺的深度融合、完善设备维护与管理机制以及强化人才培养与引进,可以进一步提升冷轧产线的自动化水平,为钢铁行业的可持续发展注入新的活力。未来,随着技术的不断进步和创新,冶金自动化技术在冷轧产线中的应用将更加广泛和深入,为钢铁行业的发展贡献更多力量。

参考文献

- [1]江知航.基于电气自动化技术的冷轧轧钢生产线自动控制研究[J].邯郸职业技术学院学报,2023,36(03):31-32+45.
- [2]周炳.冶金电气自动化控制技术特点与运用[J].冶金与材料,2024,44(7):139-141.
- [3]黄贤振,彭淑萍.基于双目视觉的目标识别与定位及机械臂的抓取研究[J].自动化与仪表,2022,37(9):32-35,52.
- [4]于茂松.冷轧轧钢工艺的相关标准探究[J].大众标准化,2023,(18):19-21.