

电气自动化在钢铁行业棒线型生产中的创新实践

● 王 岩



[摘要] 本文深入探讨了电气自动化在钢铁行业棒线型生产中的应用与创新实践。首先,阐述了棒线型生产的工艺流程及传统生产方式的局限性。其次,详细介绍了电气自动化在原料处理、加热、轧制、精整等关键环节的应用创新。再次,分析了如何通过电气自动化提升生产效率、保障产品质量、降低能源消耗以及优化生产管理。最后,结合实际案例展示了电气自动化创新实践的显著成效,并对未来电气自动化在钢铁棒线型生产中的发展趋势进行了展望。本文旨在为钢铁行业的技术升级与可持续发展提供有益的参考与借鉴。

[关键词] 钢铁行业;棒线型生产;电气自动化;创新实践

钢铁作为现代工业的基石,在建筑、机械制造、汽车工业等众多领域有着广泛应用。棒线型生产是钢铁生产的重要组成部分。随着科技的飞速发展,电气自动化技术在钢铁棒线型生产中的应用日益深入,为提高生产效率、提升产品质量、降低成本以及增强企业竞争力提供了关键支撑。

钢铁行业棒线型生产工艺流程概述

钢铁棒线型生产主要包括原料准备、加热、轧制、精整等工序。原料通常为钢坯,首先对其进行表面清理、定尺切割等预处理。预处理后的钢坯会被送进加热炉加热到适合轧制的温度。加热后的钢坯在轧机上经过多次连续轧制,逐渐轧制成所需规格的棒材或线材。轧制后的产品需经过冷却、剪切、矫直、探伤等精整工序,以满足产品的质量标准和市场需求。

传统钢铁棒线型生产方式的局限性

生产效率低下。传统生产依赖人工操作和经验判断,设备启停、参数调整等环节耗时较长,各工序之间衔接不紧密,导致生产节奏缓慢,设备利用率低。例如,在轧制过程中,人工换辊操作复杂且耗时较久,严重影响生产连续性。

产品质量不稳定。传统生产方式难以精确控制轧制过程中的温度、压力、速度等关键参数,容易出现产品尺寸偏差、表面质量缺陷以及力学性能不均匀等问题。例如,加

热温度不均匀,会导致棒材内部组织不一致,影响其强度和韧性。

能源消耗大。传统生产方式中,加热炉的燃烧控制不够精准,难以根据钢坯的实际情况动态调整燃料供给和空气配比,易造成燃料浪费,能源利用效率低。同时,设备空转时间长也增加了不必要的电力消耗。

劳动强度大且安全风险高。传统生产方式中,工人需要在高温、高噪声、高粉尘等环境下进行繁重的体力劳动,如搬运钢坯、手动操作轧机等。人工操作容易因疲劳、误判等引发安全事故,如钢坯滑落、轧机夹伤等。

电气自动化在钢铁棒线型生产中的创新应用

(一)原料处理环节的自动化创新

1.自动化上料系统

通过电气自动化,智能机器人或自动化上料设备可以取代传统的人工上料方式。传感器可检测钢坯的位置、形状和重量,自动规划上料路径和抓取动作,将钢坯准确地输送到加热炉前的上料台架。提高上料效率和安全性,减少因人工操作不当造成的钢坯损伤。

2.钢坯自动检测与分拣

利用电磁感应、超声波等检测技术,可以对钢坯进行在线检测,快速识别钢坯内部的缺陷,如裂纹、夹杂等。根据检测结果,自动控制系统可驱动分拣装置将有缺陷的钢坯分拣出来,避免其进入后续生产工序,保证产品质量。

(二)加热环节的自动化创新

1.智能燃烧控制系统

通过先进的模型预测控制(MPC)算法,结合炉内温度传感器、燃气流量传感器、氧气含量传感器等实时监测数据,可以实现对加热炉的燃烧过程的精确控制。系统可根据钢坯的材质、规格、加热速度要求以及炉内实时温度分布,动态调整燃气和空气的流量与配比,确保钢坯均匀受热,将加热温度精确控制在设定范围内。

2.加热炉自动化监控与预警

通过建立加热炉的自动化监控系统,可以对炉体结构、耐火材料、燃烧设备等进行全方位实时监测。对监测数据进行分析,利用故障诊断模型,系统可及时发现潜在的设备故障隐患,如炉衬侵蚀、燃烧器堵塞等。并提前发出预警信号,便于安排维修维护,避免因设备突发故障导致的生产中断和安全事故。

(三)轧制环节的自动化创新

高精度轧制力控制系统由液压伺服系统与先进的压力传感器结合构成。在轧制过程中,压力传感器会实时测量轧制力的大小,反馈信号至控制系统。控制系统将根据预设的轧制力模型和产品规格要求,精确调整液压伺服系统的压力,实现对棒线材厚度或直径精度的精准控制。

(四)精整环节的自动化创新

1.自动化冷却控制系统

根据棒线材的材质、规格和最终性能等要求,可设计自动化冷却控制系统。系统可以采用水雾冷却、风冷等多种冷却方式,通过温度传感器实时监测产品温度,自动调节冷却强度和冷却速度。例如,对于高强度合金钢棒材,使用自动化冷却控制系统可精确控制其冷却速度,使其在合适的温度区间内完成相变,达到理想的金相组织和力学性能,提高产品的综合质量。

2.智能剪切与包装系统

自动化剪切设备可根据预设的产品长度要求,对冷却后的棒线材进行精确剪切。采用激光测距仪或编码器测量产品长度,反馈至控制系统,可确保剪切精度达到 $\pm 5\text{mm}$ 以内。剪切后的产品通过自动化包装生产线进行包装,包装设备会根据产品规格自动调整包装材料的用量和包装方式,提高包装效率和包装质量,降低包装成本。

Q 电气自动化对钢铁棒线型生产的提升作用

(一)显著提高生产效率

1.工序无缝衔接

电气自动化系统实现了各生产工序之间的自动化衔接与协调运行。从原料上料、加热、轧制到精整,各环节之间的数据信息可实时共享,设备的启停、运行参数的调整均由自动化控制系统根据生产计划和工艺要求自动完成。这减

少了工序之间的等待时间和人为干预,大大提高了生产的连续性和流畅性。

2.设备高效运行

自动化控制系统能够对设备的运行状态进行实时监测和优化控制,确保设备始终处于最佳工作状态。例如,通过对轧机的轧制力、转速、油温等参数的精确控制,可避免设备因过载、过热等异常情况而停机。同时,根据生产任务合理调整设备的运行速度,可提高设备的利用率和生产效率。

(二)有效保障产品质量

1.精准参数控制

在整个生产过程中,电气自动化能够对温度、压力、速度、尺寸等关键参数进行高精度控制。如在加热环节精确控制加热温度,在轧制环节精准控制轧制力和辊缝,在精整环节准确控制冷却速度和剪切长度等。这有效避免了因参数波动导致的产品质量问题,如尺寸偏差、表面缺陷、力学性能不合格等,使产品的质量稳定性和一致性得到显著提升。

2.质量在线监测与反馈

通过电气自动化,相关人员可利用各种先进的传感器和检测设备,对生产过程中的产品质量进行在线监测。例如,在轧制过程中通过涡流探伤仪检测棒线材表面和内部的缺陷,在精整过程中使用高精度测径仪、力学性能检测仪等设备检测产品的尺寸精度和力学性能。监测数据可实时反馈至自动化控制系统。当发现质量问题时,系统能够迅速分析原因并及时调整生产工艺参数或启动相应的质量管理程序,防止不合格产品流入下一道工序,实现产品质量的全程可控。

(三)降低能源消耗与生产成本

1.能源优化利用

通过智能燃烧控制系统,加热炉燃料的燃烧效率得到了大幅提高,燃气消耗显著降低。自动化系统通过合理安排设备的启停和运行时间,可以减少设备的空转现象和待机能耗。例如,通过优化轧机的轧制节奏,可避免设备长时间空转,可降低约10%的电力消耗。此外,自动化的余热回收系统能有效回收加热炉和轧制过程中的余热,用于预热助燃空气、加热水等,进一步提高能源的综合利用效率。

2.减少人工与维护成本

电气自动化的应用大量减少了人工操作岗位,降低了人工成本。同时,由于自动化系统能够对设备进行实时监测和故障预警,技术人员能及时对设备进行维护和保养,避免因设备故障造成的重大损失,延长设备的使用寿命,降低设备的维修成本和更换频率。例如,通过自动化的设备管理系统,可将设备的维修次数减少30%~40%,维修费用降低

20%~30%。

(四)优化生产管理与决策

1.数据实时采集与分析

电气自动化系统在生产过程中可实时采集大量生产数据,包括设备运行数据、工艺参数数据、产品质量数据等。通过建立数据管理平台和数据分析模型,可对这些数据进行深入分析和挖掘,为生产管理提供全面、准确的信息支持。例如,通过对不同批次产品的质量数据与生产工艺参数之间的关系进行分析,可以找出影响产品质量的关键因素,为优化工艺配方和生产流程提供依据。

2.智能生产调度与决策

基于大数据分析的结果,自动化生产管理系统能够实现智能生产调度和决策。通过分析订单需求、设备状况、原材料库存等因素,系统可以自动生成最优的生产计划和调度方案,合理安排生产任务、设备资源和人力资源,确保生产过程高效、经济运行。例如,在面对多品种、小批量的订单需求时,系统能够快速调整生产计划,优化设备的生产组合,提高企业的市场应变能力和生产效益。

Q 电气自动化在钢铁棒线型生产中的发展趋势

(一)智能化与自主化

未来,电气自动化将朝着智能化、自主化方向发展。借助人工智能技术,如机器学习、深度学习、强化学习等,自动化系统能够实现自我学习、自我优化和自我决策。例如,轧机控制系统能够根据不同的产品要求和生产环境自动调整轧制策略,进一步提高生产效率和产品质量,降低对操作人员的专业技能要求。

(二)与物联网深度融合

物联网技术将使钢铁棒线型生产中的设备、传感器、执行机构等并联成一个庞大的网络。通过物联网平台,可实现设备之间的互联互通和信息共享,实时采集和传输生产过程中的各种数据。例如,每一个轧辊、每一台电机都将成为物联网中的一个节点,其运行状态、性能参数等信息能够实时被监控和分析。便于技术人员及时进行设备维护和故障诊断,提高设备的可靠性和生产的稳定性。

(三)绿色节能与可持续发展

随着环保要求的日益提高,电气自动化在钢铁棒线型生产中的绿色节能效益将更加突出。一方面,能源管理系统将被持续优化,进一步提高能源利用效率,减少能源消耗和污染物排放。例如,新型的余热回收技术和节能型电气设备将会被开发,以探索清洁能源在钢铁生产中的应用。另一方面,通过自动化技术,可实现对生产过程中废弃物的有效回收和再利用,如钢渣、废水等,推动钢铁行业的可持续

发展。

Q 电气自动化创新实践案例分析

以唐钢某棒材生产线为例,在引入电气自动化技术之前,其生产线面临着生产效率低下、产品质量不稳定等问题。传统的人工上料方式每小时上料量较低,且钢坯损伤率较高。加热炉的燃气消耗大,温度控制精度在 $\pm 20^{\circ}\text{C}$ 左右,钢坯加热不均匀,影响后续轧制质量。轧制环节的人工换辊每次耗时较长,影响了生产连续性。

在实施电气自动化改造后,自动化上料系统使上料效率每小时提升了5吨,钢坯损伤率降低。智能燃烧控制系统将加热炉温度控制精度提高到 $\pm 5^{\circ}\text{C}$,燃气消耗降低了12%。轧机自动化换辊系统将换辊时间缩短了80%,显著提高了轧机作业率。同时,通过高精度轧制力控制系统和自动化冷却控制系统,产品的尺寸合格率从83%提升至96%,力学性能也更加稳定。该案例充分展示了电气自动化在钢铁棒线型生产中的显著优势和实际成效。

Q 结束语

电气自动化在钢铁行业棒线型生产中的创新实践,为钢铁企业带来了巨大的变革与发展机遇。通过在原料处理、加热、轧制、精整等环节进行自动化创新应用,可显著提高生产效率、保障产品质量、降低能源消耗与生产成本,优化生产管理与决策。实际案例充分证明了电气自动化的有效性和优越性。展望未来,随着智能化、物联网融合、绿色节能等发展趋势的不断推进,电气自动化将在钢铁棒线型生产中发挥更加重要的作用,助力钢铁行业实现技术升级与可持续发展,为全球经济建设提供更优质、更环保的钢铁产品。

参考文献

- [1]李军.钢铁企业热轧带钢生产线自动化控制技术[J].冶金管理,2020(03):93-94.
- [2]王剑峰.基于物联网的钢铁生产自动化控制系统研究[J].自动化应用,2020(02):130-131.
- [3]张立华.智能控制在钢铁工业自动化中的应用[J].数字技术与应用,2020(01):13-14.
- [4]赵强.钢铁生产过程自动化控制的优化策略[J].中国金属通报,2020(02):267-268.

作者简介:

王岩(1985—),男,汉族,天津人,硕士,工程师,唐山钢铁集团有限责任公司长材事业部,研究方向:电气及自动化。