

# Research on the Application of Industrial Robots and Electrical Automation in Intelligent Manufacturing

Jinxing Wang Xueqing Shi

Ningbo Iron and Steel Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315807, China

## Abstract

In the context of the rapid development of intelligent manufacturing, the deep integration of industrial robots and electrical automation has become the key path to promote the transformation and upgrading of the manufacturing industry. This paper focuses on the application practice of the integration of the two in intelligent manufacturing, elaborating on the specific scenarios and operation modes of the integration application from the three core aspects of production processing, assembly and inspection, and logistics and warehousing. It analyzes the technical, procedural, and personnel-level bottlenecks existing in the current integration process and proposes targeted implementation strategies such as technological research and development, process optimization, and talent cultivation to achieve the collaborative efforts of the two, promoting the efficient, precise, and intelligent transformation of production, providing theoretical and practical support for the technological upgrading in the field of intelligent manufacturing, and helping the manufacturing industry achieve high-quality development.

## Keywords

Industrial robots; Electrical automation; Intelligent manufacturing

# 工业机器人与电气自动化融合在智能制造中的应用研究

王金星 施雪清

宁波钢铁有限公司, 中国·浙江 宁波 315807

## 摘要

在智能制造快速发展的背景下, 机器人与电气自动化的深度融合成为推动制造业转型升级的关键路径。本文聚焦二者融合在智能制造中的应用实践, 从生产加工、装配检测、物流仓储三个核心环节, 阐述融合应用的具体场景与操作模式, 分析当前融合过程中存在的技术、程序、人员层面瓶颈, 并针对性提出技术研发、流程优化、人才培养等实施策略, 实现二者协同发力, 推动生产高效化、精准化、智能化转型, 为智能制造领域的技术升级提供理论与实践支撑, 助力制造业高质量发展。

## 关键词

工业机器人; 电气自动化; 智能制造

## 1 引言

随着智能制造产业的不断升级, 传统生产模式已难以满足规模化、精准化、柔性化的生产需求, 机器人与电气自动化的融合应用成为必然趋势。当前, 二者融合虽已在多个领域落地, 但仍面临核心技术瓶颈、流程不规范、专业人才短缺等问题, 制约了融合应用的深度与效果。基于此, 本文围绕二者融合在智能制造中的具体应用实践展开研究, 探索科学的融合模式与实施策略, 破解应用难题, 推动融合技术落地, 为提升智能制造水平、推动制造业转型升级提供有力支撑。

## 2 工业机器人与电气自动化融合在智能制造中的应用实践

### 2.1 生产加工环节

生产加工环节是智能制造的核心载体, 也是机器人与电气自动化融合应用最广泛、最成熟的领域<sup>[1]</sup>。传统生产加工模式中, 切削、焊接、打磨等工序多依赖人工操作, 不仅效率低下、精度不足、安全隐患突出, 还难以适应规模化、标准化、柔性化的生产需求。工业机器人凭借其高精度、高稳定性、高柔性的优势, 承担具体加工执行任务, 电气自动化系统则发挥管控核心作用, 实现对加工全过程的精准调度、实时监测和智能调控, 二者深度融合, 彻底改变了传统生产加工的作业模式, 推动生产加工环节向高效化、精准化、智能化转型。

自动化切削环节, 机器人与电气自动化系统的融

【作者简介】王金星(1983—), 男, 中国山西霍州人, 本科, 工程师, 从事智能制造与自动化技术研究。

合实现了切削作业的全流程自动化管控。工业机器人作为执行终端，搭载专用切削刀具，按照预设程序完成各类切削作业，能够精准控制切削参数，有效避免人工操作带来的误差，确保切削件的尺寸一致性和表面光洁度。实践中，应针对不同类型的材料，开展大量的加工实验，通过改变工艺参数，如切削速度、切深、进给量等，观察、记录切削力、加工精度、表面质量以及刀具磨损等变化情况，找出不同材料在不同加工条件下的最优工艺参数组合，为加工提供科学、合理的工艺参数指导。电气自动化系统以可编程逻辑控制器、触摸屏、传感器为核心，搭建一体化管控架构，传感器实时捕捉切削工序关键数据并传输至控制器，控制器结合预设参数与实时数据，自动校准机器人运行轨迹和切削参数，同时管控切削设备启停、冷却液供给等辅助环节，形成闭环控制。在机械零部件生产中，该模式可实现复杂曲面零件自动化切削，大幅提升效率、降低废品率，减轻人工负荷并规避安全风险。

自动化焊接环节，二者融合有效解决了传统焊接焊缝不均、质量不稳定、劳动强度高的痛点。工业机器人搭载焊接枪，在电气自动化系统管控下，完成定位校准、焊缝跟踪、自动焊接等操作，适配多种焊接方式，满足不同材质、厚度工件需求。电气自动化系统通过焊缝跟踪传感器捕捉焊缝变化，反馈数据并调整焊接参数，确保焊缝平整牢固，同时实时监测焊接参数，异常时立即停机避免缺陷。该模式已广泛应用于汽车车身焊接，显著提升生产效率与产品质量。

## 2.2 装配与检测环节

装配与检测是智能制造流程中不可或缺的关键环节，直接决定产品最终质量和性能。传统装配与检测多依赖人工，效率低下、劳动强度大，且易因人为疏忽出现装配偏差、检测失误，难以满足现代化生产的质量要求。机器人与电气自动化系统深度融合，实现了装配与检测的自动化、精准化和智能化，机器人承担高效装配作业，电气自动化系统负责全程监测调控和精准检测，二者协同发力，大幅提升装配效率和检测精度，降低人为误差，为产品质量提供坚实保障。

自动化装配环节，工业机器人作为核心执行设备，在电气自动化系统管控下，完成零部件的精准抓取、定位、装配，适配多种生产场景。其灵活的运动轨迹和精准定位能力，可突破人工局限，完成复杂及微小零部件的高精度装配。电气自动化系统通过控制器、伺服系统、视觉传感器构建管控体系，预设装配程序和参数，控制机器人运行状态，实时捕捉零部件位置并修正偏差，避免装配失误。在电子设备生产中，该模式可完成各类微小零部件自动化装配，降低劳动强度，减少零部件损坏和装配偏差。汽车零部件装配领域，二者融合应用更为广泛，通过多台六轴机器人与电气自动化系统融合，实现高压连接器大规模自动化装配，集成多个工位和视觉处理系统，节省空间且实现装配与检测同步，确保质量达标。

精准检测环节，电气自动化系统构建全方位检测体系，通过各类设备采集产品关键数据，分析比对后标记不合格产品。工业机器人负责产品输送，实现装配与检测无缝衔接，提升检测效率并避免人工误差。同时，电气自动化系统可存储分析检测数据，为生产优化提供支撑，提升产品质量稳定性。

## 2.3 物流与仓储环节

物流与仓储是智能制造产业链的重要枢纽，承担原材料、零部件和成品的搬运、分拣、存储任务，其效率和智能化水平直接影响整个智能制造流程。传统物流仓储依赖人工和传统设备，存在效率低、人力成本高、分拣误差大、空间利用率低等问题，难以适应规模化、柔性化生产需求。机器人与电气自动化系统深度融合，构建智能物流仓储体系，机器人承担搬运、分拣等作业，电气自动化系统实现精准调度和全程管控，推动物流仓储向高效化、智能化、集约化转型。

智能搬运环节，机器人在电气自动化系统调度管控下，实现各类物料自动化搬运。AGV 自动导引运输车凭借自主导航能力，按预设路径行驶，完成工位间物料搬运，适配多种场景且能灵活避障。电气自动化系统构建 AGV 调度体系，实时监控运行状态，合理分配任务，避免碰撞和路径冲突。在汽车工厂总装车间，AGV 可自动将零部件从仓库搬运至装配工位，实现准时配送，减少物料损坏和安全隐患。机械臂搬运机器人则用于仓库物料装卸搬运，搭配末端夹具实现精准抓取，电气自动化系统实时监测，确保搬运平稳安全。

智能存储环节，依托电气自动化系统搭建起智能仓储管理体系，可对货架状态、货物信息进行实时监控，实现仓储全流程的信息化管控。工业机器人承担货物入库、出库与盘点等核心作业，搭配各类传感器实时采集货物数据，并同步与仓储管理系统进行信息比对，精准保障货物数量无误。当前国内外多家知名电商及物流企业的智能仓储中心，均采用这一运营模式实现无人化作业，不仅大幅提升了仓储空间利用率与整体作业效率，还让物流仓储环节与生产加工环节实现了无缝衔接。

# 3 机器人与电气自动化融合在智能制造中的应用策略

## 3.1 技术端：突破核心技术瓶颈

技术是机器人与电气自动化融合在智能制造中应用的核心。作为制造大国，我国已经积累了丰富的技术储备。需从产业转型升级的战略高度出发，以二者的深度融合为指引，进一步推动技术发展，持续释放技术赋能效应。首先，加大核心技术研发投入。紧扣融合应用中的技术痛点，重点做好工业机器人领域的伺服电机、减速器、控制器等核心零部件的研发，以及电气自动化领域的 PLC 编程、传感器集

成等关键技术的研发。其次，推动设备升级。老旧设备不足以支撑二者的融合应用，需通过设备改造、设备更新，做好设备升级，为融合应用奠定坚实的物质基础<sup>[2]</sup>。设备改造方面，对尚能继续使用的设备，进行智能化改造，如加装传感器、升级控制系统，实现设备协同联动。设备更新方面，及时淘汰老旧设备，引入兼容性好、拓展性佳的智能化设备，提升数据传输与协同控制能力。最后，提高系统兼容性。兼容性不足，是系统最主要的问题。需围绕工业机器人、电气自动化，构建统一的通信协议与数据接口，实现二者的信息共享及协同控制。以融合应用为导向，优化PLC编程逻辑，使工业机器人动作与电气管控指令得以同步。此外，加速智能管控平台建设，依托大数据、人工智能，实现设备远程监控、故障诊断与维护，提升运维效率。

### 3.3 程序端：完善协同管控体系

程序是机器人与电气自动化融合应用的运行准则，对融合应用的效果有着至关重要的影响。当前，二者在智能制造中的融合应用，正处于起步探索阶段，面临着程序设计不合理、管控流程不规范、协同机制不完善等问题，对智能制造的高质量发展形成了极大的制约。对此，需从三个方面采取好策略。一是优化程序设计。紧扣智能制造下的生产需求，优化电气系统控制程序以及机器人运动程序，确保其合理、稳定、可扩展。从生产工序出发，开发定制化模块，推动生产管理向模块化转变。注重程序的兼容性与通用性，确保其可重复利用，提高经济效益。二是规范管控流程。在智能制造流程梳理的基础上，优化生产调度计划，依托人工智能，自动分配作业任务及设备参数，确保流程顺畅、连贯。明确机器人与各类电气设备的作业时序，避免出现工序冲突，并减少设备闲置的现象，提高生产效率。三是构建协同管控体系。以集中管控、分级负责为原则，构建协同管控体系，明确各岗位职责。全面采集、整合融合应用中的

数据，如设备运行数据、生产进度数据等，依托集成化的智能管控平台，实时监控、动态分析生产情况。构建故障预警机制，根据数据分析结果，研判设备运行状态与故障风险，并及时采取措施，最大限度降低故障对生产的影响。

### 3.3 人才端：强化人才支撑保障

人才是智能制造的核心支撑点。机器人与电气自动化融合在智能制造中的应用，对人才的专业能力、综合素质提出了更高的要求。企业围绕机器人与电气自动化融合，加强员工培训，提高员工的技能水平<sup>[3]</sup>。校企双方以产教融合为指引，全面深化校企合作，共同编制人才培养方案。例如，基于机器人与电气自动化融合的内涵、要求，联合开设交叉专业，培育兼有电气系统调试管控能力与机器人操作编程能力的复合型人才，提高人才培育质量。人才激励方面，将人才激励作为激发人才工作积极性与职业发展意愿的关键环节，聚焦融合应用这一核心目标，设立技术创新奖励基金，对在融合应用中表现突出的人才，予以丰厚的物质激励。健全人才职业发展通道，为人才提供清晰的晋升路径，并推动技术型人才、管理型人才的双向流动。

## 4 结语

当前，我国正大力推进智能制造，机器人与电气自动化融合应用，是加速智能制造步伐的重点。对此，需从生产加工、装备监测、物流仓储三个环节，做好融合应用，并围绕技术、程序、人员三大方面，采取好策略

### 参考文献

- [1] 杨思琦.基于网络通信技术的智能农业机械系统建模与优化研究[J].中国农机装备, 2025(6):65-68.
- [2] 葛超凡.基于人工智能技术的电气自动化控制研究[J].中国设备工程, 2025(10):26-28.
- [3] 梁远茂.人工智能技术及应用——以电气自动化中的应用为例[J].广西物理, 2023, 44(1):74-76.