

# Design and Application of Engineering Machinery Automation System under Low-carbon and Environmental Protection

Yang Yang

Power China Group Leasing Co., Ltd., Beijing, 100070, China

## Abstract

In China's economic system, the machinery industry occupies a pivotal position, with the rapid change of science and technology, the richness of its product categories arises at the historic moment, in order to adapt to the increasingly diversified needs of life and production. The use of these mechanical equipment undoubtedly greatly facilitates daily life and improves work efficiency, but at the same time, it also causes problems such as excessive resource consumption and environmental pollution that can not be ignored, such as unnecessary loss of energy and harmful gas emissions. In view of this, the in-depth design and practical application of the construction machinery automation control system under the concept of environmental protection and energy saving is of great significance for promoting the green and sustainable development of the machinery industry.

## Keywords

energy saving and environmental protection; construction machinery; automatic control system

## 低碳环保下的工程机械自动化系统设计应用

杨阳

中国电建集团租赁有限公司, 中国·北京 100070

## 摘要

中国的经济体系中, 机械工业占据着举足轻重的地位, 随着科技的日新月异, 其产品种类的丰富性应运而生, 以适应日益多元化的生活生产需求。这些机械设备的运用无疑极大地便捷了日常生活, 提升了工作效率, 不过同时, 也引发了诸如资源消耗过度、环境污染等不容忽视的问题, 比如能源的无谓损耗和有害气体的排放。鉴于此, 对环保节能理念下的工程机械自动化控制系统进行深入设计与实践应用的研究, 对于促进机械行业的绿色可持续发展具有至关重要的意义。

## 关键词

节能环保; 工程机械; 自动化控制系统

## 1 引言

机械设备产业的繁荣程度被视为衡量中国整体国力的关键标志。自改革开放以来, 中国的社会经济稳步提升, 各领域持续取得显著成就。跨入 21 世纪, 随着经济全球化的加速融合, 中国逐步融入国际舞台。在此过程中, 机械行业利用高端科技逐步向智能化自动化转型。

## 2 在机械设计中添加人性化因素

### 2.1 优化驾驶舱环境

通过驾驶舱的舒适化设计, 能够为操作员提供一个优质的工作环境, 从而提升他们的工作效率, 确保他们能充分发挥岗位功能, 避免因设计不合理导致的工作效率下降<sup>[1]</sup>。

### 2.2 强调外观美学

从人性化角度出发, 应在机械的外观设计中融入亲和力和元素, 例如色彩搭配、标识设计和造型构思, 以调节并激发操作人员的工作情绪<sup>[2]</sup>。

### 2.3 自动化控制系统的构建

在设计过程中, 应整合计算机系统与机械设计, 利用先进的计算机控制技术保障安全控制<sup>[3]</sup>。

### 2.4 提升设计的可靠性

人性化设计在机械自动化控制系统中强调提升设计的可靠性, 以增强设备运行和使用的安全性和稳定性, 防止资源的无效消耗<sup>[4]</sup>。

### 2.5 设计高效的润滑系统

在设计润滑系统时, 应以安全为前提, 同时追求经济高效, 如采用定时定量的自动润滑注入系统<sup>[5]</sup>。

【作者简介】杨阳(1985-), 男, 中国宁夏固原人, 本科, 助理工程师, 从事工程机械研究。

### 3 优化低碳环保工程机械自动化控制系统的设计

#### 3.1 材料革新

在传统工程机械自动化控制系统的构建中,废弃后的处理会加剧资源浪费。为应对这一挑战,设计时需优先考虑环保属性,选择可回收和再利用的材料。这样的选择不仅提升了设备的环保性能,即使设备退役,也能循环利用材料,从而实现资源的最大化利用,顺应机械行业绿色发展的潮流。

#### 3.2 电机优化

在自动化控制系统中,电机扮演着核心角色。电机作为系统的核心部件,设计者应优先选择低污染、低排放、低能耗的电机,同时确保运行噪声保持在可接受范围内,避免噪声污染。然而,过去可能忽视了噪声问题,导致环境影响。

#### 3.3 技术升级

在设计过程中,技术进步是提升系统效能的关键。新技术的应用不仅能改善环境,还提升了用户体验。此外,对于液压系统,定期维护和优化设计至关重要,防止运行故障,进一步提升整体的环保性能。

## 4 低碳环保下的工程机械自动化系统设计应用案例

### 4.1 机器人工作站设计

#### 4.1.1 机器人选择

选择机器人的主要考虑因素包括承载能力、工作范围和运动自由度。以发那科六轴机器人作为例子,它的焊接和搬运机器人依据承载重量和范围被分类为大型、中型和小型,承载重量从7~1700kg,工作范围可达1450~4300mm。通过添加1到3个外部轴,如纵向移动、伸缩移动和升降移动,可以增加机器人的自由度,以适应不同形状、尺寸的工作件和各种焊接角度。目前,ABB、FANUC、CLOOS和安川等品牌的机器人在工程机械领域广泛应用。除了品牌和技术参数,还需要根据实际应用环境匹配相应的控制器、焊接软件、通信模块、焊接电源和焊枪等配件。例如,Fronius或OTC的IGBT全数字逆变脉冲焊接电源,其送丝速度可调至0~24m/min,焊接速度可达1m/min,且能维持100%的持续负载率。

#### 4.1.2 旋转装置与定制夹具

在焊接工程机械部件时,为了适应同一工序中的不同焊接角度,需要调整零件的位置。为此,采用的非标准夹具旋转装置有多种类型,包括单座双旋转、双座单旋转以及双座双旋转等。这些旋转装置的重复定位精度严格保持在 $\pm 0.1^\circ$ 以内。定制夹具则是依据具体零件设计,通常运用丝杠、齿轮等低速高扭矩传动机制,配以位移传感器和到位检测传感器,通过与PLC的数据通信实现自动化操作。

#### 4.1.3 精确度与稳定性

为了确保焊接品质,机器人的精确度和稳定性至关重要。在焊接过程中,机器人必须精确地遵循焊接轨迹,以保

证焊缝的位置和形状符合设计规范。因此,集成传感器的机器人系统必须实现高精度的运动控制,并在各种工作环境下保持稳定性能。

### 4.2 整体体系构建

在挖掘机焊接生产线的构建中,系统的全局设计犹如精密的乐谱,确保自动化焊接的无缝对接。其核心任务在于弥补机器人工作站难以胜任或出现故障时的操作环节,同时确保生产线的布局和架构完全符合严谨的焊接工艺要求。在这个过程中,散件的合并与修复环节尤为关键,它涵盖了精细的部件连接点焊、焊缝质量检查以及必要时的修复措施,以适应零部件的复杂组合挑战。对于物料流动与储存策略,充分考虑了部件种类繁多且重量大的特性,巧妙地运用了如自动引导车(AGV)、无人搬运车(KBK)、重型轨道车(RGV)和灵活的桁架机械臂等高效承重设备。RGV凭借其定位精度小于1mm的能力,专司固定工作平台的精准运输;而AGV则游刃有余地处理无轨散件和成品的输送,提高了灵活性和效率。桁架机械臂以其0.2mm的高精度,高效地搬运半成品,显著减轻人工负担,提升了生产效能,是焊接生产线不可或缺的辅助工具。

### 4.3 电气系统集成与管理

在现代工程机械焊接生产线的设计过程中,电气控制系统扮演着至关重要的角色,如图1所示,确保了整个系统的流畅运作和焊接品质的稳定。接下来,深入探讨电气控制的关键组成部分,包括控制原理、网络架构、路径规划、实时追踪以及智能化控制。

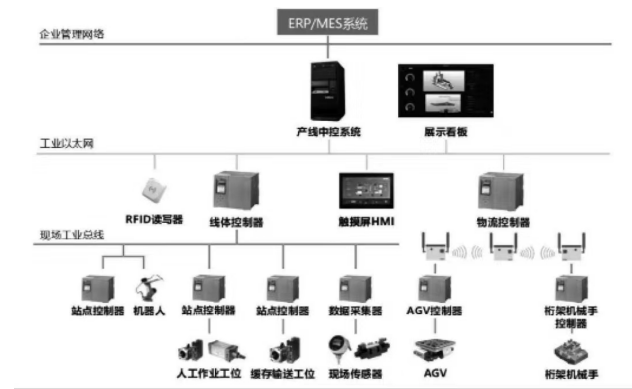


图1 电气控制系统

#### 4.3.1 控制理论基础

该焊接生产线的电气控制系统主要依赖于可编程逻辑控制器(PLC),它负责执行逻辑运算、运动调控、数据交换和顺序控制,从而精确地操控设备,提升生产效率。大型PLC作为核心控制单元,与各个工作站通过小型PLC或支持工业以太网的控制器进行交互,协同完成任务并传输信息。

#### 4.3.2 网络通信架构

为了保证实时性和稳定性,自动化焊接线采用了工业以太网作为主要通信媒介。其优点在于高速传输、抗干扰性强,同时支持实时和非实时数据的无缝交流,确保生产流程

的顺利进行。

### 4.3.3 焊接路径优化

针对工程设备的独特结构，采用了高级运动规划算法，通过三维模型的建模分析，制定出高效的路径策略，避免不必要的碰撞，提升工作效率。路径控制需兼顾焊接速度、电流、电压等参数，以确保焊接质量的一致性。

### 4.3.4 实时追踪与校准

电弧跟踪和激光跟踪技术分别应用于焊缝位置的实时监控。电弧跟踪通过感应焊接参数变化，动态调整焊枪位置，而激光跟踪则通过激光投射和传感器捕捉，精确地校正焊接轨迹。根据工件材质和表面条件，合理选择电弧或激光追踪方法。

### 4.3.5 智能化焊接管控

借助机器学习和人工智能技术，系统实现了智能化自适应控制。能够根据不同的焊接任务自动调适参数，持续学习和优化，从而实现更为灵活且高效的焊接操作。这种智能化控制策略适用于工程设备的多样化结构，确保焊接过程的稳定性和高效率。智能焊接系统控制分布图见图 2。

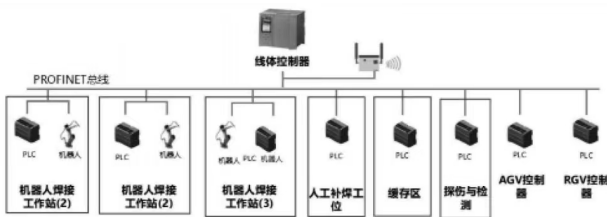


图 2 智能焊接系统控制分布图

## 4.4 确保稳定与耐用性设计

### 4.4.1 安全设计与实践

在安全设计层面，首要任务是构建一个能够在紧急状况下迅速响应的防护体系。为此，应在易触及的位置安置紧急停止按钮，以便操作员能在必要时立即切断电源。同时，部署高效的安全传感器，它们能实时监控工作环境，如烟雾或火花等潜在危险信号，一旦触发，系统应立即将其纳入应急响应流程。强化操作人员的培训，确保他们熟知应对突发情况的标准化操作，以此最大程度地减少事故发生的可能性。实验结果如表 1 所示。

表 1 系统安全运行数据

实验编号	焊接工件	焊接参数	安全等级	结果
001	钢结构零部件	电流：100A	高	通过
002	铝合金板材	电流：150A	中	通过
003	不锈钢管道	电流：120A	高	通过
004	铁路轨道接头	电流：200A	高	不通过
005	铸铁零件	电流：80A	低	通过

### 4.4.2 机器人与设备安全评估

对焊接机器人和设备进行全方位的安全评估至关重要。通过精确分析机器人的工作范围、速度、承载能力等因素，确保其在工作区域内的安全作业。同时，严格审视电气系统和机械结构，确保所有组件均符合国际安全标准。特别关注可能引发的潜在风险，如电击和火灾，提前采取相应的防范措施。这样的评估有助于尽早识别和消除安全隐患，提升整个系统的安全性。结果如表 2 所示。

表 2 机器人与设备安全评估结果

测试项目	测试数值 / 范围	测试数值 / 结果
工作范围	900~1000mm	955mm
速度	500~800mm/s	750mm/s
承载能力	0~70kg	45kg

### 4.4.3 可靠性设计与持续优化

为了保证焊接线的长期稳定运行，系统可靠性设计显得尤为关键。采用冗余和备份设计策略，比如在关键部件上配置备用单元，一旦主件出现故障，备份组件能无缝切换，有效减少停工时间。引入远程监控与维护系统，实时监控设备状态，防止故障发生，从而提高系统的整体可靠度。定期的预防性维护同样不可或缺，它能降低设备故障率，延长使用寿命，从而提升生产效率并确保持续的稳定性能。

## 5 结语

随着时代潮流推动，中国机械工业正经历前所未有的转型期，尽管前景广阔，但环境保护议题愈发关键，尤其是在智能工程机械控制系统的构建过程中。设计师们肩负重任，需坚守绿色创新的导向，采纳前沿的设计策略，优选环保材质，强化设计的科技含量，以此驱动机械行业的可持续繁荣，确保其在长远规划中占据主导地位。

### 参考文献

- [1] 侯金华,段冬冬,王琦,等.工程机械自动化中的智能控制系统研究[J].时代汽车,2024(5):16-18.
- [2] 王瑞.智能化电气控制系统的设计与优化[J].电子技术,2024,53(2):280-281.
- [3] 方羽,赵天生.工程机械中薄钢板自动化下料系统设计及实施[J].机电工程技术,2023,52(1):206-209.
- [4] 邱晓鹏.工程机械自动控制技术的发展[J].大众标准化,2020(22):199-200.
- [5] 赵祥坤,周鸿锁,苏奎.机电一体化技术在现代工程机械中的发展运用分析[J].中国新通信,2020,22(4):143.