

# 基于PLC技术的FIFO在涂装车间机器人喷涂站的应用

付长宇 罗龙飞 李海兵  
中国汽车工业工程有限公司 天津 300100

**摘要：**文章探讨了基于PLC技术的FIFO系统在涂装车间机器人喷涂站的应用。PLC作为核心控制器，通过精确编程和实时监控，实现工件的有序管理和高效喷涂。FIFO系统的引入，确保工件按照进入顺序被处理，避免了生产混乱，提升生产效率和喷涂质量。PLC的自动化控制能力降低劳动力成本，优化生产过程，为企业带来显著的经济效益。本文详细分析了PLC-FIFO系统的应用效果，为涂装车间的智能化升级提供了有益参考。

**关键词：**PLC技术；FIFO；涂装车间机器人；喷涂站

## 1 基于 PLC 技术的 FIFO 相关概述

### 1.1 PLC技术原理与特点

PLC (Programmable Logic Controller, 可编程逻辑控制器) 是一种专为工业环境设计的数字运算操作的电子系统。它采用可编程的存储器，用于存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术操作等指令，并通过数字或模拟式输入/输出控制各种类型的机械或生产过程。PLC的核心是微处理器，通常包括中央处理单元 (CPU)、存储器 (RAM、ROM)、输入输出单元 (I/O)、电源和编程器等部分。在PLC中，用户程序按先后顺序存放，CPU从第一条指令开始执行，直到遇到结束符后又返回第一条指令，如此不断循环。扫描过程分为内部处理、通信操作、程序输入处理、程序执行和程序输出几个阶段<sup>[1]</sup>。全过程扫描一次所需的时间称为扫描周期。PLC具有多种优点，包括高可靠性、强抗干扰能力、功能齐全、设备完善、适用性强、易学易用、操作简便、系统设计维护方便、改造容易、建造简单、体积小、重量轻、能耗低等。这些特点使得PLC在工业自动化领域得到了广泛应用。

### 1.2 FIFO系统原理与优势

FIFO (First In, First Out, 先进先出) 是一种数据处理和存储技术，其核心思想是按照数据进入队列的顺序来处理，即最先加入队列的数据最先被处理。FIFO系统通常使用队列数据结构来实现，队列的头部保存最早进入的数据项，尾部保存最新进入的数据项。FIFO系统的优势在于其简单性和直观性。实现FIFO算法只需要维护一个队列，因此开销较低。FIFO系统能够确保数据的处理顺序与到达顺序一致，这对于需要保持数据顺序性的应用场景非常重要。FIFO系统也存在一些局限性。例如，它不会考虑数据项的使用频率和最近使用时间，可能导致高频使用的数据被替换掉，从而降低缓存命中

率。在某些访问模式下，FIFO可能导致数据项频繁被替换，导致缓存效果不佳。尽管如此，FIFO系统仍因其简单性和有效性而在许多应用场景中发挥着重要作用。

## 2 涂装车间机器人喷涂站生产工艺与需求分析

### 2.1 机器人喷涂站生产工艺流程

涂装车间机器人喷涂站的生产工艺流程主要包括启动准备、自动定位与路径规划、喷涂过程执行、喷涂后的处理工作以及喷涂数据记录与反馈等步骤。在启动准备阶段，需要对机器人各部件进行检测，包括伺服电机、控制系统和喷涂设备的状态，确保其功能正常。根据工件的材质、形状和喷涂要求，设置喷涂路径、喷涂压力和流量等参数。还需要确认喷涂介质 (如油漆、涂料) 的类型，调配好所需浓度并注入喷涂系统。自动定位与路径规划阶段，机器人通过内置的传感器和视觉系统对工件进行自动识别和定位。利用视觉识别系统扫描工件表面，分析其几何形状和位置偏差，并根据工件形状结合预设程序自动生成喷涂路径。机器人手臂会精确调整运动轨迹，确保喷涂均匀。喷涂过程执行是机器人喷涂站的核心工作环节，机器人手臂根据路径指令带动喷枪在工件表面进行喷涂，速度和角度可实时调整<sup>[2]</sup>。喷涂厚度和均匀性由喷枪的流量和压力控制，机器人可根据工件表面特性动态调整喷涂参数。通过传感器监控喷涂状态，及时发现喷涂过程中出现的喷涂偏差或涂料堵塞问题。喷涂完成后，机器人还需进行后续处理工作，包括涂料固化、设备清洗和结果检查等步骤。根据涂料特性安排固化处理 (如加热或自然干燥)，确保涂层牢固且外观平整。喷枪和涂料管路需要进行彻底清洗，防止残余涂料影响下一次喷涂。机器人可通过视觉检测系统检查喷涂质量，对不符合要求的工件进行重新喷涂或标记。最后，机器人喷涂站会记录整个作业过程中的数据，包括喷涂参数、工件状态和结果信息等。这些数据

可用于后续优化和改进喷涂路径、提高工作效率以及维护提醒等。

## 2.2 机器人喷涂站自动化控制需求

机器人喷涂站的自动化控制需求主要包括精确控制、实时监控、安全防护和高效生产等方面。首先,精确控制是机器人喷涂站自动化控制的核心要求,机器人需要能够精确控制喷涂路径、喷涂速度和喷涂压力等参数,以确保涂层厚度均匀、颗粒细腻且符合质量要求。这要求机器人具备高精度重复定位能力和大工作范围,并配置高性能伺服驱动系统实现精确的轨迹规划与控制。其次,实时监控也是机器人喷涂站自动化控制的重要需求,通过传感器和视觉系统实时监控喷涂状态,及时发现喷涂过程中出现的喷涂偏差、涂料堵塞或设备故障等问题,并采取相应的措施进行处理。这有助于确保喷涂过程的稳定性和可靠性。安全防护方面,机器人喷涂站需要配备完善的安全防护措施,例如,设置安全围栏和急停装置以防止操作人员误入危险区域或发生意外情况;应用防火防爆技术预防喷涂过程中可能产生的安全隐患;配备废气净化系统确保符合VOC排放标准等。这些安全防护措施有助于保障操作人员和设备的安全。最后,高效生产是机器人喷涂站自动化控制的最终目标,通过优化喷涂路径、提高喷涂速度和减少停机时间等措施,可以大幅提高生产效率和产品质量。机器人喷涂站还可以实现24小时连续作业,降低人工成本并提高经济效益。这些优势使得机器人喷涂站在涂装车间中得到了广泛应用和认可。

## 3 基于 PLC 技术的 FIFO 系统在涂装车间机器人喷涂站的运行控制

### 3.1 工件入站与队列管理

在涂装车间的自动化生产中,基于PLC技术的FIFO系统扮演着至关重要的角色,特别是在工件入站与队列管理环节。FIFO系统确保了工件按照进入系统的先后顺序被处理,这对于提高生产效率、保持生产流程的连贯性以及优化资源利用具有重要意义。当工件通过输送带或自动搬运设备进入机器人喷涂站时,PLC系统首先通过传感器和识别装置对工件进行识别和定位。这些传感器可能包括光电传感器、RFID阅读器等,它们能够准确地捕捉到工件的到来,并将其信息传递给PLC控制器<sup>[3]</sup>。PLC控制器根据接收到的信息,对工件进行编号和分类,然后将其加入到FIFO队列中。FIFO队列的管理是PLC系统的一项重要任务,PLC通过内部算法和存储器,维护了一个动态的工件队列。队列的头部始终指向最早进入的工件,而尾部则随着新工件的加入而不断延伸。这种设

计确保了工件能够按照先进先出的原则被处理,避免了生产过程中的混乱和延误。在工件入站过程中,PLC系统还负责监控和调节输送带的速度、搬运设备的路径以及工件的间距等参数。通过精确的控制,PLC系统能够确保工件平稳、有序地进入喷涂区域,为后续的机器人喷涂作业做好充分的准备。

### 3.2 机器人喷涂作业控制

一旦工件被加入到FIFO队列中,PLC系统就会根据预设的喷涂程序和工艺要求,对机器人进行精确的控制,以实现高效的喷涂作业。PLC系统首先会根据工件的特性和喷涂要求,计算出最佳的喷涂路径和参数。这些参数包括喷涂速度、喷涂压力、喷枪与工件的距离以及喷涂角度等。PLC通过向机器人发送指令,使其按照预定的路径和参数进行喷涂作业。在喷涂过程中,PLC系统还负责实时监控机器人的工作状态和喷涂效果,通过传感器和视觉系统,PLC能够实时获取喷涂区域的图像和数据,分析喷涂的均匀性、厚度以及是否存在漏喷或重喷等问题。一旦发现异常情况,PLC系统会立即发出警报,并采取相应的措施进行纠正,以确保喷涂质量。PLC系统还能够根据工件的形状和尺寸,动态调整机器人的喷涂策略和路径。在喷涂作业完成后,PLC系统还会对机器人的喷涂效果进行记录和评估。通过对比预设的喷涂标准和实际喷涂效果,PLC可以判断喷涂作业的质量是否达标,并为后续的工艺优化提供数据支持。

### 3.3 工件出站与系统反馈

当工件完成喷涂作业后,PLC系统会根据FIFO队列的顺序,将其从喷涂区域中移出,并送入下一个生产环节或进行质量检测。在工件出站过程中,PLC系统通过控制输送带或搬运设备,确保工件能够平稳、准确地离开喷涂区域。PLC还会记录工件的出站时间和位置等信息,为后续的生产计划和调度提供数据支持。除了工件出站外,PLC系统还会对整个喷涂作业过程进行反馈和总结,通过收集和分析喷涂作业过程中的数据和信息,PLC可以评估机器人的工作效率、喷涂质量以及系统的稳定性和可靠性。这些反馈信息对于优化喷涂工艺、提高生产效率以及改进系统性能具有重要意义。PLC系统还能够根据反馈信息进行自适应调整。例如,当发现某个工件的喷涂质量不达标时,PLC可以自动调整喷涂参数或路径,以确保后续的工件能够得到更好的喷涂效果。这种自适应调整能力使得PLC系统能够不断学习和优化,以适应不断变化的生产环境和需求<sup>[4]</sup>。

## 4 基于 PLC 技术的 FIFO 系统在涂装车间机器人喷涂站的应用效果分析

#### 4.1 生产效率提升

基于PLC技术的FIFO系统在涂装车间机器人喷涂站的应用,显著提升了生产效率。PLC作为可编程逻辑控制器,其核心优势在于其高效的自动化控制能力。通过精确的编程和实时监控,PLC能够确保机器人喷涂站按照预设的程序和节奏运行,避免了人工操作的不确定性和延误。在FIFO系统的支持下,工件按照进入系统的先后顺序被有序地处理和喷涂。PLC系统通过优化输送带的速度和路径,以及机器人喷涂作业的节奏,实现工件的快速流转和高效处理。这种有序、高效的生产流程,不仅缩短生产周期,还提高单位时间内的产量。PLC系统还具有强大的数据处理和分析能力,它能够实时收集和分析生产过程中的数据,如工件数量、喷涂时间、故障率等,为生产优化提供有力的数据支持。通过对这些数据的分析,企业可以及时发现生产过程中的瓶颈和问题,并采取相应的措施进行改进,从而进一步提升生产效率。

#### 4.2 喷涂质量改善

基于PLC技术的FIFO系统在涂装车间机器人喷涂站的应用,也极大地改善了喷涂质量。PLC系统通过精确控制机器人的喷涂路径、速度和角度等参数,确保了每次喷涂的均匀性和一致性。在FIFO系统的管理下,工件按照预设的喷涂程序被逐一处理,避免了因工件混乱或延误而导致的喷涂质量问题。PLC系统还能够实时监测喷涂区域的环境参数,如温度、湿度等,以确保喷涂作业在最佳的环境条件下进行。PLC系统还具有强大的故障检测和诊断能力,它能够及时发现并处理喷涂过程中的异常情况,如喷枪堵塞、涂料流量异常等,从而避免了因故障而导致的喷涂质量下降。通过对这些故障的及时处理和预防,企业可以进一步提高喷涂质量的稳定性和可靠性。

#### 4.3 成本降低

基于PLC技术的FIFO系统在涂装车间机器人喷涂站的应用,还有效降低了生产成本。首先,通过提高生产

效率和喷涂质量,企业可以在相同的时间内完成更多的生产任务,从而降低单位产品的固定成本。其次,PLC系统的自动化控制能力减少人工干预和依赖,降低劳动力成本。在传统的喷涂作业中,需要大量熟练工人进行手工操作,不仅效率低下,而且人力成本高昂。而基于PLC技术的FIFO系统则可以通过机器人自动化喷涂,减少对人工的依赖,降低劳动力成本<sup>[5]</sup>。另外,PLC系统还具有强大的数据分析和优化能力,通过对生产过程中的数据进行分析 and 优化,企业可以发现并消除生产过程中的浪费和瓶颈,进一步提高生产效率和降低成本。例如,通过对喷涂参数和路径的优化,可以减少涂料的浪费和喷涂时间,从而降低生产成本。

#### 结束语

综上所述,基于PLC技术的FIFO系统在涂装车间机器人喷涂站的应用,展现出强大的自动化控制能力和高效的生产管理优势。通过精确编程和实时监控,PLC确保工件的有序处理和高效喷涂,为涂装车间的智能化转型提供有力支持。未来,随着技术的不断进步和应用的深入,PLC-FIFO系统有望在涂装领域发挥更加广泛和深入的作用,推动行业的持续发展和创新。

#### 参考文献

- [1]车磊.汽车涂装中机器人喷涂操作存在的漆膜缺陷及对策研究[J].内燃机与配件,2021(23):195-196.
- [2]李佩君.油漆喷涂机器人在核电工业厂房的应用研究[J].粘接,2021(12): 88-92.
- [3]宋启良;梁秀兵;胡振峰;金国;刘二宝.现代工业机器人的发展、应用及其绿色修复再制造研究现状[J].材料保护,2020(12): 95-100
- [4]刘杜宇.自动化涂装车间方案设计中对于节能减排和降成本的思考[J].机电信息,2021,(12):32-35.
- [5]李保亮,代可,曹志岩,张磊,邓翔天.涂装车间自动化率的提升及发展方向[J].现代涂料与涂装,2021,24(01):39-42.