

# PLC 控制在电气自动化设备系统中的应用研究

饶勇

(江西江铃李尔内饰系统有限公司 江西 南昌 330200)

**摘要:** 电气自动化设备系统在工业生产中的应用越来越广泛,对提升企业的经济效益和市场竞争能力具有重要意义。PLC 控制技术,为电气自动化设备系统提供了有效的解决方案,极大地提高了系统的性能和效率。本文主要介绍了 PLC 控制技术的特点,以及电气自动化设备系统对 PLC 控制技术的需求,并对 PLC 控制在电气自动化设备系统中的应用进行研究。

**关键词:** PLC; 控制技术; 电气自动化; 设备系统

## 0 引言

PLC (可编程逻辑控制器)是一种专门为工业环境设计的数字运算电子装置。它采用可编程的存储器接收和储存输入信号,并通过执行预设程序实现对工业设备的逻辑控制、计数、定时、算术运算等操作。PLC 控制技术起源于 20 世纪 60 年代,美国数字设备公司 (DEC) 成功研制出第一台可编程逻辑控制器,标志着 PLC 控制技术的诞生。PLC 控制技术经历了多年的发展,如今已成为工业自动化领域的重要技术。

## 1 PLC 控制技术的特点

### 1.1 适应性强

PLC 控制技术具有良好的环境适应性,可以适应各种不同的工业环境,包括高温、低温、强电磁场等恶劣环境。无论是在钢铁、石油、化工等重工业领域,还是在电子、食品、医药等轻工业领域,PLC 技术都能发挥出其强大的作用。在重工业领域,PLC 能够应对恶劣的工作环境和高压力的工作压力,例如生产钢铁时,对高炉的加料和温度加以控制,对石油化工中的反应釜进料和压力进行控制等等。而在轻工业领域,PLC 技术主要被用于电子产品制造、食品加工和药品生产中,如自动化生产线控制、机器人操作等。此外,它还能根据实际需求进行定制和扩展,例如增加新的 I/O 接口、扩展模块等,还可以通过增加 PLC 的输入和输出点数,以满足更大规模和更复杂的生产系统的需求。这使得 PLC 控制技

术可以适应不同工业生产环境和设备类型。

总的来说,PLC 控制技术的适应性使得其成为不同工业领域的理想选择,它不仅提高了工业生产的效率和质量,也降低了工人的劳动强度,提升了整个工业生产的安全性。

### 1.2 编程简单,处理快

PLC 编程简单且处理速度快,它支持多种编程语言,如梯形图、指令表和功能区块图等。这些直观性的编程语言都易学易懂,工程师和技术人员可以快速上手,减少了学习的时间。PLC 提供了大量的编程范例和模板,用户可以借用这些模板来更加方便地编写程序。PLC 的处理器和算法先进,能够对大量输入信号进行快速的分析和处理。它能够根据程序设定,自动生成控制信号,进而实现对工业设备的精确控制。而且 PLC 支持多任务处理和并行处理,这使得系统可以高效地运行,提高了整体的控制效率和响应速度。最后,PLC 提供了各类数据处理方法,如滤波、平滑、插值等,这些数据处理方法可以使数据处理更加精确和高效<sup>[1]</sup>。

### 1.3 可靠性高

PLC 的硬件和软件由先进的技术和高质量的元器件组成,可靠性高。其硬件部分采用了高质量的电子元器件和可靠的电路设计,具有较高的稳定性和抗干扰能力。硬件还用到了多种故障检测和恢复机制,如看门狗电路、异常检测等,可及时发现并处理故障。其软件也采用了多种容错和冗余设计,如数据校验、软件陷阱等,从根本上确保了系统的稳定性。正因如此,PLC 控制技术已经成为现代工

业生产中不可或缺的重要组成部分。

#### 1.4 通信能力强

PLC还可与其他设备进行实时通信和控制,比如与工业以太网和现场总线等通信协议进行无缝对接。无论是本地还是远程,用户都可以通过以太网或者现场总线来访问和控制PLC,从而实现不同设备之间的信息共享和协同工作。此外,PLC还支持多种不同的通信协议和接口,如RS-232、RS-485、CAN、Modbus等。这使得PLC可以与不同类型的设备和系统进行通信和控制,能够适应更广泛的应用场景。

总之,PLC控制技术是一种高效、可靠、灵活的自动化控制技术,随着科学技术的不断进步和工业自动化水平的提高,PLC控制技术将继续发挥重要作用,为工业生产的可持续发展提供强有力的支持。

## 2 电气自动化设备系统对PLC控制技术的需求

### 2.1 数据采集和处理

在电气自动化设备系统中,PLC主要负责数据的采集和处理。这些数据包括模拟量和数字量等,其中模拟量包括压力、温度、流量等,数字量包括设备的工作状态、运行参数等。PLC能够准确掌握和监控这些数据,为设备的稳定运行和生产过程的优化提供重要保障。其次,PLC还可将采集到的数据在处理传输到其他设备或系统中,实现数据共享。在数据采集方面,PLC可以对各种不同的传感器信号进行接收和转换,以便于后续的数据处理,同时能够准确地提取传感器信号中的有用成分,避免噪声和其他干扰信号的影响。此外,PLC还可以通过通信接口和其他设备进行数据传输和共享,例如将采集到的数据传输到上位机或云平台进行进一步的处理和分析。在数据处理方面,PLC也具有很多强大的功能。例如求取平均值、最大值、最小值等统计信息,以及进行数据分析和预测等。PLC能够根据预先设定的程序逻辑,对采集到的数据进行条件判断和报警处理等操作,这些数据处理功能可以实现对电气自动化设备和系统的智能监测和控制<sup>[2]</sup>。

### 2.2 顺序控制

电气自动化设备的顺序控制也可通过PLC完成。例如,在石油化工生产中,需要按照一定的顺序进行化学反应的操作和控制,此时,PLC就能通过设置每个反应步骤的时间和顺序,以及各个反应步骤之间的衔接和协调,实现对设备的顺序控制,并对

其进行调整和优化,使设备的操作更加灵活和高效,保证生产过程的顺利进行和产品质量的稳定。

### 2.3 运动控制

设备的运行往往涉及直线、曲线和旋转等各种运动形式。PLC在伺服控制器、变频器等运动控制设备的配合下,能够实现对这些运动形式的精确控制。PLC通过伺服控制器和变频器等运动控制设备的配合,可以实现设备的速度、位置和加速度等运动参数的精确控制。例如,在钢铁生产中,PLC可以控制高炉的加料装置,使其按照预设的曲线轨迹进行运动,实现自动、稳定、精确的加料操作。在电子制造中,PLC可以控制机器人的运动轨迹和速度,使其准确地抓取和放置电子元件<sup>[3]</sup>。

除了直线、曲线和旋转等基本运动形式,PLC还可以实现更复杂的运动控制。例如,PLC可以控制设备的多轴联动,完成复杂的空间运动轨迹。此外,PLC也可结合实际需求,对设备的运动状态进行调整。比如在制药生产中,PLC可以根据药品的不同生产工艺要求,控制机器人的运动轨迹和速度,满足不同药品的自动化生产需求。

### 2.4 通信和联网

在现代工业生产中,设备之间的通信和联网是至关重要的。PLC可借助以太网、现场总线等通信协议与其他设备连接,开展实时通信和控制,实现数据共享、协同工作和远程监控。PLC还能够与上位机和其他控制系统如SCADA、DCS等进行集成。通过集成,PLC可以向上位机发送实时数据和报警信息,上位机则可以根据这些信息进行远程控制和调整。由此构建完整的分布式控制系统,以此提高整个系统的自动化水平和生产效率。

### 2.5 故障诊断和恢复

系统中的设备故障不可避免,及时的故障诊断和处理可避免故障的扩大和损失的增加。PLC能够对设备运行数据进行监测和分析,完成故障的自诊断和预警。当设备出现异常情况时,PLC可以立即检测到,并发出报警信号,提醒操作人员注意并进行处理。其次,PLC还可以对故障进行恢复,例如,在设备故障后自动切换到备用设备,或者应用远程控制加以修复。这些功能使设备更加可靠,也降低了设备的故障停机时间和维修成本。此外,PLC控制技术也能实现多级故障诊断和恢复。在复杂的工业生产过程中,PLC能够实时监测设备的各种运行

参数,并对异常参数进行分析和处理。如果某个设备出现故障,PLC可以立即将故障信息传递给上位机或者其他控制系统,并采取相应的措施进行故障处理和恢复。如果故障无法解决,PLC会通过跳转到备用设备或者停止设备运行等方式,保护整个生产系统的安全。

### 3 PLC在汽车座椅装配线机器人自动装配螺栓中的应用研究

在现代化汽车制造过程中,自动化和智能化已经成为必不可少的部分。为提高汽车座椅装配线的效率和质量,许多企业开始采用PLC控制技术。在汽车座椅装配线机器人自动装配螺栓这一环节,PLC主要用于控制机器人的动作和执行顺序,通过编写特定的程序,精确地控制机器人抓取螺栓,将其放置在正确的位置,然后拧紧。这样不仅提高了装配效率,而且保证了每个座椅螺栓的拧紧力矩和位置的准确性。

#### 3.1 螺钉自动拧紧系统的基本情况

本系统利用基于位置的视觉伺服方法,以六自由度垂直关节型机器人为载体,提出一种基于机器视觉的工业机器人自动定位控制方法。在原有座椅旁边,增加一套螺钉自动拧紧系统,六轴机械手加视觉定位系统的方式,使机器视觉系统可快速、准确地找到螺钉并确认其位置,从而引导机械手臂准确抓取。机器人以FANUC机械手臂为执行装置,可完成至少20kg的自动化作业,FANUC(含电枪电缆、辅助夹具和机器自身结构)延伸半径范围能够达到1300mm,容易编程,设置快捷,具备协作性与安全性。

系统的主要工作模式为:进行前排座靠连接,机器人应当在规定的时间内自动拧紧4颗座靠连接螺栓,拧紧力矩为 $(47 \pm 3)$  Nm。4颗螺栓的连接顺序如图1所示。

机器人正常运行时,重复定位精度: $\pm 0.5$  mm;适用环境温度: $0 \sim 45$  °C;适用环境振动: $0.5g$  ( $4.9m/s^2$ )以下;适用环境湿度:低于75%RH,无霜冻、结露;适用电动扭矩枪:阿特拉斯ETV-STR61-70-13。以上数据信息会被收集到PLC中,便于了解系统的实际需求,也可对以上数据加以监测。

LPS系统由图像采集模块和图像处理模块组成。硬件设备主要包括主频2.4G以上、内存4G、硬盘1T的工控机,可触屏的联想液晶显示器,1台500

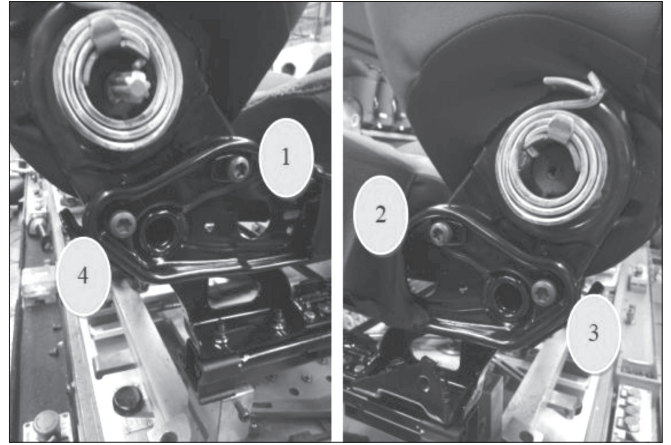


图1 座靠连接螺栓的顺序

万像素以上的工业相机,1台焦距8mm、感光芯片尺寸 $1/2.5''$  ( $1''=25.4$  mm)的镜头,及环形LED光源。在这些专业硬件设备的应用下进行图像采集,得到的螺钉图像经过图像处理算法的处理后,为机械手等执行机构提供输入量,使其后续可准确判断螺钉位置。

#### 3.2 西门子S7-1200 PLC技术在自动拧紧系统中的应用

##### 3.2.1 机械手布局与运动控制

在工人操作位置的对立面安装机器人机械手,螺栓与线体垂直距离控制在40cm以上。机械手进行拧紧操作时,其在线体上的长度不超过85cm,且不能与线体或前后工位座椅有干涉。并将机器人作业范围控制在1.8m以内,作业高度极限为2.2m。可采用高精度伺服电动机和驱动器,对机械手的位置进行精确控制,借用PLC控制机械手的运动轨迹和姿态,并根据机械手的运动状态,对其速度和加速度加以调整。若与实际要求存在误差,便可结合光电传感器等传感器件,检测机械手的位置和姿态,再据此改进。

##### 3.2.2 托盘检测与夹紧

托盘进入工位时,LPS系统会获取托盘图像,识别其型号和主副驾信息。一旦信息被确认,夹紧装置将自动启动,锁紧托盘。夹紧装置的整体长度应与托盘相匹配,以确保有效固定。在该环节可用高精度位移传感器和压力传感器,检测夹紧装置的位置和压力;PLC技术能够控制夹紧装置的启动和关闭时间,并对其位移和压力进行调整。此外,可以使用触摸屏等人机界面,方便操作人员对夹紧装置进行调整和监控。



### 3.2.3 机械手动作

确认夹紧后, PLC 将按照预设的路径和程序启动机械手。机械手根据视觉定位系统中图像处理模块提供的螺栓位置, 从司机座椅的左侧、副司机座椅的右侧分别开始拧紧座靠连接螺栓。当机械手完成拧紧任务后, 它将通过 PLC 将拧紧结果(如拧紧力矩、拧紧时间等)反馈给 LPS 系统。标准为 40s 内完成一个座椅的全部装配, 包括托盘进出的时间。如果所有螺栓都满足装配要求, LPS 系统将向 PLC 发送信号, 表示所有螺栓都已合格。

为提高机器人安装螺栓时的稳定性, 需选用高精度电动扭矩枪头, 以确保螺栓自动拧紧操作的精准性; PLC 技术能够检测和控制电动扭矩枪头的转矩和拧紧时间, 确保螺栓的紧固效果。此外, 还可以通过柔性连接方式, 连接电动扭矩枪头和机器人末端执行器, 减小冲击和振动对拧紧精度的影响。

### 3.2.4 解锁与放行

收到所有螺栓均合格的信息后, PLC 将控制夹紧装置解除对托盘的锁定, 允许托盘离开本工位。同时, PLC 借助以太网将此信息反馈给现场生产管理系统, 以便进行下一步的生产计划。必要时, PLC 与 LPS 系统、现场生产管理系统进行信息交互, 以实现生产的连续性和高效性。根据机器人正常工作所需的条件, 可进一步优化 PLC 控制系统的参数和算法, 提高机器人的定位精度和响应速度, 使其适应不同的环境条件, 降低可能出现的误差。例如, 采用更精确的传感器和算法检测螺栓的位置和状态, 改善机器人与夹紧装置的协调性, 减少夹紧和拧紧的时间, 通过更精细的参数调节或采用不同的算法策略,

应对环境振动的影响。必要情况下, 可针对不同车型和座椅类型的装配需求, 对 PLC 控制系统进行订制, 使其适应更广泛的应用场景, 提高设备的适应性和灵活性。此外, 机器人若出现故障或异常情况, 如无法抓取螺栓、放置位置偏移等, PLC 控制系统可以及时检测到, 并自动调整或停止机器人的动作, 避免造成进一步损害。

## 4 结语

PLC 控制技术在汽车座椅装配线中发挥了重要作用, 提高了效率、精度和稳定性。未来, PLC 控制技术将朝着更加高效、可靠、智能的方向发展, 也会与其他先进技术结合, 如人工智能、物联网等, 以实现更加精准、高效的自动化控制。随着相关政策的出台和实施, PLC 控制技术的研发和应用将会得到更多的政策支持, 从而促进电子自动化设备系统的持续发展。

## 参考文献:

- [1] 陈江波. 电气自动化设备中 PLC 控制系统的运用研究 [J]. 数字通信世界, 2022(10):115-117.
- [2] 李嘉琦. PLC 控制在煤矿电气控制中的应用研究 [J]. 能源与节能, 2022(09):189-191.
- [3] 李波. 基于 PLC 控制技术的智能车库管理系统设计 [J]. 内燃机与配件, 2020(17):215-217.

作者简介: 饶勇 (1977.08-), 男, 汉族, 江西南昌人, 本科, 助理工程师, 研究方向: 机电一体化。