

一类电机装配控制系统的设计

赵芸,潘松峰,王先月,邹文斌
(青岛大学 自动化学院,山东 青岛 266071)

摘要:为实现电机的柔性自动装配功能,通过使用 RFID 技术实现多种类型工件的识别,设计一种电机柔性装配的自动控制系统。该系统由 1500PLC、RFID、HMI 人机界面和工业机器人等部分组成。PLC 与机器人、RFID 等单元进行通信,控制各单元对零件进行抓取、运输,通过阅读器扫描的信息,选择相应的装配任务。经生产实践表明:该系统能够满足多型号电机的自动装配,生产率高。

关键词:RFID 技术;PLC;电机装配;控制系统;柔性装配

中图分类号:TP273 **文献标志码:**B **文章编号:**1671-5276(2023)02-0181-03

Design of a Motor Assembly Control System

ZHAO Yun, PAN Songfeng, WANG Xianyue, ZOU Wenbin
(School of Automation, Qingdao University, Qingdao 266071, China)

Abstract: In order to achieve motor flexible automatic assembly function, an automatic control system for motor flexible assembly is designed by RFID technology to realize the identification of various types of workpiece. The system is composed of 1500PLC, RFID, HMI and industrial robot. PLC communicates with robot, RFID and other units to control each unit grabbing and transporting parts, and selecting the corresponding assembly task through the information scanned by the reader. The production implementation shows that the system can meet the requirements of automatic assembly of multiple types of motors and effectively improve productivity.

Keywords: RFID technology; PLC; motor assembly; control system; flexible assembly

0 引言

在新的国际大环境下,为全面提高我国工业发展水平和产品质量,提出了《中国制造 2025》发展战略。该规划还提出了五大工程的重点发展方向,其中为使新型信息技术能够和传统生产设备相融合,提出了智能制造工程。生产过程智能优化控制是智能制造工程的重点之一,以提升制造效能、降低生产成本、制造流程自动化、智能管理为目的改造传统生产线,并构建智能制造网络系统平台。

目前,生产行业也在响应国家政策,积极推进生产过程的智能化发展。其中,直流无刷电机因结构简单、成本低、效率高等特点,被广泛应用于工业、医疗、汽车等领域。由于市场需求的增加,直流无刷电机型号复杂,而传统的自动化装配线只能完成一种型号的产品。这种生产线柔性程度低,智能化不足,不能满足市场的需求。本文设计了一种基于 RFID 的直流无刷电机装配系统,该系统通过 RFID 技术识别电机和零件的类型,进行匹配后装配,实现电机柔性化、可追溯的装配过程。

1 需求分析

传统的电机装配过程中,由于装配间的环境比较封闭,装配的电机型号复杂,无法及时确认装配间的生产状态,在实际过程中会导致一些问题,所以对装配过程有了

新的需求。

1) 装配过程柔性化,可以根据需求及时换产。直流无刷电机的型号多,在电机的装配线上,经常需要更换电机型号,而不同型号的电机所需的零件及工艺要求不同。若无法及时更换生产的电机型号,就会增加电机的生产成本。

2) 智能化生产。电机装配过程中,因生产要求,需要用多种型号的电机。但是机器人不能快速准确识别机型,并装配相应型号的零件,故存在漏装、错装等问题。

3) 加强装配过程的可视化。传统的电机装配过程环境封闭、可视化程度低,人机界面没有实时的工件装配状态反馈,无法掌握实时的生产进度。尤其对于小规模生产的情况,无法及时获取订单并完成进度。

4) 工件的可溯源。装配过程中零件种类较多。比如螺钉的种类以及拧紧工艺,对电机的质量都有很大的影响。在装配过程中一旦出现质量问题,需要快速找到问题产品。所以对零件信息、装配状况的追溯非常重要。

本文通过使用 RFID 技术对传统的装配生产线进行升级,可以满足上述需求。

2 总体设计

2.1 系统总体方案

按照上述系统需求,构建由 PLC 控制器、识别模块、

装配模块、搬运模块和检测模块组成的电机装配控制系统^[1],如图1所示。

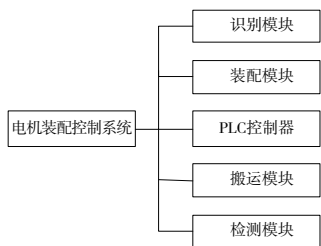


图1 电机装配控制系统结构图

本装配系统按照以下方案进行设计:PLC控制系统通过以太网与HMI人机界面、阅读器、机器人、智能相机实现网络连接;搬运模块使用机械手搬运零件,实现零件的上料;识别模块采用RFID技术,通过阅读器读取零件的电子标签信息,识别电机型号,完成柔性生产任务;装配模块由机器人抓取零件并装配,然后抓取螺钉进行拧紧,完成装配任务;检测模块由智能相机拍照检测电机是否符合成品要求,完成检测的任务。该系统可以完成电机零件的输送、上料、识别、检测、装配和分类入库的过程。本系统满足多型号电机柔性化装配的要求,且具有智能化装配、可追溯的功能。

2.2 工作流程

直流无刷电机主要由定子、转子、轴承、前端盖、后端盖组成。当需要进行电机装配时,装配工位具体的操作流程如图2所示,具体的流程如下:人机界面下达指令,PLC接收到指令;在PLC控制下,前端盖和转子的组合件由传送带送至装配平台,阅读器通过识别组件上的标签,读取组件的信息并发送给PLC,PLC调用相应装配程序;在PLC控制下,伺服电机控制机械手抓取并将组合件固定在平台上;机械手抓取定子并移动到预设装配位置,完成定子装配;机械手抓取后端盖并移动至预设装配位置^[2],完成后端盖装配;步进电机控制机械手抓取螺钉并完成螺钉紧固;机器人回到初始位置,装配完成。

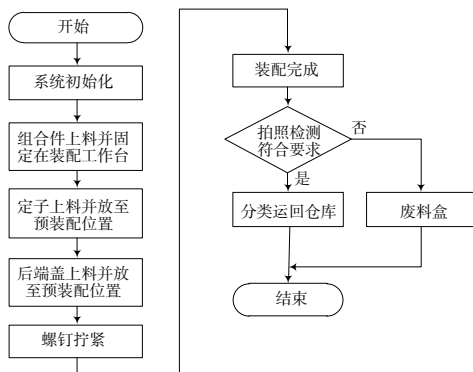


图2 装配过程工作流程图

3 控制系统硬件设计

3.1 硬件系统组成

本文中的控制系统是专门为直流无刷电机柔性化生

产所设计的自动化系统,采用PLC作为控制系统,硬件部分主要包括PLC、通信模块、RFID阅读器、HMI人机界面和机器人模块^[3],如图3所示。其作用是利用计数、顺序控制、存储执行逻辑运算、计数等操作指令来控制装配过程中各工位的运转,实现生产线的智能化,提高生产效率,确保产品质量。

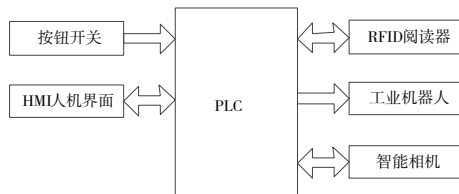


图3 控制系统组成

该生产线使用的PLC是西门子S7-1500中的CPU1516-3PN/DP,伺服驱动系统选择的是CU320-2PN。由于系统I/O点数较多,而且需要留有一定裕度,所以扩展了输入输出。S7-1500PLC采用模块化结构,硬件部分主要包括中央处理器(CPU)、负载电流电源、安装导轨、输入输出模块、存储卡等^[4]。

人机界面给各个工位下生产任务以后,就需要通过由PLC构成的控制器产生动态信息,并以此通过控制系统各个机构的驱动电器来完成电机零部件的搬运、抓取、组装等流程,从而完成数据的相互传递。

3.2 工作原理

1) PLC对机器人的控制

PLC在向工业机器人控制系统下达指令前,先对工业机器人控制系统I/O设备进行设置,然后再将PLC输入输出信号和工业机器人系统控制信号进行联络,并通过连接线的方将PLC和工业机器人的I/O信号进行连接。从而实现了PLC与机器人系统之间的信号通信。完成目标点的定位任务之后,要对各个目标点之间的移动路线做出计划,并对其运送速度、转弯数据做出设定。当机器人完成了移动、装配等任务之后,返回起始地点,并等候下一个指令。

2) PLC对RFID的控制

RFID由电子标签、天线、阅读器、应用系统组成^[5]。本系统选用CK-F060型号的标签阅读器,通过RS485与PLC进行通信。

在电机装配控制系统中,阅读器能够自动采集电机零件信息,并对装配环节的工艺参数和产品信息进行在线监测。具体的工作原理是:当带有标签的工件到达装配工位,PLC控制阅读器通过天线发送特定频率的信号后形成工作场;电子标签随着工件移动进入工作场的范围内,内部电路产生共振;电容充电至电荷积累足够后,电容开始放电产生感应电流,其他模块开始工作;电子标签被激活,将芯片中的数据以射频信号的形式传递出去;阅读器收到数据,并对数据进行解码;将识别结果发送给中央信息系统,将数据进行进一步的处理;阅读器实现对电子标签携带的数据进行修改或识别的功能^[6]。

4 控制系统软件设计

4.1 工艺流程

当人机界面下达电机装配指令时,工艺流程具体如下:PLC发出指令,前端盖和转子的组合件开始上料,RFID阅读器固定在机器人末端执行装置附近,在有电子标签的组合件到达阅读器读取范围后,读取组合件信息,获得电机型号及工艺方式。PLC有3种类型的电机装配程序,根据阅读器传递的信息,调用相应的装配程序^[7]。零件和组合件型号匹配成功后进行装配。装配完成后,相机拍照,信息传输给PLC,判断电机是否合格。符合要求的,阅读器会对成品电机上的标签信息进行修改,写上电机型号、生产日期等信息,完成可追溯的操作。然后将成品分类送回立体仓库。具体的工艺流程如图4所示。

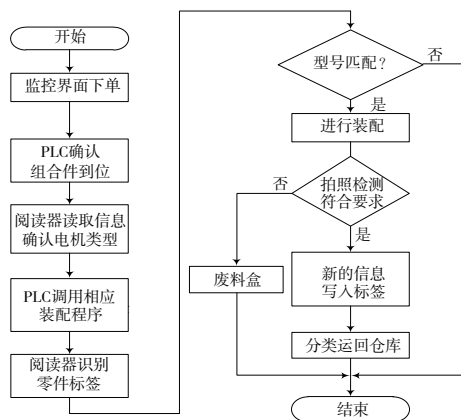


图4 工艺流程

4.2 人机界面设计

上位机监控系统选择与PLC配套的HMI屏幕KTP700BASICPN,型号是6AV2123_2GB03_0Ax0。根据装配过程的环节,设备工作状态、物料数量、成品工件类别及数量、废品数量、故障诊断、急停等环节均在HMI屏幕上可视化^[8],如图5所示。在装配过程中,当工件运输到装配工位处,在人机界面上显示对应的数据信息,将该信息发送给PLC,PLC读取信息后调用相应的装配程序,绿色指示灯亮起,实现了设备工作状态的实时动态监控,提高了总控间对整个生产过程的远程可控性,增强了人机交互性。

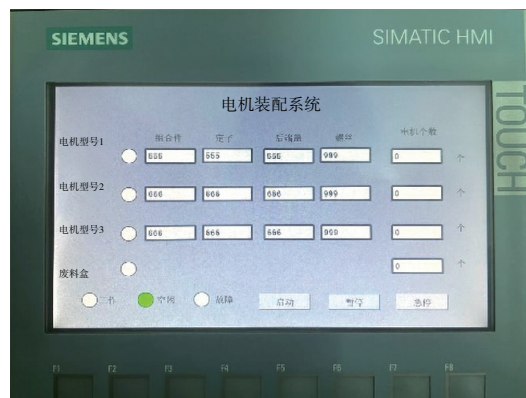


图5 HMI人机界面

5 结语

本文通过分析传统直流无刷电机装配传统工艺的不足,设计了一种基于RFID的电机装配控制系统,由阅读器识别电机零件的型号,PLC控制伺服电机和机器人对不同型号的电机进行组装。通过测试验证,本系统能够完成多种型号电机装配的任务;解决了直流无刷电机自动装配生产线装配柔性差的问题,并且加强了装配过程的智能化和可视化;在保证电机装配质量的基础上进一步增加经济效益,具有较高的应用价值。

参考文献:

- [1] 胡盘峰,刘光新,岳东海. 基于工业机器人的步进电机智能装配系统设计[J]. 机床与液压,2020,48(3):66-69,27.
- [2] 解森,孟晓平,冉应平,等. 基于PLC的电机装配控制系统设计[J]. 机电技术,2021,44(3):7-8,40.
- [3] 王家海,钱俊磊. 基于智能制造的电磁阀智能装配系统[J]. 机电一体化,2017,23(9):58-64.
- [4] 赵相博,潘松峰,吴贺荣. 基于MES的工件加工及尺寸检测工位控制系统[J]. 河北工业科技,2020,37(4):260-265.
- [5] 刘德仿,吕杰,王斌,等. 基于RFID的模具管理系统流程研究[J]. 机械制造与自动化,2017,46(1):120-123.
- [6] 许修国,乔君辉,王文龙,等. 基于RFID的装配线自动识别系统设计[J]. 汽车零部件,2017(6):43-45.
- [7] 江益群,储招节,郭敏,等. 基于RFID技术的动力总成装配线控制系统的设计[J]. 制造业自动化,2014,36(20):141-143.
- [8] SINGH H P, KUMAR P. Developments in the human machine interface technologies and their applications;a review[J]. Journal of Medical Engineering & Technology,2021,45(7):552-573.

收稿日期:2021-10-25