

和安全等问题。边缘计算将把无线网络和互联网有效融合在一起，在无线网络边缘提供云计算能力和无线网络能力。应用服务和内容部署在本地边缘，可以减少数据传输环节，提高数据安全性，降低端到端时延，减少带宽占用，并降低功耗。

为了满足 5G 三大场景的业务需求，网元的控制面和转发面分离，控制面集中部署调度，用户面靠近用户分布式部

署，实现管理成本以及用户体验的平衡。同时，为了有效实现业务锚点下沉，缩短业务响应时间，并且将传统移动网络的通信能力开放，MEC 边缘计算的应用也越来越广泛。通过将网络核心功能下沉到网络边缘，在靠近移动用户端，提供 IT 的服务、环境和云计算能力，满足 5G 低延时、高带宽的业务需求。面向应用层面，MEC 可向垂直行业提供定制化、差异化服务，提升网络利用效率和价值。

表 3 无线网设备清单

	产品型号	数量	配置规格	设备参数:
4/5G 多模宏站	V9200	7	高 * 宽 * 深毫米, 88.4 x 445 x 370, 满配支持 5 块基带板	重量 (Kg): <18 kg 尺寸 (宽 × 高 × 深): 88.4 x 445 x 370 功耗: 单基带板 315W, 满配 1200W
	A9631A	1	无线空口技术: 5G NR / TD-LTE 信道带宽: NR: 60/80/100 MHz; TD-LTE: 20 MHz 工作频段: S26: 2515-2675 MHz 最大占用带宽: 160 MHz Massive MIMO / 3D-MIMO: 64T64R	重量 (Kg): 39 kg 尺寸 (宽 × 高 × 深): 475*870*170(mm) 功耗: 1030W
E-BAND 微波	ER2020	4	工作频段: 70/80G 信道带宽: 62.5MHZ-2000MHZ 调制方式: BPSK--256QAM	重量 (Kg): 5.5kg 尺寸 (宽 × 高 × 深): 257mm*257mm* 98mm 功耗: 60W

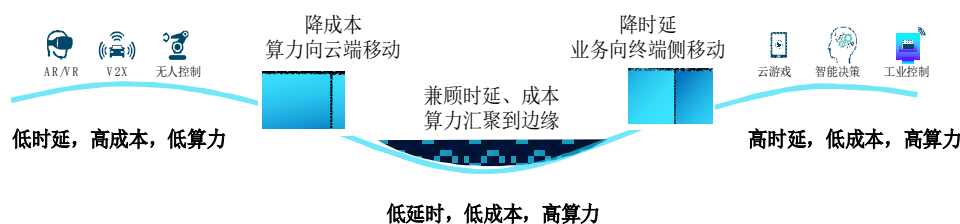


图 2-1 MEC 特性介绍

MEC 将传统电信网络与互联网业务进行深度融合，旨在减少用户业务交互的端到端时延，同时通过发掘无线网络的内在能力，更好地提升用户业务体验。从 MEC 的完整解决方案考虑，MEC 既需要通讯网络能力 (CT 能力) 支撑、也需要云计算能力 (IT 能力) 支撑，是一个 ICT 技术融合的最佳结合点。

5.2 MEC 特性

MEC 既是一个资源计算平台，又是一个无线网络能力平台，通过将移动接入网与互联网业务深度融合，一方面可以改善用户体验，节省带宽资源，另一方面通过将计算能力下沉到网络边缘位置，提供第三方应用集成，为移动边缘入口的服务创新提供了想象空间。下面的表达式可以简单地用来描述 MEC 的特性：

$$MEC = (\text{连接} + \text{计算}) \times \text{能力}$$

MEC 引入的主要优点如下：

缩短传输时延：数据不需要经过中心机房，传输路径变短，时延减小。

减轻传输网络的压力：数据直接本地卸载到工厂的数据中心，不需要经过回传网络，节省回传网络的带宽。

数据安全性：数据直接发送给本地网络，减少在互联网的传输，工厂数据更加安全。

6 结语

通过构建基于 5G SA (独立组网) 的专用网络，结合 MEC (多接入边缘计算) 下沉部署、三频 (700MHz+2.6GHz+4.9GHz) 协同组网、超级上行、双 UPF 容灾、可移动基站及 CoMP 小区干扰协同等创新技术，详细阐述了无线网络规划、微波回传方案、MEC 设备配置及多层次安全防护体系，展示了 5G 专网在提升煤矿智能化水平、保障生产安全与效率方面的显著优势，为同类矿山智能化建设提供了可复用的技术路径与实践参考。

参考文献

- [1] 煤炭工业“十四五”高质量发展指导意见.
- [2] 王李刚,王永军等.智慧矿山信息系统架构与关键技术.(《煤炭科学技术》).
- [3] 刘毅,王永强等.5G技术在智慧矿山中的应用研究(《工矿自动化》).
- [4] 智能化露天煤矿建设规范(T/CNCA 002-2020).
- [5] 李白萍.微波与卫星通信.

Design and Implementation of an Industrial Robot Training Platform Based on PLC

Kunlong He Pingyi Shi* Junqi Wang Ben Liang Zhe Zhang

School of Intelligent Manufacturing and Equipment, Guangdong Light Industry Vocational University, Guangzhou, Guangdong, 510300, China

Abstract

In response to current issues such as the limited functional modules of industrial robot training equipment, the lack of integrated teaching devices for robotic systems, and the monotony of teaching projects, this study first proposes a system design scheme for an industrial robot training platform workstation integrated with Siemens PLC. Subsequently, the composition and functions of each unit module of the training platform are introduced, and the control system of the platform is designed. Key steps and methods for integrating the training platform are elaborated. Finally, practical training function projects are designed for the platform, and reference suggestions are provided for its application in practical teaching.

Keywords

PLC; industrial robot; training platform; system integration

基于 PLC 控制的工业机器人实训平台的设计与实现

何昆隆 石平义* 王俊琦 梁奔 张喆

广东轻工职业技术大学智能制造与装备学院, 中国·广东广州 510300

摘要

针对当前工业机器人实训装备功能模块单一、机器人系统集成教学设备缺乏、教学项目单一等问题, 首先, 提出一种基于西门子 PLC 控制的工业机器人实训平台工作站集成的系统设计方案, 其次, 介绍该实训平台的各单元模块的组成和功能, 设计了该实训平台的控制系统, 阐述实训平台集成关键步骤与方法。最后, 针对该实训平台设计了实训功能项目并针对该实践平台在实训教学中的使用提出参考建议。

关键词

PLC 控制; 工业机器人; 实训平台; 系统集成

1 引言

随着当前人工智能技术的快速发展, 工业机器人技术得到了更加迅猛发展和广泛应用。工业机器人技术与维护领域对人才的需求也日益迫切^[1]。目前, 国内各高校广泛开展了工业机器人相关专业, 因此, 各学校对工业机器人高质量实训实验设备或者平台的更新和改造需求日益增长。针对上述背景, 为了解决针对当前教育行业存在的工业机器人实训平台功能模块单一、机器人系统集成的高质量多功能教

学设备缺乏、实训项目单一等问题^[2], 提出一种基于西门子 PLC 集成控制的工业机器人实训平台的设计与实现, 以满足高校领域对工业机器人集成实训装备的教学使用需求, 为工业机器人实训平台系统集成应用提供借鉴与参考价值。

2 实训平台各模块组成及其功能

2.1 实训平台系统的组成设计

工业机器人实训平台工作站系统以桌面型 6 轴工业机器人 (ABBIRB 120 型) 系统为核心设备。整体采用多模块设计思路, 可以通过快速重构完成多种实训任务^[3]。为了实现装配, 该系统配置 4 套机器人末端工具, 实现设备的多种功能快速自动切换和装配过程的抓取任务。同时配置了基于外部 PLC 控制的数字化仓库、垂直和旋转供料装置、皮带线输送装置、重量检测装置和工件信息读取写入的 RFID 装置; 支撑了常用的 PLC 应用编程及调试的练习和考核; 系统配置的变位机、旋转供料、皮带输送线等装置, 覆盖多种通讯方式, 支撑了工业互联网技术应用的实践; 另外, 该实

【基金项目】广东轻工职业技术大学 2024 年创新创业精致育人项目 (项目编号: JZYR202409)

【作者简介】何昆隆 (2003-), 男, 从事工业机器人技术研究。

【通讯作者】石平义 (1989-), 男, 中国湖北黄冈人, 硕士, 工程师, 从事工业机器人技术、智能制造研究。

训平台配置了电脑,可通过工业机器人离线编程软件对工业机器人复杂工艺编程的支持,可有效扩展工业机器人应用编程的边界,充分发挥想象力实现任何可能的机器人操作任务。该实训平台工作站系统设计图如下图1所示:

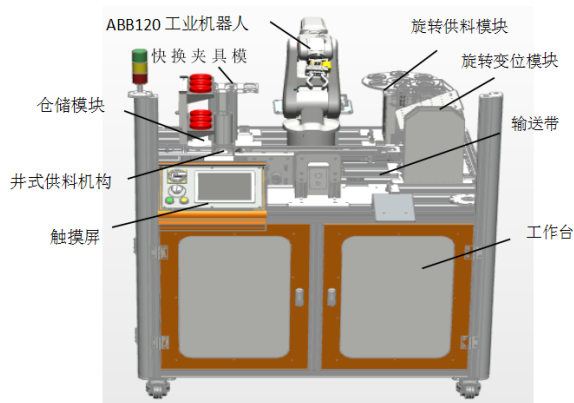


图1 工业机器人实训平台设计示意图

2.2 工业机器人实训平台装配的产品说明

针对工业机器人日常教学过程教学需要和学生基础情况,作者在此基础上开发了装配实训任务模块。该工业机器人实训平台所装产品如图2所示,通过操作完成电机部件装配。所需要用到的工件包括:端盖、底座、机芯。最终装配完成的成品如下图2中成品。

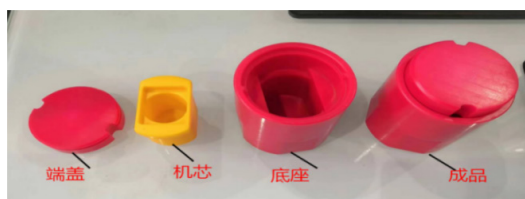


图2 电机部件产品、成品图

电机成品装配步骤设计:

步骤1:取大爪工具,搬运电机底座到装配模块并固定夹紧;

步骤2:换方爪工具,在旋转工位模块抓取电机转子转子装配到电机外壳中;

步骤3:换吸盘工具,在输送带模块上吸取电机端盖,并将电机端盖装配到电机转子上。

步骤4:取大爪工具,将装配好电机成品放到仓储模块指定位置。

2.3 实训平台主要模块功能作用

工业机器人系统采用ABB IRB 120型六轴工业机器人,包含了机器人本体,机器人控制柜、示教器、机器人连接电缆。快换工具模块配置多种机器人末端工具,主要包括大爪工具、方爪工具、机器人写字工具、吸盘工具。变位机模块采用了机器人外部轴控制,其电机驱动接收机器人控制器命令通过示教器对其进行编程和操作,主要实现机芯零件的旋转供料。井式供料模块由圆柱形料筒和伸缩气缸组成,圆

柱型料筒内径为50mm,可装入端盖物料,圆柱料筒底部配置对射型传感器检测工件有无,气缸配置磁性开关检测动作是否执行,气缸动作及传感器信号均由PLC控制。皮带运输模块主要由皮带线输送机、工件上料检测传感器、工件到位检测传感器组成。仓储模块用于放置机器人电机部件装配的底座工件和成品。

3 PLC 控制系统设计

3.1 控制系统原理框架

在实训平台系统中,PLC控制系统主要实现对设备的机械运动控制、通讯等功能。该工作站控制系统的原理框架如图3所示。

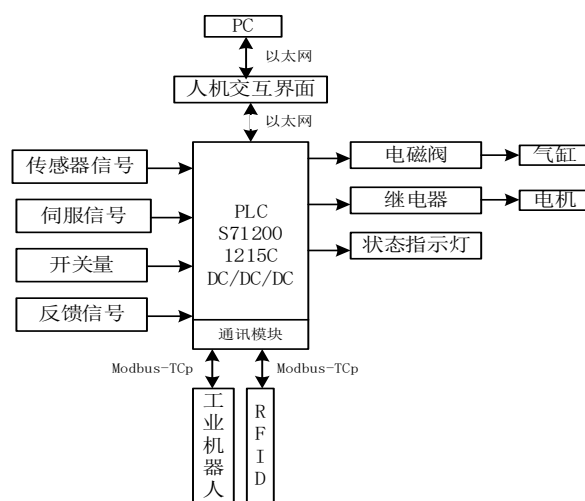


图3 控制系统原理框架图

3.2 实训平台的主要工作流程

实训平台工作时,PLC程序判断原料库有无工件,没有则手动放若干工件在原料库,使流程继续。图中虚线部分根据实际任务要求表示工业机器人可选择搬运工序或者直接进行全流程装配工序。整个过程通过PLC与机器人的信号交互通讯,完成装配任务。实训平台控制系统工作流程如图4所示。

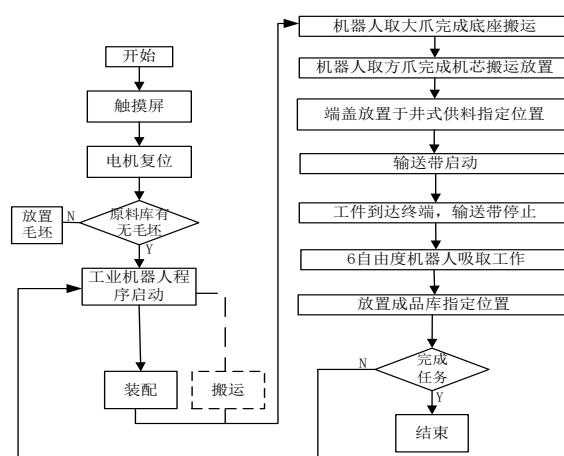


图4 工业机器人实训平台工作流程图