

# 工业控制网络实训平台开发与设计

王俊洲 张晓娟

重庆工业职业技术学院, 中国·重庆 401120

**摘要:** 针对当前工业控制网络课程教学痛点, 论文提出了一种工业控制网络实训平台开发与设计思路, 采用校企合作形式, 构建一条汽车装配模拟产线为教学载体, 涵盖 PLC、变频、伺服、HMI、工业总线、工业以太网、交换机等, 理论联系实际、切实提升解决问题的能力。支撑了电气自动化技术专业关于工业控制网络技术课程的教学需求, 也为相关研究提供一定的参考。

**关键词:** 工业网络; 实训平台; 开发

## Development and Design of Industrial Control Network Training Platform

Junzhou Wang Xiaojuan Zhang

Chongqing Industry Polytechnic College, Chongqing, 401120, China

**Abstract:** In response to the current pain points in the teaching of industrial control network courses, this paper proposes a development and design idea for an industrial control network training platform. By adopting a school-enterprise cooperation model, a simulated automotive assembly production line is built as the teaching carrier, covering PLC, frequency conversion, servo, HMI, industrial bus, industrial Ethernet, switches, etc. It combines theory with practice and effectively enhances the ability to solve problems. This supports the teaching requirements of the industrial control network technology course for the Electrical Automation Technology major and also provides certain references for related research.

**Keywords:** industrial network; practical training platform; development

## 0 前言

作为控制技术、仪器仪表、计算机技术和网络技术发展的结果, 工业控制网络是工业技术发展的必然。作为用于现场仪表与控制系统和控制室之间的一种全分散、全数字化的、智能、双向、多变量、多点、多站的分布式通信系统, 它的出现, 使得高性能、高可靠性的分布式控制、检测系统成为现实。《工业控制网络技术》是电气自动化专业(群)必修的一门专业课程。是培养现代制造业中从事自动化类技术人员的核心职业能力, 实现实际工程项目的联网控制, 为后面的毕业设计和顶岗实践打下专业基础, 对学生职业能力培养和职业素质培养起主要支撑作用。

目前, 《工业控制网络技术》教学还有多种痛点。理论与实践脱节, 课程内容多以理论为主, 缺乏实际操作机会, 而学生动手能力较弱, 难以将理论知识应用于实际。设备与资源有限, 缺乏先进的工业控制网络设备, 难以提供真实环境, 导致资源匮乏, 实验设备和软件资源有限, 影响教学效果。

工业控制网络实训平台是电气自动化技术专业(群)的核心实验实训设备, 该设备是一个跨学科、多领域的综合性平台。经过调研, 价格昂贵, 灵活性不足, 市面上工业控制网络设备具有网络系统元器件, 能够完成工业控制网络的组网与连线, 但不具备实际应用场景, 对学生熟悉工业现场、

提升工业控制网络解决问题的能力不足, 不能满足教学中的实际应用。本文开发方案采用自我设计、校企合作, 打造一个功能强大、贴近工业实际应用的实训平台, 为电气自动化技术专业人才培养提供一个可用的实训平台, 为智能控制领域的人才培养和技术创新提供有力的支持。

## 1 工业控制网络实训平台的总体设计

### 1.1 工业控制网络教学需求

工业控制网络技术需涵盖计算机网络、自动化控制、通信协议等基础理论, 并结合工业 4.0、智能制造等前沿趋势, 整个教学过程是信息技术与工业应用的融合。重点教授工业以太网、现场总线、工业无线网络(如 5G、Wi-Fi 6)等架构设计, 结合典型工业场景(如 SCADA 系统、PLC 组网)进行实操训练。

目前职业院校在工业控制网络技术教学面临的教学痛点很多:

①实践教学设备不足。工业控制网络涉及大量实操技术(如工业协议配置、设备调试), 但缺乏工业级设备(如 PLC、工业交换机)和模拟环境, 导致学生难以获得真实场景的动手能力。实验课程多局限于软件仿真, 与工业现场脱节。

②跨学科整合能力薄弱。工业控制网络技术需要融合自动化、通信、计算机等多领域知识, 但教学中常以单一学

科为主，缺乏系统性整合，学生难以建立全局视角。

③师资经验与行业对接不足。教师多来自学术背景，缺乏工业现场经验，难以传授实际问题解决技巧（如网络故障排查、工业协议优化）。

针对以上教学痛点，有必要建设工业控制网络实训室、配备工业控制网络实验实训平台（如 PLC、工业交换机、仿真智能化产线）。加强校企合作，通过产教融合项目，提供真实生产环境案例，进行师资培训，更新师资知识结构和体系，增强学生工程化能力。以支持职业院校面向新常态持续性的专业开发、课程建设、教育模式创新方式方法等。

## 1.2 工业控制网络实训平台方案设计

### 1.2.1 建设目标

充分考虑专业人才的职业发展路径与成长路径，以技能实验为中心，提高电气自动化技术等专业学生的就业竞争能力和人才供给能力。以人才培养为中心，以课程建设为落脚点，以工作场景综合实验为驱动，逐步构建培养掌握 PLC、伺服与变频、HMI、网络通讯等系统集成及应用领域全岗位教学体系。建立起以培养专业能力、职业能力、职业

素养为核心的课程实验体系。

### 1.2.2 硬件架构设计

采用工业级的硬件设备，如 PLC、工业交换机、HMI 人机界面、传感器 / 执行器、SCADA 服务器。支持冗余网络拓扑（环形、星形等）搭建。

搭建一条智能汽车装配自动化产线作为工业控制网络技术应用载体。包括物料输送带、模拟冲压实验工位、模拟装配工位和模拟仓储工位等。

①物料输送带，采用变频器控制。

②模拟冲压实验工位由气动模拟冲压机，原料仓库和上下料双轴机械手组成，可完成小汽车冲压加工过程。

③模拟装配工位，模拟装配工位包括井式仓储结构、模拟装配工装台等组成，可模拟整车总装工厂，工位采用模块化结构安装于基础实验平台，方便学生进行拆装训练。

④模拟仓储工位，模拟仓储工位由双轴出入库机械手（步进电机控制）、平面仓库、检测系统组成，可完成成品汽车的检测和入库工作。

工业控制网络实训平台方案如表 1 所示。

表 1 工业控制网络实训平台方案

序号	名称	备注
1	工业控制网络应用及开发实训平台	用于安装 PLC 系统模块、工业网络模块、小型汽车装配产线以及配套电气及机械辅件。设置主控电源区，主控电源区包括插座区域、漏电保护区域、三相电源区域、直流 24V 电源输出区域等组成
2	小型 PLC 套件	小型 PLC 套件主要用于现场层信号采集，工业总线通讯，生产控制等功能
3	小型 PLC 串口通信模块	1 个通信模块，RS422/485，9 针 Sub-D（插座）支持自由端口
4	工业触摸屏套件	工业触摸屏套件主要用于现场数据显示与控制操作
	网络通信模块套件	主要用于实现工业控制网络底层网络通信，以满足工业数据上云需求
5	分布式 IO 套件	主要验证学习 PROFINET 技术
6	变频器模块	实现远程变频调试与控制
7	步进电机	主要用于工业控制网络的工业运用场景，实现对负载的控制
8	电能监测电表	实现远程 RS485 通讯，远程监测电能参数
9	工业互联网应用及开发实训场景	参照汽车厂生产工艺模拟抽象而成，包括物料输送带、模拟冲压实训工位、模拟装配工位和模拟储存机构等： ①物料输送带：模拟冲压实训工位由模拟冲压机构，井式仓储结构和出料气缸组成； ②模拟装配工位； ③色标检测系统； ④模拟仓储机构。
10	工业控制网络应用平台	工业控制网络应用平台主要是用于生产数据采集、数据上云及对生产数据进行分析显示；包含数据采集模块 1 台、透明工厂应用平台 1 套、数据采集系统云助手 APP 1 套

## 2 工业控制网络实训平台功能任务

### 2.1 工业控制网络实训平台的功能定位

①理虚实一体化技能实训平台：该平台搭建一个汽车装配模拟生产线，为工业控制网络提供控制对象，达到理论学习与工业实际的紧密结合，通过理论联系实际的反思过程，发展学生解决问题的能力。

②任务导向型的课程设计：在工业控制网络技术的课程体系设计时，打破传统的学科型课程体系，建立基于任务

导向的课程体系模式。从教学环境和教学内容入手，同时转变教学方式，形成以任务为载体、学生主动构建、融教学做一体的实施方式。尊重学生的职业成长体验，培养学生专业能力的同时，提高学生的综合职业素质。

③岗位能力适应的多元化培训。工业控制网络实训平台设计基于工业控制网络应用及开发相关职业岗位群定位，从岗位分析主要工作任务，进行专业的技能培养方向多元定位。以工业控制网络应用及开发能力为核心，同时兼顾工业

控制网络的设计、安装装配、调试、开发、运维和故障排查能力、云平台系统建设和实施能力,工业控制系统的安装调试等,拓宽学生的就业能力和就业范围。

## 2.2 工业控制网络实训平台主要功能

①工业传感器、工业 PLC 及电气系统集成技术资源实训。提供工业控制网络传感器模块实训,包含温湿度、光电、接近、色标、工业 PLC 及电气控制系统、应用场景等设备的基础实训,更好让学生进行实操体验。

②工业传感网络与传输、通信技术资源实训。提供工业传感网络的搭建实训功能,包含传感网关和各种通讯模块(NB-IoT、Lora、GPRS/4G 等)并且可将传感器数据发送至工业控制网络大数据平台。

③工业传输协议解析、信息采集网关资源实训。提供工业控制协议解析与数据封装,对接信息网关协议、实现数据互联互通功能,包含信息采集网关和各种工业控制协议(modbus、Profinet、EtherCAT 等)并且可将传感数据发送至工业控制网络大数据平台。

④工业控制网络应用系统安装、调试、云平台资源实训。提供工业控制网络各类型总线、应用型标准化设备,构建工业控制网络应用场景。完成工业控制网络应用系统进行工程安装、软件调试、布线工程施工与云平台数据应用与管理实训、实践任务。

⑤工业控制网络运动控制应用资源实训。提供本地运用设备控制,通过终端伺服电机轴(交流)控制。提供本地控制器数据直接与工业互联网平台通讯,实现工业控制网络现场设备的运动控制数据的智能协同。完成工业设备互联,连接云端,达到工业控制网络对现场运用控制设备及边缘计算的实训目标。

⑥工业互联布线、工程实训技术资源实训。提供工业控制网络应用系统工程布线与实施、包含工业布线所用到的工具、耗材、系统布线实施与安装调试实训,更好让学生进行工业互联网领域实训要求。

⑦项目创新开发资源实训。提供工业控制网络架构组成的多种模块、传感器和外设;通过在 WEB 端组态配置网关的通讯协议和显示界面,实现对工业设备的远程监测、远程控制 and OTA;在网关内加入了多种有趣的功能模块(无线通讯模块和传感器模块)从而增强学生的学习兴趣,可以通过 WEB/APP 端实现工业互联网的通讯协议解析配置和数据呈现与交互。

## 3 结语

加强校企合作,追踪工业控制网络技术发展趋势,紧密结合工业应用,工业控制网络实训平台的成功开发与设计不仅能够有效提升学习者的专业技能,也为他们提供了宝贵的实践经验,有助于缩小职业教育与行业需求之间的差距。

### 参考文献:

- [1] 林君,丁宇涛.PLC综合实训台的设计与应用[J].机电产品开发与创新,2017,30(2):2.
- [2] 沈灿钢,孙晓明.西门子全集成工业网络实训室设计与实现[J].实验技术与管理,2015,32(2):3.

作者简介:王俊洲(1978-),男,中国河北邯郸人,硕士,副教授,从事电气自动化研究。

课题项目:重庆市教育委员会科学技术研究项目“基于 FPGA 的高速采集系统设计”,项目编号:KJQN2024 03243。