**《工业以太网与现场总线技术（企业）》课程教学大纲**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程名称** | **中文** | | 工业以太网与现场总线技术（企业） | | | |
| **英文** | | Industrial Ethernet and Fieldbus Technology(Enterprise) | | | |
| **课程代码** | A31Q048 | | **开课学院/系** | 电气信息工程学院/信息工程系 | **制定/修订**  **时间** | 2023.09 |
| **课程类别** | 专业课程 | | **学分** | 4 | **学时** | 64 |
| **适用专业** | 物联网工程 | | | | | |
| **先修课程** | 《工业互联网导论》 | | | | | |
| **选用教材** | 李正军. 工业以太网与现场总线.北京：机械工业出版社. 2022. | | | | | |
| **课时分配** | 理论教学32学时，实验教学32学时 | | | | | |
| **撰写人** | 黄冠全 | **审定人** | | 黄成 | **批准人** | 薛波 |

**一、课程简介**

《工业以太网与现场总线技术》是物联网工程专业的专业必修课。本课程要求学生具有工业互联网导论的基础知识。本课程主要介绍工业以太网与现场总线技术的基本概念、基本理论和基本应用，重点介绍了PROFIBUS、CC-Link、Modbus以及工业以太网的技术特点、技术规范、系统设计、硬件组态及其在控制系统中的构建与应用。通过适当地融入课程思政元素，帮助学生坚定共产主义理想，树立科技兴邦、科技报国理念；通过教师的言传身教，使学生获得本课程的专业知识，在培养学生工业以太网与现场总线技术系统的分析和设计能力的同时，培养学生科学思维能力、工匠精神；为我国经济产业的转型培养更多具备环球视野、跨界整合思维和创新创造精神、实践能力的复合型新工科人才。

**二、课程目标**

课程目标1：掌握工业以太网和现场总线的基础知识，包括控制系统的组成、通信系统的组成、数据编码、数据传输技术、网络拓扑结构和网络控制方法、数据交换、差错控制、现场总线通信模型、现场总线网络节点、现场总线控制网络任务、控制网络的安全；

课程目标2：能够应用PROFIBUS总线的传输技术和控制系统实现基于智能从站（PLC）的PROFIBUS-DP的通信、实现基于DP从站的PROFIBUS-DP的通信，能够构建基于远程I/O站的CC-Link现场总线系统，能够建立S7-200 PLC之间的Modbus RTU通信系统，能够应用PROFINET技术实现S7-300 PLC之间的通信系统。

课程目标3： 能够熟练掌握PROFIBUS控制系统硬件配置、硬件组通、通信接口参数配置。能够熟练掌握PROFIBUS硬件组态及网络连接。能够熟练掌握CC-Link系统网络配置、主站模块、接口模块。能够熟练掌握Q系列PLC、QJ61BT11模块的应用。

课程目标4： 能够深刻理解工业以太网与现场总线的原理及其在现代工业自动化系统中的核心作用，详细解析并比较不同现场总线标准的技术规格，以及工业以太网相较于传统现场总线的优势与差异，具体包括PROFIBUS、CC-Link、Modbus等主流现场总线标准，以及工业以太网的体系结构、协议规范和技术特点。

课程目标5：了解工业以太网与现场总线技术发展历史和我国工业互联网行业现况，帮助学生坚定共产主义理想，树立科技兴邦、科技报国理念，增强推进我国先进技术发展的使命感和紧迫感。通过教师的言传身教，培养学生的科学思维能力、工匠精神，能够科学地、辩证地分析和处理工业以太网与现场总线技术和系统中的问题。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **毕业要求指标点** | **课程目标** |
| 毕业要求2：  问题分析 | 2.3能够从数理科学与工程科学角度，结合文献研究对复杂工程问题解决方案进行分析，并能够掌握解决方案优化方法。 | 1 |
| 毕业要求3：  设计/开发解决方案 | 3.4 在解决方案的具体设计环节中，具有创新意识。 | 2 |
| 毕业要求4：  工程研究 | 4.2 针对移动互联复杂工程问题，能够运用本专业相关原理和知识设计实验方案，并进行合理实施。 | 3 |
| 4.3 能够对已获得的实验数据进行整理、分析，并能通过信息综合得出有效结论。 | 4 |

**三、课程目标与毕业要求的支撑关系**

**四、课程教学内容**

（一）理论教学部分

内容1：工业以太网与现场总线概述

1. 基本内容： 控制系统的发展，现场总线及其发展，几种有影响力的现场总线，以太网与控制网络的结合。

2. 重点：现场总线及其发展，以太网与控制网络的结合。

3. 难点：以太网与控制网络的结合。

4. 知识目标：了解控制系统的基本概念，了解控制系统的发展历史；熟悉现场总线的基本概念，了解现场总线的发展历史；掌握几种有影响力的现场总线的特点；了解以太网与控制网络的结合原理。

5. 能力目标：能熟悉描述控制系统的定义及其发展历史；能掌握现场总线的定义及发展历程；能在理解的基础上，描述几种有影响力的现场总线的技术特点；能清晰完整地表达以太网与控制网络的结合原理。

6. 素质目标：通过控制系统、现场总线技术的发展历史和我国工业互联网行业现况的介绍，强调核心技术的重要性和本课程的重要性，同时明确本课程的实践性强这一特点。

内容2：现场总线通信基础

1．基本内容：现场总线的基本术语，总线操作的基本内容，通信系统的组成，数据通信的基本概念，数据编码方法，数据传输技术，网络拓扑结构，网络控制方法，数据交换技术，差错控制，OSI参考模型，现场总线通信模型，网络互联设备，现场总线网络节点，现场总线控制网络的任务，控制网络的安全问题。

2．重点：总线操作的基本内容，数据编码方法，数据传输技术，网络控制方法、数据交换技术，OSI参考模型，现场总线通信模型，网络互联设备，现场总线网络节点。

3．难点：数据编码方法，数据传输技术，网络控制方法、数据交换技术，差错控制，现场总线通信模型。

4．知识目标：熟悉现场总线的常用属于；熟悉总线操作的基本步骤和实施内容；理解数据通信的基本概念；掌握常用的数据编码方法；了解数据传输技术、网络拓扑结构；掌握常用的网络控制方法；了解数据交换技术；理解差错控制原理和方法；掌握OSI参考模型和现场总线通信模型；了解常用的网络互联设备和现场总线网络节点；了解现场总线控制网络的任务和安全问题。

5．能力目标：能够进行基本的现场总线操作，能够运用基本的数据编码方法进行编码，能设计简单的网络拓扑结构，能够运用常见的差错控制方法解决实际问题，具有现场总线网络规划和设计能力。

6. 素质目标：通过现场总线通信基础讲解，让学生体会求同存异的智慧。网络起源于一些高校、科研院所、企业，起初各个机构设计的网络雏形结构不尽相同，虽然本机构内部的站点之间能够相互通信，但各机构网络由于结构不同、设备不同导致不能互通。OSI和TCP/IP分别作为计算机网络体系结构的理论指导和事实上的应用模型，运用了求同存异的理念，完美地解决了此难题。追求和谐、包容、兼容并蓄，理解差异，尊重所有的不同。在诸多不同之上，定义统一的规范和标准，只要遵守规则，则兼容一切不同。

内容3：PROFIBUS总线及其应用

1．基本内容：PROFIBUS总线及其分类，PROFIBUS的通信协议，RS-485传输技术，光纤传输技术，IEC 1158-2传输技术，PROFIBUS-DP设备，PROFIBUS-DP的IO通信，GSD文件，控制系统硬件配置，硬件组态，通信接口参数设置，基于智能从站的程序设计与系统调试，基于DP从站的程序设计与系统调试。

2．重点：PROFIBUS的通信协议，RS-485传输技术，光纤传输技术，IEC 1158-2传输技术，控制系统硬件配置，硬件组态。

3．难点：通信接口参数设置，基于智能从站的程序设计与系统调试，基于DP从站的程序设计与系统调试。

4．知识目标：熟悉PROFIBUS总线及其分类，掌握ROFIBUS的通信协议；理解RS-485传输技术，掌握光纤传输技术，掌握IEC 1158-2传输技术，熟练掌握PROFIBUS-DP设备和IO通信；熟悉GSD文件的编写和解析。

5．能力目标：能够配置控制系统硬件，能够完成基本的硬件组态操作，能够编写基于智能从站的程序，能够进行智能从站的系统调试，能够编写基于DP从站的程序，能够进行DP从站的系统调试。

6. 素质目标：讲解硬件组态技术时，增添一些典型的PLC控制案例，向学生展现“大国重工”的概念，让学生认识我国正从制造大国转向制造强国，需要学生为这一过程尽一份力，使学生具有使命感和责任感。

内容4：CC-Link总线及其应用

1．基本内容：CC-Link技术特点，FX系列CC-Link系统网络配置、主站模块、接口模块、基于远程I/O站的CC-Link现场总线应用，Q系列PLC介绍，QJ61BT11模块及其应用，基于Q系列PLC的CC-Link总线控制系统的构建与运行。

2．重点：CC-Link技术特点，FX系列CC-Link系统网络配置、基于远程I/O站的CC-Link现场总线应用，Q系列PLC介绍，QJ61BT11模块及其应用，基于Q系列PLC的CC-Link总线控制系统的构建与运行。

3．难点：基于远程I/O站的CC-Link现场总线应用，基于Q系列PLC的CC-Link总线控制系统的构建与运行。

4．知识目标：理解CC-Link技术特点，掌握FX系列CC-Link系统网络配置、主站模块、接口模块、基于远程I/O站的CC-Link现场总线应用，理解Q系列PLC基本原理，掌握QJ61BT11模块及其应用，理解基于Q系列PLC的CC-Link总线控制系统的构建与运行原理。

5．能力目标：能够进行FX系列CC-Link总线系统的网络配置，能够熟练应用基于远程I/O站的CC-Link现场总线解决实际问题，能够熟练构建并成功运行CC-Link总系统控制系统。

6. 素质目标：在讲解CC-Link的特点时，引导学生思考在工程实践中所涉及的节能减排、绿色发展问题。CC-Link 开发的网络控制系统有利于分散系统实现集中监控, 提高系统自动化水平 ,减轻工人劳动强度 ,减少事故率, 提高设备的使用寿命 ,节能降耗 ,提高效率,降低了成本。绿色发展是以效率、和谐、持续为目标的经济增长和社会发展[方式](https://baike.baidu.com/item/%E6%96%B9%E5%BC%8F/3616191)。 当今世界，绿色发展已经成为一个重要趋势，许多国家把发展[绿色产业](https://baike.baidu.com/item/%E7%BB%BF%E8%89%B2%E4%BA%A7%E4%B8%9A/930839)作为推动[经济结构调整](https://baike.baidu.com/item/%E7%BB%8F%E6%B5%8E%E7%BB%93%E6%9E%84%E8%B0%83%E6%95%B4/4001989)的重要举措，突出绿色的理念和内涵。

内容5：Modbus总线及其应用

1．基本内容：Modbus协议概述，Modbus RTU通信概述，S7-200 PLC之间的RTU通信，协议的安装，Modbus地址，通信的建立，PLC与智能仪表之间的Modbus RTU通信，控制要求及硬件配置，智能仪表介绍，通信参数及指令介绍。

2．重点：Modbus协议概述，协议的安装，Modbus地址，通信的建立，智能仪表介绍，通信参数及指令介绍。

3．难点：S7-200 PLC之间的RTU通信，协议的安装，Modbus地址，通信的建立，PLC与智能仪表之间的Modbus RTU通通信，控制要求及硬件配置。

4．知识目标：理解脉冲信号的概念，理解555定时器的工作原理；理解单稳态触发器、施密特触发器、多谐振荡器的工作原理及应用；掌握由555构成的单稳态触发器、施密特触发器、多谐振荡器的工作原理及参数计算。

5．能力目标：能够理解Modbus协议，能够理解RTU通信原理，能够独立安装Modbus协议，能够理解Modbus地址的格式，能够建立Modbus通信，能够进行Modbus的硬件配置，能够熟练使用智能仪表，能够配置通信参数及使用指令解决实际问题。

6. 素质目标：本部分内容讲述的Modbus总线技术，是本课程的重点难点。 Modbus已经成为工业领域通信协议的业界标准（De facto），并且现在是工业电子设备之间常用的连接方式。“纸上得来终觉浅，绝知此事要躬行。”理论知识不能只停留在原理性内容上，要做到理论和实际结合。在实践中不断总结创新经验，深入学习，迎难而上。

内容6：工业以太网及其应用

1．基本内容：工业以太网基础，工业以太网的现状，工业以太网的发展前景，PROFINET技术介绍，PROFINET与PROFIBUS的比较，PROFINET IO系统结构，PLC之间的PROFINET通信，MC技术介绍，MC TCP/IP通信，Modbus TCP技术。

2．重点： PROFINET技术介绍，PROFINET与PROFIBUS的比较，PROFINET IO系统结构，PLC之间的PROFINET通信。

3．难点：PLC之间的PROFINET通信，MC技术介绍，MC TCP/IP通信，Modbus TCP技术。

4．知识目标：了解工业以太网基础知识，熟悉工业以太网的现状、工业以太网的发展前景，掌握PROFINET技术，理解PROFINET与PROFIBUS的异同，理解PROFINET IO系统结构，掌握PLC之间的PROFINET通信，理解MC技术，掌握MC TCP/IP通信技术，掌握Modbus TCP技术。

5．能力目标：能够识别并区分PROFINET与PROFIBUD技术，能够构建S7-300 PLC之间的PROFINET通信，能够实现S7-1200 PLC之间的Modbus TCP通信。

6. 素质目标：今天的控制系统和工厂自动化系统，以太网的应用几乎已经和PLC一样普及。工业以太网是的工业互联网的重要技术组成部分，习近平指出，当前，全球新一轮科技革命和产业变革深入推进，信息技术日新月异，5G与工业互联网的融合将加速数字中国、智慧社会建设，加速中国新型工业化进程，为中国经济发展注入新动能，为疫情阴霾笼罩下的世界经济创造新的发展机遇。鼓励学生参加FPGA设计竞赛、电子设计竞赛，鼓励学生树立远大理想，勇于创新。

（二）实验教学部分

实验1：基于智能从站的PROFIBUS-DP通信实现

1. 实验内容：基于智能从站的PROFIBUS-DP通信实现。

2. 实验目标：通过此实验的练习，能够熟练掌握PROFIBUS控制系统硬件配置、硬件组通、通信接口参数配置。

实验2：基于DP从站的PROFIBUS-DP通信实现

1. 实验内容：基于DP从站的PROFIBUS-DP通信实现。

2. 实验目标：通过本次实验的练习，能够熟练掌握PROFIBUS硬件组态及网络连接。

实验3：FX系列CC-Link总线系统的构建

1. 实验内容：FX系列CC-Link总线系统的构建。

2. 实验目标：通过本次实验的练习，能够熟练掌握CC-Link系统网络配置、主站模块、接口模块。

实验4：Q系列CC-Link总线系统的构建

1. 实验内容：Q系列CC-Link总线系统的构建。

2. 实验目标：通过本次实验的练习，能够熟练掌握Q系列PLC、QJ61BT11模块的应用。

实验5：实现S7-200PLC之间的Modbus RTU通信

1. 实验内容：实现S7-200PLC之间的Modbus RTU通信。

2. 实验目标：通过本次实验的练习，熟练掌握Modbus协议的安装、Modbus地址的配置、Modbus通信的建立。

实验6：实现S7-300 PLC之间的PROFINET通信

1. 实验内容：实现S7-300 PLC之间的PROFINET 通信。

2. 实验目的：通过本次实验的练习，能够熟练掌握PROFINET技术、PROFINET IO系统结构。

**五、教学内容、教学方式与课程目标的支撑关系**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **教学内容** | **教学方式** | | |
| **线下教学** | **混合教学** | **线上教学** |
| 课程目标1 | 内容1：工业以太网现场总线概述  内容2：现场总线通信基础  内容6：工业以太网及其应用 | √ |  |  |
| 课程目标2 | 内容3：PROFIBUS总线及其应用  内容4：CC-Link总线及其应用  内容5：Modbus总线及其应用  内容6：工业以太网及其应用 | √ |  |  |
| 课程目标3 | 内容3：PROFIBUS总线及其应用  内容4：CC-Link总线及其应用  内容5：Modbus总线及其应用 | √ |  |  |
| 课程目标4 | 内容3：PROFIBUS总线及其应用  内容6：工业以太网及其应用 | √ |  |  |

**六、课程教学方法与学时分配**

（一）教学方法

(1) 任务驱动法：以理论+实践操作的任务驱动的授课来方式来组织教学。注重学生综合能力的培养和提升。

(2) 实践动手操作法：利用ICT产教融合基地先进的技术和设备，以课程理论知识作为基础，充分考虑学生学习渐进性，基于教材由简单到复杂的内容结构，在实验项目式教学的组织上以能力阶梯划分一个个操作内容单元，让学生在实践中逐步提高实践技能，从而培养学生解决问题的思路和方法，提高学生的开发和解决问题的能力。

(3) 职业培养：引导学生对未来职业的认知，通过工程师实际的工程经验，列举一些工作中的实例、以工程案例、情景剧的形式，让学生在学习过程中就能够体会到未来工作的场景。

(4) 信息化教学：让学生成为真正意义上的主体，利用华晟经世的经世优学平台，开展微课、线上作业、答疑、评价等教学工作，让教学无处不在。

(5) 潜移默化式：指教师对课堂纪律的严格要求，对工作认真严谨的态度，对学生的关心爱护，教师的为人师表、以身作则、言传身教，春风细雨，润物无声，潜移默化，于无声处，画龙点睛，精准滴灌。这种方式不用刻意安排，需要的是教师全方位的能力。教师要把学问做好，把科研做好，增强立德树人意识，努力让自己知识面广阔，同时努力实现科研和教学间的相互转化、各类知识间的相互转化，不断完善自己的人格魅力。教师在讲课中，除了谈过程、谈结果，还得谈思想、谈历史，多和学生交流，在和学生的交流中解惑，传达思政内容，同时不断提高自己的教学水平。

1. 学时分配

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **教学内容** | **课堂** | **实验** | **合计** |
| 内容1：工业以太网与现场总线概述 | 4 |  | 4 |
| 内容2：现场总线通信基础 | 4 |  | 4 |
| 内容3：PROFIBUS总线及其应用 | 6 |  | 6 |
| 内容4：CC-Link总线及其应用 | 6 |  | 6 |
| 内容5：Modbus总线及其应用 | 6 |  | 6 |
| 内容6：工业以太网及其应用 | 6 |  | 6 |
| 实验1：基于智能从站的PROFIBUS-DP通信实现 |  | 4 | 4 |
| 实验2：基于DP从站的PROFIBUS-DP通信实现 |  | 4 | 4 |
| 实验3：FX系列CC-Link总线系统的构建 |  | 6 | 6 |
| 实验4：Q系列CC-Link总线系统的构建 |  | 6 | 6 |
| 实验5：实现S7-200PLC之间的Modbus RTU通信 |  | 6 | 6 |
| 实验6：实现S7-300 PLC之间的PROFINET 通信 |  | 6 | 6 |
| 合计 | 32 | 32 | 64 |

**七、课程考核及成绩评定方法**

本门课程采用“N+1”过程性考核的方式进行考核。

考核方式：采用过程考核（平时作业、期中测试、课内实验）和期末考试相结合的形式对学生课程成绩进行综合评定。

成绩评定：在课程目标达成评价与考核总成绩中各部分成绩比例为：平时作业占10%、期中测试成绩占20%、课内实验占20%、期末考试成绩占50%。各考核环节按照附件中的评分标准进行成绩评定。

课程目标与课程考核环节的对应关系：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **课程**  **目标** | **考核环节** | | | | **合计** |
| **平时作业** | **期中测试** | **课内实验** | **期末考试** |  |
| 1 | 课程目标1 | 5% | 5% | 5% | 15% | 30% |
| 2 | 课程目标2 |  | 5% | 5% | 20% | 30% |
| 3 | 课程目标3 |  | 5% | 5% | 5% | 15% |
| 4 | 课程目标4 | 5% | 5% | 5% | 10% | 25% |
| 合计 | | 10% | 20% | 20% | 50% | 100% |

**八、课程参考书目及资源**

1. 郭琼. 现场总线技术及其应用（第3版）. 北京：机械工业出版社，2021.

2. 张帆. 工业控制网络技术. 北京：机械工业出版社，2023.

3. 李正军 李潇然. 现场总线与工业以太网应用教程. 北京：机械工业出版社，2021.

4. 中国大学慕课，工业控制网络与现场总线技术，北京信息职业技术学院.

https://www.icourse163.org/course/BITC-1464050180

**附件：评分标准**

1. **过程性考核评分标准**

考核环节中期中测试及期末试卷评分标准详见每学期 “工业以太网与现场总线技术期中测试参考答案及评分标准”、“工业以太网与现场总线技术期末试卷参考答案及评分标准”。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 考核环节 | **优（90～100）** | **良（80～89）** | **中等（70～79）** | **及格（60～69）** | **不及格（<60）** |
| **平时作业** | 作业按时提交，全部完成并结果全部正确，书写规划整洁，能有自己的总结归纳。 | 作业按时提交，全部完成并结果基本正确，书写规划整洁。 | 作业按时提交，全部完成并结果大部分正确。 | 作业按时提交，全部完成但结果错误较多。 | 作业未按时提交或未全部完成。 |
| **课内实验** | 能按照课内实验要求按时完成全部实验内容，并且配置数据完全正确，数据同步后设备能正常启动，系统功能正常。并且能理解实验各步骤的具体作用和要点。 | 能按照课内实验要求按时完成全部实验内容，并且配置数据基本正确，在老师指导下能将错误改正，数据同步后设备能正常启动，系统功能正常。 | 能按照课内实验要求按时完成全部实验内容，并且配置数据大部分正确，在老师指导下能将错误改正，数据同步后设备能正常启动，系统功能正常。 | 能按照课内实验要求完成大部分实验内容，完成配置的数据大部分正确，在老师的后续指导下能基本完成演练。 | 未完成实验，对实验涉及的知识无法掌握，在老师的后续指导下也未能完成演练。 |