**《过程控制系统》课程教学大纲**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程名称** | **中文** | | 过程控制系统 | | | |
| **英文** | | Process Control System | | | |
| **课程代码** | A313040 | | **开课学院/系** | 电气信息工程学院/自动化系 | **制定/修订**  **时间** | 2023.09 |
| **课程类别** | 必修/专业课 | | **学分** | 3.0 | **学时** | 48 |
| **适用专业** | 自动化 | | | | | |
| **先修课程** | 自动控制原理、传感器与检测技术、电气控制与PLC技术 | | | | | |
| **选用教材** | 王再英. 过程控制系统与仪表(第2版). 北京: 机械工业出版社, 2020. | | | | | |
| **课时分配** | 理论教学40学时，实验教学8学时 | | | | | |
| **撰写人** | 朱二琳 | **审定人** | | 李博 | **批准人** | 薛波 |

**一、课程简介**

《过程控制系统》是自动化专业的主要的专业课程之一，系统介绍了过程控制系统的理论、技术及工程应用。通过本课程的学习，学生可以全面了解和掌握各类典型过程控制系统的组成、各个环节的工作原理以及相关理论与技术最新的发展状况，使学生初步掌握仪表选型、系统设计的基本原理与方法，并对过程控制技术的最新发展有一个比较全面的了解。

**二、课程目标**

该课程的教学目标如下：

课程目标1：通过本课程的学习，能够应用自动控制理论、控制技术和自动化仪表来设计过程控制系统，能够解决过程控制系统工程中的一般问题。

课程目标2：能够根据实际工程的需求，选择合适的过程控制仪表，同时能够兼顾工艺的合理性设计最佳的过程控制方案。

课程目标3：掌握分析和设计过程控制系统的能力，为深入提高学科专业水平和工程实际应用能力打下坚实的基础。

课程目标4：了解国内过程控制的发展史，增强民族自信心和肩负起中华民族伟大复兴的社会责任感。

**三、课程目标与毕业要求的支撑关系**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **毕业要求指标点** | **课程目标** |
| 毕业要求1：工程知识 | 1.3能针对自动化工程领域中机械结构、信息采集与处理、控制方法、执行机构驱动、控制网络等专业工程问题进行建模、求解，并推演、分析专业工程问题。 | 1 |
| 毕业要求3：设计/开发解决方案 | 3.4能在设计中综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素，进行设计方案和实施工艺流程的比较和可行性论证。 | 2 |
| 毕业要求4：工程研究 | 4.2能够针对自动化工程领域复杂工程问题，基于科学原理，通过文献研究和分析，给出相关问题的研究路线和实验方案。 | 3 |

**四、课程教学内容**

（一）理论教学部分

内容1：过程控制系统概述

1．基本内容：过程控制的特点、发展概况、分类及性能指标。

2. 重点：过程控制的特点、分类及性能指标。

3. 难点：过程控制同其他控制的区别。

4. 知识目标：了解过程控制系统的发展概况，理解过程控制系统的特点、任务和要求，了解控制系统的分类，掌握过程控制系统的组成和性能指标。

5. 能力目标：对于实际生产过程能正确的分类，给出具体性能指标。

6. 素质目标：通过过程控制系统的发展历程，了解控制理论的发展和国内工业水平现状，增强中华民族伟大复兴的使命感。通过对控制系统性能指标的分析，增强同学们对自我的认识，把控制系统的稳定性、快速性和稳定性融入到人生规划中。

内容2: 检测仪表

1．基本内容：检测仪表的基本技术指标，温度、压力、流量、物位、成分检测及仪表。

2. 重点：检测仪表的基本技术指标和各检测仪表的工作原理。

3. 难点：热电偶温度计的测温原理。

4. 知识目标：了解过程控制系统中各种检测装置的基本原理，掌握仪表的量程及其调整、零点及其迁移和误差与表述的基本知识。掌握检测装置的工作特性（温度监测与变送，压力监测与变送，流量监测与变送，液位监测与变送）。

5. 能力目标：针对实际工程，能够选择合适的检测仪表。

6．素质目标：通过对各类检测仪表的学习，培养学生从平常生活中发现问题的能力，不断提升对自己的要求，以适应不断变化的社会需求。

内容3: 控制仪表

1．基本内容：基本控制规律及特点，模拟式和数字式PID控制器。

2．重点：连续式和数字式PID控制器形式和控制规律及特点。

3. 难点：增量式PID控制器形式及规制规律。

4. 知识目标：了解DDZ-Ⅲ型调节器的工作原理、了解其单元电路的实现与工作原理，掌握连续式和数字式PID控制器形式和控制规律及特点。

5. 能力目标：根据实际工程能够设计PID控制器。

6. 素质目标：将控制思想扩展到其他领域，比如学业的规划，团队的合作都是需要闭环反馈的，控制器在当中起到了决策的作用，根据外界环境的变化和自身因素不断的做出调整，以达到最终的奋斗目标。

内容4: 执行器及安全栅

1．基本内容：执行器结构、分类及工作原理，安全栅的基本概念。

2. 重点：调节阀的流量特性及调节阀的选择。

3. 难点：调节阀的工作流量特性及调节阀气开和气关式的选择。

4. 知识目标：了解执行器的工作原理、掌握执行器的工作特性与正确选用方法。了解安全栅的基本概念。

5. 能力目标：针对实际的生产过程，能够选择合适的执行器。

6. 素质目标：通过执行器的学习，使学生对于如何提升自身执行力，使所做的决策更直接有效的推动方案的实施或者团队的建设有更深入的理解。

内容5: 被控过程的数学模型

1．基本内容：被控过程数学模型的作用与要求，机理法和测试法建模的方法。

2. 重点：单容过程和双容过程的机理法建模，阶跃响应曲线法的建模方法。

3. 难点：机理法建模的原理。

4. 知识目标：理解过程建模的基本概念，掌握机理法建模、阶跃响应曲线法建模的方法，了解最小二乘法建模方法。

5. 能力目标：针对常见的单容过程和双容过程能够运用所学知识建立数学模型。

6. 素质目标：由被控对象的研究使学生能够对自身有更好的认识，放大倍数体现了对知识的掌握能力，时间常数体现了学习的效率，滞后时间则体现了知识掌握的快慢程度。

内容6: 简单控制系统的设计与参数整定

1．基本内容：简单控制系统的结构与组成，简单控制系统设计及控制器参数的工程整定方法。

2. 重点：简单控制系统设计及控制器参数整定。

3. 难点：被控参数与控制变量的选择，检测环节、执行器及控制器正负作用的选择。

4. 知识目标：理解过程控制系统工程设计中的共性和原则问题（过程控制系统的基本设计方法和步骤，过程控制系统设计的主要内容，设计中的若干问题），掌握过程控制系统的控制方案设计方法（过程特性对控制质量的影响，被控参数的选择，控制参数的选择，被控参数的测量及变送，执行器的选择，调节器、控制规律的选择），掌握过程控制系统的投运和控制器参数的三种工程整定方法。

5. 能力目标：对于常见的简单的生产过程能够给出单回路控制系统的设计方案。

6. 素质目标：通过简单过程控制系统设计了解事物之间的内在联系，简化认知事物的过程，世间万物都是和谐共生的，每个环节都在发挥着它的作用，由此引出人类命运共同体的概念。

内容7: 复杂控制系统

1．基本内容：串级控制系统、前馈控制系统、大滞后过程控制系统、比值控制、均匀控制系统、分程控制系统、选择性控制系统、解耦控制系统。

2. 重点：串级控制系统和前馈控制系统的原理和设计。

3. 难点：串级控制的结构和参数整定，前馈控制系统的结构。

4. 知识目标：理解串级控制系统的特点与应用，掌握串级控制系统设计和参数整定方法。了解前馈控制系统的特点和结构形式，掌握前馈控制系统的选用原则。了解大滞后过程的特点，理解该系统的解决方案。了解比值控制的原理，掌握比值控制系统的设计和整定方法。了解均匀控制系统的原理及设计方法，了解分程控制的原理与设计注意问题，了解选择性控制系统原理、掌握设计原则。了解解耦控制的设计方法。

5. 能力目标：对于复杂的生产过程，能够运用所学知识给出控制系统设计方案。

6. 素质目标：培养学生能够能多角度、辩证地分析问题，对于任何研究都是由简单到复杂的过程，从而不断养成科学探索精神、合作品质、奉献情怀，传承科学文化传统，明确纪律规范。

（二）实验教学部分

实验1：单容水箱液位特性实验

1.实验内容：单容水箱输入阶跃变化，记录液位的输出曲线，根据所学响应曲线法，确定模型参数。

2.实验目标：掌握单容过程的建模方法及单容水箱液位特性。

实验2：单容水箱液位定值控制实验

1.实验内容：以下水箱液位作为被控参数，设计简单的控制系统使液位保持恒定。

2.实验目标：掌握简单过程控制系统设计，和PID参数整定方法。

实验3：单容水箱液位串级控制实验

1.实验内容：以下水箱液位作为主被控参数，以中水箱液位作为副被控参数，设计串级控制系统使液位保持恒定。

2.实验目标：掌握串级控制系统设计和参数整定方法。

**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：过程控制系统概述  内容2：检测仪表  内容3：控制仪表  内容4：执行器及安全栅  实验1 | √ |  |  |
| 课程目标2 | 内容5：过程控制的数学模型  内容6：简单控制系统的设计与参数整定  实验2 | √ |  |  |
| 课程目标3 | 内容7：复杂控制系统  实验3 | √ |  |  |

**六、课程教学方法与学时分配**

（一）教学方法

(1) 兴趣培养：引导、激励学生的学习积极性和自主性，让学生对课程有一个总体把握，多举一些生活中常见的过程控制的实例，使课程更生动，让学生有直观的认识，对课程学习产生兴趣。

(2) 合理安排和组织教学进程：从基本知识的基础出发，以使学生乐学为前提，深入浅出，循序渐进，使学生容易接受，容易理解。

(3) 良好的师生互动：让学生参与教学过程，成为真正意义上的主体。

(4) 多媒体技术广泛应用：运用动画和声音，使课程内容更直观、丰富、形象、多样、新颖，将抽象、不易理解的理论基础内容以动态图像演示出来，将抽象的电现象用模拟的方法展示给学生。让枯燥抽象的课程内容生动化、形象化，从而易于被学生接受和理解。同时，利用网络课堂为学生提供自学的条件和环境。

(5) 有效的提问和作业：作业是检验学生对所学知识掌握情况的有效的手段。为了达到能让学生不仅吸收所学知识，并且将知识融会贯通、学以致用，教师就要引导性的提问，布置作业时，要从基础知识出发，引发学生思考，扩展学生思维。让学生在自己完成作业的过程中，培养学生的思维能力和创新能力。

(6) 学会总结：要进行教师总结+学生总结。

(7) 做好课程实验：利用学校资源，以知识作为基础，设计验证性的基础实验，使学生通过实验亲自动手，掌握理论知识的基础；通过亲身实践，掌握课程基本知识内容。从而培养学生解决问题的思路和方法，提高学生的创造能力和适应变化的能力。

（二）学时分配

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **教学内容** | **理论**  **教学** | **实验教学** | **合计** |
| 内容1: 过程控制系统概述 | 2 |  | 2 |
| 内容2：检测仪表 | 6 |  | 6 |
| 内容3：控制仪表 | 6 |  | 6 |
| 内容4：执行器及安全栅 | 4 |  | 4 |
| 内容5：被控过程的数学模型 | 6 |  | 6 |
| 内容6：简单控制系统的设计与参数整定 | 8 |  | 8 |
| 内容7：复杂控制系统 | 8 |  | 8 |
| 实验1：单容水箱液位特性实验 |  | 2 | 2 |
| 实验2：单容水箱液位定值控制系统实验 |  | 2 | 2 |
| 实验3：水箱液位串级控制系统实验 |  | 2 | 2 |
| 实验4: 多变量系统前馈补偿解耦控制实验 |  | 2 | 2 |
| 合计 | 40 | 8 | 48 |

**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：采用作业、阶段测验和实验相结合的形式对学生课程成绩进行综合评定。课程目标达成评考核总成绩中，作业成绩占10%、阶段测验成绩占30%、实验成绩占10%、期末考试成绩占50%。

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** |
| **作业** | **阶段测验** | **实验** | **期末考试** |
| 1 | 课程目标1 | 5% | 10% | 3% | 18% | 36% |
| 2 | 课程目标2 | 3% | 10% | 3% | 24% | 40% |
| 3 | 课程目标3 | 2% | 10% | 4% | 8% | 24% |
| 合计 | | 10% | 30% | 10% | 50% | 100% |

各考试环节按照附件中的评分标准进行成绩评定。

**八、课程参考书目及资源**

1. 王再英. 过程控制系统与仪表．北京: 机械工业出版社, 2006.

2. 邵裕森, 戴先中. 过程控制工程(第2版). 北京: 机械工业出版社, 2016.

3. 中国大学MOOC国家精品资源共享课, 过程过程系统, 南京邮电大学,  
https://www.icourse163.org/course/NJUPT-1001752373.

**附件：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）** |
| 作业 | 认真独立完成、思路清晰、计算正确、书写工整规范。 | 独立完成作业、思路清晰、存在部分书写错误、书写工整规范。 | 独立完成作业、思路、过程部分可行，计算过程个别不正确。 | 不够认真，小部分抄袭、思路、过程部分尚可，计算过程部分不正确。 | 不会做或者作业不完整，大量抄袭或未交作业。 |
| 实验 | 实验结论正确、过程清晰、数据完整、书写工整，符号、单位等按规范执行。 | 实验结论正确、过程较清晰、数据较完整、书写较工整，符号、单位等按规范执行。 | 实验结论正确，过程较清晰、缺少实验分析、书写较工整，符号、单位等规范。 | 实验结论基本正确，过程基本清晰，符号、单位等基本规范。 | 实验报告不完整、结论错误，态度不认真。 |
| 阶段测验 | 参照阶段测验试卷参考答案与评分标准 | | | | |
| 期末考试 | 参照期末考试参考答案与评分标准 | | | | |