**《计算机控制技术》课程教学大纲**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程名称** | **中文** | | 计算机控制技术 | | | |
| **英文** | | Computer Control Technology | | | |
| **课程代码** | A316028 | | **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** | 3.5 | **学时** | 56 |
| **适用专业** | 自动化 | | | | | |
| **先修课程** | 单片机原理及应用、自动控制原理、C语言程序设计、电路原理 | | | | | |
| **选用教材** | 于海生. 计算机控制技术. 北京：化学工业出版社，2015. | | | | | |
| **课时分配** | 理论教学48学时，实验教学8学时 | | | | | |
| **撰写人** | 贺乃宝 | **审定人** | | 李博 | **批准人** | 薛波 |

**一、课程简介**

《计算机控制技术》课程是自动化专业的专业必修课。要求学生具有单片机原理及应用、自动控制原理、C语言程序设计以及电路原理等基础理论知识。

本课程主要向学生介绍计算机控制系统的基本概念、理论及分析方法，利用计算机完成常规的自动控制过程的分析与设计。本课程内容分为四部分：计算机控制技术的基本原理、方法和计算机控制系统的组成；输入输出通道接口技术、顺序控制与数字程序控制及数字控制器的PID设计；计算机控制系统的常规及复杂控制策略以及基本应用程序的设计与实现方法；现代控制技术与分散型测控网络技术。通过本课程的学习，能够让学生掌握计算机控制系统的理论与技术，受到较好的工程实践基本训练，具有分析、设计、开发和研究计算机控制系统的基本能力，为今后从事计算机控制系统的开发、调试和维护打下基础。

**二、课程目标**

该课程的教学目标如下：

课程目标1：掌握逐点比较法插补原理。熟练掌握数字量和模拟量的输入输出接口和过程通道的搭建与设计，能够运用该技术解决控制系统复杂工程问题中接口与通道设计的问题，并能够对设计方案进行比较，通过信息综合得到合理方案。

课程目标2：掌握数字控制器离散化设计技术及计算机复杂控制技术，在给定系统性能指标的条件下，具有设计控制器的控制规律和相应的数字控制算法的能力，并能够对控制系统中关键环节的性能指标进行分析，认识到参数对系统动态性能的影响。

课程目标3：掌握计算机控制系统的设计和实现方法，具备分析、设计和研究复杂计算机控制系统的工程实践能力，能够利用实验数据分析系统的动态性能，并确定影响结果的因素。

**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 | 1.4能针对自动化工程领域中自动化系统设计与应用等专业工程问题的解决方案进行比较和综合。 | 1 |
| 毕业要求2：问题分析 | 2.3能够应用自动控制、计算机控制与工业控制网络原理和分析方法，识别和分析典型自动化系统的关键环节和参数。 | 2 |
| 毕业要求4：工程研究 | 4.3能够实施复杂工程问题的实验方案并解决实验中出现的问题，对实验数据和实验结果进行分析解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。 | 3 |

**四、课程教学内容**

（一）理论教学部分

内容1：计算机控制系统概述及发展

1．基本内容：计算机控制系统及其组成、计算机控制系统的典型型式、计算机控制系统的发展概况和趋势以及学习本课程的目的和要求。

2．重点：计算机控制系统的工作原理，实时的含义。

3．难点：实时、在线方式和离线方式的含义。

4．知识目标：通过本课程的学习，使学生掌握计算机控制系统的理论与技术。

5．能力目标：通过知识的学习，能够灵活运用知识进行控制系统的分析与设计。

6．素质目标：能够从计算机控制系统的发展历程，认识到人类社会不断进步是由科技发展推动的，脚踏实地从我做起，勇于创新，熟悉自动化系统设计与应用在自动化工程领域中作用。

内容2：[计算机控制系统的硬件设计技术](javascript:void(0)" \o "新第2章 计算机控制系统的硬件设计技术.ppt)

1．基本内容：总线技术及其扩展、数字量输入-输出接口与过程通道、模拟量输入接口与过程通道、模拟量输出接口与过程通道及硬件技术、硬件抗干扰技术。

2．重点：数字量输入-输出接口与过程通道、模拟量输入接口与过程通道、抗干扰技术。

3．难点：接口与过程通道，抗干扰技术。

4．知识目标：了解总线的定义、分类以及层次结构，熟练分析计算机控制系统硬件设计工作原理，掌握接口与过程通道中各部分的组成原理，学会分析干扰的来源以及抑制措施。

5．能力目标：培养学生对[计算机控制系统的硬件设计技术](javascript:void(0))的理解。能够记住总线技术的基本概念，掌握数字量输入-输出接口与过程通道、模拟量输入接口与过程通道、硬件抗干扰技术。

6．素质目标：能够从计算机控制系统的硬件设计，认识到人工智能之父-艾伦·麦席森·图灵等科学家们不断创新、求真务实的科学精神，掌握[计算机控制系统的硬件技术](javascript:void(0))在工程问题解决方案中的应用。

内容3：数字控制技术

1．基本内容：数字程序控制基础；逐点比较法插补原理；步进电机控制技术与伺服电机控制技术。

2．重点：掌握逐点比较法直线插补和圆弧插补原理。

3．难点：逐点比较法圆弧插补原理。

4．知识目标：了解数字控制技术的概念，学会逐点比较法插补计算与应用，掌握进给速度与加减速控制，电机驱动控制与位置伺服系统，拓展多轴运动控制技术。

5．能力目标：能够运用数字程序控制基本概念，分析数字程序控制系统的工作原理，掌握逐点比较法插补原理，进行不同象限、不同方式的逼近插补，拓展多轴步进驱动控制技术，运用电子方式来实现机械运动轴之间协调同步。

6．素质目标：了解数字控制技术是集传统的机械制造技术、[计算机技术](https://baike.baidu.com/item/%E8%AE%A1%E7%AE%97%E6%9C%BA%E6%8A%80%E6%9C%AF/1127562)、[现代控制技术](https://baike.baidu.com/item/%E7%8E%B0%E4%BB%A3%E6%8E%A7%E5%88%B6%E6%8A%80%E6%9C%AF/12436407)、[传感检测技术](https://baike.baidu.com/item/%E4%BC%A0%E6%84%9F%E6%A3%80%E6%B5%8B%E6%8A%80%E6%9C%AF/1163413)、[网络通信技术](https://baike.baidu.com/item/%E7%BD%91%E7%BB%9C%E9%80%9A%E4%BF%A1%E6%8A%80%E6%9C%AF/8165518)和光机电技术等于一体的[现代制造业](https://baike.baidu.com/item/%E7%8E%B0%E4%BB%A3%E5%88%B6%E9%80%A0%E4%B8%9A/784193)的基础技术，认识到数控技术对制造业实现柔性自动化、集成化和智能化起着举足轻重的作用，能针对自动化工程领域中自动化系统设计与应用等专业工程问题的解决方案进行优化，学会通过自己不断学习、追赶先进技术的献身精神。

内容4：常规及复杂控制技术

1．基本内容：数字控制器的连续化设计技术、离散化设计技术；纯滞后控制技术、串级控制技术、前馈-反馈控制技术；解耦控制技术。

2．重点：离散化设计技术。

3．难点：最少拍控制器的设计。

4．知识目标：理解数字控制器离散化设计技术，掌握数字PID控制器的设计、数字PID控制器的改进以及数字PID控制器的参数整定，能够用最少拍控制器的设计原理进行有纹波控制器和无纹波控制器的设计，并学会比较二者的区别。针对被控制对象具有纯滞后性质，学会分析使用史密斯(Smith)预估控制、达林（Dahlin）算法进行设计。针对复杂系统区别使用串级控制、前馈-反馈控制技术、解耦控制等技术来改善系统性能。

5．能力目标：能够通过数字控制器的连续化设计技术、离散化设计技术设计出控制器的控制规律和相应的数字控制算法，掌握纯滞后控制技术、串级控制技术、前馈-反馈控制技术以及解耦控制等技术改善复杂系统性能，满足控制指标。

6．素质目标：学会从控制系统的现象，用理性和科学的思维分析认识事物的本质规律，对常规及复杂控制技术的工程问题，积极思考、求真务实的态度，向钱学森等控制界老前辈学习，用知识改善复杂系统性能，提高效率。

内容5：现代控制技术

1．基本内容：采用状态空间法的输出反馈设计、极点配置和最优化设计，LQ最优控制器设计。

2．重点：状态空间法的输出反馈设计方法。

3．难点：状态空间法的极点配置。

4．知识目标：学会分析MIMO系统的状态空间法，用状态空间模型来设计和分析多输入多输出系统，掌握状态空间的输出反馈设计，连续状态方程的离散化的方法，以及输出反馈设计法的设计步骤 。掌握采用状态空间的极点配置设计法 ，按极点配置设计控制规律 ，按极点配置设计状态观测器 。能够分析三种观测器的区别以及设计方法，掌握各种观测器及观测器类型选择。掌握LQ最优控制器设计。

5．能力目标：能够运用状态空间法在系统中的作用，进行状态空间法的输出反馈设计、极点配置和最优化设计。

6．素质目标：学会从单输入单输出、多输入多输出等各种控制系统中不同控制方法的分析和应用，从我国古代的水钟、指南车、风车技术到蒸汽机等控制技术的发展，学会用科学的思维分析认识事物的本质规律。

内容6：先进控制技术

1．基本内容：模糊控制，神经网络控制，专家控制技术，预测控制技术以及其它先进控制技术。

2．重点：模糊控制的概念，神经网络控制。

3．难点：专家控制技术，预测控制技术。

4．知识目标：理解模糊控制的概念，掌握模糊控制原理、模糊控制器的设计。理解神经网络基础、人工神经元模型、典型的神经网络结构，了解神经网络自适应控制机理。理解专家控制基本思想，了解专家控制的推理与控制策略。理解预测控制技术，熟悉预测控制算法（动态矩阵控制（DMC）、（模型算法控制（MAC），了解其它先进控制技术（鲁棒控制、自适应控制等）。

5．能力目标：能够运用控制技术中的模糊控制技术、神经网络控制技术、专家控制技术和预测控制等先进控制技术，解决传统的、经典的控制技术所难以解决的控制问题，并且与多种智能控制算法是相互交融、相互促进发展的。

6．素质目标：通过以“物理现象—本质问题—问题求解”为思路对工程实际中无法数学建模的控制对象进行智能化控制，培养学生工程思维、系统思维的能力。

内容7：计算机控制系统软件设计

1．基本内容：程序设计技术；测量数据预处理技术；数字控制器的工程实现；系统的有限字长数值问题；软件抗干扰技术。

2．重点：程序设计技术中模块化与结构化程序设计，面向过程与面向对象的程序设计，以及高级语言I/O控制台编程。人机接口（HMI/SCADA）技术，软件抗干扰技术中的数字滤波技术，开关量的软件抗干扰技术，指令冗余技术以及软件陷阱技术。

3．难点：测量数据预处理技术中的误差自动校准、线性化处理和非线性补偿、标度变换方法以及越限报警处理。

4．知识目标：了解程序设计技术的概念，掌握模块化与结构化程序设计的步骤，熟悉基于工业控制组态软件设计人机交互界面、基于VB/VC++语言设计人机交互界面等。掌握测量数据预处理技术线性化处理和非线性补偿、标度变换方法以及越限报警处理，及相关软件抗干扰技术。

5．能力目标：能够通过程序设计的理论、掌握模块化与结构化程序设计的步骤，通过线性化处理和非线性补偿、标度变换方法以及越限报警处理实现测量数据预处理，为实际工程应用打下扎实基础。能够通过软件抗干扰技术，提高工业控制系统的可靠性。

6．素质目标：通过程序模块化与结构化设计、测量数据预处理技术以及相关软件抗干扰技术的过程的学习，让学生认识到工程应用中成功是由许多技术、许多知识结构综合而成，也是许多科学家一代又一代的贡献而取得，要让学生养成独立思考、勇于探究、坚持不懈的科研精神。

内容8：分散型测控网络技术

1．基本内容：工业网络技术、基于串行总线的测控网络技术、分布式控制系统（DCS）、现场总线（Fieldbus）控制技术；系统集成与集成自动化系统；分布式测控网络设计。

2．重点：分布式控制系统（DCS）的概念，DCS的设计原则， DCS的体系结构，DCS的分散控制级，DCS的集中监控级，DCS的综合管理级。

3．难点：现场总线（Fieldbus）概述以及产生的原因，五种典型的现场总线区别。

4．知识目标：理解数据通信是工业测控网络和分散型测控系统的关键技术。了解工业网络拓扑结构，掌握数据通信编码技术、网络协议及其层次结构、IEEE 802标准以及工业网络的性能评价和选型。理解分布式控制系统(DCS)、现场总线控制系统（Fieldbus Control System，FCS）不同特点及应用。掌握系统集成与集成自动化系统以及分布式测控网络设计。

5．能力目标：能够通过数据通信技术进行分布式测控网络设计。能够借助工业网络技术在大型系统中实现分布式控制系统（DCS），通过现场总线连接工业过程现场仪表和控制系统之间的全数字化、双向、多站点的串行通讯网络，与控制系统和现场仪表联用，组成现场总线控制系统。

6．素质目标：通过工业网络技术、数据通信技术完成复杂系统工业设计，让学生认识到工程实际中许多成功应用是由许多学科、多体系知识结构综合而成，要让学生养成全面学习、全面发展的复合型人才。

内容9：计算机控制系统设计与实现

1．基本内容：系统的设计原则与步骤、系统的工程设计与实现；计算机控制系统设计举例。

2．重点：系统的设计原则与步骤的概念。

3．难点：系统的工程设计与实现原理。

4．知识目标：了解计算机控制系统设计与实现的概念，掌握系统设计的原则与步骤。掌握系统总体方案设计，掌握软硬件的工程设计与实现，掌握系统的调试与运行。

5．能力目标：能够理解系统的设计原则与步骤，通过选择系统的总线和主机机型、输入输出通道模板、变送器和执行机构等硬件选择以及实时控制软件设计完成系统的工程设计与实现。

6．素质目标：通过一定技术经济指标的系统目标函数，寻求满足该目标函数的控制规律；选择适宜的计算方法和程序设计语言；让学生学会解决工程实际问题的能力。

（二）实验教学部分

实验1：数字PID调节器算法的研究

1．实验内容：利用LabVIEW软件进行常规数字PID控制。利用实验设备，设计并构成用于混合仿真实验的计算机闭环控制系统。采用常规数字PID控制，并用扩充响应曲线法整定控制器的参数。采用积分分离PID控制，并整定控制器的参数。

2．实验目标：掌握LabVIEW软件的使用方法；实现数字PID控制算法参数整定方法。利用上位机的虚拟仪器功能对此模拟二阶被控对象的电路进行测试，根据测试结果调整电路参数，使它满足实验要求。在上位机完成常规数字PID控制器的计算与实验结果显示、记录，并用扩充响应曲线法整定PID控制器的参数，在整定过程中注意观察参数变化对系统动态性能的影响。在上位机完成积分分离PID控制器的计算与实验结果显示、记录，改变积分分离值，观察该参数变化对系统动态性能的影响。

实验2：串级控制算法的研究

1．实验内容：利用LabVIEW软件掌握串级控制系统的控制器参数整定方法。。通过用逐步逼近方法整定串级控制所包含的内、外两环PI控制器参数。

2．实验目标：熟悉并掌握串级控制系统的结构、特点及其混合仿真研究方法。

实验3：最少拍控制算法研究

1．实验内容： 设计并实现对象具有一个积分环节的二阶系统的最少拍控制，并通过混合仿真实验研究该闭环控制系统对三种典型输入的适应性以及输出采样点间的纹波。

2．实验目标：学习并掌握最少拍控制器的设计和实现方法，并研究最少拍控制系统对三种典型输入的适应性及输出采样点间的纹波。

实验4：单闭环温度恒值控制系统

1．实验内容：利用LabVIEW软件进行温度控制。由上位机和数据处理系统来实现。通过数字PID控制器来控制温度在给定一定的情况下，检测的温度将基本保持稳定。

2．实验目标：掌握温度闭环控制系统的构成，理解PID 控制规律，并且用算法实现。在自动控制理论实验基础上，控制实际的模拟对象，加深理解闭环控制系统的参数调节对系统动态性能的影响。

**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：计算机控制系统概述及发展  内容2：[计算机控制系统的硬件设计技术](javascript:void(0))  内容3：数字控制技术  内容9：计算机控制系统设计与实现 | √ |  |  | |
| 课程目标2 | 内容4：常规及复杂控制技术  内容5：现代控制技术  内容6：先进控制技术  内容7：计算机控制系统软件设计  内容8：分散型测控网络技术 | √ |  |  | |
| 课程目标3 | 内容2：[计算机控制系统的硬件设计技术](javascript:void(0))  内容7：计算机控制系统软件设计  内容9：计算机控制系统设计与实现  实验1：数字PID调节器算法的研究  实验2：串级控制算法的研究  实验3：最少拍控制算法研究  实验4：单闭环温度恒值控制系统 | √ |  |  | |

**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控制系统的实例，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．讨论式教学：通过对核心问题的讨论，加深学生对问题的理解，增强学生主动学习能力和对问题的判断能力。

3．发现问题式教学：每一次上课前推荐学生阅读下次课的参考资料，并在每次课上针对布置的内容由教师提问，学生作答；或者学生提问，教师回答。通过这种“双向”的方式，更好地了解学生的知识盲点，反过来更有针对性地组织教学活动。

4．合理安排和组织教学进程：从基本知识出发，深入浅出，循序渐进，使学生容易接受，容易理解。

5．课上师生互动和课后作业：作业是检验学生对所学知识掌握情况的有效的手段。教师要课上进行引导性的提问，布置作业时，要从基础知识出发，引发学生思考，强化课上知识点的练习。让学生在完成作业的过程中，培养自己的思维能力和创新能力。

6．复习与小结：教师要定期进行复习和小结，帮助学生巩固已掌握的知识，并引导学生自己做好复习和总结。

7．做好课程实验：利用学校资源，使学生通过实验亲自动手，验证已学理论知识；通过亲身实践，不仅掌握课程基本知识内容，而且提高学生的创造能力和适应变化的能力。

1. 学时分配

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **教学内容** | **课堂讲授** | **实验** | **合计** |
| 内容1：计算机控制系统概述及发展 | 2 |  | 2 |
| 内容2：[计算机控制系统的硬件设计技术](javascript:void(0)) | 8 |  | 8 |
| 内容3：数字控制技术 | 12 |  | 12 |
| 内容4：常规及复杂控制技术 | 12 |  | 12 |
| 内容5：现代控制技术 | 2 |  | 2 |
| 内容6：先进控制技术 | 4 |  | 4 |
| 内容7：计算机控制系统软件设计 | 4 |  | 4 |
| 内容8：分散型测控网络技术 | 2 |  | 2 |
| 内容9：计算机控制系统设计与实现 | 2 |  | 2 |
| 实验1：数字PID调节器算法的研究 |  | 2 | 2 |
| 实验2：串级控制算法的研究 |  | 2 | 2 |
| 实验3：最少拍控制算法研究 |  | 2 | 2 |
| 实验4：单闭环温度恒值控制系统 |  | 2 | 2 |
| 合计 | 48 | 8 | 56 |

**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：采用期中考试、期末考试、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。课程目标达成评价考核总成绩中，期中考试成绩占20%、阶段测验成绩占20%、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** |
| **阶段测验** | **期中考试** | **课内实验** | **期末考试** |
| 1 | 课程目标1 | 10% | 10% |  | 20% | 40% |
| 2 | 课程目标2 | 5% | 5% |  | 20% | 30% |
| 3 | 课程目标3 | 5% | 5% | 10% | 10% | 30% |
| 合计 | | 20% | 20% | 10% | 50% | 100% |

各考核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. 于海生. 计算机控制技术. 北京: 机械工业出版社, 2017.
2. 黄一夫. 微型计算机控制技术. 北京: 机械工业出版社, 2001.
3. 杨天怡. 微型计算机控制技术. 重庆: 重庆大学出版社, 1996.
4. 张晋格. 计算机控制原理与应用. 北京:电子工业出版社, 1995.
5. 田玉平. 自动控制原理. 北京:电子工业出版, 2002.
6. 中国大学MOOC国家精品资源共享课，计算机控制技术，北京交通大学，<https://www.icourse163.org/course/NJTU-1207226804?from=searchPage&outVendor>

=zw\_mooc\_pcssjg\_.

**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）** |
| **阶段测验** | 采用随堂测验的方式，考查内容按照“七、课程考核及成绩评定方法”中的要求，依据该考核环节与课程目标之间的对应关系，按照参考答案与评分标准评分。 | | | | |
| **期中考试** | 采用试卷考试的方式，考查内容按照“七、课程考核及成绩评定方法”中的要求，采用填空题、计算题等题型，依据该考核环节中每个题型与课程目标之间的对应关系，按照期中测验参考答案与评分标准评分。 | | | | |
| **实验** | （1）能按照实验要求准确连接硬件系统、编写程序，并进行检测和调试，安全、规范地开展实验；（2）对获取的实验数据能进行准确的分析和解释，并能清楚地确定影响结果的因素和需要改进完善的措施；（3）实验报告书写认真，画图较规范。 | （1）能按照实验要求连接硬件系统、编写程序，并进行检测和调试，安全、规范地开展实验；（2）对获取的实验数据能进行合理的分析和解释，并能确定影响结果的因素和需要改进完善的措施；（3）实验报告书写较认真，画图规范。 | （1）能按照实验要求连接硬件系统、编写程序，并进行检测和调试，安全地开展实验；（2）对获取的实验数据能进行基本合理的分析和解释，并能确定影响结果的因素和需要改进完善的措施；（3）实验报告书写和画图质量一般。 | （1）能连接硬件系统、编写程序，并进行检测和调试；（2）对获取的实验数据能进行一定的分析和解释，基本能确定影响结果的因素和需要改进完善的措施；（3）实验报告书写和画图质量有待提高。 | （1）硬件连接不合理，程序编写不正确；（2）对获取的实验数据不能作出合理的分析和解释，更不能确定影响结果的因素；（3）实验报告书写不认真，画图不规范。 |
| **期末考试** | 采用试卷考试的方式，考查内容按照“七、课程考核及成绩评定方法”中的要求，采用填空题、计算题等题型，依据该考核环节中每个题型与课程目标之间的对应关系，按照期末考试参考答案与评分标准评分。 | | | | |