

电气与控制工程学院

课程教学大纲

课 程 名 (COURSE TITLE) :	计算机控制系统
课程代码 (COURSE CODE) :	7053001
学 分 (CREDIT VALUE) :	2
开课单位 (DEPARTMENT/UNIT) :	自动化系
版 本 (VERSION) :	DG7053001-202111 自动化
课程负责人 (COURSE COORDINATOR) :	曲亚鑫 (签章)

北方工业大学 电气与控制工程学院

2021 年 11 月

目 录

1 课程基本信息.....	3
2 毕业要求与课程目标.....	4
2.1 本课程支撑的毕业要求观测点.....	4
2.2 课程目标.....	4
2.3 毕业要求与课程目标的关系.....	6
3 课程内容及安排.....	6
3.1 课程学时总体安排.....	6
3.2 知识单元内容和预期学习目标.....	6
4 课堂教学设计和实施载体.....	8
5 课堂实验教学.....	9
5.1 实验名称和安排.....	9
5.2 实验要求和教学组织.....	10
5.3 实验预习和实验报告要求.....	11
5.4 实验教学在能力培养方面的具体措施.....	12
6 课程考核方案和依据.....	12
6.1 课程考核方案.....	12
6.2 课程各考核项评价依据和标准.....	12
7 本次修订说明.....	14
8 其他需要说明的问题.....	14

1 课程基本信息

课程名称（中文）	计算机控制系统					
课程名称（英文）	Computer Control System					
课程计划学时	32		课外学时建议		32	
计划学时构成	理论学时	26	实验学时	6	上机学时	0
课外学时要求	线上学习要求：0		自主学习建议学时：32			
先修课名称	《电路》-课程编码：7021241 《自动控制原理 I》-课程编码：7120401 《现代检测技术》-课程编码：7268911					
适用专业年级	自动化专业、电气工程及其自动化专业、新能源科学与工程专业 2019 级及以后年级					
开课单位	自动化系					
课 程 简 介	计算机控制与总线接口技术是自动化专业、电气工程及其自动化专业和新能源科学与工程专业专业选修课。通过本课程的学习使学生掌握计算机控制系统主要的描述、分析、设计及实现方法和技术，使学生能够将计算机技术和自动控制理论应用于工业生产过程。课程内容包括：信号变换原理，差分方程及 z 变换，脉冲传递函数，离散系统分析，数字控制器设计，计算机输入输出接口技术，人机接口技术，现场总线与网络化控制系统，计算机系统的工程设计和抗干扰技术等。					
教材和学习资源	基础资料： （1）《计算机控制系统》孙德辉 李志军 史运涛 董哲. 国防工业出版社. 2010 ISBN:9787118067385 （2）《计算机控制系统实验指导书》（电子版）北方工业大学电控实验中心控制系统实验室，2020 年编 参考资料： （1）《计算机控制系统》. 高金源 夏洁. 清华大学出版社. 2007. ISBN: 9787302136002 （2）《计算机控制系统》第 2 版. 王锦标. 清华大学出版社. 2008. ISBN:9787302171812					
大纲版本号	DG7053001-202111 自动化		前一版本号		DG7053001-201601 自动化	
大纲修订人	曲亚鑫、郑勇		修订时间		2021. 11	
课程负责人	徐继宁（签字）		实验教学审核人		胡长斌（签字）	

专业负责人	李志军	审核时间	2021. 11
学院批准人	徐继宁（签字）	批准时间	2021. 11

2 毕业要求与课程目标

2.1 本课程支撑的毕业要求观测点

本课程是专业选修课，仅自动化专业 2019 版培养方案为本课程设置了 2 个毕业要求观测点，具体描述如下：

（1）毕业要求指标点 1-1：学科基础

能够将数学、自然科学、工程基础和专业知用于自动化相关领域复杂工程问题的表述。

（2）毕业要求指标点 7-2：影响分析

能够从环境保护和可持续发展的角度，分析自动化领域工程实践的可持续性，评价其可能对环境、社会造成的影响。

2.2 课程目标

根据自动化专业毕业要求指标点，本课程设置了 5 个课程知识能力目标（简称：JK-X）。另根据教育部和学校要求，课程设置了 1 个思政目标。

JK-1 目标 1：认知和理解计算机控制系统相关术语和基本概念

能够复述计算机控制系统的组成，可以根据不同原则进行系统分类；理解并解释计算机控制系统的硬件构成、输入和输出接口的类型；复述并区分计算机控制系统相关软件的类型和应用特点，能够理解并说明计算机控制系统的形成与发展过程。

JK-2 目标 2：理解计算机控制系统的基础理论和方法，并能应用计算

能够理解、解释和证明采样定理，复述并从至少两个角度理解的 Z 变换的定义，能够利用定义和 Z 变换性质，通过部分分式法、留数法和查表方法完成系统 Z 变换和方法 Z 反变换的计算，能够理解 Z 变换收敛域在系统分析中的约束。

能够为基本计算机控制系统建立不同的数学描述，包括差分方程描述， Z 传递函数描述、离散状态方程描述，可以完成各种描述形式的相互转换。

能够解释、推导和理解 S 平面、Z 平面和 W 平面之间的关系，熟练完成计算机控制系统的稳定性分析，会计算**线性 MISO 系统**的稳态误差，能够借助解析求解和仿真手段分析各类线性系统的时域动态特性。

JK-3 目标 3：理解计算机控制系统的基本设计方法并能直接应用

区分计算机控制系统的间接设计法和间接设计方法的概念，能够进行分类、对比和识别。

理解并解释离散 PID 控制算法及其工程改进，能熟练完成 SISO 系统的 PID 参数整定。

能够针对模型已知的系统完成计算机控制系统的直接设计，包含有纹波、无纹波最少拍和有限拍控制器设计。了解并能复述纯滞后对象的计算机控制设计方法（Dahlin 控制算法，Smith 控制算法）。

以模糊控制为例，了解计算机控制系统中先进控制算法的基本原理与设计方法，能够在 matlab 上完成模糊 PID 控制的仿真

JK-4 目标 4：实现计算机控制系统的工程应用

理解计算机控制系统的工程设计方法，能够按照既定步骤完成系统设计。

理解、解释并能解决数字 PID 控制算法工程实现过程中的问题，对抗抗干扰技术有系统的认知，并能其解释系统控制的相关典型现象。

能够识别和解释计算机控制系统的输入通道、输出通道和人机接口技术的相关概念和结构特点，能够从现场总线控制系统的角度理解计算机控制系统的接口和通讯问题。

了解并能复述现场总线技术的概念、相关技术基础，以 CAN 总线控制网络为案例理解多层次工厂自动化的原理和体系。

JK-5 目标 5：分析计算机控制系统的可持续发展

分析计算机控制系统的发展沿革、现有技术水平和未来趋势，从环境保护和可持续发展的角度，理解并解释自动化领域工程实践的可持续性发展的影响因素，评价其可能对环境、社会发展造成的影响。

JK-6 目标 6：建立科学世界观，以及符合社会主义道德要求的价值观。

2.3 毕业要求与课程目标的关系

毕业要求	观测点	支撑程度	课程目标	贡献度
1 工程知识	1-1	M	JK-1: 认知和理解计算机控制系统相关术语和基本概念	15%
			JK-2: 理解计算机控制系统的基础理论和方法,并能应用计算	30%
			JK-3: 理解计算机控制系统的基本设计方法并能直接应用	30%
			JK-4: 实现计算机控制系统的工程应用	25%
7 环境	7-2	L	JK-5: 分析计算机控制系统的可持续发展	100%

3 课程内容及安排

3.1 课程学时总体安排

课程性质: 专业选修课

课内/实验/上机/课外学时:26/6/0/32

理论课 (小时)		习题课 (小时)		实验 (小时)		研讨 (小时)		社会实践 (小时)		项目任务 (小时)		在线学习 (小时)		其他 (小时)	
课内	课外	课内	课外	课内	课外	课内	课外	课内	课外	课内	课外	课内	课外	课内	课外
24	20	0	0	6	6	2	2	0	0	0	4	0	0	0	0

3.2 知识单元内容和预期学习目标

本课程内容分为 4 章, 1 个学生研讨环节, 配有 3 个课内实验, 具体学习环节安排如下。

知识单元	学习预期结果 (课程知识能力目标)	课程目标	学时	
章、节、点			课内	课外
第 1 章 计算机控制系统概述 1.1 计算机控制系统的概念 1.2 计算机控制系统的组成 1.3 计算机控制系统的类型	理解计算机控制系统相关的基本概念和基本原理, 能够掌握计算机控制系统的原理、组成和分类, 计算机控制系统的硬件构成、输入和输出接口, 计算机控制系统的软件, 列举并区分常见的计算机控制系统及其特点。能够复述并解释计算机控制系统的形成和发展	JK-1 JK-6	2	2

1.4 计算机控制系统的形成和发展	规律，以及我国计算机控制系统的发展历程。			
第2章 计算机控制系统的理论基础 2.1 计算机控制信号分析 2.2 Z变换及系统差分方程 2.3 脉冲传递函数 2.4 采样系统稳定性判别和稳态误差	能够推导和解释时域采样定理，完成信号的恢复与重构。（1）数学模型建立：能够理解、分辨线性离散系统的采样、量化和保持过程，类比线性连续系统，通过计算得到不同结构离散系统的脉冲传递函数模型，包括环节串并联、开环与闭环系统、采样开关的不同位置、零阶保持器和采样周期的影响等；（2）模型转化：能够使用Z变换、图表绘制等数学工具，实现线性离散系统不同数学模型之间的转化：差分方程、脉冲传递函数、动态结构图；（3）解释理解：能理解线性离散系统稳定的充要条件，进行不同方式的描述、解释和转化，并可以列举实例进行说明；能够从数学模型和物理现象的不同角度理解和解释系统结构参数与性能指标之间的关系；（4）方法应用和数学计算：能够运用特征方程求根、July判据、双线性变换等方法进行系统稳定性判别；能够正确使用终值定理和静态误差系数法计算稳态误差，熟练计算单输入系统的稳态误差。	JK-2	6	6
第3章 计算机控制系统的设计方法 3.1 数字控制器的间接设计 3.2 PID控制算法及其改进形式 3.3 数字控制器的直接设计方法 3.4 先进控制算法—模糊控制	理解并分辨计算机控制系统的间接设计法和直接设计法；能完成系统离散化理解、解释并正确应用PID控制算法的离散化方式，其工程改进形式，包括：位置型算式和增量型算式，抗积分饱和、测量值微分等形式。 能够针对模型已知的系统完成计算机控制系统的直接设计，包含有纹波和无纹波最少拍、有限拍控制器设计；了解计算机控制系统先进控制算法中的模糊控制的原理与设计方法，能够在MATLAB上完成模糊PID控制的仿真。	JK-3	10	10

第 4 章 计算机控制系统的工程应用 4.1 PID 控制算法的工程实现 4.2 过程控制输入输出通道 4.3 人机接口技术 4.4 抗干扰技术 4.5 计算机控制系统的工程设计 4.6 现场总线控制系统	认识和分辨计算机控制系统输入通道、计算机控制系统输出通道；了解人机接口技术、抗干扰技术的内容并能直接应用解释相关现象。 理解计算机控制系统的工程设计方法和步骤的特点和工程视角的解决方案。 认识并理解现场总线控制系统，包括现场总线技术基础、总线系统典型结构 CAN 总线及其控制网络和工厂自动化的应用	JK-4 JK-6	6	6
学生课堂研讨环节 计算机控制技术的可持续发展	学生分组学习目前已有的计算机控制系统，了解目前常见的计算机控制系统的现有技术及其发展，从环境保护和可持续发展的角度，分析自动化领域工程实践的可持续性，并评价其可能对环境、社会造成的影响。	JK-5 JK-6	2	6
课程实验 计算机控制基础、数字 PID 控制实验、二维模糊控制器实验三个必做实验，其它实验为选做	(1) 在实验开始前能解释实验相关理论，在 MATLAB 上建立必要的仿真模型。在实验过程中正确使用实验设备，安全操作并正确记录数据；能合理解决实验中遇到的问题；对实验过程有反思的意识； (2) 能够正确处理实验数据，按照需要绘制曲线；能用科学的原理方法分析实验结果，得到结论并进行合理的书面陈述。	JK-2 JK-3	6	6

4 课堂教学设计和实施载体

课程目标	知识单元		学习场景/教学模式	实施载体
	章	节/目		
JK-1 JK-6	第 1 章 自控系统基本概念		案例引导、课堂讲授	讲义教案
	1.1 计算机控制系统的概念			
	1.2 计算机控制系统的组成		课堂讲授	讲义教案
	1.3 计算机控制系统的类型		举例总结、课堂讲授	图片认知，讲义教案

	1.4 计算机控制系统的形成和发展	课堂讲授、归纳总结，以我国计算机控制系统发展历程中技术受限的例子让学生意识到计算机控制系统对社会主义建设的重要性。	讲义教案
JK-2 JK-6	第2章 计算机控制系统的理论基础 2.1 计算机控制信号分析	课堂讲授、引导归纳	讲义教案
	2.2 Z 变换及系统差分方程	案例引导、翻转课堂	讲义教案、习题解析
	2.3 脉冲传递函数	案例引导、演绎总结	讲义教案、习题解析
	2.4 采样系统稳定性判别和稳态误差	翻转课堂、讨论练习	讲义教案、习题解析、随堂练习
JK-3 JK-6	第3章 计算机控制系统的设计方法 3.1 数字控制器的间接设计	课堂讲授、理论讲解	讲义教案、习题解析
	3.2 PID 控制算法及其改进形式	翻转课堂、课堂讲授	讲义教案
	3.3 数字控制器的直接设计方法	课堂讲授	讲义教案
	3.4 先进控制算法-模糊控制	课堂讲授、应用举例	讲义教案
JK-4 JK-6	第4章 计算机控制系统的工程应用 4.1 PID 控制算法的工程实现	翻转课堂、课堂讲授	讲义教案
	4.2 过程控制输入输出通道	课堂讲授、应用举例	讲义教案
	4.3 人机接口技术	课堂讲授、应用举例	讲义教案
	4.4 抗干扰技术	课堂讲授	讲义教案
	4.5 计算机控制系统的工程设计	课堂讲授	讲义教案
	4.6 现场总线控制系统	课堂讲授	讲义教案
JK-5	学生课堂研讨环节 计算机控制技术的可持续发展	课前学生分组, 每组学习一种常见的控制系统 课堂中依次由每名学生进行该控制系统的 ppt 讲解	学生准备的 ppt

5 课堂实验教学

本课程建议完成以下实验，其中必做 3 个，选做 1 个。

5.1 实验名称和安排

序号	实验名称	实验类型	课程目标	学时	备注
1	计算机控制基础	验证性	JK-2	2	选做、实物系统实验
2	数字 PID 控制实验	设计性	JK-3	2	必做、实物系统+仿真实验
3	二维模糊控制器实验	设计性	JK-3	2	必做、仿真实验

4	模拟 PID 控制实验	设计性	JK-3	2	必做、实物系统+仿真实验
---	-------------	-----	------	---	--------------

5.2 实验要求和教学组织

实验 1：计算机控制基础（验证性实验）	时间安排：2 学时
实验目标： 1. 使学生理解掌握计算机控制系统的组成结构和相关知识； 2. 掌握模数/数模转换、数字采样、滤波、信号恢复、保持、离散化处理的概念和计算机实现方式。	
学习考核内容： 模型构建、问题分析、实验设备使用、沟通交流能力等。	
实验任务和活动组织： 每组 1-2 人，共用一个实验箱进行实验操作。 提前阅读实验指导书进行预习，独立完成实验过程，观察现象，记录数据文件，撰写实验报告。	

实验 2：数字 PID 控制实验（设计性实验）	时间安排：2 学时
实验目标： 1. 要求学生掌握数字 PID 控制算法的原理及参数整定方法； 2. 能够使用 MATLAB 相关语句、函数完成数字 PID 控制仿真并进行效果分析。	
学习考核内容： 模型构建、问题分析、仿真软件使用、实验设备使用、沟通交流能力等。	
实验任务和活动组织： 每组 1-2 人，共用一个实验箱进行实验操作。 提前阅读实验指导书进行预习，独立完成实验过程，观察现象，记录数据文件，撰写实验报告。	

实验 3：二维模糊控制器实验（设计性实验）	时间安排：2 学时
实验目标： 1. 要求学生学习并掌握常用的二维模糊控制器的设计和实现方法，研究参数变化对过渡过程的影响； 2. 能够使用 MATLAB 相关语句、函数完成二维模糊控制控制仿真并进行效果分析。	

学习考核内容： 模型构建、问题分析、仿真软件使用、沟通交流能力等。
实验任务和活动组织： 每组 1-2 人，共用一台计算机进行实验操作。 提前阅读实验指导书进行预习， 独立完成实验过程，观察现象，记录数据文件，撰写实验报告。

实验 4：模拟 PID 控制实验（设计性实验）	时间安排：2 学时
实验目标： 1. 要求学生掌握模拟 PID 控制算法的原理及参数整定方法； 2. 能够使用 MATLAB 相关语句、函数完成模拟 PID 控制仿真并进行效果分析。	
学习考核内容： 模型构建、问题分析、仿真软件使用、实验设备使用、沟通交流能力等。	
实验任务和活动组织： 每组 1-2 人，共用一个实验箱进行实验操作。 提前阅读实验指导书进行预习， 独立完成实验过程，观察现象， 记录数据文件，撰写实验报告。	

5.3 实验预习和实验报告要求

学生需在到实验室进行实验之前进行预习，预习内容应包括与本次实验有关的概念、原理、定理、设计方法等知识点，能够理解实验目的和实验方案的关系，并写出预习报告。

完成实验后需按时提交独立的、规范的实验报告：报告中正确绘制曲线或波形，解释实验现象；数据分析方法正确，分析合乎逻辑，结论合理有效。

验证性实验报告需包含实验目的、要求、实验获得的数据、分析和结论；设计性实验报告需包含实验目的、要求、实验方案设计（及计算过程）、实验测试数据、结果分析和结论。

研究思考部分的要求：回答思考问题时，是否能够对实验中的问题适当讨论和反思；能否意识到实验所得出结论和实验项目知识和能力目标的关系，能够帮助对实验目标的实现或者实验相关技能的提升。

5.4 实验教学在能力培养方面的具体措施

实验过程规范、诚实，爱护实验设备；能够独立完成实验、记录数据；基本正确地回答老师的提问；实验结果验收环节考察实验数据和实验结果的合理性

本实验隶属自控原理和控制系统实验室，主要实验设备是计算机控制系统实验装置及 MATLAB 软件，实验室实行全天开放。实验室提供口袋实验室借用，虚拟仿真软件免费使用服务，为学生提供各种场景的实验实践条件。

6 课程考核方案和依据

本课程总评成绩由平时成绩和期末考核成绩两部分构成。平时成绩比例 50%，平时成绩由课堂表现、课内研讨、实验三部分组成，所占比重分别为 15%，15%，20%；期末成绩可采用闭卷笔试方式，也可采用其他考核方式，由任课教师灵活制定。

6.1 课程考核方案

	课程各类考核项				
课程目标	平时作业		课程实验		期末考试成绩
	课堂表现	课内研讨	实验操作	实验报告	
JK-1	25				15
JK-2	25		15	15	30
JK-3	25		35	35	30
JK-4	25				25
JK-5		100			
分数合计	100	100	100		100
总评占比	15%	15%	20%		50%

6.2 课程各考核项评价依据和标准

考核项目 1：平时课堂表现

考核方式：出勤、提问抽查

考核权重：15%

预期学习结果	优秀 >90 分	良好 80-90 分	达成 60-80 分	未达成 <60 分
--------	-------------	---------------	---------------	--------------

能够按时上课 能够积极主动参与课堂互动 熟悉并掌握教师课堂上强调的重点内容 有思考知识点关联、建立知识体系的意识	按时上课,不旷课,上课时能够跟随课堂进度,积极且正确地回答教师提出的问题。	能够按时上课,上课时能够跟随课堂进度,并回答教师提出的问题。	基本能够按时上课(不超过3次不按时上课),基本能跟随课堂进度。	不能合理安排时间,不按时上课,不参与课堂互动。
---	---------------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	-------------------------

考核项目 2: 课内研讨

考核方式: 讲稿内容、演讲表现

考核权重: 15%

预期学习结果	优秀 >90 分	良好 80-90 分	达成 60-80 分	未达成 <60 分
PPT 讲稿中的知识点内容经过一定的理解、筛选和梳理,讲稿美观、简洁 演讲能够结合自己对知识的理解和加工 演讲时能够生动、形象、具有良好的节奏和表达形式 有建立知识体系的意识	PPT 讲稿结构清晰,重点突出,知识点经过了一定的梳理,简洁,美观;学生讲解时逻辑清晰,能够结合自己的理解,演讲大方,得体,语音清晰。	PPT 讲稿结构基本清晰,基本能够突出重点;学生讲解时逻辑基本清晰,部分讲解内容能够结合自己的理解,演讲得体,语音基本清晰。	PPT 讲稿结构基本清晰,可看;学生讲解时基本能讲明白部分知识点,有一定的条理,演讲时表现一般。	PPT 讲稿内容一般;学生讲解时只是念读讲稿,演讲表现较差。

考核项目 3: 课程实验

考核方式: 实验操作、过程表现和报告

考核权重: 20%

预期学习结果	优秀 >90 分	良好 80-90 分	达成 60-80 分	未达成 <60 分
合理安排各项学习任务,有效高质量地完成。 能够自觉预习实验内容,理解实验要求的理论背景,实验目标设计的课程目标和专业能力目标。	按时到课,并且能够按照任务要求和安排自主完成操作;验收通过,正确回答教师质疑。 按时、高质量提交报告,并有反思总结。	按时到课,并且能够按照任务要求和安排顺利完成操作;验收通过,正确回答教师质疑。 按时提交报告,完成情况较好。	基本能够按时上课(不超过1次不按时上课),经过帮助能够完成实验操作;基本正确回答教师质疑。提交报告,完成情况一般。	不能按时到课,或者大部分实验内容无法完成; 不按时提交报告。

考核项目 4: 期末考试

考核方式：闭卷考试

考核权重：50%

预期学习结果	优秀 >90 分	良好 80-90 分	达成 60-80 分	未达成 <60 分
• 学科基础 JK-1：能够复述并理解计算机控制原理的常用术语、基本概念、基本原理和主要方法，能判断他们合理的使用场合 • 建模描述 JK-2：能正确建立线性离散系统的常用模型，并进行转换计算 • 学科基础 JK-3：能够掌握计算机控制系统的间接和直接设计思路和设计方法，掌握 PID 数字控制算法及其改进形式 • 学科基础 JK-4：能够将计算机技术和自动控制理论应用于工业生产过程，设计并实现计算机控制系统，能够了解现场总线控制系统的基本结构、原理及发展应用趋势	在试卷中，对各知识单元的掌握程度全面达到预期学习结果，错误率在 10% 以下。	在试卷中，对各知识单元的掌握程度较好达到预期学习结果，错误率在 20% 左右。	在试卷中，对各知识单元的掌握程度基本达到预期学习结果，错误率在 30% 左右。	在讨论和作业中，对各知识单元的掌握程度达不到预期学习结果，错误率在 40% 以上。

7 本次修订说明

本大纲在原版本“DG7053001-自动化 20160101”课程大纲基础上修订。主要做了以下修改：

（1）根据 2019 版大纲模板对课程内容和实验内容、考核方式进行了全面修订，体现了围绕了课程目标，能力输出导向的教学理念。

（2）根据自动化专业对课程支撑的毕业要求观测点的最新要求，对课程目标设定，已经课程目标与毕业要求观测点的关系进行了修订。（条目 2）

（3）根据课程目标，对课程教学内容和方式进行了调整。

（4）根据课程目标，对课程的考核方式、成绩评定的解释方式做了修订（条目 6）

8 其他需要说明的问题

控制系统实验室设置有多功能测控实验装置开发、平面绘图机开发等多个开放实验项目，可以开展硬件设计、软件开发、控制算法设计等实践教学内容。学生可根据学习需要在课外活动、开放实验、毕业设计等不同阶段申请利用实验室提供的开放实践平台进一步学习提高，以达到更好的学习效果。