

《运动控制系统》课程教学大纲

课程代码：AU310

开课学期：第 6 学期

学分/学时：3/48 （理论学时：40； 实验和课程设计学时：8）

课程类别：专业基础必修课

先修课程：自动控制原理、计算机控制、电力电子技术

后修课程：无

开课单位：电子信息与电气工程学院

课程团队负责人：赵群飞

责任教授：赵群飞

大纲执笔：赵群飞 教授

审核：周越 教学副主任

一、课程学习目标及其与指标点的关系

《运动控制系统》是一门讲授交、直流电动机控制理论和控制规律，以提高电能利用效率及运动控制系统性能的一门专业主干课程，是自动化专业的一门必修课。本课程秉承理论与实际相结合的理念，使学生了解并掌握各类交、直流电动机控制系统的基本结构、工作原理和性能指标，掌握先进的运动控制理论和系统设计方法，具备以下综合分析能力和工程设计能力：

1. 掌握直流电动机调速系统结构特点、调速原理和数学模型；理解速度反馈控制原理、熟练掌握调速系统静态和动态性能指标。（支撑毕业要求 1-3 和 5-3）
2. 掌握闭环系统静特性与开环系统机械特性的关系，理解转速反馈控制作用，掌握数字测速方法和数字 PID 算法。掌握转速、电流双闭环反馈控制直流调速

系统的数学模型与动态过程分析，控制系统的动态性能指标和调速系统中调节器的工程设计方法。（支撑毕业要求 2-1 和 3-2）

3. 掌握交流异步电动机调速时转差功率变化规律和处理方法，交流异步电动机稳态模型和调速方法；掌握异步电动机变压变频调速基本原理及机械特性，交流异步电动机动态数学模型的基本性质和坐标变换方法，理解掌握矢量控制系统和直接转矩控制系统工作原理和控制系统结构。理解掌握同步电动机的稳态模型与调速方法，熟悉、了解同步电动机的矩角特性和变压变频调速原理。（支撑毕业要求 2-1）

4. 掌握调速系统、伺服系统控制器的数字化和嵌入式实现，熟练利用 MatLab、LabView 等工具进行系统仿真和验证。（支撑毕业要求 5-3）

5. 通过分组进行的直流双闭环调速系统实验、交流电动机矢量控制和变频控制实验以及课程设计，进一步了解系统的负载特性和抗干扰能力，控制器各参数对静态特性、动态特性、稳态指标、动态指标的影响和工程设计方法。（支撑毕业要求 9-2 和 10-3）

二、课程学习目标与教学内容和方法的对应关系

课程目标	支撑的毕业要求-指标点	教学内容	学时	教学方法
课程目标 1： 掌握直流电动机调速系统结构特点、调速原理和数学模型；理解速度反馈控制原理、熟练掌握调速系统静态和动态性能指标。	1-3：针对一个复杂工程系统问题，能够应用工程基础和专业知 识进行正确认识与推理。 5-3：基于对复杂工程实际问题的初步分析结果，能够开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，并知晓其	1) 运动控制及其相关学科 2) 运动控制系统及其组成 3) 运动控制系统的转矩控制规律	2	1. 课堂讲授 2. 作业练习

	局限性。			
课程目标 2: 掌握闭环系统静特性与开环系统机械特性的关系,理解转速反馈控制作用,掌握数字测速方法和数字 PID 算法。掌握转速、电流双闭环反馈控制直流调速系统的数学模型与动态过程分析,控制系统的动态性能指标和调速系统中调节器的工程设计方法。	2-1: 能应用数学和工程数学的基本原理,对本专业领域的复杂工程问题进行数学建模与分析。 3-2: 能够设计针对复杂工程问题的解决方案,设计满足特定需求的系统、单元(部件)或工艺流程。	1) 相控整流器-电动机系统特性与结构 2) 相控整流器直流调速系统数学模型与机械特性 3) PWM 变换器-电动机系统特性与结构 4) 调速系统性能指标与开环调速系统 5) 单闭环系统的组成及限流保护 6) 单闭环直流调速系统静特性与动态数学模型 7) 无静差控制系统的分析与 PI 控制规律 8) 双闭环系统的结构与控制规律 9) 双闭环直流调速系统的数学模型与性能分析 10) 转速、电流控制器的典型系统校正 11) 调节器设计	16	1. 课堂讲授 2. 作业练习
课程目标 3: 掌握交流异步电动机调速时转差功率变化规律和处理方法,交流异步电动机稳态模型和调速方法;掌握异步电动机变压变频调速基本原理及机械特性,交流异步电动机动态数学模型的基本性质和坐标变换方法,理解掌握矢量控制系统和直接转矩控制系统工作原理和控制系统结构。理	2-1: 能应用数学和工程数学的基本原理,对本专业领域的复杂工程问题进行数学建模与分析。	1) 异步电动机稳态数学模型 2) 变压变频调速基本原理 3) 基频以下电流补偿控制 4) 正弦波脉宽调制(SPWM)技术 5) 电压空间矢量 PWM(SVPWM)控制技术 6) 转速开环变压变频调速系统结构及实现 7) 转差频率控制基本概念、系统结构与性能分析 8) 异步电动机三相原始数学模型 9) 坐标变换 10) 按转子磁链定向矢量控制系统的实现 11) 按转子磁链定向矢量控制系统的转矩控制方式 12) 定子电压矢量对定子磁链与电磁转矩的控制作	18	1. 课堂讲授 2. 作业练习

解掌握同步电动机的稳态模型与调速方法，熟悉、了解同步电动机的矩角特性和变压变频调速原理。		用 13) 基于定子磁链控制的直接转矩控制系统 14) 同步电动机的基本特征与调速方法		
课程目标 4: 掌握调速系统、伺服系统控制器的数字化和嵌入式实现，熟练利用MatLab、LabView等工具进行系统仿真和验证。	5-3: 基于对复杂工程实际问题的初步分析结果，能够开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息工具，并知晓其局限性。	1) 伺服系统的特征、组成与跟踪性能 2) 伺服系统控制对象的数学模型与设计方法 3) 数字化伺服系统的实现与计算机仿真	4	1. 课堂讲授 2. 作业练习
课程目标 5: 通过分组进行的直流双闭环调速系统实验、交流电动机矢量控制和变频控制实验以及课程设计，进一步了解系统的负载特性和抗干扰能力，控制器各参数对静态特性、动态特性、稳态指标、动态指标的影响和工程设计方法。	9-2: 具有技术团队的构建、运行、协调和负责的能力。能与团队其它成员有效沟通、听取反馈，综合团队成员的意见，并进行合理决策。 10-3: 具有撰写实验报告、设计报告、总结报告能力。	1) 直流双闭环调速系统实验 2) 交流变频调速系统实验 3) 基于 x-y 平台的交流伺服系统实验	8	1. 实验室上机操作 2. 利用 x-y 平台进行课程设计

三、课程考核方式和评分标准

本课程的考核方式为：考试 40%+平时作业与考勤 40% +大作业 20%

期末考试：题型有选择题、填空题、判断题、简答题和计算题。考试内容涵盖基本的概念、系统结构、指标分析和控制器设计。能够评价课程目标 1 和课程目标 4 的达成情况。

平时作业：每一章内容结束后会布置相关的作业来复习上课所学内容。能够评价课程目标 2 和课程目标 3 的达成情况。平时作业的评分标准如下：

	90-100	80-90	60-80	0-60
提交时间 (0.2)	按时提交		迟交	未交
作业内容准确率 (0.5)	计算过程完整，结果正确	计算过程完整，结果大部分正确	计算过程不完整，结果部分正确	无计算过程，结果不正确
作业版面 (0.3)	字迹工整，条理清晰	字迹工整，条理基本清晰		版面脏乱，条理不清

大作业：对知识的综合应用、专业兴趣的培养，以及同学之间的协作能力，能够评价课程目标 4 和 5 的达成情况。大作业的评分标准如下：

	90-100	80-90	60-80	0-60
提交时间 (0.2)	按时提交		迟交	未交
实验报告 (0.5)	各部分描写完整，条理清楚，有自己见解	描写基本完整，条理基本清晰		描写不完整，版面乱
团队合作 (0.3)	积极参与，完成团队角色	部分参与，能完成团队分配角色	部分参与，部分完成分工	参与工作很少

四、持续改进

本课程根据学生作业、案例分析及课堂研讨、实验完成情况、平时考核情况和学生、教学督导等反馈，及时对教学中不足之处进行改进，并在下一轮课程教学中改进提高，确保相应毕业要求指标点达成。

五、教材及参考书目

教材：

[1] 阮毅、陈维钧．运动控制系统[M]．北京：清华大学出版社，2006

主要参考书:

[1] 陈伯时．《电力拖动自动控制系统—运动控制系统》（第 3 版）[M]．北京：机械工业出版社，2003

[2] 王兆安、黄俊．电力电子技术（第 4 版）[M]．北京：机械工业出版社，2000

[3] 杨耕、罗应立．《电机与运动控制系统》（第 2 版）[M]北京：清华大学出版社，2014