

# 【运动控制技术 1】

## 【Motion control technolog 1】

### 一、基本信息

**课程代码：【0070037】**

**课程学分：【5】**

**面向专业：【机电一体化】**

**课程性质：**【运动控制技术课程是专科机电一体化专业的系级专业基础/专业必修课程，教学安排分运动控制技术 1(专业基础部分)和运动控制技术 2(专业部分)，分别在第 3 和第 4 学期进行。本课程总学分为 5，总课时 90，理论教学 64 学时，实践教学 26 学时。其中：运动控制技术 1 总学时为 48 学时，理论与实践教学分别为 32 与 16，分别占 48 学时的 2/3 与 1/3。运动控制技术 2 总学时为 42 学时，理论与实践教学分别为 32 与 10，分别占 42 学时的 3/4 与 1/4。

根据原动机的传动方式来分，运动控制系统可分为直流调速控制系统和交流调速控制系统两大类。运动控制技术以“自动控制原理”作为其理论基础。根据运动控制技术发展的不同阶段，运动控制理论一般可分为“经典控制理论”和“现代控制理论”两大部分。经典控制理论的内容主要以传递函数为基础，研究单输入单输出类自动控制系统的分析和设计问题。由于其发展较早，现已十分成熟，而且在工程上相当成功地解决了大量实际问题，因此它是研究运动控制系统的重要理论基础。

MATLAB 软件的诞生，使控制系统的分析与设计由繁琐变得简单，它为控制系统的设计与仿真提供了一个强有力的工具。本课程教学在大部分章节中都涉及到 MATLAB 软件在运动控制技术中的应用。

本课程采用理实一体化的教学模式开展教学，实践部分主要是运用 MATLAB 软件进行控制系统的仿真。

**开课院系：职业技术学院**

**使用教材：**主教材【教材名：运动控制系统，主编：尚丽，出版社：西安电子科技大学出版社，2009 年 8 月第 1 版】

辅助教材 1【教材名：运动控制系统，主编：吴贵文，出版社：机械工业出版社，2014 年 7 月第 1 版】

辅助教材 2【教材名：PLC 运动控制技术应用设计与实践，主编：李全利，出版社：机械工业出版社，2014 年 8 月第 1 版】

参考教材 1【教材名：现代运动控制系统工程，主编：曾毅，出版社：机械工业出版社，2008 年 5 月第 1 版】

参考教材 2【教材名：制造装备电气控制，主编：汤以范，出版社：清华大学出版社，2008 年 12 月第 1 版】

注：如课程需学生阅读参考文献或查阅网上资料，应列出参考文献【文献名作者刊物名页次】，所用搜索引擎及检索关键词。

**先修课程：**【课程名称：机电传动控制、代码： 、学分：4 ； 课程名称：电工电子技术、代码： 、学分：4】

### 二、课程简介

运动控制技术是发展迅速、应用广泛、最引入瞩目的技术之一，是推动新的技术革命和新的产业革命的核心技术，是自动化领域的重要组成部分。它包含了运动控制系统中所有元器件的构造原理和性能，以及控制对象或被控过程的特性等方面的知识，还包括运动控制系统的分析与综合、控制用计算机的构造原理和实现方法等。运动控制技术有很强的应用背景，它在炼钢、轧钢、化工、石油、电力、造纸、纺织、皮革、食品、航空、航海、汽车、铁路和国防工业领域，以及图书资料的管理、实验室技术设备

注：教学大纲电子版公布在本学院课程网站上，并发送到教务处存档。

中都得到广泛应用。目前，运动控制技术正向着网络化、集成化、分布化、节能化等方向发展。

本课程主要介绍了运动控制系统的直流电动机和异步电动机调速技术，以及面向电气原理的交直流调速系统的仿真技术。本课程将交直流调速运动控制技术和 MATLAB / Simulink 仿真技术有机结合在一起，着重体现了高等职业教育以应用型教育作为主导培养方向的办学理念。本课程的教学遵循理论和实际相结合的原则，强调工程应用，具有如下特点：

- (1)突出实用性，淡化理论概念，简化公式推导和分析过程；
- (2)注重实例分析，有利于进一步理解和巩固理论知识，做到学以致用；
- (3)每章开头有内容提要，章尾有本章小结、习题与思考题，以便学生抓住重点自学；
- (4)附录中安排了实验指导，将实践内容与理论教学内容相结合；
- (5)重点章节均采用了基于调速系统电气原理结构图的 MATLAB 仿真技术，仿真实验方法与实物实验方法相似，与实物实验结果相比较，仿真结果的可信度很高。

全课程教学共分为八章：

第一章绪论，主要介绍运动控制的基本概念和交直流调速系统的发展概况，以及运动控制技术仿真的基本概念；

第二章介绍单闭环直流调速系统及其仿真技术，重点突出单闭环控制系统的基本概念、系统工程实现、调速分析方法和 MATLAB 仿真技术的实现；

第三章介绍转速、电流双闭环直流调速系统，重点介绍双闭环直流调速系统的组成和常用的工程设计方法，并给出了双闭环直流调速系统的 MATLAB 仿真；

第四章介绍直流脉宽调速(PWM)系统及其仿真，主要介绍 PWM 调速原理和机械特性、PWM 变换器和控制电路，并实现了 PWM 直流调速系统的 MATLAB 仿真；

第五章介绍交流调速系统和串级调速系统及其仿真，注重与直流调速系统进行对比分析，给出了交流调速系统和串级调速系统的 MATLAB 仿真；

第六章介绍交流异步电动机变压变频调速系统及其仿真，着重分析变压变频调速的基本控制方式、压频协调控制的机械特性和基于稳态模型的变压变频调速系统，实现了转速开环恒压频比控制的调速系统的 MATLAB 仿真；

第七章介绍变频器应用技术，重点讨论了各种变频器反其选择、安装，调试、应用等问题，最后实现了 SPWM 变频技术的 MATLAB 仿真；

第八章介绍数字控制交直流调速系统，主要概述了数字控制系统的总体结构、设计方法和步骤、总体设计方案、微处理芯片的选择和数字控制系统的特点、微机控制双闭环直流调速系统和交流调速系统等。

本课程的仿真部分可以自成体系，即将各章最后仿真部分的内容组合起来，就是运动控制调速系统的 MATLAB 仿真技术的内容，可以独立为仿真实验指导书。

### 三、选课建议

本课程分八章教学，主要内容包括运动控制理论的基本知识，单闭环直流调速系统，转速、电流双闭环直流调速系统，直流脉宽调速(PWM)系统，交流调压调速系统和串级调速系统、异步电动机变压变频调速系统，变频器应用技术和数字控制交直流调速系统等。

本课程的教学将交、直流调速运动控制技术和 MATLAB/Simulink 仿真技术有机结合在一起，着重体现高等职业教育以应用型教育为主导培养方向的办学理念，遵循理论和实际相结合的原则，强调工程应用，将实践内容与理论教学内容相结合。

本课程适合专科机电一体化专业 2 年级的学生修读，亦适合专科控制类专业 2 年级的学生选修。选修本课程的学生，要求：

- 1) 高等数学方面，应先修拉普拉斯变换与反变换；

注：教学大纲电子版公布在本学院课程网站上，并发送到教务处存档。

2) 专业基础方面, 应先修机电传动技术和机械控制基础。

#### 四、课程与培养学生能力的关联性

自主学习	表达沟通	专业能力					尽责抗压	协同创新	服务关爱	信息应用	国际视野
		开环系统结构	速度单闭环结构	其他单闭环结构	速度、电流双闭环结构	调速系统设计					
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

#### 五、课程学习目标

本课程的教学任务是: 学生掌握交直流调速控制系统基本组成原理的同时, 能够结合工程实际情况, 根据生产设备所提出的技术指标组成, 选择合理的控制系统结构; 另外, 在掌握反馈闭环控制原理的基础上, 能够正确地选择和整定调速控制系统的动、静态参数, 使系统的调速性能达到最佳状态; 在功率可控电源和控制电路的实现上, 既要掌握目前普及应用的技术和正在发展的新技术, 也要掌握模拟电路、微处理器、智能功率集成电路以及目前应用广泛的各类器件和由这些器件组成的系统; 能从工程实用的角度提出问题、分析问题和解决问题。

本课程的教学目标是: 通过分组(团队)协同讨论式学习, 培养学生自主学习、协同创新、团队沟通和信息应用的能力。最终使学生们独立思考能力和动手能力得到较大的提高, 将来能够胜任电气传动控制系统的操作、维护和管理工作的。

#### 六、课程内容

全课程教学共分为八章:

##### 第一章 绪论

要求学生了解运动控制的基本概念和交直流调速系统的发展概况, 以及运动控制技术仿真的基本概念。

##### 第二章 单闭环直流调速系统

要求学生掌握速度单闭环直流调速系统的基本组成原理、基本结构与计算方法; 了解电压负反馈、电压负反馈+电流补偿、电流截止负反馈等单闭环直流调速系统的基本组成原理; 能运用控制系统传递函数工具, 分析上述单闭环直流调速系统的性能特点; 能对各类单闭环直流调速系统进行综合设计。

了解单闭环直流调速系统 MATLAB 的建模方法, 能尝试 MATLAB 工具对单闭环直流调速系统进行模拟仿真。

本章的难点: 由拉氏变换导出的直流电动机传递函数。

##### 第三章 转速、电流双闭环直流调速系统

要求学生了解双闭环直流调速系统的组成原理和常用的工程设计方法; 知道直流调速系统 MATLAB 的建模方法, 能运用 MATLAB 工具对转速、电流双闭环直流调速系统进行模拟仿真, 并对仿真结果进行正确的评价。

本章的难点: 转速、电流双闭环直流调速系统动态数学模型。

##### 第四章 直流脉宽调速(PWM)系统

要求学生了解 PWM 调速工作原理、组成结构和机械特性, 知道 PWM 变换器和控制电路, 并设计

注: 教学大纲电子版公布在本学院课程网站上, 并发送到教务处存档。

PWM 直流调速系统，并运用 MATLAB 进行系统性能仿真。

本章的难点：PWM 调制变化器及其控制系统数学模型。

#### 第五章 交流调速系统和串级调速系统

要求学生了解交流调速系统和串级调速系统的工作原理、组成结构及性能特点；知道交流调速与直流调速的适用场合；运用 MATLAB 对交流调速系统和串级调速系统进行仿真。

本章的难点：交流调速系统和串级调速系统的建模。

#### 第六章 交流异步电动机变压变频调速系统

要求学生了解变压变频调速的基本控制方式、知道压频协调控制的机械特性和基于稳态模型的变压变频调速系统；实现转速开环恒压频比控制的调速系统的 MATLAB 仿真。

本章的难点：异步电动机-变压变频调速系统的建模。

#### 第七章 变频器应用技术

要求学生掌握各种变频器运用方法，熟练掌握变频器的选型、安装，调试、应用等方法。实现了 SPWM 变频技术的 MATLAB 仿真。

本章的难点：PLC-变频器系统的构建。

#### 第八章 数字控制交直流调速系统

要求学生了解数字控制系统与模拟控制系统总体结构和性能方面的差异；知道数字控制系统设计方法和设计步骤；了解电动机控制专用微处理芯片的选择；知道微机控制双闭环直流调速系统和交流调速系统等组成构建。

本章的难点：数字系统的建模。

## 七、实践环节各阶段名称及基本要求（适用于集中实践、实习、毕业设计等）

列出实践环节各阶段的名称、实践的天数或周数及每个阶段的内容简述。

序号	各阶段名称	主要内容	天数 / 周数	备注
1	控制系统 MATLAB 仿真	MATLAB 界面认识、开环直流调速系统 MATLAB 建模；有静差转速单闭环直流调速系统 MATLAB 建模与仿真；无静差转速单闭环直流调速系统 MATLAB 仿真与仿真		3 课时
2	双 闭 环 直 流 调 速 系 统	双闭环直流调速系统 MATLAB 建模与仿真		3 课时
3	PWM 调速系统 MATLAB 仿真	PWM 直流调速系统 MATLAB 建模与仿真		3 课时
4	交流调速系统 MATLAB 仿真	交流调速系统 MATLAB 建模与仿真		3 课时
5	变频调速系统 MATLAB 仿真	变频调速系统 MATLAB 建模与仿真		3 课时

注：教学大纲电子版公布在本学院课程网站上，并发送到教务处存档。

## 八、评价方式与成绩（必填项）

总评构成（1+X）	（1）	（X1、X2、X3……）
评价方式	开卷考试	自主预习报告+讨论+作业+章节报告
1 与 X 两项所占比例%	60%	5%+5%+5%+5%+5%+5%+5%+5%=40%

撰写： 汤以范

系主任审核：蒋忠理