

# 2018 版培养方案专业核心课课程大纲

## 目录

《工程数学》课程教学大纲.....	1
《计算机程序设计（C 语言）》课程教学大纲.....	12
《电路》课程教学大纲.....	21
《模拟电子技术》课程教学大纲.....	37
《数字电子技术》课程教学大纲.....	55
《微机原理及应用》课程教学大纲.....	71
《自动控制原理》课程教学大纲.....	80
《电力电子技术》课程教学大纲.....	93
《计算机控制技术》课程教学大纲.....	100
《传感器与检测技术》课程教学大纲.....	114
《现代控制理论》课程教学大纲.....	126
《电机与电力拖动（A）》课程教学大纲.....	133
《运动控制系统（1）》课程教学大纲.....	146
《运动控制系统（2）》课程教学大纲.....	152
《电机与电力拖动（C）》课程教学大纲.....	158
《过程控制仪表与装置》课程教学大纲.....	169
《过程控制系统》课程教学大纲.....	179
《电机与电力拖动（B）》课程教学大纲.....	189
《机器人学》课程教学大纲.....	197
《自动化专业导论》课程教学大纲.....	220
《工程制图》课程教学大纲.....	228
《计算机仿真技术》课程教学大纲.....	240
《PLC 原理与电气控制技术》课程教学大纲.....	247
《工业计算机网络与通信》课程教学大纲.....	255
《计算机程序设计（C 语言）》课程实验教学大纲.....	262
《电路实验》课程实验教学大纲.....	265
《模拟电子技术》课程实验教学大纲.....	270
《数字电子技术》课程实验教学大纲.....	278
《电子工艺实习》教学大纲.....	287
《微机原理及应用实验》课程实验教学大纲.....	290
《电子系统课程设计》教学大纲.....	295
《微机原理及应用课程设计》课程教学大纲.....	300

《自动控制原理实验》教学大纲.....	303
《电力电子技术课程设计》教学大纲.....	307
《检测技术实训》教学大纲.....	311
《控制系统仿真与设计》教学大纲.....	315
《计算机控制技术课程设计》教学大纲.....	318
《自动控制系统综合实验》教学大纲.....	321
《PLC 原理与电气控制技术课程设计》教学大纲.....	325
《生产实习》教学大纲.....	329
《毕业实习》教学大纲.....	333
《毕业设计》课程教学大纲.....	337
《运动控制系统课程设计》教学大纲.....	344
《过程控制系统课程设计》教学大纲.....	347
《机器人系统综合课程设计》教学大纲.....	350
《电力电子技术》课程实验教学大纲.....	353
《计算机控制技术》课程实验教学大纲.....	355
《传感器与检测技术》课程实验教学大纲.....	357
《现代控制理论》课程实验教学大纲.....	359
《电机与电力拖动（A）》课程实验教学大纲.....	361
《运动控制系统（1）》课程实验教学大纲.....	363
《运动控制系统（2）》课程实验教学大纲.....	365
《电机与电力拖动（C）》课程实验教学大纲.....	367
《过程控制仪表与装置》课程实验教学大纲.....	369
《过程控制系统》课程实验教学大纲.....	371
《电机与电力拖动（B）》课程实验教学大纲.....	373
《机器人学》课程实验教学大纲.....	375
《伺服与驱动》课程实验教学大纲.....	378
《计算机仿真技术》课程实验教学大纲.....	381
《PLC 原理与电气控制技术》课程实验教学大纲.....	383
《工业计算机网络与通信》课程实验教学大纲.....	386

# 《工程数学》课程教学大纲

课程代码	0911003103	课程名称（中文）		工程数学	
课程名称（英文）	Engineering Mathematics				
总学时	48	授课学时	48	实验（上机）学时	0
实践学时	0		学分		3
先修课程	高等数学	适用专业		自动化	
制订单位	电气与自动化工程学院			制订时间	2018 年 1 月

## 一、课程的性质和任务

### 1.课程的性质：

《工程数学》课程是通识教育必修课。

### 2.课程任务及教学目标：

本课程（包括复变函数、积分变换和矢量分析与场论）是理工科相关专业的一门基础课，通过本课程的学习，使学生初步掌握复变函数的基础理论和方法，掌握傅里叶变换与拉普拉斯变换的性质、方法，掌握矢量分析和场论的基础理论和方法。学生通过学习该课程不仅可以巩固微积分的基础知识，而且为学习有关后续课程和进一步扩大数学知识奠定必要的数学基础。同时，该课程在培养学生的抽象思维能力、逻辑推理能力、空间想象能力和科学计算能力等方面也起着十分重要的作用。

通过本课程的教学，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**理解和掌握复数理论、解析函数论、复积分、复级数、矢量分析和场论，并能用其解决自动化领域的工程问题。

**课程教学目标 2：**理解傅里叶变换和拉普拉斯变换的基本概念和性质，并熟练应用这两种变换对自动化领域的工程问题进行分析 and 表达。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

**表 1 课程教学目标与毕业要求的关系**

毕业要求	指标点	课程目标
1.工程知识	1.3 能够将相关专业知识和数学模型方法用于自动化领域工程问题的分析。	1

2.问题分析	2.1 能够利用数学、自然科学和工程科学的基本原理对自动化领域相关的复杂工程问题进行识别和表达。	2
--------	--	---

## 二、课程与其他课程的联系与分工

本课程是《高等数学》的延伸，是自动化、电气专业重要的基础课程，通过本课程的学习，为《电路》、《自动控制原理》、《电力电子技术》、《电工学》、《电磁学》等后继课程奠定良好的基础。

## 三、课程教学内容

### 第一章 复数与复变函数

本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求：**

1. 掌握复数的概念及各种几何表示。
2. 掌握复数的四则运算、乘幂方根共轭运算。
3. 了解复平面上区域、曲线的概念。
4. 理解复变函数与实二元函数的关系及复变函数的极限与连续性。

**教学重点与难点：**

**重点：**复数的运算及各种几何表示、复变函数的概念。

**难点：**用复数方法表示平面区域、曲线。

#### 第一节 复数及其代数运算

1. 复数的概念：虚单位、复数、实部、虚部、纯虚数、复数相等
2. 复数的代数运算：和、差、积
3. 共轭复数：实部相等而虚部互为相反数

#### 第二节 复数的几何表示

1. 复平面：实轴、虚轴、复平面、模、辐角、复数的三角形式、指数形式
2. 复球面：北极、南极、复球面、扩充复平面、有限复平面

#### 第三节 复数的乘幂与方根

1. 乘积与商：复数的乘积定理、商定理
2. 幂与根：复数的 $n$ 次幂、 $n$ 次方根

#### 第四节 区域

1. 区域的概念：邻域、开集、区域、闭区域、有界集
2. 单连通域与多连通域：连续曲线、光滑曲线、简单曲线、单连通、复连通

#### 第五节 复变函数

1. 复变函数的定义：复变函数、单值函数、多值函数、定义域
2. 映射的概念：映射、象、原象、对称映射

#### 第六节 复变函数的极限和连续性

1. 函数的极限: 极限的定义、极限存在的充要条件、极限的四则运算
2. 函数的连续性: 连续的定义、连续的充要条件、连续函数的性质

## 第二章 解析函数

本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求:**

1. 理解复变函数的导数及解析函数的概念。
2. 掌握复变函数连续、可导、解析之间的关系及求导法则。
3. 掌握复变函数可导解析的判别方法, 并灵活运用柯西-黎曼方程。
4. 了解初等函数的定义、性质, 尤其是指数函数。

**教学重点与难点:**

**重点:** 解析函数的概念及函数解析的判别方法。

**难点:** 解析函数的概念及初等函数中多值函数及单值函数解析分支的概念。

### 第一节 解析函数的概念

1. 复变函数的导数与微分: 导数的定义、导数的运算、可微的定义
2. 解析函数的概念: 解析的定义、奇点解析函数的性质

### 第二节 函数解析的充要条件

1. 函数可导的充要条件
2. 函数解析的充要条件

### 第三节 初等函数

1. 指数函数: 指数函数的定义、加法定理
2. 对数函数: 对数函数的定义、性质
3. 乘幂与幂函数: 乘幂的定义、幂函数的定义
4. 三角函数与双曲函数: 双曲余弦、正弦、正切函数的定义

## 第三章 复变函数的积分

本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求:**

1. 了解复变函数积分的概念及基本性质, 理解复变函数积分的曲线积分方法, 掌握并熟练运用复积分计算的参数方程方法和积分估值公式。
2. 理解柯西-古萨基本定理及推广形式, 了解复变函数的原函数存在定理。
3. 熟练掌握柯西积分公式及高阶导数公式, 掌握并灵活运用柯西积分理论计算沿闭曲线的复积分。
4. 理解调和函数的概念, 掌握解析函数与调和函数的关系。

**教学重点与难点:**

**重点:** 柯西-古萨基本定理及其推广、柯西积分公式及高阶导数公式。

**难点：**复合闭路定理与复积分的计算。

### 第一节 复变函数积分的概念

1. 积分的定义：函数沿曲线积分的定义
2. 积分存在的条件及其算法：积分存在的充分条件、积分计算公式
3. 积分的性质：线性性质、不等式性质

### 第二节 柯西-古萨基本定理

柯西-古萨基本定理：如果函数  $f(z)$  在单连通域  $B$  内处处解析，则  $f(z)$  沿  $B$  内任何一条封闭曲线的积分为零。

### 第三节 基本定理的推广—复合闭路定理

复合闭路定理

### 第四节 原函数与不定积分

1. 解析函数的积分性质：定理一、定理二
2. 原函数、不定积分的定义、积分公式

### 第五节 柯西积分公式

柯西积分公式

### 第六节 解析函数的高阶导数

解析函数的高阶导数公式及其应用

### 第七节 解析函数与调和函数的关系

1. 调和函数的定义
2. 调和函数与解析函数的关系

## 第四章 级数

**本章支撑课程教学目标 1。**

**教学目的与要求：**

1. 了解复数列的极限、收敛、发散的概念。
2. 熟悉幂级数的概念，理解阿贝尔定理，掌握幂级数收敛半径的求法。
3. 理解泰勒级数展开定理，掌握函数的泰勒级数展开式并熟练地将一些解析函数在指定点展开成幂级数。
4. 理解洛朗级数展开定理，掌握洛朗级数的间接展开法。

**教学重点与难点：**

**重点：**函数的泰勒级数展开、洛朗级数展开。

**难点：**函数的泰勒级数展开、洛朗级数展开。

### 第一节 复数项级数

1. 复数列的极限：收敛的定义、收敛的充要条件
2. 级数概念：级数收敛的定义、收敛的条件、绝对收敛、条件收敛

## 第二节 幂级数

1. 幂级数概念：幂级数收敛的定义、阿贝尔定理
2. 收敛圆与收敛半径：收敛圆、收敛半径的定义
3. 收敛半径的求法：比值法、根值法
4. 幂级数的运算和性质：幂级数收敛的性质

## 第三节 泰勒级数

泰勒级数展开式、泰勒级数展开定理

## 第四节 洛朗级数

洛朗展开式、洛朗级数与泰勒级数的关系

## 第五章 留数

本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求：**

1. 了解孤立奇点的定义、分类及特征。
2. 理解留数的概念，掌握计算留数的一般方法。
3. 熟练掌握极点处留数的求法。
4. 掌握利用留数定理计算闭路复积分的方法。
5. 了解应用留数定理求定积分的围道积分法。

**教学重点与难点：**

**重点：**留数的计算、留数定理及应用。

**难点：**留数在积分上的应用。

### 第一节 孤立奇点

1. 可去奇点：可去奇点的定义、求法
2. 极点：极点的定义
3. 本性奇点：本性奇点的定义、判断孤立奇点的类型
4. 函数的零点与极点的关系：零点的定义、存在的充要条件、零极点关系
5. 函数在无穷远点的性态：无穷远点的特性与其洛朗级数的关系

### 第二节 留数

1. 留数的定义及留数定理：留数的定义、留数定理
2. 留数的计算规则：规则 I—III
3. 在无穷远点的留数：定义、孤立奇点的留数和等于零

### 第三节 留数在定积分计算上的应用

1. 形如  $\int_0^{2\pi} R(\cos\theta, \sin\theta) d\theta$  的积分：令  $z = e^{i\theta}$ ，变量代换
2. 形如  $\int_{-\infty}^{+\infty} R(x) dx$  的积分：取积分路线包含  $R(z)$  所有上半平面的极点

3. 形如  $\int_{-\infty}^{+\infty} R(x)e^{aix} dx$  的积分：类似于 2 中处理方法

## 第六章 Fourier 变换

本章支撑课程教学目标 2。

教学目的与要求：

1. 了解周期函数的 Fourier 级数形式，熟悉 Fourier 积分定理，了解 Fourier 积分公式的三角形式。
2. 理解 Fourier 变换及其逆变换的概念。
3. 理解单位脉冲函数的概念及性质，掌握一些常用函数的 Fourier 变换及逆变换的求法。
4. 了解 Fourier 变换的性质及卷积定理，能用 Fourier 变换的性质求函数的 Fourier 变换及逆变换。

教学重点与难点：

重点：求函数的 Fourier 变换及逆变换。

难点：求函数的 Fourier 变换。

### 第一节 Fourier 积分

1. Fourier 积分公式：复数形式、三角形式、正余弦积分公式
2. Fourier 积分定理

### 第二节 Fourier 变换

1. Fourier 变换的概念：Fourier 变换及逆变换、Fourier 正弦、余弦变换式
2. 单位脉冲函数及其 Fourier 变换：单位脉冲函数的定义、Fourier 变换
3. 非周期函数的频谱：频谱函数、振幅频谱的定义及求法

### 第三节 Fourier 变换的性质

1. 线性性质：Fourier 变换及逆变换的线性性质
2. 位移性质：Fourier 变换及逆变换的位移性质
3. 微分性质：Fourier 变换及逆变换的微分性质
4. 积分性质：Fourier 变换及逆变换的积分性质

### 第四节 卷积与相关函数

1. 卷积定理：卷积的定义、运算律、性质
2. 相关函数：相关函数的定义、相关函数与能量谱密度的关系

## 第七章 Laplace 变换

本章支撑课程教学目标 2。

教学目的与要求：

1. 了解 Laplace 变换的概念及其与 Fourier 变换的区别与联系，理解 Laplace 变



换及其逆变换，掌握一些基本函数的 Laplace 变换。

2.掌握 Laplace 变换的性质及卷积定理，熟练运用 Laplace 变换的性质求函数的 Laplace 变换及逆变换。

3.了解反演积分公式，掌握用留数求 Laplace 逆变换的方法。

**教学重点与难点：**

**重点：**求函数的 Laplace 变换及逆变换。

**难点：**运用性质求 Laplace 变换及逆变换。

### 第一节 Laplace 变换的概念

1. 问题的提出：拉氏变换及其逆变换的定义

2. Laplace 变换的存在定理：拉氏变换存在定理

### 第二节 Laplace 变换的性质

1. 线性性质：拉氏变换及其逆变换的线性性质

2. 微分性质：拉氏变换及其逆变换的微分性质

3. 积分性质：拉氏变换及其逆变换的积分性质

4. 位移性质：拉氏变换及其逆变换的位移性质

5. 延迟性质：拉氏变换及其逆变换的延迟性质

### 第三节 卷积

1. 卷积的概念：卷积的数乘、微分、积分

2. 卷积定理：卷积定理及其在拉氏逆变换中的应用

### 第四节 Laplace 逆变换

拉氏反演积分的定义、求法

## 第八章 矢量分析

**本章支撑课程教学目标 1。**

**教学目的与要求：**

1. 了解矢性函数的定义。

2. 掌握矢性函数的导数和微分的物理意义及其计算方法。

3. 掌握矢性函数的积分计算方法。

**教学重点与难点：**

**重点：**矢性函数的导数与积分。

**难点：**矢性函数的导数与积分的计算方法。

### 第一节 矢性函数

1. 矢性函数的概念：矢性函数的定义

2. 矢端曲线：矢端曲线的定义、矢量方程、参数方程

3. 矢性函数的极限与连续性：极限的定义、运算法则、连续的定义、条件

## 第二节 矢性函数的导数与微分

1. 矢性函数的导数：导数的定义、计算公式
2. 导矢的几何意义：切向矢量
3. 矢性函数的微分：可微的定义、几何意义
4. 矢性函数的导数公式：7 个公式
5. 导矢的物理意义：速度矢量、加速度矢量

## 第三节 矢性函数的积分

1. 矢性函数的不定积分：原函数、不定积分的定义
2. 矢性函数的定积分：定积分的定义、积分公式

## 第九章 场论

本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求：**

1. 理解场、数量场的等值面及矢量场的概念。
2. 掌握数量场的梯度及物理意义，掌握梯度与方向导数的关系。
3. 掌握矢量场的散度的求法及散度与通量的关系。
4. 掌握矢量场的旋度的求法及旋度与环量的关系。
5. 了解几种矢量场：有势场、管形场、调和场。

**教学重点与难点：**

**重点：**场、数量场的等值面及矢量线的概念。

**难点：**方向导数与梯度，通量与散度，环量与旋度的求法。

### 第一节 场

1. 场的概念：场、数量场、向量场的定义
2. 数量场的等值面：等值面、等温面、等位面、等值线的定义
3. 矢量场的矢量线：矢量线、矢量面的定义

### 第二节 数量场的方向导数和梯度

1. 方向导数：方向导数的定义、计算公式
2. 梯度：梯度的定义、计算公式

### 第三节 矢量场的通量及散度

1. 通量：通量的定义、物理意义
2. 散度：散度的定义、散度在直角坐标系的表示形式

### 第四节 矢量场的环量及旋度

1. 环量：环量的定义、环量面密度及其计算公式
2. 旋度：旋度的定义、计算公式

### 第五节 几种主要的矢量场

1. 有势场：有势场的定义、存在的充要条件
2. 管形场：管形场的定义、存在的充要条件
3. 调和场：调和场的定义、存在的充要条件

#### 四、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配								合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他	
1	第一章	复数与复变函数	6								6
2	第二章	解析函数	4					2			6
3	第三章	复变函数的积分	6								6
4	第四章	级数	4					2			6
5	第五章	留数	4								4
6	第六章	Fourier 变换	4								4
7	第七章	Laplace 变换	4					2			6
8	第八章	矢量分析	4								4
9	第九章	场论	4					2			6
合计			40					8			48

#### 五、课程教学基本要求

1. 课堂授课：本课程以课堂讲授为主，辅助网络资源、多媒体等教学手段为教学服务。由于内容、概念理论较多、课时紧，要求学生课前预习，课后认真复习和完成相应作业，以保证教学效果和教学质量。
2. 作业：为使学生更好的消化和理解课堂上所讲授的内容，每次布置一定数量的习题，教师也要认真及时批改作业和答疑。

#### 六、建议教材及主要参考资料

##### 1. 建议教材

- [1] 西安交通大学高等数学教研室. 《复变函数》，北京：高等教育出版社，2011
- [2] 东南大学数学系张元林. 《积分变换》，北京：高等教育出版社，2012
- [3] 谢树艺等. 《矢量分析与场论》，北京：高等教育出版社，2012

##### 2. 主要参考资料

- [1] 钟玉泉编. 复变函数论，北京：高等教育出版社，2004
- [2] 李红、谢松法. 复变函数与积分变换，北京：高等教育出版社，2013

- [3] 李红、谢松法. 复变函数与积分变换学习辅导与习题全解, 北京: 高等教育出版, 2013
- [4] 张元林. 工程数学: 积分变换(第四版), 北京: 高等教育出版, 2003
- [5] 刘子瑞, 徐忠昌. 复变函数与积分变换, 北京: 科学出版社, 2011
- [6] 冯复科主编. 复变函数与积分变换, 北京: 科学出版社, 2015
- [7] 杨曙. 矢量分析, 北京: 国防工业出版社, 2005
- [8] 谢树艺. 矢量分析与场论学习指导书, 北京: 高教出版社, 2012
- [9] John H. Mathews and Russell W. Howell. Complex Analysis for Mathematics and Engineering, Jones & Bartlett Pub, 2006
- [10] Mark J. Ablowitz, Athanassios S. Fokas. Complex variables: introduction and applications, Cambridge University Press, 2003
- [11] Rabha W. Ibrahim. Mathematica Scientia, 34(2014):1417-1426
- [12] M. Dalla Riva, P. Musolino. Real analytic families of harmonic functions in a planar domain with a small hole, Journal of Mathematical Analysis and Applications, 422 (2015): 37-55
- [13] Fengyun Fu, Xiaoping Yang, Peibiao Zhao. Geometrical and physical characteristics of a class of conformal mappings, Journal of Geometry and Physics, 62 (2012):1467-1479
- [14] Fei Sha, Lawrence K. Saul. Analysis and extension of spectral methods for nonlinear dimensionality reduction, Proceedings of the 22nd international conference on Machine learn methods, Proceedings of the Twenty-Fourth AAAI Conference on Artificial Intelligence, (2010):557-562
- [15] An analytical representation of conformal mapping for genus-zero implicit mapping, (2005):784-791
- [16] Stefan Pintilie, Ali Ghodsi. Conformal mapping by computationally efficient surfaces and its application to surface shape similarity assessment, Computer-Aided Design, 64 (2015): 9-21
- [17] Shunzhou Huang, Hao Wang, Yong Zhao, Zhongqin Lin. Analytic methods for geometric modeling via spherical decomposition. Computer-Aided Design, 70(2016):100-115
- [18] Liming Zhang, Hong Li. Fourier. A novel signal decomposition approach-adaptive Fourier decomposition, Advances in Adaptive Data Analysis, 3(2012): 325-338

## 七、课程成绩考核

课程成绩考核包括平时考核和期末考核。平时考核包括：出勤、课堂回答问

题、课下作业、小测验等。期末考核采取闭卷笔试形式。平时考核成绩占总成绩的 30%，期末考核成绩占总成绩的 70%。具体考核内容及所占比例，详见下表。

表 2 课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	教学内容	考核分值	总分值
闭卷考试 70%	1.3	目标 1	第一章复数与复变函数、第二章解析函数、第三章复变函数的积分、第四章级数、第五章留数	50 分	100 分
		目标 1	第八章矢量分析、第九章场论	20 分	
	2.1	目标 2	第六章 Fourier 变换、第七章 Laplace 变换	30 分	
平时 30%	1.3 2.1	目标 1~2	出勤、作业、课堂讨论、小测验	100 分	100 分

撰稿人：李艳、黄霞

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松

# 《计算机程序设计（C 语言）》课程教学大纲

课程代码	0911000502	课程名称（中文）	计算机程序设计（C 语言）		
课程名称（英文）	Applied Computer Skills(C)				
总学时	36	授课学时	36	实验（上机）学时	0
实践学时	0		学分		2
先修课程	无	适用专业	自动化、电气工程及其自动化		
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间		2018 年 1 月

## 一、课程的性质和任务

### 1.课程性质

计算机程序设计（C 语言）是本科生自动化等专业的一门必修课。

### 2.课程任务及教学目标

计算机程序设计（C 语言）是自动化专业一门基础必修课程。学习本课程目的是让学生掌握 C 语言的基础知识，并对数组、函数、指针等 C 语言的较深入知识有进一步理解，能够熟练地应用这些知识，结合结构化软件工程的思想和程序设计思想，能独立编写基本的程序，初步具备一个程序员的基本技能。

通过本课程的教学和上机训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**掌握 C 语言各方面基础知识，熟悉 VC6.0 编程开发环境。

**课程教学目标 2：**掌握基本程序设计过程和技巧，具备初步高级语言程序设计能力。

**课程教学目标 3：**熟练进行 C 语言程序的编写、编译与调试，具备较强逻辑思维能力和实际问题的分析、计算、设计能力。

**表 1 课程教学目标与毕业要求的关系**

毕业要求	指标点	课程目标
5. 使用现代工具	5.2 能够选择与使用恰当的仪器、信息资源、工程工具和专业模拟软件，对自动化领域复杂工程问题进行分析、计算与设计。	1,2, 3

## 二、课程与其他课程的联系与分工

要求学生先行自学《计算机文化基础》，以了解数字计算机的基础知识，再通过本课程有关程序设计的学习,可进一步理解计算机的工作原理,掌握计算机处理问题的方法，并初步具备编制程序的能力，为后续课程学习提供理论基础及必备的软件设计分析能力。

## 三、课程教学基本内容

## 第一章 程序设计和 C 语言

本章支撑课程教学目标 1。

教学目的与要求：

1. 了解程序设计语言的发展。
2. 理解 C 语言的特点。
3. 掌握 C 语言的结构及特点。
4. 熟练掌握 C 程序上机调试步骤。

教学重点与难点：

重点：C 语言的结构及特点；运行 C 程序的步骤与方法

难点：C 语言的特点

### 第一节 什么是计算机程序

### 第二节 什么是计算机语言

### 第三节 C 语言的发展及其特点

### 第四节 最简单的 C 语言程序

一、最简单的 C 语言程序举例

二、C 语言程序的结构

### 第五节 运行 C 程序的步骤与方法

### 第六节 程序设计的任务

## 第二章 算法——程序的灵魂

本章支撑课程教学目标 1。

教学目的与要求：

1. 掌握算法的基本概念与特征。
2. 掌握算法的三种表示方法。
3. 理解过程化程序设计的基本思想及步骤。

教学重点与难点：

重点：算法流程图三种基本结构

难点：算法概念及对结构化程序设计思想的理解

### 第一节 什么是算法

### 第二节 简单的算法举例

### 第三节 算法的特性

### 第四节 怎样表示一个算法

一、用自然语言表示算法

二、用流程图表示算法

三、三种基本结构和改进的流程图

四、用 N-S 流程图表示算法

五、用伪代码表示算法

六、用计算机语言表示算法

### 第五节 结构化程序设计方法

## 第三章 最简单的 C 程序设计——顺序程序设计

本章支撑课程教学目标 1, 2, 3。

**教学目的与要求：**

1. 掌握基本数据类型。
2. 掌握顺序结构设计。
3. 掌握变量的定义及初始化。
4. 掌握运算符、表达式、强制转换等概念。
5. 掌握数据的输入输出。

**教学重点与难点：**

**重点：**数据的表现形式及其运算、C 语句

**难点：**数据的表现形式

### 第一节 顺序程序设计举例

### 第二节 数据的表现形式及其运算

- 一、常量和变量
- 二、数据类型
- 三、整型数据
- 四、字符型数据
- 五、浮点型数据
- 六、怎样确定常量的类型
- 七、运算符和表达式

### 第三节 C 语句

- 一、C 语句的作用和分类
- 二、最基本的语句

### 第四节 数据的输入输出

- 一、输入输出举例
- 二、有关数据输入输出的概念
- 三、用 printf 函数输出数据
- 四、用 scanf 函数输入数据
- 五、字符数据的输入输出

## 第四章 选择结构程序设计

本章支撑课程教学目标 1, 2, 3。

**教学目的与要求：**



1. 掌握关系运算符及其表达式。
2. 掌握逻辑运算符及其表达式。
3. 熟练掌握 if 语句。
4. 熟悉 switch 与 break 语句的作用。

**教学重点与难点：**

**重点：**用 if 语句实现选择结构

**难点：**用 switch 语句实现多分支选择结构

### 第一节 选择结构和条件判断

### 第二节 用 if 语句实现选择结构

一、用 if 语句处理选择结构举例

二、if 语句的一般形式

### 第三节 关系运算符和关系表达式

一、关系运算符及其优先次序

二、关系表达式

### 第四节 逻辑运算符和逻辑表达式

一、逻辑运算符及其优先次序

二、逻辑表达式

三、逻辑型变量

### 第五节 条件运算符和条件表达式

### 第六节 选择结构的嵌套

### 第七节 用 switch 语句实现多分支选择结构

### 第八节 选择结构程序综合举例

## 第五章 循环结构程序设计

本章支撑课程教学目标 1, 2, 3。

**教学目的与要求：**

1. 熟悉程序设计中的构成循环的方法。
2. 掌握 for, while, do while 语句的用法。
3. 掌握 break, continue 在循环语句中的作用。
4. 了解几种循环的异同点。
5. 了解循环的嵌套。

**教学重点与难点：**

**重点：**用 while、do while、for 语句实现循环

**难点：**用 for 语句实现循环、改变循环执行的状态

### 第一节 为什么需要循环控制

### 第二节 用 while 语句实现循环

### 第三节 用 do...while 语句实现循环

### 第四节 用 for 语句实现循环

### 第五节 循环的嵌套

### 第六节 几种循环的比较

### 第七节 改变循环执行的状态

一、break 语句

二、continue 语句

三、break 语句和 continue 语句的区别

### 第八节 循环程序举例

## 第六章 利用数组处理批量数据

本章支撑课程教学目标 1, 2, 3。

**教学目的与要求：**

1. 掌握一维、二维数组的概念。
2. 掌握利用数组进行程序设计方法。

**教学重点与难点：**

**重点：**一维数组

**难点：**二维数组、字符数组

### 第一节 怎样定义和引用一维数组

一、定义一维数组

二、引用一维数组

三、一维数组初始化

四、一维数组程序举例

### 第二节 怎样定义和引用二维数组

一、定义二维数组

二、引用二维数组

三、二维数组初始化

四、二维数组程序举例

### 第三节 字符数组

一、定义字符数组

二、字符数组初始化

三、引用字符数组元素

四、字符串和其结束标志

五、字符数组的输入输出

六、使用字符串处理函数

七、字符数组应用举例

## 第七章 用函数实现模块化程序设计

本章支撑课程教学目标 1, 2, 3。

**教学目的与要求：**

1. 掌握函数、函数参数和函数的值。
2. 掌握函数的调用及参数的传递过程。
3. 掌握函数的嵌套、数组作为函数参数的调用。
4. 熟悉局部变量和全局变量。
5. 了解函数的递归调用。

**教学重点与难点：**

**重点：**定义函数、调用函数、函数的声明

**难点：**函数的嵌套调用、递归调用

### 第一节 为什么要用函数

### 第二节 怎样定义函数

一、为什么定义函数

二、定义函数的方法

### 第三节 调用函数

一、函数调用形式

二、函数调用时数据传递

三、函数调用过程

四、函数返回值

### 第四节 对被调用函数的声明和函数原型

### 第五节 函数的嵌套调用

### 第六节 函数的递归调用

### 第七节 数组作为函数参数

一、数组元素作函数实参

二、数组名作函数参数

三、多维数组名作函数参数

### 第八节 局部变量和全局变量

一、局部变量

二、全局变量

### 第九节 变量的存储方式和生存

一、动态存储方式和静态存储方式

二、局部变量的存储类别

三、全局变量的存储类别

四、存储类别小结

## 第十节 关于变量的声明和定义

## 第十一节 内部函数和外部函数

一、内部函数

二、外部函数

## 第八章 善于利用指针

本章支撑课程教学目标 1, 2, 3。

**教学目的与要求：**

1. 掌握指针的概念。
2. 掌握变量的指针和指向变量的指针变量之间的关系。
3. 掌握数组与指针之间的关系。
4. 了解什么是指向函数的指针。
5. 了解什么是指针数组和指向指针的指针。

**教学重点与难点：**

**重点：** 指针变量、指针引用数组

**难点：** 指针引用字符串、指向函数的指针

### 第一节 指针是什么

### 第二节 指针变量

一、使用指针变量的例子

二、定义指针变量

三、引用指针变量

四、指针变量作为函数参数

### 第三节 通过指针引用数组

一、数组元素的指针

二、在引用数组元素是指针的运算

三、通过指针引用数组元素

四、用数组名作函数参数

五、通过指针引用多维数组

### 第四节 通过指针引用字符串

一、字符串的引用方式

二、字符指针作函数参数

三、使用字符指针变量和字符数组的比较

### 第五节 指向函数的指针

一、什么是函数指针

二、用函数指针变量调用函数

三、怎样定义和使用指向函数的指针变量

#### 四、用指向函数的指针作函数参数

##### 第六节 返回指针值的函数

##### 第七节 指针数组和多重指针

一、什么是指针数组

二、指向指针数据的指针

三、指针数组作 main 函数的形参

##### 第八节 动态内存分配与指向它的指针变量

一、什么是内存的动态分配

二、怎样建立内存动态分配

三、void 指针类型

##### 第九节 有关指针的小结

#### 四、实验（实践）环节及要求

无。

#### 五、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配								合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他	
1	第 1 章	C 语言概述	2								
2	第 2 章	算法——程序的灵魂	4								
3	第 3 章	顺序程序设计	4								
4	第 4 章	选择结构程序设计	4								
5	第 5 章	循环结构程序设计	6								
6	第 6 章	利用数组处理批量数据	4								
7	第 7 章	用函数实现模块化程序设计	6								
8	第 8 章	善于利用指针	6								
合计			36								

#### 六、课堂教学基本要求

通过本课程的学习，学生应了解程序设计的基本知识，C 程序的基本特点、初步知识和构成，掌握顺序结构、选择结构、循环结构的 C 程序的构成及编程技巧，掌握函数定义、调用和编程技巧，掌握数组的定义和使用，掌握指针的定义

和使用等基本操作，懂得软件设计的基本方法和程序调试的基本过程。

## 七、建议教材及主要参考资料

### 1.建议教材

1. 谭浩强，《C 程序设计》，北京：清华大学出版社，2010。

### 2.主要参考资料

1. 王丽娟，等，《C 程序设计》，西安：西安电子科技大学出版社，2000。

2. 谭浩强，《C 程序设计（第四版）学习辅导》，清华大学出版社，2010。

## 八、课程成绩考核

本课程的期末考核方式为笔试，考试方式是闭卷，课程成绩评分办法：考勤和平时表现占 10%，期末考试占 90%。

表 2 课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	教学内容	考核标准	考核分值	总分值
闭卷考试 90%	5.2	目标 1	第一、二、三、四、五章程序设计和 C 语言、第二章算法、第三章最简单的程序设计、第四章选择结构程序设计、第五章循环结构程序设计	算法流程图清晰正确，编写代码规范。	20 分	100 分
		目标 2	第三章最简单的程序设计、第四章选择结构程序设计、第五章循环结构程序设计、第六章数组、第七章函数、第八章指针、	程序代码规范，结构完整，实验结果正确。	40 分	
		目标 3	第三章最简单的程序设计、第四章选择结构程序设计、第五章循环结构程序设计、第六章数组、第七章函数、第八章指针	针对设计问题，能够应用专业工具，进行调试、模拟、分析，验证设计结果	40 分	
平时 10%	5.2	目标 1~3	出勤、平时表现	考勤及课堂互动	100 分	100 分

撰稿人：赵猛 张桂林

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松

# 《电路》课程教学大纲

课程代码	0921000505	课程名称(中文)	电路		
课程名称（英文）	Electric Circuit				
总学时	80	授课学时	80	实验（上机）学时	0
实践学时	0		学分		4.5
先修课程	高等数学、大学物理、线性代数	适用专业	自动化、电气工程及其自动化		
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间	2018 年 1 月	

## 一、课程的性质和任务

### 1.课程性质

《电路》课程是自动化、电气工程及其自动化等专业的专业必修课。

### 2.课程任务

课程教学以知识传授为主。通过课程的学习，为后续课程的学习及电气信息人才所必须的基础知识和基本素养打下基础；课程理论严谨，系统性、逻辑性强，培养学生的辩证思维能力，树立理论联系实际的科学观点和提高学生分析问题解决问题的能力。

通过本课程的教学和实验训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**掌握电路的基本概念；深刻理解电路基本定律（KL）和元件基本关系（VCR）；

**课程教学目标 2：**熟练掌握电路的基本分析方法：支路分析法、回路分析法、节点分析法。

**课程教学目标 3：**熟练掌握电路中的重要定理；

**课程教学目标 4：**熟练掌握电阻电路、动态电路、正弦交流稳态电路的分析和计算方法。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
1.工程知识	1.2 具备对工程对象建模与求解的自动化专业基础知识	1
2.问题分析	2.1 能够利用数学、自然科学和工程科学的基本原理对自动化领域相关的复杂工程问题进行识别、建模和分析	2, 3,4

## 二、课程与其他课程的联系与分工

《电路》是自动化、电气工程及其自动化专业的所有专业课程的先行基础课。《电路》的直接后续课程是《模拟电子技术基础》、《电机与电力拖动》、《信号与系统》、《工程电磁场》等。在课程体系中，《电路》与《信号与系统》、《工程电磁场》、《电机与电力拖动》或《电机学》等是最核心的基础理论课。

《电路》主要介绍线性集中参数电路分析的理论。所介绍的理论和方法，在后续课程中被直接应用或者进一步抽象和推广。第一，《模拟电子技术基础》、《数字电子技术基础》、《电力电子技术》等课程直接应用《电路》介绍的分析方法。第二，电路可以类比磁路，而磁路是电机的基础，此外正弦稳态电路模型的方法也被直接用于《电机与电力拖动》或《电机学》。第三，电路的很多内容可以抽象成为《信号与系统》的理论。第四，电路推广到非集中参数的情形，就是《工程电磁场》的研究对象。

## 三、课程教学内容

### 第一章 电路模型及电路定律

#### 本章支撑课程教学目标 1

##### 教学目的与要求：

通过本章学习，认识电路模型的概念，电流、电压参考方向的概念，吸收、发出功率的表达式和计算方法。深刻理解电路定律（KL）和元件关系（VCR）。

**教学重点与难点：**电路定律（KL）和元件关系（VCR）；吸收、发出功率的判断

**重点：**电路定律（KL）和元件关系（VCR）

**难点：**吸收、发出功率的判断

#### 第一节 电路和电路模型

- 一、实际电路的抽象
- 二、电路模型的构成

#### 第二节 电流和电压的参考方向

- 一、电流定义、参考方向及标记
- 二、电压定义、参考方向及标记
- 三、关联方向

#### 第三节 电功率和能量

- 一、电功率和能量定义
- 二、电功率和能量计算公式
- 三、吸收、发出功率的判断

#### 第四节 电路元件



- 一、电路元件定义
- 二、集中参数的概念

## 第五节 电阻元件

- 一、电阻元件定义、VCR
- 二、线性的概念
- 三、电阻元件的功率

## 第六节 电压源和电流源

- 一、电压源和电流源定义
- 二、独立源的概念
- 三、电压源和电流源的性质

## 第七节 受控电源

- 一、受控源定义和分类
- 二、受控源的性质

## 第六节 基尔霍夫定律

- 一、基尔霍夫电流定律及两种形式
- 二、基尔霍夫电压定律及两种形式
- 三、例题演算和复习

## 第二章 电阻电路的等效变换

### 本章支撑课程教学目标 1 和 4

#### 教学目的与要求：

通过本章学习，理解电路等效变换的概念，掌握电阻和电源的串、并， $Y \longleftrightarrow \Delta$  变换、电源的串、并；电源的等效变换、一端口输入电阻的计算。

**教学重点与难点：**电阻的等效变换、电源的等效变换、一端口输入电阻的计算

**重点：**电阻的等效变换、电源的等效变换

**难点：**一端口输入电阻的计算

### 第一节 引言 电路的等效变换的概念

#### 第二节 电阻的串联和并联

- 一、电阻的串联、分压公式
- 二、电阻的并联、分流公式
- 三、例题演算和复习

#### 第三节 电阻的 Y 形联结和 $\Delta$ 联结的等效变换

- 一、 $Y \longleftrightarrow \Delta$  变换公式推导和记忆
- 二、 $Y \longleftrightarrow \Delta$  变换的几种画法

### 三、例题演算和复习

#### 第四节 电压源和电流源的串联和并联

- 一、电压源串联和并联
- 二、电流源串联和并联
- 三、电源和电阻串并

#### 第五节 实际电源的两种模型及其等效变换

- 一、电压源模型
- 二、电流源模型
- 三、两种电源模型变换、例题演算

#### 第六节 输入电阻

- 一、输入电阻定义
- 二、计算方法，例题演算

### 第三章 电阻电路的一般分析

#### 本章支撑课程教学目标 2

##### 教学目的与要求：

通过本章学习，理解电路的图的概念，了解 2b 法、支路法；深刻理解 KL 独立方程数；熟练掌握回路法和节点法。

**教学重点与难点：**图的概念，KL 独立方程数，回路法，节点法

**重点：**KL 独立方程数，回路法，节点法

**难点：**回路法中受控源、无伴电流源的处理；节点法中受控源、无伴电压源的处理

#### 第一节 电路的图

- 一、电路的图的概念

#### 第二节 KCL 和 KVL 的独立方程数

- 一、树、树支、连支的概念
- 二、独立节点组、基本回路组
- 三、KL 独立方程数

#### 第三节 支路电流法

- 一、2b 法
- 二、支路电流法
- 三、支路电压法

#### 第四节 网孔电流法

- 一、网孔电流定义
- 二、支路电流法导出网孔电流法

### 三、例题演算

## 第五节 回路电流法

### 一、回路电流定义

### 二、独立回路的选取

### 三、受控源、无伴电流源的处理，例题演算

## 第六节 节点电压法

### 一、节点电压定义

### 二、独立节点的选取

### 三、受控源、无伴电压源的处理，例题演算

## 第四章 电路定理

### 本章支撑课程教学目标 3

#### 教学目的与要求：

通过本章学习，熟练掌握叠加定理、替代定理、戴维南和诺顿定理、最大功率传输定理，理解对偶的概念，了解特勒根定理和互易定理。

**教学重点与难点：**叠加定理、戴维南和诺顿定理、最大功率传输定理、特勒根定理和互易定理

**重点：**叠加定理、戴维南和诺顿定理、最大功率传输定理，对偶

**难点：**戴维南和诺顿定理、特勒根定理和互易定理

### 第一节 叠加定理

#### 一、叠加定理证明、推广

#### 二、例题演算

### 第二节 替代定理

#### 一、替代定理

#### 二、替代定理应用

### 第三节 戴维南和诺顿定理

#### 一、戴维南和诺顿定理证明

#### 二、例题演算

### 第四节 最大功率传输定理

#### 一、最大功率传输与电源效率的区别

#### 二、最大功率定理证明

#### 三、匹配的概念，例题演算

### 第五节 特勒根定理

#### 一、特勒根定理一

#### 二、特勒根定理二，例题演算

## 第六节 互易定理

一、互易定理证明、三种形式

二、例题演算

## 第七节 对偶原理

一、对偶原理的概念

## 第五章 含有运算放大器的电阻电路

### 本章支撑课程教学目标 4

#### 教学目的与要求：

通过本章学习，认识运算放大器的电路模型，理解运算放大器在理想化条件下的外部特性，掌握含理想运算放大器电阻电路的分析方法。

**教学重点与难点：**运算放大器的电路模型、虚短和虚断、含理想运算放大器电阻电路的分析方法

**重点：**虚短和虚断、含理想运算放大器电阻电路的分析方法

**难点：**运算放大器的电路模型

### 第一节 运算放大器的电路模型

### 第二节 含理想运算放大器电阻电路的分析方法

## 第六章 储能元件

### 本章支撑课程教学目标 1

#### 教学目的与要求：

通过本章学习，认识电感和电容元件的电路模型，理解电感及电容元件的构成，掌握电感、电容元件伏安关系及分析方法。

**教学重点与难点：**电感和电容元件的 VCR、能量公式，电感和电容元件的串并联

**重点：**电感和电容元件的 VCR、能量公式

**难点：**电感和电容元件的串并联

### 第一节 电感元件

一、电感元件的 VCR

二、电感元件的储能

三、例题演算

### 第二节 电容元件

一、电容元件的 VCR

二、电容元件的储能

三、例题演算

### 第三节 电感、电容元件的串并联

- 一、电感元件的串联
- 二、电容元件的并联
- 一、电感元件的并联
- 二、电容元件的串联

## 第七章 一阶电路和二阶电路的时域分析

### 本章支撑课程教学目标 4

#### 教学目的与要求：

通过本章学习，理解零输入响应、零状态响应、全响应、瞬态分量、稳态分量、阶跃响应、冲击响应等概念，理解一阶电路的时间常数的含义，掌握动态电路的微分方程的列写与求解方法及三要素分析法。掌握二阶电路的时域分析法，理解二阶电路动态过程的物理含义。

**教学重点与难点：**一阶电路、二阶电路的时域分析法、一阶电路的时间常数的含义、三要素分析法；二阶电路的三种动态过程、初始条件的确定、冲击响应和阶跃响应

**重点：**一阶电路、二阶电路的时域分析法、一阶电路的时间常数的含义、三要素分析法；二阶电路的三种动态过程

**难点：**二阶电路的时域分析法、初始条件的确定、冲击响应

### 第一节 动态电路的方程及其初始条件

- 一、动态电路、动态过程的概念
- 二、初始条件的确定，例题演算

### 第二节 一阶电路零输入响应

- 一、零输入响应的概念
- 二、RC 电路和 RL 电路零输入响应，例题演算

### 第三节 一阶电路零状态响应

- 一、零状态响应的概念，一阶线性常系数微分方程解的结构定理复习
- 二、RC 电路和 RL 电路零状态响应，例题演算

### 第四节 一阶电路全响应

- 一、全响应的概念，全响应的分解
- 二、三要素法，例题演算

### 第五节 二阶电路零输入响应

- 一、三种物理过程
- 二、例题演算

### 第六节 二阶电路零状态响应和全响应

- 一、二阶线性常系数微分方程解的结构定理复习
- 二、例题演算

## 第七节 阶跃响应

- 一、阶跃响应的概念
- 二、例题演算

## 第八节 冲击响应

- 一、冲击响应的概念
- 二、例题演算

## 第八章 相量法

### 本章支撑课程教学目标 1 和 4

#### 教学目的与要求：

通过本章学习，掌握正弦量的三要素、相量表示法、熟练掌握 R,L,C 伏安关系的相量形式、基尔霍夫定律的相量形式。

**教学重点与难点：**复数表示形式及运算，相量表示法，相量法推导，R,L,C 伏安关系的相量形式、基尔霍夫定律的相量形式。

**重点：**复数表示形式及运算，相量表示法，R,L,C 伏安关系的相量形式、基尔霍夫定律的相量形式

**难点：**相量法推导

### 第一节 复数

- 一、复数表示形式
- 二、复数运算，例题演算

### 第二节 正弦量

- 一、正弦量的表达式 三要素
- 二、相位差

### 第三节 相量法的基础

- 一、相量法的推导
- 二、正弦量的的相量，例题演算

### 第四节 电路定律的相量形式

- 一、R,L,C 伏安关系的相量形式
- 二、基尔霍夫定律的相量形式、例题演算

## 第九章 正弦稳态电路的分析

### 本章支撑课程教学目标 4

#### 教学目的与要求：

通过本章学习，熟练掌握复阻抗、复导纳及其等效电路，熟练运用节点法和回路法，

熟练掌握有功功率、无功功率、视在功率、复功率的计算，理解功率因数补偿

**教学重点与难点：**复阻抗、复导纳及其等效电路，有功功率、无功功率、视

在功率、复功率的计算，功率因数补偿

**重点：**复阻抗、复导纳及其等效电路，有功功率、无功功率、视在功率、复功率的计算，功率因数补偿

**难点：**复阻抗、复导纳及其等效电路，功率因数补偿

### 第一节 阻抗和导纳

- 一、阻抗和导纳的概念、阻抗三角形、导纳三角形
- 二、例题演算

### 第二节 电路的相量图

- 一、相量图的概念
- 二、例题演算

### 第三节 正弦稳态电路的分析

- 一、分析方法
- 二、例题演算

### 第四节 正弦稳态电路的功率

- 一、瞬时功率、有功功率、无功功率、视在功率
- 二、例题演算

### 第五节 复功率

- 一、复功率
- 二、功率因数补偿，例题演算

## 第十章 含有耦合电感的电路

### 本章支撑课程教学目标 4

#### 教学目的与要求：

通过本章学习，理解互感，同名端和耦合系数概念。掌握互感电压符号确定方法。熟练掌握求解消去互感等效电路方法。掌握空心变压器的分析方法。掌握理想变压器的分析方法。

**教学重点与难点：**互感，同名端和耦合系数，互感电压符号确定方法，互感去耦等效方法，空心变压器和理想变压器的分析方法。

**重点：**互感，同名端和耦合系数，互感电压符号确定方法，互感去耦等效方法，空心变压器和理想变压器的分析方法。

**难点：**同名端、空心变压器分析

### 第一节 互感

- 一、互感、互感电压、同名端、耦合因数
- 二、受控源表示法

### 第二节 含有耦合电感电路的计算

- 一、串联去耦等效

二、三支路去偶等效，例题演算

### 第三节 耦合电感的功率

一、线圈总的复功率

二、互感电压的复功率

### 第四节 变压器原理

一、一次、二次等效电路，引入阻抗的概念

二、例题演算

### 第五节 理想变压器

一、理想变压器的理想化条件、VCR 和性质

二、例题演算

## 第十一章 电路的频率响应

### 本章支撑课程教学目标 4

#### 教学目的与要求：

通过本章学习，理解频率响应的概念。熟练掌握谐振的概念，串、并联电路频率响应分析。

**教学重点与难点：**谐振定义，串联谐振、并联谐振，品质因数，带宽

**重点：**谐振定义，串联谐振、并联谐振，品质因数，带宽（通频带）

**难点：**品质因数

### 第一节 网路函数

一、网络函数定义

二、网络函数性质、计算

### 第二节 RLC 串联电路的谐振

一、串联谐振的概念、谐振条件和特点

二、例题演算

### 第三节 RLC 串联电路的频率响应

一、串联电路频率响应

二、选择性与通频带的概念

### 第四节 RLC 并联电路的谐振

一、并联谐振的概念、谐振条件和特点

二、例题演算

### 第五节 伯德图、滤波器

一、伯德图的概念

二、滤波器的概念

三、滤波器的分类

四、例题演算



## 第十二章 三相电路

### 本章支撑课程教学目标 4

#### 教学目的与要求：

通过本章学习，熟练掌握对称三相电路的计算，掌握不对称三相电路的分析方法。理解三相电路功率的测量和计算方法。

**教学重点与难点：**三相电路的概念，相值和线值，对称电路、不对称电路计算，功率的测量和计算

**重点：**相值和线值，对称电路、不对称电路计算，功率的测量和计算

**难点：**相值和线值，功率的测量和计算

### 第一节 三相电路

一、三相电路的概念

二、三相电路的特点

### 第二节 线电压（电流）与相电压（电流）的关系

一、线电压与相电压的关系

二、线电流与相电流的关系

### 第三节 对称三相电路的计算

一、对称三相电路的计算方法

二、例题演算

### 第四节 不对称三相电路的概念

一、不对称三相电路的概念

二、例题演算

### 第五节 三相电路的功率

一、三相电路功率计算公式

二、三相功率的测量、二瓦计法推导

三、例题演算

## 第十三章 非正弦周期电流电路和信号的频谱

### 本章支撑课程教学目标 4

#### 教学目的与要求：

通过本章学习，了解傅里叶级数的分析方法，掌握有效值、平均功率的计算。掌握非正弦周期电路的计算。

**教学重点与难点：**有效值、平均功率的概念，非正弦周期电路的计算

**重点：**有效值、平均功率的概念，非正弦周期电路的计算

**难点：**非正弦周期电路的计算

### 第一节 非正弦周期信号

一、非正弦周期信号的概念

## 第二节 非正弦周期函数分解为傅里叶级数

一、傅里叶级数复习，谐波的概念

二、例题演算

## 第三节 有效值、平均值和平均功率

一、有效值、平均值和平均功率的概念

二、例题演算

## 第四节 非正弦周期电流电路的计算

一、谐波分析法

二、例题演算

## 第十四章 线性动态电路的复频域分析

本章支撑课程教学目标 2 和 4

**教学目的与要求：**

通过本章学习，理解拉普拉斯变换、拉普拉斯反变换。熟练掌握拉普拉斯变换的性质、拉普拉斯反变换的部分分式展开，熟练掌握两类约束的复频域形式

**教学重点与难点：**拉普拉斯反变换的部分分式展开，元件 VCR 和基尔霍夫定律的复频域形式

**重点：**拉普拉斯反变换的部分分式展开，元件 VCR 和基尔霍夫定律的复频域形式

**难点：**拉普拉斯反变换的部分分式展开，元件 VCR 的复频域形式

### 第一节 拉普拉斯变换的定义

一、拉普拉斯变换的定义

二、拉普拉斯反变换的定义

### 第二节 拉普拉斯变换的性质

一、拉普拉斯变换的性质

二、重要的拉普拉斯变换对，例题演算

### 第三节 拉普拉斯反变换的部分分式展开

一、三种形式的部分分式展开

二、例题演算

### 第四节 运算电路

一、元件 VCR 和基尔霍夫定律的复频域形式

二、例题演算

## 第十五章 电路方程的矩阵形式

本章支撑课程教学目标 1 和 2

**教学目的与要求：**

通过本章学习，理解电路方程的矩阵形式，掌握关联矩阵、回路矩阵、割集矩阵，

掌握节点电压方程的矩阵形式、回路电流的矩阵形式

**教学重点与难点：**关联矩阵、回路矩阵、割集矩阵，节点电压方程的矩阵形式、回路电流的矩阵形式

**重点：**关联矩阵、回路矩阵、割集矩阵，节点电压方程的矩阵形式、回路电流的矩阵形式

**难点：**割集矩阵，节点电压方程的矩阵形式、回路电流的矩阵形式

### 第一节 割集

一、割集的概念

二、单树支割集的概念

### 第二节 关联矩阵、回路矩阵、割集矩阵

一、关联矩阵

二、回路矩阵

三、割集矩阵

### 第四节 回路电流方程的矩阵形式

一、回路电流方程矩阵形式的推导

二、例题演算

### 第五节 节点电压方程的矩阵形式

一、节点电压方程矩阵形式的推导

二、例题演算

## 第十六章 二端口网路

### 本章支撑课程教学目标 4

#### 教学目的与要求：

通过本章学习，了解双口网络及其端口条件。掌握双口网络的 Y 参数、Z 参数、A 参数和 H 参数的计算，掌握双口网络的等效电路，了解双口网络的转移函数

**教学重点与难点：**Y 参数、Z 参数、A 参数和 H 参数方程，双口网络的等效电路

**重点：**Y 参数、Z 参数、A 参数和 H 参数方程，双口网络的等效电路

**难点：**双口网络的等效电路

### 第一节 二端口网路

一、二端口的概念

二、二端口的端口条件

### 第二节 二端口网路的方程和参数

一、Y 参数、Z 参数、A 参数和 H 参数和方程

二、例题演算

### 第三节 二端口的等效电路

一、T 形等效电路

二、 $\pi$ 形等效电路

#### 第四节 二端口的转移函数

一、常用的转移函数

二、转移函数的计算

#### 第五节 二端口的连接

一、二端口的串联

二、二端口的并联

三、二端口的级联

### 第十七章 非线性电路

#### 本章支撑课程教学目标 1

##### 教学目的与要求：

通过本章学习，了解非线性元件特性。掌握非线性电路的图解分析法。掌握非线性电路的小信号分析法

**教学重点与难点：**掌握非线性电路的图解分析法。掌握非线性电路的小信号分析法

**重点：**非线性电路的图解分析法、非线性电路的小信号分析法

**难点：**非线性电路的小信号分析法

#### 四、实验（实践）环节及要求

无

#### 五、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配								合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他	
1	第一章	电路模型及电路定律	5								
2	第二章	电阻电路的等效变换	4								
3	第三章	电阻电路的一般分析方法	7								
4	第四章	电路定理	6								
5	第五章	含运算放大器的电阻电路	2								
6	第六章	储能元件	3								
7	第七章	一阶电路和二阶电路的时域分析	8								
8	第八章	相量法	3								

9	第九章	正弦稳态电路的分析	7								
10	第十章	含有耦合电感的电路	6								
11	第十一章	电路的频率响应	4								
12	第十二章	三相电路	5								
13	第十三章	非正弦周期电流电路和信号的频谱	4								
14	第十四章	线性动态电路的复频域分析	6								
15	第十五章	电路方程的矩阵形式	3								
16	第十六章	二端口网络	4								
17	第十七章	非线性电路	3								
合计			80								

## 六、课程教学基本要求

1. 课堂授课 板书与多媒体结合，或者只用板书
2. 实验 无
3. 作业

促进学生理解课堂内容，能模仿例题演算习题，巩固所学知识

## 七、建议教材及主要参考资料

### 1.建议教材

[1]邱关源主编，电路，第五版，北京：高等教育出版社，2006.7

### 2.主要参考资料

[1] 公茂法主编，电路学习指导与典型题解，第三版，北京：北京航空航天大学出版社，2013.3

[3] James W. Nilsson , Susan A. Riedel , Electric Circuit (Eighth Edition),北京：电子工业出版社

[4] James W. Nilsson ,Introductory Circuits for Electrical and Computer Engineering, 北京：电子工业出版社

[5] 于歆杰、朱桂萍主编，电路原理，北京：清华大学出版社，2007

[6] 李瀚荪，电路分析基础，北京：高等教育出版社，2007

[7] 江缉光，电路原理，北京：清华大学出版社，2007

### 3. 网址

[1] <http://jpkc.sdkd.net.cn/dl/>

[2] <http://www.cctr.net.cn/>

[3] <http://www.icedu.net/>

## 八、课程成绩考核

课程成绩考核包括平时考核、实验考核和期末考核。平时考核包括：出勤、

作业、课堂讨论等。期末考核采取闭卷笔试形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，，期末考核成绩占总成绩的 80%。考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 2 所示。

表 2 课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	教学内容	考核分值	总分值
闭卷考试 80%	1.2	目标 1	第一章电路模型和电路定律、第二章电阻电路的等效变换、第六章储能元件、第八章相量法、第十五章电路方程的矩阵形式、第十七章非线性电路	10 分	100 分
	2.1	目标 2	第三章电阻电路的一般分析法、第十五章电路方程的矩阵形式	20 分	
		目标 3	第四章电路定理	10 分	
		目标 4	第二章电阻电路的等效变换、第五章含运算放大器的电阻电路、第七章动态电路的时域分析、第八章相量法、第九章正弦稳态电路的分析、第十章含耦合电感的电路、第十一章电路的频率响应、第十二章三相电路、第十三章非正弦周期电流电路和信号的频谱、第十四章线性动态电路的复频域分析、第十六章二端口网路	60 分	
平时 20%	1.2 2.1	目标 1~4	出勤、作业、课堂讨论	100 分	100 分

撰稿人：陈 旭  
审核人：公茂法  
批准人：黄鹤松

# 《模拟电子技术》课程教学大纲

课程代码	0921000903	课程名称（中文）		模拟电子技术	
课程名称（英文）	Analog Electronic Technology				
总学时	54	授课学时	54	实验（上机）学时	
实践学时	0		学分		3
先修课程	电路	适用专业		自动化	
制订单位	电气与自动化工程学院			制订时间	2018 年 1 月

## 一、课程的性质和任务

### 1.课程性质

《模拟电子技术》课程是自动化专业本科生在模拟电子技术方面入门性质的专业核心课，是专业必修课，也是专业主干课。

### 2.课程任务及教学目标

本课程具有自身的理论体系和很强的实践性，其教学的基本任务是：运用讲授式、启发式、专题研究讨论式等教学方法，使学生全面了解并掌握模拟电子技术的基本知识、基本理论及其工程应用方面的基本技能，掌握常用模拟电路的分析与设计方法。本课程将着力培养学生正确运用理论知识解决实际问题的意识与能力，为后续课程的学习和今后从事电子技术方面的实际工作打下必备的基础。

通过本课程的教学和实验训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**掌握二极管、三极管等常用半导体器件的特点，以及基本放大电路、差分放大电路的静态分析和动态分析方法，掌握电流源电路的分析方法。了解频率响应的基本概念和分析方法。

**课程教学目标 2：**掌握负反馈放大电路的分析方法，掌握深度负反馈条件下放大电路放大倍数的估算方法。了解负反馈对放大电路性能的影响。

**课程教学目标 3：**掌握信号的运算和处理、波形的发生和信号的转换电路、功率放大电路、直流电源电路的基本原理及分析方法。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
1.工程知识	1.2 具备对工程对象建模与求解的自动化专业基础知识。	1,2

3. 设计/开发 解决方案	3.2 针对自动化领域复杂工程问题，能够设计/开发满足特定需求的自动化单元装置或系统，并体现创新意识。	3
------------------	---	---

## 二、课程与其他课程的联系与分工

《模拟电子技术》的先行课程是电路，《模拟电子技术》中应用了许多电路课程中的基本概念与方法，应注意两门课在时间上的配合。

《模拟电子技术》的后续课程是《模拟电子应用电路》、《数字电子技术》、《可编程逻辑电路原理与应用》、《电子系统课程设计》、《电力电子技术》、《传感器与检测技术》、《电机与电力拖动》、《微机原理及应用》等。模电课程中的半导体基本知识、放大电路理论和各种集成电路知识将为这些后续课程的学习打下必要基础。

## 三、课程教学内容

### 第零章 概述

#### 教学目的与要求：

- 1.掌握《模拟电子技术》的课程特点与学习方法，理解本课程具有连接“基础科学”与“工程”的纽带作用。
- 2.了解本课程与前修《电路》课的关系以及学习方法上的区别。
- 3.了解电子技术基础知识与发展概况，包括电信号与电子信息系统以及电子技术应用与发展。
- 4.了解电子器件从真空二极管、真空三极管到晶体三极管、集成电路的发展过程。

### 第一章 常用半导体器件

#### 本章支撑课程教学目标 1

#### 教学目的与要求：

- 1.了解本征半导体和杂质半导体的导电特点；掌握 PN 结的成因与特性。
- 2.掌握二极管的伏安特性及其参数；了解稳压二极管的稳压原理与主要参数；熟练掌握二极管（稳压管）应用电路的分析方法。
- 3.了解晶体管的结构、符号及电流放大作用；掌握晶体管的共射特性曲线和晶体管的主要参数；了解温度对晶体管特性参数的影响。

#### 教学重点与难点：

**重点：**PN 结的特性、二极管的伏安特性、晶体管的电流放大作用

**难点：**PN 结的单向导电性、三极管的输入输出特性

### 第一节 半导体基础知识

#### 一、本征半导体

- 1.什么是半导体
- 2.什么是本征半导体



- 3.本征半导体的结构
- 4.本征半导体中的两种载流子

## 二、杂质半导体

### 1.N 型半导体

### 2.P 型半导体

## 三、PN 结的形成及其单向导电性

## 四、PN 结的电容效应

### 1.势垒电容

### 2.扩散电容

## 第二节 半导体二极管

### 一、二极管的组成

#### 1.点接触型

#### 2.面接触型

#### 3.平面型

### 二、二极管的伏安特性及电流方程

#### 1.单向导电性

#### 2.伏安特性受温度影响

#### 3.二极管的电流方程

### 三、二极管的等效电路

#### 1.将伏安特性折线化

#### 2.微变等效电路

### 四、二极管的主要参数

#### 1.最大整流电流 $I_F$

#### 2.最大反向工作电压 $U_R$

#### 3.反向电流 $I_R$

#### 4.最高工作频率 $f_M$

### 五、稳压二极管

#### 1.伏安特性

#### 2.主要参数

## 第三节 晶体三极管

### 一、晶体管的结构和符号

#### 1.晶体管的外形

#### 2.晶体管的结构

#### 3.NPN 管的结构示意图

#### 4.晶体管的符号

## 二、晶体管的放大原理

- 1.使三极管处于放大状态的外部条件
- 2.晶体管内部载流子的运动过程
- 3.各极电流的组成
- 4.晶体管的电流分配关系
- 5.晶体管的共射电流放大系数
- 6.晶体管各极电流的关系

## 三、晶体管的共射输入特性和输出特性

- 1.输入特性
- 2.输出特性
- 3.晶体管的三个工作区域

## 四、温度对晶体管特性的影响

- 1.对输入特性的影响
- 2.对输出特性的影响

## 五、主要参数

- 1.直流参数
- 2.交流参数
- 3.极限参数

## 第二章 基本放大电路

### 本章支撑课程教学目标 1

#### 教学目的与要求：

- 1.理解放大电路的主要性能指标；以共射电路为例，了解放大电路的构成原则、工作原理。
- 2.了解设置工作点的必要性和工作点设置方法；掌握放大电路的直流通路和交流通路的概念；了解放大电路的图解分析法。
- 3.熟练掌握放大电路的  $h$  参数等效电路画法；了解稳定工作点的必要性及主要措施；掌握典型  $Q$  点稳定电路的工作原理及其  $Q$  点的近似计算方法。
- 4.熟练掌握共射、共基、共集三种基本放大电路的等效电路分析法及主要交流参数的特点；掌握基本放大电路的特点及分析法。

#### 教学重点与难点：

**重点：**静态工作点、等效电路法、稳定静态工作点电路

**难点：**图解法、 $h$  参数等效电路的画法

### 第一节 放大的概念与放大电路的性能指标

#### 一、放大的概念

- 1.放大的对象

- 2.放大的本质
- 3.放大的特征
- 4.放大的基本要求

## 二、放大电路的性能指标

- 1.放大倍数
- 2.输入电阻和输出电阻
- 3.通频带

## 第二节 基本共射放大电路的工作原理

### 一、电路的组成及各元件的作用

#### 1. $V_{BB}$ 、 $R_b$ 的作用

#### 2. $V_{CC}$ 、 $R_c$ 的作用

### 二、设置静态工作点的必要性

### 三、放大电路的组成原则

#### 1.静态工作点合适

#### 2.动态信号能够作用于晶体管的输入回路，在负载上能够获得放大的动态信号

## 第三节 放大电路的分析方法

### 一、放大电路的直流通路和交流通路

#### 1.直流通路

#### 2.交流通路

### 二、图解法

#### 1.静态分析

#### 2.电压放大倍数的分析

#### 3.失真分析

#### 4.图解法的特点

### 三、等效电路法

#### 1.直流模型

#### 2.晶体管的 $h$ 参数等效模型

#### 3.放大电路的动态分析

## 第四节 放大电路静态工作点的稳定

### 一、温度对静态工作点的影响

#### 1.对输入特性的影响

#### 2.对输出特性的影响

### 二、稳定静态工作点的典型电路

#### 1.电路组成

2.稳定原理

3.Q 点分析

4.动态分析

三、稳定静态工作点的方法

1.引入直流负反馈

2.温度补偿

## 第五节 晶体管放大电路的三种接法

一、基本共集放大电路

1.静态分析

2.动态分析

3.特点

二、基本共基放大电路

1.静态分析

2.动态分析

3.特点

三、三种接法的比较

1.电压放大倍数的比较

2.电流放大倍数的比较

3.输入、输出电阻的比较

4.频带宽度的比较

## 第三章 集成运算放大电路

### 本章支撑课程教学目标 1

#### 教学目的与要求：

1.了解多级放大电路的耦合方式及其各自的特点；了解多级放大电路的动态分析方法；了解集成运放的电路结构特点、电路组成及各部分作用,理解集成运放的电压传输特性。

2.了解直接耦合放大电路产生零点漂移的原因及抑制措施。

3.熟练掌握差分放大电路的静态和动态分析法。

4.掌握集成运放中的电流源电路类型及其工作原理、输出电流的表达式。

5.理解集成运放的模型和参数，了解有源负载放大电路的优点。

6.了解直接耦合互补输出级的工作原理及克服交越失真的方法。

#### 教学重点与难点：

**重点：**集成运放的电压传输特性、差分放大电路、电流源电路

**难点：**差分放大、电流源

### 第一节 多级放大电路的一般问题

## 一、多级放大电路的耦合方式

- 1.直接耦合放大电路
- 2.阻容耦合放大电路
- 3.变压器耦合放大电路
- 4.光电耦合放大电路

## 二、多级放大电路的动态分析

- 1.电压放大倍数
- 2.输入电阻
- 3.输出电阻

## 第二节 集成运算放大电路概述

### 一、集成运放的特点

- 1.直接耦合方式
- 2.用复杂电路实现高性能的放大电路
- 3.用有源元件替代无源元件
- 4.采用复合管

### 二、集成运放电路的组成

- 1.输入级
- 2.中间级
- 3.输出级
- 4.偏置电路

### 三、集成运放的电压传输特性

- 1.线性区
- 2.非线性区

## 第三节 集成运放中的单元电路

### 一、零点漂移现象及其产生的原因

- 1.零点漂移现象
- 2.产生原因
- 3.克服温漂的方法
- 4.克服温漂的典型电路

### 二、差分放大电路

- 1.电路组成
- 2.长尾式差分放大电路
- 3.差分放大电路的四种接法
- 4.改进型差分放大电路

### 三、电流源电路

- 1.镜像电流源
- 2.比例电流源
- 3.微电流源
- 4.多路电流源
- 5.电流源作为有源负载

#### 四、直接耦合互补输出级

- 1.对输出级的要求
- 2.基本电路
- 3.消除交越失真的互补输出级
- 4.准互补输出级

### 第四章 放大电路的频率响应

#### 本章支撑课程教学目标 1

##### 教学目的与要求:

- 1.掌握频率响应的基本概念和波特图的作法。
- 2.掌握晶体管的混合型等效电路。

##### 教学重点与难点:

**重点:** 高通电路、低通电路、波特图、晶体管的高频等效电路

**难点:** 波特图

#### 第一节 频率响应概述

##### 一、频率响应的基本概念

- 1.研究的问题
- 2.基本概念
  - (1) 高通电路
  - (2) 低通电路
  - (3) 几个结论

##### 二、波特图

- 1.高通电路的波特图
- 2.低通电路的波特图

##### 三、放大电路的频率参数

- 1.下限频率
- 2.上限频率
- 3.通频带

##### 四、晶体管的高频等效电路

- 1.混合 $\pi$ 模型
- 2.简化的晶体管高频等效电路

3.电流放大倍数的频率特性曲线

4.电流放大倍数的波特图

## 第五章 放大电路中的反馈

### 本章支撑课程教学目标 2

#### 教学目的与要求：

1.正确理解反馈的基本概念和判断方法；熟练掌握负反馈放大电路四种组态的电路连接方式和组态判断方法。

2.掌握负反馈放大电路的一般表达式及四种负反馈组态的一般表达式；熟练掌握深度负反馈放大电路放大倍数的分析方法。

3.定性了解负反馈对放大电路性能的影响和负反馈放大电路的稳定性；初步学会根据需要在放大电路中引入反馈的方法。

4.了解负反馈放大电路产生自激振荡的原因、稳定判据和消除自激振荡的方法；了解放大电路中其它形式的反馈。

#### 教学重点与难点：

**重点：**负反馈类型的判断、深度负反馈条件下放大倍数的计算

**难点：**深度负反馈条件下放大倍数的计算

### 第一节 反馈的概念及判断

#### 一、反馈的基本概念

1.什么是反馈

2.正反馈和负反馈

3.直流反馈和交流反馈

4.局部反馈和级间反馈

#### 二、反馈的判断

1.有无反馈的判断

2.直流反馈和交流反馈的判断

3.正、负反馈的判断

4.电压反馈和电流反馈的判断

5.串联反馈和并联反馈的判断

### 第二节 负反馈放大电路的四种基本组态

一、电压串联负反馈电路

二、电流串联负反馈电路

三、电压并联负反馈电路

四、电流并联负反馈电路

### 第三节 负反馈放大电路的方框图及一般表达式

一、负反馈放大电路的方框图

1.基本放大电路的放大倍数

2.反馈系数

3.负反馈放大电路的放大倍数

二、负反馈放大电路放大倍数的一般表达式

#### 第四节 深度负反馈放大电路放大倍数的分析

一、深度负反馈的实质

1.环路放大倍数

2.深度负反馈的条件

3.输入量等于反馈量

二、基于反馈系数的放大倍数的估算方法

1.电压串联负反馈电路

2.电压并联负反馈电路

3.电流串联负反馈电路

4.电流并联负反馈电路

三、基于理想运放的放大倍数的计算方法

1.理想运放参数特点

2.理想运放工作在线性区的电路特征

3.理想运放工作在线性区的特点

#### 第五节 负反馈对放大电路性能的影响

一、提高放大倍数的稳定性

二、改变输入电阻和输出电阻

1.对输入电阻的影响

2.对输出电阻的影响

三、展宽频带

四、减小非线性失真

五、引入负反馈的一般原则

#### 第六节 负反馈放大电路的稳定性

一、自激振荡产生的原因及条件

1.自激振荡现象

2.自激振荡产生的原因

3.自激振荡的条件

二、负反馈放大电路稳定性的分析

三、负反馈放大电路稳定性的判断

四、消除自激振荡的方法

1.简单滞后补偿



2.密勒补偿

3.RC 滞后补偿

## 第六章 信号的运算和处理

### 本章支撑课程教学目标 3

#### 教学目的与要求：

- 1.正确理解理想运放的两个工作区及其特征。
- 2.掌握比例运算、加减运算、积分和微分运算电路分析方法；了解对数与指数运算电路分析方法。
- 3.了解有源滤波电路的电路形式及分析方法。

#### 教学重点与难点：

**重点：**理想运放虚短和虚断的概念、基本运放电路的分析方法

**难点：**理想运放虚短和虚断概念的运用

### 第一节 基本运算电路

#### 一、概述

- 1.研究的问题
- 2.学习运算电路的基本要求

#### 二、比例运算电路

- 1.反相输入
- 2.同相输入

#### 三、加减运算电路

- 1.反相求和
- 2.同相求和
- 3.加减运算

#### 四、积分运算电路和微分运算电路

- 1.积分运算电路
- 2.微分运算电路

#### 五、对数运算电路和指数运算电路

- 1.对数运算
- 2.指数运算电路

### 第二节 有源滤波电路

#### 一、概述

- 1.滤波电路的功能
- 2.滤波电路的幅频特性
- 3.无源滤波电路和有源滤波电路

#### 二、低通滤波器

- 1.同相输入低通滤波器
- 2.三种类型的有源低通滤波器

## 第七章 波形的发生和信号的转换

### 本章支撑课程教学目标 3

#### 教学目的与要求：

- 1.正确理解正弦波振荡的平衡条件和起振条件；掌握判断电路能否产生正弦波振荡的方法和步骤；掌握 RC 正弦波振荡电路的工作原理及能否振荡的判断方法。
- 2.了解 LC 振荡电路和晶体振荡电路的工作原理及能否振荡的判断方法。
- 3.掌握单限比较器、滞回比较器的电压传输特性的作图方法及其应用；了解窗口比较器的原理及应用。
- 4.掌握矩形波、三角波振荡电路的电路构成、工作原理、周期计算方法；了解集成运放信号转换电路的工作原理。

#### 教学重点与难点：

**重点：**RC 正弦波振荡的平衡条件和起振条件、判振的方法、比较器的电压传输特性。

**难点：**RC 电路的判振方法、滞回比较器的电压传输特性

### 第一节 正弦波振荡电路

#### 一、正弦波振荡的条件和电路的组成

- 1.正弦波振荡的条件
- 2.基本组成部分
- 3.分析方法
- 4.相位条件的判断方法
- 5.振荡电路的分类

#### 二、RC 正弦波振荡电路

- 1.RC 串并联选频网络
- 2.RC 串并联选频网络的频率响应
- 3.电路组成

#### 4.RC 桥式正弦波振荡电路

#### 三、LC 正弦波振荡电路

- 1.LC 并联网络的选频特性
- 2.变压器反馈式电路
- 3.电感反馈式电路
- 4.电容反馈式电路

#### 四、石英晶体正弦波振荡电路

- 1.石英晶体的特点

## 2.石英晶体振荡电路

### 第二节 电压比较器

#### 一、概述

- 1.电压比较器的功能
- 2.电压比较器的描述方法
- 3.几种常用的电压比较器
- 4.集成运放的电压传输特性
- 5.集成运放的非线性工作区

#### 二、单限比较器

- 1.过零比较器
- 2.一般单限比较器

#### 三、滞回比较器

- 1.阈值电压
- 2.工作原理及电压传输特性

#### 四、窗口比较器

### 第三节 非正弦波发生电路

#### 一、常见的非正弦波

#### 二、矩形波发生电路

- 1.电路组成
- 2.工作原理
- 3.波形分析
- 4.占空比可调电路

#### 三、三角波发生电路

- 1.电路组成
- 2.工作原理
- 3.波形分析

#### 四、锯齿波发生电路

## 第八章 功率放大电路

### 本章支撑课程教学目标 3

#### 教学目的与要求：

- 1.正确理解功率放大电路的特点；了解功放电路的组成及其工作原理。
- 2.掌握互补功放电路的组成、工作原理及分析计算方法；了解功放电路的安全运行问题。

#### 教学重点与难点：

**重点：**功率放大电路的特点、互补功放电路的组成及分析计算

**难点：**互补功放电路的组成及分析计算

## 第一节 功率放大电路概述

### 一、功率放大电路研究的问题

- 1.性能指标
- 2.分析方法
- 3.晶体管的选用

### 二、对功率放大电路的要求

- 1.输出功率尽可能大
- 2.效率尽可能高

### 三、晶体管的工作方式

- 1.甲类方式
- 2.乙类方式
- 3.甲乙类方式

### 四、功率放大电路的组成

- 1.小功率共射放大电路
- 2.变压器耦合功率放大电路
- 3.OTL 电路
- 4.OCL 电路
- 5.BTL 电路

## 第二节 互补功率放大电路

### 一、求解输出功率和效率的方法

### 二、输出功率

### 三、效率

### 四、晶体管的极限参数

- 1.最大管压降
- 2.集电极最大电流
- 3.集电极最大功耗

## 第九章 直流电源

### 本章支撑课程教学目标 3

#### 教学目的与要求：

- 1.了解直流电源的电路组成及各部分的作用。
- 2.掌握单相整流电路的工作原理和分析方法；了解典型滤波电路的工作原理及电容滤波电路输出电压平均值的估算。
- 3.了解稳压管电路的工作原理；掌握串联型稳压电路的构成、工作原理以及电压调节的方法。

4.掌握集成三端稳压器的应用；了解开关稳压电路的工作原理。

### 教学重点与难点：

**重点：**单相整流电路、串联型稳压电路、集成三端稳压器

**难点：**串联型稳压电路

## 第一节 直流电源的组成及各部分的作用

一、电源变压器

二、整流电路

三、滤波电路

四、稳压电路

## 第二节 整流电路

一、对整流电路要研究的问题

1.电路的工作原理

2.输出电压和输出电流平均值

3.整流二极管的选择

二、单相半波整流电路

1.工作原理

2. $U_{O(AV)}$  和  $I_{L(AV)}$  的估算

3. 二极管的选择

三、单相桥式整流电路

1.工作原理

2.输出电压和电流平均值的估算

3.二极管的选择

## 第三节 滤波电路

一、电容滤波电路

1.工作原理

2.电容的选择及  $U_{O(AV)}$  的估算

3.优缺点

## 第四节 稳压管稳压电路

一、稳压电路的性能指标

1.输出电压

2.输出电流

3.稳压系数

4.输出电阻

二、稳压管稳压电路

1.稳压管的伏安特性和主要参数

- 2.稳压管稳压电路的工作原理
- 3.稳压管稳压电路的主要指标
- 4.特点
- 5.稳压管稳压电路的设计

## 第五节 串联型稳压电路

- 一、基本调整管稳压电路
- 二、具有放大环节的串联型稳压电路
  - 1.稳压原理
  - 2.输出电压的调节范围
  - 3.串联型稳压电路的基本组成及其作用
  - 4.串联型稳压电源中调整管的选择
- 三、集成稳压器（三端稳压器）
  - 1.W7800 系列
  - 2.基准电压源三端稳压器 W117
- 四、学时分配表

表 2 学时分配表

序号	章节	内容	学时分配								合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他	
	Ch0	概述	2								
	Ch1.1	半导体基础知识	2								
	Ch1.2	半导体二极管	2								
	Ch1.3	晶体三极管	2								
	Ch2.1 Ch2.2	放大的概念与放大电路的性能指标 基本共射放大电路的工作原理	2								
	Ch2.3	放大电路的分析方法	2								
	Ch2.4	放大电路静态工作点的稳定	2								
	Ch2.5	晶体管放大电路的三种接法	2								
		习题课	2								
	Ch3.1	多级放大电路的一般问题	2								
	Ch3.2	集成运算放大电路概述	2								
	Ch3.3	集成运放中的单元电路	4								

Ch4.1	频率响应概述	2									
Ch5.1	反馈的概念及判断	2									
Ch5.2 Ch5.3	负反馈放大电路的四种基本组态 负反馈放大电路的方框图及一般表达式	2									
Ch5.4	深度负反馈放大电路放大倍数的分析	2									
Ch5.5 Ch5.6	负反馈对放大电路性能的影响 负反馈放大电路的稳定性	2									
Ch6.1	基本运算电路	2									
Ch6.2	有源滤波电路	2									
Ch7.1	正弦波振荡电路	2									
Ch7.2	电压比较器	2									
Ch7.3	非正弦波发生电路	2									
Ch8.1	功率放大电路概述	2									
Ch8.2	互补功率放大电路	2									
Ch9.1 Ch9.2 Ch9.3	直流电源的组成及各部分的作用 整流电路 滤波电路	2									
Ch9.4 Ch9.5	稳压管稳压电路 串联型稳压电路	2									
合计		54									54

## 五、课程教学基本要求

1. 课堂授课：以讲授法为主，配合使用启发式、研讨式教学方法；教学手段以多媒体教学为主，主要公式推导配合板书。并建议利用主要参考资料进行课外学习拓展。

2. 实验：实验教学依托电气与自动化工程学院国家级电工电子实验教学示范中心，每 2 人划分实验小组，在指导教师的指导下，协作完成实验任务。

3. 作业：通过作业使学生掌握基本放大电路、差分放大电路的静态分析和动态分析方法，掌握电流源电路的分析方法。掌握负反馈放大电路的分析方法，掌握深度负反馈条件下放大电路放大倍数的估算方法。掌握信号的运算和处理、波

形的发生和信号的转换电路、功率放大电路、直流电源电路的基本原理及分析方法。

## 六、建议教材及主要参考资料

### 1.建议教材

[1] 童诗白. 模拟电子技术基础（第五版）[M]. 北京：高等教育出版社，2015

### 2.主要参考资料

[1] 康华光. 电子技术基础（模拟部分）（第六版）[M]. 北京：高等教育出版社，2014.

[2] 孙景琪. 模拟电子技术基础（第五版）[M] 北京：高等教育出版社，2016

## 七、课程成绩考核

课程成绩考核包括平时考核和期末考核。平时考核包括：出勤、作业、课堂讨论、课堂小测验等，期末考核采取闭卷笔试形式。平时考核成绩占总成绩的 40%，期末考核成绩占总成绩的 60%。考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 3 所示。

表 3 课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	教学内容	考核分值	总分值
闭卷考试 80%	1.2	目标 1	第一章 常用半导体器件、第二章 基本放大电路、第三章 集成运算放大电路、第四章 放大电路的频率响应	40 分	100 分
		目标 2	第五章 放大电路中的反馈	20 分	
	3.2	目标 3	第六章 信号的运算和处理 第七章 波形的发生和信号的转换 第八章 功率放大电路 第九章 直流电源	40 分	
平时 20%	1.2 3.2	目标 1~3	出勤、作业、课堂讨论、课堂小测验	100 分	100 分

撰稿人：王晓宁

审核人：吕常智

批准人：黄鹤松



# 《数字电子技术》课程教学大纲

课程代码	0921001103	课程名称（中文）	数字电子技术		
课程名称（英文）	Digital Electronic Technology				
总学时	48	授课学时	48	实验（上机）学时	0
实践学时	0		学分		3
先修课程	《电路》、《模拟电子技术》	适用专业	自动化、电气工程及其自动化		
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间	2018 年 1 月	

## 一、课程的性质和任务

### 1.课程性质

《数字电子技术》是电气信息类专业本科生在电子技术方面入门性质的专业基础课，也是专业核心课。

### 2.课程任务

本课程具有自身的理论体系和很强的实践性，其教学的基本任务是：运用讲授式、启发式、专题研究讨论式等教学方法，使学生全面了解并掌握数字电子技术的基本知识、基本理论及其工程应用方面的基本技能，掌握常用数字电路的分析与设计方法。本课程将着力培养学生正确运用理论知识解决实际问题的意识与能力，为后续课程的学习和今后从事电子技术方面的实际工作打下必备的基础。

通过本课程的教学和实验训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**掌握几种常用的数制和不同数制间的转换方法，掌握逻辑代数的基本公式、常用公式和逻辑代数的基本定理，掌握逻辑函数的描述方法和化简方法，掌握常用逻辑门的特性。

**课程教学目标 2：**掌握组合逻辑电路的分析方法和设计方法，会调用常用组合逻辑电路模块解决实际问题，包括编码器、译码器、数据选择器、加法器和数值比较器。

**课程教学目标 3：**掌握锁存器、触发器、寄存器和存储器的工作原理，掌握时序逻辑电路的分析方法和设计方法，会应用常用时序逻辑电路解决问题，包括寄存器、计数器、顺序脉冲发生器、序列信号发生器等。

**课程教学目标 4：**掌握施密特触发器、单稳态工作电路、多谐振荡电路的工作原理，会应用 555 定时器解决问题。掌握 A/D 转换器和 D/A 转换器的电路结构和工作原理，会正确使用 ADC 和 DAC。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
1.工程知识	1.2 具备对工程对象建模与求解的自动化专业基础知识。	1,2,3
3.设计/开发解决方案	3.2 针对自动化领域复杂工程问题，能够设计/开发满足特定需求的自动化单元装置或系统，并体现创新意识。	4

## 二、课程与其他课程的联系与分工

《数字电子技术》的先行课程是《电路》和《模拟电子技术》，《数字电子技术》中应用了许多《电路》和《模拟电子技术》课程中的基本概念与分析方法，应注意课程在时间上的配合。

《数字电子技术》的后续课程是《电子技术课程设计》、《可编程逻辑电路原理与应用》、《微机原理与接口技术》等课程，《数字电子技术》课程中的中规模组合逻辑器件、时序逻辑器件、A/D 和 D/A 转换原理等知识将为这些后续课程的学习打下必要基础。

## 三、课程教学内容

### 第一章 数制和码制

#### 本章支撑课程教学目标 1

##### 教学目的和要求：

通过本章学习，掌握二进制、八进制、十六进制数及其与十进制数相互转换；掌握 8421BCD 编码，了解其他常用编码。

##### 教学重点与难点：

**重点：**不同数制间的转换方法；二进制运算方法；BCD 编码规则。

**难点：**十进制数转换成二进制数的数据读取方向（整数/小数部分）。

#### 第一节 概述

一、数制的概念

二、码制的概念

#### 第二节 几种常用的数制

一、十进制

二、二进制

三、八进制

四、十六进制

#### 第三节 不同数制间的转换

一、二-十进制

二、十-二进制

三、二-十六转换

四、十六-二转换

五、八进制数与二进制数的转换

六、十六进制数与十进制数的转换

#### 第四节 二进制算数运算

一、二进制算数运算的特点

二、反码、补码和补码运算

#### 第五节 几种常用的编码

一、十进制代码

二、格雷码

三、美国信息交换标准代码（ASC II）

### 第二章 逻辑代数基础

#### 本章支撑课程教学目标 1

##### 教学目的和要求：

通过本章学习，熟练掌握逻辑代数中的基本运算、基本公式和常用公式，掌握逻辑代数的基本定理、表示方法及相互转化，掌握逻辑代数的化简方法。

##### 教学重点与难点：

**重点：**逻辑函数中的基本公式、常用公式和基本定理；逻辑函数的定义、表示方法及其相互转化；逻辑函数的化简方法。

**难点：**逻辑函数形式的变换；逻辑函数的化简方法；无关项的界定。

#### 第一节 概述

一、“逻辑”的概念

二、逻辑运算的概念

三、布尔代数

#### 第二节 逻辑代数中的三种基本运算

一、基本运算—与、或、非

二、复合运算—与非、或非、与或非、同或、异或

#### 第三节 逻辑代数的基本公式和常用公式

一、基本公式

二、若干常用公式

#### 第四节 逻辑代数的基本定理

一、代入定理

二、反演定理

三、对偶定理

#### 第五节 逻辑函数及其描述方法

- 一、逻辑函数
- 二、逻辑函数的描述方法
  - 1. 逻辑真值表
  - 2. 逻辑函数式
  - 3. 逻辑图
  - 4. 波形图
  - 5. 各种描述方法间的相互转换
- 三、逻辑函数的两种标准形式
  - 1. 最小项和最大项
    - (1) 最小项
    - (2) 最大项
  - 2. 逻辑函数的最小项之和形式
  - 3. 逻辑函数的最大项之积形式

## 第六节 逻辑函数的化简方法

- 一、公式化简法
  - 1. 并项法
  - 2. 吸收法
  - 3. 消项法
  - 4. 消因子法
  - 5. 配项法
- 二、卡诺图化简法
  - 1. 逻辑函数的卡诺图表示法
  - 2. 用卡诺图化简逻辑函数
    - (1) 合并最小项的原则
    - (2) 卡诺图化简法的步骤

## 第七节 具有无关项的逻辑函数及其化简

- 一、约束项、任意项和逻辑函数式中的无关项
- 二、无关项在化简逻辑函数中的应用

## 第八节 多输出逻辑函数的化简

- 一、合理利用共用项
- 二、Q-M 法化简

## 第九节 逻辑函数形式的变换

- 一、门的种类受限
- 二、输入端数目受限

## 第三章 门电路

## 本章支撑课程教学目标 1

### 教学目的和要求：

通过本章学习，了解半导体二极管的开关特性，了解半导体二极管、三极管和 MOS 管的开关特性；了解 TTL、CMOS 门电路的组成和工作原理。掌握典型 TTL、CMOS 门电路的逻辑功能、特性、主要参数和使用方法。了解 ECL 等其它逻辑门电路的特点。

### 教学重点与难点：

**重点：**典型 TTL、CMOS 门电路的逻辑功能、特性、主要参数和使用方法。

**难点：**三态门（TS）输出高阻的概念；漏极开路门（OD）的使用。

## 第一节 概述

- 一、单开关电路
- 二、互补开关电路
- 三、集成电路的分类

## 第二节 半导体二极管门电路

- 一、半导体二极管的开关特性
- 二、二极管与门
- 三、二极管或门

## 第三节 CMOS 门电路

- 一、MOS 管的开关特性
  - （1）MOS 管的结构和工作原理
  - （2）MOS 管的输入特性和输出特性
  - （3）MOS 管的基本开关电路
  - （4）MOS 管的开关等效电路
  - （5）MOS 管的四种类型
- 二、CMOS 反相器的电路结构和工作原理
  - （1）CMOS 反相器的电路结构
  - （2）电压传输特性和电流传输特性
  - （3）输入端噪声容限
- 三、CMOS 反相器的静态输入特性和输出特性
  - （1）输入特性
  - （2）输出特性
- 四、CMOS 反相器的动态特性
  - （1）传输延迟时间  $t_{\text{PHL}}$ 、 $t_{\text{PLH}}$
  - （2）交流噪声容限
  - （3）动态功耗

(4) 扇出

#### 五、其他类型的 CMOS 门电路

(1) 各种逻辑功能的 CMOS 门电路

(2) 漏极开路输出门电路 (OD 门)

(3) CMOS 传输门

(4) 三态输出的 CMOS 门电路

#### 六、CMOS 集成电路的正确使用

(1) 输入电路的静电防护

(2) 输入电路的过流保护

(3) CMOS 电路锁定效应的防护

#### 七、CMOS 数字集成电路的各种系列

### 第四节 TTL 门电路

#### 一、双极型三极管的开关特性

(1) 双极型三极管的结构

(2) 双极型三极管的输入特性和输出特性

(3) 双极型三极管的基本开关电路——三极管反相器

(4) 三极管反相器的开关等效电路

(5) 双极型三极管反相器的动态开关特性

#### 二、TTL 反相器的电路结构和工作原理

(1) 电路结构

(2) 电压传输特性

(3) 输入端噪声容限

#### 三、TTL 反相器的静态输入特性和输出特性

(1) 输入特性

(2) 输出特性

(3) 输入端负载特性

#### 四、TTL 反相器的动态特性

(1) 传输延迟时间

(2) 交流噪声容限

(3) 电源的动态尖峰电流

#### 五、其他类型的 TTL 门电路

(1) 其他逻辑功能的门电路

(2) 集电极开路输出门电路 (OC 门)

(3) 三态输出的门电路 (TS 门)

#### 六、TTL 数字集成电路的各种系列

## 第五节 ECL 集成电路

一、ECL 电路的基本结构和工作原理

二、ECL 集成电路的各种系列

## 第六节 Bi-CMOS 电路

一、Bi-CMOS 电路的基本结构和工作原理

二、Bi-CMOS 集成电路的各种系列

## 第七节 不同类型数字集成电路间的接口

一、CMOS 电路和 TTL 电路的接口

(1) 用 TTL 电路驱动 CMOS 电路

(2) 用 CMOS 电路驱动 TTL 电路

二、不同逻辑电平电路间的接口

### 研究专题

题目一：集成门电路应用实例集锦

根据不同集成门电路的电气特性参数，研究“输入端扩展”、“输出驱动电流扩展”、“电平转换接口”、“巧用 OC/OD 门”、“模拟开关的门控作用”等简单应用问题，采用逻辑门和分立元件，设计 5 种实用电路，要求完成仿真和实验测试。数字集成电路手册和期刊资料查阅、课外讨论、实验测试、报告撰写、宣讲等均在一周内完成。

## 第四章 组合逻辑电路

**本章支撑课程教学目标 2。**

### 教学目的和要求：

通过本章学习，了解组合逻辑电路的特点，掌握组合逻辑电路的分析和设计方法。掌握几种常用集成组合逻辑电路的功能和使用方法。了解竞争—冒险现象的产生原因以及改善措施。

### 教学重点与难点：

**重点：**组合逻辑电路的分析方法和设计方法；会用编码器、译码器、加法器、数据选择器和数值比较器等中规模集成电路设计组合逻辑电路；会通过扩展的方法（将几片联用或附加少量其他器件）组成要求的逻辑电路。

**难点：**组合电路的竞争冒险现象及其消除方法。

### 第一节 概述

一、组合逻辑电路的特点

二、逻辑功能的描述

### 第二节 组合逻辑电路的分析方法

一、由电路图写逻辑函数式并化简

二、由逻辑函数式列真值表

### 三、由真值表分析电路功能

## 第三节 组合逻辑电路的设计方法

### 一、进行逻辑抽象

### 二、写出逻辑函数式

### 三、选定器件类型

### 四、将逻辑函数化简或转换成适当的描述形式

### 五、根据化简或转换后的逻辑式，画出逻辑电路的连接图

### 六、设计验证

### 七、工艺设计

## 第四节 若干常用的组合逻辑电路模块

### 一、编码器

#### (1) 普通编码器

#### (2) 优先编码器

### 二、译码器

#### (1) 二进制译码器

#### (2) 二-十进制译码器

#### (3) 显示译码器：七段字符显示器、BCD-七段显示译码器

### 三、数据选择器

### 四、加法器

#### (1) 1 位加法器：半加器、全加器

#### (2) 多位加法器：串行进位加法器、超前进位加法器

### 五、数值比较器

#### (1) 1 位数值比较器

#### (2) 多位数值比较器

## 第五节 层次化和模块化的设计方法

### 一、自底向上

### 二、自顶向下

## 第九节 组合逻辑电路中的竞争-冒险现象

### 一、竞争-冒险现象及其成因

### 二、检查竞争-冒险现象的方法

### 三、消除检查竞争-冒险现象的方法

#### (1) 接入滤波电容

#### (2) 引入选通脉冲

#### (3) 修改逻辑设计

## 第五章 半导体存储电路



### 本章支撑课程教学目标 3

#### 教学目的和要求：

通过本章学习，了解触发器的电路结构，掌握典型触发器的逻辑功能及其描述方法；理解基本 RS 触发器的电路结构、工作原理及动态特性；了解典型时钟触发器的电路结构及其触发方式。理解 ROM、RAM 的电路结构、工作原理和扩展存储容量的方法。理解用 ROM 实现组合逻辑函数的方法。

#### 教学重点与难点：

**重点：**典型触发器的逻辑功能特点及其描述方法；ROM、RAM 的特点、工作原理和扩展存储容量的方法。

**难点：**典型触发器的电路组成、工作原理和触发器的动态特性。

### 第一节 概述

- 一、存储单元
- 二、寄存器
- 三、存储器

### 第二节 SR 锁存器

- 一、两个或非门组成
- 一、两个与非门组成

### 第三节 触发器

- 一、电平触发的触发器
  - (1) 电路结构和工作原理
  - (2) 电平触发方式的动作特点
- 二、边沿触发的触发器
  - (1) 电路结构和工作原理
  - (2) 边沿触发方式的动作特点
- 三、脉冲触发的触发器
  - (1) 电路结构和工作原理
  - (2) 脉冲触发方式的动作特点
- 四、触发器按逻辑功能的分类
  - (1) SR 触发器
  - (2) JK 触发器
  - (3) T 触发器
  - (4) D 触发器
- 五、触发器的动态特性
  - (1) 建立时间 (Setup time)  $t_{su}$
  - (2) 保持时间 (Hold time)  $t_h$

- (3) 传输延迟时间 (Propagation delay time)  $t_{pd}$
- (4) 最高时钟频率 (Maximum clock frequency)  $f_{max}$

六、设计验证

七、工艺设计

#### 第四节 寄存器

一、电平触发 D 触发器组成的寄存器实例 74LS75

一、用 CMOS 边沿触发器成的寄存器实例 74HC175

#### 第五节 存储器

一、静态随机存储器 (SRAM)

(1) SRAM 的结构和工作原理

(2) SRAM 的静态存储单元

二、动态随机存储器 (DRAM)

三、只读存储器 (ROM)

(1) ROM 的结构和工作原理

(2) ROM 的分类

四、存储器容量的扩展

(1) 位扩展方式

(2) 字扩展方式

五、用存储器实现组合逻辑函数

#### 研究专题

题目二：锁存器、触发器构造与性能浅析

锁存器、触发器是时序逻辑最基本的功能单元电路。要求学生围绕其电路结构、触发方式以及触发性能方面的设计演变进行梳理归纳，并在一周时间内完成资料查阅、课外讨论、报告撰写、宣讲答辩。

#### 第六章 时序逻辑电路

##### 本章支撑课程教学目标 3

##### 教学目的和要求：

通过本章学习，掌握时序电路的特点、描述方法和分析方法；掌握计数器、寄存器等常用时序电路的工作原理、逻辑功能及使用方法；掌握同步时序电路的设计方法。

##### 教学重点与难点：

**重点：**时序逻辑电路的特点、描述方法和分析方法；计数器、寄存器等常用时序电路的工作原理、逻辑功能及使用方法；会应用计数器等中规模集成电路设计同步时序电路。

**难点：**会扩展使用寄存器、计数器、顺序脉冲发生器等时序模块。

## 第一节 概述

一、时序逻辑电路的特点

二、逻辑功能的描述

## 第二节 时序逻辑电路的分析方法

一、同步时序逻辑电路的分析方法

二、时序逻辑电路的状态转换表、状态转换图、状态机流程图和时序图

(1) 状态转换表

(2) 状态转换图

(3) 状态机流程图

(4) 时序图

三、异步时序逻辑电路的分析方法

## 第三节 若干常用的时序逻辑电路

一、移位寄存器

二、计数器

(1) 同步计数器：同步二进制计数器、同步十进制计数器

(2) 异步计数器：异步二进制计数器、异步十进制计数器

(3) 任意进制计数器的构成方法： $M < N$  的情况、 $M > N$  的情况

(4) 移位寄存器型计数器：环形计数器、扭环形计数器

三、顺序脉冲发生器

四、序列信号发生器

## 第四节 时序逻辑电路的设计方法

一、同步时序逻辑电路的设计方法

(1) 逻辑抽象，得出电路的状态转换图或状态转换表

(2) 状态化简

(3) 状态分配

(4) 选定触发器的类型，求出电路的状态方程、驱动方程和输出方程

(5) 根据得到的方程式画出逻辑图

(6) 检查设计的电路能否自启动

二、时序逻辑电路的自启动设计

三、异步时序逻辑电路的设计方法

四、复杂时序逻辑电路的设计

## 第六节 时序逻辑电路中的竞争-冒险现象

一、组合电路因竞争-冒险产生的脉冲被存储电路接收

二、存储电路本身存在竞争-冒险问题

**研究专题：**

### 题目三：时序逻辑电路设计中的“自启动”问题与对策

设计时序逻辑电路出现多余状态时，总会遇到如何解决“自启动”的问题。而教材所介绍的尝试性设计方法，往往需要反复修正。本专题要求学生研究并掌握一种可预判的“自启动”处理办法，将使设计流程得以简化。另有一种“强制校正”的对策，亦可有效地解决该问题。本专题要求学生在一周时间内完成资料查阅、课外讨论、报告撰写、宣讲答辩。

## 第七章 脉冲波形的产生和整形电路

### 本章支撑课程教学目标 4

#### 教学目的和要求：

通过本章学习，了解脉冲信号参数的定义，理解施密特触发器、单稳态触发器和多谐振荡器的工作原理、主要参数的分析方法及应用，了解 555 定时器的工作原理及应用。

#### 教学重点与难点：

**重点：**施密特触发器、单稳态触发器和多谐振荡器的工作原理、主要参数的分析方法及应用。

**难点：**会熟练应用施密特触发器，单稳态触发器和多谐振荡器得到理想的矩形波，能熟练应用 555 定时器构成上面三种触发器。

### 第一节 概述

- 一、获取矩形脉冲的两种途径
- 二、描述矩形脉冲特性的主要参数

### 第二节 施密特触发电路

- 一、施密特触发电路的结构和工作原理
- 二、用门电路组成的施密特触发器
- 三、施密特触发电路的应用
  - (1) 用于波形变换
  - (2) 用于脉冲整形
  - (3) 用于脉冲鉴幅

### 第三节 单稳态电路

- 一、用门电路组成的单稳态电路
  - (1) 微分型单稳态电路
  - (2) 积分型单稳态电路
- 二、集成单稳态电路

### 第四节 多谐振荡器

- 一、对称式多谐振荡电路
- 二、非对称式多谐振荡电路

- 三、环形振荡电路
- 四、用施密特触发电路构成的多谐振荡电路
- 五、石英晶体多谐振荡电路

### 第五节 555 定时器及其应用

- 一、555 定时器的电路结构与功能
- 二、用 555 定时器接成的施密特触发电路
- 三、用 555 定时器接成的单稳态电路
- 四、用 555 定时器接成的多谐振荡电路

## 第八章 数-模和模-数转换

### 本章支撑课程教学目标 4

#### 教学目的和要求：

通过本章学习，了解 D/A、A/D 转换器的功能及主要参数，理解常见的 D/A 和 A/D 转换器的电路组成、工作原理、特点及应用。

#### 教学重点与难点：

**重点：** D/A、A/D 转换器的功能及主要参数；常见的 D/A 和 A/D 转换器的电路组成、工作原理、特点及应用。

**难点：** 常见的 D/A 和 A/D 转换器的电路组成、工作原理。

### 第一节 概述

- 一、衡量 ADC 和 DAC 性能优劣的主要指标
- 二、DAC 的分类
- 三、ADC 的分类

### 第二节 D/A 转换器的电路结构和工作原理

- 一、权电阻网络 D/A 转换器
- 二、倒 T 型电阻网络 D/A 转换器
- 三、权电流型 D/A 转换器
- 四、开关树型 D/A 转换器
- 五、权电容网络 D/A 转换器
- 六、具有双极性输出的 D/A 转换器

### 第三节 D/A 转换器的转换精度与转换速度

- 一、D/A 转换器的转换精度
- 二、D/A 转换器的转换速度

### 第四节 A/D 转换器的基本原理

- 一、取样定理
- 二、量化和编码

### 第五节 取样-保持电路

- 一、取样-保持电路的基本形式
- 二、加隔离放大器的取样-保持电路 LF398

### 第六节 A/D 转换器的电路结构和工作原理

- 一、并联比较型 A/D 转换器
- \*二、流水线型 A/D 转换器
- 三、逐次逼近型 A/D 转换器
- 四、双积分型 A/D 转换器
- \*五、 $\Sigma$ - $\Delta$ 型 A/D 转换器
- 六、V-F 变换型 A/D 转换器

### 第七节 A/D 转换器的转换精度和转换速度

- 一、A/D 转换器的转换精度
- 二、A/D 转换器的转换速度

### 四、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配							合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他
1	第一章	数制和码制	2							
2	第二章	逻辑代数基础	4							
3	第三章	门电路	4						1	
4	第四章	组合逻辑电路	7					1		
5	第五章	半导体存储电路	7						1	
6	第六章	时序逻辑电路	9					1	1	
7	第七章	脉冲波形的产生和整形	6							
8	第八章	数-模和模-数转换	4							
合计			43					2	3	

### 五、课程教学基本要求

1. 课堂授课：以讲授法为主，配合使用启发式、研讨式教学方法；教学手段以多媒体教学为主，主要公式推导配合板书。并建议利用主要参考资料进行课外学习拓展。
2. 实验：实验教学依托电气与自动化工程学院国家级电工电子实验教学示范中心，每 2 人划分实验小组，在指导教师的指导下，协作完成实验任务。

3. 作业：通过作业使学生掌握不同数制间的转换方法；逻辑函数的表示方法和化简方法；门电路的工作原理、输入输出特性和使用注意事项；组合逻辑电路的分析方法和设计方法；触发器的电路结构和动作特点、存储器的扩展、时序逻辑电路的分析方法和设计方法；施密特触发器的工作原理和典型应用、单稳态电路和多谐振荡电路的工作原理、555 定时器及其应用；D/A 和 A/D 转换的原理及 ADC 和 DAC 的正确使用方法。

## 六、建议教材及主要参考资料

### 1.建议教材

[1] 阎石.数字电子技术基础.北京：高等教育出版社，2016.

### 2.主要参考资料

[1] 阎石、王红. 数字电子技术基础学习辅导与习题解答[M].北京：高等教育出版社，2016.

[2] 康华光. 电子技术基础（数字部分）[M].北京：高等教育出版社，2016.

[3] 余孟尝. 数字电子技术简明教程[M].北京：高等教育出版社，2006.

## 七、课程成绩考核

课程成绩考核包括平时考核和期末考核。平时考核包括：考勤、习题作业、课堂提问及测验、专题研究论文和期中测验。专题研究论文成绩依照学生的专题研究报告、实验成果展示以及讨论交流情况综合评定。期末考核采取闭卷笔试形式。平时考核成绩占总成绩的 40%，期末考核成绩占总成绩的 60%。考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 2 所示。

表 2 课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	教学内容	考核分值	总分值
闭卷考试 60%	1.2	目标 1	第一章 数制和码制、第二章 逻辑代数基础、第三章 门电路	20 分	100 分
		目标 2	第四章 组合逻辑电路	25 分	
		目标 3	第五章 半导体存储电路、第六章 时序逻辑电路	40 分	
	3.2	目标 4	第七章 脉冲波形的产生和整形电路、第八章 数—模和模—数转换	15	
平时 40%	1.2	目标 1~4	考勤、作业、课堂提问及测验	30 分	100 分
		目标 4	专题研究论文	20 分	
	3.2	目标 1~4	期中测验	50 分	

撰稿人：刘春晖

审核人：卢文娟

批准人：黄鹤松



# 《微机原理及应用》课程教学大纲

课程代码	0921001202	课程名称（中文）		微机原理及应用		
课程名称（英文）	Principle & Application of Microcomputer					
总学时	36	授课学时	36	实验（上机）学时	0	
实践学时	36		学分			2
先修课程	电路、数字电子技术、模拟电子技术		适用专业	自动化		
制订单位	电气与自动化工程学院			制订时间		2018 年 1 月

## 一、课程的性质和任务

### 1. 课程性质

《微机原理及应用》是自动化专业本科生的一门专业基础必修课，也是一门实践性很强的专业技术课程。

### 2. 课程任务及教学目标

本课程为专业基础课程。通过本课程的学习，使学生掌握微型计算机的基本结构及组成，掌握 MCS-51 系列单片机典型 CPU 的硬件结构及工作原理、指令系统、汇编语言程序结构、应用接口技术以及常用的外围接口器件的扩展方法。经过作业、实验以及后续的课程设计等环节，初步具备应用单片机进行系统设计、产品开发的能力。培养学生的设计能力、动手能力、创新实践能力，全面提高学生的综合运用能力，为后续课程学习和将来工作打下坚实的理论与实践基础。

通过本课程的教学和实验训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**理解和掌握微型计算机的基本知识，及 MCS-51 单片机内部结构、内部功能单元的使用方法、外部功能单元的扩展技术，以及利用这些技术在复杂工程系统的自动化装置中进行单片机应用系统构成、设计的基本步骤和方法。

**课程教学目标 2：**掌握 MCS-51 单片机编程语言，及应用流行的开发仿真工具进行程序设计、编译和调试的方法。并理解仿真与实际工业应用系统的区别。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
3. 设计/开发解决方案	3.2 针对自动化领域复杂工程问题，能够设计/开发满足特定需求的自动化单元装置或系统，并体现创新意识。	1
5. 使用现代工具	5.1 了解自动化专业常用的现代仪器、信息技术工具、工程工具和模拟软件的使用原理和方法，并理解其局限性。	2
	5.2 能够选择与使用恰当的仪器、信息资源、工程工具和专业模拟软件，对自动化领域复杂工程问题进行分析、计算与设计。	2

## 二、课程与其他课程的联系与分工

本课程的先修课程为：电路、数字电子技术、模拟电子技术等。这些先修课提供了与电子元器件、电路定律、交流和直流电路等相关的基础知识，为更好理解微型计计算机构成、工作原理，以及掌握单片机应用系统设计技术奠定了基础。

本课程对应的独立设课实验课程和课程设计分别为微机原理及应用实验和微机原理及应用课程设计。本课程亦为后续的电气测量技术、计算机控制技术、微机继电保护、PLC 原理与电气控制技术等课程提供了实践支持。

## 三、课程教学内容

### 第一章 绪论

本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求：**

1. 了解微型计算机的发展历史、发展方向；
2. 掌握微机系统中微处理器基本结构和基本工作原理；
3. 了解单片机的发展历史、发展趋势以及单片机的特点、应用领域；
4. 理解和掌握单片机的概念以及 MCS-51 单片机的分类方法；
5. 掌握计算机的基本知识和 MCS-51 单片机的分类。

**教学重点与难点：**

**重点：**单片机的概念和计算机中数的表示；有符号表示、无符号数表示。

**难点：**计算机中有符号数的表示和 MCS-51 单片机的分类。

#### 第一节 微型计算机的发展历史

#### 第二节 微型计算机的组成

1. 微型计算机的组成结构；
2. 微处理器；
3. 存储器；
4. I/O 接口。

### 第三节 微型计算机的数制和码制

1. 数制；
2. 计算机中数据的表示；
3. 计算机中常用的编码。

### 第四节 单片机微型计算机及简介

1. 单片机的定义；
2. 单片机的发展及应用；
3. MCS-51 系列单片机。

## 第二章 MCS-51 单片机的基本结构

本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求：**

1. 了解 MCS-51 单片机的内部所包含的硬件资源及其功能特点；
2. 掌握单片机芯片的内部硬件结构组成、存储器逻辑结构和使用；
3. 掌握典型的复位电路、时钟电路；
4. 理解 MCS-51 单片机的输入输出结构。

**教学重点与难点：**

**重点：**单片机的结构，存储器逻辑结构及应用；振荡周期、机器周期、指令周期等概念。

**难点：**存储器逻辑结构及应用，振荡周期、机器周期、指令周期。

### 第一节 单片机的体系结构及内部资源

1. MCS-51 单片机的体系结构；
2. MCS-51 系列单片机的内部资源：中央处理器，存储器和寄存器，常用特殊寄存器。

### 第二节 MCS-51 单片机引脚及其功能

1. P0 口 I/O 引脚及功能特点；
2. P1 口 I/O 引脚及功能特点；
3. P2 口 I/O 引脚及功能特点；
4. P3 口 I/O 引脚及功能特点。

### 第三节 单片机的最小系统

1. 时钟电路和时钟信号；
2. 复位及复位电路。

### 第三章 MCS-51 单片机指令与汇编语言程序设计

本章支撑课程教学目标 1 和 2。

**教学目的与要求：**

1. 了解 MCS-51 单片机的指令格式；
2. 掌握 MCS-51 单片机的七种寻址方式和 111 条指令。

**教学重点与难点：**

**重点：**汇编语言的指令格式、汇编语言指令系统及程序结构设计、Keil 调试环境的应用。

**难点：**汇编语言程序结构设计，加、减、乘、除运算及数制转换程序设计。

#### 第一节 汇编语言指令格式

1. 汇编语言的伪指令；
2. 指令格式和符号：指令格式，指令的分类。

#### 第二节 指令的寻址方式

1. 立即数寻址；
2. 寄存器寻址；
3. 直接寻址；
4. 寄存器间接寻址；
5. 位寻址；
6. 变址寻址；
7. 相对寻址。

#### 第三节 MCS-51 指令集

1. 数据传送指令；
2. 算术运算指令；
3. 逻辑运算指令；
4. 移位指令；
5. 控制转移指令。

#### 第四节 汇编语言程序设计

1. 顺序程序设计；

2. 分支程序设计；
3. 循环程序设计；
4. 子程序设计。

## 第四章 MCS-51 单片机内部功能单元

本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求：**

1. 掌握中断的概念；
2. 掌握MCS-51 单片机中断系统的功能和结构；
3. 掌握MCS-51 系统定时器/计数器的使用方法；
4. 掌握MCS-51 系统串行通信功能单元的使用方法。

**教学重点与难点：**

**重点：** MCS-51 单片机的中断源及结构组成；定时器/计数器功能单元的结构及应用；串行通信功能单元及应用。

**难点：** 中断的响应过程以及堆栈在中断系统中的应用，定时/计数器的应用，串行通信的应用。

### 第一节 MCS-51 单片机中断系统及结构组成

1. 中断系统：中断概念及分类、MCS-51 单片机中断系统的功能及结构。
2. MCS-51 单片机的外部中断：外部中断初始化、中断程序的设计、外部中断的扩展。

### 第二节 定时/计数器功能单元及应用

1. 定时/计数器的基本工作原理；
2. 定时/计数器的控制寄存器；
3. 定时/计数器的工作方式；
4. 定时/计数器的应用设计：定时/计数器的初始化、定时/计数器的定时应用、定时/计数器的计数器应用。

### 第三节 串行通信功能单元及应用

1. 串行通信的基础知识：串行通信与并行通信、同步通信与异步通信；
2. MCS-51 单片机串行通信口基本结构及工作原理：单片机串行接口的基本结构、单片机串行接口的特殊寄存器；
3. MCS-51 单片机串行通信口的工作方式：工作方式 0、工作方式 1、工作方式 2、工作方式 3；
4. 串行口通信口的应用编程；

5. RS-232/RS-485 串行通信接口。

## 第五章 MCS-51 单片机的并行接口技术

本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求：**

1. 掌握接口技术应用的一般方法；
2. 掌握典型并行 I/O 口扩展芯片；
3. 掌握构成典型单片机应用系统常见的外围接口器件：A/D 转换器、D/A 转换器、人机接口的键盘/显示接口器件等。

**教学重点与难点：**

**重点：**MCS-51 单片机扩展技术及应用系统设计：并行输入/输出接口扩展技术、A/D 转换器接口技术、D/A 转换器接口技术、键盘/显示器的基本接口技术。

**难点：**单片机并行接口芯片的地址编码方法，LED 动态数码管显示编程技术。

### 第一节 MCS-51 单片机的片外并行总线

1. MCS-51 单片机的片外并行总线；
2. 单片机的扩展地址译码方法。

### 第二节 并行 I/O 口的扩展技术

1. 存储器的扩展技术；
2. 简单并行 I/O 口的扩展技术；
3. 可编程并行 I/O 接口芯片 8255A 的应用；
4. A/D 转换器接口技术；
5. D/A 转换器接口技术；
6. 键盘/显示器接口技术。

## 第六章 串行总线接口技术

本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求：**

1. 了解单片机应用系统中串行总线应用特点；
2. 理解 I<sup>2</sup>C、SPI 和单总线通讯格式及协议；
3. 掌握单片机应用系统设计中常用串行总线的应用技术。

**教学重点与难点：**

**重点：**MCS-51 单片机与 I<sup>2</sup>C 总线、SPI 总线和单总线三种串行总线与的硬件接口技术及基本应用编程方法。

**难点：**I<sup>2</sup>C 总线、SPI 总线和单总线三种串行总线的通信协议，及读写控制时

序。

### 第一节 SPI 总线

1. SPI 总线的引脚功能和时序；
2. SPI 芯片应用实例-TLC2543。

### 第二节 I<sup>2</sup>C 总线

1. I<sup>2</sup>C 总线的引脚功能和时序；
2. I<sup>2</sup>C 芯片应用实例-PCF8563：引脚功能及内部寄存器；PCF8563 的通信协议；PCF8563 的应用编程。

### 第三节 单总线

1. 单总线的引脚功能和时序；
2. 单总线芯片应用实例-DS18B20：引脚及性能指标，操作指令，应用编程。

## 第七章 单片机应用系统的设计

本章支撑课程教学目标 1 和 2。

**教学目的与要求：**

1. 掌握单片机应用系统的设计方法、开发工具；
2. 掌握单片机应用系统的调试方法。

**教学重点与难点：**

**重点：**单片机应用系统的一般开发步骤及开发工具。

**难点：**单片机应用系统的设计方法。

**课程内容：**

1. 单片机应用系统的设计方法；
2. 单片机应用系统的开发工具；
3. 单片机应用系统的调试方法；
4. 单片机应用系统设计举例，如典型实例：多路数据采集系统、数字频率计、电子钟、交通信号灯、简易信号源等。

## 五、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配								合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他	

1	第一章	绪论	2								
2	第二章	MCS-51 单片机的基本结构	4								
3	第三章	MCS-51 单片机指令与汇编语言程序设计	8								
4	第四章	MCS-51 单片机内部功能单元	8								
5	第五章	MCS-51 单片机的并行接口技术	8								
6	第六章	串行总线接口技术	2								
7	第七章	单片机应用系统的设计	4								
合 计			36								

## 六、课程教学基本要求

1. 课堂授课：主要为理论、概念和原理讲授，采用课堂讲授式为主，辅以启发式、实例研讨式的教学方法，利用多媒体课件、辅以实物展示手段。
2. 作业：布置作业目的是使学生巩固课堂所学理论知识，每次课后布置一定数量的作业，要求学生独立完成并按时上交作业。

## 七、建议教材及主要参考资料

### 1.建议教材

[1] 张仁彦，高正中，黄鹤松. 单片机原理及应用[M]. 北京：机械工业出版社，2016

### 2.主要参考资料

[1] 公茂法，黄鹤松，杨学蔚等. MCS-51/52 单片机原理与实践[M]. 北京：北京航空航天大学出版社，2009.

[2] Michael Collier, 孙秀娟. Introductory Microcontroller Theory and Applications [M]. 青岛：中国石油大学出版社，2008

[3] 李朝青. 单片机原理及接口技术（第4版）[M]. 北京：北京航空航天大学出版社，2013

### 3. 网址

[1] [www.stcmcu.com](http://www.stcmcu.com)

[2] [www.laogu.com](http://www.laogu.com)

[3] [www.zlgmcu.com](http://www.zlgmcu.com)

## 八、课程成绩考核

课程成绩考核包括平时考核和结课考核。平时考核包括：考勤、作业、章节



测试等。结课考核采取开卷笔试形式。平时考核成绩占总成绩的 30%，结课考核成绩占总成绩的 70%。考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 2 所示。

表 2 课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	教学内容	考核分值	总分值
开卷考试 70%	3.2	目标 1	第一章 绪论 第二章 MCS-51 单片机的基本结构 第三章 MCS-51 单片机指令与汇编语言程序设计 第四章 MCS-51 单片机内部功能单元 第五章 MCS-51 单片机的并行接口技术 第六章 串行总线接口技术 第七章 单片机应用系统的设计	70 分	100 分
	5.1 5.2	目标 2	第三章 MCS-51 单片机指令与汇编语言程序设计 第七章 单片机应用系统的设计	30 分	
平时 30%	3.2 5.1 5.2	目标 1、2	考勤、作业、章节测试	100 分	100 分

撰稿人：高正中

审核人：张仁彦

批准人：黄鹤松

# 《自动控制原理》课程教学大纲

课程代码	0921001204	课程名称（中文）	自动控制原理		
课程名称（英文）	Automatic Control Theory				
总学时	72	授课学时	72	实验（上机）学时	0
实践学时	0		学分		4
先修课程	高等数学，工程数学，电路，模拟电子技术，数字电子技术		适用专业		自动化
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间		2018 年 1 月

## 一、课程的性质和任务

### 1. 课程性质

《自动控制原理》课程是自动化专业的专业核心课。

### 2. 课程任务及教学目标

本课程是自动化专业必修的专业核心课，是自动化专业的学生进行控制系统分析和设计的理论基础。本课程兼顾理论分析和能力培养，通过本课程的学习，学生应掌握自动控制系统的基本概念及基本原理，掌握控制系统数学模型的建立方法，掌握利用经典控制理论分析和设计控制系统的基本方法，具备分析和解决自动化复杂工程问题的基本能力，为后续课程的学习奠定理论基础。

通过本课程的教学，达到以下教学目标：

**课程教学目标 1：**掌握自动控制系统的基本概念与原理，理解自动控制理论的主要工程应用；掌握微分方程、传递函数、结构图、信号流图等数学模型的建立方法及其应用，并能够进行多种模型的简化或转化。

**课程教学目标 2：**掌握连续控制系统的时域分析法、根轨迹分析法、频域分析法以及离散控制系统、非线性系统的分析方法，能够对系统的性能指标进行定性分析和定量计算，能够识别和表达自动化领域复杂工程中的关键问题。

**课程教学目标 3：**掌握自动控制系统校正的基本方法，针对自动化专业领域的工程问题，能够设计满足控制系统实际控制需求的控制方案。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
1.工程知识	1.2 具备对工程对象建模与求解的自动化专业基础知识。	1, 2

2.问题分析	2.1 能够利用数学、自然科学和工程科学的基本原理对自动化领域相关的复杂工程问题进行识别和表达。	2
3.设计/开发解决方案	3.1 掌握自动化领域工程设计和产品开发的基本方法和技术,并能够根据工艺和技术需求,分析影响设计目标和技术方案的各种因素。	3

## 二、课程与其他课程的联系与分工

本课程的先修课程为高等数学、工程数学、电路、模拟电子技术、数字电子技术等。本课程为现代控制理论、过程控制系统、运动控制系统、计算机控制技术、智能控制、系统辨识与自适应控制、最优控制等后续课程奠定必需的控制理论基础。

## 三、课程教学内容

### 第一章 自动控制的一般概念

本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求：**

1. 理解自动控制基本概念。
2. 掌握闭环控制和开环控制概念、特点。
3. 掌握闭环控制系统组成及其工作原理。
4. 能够根据实际物理系统绘制闭环控制系统方框图并进行工作原理分析。
5. 理解对控制系统的基本要求。
6. 理解线性系统的叠加原理。

**教学重点与难点：**

**重点：**自动控制基本概念；自动控制系统的控制方式；闭环（负反馈）控制系统组成及其工作原理；自动控制系统的方框图绘制及工作原理分析；自动控制系统的分类；自动控制系统的的基本要求。

**难点：**闭环控制和开环控制的特点及两者比较；负反馈控制的基本原理；自动控制系统的方框图绘制及工作原理分析；自动控制系统的的基本要求。

### 第一节 引言

一、自动控制理论的应用

二、自动控制理论的发展史

### 第二节 自动控制的基本原理、方式和示例

一、自动控制的基本概念

1. 人工控制

2. 自动控制

- 3. 控制系统中的常用术语
- 二、自动控制系统基本控制方式
  - 1. 开环控制
  - 2. 闭环控制
  - 3. 复合控制
- 三、反馈控制系统的基本组成
- 四、负反馈控制原理

### 第三节 自动控制系统的分类

- 一、按系统结构特点分类
  - 1. 开环控制系统
  - 2. 闭环控制系统
  - 3. 复合控制系统
- 二、按给定信号特点分类
  - 1. 恒值控制系统
  - 2. 随动控制系统
  - 3. 程序控制系统
- 三、按元件特性分类
  - 1. 线性系统
  - 2. 非线性系统
- 四、按系统参数是否随时间变化分类
  - 1. 定常系统
  - 2. 时变系统
- 五、按时间信号的性质分类
  - 1. 连续系统
  - 2. 离散系统

### 第四节 对自动控制系统的基本要求

- 一、稳定性
- 二、快速性
- 三、准确性

## 第二章 控制系统的数学模型

本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求：**

- 1. 掌握简单控制系统建立数学模型的方法。
- 2. 理解线性定常微分方程的求解方法。

3. 了解非线性微分方程的线性化方法。
4. 理解运动的模态及其与传递函数的极点、零点之间关系。
5. 掌握传递函数的定义、理解传递函数的性质和局限性。
6. 掌握微分方程和传递函数之间的变换关系。
7. 掌握结构图和信号流图的绘制方法。
8. 掌握利用结构图等效变换和梅森公式求传递函数的方法。
9. 掌握开环传递函数、闭环传递函数和闭环误差传递函数基本概念。

#### **教学重点与难点：**

**重点：**简单控制系统的建模；线性定常微分方程的求解；传递函数的定义、性质；结构图和信号流图的绘制方法；结构图等效变换；梅森公式求传递函数；开环、闭环传递函数和闭环误差传递函数的概念。

**难点：**结构图和信号流图的绘制方法；复杂系统结构图等效变换；复杂系统利用梅森公式求传递函数；开环、闭环传递函数和闭环误差传递函数的概念。

### **第一节 控制系统的时域数学模型**

- 一、线性元件微分方程的建立
- 二、控制系统微分方程的建立
- 三、线性定常微分方程的求解
- 四、非线性微分方程的线性化
- 五、运动的模态

### **第二节 控制系统的复数域数学模型**

- 一、传递函数的定义和性质
  1. 传递函数的定义
  2. 传递函数的性质
  3. 传递函数的表示方法
- 二、传递函数的极点和零点对输出的影响
- 三、典型环节及其传递函数

### **第三节 结构图及其等效变换**

- 一、系统结构图的组成和绘制
- 二、结构图的等效变换和简化
  1. 串联方框的简化（等效）
  2. 并联方框的简化（等效）
  3. 反馈连接方框的简化（等效）
  4. 比较点和引出点的移动

### **第四节 信号流图与梅森公式**

- 一、信号流图的组成及性质

## 二、信号流图的绘制

### 1. 由系统微分方程绘制信号流图

### 2. 由系统结构图绘制信号流图

## 三、梅森增益公式

## 第五节 闭环系统的传递函数

### 一、控制系统开环传递函数

### 二、闭环系统的传递函数

### 三、闭环系统的误差传递函数

## 第六节 控制系统建模实例

### 一、实例一

### 二、实例二

## 第三章 线性系统的时域分析法

### 本章支撑课程教学目标 2。

#### 教学目的与要求：

1. 掌握时间响应性能指标。
2. 掌握一阶和二阶系统的时域分析方法。
3. 理解二阶系统性能改善的方法。
4. 理解稳定性的定义。
5. 掌握劳斯稳定判据及其应用。
6. 掌握稳态误差的计算方法。
7. 了解主导极点、偶极子的概念。
8. 了解利用主导极点估算高阶系统性能的方法。

#### 教学重点与难点：

**重点：**欠阻尼二阶系统响应分析及性能指标计算；二阶系统性能改善的方法；劳斯稳定判据及其应用；稳态误差的计算。

**难点：**二阶系统性能改善的方法；劳斯稳定判据的特殊情况；劳斯稳定判据的应用。

## 第一节 系统时间响应的性能指标

### 一、典型输入信号

### 二、动态过程与稳态过程

### 三、动态性能与稳态性能

## 第二节 一阶系统的时域分析

### 一、一阶系统的数学模型

### 二、一阶系统的单位阶跃响应

### 三、一阶系统的单位斜坡响应

#### 四、一阶系统的单位加速度响应

### 第三节 二阶系统的时域分析

#### 一、二阶系统的数学模型

#### 二、二阶系统的单位阶跃响应

#### 三、二阶系统性能的改善

### 第四节 高阶系统的时域分析

#### 一、高阶系统的单位阶跃响应

#### 二、高阶系统的闭环主导极点

#### 三、高阶系统性能估算

### 第五节 线性系统的稳定性分析

#### 一、稳定性的基本概念

#### 二、线性系统稳定的充分必要条件

#### 三、劳斯稳定判据

#### 四、劳斯稳定判据的特殊情况

#### 五、劳斯稳定判据的应用

### 第六节 线性系统的稳态误差计算

#### 一、误差与稳态误差

#### 二、静态误差系数法

##### 1. 阶跃输入作用下的稳态误差与静态位置误差系数

##### 2. 斜坡输入作用下的稳态误差与静态速度误差系数

##### 3. 加速度输入作用下的稳态误差与静态加速度误差系数

#### 三、扰动作用下的稳态误差

#### 四、减小或消除稳态误差的措施

### 第七节 控制系统时域设计

#### 一、实例一

#### 二、实例二

## 第四章 线性系统的根轨迹法

### 本章支撑课程教学目标 2。

#### 教学目的与要求：

1. 理解根轨迹基本概念。
2. 掌握  $180^\circ$  根轨迹的绘制法则，并能够依据绘制法则绘制概略根轨迹。
3. 了解广义根轨迹绘制方法。
4. 理解用根轨迹法分析系统性能。

#### 教学重点与难点：

**重点：**  $180^\circ$  根轨迹的绘制方法；利用根轨迹分析系统性能。

**难点：**利用根轨迹法分析系统性能。

### 第一节 根轨迹法的基本概念

- 一、根轨迹的概念
- 二、根轨迹与系统性能
- 三、根轨迹方程

### 第二节 根轨迹绘制的基本法则

- 一、绘制根轨迹的基本法则
- 二、闭环极点的确定

### 第三节 广义根轨迹

- 一、参数根轨迹
- 二、零度根轨迹

### 第四节 利用根轨迹分析系统性能

- 一、闭环零、极点分布与阶跃响应的定性分析
- 二、增加开环零、极点对根轨迹的影响

### 第五节 控制系统复域设计

- 一、实例一
- 二、实例二

## 第五章 线性系统的频域分析法

**本章支撑课程教学目标 1 和 2。**

**教学目的与要求：**

1. 理解频率特性的概念和表示方法。
2. 掌握绘制系统的开环幅相特性曲线、对数频率特性曲线的方法。
3. 掌握由最小相位系统的开环对数频率特性曲线确定开环传递函数方法。
4. 掌握运用频域稳定判据判定闭环系统稳定性的方法。
5. 了解稳定裕度的物理意义，会计算稳定裕度。
6. 理解频域性能指标和时域性能指标之间的关系。
7. 掌握开环对数频率特性和系统动态性能、稳态性能之间关系。
8. 理解三频段基本理论。

**教学重点与难点：**

**重点：**开环幅相特性曲线的绘制；开环对数幅频渐近特性曲线的绘制；传递函数的频域实验确定；频率域稳定判据及其应用；稳定裕度定义及计算；频域性能指标及其与时域性能指标之间关系；三频段理论。

**难点：**开环幅相特性曲线的绘制；开环对数幅频渐近特性曲线的绘制；传递函数的频域实验确定；频率域稳定判据及其应用。

### 第一节 频率特性



- 一、频率特性的基本概念
- 二、频率特性的几何表示法

## 第二节 典型环节与开环系统的频率特性

- 一、典型环节
- 二、典型环节的幅相曲线
- 三、开环幅相曲线的绘制
- 四、典型环节的对数频率特性曲线
- 五、开环对数幅频渐近特性曲线的绘制
- 六、传递函数的频域实验确定

## 第三节 频率域稳定判据

- 一、奈氏判据
- 二、对数频率稳定判据

## 第四节 稳定裕度

- 一、相角裕度 $\gamma$
- 二、幅值裕度 $h$

## 第五节 闭环系统的频域性能指标

- 一、闭环频域性能指标及其与时域性能指标之间的关系
- 二、闭环频域指标与开环频域指标之间的关系
- 三、开环频域指标与时域指标的关系
- 四、三频段理论

## 第六章 线性系统的校正方法

本章支撑课程教学目标 3。

**教学目的与要求：**

1. 了解控制系统校正方式。
2. 掌握 PID 控制规律。
3. 了解三种串联校正的特点和适用范围，掌握基本的校正步骤。
4. 了解复合校正的思路。

**教学重点与难点：**

**重点：** PID 控制规律；串联超前、串联滞后校正网络的特点、适用范围及校正步骤。

**难点：** 串联超前、串联滞后校正网络的设计。

### 第一节 系统的设计与校正问题

- 一、控制系统设计基本步骤
- 二、性能指标
- 三、校正方式

## 第二节 串联校正

一、频率响应法校正设计

二、串联校正的依据

三、串联超前校正

1. 无源超前网络

2. 串联无源超前校正网络的设计

四、串联滞后校正

1. 无源滞后网络

2. 串联无源滞后校正网络的设计

五、串联滞后-超前校正

1. 无源滞后-超前网络

2. 串联无源滞后-超前校正网络的设计

## 第三节 PID 控制器及其控制规律

一、P 控制规律

二、I 控制规律

三、PI 控制规律

四、PD 控制规律

五、PID 控制规律

## 第四节 复合校正

一、按扰动补偿的复合校正

二、按输入补偿的复合校正

## 第七章 线性离散系统的分析与校正

本章支撑课程教学目标 2 和 3。

**教学目的与要求：**

1. 理解离散控制系统的结构。
2. 理解采样定理和信号保持过程。
3. 掌握  $z$  变换和  $z$  反变换方法。
4. 掌握差分方程的求解方法。
5. 掌握系统脉冲传递函数的计算方法。
6. 掌握离散系统稳定性的判定方法。
7. 掌握离散系统稳态误差的计算方法。
8. 掌握离散系统动态性能的分析方法。
9. 了解离散系统数字校正的基本思路。

**教学重点与难点：**

**重点：**差分方程的求解；系统脉冲传递函数的计算；离散系统稳定性的判定方法；离散系统稳态误差的计算；离散系统动态性能的分析。

**难点：**系统脉冲传递函数的计算；离散系统稳定性的判定方法；离散系统动态性能的分析。

## 第一节 离散系统的基本概念

- 一、采样控制系统
- 二、数字控制系统
- 三、离散控制系统的特点

## 第二节 信号的采样与保持

- 一、采样过程
- 二、采样过程的数学描述
- 三、香农采样定理
- 四、采样周期的选取
- 五、信号保持

## 第三节 $z$ 变换理论

- 一、 $z$  变换定义
- 二、 $z$  变换方法
- 三、 $z$  变换性质
- 四、 $z$  反变换

## 第四节 离散系统的数学模型

- 一、线性定常差分方程及其解法
- 二、脉冲传递函数
  - 1. 开环系统脉冲传递函数
  - 2. 闭环系统的脉冲传递函数

## 第五节 离散系统的稳定性与稳态误差

- 一、 $s$  域到  $z$  域的映射
- 二、离散系统稳定的充分必要条件
- 三、离散系统的稳定性判据
- 四、采样周期与开环增益对稳定性的影响
- 五、离散系统的稳态误差

## 第六节 离散系统的动态性能分析

- 一、离散系统的时间响应
- 二、闭环极点与动态响应的关系

## 第七节 离散系统的数字校正

- 一、离散系统数字校正的基本思路

## 二、最少拍系统设计

### 第八章 非线性控制系统分析

#### 本章支撑课程教学目标 2。

#### 教学目的与要求：

1. 了解非线性系统的特点。
2. 了解相平面的基本概念、相轨迹绘制方法及相平面法分析非线性系统的一般方法。
3. 理解描述函数定义、掌握描述函数法分析非线性系统的稳定性和自激振荡的方法。

#### 教学重点与难点：

**重点：**非线性系统的稳定性分析；自激振荡存在性和自振参数确定。

**难点：**描述函数法分析非线性系统的稳定性；自激振荡存在性和自振参数确定。

#### 第一节 非线性控制系统概述

- 一、非线性系统的特点
- 二、非线性系统的分析与设计方法

#### 第二节 常见非线性特性及其对系统的影响

- 一、非线性特性的等效增益
- 二、常见非线性因素对系统运动的影响

#### 第三节 相平面法

- 一、相平面的基本概念
- 二、相轨迹的绘制
  1. 解析法
  2. 等倾线法
- 三、线性系统的相轨迹
  1. 线性一阶系统的相轨迹
  2. 线性二阶系统的相轨迹
- 四、奇点和极限环
- 五、非线性系统的相平面分析

#### 第四节 描述函数法

- 一、描述函数的基本概念
- 二、典型非线性特性的描述函数
- 三、非线性系统的简化
- 四、非线性系统稳定性分析的描述函数法
  1. 应用描述函数分析非线性系统稳定性

## 2. 应用描述函数分析非线性系统的自激振荡

### 四、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配							合计	
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课		其他
1	第一章	自动控制的一般概念	4								4
2	第二章	控制系统的数学模型	10								10
3	第三章	线性系统的时域分析法	10								10
4	第四章	线性系统的根轨迹法	8								8
5	习题课	复习第一～第四章						2			2
6	第五章	线性系统的频域分析法	12				2				14
7	第六章	线性系统的校正方法	7						1		8
8	第七章	线性离散系统的分析与校正	8								8
9	第八章	非线性控制系统分析	6								6
10	习题课	复习第五章—第八章						2			2
合计			65				2	4	1		72

### 五、课程教学基本要求

1. 课堂授课：课堂教学主要采用讲授式、启发式、研讨式等教学方法，利用多媒体、演示课件、案例教学等教学手段。由于课程教学内容多，涉及的先修课程知识多，要求学生课前预习、课后复习，以保证教学效果和教学质量。

2. 作业：布置作业目的是使学生巩固课堂所学理论知识，每次课后布置一定数量的作业，要求学生独立完成并按时上交作业。

### 六、建议教材及主要参考资料

#### 1. 建议教材

胡寿松. 自动控制原理(第6版)[M]. 北京：科学出版社, 2013.

#### 2. 主要参考资料

[1] 梅晓榕. 自动控制原理(第4版)[M]. 北京：科学出版社, 2017.

[2] 王建辉, 顾树生. 自动控制原理(第2版)[M]. 北京：清华大学出版社, 2014.

[3] 夏超英. 自动控制原理(第2版)[M]. 北京：科学出版社, 2017.

#### 3. 网址

<http://jpkc.sdust.edu.cn/zdkzyl>

## 七、课程成绩考核

课程成绩考核包括平时考核和期末考核。平时考核包括：课堂提问、讨论、课外作业、小测验等。期末考核采取闭卷笔试形式。平时考核成绩占总成绩的 30%，期末考核成绩占总成绩的 70%。考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 2 所示。

表 2 课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	教学内容	考核分值	总分值
闭卷考试 70%	1.2	目标 1	第一章自动控制的一般概念、第二章控制系统的数学模型、第五章线性系统的频域分析法	25 分	100 分
		目标 2	第三章线性系统的时域分析法、第五章线性系统的频域分析法	15 分	
	2.1	目标 2	第三章线性系统的时域分析法、第四章线性系统的根轨迹法、第五章线性系统的频域分析法、第七章线性离散系统的分析、第八章非线性控制系统分析	45 分	
	3.1	目标 3	第六章线性系统的校正方法、第七章线性离散系统的分析	15 分	
平时 30%	1.2 2.1 3.1	目标 1~3	课堂提问、讨论、课外作业、小测验	100 分	100 分

撰稿人：高宏岩、张婧

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松

# 《电力电子技术》课程教学大纲

课程代码	0921000303	课程名称（中文）	电力电子技术		
课程名称（英文）	Power Electronics				
总学时	48	授课学时	40	实验（上机）学时	8
实践学时	0		学分		3
先修课程	电路、模拟（数字）电子技术、电机学等	适用专业		自动化	
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间		2018 年 1 月

## 一、课程的性质和任务

### 1.课程性质

电力电子技术是自动化专业的专业基础课。是一门横跨电力、电子和控制的新兴学科，即注重理论课的学习又注重技能培养。

### 2. 课程任务及教学目标

通过该课程的学习，使学生掌握电力电子技术的基本原理及相关的基础知识和基本技能。本课程主要由三部分内容组成，即电力电子器件、电力电子电路、电子系统及其控制。主要研究利用电力电子器件对电能进行变换和调控的技术，包括对电压、电流、频率、波形等方面的调控、变换，使学生熟悉各种电力电子器件的特性，学习电能变换电路的基本工作原理，培养学生分析和解决实际问题的能力，为《电力拖动自动控制系统》等后续课程打好基础。

通过本课程的教学和实验训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**掌握常用的各种电力电子器件的基本结构和工作原理，包括：整流二极管、晶闸管、电力场效应管、绝缘栅双极晶体管等基础知识。

**课程教学目标 2：**掌握基本的单相可控整流电路和三相可控整流电路的工作原理及波形分析、计算方法，掌握触发电路的工作原理。掌握逆变电路、斩波电路、交流-交流变流电路的工作原理以及波形分析方法。

**课程教学目标 3：**了解谐波和无功功率的基础知识，理解其对电能质量的影响。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
------	-----	------

1.工程知识	1.3 能够将相关专业知识和数学模型方法用于自动化领域工程问题的分析。	1
3. 设计/开发 解决方案	3.2 针对自动化领域复杂工程问题，能够设计/开发满足特定需求的自动化单元装置或系统，并体现创新意识。	2
7. 环境和可 持续发展	7.1 知晓和理解环境保护和可持续发展的理念和内涵。	3

## 二、课程与其他课程的联系与分工

先修课程：电路、模拟（数字）电子技术、电机学等

后续课程：运动控制系统等

## 三、课程教学内容

### 第一章 绪论

#### 本章支撑课程教学目标 1。

电力电子技术的基本概念、学科地位、基本内容和发展历史电力电子技术的应用范围电力电子技术的发展前景本课程的任务与要求。

### 第二章 电力电子器件

#### 本章支撑课程教学目标 1

##### 教学目的与要求：

1. 了解电力电子器件的发展、分类与应用
2. 熟练掌握电力二极管的工作机理、电气特性和主要参数
3. 熟练掌握电力电子器件的工作机理、电气特性和主要参数
4. 熟练掌握 GTO、电力 MOSFET、IGBT 等其他电力电子器件的工作机理、电气特性和主要参数，了解功率集成电路和智能功率模块以及电力电子器件的串并联、保护以及电力电子器件的驱动电路。

##### 教学重点与难点：

**重点：** 电力电子器件概述、晶闸管和部分全控器件

**难点：** 器件的结构和使用中容易出现的问题

#### 第一节 电力电子器件概述

了解电力电子器件的发展、分类与应用。

#### 第二节 电力二极管

熟练掌握电力二极管的工作机理、电气特性和主要参数。

#### 第三节 半控型器件：晶闸管

熟练掌握电力电子器件的工作机理、电气特性和主要参数。

#### 第四节 典型全控型器件

了解新型全控器件。

### 第三章 整流电路



## 本章支撑课程教学目标 2、3

### 教学目的与要求：

熟练掌握单相半波、单相桥式、三相半波、三相全控桥可控整流电路带三种不同负载时的电路工作原理，分析相关电压、电流波形及整流路电路的定量计算；理解单相桥式、三相全控桥二极管整流电路带电容滤波电路工作原理；理解谐波和功率因数的概念，能进行简单的谐波分析；掌握大功率整流的原理及参数计算，了解多重整流电路；熟练掌握有源逆变电路波形分析；掌握锯齿波触发电路工作原理及特点。

### 教学重点与难点：

**重点：** 整流电路、有源逆变、触发电路

**难点：** 谐波问题及漏抗对整流电路的影响

## 第一节 可控整流电路

熟练掌握单相半波、单相桥式、三相半波、三相全控桥可控整流电路带三种不同负载时的电路工作原理。分析电压、电流波形；续流二极管的作用；各可控整流路电路的定量计算，晶闸管和续流二极管的选择；

## 第二节 变压器漏抗对整流电路的影响

掌握换向重叠角的概念，变流电路中换相压降使相控整流电路外特性变软、功率因数偏低、网侧电流谐波污染等问题；对于变流装置供电的直流电机机械特性，理想转速、临界电流及临界电感  $L_d$  的计算；

## 第三节 电容滤波的二极管整流电路

理解单相桥式、三相全控桥二极管整流电路带电容滤波电路工作原理。

## 第四节 整流电路的谐波和功率因数

理解谐波和功率因数的概念，能进行简单的谐波分析。

## 第五节 大功率整流电路

掌握大功率整流的原理及参数计算，了解多重整流电路。

## 第六节 整流电路的有源逆变工作状态

熟练掌握有源逆变电路波形分析；有源逆变条件及逆变失败、最小逆变角选择相位控制电路；掌握锯齿波触发电路工作原理及特点，触发电路与主电路的同步问题；集成触发电路的结构特点、各引脚的定义作用及使用。

## 第四章 逆变电路

### 本章支撑课程教学目标 2

### 教学目的与要求：

掌握逆变电路的换流方式及需注意的问题；掌握电压型逆变电路的主电路的工作原理及波形分析；掌握电流型逆变电路的主电路的工作原理及波形分析；了解多重逆变电路和多电平逆变电路的工作原理。

**教学重点与难点：**

**重点：** 逆变电路的主电路的工作原理。

**难点：** 逆变电路波形分析。

### **第一节 换流方式**

掌握逆变电路的换流方式及需注意的问题。

### **第二节 电压型逆变电路**

掌握电压型逆变电路的主电路的工作原理及波形分析。

### **第三节 电流型逆变电路**

掌握电流型逆变电路的主电路的工作原理及波形分析。

### **第四节 多重逆变电路和多电平逆变电路**

了解多重逆变电路和多电平逆变电路的工作原理。

## **第五章 直流-直流变流电路**

### **本章支撑课程教学目标 2**

**教学目的与要求：**

熟练掌握降压斩波电路、升压斩波电路的工作原理、波形分析，掌握其他的 4 种升降压斩波电路；掌握复合斩波电路工作原理，了解多相多重斩波电路。

**教学重点与难点：**

**重点：** 掌握降压斩波电路、升压斩波电路的工作原理

**难点：** 复合斩波电路工作原理

### **第一节 基本斩波电路**

熟练掌握降压斩波电路、升压斩波电路的工作原理、波形分析，掌握其他的 4 种升降压斩波电路。

### **第二节 复合斩波电路和多相多重斩波电路**

掌握复合斩波电路工作原理，了解多相多重斩波电路。

## **第六章 交流-交流变换电路**

### **本章支撑课程教学目标 2**

**教学目的与要求：**

掌握交流调压电路基本类型、用途，掌握相控式斩波电路的原理和电路分析方法，了解斩控式交流调压电路；了解交流调功、交流电力电子开关的工作原理；了解交-交变频电路的工作原理。

**教学重点与难点：**

**重点：** 交流调压电路基本类型、相控式斩波电路的原理。

**难点：** 相控式斩波电路的电路分析方法

### **第一节 交流调压电路**

掌握交流调压电路基本类型、用途，掌握相控式斩波电路的原理和电路分析方法，了解斩控式交流调压电路。

## 第二节 交流电力控制电路

了解交流调功、交流电力电子开关的工作原理。

## 第三节 交交变频电路

了解交-交变频电路的工作原理。

## 四、实验（实践）环节及要求

### 1. 整流电路

了解电力电子实验室的安全规定、规章制度；掌握单相桥式、三相桥式整流电路工作原理并使用示波器进行相应波形的提取、分析。

### 2. 斩波电路

了解电力电子实验室的安全规定、规章制度；掌握斩波电路工作原理并使用示波器进行相应波形的提取、分析。

### 3. 触发电路

了解电力电子实验室的安全规定、规章制度；掌握触发电路工作原理，并使用示波器对触发电路各部分波形的提取、分析。

## 五、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配								合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他	
1	第一章	绪论	2								
2	第二章	电力半导体器件	6								
3	第三章	整流电路	10	4							
4	第四章	逆变电路	8	2							
5	第五章	斩波电路	8	2							
6	第六章	交流-交流变换电路	6								
合计			40	8							48

## 六、课程教学基本要求

课堂授课、课后作业、分组实验等。

1. 课堂授课：以讲授法为主，配合使用启发式、研讨式教学方法；教学手段以多媒体教学为主，主要公式推导配合板书。并建议利用主要参考资料进行课外学习拓展。

2. 实验：实验教学依托电气与自动化工程学院电力电子实验室每 4-5 人划分实验小组，在指导教师的指导下，协作完成实验任务。

3. 作业：通过作业使学生掌握电力电子电路的基本理论、波形分析以及计算方法。

## 七、建议教材及主要参考资料

### 1. 建议教材

[1] 王兆安,刘进军.《电力电子技术》出版地：北京，机械工业出版社 2009

### 2. 主要参考资料

[1] 孙树朴.《电力电子技术》[M].出版地：徐州，中国矿业大学出版社，1999.

[2] 黄家善.《电力电子技术》[M].出版地：北京，机械工业出版社，2005.

[3] 周明宝.《电力电子技术》[M].出版地：北京，机械工业出版社，1997.

[4] 林渭勋.《现代电力电子电路》[M].出版地：北京，浙江大学出版社.2002.

## 八、课程成绩考核

课程成绩考核包括平时考核和期末考核。平时考核包括：出勤和作业等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，实验成绩 10%，期末考核成绩占总成绩的 70%。考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 2 所示。

表 2 课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	教学内容	考核分值	总分值
闭卷考试 70%	1.3	目标 1	掌握常用的各种电力电子器件的基本结构和工作原理。	30 分	100 分
	3.2	目标 2	掌握基本的单相可控整流电路和三相可控整流电路的工作原理及波形分析、计算方法；掌握触发电路的工作原理。掌握逆变电路、斩波电路、交流-交流变流电路的工作原理以及波形分析方法。	65	

	7.1	目标 3	了解谐波和无功功率的基础知识。	5 分	
实 验 10%	3.2	目标 2	实验 1 锯齿波同步移相触发电路实验	100 分	100 分
			实验 2 三相半波整流电路	100 分	
			实验 3 三相桥式整流电路	100 分	
			实验 4 全桥 DC-DC 变换电路实验	100 分	
平 时 20%	1.3 3.2	目标 1~2	出勤、作业、课堂讨论	100 分	100 分

撰稿人：陈霞，盛春阳

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松

# 《计算机控制技术》课程教学大纲

课程代码	0921004603	课程名称（中文）	计算机控制技术		
课程名称（英文）	Computer Control Technology				
总学时	48	授课学时	38	实验（上机）学时	10
实践学时	0		学分		3
先修课程	自动控制原理，现代控制理论，微机原理及应用，电力电子技术，计算机仿真技术，传感器与检测技术		适用专业		自动化
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间		2018 年 1 月

## 一、课程的性质和任务

### 1.课程性质

《计算机控制技术》课程是自动化本科专业开设的一门专业核心课程。

### 2.课程任务及教学目标

《计算机控制技术》课程是自动化本科专业的专业核心课程之一，课程教学以知识传授为主。通过本课程的学习，使学生掌握计算机控制系统设计的基本概念、基本理论和基本方法，具备分析和计算计算机控制系统基本问题的能力；掌握计算机控制技术的基本实验方法与技能。在教学过程中，培养学生应用本课程所学知识分析和解决实际问题的能力，为其进一步学术研究和工程应用奠定基础。

通过本课程的教学和实验训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**掌握计算机控制系统的组成、工作过程、特点及分类，理解计算机控制系统所涉及的硬件知识、采样理论，具备一定的分析工程实际问题能力。

**课程教学目标 2：**掌握计算机控制系统过程通道的分析方法，掌握数字控制器的分析和设计方法，能够设计出符合性能指标要求的控制算法。

**课程教学目标 3：**掌握计算机控制系统的具体设计步骤，根据工艺和技术要求选择所用装置或器件，能够设计出满足要求的控制方案。

**课程教学目标 4：**掌握计算机控制系统的基本实验方法与技能。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

**表 1 课程教学目标与毕业要求的关系**

毕业要求	指标点	课程目标
1.工程知识	1.3 能够将相关专业知识和数学模型方法用于自动化专业工程问题的分析。	1

3.设计/开发 解决方案	3.1 掌握自动化领域工程设计和产品开发的基本方法和技术，并能够根据工艺和技术需求，分析影响设计目标和技术方案的各种因素。	2, 3
4.研究	4.3 能够正确采集、处理实验数据，对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。	4

## 二、课程与其他课程的联系与分工

本课程的先修课程为：自动控制原理，现代控制理论，微机原理及应用，电力电子技术，计算机仿真技术和传感器与检测技术。其中，自动控制原理和现代控制理论为本门课程提供控制理论知识，微机原理及应用、电力电子技术和传感器与检测技术分别为本门课程的数字控制器部分、接口驱动部分和测量变送部分等提供硬件支持，计算机仿真技术为本门课程的数字控制器参数整定、控制系统的调试仿真等提供软件仿真支持；同时，本门课程亦为后续的计算机控制技术课程设计、自动控制系统综合实验、生产实习及毕业设计等奠定理论和实践基础。

## 三、课程教学内容

### 第一章 绪论

**本章支撑课程教学目标 1。**

**教学目的与要求：**

1. 理解计算机控制系统的概念。
2. 掌握计算机控制系统的工作过程、组成和特点。
3. 了解计算机控制系统的分类、发展概况和发展趋势。

**教学重点与难点：**

**重点：**计算机控制系统的工作过程和特点。

**难点：**计算机控制系统的组成。

#### 第一节 计算机控制系统的基本概念

- 一、计算机控制系统的基本概念
- 二、计算机控制系统的工作过程
- 三、计算机控制系统的术语

#### 第二节 计算机控制系统的组成及特点

- 一、计算机控制系统的硬件组成
  1. 主机
  2. 系统总线
  3. 外部设备
  4. 过程通道

- 5. 接口
- 6. 检测与执行机构
- 7. 实时时钟
- 二、计算机控制系统的软件组成

- 1. 系统软件
- 2. 应用软件

### 三、计算机控制系统的特点

- 1. 系统结构的特点
- 2. 信号形式上的特点
- 3. 信号传递时间上的差异
- 4. 系统工作方式上的特点
- 5. 计算机控制系统具有很大的灵活性和适应性
- 6. 计算机控制系统具有较高的控制质量

## 第三节 计算机控制系统的分类

- 一、操作指导控制系统
- 二、直接数字控制系统
- 三、计算机监督控制系统
- 四、集散控制系统
- 五、现场总线控制系统

## 第四节 计算机控制系统的发展

- 一、计算机控制系统的发展概况
  - 1. 计算机技术的发展过程
  - 2. 计算机控制理论的发展过程
- 二、计算机控制系统的发展趋势
  - 1. 大力推广应用成熟的先进技术
  - 2. 发展开放化、数字化和网络化的控制结构
  - 3. 智能控制系统的应用日益广泛
  - 4. 单片机的应用将更加深入

## 第二章 计算机控制系统过程通道设计方法

本章支撑课程教学目标 1、2 和 4。

**教学目的与要求：**

- 1. 掌握数字量和模拟量过程通道的特点和结构。
- 2. 了解数字量和模拟量过程通道的设计方法。
- 3. 了解目前应用广泛的电气控制及执行机构。



**教学重点与难点：**

**重点：**数字量输入通道的信号调理电路，数字量输出驱动电路，模拟量输入输出过程通道的组成及各组成部分的作用。

**难点：**数字量过程通道、模拟量过程通道的设计方法。

**第一节 数字量过程通道的设计方法**

一、数字量输入通道的设计方法

1. 外部的开关信号及逻辑电平信号调理电路

- (1) 直接分压
- (2) 逻辑信号的缓存输入
- (3) 光电耦合技术
- (4) 直流接点信号输入电路
- (5) 交流接点信号输入电路

2. 数字脉冲信号输入调理电路

3. 系统设置开关

二、数字量输出通道的设计方法

1. 小功率开关输出电路

2. 中功率晶体管驱动电路

3. 继电器输出接口电路

4. 固态继电器(SSR)输出接口电路

5. 晶闸管

**第二节 模拟量输入通道的设计方法**

一、模拟量输入通道的组成

二、I/V 变换、多路开关、测量放大器及采样保持器

1. I/V 变换

- (1) 无源 I/V 变换
- (2) 有源 I/V 变换
- (3) 专用 I/V 变换电路

2. 多路开关

3. 测量放大器

4. 采样保持器

三、模拟量输入通道的设计

1. A/D 转换器

2. A/D 转换器接口及程序设计

3. 模拟量输入模块(ADAM-4017+)

**第三节 模拟量输出通道的设计方法**

- 一、模拟量输出通道的组成
- 二、模拟量输出通道的设计
- 1. D/A 转换器
- 2. D/A 转换器接口及程序设计
- 3. 模拟量输出模块(ADAM-4024)

#### 第四节 电气控制器及执行器

- 一、接触器
- 二、电磁阀
- 三、三相异步交流电机与变频器
- 四、执行器的作用
- 五、执行器的构成
- 六、执行机构
- 七、调节机构

### 第三章 数字程序控制系统

本章支撑课程教学目标 1 和 2。

**教学目的与要求：**

- 1. 理解数字程序控制系统的特点及组成。
- 2. 掌握逐点比较直线插补原理，理解逐点比较圆弧插补原理。
- 3. 理解步进电机的工作原理，掌握步进电机的工作方式及方向控制。
- 4. 理解步进电机控制系统的设计。

**教学重点与难点：**

**重点：**逐点比较直线插补原理，步进电机的工作方式及方向控制。

**难点：**步进电机控制系统的设计。

#### 第一节 数字程序控制系统的概述

- 一、数字程序控制系统的基本概念
- 二、数字程序控制系统的组成
- 1. 闭环数字控制
- 2. 开环数字控制
- 三、伺服系统
- 四、按数控系统的功能水平分类
- 五、数控机床常用的数控系统
- 六、目前我国数控机床发展的技术水平

#### 第二节 逐点比较插补原理

- 一、逐点比较直线插补原理
- 1. 在第一象限内的直线插补

2. 其他象限中的偏差判别及进给方向
3. 终点判断
4. 直线插补程序的流程图

## 二、逐点比较圆弧插补原理

1. 第一象限圆弧插补原理
2. 其他象限中的偏差判别及进给方向
3. 终点判断

## 第三节 步进电机控制技术

### 一、步进电机的工作原理

### 二、步进电机的工作方式及方向控制

#### 1. 步进电机的工作方式

- (1) 三相单三拍
- (2) 三相双三拍
- (3) 三相六拍

#### 2. 步进电机的方向控制

#### 3. 通过硬件实现脉冲分配

### 三、步进电机的驱动

### 四、步进电机的控制系统

1. 步进电机的速度控制
2. 步进电机的位置控制
3. 步进电机的停机

### 五、步进电机的程序设计

## 第四章 计算机控制系统的控制算法

本章支撑课程教学目标 1、2 和 4。

### 教学目的与要求：

1. 了解数字控制器间接设计和直接设计方法的思想 and 特点。
2. 掌握数字 PID 控制器间接设计方法的步骤，掌握模拟控制器离散化的方法，了解离散化方法的优缺点。
3. 掌握 PID 控制器的控制规律及基本作用，了解数字 PID 控制算法的改进原因及措施，以及 PID 控制器参数的整定方法。
4. 掌握最少拍有纹波和无纹波系统的设计方法。
5. 理解史密斯预估算法的原理和大林算法的设计目标。
6. 了解振铃现象产生的根源及消除方法。

### 教学重点与难点：

**重点：**数字 PID 控制器间接设计方法的步骤，模拟控制器离散化的方法，PID 控制器的控制规律及基本作用，PID 控制器参数的整定方法，最少拍有纹波和无纹波系统的设计方法，史密斯预估算法的原理和大林算法的设计目标。

**难点：**数字 PID 控制器设计方法及 PID 参数对控制系统性能的影响，最少拍有纹波和无纹波系统的设计方法。

## 第一节 数字控制器的间接设计方法

### 一、采样周期与模拟化设计

### 二、模拟化设计步骤

1. 设计假想的模拟控制器  $D(s)$
2. 正确地选择采样周期
3. 将模拟控制器  $D(s)$  离散化为数字控制器  $D(z)$ 
  - (1) 双线性变换法
  - (2) 前向差分法
  - (3) 后向差分法
4. 求出与  $D(z)$  对应的差分方程
5. 编制计算机程序，实现计算机控制并校验闭环特性

## 第二节 数字 PID 控制算法

### 一、PID 控制规律及基本作用

1. 比例控制规律
2. 比例-积分控制规律
3. 比例-微分控制规律
4. 比例-积分-微分控制规律

### 二、基本数字 PID 控制算法

1. 数字 PID 位置型控制算法
2. 数字 PID 增量型控制算法
3. 程序设计方法

### 三、改进的数字 PID 控制算法

1. 积分相的改进
  - (1) 积分分离
  - (2) 变速积分的 PID 算法
  - (3) 抗积分饱和
  - (4) 梯形积分
  - (5) 消除积分不灵敏区
2. 微分项的改进
  - (1) 不完全微分 PID 控制算法

(2) 微分先行 PID 控制算法

(3) 带死区的 PID 控制算法

(4) 可变增量 PID 控制算法

#### 四、数字 PID 控制器参数的整定方法

##### 1. 采样周期的选择

##### 2. PID 控制器参数对控制性能的影响

(1) 按简易工程法整定 PID 控制参数

① 扩充临界比例度法

② 扩充响应曲线法

③ 归一参数法

④ 阻尼振荡法

(2) 凑试法整定 PID 控制参数

(3) 优选法整定 PID 控制参数

### 第三节 数字控制器的直接设计方法

#### 一、数字控制器的直接设计步骤

##### 1. 数字控制器的直接设计步骤

##### 2. 最少拍控制器的设计

##### 3. 最少拍控制器的局限性

#### 二、最少拍有纹波控制器的设计

#### 三、最少拍无纹波控制器的设计

##### 1. 设计最少拍无纹波控制器的必要条件

##### 2. 最少拍无纹波系统确定 $G_c(s)$ 的约束条件

##### 3. 最少拍无纹波控制器 $\Phi(z)$ 确定的方法

##### 4. 无纹波系统的调整时间要增加若干拍，增加的拍数等于 $G(z)$ 在单位圆内的零点数

### 第四节 纯滞后控制技术

#### 一、史密斯预估控制

##### 1. 史密斯预估控制原理

##### 2. 具有纯滞后补偿的数字控制器

#### 二、大林算法

##### 1. 数字控制器的形式

##### 2. 振铃现象及消除

##### 3. 大林算法的设计步骤

## 第五章 现代控制技术

**本章支撑课程教学目标 1 和 2。**

**教学目的与要求：**

1. 了解采用状态空间的输出反馈设计法的思想及设计步骤。
2. 掌握连续状态方程离散化的方法，掌握状态空间中最少拍无纹波系统的跟踪条件。
3. 掌握采用状态空间的极点配置法设计控制器的方法。

**教学重点与难点：**

**重点：**连续状态方程离散化的方法，状态空间中最少拍无纹波系统的跟踪条件，采用状态空间的极点配置法设计控制器的方法。

**难点：**采用状态空间的极点配置法设计控制器的方法。

### **第一节 采用状态空间的输出反馈设计法**

- 一、连续状态方程的离散化
- 二、最少拍无纹波系统的跟踪条件
- 三、输出反馈设计法的设计步骤

### **第二节 采用状态空间的极点配置设计法**

- 一、按极点配置设计控制规律
- 二、按极点配置设计状态观测器
  1. 预报观测器
  2. 现时观测器
  3. 降阶观测器
- 三、按极点配置设计控制器
  1. 控制器的组成
  2. 分离性原理
  3. 状态反馈控制器的设计步骤
  4. 观测器及观测器类型的选择

## **第六章 应用程序设计与实现技术**

**本章支撑课程教学目标 2。**

**教学目的与要求：**

1. 了解应用程序设计的基本任务、基本步骤和方法。
2. 掌握数据采集和处理过程中的查表技术和线性化处理技术，了解测量转换过程中的量程自动转换，掌握标度参数变换的方法。
3. 理解实际应用系统报警程序的设计。

**教学重点与难点：**

**重点：**数据采集和处理过程中的查表技术和线性化处理技术，标度参数变换的方法。

**难点：**现场测量数据的预处理技术。

### **第一节 概述**

### **第二节 应用程序设计技术**

- 一、应用程序设计的基本任务
- 二、应用程序设计的基本步骤与方法
- 三、工业控制组态软件
- 四、软件工程方法概述

### **第三节 查表技术**

- 一、顺序查找法
- 二、计算查找法
- 三、对分查找法

### **第四节 线性化处理技术**

- 一、线性插值法
  - 1. 线性插值原理
  - 2. 线性插值的计算机实现
  - 3. 线性插值法非线性补偿实例
- 二、非线性插值法

### **第五节 量程自动转换和标度变换**

- 一、量程自动转换
- 二、标度变换方法
  - 1. 线性参数的标度变换
  - 2. 非线性参数的标度变换

### **第六节 报警程序设计**

- 一、简单报警程序设计
- 二、越限报警程序设计

## **第七章 计算机控制系统的抗干扰技术**

**本章支撑课程教学目标 2 和 4。**

**教学目的与要求：**

- 1. 了解工业现场中干扰的来源、作用途径和作用形式。
- 2. 掌握串模干扰、共模干扰和长线传输干扰的抑制方法。
- 3. 掌握软件实现中的数字滤波方法。
- 4. 理解计算机系统中的常用地线，掌握常用的接地方法，了解电源系统的抗干扰技术。

**教学重点与难点：**

**重点：**串模干扰、共模干扰和长线传输干扰的抑制方法，软件实现的数字滤波方法，接地方法。

**难点：**区分控制系统现场干扰的形式，针对现场不同的干扰设置抑制方法，根据进入系统的不同干扰选择数字滤波方法，针对不同的信号进行接地。

### 第一节 工业现场的干扰及对系统的影响

- 一、干扰的来源
- 二、干扰的作用途径
- 三、干扰的作用形式

### 第二节 硬件抗干扰技术

- 一、串模干扰的抑制
- 二、共模干扰的抑制
- 三、长线传输干扰的抑制
- 四、阻抗匹配
- 五、长线的电流传输

### 第三节 软件抗干扰技术

- 一、软件出错对系统的危害
- 二、数字滤波方法
- 三、输入/输出软件抗干扰措施
- 四、程序运行失常的软件抗干扰

### 第四节 接地技术

- 一、计算机控制系统中的地线
- 二、常用的接地方法
  - 1. 一点接地
  - 2. 多点接地
  - 3. 混合接地

### 第五节 电源系统的抗干扰技术

- 一、抗干扰稳压电源的设计
- 二、电源系统的异常保护
- 三、计算机控制系统的断电保护

## 第八章 计算机控制系统设计

**本章支撑课程教学目标 3。**

**教学目的与要求：**

- 1. 了解计算机控制系统的设计原则，掌握计算机控制系统的设计步骤。

**教学重点与难点：**

**重点：**计算机控制系统的设计步骤。



**难点：**计算机控制系统的设计步骤。

### 第一节 计算机控制系统设计步骤

- 一、了解工艺要求，明确控制任务
- 二、确定系统的总体设计方案
- 三、建立数学模型，确定控制算法
- 四、系统硬件设计
- 五、系统软件设计
- 六、系统调试

### 第二节 计算机控制系统设计举例

- 一、过程控制系统举例-分布式控制系统
- 二、某一控制系统案例的设计

### 四、实验（实践）环节及要求

#### 1. 模/数、数/模转换实验

- (1) 学习 A/D 转换器原理及接口方法，并掌握 ADC0809 芯片的使用；
- (2) 学习 D/A 转换器原理及接口方法，并掌握 TLC7528 芯片的使用。

#### 2. 采样与保持实验

- (1) 熟悉信号的采样和保持过程；
- (2) 学习和掌握香农(采样)定理；
- (3) 学习用直线插值法和二次曲线插值法还原信号。

#### 3. 积分分离 PID 控制实验

- (1) 了解 PID 参数对系统性能的影响；
- (2) 学习凑试法整定 PID 参数；
- (3) 掌握积分分离法 PID 控制规律。

#### 4. 最小拍控制系统实验

- (1) 掌握最小拍有纹波控制系统的设计方法；
- (2) 掌握最小拍无纹波控制系统的设计方法。

#### 5. 数字滤波实验

了解不同数字滤波方法对干扰信号的影响。

## 五、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配								合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他	
1	第一章	绪论	3								
2	第二章	计算机控制系统过程通道设计方法	6	4							
3	第三章	数字程序控制系统	5								
4	第四章	计算机控制系统的控制算法	10	4							
5	第五章	现代控制技术	4								
6	第六章	应用程序设计与实现技术	2								
7	第七章	计算机控制系统的抗干扰技术	4	2							
8	第八章	计算机控制系统设计	2						2		
合计			36	10					2		

## 六、课程教学基本要求

1. 课堂授课：以讲授法为主，针对不同教学内容配合使用启发式、研讨式等教学方法；以多媒体教学为主，主要公式推导配合板书；在引入相关内容时，配以相关视频使学生对教学内容的了解更清晰，更容易理解，并建议利用主要参考资料进行课外学习拓展。

2. 实验：实验教学依托电气与自动化工程学院山东省电气与自动化实验教学示范中心，每 2-3 人划分实验小组，在实验指导教师的指导下，协作完成实验任务。

3. 作业：通过作业使学生掌握计算机控制技术的基本概念、基本理论、分析与计算方法。

## 七、建议教材及主要参考资料

### 1. 建议教材

[1] 徐文尚. 计算机控制系统(第 2 版)[M]. 北京：北京大学出版社. 2014.

### 2. 主要参考资料

[1] 高金源. 计算机控制系统[M]. 北京：清华大学出版社，2007.

[2] Katsuhiko Ogata(陈杰等译). Discrete-Time Control Systems(第 2 版)[M]. 北京：机械工业出版社，2006.

[3] 刘金琨. 先进 PID 控制 Matlab 仿真(第 4 版)[M]. 北京: 电子工业出版社, 2016.

### 3. 网址

<http://jpkc.sdust.edu.cn/jsjkzjs/>

## 八、课程成绩考核

本门课程成绩考核包括平时考核、实验考核和期末考核。平时考核包括: 出勤(5%)、线上作业(20%)、线下作业(20%)、讨论(5%)、课堂互动(10%)、章节测试(40%)等。期末考核采取闭卷笔试形式。平时考核成绩占总成绩的 20%, 实验考核占总成绩的 10%, 期末考核成绩占总成绩的 70%。考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 2 所示。

表 2 考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	教学内容	考核分值	总分值
闭卷考试 70%	1.3	目标 1	第一章绪论、第二章计算机控制系统过程通道设计方法、第三章数字程序控制系统、第四章计算机控制系统的控制算法、第五章现代控制技术	15 分	100 分
	3.1	目标 2	第二章计算机控制系统过程通道设计方法、第三章数字程序控制系统、第四章计算机控制系统的控制算法、第五章现代控制技术、第六章应用程序设计与实现技术、第七章计算机控制系统的抗干扰技术	65 分	
		目标 3	第八章计算机控制系统设计	20 分	
实 验 10%	4.3	目标 4	实验 1 模/数、数/模转换实验	20 分	100 分
			实验 2 采样与保持实验	20 分	
			实验 3 积分分离 PID 控制实验	20 分	
			实验 4 最小拍控制系统实验	20 分	
			实验 5 数字滤波实验	20 分	
平 时 20%	1.3 3.1	目标 1~3	出勤、作业、讨论、课堂互动、章节测试	100 分	100 分

撰稿人: 张婧、盖文东

审核人: 程学珍

批准人: 黄鹤松

# 《传感器与检测技术》课程教学大纲

课程代码	0921003002	课程名称（中文）	传感器与检测技术		
课程名称（英文）	Sensor and Detection Technology				
总学时	36	授课学时	28	实验（上机）学时	8
实践学时	0		学分		2
先修课程	大学物理、电路、模拟电子技术、数字电子技术、单片机原理及应用、电磁场		适用专业	自动化	
制订单位	电气与自动化工程学院			制订时间	2018 年 1 月

## 一、课程的性质和任务

### 1.课程性质

《传感器与检测技术》课程是控制科学与工程学科自动化专业的专业必修课，是一门多学科交叉而成的专业课程。

### 2.课程任务及教学目标

通过本课程的学习，使学生了解传感器在各种电量和非电量检测系统中的应用，了解传感器技术的发展动向，掌握常用传感器的工作原理、主要性能、结构特点、测量电路搭配及其工程应用，掌握常用传感器的工程测量设计方法、实验研究方法和正确处理检测数据方法，培养学生使用各类传感器的技巧和能力。使学生能够正确合理地选用传感器，初步具有自动检测系统的分析与设计能力，为毕业设计和今后从事专业工作打下良好的基础。

通过本课程的教学和实验训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**掌握常用传感器的基本结构和工作原理，包括：电阻式、电感式、电容式、压电式、磁敏式、热电式、光电式传感器。熟悉各类传感器在自动化领域的应用，具备一定的分析工程实际问题的能力。

**课程教学目标 2：**掌握常用各类传感器的工作特性和性能参数。掌握各类参数测量的基本方法和转换电路。具备根据工程参数的特点及要求，正确合理选择测量方法和设计转换电路的能力。

**课程教学目标 3：**掌握工业参数检测的主要内容。掌握检测数据处理的基本方法。掌握典型检测系统的构成及特点。具备工业参数的正确采集与数据处理的能力。

**课程教学目标 4:** 掌握传感器与检测技术的基本实验方法与技能。能够根据检测要求合理选用传感器和检测电路，搭建检测系统；能够正确维护常用电子检测设备。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

**表 1 课程教学目标与毕业要求的关系**

毕业要求	指标点	课程目标
1.工程知识	1.3 能够将相关专业知识和数学模型方法用于自动化领域工程问题的分析。	1
2.问题分析	2.1 能够利用数学、自然科学和工程科学的基本原理对自动化领域相关的复杂工程问题进行识别和表达。	2, 3
5.使用现代工具	5.3 针对自动化领域复杂工程问题，能够开发或选用恰当的现代工具，模拟与预测专业问题，并能够分析其局限性。	4

## 二、课程与其他课程的联系与分工

《传感器与检测技术》利用前续课程大学物理、电子技术、电磁场等课程中的典型的物理现象，分析与设计传感器；利用前续课程电路、单片机等课程所学知识，分析与设计传感器的测量与传输电路。《传感器与检测技术》后续课程包括：电机与电力拖动、运动控制系统、过程控制系统、过程控制仪表与装置、计算机控制技术、PLC 原理与电气控制技术、伺服与驱动等，每门后续课程均围绕自动控制系统进行分析设计。而传感器是自动控制系统获取信息的源头，担负着系统的信息采集与处理任务，是自动控制系统重要的组成部分，其作用不可替代。

## 三、课程教学内容

### 第一章 概述

#### 本章支撑课程教学目标 1

##### 教学目的与要求：

1. 了解本课程的地位、作用、内容体系结构和任务要求
2. 掌握传感器和检测系统的定义、组成、分类
3. 了解传感器技术的发展趋势

##### 教学重点与难点：

**重点：**传感器的定义、组成、分类

**难点：**传感器与检测技术的新发展

### 第一节 课程概述

一、课程的地位、作用：在所学专业体系和现代化信息技术中的地位和作用

二、课程内容结构：知识结构及内容体系

三、课程的任务、要求：知识单元、知识点学习要求

## 第二节 传感器与检测技术的定义与组成

一、传感器的定义、组成：传感器的定义、基本功能、各结构的作用

二、传感器分类方法：按输入量、输出量、工作原理、基本效应、能量关系和技术特征进行分类

## 第三节 传感器技术的发展

一、传感器性能的改善方向：差动技术、平均技术、补偿与修正、屏蔽隔离与干扰抑制、稳定性处理

二、基础理论发展：新原理、新材料、新工艺、新功能

三、传感器应用发展：集成化、智能化、网络化、微型化

## 第二章 传感器的基本特性

### 本章支撑课程教学目标 3

#### 教学目的与要求：

1. 掌握传感器的静态特性与动态特性的基本概念、传感器的数学模型、静态特性的基本参数与指标

2. 掌握传感器动态响应的特性指标与分析、频率响应的特性指标与分析

3. 了解传感器静、动态标定与校准的基本方法

**重点：**掌握传感器的静态特性、动态特性的模型及指标

**难点：**传感器动态特性中的传递函数、频率响应函数分析

### 第一节 传感器的特性指标

一、静态特性：线性度、灵敏度、分辨率、迟滞、重复性、漂移

二、动态特性：数学模型、传递函数、频率响应函数、动态特性分析

### 第二节 各阶系统静动态特性分析

一、动态特性分析：一阶系统、二阶系统的动态特性分析

二、传感器的标定与校准：静态标定、动态标定

## 第三章 电阻式传感器

### 本章支撑课程教学目标 1, 2

#### 教学目的与要求：

1. 应变式传感器：概念、工作原理、结构、主要特性、转换电路

2. 电阻式应变片温度误差分析、补偿方法

3. 了解应变式传感器的应用电路设计及工作原理

4. 会分析半桥差动、全桥差动对非线性误差和电压灵敏度的改善

**重点：**电阻式传感器概念、类型、工作原理、测量电路、温度误差及其补偿

**难点：**电阻式应变片温度误差及其补偿方法，直流电桥非线性误差及其补偿

### 第一节 工作原理

- 一、应变式传感器：应变效应、应变片种类
- 二、检测信号获取：测量原理、误差分析、温度误差补偿
- 三、工程测试中的注意事项

## 第二节 测量电路

- 一、直流电桥：测量电路结构、工作原理
- 二、交流电桥：测量电路结构、工作原理

## 第三节 典型应用

- 一、力学测量：电阻式力传感器、压力传感器、差压传感器的应用电路设计及工作原理
- 二、重量测量：电阻式液体重量传感器应用电路设计及工作原理
- 三、加速度测量：电阻式加速度传感器应用电路设计及工作原理

## 第四章 电感式传感器

### 本章支撑课程教学目标 1, 2

#### 教学目的与要求：

- 1. 掌握变磁阻电传感器：工作原理、输出特性、灵敏度、自感计算、转换电路、零点残余电压
- 2. 掌握差动变压器：工作原理、输出特性、灵敏度、互感计算，转换电路，零点残余电压
- 3. 会比较单线圈和差动两种变磁阻电感式传感器的特性
- 4. 了解电涡流式传感器：工作原理、等效电路
- 5. 了解电感式传感器的典型应用

**重点：**掌握电感式传感器的类型、工作原理、输出特性、测量电路

**难点：**差动整流电路和相敏检测电路

### 第一节 变磁阻电感式传感器

- 一、变磁阻电感式传感器：工作原理、输出特性、测量电路
- 二、变磁阻电感式传感器的应用

### 第二节 差动变压器电感式传感器

- 一、变隙式差动变压器：工作原理、输出特性、零点残压的分析与消除方法
- 二、螺线管式差动变压器：工作原理、基本特性、相敏测量电路
- 三、差动变压器电感式传感器在位移测量中的应用：微压传感器、CPC 型差压计、差动变压器

### 第三节 电涡流电感式传感器

- 一、工作原理、等效电路、测量电路
- 二、电涡流电感式传感器的应用：位移、振幅、转速、无损探伤、滚珠直径自动分选与计数

## 第五章 电容式传感器

本章支撑课程教学目标 1, 2

教学目的与要求:

1. 掌握平板或圆筒电容式传感器的电容表示
2. 掌握电容式传感器的三种类别
3. 掌握变面积型、变介质型、变极距型、差动变极距型电容传感器测量原理
4. 掌握变极距型、差动变极距型电容传感器的灵敏度及其相对非线性误差分析方法

5. 了解电容式传感器的典型应用

**重点:** 掌握电容式传感器的工作原理、测量电路、灵敏度及非线性分析

**难点:** 电容式传感器的几种转换电路的分析及特点

### 第一节 工作原理

- 一、变面积型: 线位移型、角位移型
- 二、变介质型: 平板结构、圆筒结构
- 三、变极距型: 工作原理、非线性分析

### 第二节 测量电路

- 一、调频电路: 结构、工作原理、电路特点
- 二、运算放大器: 功能、电路特点
- 三、变压器式交流电桥: 结构、工作原理、电路特点
- 四、二极管双 T 型交流电桥: 结构、工作原理、电路特点
- 五、脉冲宽度调制电路: 电路结构、工作原理、电路特点、应用 (变极距、变面积)

### 第三节 典型应用

- 一、电容式传感器应用: 压力、位移、加速度、厚度
- 二、能力拓展: 工业生产料位测量方案的设计

## 第六章 压电式传感器

本章支撑课程教学目标 1, 2

教学目的与要求:

1. 掌握压电效应、正压电效应、逆压电效应的含义
2. 掌握压电式传感器的工作原理、压电材料、压电元件常用结构形式
3. 掌握压电式传感器的特性参数、等效电路、测量电路
4. 了解压电式传感器的应用举例

**重点:** 掌握压电式传感器的类型、工作原理、测量电路

**难点:** 压电传感器的测量电路

### 第一节 工作原理



- 一、压电效应：正压电效应、逆压电效应
- 二、压电材料：石英晶体、压电陶瓷、压电高分子材料、材料的特性参数与选取

## 第二节 测量电路

- 一、等效电路：结构、原理、公式
- 二、测量电路：电荷放大器、电压放大器、电路结构分析
- 三、压电元件的连接：同极性粘结、不同极性粘结

## 第三节 典型应用

- 一、压电式传感器的典型应用：测力、加速度、交通检测
- 二、能力拓展：压电式传感器在汽车中的应用。

## 第七章 磁敏式传感器

### 本章支撑课程教学目标 1, 2

#### 教学目的与要求：

- 1. 掌握电磁感应、霍尔效应的基本概念
- 2. 掌握电磁感应传感器的工作原理、分类、基本特性、测量电路
- 3. 掌握霍尔传感器的工作原理、基本结构、基本特性、误差分析及其补偿
- 4. 了解磁电式传感器的主要应用场合

**重点：**掌握磁电式传感器的基本概念、工作原理、测量电路

**难点：**磁敏式传感器的基本特性

### 第一节 磁电感应式传感器

- 一、工作原理：电磁感应、基本特性（非线性、温度误差）
- 二、测量电路：电路结构、工作原理、特点
- 三、磁电感应式传感器的应用：速度、扭矩、流量

### 第二节 霍尔式传感器

- 一、工作原理：霍尔效应、霍尔元件（结构、特性、误差、补偿）
- 二、测量电路：电路结构、工作原理
- 三、霍尔式传感器的应用：微位移、转速、压力

## 第八章 热电式传感器

### 本章支撑课程教学目标 1, 2

#### 教学目的与要求：

- 1. 掌握热电效应、热电偶、热电阻、热敏电阻、接触电动势、温差电动势、工作端、自由端、分度表等概念
- 2. 掌握热电偶的测温原理、基本定律、结构与分类、冷端补偿、测温电路
- 3. 掌握热电阻和热敏电阻的温度特性、测量电路
- 4. 掌握热电偶、热电阻的分度表使用方法

5. 了解热电式传感器的应用范围

**重点：**热电式传感器基本概念、测温原理、基本定律、测量电路、特性分析

**难点：**热电偶的种类及冷端温度补偿

### 第一节 热电偶

一、热电偶测温原理：热电效应、接触电势、温差电势、总电势、热电偶基本定律

二、热电偶结构与种类：普通型热电偶、特殊热电偶、热电极材料选取、热电偶材料种类

三、热电偶的冷端温度补偿：补偿导线法、冷端恒温法、冷端温度校正、自动补偿法

四、热电偶的实用测温电路：单点温度测量、两点间温度测量、多点平均温度测量

五、热电偶的应用：选用与安装、炉温测量系统

### 第二节 热电阻

一、热电阻：铂热电阻、铜热电阻

二、热电阻的测量电路：两线制、三线制、四线制

三、热电阻的应用：铂测温电路设计、电路结构

### 第三节 热敏电阻

一、热敏电阻：结构、特性

二、热敏电阻应用：温度控制、管道流量测量

## 第九章 光电式传感器

**本章支撑课程教学目标 1，2**

**教学目的与要求：**

1. 掌握光电效应、内光电效应、外光电效应、亮电阻、暗电流、全反射、数值孔径、辨向等基本概念

2. 了解光电传感器的类别、基本形式、基本特性

3. 掌握 CCD 图像传感器、光纤、光电式编码器的组成、分类、工作原理

4. 熟悉光电式传感器的应用

**重点：**掌握光电式传感器的基本概念、器件特性、工作原理及测量电路

**难点：**CDD 图像传感器的工作原理、光电码盘的辨向

### 第一节 光电传感器概述

一、光电传感器类别：概念、类别

二、光路基本形式：透射式、反射式、辐射式、开关式

### 第二节 光电效应与光电器件

一、外光电效应型光电器件：外光电效应、光电管特性、光电倍增管特性

二、内光电效应型光电器件：内光电效应、光敏电阻、光电池、光敏管

### 第三节 CCD 图像传感器

一、CCD 的工作原理：MOS 光敏单元结构、电荷存储、转移、注入原理

二、CCD 的分类及特性参数：分类（线阵式、面阵式）、分辨率、光电转移效率、灵敏度、光谱效应、动态范围、暗电流、噪声

三、CCD 图像传感器的应用：微小尺寸测量、物体轮廓尺寸测量

### 第四节 光纤传感器

一、光纤传感器：定义、组成、分类、工作原理、主要特性

二、光纤传感器的应用：温度测量、工业内窥镜系统、流量测量

## 第十章 新型传感器

本章支撑课程教学目标 1, 2

教学目的与要求：

1. 了解新型传感器（智能传感器、网络传感器）的概念、特点
2. 了解新型传感器的机构和作用
3. 了解新型传感器涉及的主要技术
4. 了解典型新型传感器的特性与应用

**重点：**新型传感器（智能传感器、网络传感器）的概念、特点

**难点：**新型传感器涉及的主要技术

### 第一节 智能传感器

一、智能传感器：概念、结构、特点、设计及实现

二、智能传感器的应用实例：ST-3000 系列智能压力传感器、固体图像传感器、液态乙醇浓度在线监测

### 第二节 网络传感器

一、网络传感器：概念、类型（现场总线、以太网、IEEE1451 标准）、结构

二、网络传感器的应用前景：分布式测控、嵌入式网络

## 第十一章 检测技术与自动检测系统

本章支撑课程教学目标 3

教学目的与要求：

1. 熟练掌握参数测量的概念与分类、测量系统结构与类型
2. 掌握参数测量的一般方法（过程参数、机械参数和其他参数）
3. 了解现代检测技术：微弱信号检测、软测量、多传感器数据融合
4. 了解测量不确定与回归分析：误差、测量误差、测量不确定度的概念，误差来源、分类、处理、传递、合成与分配，测量不确定度的评定方法，最小二乘法与一元线性拟合
5. 掌握自动检测系统的组成、基本设计方法，会设计简易的自动检测系统

## 6. 了解自动检测系统的发展趋势

**重点：**参数测量的概念、分类、一般方法，测量系统结构与类型，测量不确定度知识点，自动检测系统的基本设计方法

**难点：**参数测量的一般方法，测量不确定度的评定，A/D 转换器的选择、标度的变换

### 第一节 参数检测

一、参数测量基础知识：测量的概念与分类，测量系统的结构与类型

二、掌握参数测量的一般方法（过程参数、机械参数和其他参数）

三、检测技术的发展

### 第二节 测量不确定度与回归分析

一、基本概念：真值、测量误差、测量不确定度

二、误差的来源、分类与表示、处理方法

三、测量误差的传递、合成与分配的基本方法

四、最小二乘法与一元线性拟合

五、不确定度的评定方法

### 第三节 自动检测系统

一、自动检测系统的组成：数据采集、输入输出通道、软件设计

二、自动检测系统的设计方法：需求分析、总体设计、采样速率确定、标度变换、硬件设计、软件设计、系统集成与维护

三、典型自动检测系统：自动温度测量系统、无线传感器网络、物联网

### 四、实验（实践）环节及要求

#### 1. 金属应变片性能测试实验（必选）

掌握金属应变片的粘贴工艺，验证与比较金属应变片的单臂、双臂、全桥功能。

#### 2. 差动传感器性能测试实验（必选）

掌握电容式传感器的结构，搭建测量电路，实现与验证差动变压器的工作原理和特性。

#### 3. 电容式传感器位移实验（必选）

掌握电容式传感器的结构及其测量位移的原理，搭建测量电路，实现电容式传感器测量位移参数。

#### 4. 霍尔式传感器位移特性实验（必选）

掌握霍尔式传感器的结构及其测量位移的原理，搭建测量电路，实现霍尔式传感器测量位移参数，并与电容式传感器的测量结果相比较。

#### 5. 电涡流传感器测量振动实验（选做）

掌握电涡流传感器的结构及其测量震动的原理，搭建测量电路，实现电涡流

传感器测量震动。

#### 6. 数据采集系统实验—静动态采集（选做）

掌握数据采集系统的组成，实现系统在静态、动态实验中的数据采集功能，并比较采集结果。

#### 7. 电子称的设计及实现（选做）

掌握电子称的测量原理，选择压电检测元件，设计测量电路，实现电子称的应用。

#### 8. 光电检测系统设计（选做）

根据已学的检测系统的设计方法，选择一种适用于光电检测系统的检测方法，设计其检测系统，并实现应用。

### 五、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配								合 计
			课 堂 授 课	实 验 学 时	上 机 学 时	实 践 学 时	在 线 学 习	习 题 课	研 讨 课	其 他	
1	第 1 章	绪论	1								1
2	第 2 章	传感器的特性	2								2
3	第 3 章	电阻式传感器	4	2							6
4	第 4 章	电感式传感器	4	2							6
5	第 5 章	电容式传感器	4	2							6
6	第 6 章	压电式传感器	2	2							4
7	第 7 章	磁敏式传感器	2								2
8	第 8 章	热电式传感器	3								3
9	第 9 章	光电式传感器	2								2
10	第 10 章	新型传感器	2								2
11	第 11 章	检测技术与自动检测系统	2								2
合计			28	8							36

### 六、课程教学基本要求

1. 课堂授课：讲授式与启发式相结合，以讲授为主；利用板书、多媒体与演示课件教学手段，鼓励学生利用国赛精品课程网络平台，自主拓宽学习。

2. 实验：依托传感器与检测技术实验室所具备的实验条件，由任课教师指导，学生2人一组，协作完成课程实验任务。

3. 作业：通过布置作业，进一步加强学生对课堂内容的理解，引导学生利用课堂内容与查阅资料健全知识体系，扩展知识面。

## 七、建议教材及主要参考资料

### 1.建议教材

[1] 胡向东, 李锐, 程安宇, 等. 传感器与检测技术. 北京: 机械工业出版社.2014.

### 2.主要参考资料

[1] 周杏鹏, 孙永荣, 仇国富. 传感器与检测技术. 北京: 清华大学出版社.2010.

[2] 余成波, 陶红艳. 传感器与自动检测技术(第2版). 北京: 高等教育出版社. 2014.

[3] 张文娜, 叶湘滨, 熊飞丽, 等. 传感器技术. 北京: 清华大学出版社. 2011.

### 3. 网站

<http://ac.cqupt.edu.cn/asp/course/sensor>

## 八、课程成绩考核

本门课程成绩考核包括平时考核、实验考核和期末考核。平时考核包括：出勤(10%)、作业(30%)、讨论(10%)、课堂互动(20%)、线上测试(30%)等。期末考核采取闭卷笔试形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，实验考核占总成绩的 10%，期末考核成绩占总成绩的 70%。考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 2 所示。

表 2 课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	教学内容	考核分值	总分值
闭卷考试 70%	1.3	目标 1	第 1 章概述、第 3 章电阻式传感器、第 4 章电感式传感器、第 5 章电容式传感器、第 6 章压电式传感器、第 7 章磁敏式传感器、第 8 章热电式传感器、第 9 章光电式传感器、第 10 章新型传感器	40 分	100 分
	2.1	目标 2	第 3 章电阻式传感器、第 4 章电感式传感器、第 5 章电容式传感器、第 6 章压电式传感器、第 7 章磁敏式传感器、第 8 章热电式传感器、第 9 章光电式传感器、第 10 章新型传感器	40 分	

		目标 3	第 2 章传感器的基本特性、第 11 章检测技术与检测系统	20 分	
实 验 10%	5.3	目标 4	实验 1 金属应变片性能测试实验	25 分	100 分
			实验 2 差动传感器性能测试实验	25 分	
			实验 3 电容式传感器位移实验	25 分	
			实验 4 霍尔式传感器位移特性实验	25 分	
平 时 20%	1.3 2.1	目标 1~3	出勤、作业、讨论、课堂互动、线上测试	10 分	100 分

撰稿人：程学珍

审核人：盖文东

批准人：黄鹤松

# 《现代控制理论》课程教学大纲

课程代码	0921005302	课程名称（中文）	现代控制理论		
课程名称（英文）	Modern Control Theory				
总学时	36	授课学时	32	实验（上机）学时	4
实践学时	0		学分		2
先修课程	自动控制原理， 线性代数，计算 机仿真技术	适用专业		自动化	
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间		2018 年 1 月

## 一、课程的性质和任务

### 1.课程性质

《现代控制理论》课程是自动化专业的专业核心课。

### 2.课程任务及教学目标

本课程是自动化专业必修的专业核心课，课程系统讲授基于状态空间描述的控制系统分析和综合的方法。通过本课程的学习，使学生掌握状态空间模型的建立方法、线性定常系统状态方程的求解方法，掌握系统的可控性与可观测性判别方法以及李雅普诺夫稳定性判别方法，掌握基于状态空间描述的控制系统设计方法，为后续课程的学习及研究自动化复杂工程问题奠定理论基础。

**课程教学目标 1：**掌握状态空间表达式的建立方法，掌握状态空间模型的线性变换，具备对复杂工程问题表达与建模的能力。

**课程教学目标 2：**掌握线性定常系统的运动分析方法，掌握可控性与可观测性基本概念及其判别方法，掌握李雅普诺夫稳定性基本概念及其判别方法。

**课程教学目标 3：**掌握状态反馈和输出反馈的定义及性质，掌握状态反馈的极点配置方法和状态观测器的设计方法，能够运用专业知识对自动化领域的工程问题进行系统分析与设计。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
2.问题分析	2.1 能够利用数学、自然科学和工程科学的基本原理对自动化领域相关的复杂工程问题进行识别和表达。	1, 2
3.设计/开发解决方案	3.1 掌握自动化领域工程设计和产品开发的基本方法和技术，并能够根据工艺和技术需求，分析影响设计目标和技术方案的各种因素。	3



## 二、课程与其他课程的联系与分工

本课程的先修课程为自动控制原理、线性代数、计算机仿真技术等。本课程为过程控制系统、运动控制系统、计算机控制技术、智能控制、系统辨识与自适应控制、最优控制等后续课程奠定必需的控制理论基础。

## 三、课程教学内容

### 第一章 线性系统的状态空间描述及运动分析

本章支撑课程教学目标 1 和 2。

**教学目的与要求：**

1. 理解状态空间的基本概念。
2. 掌握状态空间表达式的建立方法。
3. 掌握状态转移矩阵的计算方法和性质。
4. 掌握线性定常系统状态方程的求解方法。
5. 掌握传递函数矩阵概念和求解方法。
6. 理解定常连续动态方程离散化方法。

**教学重点与难点：**

**重点：**状态空间表达式的建立；状态转移矩阵的性质和计算；线性定常系统状态方程的求解；传递函数矩阵的求解。

**难点：**状态空间表达式的建立；状态转移矩阵的性质和计算。

#### 第一节 状态空间基本概念

- 一、系统数学描述的两种基本类型
- 二、状态空间描述常用的基本概念

#### 第二节 线性定常连续系统状态空间表达式建立和求解

- 一、线性定常连续系统状态空间表达式的建立
  1. 根据系统机理建立状态空间表达式
  2. 由微分方程（或传递函数）建立状态空间表达式
  3. 由系统结构图建立状态空间表达式
- 二、线性定常连续系统状态方程的解
  1. 齐次状态方程的解
  2. 状态转移矩阵及其性质
  3. 非齐次状态方程的解
- 三、系统的传递函数矩阵

#### 第三节 线性定常离散系统状态空间表达式建立和求解

- 一、线性定常离散系统状态空间表达式的建立
- 二、定常连续系统的离散化

### 三、线性定常离散系统状态方程的解

## 第二章 线性系统的可控性与可观测性

本章支撑课程教学目标 1 和 2。

**教学目的与要求：**

1. 理解可控性与可观测性的基本概念。
2. 掌握可控性与可观测性的判据。
3. 掌握线性变换的基本性质。
4. 掌握线性定常系统可控性和可观测性结构分解方法。

**教学重点与难点：**

**重点：**可控性与可观测性的定义和判断方法；线性变换的基本性质；线性定常系统可控性和可观测性结构分解。

**难点：**线性定常系统可控性和可观测性结构分解。

### 第一节 线性连续系统的可控性和可观测性

#### 一、线性连续系统的可控性

1. 状态可控性定义
2. 线性定常连续系统的状态可控性判据

#### 二、线性连续系统的可观测性

1. 可观测性定义
2. 线性定常连续系统的可观测性判据

### 第二节 线性离散系统的可控性和可观测性

#### 一、线性离散系统的可控性

1. 状态可控性定义
2. 线性定常离散系统的状态可控性判据

#### 二、线性离散系统的可观测性

1. 可观测性定义
2. 线性定常离散系统的可观测性判据

### 第三节 线性定常系统的线性变换

#### 一、线性变换定义

#### 二、几种常见的线性变换

#### 三、线性变换性质

### 第四节 线性系统的结构分解

#### 一、线性定常系统可控性结构分解

#### 二、线性定常系统可观测性结构分解

## 第三章 线性定常系统的反馈结构及状态观测器

本章支撑课程教学目标 3。

### 教学目的与要求:

1. 理解反馈结构及其对系统特性的影响。
2. 掌握状态反馈进行极点配置的条件和方法。
3. 掌握全维状态观测器设计条件和方法。
4. 理解分离定理。

### 教学重点与难点:

**重点:** 反馈结构及其对系统特性的影响; 极点配置; 全维状态观测器的设计。

**难点:** 状态观测器的设计。

## 第一节 反馈结构及其对系统特性的影响

### 一、反馈结构

1. 状态反馈
2. 输出反馈

### 二、反馈结构对系统特性的影响

1. 对系统可控性和可观测性的影响
2. 对系统稳定性的影响

## 第二节 极点配置

### 一、利用状态反馈的极点可配置条件

### 二、单输入—单输出系统的极点配置方法

### 三、状态反馈对系统零极点的影响

## 第三节 全维状态观测器设计

### 一、全维状态观测器构成方案

### 二、全维状态观测器分析与设计

### 三、分离定理

## 第四章 李雅普诺夫稳定性分析

### 本章支撑课程教学目标 2。

### 教学目的与要求:

1. 理解李雅普诺夫稳定性概念。
2. 掌握李雅普诺夫第一法和李雅普诺夫第二法判断系统稳定性的方法。
3. 掌握线性系统渐近稳定的判定方法。

### 教学重点与难点:

**重点:** 李雅普诺夫稳定性定义; 李雅普诺夫第一法和李雅普诺夫第二法定理; 线性系统渐近稳定的判定方法。

**难点:** 李雅普诺夫第二法的应用。

## 第一节 李雅普诺夫稳定性概念

### 一、平衡状态

二、李雅普诺夫意义下的稳定性

三、渐近稳定性

四、不稳定性

## 第二节 李雅普诺夫第一法和第二法

一、李雅普诺夫第一法

二、李雅普诺夫第二法

三、线性定常系统的李雅普诺夫稳定性分析

1. 线性定常连续系统渐近稳定性的判别

2. 线性定常离散系统渐近稳定性的判别

## 四、实验（实践）环节及要求

1. 状态反馈(极点配置)

实验内容及要求：

（1）根据给定的性能指标进行基于状态反馈的极点配置。

（2）验证极点配置方法的正确性。

2. 状态观测器的设计

实验内容及要求：

（1）学习状态观测器的设计方法及实现方法。

（2）比较原系统和带状态观测器的系统输出波形。

（3）验证状态观测器设计的准确性。

## 五、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配							合计	
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课		其他
1	第一章	线性系统的状态空间描述	10				2				12
2	第二章	线性系统的可控性与可观测性	8								8
3	第三章	线性定常系统的反馈结构及状态观测器	6	4							10
4	第四章	李雅普诺夫稳定性分析	6								6
合计			30	4			2				36

## 六、课程教学基本要求

1.课堂授课：课堂教学主要采用讲授式、启发式、研讨式等教学方法，利用多媒体、演示课件、案例教学等教学手段。课程要求学生课前预习、课后复习，以保证教学效果和教学质量。

2.实验：实验在自动控制原理实验室进行，实验设备是自动控制原理实验系统（TD-ACC+），开设本实验所需的实际台套数为 40 套，每次实验两个班级同时进行。

3.作业：布置作业目的是使学生巩固课堂所学理论知识，每次课后布置一定数量的作业，要求学生独立完成并按时上交作业。

## 七、建议教材及主要参考资料

### 1.建议教材

胡寿松. 自动控制原理(第 6 版). 北京：科学出版社, 2013.

### 2.主要参考资料

[1] 滕青芳, 董海鹰, 费克玲. 现代控制理论-(双语教学版)[M]. 北京：中国电力出版社, 2011.

[2] 张嗣瀛, 高立群. 现代控制理论(第 2 版)[M]. 北京：清华大学出版社, 2017.

[3] Liu Xiangjie, Zhang Jinfang. Modern Control Theory[M]. Beijing: Science Press, 2016.

[4] Jing Yuanwei, Zhou Yucheng, Jiang Nan. Modern Control Theory[M]. Beijing: Metallurgical Industry Press, 2007.

### 3. 网址

<http://jpkc.sdust.edu.cn/zdkzyl>

## 八、课程成绩考核

课程成绩考核包括平时考核和期末考核。平时考核包括：课堂提问、讨论、课外作业、小测验、实验等。期末考核采取闭卷笔试形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，实验考核占总成绩的 10%，期末考核成绩占总成绩的 70%。考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 2 所示。

表 2 课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	教学内容	考核分值	总分值
闭卷考试	2.1	目标 1	第一章线性系统的状态空间描述、第二章线性系统的可控性与可观测性	25 分	100 分

70%		目标 2	第一章线性系统的状态空间描述、第二章线性系统的可控性与可观测性、第四章李雅普诺夫稳定性分析	45 分	
	3.1	目标 3	第三章线性定常系统的反馈结构及状态观测器	30 分	
实验 10%	3.1	目标 3	状态反馈(极点配置)	50 分	100 分
			状态观测器的设计	50 分	
平时 20%	2.1 3.1	目标 1~3	课堂提问、讨论、课外作业、小测验	100 分	100 分

撰稿人：高宏岩

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松

# 《电机与电力拖动（A）》课程教学大纲

课程代码	0921003204	课程名称（中文）	电机与电力拖动（A）		
课程名称（英文）	Electrical Machine and Electric Drive（A）				
总学时	64	授课学时	56	实验（上机）学时	8
实践学时	0		学分		3.5
先修课程	高等数学、大学物理、电路	适用专业	自动化		
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间		2018 年 1 月

## 一、课程的性质和任务

### 1. 课程性质

《电机与电力拖动（A）》课程是自动化专业的专业必修课。

### 2. 课程任务及教学目标

《电机与电力拖动（A）》是自动化专业的专业必修课之一，课程教学以知识传授为主。通过本课程的学习，学生掌握电机学和电力拖动的基本概念、基本原理和基本方法，具备分析、计算电机学和电力拖动基本问题的能力，掌握电机学与电力拖动的基本实验方法与技能，能够灵活应用本课程知识为其专业工作服务。

通过本课程的教学和实验训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**掌握各类常用电机（直流电机、变压器、交流电机、控制电机等）工作原理和基本结构，具备建立各类常用电机模型的基础知识。

**课程教学目标 2：**掌握交、直流电机及变压器稳态运行时的基本理论，能够运用各类常用电机模型对其运行性能进行分析、计算。

**课程教学目标 3：**掌握电动机机械特性及各种运行状态（起动、反接制动、能耗制动、回馈制动）的基本理论，能够对电力拖动系统进行分析、计算。

**课程教学目标 4：**掌握电机与电力拖动系统的基本实验方法，能够对实验结果进行分析和解释，得到有效结论。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
1.工程知识	1.2 具备对工程对象建模与求解的自动化专业基础知识。	1
2.问题分析	2.1 能够利用数学、自然科学和工程科学的基本原理对自动化领域相关的复杂工程问题进行识别和表达。	2, 3

4.研究	4.3 能够正确采集、处理实验数据，对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。	4
------	--	---

## 二、课程与其他课程的联系与分工

本课程的先修课程为高等数学、大学物理和电路，电机学和电力拖动有关原理、模型、计算方法需要高等数学、大学物理和电路知识为基础。同时，本课程的教学内容及教学环节安排，为后续运动控制方向开设的运动控制系统（1）和（2）提供电机学和电力拖动方面的基本原理和方法。

## 三、课程教学内容

### 第一章 磁路

#### 本章支撑课程教学目标 1。

##### 教学目的与要求：

1. 掌握磁场的常用物理量，磁路的概念，以及磁路的基本定律。
2. 理解铁磁物质的磁化现象、磁滞现象，掌握起始磁化曲线和磁滞回线的概念，了解铁磁材料的分类。
3. 掌握铁心损耗产生的原理、分类以及减小方法。
4. 掌握直流磁路的计算方法。
5. 了解交流磁路的特点。

##### 教学重点与难点：

**重点：**磁场的几个常用物理量的定义；磁路的基本定律；磁滞回线的概念；铁心损耗产生原理及减小方法；直流磁路的计算。

**难点：**磁感应强度与磁场强度的区别与联系；磁路的基尔霍夫定律；直流磁路的计算。

#### 第一节 磁路基本定律

1. 磁场的几个常用物理量：磁感应强度、磁通、磁场强度的定义、单位、符号
2. 磁路的概念：主磁通、漏磁通定义
3. 磁路基本定律：安培环路定律、磁路欧姆定律、磁路基尔霍夫定律

#### 第二节 常用的铁磁材料及其特性

1. 铁磁物质的磁化：磁化的过程
2. 磁化曲线和磁滞回线：起始磁化曲线、磁滞回线和基本磁化曲线的定义和特点
3. 铁磁材料：软磁材料和硬磁材料的特点
4. 铁心损耗：铁心损耗的产生原理、特点、减小方法

#### 第三节 直流磁路的计算



1. 简单串联磁路：气隙有效面积的计算、磁化曲线的查阅方法、串联磁路的计算方法

2. 简单并励磁路：磁路基尔霍夫定律的应用、并联磁路的计算方法

## 第二章 直流电机

本章支撑课程教学目标 1 和 2。

**教学目的与要求：**

1. 掌握直流电机的工作原理和结构，了解直流电机的铭牌数据。
2. 了解直流电机绕组的基本形式及连接规律。
3. 理解直流电机的磁场，掌握直流电机的励磁方式。
4. 熟练掌握、运用感应电动势和电磁转矩的公式进行计算。
5. 掌握直流电机的基本方程式，不同励磁方式下的工作特性。

**教学重点与难点：**

**重点：**直流电机的工作原理；直流电机的磁场与励磁方式；感应电动势和电磁转矩的计算；直流电机的基本方程式。

**难点：**直流电机的绕组；直流电机负载时的磁场与电枢反应；感应电动势和电磁转矩计算公式的推导过程。

### 第一节 直流电机的工作原理及结构

1. 直流电机的工作原理：直流电动机工作原理、直流发电机工作原理。
2. 直流电机的结构：静止部分、转动部分。

### 第二节 直流电机的铭牌数据

1. 铭牌上常见物理量：直流电机的额定值。

### 第三节 直流电机的绕组

1. 简单绕组：电枢的定义、绕组的基本概念。
2. 绕组的基本形式：单叠绕组的连接规律、展开图、电路图。

### 第四节 直流电机的励磁方式及磁场

1. 直流电机的励磁方式：四种励磁方式的概念、电路图、特点。
2. 直流电机的空载磁场：空载的概念、磁场分布。
3. 直流电机负载时的磁场及电枢反应：电枢磁动势求取方法、电枢反应。

### 第五节 感应电动势和电磁转矩的计算

1. 感应电动势的计算：推导过程、计算公式。
2. 电磁转矩的计算：推导过程、计算公式、机械功率与电功率的关系。

### 第六节 直流电机的运行原理

1. 直流电机的基本方程式：电动势平衡方程式、转矩平衡方程式。
2. 直流电动机的工作特性：并励直流电动机工作特性、串励直流电动机工作特性、复励直流电动机工作特性。

3. 发电机工作特性：空载运行工作特性、负载运行工作特性。

### 第三章 变压器

本章支撑课程教学目标 1、2 和 4。

**教学目的与要求：**

1. 掌握变压器的工作原理和结构，了解变压器的额定值。
2. 理解变压器空载运行和负载运行时的物理情况。
3. 掌握变压器的基本方程式、等效电路和相量图，掌握变压器参数测定的试验原理和方法。
4. 熟练掌握、运用等效电路对变压器进行分析和计算。
5. 掌握三相变压器的联结组，了解三相变压器的磁路系统。
6. 理解变压器的稳态运行，掌握自耦变压器、互感器的工作原理。

**教学重点与难点：**

**重点：**变压器的工作原理；变压器空载运行和负载运行时的物理情况；变压器的基本方程式、等效电路和相量图；变压器参数测定的试验原理和方法；三相变压器的连接组；互感器的工作原理。

**难点：**变压器负载运行时的物理情况；绕组归算；相量图的绘制；三相变压器联结组标号；运用等效电路对变压器进行分析和计算。

#### 第一节 变压器的工作原理、分类及结构

1. 变压器的工作原理：正方向的规定、相量的定义。
2. 变压器的分类。
3. 变压器的结构：铁心、绕组、其他结构部件、额定值。

#### 第二节 单相变压器的空载运行

1. 空载运行时的物理情况：感应电动势与主磁通、空载电流、漏磁通与漏电阻。
2. 空载时的电动势平衡方程式、相量图、等效电路。

#### 第三节 单相变压器的基本方程式

1. 负载运行时的物理情况：磁动势平衡关系。
2. 负载运行时的基本方程式：磁动势平衡方程式、电动势平衡方程式。

#### 第四节 变压器的等效电路及相量图

1. 绕组归算：绕组归算的原因、原则、方法。
2. 等效电路、近似等效电路。
3. 相量图：绘制方法。

#### 第五节 等效电路的参数测定

1. 空载试验：试验方法、接线图、如何测定参数。
2. 负载试验：试验方法、接线图、如何测定参数。

## 第六节 三相变压器

1. 三相变压器的电路系统：联结法、联结组标号的确定方法。
2. 三相变压器的磁路系统：三相组式变压器、三相芯式变压器。

## 第七节 变压器的稳态运行

1. 电压调整率：定义、物理意义、基于相量图的求取方法。
2. 效率：定义、效率特性、运用等效电路完成变压器的计算。

## 第八节 自耦变压器与互感器

1. 自耦变压器：工作原理、特点。
2. 互感器：电压互感器、电流互感器工作原理及特点。

## 第四章 异步电机（一）——三相异步电动机的基本原理

本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求：**

1. 掌握三相异步电动机的工作原理和结构，了解铭牌数据。
2. 掌握交流绕组的基本物理量，了解交流绕组的基本形式及连接规律。
3. 理解三相异步电动机的定子磁动势、电动势的概念、计算方法。

**教学重点与难点：**

**重点：**三相异步电动机的工作原理；交流绕组的基本物理量；三相异步电动机的定子磁动势、电动势的概念、计算方法。

**难点：**旋转磁场的产生；三相异步电动机的工作原理；转差率与转速、运行状态的关系；电角度与机械角度；交流绕组的连接规律；线圈组的磁动势；基波与高次谐波的概念；脉振磁动势、旋转磁动势的概念；定子磁动势、电动势的计算方法。

### 第一节 三相异步电动机的工作原理及结构

1. 三相异步电动机的工作原理与运行状态：旋转磁场的产生、三相异步电动机的工作原理、转速与运行状态。
2. 三相异步电机的结构：定子、转子、气隙。

### 第二节 三相异步电动机的铭牌数据

1. 铭牌上常见物理量：三相异步电动机的额定值。

### 第三节 三相异步电动机的定子绕组

1. 交流绕组的基本知识和基本量：电角度与机械角度、线圈、节距、槽距角、每极每相槽数。
2. 交流绕组的排列和连接：线圈中电流方向、确定相带、定子槽展开图。
3. 单相单层绕组：电势星形图、线圈组。

### 第四节 三相异步电动机的定子磁动势及磁场

1. 单相绕组的磁动势：整距线圈的磁动势、线圈组的磁动势、相绕组的磁动势。

2. 三相绕组的磁动势：三相基波合成磁动势的概念、计算、特性。

### 第五节 三相异步电动机定子绕组的电动势

1. 线圈的感应电动势、整距线圈的电动势、短距线圈的电动势。

2. 线圈组的感应电动势、相量合成方法。

3. 相绕组的感应电动势、计算公式。

## 第五章 异步电机（二）——三相异步电动机的运行原理及单相异步电动机

### 本章支撑课程教学目标 2。

#### 教学目的与要求：

1. 理解三相异步电动机运行时的电磁过程。

2. 掌握三相异步电动机的等效电路、相量图、功率、转矩以及参数测定方法。

3. 熟练掌握、运用等效电路对三相异步电动机进行分析和计算。

4. 了解三相异步电动机的工作特性，转矩与转差的关系。

5. 理解单相异步电动机的工作原理。

#### 教学重点与难点：

**重点：**异步电动机负载时的物理情况、基本方程式；异步电动机的等效电路及相量图；功率和转矩的计算；异步电动机的参数测定；单相异步电动机的工作原理。

**难点：**转子磁动势的概念、特点；相矢图的概念、绘制方法；进行频率归算与绕组归算的原因、方法；异步电动机功率转换过程，及其与直流电动机的区别；如何运用等效电路完成三相异步电动机的计算；单相异步电动机的工作原理。

### 第一节 三相异步电动机运行时的电磁过程

1. 异步电动机负载时的物理情况：转子磁动势的分析、磁动势平衡、电磁关系。

2. 基本方程式：磁动势平衡方程式、电动势平衡方程式。

### 第二节 三相异步电动机的等效电路及相量图

1. 异步电动机的等效电路：频率归算、绕组归算、等效电路、简化等效电路。

2. 异步电动机的相量图：绘制方法、运用等效电路完成三相异步电动机的计算。

### 第三节 三相异步电动机的功率和转矩

1. 功率转换过程：能量转换关系、与直流电动机的区别。

2. 功率方程式、转矩方程式：有关功率、转矩的计算。

3. 电磁转矩公式：推导过程、用途。

### 第四节 三相异步电动机的工作特性及其测取方法

1. 工作特性的分析：转速特性、定子电流特性、功率因数特性、电磁转矩特性、效率特性。

2. 工作特性的求取：求取方法。

### 第五节 三相异步电动机参数的测定

1. 空载试验与励磁参数的确定：空载试验、励磁参数与铁耗及机械损耗的确定。

2. 堵转试验及堵转时参数的确定：参数测定方法。

### 第六节 三相异步电动机的转矩与转差率的关系

1. 电磁转矩与转差率的关系：临界转差率、最大转矩的概念，影响临界转差率和最大转矩的参数。

### 第七节 单相异步电动机

1. 单相异步电动机的工作原理：单相电源供电的异步电动机、转矩与转差的关系、单相异步电动机的磁场。

2. 单相异步电动机的主要类型和起动方法：分相式电动机、罩极式电动机。

## 第六章 同步电机

本章支撑课程教学目标 1 和 2。

**教学目的与要求：**

1. 理解同步电动机的工作原理，了解同步电动机的基本结构。

2. 掌握同步电动机的相量图、功角特性和 V 形曲线。

3. 了解同步电动机的起动步骤。

**教学重点与难点：**

**重点：**同步电动机的工作原理；同步电动机与直流电动机、异步电动机的区别；同步电动机的相量图；直轴与交轴的概念；功角特性和 V 形曲线。

**难点：**异步电动机同步化；同步电动机与直流电动机、异步电动机的区别；双反应理论；功角特性和 V 形曲线。

### 第一节 三相同步电动机

1. 三相同步电动机的工作原理：三相异步电动机的同步运行、同步电机的工作原理。

2. 同步电动机的基本结构：定子、转子。

3. 电动势平衡方程式及相量图：同步电机的相矢量图、双反应理论

4. 运行特性：功角特性、V 形曲线、转速特性、起动步骤。

## 第七章 控制电机

本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求：**

1. 理解交流伺服电动机的工作原理和基本结构，了解其控制方法。

2. 了解直流伺服电动机的控制方式及特性。

**教学重点与难点：**

**重点：**交流伺服电动机的工作原理、自转现象、基本结构、控制方法。

**难点：**自转现象及其消除方法。

### 第一节 伺服电动机

1. 交流伺服电动机：工作原理、基本结构、控制方法、机械特性和调节特性。

2. 直流伺服电动机：电枢控制时的特性、磁场控制时的特性。

## 第八章 电力拖动系统动力学基础

本章支撑课程教学目标 3。

**教学目的与要求：**

1. 掌握电力拖动系统的运动方程式和负载转矩特性。

2. 了解旋转体转动惯量计算方法，多轴系统转化过程中的折算方法。

**教学重点与难点：**

**重点：**电力拖动系统的运动方程式；负载转矩特性。

**难点：**运动方程式的物理概念；转矩正负符号的析；多轴系统转化过程中的折算。

### 第一节 电力拖动系统的运动方程式

1. 运动方程式：基本物理量及其单位、运动方程式的物理概念。

2. 运动方程式中转矩的正负符号分析：定义及其物理概念。

3. 各种形状旋转体转动惯量的计算：常见的旋转物理转动惯量计算方法。

### 第二节 生产机械的负载转矩特性

1. 恒转矩负载特性：反抗性与位能性负载特性的概念、曲线与特点。

2. 通风机负载特性：概念、曲线与特点。

3. 恒功率负载特性：概念、曲线与特点。

## 第九章 直流电动机的电力拖动

本章支撑课程教学目标 3 和 4。

**教学目的与要求：**

1. 掌握直流电动机的固有机械特性和人为机械特性，理解电力拖动系统的稳定性及判断方法。

2. 掌握直流电动机串电阻起动的分析与计算方法，了解起动的过渡过程。

3. 掌握他励直流电动机电气制动（反接制动、能耗制动、回馈制动）四象限运行的基本理论和分析、计算方法。

4. 掌握他励直流电动机的几种调速方法（降低端电压调速、弱磁调速）。

**教学重点与难点：**

**重点：**直流电动机的固有机械特性和人为机械特性的方程式、特性曲线；电力拖动稳定运行条件；直流电动机串电阻起动的分析与计算方法；反接制动、能耗制动、回馈制动的分析与计算方法；调速指标；直流电动机采用不同调速方法的分析与计算问题。

**难点：**机械特性方程的基本概念；电力拖动稳定运行的概念；直流电动机串电阻起动的起动过程分析；直流电动机起动的过渡过程；反接制动、能耗制动、回馈制动的分析与计算方法；弱磁调速的分析与计算。

### 第一节 他励直流电动机的机械特性

1. 机械特性方程式：基本变量、推导过程、曲线。
2. 固有机械特性与人为机械特性：固有机械特性，电枢串电阻、改变电压、减弱磁通的人为机械特性。
3. 机械特性的绘制：固有机械特性和人为机械特性的绘制。
4. 电力拖动稳定运行的条件：稳定的概念、判断稳定的方法。

### 第二节 他励直流电动机的起动

1. 他励直流电动机的起动方法：起动电流的限制，串电阻两级起动的电路、过程和特性分析。
2. 他励直流电动机起动电阻的计算：图解解析法、解析法。
3. 他励直流电动机起动的过程过程：起动的机械过渡过程、电枢电感对起动过程的影响。

### 第三节 他励直流电动机的制动

1. 能耗制动：能耗制动的电路图、机械特性曲线、制动过程分析与计算。
2. 反接制动：转速反向和电枢反接的反接制动电路图、机械特性曲线、制动过程分析与计算。
3. 回馈制动：回馈制动的概念，回馈制动的机械特性曲线、制动过程分析与计算。

### 第四节 他励直流电动机的调速

1. 调速指标：技术指标、经济指标。
2. 降低电枢端电压调速：基于机械特性的电枢串联电阻和降低电源电压调速过程分析与计算。
3. 弱磁调速：基于机械特性的弱磁调速过程分析与计算。
4. 调速时的功率与转矩：调压调速和弱磁调速的功率与转矩。

## 第十章 三相异步电动机的机械特性及运转状态

本章支撑课程教学目标 3 和 4。

**教学目的与要求：**

1. 理解三相异步电动机机械特性的三种表达式。

2. 掌握三相异步电动机的固有机械特性和人为机械特性，及各种运转状态的分析方法。

3. 了解异步电动机参数的计算方法。

**教学重点与难点：**

**重点：**三相异步电动机机械特性表达式；固有机械特性和人为机械特性的概念、特殊点、绘制方法；三相异步电动机各种运转状态的分析。

**难点：**人为机械特性的特殊点与绘制方法；三相异步电动机各种运转状态的分析。

### 第一节 三相异步电动机机械特性的三种表达式

1. 物理表达式：推导过程、用途、特点。

2. 参数表达式：推导过程、用途、特点。

3. 实用表达式：推导过程、用途、特点。

### 第二节 三相异步电动机的固有机械特性与人为机械特性

1. 固有机械特性：机械特性曲线的绘制、特殊运行点。

2. 人为机械特性：改变五种参数时的机械特性曲线的绘制、特殊运行点、特点。

### 第三节 三相异步电动机的各种运转状态

1. 电动状态：电动状态时的机械特性。

2. 制动状态：回馈制动、反接制动、能耗制动三种运转状态的特点、分析。

## 第十一章 三相异步电动机的起动及起动设备的计算

本章支撑课程教学目标 3。

**教学目的与要求：**

1. 掌握三相笼型异步电动机的起动方法的特点、用途、选择方法。

2. 了解三相绕线转子异步电动机的起动方法。

**教学重点与难点：**

**重点：**三相异步电动机的减压起动方法的特点、用途、选择方法。

**难点：**星形-三角形起动的原理线路图和实现方法。

### 第一节 三相异步电动机的起动方法

1. 三相笼型异步电动机的起动方法：直接起动、三种减压起动方法（串电阻或电抗减压起动、自耦减压起动、星形-三角形起动）的基本原理与线路图。

2. 三相绕线转子异步电动机的起动方法：转子串联电阻起动、转子串联频敏变阻器起动的基本原理。

## 第十二章 三相异步电动机的调速

本章支撑课程教学目标 3。

**教学目的与要求：**



1. 理解变极调速的基本原理和方法。

2. 理解变频调速的基本原理和方法。

**教学重点与难点：**

**重点：**变极调速的原理与实现方法；变频调速的原理与实现方法。

**难点：**变极调速的实现方法。

### 第一节 变极调速

1. 变极调速的原理与实现方法：调速原理、如何实现极对数的改变、变极调速的特点。

### 第二节 变频调速

1. 变频调速的原理与实现方法：调速原理、变频调速的实现方法、变频调速的特点。

## 四、实验（实践）环节及要求

### 1. 单相变压器

了解电机拖动实验室的安全规定、规章制度；掌握通过空载和负载实验测定变压器变比和参数的方法；练习通过负载实验测取变压器运行特性的方法。

### 2. 并励直流电动机

掌握测取直流并励电动机的工作特性和机械特性实验方法；掌握直流并励电动机的调速方法。

### 3. 他励直流电动机在各种运转状态下的机械特性

掌握测定他励直流电动机在电动及回馈制动、反接制动和能耗制动下的机械特性的方法。

### 4. 三相鼠笼异步电动机的工作特性

掌握三相异步电动机的空载、堵转试验的方法；练习用直接负载法测取三相鼠笼式异步电动机的工作特性；练习测定三相鼠笼式异步电动机参数的方法。

## 五、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配							合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他
1	第一章	磁路	4							
2	第二章	直流电机	8							

3	第三章	变压器	8	2							
4	第四章	异步电机（一）	6								
5	第五章	异步电机（二）	6								
6	第六章	同步电机	4								
7	第七章	控制电机	2								
8	第八章	电力拖动系统动力学基础	2								
9	第九章	直流电动机的电力拖动	8	4							
10	第十章	三相异步电动机的机械特性及运转状态	4	2							
11	第十一章	三相异步电动机的起动及起动设备的计算	2								
12	第十二章	三相异步电动机的调速	2								
合计			56	8							64

## 六、课程教学基本要求

1. 课堂授课：以讲授法为主，配合使用启发式、研讨式教学方法；教学手段以多媒体教学为主，主要公式推导配合板书。并建议利用主要参考资料进行课外学习拓展。

2. 实验：实验教学依托电气与自动化工程学院山东省电气与自动化实验教学示范中心，每 4-5 人划分实验小组，在指导教师的指导下，协作完成实验任务。

3. 作业：通过作业使学生掌握交、直流电机及变压器稳态运行时的基本理论、分析、计算方法；掌握电动机机械特性及各种运行状态的基本理论和分析、计算方法。

## 七、建议教材及主要参考资料

### 1. 建议教材

[1] 张晓江, 顾绳谷. 电机及拖动基础（第 5 版, 上册、下册）[M]. 北京：机械工业出版社. 2016.

### 2. 主要参考资料

[1] 辜承林, 陈乔夫, 熊永前. 电机学（第 3 版）[M]. 武汉：华中科技大学出版社, 2010.

## 八、课程成绩考核

课程成绩考核包括平时考核、实验考核和期末考核。平时考核包括：出勤、作业、课堂讨论等。期末考核采取闭卷笔试形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，实验考核占总成绩的 10%，期末考核成绩占总成绩的 70%。考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 2 所示。

表2 课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	教学内容	考核分值	总分值
闭卷考试 70%	1.2	目标 1	第一章磁路、第二章直流电机、第三章变压器、第四章异步电机（一）、第六章同步电机、第七章控制电机	20 分	100 分
	2.1	目标 2	第二章直流电机、第三章变压器、第五章异步电机（二）、第六章同步电机	50 分	
		目标 3	第八章电力拖动系统动力学基础、第九章直流电动机的电力拖动、第十章三相异步电动机的机械特性及运转状态、第十一章三相异步电动机的起动及起动设备的计算、第十二章三相异步电动机的调速	30 分	
平时 20%	1.2 2.1 4.3	目标 1~4	出勤、作业、课堂讨论	100 分	100 分
实 验 10%	4.3	目标 4	实验 1 单相变压器	25 分	100 分
			实验 2 并励直流电动机	25 分	
			实验 3 他励直流电动机在制动运转状态下的机械特性	25 分	
			实验 4 三相鼠笼异步电动机的工作特性	25 分	

撰稿人：盖文东

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松

# 《运动控制系统（1）》课程教学大纲

课程代码	0921005002	课程名称（中文）	运动控制系统（1）		
课程名称（英文）	Motion Control System (1)				
总学时	36	授课学时	30	实验（上机）学时	6
实践学时	0		学分		2
先修课程	自动控制原理，电力电子技术，电机与电力拖动等		适用专业		自动化
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间		2018 年 1 月

## 一、课程的性质和任务

### 1.课程性质

运动控制系统（1）是自动化专业运动控制方向的专业必修课。

### 2. 课程任务及教学目标

运动控制系统（1）是自动化专业运动控制方向必修课程。该课程融合了先修自动控制原理、电力电子技术、电机及其拖动基础等课程的知识，通过分析直流调速系统的基本原理、系统结构、控制技术，进一步对系统稳定性进行分析并进行相应的工程设计方面训练，具有理论联系实际的特点，从系统的角度培养学生综合应用知识进行系统分析与综合的能力，对学生掌握自动化领域的专业知识和技能，提高理论联系实际的能力，起着重要的作用。

通过本课程的教学和实验训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**掌握各直流调速系统的基本组成、控制要求、性能指标等基础知识。

**课程教学目标 2：**掌握单、双闭环直流调速系统的基本工作原理，建立相应数学模型进行稳定性分析，在此基础上完成系统的动态校正。

**课程教学目标 3：**掌握自动控制系统工程设计方法，能够设计搭建相关实验。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
工程知识	1.4 能够将自动化专业知识用于运动控制、过程控制、机器人等复杂工程问题解决方案的比较和综合。	1
问题分析	2.2 能够运用基本原理，借助文献研究，评估自动化领域复杂工程问题的多种解决方案，分析过程的影响因素，并获得有效结论。	2
研究	4.2 能够根据自动化领域复杂工程问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，构建实验系统，采用科学的实验方法安全地开展实验。	3

## 二、课程与其他课程的联系与分工

先修课程：自动控制原理、电机与电力拖动、电力电子技术、计算机控制、自动检测技术等。

后续课程：运动控制系统（2）、运动控制系统课程设计、毕业设计。

## 三、课程教学内容

### 第一章 直流调速系统概述

课程教学目标 1。

教学目的与要求：

本章要求学生了解几种常用可控直流电源，熟练掌握转速控制要求和性能指标。

教学重点与难点：

**重点：**掌握几种常用可控直流电源，及对应系统存在的特殊问题

**难点：**转速控制要求和性能指标

#### 第一节 相控整流器—电动机系统

直流调速系统的电源，晶闸管电动机系统的特殊问题

相控整流直流调速系统的机械特性及数学模型

#### 第二节 直流 PWM 变换器—电动机系统

1. 掌握直流脉宽调速系统的主要问题；直流 PWM 变换器

2. 掌握转速控制要求和性能指标

3. 直流 PWM 调速系统的数学模型及机械特性

### 第二章 单闭环直流调速系统

课程教学目标 2。

教学目的与要求：

掌握单闭环调速系统的组成及其静特性、动态性能，并能利用模型对系统进行稳定型分析。

教学重点与难点：

**重点：**掌握单闭环调速系统的组成及其静特性、动态性能

**难点：**单闭环直流调速系统的动态模型及稳定性分析

### 第一节 转速单闭环直流调速系统的控制规律

1. 掌握单闭环调速系统的组成及其静特性
2. 转速单闭环直流调速系统的限流保护

### 第二节 转速单闭环直流调速系统的动态数学模型

1. 掌握单闭环直流调速系统的动态抗扰性能
2. 掌握单闭环直流调速系统的动态模型及稳定性分析

## 第三章 转速、电流双闭环直流调速系统

**课程教学目标 2。**

**教学目的与要求：**

掌握双闭环调速系统的组成及其静特性、动态性能，并能利用模型对系统进行稳定型分析，掌握直流电动机双域闭环控制系统。

**教学重点与难点：**

**重点：**掌握双闭环调速系统的组成及其静特性、动态性能

**难点：**双闭环直流调速系统稳定性分析

### 第一节 转速、电流双闭环直流调速系统

- 1.掌握双闭环调速系统的组成及其静特性
- 2.掌握双闭环直流调速系统的动态抗扰性能

### 第二节 转速、电流双闭环直流调速系统的动态模型

- 1.掌握双闭环直流调速系统的动态模型及稳定性分析

### 第三节 转速、电流双闭环直流调速系统的实现

1. 掌握直流电动机双域闭环控制系统
2. 数字 PI 调节器

## 第四章 自动控制系统调节器工程设计方法

**课程教学目标 3。**

**教学目的与要求：**

掌握调节器的工程设计方法，并利用工程设计方法设计双闭环直流调速系统。

**教学重点与难点：**

**重点：**双闭环直流调速系统的设计及仿真

**难点：**双闭环直流调速系统工程设计方法

### 第一节 直流调速系统的动态校正

1. 掌握直流调速系统的动态校正问题

### 第二节 典型化环节

1. 掌握典型系统及非典型系统典型化

### 第三节 双闭环调速系统的仿真设计

1. 掌握双闭环直流调速系统的设计及仿真

## 第五章 可逆直流调速系统

### 课程教学目标 2。

#### 教学目的与要求：

掌握直流调速系统可逆线路和回馈制动原理，了解环流产生的原理、类型，掌握有环流可逆调速的环流控制方法，掌握无环流可逆调速系统的类型及其控制方法。

#### 教学重点与难点：

**重点：**可逆直流调速系统的工作原理

**难点：**可逆直流调速系统分析

### 第一节 可逆直流调速系统

1. 掌握可逆直流调速系统的工作原理

### 第二节 微机控制直流调速系统

1. 掌握微机控制直流调速系统

## 四、实验（实践）环节及要求

1. 直流调速系统主要单元调试

了解电机拖动实验室的安全规定、规章制度；掌握直流调速系统组成，完成主要单元调试工作。

2. 单闭环直流调速系统

了解电机拖动实验室的安全规定、规章制度；掌握单闭环直流调速系统组成，搭建单闭环直流调速系统，并完成波形提取和分析工作。

3. 双闭环直流调速系统

了解电机拖动实验室的安全规定、规章制度；掌握双闭环直流调速系统组成，搭建单闭环直流调速系统，并完成波形提取和分析工作。

## 五、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配							合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	
1	第一章	直流调速系统概述	4	2						
2	第二章	单闭环直流调速系统	6	2						
3	第三、五章	转速、电流双闭环可逆直流调速系统	8	2						
4	第四章	自动控制系统调节器工程设计方法	12							
		合计	30	6						
合计			36							

## 六、课程教学基本要求

1. 课堂授课：以讲授法为主，配合使用启发式、研讨式教学方法；教学手段以多媒体教学为主，主要公式推导配合板书。并建议利用主要参考资料进行课外学习拓展。

2. 实验：实验教学依托电气与自动化工程学院电力电子技术实验室，每 4-5 人划分实验小组，在指导教师的指导下，协作完成实验任务。

3. 作业：通过作业使学生掌握自动控制系统的基本原理，掌握自动控制系统的分析、计算、设计方法。

## 七、建议教材及主要参考资料

### 1.建议教材

[1] 陈霞, 张开如. 运动控制系统[M]. 北京: 中国电力出版社, 2016

### 2.主要参考资料

[1] 陈伯时. 电力拖动自动控制系统[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.

## 八、课程成绩考核

课程成绩考核包括平时考核和期末考核。平时考核包括：出勤和作业等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，实验成绩 10%，期末考核成绩占总成绩的 70%。考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 2 所示。



表 2 课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	教学内容	考核分值	总分值
闭卷考试 70%	1.4	目标 1	掌握各直流调速系统的基本组成、控制要求、性能指标等基础知识。	20 分	100 分
	2.2	目标 2	掌握单、双闭环直流调速系统的基本工作原理，建立相应数学模型进行稳定性分析，在此基础上完成系统的动态校正。	60 分	
	4.2	目标 3	掌握基本的自动控制系统工程设计方法；掌握直流调速系统的设计方法。	20 分	
实 验 10%	4.2	目标 3	实验 1 直流调速系统主要单元调试	100 分	100 分
			实验 2 单闭环直流调速系统	100 分	
			实验 3 双闭环直流调速系统	100 分	
平 时 20%	1.4 2.2 4.2	目标 1~3	出勤、作业、课堂讨论	100 分	100 分

撰稿人：陈霞、贺凯迅

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松

## 《运动控制系统（2）》课程教学大纲

课程代码	0921005102	课程名称（中文）	运动控制系统（2）		
课程名称（英文）	Motion Control System (2)				
总学时	36	授课学时	30	实验（上机）学时	6
实践学时	0		学分		2
先修课程	自动控制原理，电力电子技术，电机与电力拖动，运动控制系统(1)等		适用专业		自动化
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间		2018 年 1 月

### 一、课程的性质和任务

#### 1.课程性质

《运动控制系统（2）》是自动化专业的专业核心课程。作为一门专业主干课程，该课程综合运用前续的自动控制原理、电力电子技术、电机与电力拖动、运动控制系统（1）等课程的知识，介绍和分析了交流调速系统的基本原理、系统结构、控制技术与工程设计等内容，具有理论体系完整，实践性强的突出特点。通过本课程的学习，使学生掌握正确的分析和设计控制系统的理论和方法，对掌握自动化领域的专业知识和技能，提高理论联系实际的能力，起着重要的作用，同时对系统、工程、科技进步和创新等观念形成正确的认识，为学生参加工业实践和相关的科学研究打下良好基础。

#### 2.课程任务及教学目标

通过本课程的学习，使学生掌握交流调速系统的基本结构、工作原理，理解调速系统调节器的工程设计方法，并能够将该工程设计方法推广应用到其它自动控制系统中，掌握交流调速系统的控制方式以及调节器的设计，能够对该领域的关键技术和发展趋势有总体掌握，并达到能独立分析、设计和调试电力拖动自动控制系统的的能力，为毕业后从事自动化相关专业的学习和研究奠定坚实的理论基础。

通过本课程的教学和实验训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**掌握各交流调速系统的基本组成、控制要求、性能指标等基础知识；理解交流调速的一般原理；具备一定的分析工程实际问题的能力。

**课程教学目标 2：**掌握变频调速系统的基本工作原理；掌握电压频率协调控制的机械特性方程与速度控制规律；能够根据技术要求设计变频调速方案。

**课程教学目标 3：**掌握矢量控制技术与直接转矩控制技术；掌握交流同步电机调速系统的工作原理；掌握调速系统设计的具体步骤，根据控制要求选择所用装置或器件，能够设计出满足工艺需求的控制方案。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
1.工程知识	1.4 能够将自动化专业知识用于运动控制、过程控制、机器人等复杂工程问题解决方案的比较和综合。	1
2.问题分析	3.1 掌握自动化领域工程设计和产品开发的基本方法和技术，并能够根据工艺和技术需求，分析影响设计目标和技术方案的各种因素。	2
3.设计/开发解决方案	3.2 针对自动化领域复杂工程问题，能够设计/开发满足特定需求的自动化单元装置或系统，并体现创新意识。	3

## 二、课程与其他课程的联系与分工

先修课程：自动控制原理、电机与电力拖动、电力电子技术、运动控制系统（1）、计算机控制、自动检测技术等。

后续课程：运动控制系统课程设计、毕业设计。

## 三、课程教学内容

### 第一章 交流调压调速系统

本章支撑课程教学目标 1。

教学目的与要求：

本章要求学生了解交流调速的基本类型，理解交流变压调速的原理，了解转差功率消耗型调速系统的原理。

#### 第一节 交流调速系统概述

1. 交流调速系统的基本分类
2. 异步电动机调压调速系统

#### 第二节 交流调压调速的应用

1. 软启动器及其启动过程
2. 软停车的工作模式
3. 降压节能

### 第二章 交流异步电动机变频调速的一般知识

本章支撑课程教学目标 1、2。

教学目的与要求：

本章要求学生全面掌握交流变频调速的基本原理和几种系统的组成结构：变频调速的基本原理、基本结构形式；异步电机电压、频率协调控制的稳态机械特性以及电压源型、电流源型、转差频率控制等几种类型变频调速系统的组成和工作原理；正弦脉宽调制 SPWM 的工作原理及其几种实现方法。

#### 第一节 变压变频调速的基本原理

1. 变频器供电的特点、变频调速基本控制方法
2. 基频以下调速规律

## **第二节 电压频率协调控制的机械特性**

1. 恒端电压频率比控制的机械特性
2. 恒气隙电势频率比控制的机械特性
3. 恒转子电势频率比控制的机械特性
4. 基频以上恒功率控制规律

## **第三节 变频调速装置**

1. 变频调速系统的基本分类
2. 变频调制技术

## **第三章 基于稳态模型的恒压频比控制变频调速系统**

### **本章支撑课程教学目标 1、2**

#### **教学目的与要求：**

本章要求学生认识和掌握异步电动机的稳态模型，了解基于稳态模型的恒压频比控制变频调速原理，能够分析和设计转速开环恒压频比控制调速系统以及转速闭环恒压频比控制调速系统，理解二者的异同。

### **第一节 基于稳态模型的频率开环变频调速系统**

1. 转速开环恒压频比控制调速系统

### **第二节 异步电动机转速闭环转差频率控制的变压变频调速系统**

1. 异步电动机转差频率控制规律
2. 转速闭环转差频率控制系统

## **第四章 基于动态模型的异步电动机变频调速系统**

### **本章支撑课程教学目标 3。**

#### **教学目的与要求：**

本章要求学生认识和掌握异步电动机的动态模型、以及基于动态模型的异步电动机变频调速系统。掌握逆变器的开关状态和空间电压矢量、定子电压矢量的基本概念及其对磁链和转矩的调节作用；掌握矢量控制系统的组成原理。

### **第一节 异步电动机的动态数学模型**

1. 矢量控制与直接转矩控制理论的发展
2. 异步电动机的多变量非线性数学模型

### **第二节 矢量变换理论**

1. 矢量变换
2. 矢量变换数学模型

### **第三节 异步电动机矢量控制系统**

1. 按转子磁场定向的异步电动机矢量控制系统

#### 第四节 直接转矩控制

##### 1. 异步电动机的直接转矩控制理论

#### 第五章 同步电动机变频调速系统

本章支撑课程教学目标 3。

教学目的与要求：

本章要求学生了解同步电动机稳态模型与调速方法；了解他控同步电动机变频调速系统的组成；了解自控同步电动机变频调速系统的基本原理、方法和系统的组成结构、工作原理；掌握同步电动机矢量控制和直接转矩控制系统的基本原理、方法和系统的组成结构、工作原理。

##### 第一节 同步电动机调速原理

1. 同步电动机调速的基本原理
2. 正弦波永磁同步电动机变频调速系统

##### 第二节 同步电动机变频调速

1. 无刷直流电动机变频调速系统

#### 四、实验（实践）环节及要求

##### 1. 变频原理实验

要求掌握：三相正弦波、三相马鞍波和三相空间电压矢量的变频原理；以及与变频原理有关的信号波形。

##### 2. 转速开环变频调速系统实验

要求掌握：（1）三相 SPWM、马鞍波、SVPWM 变频调速系统的组成、各环节的工作原理、特性和作用。（2）三相 SPWM、马鞍波、SVPWM 变频调速系统的调试步骤和方法，记录相关数据和波形。（3）要求学生能综合运用所学的理论知识，对实际运动系统进行结构分析，参数计算、调试及特性测试。

#### 五、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配								合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他	
1	第一章	交流调压调速系统	4								
2	第二章	交流异步电动机变频调速一般知识	6	2							
3	第三章	基于稳态模型的恒压频比控制变频调速系统	8	2							
4	第四章	基于动态模型的异步电动机变频调速系统	8	2							

5	第五章	同步电动机变压变频调速系统	4								
		合计	30	6							
		合计	36								

## 六、课程教学基本要求

本课程是自动化的专业主干课程，具有较强的系统性、综合性和实践性，要求学生具有坚实的自动控制原理、电机与电力拖动、电力电子技术及运动控制系统（1）等知识基础。随着课程的进行，学生应不断地复习与本课程内容相关的前续课程的内容，以便更好的理解本课程的内容。

- 1.课堂授课以集中讲授为主，PPT 结合板书
- 2.实验以分组的形式进行
- 3.作业为课堂教学的辅助，要求学生通过课后作业加深对课堂内容的理解和掌握。

## 七、建议教材及主要参考资料

### 1.建议教材

[1] 陈霞, 张开如. 运动控制系统[M]. 北京: 中国电力出版社, 2016

### 2.主要参考资料

- [1] 陈伯时. 电力拖动自动控制系统[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
- [2] 贺益康. 交流电机调速系统计算机仿真[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2011.
- [3] 邱阿瑞等. 现代电力传动与控制[M]. 北京: 电子工业出版社, 2012.

## 八、课程成绩考核

课程成绩考核包括平时考核和期末考核。平时考核包括：出勤和作业等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，实验成绩 10%，期末考核成绩占总成绩的 70%。考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 2 所示。

表 2 课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	教学内容	考核分值	总分值
闭卷考试	1.4	目标 1	掌握交流调速系统的基本组成、控制要求、性能指标等基础知识。	20 分	100 分

70%	3.1	目标 2	掌握调压调速基本原理，变压变频调速基本原理，掌握转差频率调速基本原理，在此基础上设计调速方案、绘制机械特性曲线，分析系统稳态性能。	40 分	
	3.2	目标 3	掌握矢量控制系统基本原理，掌握直接转矩控制基本原理，在此基础上分析系统的动态性能。掌握同步电机调速基本原理。	40 分	
实 验 10%	3.1	目标 3	实验 1 变频原理实验	40 分	100 分
	3.2		实验 2 变频调速系统实验	60 分	
平 时 20%	1.4 3.1 3.2	目标 1~3	出勤、作业、课堂讨论	100 分	100 分

撰稿人：陈霞，贺凯迅

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松

# 《电机与电力拖动（C）》课程教学大纲

课程代码	0921003202	课程名称（中文）	电机与电力拖动（C）		
课程名称（英文）	Electrical Machine and Electric Drive (C)				
总学时	36	授课学时	32	实验（上机）学时	4
实践学时	0		学分		2
先修课程	高等数学、大学物理、电路	适用专业		自动化	
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间		2018 年 1 月

## 一、课程的性质和任务

### 1. 课程性质

《电机与电力拖动（C）》课程是自动化专业过程控制方向的专业必修课。

### 2. 课程任务及教学目标

《电机与电力拖动（C）》是自动化专业过程控制方向的专业方向课之一，课程教学以知识传授为主。通过本课程的学习，学生掌握电机和电力拖动的基本概念、基本原理和基本方法，具备分析、计算电机和电力拖动基本问题的能力，掌握电机与电力拖动的基本实验方法与技能，能够灵活应用本课程知识为其专业工作服务。

通过本课程的教学和实验训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**掌握各类常用电机的工作原理和基本结构，包括：磁路、直流电机、变压器、交流电机、控制电机等基础知识。

**课程教学目标 2：**掌握交、直流电机及变压器稳态运行时的基本理论、运行性能及其分析方法。

**课程教学目标 3：**掌握电动机机械特性及各种运行状态（起动、反接制动、能耗制动、回馈制动）的基本理论和分析方法。

**课程教学目标 4：**掌握电机与电力拖动系统的基本实验方法与技能。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
1.工程知识	1.2 具备对工程对象建模与求解的自动化专业基础知识。	1



2.问题分析	2.1 能够利用数学、自然科学和工程科学的基本原理对自动化领域相关的复杂工程问题进行识别和表达。	2, 3
4.研究	4.3 能够正确采集、处理实验数据，对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。	4

## 二、课程与其他课程的联系与分工

本课程的先修课程为高等数学、大学物理和电路，电机与电力拖动有关原理、模型、计算方法需要高等数学、大学物理和电路知识为基础。同时，本课程的教学内容及教学环节安排，为后续过程控制方向开设的过程控制系统提供电机装置和电力拖动方面的基本原理和方法。

## 三、课程教学内容

### 第一章 磁路

本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求：**

1. 掌握磁场的常用物理量，磁路的概念，以及磁路的基本定律。
2. 理解铁磁物质的磁化现象、磁滞现象，掌握起始磁化曲线和磁滞回线的概念。
3. 了解铁心损耗产生的原理、分类。

**教学重点与难点：**

**重点：**磁场的几个常用物理量的定义；磁路的基本定律；磁滞回线的概念；铁心损耗产生原理。

**难点：**磁感应强度与磁场强度的区别与联系；磁路的基尔霍夫定律。

#### 第一节 磁路基本定律

1. 磁场的几个常用物理量：磁感应强度、磁通、磁场强度的定义、单位、符号
2. 磁路的概念：主磁通、漏磁通定义
3. 磁路基本定律：安培环路定律、磁路欧姆定律、磁路基尔霍夫定律

#### 第二节 常用的铁磁材料及其特性

1. 铁磁物质的磁化：磁化的过程
2. 磁化曲线和磁滞回线：起始磁化曲线、磁滞回线和基本磁化曲线的定义和特点
3. 铁磁材料：软磁材料和硬磁材料的特点

#### 第三节 直流磁路的计算和交流磁路的特点

简单串联磁路的计算、交流磁路与直流磁路电磁关系的区别，交变磁通的影响。

## 第二章 直流电机

本章支撑课程教学目标 1 和 2。

**教学目的与要求：**

1. 掌握直流电机的工作原理和结构，了解直流电机的铭牌数据。
2. 了解直流电机绕组的基本形式及连接规律。
3. 理解直流电机的磁场，掌握直流电机的励磁方式。
4. 熟练掌握、运用感应电动势和电磁转矩的公式进行计算。

**教学重点与难点：**

**重点：**直流电机的工作原理；直流电机的磁场与励磁方式；感应电动势和电磁转矩的计算；直流电机的基本方程式。

**难点：**直流电机负载时的磁场与电枢反应。

### 第一节 直流电机的工作原理及结构

1. 直流电机的工作原理：直流电动机工作原理、直流发电机工作原理。
2. 直流电机的结构：静止部分、转动部分。

### 第二节 直流电机的铭牌数据

1. 铭牌上常见物理量：直流电机的额定值。

### 第三节 直流电机的绕组

1. 简单绕组：电枢的定义、绕组的基本概念。
2. 绕组的基本形式：单叠绕组的连接规律、电路图。

### 第四节 直流电机的励磁方式及磁场

1. 直流电机的励磁方式：四种励磁方式的概念、电路图、特点。
2. 直流电机的空载磁场：空载的概念、磁场分布。
3. 直流电机负载时的磁场及电枢反应：电枢磁动势求取方法、电枢反应。

### 第五节 感应电动势和电磁转矩的计算

1. 感应电动势的计算：推导过程、计算公式。
2. 电磁转矩的计算：推导过程、计算公式、机械功率与电功率的关系。

### 第六节 直流电机的运行原理

1. 直流电机的基本方程式：电动势平衡方程式、转矩平衡方程式。
2. 直流电动机的工作特性：并励直流电动机工作特性。

## 第三章 变压器

本章支撑课程教学目标 1、2 和 4。

**教学目的与要求：**

1. 掌握变压器的工作原理和结构，了解变压器的额定值。
2. 理解变压器空载运行和负载运行时的物理情况。

3. 掌握变压器的基本方程式、等效电路和相量图。
4. 掌握、运用等效电路对变压器进行分析和计算。
5. 理解变压器的稳态运行，掌握自耦变压器、互感器的工作原理。

**教学重点与难点：**

**重点：**变压器的工作原理；变压器空载运行和负载运行时的物理情况；变压器的基本方程式、等效电路和相量图；互感器的工作原理。

**难点：**变压器负载运行时的物理情况；绕组归算；运用等效电路对变压器进行分析和计算。

### **第一节 变压器的工作原理、分类及结构**

1. 变压器的工作原理：正方向的规定、相量的定义。
2. 变压器的结构：铁心、绕组、额定值。

### **第二节 单相变压器的空载运行**

1. 空载运行时的物理情况：感应电动势与主磁通、空载电流、漏磁通与漏电抗。
2. 空载时的电动势平衡方程式、等效电路。

### **第三节 单相变压器的基本方程式**

1. 负载运行时的物理情况：磁动势平衡关系。
2. 负载运行时的基本方程式：磁动势平衡方程式、电动势平衡方程式。

### **第四节 变压器的等效电路**

1. 绕组归算：绕组归算的原因、原则、方法。
2. 等效电路、近似等效电路。

### **第五节 变压器的稳态运行**

1. 电压调整率：定义、物理意义。
2. 效率：定义、效率特性。

### **第六节 自耦变压器与互感器**

1. 自耦变压器：工作原理、特点。
2. 互感器：电压互感器、电流互感器工作原理及特点。

## **第四章 异步电机（一）——三相异步电动机的基本原理**

### **本章支撑课程教学目标 1。**

**教学目的与要求：**

1. 掌握三相异步电动机的工作原理和结构，了解铭牌数据。
2. 掌握交流绕组的基本物理量，了解交流绕组的基本形式及连接规律。
3. 理解三相异步电动机的定子磁动势、电动势的概念、计算方法。

**教学重点与难点：**

**重点：**三相异步电动机的工作原理；交流绕组的基本物理量；三相异步电动机的定子磁动势、电动势的概念、计算方法。

**难点：**旋转磁场的产生；三相异步电动机的工作原理；转差率与转速、运行状态的关系；电角度与机械角度；交流绕组的连接规律；线圈组的磁动势；脉振磁动势、旋转磁动势的概念；定子磁动势、电动势的计算方法。

### 第一节 三相异步电动机的工作原理及结构

1. 三相异步电动机的工作原理与运行状态：旋转磁场的产生、三相异步电动机的工作原理、转速与运行状态。

2. 三相异步电机的结构：定子、转子、气隙。

### 第二节 三相异步电动机的铭牌数据

1. 铭牌上常见物理量：三相异步电动机的额定值。

### 第三节 三相异步电动机的定子绕组

1. 交流绕组的基本知识和基本量：电角度与机械角度、线圈、节距、槽距角、每极每相槽数。

2. 交流绕组的排列和连接：线圈中电流方向、确定相带、定子槽展开图。

### 第四节 三相异步电动机的定子磁动势及磁场

1. 单相绕组的磁动势：整距线圈的磁动势、线圈组的磁动势、相绕组的磁动势。

2. 三相绕组的磁动势：三相基波合成磁动势的概念、计算。

### 第五节 三相异步电动机定子绕组的电动势

1. 线圈的感应电动势：整距线圈的电动势、短距线圈的电动势。

2. 线圈组的感应电动势。

3. 相绕组的感应电动势；计算公式。

## 第五章 异步电机（二）——三相异步电动机的运行原理及单相异步电动机

### 本章支撑课程教学目标 2。

#### 教学目的与要求：

1. 理解三相异步电动机运行时的电磁过程。
2. 掌握三相异步电动机的等效电路、相量图、功率、转矩。
3. 熟练掌握、运用等效电路对三相异步电动机进行分析和计算。
4. 了解三相异步电动机的工作特性，转矩与转差的关系。
5. 理解单相异步电动机的工作原理。

#### 教学重点与难点：

**重点：**异步电动机负载时的物理情况、基本方程式；异步电动机的等效电路；功率和转矩的计算；单相异步电动机的工作原理。

**难点：**转子磁动势的概念、特点；进行频率归算与绕组归算的原因、方法；异步电动机功率转换过程及其与直流电动机的区别；如何运用等效电路完成三相异步电动机的计算；单相异步电动机的工作原理。

### 第一节 三相异步电动机运行时的电磁过程

1. 异步电动机负载时的物理情况：转子磁动势的分析、磁动势平衡、电磁关系。
2. 基本方程式：磁动势平衡方程式、电动势平衡方程式。

### 第二节 三相异步电动机的等效电路

异步电动机的等效电路：频率归算、绕组归算、等效电路、简化等效电路。

### 第三节 三相异步电动机的功率和转矩

1. 功率转换过程：能量转换关系。
2. 功率方程式、转矩方程式：有关功率、转矩的计算。
3. 电磁转矩公式。

### 第四节 三相异步电动机的工作特性及其测取方法

1. 工作特性的分析：转速特性、定子电流特性、功率因数特性、电磁转矩特性、效率特性。

### 第五节 三相异步电动机的转矩与转差率的关系

电磁转矩与转差率的关系：临界转差率、最大转矩的概念，影响临界转差率和最大转矩的参数。

### 第六节 单相异步电动机

1. 单相异步电动机的工作原理：单相电源供电的异步电动机、转矩与转差的关系、单相异步电动机的磁场。

## 第六章 同步电机

本章支撑课程教学目标 1 和 2。

**教学目的与要求：**

1. 理解同步电动机的工作原理，了解同步电动机的基本结构。
2. 了解同步电动机功角特性。

**教学重点与难点：**

**重点：**同步电动机的工作原理；同步电动机与直流电动机、异步电动机的区别；直轴与交轴的概念；功角特性。

**难点：**同步电动机与直流电动机、异步电动机的区别；双反应理论；功角特性。

### 第一节 三相同步电动机

1. 三相同步电动机的工作原理：三相异步电动机的同步运行、同步电机的工作原理。

2. 同步电动机的基本结构：定子、转子。
3. 电动势平衡方程式：双反应理论
4. 运行特性：功角特性。

## 第七章 控制电机

本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求：**

1. 理解交流伺服电动机的工作原理和基本结构，了解其控制方法。
2. 了解直流伺服电动机的控制方式及特性。

**教学重点与难点：**

**重点：**交流伺服电动机的工作原理、自转现象、基本结构、控制方法。

**难点：**自转现象及其消除方法。

### 第一节 伺服电动机

1. 交流伺服电动机：工作原理、基本结构、控制方法、机械特性和调节特性。
2. 直流伺服电动机：电枢控制时的特性。

## 第八章 电力拖动系统动力学基础

本章支撑课程教学目标 3。

**教学目的与要求：**

1. 掌握电力拖动系统的运动方程式和负载转矩特性。

**教学重点与难点：**

**重点：**电力拖动系统的运动方程式；负载转矩特性。

**难点：**运动方程式的物理概念；转矩正负符号的分析。

### 第一节 电力拖动系统的运动方程式

1. 运动方程式：基本物理量及其单位、运动方程式的物理概念。
2. 运动方程式中转矩的正负符号分析：定义及其物理概念。

### 第二节 生产机械的负载转矩特性

1. 恒转矩负载特性：反抗性与位能性负载特性的概念、曲线与特点。
2. 通风机负载特性：概念、曲线与特点。
3. 恒功率负载特性：概念、曲线与特点。

## 第九章 直流电动机的电力拖动

本章支撑课程教学目标 3 和 4。

**教学目的与要求：**

1. 掌握直流电动机的固有机机械特性和人为机械特性，理解电力拖动系统的稳定性及判断方法。

2. 掌握他励直流电动机电气制动（反接制动、能耗制动、回馈制动）四象限运行的基本理论和分析方法。

**教学重点与难点：**

**重点：**直流电动机的固有机机械特性和人为机械特性的方程式、特性曲线；电力拖动稳定运行条件；反接制动、能耗制动、回馈制动的分析；调速指标。

**难点：**电力拖动稳定运行的概念；反接制动、能耗制动、回馈制动的分析。

**第一节 他励直流电动机的机械特性**

1. 机械特性方程式：基本变量、推导过程、曲线。
2. 固有机机械特性与人为机械特性：固有机机械特性，电枢串电阻、改变电压、减弱磁通的人为机械特性。
3. 电力拖动稳定运行的条件：稳定的概念、判断稳定的方法。

**第二节 他励直流电动机的起动**

1. 他励直流电动机的起动方法：起动电流的限制。

**第三节 他励直流电动机的制动**

1. 能耗制动：能耗制动的电路图、机械特性曲线、制动过程分析。
2. 反接制动：转速反向和电枢反接的反接制动电路图、制动过程分析。
3. 回馈制动：回馈制动的概念，回馈制动过程分析。

**第四节 他励直流电动机的调速**

1. 调速指标：技术指标、经济指标。
2. 降低电枢端电压调速。

**第十章 三相异步电动机的电力拖动机械特性及运转状态**

本章支撑课程教学目标 3 和 4。

**教学目的与要求：**

1. 理解三相异步电动机机械特性。
2. 掌握三相笼型异步电动机的起动方法的特点。
3. 理解变频调速的基本原理和方法

**教学重点与难点：**

**重点：**固有机机械特性和人为机械特性的概念、特殊点；三相异步电动机的减压起动方法的特点；变频调速的原理。

**难点：**人为机械特性的特殊点与绘制方法；三相异步电动机的减压起动的实现方法；变频调速的实现方法。

**第一节 三相异步电动机的固有机机械特性与人为机械特性**

1. 固有机机械特性：特殊运行点。
2. 人为机械特性：改变五种参数时的机械特性曲线的特殊运行点、特点。

## 第二节 三相异步电动机的起动方法

1. 三相笼型异步电动机的起动方法：直接起动、减压起动方法（串电阻或电抗减压起动、自耦减压起动）的基本原理。

## 第三节 变频调速

1. 变频调速的原理与实现方法：调速原理、变频调速的实现方法、变频调速的特点。

## 四、实验（实践）环节及要求

### 1. 并励直流电动机

掌握测取直流并励电动机的工作特性和机械特性实验方法；掌握直流并励电动机的调速方法。

### 2. 他励直流电动机在各种运转状态下的机械特性

掌握测定他励直流电动机在电动及回馈制动、反接制动和能耗制动下的机械特性的方法。

## 五、学时分配表

教 学 内 容	授课 时数	实验 时数	实践 学时	上机 时数	自学 时数	习题 课	讨论 时数
第 1 章前言、磁路	2						
第 2 章直流电机	4						
第 3 章变压器	3						
第 4 章三相异步电动机的工作原理	4						
第 5 章三相异步电动机的运行原理及单相异步电动机	5						
第 6 章同步电机	2						
第 7 章控制电机	4						
第 8 章电力拖动系统的动力学基础	1						
第 9 章直流电动机的电力拖动	4						
第 10 章三相异步电动机的电力拖动机械特性及运转状态	3						
实验2 个		4					
合 计	32	4					
总 计	36						

## 六、课程教学基本要求



1. 课堂授课：以讲授法为主，配合使用启发式、研讨式教学方法；教学手段以多媒体教学为主，主要公式推导配合板书。并建议利用主要参考资料进行课外学习拓展。

2. 实验：实验教学依托电气与自动化工程学院山东省电气与自动化实验教学示范中心，每 4-5 人划分实验小组，在指导教师的指导下，协作完成实验任务。

3. 作业：通过作业使学生掌握交、直流电机及变压器稳态运行时的基本理论、分析、计算方法；掌握电动机机械特性及各种运行状态的基本理论和分析方法。

## 七、建议教材及主要参考资料

### 1. 建议教材

[1] 张晓江, 顾绳谷. 电机及拖动基础 (第 5 版, 上册、下册). 北京: 机械工业出版社. 2016.

### 2. 主要参考资料

[1] 辜承林, 陈乔夫, 熊永前. 电机学 (第 3 版). 武汉: 华中科技大学出版社, 2010

## 八、课程成绩考核

课程成绩考核包括平时考核、实验考核和期末考核。平时考核包括：出勤、作业、课堂讨论等。期末考核采取闭卷笔试形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，实验考核占总成绩的 10%，期末考核成绩占总成绩的 70%。考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 2 所示。

表 2 课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	教学内容	考核分值	总分值
闭卷考试 70%	1.2	目标 1	第一章磁路、第二章直流电机、第三章变压器、第四章异步电机（一）、第六章同步电机、第七章控制电机	20 分	100 分
	2.1	目标 2	第二章直流电机、第三章变压器、第五章异步电机（二）、第六章同步电机	40 分	
		目标 3	第八章电力拖动系统动力学基础、第九章直流电动机的电力拖动、第十章三相异步电动机的电力拖动机械特性及运转状态	35 分	
	4.3	目标 4	第三章变压器、第九章直流电动机的电力拖动、第十章三相异步电动机的电力拖动机械特性及运转状态	5 分	

实 验 10%	4.3	目标 4	实验 1 并励直流电动机	50 分	100 分
			实验 2 他励直流电动机在各种运转状态下的机械特性	50 分	
平 时 20%	1.2 2.1 4.3	目标 1~4	出勤、作业、课堂讨论	100 分	100 分

撰稿人：戴陶珍

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松

# 《过程控制仪表与装置》课程教学大纲

课程代码	0922004103	课程名称（中文）	过程控制仪表与装置		
课程名称（英文）	Process Control Instrument and Apparatus				
总学时	48	授课学时	42	实验（上机）学时	6
实践学时	0		学分		3
先修课程	自动控制原理、模拟电子技术、工业计算机网络与通信、现场总线技术		适用专业		自动化（过程控制方向）
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间		2018 年 1 月

## 一、课程的性质和任务

### 1.课程性质

《过程控制仪表与装置》课程是自动化专业(过程控制方向)的专业核心课。

### 2.课程任务及教学目标

《过程控制仪表与装置》是自动化专业(过程控制方向)的专业核心课之一，课程教学以知识传授为主。通过本课程的学习，学生掌握过程控制仪表与装置的基本概念、基本原理和过程控制检测的基本方法，掌握集散控制系统的基本概念、软硬件结构、以及典型集散控制系统的操作和维护方法。本课程对掌握工业自动化领域的专业知识和技能，提高理论联系实际的能力，起着重要的作用；为学生参加工业实践和相关的科学研究打下良好基础。

通过本课程的教学和实验训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**能够将检测仪表、复杂系统建模、集散系统的相关知识应用于复杂工程问题解决方案的比较和综合。

**课程教学目标 2：**掌握建模方法，熟悉调节器，执行器工作原理，性能特点及选用。掌握分析、设计集散控制系统的理论和方法。掌握集散控制系统组态方法。能够设计/开发满足特定需求的自动化单元装置或系统，并体现创新意识。

**课程教学目标 3：**掌握过程控制仪表与装置系统的基本实验方法与技能。能够根据实际复杂工程问题的特征，设计可行的技术路线和实验方案，采用科学的实验方法安全地开展实验。

课程教学目标与毕业要求的关系如下表所示。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
1.工程知识	1.4 能够将自动化专业知识用于运动控制、过程控制、机器人等复杂工程问题解决方案的比较和综合。	1
3.设计/开发解决方案	3.2 针对自动化领域复杂工程问题,能够设计/开发满足特定需求的自动化单元装置或系统,并体现创新意识。	2
4.研究	4.2 能够根据自动化领域复杂工程问题的特征,选择研究路线,设计可行的实验方案,构建实验系统,采用科学的实验方法安全地开展实验。	3

## 二、课程与其他课程的联系与分工

本课程的先行课程本课程的先修课程包括模拟电子,数字电子技术、电子技术基础、自动控制原理、工业计算机网络与通信、现场总线技术等。是先修课程的专业综合课,后续课程过程控制系统课程为主体,过程仪表与装置是工具,它们之间是相互依存的关系。

## 三、课程教学内容

### 第一章 过程控制仪表与装置的概述

本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求:**

- 1.了解过程控制的发展概况、特点、过程控制系统的基本概念。
- 2.掌握系统组成、方框图、品质指标及其分类。
- 3.了解过程控制工程课程性质和任务、对控制系统的基本要求。
- 4.掌握过程控制系统的组成。

**教学重点与难点:**

**重点:** 过程控制系统的组成

**难点:** 过程控制系统的组成

#### 第一节 过程控制的发展概况

- 一、手工操作阶段
- 二、局部自动化阶段
- 三、单元组合阶段
- 四、全盘自动化阶段

#### 第二节 过程控制的特点

- 一、连续生产过程
- 二、多种多样并且是非电量的
- 三、慢过程的参量控制

四、丰富的控制方案

五、大多数是定值控制

### 第三节 过程控制系统的组成和分类

一、拟仪表的过程控制系统

发电厂锅炉过热蒸汽控制系统

转炉供氧量控制系统

二、过程控制系统的分类

1.反馈控制系统

2. 前馈控制系统

3.定值控制系统

4. 程序控制系统

5.随动控制系统

### 第四节 过程控制课程性质和任务

一、自动化仪表与装置是过程控制系统的重要技术工具

二、保证过程控制系统的安全稳定可靠运行

三、实现过程控制系统的优质高产低耗

## 第二章 过程建模

本章支撑课程教学目标 1、2。

**教学目的与要求：**

1.熟悉过程控制系统的单容对象和简单多容对象的数学模型的分析方法。

2.熟悉单容过程和多容过程的阶跃响应曲线及解析表达式。

3.掌握被控过程机理建模的方法与步骤，熟悉被控过程的自衡和非自衡特性。

4.了解基于被控过程阶跃响应曲线及解析表达式掌握过程的试验建模方法与步骤。

**教学重点与难点：**

**重点：**被控过程的自衡和非自衡特性；单容和多容对象的典型传递函数；阶跃响应法建模。

**难点：**多容过程的机理法建模；阶跃响应法建模。

### 第一节 概述

一、基本概念

二、建模的目的

### 第二节 机理分析法建模

一、自衡过程建模

1. 单容自衡对象的数学模型

2. 双容自衡对象的数学模型

### 3. 滞后过程

## 二、非自衡过程建模

### 1. 单容非自衡对象数学模型

### 2. 多容非自衡对象数学模型

### 3. 滞后过程

## 第三节 试验法建模（过程辨识）

### 一、阶跃响应法建模

### 二、矩形脉冲

### 三、由阶跃响应曲线确定过程的传递函数

#### 1. 由阶跃响应曲线确定一阶环节的特性参数

#### 2. 由阶跃响应曲线确定一阶加纯滞后环节的特性参数

#### 3. 由阶跃响应曲线确定二阶或 N 阶环节的特性参数

#### 4. 由阶跃响应曲线确定二阶加纯滞后环节的特性参数

## 第三章 过程检测控制仪表

本章支撑课程教学目标 1、2。

### 教学目的与要求：

1. 掌握过程参数检测的基本概念（检测仪表的组成、误差概念与表述），过程控制仪表及装置的特点，过程仪表的信号制以及防爆系统的构成。

2. 掌握温度检测仪表及温度变送器的构成原理和它的信号传输方式以及 DDZ-III 型温度变送器的构成及工作原理。

3. 掌握压力、流量、物位等检测仪表的工作原理与使用方法；熟悉压力变送器的工作原理及使用特点、适用范围及熟悉智能式变送器的特点及硬件构成和它的信号传输方式。

4. 熟悉 DDZ-III 型差压变送器的构成及工作原理，调节器的原理和使用方法；熟悉 DDZ-III 型调节器的基本构成、电路原理及其应用特点。

5. 执行器的作用和分类，熟悉电动执行器和气动执行器特点和使用场合；气动执行机构和电动执行机构的构成和工作原理，流量系数的概念，可调比和流量特性；执行器选择与计算的方法和步骤；阀门定位器的构成和工作原理。

### 教学重点与难点：

**重点：**测量误差、精度、灵敏度和变差基本概念；热电偶和热电阻测温原理；温度检测仪表的选用。差压式流量计和差压式变送器。DDZ-III 调节器作业、组成；气动执行器结构、使用和流量特性。

**难点：**仪表量程和精度等级的选择；仪表精度等级的确定；节流原理；PID 控制规律特点及其调节质量的影响；执行器的流量特性分析。

## 第一节 概述

- 一、测量误差
- 二、仪表的性能指标
  - 1. 精度和精度等级
  - 2. 灵敏度和灵敏限
  - 3. 变差
- 三、仪表选型
  - 1. 考虑仪表的功能
  - 2. 仪表量程
  - 3. 精度等级

## 第二节 温度的检测及变送

- 一、概述
- 二、热电偶温度计
  - 1. 测温原理
  - 2. 热电偶结构形式
  - 3. 热电阻温度计
  - 4. 温度检测仪表的选用原则
- 5. DDZ-III型温度变送器

## 第三节 压力的检测及变送

- 一、概述
- 二、压力的检测
  - 1. 压力表的类型
  - 2. 弹性式压力表
  - 3. 压力仪表的选用与安装

## 第四节 流量、物位等的检测及变送

- 一、概述
  - 1. 流量的概念
  - 2. 流量计的类型
- 二、压力式流量计
  - 1. 压力式流量计的组成
  - 2. 压力式流量计的原理
  - 3. 压力式流量计的选用和安装
- 三、物位的检测
  - 1. 静压式液位
  - 2. 液位计的选用原则
- 四、差压变送器

1. 工作原理
2. 位移检测放大器

## 第五节 过程控制仪表

- 一、概述
- 二、控制律规律
  1. 调节规律
  2. 联系 PID 控制算法
- 三、DDZ-III型调节器
  1. 组成
  2. 盘面结构
  3. 无平衡无扰动切换

## 第六节 执行器

- 一、概述
  1. 执行器的组成
  2. 作用
  3. 分类
- 二、气动执行机构
  1. 正作用执行机构
  2. 反作用执行机构
- 三、气动调节机构
- 四、气动执行器的使用
  1. 调节器的口径选择
  2. 执行器气开、气关形式
- 五、执行器流量特性
  1. 理想流量特性
  2. 工作流量特性
  3. 调节阀流量特性的选择
- 六、调节阀结构型式和材料选择
- 七、阀门定位器

## 第四章 集散控制系统

**本章支撑课程教学目标 1、2。**

**教学目的与要求：**

理解计算机控制系统分类和发展历史，掌握集散控制系统概念和发展历史。  
掌握现场级、控制级、监控级、管理级以及它们的基本功能。掌握现场控制站、



操作员站、工程师站的组成；理解控制网络的主要技术和结构。了解集散控制系统的系统软件、组态软件。

**教学重点与难点：**

**重点：** 集散控制系统的结构特点

**难点：** 理解系统分层结构以及各层功能

### 第一节 集散控制系统概述

一、集散系统的基本概念

二、集散系统的发展历史

### 第二节 集散控制系统的体系结构

一、集散控制系统的分层结构和硬件结构

二、集散控制系统实例

## 第五章 集散控制系统的通信网络

本章支撑课程教学目标 1、2。

**教学目的与要求：**

掌握通信介质、数据通信系统网络结构的基本概念；掌握通信控制方式。理解集散控制系统中的网络通信的特点。掌握现场总线定义、分类；了解现场总线的主要技术；熟悉现场总线类型和各自特点。

**教学重点与难点：**

**重点：** 理解通信网络在集散控制系统中的作用

**难点：** 掌握通信技术的基本概念，了解现场总线技术

### 第一节 数据通信的基本概念

一、通信的基本概念

二、通信介质

### 第二节 集散控制系统中的网络通信

一、数据通信系统网络结构以及通信控制方式

二、OSI 参考模型、现场总线标准特点

### 第三节 集散控制系统中应用的网络协议

一、IEEE 网络协议、TCP/IP、常用物理层标准接口

## 第六章 控制算法和控制组态

本章支撑课程教学目标 1、2。

**教学目的与要求：**

掌握工业控制系统结构、广义对象概念。掌握集散控制系统数据处理的基本概念和方法。掌握几类过程计算机控制系统的结构和实现。了解 IEC61131-3 标准、ISA S88 标准主要内容；掌握标准中的主要的概念。

**教学重点与难点：**

**重点：** 集散控制系统中的控制算法和数据处理方法

**难点：** 理解 IEC61131-3 标准、ISA S88 标准

### 第一节 工业控制系统结构

一、工业控制系统结构，广义对象的概念

### 第二节 集散控制系统的数据处理

一、采样定理

二、几类典型数字滤波器

三、计算机非线性补偿方法

### 第三节 IEC61131-3 标准和 ISA S88 标准

一、IEC61131-3 标准主要内容（软件模型）

二、ISA S88 标准主要内容（软件模型）

## 第七章 大型集散控制系统介绍

**本章支撑课程教学目标 1。**

**教学目的与要求：**

熟悉几类得到广泛应用的集散控制系统硬件结构特性、功能及特点；了解系统软件组成和功能以及组态基本步骤。

**教学重点与难点：**

**重点：** 大型集散控制系统的结构特点与主要技术

**难点：** 理解系统硬件结构和功能

### 第一节 大型集散控制系统

一、TDC-3000 系统的硬件结构、功能及特点

二、Experion PKS 系统的硬件结构、功能及特点

三、Delta V 系统的硬件结构、功能及特点

## 五、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配							合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他
1	第一章	过程仪表与装置的概述	2							
2	第二章 第 1、2 节	过程建模 概述 机理法建模	2							
3	第 3 节	试验法建模（过程辨识）	4	2						
4	第三章 第 1、2 节	过程检测控制仪表 概述、温度的检测及变送	4							

5	第 3、4 节	压力的检测及变送、流量、物位等的检测及变送	4	2								
6	第 5、6 节	过程控制仪表、执行器	4									
7	第四章 第 1 节	集散控制系统 集散控制系统概述	2									
8	第 2 节	集散控制系统体系结构	4									
9	第五章 第 1、2 节	集散控制系统的通信网络 数据通信的基本概念 集散控制系统中的网络通信	4									
10	第 3 节	集散控制系统中应用的网络协议	2									
11	第六章 第 1、2 节	控制算法和控制组态 工业控制系统结构 集散控制系统的数据处理	4	2								
12	第 3 节	IEC61131-3 标准和 ISA S88 标准	2									
13	第七章	大型集散控制系统介绍	4									
合计			42	6								

## 六、课程教学基本要求

1. 课堂授课：讲授式和启发研讨式的混合教学方法，利用多媒体、演示课件和板书等手段。
2. 实验：另附大纲。
3. 作业：通过教材章后习题和部分参考资料中的习题使学生掌握所学内容的重点和难点。

## 七、建议教材及主要参考资料

### 1. 建议教材

[1] 邵裕森, 戴先中. 过程控制工程 (第 2 版) [M], 北京: 机械工业出版社, 2007.

### 2. 主要参考资料

- [1] 金以慧. 过程控制[M], 北京: 清华大学出版社, 2005.
- [2] 丁炜, 于秀丽. 过程检测及仪表[M], 北京: 北京理工大学出版社, 2010.
- [3] 何衍庆 编著, 集散控制系统原理及应用(第三版)[M], 化学工业出版社, 2010 年 4 月.

## 八、课程成绩考核

课程成绩考核包括平时考核和期末考核。平时考核包括：出勤、课堂回答问题、课外作业、实验、报告撰写、小测验等。期末考核采取闭卷笔试形式。平时考核成绩占总成绩的 30%，期末考核成绩占总成绩的 70%。考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如下表所示。

表 2 课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	教学内容	考核分值	总分值
闭卷考试 70%	1.4	目标 1	第一章 过程控制仪表与装置的概述 第二章 过程建模 第三章 过程检测控制仪表 第四章 集散控制系统 第五章 集散控制系统的通信网络 第六章 控制算法和控制组态 第七章 大型集散控制系统介绍	40 分	100 分
	3.2	目标 2	第二章 过程建模 第三章 过程检测控制仪表 第四章 集散控制系统 第五章 集散控制系统的通信网络 第六章 控制算法和控制组态	60 分	
实验 10%	4.2	目标 3	一、压力、温度、液位、流量等仪表的认识与测量	25 分	100 分
			二、调节阀流量特性测试	35 分	
			三、基于 TIA Portal 的系统组态认识与使用	40 分	
平时 20%	1.4 3.2 4.2	目标 1-3	出勤、作业、课堂讨论	100 分	100 分

撰稿人：孙慧影，曹鹏飞

审核人：盖文东

批准人：黄鹤松

# 《过程控制系统》课程教学大纲

课程代码	0921004203	课程名称（中文）	过程控制系统		
课程名称（英文）	Process Control System				
总学时	44	授课学时	38	实验（上机）学时	6
实践学时	0		学分		2.5
先修课程	自动控制原理、过程控制仪表与装置		适用专业		自动化（过程控制方向）
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间		2018 年 1 月

## 一、课程的性质和任务

### 1. 课程性质

《过程控制系统》课程是自动化专业(过程控制方向)的专业核心课。

### 2. 课程任务及教学目标

《过程控制系统》是自动化专业(过程控制方向)的专业核心课之一，是控制理论、生产工艺、计算机技术和仪器仪表知识等相结合的一门综合性应用学科，课程教学以知识传授为主。通过本课程的学习，使学生具备对过程控制系统进行设计、综合和分析的能力，为今后从事生产过程自动化、开发先进控制系统奠定扎实的理论基础和工程技术基础。

通过本课程的教学和实验训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**掌握简单过程控制系统的设计方法、整定方法及其系统投运的一般方法。为学生今后从事生产过程自动化、开发先进控制系统奠定扎实的理论基础和工程技术基础。

掌握串级控制系统的结构和工作过程，串级控制系统的特点与分析，串级控制系统的设计方法，串级控制系统调节器参数的整定，串级控制系统的工业应用；掌握前馈控制系统的基本概念，前馈控制系统的结构，前馈控制系统的选用与稳定性，前馈控制系统的工程整定；掌握大滞后过程所采用的特殊控制方案与常规控制方案的比较，大滞后过程的预估 smith 补偿控制，大滞后过程的采样控制。

**课程教学目标 2：**掌握常用的比值控制方案，单闭环比值控制方案、双闭环比值控制方案，比值控制系统的设计与整定，比值控制系统的工业应用举例；掌握分程控制系统的原理与设计注意问题；选择性控制系统的原理与设计原则，包括选择器的选型，控制器的控制规律确定，控制器的参数整定。

**课程教学目标 3：** 电厂锅炉的过程控制、精馏塔的过程控制等典型过程控制系统为例掌握此类系统的分析与设计方法，并建立起工程设计的基本概念，掌握工程设计步骤与设计内容。掌握过程控制系统的基本实验方法与技能。

**表 1 课程教学目标与毕业要求的关系**

毕业要求	指标点	课程目标
1.工程知识	1.4 能够将自动化专业知识用于运动控制、过程控制、机器人等复杂工程问题解决方案的比较和综合。	1、2
2.问题分析	2.2 能够运用基本原理，借助文献研究，评估自动化领域复杂工程问题的多种解决方案，分析过程的影响因素，并获得有效结论。	1、2
3.设计/开发解决方案	3.1 掌握自动化领域工程设计和产品开发的基本方法和技术，并能够根据工艺和技术需求，分析影响设计目标和技术方案的各种因素。	3

## 二、课程与其他课程的联系与分工

本课程的先行课程本课程的先修课程包括自动控制原理、过程控制仪表与装置等，是先修课程的专业综合课，是自动化专业过程控制方向的主体课程，它与过程仪表与装置之间是相互依存的关系。

## 三、课程教学内容

### 第 1 章 简单过程控制系统工程设计（硬件部分和软件部分）

本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求：**

1. 掌握单回路反馈控制系统的设计方法及其整定方法，过程控制系统设计要求，设计步骤，设计内容；了解系统投运的一般方法。
2. 掌握被控参数和控制参数的选择，过程特性对控制质量的影响及控制方案的确定。
3. 掌握检测变送器的选择与工程设计选型，包括常用温度检测仪表的选择原则、安装和正确使用，常用压力检测仪表的选择原则、安装和正确使用；常用流量检测仪表的选择原则、安装和正确使用等。
4. 掌握执行器的选择与工程设计选型；掌握控制器的选择与工程设计选型。

**教学重点与难点：**

**重点：** 被控参数和控制参数的选择原则；执行器流量特性和气开、气关形式的选择；调节器控制规律和正反作用的确定方法；调节器参数整定和单回路控制系统设计。

**难点：**过程特性对控制质量的影响；调节阀气开、气关型式的确定；调节器控制规律和正反作用的确定方法；单回路控制系统设计。

## 第一节 过程控制系统工程设计概述

一、对控制设计的一般要求

二、设计步骤

1. 建模

2. 选择控制方案

3. 控制设备的选型

4. 实验和仿真

三、设计主要内容

1. 控制方案设计

2. 工程设计

3. 工程安装

4. 仪表的调校、调节器参数整定

四、其他设计问题

## 第二节 控制方案设计

一、过程控制系统的性能指标

1. 阶跃响应指标

2. 偏差积分性能指标

二、被控参数的选择

1. 直接参数法

2. 间接参数法

三、控制参数的选择

1. 过程静态特性的分析

2. 过程动态特性的分析

3. 选择被控参数的一般原则

## 第三节 检测、变送器的选择

一、尽可能选择测量误差小的测量元件

二、可能选择快速响应的测量元件和变送设备，应保持测量值的无滞后

三、正确采用微分超前补偿，串入微分环节消除测量滞后的影响

四、合理选择测量点并正确安装，减小滞后，安装方便

五、对测量信号作必要的处理

## 第四节 执行器（调节阀）的选择与工程设计选型

一、合理选择调节阀口径

二、选择合适的流量特性

三、选择合适的调节阀气开、气关形式

### 第五节 控制器（调节器）的选择与工程设计选型

一、选择调节器控制规律

二、确定调节器正反作用

### 第六节 过程计算机控制系统的设计

一、过程计算机控制系统的组成与特点

1. 一般概念

2. 过程控制计算机的系统组成

3. 特点

二、数字控制器的设计

1. 数字 PID 控制算法

2. 采样周期的选取

### 第七节 过程控制系统的投运和控制器参数整定

一、控制系统的投运

二、控制器参数整定

1. 动态特性参数法

2. 临界比例度法

3. 衰减曲线法

4. 试凑法

### 第八节 单回路控制系统的工程设计实例

一、喷雾式干燥设备控制系统设计

二、贮槽液位控制系统设计

## 第二章 常用高性能过程控制系统

**本章支撑课程教学目标 1。**

**教学目的与要求：**

1. 掌握串级控制系统的结构和工作过程，串级控制系统的特点与分析，串级控制系统的设计方法，串级控制系统调节器参数的整定，串级控制系统的工业应用。

2. 掌握前馈控制系统的基本概念，前馈控制系统的结构，前馈控制系统的选用与稳定性，前馈控制系统的工程整定。

3. 掌握大滞后过程所采用的特殊控制方案与常规控制方案的比较，大滞后过程的预估 smith 补偿控制，大滞后过程的采样控制。

**教学重点与难点：**



**重点：** 串级控制系统的结构、特点；串级控制系统的设计和分析；前馈控制的结构、特点及其数学模型；前馈控制系统设计和分析；Smith 预估补偿控制方法。

**难点：** 串级控制系统的设计和分析；前馈控制系统设计和分析。

## 第一节 串级控制系统

### 一、串级控制系统的结构与工作过程

1. 串级控制的定义
2. 串级控制系统的结构
3. 串级控制系统的工作过程

### 二、串级控制系统的特点与分析

### 三、串级控制系统的设计

1. 主、副回路的设计
2. 主、副调节器控制规律的选择
3. 主、副调节器正反作用方式的确定

### 四、串级控制系统的工业应用

1. 用于克服被控过程较大的容量滞后（举例）
2. 用于克服被控过程的纯滞后（举例）
3. 用于抑制变化剧烈且幅度大的扰动（举例）
4. 用于克服被控过程的非线性（举例）

## 第二节 前馈控制系统

### 一、前馈控制的原理

1. 原理
2. 反馈控制和前馈控制的特点
3. 前馈控制局限性

### 二、前馈控制系统机构

1. 静态前馈
2. 动态前馈
3. 前馈-反馈复合控制
4. 前馈-串级复合控制

### 三、前馈控制的应用场合

## 第三节 大时延控制系统

### 一、大滞后过程与常规控制方案

1. 典型的工艺过程实例
2. 微分先行控制方案
3. 中间微分反馈控制方案

4. 常规控制方案比较
- 二、大滞后过程的预估补偿控制
- 三、大滞后过程的采样控制
- 四、大滞后控制系统工业应用举例
  1. 加热炉温度预估补偿控制
  2. 高压聚乙烯熔融值采样控制

#### 第四节 常用高性能过程控制系统举例

- 一、液位均匀控制
- 二、燃烧控制系统

### 第三章 实现特殊要求的过程控制系统

本章支撑课程教学目标 2。

**教学目的与要求：**

1. 掌握常用的比值控制方案，单闭环比值控制方案、双闭环比值控制方案，比值控制系统的设计与整定，比值控制系统的工业应用举例。
2. 掌握分程控制系统的原理、设计原则与设计注意问题。
3. 选择性控制系统的原理与设计原则，包括选择器的选型，控制器的控制规律确定，控制器的参数整定。

**教学重点与难点：**

**重点：**单闭环和双闭环比值控制系统的分析和设计；分程控制与选择控制原理。

**难点：**双闭环比值控制系统的设计；分程控制系统分析。

#### 第一节 比值控制

- 一、比值控制系统基本概念
- 二、常用比值控制方案
  1. 单闭环比值控制
  2. 双闭环比值控制
  3. 比值控制系统的设定与整定

#### 第二节 分程控制

- 一、分程控制原理
- 二、分程控制设计注意事项

#### 第三节 选择控制

- 一、选择性控制的原理与设计原则
  1. 选择器的类型
  2. 选择器选型
  3. 调节器控制规律的确定

#### 4. 调节器参数整定

#### 二、选择性控制系统中积分饱和及其防止方法

### 第四节 实现特殊要求的过程控制系统举例

#### 一、分程控制工业应用

1. 用于扩大调节阀的可调范围（举例）
2. 用于节能控制（举例）
3. 用于保证生产过程的安全、稳定（举例）

#### 二、选择性控制工业应用

## 第四章 复杂过程控制系统

### 本章支撑课程教学目标 2。

#### 教学目的与要求：

1. 掌握多变量耦合系统的基本概念，相对增益的定义、求法及其性质，复杂过程控制通道的选择，耦合过程调节器的参数整定，解耦设计的方法，解耦控制中的一些问题。

2. 了解模糊控制系统：模糊数学的基本知识，模糊控制器的工作原理，模糊控制器设计，模糊控制器改进。

3. 了解预测控制的基本原理，预测控制的实现。

#### 教学重点与难点：

**重点：**相对增益的概念；模糊控制器的工作原理。

**难点：**相对增益的概念；模糊控制器的工作原理。

### 第一节 多变量解耦控制

#### 一、概述

#### 二、相对增益及其性质

1. 相对增益的定义
2. 相对增益矩阵的求法
3. 相对增益矩阵的性质

#### 三、控制通道的选择

#### 四、解耦设计

1. 串联解耦
2. 前馈解耦

### 第二节 模糊控制

#### 一、模糊数学的基本知识

1. 两种描述和两种集合
2. 模糊集合的表示和运算
3. 模糊关系

## 二、模糊控制器工作原理

1. 模糊化
2. 模糊推理
3. 解模糊

## 三、模糊控制器的设计

### 第五章 典型过程控制系统工程实例

#### 本章支撑课程教学目标 3。

#### 教学目的与要求：

1. 以电厂锅炉的过程控制、精馏塔的过程控制等典型过程控制系统为例掌握此类系统的分析与设计方法，并建立起工程设计的基本概念，掌握工程设计步骤与设计内容。

#### 教学重点与难点：

**重点：**典型过程控制系统的分析与设计方法；典型过程控制系统工程设计步骤。

**难点：**典型过程控制系统的分析与设计方法。

#### 第一节 典型过程控制系统工程实例

##### 一、蒸汽厂的控制系统

##### 二、连续反应器的转化率的控制

#### 四、实验（实践）环节及要求

另附实验大纲。

#### 五、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配								合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他	
1	第1章 第1节 第2节 第3节	过程控制系统工程设计概述 控制方案设计 检测、变送器的选择	2								2
2	第4节 第5节 第6节	执行器（调节阀）的选择与工程设计选型 控制器（调节器）的选择与工程设计选型 过程计算机控制系统的设计	2								2

3	第 7 节 第 8 节	过程控制系统的投运和控制器参数整定 单回路控制系统的工程设计实例	2								2
4	第 2 章 第 1 节	常用高性能过程控制系统 串级控制系统	3	2							5
5	第 2 节	前馈控制系统	2	2							4
6	第 3 节	大时延控制系统	2								2
7	第 4 节	常用高性能过程控制系统举例	3	2							5
8	第 3 章 第 1 节	实现特殊要求的过程控制系统 比值控制	2								2
9	第 2 节	分程控制	2								2
10	第 3 节	选择控制	2								2
11	第 4 节	实现特殊要求的过程控制系统举例	4								4
12	第 4 章 第 1 节	复杂过程控制系统 多变量解耦控制	4								4
13	第 2 节	模糊控制	4								4
14	第 5 章	典型过程控制系统工程实例	4								4
合计			38	6							44

## 六、课程教学基本要求

1. 课堂授课：讲授式和启发研讨式的混合教学方法，利用多媒体、演示课件和板书等手段。
- 2 实验：另附大纲。
3. 作业：通过教材章后习题和部分参考资料中的习题使学生掌握所学内容的重点和难点。

## 七、建议教材及主要参考资料

### 1.建议教材

[1] 邵裕森, 戴先中. 过程控制工程 (第 2 版) [M], 北京: 机械工业出版社, 2007.

### 2.主要参考资料

- [1] 金以慧主编, 过程控制[M], 北京: 清华大学出版社, 2005.
- [2] F. G. Shinskey 著, 肖德云, 吕伯明 译. 过程控制系统[M], 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [3] 王树青, 戴连奎, 于玲. 过程控制工程 (第二版) [M], 北京: 化学工业出版社, 2008.

[4] 黄德先, 王京春, 金以慧. 过程控制系统[M], 北京: 清华大学出版社, 2011.

## 八、课程成绩考核

课程成绩考核包括平时考核和期末考核。平时考核包括：出勤、课堂回答问题、课外作业、实验、报告撰写、小测验等。期末考核采取闭卷笔试形式。平时考核成绩占总成绩的 30%，期末考核成绩占总成绩的 70%。考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如下表所示。

表 2 课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	教学内容	考核分值	总分值
闭卷考试 70%	1.4 2.2	目标 1	第一章 简单过程控制系统工程设计(硬件部分和软件部分) 第二章 常用高性能过程控制系统	40 分	100 分
		目标 2	第三章 实现特殊要求的过程控制系统 第四章 复杂过程控制系统	30 分	
	3.1	目标 3	第五章 典型过程控制系统工程实例	30 分	
实验 10%	3.1	目标 3	针对实验对象设计串级控制系统 编写程序实现串级控制	30 分	100 分
			整定串级控制器参数	30 分	
			前馈控制系统设计 前馈控制系统控制器整定	40 分	
平时 20%	1.4 2.2	目标 1-3	出勤、作业、课堂讨论	100 分	100 分

撰稿人：孙慧影，曹鹏飞

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松

# 《电机与电力拖动（B）》课程教学大纲

课程代码	0921003203	课程名称（中文）	电机与电力拖动（B）		
课程名称（英文）	Electrical Machine and Electric Drive (B)				
总学时	44	授课学时	38	实验（上机）学时	6
实践学时	0		学分		2.5
先修课程	高等数学、大学物理、电路	适用专业	自动化		
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间		2018 年 1 月

## 一、课程的性质和任务

### 1. 课程性质

《电机与电力拖动（B）》课程是自动化专业机器人方向的专业必修课。

### 2. 课程任务及教学目标

《电机与电力拖动（B）》是自动化专业机器人方向的专业方向课之一，课程教学以知识传授为主。通过本课程的学习，学生掌握电机学和电力拖动的基本概念、基本原理和基本方法，具备分析、计算电机学和电力拖动基本问题的能力，掌握电机学与电力拖动的基本实验方法与技能，能够灵活应用本课程知识为其专业工作服务。

通过本课程的教学和实验训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**掌握各类常用电机的工作原理和基本结构，包括：磁路、直流电机、变压器、交流电机、控制电机等基础知识。

**课程教学目标 2：**掌握直流电机及变压器稳态运行时的基本理论、运行性能及其分析、计算方法。

**课程教学目标 3：**掌握电动机机械特性及各种运行状态（起动、反接制动、能耗制动、回馈制动）的基本理论和分析、计算方法。

**课程教学目标 4：**掌握电机与电力拖动系统的基本实验方法与技能。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
1.工程知识	1.2 具备对工程对象建模与求解的自动化专业基础知识。	1

2.问题分析	2.1 能够利用数学、自然科学和工程科学的基本原理对自动化领域相关的复杂工程问题进行识别和表达。	2, 3
4.研究	4.3 能够正确采集、处理实验数据，对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。	4

## 二、课程与其他课程的联系与分工

本课程的先修课程为高等数学、大学物理和电路，电机学和电力拖动有关原理、模型、计算方法需要高等数学、大学物理和电路知识为基础。同时，本课程的教学内容及教学环节安排，为后续运动控制方向开设的运动控制系统（1）和（2）提供电机学和电力拖动方面的基本原理和方法。

## 三、课程教学内容

### 第一章 磁路

本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求：**

1. 掌握磁场的常用物理量，磁路的概念，以及磁路的基本定律。
2. 理解铁磁物质的磁化现象、磁滞现象，掌握起始磁化曲线和磁滞回线的概念，了解铁磁材料的分类。
3. 掌握铁心损耗产生的原理、分类以及减小方法。
4. 掌握直流磁路的计算方法。
5. 了解交流磁路的特点。

**教学重点与难点：**

**重点：**磁场的几个常用物理量的定义；磁路的基本定律；磁滞回线的概念；铁心损耗产生原理及减小方法；直流磁路的计算。

**难点：**磁感应强度与磁场强度的区别与联系；磁路的基尔霍夫定律；直流磁路的计算。

#### 第一节 磁路基本定律

1. 磁场的几个常用物理量：磁感应强度、磁通、磁场强度的定义、单位、符号
2. 磁路的概念：主磁通、漏磁通定义
3. 磁路基本定律：安培环路定律、磁路欧姆定律、磁路基尔霍夫定律

#### 第二节 常用的铁磁材料及其特性

1. 铁磁物质的磁化：磁化的过程
2. 磁化曲线和磁滞回线：起始磁化曲线、磁滞回线和基本磁化曲线的定义和特点
3. 铁磁材料：软磁材料和硬磁材料的特点



4. 铁心损耗：铁心损耗的产生原理、特点、减小方法

### 第三节 直流磁路的计算

1. 简单串联磁路：气隙有效面积的计算、磁化曲线的查阅方法、串联磁路的计算方法
2. 简单并联磁路：磁路基尔霍夫定律的应用、并联磁路的计算方法

### 第四节 交流磁路的特点

交流磁路与直流磁路电磁关系的区别，交变磁通的影响。

## 第二章 直流电机

本章支撑课程教学目标 1 和 2。

**教学目的与要求：**

1. 掌握直流电机的工作原理和结构，了解直流电机的铭牌数据。
2. 了解直流电机绕组的基本形式及连接规律。
3. 理解直流电机的磁场，掌握直流电机的励磁方式。
4. 熟练掌握、运用感应电动势和电磁转矩的公式进行计算。
5. 掌握直流电机的基本方程式，不同励磁方式下的工作特性。

**教学重点与难点：**

**重点：**直流电机的工作原理；直流电机的磁场与励磁方式；感应电动势和电磁转矩的计算；直流电机的基本方程式。

**难点：**直流电机的绕组；直流电机负载时的磁场与电枢反应；感应电动势和电磁转矩计算公式的推导过程。

### 第一节 直流电机的工作原理及结构

1. 直流电机的工作原理：直流电动机工作原理、直流发电机工作原理。
2. 直流电机的结构：静止部分、转动部分。

### 第二节 直流电机的铭牌数据

1. 铭牌上常见物理量：直流电机的额定值。

### 第三节 直流电机的绕组

1. 简单绕组：电枢的定义、绕组的基本概念。
2. 绕组的基本形式：单叠绕组的连接规律、展开图、电路图。

### 第四节 直流电机的励磁方式及磁场

1. 直流电机的励磁方式：四种励磁方式的概念、电路图、特点。
2. 直流电机的空载磁场：空载的概念、磁场分布。
3. 直流电机负载时的磁场及电枢反应：电枢磁动势求取方法、电枢反应。

### 第五节 感应电动势和电磁转矩的计算

1. 感应电动势的计算：推导过程、计算公式。
2. 电磁转矩的计算：推导过程、计算公式、机械功率与电功率的关系。

## 第六节 直流电机的运行原理

1. 直流电机的基本方程式：电动势平衡方程式、转矩平衡方程式。
2. 直流电动机的工作特性：并励直流电动机工作特性、串励直流电动机工作特性、复励直流电动机工作特性。
3. 发电机工作特性：空载运行工作特性、负载运行工作特性。

## 第三章 变压器

本章支撑课程教学目标 1、2 和 4。

**教学目的与要求：**

1. 掌握变压器的工作原理和结构，了解变压器的额定值。
2. 理解变压器空载运行和负载运行时的物理情况。
3. 掌握变压器的基本方程式、等效电路和相量图，掌握变压器参数测定的试验原理和方法。

**教学重点与难点：**

**重点：**变压器的工作原理；变压器空载运行和负载运行时的物理情况；变压器的基本方程式、等效电路和相量图；变压器参数测定的试验原理和方法；

**难点：**变压器负载运行时的物理情况；绕组归算；相量图的绘制；运用等效电路对变压器进行分析和计算。

### 第一节 变压器的工作原理、分类及结构

1. 变压器的工作原理：正方向的规定、相量的定义。
2. 变压器的分类。
3. 变压器的结构：铁心、绕组、其他结构部件、额定值。

### 第二节 单相变压器的空载运行

1. 空载运行时的物理情况：感应电动势与主磁通、空载电流、漏磁通与漏电抗。
2. 空载时的电动势平衡方程式、相量图、等效电路。

### 第三节 单相变压器的基本方程式

1. 负载运行时的物理情况：磁动势平衡关系。
2. 负载运行时的基本方程式：磁动势平衡方程式、电动势平衡方程式。

### 第四节 变压器的等效电路及相量图

1. 绕组归算：绕组归算的原因、原则、方法。
2. 等效电路、近似等效电路。
3. 相量图：绘制方法。

### 第五节 等效电路的参数测定

1. 空载试验：试验方法、接线图、如何测定参数。

2. 负载试验：试验方法、接线图、如何测定参数。

## 第六章 同步电机

本章支撑课程教学目标 1 和 2。

**教学目的与要求：**

1. 理解同步电动机的工作原理，了解同步电动机的基本结构。
2. 掌握同步电动机的相量图、功角特性和 V 形曲线。
3. 了解同步电动机的起动步骤。

**教学重点与难点：**

**重点：**同步电动机的工作原理；同步电动机与直流电动机、异步电动机的区别；同步电动机的相量图；直轴与交轴的概念；功角特性和 V 形曲线。

**难点：**异步电动机同步化；同步电动机与直流电动机、异步电动机的区别；双反应理论；功角特性和 V 形曲线。

### 第一节 三相同步电动机

1. 三相同步电动机的工作原理：三相异步电动机的同步运行、同步电机的工作原理。
2. 同步电动机的基本结构：定子、转子。
3. 电动势平衡方程式及相量图：同步电机的相矢图、双反应理论
4. 运行特性：功角特性、V 形曲线、转速特性、起动步骤。

## 第七章 控制电机

本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求：**

1. 理解交流伺服电动机的工作原理和基本结构，了解其控制方法。
2. 了解直流伺服电动机的控制方式及特性。

**教学重点与难点：**

**重点：**交流伺服电动机的工作原理、自转现象、基本结构、控制方法。

**难点：**自转现象及其消除方法。

### 第一节 伺服电动机

1. 交流伺服电动机：工作原理、基本结构、控制方法、机械特性和调节特性。
2. 直流伺服电动机：电枢控制时的特性、磁场控制时的特性。

## 第九章 直流电动机的电力拖动

本章支撑课程教学目标 3 和 4。

### **教学目的与要求：**

1. 掌握直流电动机的固有机机械特性和人为机械特性，理解电力拖动系统的稳定性及判断方法。
2. 掌握直流电动机串电阻起动的分析与计算方法，了解起动的过渡过程。
3. 掌握他励直流电动机电气制动（反接制动、能耗制动、回馈制动）四象限运行的基本理论和分析、计算方法。
4. 掌握他励直流电动机的几种调速方法（降低端电压调速、弱磁调速）。

### **教学重点与难点：**

**重点：**直流电动机的固有机机械特性和人为机械特性的方程式、特性曲线；电力拖动稳定运行条件；直流电动机串电阻起动的分析与计算方法；反接制动、能耗制动、回馈制动的分析与计算方法；调速指标；直流电动机采用不同调速方法的分析与计算问题。

**难点：**机械特性方程的基本概念；电力拖动稳定运行的概念；直流电动机串电阻起动的起动过程分析；直流电动机起动的过渡过程；反接制动、能耗制动、回馈制动的分析与计算方法；弱磁调速的分析与计算。

### **第一节 他励直流电动机的机械特性**

1. 机械特性方程式：基本变量、推导过程、曲线。
2. 固有机机械特性与人为机械特性：固有机机械特性，电枢串电阻、改变电压、减弱磁通的人为机械特性。
3. 机械特性的绘制：固有机机械特性和人为机械特性的绘制。
4. 电力拖动稳定运行的条件：稳定的概念、判断稳定的方法。

### **第二节 他励直流电动机的起动**

1. 他励直流电动机的起动方法：起动电流的限制，串电阻两级起动的电路、过程和特性分析。
2. 他励直流电动机起动电阻的计算：图解解析法、解析法。
3. 他励直流电动机起动的过程过程：起动的机械过渡过程、电枢电感对起动过程的影响。

### **第三节 他励直流电动机的制动**

1. 能耗制动：能耗制动的电路图、机械特性曲线、制动过程分析与计算。
2. 反接制动：转速反向和电枢反接的反接制动电路图、机械特性曲线、制动过程分析与计算。
3. 回馈制动：回馈制的概念，回馈制动的机械特性曲线、制动过程分析与计算。

### **第四节 他励直流电动机的调速**

1. 调速指标：技术指标、经济指标。

2. 降低电枢端电压调速：基于机械特性的电枢串联电阻和降低电源电压调速过程分析与计算。
3. 弱磁调速：基于机械特性的弱磁调速过程分析与计算。
4. 调速时的功率与转矩：调压调速和弱磁调速的功率与转矩。

## 五、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配							合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他
1	第一章	磁路	2							
2	第二章	直流电机	10	2						
3	第三章	变压器	8	2						
4	第六章	同步电机	4							
5	第七章	控制电机	4							
6	第九章	直流电动机的电力拖动	10	2						
合计			38	6						44

## 六、课程教学基本要求

1. 课堂授课：以讲授法为主，配合使用启发式、研讨式教学方法；教学手段以多媒体教学为主，主要公式推导配合板书。并建议利用主要参考资料进行课外学习拓展。
2. 实验：实验教学依托电气与自动化工程学院山东省电气与自动化实验教学示范中心，每 4-5 人划分实验小组，在指导教师的指导下，协作完成实验任务。
3. 作业：通过作业使学生掌握交、直流电机及变压器稳态运行时的基本理论、分析、计算方法；掌握电动机机械特性及各种运行状态的基本理论和分析、计算方法。

## 七、建议教材及主要参考资料

### 1. 建议教材

[1] 张晓江, 顾绳谷. 电机及拖动基础 (第 5 版, 上册、下册). 北京: 机械工业出版社. 2016.

### 2. 主要参考资料

[1] 辜承林, 陈乔夫, 熊永前. 电机学 (第 3 版). 武汉: 华中科技大学出版社, 2010.

## 八、课程成绩考核

课程成绩考核包括平时考核、实验考核和期末考核。平时考核包括：出勤、作业、课堂讨论等。期末考核采取闭卷笔试形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，实验考核占总成绩的 10%，期末考核成绩占总成绩的 70%。考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 2 所示。

表 2 课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	教学内容	考核分值	总分值
闭卷考试 70%	1.2	目标 1	第一章磁路、第二章直流电机、第三章变压器、第六章同步电机、第七章控制电机	40 分	100 分
	2.1	目标 2	第二章直流电机、第三章变压器	30 分	
		目标 3	第九章直流电动机的电力拖动	30 分	
实 验 10%	4.3	目标 4	实验 1 单相变压器	30 分	100 分
			实验 2 并励直流电动机	30 分	
			实验 3 他励直流电动机在制动运转状态下的机械特性	40 分	
平 时 20%	1.2 2.1 4.3	目标 1~4	出勤、作业、课堂讨论	100 分	100 分

撰稿人：张桂林

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松

# 《机器人学》课程教学大纲

课程代码	0922006503	课程名称（中文）	机器人学		
课程名称（英文）	Robotics				
总学时	54	授课学时	46	实验（上机）学时	8
实践学时	0		学分		3
先修课程	高等数学，线性代数，自动控制原理，传感器与检测技术，C 语言			适用专业	自动化
制订单位	电气与自动化工程学院			制订时间	2018 年 1 月

## 一、课程的性质和任务

### 1.课程性质

《机器人学》课程是自动化专业机器人方向的专业必修课。

### 2.课程任务及教学目标

机器人学是一门综合性，学科交叉性很强的课程，是对计算机科学与工程、控制论与控制工程学、电子工程学、人工智能、数学等课程的一次应用实践。通过对本课程的学习，将提高学生自身的理论基础和动手实践的能力，使学生掌握一般机器人作业的方法，能够进行作业任务及运动规划。本课程作为专业方向课之一，能起到使学生扩大眼界、丰富知识、了解前沿技术的作用，为学生未来的就业和进一步的学习打下坚实的基础。

通过本课程的教学与实验，将达到以下目标：

**课程教学目标 1：**掌握机器人运动学模型的分类、特性以及准则，熟悉典型机器人运动学模型的建立，包括 D-H 模型，并能够根据模型参数分析机器人的特点。

**课程教学目标 2：**掌握微分变换的基本概念和原理，雅克比矩阵的两种求解方法，微分运动法和速度递推法。

**课程教学目标 3：**熟悉机器人动力学模型及参数含义，掌握牛顿欧拉法建立动力学模型，机器人基本的位置控制原理和 2 自由度机器人控制器的设计和实现。

**课程教学目标 4：**掌握机器人轨迹规划的原理和两种方法的实现，掌握机器人建模、控制器设计、轨迹规划及相机标定的仿真实验，进一步了解机器人技术的实际应用。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
1. 工程知识	1.4 能够将自动化专业知识用于运动控制、过程控制、机器人等复杂工程问题解决方案的比较和综合。	1
3. 设计/开发解决方案	3.1 掌握自动化领域工程设计和产品开发的基本方法和技术，并能够根据工艺和技术需求，分析影响设计目标和技术方案的各种因素。	2, 3
4. 研究	4.2 能够根据自动化领域复杂工程问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，构建实验系统，采用科学的实验方法安全地开展实验。	4

## 二、课程与其他课程的联系与分工

在控制科学与工程学科中，一些基础课和专业课与本课程有着密切的关联，前期课程《线性代数》和《高等数学》是机器人学运动学部分的基础，在这些数学课的基础上，让学生理解机器人运动模型建立过程和表达形式，奠定了机器人学的理论基础；《自动控制原理》课程为机器人学的动力学和机器人控制部分提供了专业知识，便于学生对机器人的控制模型的理解和掌握；《传感器与检测技术》课程在机器人智能技术的开发和应用中起到了显著的效果。另外，在后期的《机器视觉》和《人工智能技术基础》课程的学习中，本课程的基本知识对这些课程的理解和掌握又起到了重要的促进作用。

## 三、课程教学内容

### 第一章 机器人概论

#### 本章支撑课程教学目标 1.

##### 教学目的与要求：

1. 了解机器人的定义、分类及特点。
2. 掌握机器人的结构与核心部件，以及存在的问题和研究水平。
3. 了解机器人所要研究的内容以及其中的相互关系。
4. 了解工业机器人的发展历程，知道我国工业机器人存在的问题。
5. 了解工业机器人国内外的现有水平以及著名的供应厂商。
6. 掌握工业机器人所面临的和需要解决的问题。

##### 教学重点与难点：

**重点：**机器人的定义；机器人的分类；每类机器人的研究内容和目的及发展水平；工业机器人的国内外研究现状；工业机器人存在的重要性和必要性；工业机器人的市场需求状况及面临的问题。

**难点：**分析和解决工业机器人的发展方向。



## 第一节 机器人的定义和发展历史

1. 机器人概念的提出，人们对机器人的理解，机器人的几种定义及机器人的特点，机器人所扮演的角色。
2. 机器人出现、发展及在不同时期所处的地位。
3. 机器人的分类，从空间、空中、地面到水下，从军事、航空、医疗、工业、娱乐，从特种机器人到工业机器人。
4. 机器人设计的专业知识、研究方向及包含的内容。
5. 机器人的组成及各部分的性能要素。

## 第二节 工业机器人发展现状

1. 工业机器人发展历史，从美国、日本、欧洲国家的发展到中国工业机器人的发展，分析比较工业机器人的现有水平。
2. 工业机器人在市场中的作用，分析工业机器人发展的重要性和必要性。
3. 我国工业机器人发展中，核心技术的掌握、核心部件的开发以及理论知识的掌握情况。
4. 针对市场发展情况，我国工业机器人需采取的措施和战略举措。
5. 分析工业机器人未来发展趋势和 market 发展方向。

## 第二章 机器人基础知识

### 本章支撑课程教学目标 1.

#### 教学目的与要求：

1. 掌握空间刚体的定义、位置、姿态的数学描述，位置矢量和姿态的表示方法、含义及特点。
2. 掌握坐标系的表示方法、坐标变换的定义以及平移变换和旋转变换的基本概念，熟悉绕单轴旋转和绕多轴旋转的含义和表示方法。
3. 熟练掌握动坐标系和定坐标的规则及应用范围，熟悉一般坐标变换的表示方法及齐次坐标变换的概念及存在的意义。
4. 掌握机器人姿态的其他表示方法，包括 RPY 表示法，欧拉角表示法，Rodrigues 表示法及其逆运算。

#### 教学重点与难点：

**重点：**空间刚体坐标变换的具体表示形式，动坐标系和定坐标系对坐标变换的影响，以及机器人位姿的多种表示方法。

**难点：**建立任意空间刚体之间的坐标变换关系。

### 第一节 刚体变换

1. 刚体的定义，刚体的数学描述，位置和姿态的表示形式和具体含义，旋转矩阵的数学性质和特点。

2. 刚体的坐标变换表达形式及求解方法，包括平移变换、旋转变换以及一般变换，绕单轴旋转的表达形式，绕多轴旋转的表示方法，动坐标系和定坐标系的含义。

## 第二节 机器人位姿表示

1. 齐次变换的概念及表达形式，点的齐次坐标，面的齐次坐标，齐次坐标在坐标变换中的表示和应用，包括平移齐次变换、旋转齐次变换、相对齐次变换、绝对齐次变换。

2. 机器人姿态的表示方法的基本概念和特点，包括 RPY 表示法、欧拉角表示法、Rodrigues 表示法、对应角度的求解方法。

## 第三章 机器人运动学

**本章支撑课程教学目标 1,2.**

**教学目的与要求：**

1. 了解机器人的性能要素，刚体自由度、机器人自由度、负荷能力、运动范围、精度、重复精度、控制模式的概念。

2. 掌握机器人运动学所研究的内容，正向运动学在机器人学课程中的作用及与其他研究内容之间的关系。

3. 了解运动学模型的建立及现有的模型优缺点。

4. 熟练掌握 D-H 模型的建立，包括机器人关节坐标系的建立、参数的确定及运动学模型的建立。

5. 了解其他模型的建立方法和特点，区别模型的优缺点。

**教学重点与难点：**

**重点：**关节坐标系的建立；机器人关节参数的计算；D-H 参数表的表示；机器人运动学模型的建立。

**难点：**D-H 模型的建立过程和旋量理论的理解。

### 第一节 机器人正向运动学

1. 正向运动学的定义，机器人模型的分类及性质，四个关节参数的含义，机器人正向运动学模型的建立。

2. D-H 参数表的建立方法，机器人关节中间连杆的建立过程，机器人关节参数与坐标系之间的对应关系，相邻坐标系之间的坐标变换过程及变换矩阵的形成。

3. 多种典型机械手运动模型的建立和分析，包括斯坦福机械手、PUMA 机器人。

4. 典型机器人模型的建立实例和分析。

### 第二节 机器人逆向运动学

1. 逆向运动学的定义及意义，逆解存在性、工作空间和唯一性，逆解求解方法的分类及特点。

2. 典型的逆解方法介绍, 包括 Pieper 等人提出的方法、Paul 等人提出的方法、BP 神经网络方法。

3. 两种方法的典型事例介绍和分析。

### 第三节 雅可比矩阵

1. 研究问题的提出, 雅可比矩阵研究的内容, 雅可比矩阵的作用、特点和表示形式。

2. 速度与微分运动之间的关系, 微分运动的定义, 微分运动研究的内容, 包括微分平移、微分旋转和微分变换。

3. 任意坐标系相对参考坐标系的微分运动, 微分运动的性质微分变换与微分运动矢量的关系, 微分运动、微分算子、微分运动矢量的数学表示方法。

4. 任意两个坐标系之间的微分运动, 等价微分变换, 等价微分平移, 等价微分旋转, 不同坐标系下的微分变换之间的关系, 微分运动与广义速度之间的关系。

5. 雅可比矩阵的定义, 雅可比矩阵的构造方法, 包括矢量积法和微分变换法, 分析比较两种方法的优缺点。

6. 典型机器人的雅可比矩阵的构造方法, 以 PUMA560 为例, 机器人雅可比逆矩阵的求取方法及特点。

## 第四章 机器人动力学

### 本章支撑课程教学目标 2.

#### 教学目的与要求:

1. 掌握机器人动力学的定义及其研究的意义, 包括正向动力学和逆向动力学对机器人设计所起的作用。

2. 了解动力学研究的多种方法及每种方法的优缺点。

3. 掌握动力学模型的表达形式及参数的含义。

4. 掌握动力学模型的建立过程及 2 自由度机械手的动力学参数的计算方法。

5. 掌握牛顿-欧拉动力学模型的建立过程, 了解拉格朗日模型的建立思路。

#### 教学重点与难点:

**重点:** 动力学模型的研究意义; 动力学模型的建立方法: 牛顿-欧拉和拉格朗日分析方法; 2 自由度机械手的动力学参数的计算方法; 递推法求雅可比矩阵。

**难点:** 利用牛顿-欧拉法建立机器人动力学模型、静力学分析方法、递推法求雅可比矩阵。

### 第一节 机器人动力学基础

1. 机器人动力学的定义、研究内容和建立方法, 包括正向动力学和逆向动力学, 动力学模型的数学表示形式及参数的具体含义。

2. 机器人动态特性和静态特性的具体分析。

3. 动力学的基础知识：刚体的线速度和线加速度，旋转矩阵的导数，刚体的角速度和角加速度，旋转关节的连杆运动传递，移动关节的连杆运动传递，质心的速度和加速度。

4. 利用速度递推法获得雅可比矩阵并分析比较与之前的两种方法的关系。

## 第二节 机器人动力学模型建立

1. 牛顿-欧拉递推法的学习，包括几个基本的概念：惯性张量，平行移轴定理，动力学逆问题递推算法，多种动力学方程表达。

2. 拉格朗日方程法，机器人动能和势能的分析，Lagrange 函数的计算，动力学方程建立及参数的物理意义，拉格朗日模型的一般表达形式。

## 第三节 机器人动力学方程的简化及实例

机器人动力学模型的简化，牛顿-欧拉的简单模型，拉格朗日的简单模型，正逆动力学方程举例分析。

# 第五章 机器人控制

## 本章支撑课程教学目标 3.

### 教学目的与要求：

1. 了解机器人控制的目的、分类、特点、控制变量、控制层次。
2. 掌握机器人位置控制的原理及控制方法，包括简单的位置调节和跟踪轨迹的位置控制。
3. 复杂系统的控制方法，包括基于模型的控制方法和基于伺服的控制方法。
4. 非线性和时变系统的控制方法，存在的问题和解决方法。
5. 多输入、多输出系统的控制方法，包括基于位置的控制方法和基于力的控制方法。

### 教学重点与难点：

**重点：**机器人控制系统的结构和工作原理；机器人位置控制和力控制在实际中的应用，包括多种实用性考虑和一些简化方法。

**难点：**机器人位置控制和力控制的应用。

## 第一节 机器人位置控制

1. 机器人控制基本概念，控制的目的和对象，控制器分类及特点，机器人控制的变量含义及分层。

2. 单自由度位置控制，简单的位置调节，跟踪轨迹的位置控制，基于模糊的控制算法设计，基于伺服的控制算法设计。

3. 非线性和时变系统的控制存在的问题和解决方法，多输入/多输出系统的控制法则，位置控制的简单方法。

4. 机器人位置控制的目的、原理、系统框图分析以及实现过程，从多种实用性角度出发设计控制系统，分析控制器的简单方法，包括单关节 PID 控制和关节控制系统。

## 第二节 机器人力控制

1. 机器人力控制的必要性，力控制的主要研究内容，主要研究方法，包括显式控制方法和混合控制方法。

2. 机器人力控制分析，单独控制和混合控制。

3. 柔顺控制算法的特点，控制模型的变化，控制律的确定，复杂系统的简化方法，包括基于二阶逆系统的去耦复合系统、基于 ANN 的二阶逆系统以及复合控制器的设计。

# 第六章 机器人轨迹规划

本章支撑课程教学目标 4.

**教学目的与要求：**

1. 了解轨迹规划的定义、研究内容、研究目的。
2. 掌握轨迹规划中的基本概念，包括路径的描述方法、路径的生成以及两种轨迹规划方法的定义。
3. 熟悉关节空间规划的原理和实现方法，包括三次多项式轨迹规划、过路径点的三次多项式插值、高阶多项式方法、与抛物线拟合的线性方法。
4. 掌握笛卡尔空间规划方法的特点，实现思路，存在的问题。

**教学重点与难点：**

**重点：**机器人轨迹规划的主要内容和研究方法，包括关节空间规划方法和笛卡尔空间规划方法，分析两种方法的不同与实用范围。

**难点：**关节空间规划方法中的高阶插值方法的实现。

## 第一节 机器人关节空间轨迹规划

1. 轨迹规划的主要内容，轨迹规划的定义，轨迹规划的研究目的，需要解决的问题，包括如何在计算机中描述路径，如何通过人机交互设定一条路径等。

2. 关节空间规划的定义和思路，几种具体的实现方法：三次多项式轨迹规划、过路径点的三次多项式插值、高阶多项式插值、与抛物线拟合的线性函数。

## 第二节 机器人笛卡尔空间规划

1. 笛卡尔空间规划特点和适用情况，具体的实现思路和实现过程

2. 轨迹规划的举例分析，各种方法存在的问题，相应的解决方案。

# 第七章 机器人视觉

本章支撑课程教学目标 4.

**教学目的与要求：**

1. 了解机器人视觉、计算机视觉、机器视觉的定义及它们之间的区别。
2. 了解机器人视觉所研究的内容，包括机器人标定、相机标定、手眼标定或头眼标定，图像处理，立体视觉模型等。
3. 了解图像表示，点、线、面的检测，图像分类、特征检测、特征的提取、匹配的概念。

**教学重点与难点：**

**重点：**机器人视觉的定义、所研究的内容，包括机器人标定、相机标定、手眼标定、图像处理、特征提取、特征匹配等。

**难点：**机器人视觉各部分的理解与相互关系。

### 第一节 机器人视觉系统介绍

1. 机器人视觉的基础知识，包括机器人视觉的定义、研究方法的分类和研究内容。
2. 关键技术介绍，相机成像原理，相机标定的一般方法，立体视觉模型及获得方法，机器人标定过程和手眼标定常用方法。

### 第二节 视觉相关知识

1. 特征提取，从局部特征识别整体，特征的分类，从点、线到面，特征检测方法，包括点的检测、边缘的检测、区域检测。
2. 特征提取的具体方法介绍，介绍 Harris 角点检测的特性，具有尺度不变性、旋转不变性、光照不变性，以及 sift 特征点、surf 角点的特性。
3. 特征分类：Prewitt 算子、Sobel 算子、Roberts 算子、Canny 算子。
4. 特征匹配的概念，特征匹配方法的介绍。

## 第八章 机器人相关知识及应用

### 本章支撑课程教学目标 4.

**教学目的与要求：**

1. 了解机器人在实际应用中的具体设计和开发过程。
2. 了解机器人所需要的关键部件，如何选取，需要哪些关键参数。
3. 了解轮式机器人的结构和运动特点以及目前的应用情况。

**教学重点与难点：**

**重点：**实际设计中各部件的设计与选择；参数的设定与控制器的设计。

**难点：**如何选择关键部件的参数。

### 第一节 相关知识介绍

1. 驱动器、电机、减速器的特点和选择。
2. 距离传感器、位姿传感器、超声波传感器、红外传感器等的作用和应用
3. 轮式机器人的特点和设计，目前的应用情况，典型的驱动方式和控制方式；

#### 四、实验（实践）环节及要求

##### 1. 机器人运动学建模仿真实验

说明：本次实验主要利用 matlab 软件中自带的 Robot toolbox 进行机器人模型的建立，希望同学们能够根据所学知识，充分了解和掌握机器人模型的建立过程以及各关节参数的定义和给定方法。

##### 2. 机器人控制器仿真实验

说明：该实验主要利用 matlab 软件中的 simulink 建立基本的机器人控制模型，主要以 PD 控制为主，让学生了解机器人手臂控制的具体实现过程。

##### 3. 机器人轨迹规划仿真实验

说明：本实验主要是在前面两个实验的基础上，借助 matlab 工具实现典型的几种轨迹规划方法，使学生能够深刻理解机器人运动的实现过程。

##### 4. 相机标定实验

说明：本实验主要借助 matlab 工具箱完成单目或双目相机的标定任务，使学生了解相机在机器人技术中是如何应用和完成任务的。

#### 五、学时分配表

教 学 内 容	授课 时数	实验 时数	实践 学时	上机 时数	自学 时数	习题 课	讨论 时数
第一章 机器人概论	4						
第二章 机器人基础知识	6						
第三章 机器人运动学	8	2					
第四章 机器人动力学	8						
第五章 机器人控制	6	2					
第六章 机器人轨迹规划	6	2					
第七章 机器人视觉	4	2					
第八章 机器人相关知识及应用	2						
考试	2						
合 计	46	8					
总 计	54						

#### 六、课程教学基本要求

1. 课堂授课：以讲授法为主，配合使用启发式、研讨式教学方法；教学手段以多媒体教学为主，主要公式推导配合板书。并建议利用主要参考资料进行课外学习拓展。

2. 实验：课内实验主要在电脑上利用 matlab 仿真软件进行实验，每 4-5 人划分实验小组，在指导教师的指导下，协作完成实验任务。

3. 作业：通过作业使学生掌握机器人运动学模型的建立，D-H 参数表的获取，雅可比矩阵的构造，逆运动学的求解和特性，动力学和机器人控制的基本内容及机器人轨迹规划的实现过程。

## 七、建议教材及主要参考资料

### 1. 建议教材

[1] (美)约翰 J.克拉格. 机器人学导论（英文版第三版）[M]. 北京：机械工业出版社, 2005。

### 2. 主要参考资料

[1] (美) Joseph L Jones 著，原魁，邹伟等译. 机器人编程技术[M]. 北京：机械工业出版社, 2006。

[2] 蔡自兴，机器人学，第二版，清华大学出版社，2013。

[3] 孟庆鑫，王晓东. 机器人技术基础[M]. 哈尔滨：哈尔滨工业大学出版社, 2006。

## 八、课程成绩考核

课程成绩考核包括平时考核、实验考核和期末考核。平时考核包括：出勤、作业、课堂讨论等。期末考核采取闭卷笔试形式。平时考核成绩占总成绩的 10%，实验考核占总成绩的 20%，期末考核成绩占总成绩的 70%。考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 2 所示。

表 2 课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	教学内容	考核分值	总分值
闭卷考试 70%	1.4	目标 1	第一章机器人概论、第二章机器人基础知识、第三章机器人运动学	35 分	100 分
	3.1	目标 2	第三章机器人运动学（微分运动和雅克比矩阵）	25 分	
		目标 3	第四章机器人动力学、第五章机器人控制	20 分	
	4.2	目标 4	第六章机器人轨迹规划、第七章机器人视觉、第八章机器人相关知识及应用	20 分	
实 验 20%	4.2	目标 4	实验 1 机器人运动学建模软件仿真	30 分	100 分
			实验 2 机器人控制器仿真	25 分	
			实验 3 机器人轨迹规划	25 分	



			实验 4 相机标定实验	20 分	
平 时 10%	1.4 3.1 4.2	目 标 1~4	出勤、作业、课堂讨论	100 分	100 分

撰稿人：王海霞

审核人：王传江

批准人：黄鹤松

# 《伺服与驱动》课程教学大纲

课程代码	0921004802	课程名称（中文）	伺服与驱动		
课程名称（英文）	Servo and Drive				
总学时	36	授课学时	30	实验（上机）学时	6
实践学时			学分		2
先修课程	传感器与检测技术、单片机原理及应用、自动控制原理、电力电子技术、电机与电力拖动	适用专业	自动化专业（机器人方向）、 机器人工程专业		
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间		2018 年 1 月

## 一、课程的性质和任务

### 1. 课程性质

《伺服与驱动》课程是控制科学与工程学科的自动化专业（机器人方向）的专业核心课。

### 2. 课程任务及教学目标

伺服驱动技术是数控机床、工业机器人及其它产业机械控制的关键技术之一。本课程是面向自动化专业机器人方向或者机器人工程专业学生的一门专业方向课程，同时也是融合了电力电子技术、伺服电机、控制理论、液压与气动技术等交叉学科。该课程理论与实际相结合，通过学习本课程，使学生更加清晰地认识到伺服系统在机器人及传统工业和国防科技等领域中应用的重要性，为学生今后从事伺服系统的开发、调试、维护工作打下一定的基础。

通过本课程的教学和实验训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**掌握伺服系统的基本结构、组成部分、设计方法及工作原理，包括：伺服系统的结构构成、特性、分类、技术指标及常用检测元件。并对机器人伺服系统的工程问题能够进行设计方案的综合比较。

**课程教学目标 2：**掌握伺服系统静态设计基本方法、伺服系统性能指标和品质提高方法、伺服系统测试理论与方法等基础知识、基本原理。能够对伺服系统方案的设计原理、方法进行分析并得出评价结论。

**课程教学目标 3：**掌握电液伺服、气动伺服、步进伺服、交直流伺服系统运行的基本理论、设计过程、实验方法与技能、运行性能分析、计算方法。同时具有一定程度的创新设计意识。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

**表 1 课程教学目标与毕业要求的关系**

毕业要求	指标点	课程目标
1.工程知识	1.4 能够将自动化专业知识用于运动控制、过程控制、机器人等复杂工程问题解决方案的比较和综合。	1
2.问题分析	2.2 能够运用基本原理，借助文献研究，评估自动化领域复杂工程问题的多种解决方案，分析过程的影响因素，并获得有效结论。	2
3.设计/开发解决方案	3.2 针对自动化领域复杂工程问题，能够设计/开发满足特定需求的自动化单元装置或系统，并体现创新意识。	3

## 二、课程与其他课程的联系与分工

本课程的先修课程为高等数学、大学物理、电路、模拟电子技术、数字电子技术、传感器与检测技术、单片机原理及应用、自动控制原理、电力电子技术、电机与电力拖动，伺服系统的结构原理分析、参数计算和模型建立等内容需要高等数学、大学物理、电路的课程知识为基础，伺服系统的检测元件、驱动控制和运行分析需要模拟电子技术、数字电子技术、传感器与检测技术、单片机原理及应用、自动控制原理、电力电子技术、电机与电力拖动的知识为基础。

同时，本课程的教学内容及教学环节安排，为后续机器人方向开设的机器人系统综合课程设计提供伺服与驱动方面的基本原理和知识方法。

## 三、课程教学内容

### 第 1 章 伺服系统概述

本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求：**

要求了解伺服系统的发展历史、基本概念、组成部分、重要的特点以及伺服系统的分类和主要技术指标等。

**教学重点与难点：**

**重点：**伺服系统的基本概念、特性、分类、工作原理、组成和主要的技术指标。

**难点：**伺服系统的工作原理、组成。

1.1 伺服系统的发展简况、现状

1.1.1 伺服系统的发展简况

1.1.2 伺服系统的发展现状

1.2 伺服系统的基本概念

1.2.1 名词概念

1.2.2 伺服系统的定义

- 1.2.3 伺服系统的基本特性
- 1.2.4 伺服系统的控制方式
- 1.3 伺服系统的分类、特点、工作原理及组成
  - 1.3.1 伺服系统的分类
  - 1.3.2 伺服系统的特点
  - 1.3.3 伺服系统的工作原理
  - 1.3.4 伺服系统的组成
- 1.4 伺服系统的主要技术指标
  - 1.4.1 位置伺服系统的主要技术指标
  - 1.4.2 速度伺服系统的主要技术要求
- 1.5 液压、气动和电气伺服系统的对比
- 1.6 伺服系统的应用

## 第2章 伺服系统典型检测元件

本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求：**

要求掌握伺服系统中常用的各种检测元器件及其性能。

**教学重点与难点：**

**重点：** 位移监测元件、速度检测元件、力传感器及转矩测量元件。

**难点：** 旋转变压器、感应同步机、光栅、直流交流测速发电机、力传感器、转矩测量元件。

- 2.1 位移检测元件
  - 2.1.1 电阻式电位器
  - 2.1.2 旋转变压器
  - 2.1.3 感应同步器
  - 2.1.4 自整角机
  - 2.1.5 编码器
  - 2.1.6 光栅
  - 2.1.7 磁尺
- 2.2 速度检测元件
  - 2.2.1 直流测速发电机
  - 2.2.2 交流测速发电机
  - 2.2.3 霍尔转速传感器
  - 2.2.4 基于脉冲信号的数字测速方法
- 2.3 力传感器及转矩测量元件

- 2.3.1 力传感器
- 2.3.2 转矩测量元件

### 第3章 伺服系统静态设计的基本方法

本章支撑课程教学目标 2。

**教学目的与要求：**

要求掌握伺服系统的负载特性、等效负载的计算、负载特性分析和负载匹配、执行元件的选择计算以及信号检测、转换与放大等装置的选择设计。

**教学重点与难点：**

**重点：** 伺服系统的设计要求、控制方案的确定、负载特性、执行元件的选择。

**难点：** 负载特性、等效负载的计算、执行元件的选择及信号检测转换放大装置。

- 3.1 设计概述
  - 3.1.1 全面理解设计要求
  - 3.1.2 拟订控制方案、绘制系统原理图
- 3.2 负载特性
  - 3.2.1 几种典型负载
- 3.3 等效负载的计算
  - 3.3.1 系统等效转动惯量  $J_{dx}$  的计算
  - 3.3.2 等效负载转矩的计算
  - 3.3.3 等效刚度的计算
- 3.4 负载特性分析
- 3.5 负载匹配
  - 3.5.1 液压伺服系统的负载匹配方法
- 3.6 执行元件的选择
  - 3.6.1 液压缸、液压马达的选择
  - 3.6.2 伺服电动机的选择计算
- 3.7 信号检测、转换及放大和电源等装置的选择与设计

### 第4章 伺服系统的性能指标与品质提高的方法

本章支撑课程教学目标 2。

**教学目的与要求：** 要求掌握伺服系统的性能指标、校正技术和扰动补偿技术。

**教学重点与难点：**

**重点：** 伺服系统的性能指标、线性校正技术中的串联校正和并联校正，以及前馈补偿在扰动补偿中的应用。

**难点：** 串联、并联校正技术和前馈补偿技术的应用。

- 4.1 伺服系统的性能指标

- 4.1.1 伺服系统的稳定性
- 4.1.2 伺服系统的稳态误差
- 4.1.3 伺服系统动态特性
- 4.2 伺服系统的线性校正技术
  - 4.2.1 串联校正
  - 4.2.2 并联校正
  - 4.2.3 局部反馈校正
  - 4.2.4 复合校正
- 4.3 伺服系统的扰动补偿技术
  - 4.3.1 前馈补偿在扰动补偿中的应用
  - 4.3.2 模型跟踪在扰动补偿中的应用

## 第5章 伺服系统的测试理论和方法

**本章支撑课程教学目标 2。**

**教学目的与要求：**掌握伺服系统频率特性、静特性测量与处理方法、频率特性测试方法、频率特性计算方法及误差分析、脉冲响应求传递函数等。

**教学重点与难点：**

**重点：**静特性测量与处理方法、频率特性计算方法及误差分析、脉冲响应求传递函数。

**难点：**频率特性计算方法及误差分析、脉冲响应求传递函数。

- 5.1 伺服系统的性能指标
  - 5.1.1 频率特性
  - 5.1.2 动态特性之间关系
  - 5.1.3 静特性的定义
- 5.2 静特性测量与处理方法
- 5.3 频率特性测试方法概述
  - 5.3.1 正弦波扫频法
  - 5.3.2 多频信号法
  - 5.3.3 广谱测量法
- 5.4 频率特性计算方法及误差分析
  - 5.4.1 算法简介
  - 5.4.2 误差分析
- 5.5 脉冲响应求传递函数
  - 5.5.1 射流元件的工作原理及测试原理
  - 5.5.2 测试系统的辨识

## 5.6 一种测试系统的实现

### 5.6.1 信号发生器

### 5.6.2 采集处理

## 第6章 电液伺服系统设计

本章支撑课程教学目标 3。

**教学目的与要求：**了解电液伺服系统的分类、组成、工作原理及优缺点，掌握电液伺服阀的结构分类及性能特点和参数，重点掌握电液伺服系统的设计要求和方案确定。

**教学重点与难点：**

**重点：**电液伺服系统的构成和相关元器件的新能参数和设计选型。

**难点：**电液位置系统、伺服控制系统和力控制系统的设计与分析以及电液伺服系统的设计内容。

### 6.1 电液伺服系统简介

#### 6.1.1 电液伺服系统的分类

#### 6.1.2 电液伺服系统基本组成及工作原理

#### 6.1.3 电液伺服控制系统的优缺点

### 6.2 电液伺服阀

#### 6.2.1 电液伺服阀的一般构成和分类

#### 6.2.2 常用电液伺服阀的结构形式及其特点

#### 6.2.3 电液伺服阀的主要性能参数

#### 6.2.4 力反馈二级电液伺服阀

#### 6.2.5 电液伺服阀的选型与使用

#### 6.2.6 电液伺服阀故障分析

### 6.3 电液位置系统

#### 6.3.1 系统的组成及框图

#### 6.3.2 稳定性分析

#### 6.3.3 闭环频率特性

#### 6.3.4 系统的误差

#### 6.3.5 改变系统参数以增加阻尼

#### 6.3.6 系统校正

### 6.4 电液速度控制系统

#### 6.4.1 速度控制系统框图

#### 6.4.2 速度控制系统的控制方式

### 6.5 电液力（压力）控制系统

#### 6.5.1 力控制系统的特性

- 6.5.2 压力控制系统简介
- 6.6 电液伺服系统设计
  - 6.6.1 充分理解设计要求
  - 6.6.2 确定控制系统方案
  - 6.6.3 动力元件设计
  - 6.6.4 反馈传感器的选择
  - 6.6.5 确定系统框图
  - 6.6.6 绘制系统开环伯德图并确定开环增益
  - 6.6.7 系统静态品质分析及确定校正特性
- 6.7 液压油源
  - 6.7.1 液压油源的基本形式
  - 6.7.2 液压油源的品质要求
  - 6.7.3 液压油源的参数选择及负载匹配

## 第7章 气动伺服系统设计

**本章支撑课程教学目标 3。**

**教学目的与要求：**了解气动伺服阀的分类、射流管式伺服系统的性能分析，理解并掌握伺服系统的建模、阀系数的求解及关键参数的测试方法。

**教学重点与难点：**

**重点：**掌握气动伺服系统设计的数学模型、阀系数的求解。

**难点：**气动伺服系统数学模型的建模过程以及气动阀的系数求解及关键参数的测试方法。

- 7.1 气动伺服阀的分类
  - 7.1.1 气动滑阀
  - 7.1.2 喷嘴-挡板阀
  - 7.1.3 射流管阀
  - 7.1.4 开关阀
- 7.2 射流管式伺服系统的性能分析
  - 7.2.1 工作原理
  - 7.2.2 系统的数学模型
- 7.3 阀系数的求解
- 7.4 阀的耗气量、输出功率及效率
- 7.5 射流管阀系统的设计
- 7.6 系统中一些关键参数的测试方法
  - 7.6.1 力矩马达性能实验方法



- 7.6.2 射流管阀的压力特性测试
- 7.7 气缸摩擦力的实验
  - 7.7.1 测试方法
  - 7.7.2 测试结果
  - 7.7.3 实验分析
- 7.8 一种低压 PWM 气动伺服系统分析
  - 7.8.1 系统的非线性模型的建立
  - 7.8.2 系统非线性模型的线性化
  - 7.8.3 系统性能分析
  - 7.8.4 系统辨识

## 第 8 章 步进伺服系统

**本章支撑课程教学目标 3。**

**教学目的与要求：**要求熟练掌握步进电动机的结构原理及其不同应用方式的驱动控制方式，以及不同应用情况下的程序设计方法。

**教学重点与难点：**

**重点：**理解步进电动机的结构与工作原理、掌握步进电动机的开闭环控制。

**难点：**步进电动机的开闭环控制。

- 8.1 步进电动机的工作原理及驱动方法
- 8.2 步进电动机的开、闭环控制
- 8.3 步进电动机的最佳点一位控制
- 8.4 步进电动机控制的程序设计

## 第 9 章 直流伺服系统

**本章支撑课程教学目标 3。**

**教学目的与要求：**要求熟练掌握直流伺服电动机的结构原理，掌握单闭环、双闭环等各种调速控制系统的分析设计及实现方法。

**教学重点与难点：**

**重点：**理解直流伺服电机的结构原理、掌握直流调速系统的方法及指标以及各种调速系统的过程分析，掌握双闭环直流调速系统、脉宽调制调速系统和位置伺服系统的分析和设计。

**难点：**掌握各种调速系统的结构、双闭环直流调速系统、脉宽调制调速系统和位置伺服系统的分析和设计。

- 9.1 直流伺服电动机
  - 9.1.1 小惯量直流伺服电动机
  - 9.1.2 直流力矩电动机

- 9.1.3 无刷直流电动机
- 9.2 直流调速系统
  - 9.2.1 直流电动机调速的方法与稳态调速指标
  - 9.2.2 转速负反馈有静差调速系统
  - 9.2.3 电流截止负反馈调速系统
  - 9.2.4 转速负反馈无静差调速系统
  - 9.2.5 单闭环调速系统实例
- 9.3 双闭环直流调速系统
  - 9.3.1 双闭环调速系统的组成和静态特性
  - 9.3.2 转速、电流双闭环系统的动态性能
  - 9.3.3 双闭环系统的抗干扰性能
- 9.4 脉宽调制（PWM）调速系统
  - 9.4.1 脉宽调速系统（PWMS）的工作原理
  - 9.4.2 脉宽调速系统的控制回路
- 9.5 位置伺服系统的分析与设计
  - 9.5.1 自整角机位置伺服系统的组成和模型
  - 9.5.2 位置伺服系统的稳态分析
  - 9.5.3 位置控制系统的动态校正

## 第 10 章 永磁交流伺服系统

**本章支撑课程教学目标 3。**

**教学目的与要求：**要求熟练掌握三相永磁同步伺服电动机的结构原理、类型、数学模型及控制策略与控制方式，理解并掌握永磁同步电动机的 PWM 技术，以及全数字永磁同步电动机驱动控制器的设计等。

**教学重点与难点：**

**重点：**三相永磁同步伺服电动机的结构原理、类型、数学模型及控制策略与控制方式、永磁同步电动机的 PWM 技术

**难点：**永磁同步电动机的 PWM 技术、全数字永磁同步电动机驱动控制器的设计。

- 10.1 概述
- 10.2 永磁同步电动机的结构及类型
- 10.3 永磁同步电动机的数学模型
  - 10.3.1 坐标变换
  - 10.3.2 三相定子坐标系下永磁同步电动机数学模型
  - 10.3.3 两相定子坐标系下永磁同步电动机数学模型
  - 10.3.4 两相转子坐标系下永磁同步电动机数学模型

- 10.4 永磁同步电动机的控制方式
  - 10.4.1 变压变频控制
  - 10.4.2 矢量控制
  - 10.4.3 直接转矩控制
- 10.5 永磁同步电动机的 PWM 技术
  - 10.5.1 电流滞环跟踪 PWM 控制
  - 10.5.2 正弦波脉宽调制技术
  - 10.5.3 电压空间矢量脉冲调制技术
  - 10.5.4 混合调制技术
- 10.6 永磁交流伺服系统与直流无刷电动机伺服系统的比较
  - 10.6.1 功率密度和转矩惯量比
  - 10.6.2 调速范围
  - 10.6.3 转矩电流比
  - 10.6.4 转矩脉动
  - 10.6.5 位置反馈元件
  - 10.6.6 逆变器容量
  - 10.6.7 损耗及热容量
- 10.7 全数字永磁同步电动机驱动控制器的设计实例
  - 10.7.1 驱动控制器系统设计
  - 10.7.2 硬件电路设计
  - 10.7.3 软件及控制算法设计

#### 四、实验（实践）环节及要求

##### 1. 步进伺服系统实验

了解实验室安全规定、规章制度；步进伺服系统的系统结构框图设计、硬件平台搭建及控制软件设计与调试，分析实验结果和数据。

##### 2. 直流伺服系统实验

了解实验室安全规定、规章制度；直流伺服系统的系统结构框图设计、硬件平台搭建及控制软件设计与调试，分析实验结果和数据。

##### 3. 永磁交流伺服系统实验

了解实验室安全规定、规章制度；交流伺服系统的系统结构框图设计、硬件平台搭建及控制软件设计与调试，分析实验结果和数据。

#### 五、学时分配表

序	章节	内容	学时分配	合
---	----	----	------	---

号			课 堂 授 课	实 验 学 时	上 机 学 时	实 践 学 时	在 线 学 习	习 题 课	研 讨 课	其 他	计
1	第 1 章	伺服系统概述	2								
2	第 2 章	伺服系统典型检测元件	4								
3	第 3 章	伺服系统静态设计的基本方法	4								
4	第 4 章	伺服系统的性能指标与品质提高的方法	2								
5	第 5 章	伺服系统的测试理论和方法	2								
6	第 6 章	电液伺服系统设计	4								
7	第 7 章	气动伺服系统设计	2								
8	第 8 章	步进伺服系统	2	2							
9	第 9 章	直流伺服系统	4	2							
10	第 10 章	永磁交流伺服系统	4	2							
合计			30	6							

## 六、课程教学基本要求

1. 课堂授课：以研讨式课堂讲授法为主，配以使用启发式互动交流教学方法；教学手段以多媒体 PPT 教学为主，重要公式的推导过程适当配合板书。并建议利用主要参考资料进行拓展学习。

2. 实验：实验教学依托电气与自动化工程学院机器人实验教学平台，每 2-4 人划分实验小组，在实验指导教师的指导下，完成实验任务。

3. 作业：通过作业使学生掌握伺服与驱动系统的基本理论、分析、计算方法；

## 七、建议教材及主要参考资料

### 1. 建议教材

[1]姚晓先.《伺服系统设计》.北京：机械工业出版社，2013 年.

### 2. 主要参考资料

[1]钱 平.《伺服系统》[M].北京：机械工业出版社，2011 年.

[2]敖荣庆,袁坤.《伺服系统》.北京：航空工业出版社，2006 年.

[3]刘胜,彭侠夫,叶瑰昀.《现代伺服系统设计》.哈尔滨工程大学出版社，2001 年.

## 八、课程成绩考核

课程成绩考核包括平时考核、实验和期末考核。平时考核包括：出勤、作业、课堂讨论等。期末考核采取闭卷笔试形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，实验成绩占总成绩的 10%，期末考核成绩占总成绩的 70%。考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 2 所示。

表 2 课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	教学内容	考核分值	总分值
闭卷考试 70%	1.4	目标 1	第 1 章 伺服系统概述、第 2 章 典型检测元件	20 分	100 分
	2.2	目标 2	第 3 章 伺服系统静态设计的基本方法变压器、第 4 章 伺服系统的性能指标与品质提高的方法、第 5 章 伺服系统的测试理论和方法	30 分	
	3.2	目标 3	第 6 章 电液伺服系统设计、第 7 章 气动伺服系统设计、第 8 章 步进伺服系统、第 9 章 直流伺服系统、第 10 章 永磁交流伺服系统	50 分	
实 验 10%	3.2	目标 3	实验 1 步进伺服系统实验	30 分	100 分
			实验 2 直流伺服系统实验	30 分	
			实验 3 永磁交流伺服系统实验	40 分	
平 时 20%	1.4、 2.2、 3.2	目标 1~3	出勤、作业、课堂讨论	100 分	100 分

撰稿人：王传江

审核人：高 波

批准人：黄鹤松

# 《自动化专业导论》课程教学大纲

课程代码	0911000301	课程名称（中文）	自动化专业导论		
课程名称（英文）	Introduction to Automation				
总学时	16	授课学时	16	实验（上机）学时	0
实践学时	0		学分		1
先修课程		适用专业	自动化		
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间		2018 年 1 月

## 一、课程的性质和任务

### 1. 课程性质

《自动化专业导论》课程是自动化专业的专业拓展课。

### 2. 课程任务及教学目标

《自动化专业导论》课程是自动化专业的专业拓展课程之一，课程教学以知识传授为主。通过本课程的学习，学生了解自动化专业培养目标、毕业要求、课程体系及相互关系、基本原理与核心概念，自动化发展前景，明确本专业的学习任务，为后续课程学习和培养良好的学习方法打下基础，为顺利完成学习任务提供指导。

通过本课程的教学，达到如下目标：

**课程教学目标 1.**了解自动化、自动化科学与技术、工程实际中的自动化设备、系统的基本含义及基础知识，对现代自动化科学技术的发展前景、现代自动化系统相关的产业政策、法律法规有一个较全面的了解。

**课程教学目标 2.**理解自动化学科的知识体系及需要掌握的知识元和相互关系，自动化专业的课程体系及需要学习的主要课程和相互关系，包括科学技术、自动化科学技术、信息科学技术、自动化学科、自动化专业及课程体系，课程体系中体现自觉遵守职业道德和规范、具有法律意识的重要性。

**课程教学目标 3.**熟悉我校的自动化专业培养目标、毕业要求、课程体系，了解我校自动化专业的特色、定位及专业的师资队伍、专业实验室建设、大学生科技创新等情况及自动化发展对社会、健康、安全、法律以及文化的影响。

**课程教学目标 4.**通过课程学习，使学生在后续的实验、实践、工程实训中能够合理运用自动化相关的国家标准体系、行业标准解决复杂工程问题，具有独立分析问题和解决问题的能力，并关注自动化领域的前沿发展现状和趋势。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
6 工程与社会	6.2 了解与自动化相关的技术标准体系、知识产权、产业政策和法律法规，理解不同社会文化对工程活动的影响。	1、4
8 职业规范	8.2 理解工程职业道德和规范，以及工程师应承担的社会责任，并在自动化工程实践中自觉遵守和履行。	2、3
12 终身学习	12.1 理解社会与科技发展对知识和能力的影响和要求，认识到自主和终身学习的必要性。	1、4

## 二、课程与其他课程的联系与分工

本课程的教学内容及教学环节安排，为后续自动化专业学生明确本专业的学习任务，为后续课程教学和培养良好的学习方法打下必要基础。

## 三、课程教学内容

### 第一章 自动化学科、专业

本章支撑课程教学目标 1、2。

**教学目的与要求：**

1. 了解科学技术、自动化（科学技术）学科、自动化专业术语及相关的产业政策和法律法规。
2. 了解自动化与自动化学科、专业之间的关系。
3. 理解自动化专业的主要任务就是学习自动化科学技术。

**教学重点与难点：**

**重点：**科学技术与自动化科学技术、自动化专业的关系。

**难点：**自动化科学技术的定义、内容与核心概念。

#### 第一节 自动化科学技术的定位

1. 现代科学技术体系结构
2. 自动化科学技术的定位

#### 第二节 自动化科学技术的基本内容与核心概念

1. 自动化科学技术的基本内容
2. 自动化科学技术的核心概念及相关产业政策与法律法规

#### 第三节 自动化科学技术的特点

1. 自动化科学的特点
2. 自动化技术的特点

#### 第四节 自动化科学技术与信息科学技术的关系

1. 信息技术的组成

2. 自动化科学与信息科学的关系

### 第五节 自动化学科与专业的含义与区分

1. 自动化学科的含义
2. 自动化科学技术的核心内容
3. 自动化学科与自动化专业的区别

## 第二章 自动化专业的知识体系与课程体系

本章支撑课程教学目标 1、2、3。

**教学目的与要求：**

1. 了解自动化学科的完整知识体系。
2. 了解自动化专业的知识体系和课程体系
3. 掌握我校自动化专业的知识体系和课程体系
4. 自动化专业人才的知识、素质与能力要求
5. 了解四年内将要学习的课程及其课程之间的相互关系，为学生制定适合自己的学习目标与具体的学习计划提供指导。
6. 了解课程体系中体现自觉遵守职业道德和规范、具有法律意识的重要性。

**教学重点与难点：**

**重点：**自动化专业的知识体系和课程体系

**难点：**理解自动化专业的知识、素质、能力的协调发展

### 第一节 自动化学科的知识结构与知识体系

1. 自动化学科的三层知识结构图及含义。

### 第二节 自动化专业的知识与知识体系

1. 自动化专业三类知识体系。
2. 我校自动化专业的知识体系。
3. 我校自动化专业知识体系的特点。

### 第三节 自动化专业人才的知识、素质与能力要求

1. 自动化专业人才培养目标
2. 自动化专业完整知识结构
3. 自动化专业人才的素质、能力要求

### 第四节 自动化专业的课程结构与课程体系

1. 自动化专业的课程体系结构
2. 我校自动化专业的课程体系及课程之间关系
3. 了解课程体系中体现自觉遵守职业道德和规范、具有法律意识的重要性。

## 第三章 我校的控制学科及自动化专业



**本章支撑课程教学目标 3、4。**

**教学目的与要求：**

1. 了解我校控制学科的情况
2. 熟悉我校自动化专业的培养目标、毕业要求、课程体系，应具备的职业道德规范。
3. 了解我校自动化专业的特色、定位及专业的师资队伍、实验室建设、大学生科技创新情况。
4. 自动化发展对社会、健康、安全、法律以及文化的影响。

**教学重点与难点：**

**重点：**掌握我校自动化专业培养目标和要求、特色和定位。

**难点：**自动化发展对社会、健康、安全、法律以及文化的影响。

### **第一节 我校的控制学科**

1. 控制学科介绍

### **第二节 我校自动化专业培养目标及要求**

1. 培养方案介绍
2. 培养目标
3. 毕业要求

### **第三节 我校自动化专业特色及定位**

1. 我校自动化专业的特色
2. 我校自动化专业的定位

### **第四节 我校的自动化专业师资队伍**

1. 专业基础课师资情况
2. 专业课师资队伍情况
3. 组织师生见面会

### **第五节 我校的自动化实验平台介绍**

1. 自动化专业基础实验平台介绍
2. 自动化专业专业实验平台介绍
3. 自动化专业创新实验平台介绍
4. 参观各类实验平台及机器人中心和大学生科技创新中心

## **第四章 自动化专业的发展**

**本章支撑课程教学目标 2、3、4。**

**教学目的与要求：**

1. 了解何谓中国特色的自动化专业。
2. 了解自动化专业的特点。

3. 自动化专业与其他相关专业的联系与区别。
4. 了解自动化科学技术、自动化专业的发展趋势与发展前景。
5. 关注自动化领域的前沿发展现状和趋势。

**教学重点与难点：**

**重点：**我国自动化专业特色及我校自动化专业特点

**难点：**理解自动化专业的发展前景与趋势

### **第一节 中国特色的自动化专业**

1. 国外自动化高等工程教育概况。
2. 我国自动化专业特色。
3. 我国自动化专业与国际接轨展望。

### **第二节 我国自动化专业的特点**

1. 多学科交叉的特点-通才教育。
2. 突出方法论特点-利于培养创新人才。
3. 系统集成特点-利于培养将才、帅才。

### **第三节 自动化专业与其它相关专业的关系**

1. 与计算机专业的联系与区别
2. 与信息类专业的联系与区别
3. 与工程类专业的联系与区别
4. 我院自动化专业与我院电气工程及其自动化专业的联系与区别

### **第四节 自动化学科（专业）的发展前景与发展趋势**

1. 自动化科学技术的发展趋势。
2. 了解过程控制系统、运动控制系统、机器人控制工程的核心和特点。
3. 了解知识工作自动化。
4. 了解自动化高等工程教育的发展趋势。
5. 了解自动化科学技术的发展要求自动化专业的学生需要遵守的职业道德规范和具有的法律意识。
6. 了解自动化高等工程教育的发展需要学生能够合理运用相关控制科学与工程的法律法规和国家标准、行业标准，对复杂控制工程问题进行独立分析问题和解决问题。
7. 关注自动化领域的前沿发展现状和趋势。

## **第五章 自动化专业学生的工程与科研训练**

**本章支撑课程教学目标 4。**

**教学目的与要求：**

1. 了解自动化专业的学生应接受的工程与科研训练，应获得的工程与科研

能力；

2. 了解一名合格的自动化专业毕业的学生应该达到怎样的专业综合水准；
3. 期望能给学生一个比较清晰的专业学习的奋斗目标，为毕业后能继续成长为一名合格的自动化工程师或科学家打下坚实的基础。

**教学重点与难点：**

**重点：** 理解自动化专业学生的工程与科研训练的内容

**难点：** 作为自动化专业的新生如何理解四年学习具备的能力的自我评价

### 第一节 自动化专业的工科属性

1. 自动化专业的工科属性

### 第二节 层次化的工程与科研训练

1. 层次化的工程训练
2. 层次化的科研训练

### 第三节 工程训练与科研训练

1. 工业系统认识与一般机电工程训练
2. 电气信息与计算机软硬件训练
3. 控制系统设计与综合自动化训练
4. 国家标准和行业标准的解读
5. 大学生科技创新示例展示

## 四、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配							合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他
1	第一章	自动化学科、专业	2							2
2	第二章	自动化专业的知识体系与课程体系	2							2
3	第三章	我校的控制学科及自动化专业	2			2				4
4	第四章	自动化的发展	6							6
5	第五章	自动化专业学生的工程与科研训练	2							2
合计			14			2				16

## 五、课程教学基本要求

1. 课堂授课：以讲授法为主，配合使用启发式、研讨式教学方法；教学手段以多媒体教学为主，主要术语强调配合板书。并建议利用主要参考资料进行课外学习拓展。

2. 实践：实践教学依托电气与自动化工程学院、山东省电气与自动化实验教学示范中心、国家级电工电子教学示范中心、大学生创新中心、机器人中心，以班为小组，在指导教师的指导下，参观完成实践任务。

3. 学习思考：通过课后思考作业使学生了解自动化的相关的核心概念，理解自动化的专业课程体系及相互关系，掌握本校自动化专业人才的培养目标及要求并了解现代自动化的发展前景。

## 六、建议教材及主要参考资料

### 1. 建议教材

[1] 戴先中, 马旭东. 自动化学科概论. 北京: 高等教育出版社, 2016.

### 2. 主要参考资料

[1] 戴先中, 赵光宙. 自动化学科概论. 北京: 高等教育出版社, 2006.

[2] 韩璞. 自动化专业(学科)概论. 北京: 人民邮电出版社, 2012.

[3] 万百五等. 自动化专业概论. 武汉: 武汉理工大学出版社, 2010.

### 3. 网址

[1] 国家级视频公开课 <http://www.icourses.cn/dirQueryVCourse.action>.

## 七、课程成绩考核

课程成绩考核包括平时考核和期末考核。平时考核包括：出勤、课堂讨论、参观等。期末考核采取学习报告形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，期末考核成绩占总成绩的 80%。考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 2 所示。

表 2 课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	教学内容	考核分值	总分值
学习报告 80%	6.2	目标 1 目标 4	自动化学科、专业 自动化专业的知识体系与课程体系	40 分	100 分
	8.2	目标 2 目标 3	我校的控制学科及自动化专业 自动化的发展	20 分	
	12.1	目标 1 目标 4	自动化的发展 自动化专业学生的工程与科研训练	40 分	

平时 20%	6.2 8.2 12.1	目标 1~4	出勤、课堂讨论、参观	100 分	100 分
备注			提交成绩时，总分：90 分及以上为优；80 分及以上为良，70 分及以上为中，60 分及以上为及格，60 分以下为不及格		

撰稿人：程学珍

审核人：盖文东

批准人：黄鹤松

# 《工程制图》课程教学大纲

课程代码	0922000102	课程名称（中文）	工程制图		
课程名称（英文）	Engineering Drawing				
总学时	36	授课学时	36	实验（上机）学时	8
实践学时			学分		2
先修课程			适用专业	自动化	
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间		2018 年 1 月

## 一、课程的性质和任务

### 1.课程性质

《工程制图》课程是自动化专业的专业拓展课。

### 2.课程任务及教学目标

本课程在自动化专业人才培养过程中起着十分重要的作用,也是提升其空间思维能力、创新理念表达能力的先修基本技能课程。通过本课程的学习,使学生掌握点、线、面、基本立体的投影规律,掌握绘制、阅读工程图的一般方法和步骤,养成善于查阅利用相关国标、技术图表等参考资料的习惯,培养熟练使用计算机和仪器绘图及识图的能力,增强综合图形处理及创新思维的表达能力。

通过本课程的教学和实验训练,达到以下目标:

**课程教学目标 1:** 掌握点、线、面、基本立体的投影规律。

**课程教学目标 2:** 掌握使用计算机和仪器绘制、阅读工程图的一般方法和技能。

**课程教学目标 3:** 掌握零件常用的表达方法,包括视图、剖视、剖面、断面、局部放大等方法。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
1.工程知识	1.3 能够将相关专业知识和数学模型方法用于自动化领域工程问题的分析。	1
3. 设计/开发解决方案	3.4 能够用图纸或设计报告等形式表示设计成果。	2

5. 使用现代工具	5.1 了解自动化专业常用的现代仪器、信息技术工具、工程工具和模拟软件的使用原理和方法，并理解其局限性。	3
-----------	--	---

## 二、课程与其他课程的联系与分工

本课程的教学内容及教学环节安排，为后续开设的 ADAMS 虚拟样机、机械设计基础等课程储备绘制与阅读工程图形的技能。

## 三、课程教学内容

### 绪论

本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求：**

- 1.了解工程图的作用、分类、发展概况。
- 2.掌握工程图学课程的主要内容和要求及本课程的任务。

**教学重点与难点：**

**重点：**工程图学课程的主要内容和要求，本课程的任务。

**难点：**

- 一、工程图的发展历史与作用。
- 二、本课程的主要内容和要求。
- 三、本课程的任务。

### 第一章 制图的基本知识和基本技能

本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求：**

1. 掌握图纸、比例、常用几种图线的选用及尺寸标注的一般格式。
2. 掌握平面图形的绘制步骤，了解徒手绘草图的方法。

**教学重点与难点：**

**重点：**国标对图纸、比例、图线、尺寸标注的一般规定及选用。

**难点：**圆弧连接，平面图形的尺寸及线段分析与绘制。

#### 第一节 国家对制图标准的基本规定

##### 一、图纸幅面及格式

1. 图纸幅面尺寸
2. 图框格式
3. 标题栏

##### 二、比例

##### 三、字体

1. 汉字
2. 数字和字母
3. 字体应用示例

#### 四、图线

#### 五、尺寸标注

##### 1. 基本规则

##### 2. 尺寸组成

###### (1) 尺寸界线

###### (2) 尺寸线

###### (3) 尺寸线终端

###### (4) 尺寸数字

##### 3. 尺寸注法示例

### 第二节 绘图的基本方法

#### 一、绘图工具的使用

##### 1. 图板

##### 2. 丁字尺

##### 3. 三角板

##### 4. 铅笔

##### 5. 圆规

##### 6. 分规

#### 二、几何作图

##### 1. 等分线段的画法

##### 2. 斜度和锥度

###### (1) 斜度

###### (2) 锥度

##### 2. 作圆内接正多边形

##### 3. 圆弧连接

### 第三节 平面图形的绘制

#### 一、平面图形的尺寸分析

##### 1. 基准

##### 2. 定形尺寸

##### 3. 定位尺寸

#### 二、平面图形的线段分析

##### 1. 已知线段

##### 2. 中间线段

##### 3. 连接线段

#### 三、平面图形的画图步骤

### 第四节 绘图技能



## 一、尺规绘图的方法和步骤

1. 准备绘图
2. 图形分析
3. 画图形底稿
4. 铅笔描深

## 二、徒手绘草图的方法

1. 草图的概念
2. 草图的绘制方法
  - (1) 画直线
  - (2) 画圆
  - (3) 画圆角

## 第二章 AutoCAD 基础

### 本章支撑课程教学目标 2。

#### 教学目的与要求：

1. 掌握 AutoCAD 的基本知识与基本操作。
2. 掌握 AutoCAD 的绘图工具和图层操作。
3. 了解 AutoCAD 的尺寸标注命令。

#### 教学重点与难点：

**重点：** AutoCAD 的基本知识与基本操作，绘图工具和图层操作。

**难点：**

### 第一节 计算机绘图系统

#### 一、系统硬件

1. 计算机
2. 输入设备
3. 输出设备

#### 二、软件系统

### 第二节 AutoCAD 的基本知识

#### 一、AutoCAD 的坐标

#### 二、AutoCAD 的操作界面

#### 三、命令的输入方式

#### 四、数据输入

#### 五、文件操作

### 第三节 AutoCAD 的基本操作

#### 一、绘图命令

#### 二、编辑命令

### 三、显示控制命令

## 第四节 AutoCAD 的绘图工具和图层操作

### 一、辅助绘图工具

### 二、参数化绘图工具

### 三、图层操作

## 第五节 AutoCAD 的尺寸标注命令

### 一、尺寸标注样式的设定

### 二、尺寸标注命令

### 三、尺寸编辑命令

## 第六节 平面图形绘制示例

## 第三章 点、直线、平面的投影

本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求：**

- 1.掌握各种位置点、线、面的正投影画法。
- 2.掌握线线相交、线面相交问题的作图方法。
- 3.理解点、线、面间的相对位置关系。
- 4.了解线段实长的作图方法。

**教学重点与难点：**

**重点：**各种位置点、线、面的正投影画法，线线相交、线面相交问题的作图方法。

**难点：**点、线、面间的相对位置投影作图，线段实长的作图方法。

### 第一节 投影法

#### 一、投影法的基本知识

1. 中心投影法
2. 平行投影法
3. 正投影的基本性质

#### 二、投影法在工程上的应用

1. 多面正投影
2. 轴侧投影
3. 标高投影
4. 透视投影

### 第二节 多面正投影面和点的投影

#### 一、多面正投影

#### 二、点在三投影面体系中的投影

#### 三、投影面和投影轴上的点

1. 投影面上的点

2. 投影轴上的点

#### 四、两点的相对位置及重影点

1. 两点的相对位置

2. 重影点

### 第三节 直线的投影

#### 一、各种位置直线及投影特性

1. 一般位置直线

2. 投影面平行线

3. 投影面垂直线

#### 二、求一般位置直线段的实长及其与投影面的倾角-直角三角形法

#### 三、直线上点的投影特性

#### 四、两直线的相对位置及其投影特性

### 第四节 平面的投影

#### 一、平面的表示法

1. 用几何元素表示

2. 用迹线表示

#### 二、各种位置平面及投影特性

1. 一般位置平面

2. 投影面垂直面

3. 投影面平行面

#### 三、平面内的点和直线

1. 平面内的点

2. 平面内的直线

3. 特殊位置平面内的点和直线

4. 平面内投影面的平行线

### 第五节 几何要素之间的相对位置

#### 一、直线与平面及两平面平行

1. 直线与平面平行

2. 两平面平行

#### 二、直线与平面及两平面相交

1. 特殊位置平面或直线与一般位置直线或平面相交

2. 特殊位置平面与一般位置平面相交

3. 一般位置直线与一般位置平面相交

### 第四章 立体的投影

**本章支撑课程教学目标 1, 2。**

**教学目的与要求：**

1.掌握三视图的形成及投影规律、基本立体投影画法及表面找点、截交线的作图步骤。

2.了解基本立体相贯线的作图方法与步骤。

3.掌握三维实体建模方法。

**教学重点与难点：**

**重点：**三视图的形成及投影规律、基本立体表面找点、截交线作图步骤。

**难点：**截交线、相贯线的求作方法与步骤。

### **第一节 三视图的形成及投影规律**

一、三视图的形成

二、三视图的投影规律

### **第二节 基本立体的投影**

一、平面立体的投影

1. 棱柱

2. 棱锥

二、回转体的投影

1. 圆柱

2. 圆锥

3. 圆球

### **第三节 平面与立体表面相交**

一、平面与平面立体表面相交

二、平面与回转体表面相交

1. 平面与圆柱相交

2. 平面与圆锥相交

3. 平面与圆球相交

4. 平面与组合回转体相交

### **第四节 两回转体表面相交**

一、相贯线的性质

二、相贯线的作图方法

1. 表面取点法

2. 辅助平面法

三、相贯线的特殊情况

### **第五节 AutoCAD 三维实体建模**

一、用户坐标系

二、建模方式和命令

三、模型编辑命令

四、模型的查看

## 第五章 组合体的视图与形体构思

本章支撑课程教学目标 1，2。

**教学目的与要求：**

1.掌握使用形体分析法画组合体的三视图、组合体尺寸标注、读组合体视图的方法。

2.了解组合体的构形设计方法。

3. 掌握 AutoCAD 绘制三视图的方法。

**教学重点与难点：**

**重点：**组合体三视图的画法与尺寸标注，读懂组合体视图。

**难点：**组合体的三视图画法与读图。

### 第一节 组合体及形体分析法

一、组合体的组成方式

二、形体之间表面连接关系

1. 平齐

2. 相切

3. 相交

三、形体分析法

### 第二节 组合体三视图的画法

一、形体分析

二、选择主视图

三、画图步骤

四、画图举例

### 第三节 组合体的尺寸标注

一、基本体的尺寸标注

二、组合体的尺寸标注

1. 定形尺寸

2. 定位尺寸

3. 总体尺寸

三、常见板状结构的尺寸标注

四、截割体及相贯体的尺寸标注

五、组合体的尺寸布置

六、标注组合体尺寸的方法和步骤

## 第四节 读组合体

### 一、读图的基本要领

1. 将几个视图联系起来分析
2. 明确视图中图线和线框的含义
3. 抓特征视图进行分析
4. 善于构思物体的形状

### 二、读图的基本方法

1. 形体分析法
2. 线面分析法

### 三、读图举例

## 第五节 组合体的构形设计

### 一、组合体构形设计的基本原则

### 二、组合体构形设计的基本方法

1. 凹凸、平曲、正斜构思
2. 不同组合方式构思
3. 互补形体构形

### 三、构形设计应注意的问题

## 第六节 AutoCAD 绘制三视图

### 一、用二维方法绘制三视图

### 二、从三维模型投射成三视图

1. 建模
2. 将模型投射成三视图

## 第六章 机件常用的表达方法

本章支撑课程教学目标 1, 2, 3。

### 教学目的与要求：

1. 掌握向视图、局部视图、斜视图、剖视及局部剖视图、断面图的画法。
2. 了解局部放大图及国标规定画法、简化法，了解第三角画法。
3. 掌握 AutoCAD 绘制剖视图的方法。

### 教学重点与难点：

**重点：**向视图、局部视图、斜视图、剖视及局部剖视图、断面图的画法。

**难点：**剖视图画法，剖视图与断面图的区别。

## 第一节 视图

### 一、基本视图

### 二、向视图

### 三、局部视图

## 四、斜视图

### 第二节 剖视图

#### 一、剖视图的概念与画法

1. 剖视图的形成
2. 剖视图的画法
3. 剖视图的标注
4. 画剖视图应注意的问题

#### 二、剖视图的种类

1. 全剖视图
2. 半剖视图
3. 局部剖视图

#### 三、剖切面的种类及常用剖切方法

1. 用单一剖切平面剖切
2. 用几个互相平行的剖切平面剖切
3. 几个相交的剖切平面剖切

### 第三节 断面图

#### 一、断面图的概念

#### 二、断面图的种类及画法

1. 移出断面图
2. 重合断面图

### 第四节 其他表达方法

#### 一、局部放大图

#### 二、剖视图中的规定画法

#### 三、简化画法

### 第五节 表达方法综合应用举例

### 第六节 第三角画法简介

### 第七节 用 AutoCAD 绘制剖视图

## 五、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配							合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他
1		绪论	1							1
2	第一章	制图的基本知识与基本技能	4							4
3	第二章	AutoCAD 基础	2		2					4
4	第三章	点、直线、面的投影	6							6
5	第四章	立体的投影	6		2					8
6	第五章	组合体的视图与形体构思	5		2					7
7	第六章	机件常用的表达方法	4		2					6
合计			28		8					36

## 六、课程教学基本要求

- 1.课堂授课：利用多媒体以讲授为主，难理解内容用辅以动画演示，适当穿插启发与研讨。
- 2.上机：按要求到学校机房，用 AUTOCAD 练习绘制图形。
- 3.作业：通过指定习题达到掌握投影规律、绘图及读图方法、熟练国标规定的目的。

## 七、建议教材及主要参考资料

### 1.建议教材

- [1]何铭新等.机械制图.北京：高等教育出版社，2016.
- [2]钱可强等.机械制图习题集.北京：高等教育出版社，2016.

### 2.主要参考资料

- [1]戚美.机械制图.北京：机械工业出版社，2013.
- [2]戚美.机械制图习题集.北京：机械工业出版社，2013.

## 八、课程成绩考核

本课程成绩考核包括平时考核和期末考核。平时考核包括：出勤、作业、课堂表现、上机等。期末考核采取闭卷笔试形式。平时考核成绩占总成绩的 30%，期末考核成绩占总成绩的 70%。具体考核内容及所占比例，详见下表。



表 2 课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	教学内容	考核分值	总分值
闭卷考试 70%	1.3	目标 1	第一章、制图的基本知识与基本技能 第三章、点、直线、面的投影 第四章、立体的投影	40 分	100 分
	3.4	目标 2	第二章、AutoCAD 基础 第四章、立体的投影 第五章、组合体的视图与形体构思 第六章、机件常用的表达方法	30 分	
	5.1	目标 3	第二章、AutoCAD 基础 第四章、立体的投影 第五章、组合体的视图与形体构思 第六章、机件常用的表达方法	30 分	
上机 20%	5.1	目标 3	上机 1 练习 AutoCAD 操作并画平面图	25 分	100 分
			上机 2 用 AutoCAD 实体建模	25 分	
			上机 3 用 AutoCAD 画三视图	25 分	
			上机 4 用 AutoCAD 画剖视图	25 分	
平时 10%	1.3 3.4 5.1	目标 1~3	出勤、作业、课堂讨论	100 分	100 分

撰稿人：张志献

审核人：朱苏宁

批准人：黄鹤松

# 《计算机仿真技术》课程教学大纲

课程代码	0921000702	课程名称（中文）	计算机仿真技术		
课程名称（英文）	Computer Simulation Technology				
总学时	36	授课学时	24	实验（上机）学时	12
实践学时	0		学分		2
先修课程	线性代数，计算机程序设计基础（C 语言）	适用专业		自动化	
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间		2018 年 1 月

## 一、课程的性质和任务

### 1. 课程性质

《计算机仿真技术》课程是自动化专业的专业限定选修课。

### 2. 课程任务及教学目标

《计算机仿真技术》课程是自动化专业的专业限定选修课之一，课程教学以知识传授为主，上机实验为辅。通过本课程的学习，使学生了解、理解或掌握计算机仿真的基础知识，建立仿真的概念，熟悉 MATLAB 及其 Simulink 的基本操作环境和基本应用，掌握一个有力的计算机仿真工具，使得学生可以利用该门课程进行后续专业的仿真验证，加深专业课的理解，并为以后实际专业应用提供一个比较好的验证手段。

通过本课程的教学和实验训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**掌握计算机仿真技术的基本概念和仿真算法的特点

**课程教学目标 2：**熟悉并掌握 MATLAB 的基本工作环境、操作及编程仿真方法。

**课程教学目标 3：**熟悉并掌握 Simulink 的基本工作环境、操作及编程仿真方法。

**课程教学目标 4：**初步掌握自动化专业课程（含自动控制原理、电力电子、过程控制，运动控制等课程）的仿真方法及步骤。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
5. 使用现代工具	5.1 了解自动化专业常用的现代仪器、信息技术工具、工程工具 and 模拟软件的使用原理和方法，并理解其局限性。	1, 2, 3
	5.2 能够选择与使用恰当的仪器、信息资源、工程工具和专业模拟软件，对自动化领域复杂工程问题进行分析、计算与设计。	4

## 二、课程与其他课程的联系与分工

本课程的先修课程为线性代数，计算机程序设计基础（C 语言）等，同时，本课程的教学内容及教学环节安排，为后续的自动化专业的各个方向的专业课程提供专业学习和设计的基本仿真实验和实验手段。能够针对自动化复杂工程问题，开发或选用恰当的仿真工具，进行复杂工程或理论的问题研究、预测与模拟。

## 三、课程教学内容

### 第 1 章 计算机仿真的基础知识

#### 本章支撑课程教学目标 1

##### 教学目的与要求：

1. 掌握系统及系统仿真，计算机仿真的基本概念。
2. 掌握连续系统仿真的基本概念。
3. 了解几种常见的数字仿真算法。
4. 熟悉常见的计算机仿真软件。

##### 教学重点与难点：

**重点：**系统及系统仿真，计算机仿真的基本概念。

**难点：**计算机仿真的概念及常见数字仿真算法。

- 1.1 系统的概念
- 1.2 仿真系统的概念
- 1.3 连续系统仿真概论
- 1.4 数字仿真算法
- 1.5 仿真软件概述

### 第 2 章 MATLAB 语言概述

#### 本章支撑课程教学目标 2

##### 教学目的与要求：

本章要求学生了解 MATLAB 语言的历史、特点和构成。

- 2.1 发展沿革
- 2.2 软件优势及特点
- 2.3 MATLAB 的构成

## 2.4 MATLAB 的开发环境和文件管理

### 第 3 章 MATLAB 基本语法

#### 本章支撑课程教学目标 2

##### 教学目的与要求:

了解 MATLAB 基本语法, 掌握矩阵计算、逻辑判断及流程控制、基本绘图方法、M 文件及程序调试。

##### 教学重点与难点:

**重点:** M 文件的编程及调试。

**难点:** 全局变量和局部变量之间的关系。矩阵运算和元素群运算差别。

#### 3.1 变量及常用函数

#### 3.2 MATLAB 的矩阵计算

#### 3.3 逻辑判断及流程控制

#### 3.4 基本绘图方法

#### 3.5 M 文件及程序调试 MATLAB 的矩阵计算

#### 3.6 人机交流与基本输入输出逻辑判断及流程控制

### 第 4 章 MATLAB 的常用函数库

#### 本章支撑课程教学目标 2

##### 教学目的与要求:

本章要求学生了解 MATLAB 基本函数库, 掌握多项式矩阵、符号运算。

##### 教学重点与难点:

**重点:** 掌握多项式矩阵、符号运算。

**难点:** 符号运算。

#### 4.1 数据分析数据库

#### 4.2 矩阵的分解与变换

#### 4.3 多项式函数库

#### 4.4 函数功能和数值积分函数库

#### 4.5 字符串函数库

#### 4.6 MATLAB 的符号计算

### 第 5 章 Simulink 的应用

#### 本章支撑课程教学目标 3

##### 教学目的与要求:

本章要求学生了解 MATLAB 的 Simulink 功能, 掌握 Simulink 的基本仿真手段。

##### 教学重点与难点:

**重点:** Simulink 的基本操作, Simulink 的专业模块。

**难点：**S 函数的结构及设计。

5.1 Simlink 的认识

5.2 Simulink 的基本操作

5.3 Simulink 的专业模块

5.4 s 函数的结构及设计

## 第 6 章 MATLAB 在自动控制原理中的应用

**本章支撑课程教学目标 4**

**教学目的与要求：**

了解连续及离散信号，线性时不变系统的模型在 MATLAB 中的模拟、构成和概念。掌握控制系统模型的建立、连接、分析和校正的方法。

**教学重点与难点：**

**重点：**控制工具箱中的 LTI 对象及系统模型的连接，分析及校正。

**难点：**控制系统仿真分析。

6.1 控制工具箱中的 LTI 对象

6.2 系统模型的连接，分析及校正

6.3 基于 Simulink 的控制系统分析

## 第 7 章 MATLAB 在电力电子系统的简单应用

**本章支撑课程教学目标 4**

**教学目的与要求：**

初步了解 MATLAB 在电力电子系统的简单应用。

**教学重点与难点：**

**重点：**Simulink 的中电力电子模块，简单的整流电路的建立

**难点：**Simulink 的中电力电子模块，简单的整流电路的建立。

7.1 Simulink 的中电力电子模块

7.2 简单的整流电路的建立

## 第 8 章 MATLAB 在过程控制和运动控制中的应用

**本章支撑课程教学目标 4**

**教学目的与要求：**

初步了解 MATLAB 在过程控制和运动控制中的简单应用。

**教学重点与难点：**

**重点：**MATLAB 在过程控制中的简单应用，MATLAB 在运动控制中的简单应用；

**难点：**MATLAB 在过程控制中的简单应用，MATLAB 在运动控制中的简单应用。

8.1 MATLAB 在过程控制中的简单应用；

8.2 MATLAB 在运动控制中的简单应用；

#### 四、实验（实践）环节及要求

##### 1. MATLAB 入门与基本运算

熟悉 MATLAB 的运行环境，基本命令和基本语法，学会基本数值运算方法。

##### 2. MATLAB 的绘图功能

熟悉 MATLAB 绘图功能。

##### 3. 函数库及 M 文件

熟悉 M 文件编制方法，学会编写一般性程序。

##### 4. MATLAB 在 LTI 系统中的应用

熟悉 MATLAB 在 LTI 系统中的应用，并掌握一些基本方法。

##### 5. MATLAB 在自动控制原理中的应用

初步掌握 MATLAB 在自动控制中的应用并掌握一些基本方法。

##### 6. MATLAB 在专业课中的应用

初步了解 MATLAB 在电力电子系统、过程控制运动控制等课程中的简单应用。

#### 五、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配								合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他	
1	第一章	计算机仿真的基础知识	4	2							6
2	第二章	MATLAB 语言概述	2	2							4
3	第三章	MATLAB 基本语法	2								2
4	第四章	MATLAB 的常用函数库	4	2							6
5	第五章	Simulink 的应用	4								4
6	第六章	MATLAB 在自动控制原理中的应用	4	4							8
7	第七章	MATLAB 在电力电子系统的简单应用	2								2
8	第八章	MATLAB 在过程控制和运动控制中的应用	2	2							4
合计			24	12							36

#### 六、课程教学基本要求

1. 课堂授课：以讲授法为主，配合使用启发式、研讨式教学方法；教学手段以多媒体教学为主。并建议利用主要参考资料进行课外学习拓展。

2. 实验：实验教学依托山东科技大学计算机中心机房，一人一台计算机，在指导教师的指导下，完成实验任务。

3. 实验作业：通过提前安排相关实验作业，让学生进行上机实验，掌握 MATLAB 的基本操作及专业的应用基本方法。

## 七、建议教材及主要参考资料

### 1. 建议教材

[1] 隋涛, 刘秀芝. 计算机仿真技术-MATLAB 在电气、自动化专业中的应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2015.

### 2. 主要参考资料

[1] 杨莉等. MATLAB 语言与控制系统仿真[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2013

[2] 张晓华. 控制系统数字仿真与 CAD(第 3 版) [M]. 北京: 机械工业出版社, 2010

[3] 王忠礼等. MATLAB 应用技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2007

[4] 洪乃刚. 电力电子和电力拖动控制系统的 MATLAB 仿真[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006

网站:

[www.mathworks.com](http://www.mathworks.com)

## 八、课程成绩考核

该课程为选修（限选）考察课程，考核时以平时的表现为主，最后进行考试考察学生掌握知识的程度，平时成绩主要包括出勤、作业、课堂讨论等成绩。考核过程以满分 100 分计，最后成绩可以折算成五级制，折算关系为：优（100-90）、良（89-80）、中（79-70）、及格（69-60）、不及格（小于 60 分）。

期末考核采取笔试或上机操作等形式。平时考核成绩占总成绩的 10%，实验考核占总成绩的 30%，期末考核成绩占总成绩的 60%。考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 2 所示。

表 2 课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	教学内容	考核分值	总分值
考试 60%	5.1	目标 1	第一章 计算机仿真的基础知识	25 分	100 分
		目标 2	第二章 MATLAB 语言概述，第三章 MATLAB 基本语法，第四章 MATLAB 的常用函数库	35 分	
		目标 3	第五章 Simulink 的应用	20 分	
	5.2	目标 4	第六章 MATLAB 在自动控制原理中的，应用，第七章 MATLAB 在电力电子系统的简单	20 分	

			应用，第八章 MATLAB 在过程控制和运动控制中的应用		
实 验 30%	5.1 5.2	目标 4	实验 1 MATLAB 入门与基本运算	10 分	100 分
			实验 2 MATLAB 的绘图功能	10 分	
			实验 3 函数库及 M 文件	20 分	
			实验 4 MATLAB 在 LTI 系统中的应用	20 分	
			实验 5 MATLAB 在自动控制原理中的应用	20 分	
			实验 6 MATLAB 在专业课中的应用	20 分	
平 时 10%	5.1 5.2	目标 1~4	出勤、作业、课堂讨论	100 分	100 分

撰稿人：隋涛，黄霞

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松



# 《PLC 原理与电气控制技术》课程教学大纲

课程代码	0921002902	课程名称（中文）	PLC 原理与电气控制技术		
课程名称（英文）	PLC Principle & Electrical control Technology				
总学时	36	授课学时	24	实验（上机）学时	12
实践学时			学分		2
先修课程	电路、数字电子技术、电机与电力拖动、微机原理与接口技术、自动控制原理			适用专业	自动化
制订单位	电气与自动化工程学院			制订时间	2018 年 1 月

## 一、课程的性质和任务

### 1. 课程性质

本课程是自动化专业的专业拓展课（限选）。

### 2. 课程任务

本课程实践性较强，旨在培养学生分析、设计、编程、实验与调试操作能力，对自动化专业其它课程起到前后支撑作用，对学生应用能力形成起到关键作用。通过本课程的学习，学生应能够理解和掌握常用低压控制电器的原理及选用方法，典型控制线路的组成、动作原理、线路特点及设计方法等；掌握可编程控制器的硬件组成、工作原理、指令系统和逻辑控制、顺序控制的设计方法与技巧，掌握控制电路的设计、安装、调试、故障处理的方法，能够根据实验方案构建实验装置，采用科学的实验方法安全地开展实验。学习完 PLC 全部相关课程后，具有针对自动化工程中较为复杂的问题，应用 PLC 进行初步系统设计、开发的能力。

通过本课程的教学和实验训练，达到以下目标：

课程教学目标 1：掌握电气控制的基础知识及典型电气控制电路的分析与设计方法；掌握 PLC 控制系统的一般设计方法与步骤。能够针对自动化复杂工程问题，设计相应工艺需求的电气与 PLC 控制系统。

课程教学目标 2：掌握 PLC 的编程语言、数据结构、基本指令和典型控制环节的 PLC 程序设计。熟悉 PLC 编程软件的使用方法，能够利用软件实现程序设计、分析、调试与仿真。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
3. 设计/开发解决方案	3.2 针对自动化领域复杂工程问题，能够设计/开发满足特定需求的自动化单元装置或系统，并体现创新意识。	1
5. 使用现代工具	5.3 针对自动化领域复杂工程问题，能够开发或选用恰当的现代工具，模拟与预测专业问题，并能够分析其局限性。	2

## 二、课程与其他课程的联系与分工

本课程的先修课程主要有电路、数字电子技术、电机与电力拖动基础、微机原理与接口技术、自动控制原理等，本课程的电气控制部分紧密衔接电机与电力拖动基础课程，是对电动机的具体控制及应用；学习 PLC 硬件结构及工作原理部分要求学生对电路、数字电子技术、微机原理与接口技术有所掌握，指令系统及系统设计部分要求学生对 C 语言、微机原理与接口技术有所了解。与本课程相关的课程主要有运动控制系统、过程控制系统、现场总线技术、变频器原理与应用等。

## 三、课程教学内容

### 第一章 常用低压电器

#### 本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求：**本章主要介绍常用低压电器的原理、用途、选型以及电气控制系统基本线路的分析与设计，为可编程序控制器控制技术学习打下基础。要求学生理解常用低压电器的工作原理与选型方法，理解电气控制的基本元件。

#### 教学重点与难点：

**重点：**电磁式电器的工作原理、接触器的原理与工作过程、时间继电器的工作原理与使用方法，低压断路器的结构与原理；

**难点：**短路环的作用、断电延时型时间继电器特性。

#### 教学内容：

##### 一、低压电器的基本知识

##### 1. 低压电器的定义及分类

##### 2. 电磁式电器

##### 二、接触器

##### 三、继电器

##### 1. 电磁式继电器

##### 2. 时间继电器

##### 3. 热继电器

#### 4. 速度继电器

#### 四、主令电器

#### 五、熔断器

#### 六、开关电器

### 第二章 基本电气控制电路

#### 本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求：**本章主要介绍电气控制的基本原则，掌握三相交流异步电动机的起停、正反转、制动、多点控制、顺序控制等基本的控制线路，能够正确分析和阅读电气原理图、熟悉电气控制原理图的绘制原则，并能够根据要求自行设计一些简单的电气控制线路。

#### 教学重点与难点：

**重点：**三相交流异步电动机的单向自锁控制、正反转、多点控制、顺序控制、制动控制等基本的控制电路；

**难点：**三相交流异步电动机正反转控制、能耗制动控制。

#### 教学内容：

- 一、电气控制电路的绘图原则及标准
- 二、三相笼型异步电动机基本控制电路
  1. 电动机单向运行控制电路
  2. 电动机正反转控制电路
  3. 三相笼型异步电动机减压起动控制电路
  4. 三相异步电动机的制动控制电路
  5. 顺序起停控制电路
- 三、电气控制电路设计的一般方法

### 第三章 PLC 概述

#### 本章支撑课程教学目标 1。

**教学目的与要求：**了解 PLC 的概念、历史和 PLC 的用途以及应用领域，掌握 PLC 控制系统和继电器控制系统以及计算机控制系统之间的联系和区别。理解 PLC 的硬件结构和 PLC 的工作模式；重点掌握 PLC 的工作原理及工作过程。

#### 教学重点与难点：

**重点：** PLC 的硬件结构、PLC 的工作原理；

**难点：** PLC 循环扫描工作方式。

#### 教学内容：

- 一、PLC 的由来、定义、发展概况
- 二、PLC 的主要功能与特点
- 三、PLC 的分类

四、PLC 的硬件结构

五、PLC 的工作原理

#### 第四章 S7-200PLC 的系统配置与接口模块

**本章支撑课程教学目标 1。**

**教学目的与要求：**了解 S7-200PLC 的特点和基本构成；了解 S7-200PLC 的接口模块；理解 S7-200PLC 的系统配置及接线的方法。

**教学重点与难点：**

**重点：**S7-200PLC 的系统配置与外部接线；

**难点：**S7-200PLC 的系统配置。

**教学内容：**

一、S7-200PLC 的特点和基本构成

二、S7-200PLC 的接口模块

三、S7-200PLC 的系统配置

四、PLC 的外部接线

#### 第五章 S7-200PLC 的基本指令与程序设计

**本章支撑课程教学目标 2。**

**教学目的与要求：**了解 PLC 编程的基本概念；掌握 S7-200PLC 的基本指令和编程方法。

**教学重点与难点：**

**重点：**S7-200PLC 的基本指令

**难点：**逻辑堆栈指令、跳变触点指令、定时器指令的用法

**教学内容：**

一、PLC 编程的基本概念

二、S7-200PLC 的数据类型和存储区域

三、S7-200PLC 的基本指令

1、基本逻辑指令

2、逻辑堆栈指令

3、跳变触点指令

4、定时器和计数器指令

5、比较指令

四、典型控制环节的 PLC 程序设计

1、起保停控制

2、电动机的正反转控制

3、电动机的顺序启停控制

4、闪烁控制、长延时控制等

## 第六章 PLC 的顺序控制设计

**本章支撑课程教学目标 2。**

**教学目的与要求：**了解顺序控制的基本概念；掌握顺序功能图的设计方法；掌握顺序控制梯形图的设计方法；理解多工作方式梯形图的设计方法。

**教学重点与难点：**

**重点：**顺序功能图的设计方法、顺序控制梯形图的设计方法；

**难点：**多工作方式梯形图的设计方法。

**教学内容：**

- 一、顺序控制法与顺序功能图
- 二、置/复位指令设计顺序控制梯形图的方法
- 三、多工作方式梯形图的设计方法

## 第七章 S7-200PLC 的功能指令

**本章支撑课程教学目标 2。**

**教学目的与要求：**了解功能指令的基本概念；理解传送指令、数学运算指令、移位指令、程序控制指令等基本指令的用法；理解子程序和中断程序的概念；了解 PID 控制指令与高速计数器、高速脉冲输出指令等高级指令的用法。

**教学重点与难点：**

**重点：**传送指令、子程序和中断程序；

**难点：**中断程序设计、PID 控制指令与高速计数器、高速脉冲输出指令。

**教学内容：**

- 一、传送指令
- 二、数学运算和逻辑运算指令
- 三、移位指令
- 四、程序控制指令
- 五、中断指令
- 六、高速计数器和高速脉冲输出指令

## 第八章 PLC 的控制系统设计与应用

**本章支撑课程教学目标 1。**

**教学目的与要求：**了解 PLC 控制系统设计的内容和步骤；理解 PLC 控制系统的硬件配置方法；理解 PLC 控制系统应用程序的设计方法及技巧；了解提高 PLC 控制系统可靠性的措施。

**教学重点与难点：**

**重点：**PLC 硬件系统的配置方法及程序的设计方法；

**难点：**PLC 控制系统应用程序的设计方法及技巧。

**教学内容：**

- 一、PLC 控制系统设计的内容
- 二、PLC 控制系统设计的步骤
- 三、PLC 控制系统应用程序的设计方法及技巧
- 四、提高 PLC 控制系统可靠性的措施

#### 四、实验（实践）环节及要求

1. 实验内容：三相异步电动机正反转控制  
实验要求：必做
2. 实验内容：三相异步电动机 Y/△降压起动控制  
实验要求：必做
3. 实验内容：编程软件及基本指令练习  
实验要求：必做
4. 实验内容：天塔之光控制实验  
实验要求：必做
5. 实验内容：三台电机顺序起停控制实验  
实验要求：必做
6. 实验内容：机械手控制实验  
实验要求：必做

#### 五、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配							合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他
1	第一章	常用低压电器	2							2
2	第二章	基本电气控制电路	2	4						6
3	第三章	PLC 概述	1							1
4	第四章	S7-200PLC 的系统配置与接口模块	1							1
5	第五章	S7-200PLC 的基本指令与程序设计	8	6			2			16
6	第六章	PLC 的顺序控制设计	2	2			2			6
7	第七章	S7-200PLC 的功能指令	2							2
8	第八章	PLC 的控制系统设计	2							2
合计			20	12			4			36

#### 六、课程教学基本要求

1.课堂授课 讲授式与项目研讨式混合教学,利用多媒体、板书结合手段授课。

2.实验 PLC 实验室总计 16 个实验台,一次可容纳 48 位学生实验(每组三人)。实验采用启发式授课,以培养学生的自主探究意识,锻炼其分析、设计能力。

3.作业 布置的作业题以开放式为主,主要培养学生的独立思考、分析、设计能力。

## 七、建议教材及主要参考资料

### 1. 建议教材

[1]黄永红. 电气控制与 PLC 应用技术(第 2 版)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2018.

### 2. 主要参考资料

[1] 吴中俊, 黄永红. 可编程序控制器原理及应用(第 2 版)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.

[2] 廖常初. S7-200PLC 编程及应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007

[3] 徐文尚, 陈霞, 武超. 电气控制技术与 PLC[M]. 北京: 机械工业出版社, 2011.

[4] 西门子公司. SIMATIC S7-200 可编程序控制器系统手册.2002

### 3. 网址

[1] <http://www.industry.siemens.com.cn>

## 八、课程成绩考核

课程成绩考核包括平时考核和期末考核。平时考核包括: 课堂讨论、作业、小测验、实验等。期末考核采取开卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 40%, 期末考核成绩占总成绩的 60%。具体考核内容及所占比例, 详见表 2。

表 2 课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	教学内容	考核分值	总分值
开卷考试 60%	3.2	目标 1	第一章 常用低压电器 第二章 基本电气控制电路 第三章 PLC 概述 第四章 S7-200PLC 系统配置与接口模块 第八章 PLC 的控制系统设计与应用	50 分	100 分

	5.3	目标 2	第五章 S7-200PLC 基本指令与程序设计 第六章 PLC 的顺序控制设计 第七章 S7-200PLC 的功能指令	50 分	
平 时 10%	3.2 5.3	目标 1~2	出勤、作业、课堂讨论、小测验	100 分	100 分
实 验 30%	3.2 5.3	目标 1~2	实验 1 三相异步电动机正反转控制	15 分	100 分
			实验 2 三相异步电动机 Y/Δ 降压起动控制	15 分	
			实验 3 编程软件及基本指令练习	15 分	
			实验 4 天塔之光控制实验	15 分	
			实验 5 三台电机顺序起停控制实验	20 分	
			实验 6 机械手控制实验	20 分	

撰稿人：荆 刚

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松



# 《工业计算机网络与通信》课程教学大纲

课程代码	0922002102		课程名称（中文）	工业计算机网络与通信		
课程名称（英文）	Industrial Computer Network and Communication					
总学时	36	授课学时	26	实验（上机）学时	10	
实践学时	0		学分			2
先修课程	微机原理及应用，计算机控制技术，PLC原理与电气控制技术		适用专业	自动化		
制订单位	电气与自动化工程学院			制订时间	2018 年 1 月	

## 一、课程的性质和任务

### 1.课程性质

《工业计算机网络与通信》自动化专业的专业拓展课程。

### 2.课程任务及教学目标

本课程为自动化专业的专业拓展课程，通过课程的学习，学生应当了解了解工业计算机网络与通信的组成、分类及特点，掌握计算机网络、通信、开放系统互连参考模型等知识；掌握 485、CAN、PROFIBUS、工业以太网等的特点及应用；并能对工业无线通信技术有一个较深入的认识。于此同时，与国际接轨，利用山东科技大学思科网院平台，引导学生在思科网院线上课程中学习计算机网络、物联网等知识，并能阅读并理解外文科技文献，使用外语进行沟通和交流。

通过本课程的教学和实验训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**了解工业计算机网络与通信的组成、分类及特点

**课程教学目标 2：**掌握计算机网络、通信、开放系统互连参考模型等知识；

**课程教学目标 3：**掌握 485、CAN、PROFIBUS、工业以太网等的特点及应用；

**课程教学目标 4：**掌握无线通信技术及其在工业控制系统的应用。

**课程教学目标 5：**采用国际标准计算机网络课程，培养学生的外文科技文献阅读能力，可以进行一定的外语交流。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
------	-----	------

2.问题分析	2.2 能够运用基本原理，借助文献研究，评估自动化领域复杂工程问题的多种解决方案，分析过程的影响因素，并获得有效结论。	1,2
6. 工程与社会	6.2 了解与自动化相关的技术标准体系、知识产权、产业政策和法律法规，理解不同社会文化对工程活动的影响。	3,4
10. 沟通	10.3 具备一定的国际视野，能够阅读并理解外科技文献，较熟练使用外语进行沟通和交流。	5

## 二、课程与其他课程的联系与分工

本课程的先修课程为微机原理及应用，计算机控制技术，PLC 原理与电气控制技术。该课程可以为以后的综合设计及毕业设计提供较好的技术支持。

## 三、课程教学内容

### 第 1 章 概述

#### 本章支撑课程教学目标 1

##### 教学目的与要求：

了解工业计算机网络与通信的历史及基本知识，掌握其基本组成结构及特点。

##### 教学重点与难点：

**重点：**基于现场总线的 DCS 系统（FCS）架构

1.1 工业计算机网络与通信概述

1.2 工业计算机网络与通信组成结构及特点；

1.3 工业计算机网络与通信发展概况及趋势。

### 第 2 章 数据通信基础

#### 本章支撑课程教学目标 2

##### 教学目的与要求：

掌握数据通信的一些基本概念，熟悉常见网络互联的类型及设备，对通信参考模型有一定的了解。

##### 教学重点与难点：

**难点：**数据编码波形和传输差错的检测

2.1 基本术语

2.2 通信系统的性能指标

2.3 数据编码

2.4 数据传输方式

2.5 通信线路的工作方式

2.6 信号的传输模式

2.7 传输差错及其检测

## 2.8 传输错误的校正

### 第 3 章 计算机网络基础

#### 本章支撑课程教学目标 2, 5

##### 教学目的与要求:

掌握计算机网络的基本拓扑结构, 熟悉网络的传输介质及访问方式。

##### 教学重点与难点:

**重点:** 网络互联的参考模型

3.1 控制网络与计算机网络

3.2 控制网络的特点

3.3 网络拓扑

3.4 网络的传输介质

3.5 网络传输介质的访问控制方式

3.6 网络互连

3.7 网络互连的通信参考模型

3.8 网络互连设备

3.9 工业物联网

### 第 4 章 基于嵌入式系统的工业数据通信技术

#### 本章支撑课程教学目标 3

##### 教学目的与要求:

掌握嵌入式系统中常用串行通信中 485、CAN 总线通信的构成及应用特点, 并能对 Modbus 总线协议有一个清晰的认识。

##### 教学重点与难点:

**难点:** 差分信号传输和 CAN 总线数据帧的组成

4.1 串行通信技术

4.2 RS485 通信技术及应用

4.3 CAN 通信技术及应用

4.4 Modbus 协议

### 第 5 章 基金会现场总线 FF

#### 本章支撑课程教学目标 3

##### 教学目的与要求:

掌握 FF 总线通信的概念及基本设计方法。

##### 教学重点与难点:

**重点:** FF 总线的基本组成及应用

**难点:** 虚拟通信, 设备描述 (DD) 技术

5.1 FF 的主要技术特点

- 5.2 H1 网段的网络管理
- 5.3 H1 网段的系统管理
- 5.4 FF 的功能块
- 5.5 设备描述与设备描述语言
- 5.6 FF 通信控制器与网卡

## 第 6 章 PROFIBUS 总线

### 本章支撑课程教学目标 3

#### 教学目的与要求:

掌握 PROFIBUS 总线通信的概念及基本应用。

#### 教学重点与难点:

**重点:** ProfibusDP 协议

- 6.1 PROFIBUS 概述
- 6.2 PROFIBUS 的通信协议
- 6.3 PROFIBUS-DP
- 6.4 PROFIBUS 站点的开发与实现
- 6.5 PROFIBUS-PA

## 第 7 章 工业以太网

### 本章支撑课程教学目标 3

#### 教学目的与要求:

掌握工业以太网通信的概念及常见的几种工业以太网协议的特点。

#### 教学重点与难点:

**重点:** EtherNet/IP , PROFINET, EtherCAT

**难点:** 工业以太网的实时性

- 7.1 计算机网络技术
- 7.2 工业以太网简介
- 7.3 EtherNet/IP
- 7.4 PROFINET
- 7.5 EtherCAT
- 7.6 嵌入式以太网节点与基于 Web 的远程监控

## 第 8 章 常见工业控制网络

### 本章支撑课程教学目标 3

#### 教学目的与要求:

了解其他常见的总线通信组成及特点。

- 8.1 ControlNet
- 8.2 WorldFIP

### 8.3 Interbus 的通信特色

### 8.4 ASI 控制网络

### 8.5 DeviceNet

### 8.6 几种总线技术简介

## 第 9 章 短程无线数据通信

### 本章支撑课程教学目标 4

#### 教学目的与要求：

掌握几种常见无线数据通信的基本概念及特点。

#### 9.1 无线数据通信的标准及其相关技术

#### 9.2 蓝牙无线微微网

#### 9.3 ZigBee 低速短程网

#### 9.4 WIFI 网络

### 四、实验（实践）环节及要求

#### 1. 认识工业数据通信网络及设备（演示）

通过深入实验室了解罗克韦尔公司和西门子公司各自的三层工业控制网络架构及其相关设备。

#### 2. 创建简单网络（上机模拟）

利用思科公司的 Packet Tracer 软件创建一个简单的计算机网络，进行基于以太网的数据传输模拟实验。

#### 3. Profibus DP 通信（演示）

利用西门子公司 PLC 三级网络进行 ProfibusDP 实验，总线运行的操作配置及运行。

#### 4. 计算机网络连接数据传输追踪（上机模拟）

利用思科（CISCO）公司的 Packet Tracer 软件进行通信网络站点的测试连接（ping），并利用 tracert 追踪远程服务线路，了解同一网络和多个网络数据通信的区别，理解解路由网段等概念。

#### 5. 安装和配置物联网设备（上机模拟）

利用思科公司的 Packet Tracer 软件模拟安装和配置物联网设备，实现有线，无线的复合网络的构建，掌握工业数据通信万物互联（IoT）的基本形式。

### 五、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配							合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他

1	第一章	概述	2	2						4
2	第二章	数据通信基础	4							4
3	第三章	计算机网络基础	2	2						4
4	第四章	基于嵌入式系统的工业数据通信技术	2							2
5	第五章	基金会现场总线 FF	2							2
6	第六章	PROFIBUS 总线	2	2						2
7	第七章	工业以太网	4	2						6
8	第八章	常见工业控制网络	4							4
9	第九章	短程无线数据通信	4	2						6
10	合 计		26	10						36

## 六、课程教学基本要求

1. 课堂授课：以讲授法为主，配合使用启发式、研讨式教学方法；教学手段以多媒体教学为主。并建议利用主要参考资料进行课外学习拓展。部分内容采用思科网院资源进行网上学习，学生通过计算机和手机进行网上学习。

2. 实验：实验教学依托电气与自动化工程学院山东省电气与自动化实验教学示范中心，部分实验进入实验室由教师演示或学生实际操作。

3. 作业：作业及单元测验在思科网院平台进行，辅以专题小论文。

## 七、建议教材及主要参考资料

### 1. 建议教材

[1] 阳宪惠. 现场总线技术及其应用(第 2 版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008

[2] 谢希仁. 计算机网络(第 7 版) [M]. 北京: 电子工业出版社, 2016

### 2. 主要参考资料

[1] 杨心强. 数据通信与计算机网络(第 4 版) [M]. 北京: 电子工业出版社, 2012

[2] 王德吉. 西门子工业网络通信技术详解[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012

[3] 陈在平等. 工业控制网络与现场总线技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007

网站:

[www.netacad.com](http://www.netacad.com)

## 八、课程成绩考核

该课程为选修考察课程，考核时以平时的表现为主，主要包括出勤、作业、课堂讨论（或小论文）等成绩。

每个学生以 100 分记分制计算出各自的成绩，然后转换成五级记分制评定出

学生的最终成绩，即优秀、良好、中等、及格、不及格。100 分记分制成绩与五级记分制成绩的转换关系按照以下标准进行：

**表 2 100 分记分制成绩与五级记分制成绩转换标准**

100 分记分制成绩	60 以下	60—69	70—79	80—89	90 以上
五级记分制成绩	不及格	及格	中等	良好	优秀

平时考核成绩占总成绩的 20%，实验考核占总成绩的 30%，课堂讨论（或小论文）成绩占总成绩的 50%。考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 2 所示。

**表 3 课程考核内容及所占比例**

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	教学内容	考核分值	总分值
课堂讨论 （或小论文） 50%	2.2	目标 1	第一章 概述	20 分	100 分
	10.3	目标 2	第二章 数据通信基础，第三章 计算机网络基础	30 分	
	6.2	目标 3	第四章 基于嵌入式系统的工业数据通信技术	10 分	
	6.2	目标 3，4	第五章 基金会现场总线 FF，第六章 PROFIBUS 总线，第七章 工业以太网 第八章 常见工业控制网络，第九章 短程无线数据通信	40 分	
实验 30%	2.2	目标 3，4，5	实验 1 工业数据通信网络及设备	25 分	100 分
	6.2		实验 2 创建简单网络	25 分	
	10.3		实验 3 Profibus DP 通信	25 分	
			实验 4 计算机网络连接数据传输追踪	25 分	
			实验 5 安装和配置物联网设备	25 分	
平时 20%	10.3	目标 1~5	出勤、作业、课堂讨论	100 分	100 分

撰稿人：隋涛，荆刚

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松

# 《计算机程序设计（C 语言）》课程实验教学大纲

课程代码	0931009001		课程名称（中文）	计算机程序设计（C 语言）	
课程名称（英文）	Applied Computer Skills（C）				
实验性质	独立设课		课程属性	必修	
适用专业	自动化,电气工程及其自动化		先修课程		
总学时	24	实验学时	24	总学分	1
制定单位	电气与自动化工程学院		制定时间	2018 年 1 月	

## 一、实验性质、目的和任务

本课程配备的实验锻炼学生分析问题和解决问题的能力，特别是对高级语言的使用将进一步加深和拓展。通过本课程和相关的实验，使学生打下较坚实的基础，为后续课程的学习作好铺垫，为以后从事本领域或相关领域工作、深造、研究作好准备。

通过本实验的训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**掌握 C 语言各方面基础知识，熟悉 VC6.0 编程开发环境。

**课程教学目标 2：**掌握基本程序设计过程和技巧，具备初步高级语言程序设计能力。

**课程教学目标 3：**熟练进行 C 语言程序的编写、编译与调试，具备较强逻辑思维能力以及实际问题的分析、计算、设计能力。

实验课程目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

**表 1 实验课程目标与毕业要求的关系**

毕业要求	指标点	课程目标
5. 使用现代工具	5.2 能够选择与使用恰当的仪器、信息资源、工程工具和专业模拟软件，对自动化领域复杂工程问题进行分析、计算与设计。	1,2,3

## 二、实验基本内容及要求

实验编号	实验项目	学时数	实验内容	实验类型	实验要求	课程目标
1	VC6.0 环境熟悉和基本操作	2	VC6.0 编程环境的复习和一些基本操作等。编写简单的 C 程序。	验证	必做	1
2	算法设计	2	使用流程图表示相关算	综合	必做	2,3



			法，并编写相关例程。			
3	顺序程序设计	2	熟悉顺序程序设计	综合	必做	2,3
4	选择结构程序设计	2	熟悉选择结构程序设计	设计	必做	2,3
5	循环结构程序设计	2	熟悉循环结构程序设计一	设计	必做	2,3
6	循环结构程序设计	2	熟悉循环结构程序设计二	设计	必做	2,3
7	利用数组处理批量数据	2	熟练使用数组处理批量数据一	设计	必做	2,3
8	利用数组处理批量数据	2	熟练使用数组处理批量数据二	设计	必做	2,3
9	用函数实现模块化程序设计	4	熟练使用函数实现模块化程序设计一	综合	必做	2,3
10	用函数实现模块化程序设计	4	熟练使用函数实现模块化程序设计二	综合	必做	2,3

### 三、实验项目仪器设备配置

计算机，VC6.0 编程软件

### 四、考核方式、方法及实验成绩评定方法

实验成绩考核包括过程考核和结果考核。本课程包含 10 个实验，每个实验满分 100 分，最终成绩为 10 个实验的平均分。每个实验的成绩考核主要通过过程考核实现，过程考核包括：考勤、程序编码、实验结果；结果考核为实验报告。

考核内容		考核标准	占总成绩的比例
过程考核	考勤，仪器设备操作	能够规范、正确地编写计算机程序，得到正确的实验结果	30%
结果考核	实验报告	能够掌握计算机编程技术的基本知识，完成每个实验的实验内容，能够正确地分析、解释实验结果，得出有效结论，实验报告撰写规范。	70%

### 五、参考资料

1. 谭浩强，《C 程序设计》，清华大学出版社，2010
2. 王丽娟，等，《C 程序设计》，西安电子科技大学出版社，2000

3. 谭浩强,《C 程序设计(第四版)学习辅导》,清华大学出版社,2010

撰稿人:赵 猛

审核人:程学珍

批准人:黄鹤松

## 《电路实验》课程实验教学大纲

课程代码	0931001601		课程名称（中文）	电路实验	
课程名称（英文）	Circuit experiments				
实验性质	独立设课		课程性质	必修	
适用专业	自动化、电气工程及其自动化		先修课程	高等数学、大学物理、电路	
总学时	20	实验学时	20	总学分	1
制定单位	电气与自动化工程学院		制定时间	2018 年 1 月	

### 一、实验的性质、目的和任务

《电路实验》课程是自动化、电气工程及其自动化本科专业的一门专业基础课，是独立设课的实验课，是《电路》理论课程的重要补充和延伸。

**实验课程目标 1：**理解并掌握电路原理的基础知识、培养分析电路的能力。

**实验课程目标 2：**掌握电路原理的实验数据采集、分析、处理、解析和总结的方法与技能。

**实验课程目标 3：**掌握电路制作、调试与计算机辅助设计与仿真的方法与技能。

实验课程目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

**表 1 实验课程目标与毕业要求的关系**

毕业要求	指标点	课程目标
1.工程知识	1.3 能够将相关专业知识和数学模型方法用于自动化领域工程问题的分析。	1
4.研究	4.3 能够正确采集、处理实验数据，对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。	2
5.使用现代工具	5.1 了解自动化专业常用的现代仪器、信息技术工具、工程工具和模拟软件的使用原理和方法，并理解其局限性。	3

本课程的目的和任务是使学生巩固《电路》课程所学基础理论知识，熟悉常用电工仪器仪表的基本原理、使用方法，掌握电路连接、电工测量、故障排除等实验技巧，学会数据采集、处理和各种实验现象的观察分析方法，培养学生综合

运用所学基本理论知识进行分析问题和解决问题的能力，树立严肃认真的科学态度和踏实细致的工作作风。

## 二、实验的基本内容与要求

实验编号	实验项目	学时数	实验内容	实验类型	实验要求	课程目标
1	电路元件伏安特性的测绘	2	内容：测定线性电阻和非线性元件（白炽灯泡、半导体二极管、稳压二极管）的伏安特性。 要求：学会识别常用电路元件的方法；掌握线性电阻、非线性电阻伏安特性的测绘；掌握直流电工仪表和设备的使用方法	验证	必做	1、2
2	基尔霍夫定律和叠加定理	2	内容：验证基尔霍夫定律和叠加定理的正确性。 要求：掌握基尔霍夫定律和叠加定理的内容及使用范围；加深对电路参考方向的理解；学会用电流插头、插座测量各支路电流。	验证	必做	1、2
3	戴维宁定理和诺顿定理的验证	2	内容：验证戴维宁定理和诺顿定理的正确性，加深对定理的理解 要求：掌握测量有源二端网络等效参数的一般方法。测定有源二端网络电路的入端电阻、开路电压、短路电流；测定等效电路的外特性。	验证	必做	1、2
4	受控源电路实验	2	内容：测绘受控源 VCVS、VCCS、CCVS、CCCS 的外特性和转移特性。 要求：通过测试受控源的外特性和转移参数，进一步理解受控源的物理概念，加深对受控源的认识和理解。	验证	选做	1、2
5	电路动态特性的研究	2	内容：测定 RC 一阶电路的零输入响应、零状态响应及完全响应。 要求：学会电路时间常数的测量方法；掌握有关微分电路和积分电路的概念；进一步学会用示波器观测波形。	综合	必做	1、2

6	用 Multisim 软件进行电路瞬态响应的研究 (Multisim 仿真 2 学时、硬件实验 2 学时)	2	内容: 用 Multisim 软件和实验方法测定 RC 一阶电路的零输入响应、零状态响应及完全响应。 要求: 学会用 Multisim 软件进行电路瞬态响应的研究方法; 掌握电路时间常数的测量方法和有关微分电路、积分电路的概念。	综合	必做	1、2、3
7	正弦稳态交流电路功率因数的提高	2	内容: 研究正弦稳态交流电路中电压、电流相量之间的关系。 要求: 熟悉日光灯线路的接线, 理解并联电容提高电路功率因数的意义并掌握其方法。	验证	必做	1、2
8	电路频率特性的研究	2	内容: 用实验方法绘制 R、L、C 串联电路的幅频特性曲线。 要求: 加深理解电路发生谐振的条件和特点, 掌握电路品质因数 (电路 Q 值) 的物理意义及其测定方法。	综合	必做	1、2
9	用 Multisim 仿真软件进行电路频率特性的分析	2	内容: 用实验方法和计算机仿真绘制 RLC 串联谐振电路的幅频和相频特性曲线。 要求: 熟悉和掌握 Multisim 软件的应用以及电路品质因数 (电路 Q 值) 的物理意义及其测绘方法。加深理解电路发生谐振的条件和特点。	综合	必做	1、2、3
10	三相交流电路电压、电流的测量	2	内容: 验证三相负载作星形连接、三角形连接时线电压、相电压、线电流、相电流的关系。 要求: 掌握三相负载作星形连接、三角形连接的方法; 充分理解三相四线供电系统中中线的作用。	验证	必做	1、2
11	互感电路测量	2	内容: 判定互感线圈的同名端; 测算互感系数、耦合系数。 要求: 掌握互感电路同名端、互感系数以及耦合系数的测算方法, 理解两个线圈相对位置的改变以及用不同材料作线圈芯时对互感的影响。	验证	选做	1、2
12	功率因数及相序的测量	2	内容: 判断三相电路的相序; 用功率因数表测定交流电路负载性质。 要求: 掌握三相交流电路相序的判别方法; 熟悉功率因数表的使用方法; 了解负载性质对功率因数影响。	综合	必做	1、2

### 三、实验项目仪器设备配置

1、实验设备：天津中教职教仪器厂产 TX 型电路实验台 36 套，浙江天煌科技有限公司产 DGJ-2 型电工技术实验装置 30 套。其它还配有：DS1062E-EDU 数字示波器 45 台、GOS620 双踪示波器 20 台、DG1022U 函数信号发生器 50 台、UTP8303B 直流稳压电源 50 台、TH1912 交流毫伏表 50 台及 MS8265 数字万用表等共 65 套实验设备。

2、实验耗材：220V/40W 日光灯管、40W 电感镇流器、40W 启辉器、220V/25W 白炽灯、12V/0.1A 白炽灯、2W 系列电阻、500V 电容器、 $\mu$ A741、连接导线及插座（KM4、KM3、K3 等）、保险管（8A、5A、1A、0.5A、0.2A 等）以及仪器设备维修材料等。

### 四、考核方式、方法及实验成绩评定方法

实验成绩考核包括过程考核和结果考核。过程考核包括：实验报告成绩（包括绘制电路图、曲线图、波形图是否正确认真，实验数据采集及实验步骤、内容是否完善，书写情况等）、实际操作技能、课内表现、出勤等。过程考核成绩占 70%。结果考核是根据《电路实验》课程教学大纲规定，必做实验对学生的操作水平单人单组进行考试，考试成绩占 30%。学生参加《电路实验》课程考试的资格按照《山东科技大学实验考试或考核办法》执行。

考核内容		考核标准	占总成绩的比例
过程考核	实验报告成绩	能够掌握电路原理的基本知识，完成每个实验的实验内容，正确分析、解释实验结果，得出有效结论，实验报告撰写规范。	60%
	操作技能、课内表现、出勤	有独立的操作技能，遵守学生实验守则。	10%
结果考核	单人操作	在规定的时间内，能够独立采集、处理正确的实验数据，得到合理有效的实验结论。	30%

每个学生以 100 分记分制计算出各自的成绩，然后转换成五级记分制评定出学生的最终成绩，即优秀、良好、中等、及格、不及格。100 分记分制成绩与五

级记分制成绩的转换关系按照以下标准进行：

100 分记分制成绩	60 以下	60—69	70—79	80—89	90 以上
五级记分制成绩	不及格	及格	中等	良好	优秀

## 五、参考资料

指导书：

[1] 刘宁，公茂法主编. 电路实训教程. 东营：中国石油大学出版社, 2010.

[2] 电路实验指导书. 自编

参考资料：

[1] 邱关源主编. 电路. 第五版. 北京：高等教育出版社, 2006.

[2] 李翰荪编. 电路分析基础. 第三版. 北京：高等教育出版社, 2005.

[3] 王勤，余定鑫等编著. 电路实验与实践. 北京：高等教育出版社, 2004.

撰稿人：陈升刚

审稿人：高正中

批准人：黄鹤松

# 《模拟电子技术》课程实验教学大纲

课程代码	0931012001		课程名称（中文）	电子技术实验	
课程名称（英文）	Experiments of Electronic Technology				
实验性质	独立设课		课程性质	必修	
适用专业	电气工程及其自动化、 自动化		先修课程	电路、电路实验	
总学时		实验学时	24	学分	2
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间	2018 年 1 月	

## 一、实验性质、目的和任务

电子技术实验是学习电子技术理论课程中重要的实践环节,通过实验培养学生总体上掌握常用电子仪器、电子技术基本理论,以及基本应用电路使用、设计、测量、调试的方法或技能,达到能够分析电子电路、解决基本电路实际问题目的;对学生具体要求:理解每个实验的理论依据、电路原理、实验方案,掌握正确操作规程,实验过程中严格按照实验要求进行操作。通过实验环节,使学生能够正确使用电子仪器,掌握基本电子电路设计、调试和测量等相关技能,为以后深入学习和应用电子技术知识奠定良好的基础。

通过电子技术实验训练,达到以下目标:

**实验课程目标 1:** 培养学生熟练运用常用电子仪器、识别常用电子元器件,运用掌握电子电路的基础知识,对电子技术实验过程中遇到的问题进行研究分析。

**实验课程目标 2:** 培养学生运用《电路》、《电路实验》、《模拟电子技术》和《数字电子技术》所掌握的知识完成实验数据采集、分析、处理,进行计算机仿真并得出有效合理结论。

**实验课程目标 3:** 培养学生关注电子技术发展动向,新器件、新工艺、新电路、新技术,尝试分析研究新技术对社会、人们生活等方面带来的影响。

**实验课程目标 4:** 培养学生通过电子技术实验数据采集、分析等环节,规范撰写实验报告,通过创新型实验学会相关电子系统的设计报告、项目总结报告撰写方法及流程。

实验课程目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
1.工程知识	1.3 能够将相关专业知识和数学模型方法用于自动化领域工程问题的分析。	1



4. 研究	4.3 能够正确采集、处理实验数据，对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。	1,2
6. 工程与社会	6.3 能够从工程师所应承担的社会责任的角度，分析和评价自动化专业工程实践与复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响。	3
10. 沟通	10.1 能够就自动化领域的工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，准确地阐述工程理念和专业观点，回应质疑，理解与业界同行和社会公众交流的差异性。	4

## 二、实验基本内容与要求

实验编号	实验项目	学时数	实验内容	实验类型	实验要求	课程目标
0931012 00101*	常用电子仪器仪表使用	3	内容： 1、万用表的使用方法（测量直流或工频基本电参量，测量二极管、晶体管等电子元件）； 2、直流稳压电源使用（单路或双路跟踪调压）； 3、函数信号发生器使用（波形选择、幅度调节和频率调节）； 4、双踪示波器的使用（观测函数信号发生器输出的各类波形，分别测量其幅度、频率或周期）； 5、低频晶体管毫伏表的使用（测量函数信号发生器正弦输出信号的有效值，并与示波器测量结果进行比较）； 6、晶体管特性图示仪的	验证性	必做	1、2、4

			<p>使用（各种二极管、三极管特性测试）。</p> <p>要求：</p> <p>1、掌握万用表、直流稳压电源、函数信号发生器、双踪示波器、低频晶体管毫伏表和晶体管特性图示仪的正确使用方法；</p> <p>2、熟悉上述仪器的基本功能；</p> <p>3、熟悉上述仪器的基本性能。</p>			
0931012 00102*	单级晶体管放大电路	2	<p>内容：</p> <p>1、静态工作点的调试与测量；</p> <p>2、测量电压放大倍数；</p> <p>3、测量放大电路的输入电阻和输出电阻；</p> <p>4、观察、分析静态工作点对放大电路的输出波形的影响；</p> <p>5、观察 <math>R_C</math>、<math>R_L</math> 变化对输出波形和放大倍数的影响。</p> <p>要求：</p> <p>1、掌握模拟电子电路和模拟实验箱的使用方法；</p> <p>2、学会设置和调整放大电路的静态工作点；</p> <p>3、掌握放大电路电压放大倍数、输入电阻和输出电阻的测量方法。</p> <p>*4、掌握放大电路失真</p>	综合性	必做	1、2、4

			类型，消除失真的常用方法。			
0931012 00103*	场效应管 放大器	2	<p>内容：</p> <p>1、自偏压和混合式偏压静态工作点的调整；</p> <p>2、测量共源、共漏放大器的电压放大倍数；</p> <p>3、测量放大器的输入电阻和输出电阻；</p> <p>4、观察并分析静态工作点对放大器的输出波形的影响。</p> <p>要求：</p> <p>1、掌握结型 FET 放大器静态工作点的设置和调整方法；</p> <p>2、掌握放大电路电压放大倍数、输入电阻和输出电阻的测量方法。</p>	设计性	选做	1、2、4
0931012 00104*	差分放大器	3	<p>内容：</p> <p>1、调整差分放大器的静态工作点；</p> <p>2、测试基本差放和恒流源差放的差模增益、共模增益以及共模抑制比等动态指标。</p> <p>要求：</p> <p>1、加深理解差分放大器的工作原理；</p> <p>2、理解差分放大电路中恒流源的作用；</p> <p>3、掌握不同输入方式下差分放大器主要技术指标的测试原理与测试方法。</p>	设计性	必做	1、2、4

0931012 00105*	两级晶体管放大电路	2	<p>内容：</p> <p>1、调整两级放大电路的静态工作点；</p> <p>2、分级测量空载、带载电压放大倍数；</p> <p>3、观察负载变化对输出波形和各级放大倍数的影响；</p> <p>4、采用“点频法”或“扫频法”，测量两级放大电路的幅频特性。</p> <p>要求：</p> <p>1、熟悉阻容耦合两级放大器的静态调试方法；</p> <p>2、掌握多级放大器动态指标测试方法；</p> <p>3、了解两级放大器幅频特性测试原理及方法。</p>	设计性	选做	1、2、4
0931012 00106*	负反馈放大器	2	<p>内容：</p> <p>1、调整、测量基本放大器的静态工作点；</p> <p>2、测量负反馈放大器电压增益和输入、输出阻抗；</p> <p>3、观测负反馈对放大器动态性能的改善情况。</p> <p>要求：</p> <p>1、加深对负反馈放大器工作原理的理解；</p> <p>2、掌握负反馈放大器动态性能指标的测量方法；</p> <p>3、了解负反馈对放大器动态特性的影响规律；</p> <p>*4、运用理论知识解释</p>	设计性	必做	1、2、3、4

			放大电路引入负反馈后，放大电路参数如何变化；			
0931012 00107*	基本运算电路及其应用	2	<p>内容：</p> <p>1、同相及反比例运算放大器；</p> <p>2、单运放或双运放加法、减法器；</p> <p>3、正弦输入或方波输入条件下，积分器的测试。</p> <p>要求：</p> <p>1、掌握比例、加法、减法、积分器等基本运算电路的工作原理；</p> <p>2、熟悉运算电路中元件参数取定原则；</p> <p>3、掌握上述运算电路性能指标的测试方法；</p> <p>4、了解运算放大器使用中的调零、消振方法。</p>	设计性	必做	1、2、4
0931012 00108*	电压比较器及其应用	2	<p>内容：</p> <p>1、单限电压比较器、窗口比较器基本应用；</p> <p>2、滞回电压比较器传输特性测试；</p> <p>3、单运放或双运放的矩形波、锯齿波发生器；</p> <p>要求：</p> <p>1、加深理解运算放大器各种非线性应用电路的工作原理；</p> <p>2、掌握滞回电压比较器传输特性的测试方法；</p> <p>3、掌握矩形波、锯齿波信号参数的测量方法。</p>	综合性	必做	1、2、3、4

0931012 00109*	集成功率 放大器	2	<p>内容：</p> <p>1、集成功率放大器的静态与动态调试；</p> <p>2、测量集成功率放大器输出功率、效率和频率特性。</p> <p>要求：</p> <p>1、理解集成功率放大器的工作原理；</p> <p>2、掌握集成功率放大器的调试方法；</p> <p>3、掌握集成功率放大器输出功率、效率和频率特性的测量方法。</p>	设计性	选做	1、2、4
0931012 00110*	双路跟踪直流 稳压电源	6	<p>内容：</p> <p>1、利用仿真软件对双路跟踪直流稳压电源电路进行模拟调试，分析工作特性，取定元件参数；</p> <p>2、双路跟踪直流稳压电源整体电路实验调试；</p> <p>3、测试双路跟踪直流稳压电源的输出特性。</p> <p>要求：</p> <p>1、学习双路跟踪直流稳压电源的设计原理；</p> <p>2、掌握双路跟踪直流稳压电源的仿真调试方法；</p> <p>3、掌握双路跟踪直流稳压电源的测试方法。</p>	综合性	必做	1、2、3、4

### 三、实验项目仪器设备配置

#### 1.实验设备：

数字存储示波器； DS1062E-EDU； 44 台套；  
函数信号发生器； DG1022U； 44 台套；

双通道指针式毫伏表；SG2172；44 台套；

数字式万用表；MS8265；44 台套；

半导体管特性图示仪；XJ4822B；16 台套；

2.主要耗材：半导体三极管、半导体二极管、集成运算放大器、电位器、电阻器、导线等。

#### 四、考核方式、方法及实验成绩评定方法

本课程包含 8 个实验，每个实验满分 100 分，最终成绩为 8 个实验的平均分。实验成绩考核包括过程考核和结果考核。过程考核包括：实验课程出勤率、实验操作是否认真、实验结果等。结果考核采取实际操作考试形式。过程考核成绩占总成绩的 40%，结果考核成绩占总成绩的 60%。具体考核内容及所占比例，详见下表。

考核内容		占总成绩的比例
过程考核	出勤情况、遵守实验室规章制度	10%
	能够规范、正确地操作相关仪器、实验设备，得到正确的实验结果，实验记录正确、实验报告书写规范。	30%
结果考核	实验考试过程、结果、实验报告总结说明及结论正确。	60%

#### 五、参考资料

- [1] 童诗白，华成英，模拟电子技术基础（第四版），高等教育出版社，2006
- [2] 康华光，电子技术基础模拟部分（第六版），高等教育出版社，2014
- [3] 王志刚，现代电子线路（上、下册），清华大学出版社，2003
- [4] 谢自美，电子线路设计·实验·测试（第二版），华中科技大学出版社，1999
- [5] 李万臣，模拟电子技术基础实验与课程设计，哈尔滨工程大学出版社，2005
- [6] 蔡忠法，电子技术实验与课程设计，浙江大学出版社，2002
- [7] 梁宗善，新型集成电路的应用，华中理工大学出版社，1999

撰稿人：崔保春

审核人：吕常智

批准人：黄鹤松

# 《数字电子技术》课程实验教学大纲

课程代码	0931022001		课程名称（中文）	电子技术实验	
课程名称（英文）	Experiments of Electronic Technology				
实验性质	独立设课		课程性质	必修	
适用专业	电气工程及其自动化， 自动化		先修课程	电路、电路实验、模拟电子技术、模拟电子技术实验	
总学时	24	实验学时	24	学分	2
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间	2018 年 1 月	

## 一、实验性质、目的和任务

电子技术实验是学习电子技术理论课程中重要的实践环节，通过实验培养学生总体上掌握常用电子仪器、电子技术基本理论，以及基本应用电路使用、设计、测量、调试的方法或技能，达到能够分析电子电路、解决基本电路实际问题目的；对学生具体要求：理解每个实验的理论依据、电路原理、实验方案，掌握正确操作规程，实验过程中严格按照实验要求进行操作。通过实验环节，使学生能够正确使用电子仪器，掌握基本电子电路设计、调试和测量等相关技能，为以后深入学习和应用电子技术知识奠定良好的基础。

通过电子技术实验训练，达到以下目标：

**实验课程目标 1：**培养学生熟练运用常用电子仪器、识别常用电子元器件，运用掌握电子电路的基础知识，对电子技术实验过程中遇到的问题进行研究分析。

**实验课程目标 2：**培养学生运用《电路》、《电路实验》、《模拟电子技术》和《数字电子技术》所掌握的知识完成实验数据采集、分析、处理，进行计算机仿真并得出有效合理结论。

**实验课程目标 3：**培养学生关注电子技术发展动向，新器件、新工艺、新电路、新技术，尝试分析研究新技术对社会、人们生活等方面带来的影响。

**实验课程目标 4：**培养学生通过电子技术实验数据采集、分析等环节，规范撰写实验报告，通过创新型实验学会相关电子系统的设计报告、项目总结报告撰写方法及流程。

实验课程目标与毕业要求的关系如表 1 所示。



表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
1.工程知识	1.3 能够将相关专业知识和数学模型方法用于自动化领域工程问题的分析。	1
4. 研究	4.3 能够正确采集、处理实验数据，对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。	1,2
6. 工程与社会	6.3 能够从工程师所应承担的社会责任的角度，分析和评价自动化专业工程实践与复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响。	3
10. 沟通	10.1 能够就自动化领域的工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，准确地阐述工程理念和专业观点，回应质疑，理解与业界同行和社会公众交流的差异性。	4

## 二、实验基本内容与要求

实验编号	实验项目	学时数	实验内容	实验类型	实验要求	课程目标
0931022 00101*	TTL 门电路特性测试	3	内容： 1、数字电路常用实验仪器使用练习； 2、验证 TTL 与非门的逻辑功能； 3、TTL 与非门静态特性的测试。 要求： 1、熟悉数字逻辑实验箱的使用方法； 2、掌握示波器测量脉冲波形参数的方法； 3、熟悉 TTL 门电路的工作特性； 4、理解 TTL 门主要参数的实用意义。	验证性	必做	1、2、4
0931022 00102*	集成门电路基本应用	3	内容： 1、用与非门实现基本逻辑运算； 2、与非、或非、异或门	验证性	必做	1、2、4

			<p>的门控作用；</p> <p>3、OC 门、TS 门、传输门及模拟开关的应用；</p> <p>4、TTL 门与 CMOS 门电平转换接口。</p> <p>要求：</p> <p>1、理解与非门的逻辑完备性；</p> <p>2、熟悉常见逻辑门的类型与应用；</p> <p>3、了解常用系列 TTL 门与 CMS 门的主要性能及电平转换接口。</p>			
0931022 00103*	组合逻辑电路 分析与设计	2	<p>内容：</p> <p>1、SSI 与 MSI 组合逻辑电路分析；</p> <p>2、组合逻辑电路设计；</p> <p>3、组合逻辑电路测试；</p> <p>*4、观察组合电路中的竞争-冒险现象。</p> <p>要求：</p> <p>1、掌握组合逻辑电路的分析与设计方法；</p> <p>2、熟悉译码器、数据选择器等常用 MSI 组合逻辑部件的功能及应用方法；</p> <p>3、了解组合电路中的竞争-冒险现象，了解冒险现象的一般消除方法。</p>	设计性	必做	1、2、3、 4
0931022 00104*	编码、译码及 LED 数码显示 电路	2	<p>内容：</p> <p>1、集成优先编码器的功能测试及扩展应用；</p> <p>2、七段显示译码器与 LED 数码管的驱动。</p>	设计性	选做	1、2、4

			<p>要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、掌握集成编码器的功能及一般应用方法；</li> <li>2、熟悉七段显示译码电路的工作原理；</li> <li>3、了解七段 LED 数码管的正确使用方法。</li> </ol>			
0931022 00105*	集成触发器测试与应用	2	<p>内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、集成触发器功能测试；</li> <li>2、触发器功能转换；</li> <li>3、触发器典型应用电路测试。</li> </ol> <p>要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、掌握基本 RS、JK、D 触发器的逻辑功能；</li> <li>2、了解不同电路结构触发器的不同动作特点；</li> <li>3、掌握触发器的使用方法以及逻辑功能的测试方法；</li> <li>4、熟悉 JK、D 触发器构成 T 和 T'触发器的转换方法；</li> <li>5、了解集成触发器的典型应用。</li> </ol>	设计性	必做	1、2、3、4
0931022 00106*	移位寄存器及其应用	2	<p>内容：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、双向移位寄存器基本功能测试；</li> <li>2、“并入--串出”等工作模式测试；</li> <li>3、基本环形、扭环形计数器的实现。</li> </ol> <p>要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、掌握中双向移位寄存</li> </ol>	设计性	选做	1、2、4

			<p>器的逻辑功能和使用方法；</p> <p>2、熟悉移位寄存器的串行/并行转换原理；</p> <p>3、熟悉环形、扭环形自启动计数器的设计方法。</p>			
0931022 00107*	计数器及其应用	2	<p>内容：</p> <p>1、二进制计数器及其应用；</p> <p>2、8421BCD 码计数器及其应用；</p> <p>3、任意进制计数器（24 进制、60 进制等）设计与实现。</p> <p>要求：</p> <p>1、加深对于二进制、十进制计数器工作原理的理解；</p> <p>2、掌握各种 MSI 计数器的使用方法；</p> <p>3、熟悉运用 MSI 计数器构成任意进制计数器的方法。</p>	设计性	必做	1、2、3、4
0931022 00108*	集成定时器及其应用	2	<p>内容：</p> <p>1、施密特触发器；</p> <p>2、单稳态触发器；</p> <p>3、频率、占空比均独立可调的多谐振荡器。</p> <p>要求：</p> <p>1、掌握 555 定时器构成的各种脉冲整形及脉冲产生电路的设计方法；</p> <p>2、熟悉 555 定时器应用电路中 RC 定时元件对</p>	设计性	必做	1、2、3、4

			振荡周期和脉冲宽度的影响规律； 3、了解各种脉冲产生、整形电路的主要用途。			
0931022 00109*	数/模转换器 测试与应用	2	内容： 1、集成 DAC 芯片基本性能测试； 2、阶梯波发生器； 3、三角波发生器。 要求： 1、加深理解 D/A 转换器的工作原理； 2、掌握 D/A 转换器的工作特性与使用方法； 3、掌握 D/A 转换器构成阶梯波、三角波发生器的原理。	设计性	选做	1、2、3、 4
0931022 00110*	简易数字 频率计	4	内容： 1、利用仿真软件对数字频率计整体电路进行模拟调试； 2、分别对时基发生器、逻辑控制器、计数器、锁存器以及四位 LED 数码管译码显示电路进行实验调试； 3、完成数字频率计整体电路的调试，并实测标准信号源频率。 要求： 1、学习数字频率计的设计原理； 2、熟悉时基发生器、逻辑控制器、计数器、锁存器以及七段译码显示	综合性	必做	1、2、3、 4

			<p>器等单元电路的基本原理，了解其典型应用方法；</p> <p>3、掌握数字频率计整体电路的仿真调试方法；</p> <p>4、掌握小型数字系统的综合分析方法。</p>			
0931022 00111*	数控有源低通滤波器设计与仿真	6	<p>内容：</p> <p>1、利用仿真软件设计一种截止频率可调的二阶低通有源滤波器；</p> <p>2、对数控有源低通滤波器进行模拟调试，分析工作特性，取定元件参数；</p> <p>3、测试滤波器的幅频特性、绘制归一化幅频特性曲线。</p> <p>要求：</p> <p>1、学习数控低通有源滤波器的设计原理；</p> <p>2、了解二阶有源低通滤波器电路参数的计算方法；</p> <p>3、掌握数控有源滤波器电路仿真调试方法；</p> <p>4、掌握有源滤波器幅频特性的仿真测试方法。</p>	研究性	选做	1、2、3、4
0931022 00112*	数控测量放大器设计与仿真	6	<p>内容：</p> <p>1、利用仿真软件设计数控测量放大器；</p> <p>2、分别对编码器或计数器、BCD/B 码组变换、DAC、测量放大器等单元电路进行仿真调试；</p>	研究性	选做	1、2、3、4

			3、测试数控测量放大器电压增益等性能指标。 要求： 1、学习数控测量放大器的设计原理； 2、掌握数控单元、D/A转换器以及测量放大器等电路设计方法； 3、掌握数控测量放大器的仿真调试方法； 4、掌握测量放大器主要性能指标的测量方法。			
--	--	--	---	--	--	--

### 三、实验项目仪器设备配置

#### 1.实验设备：

数字存储示波器： DS1062E-EDU； 44 台套；

函数信号发生器： DG1022U； 44 台套；

双通道指针式毫伏表： SG2172； 44 台套；

数字式万用表： MS8265； 44 台套；

半导体管特性图示仪： XJ4822B； 16 台套；

2.主要耗材：基本 TTL 门电路、基本 CMOS 门电路、导线等。

### 四、考核方式、方法及实验成绩评定方法

本课程包含 8 个实验，每个实验满分 100 分，最终成绩为 8 个实验的平均分。实验成绩考核包括过程考核和结果考核。过程考核包括：实验课程出勤率、实验操作是否认真、实验结果等。结果考核采取实际操作考试形式。过程考核成绩占总成绩的 40%，结果考核成绩占总成绩的 60%。具体考核内容及所占比例，详见下表。

考核内容		占总成绩的比例
过程考核	出勤情况、遵守实验室规章制度	10%
	能够规范、正确地操作相关仪器、实验设备，得到正确的实验结果，实验记录正确、实验报告书写规范。	30%
结果考核	实验考试过程、结果、实验报告总结说明及结论正确	60%

## 五、参考资料

- [1] 阎 石, 数字电子技术基础 (第五版), 高等教育出版社, 2006
- [2] 康华光, 电子技术基础数字部分 (第六版), 高等教育出版社, 2014
- [3] 王志刚, 现代电子线路 (上、下册), 清华大学出版社, 2003
- [4] 王毓银, 数字电路逻辑设计, 高等教育出版社, 1999
- [5] 谢自美, 电子线路设计.实验.测试 (第二版), 华中科技大学出版社, 1999
- [6] 李万臣, 模拟电子技术基础实验与课程设计, 哈尔滨工程大学出版社,  
2005
- [7] 蔡忠法, 电子技术实验与课程设计, 浙江大学出版社, 2002
- [8] 梁宗善, 新型集成电路的应用, 华中理工大学出版社, 1999

撰稿人: 崔保春  
审核人: 吕常智  
批准人: 黄鹤松



# 《电子工艺实习》教学大纲

课程代码	0931001901	课程名称（中文）		电子工艺实习		
课程名称（英文）		Electronic Art Practice				
适用专业	自动化、电气工程及其自动化	周数	1 周	学分	1	
制订单位	电气与自动化工程学院		制定时间	2018 年 1 月		

## 一、课程性质和任务

### 1、课程性质

《电子工艺实习》是培养应用型人才的重要实践性环节，是自动化、电气工程及其自动化专业的必修课。

### 2、课程任务

通过实习，使学生了解现代电子工业生产的方式和特点，掌握专业从业人员必备的各科基本操作技能和生产工艺知识，为毕业实习和生产实践活动打下基础。要求每个实习学生能独立装配调试部件、整机及处理可能出现的简单故障。培养学生的实践动手能力，通过实习养成文明生产、遵守劳动纪律的习惯，增强学生的创新意识和知识运用能力。

通过本课程的教学，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**掌握安全用电基本常识，做到安全用电。

**课程教学目标 2：**掌握常用电子元器件的识读、常用电子测量仪器仪表的使用方法及元器件测试方法。

**课程教学目标 3：**掌握 Altium Designer 设计、绘制电路板原理图、PCB 图的方法，熟悉 PCB 板的加工制作流程。

**课程教学目标 4：**掌握电路板的手工焊接技术、基本工具使用方法以及简单电子产品的装配、调试方法，熟悉电子产品的生产流程和相关技术文件。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

**表 1 课程教学目标与毕业要求的关系**

毕业要求	指标点	课程目标
5. 使用现代工具	5.1 了解自动化专业常用的现代仪器、信息技术工具、工程工具和模拟软件的使用原理和方法，并理解其局限性。	2, 3
6. 工程与社会	6.1 具有工程实习和社会实践的经历。	1,4

## 二、实习内容及要求

### 1、实习内容

- (1) 实习动员：实习的重要性、劳动纪律和安全文明生产的必要性、安全用电和安全生产规程；
- (2) 产品开发过程及技术文件的撰写规范；
- (3) 常用仪器、仪表等设备的使用；
- (4) 常用电子元器件的基本知识与测试、代换方式；
- (5) 印制电路板设计基础与实践，PCB 加工工艺；
- (6) 焊接、拆焊技能的训练；
- (7) 电子产品的装配工艺和整机连接工艺；
- (8) 整机的调试和维护。

### 2、实习要求

- (1) 熟悉基本的安全用电和安全生产规程；
- (2) 正确使用万用表及其它有关仪器仪表，熟练使用焊接工具，掌握常用电子元器件的基本知识与测试和代换原则；
- (3) 掌握电子元器件预加工工艺，印制板安装方法；
- (4) 熟练掌握印制电路板的焊接工艺技术；
- (5) 掌握电路板原理图以及 PCB 的基本绘制方法；
- (6) 能看懂有关技术资料 and 工艺文件，能按图加工；
- (7) 能独立完成一般电子产品的装配、调试、检验和维修能力。

## 三、实习进度安排（见表 2）

表 2 电子工艺实习进度安排

序号	实习内容	场所	时间分配 (天)
1	电子工艺理论（实习动员、安全用电、电子元器件常识、产品开发技术文件）	J11 教学楼	1
2	常用仪表工具使用（仪器仪表使用、常用元器件测试）	J11 教学楼	0.5
3	PCB 制版设计与加工（Altium Designer 使用、电路原理图及 PCB 设计、PCB 加工工艺）	J11 教学楼	1.5
4	电子产品焊接装配调试（手工焊接练习、电子产品装配与调试）	J11 教学楼	2
合计			5

## 四、实习考核与成绩评定

实习成绩考核包括过程考核和结果考核。过程考核包括：考勤、实习任务完成情况等。结果考核采取实习报告形式。过程考核成绩占总成绩的 70%，结果考核成绩占总成绩的 30%。具体考核内容及所占比例，详见表 3。

表 3 电子工艺实习考核内容及所占比例

毕业要求指标点	课程教学目标	考核方式	考核分值
5.1	目标 2	实习报告、实践操作	20%
5.1	目标 3	实习报告、实践操作	30%
6.1	目标 1	实习报告、实践操作	10%
6.1	目标 4	实习报告、实践操作	40%

每个学生以 100 分记分制计算出各自的成绩，然后转换成五级记分制评定出学生的最终成绩，即优秀、良好、中等、及格、不及格。100 分记分制成绩与五级记分制成绩的转换关系按照以下标准进行：

表 4 100 分记分制成绩与五级记分制成绩转换标准

100 分记分制成绩	60 以下	60—69	70—79	80—89	90 以上
五级记分制成绩	不及格	及格	中等	良好	优秀

## 五、其他

### 1、对先修课程的要求

先修课程为《电路》、《大学物理》等。

### 2、注意事项

- (1) 严格考勤制度，不得迟到早退；
- (2) 严格遵守实验室守则，注意用电安全；
- (3) 按要求领取实习工具，实习结束后清点，丢失或损坏照价赔偿；
- (4) 保持实验室卫生，实习结束后及时清扫。

### 3、参考资料

- [1]赵洪亮等,《电子工艺与实训教程》(第 2 版)[M],北京,石油大学出版社,2014.9
- [2]王天曦等,《电子技术工艺基础》(第 2 版)[M],北京,清华大学出版社,2009.8

撰稿人：马 进

审核人：胡晓君

批准人：黄鹤松

# 《微机原理及应用实验》课程实验教学大纲

课程代码	0931003501		课程名称（中文）	微机原理及应用实验	
课程名称（英文）	Experiment of Principle & Application of Microcomputer				
实验性质	独立设课		课程性质	必修	
适用专业	自动化		先修课程	微机原理及应用	
总学时	24	实验学时	24	学分	1
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间	2018 年 1 月	

## 一、实验性质、目的和任务

本实验是与《微机原理及应用》理论课程配套的实验课程。学生通过本实验课程的学习，熟悉 MCS-51 系列单片型微型计算机的工作原理、硬件结构和指令系统，掌握单片机应用系统的程序设计和软、硬件调试方法，并熟悉单片机应用系统的开发流程和方法。在实验过程中，学生需要正确掌握实验系统的硬件连接方法和操作步骤。

通过本实验的训练，达到以下目标：

**实验课程目标 1：**综合利用 MCS-51 单片机的软件和硬件解决工程问题。

**实验课程目标 2：**根据工程问题特征和实验安全要求，设计实验方案，并利用功能模块设计并搭建 MCS-51 单片机硬件系统。

**实验课程目标 3：**针对工程问题，掌握利用 Keil 等软件进行 MCS-51 单片机程序分析与设计的方法。

实验课程目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

**表 1 实验课程目标与毕业要求的关系**

毕业要求	指标点	课程目标
1.工程知识	1.4 能够将自动化专业知识用于运动控制、过程控制、机器人等复杂工程问题解决方案的比较和综合。	1
4.研究	4.2 能够根据自动化领域复杂工程问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，构建实验系统，采用科学的实验方法安全地开展实验。	2
5.使用现代工具	5.2 能够选择与使用恰当的仪器、信息资源、工程工具和专业模拟软件，对自动化领域复杂工程问题进行分析、计算与设计。	3

## 二、实验基本内容与要求

实验编号	实验项目	学时数	实验内容	实验类型	实验要求	课程目标
0931003501 001	软件调试环境及数据传送	2	掌握 Keil 软件仿真环境使用方法。利用 Keil 软件编写简单程序，以利用 MOV 和 PUSH 等指令完成数据传输任务，并进行程序的仿真和调试。	综合性	必做	3
0931003501 002	数据运算	2	掌握加、减、乘、除、与、或等算数和逻辑运算类指令。编写程序，以完成单字节及多字节二进制数的算数运算和逻辑运算。	综合性设计性	必做	3
0931003501 003	程序设计基础	4	掌握分支、循环、子程序等程序的编程方法和技巧。编写分支程序、循环程序和子程序，以实现简单的数据处理功能，如分段函数计算、数据块的传输和 ASCII 码转换等。	综合性设计性	必做	3
0931003501 004	外部中断及并行口输入输出	2	掌握外部中断的应用编程方法，加深对中断系统硬件结构的认识。掌握 MCS-51 单片机并行口的使用方法。将外部中断输入信号和 LED 灯与单片机相连，以设计一个故障检测装置。并编写程序，利用外部中断信号模拟故障信号及用 LED 灯进行故障报警。	综合性设计性	必做	2, 3
0931003501 005	定时器应用	2	熟悉定时/计数器的工作原理，掌握其编程方法。编写程序，利用定时器功能产生矩形波信号。编写程序，利用计数器功能对外部信号进行计数。	综合性设计性	必做	2, 3
0931003501 006	串行通信应用	2	掌握串行通信的原理和编程方法。完成甲机和乙机的串口连接，并编写甲机与乙机之间数据发送和接收的串口通信程序。	综合性设计性	必做	2, 3
0931003501	键盘/显示	2	掌握键盘和 LED 数码管	综合性	必做	2, 3

007			的硬件扩展方法、工作原理和编程方法。掌握并行接口芯片 8255A 的使用方法。编写程序以利用 8255A 进行键盘的按键检测和 LED 数码管的显示控制。	设计性		
0931003501 008	串行总线 技术 - SPI 总线	4	熟悉 SPI 串行总线器件的工作时序和程序设计方法。利用 SPI 总线器件设计实现一个具体应用功能,例如利用 A/D 转换芯片 TLC2543 实现直流电压值的测量和显示。	综合性 设计性	必做	2, 3
0931003501 009	A/D 转换	2	熟悉 ADC0809 的工作原理、性能指标和使用方法。将 ADC0809 与单片机进行电路连接,并编写程序将模拟电压信号转换为数字量并进行显示。	综合性 设计性	必做	2, 3
0931003501 010	D/A 转换	2	熟悉 DAC0832 工作原理、性能指标和使用方法。将 DAC0832 与单片机进行电路连接,并编写程序利用 DAC0832 输出频率、幅度可变的锯齿波、三角波和矩形波。	综合性 设计性	必做	2, 3
0931003501 011	简单 I/O 扩展	1	掌握扩展简单 I/O 口的基本方法。用输入缓冲器和输出锁存器扩展开关和 LED 灯,并编写程序以 LED 灯亮/灭指示开关的状态。	验证性	选做	1
0931003501 012	外部数据 存储器扩 展	1	掌握片外数据存储器的扩展和访问方法。编写程序对扩展的 6264 存储器进行读写操作。	验证性	选做	1
0931003501 013	串行总线 技术 - 单 总线	2	熟悉单总线器件的工作时序和程序设计方法。利用单总线器件设计实现一个具体应用功能,例如利用温度传感器 DS18B20 设计一个温度测量仪。	综合性 设计性	选做	1, 2, 3
0931003501	串行总线	2	熟悉 I <sup>2</sup> C 串行总线器件的工作时序和程序设计方	综合性	选做	1, 2,

014	技术 - I <sup>2</sup> C 总线		法。利用 I <sup>2</sup> C 总线器件设计实现一个具体应用功能，例如利用 PCF8563 设计一个简易的日历时钟。	设计性		3
0931003501 015	字符液晶 显示	2	熟悉字符式液晶显示模块 1602 的工作原理和接口方法。并利用 1602 显示日历时钟的输出时间或显示温度测量仪的温度测量值等。	综合性 设计性	选做	1, 2, 3
0931003501 016	点阵液晶 显示	4	熟悉点阵式液晶显示模块 12864 的工作原理和接口方法。编写程序，利用 12864 模块显示日历时钟的输出时间或温度测量仪的温度测量值，或利用 12864 显示一个图形。	综合性 设计性	选做	1, 2, 3

### 三、实验项目仪器设备配置

1.实验设备：计算机、单片机应用系统实验箱、示波器、万用表等。

2.主要耗材：易损的常用芯片、用于硬件连接的导线等。

### 四、考核方式、方法及实验成绩评定方法

本课程包含 10 实验，每个实验满分 100 分，最终成绩为 10 个实验的平均分。每个实验的成绩考核主要通过过程考核实现，过程考核包括：考勤和实验操作过程，结果考核为实验报告。具体考核内容及所占比例如表 2 所示。

表 2 实验课程考核内容及所占比例

考核内容		考核标准	占总成绩的比例
过程考核	考勤，实验操作过程	能够安全、规范地搭建硬件系统，并利用 keil 软件进行程序设计与调试	30%
结果考核	实验报告	全面记录实验过程及结果，并且实验结果正确	70%

每个学生以 100 分记分制计算出各自的成绩，然后转换成五级记分制评定出学生的最终成绩，即优秀、良好、中等、及格、不及格。100 分记分制成绩与五级记分制成绩的转换关系按照表 3 标准进行。

表 3 100 分记分制成绩与五级记分制成绩转换标准

100 分记分制成绩	60 以下	60—69	70—79	80—89	90 以上
------------	-------	-------	-------	-------	-------

五级记分制成绩	不及格	及格	中等	良好	优秀
---------	-----	----	----	----	----

## 五、参考资料

- [1] 薛琳, 黄鹤松, 高正中等. 微机原理与接口技术实验指导书(自编讲义). 青岛: 山东科技大学, 2015.
- [2] 公茂法, 黄鹤松, 杨学蔚等. MCS-51/52 单片机原理与实践[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2009.
- [3] 张仁彦, 高正中, 黄鹤松等. 单片机原理及应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2016.

撰稿人: 张仁彦、黄鹤松

审核人: 高正中

批准人: 黄鹤松



# 《电子系统课程设计》教学大纲

课程代码	0931022202	课程名称（中文）	电子系统课程设计		
课程名称（英文）	Electronic System Project				
适用专业	自动化	周数	2 周	学分	2
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间	2018 年 1 月	

## 一、课程设计的性质和目的

《电子系统课程设计》是自动化、电气工程及其自动化等电气信息类专业学生实践环节的一门必修课，具有较强的理论综合性和实践性，是使学生体察工程实际问题复杂性的初次尝试。通过该课程设计加强理论与实践的结合与渗透，加强综合设计能力、理论知识的运用能力、分析与解决问题的能力以及创新能力，进一步培养学生踏实严谨的工程实践能力，同时为后续课的学习以及毕业后从事电子产品的工作奠定坚实的基础。

通过本课程设计的教学和实践训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**培养学生综合运用《电路》、《模拟电子技术》和《数字电子技术》所学的基础理论知识，独立分析并解决实际问题的能力；学习、了解电子电路构成简单系统的一般设计方法，具备初步的独立设计能力。

**课程教学目标 2：**学习、体会、熟悉小型电子系统的研究开发过程：课题调研、文献阅读、方案论证、理论研究、单元电路设计、元件参数计算、系统仿真、硬件制作调试、撰写报告、课题答辩等。

**课程教学目标 3：**学习计算机辅助软件电路设计方法，能熟练应用 Multisim 软件对设计电路进行仿真分析以及使用 Protel 或 Altium Designer 软件进行电路原理图、印刷电路板图的设计；学习、了解硬件电路制作的一般方法，培养学生调试电路和排查故障的能力。

**课程教学目标 4：**通过课程设计及答辩全过程的训练，加强师生之间、学生与学生之间知识的相互交流，培养勤奋、求实的良好学风。培养学生团结协作的集体精神和独立从事研究开发工作的能力。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
1.工程知识	1.3 能够将相关专业知识和数学模型方法用于自动化领域工程问题的分析。	1
3.设计/开发解决方案	3.4 能够用图纸或设计报告等形式表示设计成果。	2,4
5.使用现代工具	5.1 了解自动化专业常用的现代仪器、信息技术工具、工程工具和模拟软件的使用原理和方法，并理解其局限性。	3

## 二、课程设计内容和要求

本课程设计以“模拟电子技术”和“数字电子技术”为理论基础，应按统一教学计划安排进行。

课程设计基本内容及要求如下：

### 1、任务安排

每一授课班分为若干设计小组，每组 3~4 人；指导教师向各组分派不同的课题设计任务，并提供相应课程设计指导书和课题设计任务书，同时约定设计进程和阶段性检查等具体要求。

### 2、方案论证

查阅电子技术基础理论及相关资料、文献和手册，在选择几种课题方案的基础上，进行论证比较，确定最佳方案进行设计。

### 3、系统电路设计与器件选择

根据设计技术指标，选择元器件型号，分模块设计单元电路，要注意各单元电路间的级联设计，绘制最终的电子系统电路图。

### 4、电路仿真

运用计算机辅助设计软件（如 Multisim 软件）进行电路图的仿真分析，调试技术参数达到功能要求。

### 5、印刷电路板图的设计

仿真分析验证电路性能准确后，使用 Protel 或 Altium Designer 软件进行电路原理图绘制以及印刷电路板（PCB）图的设计。

### 6、硬件制作调试

根据选择的具体元器件搭建硬件电路进行调试，并记录相关测量数据、波形等。

### 7、设计报告撰写

课程设计说明书应包括下列内容：

- (1) 题目名称
- (2) 设计任务和主要技术指标
- (3) 目录：写明标题的页数
- (4) 原理电路设计：
  - ①进行方案论证，至少提出两种不同的设计方案；
  - ②单元电路的设计计算和元器件的选择，需要介绍主要芯片和元器件的原理及功能；
  - ③分模块按国标画出单元电路图，说明主要工作原理。
- (5) 对电路仿真结果及硬件调试情况进行分析说明。
- (6) 本设计的特点和存在问题，提出改进意见。收获、体会和建议。
- (7) 附录

需提供按国标画出的整体电路接线图，Protel 或 Altium Designer 绘制的电路原理图、PCB 图。

### 三、课程设计进度安排

课程设计共 2 周，10 个工作日，具体安排如下（供参考）：

序号	课程设计内容	时间分配 (天)
1	指导教师布置课程设计任务。学生根据设计指导书要求查阅资料，简要了解所研究课题的国内外技术现状，系统地学习课题所涉及的电子技术基本理论，研究所选择的各种通用或专用集成电路的原理、结构及特性，并掌握其应用方法。（各设计组参照各自设计课题所下达的任务书执行。）	1
2	充分理解设计题目意义和要求，初选电路形式或根据参考电路确定器件（二极管、三极管、集成电路）。根据题目要求的指标，通过查阅有关资料分析其工作原理。	1
3	画出电路方框图，完成电路各部分的指标分配。计算各单元电路的参数和确定各元件参数值。	2
4	应用计算机仿真软件（如 Multisim 软件）对所设计的小型电子电路进行仿真测试，整理设计资料和数据。	1
5	使用 Protel 或 Altium Designer 软件进行电路原理图绘制以及印刷电路板（PCB）图的设计。	1
6	根据选定的具体元器件搭建硬件电路进行调试，并记录相关测量数据、波形等。	2
7	整理设计资料及仿真结果，编写课程设计说明书。	1

8	准备材料（如图纸、答辩提纲或 PPT 文稿），组织答辩。	1
合计		10

#### 四、课程成绩考核

课程设计成绩采用五级制，即优、良、中、及格、不及格。课程设计成绩考核包括过程考核和结果考核两部分。过程考核包括出勤、遵守实验室安全操作规程、选题、方案设计、答辩情况等方面，占总成绩的 20%~40%；结果考核包括电路性能指标的完成程度（含仿真和硬件电路两部分）、自主创新、设计报告等方面，占总成绩的 60%~80%。考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 2 所示。

表 2 课程考核内容及所占比例

毕业要求指标点	课程教学目标	考核方式	考核标准	考核分值
1.3	目标 1	课程设计报告、答辩、设计研讨	掌握文献检索方法，研究内容完整、技术路线清晰	20 分
3.4	目标 2、4	课程设计报告、答辩、设计研讨	能够完成小型电子系统的硬件设计、软件设计	40 分
5.1	目标 3	课程设计报告、答辩、设计研讨	针对设计问题，能够应用专业工具，进行调试、模拟、分析，验证设计结果	40 分

每个学生以 100 分记分制计算出各自的成绩，然后转换成五级记分制评定出学生的最终成绩，即优秀、良好、中等、及格、不及格。100 分记分制成绩与五级记分制成绩的转换关系按照表 3 的标准进行。

表 3 100 分记分制成绩与五级记分制成绩转换标准

100 分记分制成绩	60 以下	60—69	70—79	80—89	90 以上
五级记分制成绩	不及格	及格	中等	良好	优秀

#### 五、其他

1. 对先修课程的要求：电路、模拟电子技术、数字电子技术、电子技术实验等。

2. 参考资料：

- [1] 朱定华. 电子电路实验与课程设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2009.
- [2] 赵淑范. 电子技术实验与课程设计 (第二版) [M]. 北京: 清华大学出版社,  
2010.
- [3] 童诗白. 模拟电子技术基础 (第五版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2015.
- [4] 阎 石. 数字电子技术基础 (第六版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2016.

撰稿人: 卢文娟

审核人: 刘春晖

批准人: 黄鹤松

# 《微机原理及应用课程设计》课程教学大纲

课程编码	0931003402	课程名称（中文）		微机原理及应用课程设计		
课程名称（英文）		Microcomputer Principle & Application Project				
适用专业	自动化	周数	2	学分	2	
制订单位	电气与自动化工程学院		制定时间	2018 年 1 月		

## 一、课程的性质和目的

《微机原理及应用课程设计》课程是自动化专业的实践课，也是《微机原理及应用》课程的一个综合设计实践环节。课程性质是专业基础课，为必修课。

通过课程设计和调试训练，加深学生对典型单片机的内部结构、工作原理的理解；掌握汇编语言或 C51 语言的基本应用编程方法及单片机接口技术开发的技能；使学生能理论联系实际，提高综合运用微型计算机硬件与软件技术的开发水平；学习撰写应用设计报告的格式及方法；培养学生的设计能力、动手能力、创新能力、综合分析和解决实际问题的能力，为后续课程学习和应用打下坚实的基础，并培养将来的工程设计开发能力。

通过本课程的教学和训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**掌握两种以上的单片机应用接口电路，解决在运动控制、过程控制、机器人等复杂工程方面的问题，并能对解决方案进行比较和综合。

**课程教学目标 2：**使用 Altium Designer 等计算机辅助设计软件工具，绘制规范的单片机应用系统电路原理图，并撰写课程设计报告。

**课程教学目标 3：**利用 Keil 或 Proteus 等仿真软件完成单片机应用系统程序设计和功能调试。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
1. 工程知识	1.4 能够将自动化专业知识用于运动控制、过程控制、机器人等复杂工程问题解决方案的比较和综合。	1
3. 设计/开发解决方案	3.4 能够用图纸或设计报告等形式表示设计成果。	2
5. 使用现代工具	5.1 了解自动化专业常用的现代仪器、信息技术工具、工程工具和模拟软件的使用原理和方法，并理解其局限性。	3

## 二、课程设计内容及要求

本课程设计根据实际工程应用背景提出设计题目及性能指标要求,要求学生综合运用微机原理及应用课程内容知识等进行单片机应用系统的设计、仿真和调试,具体要求如下:

- (1) 通过查阅相关资料,根据各自题目要求确定合理的软硬件设计方案;
- (2) 利用专业绘图软件绘制系统电路原理图;
- (3) 编写应用程序,并利用单片机实验箱、单片机应用系统板或仿真软件进行系统调试,达到运行目标;
- (4) 撰写设计报告,主要内容应包括:设计任务书、系统设计方案、硬件电路原理图、软件流程图及调试过程与运行结果等内容。

## 三、课程设计进度安排

序号	课程设计内容	时间分配 (天)
1	教师布置课程设计任务、讲解课程设计要求	0.5
2	学生查询资料、确定设计方案	1.5
3	方案设计及系统仿真、调试和实现	5
4	撰写设计报告	2
5	答辩	1
合计		10

## 四、课程设计的考核

课程设计成绩考核包括过程考核和结果考核。过程考核包括:出勤、设计过程、操作演示、研讨等,结果考核采取课程设计报告、答辩等。过程考核成绩占总成绩的 20%,结果考核成绩占总成绩的 80%。

考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 2 所示。

表 2 课程考核内容及所占比例

毕业要求 指标点	课程教 学目标	考核方式	考核标准	考核分值
1.4	目标 1	课程设计报告、答辩、设计研讨	掌握文献检索方法,研究内容完整、技术路线清晰	20 分
3.4	目标 2	课程设计报告、答辩、设计研讨	能够完成单片机应用系统的硬件设计、软件设计	50 分

5.1	目标 3	课程设计报告、答辩、设计研讨	针对设计问题，能够应用专业工具，进行仿真、调试、分析，验证设计结果	30 分
-----	------	----------------	-----------------------------------	------

每个学生以 100 分记分制计算出各自的成绩，然后转换成五级记分制评定出学生的最终成绩，即优秀、良好、中等、及格、不及格。100 分记分制成绩与五级记分制成绩的转换关系按照表 3 标准进行。

**表 3 100 分记分制成绩与五级记分制成绩转换标准**

100 分记分制成绩	60 以下	60—69	70—79	80—89	90 以上
五级记分制成绩	不及格	及格	中等	良好	优秀

## 五、其他

**1. 对先修课程的要求：**微机原理及应用、计算机程序设计基础（C 语言）、数字电子技术、模拟电子技术等课程。

### 2. 主要参考资料

[1] 张仁彦，高正中，黄鹤松. 单片机原理及应用[M]. 北京：机械工业出版社，2016.

[2] 公茂法，黄鹤松，杨学蔚等. MCS-51/52 单片机原理与实践[M]. 北京：北京航空航天大学出版社，2009.

[3] 薛琳，高正中，黄鹤松等. 微机原理及应用实验指导书. 自编讲义，2015.

撰稿人：高正中

审核人：孙秀娟

批准人：黄鹤松



# 《自动控制原理实验》教学大纲

课程代码	0931004001	课程名称（中文）	自动控制原理实验
课程名称（英文）	Experiments of Automatic Control Theory		
实验性质	独立设课	课程性质	必修课
适用专业	自动化	先修课程	高等数学、工程数学、电路、模拟电子技术、数字电子技术
总学时	20	实验学时	20
制订单位	电气与自动化工程学院	制订时间	2018 年 1 月

## 一、实验性质、目的和任务

《自动控制原理》是自动化本科专业开设的一门专业核心课程,《自动控制原理实验》是一门理论验证性和设计性的实验课程。通过实验,学生可以了解典型环节的特性;掌握控制系统分析与校正方法;初步具备分析和解决自动化复杂工程问题的基本能力,能够基于专业理论知识,根据自动化复杂工程问题的特征,设计可行的实验方案,并用实验报告的形式表示实验及设计成果。

**实验课程目标 1:** 能够基于科学原理知识,分析问题、设计实验方案,并能够在实验箱上完成实验方案的验证。

**实验课程目标 2:** 掌握自动控制原理的基本实验方法与技能,能够正确采集、处理实验数据,对实验结果进行分析、解释,得到合理有效的结论。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

**表 1 课程教学目标与毕业要求的关系**

毕业要求	指标点	课程目标
4. 研究	4.1 能够基于科学原理,通过文献研究或相关方法,调研和分析自动化领域复杂工程问题的解决方案。	1
	4.3 能够正确采集、处理实验数据,对实验结果进行分析和解释,并通过信息综合得到合理有效的结论。	2

## 二、实验基本内容 with 要求

实验编号	实验项目	学时数	实验内容	实验类型	实验要求	课程目标
093100400101	典型环节的时域响应	2	(1) 掌握自动控制原理实验箱的使用方法。(2) 学习用电路构成所需要的系统仿真模型(传递函数)。(3) 掌握典型环节模拟电路的研究方法,观测各种典型	验证	必做	1

			环节的阶跃响应曲线。(4) 通过对典型电路分析和实验,掌握系统数学模型的理论建模方法和实验测定法。			
0931004 00102	二阶系统瞬态响应分析	2	(1) 掌握瞬态性能指标的测试技能。(2) 研究二阶系统阻尼系数 $\zeta$ 和自然振荡频率 $\omega_n$ 与系统结构之间的关系。(3) 按实验步骤绘出实验线路、标出原始数据,画出输出波形图。	验证	必做	2
0931004 00103	三阶系统瞬态响应及稳定性分析	2	(1) 了解参数变化对三阶系统瞬态性能和稳定性的影响。(2) 按实验步骤绘出实验线路、标出原始数据,画出输出波形图。	综合	必做	2
0931004 00104	线性系统的根轨迹分析	2	(1) 掌握绘制根轨迹的基本法则。(2) 掌握闭环主导极点的概念。(3) 了解闭环极点的分布与系统性能的关系。	综合	必做	2
0931004 00105	线性系统的频率响应分析	2	(1) 学习测量系统(或环节)频率特性曲线的方法和技能。(2) 学习根据频率特性的实验曲线求取传递函数的方法	综合	必做	2
0931004 00106	线性系统的校正	4	(1) 学习串联校正的方法。(2) 了解和观测校正装置对系统稳定性及瞬态特性的影响。(3) 验证设计的校正装置是否满足系统性能指标的要求。	设计	必做	1
0931004 00107	离散系统的稳定性分析	2	(1) 培养学生模拟研究采样系统的技能。(2) 验证和加深理解采样系统的基本理论。(3) 了解信号的采样和恢复与采样周期的关系。(4) 分析采样系统的稳定性的瞬态响应。	验证	必做	2
0931004 00108	采样控制系统的校正	2	(1) 培养学生用模拟方法研究采样系统的技能。(2) 观测采样控制校正前后的性能。	验证	必做	1
0931004 00109	典型非线性环节	2	(1) 学习典型非线性系统的模拟方法,培养学生模拟研究非线性系统的技能。(2) 了解和掌握继电型、饱和型、死区和间隙等典型非线性环节的模拟电路,观测各环节的静特性	验证	必做	2

### 三、实验项目仪器设备配置

#### 1. 实验设备:

- (1) 自动控制原理与计算机控制系统实验箱, 型号 TD-ACC+;
- (2) 计算机, 型号启天 M340E;

(3) 万用表，开设本课程实验需 40 台套。

2. 主要耗材：实验导线、万用表探笔及电池。

#### 四、考核方式、方法及实验成绩评定方法

本实验课程成绩考核由过程考核成绩和结果考核成绩组成。过程考核成绩占实验总成绩 70%，结果考核成绩占实验总成绩 30%。

本课程包括 9 个实验项目，每个实验满分 100 分，每个实验在过程考核实验成绩中所占权重如表 2 所示，过程考核成绩为所有实验成绩加权。

表 2 实验项目考核权重

实验项目	考核权重 (%)	总分
实验 1：典型环节的时域响应	10	100 分
实验 2：二阶系统瞬态响应分析	10	
实验 3：三阶系统瞬态响应及稳定性分析	10	
实验 4：线性系统的根轨迹分析	10	
实验 5：线性系统的频率响应分析	10	
实验 6：线性系统的校正	20	
实验 7：离散系统的稳定性分析	10	
实验 8：采样控制系统的校正	10	
实验 9：典型非线性环节	10	

过程考核包括：仪器设备操作使用情况和实验报告，具体考核内容及所占比例如表 3 所示。

表 3 过程考核内容、考核标准及所占比例

考核内容	考核标准	占总成绩的比例
考勤，仪器设备操作	能够规范、正确地操作计算机控制实验设备，得到正确的实验结果。	30%
实验报告	能够掌握自动控制原理的基本知识，完成每个实验的实验内容，能够正确地分析、解释实验结果，得出有效结论，实验报告撰写规范。	70%

结果考核采用选择实验大纲规定的必做实验对学生的操作水平单人单组进行实验考试。

#### 五、参考资料

实验指导书：

[1]《自动控制原理》实验指导书，自编

参考书：

[1] 胡寿松. 自动控制原理(第 6 版). 北京: 科学出版社, 2013.

撰稿人: 陈志巧

审核人: 程学珍

批准人: 黄鹤松

# 《电力电子技术课程设计》教学大纲

课程编码	0931001402	课程名称（中文）	电力电子技术课程设计		
课程名称（英文）	Power Electronics Project				
适用专业	自动化	周数	2	学分	2
制订单位	电气与自动化工程学院		制定时间	2018 年 1 月	

## 一、课程设计的性质和目的

电力电子技术课程设计是自动化专业的一门专业实践课,本课程设计主要是使学生能系统全面地总结所学过的理论知识,掌握各类电力半导体器件所构成的各种功率变换电路,掌握各变换主电路的构成和工作原理,不同负载对电路工作特性的影响以及主电路的元件参数计算与选择等。

主要目的如下: 1) 培养学生文献检索的能力,特别是如何利用互联网检索需要的文献资料; 2) 培养学生综合分析问题、发现问题和解决问题的能力; 3) 培养学生运用知识的能力和工程设计的能力; 4) 提高学生的电力电子装置分析和设计能力; 5) 提高学生课程设计报告撰写水平。

## 二、课程设计内容及要求

本课程设计主要是利用各种电力半导体器件构成所需的各种功率变换电路,要求设计出变换电路的主电路并说明工作原理,研究不同负载对电路工作特性的影响、主电路的元件参数计算与选择等进行设计。

通过本课程的教学和实验训练,达到以下目标:

**课程教学目标 1:** 根据设计课题的技术指标和给定条件,掌握查阅有关参考资料以及选择元件和参数的方法,能够从技术、经济角度对设计方案的可行性进行评价。

**课程教学目标 2:** 掌握电力电子技术的设计内容、方法和步骤,独立完成方案论证和设计计算,选用恰当的现代工具,模拟与预测专业问题。

**课程教学目标 3:** 能够根据设计过程和结果,分析、评价与该实验相关的专业领域开发与应用对社会、健康、安全、法律以及文化的潜在影响。

**课程教学目标 4:** 掌握编制元件明细表和绘制有关电气系统图的方法,编写设计说明书。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
设计/开发解决方案	3.3 能够在社会、安全、法律、环境等现实约束条件下，从技术、经济角度对设计方案的可行性进行评价。	1
使用现代工具	5.3 能够理解并掌握控制系统分析与设计的现代工具。针对自动化领域复杂工程问题，能够开发或选用恰当的现代工具，模拟与预测专业问题，并能够分析其局限性。	2
工程与社会	6.3 能够合理分析新产品、新工艺、新技术等的开发与应用对社会、健康、安全、法律以及文化的潜在影响。能够从工程师所应承担的社会责任的角度，分析和评价自动化专业工程实践与复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响。	3
沟通	10.1 能够就自动化领域的工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，准确地阐述工程理念和专业观点，回应质疑，理解与业界同行和社会公众交流的差异性。	4

### 三、课程设计进度安排

序号	课程设计内容	时间分配 (天)
1	教师讲解课程设计内容	1
2	查阅资料，论证方案	4
3	设计电路	5
4	完成课程设计报告	4
合计		14

### 四、课程设计的考核

设计考核采用在按成果要求设计进行验收的方式，总成绩由平时成绩、设计报告两部分组成，其中平时成绩为 20% 、设计报告成绩为 80% 。

考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 2 所示。

表 2 课程考核内容及所占比例

毕业要求指标点	课程教学目标	教学内容	考核标准	考核分值
---------	--------	------	------	------

3.3	目标 1	根据设计课题的技术指标和给定条件，掌握查阅有关参考资料以及选择元件和参数的方法，能够从技术、经济角度对设计方案的可行性进行评价。	能够根据课题要求，从技术、经济等方面对设计方案进行论述	20 分
5.3	目标 2	掌握电力电子技术的设计内容、方法和步骤，独立完成方案论证和设计计算，选用恰当的现代工具，模拟与预测专业问题。	能够理解并掌握控制系统分析与设计的现代工具	50 分
6.3	目标 3	能够根据设计过程和结果，分析、评价与该实验相关的专业领域开发与应用对社会、健康、安全、法律以及文化的潜在影响。	能够分析与设计有关的产品、技术等的应用对社会、健康、安全等的潜在影响。	10 分
10.1	目标 4	掌握编制元件明细表和绘制有关电气系统图的方法，编写设计说明书。	能够规范地撰写实验报告、设计报告、总结报告等	20 分

每个学生以 100 分记分制计算出各自的成绩，然后转换成五级记分制评定出学生的最终成绩，即优秀、良好、中等、及格、不及格。100 分记分制成绩与五级记分制成绩的转换关系按照以下标准进行：

**表 3 100 分记分制成绩与五级记分制成绩转换标准**

100 分记分制成绩	60 以下	60—69	70—79	80—89	90 以上
五级记分制成绩	不及格	及格	中等	良好	优秀

## 五、其他

1. 对先修课程的要求：学生必须先学习完成以下课程：①高等数学；②电路；③电子技术基础（模拟部分）。

2. 参考资料：

[1] 孙树朴. 电力电子技术[M]. 出版地：徐州，中国矿业大学出版社，1999.

[2] 黄家善. 电力电子技术[M]. 出版地：北京，机械工业出版社，2005.

- [3] 周明宝. 电力电子技术[M]. 出版地：北京，机械工业出版社，1997.
- [4] 林渭勋. 现代电力电子电路[M]. 出版地：北京，浙江大学出版社.2002.

撰稿人：陈 霞

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松



# 《检测技术实训》教学大纲

课程编码	0931004102	课程名称（中文）	检测技术实训		
课程名称（英文）	Detection Technology Practical Training				
适用专业	自动化	周数	2	学分	2
制订单位	电气与自动化工程学院		制定时间	2018 年 1 月	

## 一、课程设计的性质和目的

### 1. 课程性质

《检测技术实训》是自动化专业的必修课。

### 2. 课程任务及教学目标

《检测技术实训》是自动化专业的重要专业实践课程，课程教学以学生实践为主，教师指导为辅。通过这门实践课程的学习，使学生对自动检测系统有一个从理论到实际应用更深入的理解，达到能熟练选择与应用各类传感器和检测技术来设计自动检测系统的目的。使学生在自动检测系统的方案设计，硬件选型，软件仿真，实验系统构建、调试等方面得到综合训练。培养学生对传感器、检测技术、自动检测系统方面的专业认知能力；提高学生对系统信息采集、传输与处理的工程设计能力，为解决现场检测问题奠定基础；增强学生对专业技术工作适应能力和开发创新能力和工程设计的能力；引导学生正确理解与评价检测技术对社会可持续发展的意义。

通过本课程的教学和实验训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**能够综合运用传感器与检测技术理论知识进行自动检测系统设计。

**课程教学目标 2：**能够运用仿真工具对系统进行分析与验证，具备独立分析问题和解决问题的能力。

**课程教学目标 3：**能够构建实验装置，开展实验调试与测试，实现数据采集与数据处理，全面地分析实验结果。

**课程教学目标 4：**能够全面分析实训过程与经验，正确理解与评价实训的意义，规范撰写实训报告。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
1.工程知识	1.2 具备对工程对象建模与求解的自动化专业基础知识。	1,2
4.研究	4.3 能够正确采集、处理实验数据,对实验结果进行分析和解释,并通过信息综合得到合理有效的结论。	3
7.环 境 和 可 持续发展	7.2 在解决自动化领域复杂工程问题的具体实践过程中,能够理解和评价工程实践对环境、社会可持续发展的影响。	4

## 二、课程与其他课程的联系与分工

本课程的先修课程为大学物理、电路、模拟电子技术、数字电子技术、单片机原理及应用、电磁场、传感器与检测技术、虚拟仪器技术等课程,本课程用到先修课程的知识,同时,本课程的教学内容及教学环节安排,为后续的课程设计、综合实验、毕业设计提供综合实践训练的基础。

## 三、课程设计要求及要求

检测技术实训要求学生完成选题、方案设计、软件仿真、电路调试以及撰写实训报告等任务。

1. 教师讲解实验室条件,并提出设计要求,学生选题。

综合对不同类型的传感器、检测技术、虚拟仪器工具及自动检测系统的知识的理解与运用,结合教师布置的实训任务,设计要求,以及实验室条件,完成选题任务,并根据选题对学生进行分组。

2. 确定设计方案。

学生可利用网络、图书馆等方式查阅资料,结合实训任务的技术指标和条件,建立初步设计方案,组内、组间或师生间全方面反复讨论方案,独立完成最终方案论证,并完成对设计内容、关键问题及设计进度的安排,要求思路清楚、方案合理、方法正确、步骤完整。

3. 完成自动检测系统,达到验收。

根据设计方案,按照时间安排完成设计内容,独立完成包括传感器的特性实验、测量电路调试、系统仿真与调试等工作,最终实现整个自动检测系统,达到验收要求。

4. 记录实验过程,完成实训报告和答辩。

掌握检测技术的设计内容、方法,以及调试过程的记录方法,学会自动检测系统需要编制的图表,按照报告书写规范与注意事项,完成实训说明书编写,并进行实训答辩。

#### 四、课程设计进度安排

二人一组，整个过程分为指导教师集中授课、学生进行设计、书写设计报告三个阶段，具体安排如表 2 所示。

表 2 课程设计进度安排

序号	课程设计内容	时间分配 (天)
1	教师讲解实验室条件，并提出设计要求，学生选题	0.5
2	确定设计方案	2.5
3	完成自动检测系统，达到验收	8
4	对实训进行全面分析与总结，完成实训报告和答辩	3
合计		14

#### 五、课程设计的考核

考核方式包括：答辩、实训操作、实训报告，总成绩中占比为答辩 20%、实训操作 20%、实训报告 60%。

考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 3 所示。

表 3 课程考核内容及所占比例

毕业要求 指标点	课程教 学目标	教学内容	考核标准	考核 分值	考核方式
1.2	目标 1	能够综合运用传感器与检测技术理论知识进行自动检测系统设计。	正确选择传感器、数据处理方法、完成自动检测系统方案设计，研究内容完整、技术路线清晰。	20 分	实训报告、 答辩
4.3	目标 2	能够运用仿真工具对系统进行分析与验证，具备独立分析问题和解决问题的能力。	利用仿真工具完成自动检测系统的软件设计，完成软件调试、模拟、分析，验证设计结果。	20 分	实训报告、 答辩
	目标 3	能够构建实验装置，开展实验调试与测试能力，全面地分析实验结果。	利用实验室设备进行自动检测系统的搭建，进行硬件调试、分析，验证设计结果。	20 分	实训操作
7.2	目标 4	能够全面分析实训过程与经验，正	总结实训经验、正确认识实训意义。规范撰写实训	40 分	实训报告、 答辩

		确理解与评价实训的意义,规范撰写实训报告。	报告。		
--	--	-----------------------	-----	--	--

每个学生以 100 分记分制计算出各自的成绩,然后转换成五级记分制评定出学生的最终成绩,即优秀、良好、中等、及格、不及格。100 分记分制成绩与五级记分制成绩的转换关系按照以下标准进行:

**表 3 100 分记分制成绩与五级记分制成绩转换标准**

100 分记分制成绩	60 以下	60—69	70—79	80—89	90 以上
五级记分制成绩	不及格	及格	中等	良好	优秀

## 六、其他

1. 对先修课程的要求:学生必须先学习完成以下课程:①大学物理、②电路、③模拟电子技术、④数字电子技术、⑤单片机原理及应用、⑥电磁场、⑦虚拟仪器技术。

2. 注意事项:

(1) 实训过程中应严肃认真,一丝不苟,不迟到,不早退。

(2) 爱护资料及实验室公共财物,注意遵守实验室的管理制度。

(3) 指导教师全程进行指导,随时解答实训过程中学生提出的问题,了解每个学生的实训进程。

(4) 安全教育。实训过程中注意用电和防火安全教育。

3. 参考资料

[1] CSY—3000 型传感器与检测技术实验指导书。

[2] 《检测技术实训》指导书,自编。

[3] 郭卫东. 虚拟样机技术与 ADAMS 应用实例教程. 北京:北京航空航天大学出版社, 2008.6。

撰稿人:程学珍

审核人:盖文东

批准人:黄鹤松

# 《控制系统仿真与设计》教学大纲

课程编码	0931900002	课程名称（中文）	控制系统仿真与设计		
课程名称（英文）	Simulation and Design of Control System				
适用专业	自动化	周数	2	学分	2
制订单位	电气与自动化工程学院		制定时间	2018 年 1 月	

## 一、课程设计的性质和目的

控制系统仿真与设计是自动化专业必修的理论联系实际专业实践教学环节，该实践环节是在学习自动控制原理、现代控制理论和计算机仿真技术课程以后设置的一个重要的实践性环节，课程教学目标为：

**课程教学目标 1：**了解被控对象的工艺过程或运行机理，运用自然科学、自动控制原理等知识完成被控对象模型的建立、简化等工作。

**课程教学目标 2：**能够根据被控对象的工艺过程或运行机理，分析影响设计目标的因素。

**课程教学目标 3：**能够根据工艺和设计要求，完成控制方案设计，并能够运用专业知识和数学模型方法对设计方案进行分析、比较和综合。

**课程教学目标 4：**能够借助专业仿真软件建立控制系统仿真模型，完成控制器参数整定，完成控制系统的仿真验证和分析。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
1.工程知识	1.4 能够将自动化专业知识用于运动控制、过程控制、机器人等复杂工程问题解决方案的比较和综合。	1, 3
3.设计/开发解决方案	3.1 掌握自动化领域工程设计和产品开发的基本方法和技术，并能够根据工艺和技术需求，分析影响设计目标和技术方案的各种因素。	2
5.使用现代工具	5.3 针对自动化领域复杂工程问题，能够开发或选用恰当的现代工具，模拟与预测专业问题，并能够分析其局限性。	4

## 二、课程设计内容及要求

本课程设计根据实际工程应用背景提出设计题目及性能指标要求，要求学生综合运用自动控制原理和现代控制理论知识以及计算机仿真技术等进行控制系统的设计、仿真和调试，具体要求如下：

（1）同学通过查阅相关资料，根据被控对象的工艺过程或运行机理，建立数学模型，并分析影响设计目标的因素。。

(2) 根据题目设计要求, 对控制方案进行分析、比较, 确定合理的控制方案。

(3) 根据控制理论知识(时域法、频率法、根轨迹法或极点配置方法等)进行控制系统设计, 结合 MATLAB 语言及 SIMULINK 动态仿真工具进行系统仿真和调试, 分析控制器形式及参数对控制系统性能的影响。

(4) 通过设计、仿真和调试, 确定控制器的传递函数形式及参数, 使控制系统满足性能指标要求。

(5) 确定控制器的实现形式, 在模拟机或仿真设备实现所设计的控制系统, 并按性能指标要求进行实际调试。

(6) 撰写设计报告, 报告包括任务书、设计过程、仿真框图或语言以及调试曲线图等。

### 三、课程设计进度安排

序号	课程设计内容	时间分配(天)
1	教师布置课程设计任务、讲解课程设计内容和要求	0.5
2	学生查询资料、比较、分析控制方案, 确定合理控制方案	1.5
3	控制器设计及系统仿真、调试和实现	5
4	撰写设计报告	2.5
5	答辩	0.5
合计		10

### 四、课程设计的考核

课程设计成绩考核包括过程考核和结果考核。过程考核包括: 出勤、设计过程、操作演示、仿真结果等。结果考核采取课程设计报告形式和答辩。过程考核成绩占总成绩的 40%, 结果考核成绩占总成绩的 60%。

考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 2 所示。

表 2 课程考核内容及所占比例

毕业要求指标点	课程教学目标	考核方式	考核标准	考核分值
1.4	目标 1, 3	课程设计报告、答辩、仿真结果	能对控制方案进行分析和比较, 并设计合理控制方案。	35 分
3.1	目标 2	课程设计报告、答辩、仿真结果	能够根据被控对象的工艺过程或运行机理, 分析影响设计目标的因素。	15 分
5.3	目标 4	课程设计报告、答辩、仿真结果	能够借助专业仿真软件建立控制系统仿真模型, 完成控制系统的仿真验证和分析。	50 分

每个学生以 100 分记分制计算出各自的成绩,然后转换成五级记分制评定出学生的最终成绩,即优秀、良好、中等、及格、不及格。100 分记分制成绩与五级记分制成绩的转换标准如表 3 所示。

**表 3 100 分记分制成绩与五级记分制成绩转换标准**

100 分记分制成绩	60 以下	60—69	70—79	80—89	90 以上
五级记分制成绩	不及格	及格	中等	良好	优秀

## 五、其他

1. 对先修课程的要求:自动控制原理、现代控制理论、计算机仿真技术等。

2. 参考资料:

[1] 胡寿松. 自动控制原理(第 6 版)[M]. 北京: 科学出版社, 2013.

[2] 梅晓榕. 自动控制原理(第 4 版)[M]. 北京: 科学出版社, 2017.

[3] 张嗣瀛, 高立群. 现代控制理论[M]. 北京: 清华大学出版社, 2017.

[4] 薛定宇. 反馈控制系统设计与分析——MATLAB 语言应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000.

撰稿人: 高宏岩、隋涛、张婧

审核人: 程学珍

批准人: 黄鹤松

# 《计算机控制技术课程设计》教学大纲

课程编码	0931900202	课程名称（中文）	计算机控制技术课程设计		
课程名称（英文）	Computer Control Technology Project				
适用专业	自动化	周数	2	学分	2
制订单位	电气与自动化工程学院		制定时间	2018 年 1 月	

## 一、课程设计的性质和目的

计算机控制技术课程设计是自动化专业开设的一门专业实践课，该实践环节是在学习计算机控制技术之后设置的一个重要的实践性环节，课程教学目标为：

**课程教学目标 1：**能够独立查阅资料，掌握文献检索方法，并根据设计要求确定研究方案，分析影响设计目标的因素。

**课程教学目标 2：**能够根据设计要求，完成计算机控制系统的硬件设计、软件设计。

**课程教学目标 3：**能够借助专业仿真软件建立控制系统仿真模型，完成控制系统的仿真验证和分析，掌握设计分析和调试的方法。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
2.问题分析	2.2 能够运用基本原理，借助文献研究，评估自动化领域复杂工程问题的多种解决方案，分析过程的影响因素，并获得有效结论。	1
3.设计/开发解决方案	3.2 针对自动化领域复杂工程问题，能够设计/开发满足特定需求的自动化单元装置或系统，并体现创新意识。	2
5.使用现代工具	5.3 针对自动化领域复杂工程问题，能够开发或选用恰当的现代工具，模拟与预测专业问题，并能够分析其局限性。	3

## 二、课程设计内容及要求

本课程设计根据实际工程应用背景提出设计题目及性能指标要求，要求学生综合运用计算机控制技术和计算机仿真技术等进行控制系统的设计、仿真和调试，具体要求如下：

（1）同学通过查阅相关资料，根据各自题目要求确定合理的控制方案和数字控制器；

（2）根据已学知识构建一个计算机控制系统，要求包含数据采集、数据处



理、输出执行等，并完成相关硬件设计和软件设计；

(3) 结合 MATLAB 语言及 SIMULINK 动态仿真工具进行系统仿真和调试，确定数字控制器的形式及参数，使控制系统满足性能指标要求；

(4) 确定数字控制器的实现形式，在实验箱上或模拟机上实现所设计的控制系统，并按性能指标要求进行实际调试；

(5) 撰写设计报告，报告包括任务书、设计过程、仿真框图或语言以及调试曲线图等。

### 三、课程设计进度安排

序号	课程设计内容	时间分配(天)
1	教师布置课程设计任务、讲解课程设计内容和要求	0.5
2	学生查询资料、确定设计方案	1.5
3	方案设计及系统仿真、调试和实现	5
4	撰写设计报告	2
5	答辩	1
合计		10

### 四、课程设计的考核

课程设计成绩考核包括过程考核和结果考核。过程考核包括：出勤、设计过程、操作演示、仿真结果等，结果考核采取课程设计报告、答辩等。过程考核成绩占总成绩的 40%，结果考核成绩占总成绩的 60%。

考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 2 所示。

表 2 课程考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系及所占比例

毕业要求指标点	课程教学目标	考核方式	考核标准	考核分值
2.2	目标 1	课程设计报告、答辩、仿真结果	掌握文献检索方法，研究内容完整，技术路线清晰。	30 分
3.2	目标 2	课程设计报告、答辩、仿真结果	能够完成计算机控制系统的硬件设计、软件设计。	20 分
5.3	目标 3	课程设计报告、答辩、仿真结果	针对设计问题，能够应用专业工具，进行调试、模拟、分析，验证设计结果的合理性。	50 分

每个学生以 100 分记分制计算出各自的成绩，然后转换成五级记分制评定出

学生的最终成绩，即优秀、良好、中等、及格、不及格。100 分记分制成绩与五级记分制成绩的转换标准如表 3 所示。

**表 3 100 分记分制成绩与五级记分制成绩转换标准**

100 分记分制成绩	60 以下	60—69	70—79	80—89	90 以上
五级记分制成绩	不及格	及格	中等	良好	优秀

## 五、其他

1. 对先修课程的要求：自动控制原理、现代控制理论、微机原理及应用、传感器与检测技术、计算机仿真技术、计算机控制技术等。

2. 参考资料：

[1] 徐文尚. 计算机控制系统(第 2 版)[M]. 北京：北京大学出版社. 2014.

[2] 胡寿松. 自动控制原理(第 6 版)[M]. 北京：科学出版社, 2013.

[3] 刘金琨. 先进 PID 控制 Matlab 仿真(第 4 版)[M]. 北京：电子工业出版社, 2016.

[4] 胡向东. 传感器与检测技术(第 2 版)[M]. 北京：机械工业出版社, 2013.

撰稿人：张婧、盖文东

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松

# 《自动控制系统综合实验》教学大纲

课程编码	0931004003	课程名称（中文）	自动控制系统综合实验		
课程名称（英文）	Automatic Control System Synthesis Experiment				
适用专业	自动化	周数	3	学分	3
制订单位	电气与自动化工程学院		制定时间	2018 年 1 月	

## 一、课程的性质和任务

### 1. 课程性质

《自动控制系统综合实验》课程是自动化专业的专业必修课。

### 2. 课程任务及教学目标

《自动控制系统综合实验》是专为自动化专业设置的一门专业综合实践课程，课程教学以学生实践为主，教师知识传授为辅。通过这门实践课程的学习，使学生对自动控制系统有一个从理论到实际应用更深入的理解；通过将模拟（或数字）电子技术、自动控制原理、电力电子技术、电机及电力拖动、运动控制系统、过程控制系统、PLC 原理与电气控制技术及其它课程所学的知识进行综合运用，得到从系统的初步设计到实验、调试的全面训练，对系统的观念、工程的观念、科技进步的观念和创新的观念形成全面的、正确的认识。

通过本课程的教学和实验训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**具备综合运用所学理论知识进行自动控制系统方案的比较和综合的能力。

**课程教学目标 2：**具备一定的运用基本原理，借助文献研究，评估自动控制系统多种解决方案，分析过程的影响因素，并获得有效结论的能力。

**课程教学目标 3：**能够基于科学原理，通过文献研究或相关方法，调研和分析自动控制系统的解决方案。

**课程教学目标 4：**能够根据自动控制系统的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，构建实验系统，采用科学的实验方法安全地开展实验。

**课程教学目标 5：**能够针对特定问题，开发或选用恰当的现代工具，进行模拟与预测，并能够分析其局限性。

**课程教学目标 6：**在多学科背景下，能够理解团队合作过程中成员角色的作用和责任。

**课程教学目标 7：**能够了解自动化领域的国际发展趋势和研究热点，尊重不同文化的差异性和多样性。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

**表 1 课程教学目标与毕业要求的关系**

毕业要求	指标点	课程目标
1.工程知识	1.4 能够将自动化专业知识用于运动控制、过程控制、机器人等复杂工程问题解决方案的比较和综合。	1
2.问题分析	2.2 能够运用基本原理，借助文献研究，评估自动化领域复杂工程问题的多种解决方案，分析过程的影响因素，并获得有效结论。	2
4.研究	4.1 能够基于科学原理，通过文献研究或相关方法，调研和分析自动化领域复杂工程问题的解决方案。	3
	4.2 能够根据自动化领域复杂工程问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，构建实验系统，采用科学的实验方法安全地开展实验。	4
5.使用现代工具	5.3 针对自动化领域复杂工程问题，能够开发或选用恰当的现代工具，模拟与预测专业问题，并能够分析其局限性。	5
9.个人和团队	9.1 能够理解多学科背景下的团队合作过程中成员角色的作用和责任。	6
10.沟通	10.2 了解自动化领域的国际发展趋势和研究热点，尊重不同文化的差异性和多样性。	7

## 二、课程与其他课程的联系与分工

本课程的先修课程为高等数学、工程数学、电路、模拟电子技术、数字电子技术、自动控制原理、电力电子技术、电机及电力拖动、运动控制系统、过程控制系统、PLC 原理与电气控制技术等课程，本课程用到先修课程的知识，同时，本课程的教学内容及教学环节安排，为后续的毕业设计提供综合实践训练的基础。

## 三、课程设计内容及要求

本综合实验的题目可参考以下几个方面进行选择：

单/三相 SPWM 变频调速系统综合实验；直流调速系统综合实验；三相晶闸管整流电源（考虑不同负载）综合实验；三相 SVPWM 变频调速系统综合实验；双闭环三相异步电机调压调速系统综合实验；温度控制系统综合实验；过程控制系统综合实验；PLC 控制系统综合实验，等等。

要求指导教师根据所选实验题目和内容在开课前一周编制好综合实验指导书，确定好学生分组情况。

要求学生了解与熟悉常规自动控制系统的电路拓扑、控制方法；理解和掌握它们的主电路、控制电路和保护电路的设计方法，掌握元器件的选择计算方法。初步掌握控制系统的实验和调试方法，并验证设计方案的正确性，加深对自动控制系统电路结构、功能、特点的理解。学生应严格按任务书和综合实验指导书规定的内容完成实验任务，并编制综合实验报告。

#### 四、课程设计进度安排

序号	课程设计内容	时间分配 (天)
1	初步设计	5
2	构建仿真和实验模型，系统测试和调试	12
3	编制综合实验报告	4
合计		21

#### 五、课程设计的考核

综合实验成绩考核包括过程考核和结果考核。过程考核包括：出勤、设计过程、操作演示、研讨等，结果考核采取综合实验报告、答辩等。过程考核成绩占总成绩的 20%，结果考核成绩占总成绩的 80%。

考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 2 所示。

表 2 课程考核内容及所占比例

毕业要求指标点	课程教学目标	考核方式	考核标准	考核分值
1.4	目标 1	综合实验报告、答辩、设计研讨	能够进行自动控制系统方案的比较和综合。	20 分
2.2	目标 2	综合实验报告、答辩、设计研讨	基本原理运用正确，有对相关文献的分析，对自动控制系统多种解决方案进行了评估，对过程的各种影响因素有分析，获得了有效结论。	5 分
4.1	目标 3	综合实验报告、答辩、设计研讨	通过文献研究或相关方法，对自动控制系统解决方案进行了调研和分析。	20 分
4.2	目标 4	综合实验报告、答辩、设计研讨	根据自动控制系统的特征，选择了研究路线，实验方案可行，构建了实验系统，安全地开展了实验。	15 分

5.3	目标 5	综合实验报告、答辩、设计研讨	选用了恰当的现代工具，对实验系统进行模拟与预测，对其局限性有分析。	15 分
9.1	目标 6	综合实验报告、答辩、设计研讨	与团队成员能够合作，共同完成实验任务。	10 分
10.2	目标 7	综合实验报告、答辩、设计研讨	了解该领域的国内外发展现状和趋势。	15 分

每个学生以 100 分记分制计算出各自的成绩，然后转换成五级记分制评定出学生的最终成绩，即优秀、良好、中等、及格、不及格。100 分记分制成绩与五级记分制成绩的转换关系按照以下标准进行：

**表 3 100 分记分制成绩与五级记分制成绩转换标准**

100 分记分制成绩	60 以下	60—69	70—79	80—89	90 以上
五级记分制成绩	不及格	及格	中等	良好	优秀

## 六、其他

**1. 对先修课程的要求：**完成本专业全部课程的学习，并根据所选题目的情况适当加强相关课程的复习。

**2. 注意事项：**严格按综合实验指导书的要求进行，在此基础上学生可以根据自己的情况进行必要的发挥；在实验室的实验设备上进行调试时，必须在教师的指导下进行，特别是需要接电源的时候，必须有教师在场，避免由于操作不当损坏实验设备或造成人身伤害事故。

### **3. 参考资料：**

自动化专业相关教程和参考书。

撰稿人：房绪鹏

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松

# 《PLC 原理与电气控制技术课程设计》教学大纲

课程编码	0931900602	课程名称（中文）	PLC 原理与电气控制技术课程设计		
课程名称（英文）	PLC Principle and Electrical Control Technology Project				
适用专业	自动化	周数	2	学分	2
制订单位	电气与自动化工程学院		制定时间	2018 年 1 月	

## 一、课程设计的性质和目的

《PLC 原理与电气控制技术课程设计》是该理论课程的实践教学环节，主要培养学生 PLC 技术的应用能力，实用性较强。通过本实践环节需要学生完成任务分析、PLC 硬件选型、I/O 地址分配及硬件接线、顺序功能图设计、梯形图设计、触摸屏组态、仿真及调试、撰写课程设计报告等环节，从而实现机电系统控制，提升 PLC 的应用水平。

通过本课程的实践训练，达到以下目标：

课程教学目标 1：按照电气规范和标准绘制电气控制原理图、电气接线图、顺序功能图等；并按照设计要求完成课程设计报告。

课程教学目标 2：利用 PLC 实验台，选择合适的元件与仪器；熟悉 PLC 编程软件和组态软件的使用方法，能够利用软件实现程序设计、调试与仿真。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
3. 设计/开发解决方案	3.4 能够用图纸或设计报告等形式表示设计成果。	1
5. 使用现代工具	5.2 能够选择与使用恰当的仪器、信息资源、工程工具和专业模拟软件，对自动化领域复杂工程问题进行分析、计算与设计。	2

## 二、课程设计内容及要求

该课程设计为 2 周集中设计，包括交通灯控制系统、物料分拣系统、钢绞线自动切割机三个项目，学生可以任选一题。课程设计要求采用 PLC 控制，并根据工程实际应用场景选型与设计。

其中，交通灯控制系统要求合理设计子程序、绘制顺序功能图，系统具有倒

计时显示、分时段控制、临时交通管制控制、手动控制等功能，并要求采用触摸屏监控；

物料分拣系统要求能够识别不同颜色、材质的物料，物料在初始位置由机械手抓取至胶带输送机，传感器感应到相应条件的物料时采用气缸推出，完成分拣任务。要求采用变频器控制皮带速度，触摸屏显示设备状态并能够设置相关参数及工作模式；

钢绞线自动切割系统有手动、连续、单周期、定量等工作模式。采用触摸屏控制，能够实时显示各个电机、传感器的状态；并能够显示历史切割数量。系统能够预设、显示需要切割的锚索线数量（定量切割模式），系统在到达设定值之后自动停止切割并报警提醒。要求根据工程实际选择合适的电动机、传感器等电气设备，并绘制相应的电气控制图。

以上项目均要求在充分调研的基础上设计方案，绘制电气原理图、PLC 接线图、顺序功能图和梯形图程序，并根据电气图接线、调试。

本课程设计包含电气控制系统和 PLC 控制系统两部分，其中电气控制部分综合了低压电器（按钮、时间继电器、接触器、热继电器、低压断路器等）、三相异步电机的启停控制等知识点；PLC 控制系统综合了 PLC 硬件选型、I/O 地址分配及硬件接线、编程软件的使用、顺序功能图设计、梯形图设计、子程序的使用、触摸屏的使用、系统仿真及调试等知识点。最终学生应将两周的设计过程及结果形成格式规范、内容充实的设计报告。

### 三、课程设计进度安排

课程设计进度安排如表 2 所示：

表 2 课程设计进度安排

序号	课程设计内容	时间分配（天）
1	系统调研及设备选型	1
2	硬件系统设计、电气原理图绘制	2
3	流程图、顺序功能图、梯形图程序设计	2
4	触摸屏组态	2
5	联合调试	2



6	撰写设计报告	1
合计		10

#### 四、课程设计的考核

课程设计成绩考核包括过程考核和结果考核。过程考核包括方案设计及平时表现等考核评价内容。结果考核包括答辩环节和提交设计报告两部分。过程考核成绩占总成绩的 40%，结果考核成绩占总成绩的 60%。具体考核内容及所占比例，详见下表。

考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 3 所示。

表 3 课程考核内容及所占比例

毕业要求 指标点	课程教 学目标	考核方式	考核标准	考核 分值
3.4	目标 1	课程设计报告、答辩、设计研讨	能够完成 PLC 控制系统的硬件设计、软件设计；电气控制原理图、电气接线图、顺序功能图等设计规范，符合标准要求；设计报告格式规范，语句通顺，图表正确。	50 分
5.2	目标 2	课程设计报告、答辩、设计研讨	针对设计要求，能够应用 PLC 实验台，选择合适的元件、仪表与软件工具，进行调试、模拟、分析，验证设计结果。	50 分

每个学生以 100 分记分制计算出各自的成绩，然后转换成五级记分制评定出学生的最终成绩，即优秀、良好、中等、及格、不及格。100 分记分制成绩与五级记分制成绩的转换关系按照以下标准进行：

表 4 100 分记分制成绩与五级记分制成绩转换标准

100 分记分制成绩	60 以下	60—69	70—79	80—89	90 以上
五级记分制成绩	不及格	及格	中等	良好	优秀

#### 五、其他

##### 1.对先修课程的要求；

本课程设计先修课程为：电路、数字电子技术、电机与电力拖动、微机原理与接口技术、自动控制原理

##### 2.注意事项；

(1) 本课程设计要求每个人都进行讨论、确定方案、动手接线、设计程序、仿真调试,不能等、靠、要,更不能抄袭;

(2) 在进行硬件接线时,一定要认真检查,在经过老师检查确认后方可给设备上电;在调试、检查过程中务必注意人身安全和设备安全;接线要规范,不能缠绕、打结,旋转器件(电动机)要注意防护,防止电线等异物缠绕。

(3) 每天结束设计后要关闭电源、物品恢复原位并打扫卫生。

### 3.参考资料:

[1] 黄永红. 电气控制与 PLC 应用技术(第 2 版)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2018.

[2] 吴中俊, 黄永红. 可编程序控制器原理及应用(第 2 版) [M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.

[3] 廖常初.S7-200PLC 编程及应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007

撰稿人: 荆刚

审核人: 程学珍

批准人: 黄鹤松

# 《生产实习》教学大纲

课程代码	0931003203	课程名称（中文）		生产实习		
课程名称（英文）		Production Internship				
适用专业	自动化	周数	3	学分	3	
制订单位	电气与自动化工程学院		制定时间	2018 年 1 月		

## 一、实习性质和目的

生产实习是自动化专业学生一个重要的实践性教学环节，是从理论面向实践、从学校走向生产岗位的第一步。通过生产实习，学生可以学习相关电气设备制造过程及技术管理知识，通过实践进一步了解生产实际，并从生产过程中发现问题、分析问题和解决问题，能够培养学生针对实际生产过程的思维、观察能力，进一步认识实际的生产设备、控制方法、处理过程等，达到知识的融会贯通，扩大知识面；同时，可以帮助学生养成遵章守纪的好习惯，培养良好的职业素养，为进一步学好专业课程，为毕业设计中综合运用所学各科知识及毕业后从事实际工作打下坚实的专业知识基础。

## 二、实习内容及要求

通过生产实习了解工业生产过程的工艺流程和现场相关仪器设备使用原理。

通过本课程的教学和实验训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**通过生产实习，能够了解复杂自动化工程领域所涉及的社会、健康、安全、法律以及文化等相关问题及其相应的解决方案。

**课程教学目标 2：**通过生产实习，了解生产工艺流程和各种仪器设备工作原理。

**课程教学目标 3：**熟悉生产现场电气控制系统的结构、布局，能够绘制电气控制线路原理图，并完成低压电气设备的安装、调试等。

**课程教学目标 4：**能够正确评价自动化工程与环境保护的关系，及其对社会可持续发展的影响。

**课程教学目标 5：**通过同一线工人师傅的交流，能够了解在实际工作过程中的职业道德和规范的含义。

**课程教学目标 6：**接受实习单位、指导教师的安全教育，严格遵守实习基地的厂纪厂规、劳动纪律。

**课程教学目标 7：**能清楚地阐述工程理念和专业观点，包括陈述发言、清晰表达或回应质疑。

**课程教学目标 8：**了解实习单位的工程管理原理与经济决策方法，具备一定的组织管理的能力，并能在多学科环境中应用。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

**表 1 课程教学目标与毕业要求的关系**

毕业要求	指标点	课程目标
2.问题分析	2.1 能够利用数学、自然科学和工程科学的基本原理对自动化领域相关的复杂工程问题进行识别和表达。	2
3. 设计/开发解决方案	3.3 能够在社会、安全、法律、环境等现实约束条件下，从技术、经济角度对设计方案的可行性进行评价。	1
6. 工程与社会	6.1 具有工程实习和社会实践的经历。	3
7. 环境和可持续发展	7.2 在解决自动化领域复杂工程问题的具体实践过程中，能够理解和评价工程实践对环境、社会可持续发展的影响。	4
8. 职业规范	8.2 理解工程职业道德和规范，以及工程师应承担的社会责任，并在自动化工程实践中自觉遵守和履行。	5
9. 个人和团队	9.1 能够理解多学科背景下的团队合作过程中成员角色的作用和责任。	6
10. 沟通	10.1 能够就自动化领域的工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，准确地阐述工程理念和专业观点，回应质疑，理解与业界同行和社会公众交流的差异性。	7
11. 项目管理	11.2 在多学科工程项目实施过程中，能够把工程管理原理与经济决策方法进行综合运用。	8

### 三、实习进度安排

序号	实习内容	场所	时间分配 (天)
1	聘请实习单位专家讲解现场先进的系统、设备、工艺流程及安全问题等，扩大学生视野	校外	1
2	熟悉所实习车间布置情况，通过实际系统、结合现有的专业知识，了解生产工艺流程	校外	4

3	了解控制系统的工作原理及其电气设备、典型仪器仪表在系统中的应用情况	校外	4
4	阅读有关技术资料和工艺文件，结合系统理解电气工程图、画出系统工作流程图或原理图。图纸、实物相对照，熟悉生产现场实际系统的结构、布局等	校外	3
5	调查了解现场电气的种类、型号、工作原理以及同类产品的发展状况和今后的发展方向。加深对自动化系统的认识，包括一些小型的具体的自动化系统和一些大型的自动化系统在实际生产中的应用情况	校外	2
6	根据现场条件参加一定的实际操作训练	校外	2
7	熟悉常用电器的原理，掌握断路器、熔断器、接触器、继电器、按钮等的应用	校内	2
8	掌握利用常用电器设计、安装、调试控制系统的方法步骤	校内	2
9	掌握利用可编程控制器实现相关控制系统的一般方法	校内	1
合计			21 天

#### 四、实习考核与成绩评定

考核方式包括：操作演示、实习报告、实习表现。

最终成绩分五级：优秀（90 分或以上）、良好（80～89 分）、中等（70～79 分）、及格（60～69 分）、不及格（小于 60 分）。

考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 2 所示。

表 2 课程考核内容及所占比例

毕业要求指标点	课程教学目标	考核方式	考核标准	考核分值
3.3	目标 1	实习报告	了解自动化工程领域所涉及的社会、健康、安全、法律以及文化等相关问题，能够从技术、经济角度对自动化工程设计方案的可行性进行评价。	10 分
2.1	目标 2	实习报告	了解生产工艺流程和各种仪器设备工作原理。	10 分

6.1	目标 3	操作演示	熟悉生产现场电气控制系统的结构、布局，能够绘制电气控制线路原理图，并完成低压电气设备的安装、调试等。	30 分
7.2	目标 4	实习报告	能够正确理解、评价自动化工程与环境的关系，及其对社会可持续发展的影响。	10 分
8.2	目标 5	实习表现	能够了解在实际工作过程中的职业道德和规范的含义。	10 分
9.1	目标 6	实习表现	接受实习单位、指导教师的安全教育，严格遵守实习基地的厂纪厂规、劳动纪律。	10 分
10.1	目标 7	操作演示	能清楚地阐述工程理念和专业观点，包括陈述发言、清晰表达或回应质疑。	10 分
11.2	目标 8	实习报告	了解实习单位的工程管理原理与经济决策方法，具备一定的组织管理的能力，并能在多学科环境中应用。	10 分

每个学生以 100 分记分制计算出各自的成绩，然后转换成五级记分制评定出学生的最终成绩，即优秀、良好、中等、及格、不及格。100 分记分制成绩与五级记分制成绩的转换关系按照以下标准进行：

**表 3 100 分记分制成绩与五级记分制成绩转换标准**

100 分记分制成绩	60 以下	60----69	70----79	80----89	90 以上
五级记分制成绩	不及格	及格	中等	良好	优秀

## 五、其他

### 1. 对先修课程的要求：

电路、模拟（数字）电子技术、电机学、电力电子技术、自动控制原理、电气控制技术等课程。

### 2. 参考资料：

[1] 《自动化专业生产实习指导书》，自编。

[2] 各种相关教材和参考书。

撰稿人：陈 霞

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松

# 《毕业实习》教学大纲

课程代码	0931003202	课程名称（中文）		毕业实习	
课程名称（英文）		Graduation Practice			
适用专业	自动化	周数	2	学分	2
制订单位	电气与自动化工程学院		制定时间	2018 年 1 月	

## 一、实习性质和目的

毕业实习是自动化专业学生毕业前的一个重要的实践教学环节。它是学生完成课程学习任务后，在毕业设计前进行的实践环节，其目的是让学生结合毕业设计（论文）题目，通过实习这一教学环节到生产、科研第一线去，了解并熟悉毕业设计课题的技术要求，有针对性的收集相关技术数据及参考资料的各种相关信息，为完成毕业设计（论文）打下坚实的基础。

## 二、实习内容及要求

通过毕业实习，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**能够利用数学、自然科学和工程科学的基本原理对自动化领域相关的复杂工程问题进行识别和表达。

**课程教学目标 2：**能够在社会、安全、法律、环境等现实约束条件下，从技术、经济角度对设计方案的可行性进行评价。

**课程教学目标 3：**熟悉生产现场，参与一定的生产活动。

**课程教学目标 4：**能够理解和正确评价自动化工程与环境保护的关系，及其对社会可持续发展的影响。

**课程教学目标 5：**理解工程职业道德和规范，以及工程师应承担的社会责任，并在实习中自觉遵守和履行。

**课程教学目标 6：**能够理解多学科背景下的生产过程中，团队各成员角色的作用和责任。

**课程教学目标 7：**能够就自动化领域的工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，准确地阐述工程理念和专业观点，回应质疑，理解与业界同行和社会公众交流的差异性。

**课程教学目标 8：**了解实习单位的工程管理原理与经济决策方法，具备一定的组织管理能力，并能在多学科环境中应用。

**课程教学目标 9：**能够理解社会与科技发展对知识和能力的影响和要求，认识到自主和终身学习的必要性。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

**表 1 课程教学目标与毕业要求的关系**

毕业要求	指标点	课程目标
2.问题分析	2.1 能够利用数学、自然科学和工程科学的基本原理对自动化领域相关的复杂工程问题进行识别和表达。	1
3. 设计/开发解决方案	3.3 能够在社会、安全、法律、环境等现实约束条件下，从技术、经济角度对设计方案的可行性进行评价。	2
6. 工程与社会	6.1 具有工程实习和社会实践的经历。	3
7. 环境和可持续发展	7.2 在解决自动化领域复杂工程问题的具体实践过程中，能够理解和评价工程实践对环境、社会可持续发展的影响。	4
8. 职业规范	8.2 理解工程职业道德和规范，以及工程师应承担的社会责任，并在自动化工程实践中自觉遵守和履行。	5
9. 个人和团队	9.1 能够理解多学科背景下的团队合作过程中成员角色的作用和责任。	6
10. 沟通	10.1 能够就自动化领域的工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，准确地阐述工程理念和专业观点，回应质疑，理解与业界同行和社会公众交流的差异性。	7
11. 项目管理	11.2 在多学科工程项目实施过程中，能够把工程管理原理与经济决策方法进行综合运用。	8
12.终身学习	12.1 理解社会与科技发展对知识和能力的影响和要求，认识到自主和终身学习的必要性。	9

### 三、实习进度安排

序号	实习内容	场所	时间分配 (天)
1	聘请实习单位专家讲解现场先进的系统、设备、工艺流程及安全问题等，扩大学生视野	校外	1
2	熟悉所实习车间布置情况，通过实际系统、结合现有的专业知识，了解生产工艺流程	校外	2
3	了解控制系统的工作原理及其电气设备、典型仪器仪表在系统中的应用情况	校外	2



4	阅读有关技术资料 and 工艺文件, 结合系统理解电气工程图、画出系统工作流程图或原理图。图纸、实物相对照, 熟悉生产现场实际系统的结构、布局等	校外	3
5	了解企业产品设计的新方法、新手段和新工具, 结合毕业设计课题了解最新工业产品的有关信息, 收集资料, 了解今后设计中应该避免的不足之处; 学习现场工作人员、工程技术人员分析问题、解决实际问题的思路及方法	校外	2
6	根据现场条件参加一定的实际生产过程实践	校外	4
合计			14 天

#### 四、实习考核与成绩评定

毕业实习成绩考核包括过程考核和结果考核。过程考核包括: 出勤、实习表现等, 结果考核主要依据毕业实习报告。过程考核成绩占总成绩的 30%, 结果考核成绩占总成绩的 70%。

考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 2 所示。

表 2 课程考核内容及所占比例

毕业要求 指标点	课程教学目标	考核方式	考核标准	考核 分值
2.1	目标 1	实习报告	能够利用数学、自然科学和工程科学的基本原理对实习中的复杂工程问题进行识别和表达。	5 分
3.3	目标 2	实习报告	能够在社会、安全、法律、环境等现实约束条件下, 从技术、经济角度对设计方案的可行性进行评价。	10 分
6.1	目标 3	实习表现、实习报告	熟悉生产现场, 参与一定的生产活动。	20 分
7.2	目标 4	实习报告	能够正确评价自动化工程与环境保护的关系, 及其对社会可持续发展的影响。	15 分
8.2	目标 5	实习报告、实习表现	通过同一线工人师傅的交流, 能够理解在实际工作过程中的职业道德和规范, 以及工程师的社会责任。	5 分
9.1	目标 6	实习表现	接受实习单位、指导教师的安全教育, 严格遵守实习基地的厂纪厂规、劳动纪律。	5 分

10.1	目标 7	实习报告、实习表现	能清楚地阐述工程理念和专业观点，包括陈述发言、清晰表达或回应指令。	15 分
11.2	目标 8	实习报告	了解实习单位的工程管理原理与经济决策方法，具备一定的组织管理的能力，并能在多学科环境中应用。	15 分
12.1	目标 9	实习报告	关注实习单位相关产品领域的发展情况及趋势，认识到自主和终身学习的必要性。	10 分

每个学生以 100 分记分制计算出各自的成绩，然后转换成五级记分制评定出学生的最终成绩，即优秀、良好、中等、及格、不及格。100 分记分制成绩与五级记分制成绩的转换关系按照以下标准进行：

**表 3 100 分记分制成绩与五级记分制成绩转换标准**

100 分记分制成绩	60 以下	60—69	70—79	80—89	90 以上
五级记分制成绩	不及格	及格	中等	良好	优秀

## 五、其他

1. 对先修课程的要求：自动化专业所有先修课程，如高等数学，电路，模拟电子技术，数字电子技术，自动控制原理，电力电子技术，电机与电力拖动等。

2. 参考资料：

[1] 《自动化专业毕业实习指导书》，自编。

[2] 各种相关教材和参考书。

撰稿人：房绪鹏

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松

# 《毕业设计》课程教学大纲

课程代码	0931000814	课程名称（中文）	毕业设计		
课程名称（英文）	Electrical Machine and Electric Drive (A)				
总学时	14 周	授课学时	0	实验（上机）学时	0
实践学时	14 周		学分		14
先修课程	所有以前修过的课程	适用专业	自动化		
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间		2018 年 1 月

## 一、课程的性质和任务

### 1.课程性质

《毕业设计》课程是自动化专业的专业必修课。

### 2.课程任务及教学目标

《毕业设计》是自动化专业核心课程之一，是重要的专业实践教学环节。本课程是实现专业培养目标要求的重要途径和手段，是学生毕业前的最后学习阶段，也是对整个大学本科阶段学习深化与升华的重要过程，是学生毕业及学位认证的重要依据，也是衡量高等学校教育质量和办学效益的重要评价内容。

通过毕业设计（论文）培养学生综合运用所学知识，进行系统的工程设计的能力，检查学生的专业知识和工程技术应用能力、外语和计算机应用能力，提高学生综合素质与工程实践能力和创新意识，为毕业后从事工业自动化的技术工作和管理工作打下坚实的基础。

通过本课程的教学和实验训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**通过毕业设计，掌握解决运动控制、过程控制、机器人等领域复杂工程问题的基本概念和知识。

**课程教学目标 2：**通过毕业设计，掌握文献检索、分析、综述方法，具备对自动化工程领域的复杂工程问题进行判断和分解的能力。

**课程教学目标 3：**通过毕业设计，掌握自动化领域工程设计和产品开发的基本方法和技术，能够根据工艺和技术需求分析影响设计方案的各种因素，并充分考虑环境等因素。

**课程教学目标 4：**通过毕业设计，能够运用专业理论知识，设计可行的实验方案。

**课程教学目标 5：**通过毕业设计，能够熟练运用控制系统分析、设计的仿真或实验工具，获得有效结论。

**课程教学目标 6:** 理解工程职业道德和规范, 以及工程师应承担的社会责任, 遵守毕业设计纪律和制度, 论文重复率符合学校规定。

**课程教学目标 7:** 能够规范地撰写毕业设计(论文)、开题报告; 能够清楚地阐述专业观点, 包括陈述发言、清晰表达或回应质疑。

**课程教学目标 8:** 关注自动化领域的前沿发展现状和趋势, 尊重不同文化的差异性和多样性。

**课程教学目标 9:** 能够阅读一定数量的外文科技文献, 具备一定的专业资料翻译能力。

**课程教学目标 10:** 根据设计需要学习新知识, 认识到自主和终身学习的必要性。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

**表 1 课程教学目标与毕业要求的关系**

毕业要求	指标点	课程目标
1.工程知识	1.4 能够将自动化专业知识用于运动控制、过程控制、机器人等复杂工程问题解决方案的比较和综合。	1
2.问题分析	2.2 能够运用基本原理, 借助文献研究, 评估自动化领域复杂工程问题的多种解决方案, 分析过程的影响因素, 并获得有效结论。	2
3. 设计/开发解决方案	3.1 掌握自动化领域工程设计和产品开发的基本方法和技术, 并能够根据工艺和技术需求, 分析影响设计目标和技术方案的各种因素。	3
4.研究	4.1 能够基于科学原理, 通过文献研究或相关方法, 调研和分析自动化领域复杂工程问题的解决方案。	4
5.使用现代工具	5.3 针对自动化领域复杂工程问题, 能够开发或选用恰当的现代工具, 模拟与预测专业问题, 并能够分析其局限性。	5
7.环境和可持续发展	7.1 知晓和理解环境保护和可持续发展的理念和内涵。	3
8.职业规范	8.2 理解工程职业道德和规范, 以及工程师应承担的社会责任, 并在自动化工程实践中自觉遵守和履行。	6
10.沟通	10.1 能够就自动化领域的工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流, 准确地阐述工程理念和专业观点, 回应质疑, 理解与业界同行和社会公众交流的差异性。	7
	10.2 了解自动化领域的国际发展趋势和研究热点, 尊重不同文化的差异性和多样性。	8

	10.3 具备一定的国际视野，能够阅读并理解外文科技文献，较熟练使用外语进行沟通和交流。	9
12.终身学习	12.1 理解社会与科技发展对知识和能力的影响和要求，认识到自主和终身学习的必要性。	10

## 二、课程与其他课程的联系与分工

本课程的先修课程为前期所修的全部课程，使学生能够综合应用其所学的基础及专业知识。并能够根据各自的专业特点，进行资料收集整理，进行有的放矢的研究及设计，使其专业知识能够面向工程应用。掌握一定的研究及设计的基本技能，为下一步工作打下坚实基础。

## 三、课程教学内容

毕业生设计内容需在专业课程的基础上结合工程实际，系统应用等内容进行内容的设置，学生可以根据今后的发展或者兴趣进行选择。也鼓励学生进行校外毕业设计，根据现场自动化系统需要进行。

## 四、实验（实践）环节及要求

教师根据专业特点及自身的学术条件，提出相关设计题目，学生教师双向选择。也可以校企结合，有企业安排相关课题，由校内老师与企业合作导师共同指导。原则上要求学生是一人一题目，如确有必要多人一题目，每个学生也须分别有不同专题。

## 五、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配							合计	
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课		其他
1		毕业设计	0			14					14
合计			0			14					14

## 六、课程教学基本要求

能够针对工矿企业生产、社会生活、科研要点进行综合设计，从生产优化、社会进步、生态保护等各个方面进行专业的综合设计，形成一个合理的，具有一定完整性的毕业设计。

## 七、建议教材及主要参考资料

先修所有课程教材及与设计相关的参考资料。

## 八、课程成绩考核

学生的毕业设计（论文）成绩，不仅反映学生的学业质量，也在一定程度上反映学校的教学质量。严格考核程序，合理评定成绩，对调动教师和学生的积极性，培养严谨治学的学风，提高教学质量具有重要的意义。

学生毕业设计成绩的产生过程包括：形成性考核和总结性考核。形成性考核包括：开题报告和中期检查。总结性考核包括：指导教师评阅、特邀评阅和毕业答辩。各部分所占权重为：开题报告 5%，中期检查 5%，指导教师评阅 30%，特邀评阅 20%，毕业答辩 40%。

开题报告和中期检查成绩，由指导教师根据学生的开题报告和中期进展评定分数，以 100 分记分制分别给开题报告和中期进展成绩。填写《电气与自动化工程学院毕业设计（论文）质量评价表》相应项目。

在学生完成毕业设计（论文）后，按照“教考分离”的要求，严格经过“审阅”、“评阅”、“答辩”三个环节，每个环节分别写出评语，给出成绩，填写《电气与自动化工程学院毕业设计（论文）质量评价表》相应项目。

毕业设计（论文）“审阅”、“评阅”、“答辩”环节内容如下：

#### （一）审阅（评定“指导教师评阅成绩”）

学生将完成的毕业设计说明书（论文报告）及附件（包括设计任务书、图纸等）正本，按时呈交指导教师审阅。指导教师必须对所指导的学生及其设计（论文）写出审阅意见，未通过审阅环节者，不得进入评阅环节。

审阅内容包括：

- （1）指定的任务完成情况是否符合要求；
- （2）对综合应用所学基础理论进行实践能力（包括：资料分析、方案制定、计算说明；立论、论据、论证、文字；实验技能；图纸数量与质量等）的评价；
- （3）对学生工作态度（包括学生对课程的态度、学生遵守校规的情况）的评价；
- （4）有无创新，指出存在的问题及错误；
- （5）根据学生在整个毕业设计过程中的工作表现，论文完成情况写出审阅意见；
- （6）按照本评分细则，以 100 分记分制给出审阅成绩；

审阅老师必须至少在答辩前 5 天完成审阅，并将已经审阅过的论文和审阅意见、审阅成绩送交答辩委员会（小组）负责人（或秘书），由秘书登记好审阅意见和成绩后，按照答辩委员会（小组）负责人的安排，将论文及时分发到评阅老师，由评阅老师进行论文评阅。

注意：审阅老师的审阅意见和审阅成绩不能与评阅老师见面。

#### （二）评阅（评定“特邀评阅成绩”）

学生毕业设计说明书（论文报告）经指导教师审阅后，由指导教师在答辩前

五天交答辩委员会（小组）负责人（或秘书），再由答辩委员会（小组）负责人落实本学科或相关学科的具有讲师职称及其以上的人员进行评阅，严禁指导教师同时作为审阅和评阅人，评阅教师应该认真、客观地进行评阅，写出评阅意见，给出评阅成绩。未通过评阅环节者，不得进入答辩环节。评阅教师的评阅意见应包括：

- （1）论文内容、工艺论证、计算是否正确、严密，有无创新；
- （2）分析问题是否严密，论点、论据、结论是否正确；
- （3）设计计算及主要设计图纸的质量；
- （4）文字及附图的质量；
- （5）文字表达及附件的质量；
- （6）提出 3-5 个问题供答辩时答辩；
- （7）按照本评分细则，以 100 分记分制给出评阅成绩。

评阅教师必须在答辩前 2 天完成评阅，并将已经评阅过的论文和评阅意见、评阅成绩送交答辩委员会（小组）负责人（或秘书），由秘书登记好评阅意见和成绩后，将论文发还学生，供学生进行答辩准备。

### （三）答辩（评定“毕业答辩成绩”）

按照学校的要求，学生的毕业设计（论文）答辩均在毕业设计（论文）答辩会上公开进行。系成立以系主任为组长的毕业设计（论文）答辩委员会（小组），负责组织自动化专业的毕业设计（论文）的答辩工作，根据毕业学生的多少和题目的类型，适当组成答辩小组分组进行答辩，并将答辩委员会及分组的名单应提前报自动化学院和学校教务处备案。

答辩完成后，由答辩委员会（小组）写出评语及评定学生的“答辩成绩”。答辩时间安排在毕业设计环节的最后一周内进行，答辩委员会应将参加毕业答辩学生的名单及日程安排表提前 3 天报学院和学校教务处，并向学生公布。毕业设计说明书（论文报告）最迟应在答辩前两天发还学生做答辩准备。答辩的进行方式：

- 1、答辩的顺序由答辩委员会（小组）确定；
- 2、每个学生在答辩时，用 10-15 分钟的时间进行叙述，简要介绍设计（论文）的主要内容，内容包括：
  - （1）题目任务、目的与意义；
  - （2）所采用的原始资料及参考文献等；
  - （3）设计（论文）的基本内容及主要方法；
  - （4）设计（论文）的评价。
- 3、答辩老师提问时间一般为 5-10 分钟，所提问题 3-5 个，提问内容应该包括：

- （1）要求进一步说明的问题；

(2) 与题目有关的基本理论、方法和原理;

(3) 考察鉴别学生独立工作能力的问题。

4、学生答辩时,其他非答辩的毕业生参加旁听,是否可以提问或者发表意见,由答辩委员会(小组)决定。

5、答辩成绩的产生:由参加答辩的老师按照无记名打分的方法给出每个学生的评定成绩,然后当场交答辩委员会(小组)秘书登记,最后由秘书计算出平均值作为最后的答辩成绩;

(四) 毕业设计(论文)总成绩的产生

学生毕业设计(论文)的最后成绩,由指导教师评阅老师及答辩委员会(小组)根据下表要求综合给出学生成绩。

**表 2 学生毕业设计(论文)考核内容及所占比例**

课程目标	考核形式	占总成绩比例
通过毕业设计,掌握解决运动控制、过程控制、机器人等领域复杂工程问题的基本概念和知识。	论文 审阅 评阅 答辩	5%
通过毕业设计,掌握文献检索、分析、综述方法,具备对自动化工程领域的复杂工程问题进行判断和分解的能力。		5%
通过毕业设计,掌握自动化领域工程设计和产品开发的基本方法和技术,能够根据工艺和技术需求分析影响设计方案的各种因素,并充分考虑环境等因素。		30%
通过毕业设计,能够运用专业理论知识,设计可行的实验方案。		10%
通过毕业设计,能够熟练运用控制系统分析、设计的仿真或实验工具,获得有效结论。		10%
理解工程职业道德和规范,以及工程师应承担的社会责任,遵守毕业设计纪律和制度,论文重复率符合学校规定。		5%
能够规范地撰写毕业设计(论文)、开题报告;能够清楚地阐述专业观点,包括陈述发言、清晰表达或回应质疑。		25%
能够阅读一定数量的外文科技文献,具备一定的专业资料翻译能力;关注自动化领域的前沿发展现状和趋势。		10%

每个学生以 100 分记分制计算出各自的成绩,然后转换成五级记分制评定出学生的最终成绩,即优秀、良好、中等、及格、不及格。100 分记分制成绩与五级记分制成绩的转换关系按照以下标准进行:

**表 3 100 分记分制成绩与五级记分制成绩转换标准**

100 分记分制成绩	60 以下	60---69	70---79	80---89	90 以上
五级记分制成绩	不及格	及格	中等	良好	优秀



撰稿人：隋 涛

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松

# 《运动控制系统课程设计》教学大纲

课程编码	0931003802	课程名称（中文）	运动控制系统课程设计		
课程名称（英文）	Motion Control System Course Design				
适用专业	自动化	周数	2	学分	2
制订单位	电气与自动化工程学院		制定时间	2018 年 1 月	

## 一、课程设计的性质和目的

本课程设计主要是利用直流调速、交流调速理论设计出直流电动机或交流异步电动机的闭环调速系统，计算相关参数并说明调速原理，研究不同的调速方案的机械特性，能根据实际需要选择合适的调速方案。

通过本课程的教学和实验训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**能够独立查阅资料，掌握文献检索方法，掌握交、直流电机控制系统的原理、结构；并根据设计要求确定研究内容及技术路线。

**课程教学目标 2：**能够根据设计要求，采用控制器参数的工程整定方法完成转速、电流控制器的参数整定。

**课程教学目标 3：**能够完成直流电动机双闭环调速系统与交流电动机变频调速系统的设计。

**课程教学目标 4：**能够根据设计要求，综合考虑控制方案的可行性与安全性，完成交直流调速控制方案的投运。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
2.问题分析	2.2 能够运用基本原理，借助文献研究，评估自动化领域复杂工程问题的多种解决方案，分析过程的影响因素，并获得有效结论。	1
3.设计/开发解决方案	3.3 能够在社会、安全、法律、环境等现实约束条件下，从技术、经济角度对设计方案的可行性进行评价。	2
5.使用现代工具	5.3 针对自动化领域复杂工程问题，能够开发或选用恰当的现代工具，模拟与预测专业问题，并能够分析其局限性。	3
6.工程与社会	6.3 能够从工程师所应承担的社会责任的角度，分析和评价自动化专业工程实践与复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响。	4

## 二、课程设计内容及要求

本课程设计主要根据各类交、直流电机参数和控制要求，设计出电力拖动系

统的主电路及相关的控制电路，并说明工作原理，以及不同负载对电路工作特性的影响、主电路的元件参数计算与选择等进行设计。

基本要求：

- 1) 根据设计课题的技术指标和给定条件，在教师指导下，独立而正确地进行方案论证和设计计算，要求概念清楚、方案合理、方法正确、步骤完整；
- 2) 掌握运动控制系统的设计内容、方法和步骤；
- 3) 学会查阅有关参考资料和手册等；
- 4) 学会选择有关元件和参数；
- 5) 学会绘制有关电气系统图和编制元件明细表；
- 6) 学会编写设计说明书。

### 三、课程设计进度安排

序号	课程设计内容	时间分配 (天)
1	教师讲解课程设计内容	1
2	查阅资料，论证方案	4
3	设计电路	5
4	完成课程设计报告	4
合计		14

### 四、课程设计的考核

设计考核采用在按成果要求设计进行验收的方式，总成绩由平时成绩、设计报告两部分组成，其中平时成绩为 20% 、设计报告成绩为 80%。

成绩评定标准：分为优、良、中、及格、不及格共五个等级，根据实际完成任务情况进行评分。

出现以下情况之一的学生，成绩为不及格：缺席时间超过 2 天 (含 2 天) ；未上交设计报告。

表 2 课程考核内容及所占比例

毕业要求 指标点	课程教学目标	考核方式	考核标准	考核分值
2.2	目标 1	课程设计报告、 答辩、设计研讨	掌握文献检索方法，研究内 容完整、技术路线清晰	15 分

3.3	目标 2	课程设计报告、 答辩、设计研讨	能够完成计算机控制系统的 硬件设计、软件设计	25 分
5.3	目标 3	课程设计报告、 答辩、设计研讨	针对设计问题，能够应用专 业工具，进行调试、模拟、 分析，验证设计结果	30 分
6.3	目标 4	课程设计报告、 答辩、设计研讨	针对设计问题，能够分析并 合理评价所提出的解决方 案对社会、健康、安全、法 律以及文化的影响	30 分

每个学生以 100 分记分制计算出各自的成绩，然后转换成五级记分制评定出学生的最终成绩，即优秀、良好、中等、及格、不及格。100 分记分制成绩与五级记分制成绩的转换关系按照以下标准进行：

**表 3 100 分记分制成绩与五级记分制成绩转换标准**

100 分记分制成绩	60 以下	60—69	70—79	80—89	90 以上
五级记分制成绩	不及格	及格	中等	良好	优秀

## 五、其他

1.对先修课程的要求：运动控制系统（1）、运动控制系统（2）

2.参考资料：

[1] 陈霞, 张开如. 运动控制系统[M]. 北京: 中国电力出版社, 2016

[2] 陈伯时. 电力拖动自动控制系统[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005

[3] 阮毅, 陈伯时. 电力拖动自动控制系统[M]. 北京: 机械工业出版社, 2016

[4] 张兴, 张崇巍. 运动控制系统[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012

撰稿人：陈霞、贺凯迅

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松

# 《过程控制系统课程设计》教学大纲

课程编号	0931002301	课程名称		过程控制系统课程设计	
课程英文名称	Process Control System Course Design				
适用专业	自动化	周数	2	学分数	1
制订单位	电气与自动化工程学院		制定时间	2018 年 1 月	

## 一、课程设计的性质和目的

本课程是自动化专业（过程控制方向）本科学生的一门实践教学必修课。本课程的目的和任务是：1）通过专业方向课程设计，学习、体会、熟悉与本专业密切相关的项目研究开发的完整过程，包括课题的提出与论证、调研、文献阅读、方案比较与选择、理论研究、计算机仿真、实验研究、报告撰写、课题答辩等。2）掌握综合运用所学知识分析问题、解决问题的一般方法。3）培养学生团结协作的集体精神和独立从事研究开发工作的能力。

**课程教学目标 1：**掌握常用的检测仪表的结构、特点、基本检测原理及使用，掌握控制系统设计和控制算法的基本知识。掌握机理建模、实验法建模的方法，掌握控制系统设计与控制器参数整定方法。能够运用基本原理，评估复杂过程的多种解决方案，分析主要影响因素，并获得有效结论。

**课程教学目标 2：**根据设计要求给出具体的解决方案，并在社会、安全、法律、环境等现实约束条件下，对设计方案的可行性进行技术与经济性的评价。

**课程教学目标 3：**掌握 Matlab/Simulink 仿真软件或组态软件的使用方法。

**课程教学目标 4：**了解仪表选型、对象建模与控制系统设计对复杂工程设计的重要性，以及对安全、节能、经济性等的重要影响。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

**表 1 课程教学目标与毕业要求的关系**

毕业要求	指标点	课程目标
2.问题分析	2.2 能够运用基本原理，借助文献研究，评估自动化领域复杂工程问题的多种解决方案，分析过程的影响因素，并获得有效结论。	1
3.设计/开发解决方案	3.3 能够在社会、安全、法律、环境等现实约束条件下，从技术、经济角度对设计方案的可行性进行评价。	2
5.使用现代工具	5.3 针对自动化领域复杂工程问题，能够开发或选用恰当的现代工具，模拟与预测专业问题，并能够分析其局限性。	3
6.工程与社会	6.3 能够从工程师所应承担的社会责任的角度，分析和评价自动化专业工程实践与复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法	4

	律以及文化的影响。	
--	-----------	--

## 二、课程设计教学的基本内容和要求

1、设计指导书。设计的具体内容及要求在指导教师编写的设计指导书或任务书中规定。设计指导书要在本课程大纲的框架下，给出每个具体设计课题的目的、要求、内容、步骤、基础资料等。

2、选题。选择与自动化专业密切相关的课题作为专业方向设计课题，注意避免与先修相关课程

（特别是《电子技术课程设计》《微机原理及应用课程设计》出现实质性重复。

3、学生分组。由学生自由进行组合，4-5 人组成一个设计组。每个设计组自由选择一个设计题目。每一个设计组内每个学生有自己的明确任务分工。

4、提前预习内容：

（1）热工参数（压力、物位、流量、温度）的检测方法及其检测仪表的安装、校验、使用技术调节器的认识和校验知识。

（2）控制系统设计方法。

（3）仿真软件、组态软件的工作原理、特点，阶跃曲线法的实现。

（4）PID 控制器参数整定。

## 三、课程设计的进度安排

课程设计共 2 周，10 个工作日，具体安排参考如下：

1、周一：根据设计指导书，理解设计题目意义和要求，学习掌握本设计题目所需的新知识、新技术。

2、周二、周三：确定设计方案、编写仿真或实验程序。

3、周四、周五：复杂对象建模。

4、周一、周二：控制系统设计。

5、周三、周四：控制系统投运与控制器参数整定。

6、周五：撰写设计报告。

## 四、课程设计的考核

课程设计成绩考核包括过程考核和结果考核。过程考核包括：出勤、设计过程、操作演示、研讨等，结果考核采取课程设计报告、答辩等。过程考核成绩占总成绩的 20%，结果考核成绩占总成绩的 80%。

考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表 2 所示。

表 2 课程考核内容及所占比例

毕业要求 指标点	课程教 学目标	考核方式	考核标准	考核 分值
-------------	------------	------	------	----------

2.2	目标 1	课程设计报告、答辩、设计研讨	掌握文献检索方法，研究内容完整、技术路线清晰	20 分
3.3	目标 2	课程设计报告、答辩、设计研讨	设计方案合理，能够完成过程控制系统的硬件设计、软件设计	30 分
5.3	目标 3	课程设计报告、答辩、设计研讨	针对设计问题，能够应用专业工具，进行调试、模拟、分析，验证设计结果	40 分
6.3	目标 4	课程设计报告、答辩、设计研讨	分析设计结果对安全性、节能、经济性等的影响。	10 分

每个学生以 100 分记分制计算出各自的成绩，然后转换成五级记分制评定出学生的最终成绩，即优秀、良好、中等、及格、不及格。100 分记分制成绩与五级记分制成绩的转换关系按照以下标准进行：

**表 3 100 分记分制成绩与五级记分制成绩转换标准**

100 分记分制成绩	60 以下	60—69	70—79	80—89	90 以上
五级记分制成绩	不及格	及格	中等	良好	优秀

## 五、其他

1、课程与其它课程的联系先修课：《电子工艺实习》、《金工实习》、《电子技术课程设计》、《过程检测及仪表》、《自动控制原理》、《单片机原理及应用课程设计》等后继课：《计算机控制技术》、《毕业实习》、《毕业设计》

### 2、设计报告内容及要求

- (1) 报告内容完整，包括摘要、目录、正文、结论、参考文献等部分。
- (2) 原理阐述正确、层次分明、文笔流畅，专业术语使用规范，数据准确。
- (3) 文字录入：手写稿要求字迹规范、不得潦草，图纸清晰、整洁，不得有涂改；电子文稿建议使用模板进行排版。

#### (4) 格式要求：

①重要公式要有编号，编号居右，公式居中。

②图、表均须有编号、有名称，编号、名称的字号比正文小一号，通常正文为小四，图、表的编号、名称的字号为五号。图的编号、名称位于图纸正下方，表的编号、名称位于表格正上方。

③图面布局合理，线条均匀、字迹规范，整洁清晰。图中各元件必须标注字母名称和相应的参数大小。

撰稿人：孙慧影、曹鹏飞

审核人：盖文东

批准人：黄鹤松

# 《机器人系统综合课程设计》教学大纲

课程代码	0931900702	课程名称(中文)	机器人系统综合课程设计		
课程名称(英文)	Robot System Synthesis Project				
总学时	2 周	授课学时	0	实验(上机)学时	8
实践学时	2 周		学分		2
先修课程	机器人学、伺服与驱动、机器视觉	适用专业		自动化(机器人方向)	
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间		2018 年 1 月

## 一、课程设计的性质和目的

《机器人系统综合课程设计》课程是自动化专业的实践课，也是机器人方向/专业的一个综合设计实践环节。课程性质是专业基础课，为必修课。

通过课程设计使学生较全面系统地掌握机器人控制原理的基本方法，培养学生初步具有机器人方案设计和分析、计算与设计能力的重要教学环节，也是培养学生工程设计，特别是机器人控制与应用技术创新设计能力的重要实践环节。要求学生综合利用课本的相关知识，有助于学生更好地了解整个机器人专业方向课程的知识体系，巩固所学机器人专业相关理论中的性能评价的方法，并学会利用所学知识独立或团队合作进行机器人系统软硬件及机械本体的设计方法和原理、机器人运动学分析、动力学分析、机器人示教再现、机器人轨迹规划等综合性功能算法设计。锻炼学生运用课本知识、方法解决复杂的实际问题的能力，从而为学生操作应用机器人以及将来的实际工作打好基础。

通过本课程的教学和实验训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**能够独立查阅资料，掌握文献检索方法，并根据设计要求确定研究设计的内容以及机器人系统方案的技术路线。

**课程教学目标 2：**能够在社会、安全、法律、环境等现实约束条件下，从技术、经济角度对机器人系统设计方案的各功能单元模块的可行性进行分析和评价。

**课程教学目标 3：**能够根据具体的工程设计问题，采用合适的现代设计工具，完成对所设计的机器人系统进行软硬件设计、调试，以及实验仿真和研究分析。

**课程教学目标 4：**能够对所设计的机器人系统的整体运行参数进行优化设计和运行，并分析和评价所采取的设计方案和设计成果对社会、企业生产运行的意义。



表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
2.问题分析	2.2 能够运用基本原理，借助文献研究，评估自动化领域复杂工程问题的多种解决方案，分析过程的影响因素，并获得有效结论。	1
3.设计/开发解决方案	3.3 能够在社会、安全、法律、环境等现实约束条件下，从技术、经济角度对设计方案的可行性进行评价。	2
5.使用现代工具	5.3 针对自动化领域复杂工程问题，能够开发或选用恰当的现代工具，模拟与预测专业问题，并能够分析其局限性。	3
6.工程与社会	6.3 能够从工程师所应承担的社会责任的角度，分析和评价自动化专业工程实践与复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响。	4

## 二、课程设计内容及要求

设计一套机器人系统，该机器人可以是工业机器人、移动机器人、人型或动物型仿生机器人，或者是其他特种机器人，该设计的机器人或机器人系统应具备明确的功能任务。

具体要求如下：

1 根据功能要求进行机械结构设计、控制系统设计、传感器系统设计，并能用实训套件或自行购置或设计的结构件、零配件搭建实物。

2 基于设计任务要求进行机器人或机器人系统组装与算法调试；

3 完成课程设计说明书，内容：方案设计、硬件搭建过程（附照片）、算法设计流程、程序编写、调试结果、心得体会。

## 三、课程设计进度安排

序号	课程设计内容	时间分配 (天)
1	召开课程设计动员会，布置设计任务，提出设计要求；分配课程设计场地和器材；分组。	0.5
2	搜集自己所承担任务的资料，进行具体的方案设计及优化。	1
3	指导老师指导学生修改并确定设计方案	1.5
4	按照所承担任务展开具体工作，完成设计任务	4
5	撰写设计说明书	2
6	答辩、提交材料	1
合计		10

## 四、课程设计的考核

《机器人系统综合课程设计》的总成绩包括报告书、答辩和设计研讨，其所

占的比例为：报告书 30%、答辩 50%、设计研讨 20%。

该课程设计的毕业要求指标点与课程目标的对应关系如下表所示：

毕业要求指标点	课程教学目标	考核方式	考核标准	考核分值
2.2	目标 1	课程设计报告、答辩、设计研讨	掌握文献检索方法，研究内容完整、机器人系统方案的技术路线清晰	10
3.3	目标 2	课程设计报告、答辩、设计研讨	能够从技术、经济角度，合理、正确地对机器人系统设计方案可行性进行分析和评价	30
5.3	目标 3	课程设计报告、答辩、设计研讨	针对设计问题，能够正确地应用现代设计工具，进行调试、模拟、分析，验证设计结果	40
6.3	目标 4	课程设计报告、答辩、设计研讨	能够正确地分析和评价设计方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响	20

## 五、其他

### 1. 对先修课程的要求

要求先修课程：电路、自动控制原理、电力电子技术、电机与电力拖动、机器人学、伺服与驱动、机器视觉、机械设计基础，在相关机器人专业方向的课程结束后进行该课程设计。

### 2. 主要参考资料

- [1] 叶晖,管小清. 工业机器人实操与应用技巧. 北京：机械工业出版社. 2017.
- [2] 俞建荣. 机器人技术实践教程. 北京：机械工业出版社. 2016.
- [3] (美) Joseph L Jones 著，原魁，邹伟等译，机器人编程技术，北京：机械工业出版社，2006.
- [4] 蔡自兴，机器人学，北京：清华大学出版社，2000.

撰稿人： 王传江

审核人： 高 波

批准人： 黄鹤松

# 《电力电子技术》课程实验教学大纲

课程代码	0921000303		课程名称（中文）	电力电子技术	
课程名称（英文）	Power Electronics				
实验性质	非独立设课		课程性质	必修	
适用专业	电气工程及其自动化		先修课程	高等数学、电路原理、模拟电子技术、数字电子技术、自动控制原理	
总学时	48	实验学时	8	学分	3
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间	2018 年 1 月	

## 一、实验性质、目的和任务

电力电子技术实验是电力电子技术课程的实践性教学环节，是自动化、电气工程及其自动化专业的一门重要的专业基础性实验。通过实验，掌握常用功率开关器件的特性和典型应用电路工作原理、调试方法及仪器设备的正确使用方法；最终达到可设计和调试简单的电力电子装置的目的，为毕业设计及今后的工作打好基础。

电力电子技术实验以 DJDK-1 电力电子技术实验装置为平台，通过单元挂件及其组合实验，使学生基本了解典型电力电子系统的结构、电路特性和调试实验方法，验证课堂理论教学的内容，并为学生创新性实验等实践环节奠定基础。

**实验课程目标 1：**掌握基本的单相可控整流电路和三相可控整流电路的工作原理及波形分析、计算方法，掌握触发电路的工作原理。掌握逆变电路、斩波电路、交流-交流变流电路的工作原理以及波形分析方法。（对应课程教学目标 2，对应指标点 3.2）

## 二、实验基本内容与要求

实验编号	实验项目	学时数	实验内容	实验类型	实验要求	课程目标
092100030301	锯齿波同步移相触发电路实验	2	（1）验证锯齿波同步移相触发电路的工作原理及各元件的作用。（2）掌握锯齿波同步移相触发电路的调试方法	验证	必做	1
092100030302	三相半波整流电路实验	2	（1）验证三相半波整流电路的工作原理。（2）	验证	必做	1

			研究可控整流电路在电阻负载和电阻电感性负载时的工作情况			
092100 030303	三相桥式全控整流及有源逆变电路实验	2	验证三相桥式全控整流及有源逆变电路的工作原理，研究整流和逆变的功率变换可逆性。	综合	必做	1
092100 030304	全桥 DC/DC 变换电路实验	2	验证全桥 DC/DC 变换电路的工作原理。	验证	必做	1

### 三、实验项目仪器设备配置

1. 实验设备: DJDK-1 型实验装置, 12 台套; 数字存储式示波器, TBS1102B, 12 台, 万用表若干;

2. 主要耗材: 连接线等。

### 四、考核方式、方法及实验成绩评定方法

本课程包含 4 个实验, 每个实验满分 100 分, 最终成绩为 4 个实验的平均分。实验成绩考核包括过程考核和结果考核。过程考核包括: 出勤, 仪器设备操作及实验记录, 遵守实验室工作规章制度情况。结果考核以实验报告书写情况进行考核。过程考核成绩占总成绩的 50%, 结果考核成绩占总成绩的 50%。

具体考核内容及所占比例, 详见下表。

考核内容		考核标准	占总成绩的比例
过程考核	考勤, 仪器设备操作	能够规范、正确地操作实验设备, 得到正确的实验结果	50%
结果考核	实验报告	能够掌握实验的基本知识, 完成实验内容, 正确地分析、解释实验结果, 得出有效结论, 实验报告撰写规范。	50%

### 五、参考资料

[1] 陈志巧. 《电力电子技术》课程实验指导书[M]. 青岛: 自编, 2017.

撰稿人: 陈霞 盛春阳

审核人: 程学珍

批准人: 黄鹤松

# 《计算机控制技术》课程实验教学大纲

课程代码	0921004603	课程名称（中文）	计算机控制技术
课程名称（英文）	Computer Control Technology		
实验性质	非独立设课	课程性质	必修
适用专业	自动化	先修课程	自动控制原理，现代控制理论，微机原理及应用，电力电子技术，计算机仿真技术，传感器与检测技术
总学时	48	实验学时	10
制订单位	电气与自动化工程学院	制订时间	2018 年 1 月

## 一、实验性质、目的和任务

计算机控制技术实验是计算机控制技术课程的实践性教学环节，是自动化专业的专业理论验证性和设计性实验课程。

**实验课程目标 1：**掌握计算机控制系统的基本实验方法与技能。（对应指标点 4.3）

通过实验，学生能够基于专业理论知识，具备分析和计算计算机控制系统基本问题的能力，掌握计算机控制系统的基本实验方法与技能并能够对实验结果进行分析和解释。

## 二、实验基本内容及要求

实验编号	实验项目	学时数	实验内容	实验类型	实验要求	课程目标
0921004603001	模/数、数/模转换实验	2	(1) 学习 A/D 转换器原理及接口方法，并掌握 ADC0809 芯片的使用； (2) 学习 D/A 转换器原理及接口方法，并掌握 TLC7528 芯片的使用。	验证性	必做	1
0921004603002	采样与保持实验	2	(1) 熟悉信号的采样和保持过程；(2) 学习和掌握香农(采样)定理；(3) 学习用直线插值法和二次曲线插值法还原信号。	综合性	必做	1
0921004603003	积分分离 PID 控制实验	2	(1) 了解 PID 参数对系统性能的影响；(2) 学习凑试法整定 PID 参数； (3) 掌握积分分离法	综合性	必做	1

			PID 控制规律。			
09210046 03004	最小拍控制系统实验	2	(1) 掌握最小拍有纹波控制系统的设计方法; (2) 掌握最小拍无纹波控制系统的设计方法。	设计性	必做	1
09210046 03005	数字滤波实验	2	了解不同数字滤波方法对干扰信号的影响。	验证性	必做	1

### 三、实验项目仪器设备配置

#### 1. 实验设备:

- (1) 自动控制原理与计算机控制系统实验箱, 型号 TD-ACC+;
- (2) 计算机, 型号启天 M340E;
- (3) 万用表。开设本课程实验需 40 台套。

#### 2. 主要耗材: 实验导线、万用表探笔及电池。

### 四、考核方式、方法及实验成绩评定方法

本课程包含 5 个实验, 每个实验满分 100 分, 每个实验的成绩考核由过程考核和结果考核组成, 过程考核包括仪器设备操作使用情况, 结果考核为实验报告。最终成绩为 5 个实验的平均分。每个实验的具体考核内容及所占比例如表 2 所示。

表 2 每个实验的考核内容及所占比例

考核内容		考核标准	占总成绩的比例
过程考核	考勤, 仪器设备操作	能够规范、正确地操作计算机控制实验设备, 得到正确的实验结果	30%
结果考核	实验报告	能够掌握计算机控制技术的基本知识, 完成每个实验的实验内容, 能够正确地分析、解释实验结果, 得出有效结论, 实验报告撰写规范。	70%

### 五、参考资料

实验指导书:

[1] 《计算机控制技术》实验指导书, 自编

参考书:

[1] 徐文尚. 计算机控制系统(第 2 版)[M]. 北京: 北京大学出版社. 2014.

撰稿人: 张婧、盖文东

审核人: 程学珍

批准人: 黄鹤松

# 《传感器与检测技术》课程实验教学大纲

课程代码	0921003002		课程名称（中文）	传感器与检测技术	
课程名称（英文）	Sensor and Detection Technology				
实验性质	非独立设课		课程性质	必修	
适用专业	自动化		先修课程	大学物理，电路，电子技术、微机原理与接口技术，电磁场、虚拟仪器技术	
总学时	36	实验学时	8	学分	2
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间	2018 年 1 月	

## 一、实验性质、目的和任务

传感器与检测技术实验是传感器与检测技术课程教学的重要的实践性教学环节，是自动化专业的专业理论验证性和设计性实验课程。

**实验课程目标 1：**掌握传感器与检测技术的基本实验方法与技能。能够根据检测要求合理选用传感器和检测电路，搭建检测系统；能够正确维护常用电子检测设备。（对应指标点 5.3）

通过动手实验，验证、巩固和补充课程讲授的理论知识，使学生对传感器的结构、工作原理及应用、检测系统的构成等形成感性认识；加深学生对传感器的选择、调理电路设计方法的掌握、现代检测技术的了解，具备设计检测系统的能力，并培养学生科学思维习惯和严谨工作作风。

## 二、实验基本内容与要求

实验编号	实验项目	学时数	实验内容	实验类型	实验要求	课程目标
0921003002001	金属应变片性能测试实验	2	单臂、双臂、全桥功能比较	验证性	必做	1
0921003002002	差动传感器性能测试实验	2	差动变压器的工作原理和特性	验证性	必做	1
0921003002003	电容式传感器位移实验	2	电容式传感器结构及其特点	验证性	必做	1
0921003002004	霍尔式传感器位移特性实验	2	霍尔传感器原理与应用	验证性	必做	1
0921003002005	电涡流传感器测量振动实验	2	电涡流传感器测振动的原理与方法	综合性	选做	1
0921003002006	数据采集系统实验—静态采集	2	数据采集系统在静态实验中的应用	综合性	选做	1

0921003002007	电子称的设计及实现	2	应变直流全桥的应用及电路的标定	设计研究	选做	1
0921003002008	光电检测系统设计	2	掌握检测系统设计方法	设计研究	选做	1

### 三、实验项目仪器设备配置

1. 实验设备：CSY—3000 型传感器与检测技术实验台、计算机、示波器、万用表等。

2. 主要耗材：电路板、焊接剂等。

### 四、考核方式、方法及实验成绩评定方法

本课程包含 4 个必做实验（有拓展要求的学生可完成“选做”实验），每个实验满分 100 分，最终成绩为 4 个实验的平均分。每个实验的成绩考核主要通过过程考核实现，过程考核包括：仪器设备操作使用情况，结果考核为实验报告。具体考核内容及所占比例，详见下表。

考核内容		考核标准	占总成绩的比例
过程考核	考勤，仪器设备操作	能够规范、正确地操作计算机控制实验设备，得到正确的实验结果	30%
结果考核	实验报告	能够掌握计算机控制技术的基本知识，完成每个实验的实验内容，能够正确地分析、解释实验结果，得出有效结论，实验报告撰写规范。	70%

每个学生以 100 分记分制计算出各自的成绩，然后转换成五级记分制评定出学生的最终成绩，即优秀、良好、中等、及格、不及格。100 分记分制成绩与五级记分制成绩的转换关系按照以下标准进行：

100 分记分制成绩	60 以下	60—69	70—79	80—89	90 以上
五级记分制成绩	不及格	及格	中等	良好	优秀

### 五、参考资料

[1] CSY—3000 型传感器与检测技术实验指导书。

[2] 《传感器与检测技术》实验指导书，自编。

撰稿人：程学珍

审核人：盖文东

批准人：黄鹤松



# 《现代控制理论》课程实验教学大纲

课程代码	0921005302		课程名称（中文）	现代控制理论	
课程名称（英文）	Modern Control Theory				
实验性质	非独立设课		课程性质	必修	
适用专业	自动化		先修课程	自动控制原理，线性代数，计算机仿真技术	
总学时	36	实验学时	4	学分	2
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间	2018 年 1 月	

## 一、实验性质、目的和任务

现代控制理论实验是《现代控制理论》课程的实践性教学环节，是自动化专业基础性实验。

**实验课程目标 1：**通过实验，掌握基于状态空间描述的控制系统基本设计方法。（对应指标点 3.1）

通过实验，掌握基于状态反馈的极点配置设计、状态观测器设计以及实验实现方案设计方法，加深学生对现代控制理论的理解和认识，培养学生分析问题和解决问题的能力，为以后的深入学习与工作打下坚实的基础。

## 二、实验基本内容及要求

实验编号	实验项目	学时数	实验内容	实验类型	实验要求	课程目标
09210053 02001	状态反馈(极点配置)	2	(1) 根据给定的性能指标进行状态反馈设计。 (2) 设计实验方案实现状态反馈，验证状态反馈设计的正确性。	设计	必做	1
09210053 02002	状态观测器设计	2	(1) 根据要求进行状态观测器的设计。(2) 设计实验方案实现状态观测器，比较原系统和状态观测器输出波形，验证状态观测器设计的准确性。	设计	必做	1

## 三、实验项目仪器设备配置

1.实验设备：自动控制原理实验系统（TD-ACC+）；开设本实验所需的实际台套数：40 套；

2.主要耗材：电阻、电容

#### 四、考核方式、方法及实验成绩评定方法

本课程包含 2 个实验，每个实验满分 100 分，最终成绩为 2 个实验的平均分。

每个实验的成绩考核由过程考核成绩和结果考核成绩组成，过程考核包括理论设计和实验方案设计情况，结果考核为实验报告。具体考核内容及所占比例，详见下表。

考核内容		考核标准	占总成绩的比例
过程考核	理论设计和实验方案设计	理论设计结果正确，实验方案设计合理，能在实验设备上开展实验验证并得到正确实验结果。	50%
结果考核	实验报告	实验报告撰写规范，能够正确地分析、解释实验结果，得出有效结论。	50%

#### 五、参考资料

实验指导书：

[1] 《现代控制理论》课程实验指导书. 自编

参考书：

[1] 胡寿松. 自动控制原理(第 6 版). 北京：科学出版社，2013.

撰稿人：高宏岩

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松

# 《电机与电力拖动（A）》课程实验教学大纲

课程代码	0921003204		课程名称（中文）	电机与电力拖动（A）	
课程名称（英文）	Electrical Machine and Electric Drive (A)				
实验性质	非独立设课		课程性质	必修	
适用专业	自动化		先修课程	高等数学、大学物理、电路	
总学时	64	实验学时	8	学分	3.5
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间	2018 年 1 月	

## 一、实验性质、目的和任务

电机与电力拖动实验是电机与电力拖动课程的实践性教学环节，是自动化专业运动控制方向的专业基础性实验。

**实验课程目标 1：**掌握电机与电力拖动系统的基本实验方法，能够对实验结果进行分析和解释，得到有效结论。（对应指标点 4.3）

通过实验，使学生掌握常用电机的工作特性和在各种运转情况下的机械特性、电机系统操作调试方法及仪器设备的正确使用方法；经过实验训练，使学生掌握有关电机的基本操作技能，具有分析实际工作情况的能力，为未来课程、工作打好基础。

电机与电力拖动实验以电机实验装置为平台，通过单元挂件及其组合实验，使学生基本了解各种电机的结构、特性和调试实验方法，验证课堂理论教学的内容，并为学生创新性实验等实践环节奠定基础。

## 二、实验基本内容及要求

实验编号	实验项目	学时数	实验内容	实验类型	实验要求	课程目标
09210032 04001	单相变压器	2	了解电机拖动实验室的安全规定、规章制度； 掌握通过空载和负载实验测定变压器变比和参数的方法； 练习通过负载实验测取变压器运行特性的方法。	验证性	必做	1
09210032 04002	并励直流电动机	2	掌握测取直流并励电动机的工作特性和机械特性实验方法； 掌握直流并励电动机的调速方法。	验证性	必做	1

09210032 04003	他励直流电动机在各种运转状态下的机械特性	2	掌握测定他励直流电动机在电动及回馈制动、反接制动和能耗制动下的机械特性的方法。	综合性	必做	1
09210032 04004	三相鼠笼异步电动机的工作特性	2	掌握三相异步电动机的空载、堵转试验的方法； 练习用直接负载法测取三相鼠笼式异步电动机的工作特性； 练习测定三相鼠笼式异步电动机参数的方法。	验证性	必做	1

### 三、实验项目仪器设备配置

1. 实验设备：电机及电气技术实验装置，DDSZ-1，28 套。

### 四、考核方式、方法及实验成绩评定方法

本课程包含 4 个实验，每个实验满分 100 分，最终成绩为 4 个实验的平均分。每个实验的成绩考核主要通过过程考核实现，过程考核包括：仪器设备操作使用情况，结果考核为实验报告。具体考核内容及所占比例，详见下表。

考核内容		考核标准	占总成绩的比例
过程考核	仪器设备操作	熟练掌握电机与电力拖动系统实验设备的操作方法，能够争取地获取实验数据	40%
	实验结果	能够得到正确的实验结果	10%
结果考核	实验报告	能够对实验结果进行分析和解释，得到有效结论，实验报告撰写规范	50%

### 五、参考资料

实验指导书：

[1] 《电机与电力拖动》课程实验指导书. 自编

参考书：

[1] 张晓江, 顾绳谷. 电机及拖动基础（第 5 版，上册、下册）. 北京：机械工业出版社. 2016.

撰稿人：盖文东、胡晓君

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松

# 《运动控制系统（1）》课程实验教学大纲

课程代码	0921005002		课程名称（中文）	运动控制系统（1）	
课程名称（英文）	Motion Control System (1)				
实验性质	非独立设课		课程性质	必修	
适用专业	自动化		先修课程	电力电子、电机拖动	
总学时	36	实验学时	6	学分	2
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间	2018 年 1 月	

## 一、实验性质、目的和任务

运动控制系统（1）课程实验是运动控制系统课程的实践性教学环节，是自动化专业运动控制方向的专业基础性实验。通过实验，使学生掌握直流调速系统的基本结构和工作原理，达到能独立分析、设计和调试直流电机拖动系统的能力，掌握直流调速特性及直流调速系统的工程设计方法；经过实验训练，具有分析实际工作情况的能力，为未来课程、工作打好基础。

**实验课程目标 1：**掌握运动控制系统的基本实验方法与技能。（对应指标点 4.2）

运动控制系统（1）课程实验以电机实验装置为平台，使学生基本了解各种直流电机调速原理和调速方法，验证课堂理论教学的内容，并为学生创新性实验等实践环节奠定基础。

## 二、实验基本内容及要求

实验编号	实验项目	学时数	实验内容	实验类型	实验要求	课程目标
1	直流调速系统主要单元调试	2	了解实验室的安全规定、规章制度；掌握直流调速的基本方法和原理。	验证性	必做	1
2	单闭环直流调速系统实验	2	掌握单闭环直流调速原理与调速方法，分析机械特性曲线与调速特性。	验证性	必做	1
3	双闭环直流调	2	掌握双闭环直流调速	综合性	必做	1

	速系统实验		原理与调速方法，整定控制器参数，分析机械特性曲线与调速特性。			
--	-------	--	--------------------------------	--	--	--

### 三、实验项目仪器设备配置

电机及电气技术实验装置，DDSZ-1，28 套。

### 四、考核方式、方法及实验成绩评定方法

本课程包含 3 个实验，每个实验满分 100 分，最终成绩为 3 个实验的平均分。每个实验的成绩考核主要通过过程考核实现，过程考核包括：仪器设备操作使用情况，结果考核为实验报告。具体考核内容及所占比例，详见下表。

考核内容		考核标准	占总成绩的比例
过程考核	考勤，仪器设备操作	能够规范、正确地操作实验设备，得到正确的实验结果	50%
结果考核	实验报告	能够掌握实验内容的基本知识，完成实验内容，能够正确地分析、解释实验结果，得出有效结论，实验报告撰写规范。	50%

### 五、参考资料

实验指导书：

[1] 《运动控制系统》课程实验指导书. 自编

参考书：

[1] 陈霞，张开如. 运动控制系统[M]. 北京：中国电力出版社, 2016

撰稿人：陈霞，贺凯迅

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松

## 《运动控制系统（2）》课程实验教学大纲

课程代码	0921005102		课程名称（中文）	运动控制系统（2）	
课程名称（英文）	Motion Control System (2)				
实验性质	非独立设课		课程性质	必修	
适用专业	自动化		先修课程	电力电子、电机拖动	
总学时	36	实验学时	6	学分	2
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间	2018 年 1 月	

### 一、实验性质、目的和任务

运动控制系统（2）课程实验是运动控制系统课程的实践性教学环节，是自动化专业运动控制方向的专业基础性实验。

**实验课程目标 1：掌握变频调速系统的基本实验方法与技能。（对应指标点 3.1，3.2）**

通过实验，使学生掌握常用交流电机调速系统的基本结构和工作原理，掌握交流调速的机械特性及交流调速系统的工程设计方法；使学生具有分析实际工作情况的能力，为未来课程、工作打好基础。

运动控制系统（2）课程实验以电机实验装置为平台，使学生基本了解各种交流电机调速原理和调速方法，验证课堂理论教学的内容，并为学生创新性实验等实践环节奠定基础。

### 二、实验基本内容及要求

实验编号	实验项目	学时数	实验内容	实验类型	实验要求	课程目标
1	变频原理	2	了解实验室的安全规定、规章制度； 掌握变频器的原理以及频率调制方法。	验证性	必做	1
2	交流变频调速系统	2	掌握交流电动机变频调速方法。	综合性	必做	1

### 三、实验项目仪器设备配置

1. 实验设备：电机及电气技术实验装置，DDSZ-1，28 套。

#### 四、考核方式、方法及实验成绩评定方法

本课程包含 2 个实验,每个实验满分 100 分,最终成绩为 2 个实验的平均分。每个实验的成绩考核主要通过过程考核实现,过程考核包括:仪器设备操作使用情况,结果考核为实验报告。具体考核内容及所占比例,详见下表。

考核内容		考核标准	占总成绩的比例
过程考核	仪器设备操作使用情况	能够规范、正确地操作运动控制实验设备	40%
	实验结果	能够借助文献分析过程的影响因素,得到有效结论	10%
结果考核	实验报告	能够掌握运动控制技术的基本知识,完成每个实验的实验内容,能够正确地分析、解释实验结果,得出有效结论,实验报告撰写规范。	50%

#### 五、参考资料

实验指导书:

[1]《运动控制系统》课程实验指导书. 自编

参考书:

[1] 陈霞, 张开如. 运动控制系统[M]. 北京: 中国电力出版社, 2016

撰稿人: 陈霞, 贺凯迅

审核人: 程学珍

批准人: 黄鹤松



# 《电机与电力拖动（C）》课程实验教学大纲

课程代码	0921003202		课程名称（中文）	电机与电力拖动（C）	
课程名称（英文）	Electrical Machine and Electric Drive (C)				
实验性质	非独立设课		课程性质	必修	
适用专业	自动化		先修课程	高等数学、大学物理、电路	
总学时	36	实验学时	4	学分	2
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间	2018 年 1 月	

## 一、实验性质、目的和任务

电机与电力拖动实验是电机与电力拖动课程的实践性教学环节，是自动化专业运动控制方向的专业基础性实验。

**实验课程目标 1：**掌握电机与电力拖动系统的基本实验方法与技能。（对应指标点 4.3）

通过实验，使学生掌握常用电机的工作特性和在各种运转情况下的机械特性、电机系统操作调试方法及仪器设备的正确使用方法；经过实验训练，使学生掌握有关电机的基本操作技能，具有分析实际工作情况的能力，为未来课程、工作打好基础。

电机与电力拖动实验以电机实验装置为平台，通过单元挂件及其组合实验，使学生基本了解各种电机的结构、特性和调试实验方法，验证课堂理论教学的内容，并为学生创新性实验等实践环节奠定基础。

## 二、实验基本内容及要求

实验编号	实验项目	学时数	实验内容	实验类型	实验要求	课程目标
09210032 02001	并励直流电动机	2	掌握测取直流并励电动机的工作特性和机械特性实验方法； 掌握直流并励电动机的调速方法。	验证性	必做	1
09210032 02002	他励直流电动机在各种运转状态下的机械特性	2	掌握测定他励直流电动机在电动及回馈制动、反接制动和能耗制动下的机械特性的方法。	综合性	必做	1

## 三、实验项目仪器设备配置

1. 实验设备：电机及电气技术实验装置，DDSZ-1，28 套。

#### 四、考核方式、方法及实验成绩评定方法

实验成绩考核主要通过过程考核实现。过程考核包括：出勤、实验记录、仪器设备操作使用情况、实验报告。具体考核内容及所占比例，详见下表。

考核内容		考核标准	占总成绩的比例
过程考核	仪器设备操作	熟练掌握电机与电力拖动系统实验设备的操作方法，能够争取地获取实验数据	40%
	实验结果	能够得到正确的实验结果	10%
结果考核	实验报告	能够对实验结果进行分析和解释，得到有效结论，实验报告撰写规范	50%

#### 五、参考资料

实验指导书：

[1] 《电机与电力拖动》课程实验指导书. 自编

参考书：

[1] 张晓江，顾绳谷. 电机及拖动基础（第 5 版，上册、下册）. 北京：机械工业出版社. 2016.

撰稿人：戴陶珍、胡晓君

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松

# 《过程控制仪表与装置》课程实验教学大纲

课程编码	0922004103		课程名称（中文）	过程控制仪表与装置	
课程名称（英文）	Process Control Instrument and Apparatus				
实验性质	非独立设课		课程属性	专业	
适用专业	自动化		先修课程	模拟电子技术，数学电子技术，自动控制原理，电子技术基础	
总学时	48	实验学时	6	总学分	3
制定单位	电气与自动化工程学院		制定时间	2018 年 1 月	

## 一、实验性质、目的和任务

过程控制仪表与装置实验是自动化专业过程控制方向的一门重要的专业性实验。其任务是学生在学完专业理论课之后，需要对实际过程控制系统中的典型检测与控制仪表有一个全面的认识，在此基础上能初步掌握过程控制系统典型检测与控制仪表的使用方法，为毕业设计及今后的工作打好基础。过程检测及仪表实验以过程控制系统实验装置作为控制对象，使学生基本了解实际过程中典型传感器和控制仪表的使用方法。

**课程教学目标 1：**掌握过程控制仪表与装置系统的基本实验方法与技能。能够根据实际复杂工程问题的特征，设计可行的技术路线和实验方案，采用科学的实验方法安全地开展实验。

课程教学目标与毕业要求的关系如下表所示。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
4.研究	4.2 能够根据自动化领域复杂工程问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，构建实验系统，采用科学的实验方法安全地开展实验。	1

## 二、实验基本内容与要求

序	实验项目	学时	内容与要求	实验	开出要求		课程目标
					必开	选开	
1	过程控制仪表实验	2	1、压力、温度、液位、流量等仪表的认识与测量	验证	√		1

2	调节阀特性测试实验	2	1、调节阀流量特性测试	综合	√		1
3	组态系统认识	2	1、基于 TIA Portal 的系统组态认识与使用	综合	√		1

### 三、主要实验仪器设备

#### 1、过程控制系统实验装置

### 四、考核与成绩评定

本课程包含 3 个实验,每个实验满分 100 分,最终成绩为 3 个实验的平均分。课内实验成绩考核包括过程考核和结果考核。过程考核包括:出勤、设计过程、操作演示、研讨等,结果考核采取课内实验报告等。过程考核成绩占总成绩的 20%,结果考核成绩占总成绩的 80%。

表 2 课程考核内容及所占比例

考核内容		考核标准	占总成绩的比例
过程考核	考勤、实验演示等	能够规范、正确地操作实验设备,得到正确的实验结果	20%
结果考核	实验报告等	能够掌握过程控制仪表与装置的基本知识,完成每个实验的实验内容,能够正确地分析、解释实验结果,得出有效结论,实验报告撰写规范。	80%

### 五、参考资料

指导书:

《过程控制仪表与装置》课程实验指导书,自编

参考书:

邵裕森,过程控制工程(第 2 版),机械工业出版社,2007

撰稿人:孙慧影、曹鹏飞

审核人:盖文东

批准人:黄鹤松

# 《过程控制系统》课程实验教学大纲

课程编码	0922004203		课程名称（中文）	过程控制系统	
课程名称（英文）	Process Control System				
实验性质	非独立设课		课程性质	必修	
适用专业	自动化		先修课程	模拟电子技术，数学电子技术，自动控制原理，电子技术基础	
总学时	44	实验学时	6	总学分	2.5
制定单位	电气与自动化工程学院		制定时间	2018 年 1 月	

## 一、实验性质、目的和任务

过程控制系统实验是自动化专业过程控制方向的一门重要的专业性实验。其任务是学生在学完专业理论课之后，使学生具备对过程控制系统进行设计、综合和分析的能力，为今后从事生产过程自动化、开发先进控制系统奠定扎实的理论基础和工程技术基础。

**课程教学目标 3：** 电厂锅炉的过程控制、精馏塔的过程控制等典型过程控制系统为例掌握此类系统的分析与设计方法，并建立起工程设计的基本概念，掌握工程设计步骤与设计内容。掌握过程控制系统的基本实验方法与技能。

课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
3. 设计/开发解决方案	3.1 掌握自动化领域工程设计和产品开发的基本方法和技术，并能够根据工艺和技术需求，分析影响设计目标和技术方案的各种因素。	3

## 二、实验基本内容与要求

序	实验项目	学时	内容与要求	实验	开出要求		课程目标
					必开	选开	
1	串级控制系统设计实验	2	1、针对实验对象设计串级控制系统 2、编写程序实现串级控制	综合	√		3

2	串级控制器 整定实验	2	1、整定串级控制器参数	综合	√	3
3	前馈控制系统 实验	2	1、前馈控制系统设计 2、前馈控制系统控制器整定	综合	√	3

### 三、主要实验仪器设备

#### 1、过程控制系统实验装置

### 四、考核与成绩评定

本课程包含 3 个实验,每个实验满分 100 分,最终成绩为 3 个实验的平均分。课内实验成绩考核包括过程考核和结果考核。过程考核包括:出勤、设计过程、操作演示、研讨等,结果考核采取课内实验报告等。过程考核成绩占总成绩的 20%,结果考核成绩占总成绩的 80%。

表 2 课程考核内容及所占比例

考核内容		考核标准	占总成绩的比 例
过程 考核	考勤、实 验演示等	能够规范、正确地操作实验设备,得到正确的实验结果	20%
结果 考核	实验报告 等	能够掌握过程控制系统的基本知识,完成每个实验的实验内容,能够正确地分析、解释实验结果,得出有效结论,实验报告撰写规范。	80%

### 五、参考资料

指导书:

《过程控制系统》课程实验指导书,自编

参考书:

邵裕森,过程控制工程(第 2 版),机械工业出版社,2007

撰稿人:孙慧影、曹鹏飞

审核人:盖文东

批准人:黄鹤松

# 《电机与电力拖动（B）》课程实验教学大纲

课程代码	0921003203		课程名称（中文）	电机与电力拖动（B）	
课程名称（英文）	Electrical Machine and Electric Drive (B)				
实验性质	非独立设课		课程性质	必修	
适用专业	自动化		先修课程	高等数学、大学物理、电路	
总学时	44	实验学时	6	学分	2.5
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间	2018 年 1 月	

## 一、实验性质、目的和任务

电机与电力拖动实验是电机与电力拖动课程的实践性教学环节，是自动化专业的专业基础性实验。通过实验，使学生掌握常用电机的工作特性和在各种运转情况下的机械特性、电机系统操作调试方法及仪器设备的正确使用方法；经过实验训练，使学生掌握有关电机的基本操作技能，具有分析实际工作情况的能力，为未来课程、工作打好基础。

**实验课程目标 1：**掌握电机与电力拖动系统的基本实验方法与技能。（对应指标点 4.3）

电机与电力拖动实验以电机实验装置为平台，通过单元挂件及其组合实验，使学生基本了解各种电机的结构、特性和调试实验方法，验证课堂理论教学的内容，并为学生创新性实验等实践环节奠定基础。

## 二、实验基本内容与要求

实验编号	实验项目	学时数	实验内容	实验类型	实验要求	课程目标
09210032 04001	单相变压器	2	了解电机拖动实验室的安全规定、规章制度； 掌握通过空载和负载实验测定变压器变比和参数的方法； 练习通过负载实验测取变压器运行特性的方法。	验证性	必做	1
09210032 04002	并励直流电动机	2	掌握测取直流并励电动机的工作特性和机械特性实验方法；	验证性	必做	1

			掌握直流并励电动机的调速方法。			
09210032 04003	他励直流电动机在各种运转状态下的机械特性	2	掌握测定他励直流电动机在电动及回馈制动、反接制动和能耗制动下的机械特性的方法。	综合性	必做	1

### 三、实验项目仪器设备配置

1. 实验设备：电机及电气技术实验装置，DDSZ-1，28 套。

### 四、考核方式、方法及实验成绩评定方法

实验成绩考核主要通过过程考核实现。过程考核包括：出勤、实验记录、仪器设备操作使用情况、实验报告。具体考核内容及所占比例，详见下表。

考核内容		考核标准	占总成绩的比例
过程考核	仪器设备操作	熟练掌握电机与电力拖动系统实验设备的操作方法，能够争取地获取实验数据	40%
	实验结果	能够得到正确的实验结果	10%
结果考核	实验报告	能够对实验结果进行分析和解释，得到有效结论，实验报告撰写规范	50%

### 五、参考资料

实验指导书：

[1] 《电机与电力拖动》课程实验指导书. 自编

参考书：

[1] 张晓江, 顾绳谷. 电机及拖动基础（第 5 版, 上册、下册）. 北京：机械工业出版社. 2016.

撰稿人：张桂林、胡晓君

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松



# 《机器人学》课程实验教学大纲

课程编码	0922006503		课程名称（中文）	机器人学	
课程名称（英文）	robotics				
实验性质	非独立设课		课程属性	专业	
适用专业	自动化，机器人		先修课程	高等数学，线性代数，自动控制原理，传感器与检测技术，C 语言	
总学时	54	实验学时	8	总学分	3
制定单位	电气与自动化工程学院		制定时间	2018 年 1 月	

## 一、实验性质、目的和任务

**性质：**由于机器人学涵盖的内容十分广泛，单纯的理论教学会使学生很难理解教学的内容。因此开设实验课程能让学生对机器人学有更加直观深入地了解，提高趣味性。利用 Matlab 软件，编写相应的仿真程序，使学生更深刻地理解和掌握所学内容。

**目的：**通过 Matlab 提供的 Toolbox\_Robot 和 Toolbox\_Calib 工具包建立机器人模型、实现轨迹规划、控制器设计以及相机标定,深入了解相关知识点。锻炼学生的编程能力，做到理论与仿真相结合。

**任务：**通过利用仿真软件实现机器人建模、求逆解、轨迹规划、控制原理和相机标定实验，实现机器人的简单运动控制及画曲线的功能。

**实验课程目标 4：**掌握机器人轨迹规划的原理和两种方法的实现，掌握机器人建模、控制器设计、轨迹规划及相机标定的仿真实验，进一步了解机器人技术的实际应用。（对应指标点 4.2）

## 二、实验基本内容与要求

序号	实验项目	学时数	内容与要求	实验类型	实验要求	课程目标
1	机器人运动学	2	本次实验主要利用 Matlab 软件中自带的 Toolbox_Robot 进行机器人模	验证	必做	4

	建模仿真实验		型的建立，希望同学们能够根据所学知识充分了解和掌握机器人模型的建立过程及各关节参数的定义和给定方法。			
2	机器人控制器仿真实验	2	该实验主要利用 Matlab 软件中的 simulink 建立基本的机器人控制模型，主要以 PD 控制为主，让学生了解机器人手臂控制的具体实现过程。	验证	必做	4
3	机器人轨迹规划仿真实验	2	利用 Matlab 仿真机器人轨迹规划控制仿真程序，进一步分析和比较机器人运动轨迹规划方法的区别。	验证	必做	4
4	相机标定实验	2	借助现有的 Matlab 提供的 Calibration 标定工具包实现，实验过程包括平面模板的制作、标定软件的使用、标定过程的实施以及标定结果的分析和改进，使学生开阔思路、了解视觉在机器人应用中所起到的作用。	验证	必做	4

### 三、主要实验仪器设备

笔记本电脑，摄像头。

### 四、考核与成绩评定

本课程包含四个实验，四个实验的分值分别为：30 分、25 分、25 分、20 分。实验成绩考核包括过程考核和结果考核，过程考核包括：实验报告和出勤等。结果考核采取实验报告的形式。过程考核成绩占总成绩的 20%，结果考核成绩占总成绩的 80%。具体考核内容及所占比例详见下表。

考核内容		考核标准	占总成绩的比例
过程考核	出勤，仪器设备操作	能够安装好所需软件，正确地配置好参数和环境	20%
	实验操作	能够掌握四个实验的基本原	80%

		理，按照要求完成任务，并能够正确地分析、解释实验结果，得出有效结论。	
--	--	------------------------------------	--

## 五、参考资料

- [1] Matlab 机器人工具箱使用说明。
- [2] 刘金琨，机器人控制系统设计与 Matlab 仿真，清华大学出版社，2008。
- [3] 蔡自兴，机器人学，第二版，清华大学出版社，2013。

撰稿人：王海霞

审核人：王传江

批准人：黄鹤松

## 《伺服与驱动》课程实验教学大纲

课程代码	0921004802		课程名称（中文）	伺服与驱动	
课程名称（英文）	Servo and Drive				
实验性质	非独立设课		课程性质	必修	
适用专业	自动化（机器人方向）、 机器人工程专业		先修课程	电路、模拟电子技术、数字 电子技术、传感器与检测技 术、单片机原理及应用、自 动控制原理、电力电子技 术、电机与电力拖动	
总学时	36	实验学时	6	学分	2
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间	2018 年 1 月	

### 一、实验性质和任务

#### 1. 实验性质

《伺服与驱动》课程实验是控制科学与工程学科的自动化专业（机器人方向）的专业核心课程《伺服与驱动》课程的课内实验。

#### 2. 实验任务及教学目标

《伺服与驱动》课程实验是《伺服与驱动》课程的一个实践环节，主要是培养学生的专业兴趣，巩固课堂所学的教学内容，使学生能够理解与掌握一般伺服系统的构成及设计、分析、调试的方法与步骤。本课程实验的主要任务是结合课堂理论教学内容，安排相应的实验内容，帮助学生更好地理解教学内容，主要通过实验指导教师的现场讲解和学生动手操作，使学生更好的掌握该课程所讲授的内容。

通过本课程实验的教学和实验训练，达到以下目标：

**课程教学目标 1：**掌握步进伺服系统和交、直流伺服系统等的运行基本理论、设计过程、实验方法与技能、运行性能分析、计算方法，并且具有一定的创新。

课程教学目标与毕业要求的关系如表 1 所示。

表 1 课程教学目标与毕业要求的关系

毕业要求	指标点	课程目标
3. 设计/开发解决方案	3.2 针对自动化领域复杂工程问题,能够设计/开发满足特定需求的自动化单元装置或系统,并体现创新意识。	1

## 二、实验基本内容 with 要求

实验编号	实验项目	学时数	实验内容	实验类型	实验要求	课程目标
09210048 02001	步进伺服系统 实验	2	步进伺服系统的系统结构框图设计、硬件平台搭建及控制软件设计与调试,分析实验结果和数据。	综合	必做	1
09210048 02002	直流伺服系统 实验	2	直流伺服系统的系统结构框图设计、硬件平台搭建及控制软件设计与调试,分析实验结果和数据。	综合	必做	1
09210048 02003	永磁交流伺服 系统实验	2	交流伺服系统的系统结构框图设计、硬件平台搭建及控制软件设计与调试,分析实验结果和数据。	综合	必做	1

## 三、实验项目仪器设备配置

主要实验仪器设备有:伺服驱动控制综合实验平台、六自由度机器人手臂实验教学平台、两自由度机器人平台、工业机器人系统,以及计算机、嵌入式控制器、信号发生器、示波器、万用表等。

## 四、考核方式、方法及实验成绩评定方法

实验成绩考核包括过程考核和结果考核。过程考核包括:实验操作、出勤等。结果考核采取书写实验报告形式。过程考核成绩占总成绩的 50%,结果考核成绩占总成绩的 50%。具体考核内容及所占比例,详见下表。

考核内容		考核标准	占总成绩的比例
过程考核	出勤	能够按时完成实验,遵守实验室纪律	10%
	实验操作	能够正确掌握伺服驱动控制实验设备的操作方法与技能	40%
结果考核	实验报告	能够掌握伺服系统的构成及设计、分析、调试的方法与步骤,实验报告撰写	50%

		规范	
--	--	----	--

《伺服与驱动》课程的实验支撑教学目标 1，一共有 3 个实验，各实验项目成绩占总成绩的对应关系如下表所示：

毕业要求指标点	课程教学目标	实验内容	考核方式	考核分值
3.2	目标 1	步进伺服系统实验	实验报告、答辩、设计研讨	30
		直流伺服系统实验	实验报告、答辩、设计研讨	30
		永磁交流伺服系统实验	实验报告、答辩、设计研讨	40

## 五、参考资料

- [1]姚晓先. 伺服系统设计. 北京：机械工业出版社，2013 年.
- [2]钱平. 伺服系统. 北京：机械工业出版社，2011 年.
- [3]敖荣庆, 袁坤. 伺服系统. 北京：航空工业出版社，2006 年.
- [4]刘胜, 彭侠夫, 叶瑰昀. 现代伺服系统设计. 哈尔滨：哈尔滨工程大学出版社，2001 年.

撰稿人：王传江

审核人：高 波

批准人：黄鹤松

# 《计算机仿真技术》课程实验教学大纲

课程代码	0921000702		课程名称（中文）	计算机仿真技术	
课程名称（英文）	Computer Simulation Technology				
实验性质	非独立设课		课程性质	选修	
适用专业	自动化		先修课程	线性代数，计算机程序设计基础（C 语言）	
总学时	36	实验学时	12	学分	2
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间	2018 年 1 月	

## 一、实验性质、目的和任务

计算机仿真技术实验是一种实验作业，通过实验培养学生总体上了解或掌握利用 MATLAB 进行计算机仿真的基本方法或技能，达到加深专业课学习目的；在实验过程中，要求按照实验作业要求进行编程、操作，对于尚未学习的专业课的仿真方法有一个基本的了解。

课程教学目标 1：熟悉并掌握 MATLAB 的基本工作环境、操作及编程仿真方法。（对应指标点 5.1，5.2）

课程教学目标 2：熟悉并掌握 Simulink 的基本工作环境、操作及编程仿真方法。（对应指标点 5.1，5.2）

课程教学目标 3：初步掌握自动化专业课程（含自动控制原理、电力电子、过程控制，运动控制等课程）的仿真方法及步骤。（对应指标点 5.1，5.2）

## 二、实验基本内容与要求

实验编号	实验项目	学时数	实验内容	实验类型	实验要求	课程目标
0921000702001	MATLAB 入门与基本运算	2	熟悉 MATLAB 的运行环境，基本命令和基本语法，学会基本数值运算方法。	验证性	必做	1
0921000702002	MATLAB 的绘图功能	2	熟悉 MATLAB 绘图功能。	验证性	必做	1
0921000702003	函数库及 M 文件	2	熟悉 M 文件编制方法，学会编写一般性程序。	验证性	必做	2
0921000702004	MATLAB 在 LTI 系统中的应用	2	熟悉 MATLAB 在 LTI 系统中的应用，并掌握一些基本方法。	综合性	必做	2
0921000702005	MATLAB 在自动控制原理中的	2	初步掌握 MATLAB 在自动控制中的应用并掌握一些基本方法。	综合性	必做	3

	应用					
09210007 02006	MATLAB 在专业 课中的应用	2	初步了解 MATLAB 在电力电子系统、 过程控制运动控制等课程中的简单 应用。	综 合 性	必做	3

### 三、实验项目仪器设备配置

1.实验设备：计算机

2.主要耗材：无

### 四、考核方式、方法及实验成绩评定方法

实验成绩考核包括过程考核和结果考核。过程考核成绩占总成绩的 60%，结果考核成绩占总成绩的 40%。具体考核内容及所占比例，详见下表。

考核内容		考核标准	占总成绩的比例
过程 考核	出勤、实验记录、实验报告	遵守各项规章制度，实验记录完整、实验报告撰写规范。	30%
	软件操作使用情况；遵守实验室工作规章制度情况	可以进行仿真软件的正确操作，并能得到正确的实验结果。	30%
结果 考核	实验结果的正确性为考核内容，包含实验数据、图、表等具体内容	掌握计算机仿真技术的基本知识，完成每个实验的实验内容，能够正确地分析、解释实验结果，得出有效结论。	40%

### 五、参考资料

实验指导书：

[1]《计算机仿真技术》课程实验任务书. 自编

参考书：

[1] 隋涛, 刘秀芝. 计算机仿真技术-MATLAB 在电气、自动化专业中的应用 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2015.

[2] 杨莉等. MATLAB 语言与控制系统仿真[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2013

[3] 张晓华. 控制系统数字仿真与 CAD(第 3 版) [M]. 北京: 机械工业出版社, 2010

[4] 王忠礼等. MATLAB 应用技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2007

[5] 洪乃刚. 电力电子和电力拖动控制系统的 MATLAB 仿真[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006

撰稿人：隋涛, 黄霞

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松



# 《PLC 原理与电气控制技术》课程实验教学大纲

课程编码	0921002903		课程名称（中文）	PLC 原理与电气控制技术	
课程名称（英文）	PLC Principle and Electrical Control Technology				
实验性质	非独立设课		课程属性	专业课	
适用专业	自动化		先修课程	电路、数字电子技术、电机与电力拖动基础、电力电子技术、微机原理与接口技术	
总学时	36	实验学时	12	总学分	2
制定单位	电气与自动化工程学院		制定时间	2018 年 1 月	

## 一、实验性质、目的和任务

PLC 原理与电气控制技术实验是自动化专业一门重要的专业性实验。

**实验课程目标 1：**掌握 PLC 与电气控制系统的基本实验方法与技能，熟悉 S7-200PLC 的编程软件的使用及调试方法，掌握 PLC 的基本指令及设计 PLC 控制系统的一般方法。（对应指标点 3.2，5.3）

PLC 原理与电气控制技术实验以 PLC 与电气控制实验装置为平台，通过单元挂件及其组合实验，使学生了解各种低压电器的结构、特性和调试实验方法，掌握 PLC 的硬件结构、接线及基本指令的用法；掌握 PLC 控制系统的常用设计、调试方法，验证课堂理论教学的内容，并为学生创新性实验等实践环节奠定基础。

## 二、实验基本内容及要求

实验编号	实验项目	学时数	实验内容及要求	实验类型	实验要求	课程目标
09210029 03001	三相异步电动机正反转控制	2	(1) 掌握各种低压电器的特点与功能；(2)掌握三相异步电动机实现正反转的方法；(3)掌握输出互锁的设计方法；(4)掌握“正-停-反”和“正-反-停”电路的设计和接线方法。	验证	必做	1
09210029 03002	三相异步电动机 Y/Δ 降压启动控制	2	(1) 掌握时间继电器的特点与功能；(2)掌握三相异步电动机的 Y/Δ 降压启动电路的设计方法；(3)掌握主电路和控制电路的接线方法。	验证	必做	1
09210029	编程软件及	2	(1) 掌握 STEP7 Micro/Win 编程软	验证	必做	1

03003	基本指令练习		件的编程、调试方法;(2) 掌握触点、线圈指令、边沿指令、定时器指令、计数器指令等的特点与用法。			
09210029 03004	天塔之光控制实验	2	(1) 掌握天塔之光的工作原理与设计方法;(2) 掌握 PLC 的软、硬件设计方法;(3)掌握编译软件的调试方法	综合	必做	1
09210029 03005	三台电机顺序起停控制实验	2	(1) 掌握多台电机顺序控制的工作原理与设计方法;(2) 掌握 PLC 的软、硬件设计方法及编译软件的调试方法(3) 掌握主电路、PLC 控制电路的接线及控制的实现。	综合	必做	1
09210029 03006	机械手控制实验	2	(1) 掌握机械手的工作原理与动作过程;(2) 掌握 PLC 的软、硬件设计方法及调试方法(3) 掌握顺序功能图及根据置/复位指令设计顺序控制梯形图的方法	综合	必做	1

### 三、主要实验仪器设备

- (1) 自动化网孔板式实训台;
- (2) 三相异步电动机;
- (3) QSPLC-SM4 可编程控制器模拟实验装置(西门子), 16 套。

### 四、考核与成绩评定

本课程包含 6 个实验, 实验满分 100 分, 前四个实验每个 15 分, 后两个实验每个 20 分。每个实验的成绩考核主要通过过程考核和结果考核实现, 过程考核包括: 仪器设备操作使用情况, 结果考核为实验报告。具体考核内容及所占比例, 详见下表。

考核内容		考核标准	占总成绩的比例
过程考核	仪器设备操作	能够规范、正确地操作实验设备, 合理选用元器件及仪表, 仪器设备操作安全、规范, 接线可靠、整洁。	40%
结果考核	实验报告	能够掌握实验的基本知识, 完成每个实验的实验内容, 能够正确地分析、解释实验结果, 得出有效结论, 实验报告撰写规范。	60%

### 五、参考资料

指导书：《PLC 原理与电气控制技术》课程实验指导书.自编

主要参考书：

[1]黄永红. 电气控制与 PLC 应用技术(第 2 版)[M]. 北京：机械工业出版社，  
2018.

[2]徐文尚，陈霞，武超.电气控制技术与 PLC[M]. 北京：机械工业出版社，  
2011.

撰稿人：荆 刚

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松

# 《工业计算机网络与通信》课程实验教学大纲

课程代码	0922002102		课程名称（中文）	工业计算机网络与通信	
课程名称（英文）	Industrial Computer Network and Communication				
实验性质	非独立设课		课程性质	选修	
适用专业	自动化		先修课程	微机原理及应用，计算机控制技术，PLC 原理与电气控制技术	
总学时	36	实验学时	10	学分	2
制订单位	电气与自动化工程学院		制订时间	2018 年 1 月	

## 一、实验性质、目的和任务

本课程内容覆盖面广且繁杂，通过该课程的实验主要让学生能够掌握工业计算机网络及通信的基本理念和架构，并能了解工业通信数据基本协议构成、运行方式，系统配置应用的基本操作方式。

实验课程目标 1：了解工业计算机网络与通信的组成、分类及特点。（对应指标点 2.2，6.2，10.3）

## 二、实验基本内容与要求

实验编号	实验项目	学时数	实验内容	实验类型	实验要求	课程目标
0922002102001	认识工业数据通信网络及设备	2	通过深入实验室了解罗克韦尔公司和西门子公司各自的三层工业控制网络架构及其相关设备。	演示性	必做	1
0922002102002	创建简单网络	2	利用思科公司的 Packet Tracer 软件创建一个简单的计算机网络，进行基于以太网的数据传输模拟实验。	验证性	必做	1
0922002102003	Profibus DP 通信	2	利用西门子公司 PLC 三级网络进行 ProfibusDP 实验，总线运行的操作配置及运行。	演示性	必做	1
0922002102004	计算机网络连接数据传输追踪	2	利用思科（CISCO）公司的 Packet Tracer 软件进行通信网络站点的测试连接（ping），并利用 tracert 追踪远程服务线路，了解同一网络 and 多个网络数据通信的区别，理解解路由网段等概念。	综合性	必做	1
09220021	安装和配置物联	2	利用思科公司的 Packet Tracer 软	综合	必做	1

02005	网设备		件模拟安装和配置物联网设备，实现有线，无线的复合网络的构建，掌握工业数据通信万物互联（IoT）的基本形式。	性		
-------	-----	--	---	---	--	--

### 三、实验项目仪器设备配置

#### 1. 实验设备：罗克韦尔综合自动化实验平台

西门子综合自动化实验平台

计算机（自备）

思科网院 Packet Tracer 软件平台

### 四、考核方式、方法及实验成绩评定方法

实验成绩考核包括过程考核和结果考核。过程考核成绩占总成绩的 60%，结果考核成绩占总成绩的 40%。具体考核内容及所占比例，详见下表。

考核内容		考核标准	占总成绩的比例
过程考核	出勤、实验记录、实验报告	正确理解工业计算机网络架构及规范，可以进行硬件、软件的正确操作，并能，得到正确的实验结果	50%
结果考核	实验结果的正确性为考核内容，包含实验数据、图、表等具体内容	掌握工业计算机网络与通信的基本知识，完成每个实验的实验内容，正确地分析、解释实验结果，得出有效结论。实验报告撰写规范。	50%

### 五、参考资料

实验指导书：

[1] 《工业计算机网络与通信》课程实验指导书. 自编

参考书：

[1] 阳宪惠. 现场总线技术及其应用(2 版)[M]. 北京：清华大学出版社, 2008

[2] 谢希仁. 计算机网络(第 7 版) [M]. 北京：电子工业出版社, 2016

[3] 杨心强. 数据通信与计算机网络(第 4 版) [M]. 北京：电子工业出版社, 2012

[4] 王德吉. 西门子工业网络通信技术详解[M]. 北京：机械工业出版社, 2012

[5] 陈在平等. 工业控制网络与现场总线技术[M]. 北京：机械工业出版社, 2007

撰稿人：隋涛，荆刚

审核人：程学珍

批准人：黄鹤松