

教 案

2025-2026 学年第二学期

课程名称 自动控制原理及应用

专业班级 电气 241、3+241

总学时数 72 学时

任课教师 方春城

课程基本信息

课程名称	自动控制原理及应用			
课程性质	专业核心课	学分	4	
学时	总学时：72 学时 其中：课堂讲授 36 学时； 课内实验 36 学时			
开课部门	机电工程系	任课教师	方春城	
授课专业、班级	电气 241、3+241	开课学期	2025-2026 第二学期	
成绩评定	平时成绩占 <u>40</u> %；期末成绩占 <u>60</u> %	考核方式	考试	
选用教材	书 名	主 编	出版社	出版日期
	自动控制基础	辛海燕	哈尔滨工业大学	2023
本课程在本专业人才培养方案中的地位和作用	专业核心课			
本课程教学目标	掌握自动控制原理基本原理及应用			
素质(思政)内容与要求	促使养成良好的产品设计习惯；培养工匠精神，从简单系统开始，持之以恒，循序渐进，勤奋练习,成为优秀的自动化人才； 培养学生一丝不苟、精益求精的设计理念			
学生用主要参考资料				

第 1 章 自动控制系统简介

- **教学学时** 4 学时
- **教学目的**
理解自动控制的基本概念，掌握开环与闭环系统的区别，明确控制系统的基本要求，建立系统思维。
- **教学内容**
 1. 自动控制的基本概念及发展历程
 2. 开环与闭环控制系统结构、原理、实例对比
 3. 反馈的作用（减小误差、提高抗扰动能力）
 4. 控制系统组成与分类（恒值、随动、程序控制）
 5. 对系统的稳、准、快要求
- **教学重点**
闭环控制系统的结构与反馈本质
- **教学难点**
反馈对系统性能影响的直观理解
- **教学方法**
案例导入（恒温箱、无人机、自动驾驶），动画演示开/闭环工作过程，分组讨论生活实例
- **素质（思政）内容与要求**
通过我国高铁、北斗系统等工程案例，树立民族自信；强调“反馈”在个人成长与自我管理中的意义（反思与调整）

第2章 拉氏变换

- **教学学时** 20 学时
- **教学目的**
掌握拉氏变换的定义、性质及其在求解微分方程中的应用，为系统建模与分析奠定数学基础。
- **教学内容**
 1. 拉氏变换的定义与收敛域
 2. 典型函数（阶跃、冲激、斜坡、指数、正弦）的变换对
 3. 重要性质（线性、微分、积分、时移、复频移、初值/终值定理）
 4. 拉氏反变换：部分分式展开法（实根、复根、重根）
 5. 用拉氏变换求解线性常微分方程
- **教学重点**
拉氏变换的性质、部分分式展开法
- **教学难点**
终值定理的使用条件、复根情况下的部分分式展开
- **教学方法**
数形结合（时域与复频域对比），列表归纳变换对，分层例题训练，数学软件（MATLAB）验证
- **素质（思政）内容与要求**
强调数学工具在工程中的桥梁作用，培养严谨的数学推理习惯和化繁为简的科学思维

第3章 自动控制系统的数学模型

- **教学学时** 12 学时
- **教学目的**
能够建立控制系统的微分方程和传递函数模型，掌握结构图化简与信号流图梅森增益公式。
- **教学内容**
 1. 数学模型的基本形式（微分方程、传递函数、状态空间）
 2. 传递函数的定义、性质与求法
 3. 典型环节（比例、惯性、积分、微分、振荡、延迟）的传递函数
 4. 系统结构图的绘制与等效变换（串联、并联、反馈）
 5. 信号流图与梅森增益公式（前向通路、环路、余因子）
- **教学重点**
传递函数的定义与求法、结构图化简
- **教学难点**
多回路交叉系统的结构图化简、梅森增益公式中非接触回路的识别
- **教学方法**
从物理系统（RLC 电路、弹簧-阻尼-质量系统）出发建模，结构图化简逐步示范，用信号流图对比练习
- **素质（思政）内容与要求**
培养抽象建模能力，理解“抓住主要矛盾、忽略次要因素”的工程哲学；强调模型与真实系统之间的辩证关系

第4章 时域分析法

- **教学学时** 12 学时
- **教学目的**
掌握系统在典型输入下的时域响应分析，能够计算动态性能指标和稳态误差。
- **教学内容**
 1. 典型输入信号（阶跃、斜坡、加速度、脉冲）
 2. 一阶系统的时域响应（时间常数、调整时间）
 3. 二阶系统的单位阶跃响应（欠阻尼、临界、过阻尼、无阻尼）
 - 动态性能指标：上升时间、峰值时间、超调量、调整时间
 4. 高阶系统的主导极点分析法
 5. 系统稳定性：劳斯稳定判据
 6. 稳态误差与系统型别、静态误差系数
- **教学重点**
二阶系统的动态性能分析、劳斯判据、稳态误差计算
- **教学难点**
欠阻尼二阶系统性能指标公式的推导与理解、高阶系统主导极点的取舍
- **教学方法**
对比不同阻尼比的响应曲线，MATLAB/SIMULINK 仿真演示，通过实例（如汽车悬架）说明超调量对舒适性的影响
- **素质（思政）内容与要求**
结合“稳、准、快”与工程责任（如飞机起落架控制），强调安全优先；引导学生辩证看待性能指标之间的制约关系

第 5 章 根轨迹法

- **教学学时** 8 学时
- **教学目的**
掌握根轨迹的基本概念、绘制法则，并能利用根轨迹分析系统性能并设计简单控制器。
- **教学内容**
 1. 根轨迹的基本概念（开环增益变化时闭环极点的轨迹）
 2. 幅值条件与相角条件
 3. 根轨迹绘制的基本法则（分支数、对称性、实轴段、渐近线、分离点、与虚轴交点）
 4. 广义根轨迹（参数根轨迹、零度根轨迹）
 5. 利用根轨迹分析系统稳定性、动态性能与稳态性能
 6. 基于根轨迹的控制器设计（比例、超前/滞后校正的极点配置思想）
- **教学重点**
根轨迹绘制法则、利用根轨迹分析系统稳定性与动态性能
- **教学难点**
相角条件的物理意义、分离点与渐近线的准确计算
- **教学方法**
逐步演示绘制过程，从低阶到高阶系统，结合 MATLAB 的 rlocus 命令验证，引导学生手算与仿真相照
- **素质（思政）内容与要求**
训练“参数变化看全局”的系统分析能力，类比人才成长路径选择与系统极点配置的设计思想，培养工程直觉

第 6 章 频域分析法

- **教学学时** 12 学时
- **教学目的**

理解频率特性的概念，掌握奈奎斯特图和伯德图的绘制与分析方法，学会用频域指标评价系统性能。
- **教学内容**
 1. 频率特性的定义（幅频特性、相频特性）
 2. 典型环节的频率特性（比例、积分、微分、惯性、一阶微分、振荡、延迟）
 3. 伯德图（对数幅频曲线、相频曲线）绘制与简化画法
 4. 奈奎斯特图（极坐标图）绘制
 5. 奈奎斯特稳定判据（穿越次数、奈氏路径）
 6. 稳定裕度（幅值裕度、相位裕度）
 7. 频域指标与时域指标的关系
- **教学重点**

伯德图的绘制与系统分析、奈奎斯特稳定判据
- **教学难点**

奈奎斯特路径的映射理解、穿越次数的正负判断
- **教学方法**

对比时域与频域分析的不同视角，通过滤波器、电机调速等实例讲解频率特性，用 MATLAB 绘制伯德图与奈氏图增强直观性
- **素质（思政）内容与要求**

引入信号处理中的滤波思想，联系通信对抗、噪声抑制等国防应用，强化科技报国意识；培养“多角度分析问题”的思维

第7章 系统校正与设计

- **教学学时** 4 学时
- **教学目的**

掌握控制系统设计与校正的基本方法，能够根据性能指标要求选择校正网络并完成参数整定。
- **教学内容**
 1. 校正的基本概念（串联、并联、反馈、前馈校正）
 2. 常用校正装置：超前网络、滞后网络、滞后-超前网络
 3. 基于伯德图的串联超前校正（提升相位裕度）
 4. 基于伯德图的串联滞后校正（改善稳态精度）
 5. 滞后-超前校正的基本思想
 6. PID 控制：比例、积分、微分的作用及参数整定（经验法、响应曲线法）
 7. 根轨迹法校正简述
- **教学重点**

超前与滞后校正的频率域设计方法、PID 控制及其参数整定
- **教学难点**

校正网络零极点如何影响系统性能、不同校正方法的适用场景选择
- **教学方法**

以“不满足要求的系统→选择校正类型→设计网络参数→验证”为主线，案例驱动（如磁盘驱动器定位控制），结合 MATLAB/SIMULINK 仿真对比校正前后效果
- **素质（思政）内容与要求**

强调“设计”一词中的工程权衡与责任伦理，结合国产控制系统研发实例（如工业机器人控制器），引导学生树立精益求精的工匠精神和自主创新意识