

《现代雷达系统理论》教学大纲

(2020 版)

课程编号:

课程名称: 现代雷达系统理论

学时: 48 学时

学分: 3 学分

开课季节: 秋季学期

一、课程概述

《现代雷达系统理论》主要讲述雷达系统的基本原理、雷达波形和信号处理基本理论,讨论雷达目标与环境特性及其对雷达探测识别的影响,建立脉冲多普勒雷达、高分辨率成像雷达等现代先进雷达系统及其信息处理的基本概念。该课程为信息与通信工程学科研究生的专业基础课,是进一步学习先进雷达信号处理相关理论的先修课程。

二、先修课程

信号与系统、概率论与随机过程、线性代数/矩阵理论、通信原理、数字信号处理。

三、课程目标

通过《现代雷达系统理论》课程的学习,学生能够全面掌握雷达系统的基本原理、雷达波形和信号处理基本理论,深入理解雷达目标与环境特性及其对雷达探测识别的影响,建立脉冲多普勒雷达、高分辨率成像雷达等现代先进雷达系统及其信息处理的基本概念;学会一种从实际问题→建立数学模型→分析问题→解决问题的思路和方法。通过本课程学习,学生应能够运用雷达系统概念和基本理论,针对典型雷达工程需求,确定所需采用的雷达波形参数、进行雷达系统基本设计、建立系统仿真模型、分析和评估不同雷达系统的性能;针对复杂雷达工程问题,能够完成其需求分析、基本设计、系统建模和分析工作,为解决雷达实际应用问题打下良好的基础。

四、适用对象

适用于通信与信息系统和信号与信息处理学科方向的博士研究生和硕士研究生。作为 48 学时的硕士、博士研究生课程,建议讲授第 1~10 章全部内容,并辅以研讨教学和课程设计。作为 32 学时的博士研究生课程,建议讲授第 1 章~第 5 章的全部内容,第 6 章~第 10 章的大部分主要内容;作为 32 学时的硕士研究生课程,建议重点讲授第 1 章

~第7章的基本内容，第8~10章简要介绍。

五、授课方式

1. 课堂教学（32学时）：本课教学以教师课堂讲授为主，授课过程应能灵活运用板书和多媒体教学、加强师生互动、注重启发式教学、根据教学内容适时引入雷达最新进展和前沿技术案例。

2. 研讨教学和课程设计（16学时）：根据具体教学内容以及学生学习情况，可以小组或个人为单位围绕雷达前沿论题与技术、雷达信息处理问题、雷达在军用或民用领域的最新进展等展开研讨活动和专题研究，并以口头报告和书面报告形式提交课程设计报告。

六、课程内容

序号	教学内容	学时数	知识点
第1章	引论	3	雷达的概念、起源、发展和未来；现代雷达的应用；雷达系统同目标与环境相互作用模型。
第2章	电磁场与电磁波基础	3	球面波与平面波、远场与近场的概念；电磁波与雷达的极化；电磁波的反射、折射、绕射、散射与传播等。
第3章	雷达发射与接收	3	雷达信号及其表示方式、相参雷达系统、雷达发射和接收、正交检波技术，雷达接收机的数字化技术等。
第4章	雷达方程与目标检测	3	基本雷达方程、噪声中的信号检测，接收机灵敏度、检测概率和虚警概率计算，恒虚警率(CFAR)检测概念等。
第5章	雷达波形与处理	4	雷达波形与信号处理的概念，包括匹配滤波器、雷达模糊度函数以及雷达分辨率的概念；雷达测距与测速原理；距离分辨率同信号脉宽、带宽之间的关系；多普勒分辨率同相干积累时间的关系；脉冲压缩概念等。

第 6 章	雷达目标	3	雷达散射截面的定义、雷达目标散射的频率特性和极化特性、复杂目标的高频散射机理和散射中心的概念、目标稀疏表征模型等。
第 7 章	雷达系统与外部环境的相互作用	3	大气传播衰减、大气折射的影响、地球曲率的影响，粗糙表面的反射和散射、多路径效应，地杂波、海杂波和体散射杂波，杂波统计模型等。
第 8 章	雷达测距、测速与跟踪	3	脉冲雷达与目标距离测量、相位测量与多普勒频率测量之间的关系；测距与测速不确定性原理；雷达测角与跟踪原理等。
第 9 章	脉冲多普勒雷达与处理	4	动目标指示 (MTI) 与脉冲多普勒 (PD) 雷达基本概念，延时线对消器、多普勒滤波器组、数字 MTI 处理；运动平台的 MTI 雷达和 PD 雷达技术等。
第 10 章	高分辨率雷达成像与处理	3	雷达成像概念，雷达的径向与横向距离高分辨率，逆合成孔径雷达 (ISAR) 成像、合成孔径雷达 (SAR) 成像概念，雷达成像处理方法等。
研讨教学和课程设计		16	针对特定具体理论、技术、方法或应用的深入研讨和专题研究，并以口头报告和书面报告形式提交课程设计报告。

教学重点：本课程按照四个模块进行教学：模块-1 为基本概念和预备知识（第 1 章和第 2 章），介绍雷达基本概念、发展历史和趋势以及预备知识；模块-2 为基本原理和理论（第 3~5 章），阐述雷达发射与接收原理、雷达方程、目标检测、雷达波形及其信号处理基本理论；模块-3 为雷达目标和环境（第 6、7 章），着重分析雷达系统同目标与环境的相互作用，包括雷达目标、大气传播和背景散射及其对雷达目标探测识别的影响等；模块-4 为先进雷达系统及其处理技术（第 8~10 章），讨论雷达参数量测与跟踪、脉冲多普勒和动目标指示雷达、以及高分辨率雷达成像等。

教学难点：模块-2 的主要难点在于雷达接收机灵敏度的计算、如何正确应用雷达方程和模糊度函数分析和解决实际雷达问题；模块-3 的难点主要是如何正确理解目标与环境散射特性对于雷达探测识别的影响；模块-4 的主要难点是 MTI、PD 和成像雷达处理技

术，运动平台对于 MTI、PD 及成像雷达的影响及其解决问题的基本思想。

七、考核要求

1. 平时成绩（30%）：学生分组结合雷达相关课题的前沿、热点、关键技术、难点等问题进行追踪调研、文献查阅、建模与仿真并做专题报告。由任课教师综合课堂专题报告表现、小组研讨等做出评定。

2. 期末成绩（70%）：期末考试采用“半开卷”方式，鼓励选课学生期末对课程进行全面总结，允许选课学生每人携带一页 A4 纸手写笔记参加期末考试，并根据其卷面答题情况进行成绩评定。

八、编写成员名单

许小剑

九、课程资源

1、《雷达系统及其信息处理》（第 2 版），许小剑、黄培康编著，电子工业出版社，2018.

2、Introduction to radar systems, Third edition, Merrill I. Skolnik, McGraw-Hill, 2001.