《雷达信号处理基础》课程教学大纲

执笔人：李彦兵 编写日期：2023年9月

**一、课程基本信息**

1．课程编号：

2．课程平台：专业教育平台

3．课程模块：

4．课程性质：选修课

5．学时/学分：32/2

6．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。

7．适用专业：通信工程、电子科学与技术、信息工程、智能装备与系统等

8．教学单位名称：电子信息工程学院

**二、课程目标及学生应达到的能力**

《雷达信号处理基础》是电子信息类各专业本科生的选修课，着重培养学生将信号分析理论运用于雷达技术领域的能力。

通过本课程的学习，加深对雷达原理相关理论的深刻理解，提高分析雷达信号和信息的能力，掌握利用信号与系统，数字信号处理技术解决实际雷达系统中目标信息获取的能力，培养学生发现问题、解决问题、评估问题的工程实践能力，为先进雷达技术的研究或雷达设备的研制奠定基础。同时，本课程以雷达技术发展历史为载体，将专业知识与思政育人元素相融合，引导学生树立正确的人生观、价值观和世界观。

课程目标及能力要求具体如下：

**课程目标1.** 理解雷达系统的定义、功能、分类，了解雷达系统在国防、民用等方面的典型应用，熟悉雷达系统的内部组成与发射机、天线、接收机等主要部件的工作原理。理解信噪比、分辨率、带宽等雷达系统的主要技术指标。

**课程目标2.** 熟悉雷达系统的信号模型，熟悉目标幅度模型，理解杂波和噪声模型，熟悉频率模型以及空间模型。理解雷达数据采集的相关概念。

**课程目标3.** 理解波形匹配滤波器工作原理，掌掘脉冲压缩技术，了解不同雷达波形的表达式。理解运动对多普勒的影响，掌握脉冲多普勒处理技术。

**课程目标4.** 掌握目标检测的基本原理，理解脉冲积累对提高检测性能的作用、目标起伏对检测性能的影响。掌握距离、角度、速度等目标参数的测量原理。理解目标跟踪的基本原理。

**课程目标5.** 能够运用信号与系统、数字信号处理等课程的知识建立雷达系统的数学模型，用于表达雷达检测、目标参数测量、目标跟踪等方面的复杂工程问题。

**课程目标6.** 掌握应用Matlab等工具软件开发雷达信号处理仿真系统的流程与方法。

**三、课程目标和毕业要求的对应关系**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **毕业要求指标点** | **课程目标对毕业要求的支撑关系** |
| 2. 工程知识 | 2.2将数学、自然科学、工程基础和专业知识用于解决复杂工程问题的适当表述。 | 课程目标2、3 |
| 3. 问题分析 | 3.3运用数学物理及专业基本原理，对工程问题进行建模分析，获得有效结论。 | 课程目标4 |
| 5. 研究 | 5.3利用计算机软硬件技术及仿真工具，以及电路基础知识，设计实验或仿真方案，分析数据并综合信息，评估并比较方案技术性能。 | 课程目标5 |

**四、课程教学内容和要求**

总学时32学时，理论教学32学时。

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **知识单元** | **知识点** | **要求** | **推荐学时** | **教学方式** | **支撑课程目标** |
|  | 雷达系统与信号处理概述 | 雷达的历史和应用 | 了解 | 1 | 讲授 | 课程目标1 |
| 雷达的基本功能 | 理解 |
| 雷达的基本组成 | 掌握 |
| 雷达信号处理概述 | 理解 | 2 |
|  | 信号模型 | 雷达信号的组成 | 掌握 | 2 | 讲授 | 课程目标2、6 |
| 幅度模型 |
| 杂波、噪声和干扰模型 | 理解 | 1 |
| 频率、空间模型 | 掌握 | 1 |
|  | 脉冲雷达数据采集 | 脉冲雷达数据的获取与存储结构 | 理解 | 1 | 讲授 | 课程目标2 |
| 多普勒频谱采样 | 掌握 | 2 |
| 空间和角度维采样 |
| I/Q通道不均衡以及数字I/Q | 了解 | 1 |
|  | 雷达波形 | 波形匹配滤波器、模糊函数 | 理解 | 2 | 讲授 | 课程目标3、6 |
| 脉冲串波形 |
| 调频脉冲压缩波形 | 掌握 | 2 |
| 步进频、相位编码波形 | 了解 | 1 |
|  | 多普勒处理 | 运动平台对多普勒的影响 | 理解 | 2 | 讲授 | 课程目标3、6 |
| 运动目标指示 |
| 脉冲多普勒处理 | 掌握 | 2 |
| 杂波图和动目标检测 | 掌握 | 1 |
|  | 检测基础原理 | 雷达假设检验检测 | 掌握 | 2 | 讲授 | 课程目标4、5、6 |
| 相干系统中的阈值检测 | 理解 | 1 |
| 雷达信号的阈值检测 |
| 恒虚警概率检测 | 掌握 | 2 |
|  | 测量与跟踪 | 估计量 | 理解 | 2 | 讲授 | 课程目标4、5、6 |
| 距离、多普勒、角度估计量 | 掌握 | 2 |
| 跟踪导论 | 理解 | 2 |

**五、课程教学方法**

在教学方法上，充分利用各种媒体教学手段，将课堂教学、课内实验（随堂实验）、课题讨论、专题研讨、习题课、作业等有机结合，提高教学效率。具体包含以下几方面：

1. 课堂讲授

在课堂讲授中，从宏观上引导学生对课程内容的总体把握，在掌握课程基本理论和基本方法的基础上，使学生能够触类旁通；从微观上启发学生能够从数字信号处理的基本原理、雷达原理及系统工程方面去分析问题、解决问题和评估问题，提高学生的自主学习与探究能力。同时，以雷达系统的发展历史、技术创新相关案例为载体，将专业知识与思政育人元素相融合，培育学生树立正确的三观。

2. 课内实验

理论与实践相结合不仅是本课程的重要特点，也是学好本课程的必由之路。合理地设置课内实验可以激发学生的学习兴趣，加深对理论知识的理解，培养学生分析和解决复杂工程问题的能力。课内实验借助Matlab仿真软件随堂进行。

3. 自学指导

为了培养锻炼学生自学能力，对部分课程内容提出自学要求，并指导自学。自学内容不仅包括易理解的知识点，还包括雷达信号处理领域的新技术和科研新进展，在教师的启发引导下，利用电子教案、图书馆纸质/电子文献资料，自行学习、研究和实验，并定期与教师和同学交流学习、研究内容与体会，相互促进，共同提高。

4. 作业和习题课

本课程理论性强，知识点多，需要足够的作业支撑。题型为计算、算法仿真编程。通过习题巩固知识点的掌握，并适当布置自学作业，达到培养学生主动学习拓展知识的能力，锻炼其分析问题解决问题的能力。根据学生作业情况，适当增设课堂习题指导及作业评述。习题指导分析可在每个模块单独安排，也可以相对集中地针对相关模块安排习题指导。

5. 专题研讨

将理论教学与实验教学紧密结合，以面向工程实际问题为载体，循序渐进地引导学生开展专题研究与讨论，从而激发学生的学习兴趣，提高学生理论联系实际的能力，培养学生的探索精神和创新意识。通过专题讲座，给学生布置雷达信号处理综合应用与新技术研究命题，鼓励学生自主选题，学生通过查阅资料、制定方案、分组实施等环节，最后归纳整理、交流评价，以提高学生善于发现问题、评估和解决问题的能力，培养学生积极的科学研究态度及团队精神。

**六、课程考核**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程成绩构成及比例** | **考核环节** | **目标分值** | **考核/评价细则** | **对应的课程目标** |
| 平时成绩50分  占总评成绩的50% | 作业 | 50 | （1）主要考核学生对每章节知识点的复习、理解和掌握程度；  （2）每次作业按50分制单独评分，取各次成绩的平均值作为此环节的最终成绩。 | 课程目标1、2、3、4、6 |
| 期末考查50分  占总评成绩的50% | 专题研讨 | 50 | （1）考查学生自主学习、独立思考和拓展专业知识的能力，通过口头和文字表达能力以及讨论交流过程评价学生对自主学习能力的掌握程度；  （2）教师根据专题研讨报告、研究成果展示、交流情况综合评定，也可以同时引入同学互评的形式作为参考。满分为50分，按学生的实际得分计入期末成绩。 | 课程目标5、6 |

**七、建议教材及教学参考书**

[1] 邢孟道等译. 雷达信号处理基础（第2版）. 电子工业出版社. 2017.

[2] Richards M A . Fundamentals of Radar Signal Processing, Second Edition. McGraw-Hill Education. 2005.

[3] 许小剑. 雷达系统及其信息处理. 电子工业出版社. 2010.

[4] 陈伯孝. 现代雷达系统分析与设计. 西安电子科技大学出版社. 2012.

[5] 丁鹭飞. 雷达原理. 电子工业出版社. 2014.

**八、大纲审核人**

**九、学院审核程序说明**

由xx系制定，负责本科教学工作的系主任审核，经学院教学指导委员会审核批准。

**十、学院审定日期**