《电磁兼容基础》课程教学大纲

执笔人：张丹 编写日期：2022年11月

**一、课程基本信息**

1．课程编号：M401067B

2．课程平台：专业教育平台

3．课程模块：专业拓展选修课程模块

4．课程性质：选修

5．学时/学分：32/2

6．先修课程：电磁场与电磁波

7．适用专业：通信工程，电子科学与技术

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（含课程思政育人目标）**

《电磁兼容基础》是通信工程专业和电子科学与技术专业的专业拓展选修课程，着重培养学生对实际工程中电磁兼容相关问题进行描述、抽象建模和解释分析的能力。

本课程的主要任务是通过课堂教学、专题研讨等环节，使学生掌握电磁兼容方面的基础理论和工程应用技术，同时培养学生分析电磁干扰、解决电磁干扰问题的基本能力，增强学生的实际动手能力和自主创新能力。通过本课程学习为学生学习后续专业课程提供必要的基础知识和理论依据，为学生形成良好的专业素质打好基础。本课程注重以电磁兼容技术的发展历史为载体，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.** 掌握电磁兼容的基础理论，包括电磁兼容的基本概念，电磁骚扰源特性、电磁骚扰的传输耦合途径、基本的抗干扰技术、电磁兼容测量原理以及电磁兼容标准体系；

**课程目标2.** 掌握电磁兼容的三要素，运用理论知识，掌握复杂系统电磁干扰问题的分析方法，培养学生运用理论知识解决工程设计中所遇到的电磁兼容问题的能力；

**课程目标3.** 通过研究性教学环节，培养学生独立思考、自主学习和追踪技术发展趋势的意识，增强学生的实际动手和创新能力。同时，培养学生的团队意识和沟通能力，在工程实践中立足行业技术发展，将专业教学与思政教育深度融合，培养学生遵纪守法和工程职业道德素养，提升学生的创新意识及社会责任感。

**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** |
| 5. 研究 | 5.1 针对工程问题，收集信息、查阅文献、分析现有技术的特点与局限性。 | 课程目标1和2 |
| 9. 职业规范 | 9.1 具备人文社会科学素养，理解应担负的社会责任，愿意为社会服务。 | 课程目标3 |
| 13. 终身学习 | 13.1 具备主动学习的能力，能够运用信息和文献工具，自主学习知识。 | 课程目标2和3 |

**四、课程教学内容和要求**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **知识单元**  **（章节）** | **知识点** | **教学 要求** | **推荐学时** | **教学**  **方式** | **支撑课程目标** |
| 1 | 电磁兼容基本概念 | 电磁兼容的概念 | 掌握 | 2 | 讲授 | 1 |
| 电磁兼容三要素 | 掌握 |
| 电磁兼容的发展历史 | 了解 |
| 常用单位—分贝 | 理解 |
| 2 | 电磁骚扰的传输与耦合 | 差模骚扰和共模骚扰 | 掌握 | 6 | 讲授 | 1 |
| 公共阻抗耦合 | 掌握 |
| 近场耦合 | 掌握 |
| 辐射耦合 | 掌握 |
| 3 | 电磁兼容测量技术 | 电磁兼容标准体系 | 了解 | 4 | 讲授/实验 | 1, 2 |
| 电磁兼容测试场地 | 了解 |
| 电磁发射测量 | 理解 |
| 抗扰度测量 | 理解 |
| 4 | 电磁干扰的抑制技术概述 | 电磁屏蔽原理 | 掌握 | 4 | 讲授 | 2, 3 |
| 屏蔽效能的计算 | 掌握 |
| 接地技术 | 掌握 |
| 地环路干扰 | 掌握 |
| 电磁干扰的滤波技术 | 掌握 |
| 5 | 屏蔽技术 | 屏蔽的概念 | 掌握 | 4 | 讲授/研讨 | 2, 3 |
| 屏蔽效能计算 | 掌握 |
| 静电场的屏蔽原理 | 掌握 |
| 磁场的屏蔽原理 | 掌握 |
| 高频电磁波的屏蔽原理 | 掌握 |
| 屏蔽技术的应用 | 掌握 | 3 |
| 6 | 接地技术 | 接地的作用 | 掌握 | 4 | 讲授/研讨 | 1, 2 |
| 接地的基本方式 | 掌握 |
| 地环路干扰及其控制 | 掌握 |
| 屏蔽电缆的接地技术 | 掌握 | 3 |
| 7 | 滤波技术 | 电磁干扰滤波的特点 | 掌握 | 4 | 讲授/研讨 | 1, 2 |
| 几类典型的干扰滤波器 | 理解 |
| 电磁干扰滤波技术的应用 | 掌握 | 3 |
| 8 | 专题研究 | 指定题目 | 掌握 | 4 | 研讨 | 3 |
| 课外实验 | 掌握 |
| 自选题目 | 掌握 |

**五、课程教学方法**

**（一）课堂讲授**

1．在教学方法上，结合多媒体教学与传统板书，采用以面向问题的引导式教学为手段，以案例教学为载体，激发学生的学习热情，培养学生发现问题、分析问题和解决问题的能力。

2．在教学内容上，注重对基本概念和基本方法的讲解，针对电磁兼容的基础理论知识，结合电磁波在导体、空间的传播特性，把所讲授的知识和技术与电子设备的实际应用相结合。让学生掌握电磁兼容分析的基本原理，以及运用电磁兼容原理和研究方法，解决实际工程中出现的电磁干扰问题的能力。

3．在教学过程中，以计算机仿真软件和现代通信设备为工具，将部分难以理解的电磁干扰信号耦合特性和动态过程进行形象化展示，帮助学生理解重要概念和原理。

4．针对课程教学中易出现的疑难问题，在课程结束之前安排讨论课，和学生一起梳理知识体系，整理归纳重要知识点，提升学生融会贯通的能力。

**（二）课程思政**

将课程案例（如下表所示）有机融入相关知识点和教学环节中，通过案例讲解、学生提问、课后调研、课堂展示等方式，在进行知识传授、能力培养的同时实现价值塑造

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 章节 | 知识点 | 思政元素 |
| 1 | 电磁兼容基本概念 | 电磁兼容的发展历史 | [科学家精神、国家情怀]电磁兼容的发展、科学精神以及科技发展背后的奋斗史 |
| 2 | 电磁兼容测量技术 | 电磁兼容标准体系 | [国家情怀]介绍CCC认证的重要性，介绍电磁兼容标准认证在解决国际贸易壁垒中的重要性 |
| 3 | 接地技术 | 地环路干扰及其控制 | [工程思维]使用最简单的方法通过切断地环路解决实际工程中的电磁干扰问题，降低成本 |

**（三）课外学习**

1. 围绕每次授课的重点内容布置课后作业。习题以分析计算为主，用以巩固和消化理论课程的知识点，使学生熟练掌握电磁兼容的基本概念和分析方法。同时，布置少量设计和仿真题目，用以训练学生综合运用所学知识分析和解决问题的能力。

2. 根据课程进展，推荐课外参考书目，布置若干自主学习任务，适当对知识点进行扩展学习，完成指定的课外作业或撰写报告。

3. 开展课外实验教学。讲授实验原理、内容及要求，以生活中常见的电子设备为例，使用计算机仿真工具对电子设备受扰问题进行仿真试验与分析。帮助学生理解电磁兼容原理在实际工程问题中的应用以及运用电磁兼容原理解决。

4. 课内讨论和课外答疑相结合，充分利用课程微信群等网络工具进行线上答疑。

**（四）专题研讨**

围绕各章教学重点内容，设置专题研究环节，要求学生运用文献查找和数据搜索工具，自主学习与课程相关的工程背景知识，解释工程问题中的物理现象，描述和分析实际工程问题，了解专业知识在相关领域的前沿应用。通过专题研究环节，锻炼学生的自主学习能力，培养学生利用计算机仿真软件解决复杂工程问题中的电磁兼容建模、分析与仿真的能力，激发学生探究新知识的兴趣，培养良好的科学研究态度，并通过工程实践反哺理论知识学习，帮助学生在理论与实际之间建立“映射”。

组织形式及要求如下：

1．课程组给出若干参考题目，题目内容主要包括对某方面知识、方法或技术的归纳总结、实际工程案例的描述和原理分析、课程知识和相关技术的应用调研等，要求学生自主完成文献查阅、数据收集、分析归纳等，提交研讨报告，并完成答辩展示。

2. 研讨报告内容主要包括仿真分析、理论分析、新技术追踪等，学生以个人或分组方式完成理论或仿真分析、撰写分析报告、课堂报告分析结果并开展讨论。

3. 授课教师也可自拟题目，内容应满足下列要求：

* 紧密结合本课程各个单元的知识点，学生可以应用所学概念和分析方法进行分析计算。
* 具有工程应用背景，题目来自于实际工程案例，经过适当的简化，让学生了解如何运用所学电磁兼容基本原理分析和解决实际工程问题。
* 具有一定的知识综合运用要求，需要对给定问题建立模型，用分析计算和仿真解释实际工程中电磁兼容原理的具体应用。
* 具备少量扩展内容，要求学生不局限于课程内容，通过阅读相关参考书和网上资料查找，寻找问题解决方法，扩展知识面。

**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** |
| 本课程为考查课，课程成绩由四个考核环节构成，最终按照五级制给出课程成绩。 | 作业 | 基本概念  基础原理  计算分析  实际应用 | 15 | （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10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。 | 1, 2 |
| 专题  研究 | 技术原理  方案设计  性能评估  应用分析 | 20 | （1）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）针对设计中涉及到的技术原理、方案设计与评估、团队分工与合作等方面向小组中的每个学生提出问题，给予评价，满分20分。 | 2, 3 |
| 阶段  测验 | 基本概念  基础原理 | 15 | （1）结合教学进度安排课堂测验，对于综合运用基本概念、基本原理和分析方法进行通信系统设计和分析能力的考察。  （2）阶段测验满分25分，计入总评成绩。 | 1 |
| 计算分析  实际应用 | 10 | 2 |
| 结课  测验 | 基本概念  基础原理 | 20 | （1）课堂测验，考核电磁兼容的基本概念、基本原理。题型包括填空题、选择题和计算题；  （2）课堂大作业，考核电磁兼容原理、分析方法以及综合运用电磁进入原理分析和解决问题能力。 | 1, 2 |
| 计算分析  实际应用 | 20 | 2, 3 |

**七、本课程与其它课程的联系与分工**

本课程的先修课程为“电磁场与电磁波”。需要的知识主要包括电磁场理论基础。

本课程的后续课程为“轨道交通移动通信系统”、“集成电路版图设计实验”等专业选修课程。这些课程都涉及到电子信息设备的电磁兼容基本原理和相关技术的具体应用。

**八、建议教材及教学参考书**

[1] 闻映红等主编，电磁场与电磁兼容，第二版，北京:科学出版社，2019。

教学参考书：

1. C.R.Paul著，闻映红译，电磁兼容导论，第二版，北京:人民邮电出版社，2007。

**九、大纲审核人**

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。

**十一、学院审定日期、**

**附：达成度评价方法：**

课程目标达成度评价包括课程分目标达成度评价和课程总目标达成度评价，具体计算方法如下：





课程目标评价内容及符号意义说明如附表1，字母*A*、*B*、*C、D*和*E*则分别表示学生作业、专题研讨、阶段测验、结课测验的实际平均得分，其中，*C*= *C*1+*C*2，*D*= *D*1+*D*2。

附表1 课程评价考核基本信息表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标评价内容** | **作业** | | **专题研讨** | | **阶段测验** | | **结课测验** | | **专题研究** | **课程总评成绩** |
| 基本概念 | 基本特性 | 基本概念 | 基本特性 | 基本概念 | 基本特性 | 基本概念 | 基本特性 |
| 目标  分值 | 15 | 15 | 10 | 10 | 20 | 20 | 50 | 50 | 10 | 100 |
| 学生平均得分 | *A*1 | *A*2 | *B*1 | *B*2 | *C*1 | *C*2 | *D*1 | *D*2 | *E* | (*A*+*B*+*C+E*)+*D* |

课程目标达成度评价值计算具体说明如附表2。

附表2课程达成度评价计算方法

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **考核环节** | **目标分值** | **学生平均得分** | **达成度计算示例** |
| 课程目标1 | 作业（基本概念基本规律） | 15 | *A*1 |  |
| MOOC（基本概念基本规律） | 10 | *B*1 |
| 阶段测验（基本概念基本规律） | 20 | *C*1 |
| 结课测验（基本概念基本规律） | 50 | *D*1 |
| 课程目标2 | 作业（基本分析基本特性） | 15 | *A*2 |  |
| MOOC（基本分析基本特性） | 10 | *B*2 |
| 阶段测验（基本分析基本特性） | 20 | *C*2 |
| 结课测验（基本分析基本特性） | 50 | *D*2 |
| 课程目标3 | 专题研究 | 10 | *E* |  |
| 课程总体目标 | 总评成绩 | 100 | 0.5(*A*+*B*+*C+E*)+0.5*D* |  |