**《工程电磁场》课程教学大纲**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程名称** | **中文** | | | 工程电磁场 | | | | | | | |
| **英文** | | | Engineering Electromagnetic Field | | | | | | | |
| **课程代码** | A313116 | | | **开课学院/系** | | 电气信息工程学院 /电气工程系 | | **制定/修订**  **时间** | | 2023.09 | |
| **课程类别** | 必修/工程基础/3年级（上） | | | **学分** | | 2 | | **学时** | | 32 | |
| **适用专业** | 电气工程及其自动化 | | | | | | | | | | |
| **先修课程** | 高等数学、大学物理、电路原理、信号与线性系统、线性代数、复变函数与积分变换 | | | | | | | | | | |
| **选用教材** | 倪光正．工程电磁场原理（第3版）．北京：高等教育出版社，2016. | | | | | | | | | | |
| **课时分配** | **理论学时** | 32 | | | **实验（其他）学时** | | 0 | | **学时合计** | | 32 |
| **撰写人** | 火彩玲 | | **审定人** | | | 王琪 | | **批准人** | | 薛波 | |

**一、课程简介**

《工程电磁场》是电气工程及其自动化专业的专业基础课，课程内容是电气类专业学生应具备的专业知识的组成部分，同时又是交叉领域的学科生长点和新兴边缘学科发展的基础。课程涵盖电磁场理论及其工程应用，主要讲述矢量分析、媒质的电磁特性及边界条件、静态场特性与分析、麦克斯韦方程组、平面电磁波特性及传播规律、电磁波辐射的基本理论等内容。本课程主要通过阐述宏观电磁场的基本概念、基本原理、基本规律，使学生能以场和路的观点理解不同条件下的电磁现象的工程应用，培养学生定性分析与逻辑推理的能力以及定量分析的基本技能。

**二、课程目标**

该课程的教学目标如下：

课程目标1：在分析电气工程中的电磁场问题时，能够依据媒质的电磁参数以及边界条件，具有从麦克斯韦方程组推导出正确的支配方程，并理解方程的解的形式和特性的能力。

课程目标2：在电气工程领域的电磁场工程问题中，能够运用麦克斯韦方程组分析电磁场传播和辐射，具有分析、计算静态、准静态、动态电磁场的特性参数的能力。

课程目标3：了解工程电磁场领域的发展历史与现状，以及每个基本定律背后的哲学思想，例如通过介绍哈密顿算子、拉普拉斯算子、亥姆霍兹定理，学习唯物辩证法分析方法；通过法拉第电磁感应定律，宣传不图名利、专心科研，献身科学的精神；通过麦克斯韦方程组求解出的均匀平面波，表明为了分析复杂的方程乃至其他事物，可先通过研究最简单的特殊情况，降低难度，以此为出发点，循序渐进，由易到难，来理解复杂事物；通过介绍库伦定律，毕奥-萨伐尔定律，展现前人们对真理的追求，鼓励学生在学习阶段珍惜时光，不负青春，努力汲取知识。

**三、课程目标与毕业要求的支撑关系**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **毕业要求指标点** | **课程目标** |
| 毕业要求1.工程知识 | 1.2能将工程基础知识用于专业工程问题的恰当表述。 | 1 |
| 1.3能针对电气工程及其自动化领域中电路、电磁场、电机与驱动等专业工程问题进行建模与求解。 | 2 |

**四、课程教学内容**

内容1：矢量分析

1．基本内容：矢量代数、矢量场的通量和散度、矢量场的环流和旋度、标量场的方向导数和梯度、亥姆霍兹定理、直角坐标系、柱面坐标系、球面坐标系。

2. 重点：能够掌握矢量运算、矢量场的散度、旋度及标量场的旋度、亥姆霍兹定理。

3. 难点：使用哈密顿算子表示的散度、梯度和拉普拉斯算子。

4. 知识目标：矢量的加法、减法，矢量与标量相乘，矢量的点积和叉积；矢量场的矢量线；能够区分散度、旋度、梯度和拉普拉斯运算作用的场量以及得到的场量的类型，会根据不同坐标系选用正确的计算表达式。

5. 能力目标：熟练地对标量场和矢量场使用矢量分析，特别是运用矢量恒等式；了解保守场的概念；能够了解常用矢量恒等式；能够理解由散度、旋度和边界条件可唯一确定一矢量场。

6. 素质目标：通过介绍哈密顿算子、拉普拉斯算子、亥姆霍兹定理，对爱尔兰科学家哈密顿、法国科学家拉普拉斯，德国科学家亥姆霍兹的科学贡献做简单介绍，并通过唯物辩证法分析为什么拉普拉斯提出的机械决定论是错误的。

内容2：静态电磁场

1．基本内容：电荷密度、电场强度、静电场的基本方程、电位、电介质中的高斯定理、电介质中的本构关系、静电场的边界条件、电容。电流密度、电流连续性方程、恒定电场的基本方程、导电媒质中的本构关系、恒定电场边界条件、电导、恒定电场与静电场的比拟。磁通、磁感应强度、恒定磁场的基本方程、磁介质中的本构关系、矢量磁位、磁介质中的安培环路定理、恒定磁场的边界条件、电感。

2. 重点：静电场、恒定电场、恒定磁场的基本方程及其积分形式、边界条件、本构关系。

3. 难点：静电场、恒定电场和恒定磁场的区别和联系，电、磁场与电路参量之间的关系。

4. 知识目标：能够掌握静电场中电场强度的散度和旋度的表达式；能够理解静电场的高斯定理，并能掌握高斯定理的应用；能够理解电位的定义，并掌握电位与电场强度的推导关系，掌握静电场中的电位的基本方程；能够掌握电位移矢量的定义，了解极化的概念，理解极化强度和极化电荷，掌握电介质中的本构关系；能够掌握静电场中的边界条件；能够掌握电容的分析方法；能够掌握电流连续性方程，掌握恒定电场中电场强度的旋度表达式；能够掌握导电媒质中的本构关系；能够掌握恒定电场中的边界条件；能够掌握恒定电场中的电导的分析方法，掌握恒定电场与静电场的比拟；能够掌握恒定磁场中磁感应强度的散度、磁场强度的旋度的表达式；能够理解恒定磁场的中的安培环路定理，并掌握安培环路定理的应用；能够理解矢量磁位的定义，掌握恒定磁场中的矢量磁位的基本方程；能够了解磁化的概念，理解磁化强度和磁化电流，掌握磁介质中的本构关系；能够掌握恒定磁场中的边界条件；能够掌握电感的分析方法。

5. 能力目标：能够理解从实验定律到静态电磁场的场量的过程，并且能根据场量的散度和旋度演绎出对应的公式和推论。针对静态电磁场问题，能够根据场的特性（无旋或无散）进行分析，并能计算相应的电阻、电感、电容等。

6. 素质目标：通过介绍库伦定律，毕奥-萨伐尔定律，对法国科学家库伦、毕奥、萨伐尔的科学贡献做简单介绍，展现前人们对真理的追求，以及在科学探索之路上，创新不是凭空而来的，都是在充分吸收前人工作之上，鼓励学生在学习阶段珍惜时光，不负青春，努力汲取知识。

内容3：动态电磁场

1．基本内容：法拉第电磁感应定律、位移电流、麦克斯韦方程组、动态电磁场的边界条件、坡印廷定理、波动方程、时谐电磁场。

2. 重点：能够掌握麦克斯韦方程组、边界条件、坡印廷矢量、时谐电磁场的复数表示法。

3. 难点：麦克斯韦方程组的微分和积分形式。

4. 知识目标：能够掌握法拉第电磁感应定律，能够理解位移电流是有旋电场的源，能够掌握麦克斯韦方程组的微分形式、积分形式，以及在均匀、线性、各向同性媒质中的限定形式；能够掌握边界条件的一般形式，以及边界条件在理想导体表面、理想介质分界面的形式；了解坡印廷定理，能够掌握坡印廷矢量的表达式；能够了解波动方程；能够掌握时谐电磁场的复数表示法，能够掌握平均能流密度矢量的表达式。

5. 能力目标：能够理解麦克斯韦方程组的每个方程的意义，熟悉不同边界条件的使用，掌握波动方程以及时谐场；能运用麦克斯韦方程组分析简单结构的电磁现象。

6. 素质目标：通过法拉第电磁感应定律、对英国科学家法拉第的科学贡献做简单介绍，通过介绍法拉第的为人，宣传不图名利、专心科研，献身科学的精神。

内容4：平面电磁波

1．基本内容：无界理想介质中的均匀平面波、波的极化、无界损耗媒质中的均匀平面波，均匀平面波对平面分界面的垂直入射、斜入射。

2. 重点：能够掌握均匀平面波的相位常数、相速度、特性阻抗、传播常数、垂直入射、斜入射。

3. 难点：均匀平面波的特性参数和有损媒质中的传播、在平面分界面上的反射和折射。

4. 知识目标：能够了解等相位面、平面波的概念，能够了解从无界理想介质中的麦克斯韦方程组推导出均匀平面波的过程；能够掌握相位常数、相速度、特性阻抗的定义以及相关量之间的关系；能够理解均匀平面波的传播方向与电场、磁场方向的关系以及特性阻抗；能够了解线极化、圆极化、椭圆极化；能够理解无界损耗媒质中的均匀平面波，能够理解色散，掌握传播常数，了解良导体和良介质。能够掌握均匀平面波对平面分界面的垂直入射、斜入射时的反射系数和折射系数。

5. 能力目标：能够理解根据初始条件从波动方程求得平面波的解，并掌握均匀平面波在无界媒质中的传播特性；能够根据平面波的性质，分析和判断空间中传播的电磁波的特性，并能够根据基本电参数和媒质特性判断趋肤效应的强弱；能够分析均匀平面波在平面分界面上的反射波和折射波，以及全反射和全透射。

6. 素质目标：通过麦克斯韦方程组求解出的均匀平面波，表明为了分析复杂的方程乃至其他事物，可先通过研究最简单的特殊情况，降低难度，以此为出发点，循序渐进，由易到难，来理解复杂事物。

**五、教学内容、教学方式与课程目标的支撑关系**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **教学内容** | **教学方式** | | |
| **线下教学** | **混合教学** | **线上教学** | |
| 课程目标1 | 内容1：矢量分析  内容2：静态电磁场 | √ |  |  | |
| 课程目标2 | 内容3：动态电磁场  内容4：平面电磁波 | √ |  |  | |

**六、课程教学方法与学时分配**

（一）教学方法

(1) 兴趣培养：通过介绍电磁场与微波技术在通信、电子、电气、医疗影像中的应用，引导、激励学生的学习积极性和自主性，让学生对课程有一个总体把握，多举一些生活中常见的电磁场与微波技术的实例，使课程更生动，让学生有直观的认识，对课程学习产生兴趣。

(2) 合理安排和组织教学进程：从基本知识的基础出发，以使学生乐学为前提，深入浅出，循序渐进，使学生容易接受，容易理解。

(3) 良好的师生互动：让学生参与教学过程，成为真正意义上的主体。

(4) 多媒体技术广泛应用：运用动画和声音，使课程内容更直观、丰富、形象、多样、新颖，将抽象、不易理解的理论基础内容以动态图像演示出来，将抽象的电现象用模拟的方法展示给学生。让枯燥抽象的课程内容生动化、形象化，从而易于被学生接受和理解。

(5) 有效的提问和作业：组织专门的习题课，讲解经典习题，便于学生掌握知识，提高学生应用知识解决习题的能力。同时作业是检验学生对所学知识掌握情况的有效的手段。为了达到能让学生不仅吸收所学知识，并且将知识融会贯通、学以致用，教师就要引导性的提问，布置作业时，要从基础知识出发，引发学生思考，扩展学生思维。让学生在自己完成作业的过程中，培养学生的思维能力、创新能力、分析和解决复杂工程的能力。

1. 学时分配

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **教学内容** | **课堂讲授** | **线上**  **讲授** | **实验** | **上机** | **合计** |
| 内容1：矢量分析 | 6 |  |  |  | 6 |
| 内容2：静态电磁场 | 14 |  |  |  | 14 |
| 内容3：动态电磁场 | 6 |  |  |  | 6 |
| 内容4：平面电磁波 | 6 |  |  |  | 6 |
| 合计 | 32 |  |  |  | 32 |

**七、课程考核及成绩评定方法**

本门课程采用“N+1”过程性考核的方式进行考核。

考核方式：采用平时作业、单元测试和期末考试相结合的形式对学生课程成绩进行综合评定。能力目标达成评价与考核总成绩中，平时作业成绩占20%、调研报告成绩占10%、单元测试成绩占20%、期末考试成绩占50%。

课程目标与课程考核环节的对应关系：

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **课程**  **目标** |  | **考核环节** | | | | **合计** |
| **平时作业** | | **单元测试** | **调研报告** | **期末考试** |
| 1 | 课程目标1 | 10% | | 10% |  | 25% | 45% |
| 2 | 课程目标2 | 10% | | 10% | 10% | 25% | 55% |
| 合计 | | 20% | | 20% | 10% | 50% | 100% |

各考试环节按照附件中的评分标准进行成绩评定。

“工程电磁场”主要考核学生静态电磁场、动态电磁场、平面电磁波的基础理论、基本分析方法的掌握情况，运用电磁场理论推理和分析实际工程问题的能力，以及识别、表达和分析的电磁场工程问题中的场的特性和性能参数的能力。考核应覆盖课程的主要知识点，注重基本原理及综合应用能力的考核。题目数量与难易程度要适中。

**八、课程参考书目及资源**

1.倪光正．工程电磁场原理（第3版）．北京：高等教育出版社，2016.

2.童创明.《电磁场微波技术与天线》. 西安:西北工业大学出版社, 2009.

3.毕岗.《电磁场与微波》. 杭州：浙江大学出版社, 2010.

4.中国大学MOOC国家精品资源共享课，工程电磁场应用，湖南大学  
https://www.icourse163.org/course/HNU-1205717

**附件：**

**一、评分标准**

考核中评分标准如下；

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 考核环节 | **优秀**  **（90～100）** | **良好**  **（80～89）** | **中等**  **（70～79）** | **及格**  **（60～69）** | **不及格**  **（<60）** |
| 平时作业 | 基本概念掌握很好。 | 主要概念清晰，但部分有误。 | 部分概念清晰。 | 基本概念不够清晰。 | 基本概念未掌握。 |
| 思路清晰，能够解决问题，计算正确。 | 主要思路、过程和计算过程正确。 | 思路、过程部分可行，计算过程个别不正确。 | 思路、过程部分尚可，计算过程部分不正确。 | 不会做或者作业不完整。 |
| 认真独立完成作业，书写工整、清晰，符号、单位等按规范执行。 | 比较认真独立完成作业，书写清晰，主要符号、单位等按规范执行。 | 独立完成作业，部分符号、单位等按规范执行。 | 不够认真，极小部分抄袭或符号、单位等不按照规范执行。 | 很不认真或者大部分抄袭或未交。 |
| 研究报告 | 内容完整，结果正确，有自己的分析点，研究报告书写清晰。 | 内容较完整，结果正确，有自己的分析点，但分析不准确，研究报告书写清晰。 | 内容较完整，结果正确，没有自己的分析点，研究报告书写清晰。 | 内容较完整，结果正确，没有自己的分析点，研究报告书写不太清晰。 | 内容不完整，结果不正确，没有自己的分析点，研究报告书写不清晰。 |
| 单元测验 | 按单元测验参考答案评分标准判定 | | | | |

**二、期末试卷设计方案**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **课程内容** | **考核内容** | **题型** |
| 课程目标1 | 内容1：矢量分析  内容2：静态电磁场 | 电磁场原理、分析与计算 | 填空题、选择题、判断题、简答题、分析计算题 |
| 课程目标2 | 内容3：动态电磁场  内容4：平面电磁波 | 动态电磁场与平面电磁波原理、分析与设计 | 填空题、选择题、判断题、简答题、分析计算题 |