

# 《高等电磁理论》教学大纲

## 一、教学目标 Course Objectives

### 1. 知识和能力目标

本课程是电磁场与微波技术、无线电物理、通信工程、电子科学与技术等学科的重要理论基础，着重阐述宏观电磁理论的概念、原理、方法及其在工程实际中的应用。通过本课程的学习，可深入地掌握电磁场的基础理论，提高分析和解决电磁场问题的能力，为进一步学习相关的专业课程、深入研究电磁场问题，打下坚实的基础。

### 2. 课程思政目标

以立德树人、培养道德情操、为祖国建设发展勇于担当、主动奉献的专门人才为宗旨，将思想政治教育有机融入专业知识教育，教学内容立足基础理论及创新意识培养，实现知识学习、能力培养、价值塑造同步并进，培养学生严谨的思维方式、求真务实的工作作风、淡泊名利刻苦攻关的科学精神和献身祖国的家国情怀。

## 二、教学内容与要求 Course Content and Requirements

第一部分：电磁场理论基础(6 学时)

1 教学内容：(1) 场的分析方法（2 学时），(2) 电磁场基本规律（4 学时）。

2 教学要求：通过本章课程的学习，掌握分析场矢量空间分布变化因果关系的矢量分析方法；理解电磁场基本规律包括电荷守恒定律，反映电磁因果规律的麦克斯韦方程，以及电磁能量守恒定理的物理内涵；了解引入电磁辅助位的目的和作用。

3 教学重点：(1) 电磁场基本规律的物理内涵，(2) 物质的电磁效应与本构方程，以及物质的电磁分类，(3) 边界条件及其作用。

4 本部分教学难点：(1) 应用矢量分析和数学原理证明亥姆霍兹定理，(2) 通过亥姆霍兹定理，认识边值问题求解的数学问题与矢量场因果关系的物理问题之间的内在联系。(3) 对麦克斯韦方程中包含的初始激励源与物质电磁效应所诱发的二次激励源的物理认识。

### 5 课程思政设计：

(1) 通过绝对时空观和相对时空观的了解，认识正确树立电场和磁场为特殊物质的世界观对发展完善电磁理论的重要作用，阐明辩证思维在“电生磁”、“磁生电”的科学探索中的运用，帮助学生掌握马克思主义的辩证法和方法论。

(2) 通过电磁理论从静态电磁规律向动态电磁规律揭示的认识发展探究思辨过程，培

养学生从现象观察到问题本质认识的科学思维能力。

## 第二部分：电磁场分析基础(13 学时)

1 教学内容：(1) 静态电磁场分析方法（4 学时），(2) 准静态电磁场分析方法（3 学时），(3) 电磁波分析基础（6 学时）。

2 教学要求：通过本章课程的学习，巩固静电场、恒定电场和恒定磁场的分析求解方法，并能熟练应用相应方法计算导体电容、回路电感，以及电阻和电导。认识动态慢变化电磁场的特征，并了解慢变化电磁场的级数展开分析方法，掌握似稳电磁场和准静态电磁场的基本概念和分析计算方法，了解动态情况下场理论与基尔霍夫电路定理的联系。认识动态快变化电磁场波动传播的特征，以及相对于慢变化情况时对场分布的不同影响状况。通过时域-频域的付里叶变换关系，了解时谐场相对于任意时变场的代表性；认识时谐场复数表示的必要性，掌握复数表示的时谐场分析方法，包括复数形式的麦克斯韦方程、亥姆霍兹方程、媒质参数的复数表示及其物理含义，以及平均能流、平均电储能和磁储能、平均电磁功耗的计算，并掌握复坡复坡印廷定理。了解电磁波的分类与命名方法，包括按波前分类的平面波、球面波等、按电场时变特性分类的电磁波极化、按电场和磁场方向特征分类的 TEM 波、TE 波和 TM 波、按频率高低或波长长短分类的长波、中波、短波、微波等。掌握自由空间中均匀平面波的电磁场计算公式与空间传播特性，认识均匀平面波的极化特性及分析方法。

3 教学重点：(1) 动态慢/快变化电磁场的特征与鉴别方法；(2) 时谐场的麦克斯韦方程、亥姆霍兹方程、复坡印廷定理与极化损耗和磁化损耗的计算方法；(3) 时谐电磁波的分类认识方法；(4) 均匀平面波及其极化特性分析。

4 本部分教学难点：(1) 媒质参数复数表示的物理含义；(2) 复坡印廷定理的作用和意义；(3) 群速的内涵及其与色散的联系；(4) 非坐标轴方向传播的电磁波极化分析。

### 5 课程思政设计

(1) 从直流输电的电磁道理，讲述到我国直流输电技术的世界领先，树立民族自豪感。

(2) 通过电磁波极化的北斗应用和当今发展需求，树立努力学习并奉献祖国建设与发展的责任心和使命感。

## 第三部分：电磁波高阶分析方法（15 学时）

1 教学内容：(1) 电磁波分析中的定理和原理（6 学时）；(2) 线性问题求解方法与矢量波函数（4 学时），(6) 电磁理论中的并矢格林函数（5 学时）。

2 教学要求：掌握横纵分解原理、唯一性定理、对偶性原理、等效原理、镜像原理、互易定理、散射场叠加原理，了解格林定理、惠更斯原理、互补原理、雷达方程等。了解线性

算符方程基函数展开求解的瑞利方法,并藉此认识矢量波函数在分析求解电磁波问题中所扮演的角色和作用,并能在正交坐标系下构造出矢量波函数。了解电磁理论中引入并矢的目的和作用,了解电磁理论中并矢格林函数的物理含义,掌握通过并矢格林函数计算电磁场分布的方法,建立求解典型电磁问题并矢格林函数的能力。

3 教学重点: (1) 横纵分解原理; (2) 唯一性定理的作用; (3) 等效原理; (4) 散射场叠加原理; (5) 对偶性原理; (6) 瑞利方法; (7) 矢量波函数; (8) 并矢格林函数。

4 本部分教学难点: (1) 横纵原理应用于分析求解电磁波问题的系统性方法; (2) 等效原理应用于分析求解电磁波问题的系统性方法; (3) 并矢格林函数的求解与场分布计算应用。

#### 5 课程思政设计

(1) 通过电磁定理和原理的论述,培养辩证思维能力,启发创新意识。

(2) 通过并矢格林函数应用于分析具体电磁问题,培养理论系实际的素养。

### 第四部分: 电磁波应用问题分析 (14 学时)

1 教学内容: (1) 分层媒质中的电磁波 (2 学时); (2) 导波结构中的电磁波 (4 学时); (3) 电磁辐射 (4 学时); (4) 电磁散射 (4 学时)。

2 教学要求: 掌握基于横纵分解原理求解任意多层媒质空间中电磁波的传播分析方法; 掌握基于横纵分解原理求解导波结构中的电磁波分析方法,同时熟悉应用矢量波函数和并矢格林函数求解典型波导中电磁波的分析方法。掌握电流元和磁流元的辐射分析方法,了解辐射场分区原则,同时熟悉并矢格林函数用于求解辐射场的方法。掌握电磁散射分析的要素和基本概念,熟悉等效原理和散射场叠加原理应用于求解典型问题散射场的基本思路和方法。

3 教学重点: (1) 从多层媒质中电磁波往复反射和透射复杂过程的数学表述,到纵方向双向行波传播的归纳简化认识; (2) 同一电磁问题不同求解方法的比较性认识; (3) 巩固横纵分解原理、等效原理、散射场叠加原理、矢量波函数和并矢格林函数的认识与应用; (4) 电磁辐射分区原则与应用; (5) 电磁散射问题的 RCS 计算。

4 本部分教学难点: (1) 多层媒质中电磁波广义反射系数的建立与数学演绎; (2) 矢量波函数和并矢格林函数用于分析导行电磁波的方法。

#### 5 课程思政设计

(1) 通过多层媒质中电磁波传播特征的分析,培养从现象观察认识事物本质的素养。

(2) 通过同一问题不同分析方法的结果对比,培养辩证思维能力。

## 三、教学方式 Teaching Methods

课程采取课堂面授、课外实验,以及线上线下课程资源辅助教学相结合的授课方式。

#### 四、教材主要参考书目 Teaching Materials & References

1. 教材

《高等电磁理论》，杨儒贵主编，高等教育出版社，2008

2. 主要参考书目

[1] 楼仁海等编著，《电磁理论》，电子科技大学出版社，1995

[2] 《高等电磁场理论》，傅君眉等编著，西安交通大学出版社，2000

[3] 《微波与光电子学中的电磁理论》，张克潜等编著，电子工业出版社，2001

[4] 《电磁波理论》，Kong, J. A. 著，吴季等译，电子工业出版社，2003