

# 电磁场理论复习提纲-2016

## 一、矢量分析与场论基础

- ① 正交曲线坐标系及变换，拉梅系数；
- ② 正交曲线坐标单位矢量及变换关系；
- ③ 矢量及矢量的基本运算；
- ④ 场的概念、矢量场和标量场；
- ⑤ 源的概念、场与源的关系；
- ⑥ 标量函数的梯度，梯度的意义与性质；
- ⑦ 矢量场的散度，散度的意义与性质；
- ⑧ 矢量函数的旋度，旋度的意义与性质
- ⑨ 正交曲线坐标系中梯度、散度、旋度计算公式；
- ⑩ 矢量场的基本构成，Helmholtz 定理。

## 二、 宏观电磁场的实验定律

- ① 库仑定律，电场的定义，电场的力线；
- ② 静电场的性质（静电场的散度、旋度及电位概念）；
- ③ Ampere 定律，电流元之间的作用力；
- ④ 毕奥-沙伐尔定律，磁感应强度定义，磁场的力线；
- ⑤ 恒定电流磁场性质（磁场的散度、旋度和矢势概念）；
- ⑥ Faraday 电磁感应定律，电磁感应定律的意义；
- ⑦ 电荷守恒定律（或称为电流连续原理）
- ⑧ 电磁场与带电粒子相互作用力，Lorentz 力公式；
- ⑨ 宏观电场、磁场的激励源与场的完整定义；
- ⑩ 宏观电磁场的矢量特性。

### 三、 介质的电磁性质

- ① 介质基本概念，场与介质相互作用的物理机制；
- ② 介质极化，磁化、传导的宏观现象及其特点；
- ③ 介质的极化现象及其描述方法，电位移矢量；
- ④ 介质的磁化现象及其描述方法，磁场矢量；
- ⑤ 介质的传导现象及其描述方法，欧姆定律；
- ⑥ 极化电流、磁化电流与传导电流产生原因及异同点；
- ⑦ 介质的分类、电磁特性参数与物质本构方程；
- ⑧ 介质的色散及其产生的原因，色散现象带来的问题；
- ⑨ 导电媒质—良导体—理想导体
- ⑩ 理想导体几个问题（模型、静电平衡、电荷分布等）；

### 四、宏观 Maxwell 方程组

- ① 静态电磁场与电流连续性原理之间的矛盾；
- ② 位移电流概念、位移电流的实验基础及其意义；
- ③ 宏观电磁场的 Maxwell 方程组及其对应实验；
- ④ 宏观 Maxwell 的微分形式、积分形式、边界条件；
- ⑤ 宏观 Maxwell 方程组的预言及其物理意义；
- ⑥ 宏观 Maxwell 方程组的完备性问题、物质本构关系；
- ⑦ 宏观 Maxwell 方程组各方程的独立性问题；
- ⑧ 宏观电磁场的应用领域及其求解方法。

### 五、静态电磁场问题

- ① 电位（势）函数与电场的关系，静电场方程；
- ② 磁矢势与恒定电流磁场，磁矢势的方程；
- ③ 磁场的标位函数，磁标位及其方程；

- ④ 静态电磁场的边界条件;
- ⑤ 静态电磁场的能量及其计算方法
- ⑥ 静态场中荷电体系受力及其计算;
- ⑦ 虚功原理概念及其应用;
- ⑧ 导体系统的电容, 载流线圈的电感。

## 六、 静态电磁场问题及解析方法

- ① 静态电磁场的基本问题;
- ② 静态电磁场唯一性定理及其应用;
- ③ 分离变量的主要思想、方法和关键问题;
- ④ 积分变换的主要思想、方法和关键问题;
- ⑤ Green 函数方法的基本原理和物理意义;
- ⑥ Green 函数的互易性原理及其意义;
- ⑦ Green 函数方法求解基本问题的解;
- ⑧ 镜像法的原理, 应用条件和物理意义;
- ⑨ 镜像法求静态电场典型问题的解。

## 七、 静态场的多极矩展开

- ① 静电场势函数的电多极矩展开;
- ② 电多极矩的定义及意义;
- ③ 小电荷体系与外场相互作用能;
- ④ 虚功原理及其在电磁场体系受力和力矩的应用。

## 八、 时变电磁场问题

- ① 时变电磁场的特点及其面临的主要问题;

- ② 理想介质情形下时变电磁场的波动方程;
- ③ 时变电磁场的势函数及不唯一性问题;
- ④ 势函数的库仑规范、Lorentz 规范下的方程;
- ⑤ 势函数的规范变换与规范变换的不变性;
- ⑥ 理想状态下  $D'$  Alembert 方程解及其物理意义;
- ⑦ 时变电磁场的能量、能量传输和 Poynting 定理;
- ⑧ 电磁场能量传输系统工作原理;
- ⑨ 时变电磁场问题求解面临主要问题及处理方法;
- ⑩ 时变电磁场与时谐电磁场的关系, 时变场的时谐展开;
- ⑪ 时谐电磁场的势函数及其方程;
- ⑫ 时谐电磁场的复数表达; 谐变电磁场的波动方程;
- ⑬ 为什么时谐电磁场不需要初始条件;
- ⑭ 时变电磁场的初始条件及其影响。

## 九、 时谐电磁场问题

- ① 时谐电磁场的基本方程 (波动方程、势函数方程);
- ② 时谐电磁场的分离变量方法及其原理;
- ③ 时谐电磁场的积分变换方法及其原理;
- ④ 时谐电磁场的 Green 函数方法及其原理;
- ⑤ 时谐电磁场的镜像原理方法及其原理;
- ⑥ 时谐电磁场方程的基本解—平面电磁波;
- ⑦ 平面电磁波的基本性质; 产生这些性质的物理原因;
- ⑧ 平面电磁波的极化特性及其描述方法;
- ⑨ 无源空间时谐电场与磁场的独立分量;
- ⑩ 谐变电磁场同极化的干涉叠加、极化分解与叠加。

## 十、 电磁波的辐射

- ① 电磁波辐射机理、辐射过程与计算公式；
- ② 天线辐射场的三个区域划分方法，
- ③ 天线外部空间辐射场的结构与特点；
- ④ 电（磁）偶极子的辐射特性；
- ⑤ 天线辐射电阻、天线阻抗概念及其关系；
- ⑥ 电（磁）偶极子不同辐射能力的原因；
- ⑦ 天线辐射电磁场的极化与方向特性；
- ⑧ 接收天线的工作原理，天线的互易性原理；
- ⑨ 天线方向性，利用天线方向性测量来波方向；
- ⑩ 天线的基本概念、基本参数及其意义；
- ⑪ 多元天线辐射场的叠加。

## 十一、 广义 Maxwell 方程组

- ⑫ Maxwell 方程的对称性，对偶原理；
- ⑬ 对偶原理的应用（电磁的对偶性）；
- ⑭ 广义 Maxwell 方程组，等效磁荷和磁流概念；
- ⑮ 等效磁荷和磁流的物理意义及其等效方法；
- ⑯ 应用广义 Maxwell 方程组求解缝隙天线的辐射；
- ⑰ 时变电磁场的镜像原理、方法与应用。

## 十二、 电波传播基础

- ① 电磁波波阻抗概念，等效阻抗及其应用；
- ② 平面波的反射、折射及应用，全反射现象；
- ③ 导电介质中的电荷分布特点；
- ④ 导电介质中电磁波方程，复介电常数；

- ⑤ 导电介质中波矢量，衰减常数、相位常数；
- ⑥ 导电介质中电磁波的传播特点，趋肤效应；
- ⑦ 导电介质中电场、磁场的能量关系；
- ⑧ 电磁波相速度、群速度和能量传播速度；
- ⑨ 色散介质中电磁波信号传播的特点和问题；
- ⑩ 电磁波的绕射现象，**Huygens-Fresnel** 原理；
- ⑪ **Kirchhoff** 公式，小孔衍射；
- ⑫ 电离层的形成及基本常数，等离子体基本特性；
- ⑬ 磁化等离子体的张量介电常数；
- ⑭ 电离层中平面电波传播基本特点及应用。

### 十三、 电磁波的传输

- ① 电磁波的传输与传播之间的异同点；
- ② 电磁波传输系统应具有那些特点；
- ③ 双导线、同轴线、波导等传输电磁波差别原因。

### 十四、 电磁场与电磁波的应用问题

- ① 电磁场在卫星通信中的应用；
- ② 电磁波在移动通信中的应用；
- ③ 目标探测及雷达工作的原理；
- ④ 雷达目标参数测量的原理和基本方法；
- ⑤ 地波雷达和天波雷达工作原理；
- ⑥ 对潜（艇）通信的困难及其特点；
- ⑦ 卫星定位系统的工作的原理和定位方法；
- ⑧ 了解电磁波的频谱结构及其应用特点。