

同等学力人员申请硕士学位
电子科学与技术学科综合水平
全国统一考试大纲
(第二版)

国务院学位委员会办公室

目 录

总则	1
数值分析	2
电磁场与波	5
半导体物理	11
激光物理与技术	16
信号处理	19
现代电路技术	23

总 则

同等学力人员申请硕士学位电子科学与技术综合水平全国统一考试是国家组织的对申请硕士学位的同等学力人员进行专业知识结构与水平认定的重要环节，其目的是测试申请人员是否具备获得硕士学位所必需的基础理论和专业知识。

本大纲由下列六类课程组成：

1. 数值分析
2. 电磁场与波
3. 半导体物理
4. 激光物理与技术
5. 信号处理
6. 现代电路技术

这六类课程覆盖本学科范围内各二级学科的主要内容，体现本学科硕士学位获得者所必须掌握的、具有共性的基础理论和专业知识。考虑到一级学科覆盖面宽，申请硕士学位的同等学力人员在上述六类课程中选择三类课程参加考试。其中，第一类课程“数值分析”为每位考生必选考试科目，第二类到第六类课程可由考生任选二门。

每类课程都给出了考试大纲供考生参考。

考试方式为笔试，考试时间 3 小时。

试卷满分 100 分，其中，第一类课程“数值分析”满分为 30 分，第二类到第六类课程每门课程满分为 35 分。

数值分析

说 明

数值分析是研究在电子计算机上近似地求解各类数学问题的方法和理论，是科学和工程计算的基础。本科目要求熟悉数值分析的基本方法和理论。内容包括求解非线性方程和线性代数方程组的数值方法、插值、最小二乘法、数值积分和常微分方程数值解。各部分内容有相对独立性。先修课程是微积分和线性代数，要求初步了解常微分方程。重点掌握各种算法的基本原理和有关理论。

考试大纲

- (一) 误差和有效数字
- (二) 非线性方程的数值解法
 - 1. 迭代法的一般理论
 - (1) 不动点迭代
 - (2) 迭代法的收敛性和收敛阶
 - 2. 牛顿迭代法
- (三) 解线性代数方程组的直接法
 - 1. 高斯消去法
 - 2. 主元素消去法
 - 3. 直接三角分解法
 - (1) Doolittle 分解法
 - (2) 三对角方程组的追赶法
 - (3) 对称正定阵的 Cholesky 分解、平方根法
 - 4. 向量和矩阵范数，矩阵的条件数和应用
- (四) 解线性代数方程组的迭代法
 - 1. Jacobi 迭代法，Gauss-Seidel 迭代法
 - 2. 迭代法敛散性的判定定理和收敛速度
- (五) 插值和最小二乘法
 - 1. Lagrange 插值
 - 2. 均差和 Newton 均差插值公式
 - 3. 埃尔米特插值
 - 4. 分段低次插值
 - 5. 三次样条
 - 6. 正交多项式
 - 7. 最小二乘曲线拟合

(六) 数值积分

1. 数值求积公式的基本概念
2. 梯形公式, Simpson (辛普森)公式及它们的复合公式
3. Gauss 求积公式
4. 求积公式的数值稳定性

(七) 常微分方程初值问题的数值解法

1. 简单的数值方法: Euler (尤拉)法和改进 Euler 法, 隐式 Euler 法和梯形方法
2. 单步法的局部截断误差和方法的阶
3. Runge-Kutta (龙格-库塔)方法
4. 单步法的稳定性
5. 线性多步法
6. 预测-校正算法

电磁场与波

说 明

“电磁场与波”的内容包括研究生学位课程“高等电动力学”或“高等电磁理论”或“微波与光电子学中的电磁理论”中的基础部分，还包括本科课程“电磁场理论”或“电动力学”的非相对论部分。其内容主要是非相对论宏观电动力学的基本原理，恒定电场、磁场及时变电磁场与波的各种形态及求解方法。主要数学工具是微积分、矢量分析和场论、线性代数、复变函数、常微分方程、偏微分方程和特殊函数。

大纲共分八部分，其中第一至第五部分及第八部分为重点要求的基础内容，第六及第七部分为提高内容。

考试大纲

(一) 电磁场基本定律

1. 真空中的麦克斯韦方程组

库仑定律，电场的通量，高斯定理；毕奥—萨瓦定律，磁场的环量，斯托克斯定理；电场的散度方程，静电场的旋度方程；恒定磁场的旋度方程，磁场的散度方程。

法拉第电磁感应定律，修正的安培环路定律；位移电流学说。

麦克斯韦方程组：积分形式，微分形式；瞬时值形式，复数形式。

安培力公式，洛仑兹力公式。

2. 媒质中的麦克斯韦方程组

媒质的极化和磁化，电磁场的本构(构成)方程，介电常数和磁导率。媒质的性质：线性和非线性，各向同性和各向异性，色散和非色散，均匀和非均匀媒质；简单媒质。

简单媒质中的麦克斯韦方程组。

$\mathbf{B}-\mathbf{D}$ 形式的麦克斯韦方程组； $\mathbf{E}-\mathbf{H}$ 形式的麦克斯韦方程组；对称形式的麦克斯韦方程组。

3. 电磁场的边值关系

电磁场切向边界条件，电磁场法向边界条件；自然边界条件，趋势性边界条件。

4. 电荷守恒，电流连续方程

5. 电磁场能量守恒定律

电场和磁场的储能密度，焦耳损耗密度，电磁场的功率流密度，坡印廷矢量；坡印廷定理：瞬时值形式、复数形式，积分形式、微分形式。

6. 恒定电磁场(静电场,恒定磁场)、缓变电磁场、时变电磁场的

基本方程

7. 稳态正弦时变(时谐)电磁场和复数麦克斯韦方程组

(二) 静电场

1. 静电场和标量电位(势)函数

静电场的无旋性, 标量电位(势)。给定电荷分布求静电场和电位(势), 给定电场或电位分布求电荷分布。

2. 静电位(势)的微分方程

标量泊松方程和拉普拉斯方程, 泊松方程的特解。

3. 静电场中的介质

介质的极化, 极化(束缚)体电荷和极化(束缚)面电荷, 极化强度矢量和电位移(电感应强度)矢量; 永久极化介质和非永久极化介质。

4. 静电场中的导体

非载流导体的边值问题的求解, 载流导体的边值问题的求解, 理想导体边值问题的求解。

5. 静电位(势)的边值关系

边界面上不存在电偶极层时静电位满足的电位值边界条件和法向导数值边界条件, 静电位的自然边界条件、趋势性边界条件。

6. 静电场的能量和能量密度

7. 电多极矩

静电位(势)的多极展开, 电单极(点电荷), 偶极矩和四极矩。

(三) 恒定磁场

1. 恒定磁场和矢量磁位(势)函数

恒定磁场的无散性, 磁矢位(势)。给定电流分布求磁场和磁矢位(势)。

2. 矢量磁位(势)的微分方程

矢量泊松方程和拉普拉斯方程。

3. 恒定磁场的能量和能量密度

4. 磁性材料

媒质的磁化, 分子电流, 磁化强度, 磁场强度矢量。线性媒质的本构方程。铁磁性材料, 包括软磁材料、硬磁材料和恒磁材料的本构

关系。

5. 矢量磁化(势)的边值关系

6. 标量磁位(势)函数

磁标位(势), 磁标位(势)的微分方程和边值关系。

(四) 恒定场边值问题的求解

1. 惟一性定理

标量泊松方程和拉普拉斯方程边值问题的惟一性定理。

2. 分离变量法

用分离变量法求解直角坐标、圆柱坐标、球坐标系下的拉普拉斯方程; 直角坐标、圆柱坐标、球坐标系下拉普拉斯方程的特征函数族, 即调和函数(谐函数), 包括指数函数、三角函数、贝塞尔函数及勒让德函数, 调和函数(谐函数)级数展开。

3. 镜像法

4. 静电场的标量格林函数

格林函数积分公式, 典型区域的格林函数, 用格林函数法求解静电场。

(五) 平面电磁波

1. 电磁场的矢量波动方程和矢量亥姆霍兹方程

波动方程的导出, 平面波、柱面波、球面波、均匀平面波的定义, TE 波、TM 波、TEM 波的概念。

2. 时谐(正弦)均匀平面电磁波

行波, 相移常数, 波长, 相速, 振幅, 波阻抗, 能量和能流。沿任意方向传播的平面波。

3. 电磁波的极化

线极化波、圆极化波(左旋、右旋)、椭圆极化波(左旋、右旋); 极化的判断方法; 极化的分解与合成。

4. 导电或有损媒质中的平面电磁波

衰减常数, 良导体, 完全(理想)导体。

5. 平面波在媒(介)质界面上的反射、透射和折射

斯耐尔定律(传播方向关系), 菲涅耳公式(振幅关系), 布儒斯特

角，临界角和全反射；光密媒质和光疏媒质，媒(介)质表面全反射的特性，表面波的概念。

6. 电磁波在完全(理想)导体表面上的反射

电磁波在完全(理想)导体表面上产生的全反射与在媒(介)质表面上产生的全反射的区别。

(六) 导行电磁波

1. 矢量亥姆霍兹方程的化简和标量亥姆霍兹方程的求解

矢量亥姆霍兹方程的求解，纵向分量法，赫兹矢量法，博格尼斯位函数法；标量亥姆霍兹方程；分离变量法求解标量亥姆霍兹方程；直角坐标系，圆柱坐标系，球坐标系。

2. 导波的一般特性

TEM 波，快波，慢波；截止频率和截止波长，相速和群速，导波波长，波阻抗，功率流，衰减。

3. 金属波导和谐振腔

矩形波导，圆波导；金属谐振腔。

4. 介质波导

平板介质波导，圆柱介质波导(光纤)；介质谐振器。

(七) 色散媒质和各向异性媒质中的电磁波

1. 色散媒质

媒质色散与吸收的经典理论，理想气体模型，谐振(共振)吸收。色散媒质中电磁波的相速、群速与能速。

2. 各向异性媒质

各向异性媒质的本构(构成)矩阵，各向异性媒质中的麦克斯韦方程组及波动方程。

3. 互易各向异性媒质

互易媒质，单轴媒质与双轴媒质的本构(构成)矩阵。电磁波在互易单轴媒质(晶体)中的传播，双折射。寻常波(o 波)，非寻常波(e 波)。

4. 非互易各向异性媒质

非互易(回旋)媒质的本构(构成)矩阵，磁化等离子体，磁化铁氧

体。电磁波在非互易媒质中的传播，法拉第旋转。科顿-冒顿效应。

(八) 电磁波的辐射

1. 时变电磁场的位(势)函数和达朗伯方程

时变场的矢位(势)和标位(势)，库仑规范和洛伦兹规范，达朗伯方程。

2. 达朗伯方程的求解

达朗伯方程的基本解，滞后位(势)。

3. 交变偶极子辐射及天线辐射

交变电偶极子辐射，近区场和远区场，方向特性，功率流密度，辐射功率，辐射电阻。

交变磁偶极子辐射。交变电偶极子和交变磁偶极子的对偶关系。天线辐射、半波天线、天线阵的概念。

半导体物理

说 明

对于电子科学与技术学科来说，半导体物理是申请者必须具备的专业基础理论知识之一。半导体物理应掌握的内容主要是：半导体材料的主要类型、晶体结构和缺陷，半导体中的电子状态，平衡载流子浓度，过剩载流子及其复合，弱场下的载流子输运和热载流子效应，半导体与半导体、金属、绝缘体的接触以及半导体的光学性质和光电效应等。考试将把基础理论和能力的考核放在首位。对本科目来说，首先要求对物理概念、基本规律和重要效应的确切含义有清楚的理解，并能辨别一些似是而非的说法；其次，应能根据已知知识和所给物理条件对问题进行分析、逻辑推理和论证，并得出正确的结论或判断；第三，要有综合分析、应用的能力；第四，能够应用数学知识，正确处理、分析有关物理问题。

考试大纲

(一) 半导体的晶体结构与缺陷

1. 半导体材料类别和常见半导体材料

- (1) 元素半导体
- (2) 化合物半导体

2. 半导体晶体的主要结构类型

- (1) 晶体结构和化学键
- (2) 晶向指数与晶面指数
- (3) 金刚石结构和闪锌矿结构

3. 半导体中常见的晶格缺陷

- (1) 本征点缺陷
- (2) 杂质
- (3) 位错
- (4) 层错

(二) 半导体中的电子状态

1. 半导体中的能带

- (1) 能带的形成
- (2) 布里渊区

2. 外力作用下电子的运动

- (1) 共有化运动速度
- (2) 加速度和有效质量

3. 金属、半导体和绝缘体

- (1) 全满带中的电子不导电
- (2) 金属、半导体和绝缘体的能带模型

4. 空穴

- (1) 导带中的电子导电

(2) 价带中的电子导电

(3) 空穴的基本特征

5. 常见半导体的能带结构

(1) $E-k$ 关系和等能面

(2) 锗、硅能带结构的基本特征

(3) 砷化镓能带结构的基本特征

6. 杂质和缺陷能级

(1) 施主能级和受主能级

(2) 浅杂质能级

(3) 深杂质能级

(三) 平衡载流子浓度

1. 导带底和价带顶附近的态密度

2. 费米分布和玻耳兹曼分布

(1) 费米分布函数

(2) 玻耳兹曼分布函数

(3) 空穴按能量的分布

3. 非简并半导体的载流子浓度对费米能级的依赖关系

4. 本征半导体的载流子浓度

5. 杂质半导体的载流子浓度

(1) 杂质能级上的电子和空穴浓度

(2) 含一种杂质的情形

(3) 杂质补偿的情形

6. 简并半导体

(1) 简并条件

(2) 重掺杂半导体

(四) 弱场下的载流子输运

1. 载流子的散射和迁移率

(1) 散射几率和动量弛豫时间

(2) 迁移率

2. 半导体中的主要散射机构

(1) 晶格振动散射

(2) 电离杂质散射

3. 电导

4. 霍尔效应

(五) 强电场下的热载流子效应

1. 电流密度与场强的非线性关系

2. 多谷带的热电子效应

3. GaAs 中的电子转移效应

(六) 过剩载流子及其复合

1. 过剩载流子及其寿命

2. 非平衡载流子的运动和空间分布

3. 复合过程与寿命的计算

4. 陷阱效应

(七) 同质 P-N 结

1. 热平衡条件下的 P-N 结

(1) 空间电荷区与内建电场

(2) 空间电荷区中的电场、电位分布与 P-N 结能带图

(3) 接触电势差

(4) 载流子分布

2. P-N 结直流伏安特性

(1) 少子扩散电流

1) 正向少子扩散电流

2) 反向少子扩散电流

(2) 实际硅 P-N 结伏安特性

3. P-N 结电容

4. P-N 结击穿

5. 隧道 P-N 结

(八) 表面电场效应与 MOS 物理

1. 半导体表面和 Si-SiO₂ 界面

(1) 表面态

(2) Si-SiO₂ 界面电荷

2. 表面电场效应

(1) 表面感生电荷和表面势

(2) 理想 MOS 结构的 $C-V$ 特性

(3) 阈值电压 V_T

3. 实际 MOS 结构的 $C-V$ 特性

4. SiO₂ 层中可动电荷和固定电荷的测量

5. 表面量子化

(九) 金属-半导体接触和半导体异质结

1. 金属-半导体接触势垒

2. 金属-半导体接触的整流特性

3. 欧姆接触

4. 半导体异质结

(十) 半导体的光学性质

1. 半导体中的光吸收

(1) 光学常数

(2) 本征吸收

(3) 其他吸收过程

2. 半导体中的光电导

3. 半导体中的光发射

4. P-N 结光生伏特效应

激光物理与技术

说 明

激光物理与技术的考试内容主要由电磁场和物质的共振相互作用、光谐振腔与高斯光束、激光振荡特性和激光技术四部分组成，也涉及激光振荡半经典理论的一些基本知识。试题考核激光物理与技术的基本概念、原理、规律和解决问题的方法，注意考核综合使用各部分知识的能力。

考试大纲

(一) 电磁场和物质的共振相互作用

1. 自发辐射, 受激辐射, 受激吸收
2. 谱线加宽机制和描述谱线加宽的线型函数
3. 描述光和物质共振相互作用的速率方程
4. 增益系数及增益饱和
 - (1) 均匀加宽工作物质的增益系数及增益饱和
 - (2) 非均匀加宽工作物质的增益系数及增益饱和

(二) 开放式光谱谐振腔

1. 共轴球面腔的稳定性条件
2. 谐振腔的损耗
3. 纵模与横模
4. 谐振腔的衍射理论分析方法
5. 共焦腔的自再现模
6. 共焦腔中的行波场
7. 一般稳定球面腔理论处理方法
8. 非稳腔的几何自再现模

(三) 高斯光束

1. 高斯光束的基本性质及特征参数
2. 高斯光束与参数的变换规律

(四) 激光振荡特性

1. 自激振荡阈值条件
2. 激光器的振荡模式
3. 输出功率和能量
4. 单模激光器的线宽极限

(五) 激光振荡的半经典理论

1. 激光振荡的自洽方程组
2. 原子系统的密度矩阵和密度矩阵运动方程

(六) 激光技术

1. 激光器模式选择方法
2. 激光频率稳定技术
3. Q 调制技术
4. 锁模原理与技术
5. 激光放大

信 号 处 理

考试大纲

(一) 离散时间信号处理基础

1. 常用离散时间信号、离散线性时不变系统(LTI 系统)的冲激响应、用卷积和表示系统响应、系统的差分方程表示、离散时间系统的因果性和稳定性。

2. z 变换定义、 z 变换的收敛域、 z 变换的几个基本性质、 z 反变换的定义、求有理分式的反 z 变换。用 z 变换表示线性时不变系统, 传递函数、零极点。

3. 离散时间傅里叶变换(DTFT)、DTFT 的性质, 连续信号的傅里叶变换与采样后离散信号的 DTFT 之关系。离散傅里叶变换(DFT)及性质。

4. 全通系统、最小相位系统、最小相位系统的性质。

5. 数字滤波器: 无限冲激响应(IIR)滤波器和有限冲激响应(FIR)滤波器、IIR 滤波器的基本结构、FIR 滤波器的基本结构、线性相位 FIR 滤波器。FIR 滤波器的格型实现。

(二) 离散时间随机信号和估计理论基础

1. 离散随机信号的主要数字特征: 均值、自相关、自协方差、高阶统计量。平稳性、广义平稳、各态历经的概念, 时间平均和集合平均。几种常见随机分布。

2. 广义平稳信号的自相关序列的性质、互相关的定义、随机信号矢量、自相关矩阵、自相关矩阵的性质, 功率谱密度(PSD)、互谱密度。

3. 随机信号通过线性系统: 输入输出信号的互相关、输出信号的自相关, 输出功率谱密度。常用的基本过程: 白噪声过程和谐波过程的自相关和功率谱。

4. 估计的基本概念、常用数字特征量(如均值、方差、自相关序

列)的估计、最大似然估计。

(三) 平稳过程的线性模型

1. 线性非参数模型

2. 线性参数模型：自回归(AR)模型(全极点模型)、动均(MA)模型(全零点模型)、自回归动均(ARMA)模型(零极点模型)。

3. 上述三种模型间模型参数的转换关系。模型参数与自相关序列的关系、模型参数与谱的关系。谱分解和最小相位特性

4. 谐波模型，谐波模型的自相关阵及其特征分解。

(四) 最优线性滤波器

1. 维纳滤波器，维纳—霍夫方程。均方误差性能函数。

2. 线性预测误差滤波器，Yule—Walker 方程，Levinson—Durbin 算法，格型滤波器，反射系数。

3. 最小二乘滤波器，LS 估计，投影算子和投影矩阵。最小二乘问题的求解方法。

4. 卡尔曼滤波器。

(五) 线性自适应滤波

1. 自适应滤波的基本概念。自适应滤波器的基本结构。

2. 随机梯度法：理想(梯度已知)情况下的最速下降法、收敛条件、收敛规律、LMS 算法及其收敛规律和性能分析。使用 LMS 算法的自适应滤波器的设计。梯度类算法的优缺点和改进。

3. 梯度法自适应求解预测误差滤波的格型滤波器系数(反射系数)。

4. 最小二乘快速横向滤波器(FTF)方程和算法、横向滤波算子。最小二乘格型(LSL)算法。要求能够根据给定的观测序列和滤波器电路，建立相应的滤波方程。对这些算法只要求有概念性的了解。

(六) 功率谱估计

1. 谱定义和谱估计的任务、经典谱估计(周期图法和相关图法)依据的原理及存在问题。

2. 最大熵谱估计：原理、数学描述及特点。

3. 模型法谱估计：谱估计原理。谱估计方法，重点：自回归模

型法谱估计(相关函数法、Burg 算法等)、AR 模型阶数的确定原则不作为考试要求。

4. 特征分解法谱估计：多正弦谱估计特点、信号子空间与噪声子空间、MUSIC 法。

现代电路技术

说 明

现代电路技术包括模拟电路技术和数字电路技术两部分。

模拟电路技术包括：模拟电路基础、取样数据电路技术和 A/D 与 D/A 变换技术等三部分。

数字电路技术包括：数字电路基础知识、VHDL 语言基础、数字系统设计基础、逻辑模拟和可测性设计等四个部分。

考试大纲

模拟电路技术

(一) 模拟电路基础

1. 双极型器件与 MOS 场效应管
2. 由双极型与 MOS 器件构成的模拟集成电路基本单元
3. 由双极型与 MOS 器件构成的运算放大器
4. 电流模电路

(二) 取样数据电路技术

1. 取样数据电路的特点
2. 开关电容基本单元电路
3. 开关电容滤波器

(三) A/D 与 D/A 变换技术

1. A/D 与 D/A 变换器的工作原理、基本参数和分类
2. 临界取样 A/D 变换器
3. 过取样 A/D 与 D/A 变换器

数字电路技术

(四) 数字电路基础知识

1. 数字系统中的数制与编码
2. 逻辑代数的基本运算、常用公式和规则
3. 逻辑函数表达式的代数变换与化简方法
4. 组合逻辑电路的分析和设计方法
5. $R-S$ 、 $J-K$ 、 T 、 D 触发器和锁存器

6. 同步时序电路的分析和设计方法

7. 异步时序电路的分析和设计方法

(五) VHDL 语言基础

(六) 数字系统设计基础

1. 数字系统的基本组成

2. 数字系统的设计方法

3. 存储器件与可编程逻辑器件

(七) 逻辑模拟和可测性设计

1. 逻辑模拟

2. 故障诊断

3. 可测性设计