

# 电气工程学院硕士研究生入学考试自命题科目考试范围

## 一、970 电路

### 1. 电路模型和电路定律

- (1) 电路和电路模型，理想元件与电路模型概念，线性与非线性的概念
- (2) 电压、电流及其参考方向的概念
- (3) 基本元件的电压电流关系：电阻元件，电感元件，电容元件，电压源、电流源和受控源
- (4) 功率的计算
- (5) 基尔霍夫电流定律和基尔霍夫电压定律

### 2. 电阻电路的等效变换

- (1) 电阻的三角形联结与星形联结的等效互换
- (2) 电压源、电流源的串联和并联
- (3) 实际电源的两种模型及其等效变换
- (4) 输入电阻

### 3. 电阻电路的一般分析

- (1) 电路的图
- (2) 支路电流法
- (3) 网孔电流法
- (4) 回路电流法
- (5) 结点电压法

### 4. 电路定理

- (1) 替代定理
- (2) 叠加定理
- (3) 戴维宁和诺顿定理
- (4) 最大功率传输定理

### 5. 相量法

- (1) 正弦量、相量的概念及相互对应
- (2) 有效值和相位差的概念
- (3) 电路定律的相量形式

### 6. 正弦稳态电路的分析

- (1) 阻抗与导纳
- (2) 正弦稳态电路的分析
- (3) 正弦稳态电路的瞬时功率
- (4) 正弦稳态电路的有功功率、无功功率、视在功率的概念及计算
- (5) 功率因数的概念及计算
- (6) 复功率的概念
- (7) 最大功率传输
- (8) 电路的相量图

### 7. 含耦合电感的电路

- (1) 互感、互感系数、耦合系数的概念
- (2) 同名端的概念
- (3) 含耦合电感电路的分析与计算

- (4) 理想变压器的模型及伏安关系
- (5) 理想变压器的阻抗变换作用
- (6) 含理想变压器电路的分析
- (7) 含空心变压器电路的分析
- 8. 电路的频率响应
  - (1) 网络函数
  - (2) 串联电路的谐振
  - (3) 并联电路的谐振
- 9. 三相电路
  - (1) 对称三相电源、三相负载的联接方式
  - (2) 三相对称、不对称电路的概念
  - (3) 三相电路相和线之间的关系
  - (4) 三相对称电路的计算
  - (5) 三相功率的计算和测量
  - (6) 不对称三相电路电压、电流和功率的计算
- 10. 非正弦周期电流电路和信号的频谱
  - (1) 非正弦周期信号的分解、频率特性
  - (2) 非正弦周期信号的有效值、平均值和平均功率的计算
  - (3) 非正弦周期信号稳态电路的分析与计算
- 11. 一阶电路和二阶电路的时域分析
  - (1) 换路的概念
  - (2) 动态分析与稳态分析的概念
  - (3) 换路定则、初始值的求法
  - (4) 一阶电路微分方程的列写和求解
  - (5) 时间常数的概念及计算
  - (6) 一阶电路全响应的三要素法
  - (7) 二阶电路微分方程的列写和时域分析法
  - (8) 阶跃响应和冲激响应
- 12. 线性动态电路的复频域分析
  - (1) 拉氏变换、反变换的概念
  - (2) 拉氏变换的性质
  - (3) 拉氏反变换的部分分式展开
  - (4) 运算电路
  - (5) 用运算法分析动态电路
  - (6) 网络函数的定义
  - (7) 网络函数的极点、零点与频率响应、冲激响应的关系
- 13. 电路方程的矩阵形式
  - (1) 关联矩阵、回路矩阵的含义和列写
  - (2) 回路电流方程的矩阵形式
  - (3) 结点电压方程的矩阵形式
- 14. 二端口网络
  - (1) 二端口网络的概念
  - (2) 二端口网络的方程和参数
  - (3) 二端口网络的连接

- (4) 回转器和负阻抗变换器
- (5) 二端口网络的等效电路
- (6) 含二端口网络的电路计算

#### 15. 非线性电路

- (1) 非线性电阻、电容和电感的含义
- (2) 非线性电路的方程的建立
- (3) 小信号分析法
- (4) 分段线性化方法

## 二、07106 电气工程综合

包含电机学、电力电子学、高电压工程、电力系统分析、自动控制原理

### 《电机学》

#### 1. 直流电机

- (1) 直流电机的结构
- (2) 直流电机的工作原理、电枢绕组的构成、励磁方式、磁场分布、电枢反应的基本概念
- (3) 电枢感应电势和电磁转矩的计算
- (4) 直流电机的电压、功率和转矩平衡方程，电磁功率的概念
- (5) 他励(并励)和串励直流电动机的工作特性
- (6) 直流发电机的运行特性
- (7) 直流电机的可逆原理及换向的基本概念

#### 2. 变压器

- (1) 变压器的结构和分类
- (2) 变压器的工作原理、空载和负载运行时的电磁关系、绕组折算的基本概念
- (3) 变压器的基本方程、等效电路、相量图和参数测定
- (4) 变压器稳态运行时的外特性和效率特性
- (5) 变压器并联运行基本概念，三相变压器的电路和磁路系统、联结组别的判定和验证方法

#### 3. 交流电机的共同理论

- (1) 交流绕组的构成
- (2) 交流绕组感应电势的概念和计算
- (3) 单相交流绕组的脉振磁势、短距系数和分布系数的概念和计算
- (4) 三相交流绕组的基波旋转磁势和高次谐波磁势的概念和计算

#### 4. 感应电机

- (1) 三相感应电动机的工作原理和结构
- (2) 感应电机的三种运行状态与转差率
- (3) 三相感应电动机运行的电磁过程、电压、功率和转矩方程
- (4) 三相感应电动机绕组折算和频率折算、等效电路、相量图、参数测定
- (5) 三相感应电动机工作特性与转矩转差率特性（机械特性）

#### 5. 同步电机

- (1) 同步电机的结构、工作原理和分类
- (2) 同步发电机的电压和功率方程、矢量图、功角关系
- (3) 同步发电机的功角特性、静态稳定性、有功和无功功率的调节

- (4) 同步电动机的起动方法

## 《电力电子学》

### 1. 电力电子器件

- (1) 电力电子器件的基本特点, 电力电子器件的主要损耗以及开关器件的开关过程损耗(Switching loss)和通态损耗(On-state loss)的基本计算方法;
- (2) 二极管的分类及特点, 反向恢复、软恢复等概念, 普通二极管和快速二极管的区别;
- (3) 晶闸管(SCR)、电力场效应晶体管(电力 MOSFET)和绝缘栅双极晶体管(IGBT)等常用电力电子器件的工作原理、特点、主要参数的含义;
- (4) 电路中  $dv/dt$ 、 $di/dt$  参数对晶闸管器件的影响, 晶闸管额定电流的计算方法;
- (5) 电力电子器件的驱动技术、缓冲吸收技术和串、并联技术。

### 2. DC/DC 变换电路

- (1) Buck、Boost、Buck-boost 和 Cuk 四种电路的工作原理(Operation principle)和特点;
- (2) Buck、Boost、Buck-boost 三种电路的输入输出电流电压关系(连续工况), 以及开关器件、二极管、电感和滤波电容的选择计算;
- (3) Forward、Fly-back、Push-pull、Full bridge 和 Half bridge 电路的工作原理和特点、电路开关器件选择、隔离变压器的磁通复位;
- (4) 理解软开关的基本概念;
- (5) 滤波电感和电容的参数计算和高频变压器的设计。

### 3. DC/AC 变换电路(无源逆变电路)

- (1) 无源逆变电路的分类, 电压型逆变电路的电路结构、工作原理和特点;
- (2) SPWM 的相关概念、术语和基本原理;
- (3) DC-AC Converter 输出方波和输出 SPWM 波时, 各自的优缺点;
- (4) AC/DC 变换电路(包括二极管整流电路、相控整流电路、有源逆变电路和 PWM 整流器)工作原理和波形分析方法;
- (5) 电容滤波的二极管整流电路的基本原理, 交流侧电流波形及电流波形改善方法, 减小合闸冲击(Inrush)电流的方法。
- (6) 交流侧电抗对整流电路的影响;
- (7) 电压型 PWM 整流电路的电路、工作原理和特点(AC 侧电流, DC 侧电压), AC 侧电感的作用; AC 侧基波电压电流相量图和相量方程;
- (8) 电压型 PWM 整流器在无功补偿和谐波抑制等方面的应用;
- (9) 功率因数校正电路的作用和工作原理;
- (10) 单相、三相晶闸管有源逆变电路的工作原理, 实现有源逆变的条件, 理解逆变失败的含义及造成逆变失败的原因, 逆变失败带来的后果和预防逆变失败的措施。

### 4. AC/AC 变换电路(包括交流电力控制电路和交—交变频电路)

- (1) 交流—交流电力控制电路的分类及特点;
- (2) 单相电路 On-off 控制, phase-angle 控制电路, 输出电压、电流有效值和功率因数的计算, 两种控制方式特点的比较;
- (3) 交—交变频电路的结构、工作原理, 理解其特点。

## 《高电压工程》

### 1. 气体的绝缘强度

- (1) 持续电压作用下均匀电场气体放电理论
- (2) 不均匀电场中的气体放电特性

- (3) 冲击电压下的气体放电特性
- (4) 大气条件对气隙击穿电压的影响
- (5) 提高气隙击穿电压的措施
- (6) 沿面放电和干闪、湿闪与污闪放电
- 2. 固体和液体介质的击穿
  - (1) 电介质的极化、电导和损耗
  - (2) 液体和固体介质的击穿机制
  - (3) 提高液体和固体介质击穿电压的措施
  - (4) 局部放电的概念和改善措施
  - (5) 多层绝缘的电场分布
- 3. 电气设备的绝缘预防性试验
  - (1) 电气设备绝缘电阻和吸收比或极化指数测量与泄漏电流测量
  - (2) 介质损耗角正切值  $\text{tg } \delta$  测量
  - (3) 局部放电测量
  - (4) 绝缘油试验等非破坏性试验的原理和方法
  - (5) 破坏性试验的主要试验设备
  - (6) 交流和直流高电压的测量方法
- 4. 线路和绕组中的波过程
  - (1) 单根无损导线中行波动方程及其解
  - (2) 行波的折射与反射
  - (3) 行波通过串联电感和并联电容时的分析方法
  - (4) 行波在多导线系统中的传输
  - (5) 变压器绕组波过程的基本概念
- 5. 雷电、防雷设备及防雷措施
  - (1) 雷电放电过程和雷电参数
  - (2) 避雷针（线）和避雷器的工作原理及其保护特性
  - (3) 防雷接地
  - (4) 发变电所进线保护段的防雷措施
  - (5) 变压器与旋转电机防雷措施
- 6. 内部过电压
  - (1) 工频电压升高
  - (2) 谐振过电压
  - (3) 切、合空载线路过电压
  - (4) 切空载变压器过电压
  - (5) 间歇电弧接地过电压产生的机理和限制措施
- 7. 电力系统的绝缘配合
  - (1) 绝缘配合的基本概念
  - (2) 绝缘配合的基本原则
  - (3) 绝缘配合的基本方法

## 《电力系统分析》

- 1. 电力系统的基本概念
  - (1) 电力系统的组成、常见的电压等级、运行特点及基本要求
  - (2) 电力系统额定电压的确定

- (3) 电力系统的接线方式及特点
- (4) 对有功功率和无功功率的理解
- 2. 电力系统各元件的参数和等值电路
  - (1) 同步发电机稳态、暂态等值电路及参数的特点及异同
  - (2) 变压器等值参数的物理意义及实验测定；容量不同的三绕组变压器参数
  - (3) 线路等值参数的物理意义；导线换位；分裂导线；长线路的集中等值发电机及负荷的等值电路和参数计算
  - (4) 单相及三相电力系统中标么值基准值的选择及不同基准值下标么值的换算
  - (5) 多电压等级电力系统中标么值计算时基准电压的选择方法
  - (6) 电力系统中采用标么值计算的优点
  - (7) 同步发电机的原始方程及参数特点
  - (8) 派克变换的基本原理
- 3. 电力网的潮流计算
  - (1) 电压降落（损耗、偏移）和功率损耗的基本概念
  - (2) 高压输电网中有功功率和无功功率的传输机理
  - (3) 潮流计算中功率分点的概念
  - (4) 节点导纳矩阵的特点、形成和修改；矩阵元素的物理意义
  - (5) 电力系统潮流计算中节点的分类
  - (6) 复杂电力系统潮流计算的牛拉法和 PQ 分解法
- 4. 电力系统的无功功率和电压调整
  - (1) 无功平衡与电压水平的关系
  - (2) 电力系统中各类无功源的特点
  - (3) 电力系统中无功平衡的原则
  - (4) 电压中枢点及中枢点调压方式
  - (5) 各种类型的电压调整措施、特点及其适用范围
  - (6) 变压器分接头的选择
- 5. 电力系统的有功功率和频率调整
  - (1) 电力系统潮流计算中节点的分类
  - (2) 有功功率平衡与频率的关系
  - (3) 一次调频和二次调频的过程及特点
  - (4) 负荷的频率调节效应系数
  - (5) 面向系统调频时，各类电厂的特点
  - (6) 主调频电厂选择的原则
- 6. 短路计算的基本知识
  - (1) 无穷大电源经阻抗三相短路的暂态物理过程，短路电流的周期分量和非周期分量
  - (2) 冲击电流、短路电流的最大有效值、短路功率
  - (3) 转移电抗
- 7. 电力系统元件的序阻抗和等值电路
  - (1) 对称分量法的理解
  - (2) 发电机的正序、负序和零序阻抗
  - (3) 线路的正序、负序和零序阻抗
  - (4) 电力系统各序网络的制定方法
- 8. 电力系统简单不对称故障的分析和计算
  - (1) 各类不对称故障的边界条件

- (2) 中性点不接地系统单相接地故障时系统中电压和电流的变化
- (3) 各类不对称故障的复合序网
- (4) 正序等效定则
- (5) 各类不对称故障时各序电压的空间分布规律
- 9. 电力系统运行稳定性的基本概念
  - (1) 电力系统稳定性的分类及涵义。
  - (2) 发电机的电磁功率特性。
  - (3) 发电机转子运动方程
  - (4) 惯性时间常数的物理意义
  - (5) 功角稳定、静态稳定、暂态稳定、电压稳定、频率稳定的基本概念
- 10. 电力系统的静态稳定性
  - (1) 理解利用小扰动法分析简单电力系统静态稳定
  - (2) 电力系统静态稳定性分析的物理过程
  - (3) 单机无穷大系统静态稳定性判据
  - (4) 静态稳定储备系数的定义及简单计算
  - (5) 提高静态稳定性的措施
- 11. 电力系统的暂态稳定性
  - (1) 理解简单电力系统暂态稳定的定性分析
  - (2) 掌握简单电力系统的等面积法则
  - (3) 极限切除角的定义及其计算
  - (4) 提高电力系统暂态稳定性的措施。

## 《自动控制原理》

- 1. 基本概念
  - (1) 自动控制的概念；
  - (2) 反馈控制系统的基本工作原理及基本构成；开环控制和闭环控制的结构特点；
  - (3) 自动控制系统的基本要求。
- 2. 控制系统的数学描述
  - (1) 控制系统的传递函数定义，解析法求解系统传递函数；
  - (2) 控制系统的方框图表示及其化简；
  - (3) 开环传函，闭环传函的定义。
- 3. 控制系统时域分析
  - (1) 典型一阶、二阶系统的时域响应分析；性能指标的计算[一阶系统、典型二阶系统欠阻尼动态性能指标的计算]；
  - (2) 闭环主导极点的概念，用途，等效方法；
  - (3) 系统稳定性定义，稳定的条件；Routh 判据判断闭环系统稳定性；
  - (4) 系统稳态误差的定义；稳态误差系数、稳态误差的概念及计算方法；
  - (5) PID 控制的基本概念，微分、积分控制器的作用。
- 4. 复频域分析（根轨迹法）
  - (1) 掌握  $180^\circ$  根轨迹的绘制规则，并绘制根轨迹；
  - (2) 利用根轨迹分析系统的稳态、动态性能和稳定性。
- 5. 频域分析
  - (1) 典型环节的 Bode 图，开环系统的 Bode 图；
  - (2) 最小相位系统开环 Bode 图，列写系统开环传递函数；

- (3) Nyquist 图的绘制; Nyquist 稳定判据;
  - (4) 控制系统的相对稳定性: 相角裕度与幅值裕度的概念;
  - (5) 时域、频域系统性能指标及其相互定量、定性关系。
6. 控制系统的综合
- (1) 校正的基本方式;
  - (2) 超前校正、滞后校正的设计及计算。
7. 线性离散系统的分析与校正
- (1) 离散系统数学模型的求取方法
  - (2) 离散系统的稳定性分析方法
  - (3) 离散系统的动态性能分析