

# 湖南省高等教育自学考试

## 课程考试大纲

### 非线性电子电路

(课程代码: 02342)

湖南省教育考试院组编  
2016 年 12 月

# 高等教育自学考试课程考试大纲

课程名称：非线性电子电路

课程代码：02342

## 第一部分 课程性质与目标

### 一、课程性质与特点

非线性电子电路是高等教育自学考试电子技术(专科)专业的专业核心课程，在介绍了典型通信系统及相关知识的基础上，对通信系统中的各个基本部件的工作原理、电路组成和特点以及性能指标进行分别介绍。本课程共分七章，包括六大部分内容：高频放大器、正弦波振荡器、频谱线性搬移电路、振幅调制、解调与混频、频率调制与解调以及反馈控制电路。本课程是通信技术专业中进入专业课学习前的一门承上启下的课程。通过学习，使学生掌握非线性电子电路中基本单元电路的工作原理、分析方法、主要性能指标的计算等，具有单元电路的设计和制作的能力。

### 二、课程目标与基本要求

本课程第一章绪论介绍无线电通信的基本概念。第二章高频谐振放大器介绍LC网络的选频特性，高频小信号放大器和高频功率放大器的工作原理、主要性能参数及稳定性问题。第三章正弦波振荡器介绍互感、三段式高频反馈振荡器的工作原理、特点以及电路组成，同时介绍了频率稳定度高的石英晶体振荡器。第四章频谱线性搬移电路介绍二极管、差分对电路和三极管频谱搬移电路。第五章振幅调制、解调及混频介绍其工作原理及特点。第六章频率调制与解调介绍其工作原理及实现方法，属于频谱的非线性搬移电路。第七章反馈控制电路介绍自动增益控制、自动频率控制、锁相环路和频率合成器的基本工作原理及其应用。通过非线性电子电路课程的学习，使学生了解典型的通信系统的组成以及基本单元电路在通信系统中的作用，系统地掌握高频谐振放大器、正弦波振荡器的工作原理、电路组成和分析方法；掌握频谱的线性搬移的概念，了解非线性电路的分析方法；掌握振幅调制信号、频率调制信号的特性、调制与解调方法、电路组成，以及混频电路的工作原理、电路组成；初步了解自动增益控制电路、自动频率控制电路的工作原理；以及掌握锁相环的原理、电路组成和分析方法，了解频率合成技术、集成数字频率合成器组成。

### 三、与本专业其他课程的关系

本课程的前修课程是电工原理、信号与系统和线性电子电路，这三门课程可以帮助我们掌握非线性电子电路的基本理论与分析方法，有助于更好的学好本课程。是数字通信原理、通信技术基础和通信新技术的基础课程。

## 第二部分 考核内容与考核目标

### 第一章 绪论

## 一、学习目的与要求

通过本章的学习，形成对有关通信系统方面的总体认识，建立无线电信号的基本概念掌握无线电波段和频谱的划分，对本课程中介绍的基本单元电路在通信系统中的位置和作用有一个深刻的了解。

## 二、考核知识点与考核目标

### （一）无线电信号的基本概念（一般）

识记：无线电信号的基本概念、调制的必要性

### （二）无线电波的波段划分与电波的传播（一般）

识记：波段的划分，电波传播方式、频率、波长和电波传播速度的关系、无线电波不同波段的应用

### （三）通信系统简介（一般）

识记：通信系统的组成、通信系统中各基本单元所处的位置和作用

## 第二章 高频谐振放大器

## 一、学习目的与要求

本章学习高频放大器的原理、性能和电路组成。通过本章的学习，应掌握高频谐振放大器的工作原理、分析方法、调试的理论依据和方法、电路组成等，了解噪声的来源、高频谐振放大器的性能指标的分析。在通信系统和其它电子系统中，高频谐振放大器是必不可少的单元电路。在发射机中，要将信号发送出去，再通过信道将信号传送到接收端，为此必须根据传送距离和其他因素，来确定发射机的发射功率。而要达到此发射功率，就需用高频谐振功率放大器将信号放大到系统所需的功率。而在接收端，需要用高频小信号谐振放大器来将接收到的微弱信号恢复出来。本章的重点是高频功率放大器的原理、外部特性和电路。学习外部特性式调整高频功率放大器的理论依据，正确理解高频功率放大器的各项指标与外部参数的关系，如何正确构成一个高频功率方法的电路，遵循什么原则，这是本章的难点。

## 二、考核知识点与考核目标

### （一）高频功率放大器原理（重点）

识记：高频功率放大器的动特性

理解：高频功率放大器的原理

应用：高频功率放大器的功率、效率的计算

### （二）LC 选频网络（次重点）

识记：高频电路中元器件的性能；选频网络的作用和分类；

理解：串并联谐振回路以及互感耦合回路的谐振特性，工作原理

### （三）噪声来源及噪声系数（次重点）

识记：电阻的热噪声和晶体管的热噪声的来源与特性，噪声系数的概念

理解：噪声系数的计算

(四) 高频小信号放大器 (次重点)

识记: 高频小信号放大器的功用及主要要求

理解: 高频小信号谐振放大器的工作原理、电路组成

(五) 高频功放的外部特性 (次重点)

识记: 高频功放的振幅特性、调制特性和调谐特性

理解: 高频功放的负载特性

(六) 高频功率放大器的线路 (一般)

识记: 直流反馈电路, 高频功率放大器的输出电路, 高频集成功率放大器

### 第三章 正弦波振荡器

#### 一、学习目的与要求

本章主要学习正弦波振荡器的基本原理和振荡条件、正弦波振荡器的电路以及频率稳定度的概念。通过本章的学习, 掌握正弦波产生原理, 了解正弦波振荡器的起振条件、平衡条件及稳定条件; 了解互感耦合振荡器的工作原理, 熟练掌握电容反馈振荡器、电感反馈振荡器以及两种改进型电容反馈振荡器的电路、工作原理、振荡频率计算; 掌握皮尔斯晶体振荡器及泛音晶体振荡器的工作原理及性能分析, 了解密勒晶体振荡器工作原理, 了解频率稳定度的概念和稳定频率的措施。本章的重点是反馈振荡器原理、振荡器电路、相位条件的判断和振荡频率的计算。反馈振荡器原理的重点是振荡器的工作原理、起振条件、平衡条件、稳定条件。振荡器电路的重点是 LC 正弦波振荡器、石英晶体振荡器的基本原理、相位平衡条件以及振荡频率的计算。这一部分的难点是三端式振荡器的相位平衡条件的判断和电路组成。频率稳定度的重点在于频率稳定度的概念及提高频率稳定度的措施。

#### 二、考核知识点与考核目标

(一) 反馈振荡器原理 (重点)

识记: 正弦波振荡器的起振条件、平衡条件和稳定条件

(二) 三端式振荡器 (重点)

识记: 三端式振荡器的组成原则

理解: 电容反馈振荡器、电感反馈振荡器、克拉泼振荡器和西勒振荡器的电路组成, 线路特点及电路优缺点

应用: 电容反馈振荡器、电感反馈振荡器、克拉泼振荡器和西勒振荡器的起振条件和振荡频率的计算

(三) 频率稳定度 (重点)

识记: 频率稳定度的定义, 稳频的措施

(四) 石英晶体振荡器 (重点)

识记: 石英晶体振荡器原理, 特点

理解: 并联谐振型晶体振荡器和串联谐振型晶体振荡器的工作原理

## 第四章 频谱线性搬移电路

### 一、学习目的与要求

本章主要学习频谱线性搬移电路的分析方法。通过本章的学习，应掌握频谱线性搬移的概念，熟练掌握二极管电路的分析方法，了解差分对电路、晶体三极管及场效应管频谱线性搬移电路的分析方法。在通信系统中，频谱搬移电路是最基本的单元电路之一。振幅调制与解调、频率调制与解调、相位调制与解调、混频等电路，都属于频谱搬移电路。从频域上看频谱的搬移可以分为线性搬移和非线性搬移两类。无论是频谱的线性搬移，还是频谱的非线性搬移，均产生了新的频率分量，因此采用的电路一定是非线性电路，本章将介绍非线性电路如何实现频谱的线性搬移过程。在学习过程中，重点掌握在两个输入信号的作用下非线性电路如何实现频率的变换过程。本章的重点是频谱线性搬移的概念。实现频谱线性搬移的关键是两个信号的相乘，必须采用非线性电路，重点是非线性电路的分析。这一部分的难点在于线性时变电路的分析方法及采用非线性电路实现频谱的线性搬移。

### 二、考核知识点与考核目标

#### （一）二极管电路（重点）

识记：单二极管电路，二极管平衡调制器，二极管环形调制器的电路组成

理解：单二极管电路，二极管平衡调制器，二极管环形调制器的频谱搬移功能的实现

应用：分析单二极管电路，二极管平衡电路，二极管环形电路输出电流的频率成分

#### （二）差分对电路（重点）

识记：差分对传输特性

理解：单差分对电路，双差分对电路

应用：单差分对电路，双差分对电路的分析

#### （三）非线性电路的分析方法（一般）

识记：幂级数展开，线性时变分析

#### （四）其他频谱线性搬移电路（一般）

识记：晶体三极管电路、场效应管电路

## 第五章 振幅调制、解调与混频

### 一、学习目的与要求

本章主要学习 AM、DSB 及 SSB 三种振幅调制信号的信号分析以及它们的调制、解调方法。通过本章的学习，应熟练掌握 AM、DSB 及 SSB 三种振幅调制信号的表达式、波形及频谱结构；掌握 AM、DSB、SSB 三种调制信号的产生框图，熟练掌握二极管电路、模拟乘法器电路完成振幅调制的工作原理以及它们各自的分析方法，了解晶体三极管调制器、场效应管调制器的工作原理；熟练掌握二极管峰值包络检波器工作原理及其性能分析；掌握乘积型同步检波器、叠加型同步检波器的框

图以及它们的基本电路形式、工作原理，了解插入载频与原载频不严格同频同相所引起的失真情况。掌握混频的概念、二极管电路和模拟乘法器电路完成混频的原理，了解三极管、场效应管混频电路的原理，掌握混频跨导的计算，了解混频器产生干扰的原因。本章的重点是振幅调制原理和振幅调制电路、振幅调制信号的解调原理和解调电路、混频器的工作原理和混频电路。振幅调制信号分析的重点是 AM、DSB 和 SSB 三种振幅调制信号的表达式、波形、频谱结构、带宽、功率，这一部分的难点在于 AM、DSB 和 SSB 三种调制信号的波形特点。振幅调制电路的重点是二极管调制器、模拟乘法器调制器。这部分的难点在于二极管电路大信号开关工作的分析方法、调制信号与载波信号输入位置对输出信号频谱的影响。调幅信号解调的重点是解调原理、解调电路的组成及电路的性能分析，这一部分的难点在于二极管峰值包络检波器的组成、工作原理及性能分析。混频器电路的重点是二极管混频电路及模拟乘法器混频器电路。这一部分的难点在混频电路的性能分析和参数计算。混频器干扰的重点是了解产生混频器干扰的原因及中频干扰和镜像干扰。这一部分的难点在于信号与本振的组合频率干扰、干扰信号与本振的组合频率干扰等的形成、特点及抑制的措施。

## 二、考核知识点与考核目标

### （一）二极管峰值包络检波器（重点）

识记：振幅解调方法种类及特点

理解：二极管峰值包络检波器工作原理，掌握包络检波器的主要技术指标，检波电路的惰性失真和负峰切割失真

应用：对二极管峰值包络检波器电路进行性能分析

### （二）振幅调制（次重点）

识记：调幅波、功率、AM、DSB 及 SSB 信号表达式、波形、频谱、带宽

### （三）混频器的干扰（次重点）

识记：混频器干扰的类型，减少混频器干扰的措施

理解：混频器产生干扰的原因及中频干扰和镜像干扰

### （四）同步检波器（一般）

识记：乘积型同步检波器和叠加型同步检波器的框图以及它们基本的电路形式、工作原理，插入载波不同步引起的失真

### （五）混频器（一般）

识记：混频的概念，混频器的主要性能参数、原理

## 第六章 频率调制与解调

### 一、学习目的与要求

本章主要学习角度调制信号的信号分析、调频信号的调制方法和解调方法。通过本章的学习，应熟练掌握角度调制信号的表达式、波形、频谱、带宽、功率以及调频信号和调相信号的关系；掌握调频信号产生的方法，了解直接调频、间接调频的原理，熟练掌握变容二极管直接调频的调频原理；掌握调频信号的波形

变换法、正交鉴频器和相位检波器等解调方法和电路组成。频率调制和相位调制这两种方式统称为角度调制。在无线电通信中，频率调制与相位调制是又一类重要的调制方式。在模拟通信中，调频比调相应用广泛，而在数字通信中，调相比调频应用普遍。本章着重讨论模拟调频。本章着重介绍调频信号的特征与性质、调频信号的产生方法和解调方法。相位调制是高频振荡信号的相位按调制信号的规律变化，由于频率变化必然会导致相位变化，相位变化必然会导致频率变化，因此两者之间存在必然的联系。无论调频，还是调相，都使载波的角度发生了变化，所以本章的重点是角度调制信号的信号分析、调频原理和调频电路以及调频信号的解调原理和解调电路。角度调制信号的信号分析的重点是调频信号的表达式、波形、频谱、带宽和功率，以及调频信号与调相信号的比较。这一部分的难点在于如何区别两种调制方式参数与调制信号的关系。频率调制的重点是调频原理、调频电路的组成和调频信号的性能分析。这一部分的难点在于变容二极管直接调频电路的性能分析。调频信号解调的重点是解调原理电路的工作原理。这一部分的难点在于调频信号的解调电路的原理和组成。

## 二、考核知识点与考核目标

### （一）变容二极管直接调频电路（重点）

识记：变容二极管的特点

理解：变容二极管直接调频电路原理

应用：变容二极管调频的实际线路的性能分析

### （二）调频信号分析（次重点）

识记：角度调制的概念，调频信号的频谱、带宽、功率

理解：调频信号的表达式，调频信号与调相信号的比较

### （三）调频方法（次重点）

识记：间接调频，窄带调频的原理，电路组成

理解：直接调频的原理，电路组成

### （四）晶体振荡器直接调频电路（次重点）

识记：晶体振荡器的特点、晶体振荡器直接调频电路原理

### （五）正交鉴频器（次重点）

识记：正交鉴频器组成框图

理解：正交鉴频原理

### （六）调频信号解调概述（一般）

识记：鉴频的概念，主要性能指标、振幅鉴频器、相位鉴频器、比例鉴频器的原理

## 第七章 反馈控制电路

### 一、学习目的与要求

本章主要学习自动增益控制电路和自动频率控制电路的原理及应用，锁相环的原理、组成、性能分析、应用，锁相环频率合成器的原理、组成电路；学习集

成锁相环和由它构成的数字式频率合成器。通过本章的学习，了解自动增益控制电路和自动频率控制电路的原理及应用；掌握锁相环的原理、组成和应用；了解锁相环频率合成器的原理、组成电路；了解直接数字式频率合成器的基本原理、组成电路。反馈控制是现代系统工程中的一种重要技术手段。在系统受到扰动的情况下，通过反馈控制作用，可使系统的某个参数达到所需的精度，或按照一定的规律变化。电子线路中也常常应用反馈控制技术。本章主要介绍反馈控制电路和在此基础上发展起来的频率合成技术。本章的重点是锁相环的原理、频率合成的方法及电路。锁相环的重点是锁相环的工作原理、组成。

## 二、考核知识点与考核目标

### （一）锁相环的基本原理（重点）

识记：基本环路方程，锁相环工作过程中的定性分析

理解：锁相环的工作原理

应用：锁相环的应用

### （二）自动增益控制电路（次重点）

识记：自动增益控制电路的性能指标

理解：自动增益控制电路的工作原理

### （三）自动频率控制电路（次重点）

识记：自动频率控制电路的组成

理解：自动频率控制电路的工作原理

### （四）频率合成器（一般）

识记：频率合成器的类型，技术指标、锁相环频率合成器和直接数字式频率合成器的原理、组成电路

## 第三部分 有关说明与实施要求

### 一、考核的能力层次表述

本大纲在考核目标中，按照“识记”、“理解”、“应用”三个能力层次规定其应达到的能力层次要求。各能力层次为递进等级关系，后者必须建立在前者的基础上，其含义是：

识记：能识别和记忆本课程中规定的有关知识点的主要内容（如定义、定理、定律、表达式、公式、原则、重要结论、步骤及特征、特点等），并能根据考核的不同要求，做出正确的表示、选择和判断，是较低层次的要求。

理解：能够领悟和理解本课程中规定的有关知识点的内涵与外延，熟悉其内容的要点和它们之间的区别和联系，并能根据考核的不同要求，做出正确的解释、说明和论述，是较高层次的要求。

应用：运用本课程中规定的知识点，分析和解决应用问题，如计算，绘图、简单设计、编程和分析、论证等，是最高层次的要求。



## 二、教材

### 1. 指定教材

非线性电子电路，傅丰林，中国人民大学出版社，2007 年版

### 2. 参考教材

高频电子线路，冯建华，哈尔滨工业大学出版社，2009 年版

非线性电子电路，华中科技大学出版社，严国萍，龙占超，2001 年版

电子线路（非线性部分），谢嘉奎，高等教育出版社，2010 年版

高频电子线路，高吉祥，电子工业出版社出版社，2011 年版

高频电子线路，张肃文，高等教育出版社，2009 年版

高频电子线路，王卫东、傅佑麟，电子工业出版社，2010 年版

## 三、自学方法指导

1. 在开始阅读指定教材某一章之前，先翻阅大纲中有关这一章的考核知识点及对知识点的能力层次要求和考核目标，以便在阅读教材时做到心中有数，有的放矢。
2. 阅读教材时，要逐段细读，逐句推敲，集中精力，吃透每一个知识点，对基本概念必须深刻理解，对基本理论必须彻底弄清，对基本方法必须牢固掌握。
3. 在自学过程中，既要思考问题，也要做好阅读笔记，把教材中的基本概念、原理、方法等加以整理，这可从中加深对问题的认知、理解和记忆，以利于突出重点，并涵盖整个内容，可以不断提高自学能力。
4. 完成书后作业和适当的辅导练习是理解、消化和巩固所学知识，培养分析问题、解决问题及提高能力的重要环节，在做练习之前，应认真阅读教材，按考核目标所要求的不同层次，掌握教材内容，在练习过程中对所学知识进行合理的回顾与发挥，注重理论联系实际和具体问题具体分析，解题时应注意培养逻辑性，针对问题围绕相关知识点进行层次（步骤）分明的论述或推导，明确各层次（步骤）间的逻辑关系。

## 四、对社会助学的要求

1. 应熟知考试大纲对课程提出的总要求和各章的知识点。
2. 应掌握各知识点要求达到的能力层次，并深刻理解对各知识点的考核目标。
3. 辅导时，应以考试大纲为依据，指定的教材为基础，不要随意增删内容，以免与大纲脱节。
4. 辅导时，应对学习方法进行指导，宜提倡“认真阅读教材，刻苦钻研教材，主动争取帮助，依靠自己学通”的方法。
5. 辅导时，要注意突出重点，要帮助考生对课程内容建立一个整体的概念，对考生提出的问题，不要有问即答，要积极启发引导。
6. 注意对考生能力的培养，特别是自学能力的培养，要引导考生逐步学会独立学习，在自学过程中善于提出问题，分析问题，做出判断，解决问题。
7. 要使考生了解试题的难易与能力层次高低两者不完全是一回事，在各个能

力层次中会存在着不同难度的试题。

8. 助学学时：本课程共 3 学分，建议总课时 54 学时，其中助学课时分配如下：

章 次	内 容	学 时
第一章	绪论	2
第二章	高频谐振放大器	10
第三章	正弦波振荡器	8
第四章	频谱线性搬移电路	6
第五章	振幅调制、解调及混频	10
第六章	频率调制与解调	10
第七章	反馈控制电路	8
合 计		54

## 五、关于命题考试的若干规定

1. 本大纲各章所提到的内容和考核目标都是考试内容。试题覆盖到章，适当突出重点，加大重点内容的覆盖密度。
2. 试卷中对不同能力层次的试题比例大致是：“识记”为 20%、“理解”为 40%、“应用”为 40%。
3. 试题难易程度应合理：易、较易、较难、难比例为 2：3：3：2。
4. 每份试卷中，各类考核点所占比例约为：重点占 60%，次重点占 30%，一般占 10%。
5. 试题类型一般分为：单项选择题、填空题、名词解释题、简答题、计算题。
6. 考试采用闭卷笔试，考试时间 150 分钟，采用百分制评分，60 分合格。

## 六、题型示例（样题）

### 一、单项选择题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

在每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的，请将其选出并将“答题卡”上的相应字母涂黑。错涂、多涂或未涂均无分。

1. 将二极管峰值包络检波器的输入信号调制度  $m$  增大，下列叙述正确的是  
A. 可能产生底部切割失真，但不会产生惰性失真  
B. 可能产生惰性失真，但不会产生底部切割失真  
C. 可能产生底部切割失真及惰性失真  
D. 不会产生失真

### 二、填空题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 高频即通常所说的短波，其频率范围通常为\_\_\_\_\_。

### 三、名词解释题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 角度调制

### 四、简答题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 用频率为  $\Omega$  的低频正弦波信号对频率为  $\omega_c$  的高频载波分别进行标准调幅（AM）、双

边带调幅 (DSB)、单边带调幅 (SSB)，问已调波中将各包含哪些频率分量？

五、计算题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 大信号二极管检波器如图所示。已知二极管导通电阻  $r_d=100\ \Omega$ ， $U_{bz}=0$ ， $R=5K\ \Omega$ ， $r_{i2}=50K\ \Omega$ ， $C=0.01\mu F$ ，耦合电容  $C_C$  足够大，输入调幅波的载波频率为  $465kHz$ ，调制信号频率为  $4kHz$ 。

- (1) 若输入调幅波振幅的最大值为  $18V$ ，最小值为  $6V$ ，试求调幅系数  $m_a$ 、输入信号电压的表达式，能否产生惰性失真？
- (2) 若  $R$  增大到原来的  $10$  倍， $C$  减小到原来的  $0.1$  倍，试问：为了不使检波器产生负峰切割失真，在  $R$  和  $C$  改变前后，输入调幅信号的最大允许调幅系数  $m_a$  各为多少？

