目录

[第一章 电路的基本概念和基本定律 3](#_Toc107864579)

[1.1 电路及电路模型 3](#_Toc107864580)

[1.2 电路的主要物理量 3](#_Toc107864581)

[1.3 欧姆定律 3](#_Toc107864582)

[1.4 电路的基本工作状态 3](#_Toc107864583)

[1.5 基尔霍夫定律 3](#_Toc107864584)

[基尔霍夫电流定律 3](#_Toc107864585)

[基尔霍夫电压定律 3](#_Toc107864586)

[1.6 电路元件 4](#_Toc107864587)

[静态电阻 4](#_Toc107864588)

[动态电阻 4](#_Toc107864589)

[电容 4](#_Toc107864590)

[电感 4](#_Toc107864591)

[第二章 电路的分析方法 5](#_Toc107864592)

[2.1 电路的等效变换 5](#_Toc107864593)

[2.2 电源等效变换法 5](#_Toc107864594)

[2.3支路电流法 5](#_Toc107864595)

[2.4 结点电压法 5](#_Toc107864596)

[2.5 叠加原理 6](#_Toc107864597)

[2.6等效电源定理 6](#_Toc107864598)

[3戴维宁定理 6](#_Toc107864599)

[诺顿定理 6](#_Toc107864600)

[2.7 受控电路的分析 6](#_Toc107864601)

[2.8 非线性电路电阻的分析 6](#_Toc107864602)

[第四章 交流电路 6](#_Toc107864603)

[4.1 正弦交流电的基本概念 6](#_Toc107864604)

[4.2 单一参数的正弦交流电路 7](#_Toc107864605)

[电阻电路 7](#_Toc107864606)

[电感电路 7](#_Toc107864607)

[电容电路 7](#_Toc107864608)

[4.3 简单正弦交流电路的分析 8](#_Toc107864609)

[4.4复杂交流电路的分析 8](#_Toc107864610)

[4.5 功率因数的提高 8](#_Toc107864611)

[4.6 交流电路中的谐振 8](#_Toc107864612)

[串联谐振(电压谐振) 8](#_Toc107864613)

[串联谐振的特征 9](#_Toc107864614)

[电路参数、电流、电压与频率的关系曲线 9](#_Toc107864615)

[串联谐振的应用 9](#_Toc107864616)

[并联谐振(电流谐振) 9](#_Toc107864617)

[并联谐振的特征 10](#_Toc107864618)

[电路阻抗、电流与频率的关系曲线 10](#_Toc107864619)

[并联谐振的应用 10](#_Toc107864620)

[4.7非正弦周期的交流电路 10](#_Toc107864621)

[第五章 三相交流电路 10](#_Toc107864622)

[5.1 三相交流电源 10](#_Toc107864623)

[5.2 三相电路中负载的连接 10](#_Toc107864624)

[5.2.1负载的星形联结 11](#_Toc107864625)

[三相四线制 11](#_Toc107864626)

[三相三线制 11](#_Toc107864627)

[5.2.2 负载的三角形联结 11](#_Toc107864628)

[5.3 三相电路的功率 11](#_Toc107864629)

[第六章 供电配电与安全用电 12](#_Toc107864630)

[第七章半导体器件 12](#_Toc107864631)

[7.1 半导体的基本知识及PN结的单向导电性 12](#_Toc107864632)

[7.1.1半导体的基本知识 12](#_Toc107864633)

[7.1.2 PN结及其单向导电性 12](#_Toc107864634)

[7.2半导体二极管 12](#_Toc107864635)

[7.2.1二极管的符号和种类 12](#_Toc107864636)

[7.2.2二极管的伏安特性 12](#_Toc107864637)

[7.2.3二极管的主要参数 13](#_Toc107864638)

[7.3稳压二极管 13](#_Toc107864639)

[7.3.1稳压管的伏安特性 13](#_Toc107864640)

[7.3.2稳压管的主要参数 13](#_Toc107864641)

[7.4发光二极管与光电二极管 13](#_Toc107864642)

[7.5双极型晶体管 13](#_Toc107864643)

[7.5.1晶体管的基本结构 13](#_Toc107864644)

[7.5.2晶体管的电流放大作用 14](#_Toc107864645)

[7.5.3晶体管的特性曲线 14](#_Toc107864646)

[7.5.4晶体管的主要参数 14](#_Toc107864647)

[7.6绝缘栅场效应晶体管简介 14](#_Toc107864648)

[第八章 基本放大电路 15](#_Toc107864649)

[8.1放大电路的概念和主要性能指标 15](#_Toc107864650)

[8.1.1放大电路的概念 15](#_Toc107864651)

[8.1.2放大电路的主要性能指标 15](#_Toc107864652)

[8.2 固定偏置共发射极放大电路 15](#_Toc107864653)

[8.2.1 固定偏置共发射极电路的组成 15](#_Toc107864654)

[8.2.2 固定偏置共发射极电路的工作原理 15](#_Toc107864655)

[8.2.3 直流通路与静态分析 16](#_Toc107864656)

[8.2.4 交流通路与动态分析 16](#_Toc107864657)

[8.3 分压式偏置共发射极放大电路 17](#_Toc107864658)

[8.3.1 静态工作点的计算 17](#_Toc107864659)

[8.3.2 静态工作点的稳定原理 17](#_Toc107864660)

[第九章 集成运算放大器及其应用 17](#_Toc107864661)

[9.1 集成运算放大器 17](#_Toc107864662)

[9.1.1 集成电路简介 17](#_Toc107864663)

[9.1.2集成运算放大器的电路组成 17](#_Toc107864664)

# 电路的基本概念和基本定律

## 电路及电路模型

激励：电源或信号源推动电路工作

响应：激励在电路中产生的电压和电流

## 电路的主要物理量

电动势的实际方向规定为电源内部由低电位端指向高电位端。

## 1.3 欧姆定律

## 1.4 电路的基本工作状态

## 1.5 基尔霍夫定律

### 基尔霍夫电流定律

基尔霍夫电流定律(KCL)：在任一瞬间，流入电路中任一结点的电流之和等于从该节点流出的电流之和，即

若一个电路有N个结点，则可以列出N-1个独立的结点电流方程

广义上结点可以为被假想封闭圈包围的某一部分电路

### 基尔霍夫电压定律

基尔霍夫电压定律(KVL)：在任一瞬间，沿任一回路绕行一周，回路中各支路电压的代数和恒等于零，即

## 1.6 电路元件

电导G：电阻的倒数，单位西(门子)S

### 静态电阻

非线性电阻元件的电阻可表示为伏安特性曲线上各点电压U与电流I之比，即

### 动态电阻

非线性电阻元件的电阻也可表示为伏安特性曲线在工作点处电压对电流的导数，即

### 电容

其中： 为电容，表征电容元件储存电荷的能力，单位为法(拉)F

为电荷，为电压，为电流，为电容的储能

### 电感

其中： 为电感，表征电感元件产生磁通的能力，单位为亨(利)H

为磁通，为电动势，为电感的储能

# 第二章 电路的分析方法

## 2.1 电路的等效变换

符号”//”表示并联关系

电压源与电流源的等效变换

## 2.2 电源等效变换法

## 2.3支路电流法

对于有b条支路，n个结点的电路，设支路电流为未知量

应用KCL对n-1个结点列出独立的电流方程

选取b-n+1个回路，应用KVL列出独立的电压方程

联立b个方程求解

## 2.4 结点电压法

任意选择某一结点为参考结点(设其电位为零)，其他结点与此参考结点之间的电压称为结点电压

选择除参考结点作KCL方程

利用欧姆定律和KVL将电流用结点电压代换

整理方程得出如下的方程：

其中： 称为结点的自导，等于与结点相连的所有支路的电导之和，不包括与理想电流源直接串联的电导

称为结点的互导，等于连接两结点之间的共有支路电导之和的负值

为结点所连接电流源的源电流的代数和，包括电压源经等效变换形成的电流源

为结点电压

## 2.5 叠加原理

叠加原理：在多个电源同时作用的线性电路中，任何一条支路的电流或电压都是各个电源单独作用(电压源作短路，电流源作开路)时在该支路中所产生的电流或电压的代数和

## 2.6等效电源定理

### 3戴维宁定理

任意一个线性有源二端网络，对其外部电路来说，可以用一个等效电压源代替，电压为开路电压，内阻为将网络的电源作用归零后的等效电阻

### 诺顿定理

任意一个线性有源二端网络，对其外部电路来说，可以用一个等效电流源代替，电流为短路电压，内阻为将网络的电源作用归零后的等效电阻

## 2.7 受控电路的分析

## 2.8 非线性电路电阻的分析

# 第四章 交流电路

## 4.1 正弦交流电的基本概念

欧拉公式：

复数四则运算：

## 4.2 单一参数的正弦交流电路

### 电阻电路

设： 正弦交流电源电压

则： 电流

功率

平均功率(有功功率)

### 电感电路

设： 电流

则： 电压

功率

无功功率Q：反映能量交换规模的大小，单位乏(var)，1var=1W，电感电路的无功功率又称感性无功功率QL，

且有：

其中： 感抗XL：当频率f的单位为Hz，电感L的单位为H时，单位为Ω

### 电容电路

设： 正弦交流电源电压

则： 电流

功率

容性无功功率QC，

且有：

其中： 容抗XC：当频率单位为Hz，电容单位为C时，单位为Ω

## 4.3 简单正弦交流电路的分析

复阻抗Z：表示电路电压相量和电流相量之间的关系，单位Ω

阻抗|Z|：反映电压和电流的大小关系

阻抗角φ：反映电压和电流的相位关系

电抗X：感抗与容抗的差

视在功率(表观功率)S：正弦交流电路的端电压和端电流的有效值乘积

功率因数cosφ：

## 4.4复杂交流电路的分析

## 4.5 功率因数的提高

对于感性负载采取在两端并联电容的方法

## 4.6 交流电路中的谐振

谐振：电路的端电流和端电压同相

### 串联谐振(电压谐振)

串联谐振条件：

谐振角频率：

谐振频率：

### 串联谐振的特征

电路的阻抗|Z|最小

电源电压等于电阻电压

当容抗(感抗)远远大于电阻时，电感(电容)两端的电压比电源电压大

品质因数Q：

电路对电源呈电阻性

### 电路参数、电流、电压与频率的关系曲线

### 串联谐振的应用

串联谐振在电感元件和电容元件上可能产生高电压，可能击穿绝缘层，可应用于无线电接受设备选择信号

### 并联谐振(电流谐振)

谐振条件

忽略线圈电阻(R=0)，得到谐振角频率和谐振频率为

### 并联谐振的特征

阻抗最大

电感支路和电容支路上的电流可能远大于恒流源供电

电路对电源呈电阻性

品质因数Q：

### 电路阻抗、电流与频率的关系曲线

### 并联谐振的应用

可用于无线电接受设备中去除杂波干扰

## 4.7非正弦周期的交流电路

谐波分析法：在线性电路中，运用傅里叶级数展开，将非正弦的周期信号分解为直流分量和一系列不同频率的正弦信号分量之和，然后利用叠加原理分析研究各分量单独对线性电路的作用。

狄利赫里条件：周期函数在一个周期内只含有有限个极值点及有限个第一类不连续点

# 第五章 三相交流电路

## 5.1 三相交流电源

三个频率、幅值相等，相位互差120°的正弦量的和为零

星形联结：将三相发电机三个定子绕组的末端连在一起，成为公共点，公共点为中性点，若接地则为零点，再从首端引出三根连接线，称为端线，俗称火线。若三相供电线路具有中性线则称为三相四线制，若不引出中性线，则称为三相三线制。

相电压UP：端线与中性线之间的电压，参考方向为从端线到中性线

线电压UL：任意两端线间的电压，参考方向由下标决定

相电压和线电压的关系：

## 5.2 三相电路中负载的连接

负载的相电压:每相负载首、末两端之间的电压

负载的线电压:任意两相负载首端之间的电压

### 5.2.1负载的星形联结

#### 三相四线制

中性线电流IN

线电流IL

相电流IP

#### 三相三线制

中性点电位的位移:由于负载不对称和没有中性线导致电源中性点与负载中性点的电压相量不重合的现象

### 5.2.2 负载的三角形联结

对称负载三角形联结有：

## 5.3 三相电路的功率

负载星形联结

负载三角形联结

负载对称时

负载不对称时

# 第六章 供电配电与安全用电

# 第七章半导体器件

## 7.1 半导体的基本知识及PN结的单向导电性

### 7.1.1半导体的基本知识

价电子：原子最外层的电子

空穴：价电子脱离共价键的束缚成为自由电子后在原来的位置留下的空位

电子型半导体(N型半导体)：在硅(或锗)晶体内掺入磷，使自由电子导电成为其主要导电方式

施主原子：N型半导体中施放电子的磷

空穴型半导体(P型半导体)：在硅(或锗)晶体内掺入硼，使空穴导电成为其主要导电方式

受主电子：P型半导体中接受电子的硼

### 7.1.2 PN结及其单向导电性

PN结：将一块半导体的两边分别制成P型半导体和N型半导体，两边由于自由电子与空穴的浓度差异而发生扩散，其交界面最终形成不能移动的受主负离子和施主正离子构成的空间电荷区

漂移：空间电荷区形成的内电场阻碍多数载流子进一步扩散但推动少数载流子越过空间电荷区进入对方区域，这种少数载流子的运动称为漂移

正向偏置：在PN结上加正向电压，即P区接高电位

反向偏置：在PN结上加反向电压，即N区接高电位

反向饱和电流：在一定反向电压范围内，反向电流由于少数载流子数量一定而保持不变

## 7.2半导体二极管

### 7.2.1二极管的符号和种类

### 7.2.2二极管的伏安特性

死区：正向电压不足以克服PN结内电场对多数载流子扩散所造成的阻力，此时正向电流几乎为零。温度升高，死区减小

越过死区后回发生正向压降

反向饱和电流：由于少数载流子漂移运动形成的电流，近似为零

反向击穿：在反向电压达到一定值后反向电流急剧增大的现象

### 7.2.3二极管的主要参数

最大整流电流IOM:允许流过二极管的最大正向平均电流，超过会使PN结过热而损坏

最高反向工作电压URM:保证二极管不被击穿的最大反向电压，一般为反向击穿电压的1/3~1/2

最大反向电流IRM:在URM下对应的反向电流，越小说明单向导电性越好

## 7.3稳压二极管

### 7.3.1稳压管的伏安特性

反向电压在一定范围内变化时，反向电流很小；增高到击穿电压UZ后，电流急剧增大

在反向电流一定范围内击穿可逆

### 7.3.2稳压管的主要参数

稳定电压UZ:稳压管的反向击穿电压

稳定电流IZ:工作电压处于稳定电压时的电流

最大稳定电流IZM:稳压管允许通过的最大反向电流

最大耗散功率PZM:稳压管不发生热击穿时的最大耗散功率

动态电阻rZ:，越小说明稳压性越好

电压温度系数a:温度每增加一度，稳压值变化的百分比数，用以表示稳压值受温度影响的程度

## 7.4发光二极管与光电二极管

发光二极管light-emitting diode,LED

光电二极管:工作在反向电压下，反向电流随光照强度增大而增大

## 7.5双极型晶体管

双极型晶体管由两个PN结构成

### 7.5.1晶体管的基本结构

可分为NPN型和PNP型

晶体管的三个掺杂区域为基区、发射区、集电区，引出的电极称为基极B，发射极E，集电极C；电路符号箭头表示发射极正向偏置时发射极电流的方向

### 7.5.2晶体管的电流放大作用

晶体管具有电流放大作用的外部条件是发射结正向偏置，集电结反向偏置

对于NPN型晶体管，电位关系为

对于PNP型晶体管，电位关系为

且有

静态电流(直流)放大系数:

动态电流(交流)放大系数:

当时称为集电极-基极反向饱和电流

当时称为集电极-发射极穿透电流

### 7.5.3晶体管的特性曲线

### 7.5.4晶体管的主要参数

集电极最大允许电流:放大系数降至额定值的2/3时的集电极电流

集-射极击穿电流:当时，的最大值，超过会击穿损坏晶体管

集电极最大允许耗散功率:晶体管参数变化不超过规定值时所允许的最大功率耗散

## 7.6绝缘栅场效应晶体管简介

场效应管：仅有一种载流子参与导电的单极型晶体管，可分为结型场效应管和绝缘栅型场效应管，后者又可分为N沟道和P沟道两类，每类各有增强型和耗尽型

绝缘栅场效应管(金属-氧化物-半导体metal-oxide-semiconductor,MOS)

# 第八章 基本放大电路

## 8.1放大电路的概念和主要性能指标

### 8.1.1放大电路的概念

### 8.1.2放大电路的主要性能指标

电压放大倍数

放大电路输入电阻

放大电路输出电阻

通频带

其中为输出电压，输入电压，信号源电压，信号源内阻，输出端开路电压，输出端短路电流，最大电压放大倍数

为时对应的上下限截止频率

## 8.2 固定偏置共发射极放大电路

### 8.2.1 固定偏置共发射极电路的组成

直流电源：保证晶体管发射极正向偏置，集电极反向偏置，为输出信号提供能量

基极电阻：控制基极偏置电流

集电极电阻：控制放大电压

耦合电容：分别实现输入端和输出端的交流耦合

### 8.2.2 固定偏置共发射极电路的工作原理

共发射极的输入电压电流与输出电压电流反相

### 8.2.3 直流通路与静态分析

估算法

图解法

先靠估算法得到，通过输入特征曲线确定，并确定输出特征曲线簇对应的曲线，由

确定与对应输出特征曲线的交点

### 8.2.4 交流通路与动态分析

非线性失真：使晶体管的动态工作范围进入饱和或截止非线性区域所引起的失真

饱和失真：输出电压负半周被削平；可通过增大基极电阻解决

截止失真：输出电压正半周被削平；可通过减小基极电阻解决

微变等效电路分析法

晶体管输入电阻

对于低频小功率晶体管有

晶体管输出电阻

## 8.3 分压式偏置共发射极放大电路

为上下偏置电阻，温度补偿电阻，交流旁路电容

### 8.3.1 静态工作点的计算

### 8.3.2 静态工作点的稳定原理

### 8.3.3 动态参数的分析计算

# 第九章 集成运算放大器及其应用

## 9.1 集成运算放大器

### 9.1.1 集成电路简介

### 9.1.2集成运算放大器的电路组成