# 第十五章 非线性电阻电路

非线性电路：含有非线性元件的电路。

非线性电路中有时存在一些不同于线性电路的现象：多值现象、跳跃现象滞回现象、变频现象、混频现象、自激振荡等。

不适用于非线性电路的分析方法：叠加原理，相量法与拉氏变换法，代维南定理和诺顿定理，非线性的端口不能使用互易原理，也没有*Z*、*Y*、*H*、*T*参数。

适用于非线性电路：KCL、KVL。

分析方法：图解法、分段线性化法、小信号法。

## 15.1 非线性元件

**非线性电阻**

伏安关系：一般可表示为*u*、*i*的非线性方程：

若*i*是*u*的单值函数, 称为**压控型电阻**。

若*u*是*i*的单值函数, 称为**流控型电阻**。

非线性电阻在任何一个工作点上都有两类电阻，即静态电阻和动态电阻:

**静态电阻：**工作点*Q*处电压与电流之比：

**动态电阻：**工作点*Q*处电压对电流的导数（伏安特性曲线上*Q*点切线斜率）：

一般，，是*u*、*i*的函数，对于不同的工作点，可以有不同的和，若伏安特性非单调，可能出现负值。

## 15.2 非线性电阻的图解法

### 15.2.1 曲线相加法

作图法很直观，但烦琐，且适用范围有限。对较复杂电路无能为力。此处略。

### 15.2.2 曲线相交法

确定直流工作点的图解法：

由非线性*R*和线性*R*0作出串联DP图，再由确定*i*，（*IQ*再由*IQ*确定*UR*）；

**曲线相交法**：由非线性伏一安关系曲线与实际电压源伏安关系曲线同作于同一坐标点，相交点表明满足KVL，电路平衡。



有时非线性电阻的伏安关系是非单调的，就可能有不只一个曲线。若非线性元件为一个隧道二极管，可能有三个交点*Q*1，*Q*2，*Q*3，其中有稳定的工作点，也有不稳定的。但在一个时刻只能有一个工作点，具体哪个要由外电路和初始状态决定。

## 15.3 分段线性化方法

**求解步骤**：

① 对每一个非线性电阻元件用分段线性函数（折线）逼近其伏安特性曲线。

② 对每一个分段线性元件求出其每一个工作区间的戴维南（诺顿）等效电路的参数。

③ 对每一种可能的组合进行线性电路分析，求出所有可能的解。

④ 对于所有各组求得的解逐一检验，选出所得解位于设定工作区间内的真实解。

用分段线性化法求解，分段越多，越逼近真实伏安特性，求解误差越小。分段线性化法不仅可以用于非线性电阻电路的求解，也可应用于非线性动态电路。

## 15.4 小信号分析法

**求解步骤**：

① 令，求得非线性电阻*R*上的静态工作点()。

② 将非线性电阻*R*等效为静态工作点处的动态电阻，动态电阻为。令，在的作用下，求得R上的和。

③ 由于，所以电路的解为，。