# 第十一章 一阶电路

## 11.1 动态电路的方程及其初始条件

### 11.1.1 动态电路

**稳态电路**：在给定条件下（电路结构，参数处于稳定状态，电源无突然改变输出特性）电路中的电流和电压已达到某一稳态值（对交流电路而言，是指电流和电压的幅值达到稳定值）。简称稳态。

**动态电路**：过渡过程，往往时间短暂，所以也称为暂态。

### 11.1.2 换路定则

**换路**：电路的结构或参数发生的变化，统称为换路。包括：

电源的接通、断开；

电路结构突然改变，如支路的短路或断路；

电路元件参数突然改变；

电路外加电压的幅值、频率或初相的跃变等等。

**换路定则**：在电路换路瞬间，若 或 不为无穷大，则电容两端的电压不能发生跃变；电感中的电流不能发生跃变。

换路时间定为时：

,

,

换路定则反映了电荷守恒、磁链守恒、能量守恒原理。

注意：

换路时电感电压和电容电流可以跃变。

在某些特殊情况下，电容电压或电感电流也可能发生跃变，如有冲激电源作用、出现并联电容或串联电感时。

### 11.1.3 电路初始值的确定

**输入(激励)**：电路中的独立电源。独立电源的作用主要就是向电路提供电能，它是从电路以外向电路以内提供能量，所以称为电路的输入。

**输出(响应)**：在电源或贮能元件作用下，产生的电压、电流。

**初始值**：电路在 时刻的各电压、电流、电荷、磁链等值。

**电路的初始状态**：电路进入暂态时，电路中电容电压（电荷）、电感电流（磁链）的初始值。

**初始值的确定步骤**：

按开关变化前的电路计算出 或 ；

由换路定则计算 或 ；

画换路后 时刻初始状态的等效电路，再由KCL、KVL和元件性质计算 时刻电路中其它电流电压值的初始值。

**初始状态的等效电路**：在换路后的电路中，用大小、极性与电容电压 相等的直流电压源代替电容，用大小、方向与电感电流 相同的直流电流源替代电感，电路中独立源均取 时的值, 电路结构和其他参数不变。

## 11.2 一阶电路的零输入响应

**零输入响应**：输入为0，仅由电路内部贮能(即由初始值)产生的响应。

**衰减因子**： 衰减快慢取决于 的大小, 越大衰减越慢。

**时间常数 的确定方法**：

， 为从 或 两端看的等效电阻。

由电路的响应曲线 。

**零输入响应的一般形式**：

## 11.3 一阶电路的零状态响应

零状态响应：仅由电源产生的响应。

**稳态分量(特解)**：是电路达到稳态时的 或 的值。由于它与外施激励的变化规律有关，又称强制分量。

**自由分量(通解)**：是由于其变化规律取决于特征根，与外施激励无关。自由分量按指数规律衰减，最终趋于零，也称瞬态分量。

**零状态响应的一般形式**：

代入初始值可得:

## 11.4 一阶电路的全响应及三要素法

**完全响应**：由外施激励和初始状态共同引起的响应。 线性电路的完全响应等于零输入响应和零状态响应的叠加。

**一阶电路的全响应**：

**特解**：

直流：稳态值；

正弦交流：相量法。

## 11.5 一阶电路的阶跃响应

### 11.5.1 单位阶跃函数

如果阶跃函数非零值起始于 ，强度为 ，则可表示为 ，其中 称为延时阶跃函数。

### 11.5.2 单位阶跃响应

电源以单位阶跃输入的零状态响应。用 表示。

激励为 时，阶跃响应为 。

## 11.6 一阶电路的冲激响应

### 11.6.1 单位冲激函数

如果冲激函数脉冲发生的时间是 ，强度为 ，则可表示为 ，其中 称为延时冲激函数。

### 11.6.2 函数的抽样特性

对于在任意时刻 处连续的函数 ，有

这一性质称为 函数的抽样特性或筛选特性。

### 11.6.3 与 的数学关系

### 11.6.4 冲激响应

电路在单位冲激函数 激励下的零状态响应，记为 。

### 11.6.5 线性电路的 与 的数学关系

### 11.6.6 单位冲激响应的分析法

**法**

将电路激励由 换作 ；

计算 激励下相应的零状态响应 ；

由 计算 。

**零输入响应法**

确定在 激励下电路的初始状态；

单位冲激响应即是对应电路的零输入响应。

**确定初始状态的方法**

**简捷法**

在有 、元件的电路中，设冲激函数出现在 处，则在该时刻将电感器 开路、电容器 短路，来确定开路电压 与短路电流 ,由此来求 ：

和 ：

**零输入响应法**