

2-6 直流电路总结

一. 电路的基本概念

1. 电路的组成与电路模型

(1) 组成: 任何一个完整的电路通常是由电源、负载和中间环节三部分组成。

(2) 电路模型: 把实际电路中的各种设备和器件都用理想元件来表征, 实际电路就可以画成由各种理想元件的图形符号连接而成的电路图, 这就是实际电路的电路模型(简称电路)。

2. 电路的主要物理量

(1) 电流 电荷(带电粒子)有规则的定向运动形成电流。用电流强度来衡量电流的大小。正电荷运动的方向为电流方向。参考方向是假定的电流方向。在分析计算电路前, 可先任意选定某一方向为电流的参考方向

(2) 电压 就是两点电位之差。电压的实际方向就是电位降低的方向(由高电位指向低电位)。参考方向是假定的电压方向。在分析计算电路时为了方便常取关联参考方向。(关联参考方向是指电流和电压取一致的参考方向)

(3) 电动势 是非静电力把单位正电荷从“-”极板经电源内部移到“+”极板所做的功。他的方向是: 在电源内部由低电位指向高电位(即由“-”极指向“+”极)。

(4) 电位 是电路中某点对参考点的电压。电位是一个相对的物理量, 他的大小和极性与所选取的参考点有关。习惯上常选接地点、机壳或公共节点为参考点。电压与电位的关系是:

$$U_{AB} = V_A - V_B$$

(5) 电功率 单位时间内电路吸收或释放的电功率定义为该电路的功率。当电压、电流采用关联参考方向时, 电功率为 $p = ui$; 当电压、电流采用非关联参考方向时, 电功率为 $p = -ui$ 。

$P > 0$ 表示该二端元件(或网络)吸收功率, 为负载; 若 $p < 0$ 表示该二端元件(或网络)发出功率, 为电源。

3. 电路的三种状态

(1) 空载 电源处于开路状态。其特点是: 电流为零, 端电压等于电源电动势。电源的输出功率为零。

(2) 有载状态 指电源与负载连接成闭合回路, 电路中有电流, 负载两端的电压 $U = E - IR_0$ 电源输出的功率为 $P = I \cdot E - I^2 R_0 = I \cdot U$

(3) 短路 就是电源未经负载而直接由导线短接成形成回路。短路是一种故障状态。特点是: 短路处电压为零, 短路电流 $I_S = E / R_0$ 电源的输出功率 $P = 0$, 电源产生的功率全部消耗在内阻上, 而造成电源过热而损伤或毁坏, 应尽量预防并采用保护措施。

4. 最大功率传输条件: 负载获得最大功率的条件是负载电阻等于电源内阻。

二. 电路的基本元件

1. 无源元件有电阻、电容和电感等负载元件。

(1) 电阻元件是耗能元件。电压与电流取关联参考方向时 $u = Ri$

(2) 电感元件是储能元件。电压与电流取关联参考方向时 $u = -e_L = L \frac{di}{dt}$

(3) 电容元件是储能元件。电压与电流取关联参考方向时 $i = C \frac{du}{dt}$

2. 有源元件(电源) 分为电压源和电流源。

(1) 电压源是一个理想电路元件, 他的端压为定值或是时间函数。实际电压源可以用理想电压源和内阻的串联来表示。

(2) 电流源也是一个理想电路元件, 他发出的电流为定值或是时间函数。实际电流源可以用理想电流源和内阻的并联来表示。等效变换条件是内阻相等, 且 $i_s = \frac{u_s}{R_0}$ 或 $u_s = i_s \cdot R_0$ 。

三. 电路基本定律

基尔霍夫定律是电路分析最基本的定律，它具有普遍适用性。他包括基尔霍夫电流定律和基尔霍夫电压定律。

1. 基尔霍夫电流定律(简称 KCL) 任一时刻流入电路中任一节点的电流之和恒等于流出该节点的电流之和。公式表示为 $\sum i_{\text{入}} = \sum i_{\text{出}}$ 。还可以推广应用于广义节点。

2. 基尔霍夫电压定律 任一时刻，沿电路中任一回路中所有电压的代数和恒等于零。公式表示为 $\sum u = 0$ 也可以推广应用于广义回路中。

四. 简单直流电路分析方法：利用电阻串、并联的特性化简二端网络。

表 1-1 电阻串联与电阻并联电路的特性

连接方式 特性	串 联	并 联
电流关系	$I = I_1 = I_2 = \dots = I_n$	$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$
电压关系	$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$	$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n$
分压或分流公式	$U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U$ $U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U$	$I_1 = \frac{G_1}{G_1 + G_2} I = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I$ $I_2 = \frac{G_2}{G_1 + G_2} I = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I$
功率比	$\frac{p_1}{p_2} = \frac{R_1}{R_2}$	$\frac{p_1}{p_2} = \frac{G_1}{G_2}$

五. 复杂直流电路分析方法：

(1) 支路电流法是电路分析最基本的方法之一。他是以全部支路电流为待求变量，根据基尔霍夫节点电流定律和回路电压定律列出方程组，然后解联立方程，求得各支路电流。

(2) 戴维南定理：任何一个线性有源二端网络，都可用一个实际电压源来等效，等效电压源的电压 U_0 等于该二端网络的开路电压 U_{oc} ，等效内阻 R_0 等于该有源二端网络中所有的理想电源皆为零时所得的无源二端网络的等效电阻 R_{AB} 。