# 第十一章 4 串联电路和并联电路

## 问题？

如果把两个电阻 *R*1 、*R*2 串联或并联后看成一个电阻，你认为这个电阻跟 *R*1 、*R*2 应该是怎样的关系？

*R*2

*R*1

*R*1

*R*2

在初中，我们曾研究过串、并联电路中电流的规律和电压的规律，现在用高中物理知识作进一步分析。在此基础上，讨论串、并联电路中各部分电阻的关系。

## 串、并联电路中的电流

我们知道，恒定电流电路中各处电荷的分布是稳定的，任何位置的电荷都不可能越来越多或越来越少。在图11.4-1 的串联电路中，既然电路中各处的电荷分布保持不变，相同时间内通过 0、1、2、3 各点的电荷量必然相等。因此，**串联电路中的电流处处相等**。

0

1

2

3

图 11.4-1 串联电路

在图 11.4-2 的并联电路中，只有在相同时间内流过干路 0 点的电荷量等于进入各支路 1、2、3 各点的电荷量之和，才能保证电路各处的电荷量的分布保持不变。因此，**并联电路的总电流等于各支路电流之和**。

0

1

2

3

图 11.4-2 并联电路

## 串、并联电路中的电压

在图 11.4-1 的串联电路中，如果以 *φ*0 、*φ*1 、*φ*2 、*φ*3分别表示电路中 0、1、2、3 各点的电势，以 *U*01 、*U*12 、*U*23 、*U*03 分别表示 0 与 1、1 与 2、2 与 3、0 与 3 之间的电势差（电压），那么，由电势差跟电势的关系可知

*U*01 ＝ *φ*0 － *φ*1 ，*U*12 ＝ *φ*1 － *φ*2 ，*U*23 ＝ *φ*2 － *φ*3

因此

*U*01 ＋ *U*12 ＋ *U2*3 ＝ *φ*0 － *φ*3 ＝ *U*03

即，**串联电路两端的总电压等于各部分电路两端电压之和**。

在图 11.4-2 的并联电路中，不考虑导线的电阻，0、1、2、3 各点之间没有电势差，它们具有相同的电势。同样，几个电阻右边的电势也相同。因此，**并联电路的总电压与各支路电压相等**。

## 串、并联电路中的电阻

两个电阻 *R*1 、*R*2 串联起来接到电路里，作为一个整体，它相当于一个电阻 *R*（图 11.4-3）。这个电阻的大小与原来两个电阻的大小有什么关系？

*I*

*R*2

*R*1

*U*

*U*2

*U*1

图 11.4-3 电阻的串联

由于 *R*1 与 *R*2 是串联的，它们两端的总电压 *U* 等于两个电阻两端电压 *U*1 、*U*2 之和，即

*U* ＝ *U*1 ＋ *U*2

由*R* ＝，通过这两个电阻的电流 *I* 是一样的，上式两边都除以电流 *I*，即

 ＝ ＋

可得 *R* ＝ *R*1 ＋ *R*2 （1）

不难证明，如果 *n* 个电阻串联，那么

*R* ＝ *R*1 ＋ *R*2 ＋…＋ *R*n

即，**串联电路的总电阻等于各部分电路电阻之和**。

如图 11.4-4，两个电阻 *R*1 、 *R*2 并联接到电路里，作为一个整体，它相当于一个电阻 *R*，通过它们的总电流 *I* 等于通过两个电阻的电流 *I*1 、*I*2 之和，即

*I* ＝ *I* 1 ＋ *I* 2

*R*1

*R*2

*U*

*I*

*I*1

*I*2

图 11.4-4 电阻的并联

由*R* ＝，两个电阻上的电压*U* 是相同的，把上式两边都除以*U*，得

＝ ＋

可得

＝ ＋ （2）

不难证明，如果 *n* 个电阻并联，那么

＝ ＋ ＋ …＋

即，**并联电路总电阻的倒数等于各支路电阻的倒数之和**。

## 电压表和电流表的电路结构

常用的电压表和电流表都是由小量程的电流表（表头）改装而成的。表头的工作原理涉及磁场对通电导线的作用。从电路的角度看，表头就是一个电阻，同样遵从欧姆定律。表头与其他电阻的不同在于，通过表头的电流是可以从刻度盘上读出来的。

表头的电阻 *R*g 叫作电流表的内阻。指针偏转到最大刻度时的电流 *I*g 叫作满偏电流。表头通过满偏电流时，加在它两端的电压 *U*g 叫作满偏电压。由欧姆定律可知

*U*g ＝ *I*g *R*g

表头的满偏电压 *U*g 和满偏电流 *I*g 一般都比较小。

测量较大的电压时，要串联一个电阻 *R*，把表头改装成电压表（图 11.4-5）。换句话说，电压表可以看作一个电压可读的“大电阻”。串联电阻 *R* 的作用是分担一部分电压，起这种作用的电阻常常被叫作分压电阻。

*U*

*U*R

*U*g

*R*g

*R*

*I*g

*U*

V

图 11.4-5 把表头改装成电压表

测量较大的电流时，则要并联一个电阻 *R*，把小量程的表头改装成大量程的电流表（图 11.4-6）。电流表可以看作一个电流可读的“小电阻”。并联电阻 *R* 的作用是分去一部分电流，起这种作用的电阻常常被叫作分流电阻。

*U*

*I*

A

*U*

*R*g

*I*g

*I*g

*R*

*I*

图 11.4-6 把表头改装成大量程电流表

### 例题

一个表头的内阻 *R*g 为 30 Ω，满偏电流 *I*g 为 1 mA。要把它改装为量程 0～0.6 A的电流表，需要并联多大的电阻？改装后电流表的内阻是多少？

**分析** 电流表由表头和电阻 *R* 并联组成，如图 11.4-6 的虚线框所示。电流表量

程为 0～0.6 A，是指通过电流表的电流为 0.6 A 时，表头的指针指在最大刻度，即通过表头的电流等于 *I*g 。

**解** 通过电阻 *R* 的电流

*I* R ＝ *I* － *I*g ＝（0.6 － 0.001）A ＝ 0.599 A

由欧姆定律可以求出分流电阻

*R* ＝ ＝ ＝ Ω ＝ 5.0×10-2 Ω

电流表内阻 *R*A 等于 *R*g 与 *R* 的并联值，有

*R*A ＝ ＝ Ω＝ 5.0×10-2 Ω

## 练习与应用

1．在图 11.4-7 的电路中，A、B 之间的电压为 *U*，定值电阻的阻值为 *R*，滑动变阻器的最大阻值为 *R*1 。在滑动变阻器的滑动端移动过程中，*R* 两端电压 *U*R 的变化范围是多少？

*U*

*R*

A

B

*R*1

A

*U*R

图 11.4-7

2．（1）如图 11.4-8，电压之比与电阻*R*1 、*R*2 的值有什么关系？请推导出这个关系式。

*U*

*R*2

*R*1

*U*1

A

B

图 11.4-8

（2）图 11.4-9 的电路常被叫作分压电路，当 A、B 之间的电压为 *U* 时，利用它可以在 C、D 端获得 0 和 *U* 之间的任意电压。试说明其中的道理。

*R*

*U*

*U*CD

A

B

C

D

图 11.4-9

3．图 11.4-10 画出了用电压表、电流表测量导体电阻的两种电路图。图中电压表的内阻为 1 kΩ，电流表的内阻为 0.1 Ω，被测导体 *R*的真实电阻为 87.4 Ω。测量时，把电压表示数和电流表示数之比作为电阻的测量值。

乙

*R*

甲

*U*

V

A

*R*

*U*

V

A

图 11.4-10

如果不考虑实验操作中的偶然误差，按甲、乙两种电路进行实验，得到的电阻测量值各是多少？你能从中得出什么结论？

4．图 11.4-11 是有两个量程的电压表，当使用 A、B 两个端点时，量程为 0~10 V ；当使用 A、C 两个端点时，量程为 0～100 V。已知表头的内阻 *R*g 为 500 Ω，满偏电流 *I*g 为1 mA，求电阻 *R*1、*R*2 的值。

A

B

C

*R*g

*R*2

*R*1

10 V

100 V

图 11.4-11

5．图 11.4-12 是有两个量程的电流表，当使用 A、B 两个端点时，量程为 0～1 A，当使用 A、C 两个端点时，量程为 0～0.1 A。已知表头的内阻 *R*g 为 200 Ω，满偏电流 *I*g 为2 mA，求电阻 *R*1 、*R*2 的值。

*R*2

*R*g

*R*1

1 A

0.1 A

A

B

C

图 11.4-12