



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

直流电路

电阻的串并联

主讲：薛强

本节内容



在线开放课程

- 等效的基本概念；
- 电阻的串联等效；
- 电阻的并联等效；
- 电阻的串并联等效。

一. 等效的基本概念

1. 两端电路（网络）

任何一个复杂的电路，向外引出两个端钮，且从一个端子流入的电流等于从另一端子流出的电流，则称这一电路为二端网络（或一端口网络）。



一. 等效的基本概念

2. 两端电路等效的概念

两个两端电路，端口具有相同的电压、电流关系，则称它们是等效的电路。



对A电路中的电流、电压和功率而言，满足：



一. 等效的基本概念



① 电路等效变换的条件:

→ 两电路具有相同的VCR;

② 电路等效变换的对象:

→ 未变化的外电路A中的电压、电流和功率;
(即对外等效, 对内不等效)

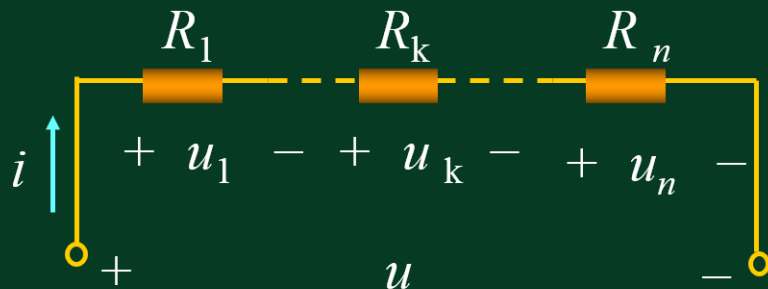
③ 电路等效变换的目的:

→ 化简电路, 方便计算。

二. 电阻的串联等效

1. 电阻串联

① 电路特点



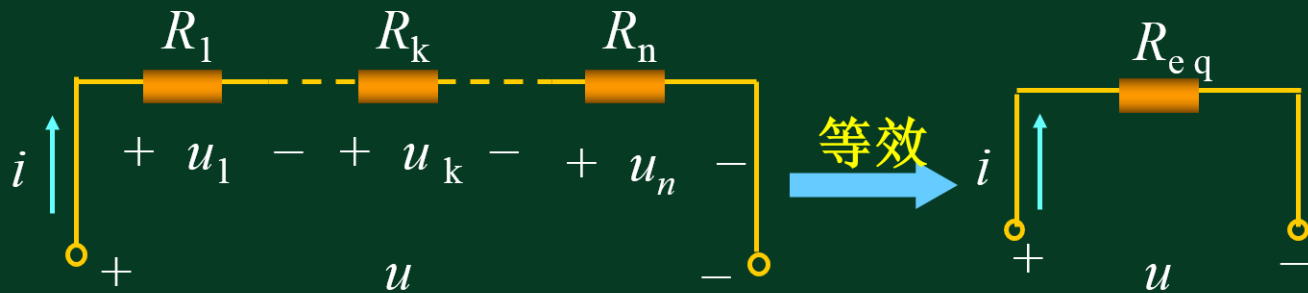
(a) 各电阻顺序连接，流过同一电流 (KCL);

(b) 总电压等于各串联电阻的电压之和 (KVL)。

$$u = u_1 + \cdots + u_k + \cdots + u_n$$

二. 电阻的串联等效

②等效电阻



由欧姆定律

$$u = R_1 i + \cdots + R_k i + \cdots + R_n i = (R_1 + \cdots + R_n) i = R_{eq} i$$

$$R_{eq} = R_1 + \cdots + R_k + \cdots + R_n = \sum_{k=1}^n R_k > R_k$$

 **结论** 串联电路的总电阻等于各分电阻之和。

二. 电阻的串联等效

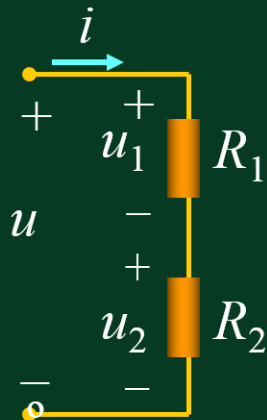
③ 串联电阻的分压

$$u_k = R_k i = R_k \frac{u}{R_{eq}} = \frac{R_k}{R_{eq}} u < u$$

 **表明** 电压与电阻成正比，因此串联电阻电路
可作分压电路。

例 两个电阻的分压：

$$u_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} u \quad u_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} u$$



二. 电阻的串联等效

④功率

$$p_1=R_1i^2, \quad p_2=R_2i^2, \quad \dots, \quad p_n=R_ni^2$$

$$p_1:p_2:\dots:p_n=R_1:R_2:\dots:R_n$$

总功率

$$p=R_{\text{eq}}i^2=(R_1+R_2+\dots+R_n)i^2$$
$$=R_1i^2+R_2i^2+\dots+R_ni^2$$



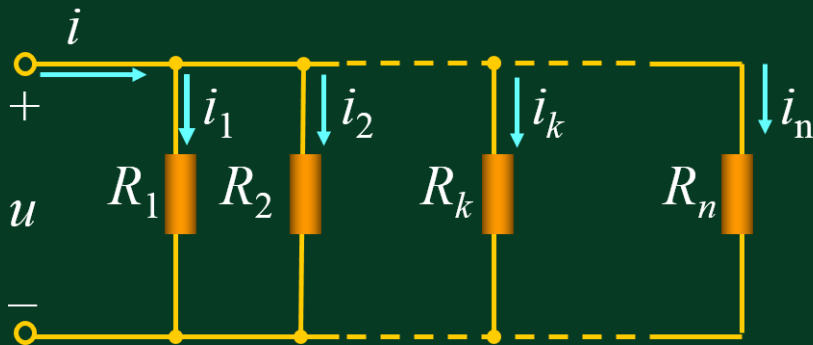
表明

$$=p_1+p_2+\dots+p_n$$

- ①电阻串联时，各电阻消耗的功率与电阻大小成正比；
- ②等效电阻消耗的功率等于各串联电阻消耗功率的总和。

三. 电阻的并联等效

① 电路特点



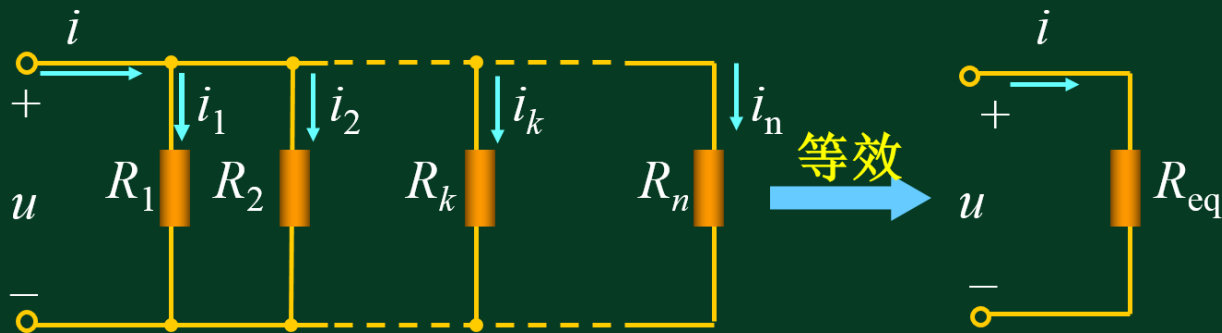
(a) 各电阻两端为同一电压 (KVL);

(b) 总电流等于流过各并联电阻的电流之和(KCL)。

$$i = i_1 + i_2 + \dots + i_k + \dots + i_n$$

三. 电阻的并联等效

②等效电阻



由KCL:

$$i = i_1 + i_2 + \dots + i_k + \dots + i_n$$
$$= u/R_1 + u/R_2 + \dots + u/R_n$$
$$= u(1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_n) = uG_{eq}$$
$$G_{eq} = G_1 + G_2 + \dots + G_n = \sum_{k=1}^n G_k > G_k$$

三. 电阻的并联等效

 **结论** 等效电导等于并联的各电导之和。

$$\frac{1}{R_{eq}} = G_{eq} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_n} \quad \text{即} \quad R_{eq} < R_k$$

③ 并联电阻的分流

电流分配与
电导成正比

$$\frac{i_k}{i} = \frac{u/R_k}{u/R_{eq}} = \frac{G_k}{G_{eq}} \quad \longrightarrow \quad i_k = \frac{G_k}{G_{eq}} i$$

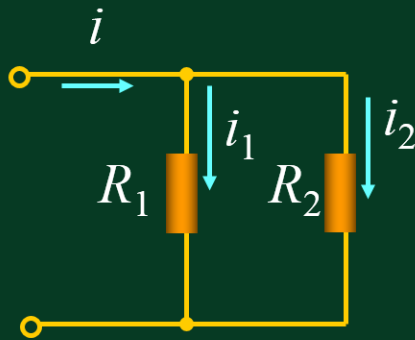
三. 电阻的并联等效

例 两电阻的分流:

$$R_{eq} = \frac{1/R_1 \cdot 1/R_2}{1/R_1 + 1/R_2} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$i_1 = \frac{1/R_1}{1/R_1 + 1/R_2} i = \frac{R_2 i}{R_1 + R_2}$$

$$i_2 = \frac{1/R_2}{1/R_1 + 1/R_2} i = \frac{R_1 i}{R_1 + R_2} = (i - i_1)$$



三. 电阻的并联等效

④ 功率

$$p_1 = G_1 u^2, \quad p_2 = G_2 u^2, \quad \dots, \quad p_n = G_n u^2$$

$$p_1 : p_2 : \dots : p_n = G_1 : G_2 : \dots : G_n$$

总功率

$$\begin{aligned} p &= G_{\text{eq}} u^2 = (G_1 + G_2 + \dots + G_n) u^2 \\ &= G_1 u^2 + G_2 u^2 + \dots + G_n u^2 \\ &= p_1 + p_2 + \dots + p_n \end{aligned}$$



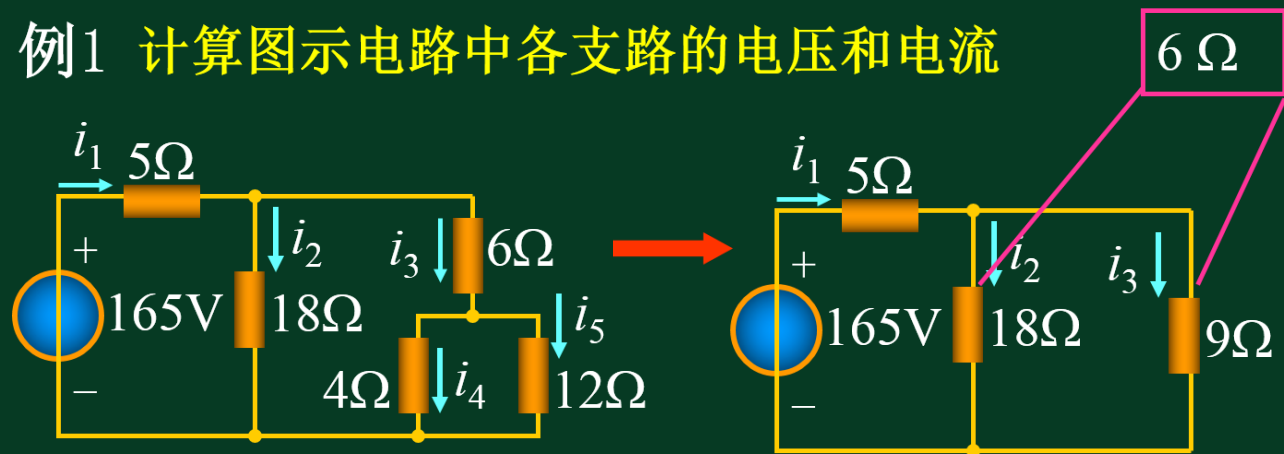
表明 ① 电阻并联时，各电阻消耗的功率与电阻大小成反比；

② 等效电阻消耗的功率等于各并联电阻消耗功率的总和

四. 电阻的串并联等效

电路中有电阻的串联，又有电阻的并联，这种连接方式称电阻的串并联。

例1 计算图示电路中各支路的电压和电流



$$i_1 = 165/11 = 15\text{A} \quad u_2 = 6i_1 = 6 \times 15 = 90\text{V}$$

小结



在线开放课程

- 等效的基本概念；
- 电阻的串联等效；
- 电阻的并联等效；
- 电阻的串并联等效。