



湖南三一工业职业技术学院
HUNAN SANY POLYTECHNIC COLLEGE

第一章 电路的基本概念与定律





目录

- 1、电压源
- 2、电流源
- 3、电压源与电流源等效变换



重点内容:

理想电压源与电流源概念

电压源与电流源模型

电压源与电流源等效变换

难点内容:

电压源与电流源等效变换



新课导入:

想一想:

电压源与电流源有什么区别，我们常见的
手电筒是电压源还是电流源？



新课讲解

电路的正常工作离不开电源。实际电源可以用两种不同的电路模型来表示：

用电压形式来表示的 $\longrightarrow$ 电压源

用电流形式来表示的 $\longrightarrow$ 电流源

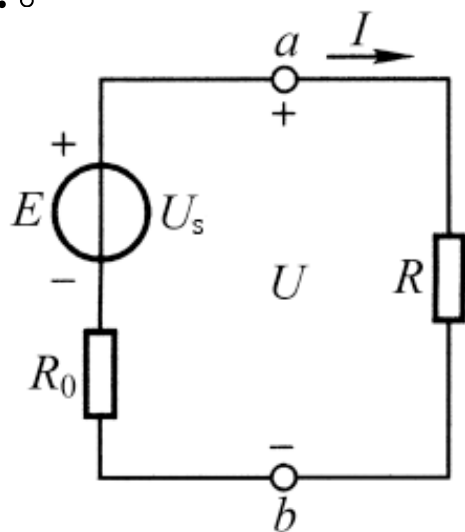


1. 电压源

任何一个电源都含有电动势 E 和内阻 R_0 ，从电路结构上来看，它们是紧密结合在一起的。但为了便于对电路进行分析与计算，往往将它们分开，这样由电动势 E 和内阻 R_0 串联组成的电源电路模型称为电压源，如下图所示：。

电压源对外提供的电压 U 与电流 I 关系为：

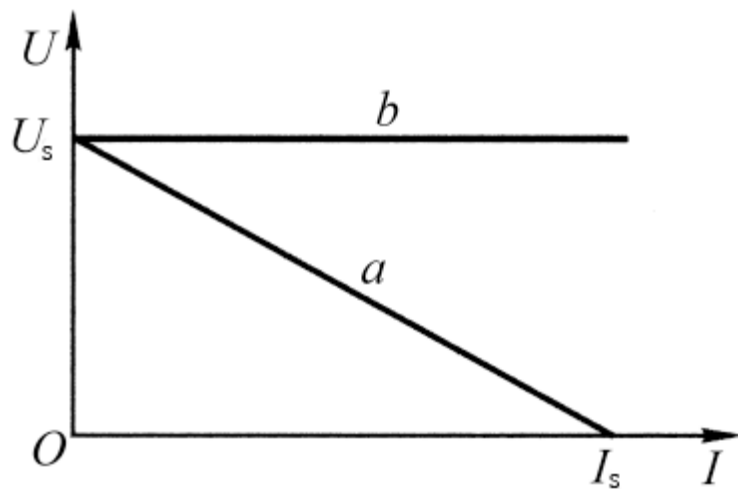
$$U = E - IR_0$$





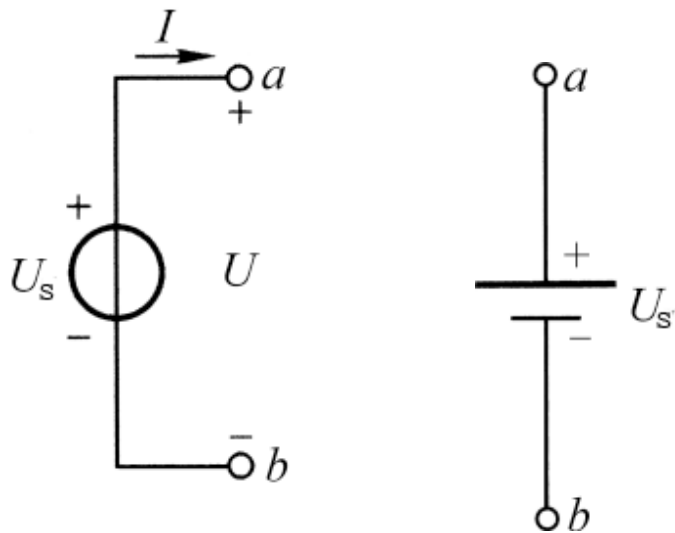
根据上式可作出电压源的外特性曲线，如下图所示 a 线。
电压源开路时， $I=0$ ， $U=U_S=E$ ；电压源短路时， $U=0$ ， $I=I_S=E/R_0$ 。显然，内阻 R_0 越小，外特性曲线越平坦。

理想电压源的外特性曲线是一条与横轴平行的直线，如下图所示 b 线。





当 $R_0=0$ 时，输出电压 U 恒等于电动势 E （或 U_s ），为一定值，与流过的电流 I 无关，其电流 I 由负载电阻 R 及输出电压 U 本身确定。这样的电压源称为理想电压源或恒压源，其符号如下图所示。其中，左图所示既可表示直流恒压源，也可表示交流恒压源；而右图所示仅表示直流恒压源。





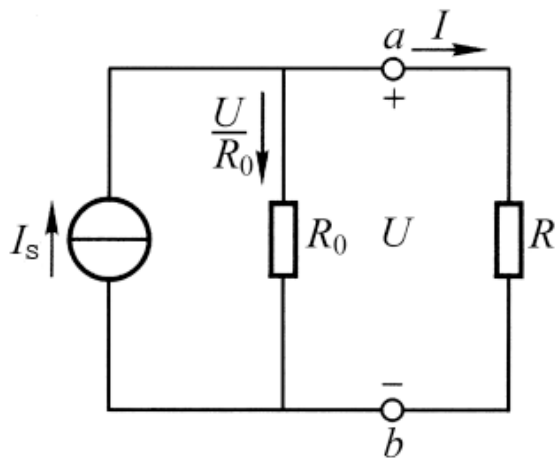
理想电压源是一种理想的情况，实际中并不存在。但如果电源的内阻 R_0 远小于负载电阻 R ，即 $R_0 \ll R$ ，则内阻电压降 $R_0 I \ll U$ ，于是，电压源对外提供的电压 $U \approx E$ ，基本保持恒定，此时可以认为是理想电压源。例如，稳压电源在其工作范围内就可认为是一理想电压源。



2. 电流源

$$\frac{U}{R_0} = \frac{E}{R_0} - I = I_S - I$$
$$I_S = \frac{U}{R_0} + I$$

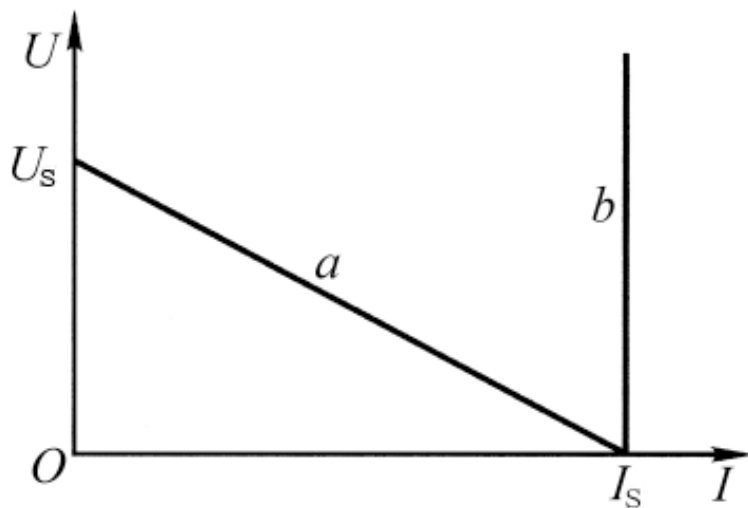
根据上式可作出如下图所示电路图。其中，由电流 I_S 和内阻 R_0 并联组成的电源电路模型称为电流源。





电流源的外特性曲线如下图所示 a 线。电流源开路时， $I=0$ ， $U=U_S=I_S R_0$ ；电流源短路时， $U=0$ ， $I=I_S$ 。显然，内阻 R_0 越大，外特性曲线越陡。

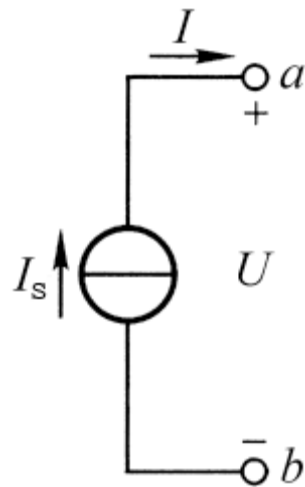
理想电流源的外特性曲线是一条与纵轴平行的直线，如下图所示 b 线。





当 $R_0 = \infty$ 时，电流 I 恒等于电流 I_S ，为一定值，与电流源两端的电压 U 无关，其电压 U 由负载 R 及电流 I 本身确定。这样的电流源称为理想电流源或恒流源，其符号如下图所示。

理想电流源也是一种理想的情况，实际中并不存在。但如果电源的内阻 R_0 远大于负载电阻 R ，即 $R_0 \gg R$ ，则 $I \approx I_S$ ，基本保持恒定，此时可以认为是理想电流源。



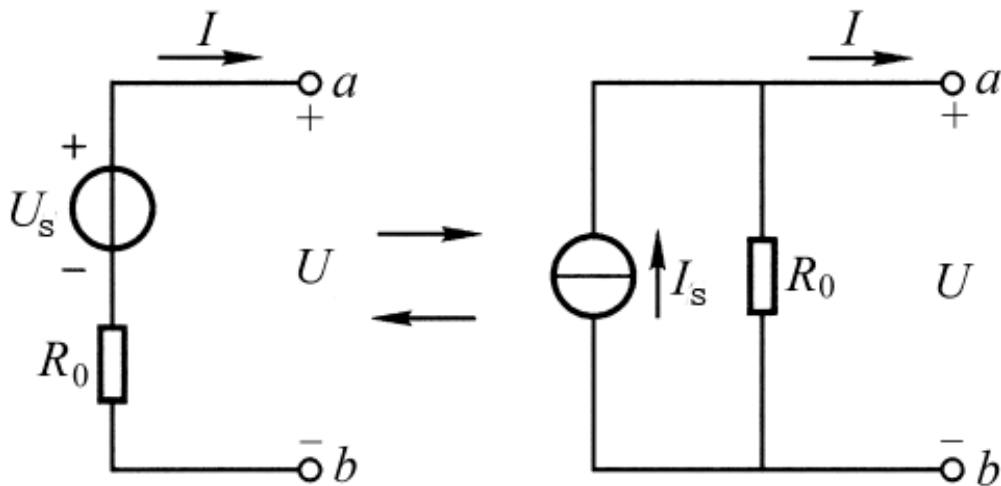


3. 电压源与电流源的等效变换

一个实际电源可以用电压源表示，也可以用电流源表示，这说明电压源和电流源对同一外电路而言是等效的，可以进行等效变换，如下图所示。等效变换的条件为变换后保持输出电压和输出电流不变，即：

$$I_S = \frac{U_S}{R_0}$$

$$U_S = I_S R_0$$





在对电压源和电流源进行等效变换时，还应注意以下几点。

(1) 电压源和电流源的等效变换关系只是相对于外电路而言的，而对电源内部是不等效的。例如，当电源两端处于开路状态时，对电压源， $I=0$ ，电源内阻 R_0 不损耗功率；而对电流源，电源内部仍有电流，其内阻 R_0 损耗功率。

(2) 等效变换时，两电源的参考方向要一一对应。



(3) 理想电压源与理想电流源之间无等效关系。因为理想电压源的内阻 $R_0=0$ ，若能等效变换，则变换后电流源的短路电流 $I_S=U_S/R_0=\infty$ ；同样，理想电流源的内阻 $R_0=\infty$ ，若能等效变换，则变换后电压源的开路电压 $U_S=I_S R_0=\infty$ ，它们都不能得到有限值，是没有意义的。

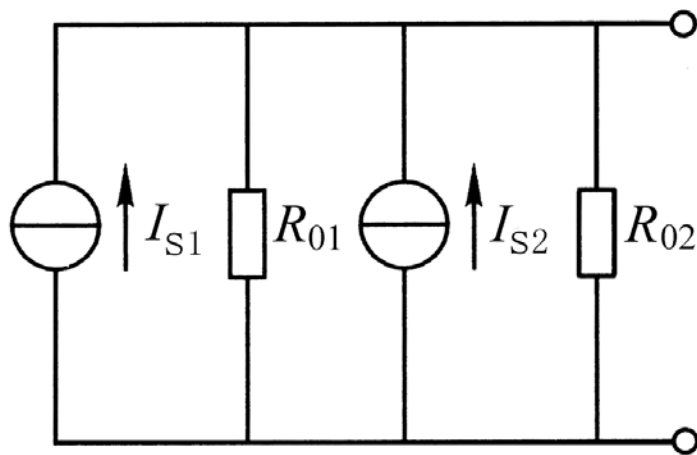
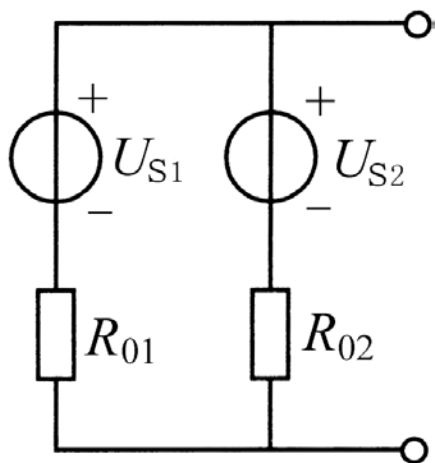
(4) 任何一个电动势为 E 的理想电压源和某个电阻 R 串联的电路，都可化为一个电流为 I_S 的理想电流源和这个电阻并联的电路，两者是等效的。



例：如左图所示，已知 $U_{S1}=24\text{V}$ ， $R_{01}=4\Omega$ ， $U_{S2}=30\text{V}$ ， $R_{02}=6\Omega$ ，试计算其等效电压源的电压 U_S 和内电阻 R_0 。

【解】先将两个电压源等效变换为电流源，如右图所示，其中

$$I_{S1} = \frac{U_{S1}}{R_{01}} = \frac{24}{4} = 6(\text{A}) \quad I_{S2} = \frac{U_{S2}}{R_{02}} = \frac{30}{6} = 5(\text{A})$$



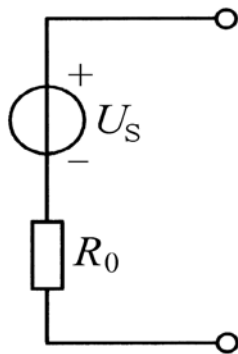
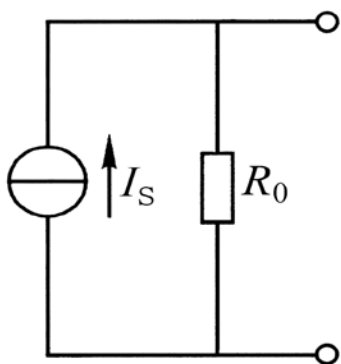


然后，再将两个电流源合并为一个等效电流源，如左图所示，其中

$$I_S = I_{S1} + I_{S2} = 6 + 5 = 11(\text{A}) \quad R_0 = \frac{R_{01}R_{02}}{R_{01} + R_{02}} = \frac{4 \times 6}{4 + 6} = 2.4 (\Omega)$$

最后，再将这个等效电流源变换为等效电压源，如右图所示，其中

$$U_S = R_0 I_S = 2.4 \times 11 = 26.4(\text{V}) \quad R_0 = 2.4 (\Omega)$$





小结

- 1.由电动势 E 和内阻 R_0 串联组成的电源电路模型称为电压源，由电流 I_S 和内阻 R_0 并联组成的电源电路模型称为电流源。
- 2.一个实际电源可以用电压源表示，也可以用电流源表示，这说明电压源和电流源对同一外电路而言是等效的，可以进行等效变换。



湖南三一工业职业技术学院
HUNAN SANY POLYTECHNIC COLLEGE

品质改变世界

谢谢大家