

# 对电源模型等效变换理解存在的歧义

方志聪, 刘显奎

(西昌学院, 四川 西昌 615013)

**【摘要】**根据对两种电源模型在内阻趋于零和无穷大时伏安特性变化趋势的分析, 指出通常对电源模型等效变换理解存在的歧义, 全面、准确的理解应是理想电压源不能等效变换为电流源, 理想电流源不能等效变换为电压源。

**【关键词】**电源模型; 等效变换; 理解; 歧义; 电压源; 电流源

**【中图分类号】**TM133 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1673-1891(2010)04-0035-03

一个电源可以用两种不同的电路模型来表示, 分别是电压源模型和电流源模型, 即可以用理想电压源与电阻的串联、理想电流源与电阻的并联来表示, 两种电源模型又可相互进行等效变换, 即电源模型的等效变换。

## 1 电源的两种电路模型

根据戴维宁定理, 一个线性有源二端网络, 可以用一个理想电压源和内阻的串联来等效代替, 如图1所示电压源模型, 电压源模型的方程为:  $u = u_s - Ri$ 。

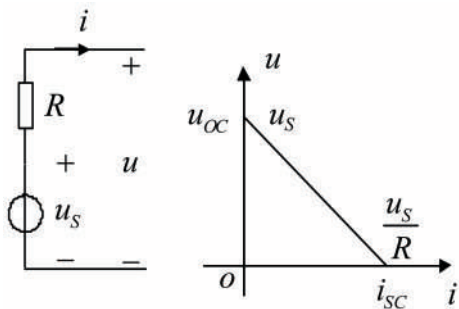


图1 电压源模型及其伏安特性

根据诺顿定理, 一个线性有源二端网络, 也可以用一个理想电流源和内阻的并联来等效代替, 如图2所示电流源模型, 电流源模型的方程为:  $i = i_s - Gu$ 。

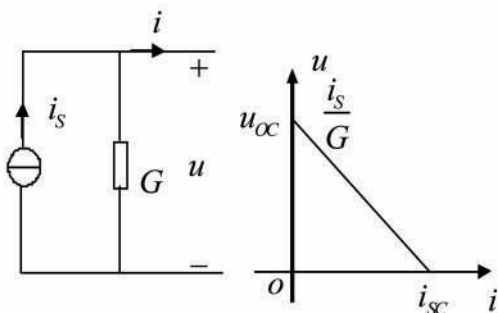


图2 电流源模型及其伏安特性

## 2 两种电源模型的等效变换

欲使电压源模型等效变换为电流源模型, 或使

电流源模型等效变换为电压源模型, 二者应具有完全相同的伏安特性, 即图1、图2中的两条曲线应相同, 也即是电压源模型的方程  $u = u_s - Ri$  与电流源模型的方程  $i = i_s - Gu$  应等价, 则应有:

$$u_s = \frac{i_s}{G}, \quad R = \frac{1}{G}$$

或

$$i_s = \frac{u_s}{R}, \quad G = \frac{1}{R}$$

## 3 电源模型等效变换的理解

### 3.1 通常的理解

对于两种电源模型的等效变换的理解与应用, 许多教材和文章均有论述, 多数均强调一点: “理想电压源和理想电流源本身之间没有等效的关系”<sup>[1]</sup>; “当  $R=0$  或  $G=0$  时, 实际电源的模型即等效为一个理想电压源或一个理想电流源, 他们之间不存在等效关系”<sup>[2]</sup>; “理想电压源与理想电流源之间不能进行等效变换”<sup>[3]</sup>; “在进行电源的等效变换中, 只有实际的电压源和实际电流源才有互换意义, 而理想电压源、电流源之间不能等效代替”<sup>[4]</sup>。

### 3.2 通常理解存在的歧义

上述表述是不够全面的, 容易引起歧义, 特别是对于初学者, 学生很容易理解成是理想电压源和理想电流源二者之间能不能进行等效变换的问题 (结论是不能), 但这并非仅是理想电压源和理想电流源二者之间不能进行等效变换, 而应理解为理想电压源没有与之对应的等效电流源 (包括理想电流源、实际电流源), 同理, 理想电流源也没有与之对应的等效电压源 (包括理想电压源、实际电压源)。

### 3.3 歧义分析

所谓等效变换, 是对外等效, 是对外部电路而言, 两种电源模型应具有完全相同的伏安特性, 而按定义, 理想电压源和理想电流源具有完全不同的伏安特性, 如图3、图4所示。

对于电压源模型, 当内阻越来越小, 逐渐趋于零时 ( $R \rightarrow 0$ ), 由  $u = u_s - Ri$  可知, 其伏安特性曲线的变

收稿日期: 2010-09-15

作者简介: 方志聪(1965- ), 男, 四川西昌人, 硕士, 副教授, 主要从事物理教学工作。

化趋势如图5所示,逐渐变为水平直线,趋于理想电压源模型。而当内阻越来越大,逐渐趋于无穷大时( $R \rightarrow \infty$ ),其伏安特性曲线的变化趋势如图6所示,逐渐变为竖直直线,但这并不能视为趋于理想电流源模型,而是电压源开路状态。

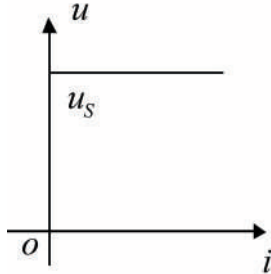


图3 理想电压源伏安特性

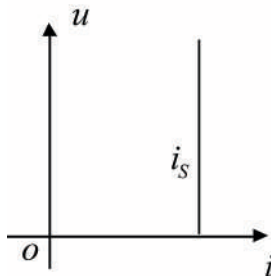


图4 理想电流源伏安特性

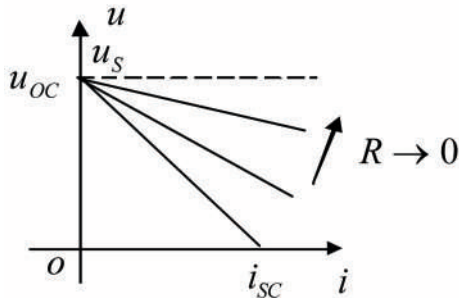


图5 电压源模型伏安特性在 $R \rightarrow 0$ 时的变化趋势

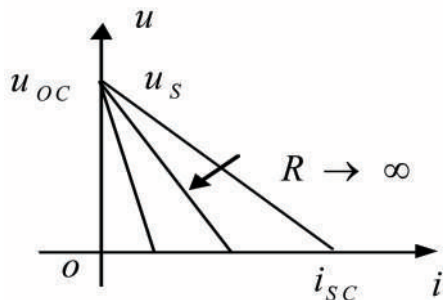


图6 电压源模型伏安特性在 $R \rightarrow \infty$ 时的变化趋势

对于电流源模型,当内阻越来越大,逐渐趋于无穷大时( $R \rightarrow \infty, G \rightarrow 0$ ),由 $i = i_s - Gu$ 可知,其伏安特性曲线的变化趋势如图7所示,逐渐变为竖直直线,趋于理想电流源模型。而当内阻越来越小,逐渐趋于零时( $R \rightarrow 0, G \rightarrow \infty$ ),其伏安特性曲线的变化趋势如图8所示,逐渐变为水平直线,但这并不能视为趋

于理想电压源模型,而是电流源短路状态。

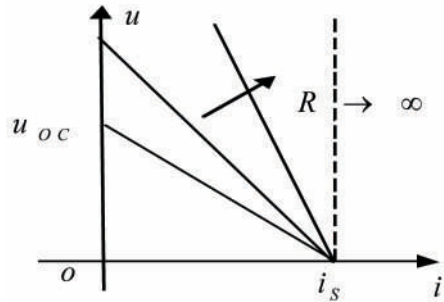


图7 电流源模型伏安特性在 $R \rightarrow \infty$ 时的变化趋势

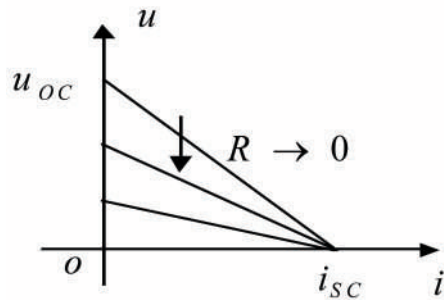


图8 电流源模型伏安特性在 $R \rightarrow 0$ 时的变化趋势

由以上分析可知,理想电压源和理想电流源具有完全不同的伏安特性,它们分别是实际电源向两个不同方向发展的结果,发展趋势不一样,是事物的两个极端状态,两个极端状态是完全不同的,当然不能进行等效变换,直观来讲,水平和竖直的直线无论如何也不相同,故而理想电压源不能等效变换为理想电流源,此即前面所述的“理想电压源与理想电流源之间不能进行等效变换”等表述的含义,但并非仅限于此,从特性曲线上看,一条水平的直线也没有任何一条倾斜的直线与之相对应,同理,一条竖直的直线也没有任何一条倾斜的直线与之相对应,即理想电压源不能等效变换为实际电流源,同理,理想电流源也不能等效变换为实际电压源。

在两种电源模型中,从变化趋势来看,除两个极端状态,总能找到两条相同的伏安特性曲线,故按照等效的定义,二者具有完全相同的伏安特性,从而使电压源模型能等效变换为电流源模型,或使电流源模型等效变换为电压源模型,也即是电压源模型的方程 $u = u_s - Ri$ 与电流源模型的方程 $i = i_s - Gu$ 应等价,此时应有: $u_s = \frac{i_s}{G}, R = \frac{1}{G}$ ;或 $i_s = \frac{u_s}{R}, G = \frac{1}{R}$ 。

### 4 结论

故全面、准确的理解应为:理想电压源不能等效变换为电流源(包括理想电流源、实际电流源),理想电流源不能等效变换为电压源(包括理想电压

源、实际电压源);或者说,理想电压源没有与之对应的等效电流源(包括理想电流源、实际电流源),理想电流源也没有与之对应的等效电压源(包括理

想电压源、实际电压源)。

总之,只有实际的电压源和实际电流源才有可能进行等效变换。

#### 注释及参考文献:

- [1]秦曾煌主编.电工学上册,电工技术[M].北京:高等教育出版社,2003:40.
- [2]王春生主编.电路原理[M].重庆:重庆大学出版社,2002:29.
- [3]郭木森主编.电工学[M].北京:高等教育出版社,2001:141.
- [4]王兴春.如何理解电源模型的等效变换[J].职教论坛,2003(4):59.

## The Ambiguity of Understanding Equivalent Transformation of Power Models

FANG Zhi-cong, LIU Xian-kui

(Xichang College, Xichang, Sichuan 615013)

**Abstract:** According to an analysis of variation trend of voltage current characteristic of two power models when the internal resistance approaches zero or infinity, this paper points out ambiguity that exists usually of understanding equivalent transformation of power models. A comprehensive and accurate understanding should be an ideal voltage source cannot be equivalently transformed into a current source and an ideal current source cannot be equivalently transformed into a voltage source either.

**Key words:** Power models; Equivalent transformation; Understanding; Ambiguity; Voltage source; Current source