

# 科学与技术区别



# 麦克斯韦方程组



# 第2讲 集总电路抽象 与二端元件

一、集总抽象、原则、局限性

二、实际与理想二端元件

难点：集总抽象

# 集总电路抽象

- 内容

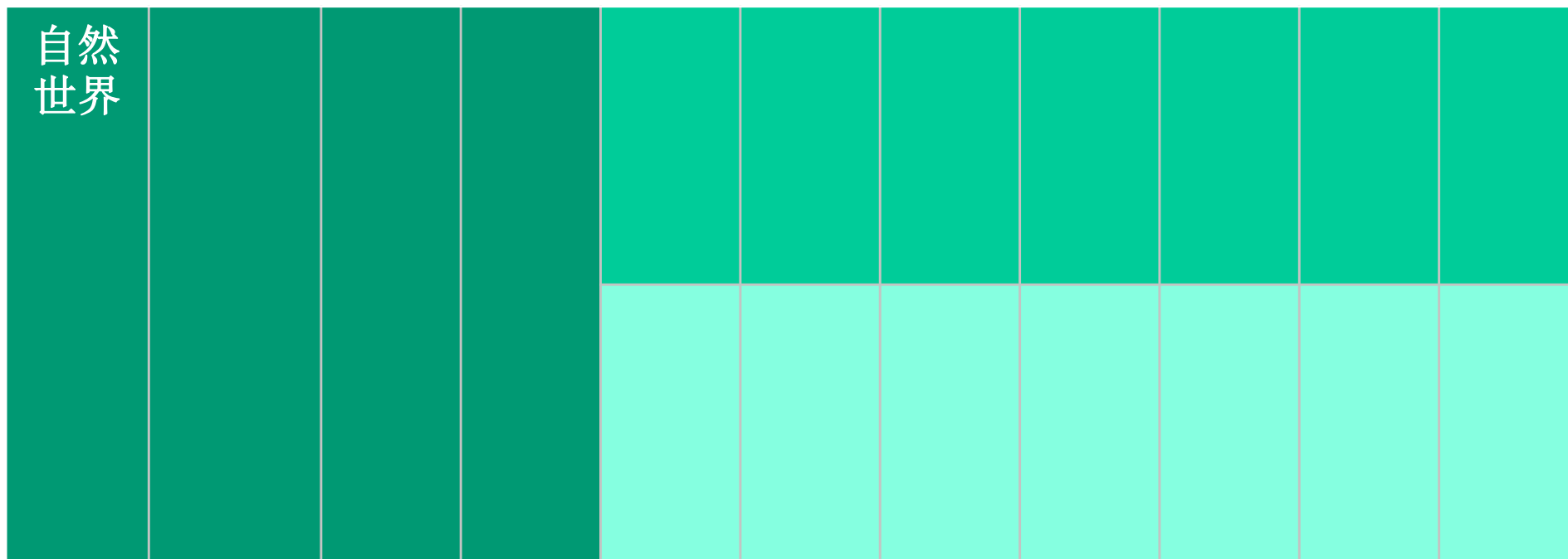
集总电路抽象、原则、局限性

- 目标

说出何为集总电路抽象、集总事物的三条原则是什么，以及集总电路抽象有何局限性。

# 集总电路抽象 (1/8)

- 抽象：抽取事物共同、本质性特征的思维过程
- 集总：与大小、位置无关，与“分布”意义相反
- 集总元件：在物理定律基础上对电路元件进行集总抽象的结果



# 集总电路抽象 (2/8)

## ● 最美方程——麦克斯韦方程组



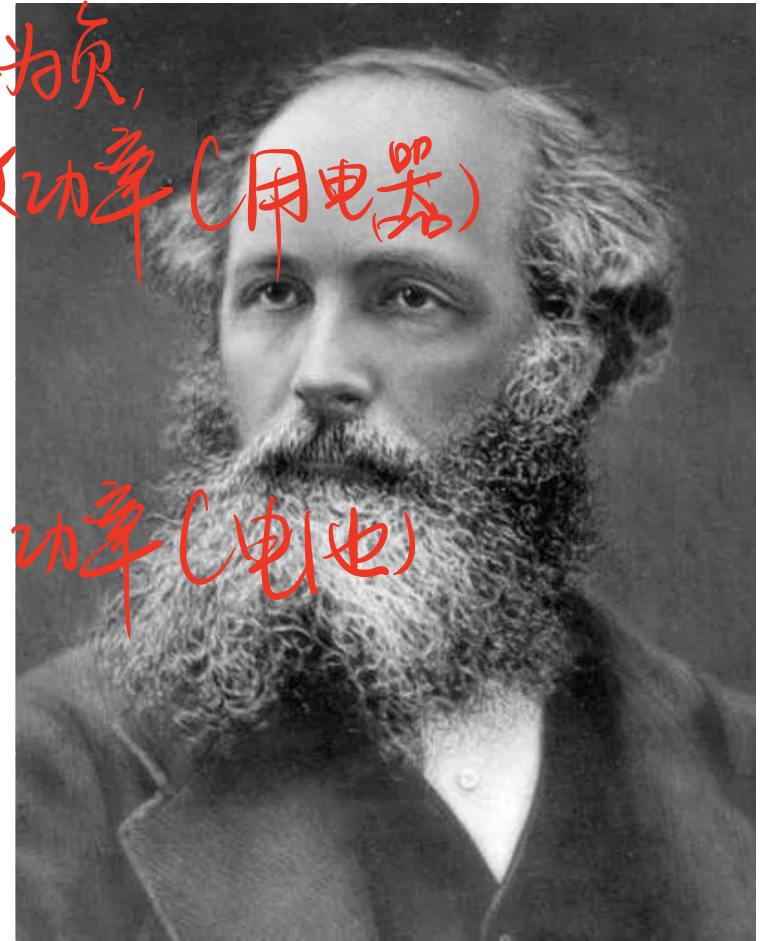
各位同学 大家好 我是李永乐老师

# 集总电路抽象 (3/8)

## ● 最美方程组 麦克斯韦方程组

功率为正时, 电流和电压同时为正或为负,  
说明电流与电压方向一致, 是吸收功率(用电器)

功率为负时, 电流和电压一正一负,  
说明电流与电压方向相反, 是发出功率(电源)





# 集总电路抽象 (4/8)

## 集总电路抽象



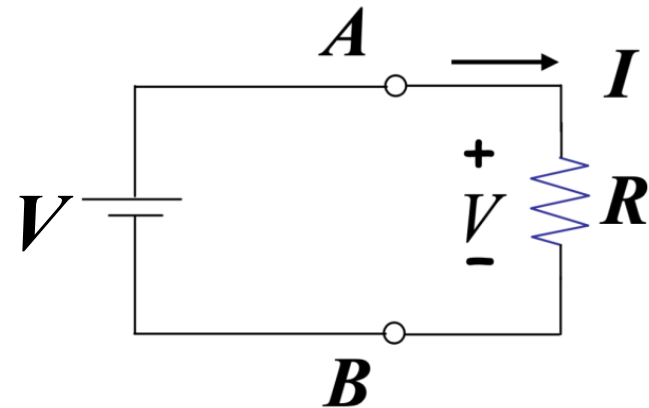
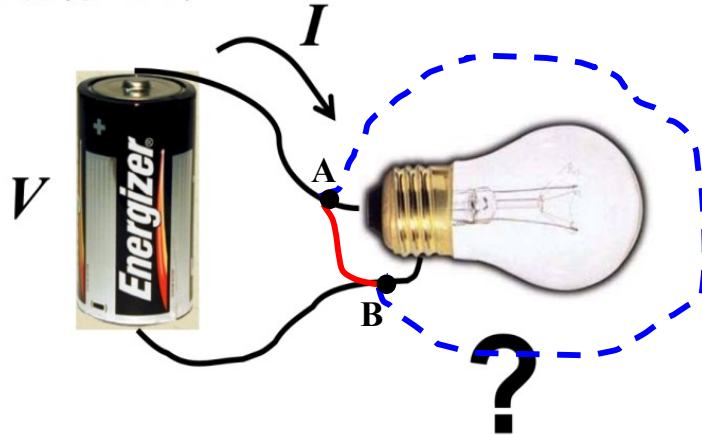


# 集总电路抽象 (5/8)

## ● 集总事物三原则 (集总抽象的三个条件)

- 1、 $\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -\frac{\partial \Phi_B}{\partial t} = 0$  在所有时刻使元件与外部任何闭环链接的磁链的变化率为0 即磁通量关于时间的变化率为0
- 2、 $\oint \mathbf{J} \cdot d\mathbf{S} = -\frac{\partial q}{\partial t} = 0$  在所有时刻使元件内部总的随时间变化的电荷量为0 即元件内部电荷变化量为0
- 3、信号的时间尺度应远大于电磁波通过元件的时间。

Consider

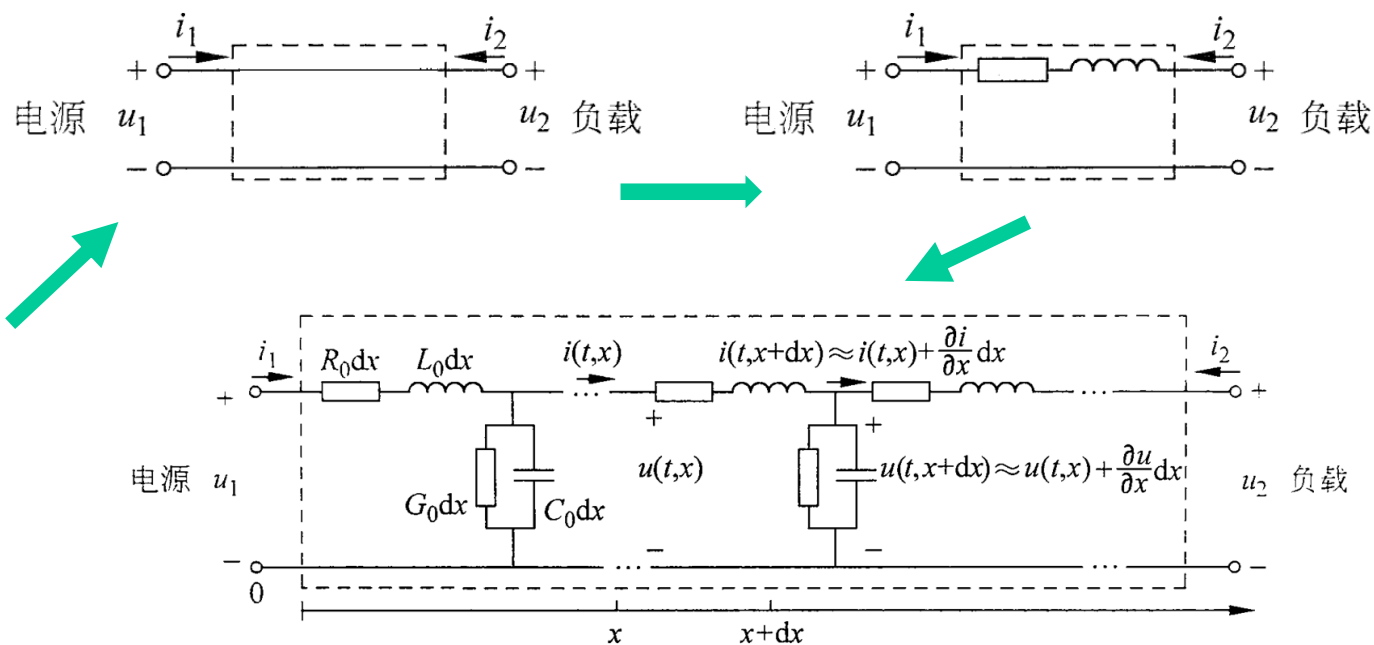


# 集总电路抽象 (6/8)

## ● 集总电路抽象实际应用的局限性

● 频率越来越高，尺寸越来越小

● 时变信号

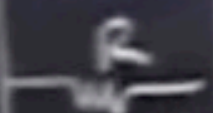




## ● 传输直流电时如何抽象？

# 集总电路抽象 (7/8)

层次：  
抽象是有层次的

网易公开课

Natural		Phy laws	CCA
V	I		
3	0.1	$V = RI$	
6	0.2	Maxwell's	
9	0.3		
12	0.4		

一会展示我是如何做到的  
and show you how we make the jump in a few minutes

# 集总电路抽象 (8/8)

## ● 计算机科学抽象的层次

自然世界	物理定律	集总电路抽象	放大抽象	数字抽象	组合逻辑	时序逻辑	指令结构	编程语言	软件系统	各种应用																				
<table><tr><td>V</td><td>I</td></tr><tr><td>3</td><td>.1</td></tr><tr><td>6</td><td>.2</td></tr><tr><td>9</td><td>.3</td></tr><tr><td>12</td><td>.4</td></tr></table>	V	I	3	.1	6	.2	9	.3	12	.4	$R=V/I$  麦克斯韦方程	<table><tr><td>R</td></tr><tr><td></td></tr><tr><td>C</td></tr><tr><td></td></tr><tr><td>V</td></tr><tr><td></td></tr></table>	R		C		V			<table><tr><td></td></tr><tr><td></td></tr></table>			<table><tr><td></td></tr></table>		<table><tr><td></td></tr></table>		X86	Java C Pathon	Linux  Win.	Video Games ...\$
V	I																													
3	.1																													
6	.2																													
9	.3																													
12	.4																													
R																														
C																														
V																														
				运放抽象	模拟器件	各种应用  面包机，控制器， .....  .....\$																								
					振荡器，滤波器																									

# 二端元件

- 内容

理想二端元件、实际二端元件及其建模

- 目标

写出理想元件电压与电流之间的关系式；  
按关联变量约定为二端元件标注电压和电流  
参考方向；用理想元件对常见实际元件进行  
建模。

# 二端元件 (1/2)

● **理想元件**：用数学公式（元件定律）定义、反映元件基本物理规律的假想元件，又叫元件模型。

● **电阻**：电压与电流之间满足代数关系

● 线性时变电阻

$$v(t) = i(t)R(t)$$

● 线性非时变电阻

$$v(t) = i(t)R$$

● 非线性电阻

$$v(t) = Ki(t)^3$$

● **电容**：电压与电流之间满足积分关系

$$v(t) = v(t_0) + \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i(t) dt$$

● **电感**：电压与电流之间满足微分关系

$$i(t) = i(t_0) + \frac{1}{L} \int_{t_0}^t v(t) dt$$

# 二端元件 (2/2)

- 理想导体： ?
- 电压源： ?
- 电流源： 内阻无穷大， 电流恒定
- 独立电源： 电压或电流大小独立于电路的其它部分
- 受控电源

注： 元件的开路和短路

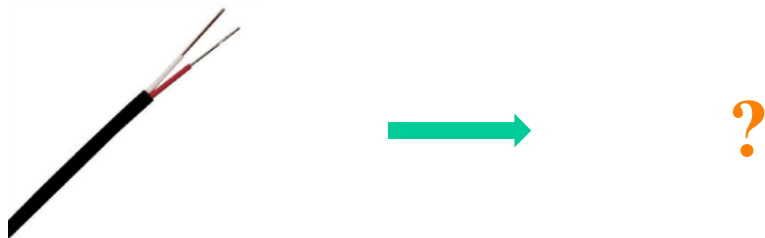
## ● 物理元件 (实际元件)

- 电池
- 导线
- 灯丝、 电炉、 电阻器
- 线圈、 变压器、 电感器
- 麦克风、 接近开关、 电容器



# 物理元件建模 (1/3)

- 物理导线：烧不断的理想导线或电阻



- 电池：电压恒定的电压源，或其与电阻的串联



- 麦克风：时变电压源与电阻的串联



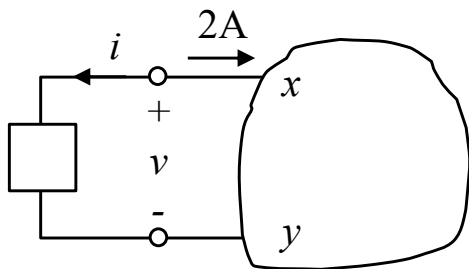
# 物理元件建模 (2/3)

## ● 电路与电路图 (电路抽象)

- 电路可以传送、转换能量, 处理信息
- 用元件模型构成的图, 用来表示物理电路或实际电路
- 理论分析与实际结果有**差异**, 与元件模型和方法有关

## ● 参考方向与关联变量约定

- 电流与电压是有方向的, 需先设定参考方向
- 约定电流**流入**元件电压的**正**接线端
- **元件定律**在关联变量约定下定义, 比如  $V=RI$

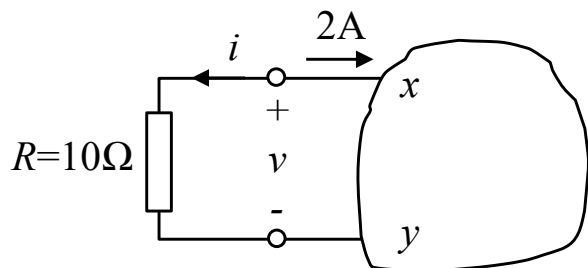


$i=?$

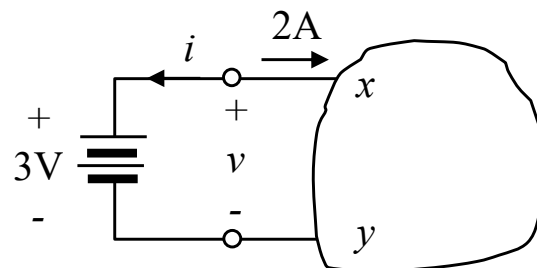
# 物理元件建模 (3/3)

● 关联变量约定下元件消耗的瞬时功率： $p=vi$

● 电阻、电源消耗的功率

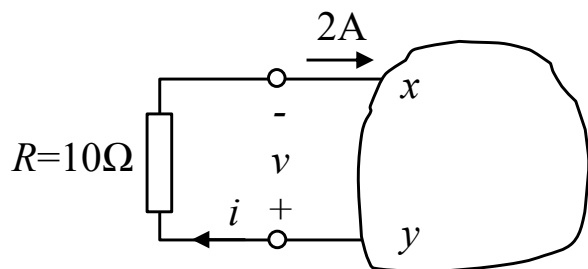


$$p=vi=Ri^2=10 \times (-2)^2=40(\text{W})$$

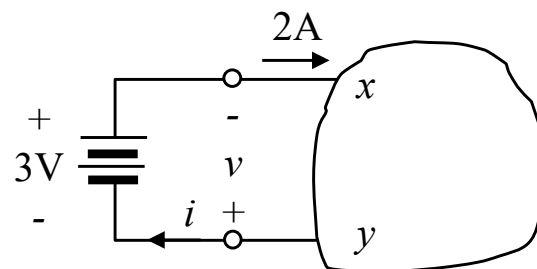


$$p=vi=3 \times (-2)=-6(\text{W})$$

● 功率消耗与参考方向选择无关，只与实际方向有关



$$p=vi=Ri^2=10 \times (+2)^2=40(\text{W})$$



$$p=vi=(-3) \times 2=-6(\text{W})$$

● 电源可能消耗或发出功率

# 小结

## ● 集总电路

- 抽象
- 原则
- 局限性

## ● 二端元件

- 理想二端元件
- 实际二端元件及其建模
- 关联变量定义
- 功率计算

## ● 测验

# 课堂测试

1、写出何为集总电路抽象、集总事物的三条原则是什么及集总电路抽象有何局限性。

2、对实际的线圈、电炉进行建模，画出尽可能多的电路图。

3、分别计算下图所示两个电路中电池发出或消耗的功率。

