

典型章节

为帮助您了解本教材的特点，此处提供了三个典型的章节内容。

1-3 认识电容元件

2-6 戴维宁定理及其应用

第4章 小结

8-1 办公室电路的规划与实施

1-3 认识电容元件

学习内容

1-3-1 电容的种类与规格

1-3-2 电容的结构与作用

1-3-3 电容的特性

1-3-4 电容的串并联

1-3-5 电容的基本使用

学习目标

- ◆了解电容的种类和作用。
- ◆熟悉电容的外在标识与其标称容量之间的关系。
- ◆了解电容的特性、结构与作用。
- ◆掌握电容的串并联特性，能进行串并联电容的等效计算。
- ◆能用指针式万用表判断电容质量、容量、电解电容极性。

1-3-1 电容的种类与规格

1. 电容的种类

铝电解电容



钽电解电容



纸介质电容



瓷介质电容



云母电容



贴片电容



可调电容

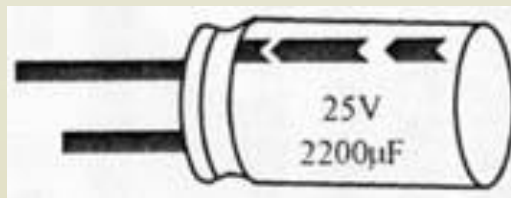


2. 电容的标注

(1) 直标法

直标法简单、直观，是一种直接在电容表面标注容量的方法。文字含义如下表所示。

文字符号	单位及进位数	文字符号	单位及进位数
m	mF (10⁻³F)	n	nF (10⁻⁹F)
μ	μF (10⁻⁶F)	p	pF (10⁻¹²F)



(2) 文字符号法

文字符号法是一种用特殊规定的文字符号标注电容量的方法，如右图所示。文字符号含义如下表所示。

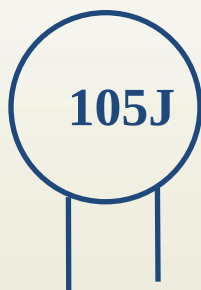
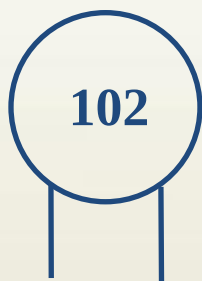


百分数	$\pm 0.1\%$	$\pm 0.5\%$	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$	$\pm 30\%$
符号	B	D	F	G	J(I)	K(II)	M(III)	N



(3) 数码法

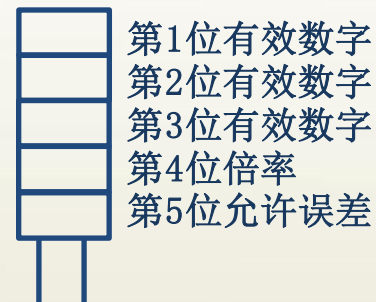
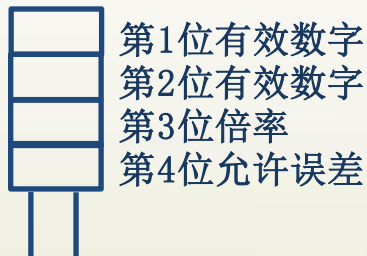
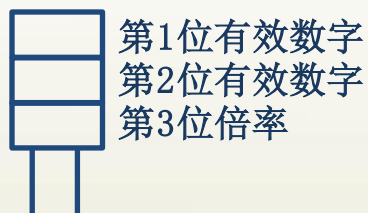
数码法简单、直观，是一种采用（文字+数码）直接在电容表面标注容量的方法。数码和文字含义如下表所示。



第三位数最大为“8”，如标为“9”，则表示是 10^{-1}

(4) 色标法

色标法是一种采用色带直接绘制在电容表面标注容量的方法。色标法有3色、4色、5色标注法，各种色标法含义如下。



$56 \times 10^3 \text{ pF}$



$47 \times 10^3 \pm 5\% \text{ pF}$

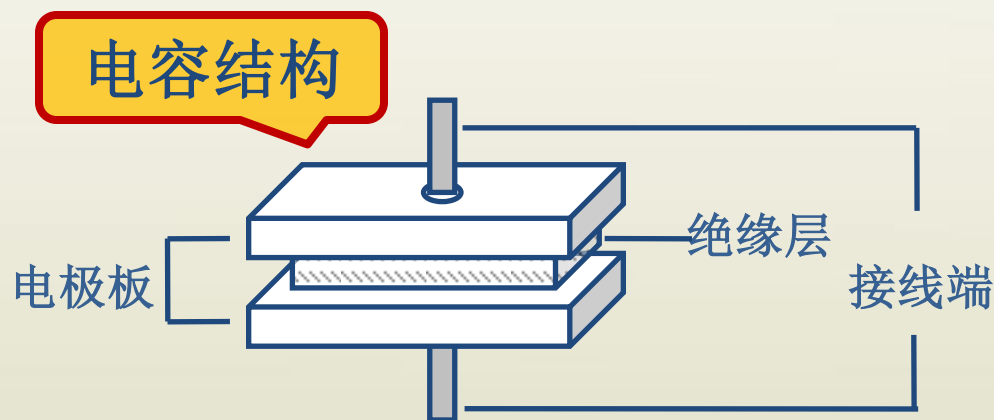


$200 \times 10^3 \pm 5\% \text{ pF}$

1-3-2 电容的结构与作用

1. 电容的结构

电容是由两个金属极板中间加上绝缘材料（电介质）按照一定的工艺要求制作而成。电容的容量取决于极板面积、电介质（绝缘层）材料和极板间的距离。

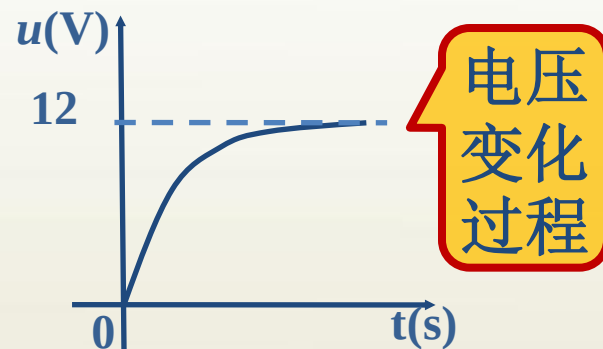
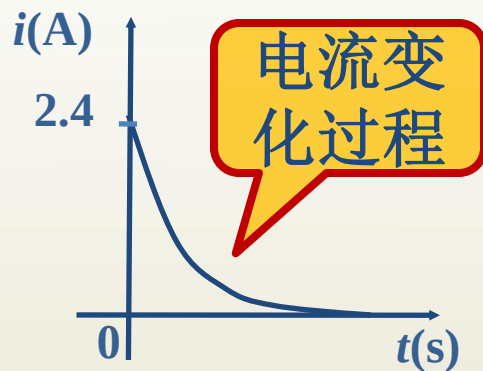


$$C = \frac{K \cdot A}{4.45D}$$

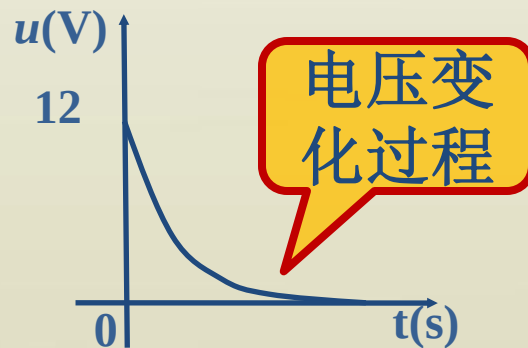
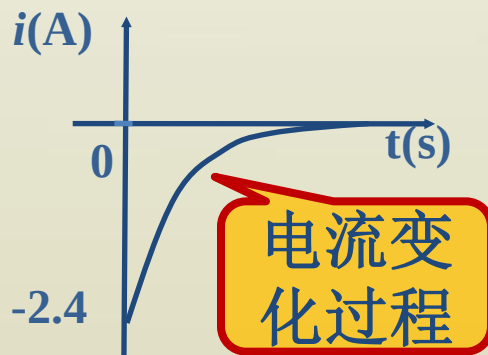
2. 电容电路中的电流现象

只有当电容极板上的电压变化时，电容有放电现象，此时电容电路中才有电流流过。

电容充电过程



电容放电过程



3. 电容中的能量存储

电容充电后就存储了一定的电场能。电场能 W_C 的大小与电容量 C 和电容两端的电压 u 关系为

$$W_C = \frac{1}{2}Cu^2$$

4. 电容的用途

电容的作用如下

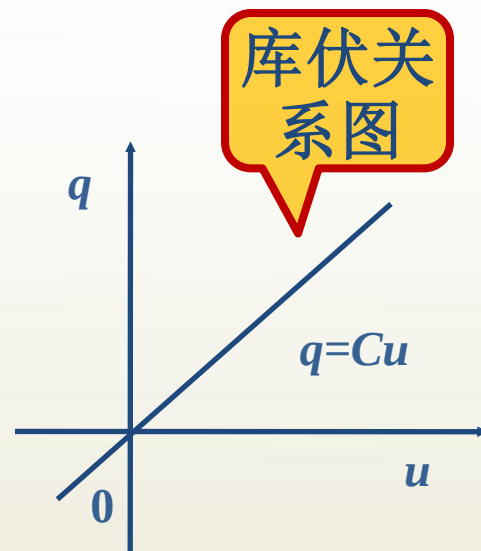
- (1) 对整流电路输出波形的脉动部分进行滤波；
- (2) 使日光灯产生的噪音短路，防止侵入其他配电线路；
- (3) 收音机无线电广播选台。

1-3-3 电容的特性

1. 线性电容的库伏关系

充电后的电容两端会有电压 u ，并在两个极板上积聚有电荷量 q ，它们和电容量 C 之间的关系称为电容的库伏关系。

$$C = \frac{q}{u}$$



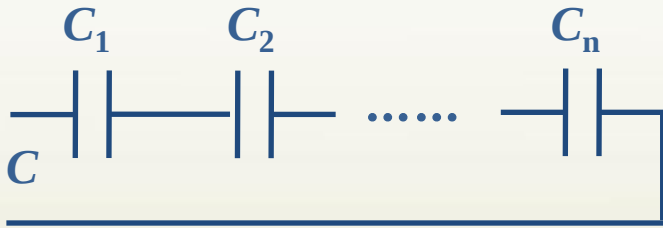
2. 线性电容的伏安关系

$$i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du}{dt}$$

上式是线性电容元件非常重要的伏安关系表达式，它表明电容电路中的电流与电容两端电压的变化率成正比，或者说，当电容两端的电压发生变化时，在电容电路中才有电流流过。

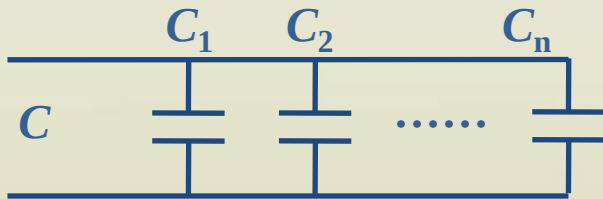
1-3-4 电容的串并联

1. 多个电容的串联



$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

2. 多个电容的并联



$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

1-3-5 电容的基本使用

1. 电容质量的判断

(1) 调至R×1k档



(2) 测量



(3) 观察万用表

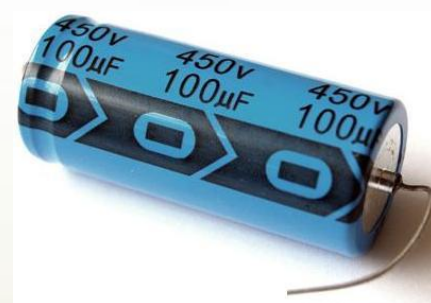
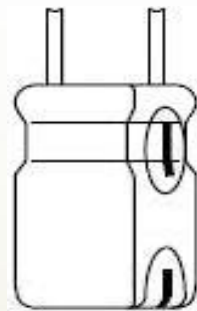


观察指针式万用表的变化，看到指针向右大幅度偏转，慢慢又迁回到左边，并在接近 ∞ 处停下，则证明该电容正常。

- ① 表头指针无摆动：电容开路。
- ② 表头指针向右摆动角度大且不返回：电容已击穿或严重漏电。
- ③ 表头指针保持在 0Ω 附近：电容内部短路。

2. 电解电容极性的判断

电解电容正接时漏电流小，漏电阻大，反接时漏电流大，漏电阻小。根据这个特点，可以判断电解电容的极性。



具体做法如下

将指针式万用表打在 $R \times 1K$ 档，任意方向测量电解电容的漏电阻值，而后将两表笔对调一下，再测一次漏电阻值。

两次测试中，漏电阻值小的那一次，黑表笔接触的是电解电容负极，红表笔接触的是电解电容的正极。

注意：在利用有极性电容进行电路设计时要注意，电容的极板一定不能接反，如果接反电容会爆炸。

3. 电容与电路的连接

焊接连接	扭结连接	螺纹连接
		
电子产品上使用的电容与电路其他部分多采用焊接连接。这类电容的引出端线上一般均已镀锡，需要通过电烙铁加热才能连接。	部分家电产品中的启动电容或补偿电容的引出端线是多股铜导线，与电路其他部分多采用扭结连接。	电力变电所或大型电动机的补偿电容多为具有电解液的电力电容。这类电容的电流较大，在接入电路时采用螺纹连接。

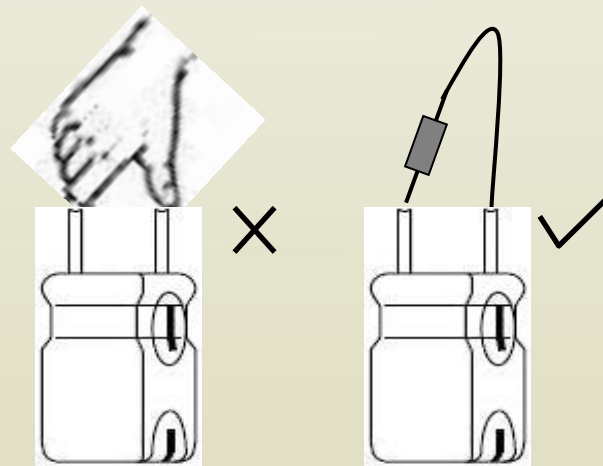
4. 电容的使用场合与注意事项

电容的主要参数有额定电压和额定容量。如果工作电压超过电容的耐压值，电容击穿将造成不可修复的永久性损坏。

电解电容在使用时有极性的要求，如果接反将产生很高的热量并导致爆炸。

对于一个状态未知的电容，在使用前不可轻易用手碰触，以免受到电击。

对容量不大的电容可以使用绝缘导线或指针式万用表笔的两端短接电容的接线端进行放电。



2-6 戴维宁定理及其应用

学习内容

2-6-1 预备知识

2-6-2 戴维宁定理及其解题步骤

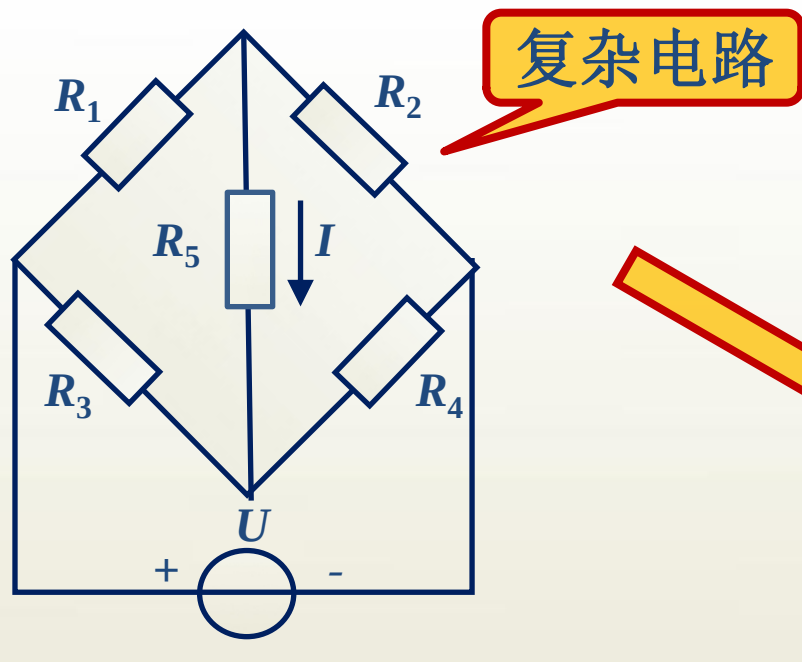
2-6-4 方法总结与归纳

2-6-6 戴维宁定理的应用

学习目标

- ◆熟悉戴维宁定理解题步骤，掌握戴维宁定理的解题方法。
- ◆会用戴维宁定理确定电路中某一支路的电量参数。
- ◆能通过测量或计算的方式把未知的含源二端网络等效为一个实际的电压源。

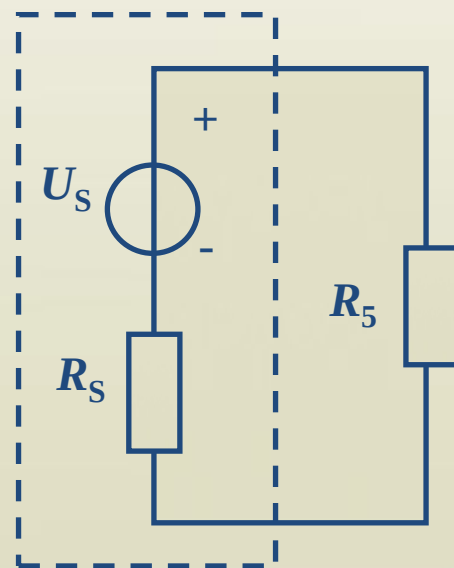
方法探索



在左图所示的复杂电路中，如何用简单的方法求取 R_5 支路的电路？



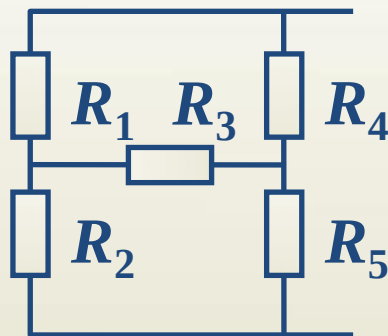
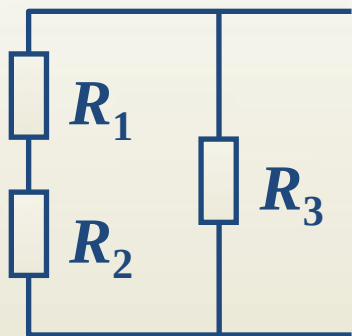
法国电话电报工程师**戴维宁**在1883年提出，把待求支路以外的其余电路部分，等效为一个电压源与电阻的串联，就可很方便的对这类问题进行求解。



2-6-1 预备知识

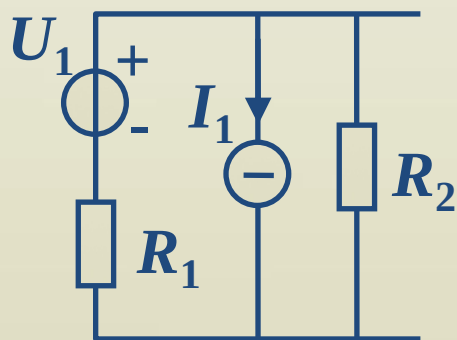
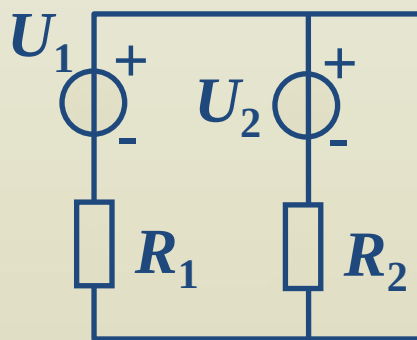
二端网络

一个任意复杂的电路，当与外电路连接处有且仅有两个接线端，就称为二端网络。



无源二端网络

不含任何电源的二端网络。



含源二端网络

至少含有一个电源的二端网络。

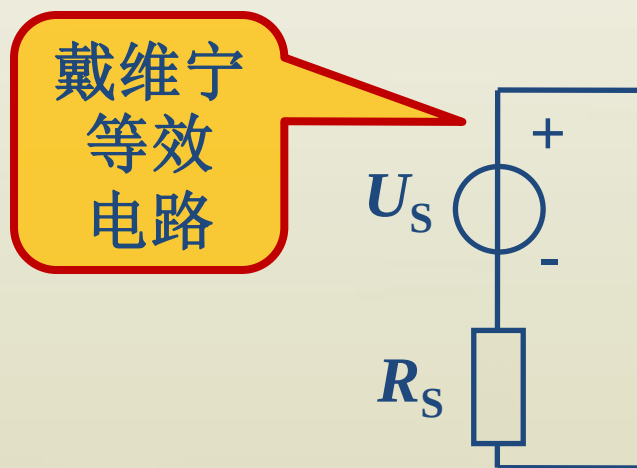
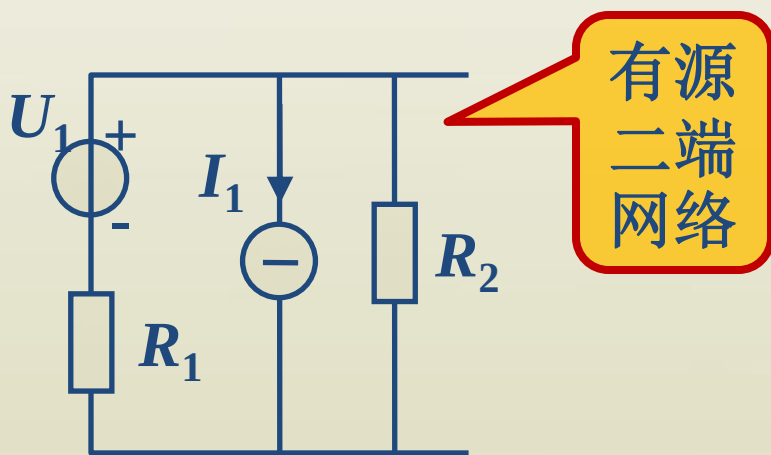
2-6-2 戴维宁定理及其解题步骤

1. 戴维宁定理

任何一个含源二端线性电阻网络，都可以用一个理想电压源 U_S 与一个等效电阻 R_S 串联组成。

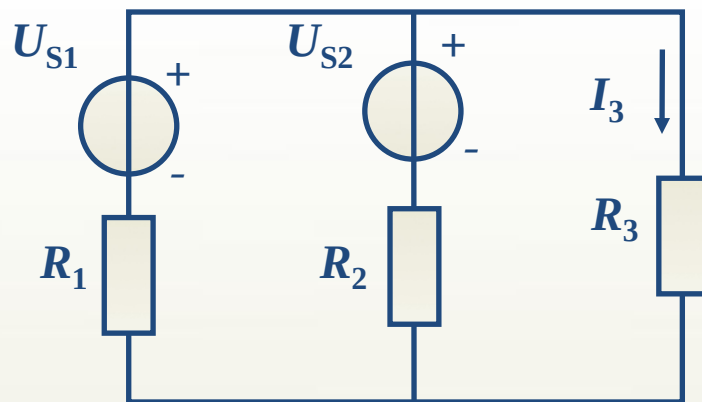
等效电压 U_S 等于原二端网络的开路电压

等效内阻 R_S 等于原二端网络电源移去后的等效电阻。



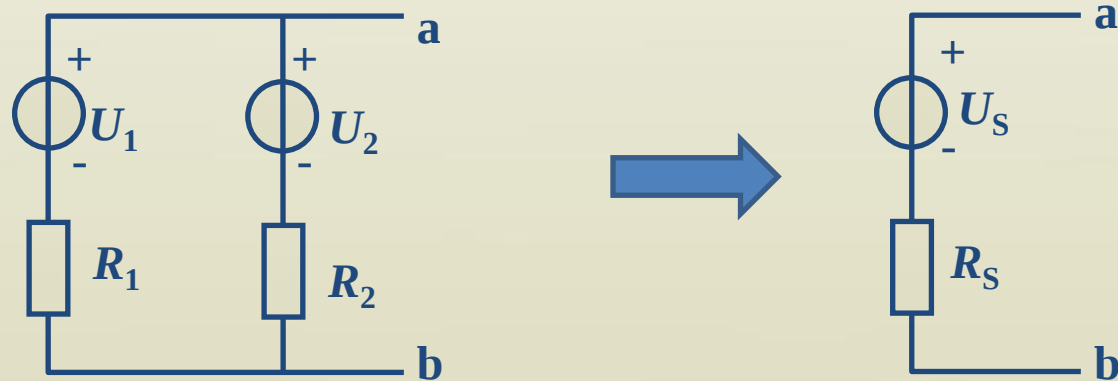
【学与练-1】

【例2-6-1】已知 $R_1 = R_2 = 3\Omega$ ， $R_3 = 6\Omega$ ， $U_{S1} = 30V$ ， $U_{S2} = 15V$ ，试用戴维宁定理求解电阻 R_3 上流过的电流。



【解】通过本例学习戴维宁定理的基本应用。可按以下步骤计算：

- (1) 把待求支路 R_3 从原电路中移开
原含源二端网络可等效为下图所示电路。



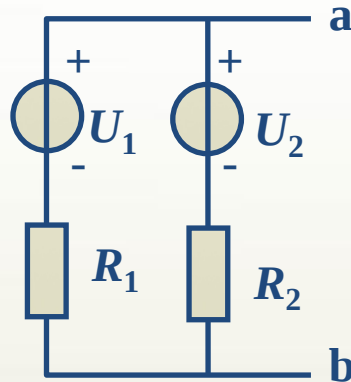
【续-1】

(2) 计算含源二端网络的开路电压 U_S

含源二端网络开路电压 U_S 的计算是戴维宁定理使用中的一个难点。可通过前述各种方法进行计算。

本例中： $U_S=22.5\text{V}$ 。

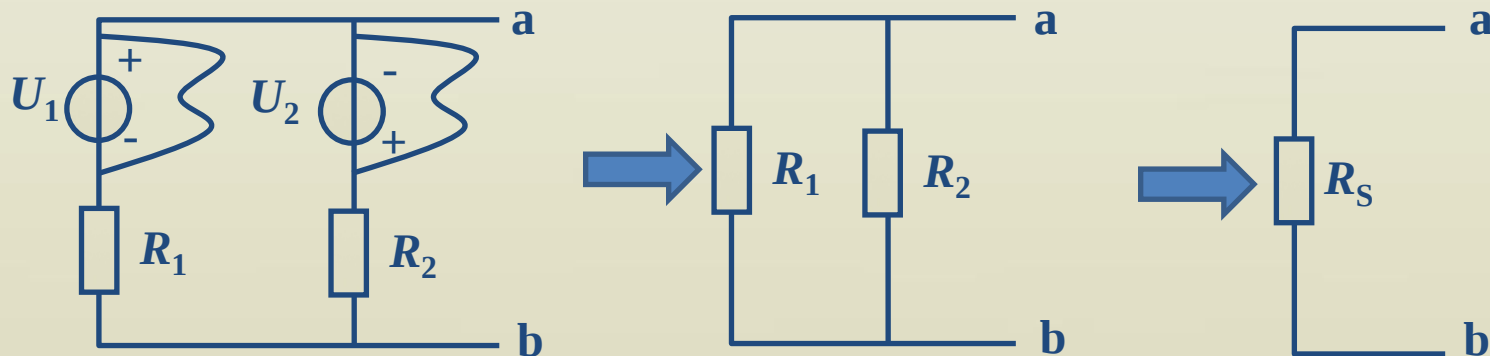
$U_S>0$ ，等效电源电压方向与参考方向一致。



(3) 计算含源二端网络的等效内阻 R_S

计算等效内阻的方式是把二端网络的电源去掉，再进行等效计算。

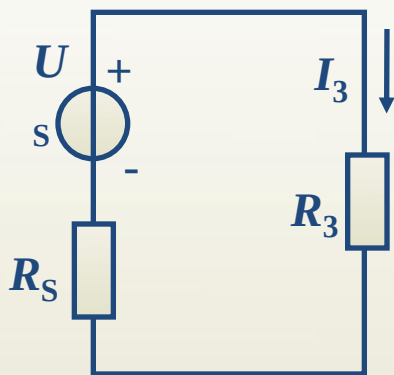
去电源的方法是：电压源短路，电流源开路。本例中： $R_S=1.5\Omega$ 。



【续-2】

(4) 把待求支路放回等效电源电路中，求解所需参数。

这时的电路已经变为一个简单电路，求解十分方便。



$$U_s = 22.5\text{V}$$

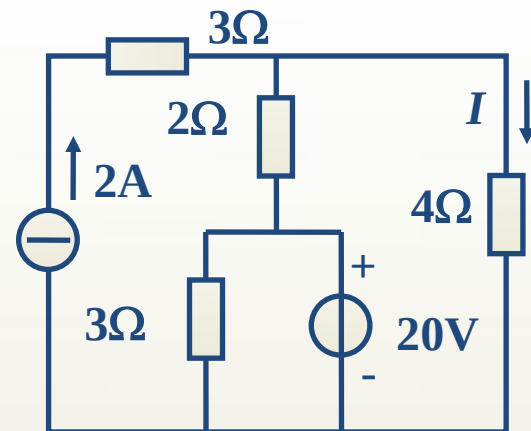
$$R_s = 1.5\Omega, \quad R_3 = 6\Omega,$$

$$I_3 = \frac{22.5}{1.5+6} = 3\text{A}$$

【学与练-2】

【例2-6-2】求解右图中， $R=4\Omega$ 电阻中的电流 I 。

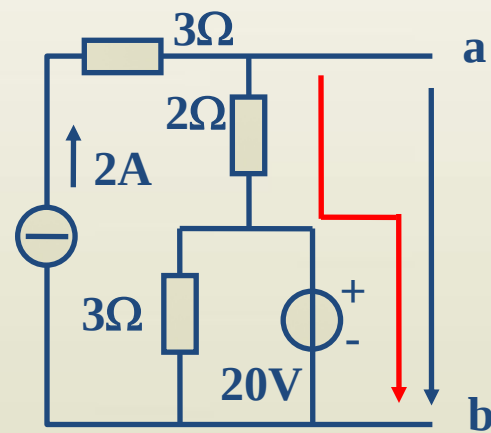
【解】通过本例加深理解戴维宁定理的应用



(1) 把 $R=4\Omega$ 支路从原电路中移开
原含源二端网络可等效为右图电路

(2) 计算含源二端网络的开路电压 U_S
ab端的开路电压可通过KVL求得

本例中： $U_S=2\times 2+20=24V$



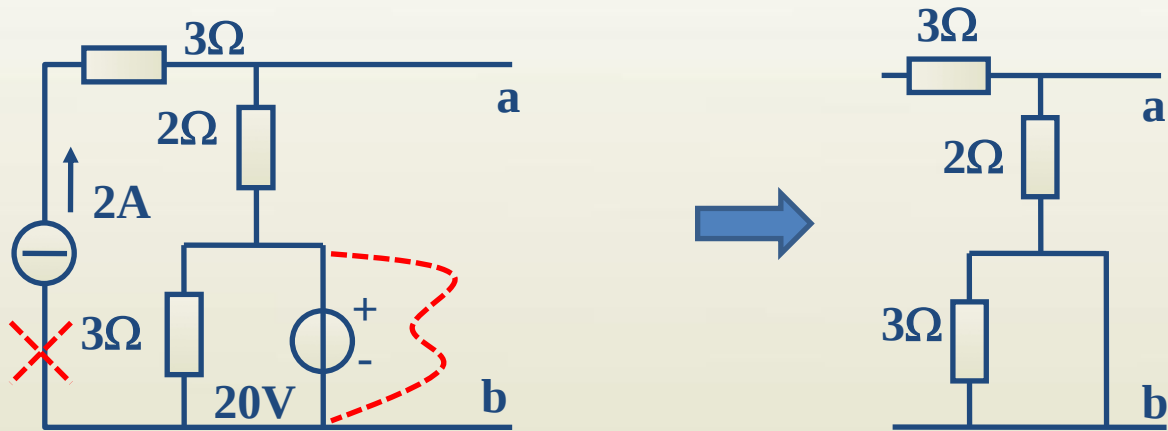
【续-1】

(3) 计算含源二端网络的等效内阻 R_S

本例中求取等效内阻时有两个特殊现象需要注意。

① **电流源开路**：与其串联的 3Ω 电阻不再对电路有影响

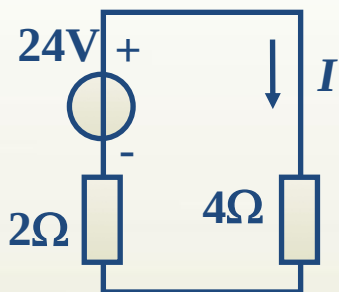
② **电压源短路**：与其并联的 3Ω 电阻不再对电路有影响



本例的计算结果： $R_S=2\Omega$ 。

【续-2】

(4) 把 4Ω 电阻放回等效电源电路中，求解所需参数。



$$U_s = 24\text{V}$$

$$R_s = 2\Omega, \quad R_3 = 4\Omega$$

$$I_3 = \frac{24}{2+4} = 4\text{A}$$

2-6-3 方法总结与归纳

戴维宁定理使用步骤：

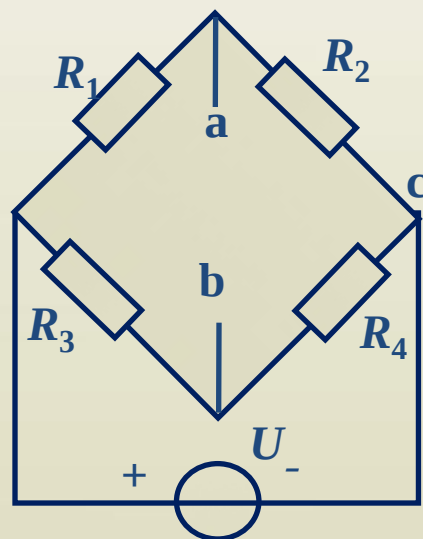
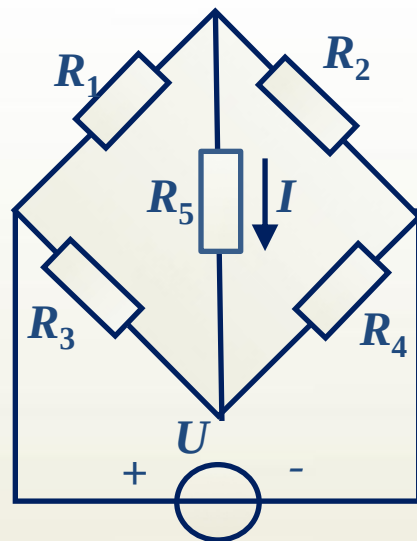
- (1) 把待求支路从原电路中移开，电路剩余部分成为一个含源二端网络。
- (2) 确定含源二端网络的开路电压 U_S
- (3) 确定去源二端网络的等效电阻 R_S
 - ① 把电路中的电压源短路，如遇有与电压源并联的其他元件一并短路处理。
 - ② 把电路中的电流源开路，如遇有与电流源串联的其他元件一并开路处理。
- (4) 把待求支路放回戴维宁等效后的电路中，求解所需参数。

【学与练-3】

【例2-6-3】求电阻 R_5 上的电流。右图中
 $R_1=R_2=8\Omega$ ， $R_4=R_5=10\Omega$ ， $R_3=15\Omega$ ， $U=10V$ ，

【解】通过本例巩固戴维宁定理的应用

- (1) 把 R_5 支路从原电路中移开
原含源二端网络可等效为右下图



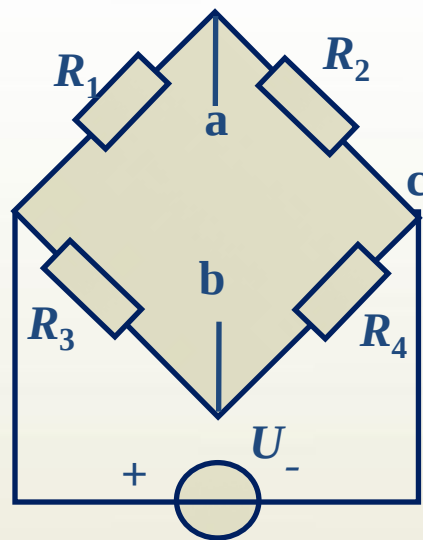
【续-1】

(2) 计算开路电压 U_S
设电路中c点电位为0, 则

$$\begin{aligned} V_a &= U \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} + V_c = 10 \times \frac{8}{8+8} + 0 \\ &= 5(\text{V}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_b &= U \times \frac{R_4}{R_3 + R_4} + V_c = 10 \times \frac{10}{15+10} + 0 \\ &= 4(\text{V}) \end{aligned}$$

$$U_S = V_a - V_b = 5 - 4 = 1\text{V}$$

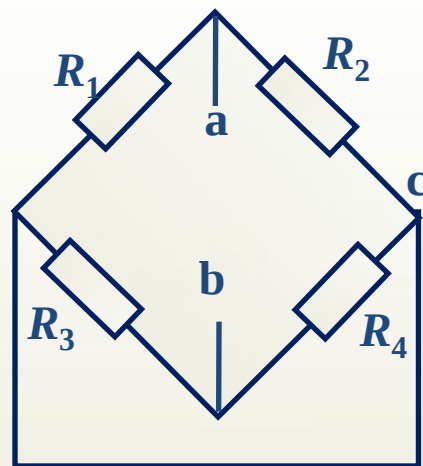


【续-2】

(3) 计算等效内阻 R_S

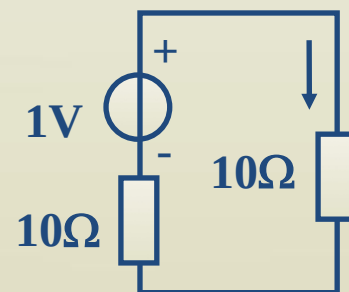
把二端网络中的电压源短路，电路中 R_1 与 R_2 并联、 R_3 与 R_4 并联，其结果再串联。

$$R_S = R_1 // R_2 + R_3 // R_4 = \frac{8 \times 8}{8 + 8} + \frac{15 \times 10}{15 + 10} = 10\Omega$$



(4) 把电阻 R_5 电阻放回等效电源电路中，求解所需参数。

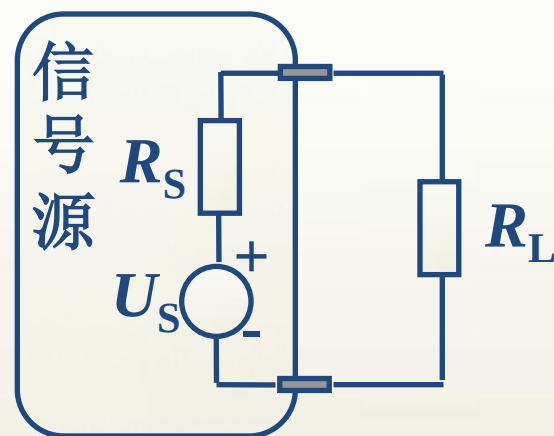
$$I = \frac{1}{10 + 10} = 0.05\text{A}$$



2-6-4 戴维宁定理的应用

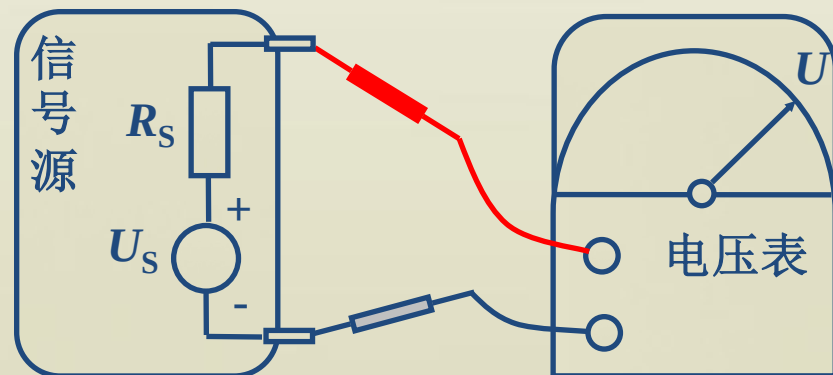
实际工作中，常会碰到需要确定一个信号源的带负载能力，或者传输功率最大的问题。

根据高中物理的知识，当电源内阻与外电路电阻相等时，电源的传输功率最大。



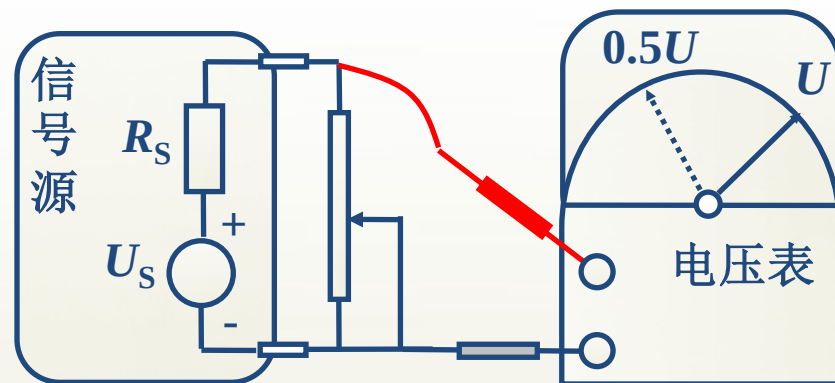
对于只有电阻元件的信号源来说，其实质是需要确定这个信号源的开路电压和等效内阻。可按以下步骤实施。

(1) 在信号源开路的状态下，使用电压表或示波器，如图所示，测量信号源的开路电压 U_S 。

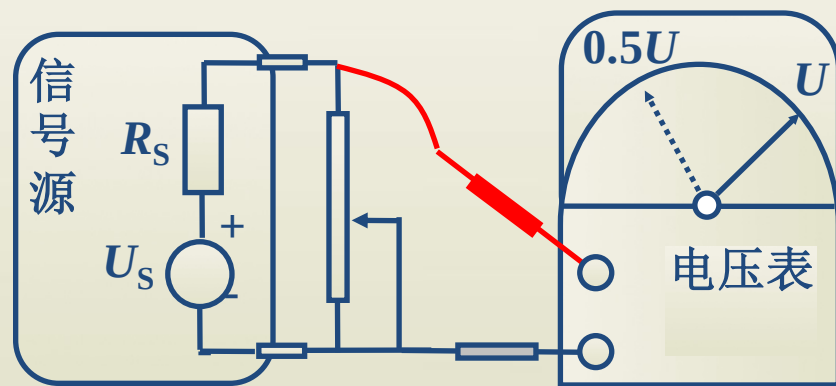


续

(2) 使用一个滑线变阻器，把电阻调至最大，接在信号源的输出端。把电压表或示波器并联在滑动变阻器滑动触头的两端。



(3) 往小调节滑线变阻器的阻值，如图所示，观测电压表电压，当实测电压为 $0.5U_S$ 时，滑线变阻器所对应的阻值就是信号源的内阻。



戴维宁定理是在直流电源和电阻的条件下提出的，实际上对于线性元件构成的交流电路，戴维宁定理同样适用。

8-1 办公室电路的规划与实施

学习内容

8-1-1 工程问题

8-1-2 负荷统计

8-1-3 线路设计

8-1-4 导线选择

8-1-5 断路器开关的选择

8-1-6 插座选择

8-1-7 电路检查

8-1-8 交工资料

学习目标

- ◆能根据电器设备的技术参数进行负荷统计。
- ◆能根据用电要求选择(漏电)断路器、导线、开关、插座。
- ◆能进行电路元件的安装、接线并进行电路的检查。

8-1-1 工程问题

现有一办公室，用电设备负荷资料如下：

1台电脑：额定电压为220V，额定功率300W

1台空调：额定电压为220V，额定功率3000W

4个日光灯：额定电压为220V，额定功率40W

当地最热月平均最高气温25℃。

假如你是该厂的电工，请根据这些用电设备的负荷资料进行配电线路的规划，并提供工程的交工资料。

8-1-2.负荷统计

1. 列出负荷资料

序号	设备名称	设备数量	额定电压	单台设备额定功率	功率因数
1	电脑	1	220V	300W	0.85
2	空调	1	220V	3000W	0.85
3	日光灯	4	220V	40W	0.5

2. 计算负荷电流

(1) 计算各类设备的无功功率

序号	设备名称	设备数量	功率因数	总有功功率	总无功功率
1	电脑	1	0.85	300W	186var
2	空调	1	0.85	3000W	1859var
3	日光灯	4	0.5	160W	277var

(2) 计算电路的总功率

① 总有功功率：

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = 1 \times 300 + 1 \times 3000 + 4 \times 40 = 3460 \text{ W}$$

② 总无功功率：

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 186 + 1859 + 277 = 2322 \text{ var}$$

③ 总视在功率：

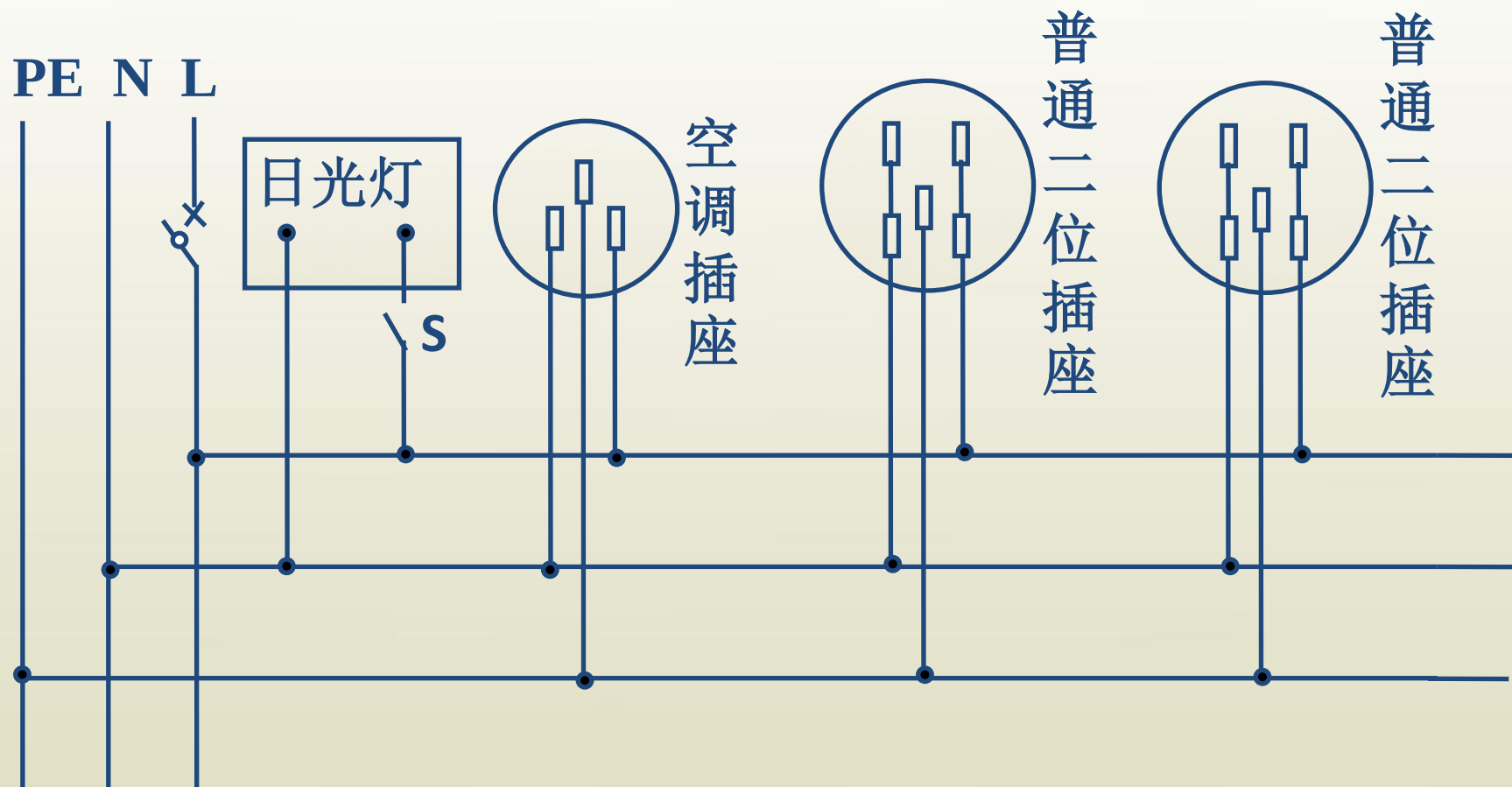
$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{3460^2 + 2322^2} = 4167 \text{ VA}$$

④ 总计算电流：

$$I_{cal} = \frac{S}{U} = \frac{4167}{220} = 19 \text{ A}$$

8-1-3 线路设计

办公室用电线路配电线路如图所示。



8-1-4 导线选择

办公室用电线路中相线、零线和地线对截面的要求不同，在选择时应分别考虑。

导线的选择应根据负荷计算电流通过查表的方式进行。

若在施工中选择铝导线，铝导线的载流量可按相同截面的铜线载流量除以1.29得出。

表8-1-3为环境温度 25°C 、导线线芯最高允许温升 65°C 时，500V铜芯绝缘导线长期连续负荷允许载流量表。

导线载流量表

表8-1-3 500V铜芯绝缘导线长期连续负荷允许载流量表

导线截面 (mm ²)	线芯结构			导线明敷 设		橡皮绝缘导线（BX）多根 同穿在一根管内时允许负荷 电流（A）						塑料绝缘导线（BV）多根 同穿一根管内时允许负荷电 流（A）					
						25℃						25℃					
	股数	单芯 直径 (mm)	成品 外径 (mm)	橡皮 BX	塑料 BV	穿金属管			穿塑料管			穿金属管			穿塑料管		
						2根	3根	4根	2根	3根	4根	2根	3根	4根	2根	3根	4根
1.0	1	1.13	4.4	21	19	15	14	12	13	12	11	14	13	11	12	11	10
1.5	1	1.37	4.6	27	24	20	18	17	17	16	14	19	17	16	16	15	13
2.5	1	1.76	5.0	35	32	28	25	23	25	22	20	26	24	22	24	21	19
4.0	1	2.24	5.5	45	42	37	33	31	33	30	26	35	31	28	31	28	25
6.0	1	2.73	6.2	58	55	49	43	39	43	38	34	47	41	37	41	36	32
10	7	1.33	7.8	85	75	68	60	53	59	52	46	65	57	50	56	49	44
16	7	1.68	8.8	110	105	86	77	69	76	68	60	82	73	65	72	65	57
25	19	1.28	10.6	145	138	113	100	90	100	90	80	107	95	85	95	85	75
35	19	1.51	11.8	180	170	140	122	110	125	110	98	133	115	105	120	105	93
50	19	1.81	13.8	230	215	175	154	137	160	140	123	165	146	130	150	132	117
70	49	1.33	17.3	285	265	215	193	173	195	175	155	205	183	165	185	167	148
95	84	1.20	20.8	345	320	260	235	210	240	215	195	250	225	200	230	205	185
120	133	1.08	21.7	400	375	300	270	245	278	250	227	285	266	230	265	240	215
150	37	2.24	22.0	470	430	340	310	280	320	290	265	320	295	270	305	280	250
185	37	2.49	24.2	540	490	385	355	320	360	330	300	380	340	300	355	375	280

如果实际的环境温度和导线线芯最高允许温升与上表不同，
则需根据下表修正导线的允许载流量。

表8-1-4 导体载流量修正系数表

环境温度 线芯工作 温度	载流量修正系数								
	5℃	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃	35℃	40℃	45℃
50	1.34	1.26	1.18	1.09	1	0.895	0.775	0.733	0.447
60	1.25	1.2	1.13	1.07	1	0.926	0.845	0.76	0.655
65	1.22	1.17	1.12	1.06	1	0.935	0.865	0.791	0.707
80	1.17	1.13	1.09	1.04	1	0.964	0.906	0.853	0.798

绝缘导线如果不采用明敷就需要穿保护管进行敷设，保护管有塑料管（VG）和金属管（G）两种。导线截面选择之后，还需查下表选择穿保护管的管径。

表8-1-5 多根导线穿管管径查询表

导线截面 (mm ²)	线芯结构			橡皮绝缘导线多根同穿一根保护管						塑料绝缘导线多根同穿一根保护管					
	股数	单芯直径 (mm)	成品外径 (mm)	穿塑料管管径 (mm)			穿钢管管径 (mm)			穿塑料管管径 (mm)			穿钢管管径 (mm)		
				2根穿管管径	3根穿管管径	4根穿管管径	2根穿管管径	3根穿管管径	4根穿管管径	2根穿管管径	3根穿管管径	4根穿管管径	2根穿管管径	3根穿管管径	4根穿管管径
2.5	1	1.76	5.0	15	15	20	15	15	20	15	15	20	15	15	15
4	1	2.24	5.5	20	20	20	20	20	20	20	20	20	15	15	15
6	1	2.73	6.2	20	20	25	20	20	20	20	20	25	15	15	20
10	7	1.33	7.8	25	25	32	25	25	25	25	25	32	20	20	25
16	7	1.68	8.8	32	32	32	25	32	32	32	32	32	25	25	25
25	19	1.28	10.6	32	32	40	32	32	40	32	40	40	25	32	32
35	19	1.51	11.8	40	40	40	32	32	40	40	40	50	32	32	40
50	19	1.81	13.8	40	50	50	40	50	50	50	50	65	40	40	50
70	49	1.33	17.3	50	50	50	50	50	70	50	50	65	50	40	50
95	84	1.20	20.8	50	65	65	70	70	70	65	65	75	50	50	70
120	133	1.08	21.7	65	65	80	70	70	70	65	65	75	50	50	70
150	37	2.24	22.0	65	75	80	70	70	80	75	75	80	70	70	70
185	37	2.49	24.2	80	80	100	80	80	80	75	75	90	70	70	80

1. 相线和零线的选择

在单相供电线路中，相线和零线的导线截面相同。截面选择按以下步骤进行：

- (1) 确定导线的敷设方式，敷设方式有明敷和暗敷之分；
- (2) 确定导线的穿管方式，穿管有塑料穿管和金属穿管之分；
- (3) 根据负荷电流、敷设方式、穿管方式确定导线截面。

在考虑以上因素之后，可通过查表的方式选择导线的截面积。具体选择时，要求导线的允许载流量(I_{al})大于用电设备的计算电流(I_{cal})，即

$$I_{al} \geq I_{cal}$$

本例中，办公室电路总电流为19A，预留50%的电流余量，可按28A考虑导线的选择。根据塑料绝缘导线3根穿在同一根塑料管内考虑，通过查表8-1-3可得

$$S_L = S_N = 6\text{mm}^2$$

2. 保护地线（PE）的选择

保护线PE正常情况时不通过负荷电流，只有当三相系统发生单相接地时，短路故障电流才通过保护线。因此，PE线截面 S_{PE} 要满足短路热稳定度的要求，按GB50054-95低压配电设计规范规定：

(1) 当 $S_L \leq 16\text{mm}^2$ 时， $S_{PE} \geq S_L$

(2) 当 $16\text{mm}^2 < S_L \leq 35\text{mm}^2$ 时， $S_{PE} \geq 16\text{mm}^2$

(3) 当 $S_L \geq 35\text{mm}^2$ 时， $S_{PE} \geq 0.5S_L$

本例中， S_L 截面积为 6mm^2 ，因此PE线截面积取 6mm^2 ，即

$$S_{PE} = 6\text{mm}^2$$

3. 穿管管径的选择

3根导线穿保护管的管径，可通过查表8-1-5得到。选择穿塑料管，管径为20mm。由于是办公场所，穿管多股导线选择沿墙暗敷(QA)的方式。导线类型、截面、穿管管径、敷设方式可综合表示为：

BV-500(1×6+1×6+1×6)VG20-QA。

上式中：

BV—塑料绝缘导线；

500—导线绝缘耐压值；

(1×6+1×6+1×6)—相线6mm²，零线6mm²，保护线6mm²；

VG20—穿塑料管，管径20mm；

QA：沿墙暗敷。

*** 导线敷设表示方法的详细规定可查看工厂供电类资料。**

8-1-5 断路器与开关的选择

办公室的开关包括漏电断路器和按钮开关。漏电断路器是办公室的总开关，按钮开关用于照明电路的通断。

表8-1-6为目前常用的国产DZ47LE型漏电断路器参数简表。断路器的选择应根据负荷计算电流通过查表的方式进行。

表8-1-6 DZ47LE型漏电断路器种类

极数	额定电流（A）	额定电压（V）
2P	6、10、16、20、25、32、63	230
3P	6、10、16、20、25、32、63	400
4P	6、10、16、20、25、32、63	400

1. 漏电断路器的选择

在办公、住宅等供电线路中，可供选择的漏电保护开关型号众多，但基本原理大致相同。本例中，以市售的DZ47LE型漏电断路器为例，说明其型号选择方式。

漏电断路器的选择应按照以下几个原则：

(1) 根据负载的总电流，同时预留50%的电流余量；

(2) 根据负载性质选择极型，单相负载选2极型，三相负载选3极型或4极型。

通过查表8-1-6，选择办公室的漏电断路器为DZ47LE型2极32A，如图所示。



2. 按钮开关的选择

按钮开关是一种用来控制灯具与电源通断的装置，也广泛用于小功率电器电路的接通和分断。按钮开关的安装方式不同，分为明装和暗装开关。明装开关即拉线开关，已逐渐被暗装开关所替代，暗装开关安全性较高，且美观、不易损坏。

暗装开关按照以下原则选择：

(1) 普通电灯电路电流较小，一般用**10A**额定电流的开关即可。

(2) 灯开关有单控、双控、单联、双联等类型，单控只能在一个地方控制，双控则可在两个地方进行控制。单联开关1个面板上只有1个按钮开关，双联指1个面板上有两个按钮开关。

本例中，办公室用电线路的日光灯开关只有1个，并且只在1个地方控制即可，因此其控制开关可选用**86型单联单控开关**（技术参数：**250V/10A**），如图所示。



8-1-6 插座选择

插座是供移动用电设备如电脑、空调、打印机等连接电源线用的一种电气器件。插头和插座的形式是扁形的，极数有二极和三极之分。

插座的选择应按照以下原则进行：

(1) 对于单相用电设备功率在2kW以下的用电设备一般可选择额定电流为10A的二位多功能插座，如上图所示。



(2) 对于单相用电设备功率在2kW~3kW的用电设备，如空调需要专用的额定电流为16A的一位三极插孔插座，如下图所示。



本例中，办公室电路中有大功率的空调，因此需要安装1个专用的额定电流为16A的一位三极插孔插座。另外，考虑办公室有时需要用其他中小功率电器，因此需要安装2-3个额定电流为10A的二位多功能插座。

8-1-7电路检查

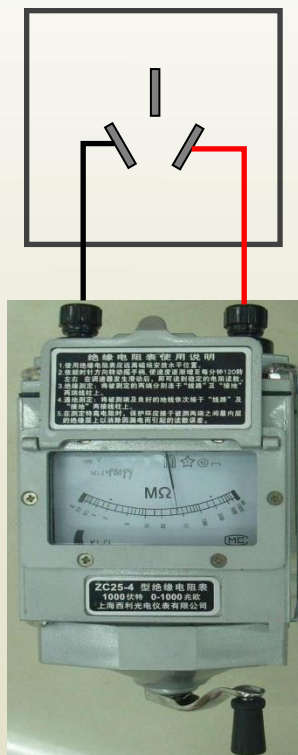
电路元件安装完成后需要对配电线路进行必要的检查。主要检查线路的绝缘状态，线路电压是否正常，相线、零线接入是否正确，检查电路需要用到兆欧表、验电笔和万用表。

1. 绝缘性能测试

- (1) 将兆欧表水平放置在平稳牢固的地方。
- (2) 检查兆欧表的工作状态。兆欧表在短路时，轻轻摇动手柄，指针应指在“0”位置；兆欧表在开路时，摇动手柄使电机达到额定转速时（120r/min），指针应指在“ ∞ ”位置。
- (3) 断开电源与负载，正确进行线路的连接。

续-1

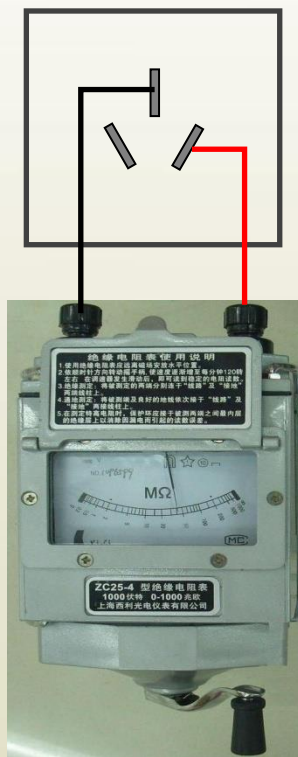
① 相-零间绝缘的测量：将供电线路的相线“L”与兆欧表的“L”端连接，零线“N”与兆欧表的“E”端连接，如图(a)所示。



(a)

续-2

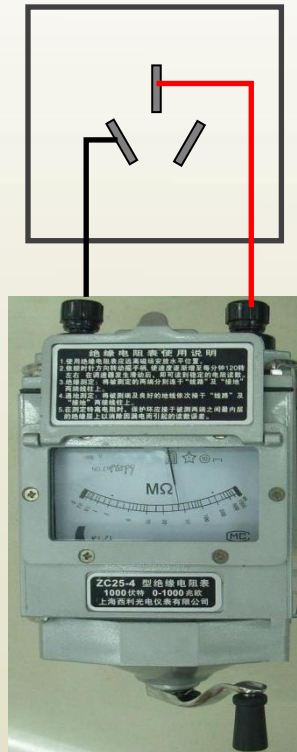
② 相-地间绝缘的测量：将供电线路的相线“L”与兆欧表的“L”端连接，地线“PE”与兆欧表的“E”端连接，如图(b)所示。



(b)

续-3

③ 零-地间绝缘的测量：将供电线路的地线“PE”与兆欧表的“L”端连接，零线“N”与兆欧表的“E”端连接，如图(c)所示。



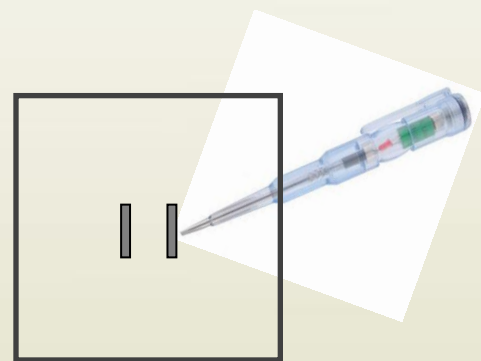
((c))

2.用试电笔检查相线、零线

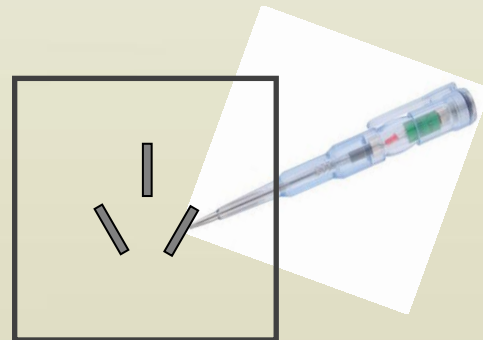
试电笔也叫验电笔，简称“电笔”，如图所示。试电笔是一种电工工具，用来测试电线中是否带电，其检测电压通常为60V~500V。笔体中有一氖泡，测试时如果氖泡发光，说明导线有电，或者为电路的相线。试电笔中笔尖、笔尾、为金属材料制成，笔杆为绝缘材料制成。



(1)对于2孔插座，将电笔前端金属部位插入插座右边的相线孔“L”中，若接线正常，电笔中的氖泡会发光，反之则不发光。



(2)对于3孔插座，将电笔前端金属部位插入插座右下角的相线孔“L”中，若接线正常，电笔中的氖泡会发光，反之则不发光。



3. 用万用表检查线路电压

(1) 选择测试档位。

由于生活用电电压为交流220V，因此将万用表转换开关打到交流电压250V档，如上图所示。

(2) 测试电压

将万用表的红表笔插入相线插孔“L”、黑表笔插入零线插孔“N”中，如下图所示。

单相交流电压为220V($1\pm 5\%$)，可通过万用表测量数据判断电路电压是否正常

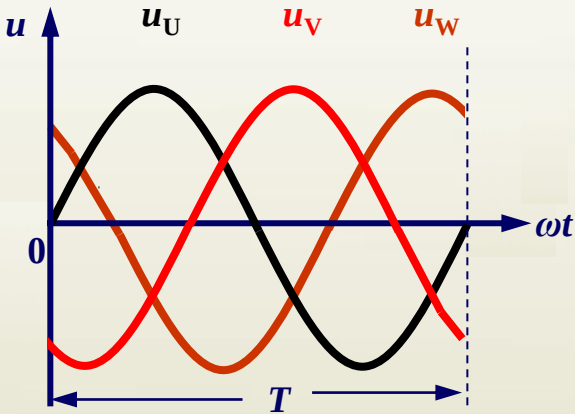
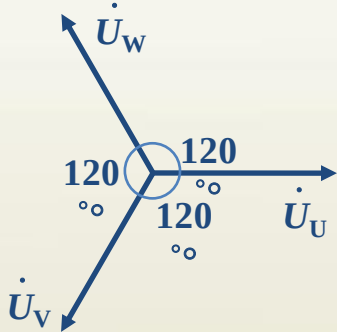


8-1-8 交工资料

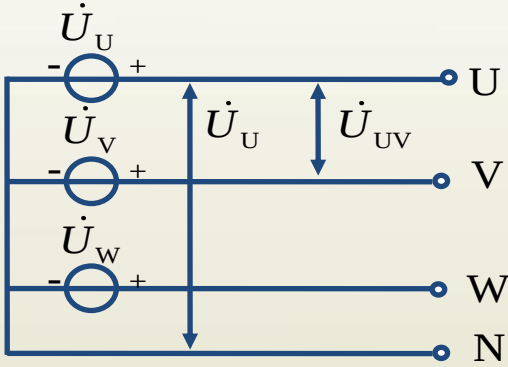
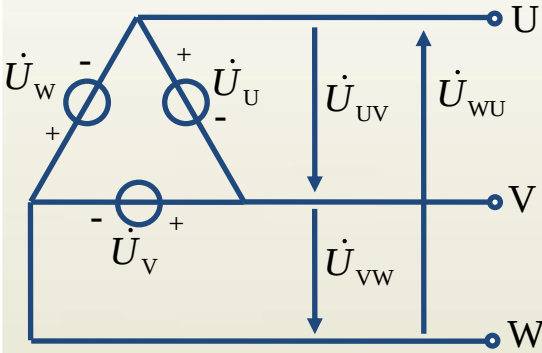
负荷统计	序号	设备名称	数量	额定功率	额定电压	功率因数	总电流
	1	电脑	1	300W	220V	0.85	19A
	2	空调	1	3000W	220V	0.85	
	3	日光灯	4	40W	220V	0.5	
导线敷设	BV-500(1×6+1×6+1×6)VG20-QA						
开关选择	漏电断路器：DZ47LE型220V/32A						
	按钮开关：86型单联单控开关220V/10A						
插座选择	二位多功能插座2个：电脑及其它使用 16A一位三极插孔插座1个：空调专用						
电路设计图	见8-1-3线路设计						
绝缘检查结果	测量点	相线和零线之间	相线和保护地线之间	保护地线和零线之间			
	绝缘值	∞	∞	∞			
工作人员 签名	年 月 日						

第4章 小结

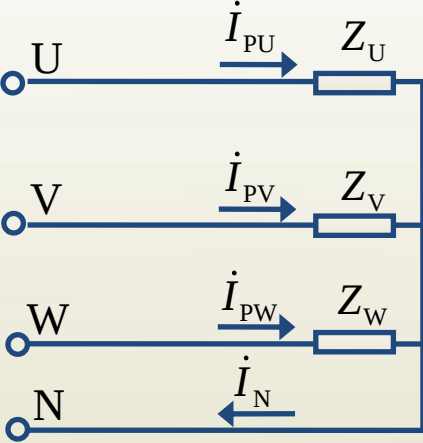
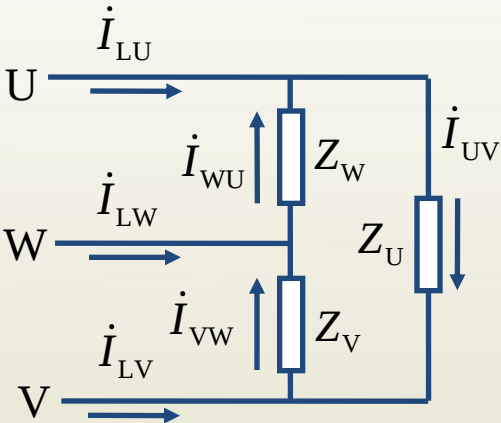
1. 三相对称交流电源

瞬时值	波形图	相量	相量图
$u_U = U\sqrt{2}I \sin \omega t$ $u_V = U\sqrt{2}I \sin(\omega t - 120^\circ)$ $u_W = U\sqrt{2}I \sin(\omega t + 120^\circ)$		$\dot{U}_U = U \angle 0^\circ$ $\dot{U}_V = U \angle (-120^\circ)$ $\dot{U}_W = U \angle 120^\circ$	

2. 三相对称交流电源的联结

星（Y）形联结		三角形（Δ）联结	
联结图	相-线电压关系	联结图	相-线电压关系
	$\dot{U}_{UV} = \sqrt{3}\dot{U}_U \angle 30^\circ$ $\dot{U}_{VW} = \sqrt{3}\dot{U}_V \angle 30^\circ$ $\dot{U}_{WU} = \sqrt{3}\dot{U}_W \angle 30^\circ$		$\dot{U}_{UV} = \dot{U}_U$ $\dot{U}_{VW} = \dot{U}_V$ $\dot{U}_{WU} = \dot{U}_W$
供电方式： (1)三相三线制 (2)三相四线制，可提供三相和单相电源		供电方式： 三相三线制	

3. 三相负载的联结

星（Y）形联结		三角形（Δ）联结	
联结图	相-线关系	联结图	相-线关系
	$U_L = \sqrt{3}U_P$ $\angle(U_L U_P) = 30^\circ$ $I_L = I_P$		$U_L = U_P$ $I_L = \sqrt{3}I_P$ $\angle(I_L I_P) = -30^\circ$
(1)三相对称负载 $\dot{I}_N = \dot{I}_{PU} + \dot{I}_{PV} + \dot{I}_{PW} = 0$ (2)三相不对称负载 $\dot{I}_N = \dot{I}_{PU} + \dot{I}_{PV} + \dot{I}_{PW} \neq 0$		不论三相负载是否对称，电路中的相、线电流均有如下关系： $\dot{I}_{LU} + \dot{I}_{LV} + \dot{I}_{LW} = 0$ $\dot{I}_{UV} + \dot{I}_{VW} + \dot{I}_{WU} = 0$	

4. 三相电路的功率

三相电路不论其联结方式如何，其总有功功率、无功功率、视在功率的表达式为：

$$P = P_U + P_V + P_W = U_U I_U \cos \varphi_U + U_V I_V \cos \varphi_V + U_W I_W \cos \varphi_W$$

$$Q = Q_U + Q_V + Q_W = U_U I_U \sin \varphi_U + U_V I_V \sin \varphi_V + U_W I_W \sin \varphi_W$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

当三相电路对称时，可以下表所列两种方式表示电路的功率。

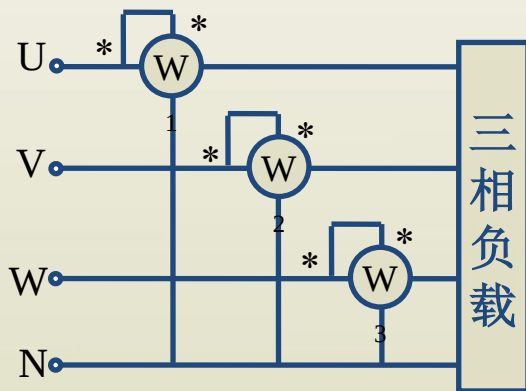
以相电压、相电流表示的功率		以线电压、线电流表示的功率	
相电压： U_P 相电流： I_P 阻抗角： φ_P	$P = 3P_P = 3U_P I_P \cos \varphi_P$ $Q = 3Q_P = 3U_P I_P \sin \varphi_P$ $S = 3U_P I_P$	线电压： U_L 线电流： I_L 阻抗角： φ_P	$P = \sqrt{3}U_L I_L \cos \varphi_P$ $Q = \sqrt{3}U_L I_L \sin \varphi_P$ $S = \sqrt{3}U_L I_L$

5. 三相电路功率的测量

三相四线制（3P4L）

三表法：

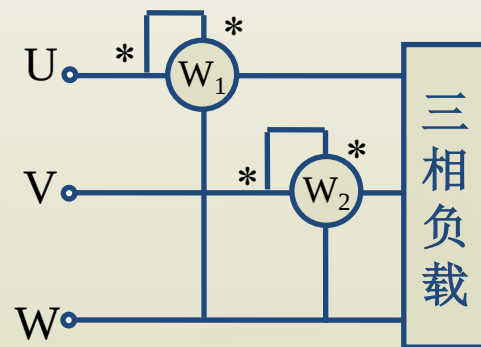
三相功率表的内部有三套测量功率的元件，测量的功率是三相功率之和，外部的一个装置显示三相电路的总功率。



三相三相制（3P3L）

二表法：

二表法接线时首先需要确定一个公共相，之后选择与公共相有关的两个线电压和对应的非公共相的两个线电流组合进行三相电路功率的测量。



6. 三相电源相序的判断

电路图	参数配置	判断方法
	方法1: 白炽灯: 220V/40W; 电容器: 1μF/500V 方法2: 电阻器: 1200Ω/40W; 电容器: 1μF/500V	方法1: 以电容接V相, 白炽灯较暗的一相为U相, 白炽灯较亮的一相为W相。 方法2: 以电容接V相, 测量电压较低的一相为U相, 电压较高的一相为W相。