

15.2 认识电功率

与教材不同之处

更详细描述电功率的概念；更详细描述探究电功率的影响因素的实验；更详细描述与总功率相关的公式；更详细描述功率的推导公式；更详细描述电功率的比值问题。

什么是电功率

我们已经知道，功率是反映力对物体做功的快慢的物理量。

类似的，物理学上，用**电功率**来反映电流通过用电器时做功的快慢。电功率和功率一样，都用字母 P 来表示。

因此，当某用电器消耗的电功率越大，则电流通过此用电器时电流做功越快。当电流做功越快，则意味着在相同的时间内，将会有更多的电能转化为其他形式的能。

比如，某灯泡工作时消耗的电功率越大，则在相同时间内，将有更多有电能转化为光能，



图 15-2-1

则灯泡将会更亮。因此，通过灯泡的亮暗程度的不同，我们便知道哪个灯泡消耗的电功率更大。如图 15-2-1 所示，右边的灯泡更亮，说明此灯泡消耗的电功率更大。

我们不难得到这么一个结论：**灯泡的亮暗程度是由灯泡所消耗的电功率决定的。**

又如，当某风扇通电后，相比其他风扇转得更快，这说明，在相同时间内，该风扇能将更多的电能转化为机械能，即该风扇消耗的电功率更大。因此，对于风扇而言，转动的快慢是由风扇所消耗的电功率的决定的。

有关电功率的公式及单位

用电器所消耗的电功率的大小如何计算呢？

我们已经知道，功率等于功与做功时间的比值。类似的，电功率等于电功与做功时间的比值，公式如下：

$$\text{电功率} = \frac{\text{电功}}{\text{做功时间}}$$

如果电功用 W 表示，做功时间用 t 表示，则上述公式用字母符号表示为：

$$P = \frac{W}{t}$$

此公式有一个重要的变形公式，即

$$W = P \cdot t$$

此公式适用于计算出某用电器工作的电功（或者说，某用电器所消耗的电能）。

电功率的国际制单位为瓦特，简称为瓦，符号是 W 。

常用单位还有千瓦，符号是 KW 。它们之间的换算为

$$1KW = 10^3 W$$

在生活中，日光灯、风扇正常工作时消耗的电功率一般均为 $40W$ 左右，家用液晶电视正常工作时消耗的电功率一般为 $150W$ 左右，电饭锅、电热水壶、电吹风、电热水器、微波炉、电熨斗、空调等用电器正常工作时消耗的电功率一般都在 $1000W$ 以上（一般地，用电器

消耗的电功率在 1000W 以上的，都称为大功率用电器）。

电功率跟哪些因素有关

我们知道，当一个“力”作用在物体上，产生的效果是使物体获得“速度”。而且我们还知道，功率等于力与速度的乘积，当力越大，速度越大，功率也越大，也就是说，功率的影响因素是力与速度。

在电学上，电压是形成电流的原因，也就是说，当一段电路两端有“电压”时，产生的效果是使电路中有“电流”。因此，类似的，我们可以猜想电功率的影响因素是电压和电流。

我们需要通过实验来验证我们的猜想。由于我们猜想的因素有两个，所以，需要采用控制变量法，所以，整个探究实验分两个部分分别进行：

- （1）当电流一定时，探究电功率与电压的关系；
- （2）当电压一定时，探究电功率与电流的关系。

根据以前我们做探究实验的经验，我们知道在进行实验前要解决 3 个问题：（1）如何判断电功率的大小；（2）如何改变电压或电流；（3）如何保持电压或电流不变。这三个问题我们可以简称为“三个如何”。

本次实验的用电器我们选择灯泡，因为通过灯泡的亮暗程度就可以判断用电器消耗电功率的大小。

如何做到通过灯泡的电流不变时改变灯泡两端的电压呢？

如果我们的研究对象只是一个灯泡，则当我们改变灯泡两端的电压时，其通过的电流也会发生改变。为了在改变灯泡的两端电压时，同时控制通过灯泡的电流不变，解决的办法有两种——要么将此灯泡的规格进行改变（即将灯丝的长度或粗细做出改变），要么使用两个规格不同灯泡来进行实验，比如将两个规格不同的灯泡串联，那么，我们就做到电流不变，但电压不同的条件。显然，第二种解决方案简单方便。

因此，本实验的器材有：两个规格不同的灯泡，两个电压表、两个电流表，电源等。

探究电流一定，电功率与电压关系的实物图与电路图如 15-2-2 所示。

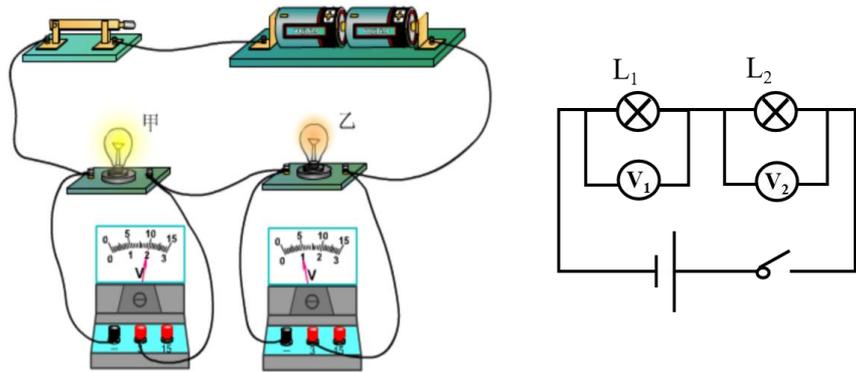


图 15-2-2

我们实验步骤是：

- (1) 按电路图组装好电路。
- (2) 观察灯泡的发光情况和电压表的示数，并将数据记录到表格中（见表格一）。
- (3) 改变灯泡的规格，再重复步骤（2），多收集几组数据。

实验次数	灯泡	亮度	电压表示数/V
1	灯泡1	亮	2
	灯泡2	较亮	1
2	灯泡3	.....	.....
	灯泡4	.....	.....
3	灯泡5	.....	.....
	灯泡6	.....	.....

表格一

通过表格中记录的现象和数据，我们发现灯泡两端电压大的，灯泡的亮度更亮，于是我们得到的结论是：**当电流一定时，电压越大，电功率越大。**

同理，我们探究电压一定，电功率与电流关系的实物图与电路图如 15-2-3 所示。

类似的，实验步骤是：

- (1) 按电路图组装好电路。
- (2) 观察灯泡的发光情况和电流表的示数，并将数据记录到表格中（见表格二）。
- (3) 改变灯泡的规格，再重复步骤（2），多收集几组数据。

通过表格中记录的现象和数据，我们发现通过灯泡的电流大的，灯泡的亮度更亮，于是我们得到的结论是：**当电压一定时，电流越大，电功率越大。**

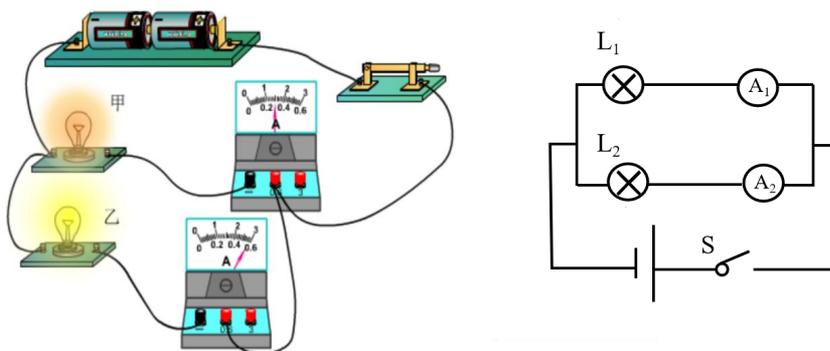


图 15-2-3

实验次数	灯泡	亮度	电流表示数/A
1	灯泡1	亮	0.6
	灯泡2	较亮	0.3
2	灯泡3	.....	.....
	灯泡4	.....	.....
3	灯泡5	.....	.....
	灯泡6	.....	.....

表格二

综上所述，电功率与电压、电流有关，且与电压、电流成正比。精确的实验表明，电功率等于电压与电流的乘积，即

$$P = U \cdot I$$

其中 P 表示电功率，U 表示电压，I 表示电流。

通过这个公式，我们还可以得到电功率的一个新的形式的单位：伏安，单位符号是 V · A。

伏安与瓦之间的关系如下：

$$1W = 1V \cdot A$$

有关总功率的计算公式

我们知道，当电路中有多个用电器时，无论是串联还是并联电路，电压会有用电器两端的电压和电路两端的总电压的区别，电流也有用电器通过的电流与电路总电流的区别，所以，对于电功率，也有用电器消耗的电功率与整个电路消耗的总电功率（总电功率一般可简称为总功率）的区别。

显然，用电器消耗的电功率是通过“用电器的电压”和“用电器的电流”来计算的，整个电路消耗的总功率可通过“总电压”和“总电流”来计算。

例题：两只电灯接在 3V 的电源两端，通过 L_1 电流为 0.2A， L_1 两端的电压为 1V，则 L_1 消耗的电功率和电路消耗的总功率分别是多少？

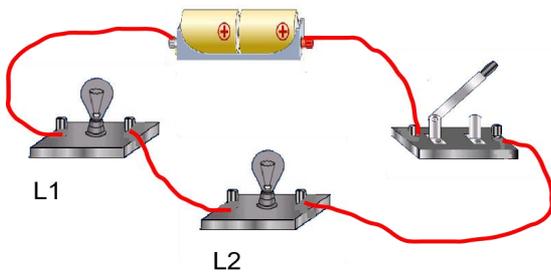


图 15-2-3

【分析】由于是串联电路，电路电流（也称为总电流）与通过 L_1 的电流大小是相等的，所以，发现这个“隐藏”的已知条件非常关键。

解： L_1 消耗的电功率

$$P_1 = U_1 I_1 = 1\text{V} \times 0.2\text{A} = 0.2\text{W}$$

电路消耗的总功率

$$I = I_1 = 0.2\text{A}$$

$$P = UI = 3\text{V} \times 0.2\text{A} = 0.6\text{W}$$

答： L_1 消耗的电功率是 0.2W，电路消耗的总功率是 0.6W。

为了区别不同的功率，用电器消耗的电功率一般用 P_1 或 P_2 ，电路消耗的总功率一般用 P 表示。

关于总功率的其他计算公式

在两个用电器串联的电路中，计算总功率的公式可以进行进一步的推导，过程如下：

$$P = UI = (U_1 + U_2)I = U_1I + U_2I = U_1I_1 + U_2I_2 = P_1 + P_2$$

类似的，在两个用电器并联的电路中，计算总功率的公式可以进行进一步的推导，过程如下：

$$P = UI = U(I_1 + I_2) = UI_1 + UI_2 = U_1I_1 + U_2I_2 = P_1 + P_2$$

根据上述的两个推导，我们可以得到这么一个结论：**无论是串联还是并联电路，电路消耗的总功率等于各用电器消耗的电功率之和。**用公式表示如下：

$$P = P_1 + P_2 + \dots$$

例题：例题：教室里的 10 只规格是“220V 44W”的日光灯，这些灯全部正常发光时，总功率是多少？总电流等于多少？

【分析】“220V 44W”是指日光灯的铭牌信息，此信息告诉我们，当日光灯正常工作时的电压是 220V，消耗的电功率是 44W。所以，此题的总功率应当等于 10 个日光灯正常发光的功率之和。

解：日光灯正常工作时的总功率

$$P = 10P_1 = 10 \times 44 \text{ W} = 440 \text{ W}$$

则总电流

$$\begin{aligned} \because P &= UI \\ \therefore I &= \frac{P}{U} = \frac{440 \text{ W}}{220} = 2 \text{ A} \end{aligned}$$

答：灯全部正常发光时总功率是 440W，总电流等于 2A。

关于功率的其他推导公式

另外，我们将电功率的公式与欧姆定律的公式进行组合，也可以得到一些新的推导公式。比如，我们将电流 $I=U/R$ 代入计算总功率的公式中，我们将得到：

$$P = UI = U \cdot \frac{U}{R} = \frac{U^2}{R}$$

又如，我们将电压 $U=IR$ 代入计算总功率的公式中，我们将得到：

$$P = UI = IR \cdot I = I^2 R$$

通过上面的推导，我们得到了两个新的有关电功率的推导公式：

$$P = \frac{U^2}{R} \qquad P = I^2 R$$

上述两个推导公式说明，是不是可以电功率的影响因素还应包括电阻呢？

其实不然，电功率的影响因素只有电压和电流，不包含电阻。上述两个推导公式只能告诉我们，电阻对电功率的影响是间接的——本质上是电阻影响了电流，电流再直接影响了电功率。

我们学过滑动摩擦力的影响因素有压力和接触面的粗糙程度。可是生活现实告诉我们，一个物体越重，推动物体需要克服的滑动摩擦力也会越大，是不是可以认为滑动摩擦力的影响因素还包含重力呢？答案是：滑动摩擦力的影响因素不包含重力，不过重力对滑动摩擦力的影响是间接的——本质上是重力影响了压力，压力再直接影响了滑动摩擦力。

由于电阻对电功率影响是间接的，这也意味着这种影响还要取决于其他因素，也就是说，当其他因素不同时，电阻对电功率的影响是不同的。

比如，在公式 $P=U^2/R$ 中，当电压一定时，电功率 P 与电阻 R 成反比，即当用电器两端的电压是恒定不变时，用电器的电阻越大，则用电器消耗的电功率反而越小。

又如，在公式 $P=I^2R$ 中，当电流一定时，电功率 P 与电阻 R 成正比，即当通过用电器的电流是恒定不变时，用电器的电阻越大，则用电器消耗的电功率也越大。

之所以出现电阻对电功率的影响竟会完全相反，原因就是电阻对电功率的影响是间接的，使得电阻对电功率的影响还要取决于其他的因素（比如电压和电流）。

与功率有关的计算

例题：如图 15-2-4 所示，电源电压为 6V，电阻 R_1 的阻值是 10Ω ，闭合开关后，电压表示数为 2V，求：（1）电阻 R_2 的阻值。（2）电阻 R_1 消耗的电功率。

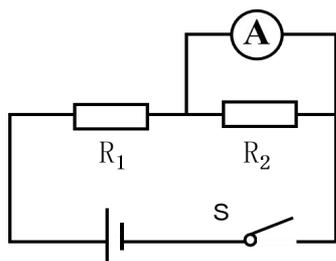


图 15-2-4

【分析】截止目前，根据欧姆定律公式和电功率的公式，我们已经学习了 4 种物理量，分别是：电压 U 、电流 I 、电阻 R 、电功率 P 。在串联或并联电路中，这 4 种物理量又分别有三种区别（只考虑电路中有两个用电器），比如电功率有 R_1 消耗的电功率 P_1 、 R_2 消耗的电功率 P_2 、还有整个电路消耗的总功率 P （其实就是 R_1 和 R_2 消耗的电功率的总和），我们用表格列举出来，共 12 个物理量，见表一，这个表格我们不妨取名为“十二宫图”。

$P=$	$U=$	$I=$	$R=$
$P_1=$	$U_1=$	$I_1=$	$R_1=$
$P_2=$	$U_2=$	$I_2=$	$R_2=$

表一

我们有趣地发现，如果十二宫图中的已知条件有 3 个以上，则通过这 3 个已知的物理量

可计算出其他 9 个物理量的大小(这种利用十二宫图求出未知量的方法我们称为“**知三求九**”)。

此题已知条件有：电源电压 $U=6V$ ， $R_1=10\Omega$ ，由于电压表测量对象是 R_2 ，所以， $U_2=2V$ 。

把这三个已知条件填入十二宫图中，见表二：

$P=$	$U=6V$	$I=$	$R=$
$P_1=?$	$U_1=$	$I_1=$	$R_1=10\Omega$
$P_2=$	$U_2=2V$	$I_2=$	$R_2=?$

表二

通过分析表二，我们发现，若要计算 P_1 ，则至少知道 U_1 或 I_1 ，由于串联， U_1 可以由 U 和 U_2 算出，再利用 $P_1=U_1^2/R_1$ 公式可计算出 P_1 。

若要计算 R_2 ，则至少还要知道 I_2 或 P_2 。根据欧姆定律， $I_1=U_1/R_1$ 可以求出 I_1 。因为串联， I_2 和 I_1 相等的从而求出 I_2 。再根据 $R_2=U_2/I_2$ 求出 R_2 。

解：

$$U_1 = U - U_2 = 6V - 2V = 4V$$

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = \frac{4V}{10\Omega} = 0.4A$$

\therefore 串联

$$\therefore I_2 = I_1 = 0.4A$$

则电阻 R_2 的阻值为

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{2V}{0.4A} = 5\Omega$$

则电阻 R_1 消耗的电功率为

$$P_1 = U_1 \cdot I_1 = 4V \times 0.4A = 1.6W$$

答：电阻 R_2 的阻值是 5Ω ，电阻 R_1 消耗的电功率为 $1.6W$ 。

电功率的比值

对于上面的这个题目进一步挖掘，我们还可以算出 R_2 消耗的电功率，即

$$P_2 = U_2 \cdot I_2 = 2\text{V} \times 0.4\text{A} = 0.8\text{W}$$

我们发现，在串联电路中， R_2 的阻值是 R_1 的 2 倍， R_2 消耗的电功率也是 R_1 的 2 倍。这说明，在串联电路中，电阻大的，消耗的电功率也越大。

在串联电路中，两个用电器消耗的电功率与它们的电阻的数量关系，我们试着用公式来推导一下：

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{U_1 \cdot I_1}{U_2 \cdot I_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_1 \cdot R_1}{I_2 \cdot R_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

我们发现，在串联电路中，两个用电器消耗的电功率之比，等于它们的电阻之比。

接着我再来推导一下，在并联电路中，两个用电器消耗的电功率与它们的电阻的数量关系，推导过程如下：

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{\frac{U_1}{R_1}}{\frac{U_2}{R_2}} = \frac{U_1}{R_1} \times \frac{R_2}{U_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

我们发现，在并联电路中，两个用电器消耗的电功率之比，等于它们的电阻之比的倒数。也就是说，在并联电路中，电阻大的，消耗的电功率反而越小。

现在，我们可以总结一下了。

在串联电路中，不但两个用电器的电压之比等于它们的电阻之比，而且两个用电器消耗的电功率之比也等于它们的电阻之比。

在并联电路中，不但两个用电器通过的电流之比等于它们的电阻之比的倒数，而且两个用电器消耗的电功率之比也等于它们的电阻之比的倒数。

表三列举了它们之间具体的等式。

电路类型	两用电器的电压之比	两用电器的电流之比	两用电器的电功率之比
串联电路	$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$	$\frac{I_1}{I_2} = 1$, 与电阻无关	$\frac{P_1}{P_2} = \frac{R_1}{R_2}$
并联电路	$\frac{U_1}{U_2} = 1$, 与电阻无关	$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$	$\frac{P_1}{P_2} = \frac{R_2}{R_1}$

表三

例题：如图 15-2-5 所示， R_1 是 10Ω ， R_2 是 15Ω ，两个电阻的电流分别是 I_1 ， I_2 ，电压分别是 U_1 ， U_2 ，电功率分别是 P_1 ， P_2 ，试分别求出它们的比值。

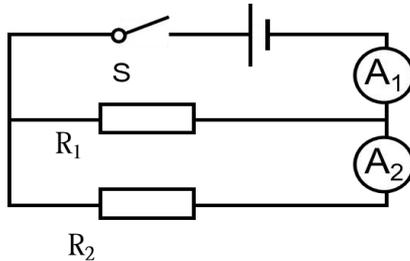


图 15-2-5

【分析】此电路是并联电路，根据拆表法，电流表 A_1 测量对象是总电流，电流表 A_2 测量对象是 R_2 的电流。根据表三中列举的等式，我们可以分别计算出电压、电流、电阻、电功率之比。

解： R_1 与 R_2 并联，则两个电阻电流之比

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{15\Omega}{10\Omega} = \frac{3}{2}$$

R_1 与 R_2 并联，两个电阻的电压是相等的，所以电压之比是 1: 1

R_1 与 R_2 并联，则两个电阻消耗的电功率之比

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{15\Omega}{10\Omega} = \frac{3}{2}$$

答：两个电阻的电流之比是 3: 2；电压之比是 1: 1；电功率之比是 3: 2。



本节我们学习的物理规律

1、什么叫做电功率

电功与做功时间的比值叫做电功率，电功率反映电流做功的快慢，用符号 P 表示。

功率的单位有瓦（W）、伏安（VA）、焦/秒（J/s）等。

2、电功率的相关的公式

(1) 定义式公式

$$P = \frac{W}{t}$$

(2) 决定式公式

$$P = U \cdot I$$

(3) 与欧姆定律结合后的推导式公式

$$P = \frac{U^2}{R} \qquad P = I^2 R$$

3、与总功率有关的公式

(1) $P = U \cdot I$

(2) $P = P_1 + P_2$

4、电功率的比值问题

(1) 串联电路

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{U_1}{U_2} \qquad \frac{P_1}{P_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

(2) 并联电路

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{I_2}{I_1} \qquad \frac{P_1}{P_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

5、有关功率计算的方法

已知条件填入十二宫图，再运用规律解题。



自我检测与巩固

1、下列四种家用电器中，额定功率可能大于800W的是（ ）

- A. 电暖气 B. 收音机
C. 电视机 D. 日光灯

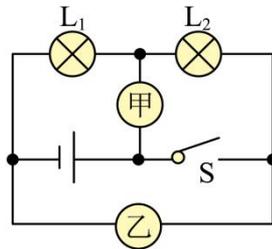
2、下列对生活中一些物理量的估测，不正确的是（ ）

- A、家用节能灯正常工作时，功率大约是20W
B、家用电热水壶正常工作时的电流约为4A
C、对人体安全的电压是36V
D、空调正常工作1小时消耗的电能大约为 $3.6 \times 10^6 \text{ J}$

3、家庭电路中工作的用电器越多，则（ ）

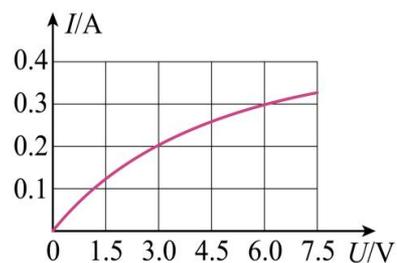
- A、电路总电阻变大
B、电路总功率变小
C、总电压变小
D、总电流变大

4、如图所示，电源电压保持不变，开关S断开后 L_1 、 L_2 都能正常发光，甲、乙两个电表的示数之比是5:4，由此判断甲电表是_____（选填“电压表”或“电流表”），灯 L_1 与灯 L_2 的电功率之比是_____。



5、某额定电压为6V的小灯泡与 $R = 30\Omega$ 的定值电阻串联接入电路，电流为0.2A，如图所示是小灯泡的 $I-U$ 图像，根据图像试求出：

- (1) 电源电压； (2) 小灯泡此时消耗的电功率。



6、如图所示是小娟家的电能表，她家同时使用的用电器总功率不能超过_____W。她让个电热水器单独接入电路，使用加热挡工作 30min，电能表转盘刚好转了 1800 转，这段时间电热水器消耗的电能为_____J，此电热水器加热挡的实际功率为_____W。

