

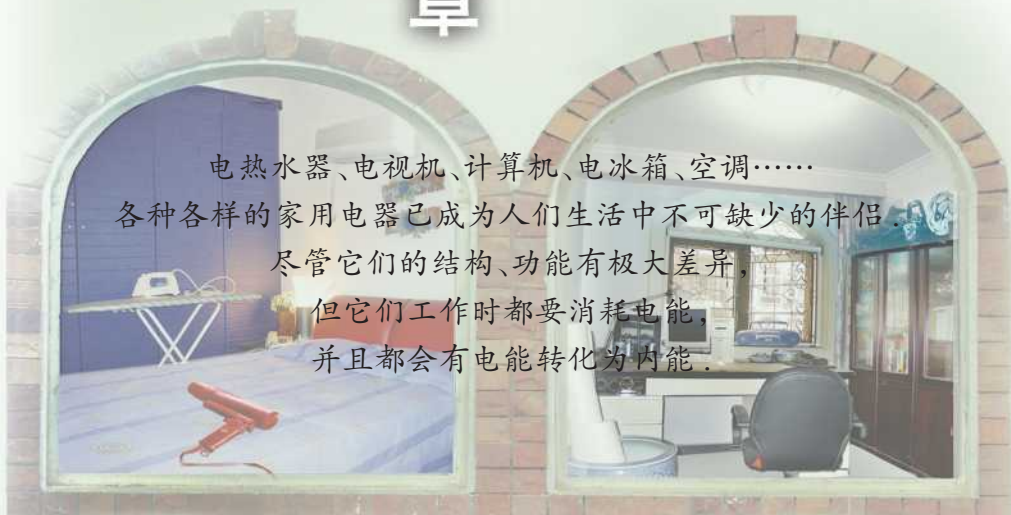
丰富多彩的电器世界

电功和电热

第十五章

- 电能表与电功
- 电功率
- 电热器 电流的热效应
- 家庭电路与安全用电
- 综合实践活动

电热水器、电视机、计算机、电冰箱、空调……
各种各样的家用电器已成为人们生活中不可缺少的伴侣。
尽管它们的结构、功能有极大差异，
但它们工作时都要消耗电能，
并且都会有电能转化为内能。





一、电能表与电功



想一想:电费的多少表明什么? 电费的多少与哪些因素有关?

电能表

用来测量电路消耗电能(electrical energy)多少的仪表叫作电能表。

目前,常用的家用电能表有电子式和感应式两种,如图15-1所示。

■ 读一读

电子式电能表的技术参数

电压:220 V

电流规格:10(40)A

频率:50 Hz

电能表常数:3 200 imp/(kW·h)

工作环境温度范围:-10~45 ℃

相对湿度:不超过85%



(a) 电子式

(b) 感应式

图 15-1 家用电能表



如图 15-1(a)所示的电子式电能表,其主要技术参数的含义如下:

1. “电压”表示电能表适用的额定电压(rated voltage)。

2. “电流规格”中,“10 A”表示基本电流,它是确定电能表有关特性的电流值;“(40)A”是电能表能满足测量准确要求,且能长期正常运行的最大电流值。

3. “电能表常数”表示每消耗 $1 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 电能,电能表指示灯闪烁的次数。

电能表的示数由几位整数和一位小数(红色框内的数字)组成,如图 15-2 所示。连续用电一段时间后,电能表的示数会变化。在实际生活中,供电部门一般仅记录电能表示数的整数部分,并按前后两次记录的数据之差计算电费。



信息快递

额定电压是指用电器正常工作时的电压。



图 15-2 电能表的示数

信息快递

电能表的计量单位是千瓦时(kilowatt-hour),符号为 $\text{kW} \cdot \text{h}$,俗称度。 $1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$,在数值上等于功率为 1 kW 的用电器工作 1 h 所消耗的电能。

如图 15-1(b)所示的感应式电能表,电能表常数为 $1\,920 \text{ r}/(\text{kW} \cdot \text{h})$,它表示电路中每消耗 $1 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 电能,电能表的转盘转动 $1\,920$ 圈。

电 功

家里的电灯、电扇、吸尘器等工作一段时间,电能表的示数会发生变化,这说明用电器消耗了电能,即电能转化成了其他形式的能。我们知道,做功的过程总伴随着能量转化,电流做了多少功,电路中就消耗了多少电能。电流所做的功叫作电功。

研究表明:电功大小与加在用电器两端的电压、通过的电流和通电时间有关。若用电器两端的电压为 U ,通过用电器的电流为 I ,通电时间为 t ,则电流所做的功

$$W = UIt$$



15.1 比较两个灯泡的亮暗

电流通过灯泡,灯泡会发光.在一定时间内,电流做的功越多,灯泡就越亮.

1. 如图 15-3 所示,将两个电阻不等的白炽灯泡串联在电路中,闭合开关,调节滑动变阻器(注意不要使灯泡两端的电压过大),比较两个灯泡的亮暗和两只电压表的示数.

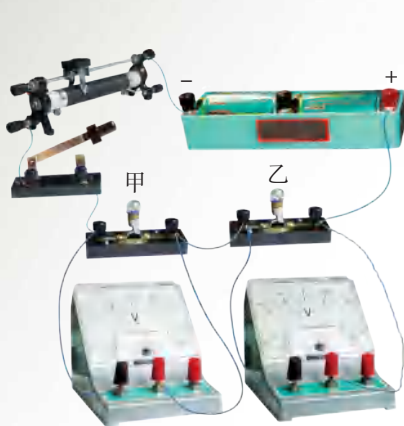


图 15-3

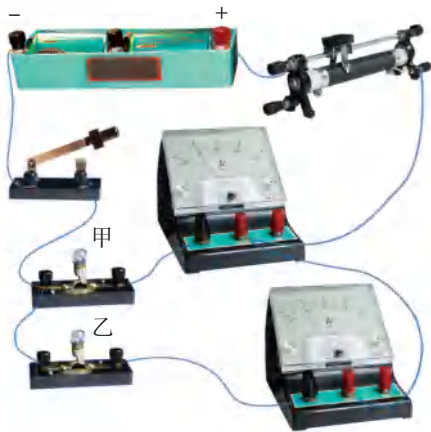


图 15-4

2. 如图 15-4 所示,将这两个灯泡并联在电路中,闭合开关,调节滑动变阻器,比较两个灯泡的亮暗和两只电流表的示数.

在上述实验中,两个灯泡串联时,哪一个更亮? 两个灯泡并联时,哪一个更亮? 你能用电功的知识解释上述现象吗?

两个灯泡串联时,通过灯泡的电流相等.因此,电压越高,电流做的功越多,灯泡就越亮.两个灯泡并联时,灯泡两端的电压相等.因此,电流越大,电流做的功越多,灯泡就越亮.

在国际单位制中,电功与电能的单位相同,都是焦耳,简称焦,符号为 J. 当某用电器两端的电压为 1 V,通过的电流为 1 A 时,该用电器在 1 s 内消耗的电能为 1 J.

电功的常用单位还有千瓦时,电能表的计量单位就是千瓦时.



例题 将一个电暖器单独接在家庭电路中,它连续正常工作2 h后,电能表的示数由

4	3	2	1	8
---	---	---	---	---

 变为

4	3	2	3	4
---	---	---	---	---

. 已知该电暖器的额定电压为220 V,求通过电暖器的电流.

分析 根据电能表示数的变化,可算出2 h内电暖器消耗的电能,再利用电功的公式就可以求出通过电暖器的电流.

解 电暖器消耗的电能

$$\begin{aligned} W &= (4\,323.4 - 4\,321.8)\text{kW}\cdot\text{h} \\ &= 1.6 \times 3.6 \times 10^6 \text{ J} \\ &= 5.76 \times 10^6 \text{ J} \end{aligned}$$

由电功的公式 $W=UIt$ 可得,通过电暖器的电流

$$\begin{aligned} I &= \frac{W}{Ut} \\ &= \frac{5.76 \times 10^6 \text{ J}}{220 \text{ V} \times 7\,200 \text{ s}} \\ &\approx 3.64 \text{ A} \end{aligned}$$

答 通过电暖器的电流约为3.64 A.



1. 关于电功,有下列三种说法:① 用电器通电的时间越长,电流做的功越多;② 通过用电器的电流越大,电流做的功越多;③ 用电器两端的电压越高,电流做的功越多. 请分析上述说法各自成立的条件.

2. 小明家的电能表,2月底的示数为

2	1	3	8	2
---	---	---	---	---

, 3月底的示数为

2	1	7	8	2
---	---	---	---	---

. 若按每千瓦时0.52元计算,则小明家3月份应交电费多少元? 他家3月份消耗的电能是多少焦?

3. 将额定电压为220 V的电暖器接入家庭电路中. 先将电暖器的调温旋钮调到高温挡,若此时通过电暖器的电流为7.27 A,则在15 min内电流将做多少功? 若将调温旋钮调到低温挡,此时通过电暖器的电流为2.73 A,则在15 min内电流将做多少功? 该电暖器在这30 min内一共消耗多少电能?



二、电 功 率

利用电能表可以测出用电器在一定时间(如1 min)内消耗的电能.通过实验可知,不同的用电器(或同一用电器处于不同挡位)在相同时间内消耗的电能一般是不相等的.

相同时间内,不同用电器消耗的电能不相等,是不是说明电流做功有快慢?

对,在力学中我们用功率描述力做功的快慢.同样,在这里可以引入电功率来描述电流做功的快慢.



电功率

电功率(electric power)是描述电流做功快慢的物理量.根据功率的公式 $P = \frac{W}{t}$ 和电功的公式 $W = UIt$, 可得电功率

$$P = UI$$

电功率的单位是瓦特,简称瓦,符号为W.当用电器两端的电压为1 V,通过用电器的电流为1 A时,该用电器的电功率为1 W.

电功率的单位还有千瓦(kW)和毫瓦(mW).电功率单位的换算关系为:

$$1 \text{ kW} = 1\,000 \text{ W}$$

$$1 \text{ W} = 1\,000 \text{ mW}$$

例题 小明家有一个旧式电熨斗,将其接入220 V的电路中时,通过的电流为4.5 A.这个电熨斗的电功率是多大?若熨烫一件衣服电熨斗需连续工作10 min,则在这段时间内,电流做了多少功?合多少千瓦时?



解 电熨斗的电功率

$$\begin{aligned}P &= UI \\&= 220 \text{ V} \times 4.5 \text{ A} \\&= 990 \text{ W}\end{aligned}$$

电熨斗工作 10 min, 电流做的功

$$\begin{aligned}W &= Pt \\&= 990 \text{ W} \times 10 \times 60 \text{ s} \\&= 5.94 \times 10^5 \text{ J} \\&= 0.165 \text{ kW} \cdot \text{h}\end{aligned}$$

答 电熨斗的电功率为 990 W. 在这段时间内, 电流做的功为 $5.94 \times 10^5 \text{ J}$, 合 $0.165 \text{ kW} \cdot \text{h}$.

反思 这种旧式电熨斗与蒸汽电熨斗相比有哪些缺点?

用电器的额定功率

每种用电器的铭牌或说明书上都标出了它的额定电压和额定功率.

用电器在额定电压下工作时的功率叫作额定功率 (rated power). 如图 15-5 所示是某电热水器的铭牌, 它表明该电热水器的额定电压为 220 V、额定功率为 3 000 W.


储水式电热水器			
型 号		额定电压	220 V~
额定容量	80 L	额定频率	50 Hz
额定最高温度	75 °C	额定功率	3 000 W
防水等级	IPX4	额定内压	0.8 MPa
出厂编号	Serial Number 		

图 15-5

不同种类用电器的额定功率一般不同, 即使是同一类用电器, 由于规格、型号不同, 它们的额定功率也不相同.

由于电路的实际电压不一定恰好等于用电器的额定电压, 所以用电器实际工作时的功率不一定等于额定功率. 用电器实际工作时的功率叫作实际功率.



如图 15-6 所示的是一些常见用电器的额定功率.



图 15-6 一些用电器的额定功率



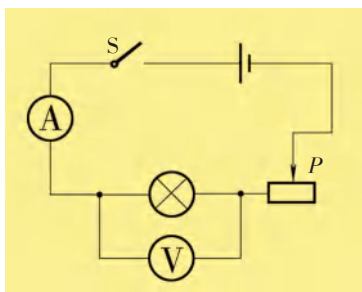
学生实验 测量小灯泡的功率

实验目的

测量小灯泡的额定功率和实际功率。

实验设计

1. 实验中需要测量哪些物理量?
2. 根据需要测量的物理量选用实验器材. 想一想, 如何改变小灯泡两端的电压?
3. 根据图 15-7(a) 所示的电路图, 用笔画线表示导线, 将图 15-7(b) 中的实物连接起来.



(a) 电路图



(b) 实物图

图 15-7

实验与记录

1. 按照图 15-7 连接电路.
2. 调节滑动变阻器, 使其接入电路中的电阻最大.
3. 闭合开关, 移动滑片, 分别使电压表的示数小于、等于和略大于小灯泡的额定电压, 观察小灯泡的亮度, 读出电压表、电流表的示数并填入下表.

小灯泡的规格	电压表的示数 U/V	电流表的示数 I/A	小灯泡的亮度	小灯泡的功率 P/W
额定电压 $U_{\text{额}} = 2.5\text{ V}$				



结 论

通过实验,得出小灯泡的额定功率是_____.

设小灯泡的实际电压为 $U_{\text{实}}$,额定电压为 $U_{\text{额}}$,实际功率为 $P_{\text{实}}$,额定功率为 $P_{\text{额}}$,可以发现:

当 $U_{\text{实}} > U_{\text{额}}$ 时, $P_{\text{实}}$ _____ $P_{\text{额}}$;

当 $U_{\text{实}} = U_{\text{额}}$ 时, $P_{\text{实}}$ _____ $P_{\text{额}}$;

当 $U_{\text{实}} < U_{\text{额}}$ 时, $P_{\text{实}}$ _____ $P_{\text{额}}$.



使用用电器时,加在其两端的电压一般不能超过额定电压,否则会造成用电器的实际功率超过额定功率,从而导致用电器因为过热而烧毁.

例题 LED灯具有节能、环保等特点.图15-8是额定电压为220 V、额定功率为8.5 W的LED灯泡.该灯泡的额定电流是多大?与普通白炽灯相比,在达到相同亮度的条件下,假设LED灯可以节约85.8%的电能,那么,这个LED灯与多大功率的白炽灯亮度相当?



图15-8 LED灯泡

分析 根据额定功率和额定电压可求出额定电流;LED灯节能85.8%,说明在达到相同亮度的条件下,它消耗的电能只相当于白炽灯的14.2%.

解 由 $P_{\text{额}} = U_{\text{额}} I_{\text{额}}$ 可知,它的额定电流

$$I_{\text{额}} = \frac{P_{\text{额}}}{U_{\text{额}}} = \frac{8.5 \text{ W}}{220 \text{ V}} \approx 0.039 \text{ A}$$

与之亮度相当的白炽灯的功率

$$P'_{\text{额}} = \frac{P_{\text{额}}}{14.2\%} = \frac{8.5 \text{ W}}{0.142} \approx 60 \text{ W}$$

答 该LED灯的额定电流约为0.039 A,它与60 W的白炽灯亮度相当.



1. 本章第一节的“信息快递”指出, $1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$. 你能否用本节所学的知识推算出这个结果?

2. 图 15-9 是某电扇的铭牌. 该电扇连续运转 4 h 要消耗多少电能?



图 15-9 某电扇的铭牌

3. 小华发现家里电能表的示数在 40 min 内变化了 $1.2 \text{ kW} \cdot \text{h}$, 则他家用电器的实际功率是多大? 如果电能表能正常工作的最大电流为 10 A, 那么电路中还能不能再接入一个额定功率为 800 W 的电饭锅?

4. 在“测量小灯泡的功率”实验中, 一位同学连接好电路, 闭合开关后发现小灯泡比正常工作时亮, 这说明他在闭合开关前遗漏了哪一个实验步骤? 另一位同学连接好电路, 闭合开关后发现小灯泡不亮且电流表无示数, 但电压表有示数. 试分析电路中可能出现的故障.



三、电热器 电流的热效应

电热器

导体中有电流通过时会发热,将电能转化为内能,这种现象称为电流的热效应.主要利用电流热效应工作的装置称为电热器,如图 15-10 所示的电热油汀、蒸汽电熨斗、电暖器、电水壶和电炉等都是电热器.



电热油汀



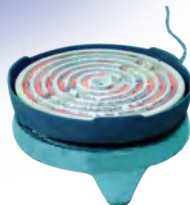
蒸汽电熨斗



电暖器



电水壶



电炉

图 15-10 电热器

影响电流热效应的因素



15.2 探究影响电流热效应的因素

问题

电流通过电热器产生的热量与哪些因素有关?

猜测

电热器只有在通电时才发热,它们产生的热量是否与电流有关?



电炉是通过铜导线接入电路中的.通电时,电阻丝发热而铜导线却几乎不发热,它们产生的热量是否与电阻有关?





设计实验

如图 15-11 所示,将一段电阻丝浸没在一定质量的液体(如煤油)中,通电时电阻丝产生的热量被液体吸收,液体的温度就会升高.因此,我们可以通过液体温度的变化来比较电阻丝产生热量的多少.

1. 如何比较电阻丝中的电流大小对产生热量的影响? 需要控制哪些物理量? 如何进行控制?

2. 如何比较电阻丝的电阻大小对产生热量的影响? 需要控制哪些物理量? 如何进行控制?

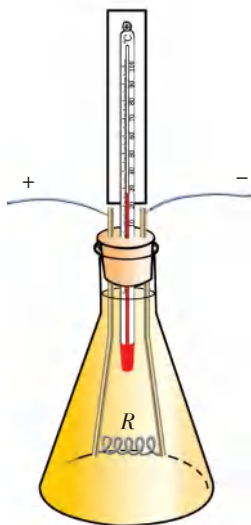


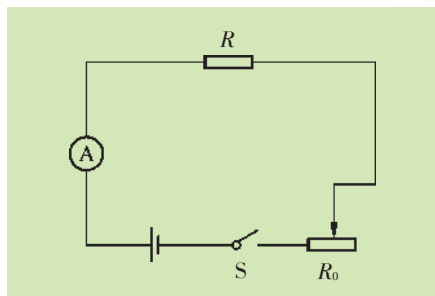
图 15-11

进行实验

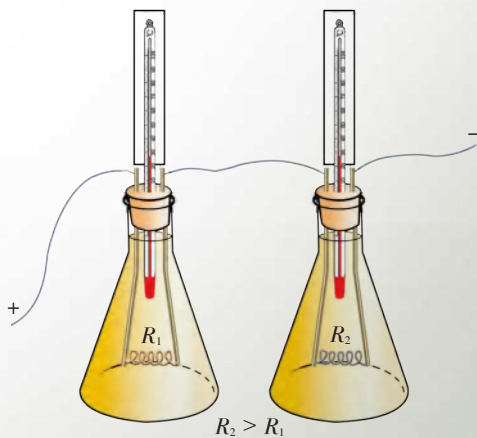
1. 将如图 15-11 所示的装置按图 15-12(a)接入电路. 闭合开关,观测在一定时间内液体温度的变化. 保持通电时间一定,调节滑动变阻器,改变通过电阻丝的电流,进行多次实验.

2. 保持通过电阻丝的电流不变,改变通电时间,观测液体温度的变化.

3. 如图 15-12(b)所示,将两段阻值不等的电阻丝 R_1 、 R_2 分别安装在两个相同装置中,然后将它们串联后接入电路. 通电一段时间,观测两个装置中液体温度的变化.



(a)



(b)

图 15-12

**实验结论**

由上述实验可知,影响通电导体产生热量的因素有哪些?

1840年,英国科学家焦耳►►(p.28)通过大量实验研究发现:电流通过导体产生的热量与电流的平方成正比,与导体的电阻成正比,与通电的时间成正比.这个规律叫作焦耳定律(Joule law),用公式表示为

$$Q = I^2 R t$$

若电流的单位是安(A),电阻的单位是欧(Ω),时间的单位是秒(s),则热量的单位就是焦(J).

电流通过电炉、电烙铁、电饭锅等电热器时,电能几乎全部转化成内能,电热器产生的热量等于电流所做的功,即 $Q = W = U I t$. 再根据欧姆定律 $U = I R$, 可得 $Q = I^2 R t$, 这与由实验得到的结论一致.

在有些情况下,电流所做的功只有一部分转化为内能. 例如,电流通过电动机做功时,大部分电能转化为机械能,仅有少量的电能转化成内能.

例题 某电热器接入 220 V 的电路中正常工作时,其电阻丝的电阻为 55Ω ,则该电热器在 20 min 内会产生多少热量?

分析 根据欧姆定律可求出通过电阻丝的电流,根据焦耳定律可求出电热器在 20 min 内产生的热量.

解 通过电阻丝的电流

$$\begin{aligned} I &= \frac{U}{R} \\ &= \frac{220 \text{ V}}{55 \Omega} \\ &= 4 \text{ A} \end{aligned}$$

电热器产生的热量

$$\begin{aligned} Q &= I^2 R t \\ &= (4 \text{ A})^2 \times 55 \Omega \times 20 \times 60 \text{ s} \\ &= 1.056 \times 10^6 \text{ J} \end{aligned}$$

答 电热器在 20 min 内产生的热量为 $1.056 \times 10^6 \text{ J}$.

反思 可以用电功的公式 $W = U I t$ 来求解吗?



生活 · 物理 · 社会

计算机中的散热器

电流通过计算机中的硬件如中央处理器(CPU)、显卡的图形处理芯片(GPU)时,不可避免地会产生热量.如果散热措施不当,就会影响整个系统的稳定性和硬件的使用寿命.

因此,在计算机的CPU和GPU上通常都装有散热器.它一般由电扇和散热片组成.散热片可以做成各种不同的形状,其目的都是增大与空气的接触面积.散热片通过铜片与CPU或GPU紧密接触,使产生的热量能迅速传导到散热片上.电扇叶片高速旋转向散热片吹风,达到散热的目的,从而使硬件的温度保持在允许的范围内.

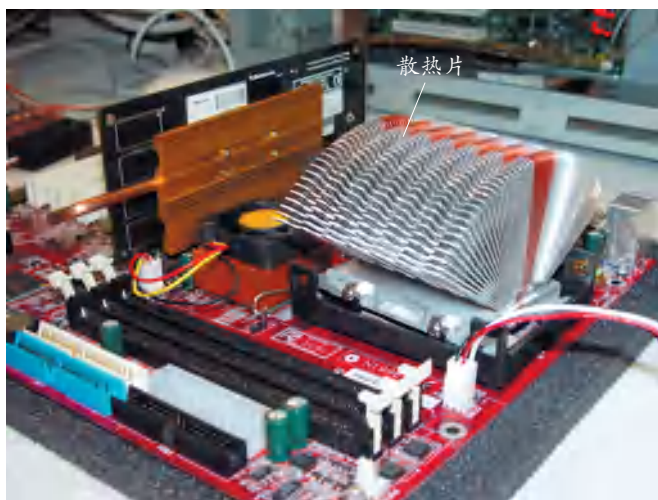


图 15-13 计算机CPU上的散热器

如图 15-13 所示的是扇形铜质散热器,它的电扇安装在机箱上,这样不仅可以避免散热片的共振,而且散热效果也比较好.

你还能举出其他例子说明人们有时需要利用电热,而有时又要减少电热吗?



1. 电炉中的电阻丝通电一段时间后变得很烫,而连接电炉的导线却不怎么热,这主要是因为()。

- A. 导线的电阻远小于电阻丝的电阻,导线消耗的电能很少
- B. 通过导线的电流小于通过电阻丝的电流
- C. 导线散热比电阻丝快
- D. 导线的绝缘皮隔热

2. 一种家用电暖器的规格为“220 V 1 000 W”. 这种电暖器正常工作时内部电热丝的电阻是多大? 在额定电压下工作 10 min,产生的热量是多少焦?

3. 某型号的电饭锅有两挡,“1”挡是高温烧煮,“2”挡是焖饭、保温,其测试电路如图 15-14 所示。

(1) 若开关 S 先后置于“1”挡和“2”挡时,串联在电路中的电流表示数分别为 5 A 和 0.1 A,求电阻 R_0 和 R 的阻值。

(2) 当开关 S 置于“1”挡和“2”挡时,电饭锅的功率分别是多大?

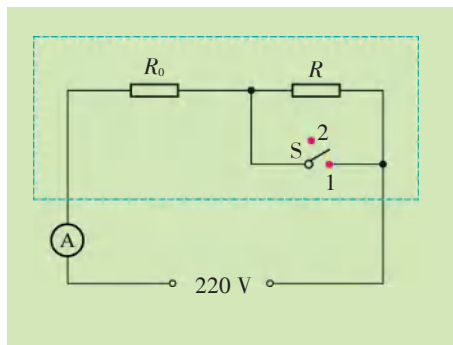


图 15-14 电饭锅的测试电路图

4. 有一台额定功率为 150 W 的电冰箱,一天消耗的电能为 1.2 kW·h. 假设电冰箱在压缩机停止工作时不消耗电能,请估算该电冰箱的压缩机在一天内工作的总时间。



四、家庭电路与安全用电

家庭电路

图 15-15 是常见家庭电路的组成及布线情况示意图。

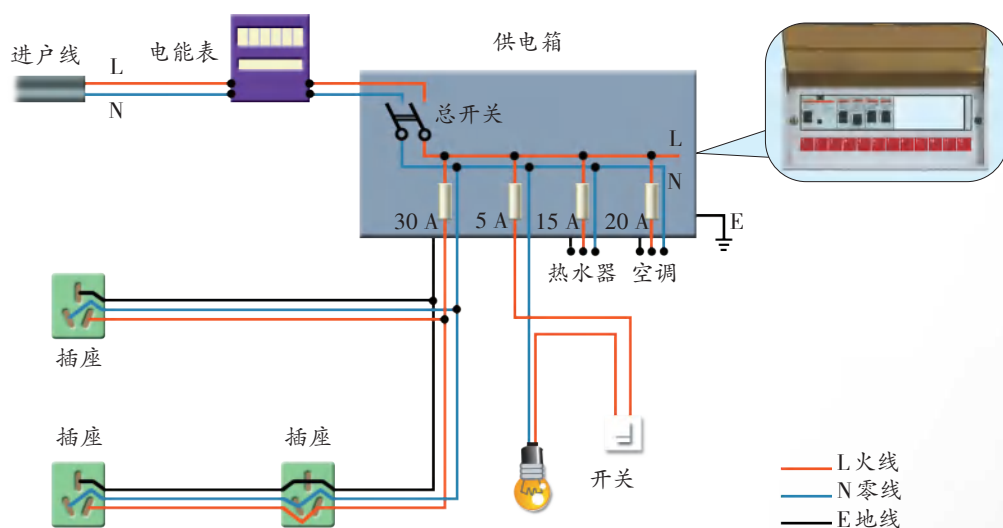


图 15-15 家庭电路布线示意图

我们对如图 15-16 所示的部分家庭电路进行分析。

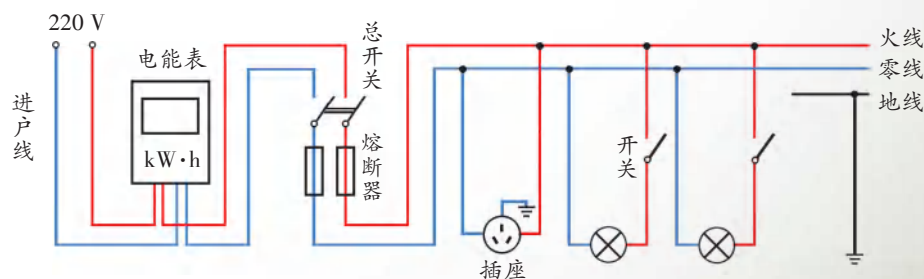


图 15-16

由图可知,家庭电路主要由进入家庭的进户线(电源线)、电能表、总开关、熔断器、开关、插座、用电器等组成.为用电安全考虑,家庭电路中还接有地线.为了保证每个用电器都能独立工作,各个用电器都是一端接在火线上,另一端接在零线上,即这些用电器是并联的.这样,当一个支路发生断路



故障时,其他支路仍能工作.例如,台灯坏了并不会影响电视机等其他用电器的使用.

观察和分析家庭电路的组成情况,可以发现:在家庭电路中,除了用电器、电能表、电线和开关之外,还包括有关安全用电的装置和设施.



信息快递

家庭电路中火线和零线之间的电压为 220 V.在正常情况下,零线和大地的电压为零,火线和大地之间的电压为 220 V.



15.3 观察三线插头与三线插座

一些用电器采用了三线插头.如图 15-17(a)所示是三个孔眼的三线插座,它应按“左零右火中接地”的方法接入电路.地线一般与埋在地下的金属板相连.如图 15-17(b)所示的插头,其电线的接法应与插座上电线的接法相对应.



(a) 三线插座



(b) 三线插头



(c) 插头的地线插脚先进入插座

图 15-17



15.4 练习使用测电笔

进入家庭的电线一般都是两根线,其中哪一根是火线呢?可以用测电笔来判断.

**观察**

测电笔的结构如图 15-18 所示, 它由两个金属电极、氖管、弹簧和一个阻值很大的电阻——高电阻等组成。

注意

1. 使用测电笔时, 手要接触测电笔尾部的金属电极, 使人体、测电笔、火线与大地构成一个回路, 这时有微弱电流通过测电笔, 因此氖管会发光。

2. 一般来说, 当测电笔的笔尖接触电线(或与电线连通的导体)时, 氖管发光, 表示接触的是火线; 氖管不发光, 表示接触的是零线。

3. 当测电笔的笔尖接触电线时, 绝不允许用手或身体的其他部位再去接触笔尖。

测试

用测电笔检测插座, 判断插座中是否有“电”, 是否按“左零右火”的方式连接在电路中。

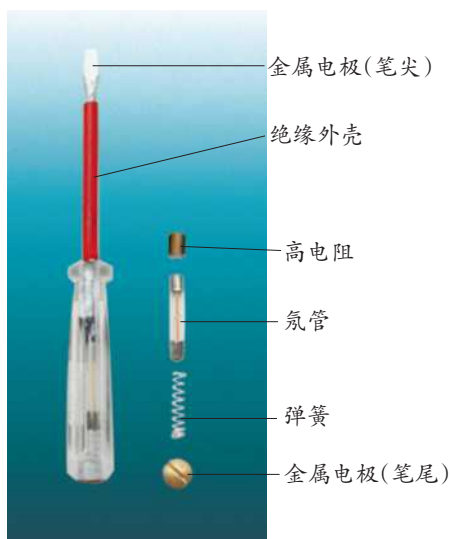


图 15-18 测电笔的结构

安全用电

安全用电主要包括设备安全与人身安全两方面。为了保护家庭电路和设备, 防止因电路过热损坏家庭电路或引发火灾, 人们采取了哪些措施? 为了保护人身安全, 防止触电事故的发生, 人们采取了哪些措施?

**15.5 探究熔丝熔断的原因****读一读****熔断器**

电线都有规定的额定电流, 如果电流超过这个规定值, 电线就会过热, 有可能烧坏绝缘皮, 甚至引起火灾。为了避免这种事故的发生, 电路里必须安装保护电路的装置——熔断器, 如图 15-19 所示。



安装在熔断器中的熔丝(fuse),俗称“保险丝”,是由熔点较低的铅锑合金材料制成的.当电路中的电流超过一定限度,熔丝的温度达到熔点时,它便会熔断,自动切断电路,从而保证电路安全.



(a) 旧式熔断器



(b) 熔丝

图 15-19 熔断器及各种规格的熔丝

观察

1. 如图 15-20 所示,在接线柱 C、D 间接入熔丝,在接线柱 A、B 间接入导线.接通电源(6 V),灯泡正常发光,熔丝不熔断.断开电源,在 B、D 间连上一根导线(造成短路),再次接通电源时,熔丝将会怎样?

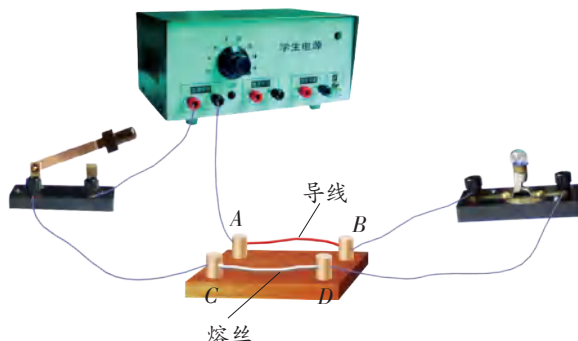


图 15-20

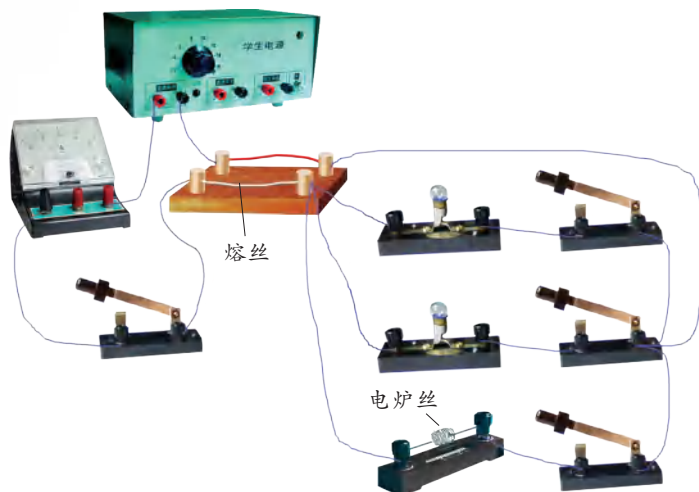


图 15-21



注意安全!

2. 如图 15-21 所示,接通电源,依次闭合各小灯泡支路的开关,可以看到电流表的示数逐渐增大.而当闭合电炉丝支路的开关时,会发现熔丝被熔断.



由上述活动可知,导致熔丝熔断的原因一般有两个:一是电路发生短路,二是电路中用电器的实际总功率超过电路所能承受的最大功率(人们称之为“超负荷运行”).造成电路短路的常见情况有:连接电路时,误将火线和零线直接连通;电线和用电器的绝缘皮破损或老化,导致火线和零线直接连通等.



信息快递

1. 熔丝有不同的规格.熔丝越粗,使它熔断所需的电流越大.家庭电路中一般按线路的额定电流选用规格合适的熔丝,导线中的电流一旦超过规定值,熔丝就熔断.
2. 千万不要用铁丝、铜丝代替熔丝,因为铁丝、铜丝在电流过大时不易熔断,起不到保护电路的作用.
3. 熔丝熔断后,首先应查清发生故障的原因,在排除故障后才能更换熔丝,恢复供电.

除了短路、超负荷运行会引起安全事故外,线路连接处接触不良时,该处电阻会变大,造成局部过热,也可能引起火灾.我们对此也应给予足够的重视.

请你调查一下,家庭电路中的哪些部位、在哪些情况下容易发生接触不良的故障?怎样预防这类故障的发生?

防止触电

我们知道,人体是导体,只要有电压加在人体上,就会有电流通过.通常所说的“触电”是指一定强度的电流通过人体所引起的伤害事故.

触电一般分为单线触电和双线触电,如图 15-22 所示.单线触电是人体接触火线或漏电的用电器等,使人体、大地和电网中的供电设备构成闭合回路.双线触电

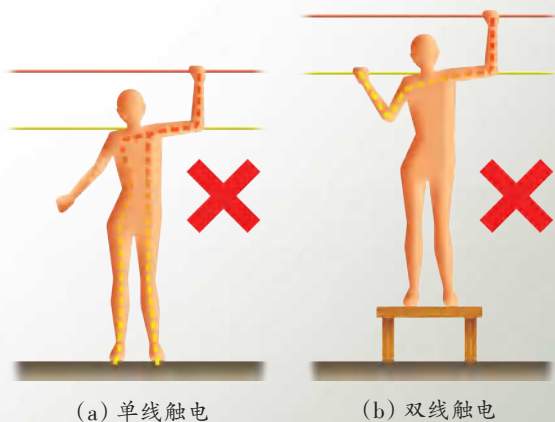


图 15-22 触电的两种形式

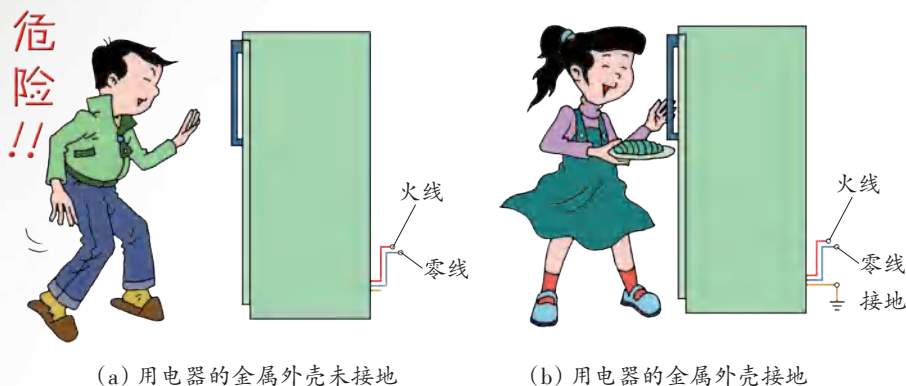


是人体的两个部位(如两只手)分别接触火线和零线,使人体与电网中的供电设备通过导线构成闭合回路。

触电时,通过人体的电流▶▶(p.29)与电压和人体的电阻▶▶(p.29)有关。电压是由电源决定的,而人体的电阻是由人体组织的导电能力和皮肤的干燥程度决定的。一般来说,人体的电阻较大,但在皮肤潮湿时,人体的电阻会大幅度减小。对人体来说,安全电压一般不高于 36 V。

必须把用电器的开关装在火线上。这样,当断开开关后,用电器与火线分离,人碰到用电器就不会发生危险。

用电器的金属外壳与火线之间应该是绝缘的,人体接触外壳时并没有危险,但如果用电器内部导线的绝缘皮破损或绝缘性能变差,导致火线与外壳接通,人接触外壳时就会发生触电事故。因此,用电器的金属外壳应该接地。



(a) 用电器的金属外壳未接地

(b) 用电器的金属外壳接地

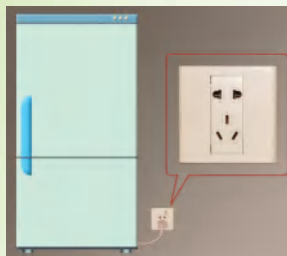
图 15-23

生活 · 物理 · 社会

家庭安全用电常识

为防止触电和其他事故的发生,应该注意:

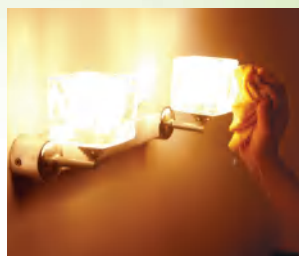
1. 安装家庭电路要符合规范。例如,开关必须接在火线上;应使用三线插座将用电器的金属外壳接地,如图 15-24(a)所示。
2. 要防止本应绝缘的物体导电,如图 15-24(b)、(c)所示。
3. 发现有人触电或因电引发火灾时,要采取合理的措施,如图 15-24(d)、(e)所示。



(a) 用电器的金属外壳一定要接地



(b) 要防止导线绝缘部分破损,若有破损,应及时更换



(c) 不要用湿布擦拭用电器或在电线上晾晒衣物



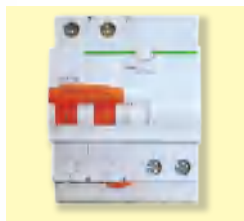
(d) 发现有人触电时,应立即切断电源.无法切断电源时,应用干木棍等绝缘体挑开电线



(e) 发现用电器或电线失火时,应先切断电源,然后再灭火

图 15-24 家庭安全用电常识

现在,许多房屋尤其是新建楼房的电路中,均安装了断路器▶▶(p.30). 断路器的种类很多,其中最常见有漏电保护断路器(俗称“漏电保护器”)和空气断路器(俗称“空气开关”),它们通常安装在供电箱中.



(a) 漏电保护断路器



(b) 空气断路器

图 15-25

漏电保护断路器由低压塑壳断路器、漏电检测装置及脱扣器三部分组成.家庭电路中某用电器漏电,或人因操作失误而触电时,漏电保护断路器能自动切断电路.

空气断路器是一种只要电路中电流超过额定电流就会自动断开的开关.当电路或电气设备发生短路、严重过载时,空气断路器会自动断开,从而保护电路.



1. 如图 15-26 所示的家庭用电中的一些做法错在哪里？应如何纠正？请说出你的看法。



图 15-26 家庭用电中的错误做法

2. 不同粗细的熔丝允许通过的电流是不同的。一座教学楼里共有教室 16 间，每间教室装有“220 V 60 W”的电灯 9 盏。请你判断，这座教学楼的电路中应选用额定电流至少为多少安的熔丝？

3. 小华家电热毯内的电阻丝断了，他爸爸将电阻丝的两个断头接上后继续使用，在使用过程中发现接头处的电热毯被烧焦了。请你用学过的物理知识解释这一现象。



这样的电热毯
千万不可再用！

4. 在家庭电路中，若某用电器发生短路故障，则干路电流迅速增大，熔丝立即熔断。这时断开所有用电器的开关，用一个普通的白炽灯 L 作为“校验灯”，与熔断的熔丝并联，如图 15-27 所示。闭合总开关，然后逐个闭合各用电器的开关。若校验灯发出暗红色的光（发光不正常），则该用电器正常；若校验灯正常发光，则短路故障一定发生在该用电器上。请你说出其中的道理。

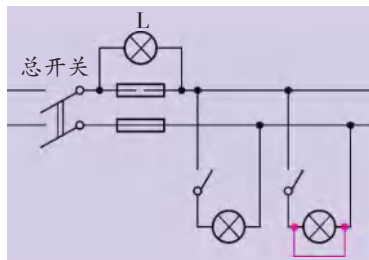


图 15-27



综合实践活动

对家庭用电的调查研究

(一) 调查家庭用电线路

观察自己家的用电线路,画出电路图并标明各个用电器以及电能表、供电箱中的开关等的名称与规格。

(二) 估测各用电器的实际功率

设计实验

如图 15-28 所示,观察一段时间内电子式电能表指示灯闪烁的次数,根据铭牌上所标出的电能表常数就可算出这段时间内家庭电路中消耗的电能,进而计算出电路中用电器的实际功率。

这可以作为估测用电器功率的简便方法。

实验步骤

1. 将你家所有用电器的名称记录在表格中。
2. 断开所有用电器的开关,直至电子式电能表的指示灯停止闪烁。
3. 闭合某个用电器的开关,让其正常工作,数出电子式电能表的指示灯在 3 min 内闪烁的次数,然后断开开关并将数据填入表中。
4. 按下表中记录的用电器的顺序逐个进行上述操作。
5. 计算各用电器在 3 min 内消耗的电能和它们的实际功率,并填入表格中。



图 15-28 观察电能表



这些活动必须在有成人
在场的情况下进行!



用 电 器			3 min 内指示灯 闪烁的次数	3 min 内用电器 消耗的电能	实际功率
序 号	名 称	数 量			
①					
②					
③					
④					

(三) 拓展研究

从下面选择你感兴趣的课题,采用上述估测方法进行研究.

- 1. 节能灯和白炽灯耗能情况的比较研究.
- 2. 电视机、空调等用电器处于待机状态时的耗能情况研究.
- 3. 夏天,将空调的制冷温度调高2℃对耗能的影响.

小结与评价

知识梳理

● 电 功

- 1. 电流所做的功叫作电功. 电流做了多少功,就有多少电能通过用电器转化为其他形式的能量.
- 2. 电功的公式
$$W = UIt$$
- 3. 电功的单位:国际单位为焦耳,简称焦,用符号J表示.
常用单位是千瓦时,用符号kW·h表示,1 kW·h = 3.6 × 10⁶ J.
- 4. 测量电路消耗电能多少的仪表:电能表.

● 电功率

- 1. 电功率的含义:表示电流做功快慢的物理量.

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



2. 电功率的公式

$$P = UI$$

3. 电功率的单位:国际单位为瓦特,简称瓦,符号为W. $1\text{ W} = 1\text{ J/s}$.

● 电热与电功

1. 电流的热效应:由于导体有电阻,所以当电流通过时,导体会发热,电能转化为内能.

2. 焦耳定律:导体通电时放出的热量

$$Q = I^2 R t$$

3. 电流通过电热器放出的热量等于电功.

● 家庭电路与安全用电

1. 家庭电路的组成.

2. 保护电路中设备的安全.

(1) 防止电流过大:防止短路,防止超负荷运行.

(2) 防止电路接触不良.

3. 保护人身安全——防止触电.

你能用其他形式表示本章的知识结构吗?

反思与评价

1. 请采用列表的方法,从物理意义、计算公式、单位及其换算等方面,将本章学习的电功和电功率两个物理量进行比较.

2. 比较白炽灯和LED灯使用一年的费用.假设电价是0.52元/千瓦时,每种电灯每天正常工作5 h,一年以365天计算.

(1) 一个60 W的白炽灯泡,价格为2元,寿命为1 000 h.

(2) 一个8.5 W的LED灯泡,价格为18元,寿命为50 000 h.它与60 W的白炽灯亮度相当.

3. 为什么照明电路中不允许使用大功率用电器?



4. 如图 15-29 所示是供电公司发给某用户的用电信息单。阅读该信息单，并与同学讨论供电公司向用户提供了哪些信息，然后查阅自己家的用电信息单，分析自己家的用电行为，指出哪些是合理的，哪些还可以进一步改进。

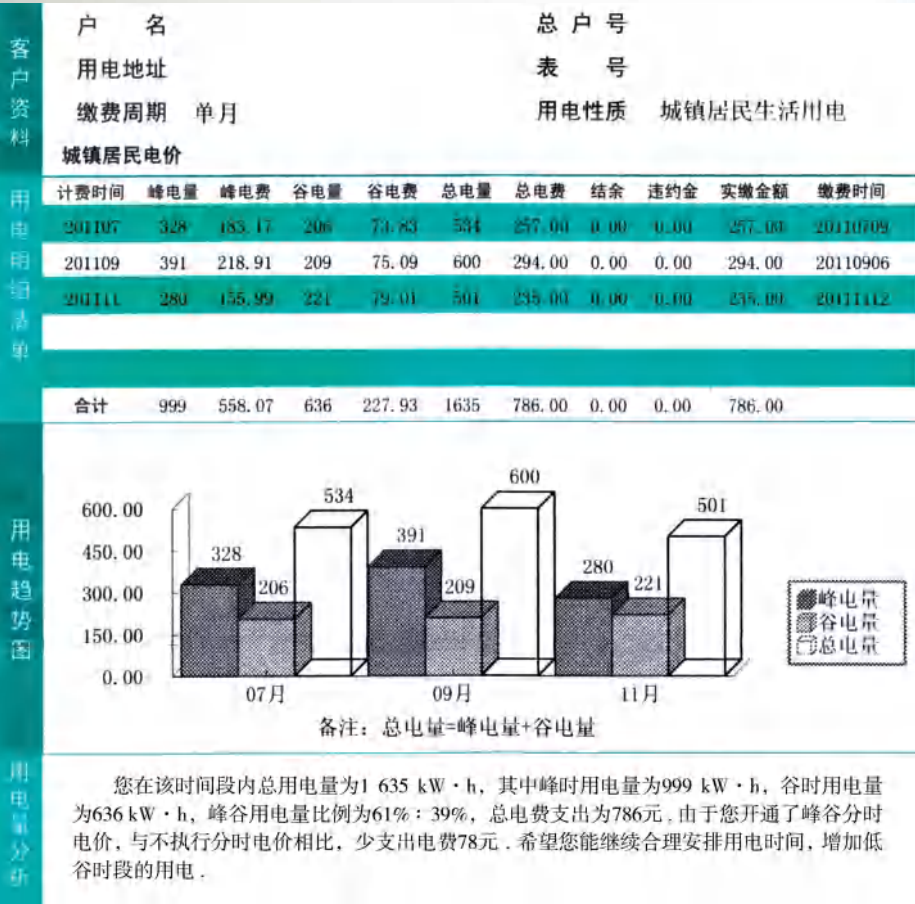


图 15-29



►► 焦耳

焦耳出生于英国的一个酿酒商家庭，自幼跟随父母酿酒，未上过正规学校。他 16 岁起在著名化学家道尔顿门下学习了一段时间，虽然时间不长，但是



道尔顿对他的影响极大,使他对科学研究产生了浓厚兴趣,并认识到精确测量的重要性。

焦耳一生的大部分时间是在实验室度过的。他在研究电流的热效应时发现了后人以他的名字命名的焦耳定律,这个定律成为设计电热器的理论依据。他花了几十年时间,用各种方法进行实验,最终精确测定了产生单位热量所需做功的量值——热功当量,使人们认识了热的本质,也为能量守恒定律奠定了实验基础。威廉·汤姆生称赞道:“焦耳具有从观察到的极细微的效应中作出重大结论的胆识,具有通过各种方法提高实验精度的高超技巧,充分得到人们的赏识和钦佩。”

焦耳于1850年当选为英国皇家学会会员,1872~1887年任英国科学促进协会主席,1886年被授予皇家学会柯普兰金质奖章。为了纪念他对科学的贡献,国际计量大会将能量、功和热量的单位命名为焦耳。

►► 人体通过一定电流时的反应

交流电(50~60 Hz)通过人体时,人体的反应:



千万不要
去尝试!

电流 / mA	人体的反应
0.5 ~ 1.5	开始有感觉——手轻微颤抖
2 ~ 3	手强烈颤抖
5 ~ 7	手部痉挛
8 ~ 10	手已难以摆脱带电体,手指尖部到手腕剧痛
20 ~ 22	手迅速麻痹,不能摆脱带电体,呼吸困难
50 ~ 80	呼吸系统麻痹,心室开始颤动
90 ~ 100	呼吸系统麻痹。若延续3 s或更长时间,则心脏麻痹、心室颤动
300 及以上	作用0.1 s以上时,呼吸系统和心脏麻痹,机体组织受到破坏

►► 人体的电阻

在通常情况下,人体的电阻为1 000~2 000 Ω。除皮肤厚薄外,皮肤干湿、有无损伤、有无导电性粉尘等都会影响人体电阻的大小。另外,人体的电阻还与通过人体的电流、通电时间的长短等有关。



►► 热动式断路器

当电路发生短路或过载时,电路中的电流就会超过额定电流,可能导致电路损坏,甚至引发火灾.触电时,几毫安的电流通过人体,就会对人体造成严重伤害.为了防止事故的发生,电路中通常要安装各种保护装置,如熔断器、空气开关、漏电保护器等.当发生短路、过载或人体触电时,电路中的保护装置会自动切断电路.

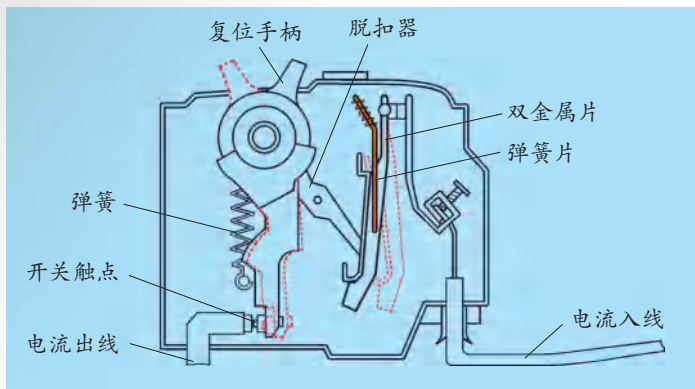


图 15-30 热动式断路器结构简图

在各种类型的电路保护装置中,热动式断路器是最简单的一种,其结构如图 15-30 所示.推动复位手柄,脱扣器将手柄锁定在合闸位置.若电路中的电流小于或等于额定电流,则断路器不会动作.当电路过载时,通过断路器的电流就会超过额定电流.此时双金属片发热并向右弯曲(如图中虚线所示),带动脱扣器动作,于是复位手柄在弹簧拉力作用下跳向断开位置,触点分开,从而切断电源.

因为双金属片发热弯曲需要时间,所以上述装置只适用于过载保护.对于需要瞬间断电的短路情况,必须采用电磁式断路器.