

聋校义务教育实验教科书

物理

九年级 下册

人民教育出版社 课程教材研究所
物理课程教材研究开发中心 编著

人教版®

人民教育出版社

· 北京 ·

主 编：孙 新
分册主编：谷雅慧 杜明霞
编写人员：谷雅慧 金新喜 苗元秀 邹丽晖
责任编辑：魏 昕
美术编辑：胡白珂

封面设计：房海莹
插 图：李思东 张傲冰
封面绘图：孙联群

义务教育实验教科书 物理 九年级 下册

人民教育出版社 课程教材研究所 编著
物理课程教材研究开发中心

出 版 人民教育出版社
(北京市海淀区中关村南大街17号院1号楼 邮编：100081)

网 址 <http://www.pep.com.cn>

经 销 全国新华书店

印 刷 ×××印刷厂

版 次 2019年8月第1版

印 次 2019年 月第 次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 5

字 数 114千字

书 号 ISBN 978-7-107-33965-3

定 价 5.05元

价格依据文件号：京发改规〔2016〕13号

版权所有·未经许可不得采用任何方式擅自复制或使用本产品任何部分·违者必究

如发现内容质量问题，请登录中小学教材意见反馈平台：jcyjfk.pep.com.cn

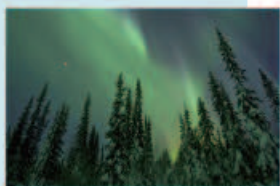
如发现印、装质量问题，影响阅读，请与本社联系。电话：400-810-5788

目录



第十五章 电功率 1

第1节	电能 电功	2
第2节	电功率	6
第3节	电功率的测量	10
第4节	焦耳定律	13
第5节	生活用电	17



第十六章 电与磁 23

第1节	磁现象 磁场	24
第2节	电生磁 电磁铁	28
第3节	电动机	34
第4节	磁生电	38



第十七章 信息的传递 43

第1节	现代顺风耳——电话	44
第2节	电磁波的海洋	47
第3节	广播、电视和移动通信	50
第4节	越来越宽的信息之路	53



第十八章 能源与可持续发展 59

第1节	能源	60
第2节	核能	64
第3节	太阳能	68
第4节	能源与可持续发展	71

第十五章 电功率

风车在风的吹动下，扇叶时而徐徐转动，时而急速回旋，整个风车田犹如一支舞蹈队在表演着精心编排的舞蹈。

风车可以发电。风车发出的电是由什么能转化来的？一个风车一天能发多少电？风力发电有什么好处？

看来，这许多问题还真需要我们静下心来认真思考。



第1节 电能 电功



图 15.1-1 火力与水力发电

各种各样的发电厂，如火力、水力（图 15.1-1）、风力发电厂，以及各种各样的电池，它们把不同形式的能转化为电能（electric energy），供人们使用。

电能

在生活中，对电能的利用无处不在。电灯把电能转化为光能，为我们照明；电动机把电能转化为机械能，使得电风扇旋转、电力机车飞驰；电热器把电能转化为内能，可以烧水、使电热孵化器中的小鸡破壳而出；电视机、电脑依靠电能工作，把各种信息传达给我们；人造卫星展开太阳能电池板，把太阳能转化为电能，提供给卫星上的用电器（图 15.1-2）……

每个家庭都用电。我们使用的电主要由电网提供，不同家庭用电的多少不同。人们常常会将自家消耗电的多少说成消耗了多少“度”电。这里说的“度”，就是电能的单位，它的学名叫做千瓦时，符



图 15.1-2 人造卫星上的太阳能电池板

号是 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 。

在物理学中，常用的能量单位是焦耳。1千瓦时比1焦耳大得多。它们之间的关系是

$$1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 1 \times 10^3 \text{ W} \times 3\,600 \text{ s} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

电能的计量

用电器在一段时间内消耗的电能，可以通过电能表（也叫电度表）计量出来。

图 15.1-3 展示了一种电能表。用电时，中间的铝质圆盘转动，圆盘上方的数字以千瓦时为单位来显示已经用去的电能。

电能表



(一) 一手食指书空“5”形。

(二) 左手拇、食指成“U”形，虎口朝内；右手直立，手背向外，五指张开，在左手“U”形内边从左向右移动边连续点动手指，表示一串数码。

“220 V”表示这个电能表应该在220 V的电路中使用。

“600 revs/($\text{kW} \cdot \text{h}$)”表示接在这个电能表上的用电器，每消耗1 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 的电能，电能表上的转盘转过600转。



“10(20) A”表示这个电能表的标定电流为10 A，额定最大电流为20 A。电能表工作时的电流不应超过额定最大电流。

“50 ~”表示这个电能表在频率为50 Hz的交流电路中使用。

图 15.1-3 一种电能表

电能表上显示的数字是从该表开始计数到读数时为止用电器用去的电能。为了计量一段时间内消耗的电能，必须记录这段时间起始和结束时电能表上计数器的示数，前后两次示数之差，就是这段时间内用电的度数。例如，家中电能表在月初的示数是3 246.8 $\text{kW} \cdot \text{h}$ ，月底的示数是3 265.4 $\text{kW} \cdot \text{h}$ ，这个月家里用电就是18.6 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 。

目前常用的电能表是IC卡式的。用户将IC卡

充值后插入电能表，电能表自动读取卡中的金额。一旦金额用完，电能表会切断电路，所以表中的金额将要用完时，需要为IC卡储值，并重新将卡插入电能表。

还有一种电能表，其中没有转动的铝盘，靠内部的电路计算电能，示数由液晶板显示（图15.1-4）。在实际生活中，为了计算电费方便，读数时常常只读整数，略去小数。

电能是人们生活的重要资源，社会需求越来越多，能源供应日益紧张，每个人都应具有节约用电的意识。为节约每一度电，我们要从点点滴滴做起。

图15.1-5大致表示出了 $1\text{ kW}\cdot\text{h}$ 电的作用。看了这幅图，你会对节约用电有进一步的认识。



图15.1-4 电子式电能表



图15.1-5 $1\text{ kW}\cdot\text{h}$ 电的作用

电功

电能可以转化成多种其他形式的能量。电能转化为其他形式的能的过程，也可以说是电流做功的过程。有多少电能发生了转化，就说电流做了多少功，即**电功**（electric work）是多少。例如，电动机工作时，我们可以说电能转化成了机械能，也可以说电流做功使电动机能够向外输出动能；电炉工作时，可以说电能转化成了内能，也可以说电流做功使电炉的内能增加……

在日常生活中，我们常说消耗了多少电能，而很少说电流做了多少功，其实，两种说法是一样的。

电流做功的多少跟电压的高低、电流的大小、通电时间的长短都有关系。加在用电器上的电压越高、通过的电流越大、通电时间越长，电流做功越多。

研究表明，当电路两端的电压为 U ，电路中的电流为 I ，通电时间为 t 时，电功 W （或者说消耗的电能）为

$$W = UIt$$

W 是 t 这段时间电流通过用电器所做的功，也是用电器消耗的电能，其中 W 的单位为焦耳（J）， U 的单位为伏特（V）， I 的单位为安培（A）， t 的单位为秒（s）。

动手动脑学物理

1. 如图 15.1-6，电能表的示数是 _____ $\text{kW} \cdot \text{h}$ 。



图 15.1-6

2. 在家庭电路中，电能表可用于测量（ ）

A. 电压 B. 电阻 C. 电流 D. 电功

3. 如图 15.1-7，这是一个家庭一天（24 h）的电能表示数变化情况，假设电费标准为 $0.5 \text{ 元}/(\text{kW} \cdot \text{h})$ ，请你估算这个家庭每月需要付多少电费。



图 15.1-7

4. 在一个小灯泡的两端加 2.5 V 电压时，电流是 0.3 A ，它在这种情况下通电 2 min ，电流做了多少功？消耗的电能是多少？

第2节 电功率

观察电能表常常可以发现，表上铝盘的转动有时慢悠悠，有时急匆匆。这是为什么呢？如果留心你就会发现，在只使用一只节能灯时，铝盘转得慢；而使用电热水器时，铝盘转得快。原来，铝盘转动的快慢跟接入电路中的用电器有关。

电功率

在日常使用的节能灯上可以看到“220 V 24 W”这类的字样（图 15.2-1）。其中，“220 V”说的是电压，那么，“24 W”是什么意思呢？



图 15.2-1 节能灯



演示

观察电能表铝盘转动的快慢

分别把一只 24 W 节能灯和一只 500 W 的电吹风机接在同样的电路里，观察并比较电能表铝盘转动的快慢。

电能表的铝盘转得快，说明电流做功快；电能表的铝盘转得慢，说明电流做功慢。

在物理学中，用**电功率**（electric power）表示电流做功的快慢。电功率用 P 表示，它的单位是**瓦特**（watt），简称**瓦**，符号是 W 。前面提到的 24 W、500 W，说的就是用电器的电功率。

各种不同的用电器，电功率各不相同。翻开家用电器的说明书，常常看到“电功率”这样的参数。常见的家用电器中，空调、微波炉、电热水器

的电功率比较大,手电筒、手机和电子手表等的电功率比较小。

工农业中使用的用电器功率往往很大,这时就要用更大的单位——千瓦来表示。千瓦的符号是kW,它跟瓦的关系是

$$1 \text{ kW} = 1\,000 \text{ W} = 10^3 \text{ W}$$

有时也需要用比瓦小的单位——毫瓦来表示功率。毫瓦的符号是mW,它跟瓦的关系是

$$1 \text{ W} = 1\,000 \text{ mW} = 10^3 \text{ mW}$$

农田灌溉时用来带动水泵的电动机,功率大约在几千瓦到几十千瓦之间。大型发电站的发电功率可达100万千瓦以上。发光二极管的功率约为50 mW。

小资料



用电器的电功率/W

天河一号巨型计算机	4.04×10^6	液晶电视机	约 100
家用空调	约 1 000	排风扇	约 20
吸尘器	约 800	手电筒	约 0.5
电吹风机	约 500	计算器	约 0.000 5

作为表示电流做功快慢的物理量,电功率等于电功与时间之比。如果电功用 W 表示,完成这些电功所用的时间用 t 表示,电功率用 P 表示,则

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

将上节电功 $W = UIt$ 代入上式,得

$$P = UI$$

“千瓦时” 的来历

前面我们讲到电能时曾经提到“千瓦时”这个单位，现在可以知道它的由来了。

将公式 $P = \frac{W}{t}$ 变形后，可得到

$$W = Pt$$

W 是电流在 t 这段时间通过用电器所做的功，也是用电器消耗的电能，其中 W 的单位为焦耳 (J)， P 的单位为瓦特 (W)， t 的单位为秒 (s)。

如果 P 和 t 的单位分别用千瓦 (kW)、小时 (h)，那么它们相乘之后，就得到电能的另一个单位——千瓦时 (度)。

1 千瓦时可以看作电功率为 1 kW 的用电器使用 1 h 所消耗的电能。

⚡ 千瓦和千瓦时是两个不同物理量的单位，不能混淆！

例题 某电视机的电功率是 150 W (图 15.2-2)，每天使用 3 h，一个月耗电多少千瓦时？(按 30 天计算)

解 $P = 150 \text{ W} = 0.15 \text{ kW}$

$$t = 3 \text{ h} \times 30 = 90 \text{ h}$$

由 $P = \frac{W}{t}$ 变形，得

$$W = Pt$$

消耗的电能是

$$W = Pt = 0.15 \text{ kW} \times 90 \text{ h} = 13.5 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

这台电视机一个月耗电 13.5 kW·h。

在这个问题中，如果电功率的单位用瓦、时间的单位用秒，所得电能的单位就是焦耳，即消耗的电能是

$$\begin{aligned} W &= Pt = 150 \text{ W} \times 3 \times 30 \times 3600 \text{ s} \\ &= 4.86 \times 10^7 \text{ J} \end{aligned}$$

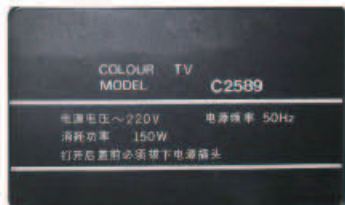


图 15.2-2 某电视机的标牌

由于 $1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$ ，则换算成千瓦时为

$$W = \frac{4.86 \times 10^7 \text{ J}}{3.6 \times 10^6 \text{ J}/(\text{kW} \cdot \text{h})} = 13.5 \text{ kW} \cdot \text{h}$$



想想议议

电视新闻上某记者在讲到某工厂上半年共节电 $5\,000 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 的时候，手举一只家用电吹风机说：“我这只电吹风是 500 瓦的，也就是 0.5 千瓦，这个厂节省的电力可以开动 $10\,000$ 个这样的电吹风。”这位记者错在哪里？



动手动脑学物理

1. 如图 15.2-3，这是一台空气净化器标签的一部分。它正常工作时，电流是多少？
2. 一盏电灯 25 h 耗电 $1 \text{ kW} \cdot \text{h}$ ，这盏电灯的电功率是多少？
3. 一个“ $220 \text{ V} \quad 800 \text{ W}$ ”的电炉，正常工作时电阻丝的电阻有多大？

品名：	空气净化器
型号：	KJ450F-PAC1022W
额定电压	： 220 V
额定频率	： 50 Hz
额定输入功率：	66 W

图 15.2-3

人教版®

第3节 电功率的测量

额定电压 额定功率

不同用电器的电功率一般不相同，那么，同一个用电器在不同的电压下工作，它的电功率总是一样的吗？

演示

取一个标有“ $3.8\text{ V } 0.3\text{ A}$ ”的小灯泡。把它接在 3.8 V 的电路中，它正常发光；把它接在 2.4 V 的电路中，它发光暗淡；把它接在 4.0 V 的电路中，它发光强烈。

实验表明，在不同的电压下，同一个用电器的电功率不一样大；用电器实际的电功率随着它两端电压的改变而改变。

既然如此，我们就不能泛泛地说一个用电器的电功率是多大，而要指明电压。用电器正常工作时的电压叫做**额定电压**（**rated voltage**），用电器在额定电压下工作时的电功率叫做**额定功率**（**rated power**）。

节能灯上标着“ $220\text{ V } 24\text{ W}$ ”，表示额定电压是 220 V ，额定功率是 24 W 。电吹风机上标着“ $220\text{ V } 2\,000\text{ W}$ ”（图15.3-1），表示额定电压是 220 V ，额定功率是 $2\,000\text{ W}$ 。其他用电器的铭牌上也标着额定电压和额定功率。

我们使用各种用电器一定要注意它的额定电压，只有在额定电压下用电器才能正常工作。实际



图15.3-1

电压偏低，用电器的电功率低，不能正常工作。实际电压偏高，有可能损坏用电器。

电网供电有时存在电压过低或过高的问题，这时需要使用稳压器（图 15.3-2）提供稳定的电压使电气设备能正常工作。

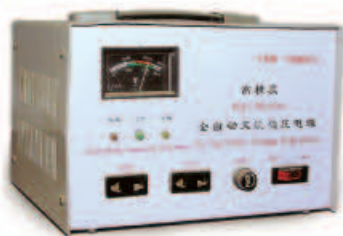


图 15.3-2 小型稳压器

电功率的测量

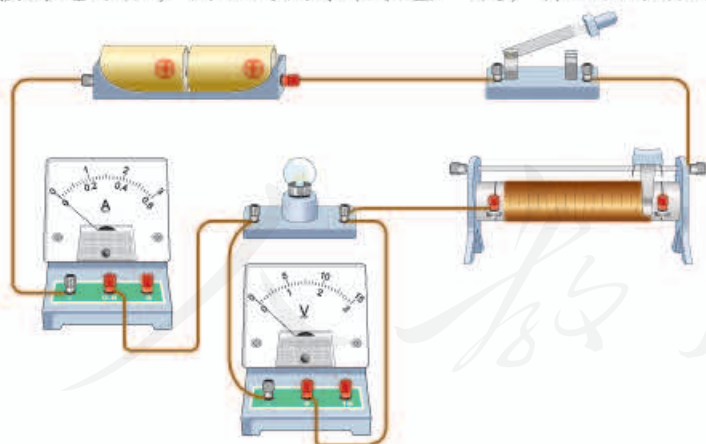
由电功率公式 $P = UI$ 可以看出，只要测出用电器两端的电压和通过用电器的电流，就可以计算出用电器实际的电功率。下面通过实验测量小灯泡的电功率。

实验

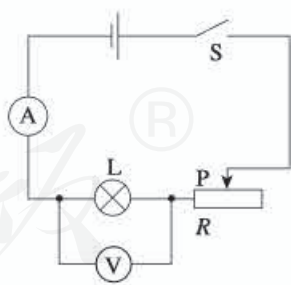
测量小灯泡的电功率

所用小灯泡的规格可以选择“2.5 V 0.3 A”，为了不使电压过多地超过额定电压，实验中可用 2 节干电池串联供电，电源电压为 3 V 左右。

1. 按图 15.3-3 连接电路。调节滑动变阻器的滑片，改变小灯泡两端的电压。接好电路后，同组的同学各检查一次，保证无误后再做实验。



甲 实物图



乙 电路图

图 15.3-3

在连接电路时，应该把滑动变阻器的哪两个接线柱连入电路？闭合开关前，滑动变阻器的滑片要放在什么位置？

2. 闭合开关，调节滑动变阻器的滑片，使小灯泡两端的电压等于额定电压，记录通过小灯泡的电流，并观察小灯泡的亮度，把实验数据和现象记录在下面的表格中。

3. 调节滑动变阻器的滑片，使小灯泡两端的电压低于额定电压，重复上述实验。

4. 调节滑动变阻器的滑片，使小灯泡两端的电压约为额定电压的1.2倍，重复上述实验。

电压 U/V			
电流 I/A			
小灯泡的亮度			
电功率 P/W			

5. 根据测得的实验数据，计算小灯泡的电功率，并记录在上面的表格中。
小灯泡的额定功率是_____。

动手动脑学物理

1. 某实验小组的同学们用图15.3-4所示的器材测量小灯泡的电功率，已知待测小灯泡额定电压为3.8 V，小灯泡的额定功率估计在1.2 W左右。

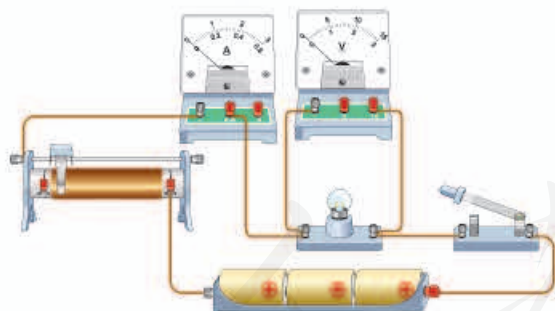


图15.3-4

(1) 将实验的电路图画在右侧的虚线框中。

(2) 实验中的电压表、电流表指针的位置如图15.3-5所示：电压表的示数是_____V，电流表的示数是_____A。

此时，小灯泡的实际功率是_____W。

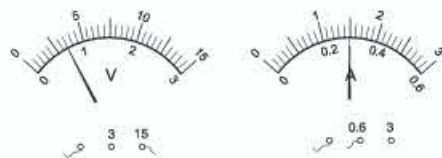


图15.3-5

第4节 焦耳定律

生活中，许多用电器接通电源后，都伴有热现象产生（图 15.4-1）。电流通过导体时电能转化成内能，这种现象叫做电流的热效应。

电流的热效应

在研究电流的热效应时，有个问题值得我们思考：电炉丝通过导线接到电路里，电炉丝和导线通过的电流相同。为什么电炉丝热得发红，而导线却几乎不发热？换句话说，电流通过导体时，产生热量的多少跟什么因素有关呢？



演示

研究热量跟电阻的关系

在研究热量跟电阻的关系的实验中，要确保通过电阻丝的电流相同、通电时间相同。

实验装置如图 15.4-2 所示，两个透明容器中密封着等量的空气，U 形管中液面高度的变化反映密闭空气温度的变化。两个密闭容器中都有一段电阻丝，右边容器中的电阻比较大。

两容器中的电阻丝串联起来接到电源两端，通过两段电阻丝的电流相同。通电一定时间后，比较两个 U 形管中液面高度的变化。

你看到的现象说明了什么？



图 15.4-1 用电器通电伴有热产生

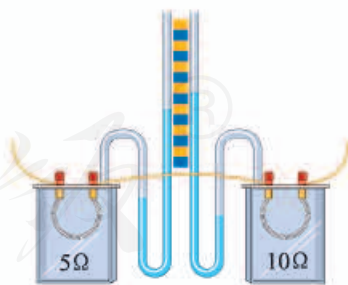


图 15.4-2 两个密闭容器中空气温度变化的快慢一样吗？

实验结果表明，在电流相同、通电时间相同的情况下，电阻越大，这个电阻产生的热量越多。



演示

研究热量跟电流的关系

在研究热量跟电流的关系的实验中，要确保电阻相同、通电时间相同。

实验装置如图 15.4-3 所示。两个密闭容器中的电阻一样大，在其中一个容器的外部，将一个电阻和这个容器内的电阻并联，因此通过两容器中电阻的电流不同。在通电时间相同的情况下，观察两个 U 形管中液面高度的变化。

你看到的现象说明了什么？

实验结果表明，在电阻相同、通电时间相同的情况下，通过一个电阻的电流越大，这个电阻产生的热量越多。

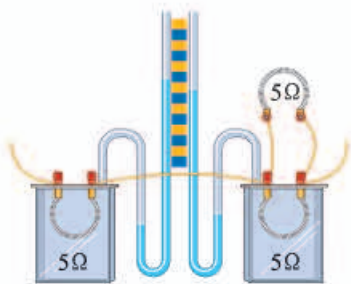


图 15.4-3 电流大小不同，产生热量的多少相同吗？

焦耳定律

英国物理学家焦耳（James Prescott Joule, 1818—1889）一生致力于实验研究，于 1840 年最先精确地确定了电流产生的热量跟电流、电阻和通电时间的关系：电流通过导体产生的热量，跟电流的二次方成正比，跟导体的电阻成正比，跟通电时间成正比。这个规律叫做焦耳定律（Joule's law）。

如果热量用 Q 表示，电流用 I 表示，电阻用 R 表示，时间用 t 表示，则焦耳定律为

$$Q = I^2 R t$$

Q 是电流在 t 这段时间通过用电器所产生的热



焦耳

量,其中 Q 的单位为焦耳(J), I 的单位为安培(A), R 的单位为欧姆(Ω), t 的单位为秒(s)。

电流通过导体时,如果电能全部转化为内能,而没有同时转化为其他形式的能量,那么,电流产生的热量 Q 就等于消耗的电能 W ,即

$$Q = W = UIt$$

再根据欧姆定律 $U = IR$,就得到

$$Q = I^2 R t$$

学过了焦耳定律,你能回答这一节开始时提出的问题吗?

原来,电炉通过导线接到电路中,流过导线的电流全部流过电炉丝,导线中的电流跟电炉丝中的电流相等。通过前面的学习我们已经知道,导线的电阻很小,1 m长的电线,电阻不过百分之几欧姆,而电炉丝的电阻可达几十欧姆到上百欧姆。所以,当通过相同的电流时,电炉丝很热,而导线却不热。

例题 一根 $60\ \Omega$ 的电阻丝接在 36 V 的电源两端,在 5 min 内共产生多少热量?

解 先利用欧姆定律计算出通过电阻丝的电流

$$I = \frac{U}{R} = \frac{36\text{ V}}{60\ \Omega} = 0.6\text{ A}$$

再用焦耳定律公式计算电流产生的热量

$$Q = I^2 R t = (0.6\text{ A})^2 \times 60\ \Omega \times 5 \times 60\text{ s} = 6\,480\text{ J}$$

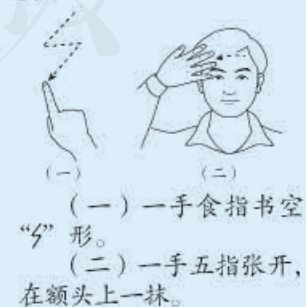
电阻丝在 5 min 内共产生 $6\,480\text{ J}$ 的热量。

电热的利用和防止

生活中和许多产业中都要用到电热。家里的电热水器、电饭锅、电熨斗,养鸡场的电热孵化器(图15.4-4),都是利用电热的例子。

 在消耗的电能全部用来产生热量的情况下,根据电功的公式和欧姆定律的公式推导出来的结论与焦耳定律一致。

电热



但是，很多情况下我们并不希望用电器的温度过高。电视机的后盖有很多孔，就是为了通风散热，使用时一定要把防尘的布罩拿开。电脑运行时温度会升高，需要用微型风扇及时散热（图15.4-5）。过多的电热如果不能及时散失，会产生许多安全隐患。



图15.4-4 利用电热孵化器孵小鸡



图15.4-5 利用微型风扇为电脑散热

动手动脑学物理

1. 某导体的电阻是 $3\ \Omega$ ，通过 $1.2\ \text{A}$ 的电流时， $2\ \text{min}$ 内产生的热量是多少？
2. 一只额定功率是 $500\ \text{W}$ 的电饭锅，在 $220\ \text{V}$ 的额定电压下使用， $20\ \text{min}$ 产生的热量是多少？
3. 一只电烙铁的额定电压是 $220\ \text{V}$ ，电阻是 $1\ 210\ \Omega$ ，它的额定功率有多大？在额定电压下通电 $10\ \text{min}$ 产生的热量是多少？
4. 列举两个生产或生活中利用电流热效应的实例，列举两个生活和生产中为防止电流热效应产生危害而采取的措施。

第5节 生活用电

家庭电路的组成

家庭电路是最常见、最基本的实用电路。在家庭电路中，每个用电器都有一个自己的开关。任何一个用电器的开与关，都不能影响其他用电器，因此，家用电器要并联在电路中。家庭电路中用电器所用的电能是从发电厂通过输电线输送来的。我国家庭电路的电压是 220 V 。

图 15.5-1 是家庭电路的示意图，电路由两根进户线、电能表、空气开关、用电器、导线等组成。输电线进户后首先接到电能表上，接下来是全校用电的总开关。当家庭电路需要修理时，必须断开总开关，这时室内全部电路与外面的输电线分离，可以保证施工人员的安全。

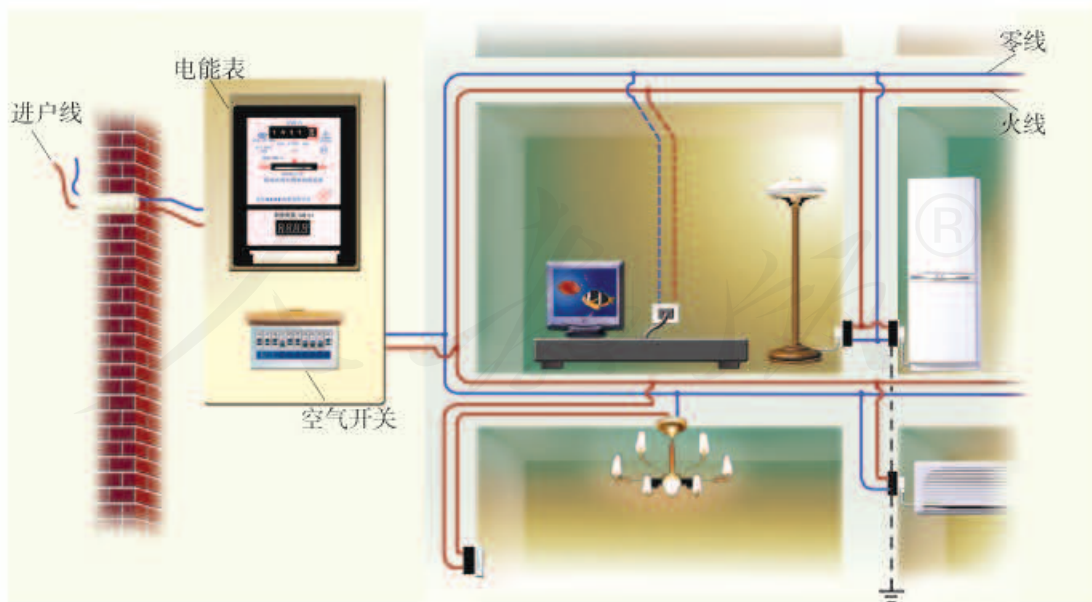


图 15.5-1 家庭电路

总开关多采用空气开关，它被安装在电能表后。当电路中的电流过大时，空气开关会自动断开，切断电路，俗称跳闸。在找出电流过大的原因并把问题解决之后，重新闭合空气开关就可以了。

在电能表、总开关后可以连接用电器。电路中还可以安装插座，许多家用电器可以接在插座上。

进户的两条输电线中，一条叫做端线，俗称火线，另一条叫做零线。零线在入户之前已经和大地相连。控制用电器的开关要连接在火线和用电器之间。

触电



(一) 一手食指书空“4”形。

(二) 一手平伸，掌心向下，然后猛然向后缩手，五指张开，面露惊恐的表情。



想想做做

试电笔是用来辨别火线和零线的工具(图 15.5-2)。使用时，手指按住笔卡，用笔尖接触被测的导线。如果被测导线是火线，试电笔中的氖管就会发光；如果是零线，氖管就不会发光。要注意，使用试电笔时，手指千万不能碰到笔尖，以免触电。

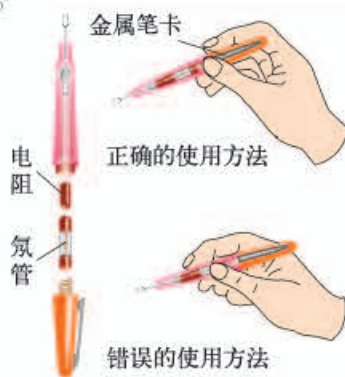


图 15.5-2 试电笔

洗衣机、电冰箱等用电器的电源插头是三线插头，其中一条接火线，一条接零线，第三条接用电器的金属外壳，插座上与第三条线对应的导线和室外的大地相连(图 15.5-3)。一旦用电器的外壳和电源火线之间的绝缘损坏，使外壳带电，电流就会流入大地，不致对人造成伤害。

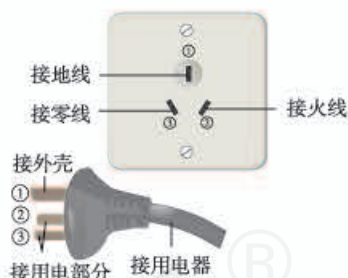


图 15.5-3 三孔插座和三线插头

常见用电问题

总功率过大 根据电功率和电流、电压的关系式 $P = UI$ ，可以得到电流

$$I = \frac{P}{U}$$

家庭电路中的电压是一定的， $U = 220 \text{ V}$ ，所以用电功率 P 越大，电路中的电流 I 就越大。

如果家里添置了新的大功率用电器,例如电热水器、空调机,就要用上面的公式计算一下通过的电流。

由于各个用电器是相互并联的,家里用电线路上的总电流会随着用电器的增加而变大。因此,一定注意不要让总电流超过家里供电线路和电能表所允许的最大值。

即使每个用电器的功率不算大,如果很多用电器同时使用,它们的总功率也会很大,电路中的总电流也可能超过安全值。因此,电路中同时使用的用电器不能太多,否则容易引起线路故障,甚至发生火灾(图15.5-4)。可见,家用电器的总功率对家庭电路的影响是不容忽视的。

短路 电源短路时电路中的电流非常大,会产生大量的热,使导线的温度急剧升高,很容易造成火灾。

触电 当人体成为闭合电路的一部分时,就会有电流通过,发生触电事故。电流对人体的危害性与电流的大小和通电时间的长短有关系。家庭电路的电压(220 V)以及工厂用的动力电路的电压(380 V)都远远超过了安全电压,如果触电,就有生命危险。家庭电路中的触电事故,都是人体直接或间接接触火线造成的(图15.5-5)。

高压输电线路的电压高达几万伏甚至几十万伏,即使不接触也会有危险。高压带电体在周围形成强大的电场,当人靠得很近时,容易产生电弧触电(图15.5-6甲)。

如果高压输电线掉落在地上,当人经过这个区域时,两脚之间存在相当高的电压,称做“跨步电压”。这时电流从一条腿流入,另一条腿流出,同样会发生触电事故(图15.5-6乙)。

防范触电事故最重要的是要有安全用电的意识,遵守安全用电原则。

- 不接触低压带电体,不靠近高压带电体;

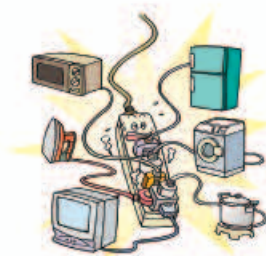


图15.5-4 用电器的总功率过大,容易发生火灾



图15.5-5 低压触电



图15.5-6 高压触电

- 更换灯泡、搬动用电器前应断开电源开关；
- 不弄湿用电器，不损坏绝缘层；
- 保险装置、插座、导线、用电器等达到使用寿命应及时更换。



想想议议

1. 图 15.5-7 给出了工作和生活中几种容易引起触电的情况。想一想，除了图示的几种情况外，还有哪些情况可能引起触电？



高压线下钓鱼

机壳没有接地

电视天线与输电线接触

图 15.5-7 生活中几种容易引起触电的情况

2. 如果发生人触电事故，你知道应该怎样救护吗？（图 15.5-8）



◀ 使触电人员迅速脱离电源。切记，绝不能直接去拉触电人。

积极实施人工急救 ▶



◀ 向 12110 发送短信报警，说明自己是聋人，向健听人求助。



图 15.5-8 急救的方法

保险丝的作用

保险丝（图 15.5-9）是用铅锑合金制作的，电阻比较大、熔点比较低。当电流过大时，它由于温度升高而熔断，切断电路，起到保护的作用。不同粗细的保险丝有不同的额定电流，当通过保险丝的电流小于或等于额定电流时，保险丝正常工作；当通过保险丝的电流大于额定电流，达到或超过它的熔断电流时，保险丝熔断，从而切断电路。

保险丝有时安装在玻璃管内，称为保险管。保险管的额定电流写在管端的金属帽上，更换保险管时要注意观察。为了用电安全，禁止用铜丝、铁丝等导线代替保险丝。



图 15.5-9 各种保险丝

动手动脑学物理

1. 请用笔画线表示导线，将图 15.5-10 中的电灯、开关和插座接入家庭电路中。



图 15.5-10

2. 根据本节课的学习，发生触电事故时，同学们千万不要_____去拉触电的同伴，而是要立即_____。之后，必要时对触电者进行急救，同时尽快发送短信报警，或求助老师、家人等，用一切手段通知医务人员前来抢救。
3. 根据本节课的学习，再根据生活中遇到的实际情况，从安全用电的角度写一写如何安全使用家用电器，并和同学交流。



学到了什么

1. 电能 电功

发电机或电池等电源将其他形式的能转化为电能，用电器则将电能转化为其他形式的能。

生活中常用的电能单位是千瓦时 ($\text{kW} \cdot \text{h}$)， $1 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 可以看作电功率为 1 kW 的用电器使用 1 h 所消耗的电能。 $1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$ 。

消耗电能的多少用电能表来计量。电能表的计数器上前后两次的读数之差，为相应时间段内用去的电能。电流做了多少功，用电器就消耗了多少电能。电功与电压、电流和通电时间的关系是 $W = UIt$ 。

2. 电功率

电功率是描述电流做功快慢的物理量，它的定义式是 $P = \frac{W}{t}$ ，即电功与时间之比。

电功率与电流和电压的关系是 $P = UI$ 。利用这个关系式，可以测出用电器的实际电功率。

3. 额定电压 额定功率

用电器正常工作时两端的电压是额定电压，此时它的电功率是额定功率。

实际情况中，用电器往往不是处于额定电压下，它的电功率不等于额定功率，可以通过关系式 $P = UI$ 得到它的实际功率。

为使用电器能正常工作，同时要保证其使用寿命，应尽量让用电器在额定电压下工作。

4. 焦耳定律

当电流通过导体时，电能转化成内能的现象，叫做电流的热效应。各种用电器里都有导体，所以只要用电器通电，就会发热。

电流通过导体产生的热量跟电流的二次方成正比，跟导体的电阻成正比，跟通电时间成正比。这个规律叫做焦耳定律。

焦耳定律可以用公式 $Q = I^2 R t$ 来表示。

5. 生活中的安全用电

家庭电路是由两根进户线、电能表、空气开关、用电器、导线等组成的。

生活中的安全用电要注意：家用电器的总功率对家庭电路的影响不容忽视，防止电源短路、触电等事故的发生。

第十六章 电与磁

在地球南北极附近的高纬度地区，人们常常可以看到一种奇异的自然现象：巨大的天幕似乎被染上了各种颜色；这些颜色还会不断变化，从紫色到黄绿色，直至橘红色，耀人眼目。这是天上的画家在挥笔作画，还是盛装的少女手持彩练在空中载歌载舞？

古人对这种现象进行了种种猜测，直到近代，才有了科学的解释。科学家把这种现象叫做“极光”。极光的发生与地球的磁场有密切关系。



第1节 磁现象 磁场

罗盘，即我们平常说的指南针，是我国古代的四大发明之一。公元843年，中国人就是利用罗盘指示的方向，在茫茫大海上开辟了从浙江温州到达日本嘉值岛的航线。图16.1-1是我国早期的指南针——司南的复原图。



图16.1-1 司南

磁现象

在2000多年前的春秋时期，我们的祖先就发现了天然铁矿石吸铁的性质。现在，人们利用这些铁矿石、钢或某些合金及人工合成材料，根据需要制成各种形状的磁体（图16.1-2）。

磁体能够吸引铁、钴、镍等物质。它的吸引能力最强的两个部位（图16.1-3）叫做磁极（magnetic pole）。能够自由转动的磁体，例如悬吊着的磁针，静止时指南的那个磁极叫做南极（south pole）或S极，指北的那个磁极叫做北极（north pole）或N极。



图16.1-2 形形色色的磁体

磁极间相互作用的规律是：同名磁极相互排斥，异名磁极相互吸引。

一些物体在磁体或电流的作用下会获得磁性，这种现象叫做磁化（magnetization）。

许多物体容易磁化。机械手表磁化后，走时不准；彩色电视机显像管磁化后，色彩失真；而钢针磁化后，可以用来制作指南针。



图16.1-3 条形磁体两端的磁性最强

磁场

如果把磁针拿到一个磁体附近，它会发生偏转。磁针和磁体并没有接触，怎么会有力的作用呢？这是因为磁体周围存在着一种物质，它能使磁针偏转。这种物质看不见、摸不着，我们把它叫做**磁场**（magnetic field）。在物理学中，许多看不见、摸不着的物质，可以通过它对其他物体的作用来认识。像磁场这种物质，我们用实验可以感知它，所以它是确实确实存在的。



想想做做

如图 16.1-4，一根条形磁体外面包着一块布放在桌面上。它的N极在哪端？用一只磁针来探测一下。如果把几只小磁针放在条形磁体周围不同的地方，磁针所指的方向相同吗？



图16.1-4 磁体的哪端是N极？

在条形磁体周围的不同地方，小磁针静止时指示着不同的方向。物理学中把小磁针静止时北极所指的方向规定为该点磁场的方向。为了形象地描述磁场，可以在磁体周围放许多小磁针，这些小磁针在磁场的作用下会排列起来，这样我们就能知道磁体周围各点的磁场方向了。



实验

用小磁针描述磁场的方向

将上面“想想做做”中条形磁体外面的布拿去，在它的周围放置一些小磁针（图 16.1-5）。观察小磁针N极的指向。

在蹄形磁体的周围放置一些小磁针。观察小磁针N极的指向。



图16.1-5 条形磁体的磁场分布

我们把小磁针在磁场中的排列情况，用一些带箭头的曲线画出来，可以方便、形象地描述磁场，这样的曲线叫做**磁感线**（magnetic induction line）。

图16.1-6 是用磁感线描述的条形磁体和蹄形磁体的磁场。从图中可以看出，在用磁感线描述磁场时，磁体外部的磁感线都是从磁体的N极出发，回到S极的。

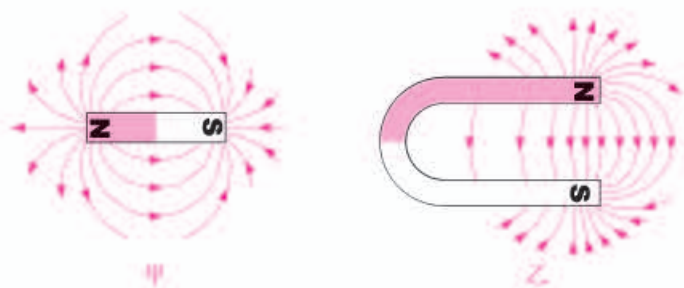


图16.1-6 条形磁体和蹄形磁体的磁感线

想想做做

在玻璃板上撒一些铁屑，然后在玻璃板上放一块条形磁铁，轻轻敲打玻璃板，观察铁屑的分布（图16.1-7）。思考发生这种现象的原因。

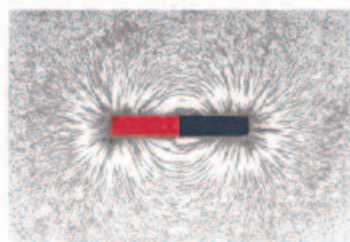


图16.1-7

地磁场

能水平转动的磁针就是指南针。拿来几只小磁针放在桌面上，你可以发现，静止时它们都指向同一方向，即磁针的N极总是指向北方。这说明，地球周围存在着磁场——**地磁场**。

在地球表面及空中的不同位置测量地磁场的方向，可以画出地磁场的磁感线，如图16.1-8所示。

地磁场的形状跟条形磁体的相似。不过，地理的两极和地磁场的两极并不重合，磁针所指的南北

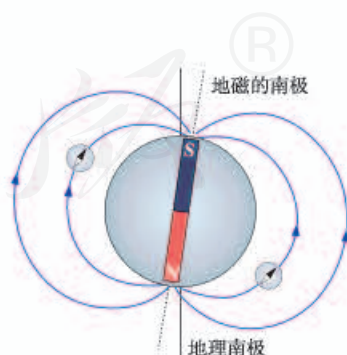


图16.1-8 地球是一个巨大的磁体

方向与地理的南北方向略有偏离。世界上最早记述这一现象的人是我国宋代学者沈括（1031—1095），这个发现比西方早了400多年。地磁场究竟是怎样产生的？人们对这个问题已经研究了多年，至今还没有满意的结果。

动手动脑学物理

1. 两根形状完全相同的钢棒，其中一根有磁性，另一根无磁性。不用别的器材，你如何把它们区别开来？

2. 在图16.1-9中画出描述两磁极之间磁场的磁感线。



图16.1-9

3. 图16.1-10中的两个图分别画出了两个磁极间的磁感线。请在图中标出磁极的名称，并画出位于图中A点和B点的小磁针静止时北极所指的方向。

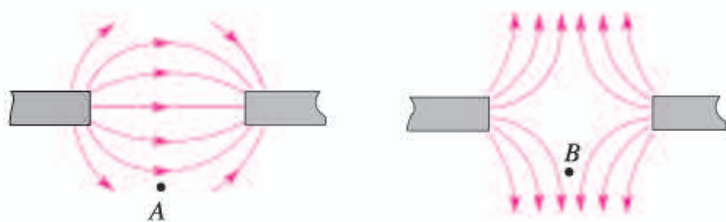


图16.1-10

4. 做实验并进行观察，地球上指南针静止时N极所指的是地理的北方还是南方？你认为地磁的北极位于地理北极附近还是地理南极附近？为什么？

第2节 电生磁 电磁铁



想想做做

如图 16.2-1，将一枚转动灵活的小磁针置于桌面上，在小磁针旁放一条直导线，使导线与电池触接，看看电路连通瞬间小磁针有什么变化。

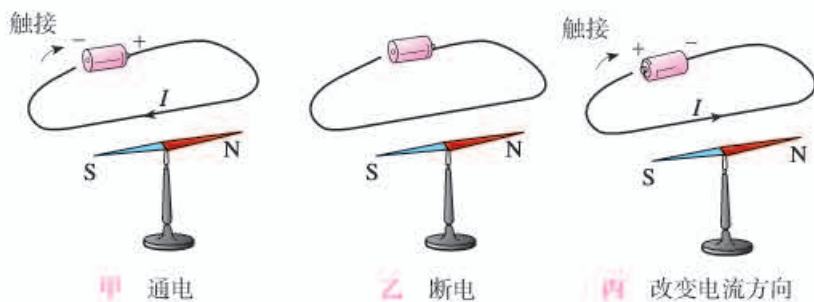


图16.2-1 磁针会转动吗？

实验表明，如果导线在小磁针上方并且两者平行，当导线通电时，磁针发生偏转；切断电流时，磁针又回到原位。这说明通电导线和磁体一样，周围存在磁场，即电流的磁场。

实验还表明，当电路中的电流方向相反时，磁针的偏转方向也相反。这说明电流的磁场方向跟电流的方向有关。

电流的磁效应

在历史上相当长的一段时间里，人们认为电现象和磁现象是互不相关的。到了19世纪初，一些哲学家和科学家意识到，各种自然现象之间应该存在着相互联系。基于这种思想，丹麦物理学家奥斯

特 (Hans Christian Oersted, 1777—1851) 长时间用实验寻找这种联系。在多次失败之后, 1820 年, 奥斯特在做实验时终于发现: 当导线中通过电流时, 它下方的磁针发生了偏转。这个发现令奥斯特极为兴奋, 他怀着极大的兴趣又继续做了许多实验, 终于证实电流的周围存在着磁场, 在世界上第一个发现了电与磁之间的联系 (图 16.2-2)。

通电导线周围存在与电流方向有关的磁场, 这种现象叫做电流的磁效应。



图16.2-2 奥斯特发现了电与磁的联系

通电螺线管的磁场

既然电能生磁, 为什么手电筒在通电时连一根大头针都吸不动? 这是因为它的磁场太弱了。如果把导线绕在圆筒上, 做成螺线管 (也叫线圈, 图 16.2-3), 各圈导线产生的磁场叠加在一起, 磁场就会强得多。

我们已经通过磁感线的分布了解了条形磁体、蹄形磁体周围的磁场, 通电螺线管的磁场分布, 也可以用同样的方法来研究。

如图 16.2-4, 在硬纸板上均匀地撒满铁屑, 给螺线管通电, 轻敲纸板, 铁屑的排列情况就展现出来了。



图16.2-3 一种螺线管

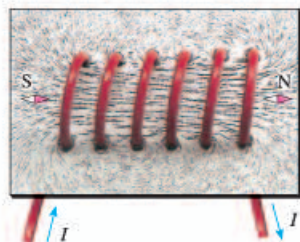


图16.2-4 通电螺线管的磁场

实验

探究通电螺线管外部的磁场方向

1. 观察图 16.2-4 所示的铁屑排列情况, 通电螺线管外部的磁场可能与哪种磁体的磁场相似呢?

按照图 16.2-5 布置器材。为使磁场加强, 可以在螺线管中插入一根铁棒。把小磁针放到螺线管四周不同的位置, 在图上记录磁针 N 极的方向, 这个

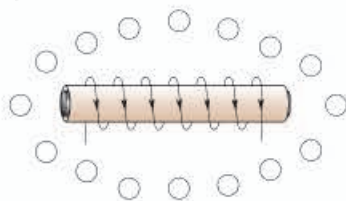


图16.2-5 根据实验现象画出小磁针的方向

方向就是该点的磁场方向。

跟图 16.1-6 对比，通电螺线管外部的磁场与_____磁体的磁场相似。

2. 通电螺线管的极性与环绕螺线管的电流方向之间有什么关系？

如图 16.2-6，分别按照图甲和图乙中电流的方向接通电路，在每个螺线管的两端各放一个小磁针。

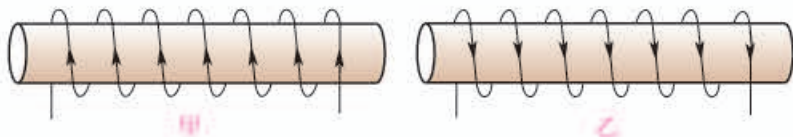


图16.2-6 通电螺线管有两种可能的电流方向

把通电螺线管看作一个磁体，根据磁体两端小磁针的指向，判断并标出通电螺线管的N极和S极。

通电螺线管的极性与电流方向之间是否有关系？如果有的话，你能否想出一些办法把这个关系表述出来？

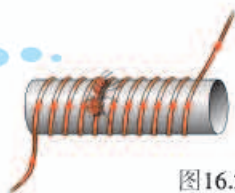
通电螺线管外部的磁场和条形磁体的磁场相似。通电螺线管的两端相当于条形磁体的两个极，它们的极性可以从实验中小磁针的指向来确定。改变电流方向，通电螺线管的N、S极正好对调，这说明，通电螺线管两端的极性跟螺线管中电流的方向有关。



想想议议

你能借用自己手指的关系来描述通电螺线管的电流方向与N极位置的关系吗？看看图 16.2-7 中蚂蚁和猴子是怎么说的，也许你会受到一些启示。

如果我沿着电流方向绕螺线管爬行，N极就在我的左边。



如果电流沿着我右臂所指的方向，N极就在我的前方。



图16.2-7 看看猴子和蚂蚁是怎么说的，也许会受到一些启示。

对于通电螺线管的极性跟电流方向之间的关系，我们可以用安培定则（Ampere law）来表述：照图 16.2-8 那样，用右手握住螺线管，让四指指向螺线管中电流的方向，则拇指所指的那端就是螺线管的N极。

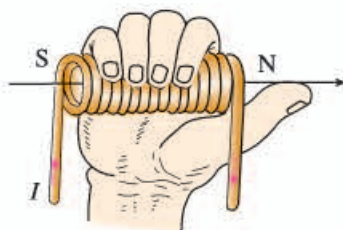


图16.2-8 安培定则

电磁铁

永久磁体可以吸引铁钉、曲别针、钢针等铁磁性材料制作的物体。如果把一根导线绕成螺线管，再在螺线管内插入铁芯，当有电流通过时，螺线管就会有较强的磁性。这种磁体，在有电流通过时有磁性，没有电流时就失去磁性。我们把这种磁体叫做电磁铁（electromagnet）。

一般说来，电磁铁的匝数一定时，通过的电流越大，它的磁性越强；电流一定时，外形相同的螺线管，匝数越多，它的磁性越强。



想想议议

用一根导线和一枚铁钉可以制作一个电磁铁（图 16.2-9）。怎样可以使这个电磁铁的磁性较强？

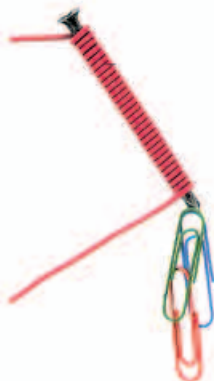


图16.2-9 自制电磁铁

电磁铁的实际用途很多，最直接的应用之一是电磁起重机（图 16.2-10）。电磁铁安装在吊车上，通电后吸起大量钢铁，移动到另一个位置后切断电流，钢铁被放下。大型电磁起重机一次可以吊起几吨钢材。在电动机、发电机、电铃和电磁继电器里也用到电磁铁。全自动洗衣机的进水、排水阀门，卫生间里感应式冲水器的阀门，也都是由电磁铁控制的。

目前许多国家在研制高速磁悬浮列车，其上所



图16.2-10 电磁起重机

用的磁体大多是通有强大电流的电磁铁。磁悬浮列车的车厢和铁轨上分别安放磁体，磁极相对。由于磁极间的相互作用，列车能够在铁轨上方几厘米的高度上飞驰（图16.2-11），避免了来自车轮与轨道之间的摩擦力。列车行驶速度超过500 km/h，突破了以往的速度极限，几乎达到了短程飞机的航速，并且噪声低、动力损耗少、稳定性高。2003年，我国上海市龙阳路至浦东机场的磁悬浮铁路成为世界上第一条商业运营的磁悬浮铁路。



图16.2-11 上海磁悬浮列车

科学世界

电磁继电器

驱动巨大机器的电流可能达到几十安、几百安。在工厂里，我们常常看到工人师傅利用按钮来控制机器（图16.2-12），难道强大的电流就在按钮下面流过？不，用手直接控制强大的电流或操作高压电路是很危险的，工人师傅按下的只是继电器的开关，而电源的接通和断开是由继电器控制的。常见的一种继电器是电磁继电器，它是怎样工作的呢？



图16.2-12 工人师傅手中的按钮只是继电器的开关

电磁继电器的结构如图16.2-13所示，由电磁铁、衔铁、弹簧、触点组成，它就是利用电磁铁来控制工作电路的一种开关。其工作电路由低压控制电路和高压工作电路两部分构成。

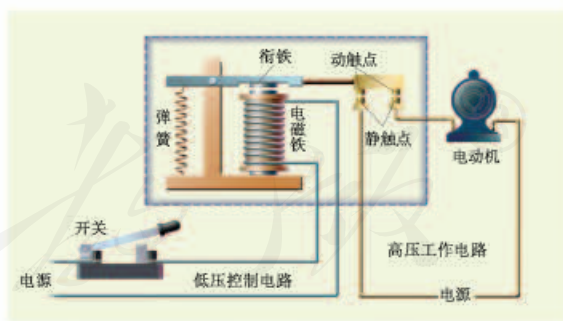


图16.2-13 电磁继电器的结构

电磁继电器在工作时，闭合低压控制电路中的电键，电磁铁将衔铁吸下来，与衔铁相连的右端的触点落下，将高压工作电路接通，电动机开始工作。

电磁铁断电时，失去磁性，弹簧把衔铁弹开，切断高压工作电路，电动机停止工作。

1. 请你根据图 16.2-14 通电螺线管中的电流方向判定螺线管的极性。

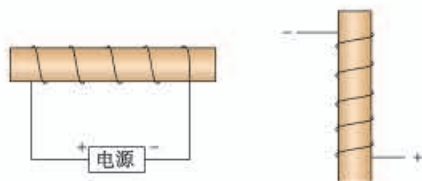


图16.2-14

2. 如图 16.2-15, 按小磁针的指向判定螺线管的极性、电流的方向和电源的正、负极。

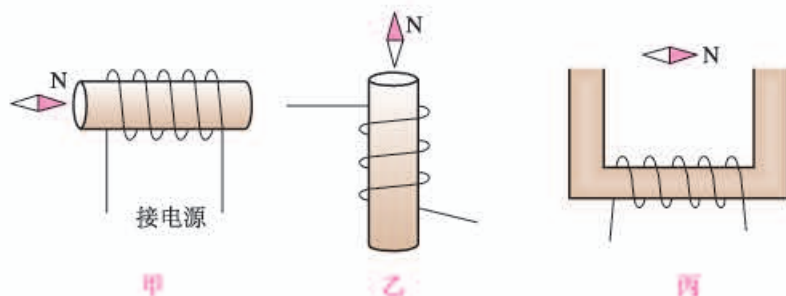


图16.2-15

3. 通过本节课的学习, 我们知道了电磁铁只有在线圈中通有电流时, 才 _____ 磁性; 通入电磁铁的电流越大, 它的磁性越 _____; 在电流一定时, 外形相同的螺线管, 线圈的匝数越多, 它的磁性越 _____。
4. 电流的磁效应对我们的生活是否有不好的影响? 请举例说明。

人教版®

第3节 电动机

机床、水泵，需要电动机带动；电力机车、电梯，需要电动机牵引。家庭生活中的电扇、冰箱、洗衣机，甚至各种电动玩具都离不开电动机。电动机已经应用在现代生活的各个方面。

给电动机通电，它就能够转动。这是为什么呢？下面就来研究电动机的工作原理。

磁场对通电导线的作用

我们知道，磁体在磁场中会受到力的作用。磁体间通过磁场相互作用，通电导线周围有磁场。那么通电导线是不是也会受到磁场的作用力呢？



演示

通电导线在磁场中受力

如图 16.3-1，把导线 AB 放在磁场里，接通电源，让电流通过导线 AB ，观察它的运动。

把电源的正负极对调后接入电路，使通过导线 AB 的电流方向与原来相反，观察导线 AB 的运动方向。

保持导线 AB 中的电流方向不变，但把蹄形磁体上下磁极调换一下，使磁场方向与原来相反，观察导线 AB 的运动方向。

实验结果表明，通电导线在磁场中要受到力的作用，力的方向跟电流的方向、磁感线的方向都有关系，当电流的方向或者磁感线的方向变得相反时，通电导线受力的方向也变得相反。

电动机



(一) 一手食指书空“ $\angle$ ”形。

(二) 左手五指成半圆形，指尖朝下，右手食指横伸，在左手虎口内前后转动两下。

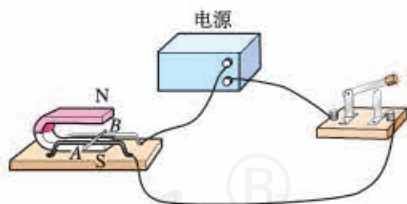


图16.3-1 通电导线在磁场中受力

利用通电导线在磁场中受力的原理，人们制成了电动机。

电动机的基本构造

电动机由两部分组成：能够转动的线圈和固定不动的磁体。在电动机里，能够转动的部分叫做转子，固定不动的部分叫做定子。电动机工作时，转子在定子中飞快地转动。

演示

通电线圈在磁场中转动

如图 16.3-2，使线圈位于磁体两磁极间的磁场中。

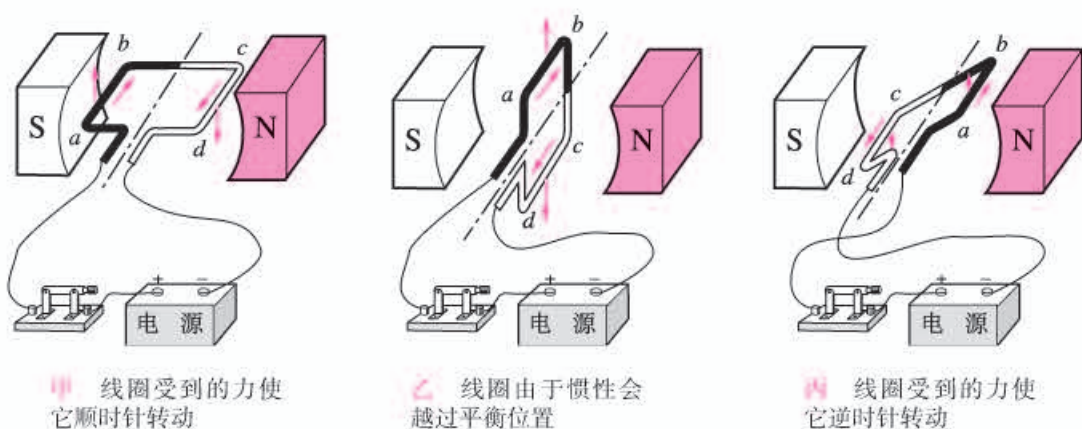


图16.3-2 线圈不能连续转动

1. 使线圈静止在图乙所示的位置上，闭合开关，发现线圈并没有运动。这是因为线圈上下两个边受力大小一样、方向却相反。这个位置是线圈的平衡位置。

2. 使线圈静止在图甲所示的位置上，闭合开关，线圈受力沿顺时针方向转动，并由于惯性而越过平衡位置，但不能继续转下去，最后要返回平衡位置。想一想为什么会返回呢？

3. 使线圈静止在图丙所示的位置上，这是刚才线圈冲过平衡位置以后所到达的地方。闭合开关，线圈逆时针转动，说明线圈在这个位置所受的力阻碍它沿顺时针方向转动。

线圈不能连续转动，是因为线圈越过了平衡位置以后，受到的力要阻碍它的转动。如果在越过了平衡位置后停止对线圈供电，由于惯性，线圈不是就能连续转下去了吗？那么，用什么方法停止对线圈供电呢？

实际的电动机通过换向器来实现这一目的。

换向器的构造如图 16.3-3 所示，两个铜半环 E 和 F 跟线圈两端相连，可随线圈一起转动，两半环中间断开，彼此绝缘。A 和 B 是电刷，它们分别跟两个半环接触，使电源和线圈组成闭合电路。这样，无论线圈的哪个边，只要它处于靠近磁体 S 极的一侧，其中的电流都是从读者这边朝纸内的方向流去，这时它的受力方向总是相同的，线圈就可以不停地转动下去了。

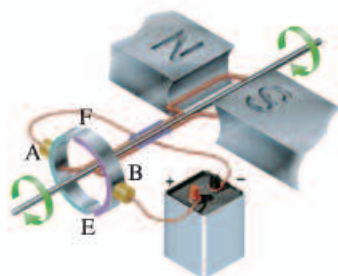


图16.3-3 换向器

想想做做

让线圈转起来

把一段粗漆包线绕成约 $3\text{ cm} \times 2\text{ cm}$ 的矩形线圈，漆包线在线圈的两端各伸出约 3 cm 。然后，用小刀刮两端引线的漆皮，左端全部刮掉，右端只刮上半周或下半周（图 16.3-4）。



图16.3-4 小小电动机的线圈

用硬金属丝做两个支架，固定在硬纸板上。两个支架分别与电池的两极相连。

把线圈放在支架上，线圈下放一块强磁体（图 16.3-5）。给线圈通电并用手轻推一下，线圈就会不停地转下去。

这就是一台小小电动机！



图16.3-5 小小电动机

动手动脑学物理

1. 电动机是一种高效的、低污染的动力设备，广泛地应用于日常生活和生产实践中。下列家用电器中应用到电动机的是（ ）



A. 电热水器



B. 电饭锅



C. 电风扇



D. 电磁炉

2. 电动机由_____部分组成，能够转动的部分叫做_____，固定不动的部分叫做_____。

3. 通电导线在磁场中会受到力的作用，受力方向跟哪些因素有关？

4. 一台电动机的额定电压是220 V，额定功率是5.5 kW，它正常工作时的电流有多大？连续工作2 h耗电多少？

人教版®

第4节 磁生电

奥斯特发现电流的磁效应之后，许多科学家都在思索：既然电能产生磁，那么磁能否产生电呢？

英国物理学家法拉第（Michael Faraday, 1791—1867）在10年中做了多次探索，1831年终于取得突破，发现了利用磁场产生电流的条件和规律。法拉第的发现，进一步揭示了电现象和磁现象之间的联系。根据这个发现，后来发明了发电机，使人类大规模用电成为可能，开辟了电气化的时代。

今天，无论我们日常生活中使用的电还是工农业生产中使用的电，大多是由电网提供的，是从发电厂里的发电机中产生的，经过远距离的传输，到达工厂、农村、学校和家庭。



法拉第

什么情况下磁能生电



演示

探究什么情况下磁可以生电

如图16.4-1，在蹄形磁体的磁场中放置一根导线 AB ，导线的两端跟电流表连接。导线跟电流表组成了闭合回路。怎样才能使回路中产生电流？可以进行以下尝试，观察电流表的指针是否有变化。

1. 让导线在磁场中静止（图甲）；让导线在磁场中沿上下、左右不同方向运动（图乙、丙）。

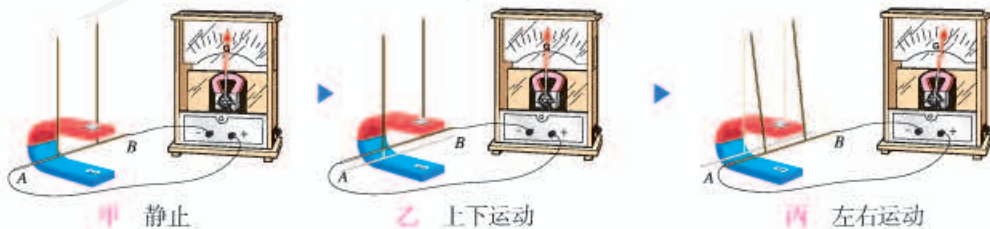


图16.4-1 怎样才能使回路中产生电流？

2. 换磁性更强的磁体，重复上面的操作。

.....

分析实验中看到的现象，就能知道闭合电路中产生电流的条件了。如果把磁感线想象成一根根实实在在的线，把导线想象成一把刀，表达起来会方便些。闭合电路的一部分导体在磁场中做切割磁感线运动时，导体中就产生电流（图 16.4-2）。这种由于导体在磁场中运动而产生电流的现象叫做**电磁感应**（electromagnetic induction），产生的电流叫做**感应电流**（induction current）。

当导线向左运动时，电流表指针偏转，表明电路中产生了电流；当导线向右运动时，电流表指针向另一方向偏转，表明产生了另一方向的电流。如果导线左右往复运动，电流表指针来回摆动，电路中产生的是交变电流，简称交流。交变电流的频率在数值上等于电流在每秒内周期性变化的次数。我国电网以交流供电，频率为 50 Hz。

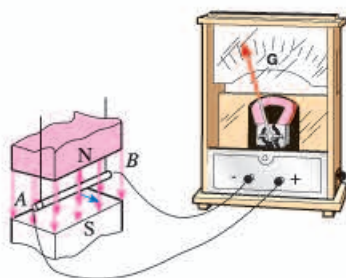


图16.4-2 导体在磁场中做切割磁感线运动产生电流

发电机

上面的实验启发我们，可以让导体在磁场中运动来产生电流。人们就沿着这样的思路发明了发电机。其实，图 16.4-2 就是一个最简单的发电装置的示意图。

图 16.4-3 是实验室用的手摇发电机。把一台手摇发电机跟灯泡连接起来，使线圈在磁场中转动，可以看到灯泡会发光。这表明，电路中有了电流。

如果把手摇发电机跟电流表连接起来，线圈在磁场中转动时，可以看到电流表的指针随着线圈的转动而左右摆动。这个现象表明，发电机发出的电流的大小和方向是变化的。

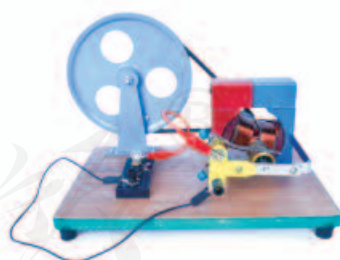


图16.4-3 手摇发电机



演示

手摇发电机发电

1. 观察模型手摇发电机的构造

磁极是什么形状的？线圈是通过哪些装置和灯泡连接起来的？摇把是通过什么带动线圈转起来的？

2. 观察发电机转速对小灯泡亮度的影响

取下电流表，但仍然保持小灯泡和发电机连接。用不同速度摇动转轮，观察灯泡亮度的变化。

实际的发电机比手摇发电机复杂得多，但基本原理是相同的。大型发电机发的电，电压很高、电流很大，一般采取线圈不动、磁极旋转的方式来发电，为了得到较强的磁场，要用电磁铁代替永磁体。

发电机发电的过程是能量转化的过程。以手摇发电机为例：人吃的食物的化学能转化为摇动转子的动能，发电机又把动能转化为电能。实际的发电机靠内燃机、水轮机等机械的带动，把燃料中的化学能或者水流的动能转化为电能。在现代水力发电厂中的发电机组中，发电机的轴是竖直安装的，轴的下面连接着水轮机，它在强大水流的冲击下旋转，带动发电机发电（图16.4-4）。



图16.4-4 现代水力发电厂中的发电机组



科学·技术·社会

磁记录

铁棒和钢棒本来不能吸引钢铁，当磁体靠近它或者与它接触时，它便有了吸引钢铁的性质，也就是被磁化了。软铁磁化后，磁性很容易消失，称为软磁性材料。而钢等物质在磁化后，磁性能够保持，称为硬磁性材料。硬磁性材料可以做成永磁体，还可以用来记录信息。

录音机的磁带上就附有一层硬磁性材料制成的小颗粒。

录音时，声音先转变成强弱变化的电流，这样的电流通过录音磁头，产生了强弱变化的磁场。磁带划过磁头时，磁带上的小颗粒被强弱不同地磁化，于是记录了

一连串有关磁性变化的信息(图16.4-5)。

放音时,磁带贴着放音磁头运动,磁性强弱变化的磁带使放音磁头中产生变化的感应电流,电流经放大后使扬声器发声,这便“读”出了录音带中记录的信息。

一些银行卡也是用磁来记录信息的(图16.4-6)。磁记录技术提高了工作效率,给生活带来了很大的方便。

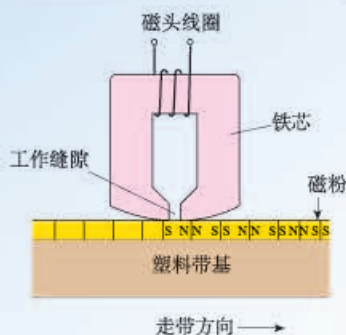


图16.4-5 录音磁头的工作原理



图16.4-6 自动取款机(ATM)

动手动脑学物理

1. 我国供生产和生活用的交变电流,频率是多少?
2. 发电机的主要结构是什么?它的电能从哪里来?又到哪里去?
3. 新疆达坂城风力资源充沛,非常适合风力发电。风力发电机(图16.4-7)的叶片在风力的推动下转动,带动发电机发电,把_____能转化为_____能。
4. 三峡大坝是我国的重要水利工程。水库流出的水流具有巨大的_____能,推动水力发电机的叶片转动,将_____能转化为_____能。



图16.4-7



学到了什么

1. 磁场

磁体的周围、通电导线的周围存在着磁场。磁极间、磁极与通电导线间通过磁场发生相互作用。

磁场具有方向。物理学中，把小磁针在磁场中静止时北极所指的方向规定为该点的磁场方向。

地球周围存在着地磁场。地磁场的两极与地理的两极不重合。

2. 磁感线

磁感线是描述磁场的带箭头的假想曲线。在磁体外部，磁感线从磁体的N极出发，回到S极。

3. 电生磁

通电导线的周围存在着磁场，这是电流的磁效应。

通电螺线管外部的磁场和条形磁体的磁场一样，它的两端相当于条形磁体的两个极。可根据安培定则来判断通电螺线管的两端各对应哪个磁极：用右手握住螺线管，让四指指向螺线管中电流的方向，则拇指所指的那端就是螺线管的N极。

磁场对通电导线有力的作用，其方向与电流方向、磁场方向有关。电动机利用了磁场对通电线圈的作用而使线圈转动起来。

4. 磁生电

闭合电路的一部分导体在磁场中做切割磁感线的运动时，导体中会产生感应电流，这是一种电磁感应现象。

发电机利用了电磁感应的原理发电，将机械能转化为电能。

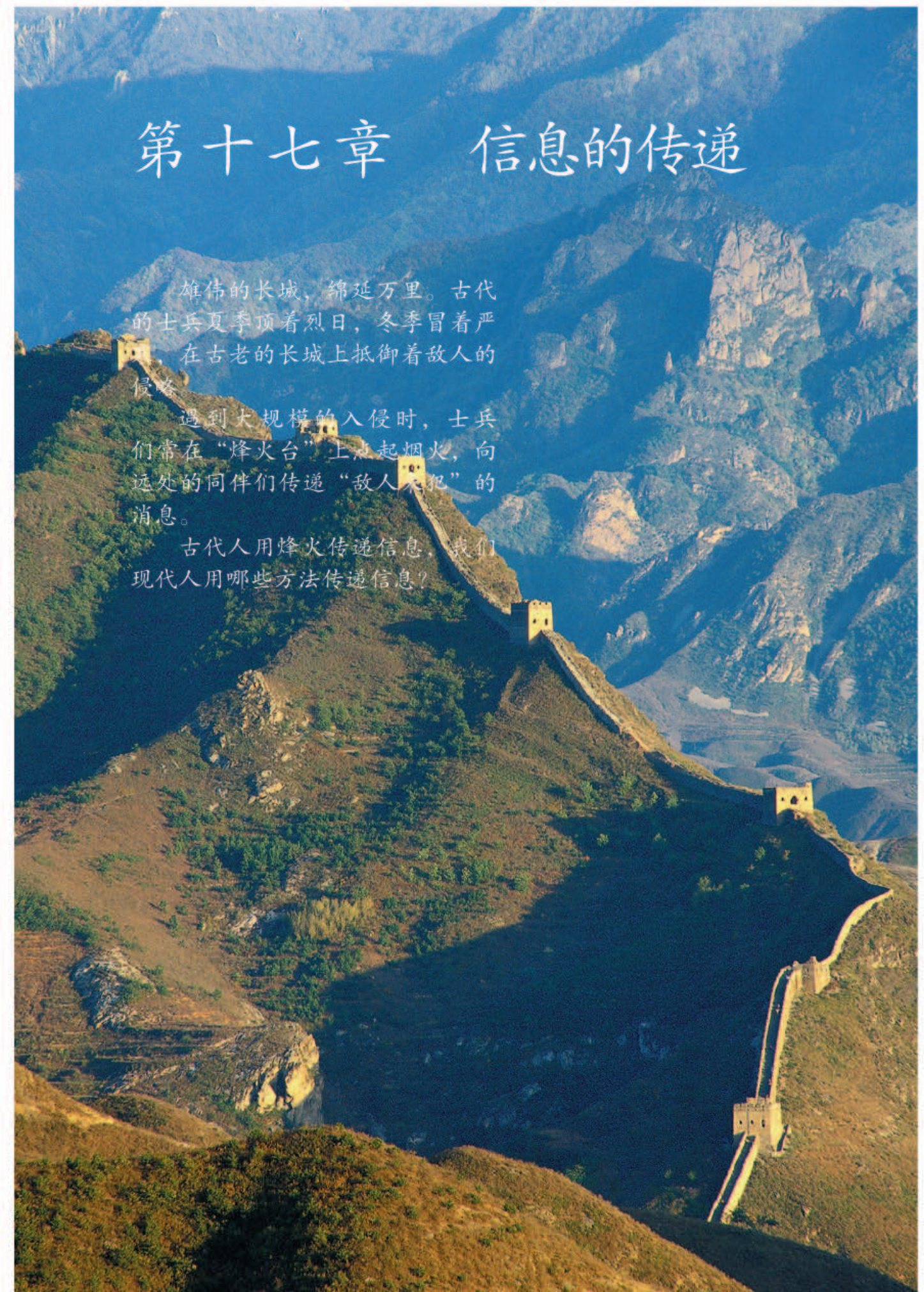
人教版®

第十七章 信息的传递

雄伟的长城，绵延万里。古代的士兵夏季顶着烈日，冬季冒着严寒，在古老的长城上抵御着敌人的侵略。

遇到大规模的入侵时，士兵们常在“烽火台”上点起烟火，向远处的同伴们传递“敌人来犯”的消息。

古代人用烽火传递信息，我们现代人用哪些方法传递信息？



第1节 现代顺风耳——电话

在我国古代曾经流传有“顺风耳”的神话传说，它反映了人们想要冲破空间的阻隔，互通信息的美好向往。1876年贝尔发明了电话，这一愿望得以实现（图17.1-1）。100多年来，电话技术有了很大的发展。现在，我们的生活已经离不开“现代顺风耳”——电话了。



图17.1-1 1892年，贝尔在纽约至芝加哥的电话线路开通仪式上。贝尔曾经从事聋人教育，他的一些发明造福了听障人士。

电流把信息传到远方

最简单的电话（图17.1-2）由话筒和听筒组成。为了完成通话，话筒和听筒之间要连上一对电话线。话筒把声音转换成变化的电流，电流沿着导线把信息传到远方。在另一端，电流使听筒的膜片振动，携带信息的电流又转换成了声音。



图17.1-2 电话

老式电话的话筒中有一个装着炭粒的小盒子（图17.1-3）。当某人对着话筒讲话时，由于声音的振动，膜片时紧时松地压迫炭粒，它们的电阻随之发生改变，流过炭粒的电流就会相应改变，于是形

电话



一手伸拇、小指，
拇指置于耳边，小指置
于口边，如打电话状。
（可根据实际表示打
电话的样子）

成了随声音变化的电流信号。

电话除话筒外，还有一个听筒。听筒内有一个电磁铁，电磁铁吸引一块薄铁膜片。由于线圈中电流不断变化，电磁铁对膜片的作用也随之变化，使膜片振动，在空气中形成声波。这样就可以听到对方讲的话了。

现在，炭粒话筒已经退出历史舞台，但各种话筒的作用都是把声信号转换成电信号。听筒的种类也有多种，都是把电信号转换成声信号。



图17.1-3 电话结构示意图

模拟通信和数字通信

电话信号分为模拟信号和数字信号两种。在话筒将声音转换成信号电流时，这种信号电流的频率、振幅变化的情况跟声音的频率、振幅变化的情况完全一样，“模仿”着声信号的“一举一动”。这种电流传递的信号叫做模拟信号，使用模拟信号的通信方式叫做模拟通信。

除了可以用模拟信号传递信息外，还可以用另外的方式传递信息。例如，用点“.”和画“—”的组合代表各种数字，一定的数字组合代表一个汉字；于是，一系列点和画组成的信号就可以代表一个完整的句子了。“电报”信号就是这样组成的（图17.1-4和图17.1-5）。像这样用不同符号的不同组合表示的信号，叫做数字信号，这种通信方式叫做数字通信。

1 . — — — —
2 . . — — —
3 . . . — —
4 —
5
.....

图17.1-4 莫尔斯电码。点和画的不同组合代表不同的数字。

字符	我	喜	欢	学	习	物	理
对应电码	2053	0823	2970	1331	5045	3670	3810

图17.1-5 汉字电报码

实际上,不仅可以用点和画,还可以用长短不同的声音、长短不同的亮光,甚至可以用电压(或电流)的有无、磁体的南北极、“0”“1”两个不同的数字,来组成各种数字信号,用来传递丰富多彩的声音、图像等各种信息。



想想做做

数字通信是一种既现代又古老的通信方式,烽火、旗语和电报传递信息的方式都属于数字通信(图17.1-6)。同学们可以分成几组,每组利用一种数字通信的方式进行信息传递的游戏。



烽火



旗语

图17.1-6 数字通信

模拟信号在长距离传输和多次加工、放大的过程中,信号电流的波形会改变,从而使信号丢失一些信息,表现为声音、图像的失真,严重时会使通信中断。目前,通常的数字信号只包含两种不同的状态,形式简单,所以抗干扰能力特别强。由于电子计算机是以数字形式工作的,数字信号可以很方便地用电子计算机加工处理,发挥计算机的巨大威力。数字信号还可以通过不同的编码进行加密。现代的电话已经全部采用数字信号进行传输和处理了,用数字信号传输的电视节目也已经进入家庭。



动手动脑学物理

1. 电话是现代人们使用最广泛的通信工具,电话是在1876年,由科学家_____发明的。
2. 数字信号具有_____、_____的特点。
3. 最简单的电话是由_____和_____组成的。

第2节 电磁波的海洋

打开电视机，听到的、看到的是电磁波传来的声音和图像；移动电话（手机）也是靠电磁波来传递信息的。电磁波在信息的传递中扮演着非常重要的角色，所以，要研究信息的传递，就要研究电磁波。

电磁波是怎样产生的

你知道电磁波（electromagnetic wave）是怎样产生的吗？

木棍在水面上振动会产生水波，说话时声带的振动在空气中形成声波。与水波、声波的形成相似，导线中电流的迅速变化会在空间激起（产生）电磁波。广播电台、电视台和移动电话等靠复杂的电子线路来产生迅速变化的电流，发出电磁波（图17.2-1）。

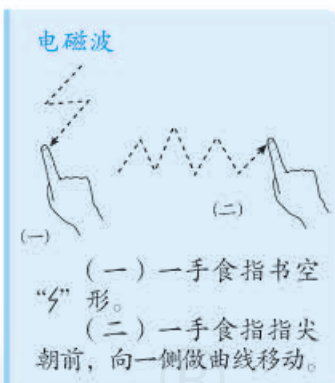
电磁波是怎样传播的



图17.2-2 单位时间里有多少次起伏通过，波的频率就是多少。



图17.2-1 高高耸立的中央电视台塔上的天线



如图17.2-2，在一列水波的传播中，凸起的最高处，叫做**波峰**；凹下的最低处，叫做**波谷**。邻近的两个波峰（或波谷）的距离，叫做**波长**（wave-length）。在某确定位置，1 s内有多少次波峰或波谷通过，波的频率就是多少。

水波不停地向远处传播，用来描述波传播快慢的物理量叫做**波速**（wave velocity）。跟水波类似，电磁波也有自己的频率、波长和波速。声音的传播要靠固体、液体、气体等介质，电磁波的传播需要介质吗？



演示

电磁波在真空中的传播

把一部移动电话放在真空罩中，并给它发信息（图17.2-3）。这部移动电话能够收到信息吗？



图17.2-3

由实验可以看到，放在真空罩中的移动电话可以收到从罩外传给它的信息。这说明电磁波在真空中也可以传播。月球上没有空气，声音无法传播。但是电磁波可以在真空中传播，所以宇航员在月球上可以用电磁波来通信。真空中电磁波的波速 c 是物理学中一个十分重要的常量，目前公认的数值是

$$c=2.997\ 924\ 58 \times 10^8 \text{ m/s}$$

通常可近似为 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。

电磁波频率的单位也是赫兹。因为通常电磁波的频率都很高，所以常用的单位还有千赫（kHz）和兆赫（MHz）。

电磁波是个大家族（图17.2-4），通常用于广播、电视和移动电话的是频率为数百千赫至数百兆赫的那一部分，叫做无线电波。日常生活中可以看到各种各样的天线，它们有的是发射电磁波的，有的是接收电磁波的。我们生活在电磁波的海洋中。

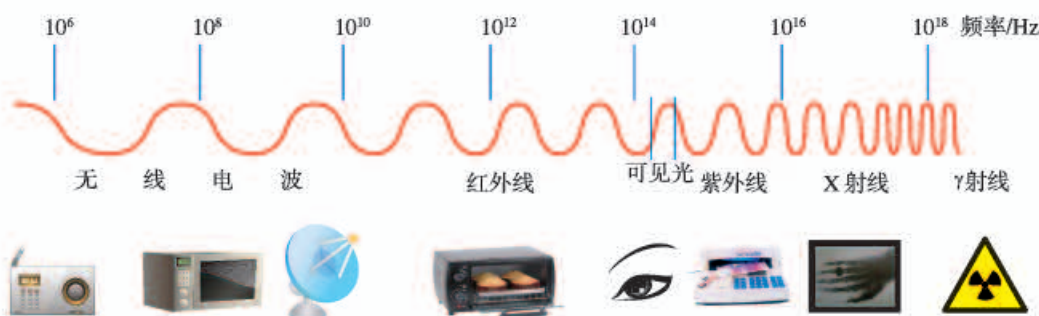


图17.2-4 电磁波

科学世界

微波炉

电磁波除了用于通信外，还有很多别的应用。比如，我们生活中常常见到的微波炉（图17.2-5），就是用电磁波来加热食品的。微波炉内有很强的电磁波，它的波长很短，所以叫做微波。

食物的分子在微波的作用下剧烈振动，使得内能增加，温度升高。由于电磁波可以深入食物内部，所以用微波炉烧饭时食物的内部和外部几乎同时变熟，既省时又省电。微波炉中不能使用金属容器，因为会损坏微波炉。

过量的微波照射对人体有害。微波炉的外壳是金属壳，炉门的玻璃上有金属屏蔽网，可以减少电磁波的泄漏，使炉外的电磁波不超过安全值。

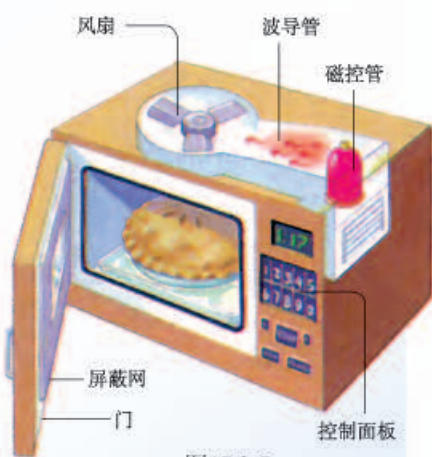


图17.2-5

动手动脑学物理

1. 智能手机是同学们生活学习中非常重要的通信工具，智能手机之间是利用_____传递信息的，它的传播速度约为_____m/s。
2. 太阳发出的光是电磁波。假设从太阳发出的光经过大约500 s到达地球，那么地球距离太阳的距离是多少？
3. 电磁波除了通信外，还有很多其他的用途。请你上网查询，输入关键词“电磁波的应用”，写出你的发现。

第3节 广播、电视和移动通信

我们是怎样利用电磁波来传递声音和图像信号的呢？

你也许在电视、电影中看过用鸽子传送信件的情景：发信人把写好的信绑在鸽子身上，鸽子带着信飞向天空，到达目的地后，收信人从鸽子身上把信取下来，信息就传递过去了。

用电磁波传递声音信号和图像信号，电磁波所起的作用与鸽子类似。

广播



双手五指成“L”形，虎口贴于嘴边，向前方两侧移动两下，口张开。

无线电广播信号的发射和接收

图 17.3-1 是无线电广播工作过程的示意图。

无线电广播信号的发射由广播电台完成。话筒把播音员的声音信号转换成电信号，然后用调制器把音频电信号加载到高频电流上，产生电磁波并通过天线发射到空中（图甲）。

电视



左手伸拇、食指，食指指尖朝右，手背向外；右手横立，五指张开，在左手食指上方上下晃动两下。

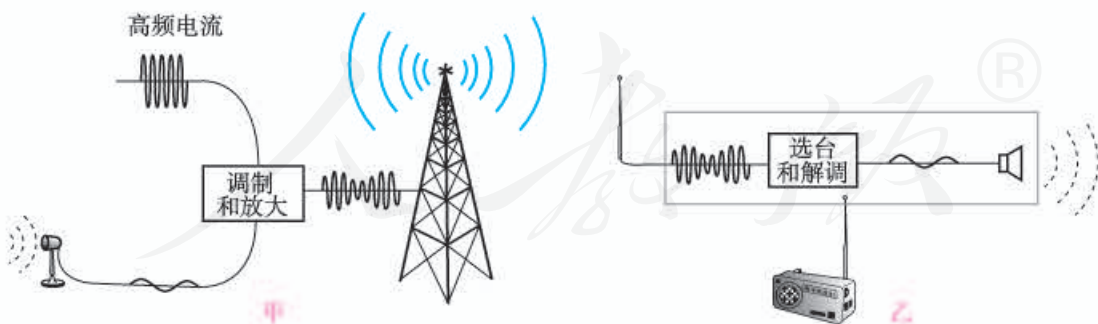


图 17.3-1 无线电广播工作过程的示意图

收音机的天线接收到各种各样的电磁波。转动收音机调谐器的旋钮，可以从中选出特定频率的信

号。由调谐器选出的信号含有高频电流成分，需要通过解调，将音频信号留下。音频信号经放大后被送到扬声器里（图乙）。扬声器把音频电信号转换成声音，我们就听到广播电台的节目了。

电视的发射和接收

电视用电磁波传递图像信号和声音信号。声音信号的产生、传播和接收跟无线电广播的工作过程相似。

如图 17.3-2，图像信号的工作过程是：在演播室内，摄像机把图像变成电信号，发射机把电信号加载到频率很高的电流上（其中包括声音的电信号），通过发射天线（电视塔）发射到空中。

电视的接收天线把这样的高频信号接收下来，通过电视机把图像信号和音频信号取出并放大。由显示器和扬声器把它们还原成图像和声音。



图 17.3-2 电视的发射和接收

我们常听说某电视台利用某频道进行播放，这里说的频道是什么意思？

原来，不同的电视台使用不同的频率（射频）范围进行播放，以免互相干扰。这一个个不同的频率范围就叫做频道。

我国电视频道的划分						
频道号	1	2	……	6	……	68
频率范围 /MHz	48.5~56.5	56.5~64.5	……	167~175	……	950~958

移动电话

现在很多人都在使用移动电话（手机）。移动电话不需要电话线，比固定电话更方便。移动电话与固定电话的工作原理基本一样，只是信息不是由导线中的电流来传递，而是由空间的电磁波来传递。移动电话机既是无线电发射台又是无线电接收台：它用电磁波把讲话的信息发射到空中，同时它又在空中捕获电磁波，得到对方讲话的信息（图17.3-3）。移动电话可以使你很方便地跟朋友通话，无论你的朋友在附近，还是远在别的国家。

移动电话的体积很小，发射功率不大；它的天线也很简单，灵敏度不高。因此，它跟其他用户的通话要靠较大的固定无线电台转接。这种固定的电台叫做基地台。



图17.3-3 移动电话的工作方式

动手动脑学物理

1. 人们外出旅游时常常利用手机导航，手机上显示的信息是通过_____来传送的。
2. 移动电话和固定电话的工作原理基本一样，只是声音信息不是由导线中的_____来传递，而是由空间的_____来传递。
3. 张伟和刘浩都在北京工作，用的是北京的手机号。他们同时来到上海，可以在上海用手机通话。请你查阅资料，从“移动电话的工作方式”的角度了解他们的通话过程。

第4节 越来越宽的信息之路

信息理论表明，作为载体的电磁波，频率越高，相同时间内可以传输的信息就越多。因此，几十年来，无线电通信、电视广播等所用的频率越来越高了，我们可以形象地说，信息之路越来越宽了。

微波通信

微波的波长为 $10\text{ m} \sim 1\text{ mm}$ ，频率为 $30\text{ MHz} \sim 3 \times 10^5\text{ MHz}$ 。微波大致沿直线传播，不能沿地球表面绕射。因此，必须每隔 50 km 左右就要建设一个微波中继站，把上一站传来的信号处理后，再发射到下一站去（图 17.4-1）。信号传递的距离越远，需要的中继站越多。

在遇到雪山、大洋，根本无法建设中继站时，又该怎么办？能不能利用地球的卫星——月球进行微波中继通信呢（图 17.4-2）？

月球是地球的卫星，可以反射微波，但它离我们太远了——38 万千米！信号衰减、时间延迟，而且只有当两个通信点同时见到月亮时，才能完成这两点间的通信。

卫星通信

现在，人类可以用通信卫星作为微波通信的中继站来进行通信。通信卫星大多是相对地球“静止”的同步卫星，从地面上看，它好像悬挂在空中



图17.4-1 微波中继通信示意图



图17.4-2 能否用月球作为中继站，实现微波通信？

静止不动。在地球的周围均匀地配置3颗同步通信卫星，就覆盖了几近全部地球表面，可以实现全球通信（图17.4-3）。它们就像几个太空微波中继站，从一个地面站接收的电信号，经过处理后，再发送到另一个或几个地面站。

现在，通过卫星电视，一个地方出现了突发事件，全世界的人们几乎可以立刻看到现场的画面。

利用卫星来发射和接收电磁波信号的应用非常广泛，例如中国建立的北斗卫星定位系统，可提供全天候的即时定位服务。

光纤通信

我们已经知道，电磁波的传播速度等于光速，实际上光也是一种电磁波。与微波相比，光的频率更高。如果用光来通信，这条“高速公路”要比短波、微波的“公路”宽出百万倍、千万倍。不过，普通的光源包含了许多不同波长（频率）的光，难以用它携带信息。1960年，美国科学家梅曼制成了世界上第一台红宝石激光器，它能产生频率单一、方向高度集中的光——激光。1966年，华裔物理学家高锟提出用光纤通信的构想，这使得用光进行通信的设想得以实现。

通信用的激光一般在特殊的管道——光导纤维里传播。

如图17.4-4，光从光导纤维的一端射入，在内壁上多次反射，从另一端射出，这样就把它携带的信息传到了远方。

光导纤维是很细很细的玻璃丝，通常数条光纤并成一束再敷上保护层，制成光缆，用来传递电视、电话等多种信息。由于光的频率很高，在一定时间内可以传输大量信息。



图17.4-3 用三颗同步卫星就可以实现全球通信

卫星



左手握拳，手背向外；右手拇、食指捏成圆形，绕左手转动一圈，表示宇宙自然存在的一个星体绕另一个星体转动。



图17.4-4 光导纤维

我国光缆通信的发展十分迅速，而且还与其他国家合作修建了跨越太平洋的海底光缆。光纤通信已经成为我国长途通信的骨干力量。

网络通信

计算机可以高速处理各种信息，把计算机联在一起，可以进行网络通信。如果某人的计算机跟一个叫做“服务器”的计算机相联，这就是平常说的“上网”。



想想议议

电子邮件是人们经常使用的网络通信方式，请结合图 17.4-5，说一说电子邮件的传送方式。

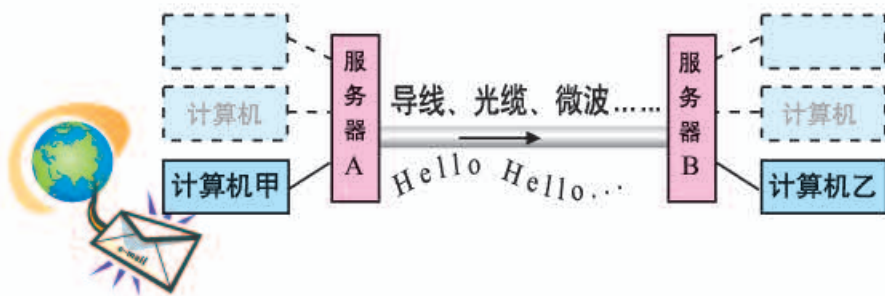


图 17.4-5 电子邮件的传送方式

当甲给乙发送一封电子邮件时，他的服务器A把邮件送到乙的服务器B，储存起来。一旦乙“上网”，他就能从自己的服务器B得到这个邮件。每个电子信箱都有自己的“地址”，这样才能把邮件送到正确的地方。例如，某电子信箱的地址是xiaolin@server.com.cn，这表示信箱属于一个自称“xiaolin”的人，他的服务器名叫server.com.cn。其中“cn”是China的简写，表示这个服务器是在中国注册的。

电子邮件



左手五指成“C”形，虎口朝内；右手食指横伸，从左手虎口中部向前划动两下。

电子邮件像电话一样快，同时又像信件一样方便，收件人可以在任何时候通过上网的计算机或手机打开信箱，查看邮件。除了文字之外，我们也可以把照片、语音及任何信息变成数字文件，用电子邮件传送。世界上凡是计算机集中的地方，例如企业、机关、居民小区等，大都已经把自己的计算机联在一起了。这些网络又互相联结，成为世界上最大的计算机网络，这样就能做到信息资源的共享。除了收发电子邮件外，我们还可以从网上看到不断更新新闻，查到所需的各种资料。计算机之间的联结，除了使用金属导线外，还使用光缆、通信卫星等各种通信手段。随着通信技术的发展，现在已经可以在很短的时间内传送越来越大的信息量，信息传送的速度能够满足电视等活动画面的需要，我们已经可以轻松地在网上看电视了。

STS 科学·技术·社会

信息的存储

信息记录与存储技术随着科学技术的进步而不断变革。人类在信息的记录、存储以及传输方面，走过了漫长的历史路程。

如图 17.4-6，早在远古时期，还没有文字，人们就用绳子的结数、壁画等方式来记录信息；后来，人们又将文字刻在石头、竹简上来记录信息，以达到长久保存的目的；作为中国古代四大发明的造纸术和印刷术的出现，极大地方便了信息的存储和传输。特别是造纸术的发明和推广，对于世界科学、文化的传播产生了深刻的影响，对于社会的进步和发展起到了重大的作用。

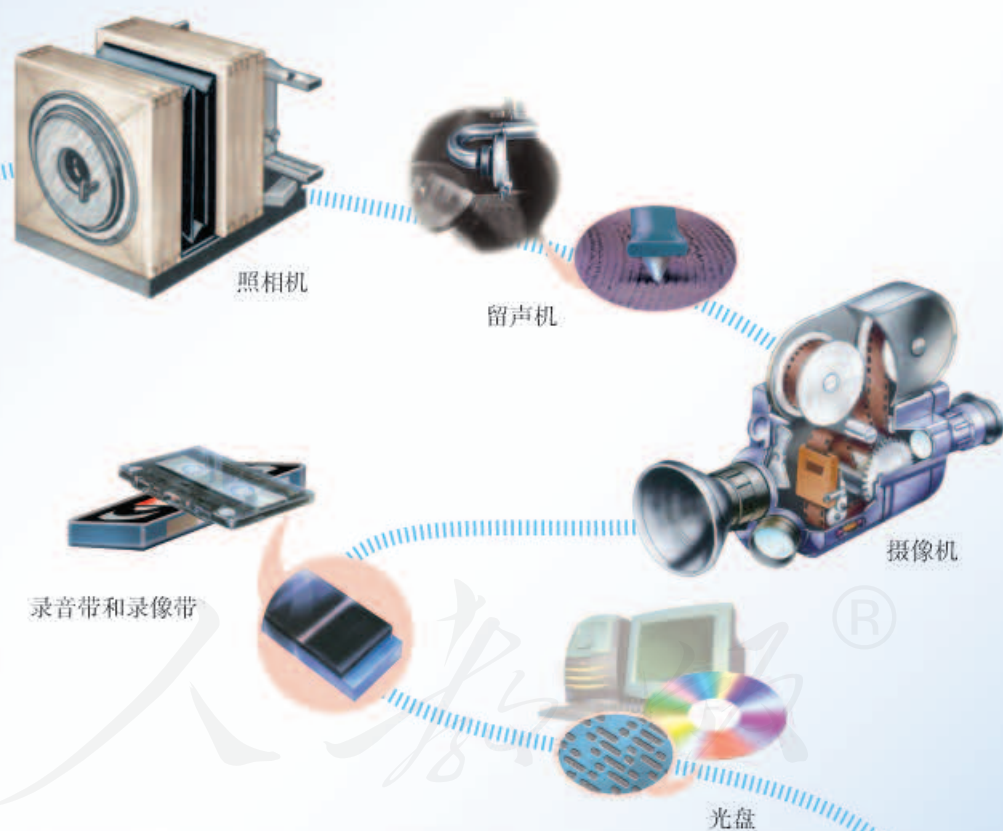
图17.4-6



19世纪20年代，摄影技术出现，使静态画面信息的记录得以实现。到了19世纪70年代末，放音装置（留声机）出现，使声音的记录得以实现。19世纪末，第一部电影拍摄成功，人类首次实现了对动态画面信息的记录。

随着磁性录音技术的逐渐成熟，它与人们的关系变得越来越密切。录音带、录像带、计算机中的磁盘和各种磁卡等，都是用磁来记录信息的。这些声音、图像、文字等信息是可转换为电信号的信息。另外，随着激光等技术的应用，利用激光将信息写入和读出的高密度存储媒体——光盘，以及作为电子信息存储介质的闪存芯片等也已广泛使用。

当今，物联网、虚拟现实、无人驾驶汽车等新兴智能技术会产生更多数据。爆发式增长的数据将迫使数据中心向着更智能、更高效的方向发展。



动手动脑学物理

1. 利用卫星通信时，要实现全球通信需要的卫星颗数至少是_____颗。
2. 我们的生活已经离不开信息的传递。我们不知不觉地把各种通信方式融入自己的生活和工作中。请想一想，自己哪些地方用到了微波通信、卫星通信、光纤通信和网络通信？各举一个例子。
3. 微波通信、卫星通信、光纤通信、网络通信，这些通信方式是从不同的视角进行分类的。请你说说它们各自的特点。

学到了什么

1. 电话是怎样传递声音信息的

固定电话可以通过电流传递声音信息。最简单的电话由话筒和听筒组成。为了完成通话，话筒和听筒之间要连上一对电话线。话筒把声音变成变化的电流，电流沿着导线把信息传到远方。在另一端，电流使听筒的膜片振动，携带信息的电流又变成了声音。

2. 电磁波的产生和传播

导线中电流的迅速变化会在空间激起电磁波。

广播电台、电视台以及移动电话靠复杂的电子线路来产生迅速变化的电流。电磁波可以在真空中传播。电磁波在真空中的传播速度是

$$c=2.997\,924\,58\times 10^8\text{ m/s}\approx 3\times 10^8\text{ m/s}$$

3. 广播、电视和移动电话

无线电广播信号的发射由广播电台完成。电视信号的发射由电视台完成。移动电话既是无线电发射台又是无线电接收台。

广播、电视和移动电话都是利用电磁波来传递图像信号和声音信号的。

4. 电磁波可以传递各种信息

广播、电视和移动电话都是利用电磁波来传递信息的。

作为载体的电磁波，频率越高，相同时间内可以传输的信息就越多。从利用长波、中波、短波，逐渐到利用微波、光波来通信，所用的频率越来越高了。可以形象地说，信息之路越来越宽了。

第十八章

能源与可持续发展

如果没有太阳，地球就会处在黑暗和冰冷的长夜中，也不会孕育出任何生命。

实际上，宇宙中除了太阳还有无数的恒星，那些恒星离我们非常遥远，所以看起来没有太阳那么大、那么亮。太阳是离地球最近的一颗恒星。每颗恒星都在释放巨大的能量，它们每时每刻都在向外辐射着惊人的光和热。

太阳和其他恒星为什么会辐射如此巨大的能量？人类利用的能量都是由太阳提供的吗？人类使用的能量是无穷无尽的吗？让我们在本章中一起探索这些问题吧！

第1节 能源

金属的冶炼、机器的运转（图 18.1-1）、汽车和火车等交通工具的行驶都需要能量，生活中烧饭、取暖、照明等也需要能量。生产和生活中需要的这些能量，是通过不同的能源提供的。各种能源的广泛利用，极大地促进了人类文明的发展。

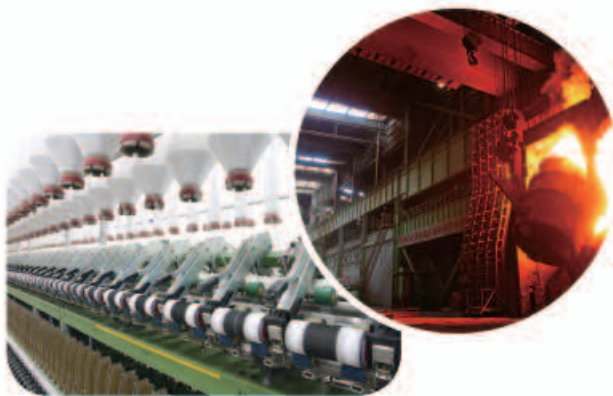


图 18.1-1

人类利用能源的历程

自从原始人发现使用火的方法以后，能源就成为人类文明跃进的重要物质基础。让我们沿着人类发展的历程来认识各种各样的能源。

如图 18.1-2，钻木取火（图甲）是人类最早的“技术革命”，以柴薪为主要能源的时代持续了近一万年。现在，柴薪仍是某些地区的生活能源。

蒸汽机（图乙）的发明是人类利用能源的新里程碑。人类从此逐步以机械动力代替人力和畜力，人类的主要能源由柴薪转向煤炭。

19 世纪后期至 20 世纪初期，相继出现用汽油作燃料的汽车、飞机，用柴油作燃料的内燃机火车（图丙）和内燃机轮船。石油逐渐成为当今的主要能源。

太阳能（图丁）、风能和核能等逐渐成为人类广泛使用的新能源。

能源



（一）一手直立，掌心向外，然后食、中、无名、小指弯动一下。

（二）左手横伸，手背拱起；右手平伸，手背向上，移入左手掌心下，五指交替点动。



图 18.1-2 人类利用能源的历程

我们今天使用的煤、石油、天然气，都是古代生物的遗体经过漫长的地质年代而生成的，统称为化石能源。化石能源是当今世界的主要能源，比如，人们生活中经常使用的大多数交通工具（汽车、轮船、飞机等）都离不开它（图 18.1-3）。像化石能源这样可以直接从自然界获得的能源，我们称为一次能源。风能、水能、太阳能、地热能以及核能等均属于一次能源。

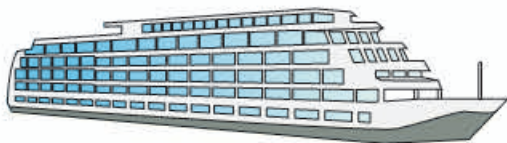


图 18.1-3

电能不属于一次能源，它通常是由其他形式的能转化而来的，最终还要转化为光能、内能、机械能等其他形式的能，才能为人类所用。那么，为什么很多地方要使用电能，而不直接使用一次能源呢？这是因为电能便于输送和转化（图 18.1-4）。现代社会离不开的各种各样的用电器，是将电能转化为其他各种形式能量的转化器。由于电能无法从自然界直接获取，必须通过消耗一次能源才能得到，所以电能是二次能源。

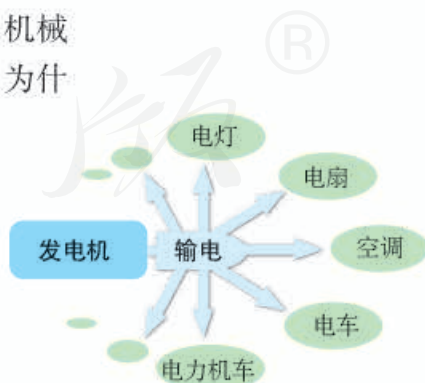


图 18.1-4 电能便于输送和转化

21 世纪的能源趋势

由于世界人口的急剧增加和经济的不断发展，能源的消耗持续增长。特别是近几十年来，能源消耗增长速度明显加快。如果把全世界的能源消耗量折合成热值为 $2.93 \times 10^7 \text{ J/kg}$ 的标准煤来计算，1950 年为 26 亿吨，1987 年为 110 多亿吨，2003 年接近 140 亿吨，2007 年达到 160 亿吨，2016 年约为 180 亿吨（图 18.1-5）。

化石能源开发利用后不能再生，如果长期大规模开采，终究会消耗殆尽，而且会对环境造成极大破坏，所以开发新能源、更好地利用已知能源，是全球范围内的重要课题。

在物理学的发展过程中，随着对机械能认识的不断深入，风能和水能逐渐得到了较为广泛的应用。而随着科学家对物质结构研究的不断深入，20 世纪 40 年代，科学家发明了可以控制核能释放的装置——核反应堆，拉开了以核能为代表的新能源利用的序幕（图 18.1-6）。

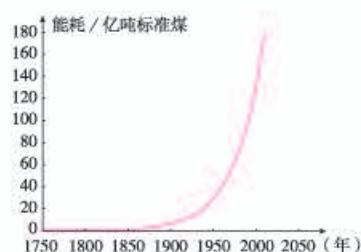


图 18.1-5 两个多世纪以来，人类能源消耗急剧增长。



图 18.1-6 我国的秦山核电站

石油危机和能源科学

石油是世界上许多国家的主要能源。盛产石油的中东国家是发达国家主要的石油供应国。

1973年爆发了第四次中东战争，由此引发了西方国家第一次石油危机。1980年，中东两个石油大国伊朗和伊拉克之间爆发战争，两伊战争猛烈冲击世界石油市场，引发了第二次石油危机。1990年，由于伊拉克攻占科威特引发了第三次石油危机。

石油危机在全球范围内引起了人们对能源问题的思考。例如，以石油作为经济发展的支柱是否可靠？以化石燃料为主的能源结构还能支撑多久？

由能源问题引发的能源科学的崛起，是人类进步的又一表现。它不仅研究能源的开发、利用和保护，而且还研究涉及生态环境、人口控制、社会经济、可持续发展等一系列重大问题。

动手动脑学物理

1. 以下列出了各种形式的能源：柴薪、煤、石油、天然气，风能、水能、电能、太阳能、地热能。在这些能源中哪些是化石能源？哪些是一次能源？哪些是二次能源？请填在以下表格中。

一次能源	
二次能源	
化石能源	

2. 蒸汽机的发明对人类利用能源有什么意义？电能的广泛使用对人类利用能源有什么意义？

3. 通过向长辈了解，指出你家庭近几十年能源使用的变化。要求说明能源形式的变迁情况和人均能源消耗数量的变化情况。

第2节 核能

我们知道，分子是由原子构成的，原子的中心是原子核，电子在核外运动。

核能

原子核有如图18.2-1所示的更精细的内部结构：原子核由质子和中子组成，质子带正电荷，其电荷量跟电子电荷量相等，中子不带电；质子的质量大约是电子的1 836倍，中子和质子的质量几乎相同。质子和中子构成了非常小的原子核，就像几颗豆粒挤在原子这个大广场的中央。

质子、中子依靠强大的核力紧密地结合在一起，但是，一旦质量较大的原子核发生分裂或者质量较小的原子核相互结合，就有可能释放出惊人的能量，这就是核能（nuclear energy）。

核能

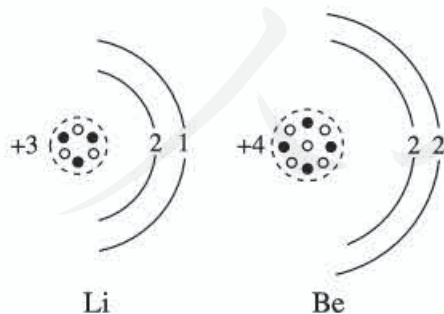


(一)

(二)

(一) 左手握拳；右手五指微曲，手背向外，从右向左绕左拳转动半圈。

(二) 一手直立，掌心向外，然后食、中、无名、小指弯动一下。



甲



乙

图 18.2-1 原子核由质子和中子组成，周围有电子。

裂变

1934年至1938年，科学家曾先后用中子轰击质量比较大的铀235原子核，使其发生裂变，变成两个质量中等的原子核，同时释放出巨大的能量。1 kg 铀全部裂变，释放的能量超过2 000 t煤完全燃烧时释放的能量。

用中子轰击铀核，铀核才能发生裂变，放出能量。这就好比用火柴点燃木材，木材才能燃烧。假如外界的中子停止轰击，裂变也就停止了。那么，怎样才能使裂变继续下去呢？



想想议议

将火柴搭成如图 18.2-2 所示的结构，想象在点燃第一根火柴后，会发生什么情况。

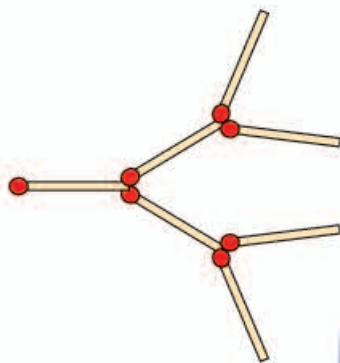


图18.2-2 用火柴模拟链式反应

用中子轰击铀235原子核，铀核分裂时释放出核能，同时还会产生几个新的中子，这些中子又会轰击其他铀核……于是就导致一系列铀核持续裂变，并释放出大量核能（图 18.2-3）。这就是裂变中的链式反应。

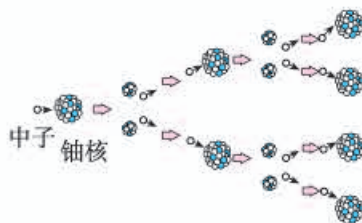


图 18.2-3 链式反应示意图

核电站利用核能发电，它的核心设备是反应堆（图 18.2-4）。核电站利用反应堆产生的内能，通过蒸汽轮机做功，带动发电机发电（图 18.2-5）。全世界已经建成了几百座核电站，核能发电是重要的电力来源之一。

核反应堆中发生的链式反应，是可以控制的。链式反应如果不加控制，大量原子核就会在一瞬间发生裂变，释放出极大的能量。原子弹爆炸时发生的链式反应，就是不加控制的。在人类实现可控核裂变大约3年后，即1945年，利用不加控制的核裂变制造的毁灭性武器——原子弹爆炸了。

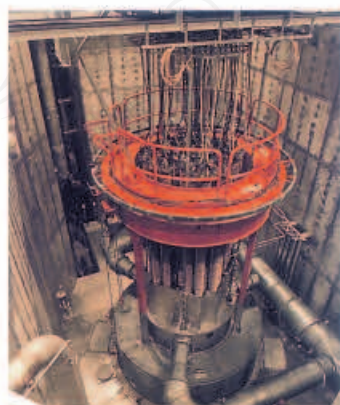
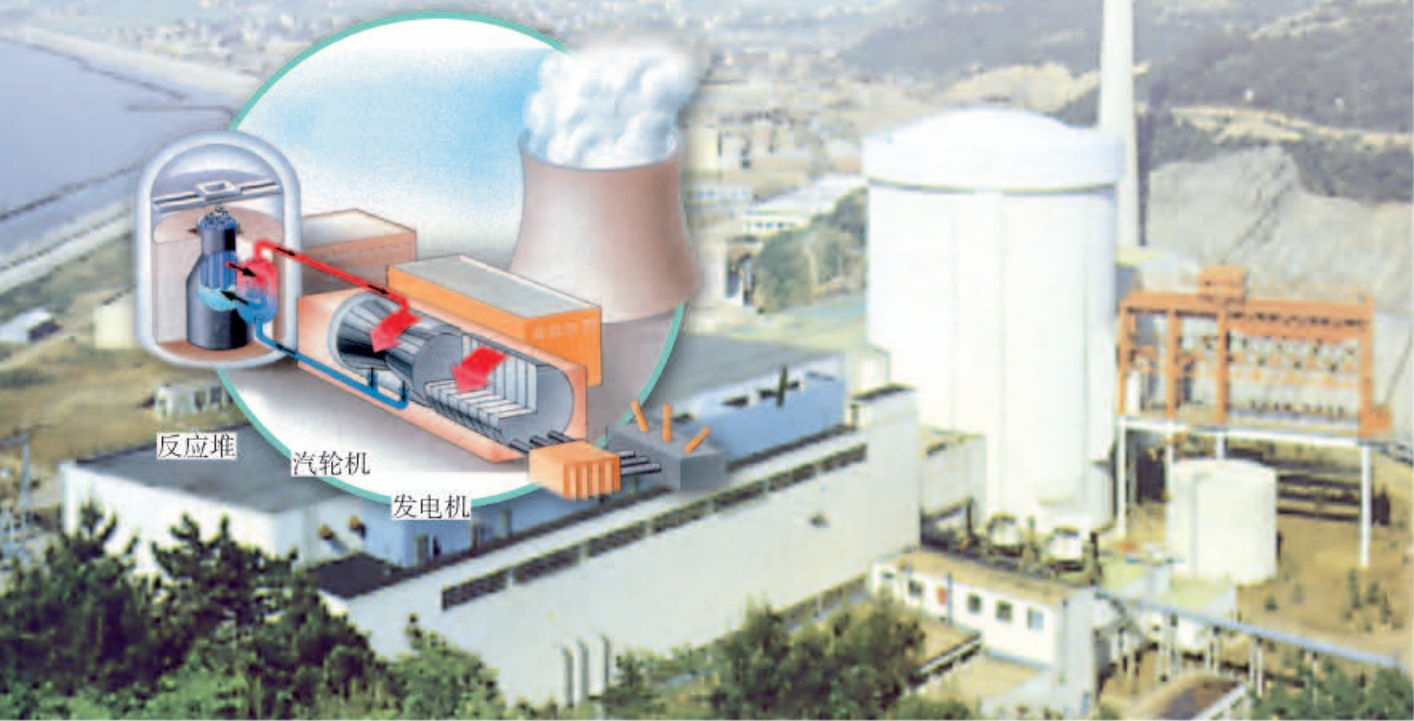


图18.2-4 核电站中的反应堆

图18.2-5 核能发电



聚变

如果将某些质量很小的原子核，例如氕核（由一个质子和一个中子构成）与氘核（由一个质子和两个中子构成），在超高温和高压下结合成新的原子核——氦核，也会释放出巨大的核能（图18.2-6），这就是聚变，有时也把聚变称为热核反应。

氕核、氘核都属于氢核的一种。大量氢核的聚变，可以在瞬间释放出惊人的能量。氢弹利用的就是聚变在瞬间释放的能量。

如何实现可控聚变，如何利用可控聚变释放的核能，科学家正在积极地探索着。海水中蕴藏着丰富的、可以实现聚变的氘核。科学家预言，通过可控聚变来利用核能，有望彻底解决人类能源问题。

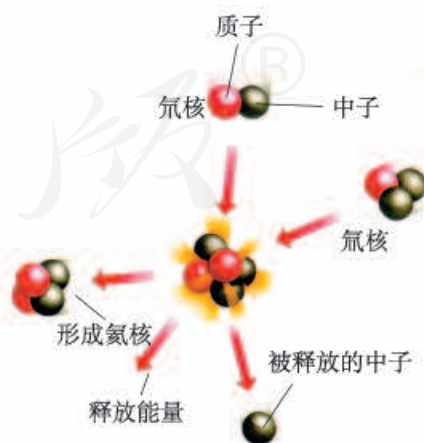


图18.2-6 氕核、氘核的聚变

核电站与核安全

核反应堆是通过可控裂变反应释放核能的设备。反应堆内的铀核发生裂变时，会释放能量，也会产生射线。如果射线泄漏到反应堆外面，会对人和其他生物造成伤害，所以核反应堆都封闭在一个厚厚的钢筋混凝土壳中。

核电站一旦发生核泄漏事故，就可能产生严重的危害（图 18.2-7），所以核电站的安全性应得到高度重视。为此，科学家们制定了严格的安全措施和安全标准。

核电站使用过的核燃料称为核废料。由于核废料仍然具有放射性，一般深埋在人烟稀少的地方。某些发达国家将核废料运送到其他国家去埋放，引起了环境保护者的广泛抗议。

核电站给水力资源、化石能源缺乏的地区提供了一种好的选择，也给人类解决能源危机带来希望。

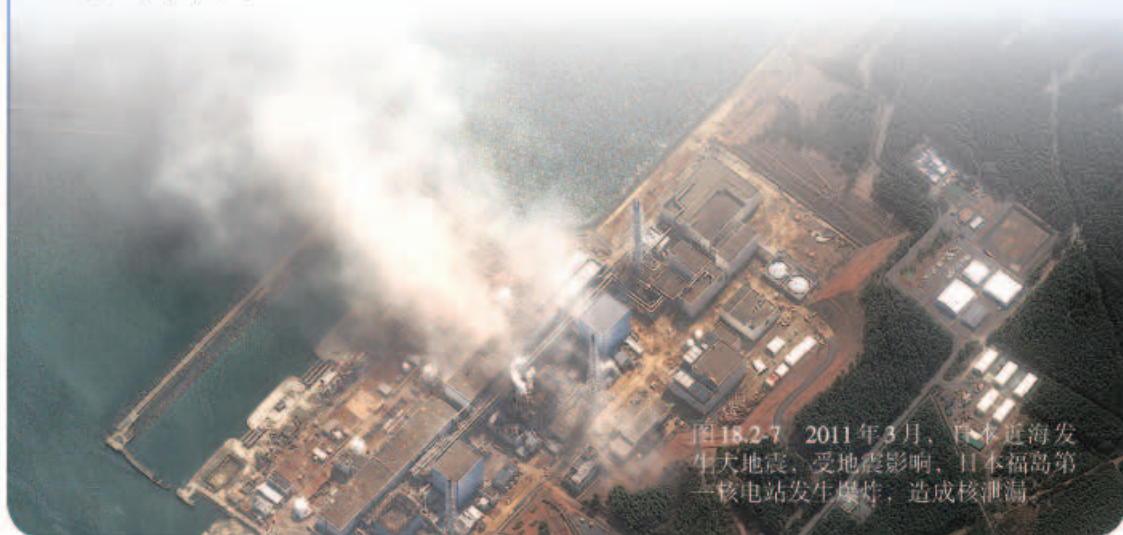


图 18.2-7 2011 年 3 月，日本近海发生大地震，受地震影响，日本福岛第一核电站发生爆炸，造成核泄漏。

动手动脑学物理

1. 原子、原子核、电子、中子、质子，它们之间有什么关系？哪些是不带电的？哪些是带电的？带的是哪种电？
2. 什么是原子核的聚变？
3. 通过本节的学习，我们知道核能既可以用来发电，也可以用来制造破坏力惊人的核武器。请同学们思考核能与人类的关系，并把你的思考写下来。

第3节 太阳能

太阳——巨大的“核能火炉”

太阳距地球1.5亿千米，体积是地球的130万倍，质量是地球的33万倍，核心的温度高达1 500万摄氏度（图18.3-1）。在太阳内部，氢原子核在超高温下发生聚变，释放出巨大的核能。

太阳核心释放的能量向外扩散，可以传送到太阳表面。太阳表面温度约6 000℃，就像一个高温气体组成的海洋。大部分太阳能以热和光的形式向四周辐射开去。太阳这个巨大的“核能火炉”已经“燃烧”了近50亿年。目前，它正处于壮年，要再过50亿年才会燃尽自己的核燃料。那时，它将膨胀为一个巨大的红色星体……

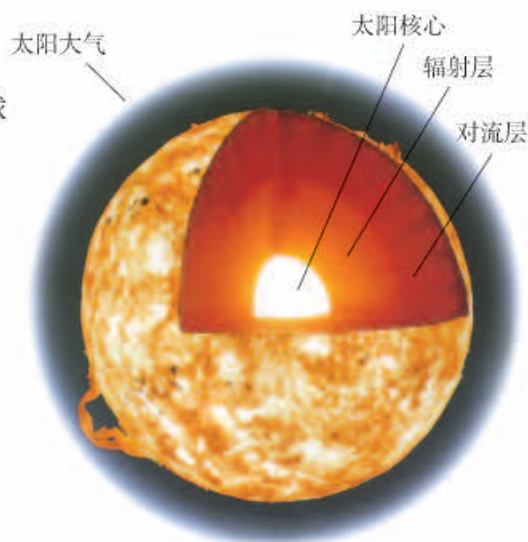


图18.3-1 太阳的结构（示意图）

太阳是人类能源的宝库

太阳向外辐射的能量中，只有约20亿分之一传递到地球。太阳光已经照耀我们的地球近50亿年。地球在这50亿年中积累的太阳能，是我们今天所用的大部分能量的源泉。

以化石能源为例。煤、石油、天然气是地球给人类提供的最主要的一次能源。远古时期陆地和海洋中的植物，通过光合作用，将太阳能转化为生物

太阳能



（一）双手拇、食指搭成圆形，虎口朝内，从身体右侧向头顶做弧形移动，如太阳升起。

（二）一手直立，掌心向外，然后食、中、无名、小指弯曲一下。

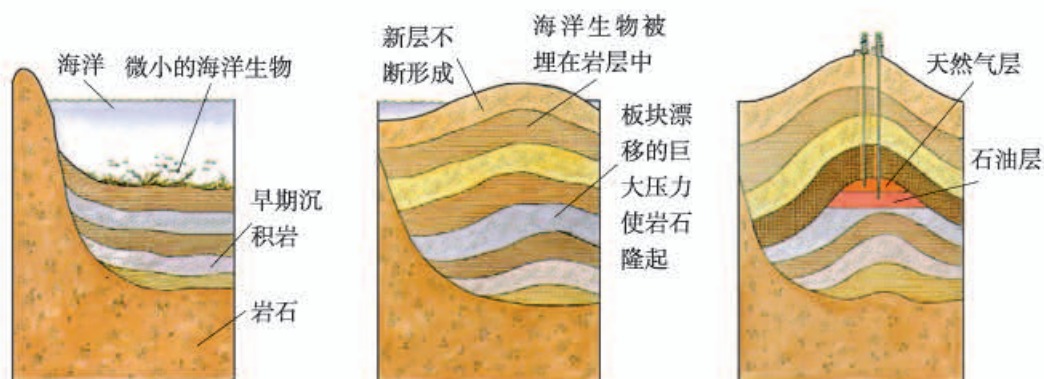


图 18.3-2 石油、天然气的形成

体的化学能。在它们死后，躯体埋在地下和海底，腐烂了。沧海桑田，经过几百万年的沉积、化学变化、地层的运动，在高压下渐渐变成了石油和煤（图 18.3-2 和图 18.3-3）。在石油形成过程中还放出天然气。今天，我们开采化石燃料来获取能量，实际上是在开采上亿年前地球所接收的太阳能。

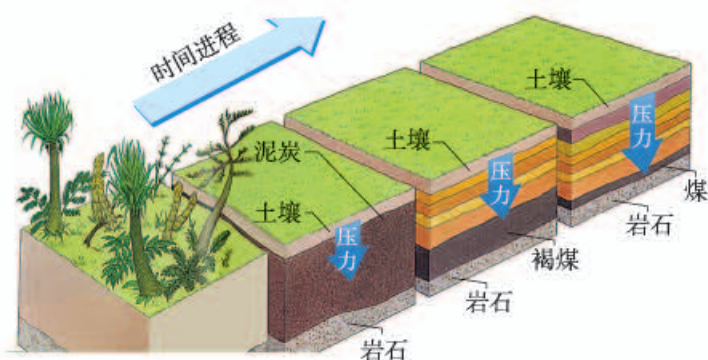


图 18.3-3 煤的形成



想想议议

根据图 18.3-4，指出太阳辐射到地球的能量利用和转化情况。

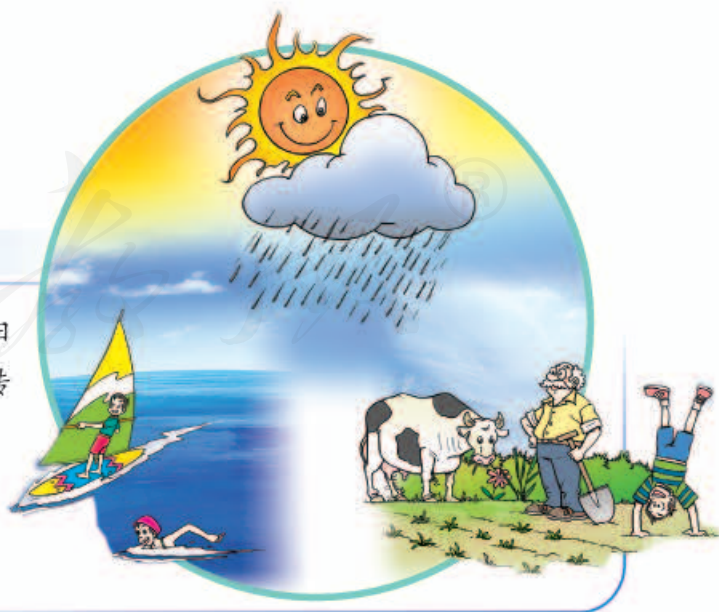


图 18.3-4

太阳能的利用

人类除了间接利用贮存在化石燃料中的太阳能外，还设法直接利用太阳能。目前直接利用太阳能的方式主要有两种，一种是用集热器把水等物质加热（图18.3-5），另一种是用太阳能电池把太阳能转化成电能（图18.3-6）。

平板式集热器的箱面是玻璃，内部有涂黑的吸热板，可以吸收太阳辐射并转化为内能，从而将集热器管道内的水流加热。

太阳能电池可以将太阳能转化为电能，供我们使用。太阳能电池具有使用寿命较长、没有污染等优点，但是，它的转化效率较低，而且每个太阳能电池产生的电压也较低。太阳能电池不仅用于照明、计算器、手表等耗电少、工作电压低的用电器，还广泛应用在航天、通信等领域。

此外，我国部分太阳能发电站（图18.3-7）已并入电网，成为电力供应的来源之一。



图18.3-5 屋顶上的太阳能集热器为住户提供热水



图18.3-6 太阳能凉帽。电池板把太阳能转化为扇叶的动能。



图18.3-7 太阳能电池阵列

动手动脑学物理

1. 我们生活中用到的煤、石油和天然气等，实际都是来自上亿年前太阳上的_____能。
2. 列举生活中有关太阳能应用的实例，与同学讨论使用太阳能的好处。
3. 太阳能电池作为一种新能源产品，具有广阔的前景，它有哪些优点？它目前适用于哪些地方？

第4节 能源与可持续发展

能量转移和能量转化的方向性

既然能量是守恒的，为什么我们还要节约能源呢？

我们知道，在热传递的过程中，热量只能自发地从高温物体转移到低温物体，不能相反。如果要使热量从低温物体流向高温物体，就需要消耗其他形式的能量，例如电冰箱就需要消耗电能。同样，汽车制动时，由于摩擦，动能转化成了轮胎、地面和空气的内能，这些消耗的能量，不能再自动地用来驱动汽车（图 18.4-1）。

可见，涉及热现象的能量转化过程是有方向性、不可逆的，消耗掉的内能不可能被收集起来再利用。实际上，能量的转化、转移都是有方向性的，人们是在能量的转化或转移的过程中利用能量的。有些能量可以利用，有些则无法利用。能源的利用是有条件的，我们所能利用的能源是有限的，所以需要节约能源。



图18.4-1 汽车散失的热不能收集起来

能源消耗对环境的影响

人类在耗用各种能源时，不可避免地会对环境造成影响。例如，化石能源产生的内能，其中相当一部分没有被利用，从而造成了热污染。汽车尾气（图 18.4-2）就是造成城市热岛效应的罪魁祸首之一。不仅如此，由于现代生活中化石能源的广泛使



图18.4-2 汽车尾气

用，燃料燃烧产生的二氧化碳加剧了地球的温室效应。

除了二氧化碳以外，煤、石油、天然气等燃料往往含有杂质，致使燃烧生成的气体中含有二氧化硫等有害物质。燃烧时的高温还会促使氮氧化物的生成，燃料的不完全燃烧能产生粉尘和一氧化碳。产生的酸性气体最终会形成酸雨，可致水、土壤酸化，对植物、建筑物、金属构件造成危害（图18.4-3）。全世界因使用煤、石油等燃料，每年排入大气的有害物质达几亿吨之多。这些烟尘废气排放到大气，污染了大气（图18.4-4）。



图18.4-3 被酸雨严重腐蚀的汉白玉石柱



图18.4-4 燃煤电厂向大气排放有害物质

想想议议

在耗用各种能源时，对环境是否会造成破坏呢？在下表中，用“√”表示大量耗用该类能源对环境会有明显破坏，用“×”表示对环境不会造成明显破坏。

产生的环境问题	能源种类				
	石油和天然气	煤	水力发电	核能	柴薪
空气污染					
废物					
有害辐射					
水土流失和沙漠化 (破坏生态平衡)					

保护环境,控制和消除大气污染,已经成为当前世界需要解决的重要课题。我们既要有效地利用能源,又要很好地控制和消除污染。总之,人类不应当无限制地向大自然索取,我们必须在提升物质文明的同时,保持与自然、环境的和谐与平衡。

能源与可持续发展

能源的利用要考虑可持续发展,既要满足当代人的需要,又要考虑后人的需求。一方面,应该提高能源的利用率,减少在能源使用中对环境破坏;另一方面,则需要发展新的理想能源。化石能源、核能等能源会越用越少,不能在短期内从自然界得到补充,这类能源称为**不可再生能源**。由于全世界能源的消耗逐年上涨,这些不可再生能源终究会消耗殆尽。

未来的理想能源要能够大规模替代石油、煤炭和天然气等化石能源,首先必须足够丰富,可以保证长期使用。像风能、水能、太阳能等可以在自然界里源源不断地得到的能源,我们把它称为**可再生能源**。可再生能源是未来理想能源的一个重要发展方向。

除此之外,未来的理想能源还必须满足以下几个条件:必须足够便宜,可以保证多数人用得起;相关的技术必须成熟,可以保证大规模使用;必须足够安全、清洁,可以保证不会严重影响环境。秉承可持续发展的思想,开发和探索各种新能源,是人类进一步发展所要解决的重要课题。



想想议议

你认为风能、太阳能、核能以及你所想到的可能的能源,哪些有可能成为未来的理想能源?为什么?



动手动脑学物理

1. 能源家族中，有木柴、煤炭、石油、天然气、水能、风能、太阳能、核能等，哪些属于不可再生能源？哪些属于可再生能源？
2. 能源的使用，不过是一种形式的能转化为另一种形式的能而已，自然界的能量是守恒的，它既不能创生，也不会消灭。既然如此，那为什么还要节约能源呢？
3. 新闻中经常出现“节能减排”一词，什么是“减排”？为什么要“减排”？“减排”为什么是和“节能”连在一起的？



学到了什么

1. 能源

煤、石油、天然气是埋在地下的动、植物经过漫长的地质年代形成的，叫做化石能源。化石能源以及风能、水能、太阳能、地热能、核能可以直接从自然界获取，叫做一次能源；电能需通过消耗一次能源才能得到，叫做二次能源。

2. 核能

获得核能有两种途径：裂变、聚变。目前，核电站是利用裂变的链式反应发电的。

3. 太阳能

太阳是人类能源的宝库，人们直接利用太阳能的方式主要是：用集热器把水等物质加热，用太阳能电池把太阳能转化成电能。

4. 能源与可持续发展

能源的使用应综合考虑能量的转化和转移的方向性、能源消耗对环境的影响、化石能源和核能等不可再生能源的储量等因素。以风能、水能、太阳能等为代表的可再生能源是未来理想能源的一个重要发展方向。

后 记

本册教科书是人民教育出版社课程教材研究所物理课程教材研究开发中心依据教育部《聋校义务教育物理课程标准》(2016年版),并以人民教育出版社出版的《义务教育教科书 物理 九年级 下册》(2013年第1版)为蓝本编写的,经国家基础教育课程教材专家工作委员会2019年审查通过。

本册教科书集中反映了特殊教育教科书研究与实验的成果,凝聚了参与课改实验的特殊教育专家、学科专家、教研人员以及一线教师的集体智慧。我们感谢所有对教科书的编写、出版提供过帮助与支持的同仁和社会各界朋友,以及整体设计艺术指导吕敬人等。本册教科书中“动手动脑学物理”栏目的执笔者还有杜明霞、刘强老师,南京市聋人学校、青岛市中心聋校、无锡市特殊教育学校、北京市健翔学校、杭州文汇学校、成都市特殊教育学校、广州市启聪学校、重庆市聋哑学校、天津市聋人学校、深圳元平特殊教育学校、西安市第二聋哑学校、徐州市特殊教育学校、大连盲聋学校、烟台市特殊教育学校的师生给予本册教科书试教工作大力支持,在此一并感谢!

本册教科书出版之前,我们通过多种渠道与教科书选用作品(包括照片、画作)的作者进行了联系,得到了他们的大力支持。对此,我们表示衷心的感谢!但仍有部分作者未能取得联系,恳请入选作品的作者与我们联系,以便支付稿酬。

我们真诚地希望广大特殊教育的教师、学生及家长在使用本册教科书的过程中提出宝贵意见,并将这些意见和建议及时反馈给我们。让我们携起手来,共同完成聋校义务教育教材建设工作!

联系方式

电话: 010-58758392

电子邮箱: liuhy@pep.com.cn

人民教育出版社 课程教材研究所
物理课程教材研究开发中心

2019年5月

