

盲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 编著
物理课程教材研究开发中心

人教版®

人民教育出版社
· 北京 ·

主 编：彭前程

分册主编：孙 新 韩 萍

编写人员：付荣兴 谷雅慧 苗元秀 邹丽晖

责任编辑：邹丽晖

美术编辑：王 喆

封面设计：张傲冰

插 图：张傲冰

盲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 编著

物理课程教材研究开发中心

出版发行 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 年 月第1版

印 次 年 月第 次印刷

开 本 890毫米×1240毫米 1/16

印 张 10

字 数 109千字

书 号 ISBN 978-7-107-30743-0

定 价 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

绿色印刷 保护环境 爱护健康

亲爱的同学们：

你们手中的这本教科书采用绿色印刷标准印制，在它的封底印有“绿色印刷产品”标志。从2013年秋季学期起，北京地区出版并使用的义务教育阶段中小学教科书全部采用绿色印刷。

按照国家环境标准（HJ2503-2011）《环境标志产品技术要求 印刷 第一部分：平版印刷》，绿色印刷选用环保型纸张、油墨、胶水等原辅材料，生产过程注重节能减排，印刷产品符合人体健康要求。

让我们携起手来，支持绿色印刷，选择绿色印刷产品，共同关爱环境，一起健康成长！

北京市绿色印刷工程

目录



第十八章 电功率 1

第1节 电能 电功 2

第2节 电功率 8

第3节 测量小灯泡的电功率 15

第4节 焦耳定律 19



第十九章 生活用电 29

第1节 家庭电路 30

第2节 家庭电路中电流过大的原因 37

第3节 安全用电 43



第二十章 电与磁 52

第1节 磁现象 磁场 53

第2节 电生磁 62

第3节	电磁铁 电磁继电器	70
第4节	电动机	78
第5节	磁生电	86

第二十一章 信息的传递 98



第1节	现代顺风耳——电话	99
第2节	电磁波的海洋	106
第3节	广播、电视和移动通信	112
第4节	越来越宽的信息之路	118

第二十二章 能源与可持续发展 130



第1节	能源	131
第2节	核能	137
第3节	太阳能	143
第4节	能源与可持续发展	149

第十八章 电功率

广袤的戈壁滩上天气多变，有时风和日丽，有时狂风劲舞。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乐队在演奏着一首气势磅礴的交响曲。

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



各种各样的发电厂，如火力、水力、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。上图展示的就是一座火力发电厂。

电能

生活中电能的利用无处不在。电灯把电能转化为光能，为人们照明；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，把各种信息加工后传达给人们；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……

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。同学们一定常听父母说，上个月家里用了多少“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 18.1-1 是一种电能表。用电时，电能表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。表盘中标识的相关指标，其含义如下。

“220 V”表示这个电能表应该在 220 V 的电路中使用。

“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。

“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。

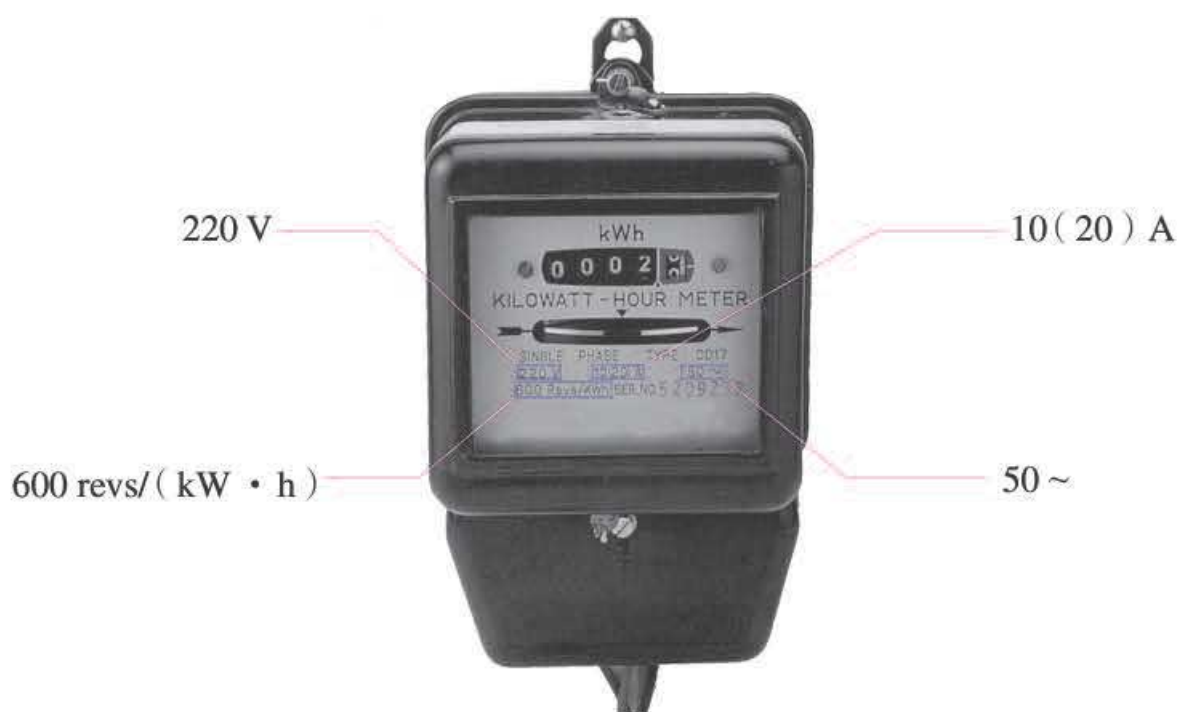


图18.1-1 一种电能表

电能表上显示的数字是表从开始计数到读数为止用去的电能。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的示数。前后两次示数之差，就是这段时间内消耗的电能。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（图18.1-2）。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，需要到银行为IC卡储值，并重新将卡插入电能表。



图18.1-2 IC卡电能表

还有一种电能表，其中没有转动的铝盘，靠内部的电子电路计算电能，示数由液晶板显示。

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。



想想议议

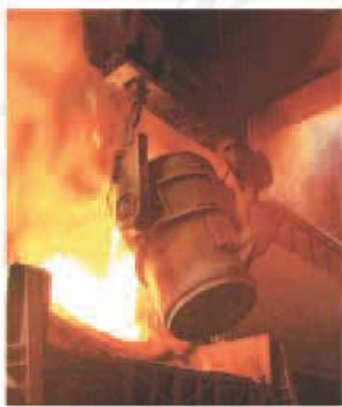
随着信息技术的发展，出现了远程售电系统，方便了用户交费。另外，阶梯电价、分时电价等计费方式的出现，改变了人们的用电方式。请你在课外查找相关信息，并与同学互相交流。

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电能意识。为节约用电，我们要从点点滴滴做起。

1 kW·h 电的作用有：采掘原煤约 100 kg；电炉炼钢约 1.6 kg；灌溉农田约 330 m²（图 18.1-3）；洗衣机工作约 2.7 h；电车行驶约 0.85 km；电脑工作约 5 h。知道了这些，你会对节约用电有进一步的认识。



采掘原煤约 100 kg



电炉炼钢约 1.6 kg



灌溉农田约 330 m²

图18.1-3 1 kW·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机械能；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流的大小、电压的高低、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

$$W=UIt$$



动手动脑学物理

1. 一个电能表，表盘上标明“720 revs/(kW·h)”，这表示什么意思？

2. 小明家中一周开始与结束电能表示数如图18.1-4所示，小明家所在地区每千瓦时电的电费是0.6元，请你估算他家每个月需要付多少电费。

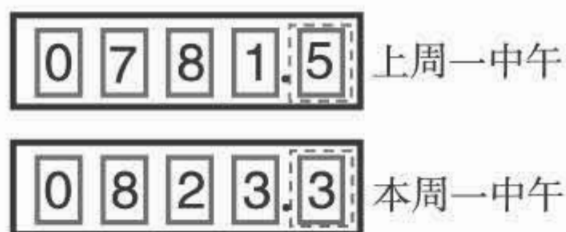


图18.1-4

记下你家电能表今天的示数，和一周后的示数对比。根据你家所在地的电费标准，估算你家一个月应交多少电费。

3. 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？

4. 有一块手机用的锂电池，上面标明电压为 3.7 V ，容量为 $1\,130\text{ mA}\cdot\text{h}$ ，它充满电后，大约储存了多少电能？

人教版®

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？如果留心就会发现，在只使用一盏节能灯时，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

日常使用的节能灯上有“220 V”和“24 W”这类的字样（图18.2-1）。其中，“220 V”说的是电压，那么，“24 W”是什么意思？



图18.2-1 灯泡上的“24 W”字样是什么意思？



演示

分别把一盏24 W节能灯和一只500 W的电吹风机接在同样的电路里，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。翻开任何电器的说明书，都可以找到“电功率”这样的参数。多数用电器都有铭牌，从中也可以查到这个用电器的电功率。常用的家用电器中，空调、微波炉、电热水器的电功率比较大，节能灯的电功率比较小。

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

$$1\ kW = 10^3\ W$$

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

$$1\ W = 10^3\ mW$$

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 $50\ mW$ 。



用电器的电功率

天河一号巨型计算机	$4.04 \times 10^6 \text{ W}$
家用空调	约 1 000 W
台式计算机	约 200 W
液晶电视机	约 100 W
排风扇	约 20 W
电子表	约 0.01 mW

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 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，式中 W 、 P 、 t 的单位分别是焦、瓦、秒。

如果 P 和 t 的单位分别用千瓦、小时，那么它们相乘之后，就得到电能的另一个单位——千瓦时。1 千瓦时可以看做电功率为 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 18.2-2)，每天使用 3 h，一个月用电多少千瓦时？（按 30 天计算）



图18.2-2 某电视机的铭牌

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

$$W = Pt$$

一个月内消耗的电能是

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

在这个问题中，如果电功率的单位用瓦、时间的单位用秒，所得电能的单位是什么？能不能换算成千瓦时？



想想议议

一位电视记者在讲到某工厂上半年共节电 $5\,000\text{ kW}\cdot\text{h}$ 的时候，手举一只理发用电吹风机说：“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？

额定电压 额定功率

大家已经知道，不同用电器的电功率一般不相同。那么，在不同的情况下，比如同一个用电器工作在不同的电压下，它的电功率总是一样的吗？



演示

取一个标有“6 V”的小电动机。当把它接在 6 V 的电路中，它会正常转动；当把它接在 3 V 的电路中，转动变得缓慢了。

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的电压而改变。

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 V 24 W”, 表示额定电压是220 V, 额定功率是24 W。电熨斗上标着“220 V 500 W”, 表示额定电压是220 V, 额定功率是500 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。

由于电网供电存在电压过低或过高等问题, 有时需要使用稳压器提供稳定的电压使电气设备能正常工作 (图18.2-3)。



图18.2-3 小型稳压器



想想议议

一种彩色灯泡的额定电压是36 V, 要接在220 V 的电路中, 需串联多少个这种灯泡才行?

电功率的测量

测量电功率可以使用专用的功率表，但是在非专业的实验中，常常通过电流和电压的测量来间接得知用电器的电功率。

由电功率公式 $P = UI$ 可知，测量出用电器两端的电压和通过用电器的电流，就可以知道用电器实际的电功率。



动手动脑学物理

1. 一只电热水壶的铭牌上标着“220 V 1 000 W”的字样，它正常工作时，电流是多少？
2. 一盏电灯 25 h 耗电 1 kW · h，这盏电灯的电功率是多少？
3. 一个“220 V 800 W”的电炉，正常工作时电阻丝的电阻有多大？假如电路中的电压降低到 200 V，电阻丝的电阻不变，这时电炉实际的电功率有多大？
4. 某次雷电的电流约 2×10^4 A，电压约 10^8 V，放电时间约 0.001 s。这次雷电的电功率约多少千瓦？释放多少能量？

第3节 测量小灯泡的电功率

在这个实验中，我们将用滑动变阻器控制电路，测量出用电器两端的电压和通过用电器的电流，就可以知道用电器实际的电功率。下面我们分别测量三种情况下小灯泡的实际功率。

(1) 使小灯泡两端的电压等于额定电压，观察小灯泡的亮度，测量它的电功率，这是它的额定功率。

(2) 使小灯泡两端的电压低于额定电压，观察小灯泡的亮度，测量它实际的电功率。

(3) 使小灯泡两端的电压约为额定电压的1.2倍，观察小灯泡的亮度，测量它实际的电功率。



实验

测量小灯泡的电功率

1. 根据实验的要求和给出的器材（干电池、小灯泡、滑动变阻器、电流表、电压表、开关、导线），与同学合作一起设计实验电路，并画出实验电路图。

为了控制小灯泡的电功率，可以用滑动变阻器与小灯泡串联，从而控制小灯泡两端的电压。电流表和电压表应该分

别连在什么位置？

所用小灯泡的额定电压是多少？为了不使电压过多地超过额定电压，实验中电源两端电压应该是多少？用几节干电池串联供电？

2. 检查所给的器材是否够用，是否合乎要求。然后连接电路，进行实验。

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？

电流表和电压表正、负接线柱（或红、黑接线柱）的连接是否正确？估计电路中电流和电压的大小，选择合适的量程。

接好电路后，同组的同学各检查一次，保证无误后再做实验。

3. 把实验数据记录在表格里。

次	电流	电压
1		
2		
3		

怎样通过测量数据计算灯泡的电功率？小灯泡的额定功率是多少？当灯泡两端的电压比额定电压高和比额定电压低时，它的实际功率各是多少？



想想做做

选择亮度与小灯泡亮度相当的发光二极管，测量加在它两端的电压和通过它的电流，计算它的电功率。调节加在它两端的电压，获得几组数据。将所得的电功率数值与小灯泡的相比，在亮度相当的情况下，哪一个的电功率较小？



动手动脑学物理

1. 某实验小组的同学用图 18.3-1 所示的器材测量小灯泡电功率。已知待测小灯泡额定电压为 3.8 V ，小灯泡的额定功率在 1.2 W 左右。

- (1) 连接电流表时应选用哪个量程？
- (2) 用笔画出导线完成电路的连接。
- (3) 在虚线框中画出相应的电路图。

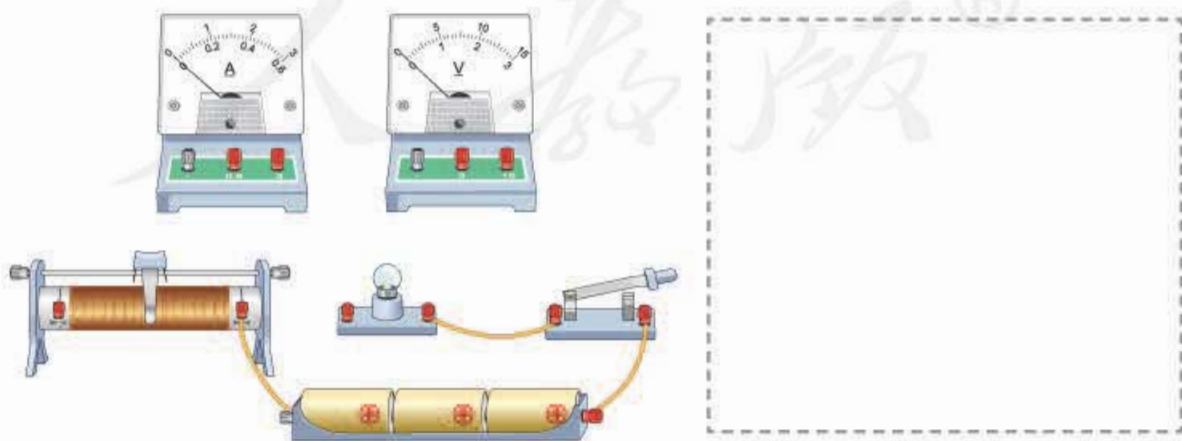


图18.3-1

2. 李芳家的电能表上标着“3 000 revs/(kW · h)”。她用这个电能表来测量某用电器的功率：她把家中的其他用电器都与电源断开，仅让这个用电器工作，1 min 内电能表的转盘转了 15 转。该用电器的功率是多少？

3. 某电炉在额定电压 220 V 下的功率为 1 000 W，当实际电压只有额定电压的 80% 时，若电炉的电阻保持不变，此时电炉的实际功率是多少？

4. 某学校共有电灯 100 盏，都用 60 W 的普通照明灯泡，平均每天用电 4 h。如果都改用 40 W 的日光灯，不但可以省电，而且比原来更亮了。该校一年（365 天）可节约多少电能？

人教版®

第4节 焦耳定律

电流的热效应

生活中，许多用电器接通电源后，都伴有热现象产生，例如，电炉子、电熨斗、电饭锅、电暖器等（图18.4-1）。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。

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的多少跟什么因素有关？



图18.4-1

演示

如图 18.4-2，两个相同透明容器中密封着等量的空气。将两个容器分别与两个相同的 U 形管连接，且两个 U 形管内装有等量的液体，U 形管中液面高度的变化反映密闭空气温度的变化。

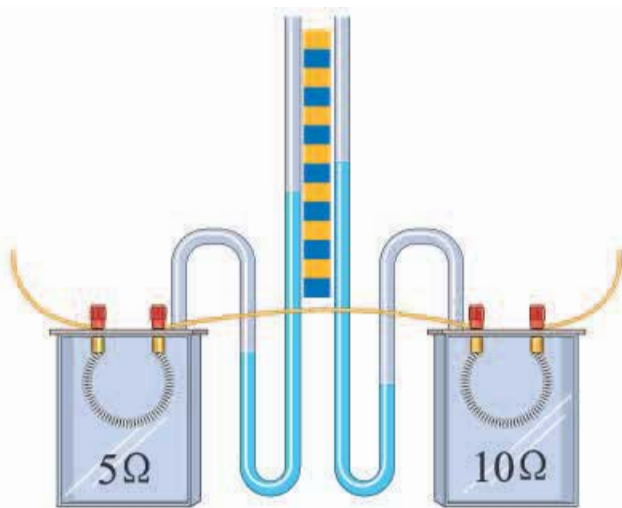


图18.4-2

两个密闭容器中都有一段电阻丝，右边容器中的电阻为 $10\ \Omega$ ，比较大；左边容器中的电阻为 $5\ \Omega$ ，比较小。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。你认为观察到的现象说明了什么？

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

如图 18.4-3，与上述“演示”实验装置类似，两个相同密闭容器中的电阻选取一样大的，都为 $5\ \Omega$ ，在其中一个容器的外部，将一个电阻和这个

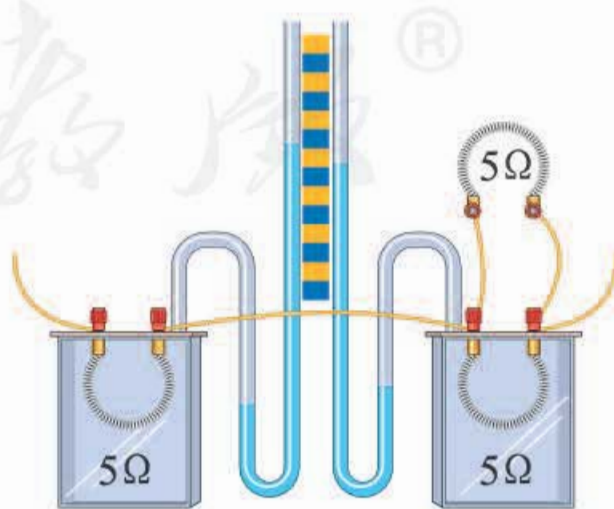


图18.4-3

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。你认为观察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。

焦耳定律

英国物理学家焦耳（James Prescott Joule, 1818—1889）做了大量实验，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

$$Q = I^2 R t$$

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 $Q = I^2 R t$ 。



焦耳

可见,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。

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,当通过的电流相等时,电炉丝很热,而导线却不热。

例题 一根 $60\ \Omega$ 的电阻丝接在 $36\ \text{V}$ 的电源两端,在 $5\ \text{min}$ 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。

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



想想议议

额定电压相同的灯泡,额定功率越大,电阻越小,正常工作时单位时间内产生的热量越多。可是按照焦耳定律,电阻越大,单位时间内产生的热量越多。二者似乎有矛盾,这是怎么回事?

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18.4-4），都是利用电热的例子。

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18.4-5）。过多的电热如果不能及时散失，会产生许多安全隐患。

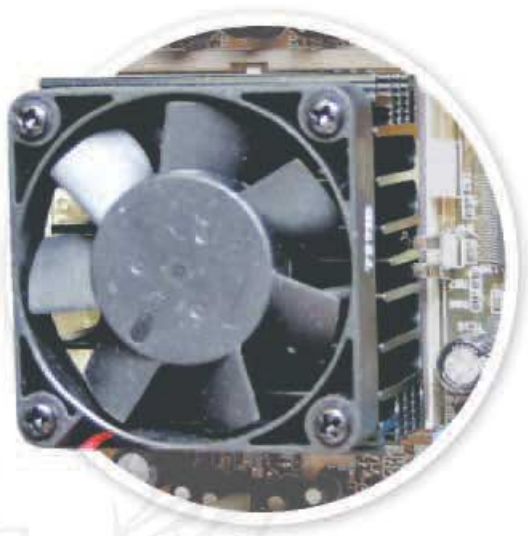


图18.4-4 利用电热孵化器孵小鸡 图18.4-5 利用微型风扇为电脑散热



动手动脑学物理

1. 某导体的电阻是 $2\ \Omega$ ，通过 $2\ \text{A}$ 的电流时， $1\ \text{min}$ 产生多少焦耳的热量？

2. 一只额定功率是450 W 的电饭锅，在额定电压下使用，每分钟产生多少热量？

3. 一只电烙铁的额定电压是220 V，在额定电压下工作时的电阻是1 210 Ω ，它的额定功率有多大？在额定电压下通电10 min 产生多少热量？

4. 某校师生自制了一台电烘箱。电烘箱的电阻丝通过5 A 的电流时，每分钟可产生 6.6×10^4 J的热量。求这台电烘箱的电功率和电阻丝工作时的电阻。

5. 电流的热效应有时对我们有益，我们利用它；有时对我们有害，需要减少电流导致的发热，或者尽快把发出的热散发掉。

(1) 列举两个生活或生产中利用电流热效应的实例；

(2) 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。

6. 在家庭电路中，有时导线长度不够，需要把两根连接起来，而连接处往往比别处更容易发热，加速老化，甚至引起火灾。这是为什么？



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 ($\text{kW} \cdot \text{h}$), 是电功率为 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用电功率。

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. 电流的热效应

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。

电热可供利用, 但有时也有危害。

5. 焦耳定律

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。



章后练习

1. 电能表是测量_____的仪表。表盘示数 $31.6 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 表示上月末的用电情况，若本月使用的电费是 5 元（已知每千瓦时电的电费是 0.4 元），则本月抄表时的示数为_____ $\text{kW} \cdot \text{h}$ 。某同学家电能表上标有“220 V”“10(20) A”“50 ~”“3 000 revs / ($\text{kW} \cdot \text{h}$)”字样。由此可以知道，这个同学家接入用电器的电功率最多允许达到_____ W。

2. 家庭电路中各用电器是_____联的。如果铭牌上均标有“220 V 100 W”的电视机和电热毯都正常工作 1 h，则_____产生的热量较多。

3. 如图 18-1 所示，电源电压为 12 V 且不变，灯泡 L 标有“12 V 2 W”的字样。当开关 S 断开时，灯泡 L 的实际功率为_____ W；当开关 S 闭合时，灯泡 L 的亮度_____（填“变亮”“变暗”或“不变”）。

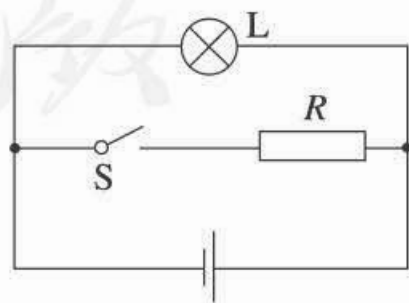


图18-1

4. 一根阻值为 $8\ \Omega$ 的粗细均匀的电阻丝，接在 $4\ \text{V}$ 电源上，则电阻丝功率是_____W；如果将电阻丝剪去一半后，仍接在这个电源上，电阻丝的电阻变为_____ Ω ，消耗的功率是_____W。

5. 下列家用电器中，正常工作 $1\ \text{h}$ 耗电接近 $1.2\ \text{kW}\cdot\text{h}$ 的是（ ）

A. 空调 B. 台式计算机 C. 电视机 D. 台灯

6. 有三个用电器，其中一个为“ $220\ \text{V}\ 60\ \text{W}$ ”的电风扇，一个是“ $220\ \text{V}\ 60\ \text{W}$ ”的白炽灯，另一个是“ $220\ \text{V}\ 60\ \text{W}$ ”的电热器，都在额定电压下工作相同的时间，比较这三个用电器产生的热量是（ ）

A. 电热器最多 B. 电风扇最多
C. 白炽灯最多 D. 都一样

7. 某用电器两端加 $6\ \text{V}$ 电压时电流是 $0.3\ \text{A}$ ，它在这种情况下通电 $2\ \text{min}$ ，电流做了多少功？消耗的电能是多少？

8. 现给你提供如下器材：一个符合实验要求的电池组、一个小灯泡、一个滑动变阻器、一个开关和若干导线。

(1) 请你设计一个电路，既能使灯泡正常发光，又能起调光的作用。

(2) 如果将这样的调光方式用到家庭照明电路中，能否真正起到节能作用？请说说你的看法。

9. 电炉工作时，通过电炉丝的电流和连接电炉的电线中的电流大小相等，为什么电炉丝被烧得通红而电线却不热？

10. 小明的奶奶住在农村, 她家的过道灯泡在深夜时很容易烧坏。为解决这一问题, 小明设计了如图18-2所示的电路, L_1 和 L_2 都是“220 V 40 W”。请回答下列问题(设灯泡的电阻不变化, 电源电压变化忽略不计):

(1) 灯泡 L_1 的电阻是多少? 闭合开关 S 和 S_1 , L_1 正常发光, 工作5 h电流做的功是多少?

(2) 断开 S_1 , 闭合 S , 让两盏灯泡都发光, 灯泡就不容易烧坏, 请计算此时 L_1 两端的电压。

(3) 请计算两盏灯泡都亮时电路消耗的总功率是多少?

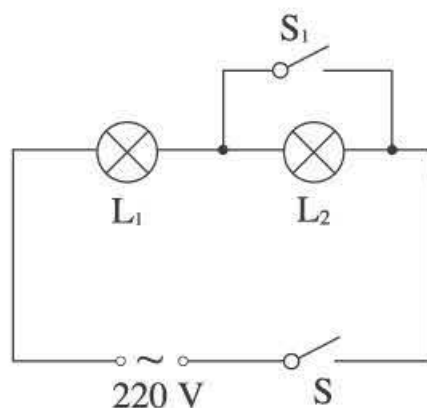


图18-2

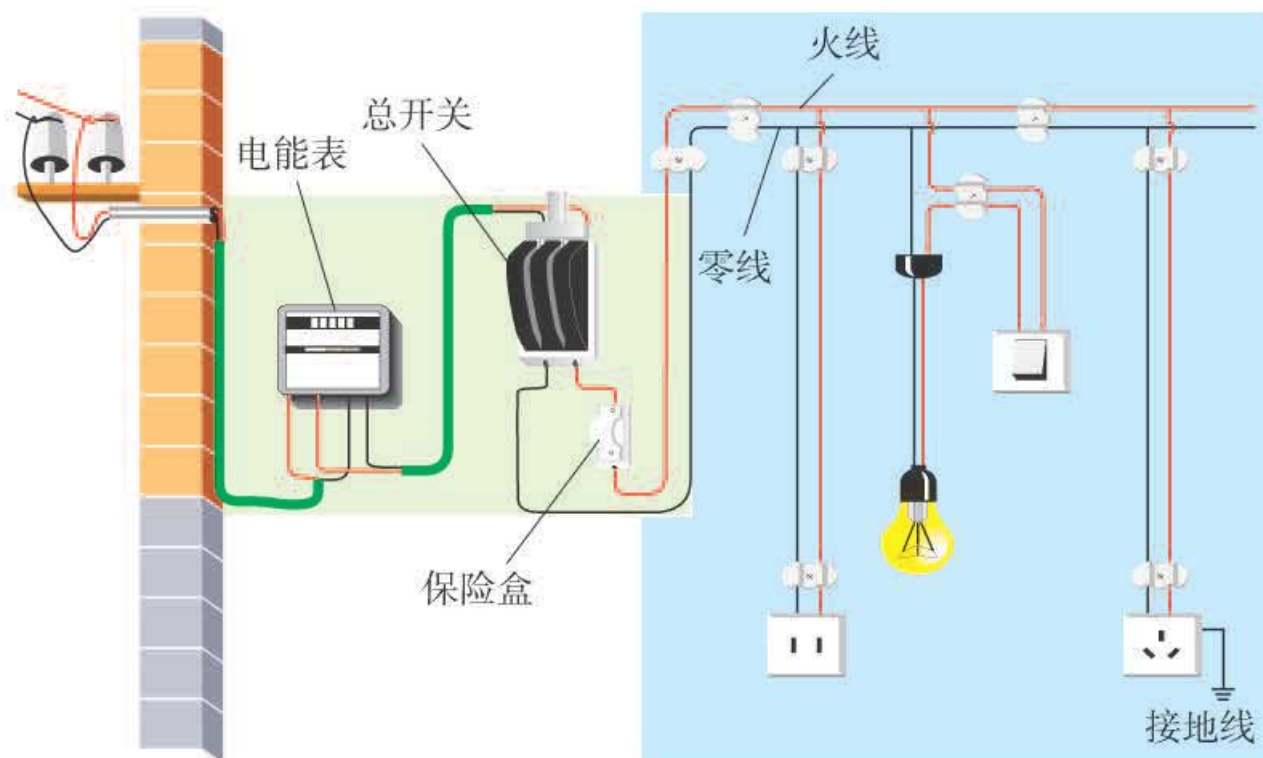
第十九章 生活用电

夜幕降临，华灯初上，璀璨的灯光点亮了一栋栋高楼大厦，夜晚的城市亮丽而温馨。下班了，放学了，一家人团聚在一起，看着电视，听着音乐，品尝着从冰箱里取出的美食……

这样惬意的生活，电的作用功不可没！雄伟的高压输电塔翻山越岭，把电从遥远的发电厂送到城市和乡村的每个角落。家庭中如何用电？我们怎样才能安全地享受电带来的便利呢？



第1节 家庭电路



家庭电路是最常见、最基本的实用电路。前几章我们做电学实验时，通常用干电池或学生电源等来提供电能，而家庭照明和家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 。上图是比较简单的家庭电路示意图。

家庭电路的组成

家庭电路由两根进户线、电能表、总开关、保险装置、用电器、导线等组成。输电线进户后首先接到电能表

上，电能表用来显示所消耗的电能。接下来是全局用电的总开关。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。

总开关的后面是保险装置。熔丝（俗称保险丝）是简易保险装置，装在保险盒内。电流过大时熔丝会熔化，切断电路，对用电器起到保护作用。

现在新建居民楼电路中的保险装置一般采用空气开关，空气开关安装在电能表后，如图 19.1-1 所示。当电路中的电流过大时，空气开关自动断开，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，电路就又接通了。



图19.1-1

在电能表、总开关、保险装置之后，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。

火线和零线

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。

在家用电路中，知道进户的两条线哪条是火线、哪条是零线非常重要。常用的方法是用试电笔来判断。

一种试电笔的构造如图19.1-2所示。试电笔由金属笔尖、电阻、氖管、弹簧、金属笔卡等构成。氖管中充有稀薄的氖气，两端是两个金属电极。当电极间的电压达到一定值时，氖气会导电。当电流从一个电极流到另一个电极时，氖气会发出红光。

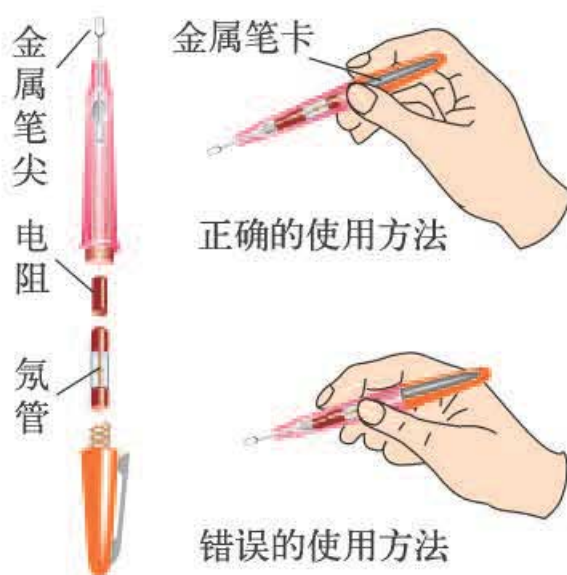


图19.1-2

使用时，手指按住金属笔卡，用笔尖接触被测的导线（手指千万不能碰到笔尖）。

如果被测导线是火线，电流经过笔尖、电阻、氖管、弹簧，再经过人体、大地，流到零线，与电源构成闭合电路，氖管就会发光。

如果笔尖接触的是零线，氖管中不会有电流，也就不会发光。

试电笔中电阻的作用十分重要。氖管发光只需很小的电

流，所以要在试电笔的电路中串联一个很大的电阻，约有一百万欧姆。由于电流很小，使用试电笔时尽管电流通过人体，也不会对人造成伤害。

另一种常见试电笔形状如螺丝刀（图19.1-3），使用时要用指尖抵住上端的金属帽。

试电笔通常也用来检查电气设备的外壳是否带电。

通常情况下，家庭电路中各个用电器的通断，不应该影响其他用电器的通断，所以用电器应该并联后接在电路中。控制用电器的开关要连接在火线和用电器之间。



图19.1-3

三线插头和漏电保护器

洗衣机、电冰箱等用电器的电源插头有三条线（图19.1-4），其中一条接火线（通常标有“L”字样），一条接零线（标着“N”），第三条线标着“E”，它是做什么用的？

原来，插头上标着E的导线



图19.1-4

和用电器的金属外壳相连，插座上相应的导线和室外的大地相连（图 19.1-5）。万一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。

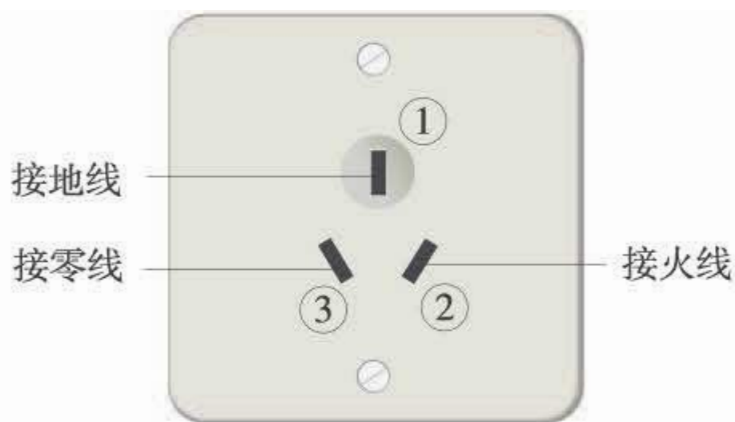


图19.1-5

在新建的楼房里，控制插座的总开关上大多还装有漏电保护器（图 19.1-6）。正常情况下，用电器通过火线、零线和供电系统中的电源构成闭合电路，不应该有电流直接流入大地。



图19.1-6 带有漏电保护器的总开关

但是，如果站在地上的人不小心接触了火线，电流经过人体流入大地，这时，总开关上的“漏电保护器”会迅速切断电流，对人身起到保护作用。

图 19.1-7 是现在一般标准住宅户内配电系统方框图，同学们可以想一想：空气开关和漏电保护器在电路中分别起什么作用？这样安装有什么好处？

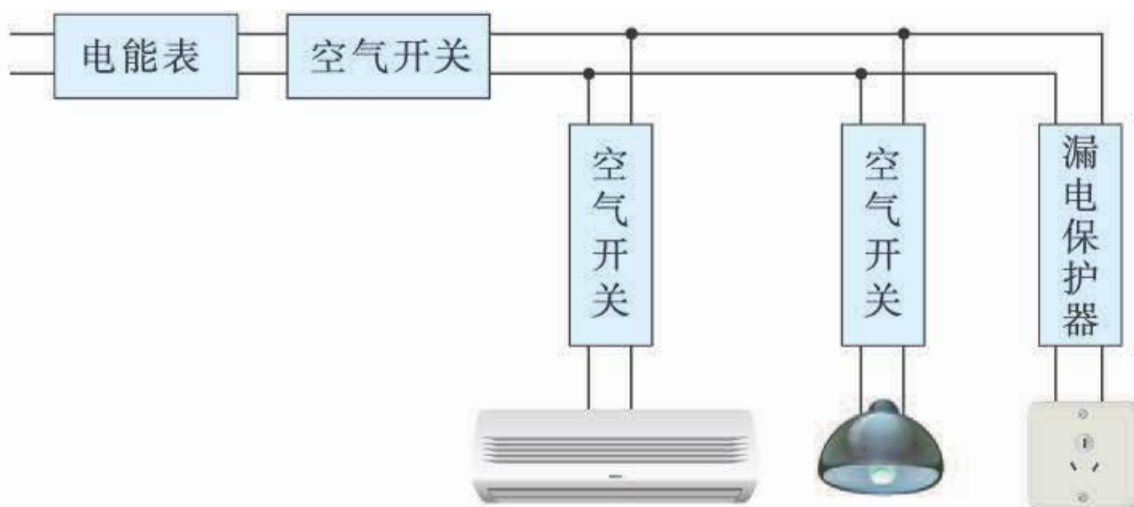


图19.1-7 住宅户内配电系统



动手动脑学物理

1. 请用笔画线表示导线，将图 19.1-8 中的电灯、开关和插座（插座准备接大功率用电器）接入家庭电路中。

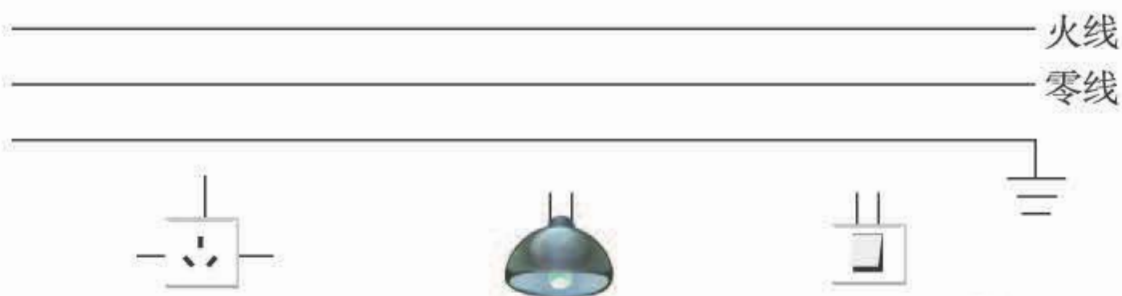


图19.1-8

2. 图 19.1-9 甲所示是小明常用的一个插线板。他在使用中发现：插线板上的指示灯在开关断开时不发光，插孔不能提供工作电压；而在开关闭合时指示灯发光，插孔可以提供工作电压；如果指示灯损坏，开关闭合时插孔也能提供工作电压。根据上述现象，你认为指示灯和开关是怎

样连接的？请在图乙中画出开关、指示灯和插孔的连接方式，并把接线板与电源线接通。

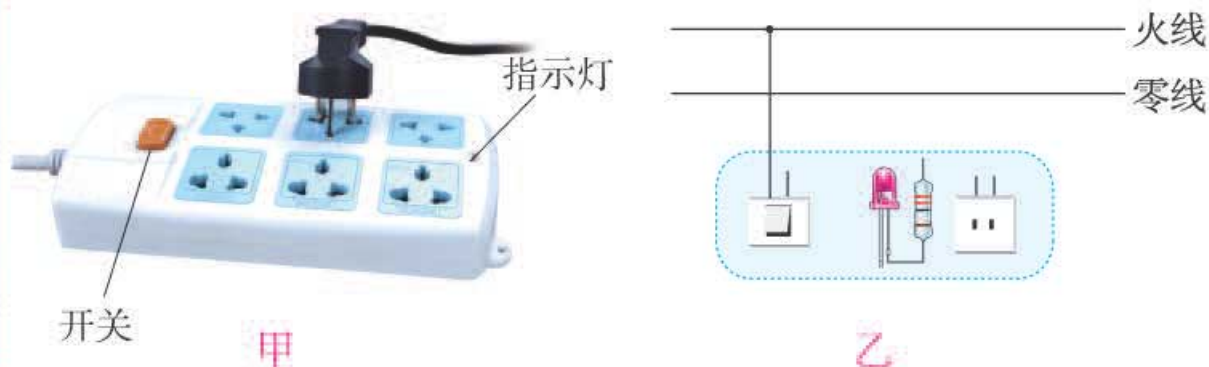


图19.1-9

3. 根据课本提供的数据，利用欧姆定律，估算正确使用试电笔测量家庭电路火线时流过人体的电流。这个电流大约是25 W灯泡正常工作电流的多少分之一？

4. 你家里的入户空气开关是安装在家庭电路中哪个部位的？为什么要这样安装？

人教版®

第2节 家庭电路中电流过大的原因



想想议议

最近几年，我国城乡许多地区在进行家庭供电线路的改造，改造的主要内容是把电线换成更粗的，电能表换成额定最大电流更大的。结合你对家用电器的了解，你能推测出用电功率和电流之间的关系吗？能不能应用科学知识证实你的推测？

家用电器的总功率对家庭电路的影响

根据电功率和电流、电压的关系式 $P = UI$ ，可以得到

$$I = \frac{P}{U}。$$

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。由于各种用电器都是并联的，家里用电线路上的总电流会随着用电器功率的增加而变大。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很大，如果很多用电器同时使用，它们的总功率也会相当可观，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19.2-1）。

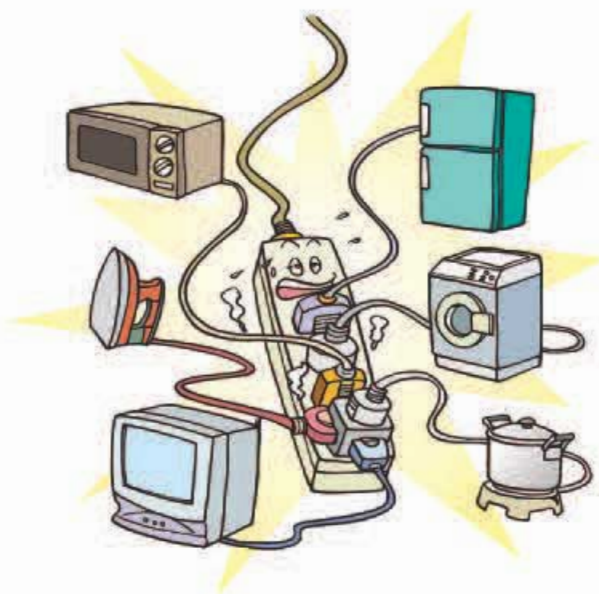


图19.2-1 用电器的总功率过大，容易发生火灾。

用电器的总功率过大是家庭电路中电流过大的原因之一。

例题 炎炎夏日即将来临，明明家新购置了一台 1 kW 的空调。已知他家原有用电器的总功率是 $5\,600\text{ W}$ ，电能表上标有“ $220\text{ V}\ 10(40)\text{ A}$ ”的字样。请你通过计算说明：

（1）使用这台空调时，通过它的电流是多少？

（2）从电能表使用的角度考虑，明明家的电路是否允许安装这样一台空调？

解 （1）根据电功率和电流、电压的关系式 $P = UI$ ，可以得到

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

家庭电路的电压是 220 V ，所以通过这台空调的电流

$$I_1 = \frac{P_1}{U} = \frac{1\,000\text{ W}}{220\text{ V}} = 4.5\text{ A}$$

(2) 增加这台空调后, 明明家的用电器总功率变为 6 600 W, 总电流为

$$I = \frac{P}{U} = \frac{6\,600\text{ W}}{220\text{ V}} = 30\text{ A}$$

从电能表使用的角度考虑, 总电流为 30 A, 小于 40 A 的额定最大电流, 所以可以安装这样一台空调。

短路对家庭电路的影响

发生短路是家庭电路中电流过大的另一个原因。

家庭电路中有时会发生短路现象。例如, 改装电路时不小心, 使火线和零线直接连通造成短路; 电线绝缘皮被刮破或烤焦, 电线和用电器使用年限过长, 绝缘皮破损或老化, 也会使火线和零线直接连通造成短路 (图 19.2-2)。

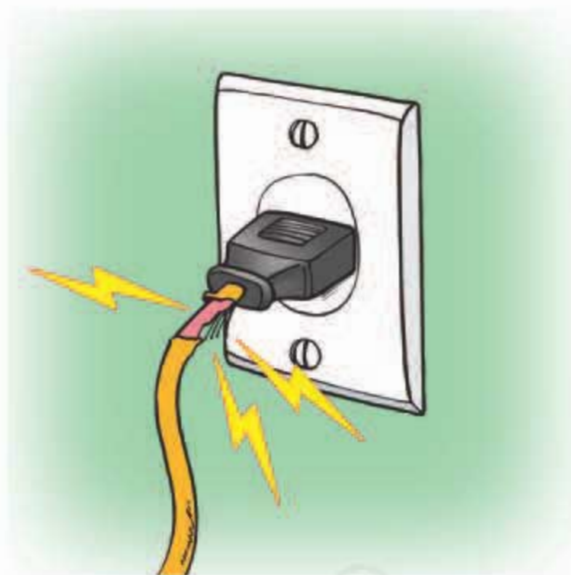


图19.2-2 绝缘皮破损
容易造成短路

根据前面学过的知识可知, 由于导线的电阻很小, 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。

保险丝的作用

为了防止电路中电流过大，发生危险，电路中常常要安装保险丝，以保护用电器或人身安全。图19.2-3是几种常见的保险丝。保险丝是如何“保险”的呢？



图19.2-3 各种保险丝



演示

观察保险丝的作用

如图19.2-4，A、B两个接线柱间是一段保险丝，C、D两个接线柱间是一段铜丝，它们与滑动变阻器和电源串联。移动滑动变阻器的滑片，观察两段金属丝的变化。

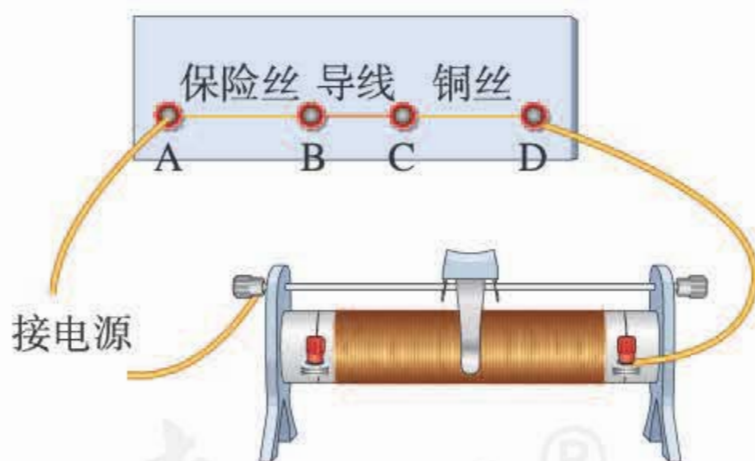


图19.2-4 观察保险丝的作用

实验中可以观察到：当移动滑动变阻器的滑片，电阻减小时，电流增大，保险丝会熔断。

保险丝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铜帽上，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。

新建楼房的供电线路已经不再使用保险丝，而用起保险作用的空气开关（图19.2-5）代替。



图19.2-5 空气开关



想想议议

商场中，一位顾客和一位卖微波炉的售货员出现了不同意见。售货员说，微波炉很省电，用它加热食品花不了多少电费；顾客说，微波炉很费电，他家在使用微波炉时，空气开关常常跳闸。他们各是从什么角度说的？应该怎样用科学术语表达他们的意思？你能解决他们的矛盾吗？

1. 如图 19.2-6 所示的甲、乙两个电路中，开关闭合后，输电线因电流过大而燃烧起来，甲、乙两图产生电流过大的原因是不同的。其原因各是什么？

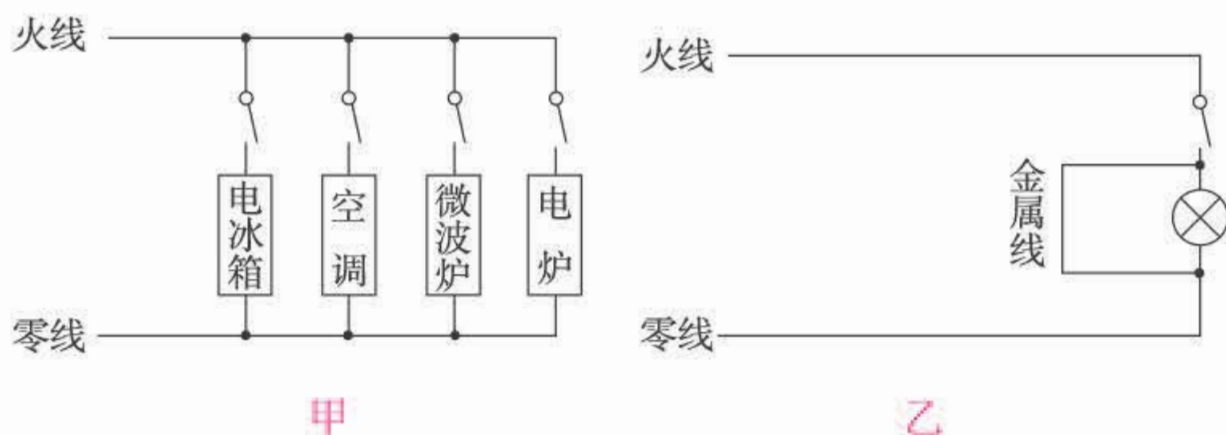


图19.2-6

2. 电焊利用电流的热效应将焊条熔化，从而使金属部件连接在一起。某电焊机输出电压 40 V 、输出功率 $2\,000\text{ W}$ 。各种橡胶绝缘铜芯导线在常温下安全载流量（长时间通电时的最大安全电流）如下表。从安全角度考虑，应选择哪种导线作为电焊机的输出导线？请计算后说明。

导线规格	
导线横截面积 S/mm^2	安全载流量 I/A
2.5	28
4	37
6	47
10	68

3. 制作保险丝为什么要选择熔点较低、电阻较大的材料？

第3节 安全用电

电给我们的生活带来了极大的便利，但不正确用电也会带来很大的危害，甚至会危及生命。所以，一定要学会安全用电，让电更好地为我们服务。

电压越高越危险

研究表明，电对人体造成的伤害程度与通过人体电流的大小及持续时间有关。

人体是导体。通常情况下人体的电阻为 $10^4\sim 10^5\Omega$ ；在皮肤潮湿时，人体的电阻可降低到约 $10^3\Omega$ 。很低的电压，例如用手直接接触1.5 V的干电池，不会对人体造成伤害。加在人体两端的电压越高，流过人体的电流就越大，到一定程度就会有危险。

我国家庭电路的电压是220 V，工厂用的动力电路的电压是380 V，高压输电线路的电压可高达1 000 kV，这些都远远超出了安全电压，一旦发生触电，就会有生命危险。

常见的触电事故

当人体成为闭合电路的一部分时，就会有电流通过。如果电流达到一定大小，就会发生触电事故。

如图 19.3-1 甲，假如人的一只手接触火线，另一只手接触零线，即使人是站在木凳上的，人体（两只手臂）、导线和电网中的供电设备也构成了闭合电路，大电流流过人体，就会发生触电事故。

如图 19.3-1 乙，假如人的一只手接触火线，另一只手虽然没有接触零线，但是由于直接站在地上，导线、人体（接触的手臂、躯干和双腿）、大地和电网中的供电设备同样构成了闭合电路，电流同样会流过人体，发生触电事故。

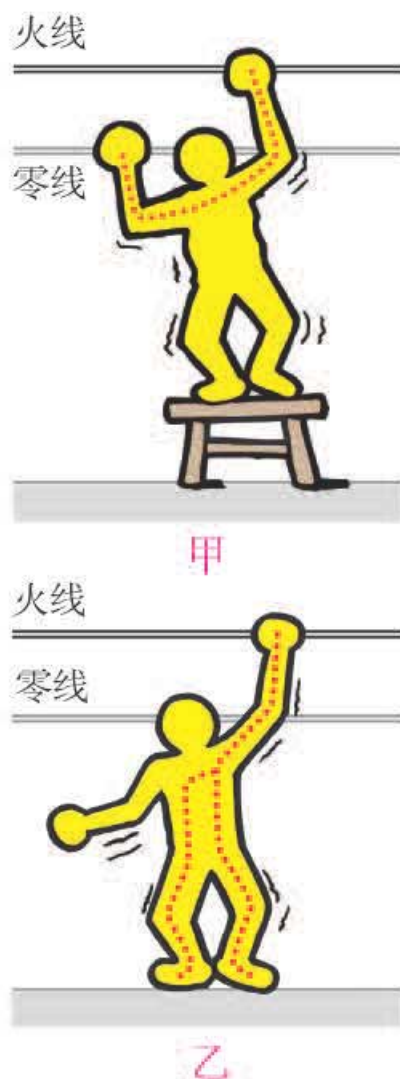


图19.3-1 低压触电

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。高压带电体会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 19.3-2 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 19.3-2 乙）。

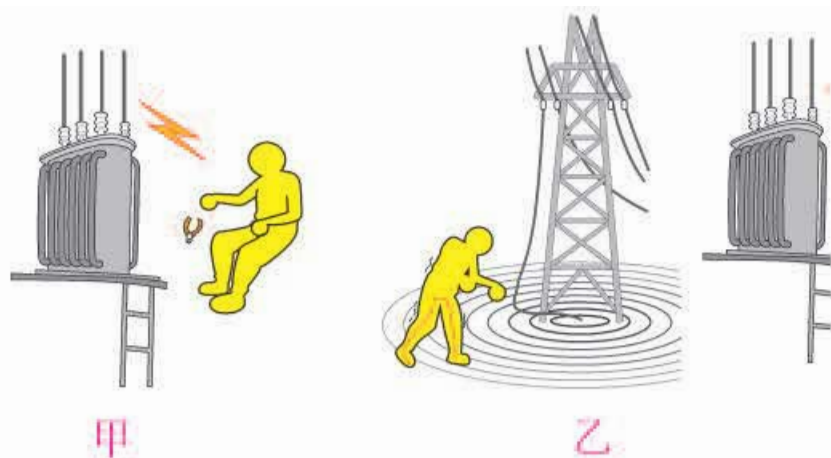


图19.3-2 高压触电

在发生触电事故现场，千万不要用手去拉触电的同伴，而是要立即切断电源。切断电源后，必要时应该对触电者进行急救，同时尽快通知医务人员抢救。



想想议议

工作和生活中有几种容易引起触电的情况：高压线下钓鱼，用电器机壳没有接地，电视天线与电线接触（图19.3-3）。想一想，除了这几种情况外，还有哪些情况可能引起触电？



图19.3-3 几种容易引起触电的情况

安全用电原则

家庭电路的电压值远远超过了安全值。为了防范触电事故，家庭电路都安装空气开关（或保险丝）、漏电保护器等保险装置。但是这些保险装置并不是绝对可靠的，也有出现故障和失灵的时候。因此，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。

为了确保用电安全，日常生活中要做到：

- 不接触低压带电体，不靠近高压带电体；
- 更换灯泡、搬动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、家用电器等达到使用寿命应及时更换。

注意防雷

除了确保家庭用电安全外，在日常生活中还要注意防雷。

雷电是大气中一种剧烈的放电现象。云层之间、云层和大地之间的电压可达几百万伏至几亿伏，放电时的电流可达几万安至十几万安，产生很强的光和声。云层和大地之间的放电如果通过人体，能够立即致人死亡；如果通过树木、建筑物，巨大的热量和空气的振动都会使它们受到严重的破坏。

高大建筑的顶端都有针状的金属物，通过很粗的金属线与大地相连，可以防雷，叫做避雷针（图19.3-4）。高压输电线最上面的两条导线也是用来防雷的（图19.3-5）。



图19.3-4 现代建筑上的避雷针



图19.3-5 高压输电铁塔最上面有两条防雷的导线



科学·技术·社会

雷电灾害及预防

自古以来，雷电灾害就时有发生。1988年6月14日，雷击引发美国黄石公园长达近三个月的森林火灾。发生在2007年5月大兴安岭的森林大火的“元凶”也是雷击。雷

击伤人的事时有发生，日常生活中注意防雷非常重要。

防雷如同防洪，其原理是为雷电提供一条低电阻的通道，或避免将自己连入闪电的通路中。

雷雨时，人在开阔地行走，不要举着雨伞或肩扛长的金属物，最好找一个低洼处，双脚并拢蹲下，尽可能降低高度。

在山区遇到雷雨时，最好进入山洞避雨，但不要触及洞壁，同时双脚并拢，避免接触电压和跨步电压之害。在山区旅游时，遇雷雨躲入旅游车厢内最安全，但进入车厢时不要接触金属部分。



动手动脑学物理

1. 电灯的开关为什么要接在火线和灯泡之间？接在零线和灯泡之间有什么危险？

2. 请根据此节所学内容及生活中遇到的实际情况，总结如何防止触电事故的发生。

3. 甲、乙两地相距40 km，在甲、乙两地之间沿直线架设了两条输电线，已知每条输电线每千米的电阻为 $0.2\ \Omega$ 。现输电线在某处发生了短路，为确

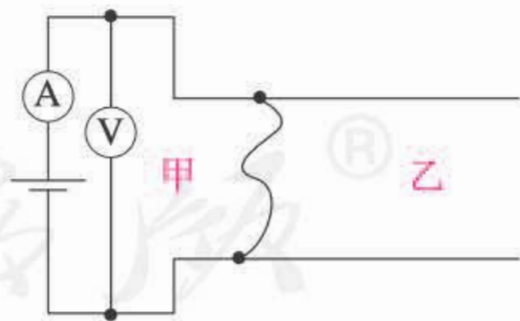


图19.3-6

定短路位置，检修员在甲地利用电压表、电流表和电源接成如图19.3-6所示电路进行测量。当电压表的示数为 3.0 V 时，电流表的示数为 0.5 A ，则短路位置离甲地的距离为多少米？



1. 家庭电路的组成

家庭电路由进户线、电能表、总开关、保险装置、插座、用电器、导线等组成。我国家庭电路的电压是220 V。

家庭电路的两条输电线零线和火线可以用试电笔辨别。

家庭电路安装漏电保护器、用电器使用三线插头都是为防止漏电而采取的安全措施。

2. 家庭电路中电流过大的原因

家庭电路中电流过大的原因有两个，一是电路中用电器的总功率过大，二是电路发生短路。

保险丝是用电阻比较大、熔点比较低的铅锑合金制作的。把保险丝或空气开关接在电路中，可以保证电路中的电流过大时，自动切断电路，起到保险的作用。

3. 常见的触电类型

常见的触电类型有：人体接触火线、大地触电；人体接触火线、零线触电；电弧触电；跨步电压触电等。

4. 安全用电原则

不接触低压带电体，不靠近高压带电体。

更换灯泡、搬动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、家用电器等达到使用寿命应及时更换。



章后练习

1. 除了电灯, 家里往往还有电视、电冰箱、洗衣机等用电器, 这些用电器之间应该_____联; 每盏电灯都有一个开关, 这个开关和它所控制的电灯应该_____联, 电灯的开关应该接在_____线和灯泡之间; 插座跟电灯之间应_____联。

2. 漏电保护器可以防止人身触电事故的发生。正常情况下, 连接用电器的火线、零线中的电流大小_____。但是, 如果站在地上的人不小心接触了火线, 一部分电流经过人体流入_____, 零线中的电流就会_____ (填“大于”“等于”或“小于”) 火线中的电流。这时, 漏电保护器会迅速切断电路, 对人身起到保护作用。

3. 可以用_____辨别火线和零线。测试时, 用手接触笔尾的_____, 用_____接触被测导线。若氖管发光, 表明接触的是_____线; 若氖管不发光, 表明接触的是_____线。

4. 家庭照明电路中, 常使用空气开关, 它可以代替闸刀开关和保险盒。如果小强家安装的空气开关的额定电流为 20 A, 则由这一只空气开关控制的用电器的总功率应不大于_____ kW。

5. 家庭电路中的保险丝烧断了, 其原因可能是 ()

- A. 开关里的两个线头相碰了
- B. 灯座里的两个线头相碰了
- C. 室内所有灯都开了

D. 进户线的绝缘皮破了, 两条导线相碰

6. 当发现有人触电时, 下列的救护方法中错误的是
()

A. 用手把触电者拉开, 使其能摆脱电源

B. 尽快拉开闸刀开关切断电源

C. 用干木棒把电线挑开

D. 用有绝缘把手的钢丝钳剪断电线

人教版®

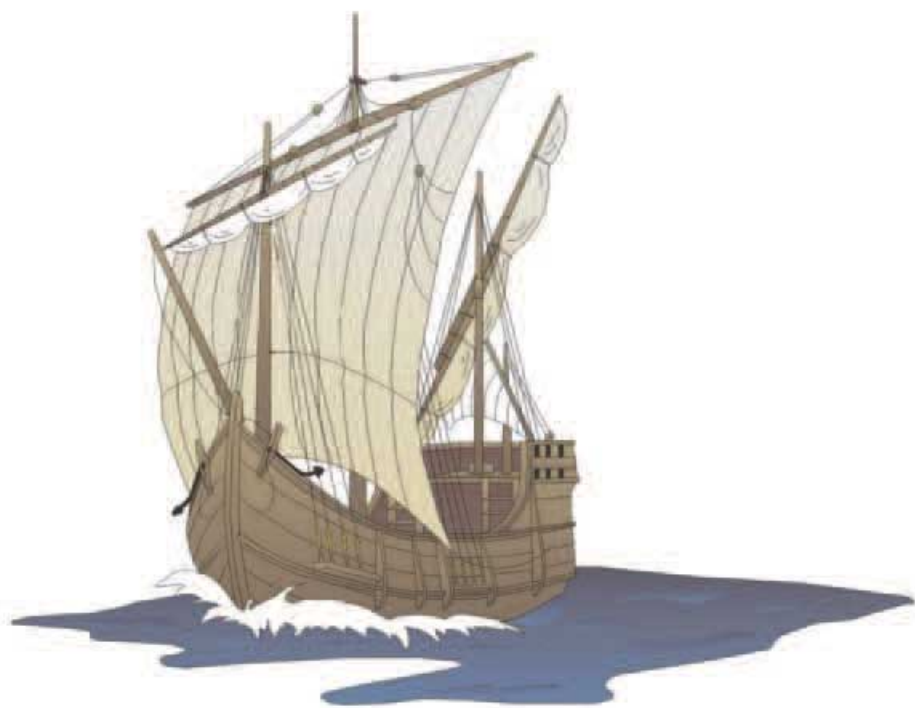
第二十章 电与磁

在地球南北极附近的高纬度地区，常常出现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，绚丽无比。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



公元843年，在茫茫的大海上，一只帆船正在日夜不停地航行，没有航标、没有明确的航道。船上一些聪明的中国人利用手中仪器指示的方向，开辟了从浙江温州到达日本嘉值岛的航线。这个神奇的仪器，就是罗盘。罗盘即平常我们说的指南针，它是我国古代的四大发明之一。司南是我国早期的指南针（图20.1-1）。公元1世纪初，东汉



图20.1-1 司南

学者王充在《论衡》中记载为：“司南之杓，投之于地，其柢指南。”司南是把天然磁石琢磨成勺子的形状，放在一个水平光滑的“地盘”上制成的，静止时它的长柄指向南方。

磁现象

在2 000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20.1-2）。

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叫做磁极（magnetic pole）。条形磁体两端的磁性最强（图20.1-3）。



图20.1-2 形形色色的磁体



图20.1-3



想想做做

观察小磁针静止时两端的指向（图20.1-4）。



图20.1-4 小磁针

能够自由转动的磁体，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。

磁极间相互作用的规律是：同名磁极相互排斥，不同名磁极相互吸引。

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。你会磁化钢针吗？

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，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，所以它是确确实实存在的。



想想做做

如图 20.1-5，一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20.1-5 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

研究磁场的方向

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20.1-6）。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。

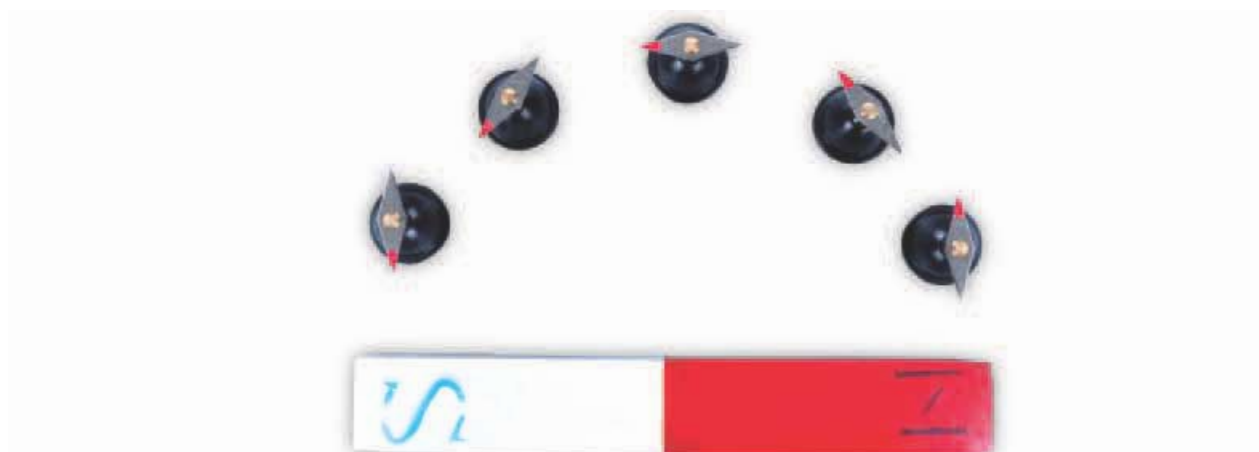


图20.1-6 条形磁体的磁场分布

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）。

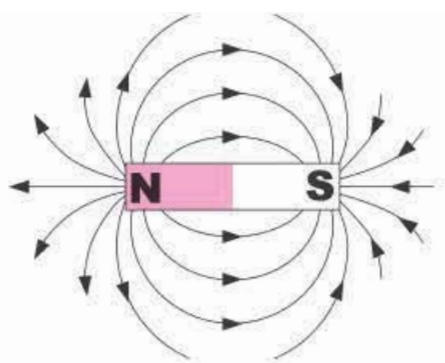
在磁体外部放置越多、越小的磁针，就能越清楚地知道磁场的分布情况。如图20.1-7，在蹄形磁体上面放一块有机玻璃，玻璃上撒一层铁屑。轻轻敲打玻璃，可以观察到小铁屑有规则地排列起来。这是因为撒在磁体周围的每个小铁屑都被磁化，相当于一个个小磁针，小磁针在磁体周围磁场的作用下有规则地排列，磁场的分布情况也被形象地显示出来。



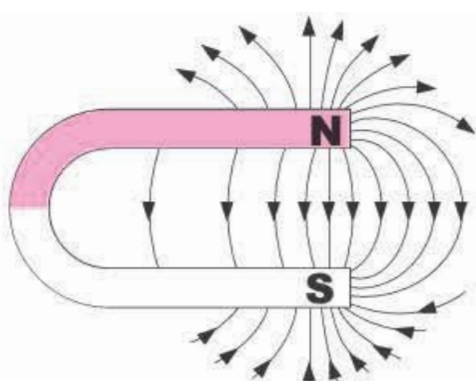
图20.1-7 蹄形磁体磁场分布

这是因为撒在磁体周围的每个小铁屑都被磁化，相当于一个个小磁针，小磁针在磁体周围磁场的作用下有规则地排列，磁场的分布情况也被形象地显示出来。

图20.1-8 是用磁感线描述的条形磁体和蹄形磁体的磁场。从图上可以知道，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。



甲 条形磁体



乙 蹄形磁体

图20.1-8 用磁感线描述条形磁体和蹄形磁体的磁场

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20.1-9所示。地磁场的形状跟条形磁体的磁场相似。

不过，地理的两极和地磁的两极并不重合，磁针所指的南北方向与地理的南北方向略有偏

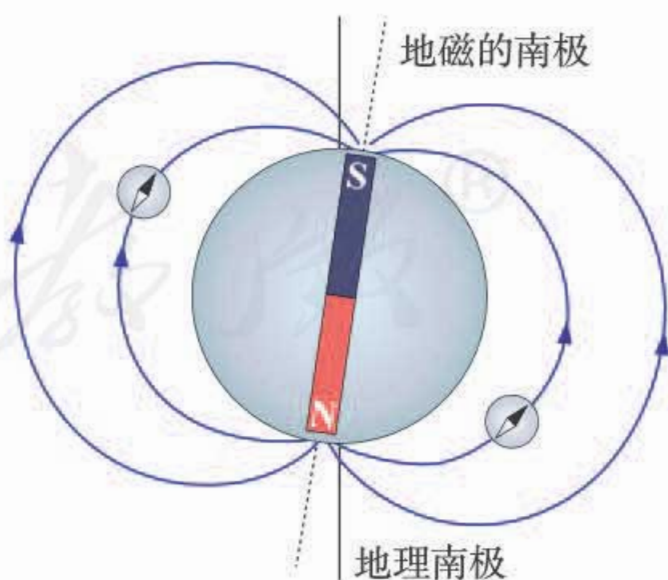


图20.1-9 地球是一个巨大的磁体

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。学习了下一节电流的磁场以后,也许你会为此多一份猜想。



动物罗盘

鸽子是人们喜爱的一种鸟类。大家都知道信鸽具有卓越的航行本领,它从2 000 km以外的地方飞回家里。实验证明:如果把一块小磁铁绑在鸽子身上,它就会惊慌失措,立即失去定向的能力;而把铜棒绑在鸽子身上,却察觉不出对它有什么影响。当发生强烈磁暴的时候,或者飞到强大的无线电发射台附近,鸽子也会失去定向的能力。这些事实充分地说明了,鸽子是靠地磁场来导航的。

绿海龟是著名的航海能手。每到春季产卵时,它们就从巴西沿海向坐落在南大西洋的“沧海一粟”——阿森松岛游去。这座小岛的面积约为 88 km^2 ,距非洲大陆1 600 km,距巴西2 200 km。但是,海龟却能准确无误地远航到达。产卵后,夏初季节,它们又渡海而归,踏上返回巴西的征途。据研究,海龟也是利用地磁场进行导航的。

有些鱼儿能在波涛汹涌的海洋中按一定的方向航行,这比鸟的迁徙能力更为奇特。海水是导电的,当它在地球的磁场中流动的时候就会产生电流,于是,鱼儿便利用这

个电流信号，敏感地校正自己的航行方向。有人对鳗鲶进行了细致的观察，初步发现，鱼脑能对微弱的电磁场做出反应，地磁场是对鳗鲶提供信息的信息源。美洲的鳗鲶习惯于航行很长的距离后到达产卵场所，产卵后又返回它原来的“基地”。

虽然人们已经知道鸟类、鱼类等动物能够利用地磁导航，但是还没有弄清楚这个“导航系统”究竟是怎样工作的，特别是迄今为止还没有从这些动物身上找到与“罗盘”的作用相似的器官。

摘自《趣味物理辞典》，上海辞书出版社



动手动脑学物理

1. 两根外形完全相同的钢棒，其中的一根有磁性，另一根无磁性。没有别的器材，你如何把它们区别开来？

2. 图 20.1-10 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。

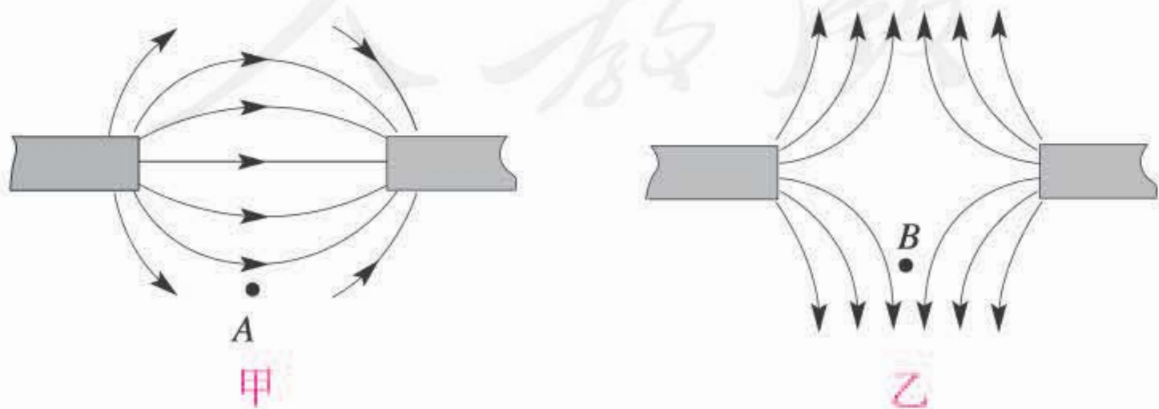


图20.1-10 标出磁极的名称和A、B两点的磁场方向

3. 请找两根缝衣针、一个按扣、一只大头针和一块橡皮，做一个指南针。用橡皮和大头针制作指南针的底座。使缝衣针磁化后，穿过按扣的两个孔，放在底座的针尖上，这就是一个小指南针，如图 20.1-11。如果这个指南针静止下来后，针尖指北，那么针尖是N极还是S极？

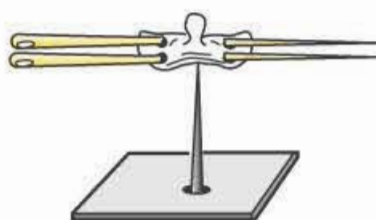


图20.1-11 小指南针

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？

人教版®

第2节 电生磁



想想做做

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（图 20.2-1 甲），观察电路连通瞬间小磁针有什么变化。

使导线与电池断开（图 20.2-1 乙），观察小磁针有什么变化。

改变电流方向，仍然使导线与电池触接（图 20.2-1 丙），再观察电路连通瞬间小磁针有什么变化。

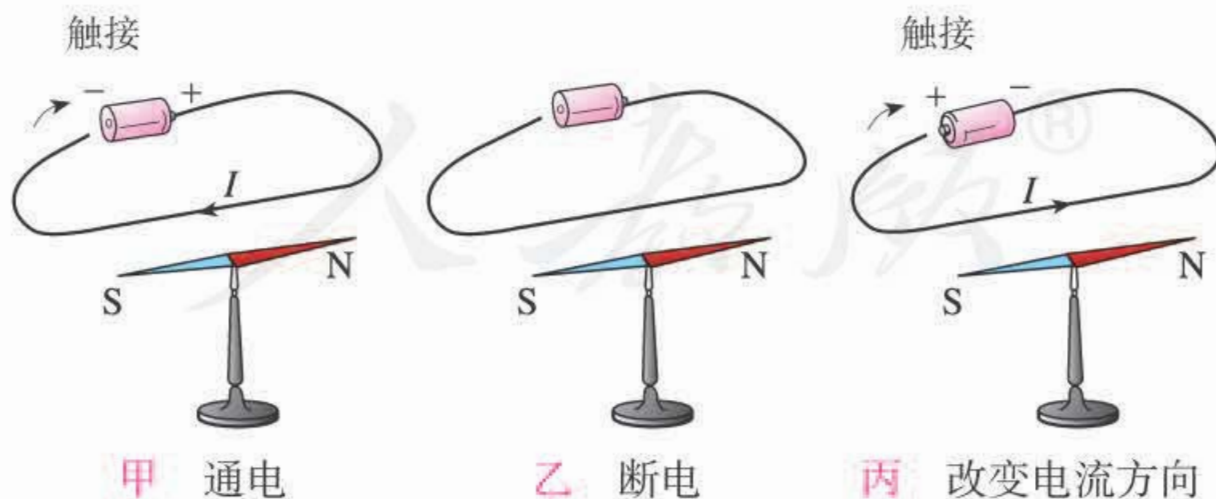


图20.2-1 磁针会转动吗？

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，奥斯特在课堂上做实验时终于发现：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20.2-2）。



图20.2-2 奥斯特实验

从“想想做做”中的实验可以发现：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，当电路中的电流反向时，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。

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。

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20.2-3），各圈导线产生的磁场叠加在一起，磁场就会强得多。



图20.2-3 一种螺线管

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，那么，通电螺线管的磁场是怎样分布的，也可以用同样的方法来研究。

演示

如图20.2-4所示，在硬纸板上打两排平行且均匀的小洞，将一根导线交替、顺次穿过两排小洞，形成螺线管。在螺线管的两端各放一个小磁针，并在硬纸板上均匀地撒满铁屑。通电后观察小磁针的指向，轻敲纸板，观察铁屑的排列情况。改变电流方向，再观察一次。

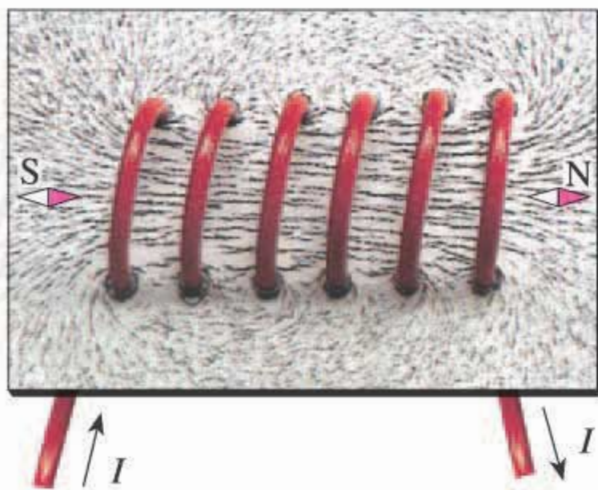


图20.2-4 通电螺线管的磁场



实验

探究通电螺线管外部的磁场分布

1. 在我们熟悉的各种磁体的磁场中，通电螺线管外部的磁场可能与哪种磁体的相似？

按照图 20.2-5 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，这个方向就是该点的磁场方向。

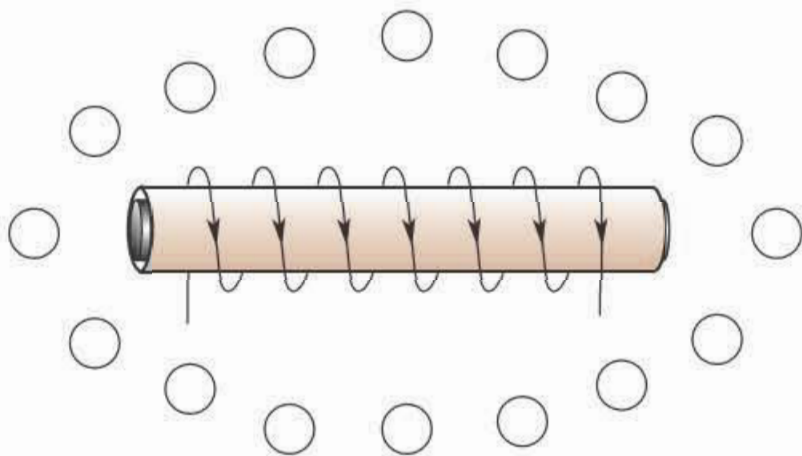


图20.2-5 根据实验现象画出小磁针的方向

跟图 20.1-8 对比，通电螺线管外部的磁场跟哪种磁体的磁场相似？

结论：

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？

仔细观察螺线管的结构，找出螺线管导线跟电源连接的

位置，弄清螺线管导线中电流的方向（图20.2-6）。

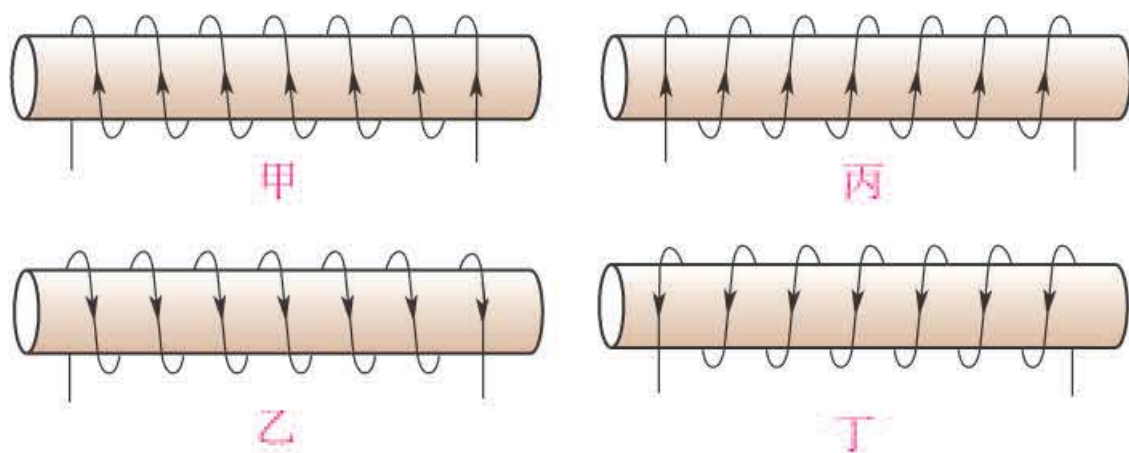


图20.2-6 通电螺线管有两种可能的电流方向

把通电螺线管看做一个磁体，根据实验结果，在这四幅图上分别标出通电螺线管的N极和S极。

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

其他小组的结果和你们的是否相同？如果不同，为什么？



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？下面注意蚂蚁和猴子是怎么说的（图20.2-7和图20.2-8），也许你会受到一些启示。

一只蚂蚁在沿通电螺线管的电流方向爬行。它说：“如果我沿着电流方向绕螺线管爬

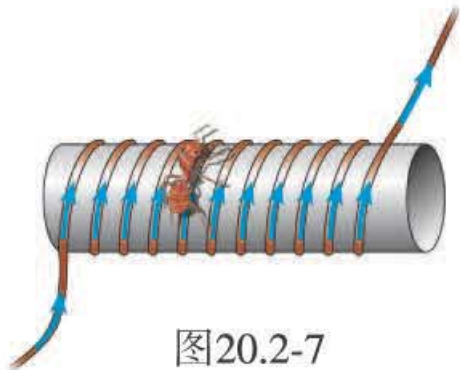


图20.2-7

行，N极就在我的左边。”

一只猴子把通电螺线管夹在它的右侧腋下。它说：“如果电流沿着我右臂所指的方向，N极就在我的前方。”



图20.2-8

安培定则

实验结果表明，通电螺线管外部的磁场和条形磁体的磁场一样。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。

在发现一个物理规律后，如果能够采用一个巧妙的办法把它表述出来，则既方便记忆，又便于我们发现其中各量之间的联系。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's rule）来表述：

照图20.2-9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。

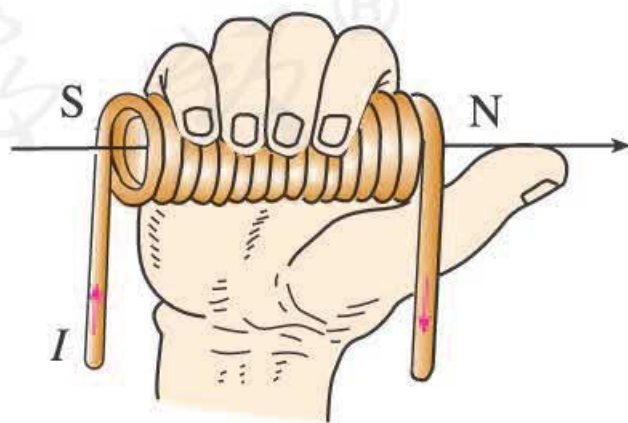


图20.2-9 安培定则



想想议议

如果条形磁体的磁性减弱了，你能用电流来使它增强吗？应该怎么办？



动手动脑学物理

1. 请你根据图 20.2-10 通电螺线管中的电流方向判定螺线管的极性。

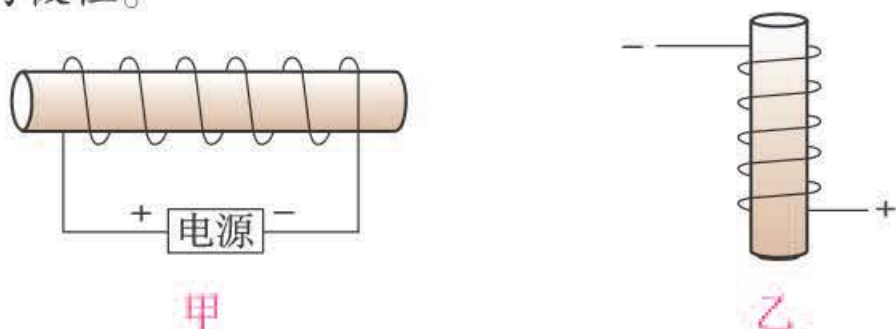


图20.2-10

2. 如图 20.2-11 所示，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。

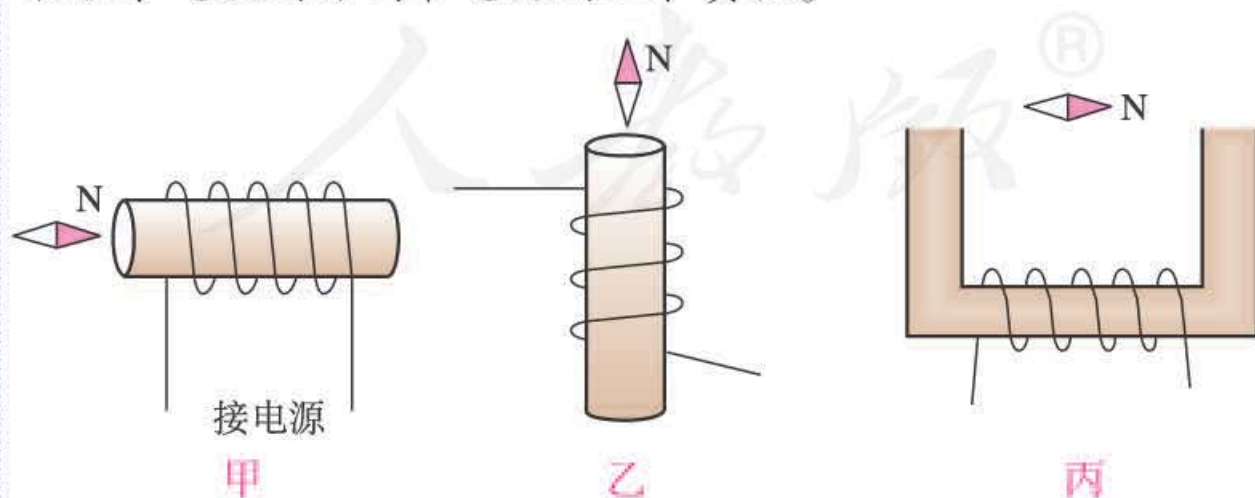


图20.2-11

3. 如图 20.2-12 所示, 开关闭合后, 位于螺线管右侧的小磁针的指向将怎样变化?

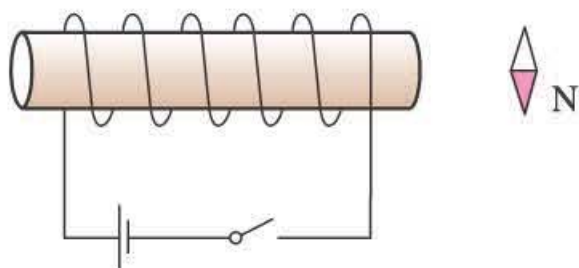


图20.2-12

4. 1820 年, 安培在科学院的例会上做了一个小实验引起到会科学家的兴趣: 把螺线管水平悬挂起来, 然后给导线通电。想一想会发生什么现象? 实际做一做, 看看你的判断是否正确。

5. 图 20.2-13 是牵牛花茎的照片。观察自然界中不同缠绕植物的茎, 它们的缠绕方向和生长方向有什么关系? 这跟螺线管中电流的方向与其北极方向的关系是否相同? 对于不同植物, 这种关系都一样吗? 请说出你观察的结果。



图20.2-13 牵牛花的茎

第3节 电磁铁 电磁继电器

电磁铁

一根条形磁体，它的周围存在着磁场。这种磁体是一种永久磁体。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，它会有较强的磁性。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）。

家里的一些电器，如电冰箱、吸尘器中都有电磁铁。在工地、码头，以及一些车间、货场，常常有电磁起重机在工作（图20.3-1）。电磁起重机的主要部件之一是电磁铁。



图20.3-1 电磁起重机

电磁铁的磁性

实际中，根据工作的性质不同，需要电磁铁的磁性强弱

也不同。那么电磁铁磁性的强弱与哪些因素有关呢？我们知道，磁性强的磁体对铁磁性物质作用力大，研究电磁铁时，可以根据它吸引铁块、铁钉或曲别针等的多少来判断它的磁性强弱。



想想议议

准备一根导线和一枚铁钉，如图20.3-2将导线绕在铁钉上，制作成一个电磁铁。怎样可以使这个电磁铁的磁性较强？



图20.3-2 自制电磁铁

首先，电磁铁只有在线圈中通有电流时才有磁性，那么电流的大小应该会影响电磁铁磁性的强弱。

其次，构成电磁铁的主要部件是线圈，线圈的形状和匝数可能也会影响电磁铁的磁性强弱。那么，对于外形相同的线圈，电磁铁磁性的强弱跟线圈的匝数会有怎样的关系？



演示

电流的大小、线圈匝数对电磁铁磁性强弱的影响

把滑动变阻器、电流表和一定匝数的线圈（内部有铁钉）

串联起来，通过开关接到电源上。调整变阻器的滑片，改变电路中的电流。观察通入不同大小的电流时，电磁铁吸引曲别针的数目有什么变化。

改换不同匝数的螺线管，比较不同匝数电磁铁的磁性。

从实验可知：匝数一定时，通入的电流越大，电磁铁的磁性越强；电流一定时，外形相同的螺线管，匝数越多，电磁铁的磁性越强。

电磁铁的实际用途很多，最直接的应用之一是电磁起重机。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浮列车，其上所用的磁体大多是通有强大电流的电磁铁。磁浮列车的车厢和铁轨上分别安放着磁体，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20.3-3），避免了来自车轮与轨道之间的摩擦力，突破了以往列车的速度极限，每小时可运行500 km以上。这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浮铁路成为世界上第一条商业运营的磁浮铁路。



图20.3-3 磁体之间的相互作用使列车悬浮

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，工人师傅利用按钮来控制机器（图20.3-4），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。

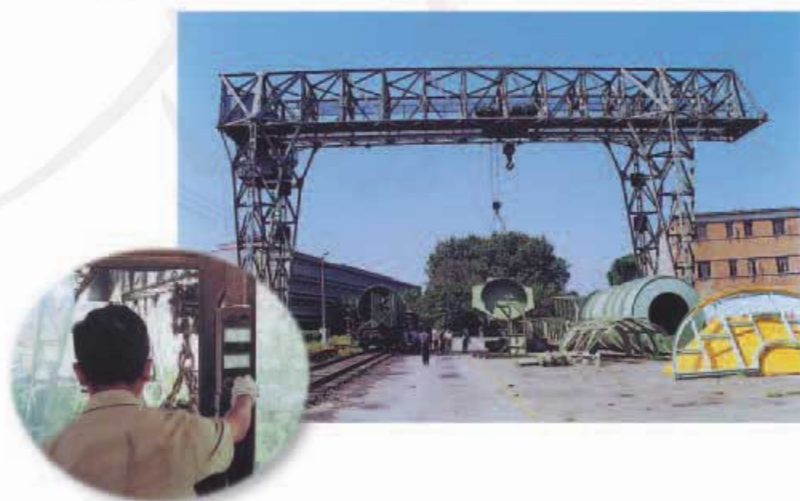


图20.3-4 工人师傅按下的按钮只是继电器的开关

那么，什么是继电器？它是怎样工作的？

继电器是利用低电压、弱电流电路的通断，来间接地控制高电压、强电流电路通断的装置。电磁继电器就是利用电磁铁来控制工作电路的一种开关。

电磁继电器由电磁铁、衔铁、弹簧、触点组成，其工作电路由低压控制电路和高压工作电路两部分构成。



想想做做

认识电磁继电器的结构，如图20.3-5所示。观察实物，如图20.3-6所示，找出电磁铁、衔铁、弹簧、触点的位置。

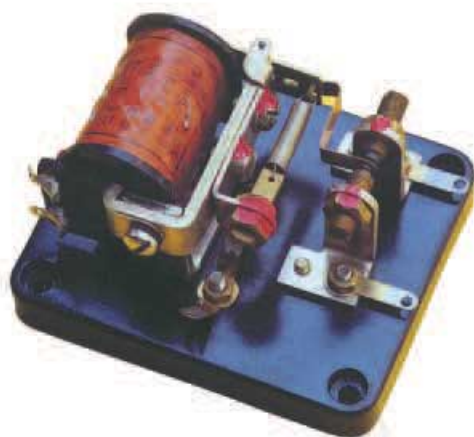
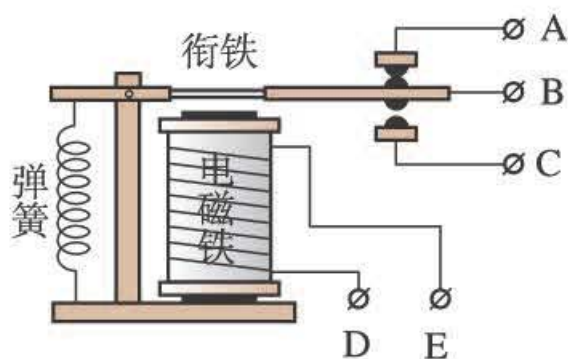


图20.3-5 电磁继电器的构造示意图 图20.3-6 一种电磁继电器

当较低的电压加在电磁铁线圈的接线柱D、E两端时，较小的电流流过线圈，电磁铁把衔铁吸下，使B、C两个接线柱所连的触点接通，较大的电流就可以通过B、C带动另一个工作回路中的机器工作了。工人师傅的按钮只控制电磁铁电流的通断，而高电压、强电流电路的通断则由

B、C两个触点控制，这样人们就可以安全方便地操纵大型机械了。



动手动脑学物理

1. 如图 20.3-7，一种用电磁继电器设计的水位自动报警器，水槽中有 A、B 两个金属块，A 处于高水位，B 处于低水位，将 A、B 分别与电磁继电器的电磁铁线圈及电源串联，电磁继电器的两个触点分别与绿灯工作电路和红灯工作电路相连。当水位没有到达金属块 A 时，绿灯亮；当水位到达金属块 A 时，红灯亮。请分析电磁继电器衔铁的动作规律，说明该水位自动报警器的工作原理。注意：虽然纯净的水是不导电的，但一般的水都能导电。

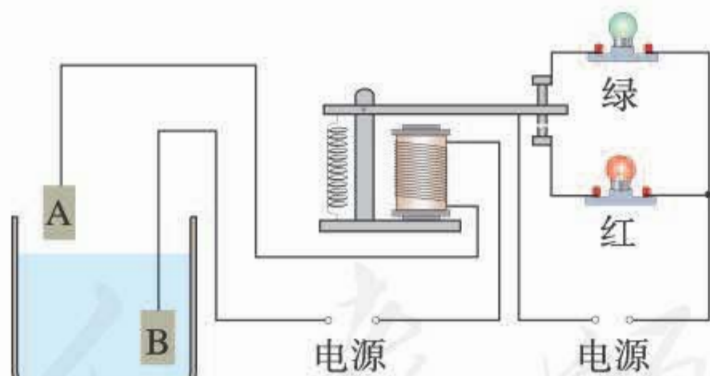


图20.3-7 水位自动报警器

2. 图 20.3-8 是一种温度自动报警器的原理图。制作水银温度计时在玻璃管中封入一段金属丝，电源的两极分别与金属丝和水银相连。当温度达到金属丝下端所指的温度时，电铃就响起来，发出报警信号。说明它的工作原理。

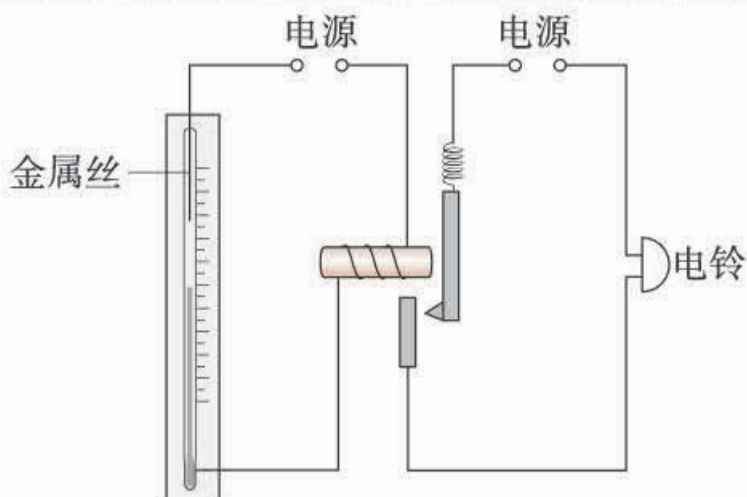


图20.3-8 温度自动报警器

3. 观察如图 20.3-9 所示的直流电铃。其工作原理是：衔铁 B 与弹性片 A 相连，自然情况下弹性片是和螺钉接触的。接通电源后电磁铁吸引衔铁，敲击铃碗发声，但同时弹性片与螺钉分离导致断电，电磁铁失去磁性后弹性片又和螺钉接触而通电，如此往复。

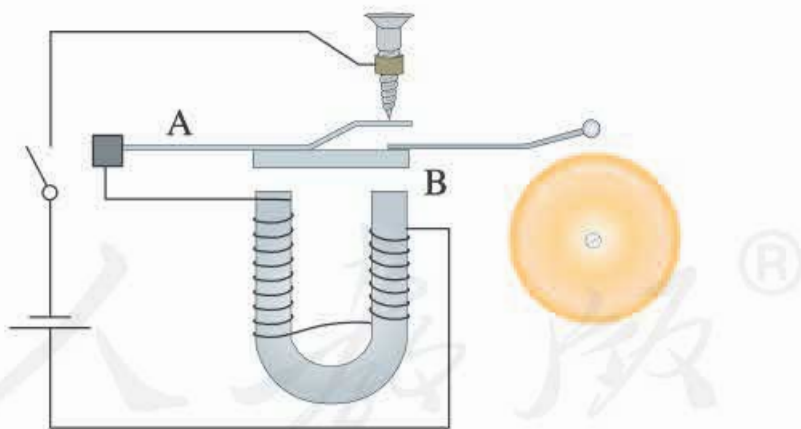


图20.3-9 电铃

看懂原理后，请你在图 20.3-5 所示的继电器上把电源连在电路里，使它成为一个电铃。这样的电铃没有铃碗，通常叫做蜂鸣器。

4. 法国科学家阿尔贝·费尔和德国科学家彼得·格林贝格尔由于发现了巨磁电阻（GMR）效应，荣获了2007年诺贝尔物理学奖。巨磁电阻效应是指某些材料的电阻在磁场中急剧减小的现象，这一发现大大提高了磁、电之间信号转换的灵敏度，从而引发了现代硬盘生产的一场革命。

图20.3-10是说明巨磁电阻特性原理的示意图，图中GMR是巨磁电阻。如果闭合 S_1 、 S_2 并使滑片P向左滑动，指示灯亮度会有什么变化？

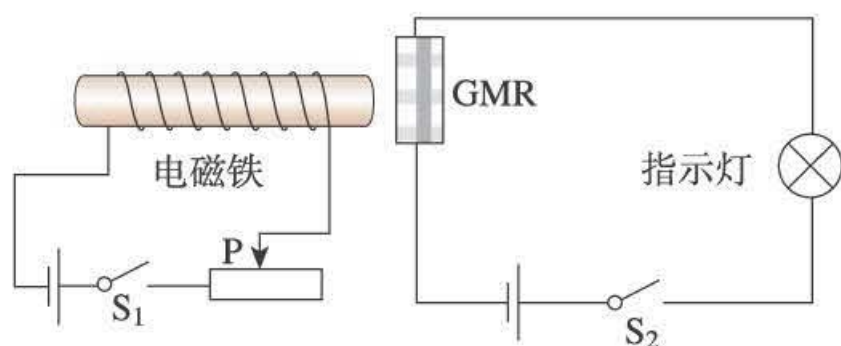


图20.3-10

人教版®

第4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社会生活的各个方面。

给电动机通电，它就能够转动。这是为什么？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

通电导线在磁场中的运动

如图 20.4-1，两根平行金属滑轨的一端分别与电源和开关串联，将两根滑轨置于一个蹄形磁体中间，再将一段粗导线横在两根滑轨上形成闭合回路，并使这段粗导线置于磁场中。接通电源，让电流通过粗导线，观察它的运动。

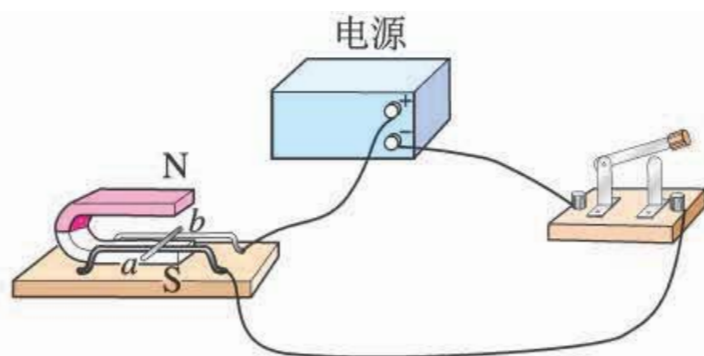


图20.4-1 通电导线在磁场中受力

把电源的正、负极对调后接入电路，使通过粗导线的电流方向与原来相反，观察粗导线的运动方向。

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

实验表明：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。如果电流的方向和磁感线的方向都变得相反，通电导线受力的方向会怎样？

如果把一个通电的线圈放到磁场中，它会怎样运动？



演示

如图 20.4-2，把线圈放在一个蹄形磁体中间，接通电源，让电流通过，观察它的运动，并分析线圈的受力情况。

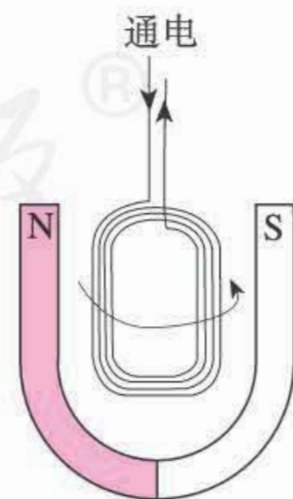


图20.4-2 通电线圈在磁场中扭转

通电线圈在磁场中可以转过一个角度，但不能持续转动。不过利用上面的现象，我们可以想办法让线圈在磁场中转起来，试试看。



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 20.4-3）。



图20.4-3 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 20.4-4）。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20.4-4 小小电动机

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。

在上面的“想想做做”中，我们使线圈在磁场中连续转起来了。那么，线圈为什么能不停地转动呢？

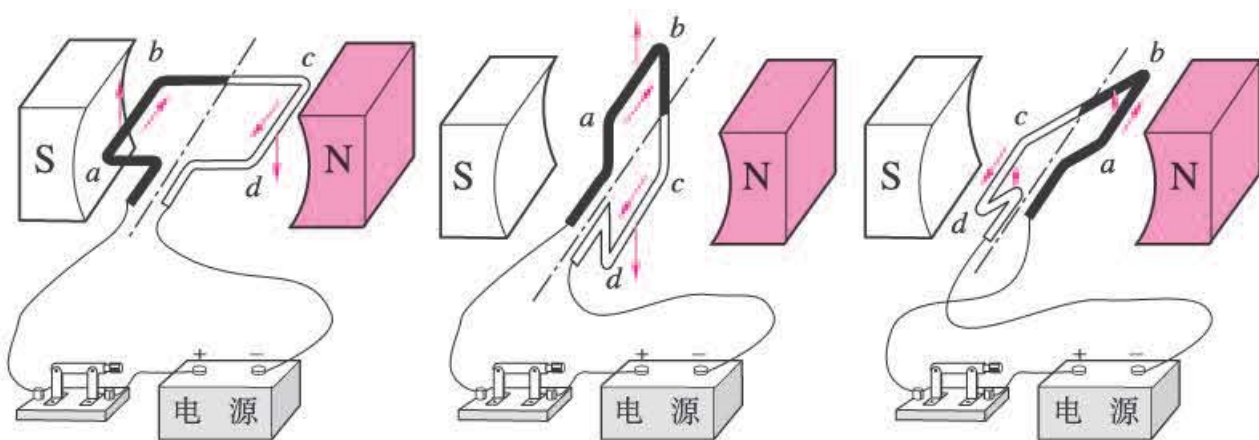
演示

如图 20.4-5，将线圈、开关和电源串联在一起，并使线圈位于磁体两不同名磁极间的磁场中。

1. 如图 20.4-5 乙，使线圈的平面与磁场的磁感线垂直并处于静止状态。闭合开关，发现线圈并没有运动。这是由于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. 如图 20.4-5 甲，使线圈的平面与磁场的磁感线平行并处于静止状态。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。想一想线圈为什么会返回呢？

3. 如图 20.4-5 丙，使线圈静止在刚才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。



甲 线圈受到的力使它顺时针转动

乙 线圈由于惯性会越过平衡位置

丙 线圈受到的力使它逆时针转动

图20.4-5 线圈不能连续转动

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？

前面我们采用刮去引线漆皮的办法来控制电路的通断，即一端的漆皮全部刮掉，另一端的漆皮只刮上半周或下半周，从而保证给线圈适时供电或停电。这种设计，线圈每转一周，只有半周获得动力，在另半周线圈将要受到阻碍它转动的力时没有电流通过，线圈不受力；当线圈靠惯性转过这半周后，又回到原来的状态，线圈又受到向同方向转动的力，以保证线圈继续转动下去。如果在线圈转动的后半周，不是停止给线圈供电，而是设法改变后半周电流的方向，使线圈在后半周也获得动力，线圈将会更平稳、更有力地转动下去。那么，如何使线圈在后半周也能获得向同方向转动的力呢？

实际的电动机是通过换向器来实现这一目的的。

换向器的构造如图20.4-6。

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同一个磁极的一侧，其中的电流方向都是一样的，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。

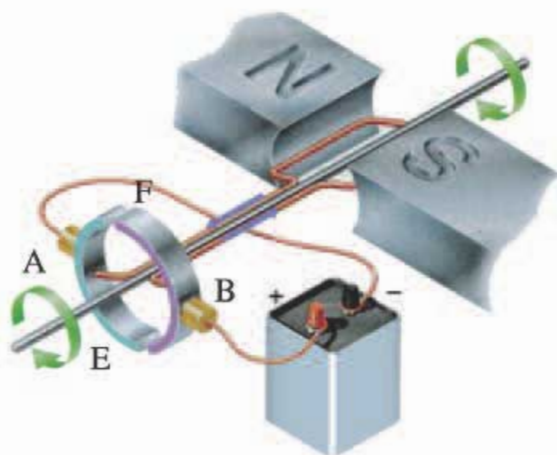


图20.4-6 换向器



图20.4-7 实际的直流电动机的转子

实际的电动机都有多个线圈，每个线圈都接在一对换向片上，以保证每个线圈在转动的过程中受力的方向都能使它朝同一方向转动（图20.4-7）。



科学世界

扬声器是怎样发声的

学校的操场上挂着扬声器（喇叭），收音机、电视机、音响中都有扬声器。每天我们都能听到扬声器发出

的悠扬声音。那么，扬声器（图20.4-8）是怎样发出声音的呢？

扬声器是把电信号转换成声信号的一种装置。扬声器主要由固定的永久磁体、线圈和锥形纸盆构成（图



图20.4-8 扬声器的结构

20.4-9)。当线圈中通有电流时，线圈受到磁体的作用而运动；当线圈中的电流反向时，线圈向相反方向运动。由于通过线圈的电流是携带声音信息的交变电流，它的方向不断变化，使得线圈在一个瞬间和下一个瞬间受到不同的力，线圈就不断地振动，带动纸盆也振动，于是扬声器就发出了声音。

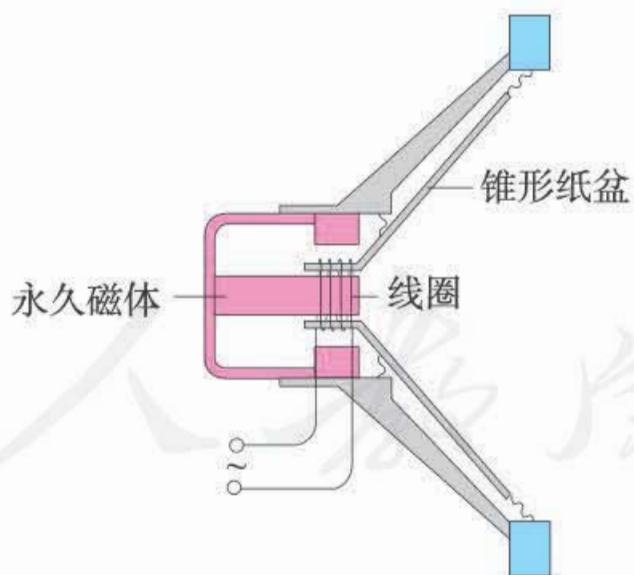


图20.4-9 扬声器的构造示意图



动手动脑学物理

1. 通电导线在磁场中会受到力的作用，受力的方向跟哪些因素有关？

2. 电动机主要由哪两部分构成？电动机换向器的构造大体是怎样的？它有什么作用？

3. 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？

4. 设计一个电路，使电动机在人的操作下既能正转，也能反转。电动机的符号是“——”。

人教版®

第5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：既然电流能产生磁，那么磁能否产生电呢？英国物理学家、化学家法拉第（Michael Faraday，1791—1867）曾当过装订书籍的学徒，工余苦读。他在1821年至1831年间做了多次探索，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。



法拉第

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。火力发电中，是汽轮机带动发电机；水力发电中，是水轮机带动发电机；风力发电中，是风车带动发电机。无论是火力发电、水力发电还是风力发电，都是通过发电机发电的。那么发电机是如何发电的？

什么情况下磁能生电



实验

探究什么情况下磁可以生电

什么情况下磁场里的导线中能够产生电流？

如图 20.5-1，在蹄形磁体的磁场中吊起放置一根导线，导线的两端跟电流表连接。

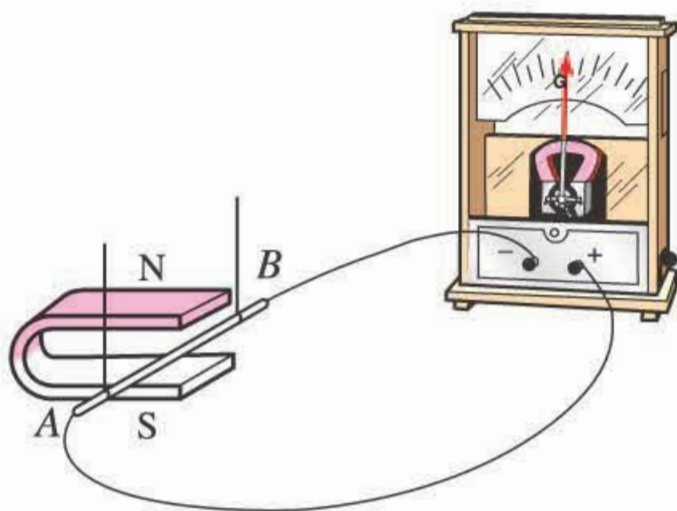


图20.5-1 什么情况下导体在磁场中能够产生电流？

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？可以进行各种尝试，例如：

让导线在磁场中静止，换用不同强度的永磁体；

让导线在磁场中静止，但不用单根导线，而用匝数很多的线圈；

使导线在磁场中沿不同方向运动；

.....

分析实验中观察到的现象，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，表达起来可能会方便些。

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 20.5-2）。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）。

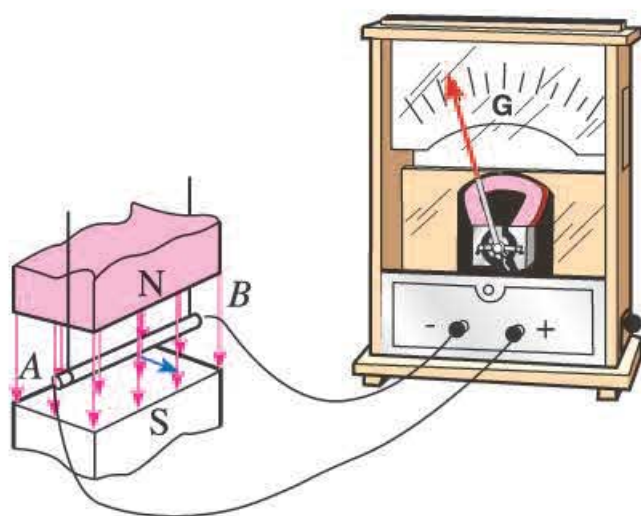


图20.5-2 导线在磁场中怎样运动才能产生感应电流？

发电机

发电机怎样发电呢？

把一台实验室用的手摇发电机跟灯泡连接起来（图 20.5-3），使线圈在磁场中转动，灯泡会发光。

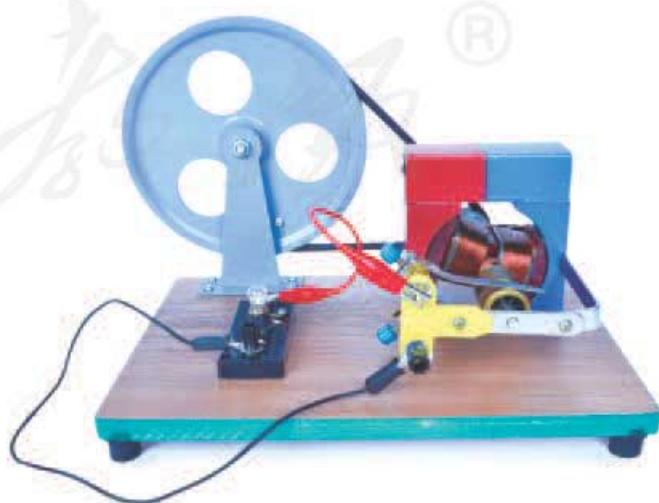


图20.5-3 手摇发电机

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，可以观察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。

演示

1. 观察模型式手摇发电机的构造

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。

3. 检验手摇发电机电流方向的变化

把两个发光二极管极性相反地并联起来，并与发电机串联（图20.5-4）。转动摇把，观察二极管的发光情况。

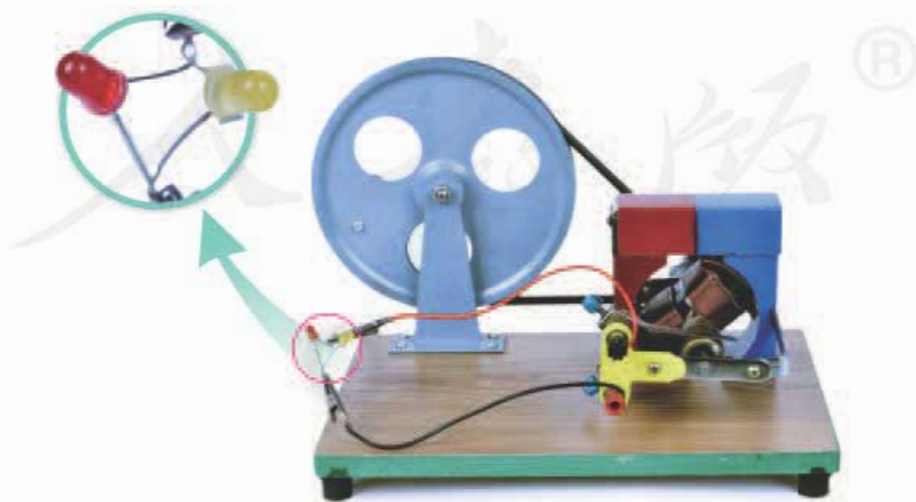


图20.5-4 观察手摇发电机电流方向的变化

其实，图 20.5-2 就是一个最简单的发电装置的示意图：将一根导线放置在磁感线竖直向下的磁场中，导线的两端跟磁场外的电流表连接，导线跟电流表组成了闭合回路，让这部分导线在磁场中做切割磁感线运动。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。之前我们学习的电路用电池供电，电路中电流从电池的正极流向负极，方向不改变，叫做直流。

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。

在发电机中，用连续转动的线圈代替往复运动的导线。为了把线圈中产生的感应电流输送给用电器，还要用铜环和电刷把线圈和用电器连接起来（图 20.5-5）。

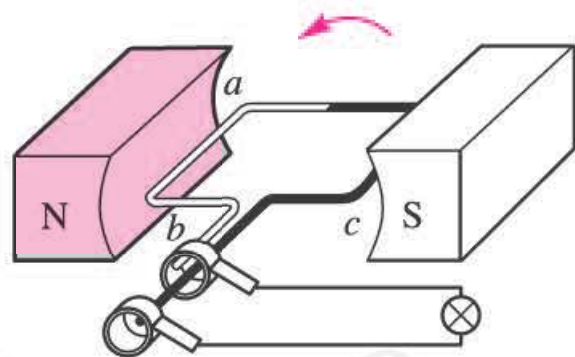


图 20.5-5 交流发电机的原理

实际的发电机比模型式发电机复杂得多，但仍是由转子（转动部分）和定子（固定部分）两部分组成的。大型发电机发的电，电压很高、电流很强，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。

现代水力发电厂中（图 20.5-6），发电机的轴是竖直安装的，轴的下面连接着水轮机，在强大水流的冲击下旋转。



图20.5-6 现代水力发电厂中的发电机组

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、汽轮机等机械的带动，把燃料中的化学能或者水库中水流的动能转化为电能。



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20.5-7)。

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。

随着技术的不断进步，磁记录与人们的关系越来越密切。录音带、录像带，电脑中的磁盘，打电话的磁卡，银行的信用卡，还有磁卡式车票等等，都是用磁来记录信息的(图20.5-8)。磁记录技术提高了工作效率，给生活带来了很大的方便(图20.5-9)。

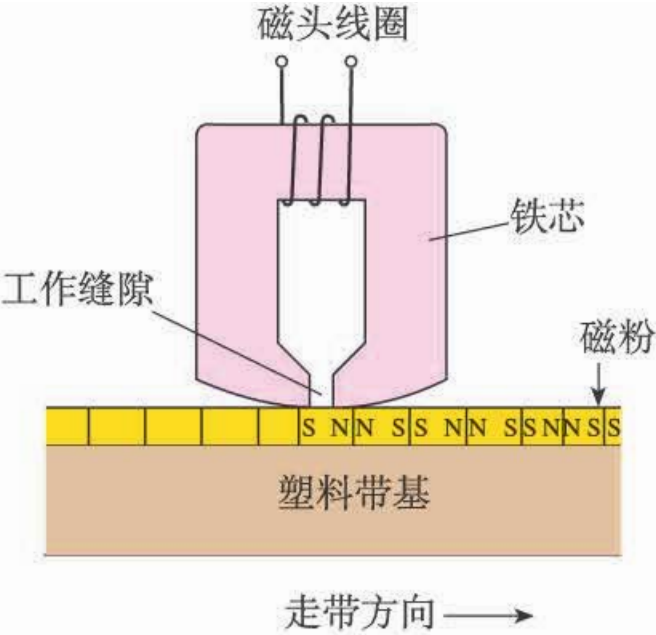


图20.5-7 录音磁头的工作原理



图20.5-8 利用磁性材料记录信息的产品



图20.5-9 自动取款机(ATM)



1. 图 20.5-10 中的 a 表示垂直于纸面的一根导线，它是闭合电路的一部分。它在磁场中按箭头方向运动时，在哪种情况下会产生感应电流？

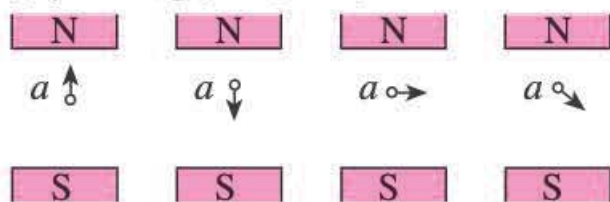


图20.5-10

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. 电池产生的电流方向不变，称为直流。观察手摇发电机灯泡的发光与手电筒灯泡的发光，能发现它们有什么不同吗？

4. 当你唱卡拉OK时，要用到话筒（麦克风）。话筒的种类很多。当你对着动圈式话筒（图 20.5-11）说话或唱歌时，声音使膜片振动，与膜片相连的线圈也跟着一起振动，线圈处在永久磁体的磁场中。把线圈两端的导线接入扩音机，就能通过扬声器听到你说话的声音。请用“磁生电”具体说明动圈式话筒的原理。

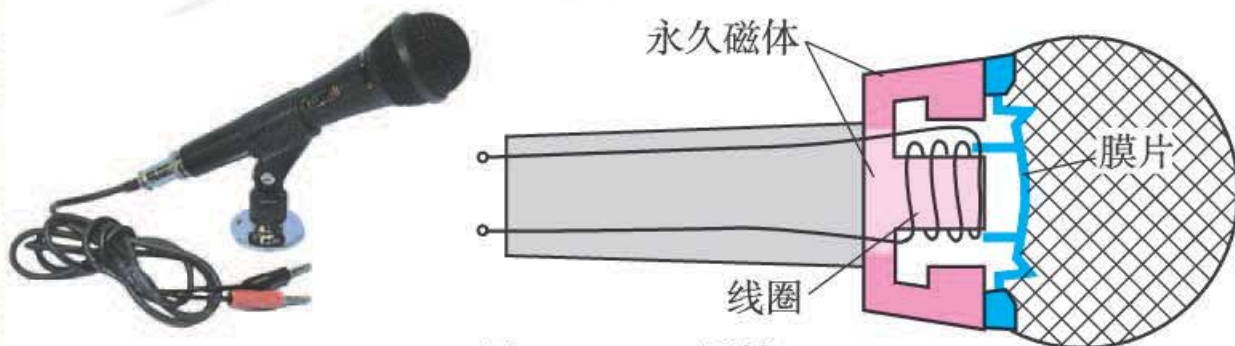


图20.5-11 话筒

5. 我国供生产和生活用的交变电流, 频率是多少?
电流方向在每秒内变化几次?

6. 除了发电厂里有发电机外, 还有哪些地方有发电机? 尽可能多地说出来。这些发电机是靠什么带动的?
把什么能量转化成了电能?



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。

4. 电磁铁 电磁继电器

在螺线管内部插入铁芯，可以做成电磁铁。电磁铁具有以下特点：

(1) 电磁铁磁性的有无，可以由通、断电来控制。

(2) 线圈的匝数越多，电流越大，电磁铁的磁性越强。

(3) 电磁铁的N、S极以及它周围的磁场方向是由通电电流的方向决定的，便于人工控制。

电磁继电器的作用：利用电磁继电器可以用低电压、弱电流的控制电路来控制高电压、强电流的工作电路，并且能实现遥控和生产自动化。

5. 磁场对通电导线的作用 电动机

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。

电动机把电能转化为机械能，它利用了磁场对通电线圈的作用而使线圈转动起来。利用换向器装置，可使直流电动机持续转动。

6. 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。



章后练习

1. 磁体能够吸引铁、钴、镍等物质，磁体上磁性最强的部分叫做_____。

2. 磁感线可以形象又方便地表示磁体周围各点的_____方向。磁体周围的磁感线都是从磁体_____极出来，回到磁体的_____极。

3. 地球本身是一个巨大的磁体，地磁的南极在地理_____极附近，磁针所指的南北方向与地理的南北方向_____（填“有”或“没有”）偏离。世界上最早准确记述这一现象的人是我国宋代学者_____。

4. 如图 20-1 所示，开关 S 闭合，螺线管的右端是_____极，要使它的磁性增强，可将滑片 P 向_____端移动。

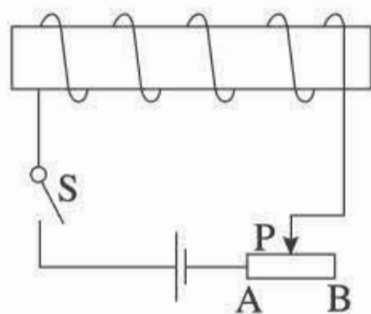


图20-1

5. 直流电动机是根据_____的原理工作的，它是通过_____来改变线圈中的电流方向，使其连续转动，不断地工作。电动机工作时把_____能转化为机械能。

6. 通电螺线管中电流的方向如图 20-2 所示，在图中标出它的 N、S 极。

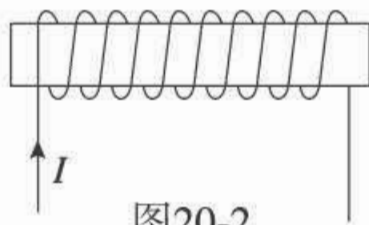


图20-2

7. 在通电螺线管中插入下列物体后，螺线管磁性一定增强的

是 ()

- A. 铜棒 B. 铁棒 C. 铅棒 D. 铝棒

8. 在探究影响电磁铁磁性强弱的因素时, 将两个自制的电磁铁A(线圈匝数多)和B(线圈匝数少)串联后, 再与电源、开关和滑动变阻器串联(图20-3)。每次实验总观察到电磁铁A吸引大头针的数目比

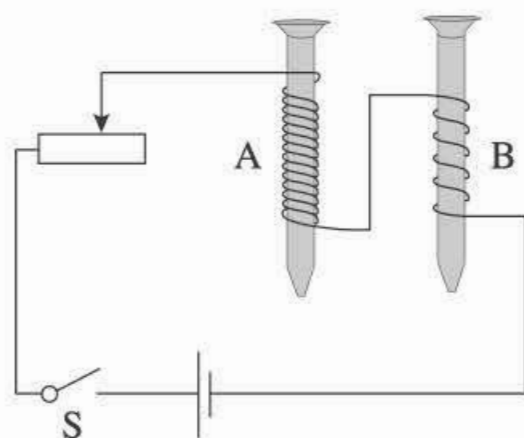


图20-3

B多, 这说明影响电磁铁磁性强弱的因素是 ()

- A. 电流的方向 B. 线圈的匝数
C. 电流的大小 D. 电磁铁的极性

9. 在研究感应电流时, 要改变感应电流的方向, 下列方法中正确的是 ()

- A. 改变导体切割磁感线的方向
B. 改变导体切割磁感线的速度
C. 改变导体所在处磁场的强弱
D. 改变导体的长度

10. 某种农作物的种子中混有一些杂草的种子, 这是使农民很头疼的事情。这两种种子在外表上是不同的: 农作物的种子比较光滑, 不易吸附小颗粒物; 而杂草的种子表面有许多绒毛, 能够吸附靠近它的小颗粒物。

现在, 给你一些铁屑和一块磁铁, 请你替农民把杂草种子从农作物种子中分离出来, 说出你的办法和道理。

第二十一章 信息的传递

雄伟的长城，绵延万里，蜿蜒起伏，或翘首于峰巅之上，或俯身于峡谷之中。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。有时候，还可以传递更为确切的信息，如“寇不满五百，放烽一炬；五百以上，放三炬；千骑以上，放四炬”。

古代人用烽火传递信息，我们现代人用哪些方法传递信息？你知道这些方法的基本原理吗？



第1节 现代顺风耳——电话



请根据上图说一说古代人、近代人、现代人各用什么方法传递信息？从古到今，有许许多多的传递信息的方法，例如：烽火、邮驿、旗语、电话、电报、传真、手机、网络……

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（telephone），这一愿望得以实现（图21.1-1）。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21.1-1 1892年，贝尔在纽约至芝加哥的电话线路开通仪式上。

电流把信息传到远方

最简单的电话（图21.1-2）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，即听筒把变化的电流变成声音。



图21.1-2 电话

老式电话的话筒中有一个装着炭粒的小盒子（图21.1-3）。当你对着话筒讲话时，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的讲话了。

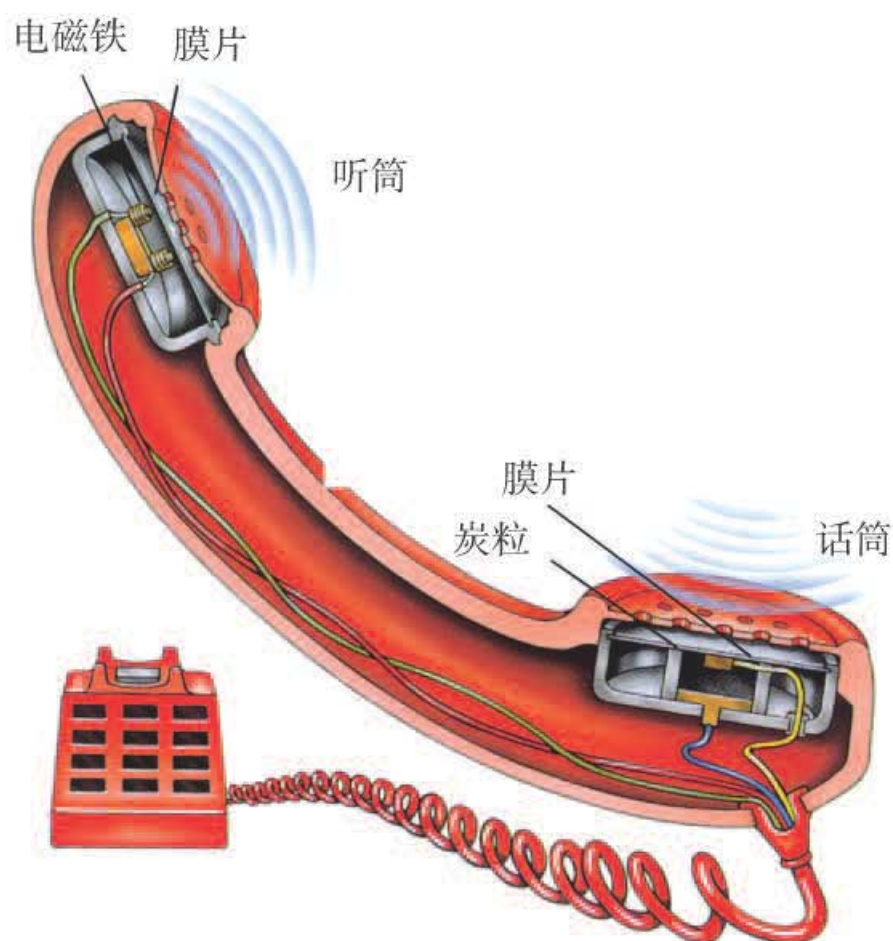


图 21.1-3 电话结构示意图

现在，除了炭粒话筒外，还有其他许多种类的话筒，它们都能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。

电话交换机

电话刚问世的时候，一部话机要与多少部话机通话，就要有多少对电话线与外部相连。这样太浪费材料了，而且话机太多时很难做到与每部电话都单独连线。

为了提高线路的利用率，人们发明了电话交换机。现

在，除特殊需要的极少数电话还要通过专线连接外，一般电话之间都是通过电话交换机来转接的。

一个地区的电话都接到同一台交换机上，每部电话都编上号码。使用时，交换机把需要通话的两部电话接通，通话完毕再将线路断开。

如果在一台交换机与另一台交换机之间连接上若干对电话线，这样，两个不同交换机的用户就能互相通话了（图 21.1-4）。

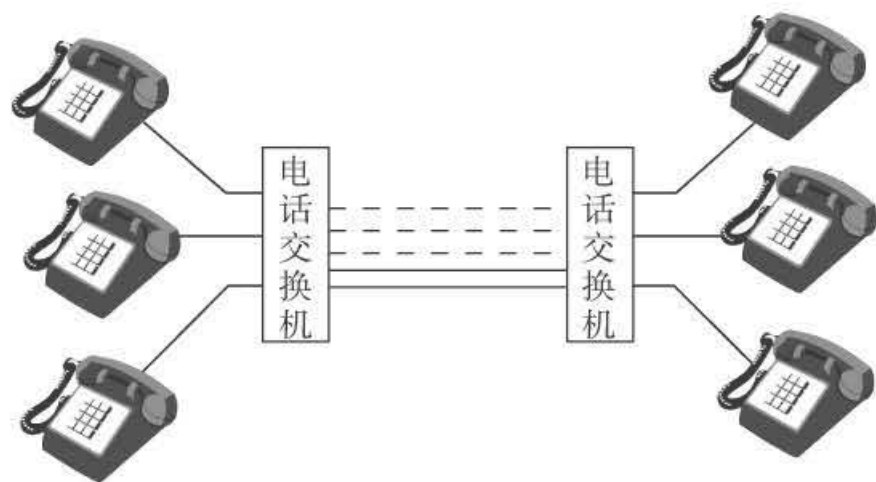


图 21.1-4 电话交换机工作示意图

打电话时，有时出现“占线”现象。实际上，当时对方的话机并不一定在使用，而常常是两台交换机之间有太多的用户要通话，它们之间的电话线不够用了。这个现象在打长途电话时比较常见。

早期的电话交换机是依靠话务员手工操作来接线和断线的，工作效率低，劳动强度大。1891年出现了自动电话交换机，它通过电磁继电器进行接线。现代的程控电话交换机利用了电子计算机技术，只要事先给交换机中的电脑

输入所需的程序，电脑就能“见机行事”，能按用户所拨的号码自动接通话机（图21.1-5）。此外，程控电话还有许多功能，如“缩位拨号”“转移呼叫”“来电显示”“遇忙回叫”“三方通话”等。这些功能可以方便、快捷地满足人们通话的需要。



图 21.1-5 程控电话交换机和操作台

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21.1-6和图21.1-7）。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21.1-6 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21.1-7 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、或者“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、电报传递信息都是数字通信。同学们可以组成几组，每组利用一种数字通信的方法，进行信息传递的游戏。

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. 电话的发展日新月异，说一说你所知道的电话的种类和用途。
2. 如果图 21.1-6 电码中的点和画分别用数字 0 和 1 表示，现要根据图 21.1-7 的汉字电报码表示一个“学”字，其数字码是怎样的？

第2节 电磁波的海洋

当人们打开收音机，听到的是电磁波传来的声音；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。



图21.2-1 高高耸立的中央电视塔上的天线

电磁波是怎样产生的

尽管你对电磁波（electromagnetic wave）这个名词已经十分熟悉，但是，你知道电磁波是怎样产生的吗？



演示

打开收音机的开关，旋至没有电台的位置，将音量开大。取一节干电池和一根导线，拿到收音机附近。如图21.2-2，先将导线的一端与电池的负极相连，再将导线的另一端与正极摩擦，



图21.2-2 时断时续的电流能够产生电磁波

使它们时断时续地接触。从收音机里能听到什么？（注意：这个实验对电池有损害，最好用旧电池来做。）

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、电视台以及移动电话靠复杂的电子线路来产生迅速变化的电流，发出电磁波。电磁波有许多用途，比如，可以用来传递信息。

电磁波是怎样传播的

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（图21.2-3），叫做波长（wavelength）。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。

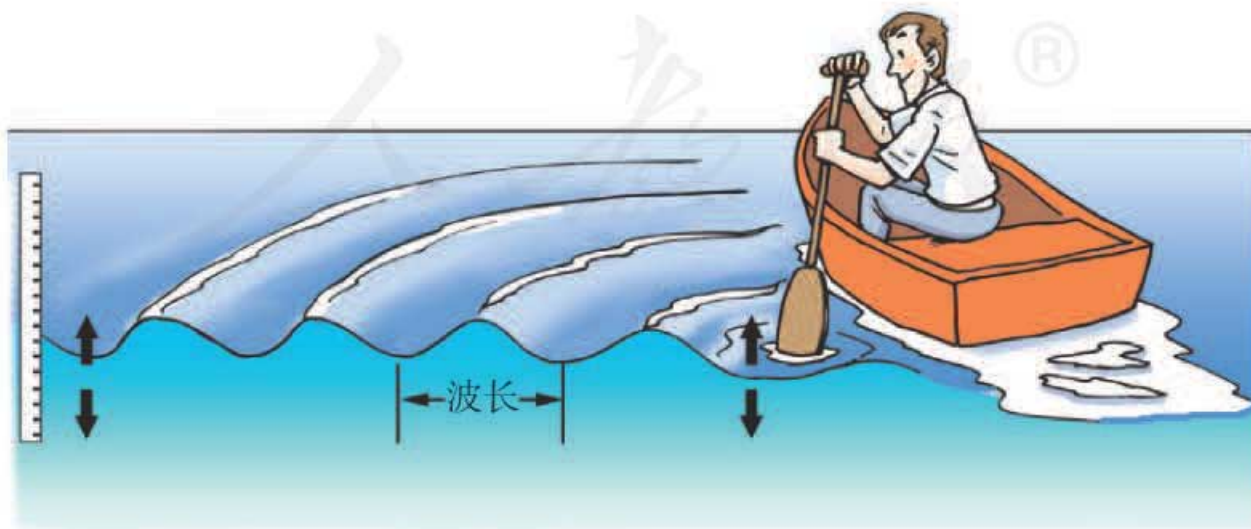


图21.2-3 一列水波

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

把一个移动电话放在真空罩中，并给这个移动电话打电话。这个移动电话能够收到此信号吗？

由实验可以知道，放在真空罩中的移动电话可以收到罩外传给它的电磁波。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为 c ，其数值大约为30万千米每秒。 c 是物理学中一个十分重要的常数，目前公认的数值是

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

电磁波的传播速度是不是很熟悉？你由此产生了什么联想？

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21.2-4），频率从低到高有无线电波、红外线、可见光、紫外线、X射线、 γ 射线等。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。

日常生活中可以接触到各种各样的天线，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。

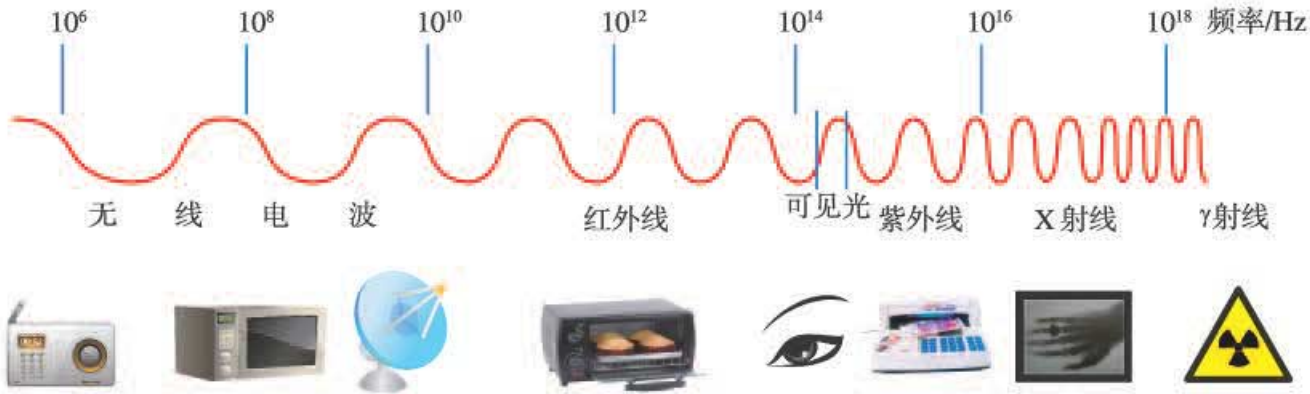


图21.2-4 电磁波

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，我们生活中常常使用的微波炉（图21.2-5），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

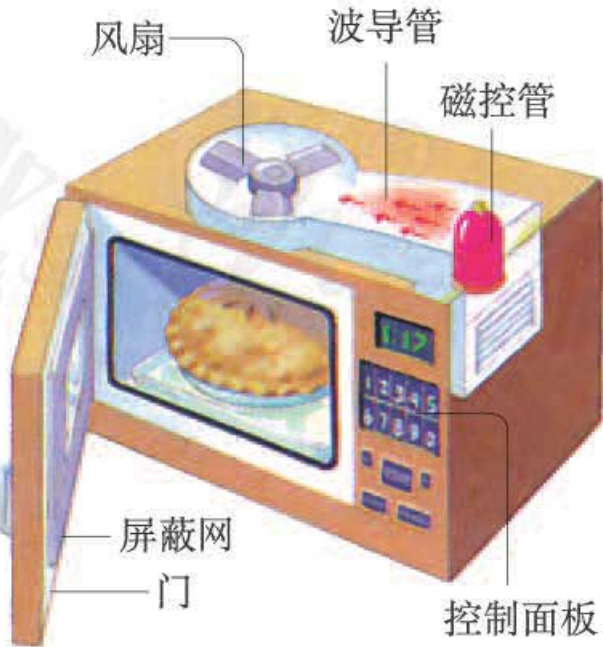


图21.2-5

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，省时、省电。

食物中的水分子比其他分子更容易吸收微波的能量，所以含水量高的食物在微波炉中温度上升更快。微波炉中不能使用金属容器，否则会损坏微波炉。

微波同其他频率的电磁波一样，过量的照射对人体有害。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，使炉外的电磁波强度不超过允许值。

动手动脑学物理

1. 现在家中使用的电器很多，如电冰箱、洗衣机、微波炉、空调，还有收音机、电视机、手机等，你知道哪些会发出电磁波？有什么事实支持你的说法？

2. 图21.2-6 是一台收音机的刻度板，表明它能接收电磁波的频率范围。广播电台靠迅速变化的电流而发射电磁波。当广播电台发射图中最高频率的电磁波时，线路中的电流方向每秒钟变化多少次？



图21.2-6

3. 在电磁波家族中，红外线也是其中一员，红外线的传播速度等于电磁波的速度。如果能测得红外线传播某一段距离所用的时间，就可以根据电磁波的速度计算这段距离的长度，红外线测距仪就是根据这一原理设计的。用红外线测距仪对准某一目标，发出一束红外线，经目标反射后红外线返回仪器时又被探测到。仪器测得红外线往返时间为 $2.8 \times 10^{-4} \text{ ms}$ ，这时目标与仪器之间的距离是多少？电磁波速度取 $3 \times 10^5 \text{ km/s}$ 。

人教版®

第3节 广播、电视和移动通信

人们经常听广播、看电视，这些声音和图像是怎样传过来的呢？

无线电广播信号的发射和接收

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，再通过天线产生电磁波发射到空中（图21.3-1 甲）。

信号的接收由收音机完成。收音机都有天线。老式收音机的天线很长，而且要架在室外很高的地方，以获得更强的电信号。现代收音机有很好的放大能力，天线可以隐藏在机壳内。

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，需要通过解调将其滤去，将音频信号留下。音频信号经放大后被送到扬声器里（图21.3-1 乙）。扬声器把音频电信号转换成声音，人们就听到广播电台的节目了。

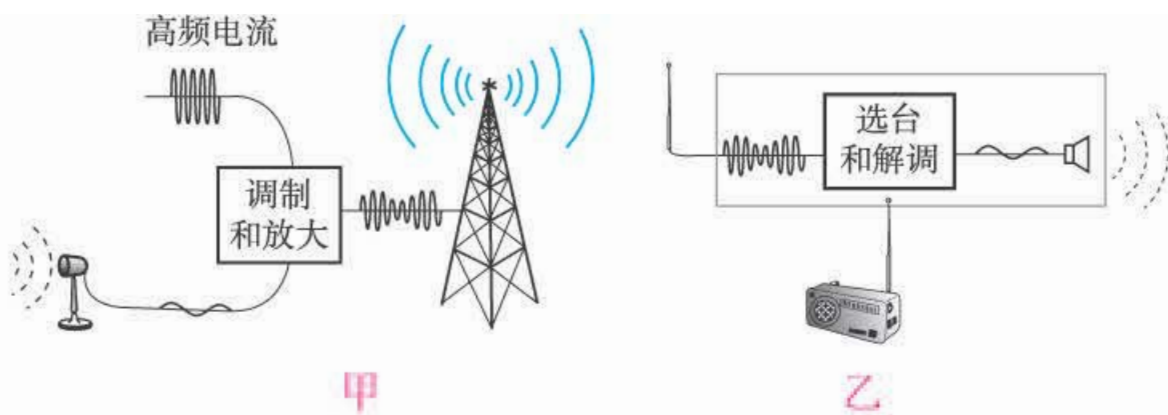


图 21.3-1 无线电广播的工作过程



扩展性实验介绍

电磁波的发射与接收

电磁波的发射与接收可以用下列数字化实验设备来直观地显现。

如图 21.3-2 所示，电磁波发射器可以发射不同频率的电磁波，接收器接收到电磁波信号后，通过传感器、采集器将电磁波信号输入到计算机，我们就可以在计算机屏幕上观察到电磁波信号。

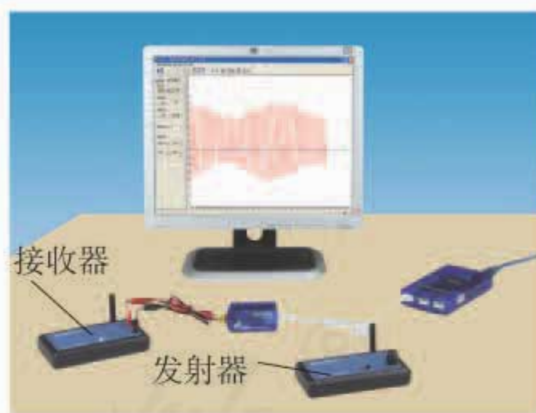


图21.3-2 电磁波的发射与接收装置图

连接好装置，把发射器置于某一波形挡，观察电磁波的波形。转动发射器上的旋钮，改变发射器发出的电磁波的频率，观察信号的变化。

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。图像信号的工作过程是：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



图21.3-3 学校的电视演播室

的电流上，通过发射天线发射到空中（图21.3-4 甲）；电视机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取出并放大，由显示器把它还原成图像（图21.3-4 乙）。

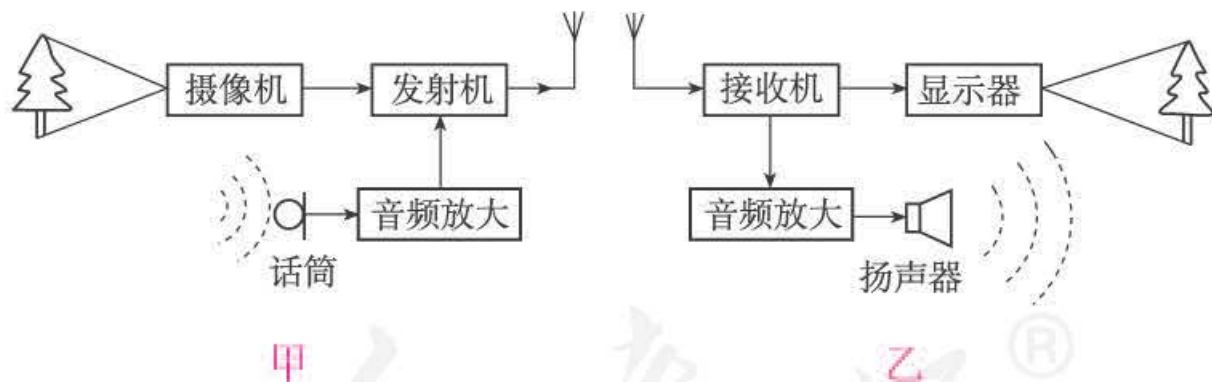


图21.3-4 电视广播的工作过程

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，只是声音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21.3-5）。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。



图21.3-5 移动电话的工作方式

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，跟电话交换机相连。城市中高大建筑物上常常有移动通信基地台的天线（图21.3-6）。



图21.3-6 基地台的天线

还有一种可以移动的电话，叫做无绳电话（图21.3-7）。无绳电话很像普通的电话机，只是座机和手机之间没有电话线相连。无绳电话的座机和手机上各有一个天线，它们通过无线电波来沟通。座机接在市话网上，相当于一个小型基地台。手机不能离座机太远，工作区域在几十米到几百米的范围内。



图 21.3-7 无绳电话

科学世界

音频、视频、射频和频道

由声音转换成的电信号，它的频率跟声音的频率相同，在几十赫到几千赫之间，叫做音频信号；由图像转换成的电信号，它的频率在几赫到几兆赫之间，叫做视频信号。音频电流和视频电流在空间激发电磁波的能力都很差，需要把它们加载到频率更高的电流上，产生电磁波发射到天空中，这种电流叫做射频电流。

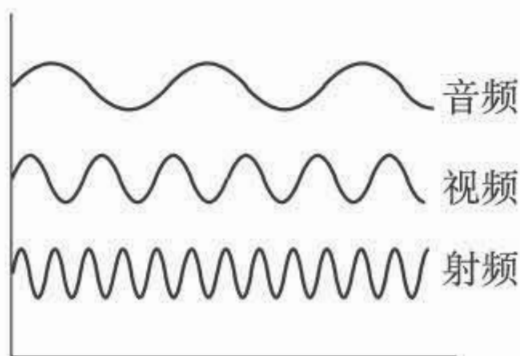


图 21.3-8 音频、视频和射频的比较(示意)

观看数字光碟(DVD)时不需要把信号发射到天空，可以直接把音频信号和视频信号输入电视机，这时就要分别把DVD机送来的音频、视频信号接到电视机上相应的插口上。

我们常听说某电视台利用某频道进行广播，这里说的频道是什么意思？原来，不同的电视台使用不同的射频范

围进行广播,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

动手动脑学物理

1. 判断下列关于无线电广播发射和接收过程的说法是否正确,并改正错误的说法。

(1) 调谐器能选出我们需要的某一种频率的电信号,达到“选台”的目的。

(2) 收音机天线的作用是接收电磁波。

(3) 无线电发射系统把音频电信号直接向外发射。

(4) 调制器能把音频电信号加载到高频电磁波上。

2. 小晶用收音机收听中央人民广播电台 1 008 kHz 频道播放的钢琴节目,某时刻她听到演员弹奏频率为 440 Hz 的“6”音。问:

(1) 在该时刻,射频电流的频率是多少、音频电流的频率是多少?

(2) 此时收音机接收到空中电磁波的频率是多少?

第4节 越来越宽的信息之路

讲五分钟的故事和放映五分钟的电影，它们传递的信息量是不一样的。五分钟的语言只能简单描述人的相貌、衣着和事件的梗概；而五分钟的电影，除此之外还能展现人物衣服的质地和颜色、主人公的容貌和嗓音以及事情发生的周围环境等许许多多细节。因此，电视广播与声音广播相比，在相同的时间内可以传输更多的信息。

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 $30\text{ MHz} \sim 3 \times 10^5\text{ MHz}$ 。一条微波线路可以同时开通几千、几万路电话。

微波的性质更接近光波，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21.4-1）。而且，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21.4-2）？



图21.4-1 微波中继通信示意图



图21.4-2 能否用月亮做中继站，实现微波通信？

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，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（图21.4-3）做微波通信的中继站来进行通信。通信卫星有板状的两翼，它们是太阳能电池板，可以把太阳能转化成电能，供卫星使用。通信卫星大多是相对地球“静止”的同步卫星，从地面上观察，它好像悬挂在空中静止不动。同步通信卫星绕地球转动的周期跟地球自转的周期相同，所以叫做“同步”卫星。在地球的周围均匀地配置3颗同步通信卫星，就覆盖了几乎全部地球表面，可以实现全球通信（图21.4-5）。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，一个地方出现的突发事件，全世界的人们几乎可以立刻知道现场的画面。

图21.4-3 通信卫星

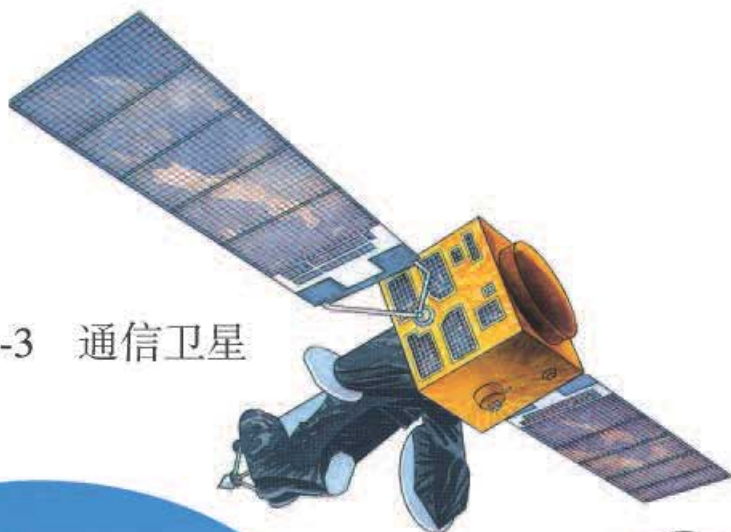


图21.4-4 碟形天线用来接收来自卫星的信号



图21.4-5 用三颗同步卫星就可以实现全球通信

利用卫星来发射和接收电磁波信号应用非常广泛，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（诺贝尔物理学奖得主）提出用光纤通信的构想，这使得用光进行通信的幻想得以实现。

通信用的激光一般在特殊的管道——光导纤维里传播。



演示

如图21.4-6，把大塑料瓶用不透光的纸包上，瓶的侧壁开个小孔。塑料瓶内盛水，水面上方放一个发光小灯泡。当水从小孔流出时，会观察到光随着弯弯的水流照到地面，在地面产生一个光斑。

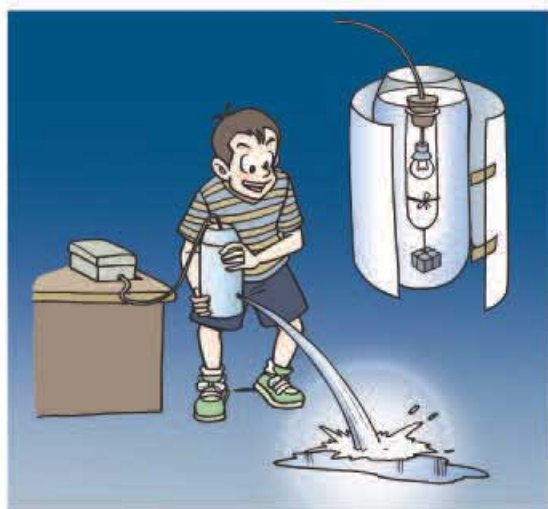
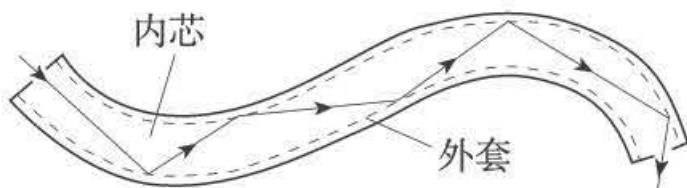


图21.4-6 光沿着水流传播

如图21.4-7，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。



甲 光导纤维



乙 光在光导纤维中的传播

图 21.4-7 光导纤维

我国光缆通信的发展十分迅速，目前光缆可以通达所有地区（市、州），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大计算机相联，就是平常说的“上网”。人们经常发送电子邮件进行网络通信，如图 21.4-8 所示。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。

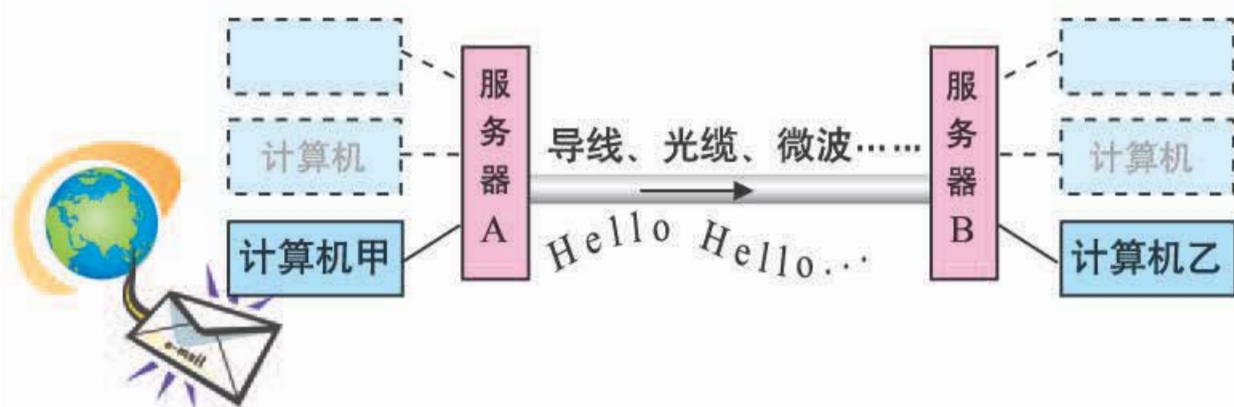


图 21.4-8 电子邮件的传送方式

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，查收邮件。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，人们还可以从网上浏览不断更新的新闻，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，信息传送的速度甚至能够满足电视等活动画面的需要，人们已经可以轻松地在网上看电视了。



激光的应用

除了通信外，激光还有许多其他应用。激光束的平行度特别好，在传播很远的距离后仍能保持一定的强度。激光的这个特点使它可以用来进行精确的测距。对准目标发出一个极短的激光脉冲，测量发射脉冲和收到反射脉冲的时间间隔，就可以求出目标的距离。激光测距雷达就是根据这个原理制成的。

由于平行度好，激光可以会聚到很小的一点上。让这一点照射到光盘上，就可以读出光盘上记录的信息，经过处理后还原成声音和图像。由于会聚点很小，光盘记录信息的密度很高（图21.4-9）。

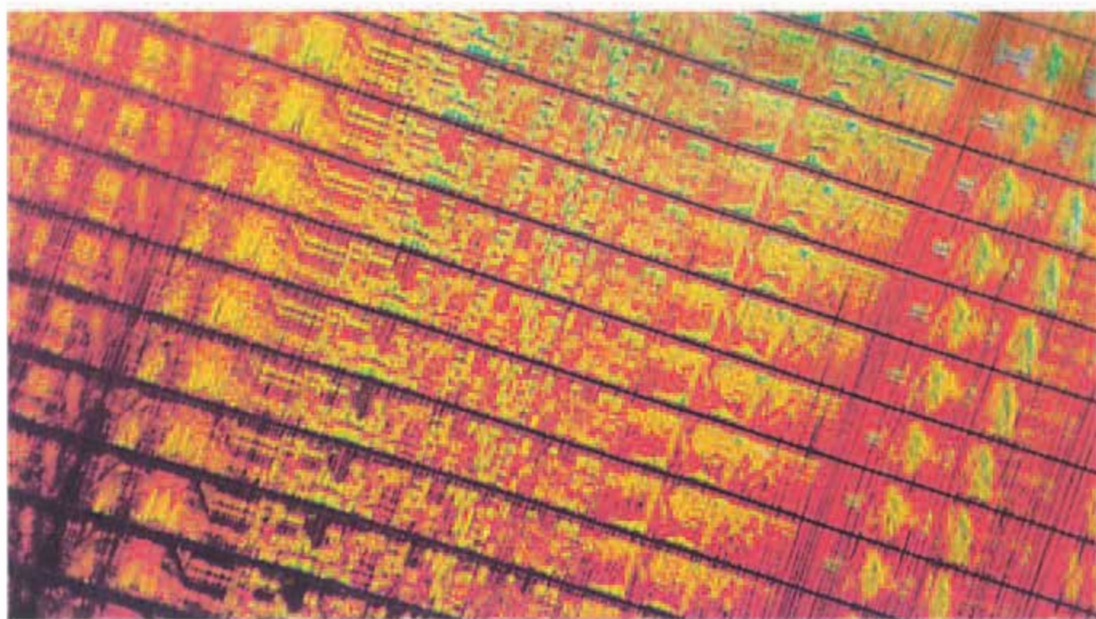


图21.4-9 光盘的显微照片

激光还有一个特点是亮度高，也就是说它可以在很小的空间和很短的时间内集中很大的能量。如果把强大的激光束会聚起来照射到物体上，可以使物体的被照部分迅速上升到极高的温度，最难熔化的物质在这一瞬间也要汽化了。因此，我们可以利用激光束来切割各种物质、焊接金属以及在硬质材料上打孔。医学上可以用激光做“光刀”来切开皮肤、切除肿瘤，还可以用激光“焊接”脱落的视网膜。强激光可以在瞬间破坏敌人的飞行器，在军事上有广泛的应用。



动手动脑学物理

1. 现在许多长途电话是以地球同步卫星做中继站的。打这种长途电话时，会感到对方的反应有些延迟。造成这种延迟的原因之一，是无线电波在射向卫星和从卫星返回时需要一定的时间。假设某人造卫星与地球的距离是36 000 km，请你估算延迟的时间。为什么打市内电话时没有这种延迟？

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之中。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。



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。

一个地区的电话都接到同一台交换机上，每部电话都编上号码。使用时，交换机把需要通话的两部电话接通，通话完毕再将线路断开。如果在一台交换机与另一台交换机之间连接上若干对电话线，这样，两个不同交换机的用户也就能互相通话了。

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

$$c = 2.997\,924\,58 \times 10^8 \text{ m/s} \approx 3 \times 10^5 \text{ km/s}$$

3. 无线电广播信号的发射和接收

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，再通过天线产生电磁波发射到空中。

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。收音机内的电子电路再把音频信号从中取出来，进行放大，送到扬声器里。扬声器把音频电信号转换成声音，人们就听到广播电台的节目了。

4. 电磁波可以传递各种信息

广播、电视、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。



章后练习

1. 下列叙述中，正确的是（ ）

- A. 话筒的作用是把声音直接传递到接听人的听筒
- B. 话筒的作用是把变化的电流信号转化成声音信号
- C. 话筒的作用是把声音的振动转化为变化的电流信号
- D. 话筒的作用是把电流直接送到接听人的听筒

2. 我们生活在电磁波的海洋中，下列关于电磁波的说法中正确的是（ ）

- A. 在房间内不开收音机、电视机时，房间内不存在电磁波
- B. 电磁波不能在真空中传播
- C. 电磁波在空气中的传播速度是 340 m/s

D. 电磁波不仅能传递声音信号，也能传递图像信号

3. 下列技术应用中，不利用电磁波工作的是（ ）

A. 微波雷达跟踪飞行目标

B. 声呐系统探测海底深度

C. 北斗导航系统进行定位和导航

D. 手机通信

4. 关于广播、电视、移动电话的信息发射和接收过程，下列说法错误的是（ ）

A. 它们都是靠电磁波传递信息的

B. 在信息发射时，它们都要把电信号加载到高频电流上

C. 它们都只有接收功能，没有发射功能

D. 移动电话既有接收功能，又有发射功能

5. 关于光纤通信，下列说法正确的是（ ）

A. 光在光导纤维中经多次反射从一端传到另一端

B. 光在光导纤维中始终沿一条直线传播

C. 光导纤维是一种很细很细的金属丝

D. 光信号在光导纤维中以声音的速度传播

6. 下列关于移动通信的说法中不正确的是（ ）

A. 有一些移动通信设备之间不需基地台也可以相互联系

B. 用手机与另一部手机通话时，必须经过基地台才能实现

C. 移动通信无须借助光缆，可直接使用无线电波（电

磁波)联系

D. 移动通信不但可以通话,还可以传递图片等信息

7. 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_____,从而使信号丢失一些信息,表现为声音、图像的_____,严重时会使通信中断。

8. 数字信号只包括_____种不同的状态,形式简单,所以_____能力特别强,可以很方便地用_____加工处理,还可以通过不同的_____进行加密。

9. 宇航员在月球上可以用电磁波来通信,由此可以说说明电磁波可以在_____中传播。电磁波在空气中的传播速度大约是_____m/s。

10. 夏季雷雨天,电闪雷鸣时,可在半导体收音机中听到“咔、咔”声,这是因为雷电能产生_____。

11. 通信卫星大多是相对地球_____的同步卫星,在地球周围均匀地配置_____颗同步通信卫星,就覆盖了几乎全部地球表面。

12. 现代航空和航运中使用的雷达是利用电磁波来发现目标的。如果一台雷达搜寻到了目标,从发射信号到接收信号的时间是 1.2×10^{-4} s,那么这个目标离雷达的距离是多少?

第二十二章 能源与可持续发展

历史上许多民族都将太阳作为顶礼膜拜的神明。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。

太阳每时每刻都在向外辐射着惊人的光和热。它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有趣的问题吧！



第1节 能源



三峡水电站是世界上最大的水力发电站，它通过提高上游的水位增加水的势能，高水位的水向下流，使水轮机转动并带动发电机发电，从而向人们提供电能。

金属的冶炼、机器的运转、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。生产和生活中利用的这些能量，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。

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。让我们沿着这个进步历程来认识各种各样的能源。

钻木取火在人类利用能量的历史上非常重要，是人类最早的“技术革命”。从利用自然火到利用人工火的转变，结束了远古人类茹毛饮血的时代，开启了以柴薪作为主要能源的时代。相对于当时的人口和当时的生产力，柴薪是一种数量巨大、能够方便获取的能源。人类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重要生活能源。



图22.1-1 钻木取火



图22.1-2 蒸汽机的利用

蒸汽机的发明是人类利用能量的新里程碑。人类从此逐步以机械动力代替人力和畜力，进入工业化社会，人类的主要能源由柴薪转向煤。

我们今天使用的煤、石油、天然气，是千百百万年前埋在地下的动、植物经过漫长的地质年代形成的，所以称为**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各种交通运输工具（汽车、轮船、飞机等）就离不开它（图22.1-3）。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。

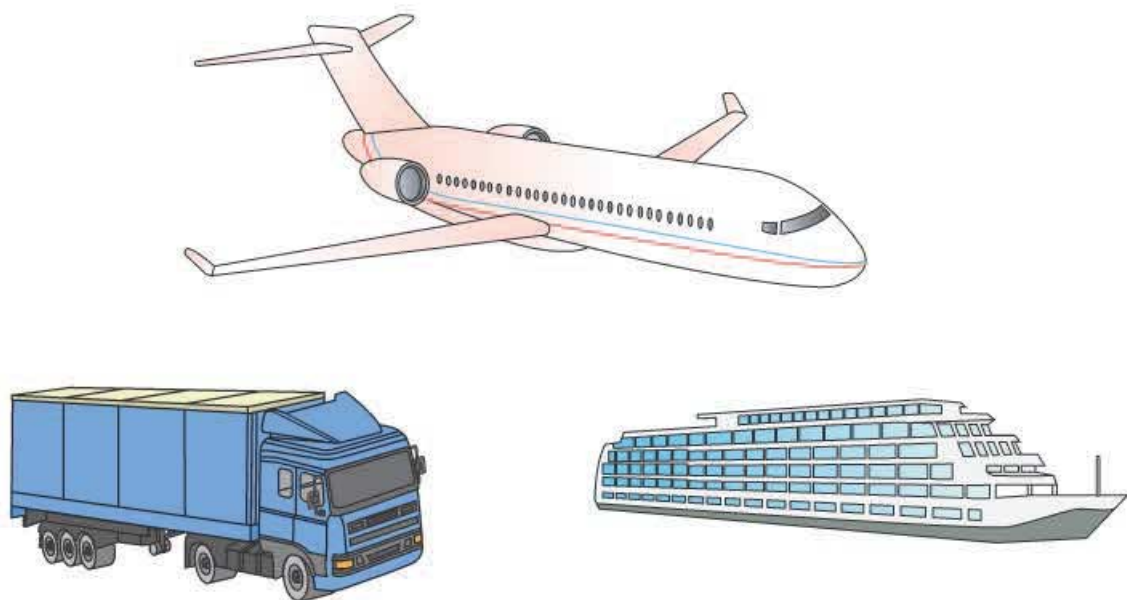


图22.1-3

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、动能等其他形式的能，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。发电机将其他形式的能转化为电能，通过传输电能，可以供电给电灯、电扇、空调、电车、电力机车等用电器，使它们工作起来（图22.1-4）。

现代社会离不开的各种各样的用电器，它们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，所以称电能这样的能源为二次能源。



图22.1-4 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（图22.1-5）。

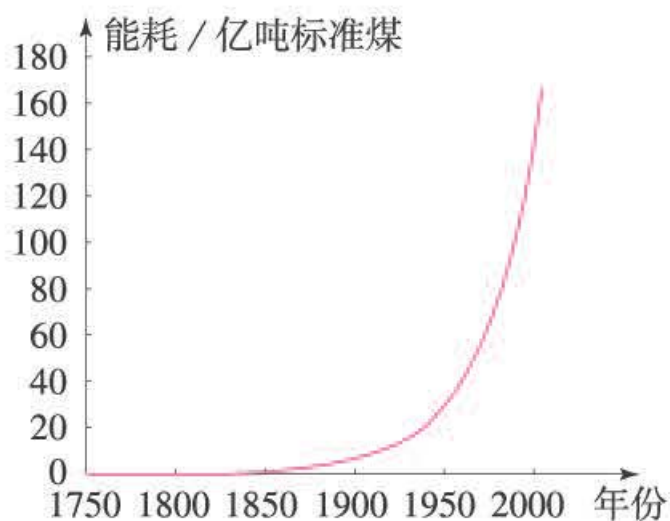


图22.1-5 两个多世纪以来，人类能源消耗急剧增长。

已探测的数据表明，目前作为人类主要能源的化石能源储量并不丰富，而且化石能源开发利用后不能再生，如果长期大规模开采，不久的将来会消耗殆尽，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。核电站利用核反应堆产生的内能，通过汽轮机做功，带动发电机发电。

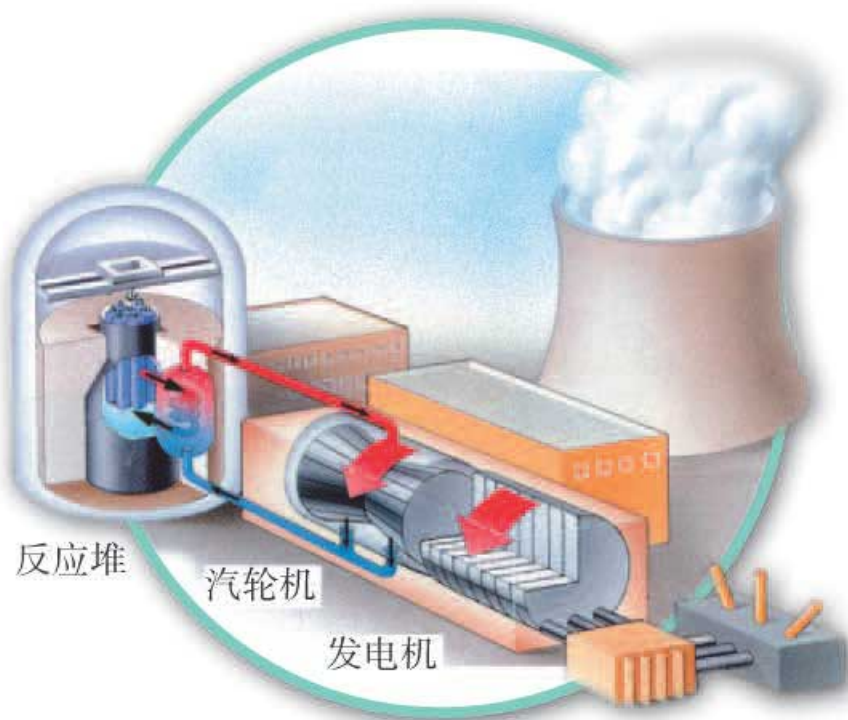


图22.1-6 核能发电

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。在此之后，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. 根据你的了解，说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

核能

我们知道，分子是由原子构成的，原子的中心是原子核，原子核周围有一定数目的电子在核外运动。

进一步的研究表明，原子核还有更精细的内部结构：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。质子和中子构成非常小的原子核，原子核之于原子就像几颗豆粒挤在一个大广场的中央。如图22.2-1，Li原子核由3个质子和3个中子组成，核外有3个电子，2个电子在内轨道，1个电子在外轨道；Be原子核由4个质子和5个中子组成，核外有4个电子，2个电子在内轨道，2个电子在外轨道。

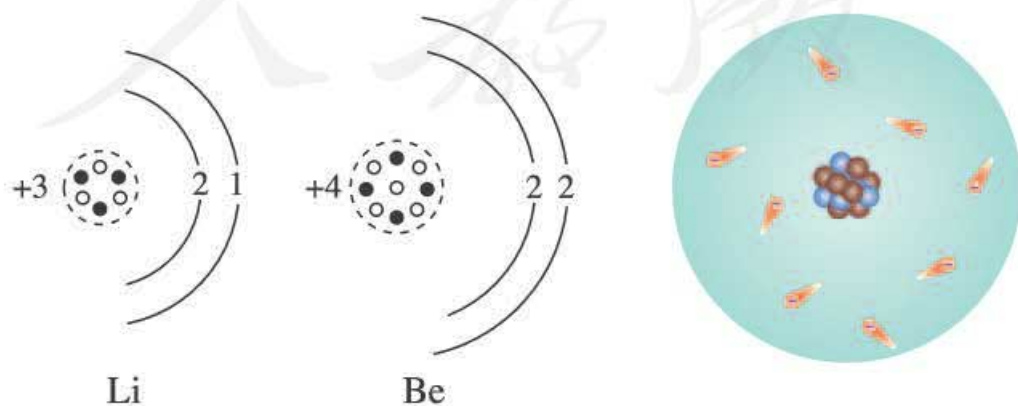


图 22.2-1 原子核由质子和中子组成，周围有电子。

质子、中子依靠强大的核力紧密地结合在一起，因此原子核十分牢固，要使它们分裂或结合是极其困难的。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）。

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**，变成两个质量中等大小的原子核，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

将火柴搭成图 22.2-2 所示的结构，即第一根火柴尾与第二、第三根火柴头相连，第二根火柴尾与第四、第五根火柴头相连，第三根火柴尾与第六、第七根火柴头相连，想象你在点燃第一根火柴头后，会发生什么情况。

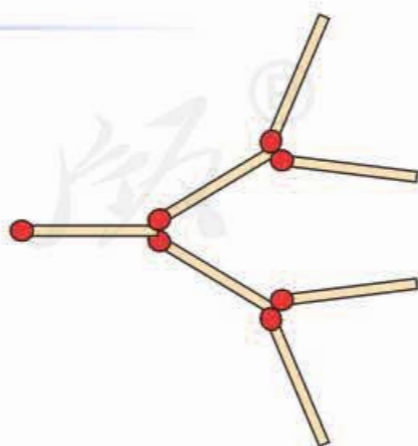


图22.2-2 用火柴模拟链式反应

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22.2-3）。这就是裂变中的链式反应。

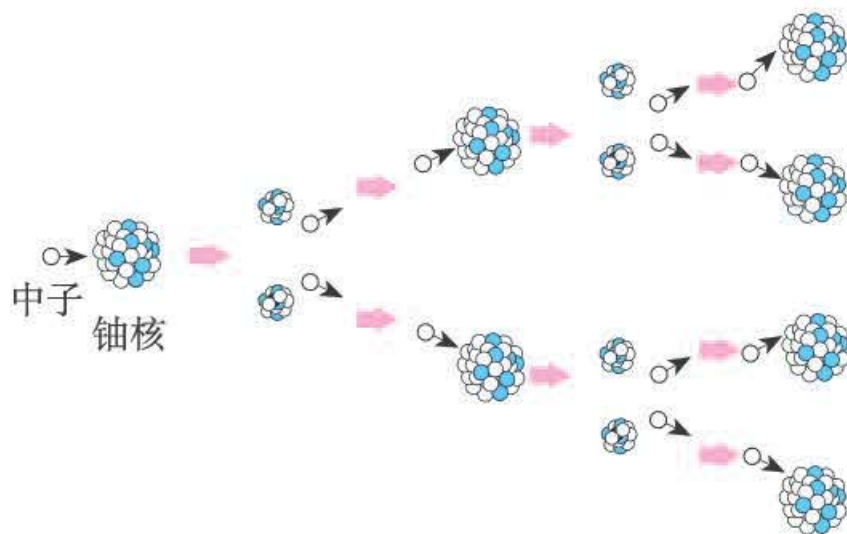


图22.2-3 链式反应示意图

核电站利用核能发电，它的核心设备是核反应堆（图22.2-4）。1942年人类利用核反应堆第一次实现了可控的铀核裂变。当时的核反应堆的功率非常小，大约需要260座这样的反应堆才能点亮一只40 W的灯泡。然而，这是人类利用核能的关键一步。今天，全世界已经建成了几百座核电站，核电是重要的电力来源。

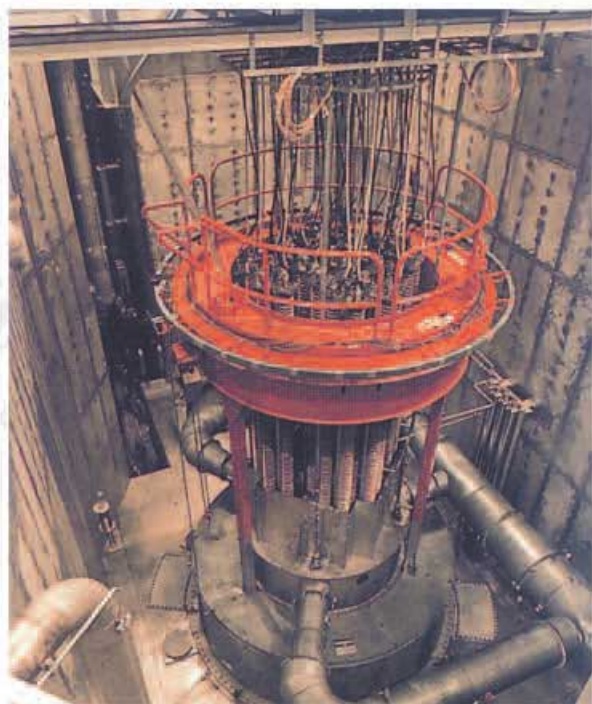


图 22.2-4 核电站中的反应堆

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，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。

聚变

如果将某些质量很小的原子核，例如氘核（由1个质子和1个中子构成）与氚核（由1个质子和2个中子构成），在超高温下结合成新的原子核——氦核（由2个质子和2个中子构成），同时释放1个中子，也会释放出巨大的核能（图22.2-5），这就是**聚变**，有时把聚变也称为**热核反应**。

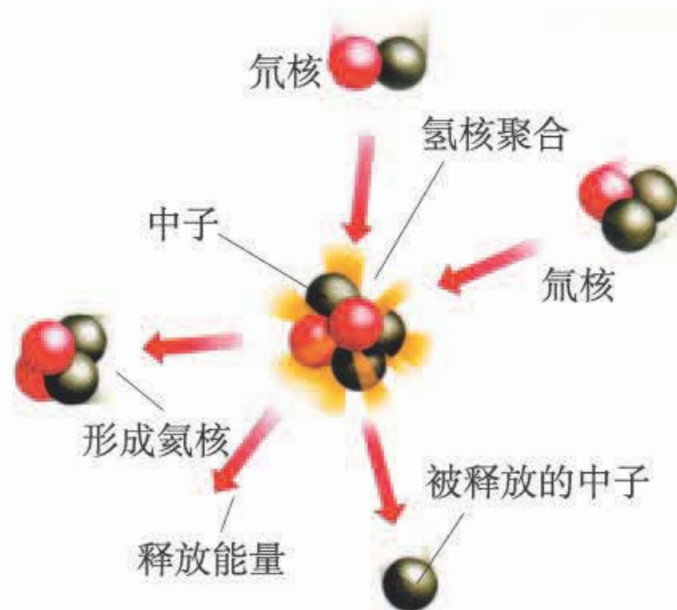


图22.2-5 氘核、氚核在超高温下聚合成氦核，释放出核能。

氘核、氚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。



核电站和核废料处理

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。

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（图22.2-6）。核电站一旦发生核泄漏事故，就可能产生严重的危害，所以核电站的安全性应得到高度重视。为此，科学家们制订了严格的安全措施和安全标准。



图22.2-6 日本福岛第一核电站发生爆炸

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。在化石能源日趋珍贵之时，适度发展核电是人类的一种选择。



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. 原子和原子核的尺寸究竟有多大？研究表明，若把它们都看成一个球体，原子半径的数量级为 10^{-10} m，原子核半径的数量级为 10^{-15} m。打个比方，如果原子的大小跟北京奥运会“鸟巢”体育场一样大，那么原子核该有多大？是相当于篮球、垒球、乒乓球？或者是蚕豆、还是绿豆？
3. 核反应堆和原子弹都是释放核能的装置，它们释放核能的过程有什么相同？有什么不同？
4. 什么是原子核的聚变？人类关于核聚变的应用已经取得的成就是什么？还有什么问题急需解决？

第3节 太阳能

太阳——巨大的“核能火炉”

太阳是太阳系的中心天体。太阳由中心到边缘可分为太阳核心、辐射层、对流层和太阳大气（图22.3-1）。太阳距地球1.5亿千米，它的直径大约是地球的110倍，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。

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。因此可以讲，太阳核心每时每刻都在发生氢弹爆炸，比原子弹爆炸的威力更大。

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

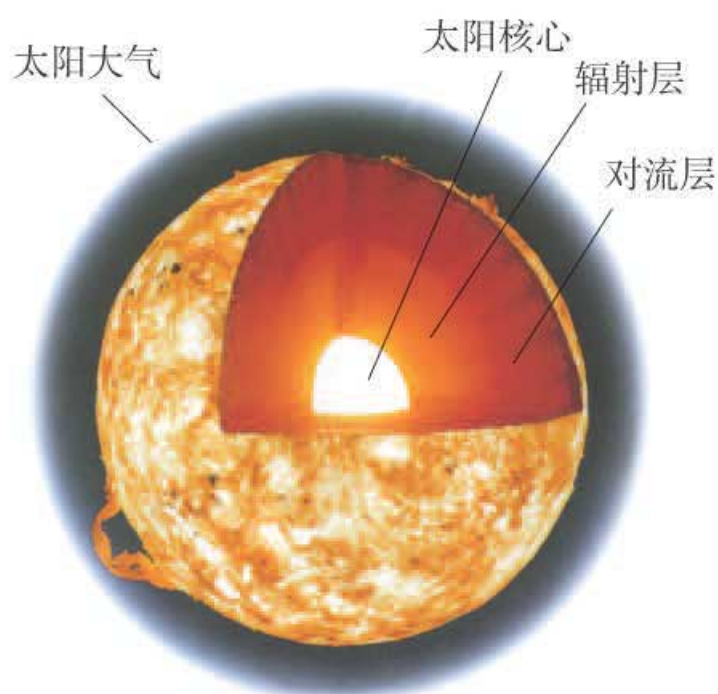


图22.3-1 太阳的结构（示意图）

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。

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22.3-2 和图22.3-3）。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22.3-2 石油、天然气的形成

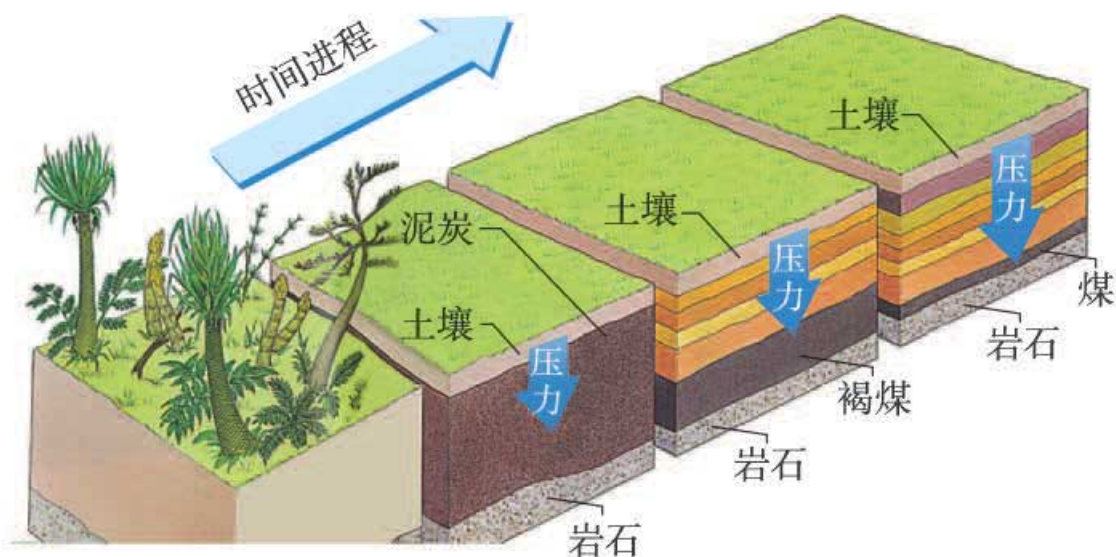


图22.3-3 煤的形成



想想议议

如图 22.3-4，太阳躲在下雨的云朵后面，偷偷露出笑脸，俯望着大地；海面上，有人在驾驶着帆船，有人在游泳；田野间，牛儿在啃着小草，老爷爷在耕种着田地，小朋友在倒立着嬉戏玩耍。根据该场景，请你说明太阳辐射到地球的能量是如何利用和转化的。



图22.3-4 地球上的能量是怎样转化的？

太阳能的利用

人类除了间接利用存贮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，例如屋顶上的太阳能集热器可以为住户提供热水（图22.3-5）；另一种是用太阳能电池把太阳能转化成电能，例如装有太阳能电池板的凉帽，电池板把太阳能转化为扇叶的动能（图22.3-6）。



图22.3-5 屋顶上的太阳能集热器为住户提供热水



图22.3-6 太阳能凉帽



想想做做

自制太阳能集热器

1. 在一个黑色盘子和一个白色盘子中分别注入约1 cm 深的冷水，用温度计测量初温。
2. 将玻璃板（或透明塑料纸）盖在盘子上，然后放在阳光下晒一个小时。
3. 移开盖板，用温度计测量水温。哪个盘中的水温高？
想一想，为什么要用黑色的盘子？为什么盘子上面要盖玻璃板？

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、没有污染的优点，但是，它的转化效率低，而且每个太阳能电池产生的电压较低。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。我国部分太阳能发电站已并入电网，成为电力供应的来源之一。



图22.3-7 试验中的太阳能汽车



图22.3-8 太阳能电池阵列



动手动脑学物理

1. 有人说，我们现在开采的煤、石油等化石能源，实际上都是来源于上亿年前太阳上的核能。请你说明这句话的道理。
2. 许多城市都在推广利用太阳能，城市交通指示灯及路灯照明系统已大量使用太阳能。白天，太阳能转化为电能，除供正常使用外，将多余的能量储存在蓄电池内，夜晚供交通指示灯及照明灯发光。请完成下面的方框图，反

映这个过程中能量发生转化的情况。



3. 人类利用太阳能的实质，是将太阳能转化为其他形式的能量。太阳能转化为其他形式能量的方式有三种：一是光热转换，例如用太阳能集热器把水加热；二是光化转换，把太阳能转化为化学能；三是光电转换，把太阳能转化为电能。图22.3-9画出了这三种转化的方框图。其中椭圆表示转化的装置或物体，菱形表示由太阳能所转化的另一种能量形式。请在图中的三个空白处填入相关的文字。

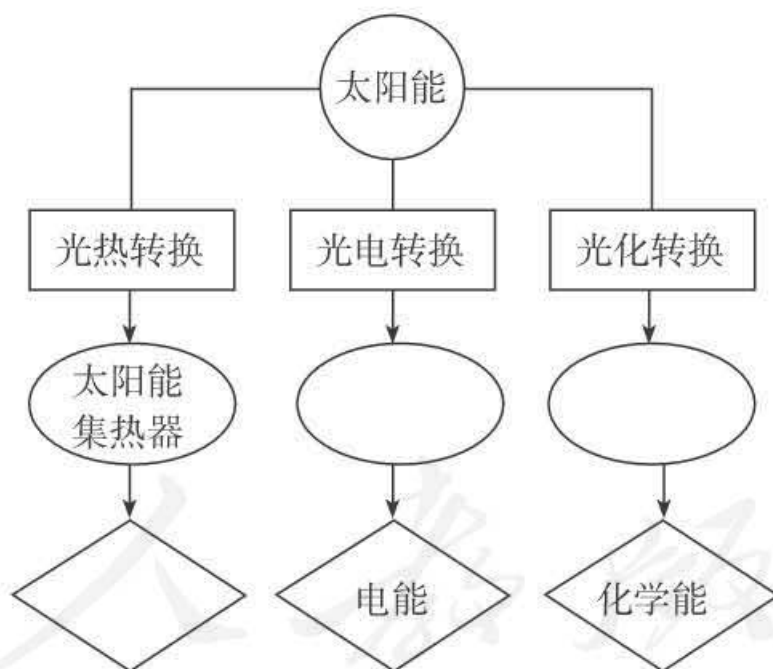


图22.3-9

4. 太阳能电池作为一种新能源产品，具有宽广的前景，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，为什么我们还常说要节约能源呢？

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22.4-1）。



图22.4-1 汽车散失的热不能收集起来

可见，涉及热现象的能量转化过程是有方向性、不可逆的，消耗掉的内能不能被收集起来再利用。实际上，能量的转化、能量的转移，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，有些则不能。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。

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，化石能源产生了大量的内能，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22.4-2）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用，燃料的燃烧产生了大量的二氧化碳，也大大加剧了地球的温室效应。

除了二氧化碳以外，作为热机燃料的煤、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22.4-3）。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，



图22.4-2 汽车尾气



图22.4-3 被酸雨严重腐蚀的汉白玉石柱

污染了大气（图22.4-4）。



图22.4-4 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的破坏；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，这些不可再生能源会在不太长的时间内消耗殆尽。

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，所以我们把它们称为**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

种新能源是人类未来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？

2. 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？

3. 小玲有个令她困惑的问题：电能是可再生能源还是不可再生能源？她查了好几本书也没查到？请你告诉她怎么看待这个问题。

4. 我们经常听说“节能减排”，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？

5. 我国幅员辽阔，各地的自然条件有很大差异，这是发展各有特点的可再生能源的有利条件。请你列举三种不同的可再生能源例子，说明我国在哪个地方有利于发展（或已经发展了）哪种可再生能源。



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、地热能以及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。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

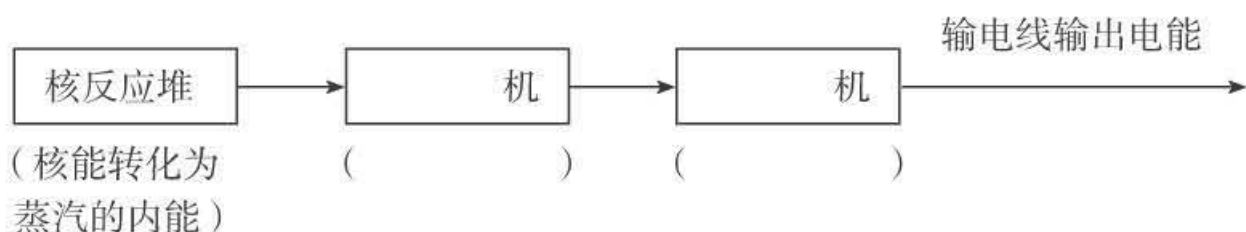
能源的使用应综合考虑能量的转化和转移的方向性、能源消耗对环境的影响、化石能源和核能等不可再生能源的储量等因素。以风能、水能、太阳能等为代表的可再生能源是未来理想能源的一个重要发展方向。



章后练习

1. 以下各种形式的能源中, 不属于化石能源的是 ()
A. 煤 B. 石油
C. 水能 D. 天然气
2. 以下各种形式的能源中, 不属于一次能源的是 ()
A. 化石能源 B. 电能
C. 核能 D. 太阳能
3. 以下能源中的不可再生能源是 ()
A. 风能 B. 水能
C. 核能 D. 太阳能
4. 关于能源及能源的利用, 下列说法正确的是 ()
A. 太阳能来自于太阳本身的化学燃料的燃烧
B. 根据能量守恒定律, 能源的利用率应该是100%
C. 核能开发是绝对安全的, 即使有核泄漏也是清洁无污染的
D. 人类的生存离不开能源, 在节约能源的同时, 还应开发和利用新的能源
5. 科学家经过不懈努力, 找到了获取核能的两条途径: _____和_____. 前者是较轻的原子核结合成为较重的原子核的一种核反应; 后者是较重的原子核分裂为较轻的原子核的一种核反应。氘和氚结合成氦核的过程属于_____。
6. 以下是核电站工作情况的方框图, 请在空白的方框内填写装置的种类, 并在下面的括弧内填写这种装置中发

生了怎样的能量转化。



7. 能量的转化和转移，都是有_____性的，人们是在能量的转化或转移的过程中利用能量的。

8. 为什么说地球上的能源主要来自于太阳？

9. 近几年，我国有些地区出现了雾霾天气，这与人们过多地使用化石能源有关。针对此类大气污染的治理，你有什么建议？

人教版®

后 记

本套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《盲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》为蓝本编写的,经国家基础教育课程教材专家工作委员会2018年审查通过。

本套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。特别鸣谢北京市盲人学校、重庆市特殊教育中心、南京市盲人学校、河南省商丘市特殊教育学校、淄博市特殊教育中心的师生给予本套教科书试教等工作的大力支持。

我们真诚地希望教师、学生及家长在使用本套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,共同完成盲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

2018年5月