

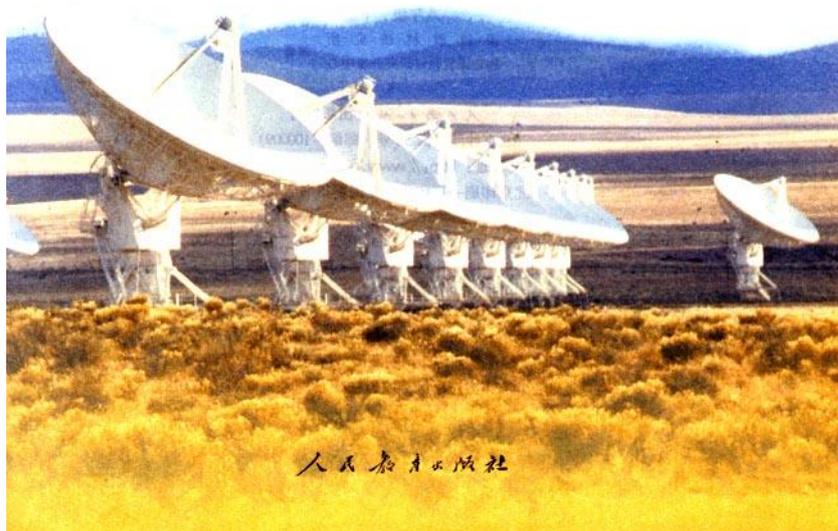
义务教育课程标准实验教科书

物 理

WULI

八年级 下册

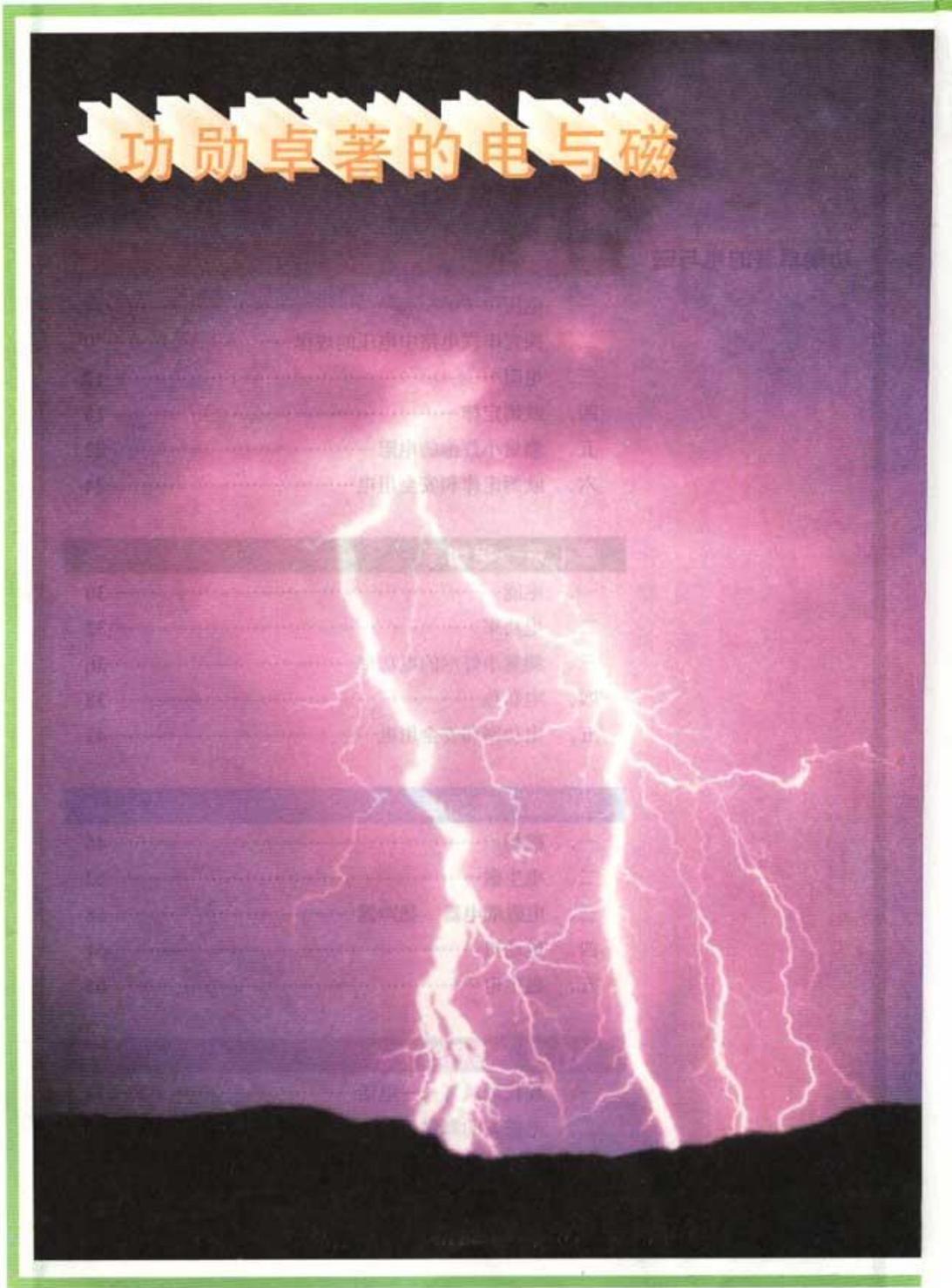
课程教材研究所 编著
物理课程教材研究开发中心



人民教育出版社

目 录

功勋卓著的电与磁	第六章 欧姆定律	3
	一、 电压.....	4
	二、 探究串联电路中电压的规律.....	9
	三、 电阻.....	12
	四、 欧姆定律.....	18
	五、 测量小灯泡的电阻.....	22
	六、 欧姆定律和安全用电.....	24
	第七章 电功率	29
	一、 电能.....	30
	二、 电功率.....	32
	三、 测量小灯泡的电功率.....	36
	四、 电和热.....	38
	五、 电功率和安全用电.....	41
	第八章 电与磁	45
	一、 磁场.....	46
	二、 电生磁.....	52
	三、 电磁继电器 扬声器.....	58
	四、 电动机.....	61
	五、 磁生电.....	65
	第九章 信息的传递	73
	一、 现代顺风耳——电话.....	74
	二、 电磁波的海洋.....	80
	三、 广播、电视和移动通信.....	84
	四、 越来越宽的信息之路.....	89
索引.....		98



第六章 欧姆定律

夏日的夜晚，闷得令人难受。天空中的乌云似浓烟上下翻滚，远处不时传来阵阵雷鸣，一场暴风雨就要来临。

突然，一道电光像把利刃刺破了黑色的天幕，大地也被闪电照得通亮。紧接着，震耳欲聋的巨雷在耳边炸响，豆大的雨点倾盆而下……

自然界真是奇妙无穷。你想知道雷电有多么强大吗？雷电的电压能达到多少？雷电和家里用的电在本质上一样吗？让我们一起探索这些有趣的问题吧！

阅读指导

学过本章以后，你就会明白以下问题。

一、电压

电压的单位是什么？

怎样测量电压？

二、探究串联电路中电压的规律

串联电路中各部分的电压与总电压有什么关系？

三、电阻

什么是电阻？

电阻的单位是什么？

变阻器的结构是什么样的？

怎样用变阻器调节灯泡的亮度？

四、欧姆定律

电流、电压、电阻之间有什么关系？

短路有什么危害？

五、测量小灯泡的电阻

怎样测量一个导体的电阻？

六、欧姆定律和安全用电

为什么电压越高越危险？

为什么不能用湿手触摸用电器？

一 电压

电压

电与我们的生活息息相关，“电压”一词听起来也不陌生。例如，一节干电池的电压一般是1.5伏特，我们国家家里用的电灯、电视机的电压是220伏特，高压电线的电压可达10 000伏特、50 000伏特甚至更高……警察使用的电警棍，能够产生高达数万伏特的电压，起电机的电火花可以击穿一张薄纸，它的两个放电球之间的电压也能达到几万伏特。



图 6.1-1 起电机的高压放电



小灯泡发光时，电路中一定有电流通过。试试看，电路中先后连入1节和2节干电池时，小灯泡的亮度一样吗？你看到的现象对我们有什么启示？

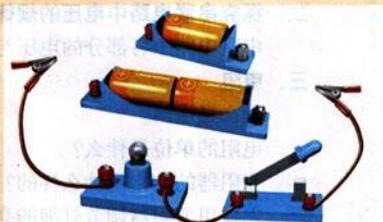


图 6.1-2 两节电池在灯泡两端产生较高的电压

要在一段电路中产生电流，它的两端就要有**电压(voltage)**。电源的作用就是给用电器两端提供电压。

通常用字母 U 代表电压，电压的单位是**伏特(volt)**，简称**伏**，符号是 V 。家庭照明电路的电压是220 V，一节干电池的电压一般是1.5 V。当电压很高时，常用**千伏(kV)**做单位，它等于一千伏；还有一个常用的电压单位叫**毫伏(mV)**，它等于千分之一伏，即

$1 \text{ kV} = 10^3 \text{ V}$
 $1 \text{ mV} = 10^{-3} \text{ V}$



图 6.1-3 电鳗。它可以产生 200 V 左右的电压，用来自卫。

小数据

常见的电压

电视信号在天线上感应的电压	约 0.1 mV
维持人体生物电流的电压	约 1 mV
干电池	1.5 V
电子手表用氧化银电池	1.5 V
手持移动电话的电池	3.6 V
对人体安全的电压	不高于 36 V
家庭电路	220 V
无轨电车的电源	350 V
电视机显像管的工作电压	10 kV 以上
发生闪电的云层间电压	可达 10^3 kV

怎样连接电压表

电压的大小用电压表测量。图 6.1-4 是一种学生用电压表，阅读下页的说明书并回答下面几个问题。

1. 电压表应该跟被测用电器怎样连接？
2. 电压表的红接线柱(或标有“+”号的接线柱)应该连接在什么位置？黑接线柱(或标有“-”号的接线柱)应该连接在什么位置？
3. 什么情况下使用标有“3”字样的接线柱，什么情况下使用标有“15”字样的接线柱？
4. 从说明书中你还看懂了什么？与同学交流一下。

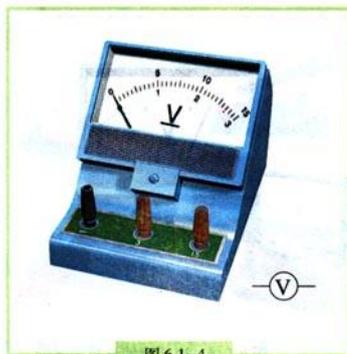
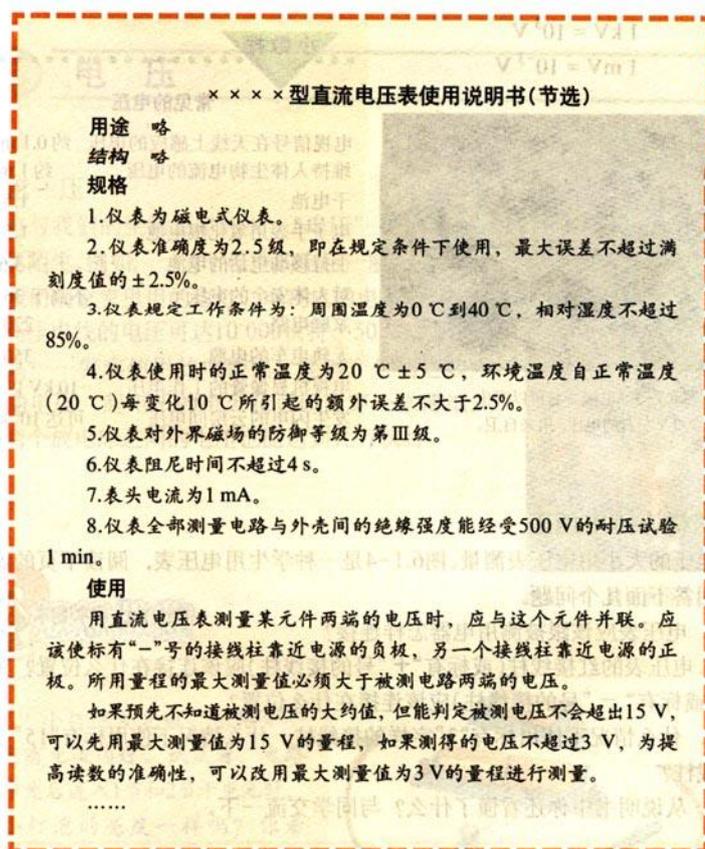


图 6.1-4



图 6.1-5 电压表应该与被测的用电器并联

6 第六章 欧姆定律

**怎样在电压表上读数**

电压表的指针向右偏得越多, 表示电压越高。但是, 电压的大小到底是多少呢?

参照电流表的相关知识, 你能说出图6.1-6中的电压表的读数吗? 你能说出电压表的读数方法吗?

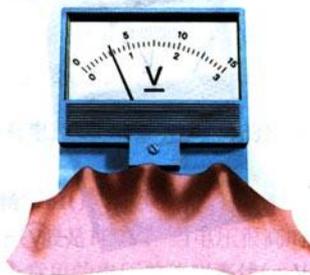


图 6.1-6 电压表的读数是多少



想想做做

生活中，常常把电池串联起来使用。把一个电池的负极和另一个电池的正极连在一起，余下的一个正极和一个负极就是这个**电池组 (battery)**的正极和负极。用这样的办法可以把两个、三个或更多的电池串联起来(图6.1-7)。

分别测量每个电池的电压，然后测量这个电池组的电压。它们之间有什么关系？



图 6.1-7 电池的串联



动手动脑学物理

1. 在图6.1-8中，用连线代表导线来连接实物图，使小灯泡能够发光并且电压表能够测出灯泡两端的电压（估计在2 V和3 V之间）。

2. 在烧杯中加入盐水，然后将连在电压表上的铜片和铝片放在盐水中(图6.1-9)。试着用电压表测量这个自制电池的电压。通过测量能否得知，哪个金属片是电池的正极？换用其他两种不同金属重做这个实验。



图 6.1-8 用连线代表导线连接实物图

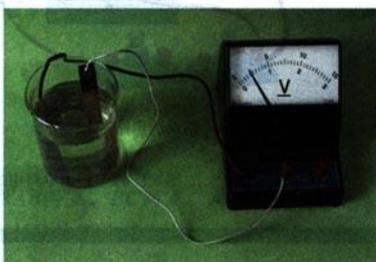


图 6.1-9 用盐水和两种不同金属自制的电池

8 第六章 欧姆定律

3. 图6.1-10中三个电压表的读数各是多少?

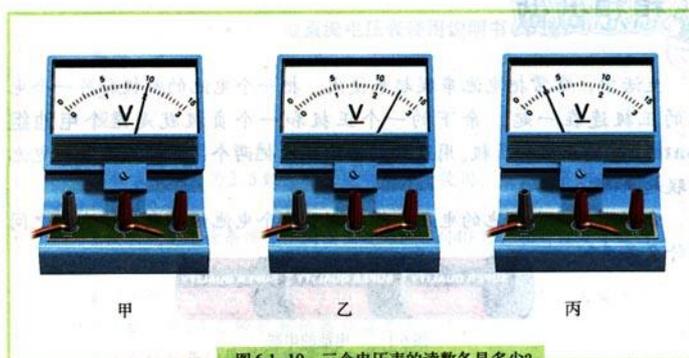


图 6.1-10 三个电压表的读数各是多少?

4. 图6.1-11是一位同学所连的电路，他要测量左边那个小灯泡两端的电压。他的电路有什么错误？纠正之后画出正确的连接图，再画出电路图。

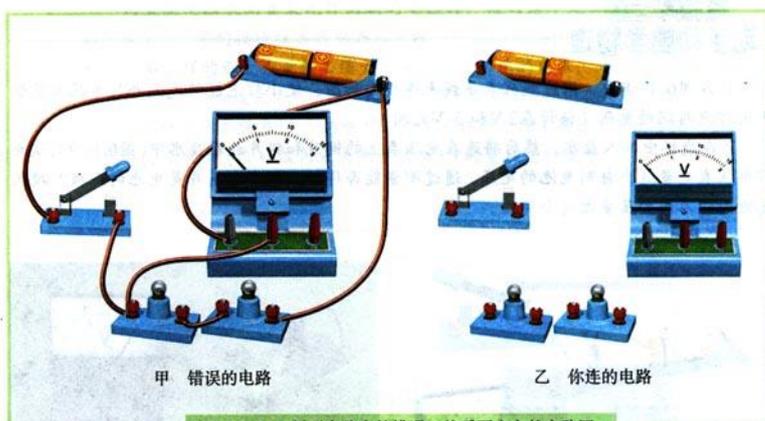


图 6.1-11 纠正电路中的错误，然后画出它的电路图。

二 探究串联电路中电压的规律

探究

串联电路中各点间的电压有什么关系

在图6.2-1中，两个灯泡是串联起来接到电源上的。AB之间、BC之间、AC之间的电压可能有什么关系？做出猜测。

分三次把电压表接入，分别测量这三个电压。你的猜测正确吗？

通过这个实验，你能不能回答：串联电路中，各部分电路的电压与总电压有什么关系？

到现在为止，你已经熟悉科学探究的几个要素了，在这次探究活动中，有些步骤要你自己写出来。

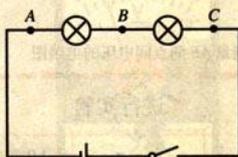


图 6.2-1 研究串联电路的电压

● 提出问题

串联电路中各部分电路的电压与总电压有什么关系？

● 猜想或假设

(猜测上面科学问题的可能的答案，写在下面。)

● 设计实验

分别把电压表连在图6.2-1电路中AB两点、BC两点、AC两点，测量电压，看看它们之间有什么关系。换上另外两个小灯泡，再次测量，看看是否还有同样的关系。

把三次测量的电路图分别画在下面。

串联电路中电压的规律

测量AB两点间电压的电路图 测量BC两点间电压的电路图 测量AC两点间电压的电路图

● 进行实验

	AB间的电压 U_1	BC间的电压 U_2	AC间的电压 U_3
第一次测量			
第二次测量			

(除了数据外,还可以把操作中出现的**问题**扼要地写下来。)

● 分析和论证

结论:

● 评估
(实验设计有没有不合理的地方? 操作中有没有失误? 测量数据和所得的结论是不是可靠?)

● 交流
(把你的探究过程及结论告诉同学和老师,或者把这个探究记录给他们看,征求他们的意见。既要改正自己的错误、弥补不足,又要为自己的正确观点和做法辩护。把交流的情况简要地记下来。)



1. 一种彩色灯泡的额定电压是36 V,要接在220 V的电路中,至少串连多少个这种灯泡?

2. 制作水果电池。

两种不同的金属片放在酸、碱、盐的溶液中,就能成为一个电池,所用的金属片就是电池的正极和负极。

(1) 请你试验一下,把铜丝、铁丝插到菠萝中,能不能成为一个“水果电池”?铜丝和铁丝哪个是正极?用电压表测量水果电池的电压。

(2) 换用其他不同的金属或水果再做一个水果电池。在你做过的“水果电池”中,用哪两种金属、什么水果得到的电压最高?怎样利用“水果电池”获得更高的电压?

关于“水果电池”,你还有什么发现?

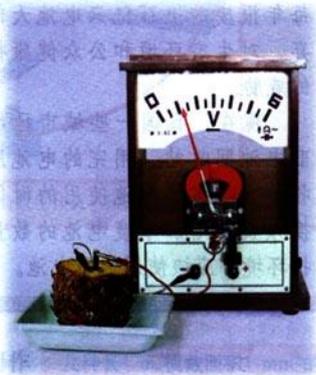


图 6.2-2



防止废电池对环境的危害

电池含有许多重金属,如汞、镉、铅、镍等,如果把废电池四处乱扔,外壳锈蚀腐烂后有毒物质会污染环境,对人的健康构成很大威胁。

世界上许多国家在废电池的环境管理方面已经取得很大的进展,在废电池管理和再利用的研究工作中投入了很多经费,注意向公众进行宣传教育,建立了完善的废电池回收体系,而且建立了与电池生产厂家相对应的废电池处理厂,对于电池实现了“从摇篮到坟墓”的全过程管理。

我国是电池生产和使用的大国，每年电池的产量和消费量高达140亿只以上，占世界总量的三分之一。我国目前对废电池的环境管理基本上处于空白，每年报废的上百亿只电池大部分随意丢弃，对生态环境和公众健康构成了潜在的威胁。

现在，我国一些城市已经设立了废旧电池回收站。用完的电池应该交到回收站去。劣质电池使用的时间很短，更换频繁，增加了废电池的数量。为了保护环境，应该使用优质电池。



三 电阻

有的物体容易导电，例如铅笔芯、金属、人体、大地等，而有的物体不容易导电，例如橡胶、塑料、陶瓷等。在物理学中，容易导电的物体叫做**导体**(conductor)，不容易导电的物体叫做**绝缘体**(insulator)。好的导体和绝缘体都是重要的电工材料。



导线多是用铜做的，也有用铝做的，特别重要的电器设备的导线还要用昂贵的银来做。铁也是导体，既多又便宜，想想看，为什么不用它来做导线呢？

在图6.3-1中，粗细、长短都相同的铜丝和铁丝分别连入电路，闭合开关，观察电路中灯泡的亮度。你看到的现象对我们有什么启示？

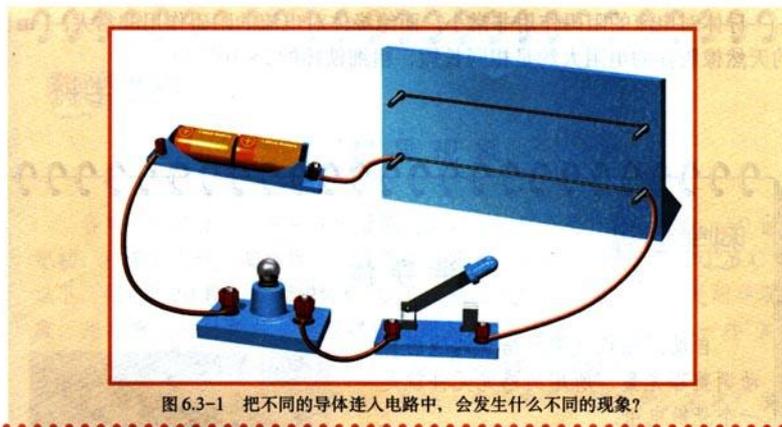


图 6.3-1 把不同的导体连入电路中，会发生什么不同的现象？

电 阻

导体对电流有阻碍作用，不同导体的阻碍作用不一样。导体对电流的阻碍作用叫做**电阻** (resistance)，用 R 代表，单位是欧姆(ohm)，简称欧，符号是 Ω 。

电阻比较大的时候，要用到比较大的单位：千欧(k Ω)和兆欧(M Ω)。

$$1 \text{ k}\Omega = 10^3 \Omega$$

$$1 \text{ M}\Omega = 10^6 \Omega$$

几种长1 m,横截面积1 mm²的金属导线在20 ℃时的电阻值

导线	电阻 R/Ω
银	0.016
铜	0.017
铝	0.027
铁	0.096
镍铬合金	0.1

电子技术中经常用到具有一定电阻值的元件——电阻器，以改变电路中的电流和电压。电阻器也叫定值电阻，在电路图中用符号表示。



图 6.3-2 各种电阻器

小数据

常见的电阻

人的双手间(干燥)	1 000 ~ 5 000 Ω
人的双手间(潮湿)	200 ~ 800 Ω
照明灯泡(工作时)	100 ~ 2 000 Ω
实验用小灯泡	5 ~ 50 Ω
实验用的导线(每根)	0.01 ~ 0.1 Ω

导体对电流的阻碍作用非常小，而绝缘体对电流的阻碍作用非常大，1 m长的天然橡胶棒的电阻大约是相同长短、粗细铁棒的 2×10^{16} 倍!

科学世界

半 导 体

自动照相机能够根据光的强弱自动调整曝光量，所用的感光元件就是一个光敏电阻。

金属能够导电，非金属一般不导电。有一些元素，例如硅、锗，导电能力介于金属和非金属之间，比金属差、比非金属强，常常称做半导体。除了导电能力外，半导体还有许多其他特性，例如温度、光照、杂质等外界因素都对它的性能有很大影响。

利用半导体材料可以制作二极管、三极管。如果把很多二极管、三极管和电阻、电容等元件直接做在硅单晶片上(俗称芯片)，就成了集成电路。集成电路是20世纪最重要的发明之一，现代的收音机、电视机、电话机、计算机，以及打电话用的IC卡、算账用的计算器，里面都有集成电路。

没有半导体就没有我们今天的现代化生活。



图 6.3-3 照相机能够根据光的强弱自动调整曝光量，所用的感光元件就是一个光敏电阻。



甲 计算机内的集成电路



乙 小小的芯片上有上百万个晶体管

图 6.3-4

科学世界

超导现象

各种金属导体中，银的导电性能是最好的，但还是有电阻存在。20世纪初，科学家发现，某些物质在很低的温度时，如铝在 $1.39\text{K}^{\text{①}}$ (-271.76℃)以下，铅在 7.20K (-265.95℃)以下，电阻就变成了零。这就是超导现象，用具有这种性能的材料可以做成超导材料。目前已经开发出一些“高温”超导材料，它们在 100K (-173℃)左右电阻就能降为零。

如果把超导现象应用于实际，会给人类带来很大的好处。在电厂发电、输送电力、贮存电力等方面若能采用超导材料，就可以大大降低由于电阻引起的电能损耗。如果用来制造电子元件，由于没有电阻，不必考虑散热的问题，元件尺寸可以大大缩小，进一步实现电子设备的微型化。



想想做做

如图6.3-5，用小刀把铅笔剖开，露出铅笔芯，将铜线绑在一端。照图连接电路。使另一根铜线在铅笔芯上移动，观察灯泡的亮度。通过这个实验，你看到导体电阻的大小跟它的长度有什么关系？

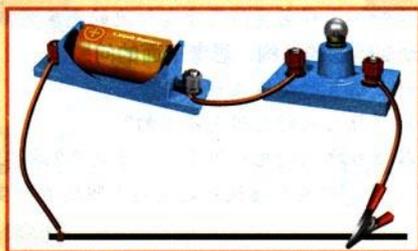


图 6.3-5 用铅笔芯控制小灯泡的亮度

①K是一种温度单位。以它为单位表示温度时，数值比摄氏度高273.15。

变阻器

图6.3-6是学生实验中常用的滑动变阻器。电阻丝外面涂着绝缘层，绕在绝缘管上，它的两端连在A、B两个接线柱上。滑片P通过金属杆和接线柱C相连，滑片移动到不同位置时，A、C两个接线柱间电阻丝的长度不一样，这样就可以改变接入电路中电阻的大小。

变阻器在电路图中用符号  表示。

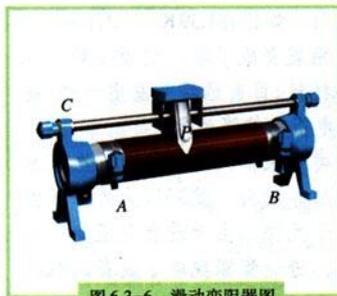


图6.3-6 滑动变阻器图



6.3-7 电位器及其内部构造，它也是一种变阻器。

探究

怎样用变阻器改变灯泡的亮度

前面我们已经做过几个实验，使小灯泡的亮度发生变化。电池组中串联电池的节数会影响灯泡的亮度；串联在电路中的铅笔芯的长短也会影响灯泡的亮度……怎样用变阻器改变灯泡的亮度呢？

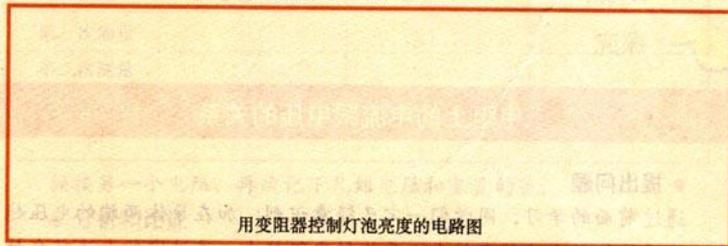
1. 观察滑动变阻器的结构，思考下面的问题。

- 电阻丝什么位置的绝缘漆被刮去了？
- 哪两个接线柱之间的电阻是不变的？
- 哪两个接线柱之间的电阻很小，几乎是零？
- 移动滑片时，哪两个接线柱之间的电阻随着改变？向哪个方向移动时电阻变大？

2. 设计实验电路，思考下面的问题。

- 要使灯泡和变阻器中的电流大小相同，变阻器应该与灯泡串联还是并联？

- 要能控制电流的大小，应该使用变阻器上的哪两个接线柱？
 - 要使灯泡由暗变亮，接通电路前应将滑片放到什么位置上？
- 把你设计的实验电路图画在下面。



用变阻器控制灯泡亮度的电路图

3. 按你制定的计划进行操作，尝试控制灯泡的亮度。

在探究报告中写出选用的仪器、设计的电路、实验操作步骤及你对上面几个问题的回答。探究过程中你又发现了哪些新问题？和同伴们交流。



1. 连接图6.3-8的电路，使滑动变阻器能够控制灯泡的亮度。在你连的电路中，要使灯泡越来越亮，变阻器的滑片应该向哪个方向移动？



图 6.3-8 用变阻器控制灯泡的亮度

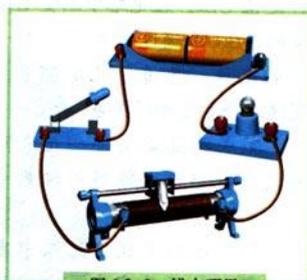


图 6.3-9 错在哪里？

2. 图6.3-9是一位同学按照上题所连的电路。这个电路能不能满足题目的要求？为什么？在你和别的同学所连的电路中，还出现了什么别的错误？

四 欧姆定律

探究

电阻上的电流跟电压的关系

● 提出问题

通过前面的学习，同学们一定已经意识到：加在导体两端的电压越高，流过导体的电流就会越大；导体的电阻越大，流过它的电流就会越小。现在，我们想进一步了解，如果知道一个导体的电阻值，还知道加在它两端的电压，能不能计算出通过它的电流呢？换句话说，电流与电阻、电压之间有什么定量关系呢？

● 猜想或假设

一个用电器的电阻 R 、它两端的电压 U 、通过它的电流 I ，这三个量之间会有什么样的关系？也许是其中的两个相乘等于第三个？也许是其中的两个相除等于第三个？也许……

做出你自己的猜想，并说出猜想的根据。

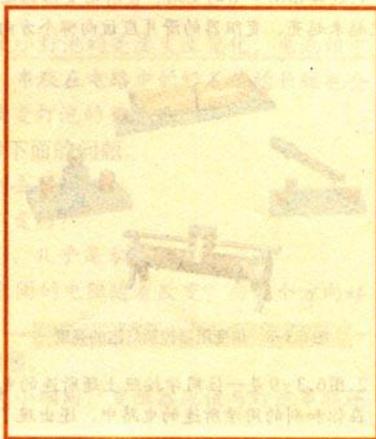
请你画出电路图，用来测量电阻两端的电压和通过它的电流。

● 设计实验

实验室有阻值 R 各不相同的几种定值电阻。在电路中测量电阻两端的电压 U 和通过的电流 I 。对于不同的电阻，各进行几次测量，研究这三个量之间的关系。

完成测量需要哪些仪表？在右边方框中画出能够同时测量电压和电流的电路图。

可以增减串联电池组中电池的个数，从而改变定值电阻两端的电压。如果你用的是学生电源，应该怎样改变电压？还有其他方法能够改变电压吗？



● 进行实验

按图连接电路，测量并记下几组电压和电流的值。

	电阻 R/Ω	电压 U/V	电流 I/A
第一次测量			
第二次测量			
第三次测量			
.....			

换接另一个电阻，再次记下几组电压和电流的值。

● 分析和论证

(尝试对几次测量结果进行运算，找出它们之间的关系。运算时要考虑到实验会有误差，可能数据不很一致。)

结论：电流 I 、电阻 R 、电压 U 的关系可以用公式表示为_____。

● 评估

(实验设计有没有不合理的地方？操作中有没有失误？测量数据和所得的结论是不是可靠？)

● 交流

(把你的探究过程及结论告诉同学和老师，或者把这个探究记录给他们看，征求他们的意见。既要改正自己的错误、弥补不足，又要为自己的正确观点和做法辩护。把交流的情况简要记录下来。)

欧姆定律

德国物理学家欧姆在19世纪初期做了大量实验，归纳得出了下面的欧姆定律。

导体中的电流，跟导体两端的电压成正比，跟导体的电阻成反比。用公式表示就是

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

符号的意义及单位：

U ——电压——伏特(V)



欧姆 (Georg Simon Ohm, 1787—1854)

德国物理学家，从1825年开始研究电流与电源及导线长度的关系。欧姆用自制的细长金属丝测定出几种金属的导电能力，设计了显示电流大小的仪器，采用铜—铋组成的温差电偶做稳定的电源。他于1826年归纳出了今天所称的欧姆定律。1827

年出版了他的著作《伽伐尼电路：数学研究》。

20 第六章 欧姆定律

R ——电阻——欧姆 (Ω)

I ——电流——安培 (A)

例题 我们已经知道, 试电笔内必须有一支很大的电阻, 用来限制通过人体的电流。现有一支试电笔, 其中的电阻为 $880\text{ k}\Omega$, 氖管的电阻和人体的电阻都比这个数值小得多, 可以不计。使用时流过人体的电流是多少?

解 $R = 880\text{ k}\Omega = 880 \times 10^3\ \Omega$

$U = 220\text{ V}$

所以

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220\text{ V}}{880 \times 10^3\ \Omega} = 0.25 \times 10^{-3}\text{ A}$$

如果把安培换算成毫安, 则

$$I = 0.25\text{ mA}$$

使用这支试电笔时, 流过人体的电流是 0.25 mA 。

有的时候, 要根据一段导体两端的电压和流过它的电流来计算导体的电阻。

例题 实验中测得一个未知电阻两端的电压是 4.8 V , 流过的电流是 320 mA , 这个电阻的阻值是多少?

解 根据 $I = \frac{U}{R}$, 公式变形后可得 $R = \frac{U}{I}$ 。

计算时要把电流的单位换算成安培

$$I = 320\text{ mA} = 0.32\text{ A}$$

再把电流、电压值代入上式, 得到

$$R = \frac{4.8\text{ V}}{0.32\text{ A}} = 15\ \Omega$$

这个未知电阻是 $15\ \Omega$ 。

! 物理学公式对单位有严格的要求。在欧姆定律的公式中, 电阻的单位必须用欧、电压的单位必须用伏。如果题目给出的物理量不是规定的单位, 必须先换算, 再代入计算。这样得出来的电流单位才是安。



图6.4-1 试电笔内有一个阻值很大的电阻, 使得通过人体的电流很小。

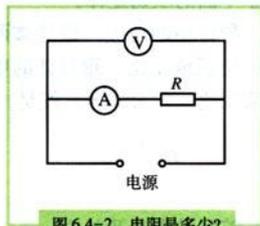


图 6.4-2 电阻是多少?

额定电压

从欧姆定律可以看出，一个用电器两端的电压影响着通过它的电流。用电器正常工作时所需的电压，叫做**额定电压 (rated voltage)**。如果实际电压比额定电压高很多，很可能损坏用电器；如果实际电压比额定电压低很多，用电器就不能正常工作，有时还会损坏用电器。



图 6.4-3 有些地区电压不稳：在用电高峰时只能达到 150 V 左右，深夜时会升到 230 V 以上。为了保护电冰箱等用电器，有的家庭使用“稳压器”。把稳压器的输入端接在电源上，再把电冰箱等用电器插在稳压器的输出端，用电器就能得到比较稳定的电压。

短路

请你根据欧姆定律推测：在图 6.4-4 中，如果连接灯泡的导线两端直接粘连起来，会出现什么后果？

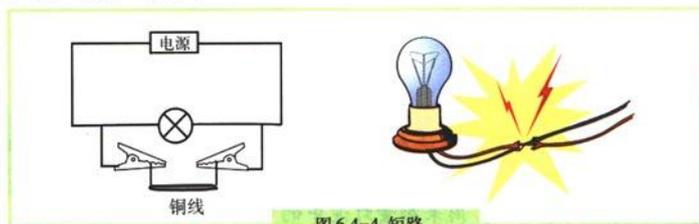


图 6.4-4 短路

由于导线的电阻远比灯泡的电阻小，所以通过它的电流会非常大。这样大的电流，电池或者其他电源都不能承受，电源会损坏；更为严重的是，因为电流太大，会使导线的温度升高，严重时有可能造成火灾。

由于某种原因，电路中不该相连的两点被直接连在一起的现象，叫做**短路 (short circuit)**。电源短路是十分危险的。



动手动脑学物理

1. 一条电炉电阻丝的电阻是 97Ω ，接在 220 V 的电压上，流过它的电流是多少？
2. 一个电熨斗的电阻是 $0.1 \text{ k}\Omega$ ，使用时流过的电流是 2.1 A ，加在电熨斗上的电压是多少？

22 | 第六章 欧姆定律

3. 某手电筒小灯泡两端的电压是 2.2 V ，用电流表测得流过的电流是 250 mA ，这个小灯泡的电阻是多少？

4. 如果不小心将电炉丝的两端碰在一起，接触位置的电阻约为 $1\ \Omega$ 。在 220 V 电路中，它的电流是多少？和第1题的结果比较，你有什么想法？

五 测量小灯泡的电阻

电流可以用电流表测量，电压可以用电压表测量；那么，用什么方法测量电阻呢？这里我们学习一个方法，即通过电流和电压的测量来间接地得知导体的电阻。



想想议议

测量到一个灯泡中的电流和它两端的电压后，怎样才能知道它的电阻？

你能设计一个电路，用来测量灯泡中的电流和它两端的电压吗？

在图6.5-1中，电流表和电压表分别用来测量通过灯泡的电流 I 和它两端的电压 U ，电路中的变阻器有什么作用呢？

实验中我们可以多测几组电流和电压的数据，分别算出相应的电阻 R ，进行比较。利用图6.5-1中的变阻器，可以改变流过电路的电流，这样就能多测几组数据。

请你根据变阻器的工作原理，设计实验操作步骤和记录数据的表格。实验中以下两点要特别注意。

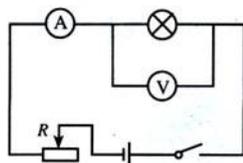


图 6.5-1 测量小灯泡的电阻

1. 调整变阻器之前要先想好, 朝哪个方向移动滑片时灯泡的电流变小, 闭合开关之前应该先调整变阻器的滑片, 使它处于使电路中电流最小的位置。

2. 每个小灯泡的金属灯口上都标着它的额定电压。接通电源后通过变阻器把电压调到额定电压, 测量时从额定电压开始逐次降低, 获得几组数据。

比较计算出的几个答案, 它们的大小相同吗? 你能看出其中的规律吗?



想想议议

电路闭合之前为什么要把变阻器调到使电路中电流最小的位置?

从设备安全的角度考虑, 测量时为什么要逐次降低电压而不是升高电压?



动手动脑学物理

1. 图6.5-2是一位同学为测量小灯泡的电阻而连的电路。他的连接有什么错误? 应该怎样纠正?

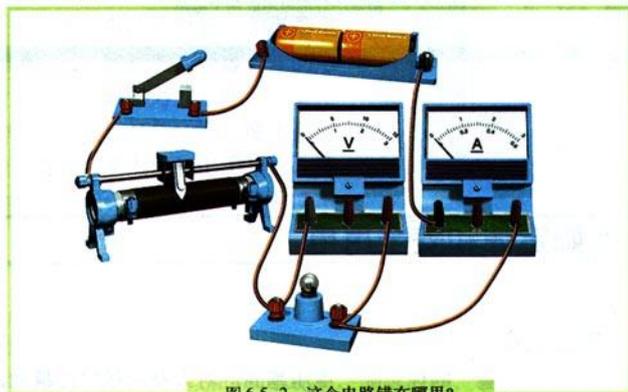


图 6.5-2 这个电路错在哪里?

24 第六章 欧姆定律

2. 下面是一位同学利用图6.5-1的电路测量小灯泡的电阻时得到的数据。请把表格填写完整。

	电流 I/A	电压 U/V	电阻 R/Ω
第一次测量	0.14	6	
第二次测量	0.13	5.5	
第三次测量	0.11	5	
电阻平均值	—	—	

3. 探究：如果第一次测量时灯泡两端的电压等于额定电压，以后几次测量时电压逐次降低，直到看不到灯泡发光，对比这样得出的几个电阻值，你能发现什么？尝试做出解释，然后设计实验证实（或否定）你的解释。

4. 画出图6.5-3甲、乙两个电路的电路图。两个电路都可以用来测量小灯泡的电阻。找来有关的器材，按图连接两个电路，测量通过小灯泡的电流、电压。用这两个电路测出的灯泡电阻相同吗？如果略有不同，尝试做出解释。

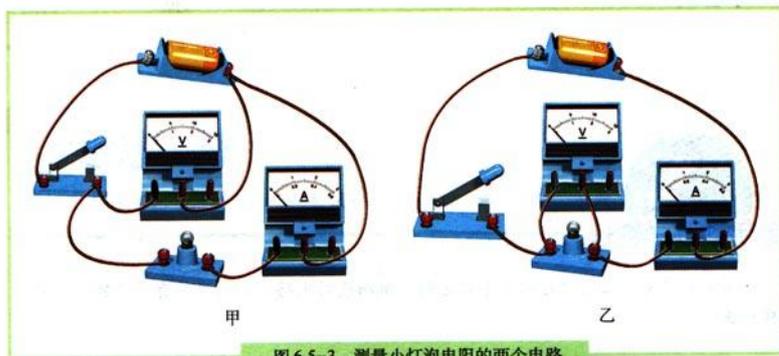


图 6.5-3 测量小灯泡电阻的两个电路

六 欧姆定律和安全用电

为什么电压越高越危险

你看到过“高压危险”的标志吧？电压越高，对人身危险性越大。干电

池的电压只有1.5 V，对人不会造成伤害；家庭照明电路的电压是220 V，就已经很危险了；高压输电线路的电压高达几万伏甚至几十万伏，即使不直接接触，也能使人致命。

为什么电压越高越危险？

欧姆定律告诉我们，导体中电流的大小跟加在这个导体两端的电压成正比。人体也是导体，电压越高，通过的电流越大，大到一定程度就有危险

了。经验证明，只有不高于36 V的电压才是安全的。家庭电路的电压是220 V，远远超出了安全电压，一旦发生触电，很可能有生命危险。

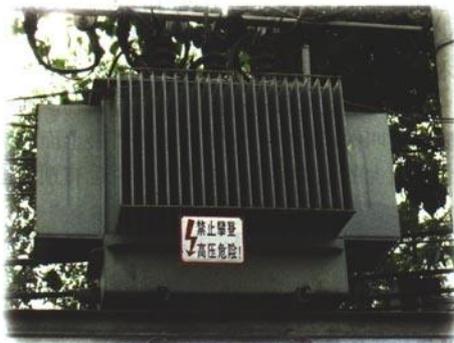


图 6.6-1 高压电很危险

为什么不能用湿手触摸电器

欧姆定律告诉我们， $I = \frac{U}{R}$ 。也就是说，在电压 U 一定的条件下，电阻 R 越小，产生的电流 I 越大。

对于人体来说，皮肤干燥的时候电阻大一些，潮湿的时候电阻就小一些。所以在发生触电事故的时候，如果带电体接触的是潮湿的皮肤，通过人体的电流会很大，很危险。另外，如果用湿手插拔插销、开关电灯等，极易使水流入插销和开关内，使人体和电源相连，造成危险，所以千万不要用湿手触摸电器。

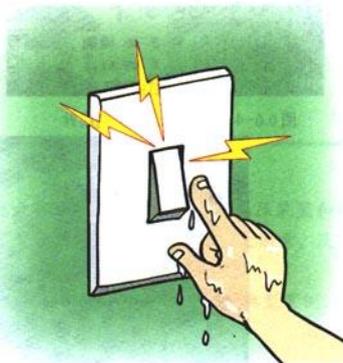


图 6.6-2 湿手触摸电器很危险

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

26 第六章 欧姆定律

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。高压输电铁塔最上面的两条导线也是用来防雷的。我国古代建筑上的龙角形铁制装饰物据说也有预防雷击的作用。

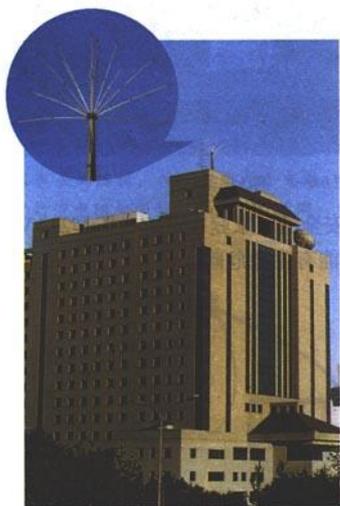


图 6.6-4 现代建筑上的避雷针

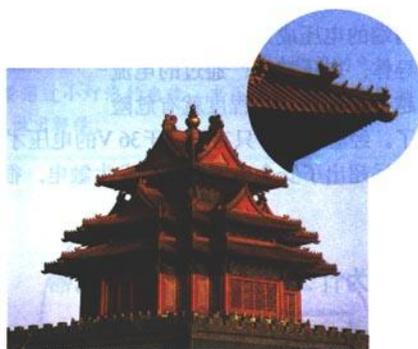


图 6.6-3 我国古代建筑上的龙角形铁制装饰物

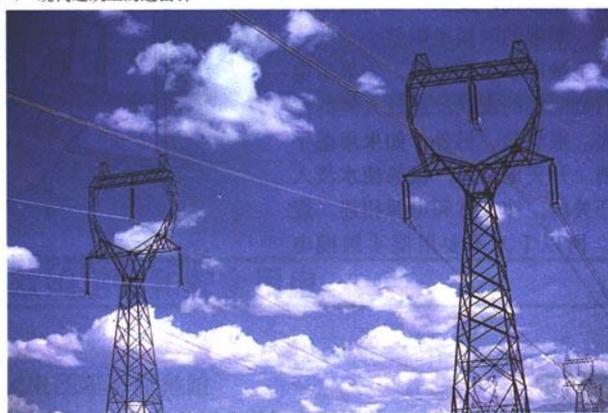


图 6.6-5 高压输电铁塔最上面有两条防雷的导线



下面是关于雷电灾害的一则剪报。

雷电害死5人 年检不可大意

记者赵茂忠报道 据了解,今年海南省雷暴初现日期偏早,进入5月份以后,天气炎热,雷暴频繁。今年以来全省共发生雷击事故25起,死亡5人,重伤3人,轻伤1人,击伤耕牛4头,击坏房屋4间,击毁一批变压器、电视机、计算机及通讯设备,直接经济损失50多万元。

今年5月4日,海南省琼山市东山镇某农户遭雷击,两人重伤,1人轻伤。5月5日,屯昌县中建农场1名退休女工在洗澡时被雷击身亡。

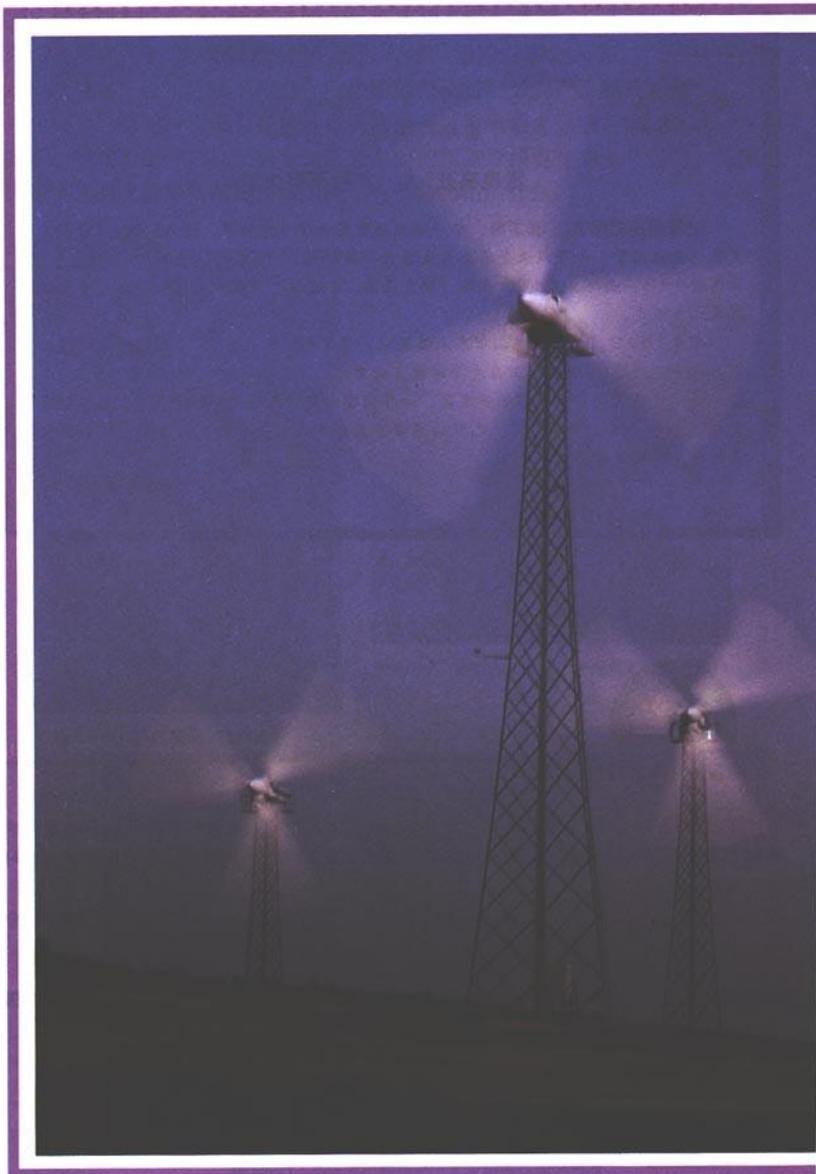
海南省属全国雷电灾害的多发区,每年因雷击伤亡人数达40至50人,直接经济损失超千万元。防雷专家建议,已有的避雷装置每年要做安全检测,及早发现和排除雷击隐患,以确保安全。

摘自《中国气象报》



动手动脑学物理

1. 观察家庭、学校、社区的供电电路,什么地方有可能发生短路? 街头高压装置和学校配电室是否安装了护栏等防护设施? 是否设立了警示牌? 如果有什么不安全因素,及时向有关部门提出建议。
2. 自己查找资料,列举古今中外由于雷击而造成人身伤亡和其他损失的典型事例,分析产生的原因,总结防雷的几条原则,写成短文,向同学们报告。



第七章 电功率

广袤的戈壁滩上气候多变,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曲气势磅礴的交响曲。

这些风车是干什么用的?它们只是把孩子们玩的风车放大,用来观光吗?不,这些风车是用来发电的。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,认真地思考。

阅读指导

学过本章以后,你就会明白以下问题。

一、电能

电能的单位是什么?怎样读电能表?

二、电功率

家用电器耗电的“瓦”数是什么意思?

三、测量小灯泡的电功率

怎样用电流表和电压表测量电功率?

四、电和热

什么情况下电流发热多?怎样利用电热?怎样防止电热?

五、电功率和安全用电

保险丝怎样“保险”?为什么用电器接得太多就会“烧保险”?

转变为热，能烧水、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我们……人造卫星展开太阳能电池板，把太阳能转变为电能提供给卫星上的用电器……

电能的单位

每个家庭都用电。我们使用的电主要是电网提供的，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，更常用的能量单位是焦耳(joule)，简称焦，符号是J。1千瓦时比1焦耳大得多：

$$1 \text{ kW}\cdot\text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

电能表

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7.1-3是一个电能表正面的照片。用电时，中间的铝质圆盘转动，上面的数字以千瓦时为单位来显示已经用去的电能。读数时要注意，最右边的一位是小数点后的数字，一般不读。

电能表有几个重要的参数应该注意：

- “220 V”是说这个电能表应该在220伏的电路中使用；

- “10(20) A”是说这个电能表的额定电流为10安，在短时间应用时电流允许大些，但不能超过20安；

- “50 Hz”是说这个电能表在50赫的交流电路中使用；

- “600 revs/ $\text{kW}\cdot\text{h}$ ”是说，接在这个电能表上的用电器，每消耗1千瓦时的电能，电能表上的转盘转过600转。



图 7.1-3 电能表



图 7.1-4 IC卡电能表

32 第七章 电功率

目前有一种IC卡电能表。用户买来IC卡后插入，电能表读取卡中的金额。一旦金额用完，电能表切断电路，这时需要到银行为IC卡储值，重新插入电能表。

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

电 功

电能转化为其他形式能的过程是做功(**work**)的过程，有多少电能发生了转化就说电流做了多少功。例如，电动机工作时，我们可以说电能转化成了动能，也可以说电流在做功；电炉工作时，可以说电能转化成了热，也可以说电流在做功……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。

通常用字母 W 代表功。功的单位和能量的单位一样，是焦耳，也可以用千瓦时。



1. 问问你的父母，你家每个月大约用多少电？你们那里每千瓦时的电费是多少钱？近年来你家每月的电费有什么变化？这些变化反映了什么？

2. 记下你家电能表今天的示数，和一周后的示数对比。根据当地电费标准，计算这一周内所应支付的电费。

3. 根据上题结果估算你家一年的用电量。假设生产的电能只供家庭使用，我国2000年的总发电量可以供应多少个家庭？

二 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,在使用一只普通灯泡时,铝盘转得慢,而使用电热水器时,铝盘转得快!原来铝盘转得快慢跟用电器有关!

什么是电功率

一只照明用的电灯泡上可以看到“220 V 25 W”这类的字样。其中,“220 V”当然说的是它的额定电压,那么,“25 W”是什么意思?

演 示

分别拿一只15 W和一只100 W的灯泡,接在电路上,比较电能表铝盘转动的快慢。



图 7.2-1 灯泡上的“25 W”字样是什么意思?

电能表铝盘走得快慢不同,表示用电器消耗电能的快慢不一样。

在物理学中,用**电功率(electric power)**表示消耗电能的快慢。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100 W、15 W,说的就是灯泡的电功率。

各种不同的用电器,电功率各不相同。翻开说明书可以看到“电功率”这样的参数。各种家用电器中,电热水器的电功率比较大,手电筒的电功率比较小。

工农业生产上的用电器,例如起重机上的电动机,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**W**的关系是

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

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一百万千瓦以上。

作为表示消耗能量快慢的物理量,一个用电器功率的大小等于它在1秒(1 s)^①内所消耗的电能。如果在“ t ”这么长的时间内消耗的电能(也

^①时间的单位有秒、分、小时,分别用“s”、“min”、“h”表示。

小数据

家用电器的电功率

空调	约 1 000 W
微波炉	约 1 000 W
电炉	约 1 000 W
电热水器	约 1 000 W
抽油烟机	约 800 W
吸尘器	约 800 W
电吹风机	约 500 W
电熨斗	约 500 W
洗衣机	约 500 W
电视机	约 200 W
电子计算机	约 200 W
电冰箱	约 100 W
电扇	约 100 W
手电筒	约 0.5 W
计算器	约 0.5 mW
电子表	约 0.01 mW

34 第七章 电功率

就是所做的电功)等于“ W ”，那么这个用电器的功率“ P ”就是

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

符号的意义及单位:

W ——电流做的功(消耗的电能)——焦耳(J)

t ——所用的时间——秒(s)

P ——用电器的功率——瓦特(W)

“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。

由于功率等于1秒内所消耗的能,也就是 $P = \frac{W}{t}$,把这个式子变形后得到 $W = Pt$, W 就是 t 这段时间用电器消耗的电能,式中 W 、 P 、 t 的单位依旧是焦、瓦、秒。

如果 P 和 t 的单位分别用千瓦、时,那么它们相乘之后,就得到电功的另一个单位——千瓦时(度)。1千瓦时是功率为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250 W,每天使用3 h,一个月用电多少千瓦时?(按30天计算)

解

$$P = 250 \text{ W} = 0.25 \text{ kW}$$

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

由 $P = \frac{W}{t}$ 变形,得

$$W = Pt$$

一个月内消耗的电能是

$$W = Pt = 0.25 \text{ kW} \times 90 \text{ h} = 22.5 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

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?

丽达 XQG50-88 洗衣机			
防触电保护类别 I类	额定洗涤容量	5kg	
额定电压 220V~	电源频率	50Hz	
洗涤功率 330W	甩干功率	650W	
水加热功率 1950W	最大工作电流	10A	
自来水压力 0.05 ≤ P ≤ 1MPa	重量	72 kg	
出厂日期:	规格: 型号: 2.88		
出厂编号:	970826253		
海尔梅洛尼(青岛)洗衣机有限公司			

图 7.2-2 多数用电器都有类似的铭牌,从中可以查到这个用电器的功率。大型电器的功率可以从说明书中查得。



一位电视记者在讲到某工厂上半年共节电5 000 kW·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?

怎样测量电功率

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。理论的分析证明,电功率 P 和电流 I 、电压 U 之间的关系是

$$P = IU$$

符号的意义及单位:

I ——电流——安培(A)

U ——电压——伏特(V)

P ——功率——瓦特(W)

从 $P = IU$ 这个关系可以看出,如果用电器的电压发生了变化,它消耗的功率就会改变。电灯、电炉等设备在额定电压下工作时的电功率,叫做**额定功率(rated power)**。



使用这个公式时,只有电流、电压的单位是安培、伏特时,所得功率的单位才是瓦特。

例题 某家庭用节能型日光灯的额定功率为11 W,使用时通过的电流是多少毫安?

解 由 $P = IU$ 可得

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

家庭电路的电压是220 V,所以通过这种日光灯的电流

$$I = \frac{P}{U} = \frac{11 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 0.05 \text{ A} = 50 \text{ mA}$$



图7.2-3 有一种节能型日光灯,很省电。例如,这支功率只有11 W的灯管,亮度相当于60 W的白炽灯。不过,另一种意见认为,这种灯的生产环节耗能多,而且寿命有限,综合地看,推广这种灯具未必能给全社会节约电能。



1. 有一种用于 220 V 电路中的节能灯，功率仅为 1 W，求通过它的电流。
2. 有的电气设备，从它的额定电流也能知道它的额定功率。查出你家电能表的额定电流值，推算一下，允许接在这个电能表上各种用电器额定功率总和的最大值是多少。
3. 观察你家的电能表，记录 1 min 的转数。这 1 min 里你家用了多少电能？这时你家用电的功率是多少？怎样用这种方法测量一个用电器的电功率？

三 测量小灯泡的电功率



参考上一章第五节“测量小灯泡的电阻”，你能设计一个方法来测出小灯泡的电功率吗？怎样计算？

- 我们用滑动变阻器进行控制，分别测量以下三种情况下小灯泡的实际功率。
- (1) 使小灯泡在额定电压(标在灯口上)下发光，测出小灯泡的功率。
 - (2) 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，测出它的功率。
 - (3) 使小灯泡两端的电压低于额定电压，观察小灯泡的亮度，测出它的功率。

• 设计实验

画出实验电路图。为了控制小灯泡的功率，滑动变阻器应该怎样和小灯泡连接？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，实验中电源电压应该是多少？用几节干电池串联？

实验中要测量哪些物理量？画出实验记录表。

● 进行实验

连接电路。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，选择合适的接线柱（电流表的最大读数选3 A 还是0.6 A？电压表选15 V 还是3 V?）。

接好电路后，同组的同学各检查一次，纠正错误，然后才能闭合开关。

● 分析和论证

怎样通过测量的数据计算灯泡的功率？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？

● 评估

反思一下，实验中最可能出现错误的是哪几个环节？在哪方面容易出现较大的误差？

在实验的设计、操作和分析的过程中，你发现了哪些新的问题？

● 交流

自己设计一个实验报告，写出这个实验的目的、所根据的原理、主要操作步骤、所得的结论、实验中发现的新问题……层次要分明，条理要清楚。

小组间进行交流。互相找出不完善的甚至错误的地方。对于发现的新问题，大家讨论可能的解决方法。



1. 图7.3-1是一位同学为测量小灯泡的功率所连的电路。画出他的电路图。他的电路有什么错误或不妥之处？应该怎样纠正？

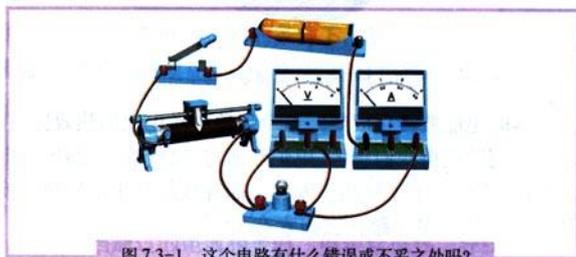


图7.3-1 这个电路有什么错误或不妥之处吗？

38 第七章 电功率

2. 一位同学做完测量小灯泡功率的实验后不慎把记录表弄脏,表中几个项目看不清了(下表中的空白),请你估算丢失的数据。

序号	灯泡两端的电压 U/V	流过灯泡的电流 I/A	灯泡消耗的功率 P/W
1	3.0	0.15	
2	2.0		1.2
3		0.20	0.48

四 电和热



图 7.4-1 使用这些电器时,热量是从哪里来的?

电流通过导体时电能要转化成热,这个现象叫做电流的热效应。在研究电流的热效应中,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?



想想做做

如图7.4-2,两个烧瓶中盛着等量的煤油,温度计显示煤油的温度。两瓶煤油中都浸泡着一段金属丝,烧瓶A中的金属丝是铜丝,电阻比较小,烧瓶B中的金属丝是镍铬合金丝,电阻比较大。

两瓶中的金属丝串联起来接到电源上。由于电路没有分支,通过两段金属丝的电流应该是相等的。

通电一定时间后,比较两瓶中煤油的温度变化。你看到的现象说明了什么?

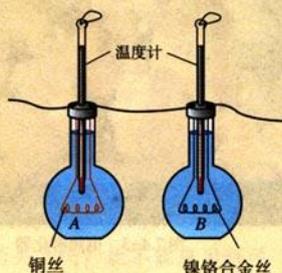


图7.4-2 两个烧瓶中煤油温度变化的快慢一样吗?

电流的热效应跟电阻大小的关系

实验表明,在电流相同的情况下,电阻越大,产生热量的功率越大。

这个问题也可以利用电功率和欧姆定律的知识从理论上回答。

电功率等于电流和电压的乘积,电压又等于电流和电阻的乘积,也就是

$$P = IU$$

$$U = IR$$

把第二个式子代入第一个式子,消去电压 U ,于是得到

$$P = I^2R$$

这个关系式表明,在电流相同的条件下,电能转化成热时的功率跟导体的电阻成正比。也就是说,在电流相同时,电阻较大的导体在一定时间内产生的热较多。

电炉通过导线接到电路中,当然流过导线的电流全部流过电炉丝,导线中的电流和电炉丝中的电流相等。但是,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百欧姆到上千欧姆。所以,当通过的电流相等时,电炉丝很热,导线的发热很小。



我们在说到两个物理量“成正比”、“成反比”的时候,一定要注意条件:关系式中其他物理量的大小不变。



图 7.4-3 电热孵化器

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，养鸡场的电孵化器，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。电动机

的外壳有很多翼状散热片，使用时与轴相连的扇叶还向散热片吹风，也是为了降温。

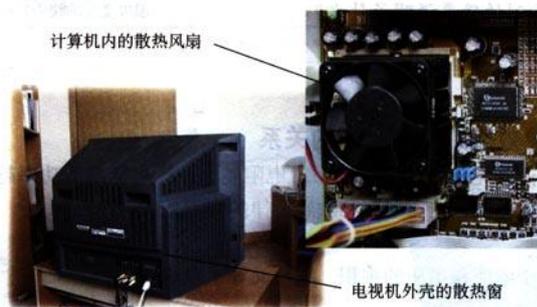


图 7.4-5 电视机和计算机都需要注意散热



动手动脑学物理

1. 生活中哪些电器利用电流的热效应为我们服务？我们采用什么办法把热量散发出来？哪些东西在通电时会发热，但我们并不希望它们发热？我们采用什么办法降低它的温度？关于这两方面的问题，你有什么改进意见？

2. 在家庭电路中，导线相互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？

五 电功率和安全用电



最近几年,我国城乡许多地区在进行供电线路的改造,改造的内容之一就是要把电线换成更粗的,电能表的额定电流换成更大的。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?

根据电功率和电流、电压的关系式 $P = IU$, 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它的电流, 注意不要让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, 否则容易烧坏保险丝, 甚至引起火灾。

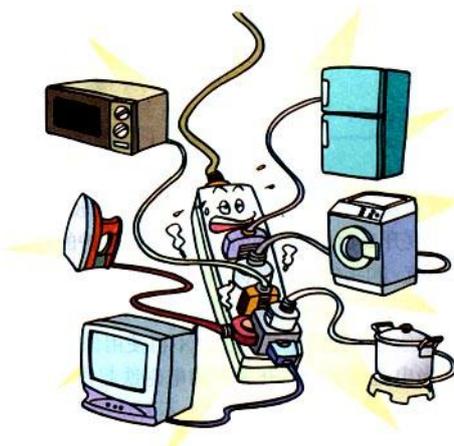


图 7.5-1 用电器的总功率过大, 容易发生火灾。

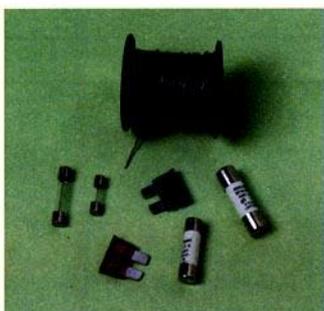


图 7.5-2 各种保险丝

保险丝

目前大部分家庭电路中都安装着保险盒，里面有保险丝。一些仪器的供电电路也有安在管中的保险丝。保险丝为什么能够“保险”？

演示

如图 7.5-3，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。移动变阻器的滑片，观察两段金属丝的变化。

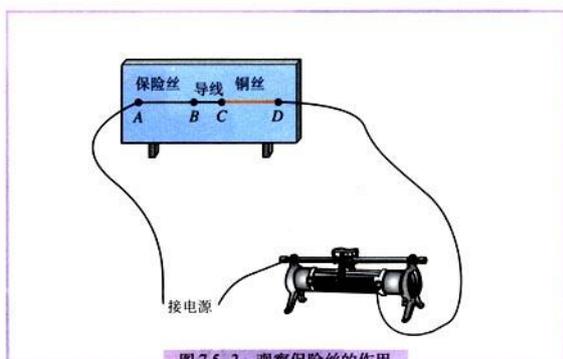


图 7.5-3 观察保险丝的作用

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，购买的时候要问清。保险管的额定电流写在管端的铜帽上。过粗的保险丝不能起到有效的保险作用，当然更不能用铜丝、铁丝代替保险丝。

新建楼房的供电线路已经不再使用保险丝，而用带有保险装置的空气开关代替。当电流过大时，开关中的电磁铁起作用，使开关断开，切断电路。

当电路被保险装置切断时，不要急于更换保险丝或使空气开关复位。要先找到发生故障的原因，排除之后再恢复供电。



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，他家的微波炉一开就“烧保险”。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？



动手动脑学物理

1. 在家庭照明电路中，若同时使用图7.5-1所示的家用电器，总的电功率大约是多少？干线电流大约是多少？自己查找所需的数据。
2. 统计你家所有用电器的功率，若同时用电，电能表是否超负荷？如果超负荷的话，你打算采取什么措施？为什么？
3. 观察自己家里的供电电路，看看保险装置安装在什么部位。是保险丝还是空气开关装置？你家是否发生过过载现象？保险装置是如何动作的？
4. 制作保险丝的材料为什么应该是熔点较低、电阻较大的？
5. 总结这几章中有关安全用电的科学知识，观察家庭、学校、社区的电气设备和输电线路，找出不安全因素，向有关部门提出书面或口头的建议。



第八章 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的关系。

阅读指导

学过本章以后，你就会明白以下问题。

一、磁场

什么是磁场？什么是磁感线？

二、电生磁

电流的周围是否有磁场？通电螺线管外部的磁场是什么样的？

三、电磁继电器 扬声器

怎样用小电流控制大电流、低电压控制高电压？扬声器是怎样工作的？

四、电动机

通电导体在磁场中的受力方向跟哪些因素有关？电动机的换向器有什么作用？电动机和人类生活有哪些联系？

五、磁生电

什么情况下磁能生电？什么是交流电？

一 磁场

公元843年，在水天一色的茫茫大海上，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。图8.1-1是一个罗盘。罗盘就是平常说的指南针，它是我国古代的四大发明之一。图8.1-2是我国早期的指南针——司南。公元1世纪初，东汉学者王充在《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。



图 8.1-1 罗盘

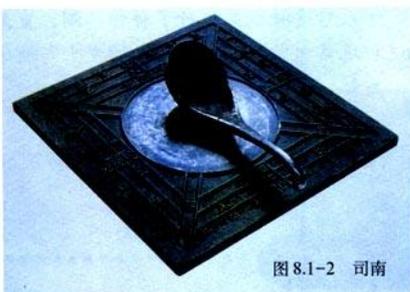


图 8.1-2 司南

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，指南针就是用磁针制作的。每一个磁针都是一个磁体。现在我们可以制成各种形状的磁体，它们都具有共同的性质。

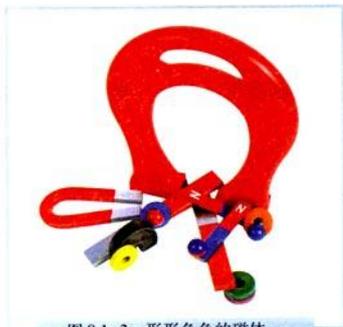
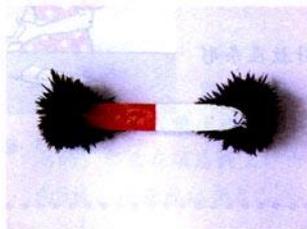


图 8.1-3 形形色色的磁体

磁体能够吸引钢铁一类的物质。它的两端吸引钢铁的能力最强(图8.1-4)，这两个部位叫做**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)**，又叫S极；指北的那个磁极叫做**北极(north pole)**，又叫N极。



图8.1-4的一组图表达了基本的磁现象，你能用最简单的话描述吗？
在空栏中给这些图的图注填上关键的字。



甲 磁体有____个磁极。



乙 异名磁极相互_____。



丙 同名磁极相互_____。

图8.1-4 你还记得这些实验吗？

磁 场

如果把磁针拿到一个磁体附近，它会发生偏转。看来，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，所以它是确实确实存在的。



如图8.1-5,一根条形磁体的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8.1-5 磁体的哪端是N极?

在条形磁体周围的不同地方,小磁针指示着不同的方向,条形磁体的磁场好像有些复杂。为了形象地描述磁场,在物理学中,把小磁针静止时北极所指的方向定为那点磁场的方向。如果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。

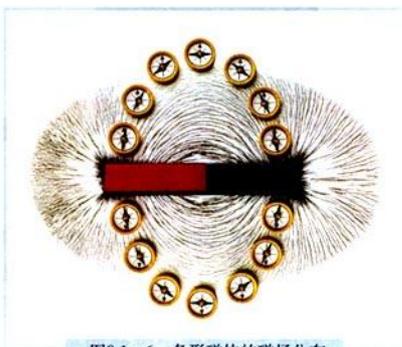


图8.1-6 条形磁体的磁场分布

演示 磁场的方向

在条形磁体的周围放置一些小磁针。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。

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8.1-7是用磁感线描述的条形磁体和蹄形磁体的磁场,从图上你能看出磁感线分布的一些规律吗?

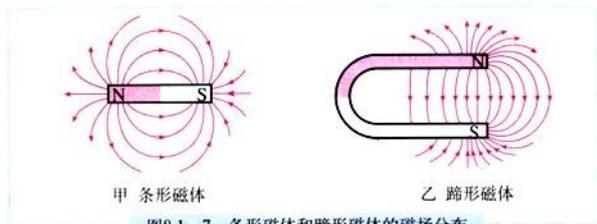


图8.1-7 条形磁体和蹄形磁体的磁场分布



既然可以用磁感线描述磁场，磁场又是有方向的，那么在磁感线上标出的箭头，应该从N极指向S极，还是应该相反？

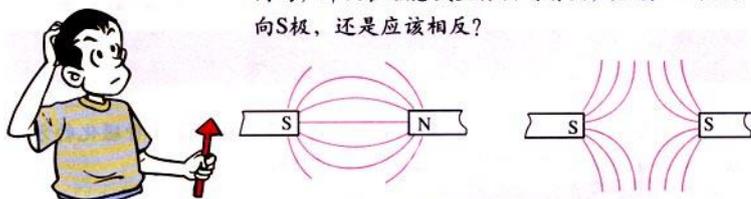


图8.1-8 磁感线上的箭头应该怎样标？

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，世界各地都是如此。这说明，地球周围存在着磁场——地磁场(geomagnetic field)。在地球表面及空中的不同位置测量地磁场的方向，画出的地磁场的磁感线，如图8.1-9所示。我们发现地磁场的形状跟条形磁体的磁场很相似。

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稍有偏离。世界上最早记述这一现象的人是我国宋代学者沈括(1031—1097)，这个发现比西方

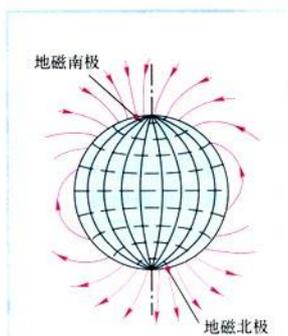


图8.1-9 地球是一个巨大的磁体

早了400多年。

地磁场究竟是怎样产生的，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。

磁化

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。你能磁化钢针吗？

探究

磁化钢针

找一根缝衣服用的钢针，试着将它磁化。你能找出多少种磁化的方法？与同学交流一下，怎样做可以使钢针获得较强的磁性？



1. 图8.1-10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。

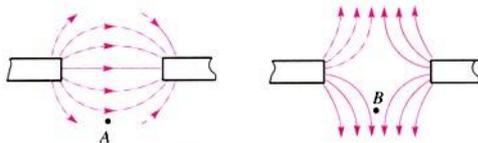


图8.1-10 标出磁极的名称和A、B两点的磁场方向

2. 观察图8.1-9，地球上指南针静止时N极所指的是地理的北方还是南方？你认为地球的磁北极位于地理北极附近还是地理南极附近？为什么？

3. 找来一些简单的材料，自制一个指南针。

找两根缝衣针、一个按钮、一只大头针和一块橡皮。用橡皮和大头针制作指南针的底座。使缝衣针磁化后，穿过按钮的两个孔，放在底座的针尖上，如图8.1-11。当你的指南针静止下来后，记住它的哪端指北。这一端是N极还是S极？

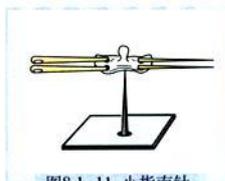


图8.1-11 小指南针

4. 磁体有广泛的应用，许多物体上都有磁体。你能列举一些应用磁体的实例吗？

在你的生活中能不能找到这样的情况：在什么地方装上一个磁体后，便会给你带来方便或者能提高工作的质量？把你的发现写下来，和同学们讨论。

科学世界

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，它能从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，却看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。这座小岛全长只有几千米，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。

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。

有人对鳗鲡进行了细致的观察，初步发现，鱼脑能对微弱的电磁场做出反应，地磁场是对鳗鲡提供信息的信息源。因此，美洲的鳗鲡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

二 电生磁

早在2 000多年前，我们的祖先就发现了磁现象，并且发明了指南针，为人类的航海事业做出了巨大的贡献。我们已经学了一些电现象。那么，电现象和磁现象之间有联系吗？

在历史上相当长的一段时间里，人们认为电和磁是互不相关的。到了19世纪初，一些哲学家和科学家意识到，各种自然现象之间存在着相互的联系，并进行了长期的探索。1820年，丹麦物理学家奥斯特(Oersted, 1777—1851)在课堂上做实验时偶然发现：当导线中通过电流时，它旁边的磁针发生了偏转。这个意外的现象引起了奥斯的极大兴趣，他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。

电流的磁效应

我们来重复奥斯特做过的实验，看看电和磁之间是怎样联系的。

演示 电流的磁效应

在磁针上面有一条直导线，当直导线接触电池通电时，你能看到什么现象？改变电流的方向，又能看到什么现象(图8.2-2)？



图8.2-1 导线通电时，磁针会动吗？

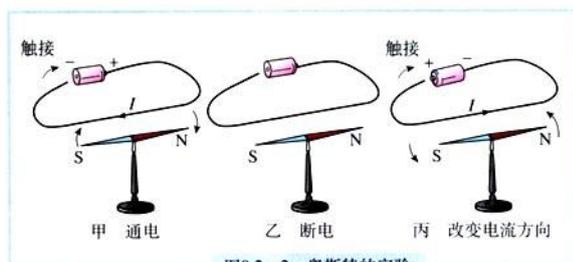


图8.2-2 奥斯特实验

通电导线的周围有磁场，磁场的方向跟电流的方向有关。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(solenoid, 也叫线圈, coil, 图8.2-3)**，各条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，那么，通电螺线管的磁场是什么样的？

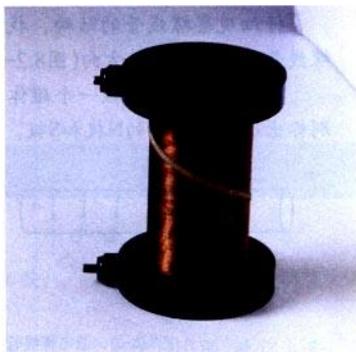


图8.2-3 一种螺线管

探究

通电螺线管的磁场是什么样的

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

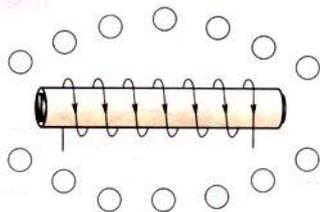


图8.2-4 根据实验现象画出小磁针的方向

按照图8.2-4布置器材。为使磁场加强, 可以在螺线管中插入一根铁心。把小磁针放到螺线管四周不同的位置, 在图上记录磁针北极的方向, 这个方向就是该点的磁场方向。

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8.2-5)。

把通电螺线管看做一个磁体, 根据你的实验结果, 在这两个图上分别标出通电螺线管的N极和S极。

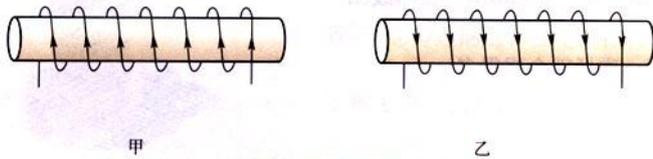


图8.2-5 通电螺线管有两种可能的电流方向

在你的图中, 通电螺线管的极性与电流方向之间有什么关系? 能不能想出一句话来概括这种普遍性的规律? 看看图8.2-6中蚂蚁和猴子是

怎么说的，也许会受到一些启示。

其他小组的结果和你的是否相同？如果不同，为什么？

?

蚂蚁沿着电流方向绕螺线管爬行，说：“N极就在我的左边。”

猴子用右手把一个大螺线管夹在腋下，说：“如果电流沿着我右臂所指的方向，N极就在我的前方。”

你能想出类似的语言来描述通电螺线管的电流方向与N极位置的关系吗？



图8.2-6 看看蚂蚁和猴子是怎么说的，也许会受到一些启示。

电磁铁

如果在通电螺线管中插入一根铁棒，就能吸起更多曲别针，这表明铁心能使螺线管的磁场增强。通电的螺线管和它里面的铁心就构成了一个**电磁铁** (electromagnet)。我们也来制作一个电磁铁。

探究

研究电磁铁

1. 制作电磁铁

器材：两个相同的大铁钉，一些漆包线，以及开关、电源、滑动变阻器、一些曲别针和电流表。

制作：在一个铁钉上用漆包线绕50圈，另一个上绕100圈(铁钉上要垫纸，免得碰破漆皮)。这就是匝数不同的两个电磁铁。

设计电路：怎样把电磁铁连到电路里？滑动变阻器、电流表应该怎

样跟电源、电磁铁连接？画出电路图。

试用电磁铁：按电路图连接电路，试着用电磁铁吸引曲别针。

2. 研究影响电磁铁磁性强弱的因素

电磁铁的磁性强弱跟什么因素有关？

可能跟电流的强弱有关，可能跟线圈的圈数有关，还可能……

怎样判断磁性的强弱？在下面写出你的办法。

怎样改变电流的强弱？怎样对不同圈数的电磁铁进行比较？怎样……

在下面写出你的办法。

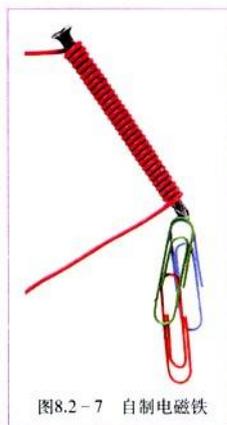


图8.2-7 自制电磁铁

按照你的计划做实验吧。

结论：采取下面的措施可以使电磁铁的磁性更强。

- (1)
- (2)

……



图8.2-8 电磁起重机

电磁铁在实际中的用途很多，最直接的应用之一是电磁起重机。把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，把钢铁放下。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。



1.图8.2-9是牵牛花茎的照片。观察自然界中缠绕植物的茎和攀援植物的卷须，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？

2.1820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。

3.找一找，想一想，生活中什么地方用到了电磁铁？在什么地方用上电磁铁能使生活更方便？



图8.2-9 牵牛花的茎

科学世界

磁悬浮列车

列车运行的阻力有一大部分来自车轮与轨道之间的摩擦力。如果能使列车从铁轨上“浮”起来，就可以避免这种摩擦力，从而大幅度提高列车速度。

一种磁悬浮列车的车厢和铁轨上分别安放磁体，使它们的同名磁极相对。由于“同名磁极相斥”，列车就能离开地面，在距铁轨上方几厘米的高度上飞驰。磁悬浮列车用的磁体大多是通有强大电流的电磁铁。

磁悬浮列车消除了车体与轨道之



图8.2-10 磁体之间的斥力使列车悬浮在空中

间的摩擦，所以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、动力消耗少、稳定性高。目前许多国家都在进行磁悬浮列车的研制。我国在2002年将建设成都市区至青城山的试验线路；北京东直门至首都机场的营运性磁悬浮铁路也在规划之中，上海市龙阳路至浦东机场的磁悬浮铁路已进入实施阶段。人们盼望已久的“疾驶如飞”的日子就要到来了。

三 电磁继电器 扬声器

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，难道强大电流就是在按钮下面流过的？不，用手直接控制强大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。

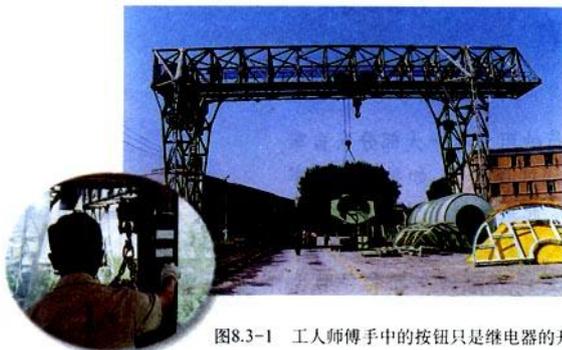


图8.3-1 工人师傅手中的按钮只是继电器的开关

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。

电磁继电器的结构如图8.3-2所示，由电磁铁、衔铁、簧片、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。

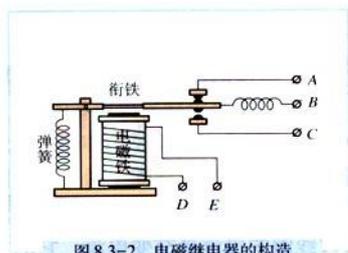


图8.3-2 电磁继电器的构造



图8.3-3 一种电磁继电器

当较小的电流经过接线柱 D 、 E 流入线圈时，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 两个触点间的电路控制，这样人们就可以安全方便地操纵大型机械了。



1. 阅读电磁继电器的说明书

说明书上有哪些是能看懂的？有哪些还不明白？这些不明白的陈述大致讲的是哪一方面的问题？

你觉得说明书上最重要的是哪几条？

假如说明书上写着“线圈额定电压直流 6V ”、“被控制电压 220V 、电流 1A ”，讲的是什么意思？

你从说明书上得到了哪些有用的知识？

2. 观察电磁继电器

对照图8.3-2认识电磁继电器上的几个接线端的位置。

用手轻触衔铁，观察 B 、 C 之间是通过哪个触点接通的。

实际的继电器还有两个触点，当电磁铁不通电时它们是连接在一起的，而当通电时它们断开。找到这两个触点。

3. 使用电磁继电器

(1) 把继电器线圈通过开关接到电源上，组成控制电路。观察通电和断电时继电器的动作情况。注意通电时哪两个触点相连，断电时哪两个触点相连。

(2) 再用另外一个电源和小灯泡组成工作电路，使继电器通电时小灯泡亮，断电时小灯泡灭。

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。每天我们能听到扬声器发出的悠扬声音。那么,扬声器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。图8.3-4右图是扬声器构造示意图,它主要由固定的永久磁体、线圈和锥形纸盆构成。当线圈中通过图中所示的电流时,线圈受到磁铁的吸引向左运动;当线圈中通过相反方向的电流时,线圈受到磁铁的排斥向右运动。由于通过线圈的电流是交变电流,它的方向不断变化,线圈就不断地来回振动,带动纸盆也来回振动,于是扬声器就发出了声音。



图8.3-4 扬声器



1.图8.3-5是一种水位自动报警器的原理图。水位没有到达金属块A时,绿灯亮;水位到达金属块A时,红灯亮。说明它的工作原理。注意:纯净的水是不导电的,但一般的水都能导电。

2.图8.3-6是一种温度自动报警器的原理图。制作水银温度计插入一段金属丝,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。

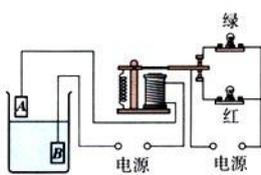


图8.3-5 水位自动报警器

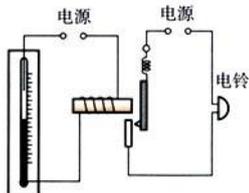


图8.3-6 温度自动报警器

3.图8.3-7是直流电铃的原理图。衔铁B与弹性片A相连。接通电源后电磁铁吸引衔铁，敲击铃碗发声，但同时衔铁与螺钉分离……弄懂原理后，请在图8.3-2所示的继电器上连接几条导线，它就成了一个电铃。这样的电铃没有铃碗，通常叫做蜂鸣器。

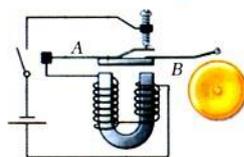


图8.3-7 电铃

四 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。电动机已经深入到现代社会生活的各个角落。

给电动机通电，它能够转动。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。通电的螺线管有磁性，像一个磁体，有N极和S极。这是不是意味着，通电导线也会受到磁场的作用力？

演示

如图8.4-1，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。

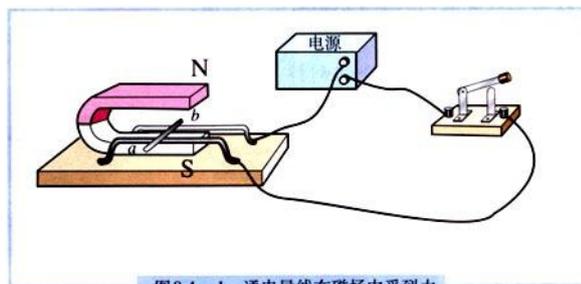


图8.4-1 通电导线在磁场中受到力

62 第八章 电与磁

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。

?
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？

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。

如果把一个通有电流的线框放到磁场中，它会怎样运动？

演 示

如图8.4-2，把线框放在磁场里，接通电源，让电流通过，观察它的运动。

利用上面的现象，我们可以让线圈在磁场中转动起来，试试看！

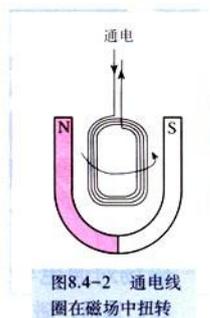


图8.4-2 通电线圈在磁场中扭转

探 究

让线圈转起来!

把一段漆包线绕成约 $3\text{cm} \times 2\text{cm}$ 的矩形线圈，漆包线在线圈的两端各伸出约 3cm 。然后，用小刀刮两端引线的漆皮，一端全部刮掉(图8.4-3甲)，另一端只刮上半周或下半周(图8.4-3乙)。

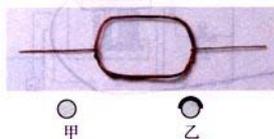


图 8.4-3 小小电动机的线圈

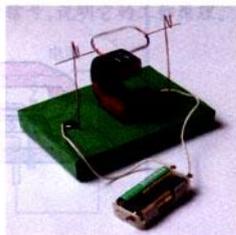


图 8.4-4 小小电动机

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，磁铁放在线圈下。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8.4-4)!

电动机的基本构造

观察电动机，可以看到它由两部分组成：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。

在上面的探究活动中，我们使线圈转起来了。那么，线圈为什么能不停地转动呢？

演 示

如图8.4-5，使线圈位于磁体两磁极间的磁场中。

1. 使线圈静止在图乙位置上，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、方向却相反的原因。这个位置是线圈的平衡位置。

2. 使线圈静止在图甲位置上，闭合开关，线圈受力沿顺时针方向转动，能靠惯性越过平衡位置，但不能继续转下去，最后要返回平衡位置。为什么会返回呢？

3. 使线圈静止在图丙位置上，这是刚才线圈冲过平衡位置以后所到达的地方。闭合开关，线圈向逆时针方向转动，说明线圈在这个位置所受力是阻碍它沿顺时针方向转动的。

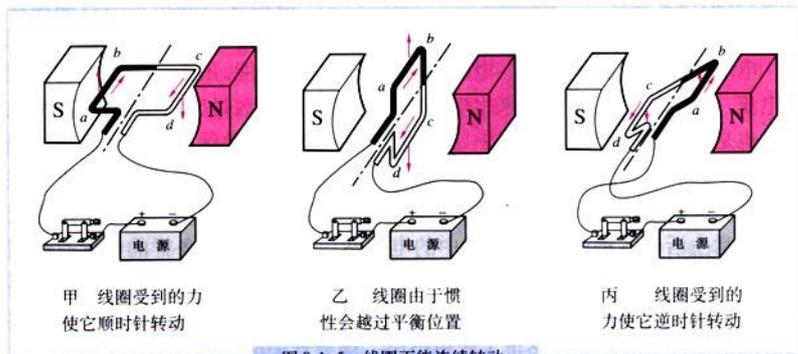


图 8.4-5 线圈不能连续转动

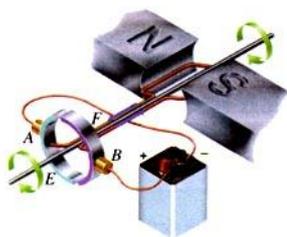


图8.4-6 换向器



图8.4-7 实际的直流电动机的转子

线圈不能连续转动，是因为线圈越过了平衡位置以后，它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，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？

在前面的探究中，我们采用刮去引线漆皮的办法，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，来停止给线圈供电。这样，线圈每转一周，只有半周获得动力。如果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。

实际的直流电动机是通过换向器来实现这项功能的。

换向器的构造如图8.4-6，两个铜半环E和F跟线圈两端相连，它们彼此绝缘，并随线圈一起转动。A和B是电刷，它们跟半环接触，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，线圈就可以不停地转动下去了。

实际的直流电动机都有多个线圈，每个线圈都接在一对换向片上。有的直流电动机还用电磁铁来产生强磁场。

生活中的电动机

电动机通电时转子转动，电能转化为机械运动的能。由于电网供给的是交流电流，电风扇、洗衣机等家用电器中的电动机，多数是交流电动机。交流电动机也是靠着通电导体在磁场中所受的力来运转的。电动玩具、录音机等小型电器则多数使用直流电动机。

电动机结构简单、控制方便、体积小、效率高、功率可大可小，广泛地应用在日常生活和各种产业中。农村中的电灌站、工厂中各式各样的机床，都离不开电动机。电车、电力机车都是以电动机为动力的交通工具，由于电动机不会像内燃机那样造成环境污染，应该提倡用电做动力。由太阳能或蓄电池提供能源的电动汽车的研究已经进入实用阶段。随着技术的发展和社会的进步，电

动机和人类的关系将越来越密切。



动手动脑学物理

1. 设计一个电路，使直流电动机在人的操作下既能正转，也能反转。电动机的符号是 $\text{—}\text{M}\text{—}$ 。
2. 调查一下身边什么场合用到了电动机，尽可能记录下它们的额定电压、额定功率，最好还要了解一下它们是直流电动机还是交流电动机。

五 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？英国物理学家法拉第经过10年的探索，在1831年取得突破，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



法拉第 (Michael Faraday, 1791—1867)

英国物理学家，化学家。曾当过装订书籍的学徒，工余苦读。

在1821—1831年间，法拉第进行了一系列实验，发现了电磁感应现象。后来J.C.麦克斯韦在此基础上推导出一组方程，成为现代电磁理论的基础。

法拉第在1860—1861年间的演讲，由W.克鲁克斯汇集成科普读物，题为《蜡烛的故事》。

法拉第专心从事科学研究，许多大学欲赠名誉学位，均遭婉拒，也谢绝封爵。

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，是发电厂从发电机中产生的，还要经过远距离的传输，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，发电机都是最重要的电源。发电机是把机械能转化为电能的装置，那么发电机是如何发电的？

什么情况下磁能生电

奥斯特的实验表明，电流的周围存在着磁场。既然电可以生磁，那么磁很可能也会生电。

探究

什么情况下磁可以生电

什么情况下磁场中的导线中能够产生电流？

如图8.5-1，在蹄形磁体的磁场中放置一根导线，导线的两端跟电流表连接。

导线跟电流表组成了闭合电路。怎样才能使电路中产生电流？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；

……

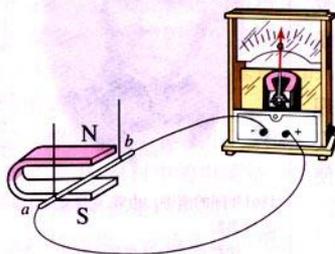


图8.5-1 什么情况下导体在磁场中能够产生电流？

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。如果把磁感线想像成一根根实实在在的线，把导线想像成一把刀，表达起来可能会方便些。

由于导体在磁场中运动而产生电流的现象，是一种**电磁感应**(electromagnetic induction)现象，产生的电流叫做**感应电流**(induction current)。

发电机

发电机怎样发电呢？

图8.5-3是实验室用的手摇发电机的照片。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。

其实，图8.5-2就是一个最简单的发电装置的示意图。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



图 8.5-2 导线在磁场中怎样运动才能产生感应电流？

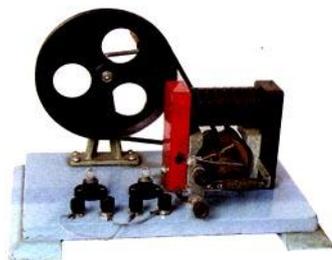


图8.5-3 手摇发电机

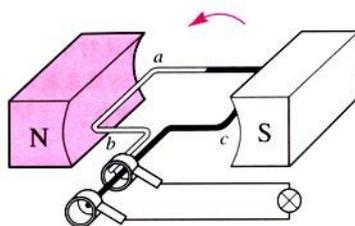


图8.5-4 交流发电机的原理

68 第八章 电与磁

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(alternative current)**,简称**交流(AC)**。

在交变电流中,电流在每秒内周期性变化的次数叫做**频率(frequency)**。频率的单位是**赫兹(hertz)**,简称**赫**,符号为**Hz**。我国电网以交流供电,频率为50 Hz。

在发电机中,用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8.5-4)。



图8.5-5 现代水力发电厂中的发电机组。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。



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. 检验交流发电机电流方向的变化

请老师在发电机和小灯泡的电路里串联一个电流表,慢慢转动线圈,观察电流表指针的摆动。指针从一侧摆到另一侧再摆回来算是摆动了一次,它摆动的次数和线圈转动的次数有什么关系?

3. 体验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。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,还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、汽轮机机械的带动,把燃料中的化学能或者水库中水流的动能转化为电能。



1.手摇发电机的电能从哪里来?又到哪里去?尽可能细地思考能量的来源和它的去向,画出方框图来。

2.电池产生的电流方向不变,称为直流(DC)。观察手摇发电机灯泡的亮度与手电筒灯泡的亮度,能看出它们有什么不同吗?

3.当你唱卡拉OK时,要用到话筒(麦克风)。话筒的种类很多,图8.5-6是动圈式话筒构造示意图。当你对着话筒说话或唱歌时,产生的声音使膜片_____,与膜片相连的线圈也跟着一起_____,线圈在磁场中的这种运动,能产生随着声音的变化而变化的_____,经放大后,通过扬声器还原成声音。

4.除了发电厂有发电机以外,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?



图 8.5-6 话筒



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。

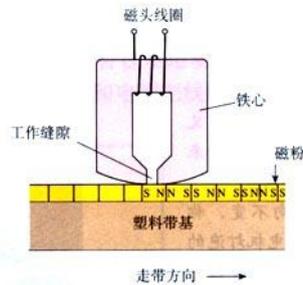


图 8.5-7 录音磁头的工作原理

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8.5-7)。



图 8.5-8 利用磁性材料记录信息的产品



图 8.5-9 磁卡取款机(ATM)

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。磁记录技术提高了工作效率，给生活带来了很大的方便。

读过上面的文字，你能回答下面的问题吗？

1. 磁带上的什么物质记录了声音、图像等信息？
2. 录音机在把声信号变成磁信号的过程中，要先把声信号变成什么信号？
3. 录音机怎样把磁信号变成声信号？
4. 观察磁带、磁卡，找出涂有磁性物质的部位。

分组收集资料：人类在使用磁带录音之前，是用什么方法记录声信号的？写出小论文，在全班交流。



第九章 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？

阅读指导

学过本章以后，你就会明白以下问题。

一、现代顺风耳——电话

电话是怎样工作的？电话交换机有什么用处？

二、电磁波的海洋

电磁波是怎样产生和传播的？电磁波的波长、频率和波速有什么关系？

三、广播、电视和移动通信

无线电广播和电视的工作过程是怎样的？移动电话是如何工作的？

四、越来越宽的信息之路

微波通信为什么需要中继站？为什么要用卫星通信？光纤为什么能传送大量信息？什么是网络通信？



古代人、近代人、现代人各用什么方法传递信息？

一 现代顺风耳——电话

在我国古代曾经流传着“顺风耳”的神话传说，它反映了人们想要冲破空间和时间的阻隔，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。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9.1-1 1892年，贝尔在纽约至芝加哥的电话线路开通仪式上。



听筒把变化的电流变成声音

话筒把声音信号变成变化的电流

图9.1-2 电话

电流把信息传到远方

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。

老式话筒中有一个装着碳粒的小盒子。当你对着话筒讲话时，膜片时紧时松地压迫碳粒，它们的电阻随之发生改变，流过碳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(图9.1-3)。现在,除了碳粒话筒外,还有其他许多种类的话筒,它们都能把声信号变成电信号。



图 9.1-3 话筒和听筒

听筒内有一个磁铁,磁铁上绕着线圈(图9.1-3)。磁铁吸引一块薄铁膜片,传入听筒的电流流过线圈。由于电流的不断变化,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。现在也有不同种类的听筒,它们都能把电信号变成声信号。

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,而且话机太多时根本做不到。



想想议议

一个地区有5部电话,如果一部话机只能固定地同另一部话机接通,要使这5部话机中的任意两部都能互相通话,要架设多少对电话线?在图9.1-4甲中把电话线画出来。你能否想出一个办法,要尽量减少线路的数量,但仍能保证5部电话中的任意两部可以相互通话?在图9.1-4乙中把

电话线画出来。

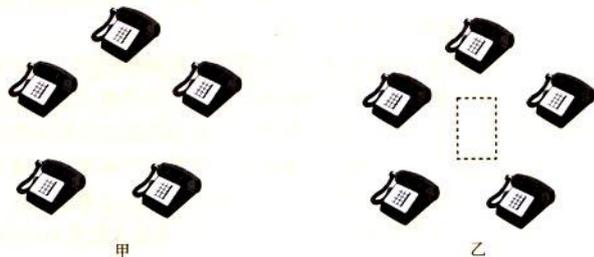


图 9.1-4 怎样才能减少电话线的数量?

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

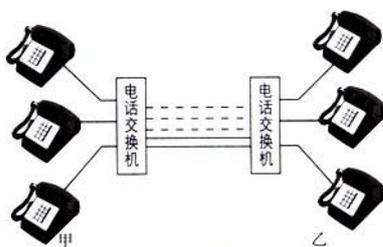


图 9.1-5 电话交换机工作示意图



图 9.1-6 程控电话交换机和操作台

要通话的两部电话接通，通话完毕再将线路拆开。

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(图9.1-5)。

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拆线的,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。此外,程控电话还有许多功能,如“来电显示”、“缩位拨号”、“遇忙回叫”、“转移呼叫”、“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。

模拟通信和数字通信

电话分模拟和数字两种。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(analog signal)**,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9.1-7和图9.1-8)。像这样用不同符号的不同组合表示的信号,叫做**数字信号(digital signal)**,这种通信方式叫做数字通信。

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。

1	· - - - -	A	· -
2	· · - - -	B	· - · -
3	· · · - -	C	- - · - ·
4	· · · · -	D	- - · - · -
5	· · · · ·		· - · - · -
6	- · - · -		· - · - · -
7	- · - · -		· - · - · -
8	- · - - -		· - · - · -
9	- - - - -		· - · - · -
0	- - - - -		· - · - · -

图9.1-7 莫尔斯电码。点和划的不同组合代表不同的数字和字母。

.....				
哈0761	骸7546	孩1326	海3189	氮8640
亥0075	害1364	骇7480	酣6799	憨2003
邯6725	韩7281	含0698	涵3211	寒1383
函0428	喊0815	罕4988	翰5060	撼2338
捍2194	旱2487	憾2013	悍1880	焊3549
汗3063	汉3352	夯1137	杭2635	航5300
.....				

图9.1-8 汉字电报码



想想做做

数字通信是一种既现代又古老的通信方式，同学们可以分成几组，每组独立设计出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。

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，只是在交换机和你家之间的一两千米距离上，还在使用模拟信号^①。现在，用数字信号传输电视节目技术也已经成熟，不久也将进入千家万户^②。



动手动脑学物理

1. 电话的发展日新月异，说一说，你所知道的电话种类和用途。
2. 用一对较长的导线把两只高阻耳机(请老师帮助选择)连起来，对着一只耳机说话，在另一只耳机里就能听到说话声。这就是最简单的电话。找来有关材料，自己制作一个电话。
3. 通过查书、向有经验的人学习等各种途径，了解程控电话的一两项新功能，例如来电显示、三方通话等。要使用这些功能，需要到电信局办理哪些手续？如果可能，试一试。
4. 许多保密的通信使用特殊的密码。设计密码的工作其实不很复杂，你可以自己设计一套密码(不用图9.1-7、图9.1-8那样的规则)，跟你的朋友互通信息。试试看！

^① 在一些城市，电信局的ISDN业务和ADSL业务已经能把数字信号送到用户的家里了。

^② 目前市场上所称的“数字电视机”，只是在机器内应用了一些数字电路。只有电视台用数字信号传输的电视才是真正的数字电视。

二 电磁波的海洋

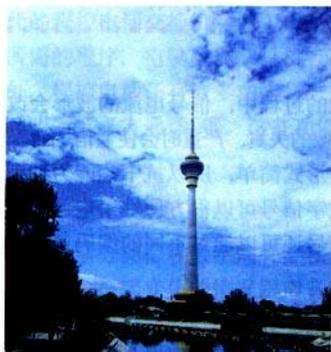


图9.2-1 高高耸立的中央电视塔上的天线

当你打开收音机，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。

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？

!
这个实验对电池有损害，最好用廉价电池来做。

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。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，使它们时断时续地接触(图9.2-2)。从收音机里能听到什么？

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电磁波。在广播电台、电视台以及移动电话里面，发射电磁波的

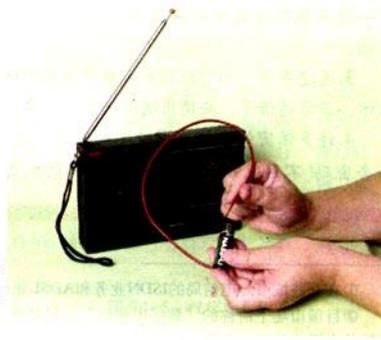


图9.2-2 时断时续的电流能够产生电磁波

机器靠复杂的电子线路来产生迅速变化的电流。虽然电磁波看不见、摸不到，但电磁波确实可以给我们传递各种信息。

电磁波是怎样传播的

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

把无线寻呼机放在真空罩中，打电话请寻呼台呼叫。寻呼机能够收到呼叫信号吗？

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 ，它等于波长 λ 和频率 f 的乘积：

$$c = \lambda f$$

真空中电磁波传播的速度 c ——大约30万千米每秒，是宇宙间物质运动的最快速度。 c 是物理学中一个十分重要的常数，目前公认的数值是

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

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，所以常用的单位是千赫(kHz)和兆赫(MHz)。

电磁波是个大家族，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。

电磁波的传播速度是不是看起来很熟悉？你由此产生了什么联想？

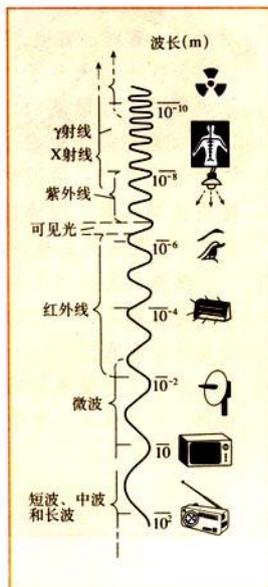


图 9.2-3

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，就是用电磁波来加热食品的。微波炉内有很强的电磁波，因为这种波长很短，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，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，因为微波能在金属中产生强大的电流，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网，这样就能保证电磁波的泄露不会超过允许值。

你家里有微波炉吗？如果有，看一看它的说明书，向同学介绍它的容积、耗电量大小等数据。它的加热温度和加热时间是由人工控制的还是程序控制的？

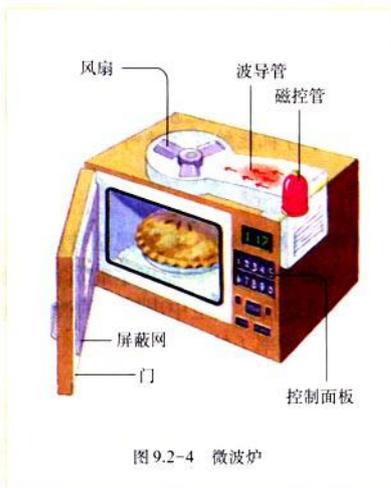


图 9.2-4 微波炉



1. 某调频立体声广播的频率是97.4 MHz, 它的波长是多少?
2. 找一台多波段的收音机, 仔细观察选台的指示盘, 看看根据它上面的数据能不能算出电磁波的传播速度。
3. 现在有一种叫做“隐形飞机”的军用飞机, 雷达不能发现它。根据雷达的工作原理想一想, 隐形飞机的形状应该有什么特征? 机身的材料应该有什么特性? 查查报纸杂志, 丰富你的知识, 并向同学们介绍。

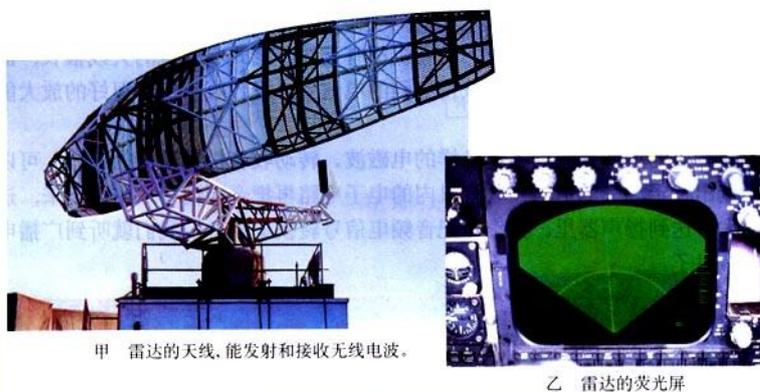


图9.2-5 雷达。雷达把短暂的无线电脉冲发射出去, 然后根据反射波的方向和延迟的时间判断目标的方位和距离。

4. 用一个二极管、一个耳机, 就能制作一台最简单的收音机, 接收空中的无线电波(图9.2-6)。

把一条四五米长的导线架在三四米高的空中就是天线, 把另一条导线连接在大铁钉上, 插入潮湿的土壤中作为地线。耳机要用“高阻抗”的, 可以请老师帮助你选择。快来做一做吧。

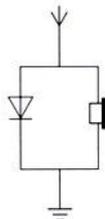


图9.2-6 最简单的收音机

三 广播 电视和移动通信

我们几乎每天都要听广播、看电视，那些图像和声音是怎样传过来的？

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磁波（载波）上，再通过天线发射到空中。

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，而且还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。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，我们就听到广播电台的节目了。

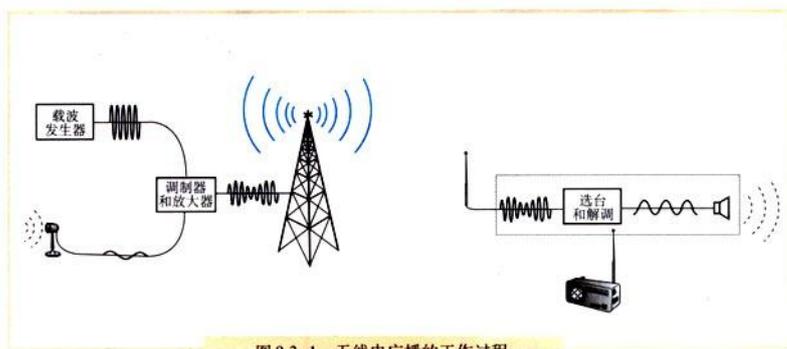


图 9.3-1 无线电广播的工作过程

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电磁波上，通过发射天线发射到空中。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，由显像管把它还原成图像。



图 9.3-2 学校的电视演播室

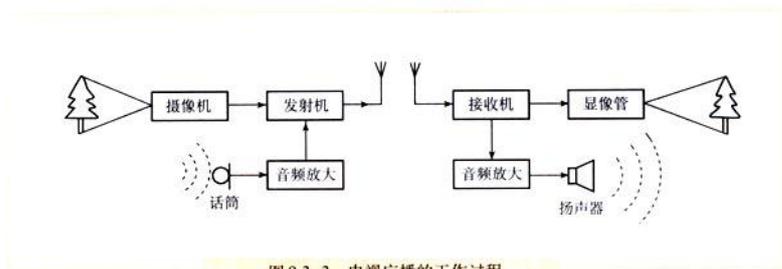


图 9.3-3 电视广播的工作过程

移动电话

在商店里、大街上，你一定看到过有人用手持移动电话跟别人通话。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



图 9.3-4 移动电话的工作方式



图9.3-5 基地台的天线



图 9.3-6 无绳电话

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：在你讲话的时候，它用电磁波把信息发射到空中；同时它又能在空中捕获电磁波，得到对方讲话的信息。移动电话可以使你很方便地跟朋友通话，无论你的朋友就在附近，还是远在别的国家。

手持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可以看到移动通信基地台的天线。

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

科学世界

音频、视频、射频和频道

由声音变成的电信号，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(audio frequency)**信号；由图像变成的电信号，它的

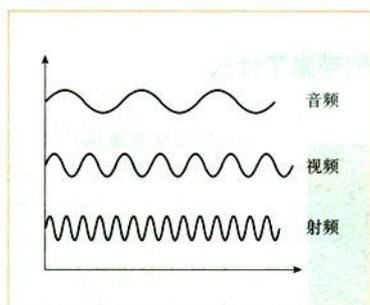


图 9.3-7 音频、视频和射频的比较(示意)



图9.3-8 录像机后面的插孔都是做什么用的?

频率在几赫到几兆赫之间，叫做**视频(video frequency)**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，需要把它们加载到具有更好的发射能力的电流上，才能发射到天空中，这种电流的频率更高，这种更高频率的电流叫做**射频(radio-frequency)**电流。

观看VCD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VCD机送来的音频、视频信号接到电视机上标着A、V字母的插口上。

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。

频道号	1	2	……	6	……	68
频率范围 /MHz	48.5 - 56.5	56.5 - 64.5	……	167 - 175	……	950 - 958



电视给我们带来了什么



图9.3-9 等离子体显示屏可以甩掉显像管的长尾巴，电视机就可以挂在墙上了！

从1929年英国广播公司开始首次播放电视节目至今，电视技术有了很大的发展。黑白电视发展到彩色电视；电视的频道已经发展到几十个。各种型号、不同尺寸的电视满足了人们的不同需要。小的有手表电视，大的有大屏幕电视；双屏幕电视上可以同时看两个电视台的节目；戴上特制的眼镜后可以在立体电视机上看到立体图像；等离子体显示屏甩掉了厚厚的机箱，可以做得像书本一样薄；高清晰度电视的图像能与胶片拍出的电影相媲美……

由于电视，地球“变小”了，如今真的可以做到“秀才不出门，全知天下事”……电

视已经彻底改变了我们的生活。

但是，也有人抱怨：电视占用了孩子的大部分课余时间，影响了他们的健康发展；电视让人饭后坐在那里一动不动，增加了患病的可能；电视减少了家庭成员之间的交流，影响了家庭关系；电视让罪犯学到了别人的犯罪方法，使破案更难……

电视给我们带来了什么？请你发表自己的意见。



1. 阅读电视机的说明书, 然后在你家电视机一个空闲的预选频道位置上, 调出中央电视台第一套节目来。

2. 找一台电视机, 看看它的后面有没有标着A、V(或audio、video)字样的插孔。如果没有, 怎样把VCD机或录像机送来的信号加到电视机上? 看看说明书, 或找有经验的人问一问。

有些电视机、录像机、VCD机后面的插孔上标着“audio in”、“audio out”、“video in”、“video out”等字样, 想一想, 它们可能是什么意思? 阅读说明书或问问有经验的人, 看看你想的对不对。

3. 第13频道至第68频道属于微波中的“分米波”, 试着算出第68频道的波长范围就知道这个称呼的原因了。

四 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, 除此之外还能展现故事地点的山川和天气、人物衣服的质地和颜色、主人公的容貌和嗓音等许许多多细节。因此, 电视广播与声音广播相比, 在相同的时间内要传输更多的信息。

信息理论表明, 作为载体的无线电波, 频率越高, 相同时间内传输的信息就越多。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(microwave)的波长在 $10\text{ m} \sim 1\text{ mm}$ 之间, 频率在 $30\text{ MHz} \sim 3 \times 10^5\text{ MHz}$



图 9.4-1 微波中继通信示意图

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？

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。



图 9.4-2 能否用月亮做中继站，实现微波通信？

卫星通信

现在，人类可以发射人造卫星了，用通信卫星做微波通信的中继站，实现了卫星通信的梦想。通信卫星大多是相对地球“静止”的同步卫星，从地球上看来，它好像悬挂在空中静止不动。在地球的周围均匀地配置3颗同步通信卫星，就覆盖了几乎全部地球表面，可以实现全球通信。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看到现场的画面。

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。

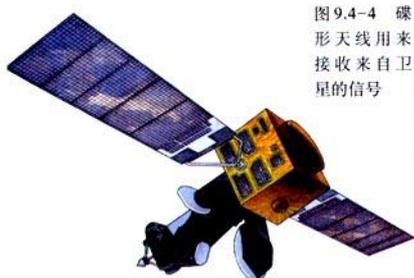


图 9.4-3 通信卫星。板状的两翼是太阳能电池板，它把太阳能转化成电能，供卫星使用。

图 9.4-4 碟形天线用来接收来自卫星的信号

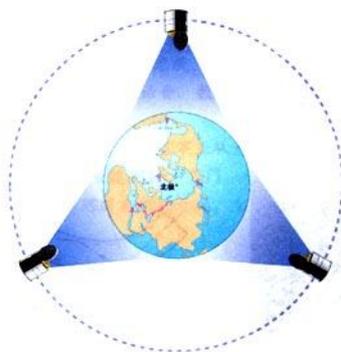
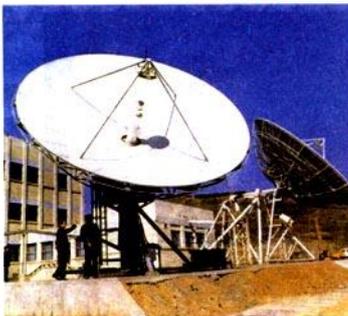


图 9.4-5 用三颗同步卫星就可以实现全球通信

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，普通的光源夹杂了许多不同波长（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(laser)，这才使得用光进行通信的幻想得以实现。

激光用于实际的通信，并不像手电筒照亮房间那么简单。通信用的激光一般在特殊的管道——光导纤维(optical fiber)里传播。



图 9.4-6 光沿着水流传播

演 示

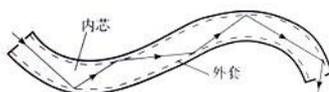
把大塑料瓶用不透光的纸包上，瓶的侧壁开个小孔。塑料瓶内盛满水，水中有一个光源。当水从小孔流出时，你会看到光随着弯弯的水流照到地面，在地面产生一个光斑。

如图9.4-7乙，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，通常数条光纤一起敷上保护层，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 9.4-7 光导纤维



我国光缆通信的发展

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)，而且建成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。

下面两则消息一方面使我们为中国通信事业的发展而自豪,另一方面也使我们感受到宣传科学知识、保护国家“地下神经”的责任。

阿里光缆通信工程正式开通

(自人民网下载)

人民网拉萨2001年7月15日电(记者岳富荣、任建民报道)在西藏自治区欢庆和平解放50周年之际,西藏阿里光缆通信工程今天正式开通。它标志着全国最后一个地区不通光缆历史的结束。

阿里光缆通信工程1999年初开工,东起日喀则市,沿途经过萨迦、拉孜、昂仁、萨嘎、措勤、改则、革吉共7个县,西至阿里地区噶尔县狮泉镇。光缆线路全长1480.4公里,全线敷设8芯光缆,工程总投资达1.78亿元。光缆建成后,新增长途线路7560条,可以开放语音、数据、图像、会议电视、有线电视、移动电话等各种通信业务。

西藏和平解放50年来,电信事业从无到有,由弱到强,不断成长和壮大。目前,全区局用交换机容量达到16.9万门,长途线路达到1.2万路……电话普及率4.7部每百人……随着阿里光缆的开通,全区已有55个县通光缆,光缆总长度达到6557.4公里……

皆因民工不慎 京广光缆阻断

(羊城晚报2001年4月29日)

4月27日下午,京广通信光缆突然大规模受阻,62万路用户的正常通信受到影响。28日,光缆受阻原因已经查明,29日可望恢复正常。

据郑州市长管线局负责人介绍,当日下午5时35分,该局工作人员发现部分京广通信光缆突然阻断,遂即通过技术手段进行补救。直到昨天上午11时许,事故原因查明,原来是郑花路飞达公司附近,市政施工人员进行某工程另一光缆的铺设时,不慎造成近在咫尺的京广通信光缆破坏。此次事故已造成465万元的经济损失。

(关国锋)

网络通信

计算机可以高速处理大量信息，把计算机联在一起，可以进行网络通信。

目前使用最频繁的网络通信形式是**电子邮件(e-mail)**。如图9.4-8，甲乙二人的计算机分别跟一个叫做服务器的大计算机相联，这就是平常说的“上网”。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。

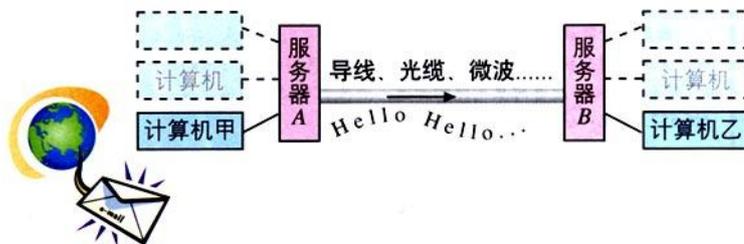


图 9.4-8 电子邮件的传送方式

电子邮件像电话一样快，但是又像信件一样方便，收件人可以在任何时候打开信箱，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、某些居民小区等，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，叫做**因特网(Internet)**，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，我们已经可

以轻松地在网上看电视了。



图 9.4-9 世界上有很多很多网站，从中可以得到很多很多信息。这是人教网中学物理网站的首页，网址是 www.pep.com.cn/wl/。你从这里可以得到学习的帮助，还可以学到与物理相关的有趣知识。

科学世界

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。多用途的激光雷达不仅可以测量距离，而且能根据多普勒效应测出目标的运动速度，从而对目标进行跟踪。

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 VCD 机、CD 唱机或计算机的光盘上，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。

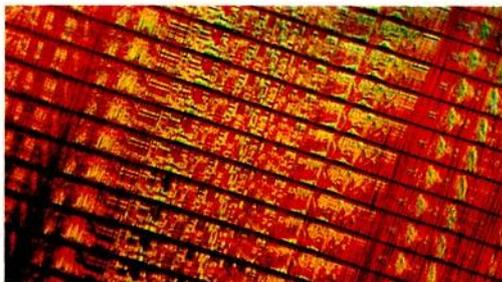


图 9.4-10 激光唱盘的显微照片

由于激光亮度很强，所以千万不能把激光对着人的眼睛照射。

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。

阅读了以上这段“科学世界”和前面的“光纤通信”后，讨论下面几个问题。

1. 激光有哪些不同于其他光的特点？文中所说激光的应用分别利用它的哪个特点？
2. 除了文中介绍的应用外，你还听说在什么地方用到了激光？



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. 光是一种电磁波，它的波长很短、频率很高，因而在一定时间内可以传递大量信息。估算波长最短的红外线的频率，它大约相当于电视广播的第二频道频率的多少倍？

3. 电子计算机减轻了人脑的智力劳动，它可以进行计算、判断和推理，还可以存储巨量信息、高效率地处理信息。因此，人们又把它叫做电脑。如果说计算机实现了人脑的延伸，那么通信系统便是社会的神经。计算机与通信的结合将成为21世纪信息社会的基础。

通过各种信息源了解目前信息技术的发展情况和对未来的展望，写出一篇科学作文，畅想50年后我们在信息化社会中的生活。

索 引

(名词后面的数字是它第一次出现的页码)

B		J	
北极	46	激光	91
C		交变电流	68
磁场	47	焦耳	31
磁极	46	L	
磁感线	48	螺线管	53
D		M	
地磁场	49	模拟信号	78
电磁波	80	N	
电磁感应	67	南极	46
电磁铁	55	O	
电功率	33	欧姆	13
电话	74	P	
电压	4	频率	68
电子邮件	94	Q	
电阻	13	千赫	81
定子	63	千瓦时	31
短路	21	S	
E		射频	87
额定电压	21	视频	87
额定功率	35	数字信号	78
F		W	
伏特	4	瓦特	33
G		微波	89
感应电流	67	Y	
功	32	音频	86
光导纤维	91	英特网	94
H		Z	
赫兹	68	兆赫	81
		转子	63

谨向为本书提供照片的人士致谢

第六章 章首图 Corel Corporation / 6.1-1 Charles Seaborn / 6.1-3 Bob Evans / 6.1-9 张颖 / 6.2-2 朱京 / p.12 张大昌 / 6.3-2 张颖 / 6.3-3 张颖 / 6.3-4甲 Corel Corporation / 6.3-4乙 Nelson Morris / 6.3-7 张颖 / 6.4-3 张大昌 / 6.6-1 张颖 / 6.6-3 朱京 / 6.6-4 张颖 / 6.6-5 Corel Corporation / 第七章 章首图 Corel Corporation / 7.1-1 Corel Corporation / 7.1-2 Corel Corporation / 7.1-4 张颖 / 7.2-1 张颖 / 7.2-2 张颖 / 7.2-3 张颖 / 7.4-1 张颖 / 7.4-3 北京农林局 / 7.4-5 张颖 / 7.5-2 张颖 / 第八章 章首图 Pekka Parviainen / 8.1-1 Corel Corporation / 8.1-4 张颖 / p.51 Hans Reinhard / 8.2-3 张颖 / 8.2-8 Alex Bartel / 8.2-9 朱京 / 8.2-10 Dorling Kindersley Limited / 8.3-1 于晓泉, 高高 / 8.3-3 张大昌 / 8.4-3 张颖 / 8.4-4 张颖 / 8.5-3 张颖 / 8.5-5 Corel Corporation / 8.5-8 张颖 / 8.5-9 张颖 / 第九章 章首图 Corel Corporation / 9.1-1 Tony Craddock / 9.2-2 张颖 / 9.2-5甲 台湾光复书局股份有限公司 / 9.2-5乙 Corel Corporation / 9.3-2 刘长铭 / 9.3-5 张颖 / 9.3-8 张颖 / 9.3-9 张颖 / 9.4-7甲 David Parker / 9.4-9 张颖 / 9.4-10 Grisewood & Dempsey Ltd.

后 记

我们在根据教育部制定的各科《全日制义务教育物理课程标准（实验稿）》编写义务教育课程标准实验教科书时，得到了许多教育界前辈和各学科的专家学者的帮助和支持。在本册教科书终于和课程改革实验区的学生见面时，我们特别感谢担任这套教材总顾问的丁石孙、许嘉璐、叶至善、顾明远、吕型伟、梁衡、金冲及、白春礼，感谢担任编写指导委员会主任委员的柳斌和编写指导委员会委员的江蓝生、李吉林、杨焕明、顾泠沅、袁行霈，感谢担任学科顾问的阎金铎、董振邦、高凌飏，感谢担任学科编写委员会委员的陈聆、董庆澜、李容、刘建国、钱瑞云、唐伟、肖增英、杨宏涛、张显霜，并在此感谢对这套教材提出修改意见、提供过帮助和支持的所有专家、学者和教师。

课程教材研究所
物理课程教材研究开发中心

义务教育课程标准实验教科书
物 理
八年级 下册
课 程 教 材 研 究 所 编 著
物理课程教材研究开发中心

人 民 教 育 出 版 社 出 版 发 行
(北京沙滩后街55号 邮编:100009)
网 址: <http://www.pep.com.cn>
北京印刷一厂印装 全国新华书店经销

开本: 787毫米×1092毫米 1/16 印张: 6.5 字数: 100 000
2001年12月第1版 2002年1月第1次印刷

ISBN 7-107-15039-1 定价: 7.05 元
G·8129 (课)

著作权所有·请勿擅自用本书制作各类出版物·违者必究
如发现印、装质量问题,影响阅读,请与出版社联系调换。
(联系地址:北京市方庄小区芳城园三区13号楼 邮编:100078)

学科编委会:

主 任: 张大昌

副 主 任: 宣桂鑫

本 册 主 编: 彭前程

本 册 副 主 编: 杜 敏

本册编写人员: 杜 敏 付荣兴 谷雅慧 黄恕伯 雷 洪

彭前程 曲 石 孙 新 张大昌 张 颖

绘 图: 王凌波 杨俊英 北京百网信息有限责任公司

责 任 编 辑: 杜 敏

版 式 设 计: 马迎莺