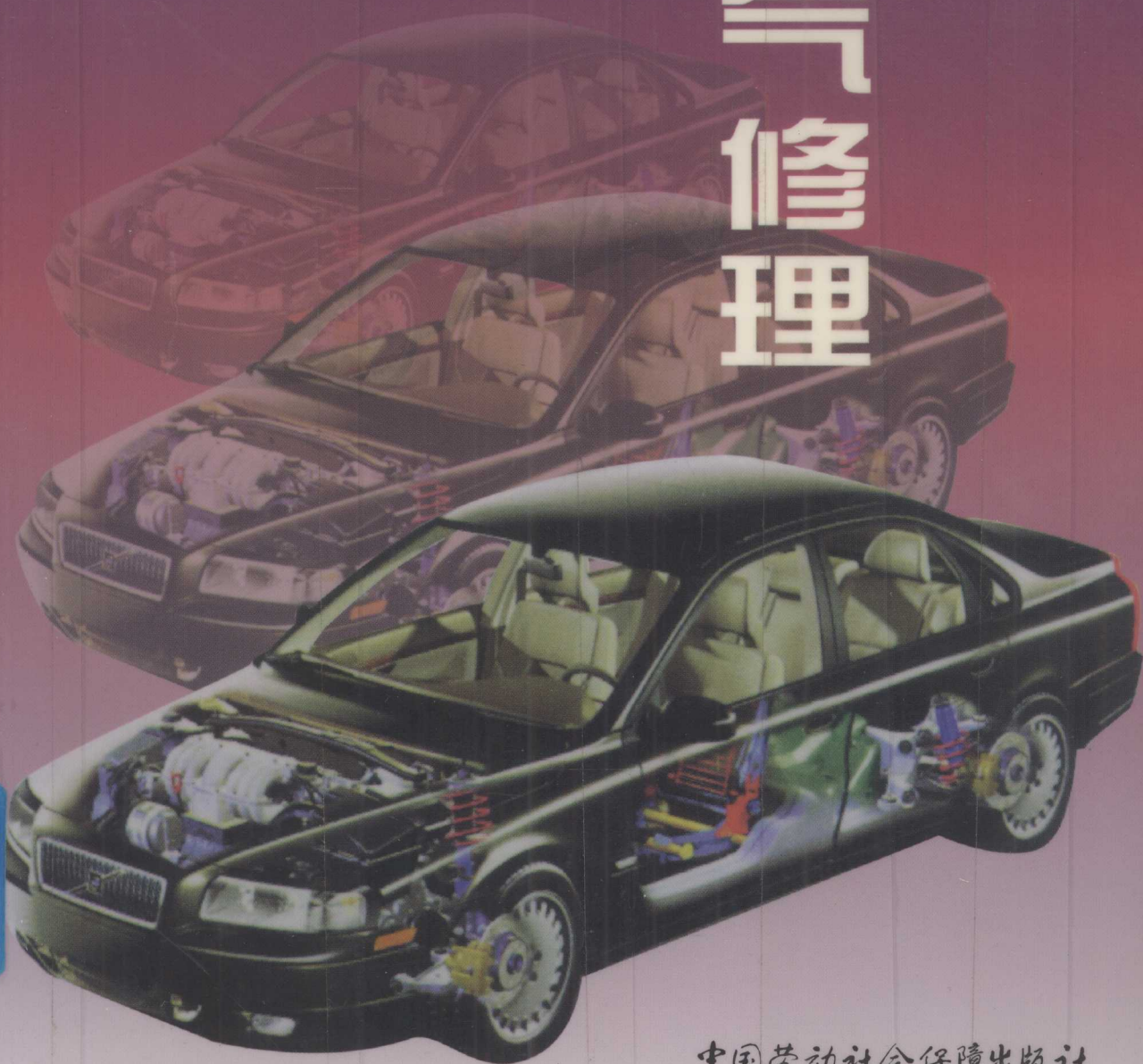


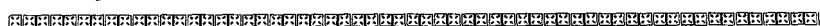
全国职业技能培训教材

汽车电气修理



中国劳动社会保障出版社

全国职业技能培训教材



汽车电气修理

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

版权所有

翻印必究

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车电气修理/关伟主编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 1999.5

全国职业技能培训教材

ISBN 7-5045-2444-1

I. 汽…

II. 关…

III. 汽车-电气设备-技术培训-教材

IV. 0472.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 01608 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 唐云岐

*

中国铁道出版社印刷厂印刷 新华书店经销

787×1092 毫米 16 开本 12.75 印张 1 插页 320 千字

1999 年 6 月第 1 版 1999 年 6 月第 1 次印刷

印数: 10100 册

定价: 16.00 元

内 容 简 介

本书是全国职业技能培训教材。

根据培训对象从事汽车电气修理的需要，本书较详细地介绍了汽车电气修理相关知识与技能，主要内容涉及：汽车电工电子学基础、蓄电池、发电机及调节器、起动机、点火系、照明及报警装置、电气仪表及开关设备、辅助电气装置等的结构、工作原理、使用维护和常见故障及其检修。

为适应现代汽车维修技术发展的需要，本书还介绍了电子燃料喷射、电子控制防抱制动及电子控制自动变速器及新型电气装置。

本书由关伟、漆东勇、梁文甲编写，关伟主编；李国良审稿。

本书具有较强的针对性和速成性，是较为适用的职业技能培训教材，亦可作为就业培训、再就业培训、劳动预备制培训和在职培训用书。

前 言

《中华人民共和国劳动法》规定：“从事技术工种的劳动者，上岗前必须经过培训。”国家对相应的职业制定《职业技能标准》，实行职业技能培训。

职业技能培训是提高劳动者知识与技能水平、增强劳动者就业能力的有效措施。社会主义市场经济条件下，劳动者竞争上岗、以贡献定报酬，这种新型的劳动、分配制度，正成为千千万万劳动者努力提高职业技能的动力。

实施职业技能培训，教材建设是重要的一环。为适应职业技能培训的迫切需要，推动职业培训教学改革，提高培训质量，中国劳动出版社会同劳动和社会保障部有关司局，组织相关专家、技术人员和职业培训教学人员编写了《职业技能培训教材》系列丛书。

《职业技能培训教材》以相应工种、专业的《职业技能标准》为依据，贯彻“求知重能”的原则，在保证知识连贯性的基础上，着眼于技能操作，力求内容浓缩、精练，突出教材的针对性、典型性、实用性。

《职业技能培训教材》供各级培训机构的学员参加培训、考核使用，亦可作为就业培训、再就业培训、劳动预备制培训用书，对于各类职业技术学校师生、相关行业技术人员也有较高的参考价值。

百年大计，质量第一。编写《职业技能培训教材》是一项艰巨的探索性工作，不足之处在所难免，恳切欢迎各使用单位和读者提出宝贵意见和建议。

劳动和社会保障部教材办公室

1999 年 4 月

目 录

第一章 汽车电学基础	1
§ 1—1 电工学基本知识	1
§ 1—2 电子学基础知识	6
复习题	14
第二章 蓄电池	15
§ 2—1 铅蓄电池的构造与原理	15
§ 2—2 铅蓄电池的使用与维护	18
§ 2—3 铅蓄电池的常见故障及排除	24
§ 2—4 汽车用新型蓄电池	25
复习题	29
第三章 硅整流发电机及调节器	30
§ 3—1 硅整流发电机	30
§ 3—2 硅整流发电机及调节器	38
§ 3—3 硅整流发电机及调节器的使用与维护	45
§ 3—4 硅整流发电机及调节器的检修	46
§ 3—5 充电系的故障诊断与排除	52
复习题	56
第四章 起动机	57
§ 4—1 概述	57
§ 4—2 起动机的构造与工作原理	60
§ 4—3 新型电起动机	68
§ 4—4 起动机的使用与维护	71
§ 4—5 起动机的常见故障与检修	72
复习题	79
第五章 点火系	80
§ 5—1 概述	80
§ 5—2 传统点火系	80

§ 5—3 传统点火系的使用与维护	90
§ 5—4 传统点火系的常见故障及其排除	95
§ 5—5 晶体管点火系	101
复习题	112
第六章 照明、信号及报警装置	113
§ 6—1 主要照明及信号灯具	113
§ 6—2 主要信号装置	117
§ 6—3 报警装置	122
§ 6—4 照明、信号、报警系统的常见故障及检修	125
复习题	129
第七章 电气仪表及开关设备	130
§ 7—1 仪表	130
§ 7—2 开关设备	136
§ 7—3 主要仪表及开关设备的常见故障与排除	141
复习题	145
第八章 辅助电气装置	146
§ 8—1 风窗玻璃防冰霜设备、洗涤设备及风窗刮水器	146
§ 8—2 空气调节装置简介	149
§ 8—3 电动汽油泵	152
§ 8—4 主要辅助电气的常见故障与检修	155
复习题	157
第九章 新型电气装置简介	158
§ 9—1 电控汽油喷射系统	158
§ 9—2 电控防抱死制动系统	165
§ 9—3 电控自动变速器	169
复习题	172
第十章 汽车电气线路	173
§ 10—1 导线及电路保护装置	173
§ 10—2 电气总线路的表示方法及识读	176
§ 10—3 汽车线路的分析原则及全车线路实例	182
复习题	187

汽车电学基础

§ 1—1 电工学基础知识

一、电流、电压、电阻及电路

1. 电流 一切物质都是由分子组成，而分子又是由更小的原子组成。每个原子都是由一个带正电的原子核和若干带负电的电子组成。正常情况下各个原子内全部电子所带负电荷量和原子核所带正电荷量相等，因而物质对外不显示电的性质。

但平衡不是绝对的，在一定条件下，电子可以脱离原子核，并且是可以流动的。通过导线和灯丝中的电流就是电子的有规则的定向移动，在蓄电池内的电解液中是带正电荷的正离子和带负电荷的负离子的定向移动。人们把电荷有规则的定向运动叫电流。

电流流动的方向是指电子从负极（即电子过多的物体）跑到正极（即电子过少的物体）。按说这种电子流动的方向，本来应该叫做电流流动的方向，但是以前人们都假设电流是从正极到负极，假设已成为习惯，所以我们讲电流流动的方向时，就按电流从正极到负极。

电流的大小（可用电流表测量）以单位时间内流过导线横截面的电荷的数量（简称电量）来衡量。电量的单位叫“库仑”，电流的单位叫“安培”（常用字母 A 表示），当每秒流过导线横截面的电量为 1 库时，导线中的电流就是 1 A。衡量微小电流时，常用安培的千分之一为单位，叫做“毫安”（常用符号 mA 表示）。有时用安培的百万分之一为单位，叫做“微安”（常用符号 μA 表示）。

电流也是有密度的，同样粗细的导线，通过的电流越大，其电流密度也就越大。电流密度用每平方毫米多少安来表示（ A/mm^2 ）。

2. 电压 电荷在电路中不同的位置具有不同的能量，称之为具有不同的电位。电位高，电荷的能量大；电位低，电荷能量小。电流是从高电位点流向低电位点。高低电位之差称为电位差。通常我们把电位差叫做电压，用字母“U”表示。

电源能使电流连续不断的沿电路导线流动，是因为电源两端有电位差；如果电源两端不接任何导体，这时电源两端的电位差，我们常用另外一个名称叫电动势或电势，用字母“E”表示。

电压的单位是伏特（简称“伏”），用字母“V”表示。测微小电压常用 1 V 的千分之一为单位，称为“毫伏”（用 mV 表示），测量高电压用 1 000 V 为单位，称为千伏（用 kV 表示）。

3. 电阻 电流在导体内流动所受到的阻力叫电阻，用“r”或“R”表示。导体电阻的大小取决于下面四个因素：

- (1) 导体的材料 截面积相等，长短相同而材料不同的导体，它们的电阻也各不相同。
- (2) 导体的长度 材料相同，截面积相等的导体，越长电阻越大。
- (3) 导体的截面积 材料相同，长短相等的导体，截面积越大，电阻越小。
- (4) 导体的温度 同一导体在不同的温度下有着不同的电阻，一般导体电阻随温度的升高而增加。

电阻的单位是“欧姆”（简称“欧”），用字母“ Ω ”表示。测量高电阻用 $1 \times 10^3 \Omega$ 为单位，称“千欧”（用“ $k\Omega$ ”表示）；或用 $1 \times 10^6 \Omega$ 为单位，称“兆欧”（用“ $M\Omega$ ”表示）。

4. 欧姆定律 所谓欧姆定律就是说明一个电路中的电流、电压和电阻之间的关系。

如图 1—1 电路中把 1Ω 的电阻接上 2 V 的电压，则在电路里有 2 A 电流通过（假定接线没有电阻）。如果电压增高 4 V ，则电流增加到 4 A 。如电压仍维持在 2 V ，而把电阻增加为 2Ω 时，则电流降为 1 A 。这个实验表明：如果电阻不变，电压越高电流就越大。如果电压不变，电阻越大，电流就越小。也就是说，通过电阻里的电流与电阻两端的电压成正比，与电阻的大小成反比，这个规律称为“欧姆定律”，用公式表示：

$$I = \frac{U}{R} \quad (1-1)$$

(1—1) 式还可写成下列形式：

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

$$U = IR \quad (1-2)$$

式中 U 的单位为 V ； I 的单位为 A ， R 的单位为 Ω 。

欧姆定律是计算电路的一个最基本最重要的定律，已知式中任意两个量，就可求出第三个量。

5. 电路的联接 电路的联接，最基本的方式有串联和并联两种。常见的串联和并联电路是很多的。例如导线、开关与灯头就是串联电路；灯泡与灯泡、灯泡与电视机是并联电路。有时在一个电路里既有串联又有并联，这种电路叫复联。

串联电路如图 1—2 所示。它的特点是：第一，由于电路没有分支，所以电路中不论电阻大的地方，还是电阻小的地方，电流大小是一样的；第二，外加电压 U 等于串联电路中各元件上的电压降的和，即：

$$U = U_1 + U_2 + \cdots \quad (1-3)$$

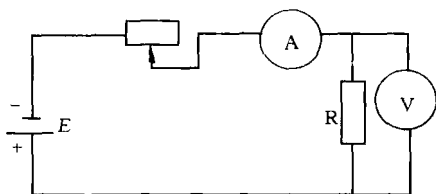


图 1—1 求电流、电压数量关系的实验

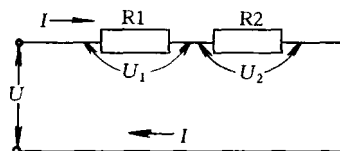


图 1—2 串联电路

第三，由于串联，相当于加长了电路，电路总电阻增加了，所以串联电路总电阻等于各串联电阻之和，即：

$$R = R_1 + R_2 + \cdots \quad (1-4)$$

并联电路如图 1—3 所示。它的特点是：第一，因为 R_1 、 R_2 的两端都并联在 A 、 B 两点之间，所以两支路上的电压是相同的，同是电源的电压 U 。第二，因为电路有分支，总电路中电流等于两个支路的电流之和，即：

$$I = I_1 + I_2 + \cdots \quad (1-5)$$

另外，按欧姆定律： $I_1 = \frac{U}{R_1}$ 、 $I_2 = \frac{U}{R_2}$ ，因为电压相同，所以各支路电流与对应的电阻成反比分配，即电阻大的支路电流小；电阻小的支路电流大。第三，电阻并联相当于增加了总电路导线的截面，因此，并联电路的总电阻小了，并且比其中最小的那个支路的电阻还小。总电阻值 R 的计算公式如下：

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots \quad (1-6)$$

化简得

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

混联电路如图 1—4 所示。该电路既有 R_1 、 R_2 的并联，又有 R_3 、 R_4 、 R_5 的串联，比较复杂，但可以简化。根据并联电路所述，并联电阻 R_1 、 R_2 可用它们的总电阻值 $R' = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ 来代替，串联电阻 R_3 、 R_4 、 R_5 可用它们的总电阻 $R'' = R_3 + R_4 + R_5$ 来代替，这就

简化为图 1—5 所示电路。由此很容易求出总电阻值 $R = \frac{R' R''}{R' + R''}$ 。

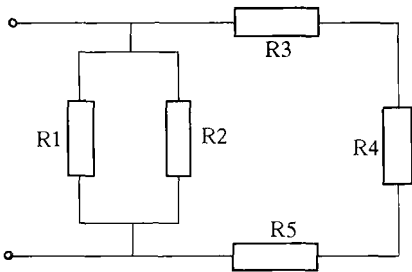


图 1—4 混联电路

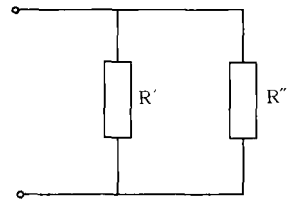


图 1—5 简化的等值电路

二、电磁与电磁感应

1. 电磁的性质 在许多电器设备的应用上，除了要有电的知识外，还要有磁的知识。例如，发电机、变压器、电磁开关、电工仪表等都是依靠电与磁的相互转化、相互作用而工作的。

磁铁具有吸铁的能力，俗称吸铁石，这是因为磁铁的周围有磁力。磁力所能到达的空间范围称为“磁场”。任何磁铁都有两个极，一个是“南极”或称“S 极”，另一个是“北极”或称“N 极”。磁极之间的作用是同性相斥，异性相吸。

磁和电是密切相关的。磁场和电场是同时存在的。磁是电流存在的一种表现，有电流就有磁，有磁就说明有电流。

图 1—6 所示是电流通过直线导体和线圈所建立的磁场。

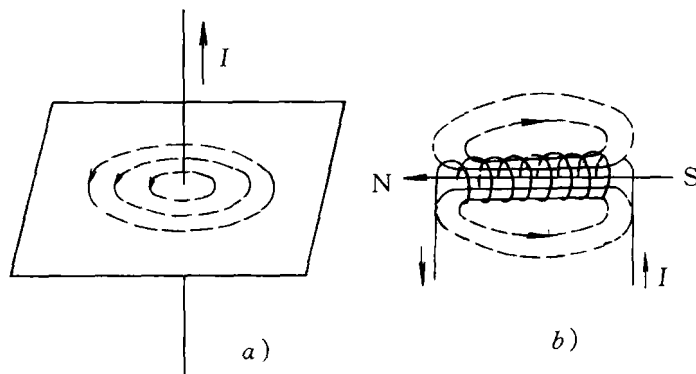


图 1—6 电流的磁场

a) 通电直线导体的磁场 b) 通电线圈的磁场

电流的方向及其产生的磁场或磁力线的方向之间的关系用右螺旋法则来确定，如图 1—7 所示。如果是通有电流的直导线，其产生的磁场方向决定如下：右手握拳，以大拇指代表电流方向，则弯曲的其余四指代表所产生的磁场方向。如果是通有电流的线圈则其内部的磁场方向决定如下：使右手弯曲的四指方向与线圈中电流的方向一致，那么大拇指所指的方向就是线圈中的磁场方向。

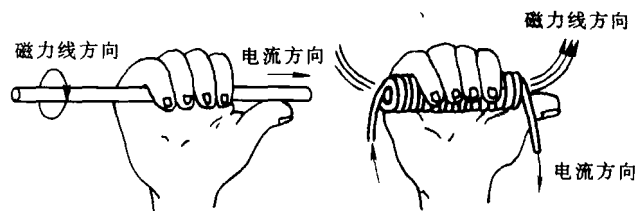


图 1—7 右螺旋法则

2. 电磁感应 如图 1—8 所示，把一个线圈经电流表连成闭合回路。当磁铁向闭合回路较快地移动时，电流表的指针发生偏转，这说明穿过线圈的磁力线逐渐增加时，会产生电动势和电流。当磁铁停止运动，电流表的指针回到零位。当磁铁从闭合回路较快地移开时，电流表指针反向偏转，这说明穿过线圈的磁力线逐渐减少时，会产生相反的电动势和电流。

如果磁铁不动，而将闭合回路的线圈移动，也有同样的现象发生。

如果不用磁铁，而用一个通电流的线圈来代替（通电线圈会产生磁场），实验发现，这个电流线圈与闭合回路之间有相对运动时，闭合回路中也产生电动势和电流。这种现象称为电磁感应现象，所产生的电动势和电流称为“感应电动势”和“感应电流”。

感应电动势的方向可由右手定则来判定：如图 1—9 所示，伸开右手，掌心对着磁力线方向，大拇指指向导线运动方向，那么四指指的方向就是感应电动势的方向。

上述电磁感应现象是发电机的理论基础，目前汽车用发电机就是根据此原理制成的。

3. 磁场对通电导体的作用 上面介绍了电流会产生磁场，变化的磁场会在回路中引起感应电动势，下面再介绍另一个重要的物理现象：通电导体在磁场中受力的现象。

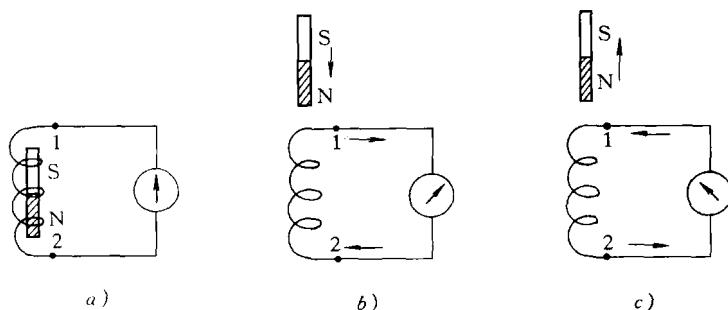


图 1—8 电磁感应现象

如图 1—10 所示，若把通电导体放在磁场中，磁力线的方向由左至右，磁场中的导体与书本垂直，电流流入书本。按右手定则，通电导体所产生的磁力线的方向，是顺时针方向。

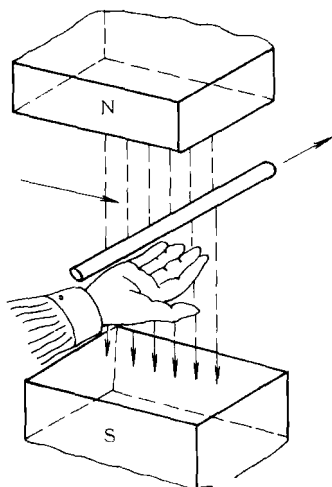


图 1—9 右手定则

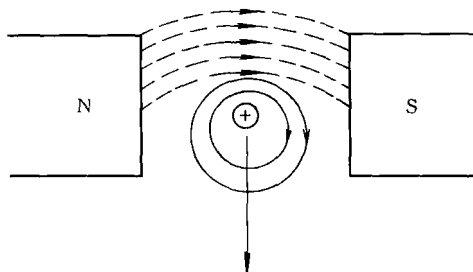


图 1—10 磁场中带电导体的移动

由图 1—10 可以看出，导体所产生的磁力线，在导体的上方与磁铁的磁力线方向相同，这两部分磁力合成，使上部磁力线变密，磁场增强；而在导体的下方，这两部分磁力线的方向相反，磁场合成的结果是磁力线变稀，磁场减弱。由于导体上下两侧磁力线分布不均，磁力线密的一侧便压迫导体向磁力线稀的一方运动，便形成了通电导体在磁场中受力（称电磁力）作用而运动的现象。

电磁力的方向可用左手定则来判断，如图 1—11 所示。伸出左手，使掌心对着磁力线的方向，伸直的四指代表导体中电流的方向，则与四指垂直的大拇指所指的方向就是电磁力的方向，也就是导体运动的方向。

若将一个线圈放在均匀磁场内，在线圈中通入电流，如图 1—12 所示，线圈 A 边电流向外流，B 边电流向内流。那么，线圈两个边的磁场与磁极磁场形成合成磁场后，在 A、B 导线上下两方形成不均匀磁场，压迫导线开始运动，产生转矩。运动方向用左手定则判断。

目前使用的电动机就是根据这个原理制成的。

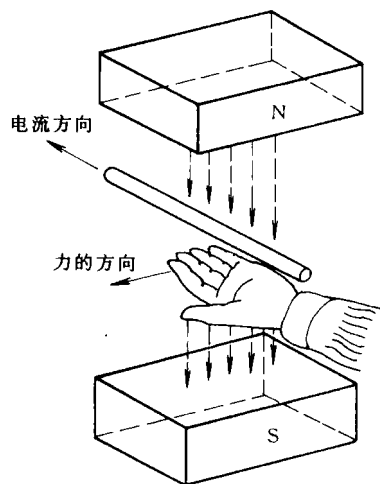


图 1—11 左手定则

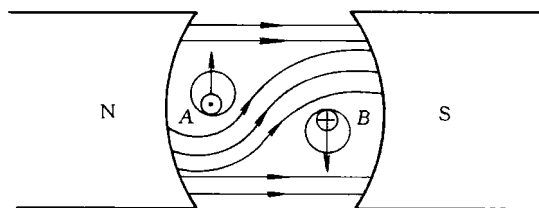


图 1—12 电动机原理

§ 1—2 电子学基础知识

一、半导体的基本知识

自然界里的所有物质，按其导电性能可分为导体、绝缘体和半导体。半导体既不像导体如金属中的铜、银、铝、铁、镍和金等那样容易导电，也不像绝缘体如玻璃、橡胶、塑料、胶木和石英等那样不导电，它的导电能力介于导体与绝缘体之间。如锗、硅、砷和镓等都属于半导体。

锗或硅都是四价元素，每一个锗或硅原子的最外层有四个电子，叫做价电子。每一个锗或硅的价电子都与相邻的原子中的一个价电子构成共价键，在共价键的约束下，锗或硅原子便有秩序地排列起来，从而形成晶体。

由于热运动，少数的价电子摆脱了束缚而成为自由电子；同时在原来共价键在位置上留下了可以拘留电子的空穴，这样成对出现的电子和空穴就叫做电子、空穴对，如图 1—13 所示。若外加一个电场，那些自由电子便会在电场作用下有秩序地运动，从而形成电子导电。空穴附近的束缚电子在外电场和热能作用下，也会脱离原来的位置而去充填已有的空穴，逃离了电子的地方又出现了新的空穴，这就形成了空穴的运动，从而形成空穴导电。

在纯净的半导体（又叫本征半导体）中适当地掺入极微量的杂质，半导体的导电能力就会有上百万倍的增加，这是半导体最突出最宝贵的性质。利用半导体的这个特性，就可以制造出各种不同性质、不同用途的晶体管。

半导体的导电能力随外界条件的变化会有显著的不同。例如，当照射在半导体上的光线改变时，或者半导体所处的环境温度变化时，半导体的导电能力均将随着发生显著的变化。

利用半导体的这种特性，可以制成各种光敏元件（如光敏电阻、光敏二极管、光敏三极管等）和热敏元件（如热敏电阻等）。

由于半导体元器件具有简单、轻巧、经济、方便、寿命长和工作可靠等优点，所以在现代工业、农业、科技和国防中得到了广泛的应用。

二、N 型半导体、P 型半导体和 PN 结

1. N 型半导体 在四价元素硅、锗单晶体中，若掺入少量的五价元素磷（P）或砷（As），如图 1—14 所示。由于磷或砷的最外层有五个电子，其中的四个与四个相邻硅或锗原子的一个电子组成共价键而束缚着，其第五个电子受电子核的束缚力很弱，在常温下它就可以摆脱束缚而成为自由电子。所以在这种半导体中，自由电子比空穴多得多，导电主要靠自由电子。这类半导体称为电子型半导体或 N 型半导体。在 N 型半导体里，自由电子是多数载流子，空穴是少数载流子。

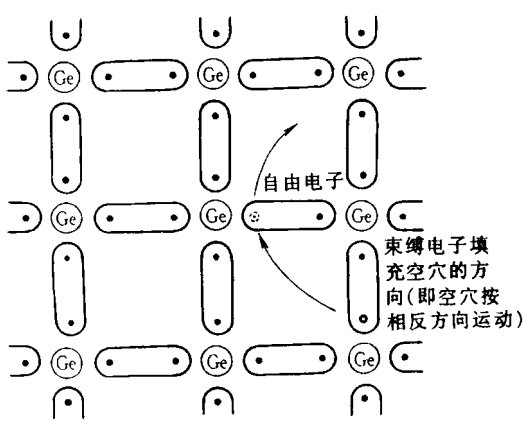


图 1—13 锗晶体中的电子导电和空穴导电

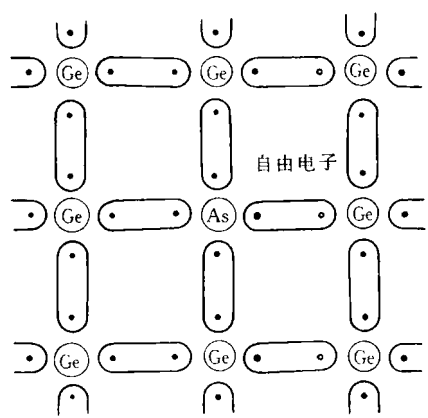


图 1—14 N 型半导体

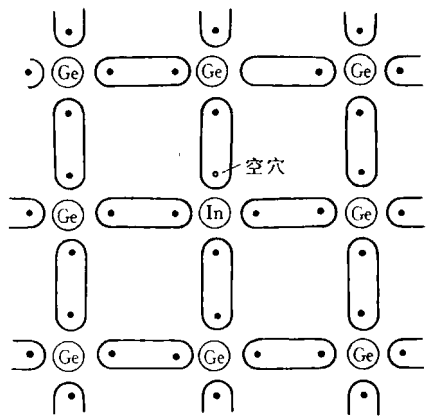


图 1—15 P 型半导体

2. P 型半导体 如果在硅或锗单晶体中掺入少量的三价元素硼（B）或铟（In），如图 1—15 所示。由于硼或铟原子的最外层只有三个电子，它要与四个相邻的硅或锗原子组成共价键，因共价电子数不够，从而硼或铟原子附近就存在着一个能拘留电子的空穴。在这种半导体里，空穴比自由电子多得多，半导体的导电，主要靠空穴。这类半导体称为空穴型半导体或 P 型半导体。在 P 型半导体中，空穴是多数载流子，自由电子是少数载流子。

3. PN 结的形成及其单向导电性 单纯的 N 型或 P 型半导体，仅仅是导电能力增强了，并没有多大实用价值。如果在一块 N 型半导体上再制成一层 P 型半导体，在 N 型半导体和 P 型半导体的交界处，就会形成一个 PN 结。PN 结是构成半导体器件的基本结构，二极管就是只有 PN 结结构的半导体器件。

(1) PN 结的形成 当用一定的工艺方法把 P 型半导体和 N 型半导体紧密地结合在一起

时，由于P型半导体的空穴多，N型半导体的自由电子多，在它们交界处必然要产生自由电子和空穴的扩散运动，即P区的空穴向N区扩散，N区的自由电子向P区扩散，如图1—16所示。扩散的结果，使交界面N区的一侧出现一层失掉电子等电荷量的正离子区；而交界面P区一侧出现一层失掉空穴等电荷量的负离子区，如图1—16c所示。这个空间电荷区就是PN结。PN结中分立两边的正、负电荷产生一个电场，这个电场和PN结同时产生、一起存在，它是PN结的自身电场，也叫内电场。这个内电场对多数载流子的扩散运动起着阻碍作用，即它对P区空穴向N区扩散起阻碍作用，也对N区电子向P区扩散起阻碍作用。在扩散开始时，扩散力大于内电场内，扩散不断地进行。随着扩散的进行，PN结空间电荷区不断加大，内电场不断增强，作用于扩散的带电离子上的阻力也增大。当扩散力等于内电场力时，PN结处于相对稳定状态。

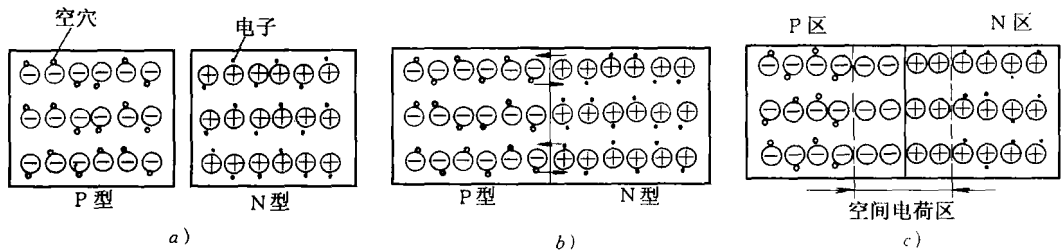


图1—16 PN结的形成

(2) PN结的单向导电性 如果在PN结两端外加一个直流电压，其方向是P区接正，N区接负，如图1—17a所示。这个外加电压称为正向电压。外加电压产生的电场（外电场）与空间电荷区的内电场方向相反，因而削弱了内电场，这一过程就是空间电荷区变窄的过程。因而在外加电压的作用下，P区的空穴向右推移，抵消了空间电荷区中一部分负电荷；而N区的电子向左推移，抵消了空间电荷区中一部分正电荷，因此空间电荷区变窄，内电场削弱，有利于扩散运动连续不断地进行。这样，多数载流子就能畅通地流过PN结而形成较大电路，其方向是从P到N，称为正向电流。这时PN结的电阻（正向电阻）是很小的，PN结处于导通状态。

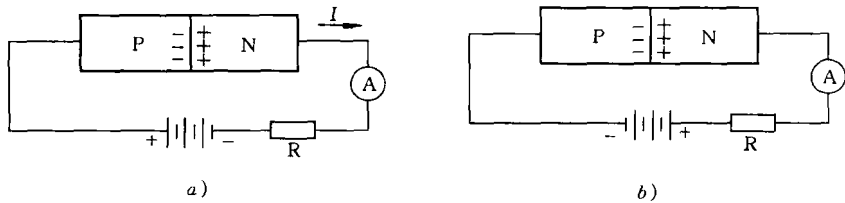


图1—17 PN结的单向导向作用
a) 加正向电压 b) 加反向电压

如果给PN结外加一个反向电压，即N区接正，P区接负（图1—17b），这时外加电场和内电场方向一致，使总电场大大增强，这一过程也就是空间电荷区变宽的过程。因为在外电场的作用下，P区的空穴向右移动，N区的电子向左推移，在空间电荷区的左边由于空穴移走，使负电荷量增加；而在空间电荷区的右边，由于电子移走，使正电荷量增加，这样空

间电荷区变宽，因而内电场力加强，使多数载流子无法进行扩散。但是，在 P 型半导体中还存在少数载流子（电子），N 型半导体中还存在少数载流子（空穴），在反向电压作用下，通过 PN 结移到对方去而形成极微小的反向电流（又称反向漏电流），其方向是从 N 到 P，这时 PN 结的电阻（反向电阻）很大，基本上是不导电的，PN 结处于截止状态。

上述可见, PN 结在电路中具有单向导电作用。在正向电压作用下, PN 结导通, 电流可以顺利通过; 在反向电压作用下, PN 结截止, 阻止电流通过。PN 结的这种单向导电性是晶体二极管、晶体三极管及其他半导体器件作用原理的理论基础。

三、晶体二极管

1. 晶体二极管的结构及类型 晶体二极管（简称二极管）是由一个 PN 结加上相应的电极引线和管壳做成的。P 型半导体的引出线称为正极（阳极），N 型半导体的引出线称为负极（阴极）。

二极管的种类很多,可按管子外形、结构、材料、功率和应用等来区分。根据结构的不同可分为点接触型和面接触型两种,如图 1-18 所示。

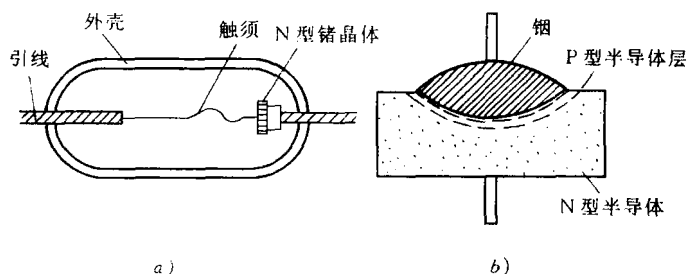


图 1—18 二极管的两种结构类型

a) 点接触型 b) 面接触型

点接触型的特点是：接触面小，不能承受较大的正向电流和较高的反向电压。可用于高频信号检波、脉冲电路和小电流整流器中；面接触型的特点是：接触面积大，能承受较大正向电流和较高的反向电压。适用于低频大功率整流元件中。

根据所用半导体材料的不同,可分为锗二极管和硅二极管。目前大容量的整流元件一般采用硅材料。

二极管的型号可查阅电工手册及有关资料。如：2AP 系列是 N 型锗材料普通二极管，2 表示二极管；A 表示 N 型锗材料；P 表示普通管。2CP 系列是 N 型硅材料普通管，C 表示 N 型硅材料。2CZ 系列是 N 型硅材料整流管，Z 表示整流管。

二极管的外形如图 1—19 所示。

2. 晶体二极管极性及质量的判别

(1) 判别二极管的极性 二极管的正、负极一般都在外壳上涂有标记;用符号  或用色点标明,一般有色点的一端是正极,例如 2AP1~2AP7, 2AP11~2AP17 等。但也有例外的情况,例如 2AP9~2AP10 有色点的一端却是负极。

如果管壳上没有符号和色点,可用万用表来测量它的正、反向电阻。

测量时，把万用表拨到电阻 $R \times 100 \Omega$ 或 $R \times 1k\Omega$ 挡，用两个测量棒把二极管的两只脚