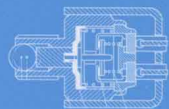




识读 汽车



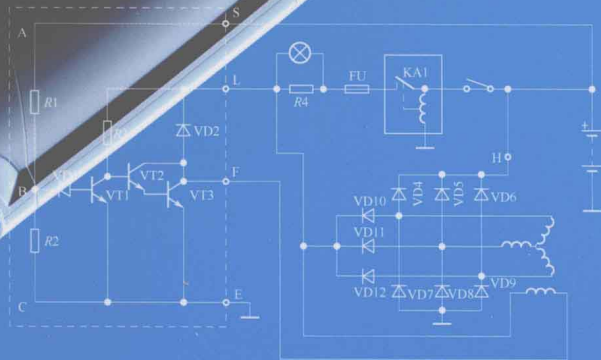
SHIDU
QICHE
DIANLUTU



电路图

张应龙 主编

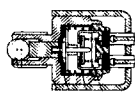
刘志翔 副主编



化学工业出版社

识读 汽车电路图

SHIDU
QICHE
DIANLUTU



张应龙 主编 刘志翔 副主编



化学工业出版社

·北京·

前言



汽车电路图是表示汽车电路构成、连接关系和工作原理的一种简图。识读汽车电路图是汽车维修电工必须具备的一项技能,通过对汽车电路图的识读、分析,可以帮助人们了解汽车电气设备的工作过程及原理,从而更好地使用、维护汽车,并在故障出现的时候能够快速查找故障根源,分析故障原因,进行故障维修。但目前除了一些专业书籍以外,难得见到以介绍有关识读汽车电路图基本知识为主要内容的普及读本。为了培养汽车电气维修方面的技术人才,满足广大从事汽车维修技术工作的各类人员的需要,我们编写了《识读汽车电路图》一书。

本书首先从介绍汽车电路的基本原理入手,接着介绍了汽车电路常用电气元件的结构、用途、工作原理,介绍了常用汽车元器件的图形符号、常用图形标志、汽车电路导线的颜色代号与标志、我国汽车电路接线柱的标志等汽车电路识图的基础知识,然后分别介绍了汽车电源系统、汽车启动系统、汽车点火系统、汽车仪表系统、汽车照明与信号系统、汽车辅助电气与空调系统等汽车主要电气设备,并从现代汽车电路的组成与特点、汽车电路图的种类、汽车电路图的识读方法等方面运用实例介绍了如何识读汽车电路图,最后介绍了典型汽车电气控制系统电路,本书由浅入深,由易而难,以实用为原则,并以最新的国家标准为编写指导。

本书由张应龙担任主编和统稿工作,刘志翔担任副主编,杨宁川高级技师、王萍技师、梁健助理工程师、孙劲助理工程师、王胜同志、胡旭同志参加了有关章节的编写工作。在编写过程中,参阅了有关教材、资料和文献,在此对有关专家、学者和作者表示衷心感谢。

在本书的编写过程中,江苏大学李金伴教授、杨宁川高级技师给予了精心的指导和热情的帮助,提出了许多宝贵的意见,全书由江苏大学李金伴教授担任主审,在此谨向他们表示衷心感谢。

本书以企事业单位中具有初中文化以上的汽车修理和管理人员为主要对象,内容丰富、深入浅出、通俗易懂、密切联系实际,可作为企事业单位中汽车修理工的培训教材,也可作为中职、高职院校相关专业学生的教材,并可作为广大工程技术人员的学习、参考用书。

由于编者水平所限,编写时间仓促,书中不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2012年2月

目 录



第1章 电路基本原理	1
1.1 电路的组成及基本物理量	1
1.1.1 电路的组成	1
1.1.2 电路的基本物理量	2
1.2 电路的基本定律	3
1.2.1 欧姆定律	3
1.2.2 基尔霍夫定律	4
1.3 电磁	5
1.3.1 磁路的概念	5
1.3.2 磁路的基本物理量	5
1.3.3 磁路欧姆定律	7
1.3.4 电磁感应	7
第2章 汽车电路常用电气元件与图形符号	9
2.1 汽车电路常用电气元件	9
2.1.1 电子电路基本元件	9
2.1.2 半导体器件	16
2.1.3 集成电路	21
2.2 电气元件图形符号	22
2.2.1 图形符号的组成	22
2.2.2 常用汽车元器件的图形符号	23
2.2.3 常用图形标志	32
2.2.4 导线颜色代号与标志	33
2.2.5 我国汽车电路接线柱的标记	34
第3章 汽车主要电气设备	38
3.1 汽车电源系统	38
3.1.1 蓄电池	38
3.1.2 交流发电机	40
3.1.3 电压调节器	42
3.2 汽车启动系统	44
3.2.1 启动机的类型	44
3.2.2 启动机的型号	45

3.2.3 启动机的基本结构	45
3.3 汽车点火系统	46
3.3.1 点火线圈	46
3.3.2 火花塞	47
3.3.3 分电器	51
3.4 汽车仪表系统	57
3.4.1 机油压力表	58
3.4.2 水温表	59
3.4.3 燃油表	61
3.4.4 发动机转速表	63
3.4.5 车速里程表	64
3.5 汽车照明与信号系统	66
3.5.1 前照灯	66
3.5.2 转向信号灯	68
3.5.3 汽车电喇叭	69
3.5.4 制动信号灯	70
3.5.5 倒车信号装置	70
3.6 汽车辅助电气与空调系统	72
3.6.1 电动刮水器与洗涤器	72
3.6.2 电动门窗玻璃升降器	74
3.6.3 汽车空调系统	76

第4章 识读汽车电路图的基本方法 78

4.1 现代汽车电路的组成与特点	78
4.1.1 全车电路的组成	78
4.1.2 汽车电路的特点	79
4.1.3 现代汽车电路的发展方向	80
4.2 汽车电路图的种类	81
4.2.1 原理图	81
4.2.2 布线图	83
4.2.3 线束图	84
4.3 汽车电路图的识读方法	86
4.3.1 汽车电路图识读的基本方法	86
4.3.2 汽车电路图识读的注意事项	89
4.3.3 识图实例	90

第5章 典型汽车电气控制系统电路 96

5.1 汽车电源系统电路	96
5.1.1 尼桑蓝鸟系列轿车电源系统电路	96
5.1.2 解放 CA1091 型汽车的电源系统电路	98

5.2 汽车启动系统电路·····	98
5.2.1 东风 EQ1090 型汽车启动系统电路·····	98
5.2.2 解放 CA1091 型汽车的启动系统电路 ·····	100
5.3 汽车点火系统电路 ·····	101
5.3.1 桑塔纳轿车点火电路 ·····	101
5.3.2 解放 CA1091 型汽车的点火电路 ·····	101
5.4 汽车仪表系统电路 ·····	102
5.4.1 桑塔纳 2000GSi 仪表系统电路 ·····	102
5.4.2 解放 CA1091 型汽车仪表系统电路 ·····	106
5.5 汽车照明与信号系统电路 ·····	106
5.5.1 东风 EQ1141G 型汽车照明与信号系统电路 ·····	106
5.5.2 解放 CA1091 型汽车照明与信号系统电路 ·····	107
5.6 汽车辅助电气系统电路 ·····	109
5.6.1 风窗刮水与清洗器电路 ·····	109
5.6.2 电动门窗玻璃升降器的电路 ·····	112
5.7 汽车空调系统电路 ·····	114
5.7.1 桑塔纳空调系统电路 ·····	115
5.7.2 夏利轿车空调系统电路 ·····	116
5.8 汽车整车电路 ·····	119
5.8.1 解放 CA1092 商用汽车电路 ·····	119
5.8.2 桑塔纳乘用车电路图 ·····	124

参考文献·····	130
-----------	-----

第 1 章

电路基本原理



1.1 电路的组成及基本物理量

1.1.1 电路的组成

(1) 电路的状态

电路的状态主要有以下三种。

① 通路 当电源与负载接通, 例如图 1-1 中的开关 S 闭合时, 电路中有了电流及能量的输送和转换, 电路的这一状态称为通路, 而电源这时的状态称为有载。

② 开路 当某一部分电路与电源断开, 该部分电路中没有电流, 也没有能量的输送和转换, 这部分电路所处的状态称为开路。例如图 1-2 中, 当开关 S_1 单独断开时, 照明灯 I 所在的支路开路; 当开关 S_2 单独断开时, 照明灯 II 所在的支路开路。

如果开关 S_1 和 S_2 全部断开, 即电源与负载全部断开, 这时电源的工作状态称为空载。

③ 短路 当某一部分电路的两端用电阻可以忽略不计的导线或开关连接起来, 使得该部分电路中的电流全部被导线或开关所分走, 这一部分电路所处的状态称为短路或短接。例如图 1-3 中, 当开关 S_1 单独闭合时, 照明灯 I 被短路; 当开关 S_2 单独闭合时, 照明灯 II 被短路。

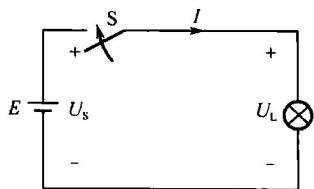


图 1-1 通路

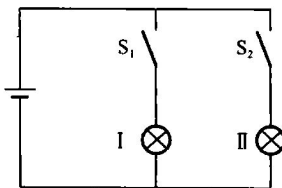


图 1-2 开路

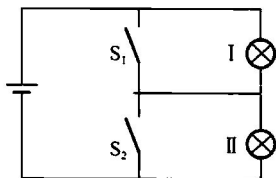


图 1-3 短路

如果图中的开关 S_1 和 S_2 全部闭合, 即所有负载全部被短路, 这时电源所处的状态亦称短路 (一般不称短接)。电源短路时, 电流比正常工作电流大得多, 时间稍长, 便会使供电系统中的设备烧毁和引起火灾。

(2) 电路的组成

电路的结构形式, 按所实现的任务不同而多种多样, 但无论哪种电路, 都离不开电源、负载、导线和控制元件 4 部分。

① 电源 提供电能的设备, 如发电机、电池等。

② 负载 指用电设备，如电灯、电动机、空调等。

③ 导线 用来连接电源与负载，起传输和分配电能的作用。

④ 控制元件 实际的电路除电源、负载、导线这 3 个基本部分以外，还常常根据实际工作的需要增添一些控制元件。例如接通和断开电路用的控制电器（如开关按钮）和保障安全用电的保护装置（如熔断器）等。

1.1.2 电路的基本物理量

（1）电流

电荷的定向移动形成电流，由于电荷有正、负之分，习惯上规定电流方向为正电荷定向移动方向。电流的大小用电流强度来表示，电流强度的定义是单位时间内通过导体横截面的电荷量，电流强度又可简称为电流。

如果电流的大小和方向不随时间变化，这种电流称为恒定电流，简称直流，用符号 I 表示。如果电流的大小和方向都随时间变化，则称为交变电流，简称交流，常用符号 i 表示。在国际单位中，电流的单位是安培（A）。

（2）电压与电动势

电荷的定向移动是依靠能量转换和做功实现的。若单位正电荷从 a 点移动到 b 点，如果电场力做正功，则单位正电荷电势能减少，电势能减少的数量称为 a、b 两点间的电压。

如果电压的大小和极性不随时间变化，这种电压称为直流电压，用符号 U 表示。如果电压的大小和极性都随时间变化，则称为交流电压，常用符号 u 表示。

电动势是用来表示电源移动电荷做功本领的物理量。电源的电动势，在数值上等于电源把单位正电荷从负极 b（低电位）经由电源内部移到电源的正极 a（高电位）所做的功。

在国际单位制中，电压和电动势的单位都是伏特（焦耳/库仑），简称“伏”，用大写字母“V”表示。

电压的实际方向规定为由高电位（“+”极性）端指向低电位（“-”极性）端，即为电位降低的方向。电源电动势的实际方向规定为在电池内部由低电位（“-”极性）端指向高电位（“+”极性）端，即为电位升高的方向。和电流一样，在较为复杂的电路中，也往往无法先确定它们的实际方向（或者极性）。因此，在电路图上所标出的也都是电动势和电压的参考方向。若参考方向与实际方向一致，则其值为正；若参考方向与实际方向相反，则其值为负。

原则上参考方向是可以任意选择的，但是在分析某一个电路元件的电压与电流的关系时，需要将它们联系起来选择。

（3）电位

在分析和计算电路时，常常将电路中的某一点选作参考点，并规定其电位为零。于是电路中其他任何一点与参考点之间的电压便是该点的电位。在同一电路中，由于参考点选得不同，各点的电位值会随着改变，但是任意两点之间的电压值是不变的。所以各点的电位高低是相对的，而两点间的电压值是绝对的。

原则上，参考点可以任意选择，但为了统一起见，常选大地为参考点。机壳需要接地的设备，可以把机壳选作电位的参考点。有些电子设备，机壳虽不一定接地，但为分析方便起见，可以把它们当中元件汇集的公共端或公共线选作参考点，也称为“地”，在电路图中用“ $\perp$ ”表示。

(4) 电功率

在电路的分析和计算中, 功率的计算是十分重要的。这是因为一方面电路在工作状态下总伴随有电能与其他形式能量的相互交换; 另一方面, 电气设备、电路部件本身都有功率的限制, 在使用时要注意其电流值或电压值是否超过额定值, 超载会使设备或部件损坏, 或不能正常工作。功率是能量转换的速率, 电路中任何元件的功率 P , 都可用元件的端电压 U 和其中的电流 I 相乘求得, 即:

$$P=UI$$

不过, 在写表达式求解功率时, 要注意 U 和 I 的值有正负之分; 并且当把 U 和 I 的值代入式中计算后, 所得的功率也会有正负之分。

功率的正负表示了元件在电路中的作用不同。若功率为正值, 则表明该元件在电路中是负载, 将电能转换成了其他的能量, 电流流过该元件时是电场力做功; 若功率是负值时, 则表明该元件在电路中是电源, 将其他形式的能量转换成电能, 电流流过该元件时是电源做功。

功率的国际单位是瓦特, 简称为瓦 (W), 对于大功率, 常采用千瓦 (kW) 作单位。

1.2 电路的基本定律

1.2.1 欧姆定律

通常流过电阻的电流 I 与电阻两端的电压 U 成正比, 这就是欧姆定律。它是分析电路的基本定律之一。对图 1-4 (a) 的电路, 欧姆定律可用下式表示:

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

式中, R 为该段电路的电阻。

由式 (1-1) 可见, 当所加电压 U 一定时, 电阻 R 愈大, 则电流 I 愈小。显然, 电阻具有对电流起阻碍作用的物理性质。

在国际单位制中, 电阻的单位是欧 (欧姆, Ω)。当电路两端的电压为 1 V, 通过的电流为 1 A 时, 该段电路的电阻为 1Ω 。计量高电阻时, 则以千欧 (k Ω) 或兆欧 (M Ω) 为单位。

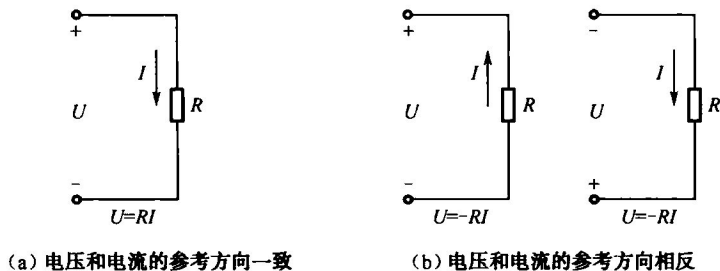


图 1-4 欧姆定律

根据在电路图上所选电压和电流参考方向的不同, 在欧姆定律的表示式中可带有正号或负号。如图 1-4 (a) 所示, 当电压和电流的参考方向一致时, 则得

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

如图 1-4 (b) 所示，当两者的参考方向选得相反时则得

$$U = -RI \tag{1-3}$$

这里应注意，电压和电流本身也有正值和负值之分。

1.2.2 基尔霍夫定律

分析与计算电路的基本定律，除了欧姆定律外，还有基尔霍夫电流定律和电压定律。基尔霍夫电流定律应用于结点，电压定律应用于回路。

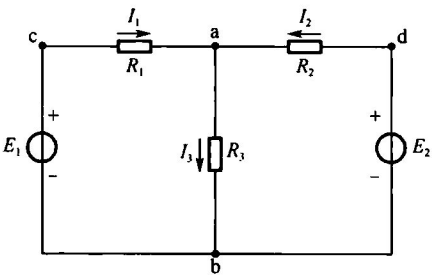


图 1-5 支路电流

电路中的每一分支称为支路，一条支路流过一个电流，称为支路电流。在图 1-5 中共有三条支路。

电路中三条或三条以上的支路相连接的点称为结点。在图 1-5 所示的电路中共有两个结点：a 和 b。

回路是由一条或多条支路所组成的闭合电路。图 1-5 中共有三个回路：adbca、abca 和 abda。

(1) 基尔霍夫电流定律

基尔霍夫电流定律是用来确定连接在同一结点上的各支路电流间关系的。由于电流的连续性，电路中任何一点（包括结点在内）均不能堆积电荷。因此，在任一瞬时，流向某一结点的电流之和应该等于由该结点流出的电流之和。

在图 1-5 所示的电路中，对结点 a 可以写成

$$I_1 + I_2 = I_3 \tag{1-4}$$

或改写成

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$
$$\sum I = 0 \tag{1-5}$$

即

就是在任一瞬时，一个结点上电流的代数和恒等于零。如果规定参考方向向着结点的电流取正号，则背着结点的就取负号。

根据计算的结果，有些支路的电流可能是负值，这是由于所选定的电流的参考方向与实际方向相反所致。

(2) 基尔霍夫电压定律

基尔霍夫电压定律是用来确定回路中各段电压间关系的。如果从回路中任意一点出发，以顺时针方向或逆时针方向沿回路循行一周，则在这个方向上的电位降之和应该等于电位升之和，回到原来的出发点时，该点的电位是不会发生变化的。此即电路中任意一点的瞬时电位具有单值性的结果。

如图 1-6 所示的回路，即为图 1-5 所示电路的一个回路，图中电源电动势、电流和各段电压的参考方向均已标出。按照虚线所示方向循行一周，根据电压的参考方向可列出

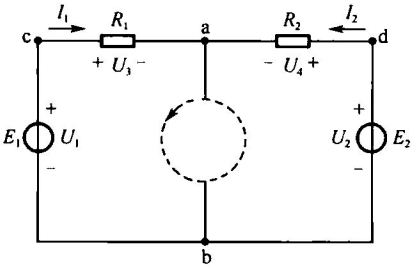


图 1-6 回路

$$U_1 + U_4 = U_2 + U_3$$

或改写为

$$U_1 - U_2 - U_3 + U_4 = 0$$

即

$$\sum U = 0 \quad (1-6)$$

就是在任一瞬时, 沿任一回路循行方向(顺时针方向或逆时针方向), 回路中各段电压的代数和恒等于零。如果规定电位降取正号, 则电位升就取负号。

1.3 电磁

磁现象是一种自然的物理现象, 经常以磁体的形式表现其特征。人们最早发现的磁体是磁石, 磁石的化学成分是 Fe_3O_4 , 磁石最主要的特征是能吸铁, 因此人们往往将磁体称为磁铁。通过磁体的特征人们可以感觉到磁的存在, 人类使用的磁体有两类, 一类是天然磁体, 如人们居住的地球就是一个巨大的磁体。另一类是人造磁体, 是利用电流的磁效应制造出来的磁体。

1.3.1 磁路的概念

在地球上, 磁体(铁)具有以下三个性质:

① 磁体(铁)具有吸铁的能力;

② 磁体具有南(S)、北(N)两个磁极, 将磁体悬挂起来, 稳定后 S 极将指向地球的南极, N 极将指向地球的北极;

③ 两个磁体之间存在着相互作用力, 极性相同的磁极(同为 S 极或同为 N 极)之间的作用力是排斥力, 极性不同的磁极(一个为 S 极另一个为 N 极)之间的作用力是吸引力。

通常将磁极之间存在着的相互作用力称为磁力, 磁力存在的范围称为磁场的作用范围。通过实验的方法可以证明: 一块磁体的两个磁极部分, 对铁的吸引力最强(即磁场最强), 两个磁极之间的中线附近, 磁体对铁的吸引力最弱。人们用磁力线来描述磁场的变化情况, 通常规定: 在磁体的外部, 磁力线从磁体的 N 极出来, 从磁体的 S 极进入; 在磁体的内部, 磁力线从磁体的 S 极指向 N 极, 形成闭合曲线。如图 1-7 所示的虚线就是磁力线。

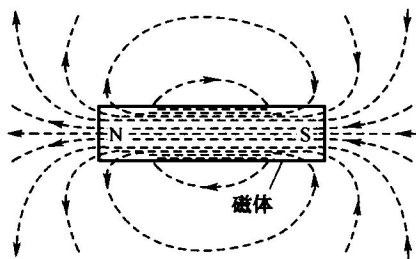


图 1-7 磁体的磁力线

磁力线集中通过的路径称为磁路, 又称为“磁通径路”。

1.3.2 磁路的基本物理量

磁路中常用的基本物理量即磁感应强度 B 、磁通 Φ 、磁导率 μ 、磁场强度 H 。

(1) 磁感应强度 B

磁感应强度 B 是反映磁场性质的参数。它的大小反映磁场强弱, 它的方向就是磁场的方向。

若在磁场中某一区域, 磁力线疏密一致, 且方向相同, 则称该区域为匀强磁场或均匀磁场。在均匀磁场内, 磁感应强度处处相同。场内某点磁力线的方向即磁感应强度的方向, 磁力线的多少就表示磁感应强度的大小。一载流导体在磁场中受电磁力的作用, 如图 1-8 所示。电磁力的大小就与磁感应强度 B 、电流 I 、垂直于磁场的导体有效长度 L 成正比。公式为:

$$F = BIL \sin \alpha \quad (1-7)$$

式中, α 为磁场与导体的夹角; B 为磁感应强度, 单位为特斯拉 (T)、高斯 (Gs), $1\text{Gs} = 10^{-4}\text{T}$ 。若 $\alpha = 90^\circ$, 则

$$F = BIL \quad (1-8)$$

电磁力的方向可用左手定则来确定。

(2) 磁通 Φ

磁感应强度 B 和垂直于磁场方向的某一面积 S 的乘积称为该截面的磁通 Φ 。若磁场为匀强磁场, Φ 的大小为:

$$\Phi = BS \quad (1-9)$$

磁通 Φ 的单位为韦伯 (Wb), 工程上过去常用麦克斯韦 (Mx), 两个单位的大小关系是:

$$1\text{Mx} = 10^{-8}\text{Wb}$$

磁力线垂直穿过某一截面, 磁力线根数越多, 就表明磁通越大; 磁通越大就表明在一定范围中磁场越强。由于磁力线是首尾闭合的曲线, 所以穿入闭合面的磁力线数, 必等于穿出闭合面的磁力线数, 这就是磁通的连续性。

(3) 磁导率 μ

磁导率 μ 是用来衡量磁介质磁性性能的物理量。

如图 1-9 所示一直导体, 通电后在导体周围产生磁场, 在导体附近一处 X 点的磁感应强度 B 与导体中的电流 I 及 X 点所处空间几何位置、磁介质 μ 有关。公式为:

$$B_x = \mu \frac{I}{2\pi r} \quad (1-10)$$

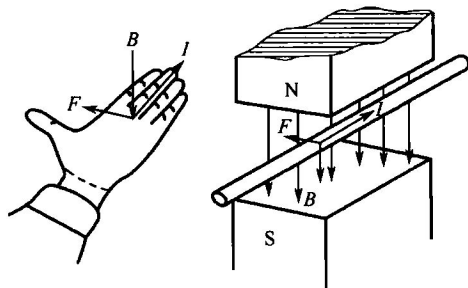


图 1-8 载流导体受电磁力作用

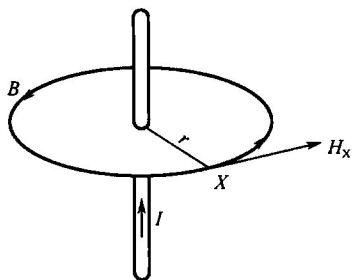


图 1-9 直导体周围的磁场

由式 (1-10) 可知磁导率 μ 越大, 在同样的导体电流和几何位置下, 磁场越强, 磁感应强度 B 越大, 磁介质的导磁性能越好。

不同的介质, 磁导率 μ 也不同, 例如真空中的磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{H/m}$, 一般磁介质的磁导率 μ 与真空中磁导率 μ_0 的比值, 称为相对磁导率, 用表示 μ_r 表示, 即

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0} \quad (1-11)$$

磁导率 μ 的单位为亨/米 (H/m)。

根据相对磁导率不同, 往往把材料分成三大类, 第一类 μ_r 略小于 1, 称为逆磁材料, 如铜、银等, 第二类 μ_r 略大于 1, 如各类气体、非金属材料、铝等, 这两类的相对磁导率 μ_r 约等于 1, 所以常统称为非铁磁性材料; 第三类为铁磁性物质, 如铁、钴、镍及其合金等, 它

们的磁导率很高,相对磁导率 μ_r 远远大于1,可达几百到上万,所以电气设备如变压器、电机都将绕组套装在用铁磁性材料制成的铁芯上。

要注意的是,铁磁性物质的磁导率 μ 是个变量,它随磁场的强弱而变化。

(4) 磁场强度 H

磁场强度 H 也是磁场的一个基本物理量。磁场内某点的磁场强度 H 等于该点磁感应强度 B 除以该点的磁导率 μ ,即:

$$H = \frac{B}{\mu} \quad (1-12)$$

式中, H 为磁场强度,单位为安/米(A/m)。

图1-9中X点的磁场强度 H 为

$$H_x = \frac{B_x}{\mu} = \frac{I}{2\pi r} \quad (1-13)$$

由此可见,磁场强度的大小取决于电流的大小、载流导体的形状及几何位置,而与磁介质无关。 H 和 B 同为矢量。 H 的方向就是该点 B 的方向。

1.3.3 磁路欧姆定律

由于磁路和电路在分析思路上基本一致,在分析磁路时,可以将全电流定律应用到磁路中来。

一个磁路中的磁阻等于“磁动势”与磁通量的比值。这个定义可以表示为:

$$\Phi = NI / R_m$$

式中 R_m ——磁阻,安培匝/韦伯,或匝数/亨利;

NI ——磁动势,线圈的匝数与电流的乘积,安培匝;

Φ ——磁通量,韦伯。

即磁路中的磁通 Φ 等于作用在该磁路上的磁动势 NI 除以磁路的磁阻 R_m ,这就是磁路的欧姆定律。

这个定律有时称为霍普金森定律,又被称为磁路欧姆定律。与电路欧姆定律类似。

磁通量总是形成一个闭合回路,但路径与周围物质的磁阻有关。它总是集中于磁阻最小的路径。空气和真空的磁阻较大,而容易磁化的物质,例如软铁,则磁阻较低。

1.3.4 电磁感应

(1) 定义

闭合电路的一部分导体在磁场中做切割磁感线的运动时,导体中就会产生电流,这种现象叫电磁感应现象,本质是闭合电路中磁通量的变化。

由电磁感应现象产生的电流叫做感应电流。放在变化磁通量中的导体产生的电动势,称为感应电动势或感生电动势,若将此导体闭合成一回路,则该电动势会驱使电子流动,形成感应电流(感生电流)。

感应电流产生的条件有以下3个,如果缺少一个条件,就不会有感应电流产生。

- ① 电路是闭合且通的。
- ② 穿过闭合电路的磁通量发生变化。
- ③ 物体必须做垂直切割磁感线运动。

电磁感应现象的发现，是电磁学领域中最伟大的成就之一。它不仅揭示了电与磁之间的内在联系，而且为电与磁之间的相互转化奠定了实验基础，为人类获取巨大而廉价的电能开辟了道路，在实用上有重大意义。电磁感应现象的发现，标志着一场重大的工业和技术革命的到来。事实证明，电磁感应在电工、电子技术、电气化、自动化方面的广泛应用对推动社会生产力和科学技术的发展发挥了重要的作用。

(2) 感应电动势

要使闭合电路中有电流，这个电路中必须有电源，因为电流是由电源的电动势引起的。在电磁感应现象里，既然闭合电路里有感应电流，那么这个电路中也必定有电动势，在电磁感应现象中产生的电动势叫做感应电动势。

感应电动势大小计算的公式为：

$$E = n \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

式中 n ——线圈匝数；

$\Delta \phi$ ——磁通量变化量，Wb；

Δt ——发生变化所用时间，s；

E ——产生的感应电动势，V。

第 2 章

汽车电路常用电气元件与图形符号



2.1 汽车电路常用电气元件

2.1.1 电子电路基本元件

(1) 电阻

电阻在电子电路中是用得最多的元件之一。它在电路中常用来控制电流、分配电压。电阻的文字符号用字母“R”表示。

电阻按结构形式分，有固定电阻、可变电阻两大类。

固定电阻的种类比较多，按材料不同，主要有碳质电阻、碳膜电阻、线绕电阻等。固定电阻的电阻值是固定不变的，在电路图中的图形符号如图 2-1 (a) 所示。

可变电阻主要是指可调电阻、电位器。它们的阻值可以在某一个范围内变化，在电路图中的图形符号如图 2-1 (b) 所示。

电阻按用途的不同，可分为精密电阻、高频电阻、高压电阻、大功率电阻、热敏电阻、熔断器等。常见的电阻如图 2-1 (c) 和 (d) 所示。

电阻的国际单位是欧姆 (Ω)，其单位除欧姆 (Ω) 外，还有千欧 ($k\Omega$)、兆欧 ($M\Omega$)，它们之间的换算关系为

$$\begin{aligned} 1k\Omega &= 1000\Omega = 10^3\Omega \\ 1M\Omega &= 1000k\Omega = 10^6\Omega \end{aligned}$$

(2) 电容器

电容器是由两个金属板中间夹有绝缘材料构成的。

电容器在电路中具有隔断直流电、通过交流电的作用，常用于级间耦合、滤波、去耦、旁路及信号调谐等方面，是电子电路中不可缺少的基本元件。

电容器的种类繁多，不同种类电容器的性能、用途不同。电容器按结构可分为固定电容器、可变电容器、半可变电容器。

固定电容器的电容量是固定不变的，它的性能和用途与两极板间的介质有密切关系，一般常用的介质有空气、云母、陶瓷、金属氧化物、纸介质、铝电解质等。电解电容器是有正负极之分的，使用时切记不可将极性接反。

电容量在一定范围内可以调节的电容器叫可变电容器。半可变电容器又叫微调电容器，在电路中它常用做补偿电容。

电容器的文字符号用字母“C”表示，在电路图中的图形符号如图 2-2 所示。

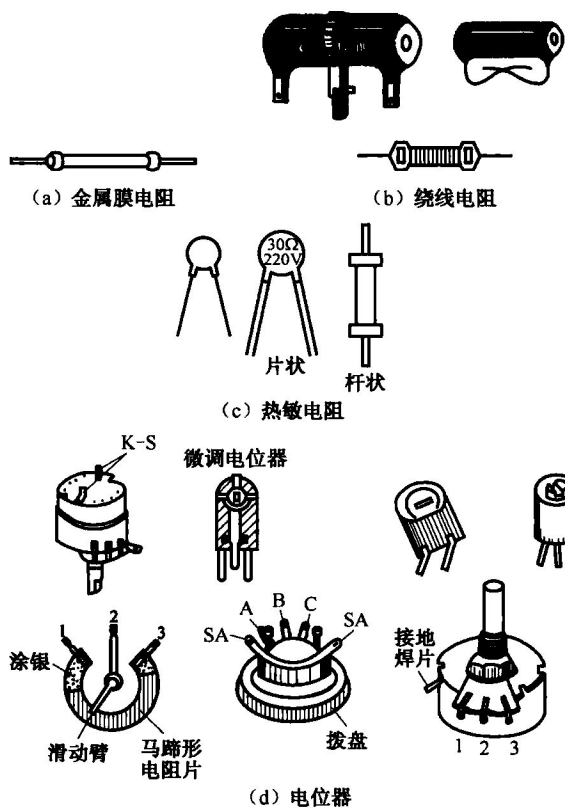


图 2-1 常见电阻的外形

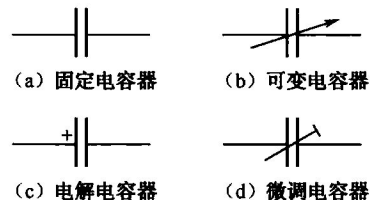


图 2-2 电容器电路图形符号

常见电容器的外形如图 2-3 所示。

电容器的电容量简称电容。电容的国际单位是法拉 (F)，但法拉单位较大，在实际应用中常用微法 (μF)、皮法 (pF)，它们之间的换算关系为：

$$1\mu\text{F}=10^{-6}\text{F}$$
$$1\text{pF}=10^{-6}\mu\text{F}=10^{-12}\text{F}$$

(3) 电感器

电感器在电路中有阻交流通直流的作用，同样是电子电路中不可缺少的基本元件。

两只互相靠近的线圈，由于原线圈电流的变动，使副线圈产生感应电动势，原副线圈虽然没有直接接通，但通过磁力线做耦合，使原线圈的电能量转移到副线圈，这种作用称为互感。由互感作用产生的感应电动势，称为互感电动势。互感电动势的大小和原（初级）线圈的电流变化快慢成正比，即和副（次级）线圈的磁力线数目的变化快慢成正比，同时还决定于线圈本身的形状、大小、匝数和线圈周围介质情况以及两个线圈的相对位置。

电感器的种类很多，而且分类方法也不一样，通常按电感器的形式分，有固定电感器、可变电感器、微调电感器；按磁体的性质分，有空心线圈、磁心线圈；按结构特点分，有单层线圈、多层线圈、蜂房线圈等。

各种电感器都具有不同的特点和用途。但它们都是用漆包线、纱包线、镀银裸铜线，绕在绝缘骨架上、铁芯上构成，而且每圈与每圈之间要彼此绝缘。为适应各种用途的需要，电感器做成各式各样的形状，如图 2-4 所示。

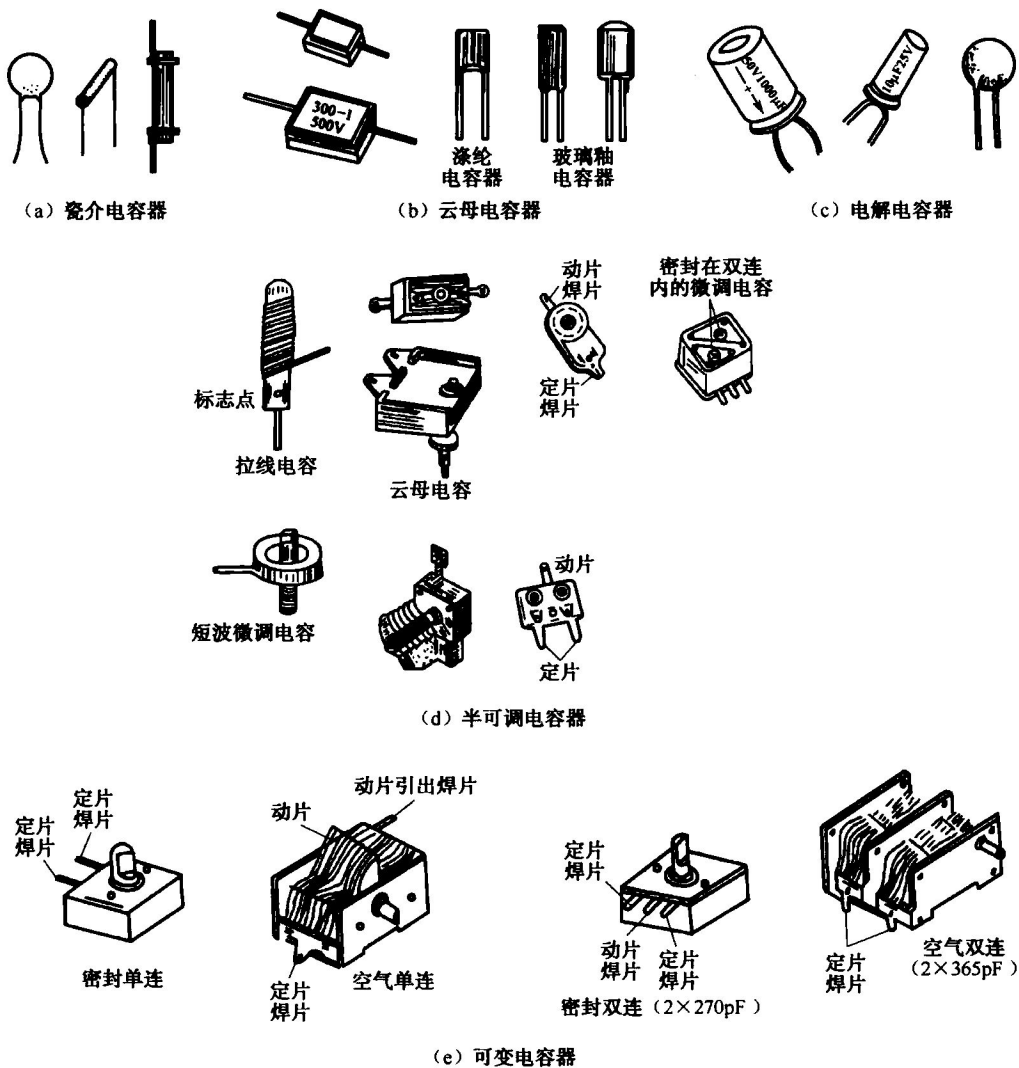


图 2-3 常见电容器的外形

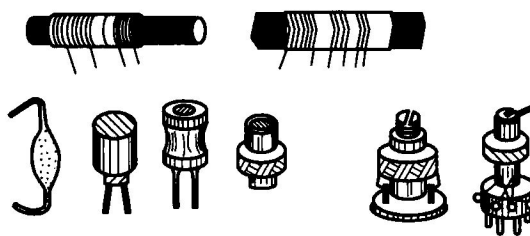


图 2-4 常见电感器的外形

电感器的文字符号用字母“L”表示，在电路图中的图形符号如图 2-5 所示。

电感量的国际单位是亨利（H），常用的单位还有毫亨（mH）、微亨（ μH ）。它们之间的换算关系为：