

QICHEWEIXIU JIBENJISHU XILIESHU
汽车维修基本技术系列书



汽车维修 **电工**

【基本技术】



阙广武 任献忠 主编

通过本书可掌握:

- 汽车维修电工基础知识
- 汽车电气系统原理与检修
- 专业知识和实际操作技能



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

汽车维修基本技术系列书

汽车维修**电工**

【基本技术】

阙广武 任献忠 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内容提要

本书是《汽车维修基本技术系列书》之一,即《汽车维修电工基本技术》分册。本书主要讲述了汽车电控与电气系统的基本知识,重点讲述了维修电工的专业知识和实际操作技能。

本书主要包括:汽车维修电工基础知识,常用维修工量具、仪器及电工材料,汽车供电系统,汽车起动系统,汽油机点火系统,照明信号系统,仪表及警告系统,辅助电气设备,汽车电路图符号的表示法。

本书的主要特点有:一、零起点起步。本书从入门讲起,适合汽车电气维修技术的初学者,即使无任何基础也同样适合。二、一切从实际出发。讲解理论知识够用即止,突出实际操作技能的掌握和运用。三、内容规范。本书依据最新维修电工的职业标准编写。四、图文并茂。全书提供几百张图片以辅助学习和理解,易于阅读和掌握。通过对本书的学习,可达到初、中级维修电工技术水平。

本书可作为掌握和提高汽车电气维修基本技术的自学读本,更可供汽车维修培训机构和相关院校作为培训教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车维修电工基本技术/阙广武,任献忠主编. —北京:
中国电力出版社, 2007
(汽车维修基本技术系列书)
ISBN 978-7-5083-5288-6

I. 汽... II. ①阙... ②任... III. 汽车-电工
IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 036438 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2007 年 6 月第一版 2007 年 6 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 32 开本 10 印张 284 千字

印数 0001—4000 册 定价 16.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前言

随着汽车工业的发展,汽车保有量的不断增加也带动汽车维修行业的繁荣。这就急需大批具备专业知识和实际操作技能的维修人员不断加入,以满足日益增长的市场需求。此外,随着汽车维修人员工种的不断细化和标准化,各工种维修人员的专业技能也有待进一步规范和提高。那么怎样才能逐步成为具有专业水准的维修人员呢?这是许多打算投身这一行业的人们所迫切需要了解的。

在这个形势下,我们编写了《汽车维修基本技术系列书》。本书根据汽车维修行业的主要工种来划分,讲述了各工种的专业技术和实际操作技能。通过对本套书的学习,读者可达到初、中级维修工技术水平。本系列书分为如下分册:《汽车维修工基本技术》、《汽车维修电工基本技术》、《汽车维修漆工基本技术》、《汽车维修钣金工基本技术》、《汽车检测工基本技术》、《汽车美容装潢工基本技术》、《汽车维修与故障排除基本技术》。

本套书主要有如下特点:

一、零起点起步。本套书从入门讲起,即使无任何基础也同样适合。

二、一切从实际出发。讲解理论知识够用即止,突出实际操作技能的掌握和运用。

三、内容规范。即本套书是依据最新各维修工种的职业标准编写。

四、图文并茂。全书均提供几百张图片以辅助学习和理解,易于阅读和掌握。本套书可作为掌握和提高汽车维修基本技术的自学读本,更可供汽车维修培训机构作为培训教材使用。

本书是其中之一,即《汽车维修电工基本技术》。主要包括:汽车维修电工基础知识,常用维修工量具、仪器及电工材料,汽车供电系统,汽车起动系统,汽油机点火系统,照明信号系统,仪表及警告系统,辅助电气设备,汽车电路图符号的表示法。

本书由阙广武、任献忠主编，其中第一章由章国火编写，第二章由任献忠编写，第三章由信悦编写，第四章第一、二节由陈立旦编写，第四章第三、四、五节由张莉编写，第五章由刘秋妹编写，第六章由黄伟敏编写，第七章由丁海青编写，第八章由钱波、刘斌编写，第九章由阙广武编写。

本书在编写过程中得到杭州交通职业高级中学、浙江经济职业技术学院、杭州市技师协会等的大力支持，同时参阅和引用了许多公开出版和发表的文献资料，在此表示感谢。

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，在此敬请广大读者批评指正。

编者

2007. 3

目 录

前言

第一章 汽车维修电工基础知识	1
第一节 电路基础知识	1
第二节 电磁基本知识	18
第三节 电子技术基础	27
第二章 常用维修工量具、仪器及电工材料	44
第一节 常用工量具及电工材料	44
第二节 常用仪器	72
第三章 汽车供电系统	84
第一节 蓄电池	85
第二节 硅整流发电机及调节器	108
第三节 充电系统常见故障判断方法	145
第四章 汽车起动系统	150
第一节 起动机概述	150
第二节 串励直流电动机	153
第三节 起动机传动机构	157
第四节 起动机控制装置	161
第五节 起动系统的使用与故障排除	163
第五章 汽油机点火系统	178
第一节 传统点火系统	178
第二节 电子点火系统	211
第六章 照明信号系统	226
第一节 前照灯	226
第二节 闪光继电器	239
第三节 喇叭	242
第七章 仪表及警告系统	250
第一节 仪表系统	251

第二节 报警系统.....	267
第八章 辅助电气设备	274
第一节 电动刮水器和风窗玻璃洗涤器.....	274
第二节 晶体管电动汽油泵.....	278
第三节 电动门窗.....	281
第四节 中央控制门锁及防盗报警系统.....	284
第五节 中央接线盒.....	289
第九章 汽车电路图符号的表示法	297
参考文献	313

第一章 汽车维修电工 基础知识

第一节 电路基础知识

一、直流电路

(一) 直流电路和电路图

1. 直流电路

电路是指电流流过的路径,完整的电路由电源、负载、控制和保护装置、连接导线等基本要素组成,如图 1-1 所示。

(1) 电源。把化学能、机械能等非电能转化成电能的装置,如汽车上的铅蓄电池、发电机等。

(2) 负载(通常称用电设备、用电器)。将电能转换为其他形式能的元器件或设备,如汽车上的各种照明灯、信号灯、电动机、点烟器、火花塞、扬声器、电动机、喇叭、电热丝、显示器等。

(3) 控制和保护装置。在电路中既不会产生电,也不会消耗电(一般指消耗的电能可忽略不计)的导线、开关、熔断器、继电器、测量仪表、变压器、电子放大或控制器等,是一些仅对电能起传递、控制、变换、监测、保护及报警的装置。

电路分外电路和内电路。外电路是指从电源一端经过负载再回到电源另一端的电路;内电路是指电源内部的通路。

2. 电路图

电路图有实物接线图和电路原理图之分,如图 1-1 所示。

将电路中的实物用简单符号绘制的图称电路图。实物接线图直观,但绘制麻烦。电路原理图是把电路中的实物,用简单的国家统一颁布的图形符号表示和绘制出来的电路连接图。实际中,电气设备安装和维修是依据电路原理图进行的,很少使用实物接线图。

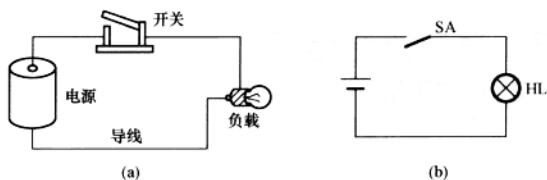


图 1-1 电路图

(a) 实物接线图；(b) 电路原理图

3. 汽车电路的单线制

如图 1-1 所示电路中，电源和用电设备之间是用两根导线构成回路的，这种连接方式称双线制。在汽车上，为了节省导线和便于安装、维修，电源和用电设备之间通常只用一根导线连接，另一根导线则由发动机、车架等金属机体代替而构成回路。这种连接方式称为单线制，如图 1-2 所示。采用单线制时，电源（汽车上是蓄电池和发电机）的一端必须可靠地接到车架上，俗称搭铁，用符号“ $\perp$ ”表示。按电源搭铁的极性可分为正极搭铁和负极搭铁。由于负极搭铁对无线电干扰较小，所以世界上绝大多数国家包括我国的汽车都采用负极搭铁。

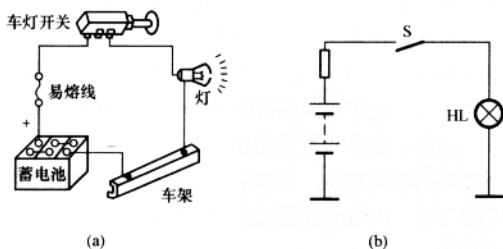


图 1-2 汽车电路的单线制

(a) 实物图；(b) 电路图

(二) 电路基本物理量

1. 电流

电流是电荷定向移动形成的。在金属导体中，电流实质上是带负

电荷的自由电子在电场力作用下运动所形成的。在导电液体（如蓄电池内的电解液）中，电流是带正、负电荷的离子在电场力作用下向相反方向移动所形成的。

电流的大小用电流强度来衡量。电流强度是指单位时间内通过导体横截面的电量，用符号 I 表示。

电流的基本单位为 A（安培），实际应用中还有 kA、mA、 μ A 等，它们之间的换算关系是： $1\text{kA} = 10^3\text{A}$ ； $1\text{mA} = 10^{-3}\text{A}$ ； $1\mu\text{A} = 10^{-6}\text{A}$ 。

电流的方向，规定正电荷定向移动的方向为电流的方向。因此，自由电子和负离子移动的方向与电流方向相反。

电流的大小可用电流表直接测量，测量时应注意：电流表必须与被测电路串联；使用前应根据被测电流的大小选择适当的量程，在无法估计电流范围时，应选用较大的量程开始测量。

2. 电位、电压和电动势

(1) 电位。电场力将单位正电荷从某点移到参考点（零电位点）所做的功叫做该点的电位，常用带下标的符号 V 表示。电位的单位为 V（伏）。为求得电路中各点的电位值，必须选择一个参考点，在实际电路中常以机壳或大地为参考点，即把机壳或大地的电位规定为零电位。零电位的符号为“ $\perp$ ”（表示接大地）或“ $\perp$ ”（表示接机壳）。

(2) 电压。在电路中，由于电源的作用，电场力把正电荷从 a 点移到 b 点所做的功 W_{ab} 与被移动的电量 Q 的比值称为两点间的电压，用符号 U 表示，单位为 V。

由定义可知，a、b 两点之间的电压，就是该两点间的电位差，所以电压也称电位差。电压是衡量电场力作功本领大小的物理量。电压越高，电场力作功的能力越大；电压越低，电场力做功的能力越小。

电压的正方向规定从高电位指向低电位，即电压降低的方向。对负载来说，电流的流进端为高电位端，电流的流出端为低电位端，因而负载中的电压方向和电流方向是一致的。

注意：电位和电压是有区别的。电位是相对值，与参考点的选择有关；电压则是绝对值，与参考点的选择无关。

电压的大小可用电压表测量,测量时应注意:电压表必须与被测电路并联;使用前应根据被测电压的大小,选择适当的量程。

(3) 电动势。在电源内部,电源力把正电荷从负极移到正极所做的功 W 与被移动的电量 Q 的比值叫做电源的电动势,用符号 E 表示,单位为 V 。

电动势的方向规定从电源的负极指向正极,即电位升高的方向。电动势的方向与电压方向相反。

汽车用蓄电池的电动势有 $12V$ 和 $24V$ 两种。

3. 电阻

导体对电流起阻碍作用的能力叫做电阻,用 R 表示,单位为 Ω (欧姆),常用的还有 $k\Omega$ 和 $M\Omega$ 等,它们之间的换算关系为: $1k\Omega = 10^3\Omega$; $1M\Omega = 10^3k\Omega$ 。

导体的电阻是客观存在的,不随导体两端的电压大小而变化。实验证明:在一定温度下,导体的电阻 R 与导体的长度 L 成正比,与导体的横截面积 S 成反比,并与导体材料的性质有关,即 $R = \rho \frac{L}{S}$ 。

式中 L ——导体的长度, m ;

S ——导体的横截面积, m^2 ;

ρ ——导体的电阻率, $\Omega \cdot m$;

R ——导体的电阻, Ω 。

导体的电阻率由导体的材料所决定,因而不同材料的电阻率是不相同的。

导体的电阻还与导体的温度有关,一般用电阻温度系数来表示导体电阻与温度之间的关系。电阻温度系数是指温度每升高 $1^\circ C$ 时,电阻所产生的变化量与原电阻的比值。电阻温度系数有正、负之分。正温度系数表示温度升高时,导体电阻值增大;负温度系数表示温度升高时,导体电阻值减小。

二、电路状态

1. 通路 (闭路)

通路指电路按规定路径处处导通,电源和负载构成了闭合回路,

如图 1-2 (b) 所示。通路状态根据负载的大小可分为满载、轻载和过载三种情况。负载在额定功率下的工作状态叫额定工作状态或满载；低于额定功率的工作状态叫轻载；高于额定功率的工作状态叫过载或超载。由于过载很容易烧坏电器设备，所以一般情况下不允许电路出现过载。

2. 断路（开路）

断路指电路中有支路被断开的状态，电源和负载未构成闭合回路，此时电路中无电流通过。断路可分为控制性断路和故障性断路。控制性断路是人们根据需要利用开关将处于通路状态的电路切断，使电路处于断路状态；故障性断路是一种突发性的意想不到的断路状态。

例如在单线制汽车电路中，电源与负载之间连线松脱，负载与车架的金属部分搭铁不良等，如图 1-3 所示。

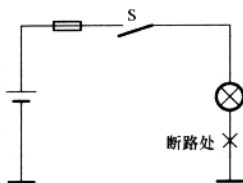


图 1-3 电路的断路故障

3. 短路

短路指电路电流未经过规定的路径通过，而在中途相搭接的地方通过的状态，如图 1-4 所示。这时电流不经灯泡而由短路点 A、B 构成回路。由于短路时回路中电阻近似为零，因此电路中的电流比正常时大几十或几百倍。这样大的短路电流通过电路将产生大量的热，使导线温度迅速升高，因而可能烧坏导线，损坏电源及其他设备，影响电路的正常工作。

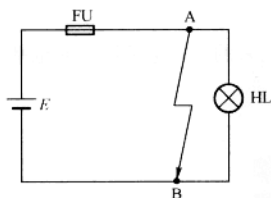


图 1-4 短路故障

严重时会引起火灾，所以要尽量避免。在电路中，串联保险丝 FU，一旦电路电流过大，熔丝熔断，电路变为短路状态。

4. 接触不良

接触不良是指电路在导体接触部位因接触面有氧化层、脏污、接触压力不足或接触面过小造成的电阻过大的现象。严重接触不良会造

成电路断路。

三、电路的欧姆定律

1. 部分电路欧姆定律

不含电源的一段电路称为部分电路。用万用表测量如图 1-5 所示

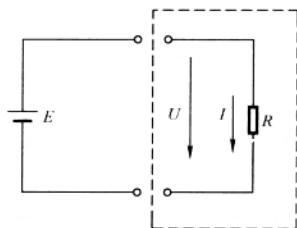


图 1-5 部分电路

部分电路中的电压 U 、电流 I 和电阻 R ，可以发现：流过导体的电流 I 与这段导体两端的电压 U 成正比，与这段导体的电阻 R 成反比。这个规律叫部分电路欧姆定律，其数学表达式为

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

也可以写成

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

式中 U ——电路两端的电压，V；

R ——电路电阻， Ω ；

I ——电路的电流，A。

上式表明，当电流一定时，电阻越大，在电阻 R 上产生的压降越大，反之越小。

欧姆定律是用金属导体做实验总结出来的，对电解液介质也基本适用，但对气体介质就不适用了。

2. 全电路欧姆定律

含有电源的闭合电路称为全电路，如图 1-6 所示，它包括内电路和外电路两部分。实验证明：在全电路中，通过电路的电流与电源电动势 E 成正比，与电路的总电阻 $(R+r)$ 成反比。这个规律叫全电路欧姆定律，其数学表达式为

$$I = \frac{E}{R+r} \quad (1-3)$$

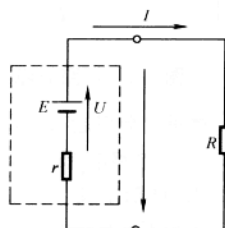


图 1-6 简单全电路

式中 R ——外电路电阻, Ω ;
 r ——内电路电阻, Ω ;
 I ——电路中的电流, A;
 E ——电源的电动势, V。

由此可得

$$E = IR + Ir = U + U_r \quad (1-4)$$

式中 U 为外电路电压降, 也称路端电压, 简称端电压; U_r 为内电路电压降, 也称内阻压降。所以, 电源的电动势等于端电压与内阻压降之和。

四、电阻的串联、并联和混联电路

1. 电阻的串联电路

两个或两个以上电阻的首尾依次连接所构成的, 中间无分支电路的连接方法叫串联电路, 如图 1-7 所示。

串联电路有如下特点:

(1) 流过每个电阻的电流相等, 并等于总电流, 即

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

(2) 电路两端的总电压等于各电阻两端的电压之和, 即

$$U = U_1 + U_2 + \cdots + U_n$$

(1-6)

(3) 电路的总电阻等于各电阻之和, 即

$$R = R_1 + R_2 + \cdots + R_n \quad (1-7)$$

可见, 电阻串联后, 总电阻增大, 并大于其中任何一个电阻。

2. 电阻的并联电路

两个或两个以上电阻的首尾接在相同两点之间所构成的电路叫做并联电路, 如图 1-8 所示。

并联电路有如下特点:

(1) 各电阻两端的电压相等, 并等于总电压, 即

$$U = U_1 = U_2 = \cdots = U_n \quad (1-8)$$

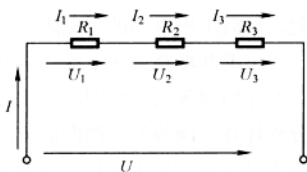


图 1-7 串联电路

(2) 总电流等于流过各电阻电流之和, 即

$$I = I_1 + I_2 + \cdots + I_n \quad (1-9)$$

(3) 电路的总电阻的倒数等于各分电阻的倒数之和, 即

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_n} \quad (1-10)$$

显然, 电阻并联后, 总电阻减小, 并且小于其中任何一个电阻。

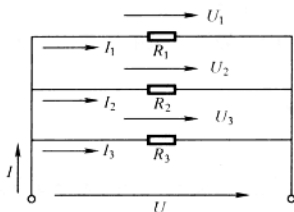


图 1-8 并联电路

电阻, 最后求出电路的总电阻。

如果混联电路比较复杂, 各电阻之间的串、并联关系一时看不清, 可先用画等效电路图的方法找出各电阻之间的串并联关系, 然后再分析计算。画等效电路图的方法是: 先在电路中各电阻的连接点上标注字母 (A、B、C、D), 并将各字母按顺序在水平方向排列 (一般将待求字母放两端), 然后把各电阻接入相应字母之间, 最后依次画出简化过程中的等效电路图。如图 1-9 所示。

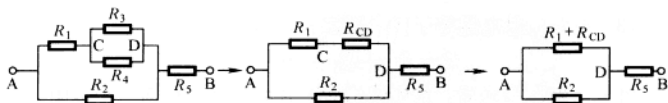


图 1-9 混联电路的简化过程

五、电池的串联和并联

1. 电池的串联

把一个电池的负极和另一个电池的正极依次连接所构成的电池组叫电池的串联, 如图 1-10 所示。组成串联电池组时, 一般要将容量

3. 电阻的混联电路

电路中既有电阻串联又有电阻并联的电路叫做电阻的混联电路, 如图 1-9 所示。

分析混联电路, 必须先搞清混联电路中各电阻之间的连接关系, 然后应用串联和并联电路的特点, 分别求出串联和并联部分的各等效

相同的电池串联在一起。

串联电池组的特点:

(1) 电池组的总电动势等于各电池电动势之和, 即

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + \cdots + E_n \quad (1-11)$$

(2) 电池组的总内电阻等于各电池的内阻之和, 即

$$r = r_1 + r_2 + r_3 + \cdots + r_n \quad (1-12)$$

(3) 通过每个电池的电流等于外电路的电流, 即

$$I_1 = I_2 = I_3 = \cdots = I_n \quad (1-13)$$

从以上特点可知, 把电池串联使用可以提高电源的电动势, 即提高输出电压。汽车用 6V 或 12V 蓄电池就是分别由 3 个或 6 个 2V 的单格蓄电池串联而成的。

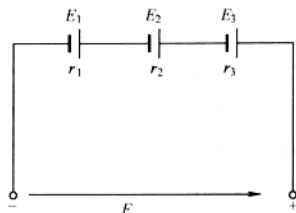


图 1-10 电池的串联

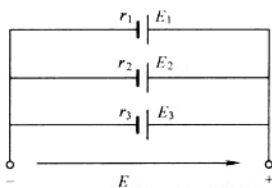


图 1-11 电池的并联

2. 电池的并联

把所有电池的正极与正极相连, 负极与负极相连所构成的电池组叫电池的并联, 如图 1-11 所示。组成并联电池组时, 一般要用电动势、电流、内阻均相同的电池。

并联电池组的特性:

(1) 电池组的总电动势等于各电池的电动势, 即

$$E = E_1 = E_2 = E_3 = \cdots = E_n \quad (1-14)$$

(2) 电池组的总电流等于各电池的电流之和, 即

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \cdots + I_n \quad (1-15)$$

(3) 当电池组各电池内电阻相等且为 r_1 时, 则电池组总电阻等于

$$r = r_1 / n \quad (1-16)$$

从以上特点可知,虽然电池并联后电压不变,但能提供更大的输出电流。汽车发动机起动困难时的“帮电”措施就是这一特性的具体应用。

3. 电功与电功率

(1) 电功。电流所做的功叫电功,用符号 W 表示。电功的大小与通过用电设备的电流 I 和加在用电设备两端的电压 U ,以及通电的时间 t 成正比,即

$$W = IUt = I^2 Rt = U^2 t/R \quad (1-17)$$

式中 I ——通过用电设备的电流, A;

U ——用电设备两端的电压, V;

t ——用电设备通电的时间, s;

R ——用电设备的电阻, Ω ;

W ——电流所做的功, J。

实际应用中,电功还有另一个常用单位,即千瓦时,简称千瓦时,符号是 kWh。1kWh=3.6×10³J。

(2) 电功率。电功率是指电流在单位时间内所做的功,简称功率,用符号 P 表示。

$$P = \frac{W}{t} = IU = I^2 R = U^2 / R \quad (1-18)$$

式中 W ——电流所做的功, J;

t ——做功所用的时间, s;

P ——电功率, J/s (焦耳/秒),在国际单位制中,电功率的单位名称是瓦特,简称瓦,用符号 W 表示。

由上式可知,当流过用电设备的电流一定时,消耗的功率与电阻值成正比;当加在用电设备两端的电压一定时,消耗的功率与电阻值成反比;当用电设备的电阻一定时,消耗的功率与电流的平方或电压的平方成正比。

4. 电流的热效应

电流通过导体与用电设备时会产生热量,这种现象称为电流的热效应。