

李明才 潘江静 编著

# 汽车

## 电工技术手册



江苏科学技术出版社

# 汽车电工技术手册

李明才 潘江静 编著

江苏科学技术出版社

## 图书在版编目 (C I P) 数据

汽车电工技术手册 / 李明才等编著. —南京: 江苏科学技术出版社, 1997.7(2000.7 重印)

ISBN 7-5345-2339-7

I. 汽… II. 李… III. 汽车-电气设备-技术手册  
IV. U463.6-62

中国版本图书馆 C I P 数据核字(2000)第 37905 号

## 汽车电工技术手册

---

编 著 李明才 潘江静  
责任编辑 孙广能

---

出版发行 江苏科学技术出版社  
(南京市中央路 165 号, 邮编: 210009)

经 销 江苏省新华书店  
照 排 江苏苏中印刷厂  
印 刷 南京五四印刷厂

---

开 本 850mm × 1168mm 1/32  
印 张 19.5  
插 页 6  
字 数 482 000  
版 次 1997 年 7 月第 1 版  
印 次 2000 年 7 月第 3 次印刷  
印 数 8 001—11 000 册

---

标准书号 ISBN 7—5345—2339—7/TM · 24  
定 价 30.00 元 (精)

---

我社图书如有印装质量问题, 可随时向承印厂调换。

## 内 容 提 要

本书以目前在用的国产、进口汽车为主,着重介绍汽车电器的电学原理、结构原理、工作特性及其型号、规格和调修器件。并在搜集、总结实际维修经验的基础上,介绍了汽车电器的检修、试验、故障判断及排除方法。

本书是汽车电工、修理工和汽车驾驶员的必备工具书,亦可作为有关人员的中、高级技术培训的教学用书。

# 前 言

进入 90 年代,我国的在用汽车发生了很大的变化。一是汽车数量得到了迅猛增加,我国 1994 年底汽车保有量已达 942 万辆;二是汽车制造质量、技术性能有了很大的提高,国产老旧车型基本完成了更新换代,引进技术生产的新型汽车已经大量投放市场;同时还进口了相当数量的性能好、技术先进的汽车。作为现代汽车的重要组成部分之一的汽车电器,正处于一个转折时期,更新换代的速度更快,特别是微电子技术和计算机技术在汽车电器中的应用,新型汽车电器(如安全报警、空调、录放、通讯等)也得到了越来越广泛的应用。针对当前汽车电器面临的这一新情况,为使汽车电工、修理工和驾驶员的专业技能能适应新形势的要求,本手册在概述电学原理的基础上,介绍了 90 年代我国在用的国产、进口汽车电器的构造、原理、规格、型号及其检修、试验方法,以提高现代汽车电器的使用和维修水平。

参加本手册编写工作的还有刘戈沙和周舟平;参加资料搜集、整理工作的有马家佩、李明明;参加图表绘制工作的有吴贤平、柴铁生、涂桥安。

本手册初稿完成后,由江苏省交通科学研究所高级工程师何春泉进行了审阅,提出了许多宝贵的修改意见,在此表示衷心感谢。

由于汽车电器发展速度很快,作者水平有限,书中不妥、疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

1996 年 9 月

# 目 录

## 第一篇 汽车电工理论基础

第一章 电工电子学基础 .....	1
第一节 直流电路 .....	1
一、电路与电路图 .....	1
二、电路的基本物理量和常用电工公式 .....	2
第二节 磁与电磁 .....	8
一、磁 .....	8
二、电磁 .....	9
三、磁场的基本物理量和常用电工公式 .....	10
第三节 交流电路的基本知识 .....	16
一、交流电 .....	16
二、交流电路 .....	19
第四节 电子学基础 .....	19
一、晶体二极管 .....	19
二、晶体三极管 .....	30
三、晶闸管 .....	40
四、光电二极管 .....	43
五、常用晶体管电路 .....	43
第二章 电工常用工具、量具、仪表及电工材料 .....	49
第一节 电工常用手工工具、量具 .....	49
一、电工钳和电工刀 .....	49
二、常用电气设备紧固工具 .....	50
三、常用加工工具 .....	51
四、常用检测工具 .....	53
五、常用电气安全工具 .....	54

第二节 电工常用仪表 .....	55
一、电流表 .....	55
二、电压表 .....	56
三、钳形电流表 .....	57
四、功率表 .....	57
五、兆欧表 .....	57
六、万用表 .....	58
第三节 常用电工材料 .....	60
一、电导材料和导线 .....	60
二、绝缘材料 .....	71
三、铁磁材料 .....	82
第三章 汽车电气设备的结构原理 .....	85
第一节 充电系统 .....	85
一、蓄电池 .....	85
二、发电机 .....	97
三、发电机调节器及继电器控制电路 .....	113
四、蓄电池继电器 .....	130
第二节 起动系统 .....	136
一、起动机 .....	136
二、预热起动系统 .....	151
三、起动保护电路 .....	161
第三节 点火系统 .....	163
一、蓄电池点火系 .....	163
二、半导体点火系 .....	193
三、汽车常用传感器的作用及测试检修 .....	206
第四节 照明与信号装置 .....	216
一、前大灯 .....	217
二、雾灯 .....	224
三、信号灯 .....	224
四、电喇叭 .....	233
五、照明与信号电路 .....	239

第五节 仪表与报警系统 .....	242
一、汽车仪表 .....	242
二、报警系统 .....	263
三、汽车仪表与报警电路 .....	269
第六节 辅助电器 .....	273
一、风窗玻璃刮水器 .....	273
二、风窗玻璃洗涤器 .....	279
三、暖风器及风窗玻璃防冰霜装置 .....	281
四、电动汽油泵 .....	282
五、柴油机停供熄火装置 .....	284
六、汽车音响 .....	288
七、开关 .....	297
八、车辆电器对无线电的干扰和预防 .....	297
第七节 汽车空调系统 .....	299
一、概述 .....	299
二、汽车空调系统的组成与分类 .....	301
三、汽车空调器制冷系统主要部件 .....	307
四、空调系统电气控制系统 .....	310
五、空气净化装置 .....	322
第八节 汽车的电子控制装置与电子诊断装置 .....	325
一、电子控制燃油喷射装置 .....	326
二、轿车传动系电子控制装置 .....	341
三、电子控制防抱制动装置(ABS) .....	348
第九节 全车电路与电线束 .....	359
一、汽车电路的特点和组成 .....	359
二、汽车电气线路表示法 .....	360
<b>第二篇 汽车电气设备的维修保养、试验及其故障排除</b>	
第四章 充电系统 .....	377
第一节 蓄电池 .....	377
一、蓄电池的正确使用与维护 .....	377



二、蓄电池的检查与检测设备 .....	379
三、蓄电池的充电与充电设备 .....	381
四、蓄电池的故障及排除 .....	387
五、蓄电池零部件的检查与修复 .....	389
第二节 发电机和调节器 .....	393
一、交流发电机及调节器的使用 .....	393
二、交流发电机的拆检与维护 .....	395
三、交流发电机调节器的检测与调整 .....	404
四、交流发电机调节器的代用与互换 .....	415
第三节 汽车充电系统故障分析 .....	425
一、采用电磁振动式调节器充电系统的故障分析 .....	426
二、采用晶体管式调节器充电系统故障分析 .....	428
第五章 起动系统 .....	434
第一节 起动机正确使用与日常维修 .....	434
一、起动机使用注意事项 .....	434
二、起动机日常维护 .....	434
第二节 起动机调整 .....	435
一、机械控制强制啮合式起动机调整 .....	435
二、电磁控制强制啮合式起动机调整 .....	435
第三节 起动机解体与检验、维修 .....	436
一、转子总成的检修 .....	436
二、定子总成的检修 .....	441
三、单向离合器的检修 .....	443
四、开关、附加继电器的检修 .....	443
五、起动机装配及注意事项 .....	445
第四节 起动机试验 .....	446
一、空转试验 .....	446
二、全制动试验 .....	447
三、低压试验 .....	449
第五节 起动系统故障排除 .....	449
第六章 点火系统 .....	454

第一节	传统蓄电池点火系统 .....	454
一、	蓄电池点火系的技术使用 .....	454
二、	蓄电池点火系的故障判断与排除 .....	466
第二节	半导体点火系统 .....	472
一、	美国通用(GM)、福特(FORD)、克莱斯勒(CHRYSLER)公司汽车 电子点火系统故障诊断 .....	473
二、	日本丰田(TOYOTA)、三菱(MITSUBISHI)汽车电子点火系统故障 诊断 .....	475
三、	部分国产汽车电子点火系统故障诊断 .....	478
第三节	计算机控制点火系统 .....	482
第七章	照明信号系 .....	486
第一节	前大灯 .....	486
一、	前大灯的调整 .....	486
二、	前大灯的保养和使用 .....	489
第二节	照明系统故障及排除 .....	490
一、	照明系统常见故障及原因分析 .....	490
二、	照明系统常见故障诊断方法 .....	491
第三节	转向信号系统的故障及排除 .....	492
一、	闪光器的使用注意事项 .....	492
二、	转向信号系统常见故障及原因分析 .....	492
第四节	电喇叭的故障及排除 .....	494
一、	电喇叭的调整 .....	494
二、	电喇叭的使用与维护 .....	497
三、	音响信号系统常见故障及原因分析 .....	497
第八章	仪表及报警系 .....	499
第一节	正确使用与维护 .....	499
第二节	仪表校验与故障分析 .....	499
一、	电流表 .....	499
二、	机油压力表 .....	501
三、	水温表 .....	503
四、	燃油表 .....	506

五、车速里程表 .....	509
六、转速表 .....	512
七、仪表电路故障 .....	513
第三节 报警系统故障分析 .....	513
<b>第九章 辅助电器</b> .....	<b>516</b>
第一节 风窗玻璃电动刮水器 .....	516
第二节 风窗玻璃洗涤器 .....	521
第三节 暖风器及风窗玻璃防冰霜装置 .....	522
第四节 电动汽油泵 .....	523
第五节 五十铃(ISUZU)柴油机停供电动机 .....	526
第六节 汽车音响 .....	528
<b>第十章 汽车空调系统</b> .....	<b>533</b>
第一节 空调系统的保养与正确使用 .....	533
一、空调系统的保养 .....	533
二、空调系统的正确使用 .....	536
第二节 空调系统的检测工具与检修作业 .....	537
一、空调系统的检测工具 .....	537
二、空调系统的检漏、抽真空、加液作业 .....	542
第三节 汽车空调系统的常见故障及排除 .....	545
一、分析故障的常用方法 .....	545
二、汽车空调系统常见故障及排除方法 .....	546
<b>第十一章 汽车的电子控制装置</b> .....	<b>551</b>
第一节 汽车电子系统的一般维修准备 .....	551
一、选择测试设备 .....	551
二、选择合适的跨接线及测试仪表的引线 .....	551
三、备有待修理车辆的线路图 .....	552
第二节 电子控制燃油喷射装置 .....	552
一、使用注意事项 .....	552
二、故障的判断和分析 .....	553
第三节 自动变速器 .....	558

一、自动变速器的维护 .....	558
二、自动变速器的检验 .....	558
三、自动变速器的检查和调整 .....	562
四、自动变速器电控系统的故障诊断及检测 .....	564
五、自动变速器常见故障及排除方法 .....	578
<b>第四节 电子防抱制动系统</b> .....	580
一、装有电子防抱制动系统的制动器的保养 .....	580
二、装有电子防抱制动系统的维修 .....	581
<b>第十二章 全车电路与电线束</b> .....	585
<b>第一节 线路故障产生的主要原因</b> .....	585
<b>第二节 电线束线路故障的检测与判断</b> .....	586
一、电线束烧坏 .....	586
二、电路短路、断路、接触不良 .....	586
<b>第三节 电线束总成的更换</b> .....	587
一、外观检查 .....	587
二、安装 .....	587
三、检查 .....	588
<b>附录一 汽车用电线规格及数据</b> .....	589
<b>附录二 电工常用计量单位换算及电工元器件符号</b> .....	595

# 第一篇 汽车电工理论基础

## 第一章 电工电子学基础

### 第一节 直流电路

#### 一、电路与电路图

##### 1. 电路

电路就是电流所流过的路径。构成电路的四要素是电源、负载、开关和连接导线。

(1) 电源 是把其它形式的能量转化为电能的装置,用来向负载提供电能。汽车上的直流电源是蓄电池和发电机,它们分别将化学能和机械能转变为电能。

(2) 负载 即用电设备,用来把电能转变为其它形式的能量。

(3) 开关与导线 用来控制电路和输送电能。

##### 2. 电路图

把电路中的实物用简单的图形符号来表示构成电路图。汽车电路图常用符号见附录二。

汽车电路图(线路图)就是把各个汽车电器设备按照它们各自的工作特性和相互之间的内在联系,用导线连接起来所组成的一个整体。

## 二、电路的基本物理量和常用电工公式

### 1. 电流

电荷作定向移动就形成电流。物理学上把正电荷移动的方向定义为电流的方向。

电流的大小用电流强度来衡量。在单位时间内通过导体横截面的电量叫电流强度,简称电流。用  $I$  表示,单位为安培(A)。

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1-1)$$

式中  $Q$ ——电量,库仑(C);

$t$ ——时间,秒(s)。

### 2. 电压

电路两端点之间电势的差,叫作电路两端的电压,也就是电场力把单位正电荷从一点移动到另一点所做的功,用  $U$  表示,单位为伏特(V)。

$$U = \frac{W}{q} \quad (1-2)$$

式中  $W$ ——功,焦耳(J);

$q$ ——电量,库仑(C)。

### 3. 电阻

导体对电流起阻碍作用的能力叫做电阻,用  $R$  表示,单位为欧姆( $\Omega$ )。

实验证明,在一定的温度下,导体的电阻

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} \quad (1-3)$$

式中  $L$ ——导体的长度,米(m);

$S$ ——导体的横截面积,米<sup>2</sup>(m<sup>2</sup>);

$\rho$ ——导体的电阻率,又称电阻系数,欧·米( $\Omega \cdot m$ )。

电阻率的倒数称为电导率  $\gamma$ ,又称电导系数,单位为西门子每

米(S/m)。

电导率与电阻率均是由材料的性质所决定,物体按导电能力的强弱分为导体、半导体和绝缘体。

一般,导体的电阻率  $\rho=10^{-8}\sim 10^{-6}\Omega\cdot m$ ;绝缘体的电阻率  $\rho=10^8\sim 10^{16}\Omega\cdot m$ ;半导体的电阻率介于两者之间。

导体的电阻与温度的关系见式(1-4),这是由于随着温度的升高,导体中分子的热运动加剧的缘故。

$$R_2=R_1[1+\alpha(t_2-t_1)] \quad (1-4)$$

式中  $t_1、t_2$ ——分别为导体的温度,度( $^{\circ}\text{C}$ );

$R_1、R_2$ ——分别为在  $t_1、t_2$  温度下导体的电阻,欧姆( $\Omega$ );

$\alpha$ ——导体电阻的温度系数,1/度( $1/^{\circ}\text{C}$ )。

#### 4. 电功和电功率

电流使电灯发光,电动机转动,电炉发热,这些都表示电流经过负载时作了功。电流所作的功叫电功( $W$ ),单位是焦耳(J)。

$$W=QU=UIt=I^2Rt=\frac{U^2}{R}t \quad (1-5)$$

式中  $Q$ ——电量,库仑(C);

$I$ ——电流,安培(A);

$U$ ——电阻两端的电压,伏(V);

$R$ ——电阻,欧姆( $\Omega$ );

$t$ ——时间,秒(s)。

单位时间内电流所作的功叫电功率( $P$ ),或简称功率,单位为瓦特(W)。

$$P=\frac{W}{t}=UI=I^2R=\frac{U^2}{R} \quad (1-6)$$

常用电功单位为“度”。1度电表示功率为1千瓦(kW)的电器使用1小时(h)所消耗的电能,即

$$1\text{度}=1\text{千瓦}\cdot\text{小时}(1\text{kW}\cdot\text{h})$$

$$=3.6 \times 10^6 \text{ 焦(J)}。$$

### 5. 焦耳-楞次定律

电流通过导体与用电器时会产生热量,这种现象称为电流的热效应。

电流通过导体(或用电器)时所产生的热量( $Q$ ),与电流( $I$ )的平方、导体(或用电器)的电阻( $R$ )以及通电的时间( $t$ )成正比,这就是焦耳-楞次定律

$$Q=I^2Rt \quad (1-7)$$

电流的热效应广泛应用于各种用电设备中,如白炽灯、电熔丝、电热式仪表和传感器等。但也有其不利的一面,如电流的热效应会引起电器设备的损坏,所以,各种电器设备都有额定标值,标注在设备外壳的铭牌上。

### 6. 欧姆定律

#### (1) 部分电路的欧姆定律

仅有电阻而无电源的一段电路称为部分电路。在这段电路上,导体的电流( $I$ )与导体两端的电压( $U$ )成正比,与导体的电阻( $R$ )成反比,即为部分电路的欧姆定律

$$I=\frac{U}{R} \quad (1-8)$$

#### (2) 全电路欧姆定律

含有电源的闭合电路称为全电路,见图 1-1。

在全电路中,电路的电流与电源电动势成正比,与电路的总电阻成反比

$$I=\frac{E}{R+r} \quad (1-9)$$

式中  $E$ ——电源的电动势,伏(V);

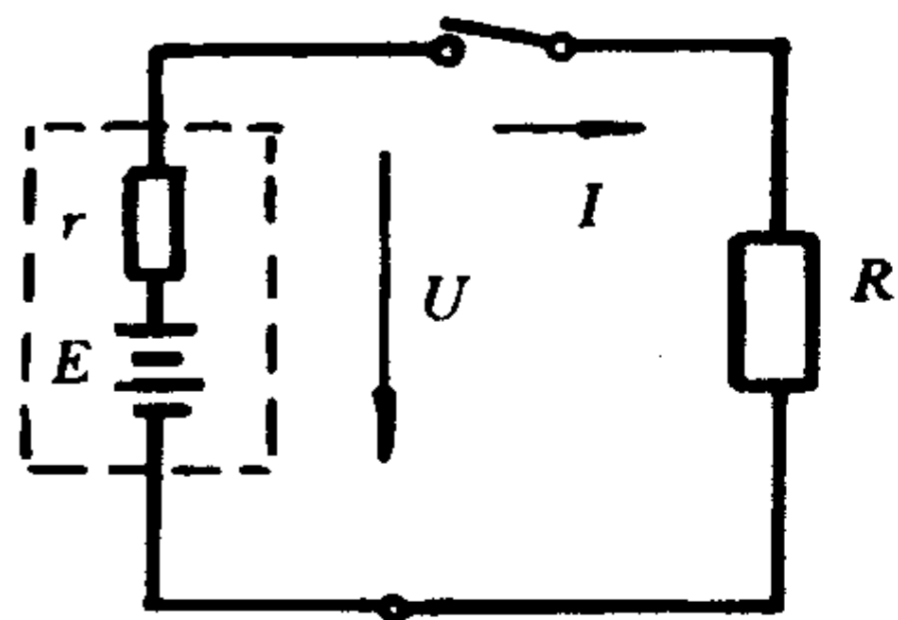


图 1-1 最简单的闭合电路



- $r$ ——电源的内阻, 欧( $\Omega$ );
- $R$ ——电路中的电阻, 欧( $\Omega$ );
- $I$ ——电路电流, 安(A)。

从上式还可得出:

$$E = IR + Ir = U + U_r \quad (1-10)$$

式中  $U$ ——外电路的电压降, 称为端电压;

$U_r$ ——内电路的电压降, 称为电源内阻压降。

## 7. 电阻的联接

### (1) 串联电路

把电路元件逐个按次序联接起来组成一个无分支的电路叫做串联电路, 见图 1-2。

串联电路的特点是

① 电路两端的总电压等于各电阻两端的分电压之和

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n \quad (1-11)$$

② 流过每个电阻的电流相等, 并等于总电流

$$I = I_1 = I_2 = \dots = I_n \quad (1-12)$$

③ 电路的总电阻(等效电阻)等于各电阻之和

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad (1-13)$$

④ 每个电阻上分配到的电压与电阻成正比

$$\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2} = \dots = \frac{U_n}{R_n} = \frac{U}{R} = I \quad (1-14)$$

并由此得到电阻串联的分压公式

$$U_n = \frac{R_n}{R} U = \frac{R_n}{R_1 + R_2 + \dots + R_n} U \quad (1-15)$$

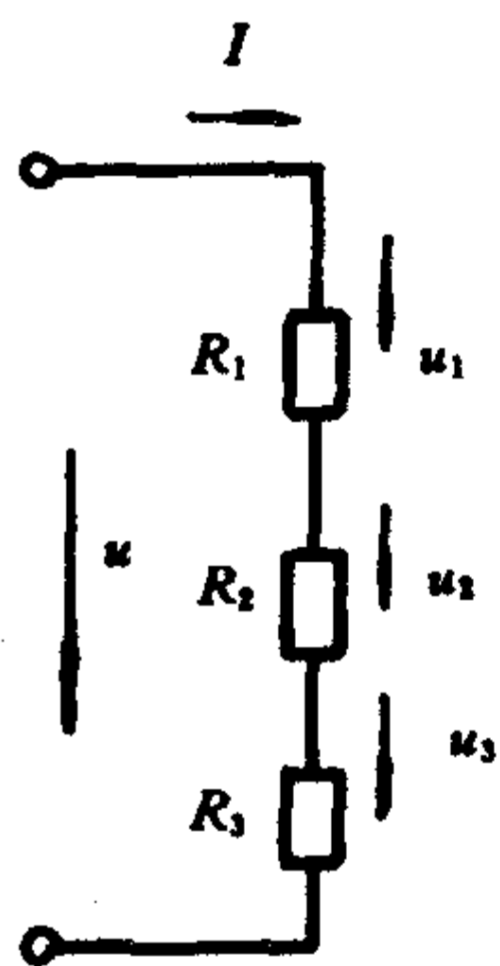


图 1-2 串联电路