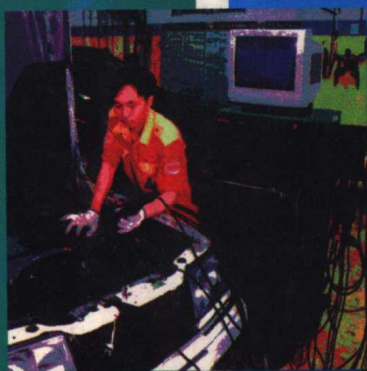


实用汽车维修丛书

汽车 电气维修

范镜清 主编



人民交通出版社

实用汽车维修丛书

QICHE DIANQI WEIXIU

汽车电气维修

范镜清 主编

人民交通出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气维修/范镜清主编.-北京:人民交通出版社
,1998.12

(实用汽车维修丛书)

ISBN 7-114-03243-9

I. 汽… II. 范… III. 汽车-电气设备-车辆维修 IV. U
472.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 02364 号

实用汽车维修丛书

汽车电气维修

范镜清 主编

责任印制:孙树田 版式设计:周 圆 责任校对:尹 静

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号)

各地新华书店经销

北京牛山世兴印刷厂印刷

开本:850×1168 $\frac{1}{32}$ 印张:17.375 插页:1 字数:464 千

1999 年 6 月 第 1 版

1999 年 6 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001-4000 册: 定价:31.00 元

ISBN 7-114-03243-9

U · 02308

实用汽车维修丛书编委会成员

主任委员：段铁树

副主任委员：汪祖年 张子政 蒋学诩

主 编：蒋学诩 李家本 汪祖年 张子政
范镜清

秘 书 长：陈世斌

委 员：范瑞亭 杜跃华 徐生文 许焕国
王春胜 许佑安 范景华 邢录珍
郝泽民 马云龙 郝友军 郝永克
郭大建 周志忠 赵文彦 梁附生
朱和林 李福民 冯永平 齐士杰
王恒章 张召堂 杜金瑞 郑怀卷

序

改革开放的春风吹得神州大地繁花似锦，道路运输这个园地上奇葩异卉竞相争春，一片繁荣景象。原来支持着我国道路运输业的解放、东风、黄河等为数不多的几种车型增加了数以百计的新伙伴，汽车保有量猛增到1300万辆。车型繁多，车辆的技术结构也发生了巨大的变化。客车、轿车、卧铺客车、专用车、特种车、重型车、小型车、集装箱车、柴油汽车等车型的比例逐渐扩大，从而改变了从前那种缺重少轻、缺柴少专、缺高少轿、车型单调的局面。世界上先进汽车均为我所用。我国的汽车工业也根据市场需要，引进国外先进技术，生产出性能先进的各式各样型号的汽车。不少汽车生产广泛采用了电脑技术、新材料、新装备、新结构、新工艺等最新科技成果。从而使汽车修理无论从修理的观念，还是有关修理的工艺、设备、检测以及修理的制度、方法、标准均发生了变化。因而，过去以指导修解放、东风汽车为主的修理书籍、资料均变得陈旧，不能适应生产的需要，迫切需要有一套新的修理丛书指导汽车修理工作和培训修理从业人员。这一观念并盼尽快实现，成为我省几位曾编写过修理丛书的老工程技术人员和人民交通出版社领导、编辑同志们的共识，开始策划这一工作，并得到河北省交通厅领导的重视。经人民交通出版

社与交通厅领导共同研究，决定成立丛书编写的领导机构，调动全省交通系统的积极性，成立编委会，并委托河北省公路学会具体负责编写工作，列入河北省公路学会的工作计划。在交通厅领导的大力支持下，丛书的编写工作从策划阶段迅速进入了具体运作阶段。

汽车修理业在我省是比较发达的，曾经积累了大量的经验，尤其是“双革”活动创造了许多修理机工具和修理工艺，对提高汽车修理质量、提高效率、减轻劳动强度起到了积极作用。六七十年代，张家口汽车修理厂因“双革”成绩显著而被交通部树为样板厂。我省的工程技术人员也曾参加过一些汽车修理丛书的编写，有的还出版了专著，在汽车修理行业中有一定的影响。但是，面对运输车辆已发生如此巨大变化的现实，深深产生一种落后感和空白感。感到编写这套丛书不仅仅为了满足当前生产的需求，而且也是承前启后，培养和检阅我省技术骨干的需要。通过编写丛书，认真总结改革开放以来的新经验，对提高理论和实践水平，提高修理业的整体水平，具有深远的意义。

经过丛书作者广泛搜集资料、精心筛选典型经验、认真绘图、几经修改、历时两年，呈现在读者面前的是一套崭新的汽车修理丛书。这套丛书力求做到新颖、简明、实用，图文并茂，排版考究；力求将修理工作中的小经验、小诀窍、有用的修理数据汇集书中，体现我国汽车修理的特色。

丛书作者来自全省各地，大多在领导岗位上，日常工作繁忙，除了正常的书稿工作外，还要在经费、时间、人员与资料的组织和协调等方面花费大量的精力，

在整个编写过程中，他们勤奋耕耘，默默奉献，认真负责，精益求精，充分展现了我省交通系统工程技术人員良好的职业风范和传统本色。作者所在单位也给予许多方便和支持，许多汽车修理厂无私提供资料、核对数据，为丛书如期出版作出努力，体现了我省的集体攻关精神。相信这套丛书的出版将使汽车修理从业人员获得良师益友，提高修理水平；同时，盼望通过这套丛书的出版能够激发起更多的专家、学者以及广大工程技术人员写作的热忱，为汽车修理业及时地编写出更多更好的修理丛书。

段铁树

1997年11月30日

前 言

众所周知，现代汽车电器不论是常规用的汽车电气设备，还是发动机和底盘的电子控制装置，都已呈现数量上越来越多，电子化程度越来越高的趋势。

随着国内外新型汽车特别是高级轿车在我国保有量的快速增加，广大运用维修者迫切希望能看到一些相关的参考书，以了解和掌握新型汽车电气设备、发动机汽油喷射、点火时刻、怠速、排放、巡航、自动变速器电控系统和防抱死制动系统的结构、原理和运用维修方面的知识。为此，我们把近年来赴国外学习考察结果和积多年教学实践经验之所得编就了本书。

本书阐述的内容均从汽车运用维修人员培训和职业技术教育这一人数众多的层次出发，将有关现代汽车电控与电气设备的结构、原理和运用维修的基本知识，力求简明扼要，富有启发性地加以诠释，以便于学员学习参考。

本书编撰人员：第一、二篇由范镜清编写；第三篇第一章由刘振楼编写，第二章由刘志忠编写。在编写过程中得到了河北省交通厅和人民交通出版社领导的关心与支持，在编写内容上借鉴了一些国内外汽车厂家出版物中的技术资料，谨致谢意。由于水平所限，本书不当之处，欢迎广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一篇 汽车电气设备

第一章 汽车电工基础	(1)
第一节 电路的基本知识	(1)
第二节 电磁	(12)
第三节 交流电路	(22)
第四节 电容器	(25)
第五节 半导体	(31)
第六节 万用表的使用	(36)
第二章 铅蓄电池	(41)
第一节 蓄电池的构造原理	(42)
第二节 干荷电、少维护型铅蓄电池	(46)
第三节 免维护蓄电池	(48)
第四节 铅蓄电池的运用	(51)
第三章 交流发电机与调节器	(54)
第一节 交流发电机	(54)
第二节 电压调节器	(65)
第三节 发电机与调节器的运用	(72)
第四章 起动机	(85)
第一节 起动机工作原理与构造	(85)
第二节 起动机的传动机构	(88)
第三节 起动机的控制机构	(93)
第四节 起动机的运用与维修	(101)
第五章 触点控制点火系	(106)
第一节 触点控制点火系的工作原理和组成	(106)
第二节 影响次级电压的使用因素	(114)

第三节	触点控制点火系的构造·····	(116)
第四节	触点控制点火系的运用与维修·····	(127)
第六章	无触点电子控制点火系·····	(133)
第一节	磁感应式无触点电子控制点火系·····	(134)
第二节	霍尔式无触点电子控制点火系·····	(141)
第三节	无触点电子控制点火系的运用·····	(145)
第七章	汽车的照明、信号装置及仪表·····	(149)
第一节	概述·····	(149)
第二节	照明·····	(150)
第三节	警灯·····	(158)
第四节	低压直流日光灯·····	(166)
第五节	转向信号及闪光器·····	(169)
第六节	音响信号(电喇叭、倒车报警器)·····	(173)
第七节	仪表·····	(180)
第八章	汽车空调·····	(198)
第一节	汽车空调的基本组成及功用·····	(198)
第二节	制冷系统主要部件结构功用·····	(202)
第三节	空调控制·····	(211)
第四节	汽车空调的运用·····	(214)
第五节	R134a 制冷汽车空调系统·····	(221)
第九章	其它电气设备·····	(222)
第一节	晶体管电动汽油泵·····	(223)
第二节	电动刮水器和挡风玻璃防冰霜设备·····	(229)
第三节	防无线电干扰装置·····	(233)

第二篇 现代汽车发动机电子控制系统

第一章	发动机燃油喷射系统·····	(237)
第一节	机电混合型控制燃油喷射系统(KE 系统)·····	(237)
第二节	流量型电控燃油喷射系统(L 型)·····	(259)
第三节	压力型电控燃油喷射系统(D 型)·····	(283)

第二章 微机控制点火系统（数字电子点火系统）	(292)
第一节 微机控制点火项目	(292)
第二节 微机控制点火系	(298)
第三章 辅助控制系统	(312)
第一节 怠速控制	(312)
第二节 排放控制	(315)
第三节 其他辅助控制	(321)
第四章 发动机集中电子控制系统	(333)
第一节 典型发动机集中电子控制系统	(333)
第二节 运用与维修之初	(361)
第三节 自诊断检测（故障代码诊断）	(364)
第四节 用万用表检测	(379)

第三篇 现代汽车底盘电控系统

第一章 自动变速器电控系统	(388)
第一节 自动变速器的组成及功用	(388)
第二节 自动变速器的电控换档系统	(391)
第三节 自动变速器的使用与操作	(409)
第四节 自动变速器电控系统的故障诊断	(417)
第五节 典型自动变速器的电控系统	(433)
第二章 电子控制防抱死制动系统	(444)
第一节 概述	(444)
第二节 丰田（TOYOTA）ESC 防抱死制动系统	(460)
第三节 德尔科（DELCO）ABSⅥ防抱死制动系统	(478)
第四节 波许（BOSCH）ABS2 系列防抱死制动系统	(492)
附录一 发动机电控系统故障诊断表	(501)
附录二 发动机电控元器件与电气设备位置图	(517)
附录三 切诺基车发动机电控系统元件位置图	(523)
附录四 发动机电控系统元器件英文缩写注释	(530)
参考文献	(539)

第一篇 汽车电气设备

第一章 汽车电工基础

第一节 电路的基本知识

一、电 路

电路由电源、导线、开关、电路断路器和用电设备（负荷）所组成，如图 1-1-1 所示。简单地说，电路就是电源输出的闭合回路。

汽车上的电路有以下特点：

(1) 通常，电源的正负极分别通过两根导线输电给用电设备，这种输电方式称双线制。在汽车上都用金属车架、金属机体和用电设备壳体代替其中一根导线，这种输电方式，称单线制。显然，采用单线制后，由于整车电路布线的简化，从而节省了导线，减少了故障以及简化了电气设备结构，使用、维修也较为方便。

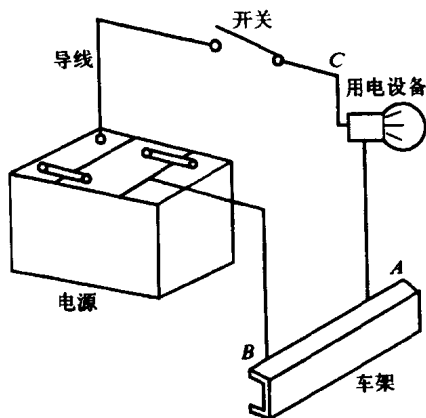


图 1-1-1 简单电路

图 1-1-1 中 A、B 两端均称搭铁，线路图中以“⊥”表示，故凡有“⊥”处便可确认为相互连通的。因此图 1-1-1 可画成图 1-1-2 所示的线路。目前，国内外规定采用负极搭铁方式。

(2) 在用起动的车上，均采用蓄电池和发电机两电源并联工作，车上用电设备也是并联的。

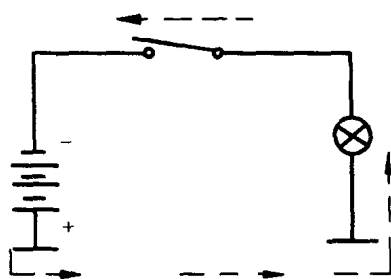


图 1-1-2 简单线路图

二、电流、电压与电阻

1. 电流

电虽然看不见摸不着，但若电路中有了电流则其种种现象是容易观察到的，如接通电路的开关，电灯通电后会发光，电动机通电后会转动，电炉通电后会发热等，这一切说明了电流的存在。

那么，电是怎样显示出来的呢？电流的本质又是什么呢？这有必要对物质的微观结构稍作了解。一切物质都是由分子组成的，而分子又由原子组成。原子由原子核和电子组成，不同的原子，有不同数目的电子。例如铝原子共有 13 个电子，如图 1-1-3 所示。它们分层排列在各自的轨道上，并绕着原子核以很快的速度不停地旋转着，如同行星围绕太阳旋转一样。

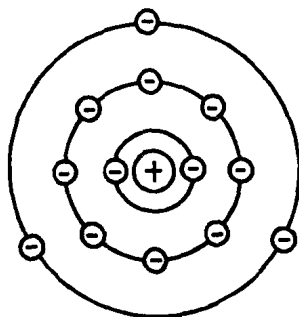


图 1-1-3 铝原子

电是客观存在的物质，原子核带正电荷，用符号“+”表示；电子带负电荷，用符号“-”表示。实验证明，同性电荷互相排斥，异性电荷相互吸引。在同一个原子中电子受原子核的吸引，一般情况下，由于正负电荷数目相等，

物体不显电性。当受外界因素的影响，某物体原子的外层电子离开原来的物体跑到另外的物体上，物体的正负电荷数失去平衡，失去电子的物体显示正电性，得到电子的物体就显负电性。由于原子的外层电子比较容易得失，故称外层电子为自由电子。

在电源的作用下，导体中的自由电子作定向运动，像排着长队一样，互相推拥着前进，虽然每个电子前进速度并不快，但运动的传递是相当快的，即电路中的电子或离子几乎是同时起步的，所以一合上开关，整个电路便立刻出现电流，我们称这种定向的电子流动为电流。

电流强度的大小用每秒钟内通过导体横截面的电量来表示(公式中以“ I ”表示)，电流强度的单位是安培(A)，1安培是什么意思呢？如果在1秒钟内通过导体横截面的电量是1库仑(C)（等于625亿亿个电子的电量），那么电流强度就叫1安培，或说电流是1安。

所以：

$$1 \text{ 安培 (A)} = \frac{1 \text{ 库仑}}{1 \text{ 秒}}$$

比较小的单位有：1毫安(mA) = 10^{-3} 安培(A)

$$1 \text{ 微安} (\mu\text{A}) = 10^{-3} \text{ 毫安 (mA)}$$

根据传统习惯，人为规定电路中电流的方向为：电流从电源正极出发，经外电路，流向电源负极(图1-1-2)，这样规定的电流方向正好与电子流动的方向相反。下面，一讲“电流方向”，均指上述规定的电流方向，而不是指电子流动的方向。当然，在电源内部，电流是从电源负极流向正极，这就构成了一个完整的电流闭合回路。

2. 电位、电压和电动势

1) 电位和电压

水路中有水位高低之差，电路中也有电位高低的差别，但电位和电压有原则上的区别。水位不同，是指水在空间位置的不同，并且以海平面作为比较水位高低的标准。电位的高低与带电

体所处的空间位置没有关系。带电体某点的电位是指该点每单位电量所具有的位能。在国际单位中，电位的单位是伏特（V）。当1库仑（C）的电量在该点的位能为1焦耳（J）（1/9.8千克力·米的功相当于1焦耳）时，该点的电位等于1伏特，即

$$1 \text{ 伏特} = \frac{1 \text{ 焦耳}}{1 \text{ 库仑}}$$

电位的高低只决定于物体带电的正负和带电量的多少，并规定大地的电位为零，供作比较电位高低的标准（车上因电源的一极接铁，可规定机体的电位为零，以作比较标准；在蓄电池上，又常规定以电解液的电位为零）。带正电物体的电位，叫正电位。带正电越多电位越高；相反，带负电越多，电位越低。和水流道理一样，水流动的原因是两处水位不同，它们之间有水位差。电流的原因也是导体两端必须有电位差，才能迫使电荷朝一定方向运动。导体某两处的电压，就是这两处的电位差。图 1-1-1A、C 间的电压（即加给灯泡的电压就是 A、C 的电位差）。当导体两端的电位相等时，电压为零，电流也就停止。

电压的符号用 U 表示，电压的常用单位：

伏特（V）、毫伏（mV）、千伏（kV）

$$1 \text{ 毫伏} = 10^{-3} \text{ 伏}$$

2) 电源电动势

水泵在外力作用下，把水从低处送到高处，使水位提高。电源（发电机或蓄电池）的作用和水泵相似，在机械能或化学能的作用下，可把电子从低电位的负极转移到高电位的正极。如不接通外电路时，电源正、负之间的电位差叫电源的电动势，用符号“ E ”表示，它是转移电子能力大小的标志。如接通外电路时，电源电动势分成两部分，一部分用来克服电源内部的电阻，叫内压降 $U_{\text{内}}$ ；另一部分加到负载的两端，叫电源的端电压 $U_{\text{端}}$ ，即：

$$E = U_{\text{内}} + U_{\text{端}}$$

3. 电阻

自由电子在导体内运动时，会受到导体中原子、离子或分子

的阻碍，由于自由电子在电源作用下做定向运动时，不仅要受到原子核的吸引，而且还要与其它原子发生碰撞。在碰撞时，自由电子有时被其它原子拉进去，而别的原子中的电子又可能被撞出来，这样撞来撞去而使电子在运动时受到了阻碍。我们称这种阻碍作用为电阻。计算式用符号“ R ”表示，它的图标如 1-1-4a)、b) 所示。

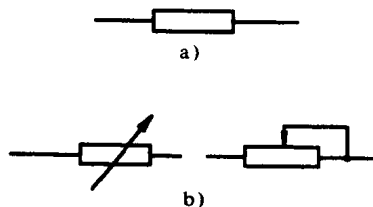


图 1-1-4 电阻图标
a) 固定电阻; b) 可变电阻

电阻的单位是欧姆，用“ Ω ”表示。1 欧姆的含义是：如在电路两端（或灯泡两端）所加的电压是 1V，流过这段电路（或灯泡）的电流恰好是 1A，则这段电路（或灯泡）的电阻为 1 欧姆（ Ω ）。它相当于温度在 0°C 时，长 106.3cm，横截面积为 1mm^2 的水银柱所具有的电阻。

根据物质的导电性能可分为：导体、绝缘体和半导体三种。导体，例如各种金属、酸碱盐溶液等，对电流的阻力很小；绝缘体，例如橡皮、胶木等，对电流的阻力很大，电流几乎不能通过；半导体，例如硅和锗，导电性能介于导体和绝缘体之间。

各种导体，它们的导电性也不尽相同，如铝的电阻比铜的大，而铁的电阻又比铝的大。同类物质，电阻的大小还与导体的几何尺寸有关，同样长度的导体，截面积越大电阻越小；同样截面的导体，长度越小电阻也越小。所以，电阻可用下列式子表示：

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

式中： L ——导体长度（m）；

S ——导体截面面积（ mm^2 ）；

ρ ——电阻系数。

电阻系数与导体材料有关，它是长度为 1m、截面为 1mm^2

的电阻值。表 1-1-1 是各种材料在 20℃ 时的电阻系数。

各种材料的电阻系数(20℃) 表 1-1-1

材 料 名 称	电阻系数 ρ $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$	材 料 名 称	电阻系数 ρ $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
银	0.016	铁	0.1
纯铜	0.0169	水银	0.958
含有杂质 0.1% 的退火铜线芯	0.0175	镍合金(铜、镍、锰合金)	0.42
铜线芯(含杂质 0.1% 的硬铜)	0.0184	锰铜(铜、镍、锰合金)	0.43
纯铝	0.0262	康铜(铜、镍合金)	0.50
铝线芯(含杂质约 0.7%)	0.0310	镍铬(镍、铬、铁、锰合金)	1.1
钨	0.055		

导体的电阻除与材料的种类、几何尺寸有关外,还受温度的影响。多数材料具有正的温度系数,即温度高电阻大;少数材料则相反,具有负的温度系数(如炭、半导体等),即温度高电阻小。

不同温度下的导体电阻为:

$$RT = R_{20} + R_{20}\alpha (T - 20) = R_{20} [1 + \alpha (T - 20)]$$

式中: RT ——温度 $T^\circ\text{C}$ 时导体的电阻;

R_{20} ——温度 20°C 时导体的电阻;

α ——电阻温度系数, 温度每升高 1°C 每 1Ω 电阻增大(或减少)的电阻值。

各种材料的电阻温度系数见表 1-1-2。

各种材料的电阻温度系数 表 1-1-2

材 料	电阻温度系数 ($1/^\circ\text{C}$)	材 料	电阻温度系数 ($1/^\circ\text{C}$)
银	0.0041	钨	0.0046
铜	0.0043	水银	0.00027
铝	0.0042	锰铜	0.000006
铁	0.0052	康铜	0.00004
铅	0.0041	镍铬合金	0.00017

例如: 某直流发电机的励磁线圈(铜质), 在温度 20°C 时, 电阻值为 7Ω , 问温度升高到 75°C 时, 励磁线圈的电阻是多少?