



QICHE DIANGONG WEIXIU RUMEN

本书主要介绍了汽车电工学与电子学基础知识、常用电工工具与仪表、汽车专用检测仪器设备的使用方法以及汽车电气设备电路的特点。本书主要针对汽车维修电工，希望通过理论知识和实际操作方法的讲解，帮助读者学习与掌握汽车电工电子技术的基础知识和技能，便于读者了解汽车电气设备的特点、维修检测工具的使用以及汽车电气设备故障的一般诊断方法，进而更好地掌握现代汽车电器系统的维修诊断技术，提高汽车维修电工的实践技能。

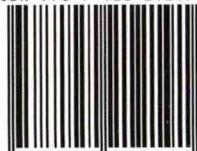
汽车电工 维修入门



www.cip.com.cn
读科技图书 上化工社网

销售分类建议：汽车/汽车维修

ISBN 978-7-122-21219-1



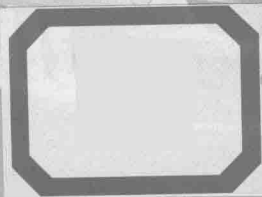
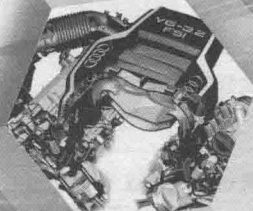
9 787122 212191 >

定价：29.80元



汽车电工 维修入门

鲍宇 安永东 编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车电工维修入门 / 鲍宇, 安永东编. —北京: 化学工业出版社, 2014.9

ISBN 978-7-122-21219-1

I. ①汽… II. ①鲍…②安… III. ①汽车-电工-维修-基本知识 IV. ①U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 148459 号

责任编辑: 周 红
责任校对: 吴 静

文字编辑: 陈 喆
装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社
(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 化学工业出版社印刷厂
850mm×1168mm 1/32 印张 6¹/₄ 字数 171 千字
2014 年 11 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)
售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 29.80 元

版权所有 违者必究



FOREWORD

前言



随着汽车电子技术的发展,在汽车上装用的电气与电子设备日趋复杂,汽车电子化已成为汽车行业发展的必然趋势。这对汽车维修从业人员的要求越来越高。为了使读者更好地了解与掌握汽车专业知识,特组织有关专家编写了本书。

本书介绍了汽车电工学与电子学基础知识、常用电工工具与仪表、汽车专用检测仪器设备的使用方法以及汽车电气设备电路的特点。本书内容主要针对汽车维修电工,希望通过理论知识和实际操作方法的讲解,帮助读者学习与掌握汽车电工电子技术的基础知识和技能,便于读者了解汽车电气设备的特点、维修检测工具的使用以及汽车电气设备故障的一般诊断方法,进而更好地掌握现代汽车电气系统的维修诊断技术,提高汽车维修电工的实践技能。

本书内容系统、全面,针对性与实用性强,图文并茂,通俗易懂,是初级汽车检测与维修人员、驾驶员及汽车行业相关人员的重要参考资料,也可供汽车类专业师生学习参考使用。

本书由鲍宇、安永东编,鲍宇编写第三、四、五章,安永东编写第一、二章。本书在编写过程中,参考了有关文献资料,在此一并表示谢意。

由于编者水平有限,编写时间仓促,书中难免有不足之处,敬请广大读者批评指正。

编者



第一章

电工学基础

Page

001

第一节 直流电路 /002

一、概述 /002

二、电工学基本概念 /006

三、电工学基本定律 /008

四、基本电气元件 /011

第二节 磁路 /021

一、磁场及基本物理量基本概念 /021

二、电流与磁场 /022

三、磁路欧姆定律 /024

四、电磁感应 /026

第三节 交流电路 /029

一、正弦交流电 /030

二、三相交流电路 /034



第一节 半导体基础知识 /039

一、P型半导体和N型半导体 /039

二、PN结及其单向导电性 /040

第二节 二极管 /041

一、二极管的结构、符号和分类 /041

二、二极管的伏安特性 /043

三、二极管的主要参数 /044

四、二极管的类型和命名 /045

五、二极管的应用 /045

六、特殊二极管 /049

第三节 晶体三极管 /052

一、晶体三极管的结构 /053

二、三极管的放大原理 /054

三、三极管的主要参数 /056

四、三极管的特性曲线 /057

第四节 晶闸管 /059

一、晶闸管的结构 /060

二、晶闸管的工作原理 /061

三、晶闸管的伏安特性和主要参数 /062

第五节 其他半导体材料 /064

一、热敏电阻 /064

二、光电三极管 /064

三、光电耦合器 /065

第六节 数字电路基础 /066

一、模拟和数字信号 /066

二、基本逻辑电路 /068

第七节 集成电路 /072

一、常用集成电路的结构与分类 /072

二、集成电路应用 /074

第八节 微型计算机及控制基础 /076

一、汽车用微机的基本组成 /076

二、汽车用微机的种类 /079

三、微机在汽车上的应用 /080



第三章

Page

常用电工工具及检测仪表

081

第一节 常用电工工具 /082

一、剥线钳 /082

二、试电笔(试灯) /083

三、跨接线 /083

四、备用电源 /085

五、导线拆卸专用工具 /085

第二节 常用汽车检测仪表 /087

一、模拟式万用表的结构、原理及使用 /088

二、数字式万用表的结构、原理及使用 /090

三、汽车万用表 /093

四、万用表检测汽车电路的操作方法和注意事项 /098

第三节 汽车示波器 /100

一、示波器的分类与结构 /101

二、示波器的工作原理 /102

三、汽车示波器的使用操作 /104



第四章

Page

汽车专用诊断仪器与检测设备

107

第一节 故障自诊断系统的基本原理 /108

一、故障自诊断原理 /108

二、故障自诊断系统的基本组成 /109

第二节 汽车解码器 /110

一、解码器分类 /111

二、解码器的特点 /111

三、解码器应用 /112

四、汽车解码器的发展趋势 /127

第三节 发动机分析仪 /129

一、分析仪类型 /129

二、分析仪功能与功能特点 /130

三、分析仪基本结构与工作原理 /132



第一节 汽车电路图的表示方法 /139

一、汽车电路图的表示方法 /140

二、读图的一般原则 /142

第二节 汽车电路图中常用的图形符号和标注 /143

一、电路符号 /143

二、电路图的标注方法 /148

第三节 汽车电气基础元件 /149

一、电路保护装置 /149

二、电路连接装置 /150

三、电路控制装置 /152

四、导线 /154

第四节 汽车电气线路故障诊断与检修 /156

一、汽车电气系统的故障种类 /156

二、故障诊断流程 /157

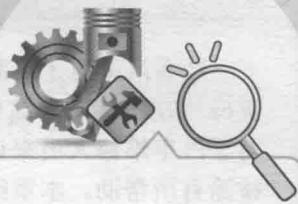
三、汽车电气系统故障常用诊断方法 /157

第五节 典型汽车电路识图举例 /159

一、识图说明 /159

二、捷达轿车电气元器件位置与电气线路图 /162

三、系统电路分析举例 /186



第一章

电工学基础



随着汽车电子控制技术的普及与发展,越来越多的电子控制装置应用在汽车中。这使汽车经济性、动力性、安全性得到了提高。对于汽车维修人员来说,掌握汽车电气系统的工作原理将对故障的排除有所帮助。本章结合电工学基础知识进行介绍,有助于了解汽车电路的特征。



第一节

直流电路



一、概述

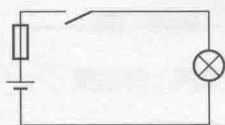


图1-1 电路组成

(一) 电路的组成

电流通过的路径叫做电路。一个完整的电路是由电源、负载(用电器)、中间环节(包括控制装置和导线等)几部分按一定方式组成的,如图1-1所示。

1. 电源

电源是将其他形式的能量转换为电能并向负载提供电能的装置。例如汽车上的蓄电池和发电机。蓄电池是将化学能转换为电能的装置,发电机则是将机械能转换为电能的装置。蓄电池与发电机一起,向负载(用电器)提供电能。

2. 负载(用电器)

负载是将电能转换为其他形式能量的装置。汽车负载通常指各种电气设备。例如汽车上的启动机、点火装置、前照灯等。启动机

将电能转换为机械能带动汽车发动机旋转；点火装置将电能转换为热能，点燃可燃混合气；而前照灯则把电能转换为光能。

3. 中间环节

控制装置用以实现对负载的控制或起到保护用电器、防止电路过载的作用。汽车电气开关、继电器与控制电路都是控制装置。

导线用以连接电源和负载并构成电路，起着传输电能的作用。连接导线的电阻一般都很小（可忽略不计）。在汽车上，为便于安装、连接和减少电路故障，一般都把很多导线包扎起来构成线束。具体线束的特点在后续章节详细介绍。

（二）汽车电路的特点

现代汽车电气与电子设备虽然种类繁多、功能各异，但其电路都应遵循一定的原则，了解这些原则对进行汽车电路分析是很有帮助的。汽车电路可归纳为以下特点。

1. 低压

汽车电气系统的额定电压主要有12V和24V两种。汽油机普遍采用12V电源，柴油机多采用24V电源（由两个12V蓄电池串联而成）。

2. 直流

现代汽车发动机是靠电力启动机启动的，启动机由蓄电池供电，而向蓄电池充电又必须用直流电源，所以汽车电气系统为直流系统。

3. 单线制

单线连接是汽车线路的特殊连接方式。用电设备只用一根导线与电源的正极相连，利用发动机、车身及车架等金属体作为公共回路，与电源的负极相连。任何一个电路中的电流都是从电源的正极出发经导线流入用电设备后，再由电气设备自身或负极导线搭铁，通过车架或车身流回电源负极而形成回路，如图1-2所示。

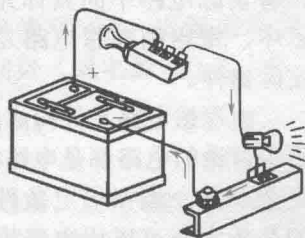


图1-2 单线制电路

由于单线制导线用量少，线路清晰，接线方便，因此广为现代汽车所采用。

4. 并联连接

各用电设备均采用并联。汽车上的两个电源（蓄电池与发电机）之间以及所有用电设备之间，都是正极接正极，负极接负极，并联连接。

由于采用并联连接，所以汽车在使用中，当某一支路用电设备损坏时，并不影响其他支路用电设备的正常工作。

5. 负极搭铁

采用单线制时，蓄电池的一个电极需接至车架或车身上，俗称“搭铁”。蓄电池的负极接车架或车身称为负极搭铁，蓄电池的正极接车架或车身称为正极搭铁。负极搭铁对车架或车身金属的化学腐蚀较轻，对无线电干扰小。我国标准规定汽车线路统一采用负极搭铁。

（三）电路的状态

实际电路中电气元件的种类繁多，在电路分析中为了简化分析和计算，通常在一定条件下，突出实际电路元件的主要电磁性质，忽略其次要因素，把它近似地看作理想电路元件。例如用“电阻”这个理想的电路元件来代替电阻器、电阻炉、灯泡等消耗电能的实际元件，用理想电压源相串联的理想元件组合来代替实际的电池等。用一个理想电路元件或几个理想电路元件的组合来代替实际电路中的具体元件，称为实际电路的模型化。在电路分析中，常用的理想电路元件只有几个，它们可以用来表征千万种实际器件。

由理想电路元件构成的电路称为电路模型。今后我们在电路分析中讨论的电路都是电路模型。电路模型虽然与实际电路的性能不完全一致，但在一定条件下，在工程上允许的范围内，实际电路的分析完全可以用电路模型代替，从而使电路的分析与计算得到简化。

1. 通路

电路通路就是将电源与负载接通而构成闭合回路,如图1-3所示,开关S合上(接通)后的工作状态。此时,在电源电动势 E 的作用下,电路中即有电流 I 通过。通常负载是并联工作的。因为电源的端电压是基本不变的,即负载两端的电压基本保持不变。当负载增加时,负载所耗用的总电流与总功率都增加,电源的输出功率与电流随之增加,可见电源输出功率取决于负载的大小。

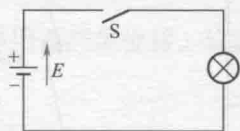


图1-3 电路通路

为了理解电路的状态,下面介绍几个电路基本概念。

(1) 额定电流 为了保证电气设备的使用寿命,通常对其所通过的电流加以限定,即在长时间内允许通过电气设备的最大工作电流称为额定电流,用 I 表示。

(2) 额定电压 为了限制电气设备的电流以及限制绝缘材料所承受的电压,因而对允许施加在各电气设备上的电压也有一定的限值,通常把这个限定的电压值叫做该电气设备的额定电压,用 U 表示。

(3) 额定功率 对电阻性负载而言,电气设备的额定电流和额定电压的乘积就等于它的额定功率,用 P_e 表示,即 $P_e=IU$ 。

2. 断路

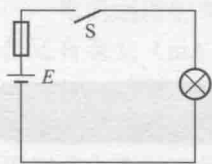


图1-4 电路断路

电路断路就是电源与负载未接成闭合回路。如图1-4所示的电路是开关S断开时的电路状态。电路断路时,相当于其负载电阻为无穷大,电路中的电流等于0,电源的断路(开路)电压等于电动势(或电源电压),即:
 $R=\infty, I=0, U=E$ 。

3. 短路

当电源两端被电阻接近于零的导体接通时,这种情况称为电源被短路,如图1-5所示。图中折线是指明短路点的符号。

产生短路往往是由于导线绝缘损坏引起的。错误的接线或误操

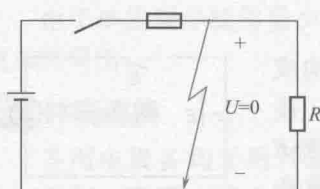


图1-5 电路短路

作也常导致电源短路。当电源两端被短路时，若忽略导线的电阻，全电路中只存在电源的内阻 R_0 ，由于内阻 R_0 很小，所以短路时电流很大，如果不及时切断电路，很大的短路电流将烧毁电源、导线以及回路中接的电流表、开关等，甚至引起火灾。所以，电源

短路是一种严重事故，应严加防止。

如图1-6所示为由于导线过热而引起导线绝缘损坏，使得两根导线互相接触而造成短路。当然，线路接错或其他原因也会造成短路。此时，电源将通过很大的电流，此电流称为短路电流，用 $I_{\text{短}}$ 表示。因为一般电源内电阻 R_0 都很小，所以此时的电流($I_{\text{短}}$)很大。它会使电源发热过甚而烧毁。因此，在工作中必须防止这种短路故障的发生。

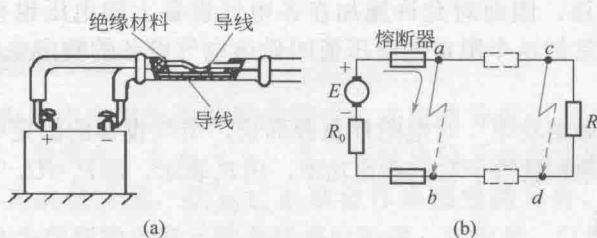


图1-6 电源短路示意图



二、电工学基本概念

(一) 电场

带电的物体，叫做带电体。在带电体周围的空间，有电力作用的范围，叫做电场。电场是由带电体产生的，凡是带电体周围的空间都存在电场。

电场具有以下两个主要的性质。

① 位于电场中的其他带电体，受到力的作用，表明电场具有力的性质。

② 任何带电体在电场中都受到电场力的作用而产生位移。这说明电场做了功，表明电场还具有能的性质。

(二) 电流

电荷在电路中有规则的定向运动，形成电流。例如，用某种方法（如接上电源）促使导体中的自由电子做定向运动，就形成了电流。电子的移动是从负极到正极，但电流的方向习惯上规定为从正极到负极。

根据电流在电路中流动的方式不同分为直流电和交流电。直流电是指电流方向不随时间改变的电流，如干电池、蓄电池和直流发电机所输出的电流。交流电是指电流大小和方向随时间变化的电流，如交流发电机输出的交流电流。

表明电流强弱的物理量叫电流强度，其数值等于单位时间内通过导体某一横截面的电荷量。用符号“ I ”表示。在直流电路中记作

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

式中 I ——电流；

Q ——电荷量；

t ——时间。

电流强度的单位是“安培”，用字母“A”表示。常用的电流单位还有毫安（mA）和微安（ μA ）。

1A（安培）=1000mA（毫安），1mA（毫安）=1000 μA （微安）。

汽车电系耗电电流通常在几毫安至几百安培之间，可以使用万用表或电流钳进行测量。

(三) 电位

单位电荷在电场中某一点所具有的位能，叫做该点的电位。电荷在电场中的位置不同时，具有的位能也不相同。电路中某点的电位在数值上等于电场力将单位电荷从该点移动到参考点（零电位

点)所做的功。对于电位来说,参考点的概念十分重要。因为电位是一个相对的物理量,电位的参考点可以任意选取,但在汽车电路中常以蓄电池的接地点即发动机体或车架为参考点。

(四) 电压

电路中的两点间的电位之差叫电位差,也叫电压。用符号“ U ”表示。电压的单位是“伏特”,简称“伏”,用符号“ V ”表示。

(五) 电动势

为了维持电路中的电流,必须在电源内部借助一种力量,克服电场力做功,从而保持电源两端对外电路的电压。正如自来水在水管中流动需要有水泵一样,干电池、蓄电池和发电机都是电源。

由电源内部产生的维持电子流动的力量叫电动势。电动势用符号“ E ”表示,单位也是“伏特”。

(六) 电功率

电场力在单位时间内所做的功,叫做电功率,用符号“ P ”表示。电功率的单位是“瓦特”,用符号“ W ”表示。规定在1s内,电场力做1J的功为1W。实际应用中功率单位还有“千瓦”和“兆瓦”。

$1MW$ (兆瓦) $=10^3kW$ (千瓦), $1kW$ (千瓦) $=10^3W$ (瓦)。

三、电工学基本定律

(一) 电路欧姆定律

一个电阻在电压或电动势的作用下,就会有电流通过。实验表明,导体中通过电流 I 的大小与加在导体两端的电压 U 成正比,而与导体的电阻 R 成反比。能较确切地表述这三种物理量之间关系的定律称为“欧姆定律”。欧姆定律是进行电路计算最基本的定律。

1. 部分电路欧姆定律

图1-7所示为部分(或一段)电路,即在该电路中不含电源电