

汽车电工 基本技术

QICHE DIANGONG JIBEN JISHU



金盾出版社

前 言

本书是根据原劳动部颁发的《技术工人工种系列和等级标准》及原机械工业部颁发的《汽车修理工技术等级标准》的要求编写的。编写过程中,既考虑到目前汽车电工的实际情况及培训提高的需要,又考虑到电子技术广泛应用于汽车工业后给汽车结构和性能带来的巨大变化。全书共分四部分,第一部分为第一~二章,介绍专业基础知识;第二部分为第三~十一章,介绍一般专业知识;第三部分为第十二章,介绍现代汽车电子控制技术;第四部分为第十三章,介绍汽车电工的基本操作技能。书后附有模拟测试题,供读者阅后参考。全书理论联系实际,内容实用,针对性强,特别对电路故障作了较全面深入的剖析,提出了排除故障的方法和程序。本书既可供广大汽车修理工和驾驶人员自学参考,也可作为汽车修理工和驾驶人员的培训教材。

由于编者水平所限,书中所述内容难免有谬误之处,敬请读者批评指正。

作者

1999年10月

目 录

第一章 电工基础	(1)
第一节 直流电路	(1)
一、电路的基本概念	(1)
二、电路的基本定律	(5)
三、电阻	(8)
四、电容器	(11)
第二节 磁路	(16)
一、磁场及基本物理量	(16)
二、电流与磁场	(20)
三、磁路定律	(21)
四、电磁感应	(22)
五、铁心线圈的功率损耗	(25)
第三节 交流电路	(25)
一、正弦交流电	(25)
二、基本交流电路	(29)
三、实际交流电路	(31)
四、三相交流电	(33)
五、三相四线制供电	(34)
六、三相三线制供电	(35)
七、负载的三角形连接	(35)
八、负载的星形连接	(36)
九、三相电功率	(37)

第二章 电子学基础	(39)
第一节 晶体管	(39)
一、半导体基础知识与 PN 结	(39)
二、晶体二极管	(43)
三、稳压管	(45)
四、晶体三极管	(46)
五、晶闸管	(51)
第二节 晶体管基本电路	(53)
一、整流电路	(53)
二、稳压电路	(59)
三、放大电路	(59)
四、振荡电路	(61)
第三节 集成电路(IC)及其应用	(64)
一、常用集成电路(IC)的外形结构	(65)
二、分类	(65)
三、应用举例	(69)
第四节 微型计算机及其控制技术基础	(71)
一、微型计算机在汽车控制中的应用现状	(71)
二、微型计算机的组成	(71)
三、微型计算机系统	(74)
四、汽车用微机控制系统的组成及工作原理	(75)
第三章 蓄电池	(79)
第一节 车用蓄电池的用途及构造	(79)
一、功用	(79)
二、构造	(80)
三、起动型铅蓄电池型号及选用	(83)
第二节 蓄电池的工作原理及充放电特性	(88)

一、放电过程的电化学反应·····	(89)
二、充电过程的电化学反应·····	(90)
三、铅蓄电池的放电特性·····	(92)
四、铅蓄电池的充电特性·····	(95)
五、铅蓄电池的容量及影响因素·····	(97)
第三节 蓄电池的充电方法·····	(99)
一、恒流充电法(定电流充电法)·····	(99)
二、恒压充电法(定电压充电法)·····	(101)
三、充电种类及操作方法·····	(102)
四、充电注意事项·····	(104)
第四节 铅蓄电池的使用和保养·····	(105)
一、保养·····	(105)
二、储存与保管·····	(106)
三、使用与保养应注意的事项·····	(107)
第五节 铅蓄电池常见故障与排除·····	(108)
一、极板硫化·····	(108)
二、自放电·····	(109)
三、活性物质脱落·····	(110)
四、极板短路·····	(111)
第六节 新型汽车蓄电池·····	(111)
一、免维护铅蓄电池·····	(111)
二、干式荷电铅蓄电池·····	(113)
第四章 交流发电机及调节器·····	(115)
第一节 硅整流发电机的结构及工作原理·····	(115)
一、结构·····	(115)
二、工作原理·····	(118)
三、特性·····	(122)

四、8 管、9 管和 11 管硅整流发电机的功用 和特点	(124)
第二节 硅整流发电机的维修调试.....	(128)
一、分解	(128)
二、故障检查与修理	(131)
三、装复与调试	(136)
第三节 交流发电机调节器.....	(139)
一、触点式调节器	(139)
二、晶体管调节器	(147)
三、集成电路调节器	(151)
第四节 调节器的故障检测与调整.....	(155)
一、触点式调节器的测试与调整	(155)
二、晶体管调节器的故障判断与修理	(159)
三、集成电路调节器的检查	(162)
第五节 充电系统故障的诊断与检修.....	(163)
一、充电系统故障的分析判断方法	(163)
二、常见车型充电系统故障检修方法及实例	(169)
第五章 点火系统.....	(181)
第一节 对点火系统的基本要求.....	(181)
第二节 蓄电池点火系统(传统点火系统)的组成与 结构.....	(182)
一、组成	(182)
二、点火线圈	(183)
三、分电器	(189)
四、火花塞	(195)
第三节 蓄电池点火系统的工作原理与工作 特性.....	(203)

一、工作原理	(203)
二、工作特性	(205)
第四节 蓄电池点火系统的故障诊断与检修	(209)
一、故障诊断	(210)
二、点火正时的检查与调整	(214)
三、利用汽车专用示波器检查点火系统的故障	(219)
第五节 电子点火系统原理与故障检修	(224)
一、特点	(224)
二、种类与结构形式	(225)
三、有触点电子点火系统的结构与工作原理	(225)
四、无触点电子点火系统的结构与工作原理	(228)
五、无触点电子点火系统应用举例	(246)
六、维护与检修	(260)
第六章 起动系统	(275)
第一节 起动机的组成和分类	(275)
一、组成	(275)
二、分类	(275)
第二节 直流串激式电动机	(277)
一、构造	(277)
二、工作原理	(279)
三、特性	(280)
第三节 起动机的传动机构	(281)
一、作用与构成	(281)
二、滚柱式单向离合器	(281)
三、摩擦片式单向离合器	(283)
四、弹簧式单向离合器	(285)
第四节 起动机的控制装置	(286)

一、机械式起动开关	(286)
二、电磁式起动开关	(287)
三、起动附加继电器	(288)
第五节 常见车型的起动系统	(289)
一、321 型起动系统	(289)
二、QD124 型起动系统	(291)
第六节 起动系统的使用与故障检修	(295)
一、使用与保养	(295)
二、故障检查	(296)
三、检修	(298)
四、检修后的试验	(301)
五、调整	(302)
第七章 照明设备与信号系统	(305)
第一节 照明设备及信号系统的种类和用途	(305)
一、照明设备	(305)
二、信号系统	(306)
第二节 汽车前照灯	(310)
一、对前照灯照明的要求	(310)
二、前照灯的构造	(311)
三、防止前照灯眩目	(316)
四、前照灯的类型	(318)
第三节 照明灯的控制	(319)
一、车灯开关	(319)
二、变光开关	(320)
三、东风 EQ140 型汽车的照明控制电路	(320)
第四节 闪光器、转向灯开关和制动灯开关	(322)
一、闪光器	(322)

二、转向灯开关	(326)
三、制动灯开关	(328)
第五节 报警装置	(330)
一、倒车报警器	(330)
二、制动气压报警装置	(332)
三、制动系真空度报警装置	(333)
四、油压报警装置	(333)
五、燃油量报警装置	(334)
第八章 仪表	(335)
第一节 电流表	(335)
一、构造	(335)
二、工作原理	(335)
三、使用与维修	(336)
第二节 油压表	(337)
一、构造	(337)
二、工作原理	(338)
三、故障检查	(339)
四、油压表传感器的安装	(340)
第三节 水温表	(340)
一、双金属式水温表的结构与工作原理	(340)
二、电磁式水温表的结构与工作原理	(341)
三、水温表的故障检查	(343)
第四节 燃油表	(343)
一、电磁式燃油表的结构与工作原理	(343)
二、双金属式燃油表的结构与工作原理	(345)
三、电源稳压器	(346)
第五节 车速里程表	(347)

一、构造	(347)
二、工作原理	(348)
三、故障检查	(349)
第六节 转速表	(349)
第九章 空气调节系统	(350)
第一节 制冷装置的组成与制冷原理	(350)
一、组成	(350)
二、制冷原理	(350)
三、制冷装置的主要部件	(352)
第二节 暖风装置	(360)
一、余热式暖风装置	(361)
二、独立式暖风装置	(363)
第三节 空调系统控制线路分析及故障排除	(365)
一、基本控制电路	(365)
二、轿车空调控制电路	(366)
三、空调制冷装置故障的检修	(367)
第十章 其它辅助电气设备	(372)
第一节 电动刮水器	(372)
一、组成	(372)
二、分类	(373)
三、普通永磁电动机刮水器	(373)
四、带电动间歇继电器的刮水器	(377)
五、带电子间歇继电器的刮水器	(380)
六、后刮水器	(384)
七、电动刮水器的保养	(384)
八、电动刮水器故障诊断及排除	(385)
第二节 挡风玻璃洗涤设备和除霜设备	(386)

一、挡风玻璃洗涤设备	(386)
二、除霜设备	(387)
第三节 柴油机起动预热装置	(391)
一、电热式预热器	(391)
二、热胀式电火焰预热器	(392)
三、电磁式火焰预热器	(393)
四、网状电预热器	(394)
第十一章 汽车电气设备总电路及其分析	(395)
第一节 汽车电路特点	(395)
第二节 典型汽车电路分析	(395)
一、桑塔纳轿车电路分析	(395)
二、解放 CA141(1090)型汽车电路分析	(403)
第三节 常见汽车电路图	(409)
一、北京 BJ212(2020)型汽车电气线路图	(409)
二、北京 BJ130 型汽车电气线路图	(409)
三、东风 EQ140(1090E)型汽车电气线路图	(409)
四、东风 EQ140(1090E)型汽车电路原理图	(409)
五、解放 CA141(1091)型汽车电气线路图	(409)
六、东风 EQ1030T 型汽车电气线路图	(409)
七、奥迪 100C ₃ GP 型轿车电气线路图	(423)
八、北京切诺基吉普车电气线路图	(424)
第十二章 现代汽车电子控制系统	(431)
第一节 电子控制燃油喷射系统(EFI)	(431)
一、概述	(431)
二、燃油喷射系统的分类及基本型式	(432)
三、电子控制燃油喷射系统(EFI)的组成和 工作原理	(436)

四、电子控制燃油喷射系统的检修	(454)
第二节 电子控制制动防抱死系统(ABS)	(465)
一、功能	(466)
二、构成和工作原理	(467)
三、控制过程和诊断功能	(474)
四、故障判断与排除	(482)
第三节 电子控制自动变速器(ECT)	(493)
一、功能	(494)
二、基本构成与组件功能	(495)
三、主要控制组件的结构和操作方法	(499)
四、电子控制装置(ECU)的工作过程	(508)
五、故障检查与排除	(516)
第四节 电子控制系统使用维修注意事项	(547)
第十三章 汽车电工基本技能	(550)
第一节 汽车电工常用工具及使用	(550)
一、常用工具	(550)
二、电烙铁的结构及使用方法	(552)
三、指针式万用表的结构及使用方法	(554)
四、电子控制系统常用检测仪表	(559)
第二节 汽车常用电工电子器材的检测与选用	(566)
一、电容器	(566)
二、电阻	(572)
三、二极管	(575)
四、三极管	(578)
五、晶闸管	(581)
六、集成电路	(583)
七、熔断器	(586)

八、连接器	(589)
九、灯泡	(592)
十、继电器	(595)
十一、导线	(604)
第三节 常见电气图形符号.....	(607)

附录

A、初级汽车电工理论考试模拟试题	(623)
B、中级汽车电工理论考试模拟试题	(626)
C、初级汽车电工理论考试模拟试题参考答案	(630)
D、中级汽车电工理论考试模拟试题参考答案	(631)

第一章 电工基础

第一节 直流电路

电流的大小、方向均不随时间变化的电流称为直流,由直流电源和用电器具组成的电路称为直流电路。本节重点讨论直流电路的基础知识。

一、电路的基本概念

1. 电路 电路是由电源、用电设备(负载)、导线和开关等连接而成的电流通路,如图 1-1 所示。其中电源内部称为内电路;负载,连接导线和开关等称为外电路。图 1-2 为一简单的汽车电路,其电源为蓄电池,负载为灯泡。

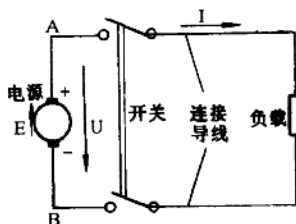


图 1-1 电路的组成

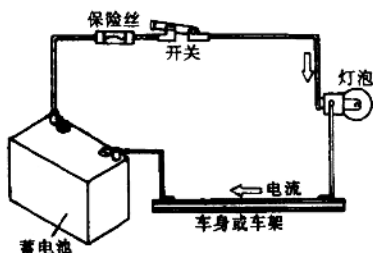


图 1-2 汽车电路

电源是供应电能的装置,它把其他形式的能量转换为电能。汽车电源主要包括蓄电池和发电机。蓄电池是把化学能转换为电能的装置,发电机是把机械能转换为电能的装置。

负载是消耗电能的装置,它把电能转换为其他形式的能量。例如汽车起动机(实质是电动机)将电能转换为机械能,灯泡把电能转换为光能和热能。

汽车的车身与车架都是金属机件,可以成为各种用电设备的公用线路。在图 1-2 中,蓄电池正极的电流就是经过车身或车架流回负极的,这种连接方式俗称搭铁。我国《汽车、拖拉机用电技术条件》中规定,汽车、拖拉机上的用电装置应负极搭铁。

2. 电动势 在图 1-1 电路中,为了维持电路中的电流流动,电源内部的非静电力做功,将正电荷从负端(“-”极)移向正端(“+”极)。

如果非静电力 $F_{\text{外}}$ 把正电荷从负端 B 移向正端 A 所做的功为 W_{BA} ,被移动的电量 of Q ,那么 W_{BA} 与 Q 的比值称为电源两端间的电动势,用 E 表示,如图 1-3 所示。于是有:

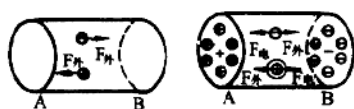


图 1-3 电动势和电压

$$E_{\text{BA}} = \frac{W_{\text{BA}}}{Q}$$

电动势法定计量单位的名称是伏特,简称伏,用符号 V 表示。如果外力把 1 库(仑)电量(6.25×10^{18} 个电子电量)从 B 端移到 A 端所做的功是 1 焦耳,则 B、A 两端的电动势就等于 1 伏特。

电动势的方向规定为由低电位指向高电位,在电动势的方向上电位是逐点升高的。

3. 电压 在外电路中,电场力 $F_{\text{电}}$ 把正电荷从 A 端移到 B 端所做的功 W_{AB} 与被移动的电量 Q 的比值称为 AB 间的电

压,用 U 表示。即:

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{Q}$$

电压的单位也是伏特。电场力把 1 库仑电量从 A 端移到 B 端所做的功为 1 焦耳,则 A、B 两端的电压即为 1 伏特。电压的单位还有千伏(kV)、毫伏(mV)等。其换算关系为:

$$1\text{kV} = 10^3\text{V}; 1\text{mV} = 10^{-3}\text{V}$$

电压的方向规定为由高电位指向低电位,亦即由电源的“+”极指向“-”极,在电压的方向上电位是逐点降低的,如图 1-3 所示。

测量电压时,应按图 1-4 所示(并联)连接电压表(伏特表),测量之前要选择合适的量程,使测量值不超过所选量程的最大值。

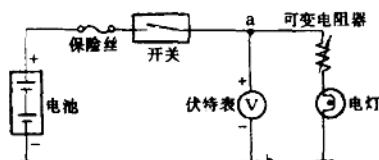


图 1-4 测量电压

4. 电流强度 电流的强弱用电流强度表示。电流强度(I)是用单位时间内通过导体横截面的电量度量的,即:

$$I = \frac{Q}{t}$$

电流强度法定计量单位的名称是安培,简称安,用符号 A 表示。如果 1 秒内通过导体横截面的电量是 1 库(仑),则导体中的电流强度为 1 安。电流强度的计量单位还有毫安(mA)、微安(μA)等。其换算关系为:

$$1\text{mA}=10^{-3}\text{A}; 1\mu\text{A}=10^{-6}\text{A}$$

习惯上规定,正电荷的运动方向为电流的方向,在外电路中电流的方向是由正极指向负极,在内电路中,电流的方向是由负极指向正极。

在一条无分支的电路上,电流强度处处相等。据此,应把电流表(安培表)串入电路,测量电流值,如图 1-5 所示。目前大多数国产车的电路中都串有电流表,用来指示蓄电池的充、放电电流,也有不少车辆在线路中并接电压表,用以监测蓄电池的充电电压。

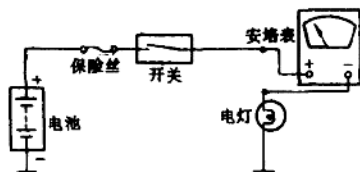


图 1-5 测量电流

5. 电能和电功率 电能指电流做功的能力。根据能量守恒原理,电能等于其它形式的能在转化成电能时外力所做的功。对于图 1-1 所示电路,从非电能转换来的电能等于电源的电动势 E 和电量 Q 的乘积,即:

$$A = EQ = EIt$$

该电能的一部分(A_1)被外电路取用,另一部分(A_0)被内电路消耗,即:

$$A = A_1 + A_0$$

$$\text{其中: } A_1 = UQ = UIt$$

$$A_0 = A - A_1 = (E - U)It = U_0It$$

式中: U ——外电路的端电压;

U_0 ——电源的内压降。