

QICHE GOUZA0

吉林科学技术出版社

YU XIULI



于振洲 主 编

电气系统分册

汽车构造与修理



前 言

随着我国国民经济的高速发展与改革开放的不断深入，汽车工业与公路运输事业日益兴旺发达，国产汽车产量与进口汽车数量急剧增长，在用汽车保有量也在大幅度上升。同时，由于近年来科学技术的长足进步，促使汽车技术加速更新换代。为满足读者学习汽车维修技术的渴望，出版了《汽车构造与修理》。

本书是以原《新编汽车修理（第三版）》内容为基础重新编写的。本书是讲解汽车构造与维修及介绍相关技术资料的实用性专业技术书籍。本书以轿车为重点，系统、全面地介绍了传统国产与进口汽车的结构与工作原理知识，常见汽车维护、修理与故障诊断技术。同时，还讲解了多气门配气、涡轮增压、新式排气净化、自动变速与转向助力等最新汽车机械结构与燃油喷射、制动防抱死、安全气囊、车用空调等电子控制系统，以及电子点火、电子仪表板与各种自动报警装置的使用与维修技术。并且，还提供了以一汽奥迪、捷达、小红旗，上海桑塔纳、天津夏利、大发，北京切诺基，广州标致等国产轿车与奔驰、菲亚特、伏尔加、拉达、丰田等欧美、日本进口轿车以及解放、东风载货汽车为代表的常见车型维修技术资料。

本书由于振洲主编。

参加本书编写的人员为于振洲、乔利白、于淑文、王安、文平、李重光、武大恩等。本书编写时，参考了国内外有关厂家与出版物的技术资料，北京、上海、湖北等地的工程技术人员曾给予大力支持与协助，谨致诚挚的谢意。

由于水平所限，缺点错误难免，还望批评指正。

目 录

绪论	(1)
第一节 电工学基本知识	(1)
一、电流、电压、电阻与电路	(1)
二、磁场、电磁场与电磁感应	(5)
第二节 电气系统的组成	(8)
一、汽车电源	(8)
二、汽车用电器	(9)
第一章 蓄电池	(13)
第一节 概述	(13)
一、蓄电池的组成	(13)
二、蓄电池的工作原理	(15)
三、蓄电池的种类与型号	(16)
四、蓄电池的容量与规格	(17)
第二节 蓄电池的使用	(21)
一、电解液	(21)
二、蓄电池的维护	(24)
三、新蓄电池的启用	(26)
四、蓄电池的充电	(26)
第三节 蓄电池的故障	(32)
一、电容量降低	(32)
二、自放电	(34)
三、电解液消耗过快	(35)
第四节 蓄电池的检修	(36)
一、蓄电池的解体	(36)

二、蓄电池的检验	(37)
三、蓄电池的修理	(39)
四、蓄电池的装复	(42)
第五节 免维护蓄电池	(43)
一、结构	(43)
二、特点	(44)
第二章 交流发电机	(45)
第一节 概述	(45)
一、硅整流发电机的组成	(45)
二、交流发电机的工作原理	(47)
三、整流原理	(48)
四、交流发电机的分类	(49)
第二节 交流发电机的使用	(55)
一、安装	(55)
二、使用要求	(55)
第三节 交流发电机的检验	(56)
一、就车检验法	(56)
二、试验台检验法	(57)
三、万用表检验法	(58)
第四节 交流发电机的故障	(59)
一、发动机高于怠速时, 电流表指示不充电	(60)
二、电流表指示时而充电, 时而不充电	(61)
三、接入负载后, 电压急剧下降	(61)
四、运行中异响	(61)
五、有焦糊气味	(62)
第五节 交流发电机的维修	(63)
一、交流发电机的维护	(63)
二、交流发电机的修理	(64)
第六节 交流发电机的性能试验	(69)

第三章 调节器	(71)
第一节 概述	(71)
第二节 电磁振动式调节器	(73)
一、单级振动式调节器	(73)
二、双级振动式调节器	(75)
第三节 晶体管式调节器	(81)
一、晶体管式调节器的组成	(82)
二、晶体管式调节器的工作原理	(82)
三、晶体管式调节器的检修	(83)
四、晶体管式调节器的故障	(85)
第四节 集成电路式调节器	(90)
第五节 充电电路的故障	(92)
一、点火开关已通, 指示灯不亮	(93)
二、发动机转速已提高, 指示灯不熄灭	(94)
第四章 起动机	(95)
第一节 概述	(95)
一、起动机的组成	(95)
二、起动机的工作原理	(97)
第二节 控制与传动机构	(100)
一、控制机构	(100)
二、传动机构	(104)
第三节 起动机的检查	(106)
一、基本作业	(106)
二、激磁绕组	(106)
三、电枢	(108)
四、控制与传动机构	(109)
第四节 起动机的维修	(110)
一、基本作业	(110)
二、激磁绕组	(110)

三、电枢	(110)
四、控制与传动机构	(113)
五、起动机的维护	(113)
第五节 起动机的故障	(113)
一、起动机不转	(114)
二、起动机转动无力	(115)
三、起动机空转	(116)
四、起动机异响	(118)
第六节 起动机的装复与调整	(119)
一、激磁绕组与磁极	(119)
二、传动机构	(120)
三、定子	(120)
四、前端盖与电刷	(121)
五、起动开关	(121)
六、起动机的调整	(121)
第七节 起动机的测试	(122)
一、空载试验	(122)
二、全制动试验	(123)
第五章 普通点火系	(128)
第一节 概述	(128)
一、普通点火系的组成	(128)
二、点火系的工作原理	(130)
第二节 点火线圈	(131)
一、概述	(131)
二、点火线圈的检验	(133)
三、点火线圈的故障	(135)
第三节 分电器	(136)
一、断电-配电器	(139)
二、电容器	(140)

三、点火提前调节装置	(141)
四、分电器的故障	(144)
第四节 火花塞	(149)
一、概述	(149)
二、火花塞的检查	(154)
三、火花塞的故障	(157)
四、火花塞的使用	(158)
第五节 点火正时	(166)
一、影响点火正时的因素	(166)
二、点火正时的检查与调整	(171)
第六节 点火系的故障	(174)
一、发动机不能起动	(175)
二、发动机缺火	(176)
三、功率不足	(177)
四、起动反转, 加速爆震	(178)
五、示波仪的使用	(178)
第七节 点火系的维护	(178)
第六章 电子点火系	(180)
第一节 触点式电子点火装置	(180)
第二节 无触点电子点火装置	(181)
一、内装信号发生器式分电器	(181)
二、点火器	(186)
三、闭磁路点火线圈	(188)
第三节 电子点火系的检修	(195)
一、闭合角控制式点火装置	(196)
二、恒流闭合角控制式点火装置	(199)
第七章 照明与信号装置	(204)
第一节 概述	(204)
一、照明装置	(205)

二、信号装置	(207)
第二节 照明与信号装置的检查	(208)
一、前大灯	(208)
二、转向信号灯	(211)
三、制动灯	(211)
第三节 照明与信号装置的故障	(211)
一、前大灯	(211)
二、转向信号灯	(215)
三、制动灯	(217)
第八章 辅助电气装置	(219)
第一节 电喇叭	(219)
一、电喇叭的检查	(220)
二、电喇叭的故障	(220)
第二节 仪表	(223)
一、电子仪表板	(223)
二、电流表	(227)
三、机油压力表	(229)
四、水温表	(231)
五、燃油表	(235)
六、车速里程表	(239)
第三节 报警装置	(241)
一、前大灯指示器	(243)
二、制动总泵液量报警灯	(244)
三、散热器冷却液量报警灯	(245)
四、排气温度报警灯	(245)
五、机油压力报警灯	(246)
六、蓄电池液量报警灯	(246)
第四节 其他装置	(247)
一、风窗刮水器	(247)

二、风窗洗涤器	(251)
三、后窗玻璃除雾器	(252)
四、电动座椅	(253)
五、自动天线	(255)
六、安全气囊	(256)
七、车室空调装置	(259)
第九章 汽车电路	(271)
第一节 基本电路	(271)
第二节 电线束	(272)
一、导线	(272)
二、插接件	(273)
三、保险器	(274)
四、配电盒	(274)
第三节 全车电路	(275)
一、全车电路的组成	(275)
二、全车电路的特点	(275)
第四节 汽车电路的检修	(279)
一、基本作业内容	(279)
二、电压、电流与电阻的测量	(280)
故障速查表	(281)
(一) 蓄电池	(281)
(二) 交流发电机充电电路	(282)
(三) 起动机	(282)
(四) 点火系	(284)
(五) 照明装置	(286)
(六) 辅助电气装置	(287)

绪 论

第一节 电工学基本知识

一、电流、电压、电阻与电路

1. 电流

电虽然看不见摸不着，却可以通过各种现象观察它。例如，接通电灯开关，灯泡就会发光；合上电机开关，又会使电机转动起来。这种现象说明，电可以转化为光能，也可以转化为机械能。

电是可以流动的，把导体中电荷的定向流动称为电流。电荷分为正电荷与负电荷，科学家早已规定：正电荷的定向移动方向作为电流方向，即电流是从电源的正极出发流向电源的负极。而实际上，电子流动方向是从负极流向正极，与我们分析电路时所指的电流方向恰恰相反。

电流的大小，可用电流表测量。在一个以由蓄电池、灯泡与开关组成的简单回路中把电流表连接在蓄电池与灯泡之间即可测出电流的大小。电流的单位为“安培”，简称“安”，以符号“A”表示。

电流分为直流电与交流电。导体中的电流始终以一个方向流动，称为直流电；按周期改变电流方向，称为交流电。汽车上所用的电，均为直流电；工业用动力电与家用照明电，通常均为交流电。

2. 电压

电子能够在导体中流动是由于压力的作用，如同水在水管中流动是由于水压作用相同。水的流动是因为高水面相对低水面有一定压力差。导体内正电荷的移动，也是从高电位（正极）移向低电位（负极）的，高电位（正极）与低电位（负极）之间的电位差，通称电压。

电压的大小，可以电压表测出。电压的单位为“伏特”，简称“伏”，以字母“V”表示。

从水的流动情况可知，随着水的流动，高水平面的水位不断降低，低水平面的水位不断升高，当两侧水平面等高时，水将停止流动，这是因为压力差（水压）消失的缘故。为了保持水流不断，就要在高水位侧不断补充水，也就是说要有水源。同样，要使导体内电荷不断流动，也要有电源。汽车上通常都设置有蓄电池、发电机等电源设备。

3. 电阻

电子在导体中流动所受到的阻力称为电阻。电阻的大小与导体的长度成正比，与导体的横截面积成反比。此外，还与导体的材料有关，通常各种金属均为导电材料，其中银、铜、铝导电性能最好，食盐的水溶液也导电。

电阻的计算单位为“欧姆”，简称“欧”，用符合“Ω”表示，可用欧姆表测出物体电阻的大小。

4. 欧姆定律

上面讲了电流、电压与电阻。如果以“ I ”表示电流，“ U ”表示电压，“ R ”表示电阻，则三者之间有如下关系：

$$I = \frac{U}{R}$$

这就是著名的欧姆定律。欧姆是人名，是德国物理学家，他最早发现了这个定律，因此人们就以他的名字命名了这个定律。欧姆定律的含义是：在一段电路上，电流强度（ I ）与这段电路两端

的电压 (U) 成正比, 与这段电路上的电阻 (R) 成反比。

从欧姆定律中, 我们还可知: 当电压保持不变时, 电流与电阻成反比, 即电阻越大, 电流越小, 电阻越小, 电流越大; 当电阻不变时, 电流与电压成正比, 即电压越高, 电流越大, 电压越低, 电流越小。

5. 电路

电路即为电流所流经的路径。

(1) 电路的组成

如图 0-1 所示, 无论是简单电路还是复杂电路, 任何电路都由三个部分组成: 电源、负载、连接导线。

① 电源

电源是将其他形式的能量转变为电能的设备, 汽车电源是蓄电池与发电机。

② 负载

负载就是用电设备, 如汽车上的起动机、火花塞、照明灯、空调等。起动机可把电能转变为机械能, 火花塞可把电能转变为热能, 照明灯可把电能转变为光能。

③ 连接导线

把电源产生的电能输送到负载时, 必须有导线把电源与负载连接起来。如图 0-1 所示, 电流从电源 1 经导线 2 通过负载 3 后, 还必须用另一根导线 4 与电源相连, 成为完整的电路, 电流才能流通。但是, 在汽车上通常只以一根导线将电源与负载连接起来, 另一根导线由车体的金属框架代替, 这种电路可节约电线并使电路简化。

(2) 连接方法

把若干个负载以不同方法连接起来可形成三种电路, 即串联电路、并联电路和混联电路。

① 串联电路

把若干个负载从头至尾顺次连接形成了电路 (见图 0-2)。

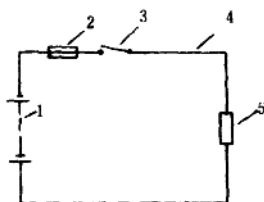


图 0-1 电路的组成

1-电源 2-熔断器 3-开关

4-连接导线 5-负载

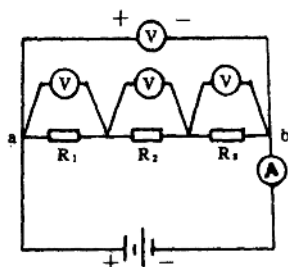


图 0-2 串联电路

图中， A 为电流表， V 为电压表，可用来测量电路上的电流强度与电压值。

串联电路上各处的电流强度都是相等的，其总电阻等于各段电路电阻之和，总电压等于各段电路电压之和。并且可用下列公式表达：

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

$$U = IR$$

$$U_1 = IR_1$$

$$U_2 = IR_2$$

$$U_3 = IR_3$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

② 并联电路

把若干个负载的两侧分别连接起来形成的电路（见图 0-3）。

并联电路上各段支路电压与总电压相等，总电流等于各段支路上电流之和，总电阻的倒数等于各段支路上电阻的倒数之和。并且，可用下列公式表达。

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

③混联电路

既有负载串联又有负载并联所形成的电路（见图 0-4）。

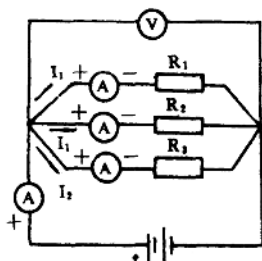


图 0-3 并联电路

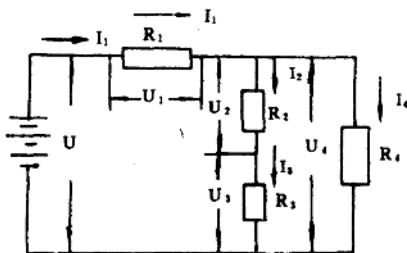


图 0-4 混联电路

如图所示， R_2 与 R_3 是串联的，故总阻为 R_{23} ； R_{23} 又与 R_1 串联，故总电阻为 R 。

$$\text{电压：} U = U_1 + U_4, \quad U_4 = U_2 + U_3$$

$$\text{电流：} I = I_1 = I_4 = I_3, \quad I_2 = I_3$$

$$\text{电阻：} R_{23} = R_2 + R_3, \quad \frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{R_{23}} + \frac{1}{R_4}$$

$$R = R_1 + R_{234}$$

$$\text{故：} U = I_1 R_1, \quad U_4 = I_4 R_4$$

$$U_1 = I_2 R_2, \quad U_3 = I_3 R_3 = I_2 R_3$$

$$I = \frac{U}{R}$$

二、磁场、电磁场与电磁感应

1. 磁场

能够吸引铁类物质的物体称为磁铁，磁铁能够吸引铁类物质的性质称为磁性。用细线系住磁棒中间，并悬空吊起，可发现其—端总是指向北方，另一端指南方。我们把指北的一端称为北极，用“N”表示；指南的一端称为南极，用“S”表示。

两个极性相同的极互相排斥，相异的极互相吸引。

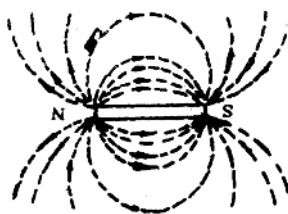
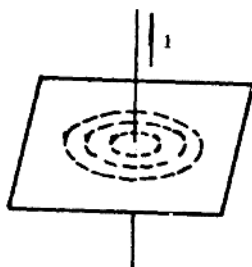


图 0-5 磁力线

同时，把磁力作用的范围或磁力线所能达到的范围称为磁场（见图 0-5），把表示磁力方向的直线或曲线称为磁力线。磁力线是闭合曲线。可以假设它的方向是从北极出发，经磁铁外部空间进入南极，再经磁铁内部回到北极。

2. 电磁场

电流从导线上通过时，导线周围便产生了磁场（见图 0-6a），这种由电流产生的磁称为电磁。直线电流所产生的磁力线方向可用“右手拇指定则”来决定（见图 0-6b），即用右手握导线并将大拇指伸直，大拇指指向电流的方向，则四指所指的方向就是磁力线的方向。



(a)



(b)

图 0-6 导线电流的磁场

(a) 通过导线的磁场 (b) 右手拇指定则

在一个软铁芯上绕上线圈，当电流通过线圈时，软铁芯在电磁场作用下磁化成磁铁（见图 0-7a），这种磁铁称为电磁性。电流切断时，软铁芯磁性便消失。电磁铁的磁力线方向随电流方向的不同而改变，判断磁力线方向可用“右螺旋定则”决定（见图 0-

7b), 即用右手握线圈, 将大拇指伸直, 其余弯曲的四指指向电流方向, 则大拇指所指的就是磁力线方向。

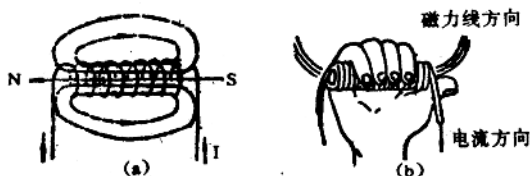


图 0-7 线圈电流的磁场

(a) 通电线圈的磁场 (b) 右螺旋定则

3. 电磁感应

导线在磁场中做切割磁力线运动, 则导线上便产生电动势, 这个电动势称为感应电动势。如果将一只电流表和在磁场中做切割磁力线运动的导线用其他导线连成闭合回路就可发现电流表指针偏转, 说明有电流通过电流表, 这就是感应电动势产生的感应电流。

感应电动势与感应电流的方向可用“右手定则”决定 (见图 0-8)。即将右手伸开, 掌心对着磁力线方向, 大拇指指向导线运动方向, 那么四指指的方向就是感应电动势方向。

(1) 自感

将插有软铁芯的线圈通上电流, 线圈周围产生了磁场。在电流接通或切断的瞬间, 磁力线突然产生或消失, 这种变化的磁力线切割了线圈, 导线被磁力线切割, 使线圈上感应出电动势与电流, 并力图阻止原有电流的改变, 这种现象称为自感应, 简称自感。

(2) 互感

如果两个线圈彼此放置的很近, 其中一只线圈通上电流, 在电流接通或切断的瞬间, 另一只线圈上便被感应产生电动势与电流, 这种现象称为互感应, 简称互感 (见图 0-9)。

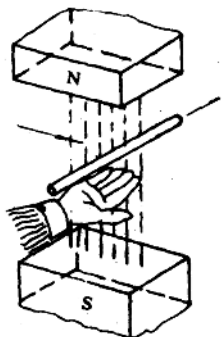


图 0-8 右手定则

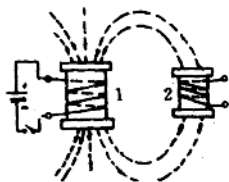


图 0-9 互感现象

1-线圈 1 2-线圈 2

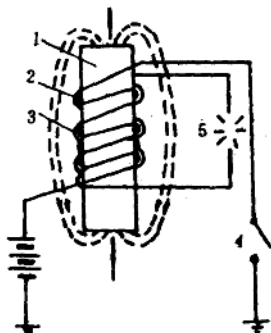


图 0-10 点火线路原理

1-铁芯 2-次级绕组 3-初级绕组 4-断电器 5-火花塞

汽车点火线路就是根据互感现象原理工作的。如图 0-10 所示，断电器 4 实际可看作是一个电路开关，它可使点火线圈初级绕组 3 回路闭合或打开，从而在次级绕组 2 中产生高压电动势，供给火花塞点火能量。

第二节 电气系统的组成

汽车电气系统包括汽车电源和汽车用电器两大部分。

一、汽车电源

汽车电源部分有蓄电池、发电机及其调节器等，其作用是向