

技工识图速成技法系列丛书

汽车电路

识图速成与技法

主编 袁荷伟 杨光明 / 凤凰出版传媒集团 江苏科学技术出版社



技工识图速成技法系列丛书

汽车电路识图速成与技法

袁荷伟 杨光明 主编

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车电路识图速成与技法/卢小虎主编. —南京: 江苏科学技术出版社, 2007. 5

(技工识图速成技法系列丛书)

ISBN 978 - 7 - 5345 - 5431 - 5

I. 汽... II. 卢... III. 汽车—电气设备—电路图—识图法 IV. U463. 620. 2

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第 043415 号

技工识图速成技法系列丛书

汽车电路识图速成与技法

主 编 袁荷伟 杨光明

责任编辑 汪立亮

责任校对 苏 科

责任监制 张瑞云

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 47 号, 邮编: 210009)

网 址 <http://www.pspress.cn>

集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市中央路 165 号, 邮编: 210009)

集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>

经 销 江苏省新华发行集团有限公司

照 排 南京展望文化发展有限公司

印 刷 江苏新华印刷厂

开 本 718 mm×1000 mm 1/16

印 张 20.5

字 数 370 000

版 次 2007 年 5 月第 1 版

印 次 2007 年 5 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978 - 7 - 5345 - 5431 - 5

定 价 33.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

QIAN YAN

前言

随着汽车电子技术的迅猛发展,汽车电子化程度越来越高,电气系统越来越复杂,对一线维修人员的素质也提出了更高的要求,熟练识读汽车电路成了维修人员必须具备的基本技能。但在众多的汽车维修从业人员中,绝大多数技术工人都没有经过相应的培训和提高,这在一定程度上影响了汽车维修质量和维修水平。因此,为了帮助汽车维修人员,尤其是刚参加工作的汽车维修人员在较短的时间内快速了解和掌握识读汽车电路的方法,我们组织了有关工程技术人员编写了《汽车电路识图速成与技法》一书。

本书在内容上突出实用性和针对性,使读者尽可能通过阅读此书就能解决工作中出现的各种问题。同时通过大量的识图举例,使读者快速了解和掌握识读汽车电路的方法与技巧。全书共分为四章,内容包括汽车电路基本知识,汽车电路图的识读,汽车主要系统电路图的识读,典型车系汽车电路识图技法。全书以识图为主,内容由浅入深,文字通俗易懂,实例典型丰富。

本书既可作为汽车维修人员自学用书,也可作为汽车维修人员的技能培训教材。同时还供大专院校相关专业广大师生阅读参考。

本书由袁荷伟、杨光明同志主编,参加编写的还有戴胡斌、徐峰、楚宜民、马建民、卢小虎、程国元、励凌峰、夏红民、陈玲玲、王亚龙、李茵、崔俊、金英等同志。该书在编写过程中参考了大量的图书出版物和相关内部培训资料,在此向原作者和单位表示最诚挚的谢意。

限于作者水平,书中难免有错误和不当之处,恳请读者给予不吝指正。我们诚挚地希望本书能为广大机械工人朋友学习识图知识带来更多的帮助。

MU LU

目录

第一章 汽车电路基本知识	1
第一节 汽车电工基础	1
第二节 汽车电路的组成和特点	17
第三节 汽车电路基础元件	33
第四节 汽车电路的特征分析	59
第二章 汽车电路图的识读	65
第一节 汽车电路常用图形及文字符号	65
第二节 汽车电路图上的接线端子分析	81
第三节 汽车电路图的分类与识读	103
第三章 汽车主要系统电路图的识读	115
第一节 电源系统电路图的识读	115
第二节 启动系统电路图的识读	119
第三节 无触点点火系统电路图的识读	122
第四节 汽油机电子控制系统电路图的识读	124
第五节 柴油机电子控制系统电路图的识读	134
第六节 自动变速器电路图的识读	151
第七节 防抱死制动系统电路图的识读	159
第八节 照明与信号系统电路图的识读	167
第九节 仪表报警系统电路图的识读	178
第十节 空调系统电路图的识读	184
第十一节 其他电器系统电路图的识读	192
第四章 典型车系汽车电路识图技法	212
第一节 大众系列汽车电路图的识读	212
第二节 通用系列汽车电路图的识读	229

第三节	丰田系列汽车电路图的识读	240
第四节	本田系列汽车电路图的识读	256
第五节	马自达轿车电路图的识读	275
第六节	日产轿车电路图的识读	283
第七节	现代系列汽车电路图的识读	288
第八节	雪铁龙车系汽车电路图的识读	304
第九节	福特汽车电路图的识读	314

1

第一章

汽车电路基本知识

第一节 汽车电工基础

一、电路的基本概念

1. 电路的基本组成

所谓电路就是电流的通路。有的电路很简单,有的电路则很复杂,但任何一个具有某特定功用的电路都必须有电源、负载和连接导线这 3 个基本组成要素。

(1) 电源

电源在电路中提供电能,有交流电源和直流电源。汽车上的蓄电池和发电机是直流电源,蓄电池是将储存的化学能转变成电能向汽车上的用电设备供电,而发电机则是将发动机的部分机械能转变成电能向外输出电流。

(2) 负载

负载在电路中消耗电能,它将电能转变成光、声、热、机械等能量,完成人们所需的功能要求。负载有电阻性、电容性和电感性三种类型,实际使用中的负载则可能是以电阻、电容、电感中的某种特性为主,兼有其他一种或两种负载特性。汽车上的电路负载就是所有的用电设备。

(3) 连接导线

连接导线在电路中连接电源和负载,起传输和分配电能的作用。连接导线通常是由铜、铝、银等金属导体制成,并用绝缘材料包装。汽车电路的连接导线就是连接电源与各用电设备的配线,汽车电路还通过发动机的机体、车身及车架等金属部分作为电流的回路。

电源、负载和连接导线再配以控制开关、熔断器等安全保障器件就组成各种各样的电路。

2. 电路的基本物理量

(1) 电动势

电动势的物理定义是电源力把单位正电荷从电源的负极移到正极所做的功。在电源的内部,电源的正极和负极之间存在着电场,要保持电源有对外的供电能力,就必须用电源力来克服电源内部的电场力,将正电荷从电源的负极移动到电源的正极(图 1-1)。

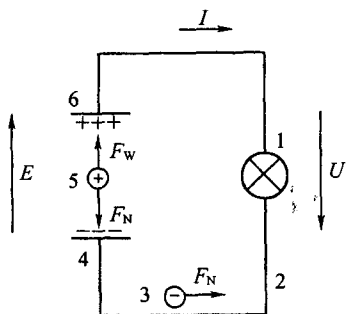


图 1-1 电动势与电压

1—负载 2—电路 3—电路中的负电荷(电子) 4—电源负极(带负电荷) 5—电场中的正电荷 6—电源正极(带正电荷) F_w —电源力 F_N —电场力

电动势反映了电源力对电荷做功的能力,其单位是伏特,简称伏。电源力可由热能、机械能、化学能等其他能量转化而来。

(2) 电压

电压就是静电场或电路中两点之间的电位差,它反映电场力对电荷做功的能力,数值上等于电场力把单位正电荷从电源的正极经外电路移到负极所做的功。电压的单位也是伏特,但其物理含义与电动势显然不相同。

(3) 电流

电荷有规律的运动称之为电流,导体通电流的实质是导体内的自由电子在电场力作用下作定向运动。电流的大小以单位时间里所通过的电荷来度量,以正电荷运动的方向为电流的方向(图 1-1)。电流的单位是安培。

(4) 电阻与欧姆定律

电路中具有阻碍电流通过的作用称之为电阻,电阻的单位为欧姆,简称欧。电路中流过电阻 R 的电流 I 与电阻两端的电压 U 成正比,这就是欧姆定律,其表达式如下:

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

3. 电路的工作状态

(1) 有载工作状态

电源和负载很多的复杂电路都可等效简化成如图 1-2 所示的简单电路。

电路在开关接通时就处于有载工作状态。有载工作状态下最简单电路的电压、电流的关系如下:

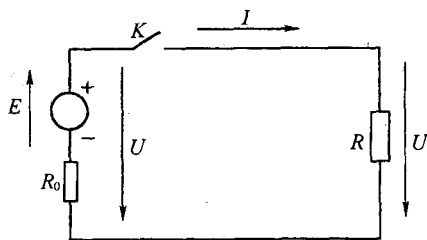


图 1-2 最简单的电路

R —负载电阻 R_0 —电源内阻 I —电源输出电流(负载电流) E —电动势 U —电源端电压(负载电压降) K —电源开关

$$I = \frac{E}{R_0 + R}$$

$$U = IR$$

$$U' = E - IR_0$$

从电压电流关系式可知:

- ① 电源输出电流的大小与电动势的大小、负载与电源内阻的大小有关。
- ② 加在负载上的电压降,其数值上就是电流和负载电阻的乘积。
- ③ 电源电动势减去电源内阻上的电压降才是电源的输出端电压。比如,汽车蓄电池的电动势为 12 V,而在启动时,由于启动电流很大,蓄电池内电阻上的电压降(IR_0)可达 2~4 V,因此,此时蓄电池输出的端电压就只有 8~10 V 了。

(2) 电源断路

将电源开关断开,电源输出电流 $I = 0$, 此时电源的端电压就等于电源电动势:

$$U = E$$

在汽车所有的用电设备均不通电(相当于电源开关断开)时,蓄电池对外不输出电流,这时测得的蓄电池正负极端之间的电压与蓄电池的电动势相同。

(3) 电源短路

电源短路就是负载电阻为零的情况,此时电源的端电压 $U = 0$, 其电流的大小为:

$$I = \frac{E}{R_0}$$

由于电源的内阻一般都很小,故输出的短路电流很大,可将电源和线路烧毁。

4. 电路中电阻的串联与并联

(1) 电阻串联

电路中有多个电阻,其中通过同一电流的电阻称之为电阻串联(图 1-3)。

电路中电阻串联的等效电阻是各个串联电阻值之和:

$$R = R_1 + R_2$$

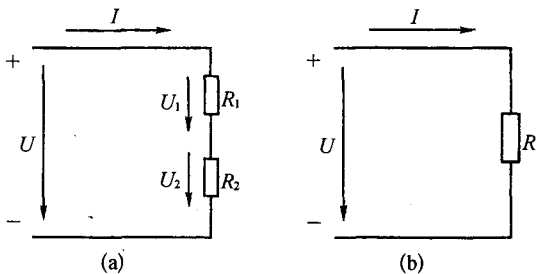


图 1-3 电阻的串联

(a) 电阻的串联 (b) 等效电阻

电路中串联电阻上的电压与其电阻值成正比,如图 1-3 所示的两个串联电阻上的电压为:

$$U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U$$

$$U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U$$

从以上两式可以看到,如果 $R_1 \ll R_2$, 则 $U_1 \ll U_2$, 即当串联的电阻大小相差太大时,小电阻的电压降可以忽略不计,电压几乎都加在了大电阻上。

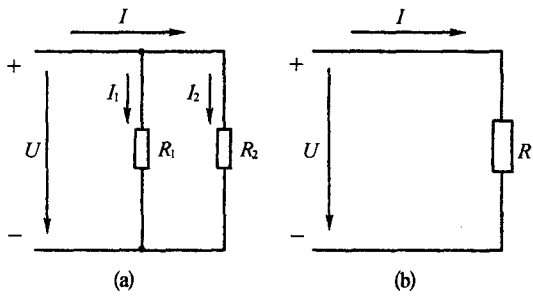


图 1-4 电阻的并联

(a) 电阻的并联 (b) 等效电阻

(2) 电阻的并联

电路中有两个或两个以上的电阻施加同一个电压的连接方式称之为电阻的并联(图 1-4)。

两个电阻并联的等效电阻为:

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

即:

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

可见,多个并联电阻的等效电阻比并联电阻中最小的电阻还小。各并联电阻通过的电流为:

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{IR}{R_1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{IR}{R_2} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I$$

并联电阻上的电流分配与电阻值成反比,如果 $R_1 \ll R_2$, 则 $I_1 \gg I_2$, 即在电阻差值很大时,电阻大的支路电流可以忽略不计。

5. 电路中电位的概念

电路中各点的电位实际上就是相对于参考点的电压,参考点不同,电路

各点的电位也不同。以图 1-5 的电路为例,说明电路中电位的概念。

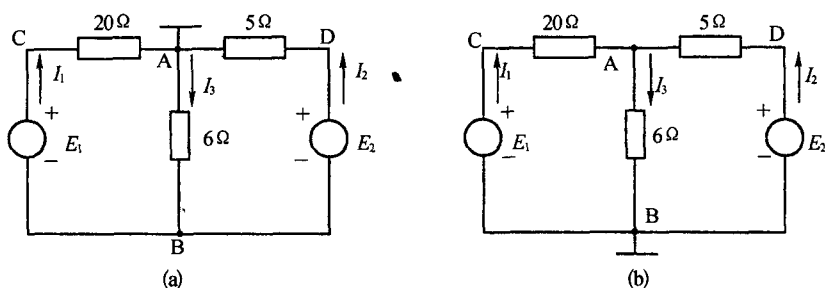


图 1-5 电路中的电位

(a) 以 A 点为参考点 (b) 以 B 点为参考点

$$E_1 = 140 \text{ V} \quad E_2 = 90 \text{ V} \quad I_1 = 4 \text{ A} \quad I_2 = 6 \text{ A} \quad I_3 = 10 \text{ A}$$

各段电路的电压为:

$$U_{AB} = 10 \times 6 = 60 \text{ V}$$

$$U_{CA} = 4 \times 20 = 80 \text{ V}$$

$$U_{DA} = 6 \times 5 = 30 \text{ V}$$

$$U_{CB} = 140 \text{ V} \quad U_{DB} = 90 \text{ V}$$

若以 A 点为参考点,电路中其他各点的电位为:

$$V_B = -60 \text{ V} \quad V_C = 80 \text{ V} \quad V_D = 30 \text{ V}$$

若以 B 点为参考点,电路中其他各点的电位为:

$$V_A = 60 \text{ V} \quad V_C = 140 \text{ V} \quad V_D = 90 \text{ V}$$

由此可见,电路中各点的电位是相对参考点而言的,而两点间的电压是绝对的。

二、磁场基本定律

(一) 磁场与电磁感应

1. 磁场

静止不动的带电粒子(电荷)周围存在着电场,电场对静止的电荷有电场力的作用。而运动的电荷周围不仅有电场,还有另一种看不见的物质存在,这种由运动电荷产生的物质叫磁场,磁场对运动的电荷有力的作用。

2. 电流的磁效应

电流是电荷的运动形成的,因此,电流的周围就有磁场。

(1) 通电导体的磁场

如果把磁场想象成布满沿磁场方向的磁力线,通电导体周围的磁场就是

围绕导体的同心圆。磁场的方向可用右手螺旋定则判定(图 1-6)。

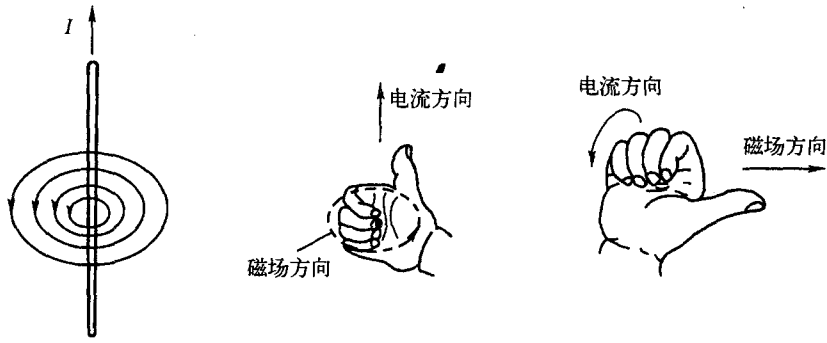


图 1-6 通电直导体周围的磁场

(2) 线圈的磁场

线圈的磁场实际上是通电导体弯曲成螺旋状时的另一种形式,磁场的分布形式和方向判定如图 1-7 所示。

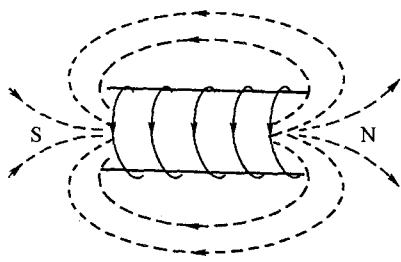


图 1-7 螺旋线圈产生的磁场

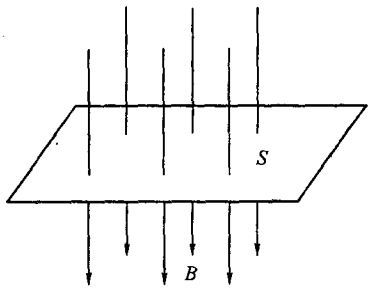


图 1-8 磁通量示意图

3. 磁场的基本物理量

(1) 磁感应强度

磁感应强度 B 是表示磁场内某点的磁场强弱和方向的物理量,其物理定义是在单位速度下,单位电荷所受到的磁场力,可由下式表示:

$$B = \frac{F_m}{qv}$$

式中: q ——电荷;

v ——电荷的运动速度;

F_m ——电荷受到的电磁力。

(2) 磁通量

我们可以把磁感应强度 B 理解为单位面积上的磁力线密度,而磁通量 Φ 则是通过某一面积 S 上的磁力线总数。如有一垂直于 S 面积的均匀磁场(图 1-8),则

通过 S 面积的磁通量 Φ 为:

$$\Phi = BS$$

4. 磁场的力效应

(1) 磁场对运动电荷的作用

磁场对运动的电荷有力的作用。这一磁场力被称之为洛伦兹力,其大小如下式表示:

$$F_m = qvB$$

电荷受力的方向可用左手定则判定:张开左手,左手掌心对着磁场的方向,左手四指指向电荷运动的方向,伸直的大拇指所指示的方向即为电荷受力的方向。

洛伦兹力总是与电荷的运动方向垂直,故只改变其运动方向,不改变运动速度。

(2) 磁场对载流导体的作用

磁场对载流导体的作用力被称为安培力。导体通电后,导体内部的自由电子就会作定向运动,在磁场中,这些运动的电子受洛伦兹力的作用而向某一侧向漂移,与导体晶格的正离子碰撞而把力传给了导体。这就是载流导体在磁场中受到的磁场力(安培力),安培力的方向可由左手定则判定(图 1-9),安培力的大小则可由下式表示:

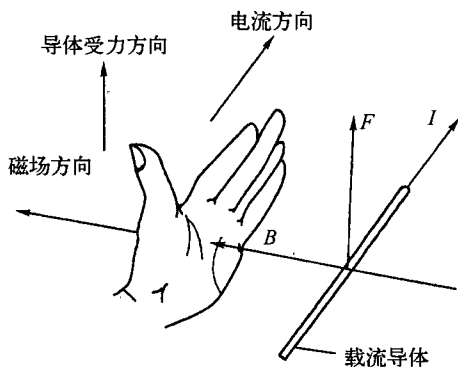


图 1-9 载流导体受磁场力方向

$$F = BLI$$

式中: F ——载流导体受到的安培力;

L ——载流导体的长度;

I ——载流导体的电流。

5. 电磁感应

当磁场发生变化时,置于磁场中的导体会产生一个电动势,力图阻碍磁场的变化,这种现象叫做电磁感应。通常把由电磁感应产生的电动势叫做感应电动势,由此所引起的电流称之为感应电流。

感应电动势产生的方式有如下几种。

(1) 导体在磁场中运动

直流发电机就是用此种形式发电。直流发电机的定子是磁极,磁极绕组

通电后产生磁场,转子(电枢)在磁场中旋转时,其电枢绕组所通过的磁通就会发生变化(切割磁力线),因而产生感应电动势。

(2) 磁场在导体中运动

此种形式的例子是交流发电机。交流发电机的转子是一个磁极,旋转后,通过定子(电枢)绕组的磁场就会发生周期性的变化,使定子绕组产生感应电动势。

(3) 穿过线圈的磁通量变化

此种形式磁场和导体都没有运动,它是使穿过线圈磁通量的变化而使线圈产生感应电动势。点火线圈产生高压、磁感应式点火信号发生器、磁感应式转速传感器产生脉冲信号等都属于此种方式的感应电动势。

对于一个线圈(闭合回路),电磁感应定律的表达式如下:

$$e = -N \frac{d\Phi}{dt}$$

式中: e ——感应电动势;

N ——线圈的匝数;

$d\Phi/dt$ ——磁通的变化速率。

式中的“—”号表示感应电动势的方向与原磁场变化方向相反。

(二) 磁路的概念及基本定律

1. 磁场强度 H 与导磁率 μ

磁场强度 H 是反映磁场实际存在的物理量,而磁感应强度 B 则是磁场表现出来的量值大小和方向。它们之间的关系如下:

$$B = \mu H$$

μ 为导磁率,是用来表示磁场中媒质磁性的物理量,它反映物质导磁的能力,导磁率高的物质,磁场通过它时的损失就小。实际应用中通常是用相对导磁率 μ_r 来表示物质的导磁性能,可由下式表示:

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$$

式中: μ_0 ——真空的导磁率。

铁磁材料具有高导磁性 ($\mu_F \gg 1$), 磁场通过它时,损失很小,在磁通路中,可以忽略其对磁通路的阻力作用,就好像电路中可以忽略导线的电阻作用一样。

2. 磁路及其基本定律

磁路是磁通的路径,形成一个磁路应有产生磁源的磁动势和导磁媒体。如图 1-10 所

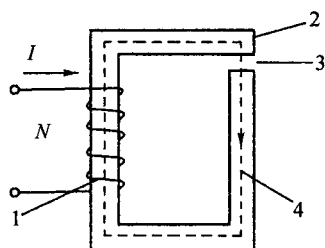


图 1-10 磁路

- 1—通电线圈(磁源) 2—铁芯
3—空气隙 4—磁路

示磁路的磁源是导电的线圈(磁源也可以是永久磁铁),导磁媒体是铁芯和空气隙。

(1) 磁动势

磁动势产生磁通,通电线圈产生的磁动势可由下式表示:

$$F = NI$$

式中: F ——磁动势;

N ——线圈匝数;

I ——线圈通过的电流。

(2) 磁路欧姆定律

磁路的欧姆定律可由下式表示:

$$\Phi = \frac{F}{R_m}$$

式中, R_m 称之为磁阻,是表示物质对磁通具有的阻碍作用的物理量。磁阻的大小可由下式表示:

$$R_m = \frac{l}{\mu S}$$

式中: l ——磁路的平均长度;

S ——磁路的截面积。

如图 1-10 所示的磁路中,铁磁材料的磁阻很小,可以忽略不计,而空气的磁阻则较大。

为更好地理解磁路及其基本物理量,把磁路与电路的有关物理量一一对应,列于表 1-1 中。

表 1-1 磁路与电路有关物理量对照

磁 路	电 路	磁 路	电 路
磁动势 F	电动势 E	磁阻 $R_m = \frac{l}{\mu S}$	电阻 $R = \frac{l}{rS}$
磁通 Φ	电流 I	导磁率 μ	导电率 r
磁感应强度 B	电流密度 J	磁通 $\Phi = \frac{F}{R_m}$	电流 $I = \frac{F}{R}$

三、常用元器件及基本电路单元

1. 常用元器件

当代汽车电子电路由许多分立或集成的元器件组成,基本的元器件大致

可分为电路元件、半导体器件、印刷电路板三大类。电路元件有电阻器、电容器、电感器和变压器；半导体器件包括晶体管（晶体二极管和晶体三极管）、可控硅和集成电路等。

(1) 电阻器

电阻器通常称为电阻，是利用金属或非金属材料制成且便于安装的电路元件。几乎在所有电路中，为了有效地控制电压和电流，都要用到它。其功能大致可归纳为降低电压、分配电压、限制电流、向各种电子电路元器件提供必要的工作条件（如电压、电流）等。

(2) 电容器

电容器是各种电路中的主要元件之一。它和电阻器一样，几乎每种汽车电子电路都离不开电容器。电容器通常也叫做电容，具有调谐、耦合、滤波、去耦、通交流隔直流等功用。电容器的种类很多，按其结构形式可分为固定电容器、可变电容器和半可变（微调）电容器三大类。

电容器常见的故障有（击穿）短路、（断线）开路、漏电和容量减小四种。其中电解电容器的故障率比一般固定电容器要高得多，击穿短路、漏电和容量减小均是电解电容器的常见故障。

检查电容器有无故障可在电路上进行，但要切断电源，先进行外观检查，若发现“流汤”——电解液外溢、“放炮”——电容器外壳和电容器分离等，说明该电容器已经损坏，应焊开电容器的一个电极引线（或取下电容器），用万用表电阻挡进行详细检查，发现损坏、不能用的电容器即应更换。

(3) 电感器

电感元件是指电感器（电感线圈）和各种变压器。电感器也是电子电路最重要的元件之一，它和电阻、电容、晶体管等进行恰当的配合，从而构成具有各种功能的电子电路。电阻器、电容器、电感器和变压器，一般称为无源器件（电子管、晶体管、集成电路等通常称为有源器件）。

电感器的精确测量往往要借助于专用仪表仪器，如电感、电容、电桥和 Q 表等。在没有这些测试设备的情况下，可以用万用表测量电感线圈的电阻值来大致判断其好坏。一般电感线圈的直流电阻都很小，约为零点几欧到几欧，低频扼流线圈的直流电阻最多也只有几百至几千欧。当测量到线圈的电阻为无穷大时，表明线圈已经开路，如线圈内部断路或其引出端断线。高频线圈的故障也为开路居多，局部短路的现象较少。在检测电感线圈时，应注意将电感线圈与外电路断开，以免因外电路对线圈的并联作用而引起错误的判断。对于有开路故障的线圈，可以将它从电路中拆开，细心检查其引出端，或将线圈从磁芯上拆下，记下所绕的圈数。接好引出线后，再按原来的圈数、绕法重新绕好。对于蜂房线圈，在没有专用绕线机的条件下，可用卡片纸做成一个框架，然后用手工绕，亦可达到蜂房绕法的效果。

(4) 变压器

变压器是电子电路中广泛采用的无源器件之一。其功用是对交流电进行电压变换、电流变换或阻抗变换,也可用来传递信号、隔断直流等。

变压器的常见故障有开路和短路两种:开路故障用万用表检测很容易查出;短路故障通常借助于万用表的电阻挡来检测线圈的直流电阻进行分析判断。一般中、高频变压器线圈匝数不多,其直流电阻应该很小,通常在零至几欧之间。电源变压器和音频变压器由于线圈匝数不多,其直流电阻可达几百至几千欧以上。必须注意,变压器线圈的直流电阻正常,不能说明变压器没有故障。例如:电源变压器内部有少数线圈短路,对其直流电阻的影响并不大,因而不易测出,但变压器的工作并非正常;高频变压器的线圈局部短路,更不易用测量直流电阻的方法加以判别,一般需要用专用测量仪器进行精确测量后才能作出正确的判断。

判断变压器线圈内部是否存在短路,可用以下方法进行检查:

① 空载通电法。在变压器初级线圈接通电源的情况下,切断变压器的一切负载,察看变压器的温升,如果烫手,说明其内部局部短路;若接通电源15~30 min,温升正常,则说明变压器线圈内部无短路故障发生。

② 串接灯泡法。可在变压器初级线圈回路中串接一只220 V/100 W的灯泡,在接通电源后,此灯泡亮,但只发出微弱的红光,则说明该变压器工作正常;若灯泡很亮或较亮,表明线圈内部有局部短路现象。

(5) 继电器

继电器是自动控制电路中常用的一种元器件,如果将其合理地组合,还可构成逻辑电路和时序电路。

继电器属于开关的范畴。它是利用电磁、机电原理或其他(如热电或电子)方法,实现自动接通或断开的的一个或一组接点,以完成电路开与关的功能。常见的继电器有电磁继电器、干簧继电器和双金属片继电器,另外还有电子继电器。

在更换电磁继电器时,应注意以下几点:

① 电磁线圈的额定电压和电流应该与原继电器相同(其最大允许误差为 $\pm 10\%$)。

② 继电器的接点电流应满足电路的要求。

③ 继电器的接点数目必须足够。

如果原继电器只是电磁线圈断路,可以重新绕线圈,不必更换继电器总成。

在对电子继电器进行检修时,除需认真检查电磁线圈和接点外,还应仔细检查电子元器件,必要时应该对其进行测试和更换。

(6) 晶体二极管与稳压管

晶体二极管与稳压管属于半导体器件。半导体按其导电类型的不同,分