

中等职业教育汽车运用与维修专业课程改革规划新教材

全国著名汽车维修教育专家 朱军 李东江 联袂领衔打造

汽车电气设备 构造与检修

魏冬至 主编

杜盛强 主审



凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

中等职业教育汽车运用与维修专业课程规划新教材

汽车电气设备构造与检修

魏冬至 主 编

杜盛强 主 审

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

汽车电气设备构造与检修/魏冬至主编. —南京:江苏科学技术出版社,2009.7

全国中职教育汽车运用与维修专业规划教材

ISBN 978-7-5345-6555-7

I. 汽… II. 魏… III. ①汽车-电气设备-构造-专业学校-教材 ②汽车-电气设备-车辆修理-专业学校-教材 IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 110708 号

汽车电气设备构造与检修

主 编 魏冬至

主 审 杜盛强

责任编辑 汪立亮

责任校对 郝慧华

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1号A楼,邮编:210009)

网 址 <http://www.pspress.cn>

集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市湖南路1号A楼,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 江苏凤凰制版有限公司

印 刷 南京通达彩印有限公司

开 本 787mm × 1092mm 1/16

印 张 15.5

字 数 350000


版 次 2009年7月第1版

印 次 2009年7月第1次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5345-6555-7

定 价 32.00 元

图书如有印装质量问题,可随时向我社出版科调换。



中等职业教育汽车运用与维修专业 课程改革规划新教材建设委员会

(按姓氏笔画排序)

专家委员

朱 军

主任委员

李东江

石 锐

南京交通技师学院

朱国苗

安徽省汽车工业学校

杨建良

苏州建设交通高等职业技术学校

副主任委员

丁 鹏

江苏科学技术出版社

张永学

郑州交通职业学院

焦福才

蚌埠汽车工程学校

委 员

王骁勇

南京交通技师学院

王家淮

合肥大联合汽车职业培训学校

占百春

苏州建设交通高等职业技术学校

田光均

蚌埠汽车工程学校

皮治国

广东轻工业技师学院

任惠珠

无锡汽车工程学校

朱芳新

盐城生物工程学校

刘伟俭

常州交通技师学院

刘志宏

淮安市高级职业技术学校

寿培聪

安徽省汽车工业学校

宋良玉

南京市职业教育教学研究室

邹龙军

蚌埠鑫宇职业技术学校

杜盛强

淮安生物工程高职校

周乐山

金陵职业教育中心

胡号利

徐州经贸高等职业学校

高光明

蚌埠鑫宇职业技术学校

徐新春

芜湖汽车职业技术学校

程师苏

巢湖职业技术学院

谢永东

仪征工业学校

解太林

盐城市教育科学研究院

阚 萍

安徽交通职业技术学院

秘 书 长

高群钦

解放军汽车管理学院

副 秘 书 长

徐 黎

安徽省汽车工业学校

汪立亮

江苏科学技术出版社

内容提要

本教材是中等职业教育汽车运用与维修专业课程改革规划新教材,是在教育部颁布的《中等职业学校汽车运用与维修专业教学指导方案》的基础上,参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准进行编写的。本书主要内容包括:汽车电气系统基础,蓄电池,交流发电机及调节器,启动系,汽车照明、信号系统及报警装置,汽车空调系统,汽车仪表,汽车电动辅助装置,汽车电气设备线路。

本教材可作为中等职业学校汽车运用与维修专业教学用书,也可作为相关行业岗位培训教材或自学用书。

前 言

随着科学技术和汽车工业的迅速发展,使得汽车电器设备日趋繁杂,不仅用电设备的数量和功率在增大,产品的质量和性能在提高,而且电子技术正以惊人的速度,广泛应用于汽车。因此,学习和掌握汽车电子电器这方面的知识,就显得十分重要。为了使汽车专业的学生及有关技术人员能更全面地、系统地掌握有关汽车电气系统的结构原理与检修知识,特编写了这本教材。

本教材在编写过程中,紧紧围绕高素质技能型人才的培养目标,以能力为本位,以工作过程为导向,引入了全新的任务驱动式教学模式。全书共分9个单元,分别介绍了汽车电气系统基础、蓄电池、交流发电机及调节器、启动系、汽车照明信号系统及报警装置、汽车空调系统、汽车仪表、汽车电动辅助装置、汽车电气设备线路等内容。每个项目都有明确的知识要点和任务要点,并在恰当的地方添加进知识扩展,使得老师的教学和学生的自学能够更加容易;同时,对结构原理等理论知识以够用为度,并配备了大量的图示说明,使学生按图索骥,更容易理解知识点,完成相应的任务及项目的学习。

本教材由郑州交通职业学院组织编写,魏冬至主编。参加本书编写工作的有张梅红(单元1、单元2、单元3)、张连清(单元4、单元5、单元6)、魏冬至(单元7、单元8)、安红恩(单元9)等老师。全书由淮安生物工程高职校杜盛强老师主审。在本书编写过程中先后得到了朱方亮、宋旋、牛媛媛等老师的大力支持,在此对他们表示衷心的感谢,也对所参考著

作和文献的作者表示最诚挚的谢意。

由于时间仓促,加之编者水平有限,书中存在的不妥和错误之处,敬请广大读者批评指正。

编者

目 录



单元 1 汽车电气系统基础	001
项目一 电子电气基础	001
任务一 电阻基础知识	001
任务二 电容基础知识	007
任务三 电感基础知识	009
任务四 二极管基础知识	012
任务五 三极管基础知识	015
任务六 晶闸管基础知识	017
项目二 汽车电气系统的组成与特点	019
单元 2 蓄电池	024
项目一 蓄电池的结构与原理	024
任务一 蓄电池概述	024
任务二 蓄电池的结构认知	027
任务三 蓄电池工作原理与特性	031
项目二 蓄电池的使用与维护	036
任务一 蓄电池的正确充电	036
任务二 蓄电池的检查维护	041
单元 3 交流发电机及调节器	051
项目一 交流发电机及调节器结构与原理	051
任务一 交流发电机概述	051
任务二 交流发电机的结构	053
任务三 交流发电机的工作原理	063
任务四 电压调节器	066
项目二 交流发电机和调节器的检修	071
任务一 交流发电机和调节器的使用与检查	071



任务二 充电系常见故障的诊断与排除	076
单元 4 启动系	080
项目一 启动机的结构与原理	080
任务一 启动机概述	080
任务二 启动机的结构组成	082
任务三 典型启动机的结构形式	088
任务四 启动机的工作原理与控制电路	091
项目二 启动机的检修	096
任务一 启动机的使用与检修	096
任务二 启动系常见故障的诊断与排除	100
单元 5 汽车照明、信号系统及报警装置	103
项目一 汽车照明、信号系统及报警装置的结构与原理	103
任务一 照明信号装置的组成	103
任务二 照明信号装置的构造与控制电路	105
项目二 照明信号系统常见故障的诊断与排除	115
任务一 前照灯常见故障诊断与排除	115
任务二 转向信号灯故障诊断与排除	116
任务三 电喇叭故障诊断与排除	117
单元 6 汽车空调系统	119
项目一 汽车空调系统的构造与工作原理	119
任务一 汽车空调系统概述	119
任务二 制冷系统的结构原理	121
任务三 汽车制冷系统的工作原理	130
任务四 汽车空调配气系统与空调取暖	133
任务五 汽车空调的控制系统	137
项目二 汽车空调系统的使用与维护	149
任务一 汽车空调系统的正确使用	149
任务二 汽车空调系统的维护	150
单元 7 汽车仪表	153
项目一 汽车仪表的构造及原理	153
任务一 汽车仪表的构造及原理	153
任务二 报警灯信号组件的构造及原理	161
任务三 数字仪表的构造与原理	165
项目二 汽车仪表的检修	173

单元 8 汽车电动辅助装置	177
项目一 风窗刮水、清洗和除霜装置的原理与检修	177
任务一 风窗刮水、清洗和除霜装置的结构原理	177
任务二 风窗刮水、清洗和除霜装置的检修	181
项目二 电动车窗的原理与检修	183
任务一 电动车窗的结构原理	183
任务二 电动车窗常见故障检修	186
项目三 电动座椅的结构原理与检修	187
项目四 电动后视镜的结构原理与检修	194
项目五 中央集控门锁的结构原理与检修	197
单元 9 汽车电气设备线路	202
项目一 汽车电气线路概述	202
项目二 汽车电路图及其识图	209
任务一 汽车电路图分类及特点	209
任务二 识读各车系电路图	230
项目三 汽车电气设备线路故障检修	235

单元

1

汽车电气系统基础

汽车电气设备是汽车的重要组成部分,随着电子技术在汽车上的应用越来越广泛,尤其是微型计算机在汽车上的应用,大大地推动了汽车工业的发展,同时也给汽车的传统控制装置带来了巨大的变革。本单元通过对汽车电气系统基础的介绍为以后学习各种电气设备的工作原理、电子电路等打下基础。

项目一 电子电气基础



知识目标

1. 了解欧姆定律。
2. 了解二极管的单向导电性。
3. 了解三极管的开关、放大特性。



任务目标

掌握电阻、电容、电感、二极管、三极管、晶闸管等电子电气的基础知识,尤其是掌握这些元器件在汽车上应用的相关知识。

任务一 电阻基础知识

物体对电流的阻碍作用称为该物体的电阻,单位是欧姆,简称欧(Ω)。电阻是汽车电气、电子设备中常用的基本元件之一,其功用是用来控制和调节电路中的电流或电压,或者用作消耗电能的负载。

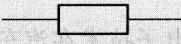
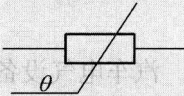
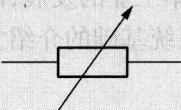
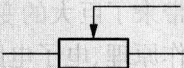
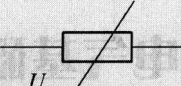

导体的电阻是客观存在的,与电压无关。



一、电阻的类型

电阻有不同的分类方法。按照材料分,电阻可以分为镀膜电阻、金属膜电阻和绕线电阻等不同类型;按照阻值分,电阻有固定电阻和可变电阻之分;按照电阻随温度变化而变化的特性,电阻又可分为正温度系数热敏电阻和负温度系数热敏电阻等。常见的电阻符号见表 1-1。

表 1-1 常见的电阻符号

序号	名称	图形符号	序号	名称	图形符号
1	电阻器		4	热敏电阻器	
2	可变电阻器		5	滑线式变阻器	
3	压敏电阻器		6	分流器	

二、电阻的连接方式

在电路中电阻有串联、并联、混联三种连接方式。

1. 串联

电路中的两个或者多个电阻一个一个地顺序连接,并且在这些电阻中流过同一电流,这种连接方法称为电阻的串联,如图 1-1 所示。

串联电路有以下几个特点:

- ① 等效电阻 R 等于各个串联电阻之和,即

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

- ② 在串联电路中,电流处处相等,即

$$I = I_1 = I_2 = I_3 = \dots$$

- ③ 在串联电路中,总电压等于各分电压之和,即

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$$

- ④ 在串联电路中,各个电阻两端的电压跟它的阻值成正比,即

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

- ⑤ 在串联电路中,各个电阻消耗的功率和它的阻值成正比,即

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

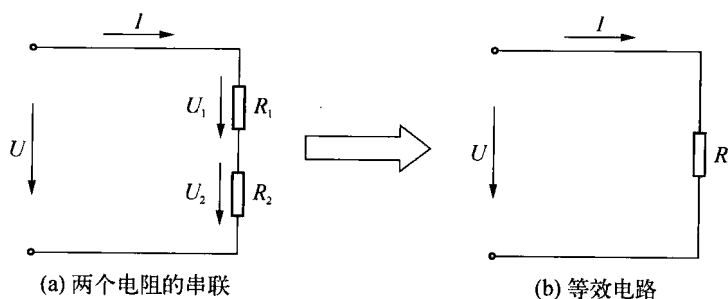


图 1-1 电阻的串联

分压公式 两个串联电阻上的电压分别为

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

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

2. 并联

电路中的两个或者两个以上的电阻首尾分别连接在电路中的连接方式叫做电阻的并联,如图 1-2 所示。

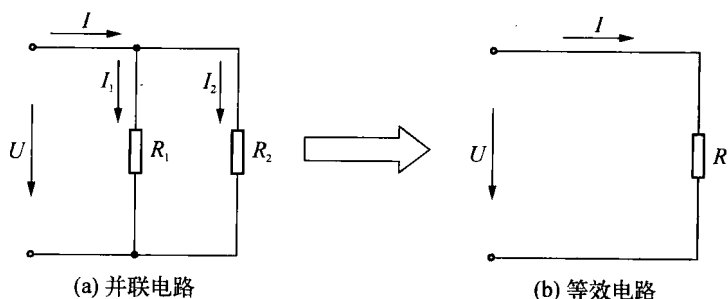


图 1-2 电阻的并联

并联电路有以下几个特点:

- ① 并联电路中各个并联电阻上的电压相等。

$$U = U_1 = U_2 = U_3 = \dots$$

- ② 并联电路中的总电流等于各支路分电流之和。

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

- ③ 并联电路中总电阻的倒数等于各分电阻的倒数之和。

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

- ④ 并联电路中各支路的电流同各个支路的电阻成反比,即

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

- ⑤ 并联电路中各个电阻消耗的功率跟它的阻值成反比,即



$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

分流公式 总电流分配到每个并联电阻中的电流值是和电阻值成反比的。如图 1-2 的电路,根据欧姆定律可推导出流过 R_1 、 R_2 上的电流分别为

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I = \frac{R}{R_1} I$$

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I = \frac{R}{R_2} I$$

3. 混联

电路中包含串联连接和并联连接元件的组合,既有连续的串联电流通道,又有并联电流通道,称之为混联电路,如图 1-3 所示。

R_2 、 R_3 首尾各自连接在相同节点上,所以两个电阻之间的关系为并联,可等效为一个电阻 R_{23}

$$R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

R_1 又和 R_{23} 首尾相连,所以它们之间的关系为串联,故总电阻为

$$R = R_1 + R_{23}$$

三、电阻分压网络在汽车电路中的应用

在汽车传感器电路中,为了提高信号的检测灵敏度和准确度,经常使用电阻分压网络将敏感元件连接成电桥的形式。电桥的形式很多,汽车传感器电路中常用的是直流单臂电桥——惠斯登电桥。惠斯登电桥的电路原理图如图 1-4 所示。

电桥共有四个桥臂,其中一个桥臂 AD 接敏感元件 R_x ,其余三个臂 AB 、 BC 、 DC 分别接标准电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 。直流电源直接接在电桥的一对对角点 AC 上,另一对对角点 DB 接检测电流的检流计。电源接通后调节敏感元件 R_x ,使检流计的电流为零,则表明此时电桥的 DB 两点的电位相等,使电桥处于平衡状态。

如果敏感元件 R_x 受外界信号影响电阻值改变,电桥平衡被打破,这时 DB 两点的电位不相等,检流计中将有电流 I_g 流过。

惠斯登电桥经常应用在电阻类的汽车传感器电路中,像半导体压敏电阻式进气压力传感器和热丝、热膜式空气流量传感器等都有应用。

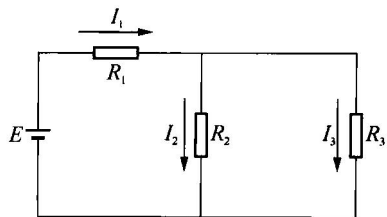


图 1-3 混联电路图

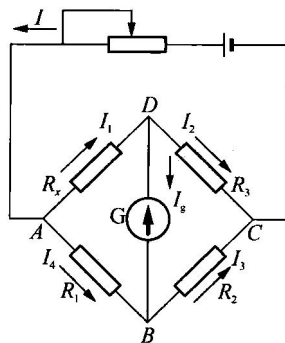


图 1-4 惠斯登电桥原理图

四、特殊电阻在汽车上的应用

1. 热敏电阻

热敏电阻是电阻式温度传感器的一种。一般把金属氧化物陶瓷半导体材料经成形、烧结等工艺制成的测温元件称为热敏电阻(有一部分热敏电阻由碳化硅材料制成)。

在工作温度范围内,其电阻值随温度升高而增加的热敏电阻称为正温度系数(PTC)热敏电阻。汽车上用的 PTC 温度传感器较少,典型的有车厢底板温度传感器。常将底板温度传感器与热敏式排气温度传感器一起使用,组成过热报警装置。当排气温度超过 900°C 、底板温度超过 125°C 时,报警灯亮,同时蜂鸣器也响。

在工作温度范围内,其电阻值随温度升高而降低的热敏电阻称为负温度系数(NTC)热敏电阻。在汽车上,NTC 用来做冷却水温传感器、进气温度传感器、排气温度传感器及车内外温度传感器等。它们的工作原理及方式大致相同,且都是两线式。控制电脑给其提供 5V 的参考电源,传感器将阻值与温度的相应变化转换为电压变化输入控制电脑,控制电脑就利用该信号进行相关的控制。

在工作温度范围内,在临界温度时,其阻值发生跃变的称为临界温度热敏电阻(CTR)。由于 CTR 具有在临界温度时电阻值将急剧变化的特性,所以通常将其用作开关控制。

热敏电阻是用半导体材料掺入适当的氧化物,根据所要求的形状,在 $1\ 000^{\circ}\text{C}$ 以上的高温下烧结而成。按照氧化物比例的不同及烧结温度的差别,可以得到特性各异的热敏电阻。一般来说,工作温度范围在 $-20\sim 130^{\circ}\text{C}$ 的热敏电阻可用于水温和气温的检测;工作温度范围为 $600\sim 1\ 000^{\circ}\text{C}$ 的热敏电阻可用于高温检测和用于排气温度的检测。

热敏电阻式湿度传感器可用于汽车车窗玻璃的防霜、发动机上化油器进气部位空气湿度的检测以及全自动空调车的车内相对湿度的检测。

下面介绍热敏电阻式冷却水温传感器的工作原理。

冷却水温传感器一般安装在发动机缸体、缸盖的水套或者节温器壳内并伸入水套中,与冷却水接触,用来检测发动机的冷却水温度,水温传感器内部是一个半导体热敏电阻,具有负的温度电阻系数,水温愈低,电阻愈高;反之,水温愈高,电阻愈低。水温传感器的两根导线都和电脑连接,其中一根为接地线,另一根的电电压随热敏电阻阻值的变化而变化,电脑根据这一电压的变化测得发动机冷却水温度,如图 1-5 所示。

这种传感器是利用热敏电阻阻值随温度的变化而变化这一特性来检测温度的。当温度较低时,传感器的阻值很大;反之,当温度升高时,其阻值减小。在汽车上装有很多热敏电阻式温度传感器,常用于检测冷却水、机油温度,其中用得最多的是水温表和水温传感器。

2. 压敏电阻

压敏电阻是根据半导体材料的非线性特性制成的。所谓的非线性特性,主要是压敏电阻的电压与电流不遵守欧姆定律,而成特殊的非线性关系。当两端所加电压低于标称额定电压值时,压敏电阻的电阻值接近无穷大,内部几乎无电流流过;当两端所加电压略高于标称额定电压值时,压敏电阻器将迅速击穿导通,并由高阻状态变为低阻状态,工作电流也急剧增大;当两端所加电压低于标称额定电压值时,压敏电阻器又恢复为高阻状态;当两端所加电压超过最大限制电压值时,压敏电阻器将完全击穿损坏,无法再自行恢复。

压敏电阻传感器在汽车上最常见的是半导体压敏电阻式进气压力传感器和电阻应变计



式碰撞传感器,现以电阻应变计式碰撞传感器为例来进行学习。

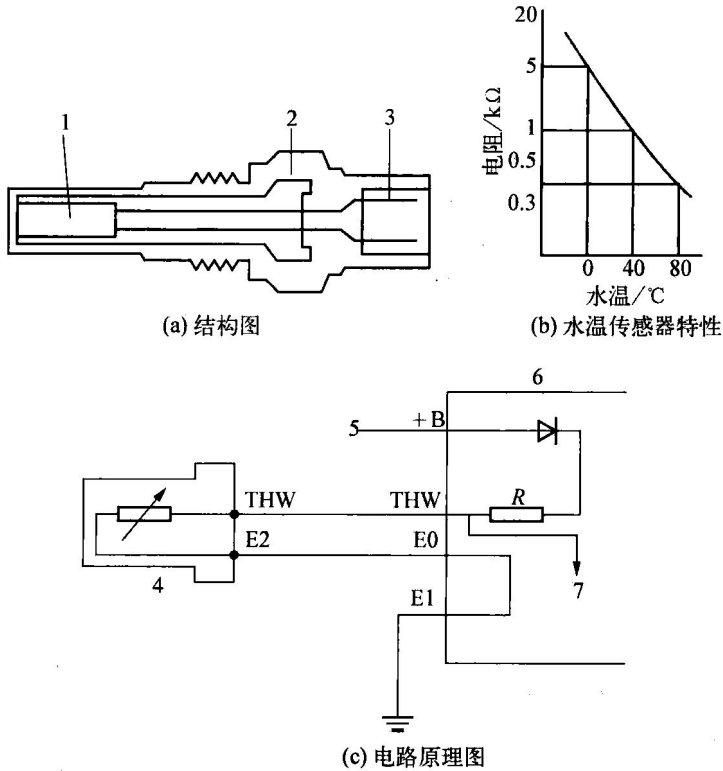


图 1-5 冷却水温传感器示意图

图 1-6 所示为德国波许公司研制生产的电阻应变计式碰撞传感器。当膜片产生变形时,应变电阻的阻值就会相应发生变化。为了提高传感器的检测精度,应变电阻一般都连接成桥式电路,并设计有稳压和温度补偿电路。当汽车发生碰撞时,振动块振动,缓冲介质随之振动,应变计的应变电阻就产生变形,阻值随之发生变化,经过信号处理与放大之后,传感器输出端的信号电压就会发生变化。

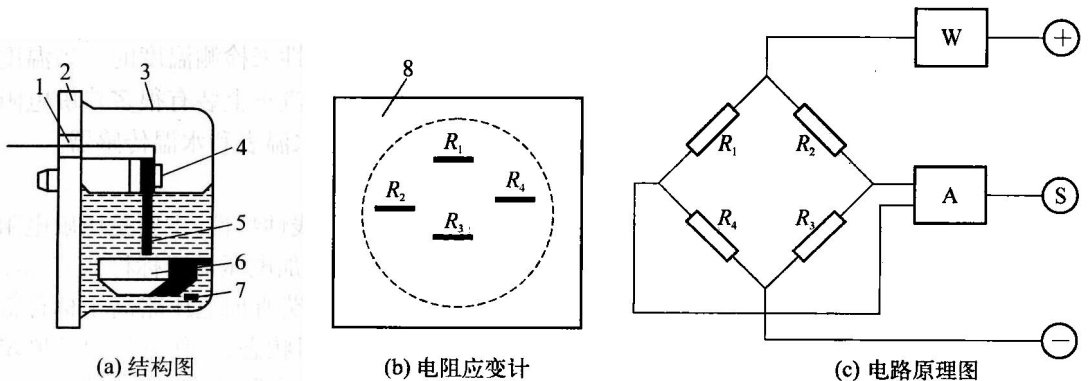


图 1-6 电阻应变计式碰撞传感器示意图

1—密封树脂;2—传感器底板;3—壳体;4—电子电路;5—电阻应变计;6—振动块;7—缓冲介质;8—硅膜片

3. 光敏电阻

光敏电阻是利用半导体的光致导电特性制成的。在受光时,半导体受光照产生载流子,由一电极到达另一电极,有效地参与导电,从而使光电导体的电阻率发生变化。光照强度越强,则电阻越小。目前生产的光敏电阻主要是硫化镉(CdS)光敏电阻。为提高硫化镉光敏电阻的光灵敏度,在CdS中掺入铜、银等杂质。

光敏电阻的电阻率对某段波长的照度变化很敏感,当照度增加时,电阻率急剧减小,并在一定条件下,照度和电阻率可呈现线性关系。在完全无光照时,光敏电阻也会呈现一定的电阻值,称为暗电阻,而光照时的电阻称为亮电阻。光敏电阻的暗电阻约几兆欧,而亮电阻可小到几百欧。光敏电阻的温度系数和照度有关,强光照射条件下为正,弱光照射条件下为负。

任务二 电容基础知识

一、电容的构成

两块金属导体相互靠近、相互平行但不接触,用两条金属导线将这两块金属导体分别引出,再用绝缘物将它们封装起来,便得到一个电容。电容在电路中常用字母“C”表示。电容的单位有F(法拉)、 μF (微法)、nF(纳法)、pF(皮法)。

$$1\text{ F}=10^6\mu\text{ F}=10^9\text{ nF}=10^{12}\text{ pF}$$

二、电容的分类与识别

电容种类有多种,根据容量是否可变可分为固定电容、可变电容;根据材料可分为电解电容、瓷片电容、云母电容、涤纶电容、钽电容等,其中钽电容特别稳定。电容还可分为无极性电容与有极性电容,电解电容是有极性的,其正负极通常有明显的标志,更换该类型元件时,应注意极性,如极性错误会导致元件损坏。

目前,汽车电脑板中也大量地采用贴片电容,其外观与贴片电阻有一点相似,两端为银白色,但中间部分通常为灰色或黄色,各种电容实物如图1-7所示。

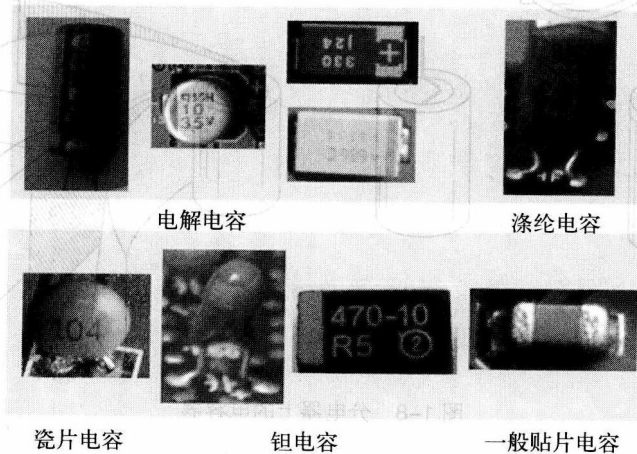


图1-7 电容器实物图