

汽车电子 与电气系统检修

QICHE

DIANZI YU DIANQI XITONG JIANXIU

主编：刘新宇 赵玉田 卫广绪

主审：胡祥卫



汽车电子与电气系统检修

主 审：胡祥卫

主 编：刘新宇 赵玉田 卫广绪

副主编：王昌福 武敬峰 王秋梅

参 编：祝政杰 董 秀 孔祥英

王秋芳 谷广超 闫冬梅



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内容简介

本书采用项目式教学方法,分为汽车电工电子基础、汽车电源系统检修、汽车起动系统检修、汽车照明与信号系统检修、汽车仪表与报警系统检修、汽车空调系统检修、汽车中控门锁与防盗系统检修、汽车辅助电器系统检修、汽车整车线路分析等九个项目。

本书内容丰富、实用性强,既可作为高职高专类院校、高级技工院校和技师学院汽车专业的理实一体化教学教材,也可以作为汽车维修专业技术人员的培训教材和参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

汽车电子与电气系统检修/刘新宇,赵玉田,卫广绪主编. —北京:北京理工大学出版社,2013.10

ISBN 978-7-5640-8317-5

I. ①汽… II. ①刘… ②赵… ③卫… III. ①汽车-电子系统-车辆修理-高等学校-教材 ②汽车-电气设备-车辆修理-高等学校-教材 IV. ①U472.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第210936号

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775(总编室)

82562903(教材售后服务热线)

68948351(其他图书服务热线)

网 址/<http://www.bitpress.com.cn>

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京地质印刷厂

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/20.5

字 数/474千字

版 次/2013年10月第1版 2013年10月第1次印刷

定 价/49.80元

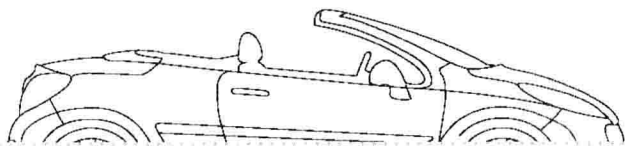
责任编辑/阎少华

文案编辑/阎少华

责任校对/周瑞红

责任印制/马振武

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换



前言

P R E F A C E

随着我国汽车产业的迅猛发展,汽车保有量持续增长。电子技术的快速发展使汽车技术越来越先进,汽车电子与电气系统变得更加复杂,为汽车的维修带来了更大难度,对汽车的维修技术也提出了更高的要求。

近几年,我国的高等教育快速发展,教育教学理念进一步更新。为适应汽车维修行业技能型紧缺人才的培养需求,满足高等院校以就业为导向的办学目标,依据理论与实践一体化教学的特点,我们组织多位专业教师,编写了这本《汽车电子与电气系统检修》教材。本教材的编写思路是以项目为载体、任务驱动为目标,以具体的工作任务为导向引出相应的知识点,充分调动学生的主动性和能动性,从而达到教学目的。

本书根据高等教育的特点,为突出学生动手能力的培养,对汽车电子与电气系统的教学内容进行了有机整合。本书采用项目式教学方法,共分为汽车电工电子基础、汽车电源系统检修、汽车起动系统检修、汽车照明与信号系统检修、汽车仪表与报警系统检修、汽车空调系统检修、汽车中控门锁与防盗系统检修、汽车辅助电器系统检修、汽车整车线路分析等九个项目,将每一个系统的检修作为一个实际项目,结合具体的车型展开分析,每个项目均按照“知识技能要求”——“重点知识”——“项目实施”——“拓展知识”的顺序编排。先了解相关重点知识,再进行工作任务,每个任务让学生带着问题来学习,以培养其解决实际问题的能力,对开阔学生的思路具有一定的帮助。

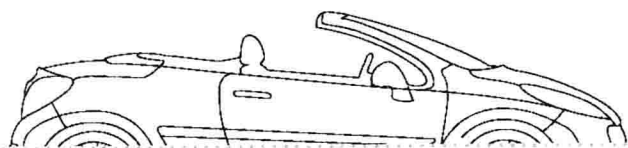
本书内容丰富、实用性强,既可作为高等院校教学教材,同时也可以作为汽车维修专业技术人员的培训教材和参考书。

本书由刘新宇、赵玉田、卫广绪担任主编。其中项目一、项目二由刘新宇编写,项目三、项目四由赵玉田编写,项目五由烟台汽车工程职业学院卫广绪编写,项目六由王秋梅编写,项目七由谷广超编写,项目八由王昌福编写,项目九由武敬峰编写,同时祝政杰、董秀、孔祥英、王秋芳、闫冬梅四位同志也参与了本书的资料搜集、整理和编写,在此表示感谢。

编写过程中,参考了大量汽修行业的技术资料和书籍,也得到了许多同行的支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促及实践经验不足,书中难免有缺点和错误,恳请广大读者批评指正。

编 者



目 录

C O N T E N T S

项目一 汽车电工电子基础	1
单元一 汽车电路常用元器件的检测	1
思考与练习	23
单元二 点火线圈的检测	24
思考与练习	42
单元三 晶体管控制电路的检修	43
思考与练习	66
项目二 汽车电源系统检修	69
单元一 蓄电池亏电的故障检修	69
思考与练习	85
单元二 发电机总成的拆装与检测	86
思考与练习	100
单元三 充电指示灯常亮的故障检修	100
思考与练习	111
项目三 汽车起动系统检修	113
单元一 起动机总成的拆装与检测	113
思考与练习	133
单元二 起动机无法起动的故障检修	134
思考与练习	143
项目四 汽车照明与信号系统检修	144
单元一 前照灯不亮故障的检测与维修	144
思考与练习	154
单元二 转向灯不亮故障的检修	155
思考与练习	169
项目五 汽车仪表与报警系统检修	170
单元一 仪表指示异常的故障检修	170

思考与练习	182
单元二 电喇叭不响的故障检修	183
思考与练习	194
项目六 汽车空调系统检修	195
单元一 车用空调系统的认识	195
思考与练习	211
单元二 空调不制冷故障的检修	212
思考与练习	226
项目七 汽车中控门锁与防盗系统检修	227
单元一 车钥匙丢失的解决方案	227
思考与练习	240
项目八 汽车辅助电气系统检修	241
单元一 电动刮水器不工作故障的检修	241
思考与练习	258
单元二 电动车窗无法降落故障的检修	259
思考与练习	272
项目九 汽车整车线路分析	273
单元一 全车线路系统分析	273
思考与练习	292
单元二 车载网络系统分析	293
思考与练习	318
参考文献	319

项目一

汽车电工电子基础

单元一 汽车电路常用元器件的检测

班级_____ 姓名_____ 学号_____ 工号_____ 日期_____ 测评等级_____

工作任务	汽车电路常用元器件的检测	教学模式	任务驱动和行动导向
建议学时	4 学时	教学地点	一体化实训室
任务描述	小张的车是北京现代悦动汽车，在开车时发现雨刮器不工作了，去维修的时候发现是电路出现问题。汽车电路是汽车电气的重要组成部分，那么电路是什么样的呢？怎样用数字万用表进行检测汽车电路及汽车电气设备元件呢？作为维修技工，需要根据维修手册，参考相关资料排除故障，恢复雨刮系统功能，提出合理化使用建议，并最终检验合格后交付前台。		 维修流程？
学习目标	1. 能够执行万用表正确的操作规程，树立良好的安全文明操作意识。 2. 能够用万用表检测常见的汽车电气元器件。 3. 能够主动获取信息，展示学习成果，对工作过程进行总结与反思，与他人进行有效沟通，团结协作。		
学习准备	1. 设备器材：每组配套：北京现代悦动汽车 1 台，北京现代悦动发动机实验台 1 台，工具车 2 台，诊断仪 2 台，数字万用表 4 块，北京现代维修手册 2 份，网络资源。 2. 分六组，小组人员岗位分配表（由组长分配）。		
	工作岗位	时段一	时段二
		_____年_____月_____日 _____时_____分至_____时_____分	_____年_____月_____日 _____时_____分至_____时_____分
	主修人员（1 人）		
	辅修人员（1 人）		

续表

工作任务	汽车电路常用元器件的检测		教学模式	任务驱动和行动导向
建议学时	4 学时		教学地点	一体化实训室
学习准备	工作岗位	时段一		时段二
		____年____月____日 ____时____分至____时____分		____年____月____日 ____时____分至____时____分
	工具管理 (1 人)			
	零件摆放 (1 人)			
	安全监督 (1 人)			
	质量检验 (1 人)			
	7S 监督 (2~4 人)			

【知识要点】

一、直流电路

1. 电路基础

(1) 电路的概念和作用。电路就是电流所通过的路径，它是由电气设备和元器件按一定方式连接起来的整体。在日常生活和工业控制中存在各式各样的电路，如电视机中将微弱信号进行放大的放大电路，运用于随处可见的照明电路，汽车中的温度、压力、位置角度等传感器检测电路等。

电路的作用体现在两个方面：一是实现能量的转换、传输和分配（如电力电路系统如图1-1所示），即电力电路；二是实现电信号的处理与传递（如信号电路系统如图1-2所示），即信号电路。

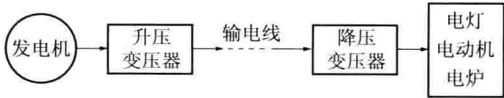


图 1-1 电力电路系统



图 1-2 信号电路系统

(2) 电路的组成。

据各组成部分的作用不同，可分为电源、负载、中间环节三部分。

- ① 电源：提供电能或电信号的装置。
- ② 负载：消耗电能或接收电信号的装置。
- ③ 中间环节：用于联系电源和负载，实现电能或电信号的传输、分配和控制，故又称传输控制器件。

手电筒电路就是一个简单的实用电路。这个电路由电源——干电池、负载——灯泡、开关和连接导体——手电筒金属壳所组成，如图1-3所示。

综上所述，电路就是为了实现电能或电信号的传输、分配、转换和处理，用传输控制器

件把电源和负载组合起来的一个整体。

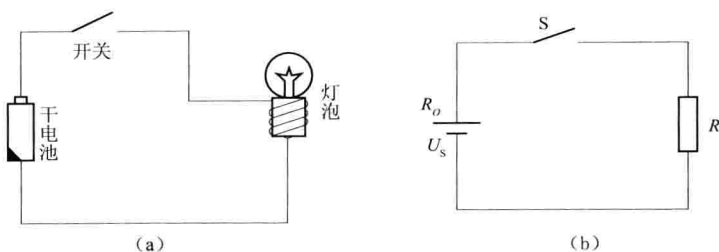


图 1-3 手电筒电路

(a) 手电筒电路示意图；(b) 手电筒电路模型

(3) 电路的状态。

① 通路。当电源与负载接通，S 闭合，电路中有了电流及能量的输送和转换，电路的这一状态称为通路，电源的状态称为有载，如图 1-4 所示。

电路中的物理过程以及电能或电信号的传输、分配、转换和处理都是依靠电流、电压等基本物理量加以描述的。

② 开路。当一部分电路与电源断开，该部分电路中没有电流，亦无能量的输送和转换，这部分电路所处的状态称为开路，如图 1-5 所示。

特点：开路的电流等于零，开路处的电压应视电路情况而定。

③ 短路。当某一部分电路的两端用电阻可以忽略不计的导线或开关连接起来，使该部分电路中的电流全部被导线或开关旁路，这一部分电路所处的状态称为短路或短接，如图 1-6 所示。

特点：短路处的电压等于零，短路处的电流视电路而定。电源不允许短路。

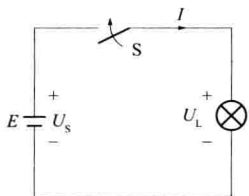


图 1-4 通路

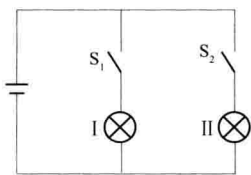


图 1-5 开路

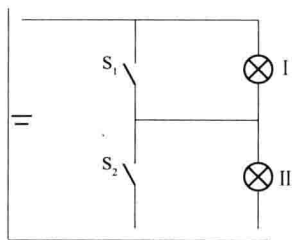


图 1-6 短路

2. 电路基本定律

(1) 欧姆定律。

通常流过电阻的电流与电阻两端的电压成正比，这就是欧姆定律。它是分析电路的基本定律之一。对图 1-7 所示的电路，欧姆定律可用下式表示

$$R = \frac{U}{I} \quad (1-1)$$

由上式可见，当所加电压 U 一定时，电阻 R 越大，则电流 I 越小。显然，电阻具有对电流起阻碍作用的物理性质。

在关联参考方向时，电压和电流的参考方向一致，在欧姆定律的表

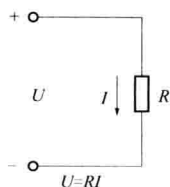


图 1-7 欧姆定律

示式中为正号，如公式（1-1）所示。此外，电压和电流本身还有正值和负值之分。

（2）基尔霍夫定律。

用串并联的方法能够最终化为单一回路的简单电路，可以用欧姆定律来求解。用串并联的方法，不能将电路最终化为单一回路的复杂电路，其求解规律，反映在基尔霍夫定律中。基尔霍夫定律是电路的基本定律之一，它包含两条定律，分别称为基尔霍夫电流定律（KCL）和基尔霍夫电压定律（KVL）。

在基尔霍夫定律中，常要用到以下几个电路名词：

支路：在电路中通过同一电流的分支电路叫做支路。如图 1-8 所示的电路中，有三条支路，分别是 I_1 、 I_2 和 I_3 流过的支路。

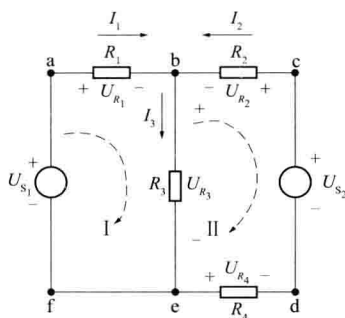


图 1-8 电路名词定义示意

节点：有三条或三条以上支路的连接点叫做节点。如图 1-8 所示的电路中，有 b、e 两个节点。

回路：闭合的电路叫做回路。回路可由一条或多条支路组成，但是只含一个闭合回路的电路叫网孔。如图 1-8 所示的电路中，有 abcdef、abef 和 bcde 三个回路，两个网孔，即 abef 和 bcde。

① 基尔霍夫电流定律（KCL）。

根据电流连续性原理，在电路中任一时刻，流入节点的电流之和等于流出该节点的电流之和，节点上电流的代数和恒等于零，即

$$\sum I_i = \sum I_0 \text{ 或 } \sum I = 0 \quad (1-2)$$

这一关系叫节点电流方程，是基尔霍夫电流定律，也称为基尔霍夫第一定律。该定律的应用可以由节点扩展到任一假设的闭合面。在应用 KCL 时，必须先假定各支路电流的参考方向，再列电流方程求解，根据计算结果，确定电流的实际方向。如果指定流入节点的电流为正（或负），则流出节点的电流为负（或正）。

② 基尔霍夫电压定律（KVL）。

根据电位的单值性原理，在电路中任一瞬时，沿回路方向绕行一周，闭合回路内各段电压的代数和恒等于零，即回路中电动势的代数和恒等于电阻上电压降的代数和，其数学式为

$$\sum U = 0 \text{ 或 } \sum U_s = \sum RI \quad (1-3)$$

这一关系叫回路电压方程，是基尔霍夫电压定律，也称为基尔霍夫第二定律。该定律的应用可以由闭合回路扩展到任一不闭合的电路上，但必须将开口处的电压列入方程中。在应用 KVL 时，必须先假定闭合回路中各电路元件的电压参考方向和回路的绕行方向，当两者

的假定方向一致时,电压取“+”号;反之电压取“-”号。

二、常见电路元件

1. 电阻

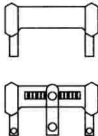
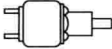
电阻元件是构成各类电路最常用的元件之一。物体对电流的阻碍作用,我们称之为该物体的电阻。用 R 来表示,其单位为欧姆(Ω)。

(1) 电阻器的分类。

在工业工程中,广泛使用各种电阻器。电阻器的种类很多,按结构不同,可分为固定电阻器和可变电阻器;按导电材料不同,可分为碳膜、金属膜、金属氧化膜、线绕和有机合成电阻器等;按功率分,有 $1/16\text{W}$ 、 $1/8\text{W}$ 、 $1/4\text{W}$ 、 $1/2\text{W}$ 、 1W 、 2W 等额定功率的电阻。

常用电阻器的外形和特点,见表1-1。

表1-1 常用电阻器的外形和特点

名称	外形	主要特点
碳膜电阻器 (RT型)		阻值较稳定,受电压和频率影响小,价廉,应用广泛; 阻值: $1\Omega \sim 10\text{M}\Omega$; 额定功率: $0.125\text{W} \sim 2\text{W}$
金属膜电阻器 (RJ型)		耐热,噪声小,体积小,精度高,广泛应用于要求较高的电路; 阻值: $1\Omega \sim 620\text{M}\Omega$; 额定功率: $0.125\text{W} \sim 2\text{W}$
金属氧化膜电阻器 (RY型)		抗氧化,耐高温; 阻值 $1\Omega \sim 200\text{K}\Omega$; 额定功率: $0.125\text{W} \sim 2\text{W}$
合成实芯电阻器 (RS型)		机械强度高,可靠,体积小,价廉; 阻值, $4.7\Omega \sim 22\text{M}\Omega$, 额定功率, $0.25\text{W} \sim 2\text{W}$
线绕电阻器 (RX型)		阻值精度高、稳定,抗氧化,耐热,功率大,作为精密和大功率电阻器使用; 阻值: $0.1\Omega \sim 5\text{M}\Omega$; 额定功率达 150W
电位器 (WT型等)		阻值可以调节。阻值规律有直线式、指数式、对数式。主要用于调节电路中的电阻、电流和电压

电阻型号的命名方法(根据GB2471-81),见表1-2。

表1-2 电阻型号的命名方法

第一部分:主称		第二部分:材料		第三部分:特征			第四部分:序号
符号	意义	符号	意义	符号	电阻器	电位器	
R	电阻器	T	碳膜	1	普通	普通	
W	电位器	H	合成膜	2	普通	普通	
		S	有机实芯	3	超高频		

续表

第一部分：主称		第二部分：材料		第三部分：特征			第四部分：序号
符号	意义	符号	意义	符号	电阻器	电位器	
R	电阻器	N	有机实芯	4	高阻		对主称、材料相同，仅性能指标、尺寸大小有区别，但基本不影响互换使用的产品，给同一序号；若性能指标、尺寸大小明显影响互换时，则在序号后面用大写字母作为区别代号。
W	电位器	J	金属膜	5	高温		
		Y	氧化膜	6			
		C	沉积膜	7	精密	精密	
		I	玻璃釉膜	8	高压	特殊函数	
		P	硼酸膜	9	特殊	特殊	
		U	硅酸膜	G	高功率		
		X	线绕	T	可调		
		M	压敏	W		微调	
		C	光敏	D		多圈	
		R	热敏	B	温度补偿用		
				C	温度测量用		
				P	旁热式		
				W	稳压式		
				Z	正温度系数		

如图 1-9 所示为电阻型号标称实例。

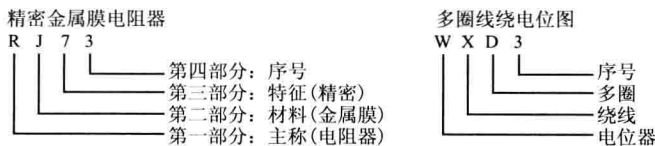


图 1-9 电阻型号标称实例

(2) 电阻的基本参数。

电阻的基本参数包括：标称值、额定功率、允许偏差。

① 标称值。

指按国家规定标准化的电阻值中较小数的正偏差与较大数的负偏差能够衔接或稍有重叠，这样可以使电子电路所需要的电阻全部包括在系列中，如表 1-3 所示。

表 1-3 电阻标称阻值系列

系列	容差	电阻器的标称值																			
E24	±5%	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1	5.6	6.2
E12	±10%	1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9	4.7	5.6	6.8	8.2								
E6	±20%	1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8														

② 额定功率。

额定功率指电阻允许长期工作的功率。一般电阻的功率为 $1/8\text{W}$ 、 $1/4\text{W}$ 、 $1/2\text{W}$ 、 1W 、 2W 等。

③ 允许偏差。

允许偏差是指标称阻值允许的偏差。Ⅰ级为 $\pm 5\%$ ，Ⅱ级为 $\pm 10\%$ ，Ⅲ级为 $\pm 20\%$ 。

(3) 电阻值的识别。

电阻值的识别一般分直标法、文字符号法、数码法和色标法等。

直标法就是用数字和单位符号在电阻器表面标出阻值，其允许误差直接用百分数表示，若电阻上未注偏差，则均为 $\pm 20\%$ 。

文字符号法是用阿拉伯数字和文字符号两者有规律的组合来表示标称阻值，其允许偏差也用文字符号表示。如： $3\text{M}3\text{K}$ 表示 $3.3\text{ M}\Omega$ ，允许偏差为 $\pm 10\%$ 。

数码法是在电阻器上用三位数码表示标称值的标志方法。数码从左到右，第一、二位为有效值，第三位为指数，即零的个数，单位为欧。如 472 表示 $47 \times 100\Omega$ （即 $4.7\text{k}\Omega$ ）偏差通常采用文字符号表示。

国际上惯用“色环标注法”。色环电阻占据着电阻器元件的主流地位。顾名思义，色标法就是用不同颜色的带或点在电阻器表面标出标称阻值和允许偏差。

根据色环的环数多少，色环电阻分为四色环表示法和五色环表示法。

当电阻为 4 环时，前两位为有效数字，第三位为乘方数，第四位为偏差。4 环电阻最后一环必为金色或银色，一般是碳膜电阻。各电阻的标称值应符合国家规定的数值之一再乘以 $10^n\Omega$ ，其中 n 为整数。标称系列中大部分值不是整数，这样可以确保同一系列中，相邻两个数中较小数的正偏差与较大数的负偏差能够衔接或稍有重叠。

当电阻为 5 环时，最后一环与前面四环距离较大。前三位为有效数字，第四位为乘方数，第五位为偏差。5 环电阻一般是金属膜电阻。

图 1-10 为色环电阻示意图。表 1-4 为色环颜色的含义。



图 1-10 色环电阻示意图

例如：四环电阻颜色依次为红—红—棕—金，表示电阻的大小为 220Ω ，误差为 $\pm 5\%$ ；四环电阻颜色依次为红—紫—橙—金，表示电阻的大小为 $27\text{k}\Omega$ ，误差为 $\pm 5\%$ ；五环电阻颜色依次为棕—紫—绿—金—棕，表示电阻的大小为 17.5Ω ，误差为 $\pm 1\%$ 。

表 1-4 色环颜色的含义

颜色	有效数字	乘方数	允许偏差/%
棕	1	10^1	± 1
红	2	10^2	± 2
橙	3	10^3	

续表

颜色	有效数字	倍乘数	允许偏差/%
黄	4	10^4	
绿	5	10^5	± 0.5
蓝	6	10^6	± 0.2
紫	7	10^7	± 0.1
灰	8	10^8	
白	9	10^9	
黑	0	10^0	
金		10^{-1}	± 5
银		10^{-2}	± 10
无色			± 20

(4) 热敏电阻。

热敏电阻是一种用陶瓷半导体制成的温度系数很大的电阻体，在工作温度范围内，按陶瓷半导体的电阻与温度的特性关系，常用热敏电阻可分为以下两种类型：

① 负温度系数热敏电阻（NTC）：其电阻值随温度升高而减小，如图 1-11 中曲线 1 所示。这种电阻是由镍、铜、钴、锰等金属氧化物按适当比例混合后高温烧结而成的，现广泛用于汽车发动机冷却水温度传感器、进气温度传感器、机油温度传感器和空调用温度传感器中。

② 正温度系数热敏电阻（PTC）：其电阻值随温度升高而按指数函数增加，如图 1-11 中曲线 2 所示。这种电阻在汽车发动机、仪器、仪表等测温感温部件中广泛应用。

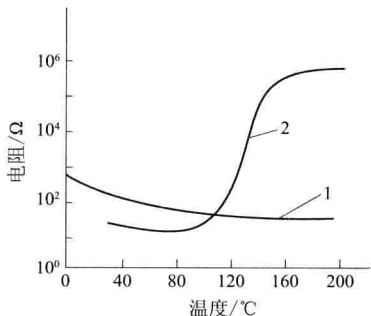


图 1-11 热敏电阻的温度特性

1 - 负温度系数（NTC）；2 - 正温度系数（PTC）

现以红旗轿车冷却液温度传感器为例来了解热敏电阻。

红旗轿车冷却温度传感器用一个负温度系数的热敏电阻作为检测元件的。当冷却液温度升高时，传感器的电阻值随之减小；反之，当冷却液温度降低时，传感器的电阻值增大。

热敏电阻式温度传感器，具有体积小、灵敏度高、安装简单、价格低廉的特点。因此，

在汽车电子控制系统中,这种温度传感器是应用最广泛的传感器之一。

(5) 光敏电阻。

光敏电阻是利用半导体光电导效应制成的一种特殊电阻,对光线十分敏感,它的电阻值能随着外界光照强弱(明暗)变化而变化。它在无光照射时,呈高阻状态;当有光照射时,其电阻值迅速减小。汽车中的光电式光量传感器中就采用了光敏电阻——硫化镉(CdS)光导电元件,应用了光照强度能引起电阻值变化的特性。当光线照射硫化镉(CdS)时,若周围环境暗时则电阻值大,若周围环境亮时电阻值则变小。光量传感器通过硫化镉(CdS)光导电元件,将周围光照的变化转换为电阻值的变化,并以电信号的形式输入给控制器。

(6) 压敏电阻。

压敏电阻是在一定电流电压范围内电阻值随电压而变,或者说电阻值对电压敏感的电阻器。

压敏电阻器的电阻体材料是半导体,现在大量使用的氧化锌(ZnO)压敏电阻器,它的主体材料有二价元素(Zn)和六价元素氧(O)所构成。所以,从材料的角度来看,氧化锌压敏电阻器是一种Ⅱ-VI族氧化物半导体。

2. 电容

电容是一种储能元件,又叫做电容器,用字母C来表示,单位是F。在电路中有调谐、滤波、耦合、旁路、能量转换和延时等作用。

(1) 常用电容的种类。

常用的电容器按其介质材料可分为电解电容器、云母电容器、瓷介电容器、玻璃釉电容、陶瓷电容、薄膜电容等。它们是根据制成电容材料的不同而分类的。

电容按其结构可分为半可变电容器、可变电容器两种。

① 半可变电容。也叫做微调电容。它是由两片或者两组小型金属弹片,中间夹着介质制成。调节的时候改变两片之间的距离或者面积。它的介质有空气、陶瓷、云母、薄膜等。

② 可变电容。它由一组定片和一组动片组成,它的容量随着动片的转动可以连续改变。把两组可变电容装在一起同轴转动,叫做双连。可变电容的介质有空气和聚苯乙烯两种。空气介质可变电容体积大,损耗小,多用在电子管收音机中。聚苯乙烯介质可变电容做成密封式的,体积小,多用在晶体管收音机中。

(2) 主要性能指标。

① 标称容量和允许误差。容器有储存电荷的能力,常用单位有F、 μF 、pF。电容器上标有的电容数是电容器的标称容量。电容器的标称容量和它的实际容量会有误差。一般电容器上都直接写出其容量,也有用数字来标志容量的,通常在容量小于10 000pF的时候,用pF做单位;大于10 000pF的时候,用 μF 做单位。为了简便起见,大于100pF而小于1 μF 的电容常常不注单位。没有小数点的,它的单位是pF;有小数点的,它的单位是 μF 。如有的电容上标有“332”(3 300pF)三位有效数字,左起两位给出电容量的第一、二位数字,而第三位数字则表示在后加0的个数,单位是pF。

② 额定工作电压。在规定的工作温度范围内,电容长期可靠地工作,它能承受的最大直流电压,就是电容的耐压,也叫做电容的直流工作电压。如果在交流电路中,要注意所加的交流电压最大值不能超过电容的直流工作电压值。常用的固定电容工作电压有6.3V、

10V、16V、25V、50V、63V、100V、400V、500V、630V、1 000V、2 500V。

③ 绝缘电阻。由于电容两极之间的介质不是绝对的绝缘体，它的电阻不是无限大，而是一个有限的数值，一般在 $1\ 000\text{M}\Omega$ 以上，电容两极之间的电阻叫做绝缘电阻，或者叫做漏电电阻，大小是额定工作电压下的直流电压与通过电容的漏电流的比值。漏电电阻越小，漏电越严重。电容漏电会引起能量损耗，这种损耗不仅影响电容的寿命，而且会影响电路的工作。因此，漏电电阻越大越好。

④ 介质损耗。电容器在电场作用下消耗的能量，通常用损耗功率和电容器的无功功率之比，即损耗角的正切值表示。损耗角越大，电容器的损耗越大，损耗角大的电容不适于高频情况下工作。

(3) 选用常识。

电容在电路中实际要承受的电压不能超过它的耐压值。在滤波电路中，电容的耐压值不要小于交流有效值的 1.42 倍。使用电解电容的时候，还要注意正负极不要接反。

不同电路应该选用不同种类的电容。谐振回路可以选用云母、高频陶瓷电容，隔直流可以选用纸介、涤纶、云母、电解、陶瓷等电容，滤波可以选用电解电容，旁路可以选用涤纶、纸介、陶瓷、电解等电容。

电容在装入电路前要检查它有没有短路、断路和漏电等现象，并且核对它的电容值。安装的时候，要使电容的类别、容量、耐压等符号容易看到，以便核实。

(4) 电容器检测的一般方法。

用数字万用表检测电容器，可按以下方法进行：

① 用电容挡直接检测。某些数字万用表具有测量电容的功能，其量程分为 $2\ 000\text{p}$ 、 20n 、 200n 、 2μ 和 20μ 五挡。测量时可先将已放电的电容两引脚直接插入表板上的 C_x 插孔，选取适当的量程后就可读取显示数据。

经验证明，有些型号的数字万用表（例如 DT890B+）在测量 50pF 以下的小容量电容器时误差较大，测量 20pF 以下电容几乎没有参考价值。此时可采用串联法测量小值电容。方法是：先找一只 220pF 左右的电容，用数字万用表测出其实际容量 C_1 ，然后把待测小电容与之并联测出其总容量 C_2 ，则两者之差（ $C_1 - C_2$ ）即是待测小电容的容量。用此法测量 1pF 至 20pF 的小容量电容很准确。

② 用电阻挡检测。实践证明，利用数字万用表也可观察电容器的充电过程，根据数字万用表的这一特点，可以检测电容器的好坏和估测电容量的大小。下面介绍的是使用数字万用表电阻挡检测电容器的方法，对于未设置电容挡的仪表很有实用价值。此方法适用于测量 $0.1\mu\text{F}$ 至几千 μF 的大容量电容器。

测量操作方法如下：

如图 1-12 所示，将数字万用表拨至合适的电阻挡，红表笔和黑表笔分别接触被测电容器 C_x 的两极，这时显示值将从“000”开始逐渐增加，直至显示溢出符号“1”。若始终显示“000”，说明电容器内部短路；若始终显示溢出，则可能时电容器内部极间开路，也可能时所选择的电阻挡不合适。检查电解电容器时需要注意，红表笔（带正电）接电容器正极，黑表笔接电容器负极。

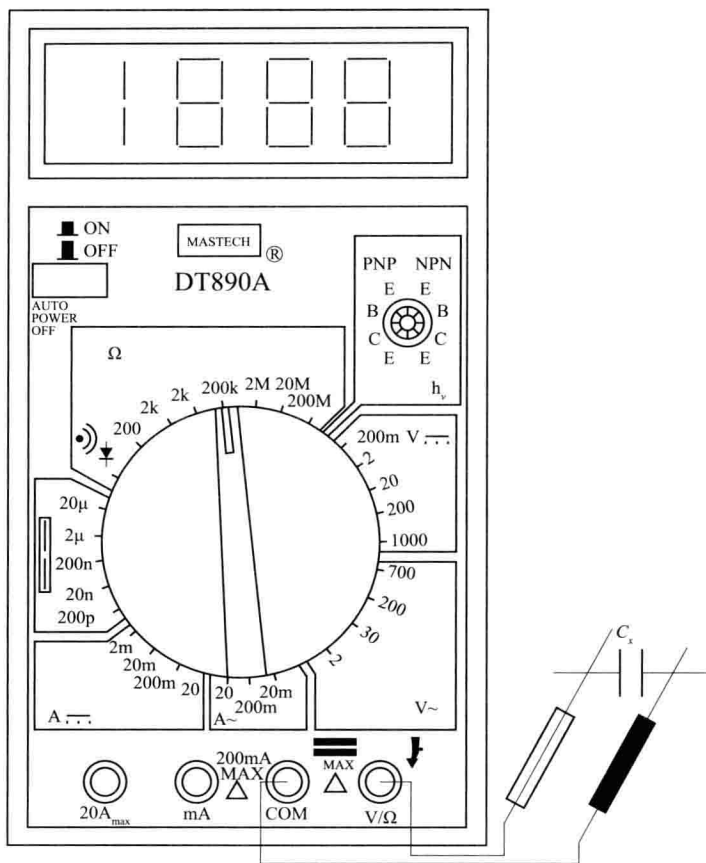


图 1-12 电阻法检测电容

3. 熔断器

熔断器是最简便的而且是有用的短路保护电器。熔断器中的熔片或熔丝用电阻率较高的易熔合金制成，如铅锡合金等；或用截面积甚小的良导体制成，如铜、银等。各种熔断器额定电流的规格，如表 1-5 所示。线路在正常工作情况下，熔断器不应熔断。一旦发生短路或严重过载时，熔断器应立即熔断，有多种形式的熔断器可供选用。图 1-13 为几种常见熔断器的外形图及符号。

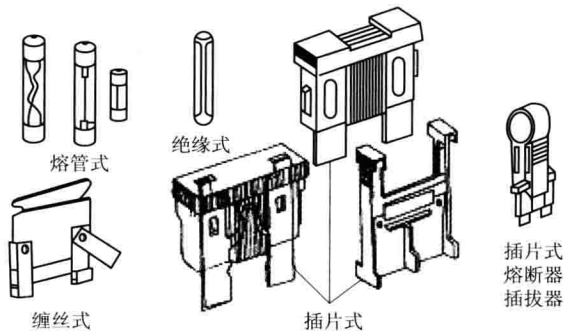


图 1-13 常见熔断器的外形图及符号