

汽车智能化检测 设备及应用

QICHEZHINENGHUA
JIANCESHEBELIJIYINGYONG



● 于建淑 孙德润 王金光 要旭平 编



人民交通出版社

汽车智能化检测 设备及应用

● 于建淑 孙德润 王金光 要旭平 编



人民交通出版社

内 容 简 介

本书共分为6章,介绍了各种汽车智能化检测设备的原理、结构和使用方法。其主要内容为:汽车电控系统故障测试仪,汽车发动机废气分析仪以及汽车四轮定位仪等。

本书可供汽车使用、维修行业的工人和技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车智能化检测设备及应用 / 于建淑, 孙德润, 王金光, 要旭平编. —北京: 人民交通出版社, 2003.10
ISBN 7-114-04811-4

I. 汽… II. ①于…②孙…③王… III. ①汽车—检测—车辆维修设备 IV.U472.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 080682 号

Qiche Zhinenghua Jiance Shebei Ji Yingyong

汽车智能化检测设备及应用

于建淑 孙德润 王金光 要旭平 编

正文设计: 孙立宁 责任校对: 刘 芹 责任印制: 张 恺

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010-64216602)

各地新华书店经销

北京明十三陵印刷厂印刷

开本: 787×980 1/16 印张: 12.5 字数: 190 千

2004 年 1 月 第 1 版

2004 年 1 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数: 0001—3000 册 定价: 20.00 元

ISBN 7-114-04811-4



由于电子、信息与材料等技术的不断发展和“安全、环保、节能”要求的日趋严格,当前的汽车产品越来越呈现出高科技化、高知识化的特点,在这种情形下,需要汽车使用、维修业做好两件事:一是建立汽车信息资源网络,使各种型号汽车维修资料的查询,故障的检测诊断方法,汽车维修配件和检测设备的采购供应,以及员工的专业技术培训与录用实现网络化。另一件事,就是努力提高汽车使用、维修从业人员的专业技术素质。应当指出,当前我国汽车维修行业,对于汽车现代检测诊断技术的学习开发还是相当欠缺的。本书的编写初衷是简明、概括地介绍目前各种现代汽车检测诊断仪具的原理、结构和使用方法,以供汽车使用、维修行业的工人和技术人员参考。

由于我们对汽车仪具检测诊断技术的认识和掌握均较肤浅,书中难免疏误之处,诚挚地希望读者给予批评指正。衷心感谢在本书编写过程中帮助和支持我们的同行们。

参加本书编写的还有王泉、纪家炜、王选栋、孙朋川、夏令国。

编 者

目 录

第一章 概述	1
1.1 汽车检测诊断技术的发展	1
1.1.1 突飞猛进发展的汽车技术	1
1.1.2 汽车检测诊断技术的沿革	1
1.2 汽车电子控制技术的基础知识	4
1.2.1 半导体器件	4
1.2.2 常用电子显示器件	7
1.2.3 传感器	8
1.2.4 汽车微机控制系统	14
1.2.5 常见的执行器	20
1.2.6 逻辑门电路基本概念	21
1.3 汽车的自诊断系统	24
1.3.1 自诊断系统综述	24
1.3.2 故障代码的存储与读取	27
第二章 万用表	30
2.1 指针式万用表	30
2.1.1 指针式万用表的结构和工作原理	30
2.1.2 指针式万用表的使用方法	33
2.1.3 万用表在汽车电气线路检测中的应用	33
2.2 数字式万用表	35
2.2.1 数字式万用表的特点	35
2.2.2 数字式万用表的分类	37
2.2.3 数字式万用表的构成及工作原理	38
2.2.4 数字式万用表的使用注意事项	41
2.2.5 数字式万用表在汽车电控系统检测中的应用	43
2.3 汽车专用数字式万用表	47
2.3.1 国产 VC400 型汽车专用数字式万用表	47

2.3.2	EDA 系列汽车专用数字式万用表	50
2.3.3	OTC 系列汽车专用数字式万用表	51
2.3.4	TW—9406A 型汽车专用数字式万用表	53
2.3.5	TWAY—9211 型数字式汽车电控系统元件分析万用表	66
第三章	示波器	74
3.1	示波器的构成、原理与分类	74
3.1.1	示波器的构成	74
3.1.2	示波器的分类及工作原理	74
3.2	示波器的使用方法	76
3.2.1	电压信号的拾取	77
3.2.2	电压信号的输入及输入通道	77
3.2.3	波形在显示屏幕上的触发	77
3.2.4	屏幕显示波形的调整	78
3.2.5	示波器记忆功能的选用	79
3.2.6	电压波形的检查	79
3.3	汽车电控系统的电压波形分析	80
3.3.1	汽车电控系统常见的电压波形	80
3.3.2	汽车电控系统中典型的电压波形分析	80
3.4	汽车专用示波器简介	93
3.4.1	THM—570U 型便携式汽车专用示波器	93
3.4.2	MT—3000 型汽车专用示波器	98
3.4.3	远征 EA1000 型汽车发动机综合分析仪	106
第四章	汽车电控系统故障测试仪	114
4.1	汽车电控系统故障测试仪的分类	114
4.1.1	通用汽车电控系统故障测试仪	114
4.1.2	专用汽车电控系统故障测试仪	115
4.2	汽车电控系统故障测试仪的功能	116
4.2.1	基本功能	116
4.2.2	特殊功能	117
4.3	汽车电控系统故障测试仪的结构	117
4.3.1	主机	117
4.3.2	测试软件卡	118
4.3.3	连接电缆及测试接头	118
4.4	汽车电控系统故障测试仪的用法	118
4.4.1	测试仪的使用操作要点	118

4.4.2 测试仪的使用注意事项	120
4.5 典型的汽车电控系统测试仪	121
4.5.1 OBD 诊断系统	121
4.5.2 远征 431ME“电眼睛”汽车电控系统测试仪	124
4.5.3 V. A. G1551/1552 故障阅读/测试器	132
4.5.4 OTC 故障测试仪	144
4.5.5 Scanner 电脑解码器(红盒子)	145
4.5.6 HY—222B 修车王故障测试仪	154
第五章 汽车发动机废气分析仪	161
5.1 汽油车怠速污染物的检测仪器	161
5.1.1 不分光红外线废气分析的基本原理	162
5.1.2 不分光红外线 CO/HC 气体分析仪的结构型式	162
5.1.3 不分光红外线 CO/HC 分析仪的使用方法	168
5.2 柴油车自由加速烟度检测仪器	169
5.2.1 滤纸式烟度计的工作原理与构成	170
5.2.2 国产滤纸式烟度计举例	171
第六章 汽车四轮定位仪	175
6.1 汽车四轮定位的机理	175
6.1.1 车轮定位基准	175
6.1.2 车轮定位的种类	175
6.1.3 车轮定位参数	176
6.1.4 车轮定位参数的测量	177
6.2 现代四轮定位仪	181
6.2.1 韩国 UN—K 型微电脑四轮定位仪	182
6.2.2 美国 JBC—V ₃ D 型四轮定位仪	187
6.3 四轮定位仪的应用实例	189
6.3.1 轿车应用实例	189
6.3.2 轻型车应用实例	190

第一章 概 述

1.1 汽车检测诊断技术的发展

1.1.1 突飞猛进发展的汽车技术

汽车问世以来,历经动力革命、传动革命,当前正在进行着控制革命,汽车上的电子产品占整车价值的比例,将由目前的 12% ~ 15%,提高到 2005 年的 25% ~ 30%。最新技术的汽车已从各总成的单独控制,发展到动力传动系统一体化综合控制,从一般控制发展到智能化、网络化控制。

1.1.2 汽车检测诊断技术的沿革

为了更好地发挥汽车的效能,人们在设计制造汽车的同时,也研究汽车的应用技术,其中汽车的故障检测诊断技术是十分重要的一部分,汽车检测诊断技术的沿革,大体经历了 3 个阶段:

1. 人工经验检测诊断

由若干零部件、总成组成的汽车,是一个比较复杂的技术系统,各元件之间相互作用的物理量称为汽车的结构参数。当某一部分结构参数达到损坏极限,表现为局部或全部丧失工作能力,这就是汽车有了故障。故障的症状有多种表现,凭人的感官和经验,对故障的原因进行分析判断,这就是人工经验诊断,这种诊断方法是试探性的,它不需要仪器设备,全凭诊断者的经验和技术水平,是由诊断者通过问、看、嗅、触、试等方法对故障进行粗略的定性分析。虽然经济、方便,但具有很大的盲目性。

2. 一般仪具检测诊断

随着汽车结构和性能的逐步复杂和完善,人们再使用眼看、耳听、手摸的原始检测诊断方法已力不从心。各种故障的检测诊断涉及到电的、物理的或机械的参数,比如电流、电压、电阻、电容、压力及真空度、速度、加(减)速度、弹簧张力和发动机正时等。为了测试这些参数,美国人发明了达松伐耳(DARSONVAL)仪表运动机构。它由一个永久强磁体、两块极靴和一个电

枢构成。在电枢的一端装有指针,仪表的刻度分别用安培、伏特、欧姆、转/分钟等单位标定,便成为电流表、电压表、电阻表和转速表等,多年来万用表成为人们最常用而简便的诊断工具,可以说,它是一般检测诊断仪具的典范。

转速表由电脉冲驱动,断电器触点的开启,使电流中断,便产生一个电压脉冲;分电器引进仪表的电流操纵其振动继电器,它使电容器充电与放电。发动机的转速越高,电容器充、放电越频繁,这使仪表电路中的电流与发动机转速成正比,在电路中接入一个毫伏电压表,与发动机转速成正比的电流使该电压表指针指出转速值。

为了测定当断电器闭合时分电器凸轮转过的角度,制成了一种由初级点火电路中的电脉冲操纵的闭合角测定仪。因为6缸发动机凸轮间的夹角是 60° ,触点闭合角通常为 $34^\circ \sim 38^\circ$;8缸发动机的凸轮夹角是 45° ,其触点闭合角为 $26^\circ \sim 32^\circ$,故闭合角测定仪的刻度标定为 $0 \sim 50^\circ$,可以测试4~12缸的发动机断电器闭合角。

点火线圈试验仪除能检测初级和次级绕组的电阻外,还有一个小的阴极射线管显示一个完整的火花周期的波形。

电容器试验仪可测试电容器的串联电阻、电容和绝缘性能。

电枢测试仪用来检测发电机或起动机的电枢是否短路,检测时电枢放到有强大的交流磁场的V形槽中,如果整流子线圈有短路便感应出电流、将试验用的薄钢片吸住并产生振动。该仪器还可检查电刷的搭铁和磁场线圈的断路情况。

点火正时灯由变压器、振动器、2600V放电电容器、5万 Ω 的滤波电阻器和充气灯管组成,每当一个气缸火花塞跳火时,白炽的火花闪光都会照亮飞轮上的点火正时记号,频闪的作用使正时记号被看作是静止不动的,当发动机加速,点火自动提前装置起作用时,点火正时标记会发生位移。

整流器二极管试验器的电源为120V,其黑线表笔接二极管负极,红线表笔接二极管正极。测试时若仪表的读数为2A(或稍大些),说明二极管正常;测值为零说明其短路;测值为1A,说明二极管断路。

为了测试发动机的燃烧质量,使用燃烧情况分析器,该仪器电路中有一个惠登斯电桥,其四个电阻中有两个的电阻值为常数,另外两个均是长度精确的白金导线,分别穿过充有空气和发动机排气的管子。发动机工作时,排气中的 CO_2 比空气的传热能力大,因而通过空气的白金导线与通过 CO_2 的白金导线的电阻大小不同,于是产生电流在仪表的不同刻度盘上分别显示出燃烧效率的百分比及可燃混合气的空燃比,发动机在怠速、加速和高速等不同工况下,燃烧分析器将有不同的指示值。

红外线测定仪是测试分析汽车排气中的 CO 和 HC 成分的。其传感装置是一种非分散性的红外线光学座。它根据以规定频率吸收能量的原理,当 CO 和 HC 穿过每一光座中的红外线光束时,能量被吸收或挡住,CO 和 HC 的浓度越高,仪器的读数越大

早在 1941 年,美国索柯尔—摩别尔石油公司,取得被称为“光栅扫描”的专利权。它把发动机工作时各气缸的点火波形,上下循序地显示在阴极射线管屏幕上,这就是在发动机诊断中有着重要价值的示波器。

为了完成对发动机及其附件在模拟道路行驶工况下的测试,底盘测功器被研制出来。测试时,汽车驱动轮搁置在测功器的两个滚筒上,其中一个取力滚筒用水力(或电涡流、电感应、摩擦制动)的方法加载,这相当于被驱动的车轮对发动机施加了运行载荷。试验过程中,通过改变负荷和速度,完成对所有行驶工况下汽车的性能测定。近年来,迅速发展起来的汽车检测线,可对车辆的四轮定位、侧滑、制动、照明及废气排放等安全、环保性能进行全面检查。

3. 现代智能化仪具检测诊断

汽车技术的发展,使普通仪具检测诊断暴露出很大的局限性。为了适应汽车电控系统的检测诊断,人们开始了对传感器和微型计算机应用等方面的研究。传感器就是能够感知并检查出被观测对象信息的装置。汽车电子控制系统机理与结构的复杂性,要求其自身必须建立可靠的故障自诊断系统。1979 年美国通用公司首次在汽车上运用电子控制装置 ECU(Electronic Control Unit)自诊断系统。该系统由存储于 ECU 中的软件及相应的硬件构成。当汽车运行时,ECU 不断监控系统中各部分的工作情况,如果发生故障,ECU 根据故障的性质和程度,首先进入失效安全模式(也称安全回家模式),使汽车有可能行驶到附近的维修点排除故障。同时,将故障信息以代码的形式存贮,汽车维修时,利用专门的仪具和方法提取故障代码,据此排除故障后再将其清除。这种汽车自身诊断系统又称为 OBD(On Board Diagnostics)。世界各汽车制造厂商都自行设计了 OBD 的诊断插座,并且定义了各车型的故障码。OBD、OBD—I、OBD—II 是汽车电控诊断的三大系统,1994 年世界 20% 的汽车制造厂商采用 OBD—II 标准,1995 年增加到 40%,1996 年全面执行了该标准。OBD—II 系统具有标准相同的 16 脚诊断座,统一了各车型的故障代码及其含义,具有行车记录器功能和数值分析资料的传输功能。其资料传输线有两个标准,即欧洲标准 ISO(International Standards Organization)和美国统一标准 SAE(Society of Automotive Engineers)。1996 年后,许多美国生产的汽车在配备普通的 OBD—II 系统的同时,又增设了加强的 Enhanced OBD—II 诊断系统,它在很大程度上提高了通讯速度,而

且增加了对自动变速器、ABS 和 SRS 系统的诊断。

1.2 汽车电子控制技术的基础知识

方兴未艾的汽车电子控制技术,涉及到传感器、集成电路、电子显示器和微处理器等多种技术。为了更好地掌握与运用这些技术,有必要了解下面的基础知识。

1.2.1 半导体器件

半导体指导电性能介于金属和绝缘体之间的非离子性导电物质,半导体中杂质的含量和外界条件(如温度、光照等)的变化,都会改变其导电性。含有少量杂质,内部结构不很完整的半导体通常可分为 N 型和 P 型两类。利用半导体的特性可制成晶体管、集成电路和热敏元件等。

1. 晶体管

晶体管一般是用半导体材料硅(Si)和锗(Ge)制成,故有硅管和锗管之分。硅和锗的原子结构,其外层电子都是四个,即为四价元素。单晶体的硅和锗材料中,每相邻两个原子共用一对电子连接,称为共价键结构。硅和锗晶体中的共有电子极易受温度、光照、辐射等影响,使部分电子的动能增加,挣脱共价键的束缚成为自由电子,而其原来地方留下一个空位,这个空位很容易被附近的共有电子填补,这种共有电子的运动称为空穴运动。半导体中带有电荷运动的粒子有两种:即电子载流子和空穴载流子。纯净的硅或锗单晶中,电子和空穴是成对出现的,叫作电子—空穴对。若在纯净的半导体中掺入微量的杂质,其导电性能会有很大的变化,若掺入五价元素,由于其外层电子是五个,其中四个价电子与相邻的硅(或锗)原子的价电子形成共价键,而多余的一个电子成为电子载流子,这种靠电子导电的半导体称为 N 型半导体;若掺入纯净半导体内的杂质是三价元素,则其三个价电子与相邻的硅(或锗)原子的价电子形成共价键,晶格中少了一个电子,半导体便会有一个空穴载流子,这种主要靠空穴导电的半导体称为 P 型半导体。

晶体管包括二极管和三极管。

2. 闸流晶体管

闸流晶体管也称反向阻挡四极闸流晶体管,即可控硅,它是由二极管发展起来的一种大功率半导体器件。

1) 构成、性能及应用

闸流晶体管的结构与符号,见图 1-1,它是由四层硅半导体构成的三个 PN 结,其外层 P 区、N 区分别引出阳极和阴极,而由中间的 P 区引出控制极。

晶闸管是可控的单向导电开关,与二极管对比,它的正向导电受控制极电流的控制,与三极管的区别在于,它对控制极电流没有放大作用。它在汽车电路中的应用:充当电容放电式点火系切断点火线圈初级电流的开关;在刮水器中进行间歇刮水控制等。

2) 闸流晶体管的导通与关闭

晶闸管控制极的作用是触发晶闸管使其导通,导通的条件是在阴、阳极之间,及控制极与阴极之间同时加上正向电压,而正向控制电压即触发电压可以是直流,也可以是交流或脉冲信号。导通之后,控制极便失去控制作用,这时,即便控制极电流消失,晶闸管仍处于导通状态。只有当阳极电流减小到一定程度或使其断开,或在阴、阳极之间加一反向电压,晶闸管才能关闭。

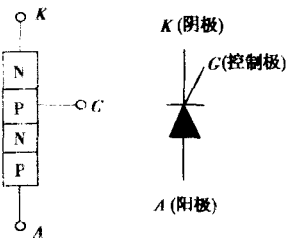


图 1-1 闸流晶体管的结构与符号

3. 集成电路

1) 构成及特点

集成电路是在一块半导体基片上,用特殊工艺将几十个、几百个,甚至上万个半导体元器件连接成具有特定功能的电子电路。与分立的电子元件对比,它具有体积小、质量轻、功耗少、成本低和可靠性高的特点。

2) 分类

(1)按结构可分为两类:一类是半导体集成电路,即在一块硅基片上集合了二极管、三极管、电阻和电容等器件;另一类是混合集成电路:它先把电阻、电容等元件和配线制做在绝缘的膜片上,然后装上三极管、二极管等。由于绝缘膜片的厚度不同,又有厚、薄膜集成电路之分。

(2)按集成度可分为三类,它们是:小规模集成电路(SSI)——所含元件数少于 100 个,或门电路数量少于 10 个,平均芯片表面积约 3mm^2 ;大规模集成电路(LSI)——其集成元器件为 100 ~ 1000 个,或门电路 10 ~ 100 个;超大规模集成电路(VLSI)——它的每个芯片上集成的元件超过 10 万个,平均芯片表面积为 30mm^2 。

(3)按功能分为两类:一是模拟集成电路:它用来处理和加工各种模拟信号。例如:运算放大器,可对不同的信号进行数学运算、处理、变换和测量,在汽车电路中的应用广泛。另一种是数字集成电路:它由开关元件构成,故也是一种开关电路,用于逻辑运算。由于它的输入、输出信号都是用脉冲的有无(有脉冲表示为“1”,无脉冲表示为“0”)或电位的高低表示(高电位表示为“1”,低电位表示为“0”),在一定条件下,它体现出一种因果判断关系,故数字集成电路也称为逻辑电路。

4. 热敏电阻

1) 构成

热敏电阻是一种对温度反应灵敏的热敏元件,它用半导体材料掺入适量的金属氧化物,在 1000℃ 以上的高温烧结而成,在汽车上多用于测温或温控电路。

2) 分类及其功能

(1)按工作温度分: - 20 ~ 130℃ 的用于测试水或大气的温度; 600 ~ 1000℃ 的用来测试汽车排气温度。

(2)按电阻值与温度的关系分为:负温度系数型(NTC 元件),其电阻值随温度的升高而减小;正温度系数型(PTC 元件),其电阻值随温度的升高而增加。

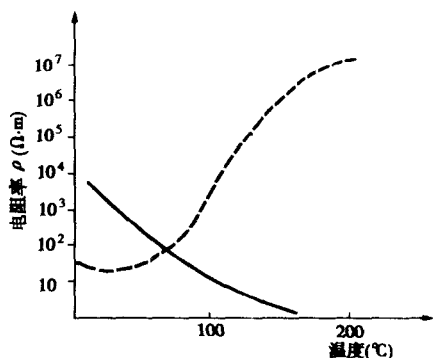


图 1-2 热敏电阻的特性曲线

3) 工作特性

图 1-2 是热敏电阻的电阻率与温度的关系曲线,可见,PTC 型电阻元件的电阻率在温度升高到某一定值后迅速上升,接近开路状态,因而它具有温度开关的作用,可用于座椅加热,后挡风玻璃除霜器等电热装置中,还可用在油量传感器和小功率电动机的保护装置中。

5. 光敏元件

它是一种能够吸收光线并将其传递给反应物产生光电效应的元件。

1) 分类

光敏元件主要有光敏电阻、光电二极管和光电三极管。

2) 工作原理

(1)光敏电阻:这是一种无结半导体元件,它利用半导体的光致导电特性,即半导体接收光照后产生空穴和电子,在复合之前由一个电极到达另一电极,使光电导体的电阻率发生变化——光照强度越大,电阻越小。目前应用最多的是硫化镉光敏电阻。

(2)光电二(三)极管

光电二极管有一个受到光照就发射电子的光敏阴极和一个搜集发射电子的阳极,当光敏阴极受到光或其他电磁辐射的照射时,发射出的电子被电位较高的阳极收集形成电流,电流的大小,在阳极电压保持不变的情况下,随光的强弱而变化。这种二极管的特性类似 NTC 电阻,光线越强,PN 结间

的等价电阻越小,二极管集电极电流越大,即表现为从截止向导通转化。

光电三极管与光电二极管的差别在于,它是正向接在电路中的,即它的发射极 e 接在光电二极管 N 极接点处,其集电极 c 接在光电二极管 P 极接点处,且光电三极管的光电流要比光电二极管的大。因而,在同一光电路中应用光电三极管时,工作电流应适当调整,光电三极管常用于光电耦合器中。

1.2.2 常用电子显示器件

汽车上应用较多的电子显示器是发光二极管显示器(LED)、荧光显示器(VFD)和液晶显示器(LCD),其中 LED 和 VFD 是发光显示,它们在电源接通后能自己发光;而 LCD 是非发光显示,需日光或人造光做光源。

1. 发光二极管

1) 结构及原理

这是一种特殊的半导体材料(如砷化镓)做 PN 结的二极管,当 PN 结空穴从 P 区流向 N 区,而电子由 N 区流向 P 区,电子与空穴产生复合结,在外加正向电压 1.5 ~ 2.0V 的作用下,二极管就导通,其芯片便发光。因为发光二极管的正向电阻很小,故应使用串联电阻器以限制电流。当施加反向电压时,二极管截止不再发光。

2) 特点及应用

发光二极管是一种固体发光器件,它的体积小,亮度高,工作电压低,频率响应快,其使用寿命可超过 5 万小时,它能在 1/12ms 的极短时间内导通,可用环氧树脂将单个 PN 结封装成半导体发光二极管,也可将多个 PN 结按段式或点阵式封装成半导体数码管或点阵式显示器,但由于它的发光亮度低,白天在阳光直射下看不清楚,难以实现大型显示。

2. 真空荧光管

它是一种低压真空管,发光原理类似电视机的显像管。其特点是工作电压低,驱动电流小,显示清晰,立体感强,使用寿命长,易于与控制电路连接,对环境温度的适应性强,因而它最早成为汽车仪表中发光型显示器件,应用比较广泛。

3. 液晶显示器

1) 结构及工作原理

液晶是液态晶体的简称,它是一种既有液体的流动性又有晶体某些化学特性的有机化合物,图 1-3 是液晶显示器的结构示意图,在两块涂有透明导电材料厚约 1mm 的玻璃基板间注有一层 5 ~ 20 μ m 厚的液晶,两玻璃基板的外表面分别贴有前(后)偏振片,为防止湿气和氧气侵入,该显示板完全密封。

当光线射入前偏振片时,仅有平行于偏振轴的光线通过,它经过液晶时旋转 90° 射入后偏振片,由于后偏振片轴与前偏振片轴垂直,故这些入射光线可以透过后偏振片并经反射镜反射,顺原路径返回,使液晶显示板形成一个背景发亮的整块图像。

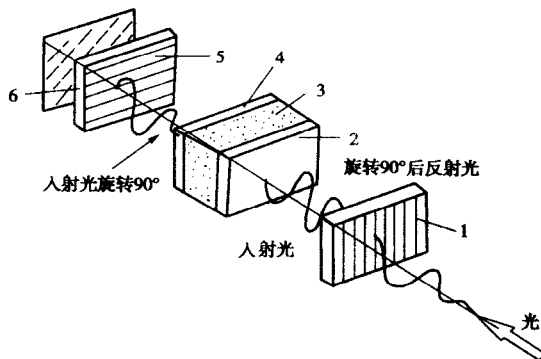


图 1-3 液晶显示器的结构示意图

1-前偏振片;2-前玻璃基板;3-液晶;4-后玻璃基板;5-后偏振片;6-反射镜

2)特点及应用

液晶显示属非发光型,白天可依赖日光显示,而夜晚必须有照明光源。它的优点是工作电压低(一般为 $3V$)、耗电少、显示面积大,显示的图形设计工艺简单,通过滤光镜可显示不同的颜色,在阳光的直射下显示不受影响,清晰度较高。它广泛应用于数显钟表、数字仪表、计算机及测试仪器中。

1.2.3 传感器

能感知测量某一被测物理量并转换成便于传递和处理的另一物理量的装置称为传感器。汽车上使用的传感器把非电量变成电量,经放大整形处理后,变成计算机等自动控制系统所能接收的电信号,再以数字量、模拟量或开关量的形式输出,作为各种控制系统的信息。传感器与电子电路和计算机结合起来,就能实现各种形式的测试与控制。

车用传感器大致分为电阻型、电磁感应型与霍尔型、压电型与发电型和光敏晶体型四大类。

1. 电阻型传感器

电阻型传感器又分变阻式、应变片式与热敏式。

1)变阻式

(1)结构及原理:图 1-4 所示的节气门位置传感器,是一种典型的变阻式传感器,它在 V_c 端子上施加 $5V$ 的电压,当可动触点随着节气门的开度

变化,在电阻片上滑动时, V_{TA} 端子上就会输出与节气门开度成正比的电压信号。

(2)特点及应用:变阻式传感器的结构简单,输出功率大,在汽车自动控制中的应用较多,比如量板式空气流量计、汽车踏板和转向盘的线式角位移量的测量计等。其不足之处是滑动触点易磨损,且其接触电阻不稳定,尤其是在振动时更为严重。

2)应变片式

(1)结构及原理

它具有高阻系数 $\phi 0.02 \sim 0.04\text{mm}$ 的栅状电阻丝作为敏感元件,其上下分别贴以覆盖层和基底作为支持片,并用两根 $\phi 0.2 \sim 0.3\text{mm}$ 的铜线作引线。使用时将传感器贴到被测的弹性元件上,弹性元件受力后变形,电阻丝也随之变形使电阻值改变。由于变形在弹性元件的弹性范围之内,其应变与电阻值的变化呈线性,可以通过测量电阻的变化了解到弹性元件的变形量,故它又称电阻应变式传感器。

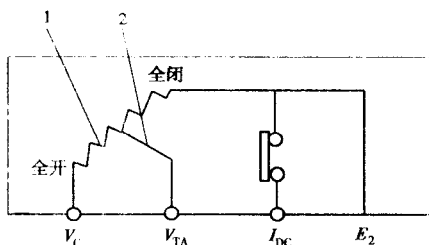


图 1-4 节气门位置传感器电路

1-变阻片;2-可动触点

(2)特点及应用

该型传感器的尺寸小,便于安装,许多机械量或力、位移、速度等物理量均可通过弹性元件与应变建立一定的关系,直到以应变片电阻的变化去测定非电量参数,这在汽车自动控制中具有广泛的应用。比如有的发动机进气歧管绝对压力传感器就是用半导体压力变换元件(硅片)电阻随压力变化的特性产生电信号,经过电子电路放大后,作为进气歧管的绝对压力信号输入 ECU 的。

3)热敏式

它又可分为热电阻式和热敏电阻式两种。

(1)热电阻式

①工作原理:它是用测电阻的方法来测非电量的,导线的电阻与温度有关。导线通电后所产生的热量一部分加热导线,一部分通过对流、传导及辐射而散入周围的介质中。在热稳定平衡的条件下,导线温度与其自身材质、介质的温度、运动速度、成分和密度等有关。这样可利用气流速度不同而引起导线“热线”电阻的变化原理来测定风速,也可利用气体不同成分导致导线电阻的变化来测定气体成分。

②应用举例:发动机控制系统中的热线式空气流量计,其工作原理示意

见图 1-5,在主空气通道中的 $\phi 70\mu\text{m}$ 白金丝制热线电阻 R_H 是惠斯顿电桥电路的一个臂,它在通电后发热引起电阻值变化。在施加给它的电功率不变的情况下,若流过的空气质量增多,带走的热量也增多,使热线的温度降低。如果要保持热线温度与吸入温度的差值相对恒定,必须让热线电流随空气质量的增大而增大,该电流由混合集成电路 A 控制,在 $50 \sim 120\text{mA}$ 间变化,并根据通过惠斯顿电桥电路中精密电阻 R_A 上的电压降的大小给出加热电流的输出信号。在电桥电路的另一臂上,有补偿电阻 R_K 和电桥电阻 R_B ,后者在流量计的最后调试中用激光修整,以便在预定的空气流量下调定空气流量计的输出特性。

(2) 热敏电阻式

①构成及工作原理:热敏电阻是半导体材料掺入适量的金属氧化物,在 1000°C 以上的高温下烧结而成,其电阻值随温度的不同而变化,工作特性因氧化物的掺入比例和烧结温度不同而异。

②应用:热敏电阻式传感器应用于温度的测量和控制,以及气压、风速、液面高度、红外线的测试等。在汽车上的应用十分广泛:工作温度在 $-20 \sim 130^\circ\text{C}$ 的热敏电阻,用于水和大气温度的检测,诸如:发

动机水温表水温传感器,空调系统对车内温度、湿度的控制,车窗玻璃的结露控制,以及发动机电控系统的进气温度传感器等。对于高温下的性能测试,可用工作温度 $600 \sim 1000^\circ\text{C}$ 的热敏电阻,如检测发动机排气成分的 TiO_2

氧传感器,就是利用 TiO_2 热敏元件周围氧分压的不同进行氧化或还原反应,使其自身的电阻值变化,来监控排气中的氧含量。

2. 电磁感应型传感器

这种传感器的基本原理是电磁感应现象,下面列举测量振动用的电磁感应传感器予以说明。

该型传感器原理见图 1-6。被测振动元件(若非铁磁材料则应在上面贴一层硅钢片等铁磁材料薄片)在振动时,与绕有感应线圈的永久磁铁产生相对运动,由于二者之间气隙的变化,感应线圈的磁通量也随之变化,从而产生感应电动势,其大小与磁通量对时间的变化率(即与被测振动元件的相对速度)成正比。

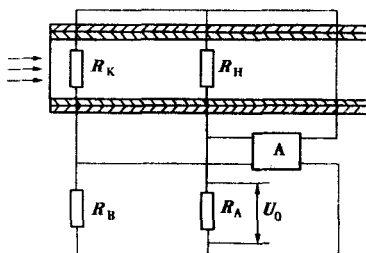


图 1-5 热线式空气流量计基本原理
A-混合集成电路; R_H -热线电阻; R_K -温度补偿电阻; R_A -精密电阻; R_B -电桥电阻

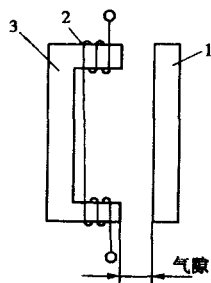


图 1-6 电磁感应传感器原理
1-铁磁材料(被测振动元件); 2-感应线圈; 3-永久磁铁