

高等职业教育汽车运用与维修专业教材



汽车检测设备 与维修

安相璧 马 效 主编
李树珉 夏均忠 主审



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高等职业教育汽车运用与维修专业教材

汽车检测设备与维修

安相璧 马 效 主编

李树珉 夏均忠 主审



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书较详细介绍了汽车检测与维修仪器设备的结构、使用及维护等相关知识。全书共分五章,主要内容包括汽车检测仪表基础知识;汽车发动机总成主要检测设备;汽车底盘检测设备;汽车电气电子检测设备;汽车整车性能检测设备。每章后均附有小结和思考题,以帮助读者更好的理解掌握书中内容。

本书可与同时出版的《汽车检测诊断技术》配套使用。可作为高等院校“汽车运用与维修”或“汽车运用工程”等专业的教材,也可作为广大汽车从业人员的自学参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

汽车检测设备与维修 / 安相璧, 马效主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2005. 8

高等职业教育汽车运用与维修专业教材

ISBN 7 - 5640 - 0473 - 8

I. 汽… II. ①安…②马… III. ①汽车 - 检测 - 车辆维修设备 - 高等学校: 技术学校 - 教材②汽车 - 车辆修理 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV. U472

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 062088 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(发行部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

电子邮箱 / chiefedit@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 / 16.25

字 数 / 380 千字

版 次 / 2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷

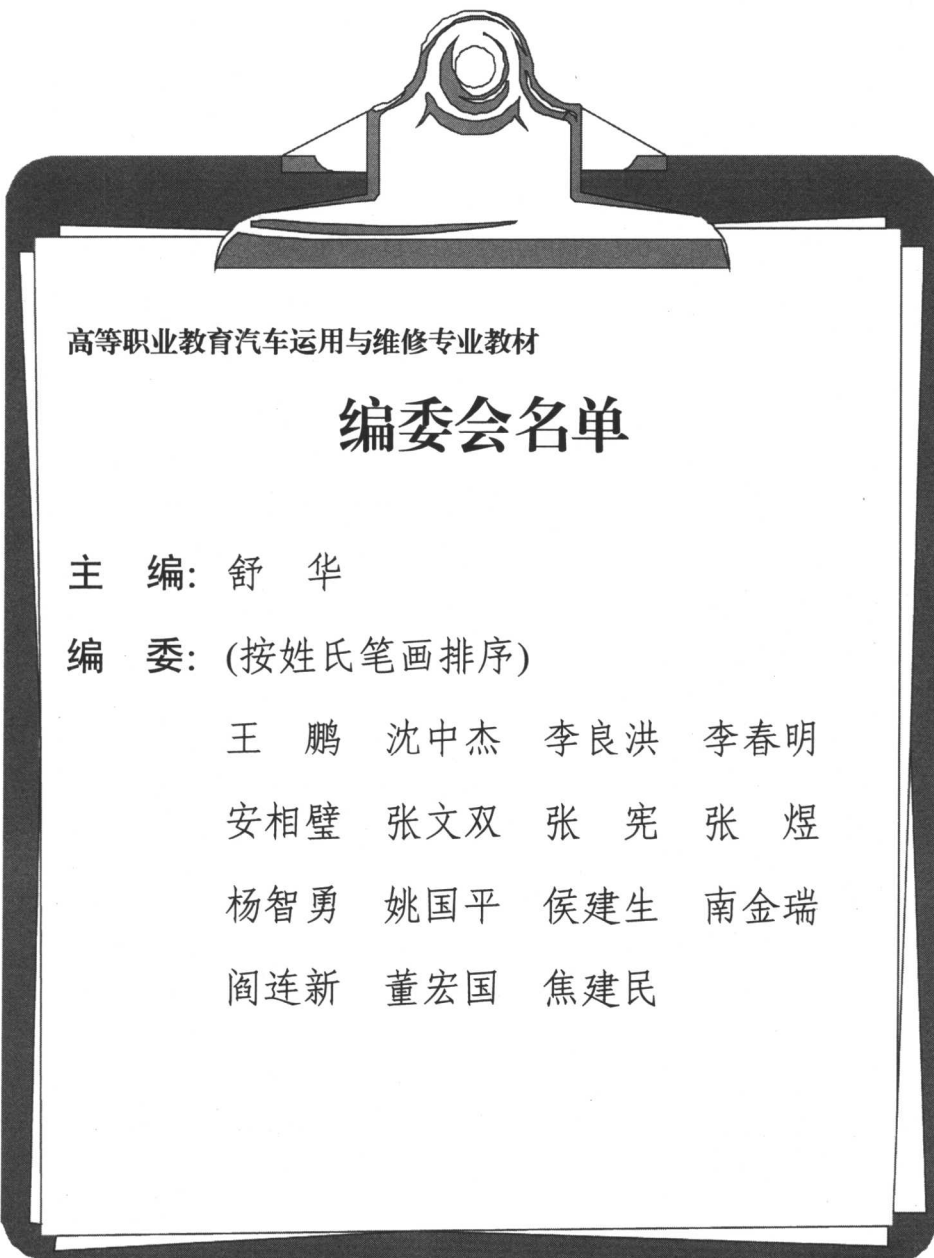
印 数 / 1 ~ 4000 册

定 价 / 24.00 元

责任校对 / 张 宏

责任印制 / 李绍英

图书出现印装质量问题,本社负责调换



高等职业教育汽车运用与维修专业教材

编委会名单

主 编: 舒 华

编 委: (按姓氏笔画排序)

王 鹏 沈中杰 李良洪 李春明

安相璧 张文双 张 宪 张 煜

杨智勇 姚国平 侯建生 南金瑞

阎连新 董宏国 焦建民

编写说明

汽车作为人类文明发展的标志,从1886年发明至今,已有100多年的历史。近几年,我国的汽车生产量和销售量都迅速增大,全国汽车拥有量大幅度上升。世界知名汽车企业进入国内汽车市场,促进国内汽车技术的进步。汽车保有量的急剧增加,汽车技术又不断更新,使得汽车运用与维修行业的车源、车种、服务对象以及维修作业形式都已发生了新的变化,使得技能型、应用型人才非常紧缺。

根据“职业院校开展汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训工程”的通知精神,并配合高等职业院校实施紧缺人才培养计划,北京理工大学出版社组织了一批多年工作在教学一线的优秀教师,根据他们多年的教学经验和实践经验,再结合高等职业院校汽车运用与维修专业的教学大纲要求,编写了本套教材。

本套教材既有专业基础课,又有专业技术课。在专业技术课中又分几个专门化方向组织编写,分别是:汽车电工专门化方向,检测技术专门化方向,汽车机修专门化方向,大型运输车维修技术专门化方向,车身修复技术专门化方向,技术服务与贸易专门化方向,汽车保险与理赔专门化方向。

本套教材是按照“高等职业教育汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养指导方案”的要求而编写。编写过程中强调应符合汽车专业教育教学改革的要求,注重职业教育的特点,按技能型、应用型人才培养的模式进行设计构思。本套教材编写中,坚持以就业为导向,以服务市场为基础,以能力为本位,培养学生的职业技能和就业能力;合理控制理论知识,丰富实例,注重实用性,突出新技术、新工艺、新知识和新方法。

本套教材适用于培养汽车维修、检测、管理、评估、保险、销售等方面的高技术应用型人才的院校使用。

本套教材经中国汽车工程学会汽车工程图书出版专家委员会评审,做了适量的修改,内容更具体,更实用,推荐出版。

汽车工程图书出版专家委员会



前言

汽车检测诊断已经从最初的人工眼看、耳听、手摸发展到现在的具有专家诊断系统功能的专用设备,因此现代汽车检测诊断技术中,检测设备成为检测对象和检测人员对话的桥梁,系统地了解和学习汽车检测设备的相关知识是当前广大汽车检测维修人员以及交通专业高校师生的迫切要求,基于此,我们编写了这本书。

本书编者在总结多年教学经验的基础上,参考大量相关书籍,在力求文字简练、通俗易懂的前提下,本着实用性、系统性和先进性相结合的原则,以汽车或发动机不解体检测设备为主,详细介绍了汽车常用检测设备的结构、使用方法、维护与维修等,同时突出了新设备、新技术的应用。本书具有较强的针对性和连贯性,是高职院校汽车运用与维修专业教材,也可作为汽车维修、汽车运输、汽车检测站技术人员的参考书。

本书主要内容有:概述部分从国内和国外的汽车发展和检测的历史和现状出发,简要说明汽车检测的必要性及其发展方向;第一章简要介绍汽车仪器仪表、常用传感器以及汽车检测计量基础知识;第二章重点介绍汽车发动机总成主要检测设备;第三章介绍汽车底盘检测设备;第四章介绍汽车电气电子检测设备;第五章介绍汽车整车性能检测设备以及室内安全检测设备。

本书由安相璧、马效主编,赵传利、齐志鹏副主编,郁一坤、马麟丽、但佳璧、陈成法、印艺生、刘建军、张爱民、张建基、刘瑞林、邓成林、姜大海、资新运等参加编写,李树珉、夏均忠主审。

由于时间仓促,加之水平有限,书中错漏之处,恳请读者批评指正。

编者

2004年12月于天津



目 录

概述	1
第一章 基础知识	5
第一节 仪器仪表基础	5
第二节 传感器基础知识	10
第三节 常用电动机	27
第四节 检测设备智能化基础	37
第五节 检测设备的计量检定	43
第二章 发动机检测设备	51
第一节 发动机检测设备概述	51
第二节 发动机无负荷测功仪	51
第三节 发动机密封性检测设备	56
第四节 内窥镜	61
第五节 发动机转速仪	65
第六节 发动机综合性能分析仪	69
第七节 内燃机试验台架	81
第三章 底盘检测设备	96
第一节 转向系检测设备	96
第二节 悬架系统检测设备	100
第三节 车轮定位检测设备	111
第四节 侧滑试验台	124
第五节 车轮平衡检测设备	133
第四章 电气与电子控制系统检测设备	143
第一节 汽车万用表	143
第二节 汽车示波器	146
第三节 随车诊断系统	151
第四节 传感器模拟测试仪	156
第五节 故障解码器	161

第五章 整车性能检测设备	165
第一节 动力性能检测设备	165
第二节 经济性能检测设备	178
第三节 制动性能检测设备	187
第四节 平顺性能与操纵稳定性能检测设备	208
第五节 前照灯性能检测设备	215
第六节 车速表试验台	223
第七节 汽油车排放污染物检测设备	227
第八节 柴油车排放污染物检测设备	236
第九节 噪声检测设备	243
参考文献	250

概述

汽车检测诊断是汽车维修必不可少的手段。交通部《汽车运输业车辆技术管理规定》指出：“汽车维修应贯彻视情修理的原则，即根据车辆检测和鉴定的结果，视情按不同作业范围和深度进行，既要防止拖延修理造成车况恶化，又要防止提前修理造成浪费。”“车辆检测诊断技术，是检查、鉴定车辆技术状况的重要手段，是促进维修技术发展，实现视情修理的重要保证。各地交通运输管理部门和运输单位应积极组织推广检测诊断技术。”视情维修制度最大限度地发挥了汽车零部件的潜力，减少了不必要的拆装作业，极大地提高了机器的使用可靠性和经济效益。

如果没有一定的检测手段，就谈不上汽车维修制度的改革。由于汽车保有量大幅度增长和汽车大量采用新装置和新技术，造成了熟练汽车维修工的大量不足，单纯凭经验修理和现代的要求不适应，这就必须采用检测和诊断设备，以提高维修效率。正确使用检测设备，是保证检测质量、提高维修水平的前提。随着现代汽车技术的发展，特别是电子技术的应用，以前汽车进行检测中光靠“望”、“闻”、“摸”、“切”方式，已经被安全、迅速、准确地利用各种先进仪器设备和对汽车进行不解体检测所代替。

一、发达国家检测设备的发展概况

随着计算机技术的发展，现代的汽车检测技术水平也有很大的提高。在一些发达国家，现在已基本实现汽车检测、诊断和控制的自动化、数据采集处理自动化、检测结果直接显示、打印等现代检测技术，广泛使用如汽车制动检测仪、发动机分析仪、发动机诊断仪、全自动前照灯检测仪、电脑四轮定位仪等检测设备，有的还具有先进的全自动功能。

计算机技术在汽车检测技术领域的广泛应用，现已出现集检测工艺、操作、数据采集和打印、存储、显示等功能于一体的系统软件，使汽车检测线实现了全自动化。这样不仅可避免人为的判断错误，提高检测准确性，而且还可以把受检汽车的技术状况储存在计算机中，既可作为下次检验的参考，还可供处理交通事故时参考。

总的来讲，发达国家的汽车检测在技术上向智能化、自动化检测方向发展，在检测基础技术方面已实现了标准化，在管理上已实现了制度化。这些已为交通安全、环境保护、降低运输成本、提高燃油经济性和运力利用率等方面带来了明显的社会效益和经济效益。

二、国内检测设备发展概况

我国自 20 世纪 60 年代以来就开始了汽车检测技术的研究，进行了部分检测仪器的研究和开发，但由于种种原因，总的来讲，诊断和检测技术起步和发展较晚较慢。自从跨入 20 世纪 80 年代以来，我国国民经济得到快速的发展，特别是随着汽车制造业和公路交通运输业的发展，机动车保有量也迅速增加到目前约 2 000 万辆的水平。

汽车检测技术有很大的提高:从单一性能检测到综合性能检测,取得了很大的进步;尤其是检测设备的研制、开发、生产得到了快速发展,缩小了与先进国家的差距。检测通用的制动试验台、侧滑试验台、底盘测功机等,已大量使用国产设备。我们虽然已经取得了很大的进步,但与世界先进水平相比,还有一定距离,而且由于各地经济发展的不平衡,沿海发达省份与内地不够发达地区仍然有相当大的差距。

① 汽车造成的安全和环境问题日益受到政府的重视:如何保证车辆安全运行并且不造成社会公害,特别是对大城市形成的环境问题,逐渐提到政府的议事日程并受到社会的广泛重视,因而极大地促进了汽车诊断与检测技术的发展,使之成为重点推广项目。

② 基本形成全国性的汽车技术性能和安全性能的检测网:交通部门开始有计划地在全国公路运输系统筹建数百家汽车综合检测站,同时公安、石油、冶金、外贸等系统和部分大专院校,也建成了相当数量的汽车安全检测站和其他专业检测站,基本形成全国性的检测网。

③ 研究、开发、应用检测设备已有相当的规模,全国各地的维修企业使用的国产和进口检测设备很普遍,有的国产仪器设备销往国外。可以预见,随着交通运输业和整个国民经济的发展,我国的汽车诊断与检测技术必将获得进一步发展,而且会取得十分明显的经济效益和社会效益。

④ 形成了一批汽车的检测法令和法规:交通部在 13 号部令《汽车运输业车辆技术管理规定》、28 号部令《汽车维修质量管理办法》和 29 号部令《汽车运输业车辆综合性能检测站管理办法》中,对汽车诊断与检测技术、检测制度和综合性能检测站等均有明确规定,为规范汽车检测行为提供了法律依据。

三、我国汽车检测设备和技术的发展方向

纵观发达国家的汽车检测技术的进步,我国汽车检测技术要发展,应该从汽车检测技术标准、汽车检测设备智能化和汽车检测管理网络化等方面进行研究和发展,主要应包括以下几方面的内容。

1. 检测管理应向网络化方向进步

目前我国汽车综合性能检测站虽部分实现了计算机管理系统检测,但各站的计算机测控方式千差万别,即使采用计算机网络系统技术,也仅仅是一个站内部实现了网络化。随着技术和管理的进步,今后汽车检测应实现真正的局域网络化,做到信息资源共享、硬软件资源共享。在此基础上,利用信息高速公路将全国的汽车综合性能检测站联成一个广域网,使上级交通管理部门可以即时了解各地区车辆技术状况。

2. 加强基础检测技术的规范化要求

在检测技术发展过程中我们既要重视硬件技术,还应加强检测方法、限值标准等基础性技术的研究,随着检测手段的完善,应完善与硬件相配套的检测技术软件的建设。为此应重点开展汽车检测技术基础研究,主要项目有以下几个方面:

① 制定和完善汽车检测项目的检测方法和限值标准,如准确有效的发动机排放检测、驱动轮输出功率、底盘传动系的功率损耗、加速时间和距离、发动机燃料消耗率、悬架性能、可靠性等;

② 制定营运汽车技术状况检测评定细则,统一规范全国各地的检测要求及操作技术;

③ 制定用于综合性能检测站大型检测设备的形式认证规则,以保证综合性能检测站履行

其职责。

3. 汽车检测设备智能化

国外的汽车检测设备已大量应用光、机、电一体化技术,并采用计算机测控,有些检测设备具有专家系统和智能化功能,能对汽车技术状况进行检测,并能诊断出汽车故障发生的部位和原因,引导维修人员迅速排除故障。我国目前的汽车检测设备在采用专家系统和智能化诊断方面与国外相比还存在较大差距,如四轮定位检测系统、电喷发动机综合检测仪等,主要还依靠进口,今后我们要在汽车检测设备智能化方面加快发展速度。

经过几十年的发展,故障诊断技术达到了较高的水平。现代数学、信息科学强大的渗透力,计算机技术、电子技术、人工智能技术更广泛、更深入的应用,推动了机器诊断技术向如下几个方面发展:

① 检测仪表智能化。微型计算机、单片机将成为诊断仪器的一个组成部分,诊断技术的自动化、智能化水平将进一步提高。

② 新的诊断理论。新的诊断理论不断发展,模糊集理论、神经网络、混沌理论相结合,为故障分析开辟了新的途径。故障诊断将向多参数综合发展,近似推理、模糊识别、专家系统将得到更广泛的应用,故障诊断的速度更快,诊断的准确度将进一步提高。

③ 网络技术。网络技术的异军突起给机器故障诊断注入了新的活力,互联网为故障诊断提供源源不断的信息。人们可以通过网上查询法迅速获得需要的大量资料,而且可以通过热线咨询,随时得到具有高水平的“故障诊断专家系统”的指导。通过网络技术,可以将传感器检测到的数据远程传输到计算中心处理。同时,计算中心将分析结果反馈回现场指导故障诊断。不久的将来,可视网络技术将投入应用,远在千里之外的专家能像在现场一样,一步一步地指导检修人员诊断和排除故障。

四、加速培养高层次汽车检测、管理人才

我国加入 WTO 后,随着汽车进口关税的逐步降低,具有高技术含量的进口汽车将大量涌入,汽车维护市场势必更加开放,国外汽车维修企业也将迅速进入中国市场。我国汽车维修业将面临前所未有的竞争压力和发展机遇,这对我国汽车维修业的技术和质量提出了更高、更严的要求,也提出了挑战。

当前我们面临的核心问题是如何提高企业服务的科技含量和专业技术水平,采用先进的手段和设备,提高经营管理现代化水平。同时随着汽车电子技术的发展,高科技含量的电子化检测、维修设备将在维修业迅速得到普及。充分运用现代化检测手段,提高维修技术水平的做法,体现了现代汽车维修、检测技术水平的发展方向。

由于形势的发展,科学技术的进步,汽车维修的内涵正在发生着革命性的变化。要适应这种挑战,教育是基础,加速培养具有较高学历层次的汽车维修、检测技术与管理人才,是我国汽车维修业实现可持续发展的基本要求。

小 结

通过学习明确汽车检测与修理的关系,清楚我国汽车检测与发达国家的差距,以及我国汽车检测的发展方向。

思考题

1. 汽车检测有哪些作用?
2. 汽车检测设备性能改善的方向是什么?
3. 汽车检测的基本项目有哪些?
4. 汽车检测设备的主要类型有哪些?
5. 何谓智能化检测设备?

第一章 基础知识

第一节 仪器仪表基础

一、检测仪表的组成

检测仪表是能确定所感受的被测变量大小的仪表。检测仪表既可以由许多单独的部件组成,也可以是一个不可分的整体。前者多用于复杂仪表或实验装置中,后者多为工业用的简单仪表。不管是简单仪表还是复杂仪表,原则上它们均是由几个环节组成。对于简单仪表,只不过各个环节的界线不大明显而已。这几个环节是:传感器、接口及调制电路、显示器和传输通道。检测仪表的方框图如图 1-1-1 所示。

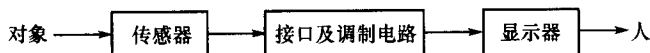


图 1-1-1 检测仪表的方框图

1. 传感器

传感器是感受被测量,并按一定规律将其转换成同种或别种性质输出量的装置。它是检测仪表与被测对象直接发生联系的部分,传感器的好坏直接影响检测的质量。

2. 接口及调制电路

传感器输出往往不能满足显示电路的要求,因此传感器与显示器之间需要有接口及调制电路。

典型的接口及调制电路由电桥、激励源、放大、滤波、线性化、隔离、偏置、阻抗变换、电平变换以及各种各样的计算(模拟量或数字量)电路组成,经信号调整,将被测信号放大成数据采集系统的标准信号($0 \sim \pm 10 \text{ V}$)或把它转换为控制系统所用标准信号($4 \sim 20 \text{ mA}$)。

3. 显示器

测量结果需要显示,显示器是人和仪表连接的主要环节,它有指示式、数字式和屏幕式三种。

① 指示式显示,又称模拟显示。被测量值的大小由指示器或指针在标尺上的相应位置表示。多数指示仪表的结构简单,价格低廉,显示直观,一直被大量使用。这类仪表有些还带有记录装置,能以曲线形式绘出被测量随时间的变化。记录曲线便于观察被测量的变化过程 and 变化趋势。但这种仪表读数的精确程度受标尺最小分度的限制,且读数会引入主观误差。

② 数字式显示,以数字形式给出被测量的大小,也可附加打印设备,打印数据。数字式显示减少了主观读数的误差,提高了读数精度,还能方便地与计算机联用。这种仪表正在越来越多地被采用。

③ 屏幕显示,实际上是一种图形显示方式。它可以显示一个或多个被测量,以数字或曲

线形式显示。它综合了前两种显示的优点,有利于对一组测量值进行比较分析。

4. 传输通道

传输通道的作用是连接仪表的各个环节,给各个环节的输入、输出提供通路。信号的传输方式一般可分为如图 1-1-2 所示的几种方式。

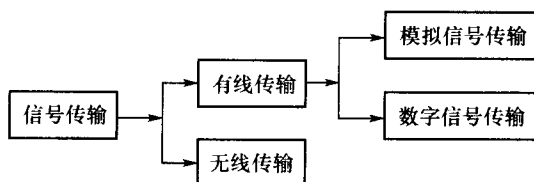


图 1-1-2 信号传输的几种常见方式

工业生产中应用比较多的是有线信号传输,即用电缆或导线传输直流电压或电流信号。随着数字技术的发展,数字化传感器的应用使数字信号传输日益广泛。数字信号传输可以大大提高抗干扰能力,同时由于数字信号传输采用多路数据采集系统,增加了信号处理能力,减少了线路安装与维护方面的投资。目前,随着远距离测量技术与遥感技术的发展,信号的无线传输显得越来越重要。

传输线路选择不当,容易造成信号大量损失,若阻抗不匹配,还可能导致灵敏度降低;若抗干扰措施不力,将使信号严重失真。因此选用何种传输线路必须引起足够重视。

二、检测仪表的基本性能

检测仪表的基本特性是指输出对输入的响应质量,它包括静态特性和动态特性两大类。

当被测量是恒定量或缓慢变化量时,可通过一些静态指示衡量。当测量变化较快时,必须研究输入量变化过程中输出量响应的动态误差,这时必须通过检测仪表的动态性能指示衡量。

1. 静态特性

所谓静态特性是指被测量处于稳定状态下,仪表输出与输入之间的关系。一个测量系统(没有滞后和蠕变效应的情况),其静态特性可由一个多项式表示

$$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \cdots + a_n x^n \quad (1-1-1)$$

式中 x ——输入量;

y ——输出量;

$a_0, a_1, a_2, \cdots, a_n$ ——系数。

仪表的基本性能可通过如下的性能指标表示。

(1) 仪表的精确度

仪表的精确度是指仪表的指示值与被测量(约定)真值的一致程度。精确度包括两个方面,即精密和正确的程度。精密是指在一定条件下进行多次测量时,随机误差小,测量结果比较集中且仪器的分辨率高。正确是指在规定的条件下,系统误差小,测量结果比较正确。精确度综合反映了各类误差,综合误差小,精确度高。

仪表按精确度高低来划分等级,简称为精确等级,由国家统一规定。工业仪表常见的精确等级有 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 和 5.0。该数字反映了仪表允许基本误差的极限。例如某仪表为 0.5 级,即表示该表允许的最大误差为 0.5%。

(2) 测量范围与量程

测量范围指被测量变量可按规定精确度进行测量的范围。量程指范围的上限值与下限值之差。

$$\text{量程} = Y_{\max} - Y_{\min} \quad (1-1-2)$$

式中 $Y_{\max}$ ——范围的上限值；

$Y_{\min}$ ——范围的下限值。

(3) 线性度误差

理想情况下,仪表输出与输入应成线性关系,其图形是一条理想直线。实际上从静态特性可知,输出除了有 $(a_0 + a_1 x)$ 项外,还包含有高次项分量,校准曲线将是变化程度不同的曲线,校准曲线与理想直线关系如图 1-1-3 所示。输入-输出特性的非线性,用线性度误差来衡量。线性度误差是指校准曲线与规定直线之间的最大偏差,通常以量程的百分数来表示。

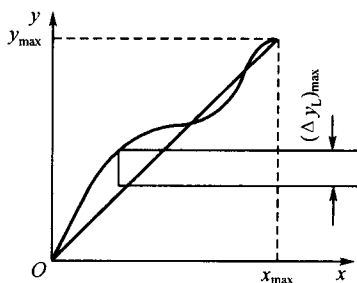


图 1-1-3 校准曲线与理想直线的关系

$$\delta_L = \frac{|\Delta y_L|_{\max}}{y_{\max} - y_{\min}} \times 100\% \quad (1-1-3)$$

式中 δ_L ——线性度误差；

$(\Delta y_L)_{\max}$ ——校准曲线与理想直线之间的最大偏差；

$y_{\max} - y_{\min}$ ——仪表的输出量程。

(4) 灵敏度

灵敏度是反映仪表的被测参数变化的灵敏程度。灵敏度用仪表的输出变化值除以相应的输入变化值 (Δx) 表示

$$K = \frac{\Delta y}{\Delta x} \quad (1-1-4)$$

对线性系统,灵敏度就是特性曲线的斜率, K 为一常数;对非线性系统的灵敏度为特性曲线某点处切线的斜率,它随输入量的变化而变化。

(5) 回差

回差也称变差。是指在全范围内,同一输入对应的上、下行输出之间的最大差值,用最大差值与输出量程比值的百分数表示,如图 1-1-4 所示。

$$\delta_v = \frac{(\Delta y_v)_{\max}}{y_{\max} - y_{\min}} \times 100\% \quad (1-1-5)$$

式中 $(\Delta y_v)_{\max}$ ——全范围内上、下行输出的最大差值；

$y_{\max} - y_{\min}$ ——仪表的输出量程。

(6) 死区

死区指输入变量的变化不致引起输出变量有任何可察觉变化的有限区间。用有限区间与输入量程比值的百分数表示,如图 1-1-5 所示。

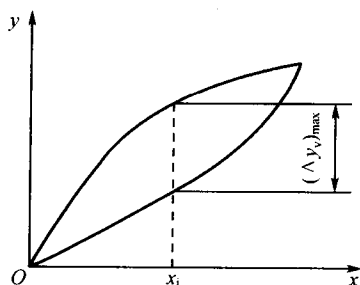


图 1-1-4 回差示意图

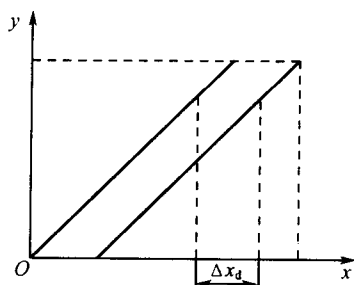


图 1-1-5 死区的示意图

$$\delta_d = \frac{\Delta x_d}{x_{\max} - x_{\min}} \times 100\% \quad (1-1-6)$$

式中 Δx_d ——输入变量变化不致引起输出变量有任何可察觉变化的有限区间；

$x_{\max} - x_{\min}$ ——仪表的输入量程。

(7) 滞后误差

滞后误差指在全范围内被测量值上、下行程的两条校准曲线间最大偏差减去死区值。用最大偏差减去死区值除以输出量程的百分数表示，如图 1-1-6 所示。

$$\delta_H = \frac{(\Delta y_H)_{\max}}{y_{\max} - y_{\min}} \times 100\% \quad (1-1-7)$$

式中 $(\Delta y_H)_{\max}$ ——同一条件下的最大滞后偏差；

$y_{\max} - y_{\min}$ ——仪表的输出量程。

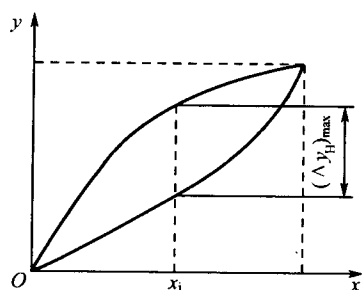


图 1-1-6 滞后误差

(8) 其他名词术语

① 分辨率。指示装置可有意义地区分两紧邻所示量值的能力。对于数字输出的仪表，经常理解为输出(显示)的最小变化。

② 阈值。能引起传感器输出的被测量的最小变化值称为传感器的阈值。

③ 重复性。在同一工作条件下，仪表对同一输入、按同一方向，连续多次测量时输出值间的相互一致程度。

④ 漂移。仪器仪表输入-输出特性随时间慢变化现象称为漂移。

为了使测量准确，要求静态响应良好，即希望测量系统有合适的测量范围和量程，足够的灵敏度、分辨力和重复性，尽量小的阈值、线性度误差、回差和漂移，从静态角度满足测量精确定度的要求。

2. 动态特性

动态特性是指仪表或系统的输入信号随时间变化的响应特性。

仪表或系统的输出与输入实际值的差异称动态误差。引起动态误差的原因是由于测量元件或系统中各种运动惯性及能量传递需要时间所造成的。衡量运动惯性和能量传递快慢常用时间常数和传递滞后时间(又称为时滞或死时)表示，对于衰减振荡的对象常用上升时间、峰值时间、建立时间及瞬时过冲等指标来衡量。

三、检测控制系统简述

所谓系统是指由相互作用、相互联系并具有特定功能的部件组成的整体。它具有组成性、整体性、层次性、目的性、对环境的相对独立性等特点。控制系统是指采用控制装置使被控对象（如机械设备的运行或生产过程的进行）自动地按照给定的规律运行，使被控对象的一个或数个物理量（如电压、电流、速度、位置、温度、流量、浓度等）能够在一定的精度范围内按照给定的规律变化。检测控制系统除具有控制系统的功能外，还具有检测现场数据的功能。

控制系统有两种最基本的形式，即开环控制和闭环控制。开环控制是一种最简单的控制形式，其特点是在控制器与被控对象之间只有正向控制而没有反向控制，即系统的输出量对控制量没有影响。开环控制系统的示意框图如图 1-1-7 所示。

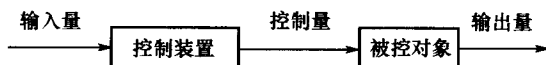


图 1-1-7 开环控制系统示意图

在开环控制系统中，对于每个参考输入量，就有一个与之相对应的工作状态和输出量。系统的精度取决于元器件的精度和特性调整的精度。当系统的内扰和外扰影响不大并且控制精度要求不高时，可采用开环控制方式。

为了实现各种复杂的控制任务，首先要将被控对象和控制装置按照一定的方式连接起来，组成一个有机的整体即自动控制系统。在自动控制系统中，被控对象的输出量，即被控量是要求严格加以控制的物理量，它可以要求保持为某一恒定值，例如恒速度、恒电流等，也可以要求按某一给定规律运行，例如记录特性曲线、车辆运行轨迹等。控制装置可以采用不同的原理和方式对被控对象进行控制，最基本的一种是反馈控制系统。

在反馈控制系统中，控制装置对被控对象施加的控制作用是取自被控制量的反馈信息，用来不断地修正被控量的偏差，从而不断地修正被控对象进行控制的任务，这就是反馈控制的基本原理。

事实上，在我们的日常生活中，人的一切活动都体现出反馈控制的基本原理。人取书可视为一个反馈控制系统，手是被控对象，手位置是被控量（即系统的输出量），产生控制作用的机构是眼睛、大脑和手臂，统称为控制装置，其工作原理如图 1-1-8 所示。

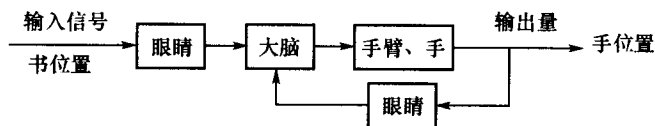


图 1-1-8 人取书的反馈控制系统方框图

在汽车自动检测线控制系统中，被检测车辆的到位就是一个有驾驶员参加的反馈控制系统，其原理和上面举的例子相似。由于引入了被控量的反馈信息，整个控制过程成为闭合的，因此反馈控制也称为闭环控制。

在工程实践中，为了实现对被控对象的反馈控制，系统中必须配置具有人的眼睛、大脑和