



高职高专交通运输类“十五”规划教材

汽车检测设备应用技术

张建俊 主编



机械工业出版社
China Machine Press

高职高专交通运输类“十五”规划教材

汽车检测设备应用技术

	张建俊	主 编
李建民	宋年秀	副主编
	刘文霞	主 审



机械工业出版社

本教材共分5章,以在用汽车不解体检测设备(包括诊断设备)应用技术为主,分别介绍了汽车检测设备基本知识和汽车检测诊断基础理论、汽车检测站、发动机检测设备应用技术、底盘检测设备应用技术、整车检测设备应用技术等内容,并贯彻执行了国家和行业标准中有关汽车检测诊断的技术标准。

本教材重点介绍了发动机、底盘和整车现代检测设备的结构、工作原理和使用方法,突出了新设备、新技术和应用技术,内容上加强了针对性和应用性,力求把传授知识和培养能力有机地结合起来,特别注意了对学生分析问题和解决问题能力的培养。

本书可作为高等职业教育交通运输类通用教材,亦可作为汽车制造、汽车运输、汽车维修、汽车检测站工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车检测设备应用技术/张建俊主编. —北京:机械工业出版社,2002.7
高职高专交通运输类“十五”规划教材
ISBN 7-111-10044-1

I. 汽… II. 张… III. 汽车—检测—车辆维修设备—高等学校:技术学校—教材 IV. U472.9

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第033928号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:蓝伙金 版式设计:冉晓华 责任校对:张晓蓉
齐福江

封面设计:姚毅 责任印制:路琳

中国建筑工业出版社密云印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002年7月第1版·第1次印刷

787mm×1092mm¹/16·15.25印张·378千字

0 001—4000册

定价:26.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是根据全国高等院校汽车运用工程专业教学指导委员会第二届六次会议确定的高职高专交通运输类“十五”规划教材编写计划编写的。本教材编写大纲广泛征求了有关院校的意见，符合国家教育部关于对高职教育的要求，可作为高职高专交通运输类通用教材，亦可作为汽车制造、汽车运输、汽车维修、汽车检测站工程技术人员的参考书。

全书共分5章，以在用汽车不解体检测设备（包括诊断设备）应用技术为主，分别介绍了汽车检测设备基本知识和汽车检测诊断基础理论、汽车检测站、发动机检测设备应用技术、底盘检测设备应用技术、整车检测设备应用技术等内容，并贯彻执行了国家和行业标准中有关汽车检测诊断的技术标准。

本书既有较强的理论性、实践性，又有较强的综合性，并根据高等职业教育的特点和社会需求，在基本知识与基础理论、检测设备的结构与工作原理、检测诊断的方法等内容上加强了针对性和应用性，突出了新设备、新技术和应用技术，力求把传授知识和培养能力有机地结合起来，特别注意了对学生分析问题和解决问题能力的培养。

本书由山东交通学院张建俊高级实验师主编，由山东交通学院李建民副教授和青岛建筑工程学院宋年秀副教授任副主编。参编人员编写内容如下：张建俊编写第一章、第二章、第三章第八至第十三节、第四章第六节和第五章；李建民编写第三章第一节至第七节；宋年秀编写第四章第一节至第五节和第七节。

本书由黑龙江工程学院刘文霞副教授主审，对全书进行了认真审阅，并提出了许多宝贵意见，深表谢意。

本书在收集资料过程中，得到了山东交通学院运达检修设备公司金兴民经理、安国建所长、彭少成业务经理、范艳辉讲师、高教研究室金玉福主任和汽车系刘圣田副教授的大力支持，全书还参阅了许多国内公开出版、发表的文献和检测设备使用说明书，在此一并致谢。

由于时间仓促和编者水平所限，本书难免有不当甚至谬误之处，恳请使用本教材的师生和读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 概述 1

第一节 汽车检测设备应用技术发展概况 1

一、国外发展概况 1

二、国内发展概况 1

三、我国有关规定 2

第二节 汽车检测设备的基本知识 3

一、检测系统的基本组成 3

二、智能化检测系统简介 4

三、测量误差和精度简介 7

四、检测设备的使用维护与故障处理 9

第三节 汽车检测诊断的基础理论 10

一、诊断参数 10

二、诊断标准 14

三、诊断周期 17

第四节 汽车维修企业应配备的检测设备 19

一、一类汽车维修企业应配备的检测设备 19

二、二类汽车维修企业应配备的检测设备 20

三、三类汽车维修企业应配备的检测设备 21

第二章 汽车检测站 23

第一节 汽车检测站概述 23

一、检测站的任务 23

二、检测站的类型 23

三、检测站的组成和工位布置 25

四、各工位设备与检测项目 27

第二节 汽车检测站检测工艺程序 34

一、检测工艺路线 34

二、检测工艺程序 36

第三节 汽车检测线的微机控制系统 41

一、微机控制系统的功能和要求 41

二、微机控制系统的组成 42

三、微机控制系统的控制方式 43

四、微机控制系统的使用方法 44

第三章 发动机检测设备应用技术 46

第一节 发动机无负荷测功仪应用技术 46

一、稳态测功和动态测功 46

二、无负荷测功原理 47

三、无负荷测功仪及使用方法 48

四、诊断参数标准 51

五、单缸功率的检测和单缸转速降 51

第二节 气缸密封性检测设备应用技术 52

一、气缸压缩压力检测仪(表)应用技术 52

二、曲轴箱漏气量检测仪应用技术 55

三、气缸漏气量检测仪应用技术 57

四、气缸漏气率检测仪应用技术 58

五、真空表应用技术 59

第三节 汽油机点火示波器应用技术 60

一、示波器概述 60

二、汽油机点火示波器 62

三、波形类别 64

四、波形上的故障反映区 64

五、示波器使用方法 65

六、电子点火系点火波形的特点 69

第四节 柴油机压力示波器应用技术 70

一、柴油机压力示波器的检测项目 70

二、压力波形和针阀行程波形介绍 70

三、波形观测方法 72

第五节 发动机异响示波器应用技术 75

一、发动机异响概述 75

二、示波器诊断异响的基本原理 76

三、异响波形的观测方法 77

第六节 点火正时检测仪应用技术 80

一、检测点火正时的原则 80

二、闪光正时检测仪及点火正时的检测 81

三、缸压法及点火正时的检测 82

四、电控汽油喷射发动机点火提前角的检测 83

第七节 供油正时检测仪应用技术 83

一、概述 83

二、闪光法和缸压法检测供油正时简介 84

第八节 燃油泵试验计应用技术	85	第四节 转向参数检测仪应用技术	140
一、燃油泵试验计的基本结构	85	一、转向盘自由转动量的检测	140
二、燃油泵试验计的使用方法	85	二、转向盘转向力的检测	141
第九节 机油品质检测分析设备应用技术	87	三、诊断参数标准	141
一、理化性能指标检测法	88	第五节 车轮动平衡机应用技术	142
二、滤纸斑点分析法	89	一、车轮不平衡概述	142
三、清净性分析法	90	二、车轮不平衡检测原理	143
四、介电常数分析法	91	三、离车式车轮动平衡机及使用方法	145
五、光谱分析法	92	四、就车式车轮动平衡机及使用方法	146
六、铁谱分析法	94	五、几点重要说明	147
七、磁性探测器分析法	96	第六节 悬架和转向系检测仪应用技术	148
第十节 工业纤维内窥镜应用技术	97	一、悬架和转向系检测仪的基本结构和 工作原理	149
一、纤维内窥镜的基本结构	97	二、悬架和转向系检测仪的使用方法	150
二、纤维内窥镜的工作原理	98	第七节 悬架装置检测台应用技术	150
三、纤维内窥镜使用方法	98	一、概述	150
第十一节 解码器应用技术	100	二、悬架装置工作性能的检测方法	151
一、电控汽车故障自诊断系统简介	100	三、共振式悬架装置检测台的结构与 工作原理	152
二、解码器的功能、类型和基本结构	103	四、悬架装置工作性能的诊断标准	153
三、解码器的使用方法	104	第五章 整车检测设备应用技术	156
第十二节 发动机综合性能分析仪应用 技术	108	第一节 底盘测功试验台应用技术	156
一、分析仪的类型	108	一、底盘测功试验台的结构与工作原理	156
二、分析仪的功能与功能特点	109	二、底盘测功试验台的测功方法	162
三、分析仪的基本结构与工作原理	110	三、计算机机械传动效率评价传动系 技术状况	162
四、分析仪的使用方法	112	第二节 车用油耗计应用技术	163
第十三节 万用表应用技术	116	一、车用油耗计的结构与工作原理	164
一、数字式万用表	116	二、车用油耗计的使用方法	166
二、汽车万用表	117	三、汽车燃料消耗量试验方法简介	168
第四章 底盘检测设备应用技术	121	第三节 滑板式侧滑试验台应用技术	169
第一节 传动系游动角度检测仪 应用技术	121	一、试验台检测原理	169
一、传动系游动角度增大的现象和原因	121	二、试验台的结构与工作原理	170
二、用经验法检查游动角度	121	三、试验台的使用方法	173
三、指针式游动角度检测仪及检测方法	122	四、诊断参数标准	174
四、数字式游动角度检测仪及检测方法	123	五、检测后轴技术状况	174
五、诊断参数标准	124	第四节 五轮仪应用技术	174
第二节 车轮定位仪应用技术	124	一、五轮仪的结构与工作原理	174
一、车轮定位检测方法 & 定位仪类型	124	二、五轮仪的使用方法	177
二、气泡水准车轮定位仪及使用方法	125	三、制动距离的诊断参数标准	178
第三节 四轮定位仪应用技术	132	第五节 制动减速度仪应用技术	179
一、四轮定位仪的结构与工作原理	132	一、减速度仪的结构与工作原理	179
二、四轮定位仪的使用方法	134	二、制动减速度仪的使用方法	181
三、四轮定位仪使用注意事项	140		

6.16.12.10.15

三、制动减速度的诊断参数标准	181	一、汽车灯光光学基础知识	209
第六节 制动试验台应用技术	182	二、用屏幕检测法检测前照灯的光束 照射位置	211
一、制动试验台的类型	183	三、诊断参数标准	212
二、反力式滚筒制动试验台的结构与 工作原理	183	第十一节 前照灯检测仪应用技术	212
三、反力式滚筒制动试验台的使用方法	187	一、前照灯检测仪的检测原理	212
四、制动力诊断参数标准	188	二、前照灯检测仪的结构和工作原理	213
五、惯性式滚筒制动试验台简介	190	三、前照灯发光强度和光轴偏斜量的检测 方法	218
六、惯性式平板制动试验台简介	191	四、诊断参数标准	220
第七节 车速表试验台应用技术	192	第十二节 声级计应用技术	220
一、车速表误差的形成与测量原理	192	一、概述	220
二、车速表试验台的结构和工作原理	194	二、声级计的结构与工作原理	221
三、车速表试验台的使用方法	195	三、汽车噪声的检测方法	223
四、诊断参数标准	196	四、诊断参数标准	225
第八节 不分光红外气体分析仪 应用技术	196	第十三节 客车防雨密封性试验设备 应用技术	226
一、不分光红外线分析法的检测原理	197	一、淋雨设备的组成和工作原理	226
二、不分光红外线气体分析仪的结构与 工作原理	198	二、淋雨设备性能和参数	227
三、汽油车怠速污染物检测方法	201	三、客车防雨密封性试验方法	228
四、诊断参数标准	203	四、客车防雨密封性限值	231
第九节 滤纸式烟度计应用技术	204	第十四节 汽车侧倾试验台应用技术	232
一、滤纸式烟度计检测烟度的基本原理	204	一、侧倾试验台的基本组成	232
二、滤纸式烟度计的结构与工作原理	204	二、侧倾试验台的使用方法	232
三、柴油车自由加速烟度的检测方法	207	三、诊断参数标准	237
四、诊断参数标准	209	参考文献	238
第十节 前照灯屏幕检测法应用技术	209		

第一章 概 述

汽车检测设备应用技术是贯彻我国汽车“定期检测，强制维护，视情修理”的维修制度，积极推广现代汽车检测诊断技术的重要组成部分。

第一节 汽车检测设备应用技术发展概况

汽车检测设备应用技术与汽车检测诊断技术一样，是随着汽车的发展从无到有逐渐发展起来的一门应用技术。

一、国外发展概况

国外一些发达国家，早在 20 世纪 40~50 年代就研制成功一些功能单一的检测或诊断设备，并发展成为以故障诊断和性能调试为主的单项检测诊断技术。进入 20 世纪 60 年代后，检测设备应用技术获得较大发展，设备使用率大大增加，逐渐将单项检测诊断技术连线建站（出现汽车检测站），成为既能进行维修诊断，又能进行安全环保检测的综合检测技术。随着微机的发展，不仅单个检测设备实现了微机控制，而且于 20 世纪 70 年代初出现了检测控制自动化、数据采集自动化、数据处理自动化、检测结果自动存储并打印的现代综合检测技术，其检测效率极高。进入 20 世纪 80 年代后，一些先进国家的现代检测诊断技术已达到广泛应用的阶段，不仅社会上的汽车检测站众多，而且汽车制造厂装配线终端和汽车维修企业内部也都建有汽车检测线，给交通安全、环境保护、节约能源、降低运输成本和提高运力等方面带来了明显的社会效益和经济效益。

二、国内发展概况

我国的汽车检测设备应用技术起步较晚。在 20 世纪 60~70 年代，国家有关部门虽然也从国外引进过少量检测设备，国内不少科研单位和企业对检测设备也组织过研制，但由于种种原因，该项技术一直发展缓慢。跨入 20 世纪 80 年代以后，随着国民经济的发展，特别是随着汽车制造业、公路交通运输业的发展和进口车辆增多，我国的机动车保有量迅速增加。车辆增加必然带来一系列社会问题，如何保证这些车辆安全运行和降低社会公害，逐渐提到政府有关部门的议事日程上来，因而促进了汽车检测设备应用技术和汽车检测诊断技术的发展，使之成为国家“六五”期间重点推广的项目，并视为推进汽车维修现代化管理的一项重要技术措施。交通部门自 1980 年开始，有计划地在全国公路运输系统筹建汽车综合性能检测站，取得了很大成绩。公安部门在全国的中等以上城市中，也建成了许多安全性能检测站。到 20 世纪 90 年代初，除交通、公安两部门外，机械、石油、冶金、煤炭、林业和外贸等系统和部分大专院校，也建成了相当数量的汽车检测站。进入 21 世纪的中国已基本形成了全国性的汽车检测网，汽车检测诊断技术已初具规模，全国各地的汽车维修企业使用的检测诊断设备也日益增多。随着公路交通运输企业、汽车维修企业、汽车制造企业和整个国民经济的发展，我国的汽车检测设备应用技术与检测诊断技术必将获得进一步发展，并取得更加明显的经济效益和社会效益。

三、我国有关规定

我国交通部在 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,对汽车检测诊断设备、汽车检测诊断技术、汽车检测制度和汽车综合性能检测站等均有明确规定,现将有关条款节录如下:

1) 车辆技术管理应坚持预防为主和技术与经济相结合的原则,对运输车辆实行“择优选配、正确使用、定期检测、强制维护、视情修理、合理改造、适时更新和报废”的全过程综合性管理。

2) 车辆技术管理应依靠科技进步,采取现代化管理方法,建立车辆质量监控体系,推广检测诊断和微机应用等先进技术。

3) 车辆检测诊断技术,是检查、鉴定车辆技术状况和维修质量的重要手段,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。

4) 检测诊断设备应能满足车辆在不解体情况下确定其工作能力和技术状况,以及查明故障或隐患的部位和原因。检测诊断的主要内容包括:汽车的安全性(制动、侧滑、转向、前照灯等)、可靠性(异响、磨损、变形、裂纹等)、动力性(车速、加速能力、底盘输出功率,发动机功率、转矩和供给系、点火系状况等)、经济性(燃油消耗)及噪声和废气排放状况等。

5) 各省、自治区、直辖市交通厅(局)应建立运输业车辆检测制度。根据车辆从事运输的性质、使用条件和强度以及车辆老旧程度等,进行定期或不定期检测,确保车辆技术状况良好,并对维修车辆实行质量监控。

6) 建设汽车综合性能检测站是加强车辆技术管理的重要措施。各省、自治区、直辖市交通厅(局)是汽车综合性能检测站的主管部门,负责规划、管理和监督。

7) 各省、自治区、直辖市交通厅(局)应对汽车综合性能检测站进行认定。经认定的检测站可代表交通运输管理部门对车辆行使质量监控。

8) 汽车综合性能检测站经认定后,交通运输管理部门应组织对运输和维修车辆进行检测。

9) 经认定的汽车综合性能检测站在车辆检测后,应发给检测结果证明,作为交通运输管理部门发放或吊扣营运证依据之一和确定维修单位车辆维修质量的凭证。

10) 车辆二级维护前应进行检测诊断和技术评定,根据结果确定附加作业或修理项目,结合二级维护一并进行。

11) 车辆修理应贯彻视情修理的原则,即根据车辆检测诊断和技术鉴定的结果,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。

12) 各级汽车维修行业管理部门应建立健全汽车维修质量监督检验体系,实行分组管理。建立汽车维修质量监督检测站(中心),为汽车维修质量监督和汽车维修质量纠纷的调解或仲裁提供检测依据。汽车维修质量监督检测站必须是经当地交通主管部门会同技术监督部门认定后颁发了《检测许可证》的汽车综合性能检测站。

13) 各级汽车维修行业管理部门应制定并认真执行汽车维修质量检验制度,对维修车辆实行定期或不定期的质量检测,并将检测结果作为评定维修业户维修质量和年审《技术合格

证》的主要依据之一。

14) 检测站应根据国家和行业标准进行检测, 确保检测质量。未制定国家、行业标准的项目, 可根据地方标准进行检测; 没有国家、行业、地方标准的项目, 可根据委托单位提供的资料进行检测。

15) 检测站使用的计量检测设备应按技术监督部门的有关规定, 组织周期检定, 保证检测结果准确可靠。

16) 各省、自治区、直辖市交通厅(局)可指定一个 A 级站作为本地区的中心站直接管理。该中心站应经交通部汽车维修设备质量监督检验测试中心的认定, 并接受其业务指导; 认定后的中心站可对本地区其他各级检测站进行业务指导。

17) 对不严格执行检测标准、弄虚作假、滥用职权、徇私舞弊的检测站, 交通厅(局)或其授权的当地交通运输管理部门可根据《道路运输违章处罚规定(试行)》的有关规定处理。

第二节 汽车检测设备的基本知识

在汽车检测诊断作业中, 为了获得诊断参数测量值, 检测人员要选择合适的测量仪表、仪器或设备, (这三者往往统称为检测设备) 组成检测系统, 在一定的测量条件、测量方法下, 对汽车进行检测、分析和判断。

一、检测系统的基本组成

对于一个由一般仪表、仪器构成的检测系统, 通常是由传感器、变换及测量装置、记录与显示装置、数据处理装置等组成。有的, 还配有试验激发装置, 如图 1-1 所示。

(1) 传感器 是一种能够把被测量(物理量、化学量、生物量等)的某种信息拾取出来, 并将其转换成有对应关系的、便于测量的电信号的装置。它是一种

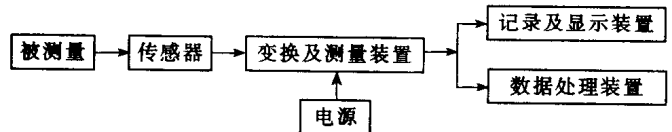


图 1-1 检测系统的基本组成

获取信息的手段, 在整个检测系统中占有首要地位。由于它处于检测系统的输入端, 所以它的性能直接影响到整个检测系统的工作可靠性。也有将传感器称为变送器、发送器或检测头的, 在生物医学及超声检测仪器中, 常被称为换能器。

汽车检测设备使用的传感器, 如果按测量性质分类, 可以将传感器分为机械量传感器(如位移传感器、力传感器、速度传感器、加速度传感器等)、热工量传感器(如温度传感器等)、化学量传感器和生物量传感器等类型; 如果按传感器输出量的性质分类, 可以将传感器分为参量型传感器(输出的是电阻、电感、电容等无源电参量, 如电阻式传感器、电感式传感器和电容式传感器等)和发电型传感器(输出的是电压和电流信号, 如热电偶传感器、光电传感器、磁电传感器和压电传感器等)等。

(2) 变换及测量装置 是一种将传感器送来的电信号变换成易于测量的电压或电流信号的装置。这类装置通常包括电桥电路、调制电路、解调电路、阻抗匹配电路、放大电路、运算电路等, 能对传感器信号进行放大, 对电路进行阻抗匹配、微分、积分、线性化补偿等处理工作, 是检测系统里比较复杂的部分。

(3) 记录与显示装置 是一种将变换及测量装置送来的电信号进行记录和显示,使检测人员了解测量值的大小和变化过程的装置。记录和显示装置的显示方式一般有模拟显示、数字显示和图像显示三种。

模拟显示一般是利用指针式仪表指示被测量的大小,应用广泛。其优点是结构简单,价格低廉,读数方便和直观,缺点是易造成读数误差。

数字显示是直接以十进制数字形式指示被测量的大小,应用愈来愈广泛。该种显示方式有利于消除读数误差,并且能与微机联机,使数据处理更加方便。

图像显示是用记录仪显示并记录被测量处于动态中的变化过程,以描绘出被测量随时间变化的曲线或图像作为检测结果,供分析和使用。常用的自动记录仪有光线示波器、电子示波器、笔式记录仪和磁带记录仪等。其中,光线示波器具有记录和显示两种功能,电子示波器只具有显示功能,磁带记录仪只具有记录功能。

(4) 数据处理装置 是一种用来对检测结果(数据或曲线)进行分析、运算、处理的装置。例如,对大量测量数据进行数理统计分析,对曲线进行拟合,对动态测试结果进行频谱分析、幅值谱分析和能量谱分析等。

二、智能化检测系统简介

由一般仪表、仪器构成的检测系统,其指示装置大多为指针式。这种检测系统的最大缺点是指示精度低、分辨率差和使用寿命低,将逐渐被智能化检测系统所代替。

智能化检测系统一般是指以微机(单板机、单片机或PC)为基础而设计制造出来的一种新型检测系统。由于用微机控制整个检测系统,因而使检测系统的结构和功能发生了根本性的变化。

一般检测系统设有许多调节旋钮,在测量过程中的量程选择、极性变换、亮度调节、幅度调节和数据显示等工作都需要人工操作。智能化检测系统是以微处理器作为控制单元,能把系统中各个测量环节有机地结合起来,并赋予了微机所特有的诸如编程、自动控制、数据处理、分析判断、存储打印等功能,因此是一种自动控制的、新型的检测系统。

智能检测系统一般由传感器、放大器、A/D转换器、微机系统、显示器、打印机和电源等组成。

1. 智能化检测系统的特点

智能检测系统与一般检测系统相比有如下一些特点:

(1) 自动零位校准和自动精度校准 为了消除由于环境条件的变化(例如温度)使放大器的增益发生变化所造成的仪器零点漂移,智能检测系统设置有自动零位校准功能,采用程序控制的方法,在输入接地的情况下,将漂移电压存入随机存储器RAM中,经过运算即可从测量值中消除零位偏差。

自动精度校准是采用软件的自校准功能,事先分别测出零位偏差、增益偏差以及各项修正值,进而建立各部分的校准方程——数学模型。自动校准的精度取决于数学模型的建立,即取决于数学模型是否能真正反映客观实际。

(2) 自动量程切换 智能检测系统中的量程切换一般也是通过软件来实现的。编制软件是采用逐级比较的方法,从大到小(从高量程到低量程)自动进行。软件一旦判定被测参数所属量程,程序即自动完成量程切换。

(3) 功能自动选择 智能检测系统中的功能选择,实际上是在数字仪表上附加时序电

路,是用一个 A/D 采集多通道的信号,在程序控制下,通过电子开关来实现的。只要智能检测系统中的各功能键(如温度 T 、流量 L 等)进行统一编码,然后 CPU 发送各种控制字符(如 A_1 、 A_2 等),通过接口芯片来控制各个电子开关的启闭。这样,在测量过程中检测系统能自动选择或自动改变测量功能。这种功能的改变完全可以由用户事先设定,在程序中发送不同的控制字符,相应的电子开关便接通,从而实现了功能的自动选择。

(4) 自动数据处理和误差修正 智能检测系统有很强的自动数据处理功能。例如,能按线性关系、对数关系及乘方关系,求取测量值相对于基准值的各种比值,并能进行各种随机量的统计分析和处理,求取测量值的平均值、方差值、标准偏差值、均方根值等。对于系统误差的修正,由于往往事先知道被测量的修正量,故在智能检测系统中,这种误差的修正就变得更为简单。除此之外,智能检测系统还能对非线性参数进行线性补偿,使仪器的读数线性化。

(5) 自动定时控制 自动定时控制是某些测量过程所需要的。智能检测系统实现自动定时控制有两种方法:一种是用硬件完成,例如某些微处理器中就有硬件定时器,可以向 CPU 发出定时信号,CPU 会立即响应并进行处理;另一种是用软件达到延时的目的,即编制固定的延时程序,按 0.1s、1.0s……甚至 1.0h 延时设计,并作为子程序存放在只读存储器 ROM 中,用户在使用中只要给定各种时间常数,通过反复调用这些子程序,就可实现自动定时控制。后者方法简单,但定时精度不如前者高。

(6) 自动故障诊断 智能检测系统可在系统内设有故障自检系统,一般采用查询的方式进行,能在遇到故障时自动显示故障部位,大大缩短诊断故障的时间,实现检测系统自身的快速诊断。

(7) 功能强大 一些综合性能的智能检测系统,如发动机综合参数测试仪、故障解码器、新型示波器等,不仅能对国产车系进行检测诊断,而且能对亚洲车系、欧洲车系和美洲车系进行检测诊断;不仅能检测诊断发动机的电控系统,而且能检测自动变速器、防抱死制动装置、安全气囊、电子悬架、巡航系统和空调的电控系统;不仅能读出故障码、清除故障码,而且还能读出数据流,进行系统测试, OBD- II 诊断等多项功能。

(8) 使用方便 像发动机综合参数测试仪、故障解码器、新型示波器和四轮定位仪等检测设备,均设有上、下级菜单。使用中只要点击菜单,选择要测试的内容即可,操作变得非常方便。

2. 智能化检测系统在汽车检测设备中的应用

这里主要介绍由单片机构成的智能检测系统在汽车检测设备中的应用实例。

(1) 车速表试验台 车速表试验台是用来检测汽车实际车速的一种检测设备。检测时由汽车车轮带动车速表试验台滚筒旋转或由车速表试验台滚筒带动车轮旋转,在两者不发生滑转的情况下,滚筒表面的线速度与轮胎表面的线速度相等。因此,只要测得滚筒表面的线速度,就可以测得汽车的实际车速。由于滚筒直径为已知,即滚筒周长为已知,因此只要测出滚筒的旋转速度就可以算出滚筒表面的线速度,从而得到汽车的实际车速。传统的检测方法是在滚筒的一端安装测速发电机,测速发电机的输出电压与滚筒的转速成正比,用模拟式仪表指示测速发电机的电压值,表盘用相应的车速值标定就构成了车速表试验台的车速指示仪表。这种仪表有以下缺点:由于是指针式仪表,读数精度低;测速发电机本身精度较低;不易保留特征值;不能进行数字通信。

由单片机为核心构成的智能车速表检测系统,可完全克服上述缺点,其框图如图 1-2 所示。可以看出,滚筒转速信号经传感器转换为脉冲数字信号,再经整形、光电耦合后送入单片机。单片机对信号的频率周期进行计算,然后换算成相应的实际车速值,以 km/h 为单位显示。

实际车速值的计算方法
有如下两种:

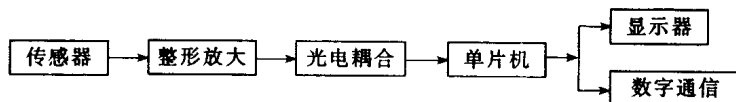


图 1-2 以单片机为核心的智能车速表检测系统框图

1) 测频方法 首先在单片机的程序中设置定时器中断程序,一般可设置为 0.2~

0.4s 中断一次。然后,用单片机中的计数器计算单位时间内的脉冲数,就可换算出相应的实际车速值。例如,设滚筒周长为 60cm,每转一周传送器输出 60 个脉冲,则脉冲当量为 1cm/次,定时器中断时间为 0.4s,若计得脉冲数为 500,则

$$\text{实际车速} = \frac{\text{脉冲数} \times \text{脉冲当量}}{\text{中断时间}} \times 0.036 = \frac{500 \times 1}{0.4} \times 0.036 = 45 \text{ km/h}$$

2) 测周期方法 首先利用单片机内的振荡信号产生一标准频率迟度,然后计算一个脉冲周期有多少频率迟度。例如,频率迟度为 0.01ms,脉冲当量数为 10cm/次,测得一个脉冲的周期频率为 200Hz,则实际车速可由下式求出:

$$\text{实际车速} = \frac{\text{脉冲当量} \times 10^{-2}}{\text{脉冲的周期频率} \times \text{频率迟度} \times 10^{-3}} \times 3.6 = \frac{10 \times 10^{-2}}{200 \times 0.01 \times 10^{-3}} \times 3.6 = 18 \text{ km/h}$$

测频方法在高速时精度高,在低速时由于脉冲数量少,脉冲数的加减误差会造成较大误差。测周期方法则低速时精度高,而高速时精度低。

(2) 侧滑试验台 侧滑试验台是使汽车驶过侧滑板时,用测量侧滑板横向移动量的方法来测量车轮侧滑量的一种检测设备。侧滑试验台智能检测系统的工作原理大致如下:传感器将侧滑板横向位移信号转换成电压信号,经放大器放大后变成满偏度 +5V 的电压信号,为了便于和 A/D 转换器接口,需要经过网络变换器转换成两路 0~5V 的电压信号,并配制滤波、限幅、续流等措施,然后由 A/D 转换器变成对应的二进制数码。当汽车驶过侧滑板时,单片机不断地对位移量采集信号,采样周期一般为 10ms。这样,汽车通过侧滑板时可采 50~60 个样点。数据处理时应找最大值以下的若干个点,再经过一次数字滤波求出侧滑量的最大值。然后送显示器显示。当侧滑量超过 5m/km 时,表明车辆的侧滑量已超出诊断参数标准,应驱动相应的声、光报警器报警。

(3) 轴重计或轮重仪 轴重计或轮重仪与反力式滚筒制动试验台配套使用。电子式的轴重计或轮重仪一般采用压力传感器。当车辆在轴重计或轮重仪上停止时,压力传感器产生并输出对应的电压信号。这种电压信号的幅度很小,只有 20mV 左右,因此要求采用高精度的放大器,并要求严格控制温度漂移和零点漂移。放大后的信号由 A/D 转换器转换并经数字滤波后送显示器显示。

由于轴重信号变化缓慢,一般采用双积分式 A/D 转换器。轴重计或轮重仪的软件需具有以下几种功能:

- 1) 零点跟踪;
- 2) 漂移限制;

3) 判断数据达到稳定条件后, 能向主控微机发送。

轴重计或轮重仪是一种高精度仪器, 在标定准确后不能随意调整, 并注意传感器不要受潮。

三、测量误差和精度简介

使用检测设备对汽车技术状况进行检测诊断时, 由于被测量、检测系统、检测方法、检测条件受到变动因素的影响以及检测人员身心状态的变化, 使检测人员不可能测量到被测量的真值。测量值和真值之间总会存在一定的测量误差。可以说, 测量误差自始至终存在于一切科学试验和测量之中, 是不可避免的, 被测量的真值是难以测量到的。尽管如此, 人们一直设法改进检测系统、检测方法和检测手段, 并通过对检测数据的误差分析和处理, 使测量误差保持在允许范围之内, 或者说使检测达到一定测量精度之内, 使检测结果成为合理的和可信的。

1. 测量误差

测量误差主要来源于系统误差、环境误差、方法误差和人员误差等。不同的分类方法, 可以将测量误差分出不同的类型。如果按测量误差的表示方法分类, 可以分为绝对误差和相对误差两类; 如果按测量误差出现的规律分类, 可以分为系统误差、随机误差和过失误差三类; 如果按测量误差的状态分类, 可以分为静态误差和动态误差两类。现仅将前两种类型的测量误差介绍如下。

(1) 绝对误差和相对误差

1) 绝对误差: 是测量值与被测量真值之间的差值, 如下式所列

$$\delta = X - X_0$$

式中 δ ——绝对误差;

X ——测量值;

X_0 ——被测量真值。

绝对误差 δ 有正、负符号和单位。 δ 的单位与被测量的单位相同。一般绝对误差愈小, 测量值愈接近被测量的真值, 即测量精度愈高。但是, 这一结论只适于各测量值大小相等的情况, 不适于各测量值不等时评价测量精度。例如: 某仪器测量 10m 的长度, 绝对误差为 0.01mm; 另一仪器测量 100m 的长度, 绝对误差也为 0.01mm。从绝对误差来看, 它们的测量精度是一样的, 但由于测量长度不等, 实际上它们的测量精度并不相同。为此, 必须引入相对误差的概念。

2) 相对误差: 是测量值的绝对误差 δ 与被测量真值 X_0 的比值, 用百分数表示, 如下式所列

$$r = \frac{\delta}{X_0} \times 100\% = \frac{X - X_0}{X_0} \times 100\%$$

式中 r ——相对误差。

相对误差能更好地比较不同测量结果的测量精度。例如上面所举的例子, 如果用相对误差表示, 则有

$$r_1 = \frac{0.01}{10} \times 100\% = 0.1$$

$$r_2 = \frac{0.01}{100} \times 100\% = 0.01$$

可以看出,前一种仪器的相对误差为 0.1,后一种仪器的相对误差为 0.01。显然,后一种仪器的测量精度要远远高于前一种仪器。但是,用相对误差来评定测量精度也有不足之处。它只能表示不同测量结果的精确程度,不适用衡量检测设备本身的测量精度。这是因为同一台检测设备在其测量范围内的相对误差也是发生变化的,随着被测量的减小,相对误差变大,为此又采用了“引用误差”的概念。

引用误差是绝对误差 δ 与指示仪表量程 L 的比值,以百分数表示,如下式所列

$$r_0 = \frac{\delta}{L} \times 100\%$$

如果用指示仪表整个量程中可能出现的绝对误差最大值 δ_m 代替 δ ,可得到最大引用误差,如下式所列

$$r_{0m} = \frac{\delta_m}{L} \times 100\%$$

对于一台确定的检测设备,最大引用误差是一个定值。检测设备一般采用最大引用误差不能超过的允许值,作为划分精度等级的尺度。常见的精度等级有 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、5.0 级。精度等级为 1.0 的检测设备,在使用中其最大引用误差不超过 $\pm 1.0\%$ 。也就是说,在指示仪表的整个量程内,其绝对误差的最大值不会超过量程的 $\pm 1.0\%$ 。可以看出,对于精度等级已知的检测设备,只有被测量值接近满量程时才能发挥其测量精度。因此,使用检测设备时只有合理选择量程,才能提高仪器的测量精度。

(2) 系统误差与随机误差

1) 系统误差:在同一测量条件下多次测量同一量时,测量误差的大小和符号保持不变或按一定规律变化的误差,称为系统误差。其中,测量误差的大小和符号保持不变的称为恒值系统误差,反之,则称为变值系统误差。变值系统误差又可分为累进性系统误差、周期性系统误差和按复杂规律变化的系统误差等几种类型。检测设备本身测量精度不高,测量方法不当,使用方法不当和环境条件变化等因素,都可能产生系统误差。如非电量测量中变换器的零点误差,测试仪表机械零点不在原点上引起的误差,在整个测量过程中其数值和符号都是保持不变的,属于恒值系统误差,又如指示仪表的刻度盘安装位置不正而引起的误差,属于变值系统误差。系统误差的大小表明测量值相对被测量真值有一恒值的或按规律变化的误差。系统误差愈小,测量结果的正确度愈高。

系统误差是有规律可循的,其产生的原因往往是可知的,因此,掌握其变化规律和查明产生的原因,并采取一定的预防措施或对测量值进行修正,就能够减少或消除对检测结果的影响。

2) 随机误差:在同一测量条件下多次测量同一量时,误差的大小和符号以不可预见的方式变化着的误差,称为随机误差。随机误差是测量中一些独立的、微小的、偶然的因素所引起的综合结果,因此也称偶然误差。随机误差是不可避免的,而且在同一条件下多次进行的重复测量中,它或大或小,或正或负,既不能用试验方法消除,也不能修正。但是,可以利用概率论和统计学的方法进行研究和处理,进而掌握随机误差的规律,确定对测量结果的影响。

需要指出的是,测量误差之间在一定条件下可以相互转化。对于某种误差,在此一条件下可能为系统误差,而在另一条件下可能为随机误差,反之亦然。因此,掌握误差转化的特

点,可采用相应的方法进行数据处理或修正,以减少误差的影响。

测量中系统误差和随机误差往往都同时存在,可以按其对测量结果的影响程度分三种情况进行处理:

- 当系统误差远大于随机误差时,可略去随机误差,按系统误差处理。

- 当系统误差很小或已修正(如刻度盘安装位置不正已得到纠正)时,可按随机误差来处理。

- 当系统误差和随机误差的影响程度差不多时,两者均不可忽略,应按不同方法处理。

3) 过失误差:由于操作者的过失而造成的测量误差称为过失误差,也称为粗大误差。过失误差主要是人为因素造成的。例如,测量人员操作不当、读数错误、记录错误和计算错误等,都会造成过失误差。含有过失误差的测量结果属于坏值或异常值,误差分析时应剔除。

2. 精度

随机误差的大小表明测量结果的分散性。通常,用精密度表示随机误差的大小。当随机误差大、测量值分散时,表明精密度低;反之,表明精密度高。精密度高时,测量的重复性好。系统误差小时,测量结果的正确度高;反之,正确度低。

精确度是测量的精密度和正确度的综合反映。精确度高的测量,意味着系统误差和随机误差都小。

精确度有时简称为精度。

四、检测设备的使用维护与故障处理

汽车检测设备既有一般检测系统,也有智能检测系统,而且智能检测系统的使用愈来愈广泛。为了使检测设备保持良好的技术状况,必须做好日常的使用、维护和故障处理等工作。

1. 使用与维护

(1) 检测设备的使用环境,如温度、湿度、灰尘、振动等必须符合其使用说明书的规定,否则应采取必要的措施。

(2) 指针式检测设备在使用前应检查指针是否在机械零点位置上,否则应调整。

(3) 如需预热,检测设备使用前应预热至规定时间。

(4) 应按使用说明书规定的方法对检测设备进行校准和调整,符合要求后才能投入使用。

(5) 电源开关不宜频繁开启和关闭。

(6) 检测设备的电源电压应在额定值 $\pm 5\%$ 范围内,并应加强交流滤波。

(7) 严格防止高压电窜入控制线和信号线内,且控制线、信号线不宜过长。

(8) 检测设备使用完毕应及时关闭电源,有降温要求的应使机内风扇继续工作数分钟,直至温度降至符合要求为止。

(9) 要经常检视检测设备传感器的外部状况,如有破损、松动、位移、积尘和受潮等现象,应及时处理。

(10) 检测设备积尘,可定期用毛刷、吸尘器等清除,严禁用有机溶剂和湿布等擦拭内部元件。

2. 智能检测设备的故障处理

(1) 检测设备不工作,面板指示灯全灭。

- 1) 检查电源是否接通, 熔丝是否烧断;
- 2) 检查整流管、调整管等是否短路或损坏;
- 3) 检查电解电容器和外部控制引线状况, 此两处往往是故障多发点。

(2) 检测设备显示值偏离实际值较多。

- 1) 检查传感器工作是否正常, 其输出电压是否符合标准;
- 2) 检查电路板的放大器工作是否正常;
- 3) 检查 A/D 转换器参考电压是否正常。

(3) 检测设备显示值不变。

- 1) 检查传感器、放大器的工作是否正常;
- 2) 检查电路板上的集成块 (A/D 转换芯片、显示驱动芯片、微处理器等) 是否损坏。

(4) 检测设备误动作或误发数。

- 1) 检查是否有外部干扰源;
- 2) 检查电源滤波、机壳接地、输入信号屏蔽等措施是否完善。

(5) 检测设备发送数据误码较多。

- 1) 检查通信插座接触情况, 若不良应紧固;
- 2) 在满足通信速率的情况下, 尽可能降低传送波频率。

除以上外, 还应经常检查检测设备中继电器、电解电容器、电位器、接插件和按键等一些易损坏的器件, 若工作不良要及时修理或更换, 以减少检测设备发生故障。

第三节 汽车检测诊断的基础理论

对于汽车的性能检测与故障诊断, 不仅要求有完善的检测、分析、判断手段和方法, 而且要有正确的理论指导。为此, 在检测诊断汽车技术状况时, 必须选择合适的诊断参数, 确定合理的诊断参数标准和最佳诊断周期。

诊断参数、诊断参数标准、最佳诊断周期是从事汽车检测诊断工作必须掌握的基础理论。

一、诊断参数

1. 诊断参数概述

参数, 是表明某一种重要性质的量。诊断参数, 是供诊断用的, 表征汽车、总成及机构技术状况的量。有些结构参数 (如磨损量、间隙量等) 可以表征技术状况, 但在不解体情况下, 直接测量汽车、总成和机构的结构参数往往受到限制。如气缸间隙、气缸磨损量、曲轴和凸轮轴各轴承间隙、曲轴和凸轮轴各道轴颈磨损量、各齿轮间隙及磨损量、各轴向间隙及磨损量等等, 都无法在不解体情况下直接测量。因此, 在检测诊断汽车技术状况时, 需要采用一种与结构参数有关而又能表征技术状况的间接指标 (量), 该间接指标 (量) 称为诊断参数。可以看出, 诊断参数既与结构参数紧密相关, 又能够反映汽车的技术状况, 是一些可测的物理量和化学量。

汽车诊断参数包括工作过程参数、伴随过程参数和几何尺寸参数。

(1) 工作过程参数 该参数是汽车、总成、机构工作过程中输出的一些可供测量的物理量和化学量。例如, 发动机功率、驱动车轮输出功率或驱动力、汽车燃料消耗量、制动距离或制动力或制动减速度、滑行距离等, 往往能表征诊断对象总的技术状况, 适于总体诊断。