



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业学校汽车运用与维修专业教学用书

技能型紧缺人才培养培训系列教材

汽车检测技术

黄正轴 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

教育部职业教育与成人教育司推荐教材

中等职业学校汽车运用与维修专业教学用书

技能型紧缺人才培养培训系列教材

汽车检测技术

黄正轴 主编

吴 灏 王 勇 主审

高等教育出版社

内容简介

本书是中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材之一,是根据教育部办公厅、交通部办公厅、中国汽车工业协会、中国汽车维修行业协会最新颁布的《中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》,并参照相关行业岗位技能规范编写的。

全书主要包括:汽车检测技术基础、汽车发动机检测、汽车底盘检测、汽车车速表检测、汽车前照灯检测、汽车排气污染物和噪声的检测等。本书建立了以上海桑塔纳、一汽捷达、神龙富康、日本丰田等主流轿车为主进行检测和技术分析的新教材体系,采用最新国家标准,注重对学生汽车检测岗位职业道德及分析问题、解决问题能力的培养。

本书可作为中等职业学校汽车运用与维修专业教材,也可作为汽车行业从业人员岗位培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车检测技术/黄正轴主编. —北京:高等教育出版社, 2005. 6 (2006 重印)

ISBN 7-04-016521-X

I. 汽… II. 黄… III. 汽车-故障检测-专业学校-教材 IV. U472.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 042125 号

策划编辑 李新宇 责任编辑 胡 纯 封面设计 于 涛 责任绘图 朱 静
版式设计 张 岚 责任校对 杨雪莲 责任印制 朱学忠

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 河北新华印刷一厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 8.25
字 数 190 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2005 年 6 月第 1 版
印 次 2006 年 7 月第 2 次印刷
定 价 10.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 16521-00

出版说明

2003年12月教育部、劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部联合印发了《教育部等六部门关于实施职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》。为了配合该项工程的实施,高等教育出版社开发编写了汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材。该系列教材已纳入教育部职业教育与成人教育司发布实施的《2004—2007年职业教育教材开发编写计划》,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定,作为教育部推荐教材出版。

高等教育出版社出版的教育部推荐汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材(以下简称推荐系列教材),是根据教育部办公厅、交通部办公厅、中国汽车工业协会、中国汽车维修行业协会最新颁布的《中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》编写的。推荐系列教材力图体现:以培养综合素质为基础,以能力为本位,把提高学生的职业能力放在突出的位置,加强实践性教学环节,使学生成为企业生产服务一线迫切需要的高素质劳动者;职业教育以企业需求为基本依据,办成以就业为导向的教育,既增强针对性,又兼顾适应性;课程设置和教学内容适应企业技术发展,突出汽车运用与维修专业领域的新知识、新技术、新工艺和新方法,具有一定的先进性和前瞻性;教学组织以学生为主体,提供选择和创新的空間,构建开放的课程体系,适应学生个性化发展的需要。推荐系列教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新尝试。主要特色有:

1. 以就业为导向,定位准确,全程设计,整体优化。
2. 借鉴国内外职业教育先进教学模式,突出项目教学,顺应现代职业教育教学制度的改革趋势,适应学分制。
3. 教材中各知识单元和技能模块都尽可能围绕与汽车紧密相关的案例来展开讲解,首先激发学生的兴趣,争取让学生每学习一个模块就掌握一项实际的技能。知识点以必需、够用为度。
4. 教材根据学习内容编写技能训练和考核项目,及时帮助学生强化所学知识和技能,缩短了理论与实践教学之间的距离,内在联系有效,衔接与呼应合理,强化了知识性和实践性的统一。
5. 有关操作训练和实训,参照国家职业资格认证标准或岗位技能考核标准,成系列按课题展开,考评标准具体明确,直观、实用,可操作性强。

推荐系列教材既注重了内在的相互衔接,又强化了相互支持,并将根据教学需求不断完善和提高。

查阅推荐系列教材的相关信息及配套教学资源,请登录高等教育出版社“中等职业教育教学资源网”(网址:<http://sv.hep.com.cn>)。

高等教育出版社

2004年12月

前言

本书是中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材之一，是根据教育部办公厅、交通部办公厅、中国汽车工业协会、中国汽车维修行业协会最新颁布的《中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》，并参照相关行业岗位技能规范编写的。

本书以汽车不解体情况下的性能检测为主，主要讲述汽车检测技术基础、汽车发动机检测、汽车底盘检测、汽车车速表检测、汽车前照灯检测、汽车排气污染物和噪声检测等内容。

本课程是中等职业技术学校汽车运用与维修专业检测技术专门化方向的一门主要专业课程，其教学目的旨在培养学生掌握汽车检测技术的基础理论及基本方法，能正确使用检测设备对汽车进行检测，对汽车检测结果进行分析，并提出处理的技术措施；树立良好的职业道德，养成实事求是和一丝不苟的工作作风。

本书在编写中力图做到：

(1) 建立以上海桑塔纳、一汽捷达、神龙富康及日本丰田等主流轿车为主进行检测和技术分析的新教材体系。近年来，轿车的生产呈“井喷”状态，轿车检测技术工人的需求具有巨大的市场，本书力图使教材内容与我国汽车工业的发展相适应。

(2) 全部采用最新国家标准或行业标准，如 GB 7258—2004《机动车运行安全技术条件》、GA 468—2004《机动车安全检验项目和方法》等。

(3) 本书案例有利于教师进行与汽车检测岗位职业能力要求相结合的实例教学。

(4) 注重岗位职业能力的培养。本课程要求学生掌握汽车检测的方法，正确分析汽车检测结果，为此，本书每章之后配以复习思考题，既能巩固所学知识，又注重对学生分析问题、解决问题能力以及从事汽车检测岗位职业能力的培养。

(5) 具有一定的通用性。本书力求体现科学、新颖、实用，教材的知识内容深入浅出，通俗易懂，图文并茂，便于教师教、学生学，不仅适合于中等职业学校的教学使用，而且也可作为广大工程技术人员参考书和自学读本。

本书学时数为 63 学时，学时方案建议如表 0.1 所示。

表 0.1 教材学时方案

序号	内 容		学 时 数			
	章	节	合计	讲授	实训与实验	机动
第 1 章	汽车检测技术基础 3 学时	§ 1.1 汽车检测技术及其发展	1	1		
		§ 1.2 测量误差及检测数据处理	1	1		
		§ 1.3 仪表精度等级及选择原则	0.5	0.5		
		§ 1.4 汽车检测员岗位职责和职业道德规范	0.5	0.5		

续表

序号	课 程 内 容		学 时 数			
	章	节	合计	讲授	实训与实验	机动
第 2 章	汽车发动机检测 20 学时	§ 2.1 发动机动力性检测	2	1	1	
		§ 2.2 气缸密封性检测	4	2	2	
		§ 2.3 点火系检测	5	3	2	
		§ 2.4 电控汽油喷射系统检测	6	4	2	
		§ 2.5 柴油机喷油压力检测	3	2	1	
第 3 章	汽车底盘检测 18 学时	§ 3.1 传动系检测	4	2	2	
		§ 3.2 转向系检测	4	2	2	
		§ 3.3 制动系检测	3	2	1	
		§ 3.4 行驶系检测	3	2	1	
		§ 3.5 底盘功率检测	4	2	2	
第 4 章	汽车车速表检测 4 学时		4	3	1	
第 5 章	汽车前照灯检测 6 学时		6	4	2	
第 6 章	汽车排气污染物 和噪声的检测 10 学时		10	6	4	
机 动			2			
总 计			63	38	23	

本书由武汉市教育科学研究院黄正轴主编，陈默、冯汉喜、汪云峰、陈斌、赵正武、宋锐参编。全书由黄正轴统稿。教育部聘请武汉市交通学校吴灏、吉林机电工程学校王勇审阅了本书，他们对本书提出了许多宝贵的意见，对提高本书质量起到了很好的作用，编者在此表示衷心的感谢。

由于编者学识和水平有限，错漏之处敬请批评指正。

编者

2005 年 1 月

目 录

第1章 汽车检测技术基础	1	§ 4.2 车速表检测试验台	86
§ 1.1 汽车检测技术及其发展	1	§ 4.3 车速表检测	88
§ 1.2 测量误差及检测数据处理	5	§ 4.4 检测结果分析	89
§ 1.3 仪表精度等级及选择原则	7	小结	90
§ 1.4 汽车检测员岗位职责和职业道德规范	8	实训要求	91
小结	9	复习思考题	91
复习思考题	10	第5章 汽车前照灯检测	92
第2章 汽车发动机检测	11	§ 5.1 前照灯检测目的	92
§ 2.1 发动机动力性检测	11	§ 5.2 前照灯检测仪	92
§ 2.2 气缸密封性检测	13	§ 5.3 前照灯检测	95
§ 2.3 点火系检测	17	§ 5.4 检测结果分析	97
§ 2.4 电控汽油喷射系统检测	25	小结	98
§ 2.5 柴油机喷油压力检测	43	实训要求	98
小结	48	复习思考题	98
实训要求	48	第6章 汽车排气污染物和噪声的检测	99
复习思考题	49	§ 6.1 汽车排气污染物和噪声的检测目的	99
第3章 汽车底盘检测	50	§ 6.2 汽油车排气污染物检测	100
§ 3.1 传动系检测	50	§ 6.3 柴油车排气污染物检测	105
§ 3.2 转向系检测	57	§ 6.4 汽车噪声检测	109
§ 3.3 制动系检测	69	§ 6.5 检测结果分析	116
§ 3.4 行驶系检测	73	小结	117
§ 3.5 底盘功率检测	79	实训要求	118
小结	83	复习思考题	118
实训要求	84	附表1 汽车安全检验记录单	119
复习思考题	85	附表2 汽车检测原始记录报告单	120
第4章 汽车车速表检测	86	参考文献	121
§ 4.1 车速表检测目的	86		

教学目标：

- (1) 了解汽车检测的目的、意义和方法。
- (2) 了解国内外汽车检测技术的发展概况及我国汽车检测技术的研究和发展方向。
- (3) 理解误差的分类及检测数据处理的方法。
- (4) 掌握仪表精度等级及其选择原则。
- (5) 掌握汽车检测员岗位职责和汽车检测员职业道德规范。

§ 1.1 汽车检测技术及其发展

1.1.1 汽车检测的目的、方法、参数和结果

1. 汽车检测的目的

汽车检测可分为安全环保检测和综合性能检测两大类。安全环保检测的目的是在汽车不解体情况下，检测汽车制动、侧滑、车速表、前照灯、排放、噪声等安全环保项目，建立安全和公害监控体系，确保汽车安全、高效和低污染运行。综合性能检测的目的是在汽车不解体情况下，对汽车的动力性、经济性、可靠性和安全环保等进行检测，查明故障或隐患的部位和原因，确定其工作能力和技术状况，建立质量监控体系，确保汽车具有良好的动力性、经济性、安全性、可靠性和排放性。

2. 汽车检测的方法

汽车检测的方法主要分为两种，一种是传统的人工经验检测法，另一种是现代仪器设备检测法。

(1) 人工经验检测法

这种方法是检测人员凭丰富的实践经验，在汽车解体或局部解体情况下，借助简单工具，用眼看、耳听、手摸和鼻闻等手段，对汽车技术状况做出判断的一种方法。这种检测方法具有不需要专用仪器设备，可随时随地进行和投资少，见效快等优点。但是，这种检测方法存在检测速度慢、准确性差、不能进行定量分析和需要检测人员有较丰富的经验等缺点。

(2) 现代仪器设备检测法

该方法是在汽车不解体情况下，用专用仪器设备检测整车、总成和机构的参数、曲线或波形，为分析、判断汽车技术状况提供依据。现代仪器设备检测法的优点是检测速度快，准确性高，能定量分析，可实现快速检测等。现代仪器设备检测法的缺点是投资大，对操作人员要求

高等。使用现代仪器设备检测法是汽车检测技术发展的必然趋势，本书主要介绍用现代仪器设备检测法对汽车进行检测。

3. 汽车检测参数

- ① 评价发动机技术状况的主要检测参数有发动机功率、加速时间、点火高压、气缸漏气量、气缸压力、渗漏、异响等。
- ② 评价底盘技术状况的主要检测参数有输出功率/额定扭矩力、输出功率/额定功、滑行距离、滑行速度、加速时间、车速、转向力、转向盘自由转动量、车轮转角、制动踏板行程、制动踏板力、前束、前轮倾角、主销内倾、主销外倾等。
- ③ 评价安全环保性能的主要检测参数有侧滑量、制动力、发光强度、光轴偏移量、灯中心高、尾气中的 CO 和 HC 浓度、光吸收系数、烟度、喇叭声级、车速等。

4. 汽车检测结果

目前国内的检测线都设计成微机控制的自动检测系统。检测线除了检测设备外，还有计算机控制设备。一台计算机放在检测线入口处，用于输入被检车辆有关信息；另一台则是全系统主控计算机，放在检测线出口处，用于系统监控、数据采集处理、结果打印和档案管理等。对于全自动检测线，为了提示各工位检测流程和显示检测结果，常使用工位操作指示器。工位操作指示器有两种形式。一种是灯箱结构(或工位显示屏)，其通过点亮灯箱上的某些字牌提示检测操作和给出测试结果是否合格(检测时,如灯箱上“○”被点亮,表示该检测项目合格;如灯箱上“×”被点亮,表示该检测项目不合格)。图 1.1 是一个用于 A(侧滑)、B(制动)、S(车速)三个工位的灯箱式工位指示器示意图。该图表示侧滑、前制动、后制动、手制动等项目均已检测完毕并显示了检测结果(其中侧滑检测不合格),且现正在检测车速表。另一种是显示屏结构的工位指示器,提示信息的字符和数字直接以 LED(发光二极管)点阵形式显示,图 1.2 所示为 S 工位的 LED 指示器。显示屏显示的字符一般只有 1~2 行,其中显示的内容随检测进程变化,用以及时提示检测进程的操作和显示测试结果。

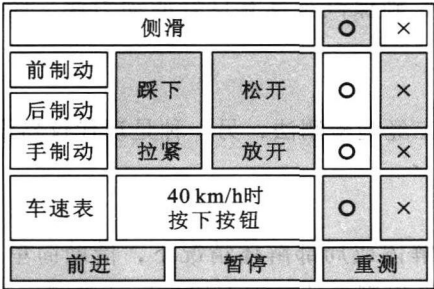


图 1.1 灯箱式工位指示器示例



图 1.2 LED 点阵式工位指示器示例

汽车检测结果常以表格的形式输出，一般在表格中用“○”表示该项目合格，用“×”表示该项目不合格，“—”表示未检测，“※”表示车轮抱死。附表 1 为公共安全行业标准 GA 468—2004 附录 C 推荐的汽车安全检测站汽车安全检验记录表的统一表格样式，附表 2 为武汉市中南汽车修造实业公司汽车综合性能检测站汽车检测原始记录报告表的表格样式(不同地区检测站检测结果的表格样式有一定差异)。

1.1.2 汽车检测的意义

汽车检测的意义可以归纳为以下 4 个方面：

1. 加强汽车技术管理

对汽车进行检测，达到了强制维护、定期检测、视情修理的目的，为建立健全车辆技术档案提供了可靠的技术资料和科学依据，取得了车辆管理、使用、维护和修理的主动权。

2. 提高汽车运行安全

随着交通运输事业的发展，交通事故也在日益增加。据不完全统计，自汽车诞生以来，全世界死于交通事故的人数超过 2 700 万，每年大约有 50 万人不幸丧生，受伤人数更是超过 1 000 万，直接经济损失高达 45 亿美元，而这个数字还在呈不断上升趋势。目前我国拥有各类机动车 3 000 万辆，不到世界总量的 2%，但每年约有 8 万人死于交通事故，远居世界之首。

造成交通事故的原因大致可归纳为驾驶员、行人、车辆、道路和气候等五个方面。经统计分析，由汽车制动、转向、照明等车辆技术状况相关原因造成的事故，约占事故总量的 28%，且一般都为恶性事故。

所以，对汽车进行检测，提出技术要求，使其处于良好的技术状况，对保证交通安全是非常必要的。

3. 降低公害，保护环境

汽车排出的废气和交通运输噪声是大气和环境的主要污染源。汽车排放的尾气中对人体健康和植物生长危害最大的有 CO、HC、NO_x、铅化合物及碳烟。CO 是无色、无味的有害气体，不易被人察觉，呼吸到肺部被血液吸收后，与血红素结合，血红素便失去了与氧亲合而输送氧气的能力，人就患缺氧症，出现头痛、头晕、呕吐等中毒症状。HC 和 NO_x 在强烈的太阳紫外线照射下，形成有害的光化学烟雾，对眼睛、呼吸道及皮肤均有强烈刺激性。高浓度 NO 能引发神经中枢障碍，NO₂ 和铅化合物有剧烈毒性，NO₂ 吸入肺部与水结合能诱发肺气肿。碳烟呈极小颗粒状，其浮游在大气中，被吸入一定量后，附着在人体支气管壁而引起气喘病。碳烟还形成黑雾，妨碍其他车辆驾驶员和行人的视野，恶化照明，影响交通安全。在大城市人口密集，交通拥塞的地区，汽车排气污染比较严重，使居民深受其害。

交通运输噪声约占城市噪声的 75%，持续的道路机动车辆噪声，已干扰人们的正常工作和休息或诱发了一些其他疾病。

所以，对汽车进行检测，严格控制汽车废气中有害气体的排放量和噪声有利于降低公害，保护环境。

4. 提高维修质量，改善汽车性能

用先进的检测设备代替人工凭经验目测或手摸的传统检测手段对汽车进行检测，减少了维修的盲目性，提高了检测的精度和结论的准确性，从而提高维修质量，改善汽车性能。

1.1.3 国内外汽车检测技术的发展

1. 国外汽车检测技术的发展

从汽车检测技术与设备的发展过程来看，国外大致经历了以下 4 个不同的发展阶段：

第一个阶段是以故障诊断和性能调试为主的单项汽车检测技术阶段。在 20 世纪 50 年代,国外就已开发了一些单项检测设备,如美国的发动机分析仪、英国的发动机点火试验仪。利用这些简单的仪器对汽车故障和汽车性能进行诊断,虽然检测、诊断设备和仪器结构较简单,测试精度也不高,但已从过去的人工定性检查进化为设备、仪器的定量检测,从现场或路试发展为相关性台架的试验,实现了一个质的飞跃。

第二个阶段是检测、诊断设备单机自动化阶段。20 世纪 60 年代,随着科技的进步,国外汽车检测设备在自动化、精确化、综合化等方面有了新的发展,研制出许多新型检测设备和仪器,使检测、诊断设备首先走向单机自动化,如前轮定位仪、侧滑仪、车轮转角仪、声级计、发动机综合性能检测仪、制动试验台、前照灯检测仪、非接触式速度计、尾气分析仪等。20 世纪 70 年代以来,随着计算机技术的发展,出现了汽车检测诊断控制自动化、数据采集处理自动化、检测结果直接打印等功能的汽车性能检测仪和设备。

第三个阶段是汽车检测设备智能化、汽车检测线自动化、智能化和网络化阶段。随着计算机应用技术的发展,汽车检测设备向智能化方向发展,出现了一些具有智能化功能的检测设备,它们能对设备本身和汽车技术状况进行检测,并能判断出故障发生的部位,引导维修人员迅速排除故障。如四轮定位检测系统、电控发动机综合检测仪等。20 世纪 80 年代,出现了集检测工艺、操作、数据采集和打印、存储与显示等功能于一体的系统软件,使汽车检测线实现了完全自动化。

第四个阶段是车载自诊断系统阶段。车载自诊断系统一般作为汽车结构的组成部分,利用安装在汽车各个部位的传感器,将汽车的主要技术状况经常、自动地向驾驶员显示。英国通用汽车公司的车载自诊断系统检测已采用微机控制,始终维持发动机及汽车在最佳工况运行,并可对多个检测项目的参数进行实时监控。美国凯迪拉克轿车系列,日本丰田、本田轿车系列等均已先后采用了车载自诊断系统。

2. 国内汽车检测技术的发展

我国的汽车检测技术经历了从无到有,从小到大,从简到繁;从引进技术、设备到自主研发推广应用;从单一性能检测到汽车安全性能检测,再到汽车综合性能检测等阶段,并取得了很大的发展和进步。尤其是检测设备的研制开发和生产得到了快速发展,缩小了与工业发达国家的差距。从汽车检测技术与设备的发展过程看,国内大致经历了以下 3 个不同的发展阶段:

第一个阶段是汽车检测技术发展比较缓慢的起步阶段。20 世纪 60 年代我国才开始研究汽车的检测、诊断技术。为了满足汽车维修的需要,当时由交通部主持进行了发动机气缸漏气量检测仪、点火正时灯等检测仪器的研究。20 世纪 70 年代末开始研究汽车的检测设备,汽车不解体检测技术及设备被列为开发的应用项目,由交通部主持研制了汽车制动试验台、发动机综合性能测试仪等。

第二个阶段是以引进汽车检测技术和进口检测设备为主的快速发展阶段。改革开放后,道路交通运输事业得到迅速发展,汽车拥有量快速增长,国家对安全、环保问题高度重视,这些都极大地促进了汽车检测技术的发展。我国在 1985 年以前,以引进国外的汽车检测技术、汽车检测设备和汽车可靠性理论为主导。例如深圳市联城机动车检测站当时全套引进了日本弥荣公司的检测设备。

第三个阶段是以引进消化到自行研制汽车检测设备为主的研发阶段。20 世纪 80 年代后期,我国东南沿海和内陆城市如武汉、深圳、广州、肇庆、西安、北京、沈阳、成都等,注重从引进消化到自行研制,先后推出了部分国产和全部国产化的检测仪器设备。如今,除少数专用设备外,绝大部分检测设备都已实现国产化,基本满足了国内需求。20 世纪 90 年代中期以后,计算机网络技术被逐步运用到汽车检测站中,各汽车检测站陆续安装了计算机测控和管理网络系统。

3. 我国汽车检测技术的研究和发展方向

我国汽车检测技术要赶超世界先进水平,应从以下方面进行研究和发

展,实现汽车的自我诊断。

② 加速检测技术微机化、检测设备综合化、检测线浓缩化的发展。

③ 在大力发展固定式检测线的同时,加大移动式汽车检测车的使用范围。

④ 适应新标准或法规提出的新检测参数和检测方法,研发新的检测设备与仪器,使汽车检测技术向规范化、网络化、制度化、标准化的方向发展。

§ 1.2 测量误差及检测数据处理

1.2.1 测量误差

用测量仪表进行测量时,由于受到测量器具和测量条件的限制,仪表的测量值和被测量真值之间总会存在一定误差,测量值与真值之间的差值称为测量误差。误差按误差规律性和表示方法可分为两类:

1. 按误差出现的规律性分类

(1) 系统误差(或规律误差)

系统误差是指偏离规定的测量条件和方法,形成一定规律的误差。它的存在直接影响测量值的正确程度。因为系统误差的变化规律便于掌握,所以原则上可以修正或消除。这类误差与测量次数无关,可用正确调校和使用仪器设备,修正和改变测量方法来减小甚至消除它对测量结果的影响。

(2) 偶然误差(或随机误差)

偶然误差是指在实测条件下,对同一量进行多次测量时,出现无确定规律可循的误差。它的存在影响测量值的精密程度。偶然误差经多次测量后,其测量数据有一定的统计规律。这类误差无法进行修正,也不能完全消除,只能运用数理统计方法,估计误差对测量值的影响。

2. 按误差的表示方法分类

(1) 绝对误差

绝对误差 Δ 是指测量值 A_x 与真值 A_0 之间的差值,即

$$\Delta = A_x - A_0 \quad (1.1)$$

绝对误差与测量值、真值是同一量纲,它反映出测量值对真值的偏离,常用于表示计量器具的准确度。

(2) 相对误差

有时绝对误差不足以反映测量值偏离真值程度的大小,所以还用相对误差来表示。相对误差是一个量纲为一的值,用百分比的形式来表示,其正负符号取决于绝对误差。相对误差可分为:

① 实际相对误差 γ_A , 用绝对误差 Δ 与真值 A_0 的百分比表示, 即

$$\gamma_A = \frac{\Delta}{A_0} \times 100\% \quad (1.2)$$

② 示值相对误差 γ_x , 用绝对误差 Δ 与测量值 A_x 的百分比表示, 即

$$\gamma_x = \frac{\Delta}{A_x} \times 100\% \quad (1.3)$$

③ 满度相对误差 $\gamma_{\max}$, 用绝对误差 Δ 与仪表满度值 $A_{\max}$ 的百分比表示, 即

$$\gamma_{\max} = \frac{\Delta}{A_{\max}} \times 100\% \quad (1.4)$$

式(1.4)中, 当 Δ 取最大值 $\Delta_{\max}$ 时, 满度相对误差常被用来定义为仪表的精度等级 S , 即

$$S = \left| \frac{\Delta_{\max}}{A_{\max}} \right| \times 100\% \quad (1.5)$$

1.2.2 检测数据处理

检测数据处理就是要在测量或数据计算时, 正确地确定表示测量或计算结果的有效数字和位数。初学者往往认为一个数值中小数点后面的位数越多, 这个数值就越准确; 一个数值保留的位数越多, 计算结果准确度便越大。其实这两种想法都是错误的。第一种想法的错误在于没有弄清小数点的位置不是决定准确度的标准, 它只与采用的单位有关。如燃料质量为 124.5 g 与 0.124 5 kg 的准确度是相同的。第二种想法的错误, 在于不了解计算结果的准确度与测量的准确度应相适应, 高于或低于测量所能达到的准确度都不正确。如使用分度值为 1 °C 的水银温度计测量室温时, 测得室温为 20.7 °C, 前面的两位数 20 是准确的, 末位数字 0.7 则是估计出来的。如多估一位有效数字, 就高于测量所能达到的准确度, 其测量结果无意义。

1. 正确确定有效数字

有效数字的保留位数应与测量误差相适应, 在记录测量数据时, 只保留一位欠准的数字。

2. 数字修约规则

在处理测量数据时, 必然会遇到数字的舍入问题。按国家标准 GB 1.1—97 的规定, 数字修约要点可用口诀表达为:

四舍六入五不定(如 12.345→12.3, 34.567→34.6(保留小数点后一位));

五后非零则进一(如 76.252→76.3);

五后皆零看五前;

五前奇进偶舍去(如 35.350→35.4, 35.450→35.4)。

3. 测量数据加减法计算法则

在进行测量值加减计算时, 通常所保留小数点后面的位数应与所给各数中小数点后位数最少的相同。例如:

$$21.74 + 0.008\ 6 + 1.214 = 21.74 + 0.01 + 1.21 = 22.96$$

4. 测量数据乘除法计算法则

在进行测量值乘除计算时，各因子保留的位数应以相对误差最大或有效数字位数最少的为标准，所得积或商的准确度不应大于准确度最小的那个因子。例如：

$$0.012\ 3 \times 25.43 \times 1.087\ 93$$

式中，0.012 3 的相对误差为 $\frac{1}{123} \times 100\% = 0.8\%$ ；25.43 的相对误差为 $\frac{1}{2\ 543} \times 100\% = 0.04\%$ ；

1.087 93 的相对误差为 $\frac{1}{108\ 793} \times 100\% = 0.000\ 9\%$ 。

由于第一数的相对误差最大，应以此数的有效数字位数为标准，来确定其他两个数值的有效数字位数，即取 3 位有效数字。由此而得

$$0.012\ 3 \times 25.4 \times 1.09 = 0.341$$

5. 测量数据平均值计算法则

测量数据算术平均值若为 4 个数值或超过 4 个数值进行平均时，算术平均值的有效数字的位数可增加一位。例如：

$$\frac{1}{4} \times (1.24 + 2.364 + 0.457 + 3.245\ 6) = \frac{1}{4} \times (1.24 + 2.364 + 0.457 + 3.246) = 1.827$$

§ 1.3 仪表精度等级及选择原则

1.3.1 仪表精度等级

仪表精度等级是指仪表产生的最大绝对误差与仪表满量程的比。每种测量仪表都有确定的精度等级，一般热工和电工测量仪表分为 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0 共 7 个精度等级。精度等级标注在仪表盘上或写在仪表使用说明书中。

1.3.2 仪表选择原则

能否正确选择检测所用仪表直接影响测量精度。

例如：某温度计满量程为 80 ℃，精度等级为 1.0，根据仪表产生的最大绝对误差等于仪表精度等级乘以仪表满量程的关系，温度计产生的最大绝对误差为 80 ℃ × 1.0% = 0.8 ℃。另一支温度计，满量程为 120 ℃，精度等级为 1.0，测量时产生的最大绝对误差为 120 ℃ × 1.0% = 1.2 ℃。

由此可知，当仪表精度等级相同时，其满量程越大，绝对误差也越大。

例如：用 0.5 级满量程为 3 000 kPa 和 1.0 级满量程为 1 000 kPa 的两支气缸压力表分别检测发动机气缸压缩压力，测量值均为 800 kPa，说明采用哪一个气缸压力表好。根据示值相对误差等于绝对误差除以测量值的关系，用 0.5 级气缸压力表检测产生的最大示值相对误差为 3 000 × 0.5% / 800 = 1.8%，用 1.0 级为 1 000 × 1.0% / 800 = 1.2%。

由此可知，用 1.0 级气缸压力表比 0.5 级的最大示值相对误差反而小，所以更合适。因

此，不是仪表精度等级愈高检测结果愈准确。

仪表的选择原则为：

① 在满足被测量要求的前提下，当仪表精度等级相同时，尽量选择量程小的仪表或量程档位。

② 仪表精度等级应与量程相匹配，使测量结果在满量程刻度的 2/3 以上为宜。

§ 1.4 汽车检测员岗位职责和职业道德规范

1.4.1 汽车检测员岗位职责

汽车检测员按照检测站检测工作的不同和工作职责的分工要求可分为：检测驾驶员（简称引车员）、工位检测员、微机操作员、质量技术负责人等。

1. 引车员岗位职责

汽车检测站的引车员是专门操作被检汽车的专职驾驶员。其岗位职责是：应掌握汽车检测工作内容；熟悉各种汽车的基本性能和熟练驾驶汽车在各检测工位进行检测作业；在全自动性能检测工艺流程中，能驾驶汽车按工艺流程及操作规程要求进行检测操作；对检测作业中出现的汽车故障及检测结果中出现的的问题，能基本做出判断和给予排除；负责被检汽车的外部装备检查并判定其是否合格等。

2. 工位检测员岗位职责

工位检测员既是各项检测的实际操作者，又是所在工位检测项目的责任人，还是科学合理地判定检测结果的技术执法人，对本工位出具的检测结果承担法律责任。其岗位职责是：掌握所在工位仪器设备的结构原理，熟练操作本工位所使用的检测仪器设备，能对所用仪器设备进行一般故障的排除；掌握有关汽车检测的标准、规范和规程，并能运用标准、规范和规程等对检测结果做出科学合理的判定；参与汽车检测事故原因分析和质量判断，行使质量裁决的职权；当好汽车检测站质量和技术负责人的参谋。

3. 计算机操作员岗位职责

了解计算机原理，熟练操作检测工作申报机、终端存储打印和检索等工艺程序机；了解汽车检测业务和检测技术，负责登录选择检测项目，基本掌握工位检测、标准应用与设定操作和程序；能排除计算机或检测程序中出现的故障。

4. 质量技术负责人岗位职责

汽车检测站的质量负责人和技术负责人分别统管检测工作的质量和技术，其岗位职责是：掌握有关汽车检测的管理制度、法律和法规；贯彻国家及行业有关检测标准，熟悉其他相关检测标准；熟悉检测设备的计量检定工作；掌握汽车检测设备结构及工作原理，能对设备进行维修和排除故障；负责检查、指导检测站其他检测员做好检测工作，并通过分析汽车动力性、经济性、可靠性、安全性、噪声及废气排放状况的各项检测结果，提出汽车正确使用、视情修理、合理改造、适时更新、报废或提高汽车维修质量的意见和建议；拟定技术管理制度，编制检测工位的检测操作规程，及时解决、处理检测工作中出现的技术问题；严把检测质量关，签发对外检测报告；行使检测质量裁决权，处理好检测质量申诉，确保出具的检测数据准确可

靠；当好领导的参谋，接受上级交给的其他技术工作。

1.4.2 汽车检测员职业道德规范

汽车检测员职业道德规范是指检测员从事汽车检测工作时必须遵循的道德标准和行为准则。汽车检测员职业道德规范主要内容如下：

1. 热爱检测工作

爱岗敬业，有强烈的事业心和责任感；乐于奉献，不计名利，勇于吃苦，任劳任怨；钻研业务，刻苦学习，努力提高工作能力和业务水平。

2. 依法严格管理

检测工作严格按有关检验标准、法规和规范进行；严格遵守管理规章和操作规程；出现质量纠纷，要按规定的管理程序和职责处理；检验结果要公正、准确、合理、科学，坚决维护企业管理的尊严和用户合法权益。

3. 团结友爱协作

坚持集体主义原则，以平等友爱、相互合作、共同发展的精神做到内外团结；正确处理国家、集体和个人三者关系，树立识大体、顾大局的观念。

4. 接受监督检查

汽车检测人员必须依照法律、规章制度的有关规定，自觉接受和服从有关部门对汽车检测工作的监督和检查；检测标准和程序要公开，权利和义务分明，检测结果与处理分开，并认真接受用户及社会的监督。

5. 清廉拒贿无私

要努力做到清正廉明，反腐拒贿，不谋私利，一心为公。

小结

(1) 汽车检测可分为安全环保检测和综合性能检测两大类。

(2) 汽车检测的方法主要分为两种，一种是传统的人工经验检测法，另一种是现代仪器设备检测法。

(3) 汽车检测的参数分为评价发动机技术状况的检测参数、评价底盘技术状况的检测参数及评价安全环保性能的检测参数。

(4) 误差按规律性分为系统误差与偶然误差，按表示方法分为绝对误差和相对误差。

(5) 根据国家标准 GB 1.1—97 的规定，数字修约要点的口诀为：四舍六入五不定，五后非零则进一，五后皆零看五前，五前奇进偶舍去。

(6) 仪表精度等级是指仪表可能产生的最大绝对误差与仪表满量程的比，一般的热工和电工测量仪表分为 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5 和 5.0 共 7 个等级。

(7) 仪表选择原则为：在满足被测量要求的前提下，当仪表精度等级相同时，尽量选择量程小的仪表或量程挡位；仪表精度等级应与量程相匹配，使测量结果在满量程刻度的 2/3 以上为宜。

(8) 汽车检测员按照检测站检测工作的不同和工作职责的分工要求可分为检测驾驶员、工位检测员、微机操作员、质量技术负责人等。



复习思考题

1. 简述汽车检测的目的、意义和方法。
2. 简述国内外汽车检测技术的发展概况及我国汽车检测技术的研究和发展方向。
3. 简述误差的分类及其特点。
4. 举例说明测量数据的修约规则。
5. 仪表的精度等级有哪些？仪表的选择原则是什么？
6. 某一温度计满量程为 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，精度等级为 1.0，求：
 - (1) 该温度计的最大绝对误差。
 - (2) 当示值分别为 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的最大示值相对误差。
7. 现有 1.0 级满量程为 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 0.5 级满量程为 $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的两支温度计，要测量 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度，试问采用哪一个温度计好？
8. 汽车检测员岗位职责是什么？
9. 汽车检测员职业道德规范有哪些？

