

内 容 提 要

本套实验教程紧密结合高等院校及高职高专汽车类专业的教材,吸收各编写院校先进的教学方法和实践教学经验,以最大限度地满足各院校的实践教学要求和充分激发学生的兴趣为出发点编写而成。

本书共分四章,分别为:汽车故障诊断与维修常用设备仪器的使用、汽车发动机故障诊断与维修、汽车底盘故障诊断与维修、汽车电控系统故障诊断与维修,共 92 个实验。

本书以专项能力的培养为单元,实验项目可根据各院校具体的教学及教材要求,独立开设或综合起来进行。

本书可作为高等院校及高职高专汽车类专业的实验教材,也可作为广大汽车维修从业人员的培训指导用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车故障诊断与维修实验教程/司传胜主编. —北京:中国电力出版社, 2007.7

21 世纪应用型人才汽车类专业规划教材. 实验教程系列

ISBN 978-7-5083-5557-3

I. 汽… II. 司… III. ①汽车-故障诊断-实验-高等学校: 技术学校-教材②汽车-车辆修理-实验-高等学校: 技术学校-教材
IV. U472.4-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 074567 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2007 年 7 月第一版 2007 年 7 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 18.75 印张 481 千字
印数 0001—3000 册 定价 29.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

《21世纪应用型人才汽车类专业规划教材——实验教程系列》

编 委 会

主 任：淮阴工学院 吴建华

副主任：青岛理工大学 王丰元

河南科技大学 周志立

扬州大学 陈靖芯

淮阴工学院 陆昌龙

主 编：淮阴工学院 司传胜

编 委：青岛理工大学 王丰元 王吉忠 阎 岩 邹旭东 于 波

河南科技大学 张 毅 周建立 张孝友 李金辉

扬州大学 陈靖芯 沈 辉 马明星

淮阴工学院 范钦满 司传胜 王庆安 余文明 郁大同

徐礼超 徐红光 王建胜

淮安信息职业技术学院 汪东明

金陵科技学院 凌秀军 诸鑫瑞

连云港交通职业技术学校 徐同华

为了解决全国各高校及高职高专汽车类专业实验指导书短缺、不规范等问题,为更好的满足这些院校教育改革与发展的需要,为教学和培训提供更加实用、丰富的实验指导书,按照高校及高职高专汽车类专业教材的教学要求,特编写《21世纪应用型人才汽车类专业规划教材——实验教程系列》教材。

本实验教材根据高等院校及高职高专院校培养21世纪应用型人才的指导思想编写,取材来源于各编写院校先进的教学方法和实践教学经验的总结,以最大限度的满足教学要求和充分激发学生的兴趣为出发点设置实验内容,使本教材更适合各院校的实践教学。

本实验教材在编写上,具有如下特点:

(1) 紧密结合高等院校及高职高专汽车类专业的教材,以专项能力的培养为单元,即实验项目可根据具体教学及教材要求,独立开设或综合起来进行,形式灵活,适用面广。

(2) 注重对学生技能操作能力和操作规范化的培养,突出实践教学的特点。

(3) 紧密联系我国现代汽车业的发展现状,反映新知识、新工艺、新方法、新技术。

(4) 编写人员来自本科与高职高专院校从事一线实践教学工作的老师,综合了这几类院校实验课的优势,避免了不足,使本教材具有更好的可操作性和广泛的适用性。

本系列书包括:《汽车电器与电控系统实验教程》、《汽车理论与运用实验教程》、《汽车构造与拆装实验教程》、《汽车服务工程实训指导》、《汽车故障诊断与维修实验教程》、《车用单片机系统实验教程》、《汽车检测技术实验教程》、《发动机原理实验教程》、《汽车设计课程设计指导书》。

《汽车故障诊断与维修实验教程》是本系列书之一。书中以国产汽车和部分进口轿车为例,列出了92个汽车发动机、底盘、电控系统的故障诊断与维修实验,每个实验项目均详细介绍了目的与要求、实验仪器与设备、实验技术标准与规范、实验内容与操作步骤、实验考核与评分、实验结果整理与分析,突出实验指导书的可操作性,实用性强,内容丰富。

本书由淮阴工学院司传胜老师任主编,并编写了第一章~第四章的主要内容;连云港交通职业技术学校徐同华老师任副主编,并为本书的编写提供了大量的资料和技术数据;宿迁学院赵宏顺老师、淮阴工学院王荣兵老师以及姜小勇为本书的录入和校对做了大量的工作。

本书在编写过程中,得到了淮阴工学院交通系的领导和老师的大力支持,在此谨向这些关心和支本书编写工作的同志表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中不足和错误之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者

2007年7月

Contents

目 录

前言

第1章 汽车故障诊断与维修常用设备仪器的使用	1
第1节 测量仪器仪表的使用	1
实验1 常用量具的使用	1
实验2 指针式万用表的使用	7
实验3 数字式万用表的使用	10
实验4 气缸压力表的使用	14
实验5 燃油压力表的使用	17
实验6 空调压力表的使用	19
实验7 真空压力表的使用	21
实验8 气缸漏气检测仪的使用	24
第2节 典型设备仪器的使用	26
实验9 VAG1552 故障阅读器的使用	26
实验10 红盒子 MT2500 汽车电脑解码器的使用	29
实验11 元征 X431 汽车解码器的使用	33
实验12 TEKTRONIX THM550 示波器的使用	36
实验13 VANTAGE—MT2400 汽车示波器的使用	38
实验14 FLUKE98 汽车专用示波器的使用	41
实验15 HMS990 汽车发动机综合分析仪的使用	45
实验16 MT—3500 发动机综合分析仪的使用	47
实验17 OTC 发动机综合分析仪的使用	51
实验18 发动机废气分析仪的使用	55
实验19 ACT—3 自动变速器检测实验台的使用	58
实验20 战神 K—8880 四轮定位仪的使用	62
实验21 车轮动平衡机的使用	64
第2章 汽车发动机故障诊断与维修	69
第1节 发动机曲轴连杆机构的检修	69
实验22 气缸盖的检修	69
实验23 气缸体的检修	71
实验24 连杆的检修	75
实验25 曲轴轴承的检修	77
实验26 曲轴的检修	80
第2节 配气机构的检修	83
实验27 气门与气门座圈的检修	83

第3节 润滑系、冷却系的检修	86
实验28 润滑系的检修	86
实验29 冷却系的检修	89
第4节 柴油机燃料系的检修	94
实验30 柴油机供油正时的检查与调整	94
实验31 柴油机喷油器的检修	96
第5节 发动机的总装与调试	99
实验32 发动机的总装	99
实验33 发动机的竣工与验收	104
第6节 发动机故障诊断与排除	106
实验34 发动机无法起动的故障诊断与排除(起动机运转正常)	106
实验35 发动机怠速不良的故障诊断与排除	109
实验36 发动机功率下降的故障诊断与排除	111
实验37 利用真空表对发动机的综合故障进行诊断与排除	114
实验38 发动机综合性能的检测与故障诊断	117
实验39 发动机加速不良的故障诊断与排除	120
实验40 气缸压力的测量与分析	122
实验41 发动机润滑油压力过低的故障诊断与排除	124
实验42 发动机润滑油消耗过大的故障诊断与排除	127
实验43 发动机过热的故障诊断与排除	129
实验44 发动机异响的故障诊断与排除	132
实验45 汽油机废气排放超标的故障诊断与排除	135
实验46 柴油机无法起动的故障诊断与排除	138
实验47 柴油机游车的故障诊断与排除	141
第3章 汽车底盘故障诊断与维修	144
第1节 汽车传动系的检修	144
实验48 离合器的检修	144
实验49 机械式变速器的检修	148
实验50 传动轴及万向传动装置的检修	153
实验51 主减速器差速器的检修与调整	156
第2节 转向系和制动系的检修	162
实验52 转向器的检修与调整	162
实验53 动力转向器的检修	165
实验54 制动踏板自由行程的检查与调整(液压式)	168
实验55 液压制动总泵的检修	170
实验56 车轮制动器的检修	174
实验57 驻车制动装置的检修	177
实验58 车轮定位参数的检测	180
实验59 车轮动平衡的检验	182

实验 60	前轮侧滑量的检测	184
第 3 节	汽车自动变速器的检修	186
实验 61	自动变速器液力变矩器的检修	186
实验 62	自动变速器油泵的检修	189
实验 63	自动变速器行星齿轮机构的检修	191
实验 64	自动变速器制动器的检修	194
实验 65	自动变速器离合器的检修	196
实验 66	自动变速器阀板的检修	198
第 4 节	底盘故障的诊断与排除	201
实验 67	离合器故障诊断与排除	201
实验 68	手动变速器自动脱档的故障诊断与排除	204
实验 69	汽车转向沉重的故障诊断与排除	206
实验 70	液压制动效能不良的故障诊断与排除	208
实验 71	汽车行驶跑偏的故障诊断与排除	211
实验 72	汽车行驶时摆振的故障诊断与排除	213
实验 73	自动变速器常见的故障诊断与排除	216
实验 74	自动变速器时滞试验	219
实验 75	自动变速器失速试验	220
第 4 章	汽车电控系统故障诊断与维修	223
第 1 节	电子控制燃油喷射系统的故障诊断与检修	223
实验 76	电子控制燃油喷射系统主要传感器的检测	223
实验 77	电子控制燃料喷射系统主要执行器的检测	229
实验 78	电子控制燃油喷射系统故障码的读取	232
实验 79	电子控制燃油喷射系统无故障码的常见故障诊断	236
第 2 节	电子控制点火、微机控制点火系统的检修与故障诊断	242
实验 80	有触点电子控制点火系统的检修	242
实验 81	无触点电子控制点火系统的检修	247
实验 82	电子控制点火系的故障诊断与排除	250
实验 83	微机控制点火系统的检修	253
实验 84	微机控制点火系的故障诊断与排除	256
第 3 节	电子控制自动变速器电控系统的检修与故障诊断	259
实验 85	电子控制自动变速器电控系统的检修	259
实验 86	电子控制自动变速器的自诊断与故障排除	263
第 4 节	汽车安全气囊 (SRS) 的检修与故障诊断	267
实验 87	利用诊断插座跨接式读取故障码	267
实验 88	SRS 系统的故障诊断	270
第 5 节	电子控制防抱死制动系统 (ABS) 的检修与故障诊断	273
实验 89	ABS 控制系统的检修	273
实验 90	ABS 系统的故障诊断	279

第6节 电子控制悬架系统的检修与故障诊断.....	282
实验91 电子控制悬架系统的检修.....	282
实验92 电子控制悬架系统的故障诊断.....	287
参考文献.....	292

第1章 汽车故障诊断与维修
常用设备仪器的使用

第1节 测量仪器仪表的使用

实验 1 常用量具的使用

实验目的及要求

实验目的

- (1) 熟悉汽车维修中常用量具的名称、规格和工作原理。
- (2) 掌握汽车维修过程中量具的正确使用方法和读数方法。
- (3) 了解汽车维修中常用量具的维护和存放方法。

实验要求

准确地识别和选择各种类别、型号的量具，并能正确地运用，掌握安全操作方法。

实验预习及准备

实验设备及仪器

- (1) 常用量具。
- (2) 测量用零件。

实验技术标准及规范

- (1) GB/T 16739—2004 《汽车维修业开业条件》。
- (2) 《中华人民共和国强制检定的工作计量器具检定管理办法》。

实验课时

本实验计划 1 课时。

实验内容及方法

实验内容

1. 钢直尺

钢直尺是一种最简单的测量长度用量具，可直接读数，用薄钢板制成。常用于粗测工件的长度、宽度和厚度。常见钢直尺的规格有 150、300、500、1000mm 等。

2. 卡钳

卡钳是一种间接读数量具，卡钳上不能直接读出尺寸，必须与钢直尺或其他刻线量具配合测量。卡钳分为内卡钳和外卡钳两件，如图 1-1 所示。内卡钳用来测量内径、凹槽等；外卡钳用来测量外径和平行面等。

3. 游标卡尺

(1) 刻线原理和读数方法。游标卡尺读数部分由尺身和游标组成，如图 1-2 所示。其尺身刻线间距 a 为 1mm，若令尺身刻线 $n-1$ 格的宽度，等于游标刻线 n 格的宽度，则游标的刻线距离 $b=(n-1) \times a/n$ ，而尺身刻线与游标刻线间距宽度差 $i=a-b=a/n$ 。当游标在尺身两个刻线间移

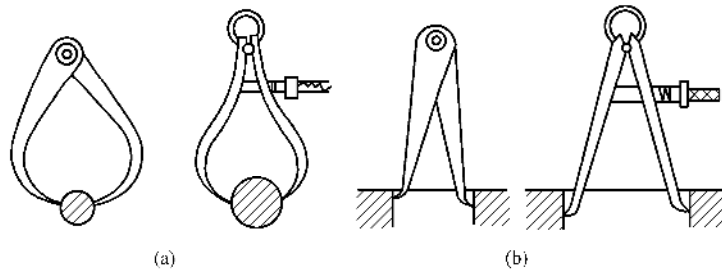


图 1-1 卡钳
(a) 外卡钳; (b) 内卡钳

动时, 游标零线离开尺身前一刻线的距离, 等于游标刻线的标号和游标读数值, 这个乘积即为读数时小数部分的值。此值加上游标零线前面尺身上的刻度值, 即为测量结果。常取 $n=10$ 、 $n=20$ 、 $n=50$ 三种, 相对应的游标读数值 i 分别为 0.10、0.05、0.02mm。

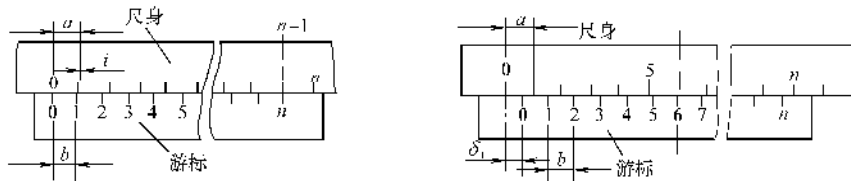


图 1-2 游标卡尺的刻线原理

(2) 游标卡尺规格。游标卡尺的种类和外形结构较多, 其规格常用测量范围和游标读数值来表示。例如: 某游标卡尺的型号为 $0\sim 125\times 0.02$, 则说明其测量范围为 $0\sim 125\text{mm}$, 游标读数值为 0.02mm 。游标卡尺可以测量内外尺寸、深度、孔距、环形壁厚和沟槽。常用测量范围有 $0\sim 125\text{mm}$ 、 $0\sim 150\text{mm}$ 两种。游标读数有 0.02 、 0.05mm 两种。

4. 千分尺

(1) 分类和结构。千分尺又称螺旋测微器, 是一种精密量具。其测量精度比游标卡尺高, 且比较灵敏。千分尺按用途可分为外径千分尺、内径千分尺、杠杆千分尺、深度千分尺、壁厚千分尺、公法线千分尺等。这里主要介绍外径千分尺。外径千分尺由尺架、测微螺杆、测力装置和锁紧装置等组成。其规格是按测量范围来表示的, 常用的有 $0\sim 25\text{mm}$ 、 $25\sim 50\text{mm}$ 、 $50\sim 75\text{mm}$ 、 $75\sim 100\text{mm}$ 、 $100\sim 125\text{mm}$ 、 $125\sim 150\text{mm}$ 等 6 种。其分度值一般为 0.01mm 。一般千分尺均附有用于调整的专用小扳手, 测量下限不为零的千分尺, 还附有用于调整零位的标准棒。

(2) 刻度原理和读数方法。在千分尺的固定套筒的轴向刻有一条基线, 基线的上、下方都有间距为 1mm 的刻线, 上、下刻线错开 0.50mm 。微分筒的圆锥面上刻有 50 等分格。由于测微螺杆和固定套筒的螺距都是 0.50mm , 所以当微分筒旋转一圈时, 测微螺杆就移动 $0.50/50=0.01$, 即千分尺的测量精度为 0.01mm 。读数时, 先从固定套筒管上读出毫米数与半毫米数; 再看基线对准微分筒上哪格及其数值, 即多少个 0.01mm , 把两次读数相加就是测量的完整数值。如图 1-3 (a) 所示, 固定套筒上露出来的数值是 7.50mm , 微分筒上第 39 格线与固定套筒上基线对齐, 即数值为 0.39mm , 此时, 千分尺的正确读数为 $7.50\text{mm}+0.39\text{mm}=7.89\text{mm}$ 。在图 1-3 (b)、(c) 中, 千分尺的正确读数分别为 $7\text{mm}+0.34\text{mm}=7.34\text{mm}$ 和 0.50mm

+0.09mm=0.59mm。

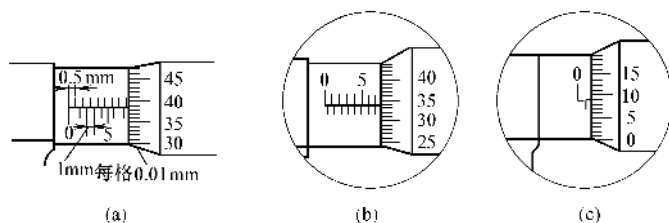


图 1-3 千分尺的刻度和读数示例

(a) 正确读数为 7.89mm; (b) 正确读数为 7.34mm; (c) 正确读数为 0.59mm

5. 百分表

(1) 结构特点和工作原理。百分表是齿轮传动式测微量具，其结构如图 1-4 所示。它常用来测量机器零件的各种几何形状偏差和表面相互位置偏差，也可测量工件的长度尺寸，具有外廓尺寸小、重量轻和使用方便等特点。使用时，必须将其固定到可靠的支架上。其工作原理是将测杆的直线位移，经过齿条与齿轮传动转变为指针的角位移。百分表的刻度盘圆周刻成 100 等份，其分度值为 0.01mm，当主指针 4 转动一周，则测杆的位移量为 1mm。表盘 1 和表圈 2 是一体的，可任意转动，以便使指针对零位。小指针转数指示盘 3 用以指示大指针的回转圈数。常见百分表的测量范围有 0~3mm、0~5mm 和 0~10mm 等。

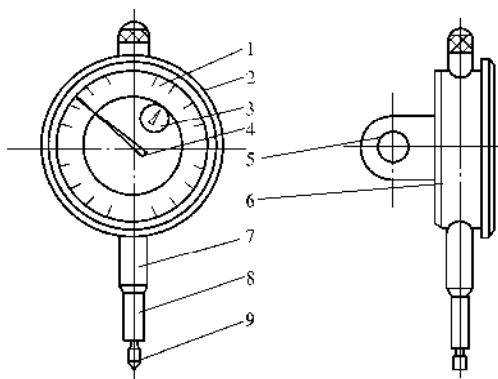


图 1-4 百分表的结构

1—表盘；2—表圈；3—小指针转数指示盘；4—主指针；
5—耳环；6—表体；7—轴套；8—量杆；9—测量头

(2) 内径百分表。又称量缸表，是一种借助百分表为读数机构、配备杠杆传动系统或楔形传动系统的杆部组合而成的测量器具。它用比较法来测量孔径及其几何形状偏差，其外观和结构如图 1-5 所示。主要用来测量气缸的尺寸精度和形状精度，也可以用来测量轴孔。测量时，被测孔的尺寸偏差借活动测头的位移，通过杠杆和传动杆传递给指示结构。因传动系统的传动比为 1，因此，测头所移动的距离与指示表的指示值相等。为了测量不同的缸径，常备有不同的量杆。测量表的规格是按测量直径的范围来划分的，如 18~35mm、35~50mm、50~160mm 等。汽车维修工作常用规格为 50~160mm。

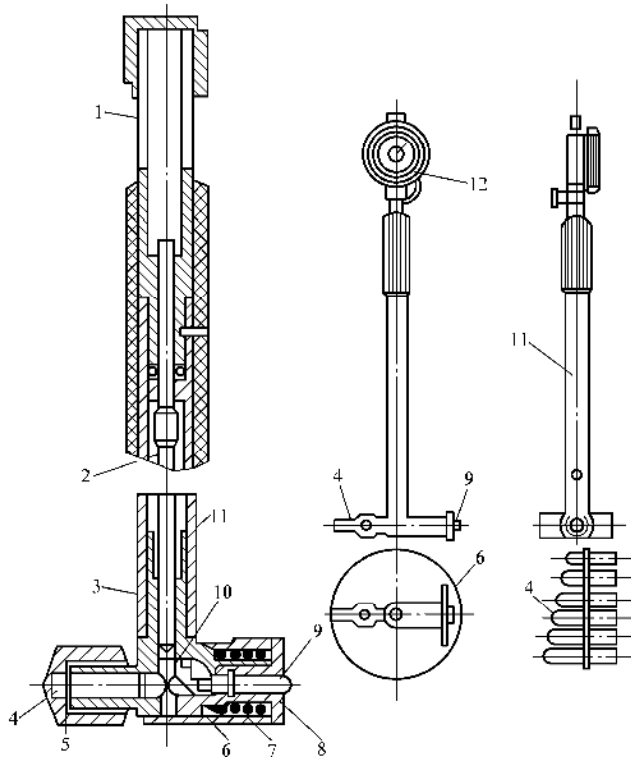


图 1-5 内径百分表的外观和结构

1—插口；2—活动杆；3—三通管；4—固定量杆；5、8—锁紧螺母；6—活动套；
7—弹簧；9—活动量杆；10—测力装置；11—表管；12—百分表

(3) 百分表架。百分表架是专门用来夹持百分表的，可变换各种方向，以适应不同方向的测量工作。通常有轨道座式、磁力座式和磁力座软轴式三种。

6. 塞尺

塞尺主要用来测量两平面之间的间隙。如图 1-6 所示，塞尺片上有表示厚度尺寸的数值。塞尺的规格以长度和每组片数来表示。常见的长度有 100、150、200、300mm 等 4 种，每组片数有 11~17 等多种。

7. 弹簧秤

弹簧秤用来测量拉力或弹力。如图 1-7 所示，其外壳的正面刻有量度单位，单位为 N 或 kgf。使用时把待测的物体挂在钩上，拉动或提起圆环，弹簧就伸长，固定在弹簧上的指针也随之移动，即可测得力的大小。

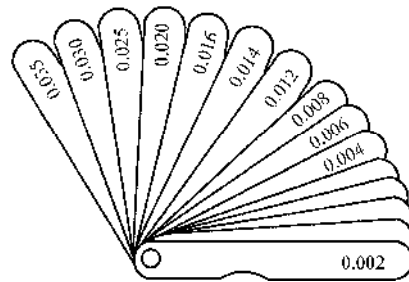


图 1-6 塞尺

实验注意事项

1. 简单量具使用注意事项

- (1) 钢直尺在使用过程中，应注意防止由视觉而产生的误差。
- (2) 卡钳的使用方法要正确，其注意事项如图 1-8 所示。

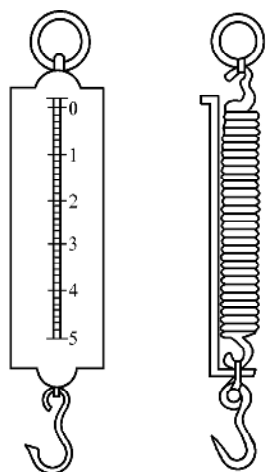


图 1-7 弹簧秤

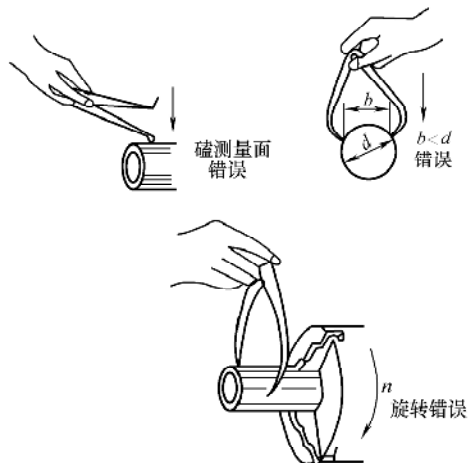


图 1-8 卡钳使用注意事项

2. 游标卡尺使用注意事项

(1) 游标卡尺的用途很广，只有正确使用，才能保证测量精度。测量前应将被测工件表面擦净；检查游标卡尺尺身和游标上的零线是否对齐，应先标定后再使用。

(2) 游标卡尺不能测量旋转中的工件，易出现的几种错误使用方法如图 1-9 所示。

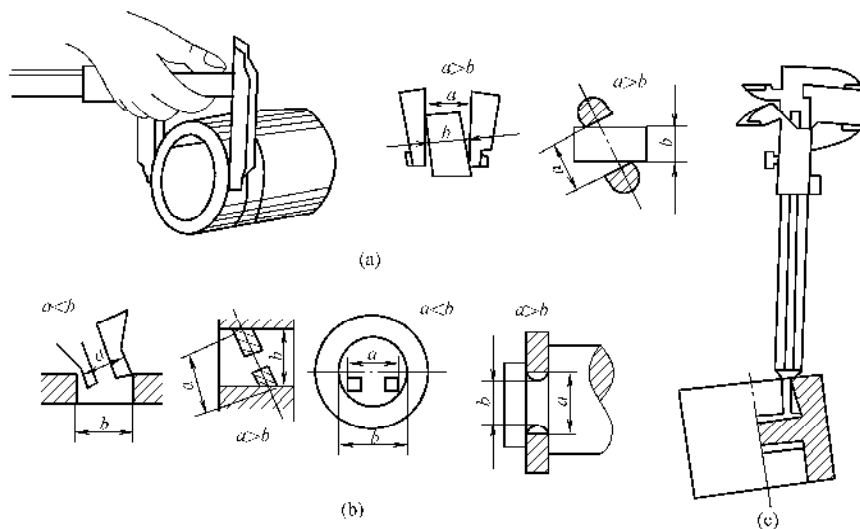


图 1-9 游标卡尺易出现的错误使用方法

(a) 几种测量外径的错误方法；(b) 几种测量内径和沟槽的错误方法；

(c) 测量深度的错误方法

(3) 绝对禁止把游标卡尺的两个量爪当作扳手或刻线工具使用。

(4) 游标卡尺受到损伤后，绝对不允许用锤子、锉刀等工具自行修理，应交专门修理部门修理，经检定合格后才能使用。

3. 千分尺使用注意事项

(1) 测量前，先将测量面擦净，并检查零位。具体检查方法是：用测力装置使量面与标准

No

棒两端面接触, 观察微分筒前端面与固定套管零线、微分筒零线与固定套管基线是否重合。如不重合, 应通过附带的专用小扳手转动固定套管进行调整。

(2) 测量时, 千分尺应摆正, 先用手转动活动套管, 当测量面接近工件时, 改用测力装置的螺母转动, 直到听到“咔咔”声为止。

(3) 读数时, 要特别注意不要读错 0.5mm。

(4) 不准测量毛坯或表面粗糙的工件, 不准测量正在旋转发热的工件, 以免损伤千分尺或得不到正确的读数。

4. 磁座百分表和量缸表使用注意事项

(1) 使用磁座百分表测量工作时, 必须将其固定在可靠的支架上。

(2) 百分表的装夹要牢固, 夹紧力适当。检查测杆是否灵活, 夹紧后不可再转动百分表。

(3) 测量时, 应使测头处于被测工件表面的正确位置, 否则将产生较大的测量误差。百分表的正确位置如图 1-10 所示。

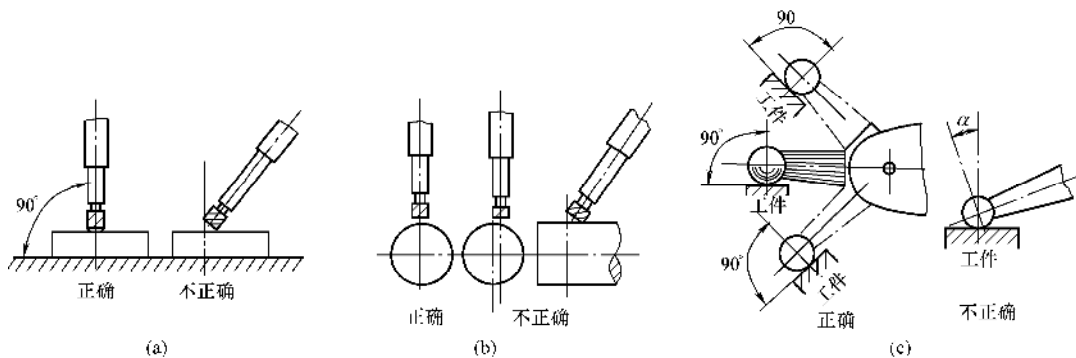


图 1-10 百分表的正确位置

(a)、(c) 测量工件平面; (b) 测量工件直径

(4) 测量时, 应轻提测杆, 缓慢放下, 使测头与工件接触。测头抵住被测量面后, 应使表针转过 1 周左右, 以保持触头一定的压力。不准将工件强行推至测头下, 也不准急速放下测杆, 否则将造成测量误差, 甚至损伤量具。

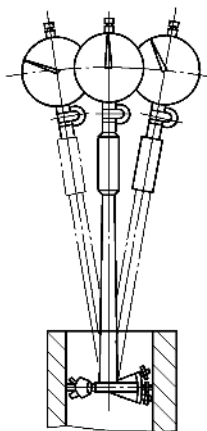


图 1-11 量缸表的正确测量位置

(5) 用量缸表测量缸径时, 先根据缸径选用合适的固定量杆, 将量缸表放入气缸上部。如果表针能转动 1 圈左右, 则为调整适宜, 然后将量杆上的固定螺母锁紧。

(6) 测量缸径时, 量杆必须与气缸轴线垂直, 读数才能准确。为此, 测量时可稍稍摆动量缸表, 如图 1-11 所示, 当指针指示到最小数值时, 即表明量杆已垂直于气缸轴线。记下该处数值, 然后用外径千分尺测量此位置的读数, 即为缸径值。

5. 塞尺和弹簧秤使用注意事项

(1) 塞尺使用时要注意工件和塞尺片的清洁。插入工件后, 以手感到有摩擦力为合适。

(2) 用弹簧秤测力时, 要注意拉动的方向应与要测的力的方向一致。

实验考核**考核要求**

- (1) 能正确地选用各种类别、型号的量具。
- (2) 能迅速、准确地读出量具所指示的数值。
- (3) 使用中量具摆放整齐有序，使用结束及时擦拭保存量具。

考核时间

考核时间 60min。

考核评分

考核内容及评分标准见表 1-1。

表 1-1 量具使用考核内容及评分标准

序号	考核内容	配分	评分标准	考核记录	扣分	得分
1	选择量具类别型号	10	选择错误扣 10 分			
2	量前检查量具零位	30	未做检查扣 30 分			
3	测量正确位置	20	位置不准确酌情扣分			
4	快速准确读数	20	速度不符合要求酌情扣分			
			读数不准扣 20 分			
5	操作规范、合理有序	20	每项扣 6 分，扣完为止			
	遵守规则、安全操作		违反安全规则、出事故，记 0 分			
6	分数合计	100				

实验报告

实验结果整理与分析。

实验 2 指针式万用表的使用

实验目的及要求**实验目的**

- (1) 掌握指针式万用表的使用方法和操作步骤。
- (2) 熟悉指针式万用表各测量挡位的测量参数及量程范围。

实验要求

- (1) 能使用指针式万用表准确进行交直流电压、直流电流、电阻及音频电平等电工电子测量。
- (2) 能按正确的操作步骤进行测量工作。
- (3) 有关技术参数符合相应量程要求。
- (4) 在操作过程中掌握仪器安全操作注意事项。

实验预习及准备

▣ 实验设备及仪器

- (1) 指针式万用表。
- (2) 电工电子实验台或相应实验用车。
- (3) 常用工具及测量用工作台。

▣ 实验技术标准及规范

- (1) GB/T 16739—2004《汽车维修业开业条件》。
- (2)《中华人民共和国强制检定的工作计量器具检定管理办法》。

▣ 实验课时

本实验计划 1 课时。

实验内容及方法

▣ 实验内容

下面以 MF500 指针式万用表为例,介绍实验操作步骤。MF500 指针式万用表外形如图 1-12 所示。

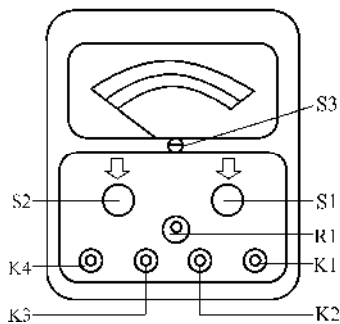


图 1-12 MF500 指针式万用表外形

注意:使用之前必须调整调零器“S3”,使指针准确地指示在标度尺的零位上。

1. 直流电压测量

将测试杆短杆分别插在“K1”和“K2”内,转换开关旋钮“S1”至“V”位置上、开关旋钮“S2”至所测量直流电压的相应量限位置上,再将测试杆长杆跨接在被测电路两端。当不能预计被测直流电压大约数值时,可将开关旋钮旋置最大量限的位置上,然后根据指示值之大约数值,再选择适当的量限位置,使指针得到最大的偏转度。测量直流电压时,当指针向相反方向偏转,只需将测试杆的“+”、“-”极互换即可。读数见“≈”处刻度。测量 2500V

时,将测试杆短杆插在“K1”和“K4”插口中。

2. 交流电压测量

将开关旋钮“S1”旋至“黑”位置上,开关旋钮“S2”旋至所欲测量交流电压值相应的量限位置上,测量方法与直流电压测量相似。50V 及 50V 以上各量限的指示值见“≈”处刻度,10V 量限见“10V”专用刻度。由于整流系仪表的指示值是交流电压的平均值,而仪表指示值是按正弦波形交流电压的有效值校正的,对被测交流电压的波形失真,应在被测电压任意瞬时值与基本正弦波上相应的瞬时值间的差别不超过基本波形振幅的±1%。当被测电压为非正弦波时,例如测量铁磁饱和稳压器的输出电压,仪表的指示将因波形失真而引起误差。

3. 直流电流测量

将开关旋钮“S2”旋至“A”位置上,开关旋钮“S1”旋到需要测量直流电流值相应的量限位置上,然后将测试杆串接在被测电路中,就可量出被测电路中的直流电流值。指示值见“≈”处刻度。测量过程中仪表与电路的接触应保持良好的,并应注意切勿将测试杆直接跨接在直流电压的两端,以防止仪表因过负荷而损坏。

4. 电阻测量

将开关旋钮“S2”旋至“ Ω ”位置上，开关旋钮“S1”旋到“ Ω ”量限内，先将两测试杆短路，使指针向满度偏转；然后调节定位器“R1”，使指针指示在欧姆标度“ 0Ω ”位置上；再将测试杆分开进行测量电阻阻值。指示值见“ Ω ”刻度。为了提高测量精度，指针所指示被测电阻之值，应尽可能指示在刻度中间一段，即全刻度起始的20%~80%弧度范围内。在 $\Omega\times 1$ 、 $\Omega\times 10$ 、 $\Omega\times 100$ 、 $\Omega\times 1k$ 量限所用直流工作电源系1.5V 二号电池一节， $\Omega\times 10k$ 量限所用直流工作电源系9V 层叠电池一节，它们在工作时的端电压应位于表1-2所列范围内。当短路测试杆调节定位器“R1”不能使指针指示到欧姆零位时，表示电池电压不足，应立刻更换上新电池，以防止因电池腐蚀而影响其他零件。更换电池时，应注意电池极性，并注意保持接触良好。仪表长期搁置不用时，应将电池取出。

5. 音频电平测量

测量方法与测量交流电压相似，将测量杆插在“K1”、“K4”插口内，转换开关旋钮“S1”、“S2”分别放在“V”和相应的交流电压量限位置上。音频电平刻度是根据 $0dB=1mW$ ，600 Ω 输送标准而设计。标准尺指示值从 $-10\sim+22dB$ 。当被测量大于 $+22dB$ 时，应在50V或250V量限进行测量，指示值应按表1-3所示数值进行修正。

表 1-2 工作时端电压范围

电池标准电压/V	工作时端电压范围/V
1.5	1.35~1.65
9.0	8.1~9.9

表 1-3 音频电平测量修正值

量限/V	按电平刻度增加值/dB	电平的范围/dB
50	14	+4~+36
250	28	+18~+50

实验注意事项

为了测量时获得良好效果及防止由于使用不慎而使仪表损坏，仪表在使用时应遵守下列事项：

- (1) 仪表在测试时，不能旋转开关旋钮。
- (2) 当被测量不能确定其大约数值时，应将量程转换开关旋到最大量限位置上，然后再选择适当的量限，使指针得到最大的偏转。
- (3) 测量直流电流时，仪表应与被测电路串联。禁止将仪表直接跨接在被测电路的电压两端，以防止仪表过负荷而损坏。
- (4) 测量电路中的电阻时，应将被测电路的电源断开，如果电路中有电容器，应先将其放电后才能测量。切勿在电路带电情况下测量电阻。
- (5) 表在携带时或每次用毕后，最好将开关旋钮“S2”旋在“·”上，使测量机构两极接成短路；“S1”旋在“·”位置上，使仪表内部电路呈开路状态，防止因误设置开关旋钮位置进行测量而仪表损坏。
- (6) 为了确保安全，测量交直流2500V量限时，应将测试杆一端固定在电路低电位上，将测试杆的另一端接触被测高压电源。测试过程中应严格执行高压操作规程，双手必须带高压绝

No

缘橡胶手套，地板上应铺置高压绝缘胶板，测试时应谨慎。

(7) 仪表应经常保持清洁和干燥，以免影响准确度和损坏仪表。

实验考核

▣ 考核要求

- (1) 能够熟练操作指针式万用表。
- (2) 能够根据所测参数熟练地选择和调整指针式万用表的状态。
- (3) 能够对指针式万用表进行维护和保养工作。

▣ 考核时间

考核时间 15min。

▣ 考核评分

考核内容及评分标准见表 1-4。

表 1-4 指针式万用表使用考核内容及评分标准

序号	考核内容	配分	评分标准	考核记录	扣分	得分
1	安装和连接仪表	30	错误及时纠正，一次扣 5 分			
2	测前检查指针零位	20	未做检查扣 20 分			
3	操作步骤合理	10	不合理酌情扣分			
4	快速、准确读数	20	速度要求酌情扣分			
			读数不准扣 20 分			
5	操作规范、合理有序	20	每项扣 6 分，扣完为止			
	遵守规则、安全操作		违反安全规则、出事故，记 0 分			
6	分数合计	100				

实验报告

实验结果整理与分析。

实验 3 数字式万用表的使用

实验目的及要求

▣ 实验目的

- (1) 掌握数字式万用表的使用方法和操作步骤。
- (2) 熟悉数字式万用表各测量挡位的测量参数及量程范围。

▣ 实验要求

- (1) 能使用数字式万用表准确进行交直流电压、直流电流、电阻及二极管等电工电子测量。
- (2) 能按正确的操作步骤进行测量工作。