

汽车

发动机构造与维修

◎ 关廷广 主编 ◎ 郁茂 副主编



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

汽车发动机构造与维修

主 编 关廷广

副主编 郁 茂

编委会 杨景泰 张效敏 张 兵

关廷广 郁 茂 杨海鸥

王 鑫

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书按照“三分理论，七分实践”的总体教学要求进行编写，主要内容包括汽车维修中工量具的认知与使用、汽车发动机总体构造与分类、发动机曲柄连杆机构认识、发动机配气机构认识、汽油机燃油供给系统认识与故障案例分析、柴油机燃油供给系统认识与故障案例分析、汽车冷却系统认识与故障案例分析、汽车润滑系统认识与故障案例分析。

本书既可作为职业院校汽车相关专业的学习用书，也可作为相关专业人员的参考用书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

汽车发动机构造与维修 / 关廷广主编. —北京：电子工业出版社，2015.8

ISBN 978-7-121-26412-2

I. ①汽… II. ①关… III. ①汽车—发动机—构造—中等专业学校—教材②汽车—发动机—车辆修理—中等专业学校—教材 IV. ①U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2015）第 138306 号

策划编辑：关雅莉

责任编辑：郝黎明

印 刷：北京京师印务有限公司

装 订：北京京师印务有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本：787×1 092 1/16 印张：11.75 字数：300.8 千字

版 次：2015 年 8 月第 1 版

印 次：2015 年 8 月第 1 次印刷

定 价：25.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：(010) 88258888。

PREFACE 前言

本书全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动力和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。按照“三分理论，七分实践”的总体教学要求，注重理论体系化。本书将“理论与实践”、“知识与技能”有机地融于一体。每章在介绍必要的理论知识的同时，还给出相关的课后习题。

本书主要包括汽车维修中工量具的认知与使用、汽车发动机总体构造与分类、发动机曲柄连杆机构认识、发动机配气机构认识、汽油机燃油供给系结构认识与故障案例分析、柴油机燃油供给系结构认识与故障案例分析、汽车冷却系结构认识与故障案例分析、汽车润滑系结构认识与故障案例分析。

本书由学校一线教师关廷广担任主编，郁茂担任副主编，编委会人员有杨景泰、张效敏、张兵、关廷广、郁茂、杨海鸥、王鑫。本书结合我校学生学情，现代企业对一线技术人员的需求，在学校领导的大力支持及教导处的具体指导下编写而成。

限于编者水平，加之编写时间仓促，书中一定有不少缺点和错误，恳请使用本书的教师，学生以及同行业的专家不吝指正，多提宝贵建议和意见。

编 者

CONTENTS 目录

第0章 常用工具的使用	1
0.1 手工工具	1
0.2 测量工具	3
第1章 汽车发动机总体构造与工作原理	9
1.1 发动机的分类	9
1.1.1 汽车发动机的分类	9
1.1.2 发动机的常用术语	10
1.2 发动机的工作原理	11
1.2.1 四冲程汽油发动机的工作原理	12
1.2.2 四冲程柴油机的工作原理	12
1.2.3 二冲程汽油机的工作原理	13
1.2.4 二冲程柴油机的工作原理	14
1.3 汽车发动机的总体构造	14
1.3.1 基本构造	14
1.3.2 柴油发动机总成的结构特点	15
1.3.3 内燃机产品的名称和型号编制规则	16
习题1	17
第2章 曲轴连杆机构	20
2.1 曲轴连杆机构概述	20
2.2 机体组	20
2.2.1 汽缸偏置	20
2.2.2 机体组	21
2.2.3 汽缸套	21
2.2.4 汽缸体的结构	23
2.2.5 汽缸体的维修	24
2.2.6 油底壳	25

2.2.7	汽缸垫	25
2.2.8	汽缸盖	27
2.2.9	汽车发动机燃烧室	27
2.2.10	发动机的支撑	30
2.3	活塞连杆组	30
2.3.1	活塞连杆组的作用	30
2.3.2	活塞连杆组的组成	30
2.3.3	活塞	31
2.3.4	活塞环	34
2.3.5	气环	35
2.3.6	活塞环的装配	37
2.3.7	油环	38
2.3.8	活塞销	39
2.3.9	连杆	40
2.4	曲轴飞轮组	42
2.4.1	曲轴飞轮组	42
2.4.2	主轴止推垫	44
2.4.3	曲轴扭转减振器	45
2.4.4	主轴承	45
2.4.5	飞轮	45
2.4.6	曲轴飞轮组的检修	46
	习题 2	48
第 3 章	配气机构	56
3.1	配气机构概述	56
3.1.1	气门的布置形成	56
3.1.2	轴的驱动方式	58
3.1.3	每缸气门数及布置形式	60
3.2	配气机构各零件构造	60
3.2.1	气门组	60
3.2.2	气门传动组	69
3.3	配气相位	74
3.3.1	配气相位	74
3.3.2	排气相位	75
3.3.3	气门叠开	76

3.3.4 凸轮轴的检修	76
3.3.5 摇臂及摇臂轴的检修	78
3.4 气门间隙的调整	78
习题 3	80
第 4 章 汽油机燃油供给系	84
4.1 简单化油器及可燃混合气的形成	84
4.1.1 汽油机燃料供给系的组成	84
4.1.2 简单化油器	84
4.1.3 简单化油器特性	85
4.2 可燃混合气成分对发动机工作的影响	86
4.2.1 发动机对燃料的要求	86
4.2.2 成分的混合气对动力性和经济性的影响	87
4.2.3 汽车发动机各种工况对可燃混合气成分的要求	87
4.3 化油器的各工作系统	88
4.4 汽油供给装置	100
4.5 空气供给装置及废气排出装置	104
4.5.1 空气滤清器	104
4.5.2 进气管与排气管	105
4.5.3 混合气的预热装置	106
4.5.4 排气消声器	106
4.6 化油器式发动机燃料供给系的故障诊断与检测	107
4.6.1 不来油或来油不畅现象	107
4.6.2 混合气过稀	107
4.6.3 混合气过浓	108
4.6.4 怠速不良	108
习题 4	110
第 5 章 柴油机燃油供给系	115
5.1 柴油机燃油供给系概述	115
5.1.1 柴油机燃油供给系介绍	115
5.1.2 燃烧室	118
5.1.3 喷油器	119
5.2 喷油泵	123
5.2.1 多缸柴油机对喷油泵的要求	123
5.2.2 喷油泵结构形式	124

5.3	调速器	128
5.3.1	调速器组成及工作原理	129
5.3.2	RSV 型全程调速器	130
5.4	联轴器与供油提前调节装置	131
5.4.1	联轴器	131
5.4.2	供油提前角调节装置	132
5.5	柴油机燃料系常见故障诊断与排除	134
5.5.1	发动机启动困难	134
5.5.2	发动机动力不足	135
5.5.3	柴油机游车	135
5.5.4	飞车	136
	习题 5	137
第 6 章	发动机润滑系	142
6.1	润滑系概述	142
6.1.1	润滑系的作用	142
6.1.2	润滑方式	143
6.1.3	润滑系的组成及工作原理	143
6.1.4	机油泵	143
6.1.5	机油滤清器	146
6.1.6	机油散热器	149
6.2	机油的作用及分类	149
6.3	曲轴箱通风装置	151
6.4	润滑系常见故障	152
6.4.1	机油压力过低	152
6.4.2	机油压力过高	153
6.4.3	机油消耗过多	154
6.5	案例分析	155
6.5.1	AJR 发动机机油压力警告灯时亮时灭	155
6.5.2	AJR 发动机机油压力警告灯闪亮	156
6.5.3	AJR 发动机气门响	156
	习题 6	157
第 7 章	发动机冷却系	162
7.1	发动机冷却系概述	162
7.2	冷却系的各主要部件	163

7.2.1	水泵	163
7.2.2	散热器（水箱）	164
7.2.3	风扇	166
7.2.4	节温器	167
7.3	冷却系的常见故障	169
7.3.1	冷却液充足但发动机过热	169
7.3.2	发动机突然过热	170
7.3.3	冷却液消耗异常	171
7.3.4	冷却液温度过低	171
7.3.5	案例分析	173
习题 7		174

第 0 章

常用工具的使用

- ★ 实践科目：工具的认识
- ★ 实践时间：两课时
- ★ 实践目的：了解各工具的使用方法，量具的正确使用方法
- ★ 实践要求：要求学生熟练使用各种工具，达到人人会用的目的

0.1 手工具

汽车修理当中常用的手工具有开口扳手、梅花扳手、起子、手锤、活动扳手、火花塞套筒、油盆、毛刷等，如图 0-1 所示。

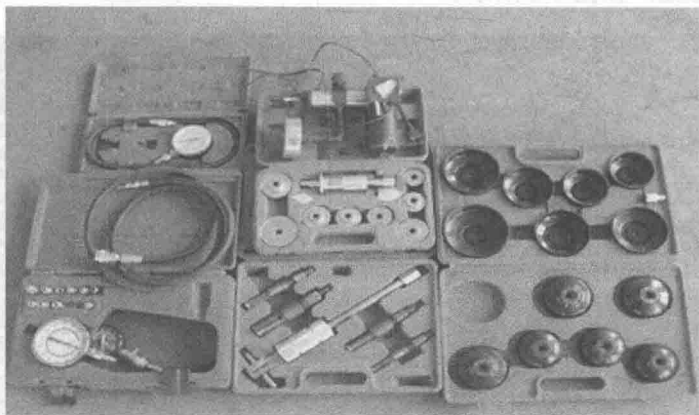


图 0-1 汽修常用工具箱

1. 开口扳手

以开口的尺寸 (mm) 为标号，常用的扳手规格有 6~9mm、8~12mm、9~11mm、12~14mm、14~17mm、13~15mm、17~19mm 等。

2. 梅花扳手

梅花扳手的扳头是一个封闭的梅花形，对螺栓或螺帽的棱角损坏程度小，但切勿用过大的力操作，以免折断螺栓，如图 0-2 所示。梅花扳手有高柱和矮柱两种，一般矮柱的梅花扳

手比较好。常用的有 5~7mm、6~9mm、8~10mm、10~12mm、13~17mm、19~21mm、22~24mm 等。

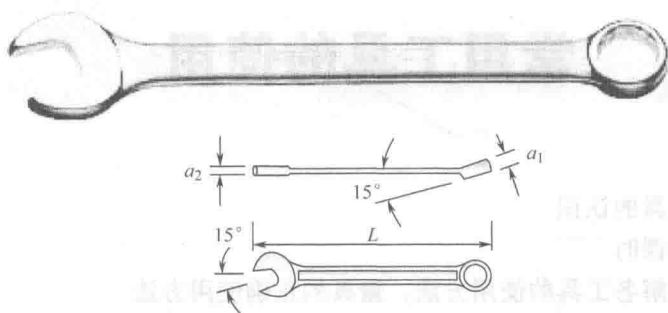


图 0-2 常用梅花开口扳手

3. 套筒扳手

套筒扳手是使用最方便的工具，可以随意组合使用，使用时灵敏度高，而且安全，使用中螺栓或螺母的棱角不易损坏，特别是在空间比较小的地方只有套筒扳手才能解决问题，常用的尺寸为 6~32mm，如图 0-3 所示。

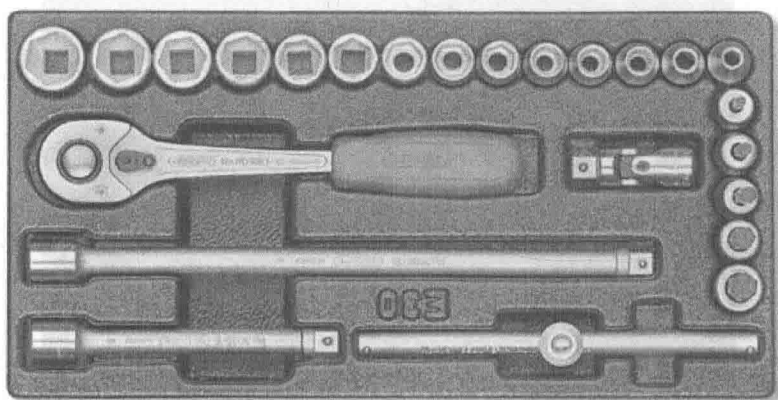


图 0-3 常见套筒扳手

4. 手锤

手锤一般有铁锤和橡胶锤两种，铁锤用于需要重击的地方，而橡胶锤则用于需要轻击的地方，两者的应用按使用情况来选择。

5. 活动扳手

使用时一定要调整好尺寸，受拉力的一侧应该是固定的，受推力的一侧应该是活动端，如图 0-4 所示。

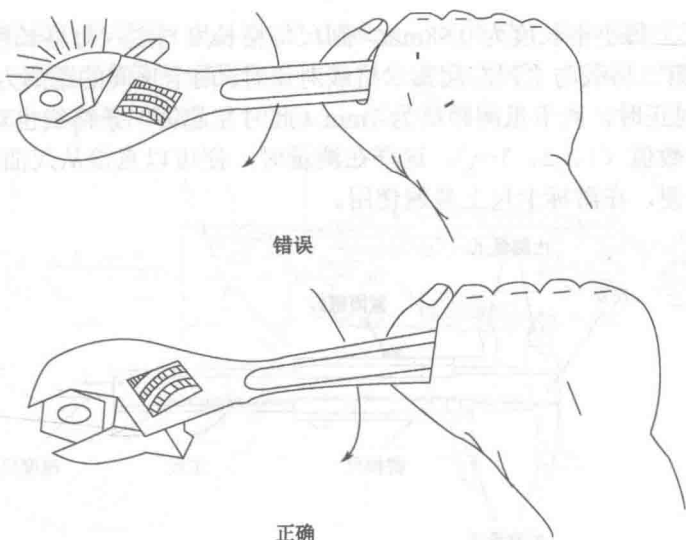


图 0-4 活动扳手的用法

6. 手钳

手钳有尖嘴钳和钢丝钳及鱼口钳等多种。

7. 滤芯扳手

拆机油滤芯的专用工具。

8. 起子

起子也就是改锥，有“一”字形和“十”字形等。

9. 扭力扳手

拆装汽车上重要部件部位的螺栓，与套筒扳手配合使用，如缸盖螺栓等。

0.2 测量工具

1. 游标卡尺

游标卡尺是一种精密的测量工具，常用来测量零件的长度、宽度、深度，以及内外径等，如图 0-5 所示。游标卡尺按其测量精度可分为 0.10mm、0.05mm、0.02mm 等数种。数值越小，精度越高。一般在尺面上标注其精度。下面以 0.02mm 精度的游标卡尺为例，简要介绍其刻度原理和使用方法。

(1) 游标卡尺的构造。游标卡尺主要由主尺、副尺、深度尺、内外卡爪等部分组成。

(2) 游标卡尺的刻度原理。0.02mm 游标卡尺可以测量出 0.02mm 的精确度，其常见的刻线方法为：主尺上的刻线每一小格为 1mm，副尺刻线是将主尺上的 49 格（即 49mm）分成

50 等分, 则副尺上每小格长度为 0.98mm , 副尺每格长度与主尺每格长度相差 0.02mm 。操作时, 当副尺左起第二格线与主尺左起第二格线对正时, 两卡爪间的距离为 0.02mm , 以此类推, 当第 50 条格线对正时, 两卡爪间距离为 1mm (此时左起第一条格线也对正)。在副尺的格线上标出计算后的数值 (1、2、3…), 这样在测量时, 便可以直接从尺面上读出测量的数值。此种方法使用方便, 在游标卡尺上普遍使用。

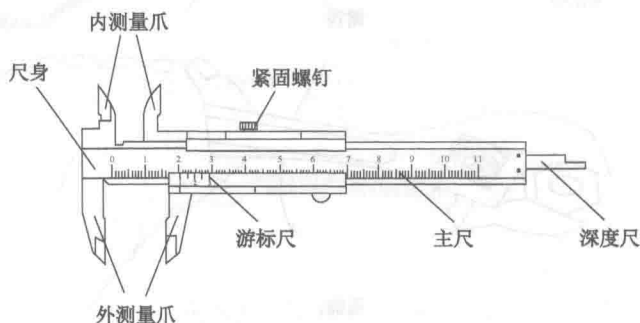


图 0-5 游标卡尺

(3) 游标卡尺的读数法。首先, 读出副尺“0”格线以前主尺上的整数, 此数为测量的毫米数; 其次, 再查看副尺上第几条格线与主尺上格线对正, 直接从副尺上读出测量的小数; 最后, 将测量的主尺整数与副尺的小数相加, 即为实际的测量数值。

(4) 游标卡尺使用的注意事项:

测量前应将卡爪接触面和被测的表面擦干净; 校正卡尺的误差。使卡尺两卡爪接触, 观察主尺和副尺“0”线应对正。否则记下误差值, 在测量计算时应消除误差。

测量时, 先将卡爪张开, 使固定卡爪的测量面贴靠零件, 再慢慢推动副尺, 使活动卡爪的测量面接触零件, 尺身应保持平直, 不得扭斜, 以免影响测量精度; 测量后, 推动副尺移开活动卡爪, 轻轻取下游标卡尺, 禁止硬卡硬拉。

读数时应仔细, 必要时可用固定螺钉将副尺固定, 以便于观察。

游标卡尺使用后要涂油妥善保管, 不得乱扔乱摔。

2. 千分尺

千分尺又俗称分厘卡、测微器。按其用途又可分为外径千分尺、内径千分尺和深度千分尺等类型。在汽车维修工作中, 以外径千分尺较为常用。

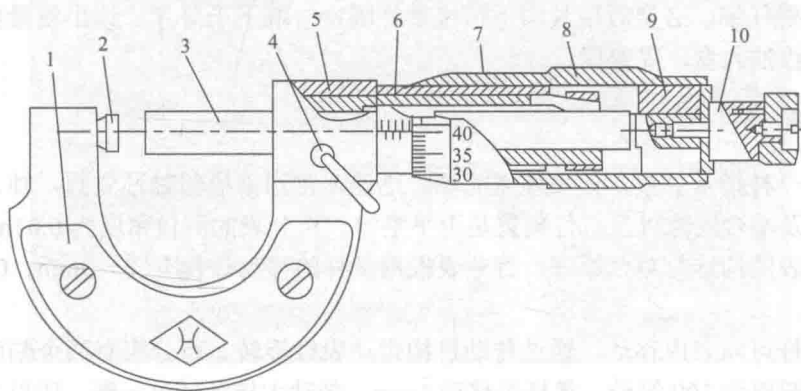
(1) 外径千分尺的量程和基本结构。

外径千分尺的基本结构由尺架、紧固手柄、螺杆、棘轮、螺帽、活动套筒、固定套筒、量杆、量柱等部分组成, 如图 0-6 所示。

外径千分尺的测量精度可达 0.01mm 。按其测量范围常分为 $0\sim 25\text{mm}$ 、 $25\sim 50\text{mm}$ 、 $50\sim 75\text{mm}$ 、 $75\sim 100\text{mm}$ 、 $100\sim 125\text{mm}$ 、 $125\sim 150\text{mm}$ 六种级别的量程, 即每种量程测量范围都是 25mm 。在外径千分尺的框架上注明它的测量范围。外径千分尺配有同级的标准量杆, 以检查和校正千分尺的精确度。

(2) 外径千分尺的刻度原理。外径千分尺量杆后端的精密螺纹的螺距为 0.50mm , 当活动

套筒旋转一周时,量杆和活动套筒一起移动了 0.50mm,故外径千分尺固定套筒基准线上的刻度,每格为 0.50mm。在活动套筒前端整个圆周上,分成 50 等份,则每一小格为 0.01mm (因活动套筒转一圈为 0.50mm,转 1/50 圈为 0.01mm),即活动套筒转动一小格,量杆移动 0.01mm。



1—尺架; 2—砧座; 3—测微螺杆; 4—锁紧装置; 5—螺纹轴套; 6—固定套筒;
7—微分筒; 8—螺母; 9—接头; 10—测力装置

图 0-6 外径千分尺的结构

(3) 外径千分尺的读数方法。

首先,读出活动套筒边缘以前,固定套筒露出的刻度值(毫米值和半毫米值);其次,再读出活动套筒转过固定套筒基准线的刻度数;最后,将固定套筒的读数和活动套筒的读数相加,再加上该外径千分尺的量程,即为实际读数。外径千分尺读数示意如图 0-7 所示。

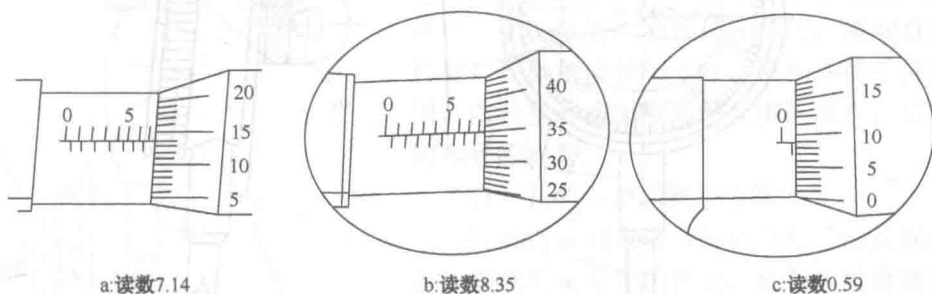


图 0-7 外径千分尺读数示意

(4) 外径千分尺使用注意事项:

使用前,应检查外径千分尺有无误差。

检查方法:先将标准量杆的端面擦拭干净(例如 25mm 以上的外径千分尺,应在量杆和量柱端面间放上标准量杆),然后活动套筒使量杆和量柱或标准量杆端面接近,再转动棘轮使端面接触,直到棘轮发出 2~3 声“吱吱”响声为止,查看活动套筒“0”刻度线应与固定套筒基准线对正,并且活动套筒前端边沿与固定套筒“0”刻线齐平。否则,应校正误差。

校正方法:手持活动套筒,拧松调整螺帽,转动活动套筒使刻线对齐,然后扭紧调整螺帽。也可暂不校正,但测量时,实际的读数应减去误差。

测量工件时，左手持千分尺的弓架，用右手旋转活动套筒，千分尺量杆的轴线应与零件中心线垂直或平行，不得歪斜。量杆与量柱接触零件时，当拧动棘轮发出“吱吱”响声，这时的读数就是零件的尺寸。如果一次测量不准，可旋动棘轮，再测量一两次。

在读数时要仔细，必要时用紧固手柄将量杆固定，取下千分尺，读出测量数值。千分尺不使用时，应涂油入盒，妥善保管。

3. 百分表

百分表是一种指示量具，该表使用简单、迅速，常用来检验轴颈失圆，轴、杆类零件变形，零件装配及啮合间隙以及机件装置是否平整等。百分表的测量精度为 0.01mm 。

(1) 百分表的构造与刻度原理。百分表根据量杆的移动行程有 $0\sim 3\text{mm}$ 、 $0\sim 5\text{mm}$ 、 $0\sim 10\text{mm}$ 等几种。

百分表量杆可向表内移动，通过传动机构带动表针旋转。百分表有两个刻度盘和两个指针。大刻度盘圆周分 100 等份，量杆每移动 1mm ，带动大指针转过一圈，所以大刻度盘上每一个小格代表 0.01mm 。此时小指针相对地转过一格，故小刻度盘每一格代表 1mm 。大刻度盘可以随表的外壳一起转动，并可用固定螺钉定位，以指示指针位置。

百分表的构造如图 0-8 所示。

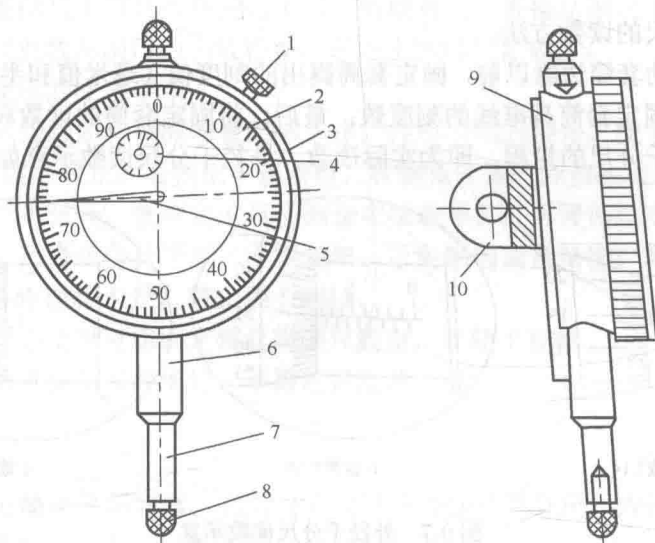


图 0-8 百分表的构造

(2) 百分表使用与维护。百分表在使用时，一般固定在专用支架或表座上，应固定牢靠，以免摔坏表具。

测量时，使量杆端面与被测零件接触，并使量杆有一定程度的预压缩，压缩行程的大小由被测部位的技术数据的大小来决定，以保证零件位置变化时，量杆不致与其发生脱离。

在测量时，百分表量杆轴线应与被测零件轴线平行或垂直，不得歪斜，以免影响测量精度。

使用时还应尽量注意不要使油污污染其表面，勿使脏污进入表内。否则将影响测量精度和加速表内机构的磨损。

百分表使用完毕,应及时擦拭干净。放入盒内,妥善保管,如图0-9所示。

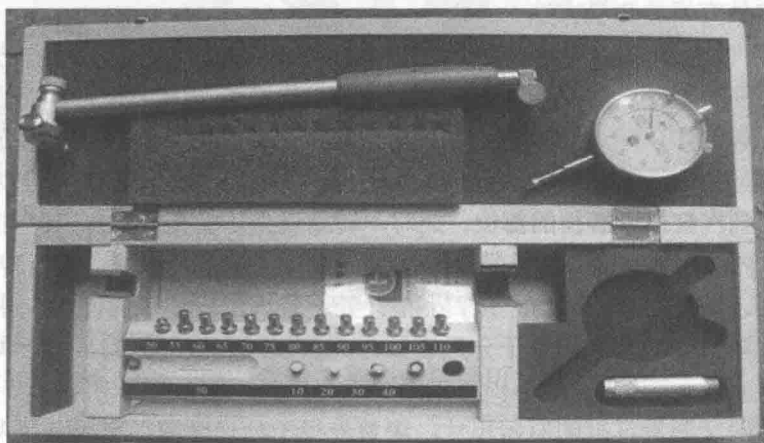


图 0-9 百分表的放置

4. 内径量表

内径量表用来测量筒形零件的内径和轴承孔、销孔等的内径。常用于测量汽缸磨损和确定汽缸内径。因此,也被称为量缸表。

内径量表由百分表和传动机构组成。其上部为一个百分表,下部为一套杠杆传动机构,如图0-10所示。量杆移动,通过杠杆作用,推动百分表指针转动。在测量内径尺寸时,应同外径千分尺配合使用。内径量表均配有不同长度的接杆,可以适应不同内径的测量。

(1) 孔类内径的测量方法

孔类内径测量时,需要外径千分尺配合使用。首先根据测量零件的内径,选择长度合适的接杆并装在表架上。将量表垂直放入被测零件的孔内,转动接杆,观察表盘的大指针,压缩至1.00mm,拧紧接杆的固定螺母。然后摆动量表,观察表盘指针,当指针顺时针方向转动到某一极限位置,即为量表处于孔内垂直位置。此时,转动表盘,使大指针对正“0”位,然后再复查无误,从孔内取出量表。用外径千分尺来测量量杆的长度。将量表下端量杆置于外径千分尺的量杆和量柱之间,量表的量杆应与外径千分尺量杆轴线平行。转动千分尺的活动套筒,观察量表表盘指针。当指针顺时针方向转动到“0”刻度为止(即在孔内的位置),然后固定千分尺套筒,取下量表。观察千分尺读

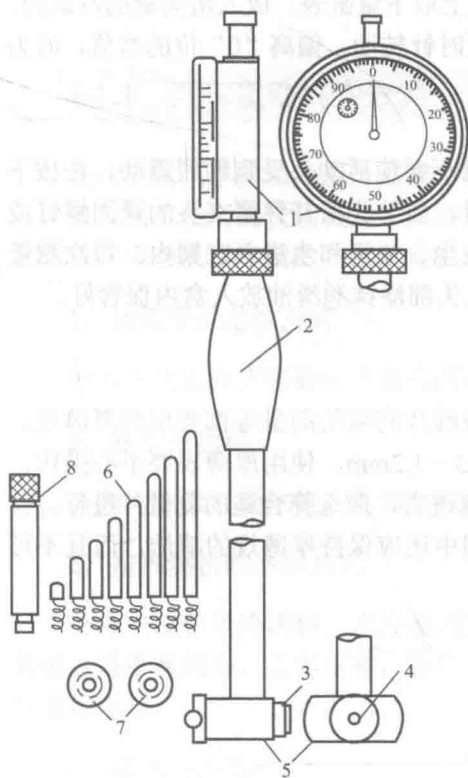


图 0-10 内径量表

数,即为该零件孔内径尺寸。

(2) 孔类零件磨损的测量方法

此法多用于汽缸磨损的测量操作,下面以汽缸磨损测量为例,介绍操作方法。

方法一:首先将被测汽缸的活塞转动至下止点,并把缸壁擦拭干净;将百分表安装在表架上并使百分表触针预压缩 2~3mm;选择合适的接杆并安装在量缸表垂直放入汽缸内,转动接杆,观察表盘指针,压缩至 0.50mm,然后固定接杆;用量缸表在活塞上方任意一圆周方向反复测量,找到汽缸最大磨损的部位;此时,转动表盘,使指针对正“0”位,记下小指针的位置;从汽缸内取出量缸表,用外径千分尺测量量缸表的量杆长度,不断转动千分尺套筒,观察量缸表表面,使大指针对正“0”位,小指针处于原汽缸内显示的位置,固定千分尺套筒;从外径千分尺上取下量缸表,检查千分尺读数,此数值减去该缸原始尺寸,即为该缸的最大磨损值。

方法二:对照所测量汽缸的原始尺寸,调整外径千分尺套筒,至千分尺两触头之间距离为原始尺寸,固定千分尺套筒。选择合适的接杆装于量缸表上,将量缸表放置在千分尺两触头之间,转动接杆,观察表面,至大指针压缩 0.05mm,固定接杆。转动表盘使大指针对正“0”位,即为量缸表的量杆长度即原始尺寸;从外径千分尺上取下量缸表,放入所测量的汽缸内,在汽缸的上方找到最大磨损部位;此时量缸表大指针逆时针转动,偏离“0”位的数值,即为该缸的最大磨损数值。

(3) 内径量表的维护

使用中,不要使内径量表受到撞击或坠落。测量时不要使活动头受到剧烈震动,在按下活动测头时要小心操作,不要用力太大。装卸百分表时,要首先松开弹簧夹头的紧固螺钉或螺母,防止损坏卡头和百分表。操作时应注意不要使灰尘、油污和水进入表架内。每次测量完毕,要将微分表、接杆取下,擦拭干净;在活动测头头部涂抹润滑油放入盒内保管好。

5. 厚薄规

气门间隙的测量、分电器触点间隙的测量和制动鼓蹄片间隙的测量等都要用到厚薄规。厚薄规由不同厚度的钢片组合而成,常用的尺寸为 0.05~1.2mm,使用厚薄规要小心操作,如图 0-11 所示。向被测的零件间隙中插入时,不要硬塞进去,应选择合适的测量片进行。拉动厚薄规感到略有摩擦力,即为被测间隙的尺寸。使用中还应保持厚薄规的清洁,而且不可任意弯曲或摔打。

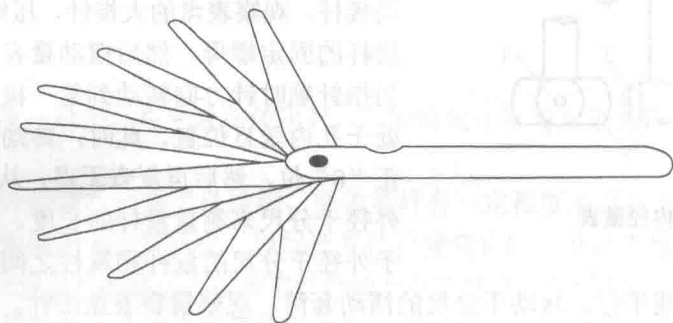


图 0-11 厚薄规