



汽车维修技工培训丛书

强大专家阵容 以读者就业为导向

实用维修案例 以服务市场为基础

成功模块教学 以能力培养为目标

汽车维修钳工

(第2版)

温秉权 黄勇 主编

王鹏 李欣 主审



国防工业出版社
National Defense Industry Press

内 容 简 介

本书共分十二章。在介绍钳工常用设备和量具,钳工必备操作方法和技能(包括划线、整削、锯割、锉削、刮削、研磨、钻孔、扩孔、铰孔、绞孔、攻螺纹、套螺纹、矫正、弯形、弹簧的制作、铆接、粘接、锡焊等)的基础上,着重介绍了汽车典型零部件修理和汽车维修装配基础。

本书可作为职业技术学校、大专院校和技工培训中心的教材,也可供有一定经验的汽车维修工和驾驶员等阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车维修钳工/温秉权,黄勇主编.—2版.—北京:国防工业出版社,2010.1
(汽车维修技工培训丛书)
ISBN 978-7-118-06582-4

I. ①汽… II. ①温… ②黄… III. ①汽车—车辆修理—钳工—技术培训—教材 IV. ①U472.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 001242 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 16¼ 字数 406 千字

2010 年 1 月第 2 版第 5 次印刷 印数 10801—15800 册 定价 30.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

《汽车维修技工培训丛书》

编委会

主 编 舒 华

编 委 王 征 姚国平 舒 展 王国权 薛乃恩
张时才 阎连新 马麟丽 黄 勇 杨 丹
王 鹏 赵劲松 王万芬 温秉权 路学成
黄昭祥 唐亮文 周增华 李文杰 郑海庆
董宏国 刘金华 陈建勤 王家林

第 2 版 序

汽车技术、建筑技术和环境保护技术是衡量一个国家工业化水平高低的三个重要指标。汽车自 1886 年 1 月 29 日发明至今,已有 120 多年的历史。近年来世界知名汽车企业进入我国市场,大大促进了国产汽车技术水平的提升,汽车产销量迅猛增大。到 2009 年 8 月 31 日,国内机动车保有量已达 1.8 亿辆,其中,私人拥有轿车达 2377 万辆,占轿车总保有量的 81.89%。随着汽车逐步进入家庭,作为汽车售后市场重要环节之一的修理市场也越来越大,这就需要大量懂得汽车维修技术的实用型人才。然而,国内汽车修理人才目前仍然处于紧缺状态,具有一定理论基础和技术过硬的高级技工人才更是供不应求。

本套丛书第 1 版自 2007 年 1 月问世以来,深受广大读者欢迎和关注,并多次被选作部队及地方汽车维修技工培训教材,还被四川和河南等省选入“农村书屋”推荐书目。为了充分反映汽车新技术、新装备和新工艺的发展,不少读者殷切期望本套丛书进行修订。为此,国防工业出版社与军事交通学院等的专家教授于 2009 年 1 月开始,对丛书进行了全面修订。在修订过程中,重点把握了以下几点。一是严格按照技能型、应用型人才培养模式进行设计构思,坚持以读者就业为向导,以服务市场为基础,以能力培养为目标,培养读者的职业技能和就业能力;二是采用了最新的国家标准和行业标准;三是新增了发动机各系统常见故障的分析与排除方法;四是对汽车电子控制技术概论、汽车发动机电子控制系统故障诊断与检修、汽车电子控制主动安全系统等章节进行了较大幅度的调整与修改,规范了汽车电子控制系统的分类方法,增加了电子控制制动辅助系统和车身稳定性控制系统等内容;五是新增了色彩、色漆与美术涂装、涂料病态及其防治方法以及不同车型的涂装工艺和涂装方法等内容。从而使丛书修订后的体系结构更趋完整合理。

本套丛书可作为中高等职业院校和交通技工学校汽车运用与维修专业及相关专业教材,也可供汽车维修技工和汽车管理、维修技术人员培训与学习使用。

丛书编委会

2009 年 10 月于天津

序

汽车技术是衡量一个国家工业化水平高低的重要标志之一。自 1886 年 1 月 29 日发明汽车至今,已有 120 多年的历史。近几年来,世界知名汽车企业进入国内汽车市场,大大促进了国内汽车技术的进步与发展,随着国民经济综合实力的提高,我国汽车生产量和销售量都在迅速增大,汽车拥有量大幅度上升。随着汽车越来越普及,作为汽车售后市场的重要环节之一,修理市场也进一步扩大,需要大量懂汽车的实用性维修人才。全国汽车维修行业每年需要新增近 30 万从业人员,而目前汽车维修行业中,汽车修理人才仍处于紧缺状态,尤其是有一定理论基础且技术过硬的高级技工供不应求。

目前我国汽车维修人员的培养主要依靠的是高职院校和技校,汽车维修作为教育部将实施的技能紧缺人才培养工程的重点之一,汽车维修专业人才已被列为我国“四大紧缺人才”之首。为了贯彻国务院《关于大力推进职业教育改革与发展的决定》和教育部、劳动保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部等六部委《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》精神,配合中等职业学校实施紧缺人才培养计划,适应国家“十一五”规划提出的大力发展职业教育和部队军地两用人才培养的要求,国防工业出版社与军事交通学院合作组织了一批专家教授,根据他们多年的教学经验和实践经验,并结合教育部等六部委颁布的《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》以及劳动和社会保障部培训就业司颁发的《技工学校汽车类专业教学计划与教学大纲》的要求精心编写了本套丛书。

丛书严格按照本专业教学计划 and 教学大纲的要求编写。在编写过程中,按照技能型、应用型人才培养的模式进行设计构思;坚持以读者就业为向导,以服务市场为基础,以能力培养为目标,培养读者的职业技能和就业能力;合理控制理论知识,注重实用性,突出新技术、新工艺、新知识和新方法;既注重符合汽车专业教育教学改革的要求,又注重职业教育的特点;既能满足当前汽车维修的实际需要,又能体现教学内容的先进性和前瞻性。

本套丛书可作为中高等职业院校和交通技工学校汽车运用与维修专业及相关专业教材,也可供汽车维修技工和汽车管理、维修技术人员培训与参考学习使用。

丛书编委会

2007.1

前 言

汽车维修钳工在汽车维修作业中占有重要地位,尤其是汽车的一些关键零部件如发动机、减速器、差速器等的维修离不开汽车维修钳工,维修水平的高低直接影响到整车运行性能的好坏。汽车维修钳工不仅需要掌握普通钳工的一些基本操作技能,还需要掌握汽车维修工艺和技术,本书正是为适应这一需求而编写的。

广大读者在第1版《汽车维修钳工》的使用过程中,提出了许多宝贵意见和建议,在此我们表示由衷的谢意。为更好的服务读者,应广大读者要求,我们对《汽车维修钳工》进行了修订。本次修订力求在打好基础的前提下,更好的为读者介绍汽车维修中钳工实用操作技术,主要加强了汽车典型零部件修理、汽车维修装配基础两部分的内容,同时将基础性理论知识汽车主要构造(原十一章)去掉。修订后全书分为十二章,主要介绍了钳工常用设备和量具、钳工必备操作方法和技能、汽车典型零部件修理、汽车维修装配基础等。

全书力求内容实用、通俗易懂、条理清晰、层次分明,注重提高技术工人的素质和能力,突出操作方法、技能和技巧的掌握,并兼顾理论知识的学习,每章后面附有思考题,便于读者学习和自查。

本书由温秉权、黄勇任主编。王鹏、李欣任主审。焦建民、王宾、路学成任副主编。参加编写人员有:军事交通学院的温秉权、黄勇、焦建民、王宾、路学成、谢霞、许爱芬、赵蓉、王海兰、邵汉强、陶新良、葛振东、余军、钱继锋、任莹、刘占东、石磊、谢坤、徐柳、贾继红、王晓燕、张芳芳、张健、杨春国、白雪峰,卫生装备研究所的孙晓军、马军,张家口煤矿机械制造高级技工学校的陈英峰,张家口市高级技工学校的魏恒春、王进、管晓东、赵军波等。

在编写过程中,查阅和参考了大量相关资料,在此对有关作者表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中疏漏和错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

作者

2009年10月于天津

目 录

第一章 钳工常用设备与量具	1	第四节 钻孔常见问题及安全技术	110
第一节 钳工常用设备	1	思考题	112
第二节 钳工常用量具	4	第七章 扩孔、铰孔与铰孔	114
思考题	16	第一节 扩孔	114
第二章 划线	18	第二节 铰孔	116
第一节 划线概述	18	第三节 铰孔	121
第二节 划线工具	18	思考题	130
第三节 划线方法	24	第八章 攻螺纹和套螺纹	132
思考题	35	第一节 螺纹概述	132
第三章 錾削和锯割	36	第二节 攻螺纹	136
第一节 錾削	36	第三节 套螺纹	149
第二节 锯割	43	思考题	153
思考题	48	第九章 矫正、弯形与弹簧的制作	155
第四章 锉削	49	第一节 矫正	155
第一节 锉刀	49	第二节 弯形	160
第二节 锉削方法	54	第三节 弹簧的制作	168
第三节 锉削废品的种类及安全技术	61	思考题	174
思考题	62	第十章 铆接、粘接与锡焊	175
第五章 刮削和研磨	63	第一节 铆接	175
第一节 刮削	63	第二节 粘接	184
第二节 研磨	75	第三节 锡焊	188
思考题	86	思考题	190
第六章 钻孔	87	第十一章 汽车典型零部件修理	191
第一节 钻孔概述	87	第一节 概述	191
第二节 钻孔工具	87	第二节 发动机零部件的修理	197
第三节 钻孔方法	100	第三节 离合器、主减速器、差速器的 修理	205

第四节	车门附件的维修	212	第二节	典型机构的装配与调整	222
第五节	断头螺杆的处理	217	第三节	汽车装配实例	243
思考题		218	思考题		250
第十二章	汽车维修装配基础	219	参考文献		252
第一节	装配工艺概述	219			

第一章 钳工常用设备与量具

钳工,主要是用手工工具,并经常在台虎钳上进行手工操作的一个工种。钳工的主要任务包括加工零件、装配、调试与维修设备等。在机械制造过程中,一些采用机械方法不太适宜或不能解决的工作都要由钳工来完成,如划线、配刮、研磨、锉削样板和制作模具以及机械设备的维修等。钳工是机械制造和使用过程中不可缺少的工种。随着工业的发展,钳工工种已有了专业的分工,有普通钳工(简称钳工)、划线钳工、模具钳工和修理钳工等等。

第一节 钳工常用设备

钳工常用的设备有钳台、台虎钳、砂轮机、台钻和立钻等。

一、钳台

钳台也称钳桌,它是钳工操作的专用案子,如图 1-1 所示(两人用工作台)。钳台上可装台虎钳和放置平板等检、量工具。钳台有木制和钢木结构两种。木质台面厚度约 60mm,表面覆盖铁皮,长度和宽度可按工作场地及工作需要而定,高度约 800mm~900mm。钳台上一般有几个抽屉,用来收藏工具,并安有防护铁丝网装置。

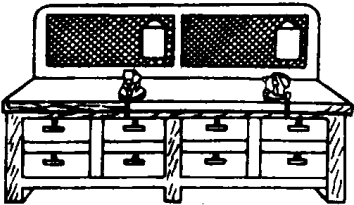


图 1-1 钳台

二、虎钳

虎钳是一种用来夹持工件的夹具。虎钳的规格以钳口宽度表示,如 100mm、125mm 和 150mm 等。虎钳的种类,一般分为手虎钳、桌虎钳、台虎钳和机用虎钳(平口钳),钳工经常使用的是台虎钳。

1. 台虎钳的构造

台虎钳的构造,如图 1-2 所示。安装在钳台上,其规格有 75mm、100mm、125mm、150mm、200mm 等几种。

台虎钳有固定式和回转式两种,回转式台虎钳使用方便,应用较广。

回转式台虎钳主体是用铸铁制成,分固定部分和活动部分两部分。固定部分 1 用螺栓固定在工作台上,活动部分 2 经导轨 5 滑动配合于固定部分。在固定部分和滑动部分上端咬口处镶有钢质淬硬的钳口 3。固定部分有一砧座 4,丝杆 6 与内部一个螺母配合,它正反转时带动活动部分 2 前后移动,可将被加工件夹紧或松开,7 是丝杆转动加力手柄。8 是固定部分的转座,9 是固定部分的底座,通过底座的螺栓孔用螺栓将整个台虎钳固定在工作台上,10 是转座的松紧螺钉,11 是松紧小手柄,扳动手柄 11 将松紧螺钉 10 旋松,可使台虎钳(除底座外)绕转座轴线转动,实现台虎钳的回转;扳动手柄 11 将松紧螺钉 10 旋紧,可将台虎钳固定在方便工作的任意方位。

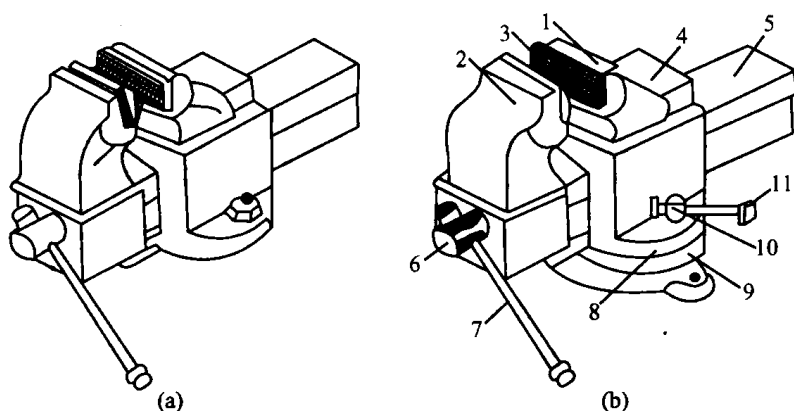


图 1-2 台虎钳
(a)固定式;(b)回转式。

1—固定部分;2—活动部分;3—钳口;4—砧座;5—导轨;
6—丝杆;7—手柄;8—转座;9—底座;10—螺钉;11—小手柄。

2. 台虎钳的使用和维护

(1)台虎钳安装在钳台上时,必须使固定部分的钳口工作面处于钳台边缘之外,以保证夹持长条工件时,工件的下端不受钳台边缘的阻碍。

(2)夹紧工件时,只能用手的力量扳紧手柄,决不允许用手锤敲击手柄或套上长管子来扳手柄,以防丝杠、螺母或钳身因过载而损坏。

(3)在进行强力作业时,应尽量使用力方向朝向固定部分,否则将额外增加丝杠和螺母的受力,以致造成螺纹的损坏。

(4)不要在活动部分的光滑平面上进行敲击,以免降低它同固定部分的活动性能。

(5)工件应尽量夹持在钳口中央;夹持精密工件要垫软金属钳口(铜、铝皮);夹持特殊形状工件要设法加衬垫,使钳口均匀受力;夹持过长工件要用支架托起悬空部分。

(6)丝杠、螺母和其他活动件表面都应加油润滑和防锈,并保持清洁。

三、砂轮机

砂轮机主要由砂轮、电动机、机体和防护罩组成。钳工常用的有台式砂轮机和立式砂轮机两种。

1. 砂轮机的使用

砂轮机主要用来刃磨錾子、钻头和刮刀等刀具或其他工具,也可用于对小零件进行磨削、去毛刺及清理工作等。

砂轮的质地硬而脆,工作时转速较高,因此使用砂轮机时应遵守安全操作规程,严防产生砂轮碎裂和人身事故。

使用时应注意以下几点:

(1)砂轮的旋转方向应正确,使磨屑向下飞离砂轮。

(2)启动后,待砂轮转速稳定后再进行磨削。

(3)磨削时,要防止刀具或工件对砂轮发生剧烈撞击或施加过大压力。砂轮外圆跳动严重时,应及时用修理器修整。

(4)砂轮机的搁架与砂轮间的距离,应保持在 3mm 以内,否则易使磨削件被轧入,造成

事故。

(5)砂轮机的防护罩及防护镜片不准随意拆除,没有防护镜片,操作时应戴防护眼镜。

(6)使用砂轮机时,工作人员必须站在砂轮机的正面稍左侧,不得正对砂轮。

2. 砂轮机的维护

(1)砂轮片外缘磨损到一定程度,一般为距砂轮压紧盘外缘 15mm 时,需更换新砂轮。安装轮片时,应使两块砂轮平衡,若出现偏重现象,应断开电源,重新调整砂轮方位再试,直至平衡。砂轮和砂轮接盘软垫装置要妥贴,倒顺螺母不应拧得过紧,以防砂轮碎裂,最后必须将防护罩盖装好。

(2)砂轮机防护罩内的磨削灰尘必须定期清除,以免影响操作人员的健康。

(3)轴承中的润滑脂,一般每隔半年更换一次。

(4)砂轮机应做到定期检修,经常使用的砂轮机一般每年检修一次,检修时应将砂轮机全部拆开、清除内部积尘和油污、清洗轴承、调换轴承润滑脂等工作。重新装好后应检查其运转是否正常,空载运转 30min。

3. 砂轮

砂轮是特殊的刀具,又称磨具,它由磨粒、结合剂、空隙三要素构成。砂轮的网状空隙起容纳磨屑和散热的作用。

砂轮的工作特性主要由磨料、粒度、结合剂、硬度、组织、形状和尺寸、强度七个要素表示。

(1)磨料:砂轮的主要组成部分。在磨削中,磨料直接担负切削工作。磨料分三大类:刚玉类、碳化物类、超硬磨料类。

(2)粒度:指磨料颗粒的大小。粒度有两种表示方法。对于用筛选法来区分的较大的磨粒(制砂轮用),以每英寸筛网长度上筛孔的数目来表示。如 46# 粒度表示磨粒刚能通过每英寸 46 格的筛网。所以粒度号愈大,磨粒的实际尺寸愈小。对于用显微镜测量来区分的微细磨粒(称微粉,供超精磨和研磨用),以其最大尺寸(单位为 μm)前加 W 来表示。

(3)结合剂:将磨粒粘固成砂轮的材料。结合剂的种类和性质,影响砂轮的硬度和强度。常用的无机结合剂是陶瓷结合剂(V);有机结合剂有树脂结合剂(B)、橡胶结合剂(R)。

(4)硬度:指砂轮表面的磨料颗粒受外力作用时脱落下来的难易程度。难脱落,称之为硬度高,反之为软。砂轮硬度影响砂轮的自锐性。

(5)组织:表示砂轮中磨料、结合剂和气孔间的体积比例。根据磨粒在砂轮中占有的体积百分数(称为磨料率),砂轮可分为组织号 0~14。组织号从小到大,磨料率由大到小,气孔率由小到大。即砂轮组织号越大,砂轮越疏松。

(6)形状和尺寸:在不同类型的磨床上磨削各种形状和尺寸的工件,砂轮需制成各种形状和尺寸。形状有平形、双斜边、杯形、碟形等 40 余种。砂轮的主要尺寸为大径 $\times$ 厚度 $\times$ 内孔。国标 GB/T 4127—1984《砂轮的主要尺寸》,GB/T 2485—1984《砂轮》,已将砂轮的形状和尺寸都标准化,使用时可按机床规格及加工要求选择。

(7)强度:砂轮高速旋转时,砂轮的各部分都受很大的离心力作用,砂轮如果没有足够的回转强度就会爆裂而引起严重事故。因此,砂轮的最大工作线速度必须标注在砂轮上。按国标 GB 2494—1995《磨具安全规则》中的磨具最高工作线速度规定,一般为 35m/s。

砂轮的标志:印在砂轮端面上,其顺序是形状代号、尺寸、磨料、粒度号、硬度、组织号、结合剂和允许的最高线速度。

例如:砂轮 1-300×50×75-A60L5V-35m/s

其中 1—形状代号,平面砂轮;

300×50×75—外形尺寸直径 300mm,宽度 50mm,内孔直径 75mm;

A—磨料,棕刚玉;

60—粒度号为 60;

L—硬度,中软;

5—组织号为 5 号;

V—结合剂代号,陶瓷结合剂;

35m/s—最高工作线速度。

四、其他常用设备与工具

钳工常用设备还有台钻、立钻等。常用的工具种类也较多,如手锤、錾子、手锯、锉刀、刮刀、钻头、铰刀、丝锥、板牙等(在后续章节中作介绍)。

第二节 钳工常用量具

用来测量、检验各种工件及产品的尺寸和形状的工具,叫做量具。

钳工在制作零件、检修设备、安装和调整装配工作中,都需要用量具来检查加工尺寸是否符合要求。没有量具就不可能制造出合乎要求的机器设备,因此熟悉量具的结构、性能及掌握其使用方法是技术工人保证产品质量、提高工作效率必须掌握的一项技能。

钳工常用的量具种类很多,其用途和结构也各不相同,由于在生产中,对工件的精度要求不同,采用量具的精度也有不同,一般分为普通量具和精密量具两类。

钳工常用的普通量具有钢板尺、钢卷尺、直角尺及内、外卡钳等,这些普通量具的结构、使用和维护都比较简单,此不赘述。以下介绍钳工常用的一些精密量具。

一、游标类量具

1. 游标卡尺

游标卡尺是一种中等测量精度的量具。它可以直接量出工件的内外径、宽度、长度、深度和孔距等。

1) 游标卡尺的结构

游标卡尺的结构,如图 1-3 所示。游标卡尺的读数装置由主尺 1 和副尺(游标)4 两部分组成。主尺 1 和固定卡脚 6 制成一体,副尺 4 和活动卡脚 5 制成一体,并可沿主尺滑动。当活动卡脚 5 与固定卡脚 6 密合时,副尺零线与主尺零线对准。在量取工件尺寸时,向右移动副尺 4 使活动卡脚 5 与固定卡脚 6 离开并与被测面接触。当需要微动调节时,先拧紧螺钉 8,松开螺钉 7,转动微调螺母 3,通过螺杆 2 使副尺微动。量得尺寸后,可拧紧螺钉 7 使副尺紧固,这时两个卡脚之间的距离即为工件尺寸。工件尺寸的毫米(mm)整数部分可由主尺刻度读出。毫米小数部分可由副尺及主尺相互配合而读出。

带有测深杆的游标卡尺,测深杆与副尺制成一体,当活动卡脚与固定卡脚密合时,测深杆端头与主尺后端面平齐,向右移动副尺使测深杆从主尺后端伸出,尺后的测深杆可用来测量内孔和沟槽深度。

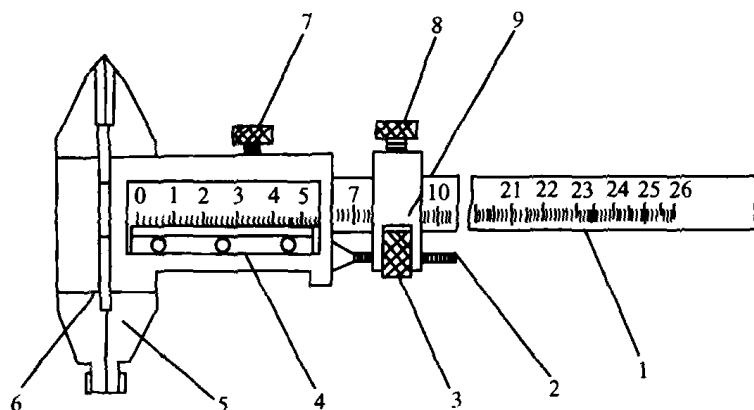


图 1-3 游标卡尺(可微动调节)

1—主尺;2—螺杆;3—微调螺母;4—副尺(游标);5—活动卡脚;
6—固定卡脚;7、8—螺钉;9—滑块。

游标卡尺按测量范围可分为:(0~125)mm、(0~150)mm、(0~200)mm、(0~300)mm、(0~500)mm 等多种,最大可测至 3000mm。

游标卡尺按测量精度可分为:0.1mm、0.05mm、0.02mm 三种规格。这个数值就是卡尺所能量得的最小读数精确值。

2) 游标卡尺的刻线原理及读法

(1)精度为 0.1mm 的游标卡尺。如图 1-4 所示,主尺每小格 1mm,每大格 10mm,主尺上的 9mm 刚好等于副尺上的 10 个格。因此,副尺每小格是 $9\text{mm} \div 10 = 0.9\text{mm}$,主尺与副尺每格的差是 $1\text{mm} - 0.9\text{mm} = 0.1\text{mm}$,所以这种尺的精度为 0.1mm。

游标卡尺的读数方法分三步:

- ①查出副尺零线前主尺上的整数。
- ②在副尺上查出与主尺刻线对齐的那一条刻线的读数,即为小数。
- ③将主尺上的整数和副尺上的小数相加,得所测工件的尺寸,即工件尺寸=主尺整数+副尺格数 $\times$ 卡尺精度。读数示例如图 1-5 所示。

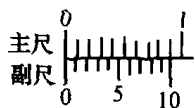


图 1-4 0.1mm 游标卡尺刻线原理

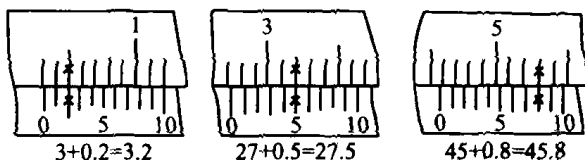


图 1-5 0.1mm 游标卡尺读数示例

(2)精度为 0.05mm 的游标卡尺。如图 1-6 所示,主尺每小格 1mm,每大格 10mm,主尺上的 19mm 长度,在副尺上分成 20 个格。因此,副尺每小格是 $19\text{mm} \div 20 = 0.95\text{mm}$,主尺与副尺每格的差是 $1\text{mm} - 0.95\text{mm} = 0.05\text{mm}$,所以这种尺的精度为 0.05mm。读数示例如图 1-7 所示。

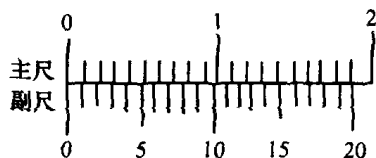


图 1-6 0.05mm 游标卡尺刻线原理

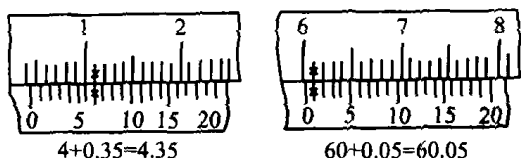


图 1-7 0.05mm 游标卡尺读数示例

(3)精度为 0.02mm 的游标卡尺。如图 1-8 所示，主尺每小格 1mm，每大格 10mm，主尺上的 49mm 长度，在副尺上分成 50 个格。因此，副尺每小格是 $49\text{mm}/50=0.98\text{mm}$ ，主尺与副尺每格的差是 $1\text{mm}-0.98\text{mm}=0.02\text{mm}$ ，所以这种尺的精度为 0.02mm。读数示例如图 1-9 所示。

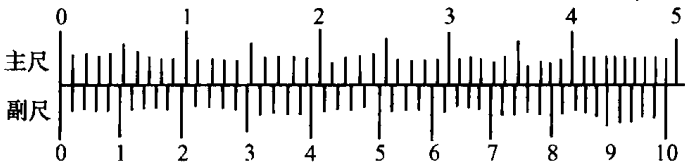


图 1-8 0.02mm 游标卡尺刻线原理

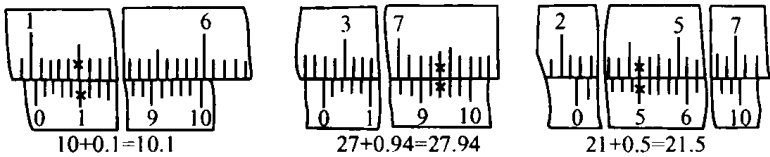


图 1-9 0.02mm 游标卡尺读数示例

3)游标卡尺的使用方法

使用前，首先检查主尺与副尺的零线是否对齐，并用透光法检查内外脚量面是否贴合，如果透光不均，说明卡脚量面有磨损，这样的卡尺不能测出精确尺寸。

测量外尺寸时，左手握着一个卡脚，右手握住主尺，如图 1-10 所示，将卡脚张开，比工件尺寸稍大一些，固定卡脚贴紧工件表面，右手推动游标，使活动卡脚也紧靠工件，便可从主副尺上读出尺寸。

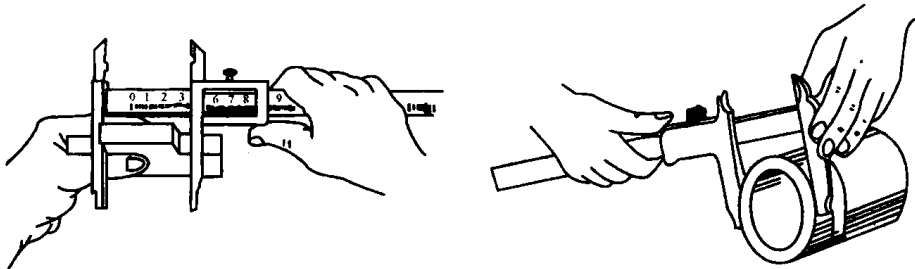


图 1-10 外尺寸测量方法

测量内尺寸时，应使卡脚开度小于内尺寸。卡脚插入内尺寸空当后，再轻轻地拉开活动卡脚，使两脚贴住工件，就可读出尺寸，如图 1-11 所示。

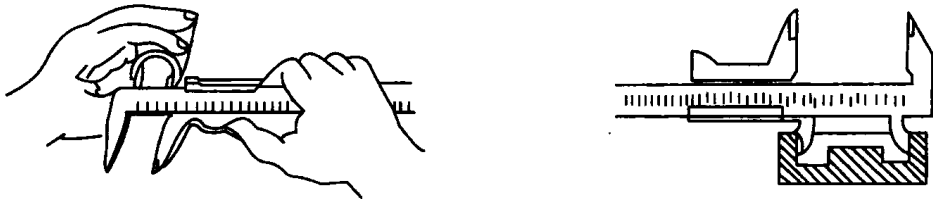


图 1-11 内尺寸测量方法

随着现代技术的发展，游标卡尺也在不断地改进。由于普通游标卡尺是直接在尺上读数，读数不太方便，且用久后刻度和数字会不清晰，容易读错。因此，现已有带指示表的游标卡尺和电子数显型游标卡尺，这两种卡尺读数直接，测量迅速准确，提高了测量的精度。

2. 游标深度尺

游标深度尺如图 1-12 所示,由主尺、副尺与底座(二者为一体)组成,用来测量深度、台阶的高度。它的精度分为 0.1mm、0.05mm、0.02mm 三种。测量范围为 0mm~150mm、0mm~250mm、0mm~300mm 等多种,刻线的读法与游标卡尺相同。使用时将底座贴住工件表面,再将主尺推下,使测量面碰到被测量深度的底,旋紧固定螺钉,根据主尺、副尺上刻线的指示即可读出尺寸。

3. 游标高度尺

游标高度尺如图 1-13 所示,常用来划线和测量放在平台上的零件的高度。游标高度尺有主尺、副尺、划线爪、测量爪、固定螺钉等,都装在底座上(底座下面为工作平面)。测量爪有两个测量面,下面是平面,上面是弧形,用来测量曲面高度。其刻线原理和测量精度与游标卡尺相同。

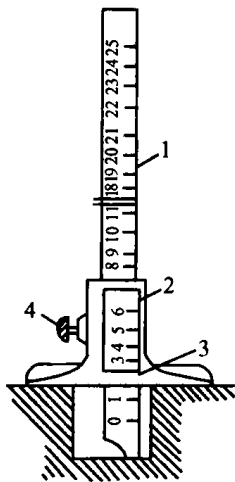


图 1-12 游标深度尺

1—主尺;2—副尺;3—活动底座;4—螺钉。

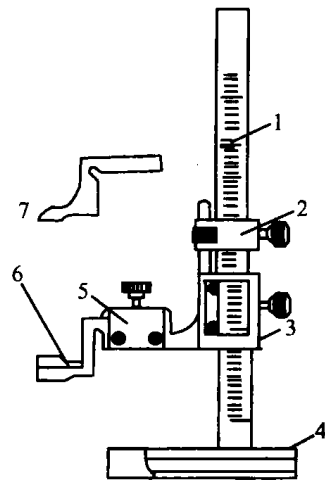


图 1-13 游标高度尺

1—主尺;2—微调部分;3—副尺;4—底座;
5—固定架;6—测量爪;7—划线爪。

4. 游标角度尺

游标角度尺(万能量角器)可以测量工件和样板的内外角度。测量范围 $0^{\circ}\sim 320^{\circ}$ 。按游标的测量精度分为 $2'$ 和 $5'$ 两种。

1) 游标角度尺的结构

游标角度尺的结构如图 1-14 所示。游标角度尺由有角度刻线的主尺 3 和固定在扇形板 2 上的游标副尺 1 所组成。扇形板可以在主尺上回转滑动,形成和游标卡尺相似的结构。直角尺 7 可用套箍 8 固定在扇形板上,直尺 5 用套箍 6 固定在直角尺上,直尺和直角尺都可以滑动。如拆下直角尺,也可将直尺固定在扇形板上。可以自由装卸和改变装法,如图 1-15 所示。游标角度尺不同安装方式所能测量的角度范围分别是 $0^{\circ}\sim 50^{\circ}$ 、 $50^{\circ}\sim 140^{\circ}$ 、 $140^{\circ}\sim 230^{\circ}$ 、 $230^{\circ}\sim 320^{\circ}$ 等几种。

2) 游标角度尺的刻线原理及读法

精度为 $2'$ 的游标角度尺,主尺刻线每格 1° ,副尺刻线是将主尺上 29° 的弧长等分为 30 格,每格所对应的角度为 $29^{\circ}/30$,因此,副尺 1 格与主尺 1 格相差: $1^{\circ} - \frac{29^{\circ}}{30} = \frac{1^{\circ}}{30} = \frac{60'}{30} = 2'$,即游标角度尺的精度为 $2'$ 。

游标角度尺的读数方法与游标卡尺相似,先从主尺上读出副尺零线前的整数度,再从副尺上读出角度“分”的数值,两者相加就是被测工件的角度数值。

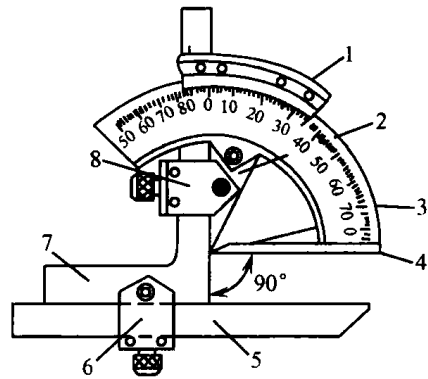


图 1-14 游标角度尺

1—副尺(游标);2—扇形板;3—主尺;4—基准板;
5—直尺;6、8—套箍;7—直角尺。

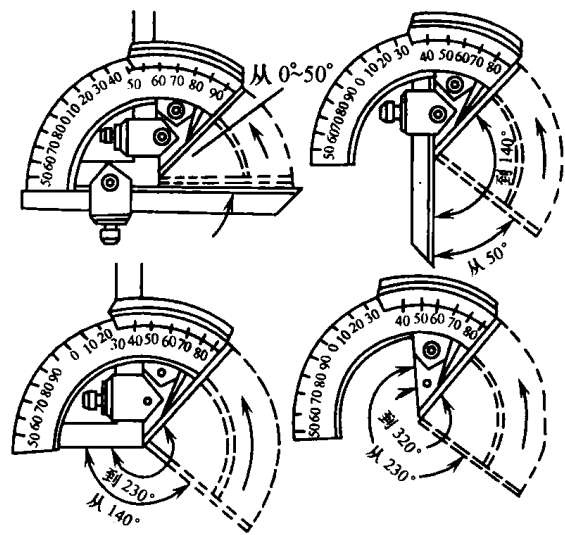


图 1-15 不同安装方式所能测量的范围

二、千分尺

千分尺是利用精密螺旋副传动原理制成的一种测量工具,其测量精度比游标量具高,常用来测量精度较高的零件,通常可分为百分尺和千分尺。百分尺的最小读数值是 0.01mm,千分尺的最小读数值是 0.001mm。千分尺在工厂用得较少,工厂中习惯把百分尺称为千分尺,沿用工厂的习惯,这里介绍的千分尺实际是百分尺,其最小读数为 0.01mm。

千分尺的种类很多,如外径千分尺、内径千分尺、深度千分尺、螺纹千分尺、杠杆千分尺等,外径千分尺使用较为广泛。

1. 外径千分尺

外径千分尺主要用来测量工件的外径、长度、厚度等。使用比较灵敏且精度比一般游标卡尺高,测量精度可达 0.01mm,并能准确地读出尺寸,在使用熟练之后,能测出 0.001mm~0.01mm 之间的尺寸。因此,在加工精度要求较高的工件测量时多应用千分尺。

外径千分尺其测量范围从零开始,每增加 25mm 为一种规格。常用的有 0mm~25mm、25mm~50mm、50mm~75mm、75mm~100mm、100mm~125mm 等规格。测量范围大于 300mm 时把固定测砧制成可调式的,调节范围为 100mm。使用时按被测工件的尺寸选用。

1) 外径千分尺的结构

外径千分尺是利用螺旋副原理,对弧形尺架上两测量面间分隔的距离进行读数的长度测量工具。常用外径千分尺的结构形状如图 1-16 所示,尺架 1、测砧 2、固定套筒(主尺)3 的表面有刻度,衬套 4 内有内螺纹,螺距为 0.5mm,测微螺杆 7 右面的螺纹可沿此内螺纹回转。在固定套筒 3 的外面有一微分筒(副尺)6,上面有刻线,它用锥孔与测微螺杆 7 右端锥体相连。测微螺杆 7 在转动时的松紧程度可用螺母 5 调节。当要测微螺杆 7 固定不动时,可转动手柄 13 通过偏心机构锁紧。松开罩壳 8 时,可使测微螺杆 7 与微分筒 6 分离,以便调整零线位置。转动棘

轮 11,测微螺杆 7 就会前进。当测微螺杆 7 左端面接触工件时,棘轮 11 在棘爪 10 的斜面上打滑,由于弹簧 9 的作用,使棘轮 11 在棘爪 10 上滑过而发出咔咔声。如果棘轮 11 以相反方向转动,则拨动棘爪 10 和微分筒 6 以及测微螺杆 7 转动,使测微螺杆向右移动。棘轮 11 用螺钉 12 与罩壳 8 连接。

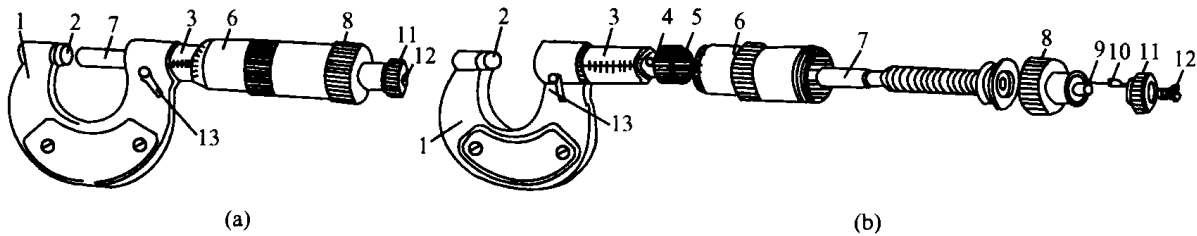


图 1-16 千分尺的结构
(a)千分尺的整体图;(b)千分尺的分解图。

1—尺架;2—测砧;3—固定套筒(主尺);4—衬套;5—螺母;6—微分筒(副尺);7—测微螺杆;
8—罩壳;9—弹簧;10—棘爪;11—棘轮;12—螺钉;13—手柄(锁紧装置)。

2)千分尺的刻线原理及读法

千分尺的刻线原理如图 1-17 所示。千分尺是将微分筒上的副尺刻度由角度位移变为直线位移。测微螺杆的螺距为 0.5mm。在固定套筒上的轴向刻有一条中线,这条线是微分筒副尺的读数基准线。在该线上下各刻有一排间距为 1mm 与此中线垂直的刻度线,互相错开 0.5mm。其中,上一排刻线刻有 0、5、10、15、25,是表示毫米(mm)整数值;相对的下一排刻线是错过 0.5mm 数值的。因此,上排和下排的刻度线之合,相当于在固定套筒 25mm 的长度上分成 50 个小格,即一格等于 0.5mm,正好等于测微螺杆的螺距。测微螺杆每转一周它所移动的距离正好等于固定套筒上的一格。顺时针转一周,就使测距缩短 0.5mm,逆时针转一周,就使测距延长 0.5mm。如果转 1/2 周,就移动 0.25mm。将微分筒副尺沿圆周等分成 50 个小格,转 1/50 周(一小格),则移动距离为 $0.5\text{mm} \times 1/50 = 0.01\text{mm}$ 。微分筒转动 10 小格时,就移动 0.1mm。因此,从固定套筒上能读出 mm 整数和 0.5mm,从微分筒上读出精确到 0.01mm 的小数。

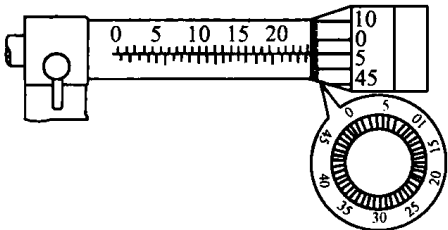


图 1-17 千分尺的刻线原理

千分尺的读数方法分三步:

- (1)读出活动套筒边缘在固定套筒上的尺寸。
- (2)看活动套筒上哪一格与固定套筒上的基准线对齐。
- (3)把在固定套筒和活动套筒上读得的两个数相加,其和就是所测的实际尺寸,即工件尺寸=固定套筒上的读数+活动套筒上的格数 $\times 0.01$ (精度)。

读数示例如图 1-18 所示。

3)外径千分尺的使用方法

千分尺在使用前,应先将检验棒置于测砧与测微螺杆端面之间,检查固定套筒中线和微分筒的零线是否重合,微分筒的轴向位置是否正确。如果固定套筒中线和微分筒的零线不重合,即微分筒的端部将固定套筒的零线盖住或离线太远都必须调整。调整的方法是松开罩壳 8,用锁紧装置 13 固定测微螺杆,扭动微分筒即可调整。