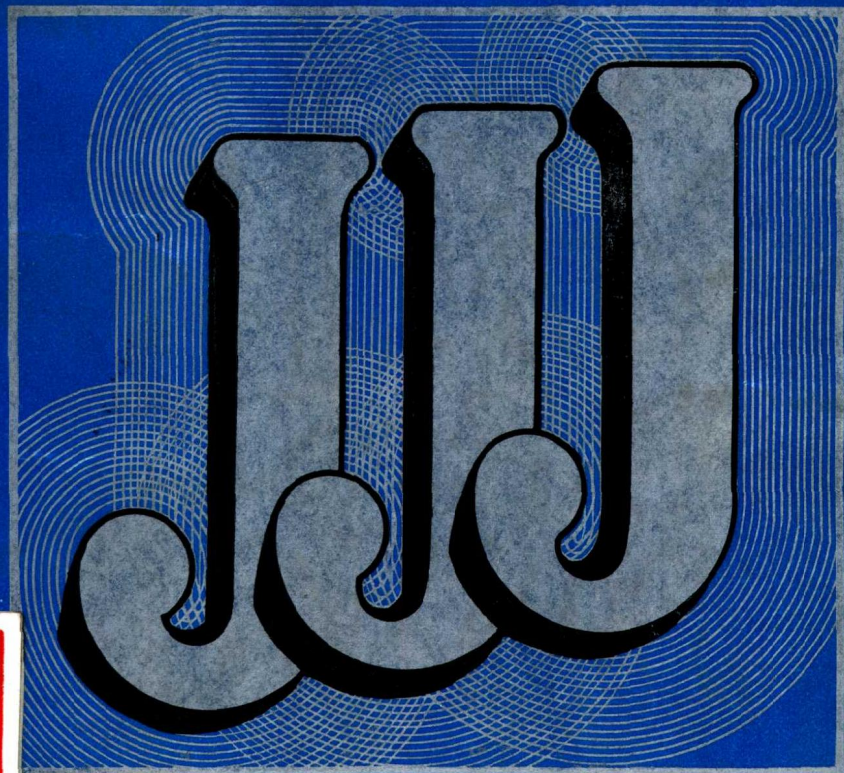


国家机械工业委员会统编

中级工具钳工工艺学

机械工人技术理论培训教材

JIXIE GONGREN JISHULILUN PEIXUN JIAOCAI



机械工业出版社

机械工人技术理论培训教材

中级工具钳工工艺学

国家机械工业委员会统编



机械工业出版社

158215

本书共分六章，比较精炼地介绍了工具钳工所需的各种精密量具、量仪和精密测量方法；各种常用零件，典型机构的装配工艺；并针对工具钳工的特点，着重介绍了量规、刀具、机床夹具和模具的结构及制造工艺；同时也阐述了与以上内容有关的操作技能。为便于教学，在各章后面均附有一定数量的复习题。

本书贯彻了理论结合生产实践、少而精原则，内容通俗易懂，图文并茂，适用于在职中级工具钳工培训，也可作为技工学校、职业学校、大中专院校师生的实习教学参考书，以及工具钳工自学用书。

本书由上海重型机器厂郑冀荪、丁传根编写，上海重型机器厂周金生、吴道谦、林永光审稿。

中级工具钳工工艺学

国家机械工业委员会统编

责任编辑：吴天培

责任校对：丁丽丽

封面设计：林胜利

方芬

版式设计：冉晓华

责任印制：张俊民

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第117号）

北京市房山区印刷厂印刷

机械工业出版社发行·新华书店经销

开本 787×1092¹/₃₂·印张 7·字数 152千字

1988年11月北京第一版·1988年11月北京第一次印刷

印数 00,001—33,000·定价：2.75元

ISBN 7-111-01129-5/TG·280

前 言

1981年，原第一机械工业部为贯彻、落实《中共中央、国务院关于加强职工教育工作的决定》，确定对机械工业系统的技术工人按照初、中、高三个阶段进行技术培训。为此，组织制定了30个通用技术工种的《工人初、中级技术理论教学计划，教学大纲(试行)》，编写了相应的教材，有力地推动了“六五”期间机械行业的工人培训工作，初步改变了十年动乱造成的工人队伍文化技术水平低下的状况，取得了比较显著的成绩。

鉴于原机械工业部1985年对《工人技术等级标准(通用部分)》进行了全面修订，原教学计划、教学大纲已不适应新《标准》的要求，而且缺少高级部分；编写的教材，由于时间仓促、经验不足，在内容上存在着偏深、偏多、偏难等脱离实际的问题。为此，原机械工业部根据新《标准》，重新制定了33个通用技术工种的《机械工人技术理论培训计划，培训大纲》(初、中、高级)，于1987年3月由国家机械工业委员会颁发，并根据培训计划，大纲的要求，编写了配套教材149种。

这套新教材的编写，体现了《国家教育委员会关于改革和发展成人教育的决定》中对“技术工人要按岗位要求开展技术等级培训”的有关精神，坚持了文化课为技术基础课服务，技术基础课为专业课服务，专业课为提高操作技能和分析解决生产实际问题的能力服务的原则。在内容上，力求以

基本概念和原理为主,突出针对性和实用性,着重讲授基本知识,注重能力的培养,并从当前机械行业工人队伍素质的实际情况出发,努力做到理论联系实际,通俗易懂,具有工人培训教材的特色,同时注意了初、中、高三级之间合理的衔接,便于在职技术工人学习运用。

这套教材是国家机械工业委员会委托上海、江苏、四川、沈阳等地机械工业管理部门和上海材料研究所、湘潭电机厂、长春第一汽车制造厂、济南第二机床厂等单位,组织了200多个企业、院校和科研单位的近千名从事职工教育的同志、工程技术人员、教师、科技工作者及富有生产经验的老工人,在调查研究和认真汲取“六五”期间工人教材建设工作经验教训的基础上编写的。在新教材行将出版之际,谨向为此付出艰辛劳动的全体编、审人员,各地的组织领导者,以及积极支持教材编审出版并予以通力合作的各有关单位和机械工业出版社致以深切的谢意!

编好、出好这套教材不容易;教好、学好这些课程更需要广大职教工作者和技术工人的奋发努力。新教材仍难免存在某些缺点和错误,我们恳切地希望同志们在教和学的过程中发现问题,及时提出批评和指正,以便再版时修订,使其更完善,更好地发挥为振兴机械工业服务的作用。

国家机械工业委员会
技工培训教材编审组

1987年11月

目 录

前言

第一章 常用精密量具、量仪和精密测量	1
第一节 技术测量的基本概念	1
第二节 测量直线尺寸的量具和量仪	4
第三节 测量角度的量具和量仪	13
第四节 螺纹测量	18
第五节 齿轮测量	23
第六节 表面粗糙度测量	27
复习题	28
第二章 常用零件、典型机构的装配工艺	30
第一节 装配工艺概述	30
第二节 装配前的准备工作	32
第三节 固定连接的装配工艺	35
第四节 轴承的装配工艺	41
第五节 联轴器的装配工艺	51
第六节 带传动机构的装配工艺	54
第七节 螺旋传动机构的装配工艺	56
第八节 链传动机构的装配工艺	63
第九节 齿轮传动机构的装配工艺	65
第十节 蜗杆传动机构的装配工艺	72
复习题	75
第三章 量规的制造	77
第一节 量规的材料、热处理特点及防腐蚀处理	77
第二节 样板的制造	80
第三节 平板与角尺的制造	83

第四节	量块的制造	92
第五节	卡规的制造	98
第六节	螺纹量规的制造	100
复习题		102
第四章	复杂夹具的结构和制造	103
第一节	典型机床夹具的结构和原理	103
第二节	组合夹具	116
第三节	夹具零件的加工	121
第四节	夹具的装配	126
复习题		130
第五章	模具的结构和制造	131
第一节	概述	131
第二节	冲裁模的构造	141
第三节	弯形模的结构	148
第四节	拉深模的构造	151
第五节	冲裁模主要零件的加工	156
第六节	冲裁模的装配与调试	169
第七节	锻模的结构和制造	177
复习题		184
第六章	刀具制造工艺基础	185
第一节	刀具材料	185
第二节	刀具的焊接和刀片的夹固	188
第三节	中心孔与刀具安装基准的加工	192
第四节	刀齿加工	195
第五节	刀具的刃磨	201
第六节	常用刀具及其制造工艺过程	204
复习题		215

第一章 常用精密量具、 量仪和精密测量

第一节 技术测量的基本概念

一、测量的一般概念和分类

1. 测量的一般概念 测量是将一个待确定的物理量，与一个作为计量单位的量进行比较的过程。测量由于采用工具与方法的不同，而得到的测量精度也不同。因此，测量包括测量对象，计量单位，测量方法和测量精度四个方面。

(1) 测量对象 主要指几何量，即长度、角度、表面粗糙度、形位误差等。

(2) 计量单位 在长度计量中，常以米(m)，毫米(mm)和微米(μm)为单位。在角度计量中，以度($^{\circ}$)、分(')、秒(")为单位。

(3) 计量方法 指测量时所采用的量具、量仪和测量条件的综合。

(4) 测量精度 指测量结果与其理论数值之间的一致程度。

2. 测量的分类 测量的分类方法较多。表1-1所示为常见的分类方法。

二、量具量仪的分类

量具量仪按其特点和构造可分以下几类。

1. 标准量具 它是按基准复制出来的代表一个固定尺寸的量具。它可以作为标准，用来校对和调整其他测量工

具，或用作精密测量。例如量块、角度量块等。

2. 通用量具和量仪 它可以测量一定范围内的任一量值。按结构上的特点，通用量具和量仪又可分为以下几种：

表1-1 测量的分类

分类方法	说 明	
按获得被测结果的方法分类	直接测量	能直接从量具、量仪的读数装置上读得被测量的数值
	间接测量	先测量与被测量有一定函数关系的其他量，再根据测量结果算出被测量的数值
按测量结果的读数值分类	绝对测量	能从量具和量仪上直接读出被测量的数值
	相对测量	先用标准量具调整量具和量仪，然后测得被测量对标准量的偏差，求得被测量的数值
按零件被测表面是否与量具测头接触分类	接触测量	零件被测表面与量具或量仪的测头接触，表面间存在机械作用的测量力
	非接触测量	零件被测表面与量具或量仪测头不接触，表面间不存在测量力
按同时能测量参数的数目分类	单项测量	每次只对一个参数进行测量
	综合测量	能同时测量零件的几个参数（但不能测出参数的实际数值），来判断零件是否合格

(1) 固定刻线量具 例如钢尺、卷尺等。

(2) 游标量具 包括游标卡尺、游标深度尺以及游标量角器等。

(3) 微动螺旋量具 它包括千分尺、深度千分尺以及公法线千分尺等。

(4) 机械量仪 它包括百分表、千分表、杠杆百分表、杠杆千分表、杠杆齿轮比较仪、扭簧比较仪等。

(5) 光学量仪 如立式和卧式光学计、立式和万能测长仪、投影仪、显微镜、干涉仪等

(6) 气动量仪 如水柱式气动量仪、浮标式气动量仪等。

(7) 电动量仪 如电接触式量仪、电感式量仪、电容式量仪以及光电式量仪等。

3. 极限量规 极限量规为无刻度的专用量具。它不能测量零件的实际尺寸，只能用来检验零件是否合格。

4. 检验夹具 检验夹具是量具量仪和其他定位等元件的组合物，可以用来提高测量或检验效率或精度。它在大量生产中用得较多。

三. 量具量仪的度量指标

度量指标是测量中选择和使用量具、量仪的依据，它包括以下几项：

1. 刻度间距 刻度尺上两相邻刻线的距离。
2. 刻度值 刻度尺上每一刻度所代表的量值。
3. 示值范围 刻度尺上全部刻度所代表的量值。
4. 测量范围 量具和量仪所能测出的最大和最小的尺寸范围。

5. 传动比 是量具或量仪的移动量和引起此移动量的被测尺寸的变动量之比。

6. 测量力 量具或量仪的测头与被测零件表面间的接触力。

7. 示值误差 量具或量仪的读数与被测尺寸的实际数值之差。

8. 示值稳定性 在外界条件不变的情况下,对同一尺寸多次重复测量时,在量具或量仪上指示数值的最大变化范围。

9. 灵敏度 使量仪指示的数值引起变化的被测尺寸的最小变化值。

四、测量误差

测量误差可分以下三类。

1. 系统误差 在相同的条件下,重复测量同一量时,误差的大小和方向保持不变;或当条件改变时,误差按一定的规律变化,这种测量误差称为系统误差。

引起系统误差的因素有:

(1) 量具或量仪的刻度尺刻度不准确;

(2) 校正量具或量仪所使用的校正工具(如量棒、量规)有误差;

(3) 测量时环境温度未保持 20°C 等。

2. 随机误差 在相同条件下,重复测量同一量时,误差的大小和方向都是变化的,且没有确定的规律,这种误差称为随机误差。

引起随机误差的因素有:

(1) 量具量仪各部分的间隙、变形;

(2) 测量力的变化;

(3) 目测时或估计时的判断误差等。

3. 疏忽误差 明显歪曲测量结果的误差称为疏忽误差。造成疏忽误差的主要原因是测量时疏忽大意,如读错、写错等。

第二节 测量直线尺寸的量具和量仪

一、微动螺旋量具

微动螺旋量具是利用精密螺旋副原理制成的一种精密量

具，常用来测量各种精度较高的零件。

微动螺旋量具的种类较多，除在初级工中介绍过的外径千分尺、内径千分尺外，工具钳工常用的还有以下几种：

1. 内测千分尺 它用于测量沟槽宽度和浅孔直径尺寸，测量范围有5~30、25~50mm两种。刻度值为0.01mm。

内测千分尺主要由测微头和两个柱形面量爪组成（见图1-1）。

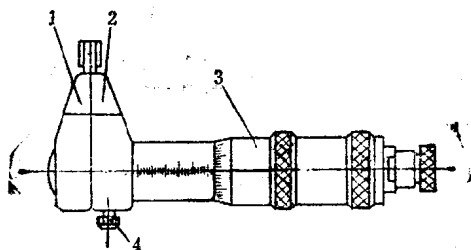


图1-1 内测千分尺

1—活动量爪 2—固定量爪 3—微分筒 4—紧固螺钉

内测千分尺的测量方向及读数方向与外径千分尺相反，但工作原理和使用方法基本一致。由于内测千分尺的量爪测量轴线与测微头的测微螺杆移动方向不在一条直线上，所以它的测量精度比外径千分尺低。

2 深度千分尺 它用于测量孔或键槽的深度及台阶的高度尺寸。测量范围有0~50和0~100mm两种。刻度值为0.01mm。深度千分尺主要由测微头1，紧固扳手2，尺座3和测杆4组成（见图1-2）。

尺座3是测量时的基面。测杆4有固定式和可换式两种，使用可换式测杆时可扩大测量范围。深度千分尺的使用方法

与深度游标卡尺相似。测量时应使尺座与被测零件的表面紧密接触，当测杆与零件测量面接触，微分筒发出嗒嗒的声响时，即可读数。

3. 杠杆千分尺 杠杆千分尺是一种带有精密杠杆齿轮传动机构的指示式测微量具。其用途与一般外径千分尺相同，但测量精度较高。其测量范围有0~25、25~50、50~75、75~100mm等几种；表盘刻度值有0.001mm和0.002mm两种。杠杆千分尺的外形和结构传动图见图1-3。

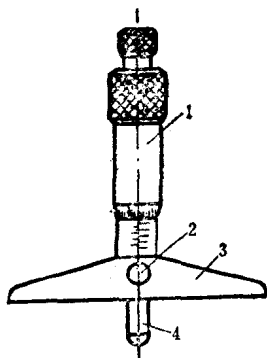


图1-2 深度千分尺

1—微分筒 2—锁紧扳手
3—尺座 4—测杆

活动砧座3在弹簧1的作用下，通过杠杆系统2和12使扇形齿轮8带动小齿轮9转动。并用游丝10消除齿轮间隙。在小齿轮9的同轴上装有指针11，于是指针就随着转动。进入测量时，为了减少千分尺测量面与工件之间的摩擦，测量面之间的空档尺寸应大于工件尺寸。这时可掀按钮5，通过杠杆6推动杆7，由于杆7是固定在活动砧座3上的，因此活动砧座3就向左移动，从而达到减少摩擦的目的。

测量时，把零件放在两个测量面之间，然后慢慢地转动活动套管，直到指针在刻度盘上转动。当微分筒的刻线与基准线重合时，即停止转动。先读出活动套管上的尺寸（百分之几毫米），再读出指针所指的尺寸，然后两数相加，即得零件的实际尺寸。

4. 杠杆式卡规 杠杆式卡规是利用杠杆齿轮放大原理制成的量具。它是用来作相对测量的，也可以测量零件几何

形状的偏差，如圆度、锥度等。

杠杆式卡规的测量范围有0~25、25~50、50~75、75~100、100~125、125~150mm等几种；表盘的刻度值有0.002mm和0.005mm两种。杠杆式卡规的外形结构和传动见图1-4。

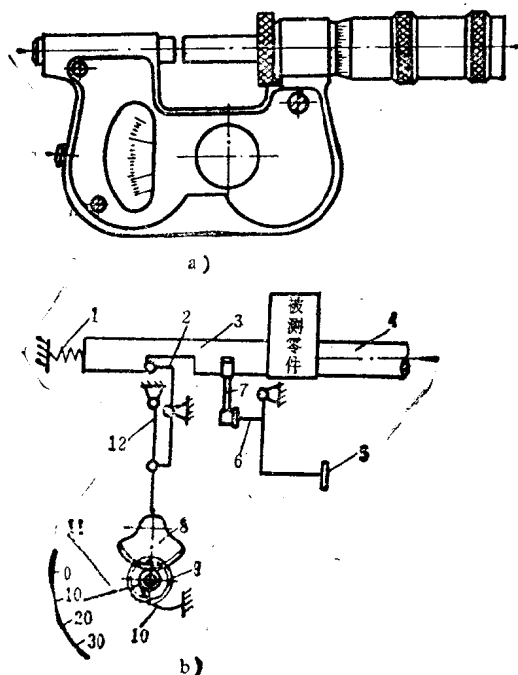


图1-3 杠杆千分尺

1—弹簧 2、12—杠杆系统 3—活动底座 4—测微螺杆 5—按钮
6—杠杆 7—杆 8—扇形齿轮 9—小齿轮 10—游丝 11—指针

当测杆2移动时，使杠杆8转动，在杠杆的另一末端装有扇形齿轮，可使小齿轮4和装牢在小齿轮轴上的指针6转动，在刻度盘7上便可读出示值。为消除传动中的空程，装

有游丝 5，测量力由弹簧 1 产生。为防止测量面磨损和测量方便，装有拨叉 9。

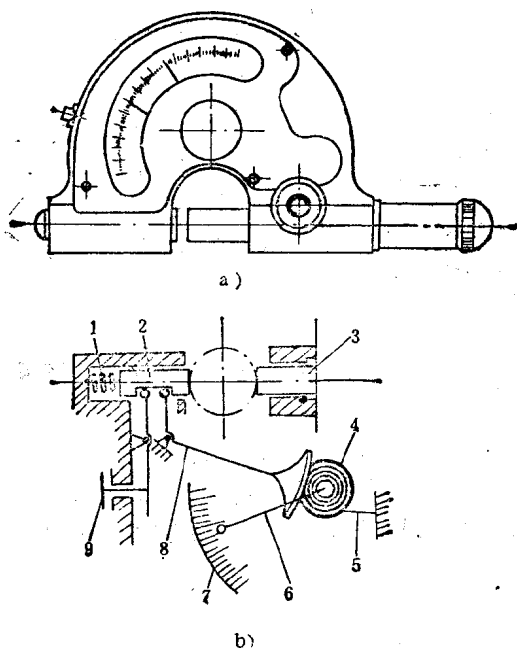


图 1-4 杠杆式卡规

1—弹簧 2、3—测杆 4—小齿轮 5—游丝 6—指针 7—刻度盘
8—杠杆 9—拨叉

杠杆式卡规在使用前必须按被测零件的尺寸及精度要求，选择适当等级的量块调整零位。测量时应拨动拨叉，使测杆测量面与被测零件轻轻接触，然后即可读数。

5. V形测砧千分尺 V形测砧千分尺是测量等分奇数槽零件外径尺寸（如三槽丝锥、奇数槽铰刀及铣刀等）的一种特殊测微量具。按所测零件的齿槽数不同，可分为三沟、

五沟、七沟等几种。其测量范围：三沟为1~15、1~20、5~20mm；五沟为5~25、25~45mm；七沟为25~50mm等；刻度值均为0.01mm。三沟V形测砧千分尺见图1-5。

三沟V形测砧千分尺的测量面夹角为 120° 。由于被测零件的齿槽在圆周上是均匀分布的，因此，测量不同齿槽数的V形测砧千分尺，其测量面间的夹角也是不同的。

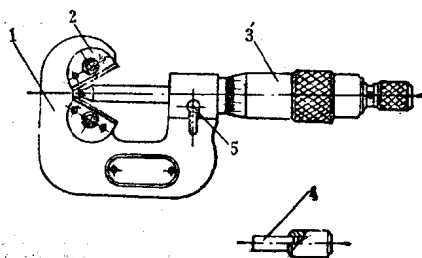


图1-5 三沟V形测砧千分尺

1—尺架 2—测砧 3—微分筒 4—校对量具 5—锁紧装置

在测量前，V形测砧千分尺，应用校对量具校正零位。测量时V形砧的两个测量面，应分别与被测零件两相邻的齿顶接触，然后转动测力装置。使测微螺杆的测量面与这两齿所对的另一齿顶接触，这时当测力装置发生响声时，即可读数。

6. 百分表式卡规 百分表式卡规的用途是用相对测量法测量零件相应精度的外径尺寸或几何形状偏差的。其测量范围：在100mm以内，以50mm分档；在100至1000mm以内，以100mm分档。其测量精度为0.01mm。百分表式卡规的外形结构见图1-6。

在弓架1中装有可调测杆2和活动测杆4，在活动测杆的后端装有百分表，百分表的测量范围有0~5mm，0~10mm两种。

测量前应用与被测零件尺寸相同的3级精度量块校正零位，然后拨动拨叉7，使活动测杆4左移，放入被测零件后

即可进行测量。为保证测量精度，测量值应取多次重复测量的平均值。

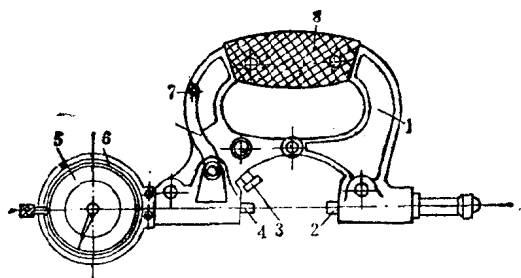


图1-6 百分表式卡规

1—弓架 2—可调测杆 3—定位支承 4—活动测杆 5—表盘 6—表
圈 7—拨叉 8—绝热装置

二、机械指示式量具

机械指示式量具主要用来测量零件的尺寸、几何形状误差等。也可用来检验各种夹具及专用量仪的读数装置。

机械指示式量具结构种类较多，但是工作原理基本相同。它主要是通过杠杆、齿轮齿条或扭簧的传动，将测量杆的微小直线位移转变成指针的角位移，从而在刻度盘上指出相应的数值。下面简单介绍测微仪和扭簧比较仪的结构和工作原理。

1. 测微仪 测微仪又称杠杆齿轮式比较仪。它是一种借助杠杆传动，使测量杆的往复运动转变为指针角位移的机械指示式量仪。它的灵敏度较高。适用于相对量法进行精密测量。测微仪的种类较多，结构比较典型的一种测微仪见图1-7。

测量时，测杆1向上或向下移动，使杠杆2短臂 R_1 发生摆动。杠杆的长臂 R_2 的上端是一个扇形齿轮，当它摆动时带动小齿轮3转动，从而带动连接在小齿轮上的指针 R_3 偏转。测