



煤炭技工学校“十一五”规划教材

■ 中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会 编

电 钳 工 艺 学

D I A N Q I A N G O N G Y I X U E

煤炭工业出版社

煤炭技工学校“十一五”规划教材

电 钳 工 艺 学

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会 编

煤 炭 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

煤炭技工学校“十一五”规划教材

电 钳 工 艺 学

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会 编

*

煤炭工业出版社 出版

(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm × 1092mm^{1/16} 印张 24^{3/4}

字数 587 千字 印数 1—10,000

2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5020 - 3354 - 5/TD60

社内编号 6159

定价 49.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会

名 誉 主 任	朱德仁					
主 任	邱 江					
常务副主任	刘 富					
副 主 任	刘爱菊	吕一中	肖仁政	张西月	郝临山	魏焕成
	曹允伟	仵自连	桂和荣	雷家鹏	张贵金	韩文东
	李传涛	孙怀湘	程建业			
秘 书 长	刘 富 (兼)					
委 员	(按姓氏笔画为序)					
	牛宪民	王 枕	王明生	王树明	王朗辉	甘志国
	白文富	仵自连	任秀志	刘爱菊	刘 富	吕一中
	孙怀湘	孙茂林	齐福全	何富贤	余传栋	吴丁良
	张久援	张先民	张延刚	张西月	张贵金	张瑞清
	李传涛	肖仁政	辛洪波	邱 江	邹京生	陈季言
	屈新安	林木生	范洪春	侯印浩	赵 杰	赵俊谦
	郝临山	夏金平	桂和荣	涂国志	曹中林	梁茂庆
	曾现周	温永康	程光岭	程建业	董 礼	谢宗东
	谢明荣	韩文东	雷家鹏	题正义	魏焕成	
主 编	徐和良	曲建军				

前 言

为适应煤炭工业新形势对煤炭职业教育和职工培训工作的要求，加快煤炭职业教育教材建设步伐，坚持“改革创新、突出特色、提高质量、适应发展”的指导思想，完成“创新结构、配套专业、完善内容、提高质量”的工作任务，中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会于2004年5月份召开了第一次全体会议，对煤炭行业职业教育教材建设工作提出了具体意见和要求。经过几年的工作，煤炭行业职业教育教材建设工作进展顺利，煤炭行业职业教育教材建设“十一五”规划已经完成，新的教学方法研究和新的教材开发都取得了可喜成绩。一套“结构科学、特色突出、专业配套、质量优良”的煤炭技工学校通用教材正在陆续出版发行，将为煤炭职业教育的不断发展提供有力的技术支持。

这套教材主要适用于煤炭技工学校教学及工人在职培训、就业前培训，也适合具有初中文化程度的工人自学和工程技术人员参考。

《电钳工艺学》是这套教材中的一种，是根据经劳动和社会保障部批准的全国煤矿技工学校统一教学计划、教学大纲的规定编写的，经中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会审定，并认定为合格教材，是全国煤炭技工学校教学，工人在职培训、就业前培训的必备的统一教材。

本教材由辽北技师学院徐和良、曲建军同志主编，另外，在本教材的编写过程中，得到了有关煤炭技工学校的广大教师和煤矿企业有关工程技术人员的大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

由于时间仓促，书中难免有不当之处，恳请广大读者批评指正。

中国煤炭教育协会职业教育教材
编审委员会

目 次

第一章 钳工基本操作.....	1
第一节 钳工概述及常用量具.....	1
第二节 划线	17
第三节 金属錾削	28
第四节 金属锯割	38
第五节 金属锉削	44
第六节 钻孔	55
第七节 攻丝与套丝	72
第八节 矫正与弯曲	84
第九节 铆接与粘接	92
第二章 电工基本操作.....	101
第一节 电工基本安全知识.....	101
第二节 常用电工材料.....	106
第三节 常用电工工具.....	119
第四节 常用电工仪表.....	126
第五节 导线的连接、焊接及绝缘恢复.....	131
第六节 室内配线.....	144
第七节 普通照明装置的安装与维修.....	174
第八节 矿井照明.....	193
第九节 矿井信号.....	201
第三章 电动机检修.....	213
第一节 三相异步电动机的安装与维修.....	213
第二节 单相异步电动机的拆装与修理.....	255
第三节 小型直流电动机常见故障分析与检修.....	270
第四章 矿用变压器检修.....	283
第一节 矿用干式变压器的检修.....	283
第二节 矿用油浸式变压器的检修.....	296
第五章 矿用隔爆电气设备.....	320
第一节 BGP9L-6G 型矿用隔爆高压配电装置	320
第二节 KBZ-630/1140 型矿用隔爆真空智能型馈电开关.....	329
第三节 QJZ-400/1140 智能型真空磁力起动器	337
第四节 QJR3-315/1140 型交流软启动器	343
第五节 QJZ-4×315/1140DP 矿用隔爆兼本质安全型多功能真空组合开关	353

第六章 矿井常用电缆..... 371

 第一节 矿用电缆..... 371

 第二节 矿用电缆的选择..... 375

 第三节 井下电缆的日常维护和检查..... 378

 第四节 电缆的连接、安装与敷设..... 381

 第五节 电缆的修补工艺..... 383

第一章 钳工基本操作

第一节 钳工概述及常用量具

【知识要点】

1. 了解钳工的任务及设备
2. 了解量具的分类
3. 掌握常用量具的刻线原理及使用方法
4. 了解测量工具的保养方法

【技能要点】

1. 长度及内径的测量
2. 角度的测量
3. 量具的保养

【课程内容】

钳工在机械制造、加工、检修中是必不可少的一个工种。掌握钳工基本操作技能可为其他的操作打下良好的基础。

一、钳工的工作范围及种类

1. 钳工的工作范围

我们的祖先早在 3000 年前就通过铸造或锻造将金属制成各种劳动工具、货币和兵器等。由于科学技术的进步，生产不断发展，使钳工工作逐渐从铸造和锻造的工作中分离出来，成为一门独立的工种。

钳工多是用手工方法并经常在台虎钳上进行操作的工种。随着科学技术的发展和生产的实际需要，现在的钳工有了更细的专业分工，如划线钳工、模具钳工、普通钳工、装配钳工和机修钳工等。

钳工的任务主要是完成目前机械加工不能直接进行的工作。其工作范围较广，在一般情况下，钳工要完成下列任务：

(1) 加工零件。一些采用机械方法不适宜或不能解决的加工，都可由钳工来完成，如零件加工过程中的划线、精密加工（如刮削、研磨、锉削样板和制作模具等）以及检验和修配等。

(2) 装配。把零件按机械设备的装配技术要求进行组件、部件装配和总装配，并经过调整、检验和试车等，使之成为合格的机械设备。

(3) 设备维修。当机械设备在使用过程中产生故障、损坏或长期使用后精度降低而影响使用时，也要通过钳工进行维护和修理。

(4) 工具的制造和修理。制造和修理各种工具、夹具、量具、模具及各种专用设备。

随着机械工业的日益发展,许多繁重的工作已被机械加工所代替。但那些精度高、形状复杂零件的加工以及设备安装调试和维修是机械难以完成的。这些工作仍需通过钳工精湛的技艺去完成。因此,钳工是机械制造业中不可缺少的工种。作为钳工必须掌握好钳工的各项基本操作技能,包括划线、錾削、锯削、锉削、钻孔、扩孔、铰孔、绞孔、攻丝、套丝、矫正与弯曲、铆接、刮削、研磨、机器装配调试、设备维修、测量和简单热处理等。

2. 钳工的分类

随着机械工业的发展,钳工的工作范围愈来愈广泛,需要掌握的技术理论知识和操作技能也愈来愈复杂,于是产生了专业性的分工,以适应不同工作的需要。按工作内容性质来分,钳工工种主要分3类:

(1) 钳工(也称普通钳工)。使用钳工工具、钻床,按技术要求对工件进行加工、修整、装配的人员,主要从事机器或部件的装配、调整工作和一些零件的钳工加工作。

(2) 机修钳工。使用工具、量具及辅助设备,对各类设备进行安装、调试和维修的人员,主要从事各种机械设备的维护和修理工作。

(3) 工具钳工。使用钳工工具及设备对工装、工具、量具、辅具、检具、模具进行制造、装配、检验和修理的人员,主要从事工具、模具、刀具的制造和修理。

二、钳工设备

1. 钳台

钳台是用来安装台虎钳、放置工具和工件等的专用设备。台内有几个存放工具的抽屉,案上装有防护网和照明等。钳台有单人用和多人用2种,用坚硬木料或钢材制成。其高度800~900mm,台面厚度60~80mm,长度和宽度随工作需要而定,如图1-1所示。

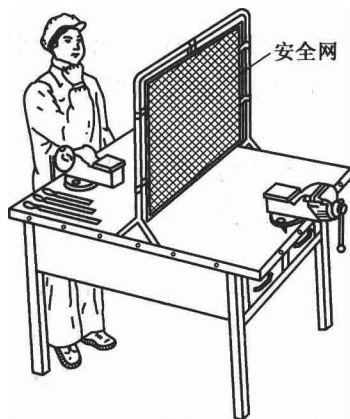
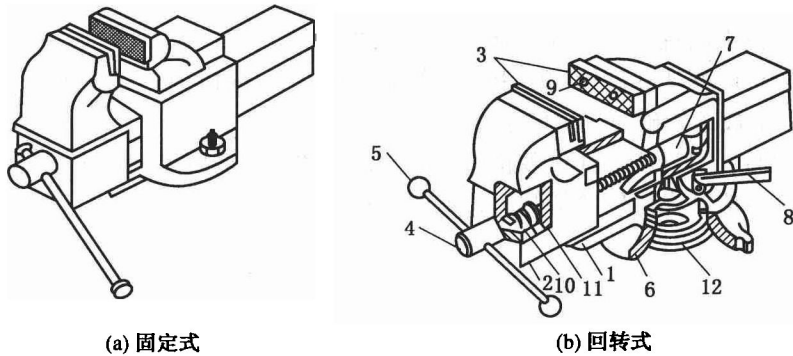


图1-1 钳台

2. 台虎钳

钳工常用的虎钳有台虎钳和手虎钳2种。台虎钳装在钳台上,用来夹持工件,其规格以钳口的宽度来表示,有100mm(4英寸),125mm(5英寸)和150mm(6英寸)等。

台虎钳又分固定式和回转式 2 种，如图 1-2 所示。



1—固定钳身；2—活动钳身；3—钢质钳口；4—丝杠；5、8—手柄；
6—转盘座；7—螺母；9—螺钉；10—弹簧；11—挡圈；12—夹紧盘

图 1-2 台虎钳

回转式台虎钳由固定钳身 1、活动钳身 2、转盘座 6 和夹紧盘 12 等组成。它们都用铸铁制成。转盘座是用 3 个螺栓固定在钳台上。固定钳身可在转盘座上绕轴心转动，当扳动手柄 8 使其夹紧螺钉旋紧，即可在夹紧盘的作用下把固定钳身紧固在所需位置上。螺母 7 和固定钳身相固定，活动钳身中穿入丝杠 4 并和螺母相配合。当摇动手柄 5 使丝杠旋转时，就可带动活动钳身移动，起到夹紧和放松工件的作用。为使活动钳身能及时平稳地退出，主要依靠固定在丝杠上的挡圈 11 和弹簧 10 来实现。在固定和活动钳身上用螺钉 9 固定有经过淬硬的钢质钳口 3。钳口表面上的斜网纹是用来防止工件夹紧后产生滑动的。

台虎钳的正确使用和维护方法如下：

(1) 台虎钳必须牢固地固定在钳台上，2 个夹紧螺钉必须扳紧，保证钳身工作时不松动，以防损坏。

(2) 在钳台上安装台虎钳时，应使固定钳口工作面处于钳台边缘之外，以便夹持长条形工件。

(3) 在台虎钳上夹持工件时，只允许靠手的力量来扳动手柄，不允许随意套上长管或用手锤敲击手柄，防止损坏螺母或丝杠。

(4) 不能在活动钳身导轨的光滑面上敲击工件，以免降低它与固定钳身的配合性能。

(5) 夹持精密工件时，一定要加用钳口衬板（铜或铝板）。

(6) 要经常清除滑动部分的切屑。螺杆和螺母及其他活动部分的表面要经常加油润滑，以防生锈。

3. 砂轮机

砂轮机主要由机体、电动机和砂轮片等组成，用来刃磨钻头、凿子、刮刀等工具，或磨削工件的锐边、毛刺及氧化层等，如图 1-3 所示。

为保证安全生产，严防事故发生，在使用砂轮机时要严格遵守安全操作规程。在工作中要注意以下 6 点：

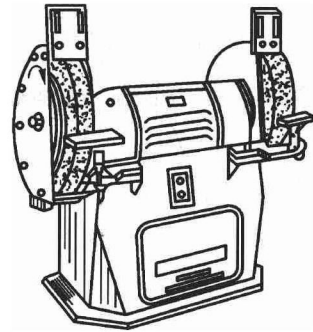


图 1-3 砂轮机

- (1) 要按照砂轮机上标示箭头的方向确定砂轮的旋转方向。
- (2) 砂轮机开动后, 要等转速达到正常后方可进行磨削。
- (3) 砂轮机表面跳动严重时, 应及时修磨或更换。
- (4) 砂轮机的搁架和砂轮间的距离一般应保持在 3mm 以内, 以防因间隙过大而使磨削工件扎入, 造成砂轮破裂飞出的事故。
- (5) 磨削时, 刀具或工件对砂轮不要施加过大的压力或剧烈的撞击。
- (6) 磨削者应站在砂轮的斜侧面, 不要正对砂轮站立。

4. 钻床

钻床主要用于对各种材料和工件进行钻孔加工, 常用的有手电钻、台式钻床、立式钻床和摇臂钻床等。

三、常用量具

在制作零件、机械检修、机械安装、机械装配和调整设备等工作, 做好零件几何参数的测量, 零、部件之间相对位置的测量, 是保证工作质量必不可少的操作; 而正确地选择、使用和保养测量器具又是做好测量工作的前提。为了保证零件和产品的质量, 必须用量具对其进行检查和测量。因此, 钳工必须掌握量具的构造、性能及使用方法。

用来测量、检验零件及产品尺寸和形状的工具称为量具。量具的种类很多, 根据其特点和用途可分为万能量具、标准量具和专用量具 3 种类型。

(一) 万能量具

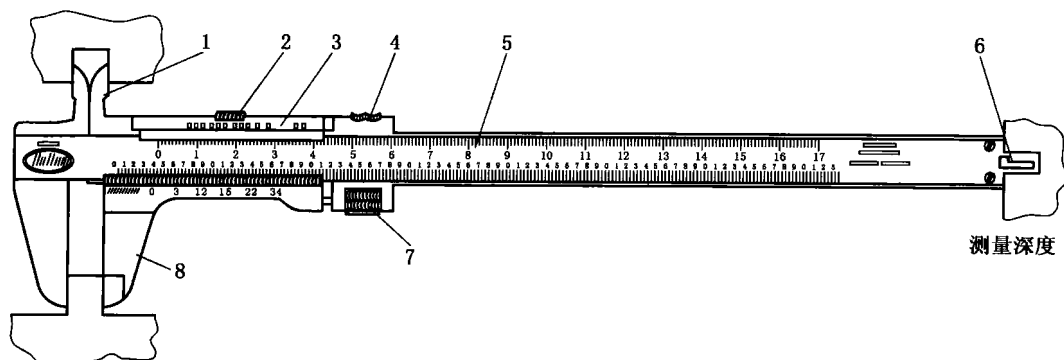
万能量具一般都有刻度, 在测量范围内可以测量零件及产品的形状和尺寸的具体数值。常用的有游标卡尺、千分尺、万能角度尺和百分表等。

1. 游标卡尺

游标卡尺是一种中等精度的量具, 可以直接测量出工件的内径、外径、长度、宽度、深度等。

1) 游标卡尺的结构

游标卡尺可分为三用游标卡尺和双面量爪游标卡尺 2 种, 主要由尺身 (主尺)、游标 (副尺)、内量爪、外量爪、深度尺、锁紧螺钉等组成, 如图 1-4 所示。



1, 8—量爪; 2, 4—锁紧螺钉; 3—游标; 5—尺身; 6—深度尺; 7—微调装置

图 1-4 游标卡尺

2) 游标卡尺的刻线原理与读数方法

常用游标卡尺的测量精度按游标每格的读数值有0.02mm (1/50) 和0.05mm (1/20) 两种, 如图1-5所示。



图1-5 游标卡尺的刻线原理

(1) 刻线原理。

① 0.02mm 游标卡尺的刻线原理: 尺身每小格为1mm, 当两测量爪合并时, 游标上的50格刚好与尺身上的49mm对正。尺身与游标每格之差为 $1 - 49/50 = 0.02\text{mm}$, 此差值即为1/50mm 游标卡尺的测量精度, 如图1-5a所示。

② 0.05mm 游标卡尺的刻线原理: 尺身每小格为1mm, 当两测量爪合并时, 游标上的20格刚好与尺身上的19mm对正。尺身与游标每格之差为 $1 - 19/20 = 0.05\text{mm}$, 此差值即为1/20mm 游标卡尺的测量精度, 如图1-5b所示。

(2) 读数方法。

① 读整数。在尺身上读出位于游标零线左边最接近的整数值 (mm)。

② 读小数。用游标上与尺身刻线对齐刻线的格数, 乘以游标卡尺的测量精度值, 读出小数部分。

③ 求和。将两项读数值相加, 即为被测尺寸 (工件的尺寸 = 尺身上的整数 + 游标格数 × 精度), 如图1-5所示。

3) 游标卡尺的测量范围和精度

三用游标卡尺按测量范围有0~125mm和0~150mm 2种; 双面量爪游标卡尺按测量范围有0~200mm和0~300mm 2种。0.02mm 游标卡尺适用于IT11~IT16; 0.05mm 游标卡尺适用于IT12~IT16。其他游标卡尺的使用场合, 见表1-1。

4) 游标卡尺的基本操作

游标卡尺的基本操作见表1-2。

表1-1 游标量具的应用

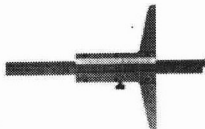
序号	名 称	简 图	用 途
1	游标深度尺		用来测量台阶的高度、孔深和槽深

表 1-1 (续)

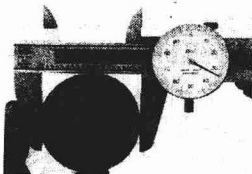
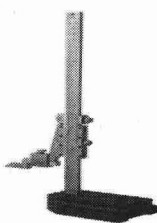
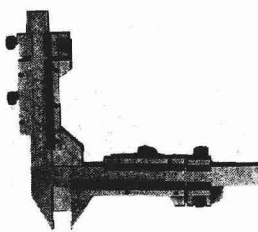
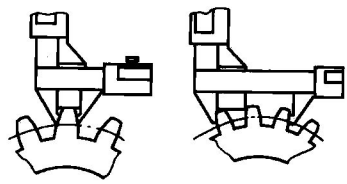
序号	名 称	简 图	用 途
2	带表卡尺		其特点是读数值直观准确, 使用方便而且功能多样
3	游标高度尺		用来测量零件的高度和划线
4	齿厚游标卡尺		用来测量齿轮(或蜗杆)的弦齿厚或弦齿高, 使用时 2 个卡爪卡在分度圆附近 

表 1-2 游标卡尺的基本操作

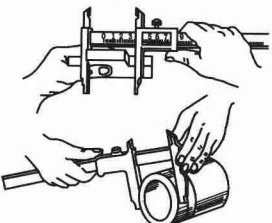
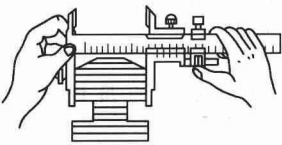
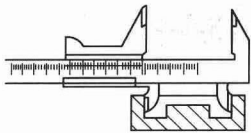
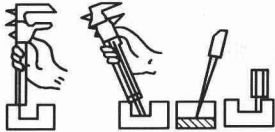
序号	操作步骤	简 图	说 明
1	选用卡尺		应按工件的尺寸及精度要求选用合适的游标卡尺。不能用游标卡尺测量铸锻件的毛坯尺寸, 也不能用游标卡尺去测量精度要求过高的工件
2	验 尺		使用前要检查游标卡尺量爪和测量刃口是否平直无损; 2 个量爪贴合时无漏光现象, 尺身和游标的零线是否对齐
3	握 尺		1. 单手握尺。左手拿工件, 右手大拇指推动游标, 其他 4 指自然握住游标卡尺的尺身 2. 把工件固定住, 左手握住固定卡脚, 右手握住游标卡尺的尺身, 大拇指推动游标

表 1-2 (续)

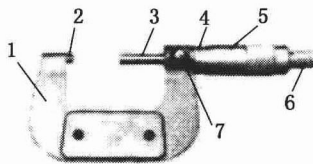
序号	操作步骤	简 图	说 明
4	测量外尺寸		量爪应张开到略大于被测尺寸，以固定量爪贴住工件，用轻微压力把活动量爪推向工件，卡尺测量面的连线应垂直于被测量表面，不能偏斜，如左图所示。然后把制动螺钉拧紧，读出读数
5	读 数		游标卡尺置于水平位置，视线垂直于刻线表面，避免视线歪斜造成读数误差
6	测量内尺寸		测量内尺寸时，量爪开度应略小于被测尺寸。测量时 2 量爪应在孔的直径上，不得倾斜，如左图所示
7	测量外尺寸		测量孔深或高度时，应使深度尺的测量面紧贴孔底，游标卡尺的端面与被测件的表面接触，且深度尺要垂直，不可前后左右倾斜，如左图所示

2. 千分尺

千分尺是一种精密量具，其测量精度比游标卡尺高，应用广泛。

1) 千分尺的结构

图 1-6 所示为千分尺的结构，它由尺架、固定测砧、测微螺杆、固定套管、微分筒、测力装置和锁紧装置等组成。



1—尺架；2—固定测砧；3—测微螺杆；4—固定套管；
5—测分筒；6—测力装置；7—锁紧手柄

图 1-6 千分尺的结构

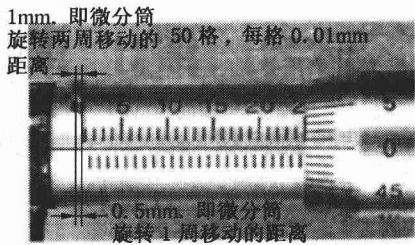


图 1-7 千分尺的刻线原理

2) 千分尺的刻线原理

微分筒的外圆锥面上刻有 50 格，测微螺杆的螺距为 0.5mm。微分筒每转动 1 圈，测微螺杆就沿轴向移动 0.5mm，当微分筒每转动 1 格时，测微螺杆就移动 $0.5\text{mm}/50 = 0.01\text{mm}$ ，所以千分尺的测量精度为 0.01mm，如图 1-7 所示。

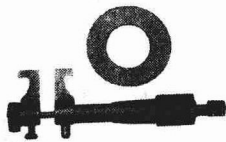
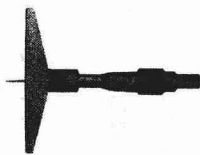
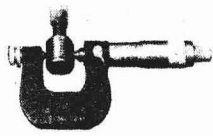
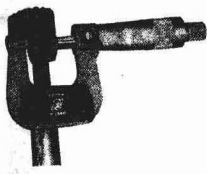
3) 千分尺的测量范围和精度

表 1-3 千分尺的适用范围

级 别	适 用 范 围
0 级	IT6 ~ IT16
1 级	IT7 ~ IT16
2 级	IT8 ~ IT16

千分尺的测量范围在 500mm 以内时，每 25mm 为 1 挡，如 0 ~ 25mm，25 ~ 50mm 等；测量范围在 500 ~ 1000mm 时，每 100mm 为 1 挡，如 500 ~ 600mm，600 ~ 700mm 等。千分尺按制造精度分为 0 级、1 级和 2 级，其适用范围，见表 1 - 3。其他千分尺的用途见表 1 - 4。

表1-4 其他千分尺的用途

序号	名 称	简 图	用 途
1	内径千分尺		用来测量内径及槽宽等尺寸。其刻线方向与千分尺的刻线方向相反
2	深度千分尺		用来测量孔深、槽深等
3	螺纹千分尺		用来测量螺纹中径尺寸
4	公法线千分尺		用来测量齿轮公法线长度

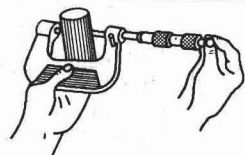
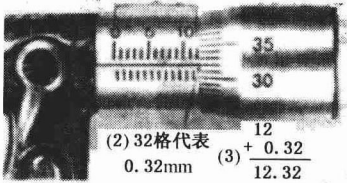
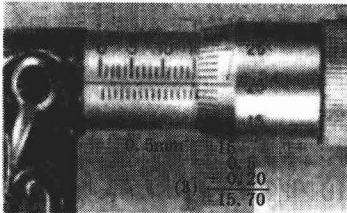
4) 千分尺的基本操作

千分尺的基本操作见表 1 - 5。

表1-5 千分尺的基本操作

序号	操作步骤	简 图	说 明
1	选用千分尺		应按工件的尺寸及精度要求选用合适的千分尺。不能用千分尺测量铸锻件的毛坯尺寸
2	验尺		使用前，要先把试验棒至于固定测砧和测轴之间（0 ~ 25mm 不需要检验棒），检查固定套筒和活动套筒的零线是否重合，活动套筒的轴向位置是否正确

表 1-5 (续)

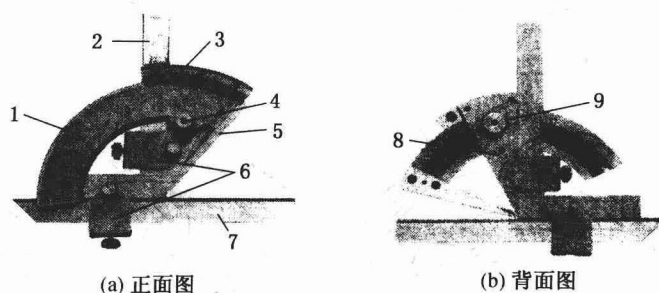
序号	操作步骤	简 图	说 明
3	拿法		1. 单手使用。左手拿住工件, 右手小拇指、无名指勾住工件, 大拇指和食指转动活动套筒 2. 双手使用。左手握住弓架, 右手顺时针转动活动套筒, 使测轴与工件相接触, 并来回摆动
4	测试工件		测量时, 千分尺要放正, 只允许轻微的摆动千分尺或被测工件, 先转动活动套筒, 等测量面接近工件表面时, 再旋转测杆, 至棘轮发出“嗒嗒”的响声为止
5	读数	(1) 12mm  (2) 32格代表 0.32mm (3) $\frac{12}{12.32}$ (1) 15mm (2) 0.2mm 	1. 在固定套管上读出与微分筒相邻近的刻度线数值 2. 用微分筒上与固定套管的基准线对齐的刻线格数乘以千分尺的测量精度 (0.01mm), 读出不足 0.5mm 的数 3. 将前两项读数相加, 即为被测尺寸

3. 万能角度尺

万能角度尺用来测量工件和样板的内、外角度及角度划线。

1) 万能角度尺的结构

万能角度尺的结构如图 1-8 所示, 它由尺身、90°角尺、游标、制动器、基尺、直



1—尺身; 2—90°角尺; 3—游标; 4—制动器; 5—基尺;
6—卡块; 7—直尺; 8—板; 9—握手

图 1-8 万能角度尺

尺、卡块等组成。

2) 万能角度尺的读数和用法

(1) 读数方法。

万能角度尺的读数方法与游标卡尺的读数方法相似，即先从尺身上读出游标零刻线左边的刻度整数，然后在游标上读出分的数值（格数 $\times 2'$ ），两者相加就是被测工件的角度数值，如图1-9所示。

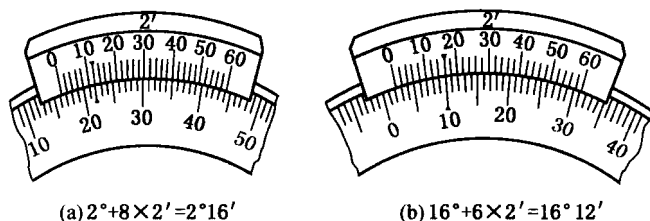


图1-9 万能角度尺的读数方法

(2) 使用方法。

- ① 使用时，首先检查零刻度线是否对齐。
- ② 根据工件测量的角度范围合理地组装直尺、角尺并固定牢固，如图1-11所示。
- ③ 测量时，工件的基准面要与万能角度尺的基尺贴紧，直尺轻轻的落下，如图1-10所示。

3) 万能角度尺的测量范围

游标万能角度尺有I型、II型2种，其测量范围分别为 $0^{\circ} \sim 320^{\circ}$ 和 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ 。I型万能角度尺的测量范围及方法如图1-10和图1-11所示。

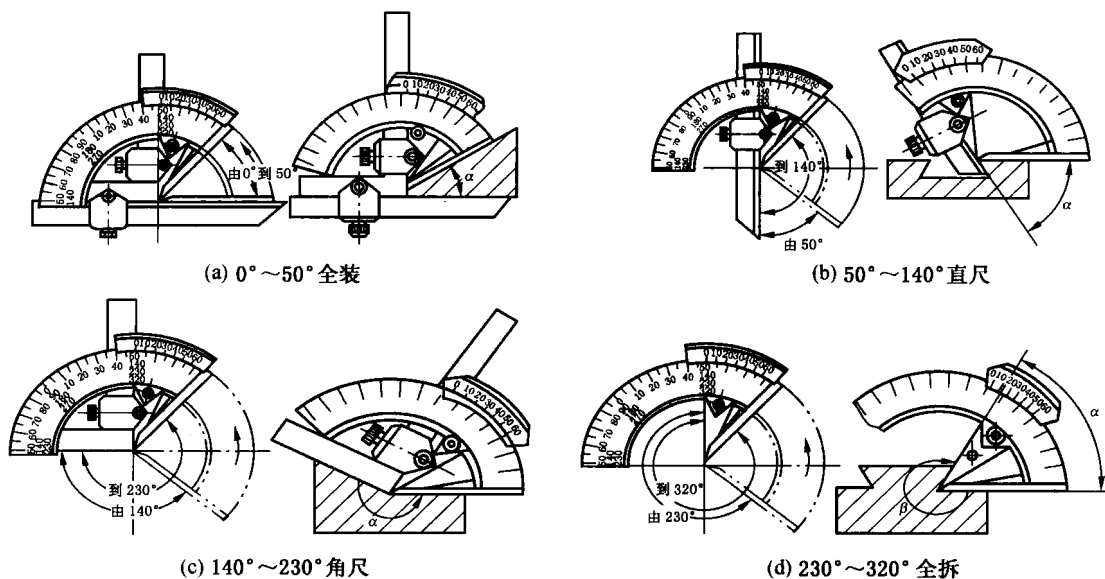


图1-10 万能角度尺的测量范围