

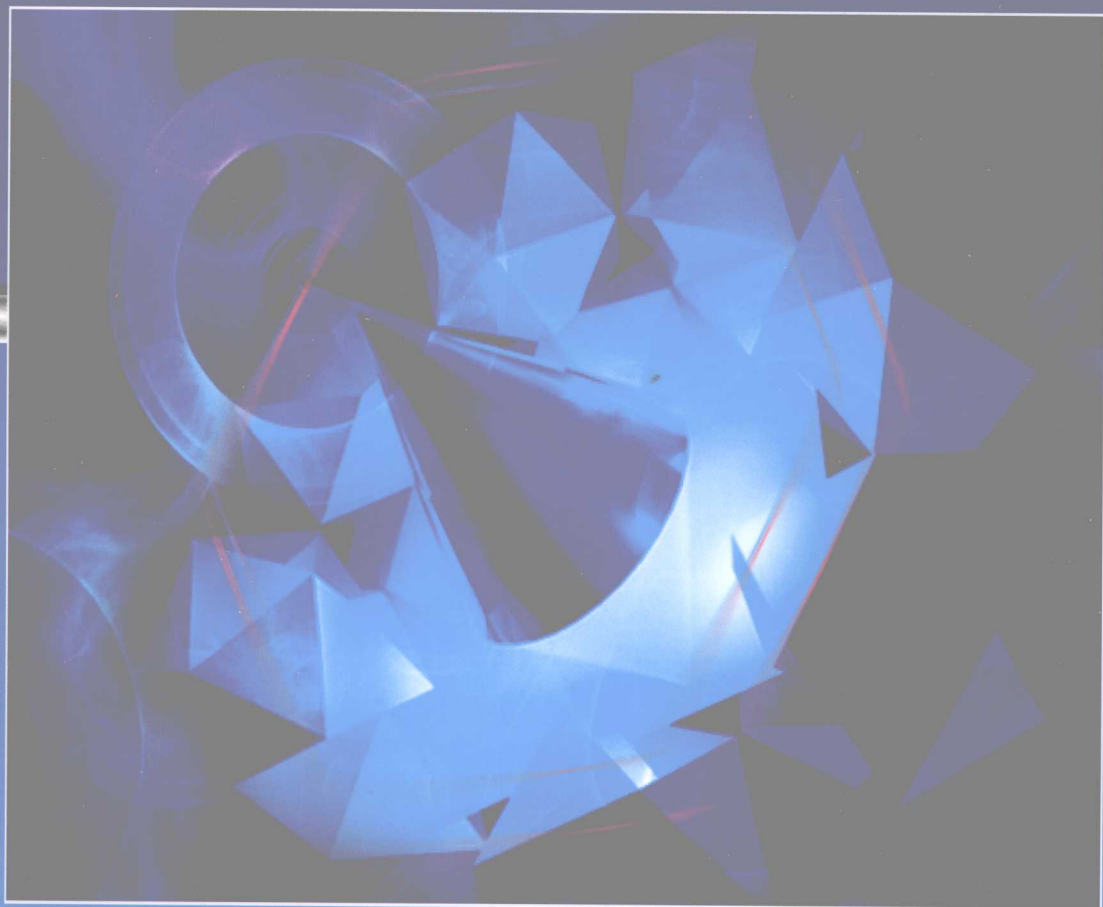
中等职业教育规划教材

车工工艺及加工技能

(普通车·模拟数控车·数控车)

CHEGONG GONGYI JI JIAGONG JINENG

韩英树 主编



化学工业出版社

中等职业教育规划教材

车工工艺及加工技能

普通车 · 模拟数控车 · 数控车

韩英树 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是作者在从事多年职业教育教学实践的基础上,根据国家职业教育的具体要求,经过多方深入研究、集思广益归纳编写而成的。书中采用单元式模块教学的叙述方式,打破了传统的理论和实习实训相分离的教材模式,力求达到理论与技能的和谐统一和无缝对接。内容包括普通车床、小型数控仿真车床、数控车床的基本理论、基本实践及实用案例。具体涉及轴、套、锥面、螺纹、偏心件及成形曲面加工,设备清洗拆装、部分调整点,数控车床自动编程及仿真,数控车床的基础知识与编程等。本书基本涵盖了中级普通车工、数控车工应掌握的工艺理论、技能操作训练内容。本书在普通车床、数控仿真车床、数控车床的例件及练习件中进行了大量的工艺性讲解、模拟数控步骤讲解、数控指令讲解。

本书可供中等职业院校机械类专业学生作为教材,也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

车工工艺及加工技能:普通车·模拟数控车·数控车/
韩英树主编. —北京:化学工业出版社,2008.8
中等职业教育规划教材
ISBN 978-7-122-03431-1

I. 车… II. 韩… III. 车削-专业学校-教材 IV. TG510.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第112679号

责任编辑:王金生 石磊
责任校对:周梦华

文字编辑:张燕文
装帧设计:张辉

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:大厂聚鑫印刷有限责任公司

装订:三河市前程装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张13½ 字数341千字 2008年9月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:25.00元

版权所有 违者必究

前 言

在机械加工工艺教学中,机械制造专业学生及数控技术专业学生都要学习普通车床操作技术及数控车床操作技术。机械制造专业讲授数控知识,旨在让学生了解相关工种的先进技术,同时培养工作岗位的前瞻性;对数控技术专业的学生,在讲授数控知识的同时,必须要求学生掌握普通车床操作技术知识,目的是掌握基本的机械加工工艺,增强系统意识,理解手动操作与自动操作之间的联系,真正把学生培养成为适应各种工作环境和岗位的多面手。

本书将普通车工与数控车工基础工艺理论及技能有机融合,包含车工工艺、夹具的使用、量具的识读和使用、刀具的刃磨及使用、基准定位等,分类叙述了普通车床操作、数控车床自动编程仿真操作、数控车床编程与操作的初、中级内容。书中内容以机械加工中车工工艺学与普通车床及数控车床技能训练密切结合为主线,贯穿车床操纵、常用量具识读及工件测量、刀具及安装、工件定位与安装、金属切削过程及精加工,较清晰地展示了一条中级车工及数控车工必须掌握的知识和技能的训练途径。本书对涉及与车工专业相关的专业基础、专业计算知识,都进行了有针对性的论述。例件及练习件均有相应的评分标准。

编写本书的目的在于塑造理论充实、技能扎实的专业技能型人才。

本书是以国家车工职业标准、国家数控车床工职业标准为依据,按照中等职业教育机械类专业培训计划和教学大纲要求编写的,适用于中等职业机械制造与控制专业、数控技术应用专业教学及企事业单位中等职业教育培训。本书可作为机械类普通车工及数控车工的专业教材,也可作为机械类其他专业及企业培训教材。

本书由沈阳职业技术学院附属中专韩英树任主编、胡新阳任副主编,沈阳市汽车工程学校高庆航、沈阳飞机工业(集团)公司技工学校史若樵、沈阳职业技术学院附属中专刘兴华、刘超、蒋鹏、张琦、张永辉、金光辉等参加了编写或提供了大量资料。韩英树编写第1至第8章,刘超编写第9章,蒋鹏编写第10、11章。本书由沈阳职业技术学院李丹娜主审、韩英树统稿。本书在编写过程中得到了沈阳大明电子科技有限公司陈岩、王立波的大力支持,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中不妥之处请读者批评指正。

编者

2008年5月

目 录

第1单元 车工加工工艺

第1章 量、刀具	1
1.1 常用测量量具	1
1.2 工件测量方法	5
1.3 车刀型式、角度、材料及切削液	8
1.4 刀具角度的刃磨实践练习	13
1.5 中心钻、麻花钻选择与刃磨	15
习题	19
第2章 工件安装与切削过程	20
2.1 基准	20
2.2 工件安装与夹紧	22
2.3 金属切削过程及切削力	26
2.4 刀具的磨损与刀具寿命、切屑的形状及控制	29
2.5 车床切削运动、切削用量基本概念	31
2.6 刀具角度及切削用量的选择	36
2.7 车工工件几何精度及表面粗糙度	38
习题	42

第2单元 普通车床

第3章 普通车床操纵	43
3.1 CA6136 车床	43
3.2 CA6140 车床	46
3.3 CA6140、CA6136 普通卧式车床结构及使用	49
习题	56
第4章 简单轴、套类工件加工	57
4.1 轴类工件加工工艺	57
4.2 轴类工件加工	61
4.3 套类工件加工工艺	64
4.4 套类工件加工	69
习题	75
第5章 成形面与内外锥面加工	77
5.1 成形面工件加工工艺	77
5.2 成形面工件加工	78
5.3 内、外锥面工件加工工艺	82
5.4 内、外锥面工件加工	85

习题	89
第 6 章 螺纹加工	90
6.1 三角形连接螺纹工件加工概述	90
6.2 三角形外螺纹工件加工工艺	94
6.3 三角形外螺纹工件加工	99
6.4 三角形内螺纹加工工艺与工件加工	102
6.5 攻、套螺纹工件加工工艺与工件加工	105
6.6 梯形螺纹加工	109
6.7 蜗杆零件加工	116
习题	122
第 7 章 偏心组合件、综合测试件加工训练与组装	123
7.1 在三爪卡盘上加工偏心件	123
7.2 综合测试件	127
7.3 训练组装件	131
习题	132
第 8 章 设备清洗拆装	133
8.1 三爪自定心卡盘清洗拆装	133
8.2 车床部分调整点	134
习题	137

第 3 单元 数控车床自动编程及仿真

第 9 章 数控车自动编程及模拟仿真	138
9.1 常用的自动编程软件简介	138
9.2 CAXA 数控车 2000 自动编程软件界面与菜单	139
9.3 CAXA 数控车 2000 的 CAD 功能	142
9.4 CAXA 数控车 2000 的 CAM 功能	146
9.5 数控车模拟仿真	155

第 4 单元 数控车床

第 10 章 数控车床的基础知识与编程	163
10.1 数控车床概述	163
10.2 数控车床的加工工艺	167
10.3 数控车床编程的基础知识	168
10.4 数控车床的编程指令	176
第 11 章 数控车床的操作与加工	191
11.1 GSK980TD 广州数控系统的基本操作	191
11.2 数控车床编程实训	199

参考文献	208
-------------------	------------

第 1 单元 车工加工工艺

第 1 章 量、刃具

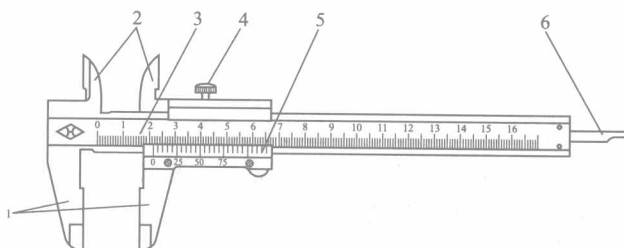
1.1 常用测量量具

1.1.1 几种常用量具

1.1.1.1 游标卡尺

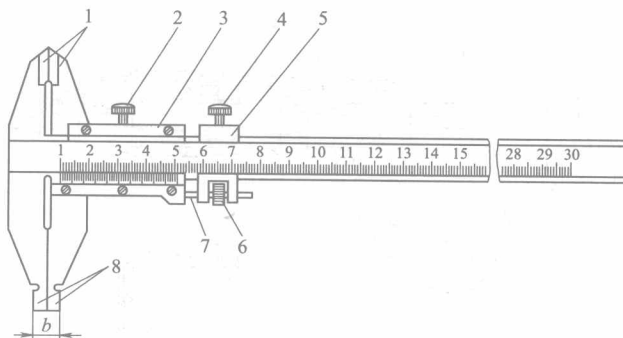
常用的游标卡尺有两用游标卡尺和双面游标卡尺。

(1) 两用游标卡尺 其结构如图 1-1(a) 所示, 由尺身 3 和游标 5 组成, 螺钉 4 可旋松或拧紧游标, 下量爪 1 用来测量工件的外径和长度, 上量爪 2 可以测量孔径和槽宽, 深度尺 6 用来测量孔的深度和台阶长度。



(a) 两用游标卡尺

1—下量爪; 2—上量爪; 3—尺身; 4—螺钉; 5—游标; 6—深度尺



(b) 双面游标卡尺

1—上量爪; 2,4—螺钉; 3—游标; 5—微调装置
6—螺母; 7—小螺杆; 8—下量爪

图 1-1 游标卡尺

(2) 双面游标卡尺 其结构如图 1-1(b) 所示, 在游标 3 上增加了微调装置 5, 拧紧固定微调装置的螺钉 4, 松开螺钉 2, 用手指转动滚花螺母 6, 通过小螺杆 7 即可微调游标, 上量爪 1 用来测量沟槽宽度或孔距, 下量爪 8 用来测量工件的外径和孔径。当用下量爪测量孔径时, 游标卡尺的读数值必须加上下量爪的厚度 b (一般为 10mm)。

(3) 游标卡尺的刻线原理及读数方法 游标卡尺的读数精度是利用主尺和游标刻线间的距离之差来确定的。 0.02mm ($\frac{1\text{mm}}{50}$) 精度游标卡尺, 尺身为每小格 1mm, 游标刻线总长为 49mm, 并等分为 50 格, 因此每格为 $\frac{49\text{mm}}{50} = 0.98\text{mm}$, 则尺身和游标相对一格之差为 $1\text{mm} - 0.98\text{mm} = 0.02\text{mm}$, 所以它的测量精度为 0.02mm。根据这个刻线原理, 如果游标第 11 根刻线与尺身刻线对齐 (见图 1-2), 则小数尺寸的读数为 $ab = ac - bc = 11\text{mm} - (11 \times 0.98)\text{mm} = 0.22\text{mm}$ 。简便看尺方法为: 游标显示 0.22mm 线与尺身上的刻线对齐, 即卡尺显示测量值为 0.22mm。图 1-3 所示的尺寸为 60.48mm, 简便看尺方法为: 游标显示零位已过尺身上的线 60mm, 而游标上还显示 0.48mm 线与尺身上的刻线对齐, 即卡尺显示测量值 $60\text{mm} + 0.48\text{mm}$ 。

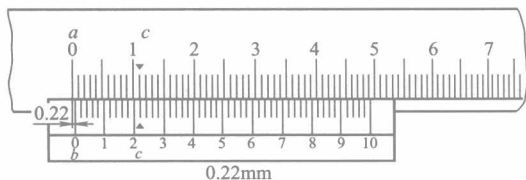


图 1-2 0.02mm 精度游标卡尺读数原理

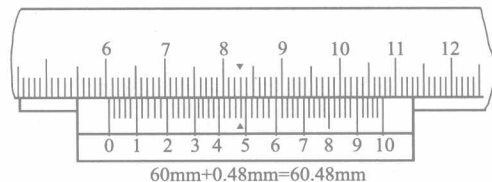


图 1-3 0.02mm 精度游标卡尺读数方法

1.1.1.2 千分尺

千分尺是生产中最常用的精密量具之一, 它的测量精度为 0.01mm。

千分尺的种类很多, 按用途分有外径、内径、深度、内测、螺纹和壁厚千分尺等。

测微螺杆的长度受制造上的限制, 其移动量通常为 25mm, 所以千分尺的测量范围分别为 0~25mm、25~50mm 等, 每隔 25mm 为一规格。

(1) 千分尺的结构形状 外径千分尺的结构形状如图 1-4 所示, 由尺架 1、砧座 2、测微螺杆 3、锁紧装置 4、螺纹轴套 5、固定套管 6、微分筒 7 和测力装置 8 等部分组成。测力

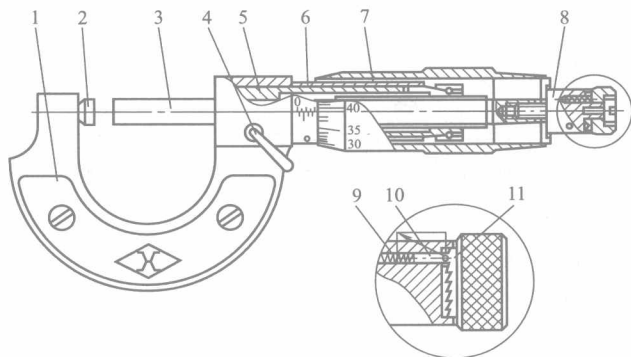


图 1-4 千分尺

- 1—尺架; 2—砧座; 3—测微螺杆; 4—锁紧装置; 5—螺纹轴套; 6—固定套管;
7—微分筒; 8—测力装置; 9—弹簧; 10—棘爪; 11—棘轮

装置 8 保证测量面与工件接触时具有恒定的测量力, 以便测出正确的尺寸。棘爪 10 在弹簧 9 的作用下与棘轮 11 啮合。当千分尺的测量面与工件接触, 并超过一定压力时, 棘轮 11 沿着棘爪的斜面滑动, 发出嗒嗒声, 这时就可读出工件尺寸。

测量前千分尺必须校正零位。测量时, 为防止尺寸变动, 可转动锁紧装置 4 的手柄锁紧测微螺杆。

(2) 千分尺的刻线原理 千分尺固定套管沿轴向刻度, 每格为 0.5mm。测微螺杆的螺距为 0.5mm。当微分筒转 1 周时, 测微螺杆就移动 1 个螺距。微分筒的圆周斜面上共刻 50 个格。因此, 微分筒转 1 格 ($\frac{1}{50}$) 时, 测微螺杆移动 $\frac{0.5\text{mm}}{50}=0.01\text{mm}$, 所以千分尺的测量精度为 0.01mm。

(3) 千分尺的读数方法

① 先读出固定套管上露出刻线的整毫米数和半毫米数。

② 确定微分筒上的哪一格与固定套管的基准线对齐, 读出小数部分 (0.01mm 乘以转过的格数)。

③ 将上述两部分尺寸相加即为被测工件的尺寸。在图 1-5(a) 中为 $12\text{mm}+0.01\text{mm}\times 24=12.24\text{mm}$; 在图 1-5(b) 中为 $32.5\text{mm}+0.01\text{mm}\times 15=32.65\text{mm}$ 。

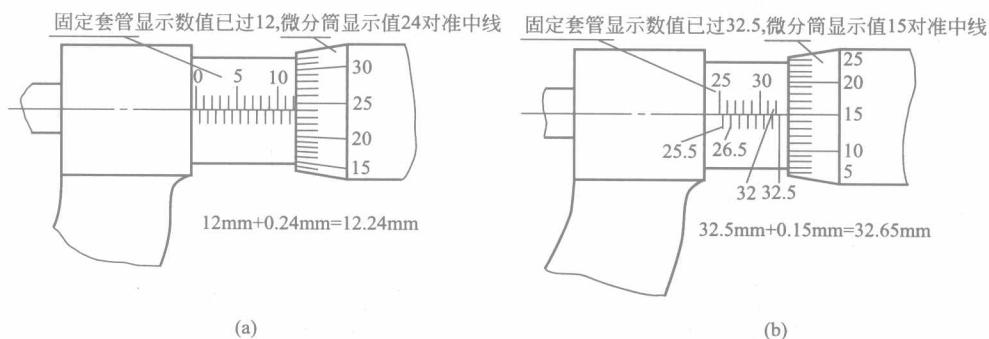


图 1-5 千分尺读数方法

1.1.1.3 内径百分表 (或千分表)

内径百分表如图 1-6 所示, 将百分表装夹在测架 1 上 [见图 1-7(a)], 触头 6 通过摆动块 7、杆 3, 将测量值 1:1 传递给百分表。固定测量头 5 可根据孔径大小更换。为了便于测量, 测量头旁装有定心器 4。测量力由弹簧 2 产生。测量如图 1-7(b) 所示。

1.1.1.4 万能角度尺

(1) 万能角度尺结构原理 如图 1-8(a) 所示, 可以测量 $0^\circ\sim 320^\circ$ 范围内的任何角度。

万能角度尺由主尺 1、基尺 5、游标 3、角尺 2、直尺 6、卡块 7、制动器 4 等组成。基尺 5 可带着主尺 1 沿着游标 3 转动, 转到所需角度时, 可用制动器 4 锁紧。卡块 7 可将角尺 2 和直尺 6 固定在所需的位置上。

测量时, 可转动背面的捏手 8, 通过小齿轮 9 转动扇形齿轮 10, 使基尺 5 改变角度, 如图 1-8(b) 所示 (后视图)。

(2) 示值 $2'$ 的万能角度尺的刻线原理及读数方法 如图 1-9(a) 所示, 主尺每格为 1° , 游标上总角度为 29° , 并分成 30 格。因此, 游标上每格的刻度值为 $\frac{29^\circ}{30} = \frac{60' \times 29}{30} = 58'$, 主尺一格和游标的一格之间相差 $1^\circ - 58' = 2'$, 即这种万能角度尺的示值为 $2'$ 。

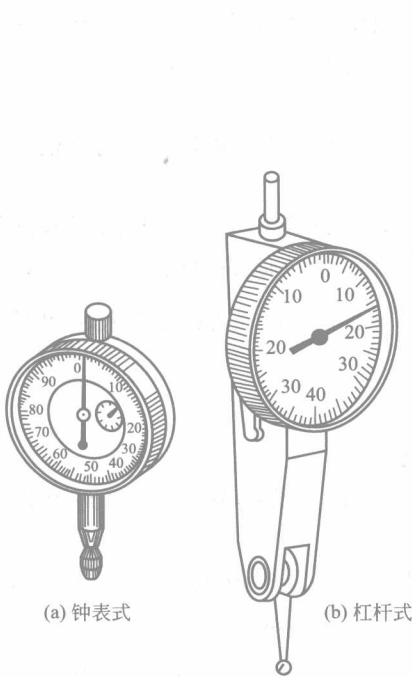


图 1-6 内径百分表

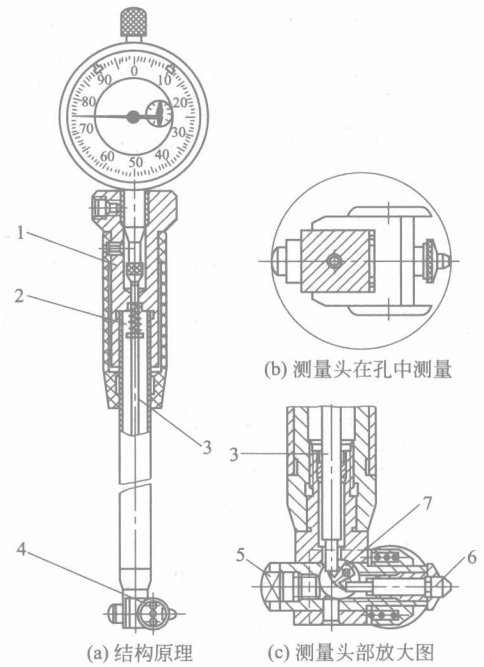


图 1-7 内径百分表结构原理与测量
1—测架；2—弹簧；3—杆；4—定心器；
5—测量头；6—触头；7—摆动块

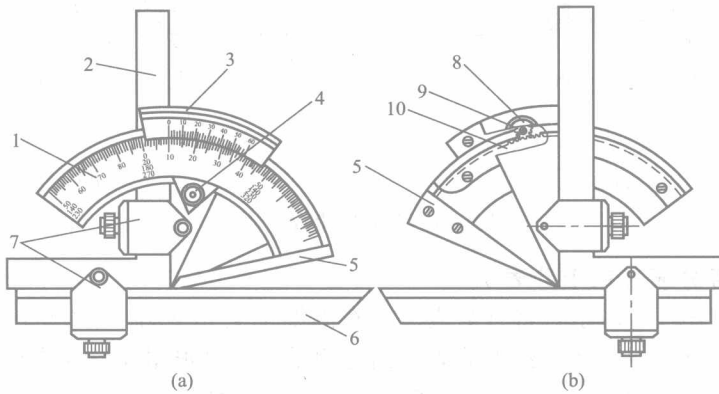


图 1-8 万能角度尺

1—主尺；2—角尺；3—游标；4—制动器；5—基尺；6—直尺；
7—卡块；8—捏手；9—小齿轮；10—扇形齿轮

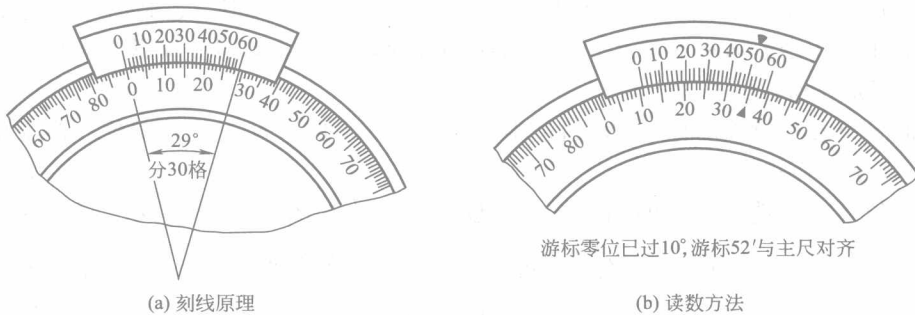


图 1-9 示值 2' 万能角度尺的读数原理及读法

万能角度尺的读数方法与游标卡尺相似，图 1-9(b) 的读数为 $10^{\circ}52'$ 。

1.1.2 常用量具长度尺寸、角度尺寸及换算

- ① 1 毫米 (mm) = 100 忽米 (实际操作中常用) = 1000 微米 (μm)。
- ② 1 英寸 = 25.4mm, 1 英分 = 3.175mm。
- ③ $1.21^{\circ} = 1^{\circ} + 60' \times 0.21 = 1^{\circ}12.6' = 1^{\circ}12' + 60'' \times 0.6 = 1^{\circ}12'36''$ 。

1.2 工件测量方法

1.2.1 用游标卡尺测量轴、套类工件直径尺寸

图 1-10 所示为用游标卡尺测量轴、套类工件的直径尺寸。

1.2.2 用外径千分尺测量工件外径尺寸

轴、套类工件外径尺寸精密公差带常用外径千分尺测量，图 1-11 所示为用外径千分尺测量工件外径尺寸。

1.2.3 用内径百分表测量孔径

套类工件内径尺寸精密公差带常用内径百分表测量 (见图 1-12)。要经常用外径千分尺对内径百分表进行校对，防止各种因素对尺寸精度的影响。然后，用校对好的内径百分表进行内孔测量。取孔的轴向最小极限尺寸为表零位尺寸。表杆摆动形成的平面，应与孔轴线平行 (并包含孔轴线)，这样才能测出真值。

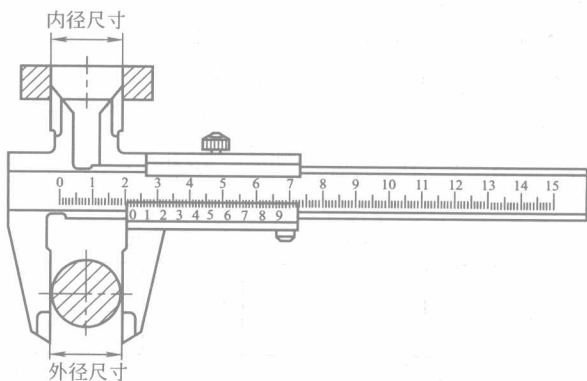


图 1-10 用游标卡尺测量直径尺寸



图 1-11 用外径千分尺测量外径尺寸

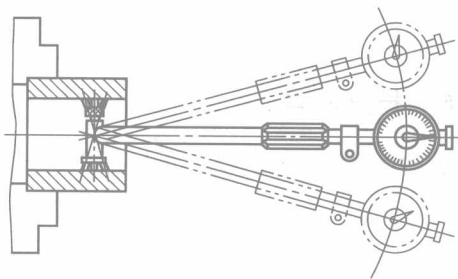


图 1-12 用内径百分表测量孔径

1.2.4 用万能角度尺测量工件

用万能角度尺测量工件的方法如图 1-13 所示。

1.2.5 试切法测量工件直径

为了测量工件直径的真值，应采取试切法。在工件外圆上试切一刀，然后退刀，用量具

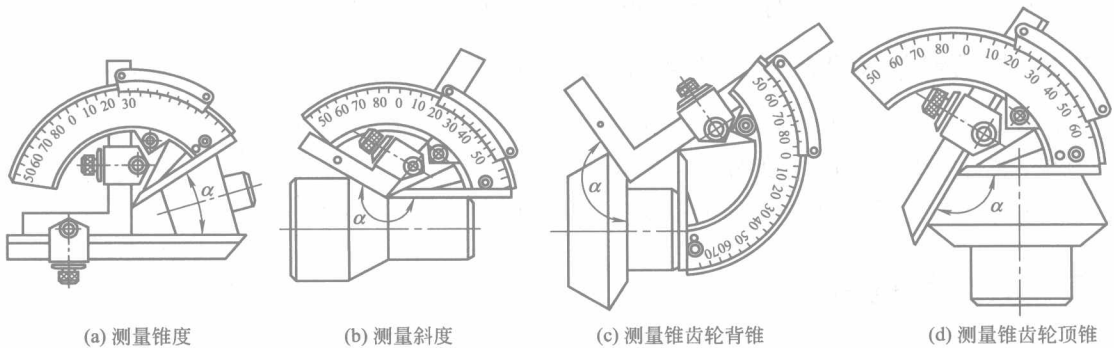


图 1-13 用万能角度尺测量工件

测出准确值后，再将中滑板刻度值校正准确。经过粗车、半精车、精车过程，不断地校准刻度值供吃刀深度参考，然后按公差要求车削完成。

图 1-14(a) 所示为用刀具在外径处轻轻对刀，记住中滑板刻度值，在不伤刀尖情况下，按图 1-14(b) 所示退刀，然后按图 1-14(c) 所示小量试切一刀，再按图 1-14(d) 所示退刀，测量直径值，按直径值调整中滑板刻度值并与之对应，作为下一次进刀的依据和参考，经过反复车削、测量、校正刻度值 [见图 1-14(e)]，最后将工件车好，保证外径公差值。

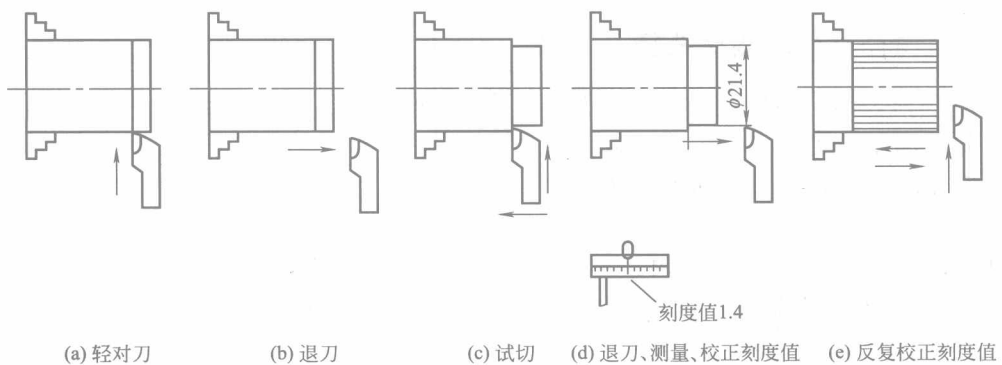


图 1-14 外径试切削

1.2.6 长度测量

为了确定台阶的长度，可以用以下三种方法测量。

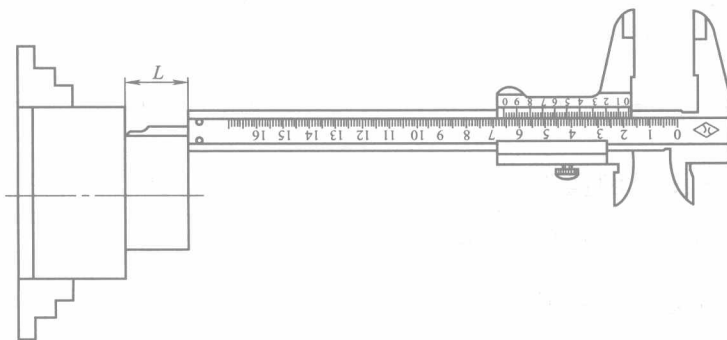


图 1-15 用两用游标卡尺的深度尺测量台阶长度

- (1) 用两用游标卡尺的深度尺测量阶台长度 如图 1-15 所示。
- (2) 其他长度测量方法 如图 1-16 所示。

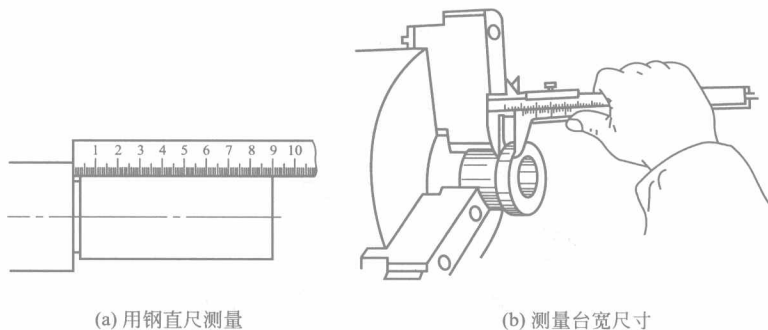


图 1-16 测量阶台长度

- (3) 试切法用床鞍刻度盘和小滑板刻度盘配合确定阶台长度

① 用大手轮摇动床鞍将刀具摇近工件端面，留一空隙 a ，如图 1-17(a) 中刀具位置，然后将大刻度盘的刻度环反方向转动消除间隙并对零（即床鞍刻度调为零）。

② 用小滑板刻度盘将刀具手摇靠到工件端面，如图 1-17(b) 所示，然后将刻度对零。这时将刀刃用中滑板刻度盘从端面摇出。此时，刀刃在端面定位。

③ 此时，如果粗车 20mm 长度距离 [见图 1-17(c)]，可直接摇床鞍，使刻度盘值到达 20mm 处，然后开车上刀在外圆处划线确定距离。此时，如果要精车长度距离，可直接使小滑板刻度盘值到达 20mm 处，用中滑板进刀，精度较高。

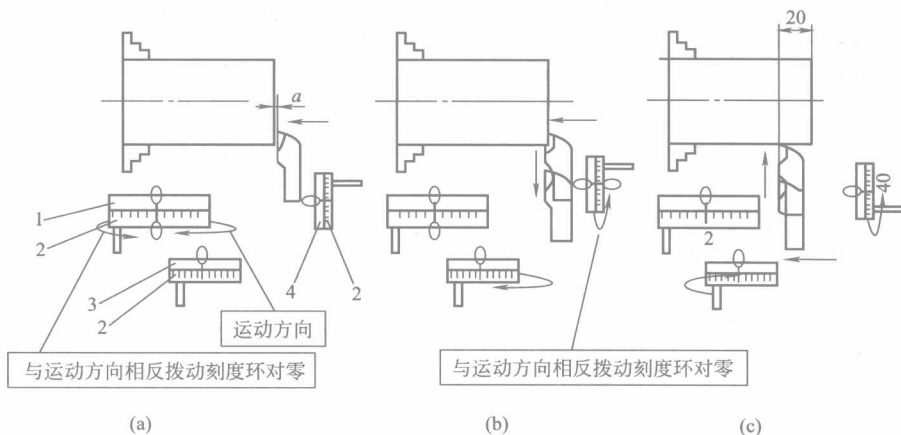


图 1-17 大、中、小刻度盘配合确定阶台长度

1—大床鞍刻度盘；2—可拨动刻度环；3—中滑板刻度盘；4—小滑板刻度盘

1.2.7 用杠杆百分表（或磁座百分表）测量外径及端面跳动值

将杠杆百分表（或磁座百分表）触头与工件被测部位接触，转动工件（见图 1-18），显示百分表变化值，用来计算各种形位误差。

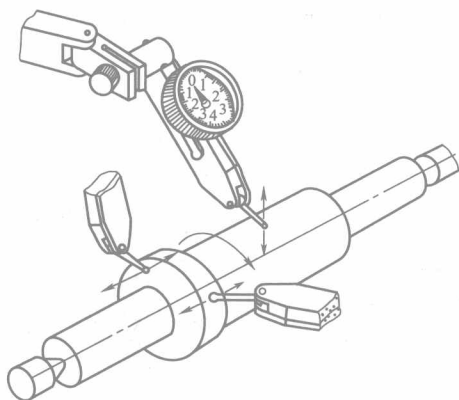


图 1-18 用两顶尖支承检验径向及端面圆跳动

1.3 车刀型式、角度、材料及切削液

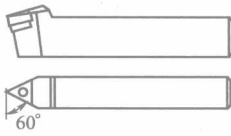
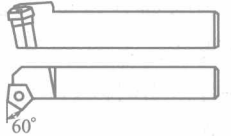
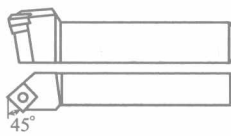
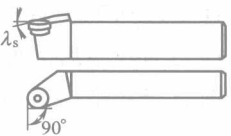
1.3.1 常用车刀型式

常用焊接车刀及机夹车刀代号、型式、名称见表 1-1。

表 1-1 刀代号、型式、名称

代号	型式	名称	代号	型式	名称
02		45°端面车刀	10		外螺纹车刀
			11		带轮车刀
03		95°外圆车刀	12		75°内孔车刀
04		切槽车刀	13		95°内孔车刀
05		90°端面车刀	14		90°内孔车刀
06		90°外圆车刀	15		45°内孔车刀
07		A 型切断车刀			
08		B 型切断车刀	17		内孔切槽车刀
09		75°外圆车刀	TGN		机夹刀片 90° 偏头外圆车刀

续表

代号	型式	名称	代号	型式	名称
TEN		机夹刀片 60° 直头外圆车刀	PTN		机夹刀片 60° 偏头外圆车刀
SSN		机夹刀片 45° 偏头外圆车刀	RGN		机夹刀片 90° 偏头外圆车刀

1.3.2 常用刀具用途

常用刀具用途如图 1-19 所示。

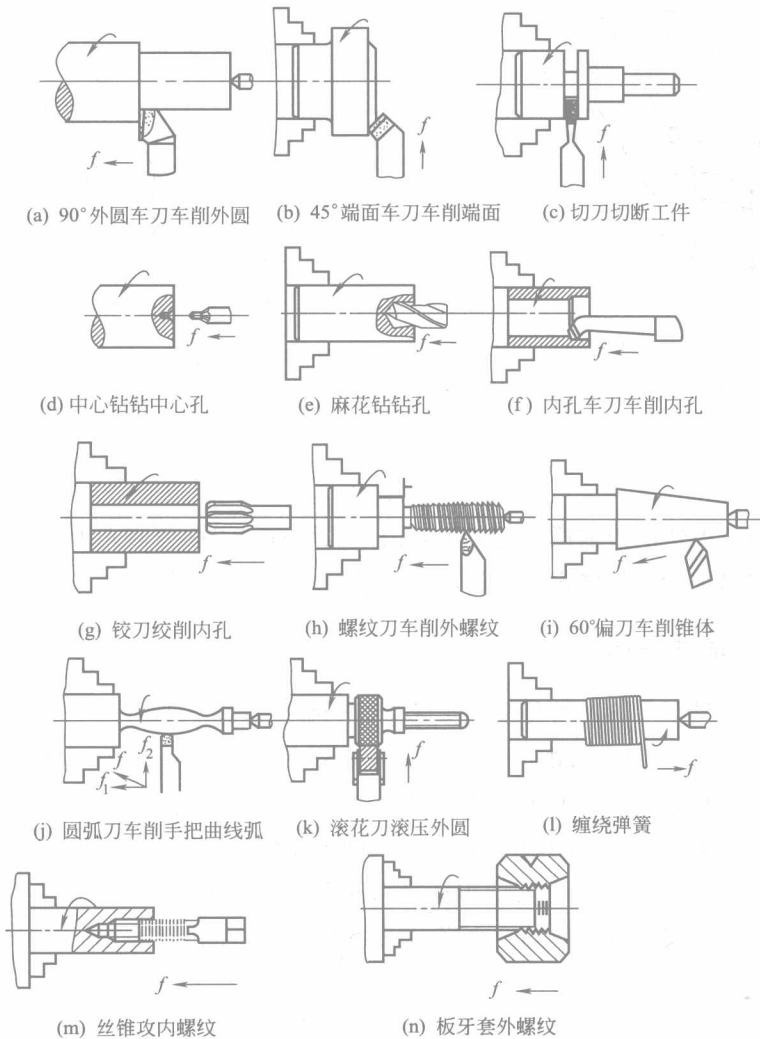


图 1-19 常用刀具用途

1.3.3 车刀的组成

车刀由刀体和刀柄两部分组成（见图 1-20）：刀体担负切削任务，因此又称切削部分；刀柄的作用是把车刀装夹在刀架上。

(1) 前刀面 切屑排出时经过的表面。

(2) 后刀面 又分主后刀面和副后刀面；主后刀面是与工件上过过渡表面相对的车刀刀面；副后刀面是与工件上已加工表面相对的车刀刀面。

(3) 主切削刃 前刀面和主后刀面相交的部位，它担负着车刀的主要切削任务。

(4) 副切削刃 前刀面和副后刀面相交的部位，它担负着保证车刀的强度和修光工件表面的次要任务。

(5) 刀尖 主切削刃和副切削刃相交的部位，为提高刀尖的强度，常把刀尖部分磨成圆弧形（刀尖圆弧半径）或直线形（倒角刀尖长度），圆弧或直线部分的刀刃称为过渡刃（见图 1-21）。

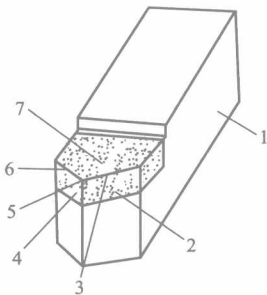


图 1-20 车刀的组成

1—刀杆；2—主后刀面；3—主切削刃；
4—副切削面；5—刀尖；6—副
切削刃；7—前刀面

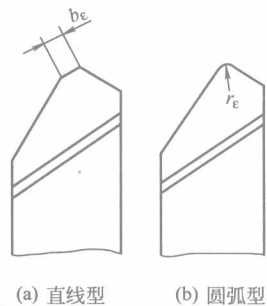


图 1-21 车刀的过渡刃

(6) 修光刃 副切削刃前段靠近刀尖处的一段平直刀刃称为修光刃，装夹车刀时只有使修光刃与进给方向平行，且修光刃的长度大于进给量时才能起到修光工件表面的作用。

1.3.4 车刀的辅助平面

为较准确地测量车刀的几何角度，定义了一些辅助平面，如图 1-22 所示。

(1) 基面 P_r 过车刀主切削刃上一个选定点，并与该点切削速度方向垂直的平面。一般来讲，其方位要垂直于假定的主运动方向。

(2) 切削平面 P_s 通过切削刃选定点与切削刃相切并垂直于基面的平面。

(3) 假定工作平面 P_f 通过切削刃选定点并垂直于基面，它平行或垂直于刀具在制造、刃磨及测量时适合于安装或定位的一个平面或轴线。一般来讲，其方位要平行于假定的进给运动方向。

(4) 背平面 P_p 通过切削刃选定点并垂直于基面和假定工作平面的平面。

(5) 法平面 P_n 通过切削刃选定点并垂直于切削刃的平面。

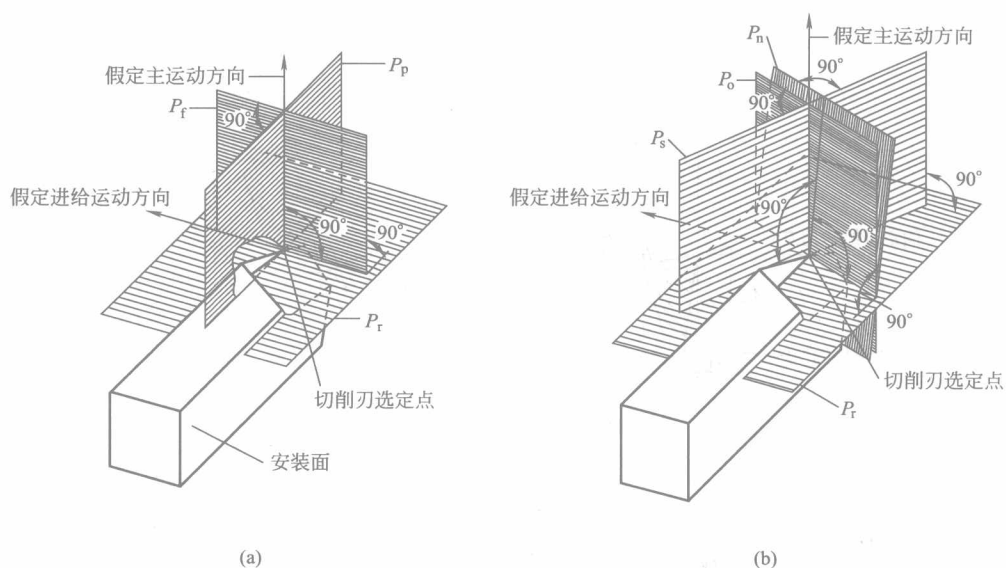


图 1-22 刀具静止参考系

(6) 正交平面 P_o 。通过切削刃选定点并垂直于基面和切削平面的平面。

1.3.5 车刀几何角度的标注

图 1-23 所示为车刀几何角度的标注方法。

1.3.5.1 在正交平面 (P_o) 内测量的角度

- (1) 前角 γ_o 。前刀面与基面间的夹角。
- (2) 后角 α_o 。后刀面与切削平面间的夹角。
- (3) 楔角 β_o 。前刀面与后刀面之间的夹角。

1.3.5.2 在基面 (P_r) 内测量的角度

- (1) 主偏角 κ_r 。主切削刃在基面内的投影与进给方向的夹角。
- (2) 副偏角 κ'_r 。副切削刃在基面内的投影与背离进给方向的夹角。
- (3) 刀尖角 ϵ_r 。主、副切削刃在基面上的投影之间的夹角。

1.3.5.3 在切削平面 (P_s) 内测量的角度

刃倾角 λ_s 。为主切削刃与基面之间的夹角。

1.3.5.4 在背平面 (P_p) 内测量的角度

- (1) 背前角 γ_p 。前刀面与基面间的夹角，在背平面中测量。
- (2) 背后角 α_p 。后刀面与切削平面间的夹角，在背平面中测量。

1.3.5.5 在假定工作平面 (P_f) 内测量的角度

- (1) 侧前角 γ_f 。前刀面与基平面的夹角，在假定工作平面中测量。
- (2) 侧后角 α_f 。后刀面与切削平面的夹角，在假定工作平面中测量。

1.3.6 车刀材料

1.3.6.1 高速钢

高速钢车刀的特点是制造简单、刃磨方便、刃口锋利、韧性好并能承受较大的冲击力，但耐热性较差，不宜高速车削。常用的高速钢牌号有 W18Cr4V。