

全国机械行业高等职业教育“十二五”规划教材
高等职业教育教学改革精品教材

金工实训教程

JINGONG SHIXUN JIAOCHENG

段维峰 翟德梅 主编

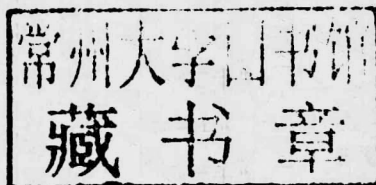
 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



全国机械行业高等职业教育“十二五”规划教材
高等职业教育教学改革精品教材

金工实训教程

主 编	段维峰	翟德梅	
副主编	李吉彪	邓 想	索卫东
参 编	安林超	李振强	杨淑贞
主 审	李长胜		



机械工业出版社

本书是根据高职高专机械类专业学生金工实训教学大纲的要求编写的。本书结合教学实践、职业技能鉴定的要求,内容编排力求结合岗位技术特点,贴近生产实际。

全书共10章,内容为:金工实训基础、车削加工、铣削加工、刨削加工、磨削加工、钳工、焊接加工、铸造加工、锻造加工、机械装配与拆卸。各章开始均根据各个工种的不同特点提出了目的和要求及安全操作规程。各章最后一节为中级工职业资格证书考证参考试题,并附有习题与思考题。

本书可供高职高专院校、职业技术学校、职业培训学校及成人高校的机电类专业师生使用,也可作为岗位培训的教材和相关工程技术人员参考资料。

为方便教学,本书配备电子课件等教学资源。凡选用本书作为教材的教师均可登录机械工业出版社教材服务网 www.cmpedu.com 免费下载。如下载中出现问题,或对电子课件有宝贵建议,欢迎致电 010-88379375。

图书在版编目(CIP)数据

金工实训教程/段维峰,翟德梅主编. —北京:机械工业出版社, 2012.4

全国机械行业高等职业教育“十二五”规划教材 高等职业教育教学改革精品教材

ISBN 978-7-111-37929-4

I. ①金… II. ①段…②翟… III. ①金属加工-实习-高等职业教育-教材 IV. ①TG-45

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第059321号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:崔占军 边萌 责任编辑:崔占军 边萌

版式设计:霍永明

责任校对:胡艳萍

封面设计:鞠杨

责任印制:杨曦

北京京丰印刷厂印刷

2012年4月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·18印张·441千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-37929-4

定价:35.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

销售二部:(010) 88379649

教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

根据高职高专机械类专业学生金工实训要求,总结多年的实践教学经验,借鉴兄弟院校的成功经验,本着学以致用原则,编写了本书。

本书从职业教育的特点入手,按职业岗位群应掌握的知识和能力进行编写,以能力培养为核心,以知识应用为主线。本着基本理论“适度”、“够用”的原则,本书在阐明原理的基础上,更加注重工程实践。此外本书还把职业资格考试的考题与实训教材内容融为一体,将实践教学体系与国家职业技能鉴定标准实行对接,使学生在校学习的同时,也能顺利地获得中级工及以上等级职业资格证书。

“金工实训”课程应达到的教学目的及要求是:了解机械制造的一般过程;熟悉机械零件的常用加工方法、主要设备、工夹量具的正确选用;初步具备对简单零件进行工艺分析和选择加工方法的能力;掌握各工种简单零件机械加工的操作方法;培养劳动观念、创新精神和理论联系实际的科学作风;初步建立市场、信息、质量、成本、效益、安全、群体和环保等工程意识。

本书全部采用最新的国家标准,并注重新工艺、新技术的应用。

本书由河南机电高等专科学校段维峰、翟德梅担任主编,河南机电高等专科学校李吉彪、邓想,新乡职业技术学院索卫东任副主编。参加编写的人员还有河南机电高等专科学校安林超、李振强,郑州交通职业技术学院杨淑贞。河南机电高等专科学校机械工程系主任李长胜教授担任本书主审。全书由段维峰统稿。编写分工如下:段维峰编写第1、9章,翟德梅编写第7章,李吉彪编写第6章,邓想编写第8章,索卫东编写第4、5章,安林超编写第10章,李振强编写第3章,杨淑贞编写第2章。

在本书的编写过程中,参考了劳动和社会保障部培训就业司、职业技能鉴定中心编制的《国家职业标准汇编》(第一册),参考了国内许多兄弟院校的同类教材和相关职业技能鉴定资料,并得到同行专家的大力支持和帮助在此深表谢意。由于水平有限,本书难免有错误之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言	
第1章 金工实训基础	1
1.1 安全生产基础知识	1
1.2 常用量具使用方法	1
1.3 加工精度与表面质量	11
习题与思考题	14
第2章 车削加工	15
2.1 车削加工概述	15
2.2 车外圆、端面和台阶	20
2.3 圆柱孔的加工	24
2.4 切断与切槽	27
2.5 车锥面和螺纹	30
2.6 车削综合训练	34
2.7 中级工职业资格证书考证	
参考试题	40
习题与思考题	43
第3章 铣削加工	44
3.1 铣削加工概述	44
3.2 铣平面、斜面和台阶面	53
3.3 铣键槽和螺旋槽	56
3.4 齿形加工	59
3.5 铣削综合训练	62
3.6 中级工职业资格证书考证	
参考试题	70
习题与思考题	76
第4章 刨削加工	77
4.1 刨削加工概述	77
4.2 刨床	80
4.3 刨削加工	86
4.4 刨削综合训练	89
4.5 中级工职业资格证书考证	
参考试题	91
习题与思考题	93
第5章 磨削加工	94
5.1 磨削加工概述	94
5.2 磨平面	99
5.3 磨外圆、内圆及圆锥面	101
5.4 磨削综合训练	103
5.5 中级工职业资格证书考证	
参考试题	108
习题与思考题	111
第6章 钳工	112
6.1 钳工概述	112
6.2 划线	115
6.3 錾削	125
6.4 锯削	131
6.5 锉削	136
6.6 孔加工	143
6.7 螺纹加工	151
6.8 刮削	155
6.9 钳工综合训练	160
6.10 中级工职业资格证书考证	
参考试题	167
习题与思考题	169
第7章 焊接加工	170
7.1 焊接加工概述	171
7.2 焊条电弧焊	172
7.3 气焊与气割	180
7.4 其他焊接方法	184
7.5 常见焊接缺陷及产生原因	188
7.6 焊接综合训练	190
7.7 中级工职业资格证书考证	
参考试题	196
习题与思考题	199
第8章 铸造加工	200
8.1 铸造加工概述	200
8.2 砂型铸造	201
8.3 特种铸造	219
8.4 石蜡模拟铸造实习	223
8.5 铸造综合训练	225
8.6 中级工职业资格证书考证	
参考试题	228
习题与思考题	232
第9章 锻造加工	233

9.1 锻造加工概述	233	习题与思考题	255
9.2 自由锻	237	第 10 章 机械装配与拆卸	256
9.3 模锻	244	10.1 机械装配与拆卸概述	256
9.4 板料冲压	246	10.2 典型装配方法	264
9.5 锻造加工综合训练	249	10.3 减速器装配工艺规程编制实例	276
9.6 中级工职业资格证书考证参考		习题与思考题	279
试题	253	参考文献	280

第1章 金工实训基础

【目的和要求】

1. 了解金工实训常见的安全知识。
2. 熟悉常用量具的使用和保养方法,理解常用量具的结构和读数原理。
3. 掌握表面粗糙度的基本概念以及尺寸公差、几何公差、表面粗糙度的测定方法。

金工实训是一门实践性很强的技术基础课,是机械类专业学生熟悉机械加工生产过程、培养实践动手能力的实践性教学环节。金工实训可使学生了解机械制造的一般过程,熟悉各种设备和工具的安全操作使用方法,掌握金属加工的主要工艺方法和工艺过程。培养学生热爱劳动,遵守纪律的好习惯。

1.1 安全生产基础知识

实习中,如果实习人员不遵守工艺操作规程或者缺乏一定的安全知识,很容易发生机械伤害、触电、烫伤等工伤事故。因此,必须对实习人员进行安全生产教育。

实习中的安全技术包括冷、热加工安全技术和电气安全技术等。

冷加工主要指车、铣、刨、磨和钻等切削加工,其特点是使用的装夹工具和被切削的工件或刀具间不仅有相对运动,而且速度较高。如果设备防护不好,操作者不注意遵守操作规程,很容易造成人身伤害事故。

热加工一般指铸造、锻造、焊接和热处理等工艺过程,其特点是生产过程伴随着高温、有害气体、粉尘和噪声,这些都严重恶化了劳动条件。热加工工伤事故中,烫伤、喷溅和砸碰伤害约占事故的70%,应引起高度重视。

电力传动和电气控制在加热、高频热处理和电焊等方面的应用十分广泛,实习时必须严格遵守电气安全守则,避免触电事故。

学校要强化两级安全教育:一是实训部门要通过图片、案例等形式进行集中安全教育;二是实训前在老师的带领下要针对各个工种认真学习该工种的安全技术操作规程,在实训中务必严格遵守。

1.2 常用量具使用方法

在机械产品的制造过程中,为了保证工件的加工质量,制造符合设计要求的产品,需经常对其进行检验与测量,测量时所用的工具称为量具。

为了保证工件的加工质量,加工前要对毛坯进行检查,加工过程中和加工完毕后也都要进行检验。检验需用量具的种类很多,常用的量具有金属直尺、卡钳、游标卡尺、百分尺、百分表、卡规与塞规、直角尺等。根据工件的形状、尺寸、生产批量和技术要求的不同,应选用不同类型的量具。

1.2.1 常用量具使用方法

1. 金属直尺

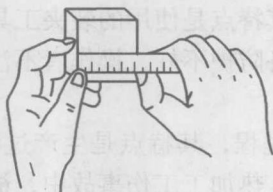
金属直尺是最简单的长度量具,长度规格有 150mm、300mm、500mm、1000mm 等多种。其中长度规格为 150mm 金属直尺(图 1-1)的分度值为 0.5mm,其余规格的分度值为 1mm。因刻线本身的宽度就有 0.1~0.2mm,所以测量时读数误差比较大,只能读出毫米数,即它的最小读数值为 1mm,比 1mm 小的数值,只能估计而得,所以金属直尺常用来测量毛坯和精度要求不高的工件。



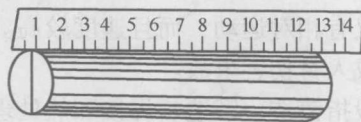
图 1-1 150mm 金属直尺

金属直尺的使用方法应根据工件形状灵活掌握,如图 1-2 所示。

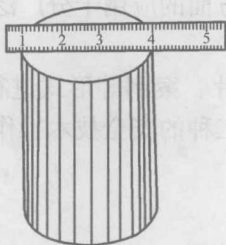
- 1) 测量矩形工件的宽度时,要使金属直尺和被测工件的一边垂直,和工件的另一边平行(图 1-2a)。
- 2) 测量圆柱体的长度时,要把金属直尺准确地放在圆柱体的素线上(图 1-2b)。
- 3) 测量圆柱体的外径(图 1-2c)或圆孔的内径(图 1-2d)时,要使金属直尺靠着工件端面一侧的边线来回摆动,直到获得最大的尺寸,即直径的尺寸。



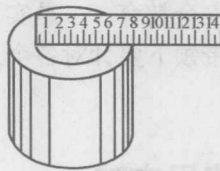
a) 测量矩形件宽度



b) 测量圆柱体长度



c) 测量圆柱体外径



d) 测量圆孔内径

图 1-2 金属直尺的使用方法

2. 卡钳

卡钳是具有两个可以开合的钢质卡脚的测量工具。卡钳有外卡钳和内卡钳两种(图 1-3),分别用于测量外尺寸(外径或厚度)和内尺寸(内径或槽宽)。卡钳是一种间接的量具,它本身不能直接读出所测量的尺寸,必须与金属直尺(或其他刻线量具)配合使用,

才能得出测量数值。例如可用卡钳在金属直尺上先取得所需要的尺寸，再去检验工件是否符合规定的尺寸。

(1) 卡钳开度的调节 卡钳在使用之前，要对其开度进行调节，如图 1-4 所示。调节时，首先检查钳口的形状，钳口形状对测量精确性影响很大，应注意经常修整钳口的形状。调节卡钳的开度时，应轻轻敲击卡钳脚的两侧面。先用两手把卡钳调整到和工件尺寸相近的开口，然后轻敲卡钳的外侧来减小卡钳的开口。不能敲击卡钳内侧来增大卡钳的开口，这会因卡钳的钳口损伤测量面而引起测量误差。

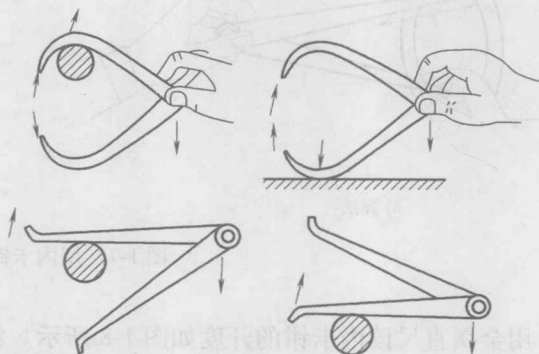


a) 外卡钳



b) 内卡钳

图 1-3 卡钳



a) 开度过小时

b) 开度过大时

图 1-4 卡钳开度的调整方法

(2) 外卡钳 外卡钳量取尺寸的方法如图 1-5 所示。先将卡钳一个卡脚的测量面靠在金属直尺的端面上，再将另一个卡脚的测量面调整到所需要的尺寸上（两个卡脚的测量面的连线应与金属直尺平行，人的视线要垂直于金属直尺），这样便可取得所需要的尺寸。取好尺寸的卡钳，应放在稳妥的地方，以免影响开度。

用取好尺寸的外卡钳去检验工件的外径时，要使卡钳两个卡脚测量面的连线与工件的轴线垂直相交，如图 1-6 所示。测量时，从工件正上方利用卡钳的自重下垂，使其滑过工件的外圆。如果这时外卡钳与工件恰好是点接触，则工件外径与卡钳尺寸相符。卡钳与工件接触过紧或过松都表示工件外径与卡钳尺寸不符。

工件在旋转时，不能用卡钳去测量，否则会使钳口磨损，甚至可能造成事故。

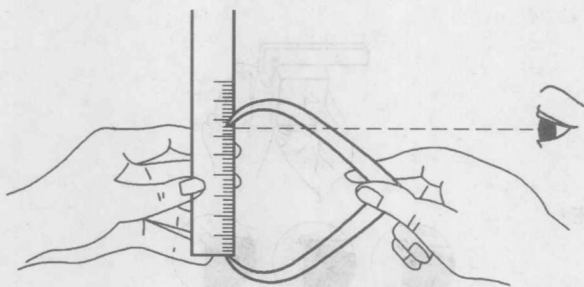


图 1-5 外卡钳量取尺寸的方法

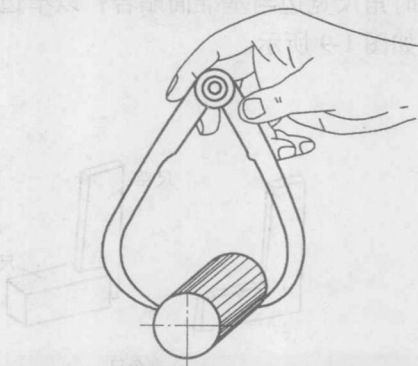


图 1-6 外卡钳测量外径的方法

(3) 内卡钳 用内卡钳测量内径的方法如图 1-7 所示。用两手将卡脚开至孔径的大约长度, 右手大拇指和食指握住卡钳的铆接部位, 将一个卡脚置于孔口边, 用左手固定, 另一个卡脚置于孔的上口边 (图 1-7a), 并沿孔壁的圆周方向摆动, 摆动的距离约为 $2 \sim 4\text{mm}$ 。当感觉过紧时需减小内卡钳的开度; 反之, 需增大开度, 直到调整适度为止。在圆周方向上测量的同时, 再沿孔的轴向测量, 直至该方向上卡钳的开度为最小 (图 1-7b)。

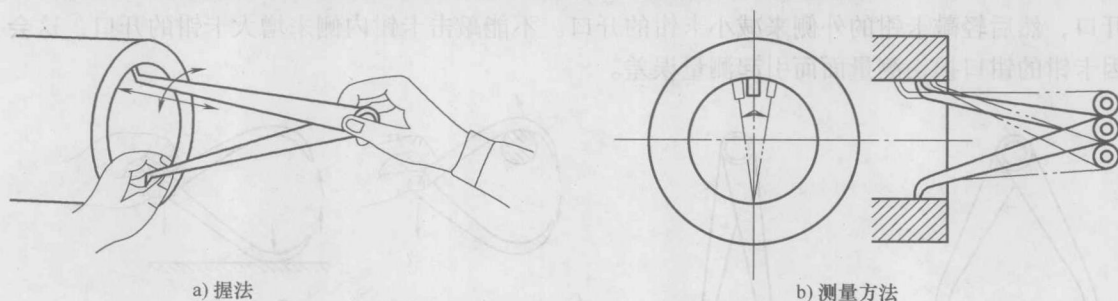


图 1-7 用内卡钳测量内径

用金属直尺读内卡钳的开度如图 1-8 所示。将金属直尺及内卡钳的一个卡脚测量面一同垂直地立在平面上, 使内卡钳另一个卡脚的测量面与金属直尺刻度重合, 然后从水平方向读出金属直尺上的刻度值。

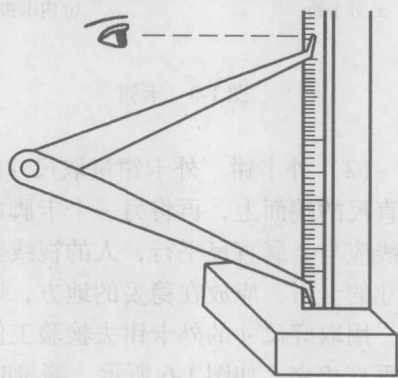


图 1-8 用金属直尺读内卡钳的开度

(4) 卡钳的适用范围 卡钳是一种简单的量具, 由于它具有结构简单、制造方便、价格低廉、维护和使用方便等特点, 广泛应用于要求不高的工件尺寸的测量和检验。在对锻、铸件毛坯尺寸测量和检验时, 卡钳是最合适的测量工具。

3. 角尺

测量角度的量具很多, 常用的有直角尺和游标万能角度尺。

(1) 直角尺 直角尺两条边成 90° , 主要用来检验工件表面的垂直度或刻划垂直线。测量工件时角尺宽边与基准面贴合, 以窄边靠向被测平面, 以塞尺检查缝隙大小来确定垂直度误差, 如图 1-9 所示。

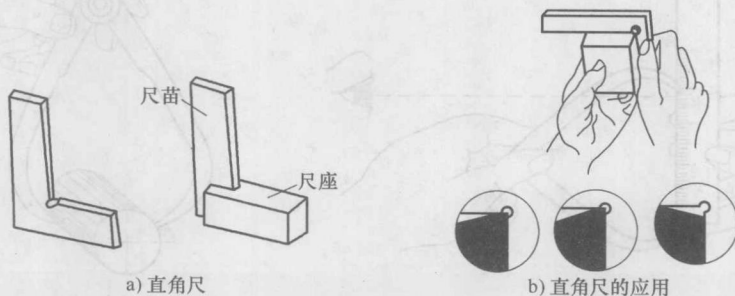


图 1-9 直角尺

(2) 游标万能角度尺 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组成,如图1-10所示。捏手10可通过小齿轮9转动扇形齿轮8,使基尺5改变角度,带动主尺1沿游标3转动,角尺2和直尺6可以配合使用,也可以单独使用。用游标万能角度尺测量工件角度的方法如图1-11所示,它可以测量 $0^{\circ} \sim 320^{\circ}$ 范围内的任何角度。主尺上每相邻两条线间夹角为 1° ,游标上也有刻度线,是取主尺的 29° 等分为30格刻线,所以游标上每相邻两条刻线间为 $29^{\circ}/30$,主尺与游标的两刻线间夹角差为 $1^{\circ} - (29^{\circ}/30) = 1^{\circ}/30 = 2'$,也就是说,游标万能角度尺的分度值为 $2'$ 。

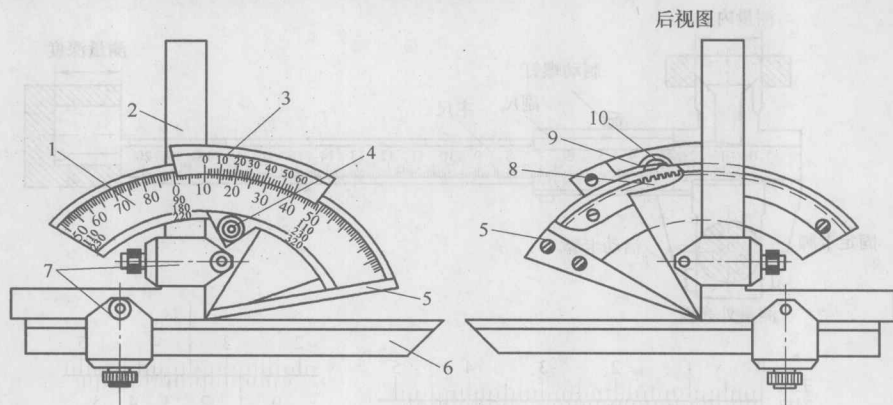


图1-10 游标万能角度尺

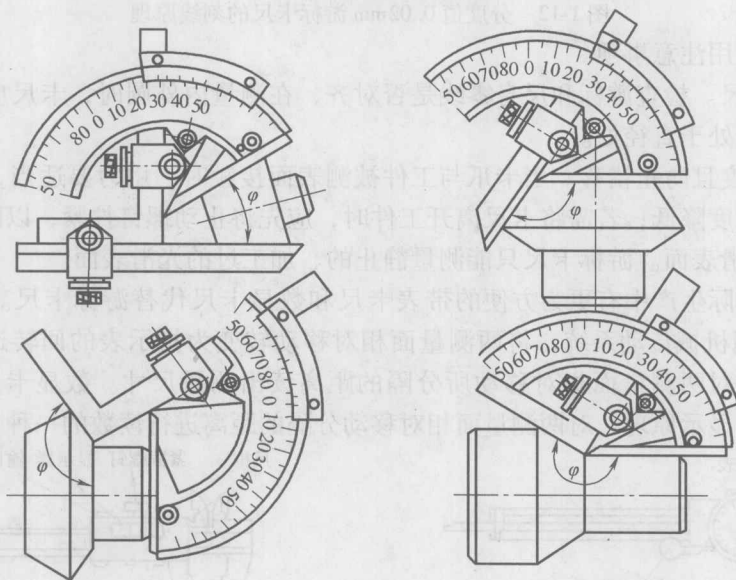


图1-11 游标万能角度尺的使用

4. 游标卡尺

游标卡尺是一种结构简单、中等精度的量具,可以直接量出工件的外径、内径、长度和深度尺寸。游标卡尺有 0.02mm 、 0.05mm 和 0.1mm 三种分度值,常用的是分度值为 0.02mm 的游标卡尺。

(1) 游标卡尺刻线原理 图 1-12 为分度值 0.02mm 游标卡尺的刻线原理。它由尺身和游标组成, 尺身与固定卡脚制成一体, 游标与活动卡脚制成一体, 并能在尺身上滑动。尺身每小格是 1mm, 当两卡脚合并时, 尺身上 49mm 刚好等于游标上 50 格, 游标上每格长度为 $49\text{mm}/50 = 0.98\text{mm}$, 尺身与游标每格相差 0.02mm, 即分度值为 0.02mm。

(2) 游标卡尺的读数方法 如图 1-12 所示, 首先读出游标零线左面尺身上的整毫米数 (23mm), 再读出游标与尺身对齐刻线处的小数毫米数 (箭头所示位置 0.24mm), 两者相加即为所测量尺寸, 即 $(23 + 0.24)\text{mm} = 23.24\text{mm}$ 或通过计算 $(23 + 12 \times 0.02)\text{mm} = 23.24\text{mm}$ 。

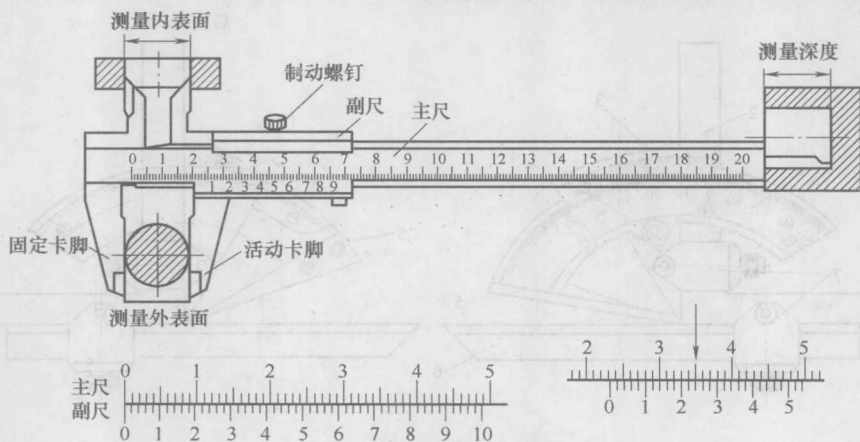


图 1-12 分度值 0.02mm 游标卡尺的刻线原理

游标卡尺使用注意事项。

1) 放正卡尺。检查游标和尺身零线是否对齐, 在测量内外圆时, 卡尺应垂直于工件中心线, 两卡爪应处于直径处。

2) 用力适度且防止错移。当卡爪与工件被测表面接触时, 用力要适当, 以防卡爪变形或磨损使测量精度降低; 若需将卡尺离开工件时, 应先将止动螺钉拧紧, 以防读数错移。

3) 测量光滑表面。游标卡尺只能测量静止的、加工过的光滑表面。

目前, 在实际生产中有更为方便的带表卡尺和数显卡尺代替游标卡尺。带表卡尺 (见图 1-13) 是利用机械传动系统, 将两测量面相对移动转变为指示表的回转运动, 并借助尺身刻度和指示表对两测量面相对移动所分隔的距离读出测量尺寸。数显卡尺 (见图 1-14) 是利用电子数字显示原理, 对两测量面相对移动分隔的距离进行读数的一种长度测量工具。

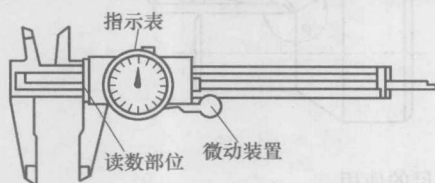


图 1-13 带表卡尺

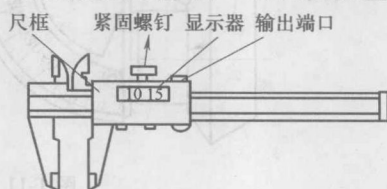


图 1-14 数显卡尺

游标深度卡尺 (见图 1-15) 和游标高度卡尺 (见图 1-16) 是专用于测量深度和高度的量具。

游标高度卡尺还可用于高度划线。游标深度卡尺和游标高度卡尺的读数方法与游标卡尺相似。

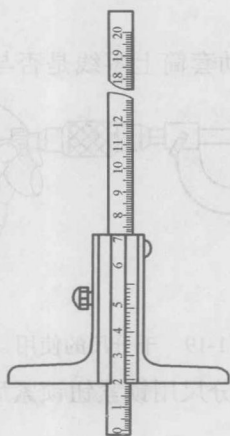


图 1-15 游标深度卡尺

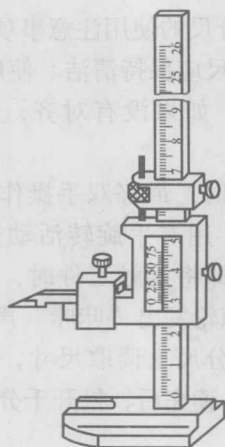


图 1-16 游标高度卡尺

5. 千分尺

千分尺是一种精密量具，可分为外径千分尺、内径千分尺、深度千分尺等，其中以外径千分尺用得最为普遍。生产中常用的千分尺的分度值为 0.01mm 。它的精度比游标卡尺高，并且比较灵敏，因此用于测量加工精度要求较高的工件。

(1) 千分尺的刻线原理 图 1-17 所示为测量范围 $0 \sim 25\text{mm}$ 的外径千分尺。弓架左端有固定砧座，右端的固定套筒轴线方向上刻有一条中线（基准线），上下两排刻线互相错开 0.5mm ，形成主尺。微分套筒左端圆锥面上刻有 50 等分的圆周刻线，形成副尺。微分套筒转动一圈，带动螺杆一同沿轴向移动 0.5mm 。因此，微分套筒每转动一格，螺杆沿轴向移动 0.01mm 。

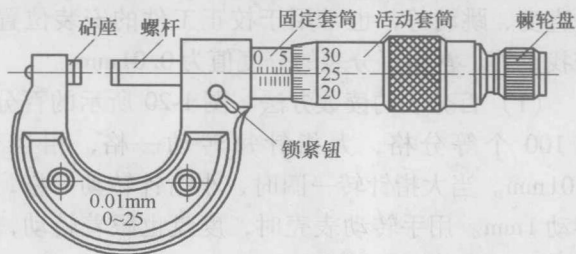


图 1-17 外径千分尺

(2) 外径千分尺读数方法 外径千分尺的读数方法如下：①由固定套管上露出的刻线读出被测工件的整数（下边格）和半毫米（上边格出来，加 0.5mm ）数。②在微分套筒上由固定套管纵刻线读出被测工件的小数部分。③将整数和小数部分相加，即为被测工件的尺寸。图 1-18 所示为千分尺的几种读数方法。读取测量数值时，要防止读错 0.5mm ，也就是要防止在主尺上多读或少读半格（ 0.5mm ）。

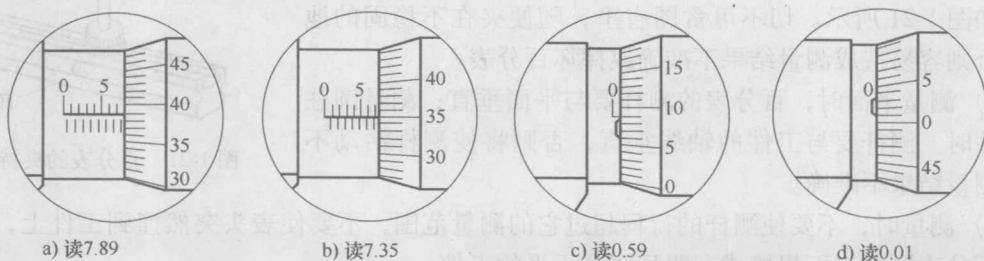


图 1-18 千分尺读数

(3) 千分尺的使用注意事项

1) 千分尺应保持清洁。使用前应先校准尺寸, 检查活动套筒上零线是否与固定套筒上基准线对齐。如果没有对齐, 必须进行调整。

2) 测量时, 最好双手操作千分尺, 左手握住弓架, 用右手旋转活动套筒 (图 1-19), 当螺杆即将接触工件时, 改为旋转棘轮盘, 直到棘轮发出“咔咔”声为止。

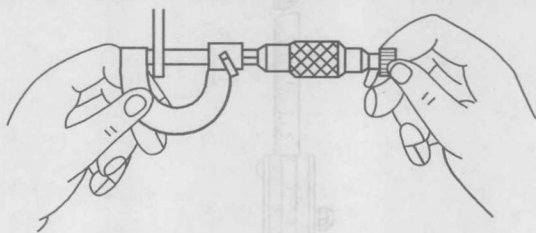


图 1-19 千分尺的使用

3) 从千分尺上读取尺寸, 可在工件未取下时进行, 读完后, 松开千分尺, 再取下工件; 也可将千分尺用锁紧钮锁紧后, 把工件取下后读数。

4) 千分尺只适用于测量精度较高的工件, 不能测量毛坯面, 更不能在工件转动时测量。

6. 百分表

百分表是一种精度较高的比较测量工具。它只能测出相对数值, 主要用来检查工件的几何误差, 如圆度、平面度、垂直度、跳动等, 也常用于校正工件的安装位置和工件的精密找正等。常用百分表的分度值为 0.01mm 。

(1) 百分表的读数方法 图 1-20 所示的百分表度盘上刻有 100 个等分格, 大指针每转动一格, 相当于测杆移动 0.01mm 。当大指针转一圈时, 小指针转动一格, 相当于测杆移动 1mm 。用手转动表壳时, 度盘也跟着转动, 可使大指针对准度盘上的任一刻度。



图 1-20 百分表

百分表的读数方法为: 先读小指针转过的刻度数 (即毫米整数), 再读大指针转过的刻度数并乘以 0.01 (即小数部分), 然后两者相加, 即得到所测量的数值。

(2) 百分表的使用方法

1) 使用前, 应检查测杆活动的灵活性。轻轻推动测杆时, 测杆在套筒内的移动要灵活, 没有任何卡阻现象, 且每次松开手后, 指针能自行回到原刻度位置。

2) 使用时, 必须把百分表固定在可靠的夹持架 (表架) 上, 如图 1-21 所示。切不可贪图省事, 随便夹在不稳固的地方, 否则容易造成测量结果不准确或摔坏百分表。

3) 测量平面时, 百分表的测杆要与平面垂直; 测量圆柱形工件时, 测杆要与工件的轴线垂直, 否则将使测杆活动不灵或测量结果不准确。

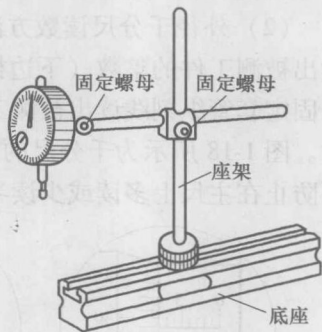


图 1-21 百分表的夹持

4) 测量时, 不要使测杆的行程超过它的测量范围, 不要使表头突然撞到工件上, 也不要用于百分表测量表面粗糙或有明显凹凸不平的工件。

5) 为方便读数, 在测量前让大指针指到度盘的零位。对零位的方法是: 先将测头与测

量面接触,并使大指针转过一圈左右(目的是为了在测量中既能读出正数也能读出负数),然后把表夹紧,并转动表壳,使大指针指到零位。轻轻提起测杆几次,检查放松后大指针的零位有无变化,如无变化,说明已对好,否则要再对。

6) 百分表不用时,应使测杆处于自由状态,以免表内弹簧失效。

7. 塞尺

塞尺俗称厚薄尺,是测量间隙的薄片量尺。它由一组厚度不等的薄钢片组成,每片钢片上印有厚度标记。使用时根据被测间隙的大小,选择厚度接近的钢片(可用几片组合)插入被测间隙,如图1-22所示。

塞尺一般用不锈钢制造,最薄的为0.01mm;最厚的为3mm。自0.02~0.1mm间,各钢片厚度级差为0.01mm;自0.1~1mm间,各钢片的厚度级差为0.05mm;自1mm以上,钢片的厚度级差为1mm。

(1) 塞尺的使用方法

1) 用干净的布将塞尺测量表面擦拭干净,不能在塞尺沾有油污或金属屑的情况下进行测量,否则将影响测量结果的准确性。

2) 将塞尺插入被测间隙中,来回拉动塞尺,感到稍有阻力,说明该间隙值接近塞尺上所标出的数值;如果拉动时阻力过大或过小,则说明该间隙值小于或大于塞尺上所标出的数值。

3) 进行间隙的调整时,先选择符合间隙规定的塞尺插入被测间隙中,然后一边调整,一边拉动塞尺,直到感觉稍有阻力时拧紧锁紧螺母,此时塞尺上标出的数值即为被测间隙值。

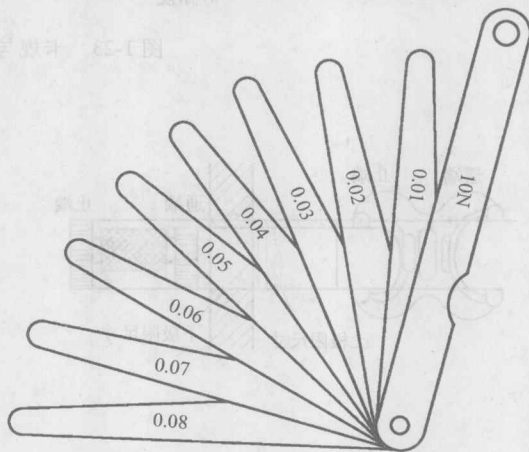


图1-22 塞尺

(2) 注意事项

- 1) 不允许在测量过程中剧烈弯折塞尺,或用较大的力硬将塞尺插入被检测间隙,否则将损坏塞尺的测量表面或工件表面的精度。
- 2) 使用完后,应将塞尺擦拭干净,并涂上一薄层工业凡士林,然后将塞尺折回夹框内,以防因锈蚀、弯曲、变形而损坏。
- 3) 存放时,不能将塞尺放在重物下,以免损坏。

8. 量规

在成批大量生产中,为了提高检验效率,降低生产成本,常采用一些结构简单、检测方便、造价较低的量规。常用的量规有卡规和塞规。卡规测量外表面尺寸,如轴径、宽度、厚度等;塞规测量内表面尺寸,如孔径、槽宽等,如图1-23所示。测量时,通端通过,止端不通过为合格。卡规的通端控制的是上极限尺寸,而止端控制的是下极限尺寸。塞规通端控制的是下极限尺寸,止端控制的则是上极限尺寸。图1-24所示为卡规与塞规的通端与止端作用的示意图。

9. 水平仪

水平仪是一种以水准为读数和测量依据,检验平面对水平、平面对垂直位置偏差的测量

仪器。经常使用的有普通水平仪和光学合像水平仪两种。普通水平仪有框式水平仪和条式水平仪两种。框式水平仪如图 1-25 所示。它主要由框架、主水准、调整水准（副水准）组成。

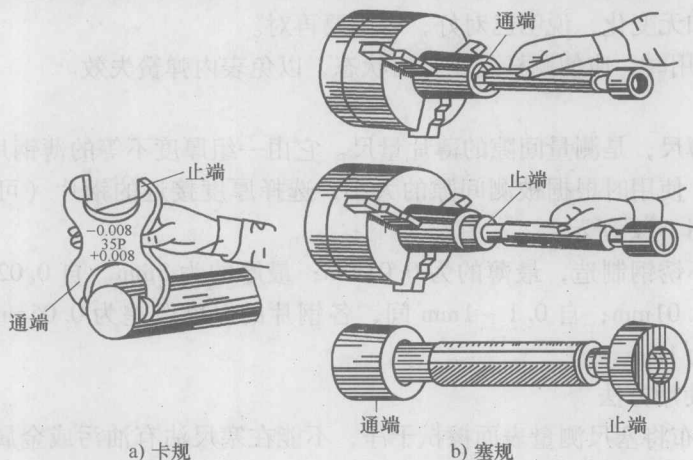


图 1-23 卡规与塞规的使用方法

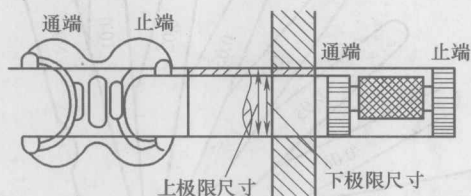


图 1-24 卡规与塞规的通端与止端作用

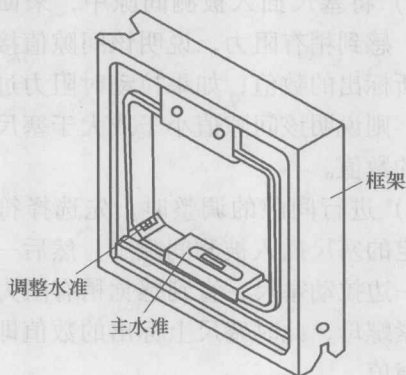


图 1-25 框式水平仪

使用方法如下：使用水平仪检查很长的表面如机床导轨或工作台时，常将水平仪放在垫铁或过桥上。过桥有两支点，支点距离为 200 ~ 500mm，在被测表面上移动过桥，每移动一次，都将后支点放在上次的前支点处（即首尾相连），新的前支点升高或降低，都会引起水泡相应的移动，由水平仪读出移动的数值（格数）。根据移动的距离，通过计算即可知道被测表面的直线度误差。

1.2.2 典型工件的测量

在各种实训过程中，要结合加工的典型工件进行测量。图 1-26 所示为转轴，测量方法与要领见表 1-1。

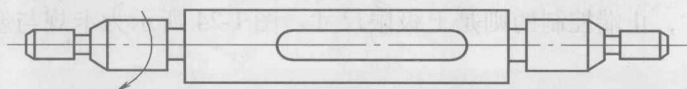
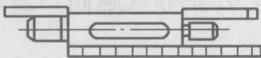
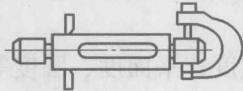
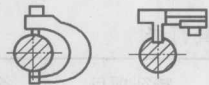
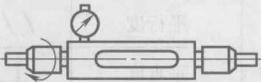


图 1-26 转轴

表 1-1 测量转轴的方法与要领

序号	测量内容	简 图	量 具	测 量 要 领
1	测长度		金属直尺, 游标卡尺	1. 尺身与工件轴线平行 2. 读数时眼睛不可斜视
2	测直径		游标卡尺, 千分尺	1. 尺身垂直于工件轴线 2. 两端用千分尺测量, 其余用游标卡尺测量
3	测键槽		千分尺, 游标卡尺或量块	1. 测槽深用千分尺 2. 测槽宽用游标卡尺或量块
4	测同轴度误差		百分表	1. 转轴夹在偏摆检查仪上 2. 测量杆垂直于转轴轴线

1.2.3 量具的选择与保养

- 1) 使用量具前、后, 必须将其擦净, 并校正“0”位。
- 2) 量具的测量误差范围应与工件的测量精度相适应, 量程要适当, 不应选择测量误差范围和量程过大或过小的量具。
- 3) 不准使用精密量具测量毛坯和温度较高的工件。
- 4) 不准测量运动着的工件。
- 5) 不准对量具施加过大的力。
- 6) 不准乱扔、乱放量具, 更不准把量具当工具使用。
- 7) 不准长时间用手拿精密量具。
- 8) 不准用脏油清洗量具或润滑量具。
- 9) 用完量具要擦净、涂油装入量具盒内, 并存放在干燥无腐蚀的地方。

1.3 加工精度与表面质量

工件的加工质量包括加工精度和表面质量。加工精度越高, 加工误差就越小。工件的加工精度包括尺寸精度和几何精度。表面质量是指工件经过切削加工后的表面粗糙度、表面层的残留应力、表面的冷加工硬化等, 其中表面粗糙度对使用性能影响最大。加工精度和表面粗糙度是影响工件加工质量的主要指标。

1.3.1 加工精度

加工精度是指加工工件的几何参数与理想参数的符合程度。加工精度用加工公差来控制, 包括尺寸公差、形状公差、方向公差、位置公差和跳动公差。形状、方向、位置和跳动公差统称为几何公差。

1. 尺寸公差

尺寸公差是切削加工中工件尺寸允许的变动量, 在公称尺寸相同的情况下, 尺寸公差越