



全国高等职业教育示范专业规划教材

机械设计与制造专业

金属切削加工实作

张黎 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



全国高等职业教育示范专业规划教材
机械设计与制造专业

金属切削加工实务

主 编 张 黎

参 编 祝溪明 时 代

王秀梅 郭 英

主 审 宫成立



机 械 工 业 出 版 社

本书是根据全国机械职业教育专业教学指导委员会关于“深化高等职业教育人才培养工作的改革，加强高职教材建设”精神编写的，本书可与宫成立主编的高职高专规划教材《金属工艺学》配套使用，也可作为各高等工科院校学生的职业技能培训教材。

全书主要内容有：金属切削加工基础知识，常用量具，钳工加工，车削加工，铣削加工，刨削加工和磨削加工及数控加工。全书以培养学生的实践技能为主线，全面阐述了各种加工方法的基本知识、安全操作规程和基本操作方法等内容，语言简练、图文并茂，结合典型零件加工实例，实用性强。

图书在版编目（CIP）数据

金属切削加工实作/张黎主编. —北京：机械工业出版社，2015.1
全国高等职业教育示范专业规划教材. 机械设计与制造专业
ISBN 978-7-111-48710-4

I. ①金… II. ①张… III. ①金属切削—加工工艺—高等职业教育—教材 IV. ①TG506

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 280016 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：王海峰 责任编辑：王海峰

版式设计：赵颖喆 责任校对：樊钟英

封面设计：鞠 杨 责任印制：乔 宇

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2015 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 9.75 印张 · 237 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-48710-4

定价：22.00 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

服务咨询热线：(010) 88379833

机工官网：www.cmpbook.com

读者购书热线：(010) 88379649

机工官博：weibo.com/cmp1952

教育服务网：www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网：www.golden-book.com

前 言

本书是根据全国机械职业教育专业教学指导委员会关于“深化高等职业教育人才培养工作的改革，加强高职教材建设”精神编写的，本书可与官成立主编的高职高专规划教材《金属工艺学》配套使用，也可作为各高等工科院校学生的职业技能培训教材。

全书共6章，内容包括：金属切削加工基础知识，常用量具，钳工加工，车削加工，铣削加工、刨削加工和磨削加工及数控加工。全书以培养学生的实践技能为主线，全面阐述了各种冷加工方法的基本知识和基本操作方法，并配有实作训练。本书语言简练、通俗易懂、图文并茂、实用性强。例如，数控加工部分重点讲述了数控编程的基础知识，详细阐明了数控车床、数控铣床的操作过程，并结合典型零件，列举了大量的编程实例，便于教师指导，有利于对学生独立操作和实践技能的培养。

本书由张黎主编，官成立教授主审，祝溪明、时代、王秀梅、郭英参加了编写。本书在编写过程中得到了各兄弟院校同仁的大力支持，在此深表谢意。

编 者

目 录

前言

第1章 金属切削加工基础知识	1
1.1 机械制造过程及主要加工方法	1
1.2 金属的力学性能和工艺性能	2
1.3 常用金属材料	3
思考与练习	4
第2章 常用量具	5
2.1 常用量具及其使用方法	5
2.2 测量实例	10
2.3 量具的保养	11
思考与练习	11
第3章 钳工加工	12
3.1 概述	12
3.2 划线	14
3.3 锯削	21
3.4 錾削	25
3.5 锉削	31
3.6 钻孔	37
3.7 攻螺纹和套螺纹	41
思考与练习	46

第4章 车削加工	48
4.1 概述	48
4.2 车削加工基础知识	51
4.3 车削加工方法	60
思考与练习	75
第5章 铣削加工、刨削加工和磨削加工	77
5.1 铣削加工	77
5.2 刨削加工	90
5.3 磨削加工	98
思考与练习	107
第6章 数控加工	109
6.1 概述	109
6.2 数控车床的程序编制	110
6.3 数控车床的操作	124
6.4 数控铣床的程序编制与操作	137
思考与练习	151
参考文献	152

第 1 章 金属切削加工基础知识

【教学目的】

- 1) 了解机械制造过程及主要加工方法。
- 2) 熟悉常用金属材料的力学性能和工艺性能。
- 3) 熟悉常用的金属材料。

1.1 机械制造过程及主要加工方法

1. 机械制造过程

机械制造过程及主要加工方法如图 1-1 所示，即根据零件设计图样，进行工艺审定和工艺文件的拟定，选材并选用适当加工方法（如铸造、锻造、冲压、焊接等）形成零件的毛坯，再通过车、钻、铣、刨、磨等切削加工的方法和适当的热处理制造出符合要求的零件，最后装配成机械产品。

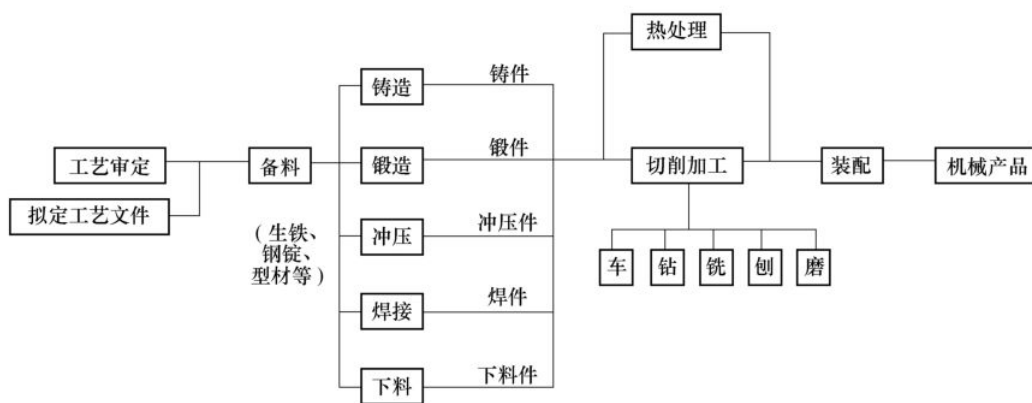


图 1-1 机械制造过程及主要加工方法

2. 主要加工方法

生产毛坯和零件的主要加工方法简述如下：

(1) 铸造 铸造是通过熔炼金属、制造铸型，并将熔融金属浇入铸型，使其凝固后获得具有一定形状、尺寸和性能的铸件毛坯的成形方法。采用先进的精密铸造技术可直接生产零件。

(2) 锻造 锻造是在加压设备及工（模）具的作用下，使坯料产生局部或整体的塑性变形，以获得具有一定几何尺寸、形状和质量的锻件毛坯的加工方法。采用先进的精密锻造技术也可直接生产零件。

(3) 冲压 冲压是对金属板料施加外力,使板料经分离或变形而得到制件的工艺方法。冲压产品具有较高的精度和表面质量,只要进行很少(甚至无需)的切削加工即可使用。

(4) 焊接 焊接是通过加热或加压,或两者并用,并且用或不用填充材料,使焊件达到原子结合的一种加工方法。

(5) 切削加工 切削加工是利用切削刀具将坯料或工件上多余的材料切除,以获得所要求的几何形状、尺寸精度和表面质量的零件的加工方法。常用的切削加工方法有车、镗、铣、刨、磨、钻等。大部分零件都是由毛坯(铸、锻、焊件等)经切削加工制成的。

(6) 热处理 热处理是将金属在固态下采用适当的方式进行加热、保温和冷却,以获得所需要的组织结构,从而得到预期性能的工艺。热处理是改善金属材料工艺性能和使用性能的一种非常重要的工艺措施。在机械制造过程中,大部分零件都要经过热处理。

1.2 金属的力学性能和工艺性能

金属材料的性能包括使用性能和工艺性能。使用性能是指金属材料在使用过程中表现出的性能,如物理性能、化学性能、力学性能等。工艺性能是指金属材料在各种加工过程中所表现出的性能。一般情况下,选用金属材料时,常将力学性能作为主要依据。

1. 金属材料的力学性能

金属材料的力学性能是指金属材料在力的作用下所显示的与弹性和非弹性相关或涉及应力-应变关系的性能。主要力学性能有强度、塑性、硬度、韧性等。表征和判定金属力学性能所用的指标和依据,称为金属材料的力学性能判据。

(1) 强度 金属材料在力的作用下抵抗变形和断裂的能力称为强度。工程上常用的强度判据是在拉伸试验中测得的屈服强度和抗拉强度。抗拉强度是指拉伸试样拉断前所承受的最大拉应力,用符号 R_m 表示,单位为 MPa。屈服强度是拉伸试样在试验过程中力不增加(保持恒定)仍能继续伸长(变形)时的应力,包括上屈服强度和下屈服强度,分别用符号 R_{eL} 和 R_{eH} 表示,单位为 MPa。

(2) 塑性 塑性是指材料断裂前发生不可逆永久变形的能力。塑性判据是用拉伸试样断裂时的最大相对塑性变形量表示的。常用的塑性判据是断后伸长率(用符号 A 表示)和断面收缩率(用符号 Z 表示)。 A 和 Z 的值越大,材料的塑性越好。

(3) 硬度 硬度是指材料抵抗表面局部变形,特别是塑性变形、压痕或划痕的能力。硬度是衡量金属软硬的性能指标。常用的硬度判据有布氏硬度(用符号 HBW 表示)和洛氏硬度(用符号 HRA、HRB、HRC 等表示)两种。硬度值的大小通过硬度试验测得。其表示方法为数字在前,硬度符号在后,如 180~200HBW 和 50~54HRC。数字越大,材料的硬度越高。

(4) 韧性 韧性是指金属材料在断裂前吸收变形能量的能力。韧性的判据是冲击吸收能量(符号为 KV_2 或 KV_8),它是通过冲击试验确定的。 KV_2 或 KV_8 值越大,材料的韧性越好。

2. 金属材料的工艺性能

工艺性能是指金属在各种加工过程中所表现出的性能,即获得零件和毛坯的难易程度。

(1) 铸造性能 铸造性能是指金属在铸造生产中表现出来的工艺性能,如流动性、收缩、偏析、吸气等。铸造性能对铸件质量影响很大,铸造性能越好越容易获得优质铸件。

(2) 锻造性能 锻造性能是表示金属材料锻造难易程度的一种工艺性能,它与金属材料的塑性和变形抗力有关,塑性越好,变形抗力越小,则锻造性能越好。

(3) 焊接性能 焊接性能是指材料在限定的施工条件下焊接成规定设计要求的构件,并满足预定服役要求的能力。焊接性能好的材料,易于用一般的焊接方法和简单的工艺措施进行焊接。

(4) 切削加工性能 切削加工性能是指用切削刀具对金属材料进行切削加工时的难易程度。切削加工性能好的材料,在加工时刀具的磨损量小,切削效率高,加工后的表面质量好。对一般钢材来说,硬度在 175 ~ 230HBW 范围内具有良好的切削加工性能。

1.3 常用金属材料

1. 非合金钢 (碳钢)

非合金钢是指碳的质量分数 $w_c < 2.11\%$, 并含有少量 Si、Mn、S、P 等杂质元素的铁碳合金,俗称碳素钢 (简称碳钢)。碳钢容易冶炼,价格低廉,工艺性较好,力学性能能满足一般工程结构和机械零件的使用要求,在工业中应用很广。

碳钢常用的分类方法及用途如下:

(1) 按碳的质量分数分类 分为低碳钢、中碳钢和高碳钢。低碳钢 ($w_c < 0.25\%$) 的塑性好、强度低,易于焊接和冲压,用于制造受力不大的零件,如螺栓、螺母等。中碳钢 ($w_c = 0.25\% \sim 0.6\%$) 的综合力学性能较好,可用于制造受力较大的零件,如主轴、齿轮等。高碳钢 ($w_c > 0.6\%$) 的强度高,塑性差,锻造性能、焊接性能都较差,硬度高,耐磨性好,用于制造工 (模) 具,如钳子、锯条等。

(2) 按用途分类 分为碳素结构钢和碳素工具钢。碳素结构钢主要用于制造机械零件和工程构件。例如, Q235A (Q 为屈服强度中的“屈”字的汉语拼音字首, 235 表示屈服强度为 235MPa, A 表示质量等级) 用于制作螺钉、螺母、垫圈等。碳素工具钢主要用于制造各种刀具、量具和模具。例如, T7 钢、T8 钢 (T 为碳素工具钢中“碳”字的汉语拼音字首, 数字表示平均含碳量的千分数) 主要用于制作钳子、锤子等, T10 钢用于制作锯条, T12 钢用于制作锉刀等。

(3) 按钢的质量等级分类 分为普通质量碳钢、优质碳钢、特殊质量碳钢。优质碳素结构钢, 如 08 钢 ($w_c = 0.08\%$)、10 钢 ($w_c = 0.1\%$) 用于制作冲压成形的机器外壳、容器、罩子等, 45 钢 ($w_c = 0.45\%$) 用于制作轴、齿轮、连杆等。

2. 合金钢

合金钢按用途不同可分为合金结构钢、合金工具钢和特殊性能钢。合金结构钢用于制造机械零件和工程构件; 合金工具钢用于制造刀具、模具、量具等工具; 特殊性能钢具有特殊的物理或化学性能, 用于制作有特殊性能要求的零件或结构件。合金钢按钢的质量等级又可分为普通质量合金钢、优质合金钢和特殊质量合金钢。

3. 铸铁

铸铁是由铁、碳和硅为主要元素组成的合金的总称。生产上常用的铸铁, 其碳的质量分数在 2.5% ~ 4.0% 之间。铸铁的抗拉强度较低, 塑性和韧性差, 无法进行锻造, 但具有良

好的铸造性能和切削加工性能，抗压性能好，减振和减摩性能好，成本低，因而应用广泛。常用的铸铁是灰铸铁，其常用牌号有 HT150、HT200、HT250 等（HT 是“灰铁”两字的汉语拼音字首，数字表示铸铁的最低抗拉强度，单位为 MPa），其中 HT200 用来制造机床床身、阀体、齿轮箱体等。

4. 非铁金属材料

除钢铁材料以外的其他金属材料称为非铁金属。非铁金属的产量和使用量远不及钢铁材料，但由于它具有某些独特的性能，而成为现代工业中不可缺少的金属材料。常用的非铁金属有铝及铝合金、铜及铜合金、滑动轴承合金等。

思考与练习

1. 何谓金属的力学性能？
2. 塑性的性能用什么指标来衡量？
3. 列举金属的工艺性能。
4. 解释下列钢的牌号：Q235、45、T8。

第2章 常用量具

【教学目的】

- 1) 了解常用量具的种类和用途。
- 2) 掌握常用量具的使用方法。
- 3) 掌握量具的保养方法。

2.1 常用量具及其使用方法

经过加工后的零件或部件是否符合图样要求,需用测量工具进行测量,这些测量工具简称量具。量具的种类很多,下面简单介绍生产中常用的几种。

1. 钢直尺

钢直尺是简单的长度量具,如图2-1所示,它可直接用来测量工件的尺寸。钢直尺常用的规格有150mm、300mm、500mm、1 000mm等,其分度值为1mm,读数准确度为0.5mm。

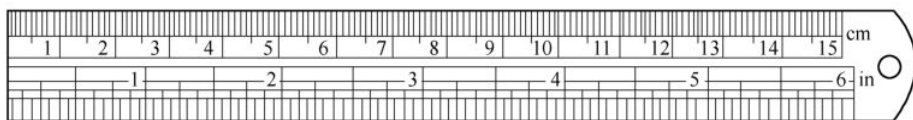


图2-1 钢直尺

2. 卡钳

卡钳是一种间接量具,它不能直接测量出工件的尺寸,使用时需要与钢直尺或其他刻线量具配合。用卡钳和钢直尺测量长度尺寸时,测量精度为0.5~1mm。

卡钳分内卡钳和外卡钳两种。图2-2所示为用外卡钳测量外部尺寸(轴径)的方法,图2-3所示为用内卡钳测量内部尺寸(孔径)的方法。

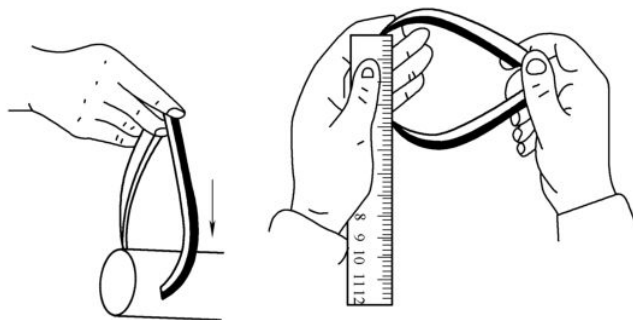


图2-2 用外卡钳测量外部尺寸的方法

3. 游标卡尺

游标卡尺是一种精度较高的量具,如图 2-4a 所示。其结构简单,使用方便,可直接测出工件的内径、外径、宽度、长度和深度,在生产中较常使用。游标卡尺的测量范围有多种规格,如 0~125mm、0~200mm 等,其分度值有 0.1mm、0.05mm 和 0.02mm 三种。

(1) 刻线原理 将尺框与外测量爪贴合(以图 2-4b 为例),尺身(主尺)上的 1 格为 1mm,将尺身长度 49mm 在游标(副尺)上等分 50 格,游标每格长度为 $49\text{mm}/50 = 0.98\text{mm}$,则尺身刻线与游标刻线之差为 $(1 - 0.98)\text{mm} = 0.02\text{mm}$,即分度值为 0.02mm。

(2) 读数方法 读数 = 游标零线以右尺身的整数值 (mm) + 游标上与尺身重合的刻线数 $\times$ 分度值,如图 2-4c 所示。

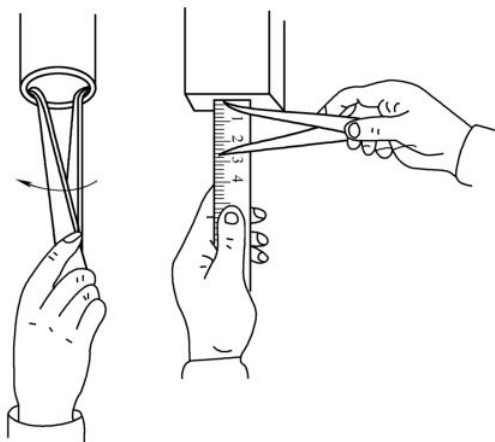


图 2-3 用内卡钳测量内部尺寸的方法

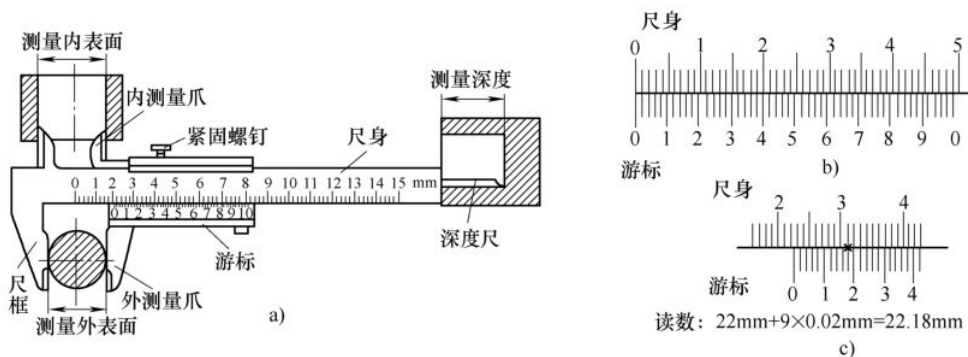


图 2-4 游标卡尺及其读数方法

a) 结构 b) 刻线原理 c) 读数示例

(3) 使用时的注意事项

- 1) 使用前检查尺身零线和游标零线是否重合,如有误差,测量时应扣除。
- 2) 测量时,尺框和内、外测量爪在工件上要放正,不能歪斜;应使尺框和测量爪与工件逐渐靠近,最后达到轻微接触,不要用力紧压工件,以免尺框和测量爪变形或磨损,影响测量的准确度。
- 3) 游标卡尺仅用于测量已加工的光滑表面,不宜用于表面粗糙工件尺寸的测量,以免尺框和内、外测量爪过快磨损。

4. 千分尺

千分尺属于测微量具,其分度值为 0.01mm,分为外径千分尺、内径千分尺和深度千分尺,分别如图 2-5~图 2-7 所示。千分尺的测量范围有 0~25mm、25~50mm、50~75mm 等多种规格,图 2-5 所示为测量范围为 0~25mm 的外径千分尺。转动微分筒时,测微螺杆可沿轴向移动,测砧与测微螺杆的距离就是零件的直径或长度。

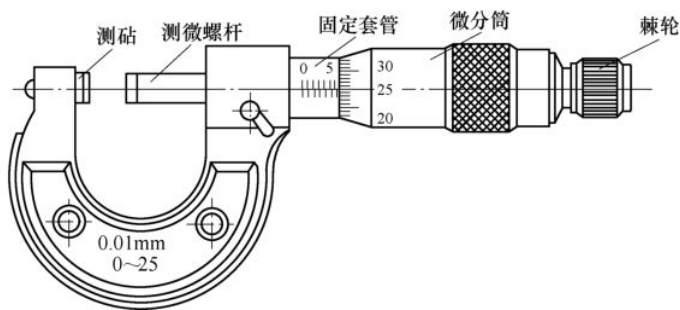


图 2-5 外径千分尺

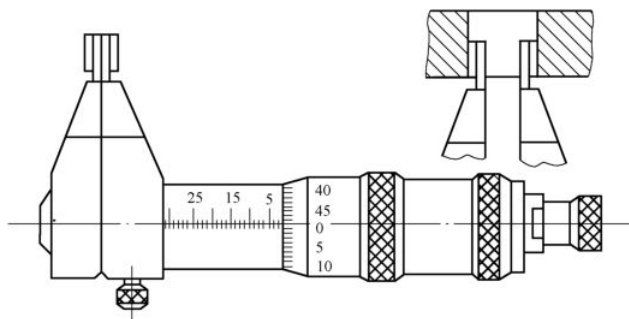


图 2-6 内径千分尺

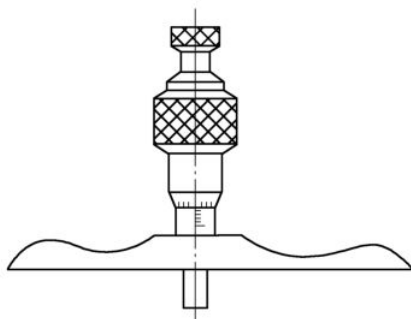


图 2-7 深度千分尺

(1) 刻线原理 如图 2-8 所示，在固定套管上，中线两侧刻线每格均为 1mm，上、下刻线相互错开 0.5mm。将微分筒 50 等分，微分筒每转一周，轴向移动 0.5mm，则微分筒上 1 格的读数为 $0.5\text{mm}/50 = 0.01\text{mm}$ 。

(2) 读数方法 读数 = (固定套管读数 + 微分筒上与固定套管中线对交的格数 $\times 0.01$) mm。

(3) 使用时的注意事项

1) 校对零点。将测砧与测微螺杆接触，观察微分筒刻度零线是否与中心零点对齐，如有误差，应记住误差值，在测量时根据误差值修正读数。

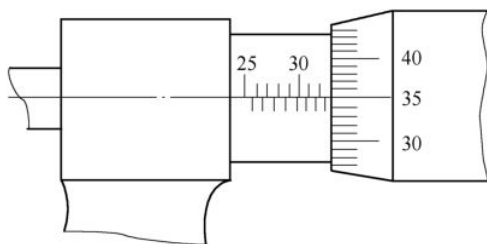
2) 当测微螺杆快要接触工件时，应转动端部棘轮（此时不要拧动微分筒），当棘轮发出“嘎嘎”打滑声时，表明测量力合适，应停止转动。

3) 工件被测表面要擦干净，并准确放在千分尺测量面之间，不得偏斜。

4) 不允许用千分尺测量粗糙表面或正在运动表面的尺寸。

5. 百分表

百分表只能测出相对数值，而不能测出绝对数值，是一种指示式量具，用于测量工件的形状和表面相互位置误差，也可在机床上用于工件的安装找正。百分表的分度值为 0.01mm，是精度较高的量具之一，其外形如图 2-9 所示。



读数：32.5mm+0.35mm=32.85mm

图 2-8 千分尺的读数方法

(1) 读数方法 图 2-9 所示的百分表度盘上刻有 100 个等分格。指针每转动一格，表示测杆移动 0.01mm；转数指针每转动一格，表示测杆移动 1mm。指针和转数指针变化值之和，即为所测量的数值。

(2) 使用时的注意事项

1) 测量前应轻轻推动测杆，检查测杆在套筒内的移动是否灵活，表盘上指针的转动是否灵活。

2) 百分表使用时须安装在百分表架上，如图 2-10 所示，测杆要垂直于被测表面。

3) 测量前应先使测杆有 0.3 ~ 1mm 的压缩量，以便能读出正、负两个方向的偏差值。为便于读数，可转动表壳，使指针对准零线，再开始测量。



图 2-9 百分表

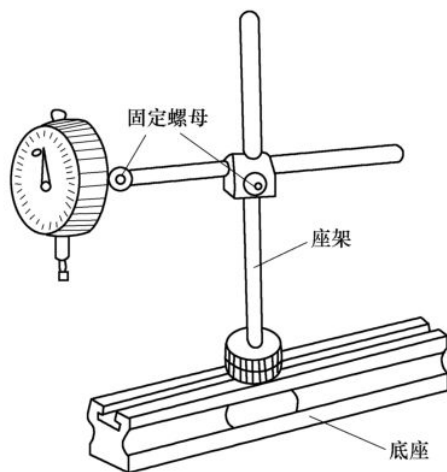


图 2-10 百分表的夹持

6. 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。量规是一种没有刻度的量具，用量规检验工件，不能得出具体数值，只能检验工件尺寸合格与否。使用量规可检验被加工工件尺寸是否超过上极限尺寸或下极限尺寸。

常用的量规有卡规和塞规。卡规用于检验外表面尺寸，如轴径、宽度、厚度等；塞规用于检验内表面尺寸，如孔径、槽宽等，如图 2-11 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；塞规的通端控制的是下极限尺寸，止端控制的则是上极限尺寸。图 2-12 所示是卡规与塞规的通端与止端作用的示意图。

7. 角尺

测量角度常用的量具有直角尺和游标万能角度尺。

(1) 直角尺 直角尺两尺边内侧和外侧均为准确的 90°。测量零件时，直角尺宽边与基

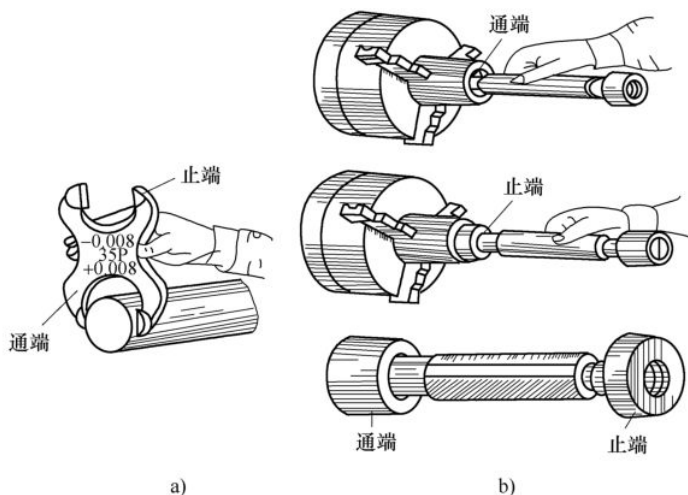


图 2-11 卡规与塞规的使用方法

a) 卡规 b) 塞规

准面贴合，以窄边靠向被测平面，用塞尺检查缝隙大小来确定垂直度误差，如图 2-13c 所示。直角尺适用于机床、机械设备及零部件垂直度的误差检验，安装、加工时的定位，划线等，是机械行业中的重要检测工具。

(2) 游标万能角度尺 游标万能角度尺是利用游标读数原理直接测量工件角度或进行划线的一种角度量具。它由主尺 1、基尺 5、游标尺 3、直角尺 2、直尺 6、卡块 7、锁紧装置 4 等组成，如图 2-14 所示。捏手 8 可通过小齿轮 9 转动扇形齿轮 10，使基尺 5 改变角度，带动主尺 1 沿游标尺 3 转动，直角尺 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 2-15 所示，它可以测量 $0^\circ \sim 320^\circ$ 范围内的任何角度。主尺上每相邻两条刻线间的夹角为 1° ；游标尺上也有刻线，是取主尺的 29° 等分为 30 格刻线，所以游标尺上每相邻两条刻线间为 $29^\circ/30$ 。因此，主尺与游标尺两刻线间的夹角差为 $1^\circ - (29^\circ/30) = 1^\circ/30 = 2'$ ，也就是说，游标万能角度尺的分度值为 $2'$ 。游标万用角度尺适用于机械加工中内、外角度的测量，可测量 $0^\circ \sim 320^\circ$ 的外角及 $40^\circ \sim 130^\circ$ 的内角。

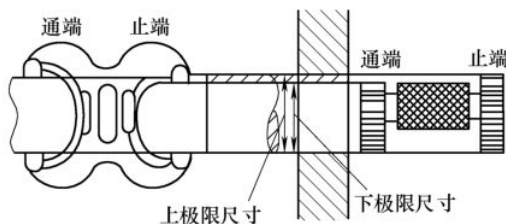


图 2-12 卡规与塞规的通端与止端的作用

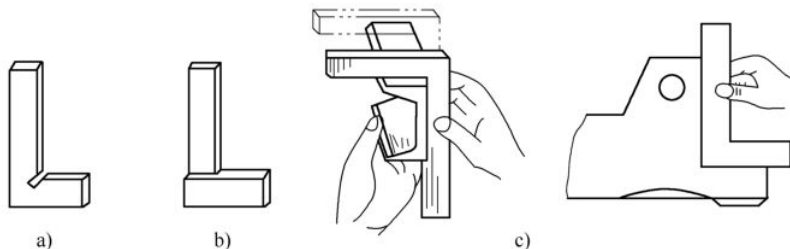


图 2-13 直角尺

a) 整体式 b) 组合式 c) 应用示例

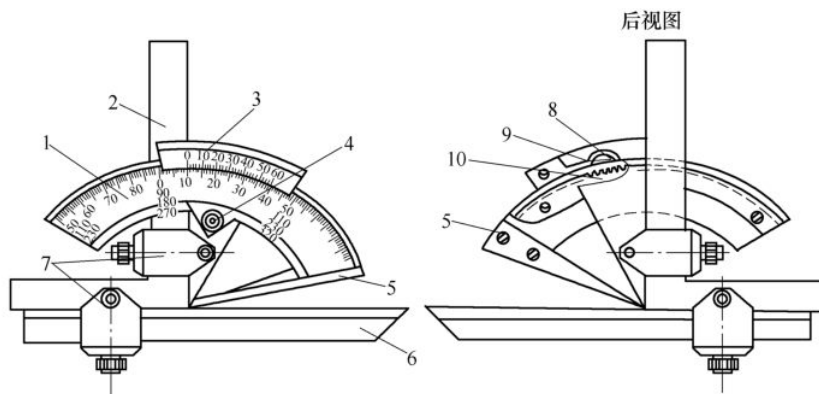


图 2-14 游标万能角度尺

1—主尺 2—直角尺 3—游标尺 4—锁紧装置 5—基尺 6—直尺 7—卡块
8—捏手 9—小齿轮 10—扇形齿轮

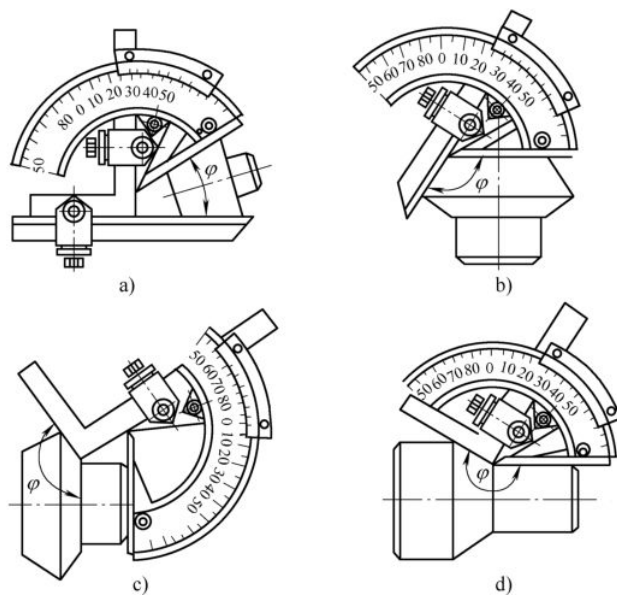


图 2-15 游标万能角度尺的使用方法

a) 测量 $0^\circ \sim 50^\circ$ b) 测量 $50^\circ \sim 140^\circ$ c) 测量 $140^\circ \sim 230^\circ$ d) 测量 $230^\circ \sim 320^\circ$

2.2 测量实例

图 2-16 所示为转轴零件，其测量方法、所用量具与测量要领见表 2-1。

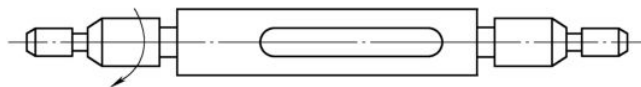
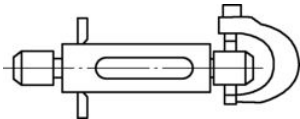
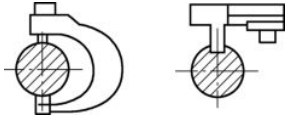
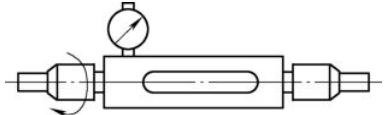


图 2-16 转轴

表 2-1 转轴的测量

序号	测量内容	测量方法示意图	量具	测量要领
1	长度		钢直尺 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	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	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	同轴度 误差		百分表	1. 转轴夹在偏摆检查仪上 2. 测杆垂直于转轴轴线

2.3 量具的保养

量具的保养直接影响到其使用寿命和测量精度。因此，必须注意以下几点：

- 1) 测量时工件温度不能过高，用力不能过大、过猛。
- 2) 精密量具不能测量毛坯件或运动着的工件。
- 3) 量具用完后应擦洗干净、涂油，并放入专用量具盒内。

思考与练习

- 1. 简述卡钳的用途。
- 2. 简述游标卡尺的刻线原理和读数方法。
- 3. 简述千分尺的刻线原理和读数方法。
- 4. 简述使用千分尺时的注意事项。
- 5. 简述量具保养的注意事项。

第3章 钳工加工

【教学目的】

- 1) 了解钳工的工作范围及安全操作规程。
- 2) 初步掌握钳工主要工序的基本操作方法，正确使用钳工常用的工具、量具。
- 3) 能够按图样要求独立加工简单零件。

【钳工安全操作规程】

- 1) 实习时要穿好工作服，戴好工作帽，长发要塞入帽内，不准穿拖鞋。
- 2) 不许擅自使用未经许可使用的机器和工具。使用设备时要先检查，发现损坏或有故障时，应停止使用并报告指导教师。
- 3) 多人共用钳工工作台进行操作时，要相互照应、相互配合，以防发生意外。
- 4) 使用电气设备时，应严格遵守操作规程。钻孔时严禁戴手套。
- 5) 要用刷子清除铁屑，禁止用手直接清除或用嘴吹，以防伤人。
- 6) 要做到文明生产（实训），工作场地要保持清洁，使用的工具、工件和原材料应分别摆放整齐。

3.1 概述

3.1.1 钳工加工的加工特点及应用

钳工加工是由工人手持工具对金属进行加工的方法，其基本操作有划线、锯削、锉削、錾削、钻孔、扩孔、铰孔、攻螺纹、套螺纹、刮削及研磨等。这些操作大多是将工件装夹在台虎钳上进行的。

1. 钳工加工特点

尽管钳工加工的生产率低、劳动强度大、加工质量的高低受工人技术熟练程度的影响，但其优点也很显著：

(1) 加工灵活 在不适于进行机械加工的场合，尤其是在机械设备的维修工作中，钳工加工可获得令人满意的效果。

(2) 可加工形状复杂和高精度的零件 技术熟练的钳工可加工出比现代化机床加工的零件还要精密和光洁的零件，可以加工出连现代化机床也无法加工的形状非常复杂的零件，如高精度量具、样板、复杂的模具等。

(3) 投资小 钳工加工所用工具和设备价格低廉、携带方便。

正因为如此，在各种机床迅速发展和普及的情况下，钳工在机械制造过程中仍是广泛应用的技术。