



交通版高等职业教育规划教材

船舶材料

CHUANBO CAILIAO

加工工艺

JIAGONG GONGYI

主编 潘 铭

主审 谢 荣



人民交通出版社股份有限公司

China Communications Press Co., Ltd.

 交通版高等职业教育规划教材

CHUANBO CAILIAO JIAGONG GONGYI

船舶材料加工工艺

主 编：潘 铭

主 审：谢 荣



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书是高职高专院校船舶工程、轮机工程专业零件加工实训教学用书。主要包括钳工工艺、车工工艺、数控车床编程与操作,数控火焰切割机编程与操作,数控焊接操作与编程,共8项教学项目。

本书融金工工艺(包括钳工工艺、车工工艺)实训教学与数控加工(包括数控车床、数控火焰切割、焊接机器人)实训教学为一体,将企业加工技术渗透于专业教学,具有鲜明的实践指导性,并与钳工中级、车工中级、数控车工中级职业资格鉴定相衔接,适应理论与实践一体化教学对教材要求。本书涵盖材料加工基础操作技能和现代数控加工理论与操作技能,努力拓宽材料加工知识面。

本书适合作为高职高专院校轮机工程专业《金工工艺》训练评估,及机械类专业材料加工实训教材,也可作为企业机械制造参考书、培训或函授教材。

图书在版编目(CIP)数据

船舶材料加工工艺/潘铭主编. —北京:人民交通出版社股份有限公司, 2014. 11

交通版高等职业教育规划教材

ISBN 978-7-114-11708-4

I. ①船… II. ①潘… III. ①船舶-工程材料-加工-生产工艺-高等职业教育-教材 IV. ①U668

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 215301 号

交通版高等职业教育规划教材

书 名: 船舶材料加工工艺

著 作 者: 潘 铭

责任编辑: 钱悦良

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 13.5

字 数: 305 千

版 次: 2014 年 11 月 第 1 版

印 次: 2014 年 11 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-11708-4

定 价: 35.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

前 言

本书是根据高职高专院校培养高素质应用型技能人才要求及理论与实践一体化教学改革要求组织编写。本书体系设计合理，图文并茂，通俗易懂，符合高职高专院校学生认知特点，是零件加工基础操作技能与数控加工“理实一体化”教材。本书包括加工平键，加工螺母，套丝、铰孔，车削槽孔台阶轴，车削螺纹锥销，数控车削，数控火焰切割钢板，机器人焊接，共8个项目。

本书在编写过程中力求突出以下几个方面的特点：

(1)本书融金工工艺（包括钳工工艺、车工工艺）实训教学与数控加工（包括数控车床、数控火焰切割、焊接机器人）实训教学为一体，是较综合性的理论与实践一体化教材。

(2)将企业加工技术渗透于本教材，具有鲜明的实践指导性。

(3)本书与职业资格鉴定相衔接，能作为钳工中级、车工中级职业资格鉴定培训指导用书，具有鲜明的职业技能鉴定指导性。

(4)本书采用项目教材的形式编写，其内容的组织结构科学合理，符合学生的认知规律，应用于实训教学能有良好的教学效果。

(5)本书可作为轮机工程专业船员适任证书评估《金工工艺》项目的训练和评估用书，具有广泛的适用性。

本书由潘铭主编。向贵君、刘馨璐、陈晓明、朱征宇、张艳玲参加编写。全书由谢荣主审。

由于编者水平所限，书中如有不足之处，敬请读者批评指正，提出宝贵建议，以便修订时改进。编者电子邮箱：panming118@126.com，特此致谢。

编 者

2014年11月

目 录

项目一 加工平键	1
任务一 认知钳工主要设备和常用工具、量具	2
任务二 锯割	11
任务三 锉削	16
任务四 锉削圆弧	24
项目二 加工螺母	27
任务一 $\phi 28 \times 20 \text{mm}$ 圆盘锉削成正六边形	27
任务二 孔加工	30
任务三 攻螺纹和套螺纹	39
项目三 套丝、铰孔	48
任务一 套丝	48
任务二 铰孔	53
项目四 车削槽孔台阶轴	57
任务一 刃磨车刀与安装车刀车床结构	58
任务二 车削台阶轴	64
任务三 钻孔	75
任务四 切槽、切断	79
项目五 车削螺纹锥销	82
任务一 车削锥体	83
任务二 车削螺纹	88
任务三 车削螺纹锥销	96
项目六 数控车削	98
任务一 数控机床的组成原理与种类	98
任务二 数控车床程序编制	108
任务三 数控车床操作	127
项目七 数控火焰切割钢板	146
任务一 调整火焰、移动割炬、设置切割参数	147
任务二 数控火焰切割编程	152
任务三 程序文件操作	158
任务四 钢板套料	166
任务五 编程切割零件	170

项目八 机器人焊接	176
任务一 焊接机器人的组成原理与分类	176
任务二 焊接机器人操纵	184
任务三 焊接机器人指令系统及常用的焊接指令及相关设置	198
参考文献	207

项目一 加工平键

核心概念

键是一种标准零件,通常用于联结轴与轴上的旋转零件或摆动零件,起轴向固定的作用,以传递旋转运动或扭矩。机械设备检修常采用钳工锯割、锉削工艺方法加工平键,加工平键是从事机械行业、船舶建造的基础操作技能,训练钳工锯割、锉削的操作技能。

学习目标

- 能描述钳工锯割、锉削操作方法及动作要领;
- 能控制好钳工锯割、锉削加工的尺寸与形位精度;
- 能描述锉削角度工件操作方法及动作要领,并能控制好锉削角度;
- 学会钳工常用量具的识读与使用,并能正确检测平键尺寸、形位精度。

项目描述

该项目运用 12mm 厚钢板,首先锯割成 61×22 长方体,其次锉削成 60×20 长方体,最后—端锉削成 R10 圆弧,采用钳工锯割、锉削加工成键 C20 $\times$ 60 普通平键,如图 1-1 所示。加工平键主要工艺包括钳工锯割、锉削、锉削圆弧。

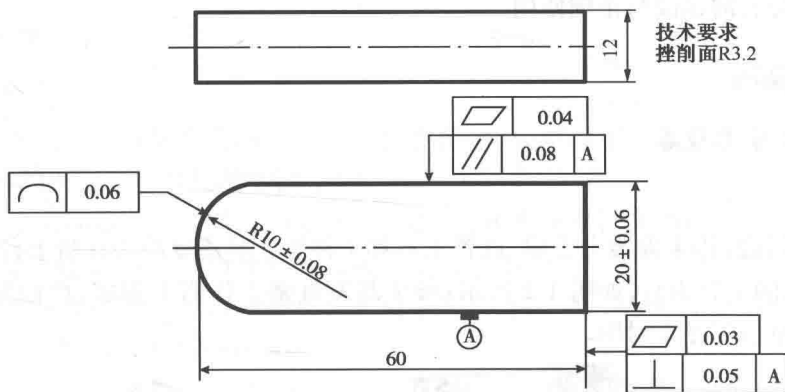


图 1-1 键 C20 $\times$ 60

工作任务

- 任务一 认知钳工主要设备和常用工具、量具
- 任务二 锯割
- 任务三 锉削
- 任务四 锉削圆弧

任务一 认知钳工主要设备和常用工具、量具

【任务描述】

在钳工实训室现场,认识钳工实训室主要设备、工具的总体结构、作用。认识游标卡尺、千分尺、高度游标尺、万能量角器、百分表的作用,能识读和正确使用游标卡尺、千分尺、高度游标尺。

【学习目标】

- 认识钳工主要设备和常用工具的作用;
- 能识读并正确使用游标卡尺、千分尺、高度游标尺;
- 培养规范使用量具的职业习惯。

【工作任务】

一、知识准备

钳工的工作是采用手动工具加工产品零件,及机械设备的维护、修理、装配。钳工具体分为:工具钳工(简称钳工)、划线钳工和维修钳工等。钳工工作具有广泛的适应性和灵活多样性,在许多方面是机械加工所不能取代的。

工具钳工采用手动工具加工零件,因此必须掌握钳工划线、錾削、锉削、钻孔、攻丝与套丝、刮削、研磨、铰配合等,钳工的基本理论知识和操作技能,首先要认识钳工主要设备、工具的总体结构、作用,以及钳工加工检测的各种量具,如:游标卡尺、千分尺、高度游标卡尺、万能量角器、百分表的识读与正确使用。

二、任务实施

(一) 钳工主要设备

1. 工作台

工作台(钳台)用来安装台虎钳、放置工具和工件等。其高度应为在装上台虎钳后,钳口高度恰好齐人的手肘为宜,如图 1-2 所示;长度与宽度随工作需要而定,台面最好用白铁皮包住,以保持整洁和经久耐用。

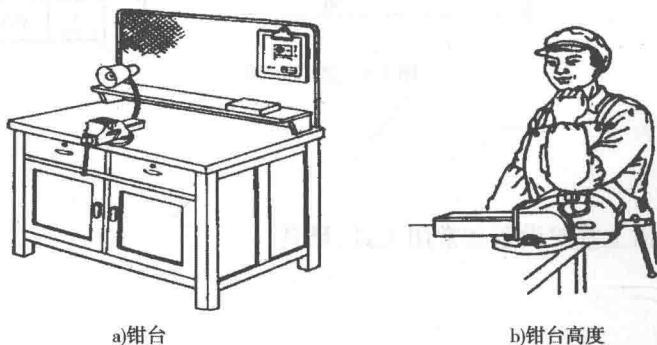


图 1-2 钳台及高度

2. 台虎钳

台虎钳如图 1-3 所示,主要是用来夹持加工工件,有固定式和回转式两种。图 1-3b) 为回转式台虎钳。

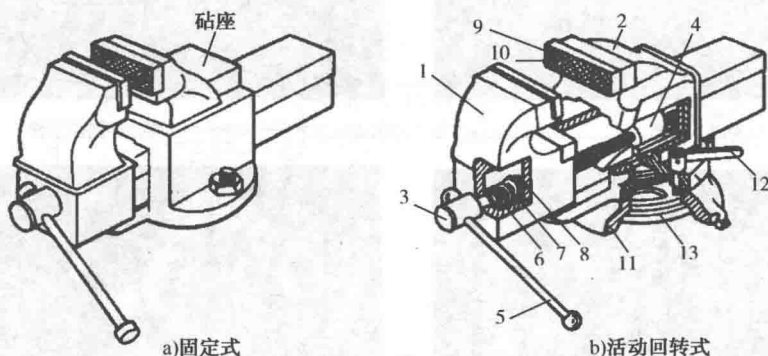


图 1-3 台虎钳

1-活动钳体;2-固定钳体;3-丝杆;4-丝杆螺母;5-手柄;6-弹簧;7-挡圈;8-销子;9-钳口;
10-钳口固定螺钉;11-钳座;12-转动手柄;13-夹紧盘

台虎钳的规格以钳口的宽度来表示,有 100mm(4")、150mm(6")、200mm(8")等。

3. 砂轮机

砂轮机用来刃磨钻头、铰子、刮刀等刀具。它由电动机、砂轮和机体组成。钳工常用设备还有台钻、立钻,在下面的项目中将予以详细叙述。

(二) 钳工常用工具

钳工常用工具如图 1-4 所示,在下面的项目中将作详细叙述。

(三) 常用量具

1. 三用游标卡尺

三用游标卡尺是目前最常用的一种中等精度的量具,可以用来测量工件的长度、宽度、外径、内径、深度和孔距等,其结构如图 1-5 所示。

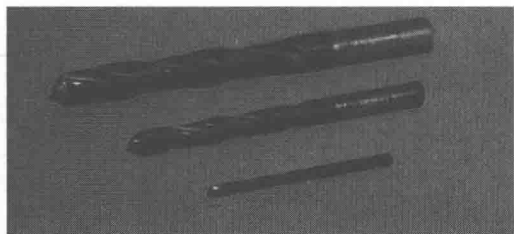
三用游标卡尺由主尺 5 和副尺 4(游标)组成,松开紧固螺钉 3 即可移动活动卡脚进行测量,下卡脚用于测量工件的外表面(外径或长度),上卡脚用于测量工件的内表面(孔径或槽宽),深度尺用于测量工件的深度。游标卡尺主尺上刻有 1mm 的刻度,刻度全长为游标卡尺的规格,常用的有 150、200、300mm 等。

(1) 游标卡尺的刻线原理:如图 1-6 所示,主尺每小格 1mm,当两爪合并时,游标上的 50 格刚好等于主尺上的 49mm,则游标每格间距 = $49 \div 50 = 0.98\text{mm}$ 。主尺每格间距与游标每格间距相差 = $1 - 0.98 = 0.02\text{mm}$,0.02mm 即为此种游标卡尺的测量精度。游标卡尺的测量精度有 0.1、0.05、0.02mm 三种。现以测量精度为 0.02mm 游标卡尺阐述读数方法。

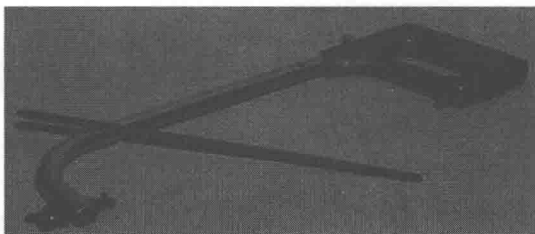
(2) 游标卡尺读数方法:读出主尺上的读数;读游标上的读数;按照下列公式计算结果。

$$\text{游标卡尺读数} = \text{主尺读数} + \text{游标读数} \times \text{精度}$$

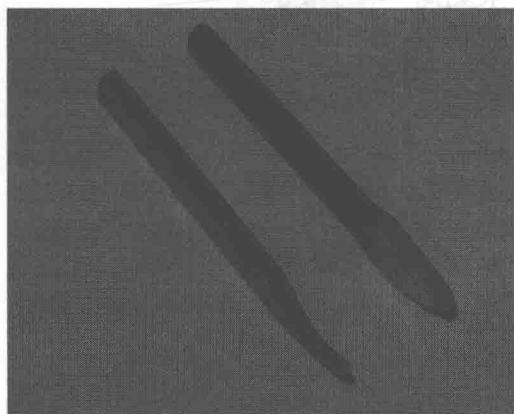
如图 1-7 所示,游标零线在 41mm 与 42mm 之间,游标上的 10 格刻线与主尺刻线对准。所以,被测尺寸的整数部分为 41mm,小数部分为 $10 \times 0.02 = 0.20\text{mm}$,被测尺寸为 $41 + 0.2 = 41.2\text{mm}$ 。



a) 钻头: 钻孔



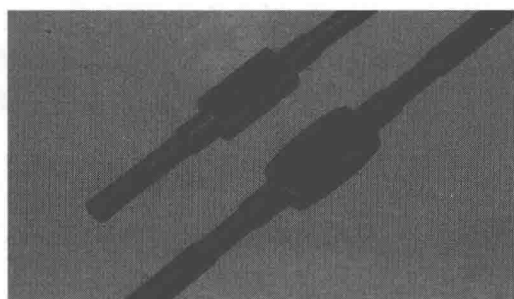
b) 锯弓: 锯割工件



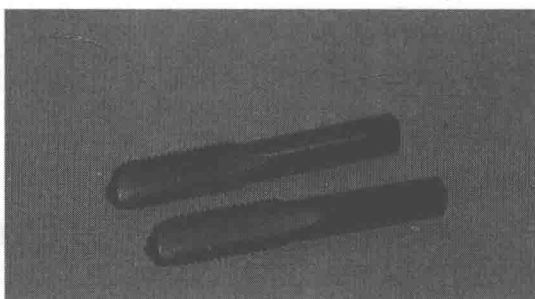
c) 錾子: 錾削平面、直槽、油槽



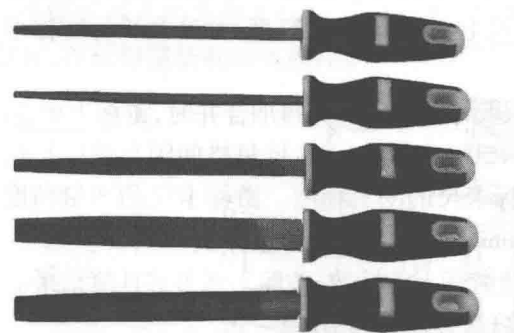
d) 手锤



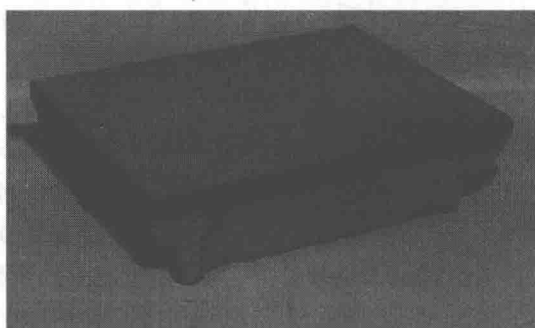
e) 绞杆: 装夹丝锥攻内螺纹或装夹铰刀铰孔



f) 丝锥: 攻内螺纹



g) 锉刀: 锉削工件



h) 平板: 钳工划线或研磨

图 1-4 钳工工具

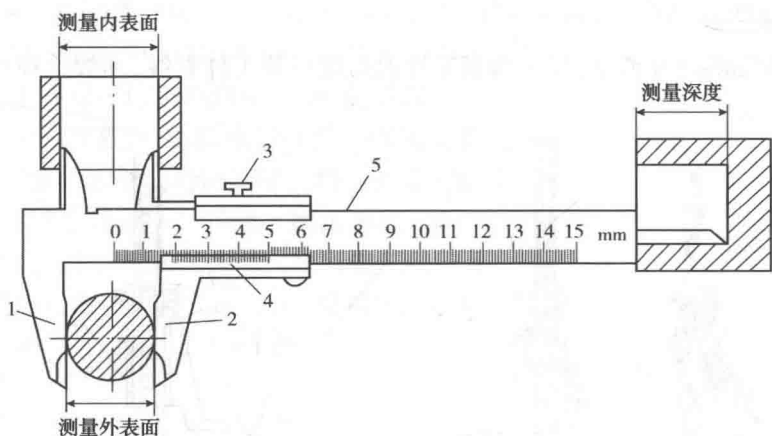


图 1-5 三用游标卡尺

1-固定卡脚;2-活动卡脚;3-紧固螺钉;4-副尺;5-主尺

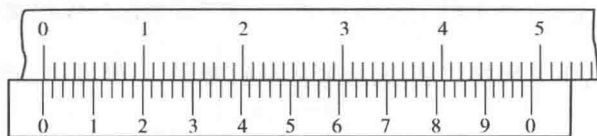


图 1-6 游标卡尺测量精度原理图

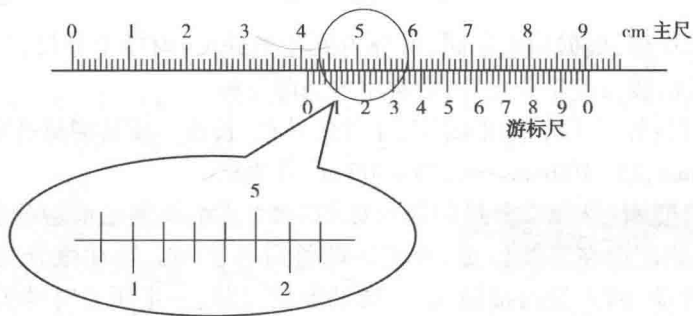


图 1-7 游标卡尺读数示意



思考

如图 1-8 所示,游标卡尺读数_____。

提示:画×刻线对齐。即刻线 4 后第二格对齐,小数尺寸 0.44mm。

注意:实际读数时视觉好像几条刻线都对齐,选择最对齐的刻线,读取尺寸,所以会有一定的读数误差。

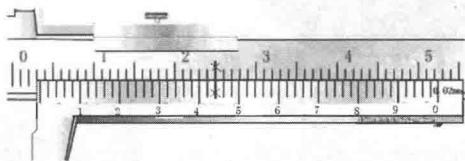


图 1-8 游标卡尺读数实例

2. 高度游标尺

高度游标尺如图 1-9 所示,用于测量工件的高度以及工件划线,读数原理与方法同游标卡尺。

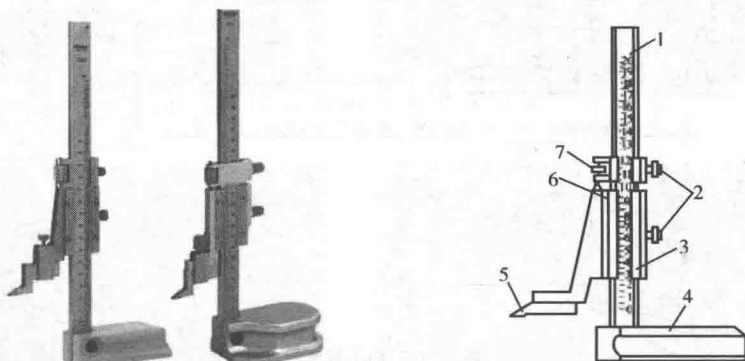


图 1-9 高度游标尺

1-主尺;2-紧固螺钉;3-齿框;4-基座;5-量爪;6-游标;7-微调装置

注意:划线时,可将下紧固螺钉旋松,或紧固螺钉旋紧,可转动微调装置,微调尺寸。

3. 千分尺

千分尺又称分厘卡或百分尺。它的精度要求比游标卡尺高,测量精度 0.01mm ,是一种精密量具。

千分尺的种类很多,根据用途不同,可分为外径千分尺、内径千分尺、内测千分尺、深度千分尺以及螺纹公法线长度千分尺等,最常用的是前三种。

(1) 外径千分尺:外径千分尺用来测量工件的外径、长度。按其测量范围分有 $0\sim 25\text{mm}$ 、 $25\sim 50\text{mm}$ 、 $50\sim 75\text{mm}$ 、 $75\sim 100\text{mm}$ 、 $\dots$ 、 $275\sim 300\text{mm}$ 等规格。

① 外径千分尺使用:外径千分尺的结构如图 1-10 所示。测量前应检验两测量面贴合时,两个套筒上的刻度都在零线位置,否则应调整后再使用。转动微分筒,测微螺杆便沿着套筒轴向方向移动,两测量面接触工件,转动棘轮,超过一定压力时棘轮就滑动,发出吱吱响声,转动锁紧装置,可将螺杆固定在某一位置,锁定千分尺读数,这时可读出工件尺寸。

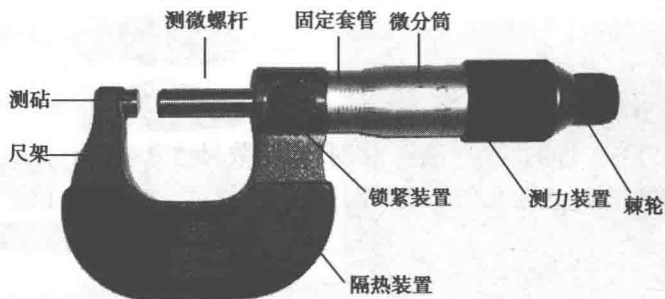


图 1-10 千分尺结构

② 外径千分尺读数原理:在固定套筒外圆柱面上有间距为 0.5mm 的刻线(主尺),活动套筒左端圆周上刻有等分为 50 格的刻度线,每一格的读数值为 0.01mm ,这就为副尺。螺杆

的螺距为 0.5mm,所以微分筒每转一周时必带动螺杆移动 0.5mm,因此当微分筒转过一小格时,量杆移动的距离为: $0.5 \div 50 = 0.01\text{mm}$,这就是为什么用千分尺测量工件时可以精确到 0.01mm 的原理。

③外径千分尺读数方法:读出微分筒边缘固定套筒的尺寸(固定刻度);看活动套筒上哪一格与固定套筒上的基准线对齐(微分筒刻度);读数=固定刻度+微分筒刻度 $\times$ 精度 0.01。图 1-11 所示为千分尺所表示的尺寸。

千分尺读数举例:如图 1-11 所示,读数=固定刻度 1.5+微分筒刻度(38) $\times$ 精度 0.01=1.88mm。

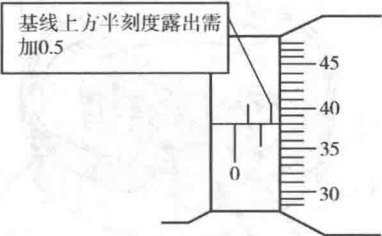


图 1-11 千分尺读数示例



思考

如图 1-12 所示,千分尺读数_____。

注意:基线上方半刻度没露出不需加 0.5,固定刻度 2,基线在微分筒 16 和 17 格之间,估读微分筒刻度 16.5 格。

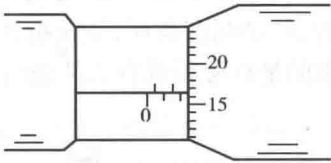


图 1-12 千分尺读数示例

(2)内径千分尺:内径千分尺用来测量工件的内孔直径和槽宽,测量范围一般为 50~175mm、50~250mm、50~575mm。当测量 75mm 以上尺寸时,内径千分尺做成管接式,结构如图 1-13 所示。内径千分尺读数原理、读数方法同外径千分尺。



a)有管接内径千分尺



b)无管接内径千分尺

图 1-13 内径千分尺结构

测量方法:测量内孔时一端不动,另一端作左、右、前、后摆动,左右摆动测出最大尺寸,前后摆动测出最小尺寸,按这两个要求与孔壁轻轻接触,读出正确数值。使用时要保持尺面平正,不歪斜,否则会产生测量误差。

(3)内测千分尺:当被测量的工件为浅孔,沟槽宽度、孔距等,不能使用内径千分尺,需采用内测千分尺,测量范围通常是 5~30mm、25~50mm、50~75mm 等几种,测量精度为 0.01mm,其结构如图 1-14 所示。

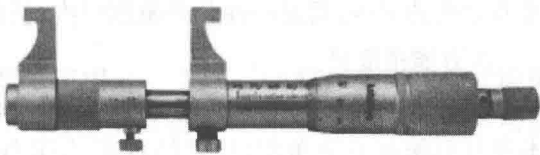
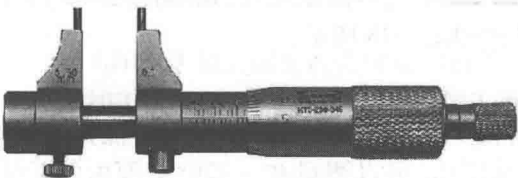


图 1-14 内测千分尺

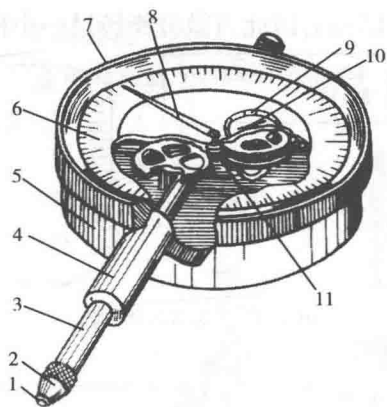


图 1-15 百分表

1-触头;2-圆锥面;3-齿杆;4-圆柱孔;
5-外壳;6-刻度盘面;7-外圆;8-长指针;
9-短针刻线;10-短指针;11-拉簧

测量方法:内测千分尺测量工件方便,使用时活动量爪和固定量爪轻微接触工件,使尺面平正,左右摆动读出最大值便是孔径的实际尺寸。

4. 百分表

百分表主要用于机械零件的形状和位置误差的测量,只能测量相对数值,不能测量绝对数值,其测量精度为 0.01mm ,也有测量精度为 0.001mm 的,称为千分表,测量范围有 $0\sim 3\text{mm}$ 、 $0\sim 5\text{mm}$ 、 $0\sim 10\text{mm}$ 等。

(1) 外径百分表:外径百分表结构如图 1-15 所示,外径百分表装在专用表架上或装在磁性表架上,如图 1-16 所示,可测量工件的平面、外圆(外表面)、内孔(内表面)的精度,如平面度、平行度、同轴度、垂直度和圆度等。

① 百分表的使用:使用时应先擦净触头及被测表面,将百分表触头压入约 40% 量程,转动刻度盘面,使长指针对准“0”位,转动工件或移动百分表,来检查工件的精度。百分表的量杆必须垂直工件表面,否则会产生误差。

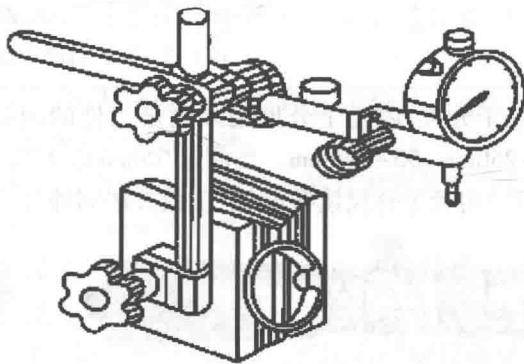
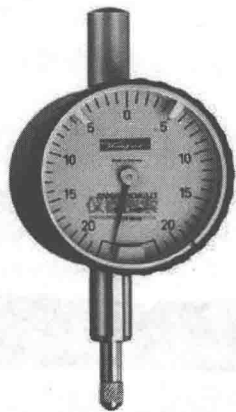


图 1-16 百分表安装在磁力表架上

② 百分表读数方法:大指针顺时针转,测量尺寸增大,反之减小。先读小指针转过的刻度线(即毫米整数),再读大指针转过的刻度线(即小数部分),并乘以 0.01 ,然后两者相加,即得到所测量的数值。

(2) 内径百分表:内径百分表配上成套的可调测量头和连接杆,使用前进行组合和校对,就可以测量工件内孔(内表面)的精度,如图 1-17 所示。组合时,将百分表装入连接杆内,使小指针在 $0\sim 1$ 的位置,长针和连接杆轴线重合。

测量时,连接杆中心线应与工件中心线平行,不得歪斜,多测量几处,找出孔径的实际尺寸或差值的多少,看是否在公差范围以内;使用方法如图 1-18 所示。

5. 万能角度尺

零件上的角度要用量角器来测量,量角器有固定角度尺、活动角度尺和万能角度尺。本项目只阐述万能角度尺,其结构形式如图 1-19 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、基尺、游标、角尺、直尺、卡块、制动器等组成。基尺 2 可带着主尺 1 沿着游标 3 转动,转到所需要的角度时,可用制动器锁紧,卡块 6 可将角尺 4 和直尺 5 固定在所需要的位置上。

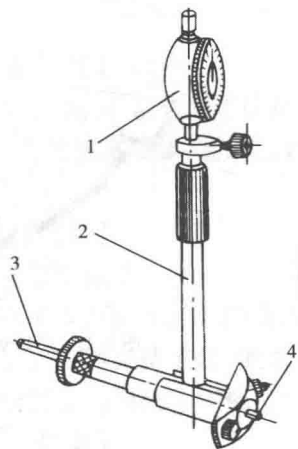


图 1-17 内径百分表

1-百分表;2-连接杆;3-可调测量头;4-测量触头

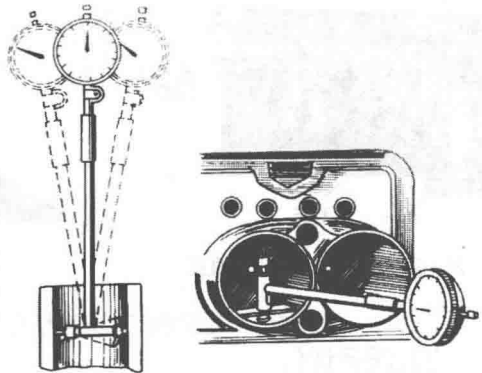


图 1-18 内径百分表的使用

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 2 改变角度,如图 1-19 后视图所示,万能量角器读数原理与方法同游标卡尺。

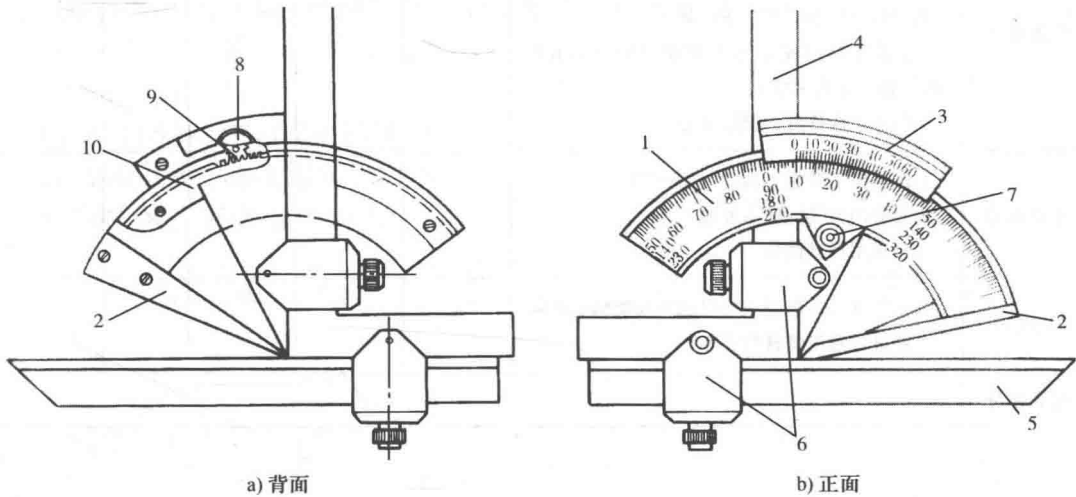


图 1-19 万能角度尺

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

三、任务拓展

键 C20×60 加工测量需要应用的量具:

划加工线应用_____ ;粗加工测量尺寸应用_____ ;精加工测量尺寸应用_____ ;对面平行度测量应用_____ ;相邻面垂直度测量应用_____ ;平面度测量应用_____ ;圆弧半径测量应用_____ 。

提示:(1)相邻面垂直度测量应用 90 度角尺透光检测,如图 1-20 所示。透光间隙越大表面越低。

(2)平面度测量应用刀口尺透光检测,如图 1-21 所示。

(3)圆弧半径测量应用半径规,如图 1-22 所示。

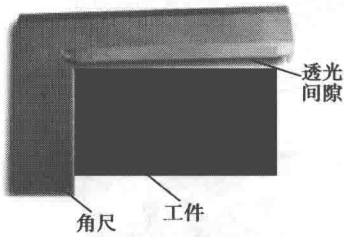


图 1-20 角尺测量工件垂直度



图 1-21 刀口尺

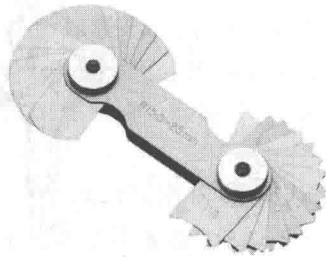


图 1-22 半径规

四、任务评价

评价要素	评 价 依 据	评 价			权重	单项得分
		个人 0.2	小组 0.4	教师 0.4		
职业素质	1.遵守实训室管理规定,并自觉清洁工作设备和环境,工作完成后按要求整理工量具 2.按时完成学习及工作任务 3.识读量具过程中,有问题能及时提问和反馈,具备一定沟通能力 4.任务完成认真、细致、耐心					
专业能力	1.认识钳工常用工具的作用 2.会常用量具的使用方法 3.会常用量具读数					
创新能力	1.常用量具测量误差项目的方法能触类旁通 2.能进行常用量具的校准					
综合得分						

思考与练习

- 1.简述游标卡尺的识读方法。
- 2.简述千分尺的正确使用与识读方法。
- 3.简述万能量角器正确使用与识读方法。
- 4.简述百分表的正确使用与识读方法。

任务二 锯 割

【任务描述】

锯割是钳工学习与加工中最基本的操作技能,也是要完成质量较高的工件所必须要掌握的。能否熟练掌握锯割技能,将直接影响工件的加工质量,也会影响对其他钳工操作技能的掌握。

【学习目标】

- 了解手锯的结构;
- 熟悉锯割的几何切削角度,并能正确选用锯条;
- 学会正确夹持工件,能选择合理的起锯方式;
- 掌握锯割的操作姿势及操作要求,锯削质量能达到一定的精度要求。

【工作任务】

一、知识准备

用手锯把材料(或工件)锯出狭槽或进行分割的工作称为锯割。

当前,各种自动化、机械化的切割设备已被广泛地采用,但在单件小批生产场合,尤其在船舶机械检修中,往往对于诸如薄钢板、管子和尺寸不大的型钢等不能或不便于机械锯割的材料,仍采用手工锯割。

其工作范围包括:

- (1) 分割各种材料或半成品(图 1-23a);
- (2) 锯掉工件上多余部分(图 1-23b);
- (3) 在工件上锯槽(图 1-23c)。

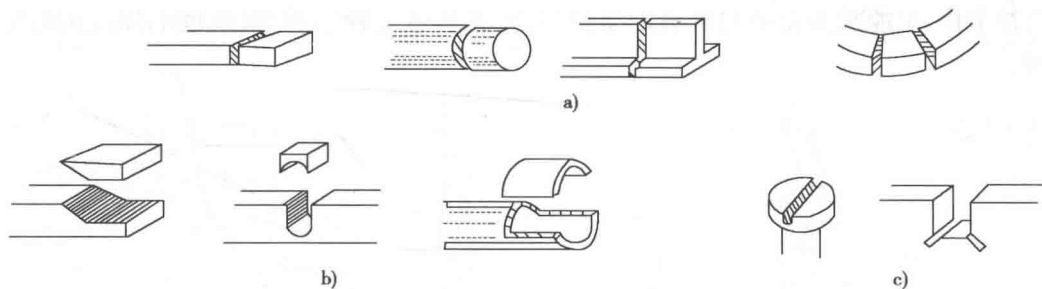


图 1-23 锯割的应用

二、任务实施

(一) 锯割工具

1. 锯弓

锯弓是用来安装锯条的。有固定式和可调式两种(图 1-24)。固定式锯弓只能安装一种长度的锯条;可调节式锯弓则通过调整可以安装几种长度的锯条。这种锯弓两端各有一个