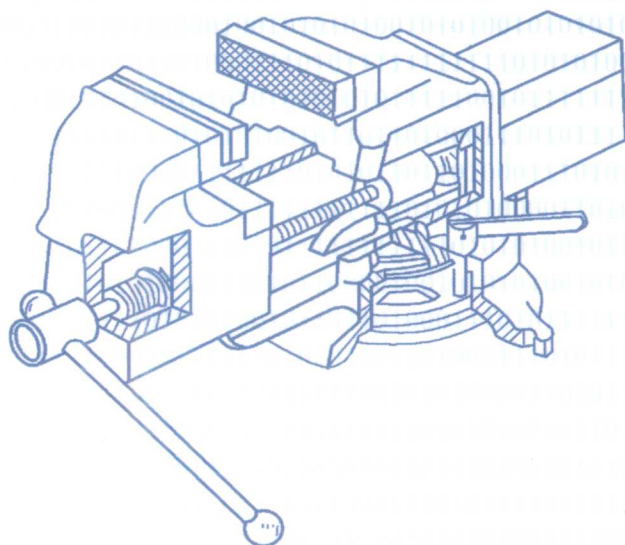


数控专业高技能型人才教学用书

钳工基本 加工操作实训

马喜法 肖 珑 张莉娟 主编



适用层次： 高职高专 高级技校
技师学院 职业培训



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



数控专业高技能型人才教学用书

钳工基本加工操作实训

主 编 马喜法 肖 珑 张莉娟
副主编 王 建 邓法峰 盛国荣 蒋新军
参 编 杜 馨 朱宏逵 刘 磊 尚根宣 徐晓明
主 审 李德禄



机械工业出版社

本书依据数控专业高技能型人才培养的要求,突破传统的学科教育对学生技术应用能力培养的局限,以模块构建实训教学体系,以项目驱动技能训练,着重培养学生的实际动手能力与综合应用能力。

本书分为三个模块:钳工基础知识;钳工基本工艺知识与技能训练;综合工艺知识与技能训练。各模块的主要内容包括:项目目的,项目内容,相关知识点析,设备、工具和材料准备,操作步骤,成绩评分标准。

本书特点:按模块分项目编排新颖,选材难易搭配适当,单项训练与综合训练兼顾,理论联系实际图文并茂。

本书可作为机械类高职高专院校实训教材,也可供初、中级钳工自学参考。

图书在版编目(CIP)数据

钳工基本加工操作实训/马喜法,肖珑,张莉娟主编.

—北京:机械工业出版社,2008.4

数控专业高技能型人才教学用书

ISBN 978-7-111-23826-3

I. 钳… II. ①马…②肖…③张… III. 钳工-工艺-教材 IV. TG9

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第045090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:朱华 王英杰

责任编辑:崔世荣 版式设计:霍永明 责任校对:张莉娟

封面设计:马精明 责任印制:邓博

北京京丰印刷厂印刷

2008年5月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·9.25印张·226千字

0 001—4 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-23826-3

定价:16.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379063

封面无防伪标均为盗版

前言

自中国加入世界贸易组织后,中国的经济飞速发展,对各层次专业人才的需求不断增加。随着经济全球化进程的不断深入,发达国家的制造能力加速向发展中国家转移,我国已成为全球的加工制造基地,这样就造成了高技能型人才的严重短缺。媒体在不断呼吁现在是“高薪难聘高素质的高技能型人才”,高技能型人才的严重短缺成为社会普遍关注的热点问题。针对这一问题,国家先后出台了《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》、《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》和《国务院关于大力发展职业教育的决定》、《关于进一步加强高技能人才工作的意见》等相关政策和法规,决定大力发展职业教育,加强高技能型人才的培养。

作为高技能型人才的重要培养基地,高职高专和高级技工学校如何突破传统的课程设置和教学模式,主动适应未来经济发展对人才的要求已经成为非常迫切的任务。教学过程中,实训是培养高技能型人才的重要途径,而教材的质量直接影响着高技能型人才培养的质量。因此,编制一套真正适合于高职高专和高级技工学校教学的实训教材迫在眉睫。

为了全面学习和贯彻国家相关文件的精神,突出“加强高技能型人才的实践能力和职业技能的培养,高度重视实践和实训环节教学”的要求,结合国家职业标准,我们编写了“数控专业高技能型人才教学用书”。《钳工基本加工操作实训》是本套教材中的一本,其编写特色是:

1. 教材编写以职业能力建设为核心,在职业分析、专项能力构成分析的基础上,把职业岗位对人才的素质要求,即将知识、技能以及态度等要素进行重新整合,突破传统的学科教育对学生技术应用能力培养的局限,以模块构架实训教学体系。

2. 内容上涵盖国家职业标准对各学科知识和技能的要求,从而准确把握理论知识在教材建设中的“必需、够用”,又有足够技能实训内容的原则;注重现实社会发展和就业需求,以培养职业岗位群的综合能力为目标,从而有效地开展对学生实际操作技能的训练与职业能力的培养。

3. 教材结构采用模块化,一个模块包含若干个项目,一个项目就是一个知识点,重点突出,主题鲜明,打破原有的教材编写习惯,以其良好的弹性和便于综合的特点适应实践教学环节的需求。

4. 以现行的相关技术为基础,以项目任务驱动教学,从提出训练目的和要求开始,设定训练内容,突出工艺要领和操作技能的培养。在项目的“相关知识点析”部分,将项目涉及的理论知识进行梳理,努力使实训不再依赖理论教材。将每个实训项目的训练效果进行量化,在“成绩评分标准”中对训练过程进行记录,并相应地给出量化参考标准。

本书由马喜法、肖珑、张莉娟任主编,王建、邓法峰、盛国荣、蒋新军任副主编,参加

编写的还有杜馨、朱宏逵、刘磊、尚根宣和徐晓明。由李德禄主审。

在本书的编写过程中，参考了有关资料和文献，在此向其作者表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，时间仓促，书中难免有疏漏、错误和不足之处，恳请读者批评指出。

编 者

目 录

前言

模块一 钳工基础知识	1
项目 1.1 钳工一般知识	1
项目 1.2 钳工常用量具与测量	7
模块二 钳工基本工艺知识与技能训练	15
项目 2.1 划线	15
项目 2.2 金属锯削	23
项目 2.3 金属錾削	29
项目 2.4 金属锉削	36
项目 2.5 钻孔、铰孔和铰孔	43

项目 2.6 攻螺纹、套螺纹	59
项目 2.7 复合作业一	66
项目 2.8 矫正与弯形	70
项目 2.9 刮削	76
项目 2.10 研磨	87
项目 2.11 铆接	95
项目 2.12 复合作业二	104
模块三 综合工艺知识与技能训练	107
项目 3.1 装配	107
项目 3.2 综合技能训练	121
参考文献	142

模块一 钳工基础知识

项目 1.1 钳工一般知识

项目目的

1. 了解钳工的概念及工作内容。
2. 掌握钳工常用设备及有关基本要求。

项目内容

台虎钳的拆装及保养。

相关知识点析

一、概念

钳工大多是使用手工工具为主,并经常在台虎钳上对金属材料进行手工加工,完成零件的制作以及机器的装配、调整和修理的一个工种。在科学技术飞速发展的今天,先进的机器设备和精密设备不断涌现,但是在机械制造过程中,一些采用机械方法不太适宜或不能解决的问题却需要由钳工来完成,如零件加工过程中的划线、精密加工(如刮削、研磨、锉削样板和模具制作等)以及机器的装配、调整、修理。机器的改进和技术革新等都需由钳工完成,所以钳工是机器制造业中不可缺少的工种。

随着机械工业技术的发展,钳工的工作范围越来越广,工作内容和技术要求不断增多或提高。于是,在机械制造中产生了专业性的分工,有装配钳工、工具钳工和机修钳工等,以适应不同工作的需要。其中装配钳工主要从事机器设备或部件的装配、调整工作及一些零件的钳加工;工具钳工主要从事工装、工具、量具、辅具、检具、模具及样板的制造、装配、检修及修理工作;机修钳工主要从事对各类设备进行安装、调试和维修工作。

尽管各类钳工专业不同,但都必须掌握好基本操作技能,其技能内容有测量、划线、錾削、锯削、锉削、钻孔、扩孔、铰孔、攻螺纹和套螺纹、矫正与弯形、铆接、刮削、研磨、装配和调试及简单的热处理等,如图 1-1 所示。



图 1-1 钳工技能内容

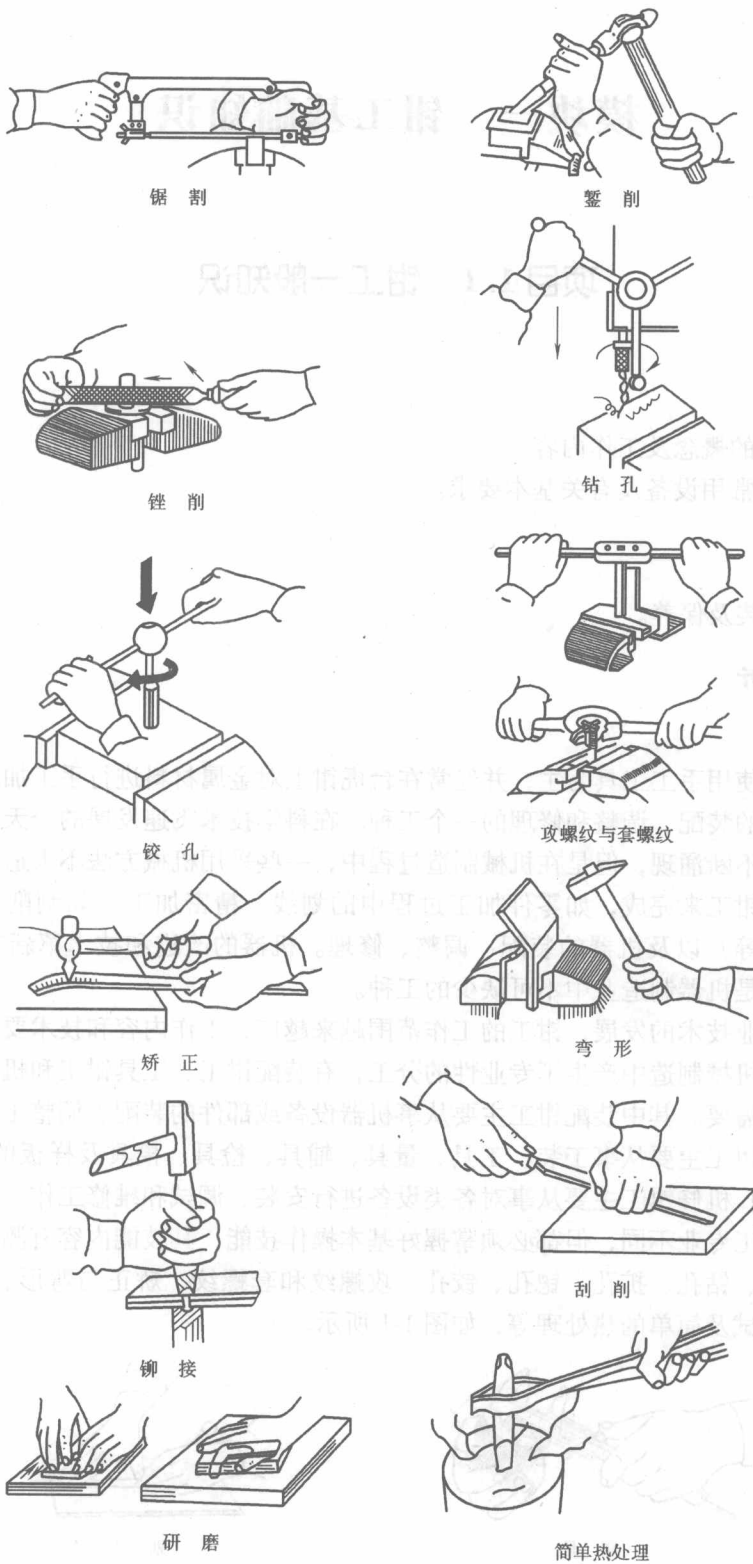


图 1-1 钳工技能内容 (续)

二、钳工常用设备

1. 钳台（钳桌）

钳台是钳工专用的工作台，台面上可用来安装台虎钳、放置工具和工件等，如图 1-2 所示。钳台多为铁木结构，台面上可铺有一层软胶皮。其高度一般以 800 ~ 900mm 为宜，其长度和宽度可根据工作需要而定。安装上台虎钳后，钳口高度以恰好齐人的肘部为宜。

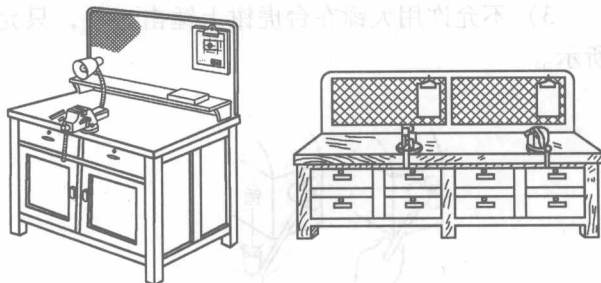


图 1-2 钳台

2. 台虎钳

台虎钳是用来夹持工件的一种设备，其规格用钳口的宽度来表示，常用的有 100mm、125mm 和 150mm 等。

台虎钳有固定式和回转式两种，如图 1-3 所示。两者之间的主要结构和工作原理基本相同，由于回转式台虎钳的整个钳身可以回转，能满足各种不同方位的加工需要，使用方便，应用广泛。

(1) 回转式台虎钳 回转式台虎钳的结构如图 1-3b 所示。它主要由固定钳身、活动钳身和转盘及底座组成。固定钳身安装在转盘底座上，扳动紧固螺栓手柄能使紧固螺栓旋紧，如图 1-4 所示，从而带动夹紧盘与虎钳底座紧固。若调整虎钳钳口方向，可松开紧固螺栓后进行，如图 1-5 所示。螺母座与固定钳身采用固定连接。

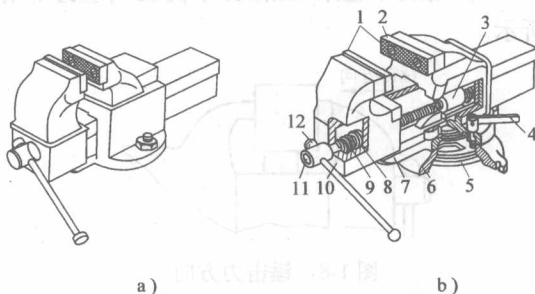


图 1-3 台虎钳

a) 固定式 b) 回转式

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

活动钳身通过导轨与固定钳身的导轨进行滑动配合。丝杠安装在活动钳身上，可以旋转，但不能轴向移动，并与安装在固定钳身内的丝杠螺母配合。当旋转台虎钳手柄时，丝杠可带动活动钳身相对于固定钳身做轴向移动，起到夹紧或放松的作用。弹簧借助挡圈和开口销固定在丝杠上，其作用是当放松丝杠时，可使活动钳身及时退出。在固定钳身和活动钳身上各安装有钢制钳口，并用螺钉固定。钳口的工作面上制有交叉的网纹，可使工件夹紧后不易产生滑动。钳口经过热处理淬硬，具有较好的耐磨性。



图 1-4 旋紧夹紧螺钉

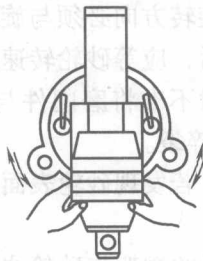


图 1-5 调整虎钳钳口方向

(2) 台虎钳的使用和保养

- 1) 台虎钳必须紧固在钳台上，以免损坏台虎钳和影响加工质量。
- 2) 夹紧和松开工件时，严禁用锤子或套上管子转动手柄，以免损坏丝杠或螺母，如图 1-6 所示。
- 3) 不允许用大锤在台虎钳上锤击工件，只允许在砧座上用小锤子轻击工件。如图 1-7 所示。

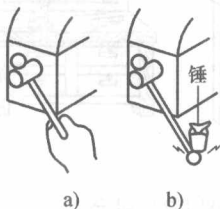


图 1-6 台虎钳的夹紧

a) 正确 b) 错误

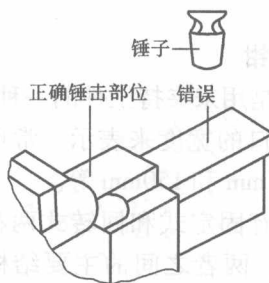


图 1-7 小锤子锤击工件

- 4) 用锤子进行强力作业时，锤击力应朝向固定前身。如图 1-8 所示。
- 5) 螺母、丝杠及滑动导轨表面应经常添加润滑油，以保证台虎钳使用灵活，如图 1-9 所示。

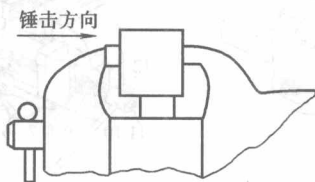


图 1-8 锤击力方向

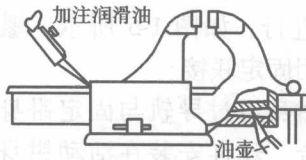


图 1-9 添加润滑油

3. 砂轮机

砂轮机主要由砂轮、防护罩、电动机和机座组成，如图 1-10 所示。按其外形不同，砂轮机分为台式砂轮机和立式砂轮机两种。砂轮机主要用于刃磨各种金属切削刀具，如锉子、钻头、刮刀等。

由于砂轮的质地较脆，使用时转速高（一般在 35m/s 左右），使用时必须严格遵守全操作规程，以防砂轮碎裂造成人身事故。

使用砂轮机时应注意以下几点：

- 1) 砂轮旋转方向必须与旋转方向指示牌相符。
- 2) 起动后，应等砂轮转速达到正常时再进行磨削。
- 3) 使用时不准将磨削件与砂轮猛烈撞击或施加过大的压力，以免砂轮碎裂。
- 4) 使用时若发现砂轮表面跳动严重，应及时用修整器进行修整。

5) 砂轮机的搁架与砂轮之间的距离一般应保持在 3mm 左右，否则容易造成磨削件被砂轮轧入的现象，甚至造成砂轮破

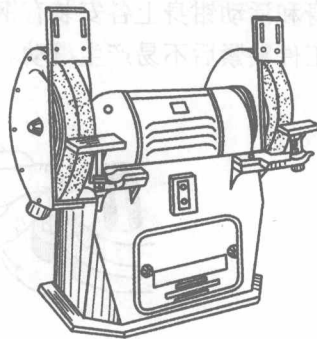


图 1-10 砂轮机

裂飞出的事故。

6) 使用时操作者应站在砂轮的侧面或斜侧面位置, 不要站在砂轮对面。

4. 钻床

钻床是用来加工各类圆孔的设备, 常用的钻床有台式钻床、立式钻床和摇臂钻床等, 如图 1-11 所示。

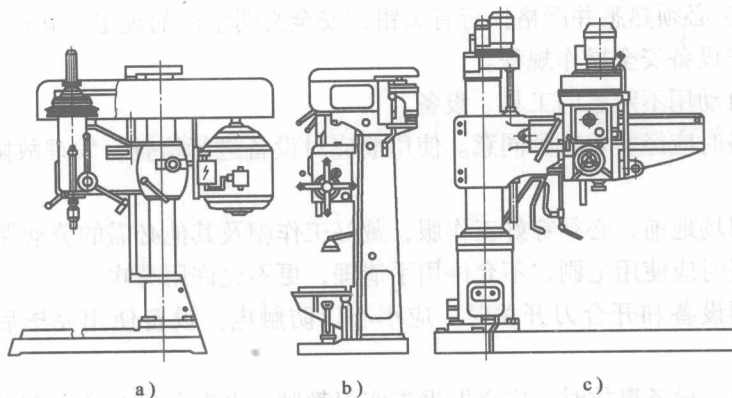


图 1-11 钻床

a) 台式钻床 b) 立式钻床 c) 摇臂钻床

三、钳工工作的合理组织及安全技术的基本要求

1. 钳工工作的合理组织

(1) 加工前的组织工作

- 1) 将工件毛坯、工具、量具及辅具有序地摆放整齐合理。
- 2) 调整好工作位置, 根据个人的身高及台虎钳的高度准备好脚踏板。
- 3) 将加工件图样摆放在指定的位置上。

(2) 加工过程的注意事项

- 1) 量具不能同工具混放, 精密量具应轻拿轻放, 使用后放在规定的地方。
- 2) 保持工作岗位清洁, 经常清扫切屑。
- 3) 加工件应有规律地摆放在指定地点。

(3) 加工后的工作

- 1) 用棉纱将量具擦拭干净。
- 2) 将工具和量具整齐地摆放在工具箱内。
- 3) 清扫钳台和台虎钳, 两钳口应保持一定间隙 (5~10mm), 手柄垂直向下。
- 4) 清扫工作场地, 将切屑、垃圾倒在指定的地方。

2. 钳工工作场地的要求

- 1) 工作场地应宽敞明亮, 钳台应放在光线适宜和工作方便的地方。
- 2) 砂轮机、钻床应安装在场地的边沿, 特别是砂轮机的位置, 应考虑到一旦砂轮飞出时不能伤着人。
- 3) 毛坯和工件要摆放整齐, 尽量放在搁架上, 以便于工作。
- 4) 工具、量具的安放应整齐、合理, 取用方便, 不许任意堆放, 以防损坏。常用的工

具、量具应放在工作位置附近,用后要及时维护与保管。

5) 工作场地应保持整洁。工作完毕后,所用过的设备、工具应按要求进行清理或涂油并放回指定地点。工作场地要清扫干净,切屑及污物要送到指定地点。

3. 安全技术的基本要求

钳工工作虽然是以手工操作为主,但还应做到安全文明生产,确保人身安全和设备正常使用。因此,钳工必须熟悉并严格执行有关钳工安全文明生产的规定,其基本要求如下:

- 1) 严格遵守设备安全操作规程。
- 2) 不准擅自动用不熟悉的工具、设备。
- 3) 使用设备时应经实习教师同意。使用前应对设备进行检查,发现故障及时报告实习教师。
- 4) 进入实习场地前,必须穿好工作服,戴好工作帽及其他必需的劳动保护用品。
- 5) 清理切屑时应使用毛刷,不允许用手清理,更不允许用嘴吹。
- 6) 使用电器设备和开合刀开关时,应小心以防触电。设备使用完毕后应及时切断电源。
- 7) 发生人身、设备事故时,应立即报告实习教师,及时处理,不得隐瞒,以防事故扩大。

设备、工具和材料准备

回转式台虎钳、活扳手、内六方扳手、尖嘴钳、螺钉旋具、煤油、黄油、棉纱等。

操作步骤

1. 活动钳身的拆卸

- 1) 右手握住手柄,逆时针旋转丝杠,左手托着活动钳身下部导轨,慢慢将活动钳身取出。
- 2) 将活动钳身翻向上面,用尖嘴钳取出丝杠上的开口销。
- 3) 依次取下挡圈、弹簧,再将丝杠取出。
- 4) 用内六方扳手(或螺钉旋具)将钳口螺钉卸下,取下钳口。

2. 固定钳身的拆卸

- 1) 用内六方扳手(或螺钉旋具)将钳口螺钉卸下,取下钳口。
- 2) 用活扳手将丝杠螺母座紧固螺钉卸掉,取下丝杠螺母座。
- 3) 逆时针旋转固定钳身两边的紧固螺栓并取出螺栓,使其与转盘底盘脱开。
- 4) 取出固定钳身。

3. 清洗保养钳身零件

- 1) 用煤油、棉纱依次清洗丝杠、转盘等零件。
- 2) 将清洗零件擦拭干净。
- 3) 将各活动部位加油保养。

4. 组装台虎钳

其组装步骤与拆卸步骤相反进行。

5. 注意事项

1) 拆卸活动钳身时左手一定要托牢, 以免活动钳身掉下砸伤脚。

2) 在拆卸螺钉时应注意螺钉的旋转方向。

3) 清理钳口时应注意清理活动钳身和固定钳身钳口处的切屑。

4) 添加油润滑时不要过多, 以免造成钳台附近都是油。

成绩评分标准 (见表 1-1)

表 1-1 成绩评分标准

序号	项目内容	评分标准	配分	扣分	得分
1	拆卸活动钳身	不按步骤拆卸时, 每错 1 步扣 5 分	25 分		
2	拆卸固定钳身	不按步骤拆卸时, 每错 1 步扣 5 分	25 分		
3	清洗保养钳身零件	没有认真清洗和加油保养, 每少 1 步扣 5 分	20 分		
4	组装台虎钳	每装错 1 步扣 5 分	30 分		
5	备 注	合 计			
		教师签字	年 月 日		

项目 1.2 钳工常用量具与测量

项目目的

1. 掌握钳工常用量具和测量概念。
2. 掌握钳工常用量具的使用方法和保养方法。

项目内容

游标卡尺、千分尺、游标万能角度尺和百分表的识读及实测工件尺寸。

相关知识点析

为了保证零部件或产品质量, 必须对加工过程中及加工完毕后的工件进行严格的测量。用来测量工件尺寸和形状的工具, 称为量具或量仪。量具的种类很多, 根据其用途及特点不同, 可分为万能量具、专用量具和标准量具。

1. 万能量具

能对多种工件的多种尺寸进行测量的量具。这类量具一般都有刻线, 在测量范围内可测量出工件或产品形状、尺寸的具体数值, 如游标卡尺、千分尺、千分表、游标万能角度尺等。

2. 专用量具

专为测量工件或产品某一形状、尺寸而制造的量具。这类量具不能测量出具体的实际尺寸值, 只能测出工件或产品的形状和尺寸是否合格, 如卡规、卡板、塞规等。

3. 标准量具

只能制成某一固定尺寸, 用来校对和调整其他量具的量具, 也可作为标准与被测工件进

行比较,如量块等。

一、游标量具

凡是用尺身和游标刻线间长度差原理制造成的量具,统称为游标量具。常用的游标量具有游标卡尺、高度游标卡尺、深度游标卡尺、齿厚游标卡尺、游标万能角度尺等。

1. 游标卡尺

游标卡尺是一种中等精度的量具,如图 1-12 所示。它可以直接测量出工件的外径、孔径、长度、宽度、深度和孔距等尺寸。游标卡尺的读数数值有 0.1mm、0.05mm、0.02mm。

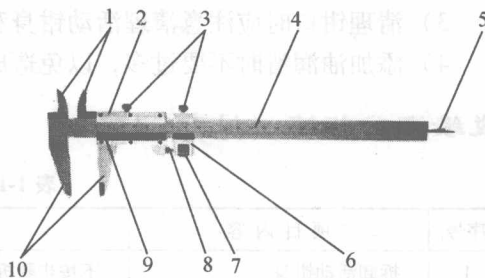


图 1-12 游标卡尺

(1) 游标卡尺的刻线原理 以读数值为 0.02mm 游标卡尺为例来说明其刻线原理。尺身每 1 小格为 1mm,在游标上把 49mm 分为 50 小格,当两量爪合并时,游标上 50 小格刚好与尺身的 49mm 对正。如图 1-13 所示,因此游标刻线每 1 小格为 $49\text{mm}/50 = 0.98\text{mm}$ 。读数值为尺身 1 小格与游标 1 小格之差为 $1\text{mm} - 0.98\text{mm} = 0.02\text{mm}$ 。所以,它的读数值为 0.02mm。

1—内测量爪 2—游标 3—紧固螺钉 4—尺身
5—深度尺 6—微调装置 7—微调螺母
8—螺杆 9—游标 10—外测量爪

(2) 游标卡尺的使用 用游标卡尺测量尺寸前,应擦净量爪两侧测量面,将两测量面接触贴合,校准零位并用透光法检测两测量面的密合性,应密不透光。否则,应进行修理。

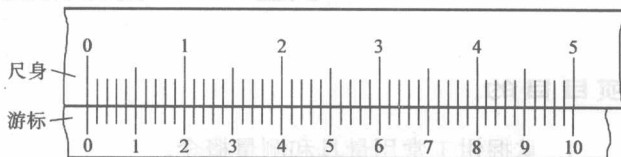
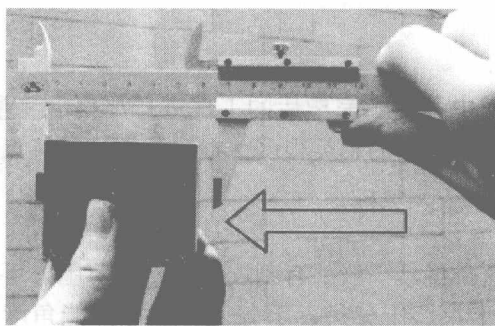
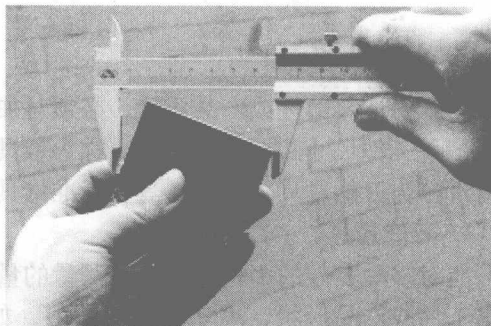


图 1-13 读数值为 0.02mm 游标卡尺的刻线原理

测量时,应将两量爪张开到略大于被测尺寸,将固定量爪的测量面贴靠着工件,然后轻轻移动游标,使活动量爪的测量面也靠紧工件,并使卡尺测量面的连线垂直于被测量面,最后把紧固螺钉拧紧并读出所测数值。游标卡尺的使用如图 1-14 所示。



a)



b)

图 1-14 游标卡尺的使用

a) 正确 b) 错误

(3) 游标卡尺测量值的读数方法 按以下步骤进行:

1) 读整数:游标零线左边尺身的第一条刻线是整数的毫米值,图 1-15 中为 28mm。

2) 读小数: 在游标上找出哪一条刻线与尺身刻线对齐, 在对齐处从游标尺上读出毫米数的小数值, 图 1-15 中为 0.86mm。

3) 将上述两个数值相加, 即为游标卡尺测量的工件尺寸为 $28\text{mm} + 0.86\text{mm}$ 等于 28.86mm。

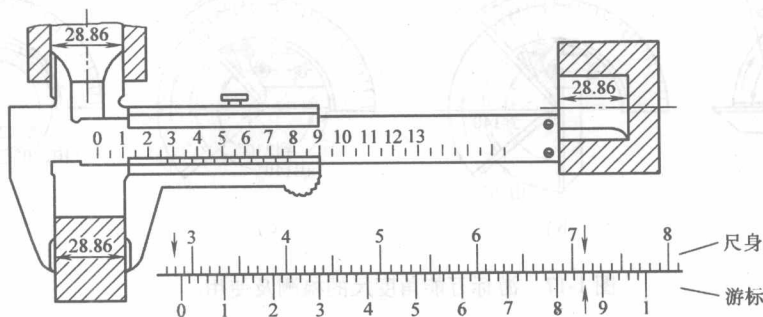


图 1-15 游标卡尺量值的读数

(4) 使用游标量具的注意事项

1) 测量前要校对“0”位线。
2) 测量时量爪要轻轻地靠向被侧面。当接触后不能推力过大, 否则会使游标量爪倾斜而造成测量误差。

3) 测量时, 被测面与游标卡尺应呈垂直位置, 量爪不能歪斜。

4) 根据被测面的形状选择量爪的适当部位进行测量。如测量带有凹圆弧的表面时, 应使用内测量爪。

5) 读数时, 眼睛要垂直地看所读的刻线, 不能斜看, 以免因视差引起读数误差。

2. 游标万能角度尺

游标万能角度尺是用来测量工件或样板等的内、外角度的一种游标量具, 如图 1-16 所示。其分度值有 $2'$ 和 $5'$ 两种, 测量范围为 $0^\circ \sim 320^\circ$ 。

(1) $2'$ 游标万能角度尺的刻线原理 尺身刻线每 1 小格为 1° , 游标上共 30 小格为 29° , 游标每 1 小格为 $29^\circ/30 = 58'$, 尺身 1 小格和游标 1 小格之差为 $1^\circ - 58' = 2'$, 所以它的分度值为 $2'$ 。

(2) 游标万能角度尺的检测范围 (移动或拆换直尺和直角尺) 及使用

1) 检测 $0^\circ \sim 50^\circ$ 时, 装上直尺和 90° 角尺, 如图 1-17a 所示。

2) 检测 $50^\circ \sim 140^\circ$ 时, 只装上直尺, 如图 1-17b 所示。

3) 检测 $140^\circ \sim 230^\circ$ 时, 只装上 90° 角尺, 如图 1-17c 所示。

4) 检测 $230^\circ \sim 320^\circ$ 时, 直尺和 90° 角尺均不装上, 如图 1-17d 所示。

使用时有两种方法:

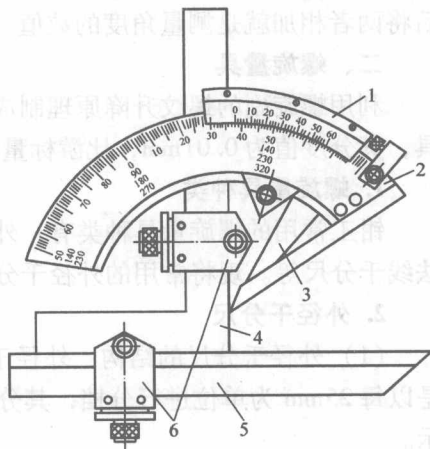


图 1-16 游标万能角度尺

1—游标 2—尺身 3—基尺 4— 90° 角尺
5—直尺 6—卡块

(2) 刻线原理 外径千分尺测微螺杆螺距为 0.5mm ，当微分筒每转 1 周时，测微螺杆便沿轴线移动 0.5mm 。微分筒的外锥面上分为 50 小格，所以当微分筒每转过 1 小格时，测微螺杆便沿轴线移动 $0.5\text{mm}/50 = 0.01\text{mm}$ 。在外径千分尺的固定套筒上刻有轴向中线，作为微分筒的读数基准线，基准线两侧分布有 1mm 间隔的刻线，并相互错开 0.5mm 。上面一排刻线标出的数字，表示毫米整数值；下面一排刻线未标数字，表示对应于上面刻线的半毫米值。

(3) 千分尺的使用 用千分尺测量时，应先将千分尺测砧和测微螺杆的测量面擦拭干净，并校准千分尺的零线，以保证测量准确性。测量步骤：

- 1) 先将工件被测表面擦净，以保证测量准确。
- 2) 测量时，可用单手或双手握持千分尺对工件进行测量，如图 1-19 所示。具体方法是：一般先旋转微分筒，当千分尺的测量面快要接触或刚接触到工件表面时，再旋转测力装置，当听到测力控制装置发出嗒嗒声，停止转动，然后读出读数。

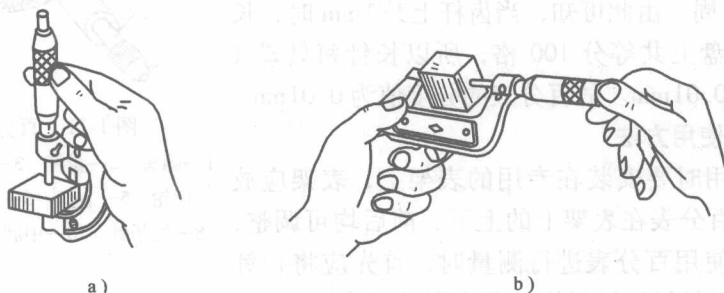


图 1-19 千分尺的使用方法

a) 单手测量 b) 双手测量

(4) 千分尺的读数方法 读数方法分为三步：

- 1) 先读出微分筒边缘固定套筒的毫米数和半毫米数，为 5.5mm 。
- 2) 再看微分筒上哪一格与固定套筒基准线对齐，并读出不足半毫米数，为 0.46mm 。
- 3) 将上述两个读数相加即为测得的实际尺寸，如图 1-20 所示，为 $5.5\text{mm} + 0.46\text{mm} = 5.96\text{mm}$ 。

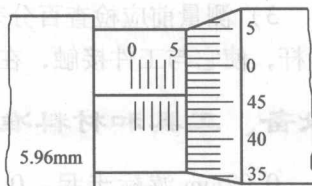


图 1-20 外径千分尺的读数

(5) 使用螺旋量具的注意事项

- 1) 使用前必须对螺旋量具进行“0”位检查。若没有对齐，要先进行调整，然后才能使用。
- 2) 在比较大的范围内调整时，应旋转微分筒。当测量面靠近被测表面时，才用转动棘轮，这样既能节约测量时间，又能准确控制测量力，保证测量精度。

3) 测量时，量具要放正，不能倾斜，并注意温度对测量精度的影响。

4) 在读测量数值时，要防止在固定套筒上多读或少读 0.5mm 。

5) 不能用螺旋量具来测量毛坯或转动着的工件。

三、机械指示式量具

机械指示式量具也是钳工广泛使用的一种精密量具。其结构种类较多，但工作原理都基本相同。它主要是通过杠杆、齿轮、齿条或扭簧的传动，将测量杆的微小直线位移转变成指针的角位移，从而在刻度盘上指出相应的数值。