

中等职业教育机电类专业“十一五”规划教材

钳工工艺学

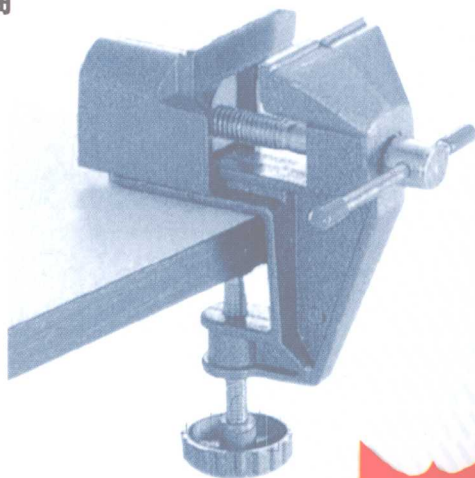
QIANGONGGONGYIXUE

中国机械工业教育协会

组编

全国职业培训教学工作指导委员会
机电专业委员会

逯萍 主编



“工学结合”新理念
“校企合作”新模式
赠送电子教案



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



中等职业教育机电类专业“十一五”规划教材

钳工工艺学

中国机械工业教育协会

全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会

组编

逯萍 主编



机械工业出版社

本教材是为适应“工学结合、校企合作”培养模式的要求,根据中国机械工业教育协会和全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会组织制定的中等职业教育教学计划大纲编写的。本教材主要内容包括:钳工概述,常用量具,划线,錾削、锯削和锉削,钻孔、扩孔、铰孔和铰孔,攻螺纹和套螺纹,刮削和研磨,矫正和弯形,铆接、粘接和钎焊等知识。

本套教材的公共课、专业基础课、专业课、技能课、企业生产实践成龙配套,教学计划大纲、教材、电子教案(或课件)齐全,大部分教材还有配套的习题和习题解答。

本教材可供中等职业技术学校、技工学校、职业高中的相关专业师生使用。

图书在版编目(CIP)数据

钳工工艺学/逯萍主编. —北京:机械工业出版社, 2008.7
中等职业教育机电类专业“十一五”规划教材
ISBN 978-7-111-24317-5

I. 钳… II. 逯… III. 钳工-工艺学-专业学校-教材 IV. TG9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 088401 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:邓振飞 责任校对:姜 婷

封面设计:马精明 责任印制:杨 曦

北京机工印刷厂印刷(北京樱花印刷厂装订)

2008 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 10.25 印张 · 245 千字

0 001—4 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-24317-5

定价: 16.50 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) 88379080

封面无防伪标均为盗版



中等职业教育机电类专业“十一五”规划教材 编审委员会

主任 郝广发 季连海
副主任 刘亚琴 周学奎 何阳春 林爱平 李长江 李晓庆
徐彤 刘大力 张跃英 董桂桥
委员 (按姓氏笔画排序)
于平 王军 王兆山 王沪均 王德意 方院生
付志达 许炳鑫 杜德胜 李涛 杨柳青 (常务)
杨耀双 何秉戌 谷希成 张莉 张正明 周庆礼
孟广斌 赵杰士 郝晶卉 荆宏智 (常务) 姜方辉
贾恒旦 奚蒙 徐卫东 章振周 梁文侠 喻勋良
曾燕燕 蒙俊健 戴成增
策划组 荆宏智 徐彤 何月秋 王英杰

《钳工工艺学》编审人员

主编 逯萍
参编 杜德胜 黄浩伟 史玉光 王卫东 李莉
主审 杨柳青

序

为贯彻《国务院关于大力发展职业教育的决定》精神，落实文件中提出的中等职业学校实行“工学结合、校企合作”的新教学模式，满足中等职业学校、技工学校和职业高中技能型人才培养的要求，更好地适应企业的需要，为振兴装备制造业提供服务，中国机械工业教育协会和全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会共同聘请有关行业专家制定了中等职业学校6个专业10个工种新的教学计划大纲，并据此组织编写了这6个专业的“十一五”规划教材。

这套新模式的教材共近70个品种。为体现行业领先的策略，编出特色，扩大本套教材的影响，方便教师和学生使用，并逐步形成品牌效应，我们在进行了充分调研后，才会同行业专家制定了这6个专业的教学计划，提出了教材的编写思路和要求。共有22个省（市、自治区）的近40所学校的专家参加了教学计划大纲的制定和教材的编写工作。

本套教材的编写贯彻了“以学生为根本，以就业为导向，以标准为尺度，以技能为核心”的理念，“实用、够用、好用”的原则。本套教材具有以下特色：

1. 教学计划大纲、教材、电子教案（或课件）齐全，大部分教材还有配套的习题集和习题解答。

2. 从公共基础课、专业基础课，到专业课、技能课全面规划，配套进行编写。

3. 按“工学结合、校企合作”的新教学模式重新制定了教学计划大纲，在专业技能课教材的编写时也进行了充分考虑，还编写了第三学年使用的《企业生产实习指导》。

4. 为满足不同地区、不同模式的教学需求，本套教材的部分科目采用了“任务驱动”，形式和传统编写方式分别进行编写，以方便大家选择使用；考虑到不同学校对软件的不同要求，对于《模具CAD/CAM》课程，我们选用三种常用软件各编写了一本教材，以供大家选择使用。

5. 贯彻了“实用、够用、好用”的原则，突出“实用”，满足“够用”，一切为了“好用”。教材每单元中均有教学目标，本章小结、复习思考题或技能练习题，对内容不做过高的难度要求，关键是使学生学到干活的真本领。

本套教材的编写工作得到了许多学校领导的重视和大力支持以及各位老师的热烈响应，许多学校对教学计划大纲提出了很多建设性的意见和建议，并主动推荐教学骨干承担教材的编写任务，为编好教材提供了良好的技术保证，在此对各个学校的支持表示感谢。

由于时间仓促，编者水平有限，书中难免存在某些缺点或不足，敬请读者批评指正。

中国机械工业教育协会
全国职业培训教学工作指导委员会
机电专业委员会

前 言

本书是为贯彻《国务院关于大力发展职业教育的决定》精神，落实中等职业学校实行“工学结合、校企合作”的新教学模式，满足中等职业学校的教学要求，更好地适应企业用人需要，根据最新制定的《钳工工艺学》教学大纲的基本要求编写的。本书适合于中等职业技术学校机械类或近机械类专业学生作为教材使用，也可作为职业技术培训教材或有关人员的自学用书。

随着科学技术的迅速发展，对技能型人才的要求也越来越高。作为培养技能型人才的中等职业技术学校，原来传统的教学模式及教材已不能完全适应现今教学的要求，本书采用最新国家标准，根据培养目标的需求，对教材内容进行了适当的调整，补充了一些新知识、新技术、新工艺和新方法，注重培养学生良好的综合素质、实践能力和创新能力，使教材更规范、更实用。本书图文并茂，内容丰富，章前有教学目标，章后有小结，各章均附有复习思考题，供教学参考。

本书由逯萍主编，杜德胜、黄浩伟、史玉光、王卫东、李莉参编，由杨柳青审稿。

由于时间仓促，且编者水平有限，书中难免有纰漏之处，欢迎广大读者批评指正。

编 者

目 录

序	
前言	
第一章 钳工概述	1
第一节 钳工的工作任务及重要性	1
第二节 钳工常用设备及安全知识	2
本章小结	5
复习思考题	5
第二章 常用量具	6
第一节 技术测量的基本概念	6
第二节 游标卡尺	8
第三节 千分尺	12
第四节 百分表	15
第五节 量块	17
第六节 游标万能角度尺	19
第七节 水平仪	21
第八节 量规与塞尺	23
本章小结	25
复习思考题	25
第三章 划线	26
第一节 划线概述	26
第二节 划线工具	27
第三节 划线前的准备工作	32
第四节 圆弧连接与等分圆周	33
第五节 划线基准	37
第六节 找正和借料	38
第七节 划线工艺步骤与实例	40
本章小结	43
复习思考题	43
第四章 錾削、锯削和锉削	44
第一节 錾削工具	44
第二节 錾削工艺	46
第三节 锯削和手锯	48
第四节 锯削工艺	50
第五节 锉刀	53
第六节 锉削工艺	57
第七节 典型零件制作	60
本章小结	64
复习思考题	64
第五章 钻孔、扩孔、铰孔和铰孔	65
第一节 钻床	65
第二节 麻花钻	69
第三节 麻花钻的改良	73
第四节 钻孔工艺	79
第五节 钻孔时的切削用量、切削液的选用 和废品分析	81
第六节 扩孔与铰孔	84
第七节 铰孔和铰刀	87
本章小结	93
复习思考题	93
第六章 攻螺纹和套螺纹	95
第一节 螺纹基本知识	95
第二节 攻螺纹工具	99
第三节 攻螺纹工艺	103
第四节 套螺纹工具及工艺	106
第五节 攻、套螺纹过程中出现的问题与 处理方法	108
本章小结	109
复习思考题	109
第七章 刮削和研磨	111
第一节 刮削的原理及应用	111
第二节 刮削工具	112
第三节 刮削工艺	117
第四节 刮削精度检验与刮削面缺陷 分析	121
第五节 研磨的原理与应用	123
第六节 研具和研磨剂	124
第七节 研磨工艺	128
本章小结	131
复习思考题	131
第八章 矫正和弯形	132
第一节 矫正	132
第二节 弯形	137
本章小结	141
复习思考题	141

第九章 铆接、粘接和钎焊	142	第四节 钎焊	149
第一节 铆接概述	142	本章小结	150
第二节 铆接工艺	145	复习思考题	150
第三节 粘接	147	参考文献	151

第一章 钳工概述

教学目标 了解钳工的工作性质、特点及重要性；熟悉钳工基本操作的内容；了解钳工常用的设备及安全文明生产知识；明确钳工工艺学的教学任务和学习方法及钳工在机械制造业中的重要性。

教学重点 明确钳工在机械制造业中的重要性，树立牢固的专业思想，做一名优秀的钳工。

教学难点 钳工工艺学的学习方法。

第一节 钳工的工作任务及重要性

国民经济建设的各行各业都要大量地使用各种机器设备。机械制造业能为其他行业提供需要的装备，又称为装备制造业。机械制造的生产过程一般是从原材料的准备开始，经过毛坯制造、零件加工和机器装配这几个阶段，它是按照一定的顺序进行的，如图 1-1 所示。

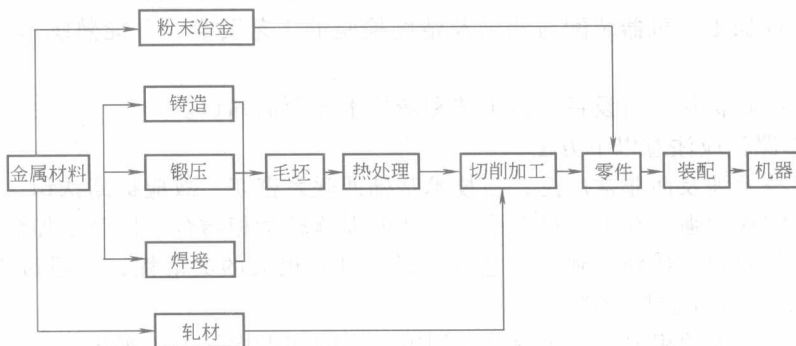


图 1-1 机械生产过程

在机械制造企业里，必须拥有大量的技术工人，技术工人是能直接把先进的设计理念转化为实际物质财富的主要力量，通过技术工人的劳动，才能制造出合格的机械产品。为了完成机械生产的全过程，技术工人之间有明确的分工，如铸造工、锻造工、焊工、车工、铣工、刨工、磨工、热处理工和钳工等。他们从事的工作和任务各不相同，但是各工种必须合理配置，共同努力，才能完成生产任务。

一、钳工的工作任务

钳工是利用工具，以手工操作的方法为主对工件进行加工的一个工种。因其经常在台虎钳上工作，而得名为钳工。

钳工是一个古老的工种，但在现代的工厂里仍然发挥着重要的作用，它的主要任务是：在工件上划线，加工机械零件，机器的装配与调试，设备的安装与维修，以及工具的制造与修理等。钳工的特点是：技术性强，工作范围广泛，具有万能性和灵活性，不受设备和场地的限制。因而凡是采用机械加工方法不太方便或不够经济，甚至无法采用机械加工的工件，

都要由钳工来完成。尤其是机械产品的装配、调试、安装和修理等都必须由钳工来完成。钳工的技术水平直接影响着工件加工质量的优劣，并决定着机械产品的质量。

随着科学技术的不断发展，在企业里钳工的分工越来越细。如专门的划线钳工，从事零件加工的普通钳工，还有样板钳工、装配钳工、安装钳工及模具钳工等。2004年《国家职业标准》将钳工职业划分为装配钳工、机修钳工和工具钳工三类。

二、钳工的基本操作技能

装配钳工主要从事零件加工和机器的装配及调整等工作。以前称为普通钳工，习惯上就称为钳工；机修钳工主要从事对所使用设备的维护和修理工作，以及对新设备进行安装与调试工作；工具钳工则专门制造和修理各种工具、夹具、模具、量具和刀具等工艺装备。尽管各类钳工分工不同，但是为了完成各自岗位的工作，不论哪一类钳工，都必须具有扎实的专业技术理论知识，并练就过硬的操作基本功。钳工的基本操作技能包括：划线、錾削、锯削、锉削、钻孔、扩孔、铰孔、攻螺纹、套螺纹、矫正、弯形、铆接、刮削、研磨、钎焊与粘接、技术测量和简单热处理等。

三、钳工工艺学与学习方法

1) 钳工工艺学是研究钳工工作方法和专业技术理论知识，培训中级钳工的一门专业课。通过本课程的学习，应该达到以下要求：

- ① 掌握钳工所需要的技术基础理论知识，具有分析和解决工艺问题的能力。
- ② 掌握零件加工技术综合运用能力，正确选择加工方法和检验方法。
- ③ 掌握零件加工、机器装配与调试及精度检验的工艺要点，并能熟练地进行有关工艺计算。

④ 了解一些新材料、新设备、新工艺和新技术方面的知识。

2) 学习本课程应注意以下方法：

- ① 因钳工技术涉及面非常广泛，与技术基础课联系密切，故应提高认识。
- ② 本课程实践性强，在学习过程中要与技能训练教学相结合，以利于加深理解。
- ③ 解决工艺问题，特别是制定工艺方法时，具有很大的灵活性，学习过程中应勤于观察，善于思考，进行分析与选择。
- ④ 加强实践知识的积累，善于综合运用本课程的知识指导生产实践。

第二节 钳工常用设备及安全知识

在钳工工作的固定场地内，常用的设备有：装有台虎钳的钳工工作台、砂轮机和各种钻床。钳工工作台应摆放在光线充足的地方，砂轮机和钻床一般设置在场地的边沿。

一、钳工工作台

钳工工作台如图 1-2 所示，简称钳台，也称钳桌、钳案等。一般用木料制成，现在也有用钢材制成的，其长度和宽度可根据工作需要而定。

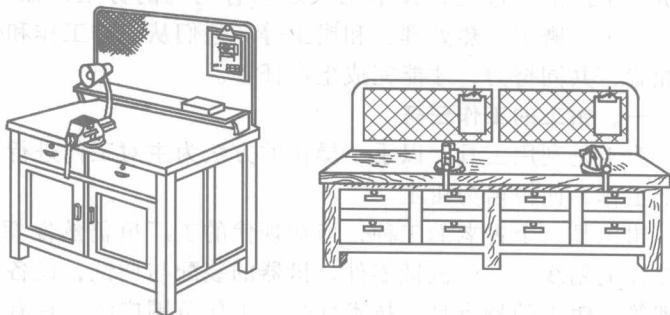


图 1-2 钳工工作台

钳工工作台有单人使用的，也有多人使用的。为了收藏所有工具、量具及小型工件，在工作台上做有抽屉或柜橱。工作台上装有台虎钳，用来夹持工件。因台虎钳常要参与各种加工，所以钳工工作台必须具有足够的强度。为使工人适应钳工操作，充分发挥体力，钳工工作台的高度约为 800 ~ 900mm。

二、台虎钳

1. 台虎钳的分类

台虎钳有固定式和回转式两种形式，如图 1-3 所示。台虎钳的规格以钳口的宽度来表示，常用的有 100mm、125mm 和 150mm 等。

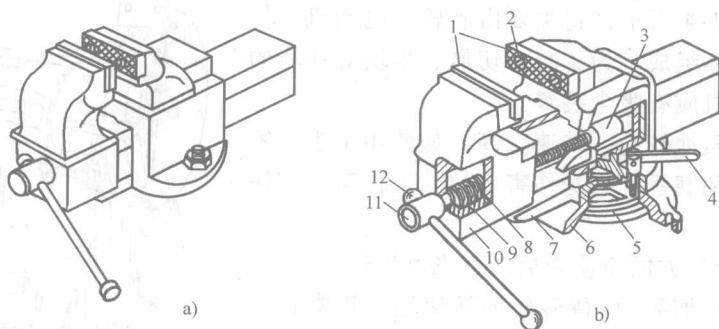


图 1-3 台虎钳

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

回转式台虎钳的整个钳身可以回转，并能固定在任意角度的位置，以满足工件各种不同方位的加工需要，是当前使用较为普遍的一种台虎钳。

2. 回转式台虎钳的结构

回转式台虎钳的结构如图 1-3b 所示。转盘座 6 上有三个螺栓孔，可以用螺栓把台虎钳固定在钳工工作台上。用手柄 4 旋紧螺钉，将固定钳身及夹紧盘紧固在转盘座上。螺母 3 与固定钳身相固定，丝杠 11 穿入活动钳身 10 与螺母配合。摇动手柄 12 使丝杠旋转，就可以带动活动钳身移动，夹紧或松开工件。弹簧 9 靠挡圈 8 固定在丝杠上，其作用是当向外旋出丝杠时，可使活动钳身及时而平稳地退出。在固定钳身和活动钳身上都装有淬硬的钢质钳口 1，并用螺钉 2 紧固。钳口的工作面上刻有斜纹，以防止工件滑动。

3. 台虎钳的使用与维护

1) 将台虎钳安装在钳工工作台上，必须拧紧转盘座上的三个螺栓，以保证将台虎钳牢固地固定在工作台上。注意必须使固定钳身的钳口工作面处于工作台边缘之外，以保证夹持较长工件时，工件的下端不受工作台边的阻碍。

2) 工作时，将钳身旋转到所需角度后，一定要将两个手柄螺钉拧紧，防止台虎钳晃动而影响加工质量。

3) 夹紧或松开工件时，只允许靠手的力量扳动手柄，不准套上较长管子来扳手柄，防止丝杠、螺母或钳身因过载而损坏，更不允许用锤子等工具敲击手柄。

4) 进行强力作业时，应尽量使作用力朝向固定钳身，避免丝杠、螺母因受力过大而

损坏。

5) 严禁在活动钳身的光滑平面上进行敲击作业, 以免降低它与固定钳身的配合性能。

6) 要经常清理和擦拭台虎钳, 保持其清洁。对丝杠、螺母及其他活动表面, 都要定期加注润滑油, 以利润滑和防止生锈。

三、砂轮机

砂轮机是依靠飞快旋转的砂轮来磨削各种刀具、工具及工件的简单机器, 钳工常用它刃磨扳子、钻头、刮刀、样冲、划针等刀具和工具, 也可以用它磨去工件上的毛刺和飞边等。

砂轮机如图 1-4 所示, 它主要由砂轮、电动机、托架、防护罩和机体组成。为了减少切屑、尘埃对环境的污染, 要求砂轮机应有吸尘装置。

由于砂轮的质地较脆, 转速较高, 如使用不当, 容易发生砂轮碎裂和磨手等人身伤害事故。工作时, 应注意以下操作规程:

1) 砂轮的旋转方向应使切屑向下飞离砂轮。

2) 砂轮机启动后, 应待砂轮的转速达到正常且稳定后再进行磨削。

3) 磨削时, 操作者应站在砂轮的侧面, 不要正对砂轮。

4) 砂轮机的搁架与砂轮外圆间的距离一般应在 3mm 以内, 否则容易使被磨削的小型工件轧入, 发生事故。

5) 磨削过程中, 要防止刀具或工件与砂轮发生剧烈碰撞, 也不要使工件对砂轮施加过大压力。如果砂轮外圆跳动量较大, 应当使用砂轮修整器来修整。

四、钻床

钻床是钳工经常使用的设备, 有台钻、立钻和摇臂钻床等三类。在本书第五章节中再详细叙述。

五、钳工安全技术和文明生产知识

安全为了生产, 生产必须安全。在现代工业生产中, 工人必须提高安全意识, 养成安全文明生产的习惯, 遵守以下操作规程:

1) 工作前必须按规定穿戴好防护用品, 否则不准上岗。

2) 多人使用的钳工工作台, 各工位中间必须安装安全网; 工人操作时要互相照顾, 防止意外。

3) 不准擅自使用或开动不熟悉的机器和工具。使用设备前, 必须认真检查, 发现故障应停止使用。

4) 使用电动工具时, 应注意外壳接地, 并应穿戴绝缘手套、胶鞋等, 以防止触电。

5) 使用起重设备时, 应遵守起重工安全操作规程。

6) 高空作业时, 必须配戴安全帽, 系安全带。注意不许上下投递工具或零件。

7) 在钳工加工时, 如刨削、锉削、锯削、钻孔、攻螺纹等, 都会产生很多切屑。清除切屑应用毛刷, 不可用手抹, 更不准用嘴吹, 以免伤手或伤害眼睛。

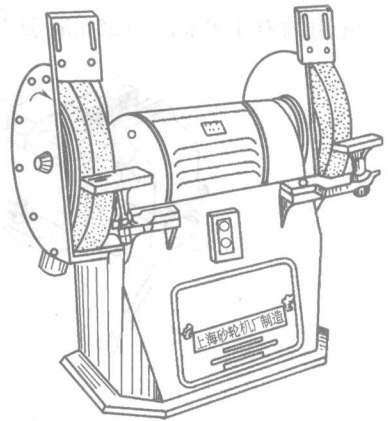


图 1-4 砂轮机

8) 机器产品试运行前要检查电源连接是否正确,手柄、撞块、行程开关等是否灵敏可靠,传动系统的安全防护装置是否齐全,确认无误后方可运行。

9) 工、夹、量具应分类摆放整齐,常用的放在工作位置附近,注意不要伸出钳桌的边缘之外。精密量具要轻取轻放。工、夹、量具在工具箱内应有固定位置,排列应整齐,如图 1-5 所示。

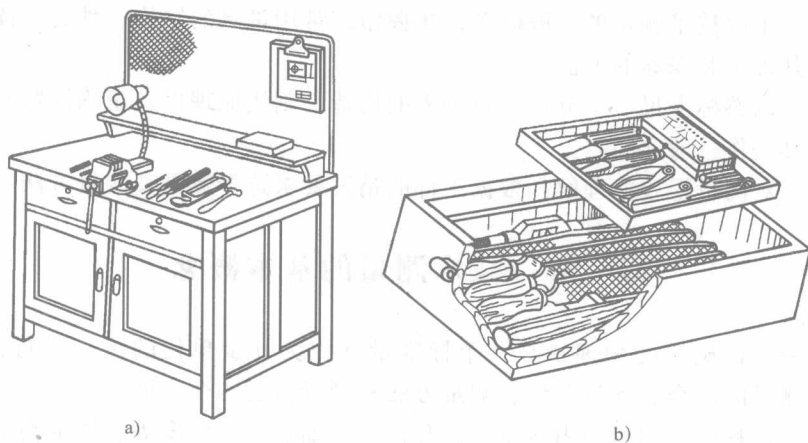


图 1-5 钳工的工具、量具的布置

a) 在钳桌上安置 b) 在工具箱内安置

10) 工作场地要保持整齐清洁,搞好环境卫生。使用的工具,加工的零件、毛坯等,要放置得整齐稳当,特别注意易翻的工件应垫放牢靠。

本章小结

了解钳工的任务及重要性。掌握钳工的基本操作技能及常用设备的使用和安全操作规程。本章可结合参观进行教学。

复习思考题

1. 钳工工作有哪些特点?为什么说钳工在机械制造业中是一个十分重要的工种?
2. 《国家职业标准》把钳工划分为哪三类?他们都必须掌握哪些基本操作技能?
3. 怎样正确使用和维护台虎钳?
4. 钳工应遵守哪些安全操作规程?

第二章 常用量具

教学目标 了解技术测量的一般概念；掌握钳工常用量具的结构、种类、读数方法及其用途，并掌握其维护和保养的方法。

教学重点 以游标卡尺、千分尺、百分表的构造、刻线原理以及正确读数和使用维护为重点，其他量具只作一般介绍。

教学难点 对测量误差的理解和根据工件的精度要求选择量具和测量方法。

第一节 技术测量的基本概念

测量是将一个待确定的物理量与一个标准量（作为计量单位的量）进行比较的过程，技术测量包括测量的内容、计量单位、测量方法和测量精度四个方面。

在机械制造过程中，测量的内容主要是几何量，如长度、角度等。技术测量是指根据被测零件的精度、大小和数量等，确定所采用的量具、量仪，分析所用量具、量仪的特点，确定合适的测量方法和测量时的环境条件（如温度、湿度等）。测量精度是指零件测得的实际几何参数（长度或角度）与理想几何参数的符合程度。长度尺寸的测量，必须要有一个精密的标准，即长度单位的基准。

一、测量标准和长度单位

1. 米制长度单位基准

我国目前法定的长度基本单位是米（m），与国际单位制的基本单位相一致。现在国际上把光在真空中 $1/299792458$ （约三亿分之一）秒（s）的时间间隔内所经过的行程的长度，定为度量长度的标准，称为1m。国际长度标准采用氦86光波自然基准器确定，它的性能稳定，测量精度高，容易复制，比以前所说的“米原型”使用要方便得多。

根据国标 GB 3102.1 ~ 3102.5—1993，我国法定长度单位的名称、代号和进位见表 2-1。

表 2-1 长度计量单位

单位名称	代 号	进位系数
米	m	基本单位
分米	dm	1/10 米(1/10m)
厘米	cm	1/100 米(1/100m)
毫米	mm	1/1000 米(1/1000m)
丝米	dmm	1/10 毫米(1/10mm)
忽米	cmm	1/100 毫米(1/100mm)
微米	μm	1/1000 毫米(1/1000mm)
纳米	nm	1/1000 微米(1/1000 μm)

在机械制造业中，经常使用的长度基本单位是毫米（mm）。丝米和忽米虽不是法定计量单位，但在工厂里有时采用，如在精密测量中常采用忽米（俗称丝或道），微米也常称作

缪 (miù)。目前许多高科技场合中都使用纳米为基本单位。

2. 英制长度单位

在生产中,有时还会遇到英制尺寸。常用英制尺寸的单位 and 进位方法如下:

$$1 \text{ 英尺 (ft)} = 12 \text{ 英寸 (in)}$$

$$1 \text{ 英寸 (in)} = 8 \text{ 英分}$$

英制常用的单位是英寸 (in); 不足 1in 的英制尺寸以英寸的分数形式表示。例如: 1 英寸写成 1in; 1 英分写成 $1/8 \text{ in}$; 4 英分也就是 0.5 英寸写成 $1/2 \text{ in}$; 0.5 英分写成 $1/16 \text{ in}$; 1 英寸 2 英分写成 $1 \frac{1}{4} \text{ in}$ 等。

3. 米制与英制长度单位换算

米制与英制长度单位换算的关系为:

$$1 \text{ 英寸} = 25.4 \text{ 毫米, 即 } 1 \text{ in} = 25.4 \text{ mm}。$$

二、量具及测量误差

1. 量具的分类

在机械制造过程中,为了确保零件和产品的质量,就必须对零件和产品的尺寸、形状进行测量。用来测量、检验零件和产品尺寸、形状的工具称为量具。量具的种类很多,根据其特点和用途,可以分为标准量具、专用量具和万能量具三种类型。

(1) 标准量具 它是按基准复制成的代表某一固定尺寸的量具。它可以作为标准,用来校对和调整其他测量器具,也可以与被测零件进行比较,例如量块、角度量块等。

(2) 专用量具 这类量具不能测量出零件和产品的实际尺寸,只能判断零件和产品的尺寸和形状是否合格,又称为极限量规,如卡规、塞规等。

(3) 万能量具 这类量具一般都有刻度,在测量范围内,可以测出零件和产品的尺寸和形状的具体数值。按结构特点,万能量具又分为很多品种。本章主要介绍钳工常用的游标卡尺、千分尺、百分表和游标万能角度尺等万能量具。

2. 测量误差

对零件和产品进行测量时,不管使用什么量具或量仪,也不管采用什么测量方法,都不可避免地会产生测量误差,按测量误差的性质可分为以下三种:

(1) 系统误差 在相同的条件下,重复测量同一被测量时,误差的大小和方向(正或负)保持不变,或当条件改变时,误差按一定的规律变化,这种测量误差称为系统误差。

引起系统误差的因素有以下几方面:

- 1) 量具或量仪的制造精度太低,如刻度尺刻度不准确。
- 2) 校正量具使用的校正器具(如量块、量棒)有误差。
- 3) 测量时环境温度太高或太低。

(2) 随机误差 在相同条件下,重复测量同一被测量时,误差的大小和方向都是变化的,且没有确定的规律,这种测量误差称为随机误差。

引起随机误差的因素有以下几方面:

- 1) 量具各部分的间隙、变形。
- 2) 测量力的变化。
- 3) 目测或估计刻度数值的判断误差等。

(3) 粗大误差 明显歪曲测量结果,测出的数值有明显差错的误差称为粗大误差。

产生粗大误差的主要原因是：测量时操作人员的疏忽大意，如读错、算错或写错等。

3. 量具的度量指标

量具的度量指标很多，根据量具的主要性能，以及在测量中选择和使用量具的需要，钳工应了解以下几项：

- (1) 分度值（分辨率） 标尺分度所代表的量值。
- (2) 标尺范围 在给定的标尺上，两极限标尺标记间的范围。
- (3) 测量范围 使量具的误差在规定范围内的被测量值范围。
- (4) 示值误差 量具或量仪的读数与被测量（约定）值之差。
- (5) 示值变动性 在条件不变的情况下对同一被测量进行多次重复读数时，其示值变化的特性。

第二节 游标卡尺

游标卡尺是钳工最常用的一种量具，它能直接测量出工件的长度、宽度、高度、外径、内径和孔的中心距等尺寸。带深度尺的游标卡尺还能测量孔、槽的深度尺寸。游标卡尺属中等精度的量具，测量的工件精度为 IT10 ~ IT16。按其读数值分，游标卡尺有 1/20mm 和 1/50mm 两种。

一、游标卡尺的结构

常见的游标卡尺有两种形式，如图 2-1 和图 2-2 所示。

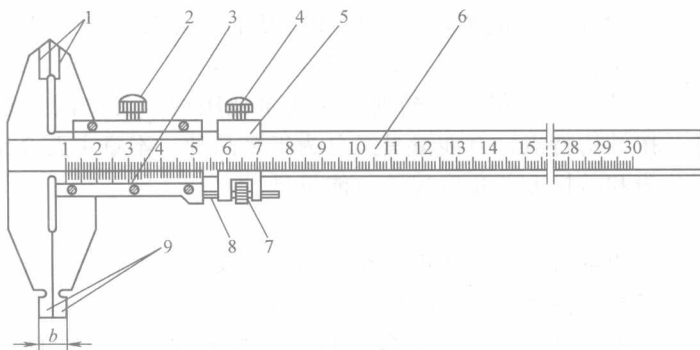


图 2-1 可微动调节的游标卡尺

1—上量爪 2、4—紧固螺钉 3—游标 5—微调装置 6—尺身 7—微调螺母 8—螺杆 9—下量爪

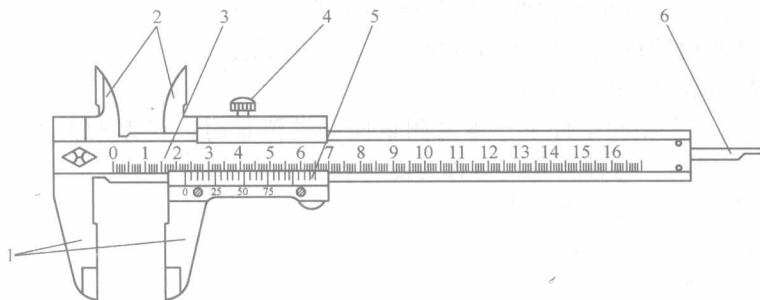


图 2-2 带深度尺的游标卡尺

1—下量爪 2—上量爪 3—尺身 4—紧固螺钉 5—游标 6—深度尺

图 2-1 所示为可微动调节的游标卡尺，它主要由尺身、游标和微调装置等组成。松开紧固螺钉 2 和 4，即可推动游标 3 在尺身 6 上滑移。需要微动调节游标时，可将螺钉 4 拧紧，使微调装置 5 固定。拧松紧固螺钉 2，转动微调螺母 7，通过螺杆 8 使游标微动。量得尺寸后，可拧紧紧固螺钉 2 使游标紧固，再读测出的尺寸。

游标卡尺的上量爪 1，可测量孔的中心距，也用来测量齿轮公法线长度尺寸。下量爪 9 的内侧面可测量外径和长度尺寸，外侧面是圆弧面，可测量内径或沟槽宽度的尺寸。

图 2-2 所示为带深度尺的游标卡尺，结构简单而轻巧，上量爪可测量内径或沟槽宽度尺寸，下量爪可测量外径和长度尺寸。上、下量爪都有刀口测量面，都能用来测量孔的中心距尺寸。主尺的背面有深度尺，可用来测量孔、槽的深度尺寸。

二、游标卡尺的刻线原理及读数方法

1. 刻线原理

游标卡尺的读数值，也是它的测量精度，它们的刻线原理分别是：

1) 1/50 (0.02)mm 游标卡尺，尺身每小格为 1mm，游标上把 49mm 分成 50 格，当两量爪合并时，游标上 50 格刚好与尺身的 49mm 对正，如图 2-3 所示。因此，游标上每小格为 $49\text{mm}/50 = 0.98\text{mm}$ ，尺身与游标每格之差为 $1\text{mm} - 0.98\text{mm} = 0.02\text{mm}$ ，这就是 1/50mm 游标卡尺的读数值。

2) 1/20 (0.05)mm 游标卡尺，尺身每小格为 1mm，游标上把 19mm 分成 20 格，当两量爪合并时，游标上 20 格刚好与尺身上的 19mm 对正，如图 2-4 所示。还有一种放大的刻线方法，为了看得清楚。游标上每格为 $19\text{mm}/20 = 0.95\text{mm}$ ，尺身每格与游标每格之差为 $1\text{mm} - 0.95\text{mm} = 0.05\text{mm}$ ，这就是 1/20mm 游标卡尺的读数值。

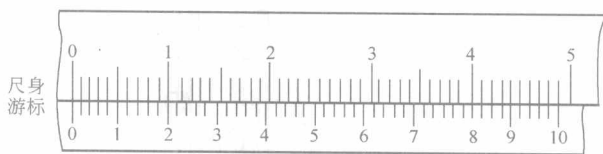


图 2-3 1/50mm 游标卡尺刻线原理

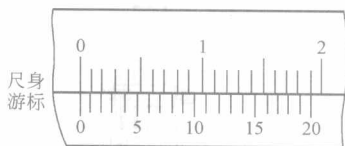


图 2-4 1/20mm 游标卡尺刻线原理

游标卡尺的读数值，实际上就是其游标每格与尺身每格的差值。

2. 游标卡尺的读数方法

用游标卡尺测量工件时，读数分三个步骤：

1) 读出游标卡尺 0 刻线左面尺身的毫米整数。
2) 读出游标卡尺上第几格的刻线与尺身刻线对齐。游标卡尺的读数值乘以游标卡尺与尺身对齐的格数，就是读数的毫米内的小数值。

3) 把尺身上读出的毫米整数和游标尺上读出的毫米小数相加，即得到被测工件的实际尺寸，如图 2-5 所示。

三、其他游标卡尺

根据使用特点，可把游标卡尺变异成以下几种专用的游标卡尺。

1. 深度游标卡尺 (图 2-6)

深度游标卡尺专门用来测量孔、槽和台阶的深度尺寸。使用方法是把带游标的尺框 2 贴紧工件孔或槽的端面，将尺身 1 插到底部，微调完成后将螺钉 3 紧固，取出读深度尺寸。