

中等职业技术教育规划教材

模具钳工工艺与技能训练

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 编
机电专业委员会
主编 张 华



机械工业出版社

本教材是为适应中等职业教育教学改革需要编写的，是模具制造与维修专业的专业课教材。全书共分为十四单元，包括：钳工基础知识、钳工基本知识、钳工技能训练、钻床与钻床夹具知识、孔加工技能训练、镗配技能训练、常用精密量具和量仪、装配工艺知识、冷冲压模具基础知识、冷冲压模制作技能训练、型腔模和注射成型模具制作技能训练等内容。

本教材可供技工学校、中等职业技术学校使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

模具钳工工艺与技能训练 /张华主编 .—北京：机械工业出版社，2004.9
中等职业技术教育规划教材

ISBN 7-111-15202-6

I. 模 ... II. 张 ... III. 模具—钳工—工艺—专业学校—教学参考资料
IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 090057 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：朱 华 版式设计：冉晓华 责任校对：申春香
封面设计：姚 毅 责任印制：

印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 1 月第 1 版第 1 次印刷
787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·22.5 印张·554 千字
定价： 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646
封面无防伪标均为盗版

中等职业技术教育规划教材 编审委员会名单

- 主 任 郝广发
- 副 主 任 周学奎 刘亚琴 李超群 何阳春 林爱平
李长江 付 捷 单渭水 王兆山 张仲民
- 委 员 (按姓氏笔画排序)
- 于 平 王 珂 王 军 王洪琳 付元胜
付志达 刘大力 (常务) 刘家保 许炳鑫
孙国庆 李木杰 李稳贤 李鸿仁 李 涛
何月秋 杨柳青 (常务) 杨耀双 杨君伟
张跃英 林 青 周建惠 赵杰士 (常务)
郝晶卉 荆宏智 (常务) 贾恒旦 黄国雄
董桂桥 (常务) 曾立星 甄国令
- 本书主编 张 华
- 参 编 黄达辉 陈国兴 钟 坚 庄小虎 谢 全
李 灵 杨 平
- 本书主审 胡 林

前 言

为贯彻落实“全国职业教育工作会议”精神，克服原有的教材专业设置落后，缺乏新的专业和复合专业，技术内容比较陈旧，理论课内容偏深、偏难的弊端，为了更好地满足中等职业技术教育教学改革的需要，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联合组织编写了这套适合新形势的中等职业技术教育规划教材。首批所选五个专业为机床切削加工、机械设备维修、模具制造与维修、数控机床加工、电气维修。本套教材的编写指导思想是：贯彻党的教育方针，依据《劳动法》、《职业教育法》的规定和《国家职业标准》的要求，更新教学内容，突出技能训练，强化创新能力的培养，以培养具备较宽理论基础和复合型技能的人才，使培养的人才适应科技进步、经济发展和市场的需要。其宗旨是：促职业教育改革，助技能人才培养。

为实现这一宗旨，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联合组织了 30 多所高、中级技工学校参加了首批五个专业教学计划、教学大纲的制定和教材的编审工作。各学校对新教材的专业选择、课程设置、学时安排、教学计划和教学大纲的制定、教材定位、编写方式等，参照《国家职业标准》相关工种中级工的要求和各校实际，经过三次会议进行了广泛的讨论和充分论证，首先完成了教学计划和教学大纲的制定和审定工作。在教材的编写过程中，贯彻了“简明、实用、够用”的原则，反映了新知识、新技术、新工艺和新方法，体现了科学性、实用性、代表性和先进性，正确处理了理论知识与技能的关系。同时通过对原有教材进行评价，针对其不足并在编写过程中进行了改进，以充分反映学校的实际需要。新教材的价值在于兼顾了学生学习真本领与达到职业技能鉴定考试两种要求。综上所述，本套教材具有以下特色：

- 1) 职业性：专业设置参照有关专业目录，并根据职业发展变化和社会实际需求确定。
- 2) 科学性：教学内容与现代科学技术发展和先进技术装备、技术水平相适应，体现了科学性和先进性。
- 3) 实践性：重视实践性教学环节，加强了技能训练和生产实习教学，努力实现产教结合。
- 4) 衔接性：与企业培训和其他类型教育相沟通，与国家职业资格证书体系相衔接。
- 5) 实用性：教学内容符合职业标准及企业生产实际需要，有利于培养实用型人才。

与本教材配套的还有相应教材的习题集。

本套教材的编写工作得到了各学校领导的重视和支持，参加教材编审的人员均为各校的教学骨干，保证了本套教材能够按计划有序地进行，并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。

由于时间和编者水平有限，书中难免存在某些缺点或错误，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

目 录

前言		第六单元 锉配技能训练	98
第一单元 钳工基础知识	1	课题一 锉配凹凸体角度样板	98
课题一 钳工一般知识	1	课题二 锉配曲面	102
课题二 钳工常用量具及测量	3	课题三 锉配燕尾弧样板	103
复习思考题	8	课题四 锉配五方合套	104
第二单元 钳工基本知识	9	课题五 锉配半径样板副	106
课题一 划线	9	第七单元 常用精密量具、量仪	108
课题二 平面加工	15	课题一 水平仪	108
课题三 孔加工	24	课题二 内径千分尺、杠杆表、量块和 正弦规	112
课题四 螺纹加工	28	复习思考题	118
复习思考题	33	第八单元 装配工艺知识	119
第三单元 钳工技能训练	35	课题一 装配工艺基础知识	119
课题一 入门知识	35	课题二 尺寸链	120
课题二 平面划线	36	课题三 固定连接的装配	128
课题三 立体划线	40	复习思考题	134
课题四 锯削	43	第九单元 冷冲压模具基础	
课题五 铣削	47	知识(一)	135
课题六 锉削姿势练习	51	课题一 冲压设备	135
课题七 锉削长方体	57	课题二 冲裁工艺及冲裁模设计	143
课题八 锉削六方体	59	课题三 冲裁模的基本形式与结构	159
第四单元 钻床与钻床夹具知识	65	课题四 冲裁模主要零件的制造 工艺	186
课题一 钻床	65	课题五 冲裁模的装配、调试与 维修	196
课题二 钻床夹具知识	69	复习思考题	219
复习思考题	82	第十单元 冷冲压模制作技能	
第五单元 孔加工技能训练	84	训练(一)	222
课题一 钻孔	84	课题一 简单冲裁模的制作	222
课题二 铰孔	90	课题二 复合冲裁模的制作	229
课题三 铰孔	92		
课题四 攻螺纹和套螺纹	93		
课题五 孔加工综合训练	95		

第十一单元 冷冲压模具基础		课题二 简易级进模的制作	287
知识(二)	244	第十三单元 型腔模	296
课题一 弯形工艺及弯形模	244	课题一 型腔模基础知识	296
课题二 拉深工艺及拉深模	253	课题二 塑料注射成型模具	303
课题三 其他冷冲模冲裁工艺	269	复习思考题	335
复习思考题	278	第十四单元 注射成型模具制作技能	
第十二单元 冷冲压模制作技能		训练	337
训练(二)	279	课题一 小型注射成型模具的制作 ...	337
课题一 弯形模的制作	279	课题二 斜导柱抽芯模具制作工艺	
		分析	343

第一单元 钳工基础知识

课题一 钳工一般知识

一、钳工工作场地

钳工工作场地是指钳工的固定工作地点。为工作方便，钳工工作场地布局一定要合理，符合安全文明生产的要求。

1. 合理布置主要设备

(1) 钳工工作台应安放在光线适宜、工作方便的地方，钳工工作台之间的距离应适当。面对面放置的钳工工作台还应在中间装置安全网。

(2) 砂轮机、钻床应安装在场地的边缘，尤其是砂轮机一定要安装在安全、可靠的地方。

2. 毛坯和工件要分放

毛坯和工件要分别摆放整齐，工件尽量放在搁架上，以免磕碰。

3. 合理摆放工、夹、量具

合理摆放工、夹、量具，常用工、夹、量具应放在工作位置附近，便于随时取用。工具、量具用后应及时保养并放回原处存放。

4. 工作场地应保持整洁

每个工作日下班后应按要求对设备进行清理、润滑，并把工作场地打扫干净。

二、钳工常用设备

1. 钳桌

钳桌，见图 1-1，也称钳工台、钳台，其主要作用是安装台虎钳和存放钳工常用工、夹、量具。

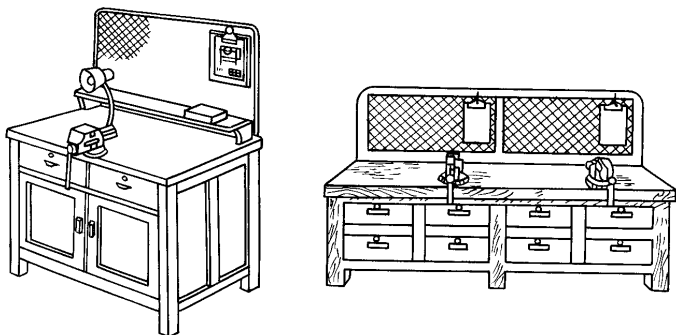


图 1-1 钳桌

2. 台虎钳

台虎钳是用来夹持工件的通用夹具，其规格用钳口宽度来表示，常用规格有 100mm、125mm 和 150mm 等。

台虎钳有固定式和回转式两种，见图 1-2。两者的主要结构和工作原理基本相同，其不同点是回转式台虎钳比固定式台虎钳多了一个底座，工作时钳身在底座上回转，因此使用方便、应用范围广，可满足不同方位的加工需要。

使用台虎钳的注意事项：

(1) 夹紧工件时要松紧适当，只能用手扳紧手柄，不得借助其他工具加力。

(2) 强力作业时，应尽量使力朝向固定钳身。

(3) 不许在活动钳身和光滑平面上敲击作业。

(4) 对台虎钳内的丝杠、螺母等活动表面应经常清洗、润滑，以防生锈。

3. 砂轮机

砂轮机是用来刃磨各种刀具、工具的常用设备，由电动机、砂轮机座、托架和防护罩等部分组成，见图 1-3。

砂轮较脆、转速又很高，使用时应严格遵守以下安全操作规程：

(1) 砂轮机的旋转方向要正确，只能使磨屑向下飞离砂轮。

(2) 砂轮机起动后，应在砂轮旋转平稳后再进行磨削。若砂轮跳动明显，应及时停机修整。

(3) 砂轮机托架和砂轮之间的距离应保持在 3mm 以内，以防工件扎入造成事故。

(4) 磨削时应站在砂轮机的侧面，不可面对砂轮，且用力不宜过大。

4. 台式钻床

台式钻床简称台钻，它结构简单、操作方便，常用于小型工件钻、扩孔直径在 12mm 以下。台式钻床的主要结构见图 1-4 所示。

5. 立式钻床

立式钻床简称立钻，主要用于钻、扩、铰、铰中小型工件上的孔及攻螺纹等。立式钻床的主要组成部分见图 1-5 所示。

6. 摇臂钻床

摇臂钻床主要用于较大、中型工件的孔加工。其特点是操纵灵活、方便，摇臂不仅能升

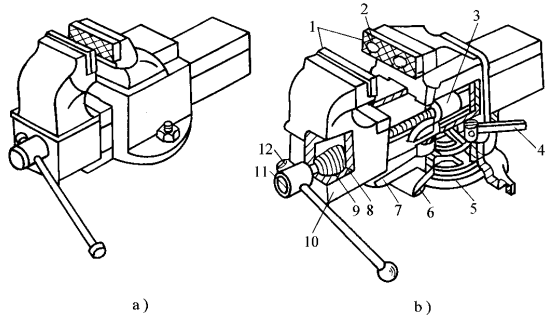


图 1-2 台虎钳

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

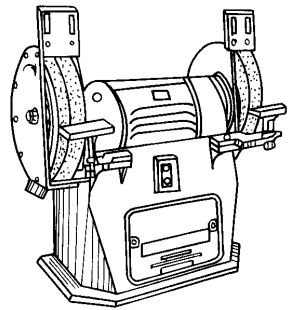


图 1-3 砂轮机

降，而且还可以绕立柱作 360° 的旋转。摇臂钻的外形，见图 1-6 所示。

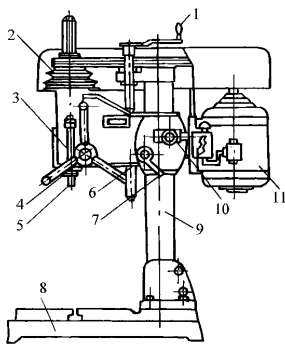


图 1-4 台式钻床

- 1—机头升降手柄 2—V 带轮 3—头架
4—锁紧螺母 5—主轴 6—进给手柄
7—锁紧手柄 8—底座 9—立柱
10—紧固螺钉 11—电动机

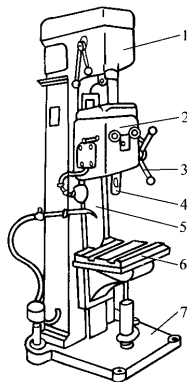


图 1-5 立式钻床

- 1—主轴变速箱 2—进给箱
3—进给手柄 4—主轴 5—立柱
6—工作台 7—底座

三、安全文明生产常识

遵守劳动纪律，执行安全操作规程，严格按工艺要求操作是保证产品质量的重要前提。安全为了生产，生产必须安全。

安全、文明生产的一般常识有：

- (1) 工作前按要求穿戴好防护用品。
- (2) 不准擅自使用不熟悉的机床、工具、量具。
- (3) 毛坯、半成品应按规定摆放整齐，并随时清除油污、异物等。
- (4) 不得用手直接拉、擦切屑。
- (5) 工具、夹具、量具应放在指定地点，严禁乱堆乱放。
- (6) 工作中一定要严格遵守钳工安全操作规程。

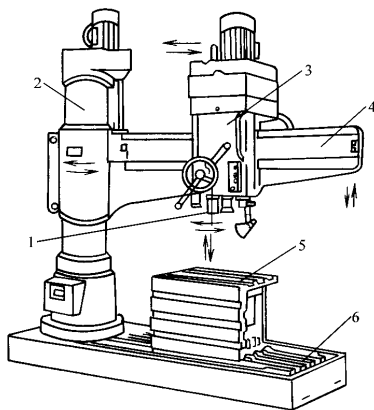


图 1-6 摇臂钻床

- 1—主轴 2—立柱 3—主轴箱
4—摇臂 5—工作台 6—底座

课题二 钳工常用量具及测量

一、量具的类型

为了保证产品质量，必须对加工过程中及加工完毕的工件进行严格的测量。用来测量、检验零件及产品形状、尺寸的工具称为量具。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等。

1. 万能量具

万能量具是能对多种零件、多种尺寸进行测量的量具。这类量具一般都有刻度，在测量范围内可测量出零件或产品形状、尺寸的具体数值，如游标卡尺、千分尺、百分表和万能角度尺等。

2. 专用量具

专用量具是专为测量零件或产品某一形状、尺寸制造的量具。这类量具不能测出具体的实际尺寸，只能测出零件或产品的形状、尺寸是否合格，如卡规、塞规等。

3. 标准量具

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，如量块。

下面主要介绍万能量具。

二、游标量具

凡利用尺身和游标刻线间长度之差原理制成的量具，统称为游标量具。常用的游标量具有游标卡尺、游标高度尺、游标深度尺，齿厚游标卡尺和万能角度尺等。

1. 游标卡尺

游标卡尺可用来测量长度、厚度、外径、内径、孔深和中心距等。游标卡尺的精度有 0.1mm、0.05mm 和 0.02mm 三种。

(1) 游标卡尺的结构见图 1-7，图示为三用游标卡尺，它由尺身、游标、内量爪、外量爪、深度尺和紧固螺钉等部分组成。

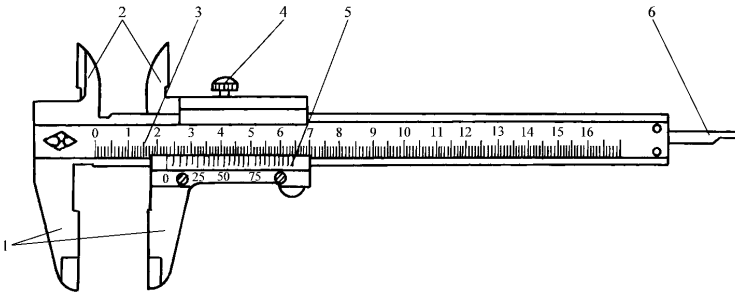


图 1-7 三用游标卡尺

1—外量爪 2—内量爪 3—尺身 4—紧固螺钉 5—游标 6—深度尺

(2) 游标卡尺的刻线原理

1) 0.05mm 游标卡尺刻线原理是：尺身每 1 格长度为 1mm，游标总长为 39mm，等分 20 格，每格长度为 $39/20 = 1.95\text{mm}$ ，则尺身 2 格和游标 1 格长度之差为： $2\text{mm} - 1.95\text{mm} = 0.05\text{mm}$ ，所以它的游标读数值为 0.05mm。

2) 0.02mm 游标卡尺的刻线原理：尺身每 1 格长度为 1mm，游标总长度为 49mm，等分 50 格，游标每格长度为 $49/50 = 0.98\text{mm}$ ，尺身 1 格和游标 1 格长度之差为 $1\text{mm} - 0.98\text{mm} = 0.02\text{mm}$ ，所以它的游标读数值为 0.02mm。

(3) 游标卡尺的读数方法，首先读出游标尺零刻线左边尺身上的整毫米数，再看游标尺

从零线开始第几条刻线与尺身某一刻线对齐，其游标刻线数与游标读数值之乘积就是不足1mm的小数部分，最后将整毫米数与小数相加就是测得的实际尺寸，见图1-8。

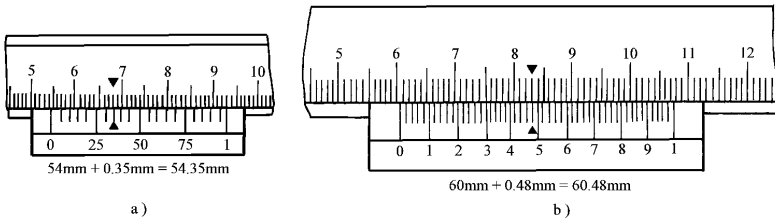


图1-8 游标卡尺的读数方法

a) 0.05mm 游标卡尺的读数方法 b) 0.02mm 游标卡尺的读数方法

2. 游标万能角度尺

游标万能角度尺是用来测量工件内、外角度的量具。其测量精度有 $2'$ 和 $5'$ 两种，测量范围为 $0^\circ \sim 320^\circ$ 。

(1) 游标万能角度尺的结构见图1-9，主要由尺身、扇形板、基尺、游标、直角尺、直尺和卡块等部分组成。

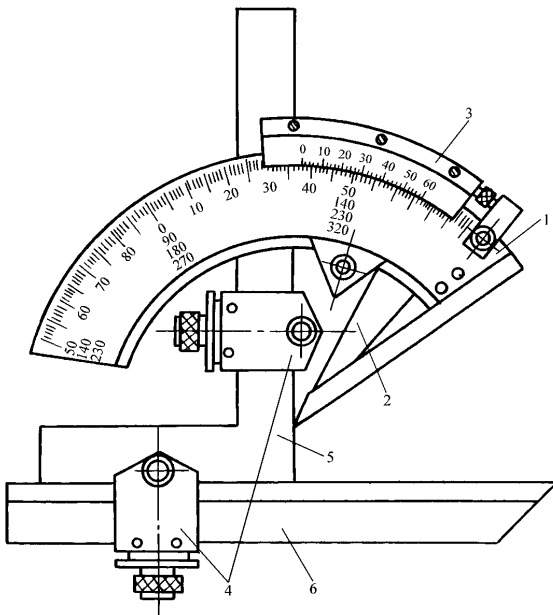


图1-9 游标万能角度尺

1—尺身 2—基尺 3—游标 4—卡块 5—直角尺 6—直尺

(2) $2'$ 游标万能角度尺的刻线原理是尺身刻线每格为 1° ，游标共30格等分 29° ，游标每格为 $29^\circ/30 = 58'$ ，尺身1格和游标1格之差为 $1^\circ - 58' = 2'$ ，所以它的游标读数值为 $2'$ 。

(3) 游标万能角度尺的读数方法，先读出游标尺零刻度前面的整数度，再看游标尺第几条刻线和尺身刻线对齐，读出角度“′”的数值，最后两者相加就是测量角度的数值。游标万能角度尺测量不同范围角度的方法见图 1-10 所示。

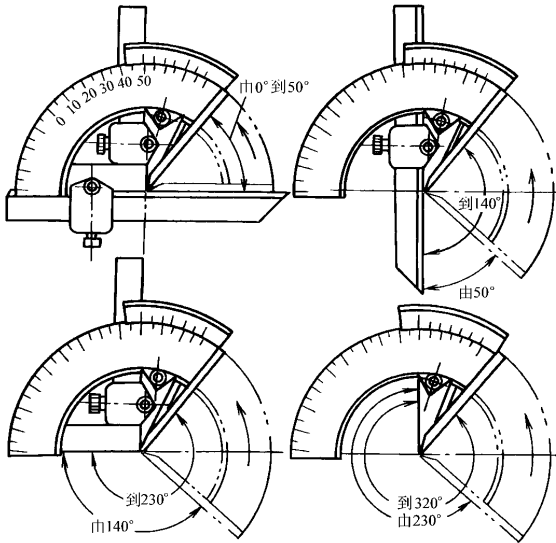


图 1-10 游标万能角度尺测量方法示意图

三、千分尺

千分尺是测量中最常用的精密量具之一。千分尺的种类较多，按其用途不同可分为外径千分尺、内径千分尺、深度千分尺、内测千分尺和螺纹千分尺等。千分尺的测量精度为 0.01mm。

1. 外径千分尺的结构

外径千分尺的结构，见图 1-11 所示。

2. 外径千分尺的刻线原理

固定套管上每相邻两刻线轴向每格长为 0.5mm。测微螺杆螺距为 0.5mm，当微分筒转 1 圈时，测微螺杆就移动 1 个螺距 0.5mm。微分筒圆锥面上共等分 50 格，微分筒每转 1 格，测微螺杆就移动 $\frac{0.5\text{mm}}{50} = 0.01\text{mm}$ ，所以千分尺的测量精度为 0.01mm。

3. 外径千分尺的读数方法

先读出固定套管上露出刻线的整毫米及半毫米数。再看微分筒哪一刻线与固定套管的基准线对齐，读出不足半毫米的小数部分。最后将两次读数相加，即为工件的测量尺寸，见图 1-12。

四、百分表

百分表是一种指示式量仪，测量精度为 0.01mm。当测量精度为 0.001mm 或 0.005mm 时，称为千分表。

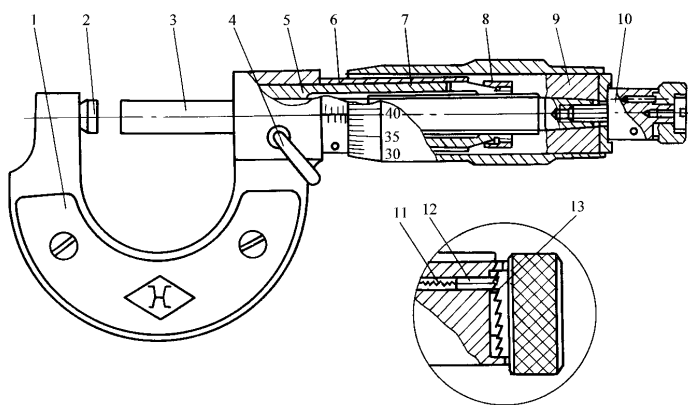


图 1-11 外径千分尺的结构

1—尺架 2—砧座 3—测微螺杆 4—锁紧手柄 5—螺纹套 6—固定套管
7—微分筒 8—螺母 9—接头 10—测力装置 11—弹簧 12—棘轮爪 13—棘轮

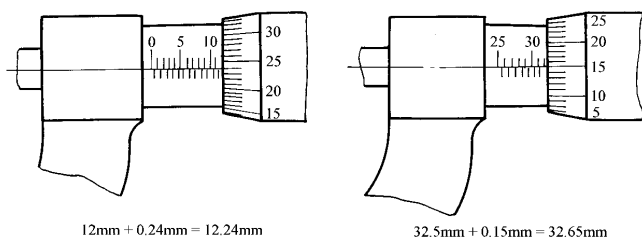


图 1-12 千分尺的读数方法

1. 钟面式百分表的结构

钟面式百分表的结构，见图 1-13。

2. 百分表的刻线原理及读数方法

图 1-13 中 1 是淬硬的测头，用螺纹旋入齿杆的下端，齿杆的上端有齿。百分表齿杆的齿距是 0.625mm 。当齿杆上升 16 齿时，上升的距离为 $0.625\text{mm} \times 16 = 10\text{mm}$ ，此时和齿杆啮合的 16 齿的小齿轮正好转动 1 周，而和该小齿轮同轴的大齿轮（100 个齿）也必然转 1 周。中间小齿轮（10 个齿）在大齿轮带动下将转 10 周，与中间小齿轮同轴的长针也转 10 周。由此可知，当齿杆上升 1mm 时，长针转 1 周。表盘上共等分 100 格，所以长针每转 1 格，齿杆移动 0.01mm 。故百分表的测量精度为 0.01mm 。

使用百分表进行测量时，首先让长指针对准零位，测量时长针转过的格数即为测量尺寸。

五、塞尺

塞尺是用来检验两个结合面之间间隙大小的片状量规。

塞尺见图 1-14，它有两个平行的测量平面，其长度有 50mm 、 100mm 、 200mm 等多种。塞尺有若干个不同厚度的片，可叠合起来装在夹板里。

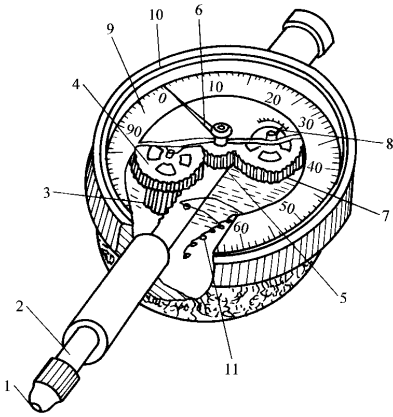


图 1-13 钟面式百分表的结构

1—测头 2—齿杆 3—小齿轮 4、7—大齿轮 5—中间小齿轮
6—长指针 8—短指针 9—表盘 10—表圈 11—拉簧

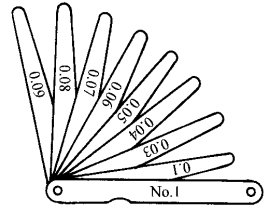


图 1-14 塞尺

使用塞尺时，应根据间隙的大小选择塞尺的片数，可用一片或数片重叠在一起插入间隙内。厚度小的塞尺片很薄，容易弯曲和折断，插入时不宜用力太大。用后应将塞尺擦拭干净，并及时合到夹板中。

复习思考题

1. 使用台虎钳应注意哪些事项？
2. 使用砂轮机应注意哪些事项？
3. 试述读数值 0.02mm 游标卡尺的刻线原理。
4. 试述刻度值 2' 万能角度尺的刻线原理。
5. 试述千分尺的刻线原理。

第二单元 钳工基本知识

课题一 划 线

划线是机械加工中的重要工序之一，广泛用于单件或小批量生产。

一、划线简介

根据图样和技术要求，在毛坯或半成品上用划线工具划出加工界线，或划出作为基准的点、线的操作过程称为划线。

划线有平面划线和立体划线两种。只需要在工件一个表面上划线后即能明确表示加工界线的，称为平面划线；需要在工件几个互成不同角度（一般是互相垂直）的表面上划线，才能明确表示加工界线的，称为立体划线。

对划线的基本要求是线条清晰均匀，定形、定位尺寸准确。由于划线的线条有一定的宽度，一般要求划线精度达到 $0.25\sim 0.5\text{mm}$ 。

划线的作用主要有：

- (1) 确定工件的加工余量，使加工有明显的尺寸界限。
- (2) 工件在机床上的装夹，可按划线作找正定位。
- (3) 能及时发现和处理不合格的毛坯，避免加工后造成损失。
- (4) 当毛坯偏移误差不大时，可通过借料划线的方法进行补救。

二、划线工具

划线工量具有划线平台、钢直尺、划规、划线盘、高度游标卡尺、 90° 角尺、方箱和千斤顶等。在第三单元钳工技能训练中作详细介绍。

三、划线前的准备与划线基准

1. 划线前的准备

划线前的准备包括看懂图样和工艺要求，明确划线任务，对工件或毛坯进行清理、涂色等。

常用涂色的涂料有石灰水和酒精色溶液。石灰水用于铸锻件毛坯的涂色。酒精色溶液是由质量分数 $2\%\sim 4\%$ 的龙胆紫、 $3\%\sim 5\%$ 的虫胶和 $91\%\sim 95\%$ 的酒精配制而成的，主要用于已加工表面的涂色。

2. 划线基准的选择

合理地选择划线基准是做好划线工作的关键。只有划线基准选择得好，才能提高划线的质量和效率以及相应提高工件合格率。

在划线时选择工件上的某个点、线、面作为依据，用它来确定工件的各部分尺寸、几何形状及工件上各要素的相对位置，此依据称作划线基准。在零件图样上，用来确定其他点、线、面位置的基准，称为设计基准。划线应从划线基准开始。选择划线基准的基本原则是应尽可能使划线基准和设计基准重合。这样能够直接量取划线尺寸，简化换算过程。

划线基准一般根据以下三种类型选择：

(1) 以两个互相垂直的平面（或直线）为基准，见图 2-1a。该工件有互相垂直的两个方向尺寸，每一个方向上的尺寸都是依据外平面（在图样中是一条直线）来确定的，这两个平面就是每一个方向上的划线基准。

(2) 以两条互相垂直的中心线为基准，见图 2-1b。该工件两个方向上的尺寸与其中心线对称，其他尺寸也以中心线标注，这两条中心线分别是两个方向上的划线基准。

(3) 以一个平面和一条中心线为基准，见图 2-1c。该工件高度方向的尺寸以底面为依据，则底面就是高度方向的划线基准。而宽度方向的尺寸以中心线为对称中心，所以中心线就是宽度方向的划线基准。划线时，工件每一个方向都需要选择一个划线基准。

平面划线时一般选择两个划线基准，立体划线时一般选择三个划线基准。

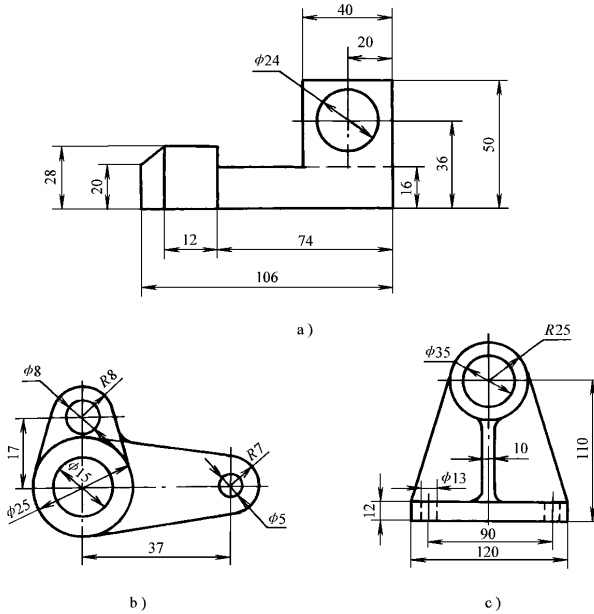


图 2-1 划线基准的类型

- a) 以两个互相垂直的平面（或直线）为基准 b) 以两条互相垂直的中心线为基准
c) 以一个平面与一条中心线为基准

四、划线前的找正与借料

1. 找正

找正就是利用划线工具，通过调整支撑工具，使工件有关的表面都处于合适的位置。

找正时应注意的问题有：

(1) 当毛坯上有不加工表面时，应按不加工表面找正后再划线；当工件上有两个以上不加工表面时，应选重要的或较大的不加工表面为找正依据，并兼顾其他不加工表面，这样可

使加工表面和不加工表面之间保持尺寸均匀，误差集中到次要或不明显的部位。

(2) 当工件上没有不加工表面时，可通过对各自需要加工的表面自身位置找正后再划线。这样可使各加工表面的加工余量均匀，避免加工余量相差悬殊。

2. 借料

当毛坯尺寸、形状、位置上的误差和缺陷难以用找正划线方法补救时，就需要利用借料的方法来解决。

借料就是通过试划和调整，使各加工表面的余量互相借用，合理分配，从而保证各加工表面都有足够的加工余量，而使误差和缺陷在加工后排除。

借料划线时，应首先测量出毛坯的误差程度，确定借料的方向和大小，然后从基准开始逐一划线。若发现某一加工面的余量不足时，应再次借料，重新划线，直至各加工表面都有允许的最小加工余量为止。

图 2-2 是内孔、外圆偏心量较大的锻件毛坯。当不顾及孔而先划外圆再划内孔时，加工余量不足，见图 2-2a。如果不考虑外圆先划内孔，则划外圆时加工余量仍然不足，见图 2-2b。只有内孔、外圆同时考虑，采用借料方法才能保证内孔、外圆均有足够的加工余量，见图 2-2c。

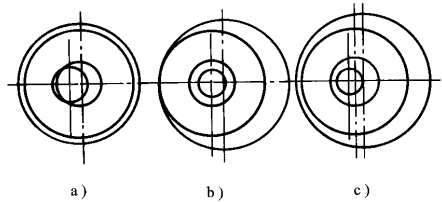


图 2-2 圆环的借料划线

a) 以外圆找正 b) 以内孔找正 c) 借料划线

五、分度头

分度头是一种较准确等分角度的工具，钳工常用它来对工件进行分度划线。

分度头的外形见图 2-3a。利用分度头可在工件上划出水平线、垂直线、倾斜线和圆的等分线或不等分线。

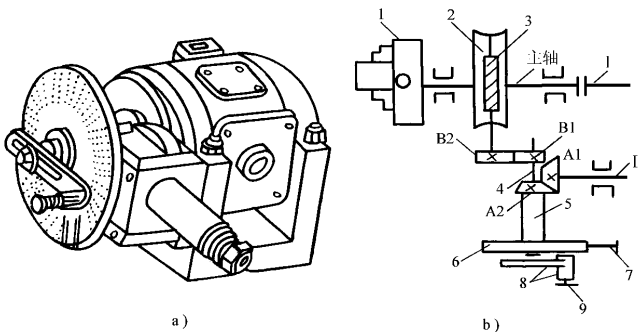


图 2-3 分度头

a) 分度头外形 b) 分度头传动系统

1—卡盘 2—蜗轮 3—蜗杆 4—轴 5—套筒 6—分度盘 7—锁紧螺钉 8—手柄 9—手柄插销

分度头的传动系统见图 2-3b 所示。分度前应先将分度盘 6 固定（使之不能转动），再调整手柄插销 9，使它对准所选分度盘的孔圈。分度时先拔出手柄插销，转动手柄 8，带动分