

项目一 钳工入门

项目实施的背景

钳工是机械制造中的重要工种之一。在机械制造加工中虽然目前有许多种先进的加工方法，但被社会美誉为“万能工种”的钳工，具有“万能”和灵活的优势，所以在机械制造工程和维修中仍起着十分重要的作用。目前，采用机械方法不太适宜或成本高及不能解决的某些工件和装配，常由钳工来完成。

项目实施的目标

1. 使学生了解钳工，知道其职业标准和职业道德以及安全文明生产常识。
2. 通过钳工的作品展示和前景激励等来激发学生学习钳工的兴趣。
3. 让学生初步了解钳工的工作环境和常用设备。

项目实施的任务

本项目通过采用在实际生产中钳工工作的图片、影像、作品等载体，介绍什么是钳工，钳工的职业标准和职业道德、钳工的安全文明生产常识、钳工的工作环境和常用设备等，以让学生了解钳工并激发学生学习钳工的热情。

项目实施的过程

一、什么是钳工？

1. 职业定义

操作钳工工具、钻床等设备，进行刃具、量具、模具、夹具、索具、辅具等（统称工具，亦称工艺装备）的零件加工和修整，组合装配，调试与修理的工作。

钳工是机械制造中的重要工种之一。钳工是一种比较复杂、细微、工艺要求较高的工作。目前虽然有各种先进的加工方法，但钳工技艺性强，具有“万能”和灵活的优势，可以完成机械加工不方便或无法完成的工作，所以在机械制造工程和维修中仍起着十分重要的作用。钳工所用工具简单，一般只需钳工工作台，台虎钳及简单工具即能工作，加工

多样灵活、操作方便，适应面广等特点，故有很多工作仍需要由钳工来完成。钳工的工作无处不在，小到修理自行车和打个洋铁桶，大到航天飞机，工作性质不单纯指手工操作，先进的加工工艺 线切割、电火花以及简单的热处理等都是钳工的工作范畴，无法用一个明确的定义说清楚，现在机械加工中工种划分越来越模糊，根据工作性质和工位不同钳工的叫法千差万别。因此，广意的说钳工是太大的概念，社会上对钳工有一个美誉叫“万能工种”。因此钳工在机械制造及机械维修中有着特殊的、不可取代的作用。目前，采用机械方法不太适宜或成本高及不能解决的某些工件和装配，常由钳工来完成。但钳工操作的劳动强度大、生产率低、对工人技术水平要求较高

2. 钳工工作的基本内容

钳工的基本操作可分为

(1) 辅助性操作 即划线，它是根据图样在毛坯或半成品工件上划出加工界线的操作。

(2) 切削性操作 有鑿削、锯削、锉削、攻螺纹、套螺纹。钻孔（扩孔、铰孔）、刮削和研磨等多种操作。



(3) 装配性操作 即装配，将零件或部件按图样技术要求组装成机器的工艺过程。



(4) 维修性操作 即维修，对在役机械、设备进行维修、检查、修

理的操作。



3. 钳工的分类

普通钳工 对零件进行装配、修整，加工的人员。

机修钳工 主要从事各种机械设备的维修、修理工作。

工具钳工 主要从事工具，模具，刀具 的制造和修理。

装配钳工 按机械设备的装配技术要求进行组件，部件装配合总装配，并经过调整，检验和试车。

二、钳工的职业标准

1. 职业等级 本职业共设五个等级，分别为 初级（国家职业资格五级）、中级（国家职业资格四级）、高级（国家职业资格三级）、技师（国家职业资格二级）、高级技师（国家职业资格一级）。

2. 职业环境 室内，常温。

职业能力特征 具有一定的学习、表达和计算能力，具有一定的空间感、形体知觉及较敏锐的色觉，手指、手臂灵活，动作协调。

3. 培训要求 全日制职业学校教育，根据其培养目标和教学计划确定。晋级培训期限 初级不少于 500 标准学时；中级不少于 400 标准学时；高级不少于 300 标准学时；技师不少于 300 标准学时；高级技师不少于 200 标准学时。

4. 鉴定方式 分为理论知识考试和技能操作考核。理论知识考试采用闭卷笔试方式，技能操作考核采用现场实际操作方式。理论知识考试和技能操作考核均实行百分制，成绩皆达 60 分以上者为合格。技师、高级技师鉴定还须进行综合评审。

5. 钳工的学习方法

钳工美誉叫“万能工种”。学好了是万能工，没学好那就是杂工。

所以钳工学习中要求我们刻苦，务实，动脑。

基本操作技能是进行产品生产的基础，也是钳工专业技能的基础，因此，必须首先熟练掌握，才能在今后工作中逐步做到得心应手，运用自如。钳工基本操作项目较多，各项技能的学习掌握又具有一定的相互依赖关系，因此要求我们必须循序渐进，由易到难，由简单到复杂，一步一步地对每项操作都要按要求学习好，掌握好。基本操作是技术知识、技能技巧和力量的结合，不能偏废任何一个方面。要自觉遵守纪律，要有吃苦耐劳的精神，严格按照每个工种的操作要求进行操作。只有这样，才能很好地完成基础训练。

三、钳工职业道德与安全文明生产

1. 职业道德

- (1) 遵守法律、法规和有关规定。
- (2) 爱岗敬业，具有高度的责任心。
- (3) 严格执行工作程序、工作规范、工艺文件和安全操作规程。
- (4) 工作认真负责，团结协作。
- (5) 爱护设备及工具、夹具、刀具、量具。
- (6) 着装整洁，符合规定；保持工作环境清洁有序，文明生产。

2. 安全文明生产常识

(1) 作业前应穿戴好防护用品；严格检查工具是否完整、可靠，工作单位的安全设施是否齐备、牢固。

(2) 设备试机前，必须详细检查各转动部件、电器部件符合安装要求，并对在场人员发出警示，然后按书面说明书要求进行试机。不能擅自使用不熟悉的机床、工具、量具。

(3) 使用的各种鳌头不能淬火并不可用锤直接打击工件，应用木或软金属垫着打击。使用大锤、手锤时应检查锤头是否牢固，打锤时不准戴手套，前后不能站人。

(4) 使用手持电动工具时，应检查是否有漏电现象，工作时应接上漏电开关，并且注意保护导电软线，避免发生触电事故，使用电钻时严禁戴手套工作。

(5) 不得用手直接拉、擦切屑。不准将手伸入内两件工件连接的通孔，以防工件移位挤伤手指。

(6) 工具、夹具、量具放在指定地点，严禁乱放，毛坯、半成品按规定摆放、随时清油污、异物。

(7) 电器设备故障修理必须找维修电工，不准擅自将插座、插头拆卸不用，不准直接将电线插入插座内使用。

(8) 登高作业要先检查梯子是否结实，拴好安全带，工具材料不准直接放在人字梯等可移动的设施上，以免坠物伤人。

(9) 工作场地要清洁、整齐，拆卸零件要存放好，搞好文明生产。停电、休息或离开作业现场时，必须切断电源。下班时必须整理，清扫工作场地。

四、钳工工作环境与设备

钳工通常在室内，常温下工作，但劳动强度大，生产率低，所用设备简单，一般只需钳工工作台，台虎钳及简单工具即能工作。下面两副图是我们伟大的国家领导人邓小平曾经做过钳工的地方。



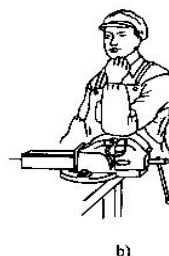
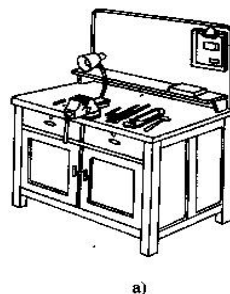
邓小平主席曾经工作过的钳工车间和用过的钳工台

钳工工作中，一般需要用如下一些设备：

一、钳台

1. 钳台的用途

钳台也称钳工台或钳桌，用木材或钢材制成，其式样可以根据要求和条件决定，主要作用是安装台虎钳，放置钳工用具。



a) 钳桌高度 b) 台虎钳高度

2. 钳台长、宽、高尺寸的确定

钳台台面一般是长方形，长、宽尺寸由工作需要决定，高度一般以800mm ~ 900mm 为宜以便安装上台虎钳后，让钳口的高度与一般操作者的手肘平齐，使操作方便省力。

二、台虎钳

1. 台虎钳的用途、规格类型

a. 用途 台虎钳是专门夹持工件的。

b. 规格 台虎钳的规格是指钳口的宽度，常用的有 100mm，125mm，150mm 等

c. 类型 类型有固定式和回转式两种

2. 回转式台虎钳的工作原理

回转式台虎钳的钳身可以相对于底座回转，能满足不同方位的加工需要，使用方便、应用广泛。

3. 使用台虎钳的注意事项

a. 夹紧工件时松紧要适当，只能用手力拧紧，而不能借用助力工具加力，一是防止丝杆与螺母及钳身受损坏，二是防止夹坏工件表面。

b. 强力作业时，力的方向应朝固定钳身，以免增加活动钳身和丝杆、螺母的负载，影响其使用寿命。

c. 不能在活动钳身的光滑平面上敲击作业，以防止破坏它与固定钳身的配合性。

d. 对丝杆、螺母等活动表面，应经常清洁、润滑，以防止生锈。

三、砂轮机

1. 砂轮机的用途 磨削各种刀具或工具

2. 砂轮机使用时的注意事项

a. 砂轮机的旋转方向要正确；

b. 砂轮起动后，应等砂轮旋转平稳后再开始磨削，若发现砂轮跳动明显，应及时停机休整；

c. 砂轮机的搁架与砂轮之间的距离应保持在 3mm

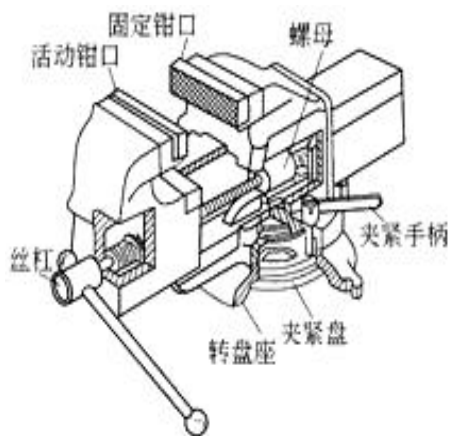


图 1-2 台虎钳

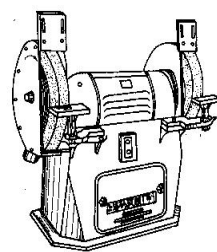


图 1-3 砂轮机

以内，以防止磨削件轧人，造成事故；

D. 磨削过程中，操作者应站在砂轮的侧面或斜对面，而不要站在正对面。

四、钻床

1. 钻床是加工孔的设备；

2. 钳工常用钻床的种类

（1）台式钻床

台式钻床是一种小型钻床，一般用来钻直径为 13mm 以下的孔，台式钻床的规格是指所钻孔的最大直径，常用的有 6mm，12mm 等几种规格。

（2）立式钻床

立式钻床一般用来钻中小型工件上的孔，其规格有 25mm、35mm、40mm，50mm 等几种规格。

其它常用设备还有手电钻，千斤顶，电磨头，电剪等。



项目迁移训练

上网搜索钳工作品及钳工相关影像。

附 1 新闻报导

喜闻“钳工电工成贵客”

今年，党中央、国务院请到北戴河休假的 110 位专家中，与以往不同，有一半是长期奋斗在生产一线的高技能人才 钳工、电工、车工、建筑工、炉前工……这些普通的一线工人，成为党中央、国务院的尊贵客人（据《人民日报》2005 年 8 月 20 日报道）。

显然，“钳工电工成贵客”是一种重要导向。建设四个现代化，我们既需要科技大师，也需要能工巧匠，这就如同车之双轮，鸟之双翼，缺一不可。但很长一段时间里，我们有些同志对这个问题的认识是不全面的，忽略了一线高技能人才的作用，片面地把人才与文凭挂钩，结果就使得大家一窝蜂地去奔文凭，而无心钻研技术，以至于出现技术工人严重缺乏的普遍现象。这次，党中央、国务院把能工巧匠们请到北戴河休假，标志着党中央和国务院将技能人才特别是高技能人才纳入了人才队伍建设总体规划，这是一个非常鼓舞人心的导向。

同时，“钳工电工成贵客”也是对科学人才观的具体落实和体现。去年年底全国人才工作会议提出了一种全新的科学人才观 人人都可以成才，人人也都应该成才；不唯学历、不唯职称、不唯资历、不唯身份，把知识、品德、能力和业绩作为衡量人才的主要标准。但关键在于具体工作中的落实和实践，要在全社会努力形成这样一种氛围和环境 不论工作再普通，岗位再平凡，只要能敬业爱岗，潜心钻研，练就“绝活”，就一定能够成为行家里手、拔尖人才，就一定会享受相应的物质待遇和精神鼓励。只有这样，各门各类各种人才专家才能脱颖而出，形成人才辈出的大好局面。

最后，在为“钳工电工成贵客”高兴之余，我们还要清醒地看到这样一个现实 我国现有职工 2.14 亿人，而高级技工才 70 万人，仅占总数的不到 4%。这个比例显然太低了。

附 2 学生钳工作品展



2. 其他钳工作品选



项目二 锯削技能

项目实施背景

锯削是用锯对材料或工件进行切断或切槽等的加工。目前较大材料常用电锯或锯床锯割。但小件或部适合用锯床加工的以及非批量加工场合现在任然采用手锯进行加工。手锯锯割简单，灵活成本低。所以在钳工加工中任常常使用。正确掌握锯割方法，是一个钳工的必备技能。

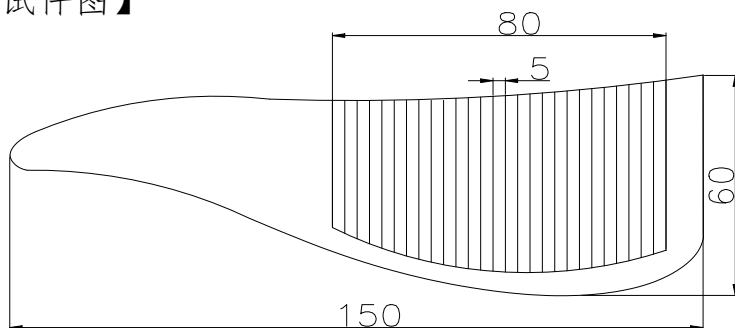
项目实施的目标

1. 使学生了解锯削基本知识并能正确使用锯削工具。
2. 使学生能跟据工件材料，类型等选用锯条和使用正确的锯割方法。
3. 学生锯削技能要求中厚板直线锯割直线度能达 0.8mm，会锯常见型材。

项目实施的任务

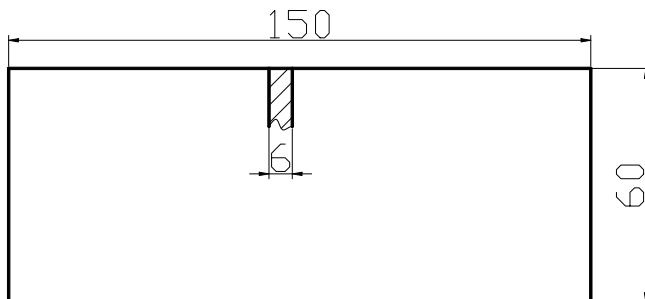
本项目以梳子这个物件的制作为载体，要求学生能按照图样和相关技术要求完成此次任务，从而使学生会锯削这项钳工技能。

【梳子试件图】



制作说明：齿缝间隔 5mm，外形可自己设计。此外形供参考。锯完后可打磨光整。

【梳子坯料图】



【项目实施所需工具】

名 称	规格	精度	数量	名 称	规格	精度	数量
钢角尺	300	1	1	锯 工			1
划 针			1	锯 条	300	粗 齿	适量
样 冲			1	锯 条	300	中 齿	适量
锤 子			1	锯 条	300	细 齿	适量
备 注	为便于曲线造型学生可自备曲线板						

项目实施过程

任务一 锯割基本知识

用手锯对材料或工件进行切断或切槽等的加工方法称为锯削。常见的锯削工作如图



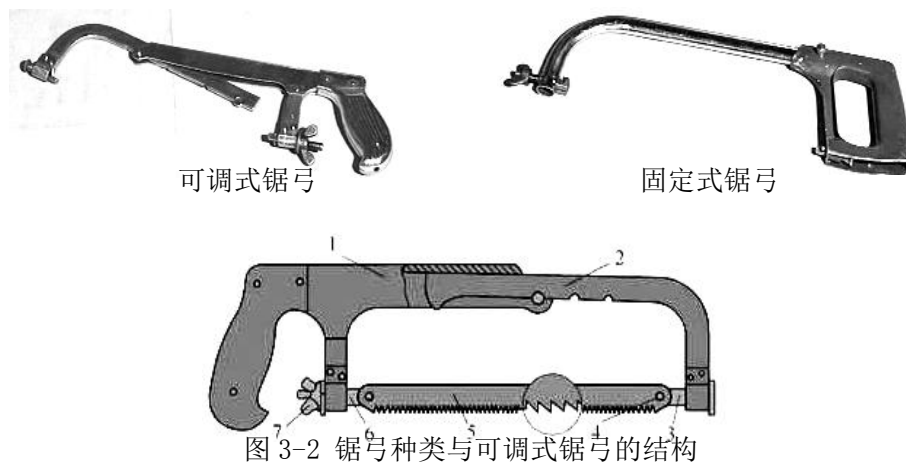
图 3-1 锯削的应用

一、锯削工具及其使用方法

1. 锯弓的种类构造

锯削的常用工具是手锯，由锯弓和锯条组成锯弓可分为固定式和可调式两种，

图 3-2 为常用的可调式锯弓。



1- 固定部分 2-可调部分 3-固定拉杆 4-削子 5-锯条 6-活动拉杆
7-蝶形螺母

1. 锯条

(1) 锯条的材料、规格

锯条由碳素工具钢制成，并经淬火和低温退火处理。锯条规格用锯条两端安装孔之间的距离表示。常用的锯条约长 300mm、宽 12mm、厚 0.8mm。锯条齿形如图 3-3 所示。

(2) 锯条齿形与锯条的选择

锯齿按齿距 t 大小可分为粗齿（ $t=1.6\text{mm}$ ）、中齿（ $t=1.2\text{mm}$ ）及细齿（ $t=0.8\text{mm}$ ）三种。锯齿的粗细应根据加工材料的硬度和厚薄来选择。锯削铝、铜等软材料或厚材料时，应选用粗齿锯条。锯硬钢、薄板及薄壁管子时，应该选用细齿锯条。锯削软钢、铸铁及中等厚度的工件则多用中齿锯条。锯削薄材料时至少要保证二至三个锯齿同时工作。

(3) 锯路

锯条在制造时，将全部锯齿按一定规律左右错开，并排成一定的形状，称为锯路。锯路有波浪形和交叉形等。锯条有了锯路以后，使工件上的锯缝宽度大于锯条背部的厚度，从而防止了“夹锯”和锯条过热，并减少锯条磨损。

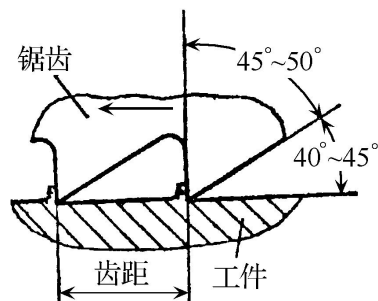


图 3-3 锯条齿形

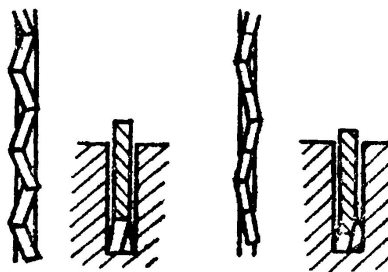


图 3-4 锯路

二、锯削基本方法

1. 锯条安装 根据工件材料及厚度选择合适的锯条，安装在锯弓上。锯齿应向前（见图 3-2），松紧应适当，一般用两个手指的力能旋紧为止。锯条安装好后，不能有歪斜和扭曲否则锯削时易折断。

2. 工件安装 工件伸出钳口不应过长，防止锯削时产生振动。锯线应和钳口边缘平行，并夹在台虎钳的左边，以便操作。工件要夹紧，并应防止变形和夹坏已加工表面。

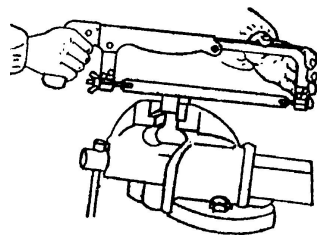
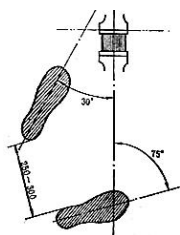
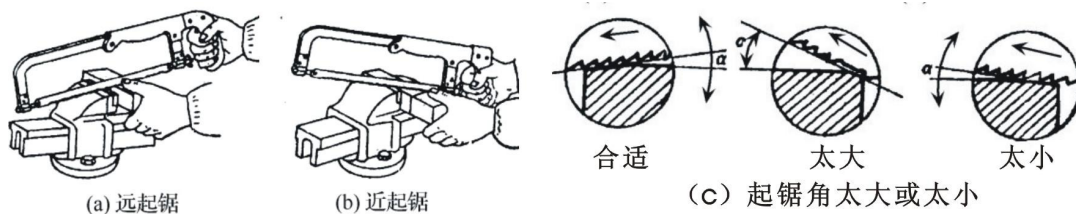


图 3-5 锯削姿势与手锯的握法

3. 锯削姿势与握锯 锯削时站立姿势 身体正前方与台虎钳中心线成大约 45° 角,右脚与台虎钳中心线成 75° 角,左脚与台虎钳中心线成 30° 角。握锯时右手握柄,左手扶弓,见图 3-4。推力和压力的大小主要由右手掌握,左手压力不要太大。

锯削的姿势有两种,一种是直线往复运动,适用于锯薄形工件和直槽;另一种是摆动式,锯割时锯弓两端作类似锉外圆弧面时的锉刀摆动一样。这种操作方式,两手动作自然,不易疲劳,切削效率较高。

4. 起锯方法 起锯的方式有两种。一种是从工件远离自己的一端起锯, 如图 3-6a 所示, 称为远起锯; 另一种是从工件靠近操作者身体的一端起锯, 如图 3-6b 所示, 称为近起锯。一般情况下采用远起锯较好。无论用哪一种起锯的方法, 起锯角度都不要超过 15° 。为使起锯的位置准确和平稳, 起锯时可用左手大拇指挡住锯条的方法来定位。



3-6 起锯方法

5. 锯削速度和往复长度 锯削速度以每分钟往复 20~40 次为宜。速度过快锯条容易磨钝, 反而会降低切削效率; 速度太慢, 效率不高。锯削时最好使锯条的全部长度都能进行锯割, 一般锯弓的往复长度不应小于锯条长度的三分之二。

6. 常见型材锯削。(如图 3-7、3-8)

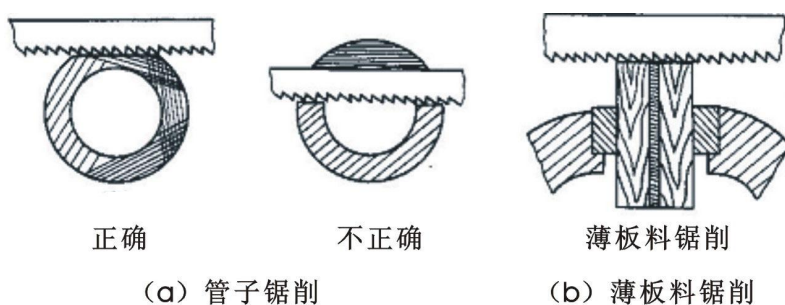


图 3-7 管子与薄板锯削

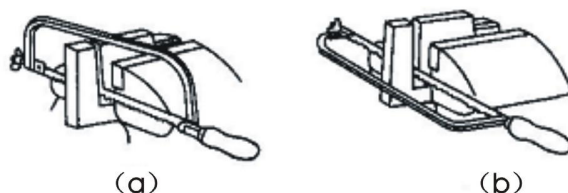


图 3-8 深缝锯削

7. 锯削要点及安全注意事项

①锯条要装得松紧适当，锯削时不要突然用力过猛，防止工件中锯条折断从锯弓上崩出伤人。

②工件夹持要牢固，以免工件松动、锯缝歪斜、锯条折断。

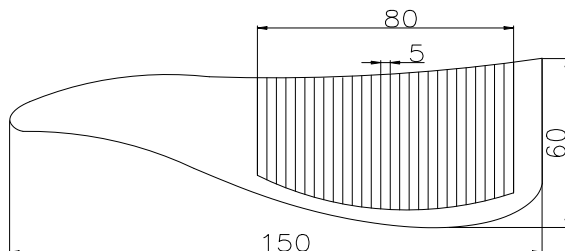
③要经常注意锯缝的平直情况，如发现歪斜应及时纠正。歪斜过多纠正困难，不能保证锯削的质量。

④工件将锯断时压力要小，避免压力过大使工件突然断开，手向前冲造成事故。一般工件将锯断时要用左手扶住工件断开部分，以免落下伤脚。

⑤在锯削钢件时，可加些机油，以减少锯条与工件的摩擦，提高锯条的使用。

任务二 梳子的锯削

一、梳子锯削图样分析

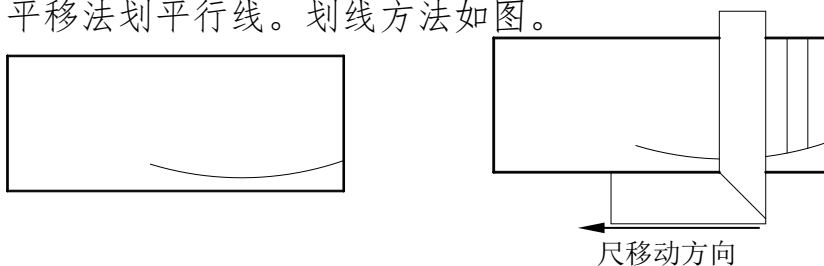


从图样中可知 梳子的制作主要是锯削，要求锯缝间隔均匀，相互平行，锯缝底应锯到所划的终止线（直线或弧线），不能参差不齐。所以应先划线，再按正确的锯削方法进行锯削。最后根据自己的喜好做好外形造型。

二、操作步骤

①按图样画线。

划线时为保证锯缝间隔均匀且相互平行，应首先选择坯料上较直的边为基准并划好锯缝终止线，再用钢直角尺的基准边靠紧这一坯料的基准，利用平移法划平行线。划线方法如图。



②装夹好工件，正确安装好锯条，调节好锯弓松紧。

③选择合适的起锯方法，按划线开始起锯。

④锯完一至二条缝后重新装夹，开始其他缝的锯削。锯削时摆动幅度不要过大，锯削速度不要过快。眼睛紧盯锯缝，以便及时纠正。

⑤最后修整，按自己的喜好造型。

三、考核评分标准

项目序号	考核内容	配分	考核要求	评分标准	得分
1	锯削基本知识	10	对锯弓，锯条的了解	酌情扣分	
		10	锯条，工件的安装方法正确	酌情扣分	
		10	能根据锯削材料正确选锯条	酌情扣分	
		10	锯削姿势和锯削速度正确	酌情扣分	
		10	能根据材料类型定锯削方法	酌情扣分	
2	梳子锯割质量	10	锯前划线正确	酌情扣分	
		10	锯缝直线度 $\leq 0.8\text{mm}$	酌情扣分	
		10	锯缝间隔均匀，锯深合理	酌情扣分	
		10	去毛刺，整形到位	酌情扣分	
8	安全文明生产	10	无工量具混放，工位打扫彻底	酌情扣分	
备 注					
总 分					



项目迁移训练

1. 直缝锯削技能合格者，再自行进行薄管，圆钢，角铁，深缝的锯削练习。
2. 结合练习，查找资料看看影响锯削质量的因素有哪些？如何改进？

项目三 锉削技能

项目实施背景

锉削是用锉刀对工件表面进行切削加工，使工件达到所要求的尺寸、形状和表面粗糙度的加工方法。锉削的应用范围很广，因为它的加工方法比较简单、经济，所以在一些不宜使用机械加工的场合基本都能使用，而且尺寸精度可达 0.01mm，表面粗糙度 Ra 值可达 1.6 微米。所以在现代工业生产中，钳工锉削生产效率虽不高，但仍没有完全被机械加工所取代，仍起着非常重要的作用。

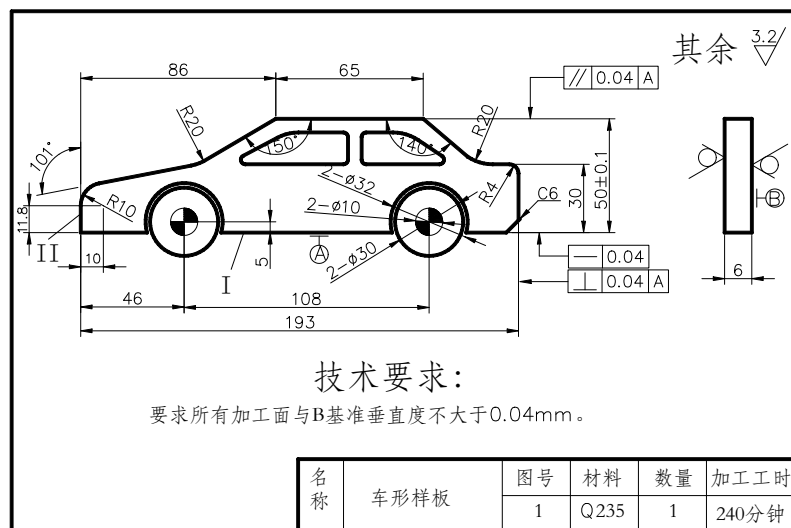
项目实施的目标

1. 在老师帮助下试着练习学看简单的零件图。
2. 学会高度尺的使用，练习划较复杂平面图形的线，。
3. 了解锉削的基本知识，能运用锉削工具正确进行平面和曲面的锉削。
4. 会使用刀口直角尺，万能角度尺，游标卡尺，R 规，塞尺等量具。
5. 了解什么是尺寸公差、表面粗糙度。
6. 知道平面度，直线度，垂直度，平行度等公差并会检测这些公差。
7. 了解简单几何形体的一般加工工艺，为加工复杂形体打基础。

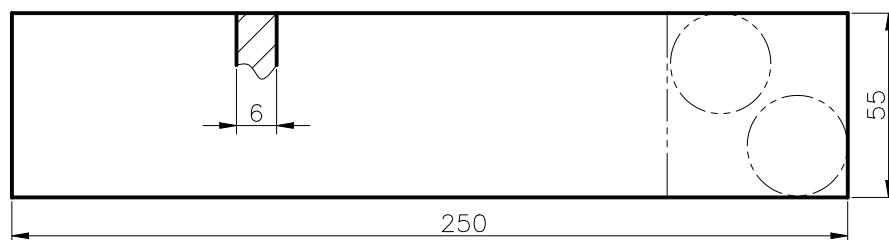
项目实施的任务

本项目以车形样板和正六角形体这两个物件的制作为载体，要求学生能按照图样和相关技术要求完成此次任务。通过车形样板锉削，练习锉削方法，量具使用方法、检测方法。通过正六角形体锉削，练习加工工艺，质量控制方法。以达到使学生学会锉削这项钳工技能。

【车形样板试件图】



【车型样板坯料图】



说明 此坯料包含两轮子的用料。为节省用料以及减少加工余量提高生产效率，两轮子的下料可按图中虚线方法排料。

【项目实施所需工量具】

名 称	规格 /mm	精度/mm	数量	名称	规 格 /mm	精度/mm	数量
高度游标尺	0~300	0.02	1	样冲			1
游标卡尺	0~150	0.02	1	划针			1
万能角度尺	0~320°	2′	1	粗扁锉	250		1
刀口直角尺	100×63	0 级	1	中扁锉	200		1
R 规	R1-25		1 套	半圆锉	150		1
塞尺	0.02—1		1	方锉	150		1
锯弓			1	圆锉	150		1
锯条	300	中齿	自定	软钳口			1 副
钢角尺	200	1	1	锉刀刷			1
锤子			1	毛刷			1
划规			1				
备 注							

项目实施过程

任务一 锉削基本知识

锉削就是（钳工）通过选择，运用锉刀对金属工件表面进行各种形状的一种重要加工方法。加工范围包括平面、曲面、内孔、台阶面及沟槽等。锉削的表面粗糙度 Ra 值可达 1.6 微米。锉削是模具钳工必须掌握的手工技能之一。

一、锉削工具及其使用方法

1. 锉刀的组成与结构

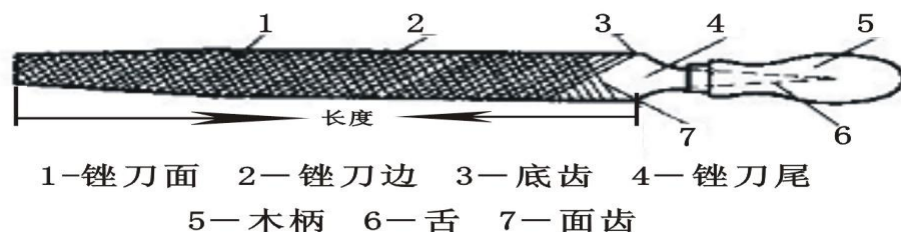


图 4-1 锉刀的结构

2. 锉刀的种类、规格和用途

锉刀的种类按用途，锉刀可分为普通锉、特种锉和整形锉（什锦锉）三类。普通锉按其截面形状可分为平锉、方锉、圆锉、半圆锉和三角锉五种。按其长度可分 100，150，200，250、300、350 及 400mm 等七种。按其齿纹可分单齿纹、双齿纹。按其齿纹粗细可分为粗齿、中齿、细齿、粗油光（双细齿）、细油光五种。

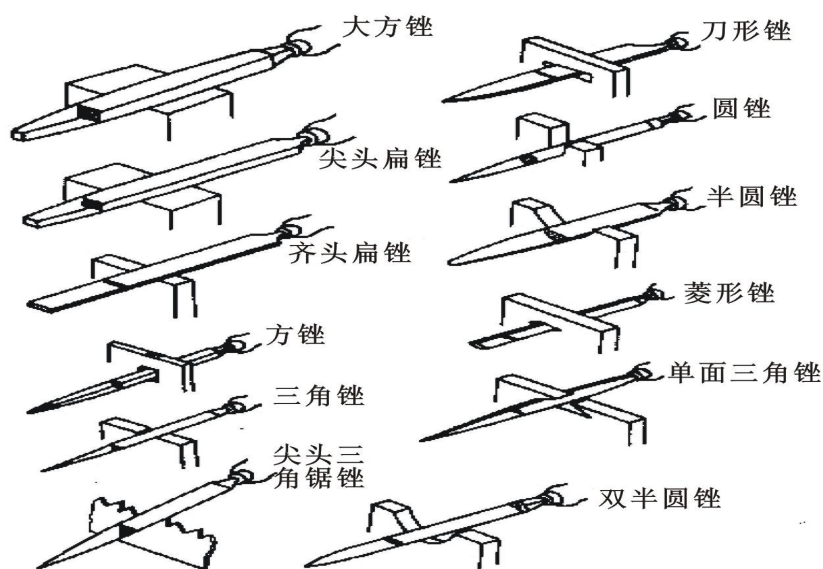


图 4-2 锉刀的种类及用途

3. 锉刀的保养

- (1) 新锉刀先使用一面，等用钝后再使用另一面。
- (2) 在粗锉时，应充分使用锉刀的有效全长，避免局部磨损。
- (3) 锉刀上不可沾油和沾水。
- (4) 锉削时，如锉屑嵌入齿缝内必须及时用钢丝刷清除锉齿上的切屑。

屑。

(5) 不可锉毛胚件的硬皮及经过淬硬的工件，锉削铝、锡等软金属，应使用单齿纹锉刀。

(6) 铸件表面如有硬皮，则应先用旧锉刀或锉刀的有 i 齿侧边锉去硬皮，然后再进行加工。

(7) 锉刀使用完毕时必须清刷干净，以免生锈。

(8) 不可与其他工具或工件堆放在一起，也不可与其他锉刀互相重叠堆放，以免损坏锉齿。

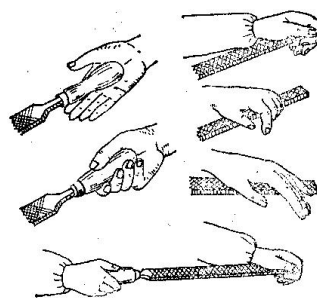
二、基本锉削方法

1. 锉刀的握法

右紧握着锉刀柄，柄端抵住指根部的大肉上；拇指根部的大肉轻按在锉刀头上，

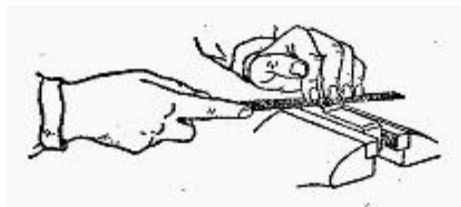


a 大锉刀的握法

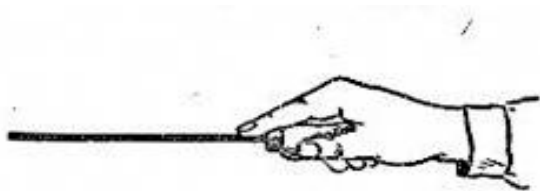


右手推动锉刀并决定推动的方向，左手使锉刀保持水平。

用小锉刀时，可用双手或单手握锉，为了避免锉刀弯曲，用左手的几个手指压在锉刀的中部。最小的锉刀只用一只手，食指按在上面。



b 小锉刀的握法



c 更小锉刀的握法

图 4-3 锉刀的握法

2. 工件的夹持

工件的装夹是否正确，直接影响到锉削质量的高低。工件的装夹应符合下列要求（1）装夹要稳固，但用力不能太大，以防止工件夹变形。

（2）工件应尽量夹持在虎钳钳口宽度方向的中间部位。锉削部分应略高于虎钳口，但不宜过高，以免锉削时工件振动。（3）若表面已加工过的精密表面，可在虎钳口上衬垫紫铜钳口或木片、纸板等软钳口，以防夹坏已加工表面。工作的常用夹持方法

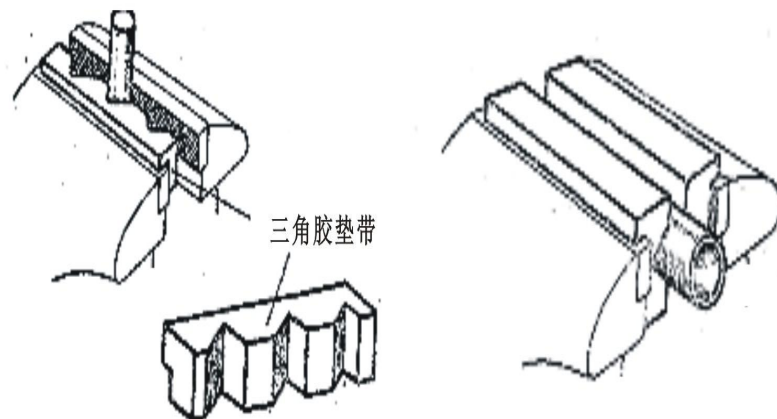


图 4-4 工件的常用夹持方法

1. 锉削姿势与运锉方法

正确的锉削姿势（如图 4-5），能够减轻疲劳，提高锉削质量和效率。人站立的位置与锉削时基本相同，只是左腿弯曲，右腿伸直，身体向前倾斜，重心落在左腿上。

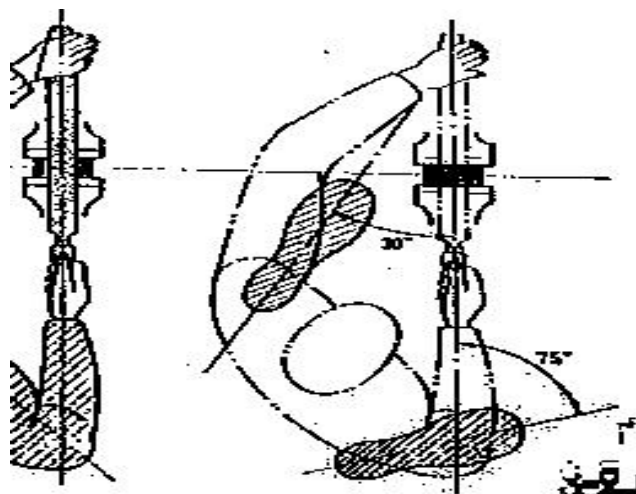


图 4-5 锉削站立姿势

锉削时两脚站稳不动，靠左膝的屈伸使身体作往复运动，手臂和身体的运动要互相配合，并使锉刀的全长充分利用。开始锉削时身体要向前倾斜 10° 左右，左肘弯曲，右肘向后（如图 4-6a）。锉刀推出三分之一行程时，身体向前倾斜约 15° 左右（如图 4-6b），这时左腿稍弯曲，左肘稍直，右臂向前推。锉刀推到三分之二行程时身体逐渐倾斜到 18° 左右（如图 4-6c），左腿继续弯曲，左肘渐直，右臂向前使锉刀继续推进，直到推尽，身体随着锉刀的反作用退回到 15° 位置如

图 4-6d）。行程结束后，把锉刀略为抬起，使身体与手回复到开始时的姿势，如此反复。锉削时压力不能太大，也不能太小，回程时不加压力。锉削速度一般为每分钟 30-60 次。

4. 锉削方法

（1）锉平面的操作

锉削平面是锉削中最基本操作。要锉出平直的平面，必须使锉刀的运动保持水平。平直是靠在锉削过程中逐渐调整两手的压力来达到的。粗锉时可用交叉锉法（图 4-7），这样不仅锉得快，而且在工件表面的锉削面上能显示出高低不平的痕迹，故容易锉出准确的平面。待基本锉平后，可用细锉或光锉以推锉法修光。

（2）外圆弧面锉削

常见的外圆弧面锉削方法有顺锉法和滚锉法（图 4-8）。顺锉法切削效率高，适于粗加工；滚锉法锉出的圆弧面不会出现有棱角的现象，一般用于圆弧面的精加工阶段。

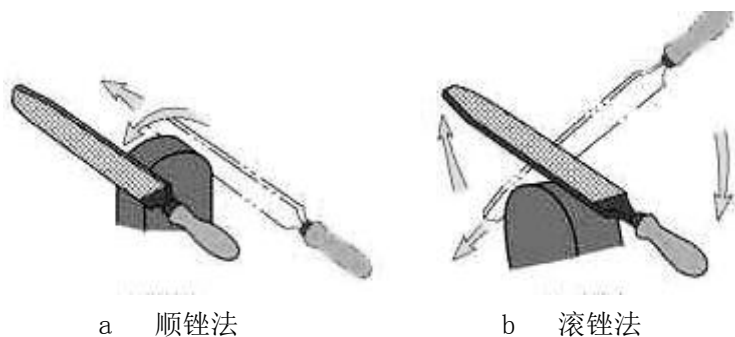


图 4-8 外圆弧面的锉削方法

5. 锉削的文明生产和安全生产知识

(1) 锉刀是右手工具，应放在台虎钳的右面，放在钳台上时锉刀柄不可露在钳桌外面，以免碰掉地上砸伤脚或损坏锉刀。

(2) 没用装柄的锉刀或锉刀柄已裂开的锉刀不可使用。

(3) 锉削时锉刀柄不能撞击到工件，以免锉刀柄脱落造成事故。

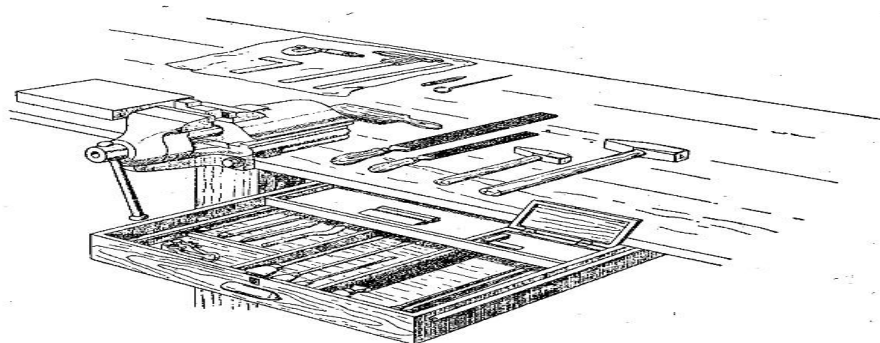
(4) 不能用嘴吹锉屑，也不能用手擦摸锉削表面。

(5) 锉刀不可作撬棒或手锤用。

三、锉削安全文明生产

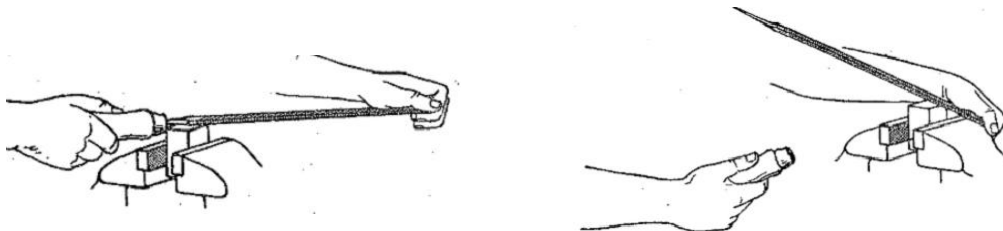
1. 穿戴好劳动保护，检查台虎钳和工作台是否牢靠；

2. 工、量、刃具摆放整齐，左手工具放左边，右手工具放右边。工量具不可混放；



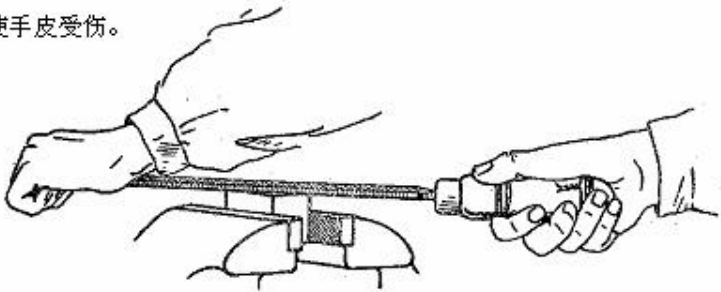
3. 锉削时的安全技术

锉刀柄撞到工件上是错误的锉刀柄撞到工件上后，在回程时柄会从锉刀尾巴上脱下来，结果是锉刀尾巴忽然弹高，可能刺伤面孔。



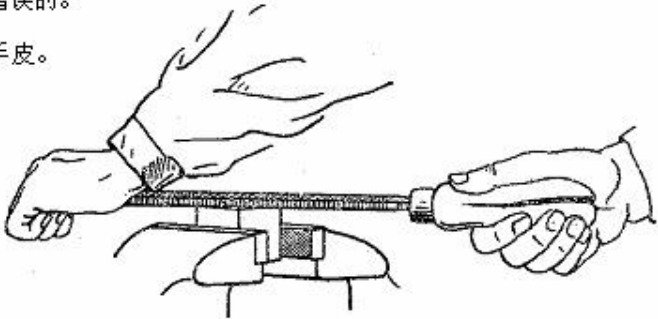
用铁丝扎的裂开的锉刀柄是错误的。

结果：可能使手皮受伤。



用裂开的锉刀柄是错误的。

结果：可能夹破手皮。



任务二 钳工常见量具的使用

一、游标卡尺的使用

1. 游标卡尺的结构

游标卡尺，是一种测量长度、内外径、深度的量具。游标卡尺由主尺和附在主尺上能滑动的游标两部分构成。主尺一般以毫米为单位，而游标上则有 10、20 或 50 个分格，根据分格的不同，游标卡尺可分为 0.1mm 游标卡尺、0.05mm 游标卡尺、0.02mm 游标卡尺等。游标卡尺的主尺和游标上有两副活动量爪，分别是内测量爪和外测量爪，内测量爪通常用来测量内径，外测量爪通常用来测量长度和外径。其结构如图 4-9

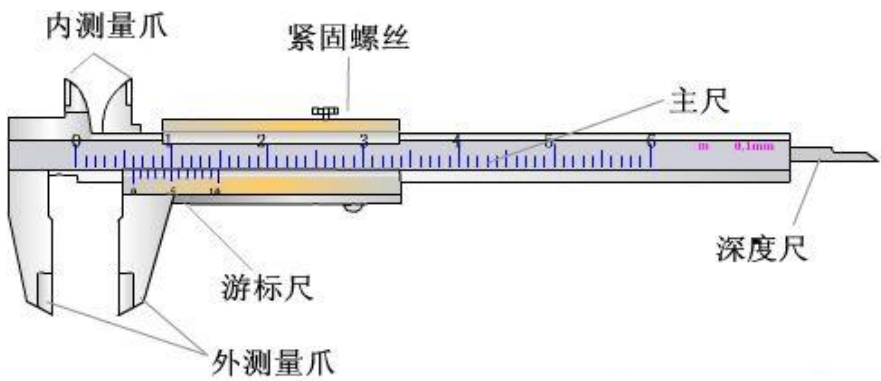


图 4-9 游标卡尺的结构

2. 游标卡尺的使用方法

用手握住主尺，四个手指抓紧，大拇指按在游标尺的右下侧半圆轮上，并用大拇指轻轻移动游标使活动测脚能卡紧被测物体上，略旋紧固定螺钉，再进行读数。

3. 游标卡尺的读数方法

(1) 游标卡尺的刻线原理

以刻度值 0.02mm 的精密游标卡尺为例（图 4-10），这种游标卡尺由带固定卡脚的主尺和带活动卡脚的副尺（游标）组成。在副尺上有副尺固定螺钉。主尺上的刻度以 mm 为单位，每 10 格分别标以 1、2、3、……等，以表示 10、20、30、……mm。这种游标卡尺的副尺刻度是把主尺刻度 49mm 的长度，分为 50 等份，即每格为 0.98mm。主尺和副尺的刻度每格相差， $1-0.98=0.02\text{mm}$ 。

即测量精度为 0.02mm。如果用这种游标卡尺测量工件，测量前，主

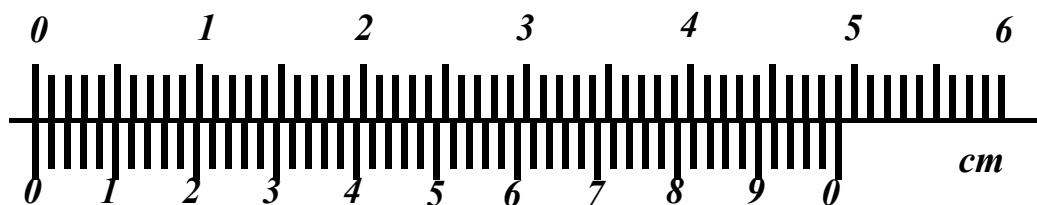


图 4-10 游标卡尺的刻线原理

尺与副尺的 0 线是对齐的，测量时，副尺相对主尺向右移动，若副尺的第 1 格正好与主尺的第 1 格对齐，则工件的厚度为 0.02mm。同理，测量 0.06mm 或 0.08mm 厚度的工件时，应该是副尺的第 3 格正好与主尺的第 3 格对齐或副尺的第 4 格正好与主尺的第 4 格对齐。

(2) 快速找对齐线

游标卡尺的副尺 0 刻线和副尺上与主尺上的某一刻度对齐的刻线（对齐线）是游标卡尺读书时的两条分界线。而对齐线往往难以找准。按下面的方法可又快有准的找到对齐线

a. 先估读缩小寻找范围。游标卡尺的副尺主要是反映其 0 刻线前不足一毫米的小数部分，若副尺 0 刻线在主尺某一刻线间约 0.5mm 左右的位置，因游标卡尺的副尺刻线每大格表示 0.1mm，则其对齐线必在第 5 大格左右，那么我们可到第 4 大格和第 6 大格之间去找，（若估读不够准则最多再放两大格，即在第 3 到 7 大格内找）这样只需在 10~20 个小格范围内找，很快就能找到对齐线。

b. 根据对称性准确找到对齐线。副尺除两端 0 线外，中间真正能与主尺上某一刻线对齐的线有且只有一条。因对齐线左右的线会以对齐线为中心对称分布。所以先根据主尺估读值，在副尺上确定读数范围后再找三根线，一根趋向左，一根趋向右，中间那一根就是对齐的刻线。若看不清可左右多找几根线对称辨别。则能准确地找到对齐线。

（3）读数方法，可分三分步骤；

a. 以副尺 0 刻线为界线，读出副尺零线以左的主尺上的最近刻度。即整毫米数（测量值的整数位）；

b. 找出副尺上与主尺上的刻度对齐的刻线，并以此为界线，读出此线左边副尺上的大格数（测量值的十分位），和除大格外剩余小格数（小格数 $\times 2$ 即为测量值的百分位）。或把（大格数 $\times 0.1$ ）+（小格数 $\times 0.02$ ）即为测量值的小数部分；

c. 将上面整数和小数两部分加起来，即为总尺寸（单位为毫米）。

（4）0.02mm 游标卡尺的读数方法示例

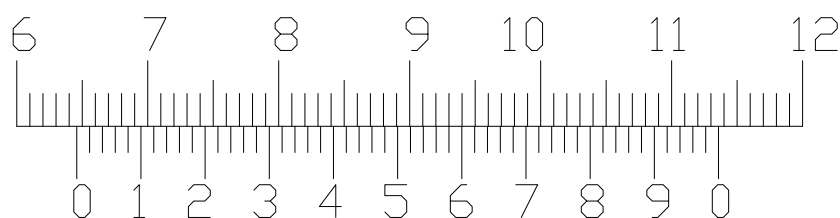


图 4-11 游标卡尺的读数方法示例

如上图所示，副尺 0 线所对主尺前面的刻度为 64mm，副尺上第 5 大格后的第 4 小格与主尺上的某一条刻线对齐（此线即为对齐线）。

则 被测工件的尺寸为

$$64+5\times 0.1+4\times 0.02=64.58\text{mm}$$

副尺 0 线前的毫米整数值即为测量值的整数位

副尺上对齐线前的大格数即为测量值的十分位

副尺上对齐线前除大格外剩余小格数乘以 2 即为测量值的百分位

练习一、请用 0.02mm 游标卡尺对出如下尺寸。

- ① 21.00mm ② 64.38mm ③ 90.02mm ④ 108.56mm

练习二、请用 0.02mm 游标卡尺随便调整一个尺寸，再快速准确的读出示数。

练习三、请用游标卡尺测量出卡尺盒的宽度和厚度。

二、刀口直角尺的使用

1、 刀口直角尺的结构（如图 4-12）

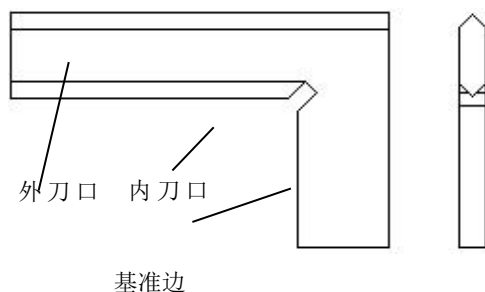
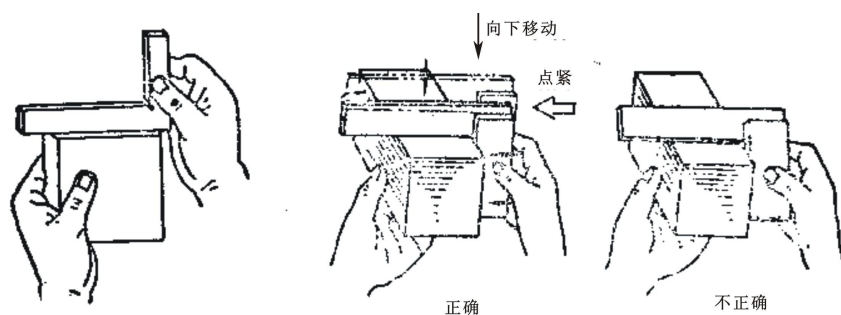


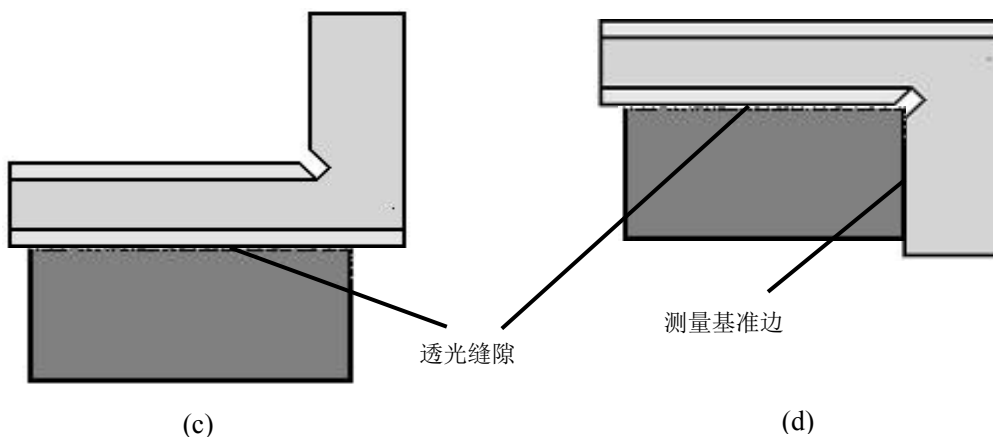
图 4-12 刀口直角

2. 刀口直角尺的使用方法。



(a) 直线度的测量

(b) 垂直度的测量



(c)

(d)

图 4-13 刀口直角尺的使用

①测量零件直线度时，如图 4-13 (a) 所示，以刀口直角尺的外刀口边轻轻贴紧零件的被测要素，通过观察透光缝隙（如图 4-13 C 所示）来判断零件被测要素的直线程度。（缝隙应细而均匀）

②测量零件垂直度时，如图 4-13 (b) 所示，应使刀口直角尺的测量基准边与零件的基准边贴紧，然后慢慢向下移动，使刀口直角尺的内刀口边与零件被测要素轻轻贴紧，注意不要倾斜，如图 4-13 (b) 所示，再通过观察刀口直角尺的内刀口边与零件被测要素的透光缝隙（如图 4-13 d 所示）来判断零件被测要素的垂直程度。（缝隙应细而均匀）

三、万能角度尺的使用

1. 万能角度尺的结构

万能角度尺又被称为角度规、游标角度尺和万能量角器，它是利用游标读数原理来直接测量工件角或进行划线的一种角度量具。

适用于机械加工中的内、外角度测量，可测 $0^{\circ} - 320^{\circ}$ 外角及 $40^{\circ} - 130^{\circ}$ 内角。

万能角度尺是用来测量工件内、外角度的量具，其结构如图 4-14 所示。

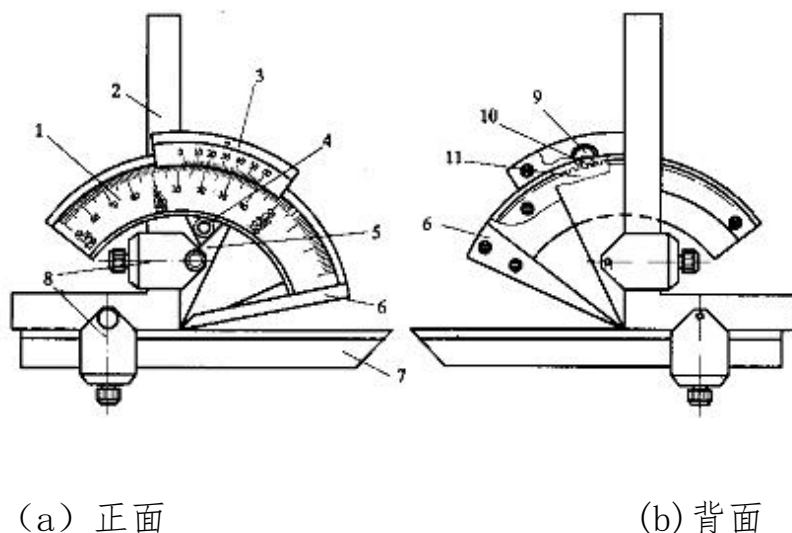


图 4-14 万能角度尺的结构

1-尺身 2-角尺 3-游标 4-制动器 5-扇形板 6-基尺
7-直尺 8-夹块 9-握手 10-小齿轮 11-扇形齿轮

2. 万能角度尺的刻线原理及读数

万能角度尺的尺身刻线每格 1° ，游标刻线对应于尺身上 29° 的弧长为 30 格，如图 4-15a 所示，

即游标上每格所对应的角度为 $29^{\circ}/30$ ，

因此尺身 1 格与游标 1 格相差 $1-29^{\circ}/30=2'$
即万能角度尺的分度值为 $2'$ 。

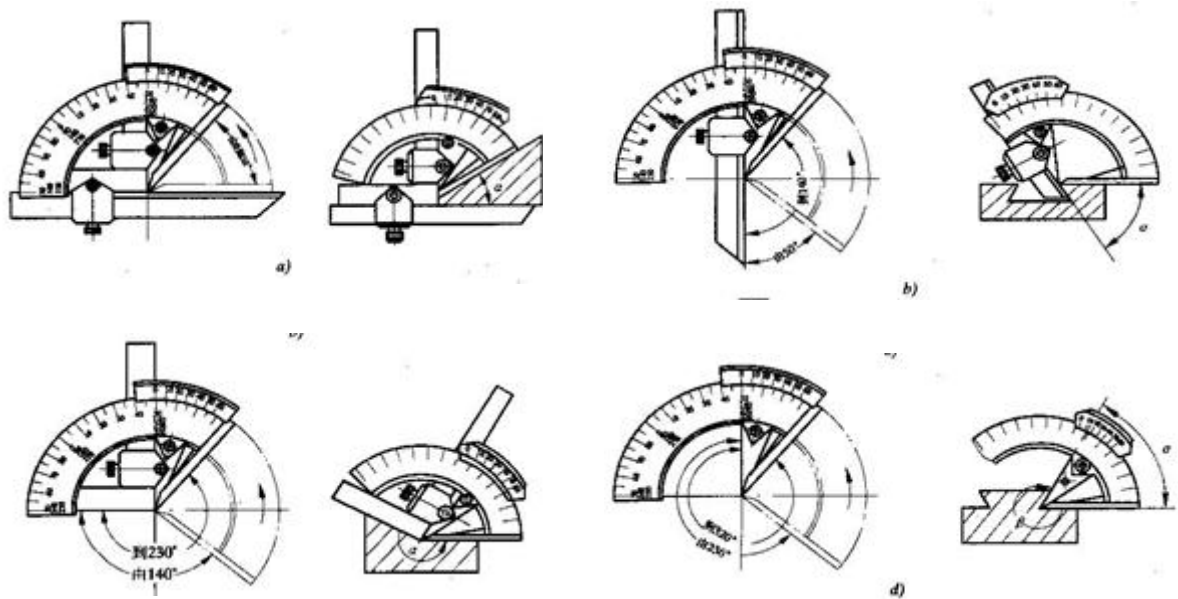


图 4-15 万能角度尺的刻线原理读数

万能角度尺的读数方法和游标卡尺相似，即先从尺身上读出游标 0 刻度线指示的整数度数，再判断游标上的第几格的刻线与尺身上的刻线对齐，就能确定角度“分”的数值，然后把二者相加，就是被测角度的数值。

在图 4-15b 中，游标上的零刻线落在 69° 到 70° 之间，因而被测角度的“度”的数值为 69° ；游标上第 21 格的刻线与尺身上的某一刻度线对齐，因而被测角度的“分的数值为 $2' \times 21 = 42'$ ”。所以被测角度的数值为 $69^{\circ}42'$ 。利用同样的方法，可得图 4-15c 中的被测角度的数值为 $34^{\circ}8'$ 。

3. 万能角度尺的测量范围

由于角尺和直尺可以移动和拆换，因而万能角度尺可以测量间的任何大小的角度，如图 4-16 所示。

a 图为测量 0° – 50° 角时的情况。

b 图为测量 50° – 140° 角时的情况。

c 图为测量 140° – 230° 角时的情况。

d 图为测量 230° – 320° 角时的情况。

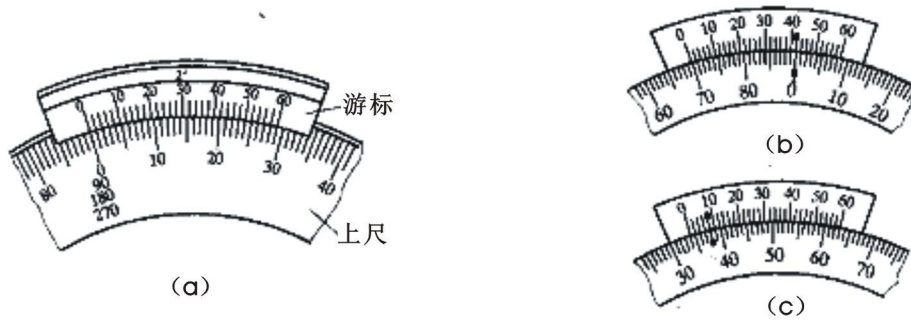


图 4-16 万能角度尺的测量范围

任务三 锉削的质量控制与检测

一、零件的尺寸公差与检测

（一）零件的尺寸公差基本知识

1. 基本尺寸

基本尺寸由设计给定，设计时可根据零件的使用要求，通过计算、试验或类比的方法确定。

2. 实际尺寸

通过测量获得的某一零件的尺寸称为实际尺寸。由于测量过程中，不可避免地存在测量误差，因此所得的实际尺寸并非尺寸的真值。同时，由于零件表面存在着形状误差，使得同一表面上不同位置的实际尺寸也往往不一定相等。

3. 极限尺寸

一个零件允许的尺寸的两个极端称为极限尺寸，实际尺寸应位于极限尺寸之中，也可达到极限尺寸。零件允许的最大尺寸称为最大极限尺寸；零件允许的最小尺寸称为最小极限尺寸。极限尺寸是以基本尺寸为基数来确定的，在机械加工中，由于机床、刀具、量具等各种因素而形成的加工误差的存在，要把同一规格的零件加工成同一尺寸是不可能的。从使用的角度来讲，也没有必要将同一规格的零件都加工成同一尺寸，只须将零件的实际尺寸控制在一个范围内，就能满足使用要求。这个范围由上述两个极限尺寸确定。

如图 4-17 所示

孔的基本尺寸 $(D) = \Phi 30\text{mm}$

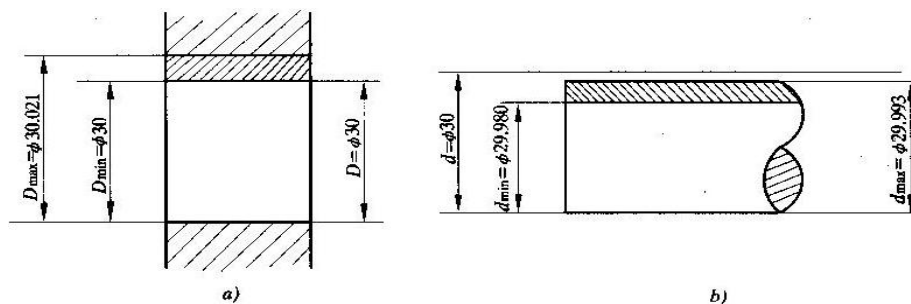
孔的最大极限尺寸 $(D_{\max}) = \Phi 30.021\text{mm}$

孔的最小极限尺寸 $= (D_{\min}) \Phi 30\text{mm}$

轴的基本尺寸 $(d) = \Phi 30\text{mm}$

轴的最大极限尺寸 $(d_{\max}) = \Phi 29.993\text{mm}$

轴的最小极限尺寸 ($d_{\min}$) = $\Phi 29.980\text{mm}$



a) 孔的极限尺寸

b) 轴的极限尺寸

图 4-17 极限尺寸

要注意的是基本尺寸和极限尺寸都是设计时给定的，基本尺寸可以在极限尺寸所确定的范围内，也可以在极限尺寸所确定的范围外。如上图孔的基本尺寸等于孔的最小极限尺寸，在两极限尺寸所确定的范围内；而轴的基本尺寸大于轴的最大极限尺寸，在两极限尺寸所确定的范围外。

当不考虑形位误差的影响，加工后的零件获得的实际尺寸若在两极限尺寸所确定的范围之内，则零件合格，否则零件不合格。

4. 偏差

某一尺寸（实际尺寸、极限尺寸等等）减其基本尺寸所得的代数差称为偏差。偏差有以下几种

（1）极限偏差

极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为极限偏差。由于极限尺寸有最大极限尺寸和最小极限尺寸之分，因而极限偏差有上偏差和下偏差之分。

上偏差 最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为上偏差。

下偏差 最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为下偏差。

由于极限偏差是用代数差来定义的，而极限尺寸可能大于、小于或等于基本尺寸，所以极限偏差可以为正值、负值或零值，因而在计算和

使用中一定要注意极限偏差的正、负号，不能遗诵。国标规定 在图样上和技术文件上标注极限偏差数值时，上偏差标在基本尺寸的右上角，下偏差标在基本尺寸的右下角。特别要注意的是当偏差为零值时，必须在相应的位工上标注“0”，而不能省略。如

$$\phi 25 \begin{smallmatrix} +0.015 \\ +0.002 \end{smallmatrix} \quad \phi 25 \begin{smallmatrix} +0.021 \\ 0 \end{smallmatrix} \quad 30 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.1 \end{smallmatrix} \quad \phi 40 \pm 0.008$$

（2）实际偏差

实际尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为实际偏差。实际偏差也可以为正值、负值或零值。合格零件的实际偏差应在上、下偏差之间。

5. 尺寸公差

尺寸公差是指允许的尺寸变动量，简称公差。公差是最大极限尺寸减最小极限尺寸之差，或上偏差减下偏差之差。如尺寸 $\phi 25 \begin{smallmatrix} +0.015 \\ +0.002 \end{smallmatrix}$ ，其最大极限尺寸为 $\Phi 25 + (+0.015) = \Phi 25.015$ ，最小极限尺寸为 $\Phi 25.002$ ，公差为 $\Phi 25.015 - \Phi 25.002 = 0.013$ 。公差是设计时根据零件要求的精度并考虑加工时的经济性能，对尺寸的变动范围给定的允许值。由于合格零件的实际尺寸只能在最大极限尺寸与最小极限尺寸之间的范围内变动，而变动只涉及到大小，因此用绝对值定义，所以公差等于最大极限尺寸与最小极限尺寸之代数差的绝对值。公差又等于上偏差与下偏差的代数差的绝对值。尺寸公差是用绝对值来定义的，没有正、负的含义，因此在公差值的前面不能标出“+”号成“一号；同时因加工误差不可避免，即零件的实际尺寸总是变动的，所以公差不能取零值。这两点与偏差是不相同的。

从加工的角度看基本尺寸相同的零件，公差值越大，加工就越容易，反之加工就越困难。

（二）零件的尺寸控制与尺寸公差的检测

零件的尺寸控制与尺寸公差的检测常用游标卡尺或千分尺来测定。

游标卡尺的使用方法与注意事项

(1) 握尺方法

用手握住主尺，四个手指抓紧，大拇指按在游标尺的右下侧半圆轮上，并用大拇指轻轻移动游标使活动测脚能卡紧被测物体上，略旋紧固定螺钉，再进行读数。

(2) 注意事项

a. 用测脚卡紧物体时，用力不能太大，否则会使测量不准确，并容易损坏卡尺。卡尺测量不宜在工件上随意滑动，防止测脚面磨损。b、测量前，查看零刻度（主、副尺上下零刻度是否对齐）。c、卡尺使用完毕，要擦干净后，将两尺零线对齐，检查零点误差有否变化，再小心放入卡尺专用盒内，存放在干燥的地方。

游标卡尺的握法以及不同工件的测量方法如图。

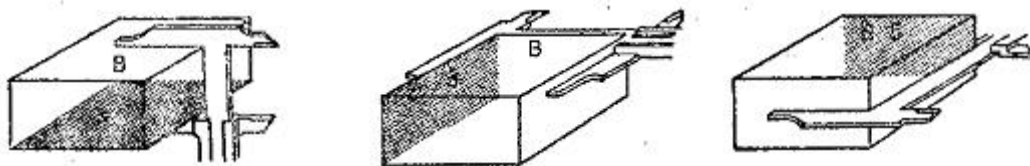
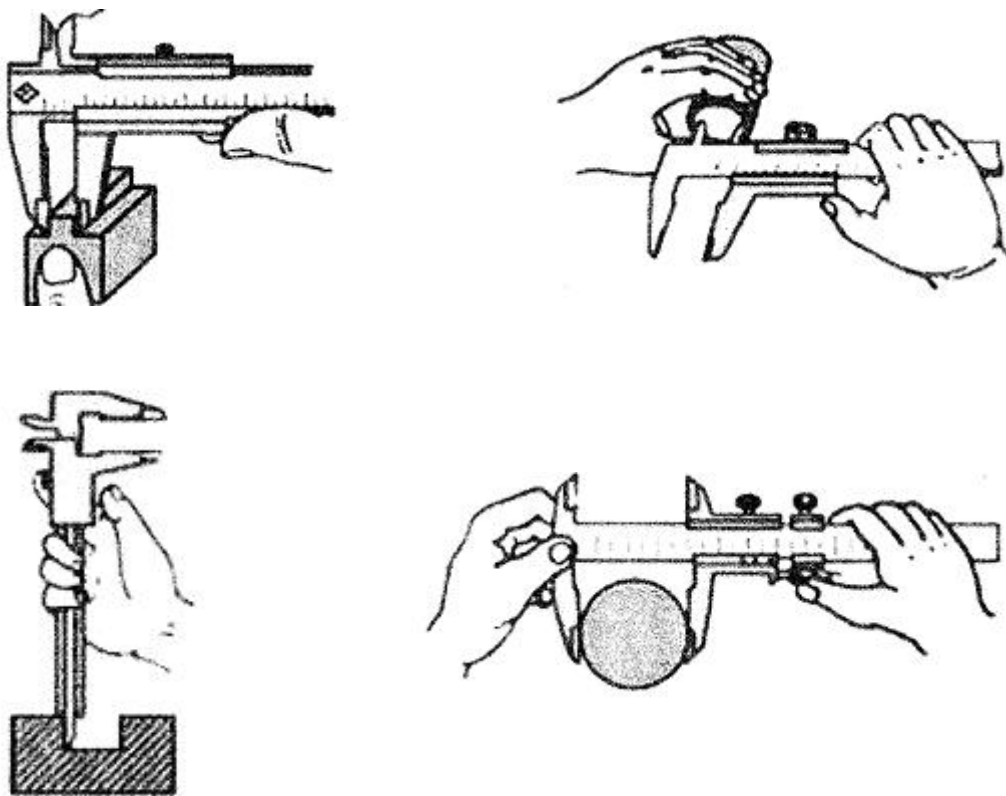
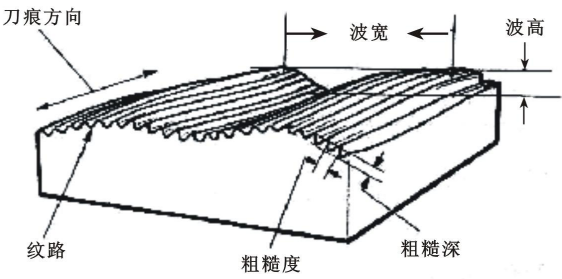


图 4—18 用游标卡尺检测尺寸公差



二、零件的表面粗糙度基本知识

肉眼看上去很平的工件表面，微观下是凹凸不平的。零件的微观不平度通常用表面粗糙度来表示。是衡量零件表面质量的一项重要技术指标。



1. 表面粗糙度对机械产品的使用寿命和可靠性的影响

- ①零件表面粗糙度增大，摩擦系数增大，越容易磨损；
- ②微小峰谷容易储存腐蚀性气体和液体，时零件表面腐蚀；
- ③峰谷处产生应力集中，致使零件疲劳破坏，降低了疲劳强度；
- ④粗糙度大，容易磨损而增大了间隙；
- ⑤影响外观、密封性、散热性。

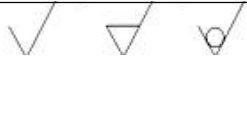
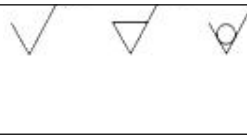
2. 粗糙度 加工表面上具有的较小间距和峰谷所组成的微观几何形状特性 。

表面粗糙度的形成 一般是由所采用的加工方法和其他因素所形成的，例如加工过程中刀具与零件表面间的摩擦、切屑分离时表面层金属的塑性变形以及工艺系统中的高频振动等 。

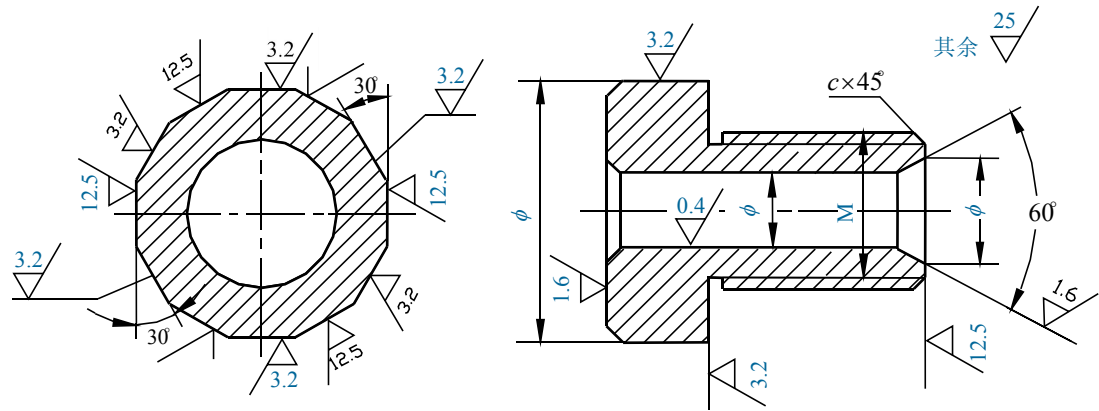
3. 表面粗糙度的标注符号及意义见下表。

表

符 号	意 义 说 明
	基本符号，可用任何方法获得。当不加注粗糙度参数值或有关说明时，仅适用于简化代号标注。
	基本符号加以短划，表示表面是用去除材料的方法获得。 如 车、铣、钻、磨、电加工等。
	基本符号加一小圆，表示表面是用不去除材料的方法获得。如 锻、铸、冲压变形、热轧、粉末冶金或用于保持原供应状况的表面（包括保持上道工序的状况）

	在上述三个符号的边上均可加一横线，用于标注有关参数和说明。
	在上述三个符号的边上均可加一小圆，表示所有表面具有相同的表面粗糙度要求。

4. 表面粗糙度的标注方法及含义解释。



表面粗糙度含义举例

 表示用去除材料的方法获得表面粗糙度，Ra 的上限值为 3.2 微米。

Ra 值即表面微观不平度十点高度轮廓算术平均偏差值。如图所示。

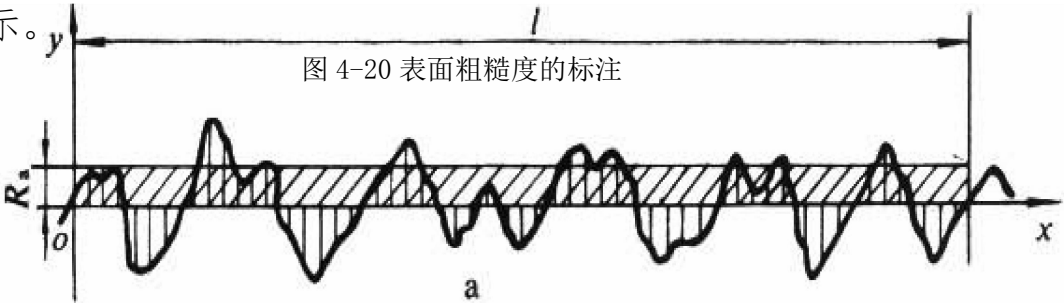


图 4-21 微观不平度十点高度轮廓算术平均偏差

5. 表面粗糙度的检测

检测方法: 比较法、干涉法、光切法、感触法等。

比较样块是最常用的方法

三. 形位公差

(一) 形位公差基本知识

零件在加工时, 不仅尺寸会产生误差, 其构成要素的几何形状以及要素与要素之间的相对位置, 也会产生误差。如下图示, 台阶轴加工后的各实际尺寸虽然都在尺寸公差范围内, 但可能会出现鼓形、锥形、弯曲、正截面不圆等形状, 这样, 实际要素和理想要素之间就有一个变动量, 即形状误差。轴加工后各段圆柱的轴线可能不在同一条轴线上如下图示。这样实际要素与理想要素在位置上也有一个变动量, 即位置误差。

加工后的零件不仅有尺寸误差, 构成零件几何特征的点、线、面的实际形状或相互位置, 与理想几何体规定的形状和相互位置还不可避免地存在差异, 这种形状上的差异就是形状误差, 而相互位置的差异就是位置误差, 统称为形位误差。设计机器时, 须对零件的形状、位置误差予以合理的限制, 执行国标规定的形状和位置公差(形位公差)。

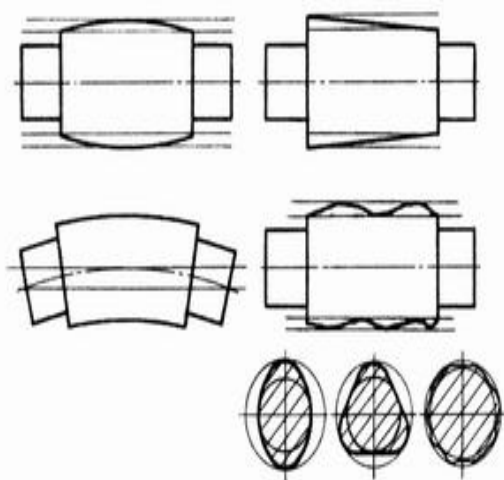


图 4-22 几何形状误差

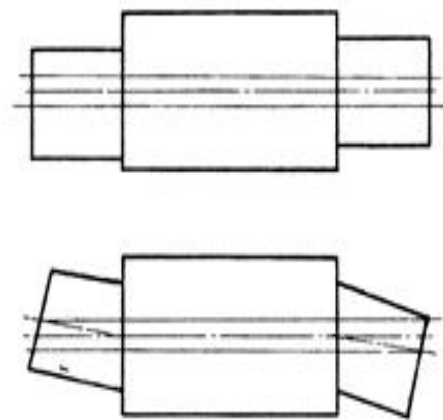


图 4-23 位置误差

（二）形位误差对零件使用性能的影响如下

- ①影响零件的功能要求
- ②影响零件的配合性质
- ③影响零件的互换性

（三）形位公差

1. 基本概念

- （1）形状误差指被测实际要素相对其理想要素的变动量
- （2）形状公差指单一实际要素的形状相对基准所被允许的变动全量
- （3）位置误差指关联实际要素相对其理想要素的变动量
- （4）位置公差指关联实际要素的位置相对基准所被允许的变动全量。

2. 形位公差种类 形位公差共分两大类 一类是形状公差，有六项；另一类是位置公差，有八项其符号见下表

形位公差的项目和符号表

分类	项目	符号	分类	项目	符号
形状公差	直线度	—	定向	垂直度	⊥
	平面度	▭		平行度	//
	圆度	○		倾斜度	∠
	圆柱度	⌀	定位	同轴度	◎
	线轮廓度	⌒		对称度	≡
	面轮廓度	⌒		位置度	⊕
			跳动	圆跳动	↗
				全跳动	↗↗
位置公差					

1. 形位公差标注与识读 (如图 4-24)

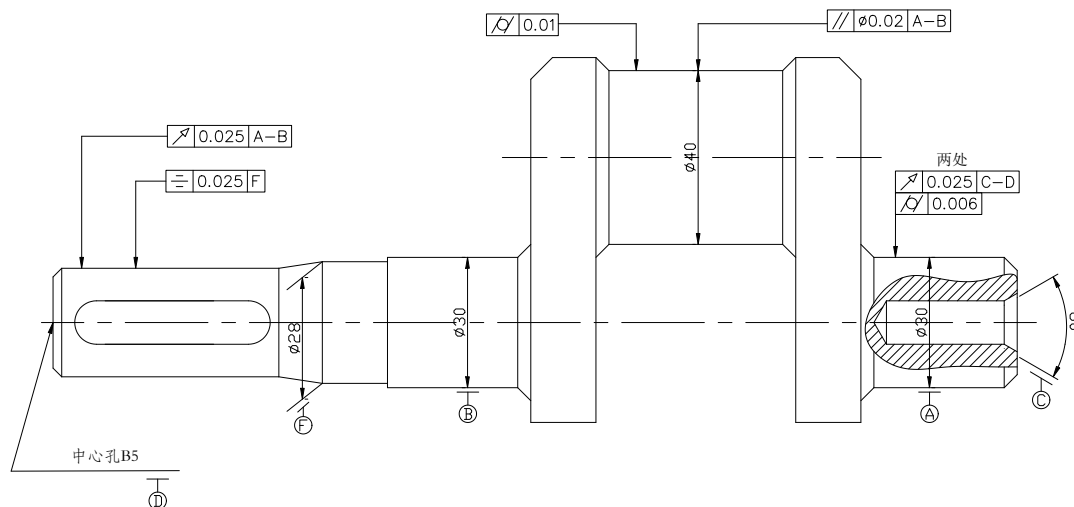
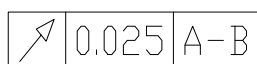
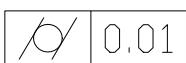


图 4-24 形位公差的标注与识读



表示 左端锥体对组合基准有圆跳动公差要求, 公差带形状为两同心圆, 任意测量平面内对基准轴线的跳动误差不大于 0.025mm。



表示 左端锥体上的键槽中心平面对 F 基准轴线有对称度公差要求, 公差带形状为两平行平面, 测量时对称度误差不大于 0.025mm。



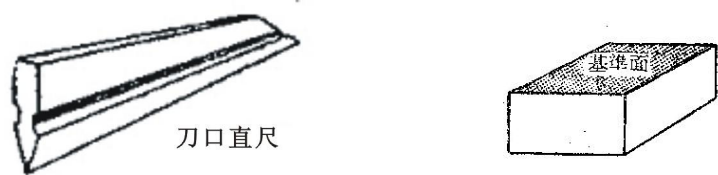
表示 $\phi 40\text{mm}$ 圆柱面有圆柱度公差要求, 公差带形状为两同轴圆柱。测量时圆柱度误差不大于 0.01mm。



表示 $\phi 40\text{mm}$ 圆柱的轴线对组合基准 A—B 有平行度要求, 公差带形状为一个圆柱体。测量时实际轴线对基准轴线在任何方向的倾斜或弯曲误差都不得超出 $\phi 40\text{mm}$ 的圆柱体。

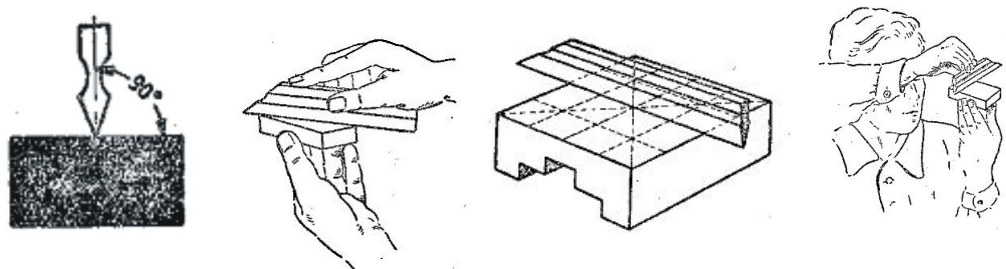
4. 形位公差检测实例

(1) 用刀口直尺对锉削工件平面度的检控。

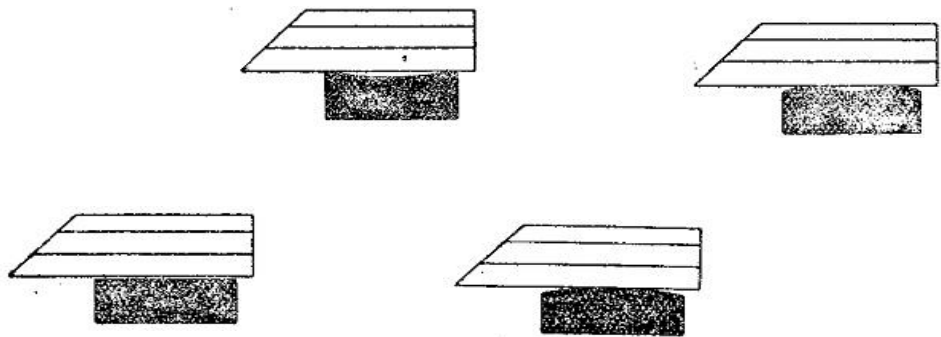


刀口直尺在量面上的检验方法 刀口直尺必须垂直放在工件量面上，在检测工件量面上，纵向、横向、对角线、不的在上面有任何方向倾斜和拖动。多方向、多位置逐一进行检测。

检验时的握法



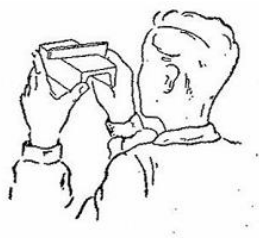
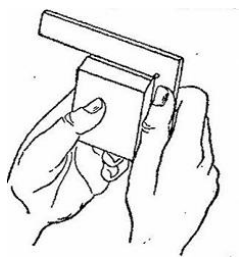
两手分别握着刀口尺和工件互相靠上齐眉观察刀口与工件量面
检验图例



采用透光法对各种形式的光隙，判断工件量面平面度。

(2) 用刀口角尺对锉削工件垂直面的检控,

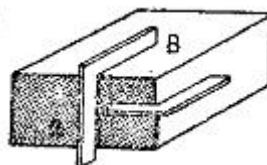
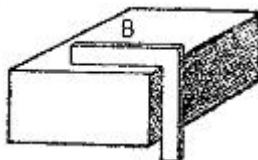
①刀口形角尺检测时的握法



两手分别握牢工件和角尺互相靠上

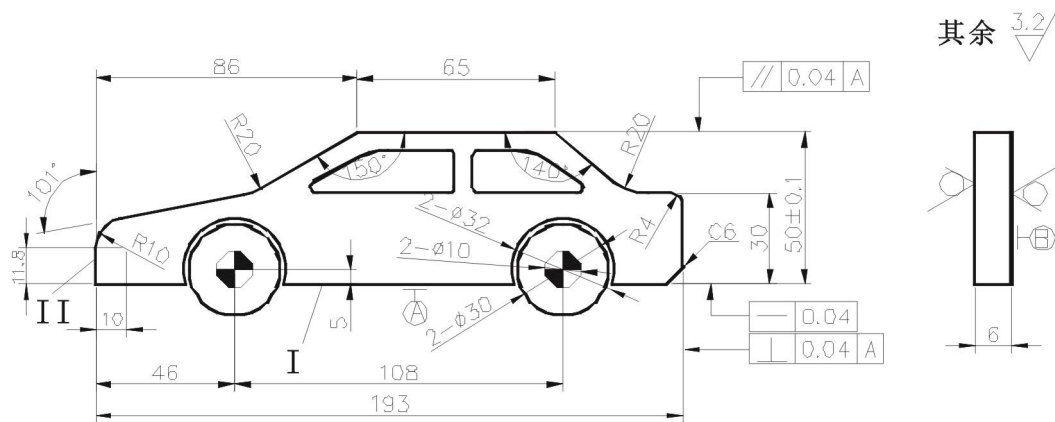
齐眉观察

②用刀口形角尺对工件量面垂直度的检测方法



任务四 车形样板的锉削

一、图样分析



技术要求：

要求所有加工面与B基准垂直度不大于0.04mm。

此样板分两部分，一为车身，一为车轮，制作时应分开制作。此样板主要质量要求为

1. 50 ± 0.1 尺寸有公差要求，制作时应用游标卡尺测量以满足要求。

2. 车身除前后两面外，其周边均需锉削，且要求所有锉削面与车身前面（B基准）垂直度不大于0.04mm。

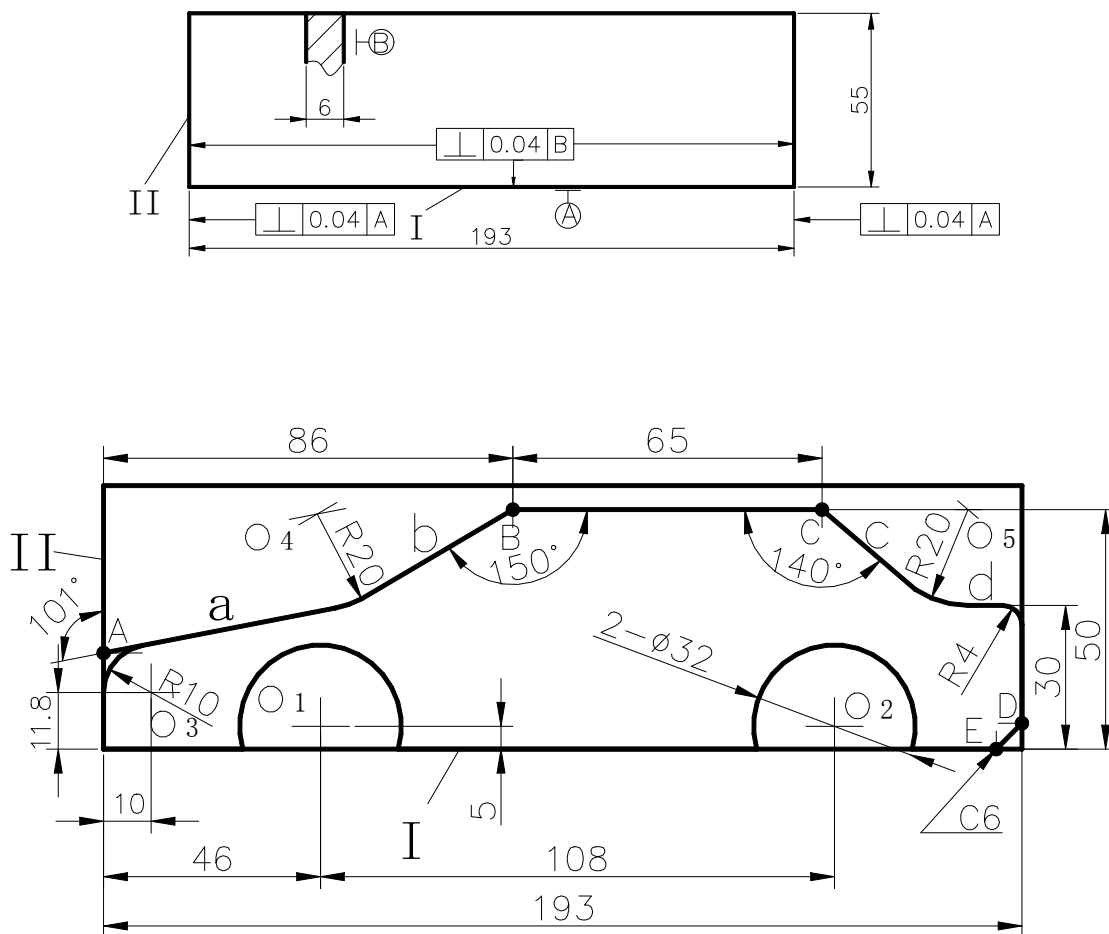
3. 车身下面（A基准）有直线度要求，公差为0.04mm。左右两侧面与下面（A基准）有垂直度要求，公差为0.04mm。上面与下面（A基准）有平行度要求，公差为0.04mm。

4. 车身加工中还要测量 101° 、 140° 、 150° 、 135° （C6的角度）四个角度，应确保其正确。另有2- $\phi 32$ 、R10、R20、R20、R4六个圆弧的加工，加工过程中应用R规检测。其余尺寸因没有公差要求，按划线加工即可。

5. 车轮加工也应保证轮侧和轮面的垂直度不大于0.04mm。圆度应用R规测量。

二、加工工艺流程

1. 修整来料毛坯。先锉削图中基准面 A，使其直线度达到 0.04mm，与 B 基准垂直度达到 0.04mm。再锉削左侧面，使其与 B 基准，A 基准的垂直度都达到 0.04mm。然后加工右侧面要求和左侧面一样同时保证尺寸 193mm，至此坯料修整完毕。



2. 划所有加工线。

划线步骤

(1) 以 I 为基准用高度尺划 O_1 、 O_2 、 O_3 的水平中心线，D 点和 50 水平线。

高度尺的划线脚可直接在工件上划线。其尺寸调整与游标卡尺一样，划线时应按紧尺座，移动时使尺座始终贴紧平板。

(2) 以 II 为基准用高度尺划 O_1 、 O_2 、 O_3 的竖直中心线，A 点 B 点 C 点

和 E 点。

(3) 用角度尺过 A 点划线 a，过 B 点划线 b，过 C 点划线 c，连接 DE 点。

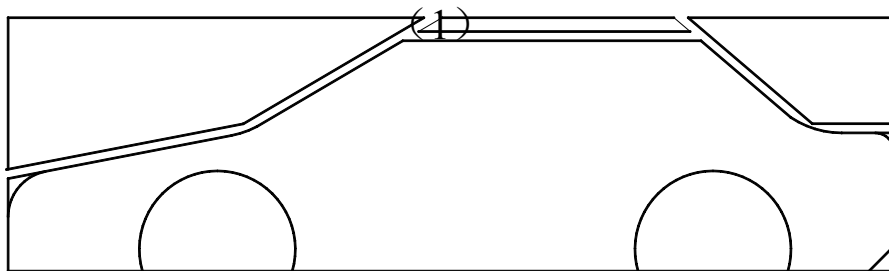
(4) 用几何画法找出 R20 的圆心 O_4 、 O_5 在 O_1 、 O_2 、 O_3 、 O_4 、 O_5 处打上样冲眼，再用划规划出 2- $\phi 32$ 、R10、R20、R20、等圆弧。

(5) 全面检查划线，看是否有漏划错划。无误后打样冲眼。

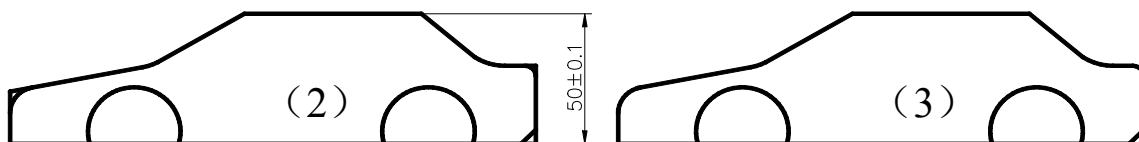
3. 主要加工工步

(1) 留约 2mm 余量，锯去左右两角及顶部。顶部余量若较少则用锉削去除。

(2) 按图样锉削顶部，保证与 B 基准的垂直度公差不超过 0.04mm。用卡尺测准 50 ± 0.1 尺寸，同时保证与 A 基准的平行度公差不超过 0.04mm。

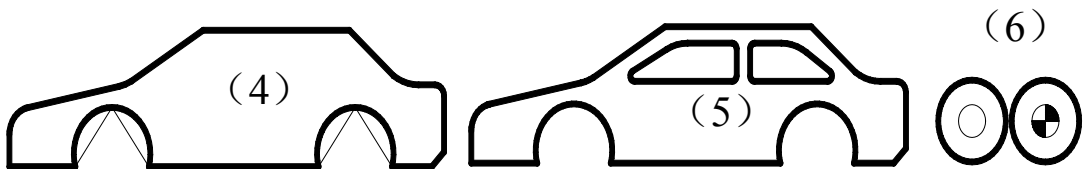


(3) 锉各斜面及倒角，保证与 B 基准的垂直度公差不超过 0.04mm，



用万能角度尺测好角度；锉各圆弧，保证与 B 基准的垂直度公差不超过 0.04mm，用 R 规测好半径。

(4) 锉轮毂槽，用 R 规测准半径，保证与 B 基准的垂直度公差不超过 0.04mm。其余量可按图 (4) 方法去除。



(5) 技术较好的可在老师指导下加工装饰车窗，否则跳过此步直接加工车轮。轮心标志可先钻孔，再把锉好的芯填入。

(6) 去毛刺，全面检查，做必要修整。

三、考核评分标准

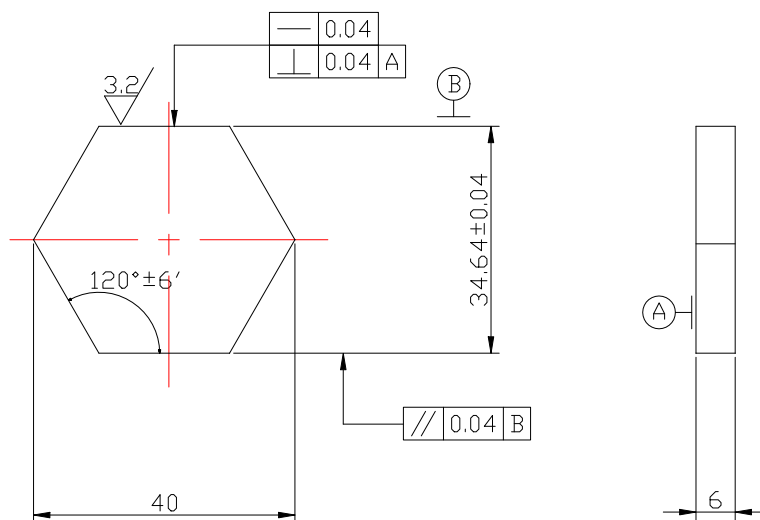
项目序号	考核内容	配分	考 核 要 求	评分标准	得分
1	看图	10	工件符合图样要求无明显差别	酌情扣分	
2	划线	10	自己划线，划线与图样相符	酌情扣分	
3	锉削基本功	20	锉削面与B基准垂直度合格	超差1处扣1分	
4	卡尺的使用	10	50 ± 0.1 $\boxed{\text{// } 0.04 \text{ A}}$ 合格	超差1处扣5分	
5	刀口角尺使用	10	$\boxed{\perp 0.04 \text{ A}}$ $\boxed{- 0.04}$ 合格	超差1处扣3分	
6	万能角尺使用	10	101° 150° 140° 135° 合格	超差1处扣2分	
7	R规塞尺使用	10	$\varnothing 32$ 、R10、R20等圆弧合格	超差1处扣1分	
8	加工工艺	10	工步正确无报废， $Ra\leq 3.2\mu\text{m}$	酌情扣分	
9	安全文明生产	10	无工量具混放，工位打扫彻底	酌情扣分	
备 注					
总 分					

任务五 正六角形工件的锉削

正六角形工件的特点是两底面为边长相等，角度都是 120 度的正六边形，六个侧面为大小相等的矩形，所有侧面与底面均垂直，制作时应抓住这些特点。另外正六角形工件的各个边长理论上是相等的，但实际制作时由于边长不能直接测准，加工时很难保证相等。而工件的加工工艺对其精度至关重要，工艺好则可提高其精度，所以本工件加工时要特别注意工艺。

一、图样分析

【正六角形试件图】



此试件的主要质量要求为

1、各对边尺寸 34.64 ± 0.04 有公差要求，制作时应用游标卡尺测量以满足要求。

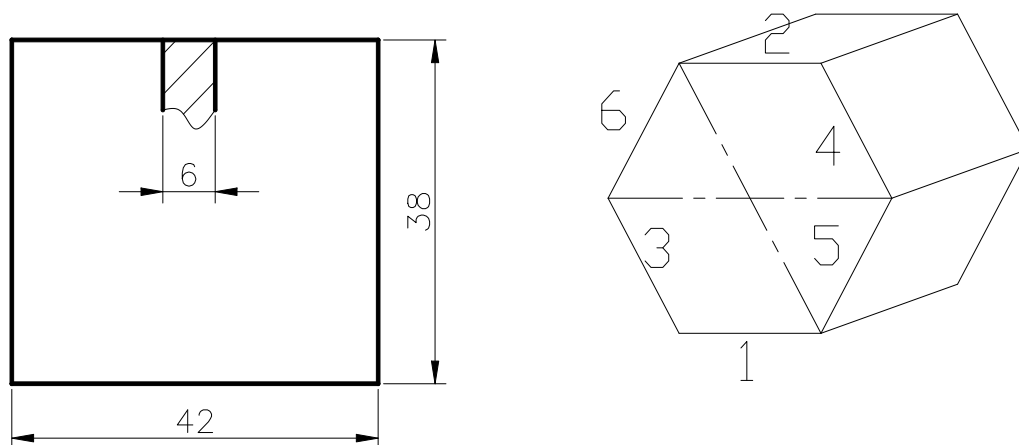
2、所有 $120^\circ \pm 6'$ 角度有公差要求，制作时应用万能角度尺测量准

确。

3、各侧面有 0.04mm 直线度要求，各侧面对 A 基准有 0.04mm 垂直度要求。各相对面有 0.04mm 平行度要求。制作时应使着些均合要求。

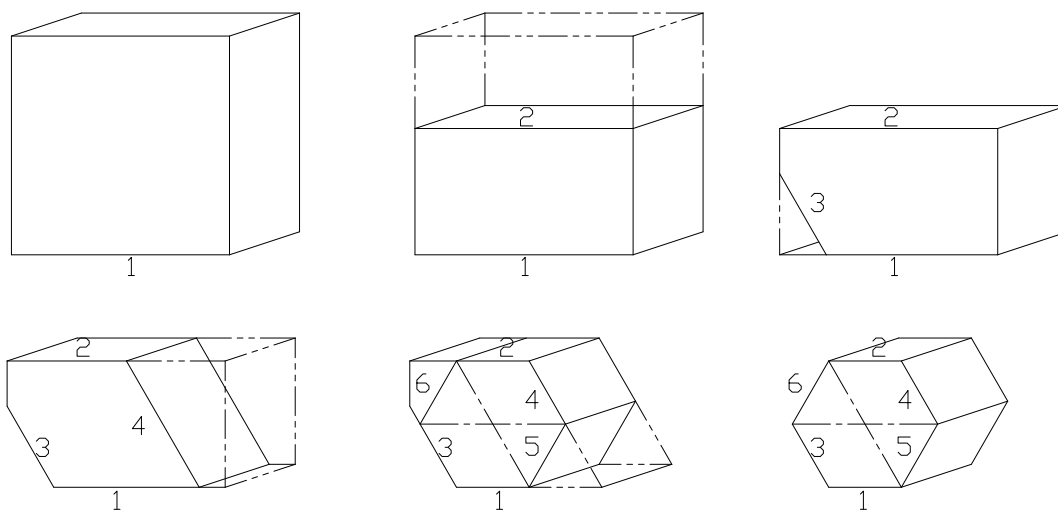
【正六角形坯料图】

各面锉削顺序：



二、加工工艺流程

根据本工件特点，在用板料毛坯制作时，为保证其精度，特制订边做边划线的工艺流程。其参考工步演艺如下



- 1、粗、精锉基准面 1。
- 2、划线，锯，粗、精锉基准面的对边 2。
- 3、划 120° 线，锯，粗、精锉基准面的邻边 3。
- 4、划线，锯，粗、精锉第 3 边的对边 4。
- 5、以第 1 边和第 3 边为基准划对称中心线，锯，粗、精锉第 1 边的另一邻边 5，使 边长 20 合格。

◆ 锉削此工件时应注意的事项

- 1、选择好基准面，加工基准面时的精度一定要高。基准面加工好之后应做好记号，以后不允许再加工。
- 2、注意加工顺序，先加工哪个面，后加工哪个面。
- 3、为保证精度，每个面必须加工完全合格后才允许加工下一个面。加工过程中应经常检测。
- 4、一个面有多个要求时，应先管垂直，再管角度，然后管尺寸，最后管粗糙度。

三、考核评分标准

项目 序号	考核内容	配分	考核要求	评分标准	得分
1	工艺步骤	18	工艺步骤合理科学	酌情扣分	
2	各侧面要平直	6	$\boxed{-0.04}$ 6 处检测合格	超差 1 处扣 1 分	
3	侧面与 A 要垂直	24	$\boxed{\perp 0.04 A}$ 6 处检测合格	超差 1 处扣 4 分	
4	对边尺寸要相等	12	34.64 ± 0.04 测量合格	超差 1 处扣 4 分	
5	各相对面要平行	12	$\boxed{\parallel 0.04 B}$ 3 处测量合格	超差 1 处扣 4 分	
6	各角度要均等	12	$120^\circ \pm 6'$ 测量合格	超差 1 处扣 2 分	
7	各加工面要光洁	6	6 处检测合格	超差 1 处扣 1 分	
8	安全文明生产	10	无工量具混放，工位打扫彻底	酌情扣分	
备 注					
总 分					



项目迁移训练

自己设计简单的平面图样或标志，在老师指导下制作

项目四 孔加工技能

项目实施背景

在机械零件中，由于不同的需要往往在机械零件上加工出各种类型的孔，以达到联接，定位，导向，防松等不同的目的。运用孔类加工设备进行各种孔的加工是钳工的重要工作。

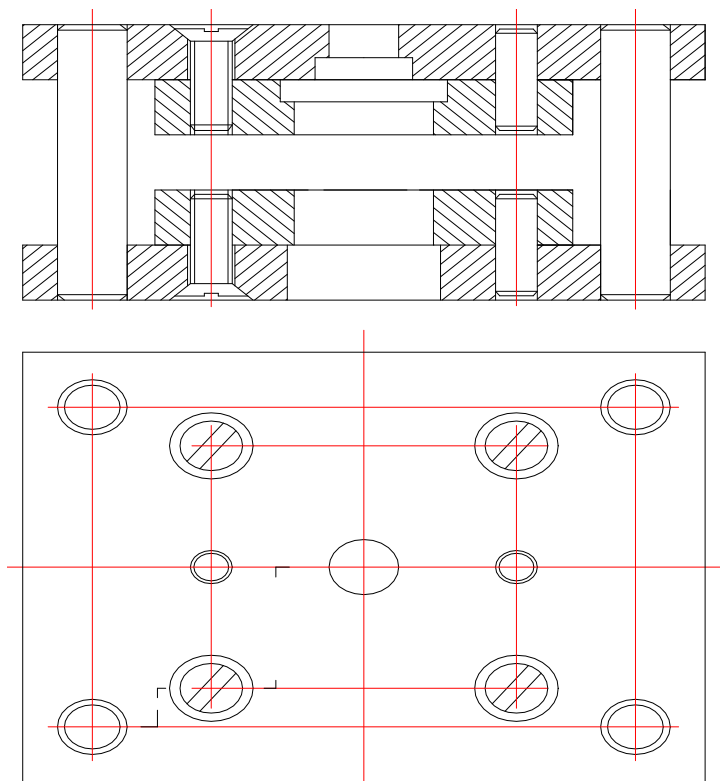
项目实施的目标

1. 了解孔的加工原理和加工孔所需的各种设备和工具的使用以及维护保养方法。知道孔类加工的安全操作规程。
2. 了解麻花钻的结构，掌握刃磨麻花钻的方法。
3. 掌握钻孔、扩孔、铰孔、铰孔的操作方法。

项目实施的任务

本项目以一个简单模架的上模架制作为载体，要求学生能按照图样和相关技术要求完成此次任务。通过，练习各类孔的加工方法，孔类加工工具的使用方法、各类孔的检测方法。通过模架制作训练，练习孔的加工工艺，质量控制方法。以达到使学生学会孔的加工这项钳工技能。

【模架试件图】



【项目实施所需工量具】

名 称	规格/mm	精度/mm	数量	名 称	规格/mm	精度/mm	数量
高度游标尺	0~300	0.02	1	钢角尺	200	1	1
游标卡尺	0~150	0.02	1	锤子			1
万能角度尺	0° ~320°	2′	1	中扁锉	200		
刀口直角尺	100X63	0 级	1	软钳口			1 副
直铰刀	Ø6H7Ø10H7		各 1	锉刀刷			1
样冲			1	毛刷			1
划针			1				
划规			1				
麻花钻	Ø9.8Ø12Ø5. 8Ø6.8Ø5.2Ø 8		各 1				
铰钻	Ø12 90° 锥形 Ø12 Ø15 柱形		各 1				
备 注							

项目实施的过程

任务一 钻削基本知识

一、钻削概述

钻削是用各种钻头进行钻孔、扩孔或铰孔的切削加工。钻孔是用麻花钻、扁钻或中心孔钻等在实体材料上钻削通孔或盲孔。一般的，钻孔是将钻头装在钻床或其它设备上，依靠钻头与工件的相对运动进行切削，其切削运动由以下两个运动合成。如图 5-1 是钻头钻孔时的运动。

① 主运动 将切屑切下所需的基本运动，钻头或工件的旋转运动，称为主运动。

② 进给运动 使被切削金属继续投入切削的运动，即钻头的轴向直线移动，称为进给运动。



图 5-1 钻孔时钻头的运动

二、钻削工具

钻孔时的工具主要是钻床和麻花钻。麻花钻的钻孔径范围为 0.05~100 毫米，采用扁钻可达 125 毫米。对于孔径大于 100 毫米的孔，一般先加工出孔径较小的预制孔（或预留铸造孔），而后再将孔径镗削到规定尺寸。

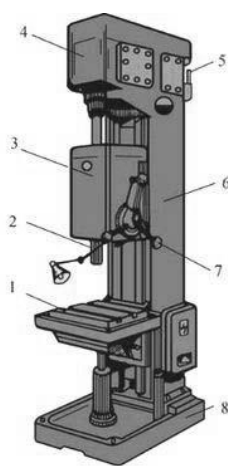
1、钻床

①台式钻床

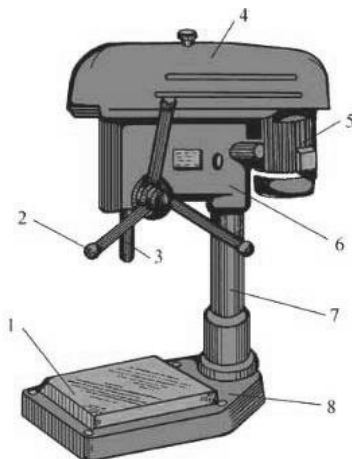
台式钻床（如图 5-3）简称台钻，是一种放在工作台上使用的小型钻床。合钻重量轻，移动方便，转速高（最低转速在 400r/min 以上），适于加工小型零件上直径 $\leq 13\text{mm}$ 的小孔。主轴进给是手动的。钳工中用得最多。

②立式钻床

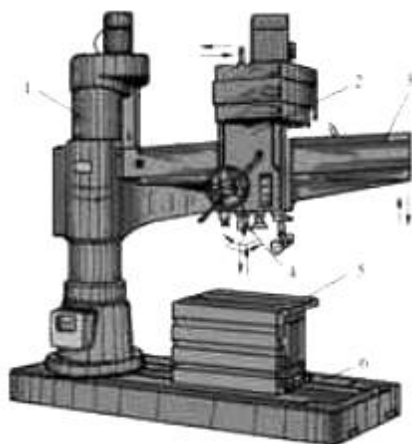
立式钻床（如图 5-2）简称立钻，一般用来钻中型工件上的孔，其规格用最大钻孔直径表示。常用的有 25mm、35mm、40mm、50mm 等几种。



1—工作台 2—主轴
3—进给箱 4—主轴变速箱
5—电动机 6—立柱
7—进给手柄 8—机座
图 5-2 立式钻床



1—工作台 2—进给手柄
3—主轴 4—带罩
5—电动机 6—主轴架 7—
—立柱 8—机座
图 5-3 台式钻床



1—立柱 2—主轴箱
3—摇臂 4—主轴
5—工作台 6—机座
图 5-4 摇臂钻床

③摇臂钻床

摇臂钻床有一个能绕立柱旋转的摇臂（图 5-4）。主轴箱可在摇臂上作横向移动，并可随摇臂沿立柱上下作调整运动，因此，操作时能很方便地调整到需钻削的孔的中心，而工件不需移动。摇臂钻床加工范围广，可用来钻削大型工件的各种螺钉孔、螺纹底孔和油孔等。

三、麻花钻的结构与刃磨

(1) 钻头的结构

麻花钻是钻孔的主要工具，它是由切削部分、导向部分和柄部组成，如图 5-5 所示。直径小于 12mm 时一般为直柄钻头，大于 12mm 时为锥柄钻头。

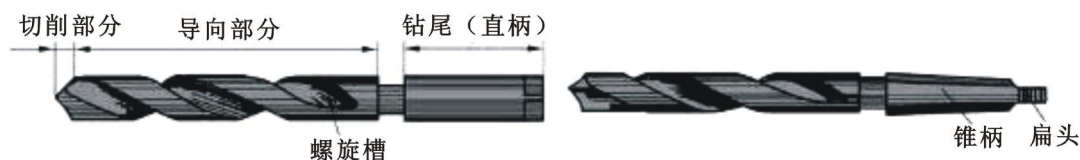


图 5-5 麻花钻

①柄部 是用来装夹和传递动力的。一般情况下，直径小于 $\Phi 13$ 毫米的钻头将其制成直柄，而直柄钻头没有明显的颈部，而将钻头的直径、商标等直接刻在柄部。而直径大于 $\Phi 13$ 毫米的钻头一般制成锥柄，锥柄钻头的锥度是按国家标准制作的，按钻头直径的大小而制成莫氏 1#、2#、3#、4#、5#等锥度，其号数越大柄部的尺寸也就越大。锥柄端部的扁尾起传递扭矩和方便拆卸钻头的作用。

②颈部 颈部是柄部和工作部分的连接部分，也是为磨削钻头时供砂轮退刀用的，钻头本身的直径、材料和商标等也刻印在颈部。

③工作部分 它又分为导向和切削两部分。导向部分有两条对称的螺旋槽，作用是形成切削刃及容纳和排除切屑，便于切削液的输入。导向部分还有两刃带，它的直径略有倒锥，每 100mm 长度内，直径向柄部减小 0.05-0.10mm，这样既可以引导钻头切削时的方向，又可以减少钻头与孔壁的磨擦。前端的切削部分（图 5-6）是钻头的关键部分，它是由五条刃 一条横刃（两个后刀面的交线）两条对称的主切削刃（要求两条主切削刃长度相等） 两条副切削刃（即两条刃带与前刀面连接所形成的刃）。六个主要面 两个后刀面（要求光滑），两个副后刀面，两个前刀面。十个主要角度组成的。

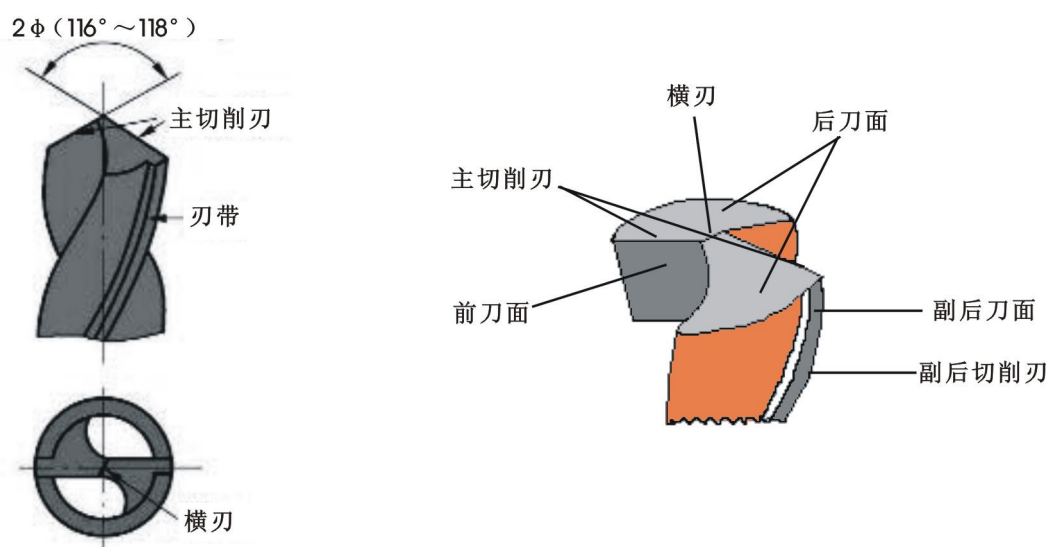


图 5-6 麻花钻的切削部分

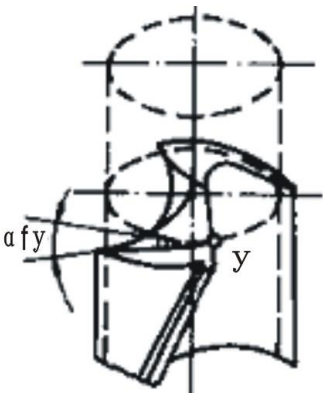
(2) 钻头的主要角度

一个顶角 2ϕ ($118^\circ \pm 2^\circ$ ，两条主切削刃间的夹角)， 两个主后角。

顶角 2ϕ

钻头的顶角 2ϕ 是两个主切削刃在与其平行的平面上投影的夹角， 标准麻花钻取顶角 $2\phi = 118^\circ$ ， 顶角与基面无关。

后角 α_f 麻花钻主切削刃上任意点的侧后角 α_{fy} 是在以钻头中心为轴心线的圆柱面的切平面上测量的， 这样主切削刃在进行切削时作圆周运动，侧 后角比较能够反映钻头后刀面与加工表面之间的摩擦关系， 同时测量也方便。



(3) 钻头的刃磨

标准麻花钻在使用过程中，为了满足使用要求或钻头磨损后，通常对其切削部分进行修磨，以改善其性能。

对于磨钝的钻头进行刃磨时方法如图 5—7 所示。右手握住钻头的头

部，作为定位支点，左手握住柄部，钻头的轴心线与砂轮外圆母线在水平面内的夹角应等于钻头顶角 2ϕ 的一半，被刃磨部分的主切削刃要处于水平位置。将主切削刃在略高于砂轮水平中心线处先接触砂轮。右手缓慢地使钻头绕自己的轴线由下向上顺时针转动，同时施加适当的刃磨压力，这样可以使整个后面都能刃磨到，同时左手要配合右手作缓慢的同步下压运动，刃磨压力逐渐增大，这样就便于磨出后角，其下压的速度及其幅度随要求的后角大小而变化。钻头在刃磨时施加的压力不宜过大，一般采用风冷，必要时还要蘸水冷却，防止过热退火而降低钻头切削部分的硬度。标准麻花钻的横刃较长，一般为 $0.18D$ (D 指钻头直径)，且横刃处的前角存在较大的负值，因此，在钻孔时横刃处的切削为挤压状态，轴向抗力大，同时，横刃长其定心作用和切削稳定性不好，钻头易发生抖动，所以对直径在 $\Phi 5\text{mm}$ 以上的钻头必须磨短横刃，并适当增大近横刃处的前角，以改善钻头的切削性能。

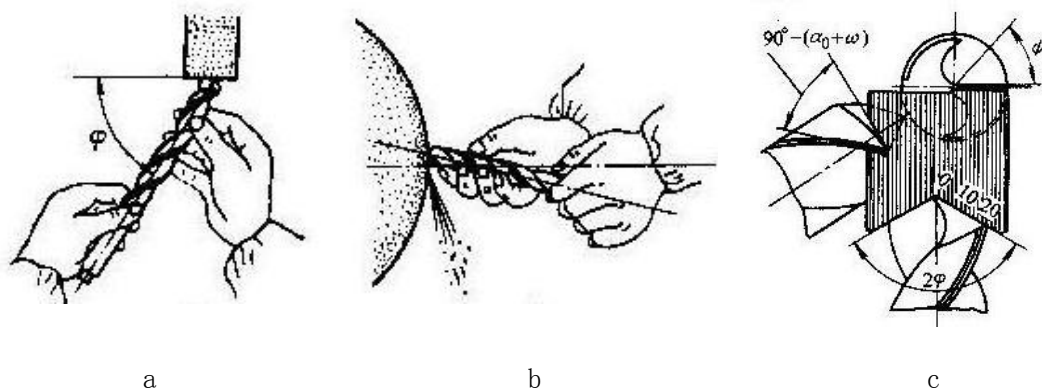


图 5-7 钻头的刃磨

钻头的几何角度及两主切削刃长度的对称度要求，可利用目测的方法。目测检验时，把钻头切削部分向上竖立，两眼平视，由于主切削刃一前一后，会产生视差，往往感到左刃高而右刃低，所以要将钻头旋转 180° 后反复看几次，如果结果都一样，就说明钻头是对称了。钻头外缘处的后角要求，可以对外缘处靠近刃口部分的后刀面情况来直接进行目

测。也可以使用自制的后角检具来检查后角的大小。而近钻头中心部分的后角要通过控制横刃斜角的合理数值来保证，对于一般用于钻削要求不是很高的孔的钻头刃磨，可以通过目测检验就可以了。但对于钻削孔径尺寸和孔壁粗糙度有一定要求的钻头刃磨，则需要在钻头刃磨后进行试钻，来观察其排屑情况，感觉切削是否平稳轻快，测量孔径尺寸大小，来进行微量修磨。

刃磨钻头一般采用粒度为 46-80 粒，硬度为中软级的氧化铝砂轮为宜，要求砂轮运转必须平稳，对跳动量大的砂轮必须进行修整，为能顺利修磨钻头横刃要将砂轮的外角修磨成较小的圆角，圆角太大，在修磨横刃时将会损伤主切削刃。

钻头刃磨时的安全注意事项

- (1) 砂轮机罩壳必须齐全，罩壳开口部分的角度正确（开口宜偏下）
- (2) 刃磨时钻头要拿稳，注意不能滑出砂轮之外而伤手
- (3) 要保证两条主切削刃的长度以及由钻头轴心线分别与两条主切削刃组成的两个角度相等，否则将会使钻出的孔孔径扩大或歪斜；
- (4) 两个主后面要刃磨光滑
- (5) 外缘处的后角 $\alpha = 9^\circ - 14^\circ$ ，太大易产生振动，太小切削不轻快
- (6) 控制好横刃斜角在 $50^\circ - 55^\circ$ 之间，因为横刃斜角的大小直接关系到近横刃处的后角大小。

四、钻孔、扩孔、铰孔、铰孔的操作方法

（一）钻孔

1、头的装夹。

钻头的装夹方法，按其柄部的形状不同而异。锥柄钻头可以直接装入钻床主轴孔内，较小的钻头可用过渡套筒安装（图 5-9）；直柄钻头一般用钻夹头安装（图 5-11）。钻夹头或过渡套筒的拆卸方法是将楔铁带圆弧的边向上插入钻床主轴侧边的锥形孔内，左手握住钻夹头，右手用锤子敲击楔铁卸下钻夹头（图 5-10）。

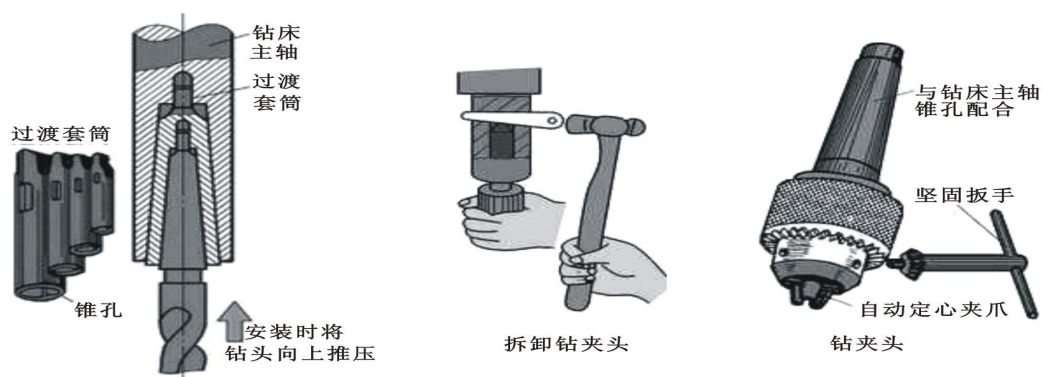
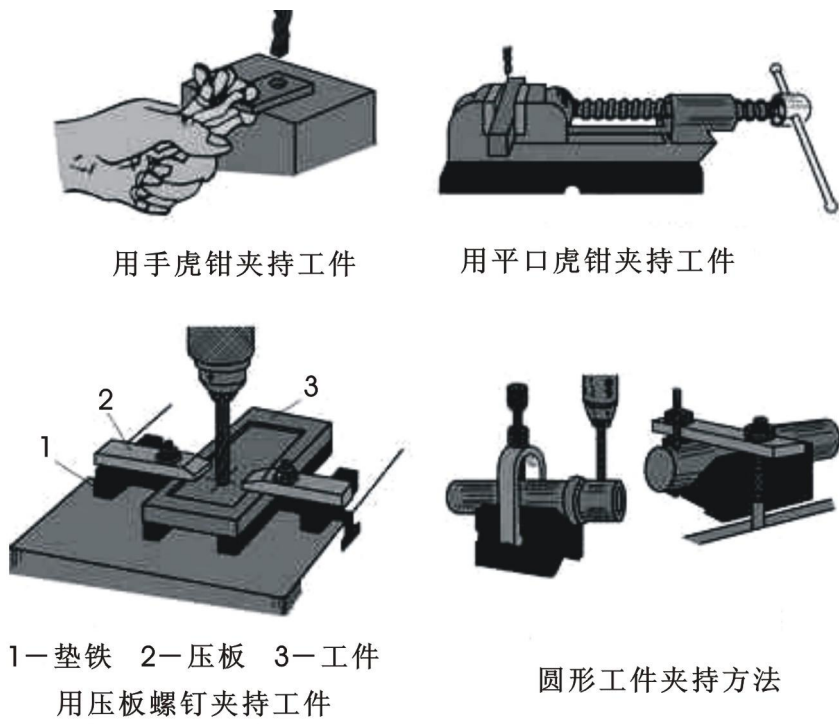


图 5-9 安装锥柄钻头 图 5-10 拆钻夹头 图 5-11 安装直柄钻头

2、工件的夹持。 钻孔中的安全事故，大都是由于工件的夹持方法不对造成的。因此，应注意工件的夹持。小件和薄壁零件钻孔，要用手虎钳夹持工件（图 5-12）。中等零件，可用平口钳夹紧（图 5-12）。大型和其他不适合用虎钳夹紧的工件，可直接用压板螺钉固定在钻床工作台上（图 5-12）。在圆轴或套筒上钻孔，须把工件压在 V 形铁上钻孔（图 5-12）。在成批和大量生产中，钻孔时广泛应用钻模夹具（图 5-12）。



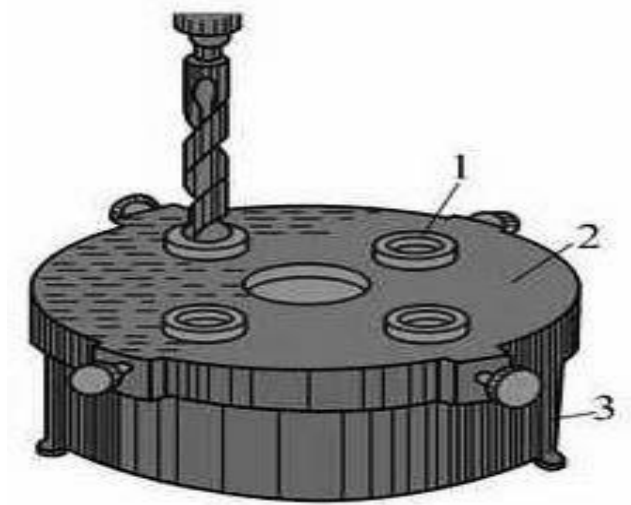


图 5-12 钻模

3、按划线钻孔 。钻孔前应预先在孔中心处打样冲眼，钻孔时，先对准样冲眼试钻一浅坑，如有偏位，可用样冲重新冲孔纠正，也可用铰子铰出几条槽来纠正（图 5-13）。钻孔时，进给速度要均匀，将钻通时，进给量要减小。钻韧性材料要加切削液。钻深孔（孔深 L 与直径 d 之比大于 5）时，钻头必须经常退出排屑。

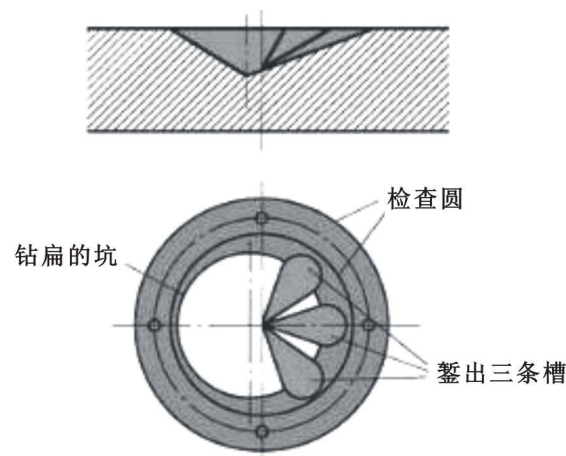


图 5-13 钻偏时铰槽校正

4、钻孔时的安全生产

①操作钻床时不可戴手套，应穿紧身的工作服。袖口必须扎紧，女同志必须戴工作帽。

②工件必须压紧或夹紧，小工件可用手虎钳或其他夹具夹紧。孔钻穿前应尽量减小进给力。

③开动钻床前，应检查是否有钻夹头钥匙或斜铁插在钻床主轴上

④不能用手、棉纱或用嘴吹来清除切屑，而应用刷子来清除，长条切屑要用钩子钩断后除去。

⑤停机时，应让主轴自然停止，不可用手指去刹住。

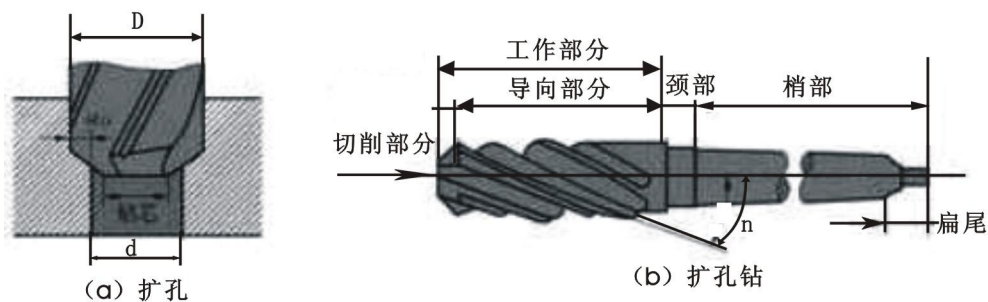
⑥当用工具拨 V 带进行变速时，要防止手指被卷入。

⑦严禁在开机状态下装拆工件。检验工件和变换主轴转速时，必须在停机状态下进行。

(二) 扩孔

扩孔是用扩孔钻对工件上已有孔的孔径扩大的加工。如图 5-14a 所示。常用的方法有麻花钻扩孔和扩孔钻扩孔。

麻花钻扩孔时，由于钻头横刃不参与切削，轴向力小，进给省力。但因钻头外缘处前角较大，易把钻头从钻套中拉下来，所以应把麻花钻外缘处的前角修磨小些。并适当控制进给量。



扩孔钻扩孔时,因扩孔钻切削刃多,无横刃,提高了扩孔钻的刚度和导向性,且扩孔钻容削槽浅,切削平稳。扩孔切削速度大约是钻孔的一半,进给量约为钻孔的1.5~2倍,扩孔余量0.5~4mm。所以用扩孔

钻扩孔，生产率高，加工质量好。扩孔精度等级可达到 IT10~IT9 级，表面粗糙度能达到 Ra6.3~1.6 微米，可达到最终精加工和半精加工。

（三）铰孔

用铰钻(或改制的钻头)进行孔口形面的加工操作。铰孔的目的是为了保证孔口与孔中心线的垂直度，以便与孔连接的零件位置正确，连接可靠。在工件的连接孔端铰出柱形或锥形埋头孔，用埋头螺钉埋入孔内把有关零件连接起来，使外观整齐，装配位置紧凑。将孔口端面铰平，并与孔中心线垂直，能使连接螺栓(或螺母)的端面与连接件保持良好接触。

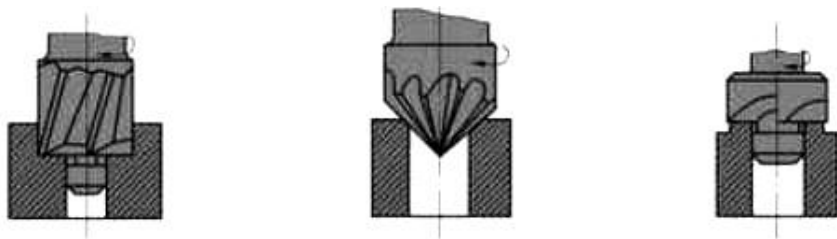


图 5-15 铰孔

1、铰钻的种类和特点

铰钻的种类铰钻分柱形铰钻、锥形铰钻、端面铰钻三种。

(1) 柱形铰钻用于铰圆柱形埋头孔。柱形铰钻起主要切削作用的是端面刀刃，螺旋槽的斜角就是它的前角。铰钻前端有导柱，导柱直径与工件已有孔为紧密的间隙配合，以保证良好的定心和导向。这种导柱是可拆的，也可以把导柱和铰钻做成一体。

(2) 锥形铰钻用于铰锥形孔。铰形铰钻的锥角按工件锥形埋头孔的要求不同，有 60° 、 75° 、 90° 、 120° 四种。其中 90° 的用得最多。

(3) 端面铰钻专门用来铰平孔口端面。端面铰钻可以保证孔的端面与孔中心线的垂直度。当已加工的孔径较小时，为了使刀杆保持一定强度，可将刀杆头部的一段直径与已加工孔为间隙配合，以保证良好的导向作用。铰钻是标准工具，由专业厂生产，可根据铰孔的种类选用，也可以用麻花钻改磨成铰钻。

2、铰孔方法和铰孔时的注意事项

铤孔方法和钻孔方法基本相同。铤孔时存在的主要问题是由于刀具振动而使所铤孔口的端面或锥面产生振痕，使用麻花钻改制铤钻，振痕尤为严重。为了避免这种现象，在铤孔时应注意以下几点。

(1) 铤孔时的切削速度应比钻孔低，一般为钻孔切削速度的 $1/2 \sim 1/3$ 。同时，由于铤孔时的轴向抗力较小，所以手进给压力不宜过大，并要均匀。精铤时，往往采用钻床停车后主轴惯性来铤孔，以减少振动而获得光滑表面。

(2) 铤孔时，由于铤孔的切削面积小，标准铤钻的切削刃数目多，切削较平稳，所以进给量为钻孔的 $2 \sim 3$ 倍。

(3) 尽量选用较短的钻头来改磨铤钻，并注意修磨前面，减小前角，以防止扎刀和振动。用麻花钻改磨铤钻，刃磨时，要保证两切削刃高低一致、角度对称，保持切削平稳。后角和外缘处前角要适当减小，选用较小后角，防止多角形，以减少振动，以防扎刀。同时，在砂轮上修磨后再用油石修光，使切削均匀平稳，减少加工时的振动。

(4) 铤钻的刀杆和刀片，配合要合适，装夹要牢固，导向要可靠，工件要压紧，铤孔时不应发生振动。

(5) 要先调整好工件的螺栓通孔与铤钻的同轴度，再作工件的夹紧。调整时，可旋转主轴作试钻，使工件能自然定位。工件夹紧要稳固，以减少振动。

(6) 为控制铤孔深度，在铤孔前可对钻床主轴(铤钻)的进给深度，用钻床上的深度标尺和定位螺母，作好调整定位工作。

(7) 当铤孔表面出现多角形振纹等情况，应立即停止加工，并找出钻头刃磨等问题，及时修正。

(8) 铤钢件时，因切削热量大，要在导柱和切削表面加润滑油。

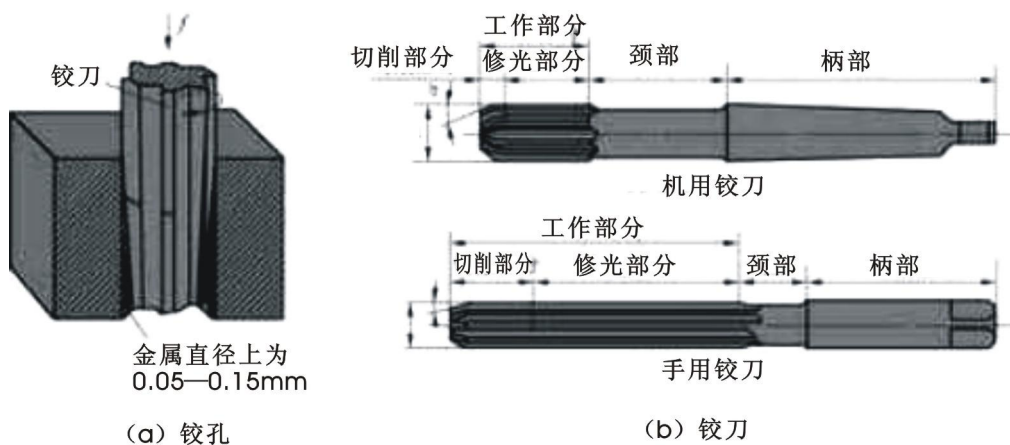
(四) 铰孔

铰孔是用铰刀从工件孔内壁上切除微量金属层以提高其尺寸精度和孔表面质量的方法，称为铰孔。铰孔是孔的精加工方法之一，铰孔一般在钻孔、扩孔或镗孔以后进行，用于加工精密的圆柱孔和锥孔，加工孔

径范围一般为 3~100 毫米。由于铰刀的切削刃长，铰削时各刀齿同时参加切削，生产效率高，在生产中应用很广。对于较小的孔，相对于内圆磨削及精镗而言，铰孔是一种较为经济实用的加工方法。

1、铰刀铰刀的种类和特点

铰刀是某一特定尺寸的加工工具。铰刀的尺寸精度和几何形状决定了孔的精度及表面粗糙度。铰刀结构大部分由工作部分及柄部组成。工作部分主要起切削和校准功能，校准处直径有倒锥度。而柄部则用于被夹具夹持，有直柄和锥柄之分。铰刀分为手动铰刀和机用铰刀，手用铰刀为直柄，工作部分较长。机用铰刀多为锥柄，可装在钻床、车床或镗床上铰孔。铰刀的工作部分由切削部分和修光部分组成。切削部分呈锥形，担负着切削工作；修光部分起着导向和修光作用。铰刀有 6~12 个切削刃，每个刀刃的切削负荷较轻。常用的铰刀有 整体圆柱形机铰刀和手铰刀，可调节的手铰刀，螺旋槽手铰刀。



2、铰孔的方法

铰削的工作方式一般是工件不动，由铰刀旋转并向孔中作轴向进给。在车床上铰削时，工件旋转，铰刀作轴向进给。铰削过程中，铰刀前端的切削部分进行切削，后面的校准部分起引导、防振、修光和校准作用。铰孔的尺寸和几何形状精度直接由铰刀决定。一般在车床、镗床或钻床上进行，称为机铰，也可手工铰削。

铰孔是孔的精加工。铰孔可分粗铰和精铰。粗铰 孔铰孔余量在 0.10~0.5mm 之内。精铰 孔铰孔余量 0.05~0.25mm。铰出孔的公差等级能达到 IT8~IT7 级，表面粗糙度能达到 Ra1.6~0.8 微米。铰孔切削速度不能高，切削进给量不要过大。铰削中必须正确选用煤油、机械油或乳化液等冷却润滑液。以提高铰孔质量和刀具寿命，并有利于减小振动。

3、手铰圆柱孔的实例

(1) 根据孔径和孔的精度要求，确定孔的加工方法和工序间的加工余量，如图 5-16 为精度较高的 $\phi 30$ 孔的加工过程。

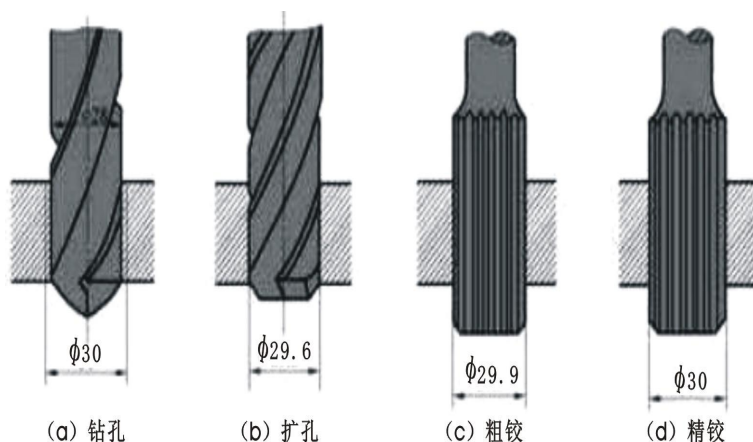


图 5-16 铰孔的加工方法和工序余量

(2) 进行钻孔或扩孔，然后进行铰孔。

(3) 手铰时，两手用力均匀，按顺时针方向转动铰刀并略为用力向下压，任何时候都不能倒转，否则，切屑挤住铰刀，划伤孔壁，使铰刀刃刃崩裂，铰出的孔不光滑、不圆，也不准确。

(4) 铰孔过程中，如果转不动，不要硬扳，应小心地抽出铰刀，检查铰刀是否被切屑卡住或遇到硬点。否则会折断铰刀或使刀刃崩裂。

(5) 进刀量的大小要适当、均匀，并不断地加冷却润滑液。

(6) 孔铰完后，要顺时针方向旋转退出铰刀。

1、 手工铰孔加工时的注意事项

- ①工件要夹正，夹紧力要适当，以防工件变形；
- ②手铰时，两手用力要均匀，保持铰刀的平稳性，避免铰刀摇摆而造成孔口喇叭状和孔径扩大；
- ③铰刀旋转并双手轻轻加压，使铰刀均匀进给，不要在同一方位停顿，防止造成振痕；
- ④在退刀时，双手扶住铰手顺时针旋转并向上拔，注意不能反转，因铰刀有后角，铰刀反转会使切屑塞在铰刀刀齿后面和孔壁之间，将孔壁划伤，同时铰刀易磨损或崩裂刀刃。
- ⑤ 在加工过程中，按工件材质、铰孔精度要求合理选用切削液。
- ⑥铰刀使用完毕，要清擦干净，涂上机油装盒以免碰伤刃口。

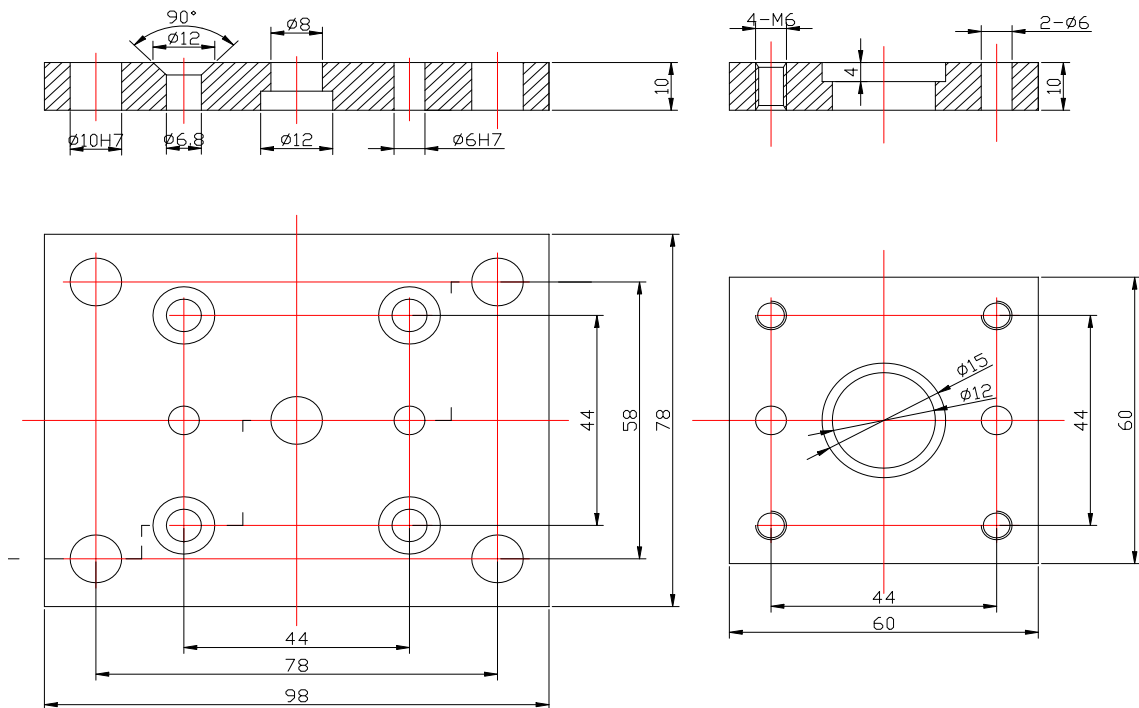
2、 铰孔中易产生的问题及原因

3、 在铰孔加工过程中，经常出现孔径超差、内孔表面粗糙度值高等诸多问题。这与铰刀质量，铰削用量，切削液的选择，操作方法等都有关系。下表中所列即为铰孔中易产生的问题及原因

易产生的问题	问题产生的原因
孔径增大	铰刀外径尺寸设计值偏大或铰刀刃口有毛刺；切削速度过高；进给量不当或加工余量过大；铰刀主偏角过大；铰刀弯曲；铰刀刃口上粘附着切屑瘤；刃磨时铰刀刃口摆差超差；切削液选择不合适；安装铰刀时锥柄表面油污未擦干净或锥面有磕碰伤；锥柄的扁尾偏位装入机床主轴后锥柄圆锥干涉；主轴弯曲或主轴轴承过松或损坏；铰刀浮动不灵活；与工件不同轴；手铰孔时两手用力不均匀，使铰刀左右晃动。

孔径缩小	铰刀外径尺寸设计值偏小；切削速度过低；进给量过大；铰刀主偏角过小；切削液选择不合适；刃磨时铰刀磨损部分未磨掉，弹性恢复使孔径缩小；铰钢件时，余量太大或铰刀不锋利，易产生弹性恢复，使孔径缩小；内孔不圆，孔径不合格。
铰出的内孔不圆	铰刀过长，刚性不足，铰削时产生振动；铰刀主偏角过小；铰刀刃带窄；铰孔余量偏；内孔表面有缺口、交叉孔；孔表面有砂眼、气孔；主轴轴承松动，无导向套，或铰刀与导向套配合间隙过大；由于薄壁工件装夹过紧，卸下后工件变形。
孔内表面有棱面	铰孔余量过大；铰刀切削部分后角过大；铰刀刃带过宽；工件表面有气孔、砂眼；主轴摆差过大。
内孔表面粗糙度高	切削速度过高；切削液选择不合适；铰刀主偏角过大，铰刀刃口不在同一圆周上；铰孔余量太大；铰孔余量不均匀或太小，局部表面未铰到；铰刀切削部分摆差超差、刃口不锋利，表面粗糙；铰刀刃带过宽；铰孔时排屑不畅；铰刀过度磨损；铰刀碰伤，刃口留有毛刺或崩刃；刃口有积屑瘤；由于材料关系，不适用于零度前角或负前角铰刀。

任务二 上模架制作



一、图样分析

图样是模架的上模座和上模固定板。从图样看，其主要加工部分为孔。图样中要钻各类孔 18 个，需铰的孔 8 个，需铰的孔 6 个，需扩的孔 4 个。Ø6.8 的孔应先与 M6 的螺纹底孔套钻，在用 Ø 6.8 钻头扩孔。此工件基本涵盖了孔类的加工。图中各孔定位要求较高，在加工中不能仅用划线钻孔。

二、加工工艺流程

- 1、检查来料毛坯，修整划线基准。
- 2、精确划各孔定位线。先横后纵，两面划线。并在孔心打好样冲眼。
- 3、用压板或用平口虎钳装夹，钻Ø8 模柄孔。钻铰Ø10H7 导柱孔。
- 4、套钻Ø5.2 螺纹底孔，攻 M6 螺纹。
- 5、取下上模固定板后在用Ø6.8 扩孔，铰Ø12 90° 锥形沉头孔。
- 5、钻Ø12 冲头孔，铰Ø15 柱形沉头孔，铰Ø12 柱形沉头孔。
- 6、装配后套钻套铰Ø6H7 定位销孔。

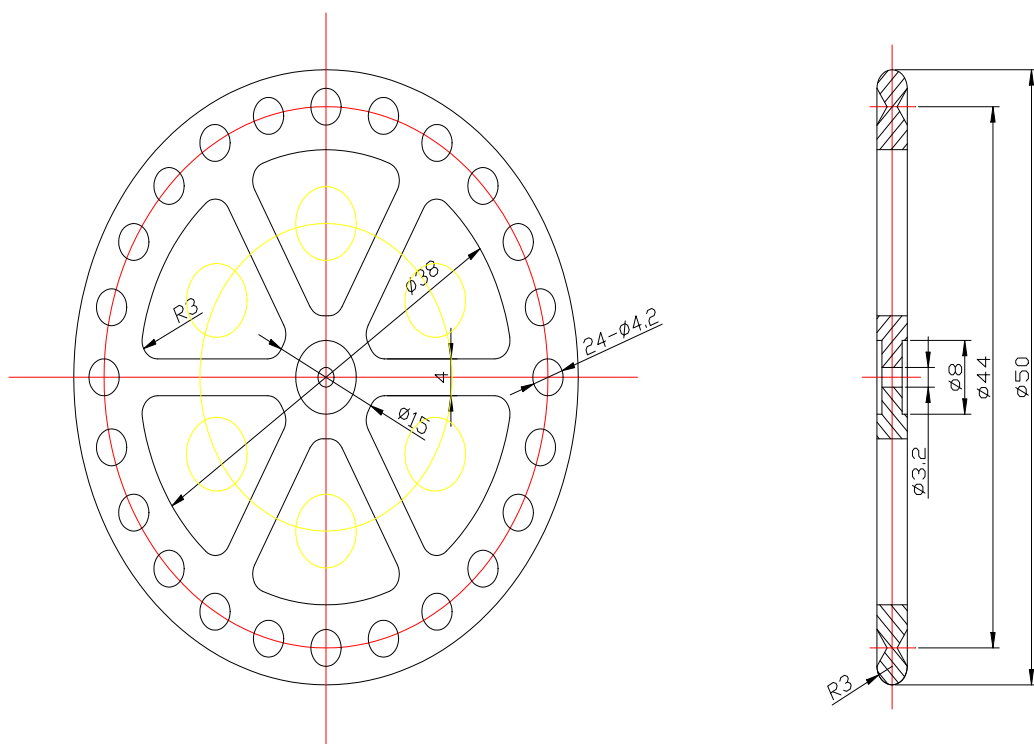
三、考核评分标准。

项目 序号	考核内容	配分	考核要求	评分标准	得分
1	钻床操作	10	方法正确规范	酌情扣分	
2	钻头刃磨	20	方法正确角度合格	酌情扣分	
3	钻孔方法	20	Ø8 Ø12 Ø5.2 检测合格	超差 1 处扣 3 分	
4	扩孔方法	10	Ø6.8 测量合格	超差 1 处扣 2 分	
5	铤孔方法	15	Ø12 90° Ø12 Ø15 测量合格	超差 1 处扣 1 分	
6	铰孔方法	15	Ø10H7 Ø6H7 测量合格	超差 1 处扣 1 分	
8	安全文明生产	10	无工量具混放, 工位打扫彻底	酌情扣分	
备 注					
总 分					



项目迁移训练

基础好的可在许可情况下，参照下图进行圆周均布孔钻削训练。



项目五 螺纹加工

项目实施的背景

螺纹的用途非常广泛，在现代的机器设备中几乎没有不用螺纹的。从飞机、汽车到我们日常生活中所使用的水管，煤气等都大量地使用场合中，多数螺纹起着紧固连接的作用，其次是用来作力和运动的传递，还有一些专门用途的螺纹，起着特殊的作用。

螺纹的使用所以能经久不衰都是由于它具有结构简单、性能可靠、拆卸方便、便于制造等特点，使之成为当今各种机电产品中不可缺少的结构要素。

螺纹制作简单，除批量生产外，大多由钳工现场制作，特别是设备维修和模具制造中。所以掌握螺纹的加工是钳工必不可少的技能。

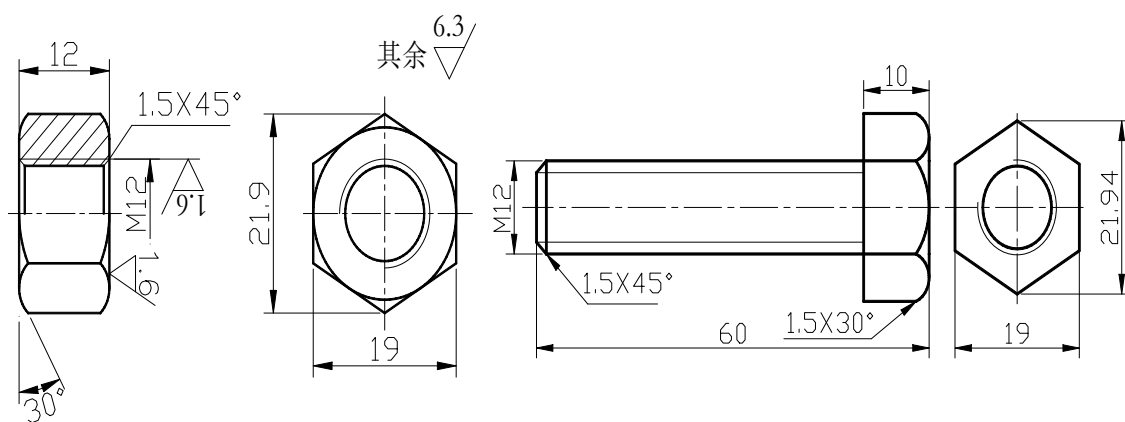
项目实施的目标

- 1、了解螺纹的基本知识，会使用丝锥和板牙。
- 2、会根据加工材料计算螺纹底孔直径和圆杆的直径。
- 3、会用正确方法攻内螺纹和套外螺纹。
- 4、会用螺纹塞规，和螺纹环规检测所加工螺纹质量。
- 5、使学生进一步体会加工工艺对工件质量的影响。

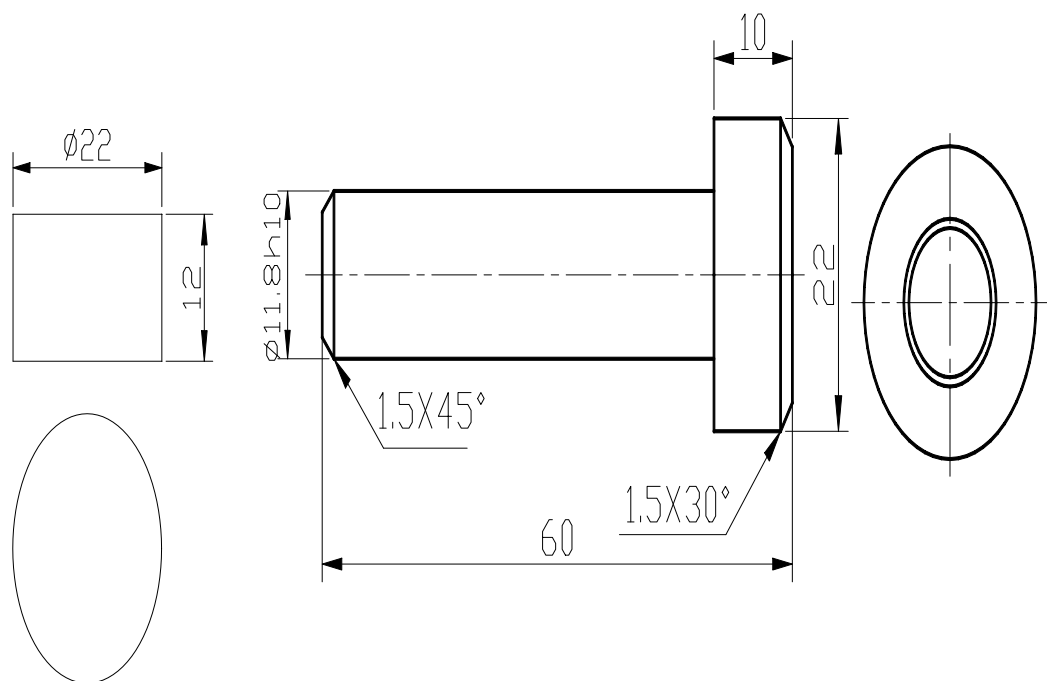
项目实施的任务

本项目以六角螺母和螺栓这两个物件的制作为载体，要求学生能按照图样和相关技术要求完成此次任务。通过六角螺母螺栓的制作，练习螺纹的加工方法，底孔的计算方法、圆杆直径计算方法，螺纹的检测方法。以达到使学生学会螺纹加工这项钳工技能。

【六角螺母螺栓试件图】



【六角螺母螺栓坯料图】



说明 六角螺母螺栓坯料最好用车工备料，螺栓坯料应先按规定倒好角。

【项目实施所需工量具】

名 称	规格/mm	精 度 /mm	数量	名称	规格/mm	精度/mm	数量
高度游标尺	0~300	0.02	1	锤 子			1
游标卡尺	0~150	0.02	1	粗扁锉	300		1
万能角度尺	0~320°	2′	1	细扁锉	200		1
刀口直角尺	100X63	0 级	1	锯 弓			1
麻花钻	Ø10.5 Ø15 Ø3		各 1	锯 条			适量
钢角尺	200		1	划 针			1
丝 锥	M12		1 套	划 规			1
板 牙	M12		1 副	样 冲			1
铰 手			1	软钳口			1 副
板牙架			1	锉刀刷			1
				毛 刷			1
备 注							

项目实施的过程

任务一 攻丝与套螺纹基本知识

一、螺纹概述

螺纹具有装卸容易和可拆性，广泛应用于机械制造领域。用丝锥在工件孔中加工内螺纹的操作称为攻螺纹。用板牙在圆杆上加工外螺纹的操作称为套螺纹。

1、螺纹的种类

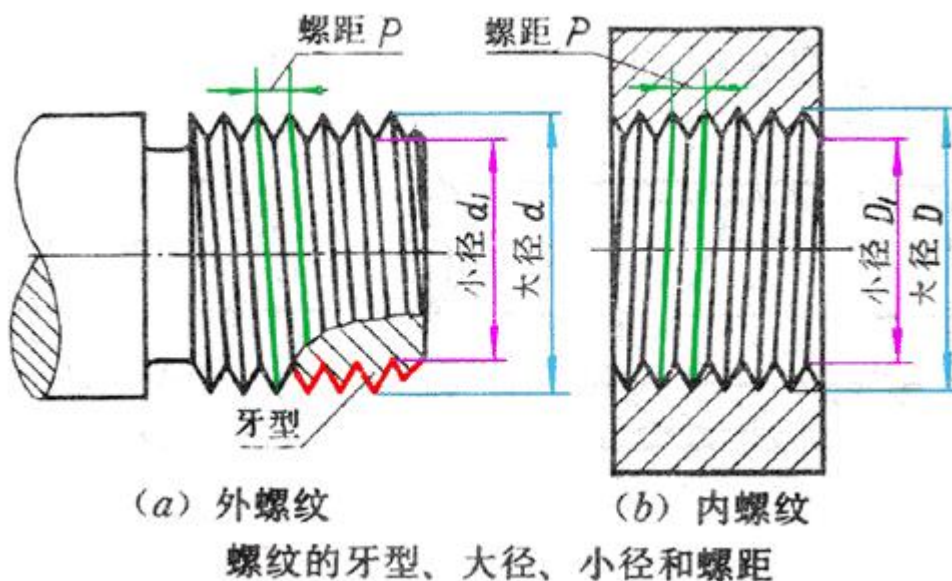
螺纹的种类和分类方法有很多。螺纹按牙型可分为三角形、梯形、锯齿形螺纹；按螺纹旋向可分为右旋和左旋；按螺旋线数可分为有单线和多线等。

2、螺纹的基本要素

螺纹的基本要素包括：牙型、螺纹的公称直径、线数、导程和螺距、旋向

(1) 牙型

在通过螺纹轴线的剖面上，螺纹的轮廓形状称螺纹牙型。常见的牙型有三角形、梯形、锯齿形等。本图所示的是三角形牙型。



(2) 螺纹的直径

大径 $d(D)$ 与外螺纹牙顶或内螺纹牙底相重合的假想圆柱体直径，是螺纹的最大直径。

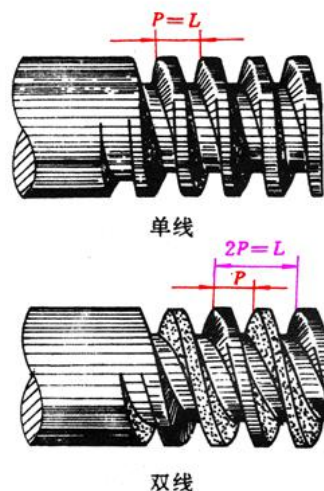
小径 $d_1(D_1)$ 与外螺纹牙底或内螺纹牙顶相重合的假想圆柱体直径，是螺纹的最小直径。

中径 一个假想圆柱的直径，其圆柱母线通过牙型上沟槽和凸起宽度相等的地方。

公称直径 代表螺纹规格的直径，一般指螺纹大径尺寸。但管螺纹的公称直径不是指螺纹大径，而是指管子的公称直径。

(3) 线数 (n)

螺纹有单线和多线之分，沿一条螺旋线形成的螺纹称单线螺纹，沿两条或两条以上在轴向等距分布的螺旋线形成的螺纹，称多线螺纹。



(4) 导程和螺距

导程 (P) 沿同一条螺旋线形成的螺纹上相邻两牙在中径线上对应两点间的轴向距离。

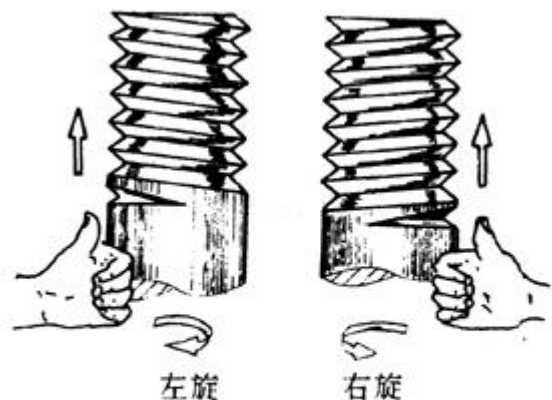
螺距 (L) 螺纹上相邻两牙在中径线上对应两点间的轴向距离。可见

导程=螺距 $\times$ 线数 双线螺纹的导程 $L=P \times 2=2P$

普通螺纹的螺距查表可得。

(5) 旋向

螺纹有右旋和左旋之分。当螺纹旋进时为顺时针方向旋转的，称为右旋螺纹；逆时针方向旋转的，称为左旋螺纹。右旋螺纹由于应用较多，故图纸上不必注明；而左旋



螺纹的旋向

螺纹则必须在图纸上注明左旋。

上述五项是螺纹的基本要素，改变其中任何一顶，就会使螺纹规格不同。为了便于设计、制造与选用，国家标准对螺纹的牙型、大径、螺距都作了规定，凡这三项符合标准的，称为标准螺纹；牙型符合标准规定，大径或螺距不符合标准的称特殊螺纹；牙型不符合标准的称非标准螺纹。要使内外螺纹旋合，五要素应分别相同。

二、攻螺纹

攻螺纹是用丝锥加工内螺纹的操作。

1、丝锥和铰杠

丝锥的结构如图 6-1 所示。工作部分是一段开槽的外螺纹。丝锥的工作部分包括切削部分和校准部分。

手用丝锥一般由两支组成一套，分为头锥和二锥。两支丝锥的外径、中径和内径均相等，只是切削部分的长短和锥角不同。

图 6-1 丝锥

头锥较长，锥角较小，约有 6 个不完整的齿，以便切入。二锥短些，锥角大些，不完整的齿约为 2 个。

铰杠是扳转丝锥的工具，如图 6-2 所示。常用的是可调节式，以便夹持各种不同尺寸的丝锥。

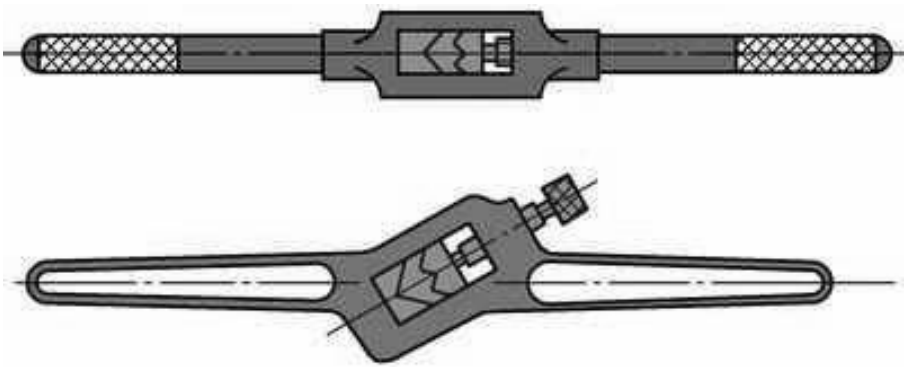
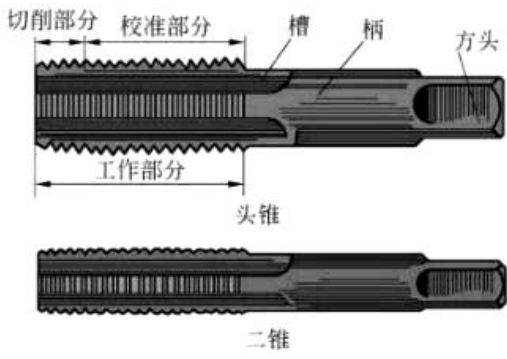


图 6-2 铰杠

2、攻螺纹操作步骤

(1) 钻孔 攻螺纹前要先钻底孔，工件上螺纹底孔的孔口要倒角，通孔螺纹两端都倒角。攻丝过程中，丝锥牙齿对材料既有切削作用还有一定的挤压作用，所以一般钻孔直径 D 略大于螺纹的内径，可查表或根据下列经验公式计算

加工钢料及塑性金属时 $D = d - P$

加工铸铁及脆性金属时 $D = d - 1.1P$

式中 d ——螺纹外径 (mm); P ——螺距 (mm)。

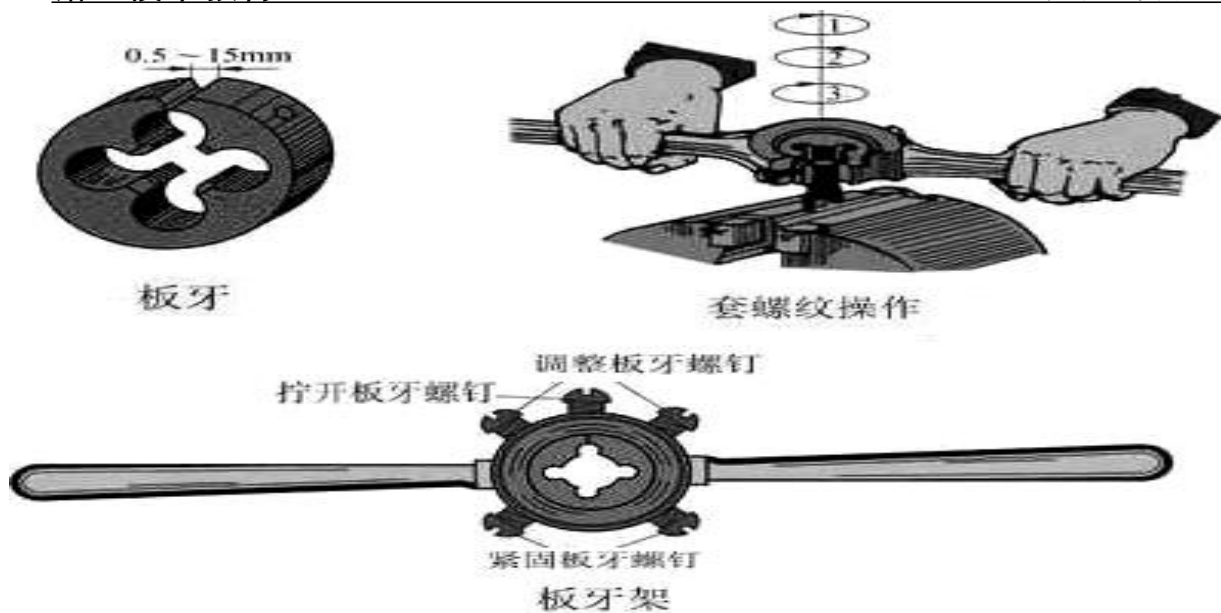
若孔为盲孔 (不通孔)，由于丝锥不能攻到底，所以钻孔深度要大于螺纹长度，其大小按下式计算

孔的深度 = 要求的螺纹长度 + (螺纹外径)

(2) 工件装夹 工件装夹位置要正确，尽量使螺纹孔中心线置于水平或竖直位置，使攻丝容易判断丝锥轴线是否垂直于工件的平面。

(3) 攻螺纹 攻螺纹时，两手握住铰杠中部，均匀用力，使铰杠保持水平转动，并在转动过程中对丝锥施加垂直压力，使丝锥切入孔内 1~2 圈时。仔细检查和校正丝锥的位置。用 90° 角尺，检查丝锥与工件表面是否垂直。若不垂直，丝锥要重新切入，直至垂直。一般切入 3-4 圈螺纹时，丝锥位置应正确无误。以后，只须转动绞手，而不应再对丝锥加压力，否则螺纹牙形将被损坏。深入攻螺纹时，两手紧握铰杠两端，正转 1~2 圈后就应反转约 $1/2$ 圈，使切屑碎断后容易排出，并可减少切削刃因粘屑而使丝锥轧住现象。在攻螺纹过程中，要经常用毛刷对丝锥加注机油。在攻不通孔螺纹时，攻螺纹前要在丝锥上作好螺纹深度标记。在攻丝过程中，还要经常退出丝锥，清除孔中的切屑。当攻比较硬的材料时，可将头、二锥交替使用。攻丝完成后将丝锥轻轻倒转，退出丝锥，注意退出丝锥时不能让丝锥掉下。

三、套螺纹



套螺纹是用板牙在圆杆上加工外螺纹的操作。

1、套螺纹工具

套螺纹用的工具是板牙和板牙架。板牙有固定的和开缝的（可调的）两种。图所示为开缝式板牙，其螺纹孔的大小可作微量的调节。套螺纹用的板牙架如右图所示。

2、套螺纹操作步骤

（1）确定螺杆直径。由于板牙牙齿对材料不但有切削作用，还有挤压作用，所以圆杆直径一般应小于螺纹公称尺寸。可通过查有关表格或用下列经验公式来确定

$$\text{圆杆直径} = d - 0.13P$$

式中 d —— 螺纹外径； P —— 螺距。

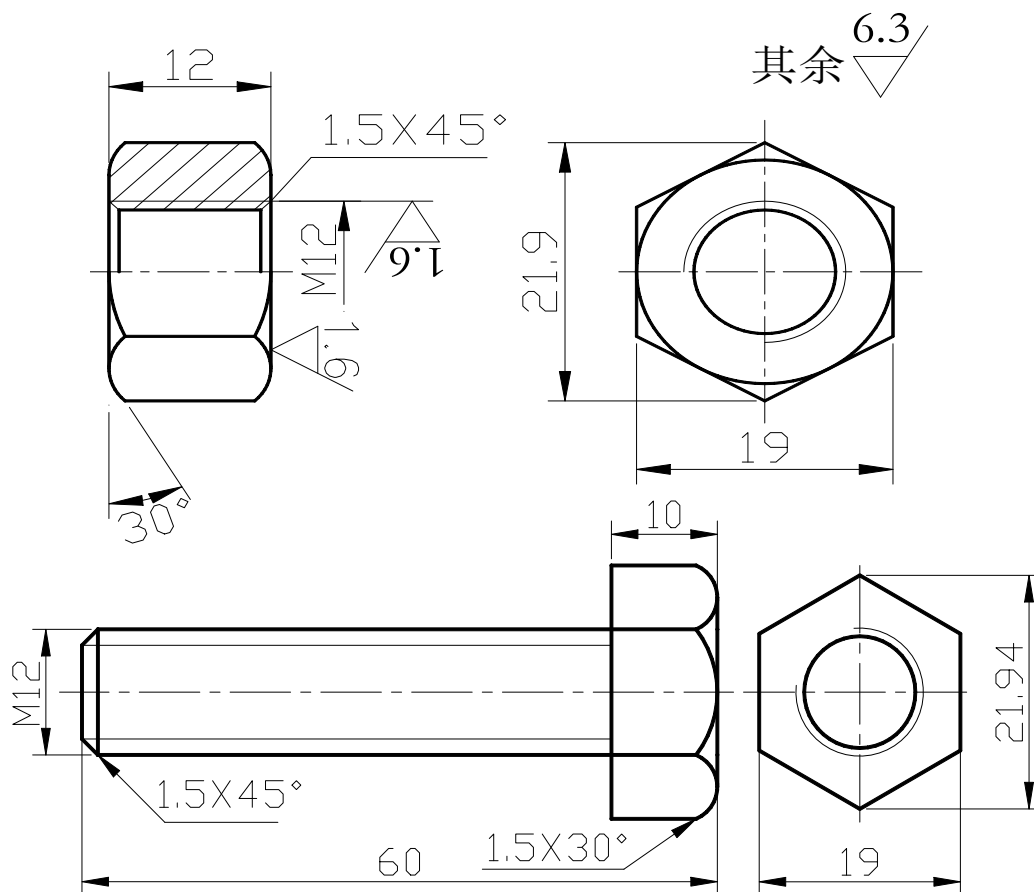
（2）套丝前需将套螺纹的圆杆顶端倒角 $15^\circ \sim 20^\circ$ 。

（3）将圆杆夹在软钳口内，要夹正紧固，并尽量低些。

（4）板牙开始套螺纹时，要检查校正，应保持板牙端面与圆柱杆轴线垂直，套丝开始时双手顺时针均匀旋转板牙，并施加轴向压力，当板牙切入 1~2 牙后，就可不加压力旋转。同攻螺纹一样要经常反转，使切屑断碎及时排屑。如上图套螺纹操作所示。为了提高螺纹表面质量和板牙使用寿命，要加切削液。

任务二 六角螺母螺栓的制作

一、图样分析

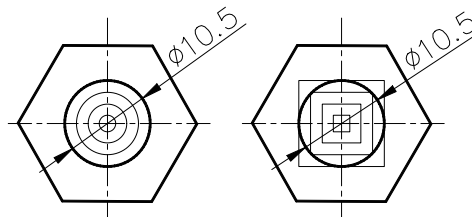


六角螺母螺栓是标准件，从图样看此工件主要质量要求为

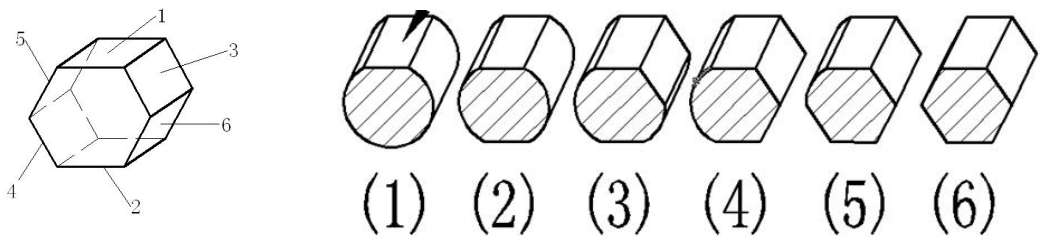
- 1、六角对边为 19mm，对角为 21.9mm，厚 12mm，内螺纹公称直径 12mm。
- 2、六角外形两面需倒 30°角，攻丝前应在底孔上倒 1.5X45°角。
- 3、螺母两底面和螺纹面有 $Ra \leq 1.6 \mu m$ ，其余 $Ra \leq 3.2 \mu m$ 的公差要求。
- 4、螺栓头部也为六角形，制作方法与螺母同，螺栓为外螺纹应套丝。

二、加工工艺流程

- 1、以圆柱为坯料，锉六角形体，制作六角螺母外形。外形制作参考工步如下



2、划线找出六角形中心，打样冲眼，划检查圆或检查框线。



3、按公式 $D = d - P$ 算出底孔直径，选取合适的钻头钻出底孔（钻底孔前先用小钻头钻中心孔）并在底孔两边倒角。

3、按正确方法攻 M12 螺纹，攻螺纹时需加油润滑。

4、按公式杆 $d_{\text{圆杆}} = d - 0.13P$ 检测毛坯圆杆直径是否合格。

5、先加工螺栓六角头，方法与螺母加工一样。

6、再按正确方法套 M12 螺纹，套螺纹时需加油润滑，并将螺纹套到底。

4、螺母，螺栓外形倒角，修整。

5、去毛刺，全面复检，光整工件。

三、考核评分标准

项目 序号	考核内容	配 分	考核要求	评分标准	得分
1	锉六角形（2处）	20	角度匀称 19 尺寸合格	超差 1 处扣 3 分	
2	底孔计算	15	底孔钻头选确合适	超差全扣	
3	钻孔技能	15	底孔孔位正，无歪斜	酌情扣分	
4	攻螺纹技能	15	操作正确，M12 测量合格	酌情扣分	
	套螺纹技能	15	操作正确，M12 测量合格	酌情扣分	
5	外形修整	10	有倒角，表面光整，无毛刺	酌情扣分	
8	安全文明生产	10	无工量具混放，工位打扫彻底	酌情扣分	
备注					

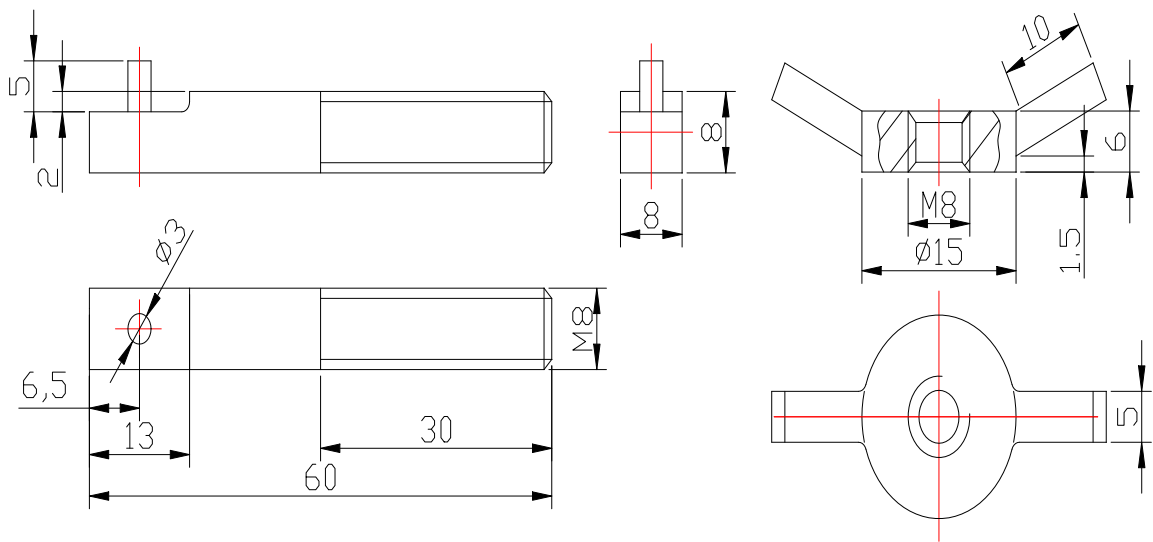
总分	
----	--



项目迁移训练

技术较好的同学可在指导老师的帮助下制作锯弓的尾丝和蝶形螺母。

锯弓尾丝与蝶形螺母



项目六 典型工件锉配

项目实施的背景

日常生活中的配钥匙，工业生产和修理中的配键，制作各种样板、专用检具，各种机器设备的制造、装配、调试、修理等，都离不开锉配的技能与技巧。

锉配是钳工综合运用锉削、锯削、钻孔和测量等方法，使工件达到规定的形状、尺寸和配合要求的一项重要操作技能。锉配技能较客观地反映了操作者掌握基本操作技能和测量技术的能力和熟练程度，并有利于提高操作者分析、判断、综合处理问题的能力。根据目前《国家职业标准》规定的钳工等级考试和省市钳工技能竞赛中，锉配训练仍是钳工实习的核心部分。熟练掌握锉配技能，具有十分重要的意义。

项目实施的目标

- 1、学会视读简单零件图和装配图。
- 2、熟练复杂工件的划线，会用万能分度头划等分体的线。
- 3、熟练使用游标卡尺，学会用千分尺检测工件。
- 3、掌握凹凸配的锉削加工方法和质量控制方法。
- 4、掌握燕尾配的锉削加工方法，燕尾检测方法和燕尾配的质量控制方法。
- 5、掌握六边形镶配的锉削加工方法和质量控制方法。
- 6、进一步熟练钻孔，扩孔铰孔，铰孔和攻螺纹的操作。
- 7、学会组合体的装配调试的和综合检测的方法。

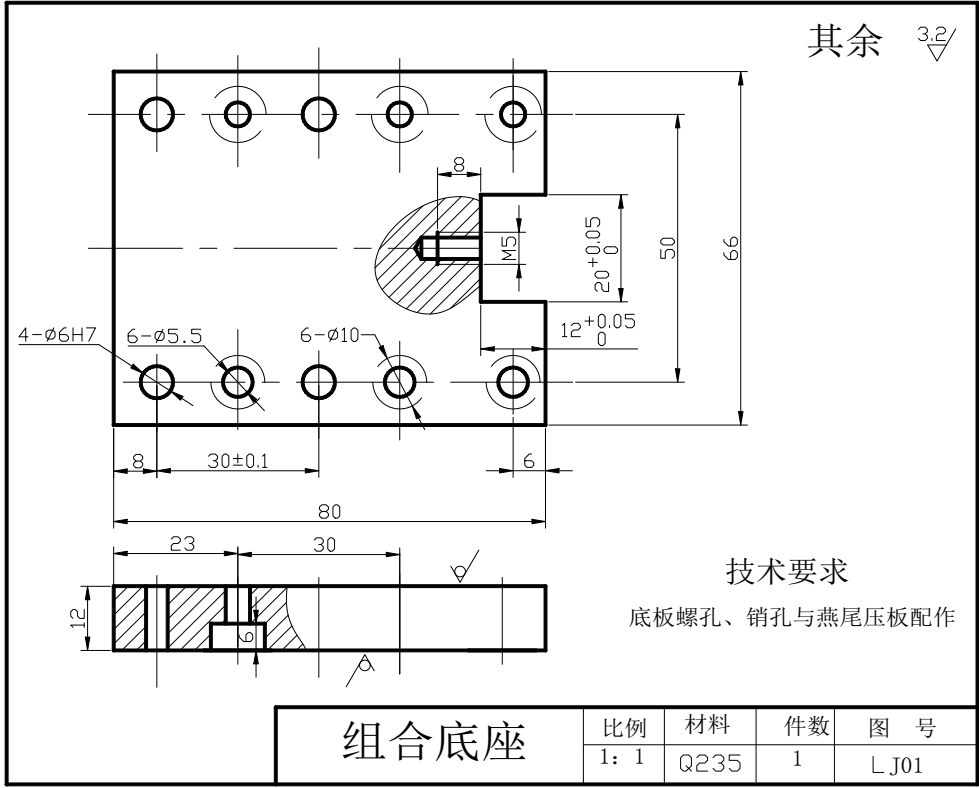
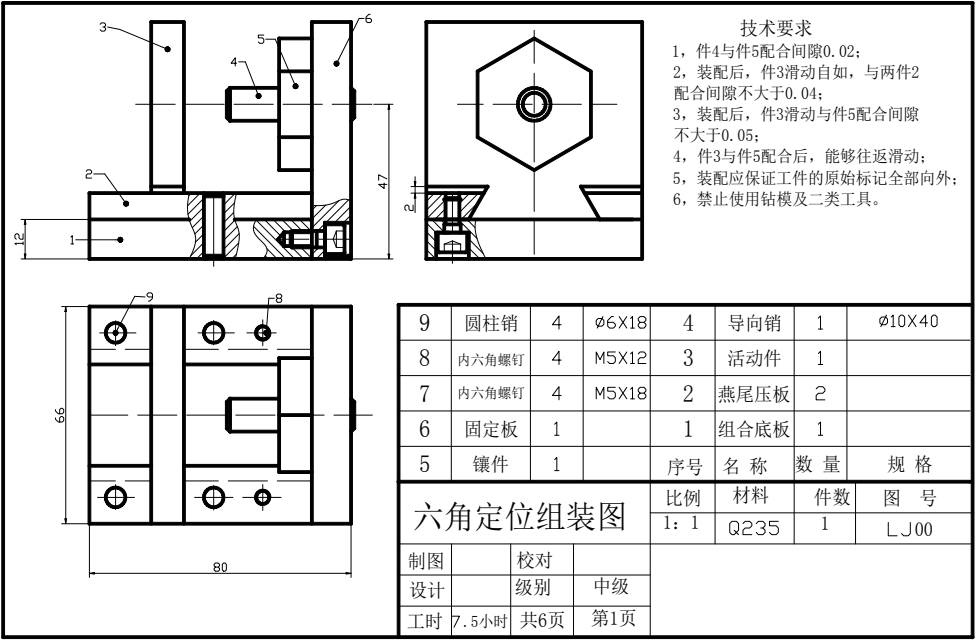
项目实施的任务

本项目以六角定位组合件这个工件的制作为载体，要求学生能按照图样和相关技术要求完成此次任务。通过六角定位组合件，练习凹凸配、燕尾配、六边形镶配等钳工典型锉配的锉削方法，各种量具的使用方法、锉配的质量检测方法，各种孔的加工，组合体的装配调整等技能。通过此工件，强化工件的加工工艺，质量控制方法。

以达到使学生熟练掌握锉配这一钳工技能。

【六角定位组合件备料清单】

序号	材料名称	规 格	数 量	备 注
1	45# (Q235)	81×67×10	1 块	1 件/人
2	45# (Q235)	67×61×10	1 块	1 件/人
3	45# (Q235)	73×67×10	1 块	1 件/人
4	45# (Q235)	42×42×10	1 块	1 件/人
5	45# (Q235)	70×19×8	2 块	2 件/人
4	内六角螺钉	M5×15	7 个/人	外购
5	圆柱销	Φ 10×40	1 支/ 人	外购
6	圆柱销	Φ 6×16	4 支/人	外购



【六角定位组合件试件图】

8	螺纹塞规	M5	2 级	1	通止规 1 副
9	光滑塞规	Φ 10-H7	2 级	1	通止规 1 副
10	塞尺	0.01-1	1 级	1	
11	标准 V 形铁	50×50×50	1 级	1	一副
12	扁锉	350	一号纹	1	
13	扁锉	250	三号纹	1	
14	扁锉	150	四号纹	1	
15	油光锉	150	五号纹	1	
16	三角锉	150	四号纹	1	
17	四方锉	150	四号纹	1	
18	整形锉	12 把/组		1	
19	麻花钻	Φ 4.3 Φ 9.8 Φ 5.8 Φ 3	各一支		
20	手用丝锥	M5		3 支一组	一副
21	铰杠			1	
22	手用铰刀	Φ 10H7、Φ 6H7		各 1 支	
23	测量棒	Φ 10×30		2 支	
24	锯弓	300		1	
25	锯条	中齿		自定	
26	划针			1	
27	钢直尺	150		1	
28	手锤	0.5 公斤		1	
29	錾子	150		1	
30	样冲			1	
31	软钳口	自制		1 副	
32	锉刀刷			1	
33	内六角扳手			1 套	

34	活动扳手	200		1 把	
35	平行夹	自制		1 副	
36	平行垫铁	自制		1 副	
37	压板				带螺杆、螺母、 垫片
40	中心钻	$\phi 2$ 、 $\phi 1.5$		各一支	
41	毛刷	2 寸		1	
42	油石			1	
43	棉纱、机油			适量	
44	红丹粉			适量	

项目实施的过程

图样总体分析

此件是一个综合性锉配工件，整体难度较大，但真正做好了这个工件，则钳工锉配基本功也就差不多了。

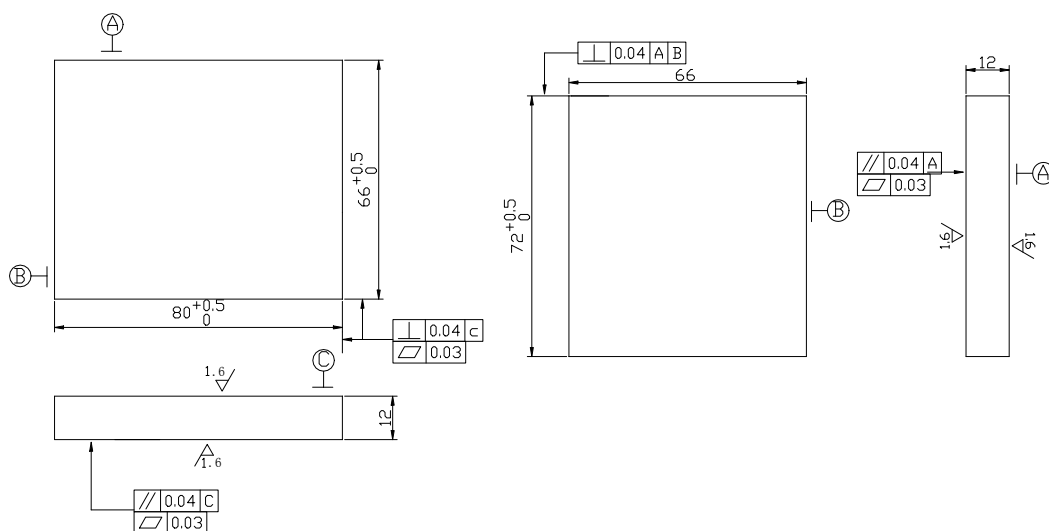
此件虽难，但将其拆解，其实就是凹凸配、燕尾配、六边形镶配三个典型锉配，然后将其装配在一起。此件制作时应按三种配合类型分开加工。

此件对各配合精度和装配精度要求都较高，这就要求在单件制作时对每个工件的尺寸公差和形位公差都要严格达标，否则整体上就会有很大误差，会使工件不达标，甚至无法装配到位。

任务一 锉凹凸配组件

一、图样分析

试件图样中图号 1 和图号 6 的配合就是凹凸配。1 号图中凹块宽度和深度尺寸都有大 0.05mm 的公差要求。6 号图中凸块高度有 $\pm 0.04\text{mm}$ 的公差要求，另对凸块有 0.04mm 的对称度要求。用于连接的三个螺纹孔应在



配好后套钻。其他垂直度，平行度等要求按下面坯料图的要求制作。

二、制作工艺流程

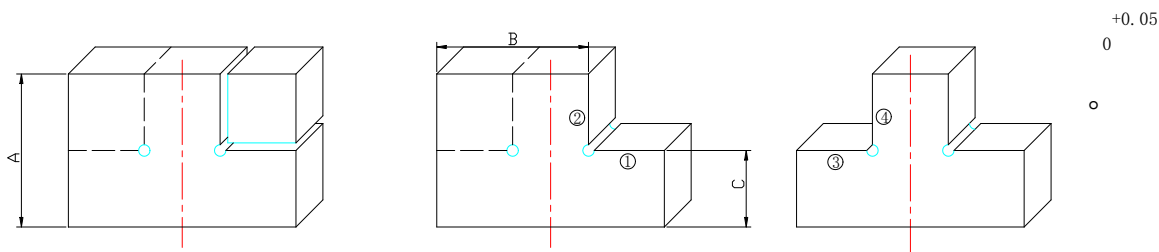
①按图样要求锉削加工外形尺寸，达到尺寸 66mm，72mm 与垂直度、平行度等要求。

②按图样要求采用对称中心线划法分别划出凹凸体的加工线，用游标尺复查避免看错尺寸或画错。

③加工凸体 加工步骤按图所示。

a、按划线锯去工件一角，粗锉达到加工线（约为 0.2mm

加工余量）。精锉①面，用千分尺测量 A 和 C 的实际尺寸，使 A-C=12

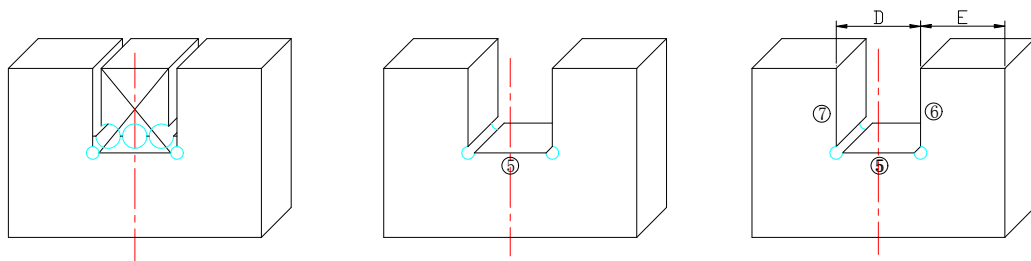


b、精锉②面，用千分尺测尺寸 B， $B = \text{总宽的实际尺寸} \div 2 + 10_{-0.025}^0 \text{mm}$ 。

c、①②面精加工合格后再锯另一角。粗锉③、④面，保留 0.2mm 左右加工余量，精加工③面方法同面①。

d、精加工④面，使其尺寸控制在 $20_{-0.05}^0 \text{mm}$ 以内。凸块加工完后则作为基准件以后不再加工。

④加工凹体 加工步骤按图所示。



a、将凹体部分锯、锉除多余部分，粗加工至加工线，保留 0.2mm 的加工余量。

b、精锉⑤面用总长的实际尺寸减去 12mm，再分别精锉⑥、⑦面。控制凸体 20mm，用凸块与凹块试配，修整实际配合精度要求。

⑤配好后，在固定板上划线套钻 M5 螺纹底孔。卸下底座板后，再扩，铰固定板上的沉头孔。攻底座上 M5 的螺纹。

⑥试装配后，完成底座与固定板相联的 2 个 M5 螺纹的加工。调整装配使底座与固定板的垂直度合图样要求。

三、考核评分标准

项目序号	考核内容	配分	考核要求	评分标准	得分
1	加工工艺	20	加工顺序正确合理	酌情扣分	
2	坯料外形加工	20	外形尺寸和形位公差合格	酌情扣分	
3	凸块加工	5	12 ± 0.04	超差全扣	
4		5	$\div 0.04$	超差全扣	
5		5	20	超差全扣	
6	凹块加工	5	$12_0^{+0.05}$	超差全扣	
7		5	$20_0^{+0.05}$	超差全扣	
8	螺纹加工	15	3—M5	超差 1 处扣 5 分	
9	装配后的垂直度	10	件 1 与件 6 $\perp \leq 0.03\text{mm}$	超差全扣	
10	安全文明生产	10	无工量具混放，工位打扫彻底	酌情扣分	
备注					
总分					

任务二 铰六角镶配组件

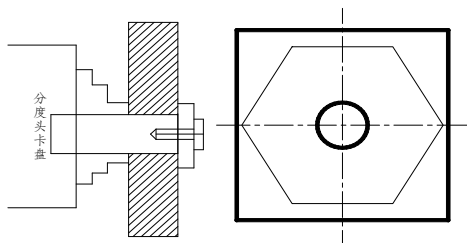
一、图样分析

试件图样中图号 3 和图号 5 的配合就是六角镶配。3 号图中六角形内孔与 5 件配作。5 号图中六角形块 6 个侧边与 A 有 $\pm 0.04\text{mm}$ 的垂直度公差要求，对边 34.64 有 $\pm 0.04\text{mm}$ 的尺寸要求。六角形中心有 $\text{Ø}10\text{H}7$ 的导柱孔，制作时应以此孔为基准。

二、制作工艺流程

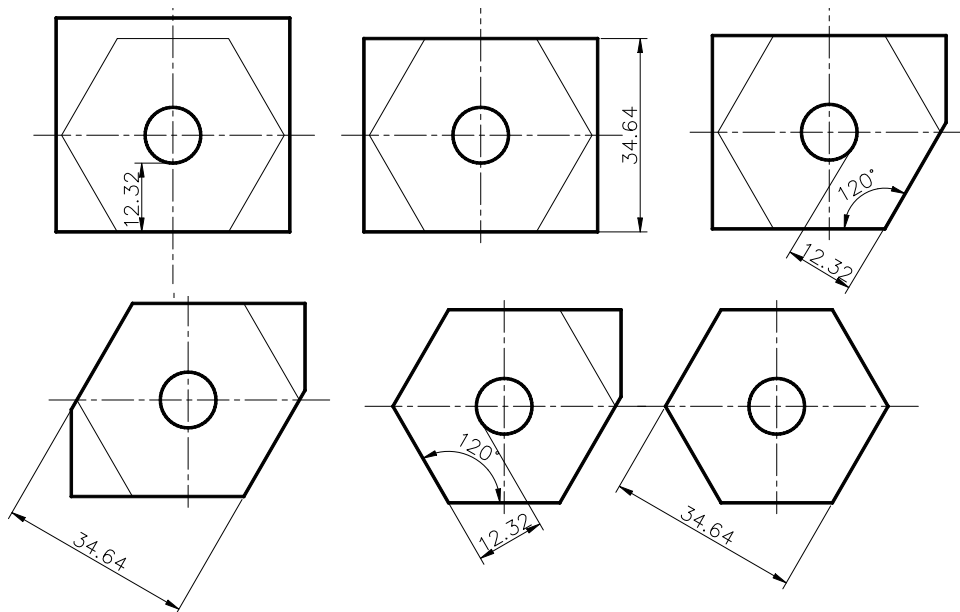
1、制作六角形块

(1) 在 5 号坯料中心打样冲眼，钻 $\text{Ø}9.8$ 的孔，不拆卸工件紧接着换 $\text{Ø}10\text{H}7$ 机铰刀铰 $\text{Ø}10\text{H}7$ 的孔。



(2) 以 $\text{Ø}10\text{H}7$ 的孔为基准，用万能分度头划六角形加工线。如图将工件用芯轴装夹在万能分度头卡盘上，再配合高度尺划线。

(3) 六角形加工工步与每步的质量检测控制如下图



工步说明 加工第一边时，应以孔为基准测量，保证孔壁距边的最小值为 12.32 （卡尺测量）；加工对边时不仅要保证 34.64 的尺寸（千分尺测量），还要保证其对边平行度；加工第三边时先保证角度 120° 正确，再

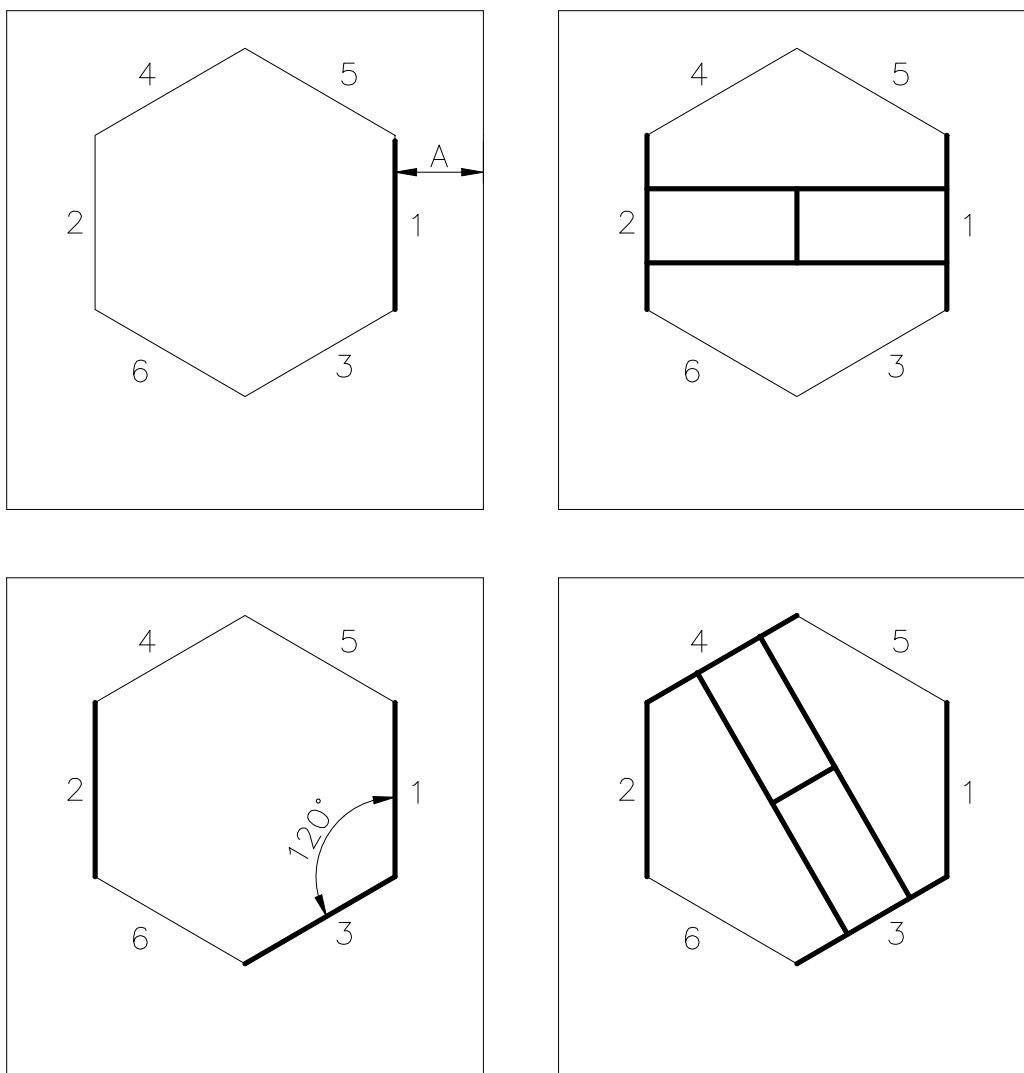
保证孔壁距边的最小值为 12.32，其余各边类推，六角形加工完后作为基准件不允许再加工。

2、加工内六角形

(1) 在件 3 上按坐标法划线内六角形线，为保证整体装配精度，可将件 3 与件 6 合并后钻铰出件 6 上的 $\varnothing 10H7$ 孔。然后再以件 3 上的 $\varnothing 10H7$ 的孔为基准用万能分度头划线。

(2) 钻排孔去余料，粗铰。

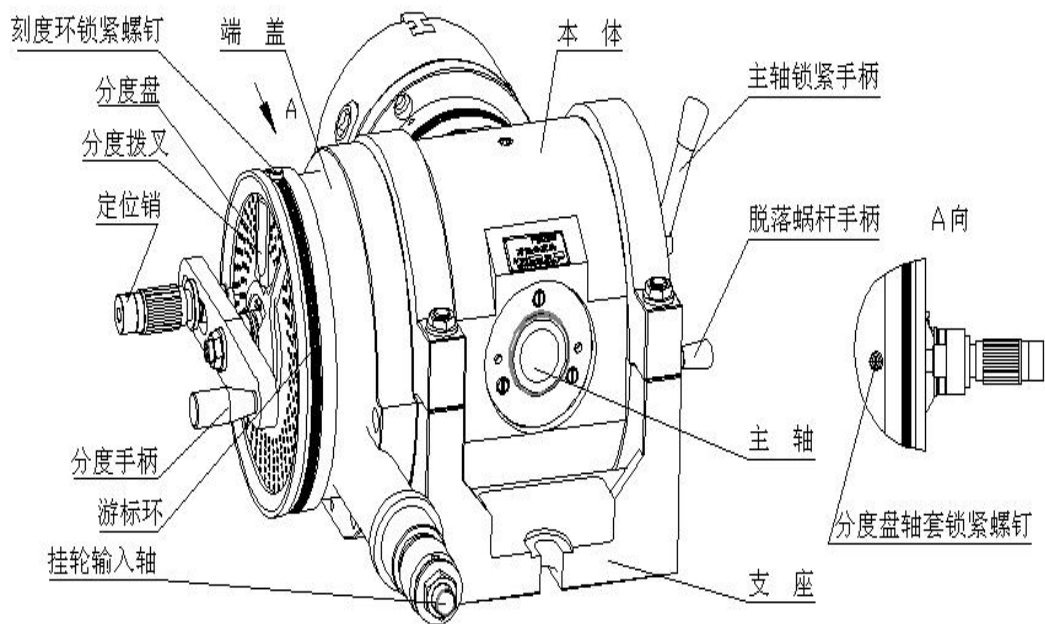
(3)，以外六角形为基准件铰配内六角形，使配合间隙 $\leq 0.05\text{mm}$ 。
内六角形铰配步骤如图。



三、考核评分标准

项目序号	考核内容	配分	考核要求	评分标准	得分
1	加工工艺	20	加工顺序正确合理	酌情扣分	
2	坯料外形加工	10	外形尺寸和形位公差合格	酌情扣分	
3	外六角体加工	5	$\varnothing 10H7$	超差全扣	
4		5	34.64 ± 0.04	超差全扣	
5		5	$\perp 0.04 A$	超差全扣	
6		5	对边 $// \leq 0.04\text{mm}$	超差全扣	
7		5	120°	超差全扣	
8	内六角体加工	5	与件 3 中心平面对称度	超差全扣	
9	配合互换间隙	30	配合间隙 $\leq 0.05\text{mm}$	超差 1 处扣 5 分	
10	安全文明生产	10	无工量具混放，工位打扫彻底	酌情扣分	
备 注					
总 分					

补充知识 万能分度头的使用



万能分度头的主要结构

万能分度头的使用

使用分度头进行分度的方法有 直接分度、角度分度、简单分度和差动分度等。

1、直接分度

当分度精度要求较低时，摆动分度手柄，根据本体上的刻度和主轴刻度环直接读数进行分度。分度前须将分度盘轴套锁紧螺钉锁紧。

2、角度分度

当分度精度要求较低时，也可利用分度手轮上的可转动的分度刻度环和分度游标环来实现分度。分度刻度环每旋转一周分度值为 9° ，刻度环每一小格读数为 $1'$ ，分度游标环刻度一小格读数为

10" 。

分度前须将分度盘轴套锁紧螺钉锁紧

3、简单分度

简单分度是最常用的分度方法。它利用分度盘上不同的孔数和定位销通过计算来实现工件所需的等分数。

计算方法如下

n ——定位销（即分度手柄）转数

Z ——工件所需等分数

$$n = \frac{40}{Z}$$

若计算值含分数，则在分度盘中选择具有该分母整数倍的孔圈数。

例 用分度头铣齿数 $Z=36$ 的齿轮。

$N = \frac{40}{36} = 1\frac{1}{9}$ 在分数度盘中找到孔数为 $9 \times 6 = 54$ 的孔圈，

代入上式 $n = \frac{40}{36} = 1\frac{1}{9} = 1\frac{1 \times 6}{9 \times 6} = 1\frac{6}{54}$

操作方法

先将分度盘轴套锁紧螺钉锁紧，再将定位销调整到 54 孔数的孔圈上，调整扇形拨叉含有 6 个孔距。此时转动手柄使定位销旋转一圈再转过 6 个孔距。

若分母不能在所配分度盘中找到整数倍的孔数，则可采用差动分度进行分度。

任务三 燕尾铰配与总装

一、图样分析

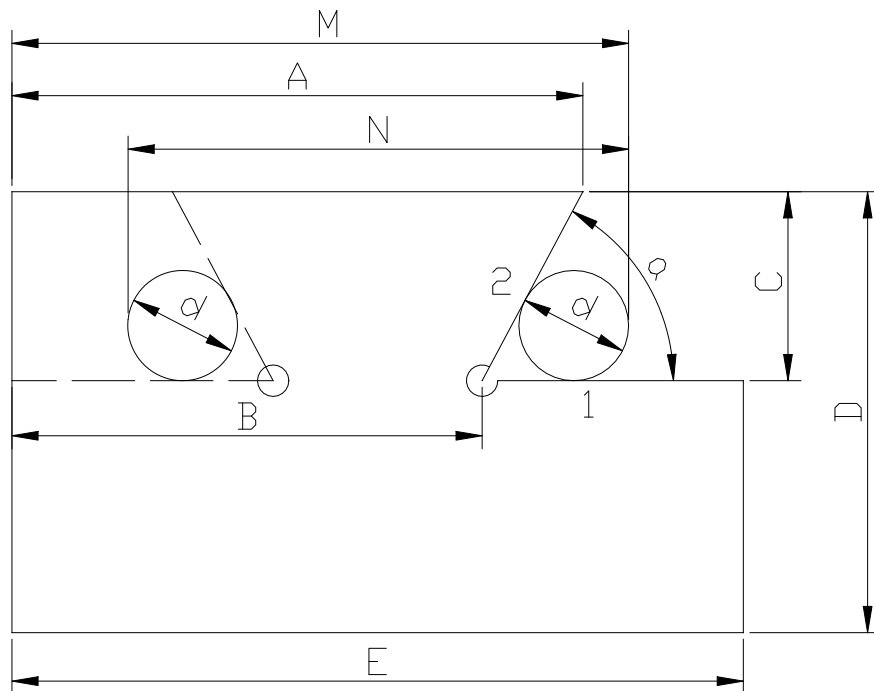
试件图样中件3和件2的配合是燕尾配。件3是凸燕尾块，件2是燕尾压块。燕尾铰配件是具有对称性，基轴制的明配件，其配合面之间具有关联性，应该一次性完成配合精度。燕尾块对件3中心平面有 $\pm 0.04\text{mm}$ 的对称度要求。两边角度 $60^\circ \pm 2'$ ，燕尾两肩尺寸 50 ± 0.02 精度要求高。

制作工艺上应主意

1) 对称度的控制，应以外形基准面作测量基准，先加工一边，再加工另一边（特别注意强调），一步一步达到图纸要求的精度。

2) 角度斜面尺寸控制，应借用辅助工具测量棒间接测量，得相关的计算方法。用测量棒间接测量，得相关的计算方法

$$B = A - ctg(a/2) \times C \quad M = B + d/2ctg(a/2) + d/2 \quad N = M - (E - M)$$



注 先做好底边达到精度要求，再采用间接测量来达到尺寸要求，必须正确换算和测量。

二、加工工艺流程

1、检查来料毛坯，修整基准。

2、采用坐标法划线，按图样划线要找出外形基准的中心（对称面）线，以外形边作基准进行上下调整找出燕尾线两边画线。

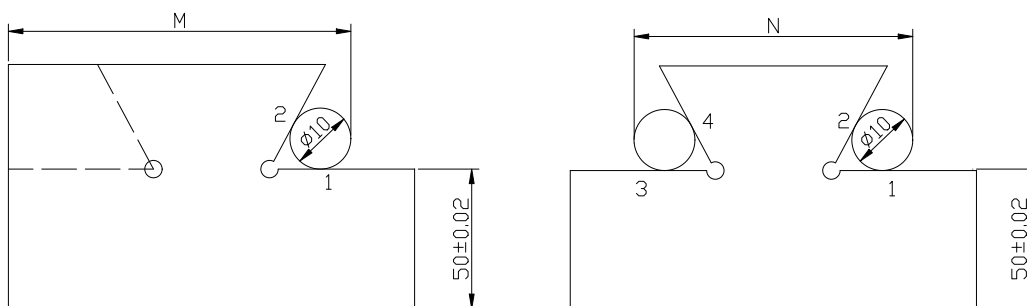
3、加工燕尾凸块

（1）按划线锯去右角材料留加工余量 $0.8\sim 1.2\text{mm}$ ，粗加工①、②面到划线并保留 $0.2\sim 0.5\text{mm}$ 精加工余量。精加工①面，用角度尺测准垂直度，用千分尺或卡尺检测，控制尺寸 $50\pm 0.02\text{mm}$ 。

（2）精加工②面，用角度尺测准 $60^\circ \pm 2'$ 的角，用圆柱测量棒采用间接测量法检测边角斜面尺寸 M，如下图。

$$B=A-\text{ctg}(a/2) \times C=50-0.577 \times 10=44.23$$

$$M=B+d/2\text{ctg}(a/2)+d/2=44.23+10/2 \times 1.732+10/2=57.89$$



（3）按划线锯去左角材料留加工余量 $0.8\sim 1.2\text{mm}$ ，粗加工③、④面到划线并保留 $0.2\sim 0.5\text{mm}$ 精加工余量。精加工③面，用角度尺测准垂直度，用千分尺或卡尺检测，控制尺寸 $50\pm 0.02\text{mm}$ ，尽量使其与①面一致。

（4）精加工第④面，用角度尺测准 $60^\circ \pm 2'$ 的角，采用双圆柱测量棒用间接测量法检测边角斜面尺寸 N，如上图。

$$N=M-(E-M)=57.89-(60-57.89)=55.78$$

4、加工装配燕尾槽。

因此工件的凹燕尾是装配而成，所以其加工方法与整体的凹燕尾略有不同。

(1) 按图样修整燕尾压板外形，主要是修正 60 度角和相应的垂直度、平行度。

(2) 划固定螺纹孔定位线，打钻孔中心样冲眼。在底座上划 M5 螺纹孔位线，与燕尾压板套钻 M5 螺纹底孔。

(3) 在底座上扩孔，铰 $\phi 10$ 沉头孔，在燕尾压板上攻 M5 螺纹。

(4) 装配燕尾压板，与件 3 的凸燕尾试配，调好配合间隙后，套钻铰 $\phi 6H7$ 定位销孔。

5、按图样整体装配六角定位组合体，调整，检测使其达到图样的技术要求。

三、考核评分标准

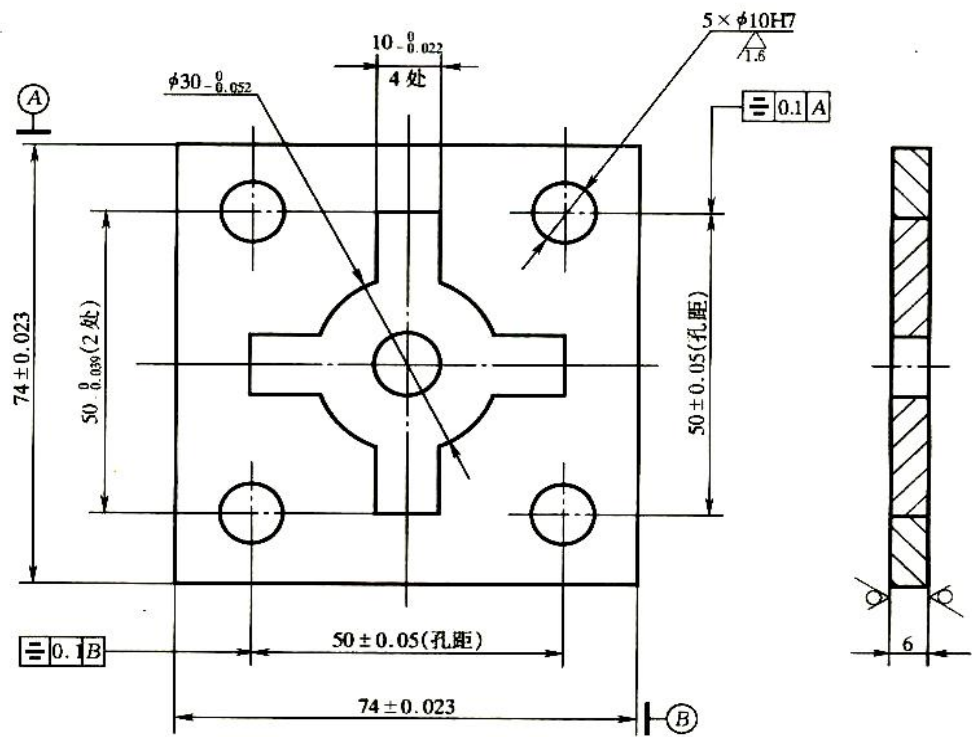
项目序号	考核内容	配分	考核要求	评分标准	得分
1	加工工艺	10	加工顺序正确合理	酌情扣分	
2	坯料外形加工	10	外形尺寸和形位公差合格	酌情扣分	
3	凸燕尾加工	10	50 ± 0.02	超差 1 处扣 5 分	
4		10	凸肩垂直度	超差 1 处扣 5 分	
5		10	$60^\circ \pm 2'$	超差 1 处扣 5 分	
6		2	57.89	超差全扣	
7		2	55.78	超差全扣	
8		5	$\div 0.04 A$	超差全扣	
	燕尾压板加工	10	60°	超差 1 处扣 5 分	
		8	4—M5	超差 1 处扣 5 分	

		8	4— $\phi 6H7$	超差 1 处扣 5 分	
9	配合间隙	5	配合间隙 $\leq 0.04\text{mm}$	超差全扣	
10	安全文明 生产	10	无工量具混放，工位打扫彻 底	酌情扣分	
备 注					
总 分					



项目迁移训练

基础好的可在许可情况下，在指导教师指导下完成下面带圆弧的工件锉配。



- 技术要求：
- 1. 以凸件为基准，凹件配作。互换配合间隙 $\leq 0.05\text{ mm}$ 。
 - 2. 凸件中心孔与凹件四孔的孔距一致性误差 $\leq 0.15\text{ mm}$ 。

项目七 常见机械设备的装配与检修

项目实施的背景

任何机器都是由许多零件装配而成的。按规定的技术要求，将零件或部件进行配合和联接，使之成为成品或半成品的工艺过程称为装配。

装配是机器制造过程中的最后一个阶段。机器的质量最终是通过装配来保证的，装配质量在很大程度上决定机器的最终质量。另外，通过机器的装配过程，可以发现机器设计和零件加工质量等所存在的问题，并加以改进，以保证机器的工作质量。机器装配在机械制造过程中占有非常重要的地位。

目前，除了少数固定产品的批量生产线采用自动化装配外，大多数装配生产线都由人工（即装配钳工）完成，特别是在新建工厂的设备装调和旧设备的维修中更无可替代的由钳工完成。装配是目前钳工的主要从业内容。掌握装配技能的重要性亦不言而喻。

项目实施的目标

- 1、了解装配的基础知识，及螺纹、键、销和轴承的装配工艺。
- 2、知道减速器的拆装工艺，会使用拆装减速器所需的工具和设备。
- 3、了解普通车床的拆装工艺，会使用拆装普通车床所需的工具和设备。

项目实施的任务

本项目以台虎钳的拆装、减速器的拆装、普通车床的拆装三项典型工作任务为载体，希望学生通过这些典型任务的操作，掌握常见零部件和常见机械设备的拆卸和检修工作。

项目实施的过程

任务一 机器的装配概述

一、装配的概念

任何机器都是由许多零件装配而成的。按规定的技术要求，将零件或部件进行配合和联接，使之成为成品或半成品的工艺过程称为装配。

装配是机器制造过程中的最后一个阶段。机器的质量最终是通过装配来保证的，装配质量在很大程度上决定机器的最终质量。另外，通过机器的装配过程，可以发现机器设计和零件加工质量等所存在的问题，并加以改进，以保证机器的工作质量。机器装配在机械制造过程中占有非常重要的地位。

为保证有效地进行装配工作，通常将机器划分为若干个能进行独立装配的部分，称为装配单元。一般情况下装配单元可划分为零件、套件、组件、部件和机器五个等级。

零件是组成机器的最小单元，它是由整块金属或其他材料制成的。零件一般都预先装成套件、组件、部件后才安装到机器上，直接装入机器的并不太多。

套件是在一个基准零件上，装上一个或若干个零件构成的。它是最小的装配单元。如图1所示为一装配式齿轮，因制造工艺原因被分成两个零件，在基准零件1上装齿轮3并用铆钉2固定。将零件装配成套件的工艺过程称为套装。

组件是在一个基准零件上，装上若干套件及零件而构成的。如机床主轴箱中的主轴，在基准轴件上装上齿轮、套、垫片、键及轴承的组合件称为组件。将零件和套件装配成组件的工艺过程称为组装。

部件是在一个基准零件上，装上若干组件、套件和零件构成的。部件在机器中能完成一定的、完整的功用。例如车

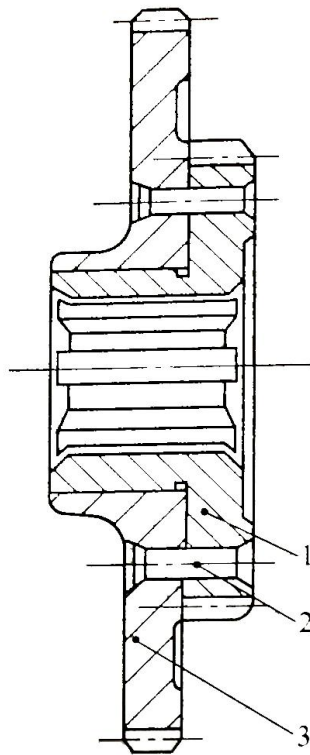


图1 套件—装配式齿轮

1-基准零件 2-铆钉 3-齿轮

床的主轴箱装配就是部件装配。将零件、套件和组件装配成部件的工艺过程称为部装。

在一个基准零件上，装上若干部件、组件、套件和零件就成为整个机器。例如：卧式车床就是以床身为基准零件，装上主轴箱、进给箱、溜板箱等部件及其他组件、套件、零件所组成的。将零件、套件、组件和部件装配成最终机器产品的工艺过程称为总装。

装配就是套装、组装、部装和总装的统称。

二、装配工作基本内容

装配不只是将合格零件、套件、组件和部件等简单地联接起来，而需要根据一定的技术要求，通过校正、调整、平衡、配作以及反复检验等一系列工作来保证产品质量的一个复杂工艺过程。常见的装配工作内容有下列几项：

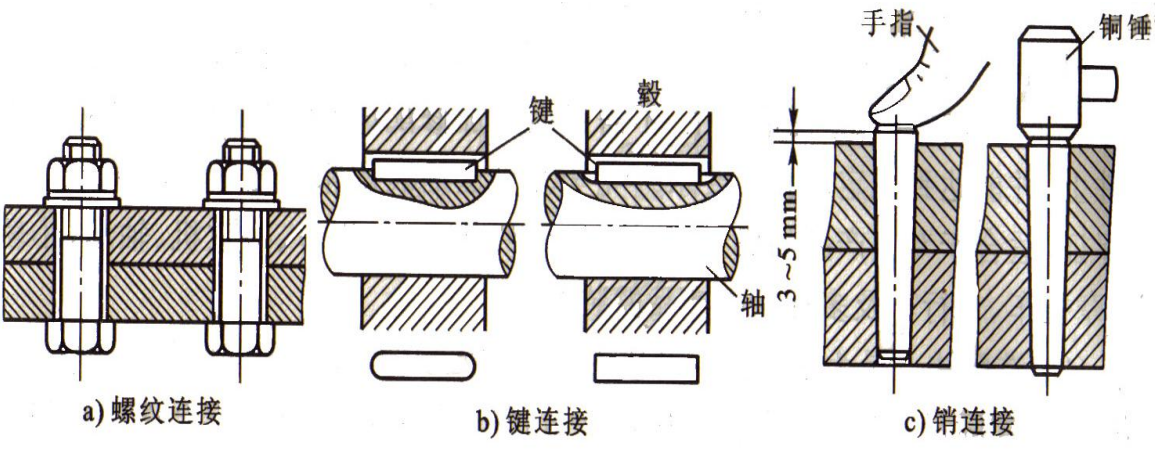
（一）清洗

经检验合格的零件，装配前都要经过认真的清洗。零件在制造、运输和保管的过程中，避免不了会粘附上灰尘、切屑和油污等杂质，清洗的目的就是去除这些杂质。清洗后的零件通常还具有一定的中间防锈功能。对机器的关键部件，如轴承、密封、精密偶件等，清洗尤为重要。

根据不同的情况，零件的清洗可以采用擦洗、浸洗、喷洗和超声清洗等不同的方法。至于清洗液、清洗工艺参数以及清洗次数的选择，要根据零件的清洁度要求、材质、批量、杂质的性质以及粘附情况等因素来确定。

（二）联接

装配过程中要进行大量的联接，联接包括可拆卸联接和不可拆卸联接两种。可拆卸联接常用的有螺纹联接、键联接和销联接。不可拆卸联接常用的有焊接、铆接和过盈联接等。



1 装配中的可拆卸连接

可拆卸连接是指拆开连接时零件不会损坏，重新安装仍可使用的连接形式。生产中常用的可拆卸连接有螺纹连接(图 2-a)，键连接(图 2-b)和销连接(图 2-c)等。

拆卸连接在装配中被广泛采用。螺钉、螺母的装配是用螺纹的连接装配，它在机器制造中广泛使用。装拆、更换方便，易于多次装拆等优点。螺钉、螺母装配中的注意事项

- ①螺纹配合应做到用手能自由旋入，过紧会咬坏螺纹，过松则受力后螺纹会断裂。
- ②螺母端面应与螺纹轴线垂直，以受力均匀。
- ③装配成组螺钉、螺母时，为保证零件贴合面受力均匀，贴合可靠，应按一定要求旋紧（如图 3 所示），并且不要一次完全旋紧，应按次序分两次或三次旋紧。

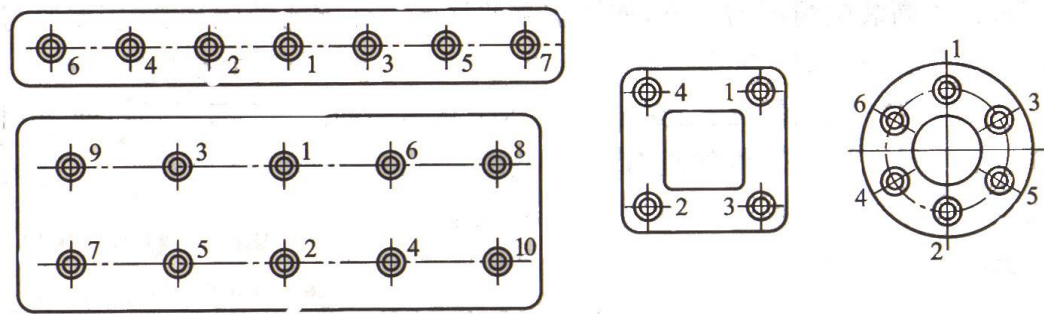


图 3 成组螺钉的拧紧顺序

④对于受交变载荷或在振动条件下工作，有可能自动松开的螺纹连接，应采用防松装置(图 4)。

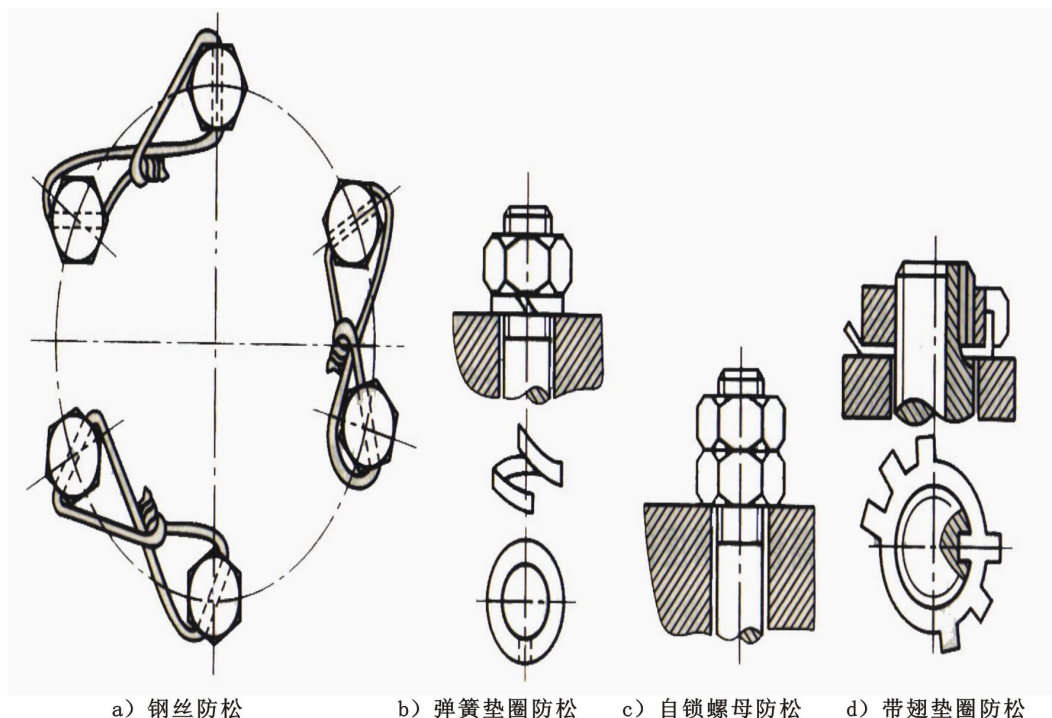


图 4 螺纹连接的防松装置

传动轴与齿轮、皮带轮、蜗轮等带载零件间的圆周方向的固定和转矩的传递是通过键连接实现的。装配中应注意掌握好键与键槽之间的配合松紧。

销连接主要是用来传递不大的载荷或固定零件的相互位置，它是组合加工和装配时的重要连接形式。

2、常用的装配方法

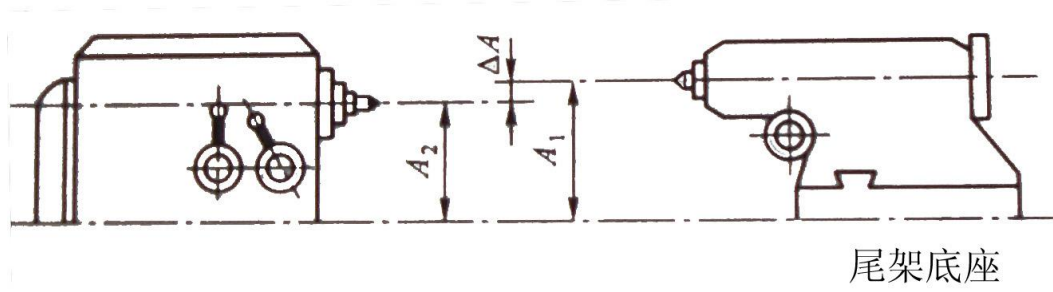
生产批量不同、配合性质不同时，所采用的装配方法也不同。常用的装配方法有完全互换法、选配法、修配法和调整法等。

①完全互换法 所用零件或部件必须具有互换性。互换性是指在同一规格的一批零件或部件中任取一个，不需任何附加修配(如用钳工)就能装配在基础零件上，并能达到规定的技术要求。完全互换法的装配精度由零件的加工精度来保证，适合于专业产品的成批生产和流水线作业，如汽车、拖拉机、轴承、小轿车、摩托车、自行车及多种家电产品的装

配。

②选配法 是为了降低生产成本，设计时可适当加大零件的尺寸公差值，装配前按实际尺寸将一批零件分成若干组，然后按对应的分组合件进行装配的方法，故又称为分组装配。选配法的装配精度取决于零件的分组数，组数分得越多，装配精度就越高。它适用于成批生产组成零件数量少且加工精度不很高，但需获得很高装配精度的地方，如柱塞泵的柱塞和柱塞孔的配合、车床尾座与套筒的配合等。

③修配法 这种方法在装配时修去某一配合表面的预留量，如装配车床前后顶尖中心不等高，通过精磨或修刮尾架底座来达到装配精度的要求(图5)。修配法对零件的加工精度要求不高，有利于降低生产成本，但却造成装配工序增多，时间加长，故修配法只适用于装配精度要求高



的单件、小批量生产中。

图5 修配法

④调整法 该方法通过调整一个或几个零件的位置或尺寸来达到装配要求，如用楔铁调整机床导轨间隙等。装配时零件不需任何修配加工就能获得较高的装配精度，故在成批或单件生产中均可采用。调整法特别适用于因磨损引起配合间隙变化而需恢复精度的地方。

3、装配实例

①减速箱组件的装配

图6为减速箱组件的装配。减速箱装配的顺序如下：

- 1) 配键(将键装入轴上的键槽内)；
- 2) 压装齿轮(键装入齿轮毂中，实现轴与齿轮的连接)；

- 3) 大轴右端装入垫圈，压装右轴承；
- 4) 压装左轴承；
- 5) 毡圈放进透盖槽中，将透盖装在轴上。

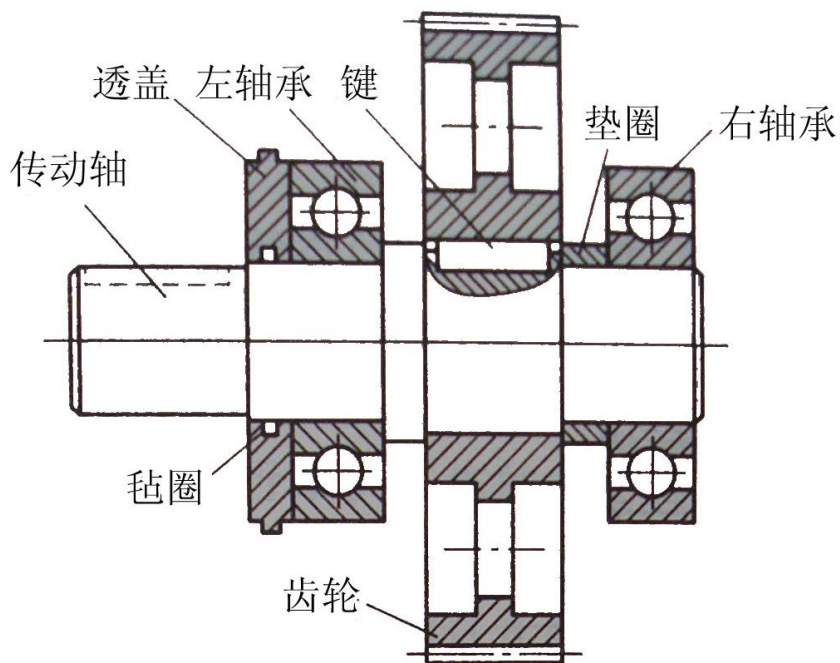


图 6 减速箱组件的装配

②滚珠轴承的装配方法

在机械产品中滚珠轴承广泛用于旋转件(如传动轴)和静支撑件(如箱体、支架)之间的连接。滚珠轴承常用的装配方法有以下三种:

1) 冷压法 常用压力机或手锤施力。为了使轴承圈受力均匀,需采用垫套加压。轴承压到轴颈上时,应通过套筒施力于内圈端面(图 7a);轴承压到箱体孔中时,应施力于外圈端面(图 7b);当轴承同时压到轴颈上和机体孔中时,则内外圈端面应同时加力(图 7c)。

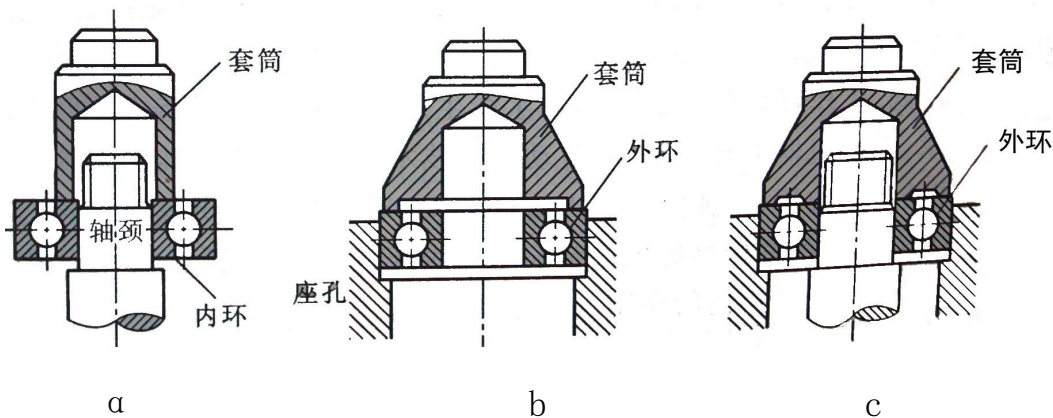


图7 压配轴承时的套筒和衬垫

2) 热压法 当轴承与轴颈间采用较大过盈配合, 用冷压法难于压装, 或需要换大吨位压力机才能进行冷压装配时, 可将轴承吊在 $80-90^{\circ}\text{C}$ 的油中加热, 使其内孔尺寸膨胀(图8), 然后趁热将其迅速地压入轴颈中, 故又叫热套。

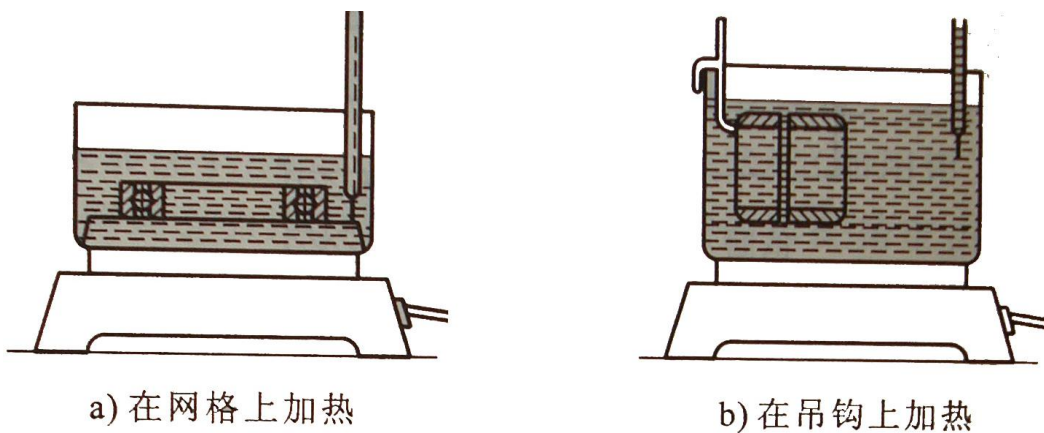


图8 轴承在油浴中加热

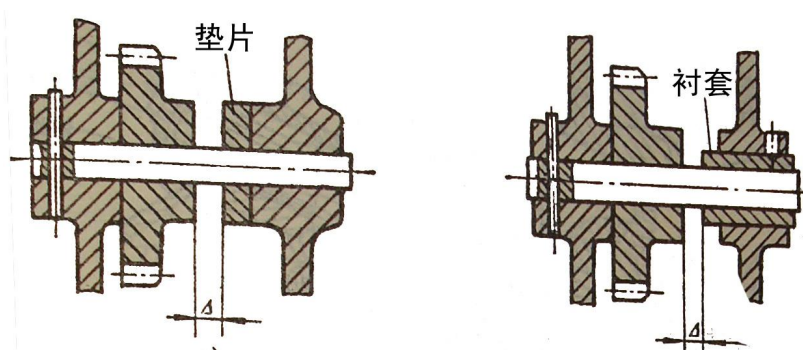
3) 冷缩法 即将轴在干冰(固态 CO_2) 或液氮中冷却, 使其尺寸缩小后迅速装入轴承中的方法, 又叫冷配。

很显然, 热压法和冷缩法都是利用温差原理来改变装配零件的尺寸, 从而实现装配的。

（三）校正、调整与配作

校正是指产品中相关零部件相互位置的找正、找平及相应的调整工作，在产品总装和大型机械的基本件装配中应用较多。例如，车床总装中，主轴箱主轴中心与尾座套筒中心的等高校正等。

调整是指产品中相关零部件相互位置的具体调节工作。除了配合校正工作以外，调整可保证机器中运动零部件的运动精度，也可用于调节运动副的间隙。例如轴承间隙、导轨副间隙及齿轮与齿条的啮合间隙的调整等。



配作是指配钻、配铰、配刮、配磨等，这是装配中附加的一些钳工和机械加工工作。配钻用于螺纹联接；配铰多用于定位销孔加工；而配刮、配磨则多用于运动副的结合表面。配作通常与校正和调整结合进行。

（四）平衡

对运转平稳性要求较高的机器，为防止在使用过程中因旋转质量不平衡产生离心惯性力所引起的振动，需对回转零部件(有时包括整机)进行平衡作业。平衡方法有静平衡和动平衡两种。对直径较大且长度较小的零件(如飞轮和带轮等)，一般采用静平衡法消除静力不平衡；对长度较大的零件(如电动机转子和机床主轴等)，为消除质量分布不均匀所引起的力偶不平衡和可能共存的静力不平衡，则要采用动平衡法。

对旋转体内部的不平衡，需要结合校正方法进行

- 1) 用补焊、铆接、胶接或螺纹联接等方法加配部分质量;
- 2) 用钻、铣、磨或锉等方法去除部分质量;
- 3) 在预制的平衡槽内改变平衡块的位置和数量, 加以平衡。

(五) 验收

验收是在装配工作完成后出厂前, 按照有关技术标准和规定, 对机器进行全面的检验和试验。各类机械产品不同, 其验收的内容即不同, 验收的方法自然也不同。但只有各项验收指标合格后, 才能进行涂装、包装和出厂。

三、机器的拆卸

与装配过程一样, 拆卸机器前应先读图, 了解机器的结构, 然后再确定拆卸方法与步骤。

拆卸的过程应按与装配相反的顺序进行。从装配图上了解机器的装配后, 应按先拆后装, 后拆先装的顺序拆卸零、部件。

对拆卸工作的要求

- 1、机器拆卸工作, 应按其结构的不同预先考虑操作程序, 以免先后倒置, 或贪图省事猛拆猛敲, 造成零件的损伤或变形。
- 2、拆卸的顺序应与装配的顺序相反, 一般应先拆外部附件, 然后按总成、部件进行拆卸。在拆卸部件或组件时, 应按从外部到内部、从上部到下部的顺序, 依次拆卸。
- 3、拆卸时, 使用的工具必须保证对合格零件不会造成损伤。应尽可能使用专门工具, 如各种顶拔器、整体扳手等。严禁用手锤直接在零件的工作表面上敲击。
- 4、拆卸时, 螺纹零件的旋松方向(左、右螺旋)必须辨别清楚。
- 5、拆下的部件和零件必须有次序、有规则地放好, 并按原来结构套在一起, 在配合件上作上记号, 以免搞乱。
6. 对丝杠、长轴类零件必须用绳索将其吊起, 以防弯曲变形和碰伤。

四、装配自动化

单件及中小批量生产中的装配主要采用手工或手工辅以机械的方法来进行，较大批量或大批量生产中的装配则采用具有生产率高、质量稳定、人工参与少、劳动强度低、工作环境好等优点的流水线生产。随着计算机技术(如数控技术、网络技术、工业机器人技术等)和自动控制技术(如光控技术、电控技术等)以及自动检测技术的应用，一般极少有人直接参与，对产品的变更具有快速、多变的适应能力、自动化程度极高的先进装配流水线，已在各种车辆装配，家用电器、电机装配等领域获得了广泛的使用。

任务二 主减速器的拆装与检测

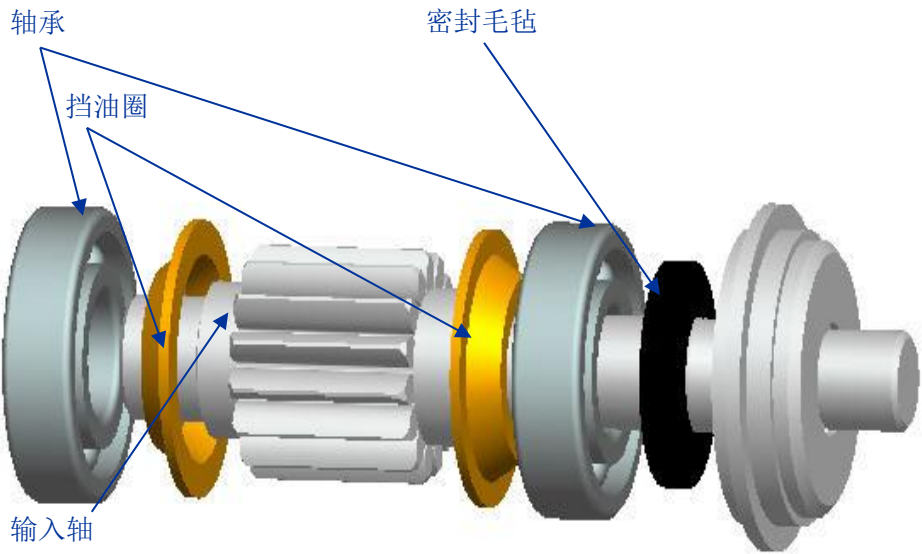
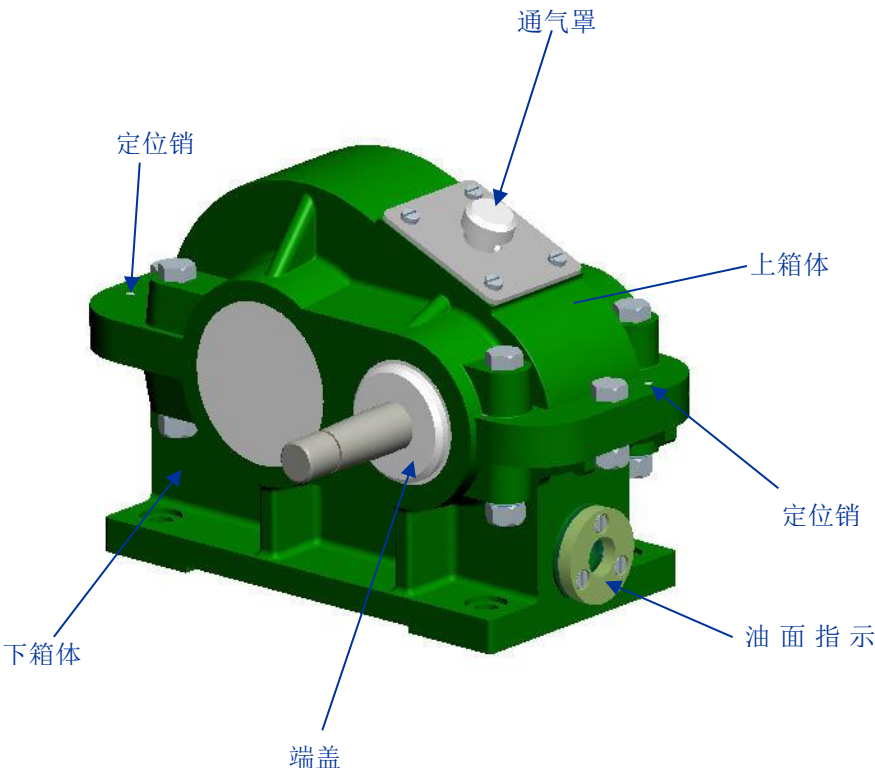
一、减速器概述

减速器是原动机和工作机之间的独立封闭传动装置，用来降低转速和增大转矩以满足各种工作机械的要求。按照传动形式的不同，可以分为齿轮减速器、蜗杆减速器和行星减速器；按照传动级数可分为单级传动和多级传动；按照传动的布置又可以分为展开式、分流式和同轴式减速器。

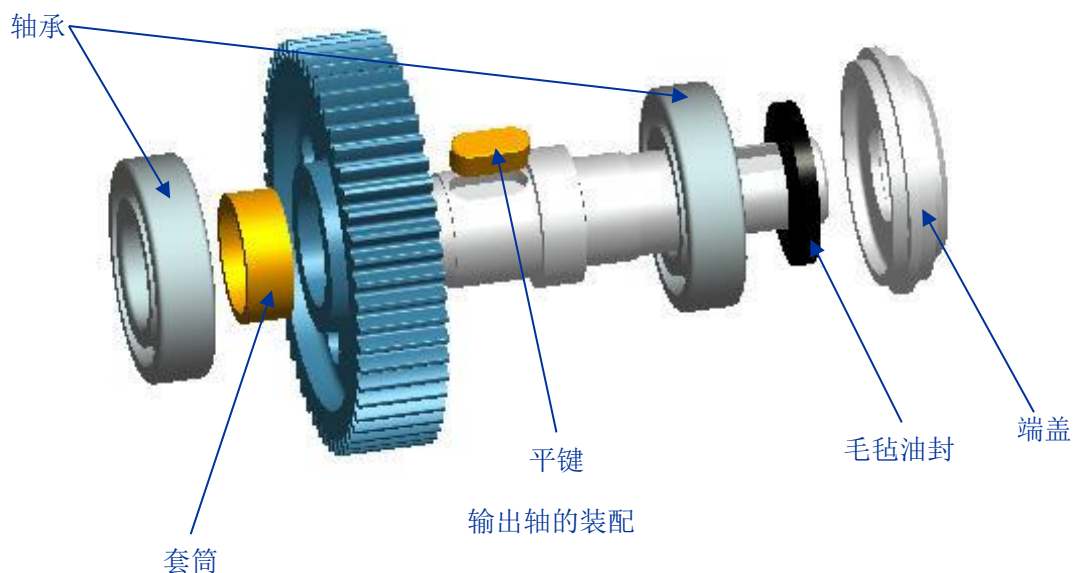
齿轮减速器主要有圆柱齿轮减速器、圆锥齿轮减速器和圆柱-圆锥齿轮减速器。齿轮减速器的特点是传动效率高、工作寿命长、维护简便，因此应用范围非常广泛。齿轮减速器的级数通常为单级、两级、三级和多级，按轴线在空间的布置又可以分为立式和卧式。

◆减速器结构组成

通常减速器有上箱体、下箱体、端盖、轴、齿轮以及附件等组成。

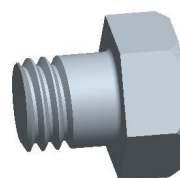


输入轴的装



螺塞

减速器工作一定时间后需要更换润滑油和清洗，为排放污油和清洗剂，在下箱体底部油池最低的位置开设排油孔，平时用螺塞将排油孔堵住



启箱螺钉

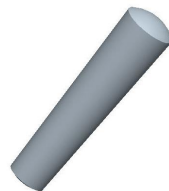
为加强密封效果，通常在装配时在箱体的分箱面上涂抹水玻璃或密封胶，当拆卸箱体时往往因胶结紧密难以开启，为此在上箱体联接凸缘适当的位置加工出一两个螺孔，旋入启箱用的平端螺钉，靠螺钉拧紧产生的反力把上箱体顶起。

套筒

为了实现轴上零件的轴向定位和改善轴的结构工艺性和加工性，通常采用套筒来代替台阶。

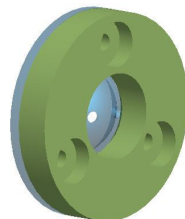
定位销

为保证在箱体拆装时仍能保持轴承座孔制造加工时的精度，应在精加工轴承座孔以前在上箱体和下箱体的联接凸缘上配装定位销。定位销通常为圆锥形。



油面指示器

为检查减速器内油池油面的高度，保持油池内有适量的润滑油，一般在箱体便于观察、油面较稳定的部位设置油面指示器。油面指示器可以是带透明玻璃的油孔或油标尺



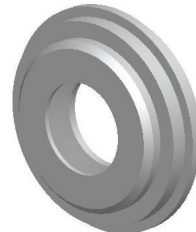
通气罩

减速器工作时，箱体内温度升高，空气膨胀，压力增大，为使箱内的空气能自由排出，保持内外压力相等，不至于使润滑油沿分箱面或端盖处密封件等其它缝隙溢出，通常在上箱体顶部设置通气罩。



端盖

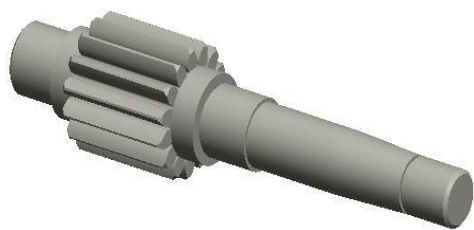
为固定轴承在轴上的轴向位置并承受轴向载荷，轴承座孔两端用轴承端盖密封



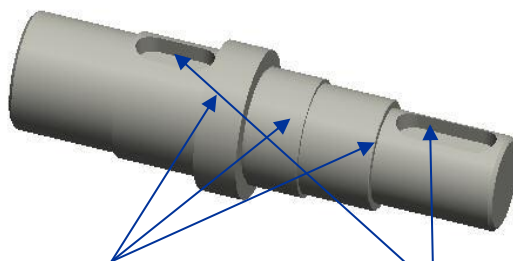
轴

输入轴输入功率，承受一定的转矩和弯矩，考虑到齿轮的强度、轴的强度和刚度，通常把齿轮和轴做成一体。

输出轴输出功率，承受较大的转矩和弯矩，轴上的零件用平键和台阶实现周向和轴向定位。



输入轴



台阶实现
轴向定位

输出轴

键槽实现周向定位

二、减速器拆装与检测实训

（一）工作内容及目标

- 1、了解主减速器的构造及工作原理；
- 2、熟悉主减速器的拆装顺序；
- 3、掌握主减速器的调整部位及调整方法。

（二）技术标准及要求

- 1、啮合间隙 $0.08 \sim 0.12\text{mm}$ ，齿轮侧隙 $0.08 \sim 0.15\text{mm}$ ；
- 2、调整好的主、被动齿轮，转动扭矩为 $1.47 \sim 2.45 \text{ N} \cdot \text{m}$ ；
- 3、输出轴后轴承固定螺母拧紧力矩为 $100 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。

（三）主要工具与设备

- 1、捷达轿车主减速器一台，主减速器拆装作业台一台；
- 2、常用工量具一套，桑塔纳专用工具一套；
- 3、磁力表座、百分表 1 套，红丹油 1 盒，加热器 1 台，扭扳手 1 把。

（四）工作步骤及要点

1、主减速器的拆卸与检查

- （1）拆下主传动盖的固定螺栓，拆下差速器总成；
- （2）用专用拉器拉出主传动盖上的轴承外圈，取下调整垫圈，并记下 S 1 的厚度；
- （3）从齿轮箱壳上拉下另一个轴承外圈，取下调整垫片 S 2，并记下 S 2 的厚度。

2、主减速器的装配

- （1）行星齿轮和半轴齿轮的安装；
 - ①用齿轮油润滑，安装复合式止推垫片；
 - ②通过螺纹套和半轴来安装半轴齿轮，用六角螺栓来拧紧；
 - ③将两个行星齿轮错开 180° 。转动半轴，使其向内摆动，使行星齿轮、复合式止推垫片和差速器罩壳对准；
 - ④推入行星齿轮轴并用锁销或轴向弹性挡圈锁紧；

⑤检查行星齿轮与半轴齿轮间的间隙应为 $0.5 \sim 0.20\text{mm}$ ，如超过限度，则应当重新选取用复合式止推垫片。

(2) 盆形齿轮的安装。将盆形齿轮加热到 100°C 左右，用定心销为导向，迅速安装好，用螺栓对称进行紧固；

(3) 滚柱轴承加热到 100°C 左右放好并压紧；

(4) 压入车速表主动齿轮，压入深度为 1.4mm 。方法 选好一个厚度和深度（ 1.4mm ）一样尺寸的垫圈，放在压紧套筒上进行下压，压平即可保证规定深度；

(5) 用专用工具（VW295，30-205）将变速器壳内和主传动器盖上的轴承外座圈及调整垫圈压入，压入前应考虑到其间调整垫圈的厚薄尺寸，尽量使用原装调整垫圈；

(6) 差速器总成的安装。将差速器总成和主传动盖一起装入变速器壳内，用拉索进行紧固，将车速表驱动齿轮装入主传动器盖中，装配时要参阅调整部分。

3、主动锥齿轮和从动锥齿轮总成的调整

(1) 主、从动齿轮的标志

(2) 主、从动齿轮的调整项目

①差速器轴承的预紧度的调整；

②主动齿轮轴承预紧度（本车无需调整）的调整；

③主、从动齿轮间隙（ $0.08\text{mm} \sim 0.12\text{mm}$ ）和印痕的调整。

4、主减速器和差速器的检测

(1) 检查主减速器主动齿轮、从动齿轮、行星齿轮及半轴齿轮的齿面是否有刮伤或严重磨损。

(2) 检查从动锥齿轮的偏摆量。

(3) 检查主、从动齿轮的啮合间隙。

(4) 检查半轴齿轮与行星齿轮的啮合间隙。

(5) 检查主、从动齿轮轮齿的啮合印痕。

(五) 注意事项

- 1、严格拆装顺序，注意操作安全；
- 2、对各调整部位的调整垫片要点清放好做记号，不能乱换搞错；
- 3、对有预紧力规定的螺栓、螺母要按正确操作方法进行紧固。

(六) 考核要求

- 1、正确拆装主减速器；
- 2、正确调整需要调整的部位；
- 3、保证调整结果符合技术要求。

(七) 考核评分标准

序号	考核内容	配分	评分标准	考 核 记录	分	分
1	正确使用工具仪器	10	使用错误扣 10 分			
2	拆卸减速器总成	20	拆卸顺序错误酌情扣分			
	拆卸主、从动齿轮		拆卸方法不正确扣 10 分			
3	调整轴承预紧度	10	调整方法不正确扣 4 分			
			调整结果不正确扣 4 分			
			调毕不检查扣 2 分			
4	检查啮合印痕	10	检查不正确扣 5 分			
	检查啮合间隙		检查不正确扣 5 分			
5	调整啮合印痕与间隙	30	调整方法不正确扣 10 分			
			调整结果不正确扣 10 分			
			调毕不检查扣 10 分			
6	组装减速器总成	10	组装顺序错误酌情扣分			
7	遵守安全规程，正确使用工量具，操作现场整洁	10	每项扣 2 分，扣完为止			

	安全用电，防火，无人身设备事故		因操作不当发生重大事故，此题按 0 分计			
8	分数总计	100				



项目迁移训练

条件许可得情况下，指导老师可安排学生进行普通车床的拆装实训。下面以 C620 为例简析车床的拆装过程。

普通车床的拆装简析（以 C620 为例）

一、 C620 主轴箱拆装

1、 主轴变速箱中 I 轴的拆装方法

I 轴的拆卸首先从主轴箱的左端开始的。轴 I 的左端有带轮，第一步用销冲把锁紧螺母拆下，然后用内六角扳手把带轮上的端盖螺丝卸下，用手锤配合铜棒把端盖卸下，拆下带轮上的另一个锁紧螺母，使用撬杠把带轮卸下，然后用手锤配合铜棒把轴承套从主轴箱的右端向左端敲击，直到卸下为止，到这时轴 I 整体轴组可以一同卸到箱体外面。

轴 I 的装配在箱体外进行，在装配过程中应注意轴承的位置和轴 I 上的滑套是否能在圆宝键上比较通顺的滑动，否则应视为装配不合理，从新进行装配。轴 I 装好后，再从箱体外装到箱体中。

2、 主轴的拆装方法

主轴的拆装应从两端的端盖开始，然后从箱体左侧向右侧拆卸，左侧箱体外有端盖和锁紧调整螺母，卸下后，把主轴上的卡簧松下退后，此时用大手锤配合垫铁把主轴从左端向右端敲击，敲击的过程中，应注意随时调整卡簧的位置。

卸下主轴后，主轴上的零件应用铁棒穿上，放在清洗液中清洗干净

后才可以装配。

在装配的过程中,, 第一注意主轴的前轴承的装配应该均匀的装在轴承圈中, 否则会损坏轴承; 第二注意齿轮的装配应咬合均匀, 无顶齿现象; 第三, 装配后, 主轴应能正常旋转。

二、C620 溜板箱拆装

1、拆卸光杠、丝杠, 操纵杠及固定支称座。

2、拆下固定溜板箱 5 个螺栓 (注意螺栓组的拆装顺序)。

3、将溜板箱放置在工作平台上, 串上光杠、丝杠、操纵杠。

①操作并观察手动纵向进给, 手动横向进给全过程。

②操作溜板箱纵向横向操纵手柄, 观察齿轮切换及传动啮合, 如何实现纵向, 横向机动进给。

③操作溜板箱丝杠进给手柄, 观察丝杠、光杠、互换、互锁操作过程, 讲清机构原理。

④拆下纵横向机动进给齿轮组及丝杠开合螺母装置, 观察脱落蜗杆过载保护全过程。

⑤清洗和修复各传动零件, 按拆卸相反顺序安装好各个零件, 使之能操作自如可靠。

⑥思考溜板箱可能出现故障及排除方法。

a、机动进给中, 没有纵向走刀, 没有横向走刀。

b、开合螺母挂不上或没有螺纹走刀。

4、将溜板箱、丝杠、光杠、操纵杠安装在机床上, 调试安装完毕后, 使各个手柄操作自如可靠。

三、C620 尾座拆装

1、查资料了解尾座工作原理, 和各功能零部件。

2、思考如何拆装, 及安装注意事项 (主要是各基准面定位方法)。

3、拆开尾座观察进给, 锁紧的功能零部件。

4、清洗和修复各传动零件, 按拆卸相反的顺序装配好各个零件。

5、思考尾座可能出现的故障及故障排除方法。

- ①尾座与主轴不同心
 - ②尾座不能沿床身移动
 - ③尾座没有纵向进给
 - ④尾座支撑零件不可靠
- 6、将尾座安装在床身上，调试各零部件，使之能操作自如。

车床拆装过程的有关问题

- 1、说出车床主要部分名称及用途（6部分）？
- 2、指出三杠，说明其各自作用？
- 3、片式摩擦离合器有何作用？过紧或过松有何不妥？
- 4、主轴箱有几种润滑方式？
- 5、开合螺母作用？
- 6、说明 C620-1 牌号意义？
- 7、齿轮传动有何特点？
- 8、主轴上有几个轴承？各叫什么？
- 9、超越离合器起何作用？
- 10、脱落蜗杆有何作用？
- 11、销连接特点？拆卸销时所用的工具叫什么？
- 12、尾座作用？
- 13、方形、圆形布置的成组螺母的拧紧顺序？
- 14、装配前的准备工作有哪些？
- 15、常用清洗液有几种？
- 16、C620-1 车床上各共有几种离合器？指出在哪？
- 17、说出溜板箱的作用？大拖板、中拖板、小拖板各起何作用？
- 18、装配螺纹时常用的工具有哪些？

项目八 复合工件的制作

项目实施的背景

在日常生活和机械制造中,有许多工具、日常用品,玩具、手工艺品甚至一些小型设备等均可完全用钳工的方法制造出来。这是钳工各项技能的综合应用。运用钳工技能完成复合工件制作或设备的制作检修,是钳工的最终目的。

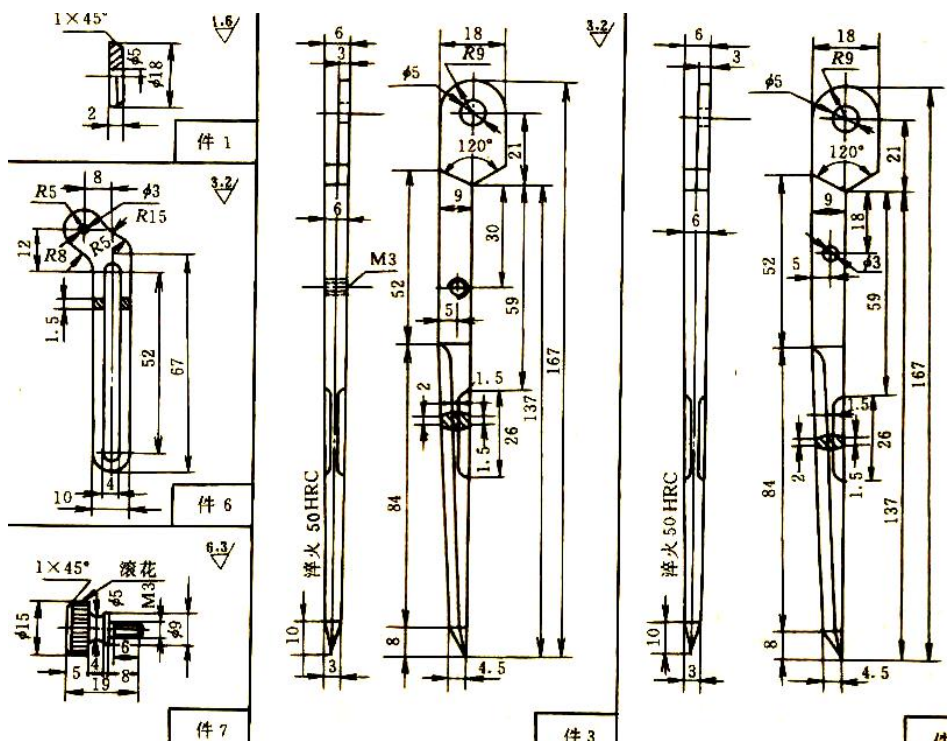
项目实施的目标

- 1、掌握条料的矫正方法，和锉削时的装夹方法。
- 2、掌握 120° 角的锉配方法，提高锉配技能，并达到规定的精度。
- 3、学会半圆头铆钉的铆接操作方法。
- 4、能按操作步骤正确地完成各种工序的加工，达到图样规定的要求。

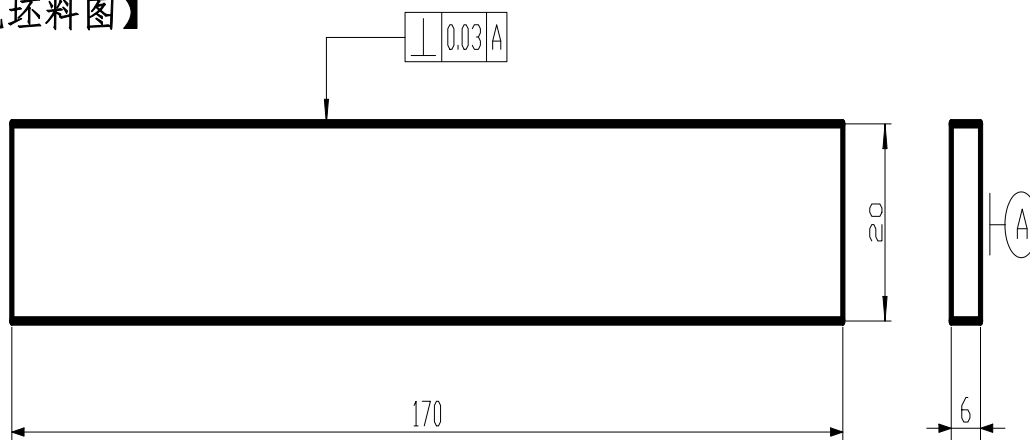
项目实施的任务

本项目以制作划规为载体，要求学生能按照图样和相关技术要求完成此次任务。通过一个完整工具的制作训练，综合运用前面所学各种技能，培养学生实际应用知识的能力，同时更进一步掌握所学各项钳工技能。

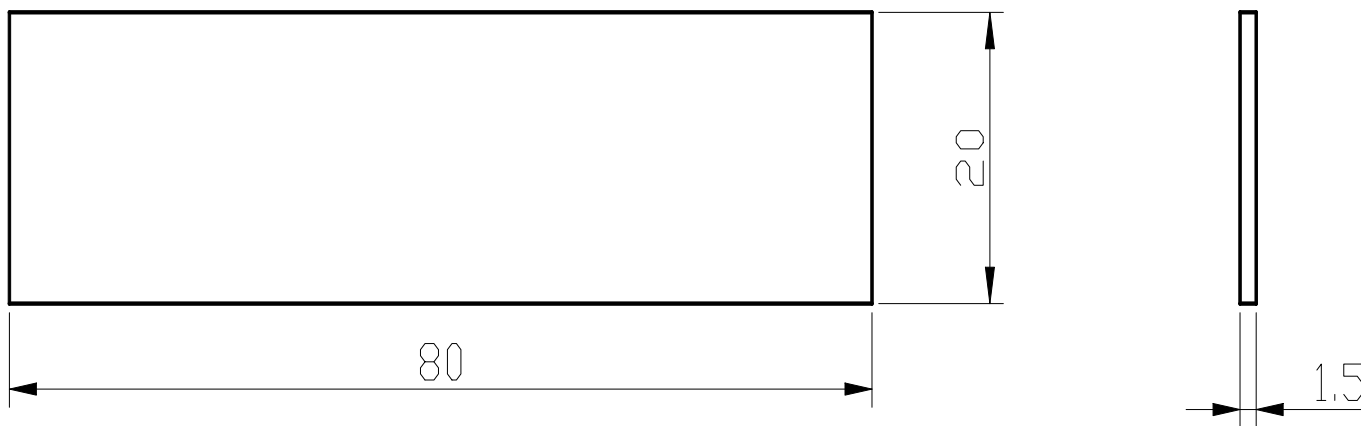
【划规图样】



【划规坯料图】



划规脚坯料 数量 2 材料 45 钢



活动连板坯料 数量 1 材料 35 钢

【项目实施所需工量具】

序号	名 称	规 格	精 度	数 量	备 注
1	游标高度尺	0—300	0.02	1	
2	游标卡尺	0—125	0.02	1	
3	刀口角尺	120×100	1 级	1	
4	万能角度尺	0-3200	2'	1	
5	扁锉	250	三号纹	1	
6	整形锉	12 把/组		1	
7	麻花钻	Φ3.3 Φ5 Φ2.5 Φ3	各一支		
8	手用丝锥	M4		3 支一组	一副
9	铰杠			1	
10	锯弓	300		1	
11	锯条	中齿		自定	
12	划针			1	
13	钢直尺	150		1	
14	手锤	0.5 公斤		1	
15	样冲			1	
16	划规			1	
17	顶模			1	
18	罩模			1	
19	锉刀刷			1	
20	毛刷	2 寸		1	
21	砂布			适量	
22	木方			1	
23	铁钉			适量	

项目实施过程

一、图样分析

本工件是钳工用工具——划规。由左右划规脚，连扳等 7 个部件组成。均属薄板件，制作时圆弧及倒角较多， 120° 角度配合面要求角度准，结合面平。部分结构需边做边划线，活动连扳需试装配作。

二、工艺步骤

- 1、对来料作形体及尺寸检查，并矫平，使之达到放在平板上，基本贴平无翘曲现象。
- 2、用铁定固定在木方上装夹两脚毛坯，锉两脚 6mm 厚的外平面，达到平直。
- 3、锉两脚 9mm 宽的内侧平面，保证与外平面垂直。
- 4、分别以外平面和内侧面为基准划 3mm 及内、外 120° 角加工线。
- 5、分别锉 $3 \pm 0.03\text{mm}$ 平面及 120° 角，平面平行度 $\leq 0.01\text{mm}$ ， 120° 角交线必须在内侧面上，并留有 0.2mm-0.3mm 余量，作锉配时的修整余量。
- 6、按上述要求锉削另一件。
- 7、两划规脚 120° 角度配合修锉，配合间隙小于 0.06mm。
- 8、以内侧面和 120° 角的交线处为基准，划 $\varnothing 5\text{mm}$ 孔位线，并注意其中心线应在内侧面的延长线上。
- 9、两脚并合夹紧，同时钻铰 $\varnothing 5\text{mm}$ 的孔，并作 $0.5 \times 45^{\circ}$ 倒角。
- 10、以内侧面为基准，分别划 9mm，18mm 及 6mm 的加工线。
- 11、用 M5 螺钉、螺母加垫圈把两划规脚合并旋紧，按线作外形修锉。
- 12、确定一只脚位右脚，按同样尺寸划线，钻 $\varnothing 3.3\text{mm}$ 孔（孔口倒角）。
- 13、用 $\varnothing 5\text{mm}$ 铆钉铆接，达到半圆头光滑，两脚活动松紧均匀。
- 14、精加工外形尺寸，达到 $9 \pm 0.03\text{mm}$ 、 $6 \pm 0.03\text{mm}$ 、表面粗糙度 $Ra \leq 3.2\mu\text{m}$ 根据垫圈外径锉好 R9 圆头。
- 15、按图样尺寸要求，在两脚上划外侧倒角及内侧捏手槽位置线，并按线锉好，个棱的交线要清晰，内圆弧要求光洁。
- 16、将两脚尖锉削成形，淬火硬度 50HRC，并将表面全部用砂布打光。

17、按活动连扳图样尺寸划线，并锉准尺寸和形状要求，钻 $\varnothing 3\text{mm}$ 孔，最后用砂布打光。

18、将活动连扳用 M4 紧固螺钉紧固在正确位置，在两两划规脚并拢倒角，用 $\varnothing 3\text{mm}$ 铆钉作活动铆接。

19、全部复查修整及送检。

三、考核评分标准

项 目 序号	考核内容	配分	考核要求	评分标准	得分
1	划规脚尺寸	6	9 ± 0.03 (2 组) 检测合格	超差全扣	
2	要求	6	6 ± 0.03 (2 组) 检测合格	超差全扣	
3	120° 角配合间隙	16	间隙 $\leq 0.06\text{mm}$ (2 处)	超差全扣	
	两脚并合间隙	8	间隙 $\leq 0.08\text{mm}$	超差全扣	
	外形要求	5	R9 圆头圆滑正确	酌情扣分	
		4	活动连扳尺寸、形状好 (2)	酌情扣分	
9		16	两脚倒角对称正确 (8)	酌情扣分	
		6	两脚尖倒角对称正确 (2)	酌情扣分	
		16	表面粗糙度 $Ra \leq 3.2\mu\text{m}$ (8 处)	酌情扣分	
	铆接	8	$\varnothing 5$ 铆接松紧适宜，铆合头完整 (2)	酌情扣分	
		4	$\varnothing 3$ 铆接松紧适宜，铆合头完整 (2)	酌情扣分	
10	安全文明生产	10	无工量具混放，工位打扫彻底	酌情扣分	
备 注					
总 分					

知识补充

矫 正

一、矫正概述

矫正 是通过外力作用，消除材料或制件的不平、不直、弯曲、翘曲等缺陷的加工方法。

缺陷产生原因 残余应力；运输和存放管理等处理不当 。

注 矫正是针对塑性变形而言的，所以只有对塑性好的材料才能进行矫正。

矫正的分类

1、按被矫正工件时的温度分类

冷矫正 常温条件下，矫正塑性较好、变形不严重的金属材料 。

热矫正 变形十分严重或脆性较大以及长期露天存放而生锈的金属板材和型材 ，加热到 $700\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 的高温

2、按矫正时产生矫正力的方法

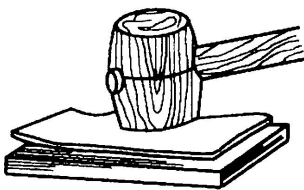
还可分为手工矫正、机械矫正、火焰矫正及高频热点矫正。

手工矫正是在平板、铁砧或台虎钳上手锤等工具进行操作，矫正时一般采用锤击、弯曲和伸张等方法进行。

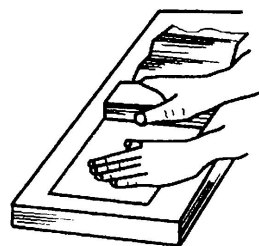
二、手工矫正的工具

1、平板、铁砧和台虎钳

平板、铁砧和台虎钳是矫正板材和型材的基座。 一般材料的矫正，



(a) 用木锤敲平矫正

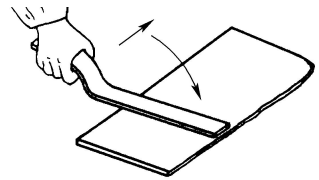


(b) 用平木块压推矫正

通常使用钳工手锤和方头手锤

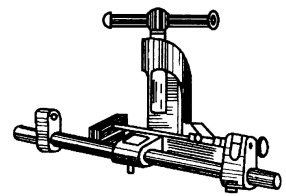
2、抽条和拍板

抽条是采用由条状薄板料弯成的简易手工工具来抽打面积较大的板料，拍板是用由质地较硬的檀木制成的专用工具来敲打板料。



3、螺旋压力工具

螺旋压力工具适用于矫正较大的轴类零件或棒料。



4、检验工具

零件矫正精度的检验工具有平板、直角尺、直尺和百分表等。

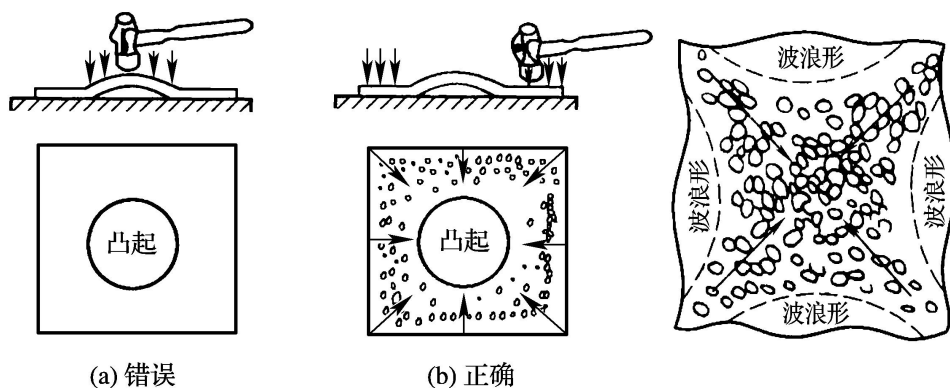
三、手工矫正方法

1、定义 采用锤击的方法或利用一些简单的工具、设备来进行矫正

2、所用工具 锤子（铜锤、木锤和橡胶锤）、平台（用来支承矫正的钢材和工件的基本设备）、台虎钳和V形块等。

3、矫正方法 延展法、扭转法、弯形法和伸张法

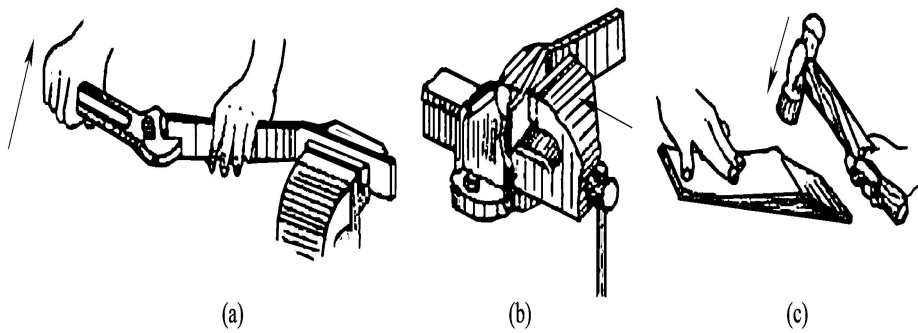
延展法 是金属薄板最容易产生中部凸起、边缘呈波浪形以及扭曲等变形，可采用延展法进行矫正。



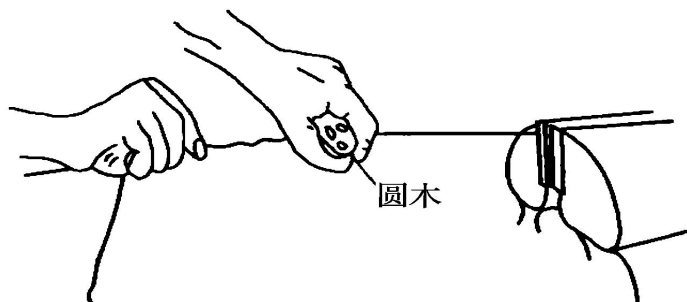
如果薄板四周呈波浪形，说明板料四周变薄而延长了。如上右图所示，锤击点应从四周向中间，按图中箭头所示方向，密度逐渐变稀，力量逐渐减小，经反复多次锤打使板料达到平整。

扭转法 是用来矫正条料扭曲变形的。下左图所示为扁钢扭曲的矫正。

弯形法 是用来矫正各种弯曲的棒料及宽度方向上有弯曲的条料。直径较小的棒料和薄条料可夹在台虎钳上用扳手矫正，如下图所示。直径大的棒料和较厚的条料采用压力机械校正。



伸张法 是用来矫正各种细长线材的。方法 只要将线材一头固定，然后在固定处开始，将弯曲线材绕圆木一周，捏紧圆木向后拉，使线材在拉力作用下绕过圆木而得到伸长矫正，如下图所示。



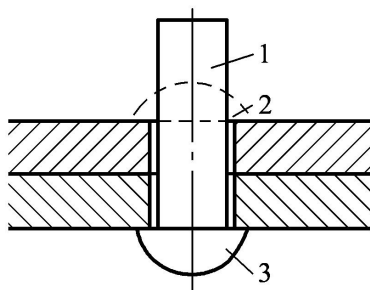
铆 接

一、铆接概述

铆接 指借助于铆钉将两个或两个以上的工件或零件连接为一个整体。

1、铆接过程

如图 8-14 所示，铆接的过程是将铆钉插入被铆接工件的孔内，用工具连续锤击或用压力机压缩铆钉杆端，使铆钉充满钉孔并形成铆钉头。



二、铆接种类

(1) 按连接结构的使用要求分类

①活动铆接—结合部分可以相互转动，如钢丝钳、划规、剪刀等工具的铆接。

②固定铆接—它所结合的部位是固定不动的。

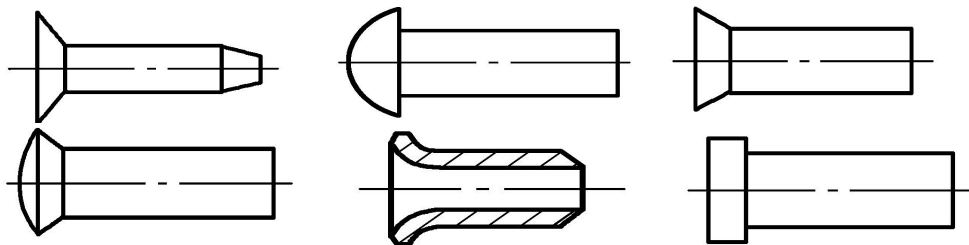
(2) 按铆接方法分类

①冷铆—不需加热；直径在 8 mm 以下

②热铆—直径大于 8 mm 的钢铆钉多用热铆。

③混合铆 —铆钉的铆合头端部加热，对于细长的铆钉

(3) 铆钉种类



①按铆钉形状—平头、半圆头、沉头、半圆沉头、管状空心 and 皮带铆钉等。

②按铆钉材料—钢铆钉、铜铆钉和铝铆钉等几种。

三、铆接件的接合、铆道及铆距

(1) 铆接件的接合

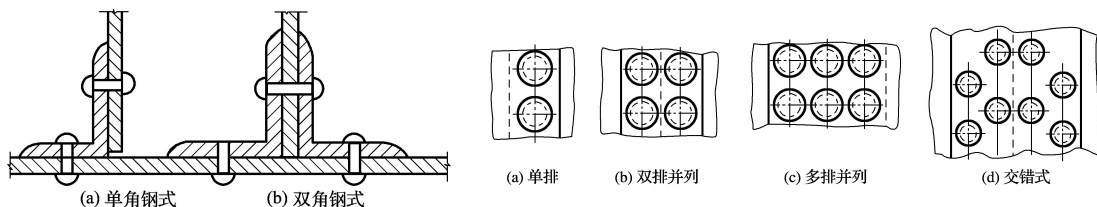
搭接连接—把一块钢板搭在另一块钢板上进行铆接

对接连接—将两块钢板置于同一平面，利用盖板进行铆接

角接连接—即将两块钢板互相垂直或组成一定角度进行铆接

(2) 铆道

铆道是铆钉的排列形式。根据铆接强度和密封的要求，铆钉的排列形式有单排、双排和多排等，如图所示。



(3) 铆距

定义 指铆钉与铆钉间或铆钉与铆接板边缘的距离。

三种隐蔽性的损坏情况 即沿铆钉中心线被拉断、铆钉被剪切断裂及孔壁被铆钉压坏。

注 故，按照结构和工艺的要求，对铆钉的排列距离应有一定的规定。如铆钉并列排列时，铆距为 $t \geq 3d$ (d 为铆钉直径)。铆钉中心到铆接板边缘的距离，当铆钉孔是钻孔时，约为 $1.5d$ ；当铆钉孔是冲孔时，约为 $2.5d$ 。

四、铆钉直径、长度及通孔直径的确定

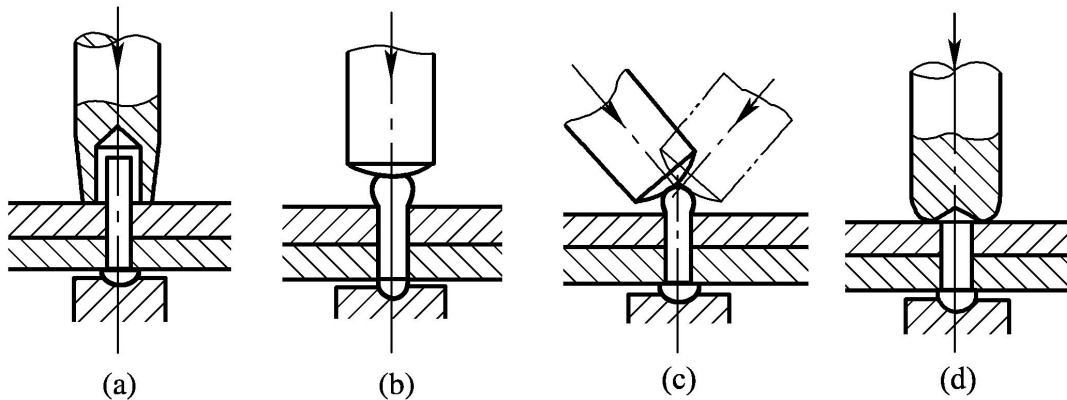
1、铆钉直径—与被连接板的厚度、连接形式以及被连接板的材料等多种因素有关

2、铆钉长度 一半圆头铆钉铆合头所需长度应为圆整后铆钉直径的 $1.25 \sim 1.5$ 倍，沉头铆钉铆合头所需长度应为圆整后铆钉直径的 $0.8 \sim 1.2$ 倍。

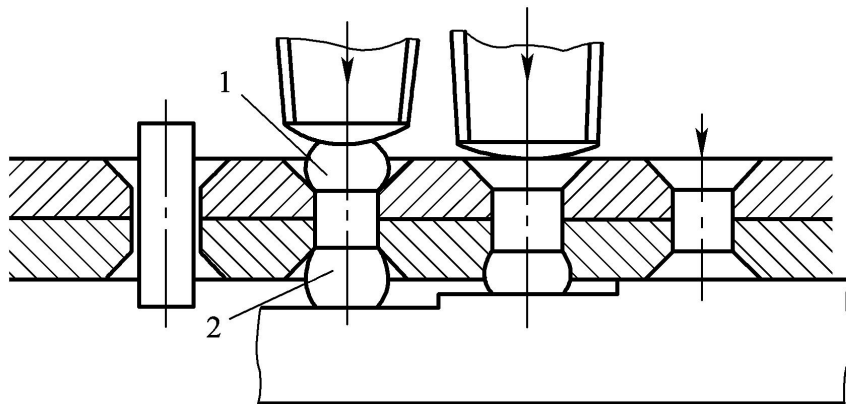
3、通孔直径 —如果孔径过小，会使铆钉插入困难；如果孔径过大，铆合后的工件容易松动

五、铆接方法

按铆接方法的不同，可将铆接分为钳工常用的铆接多为冷铆。冷铆时，铆钉不需加热，在常温下用手工或机器直接镦出铆合头。



1、半圆头铆钉的铆接过程



2、沉头铆钉的铆接

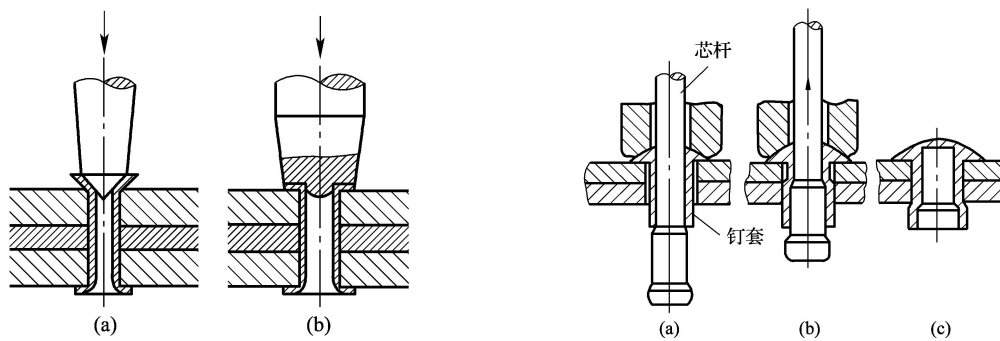
沉头铆钉的铆接有两种

①用现成的沉头铆钉铆接

②用圆钢按铆钉长度的确定方法，留出两端铆合头部分后截断作为铆钉。图所示的步骤进行。

3、空心铆钉的铆接

空心铆钉的铆接可按以下步骤进行：



(1) 把板料互相贴合。

(2) 划线钻孔，孔口倒角。

(3) 插入铆钉。

(4) 用样冲冲压，使铆钉孔口张开，与板料孔口贴紧图 a。

(5) 用特制冲头将翻开的铆钉孔口与工件孔口贴平图 b。

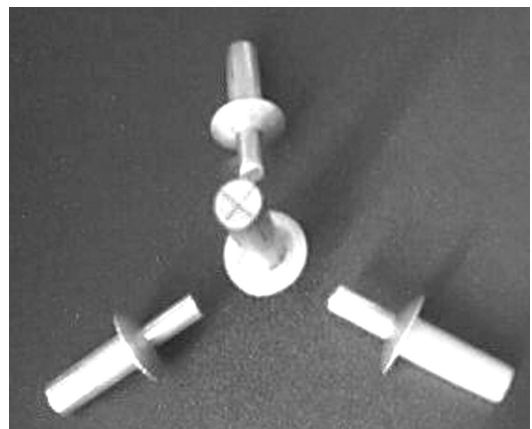
4、抽芯铆钉的铆接

适用范围 不便采用普通铆钉（需从两面进行铆接）的铆接场合，故广泛应用于建筑、汽车、船舶、飞机、机器、电器、家具等产品上。

5、击芯铆钉的铆接

击芯铆钉（下右图）是另一类用于单面铆接的

铆钉，特别适用于不便采用普通铆钉（需从两面进行铆接）或抽芯铆钉（缺乏拉铆枪）的铆接场合。



六、铆钉的拆卸方法

1、半圆头铆钉的拆卸

①直径小的铆钉—可用凿子、砂轮或锉刀将一端铆钉头加工掉、修平，再用小于铆钉直径的冲子将铆钉冲出。

②直径大的铆钉—可用上述方法在铆钉半圆头上加工出一个小平面，然后用样冲冲出中心，再用小于铆钉直径 1mm 的钻头将铆钉头钻掉，

用小于孔径的冲头冲出铆钉。

2、沉头铆钉的拆卸

拆卸沉头铆钉时，可用样冲在铆钉头上冲个中心孔，再用小于铆钉直径 1 mm 的钻头将铆钉头钻掉，然后用小于孔径的冲头将铆钉冲出。

3、抽芯铆钉的拆卸

用与铆钉杆相同直径的钻头，对准芯杆孔进行扩孔，直至铆钉头落掉，然后用冲子将铆钉冲出。

4、击芯铆钉的拆卸

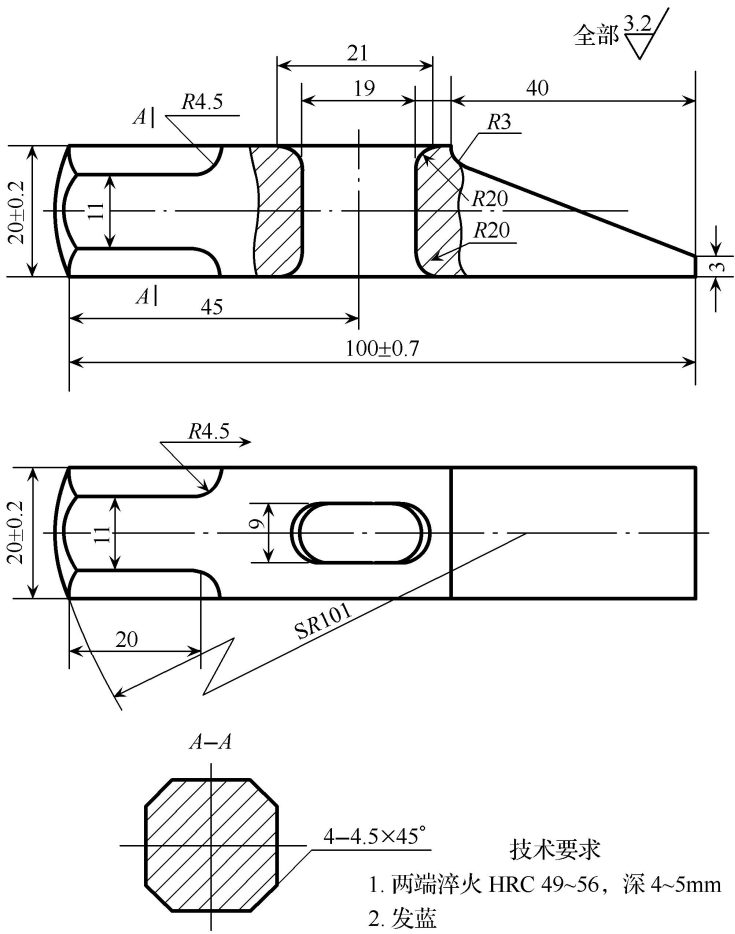
用冲钉冲击钉芯，再用与铆钉杆相同直径的钻头钻掉铆钉基体。如果铆件比较薄，可直接用冲头将铆钉冲掉

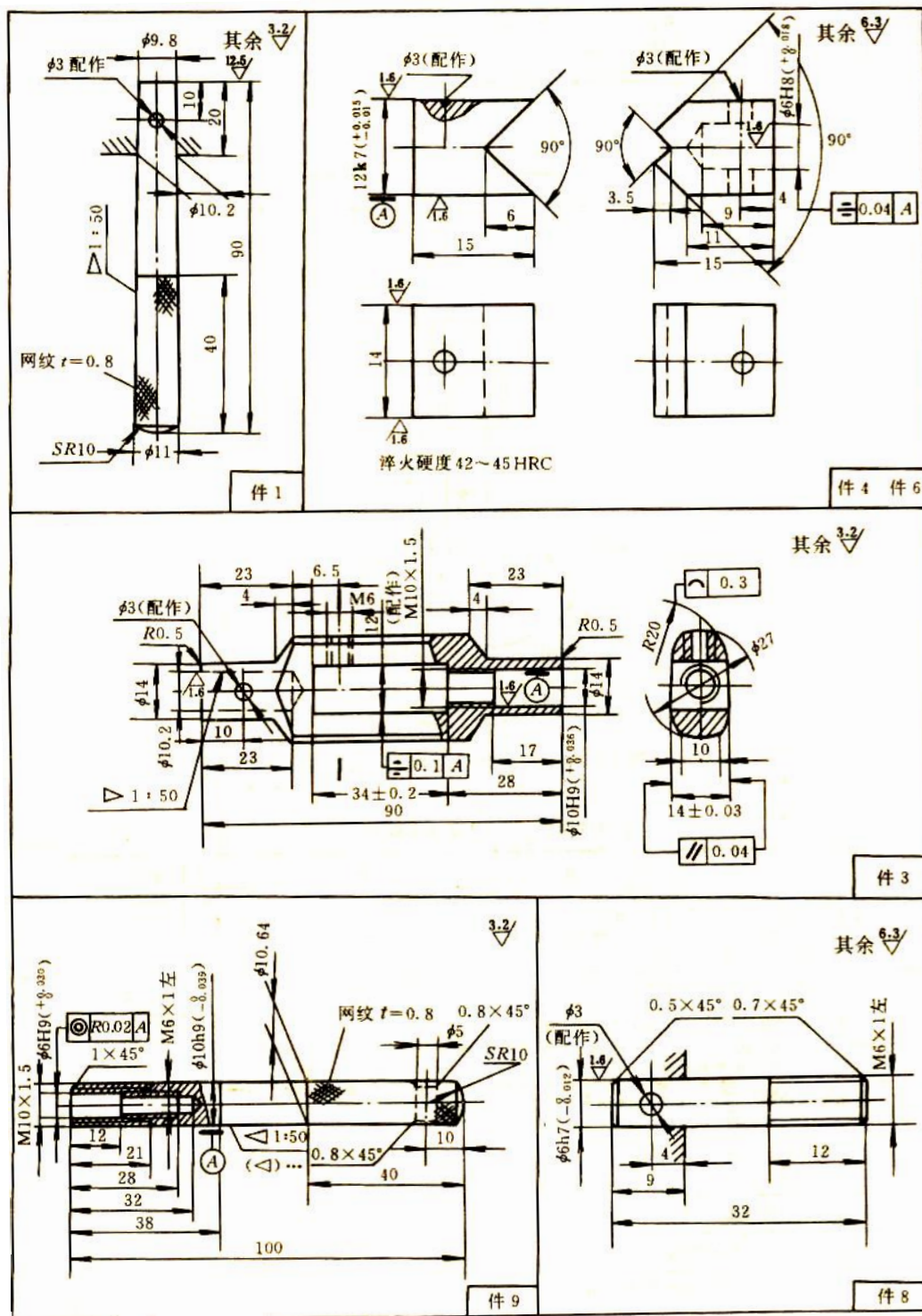


项目迁移训练

更多的复合工件参考图.

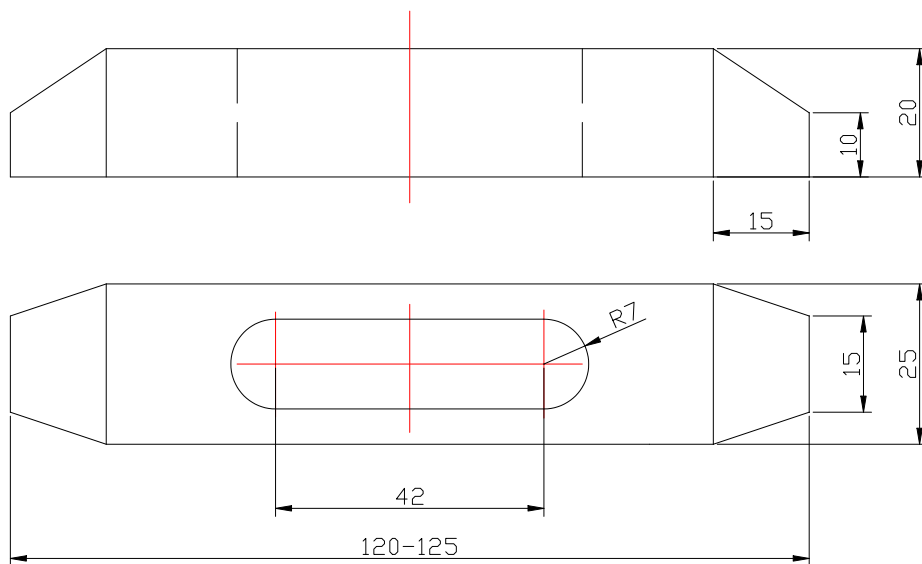
【手锤图样】



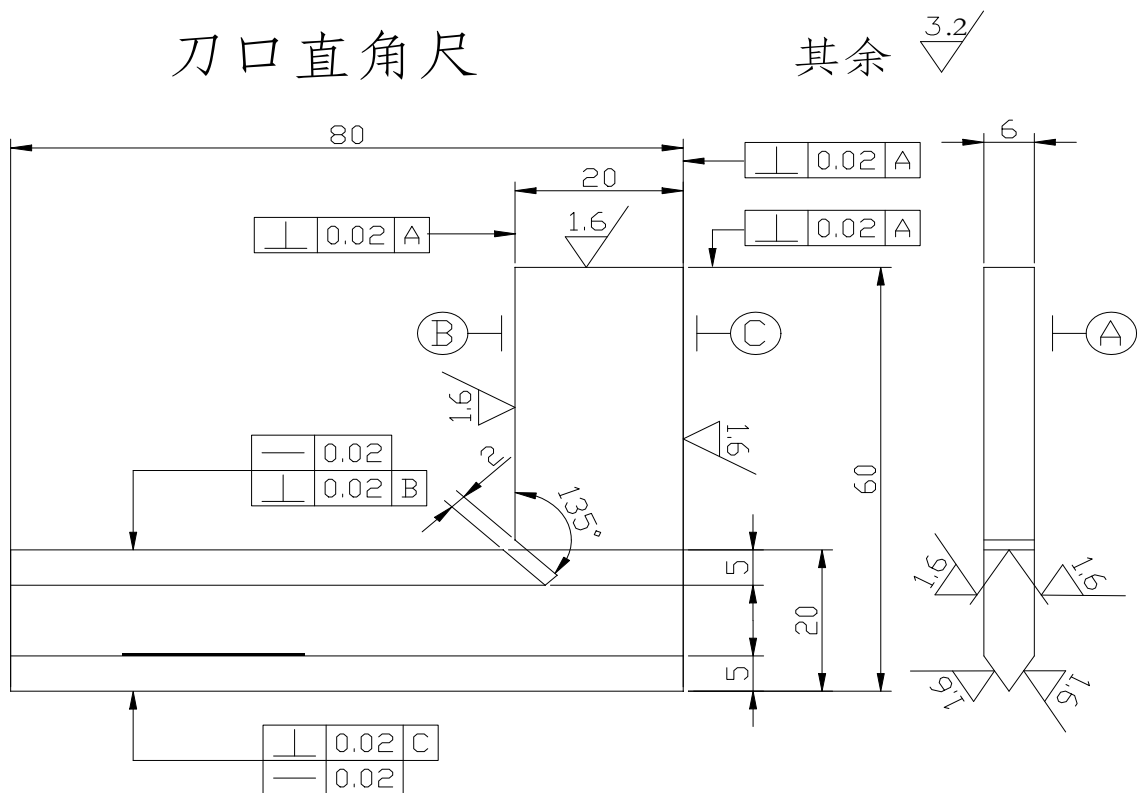


【绞杠图样】

【压板图样】



【刀口直角尺图样】



附录 1

钳工常用计算公式

一、圆的内接、外切多边形的几何尺寸

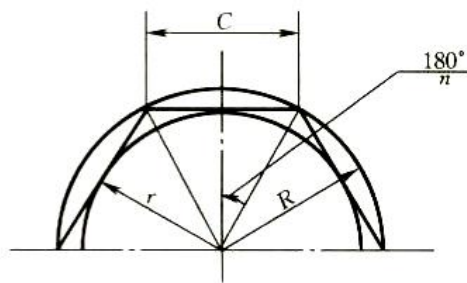


图 1

$$C = 2R \sin \frac{180^\circ}{n} = 2r \tan \frac{180^\circ}{n}$$

$$R = \frac{C}{2 \sin \frac{180^\circ}{n}} = \frac{r}{\cos \frac{180^\circ}{n}}$$

$$r = \frac{C}{2} \cot \frac{180^\circ}{n} = R \cos \frac{180^\circ}{n}$$

式中: n ——多边形的边数。

二、燕尾间接测量计算

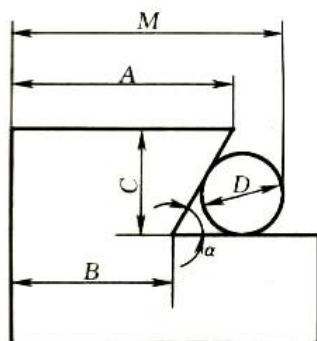


图 2

当要求尺寸为 B 时

$$M = B + \frac{D}{2} \left(1 + \cot \frac{\alpha}{2} \right)$$

当要求尺寸为 A 时

$$M = A - C \cot \alpha + \frac{D}{2} + \frac{D}{2} \cot \frac{\alpha}{2}$$

式中: M ——测量读数值, mm;

D ——圆柱测量棒直径, mm。

三、V形间接测量计算

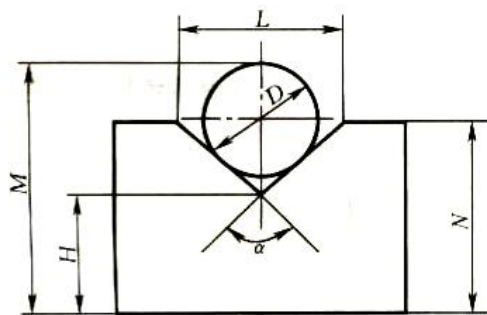


图 3

当要求尺寸为 H 时

$$M = H + \frac{D}{2} / \sin \frac{\alpha}{2} + \frac{D}{2}$$

当要求尺寸为 L 时

$$M = N - \frac{L}{2} \cot \frac{\alpha}{2} + \frac{D}{2} \left(1 + 1 / \sin \frac{\alpha}{2} \right)$$

式中: M ——测量读数值, mm;

D ——圆柱测量棒直径, mm。

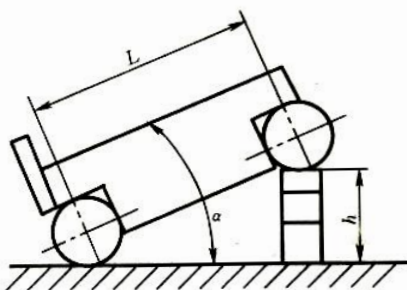
四、用正弦规测量工件角度时垫入量块高度 h 计算

图 4

$$h = L \sin \alpha$$

式中: L ——两圆柱中心距离;

α ——工件角度。

五、钻床转速的选择

$$n = \frac{1000v}{\pi d} \text{ r/min}$$

式中: v ——切削速度, m/min;

d ——钻头直径, mm。

用高速钢钻头钻铸件时, $v = (14 \sim 22) \text{ m/min}$; 钻钢件时 $v = (16 \sim 24) \text{ m/min}$ 。

注: 当工件材料的硬度和强度较高时取较小值; 钻头直径小时也取较小值(以 $\phi 16$ 为中值); 钻孔深度小于或大于 $3d$ 时, 应将取值乘 $0.7 \sim 0.8$ 的修正系数。

六、米制、英制螺纹底孔直径经验计算式

米制螺纹

英制螺纹

脆性材料

$$D_{\text{底}} = D - 1.05P$$

$$D_{\text{底}} = 25 \left(D - \frac{1}{n} \right)$$

韧性材料

$$D_{\text{底}} = D - P \quad D_{\text{底}} = 25 \left(D - \frac{1}{n} \right) + (0.2 \sim 0.3)$$

式中: $D_{\text{底}}$ ——底孔直径, mm;

D ——螺纹大径, mm[英制单位为 in];

P ——螺距, mm;

n ——每英寸牙数。

七、不通孔螺纹底孔的钻孔深度计算式

$$L = l + 0.7D$$

式中: L ——钻孔深度, mm;

l ——所需螺纹深度, mm;

附录2 劳动法与合同法摘录

《劳动法》

第三十六条 国家实行劳动者每日工作时间不超过8小时、平均每周工作时间不超过44小时的工时制度。

第三十七条 对实行计件工作的劳动者，用人单位应当根据本法第三十六条规定的工时制度合理确定其劳动定额和计件报酬标准。

第三十八条 用人单位应当保证劳动者每周至少休息1日。

第三十九条 企业因生产特点不能实行本法第三十六条、第三十八条规定的，经劳动行政部门批准，可以实行其他工作和休息办法。

第四十条 用人单位在下列节日期间应当依法安排劳动者休假

- (一) 元旦；
- (二) 春节；
- (三) 国际劳动节；
- (四) 国庆节；
- (五) 法律、法规规定的其他休假节日。

第四十一条 用人单位由于生产经营需要，经与工会和劳动者协商后可以延长工作时间，一般每日不得超过1小时；因特殊原因需要延长工作时间的在保障劳动者身体健康的条件下延长工作时间每日不得超过3小时，但是每月不得超过36小时。

第四十四条 有下列情形之一的，用人单位应当按照下列标准支付高于劳动者正常工作时间工资的工资报酬

(一) 安排劳动者延长工作时间的，支付不低于工资的百分之一百五十的工资报酬；

(二) 休息日安排劳动者工作又不能安排补休的，支付不低于工资的百分之二百的工资报酬；

(三) 法定休假日安排劳动者工作的，支付不低于工资的百分之三百的工资报酬。

第九十条 用人单位违反本法规定，延长劳动者工作时间的，由

劳动行政部门给予警告，责令改正，并可以处以罚款。

第九十一条 用人单位有下列侵害劳动者合法权益情形之一的，由劳动行政部门责令支付劳动者的工资报酬、经济补偿，并可以责令支付赔偿金

- （一）克扣或者无故拖欠劳动者工资的；
- （二）拒不支付劳动者延长工作时间工资报酬的；
- （三）低于当地最低工资标准支付劳动者工资的；
- （四）解除劳动合同后，未依照本法规定给予劳动者经济补偿的。

第七十二条 社会保险基金按照保险类型确定资金来源，逐步实行社会统筹。用人单位和劳动者必须依法参加社会保险，缴纳社会保险费。

《劳动法》颁布后，国务院发布的《关于职工工作时间的规定》第三条 职工每日工作 8 小时、每周工作 40 小时。

《劳动合同法》

第十条 建立劳动关系，应当订立书面劳动合同。

第十一条 已建立劳动关系，未同时订立书面劳动合同的，应当自用工之日起一个月内订立书面劳动合同。 用人单位与劳动者在用工前订立劳动合同的，劳动关系自用工之日起建立。

第三十八条 用人单位有下列情形之一的，劳动者可以解除劳动合同

- （一）未按照劳动合同约定提供劳动保护或者劳动条件的；
- （二）未及时足额支付劳动报酬的（三）未依法为劳动者缴纳社会保险费的；
- （四）用人单位的规章制度违反法律、法规的规定，损害劳动者权益的；
- （五）因本法第二十六条第一款规定的情形致使劳动合同无效的；

（六）法律、行政法规规定劳动者可以解除劳动合同的其他情形。

用人单位以暴力、威胁或者非法限制人身自由的手段强迫劳动者劳动的，或者用人单位违章指挥、强令冒险作业危及劳动者人身安全的，劳动者可以立即解除劳动合同，不需事先告知用人单位。

第四十七条 经济补偿按劳动者在本单位工作的年限，每满一年支付一个月工资的标准向劳动者支付。六个月以上不满一年的，按一年计算；不满六个月的，向劳动者支付半个月工资的经济补偿。

第八十二条 用人单位自用工之日起超过一个月不满一年未与劳动者订立书面劳动合同的，应当向劳动者每月支付二倍的工资。

用人单位违反本法规定不与劳动者订立无固定期限劳动合同的，自应当订立无固定期限劳动合同之日起向劳动者每月支付二倍的工资。

第八十五条 用人单位有下列情形之一的，由劳动行政部门责令限期支付劳动报酬、加班费或者经济补偿；劳动报酬低于当地最低工资标准的，应当支付其差额部分；逾期不支付的，责令用人单位按应付金额百分之五十以上百分之一百以下的标准向劳动者加付赔偿金

（一）未按照劳动合同的约定或者国家规定及时足额支付劳动者劳动报酬的；

（二）低于当地最低工资标准支付劳动者工资的

（三）安排加班不支付加班费的；

（四）解除或者终止劳动合同，未依照本法规定向劳动者支付经济补偿的。

《中华人民共和国劳动合同法实施条例》

第六条 用人单位自用工之日起超过一个月不满一年未与劳动者订立书面劳动合同的，应当依照劳动合同法第八十二条的规定向劳动者每月支付两倍的工资，并与劳动者补订书面劳动合同；劳动者不与用人单位订立书面劳动合同的，用人单位应当书面通知劳动者终止劳动关系，并依照劳动合同法第四十七条的规定支付经济补偿。

前款规定的用人单位向劳动者每月支付两倍工资的起算时间为用工

之日起满一个月的次日，截止时间为补订书面劳动合同的前一日。

第七条 用人单位自用工之日起满一年未与劳动者订立书面劳动合同的，自用工之日起满一个月的次日至满一年的前一日应当依照劳动合同法第八十二条的规定向劳动者每月支付两倍的工资，并视为自用工之日起满一年的当日已经与劳动者订立无固定期限劳动合同，应当立即与劳动者补订书面劳动合同。

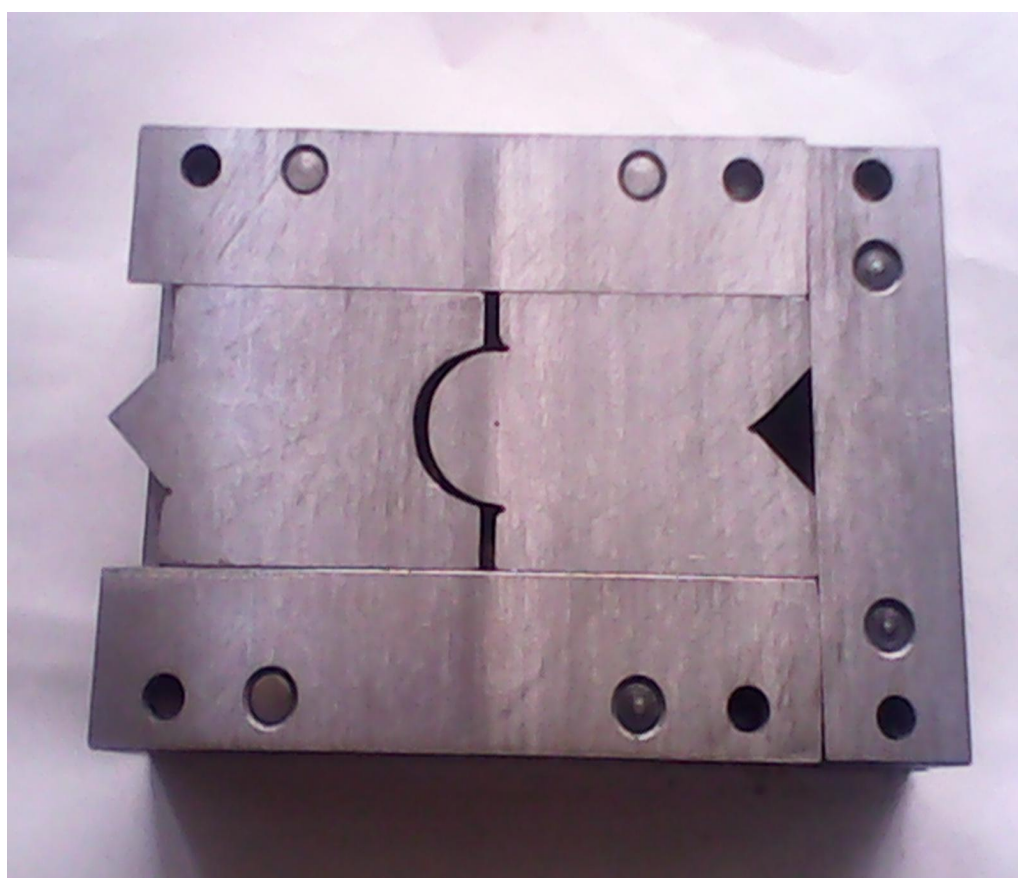
第三十三条 用人单位违反劳动合同法有关建立职工名册规定的，由劳动行政部门责令限期改正；逾期不改正的，由劳动行政部门处 2000 元以上 2 万元以下的罚款。

第三十四条 用人单位依照劳动合同法的规定应当向劳动者每月支付两倍的工资或者应当向劳动者支付赔偿金而未支付的，劳动行政部门应当责令用人单位支付。

《工资支付暂行规定》

第七条 工资必须在用人单位与劳动者约定的日期支付。如遇节假日或休息日，则应提前在最近的工作日支付。工资至少每月支付一次，实行周、日、小时工资制的可按周、日、小时支付工资。

试用期内是否享有保险？在试用期内也应该有享受保险，因为试用期是合同期的一个组成部分，它不是隔离在合同期之外的。所以在试用期内也应该上保险。另外，企业给员工上保险是一个法定的义务，不取决于当事人的意思或自愿与否，即使员工表示不需要交保险也不行，而且商业保险不能替代社会保险。



附录 3 高手挑战性创意作品图样