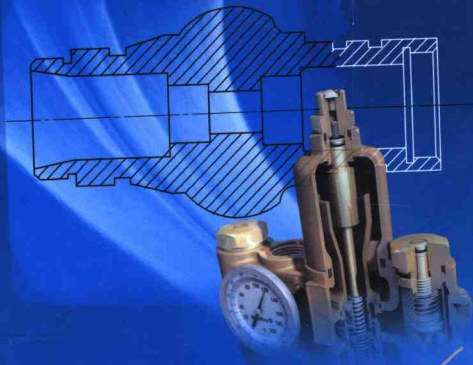


高等职业技术教育教材

机械加工

◎ 实训教程

航空工业高等职业技术教育教材编委会 编



學苑出版社

机械加工实训课程

航空工业高等职业技术教育学会编

學苑出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机械加工实训教程/航空工业高等职业技术教育学会编. - 北京:
学苑出版社, 2005. 7

ISBN 7-5077-2562-6

I. 机… II. 航… III. 机械加工—高等学校: 技术学校—教材 IV. TG

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 072966 号

责任编辑: 韩继忠

封面设计: 彩奇风

出版发行: 学苑出版社

社 址: 北京市丰台区南方庄 2 号院 1 号楼

邮政编码: 100078

网 址: www.book001.com

电子信箱: xueyuan@public.bta.net.cn

销售电话: 010-67675512、67602949、67678944

经 销: 全国新华书店经销

印 刷 厂: 河北省永清省印刷厂

开 本: 880×1230 1/16

印 张: 15.5

字 数: 320 千字

版 次: 2005 年 9 月北京第 1 版

印 次: 2005 年 9 月北京第 1 次印刷

印 数: 0—3000 册

定 价: 30.00 元

航空工业高等职业技术教育教材编委会

主任编委：杨振洪 许柏林

副主任编委：张德忠

编委：马业祥 孙伟 王阳辉 郑兆创

董亚雄 陈永志 刘可 李江

郑国平 席尚信 柴艳彪 孙启平

刘长林

丛书主编：马业祥

编著者：王燕（钳工实训部分）

张文（车工、铣工实训部分）

主审：韩庆华 白世强

前 言

本教材是根据中国劳动和社会保障部制定的国家职业标准,并参照有关行业的职业技能鉴定规范编写的基础初训试用教材。也是为高等职业技术教育和中等职业技术教育的数控加工技术专业、机电一体化专业等配套编写的基础实训试用教材。

本教材共分为三个部分:钳工实训部分、车工实训部分、铣工初训部分。在编写中,本教材遵循理论与实际相结合的原则,以技能训练为主线,突出了技能训练的实用性、规范性。教材由浅入深,循序渐进,将工艺理论知识与技能训练课题有机的融于一体,每个课题中均安排了与工艺理论知识紧密相连的实训课题。通过实训课题的训练,培养学生具有一定的理论基础知识和较扎实的基本操作技能,为下一步的专业技能训练打下坚实的基础。

参加本书编写的单位有:南方航空职业技术学院、哈尔滨航空职工大学、沈阳航空职业技术学院(黎明校区)、沈阳航空职业技术学院(沈飞校区)、江西航空职业技术学院、西安航空职工大学西航工学院、成都飞机工业(集团)公司职工工学院、西安飞机工业公司职工工学院、成都发动机(集团)有限公司培训中心、兰州航空工业职工大学、贵州航空工业职工大学、陕飞工学院。

在此,我们谨向所有为本书提供大力支持的有关学校和领导,以及在组织、撰写、研讨、修改、审定、打印、校对等工作中做出奉献的同志表示由衷的感谢。

由于时间紧迫,水平有限,本教材的编写工作存在一定的不足之处,我们恳切期待使用本教材的同志提出批评和修改意见。

航空工业高等职业技术教育教材编委会

2005年6月

目 录

第一部分 钳工实训

课题一 钳工入门知识	(1)
课题二 划线	(5)
课题三 金属锉削	(24)
课题四 金属锯割	(40)
课题五 孔加工	(51)
课题六 综合训练	(86)

第二部分 车工实训

课题一 端面、外圆、台阶的车削	(94)
课题二 车削外沟槽和切断	(110)
课题三 车削内圆柱面	(123)
课题四 车削圆锥	(136)
课题五 车削成型面	(150)
课题六 车外三角形螺纹	(162)
课题七 车削综合工件	(176)

第三部分 铣工实训

课题一 平面的铣削	(188)
课题二 铣削台阶、钻孔	(206)
课题三 铣削沟槽、成型面	(218)
课题四 铣削典型零件	(230)

第一部分 钳工实训

课题一 钳工入门知识

一、实训目的

1. 了解钳工工作范围及其在工业生产中的作用。
2. 了解钳工实习常用设备及钳工操作中常用的工、量具。
3. 掌握钳工安全操作规程及安全、文明生产的有关规定。
4. 了解台虎钳的结构和工作原理并能进行台虎钳的拆装和保养。

二、实训准备

1. 设备名称：台虎钳、钳台。
2. 工具：活动扳手、眼镜扳手等。
3. 辅助用具：抹布、毛刷、油枪。

三、实训要点

1. 钳工入门知识

钳工大多是用手工工具并经常在台虎钳上进行手工操作的一个工种。钳工的主要任务是：加工零件、装配、设备维修及工具的制造和修理等。

随着机械工业的发展，钳工的工作范围日益扩大，并且专业分工更细，如分成装配钳工、机修钳工、工具制造钳工等等。不论哪种钳工，首先都应掌握好钳工的各种基本操作技能，包括划线、錾削、挫削、锯割、钻孔、铰孔、铰孔、攻丝和套丝、矫正和弯曲、铆接、刮削、研磨以及基本测量技能和简单的热处理等

2. 钳工常用的设备

(1) 钳台（钳桌）用来安装台虎钳、存放钳工常用工、夹、量具。高度约 800 ~ 900mm，装上台虎钳后，钳口高度恰好齐人的手肘为宜（见图 1-1-1）；长度和宽度随工作需要而定。

(2) 台虎钳（见图 1-1-2）它是用来夹持工件的通用夹具，有固定式和回转式两种结构类型。图 1-1-2b 为回转式台虎钳，其构造和工作原理说明如下：

活动钳身 1 通过导轨与固定钳身 2 的导轨孔作滑动配合。丝杆 3 装在活动钳身上，可以旋转，但不能轴向移动，并与安装在固定钳身内的丝杆螺母 4 配合。当摇动手柄 5 使丝杆旋转，就可带动活动钳身相对于固定钳身作进退移动，起夹紧或放松工件的作用。弹簧 6 借助挡圈 7 和销 8 固定在丝杆上，其作用是当放松丝杆时，

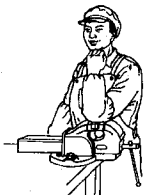


图 1-1-1 台虎钳的合适高度

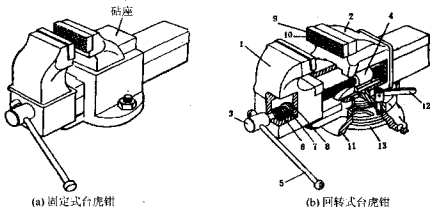


图 1-1-2 台虎钳

可使活动钳身能及时地退出。在固定钳身和活动钳身上,各装有钢质钳口 9,并用螺钉 10 固定,钳口的工作面上制有交叉的网纹,使工件夹紧后不易产生滑动,且钳口经过热处理淬硬,具有较好的耐磨性。固定钳身装在转座 11 上,并能绕转座轴线转动,当转到要求的方向时,扳动手柄 12 使夹紧螺钉旋紧,便可在夹紧盘 13 的作用下把固定钳身固紧。转座上有三个螺栓孔,用以通过螺栓与钳台固定。

台虎钳的规格以钳口的宽度表示,有 100mm、125mm、150mm 等。

台虎钳在钳台上安装时,必须使固定钳身的工作面处于钳台边缘以外,以保证夹持长条形工件时,工件的下端不受钳台边缘的阻碍。

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) 对丝杠、螺母等活动表面应经常清洗、润滑,以防生锈。

(3) 砂轮机 用来刃磨各种刀具、工具的常用设备。它由电动机、砂轮机座、托架和防护罩等部分组成。

(4) 钻床 用来对工件进行各类圆孔的加工。有台式钻床、立式钻床和摇臂钻床等。

3. 钳工基本操作中常用工具、量具 常用工具有划线用的划针、划针盘、划规(圆规)、中心冲(样冲)和平板,銼削用的手锤和各种銼子,挫削用的各种挫刀,锯削用的锯弓和锯条,孔加工用的麻花钻头、各种铰钻头和铰刀,攻螺纹、套螺纹用的各种丝锥、板牙和铰杠,刮削用的平面刮刀和曲面刮刀,各种扳手和起子等。

常用量具有钢直尺、刀口直尺、内外卡钳、游标卡尺、千分尺、直角尺、万能角度尺、厚薄规、块规、百分表等。

4. 安全和文明生产的基本要求

(1) 钳工设备的布局,钳台要放在便于工作和光线适宜的地方;钻床和砂轮机一般应安装在场地的边沿,以保证安全。

(2) 使用的机床、工具(如钻床、砂轮机、手电钻等)要经常检查,发现损坏应及时上报。在未修复前不得使用。

(3) 使用电动工具时,要有绝缘防护和安全接地措施。使用砂轮机时,要戴好防护眼镜。在钳台上进行銼削时,要有防护网。清除切屑要用刷子,不要直接用手清除或用嘴吹。



(4) 毛坯和加工零件应放置在规定位置, 排列整齐平稳。要保证安全, 便于取放, 并避免碰伤已加工表面。

(5) 常用工、夹、量具放在工作位置附近, 便于随时取用。

(6) 量具不能与工具或工件混放在一起, 应放在量具盒内或专用板架上。

5. 安全操作规程 工作中一定要严格遵守安全操作规程。

(1) 钳工安全操作规程

1) 工作前首先检查虎钳、手锤、锯子、锉刀等工具是否齐全良好, 锉刀必须装有木把。

2) 使用钳床和砂轮时, 必须遵守钻床和砂轮机安全操作规程。

3) 在虎钳上工作时, 工作物要夹紧, 使用扁铲时注意周围环境, 对面不准有人。

4) 使用 220 伏手电钻时, 要检查是否漏电, 并要戴好绝缘手套或站在干燥脚踏板或橡胶板上。

5) 加工大工作物 (超过 25 公斤以上) 要两人搬抬, 动作一致, 要配合好。

6) 使用扳子要合乎规格, 扳口要良好, 活扳子不要反向扳和套管子加长把柄, 更不准当锤子使用。

7) 使用螺丝刀, 要与槽口大小相适应, 不准当凿子使用。

8) 使用手锯时, 往返用力要均匀, 换锯条用力不要过大。

9) 使用手锤敲击前, 要检查头部是否有卷边毛刺, 发现有卷边或毛刺及时排除。

10) 工作完后搞好实习现场周围环境卫生。

(2) 砂轮机安全操作规程

1) 砂轮机的防护罩和透明玻璃窗防护板以及吸尘器, 必须完备。

2) 砂轮机要指定专人负责 (或机修负责), 保证其防护装置完整, 保证正常运转。

3) 更换砂轮时, 首先检查砂轮是否有裂纹, 并用木锤轻击, 听其声音清晰、确定无裂纹后才能使用。

4) 砂轮防护罩必须具备: 拖铁与砂轮的间隙应不大于 3mm。无拖铁严禁使用。

5) 安装砂轮时, 砂轮盘与砂轮之间要垫软垫硬纸, (法兰盘不应小砂轮直径的 1/3) 并把螺帽固紧。

6) 装好砂轮后, 先进行空转几分钟, 用砂砖修平, 待转动平稳正常后方可开始工作。

7) 磨刀或磨零件时, 要拿稳, 不得在砂轮上跳动, 要站在砂轮侧面。禁止两人使用一块砂轮。一个砂轮上不准同时有三人磨刀 (或磨零件)。禁止在砂轮上磨软质工作物 (如木或有色金属), 以防把砂轮堵塞。

8) 禁止在砂轮上磨重大或较长工件和磨薄小的工作物。

9) 工作完后要关好电门, 不要让砂轮机空转。每周要彻底清理一次砂轮机旁的环境卫生。

四、课题件: 台虎钳的拆装及保养

五、实训报告：

拆装步骤	台虎钳拆装出现的问题
自我总结：	
教师评语 教师签名： 时间：	

课题二 划 线

一、实训目的

1. 明确划线的作用。
2. 正确使用划线的工具。
3. 零件的清理及划线表面的涂色。
4. 划线操作方法正确，线条、尺寸准确及冲点布置合理。
5. 能利用楔铁、V形块、千斤顶和角铁等在划线平台上正确安装和找正工件。
6. 划线要求：线条清晰、粗细均匀、尺寸误差不超过 $\pm 0.3\text{mm}$ 。

二、实训准备

1. 设备名称：划线平台。
2. 工具：钢直尺、划针、高度游标卡尺、划规、样冲、手锤、 90° 角尺。
3. 毛坯材料：规格45#钢。
4. 辅助用具：抹布、锉刀、酒精、划线用涂料、毛刷。

三、实训要点

1. 划线的作用

根据图样或实物的尺寸，准确地在工作表面上划出加工界线，这项操作叫划线。划线分平面划线和立体划线两种。

(1) 平面划线

只需要在工件的一个表面上划线后即能明确表示加工界线的划线称为平面划线（见图1-2-1）。如在板料、条料表面上划线，在法兰盘端面上划钻孔加工线等都属于平面划线。

(2) 立体划线

在工件上几个互成不同角度（通常是互相垂直）的表面上划线，从而明确表示加工界线的划线称为立体划线（见图1-2-2）。如划出矩形块各表面的加工线以及支架、箱体等表面的加工线都属于立体划线。

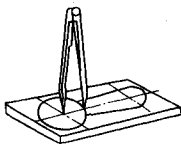


图1-2-1 平面划线

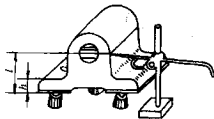


图1-2-2 立体划线

(3) 划线的作用

划线工作不仅在毛坯表面上进行，也经常在已加工过的表面上进行，如在加工后的平面上划出钻

孔的加工线等。划线的作用大致如下:

- 1) 确定工件的加工余量,使机械加工有明确的尺寸界线;
- 2) 便于复杂工件在机床上安装,可以按划线找正定位;
- 3) 能够及时发现和处理不合格的毛坯,避免加工后造成更大损失;
- 4) 采用借料划线可以使误差不大的毛坯得到补救,使加工后的零件仍能符合要求。

2. 划线工具及其使用方法

(1) 钢直尺 钢直尺是一种简单的尺寸量具。在尺面上刻有尺寸刻线,最小刻线距为0.5mm,它的长度规格有150mm、300mm、1000mm等多种。主要用来量取尺寸、测量工件、也可作划直线时的导向工具(见图1-2-3)。

(2) 划线平台(又称划线平板,见图1-2-4)由铸铁制成,工作表面经过精刨或刮削加工,作为划线时的基准平面。划线平台一般用木架搁置,放置时应使平台工作表面处于水平状态。

使用注意要点:平台工作表面应经常保持清洁,工件和工具在平台上都要轻拿、轻放,不可损伤其工作面,用后要擦拭干净,并涂上机油防锈。

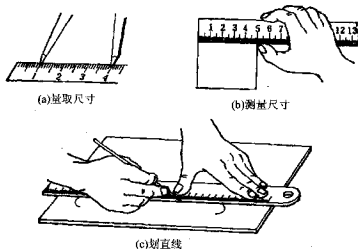


图1-2-3 钢直尺的使用

(3) 划针(见图1-2-5)用来在工件上划线条,是用弹簧钢丝或高速钢制成的,直径一般为 $\phi 3 \sim 5\text{mm}$,尖端磨成 $15^\circ \sim 20^\circ$ 的尖角,并经热处理淬火使之硬化。有的划针在尖端部位焊有硬质合金,耐磨性更好。

使用注意要点:在用钢尺和划针划连接两点的直线时,应先用划针和钢尺定好一点的划线位置,然后调整钢尺使与前一点的划线位置对准,再开始划出两点的连接直线,划线时针尖要紧靠导向工具的边缘,上部向外侧倾斜 $15^\circ \sim 20^\circ$,向划线移动方向倾斜约 $45^\circ \sim 75^\circ$ (见图1-2-6);针尖要保持尖锐,划线要尽量做到一次划成,使划出的线条既清晰又准确;不用时,划针不能插在衣袋中,最好套上塑料管不使针尖外露。

(4) 划线盘(见图1-2-7)用来在划线平台上对工件进行划线或找正工件在平台上的正确安放位置。划针的直头端用来划线、弯头端用于对工件安放位置的找正。

使用注意要点:用划线盘进行划线时,划针应尽量处于水平位置,不要倾斜太大,划针伸出部

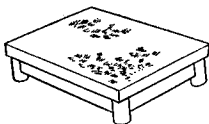


图 1-2-4 划线平台

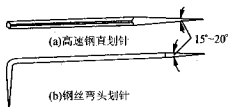


图 1-2-5 划针

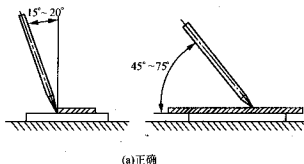
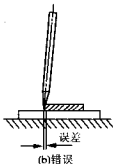


图 1-2-6 划针的用法



分应尽量短些，并要牢固地夹紧，以避免划线时产生振动和尺寸变动；划线盘在划线移动时，底座底面始终要与划线平台平面贴紧，无摇晃或跳动；划针与工件划线表面之间保持夹角 $40^\circ \sim 60^\circ$ （沿划线方向），以减小划线阻力和防止针尖扎入工件表面；在用划线盘划较长直线时，应采用分段连接划法，这样可对各段的首尾作校对检查，避免在划线过程中由于划针的弹性变形和划线盘本身的移动所造成的划线误差；划线盘用毕应使划针处于直立状态，保证安全和减少所占的空间位置。

(5) 高度尺（见图 1-2-8a、1-2-8b）图 1-2-8（a）为普通高度尺，由钢直尺和底座组成，用以给划线盘量取高度尺寸。图 1-2-8（b）为高度游标尺，它附有划针脚，能直接表示出高度尺寸，其读数精度一般为 0.02 mm ，可作为精密划线工具。

(6) 划规（见图 1-2-9）用来划圆和圆弧、等分线段、等分角度以及量取尺寸等。

使用注意点：划规两脚的长短要磨得稍有不同，而且两脚合拢时脚尖能靠紧，这样才可划出尺寸较小的圆弧，划规的脚尖应保持尖锐，以保证划出的线条清晰；用划规划圆时，作为旋转中心的一脚应加以较大的压力，另一脚则以较轻的压力在工件表面上划出圆或圆弧，这样可使中心不致滑动（见图 1-2-10）。

(7) 样冲 用于在工件所划加工线条上冲点，作加强界限标志（称检验样冲点）和作划圆弧或钻孔定中心（称中心样冲点）。它一般用工具钢制成，尖端处淬硬，其顶尖角度在用于加强界限标记时大约为 40° ，用于钻孔定中心时约取 60° 。

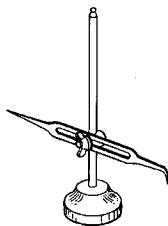


图 1-2-7 划线盘

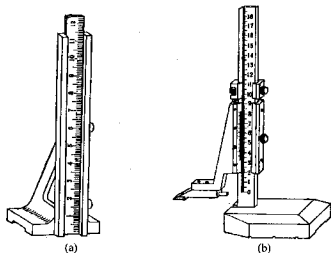


图 1-2-8 高度尺

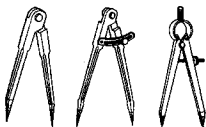


图 1-2-9 划规

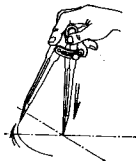


图 1-2-10 划规划圆

冲点方法：先将样冲外倾使尖端对准线的正中，然后再将样冲立直冲点，（见图 1-2-11）。

冲点要求：位置要准确，中点不可偏离线条（见图 1-2-12）。在曲线上冲点距离要小些，如直径小于 20mm 的圆周线上应有四个冲点，而直径大于 20mm 的圆周线上应有八个以上冲点，在直线上冲点距离可大些，但短直线至少要有三个冲点；在线条的交叉转折处则必须冲点；冲点的深浅要掌握适当，在薄壁上或光滑表面上冲点要浅，粗糙表面上要深些。

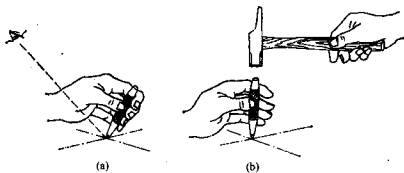


图 1-2-11 样冲的使用方法

(8) 90°角尺（见图 1-2-13a）在划线时常用作划平行线（图 1-2-13b）或垂直线（图 1-2-13c）的导向工具，也可用来找正工件平面在划线平台上的垂直位置。

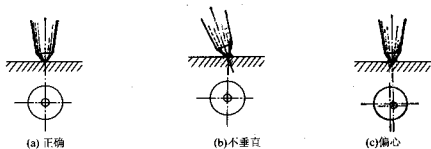


图 1-2-12 样冲点

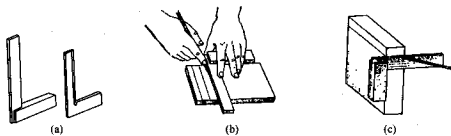


图 1-2-13 90°角尺及其使用

(9) 角度规 (见图 1-2-14a) 常用于划角度线 (图 1-2-14b)。

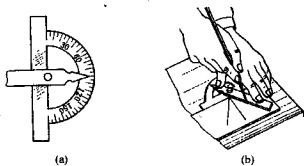


图 1-2-14 角度规及其使用

(10) 方箱 (图 1-2-15) 用于夹持工件并能翻转位置而划出垂直线。一般附有夹持装置和制有 V 形槽。

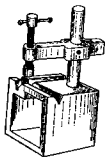


图 1-2-15 方箱

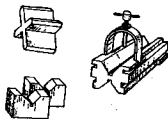


图 1-2-16 V形铁



(11) V形铁(图1-2-16)通常是两个V形铁一起使用,用来安放圆柱形工件,划出中线,找出中心等。

(12) 直角铁(图1-2-17)可将工件夹在直角铁的垂直面上进行划线。装夹时可用C形夹头或压板。

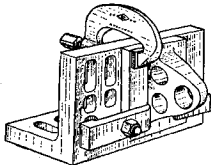


图1-2-17 直角铁在划线中应用

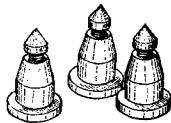


图1-2-18 千斤顶



图1-2-19 带V形铁的千斤顶



图1-2-20 斜楔垫块

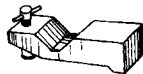


图1-2-21 V形垫铁

(13) 调节支承工具(图1-2-18)为锥顶千斤顶,通常是三个一组,用于支持不规则的工件,其支承高度可作一定调整。图1-2-19为带V形铁的千斤顶,用于支承工件的圆柱面。图1-2-20、图1-2-21分别为斜楔垫块和V形垫铁,用于支持毛坯工件,使用方便,但只能作少量的高低调节。

(14) 划线的涂料 为了使划出的线条清楚,一般都要在工件的划线部位涂上一层薄而均匀的涂料。常用的有石灰水,并在其中加入适量的牛皮胶来增加附着力,一般用于表面粗糙的铸、锻件毛坯上的划线;酒精色溶液(在酒精中加漆片和紫蓝颜料配成)和硫酸铜溶液,用于已加工表面上的划线。

3. 划线基准的选择

在零件图上用来确定其他点、线、面位置的基准,称为设计基准。

所谓划线基准,是指在划线时工件上的用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的某些点、线或面。

划线时,应从划线基准开始。在选择划线基准时,应先分析图样,找出设计基准,使划线基准与设计基准尽量一致,这样才能够直接量取划线尺寸,简化换算过程。

划线基准一般可根据以下三种类型选择:

(1) 以两个互相垂直的平面(或线)为基准(见图1-2-22a)。从零件上互相垂直的两个方向的尺寸可以看出,每一方向的许多尺寸都是依照它们的外平面(在图样上是一条线)来确定的。此时,这两个平面就分别是每一方向的划线基准。

(2) 以两条轴线为基准(见图1-2-22b)。该件上两个方向的尺寸与其两孔的轴线具有对称性,并且其他尺寸也从轴线起始标注。此时,这两条轴线就分别是这两个方向的划线基准。

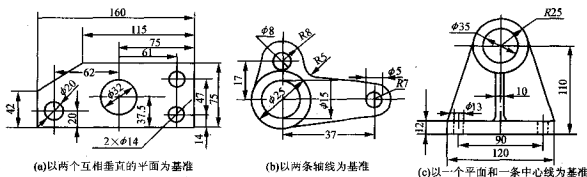


图 1-2-22 划线基准类型

(3) 以一个平面和一条中心线为基准 (见图 1-2-22c)。该工件上高度方向的尺寸是以底面为依据的, 此底面就是高度方向的划线基准。而宽度方向的尺寸对称于中心线, 所以中心线就是宽度方向的划线基准。

划线时在零件的每一个方向都需要选择一个基准, 因此, 平面划线时一般要选择两个划线基准, 而立体划线时一般要选择三个划线基准。

4. 划线时的找正和借料

立体划线在很多情况下是对铸、锻毛坯划线。各种铸、锻毛坯件, 由于种种原因, 造成形状歪斜、偏心、各部分壁厚不均匀等缺陷。当形位误差不大时, 可以通过划线找正和借料的方法来补救。

(1) 找正

对于毛坯工件, 划线前一般要先做好找正工作。找正就是利用划线工具 (如划线盘、90°角尺、单脚规等) 使工件上有关的毛坯表面处于合适的位置。找正的方法和作用如下:

1) 当毛坯上有不加工表面时, 通过找正后再划线, 可使加工表面与不加工表面之间保持尺寸均匀。图 1-2-23 所示的轴承架毛坯, 内孔和外圆不同轴, 底面和上平面 A 不平行, 划线前应找正。在划内孔加工线之前, 应以外圆为找正依据。用划规找出其中心, 然后按求出的中心划出内孔的加工线。这样, 内孔与外圆就可达到同轴要求。在划轴承座底面之前, 同样应以上平面 (不加工表面 A) 为依据, 用划线盘找正成水平位置, 然后划出底面加工线, 这样, 底座各处的厚度就比较均匀。

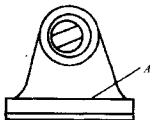


图 1-2-23 毛坯工件的找正

2) 当工件上有两个以上的不加工表面时, 应选择其中面积较大、较重要的或外观质量要求较高的为主要找正依据, 并兼顾其他较次要的不加工表面, 使划线后的加工表面与不加工表面之间的尺寸, 如壁厚、凸台的高低等都尽量均匀并符合要求, 而把无法弥补的误差反映到较次要的或不甚醒目的部位上去。

3) 当毛坯上没有不加工表面时, 通过对各加工表面自身位置的找正后再划线, 可使各加工表面的加工余量得到合理和均匀的分布, 而不致出现过于悬殊的状况。

由于毛坯各表面的误差和工件结构形状不同, 划线前的找正要按工件的实际情况进行。