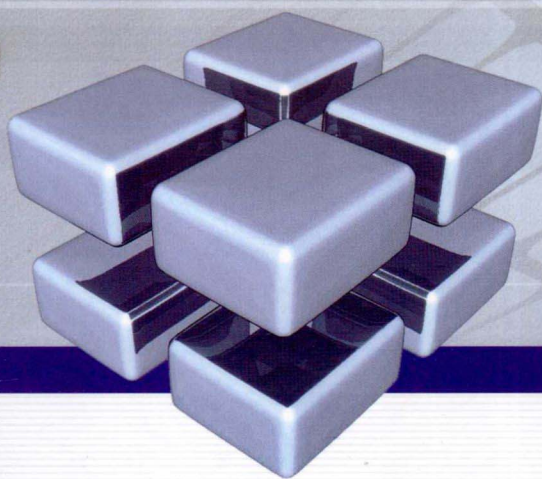




职业教育课程改革规划新教材
机电类专业教学与考工用书

机械加工技能 训练基础

JIXIE JIAGONG JINENG XUNLIAN JICHU



吴光明 © 主编

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

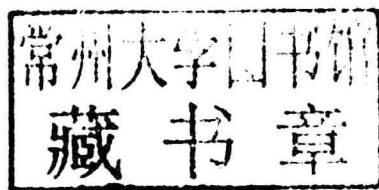


赠电子课件

职业教育课程改革规划新教材
机电类专业教学与考工用书

机械加工技能训练基础

主 编 吴光明
参 编 刘惠强 孔 君 马 广 缪遇春
主 审 胡松涛



机械工业出版社

本书是根据当前职业教育的教学需求,围绕中高级机械制造工(含钳、车、铣、钻、磨等工种)的职业岗位要求,邀请具有丰富教学经验和企业实践经验的专家参与研讨,并结合编者多年在机械加工、数控、模具制造方面的教学与工作经验编写的,内容包括钳工技能训练基础、车削加工技能训练基础、铣削加工技能训练基础、孔加工技能训练基础和磨削加工技能训练基础共五章。

本书可作为各类职业院校机械类专业的教学用书,也可以作为国家职业技能鉴定培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械加工技能训练基础/吴光明主编. —北京:
机械工业出版社, 2011. 8

职业教育课程改革规划新教材
ISBN 978-7-111-35685-1

I. ①机… II. ①吴… III. ①金属切削-职业教育-教材
IV. ①TG506

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 179214 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:汪光灿 责任编辑:汪光灿

版式设计:霍永明 责任校对:程俊巧

封面设计:王伟光 责任印制:杨 曦

北京京丰印刷厂印刷

2011 年 10 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·18.75 印张·460 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-35685-1

定价:35.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

销售二部:(010) 88379649

教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前言

机械制造业是国民经济中一个十分重要的产业，是国家制造业的中流砥柱。从轻工业机械到重工业机械，从机械产品到电子电器、仪表产品，从汽车制造业到航空航天业，都离不开机械制造业。在工业高度发达的国家，机械工业的产值常常占整个工业总产值的40%甚至更多。本书是为了满足国家对机械制造、模具加工、数控加工的迫切需要，根据当前职业教育的教学需求，邀请具有丰富教学和企业实践经验的专家参与研讨，并结合编者多年在机械加工、模具制造方面的教学与工作经验编写的。

本书共分五章，内容包括钳工技能训练基础、车削加工技能训练基础、铣削加工技能训练基础、孔加工技能训练基础和磨削加工技能训练基础，各章的主要内容都结合加工实例进行了细致的分析。

本书从培养机械加工、数控、模具制造专业技能人才的角度出发，坚持以就业为导向、以职业能力的培养为核心的原则。在内容的安排上，基本理论叙述以够用为度，突出实用性和可操作性，强化实践动手能力，将必要的专业理论知识融合贯穿于技能操作全过程，将机械制造加工工艺融合到一个个实例中，让学生在学习过程中潜移默化地掌握专业理论知识和机械制造工艺。

本书围绕中高级机械制造工（含钳、车、铣、钻、磨等工种）的职业岗位要求进行内容的安排，针对性、实用性强，适合职业院校机械类专业学生的专业学习和国家职业技能鉴定培训使用。本书的教学目标是：培养学生掌握机械零件加工的基本知识，了解机械加工的发展方向，初步形成应用机械加工技术解决生产实际问题的能力。

本书由东莞市职业技能鉴定指导中心组织编写，吴光明任主编，胡松涛任主审。参加编写的人员及分工如下：孔君编写第一章，缪遇春编写第三章的第二、三节，马广编写第四章，刘惠强编写第五章，其余章节由吴光明编写，李伯宗也参与了部分章节的编写工作，全书由吴光明统稿。在编写过程中，东莞市职业技能鉴定中心、东莞理工学院、长安职业高级中学、东莞联合技工学校、东莞市高级技工学校、常平黄水职业中学、育才职业技术学校、智通职业技术学校、华粤职业技术学校、南华职业技术学校、东莞职业技术学院、东莞理工学院及东莞模具制造相关企业也给予了大力支持，在此一并表示衷心的感谢。

限于编者的水平，书中难免有错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

前言

第一章 钳工技能训练基础	1
第一节 钳工基础知识	1
第二节 钳工划线	5
第三节 锯削	13
第四节 铰削与锉削	19
第五节 攻螺纹和套螺纹	29
习题	33
第二章 车削加工技能训练基础	35
第一节 车床基础知识	35
第二节 车削加工基本常识	42
第三节 车刀及其刃磨	47
第四节 车床工件的装夹与找正	52
第五节 轴类零件的车削	62
第六节 套类零件的车削与测量	72
第七节 圆锥面的车削与测量	83
第八节 螺纹的车削与测量	92
习题	102
第三章 铣削加工技能训练基础	105
第一节 铣床基础知识	105
第二节 铣刀及其安装	118
第三节 铣削加工基本常识	126

第四节 工件的装夹	132
第五节 面的铣削	143
第六节 台阶和槽的铣削	160
第七节 异形槽的铣削	174
第八节 镗孔	183
第九节 分度头及应用	194
习题	199
第四章 孔加工技能训练基础	201
第一节 孔加工机床简介	201
第二节 孔加工刀具	207
第三节 孔加工工艺	217
第四节 典型孔加工实例	226
习题	230
第五章 磨削加工技能训练基础	232
第一节 磨床基础知识	232
第二节 磨削加工基本常识	237
第三节 砂轮	242
第四节 外圆磨削	251
第五节 内圆磨削	266
第六节 平面磨削	276
习题	291
参考文献	293

【学习目标】

1. 熟练掌握钳工的常用设备及基本操作。
2. 熟悉钳工的加工方法及范围，了解钳工基本工艺。
3. 掌握常用的钳工加工和装配的方法。

第一节 钳工基础知识

【本节学习要点】

1. 熟悉钳工的基本操作及工作范围。
2. 熟悉钳工的加工特点。
3. 熟悉钳工常用设备的名称和作用。
4. 掌握常用设备的使用方法。

一、钳工概述

1. 钳工基本操作

钳工基本操作包括划线、錾削、锯削、锉削、钻孔、扩孔、铰孔、绞孔、攻螺纹、套螺纹、装配、刮削、研磨、矫正和弯曲、铆接、粘接、测量以及作标记等。

2. 钳工基本操作的分类

钳工的基本操作按照性质可分为以下几类：

(1) 辅助性操作 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限的操作。

(2) 切削性操作 切削性操作有錾削、锯削、锉削、攻螺纹、套螺纹、钻孔（扩孔、绞孔）、刮削和研磨等多种操作。

(3) 装配性操作 装配性操作即装配，是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 维修性操作即维修，是对在役机械、设备进行维修、检查、修理的操作。

3. 钳工的工作范围

钳工的工作范围主要如下:

- 1) 加工前的准备工作,如清理毛坯和毛坯或半成品工件上的划线等。
- 2) 单件零件的修配性加工。
- 3) 零件装配时的钻孔、铰孔、攻螺纹和套螺纹等。
- 4) 加工精密零件,如刮削或研磨机器、量具和工具的配合面,夹具与模具的精加工等。
- 5) 零件装配时的配合修整。
- 6) 机器的组装、试车、调整和维修等。

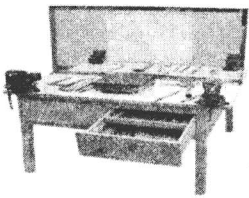
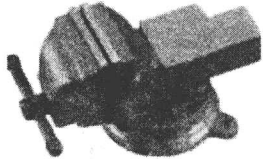
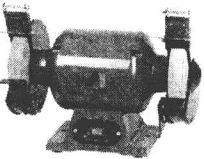
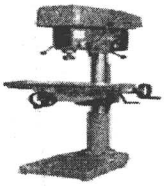
4. 钳工的加工特点

钳工是一个技术工艺比较复杂、加工程序细致、工艺要求高的工种。它具有使用工具简单、加工多样灵活、操纵方便和适应面广等特点。目前,虽然有各种先进的加工方法,但很多工作仍然需要钳工来完成,所以钳工在保证产品质量中起着重要作用。

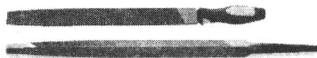
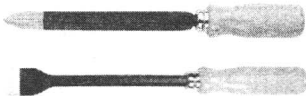
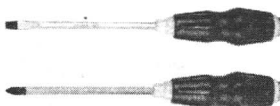
二、钳工常用的设备和工具

钳工常用的设备有钳工工作台、台虎钳、砂轮机、钻床和手电钻等;常用的手用工具有划针盘、錾子、手锯、钢锉、刮刀、扳手和螺钉旋具等。钳工常用的设备和工具见表1-1。

表1-1 钳工常用的设备和工具

名称	实物图	名称	实物图
钳工工作台		台虎钳	
砂轮机		钻床	
手电钻		划针盘	
錾子		手锯	

(续)

名称	实 物 图	名称	实 物 图
钢锉		刮刀	
螺钉旋具		扳手	

1. 钳工工作台

钳工工作台简称钳台，用于安装台虎钳，进行钳工操作。钳台有单人使用的和多人使用的两种，用硬质木材或钢材做成。钳工工作台要求平稳、结实，台面高度一般以装上台虎钳后钳口高度恰好与人手肘平齐为宜，台面上装台虎钳和防护网，其抽屉用来放置工、量具，如图 1-1 所示。

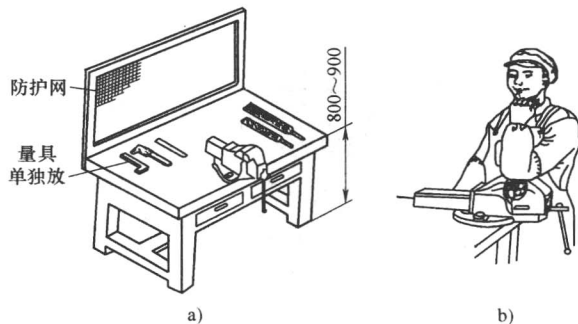


图 1-1 钳工工作台

a) 工作台 b) 台虎钳的合适高度

2. 台虎钳

台虎钳是钳工最常用的一种夹持工具，錾削、锯削、锉削以及许多其他钳工操作都是在台虎钳上进行的。台虎钳的规格以钳口的宽度来表示，常用的有 100mm、125mm 和 150mm 三种。使用台虎钳时应注意：

- 1) 工件尽量夹在钳口中部，以使钳口受力均匀。
- 2) 夹紧后的工件应稳定可靠，便于加工，并不产生变形。
- 3) 夹紧工件时，一般只允许依靠手的力量来扳动手柄，不能用锤子敲击手柄或随意套上长管子来扳手柄，以免螺杆、螺母或钳身损坏。

4) 不要在活动钳身的光滑表面进行敲击作业, 以免降低其配合性能。

5) 加工时的用力方向最好是朝向固定钳身。

钳工常用的台虎钳有固定式和回转式两种, 如图 1-2a、图 1-2b 所示。图 1-2c 所示为回转式台虎钳的结构图。台虎钳的主体用铸铁制成, 由固定部分和活动部分组成, 固定部分由转盘锁紧螺钉固定在转盘座上, 转盘座内装有夹紧盘, 放松转盘锁紧手柄, 固定部分就可以在转盘座上转动, 以变更台虎钳的方向; 转盘座用螺钉固定在钳台上, 连接手柄的螺杆穿过活动部分旋入固定部分上的螺母内, 扳动手柄使螺杆从螺母中旋出或旋进, 从而带动活动部分移动, 可使钳口张开或合拢, 以放松或夹紧零件。

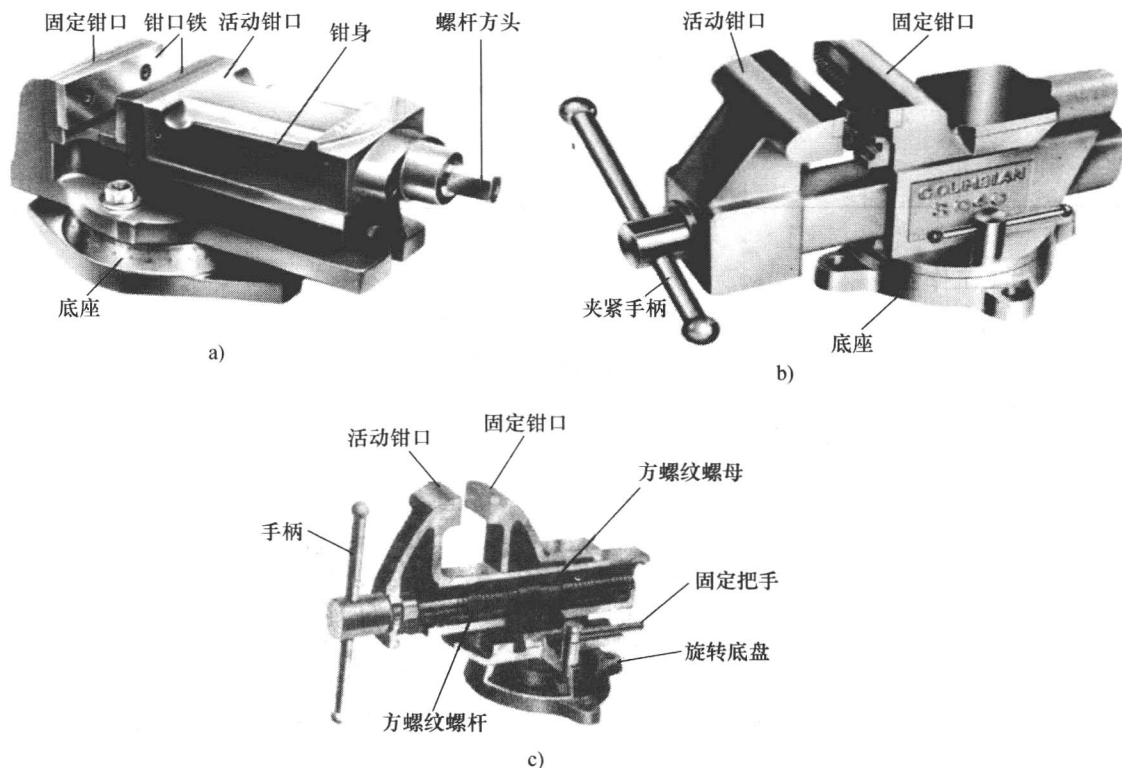


图 1-2 台虎钳类型及结构

a) 固定式台虎钳 b) 回转式台虎钳 c) 回转式台虎钳的结构

为了延长台虎钳的使用寿命, 台虎钳上端咬口处用螺钉紧固着两块经过淬硬的钢质钳口。钳口的工作面上有斜形齿纹, 使零件夹紧时不致滑动。夹持零件的精加工表面时, 应在钳口和零件间垫上纯铜皮或铝皮等软材料制成的护口片 (俗称软钳口), 以免夹坏零件表面。

3. 钻床

钻床是用于孔加工的一种机械设备, 其规格用可加工孔的最大直径表示。钻床的品种和规格颇多, 其中最常用的是台式钻床 (台钻), 如图 1-3 所示。这类钻床小型轻便, 安装在台面上使用, 操作方便且转速高, 适于加工中、小型零件上直径在 16mm 以下的小孔。

4. 手电钻

图 1-4 所示为两种手电钻的外形图, 主要用于钻直径 12mm 以下的孔, 常用于不便使用钻床钻孔的场合。手电钻的电源有单相 (220V、36V) 和三相 (380V) 两种。根据用电安全条例, 手电钻的额定电压只允许 36V。手电钻携带方便、操作简单、使用灵活、应用较广泛。

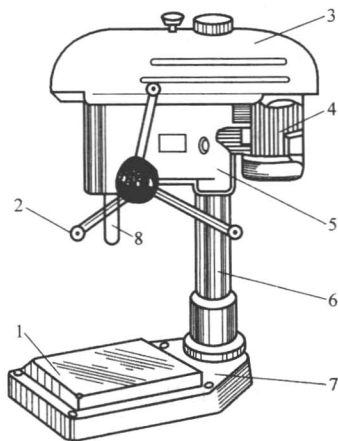


图 1-3 台式钻床

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

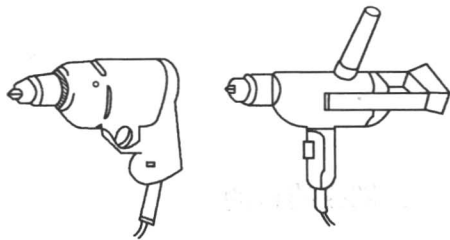


图 1-4 手电钻

第二节 钳工划线

【本节学习要点】

1. 了解钳工划线的作用和意义。
2. 熟悉划线工具的选用。
3. 掌握钳工划线的正确操作方法。

根据图样要求在毛坯或半成品上划出加工图形、加工界限或加工时找正用的辅助线称为划线, 如图 1-5 所示。划线分平面划线和立体划线两种, 如图 1-6 所示。平面划线是指在工件的一个平面上划线后即能明确表示加工界限, 它与平面作图法类似。立体划线是平面划线的复合, 是在工件的几个相互成不同角度的表面 (通常是相互垂直的表面) 上都划线, 即在长、宽、高三个方向上划线。

划线多数用于单件、小批生产, 新产品

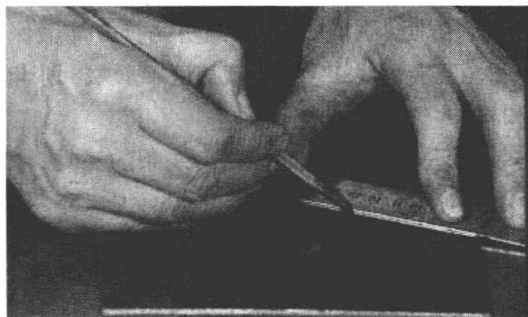


图 1-5 划线操作

试制和工、夹、模具制造。划线的精度较低,用划针划线的精度为 $0.25 \sim 0.5\text{mm}$,用高度尺划线的精度为 0.1mm 左右。

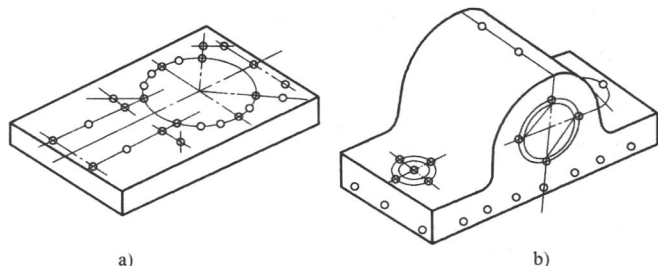


图 1-6 划线的种类

a) 平面划线 b) 立体划线

一、划线的目的

1) 所划的轮廓线即为毛坯或半成品的加工界限和依据,所划的基准点或线是工件安装时的标记或找正线。

2) 在单件或小批量生产中,用划线来检查毛坯或半成品的形状和尺寸,可合理地分配各加工表面的余量,及早发现不合格品,避免造成后续加工工时的浪费。

3) 在板料上划线下料,可做到正确排料,使材料合理使用。

划线是一项复杂、细致的重要工作,如果划错,就会造成加工工件的报废。所以,划线直接关系到产品的质量。对划线的要求是:尺寸准确、位置正确、线条清晰、冲眼均匀。

二、划线的工具及其使用

按用途不同,划线工具分为基准工具、直接划线工具、量具和支承装夹工具等。

1. 基准工具——划线平台

划线平台又称划线平板,用铸铁制成,如图 1-7 所示,其上平面经过精刨或刮削,是划线的基准平面。使用划线平台时要注意如下问题:

1) 安放时要平稳牢固、上平面应保持水平。

2) 不准碰撞和用锤子敲击平板,以免使其精度降低。

3) 长期不用时,应涂油防锈,并加盖保护罩。

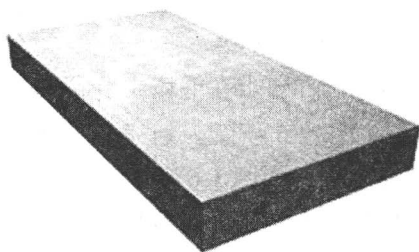


图 1-7 划线平台

2. 直接划线工具——划针、划规、划卡、划针

盘和样冲

划针是在零件上直接划出线条的工具,如图 1-8 所示,由工具钢淬硬后将尖端磨锐成 $15^\circ \sim 20^\circ$ 的尖

角,并经过热处理,硬度达 $55 \sim 60\text{HRC}$ 或焊上硬质合金尖头,直径为 $\phi 3 \sim \phi 6\text{mm}$ 。弯头划针可用于直线划针划不到的地方和找正工件。使用划针划线时必须使针尖紧贴钢直尺或样板。

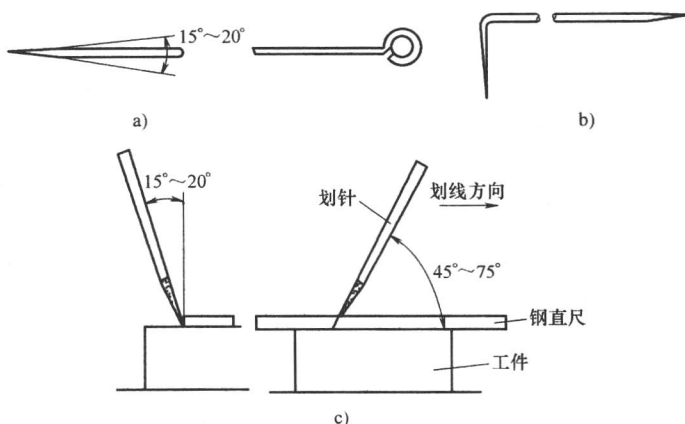


图 1-8 划针

a) 直线划针 b) 弯头划针 c) 使用划针划线的方法

划卡也称为单脚划规，用来确定轴和孔的中心位置，其使用方法如图 1-9 所示，先划出四条圆弧线，再在圆弧线中冲一个样冲点。

划规是划圆或划弧线、等分线段及量取尺寸等操作所使用的工具，如图 1-10 所示，其用法与制图中圆规的用法相同。

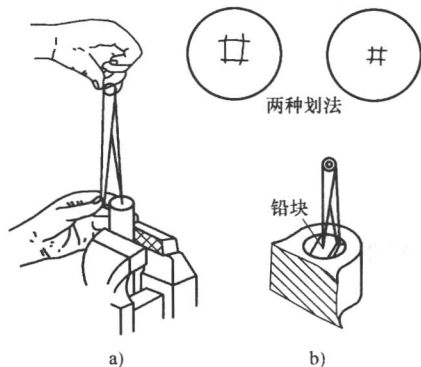


图 1-9 划卡的使用方法

a) 定轴线 b) 定孔中心

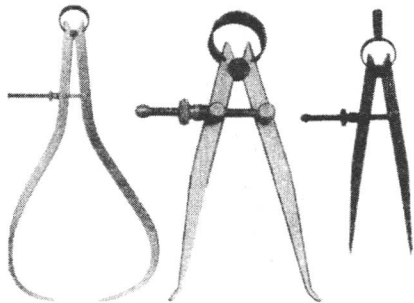


图 1-10 划规

划针盘主要用于立体划线和工件位置的找正。如图 1-11 所示，它由底座、支杆、划针和锁紧装置等组成。用划针盘划线时，应注意划针装夹要牢固，伸出不宜过长，以免抖动，且底座要保持与划线平板紧贴，不能摇晃和跳动。

样冲如图 1-12 所示，用工具钢制成并经淬硬，硬度高达 55 ~ 60HRC，尖端磨成 60° 左右。样冲用于在划好的线条上打出小而均匀的样冲眼，以免零件上已划好的线在搬运、装夹过程中因碰、擦而模糊不清，影响加工。在划圆和钻孔前，应在其中心打样冲眼，以便定心。

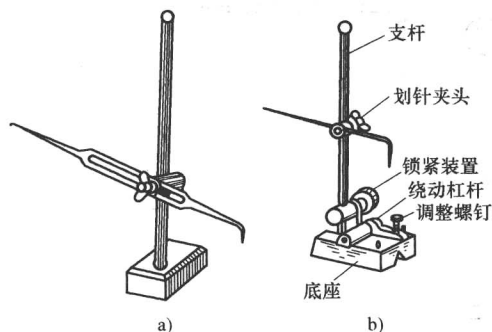


图 1-11 划针盘

a) 普通划针盘 b) 可调划针盘

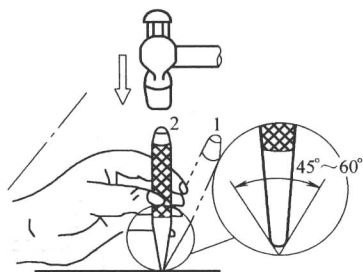


图 1-12 样冲

3. 量高尺、高度游标尺与直角尺

(1) 量高尺 量高尺如图 1-13 所示，是用来校核划针盘划针高度的量具，其上的钢直尺零线紧贴平台。

(2) 高度游标尺 高度游标尺如图 1-14 所示，实际上是量高尺与划针盘的组合，其划线脚与游标连成一体，前端镶有硬质合金，一般用于已加工面的划线。

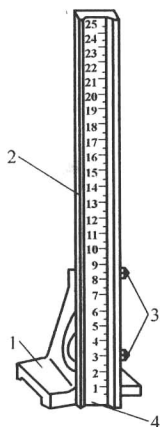


图 1-13 量高尺

1—底座 2—钢直尺 3—锁紧螺钉 4—零线

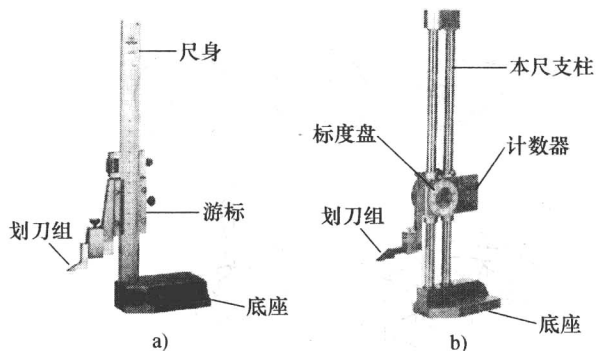


图 1-14 高度游标尺

a) 游标式 b) 数字式

(3) 直角尺 (90°角尺) 直角尺简称角尺，它的工作面经精磨或研磨后呈精确的直角。90°角尺既是划线工具又是精密量具。90°角尺有扁 90°角尺和宽座 90°角尺两种，前者用于平面划线中在没有基准面的零件上划垂直线，如图 1-15a 所示；后者用于立体划线中，用它靠住零件基准面划垂直线，如图 1-15b 所示，或用它找正零件的垂直线或垂直面。

4. 支承装夹工具

(1) 方箱 如图 1-16 所示，方箱是铸铁制成的空心立方体，各相邻的两个面均互相垂直。方箱用于夹持、支承尺寸较小而加工面较多的工件。通过翻转方箱，便可在工件的表面上划出互相垂直的线条。检验方箱上面带有十字架，用于检验或划精密工件的任意角度线，适用于测量和刻标记的固定器。

检验方箱有如下的规格（单位：mm）：

100 × 100 × 100；

150 × 150 × 150；

200 × 200 × 200；

250 × 250 × 250；

300 × 300 × 300。

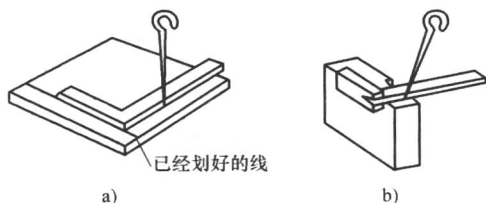
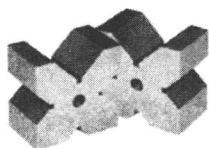


图 1-15 用 90°角尺划线
a) 扁 90°角尺 b) 宽座 90°角尺

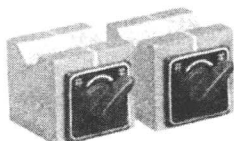


图 1-16 方箱

(2) V 形铁 如图 1-17 所示，V 形铁主要用于安放轴和套筒等圆形零件。一般 V 形铁都是两块一副，即平面与 V 形槽是在一次安装中加工的，V 形槽夹角为 90°或 120°。V 形铁也可当方箱使用。



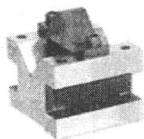
V 形铁



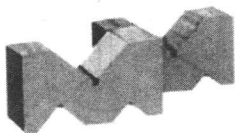
磁性 V 形铁



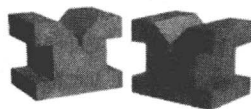
单口 V 形铁



钢件 V 形铁



三口铁



铸铁 V 形铁

图 1-17 V 形铁

(3) 千斤顶 千斤顶如图 1-18 所示，常用于支承毛坯或形状复杂的大零件划线。使用千斤顶时，三个一组顶起零件，调整顶杆的高度便能方便地找正零件。

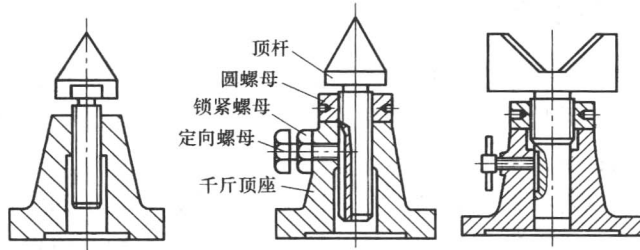


图 1-18 千斤顶

三、划线基准

用划针盘划各种水平线时,应选定某一基准作为依据,并以此来调节划针每次的高度,这个基准称为划线基准。

如图 1-19 所示,一般划线基准与设计基准应一致,常选用重要孔的中心线或零件上的尺寸标注基准线为划线基准;若工件上个别平面已加工过,则以加工过的平面为划线基准。

常见的划线基准有下面三种类型:

- 1) 以两个相互垂直的平面(或线)为基准。
- 2) 以一个平面与对称平面(和线)为基准。
- 3) 以两个相互垂直的中心平面(或线)为基准。

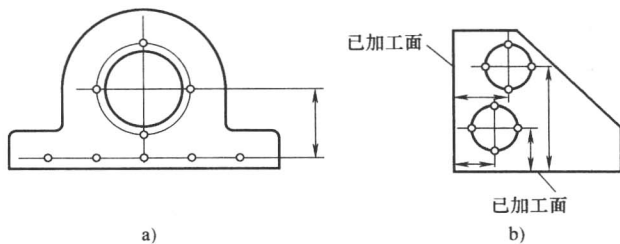


图 1-19 划线基准

a) 以孔的轴线为基准 b) 以已加工面为基准

四、基本线条的划法

1. 平行线的划法

平行线的划法如图 1-20 所示。

2. 垂直线的划法

垂直线的划法如图 1-21 所示。

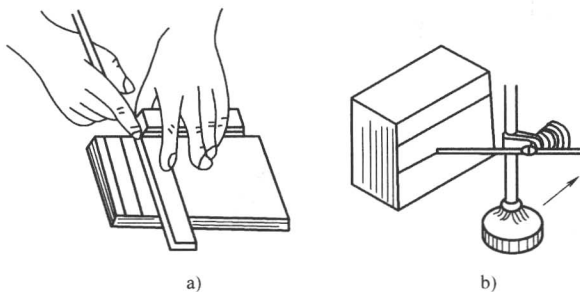


图 1-20 平行线的划法

a) 在平面上划平行线 b) 在立体上划平行线

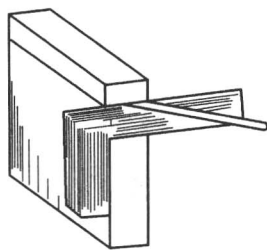


图 1-21 垂直线的划法

五、划线的方法与步骤

划线前的准备工作:工件准备包括工件的清理、检查和表面涂色;工具准备按工件图样的要求,选择所需工具,并检查和校验工具。

操作时的注意事项:看懂图样,了解零件的作用,分析零件的加工顺序和加工方法;工件夹持或支承要稳妥,以防滑倒或移动;在一次支承中应将要划出的平行线全部划全,以免再次支承补划造成误差;正确使用划线工具,划出的线条要准确、清晰;划线完成后,要反复核对尺寸,才能进行机械加工。

1. 平面划线的方法与步骤

平面划线的实质是平面几何作图问题。平面划线是用划线工具将图样按实物大小划到零件上去的,其具体步骤如下:

1) 根据图样要求,选定划线基准。

2) 对零件进行划线前的准备(清理、检查、涂色,在零件孔中装中心塞块等)。在零件上划线部位涂上一层薄而均匀的涂料(即涂色),使划出的线条清晰可见。零件不同,涂料也不同,一般在铸、锻毛坯件上涂石灰水,小的毛坯件上也可以涂粉笔,钢铁半成品上一般涂龙胆紫或硫酸铜溶液,铝、铜等有色金属的半成品上涂龙胆紫或墨汁。

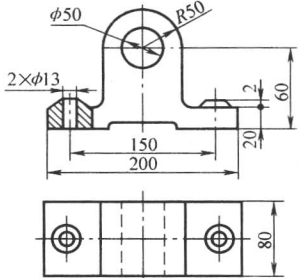
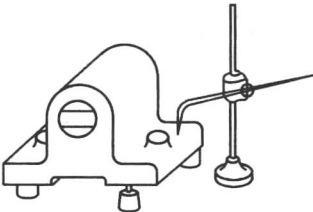
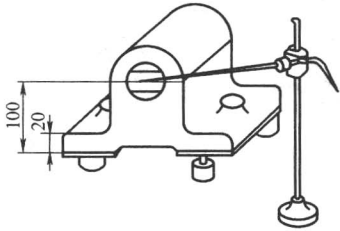
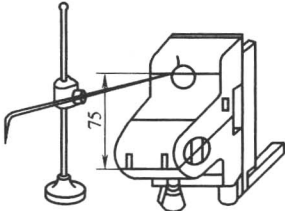
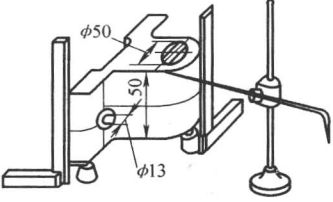
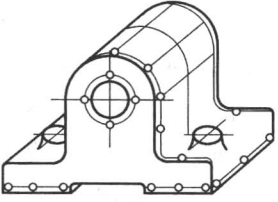
3) 划出加工界限(直线、圆及连接圆弧)。

4) 在划出的线上打样冲眼。

2. 立体划线的方法与步骤

立体划线是平面划线的复合运用。它和平面划线有许多相同之处,如划线基准一经确定,其后的划线步骤大致相同;不同之处在于一般平面划线应选择两个基准,而立体划线要选择三个基准。立体划线的方法与步骤见表1-2。

表 1-2 立体划线的方法与步骤

 1. 看懂轴承座零件图	 2. 根据孔中心和上平面调节千斤顶,使工件水平
 3. 划底面加工线和大孔的水平中心线	 4. 旋转 90°,用角尺找正,划大孔的垂直中心线及螺孔的中心线
 5. 再翻转 90°,用钢直尺两个方向找正,划螺孔另一方向的中心线及端面加工线	 6. 打样冲眼

六、平面划线实例

1. 技能训练要求

- 1) 正确使用划线工具。
- 2) 掌握平面划线的基本操作方法。
- 3) 线条清晰、粗细均匀、平面划线尺寸误差不大于 0.30mm。
- 4) 正确识读钢直尺刻度。

2. 使用的量具和辅助工具

钢直尺、划针、划规、样冲和锤子等。

3. 工件图样

如图 1-22a 所示为工件图样。

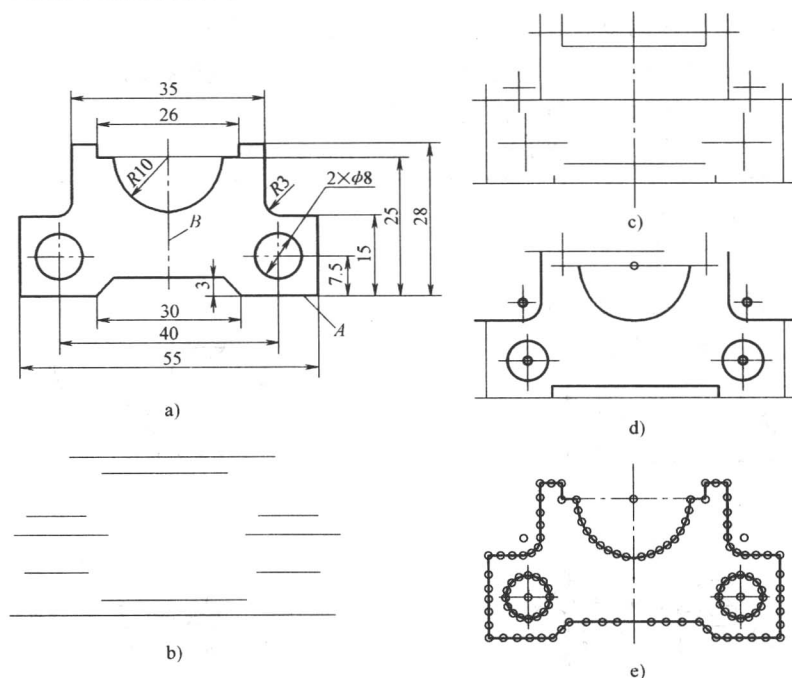


图 1-22 平面划线实例

4. 参考步骤

- 1) 在划线前，对工件表面进行清理，并涂上涂料。
- 2) 检查待划工件是否有足够的加工余量。
- 3) 分析图样，根据工艺要求，明确划线位置，确定基准（高度方向的基准为 A 面，宽度方向的基准为中心线 B）。如图 1-22a 所示。
- 4) 确定待划图样的位置，划出高度基准 A 的位置线，如图 1-22b 所示，并相继划出其他要素的高度位置线（即平行于基准 A 的线，仅划交点附近的线条）。
- 5) 划出宽度基准 B 的位置线，同时划出其他要素的宽度位置线，如图 1-22c 所示。