


100  
示范


国家示范性高职院校建设项目成果

高等职业教育教学改革系列规划教材·机械类

# 切削加工

陈宝军 张雪筠 主 编  
金桂霞 吴绪奎 曹井新 副主编

 任务驱动

 行动导向

 工学结合

 学生主体

 过程考核

本教材提供配套的电子课件, **免费下载**   
请登录 [www.hxedu.com.cn](http://www.hxedu.com.cn)



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

高等职业教育教学改革系列规划教材·机械类

# 切削加工

陈宝军 张雪筠 主编  
金桂霞 吴绪奎 曹井新 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本教材根据工作过程和任务驱动的先进教学理念,以机械加工中的常用的典型加工零件为载体,重点突出普通机械加工操作技能相关的必备专业知识(车、钳、铣、刨、磨),理论知识以“必需、够用”为原则编写而成,在教材内容方面分使用手动工具加工零件、回转变件的加工、零件的平面加工、零件的键槽及特性面加工、典型零件的加工五个情境,每个情境中设置了若干任务,每个任务的内容相对独立,情境中各任务的难度总体上呈递进关系,情境后配有加工实例,供学生课后训练使用。每个任务按任务目标→知识准备→任务实施→复习思考等内容展开。力求突出针对性、典型性、实用性。

本教材可作为高职高专、技师学院机械制造与自动化、机电技术、机电一体化、数控技术等机械类专业教材,也可以作为职工培训教材和工程技术人员学习参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

## 图书在版编目(CIP)数据

切削加工/陈宝军,张雪筠主编. —北京:电子工业出版社,2009.8

(高等职业教育教学改革系列规划教材·机械类)

ISBN 978-7-121-09400-2

I. 切… II. ①陈… ②张… III. 金属切削—高等学校:技术学校—教材 IV. TG506

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第137455号

策划编辑:田领红

责任编辑:李光昊

印 刷:北京市海淀区四季青印刷厂

装 订:涿州市桃园装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:19 字数:485千字

印 次:2009年8月第1次印刷

印 数:4000册 定价:29.80元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

## 出版说明

职业教育是现代国民教育体系的重要组成部分，在实施科教兴国战略和人才强国战略中具有重要地位。随着我国新型工业化道路步伐加快，职业教育也迎来了蓬勃发展的黄金时期。尤其是近几年的示范性高职院校建设，对于整个中国的高职队伍来说，无疑是一次大机遇。

“国家示范性高等职业院校建设计划”项目于2006年启动，分三批在全国1168所独立设置的高职高专院校中遴选了100所立项建设院校，旨在遴选出一批在国内真正具有引领和示范作用的高职高专院校，以推动我国高等职业教育的改革和发展，进一步提高职业教育整体水平和人才培养质量。启动之初，周济部长就提出了对示范性高职院校的期望：改革的示范、发展的示范、管理的示范。截至目前，示范性院校建设已经初现成果，无论在办学实力、管理水平还是校企合作、辐射能力方面都有大幅度提高，尤其是教学改革方面，更是形成了大批的优秀教改成果和教学资源库。

电子工业出版社作为我国出版职业教育教材较早的出版社之一，多年来，一直在教材领域为战斗在职业教育一线的广大职业院校教育工作者贡献着我们的力量，积累了丰富的职业教育教材出版经验。今天，我们一如既往地秉承“诚信、创新、合作、共享”的企业价值观，联手国家示范性高职院校为推动职业教育发展再添绵力，结合各示范校比较成熟的建设成果和课改经验，着重推出这套“高等职业教育教学改革系列规划教材”。

本套教材具有以下特点：

1. 教材以行动为导向，以工学结合人才培养模式为基础，按照典型性、对知识和能力的覆盖性、可行性原则，遵循认知规律与能力形成规律，设计教学载体，梳理理论知识，明确学习内容，使学生在职业情境中“学中做、做中学”。

2. 打破传统教材按章节划分理论知识的方法，将理论知识按照相应教学载体进行重构，并对知识内容以不同方式进行层面划分，如相关知识、拓展知识等。通过任务的完成使学生学有所用，学以致用，与传统的理论灌输有着本质的区别。

3. 教材体现了以学生为主，老师为辅的教学思路。通过专业教室与多媒体教学设备的运用，引导学生自学、资料查阅、相互交流，老师只起引导和指导作用。

4. 教材体现了以学习过程进行教学评价，强调学生的过程成绩，彻底打破了期末笔试定成绩的传统。

5. 教材内容充分体现新知识、新技术、新工艺和新方法，突出工艺要领和操作技能的培养，具有超前性和先进性。

6. 根据每门课程的内容和实际教学情况，我们为本系列教材配备了相应的教学资料包，具体包括电子课件、习题答案与指导、程序源代码、教学网站支持等。欢迎各位老师登录华信教育资源网（[www.hxedu.com.cn](http://www.hxedu.com.cn) 或 [www.huaxin.edu.com.cn](http://www.huaxin.edu.com.cn)）免费下载。

本套教材力图引领职业教材新方向，开辟和实践课改新思路，全面打造职业教育新理念、新体例。相信本套教材的出版会对高等职业教育的教学改革和人才培养起到积极的推动作用。对于教材中所存在的一些不尽如人意之处，将通过今后的教学实践不断修订、完善和充实，以便更好地服务于高等职业教育。

高等职业教育离不开广大教育工作者的支持，我们诚挚地邀请全国各地的专家、学者加入到我们的教材编写中来，同时，也欢迎各位高职院校的专家和老师提出宝贵意见和建议（我们的联系方式：邮箱 [tianlh@phei.com.cn](mailto:tianlh@phei.com.cn) 电话 010-88254474）。

汇聚天下教育精英，共同打造系列精品高职教材，电子工业出版社高职教育分社愿与大家一道，为我国高职教育的发展贡献自己的力量。

电子工业出版社高等职业教育分社  
2009年6月

## 前 言

《教育部关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》（教高〔2006〕16号）指出：高等职业教育作为高等教育发展中的一个类型，肩负着培养面向生产、建设、服务和管理第一线需要的高技能人才的使命，在我国加快推进社会主义现代化建设进程中具有不可替代的作用。对高职教育的定位和根本任务已基本形成一定的共识，那就是：高职教育要以社会需求为目标，以就业为导向，坚持培养面向生产建设、管理和服务第一线需要，培养实践技能强、具有良好职业道德的较高素质的技术应用型人才。因此，高等职业教育要打破学科型课程体系，加强校企合作，建立和完善“基于工作过程的课程设计理念、基于工作任务的课程内容结构及基于工作质量的课程学习要求”的“工作过程三维导向”课程体系。在国家示范性院校的建设中专业教师和企（行）业技术人员共同进行广泛深入的企（行）业调研与分析，基于工作过程在确认职业岗位典型工作任务的基础上，确定职业岗位（群）所需要的职业能力，包括专业能力和关键能力，以及专业能力形成所需的知识、技能和态度要素，以岗位职业能力培养为主线，以模块化综合职业能力设计为切入点，创建工学结合的专业课程学习情境。理论以“必需、够用”为度，技术以专业高新实用技术为主，技能以创造性技能为主，结合学生的理论知识、技能水平和学生的认知心理及特点，对课程内容进行有机的排列与组合；过程充分体现实践性、开放性和职业性。

为此，为了更好地适应全国高等职业院校机械类专业的教学要求，为了教学适应社会的发展和满足一线生产的需要，我们采用情境教学内容编制教材。本次教材的编写坚持以能力为本位，重视实践能力的培养，突出职业技术教育特色。根据毕业生所从事职业的实际需要，合理确定学生应具备的能力结构与知识结构，加强实践性教学内容，以满足企业对技能型人才的需求。

根据科学技术发展，合理更新教材内容，尽可能多地在教材中充实新知识、新技术、新设备和新材料等方面的内容，力求使教材具有鲜明的时代特征。同时，在教材编写过程中，严格贯彻国家有关技术标准的要求。

在教材编写方面采用了情境描述、任务目标、知识准备、任务实施和复习思考的模式。每个情境中设置了若干任务，每个任务的内容相对独立，情境中各任务的难度总体上呈递进关系，尽可能使用图片、实物照片或表格形式将各个知识点生动地展示出来，力求给学生营造一个更加直观的认知环境。同时，针对相关知识点，设计了很多贴近生活的导入和互动性训练，意在拓展学生思维和知识面，引导学生自主学习。提高学生的实际操作能力。

本教材适合于行动导向的教学和学生自学通过“做中学”和“教、学、做合一”教育教学过程的实施，可以突出学生在教育教学过程中的主体地位，使学生充分体验职业工作过程的整体性，不论各情境中零件加工面的复杂程序如何，都要求完成确定的工作任务，并经过资讯、决策、计划、实施、检查和评价这一普适性过程，使学生在完整、综合性的行动中进行思考和学习，达到学会学习、学会工作，培养学生的专业能力、方法能力和团队协作能力。

本教材可作为高等职业技术学院和高级技师学院的机械、机电一体化，数控、模具、汽车等专业的教材，也可以作为工程技术人员的参考书。

本教材在编写的过程中参考了兄弟院校老师编写的有关教材及其他资料，在此深表感谢。由于我们的水平有限，难免有欠妥之处，敬请批评指正。

编 者

2009年6月

# 目 录

情境一 使用手动工具加工零件 .....	1
任务一 轴承座划线 .....	1
任务二 圆管和型钢的锯削 .....	11
任务三 六方体和曲面的锉削 .....	15
任务四 钻孔、攻螺纹、套螺纹 .....	21
任务五 方铁的錾削 .....	31
任务六 四方体的刮削 .....	38
任务七 四方体的研磨 .....	53
任务八 减速器的装配与拆卸 .....	61
情境二 回转体零件的加工 .....	91
任务一 车床的认识与操作 .....	91
任务二 外圆的车削加工 .....	126
任务三 阶梯轴的车加工 .....	133
任务四 切断及外圆沟槽加工 .....	142
任务五 齿轮轴、轮箍（外、内圆锥面）车加工 .....	158
任务六 螺纹的车加工 .....	175
任务七 三角形内螺纹车加工 .....	189
任务八 轴的外圆磨削加工 .....	195
任务九 薄壁衬套的内圆磨削加工 .....	201
情境三 零件的平面加工 .....	206
任务一 减速器箱体分割面的刨削加工 .....	206
任务二 车床拨叉的平面铣削加工 .....	215
任务三 零件的平面磨削加工 .....	231
情境四 零件的键槽及特性面加工 .....	235
任务一 管道接头零件铣台阶面 .....	235
任务二 零件的成型面和特性面的铣削加工 .....	239
任务三 沟槽和切断的铣削加工 .....	242
任务四 零件键槽、花键孔的加工 .....	249
任务五 圆柱齿轮齿形加工 .....	256
任务六 三孔连杆孔的镗加工 .....	267



情境五 典型零件的加工 .....	278
任务一 活塞杆的加工 .....	278
任务二 隔离衬套的加工 .....	282
任务三 减速度器箱体的加工 .....	286
任务四 圆柱直齿轮的加工 .....	291
参考文献 .....	295

# 情境一 使用手动工具加工零件

## 【情境描述】

通过摇杆臂零件划线和轴承座划线，轴承座如图 1-1 所示，将钳工操作的相关基本知识融于其中，使学生掌握有关平面划线和立体划线的相关知识。本情境通过典型任务进行学习，以及对钳工操作中的锯削、锉削、錾削、刮削和研磨等方面知识主要应用在哪些方面，钳工加工工具如何操作等知识的学习，使学生能够在实际中很好地运用。通过钻孔、攻螺纹和套螺纹等载体学习钻床钻孔的方法及丝锥和板牙的使用。通过减速器的拆装，掌握一般机械设备拆装的方法，并要求在实际中能看懂图纸，根据图纸要求进行拆装，并学会在装配以后如何调整。

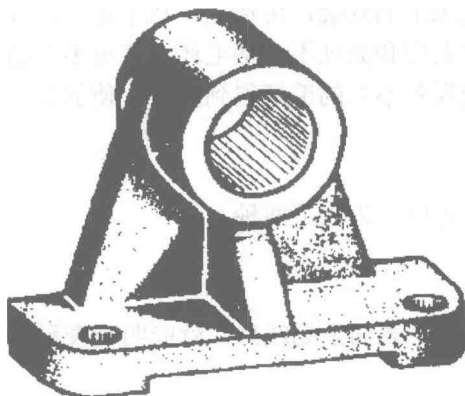


图 1-1 轴承座

## 任务一 轴承座划线

### 【任务目标】

- (1) 掌握钳工操作的相关基础知识。
- (2) 具备识图的基本知识。
- (3) 划线工具的使用。
- (4) 平面划线和立体划线的方法。
- (5) 划线操作应达到线条清晰、粗细均匀、圆弧连接圆滑。尺寸误差不大于 $\pm 0.3\text{mm}$ 。
- (6) 钳工安全操作。



## 【知识准备】

### 一、划线工具的使用

#### (一) 划线及划线工具

划线是钳工的一项基本操作技术，它的准确与否，直接关系到产品质量的好坏和生产效率的高低。

划线是在毛坯或工件上用划线工具划出待加工部位的轮廓线，或作为基准点、线。划线除了要求划出的线条均匀清晰之外，最重要的是要保证尺寸的准确。划线发生错误或精度太低时，都可能造成加工错误而使工件报废。

#### (二) 划线作用

(1) 确定工件各表面的加工余量和各孔、槽、凸缘、表面等相互间的坐标位置，使切削有明确的尺寸界线。

(2) 便于复杂工件在机床上的安装，可按划线找正定位，以便于切削。

(3) 通过划线能够及时发现和处理不合格毛坯，避免多余的加工。

(4) 采用借料划线可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。

#### (三) 划线分类

划线按工件形状不同，可以分为以下两种。

##### 1. 平面划线

平面划线是只在工件的一个表面上划线后，就能明确表示加工界线的划线。

##### 2. 立体划线

在工件几个互成不同角度（通常是互相垂直）的表面上划线，才能明确表示加工界线的划线称为立体划线，如支架、箱体等表面的划线等。

#### (四) 划线工具

在划线工作中，为保证划线尺寸的准确性和达到较高的工作效率，必须合理选用划线工具。常用的划线工具有基准工具、支撑工具和划线工具。

##### 1. 基准工具

划线的基准工具是划线平板（平台），如图 1-2 所示；是一块经过精刨或刮削加工的铸铁平板。平板安装时要用水平仪进行校平，应牢固平稳，其水平误差应保持在  $1/10\ 000\text{mm}$  以下。平板各处要均匀使用，以免局部磨凹，还要注意保持清洁，工件和工具在平台上要轻拿、轻放，不准碰撞和用锤敲击，以免降低准确度。若长期不用时，应涂油防锈，并用木板护盖。



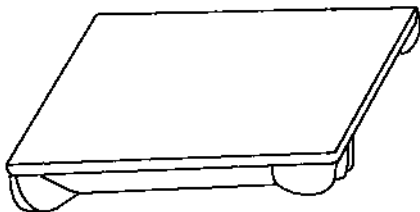


图 1-2 划线平板

使用和保养规则:

- ① 保持平板水平。
- ② 使用时要随时保持划线平板表面清洁, 防止铁屑、砂粒划伤平板表面。
- ③ 不能在平板上进行敲击工作。工作和工具在划线平板上都要轻放, 尤其要防止重物撞击平板而损伤其表面。
- ④ 划线平板应按有关规定进行定期检查、调整、研修(局部), 平板表面揩擦干净, 并涂上机油, 以防生锈。

## 2. 支撑工具

常用的支撑工具有方箱、千斤顶、V形铁、角铁等工具。

① 方箱如图 1-3 所示, 各面相互垂直, 相对平面相互平行。方箱上设有 V 形槽和压紧装置, V 形槽用来安放轴、盘套类工件, 以便找正中心或划中心线。方箱用于夹持尺寸较小而加工面较多的工件, 并能翻转位置划出垂直线等。

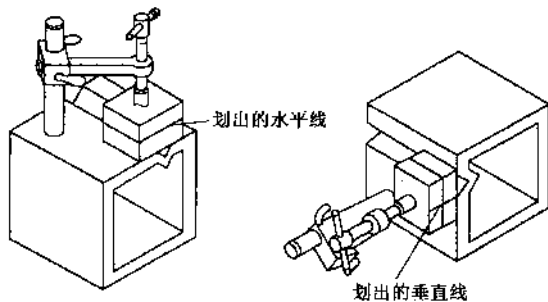


图 1-3 方箱

② 千斤顶又称划线千斤, 其高度可以调节, 以便找正工件位置, 如图 1-4 (a) 所示。通常三个千斤顶为一组, 一般用于垫平和调整不规则的工件。

③ V 形铁又称三角铁, 在划线中主要用来支撑圆柱形或半圆形工件(如轴、套筒、管子、圆盘和扇形等), 它能使工件轴线与平板平行, 以便找中心与划中心线。一般 V 形铁每组为(同样规格)两块, 如图 1-4 (b) 所示。

## 3. 划线工具

① 划针及划针盘。划针是用来在工件表面上刻划线条的, 常用弹簧钢丝或高速钢制成。用钝后重磨时, 要经常浸入水中冷却, 以防针尖过热而退火变软。它的一端是针尖状,



另一端可有弯钩，用来检查平面是否平整，如图 1-5 所示。

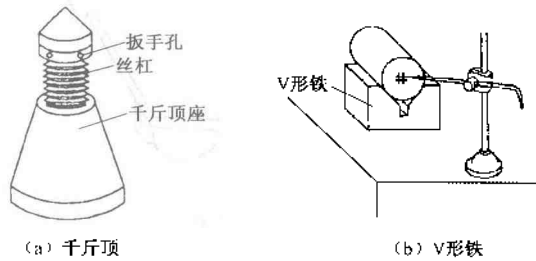


图 1-4 千斤顶与 V 形铁

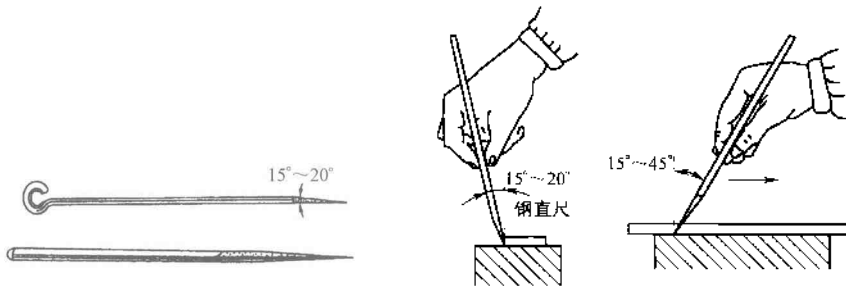


图 1-5 划针及其使用

划针的用法：

划针是用来划线条的，常与钢直尺、90°角尺或划线样板等导向工具一起使用。

在平面划线中，划线是靠着平尺、角尺、样板在工件表面上划出线来的。划针的使用方法正确与否对划线的准确性有直接的影响。用划针时，划针的握持方法与用铅笔划线时相似。左手压紧导向工具，防止其滑动而影响其划线的准确性，划针尖紧靠导向工具边缘，上部向外侧倾斜约  $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$ ，向运动方向斜  $15^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。

水平线一般由左至右划，上下线从上向下划。

划线时用力大小均匀，线条一次划成。

用划针划线要做到一次划成，不要重复地划同一条线，否则线条变粗或不重合，反而模糊不清。

划针盘用于立体划线和找平。在平板上移动划针盘，即可在工件上划出与平板平行的线来，如图 1-6 所示。

使用划针盘时，应先将紧固件松开，将划针移到适当高度并水平，然后将紧固件拧紧，并用大于 0.22kg 的小手锤轻轻将紧固件敲打牢固。将划针盘移到高标尺上（或工件某基准点）进行精确调整。用小手锤轻轻敲击划针，使针尖对准尺上所要求的高度尺寸。在敲击调整划针的同时，也敲打紧固件，这样当划针调整准确后，紧固件亦保持牢靠，然后再移到工件上进行划线。划针伸出的长度宜短，保证划针的刚度好，划针盘用完后，应将划针尖端朝下，或在划针尖上套一塑料软管，保护针尖。

② 样冲也叫中心冲。划过线的工件往往因存放等原因，会使线条失迹。为便于寻找线迹，往往在划完线后，在线条上用样冲打上细而均匀的样冲眼。图 1-7 为样冲的用法。

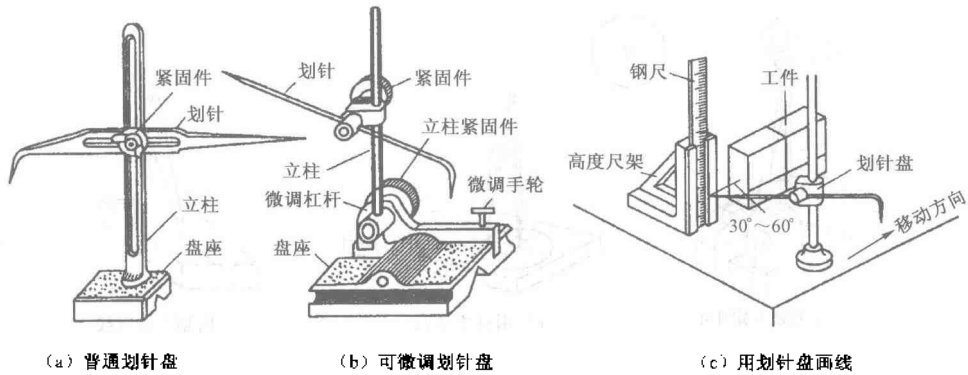


图 1-6 划针盘及其使用

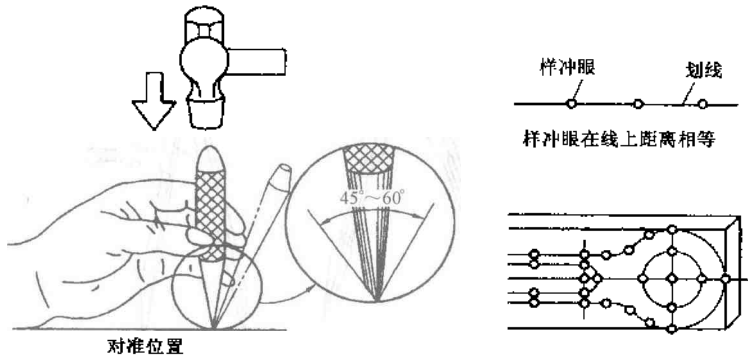


图 1-7 样冲及其用法

开始时样冲向外倾斜（图上点划线位置），使样冲尖对正线中，然后将样冲摆正，用小锤轻打样冲顶部。

用样冲打眼时，应注意：

冲眼应打在线宽的正中。

冲眼的深度要掌握适当，薄壁零件的冲眼应浅些，以防止损伤和变形；较光滑的表面冲眼要浅或不冲眼；而粗糙面应深些，待钻孔的中心可打深、大些。

冲眼间距可视线的长短决定，直线段上冲眼的距离可大些，在曲线上间距要小些；而在线条的交叉和转折处则必须冲眼。

中心线、找正线、检查线，装配时对位的标记等辅助线，一般应打双样冲眼。

③ 圆规是用来划圆、圆弧、量取尺寸和等分线段的，它是用工具钢制成，为了耐磨，脚尖焊有硬质合金。划卡又称单脚规，主要用来确定轴和孔的中心位置，也可以用来划平行线。图 1-8 所示。

用圆规划圆时，掌心应压住圆规顶端，使规尖扎入金属表面或样冲眼内。圆周常由分别划出的顺、反两个半弧而成。这样一顺一反划出两个大半弧就交成了一个整圆周线。在扭动手腕时，两肩膀要协同摆动，否则手腕旋转角度小，两弧不能相交而成不了一个圆周线。

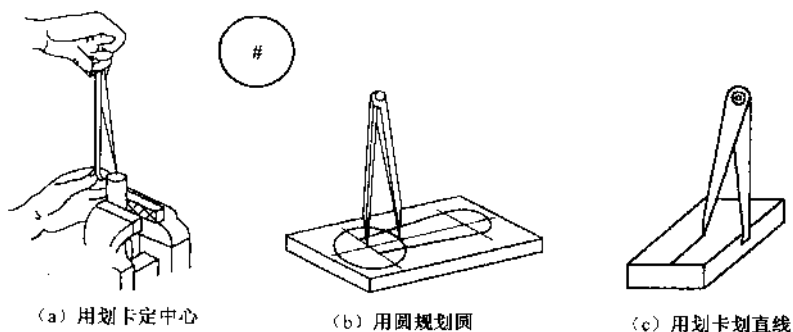


图 1-8 圆规和划卡的使用

常用的有普通划规、扇形划规、弹簧划规。图 1-9 所示。

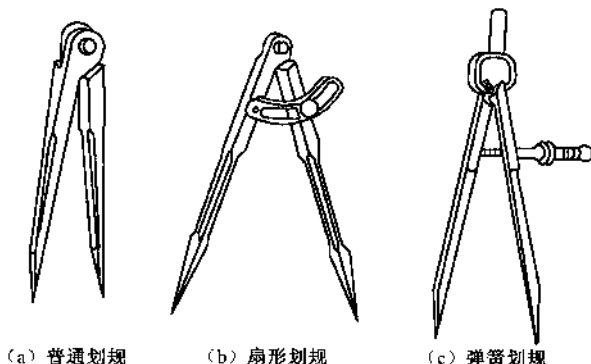


图 1-9 划规

## 二、平面划线的方法

### (一) 划线前的准备

#### 1. 工件的清理

清理毛坯件上的氧化铁皮、型砂、毛边、污垢、毛刺、飞边、铁屑等，保证划线的清晰度、准确度，避免损伤较精密的划线工具。

#### 2. 工件的涂色

在工件要划线的部位涂上一层薄而均匀的涂料。

#### 3. 选择基准

划线时用来确定各部位尺寸、几何形状及相对位置的依据，称为划线基准。

在划直线时所取的划线基准最好与零件图上的设计基准一致，以便能直接提取划线尺寸，从而可简化换算，提高划线质量和效率。正确地选择划线基准是划好线的关键，因而在选择划线基准时，需将工件、加工工艺、设计要求和划线工具等综合起来分析，找出工件上



与各个方面有关的点、线或面，作为划线时的尺寸基准、放置基准及校正基准，同时还要按照不同工序来选择划线基准。

常见的划线基准有以下三种类型：

以两个相互垂直的平面（或线）为基准，图 1-10（a）所示；以一个平面（或直线）和一个对称平面为基准，图 1-10（b）所示；以两条相互垂直的中心线为基准，图 1-10（c）所示。

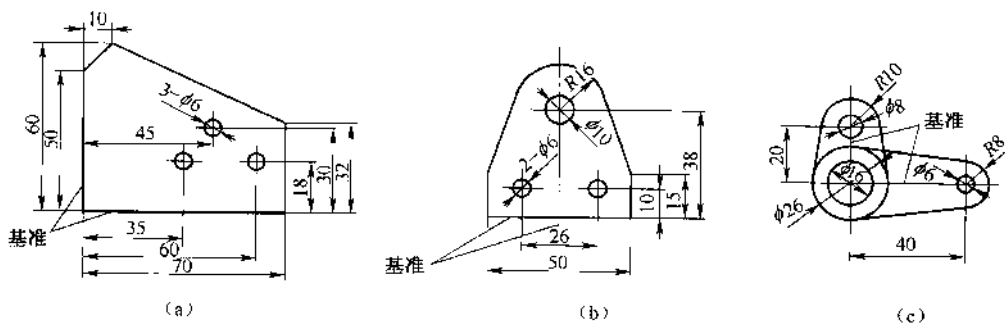


图 1-10 划线基准

#### 4. 找孔的中心

找出孔的中心是为便于用划规划圆，在孔的中心要填中心塞块。

#### （二）划线步骤

根据形状不同（相同）的零件，其划线方法和划线步骤也不相同。一般步骤为：

- ① 认真分析图纸和工艺资料，详细了解工件上需要划线的部位，选定划线基准并考虑后续加工工艺，确定加工余量和需要划出哪些线。
- ② 划线前，检查毛坯或经过加工的工件是否合格，确定是否需要借料。
- ③ 支撑及找正工件。划线时，先划水平线，再划垂直线、斜线，最后划圆、圆弧和曲线等。
- ④ 对照图纸和实物，仔细检查划线的准确性以及是否有遗漏的线没有划出。
- ⑤ 检查无误后，在划好的线条上打上样冲眼。

#### （三）平面划线

##### 1. 平行线的划法

- ① 用直尺和角尺划线：如图 1-11（a）所示。
- ② 用钢尺或划规划线：用划规量取所需尺寸，以基准线上任意两点（间距越大越好）为圆心，划出两圆弧线，再用钢尺作切线，如图 1-11（b）所示。
- ③ 用划线盘和高度尺划线：如图 1-11（c）所示。



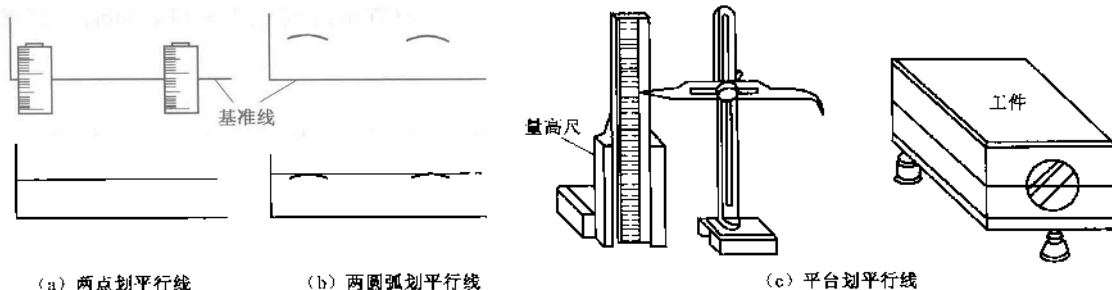


图 1-11 平行线的划法

## 2. 圆弧线的划法

划圆弧的关键是确定圆弧中心。中心确定后，在中心处打样冲眼，然后用划规以要求的半径划出圆弧。

## 三、相关知识

钳工加工一般是在钳工工作台上以手工工具为主，对工件进行各种加工。由于钳工工具简单，操作灵活方便，可以完成机械加工不方便或难以完成的某些工作，同时又能加工出比较精密的机械零件。因此，尽管钳工生产率低，劳动强度大，但在机械制造和修配中仍占有重要的地位，是切削不可缺少的一个组成部分。目前，随着切削技术的迅速发展，钳工工具和操作方法也在不断地改进和发展，并逐渐实现机械化和半机械化。

钳工的种类很多，一般分为普通钳工、装配钳工和修理钳工等。钳工的基本操作主要有：划线、錾削、锯切、锉削、钻孔、铰孔、攻丝、套丝、刮削、研磨、装配和修理等。

### 1. 钳工的应用

钳工的应用范围很广，主要有：

- ① 作为单件、小批生产机械加工前的准备工作，如清理毛坯表面，在工件上划线等。
- ② 零件在装配前进行的钻孔、铰孔、攻螺纹和套螺纹，以及装配时对零件的修整等。
- ③ 加工制造一些要求较高的精密零件，如锉样板，刮削或研磨零件的配合表面，以及夹具、量具的精加工等。
- ④ 对机械产品的组装、调整、试车以及对设备的维修等。

### 2. 特点

钳工工具简单，操作灵活，在某些情况下可以完成用机械加工不方便或难以完成的工作。其劳动强度大，技术水平要求高，生产效率低，多用在机械制造和修配工作中。

### 3. 钳工安全生产知识、文明生产

- ① 开始工作前，必须按规定穿戴好防护用品。
- ② 使用机电设备时，必须严格遵守各个机电设备的安全操作规程。一旦出现意外情况，应立即停机或切断电源，然后进行检查处理。