



职业 教育 规划 教材



机械工种实训

李允志 主编 黄善思 主审



化学工业出版社

职业教育规划教材

机械工种实训

李允志 主编

黄善思 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本书共分三篇：第一篇钳工实训，主要介绍钳工基本知识以及划线、錾削、锯削、锉削、钻孔、螺纹加工等基本操作技能。第二篇热加工实训，主要根据初级铸工、锻工、热处理工、焊工的考核要求介绍相应的基本知识及操作技能。第三篇机械加工实训，主要介绍车工、铣工、刨工、磨工的基础知识及操作技能。本书主要特色：

本教材充分考虑了目前职业学校学生的学习基础及实践能力培养要求，突出了应用性和实践性。教材图文并茂，通俗易懂、结构合理，针对性强。

本书可作为职业学校机械类各专业实训教材，也可作为机械工人的入门教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械工种实训/李允志主编. —北京：化学工业出版社，
2009.5

职业教育规划教材

ISBN 978-7-122-05269-8

I. 机… II. 李… III. 钳工-职业教育-教材 IV. TG93

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 052955 号

责任编辑：高 钰

文字编辑：陈 喆

责任校对：蒋 宇

装帧设计：关 飞

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 装：大厂聚鑫印刷有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 10¼ 字数 248 千字 2009 年 6 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：19.00 元

版权所有 违者必究

前 言

职业学校培养的人才质量如何，最终要通过学生从事实际工作的业务能力来衡量。学生综合运用知识的能力和职业技能，无疑要通过实践性教学环节得以培养和发展。在整个教学过程中，实训担负着两个方面的重要任务：一是培养学生的生产技能和应用能力、劳动观念、安全生产原则；二是为学生学习专业课程打好基础。近年来，随着社会主义市场经济体制的不断完善和发展，各职业技术学校从招生、教学到就业，都面临着许多新的困难和挑战。如何深化职业技术教育改革以更好地适应市场的需求，是摆在各职业技术学校面前的重大课题。我们认为加强教学实训，培养学生较强的生产技能以及热爱劳动、团结协作的优良思想品德，必将成为深化职业技术教育教学改革的永恒主题。

本书结合职业学校教学实际，按照专业工种——钳工、铸工、锻工、热处理工、电（气）焊工、车工、铣（刨）工、磨工等的考核要求编写而成。希望本书能够对职业学校的机械工种教学实训起到较好的指导作用，为职业学校的专业教学改革做出积极的贡献。

本书由山东理工职业学院组织编写，参加本书编写的人员有：侯玉叶（钳工实训），李献华（铸工实训），李允志、于忠芳（热处理工实训），冯建雨（锻工实训），黄善思〔电（气）焊工实训〕，吕永生、苗新波、陈建华（车削加工实训），侯广秋（铣工、刨工实训），孙贵杰（磨工实训）。李允志担任主编，黄善思担任主审。

由于编写时间比较仓促，书中不足之处在所难免，欢迎读者批评指正。

编 者
2009 年 4 月

目 录

第一篇 钳工实训.....	1
第一章 钳工基本知识.....	2
第一节 钳工常用设备	2
第二节 钳工常用量具	3
第三节 万能分度头	6
复习思考题一	7
第二章 钳工基本操作技能	8
第一节 划线	8
第二节 錾削	13
第三节 锯削	16
第四节 锉削	21
第五节 钻孔	26
第六节 螺纹加工	31
复习思考题二	35
第二篇 热加工实训.....	37
第三章 铸工实训.....	38
第一节 砂型的结构	38
第二节 砂型铸造的生产过程	39
第三节 安全注意事项.....	43
复习思考题三	43
第四章 锻工实训.....	44
第一节 坯料的加热和锻件的冷却	44
第二节 自由锻造	46
复习思考题四	55
第五章 热处理工实训	57
第一节 退火与正火	57
第二节 淬火与回火	60
第三节 钢的表面热处理	63
第四节 热处理加热炉.....	66
第五节 安全注意事项.....	67
复习思考题五	68
第六章 焊工实训.....	70

第一节 手工电弧焊的基本知识	70
第二节 手弧焊工艺	75
第三节 气焊(割)的基础知识	79
第四节 气焊工艺	84
第五节 气割工艺	90
复习思考题六	91

第三篇 机械加工实训 93

第七章 车工实训	94
第一节 车削的基本知识	94
第二节 车削轴类零件	102
第三节 套类零件的车削	105
第四节 圆锥面的车削	113
第五节 螺纹的车削	116
复习思考题七	118

第八章 铣工实训	120
第一节 铣削的基础知识	120
第二节 铣削平面	127
第三节 铣削台阶、直角沟槽和切断	129
复习思考题八	133

第九章 刨工实训	134
第一节 刨削的基本知识	134
第二节 水平面、垂直面和台阶的刨削	138
第三节 刨削实例	141
复习思考题九	143

第十章 磨工实训	144
第一节 磨削的基本知识	144
第二节 外圆磨削	147
第三节 平面磨削	152
复习思考题十	154

参考文献 155

第一篇

钳工实训

钳工主要是用手工工具，在台虎钳及其他设备上进行手工操作的一个工种。钳工实训的主要内容包括：划线、錾削、锯削、锉削、钻孔、扩孔、铰孔、攻螺纹、套螺纹和基本测量等。

钳工基本知识

第一节 钳工常用设备

一、钳桌

钳桌用硬木料或钢材制成，其高度为 800~900mm，长度和宽度可随工作需要而定。钳桌用来安装台虎钳和放置工具、工件、图样等。在操作者的对面装有防护网，以防工作时发生意外事故，见图 1-1。

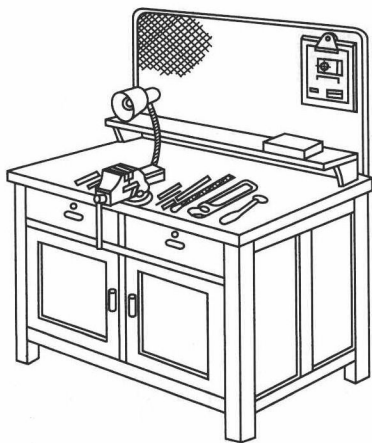


图 1-1 钳桌

二、台虎钳

台虎钳由两个紧固螺栓固定在钳桌上，用来夹持工件。其规格用钳口的宽度表示，常用的有 100mm、125mm 和 150mm 等。

台虎钳有固定式 [见图 1-2(a)] 和回转式 [见图 1-2(b)] 两种。后者使用较方便，应用较广，它由活动钳身、固定钳身、丝杠、螺母、夹紧盘和转盘座等主要部分组成。

操作者顺时针转动长手柄 7，可使丝杠 8 在螺母 3 中旋转，并带动活动钳身 1 向内移动，将工件夹紧；当逆时针旋转长手柄 7 时，可使活动钳身向外移动，将工件松开；若要使台虎钳转动一定角度，可逆时针方向转动短手柄 4，双手扳动钳身使之转所需角度，然后顺时针转动短手柄 4，将台虎钳整体锁紧在钳桌上。

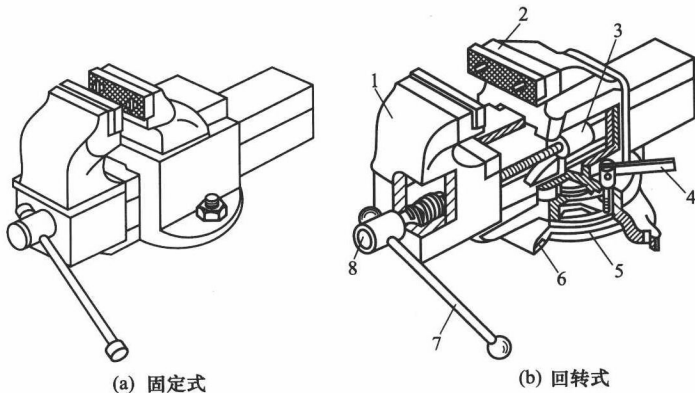


图 1-2 台虎钳

1—活动钳身；2—固定钳身；3—螺母；4—短手柄；5—夹紧盘；
6—转盘座；7—长手柄；8—丝杠

在使用台虎钳时应注意以下几点：

① 在台虎钳上夹持工件时，只允许依靠手臂的力量来扳动手柄，绝不允许用锤子敲击手柄或用管子或其他工具随意接长手柄夹紧，以防螺母或其他制件因过载而损坏。

② 在台虎钳上进行强力作业时，应使强的作用力朝向固定钳身，否则将额外增加丝杠和螺母的载荷，造成螺纹损坏。

③ 不要在活动钳身的工作面上进行敲击作业，以免损坏或降低它与固定钳身的配合性能。

④ 丝杠、螺母和其他配合表面要保持清洁，并加油润滑，以使操作省力，防止生锈。

第二节 钳工常用量具

一、游标卡尺

游标卡尺是一种测量中等精度尺寸的量具，可以直接量出工件的外尺寸、内尺寸和深度尺寸。游标卡尺的游标读数值有 0.1mm、0.05mm 和 0.02mm 三种。

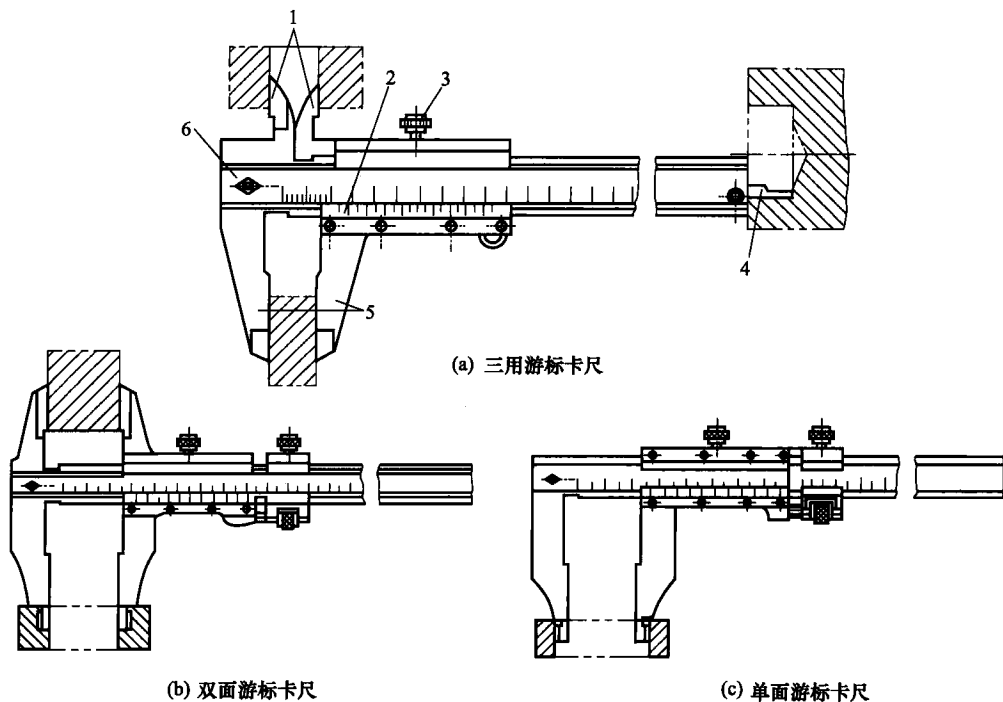


图 1-3 游标卡尺

1—刀口内测量爪；2—游标；3—紧固螺钉；4—深度尺；5—外测量爪；6—尺身

1. 游标卡尺的结构

图 1-3(a) 是三用游标卡尺示意图。它主要由尺身 6、游标 2、紧固螺钉 3、深度尺 4、刀口内测量爪 1 和外测量爪 5 等部分组成。

尺身 6 是游标卡尺的基础件，在其宽平面上刻有刻线，活动的刀口内测量爪和外测量爪与游标 2 固定为一体，由紧固螺钉 3 控制，与尺身 6 保持良好接触，并沿尺身 6 平稳滑动。

紧固螺钉 3 也能把游标 2 固定在尺身 6 的任意位置上；深度尺 4 与量爪 1、5 活动部分相连，在尺身 6 背面的槽中随游标 2 一起滑动。

除三用游标卡尺外，还有两用游标卡尺，它包括单面游标卡尺和双面游标卡尺，它们的结构与三用游标卡尺基本相同，只是不带深度尺，双面游标卡尺见图 1-3(b)。单面游标卡尺没有刀口内测量爪，只有外测量爪，见图 1-3(c)。

2. 游标卡尺的读数方法

用游标卡尺测量时，从尺身上读出尺寸的毫米整数值，从游标上读出毫米的小数数值，这两个数值的和即为所测工件的尺寸数值。其具体读数方法分三个步骤，见图 1-4。



图 1-4 游标卡尺的读数方法

① 读出游标零线左边与尺身相邻的第一条刻线的整毫米数，即为测得尺寸的整数值，图 1-4(a) 为 3mm，图 1-4(b) 为 22mm，图 1-4(c) 为 21mm。

② 读出游标上与尺身刻线对齐的那一条刻线所表示的数值，即为测量值的小数，图 1-4(a) 为 0.2mm，图 1-4(b) 为 0.5mm，图 1-4(c) 为 0.5mm。

③ 把从尺身上读得的整毫米数和从游标上读得的毫米小数加起来即为测得的尺寸数值，图 1-4(a) 为 $3\text{mm} + 0.2\text{mm} = 3.2\text{mm}$ ，图 1-4(b) 为 $22\text{mm} + 0.5\text{mm} = 22.5\text{mm}$ ，图 1-4(c) 为 $21\text{mm} + 0.5\text{mm} = 21.5\text{mm}$ 。

3. 游标卡尺的使用方法

使用游标卡尺时，首先应根据被测工件的特点选择卡尺的类型，然后按工件尺寸的大小和尺寸精度要求选择卡尺的测量范围和读数值。使用时，先并拢量爪，检查尺身、游标零线是否对齐，然后用右手拨开游标，使工件置于量爪间，再轻轻推动游标至量爪接触到工件表面，并与两被测量面贴合，紧固螺钉后轻轻移出卡尺，读数。

4. 游标卡尺使用注意事项

① 测量前，应将游标卡尺清理干净，并将两量爪合并，检查游标卡尺的精度情况；大规格的游标卡尺要用标准棒校准检查。

② 测量时，工件与游标卡尺要对正，测量位置要准确，两量爪要与被测工件表面贴合，不能歪斜，并掌握好两量爪与工件接触面的松紧程度，不能过紧，也不能过松。

③ 读数时，要正对游标刻线，看准对齐的刻线，不能斜视，以减少读数误差。

④ 当用单面游标卡尺测量内尺寸时，必须注意此时卡尺上读出的数值，必须再加上两量爪的宽度。

⑤ 在某种情况下，要用游标卡尺测量精度要求高的工件时，必须用量块校对游标卡尺，确定其误差数值，以便测量时把该误差排除。

二、外径千分尺

外径千分尺是一种精密量具，它的测量精度比游标卡尺高，而且使用方便，测力恒定，调整简单，应用广泛。对于加工尺寸精度要求较高的工件，一般常采用外径千分尺进行

测量。

1. 外径千分尺的结构

外径千分尺主要由尺架 1、测微螺杆 3、微分筒 6、测力装置 7 和锁紧装置 8 等部分组成, 见图 1-5。

尺架为一弓形零件, 是外径千分尺的基础件, 各组成部分都装在它的上面。件 3、4、5、6 等组成测微装置, 当转动微分筒 6 时, 测微螺杆 3 向左移动, 对工件进行测量并显示出测量数值。转动测力装置 7 可控制测微螺杆 3 对工件施加的测量力并保持恒定, 以避免由于测量力不同而产生测量误差。必要时可扳动锁紧装置 8 将测微螺杆 3 锁紧在任一位置。

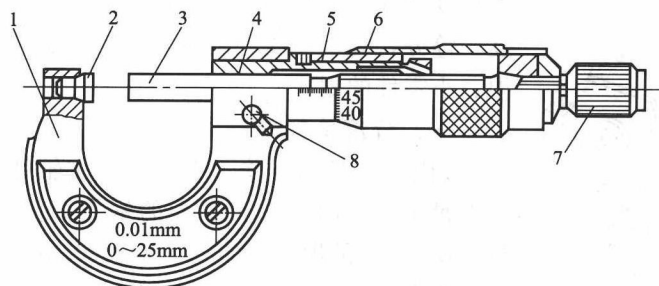


图 1-5 外径千分尺

1—尺架；2—尺砧；3—测微螺杆；4—螺纹轴套；5—固定套管；
6—微分筒；7—测力装置；8—锁紧装置

2. 外径千分尺的读数方法

用外径千分尺测量工件时, 读数分三个步骤:

① 读出微分筒边缘以左在固定套管上所显露出的刻线数值, 即被测尺寸的毫米数和半毫米数, 图 1-6 中为 5.5mm。

② 读出微分筒上与固定套管的基准线对齐的那条刻线数值, 即不足半毫米的测量值, 图 1-6 中为 0.46mm。

③ 把两个读数加起来即为测得的实际尺寸数值, 图 1-6 中的测量值应为 $5.5\text{mm} + 0.46\text{mm} = 5.96\text{mm}$ 。

3. 外径千分尺的使用方法

按测量范围分, 外径千分尺的规格有 0~25mm、50~75mm、75~100mm、100~125mm 等多种。每种规格测微螺杆的移动量均为 25mm。

测量前, 应根据被测尺寸选取合适的规格。当被测尺寸的精度较高时, 应选用 0 级制造精度的外径千分尺, 一般的尺寸精度选用 1 级制造精度的外径千分尺。

测量时, 将零件置于测砧与测微螺杆间, 转动微分筒使测微螺杆接近被测面时改旋测力装置至听到“咔嚓”声为止, 取出外径千分尺读数。必要时可拧紧锁紧装置。

4. 外径千分尺使用注意事项

① 使用外径千分尺测量工件前, 应将外径千分尺的工作面和工件的被测表面擦干净, 不允许有任何污物, 然后校准零位。

② 外径千分尺要放正, 将测砧与测微螺杆端面并合或用标准棒(或量块)校准, 保证尺寸的准确性。

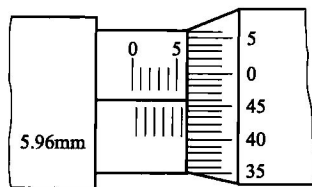


图 1-6 外径千分尺的
读数方法

③ 严禁在毛坯工件上、正在运动着的工件或过热的工件上进行测量，以免损失外径千分尺的精度或影响测得的尺寸精度。

④ 在读测量数值时，应注意观察固定套管上中线之下的刻线位置，防止多读或少读 0.5mm 而造成废品。

第三节 万能分度头

万能分度头是用来对工件进行等分、分度的重要工具，其外形如图 1-7 所示。划线时，

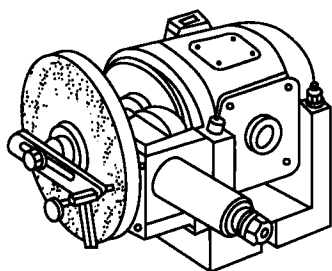


图 1-7 分度头外形

把分度头放在划线平板上，将工件夹持，即可对工件进行分度，等分，划水平线、垂线等，其方法简单，适用于大批量中、小零件的划线。

一、分度头的传动原理

如图 1-8 所示，将工件装在与主轴螺纹连接的三爪自定心卡盘 1 上，固定在主轴上的蜗轮 2 为 40 齿，3 是单头蜗杆。B₁、B₂ 是齿数相同的两个圆柱齿轮，A₁、A₂ 是锥齿轮，5 是分度盘，7 是分度手柄，6 是定位销。拔出定位销 6、转动分度手柄 7 时，分度盘不转动，通过传动比为 1:1 的圆柱齿轮 B₁、B₂ 的传动，带动蜗轮 2 转动，然后通过传动比为 1:40 的蜗杆传动带动主

轴（工件）转动进行分度。

二、简单分度法

由图 1-17 可知，分度头手柄心轴 4 与蜗杆之间传动比为 1:1，蜗杆为单头，蜗轮齿数为 40，因此分度头手柄的转数可按下式算出：

$$n = 40/Z$$

式中 n ——分度手柄转数；

Z ——工件等分数。

例：要划出均匀分布在工件圆周上的 10 个孔，试求每划一个孔后，分度头手柄应转几周后再划第二个孔？

解：根据公式 $n = 40/Z = 40/10 = 4$

即每划完一个孔后，手柄应转动四周，再划第二个孔，以此类推。

有时，由工件等分数计算出来的手柄转数不是整数。例如，要把某圆周 30 等分， $n = 40/Z = 40/30 = 1\frac{1}{3}$ 。这时要利用分度盘，根据分度盘上现有的各种孔眼的数目（见表 1-1），把 $1/3$ 分子、分母同乘相同倍数，使分母为表中的某个孔数，而扩大后的分子就是手柄应转过的孔数。把 $1/3 \times 10/10 = 10/30$ ，则手柄的转数 $n = 1\frac{10}{30}$ ，即手柄在分度盘中有 30 个孔的一圈上要转动 1 周加 10 个孔。

在转动手柄前要调整好分度叉。手柄不应摇过应摇的孔数，否则须把手柄多退回一些再正摇，以消除传动和配合间隙所引起的误差。

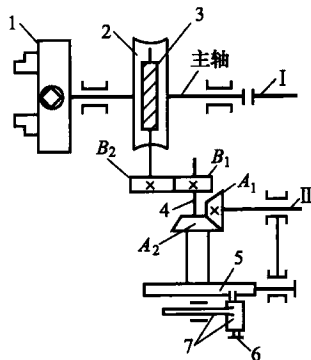


图 1-8 分度头原理

1—三爪自定心卡盘；2—蜗轮；3—单头蜗杆；4—心轴；5—分度盘；6—定位销；7—分度手柄

表 1-1 各分度盘孔数

带一块分度盘	正面:24,25,28,30,34,37,38,39,41,42,43 反面:46,47,49,51,53,54,57,58,59,62,66
带两块分度盘	第一块 正面:24,25,28,30,34,37 反面:38,39,41,42,43 第二块 正面:46,47,49,51,53,54 反面:57,58,59,62,66
带三块分度盘	第一块 15,16,17,18,19,20 第二块 21,23,27,29,31,33 第三块 37,39,41,43,47,49

复习思考题一

1. 在钳工的固定工作场地上，一般常安装有哪些设备？
2. 台虎钳的规格以什么表示？
3. 为什么用台虎钳夹持时，不能接长手柄？
4. 要经常维护和保养台虎钳的哪些部位？
5. 普通游标卡尺可以测量工件的哪些尺寸？
6. 读出图 1-9 中游标卡尺表示的尺寸。

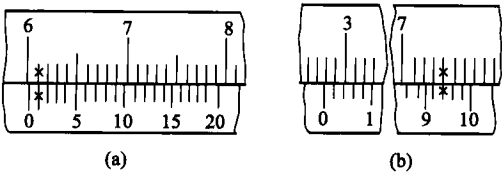


图 1-9 游标卡尺读数

7. 应根据哪些方面来选用游标卡尺？
8. 外径千分尺可以测量哪几类工件和尺寸？
9. 读外径千分尺测量值时应注意哪些问题？
10. 读出图 1-10 中外径千分尺表示的尺寸。

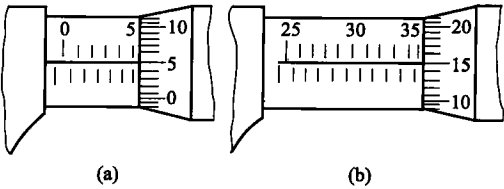


图 1-10 外径千分尺读数

钳工基本操作技能

第一节 划 线

划线就是在毛坯或工件的加工面上，用划线工具划出待加工部位的轮廓线或作为基准的点、线的操作过程。

划线分为平面划线和立体划线。在工件一个平面上划线，就能明确表示加工界线的划线过程，称为平面划线，见图 2-1(a)。在工件几个不同角度的表面上（通常是工件的长、宽、高方向上）都划出明确表示加工界线的过程，称为立体划线，见图 2-1(b)。

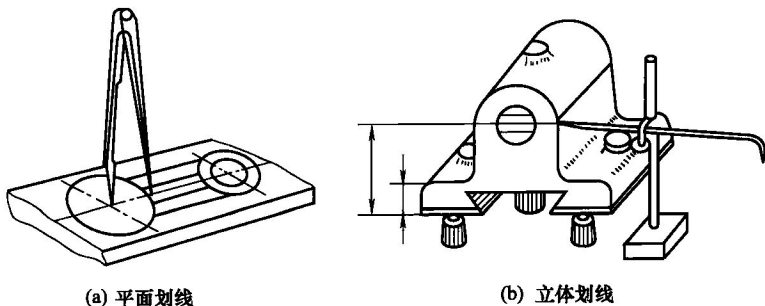


图 2-1 划线种类

一、划线工具和涂料

1. 划线工具

常用划线工具见图 2-2。

在金属材料上划线时，要用工具钢、高速钢或弹簧钢制作的划针，针尖淬火磨成约 10° 。磨划针针尖时，切勿退火。在淬硬工件上划线用黄铜划针，划线时，黄铜磨损显出线条；在管子外表面划线可用铅笔。划针使用要正确，保证所划线条的准确度，正确使用划针的方法见图 2-3。

划规用来划圆、划弧、量取尺寸、等分线段或角度。用划规划圆时，用力方向要正确，其方法见图 2-4。

2. 划线用涂料

为使工件表面上划出的线条清晰，一般要在工件表面的划线部位涂上一层薄而均匀的涂料。在铸、锻件的毛坯面上，常用石灰水加少量水溶胶混合成的涂料；在已加工表面上，用酒精色溶液（酒精中加漆片和颜色配成）或硫酸铜溶液作涂料。

二、常用划线方法及其注意事项

任何图样都是由直线、曲线、圆、圆弧等组合而成的，为在待加工表面上划出上述线型或工件轮廓，就必须懂得简单线型的划法。

1. 常用划线方法

(1) 平行线的划法 图 2-5(a) 所示为作图法划平行线的方法：以已知两平行线之间的距离 R 为半径，以已知 AB 上的任意两点为圆心划两圆弧，作两圆弧的公切线 CD ，则 CD

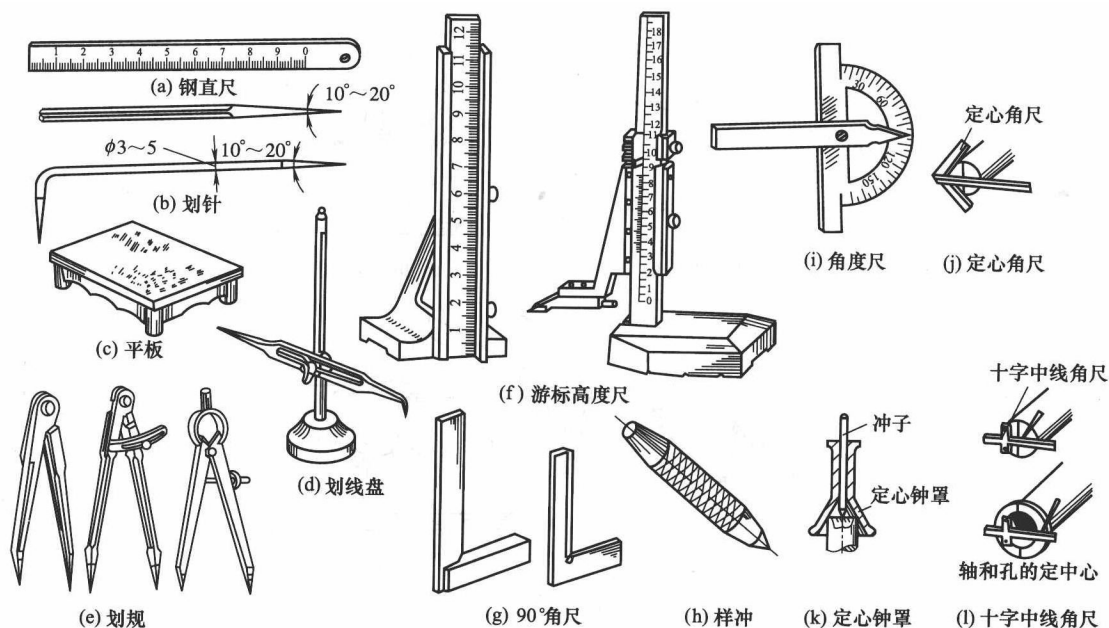


图 2-2 划线工具

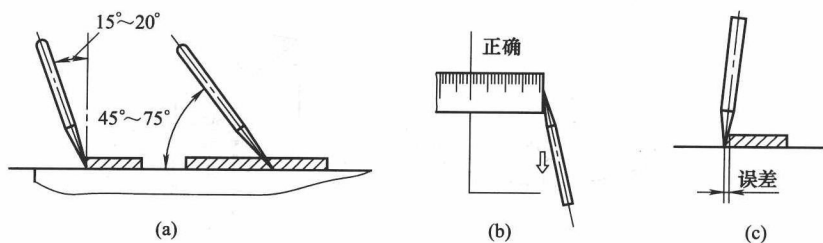


图 2-3 划针使用方法

与 AB 平行。图 2-5(b) 为用 90° 角尺靠紧工件的基准面并移动，即可作出若干平行线。图 2-5(c) 为用划规一尖脚靠紧工件的基准面并移动，即可划出与基面平行的线；若改变划规两脚的跨度，用同样方法，可划出若干平行线。图 2-5(d) 为用划线盘、平板在工件的一个或不同角度的面上划平行于底面（基面）的平行线；若改变划针的高度，用同样方法，可划出若干平行于底平面的平行线。

(2) 垂直线的划法 作图法作垂直线的方法见图 2-6(a)，要求过任意点 P 作直线 AB 的垂直线。具体作法是：以 P 为圆心，以大于 P 至直线 AB 的距离为半径划弧，交 AB 直线于 a 、 b 两点；再分别以 a 、 b 为圆心，用大于 $\frac{ab}{2}$ 线段为半径划两弧，相交于 C 点，连接 CP ，则 CP 线为 AB 线的垂直线。图 2-6(b) 为用 90° 角尺在工件的一个面或几个面上作与基面相垂直的直线。

(3) 角度线的划法

① 作 45° 角度线见图 2-7(a)，先作直角 $\angle AOB$ ，再以 O 为圆心，任意长为半径划弧，

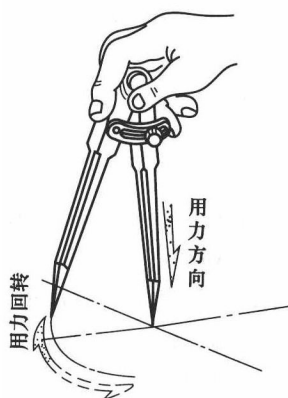


图 2-4 划规用力方法

相交于 C 点，连接 CP ，则 CP 线为 AB 线的垂直线。图 2-6(b) 为用 90° 角尺在工件的一个面或几个面上作与基面相垂直的直线。

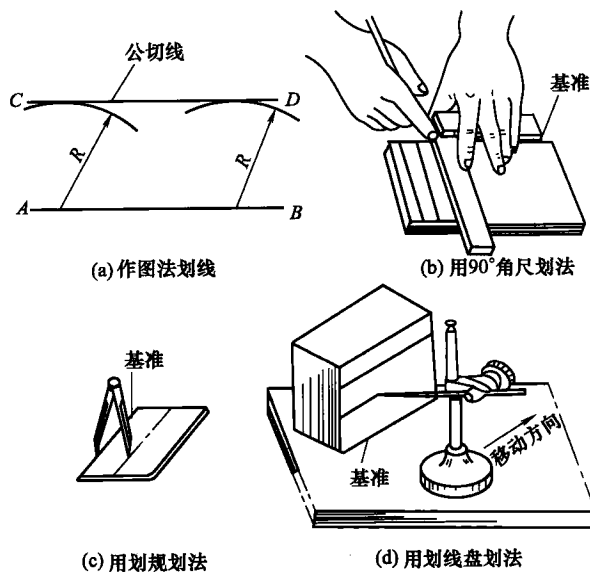


图 2-5 平行线划法

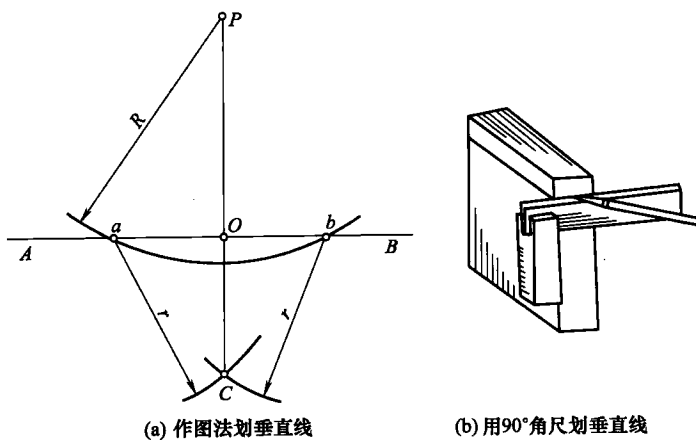


图 2-6 垂直线划法

交 OA 、 OB 于 a 、 b 两点；再分别以 a 、 b 为圆心，以大于 $\frac{ab}{2}$ 的线段为半径划两弧，相交于 c 点，连接 Oc ，则 $\angle cOA$ 和 $\angle cOB$ 为 45° 。

② 划 30° 、 60° 、 75° 、 120° 角度线见图 2-7(b)，先过 A 点作 DB 的垂线 AO ，形成 $\angle AOB$ 及 $\angle AOD$ 两直角；然后以 O 为圆心，以小于 AO 的长度 R 为半径划弧，交 OA 、 OB 于 a 、 b 两点；再分别以 a 、 b 为圆心，以 R 为半径划弧，交 $\widehat{ab}$ 于 c 、 d 两点，连接 dO 、 cO ，则 $\angle dOB$ 为 30° ， $\angle cOB$ 为 60° 。再将 $\angle AOC$ 等分，则 $\angle EOB$ 为 75° ， $\angle DOc$ 为 120° 。

③ 划任意大小角度线见图 2-7(c)，利用三角函数在直线 AB 上过 a 点作任意角度。具体作法是：先查出 $\tan 36^\circ = 0.72654$ ，再在 AB 线上取线段 $aE = 100\text{mm}$ ，过 E 点作 AB 的垂线 EF ，使 $EF = 72.654\text{mm}$ ，连接 Fa ，则 $\angle FaE$ 为 36° 。

④ 用角度规划角度线见图 2-7(d)，将尺身靠紧工件的基面，转动直尺至要求的角度位置，即可划出要求的角度。

(4) 等分圆周（划正多边形）

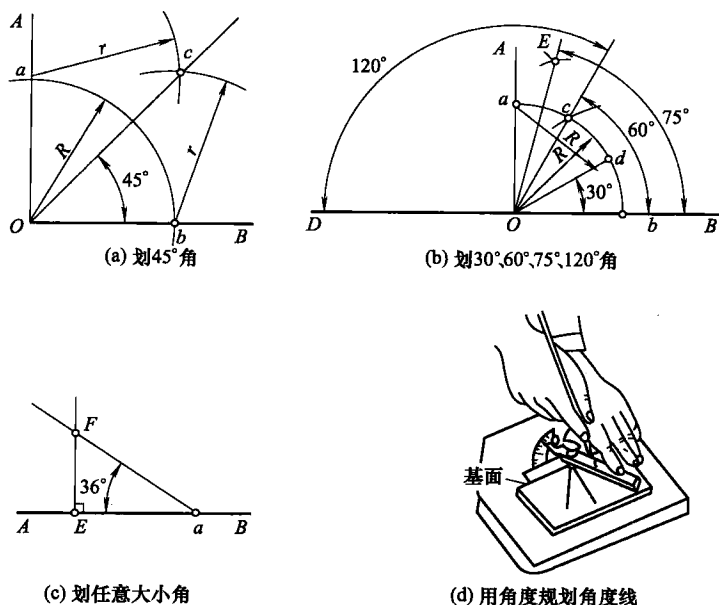


图 2-7 角度划线法

① 四等分圆（作正四边形）的方法见图 2-8(a)。任取圆内一直径 AB ，并作另一直径 CD 垂直于 AB ，则 A 、 B 、 C 、 D 四点将圆周四等分；连接 AC 、 AD 、 BC 、 BD ，则 $ACBD$ 四边形为正四边形。

② 六等分圆（作正六边形）的方法见图 2-8(b)。在圆内任取一直径 AB ，分别以 A 、 B 为圆心，以圆的半径为半径划圆弧，交圆周于 C 、 D 、 E 、 F 点，则 A 、 C 、 E 、 B 、 F 、 D 六点将圆周六等分；连接 AC 、 AD 、 BE 、 BF 、 DF 、 CE 即为正六边形。若删掉 B 、 C 、 D 三点，则 A 、 F 、 E 点将圆三等分；连接 AF 、 FE 、 EA 则形成正三角形，见图 2-8(b) 中的虚线图形。

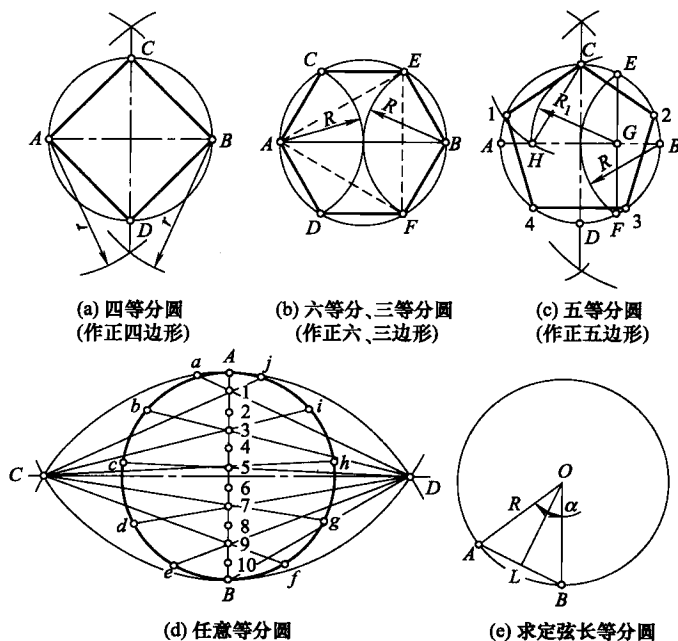


图 2-8 等分圆周（作正多边形）