



广东省高等教育自学考试指定教材

机械设计基础 (上)

画法几何及工程制图

HU A F A J I H E J I G O N G C H E N G Z H I T U

广东省自学考试委员会组编
吴机际 编



广东高等教育出版社

广东省高等教育自学考试指定教材

机械设计基础（上）

画法几何及工程制图

广东省自学考试委员会组编

吴机际 编

广东高等教育出版社

·广州·

内容简介

本书内容主要包括：制图基本知识、正投影基础、立体的投影、工程图样的表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图和轴测投影等。

本书根据理论联系实际和便于自学的原则编写，具有内容系统、由浅入深、结构严谨，文字简练、通俗易懂，以图为主、图文对照、有较多立体图实例等特点。且每章之前有学习指导，章末有小结。

本书供成人大学教育、自学大专、函授、电大、高等职业教育等机械类及相近专业使用。也可供高等工业学校非机类本专科师生和有关工程技术人员选用或参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械设计基础 (上): 画法几何及工程制图/吴机际编. —广州: 广东高等教育出版社, 2000. 10

广东省高等教育自学考试指定教材

ISBN 7-5361-2541-0

I. 机… II. 吴… III. 机械设计—高等教育—自学考试—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 70332 号

广东高等教育出版社出版发行

邮政编码: 510076 电话 (020) 87550735

地址: 广州市广州大道北广州体院内 20 栋

广东东莞粤高印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 19.25 印张 445 千字

2000 年 10 月第 1 版 2000 年 10 月第 1 次印刷

印数: 1~5000 册

定价: 28.90 元

前 言

本书参照我国高等学校工科工程制图课程教学指导委员会，于1995年修订的《画法几何及工程制图课程教学基本要求》，结合本人多年教学改革和教材编写的实践和经验，并根据成大、电大、函授、职大和自考等成人教育的教学特点编写而成。

本书根据目前宽基础、强能力的人才培养模式要求，以加强基础理论，精炼与革新传统知识，注重理论联系实际为原则。力求提高其科学性、系统性、先进性和适用性。在内容上遵循少而精的原则，遵循学生的认知规律，结合成人教育的教学特点，既保持了对学生空间想象力的培养要求，又删减调整了传统制图教材的部分内容。内容由浅入深，知识结构严谨，通俗易懂。正投影法从“三视图及其对应关系”入手，对照实物讲图，使读者对视图和实物之间的对应关系，有初步的感性认识。再抽象出空间几何要素的投影作图。且对每个新问题，都坚持先空间分析，再平面图解，尽量注意从感性入手，逐步引入概念和定义进行分析，并附以应用实例；每章前有学习指导，末有小结，以突出重点，简述难点，说明要求，归纳总结，使易于教，利于学。本书是各类成人教育有关专业开设“机械制图”课程的理想教材。也可作为非机类本科、专科有关专业的教材，以及供机械类专业师生和工程技术人员作参考。

本书采用最新标准资料，图文并茂，图例丰富，且大部分的图都是应用计算机绘制而成。主要是由吴洪毅、洪德梅、王琥等同志绘图。本书中筛选采用了一些有关著作和国家标准的图例，在此对有关作者表示衷心的感谢，并向为本书付出辛勤劳动的编辑及有关同志表示谢意。

由于时间仓促，编者水平有限，不妥或疏漏之处在所难免，欢迎读者不吝指正。

2000年6月

绪 论

一、课程的研究对象、性质和任务

工程图样被喻为“工程界的语言”，是表达和交流技术思想的重要工具，也是生产实践和科学研究的重要资料。

工程图不同一般艺术性图画。它是以几何学原理为基础，应用投影方法来表示工程物体的形状、大小和有关技术要求的图样，以提供建造、研究及其它应用的依据为目的。

“机械制图”课程是高等工科院校中一门既有理论，又有实践的重要技术基础课。

机械图样表达了机器（或零、部件）的结构形状、尺寸、材料和各种技术要求等。其内容涉及机械设计、制造工艺和有关的专业知识。本课程主要内容以正投影法和《机械制图》国家标准的规定为基础，研究机械图样的绘制和阅读。关于机械设计、制造工艺和有关的专业知识，有待在后续有关课程及今后工作中学习提高。

学习本课程的主要目的是培养学生具有绘制和阅读机械图样的基本能力和空间想象能力，使学生能够自觉地运用各种作图手段来构思、分析和表达工程问题。要求学生必须掌握平行投影法，特别是正投影法的基本理论和基本方法，严格遵守有关的国家（或部颁）标准。掌握用仪器和徒手作图技能，所绘制的图样应做到：投影正确，视图选择和配置恰当，尺寸齐全，字体工整，图画整洁，且符合《机械制图》国家标准。为今后学习和工作中创造性地完成设计、制造任务和计算机辅助设计的开展打下良好的基础。

本课程的任务是：

1. 学习投影法，掌握正投影法的基本理论及应用。
2. 贯彻工程制图国家标准；培养绘制和阅读机械零件图和装配图的基本能力。
3. 培养对三维形状与相关位置的空间逻辑思维和形象思维能力。
4. 培养查阅标准零件、标准结构、公差和配合等国家标准的初步能力。

二、本课程的学习方法

在学习本课程的理论基础部分时，必须掌握基本概念、基本图示原理和基本作图方法，为了建立空间概念，应该反复进行由“空间形体”绘成图样，以及由图样想象出空间形体形状的由物画图、由图想物，从空间到平面，再从平面到空间的反复的思维活动的练习，逐步建立起空间概念。

在图示时，要分析空间几何要素或物体所处的位置以及它们之间的相对位置，然后应用投影方法表示出来。在图解时，首先分析已知条件和解题要求，在空间分析的基础上，考虑相应的解题方法，再进行作图。

实践是巩固理论学习和验证理论知识是否掌握的有效途径。精湛的制图技能要通过

严格的要求和长期的制图实践才能逐步培养，本课程是一门实践性很强的技术基础课。制图作业是在学习阶段对制图技能的一种基本训练，要通过多画多看、反复实践、不断总结提高才能掌握本课程的基本原理和基本方法。其技能还需要后续教学环节：如生产实习，课程设计和毕业设计，乃至实际工作中继续培养和提高。

鉴于图样在生产中的重要作用，在绘图和看图时，必须养成耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。

目 录

绪论	
第一章 制图基本知识	1
学习指导	1
§ 1-1 绘图工具及仪器使用	2
§ 1-2 制图基本规格	8
§ 1-3 平面图形	20
小结	29
第二章 投影基础	30
学习指导	30
§ 2-1 投影法概述	31
§ 2-2 三视图及其对应关系	36
§ 2-3 点的投影	40
§ 2-4 直线的投影	45
§ 2-5 平面的投影	54
§ 2-6 直线与平面、平面与平面的相对位置	62
§ 2-7 变换投影面法	65
小结	74
第三章 立体的投影	75
学习指导	75
§ 3-1 基本形体	76
§ 3-2 立体的表面交线	86
§ 3-3 组合体	101
小结	115
第四章 轴测投影	117
学习指导	117
§ 4-1 概述	117
§ 4-2 正等测图的画法	121
§ 4-3 轴测图上交线的画法	130
§ 4-4 圆角的画法	132
§ 4-5 轴测剖视图的画法	133
小结	135
第五章 工程图样表达方法	136
学习指导	136

§ 5-1 视图 (GB/T17451—1998)	136
§ 5-2 剖视图 (GB/T17452—1998)、(GB/T17453—1998)	141
§ 5-3 断面图	152
§ 5-4 其它表达方法	155
§ 5-5 第三角投影简介	160
小结	162
第六章 标准件和常用件	163
学习指导	163
§ 6-1 螺纹与螺纹紧固件	164
§ 6-2 键连接	174
§ 6-3 销连接	176
§ 6-4 齿轮	177
§ 6-5 滚动轴承	186
§ 6-6 弹簧	188
小结	190
第七章 零件图	191
学习指导	191
§ 7-1 零件图的内容	192
§ 7-2 零件结构的工艺性	193
§ 7-3 零件图的视图选择	194
§ 7-4 零件图的尺寸注法	199
§ 7-5 典型零件图例分析	207
§ 7-6 表面粗糙度	215
§ 7-7 公差与配合	222
§ 7-8 形状和位置公差	232
§ 7-9 零件常用材料及热处理	238
§ 7-10 读零件图	239
小结	241
第八章 装配图	243
学习指导	243
§ 8-1 装配图的作用和内容	244
§ 8-2 装配图的表达方法	245
§ 8-3 装配图的尺寸标注和技术要求的注写	251
§ 8-4 零件编号、明细表	252
§ 8-5 装配结构的工艺性	253
§ 8-6 部件测绘和装配图画法	255
§ 8-7 读装配图和拆画零件图	259
小结	267

附录一 螺纹、螺纹紧固件	268
附表 1-1 普通螺纹的直径与螺距 (GB 193-81)	268
附表 1-2 普通螺纹的直径与螺距 (GB 196-81)	269
附表 1-3 六角头螺栓 (GB 5782-86 摘录)	270
附表 1-4 双头螺柱	271
附表 1-5 开槽沉头螺钉 (GB 68-85 摘录)	272
附表 1-6 开槽圆柱头螺钉 (GB 65-85 摘录)	273
附表 1-7 紧定螺钉	274
附表 1-8 六角螺母 (GB 6170-86 摘录)	275
附表 1-9 垫圈	275
附表 1-10 标准型弹簧垫圈 (GB 93-87 摘录)	276
附录二 键与销	277
附表 2-1 平键 (GB 1096-79) · 平键的剖面及键槽 (GB 1095-79)	277
附表 2-2 半圆键 (GB 1099-79) 键的剖面及键槽 (GB 1098-79)	278
附表 2-3 圆柱销 (GB 119-86)	279
附表 2-4 圆锥销 (GB 117-86)	279
附录三 滚动轴承	280
附表 3-1 深沟球轴承 (GB /T4459.7-1998)	280
附表 3-2 圆锥滚子轴承 (GB 273.1-87)	281
附表 3-3 单向推力球轴承 (GB 301-84)	282
附录四 常用标准数据和标准结构	283
附表 4-1 标准尺寸 (摘自 GB 2822-81)	283
附表 4-2 与直径 d 或 D 相应的倒角 C 、倒圆 R 的 推荐值 (摘自 GB 6403.4-86)	283
附表 4-3 回转面及端面砂轮越程槽的形式及 尺寸 (摘自 GB 6403.5-86)	283
附表 4-4 普通螺纹收尾、肩距、退刀槽、倒角	284
附表 4-5 常见孔的尺寸注法	285
附录五 表面粗糙度	286
附表 5-1 表面粗糙度应用举例	286
附表 5-2 与公差带代号相应的 R_a 值	287
附录六 公差与配合 (基轴制、基孔制)	288
附表 6-1 标准公差数值 (GB /T1800.3-1998)	288
附表 6-2 基本尺寸至 500mm 的基孔制、基轴制优先、 常用配合 (GB 1801-79)	289
附表 6-3 轴的极限偏差 μm (摘自 GB 1801-79)	290
附表 6-4 孔的极限偏差 μm (摘自 GB 1801-79)	292
附表 6-5 轴与孔优先、常用公差带 (摘自 GB 1801-79)	294

附录七 常用材料.....	295
附表 7-1 黑色金属材料	295
附表 7-2 有色金属材料	295
附表 7-3 非金属材料	296
附表 7-4 常用热处理和表面处理	297

第一章 制图基本知识

学习《机械制图》，首先必须掌握制图的基本知识，主要包括国家标准“GB”的一些基本规定，平面图形画图和徒手绘图的基本方法和技能，以及绘图工具、仪器的正确使用方法。这是本章主要介绍的内容。

学 习 指 导

一、基本要求

1. 必须熟练掌握，严格遵守，认真执行国家标准有关规定。
2. 熟悉图纸幅面和相应的周边尺寸及格式。
3. 掌握比例的定义，熟悉图样大小的选择和比例的标注。
4. 掌握图样中各种字体的书写方法及要求。
5. 熟练掌握各种线型的宽度、画法和应用。
6. 熟练掌握尺寸标注的有关规定。
7. 掌握圆弧线段的尺寸分析及平面图形的线段分析。
8. 掌握平面图形的画图及尺寸标注的方法与步骤。

二、重点和难点

1. 本章所介绍的内容是绘制图样的必备基本知识，应该熟练掌握。
2. 比例 = 图形长度尺寸大小 : 实物相应长度尺寸大小。比例的选择应根据机件的大小及其结构复杂程度确定，对大而简单的机件可采用缩小的比例；对小而复杂的机件则采用放大的比例。
3. 图线分为粗、细两种，细线的宽度约为粗线 $1/3$ 。各种线型的用途不同。画图时粗实线、虚线、点划线彼此相交时应线段相交。
4. 线段连接的一般规律是：在两条已知线段之间，可以有任意条中间线段，但必须有，也只能有一条连接线段。不论是绘制平面图形，还是对其标注尺寸，都应首先对其进行分析。在画图时，根据图中尺寸，进行线段分析确定绘图步骤；在标注尺寸时，根据线段间的关系，分析需要标注的尺寸，确定标注步骤。

§ 1-1 绘图工具及仪器使用

学习绘图，首先要了解和熟悉绘图工具和用品的性能、特点、使用方法和维护保养知识。以保证绘图质量，提高绘图效率，延长它们的使用寿命。

下面就依据上述问题，对一些常用的绘图工具和用品进行分述：

一、图板

图板应用质地较软的木材制成，板面通常采用表面平坦光滑的胶合板，板的左右两边镶有平直的硬木边框，如图 1-1 所示。

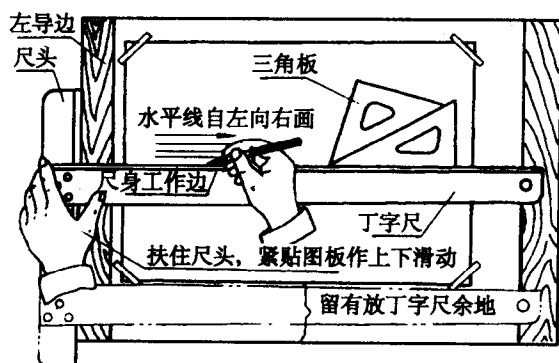


图 1-1

图板放在图桌上，板身略为倾斜——与水平面倾斜 20° 。使用时要注意保护，固定图纸要用胶带粘贴，要防止水浸，曝晒和重压。

二、丁字尺

丁字尺应用木材或有机玻璃等材料制成，其规格尺寸有 640、900、1 200mm 等数种长度，可以配合图板使用。

丁字尺由尺头和尺身组成，两者结合牢固不能松动，且尺头的内侧边应与尺身上方的工作边保持垂直。尺身上方的工作边必须保持平直光滑，如图 1-2 所示。丁字尺用毕后应挂置妥当，防止尺身变形。

丁字尺主要是绘水平线，并可与三角板配合绘垂直线及与 15° 整倍数的倾斜线。使用时左手把握尺头，使它紧靠图板左侧边，然后上下推动至尺身上方的工作边对准绘线位置，按住尺身，从左向右，自上向下逐条绘出，如图 1-2 所示。

为了保持绘图的准确性，不可用尺身的下边缘绘线，也不能将丁字尺的尺头紧靠图板的右侧边，下侧边或上侧边绘线。如图 1-2 所示。

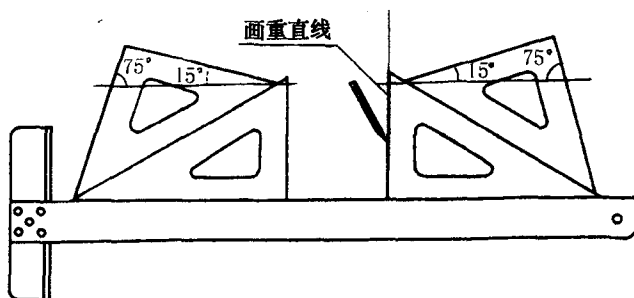


图 1-2 丁字尺三角板配合使用

三、三角板

一副三角板有 $30^\circ \times 60^\circ \times 90^\circ$ 和 $45^\circ \times 45^\circ \times 90^\circ$ 两块。

三角板与丁字尺配合使用，可绘垂直线及 15° 角成整倍角的斜线，如图 1-2 所示。绘垂直线时将三角板的一直角边紧靠待绘线的右边，另一直角边紧靠丁字尺工作边，然后左手按住尺身和三角板，右手持笔自上而下绘线。同时还可相互配合对圆周进行四、六、八、十二等分。

四、比例尺

比例是图形的大小与实际物体的大小之比，称为图样的比例。

根据实际需要和图纸的大小，可采用比例尺将物体按比例缩小或放大绘成图样。常见的比例尺有做成三棱柱状的称三棱尺，如图 1-3b 所示。三棱尺上有六种刻度分别表示为： $1:100$ ， $1:200$ ， $1:300$ ， $1:400$ ， $1:500$ ， $1:600$ 等六种比例。也有比例尺是直尺形状的，称为比例直尺，如图 1-3b 所示。比例尺上的数字以 m 为单位。

采用比例尺直接量度尺寸，尺寸比例应与图样上的比例相同，这时，其尺寸不用通过计算，便可直接读出，如图 1-3 所示。若需要采用更多种比例时，其读数可用换算方法进行求得。如 $1:500$ 的刻度可用于 $1:5$ ， $1:50$ 和 $1:5\,000$ 的比例使用。如图 1-3b 所示，例如已知图形比例是 $1:500$ ，如图示比例尺上 $1:500$ 的刻度去量取。同可直接读得线段的长度为 33m，即 33 000mm。如果比例改为 $1:2$ 时，读数应为 $13.2 \times 2/200 = 0.132$ (m)；比例改为 $1:20$ 时，应为 $13.2 \times 20/200 = 1.32$ (m)；比例改为 $1:2\,000$ 时，则 $13.2 \times 2\,000/200 = 132$ (m)。

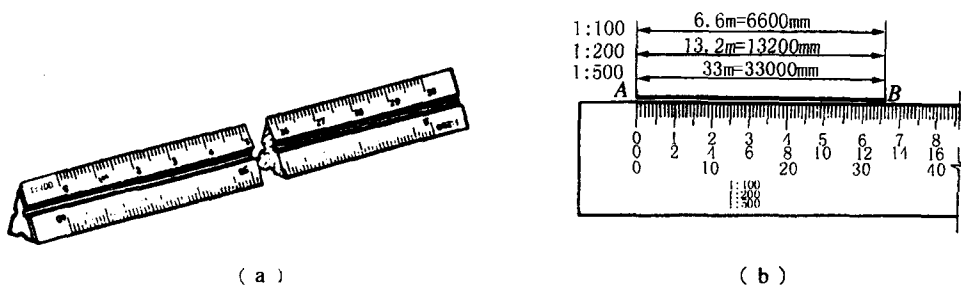


图 1-3 比例尺及其用法

比例尺只用来用量取尺寸，不可用来绘线。尺的棱边应保持平直，以免影响使用。

五、分规及圆规

分规主要用来试等分线段、移置线段和量取尺寸，如图 1-4。

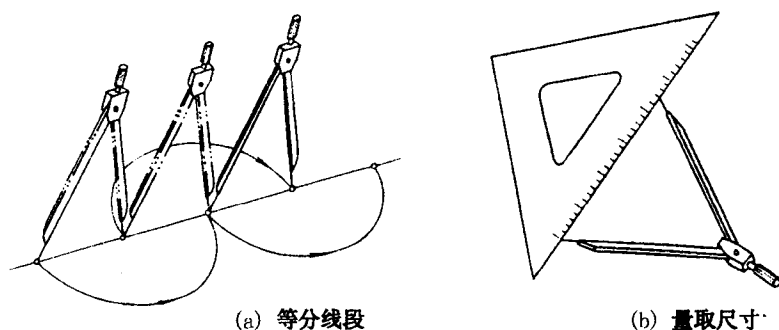


图 1-4 分规用法

圆规用于画圆和圆弧，也可配以钢针插脚作为分规使用。它的固定腿上装有钢针，钢针的两端形状不同，带有台阶的一端用于画圆和圆弧，使用时将针头全部扎入图板，台阶接触纸面，如图 1-5。具有肘关节的腿用来插铅笔或直线笔的插腿。

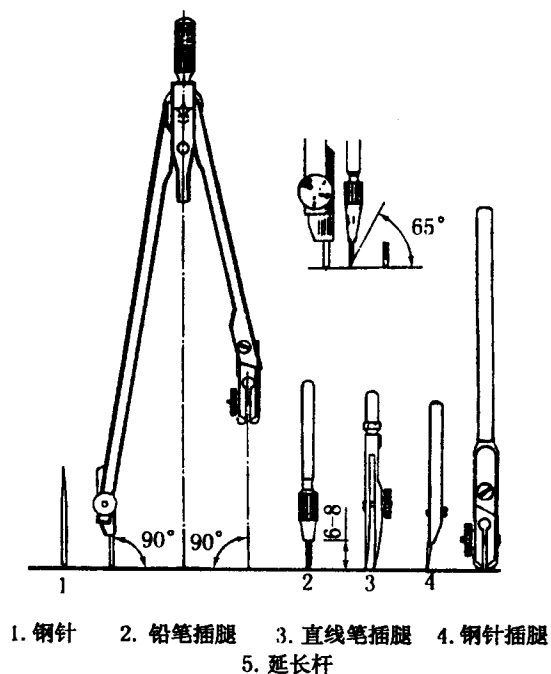


图 1-5 分规用法

画图时要弯曲肘关节并调整针尖方向，使它们分别垂直于纸面（图 1-6）。画大圆时要加延长杆，如图 1-7。

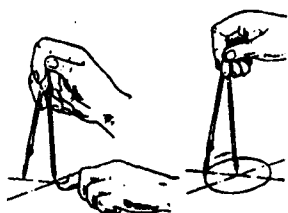


图 1-6 圆规的使用方法

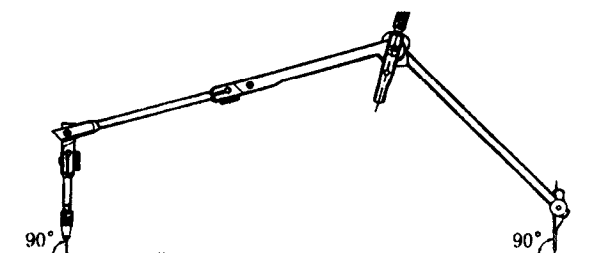


图 1-7 画大圆的方法

六、绘图笔

绘图笔用来描墨线图。它可以吸储碳素墨汁，目前有粗度为 0.1、0.2、0.3、……、1.2mm 等 12 种规格。



图 1-8 带有吸水、储水结构的墨线笔

七、铅笔

铅笔有木铅笔，如图 1-9a 和活动铅笔（图 1-9b、c）两种。活动铅笔笔身用金属或塑料制成，有两种不同的型号。一种为笔尖装有金属套管，每支笔只有一个口径如：0.3、0.5、0.7、0.9mm，如图 1-9b 所示。另一种笔尖装有颚式咬紧装置可以更换各种不同硬度的铅芯，如图 1-9c 所示。

铅芯有各种不同的硬度，用标号 B 或 H 表示，标号 B、2B、……、6B 表示软铅笔，数字愈大表示铅芯愈软；标号 H、2H、……、6H 表示硬铅芯，数字愈大表示铅芯愈硬；标号 HB 表示不软不硬。绘底稿时一般用 HB 或 H。徒手绘图时，可用 HB 或 B。加深粗实线一般用 B 或 2B。

使用铅笔，削木铅笔时，铅芯露出 6~8mm。根据需要，绘细线和写字时，铅笔一

般削成锥状；绘粗实线时，可削成锥状，也可削成四棱柱（扁铲）状，如图 1-9d 所示。绘线时，笔身前后方向应与纸面垂直，而向绘线方向倾斜约 30° ，如图 1-9e 所示；这时从正面看，笔身倾斜约 60° ，同时，绘图用力要均匀。绘长线时，要一边绘一边旋转铅笔，使线条始终保持一致。

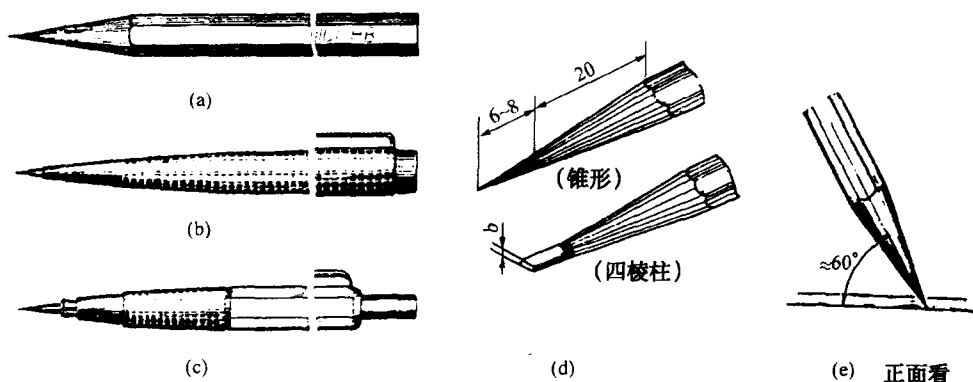


图 1-9 铅笔及其用法

八、曲线板

曲线板是用来画非圆曲线的工具。其内、外轮廓由多段不同曲率半径的曲线组成。当找到曲线上的一系列点后，选用曲线板上一段与连续四个点贴合最好的轮廓，画线时只连前三点，然后再连续贴合后面未连线的四个点，仍然连前三点，这样中间有一段前后重复贴合两次，依次作下去即可连出光滑曲线，如图 1-10。

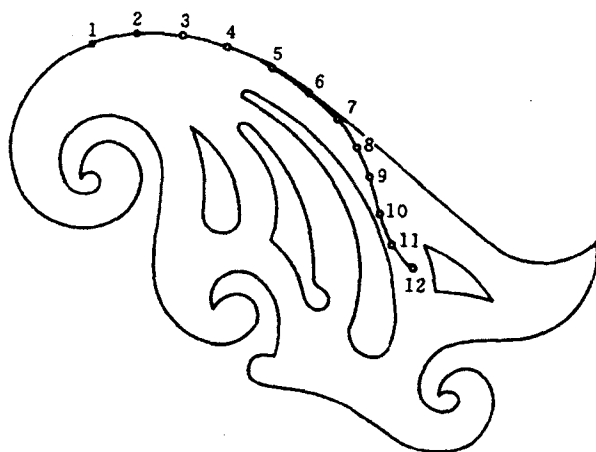


图 1-10 曲线板的用法

九、多功能模板、量角器等其它绘图工具

画图的模板种类很多，使用它们可以大大提高绘图速度，如 1-11 的模板可用于画小圆、符号、小圆角，也可用擦去图中多余图线，又称擦图片。

此外，还须有量角器、小刀、磨铅笔砂布（纸）、橡皮、胶带纸及毛刷等工具，如图 1-11。

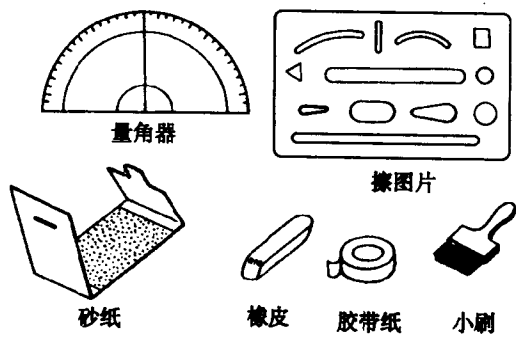


图 1-11 其它绘图工具

十、测量工具简介

测量零件各部分尺寸并徒手绘制零件草图，是工程技术人员的经常性工作，也是根据实际零件绘制零件工作图的前期工作。这项工作往往要在现场进行，条件较差。为了提高效率节省时间，零件上的全部尺寸应在按目测比例画好零件草图后集中测量。在测量具体尺寸时还应根据各个尺寸要求的精确程度选用不同的测量工具。

量具可分为：普通量具，如直尺，内、外卡钳；精密量具：如精确到 1/100mm 的游标卡尺、精确到 1/1 000mm 的千分尺等，如图 1-12。

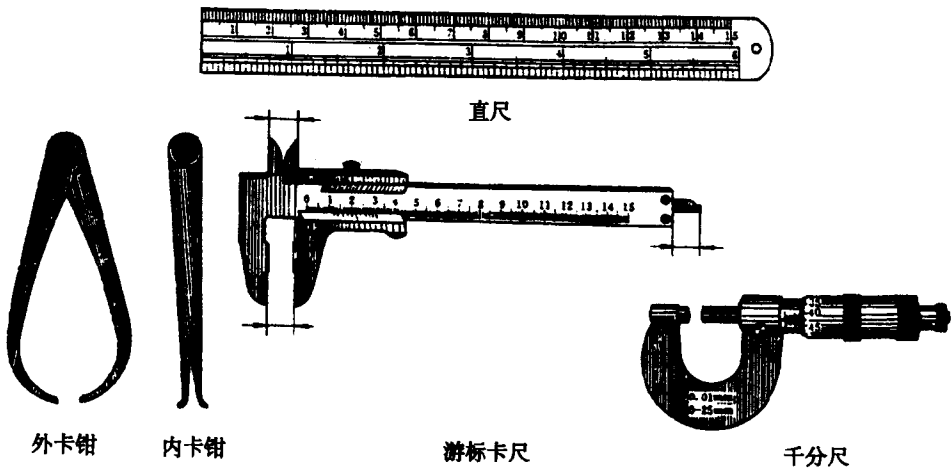


图 1-12 测量工具