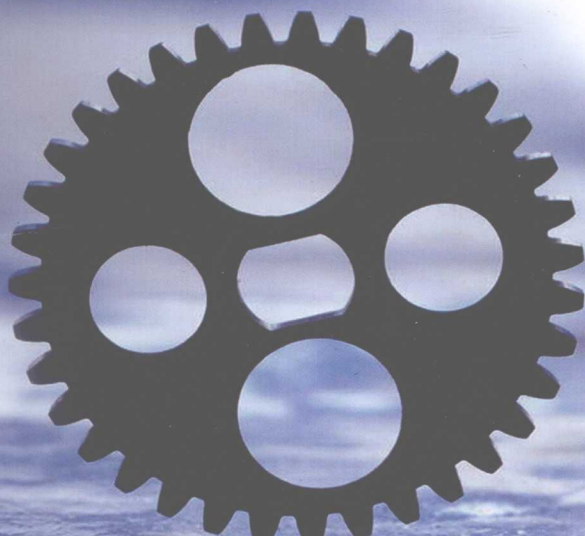




21 世纪高等教育规划教材



机 械 制 图

J I X I E Z H I T U

主 编 任卫东

副主编 齐麦顺 胡春宝 贾明久

主 审 王会波

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21 世纪高等教育规划教材

机械制图

主 编 任卫东

副主编 齐麦顺 胡春宝 贾明久

主 审 王会波

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书系参照中华人民共和国教育部审定的《高等工业学校工程制图教学基本要求》编写而成。参考学时 50 ~ 70 学时。

本书内容包括:制图的基本知识、投影基础、立体的投影、平面与立体及立体与立体的相交、组合体视图及尺寸注法、轴测图、机件的常用表达方法、零件图、装配图及计算机绘图基础和附录。与本书配套的由任卫东主编的《机械制图习题集》同时出版,供选用。

本书可作为高等工业学校工科类各专业工程制图教材,也可供相关专业工程技术人员参考用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图/任卫东主编. —北京:北京理工大学出版社, 2008. 8
ISBN 978-7-5640-1698-2

I. 机… II. 任… III. 机械制图-高等学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 115734 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68459850(传真) 68912824(发行部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 河北省昌黎县第一印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米

印 张 / 14.25

字 数 / 340 千字

版 次 / 2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 印刷

印 数 / 1 ~ 3000 册

定 价 / 25.00 元

责任校对 / 申玉琴

责任印制 / 李绍英

图书出现印装质量问题,本社负责调换

【前言】

本书系根据中华人民共和国教育部审定的《高等工业学校工程制图教学基本要求》，参照最新发布的技术制图及机械制图国家标准，总结多年教学经验并参考部分国内优秀教材编写而成。为适应新世纪对人才培养的需要，本书立足于培养学生的空间想象力、形象思维和表达创新设计思想的能力，训练学生徒手绘图、仪器绘图和计算机绘图的基本技能。

在本书编写过程中，充分注意到教材的科学性、系统性和教学性，精选内容、优化结构，在满足实际应用的前提下，适当增加画法几何中线面相对位置关系作图内容，相应增加了计算机绘图软件应用内容。本教材按点、线、面投影、组合体、图样画法到零件图、装配图的顺序组织教材。注重理论联系实际，坚持少而精。在对计算机绘图内容上，采用 Autodesk 公司的 AutoCAD 软件。

本书结构紧凑，逻辑严谨，概念明确。内容由浅入深，语言叙述简明易懂，插图清晰。书中附录供读者查阅有关标准，便于组织教学和自学。

本书适合用作机电专业教科书，可用作其他专业工程制图教科书，也可用作相关专业工程技术人员参考用书。与本书配套的由任卫东主编的《机械制图习题集》同时出版，供选用。

本书由任卫东主编，齐麦顺、胡春宝、贾明久任副主编，王会波教授担任主审。

由于水平有限，书中疏漏和不当之处，敬请有关专家和广大师生批评指正。

编 者

【目录】

第一章 制图的基本知识.....	1
第一节 机械制图国家标准简介.....	1
第二节 常用手工绘图工具及使用方法简介.....	9
第三节 几何作图	10
第四节 平面图形的分析与作图步骤	12
第二章 投影基础	15
第一节 投影法基本知识	15
第二节 几何元素的投影	16
第三章 立体的投影	25
第一节 立体的三视图及投影规律	25
第二节 基本几何体的三视图	28
第四章 平面与立体和立体与立体相交	30
第一节 平面与立体表面的交线	30
第二节 两回转体的表面相交	38
第三节 多个立体相交相贯线的画法	44
第五章 组合体的视图及尺寸注法	46
第一节 组合体的视图	46
第二节 组合体的尺寸注法	50
第三节 看组合体视图的方法	54
第六章 轴测投影图	58
第一节 轴测投影的基本知识	58
第二节 正等轴测图的画法	59
第三节 斜二测图的画法	64
第七章 机件的常用表达方法	66
第一节 表达机件外形的方法——视图	66
第二节 剖视图	69
第三节 断面图	77
第四节 习惯画法和简化画法	80
第八章 零件图	84
第一节 零件图的内容	84
第二节 典型零件的视图与尺寸	84
第三节 零件上的常见结构	88
第四节 零件的加工精度及其注法	99

第五节	零件的测绘	112
第六节	看零件图的方法	115
第九章	装配图	117
第一节	装配图的作用和内容	117
第二节	装配图的规定画法和特殊画法	119
第三节	装配图的尺寸标注	121
第四节	装配图中的零件序号、明细栏和标题栏	122
第五节	常见的装配工艺结构	123
第六节	画装配图的方法和步骤	132
第七节	读装配图	137
第十章	计算机绘图基础	144
第一节	计算机绘图概述	144
第二节	AutoCAD 简介	145
第三节	AutoCAD 二维绘图命令	150
第四节	AutoCAD 辅助绘图功能	156
第五节	AutoCAD 二维编辑修改命令	160
第六节	AutoCAD 尺寸标注与块操作	167
第七节	AutoCAD 三维造型	175
第八节	AutoCAD 绘图举例	181
附录		192
参考文献		221

第一章

制图的基本知识

图样是现代机器制造过程中重要的技术文件之一，是工程界的技术语言。设计师通过图样设计新产品，工艺师依据图样制造新产品。此外，图样还广泛应用于技术交流。

在各个工业部门，为了科学地进行生产和管理，对图样的各个方面，如图幅的安排、尺寸注法、图纸大小、图线粗细等，都需要有统一的规定，这些规定称为制图标准。

本章先介绍由国家标准局颁布的机械制图国家标准（简称国标），然后介绍绘图工具的使用、几何作图和平面图形尺寸分析等有关的制图基本知识。

第一节 机械制图国家标准简介

一、图纸幅面和格式（GB/T 14689—1993）

“GB/T 14689—1993”是国家标准《技术制图 图纸幅面及格式》的代号，“GB/T”表示推荐性国家标准，是 GUOJIA BIAOZHUN（国家标准）和 TUIJIAN（推荐）的缩写，如果“GB”后没有“/T”表示强制性国家标准，“14689”是该标准的编号，“93”表示该标准是1993年发布的。“国家标准”简称“国标”。

1. 图纸幅面

绘制图样时，应优先采用表1-1所规定的基本幅面，必要时，也允许选用国家标准所规定的加长幅面。这些幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

表 1-1 图纸幅面代号和尺寸

mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

对于 A0、A2、A4 幅面长边的加长量应按 A0 幅面的 1/8 的倍数增加；对于 A1、A3 幅面的加长量应按 A0 幅面短边的 1/4 的倍数增加。

2. 图框格式

每张图样均需有粗实线绘制的图框。

要装订的图样，应留装订边，其图框格式如图 1-1 所示。不需要装订的图样其图框格式如图 1-2 所示。但同一产品的图样只能采用同一种格式，图样必须画在图框之内。

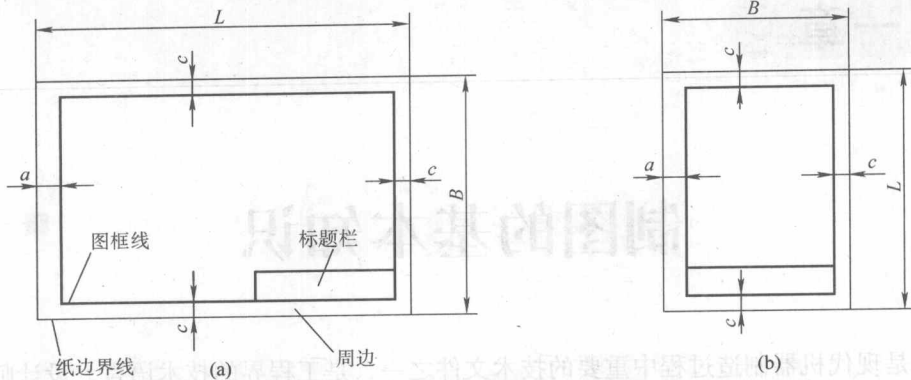


图 1-1 需要装订图样的图框格式

(a) X 型图纸; (b) Y 型图纸

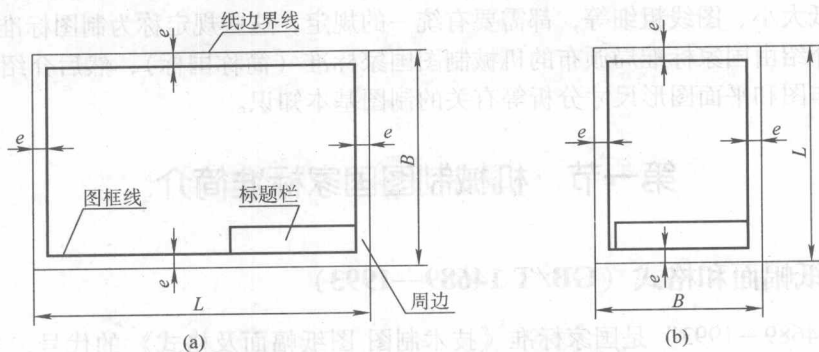


图 1-2 不需要装订图样的图框格式

(a) X 型图纸; (b) Y 型图纸

3. 标题栏及其方位

每张技术图样中均应画出标题栏。标题栏的格式和尺寸按 GB 10609.1—1989 的规定。本教材将标题栏作了简化如图 1-3 所示, 建议在作业中采用。

(图名)				比例		4×8=32
				共 张	第 张	
制图			(校名) (班级)	(图号)		
审核						
15	25	25				
140						
				15	15	

图 1-3 简化的标题栏

标题栏一般应位于图纸的右下角, 如图 1-1 和图 1-2 所示。当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时, 则构成 X 型图纸, 如图 1-1 (a) 和图 1-2 (a) 所示。当标题栏的长边与图纸的长边垂直时, 则构成 Y 型图纸, 如图 1-1 (b) 和图 1-2 (b) 所示。在此情况下, 看图的方向与看标题栏的方向一致, 即标题栏中的文字方向为看图方向。

此外,标题栏的线型、字体(签字除外)和年、月、日的填写格式均应符合相应国家标准的规定。

二、比例(GB/T 14690—1993)

绘制图样时所采用的比例,是图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比。简单地说,图样上所画图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称作比例。比值为1的比例,即1:1,称为原值比例;比值大于1的比例,如2:1等,称为放大比例;比值小于1的比例,如1:2等,称为缩小比例。

绘制图样时,应尽可能按机件的实际大小画出,以方便看图,如果机件太大或太小,则可用表1-2中所规定的第一系列中选取适当的比例,必要时也允许选取表1-3第二系列的比例。

表1-2 第一系列比例

种 类	比 例
原值比例	1:1
放大比例	2:1, 5:1, $1 \times 10^n:1$, $2 \times 10^n:1$, $5 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2, 1:5, $1:1 \times 10^n$, $1:2 \times 10^n$, $1:5 \times 10^n$

表1-3 第二系列比例

种 类	比 例
放大比例	$2.5:1$, $4:1$, $2.5 \times 10^n:1$, $4 \times 10^n:1$
缩小比例	$1:1.5$, $1:2.5$, $1:3$, $1:4$, $1:6$, $1:1.5 \times 10^n$, $1:2.5 \times 10^n$, $1:3 \times 10^n$, $1:4 \times 10^n$, $1:6 \times 10^n$

绘制同一机件的各个视图时应尽量采用相同的比例,当某个视图需要采用不同比例时,必须另行标注。

比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。必要时,可在视图名称的下方或右侧标注比例。

三、字体(GB/T 14691—1993)

国家标准《技术制图》字体GB/T 14691—1993中,规定了汉字、字母和数字的结构形式。书写字体的基本要求是:

(1) 图样中书写的汉字、数字、字母必须做到:字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。

(2) 字体的大小以号数表示,字体的号数就是字体的高度(单位为mm),字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为:1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。用作指数、分数、注脚和尺寸偏差数值,一般采用小一号字体。

(3) 汉字应写成长仿宋体字,并应采用中华人民共和国国务院正式推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。长仿宋体字的书写要领是:横平竖直、注意起落、结构均匀、填

满方格。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm ，其字宽一般为 $h\sqrt{2}$ 。

(4) 字母和数字分为 A 型和 B 型。字体的笔画宽度用 d 表示。A 型字体的笔画宽度 $d = h/14$ ，B 型字体的笔画宽度 $d = h/10$ 。字母和数字可写成斜体和直体。

(5) 斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 。绘图时，一般用 B 型斜体字。在同一图样上，只允许选用一种字体。

图 1-4、图 1-5 所示的是图样上常见字体的书写示例。

字体端正笔划清楚
排列整齐间隔均匀

图 1-4 长仿宋字

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

I II III IV V VI VII VIII IX X

图 1-5 数字书写示例

四、图线 (GB 4457.4—1984)

绘制技术图样时，应遵循国标《技术制图 图线》的规定。

所有图线的图线宽度 b 应按图样的类型和尺寸大小在下列系数中选择：

0.13 mm；0.18 mm；0.25 mm；0.35 mm；0.5 mm；0.7 mm；1 mm；1.4 mm；2 mm。

粗线、中粗线和细线的宽度比率为 4:2:1。

基本图线适用于各种技术图样。表 1-4 列出的是机械制图的图线型式及应用说明。图 1-6 所示为常用图线应用举例。

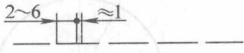
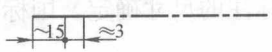
绘制图样时，应注意：

(1) 同一图样中，同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长短间隔应各自大致相等。

(2) 两条平行线之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度，其最小距离不得小于 0.7 mm。

(3) 虚线及点画线与其他图线相交时，都应以线段相交，不应在空隙或短画处相交；当虚线是粗实线的延长线时，粗实线应画到分界点，而虚线应留有空隙；当虚线圆弧和虚线直线相切时，虚线圆弧的线段应画到切点，而虚线直线需留有空隙，如图 1-7 (a) 所示。

表 1-4 图线的名称、型式、宽度及其用途

图线名称	图线型式	图线宽度	图线应用举例 (见图 1-8)
粗实线		b	可见轮廓线; 可见过渡线
虚线		约 $b/3$	不可见轮廓线; 不可见过渡线
细实线		约 $b/3$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、重合断面的轮廓线及指引线等
波浪线		约 $b/3$	断裂处的边界线等
双折线		约 $b/3$	断裂处的边界线
细点画线		约 $b/3$	轴线、对称中心线等
粗点画线		b	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线		约 $b/3$	极限位置的轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线等

注: (1) 表中虚线、细点画线、双点画线的线段长度和间隔的数值可供参考。
 (2) 粗实线的宽度应根据图形的大小和复杂程度选取, 一般取 0.7 mm。

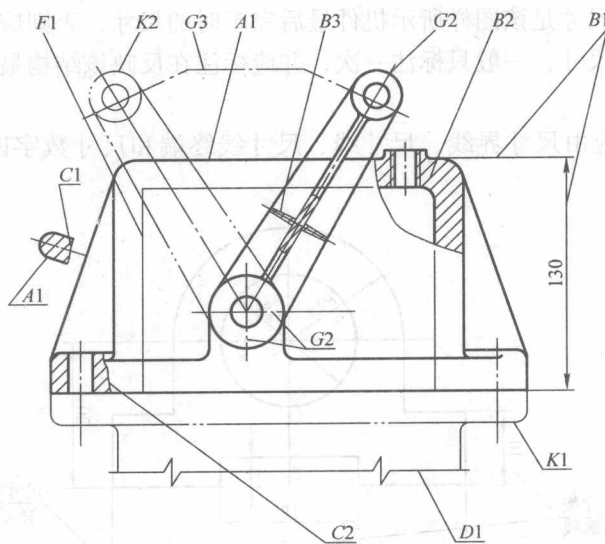


图 1-6 图线应用举例

(4) 绘制圆的对称中心线(细点画线)时, 圆心应为线段的交点。点画线和双点画线的首末两端应是线段而不是短画, 同时其两端应超出图形的轮廓线 3~5 mm。在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时, 可用细实线代替, 如图 1-7 (b) 所示。

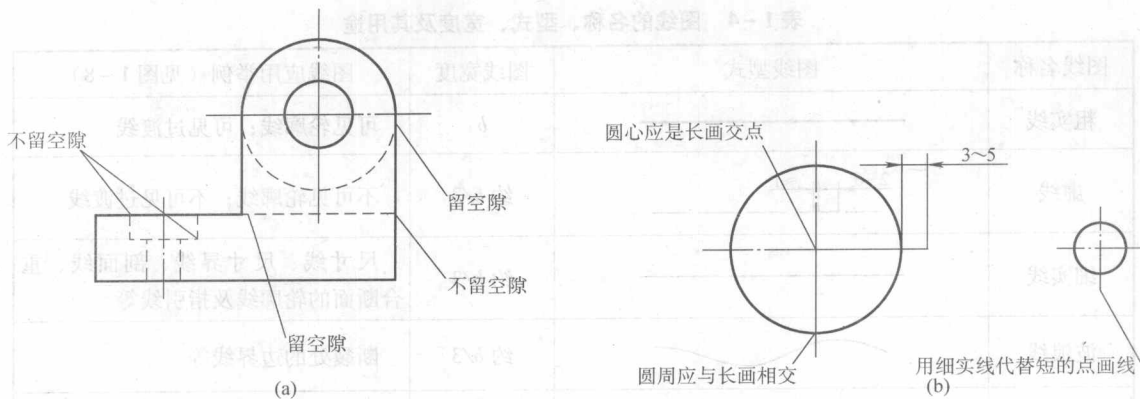


图 1-7 虚线连接处的画法

五、尺寸注法 (GB 4458.4—1984)

图形只能表达机件的形状，而机件的大小则由标注的尺寸确定。国标中对尺寸标注的基本方法作了一系列规定，必须严格遵守。

1. 基本规则

(1) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。

(2) 图样中的尺寸，以毫米为单位时，不需标注计量单位的代号或名称，如采用其他单位，则必须注明。

(3) 图样中所注尺寸是该图样所示机件最后完工时的尺寸，否则应另加说明。

(4) 机件的每一尺寸，一般只标注一次，并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸的组成

一个完整的尺寸应由尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端和尺寸数字四个要素组成，如图 1-8 所示。

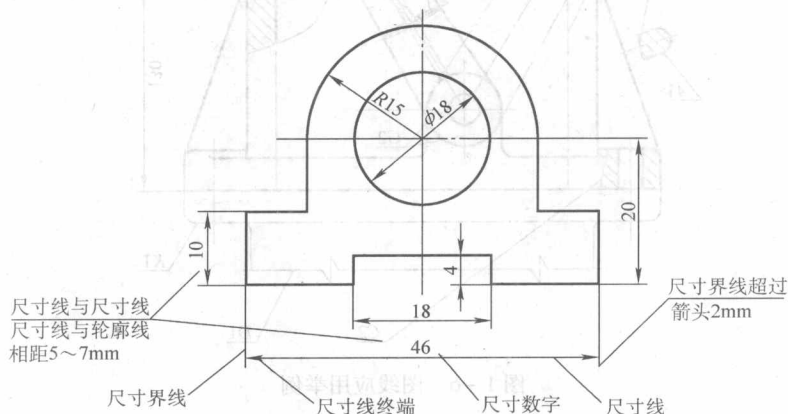


图 1-8 尺寸要素

(1) 尺寸界线。尺寸界线用细实线绘制，并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处

引出。也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直，并超出尺寸线终端 2 mm 左右。

(2) 尺寸线。尺寸线用细实线绘制。尺寸线必须单独画出，不能与图线重合或在其延长线上。

尺寸线终端有两种形式，如图 1-9 所示，箭头适用于各种类型的图样，箭头尖端与尺寸界线接触，不得超出也不得离开。

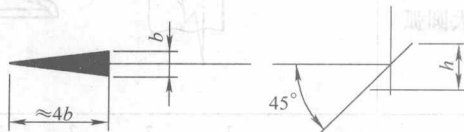


图 1-9 尺寸线终端

斜线用细实线绘制，图中 h 为字体高度。当尺寸线终端采用斜线形式时，尺寸线与尺寸界线必须相互垂直，并且同一图样中只能采用一种尺寸线终端形式。

(3) 尺寸数字。线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方，也允许注写在尺寸线的中断处，同一图样内大小一致，位置不够可引出标注。尺寸数字不可被任何图线所通过，否则必须把图线断开，见图 1-8 中的尺寸 $R15$ 和 $\phi 18$ 。国标还规定了一些注写在尺寸数字周围的标注尺寸的符号，用以区分不同类型的尺寸：

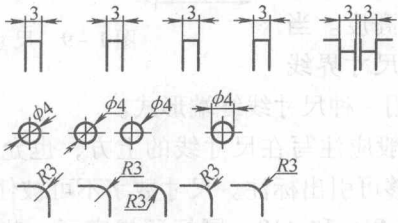
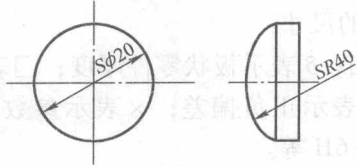
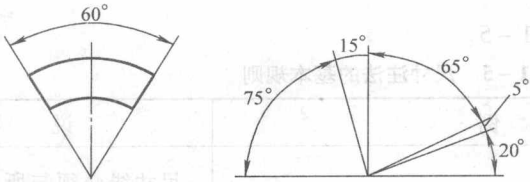
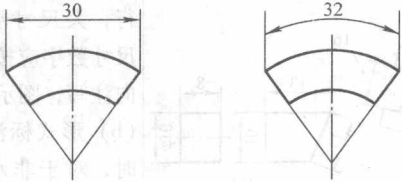
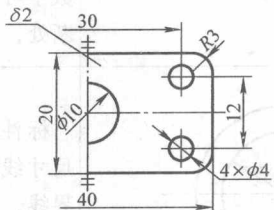
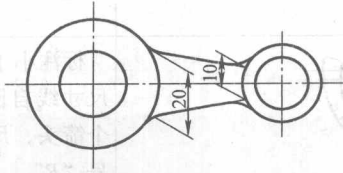
ϕ 表示直径； R 表示半径； S 表示球面； δ 表示板状零件厚度； $\square$ 表示正方形； $\angle$ （或 $\triangleright$ ）表示锥度； $\searrow$ （或 $\swarrow$ ）表示斜度； $\pm$ 表示正负偏差； $\times$ 表示参数分隔符；如 $M10 \times 1$ 等；—表示连字符，如 $4-\phi 10$ ， $M10 \times 1-6H$ 等。

3. 尺寸注法

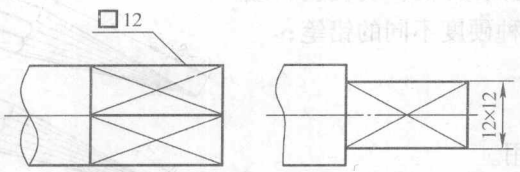
尺寸注法的基本规则，参见表 1-5。

表 1-5 尺寸注法的基本规则

标注内容	示 例	说 明
线性尺寸		尺寸线必须与所标注的线段平行，大尺寸要注在小尺寸外面，尺寸数字应按图 (a) 中所示的方向注写，图示 30° 范围内，应按图 (b) 形式标注。在不致引起误解时，对于非水平方向的尺寸，其数字可水平地注写在尺寸线的中断处，如图 (c)
直径尺寸		标注圆或大于半圆的圆弧时，尺寸线通过圆心，以圆周为尺寸界线，尺寸数字前加注直径符号“ϕ”
半径尺寸		标注小于或等于半圆的圆弧时，尺寸线自圆心引向圆弧，只画一个箭头，尺寸数字前加注半径符号“R”

标注内容	示 例	说 明
大圆弧		当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标注其圆心位置时,可采用折线形式,若圆心位置不需注明,则尺寸线可只画靠近箭头的一段
小尺寸		对于小尺寸在没有足够的位置画箭头或注写数字时,箭头可画在外面,或用小圆点代替两个箭头;尺寸数字也可采用旁注或引出标注
球面		标注球面的直径或半径时,应在尺寸数字前分别加注符号“Sφ”或“SR”
角度		尺寸界线应沿径向引出,尺寸线画成圆弧,圆心是角的顶点。尺寸数字一律水平书写,一般注写在尺寸线的中断处,必要时也可按左图的形式标注
弦长和弧长		标注弦长和弧长时,尺寸界线应平行于弦的垂直平分线。弧长的尺寸线为同心弧,并应在尺寸数字上方加注符号“ $\frown$ ”
只画一半或大于一半时的对称机件		尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的边界线,仅在尺寸线的一端画出箭头
板状零件		标注板状零件的尺寸时,在厚度的尺寸数字前加注符号“ δ ”
光滑过渡处的尺寸		在光滑过渡处,必须用细实线将轮廓线延长,并从它们的交点引出尺寸界线
允许尺寸界线倾斜		尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时允许倾斜

续表

标注内容	示 例	说 明
正方形结构		标注机件的剖面为正方形结构的尺寸时, 可在边长尺寸数字前加注符号“□”, 或用“12 × 12”代替“□12”。图中相交的两条细实线是平面符号(当图形不能充分表达平面时, 可用这个符号表达平面)

第二节 常用手工绘图工具及使用方法简介

正确使用绘图工具和仪器, 是保证绘图质量和绘图效率的一个重要方面。为此将手工绘图工具及其使用方法介绍如下:

一、图板、丁字尺和三角板

图板是铺贴图纸用的, 要求板面平滑光洁; 又因它的左侧边为丁字尺的导边, 所以必须平直光滑, 图纸用胶带纸固定在图板上。当图纸较小时, 应将图纸铺贴在图板靠近左上方的位置, 如图 1-10 所示。

丁字尺由尺头和尺身两部分组成。它主要用来画水平线, 其头部必须紧靠绘图板左边, 然后用丁字尺的上边画线。移动丁字尺时, 用左手推动丁字尺头沿图板上下移动, 把丁字尺调整到准确的位置, 然后压住丁字尺进行画线。画水平线是从左到右画, 铅笔前后方向应与纸面垂直, 而在画线前进方向倾斜约 30° 。

三角板分 45° 、 30° 和 60° 两块, 可配合丁字尺画铅垂线及 15° 倍角的斜线; 或用两块三角板配合画任意角度的平行线或垂直线, 如图 1-11。

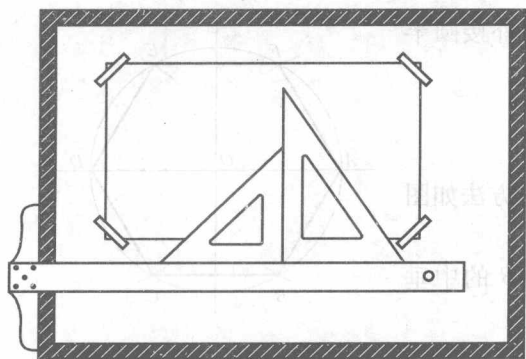


图 1-10 图纸与图板

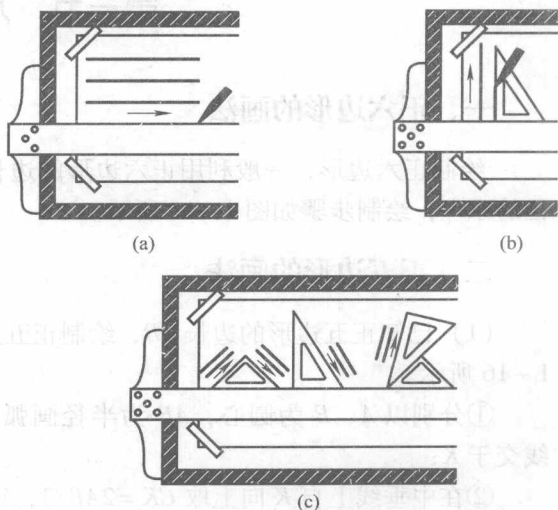


图 1-11 丁字尺和三角板的使用方法

(a) 画水平线; (b) 画垂直线; (c) 画各种角度的平行线或垂直线

二、绘图铅笔

绘图用铅笔的铅芯分别用 B 和 H 表示其软、硬程度, 绘图时根据不同使用要求, 应准备以下几种硬度不同的铅笔;

B 或 HB ——画粗实线用;

HB 或 H ——画箭头和写字用;

H 或 2H ——画各种细线和画底稿用。

其中用于画粗实线的铅笔磨成矩形, 其余的磨成圆锥形,

见图 1-12 所示。

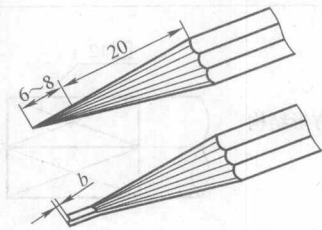


图 1-12 铅芯的形状图

三、圆规和分规

圆规用来画圆和圆弧。画图时应尽量使钢针和铅芯都垂直于纸面, 钢针的台阶与铅芯尖应平齐, 使用方法如图 1-13 所示。

分规主要用来量取线段长度或等分已知线段。分规的两个针尖应调整平齐。从比例尺上量取长度时, 针尖不要正对尺面, 应使针尖与尺面保持倾斜。用分规等分线段时, 通常要用试分法。分规的用法如图 1-14 所示。

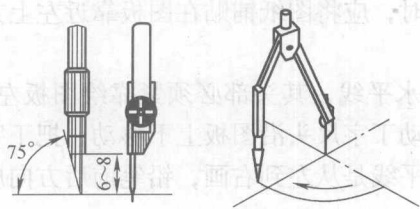


图 1-13 圆规的用法

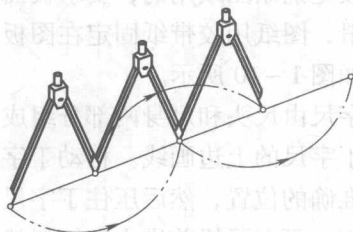


图 1-14 分规的用法

第三节 几何作图

一、正六边形的画法

绘制正六边形, 一般利用正六边形的边长等于外接圆半径的原理, 绘制步骤如图 1-15 所示。

二、正五边形的画法

(1) 已知正五边形的边长 AB , 绘制正五边形的方法如图 1-16 所示。

①分别以 A 、 B 为圆心, AB 为半径画弧, 与 AB 的中垂线交于 K ;

②在中垂线上自 K 向上取 $CK = 2AB/3$, 得到 C 点;

③以 C 点为圆心, AB 为半径画圆弧与前面所画两段圆弧相交于 D 、 E 点, 即可得到正五边形的五个顶点。

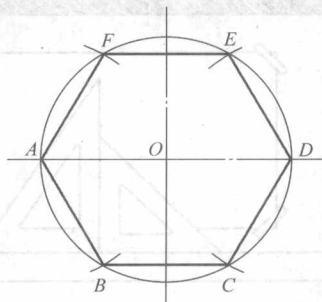


图 1-15 正六边形画法

(2) 已知外接圆直径, 绘制正五边形的方法。

- ①取半径的中点 K ;
- ②以 K 点为圆心, KA 为半径画圆弧得到 C 点;
- ③ AC 即为正五边形边长, 等分圆周得到五个顶点。

(3) 斜度与锥度

①斜度。斜度是指一直线或平面对另一直线或平面的倾斜程度。工程上用直角三角形对边与邻边的比值来表示, 并固定把比例前项化为 1 而写成 $1:n$ 的形式, 如图 1-16 所示。若已知直线段 AC 的斜度为 $1:5$, 其作图方法如图 1-17 所示。

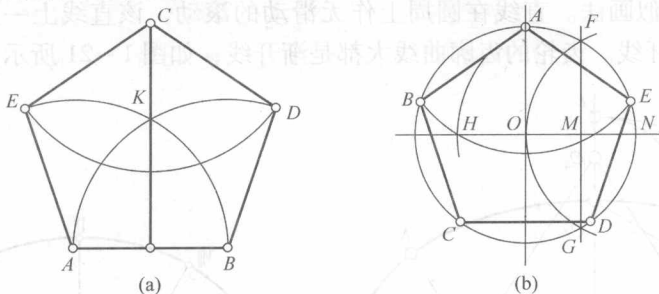


图 1-16 画正五边形

(a) 已知边长画正五边形; (b) 已知外接圆直径画正五边形



图 1-17 斜度的画法

②锥度。锥度是指圆锥的底圆直径 D 与高度 H 之比, 通常, 锥度也要写成 $1:n$ 的形式。锥度的作图方法如图 1-18 所示。

(4) 圆弧连接。圆弧与圆弧的光滑连接, 关键在于正确找出连接圆弧的圆心以及切点的位置。由初等几何知识可知: 当两圆弧以内切方式相连接时, 连接弧的圆心要用 $R - R_0$ 来确定; 当两圆弧以外切方式相连接时, 连接弧的圆心要用 $R + R_0$ 来确定。用仪器绘图时, 各种圆弧连接的画法如图 1-19 所示。

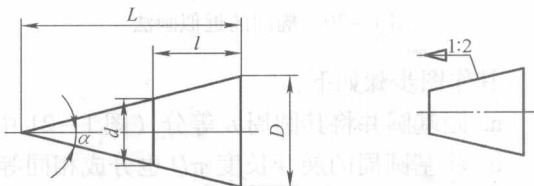


图 1-18 锥度的画法

当两圆弧以外切方式相连接时, 连接弧的圆心要用 $R + R_0$ 来确定; 当两圆弧以内切方式相连接时, 连接弧的圆心要用 $R - R_0$ 来确定。用仪器绘图时, 各种圆弧连接的画法如图 1-19 所示。

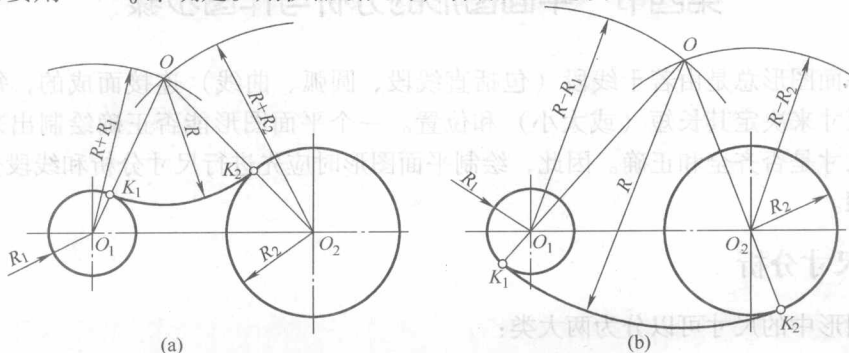


图 1-19 圆弧连接

(a) 与两圆弧外切的画法; (b) 与两圆弧内切的画法