

目 录

绪论.....	1	第三节 剖视图.....	107
第一章 制图基本知识和技能.....	8	第四节 剖视图.....	108
第一节 制图基本知识.....	3	第五节 局部放大图和简化画法.....	109
第二节 绘图工具和仪器的使用.....	10	第六节 综合应用举例.....	122
第三节 平面图形的画法.....	15	第七节 第三角投影简介.....	124
第四节 画图的方法及步骤.....	17	复习思考题.....	126
复习思考题.....	18	第八章 标准件和常用件.....	127
第二章 投影基本知识.....	19	第一节 概述.....	127
第一节 投影法.....	19	第二节 螺纹及螺纹紧固件.....	128
第二节 物体的三视图及其投影规律.....	20	第三节 键联结.....	142
复习思考题.....	24	第四节 销连接.....	144
第三章 点、直线、平面的投影.....	25	第五节 齿轮.....	146
第一节 点的投影.....	25	第六节 弹簧.....	150
第二节 直线的投影.....	27	第七节 滚动轴承.....	154
第三节 平面的投影.....	35	复习思考题.....	155
复习思考题.....	46	第九章 零件图.....	157
第四章 立体及其表面的交线.....	47	第一节 概述.....	157
第一节 几何体的投影.....	47	第二节 零件图的视图及尺寸.....	158
第二节 平面与立体相交.....	57	第三节 零件图上的技术要求.....	166
第三节 两回转立体相交.....	71	第四件 零件图上常见工艺结构及工艺简 介.....	181
复习思考题.....	77	第五节 零件图的读图方法.....	184
第五章 组合体的投影.....	78	第六节 零件测绘.....	188
第一节 概述.....	78	复习思考题.....	193
第二节 画组合体视图的方法和步骤.....	79	第十章 装配图.....	194
第三节 组合体的读图方法.....	84	第一节 装配图的作用和内容.....	194
第四节 基本几何体和组合体的尺寸注法	88	第二节 装配图的表达方法.....	195
复习思考题.....	95	第三节 装配图的尺寸注法.....	198
第六章 轴测投影.....	96	第四节 装配图上的零件序号和明细表.....	199
第一节 轴测投影的基本知识.....	96	第五节 装配结构简介.....	210
第二节 正等轴测图.....	97	第六节 由零件图拼画装配图.....	201
第三节 斜二轴测图.....	101	第七节 读装配图及由装配图拆画零件图	404
复习思考题.....	103	复习思考题.....	206
第七章 机件的各种表达方法.....	104	第十一章 房屋建筑图.....	207
第一节 基本视图及其配置.....	104	第一节 概述.....	207
第二节 局部视图、斜视图和旋转视图.....	105		

第二节 建筑施工图	210
第三节 结构施工图	214
复习思考题	218
第十二章 电气图	219
第一节 电气图的形式、种类及其用途	219
第二节 电气图的常用图形符号	221
第三节 电气图中的项目代号和文字符号	224
第四节 电气图的识读	225
复习思考题	232
第十三章 展开图	233
第一节 展开图的基本知识	233
第二节 平面立体的表面展开	238
第三节 可展曲面的展开	240
第四节 不可展曲面的近似展开	241

第五节 综合练习举例	243
复习思考题	245
第十四章 焊接结构图	246
第一节 焊缝图示方法及其符号标注	246
第二节 焊接图举例	263
复习思考题	263
第十五章 计算机绘图	255
第一节 绘图机简介	255
第二节 计算机绘图系统及插补原理	256
第三节 基本图形的编程知识	259
第四节 交互式图形系统	262
复习思考题	263
附录	264
参考文献	304
习题	345

绪 论

工程图学是研究工程图样的一门科学。是研究在平面上用二维图形表达三维空间的工程设施、机械设备的作图原理及作图方法的一门学科。在现代工业生产中,无论是设计制造机床、拖拉机、车辆、船舶、飞机、化工设备、各种电器设备、电子、电机、土木建筑等都离不开图样。一切设备都是由零件和部件装配而成,而这些零部件均是根据零件图制造出零件后按装配图组装而成。可见,图样是工业生产中的重要技术文件,是进行技术交流的重要工具,是工程界的语言。

工程图学是随着生产力的发展而逐步建立和完善的。18世纪欧洲工业革命,科学技术在一些国家迅速发展,法国数学家加斯帕·蒙日(Gaspard Mongi 1746~1818),于1795年首次发表了《画法几何》,使之成为几何学的一个独立分支,为今天的工程图学奠定了理论基础。画法几何的原理及作图方法至今仍在工程技术部门广泛应用。

工程制图主要是应用投影原理来研究表达机器的部件或零件、电器线路、房屋建筑等的图示方法。一张生产图样它不仅表达出物体的形状和大小,还要标注各种技术要求,牵涉的知识面较宽,在本书中某些技术要求的内容只能作适当介绍,余者有待后续课程的学习及今后工作中去进一步掌握。

本课程是高等工程专科学校及成人高等工程专业培养高级应用型人才的一门必修课程。通过本课程的学习,培养学生画图、读图能力和空间想象能力。对非机械类少学时工科各专业(包括成人高校工科专业)来讲,学完本课程后,应达到如下要求:

- (1) 掌握正投影法的原理及其应用,特别是用正投影原理表达空间形体的图示法。
- (2) 能正确使用绘图仪器和工具,掌握用仪器和徒手作图的方法。
- (3) 具备查阅标准零件、标准结构要素、公差配合等国家标准的初步能力。
- (4) 既能阅读和绘制较简单的零件图、装配图,又能阅读较简单的电器图、房屋建筑图。

工程制图是一门既有理论又有实践的课程。学习本课程更应坚持理论联系实际的良好学风。为此,必须坚持由物画图,以图想物的反复实践,多画,多看,绘读结合,才能巩固所学理论。

在开始学习投影理论时,可借助模型增强感性认识,但也不能长期依赖模型,否则,有碍于认识的提高及空间想象力的增强。

应严格按照正确的绘图方法和步骤进行画图的训练,在画图过程中培养耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。在画图过程中,逐步熟悉并严格遵守国家标准。

我们的祖先在工程制图方面积累了丰富的宝贵经验,有过杰出的创造和伟大的成就。在四千多年前,殷商时代的陶器、骨板、铜器上的花纹,表明已掌握画几何图形的技巧,已有简单的绘图工具,三千多年前的春秋时代,我国创造了规矩、绳墨、悬垂等绘图工具;北宋时期李诫(公元1035~1110年),整理全国工匠经验所编的有关建筑规范的《营造法式》一书中的插图,采用了正投影和轴测图的方法。我国对正投影的采用,要比画法几何早7个世纪;

对轴测图的采用要比欧洲早 6 个世纪。但由于我国长期受封建统治,科学技术在旧中国没有太大的发展。

解放后,党和国家对科学技术高度重视,尤其是近十余年来,随着建设和科学技术的发展,对工程图学的研究和应用在各技术领域均取得了显著的成就。结合我国实际参照国际标准国家标准局于 1984 年修订和颁布了中华人民共和国国家标准《机械制图》,后陆续颁布了一些新的国家标准,从 1984 年起在我国召开了多次工程图和计算机绘图技术国际会议。这些都说明了我国在工程图这一门学科领域里的学术水平得到了迅速提高。

作为一名未来的科学工作者或工程技术人员必须努力学习,为祖国争光,为我国的科学技术发展而贡献一切。

第一章 制图基本知识和技能

第一节 制图基本知识

图样是工程界的共同语言，是设计和制造过程中的重要资料。为了便于组织生产和进行技术交流，我国国家标准《机械制图》对图样画法，尺寸注法及所用代号都作了统一规定。本节主要介绍图纸幅面及格式、比例、字体、图线、尺寸注法等国家标准的部分内容。

一、图纸幅面及标题栏

《机械制图 图纸幅面及格式》GB4457.1—84^①，对图纸幅面与格式作了规定。图纸幅面分A0、A1、A2、A3、A4、A5共六种，图纸幅面尺寸如表1-1所示。

表 1-1 图纸幅面尺寸

表 1-1 图框幅面尺寸						(mm)
幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4	A5
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297	148×210
a	25					
c	10			5		
e	20		10			

绘制图样时，应优先采用表中规定的幅面尺寸，必要时可以沿长边加长，对于A0、A2、A4幅面的加长量应按A0幅面长边的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；对于A0及A1的幅面加长量也允许同时加长两边。

需要装订的图样，其图框格式如图1-1所示。一般采用A4幅面竖装或A3幅面横装。不留

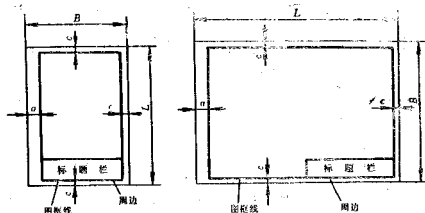


图 1-1 图框格式

① GB为国标二字汉语拼音的第一个字母，4457.1为该标准的编号，84为该标准的发布年份。

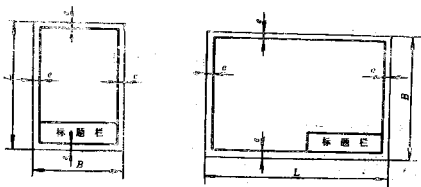


图 1-2 图框格式

装订边的图样，其图框格式如图 1-2 所示。其框线用粗实线绘制。

标题栏的位置一般按图 1-1 和图 1-2 的位置配置。必要时也可按图 1-3 所示方式配置。标题栏中的文字方向为看图的方向。

国标对标题栏的格式未作统一规定，学校的制图作业建议采用图 1-4 的格式。

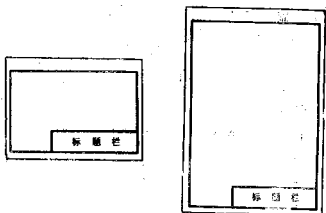


图 1-3 标题栏的配置方式

8 × 31 (40)	序号	名 称	件数	材 料	备 注
	制图	日期	比例	(图 号)	共 张 第 张
			件数		
	审核	重量	(注 意)		
	12	40	65		
130					

图 1-4 标题栏的格式和尺寸

二、比例

《机械制图 比例》(GB4457.2—84)规定，图样上的比例是指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。一般应采用表 1-2 中规定的比例。

表 1-2 绘图的比例

与实物相同	1:1						
缩小的比例	1:1.5 1:1.5×10 ⁿ	1:2	1:2.5 1:2.5×10 ⁿ	1:3	1:4 1:2.5×10 ⁿ	1:5	1:10 ⁿ 1:5×10 ⁿ
放大的比例	2:1	2.5:1	4:1	5:1	(10×n):1		

注: n 为正整数

绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,并在标题栏的比例一栏中填写,例如1:1。当某个视图需要采用不同比例时,必须另行标注。

在绘制图样时,应尽量采用能反映机件真实大小的1:1比例画图。当不宜采用1:1画时,也可以用缩小或放大的比例画出。不论缩小或放大,在标注尺寸时必须标注机件的真实大小。图1-5表示同一机件采用不同比例所画出的图形。

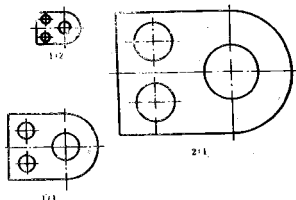


图 1-5 用不同比例画出的同一机件的图形

三、字体

《机械制图 字体》(GB4457.3—84)规定,图样中书写的字体必须做到:字体端正,笔划清楚,排列整齐,间隔均匀。汉字应写成仿宋体,并应采用国家正式公布推行的简化字。

字体的号数,即字体的高度(单位为mm),分为20、14、10、7、5、3.5、2.5七种。字体的宽度约等于字体高度的2/3,汉字字高不宜采用2.5mm。

长仿宋体的书写要领是:横平竖直、注意起落,结构匀称,填满方格。图样上常用的7号长仿宋体如图1-6所示。

中文字体采用长仿宋体 写仿宋体要领

横平竖直 注意起落 结构匀称 填满方格

图样和技术文件中书写的字必须做到

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

图 1-6 常用的长仿宋字

汉字的基本笔划为:横、竖、撇、捺、点、挑、折、勾,其笔法如表1-3所示。

汉字一般由几部分组成,为了使汉字结构匀称,书写时应适当地分配各组成部分的比例,汉字的结构如图1-7所示。

数字和字母分直体和斜体两种,一般采用斜体字,与水平线约成70°角。数字和字母的

表 1-3 汉字的基本笔法

名称	点	横	竖	撇	捺	挑	折	勾	
基本笔法及运笔法									
例	方 心	光 活	左 下 代	十 上	千 月 八 床	术 分 建 翅	均 公 技 线	凹 周 安 及	牙 子 代 买 孔 力 气 碍

变 材 章 锻 符 塑 泵 铎
人 口 日 月 二 三 图 了

图 1-7 汉字的结构

笔划粗细约为字高的1/10, 数字和字母的示例如图1-8所示。

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0	I II III IV V VI VII VIII IX X
(a) 阿拉伯数字与罗马数字	
A B C D E F G a b c d e f g	A a B b C c D d E e F f G g H h
H I J K L M N h i j k l m n	O o P p Q q R r S s T t U u V v
O P Q R S T U o p q r s t u	X x Y y Z z
W X Y Z w x y z	(c) 希腊字母
(b) 拉丁字母	

图 1-8 数字和字母的示例

用作指数、分数、注脚、极限偏差等的数字和字母, 一般采用小一号的字体书写。

如图1-9所示。

四、图线

《机械制图 图线》(GB4457.4)规定了图样中各种图线的名称, 型式及其画法, 如表1-4所示

图线分粗细两种。粗线宽度 b 应按图的大小和复杂程度, 在0.5~2mm之间选择。细线的宽度约为 $b/3$ 。在同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、点划线及双点划线的长

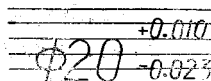
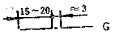
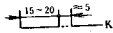


图 1-9 采用小一号数字示例

表 1-4 图线型式及应用

图线名称	型式及代号	图线宽度	图线名称	型式及代号	图线宽度
粗实线		b	虚线		约b/3
细实线		约 b/3	细点划线		约b/3
波浪线		约 b/3	粗点划线		b
双折线		约 b/3	双点划线		约b/3

度和间隔应各自大致相等。在较小的图形上绘制点划线有困难时，可用细实线代替。图线应用示例如图1-10所示。

五、尺寸注法

尺寸标注是图样的重要内容，必须认真标注。下面介绍《机械制图 尺寸注法》(GB 4458.4—84)规定的尺寸注法。

(一) 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(mm)为单位，不必标注单位的代号或名称，如采用其他单位，则必须注明。

(3) 图样中标注的尺寸为该图所示机

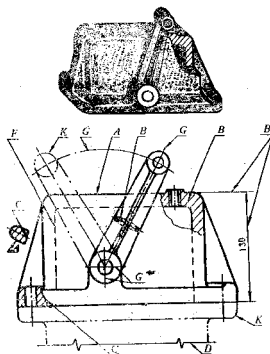


图 1-10 图线应用示例

件的最后完工尺寸，否则应另加说明。

(4) 机件的每一尺寸，一般只标注一次，并应标注在反映结构最清晰的视图上。

(二) 尺寸的组成

一个标注完整的尺寸，一般应包括尺寸数字、尺寸线、箭头和尺寸界线。尺寸的组成及箭头的画法如图1-11所示。

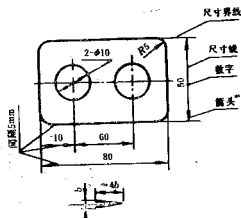


图 1-11 尺寸的组成及箭头的画法

b—粗实线的宽度

(三) 尺寸注法

国标规定的一些常用的尺寸注法如表1-5所示。

表 1-5 常用尺寸注法

标注内容	图 例	说 明
尺寸界限		尺寸界限用细实线绘制，并由图形的轮廓线、轴线、对称中心线处引出；也可利用它们作为尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直，必要时才允许倾斜。在斜向过渡处注尺寸，必须用细实线将轮廓线延长，从它们的交点处引出尺寸界限。
尺寸线		尺寸线用细实线绘制，两端应画出箭头或斜线。当尺寸线与尺寸界线相互垂直时，同一张图中，只能采用一种终端形式。标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行（间距不得小于5mm）。尺寸线不能用其他图线代替，也不得与其他图线重合或画在其延长线上。
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。数字的书写方向，并尽可能避免在图示30°范围内标注尺寸。当无法避免时可按图例所示的形式标注。
数字		对于非水平方向的尺寸，其数字可按图例所示的方法，水平地注写在尺寸线上方或中断处。在同一张图中，应尽可能采用一种方法。

(续)

标注内容	图 例	说 明
尺寸 数 字		数字不可被任何图线通过。当不可避免时，应把其他图线断开，从而保证数字处于最清晰的位置。
圆 与 圆 弧		圆弧大于半圆的圆弧，尺寸线应通过圆心，其终端应画成箭头。
圆 弧		当圆弧的半径过大或在图纸内无法标出圆心的位置时，可按图例所示的形式标注。
球 与 半 球		标注球面的直径与半径时，应在“φ”与“R”等符号前面加球面符号“S”。对于螺钉、铆钉的头部、手柄(包括键杆)的根部等，在不引起误解的情况下，可省略其球面代号“S”。

标注内容	图	说 明
小 尺 寸		当箭头或尺寸数字没足够位置标注时,箭头可放在尺寸界线外侧,或用小圆点或45°斜线代替几个连续尺寸间的箭头。尺寸数字可引出标注
角 度		标注角度尺寸时,尺寸界线应沿径向引出,尺寸线应画成圆弧。尺寸线的圆心为该角的顶点。角度的尺寸数字,一律写成水平方向,一般注写在尺寸线的中断处。必要时也可写在尺寸线上方或外边,也可以引出标注
弦 长 与 弧 长		弦长或弦长的尺寸界线应平行于该弧或该弦的垂直平分线;弧长的尺寸应平行该弧,弦长的尺寸线应垂直于尺寸界线;标注弧长尺寸时,应在该弧尺寸数字上方加注符号“$\widehat{}$”。当弧过大时,可沿径向引出

第二节 绘图工具和仪器的使用

正确使用绘图工具是提高制图质量,准确而又迅速绘制图样的前提。常用的绘图工具有图板、丁字尺、绘图仪器、三角板、比例尺、曲线板等。另外,还有铅笔、橡皮、擦图片、削笔刀等绘图用品。下面介绍几种常用绘图工具及其使用方法。

一、绘图工具、仪器、及其使用

(一) 图板、丁字尺和三角板

图板由板面和导边组成。常用的规格有0号、1号、2号。板面必须平整,用于固定图纸,左侧作为丁字尺的导边。

丁字尺由尺头和尺身组成。使用时左手扶住尺头，且紧贴图板的左导边，根据需要上下移动用来图水平线或对图纸进行定位。

三角板与丁字尺配合使用时，可画出垂直线，以及与水平方向成 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° 等角度的倾斜线。用三角板配合丁字尺作图如图1-12所示。

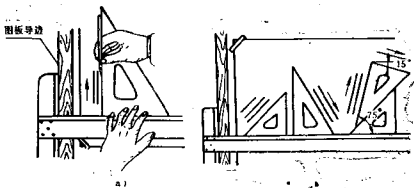


图 1-12 用三角板配合丁字尺作图

(二) 比例尺

比例尺由于形状为三棱柱体，故又称为三棱尺。在尺的三个棱面上分别刻有六种不同的比例。作图时，尺寸数值可按相应比例直接从尺上量取。比例尺如画1-13所示。

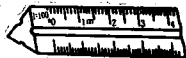


图 1-13 比例尺

(三) 圆规与分规

圆规是用来画圆或圆弧的。使用前应调好针脚，使针尖略长于铅芯，如图1-14a所示。画大圆时应使圆规两脚都垂直纸面，如图1-14b所示。

分规是用来量取线段和等分线段的。分规两脚的针尖在并拢后应能对齐，如图1-15所示。

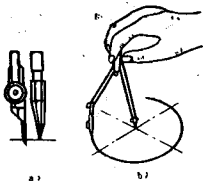


图 1-14 圆规的用法

a) 针脚应比铅芯稍长 b) 画较大圆时应使圆规两脚垂直纸面

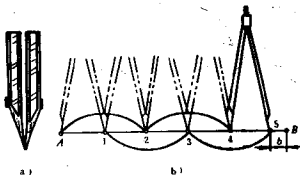


图 1-15 分规及其用法

a) 针尖对齐 b) 等分线段

(四) 曲线板

曲线板是用来画非圆曲线的, 曲线板的用法如图1-16所示。

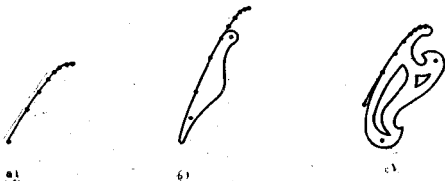


图 1-16 曲线板的用法

a) 徒手连点画曲线 b) 留最后半段待下一步画 c) 通过上一步连线时的最后两点

画图时, 应徒手轻轻用铅笔把所求曲线上各点依次大致相连(见图1-16a), 然后选择曲线板上曲率与之相吻合的线段将徒手连成的曲线光滑地画出。当用曲线板将各点逐段连成曲线时, 应注意: 每段至少要有三点与曲线板的轮廓吻合, 并留出最后两点之间的一段以待下段画出(见图1-16b), 画下段曲线时即从此两点为起始段, 见图1-16c, 依次类推, 才能使曲线光滑过渡。

(五) 直线笔

直线笔(又称鸭嘴笔)是用于上墨时画直线用的。当两舌片间的距离按线型宽度调好后, 用蘸水笔把墨汁装入两舌片之间, 装墨高度约为5~6 mm。画图时, 应使两舌片同时接触纸面, 并使直线笔杆稍向右倾斜, 不应向内或向外倾斜, 这样才能画出光滑流畅的图线。直线笔的用法如图1-17所示。

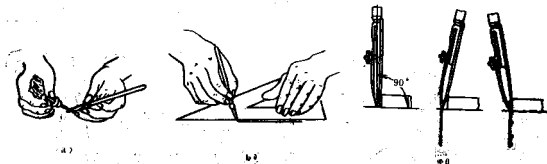


图 1-17 直线笔的用法

a) 往笔内加墨水 b) 上墨画直线 c) 直线笔不应向内、外倾斜

(六) 铅笔

铅笔是画图的主要工具。铅笔的型号很多, 其铅芯的软硬用B或H表示。B前数字愈大, 表示铅芯愈软, H前数字愈大, 表示铅芯愈硬。画细线宜用铅芯稍硬的H或2H铅笔, 画粗实线时宜用稍软的1B~2B铅笔, 写字用HB铅笔。铅笔的铅芯可磨成或削成圆锥状或楔形,

圆规用铅芯最好磨成楔形，写字用铅笔应削成圆锥状。铅笔的削法如图1-18所示。

(四) 其他绘图工具

除上述工具外，还有擦图片、小刷、橡皮胶带纸、量角器、削铅笔刀等，如图1-19所示

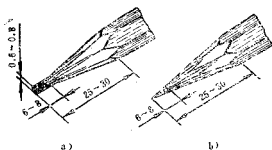


图 1-18 铅笔的削法

a) 楔形

b) 锥形

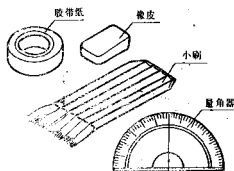


图 1-19 其他绘图工具

二、几何作图

机械图样中的各种图形基本上是由直线、圆、圆弧和其他一些非圆曲线组合而成。这些平面图形的画法属于绘制机械图样必须掌握的基本技能。

(一) 正多边形

以直线 ON 的中点 M 为圆心， MA 为半径作弧，交水平直径于 H ，以 AH 为边长，即可作出圆内接正五边形，其画法如图1-20所示。用 60° 三角板配合丁字尺作平行线，画出四条边，再以丁字尺作上、下水平边，即得圆内接正六边形。正六边形画法如图1-21所示。

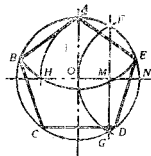


图 1-20 正五边形

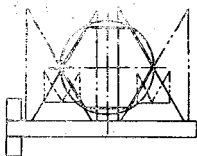


图 1-21 正六边形

n 等分圆垂直直径 AN (图中 $n=7$)，以 A 为圆心， AN 为半径作弧，交水平中心线于点 M ，延长连线 $M2$ 、 $M4$ 、 $M6$ ，与圆周交得点 B 、 C 、 D ，再作出它们的对称点，即可作出圆内接正 n 边形。正 n 边形画法如图1-22所示。

(二) 斜度与锥度

斜度是指一直线或平面对另一直线或平面的倾斜程度。其大小用夹角的正切函数率表示，在图样

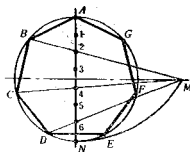


图 1-22 正 n 边形

上用“ $1:n$ ”的形式标注。斜度作法和标注如图1-23所示。由A在水平线AB上取四个长度单位得D。由D作AB的垂线DE，取DE为一个单位长度。连DE，即得斜度1:4。

锥度是指正圆锥体底圆直径与高度之比。如果是锥台，则锥度为两底圆直径之差与其高度（两底圆之间的距离）之比。锥度的作法及其标注示例如图1-24所示。由M在轴上取四个单位长度，得O，由O作轴线的垂线，分别向上下量取半个单位长度，得A、B连MA、MB，即得锥度1:4。

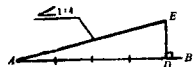


图 1-23 斜度作法与标注

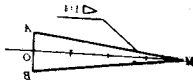


图 1-24 斜度作法和标注

(三) 圆弧连接

绘图时，常碰到以圆弧光滑连接已知直线或圆弧的情况。光滑连接即相切。为了保证相切，作图时必须准确地作出连接弧的圆心和切点。圆弧与圆弧连接的画法如图1-25所示，其圆心和切点是按平面几何的作图方法求得的。

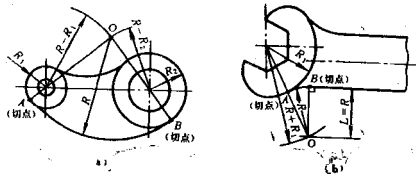


图 1-25 确定圆弧的圆心和切点

a) 用圆弧连接两已知圆弧 b) 用圆弧连接一直线和一已知弧

直线和圆弧连接的作图方法如图1-26所示。

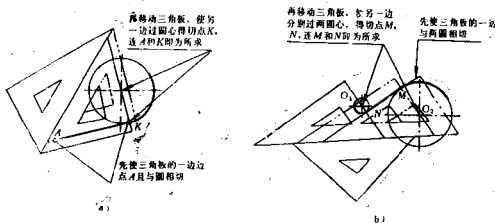


图1-26 直线与圆弧连接的画法

a) 过A点的直线与一圆弧连接 b) 直线与两弧连接

(四) 椭圆的画法

椭圆为非圆曲线、画法有多种。这里只介绍用四心圆法近似作椭圆。已知椭圆的长轴 AB 、短轴 CD ，其作图步骤如下：

- ① 连接 AC ，在 AC 上取 $CE_1 = CE$ 。
 - ② 作 AE_1 的垂直平分线，与长短轴分别交于 O_1 、 O_2 ，再找出对称的 O_3 、 O_4 。
 - ③ 以 O_1 、 O_2 、 O_3 、 O_4 为圆心， O_1A 、 O_2C 、 O_3C 、 O_4D 为半径分别画圆弧，即拼成近似椭圆，切点是 K 、 K_1 、 N 、 N_1 。
- 四心圆法作近似椭圆如图1-27所示。

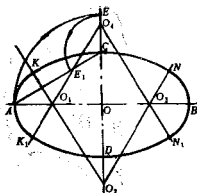


图1-27 四心圆法作近似椭圆

第三节 平面图形的画法

一、平面图形的尺寸注法

(一) 平面图形尺寸标注的要领

按尺寸在平面图形中所起得作用，可分为定形尺寸和定位尺寸两类，要想确定平面图形中线段的上下、左右的相对位置，标注尺寸时必须从基准出发。平面图形尺寸的正确标注如图1-28a所示；平面图形的错误标注如图1-28b所示。

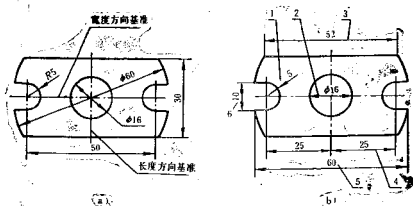


图 1-28 尺寸标注中的正误对比

a) 正确 b) 错误

图b中的错误：

- 1—半径应注“R” 2—尺寸应单独画出 3—应标注宽度30。
4—对称尺寸应标注总体尺寸50 5—底过圆心应注φ60 6—此尺寸与R5重复

1. 基准 标注尺寸的起点。一般平面图形中常用：①对称图形的对称线；②较大圆的中心线；③较长的直线等为基准线。图1-28a中是以长度方向对称和宽度方向对称方向的对称线作为基准线的。

2. 定形尺寸 确定平面图形上各组成部分形状大小的尺寸为定形尺寸，如图1-28a中的φ60、φ16、R5、50。