

机械 制图

大连水产学院制图教研室编

农 业 出 版 社

机 械 制 图

大连水产学院制图教研室编

农 业 出 版 社

机 械 制 图

大连水产学院制图教研室编

• • •
责任编辑 范崇权

农业出版社出版 (北京朝阳区东营路)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 13.25印张 280千字

1988年6月第1版 1988年5月北京第1次印刷

印数 1—6,700册 定价 2.95元

ISBN 7-109-00123-7/TH·8

前 言

本书是在大连水产学院制图教研室编写的《机械制图》讲义的基础上，参考了1980年高等工业学校《画法几何及工程制图教学大纲》(草案)编写而成的。

在编写本书过程中，我们想力求反映如下特点：

一、贯彻实施新的国家标准。本书与工程制图有关的标准，均采用了最新国家标准，如1984年颁布的机械制图标准、1983年颁布的表面粗糙度标准、1980年颁布的公差与配合形状和位置公差等标准。

二、本书突出渔业机械各专业特点，力求把基本内容同生产实际结合起来。本课程的主要目的是培养学生的绘图、读图和图解等能力，为此特别注意阐明制图的基本理论和基本知识，使投影理论与制图实践密切结合。在机械制图部分，适当结合水产工程各专业的特点，收集和选用了一些渔业机械、设备的零件图和装配图，其结构和复杂程度均以满足教学要求为主，尽量考虑到典型性和科学性。

三、本书在内容的叙述上，力求由浅入深、循序渐进；文字上尽可能地精练、通顺；图例上尽量做到准确、清晰，并适当地配备轴测图，可以图“物”对照，便于自学。

本书可作为水产院校工科各专业的教材，也可作有关技术工人、工程技术人员自学、参考用书。在教学中可根据各专业的特点，对教材的内容、章节次序作适当的取舍或调整。

本书编写过程中，得到有关兄弟院校同行们的帮助和支持，谨此致谢。

本书由大连水产学院制图教研室张良汉、孙淑容主编。参加编写执笔的有：孙淑容(第二、三、四章)，徐永清(第五、九章)，吕连春(绪论、第六章)，董利峰(第一章)，张良汉(第七、八章)。教研室一些同志参加了本书的绘、描图等工作。由于编者水平有限，书中错误之处，恳切希望读者批评指正。

编 者

1985年8月

目 录

绪 论	1
第一章 制图的基本知识	2
§ 1—1 基本制图标准	2
§ 1—2 制图工具及仪器的使用	6
§ 1—3 几何作图	8
§ 1—4 平面图形的尺寸注法和线段分析	11
第二章 点、直线、平面的投影	17
§ 2—1 投影法	17
§ 2—2 三视图的形成及投影规律	17
§ 2—3 点的投影	20
§ 2—4 直线的投影	23
§ 2—5 平面的投影	33
§ 2—6 直线、平面间的相对位置	39
第三章 立体的投影及视图	45
§ 3—1 立体的投影及表面上的点	45
§ 3—2 立体表面的交线	52
§ 3—3 组合体的视图	63
§ 3—4 尺寸注法	65
§ 3—5 看图	68
第四章 机件的常用表达方法	74
§ 4—1 视图	74
§ 4—2 剖视图	77
§ 4—3 剖面图	85
§ 4—4 其它表达方法	87
§ 4—5 第三角投影简介	90
第五章 轴测投影图	93
§ 5—1 轴测投影的基本知识	93
§ 5—2 正等轴测投影图	94
§ 5—3 斜二等轴测投影图	99
第六章 标准件和常用件	102
§ 6—1 螺纹和螺纹连接件	102
§ 6—2 键、销连接	109
§ 6—3 弹簧	111
§ 6—4 滚动轴承	113
§ 6—5 齿轮	115
§ 6—6 链轮	123

第七章 零件图	125
§ 7—1 零件图概述	125
§ 7—2 零件图的视图选择	126
§ 7—3 零件图的尺寸标注	129
§ 7—4 表面粗糙度代号及其注法	133
§ 7—5 公差与配合、形位公差简介	137
§ 7—6 几类典型零件图	144
§ 7—7 看零件图的方法	149
§ 7—8 零件测绘	151
第八章 装配图	155
§ 8—1 装配图概述	155
§ 8—2 装配图的表达方法	156
§ 8—3 装配图的尺寸标注	158
§ 8—4 装配图中零、部件序号和明细栏	159
§ 8—5 装配图的画法	160
§ 8—6 看装配图的方法	163
第九章 展开图和焊接图	172
§ 9—1 展开图	172
§ 9—2 焊接图	178
附录	184
一 螺纹	184
二 螺纹连接件	187
三 键、销	193
四 滚动轴承	195
五 常用金属材料及热处理	197
六 公差与配合	199

绪 论

一、本课程的目的和任务

图样是工程界的技术语言。作为从事工程技术工作的专业工人、工程技术人员、工程管理人员都必须掌握和运用这种语言。因为现代化的工业生产中,各种机械、仪器、设备等都是依照图样进行生产的,图样是工业生产中的重要技术文献。设计机器时,要用图样表达设计思想;制造机器时,要根据图样制订工艺规程、加工制造、检验和装配;进行技术交流时,也要通过图样来沟通人们的思想、表达先进的科技成果和经验;在国际经济技术交往中,图样也同样是一种重要的技术语言。所以一切现代化的工程技术活动都离不开工程图样。

本课程就是研究绘制和阅读机械图样的一门学科。它的内容包括画法几何和机械制图两部分。画法几何是研究用投影的方法在平面上图示空间几何形体及图解空间几何问题,它为制图提供理论基础和方法。

学习本课程的目的,主要是培养学生的画图和看图能力。主要任务是:

1. 掌握正投影的基本理论;
2. 培养绘制和阅读机械图样的能力;
3. 培养用图解法解决空间几何问题的初步能力;
4. 培养和发展空间想象能力和空间分析能力;
5. 培养认真细致的工作作风。

二、本课程的学习方法

本课程是一门既有系统理论又有较强实践的技术基础课。画法几何的特点是系统性强,逻辑思维严密,空间与平面的联系紧密。所以必须掌握基本概念和逻辑推理的方法,加强空间几何关系的分析及其与平面图形间的联系,而且要通过适当的作图练习和解题实践,才能培养分析问题和解决问题的能力。

机械制图部分的特点是实践性强,涉及的知识面广。其内容和知识主要是通过一系列的制图作业来掌握的,要多画、多看、多想。这就要求一方面掌握投影方法和熟悉《机械制图》国家标准,同时要养成正确使用绘图工具和仪器的习惯,严格作图的基本技能训练,从写每一个字,到画每一张图,都要认真培养耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。

通过本课程的学习,将为学生的绘图和读图能力打下一定的基础,通过后继的生产实习、专业课、课程设计、毕业设计的训练,为顺利地完工程设计和制造任务提供可靠的保证。

第一章 制图的基本知识

§ 1—1 基本制图标准

机械图样是机械生产过程中的重要技术资料。为了使图样成为工程界的语言、技术交流的工具，我国于1984年颁布了新的《机械制图》国家标准，这是我国一项重要的技术标准。下面就图样幅面、比例、字体和图线等一般性规定作些介绍。

一、图纸幅面及格式 (GB4457.1—84)*

画图时图纸可以横放或竖放，如图1—1所示。为了合理使用图纸和便于装订、保管，画图时应优先采用表1—1中规定的幅面尺寸。

1. 根据需要，可以将幅面尺寸沿长边加长。对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A₁、A₃幅面的加长量应按A₀幅面短边的1/4的倍数增加。A₀、A₁幅面也允许同时加长两边。

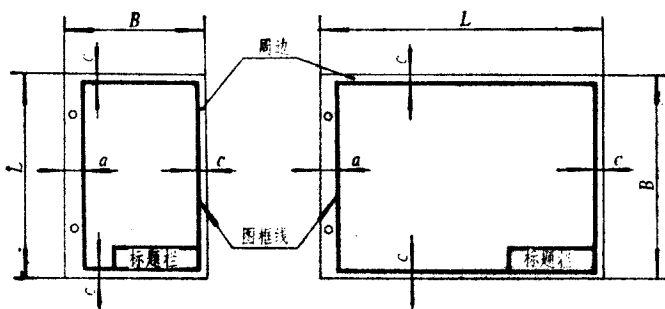


图1—1 图框格式

2. 图框格式如图1—1

所示。图样不论是否装订，都要用粗实线画出图框。当图样需装订时，其格式和尺寸按图1—1和表1—1的规定，一般采用A₄幅面竖装或A₃幅面横装；当图样不留装订边时，其周边均为e，尺寸见表1—1。

3. 每张图纸都要画出标题栏，其位置应在图框的右下角，如图1—1所示。国家标准中

表1—1 图纸幅面尺寸

单位：毫米

幅面代号	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
B × L	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297	148 × 210
a	25					
c	10			5		
e	20			10		

* GB4457.1—84是《机械制图》国家标准中“图纸幅面及格式”的代号。其中“GB”是国家标准的代号，“4457.1”是该标准的编号，“84”是表示1984年颁布。

对标题栏没有统一的规定，在学习中建议采用图 1—2 所示的格式。

4. 为了便于查找各视图及修改、标注一些项目的位置，必要时图幅可分区，如图 1—3 所示。

为了复制或缩微摄影方便，可采用对中符号，从周边画入图框内约 5mm 的一段粗实线，如图 1—3 所示。

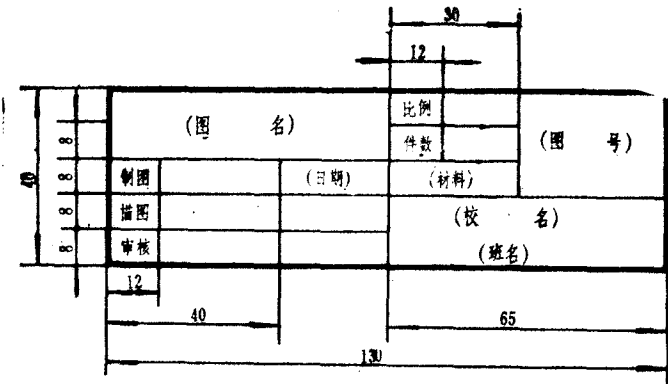


图 1—2 标题栏

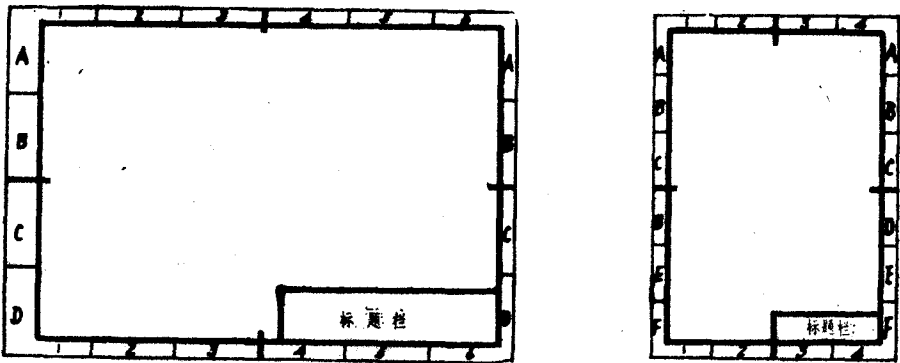


图 1—3 图幅分区

二、比例 (GB4457.2—84)

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，称为比例。绘图时一般应采用表 1—2 中规定的比例。

表 1—2 规定的比例

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

为了能从图样上看出机件的真实大小,应尽量选用 1:1 画图。当机件太大或太小而不宜用 1:1 时,可根据机件的复杂程度选用缩小或放大的比例画图。图样不论缩小或放大,在标注尺寸时,应按机件的实际尺寸标注。

同一机件的各视图应采用相同的比例,并在标题栏中的“比例”一栏里填写,如 1:1, 1:2 等。当某个视图需采用不同比例时,必须另行标注。

三、字体 (GB4457.3—84)

图样中出现的汉字、字母、数字均需按国标规定书写。书写时必须做到:字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。

字体大小分为七种号数:20、14、10、7、5、3.5、2.5。号数即为字体的高度(单位为 mm),字体的宽度约等于字高的 2/3。

汉字应写成长仿宋体,并应采用国家正式公布推行的简化字。书写长仿宋字的要领是:横平竖直,注意起落,排列均整,填满方格。长仿宋体示例如图 1—4 所示。练字时最好在有格线的纸上照字体临摹仿写。

十号长仿宋字

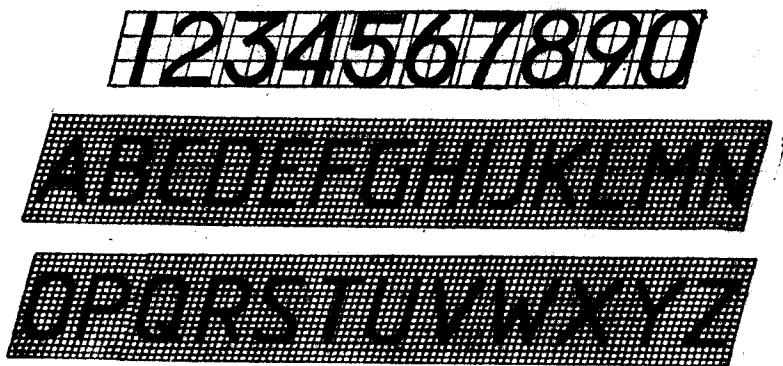
垂直其余技术要求设计审校比例数对动
自由尺寸称平行同心按七级精度径向跳

七号长仿宋字

泵齿承衬垫端材钻理部均造孔隙热硬件基铰镀机械炭
超差测轴焊弧处料兰键磨渗刮共球裂节淬附角检图研

图 1—4 长仿宋体示例

数字和字母分直体和斜体两种。常用的是斜体。其字头向右倾斜,与水平线成 75°角。数字和字母示例如图 1—5 所示。



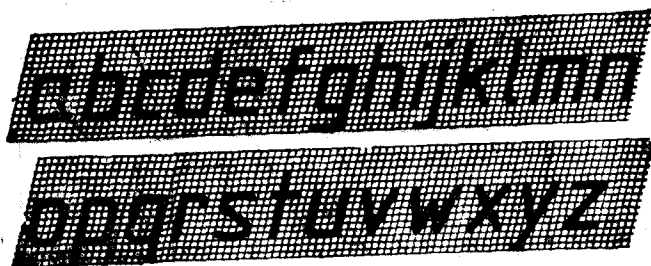
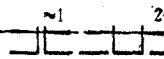
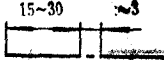
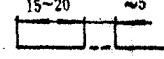


图 1—5 数字和字母示例

四、图线 (GB4457.4—84)

绘图时采用的图线有八种, 各种图线的名称、型式、宽度以及主要用途见表 1—3 和图 1—6 所示。

表 1—3 图 线

图线名称	图 线 型 式	图线宽度	主 要 用 途
粗 实 线		b	可见轮廓线
细 实 线		约 b/3	尺寸线, 尺寸界线, 剖面线, 引出线
波 浪 线		约 b/3	断裂处的边界线
双 折 线		约 b/3	断裂处的边界线
虚 线		约 b/3	不可见轮廓线
细点划线		约 b/3	轴线, 对称中心线
粗点划线		b	有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线		约 b/3	假想投影轮廓线

图线的宽度分粗细两种, 粗线的宽度 b 应按图的大小和复杂程度, 在 0.5—2 毫米之间选择。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线段长度和间隔应各自大致相等。虚线、点划线与其它图线相交时, 应在线段处相交, 不应在空隙处相交。点划线首末两端应是线段而不是短划, 且线段应超出图形 2—5 毫米。

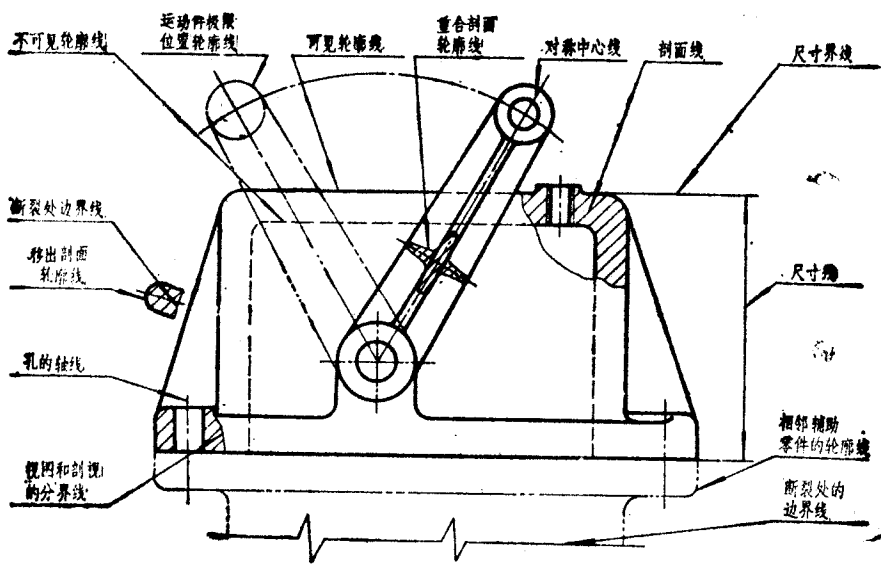


图 1—6 图线应用示例

§ 1—2 制图工具及仪器的使用

正确地使用制图工具及仪器，既能保证图样的质量，又能提高画图的速度。我们必须养成正确使用制图工具及仪器的良好习惯。

一、图板、丁字尺和三角板的使用

它们的配合使用方法见图 1—7 及图 1—8 所示。

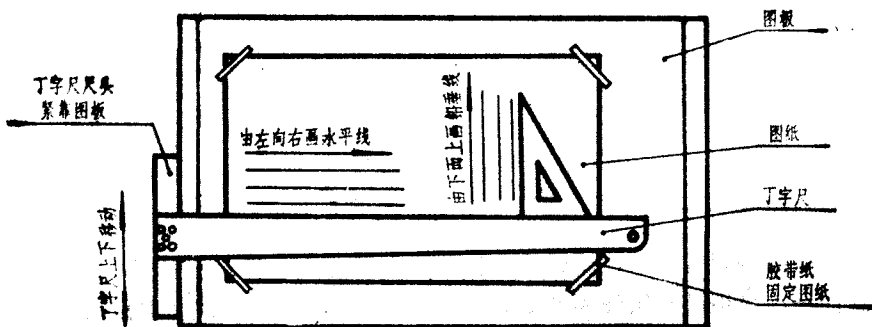


图 1—7 图板、丁字尺

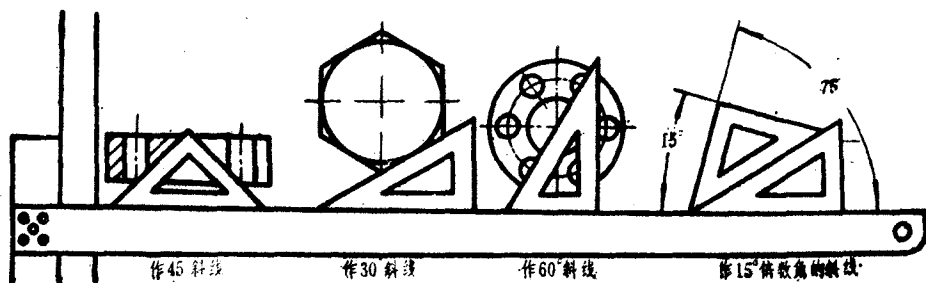


图 1—8 丁字尺和三角板的配合使用

二、圆规和分规的使用

圆规在画图前要调整针脚，使针尖略长于铅芯，如图 1—9(a) 所示。画圆时使圆规稍微向前进方向倾斜，一般按顺时针方向转动，如图 1—9(b) 所示。

分规是用于量取和等分线段的，如图 1—10 所示。

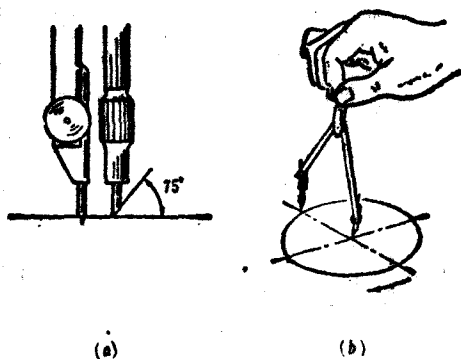


图 1—9 圆规的用法

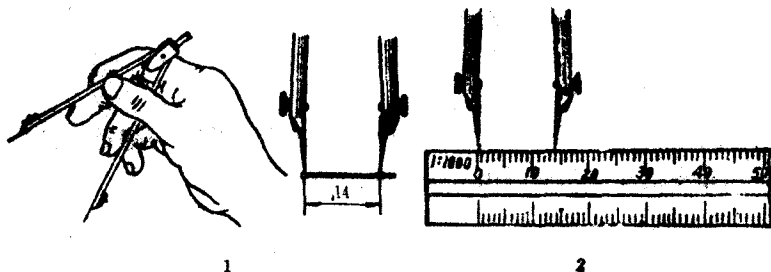


图 1—10 分规的用法

1. 调整分规；2. 量取线段

三、绘图铅笔的选择

绘图铅笔常采用 3H—B。画底稿常用较硬的 3H—H，加深图线常用较软的 HB、B。铅芯磨削成圆锥状（画细线和写字用）和扁平状（画粗线用），如图 1—11 所示。

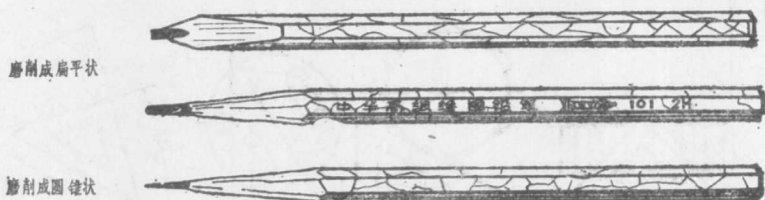


图 1—11 铅芯形状

四、数控绘图机

随着电子计算机技术的发展,近年来出现了电子计算机控制的自动绘图机,又称数控绘图机,它已在造船、汽车、机械、建筑等工业部门得到日益广泛的应用。

图 1—12 所示为一台国产大型数控绘图机,其工作过程和原理如图 1—13 所示。

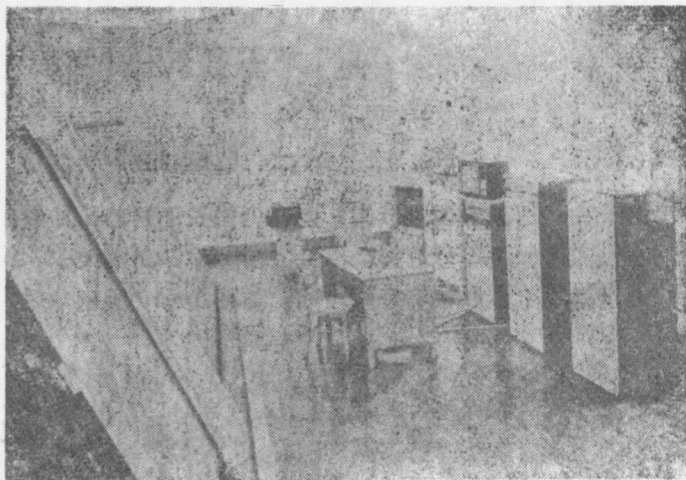


图 1—12 国产大型数控绘图机

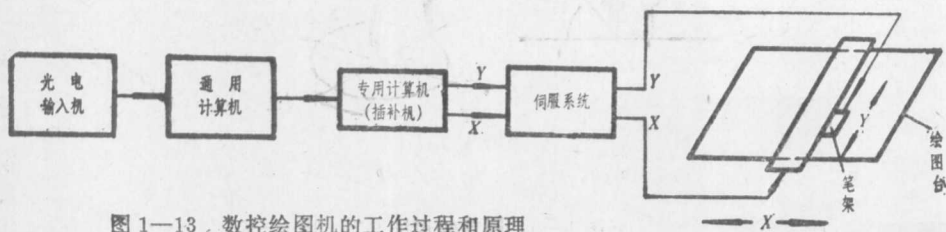


图 1—13 数控绘图机的工作过程和原理

按绘图程序编成的纸带,通过光电输入机输入通用电子计算机进行运算。运算后将输出信号编成一组数据,经专用接口输给专用计算机(插补机)。专用计算机是直线、圆弧等曲线插补运算的曲线发生器。插补计算后发出沿着 X、Y 方向运动的指令脉冲,经伺服系统变换放大,来驱动绘图台上 X、Y 方向的伺服电机。伺服电机再通过一套传动装置,带动笔架和绘图笔按指令运动,从而画出所要求的图形。

§ 1—3 几何作图

机械图形都是由直线、圆和其它一些平面曲线组合而成的几何图形。下面介绍几种常用的几何作图。

一、正多边形

1. 作正六边形 作圆的内接近六边形有两种作图方法,如图 1—14(a)、(b) 所示。
2. 作正五边形 作圆的内接正五边形的步骤如图 1—15 所示。

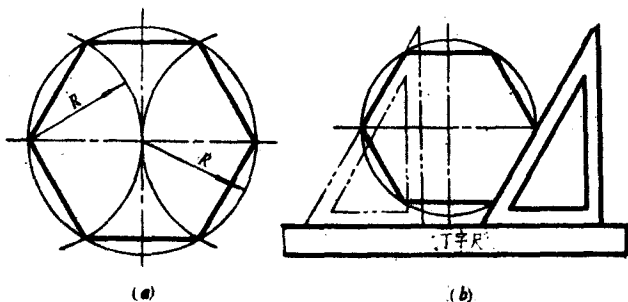


图 1—14 作正六边形

- (a) 圆内接正六边形边长等于其圆的半径 R ;
(b) 以 60° 三角板配合丁字尺作平行线作图

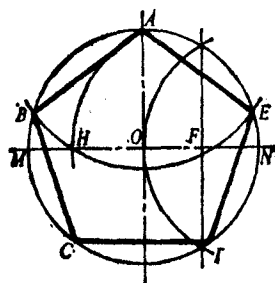


图 1—15 作正五边形

- 作 ON 中点 F, 以 F 为圆心 AF 为半径划弧得点 H, AH 即为正五边形边长

二、斜度和锥度

斜度是指一直线（或平面）对另一直线（或平面）的倾斜度，其大小为它们夹角的正切值。在图纸上常用 $1:n$ 的形式标注，并在数值前面加符号“ $\angle$ ”（符号方向应与斜度方向一致），如图 1—16 所示。

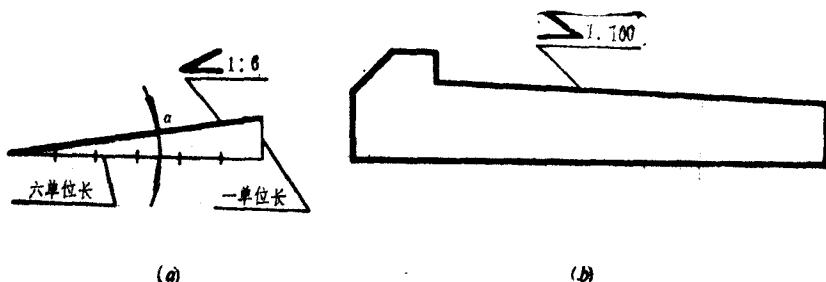


图 1—16 斜 度

- (a) 斜度画法; (b) 斜度注法

锥度是指正圆锥的底圆直径与圆锥高度之比，对圆锥台则是两底圆直径之差与锥台高之比，如图 1—17 所示。锥度 $= D/L = (D - d)/L = 2 \tan \alpha$

在图纸上常用 $1:n$ 的形式标注，并在数字前加符号“ ∇ ”（符号的方向应与锥度方向一致），如图 1—17 (c) 所示。

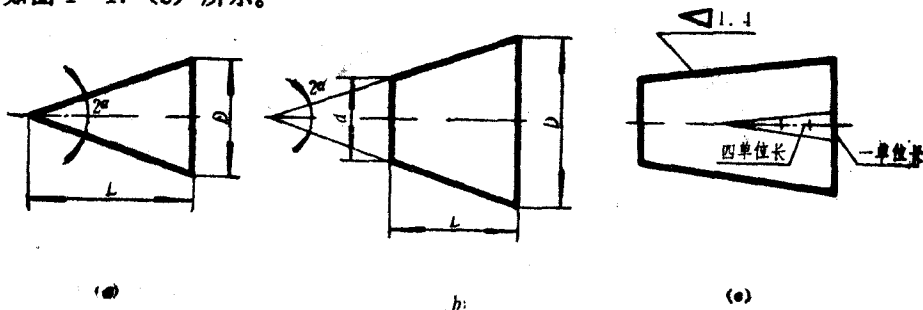


图 1—17 锥度

- (a) 正圆锥; (b) 圆锥台; (c) 画法及标注

三、圆弧连接

在图形上常遇到从一条线（直线或圆弧）光滑地过渡到另一条线的情况，这在平面几何里称为相切。在绘图过程中，把这种用一圆弧将两条线（直线或圆弧）光滑连接的作图方法称为圆弧连接。作图时，要运用平面几何的基本原理，准确地找出连接圆弧的圆心和切点。下面研究几种常见的连接情况。

1. 用半径为 R 的圆弧连接两直线（图 1—18）

作图步骤如下：

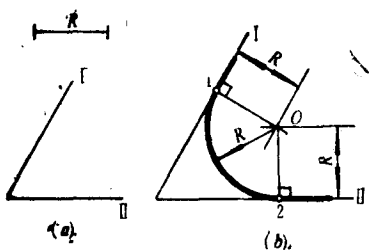


图 1—18 用圆弧连接两直线

(a) 已知； (b) 作图

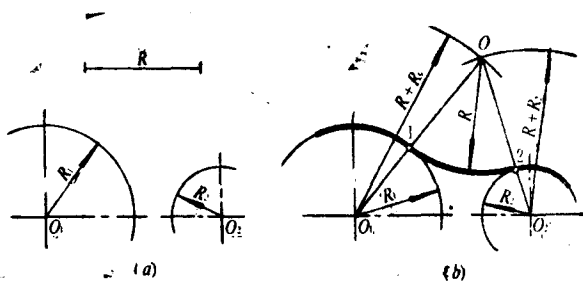


图 1—19 用圆弧外切两圆弧

(a) 已知； (b) 作图

(1) 分别作 I、II 两直线的平行线，其距离都为 R ，两平行线的交点 O 即为连接圆弧的圆心。

(2) 过 O 点分别作 I、II 两直线的垂线，其垂足 1、2 即为两个切点。

(3) 以 O 点为圆心，以 R 为半径，画弧于 1—2 两切点之间，即为所求之连接圆弧。

2. 用半径为 R 的圆弧连接两圆弧

(1) 外切（图 1—19） 关键是确定连接圆弧的圆心 O 和切点 1、2。圆心 O 可由半径为 $(R+R_1)$ 的圆弧同半径为 $(R+R_2)$ 的圆弧相交求得；切点 1、2 是连接 OO_1 和 OO_2 两直线，分别与两已知圆弧相交所得。

(2) 内切（图 1—20） 其作图原理与外切基本相同，只是圆心连线 OO_1 和 OO_2 分别为 $(R-R_1)$ 和 $(R-R_2)$ 。

3. 用半径为 R 的圆弧连接一直线及一圆弧（图 1—21）

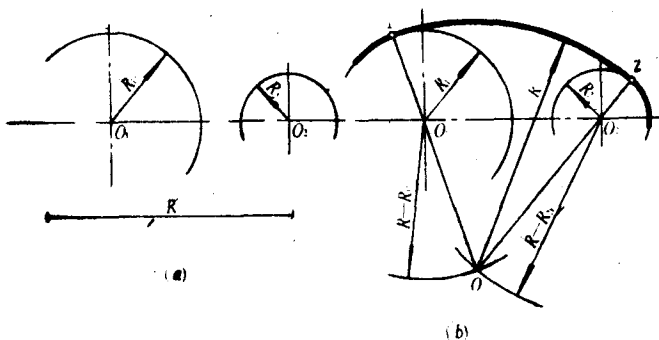


图 1—20 用圆弧内切两圆弧

(a) 已知； (b) 作图

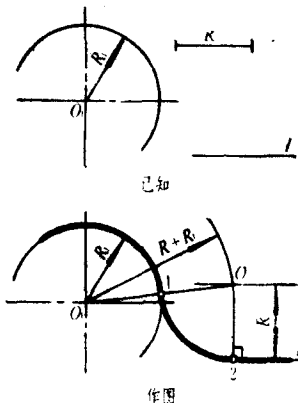


图 1—21 用圆弧连接一直线和一圆弧

连接圆弧的圆心O可由与已知直线I相距为R的直线，同以半径为 $(R + R_1)$ 的圆弧相交所求得，切点1是OO₁连线与已知圆弧的交点，切点2是O点向直线I所作垂线的垂足。

四、椭圆

椭圆的画法很多，在机械制图中常由已知的长、短轴，用四心圆法近似作出椭圆，其作图步骤如下（图1—22）：

1. 作相互垂直平分的长轴AB和短轴CD。

2. 连接AC，在AC上取 $CF = OA - OC$ 。

3. 作AF的中垂线，交长轴AB于1点、交短轴CD于2点，且取其对称点3和4。

4. 以2、4点为圆点，2C（或4D）为半径画圆弧，且分别与21、23和41、43连线的延长线相交于G、H、M、N四点。

5. 以1、3点为圆心，1A（或3B）为半径画圆弧GM和HN，这样形成一近似椭圆形，G、H、M、N为其切点。

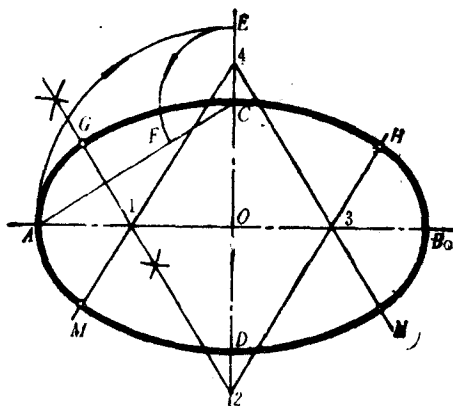


图1—22 椭圆画法

§1—4 平面图形的尺寸注法和线段分析

一、标注尺寸的方法

图形仅表示其形状，而大小还必须通过标注的尺寸才能确定。标注尺寸是一项极为重要的工作，它直接影响生产任务的完成，所以一定要认真仔细、一丝不苟。

（一）基本规则 按“国标”规定，标注尺寸应遵守以下规则：

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程度无关。

2. 图样中的尺寸（包括技术要求和其它说明中的尺寸），以mm为单位时，不需标注计量单位的代号或名称，如果采用其它单位，则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

3. 图样中的尺寸，为该机件的最后完工尺寸，否则应另加说明。

4. 机件的每一尺寸，一般只标注一次，并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

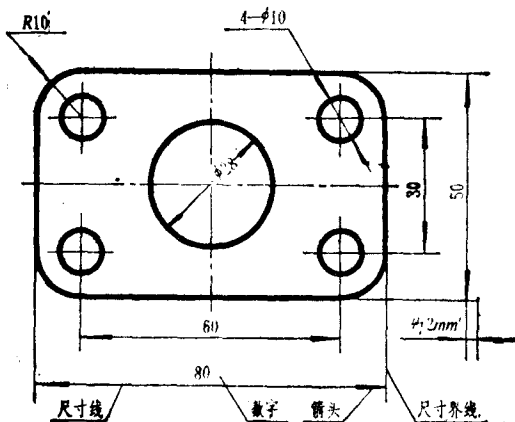


图1—23 尺寸的组成