

目 录

结论	1	§ 5-6 三角投影法简介	105
第一章 制图的基本知识	2	复习题	106
§ 1-1 制图基本规定	2	第六章 标准和常用件	108
§ 1-2 绘图工具及其使用	11	§ 6-1 螺纹及螺纹紧固件	108
§ 1-3 几何作图	13	§ 6-2 键和销	118
§ 1-4 平面图形的尺寸分析和绘图 步骤	17	§ 6-3 滚动轴承	120
第二章 正投影法基础	19	§ 6-4 齿轮	123
§ 2-1 正投影法的基本概念	19	§ 6-5 弹簧	129
§ 2-2 三视图的形成及其投影规律	22	复习题	131
§ 2-3 立体的投影分析	24	第七章 机械图	133
§ 2-4 基本体及叠加体的三视图	34	§ 7-1 机械图概述	133
复习题	44	§ 7-2 零件图	136
第三章 截切体与相贯体	46	§ 7-3 零件图上的技术要求	152
§ 3-1 截切体的投影	46	§ 7-4 装配图	164
§ 3-2 相贯体的投影	55	复习题	179
复习题	61	第八章 其它工程图	181
第四章 组合体	63	§ 8-1 展开图	181
§ 4-1 组合体的组成形式和形体之 间的过渡关系	63	§ 8-2 房屋建筑图	185
§ 4-2 组合体的画法	64	§ 8-3 管理图	189
§ 4-3 组合体的看图	68	§ 8-4 电子线路图	194
§ 4-4 组合体的尺寸注法	74	复习题	202
§ 4-5 轴测图简介	79	第九章 微型计算机绘图简介	203
复习题	87	§ 9-1 微型计算机绘图系统概况	203
第五章 机件形状的表达方法	88	§ 9-2 计算机绘图的基本概念	204
§ 5-1 视图	88	§ 9-3 微型计算机绘图	205
§ 5-2 剖视图	91	§ 9-4 绘图子程序的编写与设计	209
§ 5-3 剖面图	97	§ 9-5 图形变换的矩阵方法	211
§ 5-4 其它常用表达方法	100	§ 9-6 DXY-880A 绘图仪简介	218
§ 5-5 表达方法综合应用举例	102	附录	222
		参考书目	256

绪 论

一、本课程的主要任务

在工程技术中,按一定的投影方法和有关规定绘制的用于工程施工或产品制造等的图称为工程图样。它是表达和交流技术思想的必备工具,也是工业技术部门的一项重要技术文件,是工程界的共同技术语言。它可以用手工绘制,也可以用电子计算机生成,因此,工程技术人员必须具备绘制和阅读工程图样的能力。

工程制图基础课程是电子与信息类、管理工程类等专业的技术基础课,它研究绘制和阅读工程图样的基本原理和基本方法,为培养学生的制图能力打下必要的基础。

本课程的主要任务是:

1. 学习正投影法的基本原理,培养初步的空间想象力。
2. 培养绘制和阅读机械图样的初步能力。
3. 使学生初步了解计算机绘图的基本知识。

此外,在教学过程中还必须有意识地培养自学能力,分析问题、解决问题的能力,以及认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

二、本课程的学习方法

本课程是一门既重理论,又重实践的课程,学习中应遵循下述学习方法。

1. 认真听课,及时复习,正确理解基本原理,掌握基本方法,注意领会例题所示的分析方法和作图过程。注意物体与图样之间的联系,注重绘图与读图的实践,由浅入深,由易到难地逐步提高自己的空间想象能力和空间分析能力。

2. 绘图技能的培养和空间想象能力的提高,都需要通过一定数量的练习来实现,因此要严肃认真地对待每一道习题和每一次绘图训练。作业不仅要求正确,而且要求图面整洁、清晰。

3. 绘图时要严格遵守国家标准的有关规定,注意查阅书中有关内容或其它有关资料和手册。

4. 在生产实践中,绘图和读图的任何差错,都会给生产造成损失,因此在绘图和读图时要细致耐心,一丝不苟,培养良好的工作作风。

第一章 制图的基本知识

为了绘制和阅读工程图样,首先要具备制图的一些基本知识,包括国家标准中的一般规定、绘图工具的使用方法、某些几何图形的作图方法和技能等。本章将对上述内容做扼要介绍。

§ 1-1 制图基本规定

机械图样是设计和制造机器的重要资料,也是进行技术交流的工程语言,因此必须有一个统一的标准,从而对科学地进行生产和图样管理工作起到重要的作用。每个工程技术人员均应熟悉并严格遵守有关国家标准。

一、图纸幅面及格式 (GB/T14689—93)

1. 绘制图样时,优先采用表 1-1 中规定的幅面尺寸,必要时也允许按规定的尺寸加长幅面,这些幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍后得出,如幅面代号为 A0×2 时,尺寸 $B \times L = 1189 \times 1682$; A3×3 时,尺寸 $B \times L = 420 \times 891$; A4×5 时,尺寸 $B \times L = 297 \times 1051$ 等。

表 1-1 图纸幅面及边框尺寸

幅面代号		A0	A1	A2	A3	A4
宽 (B) × 长 (L)		841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
边框	c	10			5	
	a	25				
	e	20		10		

2. 图纸可横放或竖放。图框有需要装订边和不留装订边两种格式。图 1-1 为需要留装订边

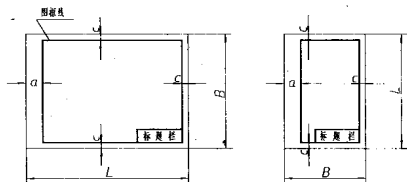


图 1-1 留装订边的图框格式

的图框格式，图 1-2 为不留装订边的图框格式。图框线应画成粗实线。装订成册时，一般按 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。

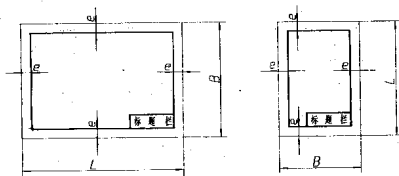


图 1-2 不留装订边的图框格式

二、标题栏 (GB10609.1—89)

标题栏格式已在国家标准《技术制图 标题栏》(GB10609.1—89)中作了规定，见图 1-3 所示。它一般配置在图样的右下角，与图框线连接，线型按表 1-3 规定的粗实线和细实线画出。

生产图样中的标题栏一律按规定尺寸绘制，学生在学习中为了提高手工绘图效率，本教材推荐简化标题栏，仅供参考使用，见图 1-4。

180									
10 10 16 16 12 16						(材料标记)		(单位名称)	
标记 供 数 分 区 更改文件号 签名 年 月 日 设计 (签名) (年 月 日) 标准 (签名) (年 月 日)						4×4.5=20 12 12		(图样名称)	
						图样标记 重量 比例			
审核 工艺						共 张 第 张		(图样代号)	
						12 12 16 12 12 10			
50									

8×7=56

图 1-3 国标规定的标题栏格式

三、比例 (GB/T14690—93)

绘制图样时一般应按表 1-2 中所列的比例选取绘图比例。比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

22	7 7	15	20		(零件或作业名称)	(图号)
		制 图				
		校 核		(材料)	(比例)	
		(校名)	班			
		47				25
		120				

图 1-4 简化标题栏

表 1-2 绘图的比例

原值比例	1:1
缩小比例	1:2 1:5 1:10 1:2×10 ⁶ 1:5×10 ⁶ 1:1×10 ⁶
放大比例	5:1 2:1 5×10 ⁶ :1 2×10 ⁶ :1 1×10 ⁶ :1

图样的比例要填写在标题栏中的相应位置。图 1-5 为用不同比例绘制的图形。

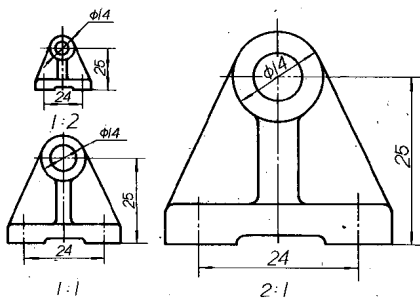


图 1-5 用不同比例绘制的图形

四、字体 (GB/T14691—93)

图样上除了机件图形之外,还需用文字和数字说明物体的大小和技术要求以及其它内容。图样中书写的字体必须做到**字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐**。

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, 20mm。如需书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体的高度代表字体号数。汉字应书写成长仿宋体字,并应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不应小于3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ (见图1-6汉字示例)。书写仿宋字的要求是:**横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格**。

为了保证字体大小一致和排列整齐,书写前可先打好格子,然后书写。

字母和数字分A型和B型。A型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的十四分之一,B型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的十分之一。在同一图样上只允许选用一种型式的字体。字母和数字可写成斜体或直体,斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° ,见图1-7。

字体工整 笔画清楚 排列整齐 间隔均匀

装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布水平镀铬抛光研视图

向旋转前后表面展开两端中心孔锥销键

技术要求对称不同轴垂线相交行径跳动弯曲形位允许偏差内外左右
检验数值范围应符合于等级热处理淬回火渗碳有效总圈并繁其
余未注明按全部倒角

图 1-6 汉字示例

五、图线 (GB4457.4—84)

绘图时应根据图样大小及复杂程度来确定粗实线的宽度 b (0.5~2mm)。在同一图样中相同型式的图线宽度应基本一致,虚线、点划线和双点划线的长度和间隔在同一图样中应大致相等。当图形较小用点划线困难时,可以用细实线代替。表1-3为各种图线型式、代号、宽度和主要用途。图1-8为各种图线用途举例。



(a) 阿拉伯数字 (A型, 笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/14$)



(b) 罗马数字 (A型, 笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/14$)



(c) 大写斜体拉丁字母 (B型, 笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/10$)



(d) 小写斜体拉丁字母 (B型, 笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/10$)

图 1-7 数字、字母示例

表 1-3 图线型式、代号、宽度和主要用途

图线名称	图线型式	代号	图线宽度	主要用途
粗实线		A	b	可见轮廓线
细实线		B	约 $b/3$	尺寸线, 尺寸界线, 剖面线, 引出线
波浪线		C	约 $b/3$	断裂处的边界线, 视图与剖视的分界线
双折线		D	约 $b/3$	断裂处的边界线
虚线		E	约 $b/3$	不可见轮廓线
细点划线		G	约 $b/3$	轴线, 对称中心线
粗点划线		J	b	有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线		K	$b/3$	假想投影轮廓线, 相邻辅助零件的轮廓线

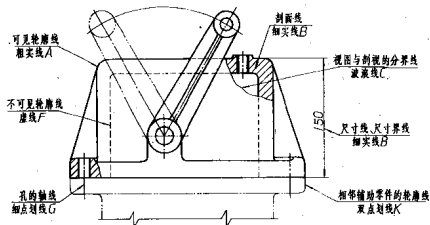


图 1-8 各种线型应用示例

绘图时还应注意以下几点:

(1) 各种图线相交时, 应在线段处相交, 不应在空隙处相交, 见图 1-9。

(2) 当虚线处于粗实线的延长线上时, 虚实线间应留有间隙。

(3) 点划线和双点划线的首末两端应是线段而不是短划。

(4) 圆的对称中心线应超出圆外 2~5mm

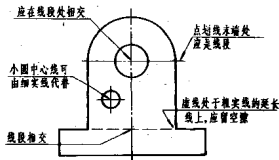


图 1-9 图线画法示例

六、尺寸注法 (GB4458. 4—84)

标注尺寸是一项相当重要的工作, 必须认真细致, 一丝不苟。

1. 尺寸标注的基本规则

- (1) 图上所注尺寸表示机件真实大小, 它与绘图所用的比例和绘图的准确度无关。
- (2) 图样中的尺寸以毫米为单位时, 不需标注计量单位的符号或名称, 如采用其它单位时, 则必须注明相应的计量单位的符号或名称。

(3) 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图形上。

2. 尺寸的组成和标注方法

一个完整的尺寸由尺寸界线, 尺寸线、尺寸线终端和尺寸数字等组成。

(1) 尺寸界线用细实线画出, 也可以用轮廓线、轴线、对称中心线代替。尺寸界线一般与尺寸线垂直, 并超出尺寸线终端 2~3mm, 见图 1-10 (a)。

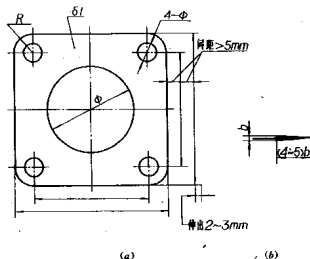
(2) 尺寸线必须用细实线单独画出, 不能用其它任何图线代替, 也不能画在其它图线的延

长线上。标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行。当几个尺寸线相互平行时，大尺寸线画在小尺寸线之外，以免尺寸线和尺寸界线相交。在圆或在圆弧上标注直径或半径尺寸时，尺寸线必须通过圆心或延长线通过圆心。

(3) 尺寸线终端一般画成箭头，箭头的形状见图 1-10 (b)，宽度 b 为图形粗实线的宽度，长度约为宽度的 4~5 倍。箭头应指到尺寸界线。同一张图样上的箭头大小应基本相同。

(4) 尺寸数字应写在尺寸线的上方或中断处，若位置不够时可以引出或注在外面。在标注直径或半径尺寸时，尺寸数字前应加符号“ ϕ ”或“ R ”。一般对于小于或等于半圆的圆弧标注半径，大于半圆的圆弧标注直径。若几何形体为球状，则在 ϕ 或 R 前再加符号“ S ”。

表 1-4 列出了国标中所规定的一些尺寸注法。图 1-11 为尺寸标注的正误对比示例。



(a) (b)
图 1-10 尺寸的组成和注法

表 1-4 尺寸注法示例

标注内容	图	说 明
线性尺寸的数字方向		尺寸数字应按左图中的方向填写，并尽量避免在 30° 范围内标注尺寸。当无法避免时，可按右图标注。
角度		尺寸界线应沿径向画出，尺寸线应画成圆弧，圆心是角的顶点。尺寸数字一律水平书写在尺寸线的中断处，必要时可写在上方或外面，也可引出标注。
圆		标注圆的直径尺寸时，尺寸线一般按这两个图例绘制。

续表

标注内容	图 例	说 明
大圆弧		在图纸范围内无法标出圆心位置时,可按左图标注;不需标出圆心位置时,可按右图标注。
小尺寸		没有足够地位时,箭头可画在外面,或用小圆点代替两个箭头;尺寸数字也可写在外面或引出标注。圆和圆弧的小尺寸,可按这些图例标注。
球面		应在 R 或 R 前加注“S”。不致引起误解时,则可省略“S”。如右图中的右端球面就省注了“S”。
弧长和弦长		尺寸界线应平行于弦的垂直平分线;标注弧长尺寸时,尺寸线用圆弧,尺寸数字上方应加注符号“ $\overset{\frown}$ ”。
对称机件只画出一半或大于半时		尺寸线应略超过对称中心线或断裂线,且只在尺寸线的一端画出箭头。
当零件为薄板时		当零件为薄板时,可在厚度尺寸数字前加注符号“ δ ”。

标注内容	图	说 明
光滑过渡处		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。尺寸界线如垂直于尺寸线, 则图线很不清晰, 所以允许倾斜。
正方形结构		剖面为正方形时, 可在边长尺寸数字前加注符号“□”, 或用 14×14 代替“□14”。
斜度和锥度		斜度或锥度用符号 $\triangleleft$ 或 $\triangleleft$ 表示, 符号方向应与斜度、锥度的方向一致。斜度或锥度的符号可按最右边的两个图例绘制, h 为字高。
尺寸数字无法避免被图线通过时		必须在注写尺寸数字处将图线断开。

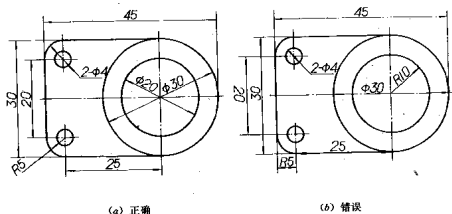


图 1-11 图形的尺寸标注

§ 1-2 绘图工具及其使用

正确、熟练地使用绘图工具对提高绘图速度和保证绘图质量起着重要作用。

常用的绘图工具包括：图板、丁字尺、三角板、圆规、分规、比例尺、曲线板、铅笔等。

一、图板和丁字尺

图板是绘图时的垫板，要求表面平整。图纸用胶带纸固定在图板的左下部。绘图时，使丁字尺的尺头靠紧图板的左边。丁字尺用来画水平线，与三角板配合使用可画垂直线及倾斜线。丁字尺的用法见图 1-12。

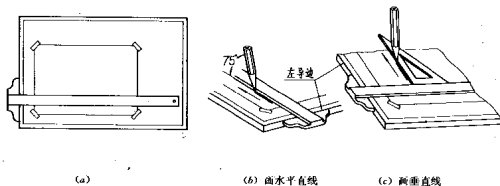


图 1-12 丁字尺的用法

二、三角板

一副三角板分 45° 与 30° (60°) 两块，除与丁字尺配合画垂直线外，还可画 15° 角倍数的斜线 [图 1-13 (a)]；或两块三角板配合画任意角度的平行线 [图 1-13 (b)]。

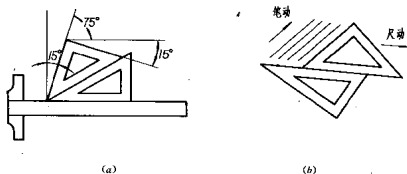


图 1-13 三角板的用法

三、圆规

圆规用来画圆，要求在画圆时，圆规的针脚和铅芯都应与纸面垂直，如图 1-14。

四、分规

分规可用来截取某一定长线段或等分线段与圆弧,如图 1-15 (a)、(b)。

五、比例尺

比例尺又称三棱尺,尺面上有不同比例的刻度,可按需要的比例,直接在尺面上截取所需长度,如图 1-15 (a)。常用的比例尺上有 1:100、1:200、1:300、1:400、1:500、1:600 六种刻度。

六、曲线板

曲线板是用来画非圆曲线的常用工具。作图时先把已求出的各点徒手勾描连接起来,然后选择曲线板上曲率合适部分逐段贴合,勾描成光滑的曲线。每段吻合的点至少要四个。曲线板的用法见图 1-16。

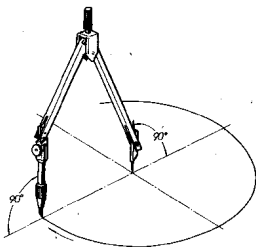
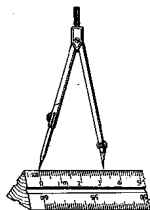
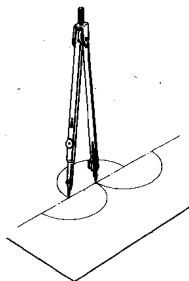


图 1-14 圆规的用法



(a)



(b)

图 1-15 分规的用法

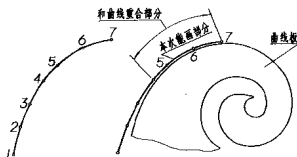


图 1-16 曲线板的用法

七、铅笔

绘图铅笔用标号 B 或 H 表示铅芯的软硬。一般描粗时用 B 或 HB 铅笔；写字与画细线时用 HB 或 H 笔；打底稿时用 H 或 2H 铅笔。铅芯削法（包括圆规用铅芯的削法）见图 1-17。

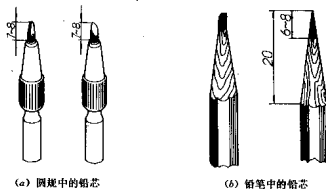


图 1-17 铅芯的形状

§ 1-3 几何作图

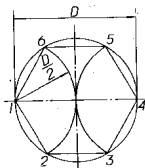
一、正六边形

图 1-18 为已知外接圆直径 D 的正六边形的作图方法。

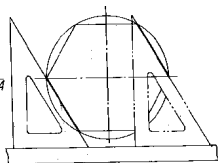
图 1-19 为已知对边距离 S 的正六边形的作图方法。

二、椭圆的画法

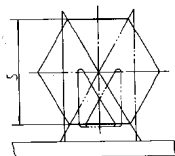
椭圆有两种画法，一种是同心圆法，另一种是四心圆弧法。这两种画法都需要给出椭圆的长轴和短轴尺寸。



(a)

图 1-18 已知 D 画正六边形

(b)

图 1-19 已知 S 画正六边形

1. 同心圆法

如图 1-20 所示, 以 O 为圆心, 长半轴 OA 和短半轴 OC 为半径作同心圆。过 O 作若干射线与两圆相交, 再由各交点分别作长、短轴的平行线, 即可分别交得椭圆上各点, 然后用曲线板逐段连接成椭圆。

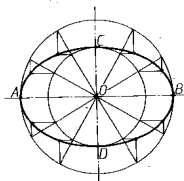


图 1-20 同心圆法作椭圆

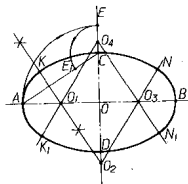


图 1-21 四心圆弧法近似作椭圆

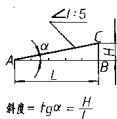
2. 四心圆弧法

如图 1-21 所示, 连 AC 直线, 取 $CE_1 = OA - OC$, 作 AE_1 的中垂线, 与两轴交于点 O_1 、 O_2 再取对称点 O_3 、 O_4 。分别以 O_1 、 O_2 、 O_3 、 O_4 为圆心, O_1A 、 O_1C 、 O_3B 、 O_4D 为半径作圆弧连接成近似椭圆。

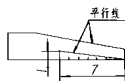
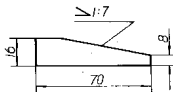
三、斜度和锥度

1. 斜度

一直线（或平面）对另一直线（或平面）的倾斜程度叫做斜度，其大小用两者间夹角的正切来表示，并按图 1-22 进行作图和标注。



(a) 斜度的说明与标注

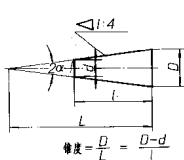


(b) 斜度的作图

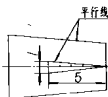
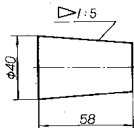
图 1-22 斜度

2. 锥度

正圆锥底圆直径与其高度之比称为锥度，即锥度 $-D:L$ 。图 1-23 所示为锥度的作图与标注。



(a) 锥度的说明与标注



(b) 锥度的作图

图 1-23 锥度

四、圆弧连接

用已知半径的圆弧光滑连接（相切）已知直线或圆弧的作图称为圆弧连接。例如图 1-24 所示图形中：

1. 半径为 R_1 的圆弧与以 O_1 、 O_2 为圆心， r_1 、 r_2 为半径的圆弧共外切；
2. 半径为 R_2 的圆弧与以 O_2 、 O_3 为圆心， r_2 、 r_3 为半径的两个圆弧共内切；
3. 圆心在直线 L_1 上，半径为 R_3 的圆弧与直线 L 相切；
4. 半径为 R_4 的圆弧与以 O_1 为圆心， r_1 为半径的圆弧相内切，与半径为 R_3 的圆弧相外切。

图 1-24 中所示各种圆弧连接的作图方法见表 1-5。

