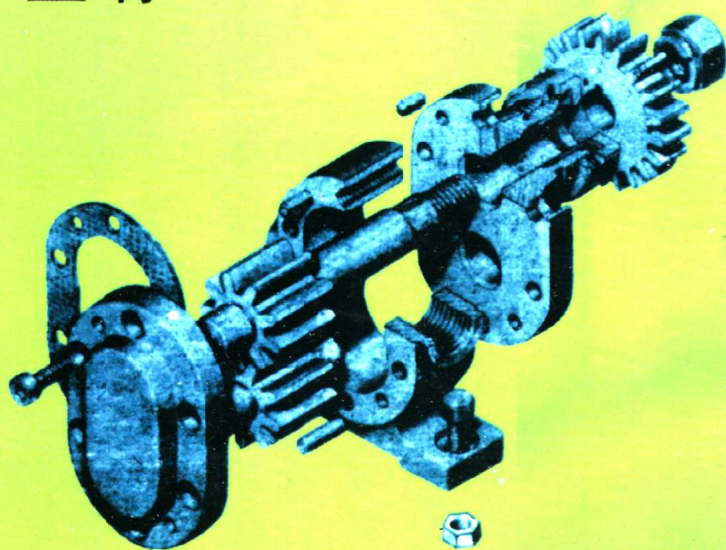


高等学校教材

画法几何及 机械制图

田绿竹 主编
李恩海



冶金工业出版社

高等学校教材

画法几何及机械制图

田绿竹 李恩海 主编

北 京
冶金工业出版社
2001

内 容 提 要

本教材是根据高等学校工科画法几何及机械制图课程教学指导委员会于1995年10月提出的《画法几何、工程制图、计算机绘图系列课程内容与体系改革的建议》编写而成,与《画法几何及机械制图习题集》同时出版,配套使用。内容包括:绪论、制图的基本知识、几何元素的投影、换面法、立体图、轴测图、组合体的视图及尺寸标注、机件形状的表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图、计算机绘图等内容。

本教材适用于90~110学时的采矿、冶金、机电和化工等专业,也适用于60~70学时的电子、技术经济、应用理科等专业选用。本教材还可供电大、函大、职大、业余高等专业院校各专业使用,亦可供大中专教师及有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

画法几何及机械制图/田绿竹,李恩海主编. —北京:
冶金工业出版社,2001.8

ISBN 7-5024-2750-3

I. 画… II. ①田…②李… III. ①画法几何—高等学校—教材②机械制图—高等学校—教材
IV. 0185.2②TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 021885 号

出版人 曹胜利(北京沙滩嵩祝院北巷39号,邮编100009)

责任编辑 田 锋 美术编辑 王耀忠 责任校对 符燕蓉 责任印制 牛晓波

北京百善印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2001年8月第1版,2001年8月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16; 21.25印张; 514千字; 332页; 1-5500册

29.80元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街46号(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

主 编
副主编
编 者

田 绿 竹
王 新
郝 雪 弟
卢 广 顺
邢 荣 舫

李 恩 海
霍 平
王 彦 凤
董 小 蕾
李 恩 海

崔 丽 红
霍 平
田 绿 竹

刘 红 梅
王 新

前 言

本教材是编者根据国家教委高校工科画法几何及工程制图课程指导委员会 1995 年 10 月关于《画法几何、工程制图、计算机绘图系列课程内容与体系改革的建议》，在历次编写《画法几何及机械制图》的基础上，总结多年来的教学经验及教学改革的成果编写而成。书中强调培养学生的三维形状与相关位置的空间逻辑思维能力、形象思维能力、构形能力、创造能力和绘图能力，力图调动学生学习制图的积极性，给他们形象思维活动的范围以最大的自由度。

制图基础部分是《画法几何及机械制图》课程的重点。编写中强调了读图部分的内容。组合体读图是学生对工程制图认识上的第一次飞跃，因此教材中既突出了形体分析法读图，又突出线、面分析法读图。形体分析法是将组合体分解为简单的形体去认识组合体；线、面分析法读图是从围成组合体表面的线、面去认识组合体。组合体的画图安排形体构形设计教学环节，调动学生思维活动的积极性，有利于培养构形能力和创造能力。

围绕本课程的重点，零件图一章增加了“零件的构形过程及要求”一节，使学生明确机械零件形体构成的特点和要求。对于铸造零件的工艺结构和零件切削加工的工艺结构是从零件构形的工艺要求的角度组织教材内容。

本教材增加了计算机绘图的内容，并选用先进的绘图软件 PICAD 教学。教材中所涉及到的各项标准、《技术制图》国家标准、机件的表达方法、标准件、常用件的代号及标注等均按最新颁布的国家标准编写。表面粗糙度、公差与配合、形状和位置公差及附录均按教学的实际需要选编。

本教材适用于 100~110 学时的采矿、冶金、机电和化工等专业，也适用于 60~70 学时的电子、技术经济、应用理科等专业。

限于编者水平，教材中的缺点和错误在所难免，恳请批评指正。

编 者

2001 年 2 月

目 录

绪 论	1
第一章 制图的基本知识	2
第一节 《技术制图》国家标准简介	2
第二节 绘图工具和仪器的使用方法	14
第三节 几何作图	20
第四节 平面图形的画法	26
第五节 绘图的方法和步骤	29
第二章 几何元素的投影	31
第一节 投影法概述	31
第二节 点的投影	32
第三节 直线的投影	37
第四节 平面的投影	45
第五节 直线与平面、平面与平面的相对位置	51
第三章 换面法	60
第一节 换面法的基本概念	60
第二节 点的投影变换规律	61
第三节 基本作图问题	63
第四节 应用举例	66
第四章 立体	69
第一节 立体的投影	69
第二节 截交线	78
第三节 相贯线	91
第五章 轴测图	101
第一节 轴测图的基本知识	101
第二节 正等测图的画法	102
第三节 斜二测图的画法	107
第四节 轴测剖视图的画法	109
第六章 组合体的视图及尺寸标注	111
第一节 组合体的三视图	111
第二节 组合体的构形	112
第三节 组合体视图的画法	115
第四节 组合体的尺寸标注	117
第五节 线面分析法读图	122
第六节 形体分析法读图	129
第七节 第三角画法简介	135

第七章 机件常用的表达方法	137
第一节 视图.....	137
第二节 剖视图.....	141
第三节 断面图.....	153
第四节 局部放大图和简化画法.....	155
第五节 综合应用举例.....	160
第八章 标准件和常用件	162
第一节 螺纹的规定画法和标注.....	162
第二节 螺纹紧固件的画法和标记.....	172
第三节 齿轮的画法.....	177
第四节 键、销.....	185
第五节 滚动轴承简介.....	186
第六节 弹簧的画法.....	189
第九章 零件图	193
第一节 零件图的内容.....	193
第二节 零件的构形过程及要求.....	195
第三节 零件图的视图选择.....	201
第四节 零件图的技术要求.....	206
第五节 零件图的尺寸标注.....	221
第六节 零件图的阅读.....	225
第七节 零件测绘.....	227
第十章 装配图	235
第一节 装配图的作用和内容.....	235
第二节 装配图的画法及视图选择.....	235
第三节 装配图的画图步骤及装配结构的合理性.....	239
第四节 装配图的尺寸标注.....	243
第五节 装配图中零件编号、明细栏和标题栏.....	244
第六节 读装配图及由装配图拆画零件图.....	245
第十一章 计算机绘图	254
第一节 概述.....	254
第二节 绘图程序设计.....	254
第三节 图形变换的矩阵方法.....	271
第四节 常用典型零件的程序设计.....	276
第五节 交互设计绘图软件 PICAD 简介.....	285
附录	307
一、螺纹.....	307
二、常用标准件.....	310
三、常用材料及热处理.....	323
四、公差与配合.....	326
五、常用标准数据和标准结构.....	329

绪 论

一、工程制图的性质和任务

工程图样是表达和交流技术思想的重要工具,是工程技术部门的一项重要技术文件。在现代工业生产中,设计和制造各种金属切削机床、仪器仪表设备、采矿冶金设备、化工设备等都离不开工程图样;在使用这些机器和设备时,也常常要通过阅读图样来了解它们的结构、原理和性能。工程图样已成为指导生产和进行技术交流不可缺少的工具,被称为工程技术界的“语言”。所以,工程技术人员必须能够绘制和阅读工程图样。

工程制图是一门必修的技术基础课,既具有系统的理论又具有较强的实践性,主要研究绘制和阅读工程图样的原理和方法,包括画法几何、制图基础、机械图和计算机绘图基础等四部分。画法几何部分主要学习用正投影法表达空间几何形体和图解简单空间几何问题的基本原理和方法。制图基础部分介绍制图的基础知识和基本规定,培养绘图的基本技能,培养绘制和阅读投影图的基本能力,学习标注尺寸的基本方法。机械图部分培养绘制和阅读常见机器和部件的零件图和装配图的基本能力。计算机绘图基础部分的教学使学生初步了解计算机绘图的基本知识,并练习简单图形的编程。制图基础部分是本课程的重点。学习本课程的主要目的是培养学生绘制和阅读机械图样的基本能力。

工程制图的主要任务是:

- (1) 学习正投影法的基本原理及其应用。
- (2) 培养绘制和阅读机械图样的基本能力。
- (3) 培养图解简单空间几何问题的能力。
- (4) 培养对三维形状与相关位置的空间逻辑思维能力和形象思维能力。
- (5) 培养计算机绘图的初步能力。

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

二、工程制图的学习方法

(1) 认真听课,掌握基本概念、基本作图方法,深刻领会正投影理论。注意由空间到平面,再由平面到空间的对应关系,做到举一反三。

(2) 认真完成习题集中的作业,空间几何问题的图解能力,空间逻辑思维能力和形象思维能力的培养,是通过完成一系列的由简到繁的作业而得以实现的,所以应坚持理论联系实际,不断地由物画图,由图升成为物,进行多次反复,以培养构思能力和空间问题的分析能力。

(3) 认真绘制仪器图作业,养成正确使用绘图工具和仪器的习惯,按正确的方法和步骤绘图,遵守《技术制图》国家标准的有关规定,努力培养绘制和阅读机械图样的能力。制图作业应该做到:投影正确,视图表达恰当,尺寸标注齐全,字体工整,图面整洁,符合《技术制图》国家标准。

工程图样在设计和生产中起着重要的作用,任何疏漏和差错,都会造成经济上的损失,所以培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风是学生学习制图中的一项重要任务。

第一章 制图的基本知识

机械制图是工程界的语言,是机械行业中设计和生产的重要技术文件。为了适应生产需要和便于技术交流,对图样的画法、图线的要求、尺寸标注以及字体、符号等内容都应该有统一的规定。这些规定由国家制定和颁布实施,用于机械图样的叫做国家标准《技术制图》。国家标准简称“国标”,代号“GB”。

第一节 《技术制图》国家标准简介

我国于1959年颁布了国家标准《机械制图》现为《技术制图》,多年来先后进行了几次修订。本节仅摘录了有关图纸幅面、比例、字体、图线及尺寸注法等部分国家标准,绘图时应遵照执行。

一、图纸幅面和标题栏

1. 图纸幅面(GB/T 14689—93)。绘制技术图样时,应优先选用表 1-1 中规定的基本幅面尺寸。必要时,也允许(选用)按规定的方法加长幅面。

绘制图样时,图纸可横放,也可以竖放。需要装订的图样,其图框格式如图 1-1 所示。当图样不需要留装订边时,其图框格式如图 1-2 所示,此时周边尺寸均为 e ,其数值见表 1-1。图样中图框线要用粗实线绘制。

表 1-1 图纸幅面尺寸

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

2. 标题栏。每张图样的右下角必须有标题栏,如图 1-1、图 1-2 所示。

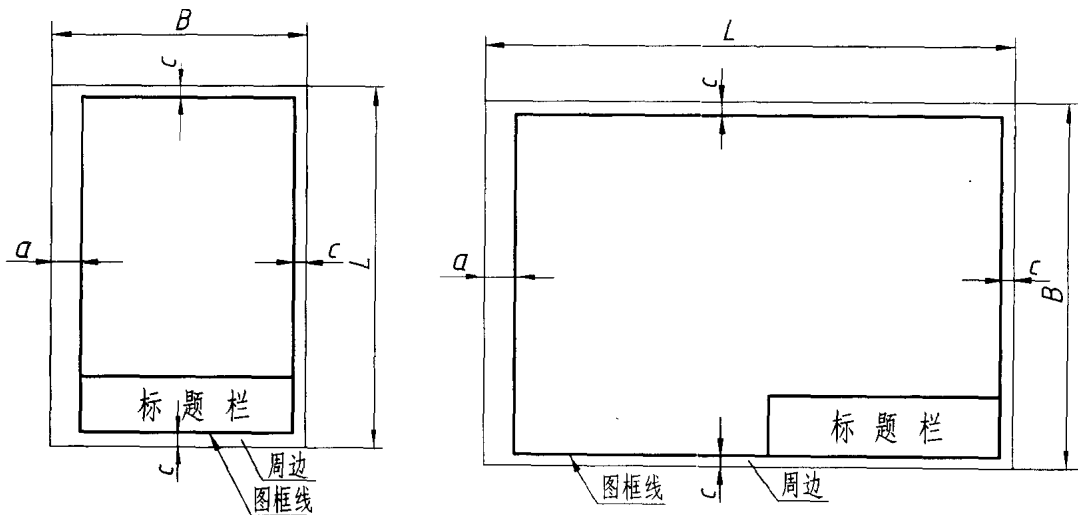


图 1-1 需装订时的图框格式

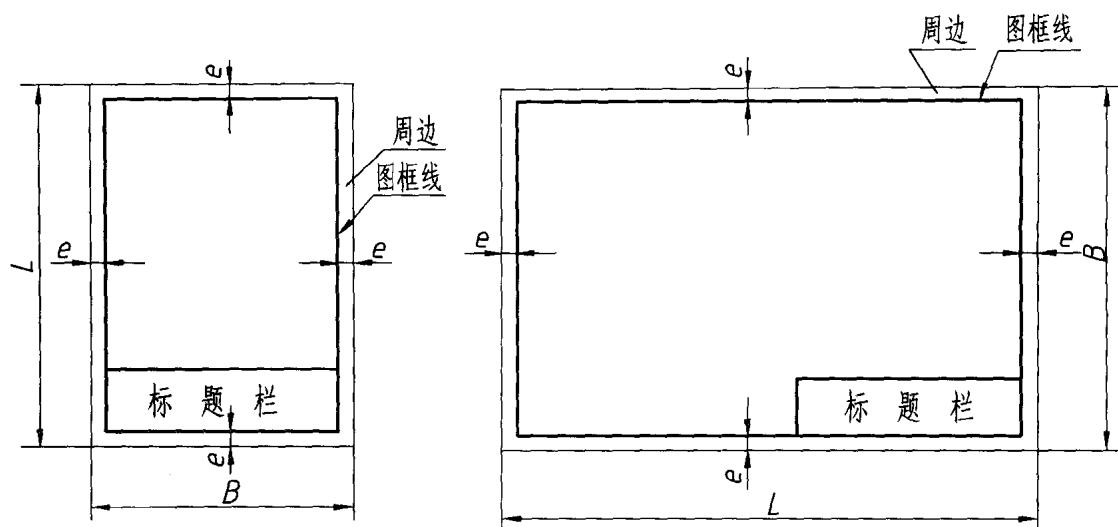


图 1-2 不需装订时的图框格式

标题栏中的文字方向一般为看图方向。工业生产中标题栏的格式、内容按 GB/T 10609.1—89 的规定绘制。制图作业中可采用图 1-3、图 1-4 的格式及尺寸。图中标题栏及

32		(图 名)			15	15	15	20
					比例		图号	
		制图		(日期)	件数		材料	
		审核			(校 名) (班 级)			
		15	25	25	130			

图 1-3 零件图标题栏

		15				15		25		25	
8											
8		序号		名称		件数		材料		备注	
8		(图 名)		比例						共 张	
8				图号						第 张	
8		制图				(日期)		(校 名) (班 级)			
8		审核									
8		15		25		25					
32		130									

图 1-4 装配图标题栏及明细栏

明细栏的边框线用粗实线绘制,框内分栏线用细实线绘制。

二、比例(GB/T 14690—93)

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

1. 绘制图样时应采用表 1-2 中规定的比例,必要时也允许选取表 1-3 中的比例。

表 1-2 规定绘图选用比例

种 类	比 例		
原 值 比 例	1:1		
放 大 比 例	5:1	2:1	
	$5\times 10^n:1$	$2\times 10^n:1$	$1\times 10^n:1$
缩 小 比 例	1:2	1:5	1:10
	$1:2\times 10^n$	$1:5\times 10^n$	$1:1\times 10^n$

注: n 为正整数

表 1-3 允许绘图选用比例

种 类	比 例				
放 大 比 例	4:1	2.5:1			
	$4\times 10^n:1$	$2.5\times 10^n:1$			
缩 小 比 例	1:1.5	1:2.5	1:3	1:4	1:6
	$1:1.5\times 10^n$	$1:2.5\times 10^n$	$1:3\times 10^n$	$1:4\times 10^n$	$1:6\times 10^n$

注: n 为正整数

2. 为了可以由图上得到实物大小的真实概念,应尽量用 1:1 的比例画图。当机件不宜采用 1:1 的比例画图时,也可采用缩小或放大的比例画出。

3. 图形无论放大或缩小,在标注尺寸时必须标注机件的实际尺寸,见图 1-5。

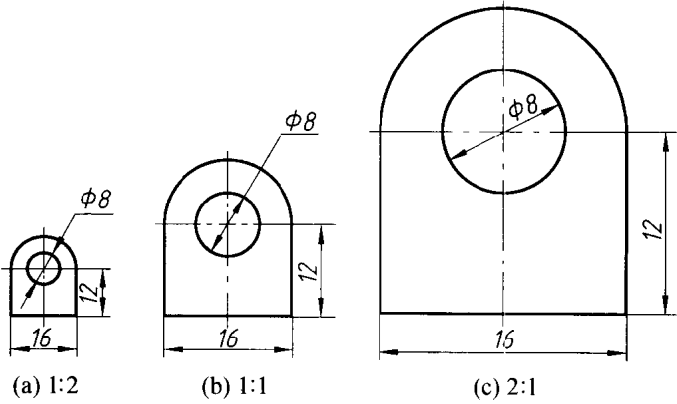


图 1-5 尺寸数字与画图比例无关

4. 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的比例时,必须另行标注,如图 1-6 所示。

5. 当图形中孔的直径或薄片的厚度小于 2mm 以及斜度和锥度较小时,可不按比例而夸大画出。

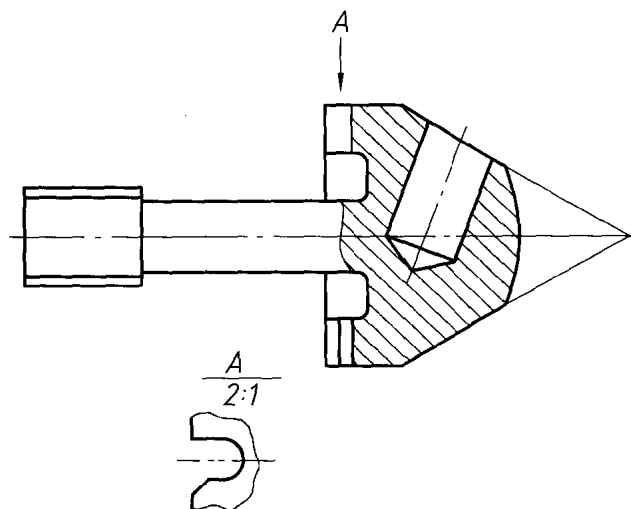


图 1-6 不同比例的视图应加标注

三、字体(GB/T 14691—93)

图样中的汉字、数字、字母很重要,写得潦草,不仅会影响图样的清晰,而且还可能给生产带来差错造成经济损失。因此,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。

字体的号数,即字体的高度(用 h 表示),分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8mm 8 种。字体的宽度约等于 $h/\sqrt{2}$ 。

1. 汉字。汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm。

书写长仿宋体汉字的要领是:横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。汉字的基本笔画参阅图 1-7。

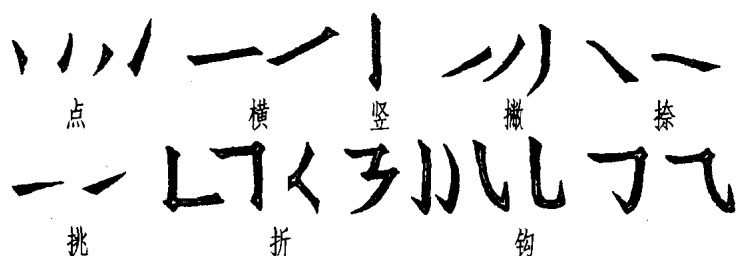


图 1-7 汉字基本笔划

汉字通常由几部分组成。为使书写的汉字左右均衡、上下协调,书写时应恰当地分配各组成部分的比例,布置合理,如图 1-8 所示。图 1-9 为长仿宋体汉字示例。

2. 字母和数字。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。

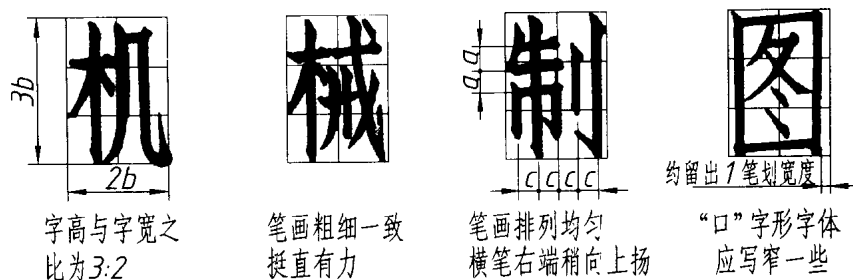


图 1-8 长仿宋体字的结构特点

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平镀抛光研视图
向旋转前后表面展开图两端中心孔锥柱销

技术要求对称同轴度垂线相交行径跳动弯曲形位移允许偏差内外左右
检验数值范围应符合于等级精度热处理淬退回火渗碳硬有效总圈并紧
其余未注明按全部倒角

图 1-9 长仿宋体汉字示例

字母和数字有直体和斜体两种,常用的是斜体。斜体字向右倾斜,与水平方向成 75° 。
字母及数字示例见图 1-10。



图 1-10(1) 数字及字母示例



图 1-10(2) 字母及数字示例

10Js5(± 0.003) M24-6h

$\phi 25 \frac{H6}{m5} \quad \frac{II}{2:1}$

$\frac{6.3}{\triangle} \quad \phi 20_{-0.023}^{+0.010} \quad R8$

I II III IV V VI
VII VIII IX X

图 1-10(3) 字母及数字示例

四、图线及画法(GB/T 17450—1998)

为了使图样清晰、图线含义明确,对图线的型式及画法均作了必要的规定。

1. 图线的尺寸。图线的宽度(d)应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择:0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2mm。该数系的公比为 $1:\sqrt{2}(\approx 1:1.4)$ 。

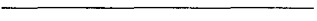
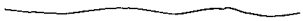
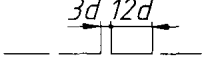
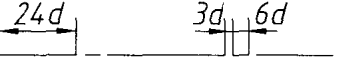
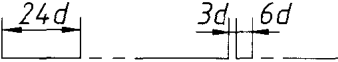
图线分:粗线、中线、细线,其宽度比率为:4:2:1。在同一图样中,同类图线的宽度应一

致。

2. 机械图样中的图线形式及应用。在绘制图样时,应采用表 1-4 中所规定的图线。图线分粗细两种,粗线的宽度(d)应按图样的大小及复杂程度适当选择。

表 1-4 及图 1-11 列出了各种图线的形式、宽度及主要用途。由于图样复制中所存在的困难,应避免采用 0.18mm 以下宽度的图线。

表 1-4 图 线

名 称	型 式	宽 度	一 般 应 用
粗 实 线		d	可见轮廓线
细 实 线		约 $d/4$	尺寸线,尺寸界线,剖面线,引出线
波 浪 线		约 $d/4$	断裂处的边界线 视图和剖视的分界线
双 折 线		约 $d/4$	断裂处的边界线
虚 线		约 $d/4$	不可见轮廓线
长画短画线		约 $d/4$	轴线,对称中心线
长画双短画线		约 $d/4$	假想投影轮廓线,中断线

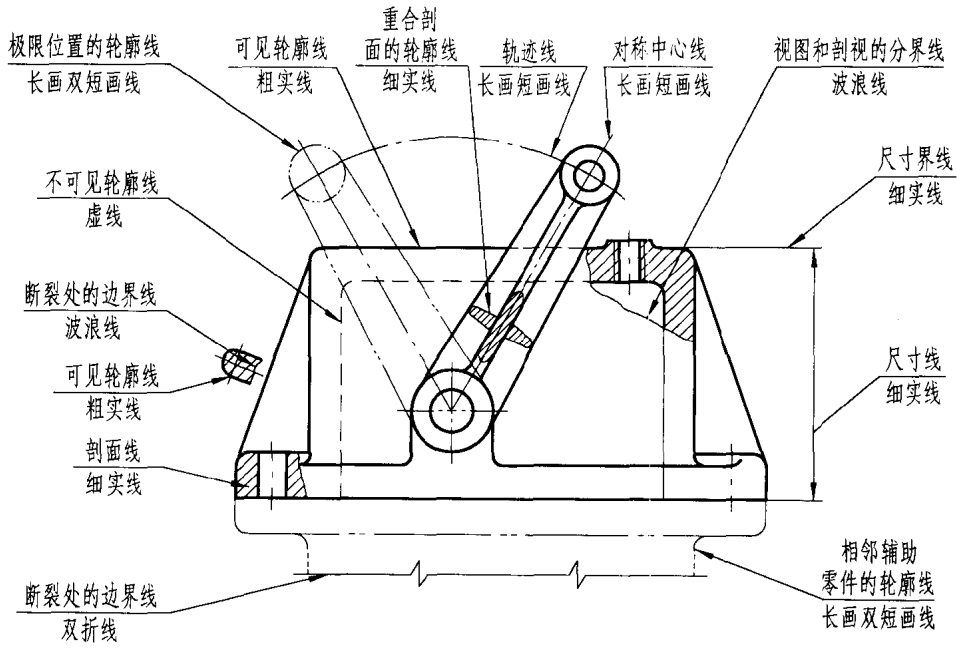


图 1-11 图线应用举例

3. 图线的画法及注意的问题。见图 1-12。

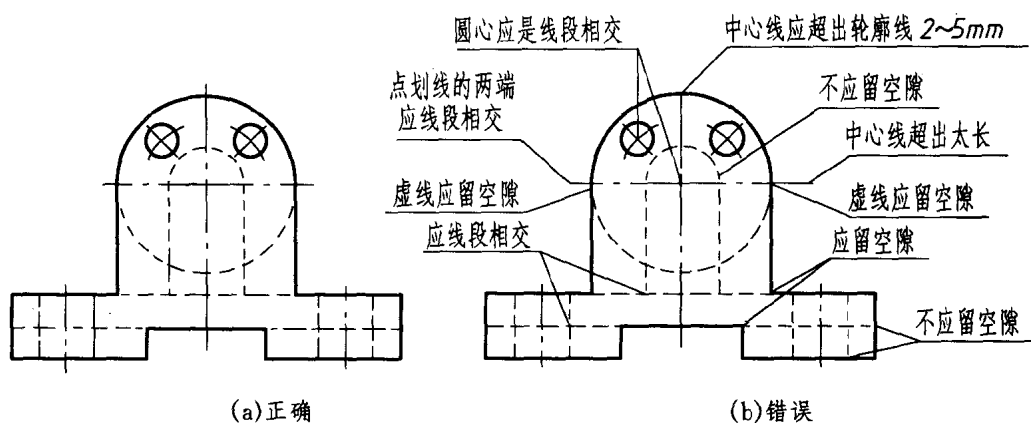


图 1-12 图线的画法

(1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、长画短画线及长画双短画线的线段长度和间隔应各自大致相等。

(2) 两条平行线(包括剖面线)之间的距离应不小于图线的两倍宽度,其最小距离不得小于 0.7mm。

(3) 绘制圆的对称中心线时,圆心应为长画段的交点。长画短画线和长画双短画线的首末两端应是长画段而不是短画。

(4) 在较小的图形上,绘制长画短画线或长画双短画线有困难时,可用细实线代替。

(5) 当粗实线、虚线或长画短画线相互重叠时,画线的顺序为:粗实线、虚线、长画短画线。

(6) 虚线、长画短画线及长画双短画线与其他图线相交时,都应在长画段处相交,不应在间隙或短画处相交。

(7) 当虚线是粗实线的延长线时,粗实线应画到分界点,留有空隙再画虚线。当虚线圆弧与虚线直线相切时,虚线圆弧应画到切点,而留有空隙再画虚线直线。

(8) 轴线、对称中心线以及长画双短画线作为中断线时,应超出相应轮廓线 2~5mm。

五、尺寸注法(GB 4458.4—84)

(一) 基本原则

1. 机件的真实大小应以图样上所标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(包括技术要求和其他说明)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,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

3. 图样中所标注的尺寸,为该图样所示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。

(二) 尺寸组成

一个完整的尺寸一般是由尺寸数字、尺寸线、箭头和尺寸界线所组成,如图 1-13 所示。

1. 尺寸数字。用来表示所注机件尺寸的实际大小。线性尺寸数字一般应注写在尺寸

线上方,也允许注写在尺寸线的中断处。

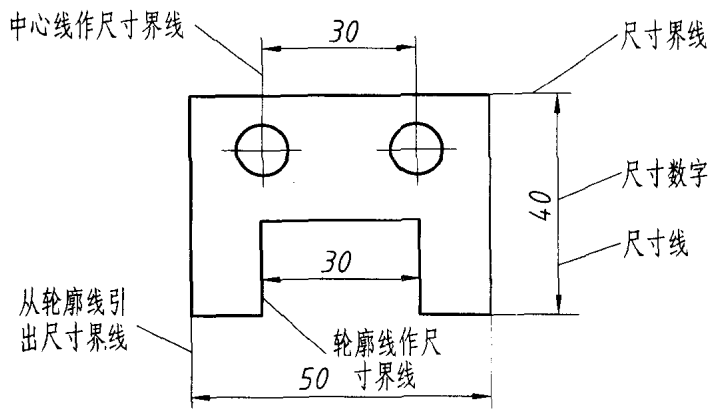


图 1-13 尺寸组成

(1) 线性尺寸数字的书写方法如图 1-14 所示,即水平方向数字的字头朝上,垂直方向数字的字头朝左,倾斜数字要保持字头朝上的趋势。在图 1-14(b)中所示 30° 范围内应尽量避免标注尺寸。当无法避免时,也可按图 1-14(b)的形式之一标注。

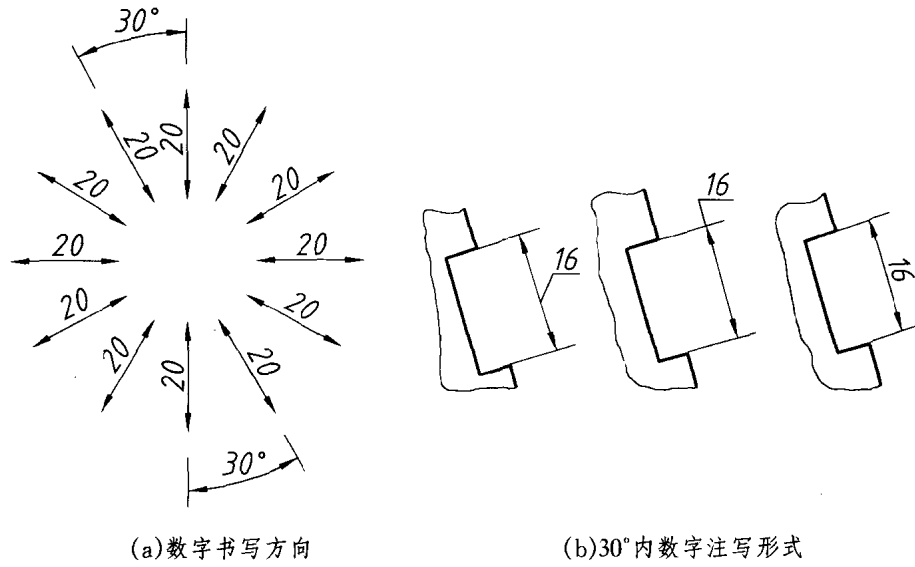


图 1-14 线性尺寸数字注写方法

(2) 角度数字。角度的数字一律写成水平方向,一般注写在尺寸线的中断处,如图 1-15 (a)所示。必要时也可按图 1-15(b)的形式标注。

(3) 尺寸数字不可被任何图线所通过,否则必须将该图线断开,如图 1-16 所示。

2. 尺寸线。用来表示尺寸度量的方向。尺寸线用细实线绘制。尺寸线不能用其他图线代替,一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上。

(1) 标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行。

(2) 标注角度时,尺寸线应画成圆弧,其圆心是该角的顶点。如图 1-15 所示。