

工程制图

(第二版)

(电子类各专业适用)

胥北澜 阮春红 主编

徐新珍 主审

华中科技大学出版社

(电子类各专业适用)

工 程 制 图

(第二版)

胥北澜 阮春红 主编

徐新珍 主审

华中科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

工程制图(第二版)/胥北澜 阮春红 主编
武汉:华中科技大学出版社,2005年9月
ISBN 7-5609-3510-9

I. 工…

II. ①胥… ②阮…

III. 工程制图

IV. TB23

工程制图(第二版)

胥北澜 阮春红 主编

责任编辑:钟小珉

封面设计:潘 群

责任校对:吴 晗

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:华中科技大学印刷厂

开本:787×1092 1/16

印张:14.25

字数:310 000

版次:2005年9月第2版

印次:2005年9月第3次印刷

定价:45.00元(含1CD)

ISBN 7-5609-3510-9/TB·69

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 提 要

本书介绍了正投影法的基本原理、图示空间物体的基本方法、零件图和简单的装配图的常用表达方法;同时介绍了最新国家标准《技术制图》、《机械制图》中的基本内容,以及使用仪器画图和徒手画图的技能和技巧。与本书配套使用的有《工程制图习题集》。

本书适合于高等工科院校电子类、应用理科类各专业使用,也可供网络大学、电视大学、职工大学、函授大学、高等专科学校及高等职业技术学院的相关专业使用。

前 言

制图课程是高等工科院校工科类所有专业的一门重要的技术基础课程。它是一门理论严谨、实践性很强的课程。其主要目的是培养学生具有一定的空间想象力,具有基本的绘图和识图能力。

本书适合于电子类各专业的工科学生使用。本书具有以下特点。

(1) 传统的、经典的制图课程核心内容以简明的形式保留下来,如:投影概念,点、线、面的投影,并将这些内容单独编章、节。

(2) 加强对平面立体、回转体等基本体及其组合体的截交线的描述,强调相贯线的简化画法。

(3) 作为开拓思路,综合应用了投影概念,设置了组合体的构形设计,列举了构形方法,展示了构形特例。

(4) 为了使电子类工科学生对图样有一个完整的了解,设置了机械图简介的章节。

(5) 本书采用了最新颁布的国家《技术制图》、《机械制图》标准。

(6) 本书的所有图形、文字全部电子化,特别适合多媒体教学和网络教学。同时与本书配套出版了电子教学光盘。

(7) 为了方便学生用计算机绘图,本书增加了附录 B——计算机绘图基本知识。

(8) 同时为了扩大学生的视野,满足教学的不同需要,本书还设置了附录图和附录 A(即有关 AutoCAD 的图标和命令介绍)。

参加本书编写的教师有:胥北澜(绪论、第 1 章、第 3 章、第 4 章、第 5 章、附录 C)、李喜秋(第 2 章、附录 A)、何建英(第 6 章)、魏迎军(第 7 章)、阮春红(第 8 章、第 9 章)、谭琼(附录 B)。全书由胥北澜、阮春红主编,由徐新珍主审。

本书在编写的过程中,在教材的使用中,得到本课程组全体教师的关心和指导,在此表示由衷的感谢。

本书在编写过程中,参阅了国内一些同类教材,在此向有关作者表示感谢。

由于作者水平有限,书中难免有缺点或错误,敬请读者批评指正。

编 者

2005 年 8 月于华工园

目 录

绪论	(1)
第 1 章 制图的基本知识	(2)
1.1 制图标准中的一些规定	(2)
1.2 绘图工具及仪器的使用	(13)
1.3 几何作图	(16)
1.4 平面图形的画法	(21)
1.5 徒手画图	(22)
1.6 仪器绘图的方法和步骤	(24)
第 2 章 投影基础	(26)
2.1 投影法的基础知识	(26)
2.2 点的投影	(27)
2.3 直线的投影	(31)
2.4 平面的投影	(37)
第 3 章 平面立体及其截交线	(44)
3.1 平面立体的投影	(44)
3.2 立体表面的截交线	(46)
3.3 物体的投影与视图	(50)
第 4 章 回转体及其截交线	(52)
4.1 回转体的投影	(52)
4.2 回转体的截交线	(55)
4.3 基本体的尺寸标注	(63)
4.4 由物体的两视图求第三个视图	(64)
第 5 章 轴测投影图	(68)
5.1 轴测图概述	(68)
5.2 正等测的画法	(69)
5.3 斜二测的画法	(73)
第 6 章 组合体及相贯线	(77)
6.1 组合体的三视图	(77)
6.2 相贯线的画法	(82)
6.3 组合体的尺寸标注	(88)
6.4 组合体的读图与构形设计	(91)
第 7 章 机件的常用表达方法	(100)
7.1 视图	(100)
7.2 剖视图	(104)
7.3 断面图	(114)

7.4 简化画法与规定画法	(116)
7.5 表达方法综合举例	(119)
7.6 轴测剖视图	(122)
第8章 螺纹及螺纹紧固件	(124)
8.1 螺纹	(124)
8.2 螺纹紧固件	(127)
第9章 机械图简介	(131)
9.1 零件图的作用与内容	(131)
9.2 常见零件的结构及尺寸标注	(132)
9.3 零件图中的技术要求	(135)
9.4 读零件图	(140)
9.5 装配图的作用和内容	(142)
9.6 装配图中的视图	(143)
9.7 装配图中的尺寸	(144)
9.8 装配图中的零件序号、明细表、标题栏和技术要求	(145)
9.9 看装配图及由装配图拆画零件图的方法	(146)
附录	(149)
附录 A AutoCAD 的命令和图标介绍	(151)
附录 B 计算机绘图基础知识	(159)
附录 C 常用的螺纹紧固件	(216)
参考文献	(222)

绪 论

一、本课程的研究对象

按一定的投影方法,准确地表达物体的形状、大小以及有关要求的图形称为图样。在工业生产中,图样与语言、文字一样,是人们用来表达设计思想,进行技术交流的一种工具,图样被誉为工程技术界的“共同语言”。图样作为一种技术资料,是创新设计或组织生产的重要文件。随着计算机图形学的发展,计算机辅助设计绘图技术为工程技术人员提供了现代化的设计绘图手段。现在,人们不仅利用图纸来绘制图样,更多地是以计算机图形软件作为载体来显示图样。因此,每一个工程技术人员都必须熟练掌握这门“语言”,并且掌握一种工具同时运用这种图形语言来清楚地表达自己的设计思想。

本课程是研究用投影法阅读和绘制工程图样的原理和方法的一门技术基础课。

本课程研究的主要对象是机械工程图样。

二、本课程的目的和任务

本课程是一门理论科学严谨、实践性很强的课程,其主要目的是培养学生具有绘图能力、读图能力,并且具有一定的空间想像力。

本课程的主要任务是:

- (1) 掌握正投影法的基本原理;
- (2) 掌握使用仪器绘图和徒手画图的技能 and 技巧;
- (3) 掌握图示空间物体的基本方法;
- (4) 掌握国家标准《机械制图》中的基本内容;
- (5) 能阅读和绘制一般的零件图样和简单的装配图;
- (6) 培养认真、细致的工作态度和严谨的工作作风。

此外,还需要在培养仪器绘图能力和徒手画图能力的同时,培养计算机绘图能力,以适应21世纪科学技术发展的需要。

三、本课程的学习方法

- (1) 学习本课程时,应自始至终遵循正投影法的基本原理来画图和看图。
- (2) 上课时一定要认真听讲,积极思考。做到课前预习,课后复习,善于按章节归纳,总结所学内容。应有意识地培养自己的自学能力。
- (3) 认真做作业。针对本课程是实践性很强的课程,作者编写了与本书配套的习题集,供课后练习。
- (4) 国家标准《机械制图》中的有关内容需要在记忆中理解。贯彻执行国家标准《机械制图》是本课程的任务之一。

第 1 章 制图的基本知识

学习制图课程,应掌握用正投影法的基本原理来绘制和阅读图样,除掌握使用仪器绘图和徒手画图的能力和技巧外,还应掌握国家标准《技术制图》中的有关机械制图部分的一些规定。

1.1 制图标准中的一些规定

国家标准《技术制图》是国家制订的一项基础的技术标准,是由中华人民共和国国家标准局颁布的。目前,使用的标准是 1998 年修订的《技术制图》国家标准。为了便于工业部门进行科学地生产与管理,绘图时必须严格遵守这项标准的有关规定。国家标准的代号为“GB”,简称“国标”。例如,制图标准 GB/T 17451—1998 是 1998 年修改后批准颁布的(“GB/T”为推荐性国标)。随着科学技术的发展,标准还会不断地得到修改,以适应生产实际的新需要。

下面就国家标准中的有关规定(图线、字体、图幅和格式、比例、尺寸标注等机械制图方面的国家标准),作简要介绍。

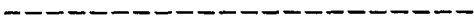
1.1.1 图线(GB/T 17450—1998)

机械图样中的图形、文字、符号等都是由图线组成的。在国家标准《技术制图》“图线”中,规定了各种图线的画法。各种图线的名称、线型、代码、宽度以及在图样上的一般应用,如表 1-1、表 1-2、表 1-3 所示。

1. 基本线型

基本线型见表 1-1。

表 1-1 基本线型

代码 No.	基本线型	名称
01		实线
02		虚线
03		间隔画线
04		单点长画线
05		双点长画线
06		三点长画线
07		波浪线
08		长画短画线
09		长画双短画线
10		点画线
11		单点双画线

续表

代码 No.	基本线型	名称
12		双点画线
13		双画双点线
14		三点画线
15		双画三点线

2. 图线的尺寸大小

所有线型的图线分为粗线、中粗线、细线三种。它们的宽度比率为 4 : 2 : 1。

图线宽度(d)应按图样的类别和尺寸大小在下列数值(单位为 mm)系列中选取:

0.13 0.18 0.25 0.35 0.5 0.7 1.0 1.4 2.0

国家标准《技术制图》中的线素是指不连续线的独立部分,如点、长度不同的画线和间隔。手工画图时,应注意线素长度宜符合表 1-2 的规定。粗线的宽度应按图的大小和复杂程度,在 0.5~2.0mm 之间选择,机械工程图样中一般不用中粗线。

表 1-2 图线的构成

线素	应用线型的代码	长度
点	04~07,10~15	$\leq 0.5d$
短间隔	02,04~15	$3d$
短画	08,09	$6d$
画	02,03,10~15	$12d$
长画	04~06,08,09	$24d$
间隔	03	$18d$

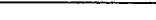
使用计算机图形软件绘图可以满足表 1-1 中的规定。注意图线的构成中的“点”不是原有意义上的“短画”,“点”就是点。

3. 图线的应用

在机械制图中,各种线型的应用见表 1-3。

机械图样中的点画线是基本线型中的长画、短画线。

表 1-3 机械制图图线的型式及应用

图线名称	图线型式	图线宽度	应用举例
粗实线		d	可见轮廓线,可见过渡线
细实线		$0.25d$	尺寸线及尺寸界线,剖面线,重合断面的轮廓线,螺纹的牙底线及齿轮的齿根线,引出线,弯折线,辅助线,不连续的同一表面的连线,成规律分布的相同要素的连线
波浪线			断裂处的边界线,视图和剖视图的分界线
双折线			断裂处的边界线
虚线			不可见轮廓线,不可见过渡线
细点画线			轴线,对称中心线,轨迹线,节圆及节线

续表

图线名称	图线型式	图线宽度	应用举例
粗点画线		d	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线		$0.25d$	相邻辅助零件的轮廓线, 极限位置的轮廓线, 坯料的轮廓线或毛坯图中制成品的轮廓线, 假想投影轮廓线, 试验或工艺用结构(成品中不存在)的轮廓线, 中断线

4. 画图线时应注意的事项

(1) 同一图样中同一类图线的宽度应一致。虚线、点画线等不连续线的画线和间隔应各自相等。

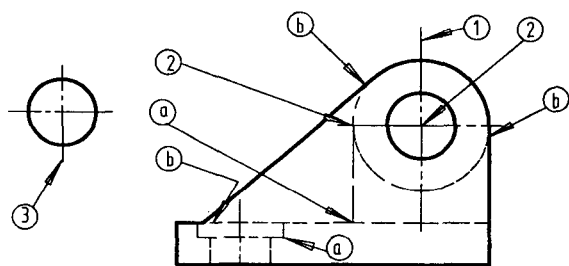


图 1-1 工程图上图线的画法

图线交接时,应是线段交接,如图 1-1 中④所示。虚线为实线的延长线时,不得与实线相连,如图 1-1 中⑤所示。

(5) 图线不得与文字、数字或符号重叠、混淆,不可避免时应首先保证文字、数字或符号等的清晰。

(2) 绘制圆的中心线(两条相互垂直的点画线)时,圆心应为线段的交点,如图1-1中②所示。点画线和双点画线的首、末两端应是线段而不是短画,并且应超出图形轮廓2~3mm,如图1-1中①所示。

(3) 在较小的图形上绘制点画线和双点画线有困难时,可用细实线代替,如图1-1中③所示。

(4) 虚线与虚线交接,或虚线与其他

在国家标准《技术制图》“字体”中,规定了汉字、字母和数字的结构形式。

1.1.2 字体(GB/T 14691—1993)

在国家标准《技术制图》“字体”中,规定了汉字、字母和数字的结构形式。

图样中的书写字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。除此之外,还要求达到以下几点。

(1) 汉字应写成长仿宋体字,并应采用我国正式公布推行的简化字。

(2) 字体高度(h)的公称尺寸系列为:1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm 等八种。汉字的高度(h)不应小于 3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。如要写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体的号数。

(3) 数字和字母分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 $1/14$, B 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 $1/10$ 。在同一图样上,只允许选用一种型式的字体。

(4) 数字和字母可以写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,并与水平基准线成 75° 角。图样中的数字和字母一般写成斜体。

1. 长仿宋体汉字示例

10号字

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

7号字

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

5号字

技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山 井坑港口纺织服装

2. 拉丁字母示例

A 型大写斜体

A B C D E F G H I J K L M N O P

Q R S T U V W X Y Z

A 型小写斜体

a b c d e f g h i j k l m n o p q

r s t u v w x y z

3. 阿拉伯数字示例

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

4. 罗马数字示例

I II III IV V VI VII VIII IX X

1.1.3 图纸幅面及标题栏(GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面尺寸

绘制技术图样时,应优先采用表 1-4 中规定的各种图纸幅面的尺寸,必要时可加长边长,

但加长量必须符合国家标准的規定。

表 1-4 图纸幅面 mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4	A5
$B\times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297	148×210
c	10			5		
a	25					
e	20		10			

注： $B\times L$ 、 a 、 c 、 e 的意义见图框格式。

图 1-2 中的粗实线所示为表 1-4 所规定的基本幅面(第一选择)(即为首选),细实线所示为加长幅面(第二选择),虚线所示为加长幅面(第三选择)。

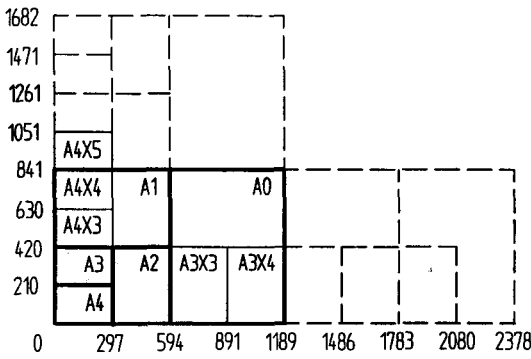


图 1-2 图纸幅面

2. 图框格式

图框是指图纸上限定绘图区域的线框。每张图样必须有图框。图框线为粗实线,其规格分为不留装订边和留有装订边两种,但同一产品图样只采用一种格式。两种格式如图 1-3 所示,尺寸大小按表 1-4 的规定画出。

3. 标题栏

标题栏(见图 1-4)是指由名称及代号区、签字区和其他区组成的栏目。每张图纸上都必须在图框中画出标题栏,其位置应位于图纸的右下角(见图 1-5)。标题栏的方位与看图有关,看图的方向与看标题栏的方向一致。标题栏中各区的布置如图 1-4(a)或(b)所示。

4. 其他附加符号

为了阅读、管理图纸的方便,图框线上还会出现一些附加符号,如对中符号、方向符号,以及剪切符号和图幅分区符号等。有关这些符号的画法及含义请参阅 GB/T 14689—1993 中的有关规定。

1) 对中符号

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便,均应在图纸各边长的中点处分别用粗实线画出对中符号,长度从纸边界开始至伸入图框内约 5mm。当对中符号处在标题栏范围内时,则伸入标题栏部分省略不画(见图 1-5)。

2) 剪切符号

为了使复制图样时便于自动剪切,可在图纸的四个角上分别绘出剪切符号。剪切符号可

采用直角边边长为 10mm 的黑色等腰三角形,或用线宽为 2mm、线长为 10mm 的两条粗线画出(见图 1-6)。

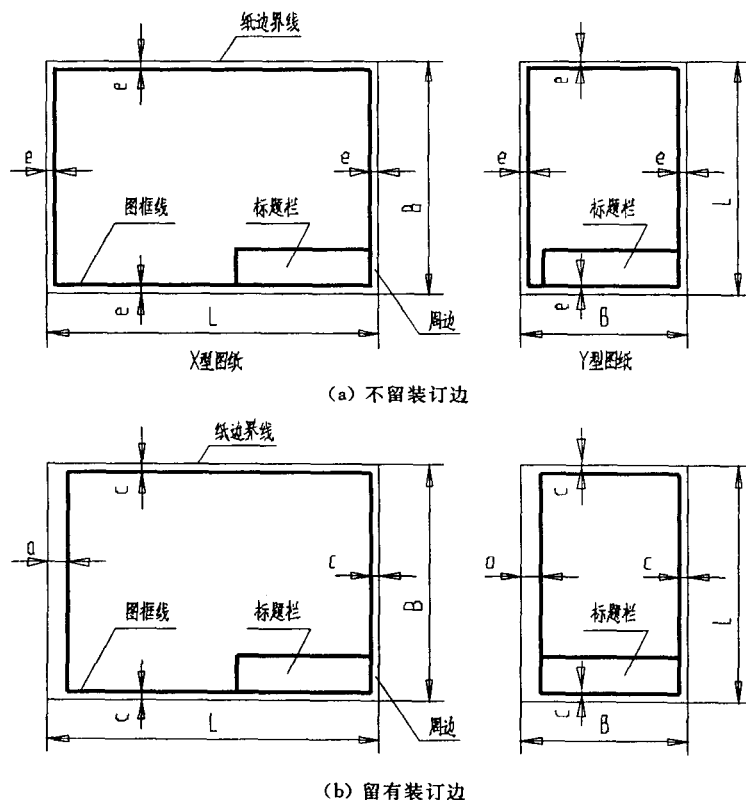


图 1-3 图框格式

名 称	比例、材料、数量等区	图号区
签 名 区	生产厂家名	

(a) 本书所采用的零件图标题栏

名 称	比例、第几张、共几张、重量等区	图号区
签 名 区	生产厂家名	

(b) 本书所采用的装配图标题栏

图 1-4 标题栏

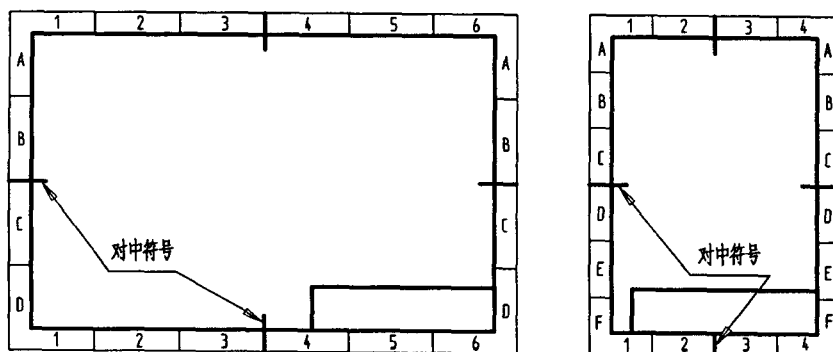


图 1-5 对中符号

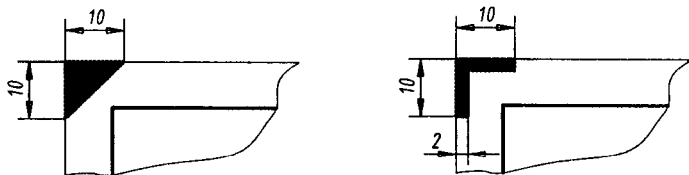


图 1-6 剪切符号

3) 图幅分区符号

必要时,可用细实线在图纸周边内画出分区,图幅分区数必须取偶数,每一分区的长度应在 25~75mm 之间选择。分区的编号,按看图方向用大写拉丁字母从上到下顺序编写,水平方向用阿拉伯数字从左到右顺序编写。

在图样中标注分区代号时,字母在前、数字在后且并排书写,如 B3,C5。分区代号与图形名称同时标注时,则分区代号写在图形名称的后边,中间空出一个字母的宽度,如 A B3;E—E A7;D/2 : 1 C5 等。

1.1.4 比例(GB/T 14690—1993)

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。比值为 1 的比例为原值比例,即 1 : 1;比值大于 1 的比例为放大比例,如 2 : 1;比值小于 1 的比例为缩小比例,如 1 : 2。绘制图样时,应由表 1-5 规定的系列中选取适当的比例,必要时也允许选取表 1-6 中的比例。

表 1-5 优先选取的绘图比例系列

种 类	比 例		
原值比例	1 : 1		
放大比例	5 : 1	2 : 1	
	5×10 ⁿ : 1	2×10 ⁿ : 1	1×10 ⁿ : 1
缩小比例	1 : 2	1 : 5	1 : 10
	1 : 2×10 ⁿ	1 : 5×10 ⁿ	1 : 10×10 ⁿ

注:n 为正整数。

表 1-6 允许选取的绘图比例系列

种 类	比 例				
放大比例	4 : 1			2.5 : 1	
	4×10 ⁿ : 1			2.5×10 ⁿ : 1	
缩小比例	1 : 1.5	1 : 2.5	1 : 3	1 : 4	1 : 6
	1 : 1.5×10 ⁿ	1 : 2.5×10 ⁿ	1 : 3×10 ⁿ	1 : 4×10 ⁿ	1 : 6×10 ⁿ

注:n 为正整数。

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下方或右侧标注,如在某视图的 I 处或 A 向视图中:

$$\frac{I}{2:1} \qquad \frac{A}{2:1}$$

1.1.5 尺寸标注(GB/T 4458.4—1984)

图样中的图形只能表达零件的形状,必须依据图样上标注的尺寸来确定其形体大小。尺寸标注是绘制工程图样的一项重要内容。必须遵照国家标准,准确、完全、清晰地标注出形体的实际尺寸,以确定其真实大小。

1. 尺寸标注的基本规则

(1) 图样中的尺寸(包括技术要求和其他说明的尺寸),以 mm 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,则必须注明代号或名称。

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

(3) 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。

(4) 图样中所标注的尺寸,为该机件的最后完工尺寸,否则需另加说明。

2. 组成尺寸的要素

一个完整的尺寸应由尺寸界线、尺寸线、箭头和尺寸数字四个要素组成,尺寸界线、尺寸线均由细实线画出,如图 1-7 所示。

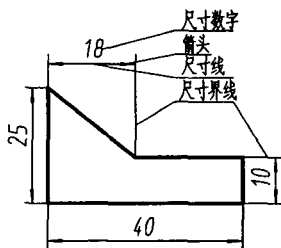


图 1-7 尺寸的组成

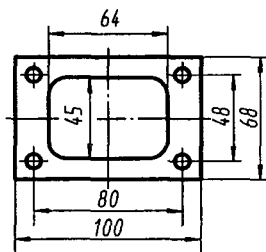
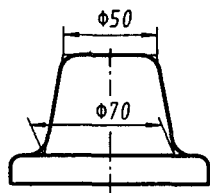


图 1-8 尺寸界线的画法



1) 尺寸界线

尺寸界线一般由轮廓线、轴线或中心线引出,尺寸界线的长应超出尺寸线终端约 2~3mm,也可以直接用轮廓线、轴线或中心线作为尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时允许倾斜,如图 1-8 所示。

2) 尺寸线

尺寸线必须与所标注的线段平行。尺寸线不得用其他图线代替,也不得与其他图线重合或画在其延长线上。对于互相平行的尺寸线,小尺寸在内,大尺寸在外,间距应大于 5mm,依次排列整齐,如图 1-9 所示。

3) 尺寸线终端

尺寸线终端有两种形式,即箭头或细斜线。同一图样中,只能采用一种尺寸线终端形式,如图 1-10 所示。

箭头适用于各种类型的图形,箭头尖端与尺寸界线

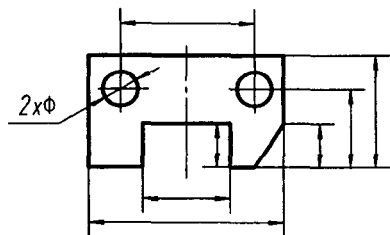


图 1-9 尺寸线的画法

接触,不得超出,如图 1-10 所示。当尺寸很小无法画箭头,而又夹在其他尺寸之间时,可用圆点表示,如图 1-11(a)所示。采用细斜线的形式时,尺寸线与尺寸界线必须相互垂直,如图 1-11(b)所示。

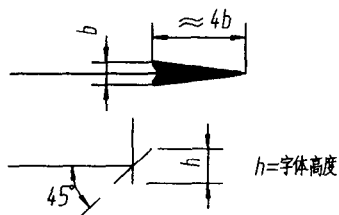


图 1-10 尺寸线终端

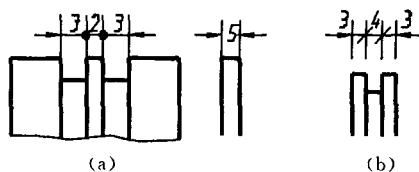


图 1-11 两种形式尺寸线终端的标注

4) 尺寸数字

线性尺寸的数字一般注写在尺寸线的一侧（如果尺寸线为水平方向，尺寸数字应写在尺寸线的上方），也可以将尺寸数字写在尺寸线的中断处，如图 1-12 所示。同一图样中最好只采用一种形式。同一图样中的字体、字号应一致。注写的位置不够时，可引出尺寸线后再标出。尺寸数字不能被任何图线遮挡。尺寸数字前的符号用来区分不同类型的尺寸：

- | | |
|--------------------------------|---|
| ϕ 表示直径 | $\angle$ 或 $\backslash$ 表示斜度 |
| R 表示半径 | $\triangleleft$ 或 $\triangleright$ 表示锥度 |
| S 表示球面 | t 表示板形零件的厚度 |
| $\pm$ 表示正、负偏差 | $\square$ 表示正方形 |
| x 表示参数分隔符（如 $M16 \times 1$ ） | ∇ 表示埋头孔 |
| — 表示连字符 | EQS 表示均匀分布 |
| $\perp$ 表示孔深 | $\sqcap$ 表示沉孔 |

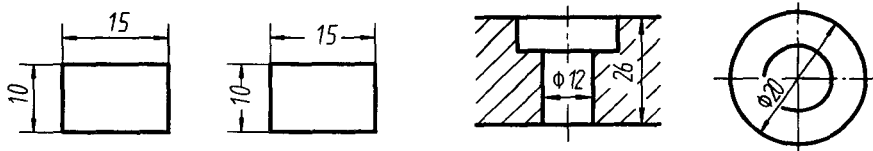


图 1-12 尺寸数字注写要求

3. 尺寸注法

1) 线性尺寸

线性尺寸尽量避免在图 1-13(a) 所示 30° 范围内标注尺寸，当无法避免时，可按图 1-13(b) 标注。

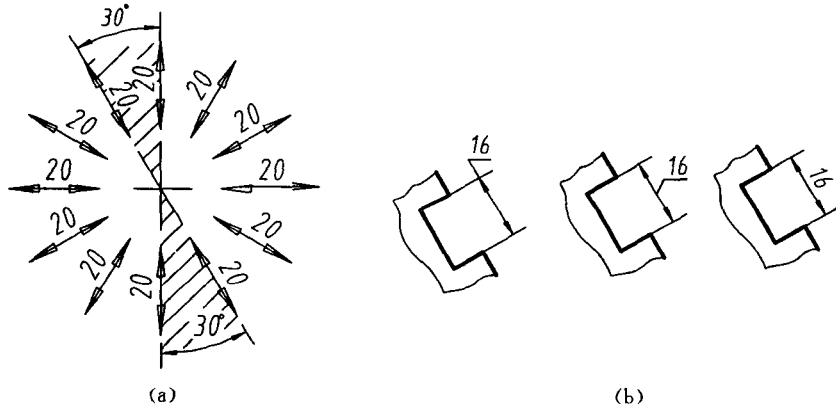


图 1-13 线性尺寸标注