

机械制图

主 编 徐秀娟 副主编 孙 路 郑宏勤、田莉坤



机 械 制 图

主 编 徐秀娟

副主编 孙 路 郑宏勤 田莉坤

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书采用最新的《技术制图》及《机械制图》国家标准编写而成。

主要内容有制图的基本知识、投影的基本知识、基本几何体投影分析、截交线、相贯线、组合体、机件的表达方式、零件图、装配图、计算机绘图等 10 章, 书后另有附录。同时编写了《机械制图习题集》与本教材配套使用。

本书可作为高等工科院校机械类、近机械类各专业“机械制图”课程的教学用书, 也可供有关工程技术人员使用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图/徐秀娟主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2008. 8

ISBN 978 - 7 - 5640 - 1472 - 8

I. 机… II. 徐… III. 机械制图 - 高等学校 - 教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 040792 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / [http:// www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 保定市中华美凯印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 18

字 数 / 420 千字

版 次 / 2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 1500 册

定 价 / 32.00 元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 李绍英

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

前 言

本教材根据教育部制定的《工程制图课程教学基本要求》，从培养高技能应用型人才及培养高等技术应用型人才的目标定位出发，结合编者多年教学实践经验及课程改革成果而编写。

教材突出了机类专业的教学特点，贯彻“实用为主、够用为度”的原则，着重于制图技能的培养。内容上注重针对性及应用性，叙述方法上通俗易懂，深入浅出，并采用了最新的《技术制图》及《机械制图》国家标准。介绍了 AutoCAD 绘图软件的主要功能。并编写了《机械制图习题集》与本教材配套使用。要求机类专业学生学完本课程后，能掌握机械制图必需的知识，能看懂机械图样和利用计算机绘图软件绘制机械图样。

本书由徐秀娟主编，孙路、郑宏勤、田莉坤任副主编，参加编写工作的有徐秀娟（绪论、第1章部分内容、第5章、第6章、第9章、部分附录）、孙路（第1章及第2章部分内容、第7章、部分附录）、郑宏勤（第10章）、田莉坤（第4章、第8章、部分附录）、孙鹏涛（第3章）、吴呼玲（第2章部分内容）、王宁（部分附录）。全书由徐秀娟统稿。

本书由陕西国防工业职业技术学院高葛主审，参加审稿的还有张鑫、刘绪民、张亚军和双峰集团咸阳压缩机厂研究所武苏维、贺永安等。

在本书编写过程中，得到有关院校、工厂、研究院（所）等单位的帮助和支持，提出了许多宝贵的意见，对此我们表示衷心的感谢。

对本书存在的问题，热诚希望广大读者提出宝贵意见与建议，以便今后继续改进。

编 者

目 录

绪论	(1)
0.1 本课程的研究对象	(1)
0.2 本课程的学习目的和任务	(1)
0.3 本课程的学习方法	(1)
第1章 制图的基本知识	(2)
1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定	(2)
1.2 手工绘图工具和用品的使用	(13)
1.3 几何作图	(16)
1.4 平面图形画法	(22)
1.5 绘图的方法与步骤	(23)
第2章 投影基础	(26)
2.1 投影法及三视图	(26)
2.2 点的投影	(30)
2.3 直线的投影	(35)
2.4 平面的投影	(42)
第3章 基本体及表面交线	(48)
3.1 平面体	(48)
3.2 回转体	(50)
3.3 截交线	(55)
3.4 相贯线	(61)
3.5 简单形体的尺寸标注	(66)
第4章 轴测投影	(69)
4.1 轴测图的基本知识	(69)
4.2 正等轴测图画法	(70)
4.3 斜二等轴测图的画法	(76)
第5章 组合体	(79)
5.1 组合体概述	(79)

5.2	组合体三视图的画法	(81)
5.3	组合体的尺寸注法	(84)
5.4	读组合体的三视图	(86)
第6章	机件的表达方法	(90)
6.1	视图	(90)
6.2	剖视图	(93)
6.3	断面图	(103)
6.4	局部放大图及其他规定与简化画法	(106)
第7章	标准件、常用件	(110)
7.1	螺纹	(110)
7.2	螺纹紧固件及连接	(117)
7.3	键及其连接	(122)
7.4	销及其连接	(125)
7.5	齿轮	(127)
7.6	滚动轴承	(137)
7.7	弹簧	(141)
第8章	零件图	(144)
8.1	零件图的作用和内容	(144)
8.2	零件图视图的选择	(145)
8.3	零件图的尺寸标注	(147)
8.4	技术要求在零件图上的标注	(151)
8.5	零件的工艺结构	(164)
8.6	典型零件分析	(169)
8.7	读零件图	(174)
8.8	零件测绘	(175)
第9章	装配图	(183)
9.1	装配图的作用和内容	(183)
9.2	装配图的规定画法和特殊画法	(185)
9.3	装配图的尺寸标注和技术要求	(187)
9.4	装配图中零部件的序号和明细表	(188)
9.5	装配结构的合理性	(189)
9.6	读装配图及拆画零件图	(192)
9.7	装配体测绘	(195)
第10章	计算机绘图	(199)
10.1	概述	(199)

10.2	绘图命令	(206)
10.3	图形编辑命令	(214)
10.4	图层和对象特性	(221)
10.5	向图形中添加文字	(225)
10.6	尺寸标注	(228)
10.7	块的应用	(237)
10.8	使用外部参照	(239)
10.9	打印图形	(241)
附录		(245)
附表 1	.....	(245)
附表 2	.....	(246)
附表 3	.....	(247)
附表 4	.....	(248)
附表 5	.....	(249)
附表 6	.....	(250)
附表 7	.....	(251)
附表 8	.....	(252)
附表 9	.....	(253)
附表 10	.....	(253)
附表 11	.....	(254)
附表 12	.....	(254)
附表 13	.....	(255)
附表 14	.....	(255)
附表 15	.....	(256)
附表 16	.....	(257)
附表 17	.....	(257)
附表 18	.....	(257)
附表 19	.....	(258)
附表 20	.....	(259)
附表 21	.....	(260)
附表 22	.....	(266)
附表 23	.....	(272)
附表 24	.....	(274)
附表 25	.....	(274)
附表 26	.....	(277)
参考文献		(279)

绪 论

0.1 本课程的研究对象

图形与语言、文字一样都是人类表达、交流思想的工具。

工程技术中,将物体按一定的投影方法和技术规定表达在图纸上,以正确地表示出机器、设备及建筑物的形状、大小、规格和材料等内容,称之为工程图样。根据生产领域不同,工程图样又被分为机械图样、建筑图样、电子工程图样、水利工程图样、化工工程图样等。“图样”被认为是工程界通用的“技术语言”。

机械工程上常用的图样是零件图和装配图。在设计和改造机器设备时,要通过图样来表达设计思想和要求。机器设备在制造过程中,从制作毛坯到加工、检验、装配等各个环节,都要以图样作为依据。在使用机器时,通过图样也可以帮助了解机器的结构与性能。因此,图样是设计、制造、使用机器过程中的一种主要技术资料。

机械制图就是研究绘制和阅读机械工程图样的基本原理和方法的一门学科。

0.2 本课程的学习目的和任务

本课程是工科院校一门重要的、既有理论、又有实践的技术基础课。其目的是培养学生的绘图、识图及空间想象能力。主要任务有:

- (1) 学习正投影的基本理论及方法;
- (2) 培养学生形体表达和空间想象的基本能力;
- (3) 培养学生绘制和阅读机械图样的能力;
- (4) 培养学生能使用常用的绘图软件绘制机械图样,并具有计算机绘图的初步能力。
- (5) 培养学生具有认真负责的工作态度和严谨的工作作风。
- (6) 培养学生遵守国家标准的良好习惯及查阅、使用国家标准等技术资料的能力。
- (7) 培养学生一定的自学能力和审美能力。

0.3 本课程的学习方法

(1) 重视理论知识的学习,理解并掌握投影原理的基本概念,掌握《技术制图》及《机械制图》国家标准的有关规定。

(2) 在学习过程中,应理论联系实际,善于思考。通过由物到图、由图到物的反复实践进行投影分析,把空间的机件形状、结构与投影中的视图联系起来,不断提高空间想象能力。

(3) 通过一系列的绘图与读图实践,逐步掌握绘图与读图方法,培养绘图与读图能力。

第1章

制图的基本知识

图样是机器制造过程中最基本的技术文件，是科学技术交流的重要工具。为了便于生产、管理和交流，必须对图样的画法、尺寸注法、所用代号等方面作统一的规定。这些规定统一由国家制订和颁布实施，《技术制图》和《机械制图》国家标准是工程技术界重要的技术基础标准，是绘制和阅读机械图样的准则和依据。

国家标准的代号以 GB 打头，例如 GB 4457.4—2002，其中 GB 为“国家”、“标准”两词的汉语拼音第一个字母，4457.4 为标准的编号，2002 表示该标准是 2002 年颁布的。

学习机械制图时，必须树立标准化的观念，严格遵守、认真执行有关的国家标准。本章摘要介绍有关图纸幅面、比例、字体、尺寸注法等几个标准，其余有关内容将在以后各章中分别介绍。

1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定

1.1.1 图纸幅面和标题栏

1. 图纸幅面尺寸（GB/T 14689—1993）

为了便于图样的绘制、使用和保管，机件的图样均应画在具有一定格式和幅面的图纸上。GB/T 14689—1993 规定绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面，其中 A0 幅面的面积约为 1m^2 。

表 1-1 图纸的基本幅面及图框尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1 189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

绘制图样应首先选择基本幅面。必要时，允许按基本幅面的短边成整数倍增加，如图 1-1 所示，细实线为第二选择的加长幅面，虚线为第三选择的加长幅面。

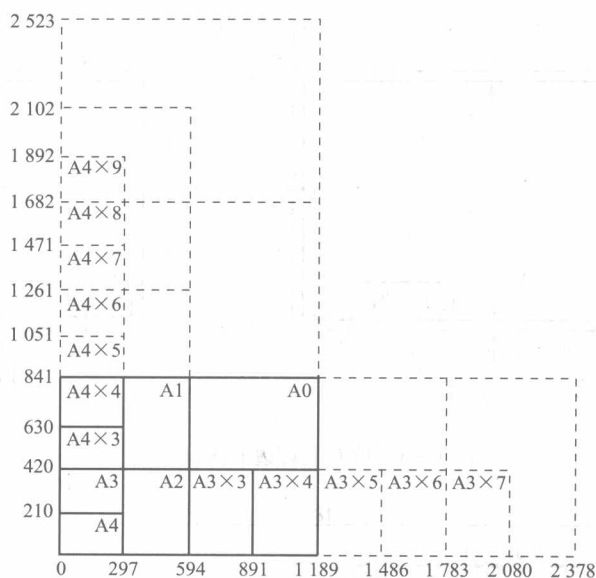


图 1-1 图纸幅面

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为不留装订边和留有装订边两种，但同一产品的图样只能采用一种格式。不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-2 所示，留有装订边的图框格式如图 1-3 所示。

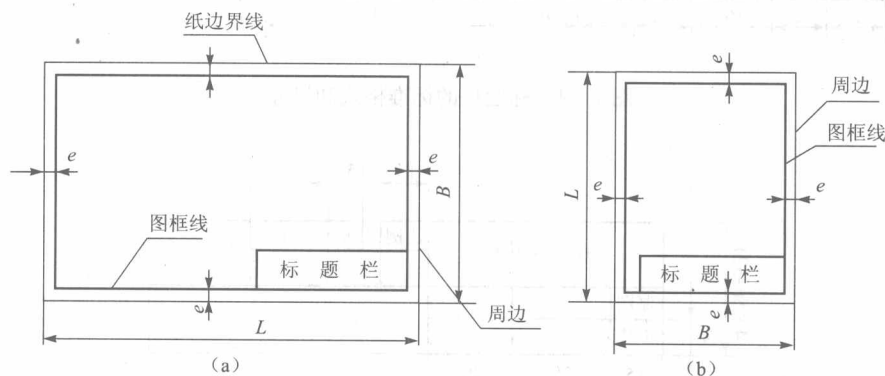


图 1-2 不留装订边的图框格式

加长幅面的图框尺寸，按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。

3. 标题栏的格式 (GB/T 10609.1—1998)

在每张图纸的右下角必须画出标题栏，如图 1-2 (a)、(b) 及图 1-3 (a)、(b) 所示。标题栏中文字方向为看图的方向。

国标标题栏的格式和尺寸按 GB 10609.1—1998 的规定，如图 1-4 所示。

用于学生作业上的标题栏可由学校自订，图 1-5 (a)、(b) 所示的格式可供参考使用。

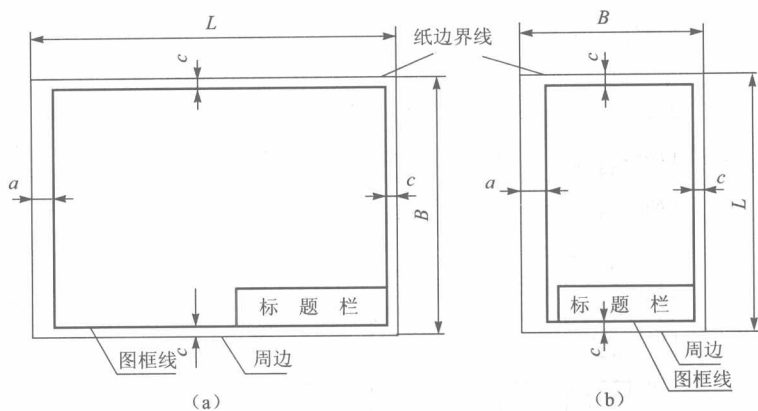


图 1-3 留有装订边的图框格式

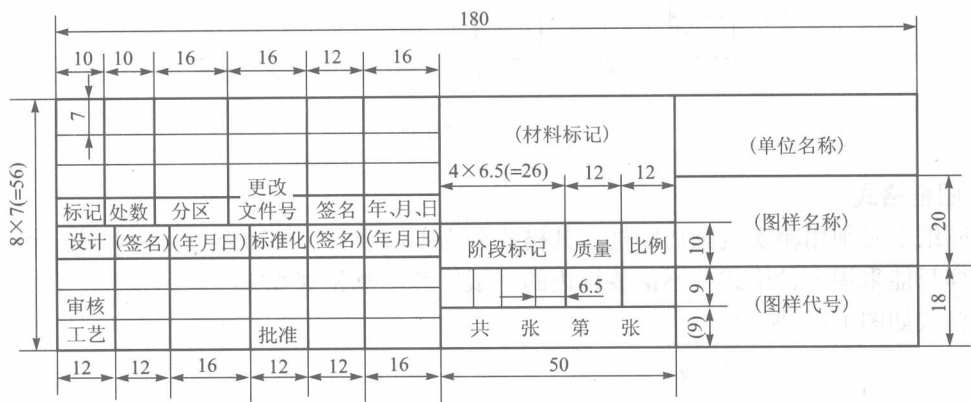


图 1-4 标题栏的标准格式和尺寸

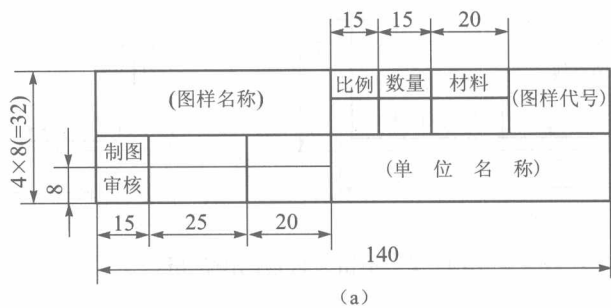


图 1-5 制图课作业用标题栏参考格式

4. 附加符号

为了图样复制和缩微摄影时定位方便，在图纸各边长的中点处应分别画出对中符号，对中符号用粗实线绘制，从纸边界开始伸入图框内约 5 mm，如图 1-6 所示。当使用预先印刷的图纸时，为明确绘图与看图时图纸的方向，应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号，如图 1-6 所示。方向符号的画法如图 1-7 所示。

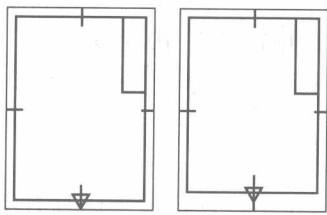


图 1-6 对中符号和方向符号

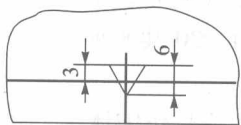


图 1-7 方向符号的画法

1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比，称为图形的比例。

应尽可能采用原值比例画图，但因各种机件大小及结构复杂程度不同，需要采用放大或缩小比例来绘图。需要按比例绘制图样时，应从 GB/T 14690—1993 规定的系列中选取适当的比例，规定的比例见表 1-2，必要时也允许按表 1-3 规定的比例选取。

表 1-2 规定的比例 (一)

种 类	比 例
原值比例 (比值为 1 的比例)	1:1
放大比例 (比值 > 1 的比例)	5:1 2:1 $5 \times 10^n:1$ $2 \times 10^n:1$ $1 \times 10^n:1$
缩小比例 (比值 < 1 的比例)	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 规定的比例 (二)

种 类	比 例
放大比例 (比值 > 1 的比例)	4:1 2.5:1 $4 \times 10^n:1$ $2.5 \times 10^n:1$
缩小比例 (比值 < 1 的比例)	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。	

图形不论放大或缩小，在标注尺寸时，应按机件实际尺寸标注。还应注意，带角度的图形不论放大或缩小，仍照原角度画出。

比例符号以“:”表示，一般应标注在标题栏的比例栏内，如 1:1, 1:5, 2:1 等。必要时，可在视图名称的下方或右侧标注比例，如：

$\frac{I}{2:1}$	$\frac{A}{1:2}$	$\frac{B-B}{2.5:1}$	$\frac{\text{平面图}}{1:100}$
-----------------	-----------------	---------------------	----------------------------

1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)

图样上除了表达机件形状的图形以外,还要用文字和数字来说明机件的大小、技术要求和其他内容,所以文字和数字也是图样的重要组成部分。

在图样中书写字体必须做到:字体工整,笔画清楚,间隔均匀,排列整齐。

字体高度(用 h 表示,单位为mm)代表字体的号数,字号系列为:1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20共8种。

1. 汉字

汉字应写成仿宋体字,并采用国家正式公布的简化汉字。长仿宋字体具有字形端正、结构匀称、笔画粗细一致、清楚美观等特点,便于用钢笔、铅笔书写。长仿宋体字的高度 h 不应小于3.5 mm,字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

图1-8所示为长仿宋体字示例。

10号 工程字体长仿宋体
7号 字体工整笔画清楚排列整齐
5号 装配技术要求对称不同轴线热处理
3.5号 螺栓母钉气缸活塞滑块齿轮带轮弹簧连接箱体拉杆

图1-8 长仿宋体字示例

2. 数字和字母

数字和字母有A型和B型之分,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 $1/10$ 。数字或字母可写成直体或斜体。一般采用斜体,其字体向右倾斜,与水平线约成 75° 。如图1-9、图1-10、图1-11所示。



图1-9 拉丁字母

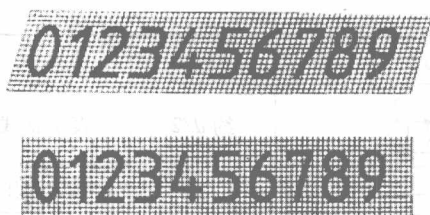


图 1-10 阿拉伯数字 (A 型)



图 1-11 罗马数字 (A 型)

1.1.4 图线及其画法 (GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

1. 线型

技术制图国家标准中规定了 15 种基本线型及基本线型的变形。机械图样中常用的有 9 种图线,其名称、形式、宽度及其应用见表 1-4 和图 1-12 所示。

2. 线宽

机械图样中的图线分粗线和细线两种。粗线宽度 d 应根据图形的大小和复杂程度在 $0.5 \sim 2 \text{ mm}$ 之间选择,细线的宽度约为 $d/2$ 。

图线宽度的推荐系列为: 0.13 mm 、 0.18 mm 、 0.25 mm 、 0.35 mm 、 0.5 mm 、 0.7 mm 、 1 mm 、 1.4 mm 、 2 mm 。

制图中一般常用的粗实线宽度为 $0.7 \sim 1 \text{ mm}$ 。

画图时,在线条的交、接、切处应注意一些习惯画法,举例说明见表 1-5。

表 1-4 图线及其应用

名称	型 式	宽度	主 要 用 途
粗实线		d	表示可见轮廓线
细实线		约 $d/2$	表示尺寸线、尺寸界线、剖面线、指引线、重合断面的轮廓线、过渡线
波浪线		约 $d/2$	表示断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线
双折线		约 $d/2$	表示断裂处的边界线
细虚线		约 $d/2$	表示不可见轮廓线

续表

名称	型 式	宽度	主 要 用 途
细点画线		约 $d/2$	表示轴线、圆中心线、对称中心线
粗点画线		d	限定范围表示线
细双点画线		约 $d/2$	表示相邻辅助零件的轮廓线、轨迹线
粗虚线		d	允许表面处理的表示线

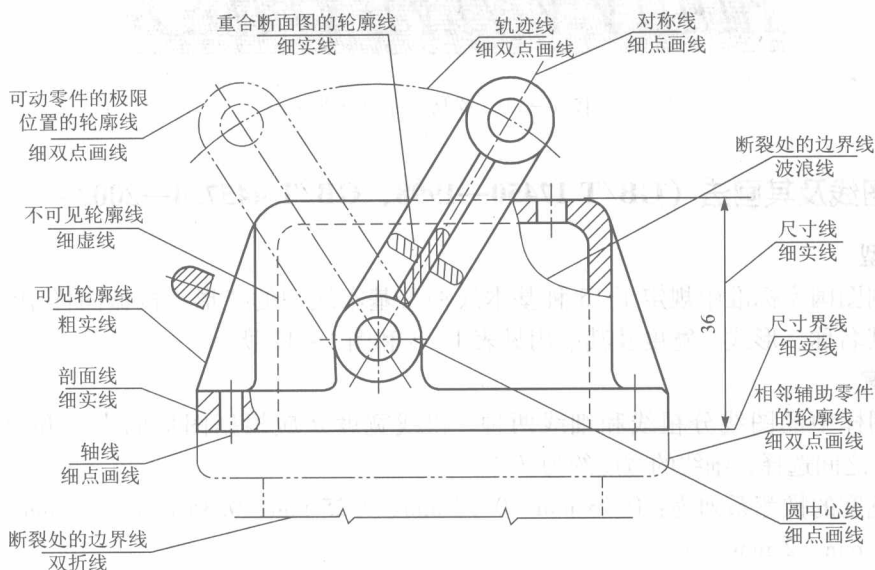


图 1-12 线型应用示例

表 1-5 图线交、接、切等处习惯画法

画法说明	图 例	
	正 确	错 误
虚线与虚线或实线相交应以线段相交，不得留有间隙		
点画线应以线段相交。 点画线的首末两端应是线段而不是点，并应超出图形 3~5 mm		
图线与图线相切：应以切点相切，相切处应保持相切两线中较宽的图线宽度，不得相割或相离		

1.1.5 尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003 和 GB/T 16675.2—1996)

机件的大小由标注的尺寸决定。标注尺寸时,应严格遵守国家标准有关尺寸标注的规定,做到正确、完整、清晰、合理。

1. 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) 在机械图样(包括技术要求和其他说明)中的直线尺寸,规定以毫米为单位,不需标注计量单位的代号或名称。如果采用其他单位,如英寸^①、米等,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

(3) 机件的每一尺寸,在图样上一般只标注一次。

(4) 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。

2. 尺寸组成

如图1-13所示,一个完整的尺寸一般包括尺寸界线、尺寸线及终端、尺寸数字三部分。

(1) 尺寸界线。尺寸界线用来表示所标注尺寸的范围。它用细实线绘制,并由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出,并超出尺寸线末端约2 mm。也可利用轮廓线、轴线或对称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1-14所示。该图也表示有圆角处的尺寸界线引出方法。

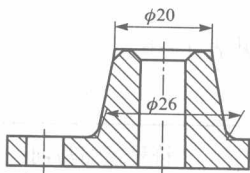


图 1-14 倾斜尺寸界线

(2) 尺寸线及终端。尺寸线用细实线绘制在尺寸界线之间,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。标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行,尺寸线和尺寸界线应该互相垂直。

尺寸线的终端可以有两种形式,一种是采用箭头,适用于包括机械图在内的各种类型的图样。终端的另一种形式是采用45°斜线,这种形式多用在建筑图样当中,斜线用细实线绘制,如图1-15所示。

同一张图样上箭头的形式和大小应尽可能保持一致,箭头的位置应与尺寸界线接触,不得超过或留有空隙。两端箭头应指到尺寸界线,如图1-13、图1-14所示。

(3) 尺寸数字。尺寸数字用以表示所注机件尺寸的实际大小。

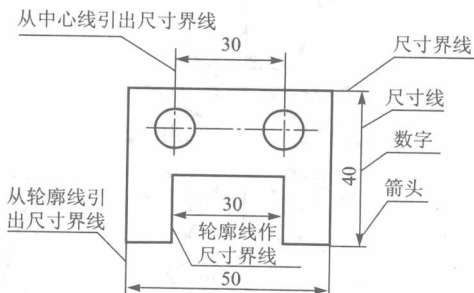


图 1-13 尺寸组成

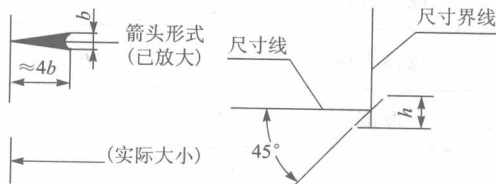


图 1-15 尺寸终端

^① 1 英寸=2.54 厘米。

线性尺寸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，同一张图样上注写方法应一致。

线性尺寸数字的方向，有两种注写方法：

方法1：线性尺寸数字的方向应以图纸右下角的标题栏为基准，使水平尺寸字头朝上，铅直尺寸字头朝左。倾斜尺寸的尺寸数字，都应保持字头仍有朝上的趋势。如图1-16(a)所示的30°范围内应尽可能避免标注尺寸，若无法避免时，可如图1-16(b)的形式标注。

方法2：对于非水平方向的尺寸，其数字可水平地注写在尺寸线的中断处，如图1-16(c)所示，但机械图样上较少采用这种注法。

一般应采用第一种方法注写。在不致引起误解时，也允许采用第二种方法。但在一张图样中，应尽可能采用一种方法。

尺寸数字采用斜体阿拉伯数字，同一张图样中数字大小应一致。

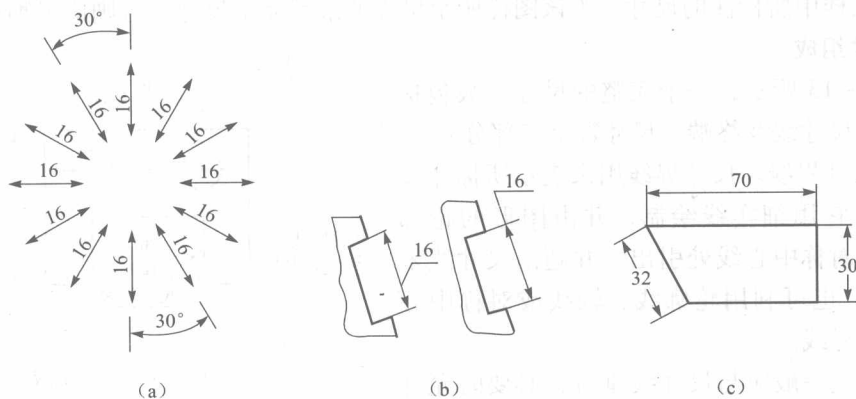


图1-16 尺寸数字的注写方向

标注尺寸时，应尽可能使用符号和缩写词。常用的符号及缩写词见表1-6。

表1-6 常用符号及缩写词

名 称	符号或缩写词	名 称	符号或缩写词
直径	ϕ	正方形	$\square$
半径	R	45°倒角	C
球体直径	$S\phi$	深度	∇
球体半径	SR	沉孔或铰平	$\cup$
厚度	t	埋头孔	V
弧长	$\frown$	均布	EQS

3. 常用的尺寸注法

常用尺寸注法见表1-7。