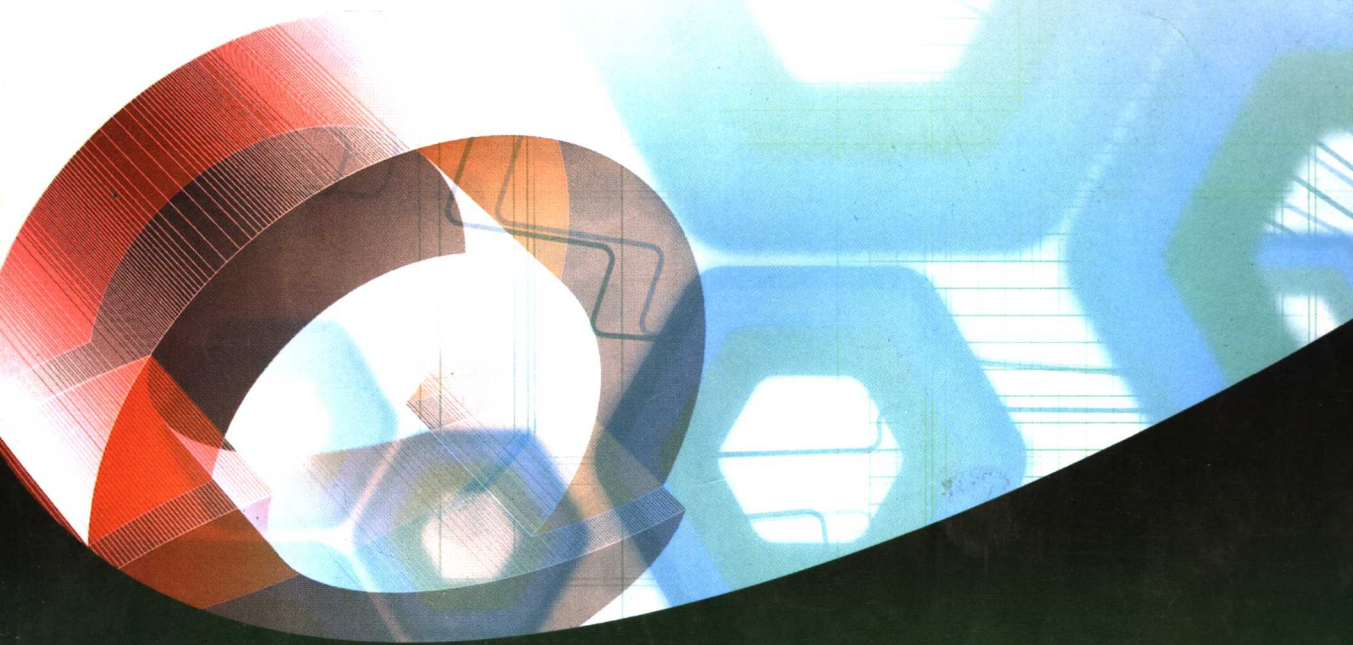


高职高专“十一五”规划教材

●机电系列

机械制图

主编 霍苏萍



 大象出版社
全国优秀出版社

高职高专“十一五”规划教材·机电系列

机械制图

主编 霍苏萍

 大象出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/霍苏萍主编. —郑州:大象出版社,2007.9

高职高专“十一五”规划教材·机电系列

ISBN 978-7-5347-4606-2

I. 机… II. 霍… III. 机械制图—高等学校:技术学校—教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 120834 号

本书编委会人员名单

主 编 霍苏萍

副主编 何耀民 陈 英

编 委 邢艳辉 商冬青

责任编辑 陈洪东 郭安周

责任校对 钟 骄

封面设计 秦吉宁

出 版 大象出版社(郑州市经七路 25 号 邮政编码 450002)

网 址 www.daxiang.cn

发 行 全国新华书店

制版印刷 河南第二新华印刷厂

版 次 2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月第 1 次印刷

开 本 787×1092 1/16

印 张 15.75

字 数 360 千字

印 数 1—3 000 册

定 价 22.80 元

若发现印、装质量问题,影响阅读,请与承印厂联系调换。

印厂地址 郑州市商城路 231 号

邮政编码 450000

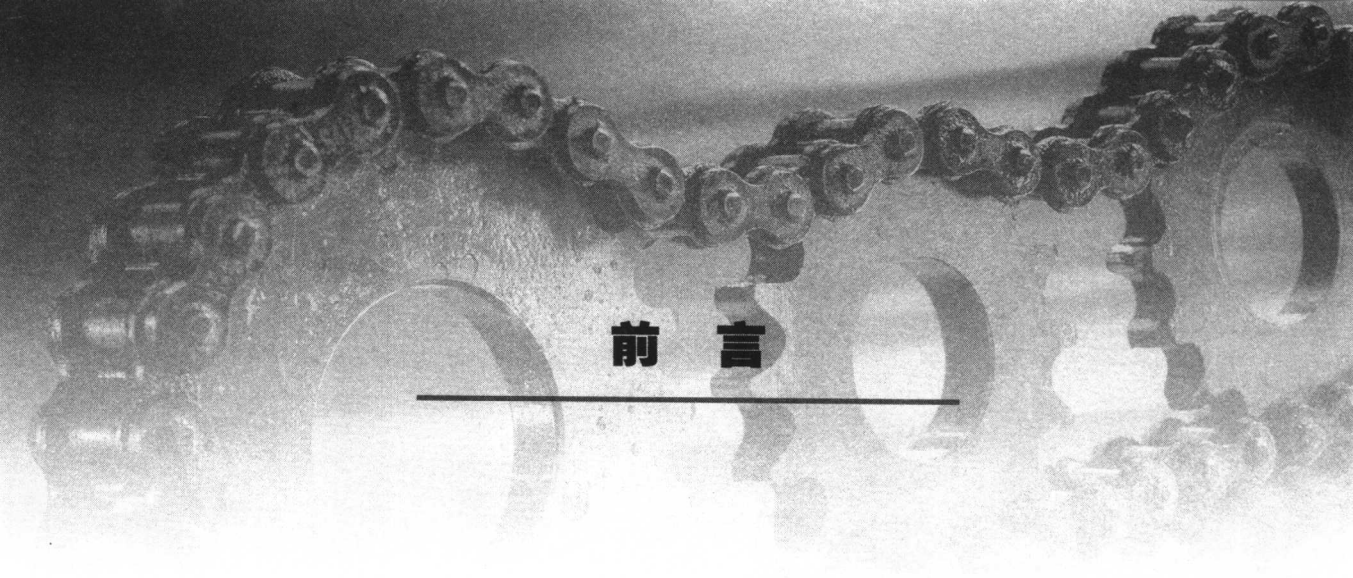
电话 (0371)66202901

大象出版社

大象出版社，全国优秀出版社，其前身是河南教育出版社，成立于1983年，1996年更为现名。大象出版社主要出版大中小学各类教材、教学参考书、教学辅助读物、学生课外读物及教育理论著作、工具书与有关学术著作，基本形成编、印、发配套齐全，书、报、刊、电子读物良性互动的多元化发展格局。

在新的形势下，大象出版社积极进取，不断强化其在教育图书出版领域的优势。目前已形成了从小学至高中12个年级、国标教材与地方教材相结合的大象版教材体系。随着综合实力的不断增强，大象出版社近年来加大了大中专教材的出版力度，陆续出版了高职高专“十一五”规划教材——公共基础课系列、电子信息系列、机电系列、艺术设计系列、汽车专业系列，中等职业学校“十一五”规划教材——教改必修课系列、艺术设计系列、汽车专业系列，以及高考艺术类考生必读系列，充分展示了大象出版社锐意进取的雄姿和深厚实力。今后，大象出版社将不断开发新品种的大中专系列教材，欢迎有编写意向的老师积极与我们联系（daxianggj@163.com），我们愿与各高校老师携手做好高校教材的编写出版工作。

大象出版社将继续秉承“脚踏实地，善于负重，坚忍不拔，勇往直前”的大象精神，实践“服务教育，介绍新知，沟通中外，传承文化”的出版宗旨，为读者奉献更多的精品图书！



前 言

《机械制图》是依据教育部制定的《高职高专教育工程制图课程教学基本要求(机械类专业适用)》而编写的,全面总结和广泛吸纳了高职高专院校制图课程教学改革的实践经验,力求符合高职高专教育教学的特点,并配套编写有《机械制图习题集》。与现行同类教材相比较,本教材主要有以下特点。

1. 在教材编写中严格依据“以应用为目的,以必需、够用为度”,以提高学生的职业能力和职业素养为宗旨,讲清概念,强化应用,重点强调机械零件图、装配图的识读能力培养,使学生能正确地阅读和绘制机械零件图以及中等复杂程度的装配图。

2. 构建以“体”为主线的内容体系,对几何元素的表达均以体及体上的点、线、面为对象,内容简明通俗、形象直观、具体浅显。

3. 严格贯彻执行国家最新《技术制图》、《机械制图》标准以及与机械制图相关的国家标准。

4. 本书配有与教材内容同步的习题集。

本教材由霍苏萍担任主编,何耀民、陈英担任副主编,邢艳辉、商冬青担任编委。

尽管我们在编写过程中付出了很大努力,但是,由于我们的水平和能力有限,书中难免有错误和疏漏之处,恳请广大师生和读者批评指正。

编 者

2007年7月



目 录

第一章 制图的基本知识	(1)
第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定	(1)
第二节 绘图工具及其使用	(13)
第三节 几何作图	(17)
第四节 平面图形的分析和画法	(22)
第五节 徒手作图	(25)
第二章 点、直线和平面的投影	(27)
第一节 投影法及三视图的形成	(27)
第二节 点的投影	(31)
第三节 直线的投影	(35)
第四节 平面的投影	(43)
第三章 立体的投影	(50)
第一节 基本体的投影及其表面取点	(50)
第二节 平面与立体相交	(57)
第三节 回转体相交	(65)
第四章 轴测图	(70)
第一节 轴测图的基本知识	(70)
第二节 正等轴测图的画法	(71)
第三节 斜二等轴测图的画法	(75)
第四节 轴测草图的画法	(76)
第五章 组合体	(77)
第一节 组合体的组合形式与形体分析法	(77)
第二节 组合体三视图的画法	(79)
第三节 组合体三视图的尺寸标注	(82)
第四节 读组合体视图	(87)
第六章 机件常用的表达方法	(95)
第一节 视图(GB/T 4458.1—2002)	(95)
第二节 剖视图(GB/T 4458.6—2002)	(99)

第三节	断面图(GB/T 4458.6—2002)	(111)
第四节	其他表达方法	(114)
第五节	表达方法的综合应用	(120)
第六节	第三角画法简介	(122)
第七章	标准件和常用件	(125)
第一节	螺纹及螺纹紧固件	(125)
第二节	键、销连接	(137)
第三节	齿轮	(140)
第四节	滚动轴承	(145)
第五节	弹簧	(148)
第八章	零件图	(151)
第一节	零件图的内容	(151)
第二节	零件图的视图选择	(152)
第三节	零件上常见的工艺结构	(156)
第四节	零件图的尺寸标注	(159)
第五节	零件图的技术要求	(163)
第六节	读零件图	(178)
第七节	零件测绘	(179)
第九章	装配图	(183)
第一节	装配图的内容	(183)
第二节	装配图的表达方法	(184)
第三节	装配图中的尺寸标注与零、部件编号及明细栏	(188)
第四节	常见装配工艺结构	(190)
第五节	画装配图	(194)
第六节	读装配图和由装配图拆画零件图	(196)
附录一	螺纹	(201)
附录二	螺纹紧固件	(205)
附录三	键与销	(218)
附录四	滚动轴承	(223)
附录五	常用标准数据和标准结构	(225)
附录六	常用金属材料、热处理和表面处理	(228)
附录七	轴和孔的极限偏差	(231)
参考文献		(243)

第一章 制图的基本知识

本章要点

本章将重点介绍制图的基本知识,主要包括制图国家标准的一些基本规定、几何作图、平面图形的分析和画法,以及绘图工具的正确使用等内容,为今后的学习打下良好的基础。

教学目标

1. 掌握国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定。
2. 能正确使用绘图工具绘制平面图形。
3. 初步掌握徒手绘图的方法。

第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定

图样是工程技术界的语言,国家标准对图样上的有关内容作了统一的规定。国家标准(简称“国标”)的代号是“GB”。

一、图纸幅面和格式(GB/T 14689—1993)

(一) 图纸幅面尺寸

绘制技术图样时,应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面。必要时,也允许选用表 1-2 和表 1-3 所规定的加长幅面。加长幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的,见图 1-1。图中粗实线所示为表 1-1 所规定的基本幅面(第一选择),细实线所示为表 1-2 所规定的加长幅面(第二选择),虚线所示为表 1-3 所规定的加长幅面(第三选择)。

表 1-1 基本幅面 mm

幅面代号	尺寸 $B \times L$
A0	841 × 1 189
A1	594 × 841
A2	420 × 594
A3	297 × 420
A4	210 × 297

表 1-2 加长幅面(一) mm

幅面代号	尺寸 $B \times L$
A3 × 3	420 × 891
A3 × 4	420 × 1 189
A4 × 3	297 × 630
A4 × 4	297 × 841
A4 × 5	297 × 1 051

表 1-3 加长幅面(二)

mm

幅面代号	尺寸 $B \times L$	幅面代号	尺寸 $B \times L$
A0 × 2	1 189 × 1 682	A3 × 5	420 × 1 486
A0 × 3	1 189 × 2 523	A3 × 6	420 × 1 783
A1 × 3	841 × 1 783	A3 × 7	420 × 2 080
A1 × 4	841 × 2 378	A4 × 6	297 × 1 261
A2 × 3	594 × 1 261	A4 × 7	297 × 1 471
A2 × 4	594 × 1 682	A4 × 8	297 × 1 682
A2 × 5	594 × 2 102	A4 × 9	297 × 1 892

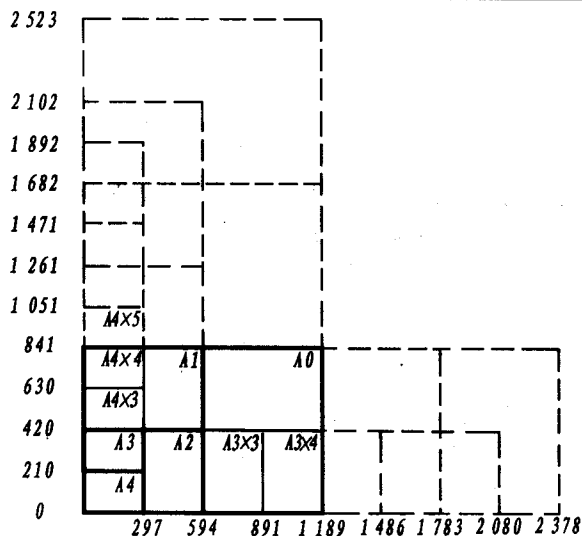


图 1-1 基本幅面与加长幅面尺寸

(二) 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框。图框的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,周边尺寸 e 按表 1-4 中的规定选取。

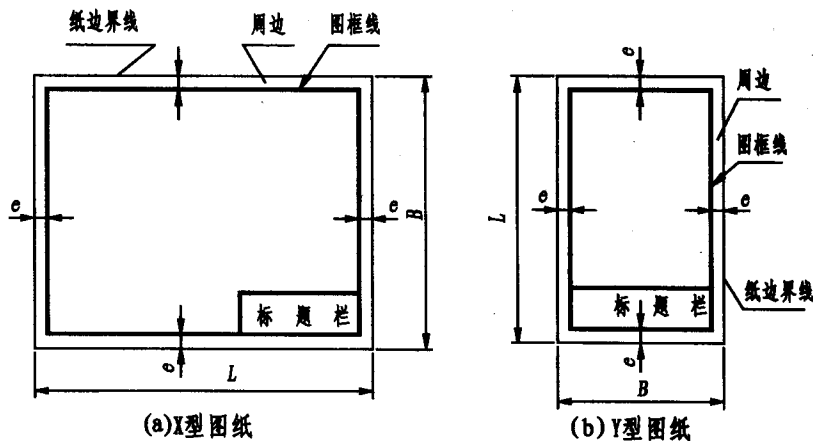


图 1-2 不留装订边的图框格式

留有装订边的图纸,其图框格式如图 1-3 所示,周边尺寸 a 和 c 也按表 1-4 中的规定选取。

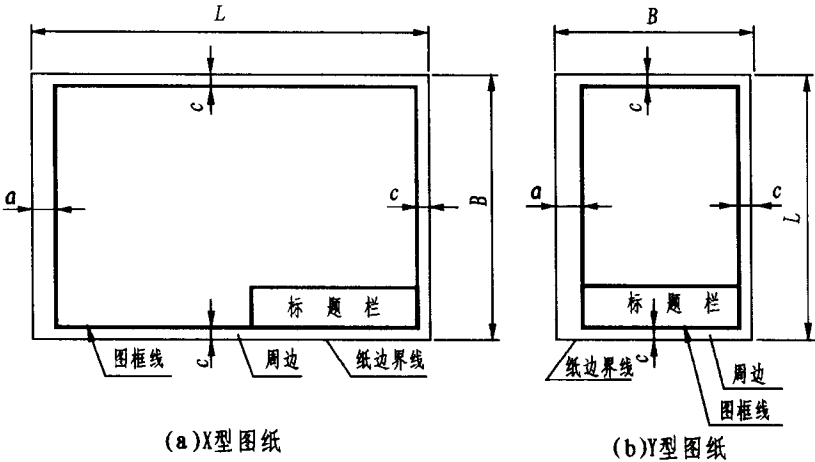


图 1-3 留有装订边的图框格式
表 1-4 基本幅面的周边尺寸

表 1-4 基本幅面的周边尺寸					mm
幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1 189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

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。例如 $A2 \times 3$ 的图框尺寸,按 $A1$ 的图框尺寸确定,即 e 为 20(或 c 为 10),而 $A3 \times 4$ 的图框尺寸,按 $A2$ 的图框尺寸确定,即 e 为 10(或 c 为 10)。

(三)标题栏的方位、格式与尺寸

绘图时,每张图纸上都必须画出标题栏。标题栏的位置应位于图纸的右下角,如图1-2和图 1-3 所示。

标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时,则构成 X 型图纸,如图 1-2a 和图 1-3a 所示。若标题栏的长边与图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸,如图 1-2b 和图 1-3b所示。在这种情况下,看图的方向与看标题栏的方向是一致的。

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便,对表 1-1 和表 1-2 所列的各号图纸,均应在图纸各边长的中点处分别画出对中符号。

对中符号用粗实线绘制,线宽不小于 0.5mm,长度从纸边界线开始至伸入图框内约 5mm,如图 1-4 所示。对中符号的位置误差应不大于0.5mm。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,如图 1-4b 所示。

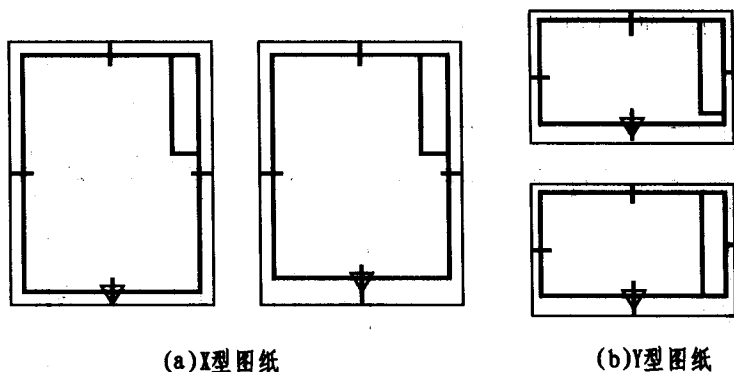


图 1-4 对中符号和方向符号

为了利用预先印制的图纸,允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用,如图 1-4a 所示;或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用,如图 1-4b 所示。这时,为了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 1-4 所示。方向符号是用细实线绘制的等边三角形,其大小和位置如图 1-5 所示。

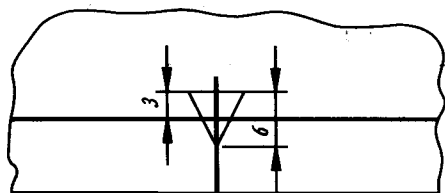


图 1-5 方向符号的大小与位置

国家标准 GB/T 10609.1—1989 对于标题栏的格式和尺寸已作了统一规定,如图 1-6 所示。为了学习方便,建议学生在制图作业中采用图 1-7 所推荐的格式。

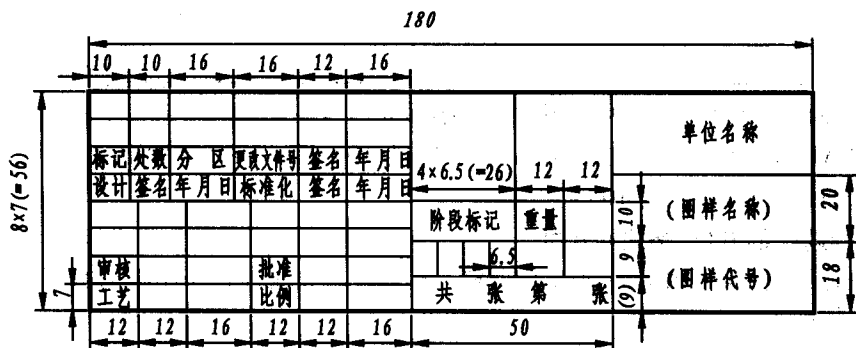


图 1-6 标题栏的格式及其各部分的尺寸

二、比例(GB/T 14690—1993)

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。比例分三种:原值比例(比值为 1 的比例,即 1:1)、放大比例(比值大于 1 的比例,如 2:1)和缩小比例(比值小于 1 的比例,如 1:2)。

为了能从图样上看出实物的真实大小,应尽量采用原值比例绘图。根据机件的用途、

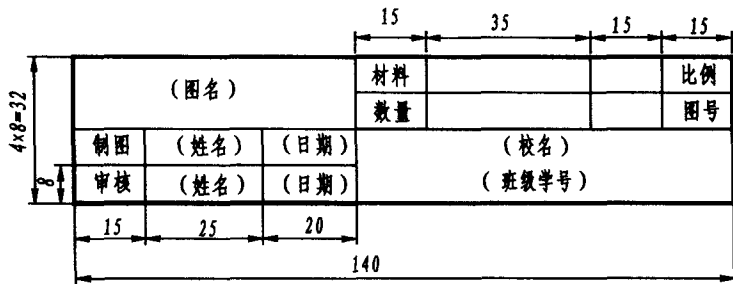


图 1-7 制图作业中推荐的标题栏格式

大小及机件的复杂程度,绘制大而简单的机件时宜采用缩小比例;绘制小而复杂的机件时宜采用放大比例。但无论采用何种比例绘图,图样中所标注的尺寸必须是机件的实际尺寸。

需要按比例绘制图样时,应从表 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 规定的比例(一)

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 1:1×10 ⁿ

注:n 为正整数。

表 1-6 规定的比例(二)

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。

对于同一张图样上的各个图形,原则上应采用相同的比例绘制,并标注在标题栏中的比例栏内。当某个图形需要采用不同比例绘制时,可在视图名称的下方或右侧标注比例,如:

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

$\frac{A \text{ 向}}{1:10}$

$\frac{B-B}{2.5:1}$

三、字体(GB/T 14691—1993)

图样中除了用图形表达机件形状外,还需要用文字、数字及相关符号表示机件大小、技术要求以及标题栏的有关内容等。图样中书写的字体必须做到:字体工整、笔画清晰、间隔均匀、排列整齐。

字体高度(用 h 表示)代表字体的号数,其公称尺寸系列为:1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 mm。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

(一)汉字

汉字应写成长仿宋体字,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 $h/\sqrt{2}$ 。长仿宋体汉

字的特点是:字体细长,字形挺拔,起笔落笔处有笔锋,棱角分明。其书写要领是:横平竖直,注意起落,结构均匀,填满方格。

图 1-8 是长仿宋体汉字示例。

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

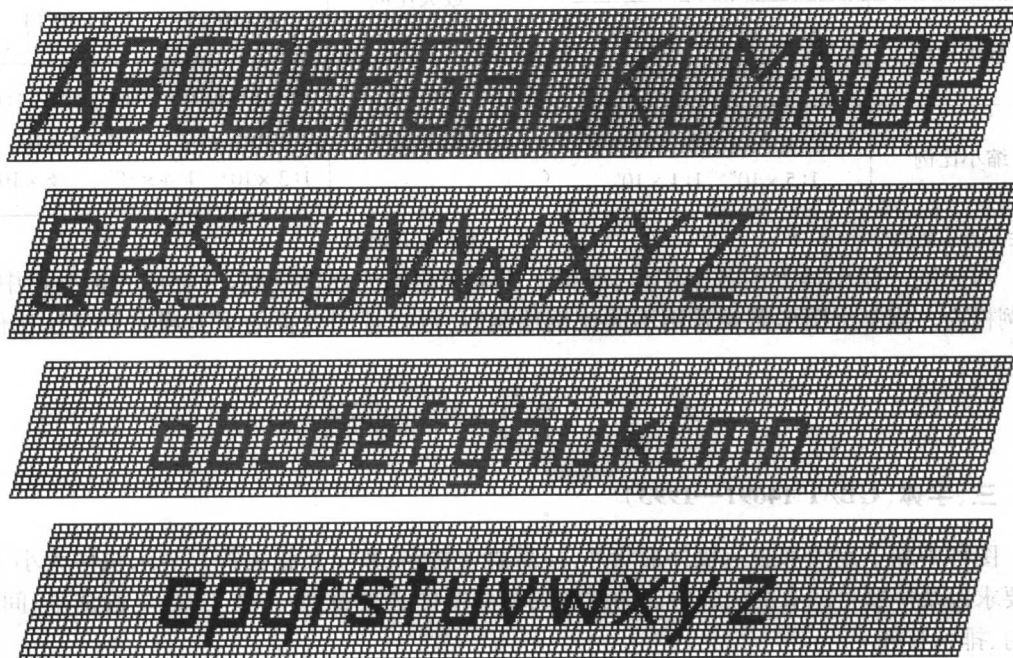
5号字

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

图 1-8 长仿宋体汉字示例

(二) 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 $1/14$, B 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 $1/10$ 。但在同一图样上,只允许选用一种型式的字体。字母和数字可写成斜体和直体。图样上一般采用斜体字,其字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。图 1-9 是字母和数字书写示例。



(a) 斜体拉丁字母示例



(b)斜体数字及字母符号示例

图 1-9 字母和数字示例

(三) 综合应用规定

用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母，一般应采用小一号的字体。

四、图线(GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

(一) 线型及其应用

国家标准《技术制图》规定了 15 种基本线型和若干种基本线型的变形。这些线型适用于各种技术图样，如机械、电气、建筑和土木工程图样等。

机械图样中常用图线的代码、名称、线型及一般应用如表 1-7 所示。

表 1-7 图线的型式和用途

代码 No.	名 称	线 型	一般应用
01.1	细实线		尺寸线、尺寸界线、剖面线、指引线、过渡线、重合断面的轮廓线、短中心线、螺纹牙底线、表示平面的对角线、辅助线、投影线等
	波浪线		断裂处边界线、视图与剖视图的分界线
	双折线		断裂处边界线、视图与剖视图的分界线
01.2	粗实线		可见轮廓线、可见棱边线、相贯线、螺纹牙顶线、螺纹终止线、齿顶圆(线)
02.1	细虚线		不可见轮廓线、不可见棱边线

续表

代码 No.	名 称	线 型	一般应用
02.2	粗虚线		允许表面处理的表示线
04.1	细点画线		轴线、对称中心线、分度圆(线)
04.2	粗点画线		限定范围表示线
05.1	细双点画线		相邻辅助零件的轮廓线、可动零件的极限位置的轮廓线

(二) 图线宽度和图线组别

在机械图样中采用粗细两种线宽(d),它们之间的比例为2:1。其图线宽度和图线组别如表1-8所示。

表 1-8 图线宽度和图线组别 mm

线型组别	与线型代码对应的线型宽度	
	01.2, 02.2, 04.2	01.1, 02.1, 04.1, 05.1
0.25	0.25	0.13
0.35	0.35	0.18
0.5 ^a	0.5	0.25
0.7 ^a	0.7	0.35
1	1	0.5
1.4	1.4	0.7
2	2	1

注:a 优先采用的图线组别。

图线宽度和图线组别的选择应根据图样的类型、尺寸、比例和缩微复制的要求确定。图1-10所示为图线的应用示例。

(三) 图线的画法

以图1-11为例,绘制图样时应注意以下几点。

- (1) 同一图样中,同类图线的宽度应一致。
- (2) 虚线、点画线、双点画线中画的长度和间隔应各自均匀一致,其中的点是一小短画而不是纯粹的圆点。
- (3) 绘制点画线时,首末两端及相交处应是长画而不是点,并要超出图形轮廓3~5mm。
- (4) 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。
- (5) 当虚线、点画线与其他图线相交时,应以画相交。当虚线为粗实线的延长线时,应留有间隙,以表示两种不同线型的分界。
- (6) 除非另有规定,两条平行线之间的最小间隙不得小于0.7mm。

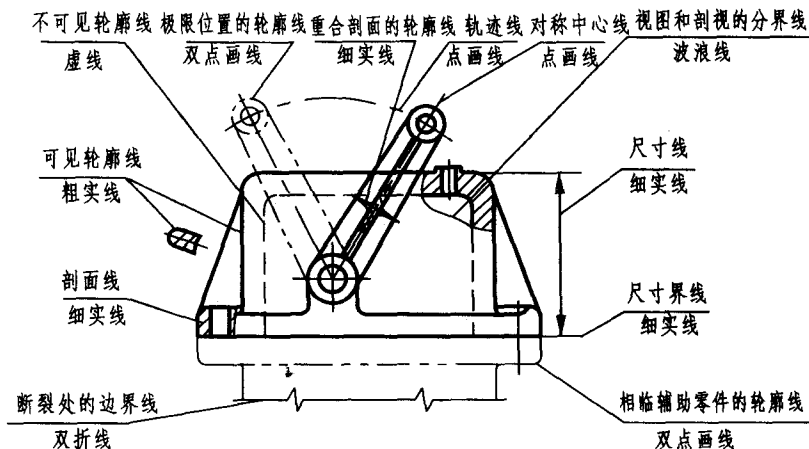


图 1-10 图线应用示例

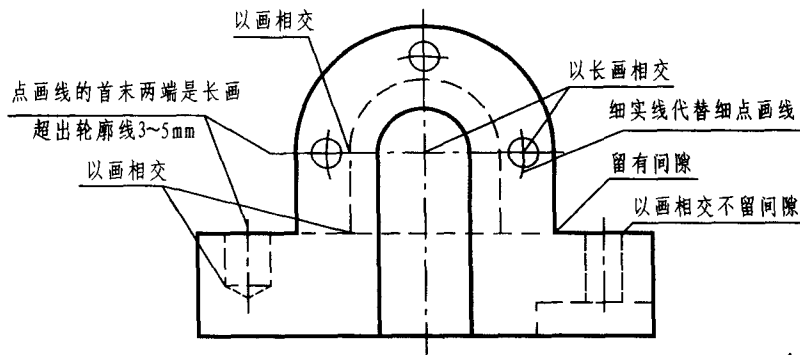


图 1-11 图线的画法

五、尺寸注法(GB/T 4458.4—2003)

图样中的图形只表达机件的结构形状,而其各部分的大小和相对位置关系必须由图上所标注的尺寸来确定。所以,尺寸是图样中的重要内容之一,是生产、制造、检验、安装机件的重要依据。标注尺寸时要严格遵守国家标准《机械制图》有关尺寸注法的规定,并尽量做到正确、完整、清晰、合理。尺寸标注是一项比较复杂的工作,并与生产实践有着紧密联系,这里只介绍一些有关尺寸注法的基本规则、尺寸注法的基本要素以及常见尺寸的注法,尺寸注法的其他知识将在后续章节中做进一步介绍。

(一) 尺寸注法的基本规则

(1) 机件的真实大小应以图样上所标注的尺寸数值为依据,与图样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 mm 为单位时,不需标注单位符号(或名称)。如采用其他单位时,则应注明相应的单位符号。

(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) 尺寸标注的基本要素

一个完整的尺寸标注应包括尺寸界线、尺寸线、尺寸数字三个基本要素。如图 1-12 所

示。

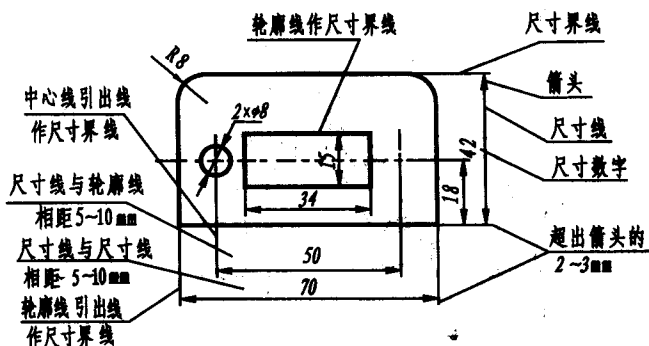


图 1-12 尺寸的组成

1. 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制, 并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出。也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线, 如图 1-12 所示。

如图 1-13 所示, 尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 并超过尺寸线箭头 2~3mm; 必要时才允许倾斜, 如尺寸界线过于贴近轮廓线时; 在光滑过渡处标注尺寸时, 应用细实线将轮廓线延长, 从它们的交点处引出尺寸界线。

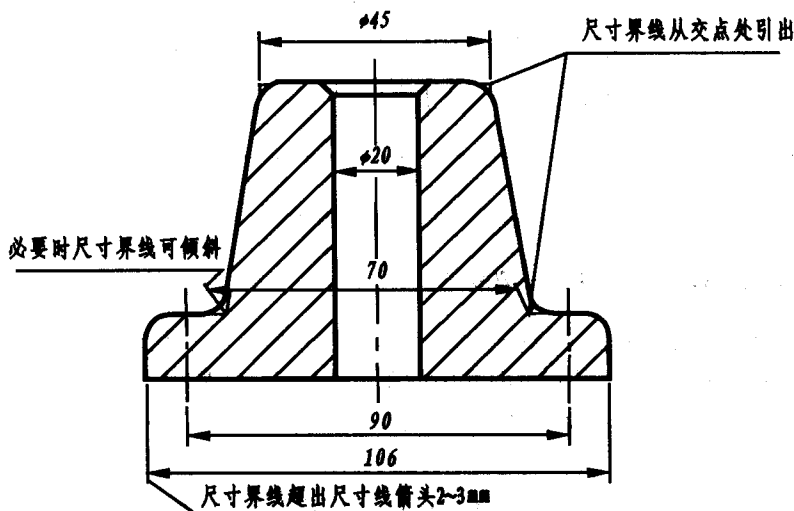


图 1-13 尺寸界线的画法

2. 尺寸线

尺寸线用细实线绘制, 必须单独画出, 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。标注线性尺寸时, 尺寸线应与所注的线段平行。当有几条互相平行的尺寸线时, 为了避免尺寸线与尺寸界线交叉, 应将小尺寸标在里面, 大尺寸标在外面。如图 1-12 中的 18 与 42、50 与 70。在圆或圆弧上标注直径或半径尺寸时, 尺寸线或尺寸线的延长线应通过其圆心。

尺寸线的终端有箭头和斜线两种形式, 如图 1-14 所示。箭头形式适用于各种类型的图样, 机械图样中一般采用箭头作为尺寸线的终端。在同一张图样中, 箭头的大小应一致,