

J I X I E Z H I T U

机械制图

(非机械类各专业适用)

主编 何卓左 副主编 李 铭 倪 莉

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

机械制图

(非机械类各专业适用)

主 编 何卓左

副主编 李 铭 倪 莉

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是以原国家教委高等教育司 1995 年修订的“高等学校工科本科画法几何及机械制图课程教学基本要求”为依据,并参考了相关教材编写而成。全书共 12 章,包括:制图的基本知识;点、直线、平面的投影;基本体的投影;立体表面的交线;组合体的三视图;轴测图;机件的表达方法;标准件及常用件;零件图;装配图;换面法;AutoCAD 绘图等。

另有《机械制图习题集》与本书配套出版。

本书可供高等工科院校 30~80 学时各专业学生使用,也可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/何卓左主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2006.8

ISBN 7 - 81107 - 384 - 6

I. 机… II. 何… III. 机械制图—高等学校—习题 IV. TH126.44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 090582 号

书 名 机械制图

主 编 何卓左

责任编辑 耿东锋 杨 廷

责任校对 何晓惠

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 21.25 字数 529 千字

版次印次 2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

定 价 38.00 元(附习题集一册)

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

近年来随着教学改革的深入,基础课程学时有所压缩,机械制图也不例外。为了使学生在较少的学时内完整地了解机械制图课程知识体系,我们针对基础学科的特点,在保留传统课程精华、融入积累多年的教学经验的基础上,编写了这本教材。本教材适用于高等专科学校 30~80 学时各相关专业学生学习使用。

本教材的特点:一、适合非机械类各专业机械制图教学使用,重点突出了投影的基本理论,体的表达方法及工程图样的画图与阅读。二、我们依照“浅而全”的思路和方法,对基本理论部分进行深入浅出的讲述,并配备相应的习题,以达到掌握的目的。三、教材中运用了最新颁布的《技术制图》和《机械制图》的国家标准。四、在第十二章中,介绍了 AutoCAD 绘图软件,主要以学生自学为主,也可用于 AutoCAD 少学时选修课使用。五、轴测图及换面法部分为相关专业选用,也为有兴趣自学的读者留有自学的空间。

本教材由何卓左担任主编,李铭、倪莉担任副主编,参加编写的有陈剑勇、李洛琴、李森、张洪、梁颖。

本书在编写过程中得到了武良臣教授、寇世瑶教授的具体指导,也参考了一些相关优秀教材,中原工学院领导也给予了大力支持,在此深表感谢。本书由武良臣教授审阅。

由于编者水平有限,编写时间仓促,难免出现不妥和不当之处,恳请读者批评指正!

编 者

2006 年 6 月于郑州

目 录

绪论	1
第一章 制图的基本知识	2
第一节 国家标准《技术制图》与《机械制图》的有关规定	2
第二节 绘图工具的使用和几何作图	14
第三节 绘图方法与技能	20
第二章 点、直线、平面的投影	24
第一节 投影法	24
第二节 点的投影	25
第三节 直线的投影	28
第四节 平面的投影	35
第五节 直线与平面及两平面的相对位置	41
第三章 基本体的投影	46
第一节 平面立体	46
第二节 回转体	49
第四章 立体表面的交线	55
第一节 立体表面的截交线	55
第二节 立体表面的相贯线	65
第五章 组合体的三视图	71
第一节 三视图的形成及其投影规律	71
第二节 组合体的组合方式及相邻表面的连接关系	72
第三节 画组合体的三视图	74
第四节 读组合体的视图	79
第五节 组合体的尺寸标注法	84
第六章 轴测图	89
第一节 轴测图的基本知识	89
第二节 正等轴测图	90
第三节 斜二轴测图	96

第七章 机件的表达方法	98
第一节 视图	98
第二节 剖视图	101
第三节 断面图	110
第四节 其他规定画法和简化画法	112
第五节 第三角画法	115
第八章 标准件和常用件	117
第一节 螺纹	117
第二节 螺纹紧固件	125
第三节 齿轮	131
第四节 键	136
第五节 销	139
第六节 滚动轴承	140
第七节 弹簧	143
第九章 零件图	148
第一节 零件图的内容	148
第二节 零件表达方案的选择与典型零件分析	149
第三节 零件的工艺结构	152
第四节 零件图中尺寸的标注	155
第五节 零件图上的技术要求	159
第六节 画零件图的方法和步骤	172
第七节 读零件图的方法和步骤	174
第十章 装配图	177
第一节 装配图的内容	177
第二节 装配图的规定画法和常用画法	178
第三节 装配图中的尺寸标注	180
第四节 装配图的零、部件序号和明细栏	180
第五节 常见装配结构	182
第六节 画装配图的方法和步骤	184
第七节 读装配图的方法和步骤	189
第八节 由装配图拆画零件图	191
第十一章 换面法	194
第一节 换面法概述	194
第二节 点的投影变换规律	194

第三节	换面法的四个基本作图问题.....	196
第四节	解题举例.....	199
第十二章	AutoCAD 绘图	201
第一节	AutoCAD 系统概述及环境设置	201
第二节	基本绘图及编辑命令.....	204
第三节	辅助绘图方法及显示控制.....	214
第四节	图层控制.....	218
第五节	文字标注.....	221
第六节	尺寸标注.....	224
第七节	机械图样举例.....	229
第八节	三维造型.....	232
附录		237

绪 论

一、本课程的研究对象

机械制图是工科院校学生一门重要的技术基础课,本课程的研究对象是机械图样。

在工程技术中,根据投影原理和国家标准的相关规定,用图示和图解的方法准确表达工程对象的形状、大小和技术要求的图样称为工程图样。用于各种机械及设备的设计、加工、制造的图样称为机械工程图样,简称机械图样。

机械工程图样是信息的载体,它传递着设计的意图,集合着加工制造的指令,是工业生产中的重要技术文件。它解决了用语言难以描述清楚的工程对象的形与数的问题,故被称为“工程界共同的技术语言”。

二、本课程的任务

- (1) 学习正投影法的基本理论及其应用;
- (2) 培养绘制和阅读机械图样的基本技能;
- (3) 培养空间想像、空间构思、空间分析、解决问题的能力;
- (4) 培养使用计算机绘图的初步能力;
- (5) 熟悉《机械制图》等国家标准及初步掌握查阅有关手册的能力;
- (6) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

三、本课程的特点及学习方法

本课程是一门实践性较强的技术基础课。因此,在本课程的学习过程中,不仅要很好地掌握投影理论和基本概念,而且还要认真学习国家标准。通过不断地绘图和读图的实践,逐步提高空间想像能力,增强工程意识。

学习时应注意:

(1) 认真学习基本理论知识。牢固掌握投影原理和图示图解方法。透彻理解基本概念,不断地由物画图,由图想物。多想,多画,多看。

(2) 完成一定数量的作业和习题是巩固基本理论和培养画图、读图能力的保证。必须高度重视做习题这一学习环节。要善于分析已知条件,明白题目要求,按照正确的方法、步骤作图。养成正确使用绘图仪器和工具的习惯,逐步熟练并提高绘图、读图水平。

(3) 严格遵守《机械制图》等有关国家标准,学会查阅有关手册。

(4) 图样是生产中的主要技术文件和依据,绘图和读图中的一点差错都会给生产带来损失。所以,在学习中还必须做到认真负责、耐心踏实、一丝不苟。

由于学生在学习本课程时没有相关的专业知识做支撑,故本课程只是为学生打下绘图和读图的初步能力,在后续课程、工作实践中还要注意继续学习和提高。

第一章 制图的基本知识

第一节 国家标准《技术制图》与《机械制图》的有关规定

为了便于技术交流、档案保存和各种出版物的发行,使制图规格和方法统一,国家技术监督局颁布了一系列有关制图的国家标准。其中国家标准《技术制图》是一个基本标准。各行各业根据自己行业的特点,都制定有自己的制图标准,如国家标准《机械制图》等,但都不能与国家标准《技术制图》的内容相矛盾。

一、图纸幅面及格式(GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面

绘制技术图样时,应优先采用表 1-1 规定的基本幅面尺寸。必要时也可以按规定加长幅面,但应按基本幅面的短边整数倍增加。各种加长幅面参见图 1-1,其中:粗实线部分为基本幅面;细实线部分为第一选择的加长幅面;虚线为第二选择的加长幅面。加长后幅面代号记作:基本幅面代号 $\times$ 倍数。如 A3 $\times$ 3,表示按 A3 图幅短边 297 加长 3 倍,即加长后图纸尺寸为 420 $\times$ 891。

表 1-1 图纸基本幅面及图框尺寸

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

基本幅面图纸中,A0 幅面为 1 m²,长边是短边的 $\sqrt{2}$ 倍,因此 A0 图纸长边 $L=1\ 189$ mm,A1 图纸的面积是 A0 的一半,A2 图纸的面积是 A1 的一半,其余依此类推,其关系如图 1-1 所示。

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框,图框有两种格式:留有装订边和不留装订边两种。同一产品中所有图样均采用同一格式。两种格式中,前者如图 1-2 所示,后者如图 1-3 所示。尺寸按表 1-1 的规定画出。

3. 标题栏(GB/T 10609.1—1989)

为了绘制出的图样便于管理及查阅,每张图都必须有标题栏。通常标题栏应位于图框的右下角。看图方向应与看标题栏的方向一致。GB/T 10609.1—1989《技术制图 标题栏》规定了两种标题栏的格式,如图 1-4、图 1-5 所示,推荐使用图 1-4 所示的格式,制图作业中常采用图 1-5 所示的格式。

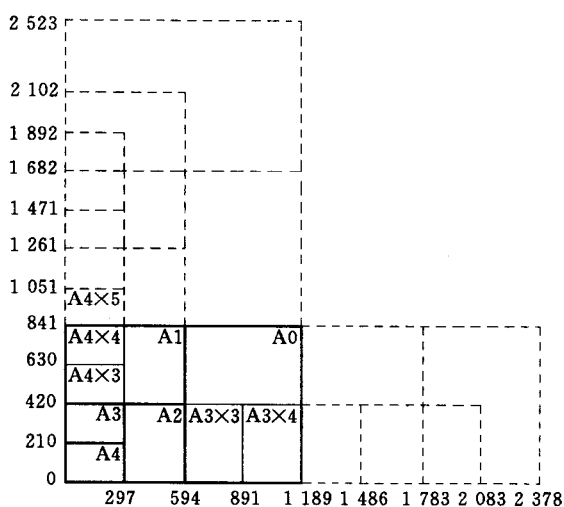


图 1-1 图纸的基本幅面及加长幅面

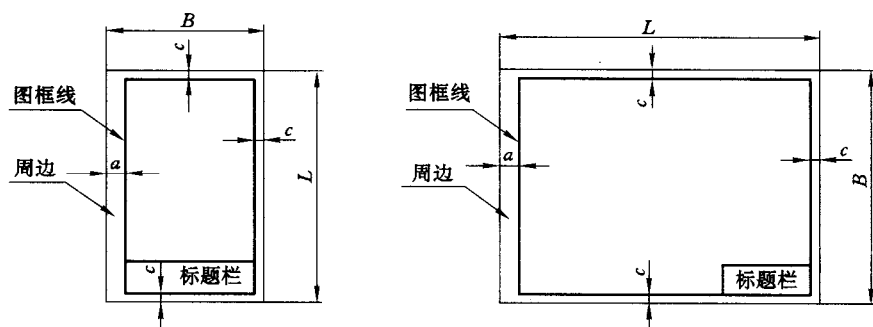


图 1-2 留有装订边的图框格式

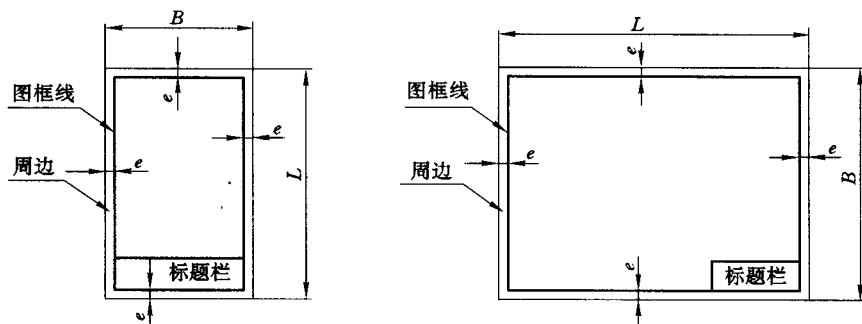


图 1-3 不留装订边的图框格式

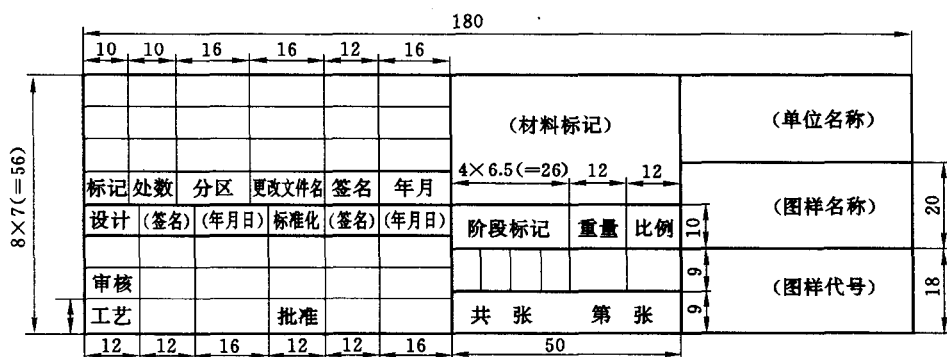


图 1-4 标题栏的格式

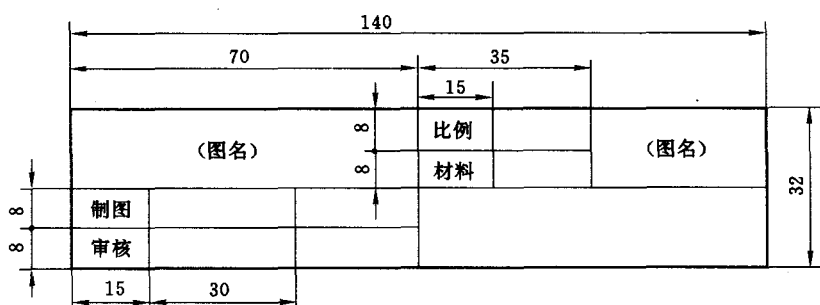


图 1-5 制图作业中常采用的标题栏格式

二、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。绘制图样时,应尽可能按机件实际大小采用 1:1 的比例画出。比例绘制图样时,应优先选用表 1-2 规定的比例,必要时也可选用表 1-3 规定的比例。无论缩小或放大,在图样中标注的尺寸均为机件的实际大小,而与比例无关,如图 1-6 所示。

表 1-2

比例系数(一)

种 类	比 例
原值比例(比值为 1)	1:1
放大比例(比值大于 1)	5:1 2:1 $5 \times 10^n : 1$ $2 \times 10^n : 1$ $1 \times 10^n : 1$
缩小比例(比值小于 1)	1:2 1:5 1:10 $1 \times 2 : 10^n$ $1 : 5 \times 10^n$ $1 : 10 \times 10^n$

注: n 为正整数。

表 1-3

比例系数(二)

种 类	比 例				
原值比例	1 : 1				
放大比例	4 : 1	2.5 : 1			
	$4 \times 10^n : 1$	$2.5 \times 10^n : 1$		$1 \times 10^n : 1$	
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。

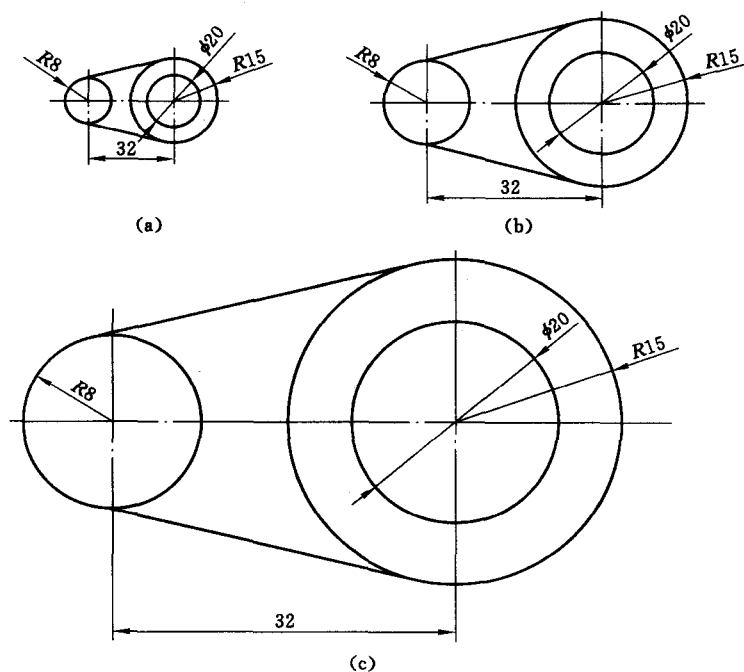


图 1-6 用不同比例画出的图形

(a) 缩小一倍 1 : 2; (b) 原值比例 1 : 1; (c) 放大比例 2 : 1

绘制图样时,对于选用的比例应在标题栏比例一栏中注明。

三、字体(GB/T 14691—1993)

在图样上除了表示机件形状的图形外,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。

图样中书写的汉字、数字、字母必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的号数即为字体的高度 h ,分为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 mm 八种。

1. 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体字,并应采用国家正式公布的简化字。长仿宋体字的特点

是:字形长方、笔画挺直、粗细一致、起落分明、撇挑锋利、结构均匀。汉字高度 h 不应小于 3.5 mm, 其字宽 b 一般为 $\frac{h}{\sqrt{2}}$ ($\approx 0.7h$), 如图 1-7 所示。

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

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 1-7 长仿宋体汉字示例

2. 数字和字母

数字和字母可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜, 与水平基准线成 75° 角, 当与汉字混合书写时可采用直体, 如图 1-8 和图 1-9 所示。

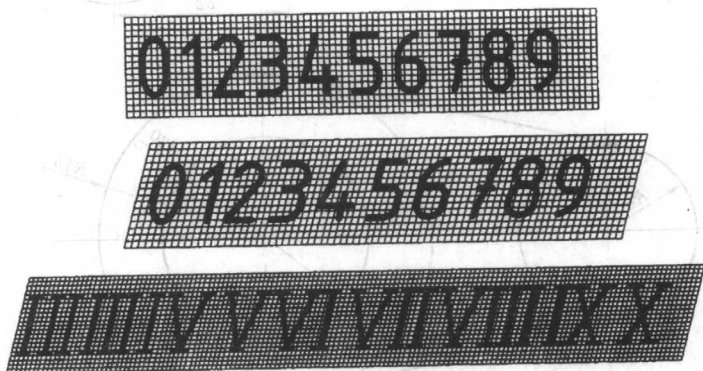


图 1-8 数字示例

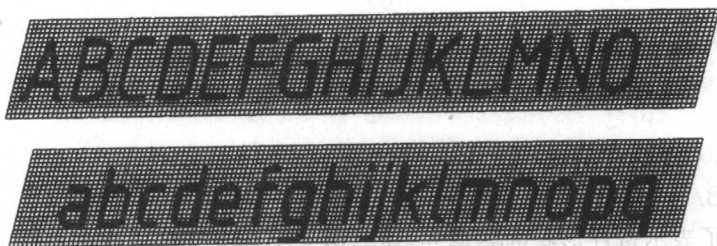


图 1-9 拉丁字母示例

3. 字体应用示例

用做指数、分数、注脚、尺寸偏差的字母和数字, 一般采用比基本尺寸数字小一号的字体, 如图 1-10 所示。

10^3 S^{-1} D_1 T_d $\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ $7^{\circ \pm 1^{\circ}}$ $\frac{3}{5}$
 $10JS5(\pm 0.003)$ $M24-6h$ $\frac{6.3}{\sqrt{\quad}}$ $\frac{A}{5:1}$ $\sqrt{350}$

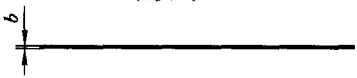
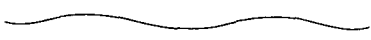
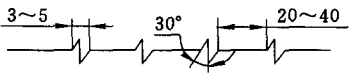
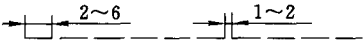
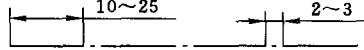
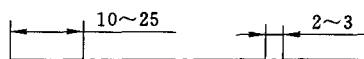
图 1-10 字体应用示例

四、图线(GB/T 4457.4—2002)

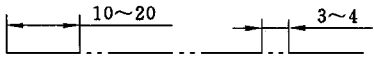
1. 图线的形式及应用

绘制图样时,应采用国家标准规定的图线,如表 1-4 所示。

表 1-4 图线及其应用

代码	线型	图线宽度	应用举例
01.2	粗实线 	b	可见轮廓线、相贯线、螺纹牙顶线、螺纹长度终止线、剖切符号用线、齿顶圆(线)等
01.1	细实线 	$\frac{b}{2}$	尺寸线、尺寸界限、剖面线、重合断面的轮廓线、引出线和基准线、短中心线、螺纹牙底线、过渡线等
01.1	波浪线 		断裂处的边界线、视图和剖视的分界线
01.1	双折线 		断裂处的边界线
02.1	虚线 		不可见轮廓线
04.1	细点画线 		轴线、对称中心线、分度圆(线)、孔系分布的中心线等
04.2	粗点画线 	b	有特殊要求的线或表面的表示线

续表 1-4

代码	线型	图线宽度	应用举例
05.1	双点画线 	$\frac{b}{2}$	相邻辅助零件的轮廓线, 极限位置的轮廓线、成形前轮廓线等

注: 代码中的前两位表示基本线型, 最后一位表示线宽种类, 其中“1”表示“细”, “2”表示“粗”。

图线分为粗、细两种。粗线的宽度 b 应按图的大小和复杂程度, 在 $0.5 \sim 2 \text{ mm}$ 之间选择, 细线的宽度约为 $b/2$ 。线宽的推荐系列为: $0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2 \text{ mm}$ (一般不选用 $0.13, 0.18 \text{ mm}$)。

图线的具体应用实例如图 1-11 所示。

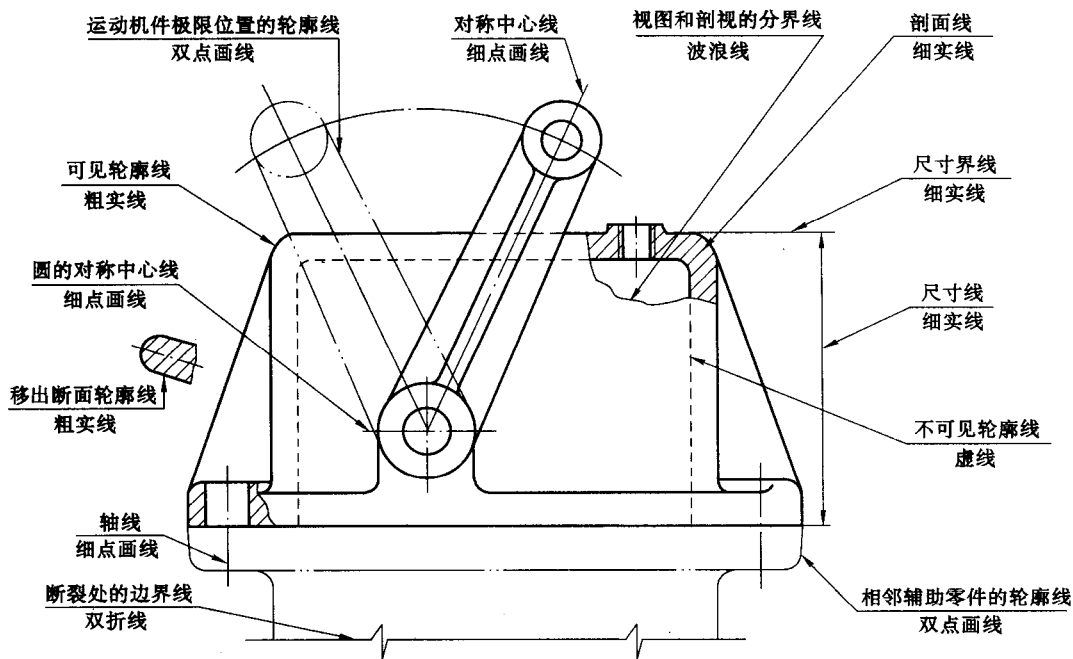


图 1-11 图线应用举例

2. 图线的画法

绘图时, 图线的画法有如下要求:

(1) 同一图样中, 同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。点画线和双点画线中的“点”应画成长约 1 mm 的短画线, 点画线和双点画线的首尾两端应是线段而不是短画线。

(2) 绘制圆的对称中心线时, 圆心应为线段的交点, 且对称中心线的两端应超出圆弧 $2 \sim 5 \text{ mm}$ 。

(3) 在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时, 可用细实线代替。

(4) 当图线相交时, 必须是线段相交。当虚线成为粗实线的延长线时, 在虚线、实线的连

接处应留有空隙。

如图 1-12 所示为图线画法的图例。

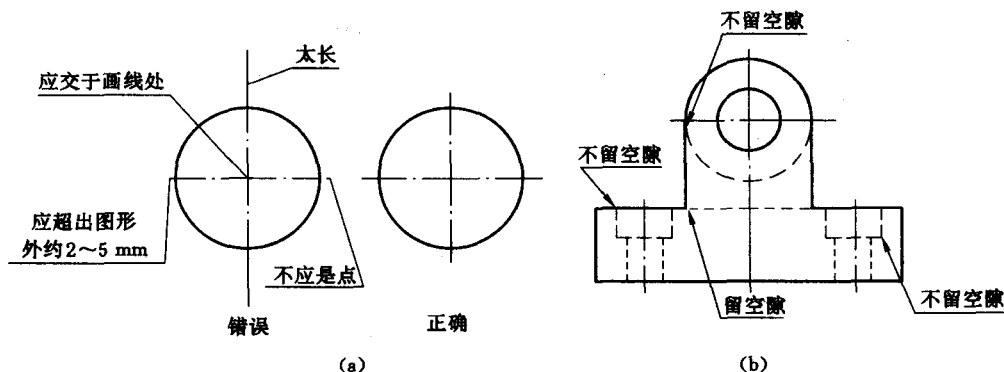


图 1-12 图线画法举例

(a) 圆的对称中心线的画法; (b) 虚线连接处的画法

五、尺寸标注(GB/T 4458.4—1984、GB/T 16675.2—1996)

图形只能表达机件的形状,而机件的大小则由标注的尺寸确定。标注尺寸是一项极为重要的工作,必须认真细致、一丝不苟。如果尺寸有遗漏或错误,就会给生产带来困难和损失。

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) 图样中的尺寸以毫米为单位时,不需标注计量单位的代号或名称,如果采用其他单位,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。

2. 尺寸组成

如图 1-13 所示,一个完整的尺寸标注一般应由尺寸界线、尺寸线、尺寸数字这三个基本要素组成。

(1) 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制,并应从图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出。也可直接用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线。尺寸界线一般与尺寸线垂直,必要时允许倾斜。尺寸界线应超过尺寸线的终端 2~5 mm 左右。

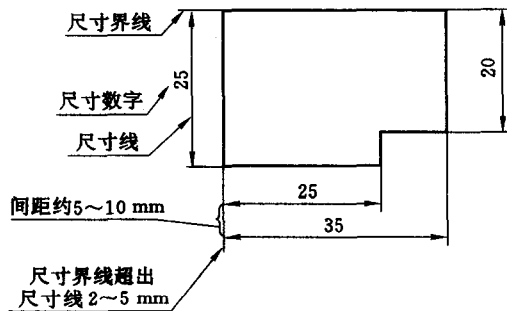


图 1-13 尺寸的基本要素

(2) 尺寸线

尺寸线用细实线绘制,必须单独画出,不能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,当有几条相互平行的尺寸线时,各尺寸线的间距要均匀,间隔约为 5~10 mm,应小尺寸在里,大尺寸在外,尽量避免尺寸线之间及尺寸线

与尺寸界线之间相交。在圆或圆弧上标注直径或半径时,尺寸线一般应通过圆心或延长线通过圆心。

尺寸线终端有两种形式:

箭头 箭头适用于各种类型的图样。箭头的尖端与尺寸界线接触,不得超出也不得离开,如图 1-14(a)所示,图中的 b 为粗实线的宽度。

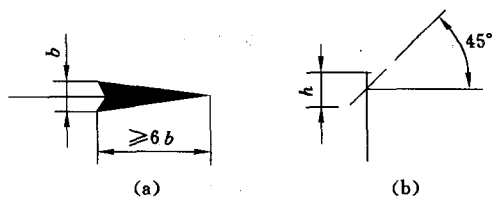


图 1-14 尺寸线终端形式

斜线 斜线终端用细实线绘制,方向和画法如图 1-14(b)所示,图中 h 为字体高度。当采用斜线形式时,尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。

同一张图样中只能采用一种尺寸线终端形式。采用箭头时,在位置不够的情况下,允许用圆点或斜线代替箭头。

(3) 尺寸数字

线型尺寸数字一般标注在尺寸线的上方或中断处。在同一张图样中尽可能采用一种数字注写方法,其字号大小应一致,位置不够时可引出标注。

尺寸数字的方向,应以看图方向为准。水平方向尺寸数字的字头朝上,垂直方向的尺寸数字的字头朝左,倾斜方向的字头应保持朝上的趋势。

在图样上,应当注意尺寸数字不得被任何图线通过,当无法避免时,应该将图线断开。

3. 尺寸标注实例

表 1-5 中列出了国标规定的一些尺寸标注。

表 1-5 尺寸的标注形式

标注内容	说 明	示 例
线性尺寸的 数字方向	尺寸数字应按左图所示方向写,并尽可能避免在 30° 范围内标注尺寸,当无法避免时可按右图的形式标注	
角度	尺寸数字应一律水平书写,尺寸界线应沿径向引出,尺寸线应画成圆弧,圆心是角的顶点,一般注在尺寸线的中断处,必要时允许写在外面或引出标注	
直径	标注圆的直径尺寸时,应在尺寸数字前加注“ ϕ ”,尺寸线一般按右面的两个图例绘制	