

普通高等教育“十五”规划教材

机械制图

(机械类、近机类)

刘小年 郭克希 主编



普通高等教育“十五”规划教材

机 械 制 图

(机械类、近机类)

主 编	刘小年	郭克希	
副主编	陈 婷		
参 编	李义祥	范冬英	陈昭莲
	闵 杰	王 燕	贺建国
	康 琦		
主 审	卿 钧		



机械工业出版社

本教材是根据教育部工程图学教学指导委员会最新修订的“普通高等学校工程图学教学基本要求”,在总结各校近年来的教学改革和研究经验的基础上编写的。同时还编写了配套的《机械制图习题集》。

本教材为立体化教材,除传统的纸介质教材外,还有与之配套的多媒体网络教学电子光盘。

全书共分为十六章另加附录。主要内容有:制图的基本知识与技能,正投影的基础知识,几何元素间的相对位置,立体的投影,轴测图,组合体,机件的常用表达方法,标准件与常用件,零件图,装配图,工业产品设计制图基础,Auto CAD 绘图基础,Auto CAD 绘制平面图形,Auto CAD 绘制视图及剖视图,Auto CAD 绘制零件图和装配图,Auto CAD 三维绘图简介等。

本书主要作为高校机械类、近机类各专业制图课程的教材,也可作为高职高专等其他院校相应专业的教学用书,亦可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图. 机械类、近机类/刘小年,郭克布主编. 3版. —北京:机械工业出版社,2004.10

普通高等教育“十五”规划教材

ISBN 7-111-15477-0

I. 机... II. ①刘...②郭... 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(2004)第 085476 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:邓海平 责任编辑:邓海平 冯春生 版式设计:冉晓华

责任校对:李秋荣 封面设计:张 静 责任印制:李 妍

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·26.5 印张·654 千字

定价:36.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着科学技术日新月异的发展和我国高等教育教学改革的不深入,高等工院校工程图学教育,无论是课程体系、教学内容,还是教学手段与方法等都发生了深刻的变化。为此,我们根据教育部工程图学教学指导委员会最新修订的“普通高等学校工程图学课程教学基本要求”,在认真总结各校近年来本课程教学改革与研究经验的基础上编写了本教材。同时还编写了《机械制图习题集》与本教材配套使用。

本书主要有以下特点:

1) 体系结构新颖,内容实用精练。本书较好地处理了传统内容与新技术知识、理论教学与能力培养的关系,并首次将传统内容与计算机绘图以及制图集中测绘完全融为一书。无论计算机绘图是否单独开课,均不必另选其他计算机绘图教材。

2) 为加强学生徒手画草图、手工仪器绘图和计算机绘图三种绘图能力的培养,书中适当增加了实物测绘、上机操作和构型设计等实践性教学内容,有利于培养学生分析和解决工程实际绘图问题的能力及创新能力。

3) 本书为立体化教材,除了传统的纸质教材外,还有与之配套的多媒体网络教学电子光盘。电子光盘包括教师教学辅导系统和学生学习辅导系统,非常有利于教师方便地教和学生轻松地学,好教好学。

4) 全书文字精练,图例丰富,插图清晰,所选图例特别是零、部件部分的图例尽量做到既源于工程实际,又紧密结合专业需要。

5) 标准资料新。本书全部采用了技术制图与机械制图的最新国家标准及与制图有关的其他标准。计算机绘图采用 AutoCAD 2004 软件。

本书主要作为高等学校机械类、近机类各专业制图课程的教材,也可作为高职高专等其他类型院校相应专业的教学用书,亦可供有关工程技术人员参考。

本书由刘小年、郭克希担任主编,陈婷担任副主编,参加编写的人员有:刘小年、李义祥、范冬英、陈昭莲、闵杰、郭克希、陈婷、王燕、贺建国、康琦等。

本书由湖南省工程图学学会原理事长、湖南大学卿钧教授担任主审。

由于编者水平有限,书中缺点错误在所难免,恳请使用本书的广大师生及读者批评指正。

编者
于湖南湘潭

目 录

前言		
绪论	1	
第一章 制图的基本知识与技能	2	
第一节 机械制图国家标准的一般规定	2	
第二节 手工绘图工具及其使用方法	16	
第三节 常用几何作图方法	18	
第四节 平面图形的分析与画图方法	22	
第二章 正投影的基础知识	26	
第一节 投影法的基本知识	26	
第二节 物体的三视图	29	
第三节 点的投影	31	
第四节 直线的投影	36	
第五节 平面的投影	44	
第三章 几何元素间的相对位置	53	
第一节 平行问题	53	
第二节 相交问题	55	
第三节 垂直问题	58	
第四节 换面法	62	
第四章 立体的投影	69	
第一节 基本体的投影	69	
第二节 切割体的投影	77	
第三节 相贯体的投影	88	
第五章 轴测图	99	
第一节 轴测图的基本知识	99	
第二节 正等轴测图	100	
第三节 斜二轴测图	106	
第六章 组合体	109	
第一节 组合体的构造及形体分析法	109	
第二节 组合体视图的画法	111	
第三节 组合体的尺寸标注	115	
第四节 看组合体的视图	120	
第五节 组合体的构形设计	127	
第七章 机件的常用表达方法	130	
第一节 视图	130	
第二节 剖视图	134	
第三节 断面图	144	
第四节 局部放大图及其他规定简化画法	147	
第五节 表达方法的综合运用举例	151	
第六节 第三角画法简介	154	
第八章 标准件与常用件	157	
第一节 螺纹及螺纹紧固件	158	
第二节 键联接与销联接	172	
第三节 滚动轴承	177	
第四节 齿轮	182	
第五节 弹簧	193	
第九章 零件图	196	
第一节 零件图的作用和内容	196	
第二节 零件表达方案的选择	197	
第三节 零件图的尺寸标注	205	
第四节 零件工艺结构的合理性	213	
第五节 零件图的技术要求	218	
第六节 零件测绘	234	
第七节 读零件图	239	
第十章 装配图	241	
第一节 装配图的作用和内容	241	
第二节 部件的表达方法	243	
第三节 装配图的尺寸标注和技术要求	246	
第四节 装配图的零件序号和明细栏	247	
第五节 装配结构的合理性及构形设计	249	
第六节 部件测绘	254	
第七节 读装配图和由装配图拆画零件图	259	
第十一章 工业产品设计制图基础	266	
第一节 工业产品设计的基本法则	266	
第二节 平面图形的构形	269	
第三节 几何造型	271	
第四节 工业产品的 CAD 和创新设计	279	
第十二章 AutoCAD 绘图基础	285	
第一节 AutoCAD 简介	285	
第二节 AutoCAD 的基本操作	286	
第三节 图形单位和界限的设置	292	
第十三章 AutoCAD 绘制平面图形	294	

第一节	常用绘图命令	294	第三节	尺寸公差和形位公差的标注	375
第二节	常用编辑命令	301	第四节	绘制零件图	379
第三节	精确绘图工具	311	第五节	绘制装配图	381
第四节	图形显示控制	316	第十六章	AutoCAD 三维绘图简介	387
第五节	绘制平面图形举例	318	第一节	观察三维对象	387
第六节	文字处理	321	第二节	创建三维实体	390
第七节	颜色、线型和图层	326	第三节	建立用户坐标系	392
第十四章	AutoCAD 绘制视图及剖		第四节	创建三维实体综合应用举例	394
	视图	335	附录		397
第一节	绘制三视图	335	一、螺纹		397
第二节	绘制其他视图	344	二、常用标准件		399
第三节	绘制剖视图	348	三、极限与配合		410
第四节	尺寸标注	352	四、常用的金属材料与非金属材料		412
第十五章	AutoCAD 绘制零件图和装		五、零件倒角与倒圆		414
	配图	364	六、砂轮越程槽		414
第一节	图块	364	参考文献		415
第二节	属性	368			



绪 论

一、本课程的研究对象和任务

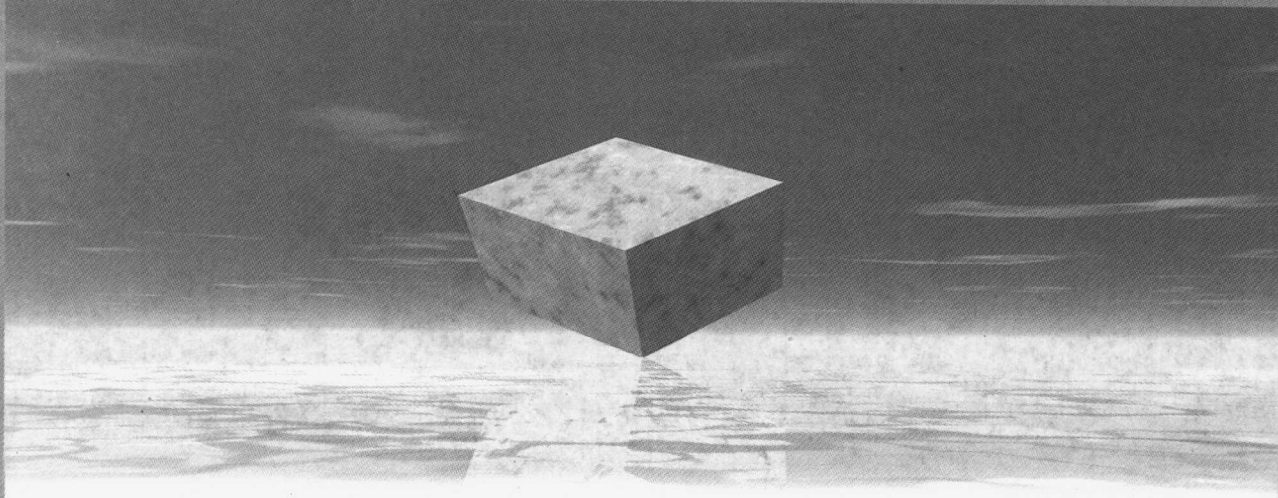
在现代工业生产中,无论是制造机器设备,还是建筑房屋或进行水利工程施工等,都离不开图样。因此,图样是表达设计意图、交流技术思想与指导生产的重要工具,是生产中重要的技术文件。所以,图样常被喻为“工程界共同的技术语言”,作为一名工程技术人员不懂得和掌握这种语言,就无法从事工程技术工作。

机械制图就是研究如何运用正投影法的基本原理,绘制和阅读机械工程图样的课程。本课程是工科院校学生一门十分重要的、必修的主干技术基础课。其主要任务是:

- 1) 学习投影法特别是正投影法的基本理论及其应用,培养具有图解并分析空间几何问题的初步能力。
- 2) 培养空间想象能力和形象思维能力。
- 3) 培养绘制和阅读零、部件等机械图样的能力。
- 4) 培养徒手草图、手工仪器绘图与计算机绘图的综合能力。
- 5) 学习、贯彻机械制图国家标准及其他有关规定,具有查阅有关标准及手册的能力。
- 6) 培养学生认真负责的工作态度和严谨细致、一丝不苟的工作作风。

二、本课程的特点和学习方法

本课程是一门实践性很强的技术基础课。因此,学习本课程首先应学好正投影法的基本理论和方法,并运用这些理论和方法去分析和图解空间几何问题,由浅入深,逐步培养自己的空间想象与思维能力;其次应通过大量的作业、练习、绘图、读图和上机实践,加深理解和巩固理论知识,加速培养自己的图示能力和表达能力,掌握绘图的方法与技能技巧,不断提高绘图质量;最后要多深入生产实际,不断增加自己的感性认识,丰富自己的工程实践知识,无疑这对于学好本课程也是十分有益的。此外,由于图样是生产的依据,绘图和读图中的任何一点疏忽,都有可能给生产造成严重的损失。因此,在学习中还应注意养成认真负责、耐心细致、一丝不苟的良好作风。



第一章

制图的基本知识与技能

技术图样是产品设计、制造、安装、检测等过程中的重要技术资料，是科学技术交流的重要工具。为便于生产、管理和交流，必须对图样的画法、尺寸注法等方面作出统一的规定。《技术制图》和《机械制图》国家标准是工程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。需要注意的是，《机械制图》标准主要适用于机械图样，《技术制图》标准则普遍适用于工程界的各种专业技术图样。

本章摘要介绍国家标准对图纸幅面和格式、比例、字体、图线、尺寸注法和机械工程 CAD 制图的有关规定，并介绍常见的绘图方式和几何作图方法。

第一节 机械制图国家标准的一般规定

一、图纸幅面和标题栏

为了便于图样的绘制、使用和保管，图样均应画在规定的幅面和格式的图纸上。

1. 图纸幅面 (GB/T14689—1993)^①

绘制图样时，应优先采用表 1-1 所规定的幅面尺寸，必要时也允许选用表 1-2 和表 1-3 所规定的加长幅面，这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加得出的，见图 1-1。

表 1-1 图纸基本幅面及图框尺寸 (mm)

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

① GB——国家标准的拼音缩写；/T——推荐；14689——标准的编号；1993——表示该标准 1993 年发布。

表 1-2 图纸的加长幅面尺寸一

(mm)

幅面代号	A3 × 3	A3 × 4	A4 × 3	A4 × 4	A4 × 5
B × L	420 × 891	420 × 1189	297 × 630	297 × 841	297 × 1051

表 1-3 图纸的加长幅面尺寸二

(mm)

幅面代号	A0 × 2	A0 × 3	A1 × 3	A1 × 4	A2 × 3	A2 × 4	A2 × 5
B × L	1189 × 1682	1189 × 2523	841 × 1783	841 × 2378	594 × 1261	594 × 1682	594 × 2102
幅面代号	A3 × 5	A3 × 6	A3 × 7	A4 × 6	A4 × 7	A4 × 8	A4 × 9
B × L	420 × 1486	420 × 1783	420 × 2080	297 × 1261	297 × 1471	297 × 1682	297 × 1892

图 1-1 中粗实线所示为基本幅面（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）。

2. 图框格式

图纸可以横放或竖放。

图样中图框由内、外两框组成。外框用细实线绘制，大小为幅面尺寸；内框用粗实线绘制，内外框周边的间距尺寸与格式有关。

图框格式分为留有装订边（图 1-2a、b）和不留装订边（图 1-2c、d）两种。两种格式图框周边尺寸 a 、 c 、 e 如表 1-1 所示，但要注意：同一产品的图样只能采用一种格式。

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。

为了复制或缩微摄影时定位方便，可采用对中符号。对中符号是从周边画入图框内的 5mm 的一段粗实线，如图 1-2d 所示。

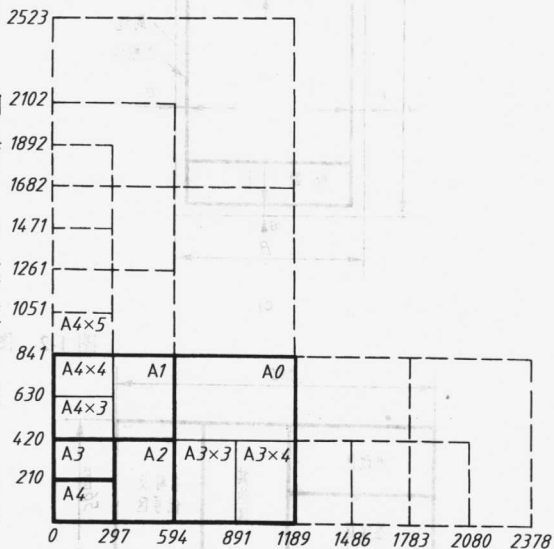


图 1-1 图纸幅面及加长边

3. 标题栏格式 (GB/T10609.1—1998)

标题栏一般画在图框内的右下角，如图 1-2 所示。技术制图标准规定，标题栏一般由更改区、签字区、其他区、名称代号区组成，其格式如图 1-3a、b 所示。也可按实际需要增加或减少（图 1-4）。

当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时则为 X 型图纸，如图 1-2b。若标题栏长边与图纸长边垂直，则为 Y 型图纸，如图 1-2a。不论是 X 型或 Y 型图纸，其看图方向与看标题栏的方向一致。当看图方向与看标题栏方向不一致时，可采用方向符号，如图 1-5 所示，即方向符号的尖角对着读图者时为看图的方向。方向符号用细实线画出，如图 1-5c 所示。

二、比例 (GB/T14690—1993)

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。绘制图样时，应尽可能按机件的实际大小采用 1:1 的比例画出，但由于机件的大小及结构复杂程度不同，有时需要放大或缩小。当需要按比例绘制图样时，应由表 1-4 规定的系列中选取适当的比例。必要时也可选用表 1-5 所示的比例。

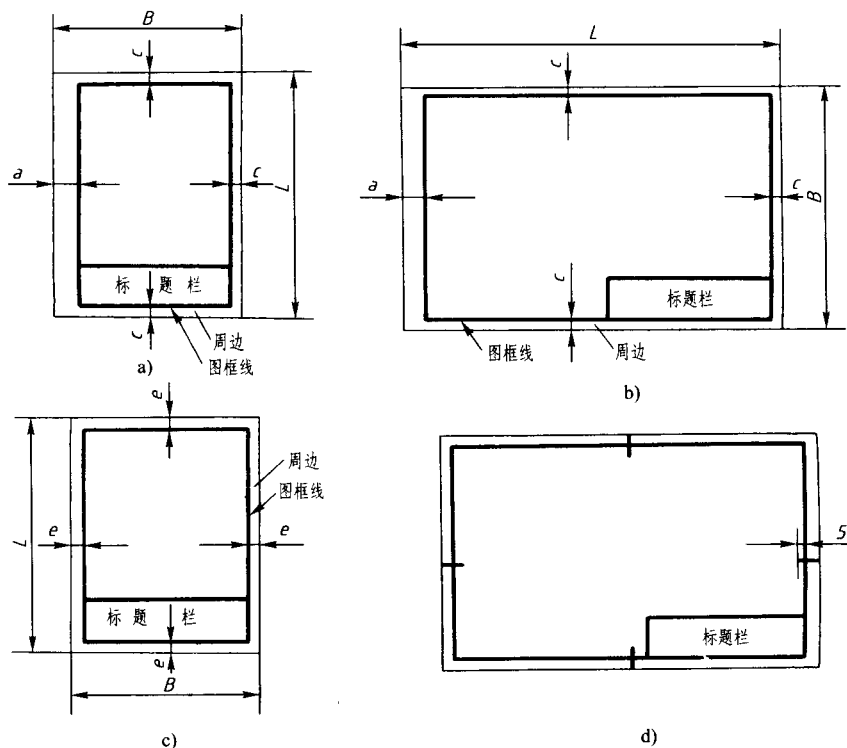


图 1-2 图框的格式

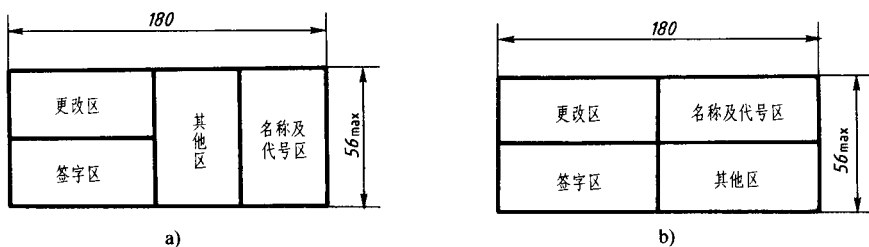


图 1-3 标题栏格式

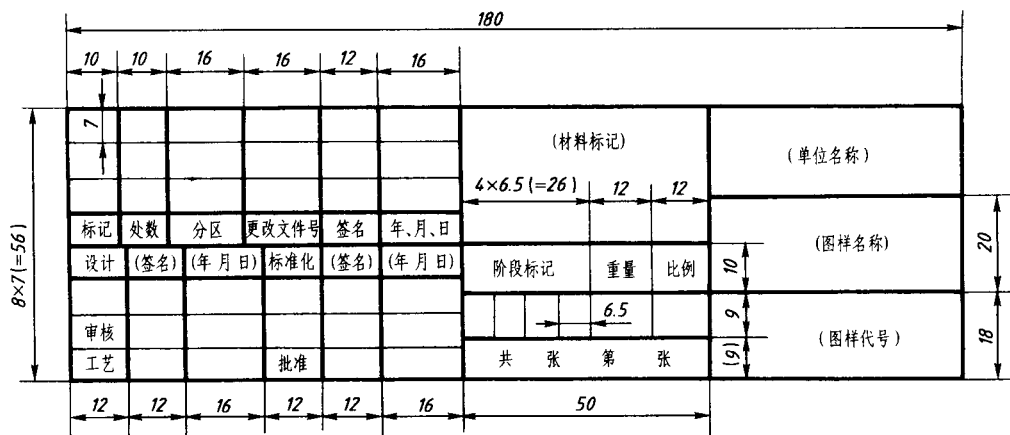


图 1-4 标题栏格式举例

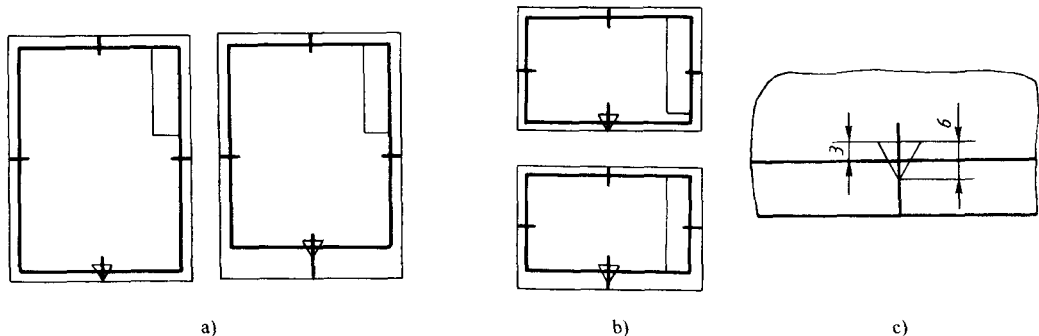


图 1-5 方向符号的画法

表 1-4 比例系列（一）

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 1-5 比例系列（二）

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。

在图样上标注比例应采用比例符号“:”表示，如 1:1、1:500 等。而该比例一般应标注在标题栏中的比例栏。必要时，可在视图名称的下方或右侧标注比例。如

$$\begin{array}{ccccc} \frac{I}{2:1} & \frac{A}{1:100} & \frac{B-B}{2.5:1} & \frac{\text{墙板位置图}}{1:200} & \frac{\text{平面图}}{1:100} \end{array}$$

不论放大还是缩小比例，图样上的尺寸数字都应按机件的基本尺寸标注，如图 1-6 所示。

三、字体（GB/T14691—1993）

图样上除了表达机件形状的图形外，还要用文字和数字说明机件的大小、技术要求和其他内容。

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。如果在图样上的文字和数字写得很潦草，不仅会影响图样的清晰和美观，而且还会造成差错，给生产带来麻烦和损失。

1. 字号

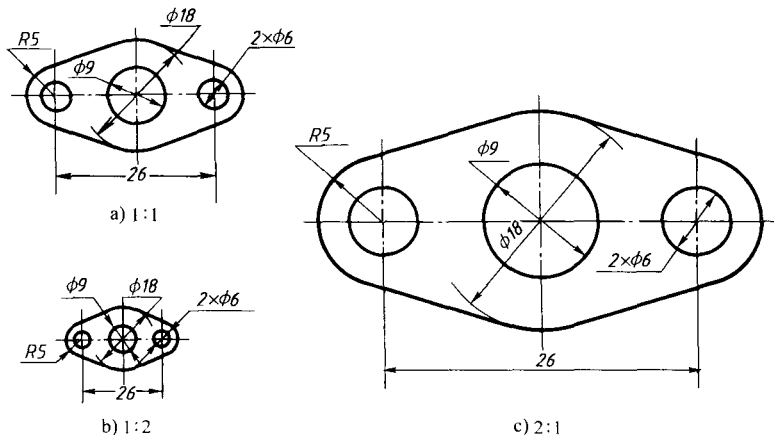


图 1-6 用不同比例画出的同一机件的图形

字体的字号，即字体高度 h (单位为 mm)，分为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 八种。

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。

2. 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体，并采用国家正式公布推行的简化字。长仿宋体字的基本笔画见表 1-6。汉字的高度不应小于 3.5mm，其宽度一般为 $h/\sqrt{2}$ 。图 1-7 所示为长仿宋体字示例。

表 1-6 长仿宋字的基本笔画

	名称	点	横	竖	撇	捺	提	折	勾
笔画分析	运笔要领	起笔后顿	横平 起落顿笔	竖直 起落顿笔	起笔顿 由重而轻 提笔快捷	起笔轻 逐渐用力 提笔快捷	起笔顿 由重而轻 提笔快捷	重笔转折 顿笔刚劲	折勾顿笔 提笔快捷
	书法示例	丶	一	丨	丿	㇏	㇀	𠃍	㇆

3. 数字和字母

数字分阿拉伯数字和罗马数字两种，有直体和斜体、A 型字体和 B 型字体之分。一般采用斜体。其字体向右倾斜，与水平线约成 75° 。当与汉字混合书写时，可采用直体，如图 1-8、图 1-9 所示。

拉丁字母有大写、小写和直体、斜体之分。图 1-10 所示为斜体大写和小写字母示例。

四、图线及其画法 (GB/T17450—1998、GB/T4457.4—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。机械图样中常用的图线名称、型式、宽度及其应用见表 1-7 和图 1-11。

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 1-7 长仿宋体字示例

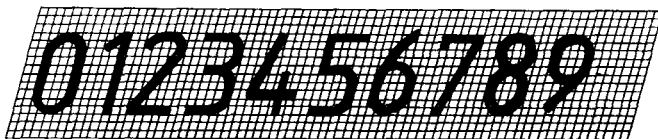
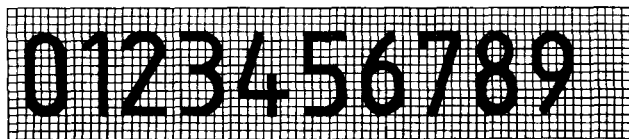


图 1-8 阿拉伯数字 (A 型)

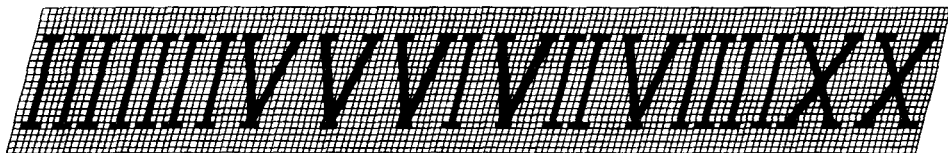
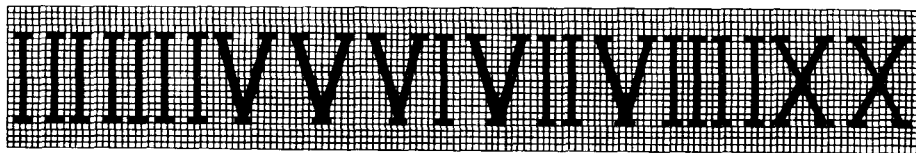


图 1-9 罗马数字 (A 型)

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: 0.13mm 、 0.18mm 、 0.25mm 、 0.35mm 、 0.5mm 、 0.7mm 、 1mm 、 1.4mm 、 2mm 。制图中一般常用的粗实线宽度为 $0.7 \sim 1\text{mm}$ (由于图样复制中所存在的困难, 应避免采用 0.18mm)。

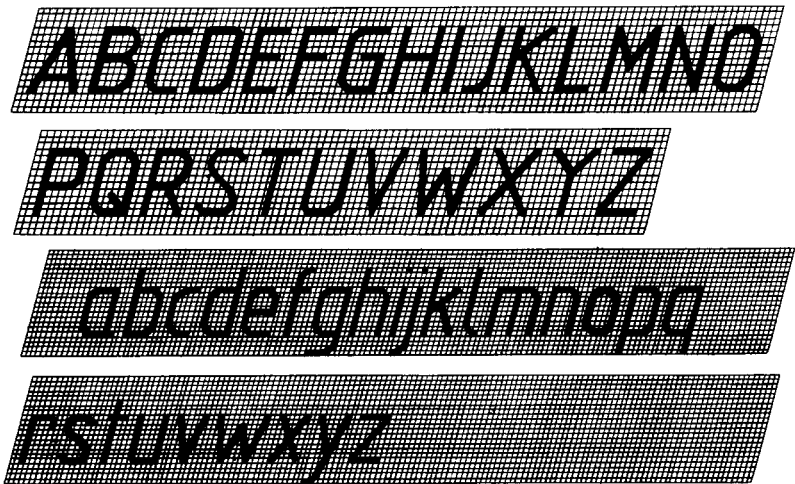


图 1-10 拉丁字母

表 1-7 图线及其应用

名称	型 式	宽度	主要用途及线素长度	
粗实线		粗	表示可见轮廓线	
细实线		细	表示尺寸线、尺寸界线、通用剖面线、引出线、重合断面的轮廓线、过渡线	
波浪线			表示断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线	
双折线			表示断裂处的边界线	
虚线			表示不可见轮廓线。画长 12d、短间隔长 3d（d 为粗线宽度）	
细点画线			表示轴线、圆中心线、对称中心线	长画长 24d、短间隔长 3d、短画长 6d
粗点画线		粗	限定范围表示线	
双点画线		细	表示相邻辅助零件的轮廓线、轨迹线	

3. 图线画法

画图线时，应注意以下几个问题：

- 1) 同一张图样中，同类图线（图 1-12）应基本一致。虚线、点画线和双点画线的线段长短和间隔应各自大致相等。
- 2) 绘制圆的对称中心线时，圆心应为线段的交点，首末两端应是线段而不是短画或点，且超出图形外 2~5mm。
- 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) 虚线、点画线或双点画线和实线或它们自己相交时应线段相交，而不应空隙相交。
- 5) 当虚线、点画线或双点画线是实线的延长线时，连接处应为空隙，如图 1-12 所示。

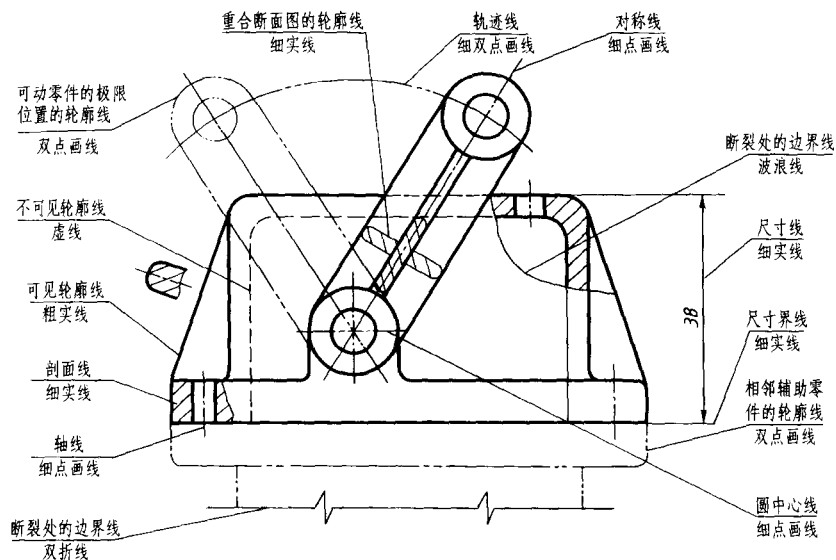


图 1-11 图线及其应用

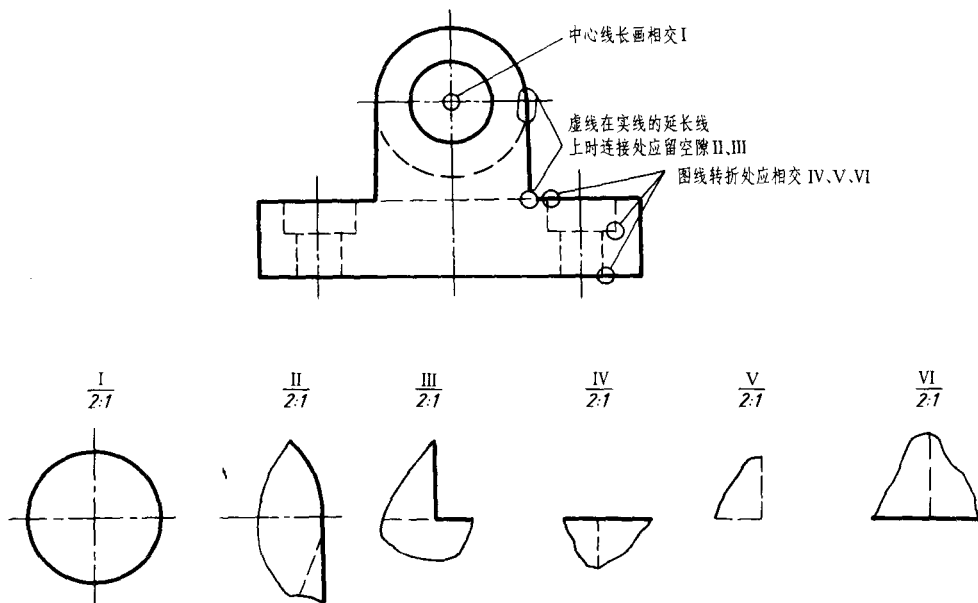


图 1-12 图线画法注意点

五、尺寸注法 (GB/T4458.4—2003、GB/T16675.2—1996)

机件的大小由标注的尺寸确定。标注尺寸时，应严格遵守国家标准有关尺寸注法的规定，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) 图样中 (包括技术要求和说明) 的尺寸，以 mm 为单位时，不需注明计量单位

的代号和名称,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(如 30°25', 21μm)。

3) 机件的每一尺寸,在图样中一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

4) 图样中所注尺寸是该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应包括尺寸数字、尺寸线、尺寸界线和表示尺寸线终端的箭头或斜线。

表 1-8 列出了尺寸标注的基本规定和常用注法。

图 1-14 用正误对比的方法,列举了标注尺寸时的一些常见错误。

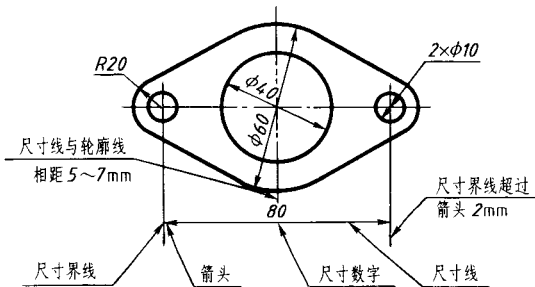


图 1-13 尺寸组成示例

表 1-8 尺寸注法的基本规定

项 目	说 明	图 例
尺寸线	1. 尺寸线用细实线单独画出,不能用其他图线代替,也不得与其他图线重合或画在其他线的延长线上 2. 尺寸线与所标注的线段平行,尺寸线与轮廓线的间距、相同方向上尺寸线之间的间距应大于 5mm	
尺寸界线	1. 尺寸界线用细实线绘制,由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。也可直接利用它们作尺寸界线 2. 尺寸界线一般应与尺寸线垂直,当尺寸界线贴近轮廓线时,允许与尺寸线倾斜 3. 在光滑过渡处标注尺寸时,必须用细实线将轮廓线延长,从它们的交点处引出尺寸界线	

(续)

11

项 目	说 明	图 例
尺寸数字	1. 尺寸数字一般应标注在尺寸线的上方, 也允许标注在尺寸线的中断处 2. 线性尺寸数字的方向一般应采用以下所述的第 1 种方法标注。在不至于引起误解时, 也允许采用第 2 种方法。在一张图样中, 应尽可能采用同一种方法 方法 1: 数字应按图 a 所示方向标注, 并尽可能避免在图示 30° 范围内标注, 若无法避免时, 可按图 b 的形式标注 方法 2: 非水平方向上的尺寸, 其数字可水平标注在尺寸线的中断处 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	方法 1: 方法 2:
尺寸终端	1. 机械图样中尺寸线终端画箭头, 土建图样中尺寸线终端画斜线 2. 箭头尖端与尺寸界线接触, 不得超出也不得分开。尺寸线终端采用斜线形式时, 尺寸线与尺寸界线必须垂直	