

T11126-43
H47

高等院校选用教材

机械工程学

主 编 侯洪生(吉林大学)

副主编 田祝荫 王秀英

王泰花 林玉祥

主 审 董国耀(北京理工大学)



A0958178

科学出版社

2001

内 容 简 介

本书是根据国家教育部 1995 年批准印发的高等学校工科本科机械类专业“画法几何及机械制图课程教学基本要求”和近年来国家质量技术监督局发布的新标准,并总结多年教学经验,为适应 21 世纪工程图学教育而编写的。全书除附录外共 14 章,主要内容有:制图基本知识;点、直线、平面的投影;几何元素间的相对位置;投影变换;曲线与曲面;基本立体的投影;立体表面的交线;组合体的投影;轴测投影;机件的表达方法;零件图;标准件和常用件;装配图;展开图和焊接图。书中插图均用计算机生成,立体图形象逼真,投影图精确清晰。

本书可作为高等院校机械类专业的工程图学课程的教材,也可供职工大学、电视大学和其他业余大学师生及工程技术人员参考。

与本书配套出版的《机械工程图学习题集》可供读者选用。

图书在版编目(CIP)数据

机械工程图学/侯洪生主编. —北京:科学出版社,2001
(高等院校选用教材)

ISBN 7-03-009529-4

I. 机… II. 侯… 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(2001)第 053613 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

丽源印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2001年9月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2001年9月第一次印刷 印张:24 1/4

印数:1—5 000 字数:562 000

定价:32.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈北燕〉)

前 言

本书是根据教育部制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”和最新颁布的有关国家标准,总结多年来教学改革的成果,并汲取许多兄弟院校教材的经验编写而成。

工程图学课程是高等工业院校的一门重要技术基础课。随着社会和科学技术的进步,特别是计算机技术的迅猛发展,本课程无论是在教学内容、教学手段上,还是在学生学习本课程的方法和实践环节上,都与计算机技术密不可分。传统的教学模式已不能适应现代科技对人才培养的要求。因此,1998年我校就将“画法几何与机械制图”同“计算机绘图”融为一体讲授。考虑到绘图软件的快速升级和推陈出新,故没有将计算机绘图内容编入本教材,而是另编写了一本不断跟踪最新绘图技术的《计算机绘图》教材,与本教材同步使用,从而保证本课程在内容体系上的完整性和先进性。

全书除附录外共14章,主要有以下特点:

1. 精选了画法几何部分的内容,并调整了深度,降低了点、线、面综合题和立体表面交线等内容的求解难度,使其内容更加紧凑。

2. 加强了组合体内容,增加了各种典型图例和详细分析,强化了三视图的训练,为培养空间构型能力打下基础。

3. 充实了徒手绘图的内容,有利于培养学生在现代工程技术设计中创意和构思设计的技能和能力。

4. 丰富了零件构型方面的内容,从零件功能结构和工艺结构阐述了零件成型的过程。

5. 本教材插图全部用计算机生成。平面图形清晰准确,立体图形形象逼真,富有现代感。所选图例注意到与现代教学手段结合,为下一步制作电子版教材打下基础。

6. 教材内容科学准确,文字精练,逻辑性强。前后衔接合理,符合认知规律。

本书全部采用我国最新颁布的《技术制图》与《机械制图》国家标准及与制图有关的其他标准,并按课程内容需要分别编排在正文或附录中,以培养学生贯彻国家标准的意识和查阅国家标准的能力。

与本书配套使用的还有《机械工程图学习题集》(林玉祥主编,科学出版社2001年9月出版)。本套教材可供高等学校机械类专业使用,也可作为其他专业的教学参考书。

参加本教材编写的有:王秀英(第一章、第八章),王泰花(第二章、第十章),田祝荫(第三章、第四章),侯洪生(第五章、第十二章、第十三章),潘志刚(第六章、第九章),闫冠(第七章、第八章),林玉祥(第十一章),白海英(第十四章、附录)。

本教材由吉林大学侯洪生主编,由中国工程图学学会图学教育分会主任董国耀教授主审。

书中的三维图形由吉林大学机械学院软件中心郝万军、黄海林制作。

本书在编写过程中得到了吉林大学教务处、机械学院、国家工科机械基础教学基地等

单位的大力支持,凝聚着参与教学改革全体教师的智慧和汗水,在此一并表示感谢。

本书参考了一些国内同类著作,在此特向有关作者致意!

由于我们水平有限,书中错误在所难免,希望读者批评指正。

编者

2001年7月

目 录

前 言	
绪 论	1
第一章 制图的基本知识和技能	2
第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定	2
第二节 制图的基本技能	17
第三节 几何作图	23
第四节 平面图形	28
第二章 投影法与几何元素的投影	32
第一节 投影法	32
第二节 几何元素的投影	34
第三章 几何元素间的相对位置	52
第一节 点、线、平面的从属问题	52
第二节 两直线相对位置	58
第三节 直线与平面及两平面相对位置	66
第四节 综合应用	76
第四章 投影变换	86
第一节 换面法	86
第二节 旋转法	95
第五章 曲线和曲面	102
第一节 曲线概述	102
第二节 平面曲线	103
第三节 空间曲线	104
第四节 曲面概述	106
第五节 常见曲面	107
第六节 曲面的切平面	111
第六章 基本立体的投影	113
第一节 平面立体的投影及其表面上取点、线	113
第二节 曲面立体的投影及其表面上取点、线	115
第七章 立体表面交线的投影	123
第一节 平面与立体相交	123
第二节 立体与立体相交	137
第八章 组合体	155
第一节 组合体的构形	155
第二节 组合体的视图	159

第三节	组合体的尺寸标注·····	164
第四节	读组合体视图·····	171
第九章	轴测图·····	181
第一节	概述·····	181
第二节	正等轴测图·····	183
第三节	斜二轴测图·····	191
第四节	轴测图上的尺寸注法·····	194
第五节	徒手绘制轴测图·····	195
第六节	轴测图中剖切的画法·····	197
第十章	机件的表达方法·····	200
第一节	视图·····	200
第二节	剖视图·····	204
第三节	断面图·····	214
第四节	简化画法及其他规定画法·····	216
第五节	综合举例·····	221
第六节	第三角投影法简介·····	223
第十一章	零件图·····	225
第一节	零件的概述·····	225
第二节	零件图的作用与内容·····	225
第三节	零件的构型·····	226
第四节	零件的表达方案·····	232
第五节	零件图中的尺寸标注·····	240
第六节	零件图中的技术要求·····	250
第七节	零件测绘·····	265
第八节	读零件图·····	269
第十二章	标准件和常用件·····	273
第一节	螺纹及螺纹联接·····	273
第二节	键、销及滚动轴承·····	285
第三节	齿轮·····	292
第四节	弹簧·····	307
第十三章	装配图·····	312
第一节	装配图的作用和内容·····	312
第二节	机器或部件的表达方法·····	314
第三节	装配图中的尺寸标注和技术要求·····	317
第四节	装配图中的零、部件序号及明细栏·····	317
第五节	装配工艺结构的合理性·····	319
第六节	部件测绘和装配图的画法·····	323
第七节	看装配图和由装配图拆画零件图·····	326

第十四章	表面展开图和焊接图	334
第一节	平面立体表面的展开.....	334
第二节	可展曲面的展开.....	335
第三节	不可展曲面的展开.....	337
第四节	应用举例.....	339
第五节	焊接件.....	341
附录	349
参考文献	379

绪 论

一、本课程的研究对象、性质与任务

在现代工业生产中,设计和制造机器以及所有工程建设都离不开工程图样。在使用机器、设备时,也要通过阅读图样了解机器的结构和性能。因此,工程图样是工业生产中一种重要的技术文件,是进行技术交流不可缺少的工具,是工程界共同的技术语言。每位工程技术人员和工程管理人员都必须掌握这种语言,否则就无法从事技术工作。

工程图学是研究绘制和阅读工程图样的一门技术基础课,它既有系统的理论,又有较强的实践性和技术性。

本课程的主要任务是:

1. 学习正投影法的基本理论及其应用;
2. 培养空间几何问题的图解能力;
3. 培养空间思维、几何抽象能力;
4. 培养零、部件构型表达能力;
5. 培养计算机绘图、徒手绘图和尺规绘图的综合能力;
6. 掌握与机械图样有关的知识 and 机械制图国家标准,培养查阅有关设计资料和标准的能力;
7. 培养学生认真负责的工作态度和严谨的工作作风,使学生的动手能力、工程意识、创新能力、设计概念等得以全面提高。

二、本课程的学习方法

1. 要学好本课程的主要内容,必须认真学好投影理论,运用形体分析、线面分析和结构分析等方法,由浅入深地进行绘图和读图实践,多画、多读、多想,反复地由物画图,由图想物,逐步提高空间想象能力和空间分析能力,这是学好本课程的关键。

2. 在学习本课程时,必须按规定完成一系列制图作业,并按正确的方法和步骤进行,正确使用工程制图中的有关资料,提高独立工作能力和自学能力。

3. 注意将计算机绘图、徒手绘图和尺规绘图等各种技能与投影理论密切结合,能准确、快速地绘制工程图样。

由于工程图样在生产建设中起着重要的作用,绘图和读图的差错都会带来经济损失,甚至负有法律责任,所以在完成习题和作业的过程中,应该养成认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。学好本课程可为后继课程及生产实习、课程设计和毕业设计打下良好的基础;同时也可以在以上各环节中使绘图和读图能力得到进一步的巩固和提高。

第一章 制图的基本知识和技能

本章将重点介绍中华人民共和国国家标准《技术制图》和《机械制图》中的基本规定，它是绘制图样的重要依据。同时介绍绘图工具的使用方法与绘图基本技能、几何作图方法及平面图形的尺寸分析和绘图步骤等。

第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》的一般规定

图样是设计和制造过程中的重要技术文件，是表达设计思想、技术交流、指导生产的工程语言。因此，必须对图纸的各个方面有统一的规定。我国在 1959 年首次颁布了国家标准《机械制图》，对图样作了统一的技术规定。为适应生产技术和国际间的经济贸易往来和技术交流，我国的国家标准经过多次修改和补充，已基本上等同或等效于国际标准。

国家标准简称“国标”，属性代号为“GB”。例如 GB/T14689—1993，其中“T”为推荐性标准，“14689”是标准顺序号，“1993”是标准颁布的年代号。本节仅介绍其中的部分标准，其余的将在后续章节中分别介绍。

一、图纸幅面和格式 (GB/T14689—1993)

(一) 图纸幅面

绘制图样时应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。幅面共有 5 种，其代号为 A0、A1、A2、A3、A4。必要时，可按规定加长幅面，如图 1-1 所示。

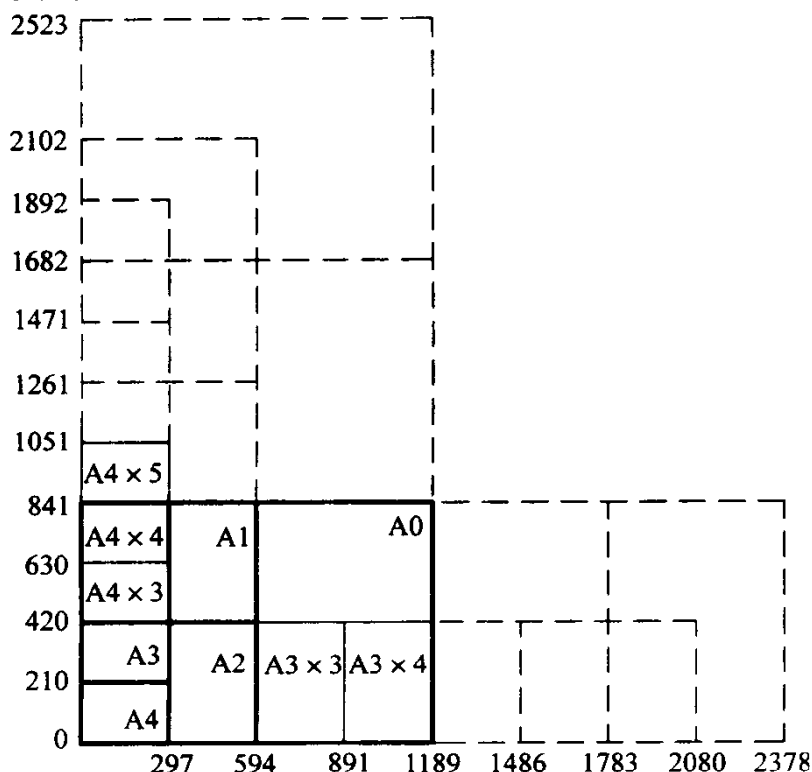


图 1-1 图纸幅面及加长边

(二) 图框格式

图样无论是否装订,都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,如图 1-2、图 1-3 所示。每种图框的周边尺寸按表 1-1 选取。但应注意,同一产品的图样只能采用一种格式。

表 1-1 图纸基本幅面及图框尺寸

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

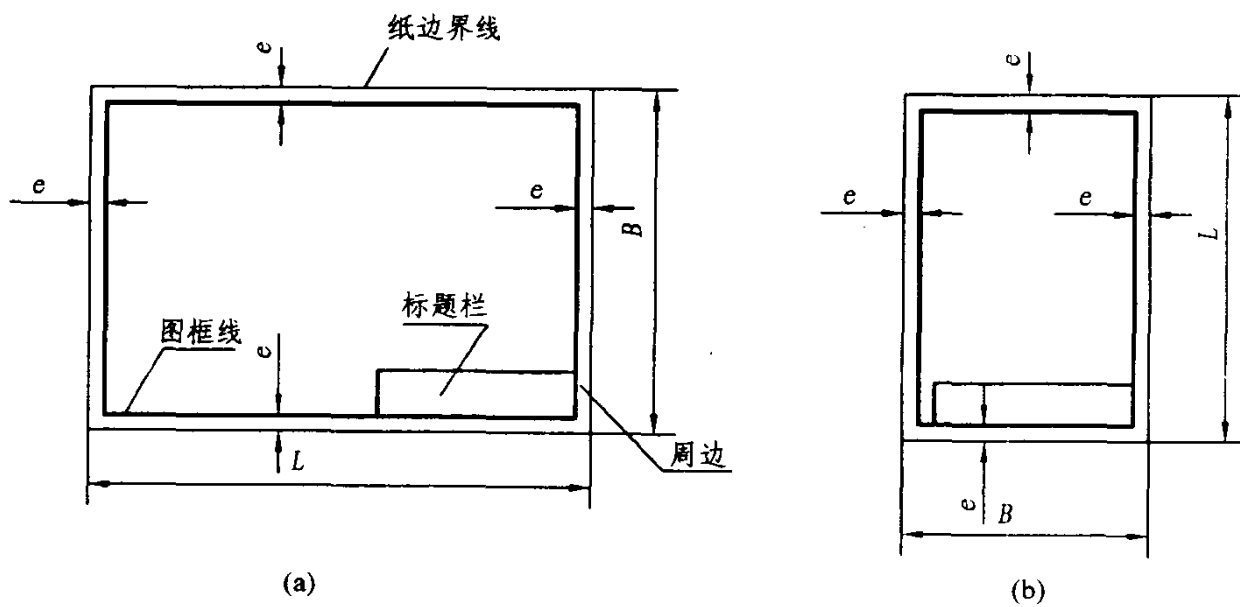


图 1-2 不留装订边的图框格式

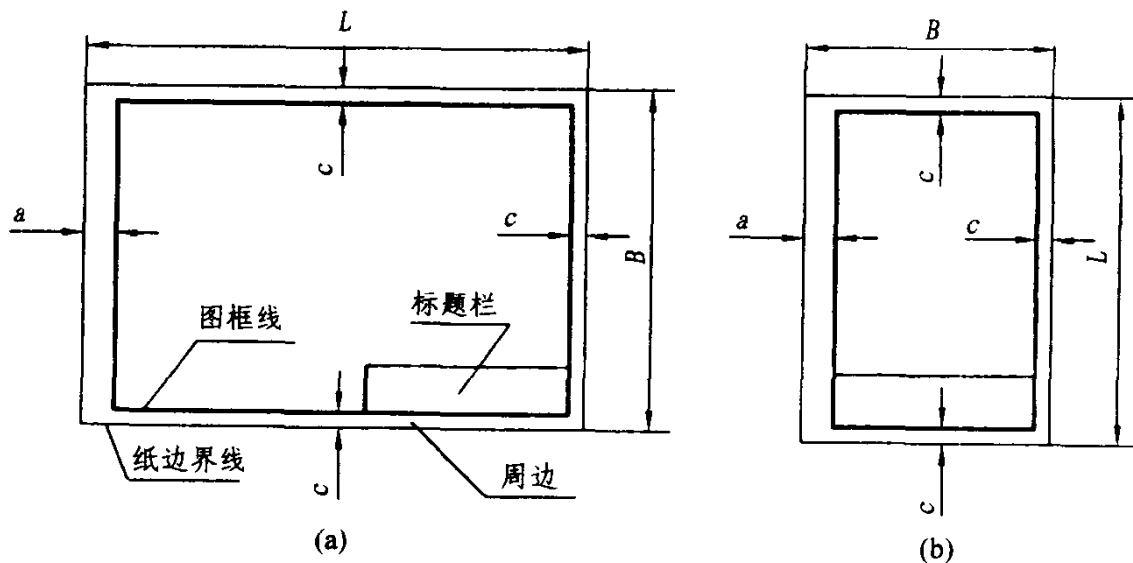


图 1-3 留装订边的图框格式

(三) 标题栏

每张技术图样中均应有标题栏,用来填写图样上的综合信息,它是图样中的重要组成部分。国家标准 GB/T10609.1—1989 规定了标题栏格式、内容及尺寸,其格式一般由更改区、签字区、其他区和名称及代号区组成,详见图 1-4 所示。在学生的制图作业中也可

以采用图 1-5 中的简单格式。

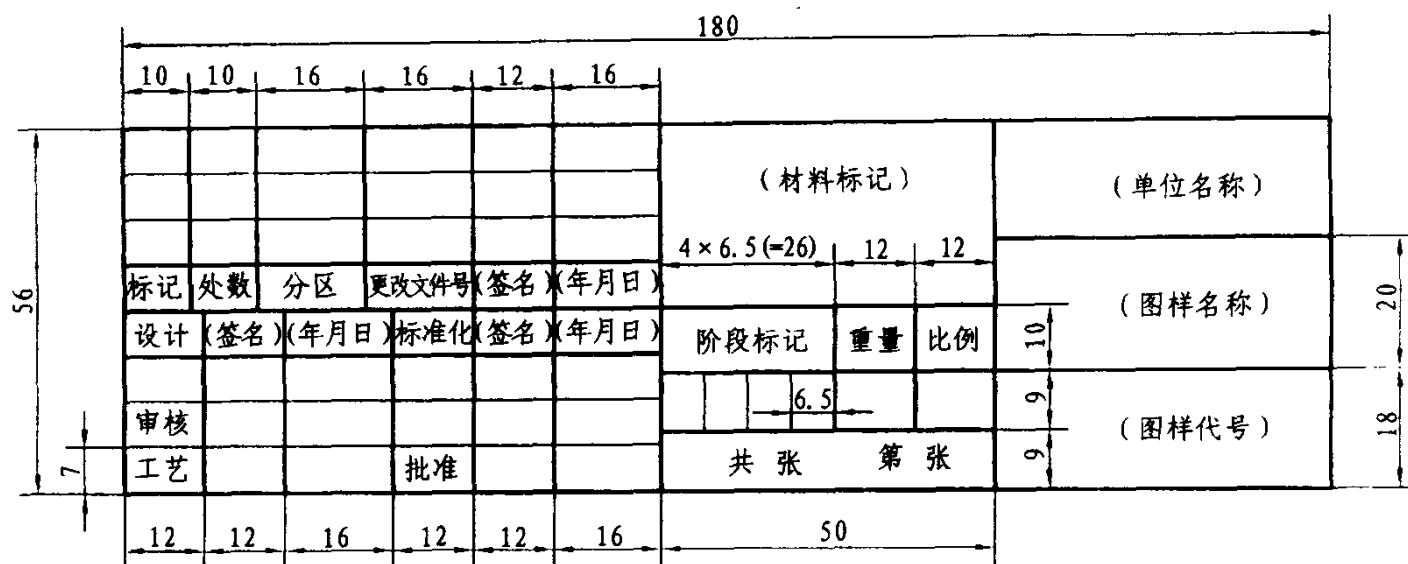


图 1-4 标题栏的格式

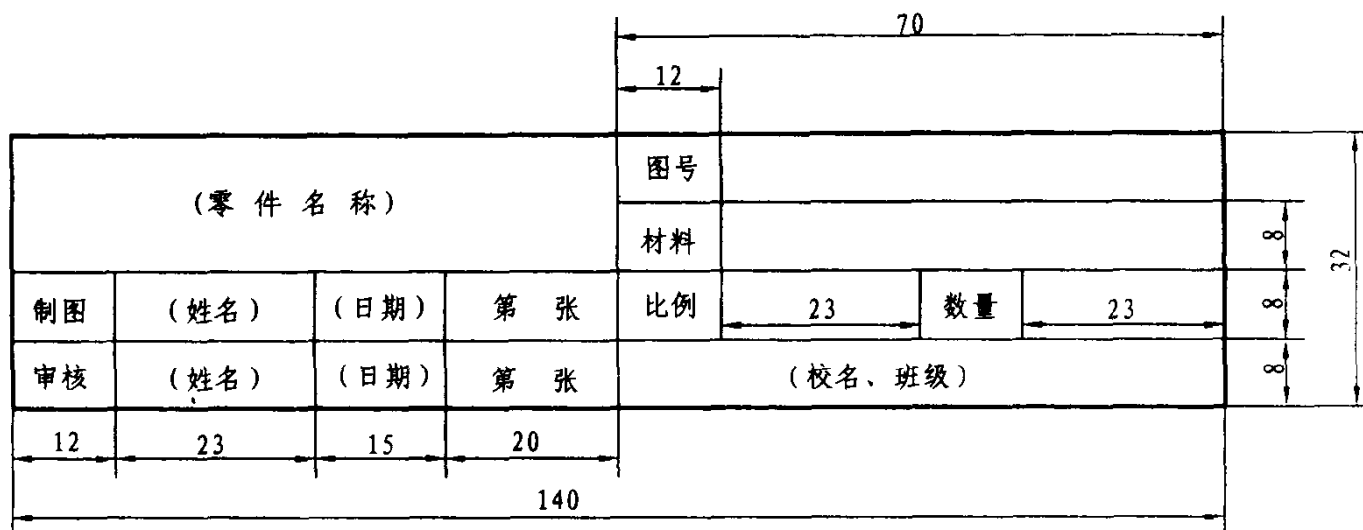


图 1-5 制图作业中采用的标题栏格式

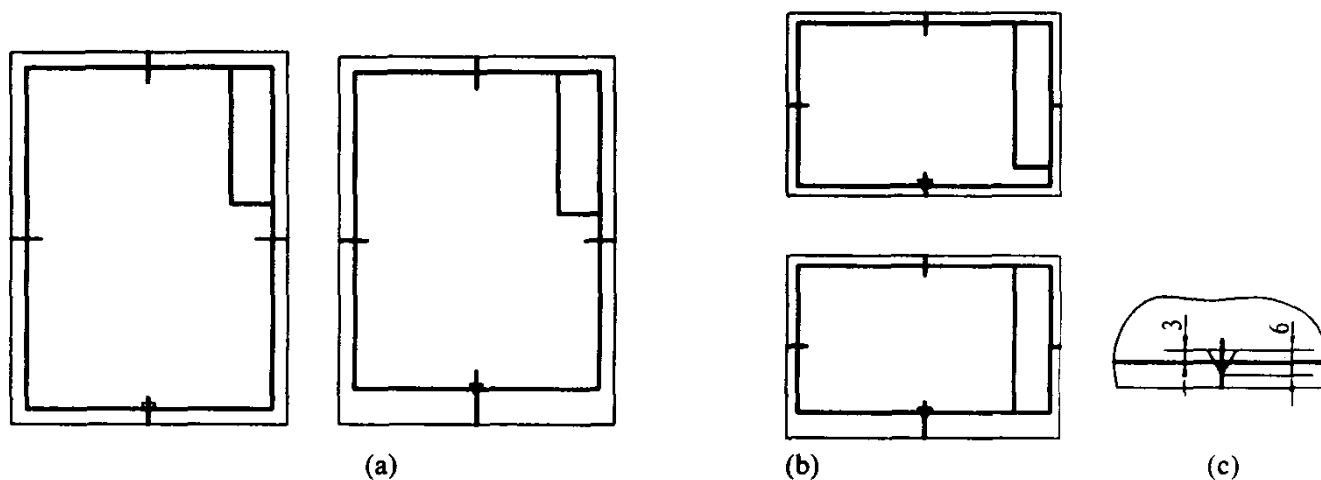


图 1-6 方向符号及对中符号

GB/T14689—1993 规定标题栏的位置应在图纸的右下角,标题栏的长边置于水平方向,其右边和底边均与图框线重合,此时,看图的方向应与标题栏的方向一致,如图 1-2、

图 1-3 所示。为利用预先印制的图纸,标准也允许将标题栏的短边置于水平位置,此时,标题栏必须位于图纸的右上角,图中必须标注方向符号,看图方向应以方向符号为准,而标题栏中的内容及书写方向不变。

为使图样复制和缩微摄影时定位方便,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,长度从图纸边界开始至图框内约 5mm,当对中符号处在标题栏范围内时,伸入标题栏部分省略不画。方向符号是在图纸下边的对中符号处加画的一个用细实线绘制的等边三角形,其大小及所处位置如图 1-6 所示。

二、比例(GB/T14690—1993)

(一) 术语

比例:图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

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 等。

缩小比例:比值小于 1 的比例,如 1:2 等。

(二) 比例系列

绘图时应尽量采用 1:1 的原值比例,以便从图样上直接估计出机件的大小。需要按比例绘制图样时,应优先选取表 1-2 中所规定的比例数值。必要时,也允许选取表 1-3 中的比例。

表 1-2 规定的比例系列

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 5×10 ⁿ :1 2×10 ⁿ :1 1×10 ⁿ :1
缩小比例 (比值<1 的比例)	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 1-3 规定的比例系列

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。

图样无论放大或缩小,在标注尺寸时,都应按机件的实际尺寸标注。同一张图样上的各视图应采用相同的比例,并标注在标题栏中的“比例”栏内。当某视图需要采用不同的比例时,可在名称下方或右侧标注比例,如: $\frac{I}{2:1}$ 、 $\frac{A}{1:100}$ 、 $\frac{B-B}{2.5:1}$ 、平面图 1:100。

三、字体(GB/T14691—1993)

标准规定在图样中字体书写必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

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

(一) 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋字,并应采用国家正式颁布推行的《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,字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。汉字不分直体或斜体。

长仿宋字的特点是:字体细长,起笔和落笔处均有笔锋,显得棱角分明,字形挺拔,与数字和字母书写在一起时,也显得协调。要写好长仿宋体,应在基本笔画和结构布局两方面下功夫。基本笔画是:横、竖、撇、捺、点、挑、钩、折等。每一笔画要一笔写成,不宜勾描。在学习基本笔画的同时,还应注意字体的写法,其要领是:横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。长仿宋字的运笔方法及示例如图1-7所示。



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未注铸造圆角其余技术要求两端材料
零件装配图基本线型尺寸数量比例图名间隔前后左右国家标准各项规定称备注
国家标准公差与配合标注形状和位置公差值表面粗糙度代号轮廓算术平均偏差

3.5号字

技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑未注铸造圆角其余技术要求两端材料
零件装配图基本线型尺寸数量比例图名间隔前后左右国家标准各项规定称备注
国家标准公差与配合标注形状和位置公差值表面粗糙度代号轮廓算术平均偏差

图1-7 长仿宋体汉字示例

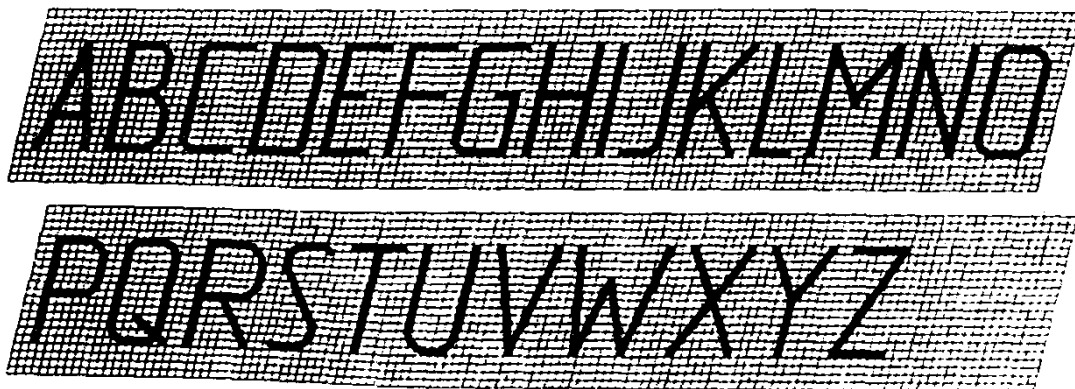
(二) 字母和数字

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 型字体笔画宽度为字高的 $1/10$ 。在同一张图上,只允许选用同一种型式的字体。

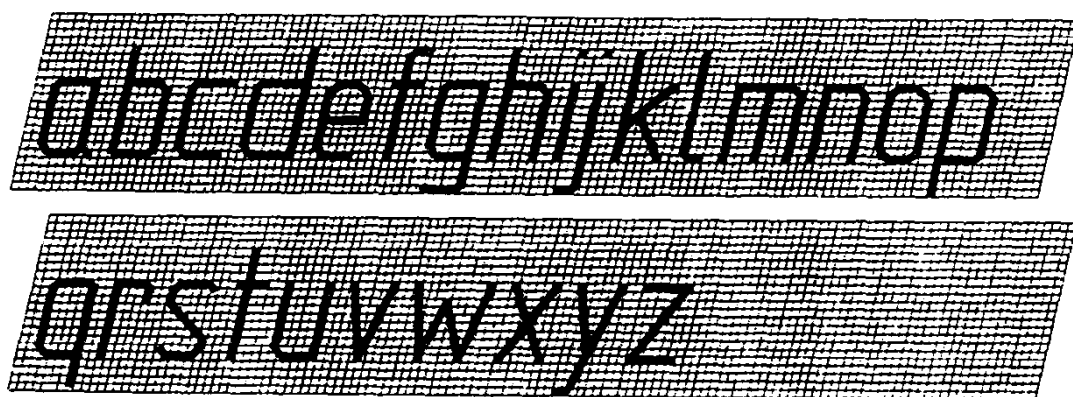
字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° (见图 1-8)。

1. 拉丁字母示例

A 型字体的大写斜体

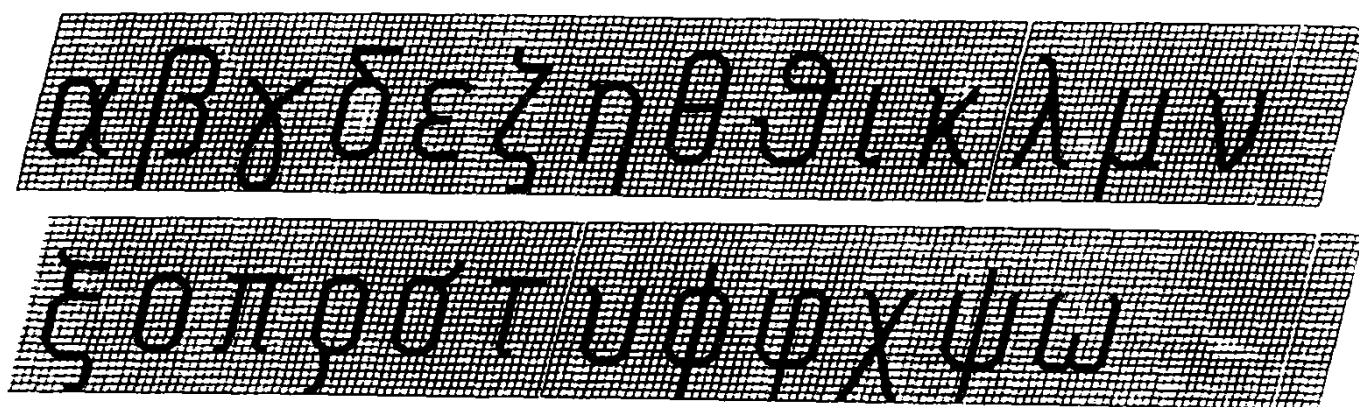


A 型字体的小写斜体



2. 希腊字母示例

A 型字体小写斜体



3. 阿拉伯数字示例

A 型斜体

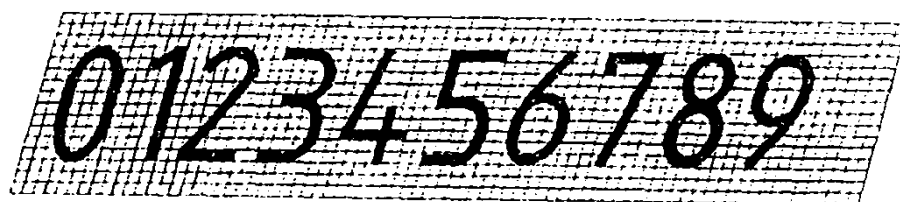
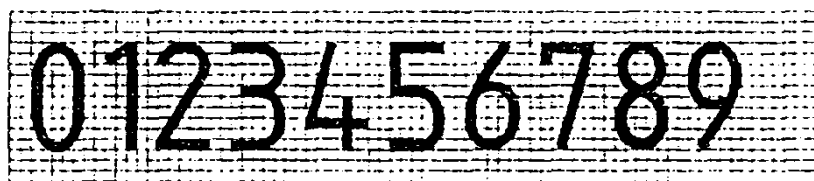


图 1-8 字母和数字示例

A 型直体



4. 罗马数字示例

A 型斜体



图 1-8(续)

(三) 综合示例

在图样中,用作指数、分数、极限偏差、注脚等数字及字母,一般应采用小一号字体。标注示例详见图 1-9。

$$10^3 \quad S^{-1} \quad D_1 \quad T_d \quad \phi 20_{-0.023}^{+0.010} \quad 7^{\circ+1^{\circ}}_{-2^{\circ}} \quad \frac{3}{5}$$
$$10JS5(\pm 0.003) \quad M24-6h$$
$$\phi 25 \frac{H6}{m5} \quad \frac{II}{2:1} \quad \frac{6.3}{\nabla} \quad R8 \quad 5\% \quad \nabla \frac{3.50}{\quad}$$

图 1-9 字体综合示例

四、图线(GB/T17450—1998)

(一) 图线的型式及应用

图线是指在起点和终点间,以任意方式连接的一种几何图形。图线的起点和终点可以重合,如一条图线形成圆的情况。当图线长度小于或等于图线宽度的一半时,称为点。

标准规定了 15 种基本线型,如实线、虚线、点画线等(详见 GB/T17450)。所有线型的图线宽度(d)应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择,该数系的公比为 $1:\sqrt{2}$ ($\approx 1:1.4$):

$$0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2\text{mm}$$

粗线、中粗线和细线的宽度比率为 $4:2:1$,在同一图样中,同类图线的宽度应一致。在机械工程图样中采用两种线型宽度即 $2:1$,粗线宽度一般取 $0.5\sim 2$ 。

表 1-4 所示的为机械工程图样中常用的 8 种线型名称、图线型式及主要用途(其中细波浪线、细双折线是由基本线型变型得到的)。图 1-10 所示为图线的应用举例。

表 1-4 图线及应用举例

图线名称	图线型式	图线主要应用举例(见图 1-10)
细实线		(1) 尺寸线和尺寸界线 (2) 剖面线 (3) 重合断面的轮廓线 (4) 投射线
细波浪线		(1) 断裂处的边界线 (2) 视图与剖视的分界线
细双折线		断裂处的边界线
粗实线		(1) 可见轮廓线 (2) 视图上的铸件分型线 (3) 相贯线
细虚线		不可见轮廓线
粗点画线		限定范围的表示,例如热处理
细点画线		(1) 中心线 (2) 对称中心线 (3) 轨迹线 (4) 剖切线
细双点画线		(1) 相邻零件的轮廓线 (2) 移动件的限位线 (3) 先期成型的初始轮廓线 (4) 剖切平面之前的零件结构状况

注:表中图线的应用,列举的只是常见例。

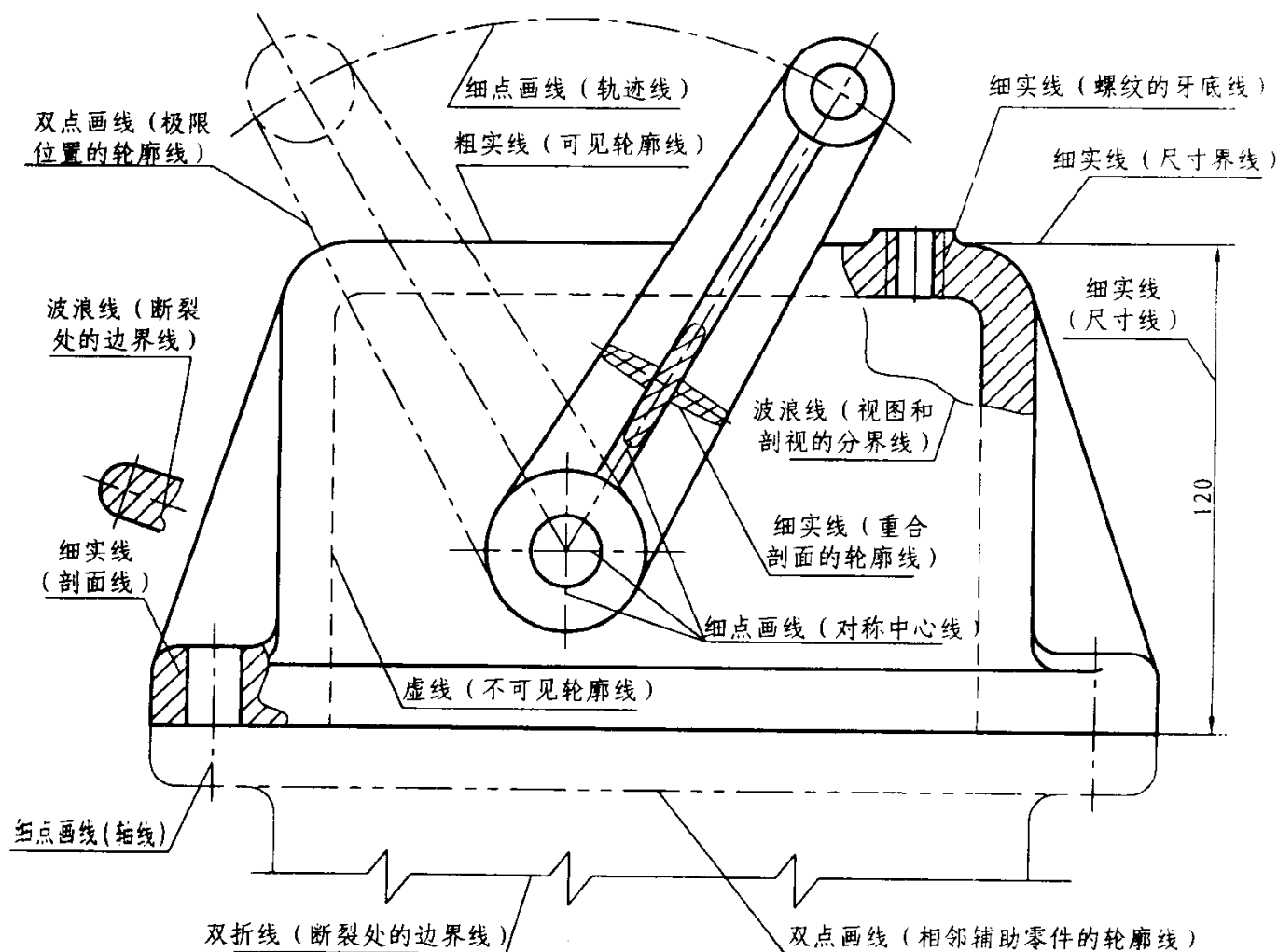


图 1-10 图线应用举例

(二) 图线画法

1) 同一图样中, 同类型的图线宽度应一致。虚线、点画线及双点画线各自的画长和间隔应尽量一致。

2) 点画线、双点画线的首尾应为长划, 不应画成点, 且应超出轮廓线 3~5mm。

3) 点画线、双点画线中的点是很短的一横, 不能画成圆点, 且应点、线一起绘制。

4) 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。

5) 虚线、点画线、双点画线相交时, 应是线段相交。

6) 当各种线型重合时, 应按粗实线、虚线、点画线的优先顺序画出(见图 1-11)。

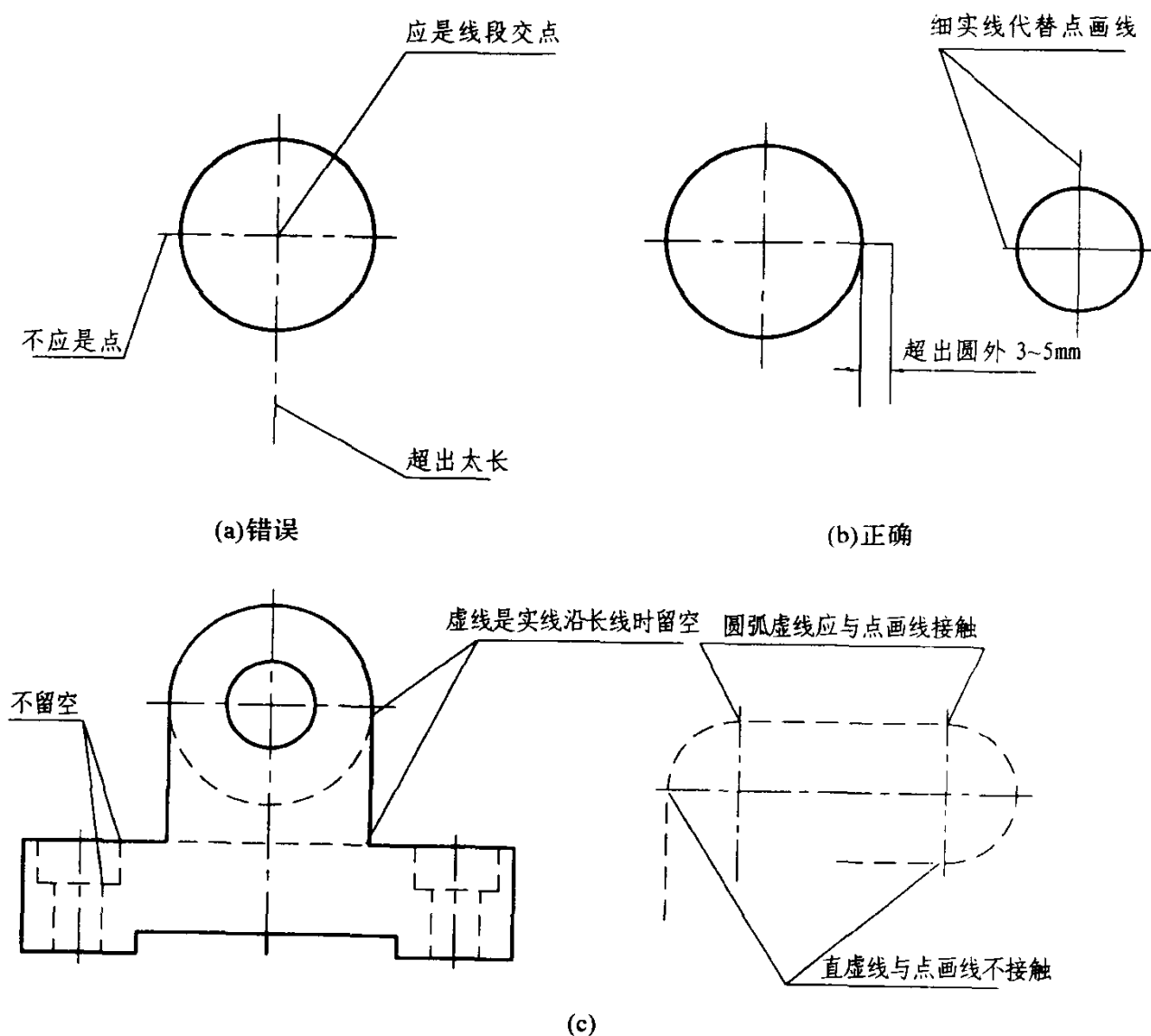


图 1-11 图线画法

五、尺寸注法(GB/T4458.4—1984、GB/T16675.2—1996)

(一) 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程度无关。

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“mm”或名称“毫米”; 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 45°(度)、m(米)等。

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) 机件的每一个尺寸, 一般只注一次, 并应注在反映该结构最清晰的图形上。