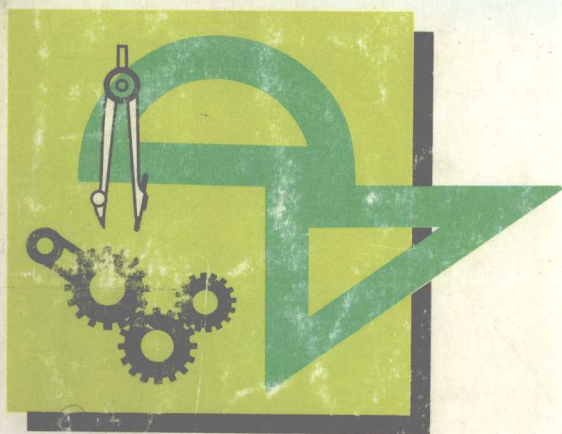


(1998年修订本)

上册

西北工业大学工程制图教研室 编

画法几何及机械制图



陕西科学技术出版社

TH126
81-1

画法几何及机械制图

(1998 年修订本)

上 册

西北工业大学工程制图教研室

陕西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

画法几何及机械制图 上册/西北工业大学工程制图教研室编. —5版(修订本). —西安: 陕西科学技术出版社, 1998. 8(1999. 7重印)

ISBN 7-5369-0113-5

I. 画… II. 西… III. ①画法几何-高等学校-教材②机械制图-高等学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第35437号

陕西科学技术出版社出版

(西安北大街 131 号)

陕西省新华书店发行 陕西省宏业印务有限责任公司印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 17.25 印张 字数 42 万

1998 年 8 月第 5 版 2002 年 7 月第 4 次印刷

印数: 13,001—16,000

定价: 24.00 元

第五版序

《画法几何及机械制图》自 1980 年出版以来,得到了各兄弟院校的广泛使用,深受读者欢迎。

近几年来,国家陆续颁布了一些新标准,对一些标准进行了修订,这样就使得本教材的部分内容不符合现行的国家标准。随着计算机技术的发展,计算机绘图技术日益成熟,国家有关部委大力提倡采用计算机绘图技术并制订了有关文件,国家教委本课程课委会制订的教学基本要求中明确规定了 20 学时的计算机绘图教学内容。为适应新的教学要求,特进行修订。

这次修订,主要的变动有:

(1)根据颁布的最新国家标准,全部更新了内容和图例。

(2)增加了两章计算机绘图内容,即第 24 章图形变换和第 25 章 DXCAD 简介。

(3)删减的内容有:第 7 章中绕平行轴旋转法,第 8 章中椭圆的画法,第 11 章中用换底法求相贯线,第 18 章中形位公差、材料和第 20 章中焊接等。

(4)对第 1、18 和 20 章中部分内容进行了重新编写。

(5)更正了教材中的一些错误。

参加 1980 年第一版编写的同志有:李承先、石美岭、屈培基、杨平安、黎竞天、查瑞芳、胡庆贤、叶文礼。贾本立同志参加了全书的修改工作。张步成、尹士悦、李怀原、王瑜等同志参加了描图工作。

参加 1982 年第二版修订的同志有:李承先、郝命麒、刘荣光、石美玲、贾本立、屈培基、查瑞芳、张光慎、周维廉等。全书由李承先、郝命麒同志审校定稿。李俊凤、王瑜、张步成等同志参加了描图工作。

参加 1986 年第三版修订的同志有:王民族、史祖龄、吴眉、张光慎、屈培基、周维廉、胡庆贤、查瑞芳、桑秀芝,全书由王民族同志统稿。张步成、李俊凤参加了描图工作。

参加 1992 年第四版修订的同志有:胡庆贤、吴眉、查瑞芳、周维廉、皎方敏、李怀原、李西琴,全书的修订工作由王民族同志主持,并最后统校定稿。张步成同志完成了全书的描图工作。

参加本版修订的人员有:孙根正(主编,第 4 章)、李西琴(副主编,第 12 章)、臧宏琦(第 1、10、17 章)、李怀原(第 2、3、23 章)、叶军和周维廉(第 5 章)、廖达雄(第 6、24、25 章)、雷哲书(第 7、21 章)、沈梅(第 8 章)、曲仕茹(第 9、11、19 章)、张凤梅(第 13、18 章)、刘援越(第 14、16 章)、张晓鸥和周维廉(第 15 章)、周维廉(第 20 章)、沈梅、董复光和蔡旭鹏(第 22 章),此外,贾国良参加了一些绘图工作。

西北工业大学工程制图教研室

1998 年 3 月

目 录

绪论	(1)
第1章 制图的基本知识	
本章提要	(2)
§ 1-1 国家标准《技术制图和机械制图》的部分规定	(2)
§ 1-2 绘图工具及仪器的使用	(20)
§ 1-3 几何作图	(25)
§ 1-4 平面图形的绘制	(29)
本章小结	(33)
第2章 投影的基本知识	
本章提要	(36)
§ 2-1 投影方法概述	(36)
§ 2-2 平行投影的基本性质	(37)
§ 2-3 正投影图和轴测投影图	(39)
本章小结	(40)
第3章 点的投影	
本章提要	(41)
§ 3-1 概述	(41)
§ 3-2 点在两投影面体系中的投影	(42)
§ 3-3 点在三投影面体系中的投影	(44)
本章小结	(50)
第4章 直线的投影	
本章提要	(53)
§ 4-1 概述	(53)
§ 4-2 直线对投影面的相对位置及其投影特性	(53)
§ 4-3 点与直线的相对位置	(58)
§ 4-4 直线的迹点	(59)
§ 4-5 两直线的相对位置及其投影特性	(61)
§ 4-6 一边平行于投影面的直角投影——直角投影原理	(64)
本章小结	(66)
第5章 平面的投影	
本章提要	(70)
§ 5-1 概述	(70)
§ 5-2 平面对投影面的相对位置及其投影特性	(73)
§ 5-3 平面上的直线和点	(78)
§ 5-4 平面上的特殊位置直线	(82)

§ 5-5 平面上圆的投影	(85)
本章小结	(86)
第 6 章 直线与平面以及两平面的相对位置	
本章提要	(89)
§ 6-1 概述	(89)
§ 6-2 平行关系	(89)
§ 6-3 相交关系	(92)
§ 6-4 垂直关系	(97)
§ 6-5 点、线、面综合题的解法	(102)
本章小结	(105)
第 7 章 投影变换	
本章提要	(107)
§ 7-1 概述	(107)
§ 7-2 换面法	(108)
§ 7-3 旋转法	(116)
本章小结	(124)
第 8 章 曲线、曲面	
本章提要	(125)
§ 8-1 概述	(125)
§ 8-2 曲线	(125)
§ 8-3 曲面	(129)
本章小结	(138)
第 9 章 立体的表示法	
本章提要	(139)
§ 9-1 概述	(139)
§ 9-2 平面立体	(139)
§ 9-3 回转体	(142)
本章小结	(150)
第 10 章 平面、直线与立体相交	
本章提要	(153)
§ 10-1 概述	(153)
§ 10-2 平面与平面立体相交	(154)
§ 10-3 平面与回转体相交	(157)
§ 10-4 平面与组合回转体相交	(163)
§ 10-5 直线与立体相交	(165)
本章小结	(168)
第 11 章 立体与立体相交	
本章提要	(172)
§ 11-1 概述	(172)
§ 11-2 平面立体与曲面立体相交	(172)

§ 11-3 两曲面立体相交	(175)
§ 11-4 多个立体相交	(186)
本章小结	(189)
第 12 章 立体表面展开	
本章提要	(193)
§ 12-1 概述	(193)
§ 12-2 平面立体表面展开	(194)
§ 12-3 可展曲面的展开	(197)
§ 12-4 不可展曲面的近似展开	(199)
§ 12-5 变形接头的展开	(204)
本章小结	(205)
第 13 章 组合体	
本章提要	(206)
§ 13-1 概述	(206)
§ 13-2 组合体视图的画法	(208)
§ 13-3 读组合体视图的方法	(212)
§ 13-4 组合体视图中的尺寸注法	(220)
§ 13-5 第三角投影简介	(223)
本章小结	(225)
第 14 章 轴测投影	
本章提要	(227)
§ 14-1 概述	(227)
§ 14-2 正轴测投影	(228)
§ 14-3 斜轴测投影	(237)
§ 14-4 轴测图上的交线及剖切画法	(240)
§ 14-5 轴测图的直观性分析	(243)
本章小结	(246)
第 15 章 视图、剖视与剖面	
本章提要	(249)
§ 15-1 视图	(249)
§ 15-2 剖视	(252)
§ 15-3 剖面	(261)
§ 15-4 综合应用举例	(263)
本章小结	(265)

绪 论

在现代化的工业生产中，各种机器、仪表或设备都是按照工程图样来进行生产的。图样以图形为主，包括尺寸、符号以及必要的文字说明，是设计与生产过程中的重要技术资料。在生产活动中，人们离不开图样，就如同在生活中离不开语言一样，它是交流设计思想、表达设计要求的一种重要工具。因而工程图样被公认为工程界的“语言”，是非常确切的。

本课程以学习工程界这一“语言”为主要目的，是一门研究用投影法绘制工程图样和解决空间几何问题的理论和方法的技术基础课。它的任务是研究平行投影（主要是正投影）的基本理论；培养绘制和阅读机械图样的能力；培养空间几何问题的图解能力；培养空间想象能力和空间分析能力；培养认真细致的工作作风。应该特别指出培养绘图与读图能力是高等工科院校进行基本工程技术训练的重要组成部分。工程技术人员必须具备这种能力，才能适应工作需要。

用正投影法表达空间几何元素，是绘制机械图样的基本方法，而正投影法又是画法几何研究的主要内容之一。显然，在学习本课程时，注意画法几何与机械制图的联系和结合，无疑是十分必要的。在学习方法上同样必须注意画法几何与机械制图两者的特点和有机联系，本课程的学习方法，择其要点概述如下：

（1）本课程以图示、图解贯彻始终。在听课、复习、作题等环节中，应紧紧抓住“图形”这一特点，在看清、想通直至完全理解各种“图形”的含义上下功夫，这是学好本课程的最基本之点。

（2）用平面图形表达空间几何关系是图示、图解法的特征。因此，在学习中既要重视几何关系的空间分析，又要重视正投影法中的一系列基本作图方法。

（3）学习本课程要着重各种作图、画图方法实践。作图与画图是一种基本技能，实践是掌握、提高技能的唯一途径。因此，学习中应充分把握实践机会。不可因其“小”而忽视；不可因其“难”而退却，也不可因其“繁”而厌倦。

（4）在学习本课程中，应树立“严格遵守标准”的观念。工程图样既然是一种语言，就有不容违反的“语言规范”即国家标准《技术制图和机械制图》和各有关规定，如对图形表达中的各种字体、线型、符号、标记等的规定，要自始至终给予重视并在学习实践中认真贯彻。

工程图样是生产不断发展的产物，随着生产的发展，图样也必将不断更新和完善，以适应新的形势。50年代后期出现了大型精密数控绘图机，从而在工程制图方面开辟了一个新的领域。本课程对于计算机绘图的介绍，目的是使学生对其有一初步认识，了解工程制图的发展趋势。数控绘图机的出现，是设计、绘图的一个飞跃，它标志着计算机对人的辅助作用，其范围日趋广泛。然而，工程技术人员在绘图机面前，并没有、也永远不会“相形见绌”。他们在绘图、读图以及图解方面所具有的丰富经验，是驾驭绘图机的重要条件。

第 1 章 制图的基本知识

本章提要

图样是工程技术界的语言，是表达设计思想、进行技术交流的重要工具，也是企业组织管理、制造产品必不可少的技术文件。学习制图，必须首先熟悉了解国家标准《技术制图和机械制图》中的有关基本规定和绘图工具、仪器的使用，以及图形的绘制的方法和技能。

本章主要介绍国家标准《技术制图和机械制图》中的图纸幅面及格式、比例、字体、图线、剖面符号五个基本标准和尺寸注法标准中的部分内容。通过学习，对于标准中的各项规定要掌握，养成严格遵守的习惯；对于绘图工具、仪器要注意正确使用；对于平面图形的绘制，要学会分析线段的连接、作图的方法步骤。逐步养成严肃、认真、一丝不苟的工作作风，不断提高绘图的质量和速度。

§ 1-1 国家标准《技术制图和机械制图》的部分规定

在各工业部门，为了科学地进行生产和管理，便于进行技术交流，都要熟悉图样的有关规定。关于图样的格式、内容、表达方法和尺寸注法等，各国均有相应的标准。我国的国家标准《技术制图和机械制图》就是我国关于机械制图方面的统一规定，是一项主要的技术基础标准。工程技术人员必须把贯彻国家标准作为自己进行技术工作的基本准则。

1. 图纸幅面及格式 (GB/T14689-93)

1.1 图纸幅面尺寸

绘制图样时，优先采用表 1-1 规定的幅面尺寸。

表 1-1

(单位: mm)

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

必要时允许选用加长幅面，这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整倍数增加后得出(见图 1-1)。例如，A3×3 的幅面为 420×891。

1.2 图框格式及附加符号

绘图时，图纸可以横放也可以竖放。在图纸上必须用粗实线画出图框(图 1-2)，其尺寸可从表 1-1 中查得。图框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。

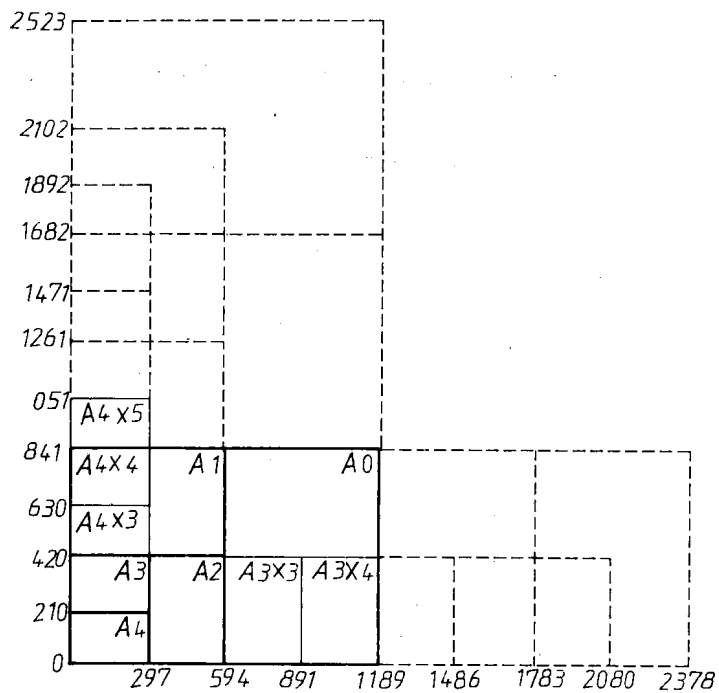


图 1-1 图纸幅面及加长幅面

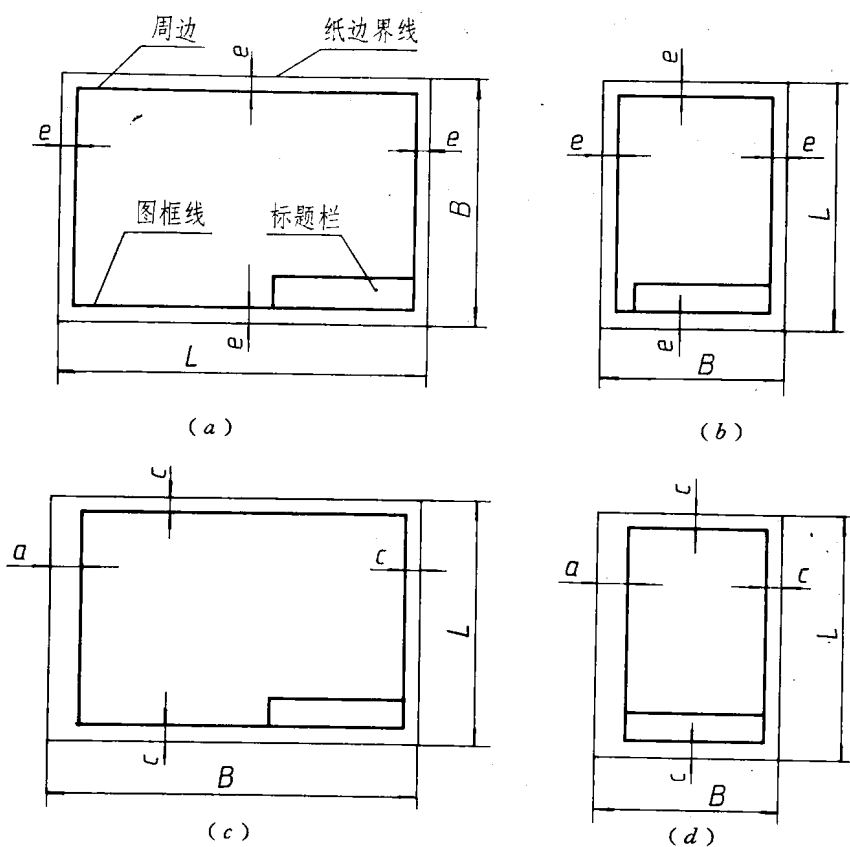


图 1-2 图框格式

绘图时还常采用以下附加符号：

1.2.1 对中符号

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便，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，长度从纸边界开始伸入图框内约 5 mm，如图 1-3。

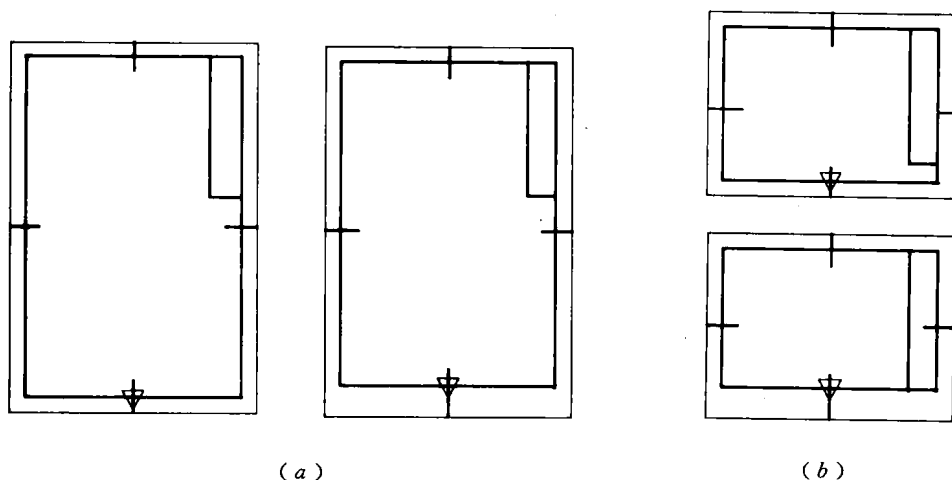


图 1-3 对中符号与看图方向符号

对中符号处在标题栏范围内时，伸入标题栏部分省略不画。

1.2.2 方向符号

使用预先印制的图纸时，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 1-3。

方向符号是用细实线绘制的等边三角形，其大小和所处位置见图 1-4。

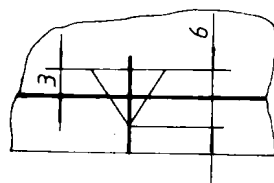


图 1-4 方向符号

1.2.3 剪切符号

为使复制图样便于自动剪切，可在图纸的四个角上分别绘出剪切符号。剪切符号可采用图 1-5 (a) 的形式或图 1-5 (b) 的形式。

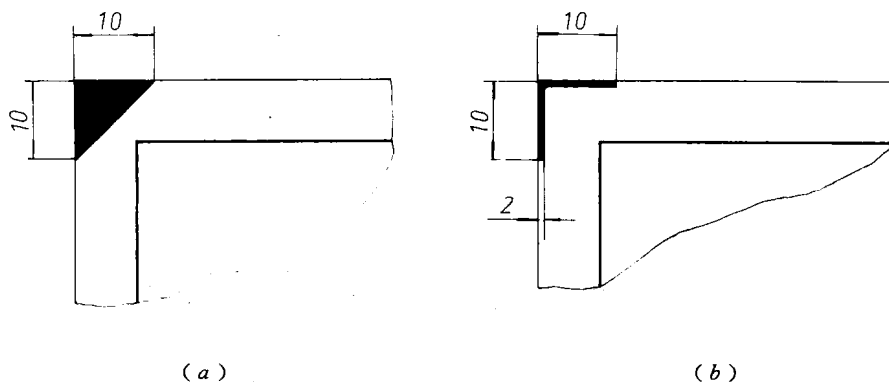


图 1-5 剪切符号

1.3 图幅分区

为便于查找视图内详细结构、标注内容及修改处等，可用细实线在图纸周边内分区如图 1-6。

图幅分区数目按图样的复杂程度确定，但必须是偶数。每一区的长度应在 25~75 mm 之间选择。

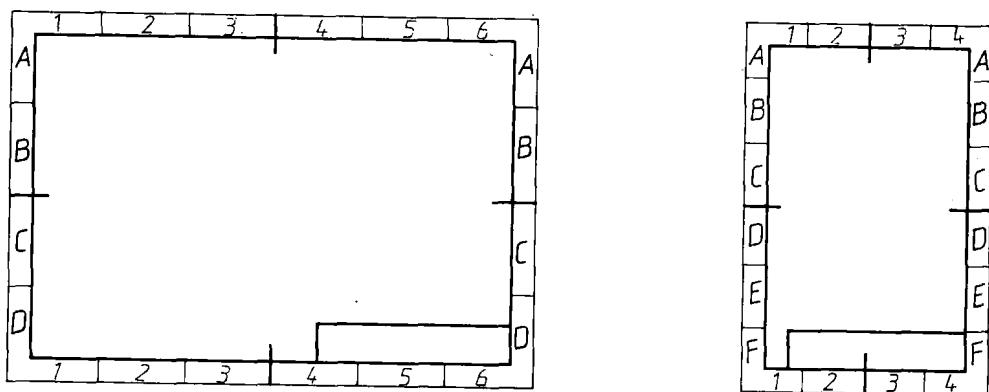


图 1-6 图幅分区

分区的编号，沿上下方向（按看图方向确定图纸的上下和左右）用大写拉丁字母从上到下顺序编写；沿水平方向用阿拉伯数字从左到右顺序编号。分区代号由字母和数字组合而成，字母在前，数字在后并排书写，如 B3、C5 等。

1.4 标题栏的方位

一般情况下，图纸的右下角必须画出标题栏，如图 1-2。

标题栏的长边与图纸的长边平行时构成 X 型图纸如图 1-2 (a)、(c)；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 1-2 (b)、(d)。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 1-3 (a)；或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用如图 1-3 (b)。此时必须加方向符号，以表明绘图、看图方向，而与标题栏方位无关。

在制图作业中，对于零件图建议采用图 1-7 所示的标题栏格式；对于装配图建议采用图 1-8 所示的标题栏及明细表格式。

140								3×7=21
制 图		(日期)	(名 称)	(图 号)				
校 核				比 例		数 量		
审 图			材 料	(校 名 及 班 号)				
10	25	10		10	15	10	15	

图 1-7 标题栏

[illegible]

图 1-8 标题栏及明细表

2. 比例 (GB/T14690-93)

比例是图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。绘制图样时,尽可能按机件的实际大小画出,以方便看图。如果机件太大或太小则可采用表 1-2 中所规定的缩小或放大的比例画图。必要时也允许采用表 1-3 中的比例。

1. 若个别视图需要采用不同的比例时, 应在视图名称的下方或右侧标注比例, 如:

$$\frac{I}{2:1} \quad \frac{A \text{ 向}}{1:100} \quad \frac{B-B}{2.5:1}$$

图样不论放大或缩小, 在标注尺寸时, 应按机件的实际尺寸标注。

当图形中孔的直径或薄片的厚度小于 2mm，以及斜度较小时，可不按比例而夸大画出。

表 1-2

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
	$1 : 2 \times 10^n$ $1 : 5 \times 10^n$ $1 : 1 \times 10^n$

表 1-3

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
	$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$	$1 : 6 \times 10^n$

3. 字体 (GB/T14691-93)

(1) 书写字体必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

(2) 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, 20 mm。

字体的高度要选择适当，若需书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

字体的高度代表字体的号数。

(3) 图样中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。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm，其字宽一般为 $h / \sqrt{2}$ 。

(4) 字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔划宽度 (d) 为字高 h 的 1/14；B 型字体的笔划宽度 (d) 为字高 h 的 1/10。

(5) 字母和数字可写成直体和斜体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 。

(6) 用作指数、分数、极限偏差、注脚的数字及字母，一般应采用小一号的字体。

(7) 字体示例。

3.1 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

3.2 拉丁字母示例

A 型字体

大写斜体

A B C D E F G H I J K L M N O P

Q R S T U V W X Y Z

小写斜体

a b c d e f g h i j k l m n

α β γ δ ε ζ η θ ι κ λ μ ν ξ ο π ρ σ τ υ φ χ ψ ω

3.3 希腊字母示例

α β γ δ ε ζ η θ ι κ λ μ ν

ξ ο π ρ σ τ υ φ χ ψ ω

3.4 阿拉伯数字示例

A 型字体

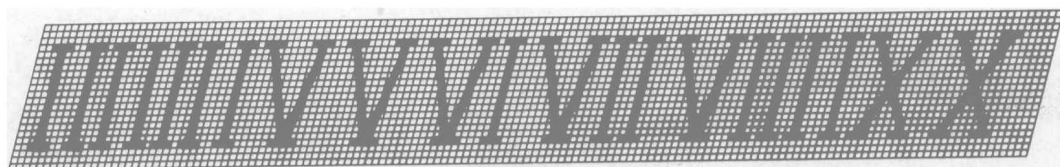
斜体

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

3.5 罗马数字示例

A 型字体

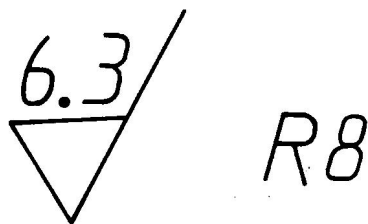
斜体



3.6 字体应用示例

10J55 (± 0.003) M24-6h

$\phi 25 \frac{H6}{m5}$ $\frac{II}{2:1}$ $\frac{A \text{ 向旋转}}{5:1}$



4. 图线 (GB4457·4-84)

4.1 图线型式及应用

绘制图样时,各种图线的名称、型式、代号、宽度以及在图上的一般应用见表 1-4。各种图线在图形上的应用,如图 1-9 所示。

4.2 图线画法说明

(1) 图线的宽度分为粗、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 $b/3$ 。