

● 第五届全国高校出版社优秀畅销书一等奖

(供非机械类 近机械类各专业使用)

画法几何 及工程制图

(修订版)

焦永和 林宏 主编



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

画法几何及工程制图

(供非机械类、近机械类各专业使用)

(修订版)

焦永和 林 宏 主编

获第五届全国高校出版社优秀畅销书一等奖

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书依照“画法几何及工程制图课程教学基本要求”,参考国内外同类教材,根据作者多年的教学经验,及近年来的教学改革实践编写而成。

全书共分十二章,即:制图的基础知识;正投影基础;直线、平面的相对位置;立体的投影;立体表面的交线;轴测投影图;组合体视图;图样画法;标准件和常用件;零件图;装配图和计算机绘图等内容。

本书采用了最新的国家标准。

本书与《画法几何及工程制图习题集》配套使用,也有配套的光盘(含多媒体课件、习题及答案)。可作为高等学校非机械类、近机械类各专业的教科书,也可供中等专业学校的教师 and 有关的工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

画法几何及工程制图 / 焦永和, 林宏主编. — 2版. — 北京: 北京理工大学出版社, 2011.8 重印

高等学校教材. 供非机械类 近机械类各专业使用

ISBN 978-7-81013-825-3

I. 画… II. ①焦… ②林… III. ①画法几何-高等学校-教材 ②工程制图-高等学校-教材 IV.TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(98)第19905号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 天津紫阳印刷有限公司

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 19.5

字 数 / 463千字

版 次 / 2011年8月第2版 第13次印刷

印 数 / 61001~63000册

定 价 / 37.00元

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

修 订 前 言

《画法几何及工程制图》一书自1998年9月出版发行以来，一直为不少大专院校采用。在1999年7月1日颁布的《技术制图》国家标准中，有关图线、字体及图样画法等内容均有较大变化，此外，AutoCAD也有新版本发布，因此，我们对1998年9月出版的《画法几何及工程制图》进行了修订。

本书依照高等学校工科制图课程教学指导委员会制订的“画法几何及工程制图课程教学基本要求”，参考了国内外同类教材，根据作者多年来的教学经验，并总结了近年来的教学改革实践经验编写而成。

本书有下列主要特点：

1. 全书采用了最新颁布的《技术制图》、《机械制图》国家标准等有关的最新标准，根据需要选择并分别编排在正文或附录中，以培养学生贯彻最新国家标准的意识和查阅国家标准的能力。

2. 把变换投影面法贯彻始终，对于一般位置几何元素的作图问题，均采用换画法求解，使学生易于掌握。

3. 将标准件、常用件、公差与配合、表面粗糙度等内容单列章节，并配有相应的习题，便于根据教学需要选取。

4. 根据目前国内的实际情况，在计算机绘图一章中主要介绍AutoCAD图形软件，并采用了最新版本。

5. 各章的结尾均有小结，总结本章内容的重点与教学要求，便于学生掌握。

由于非机械类专业较多，为了拓宽基础，适应时代的要求，本书编写了对各专业均适用的有共性的内容。

本书由焦永和、林宏主编。参加本书修订的有：焦永和（绪论、第三章、第十章第1~5小节、附录），佟献英（第一章、第十章第6小节），樊红丽（第二章），赵大纲（第四章、第九章第5~7小节），樊红亮（第五章），张彤（第六、七章），张京英（第八章），赵淑媛（第九章第1~4小节），林宏（第十一章），李莉（第十二章）。

另外，研究生孙铁红、王雪芹、吴传国、高丽、肖春英、孙锬，做了部分习题解答，本科生官琳、张建立、潘强、杨非等绘制了部分插图。

董国耀教授审阅了全书，并提出了很多宝贵的意见，在此表示感谢。

限于水平，书中不当之处在所难免，欢迎读者批评指正。

编 者

画法几何及工程制图教学辅导光盘

出版说明

《画法几何及工程制图教学辅导光盘》是与《画法几何及工程制图》教材和习题集配套的多媒体光盘，光盘内包含三部分内容：(1) 与教材配套的 CAI 课件；(2) 与习题集配套的全部章节的习题和习题答案；(3) 画法几何及工程制图模拟试题。

下面为本光盘的编制特点和使用方法：

一、CAI 课件

CAI 课件是用 PowerPoint 制作的，其内容与教材配套。适合于在多媒体教室进行课堂教学使用，及学生课后复习时使用。观看课件可从 CAI 课件目录直接进入，顺序观看，当想结束观看时，可在任何时候按鼠标右键，选择“结束放映”退出；也可从 PowerPoint 打开文件目录进入，并选择欲观看的章节及幻灯片进行编辑或观看。

对于教师来说，由于本课件是完全开放的，在使用本课件的基础上，可对其进行编辑加工，从而体现教师的个性化特点。对于学生来说，由于本课件的内容是教材的精华，可以免去课堂上记笔记的劳动，集中精力听老师讲解，从而取得更好的学习效果。

在观看动画时，若点击图形区不能观看，可点击文字提示区，但这要求有视频浏览插件（如：Realplayer、QuickTime Player 等）。

二、习题与习题答案

习题集是为教师备课，及学生课后复习时核对答案准备的。习题集目录中含有习题集上全部的习题及习题解答。都是用 AutoCAD2000 绘制，然后输出成图像文件（wmf 格式）。用户可使用 ACDSee 软件或其他图像编辑软件阅读，但不能用图形软件对其进行编辑与修改。观看习题答案可从课件中“习题答案”目录直接进入，依次观看；也可从文件目录进入，双击文件名选择观看。

三、模拟试题

画法几何及工程制图模拟试题共三套，供学生自我测试。

该教学辅导光盘的 CAI 课件主编为张京英，CAI 课件制作者有：张京英、张彤、杨薇。习题集主编为焦永和，习题集制作者有：焦永和、张京英、林宏、张彤、樊红丽、佟献英、李莉、赵大刚、赵淑媛。

目 录

绪论	(1)
第一章 制图的基本知识	(2)
§ 1 国家标准《机械制图》的有关规定	(2)
§ 2 几何作图	(18)
§ 3 平面图形的分析和尺寸注法	(23)
第二章 正投影基础	(29)
§ 1 投影法	(29)
§ 2 点的投影	(32)
§ 3 直线的投影	(38)
§ 4 平面的投影	(46)
第三章 直线、平面的相对位置	(57)
§ 1 平行关系	(57)
§ 2 相交关系	(59)
§ 3 综合举例	(64)
第四章 立体的投影	(68)
§ 1 平面立体的投影	(68)
§ 2 曲面立体的投影	(71)
§ 3 不完整曲面立体的投影	(76)
第五章 立体表面的交线	(80)
§ 1 平面立体的截交线	(80)
§ 2 回转体的截交线	(84)
§ 3 回转体的相贯线	(94)
第六章 轴测投影图	(103)
§ 1 概述	(103)
§ 2 正等轴测图	(105)
§ 3 斜二等轴测图	(113)
§ 4 轴测图中剖视的画法	(116)
第七章 组合体视图	(119)
§ 1 概述	(119)
§ 2 画组合体视图的方法	(122)
§ 3 组合体的尺寸注法	(125)
§ 4 读组合体视图	(131)
第八章 图样画法	(136)
§ 1 视图	(136)
§ 2 剖视图	(139)
§ 3 断面图	(148)
§ 4 局部放大图	(151)

§ 5 规定画法和简化画法	(152)
第九章 标准件和常用件	(157)
§ 1 螺纹	(157)
§ 2 螺纹紧固件及其连接的画法	(165)
§ 3 键及其连接	(172)
§ 4 销及其连接	(174)
§ 5 滚动轴承	(174)
§ 6 齿轮	(177)
§ 7 弹簧	(183)
第十章 零件图	(188)
§ 1 零件图的内容	(188)
§ 2 零件结构分析	(189)
§ 3 零件表达方案的选择	(192)
§ 4 零件图的尺寸标注	(194)
§ 5 零件测绘	(200)
§ 6 零件图上的技术要求	(204)
第十一章 装配图	(217)
§ 1 装配图的用途和内容	(217)
§ 2 装配图的规定画法和特殊画法	(217)
§ 3 常见的装配结构	(221)
§ 4 装配图的尺寸注法和技术要求	(225)
§ 5 装配图中零、部件序号和明细栏	(226)
§ 6 画装配图的方法和步骤	(228)
§ 7 装配体测绘	(232)
§ 8 读装配图和拆画零件图	(238)
第十二章 计算机绘图	(243)
§ 1 概述	(243)
§ 2 AutoCAD 基本绘图、编辑命令	(246)
§ 3 尺寸标注	(252)
§ 4 三维图绘制	(258)
附录	(262)
§ 1 螺纹	(262)
§ 2 倒圆、倒角、退刀槽、螺栓通孔	(266)
§ 3 螺纹紧固件	(268)
§ 4 键、销	(282)
§ 5 滚动轴承和钢球	(285)
§ 6 表面粗糙度参数	(291)
§ 7 公差与配合	(292)
§ 8 常用材料	(301)
§ 9 热处理名词简介	(305)

绪 论

一、课程的性质

本课程主要研究用投影的方法绘制工程图样和图解空间几何的问题。

按一定的投影方法及有关规定和要求绘制的图称为图样。在生产和科学研究中，设计者用图样表达设计的对象及要求，制造者根据图样制造产品，人们还运用图样进行科技交流。总之，图样是设计的成果、制造的依据、交流的工具。生产实践和科学研究都离不开图样，它是工程界的技术语言。所以，本课程是一门既有投影理论，又与生产实践相联系的技术基础课。

二、课程的任务

本课程的主要任务是：

1. 学习正投影的基本理论；
2. 培养阅读和绘制工程图样的能力；
3. 培养空间想像能力；
4. 培养用图形软件绘制图样的初步能力。

三、学习方法

1. 在学习投影理论部分时，必须把对平面图形的投影分析与几何元素、几何形体的空间想像结合起来，建立起平面图形与空间形象间的对应关系，也就是说要培养自己的空间想像能力。此外，还要学会空间逻辑思维，就是利用对几何元素在空间的分析与推理，设计出解题方案，然后在投影图上解决空间的几何问题。

2. 工程制图部分的知识与实践联系很密切。学习时应当注意理论联系实际，既要掌握基本的作图原理和方法，又要细心观察，多想像，勤动手，认真完成作业和练习，从而不断提高绘制工程图样的能力。

3. 掌握学习方法、提高空间想像力，是一个渐进的过程，每个人的进程各不相同。只要能够根据自己的特点，不断总结经验，不断努力，就一定能完成本课程的学习任务。

第一章 制图的基本知识

工程图样是现代工业生产中必不可少的技术资料,每个工程技术人员均应熟悉和掌握有关制图的基本知识和技能。本章将着重介绍国家标准《机械制图》中关于“图纸幅面和格式”、“比例”、“字体”、“图线”、“尺寸标注”等有关规定,并简略介绍几何图形的基本作法。

§ 1 国家标准《机械制图》的有关规定

为了适应现代化生产、管理的需要和便于技术交流,国家标准局依据国际标准化组织制定的国际标准,制订并颁布了《机械制图》国家标准,简称“国标”,代号“GB”。本节摘录了“国标”中有关绘图的基本规定,在绘制工程图样时,必须严格遵守这些规定。

1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—1993)

1.1.1 图纸幅面 绘制图样时,应优先采用表 1-1 中规定的图纸幅面尺寸。图幅代号分别为 A0、A1、A2、A3、A4 五种。

表 1-1 图纸幅面

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				

必要时,可以按规定加长图纸的幅面。幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出,见图 1-1,粗实线所示为基本幅面(第一选择),细实线为加长幅面(第二选择),虚线为第三选择。

1.1.2 图框格式 在图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分为留有装订边和不留装订边两种,见图 1-2 和图 1-3,其尺寸规定见表 1-1。同一产品的图样只能采用一种图框格式。

1.1.3 标题栏 每张图纸上都必须画有标题栏。标题栏位于图纸的右下角,其格式和尺寸按国标 GB/T 10610.1-1989 的规定。标题栏的长边置于水平方向且和图纸长边平行时,构成 X 型图纸,如图 1-2(a)和图 1-3(a);若标题栏的长边和图纸长边垂直时,则构成 Y 型图纸,如图 1-2(b)和图 1-3(b)。采用 X 型图纸与 Y 型图纸时,看图纸的方向与看标题栏的方向一致。为了充分利用已印刷好的图纸,允许将 X 型图纸的短边或 Y 型图纸的长边置于水平位置使用,但必须用方向符号指示看图方向,如图 1-3(c)。此时,标题栏仍按常规处理,与

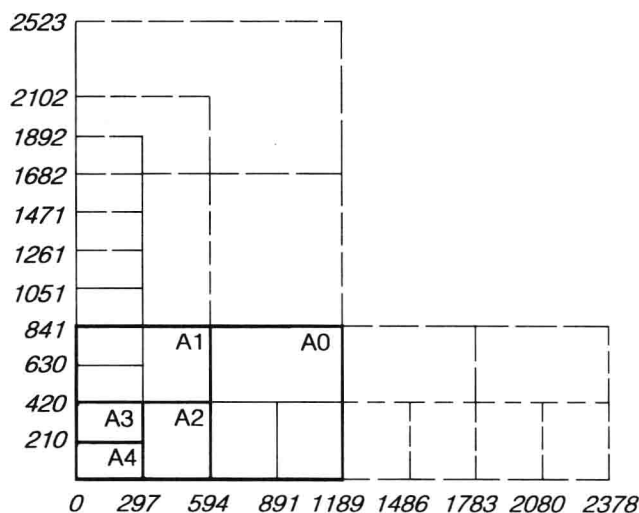


图 1-1 图纸幅面

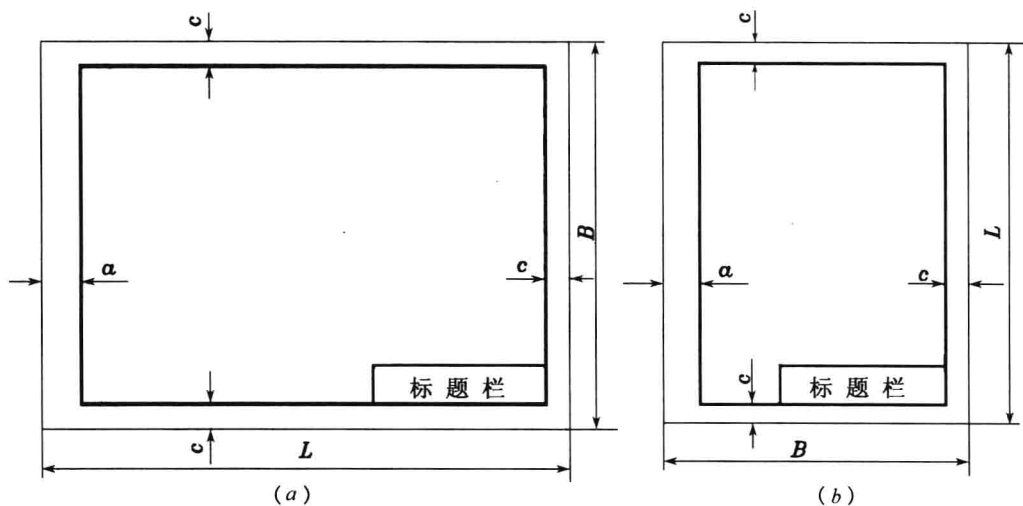


图 1-2 留装订边的图框格式

(a) X 型; (b) Y 型

图样的尺寸标注、文字说明无确定的直接关系。本教材推荐零件图的标题栏采用图 1-4 的形式，装配图的标题栏采用图 1-5 的形式。

1.2 比例 (GB/T 14690—1993)

图样的比例是指图样中机件要素的线性尺寸与实物相应要素的线性尺寸之比。线性尺寸是指能用直线表达的尺寸，例如直线长度、圆的直径等，而角度的大小为非线性尺寸。图样比例分为原值比例、放大比例、缩小比例三种，制图时，应根据实际需要按表 1-2 中规定的系列选取适当的比例。

绘制图样时应采用表 1-2 中规定的比例。应尽量按机件的实际大小(1:1)画图，以便能

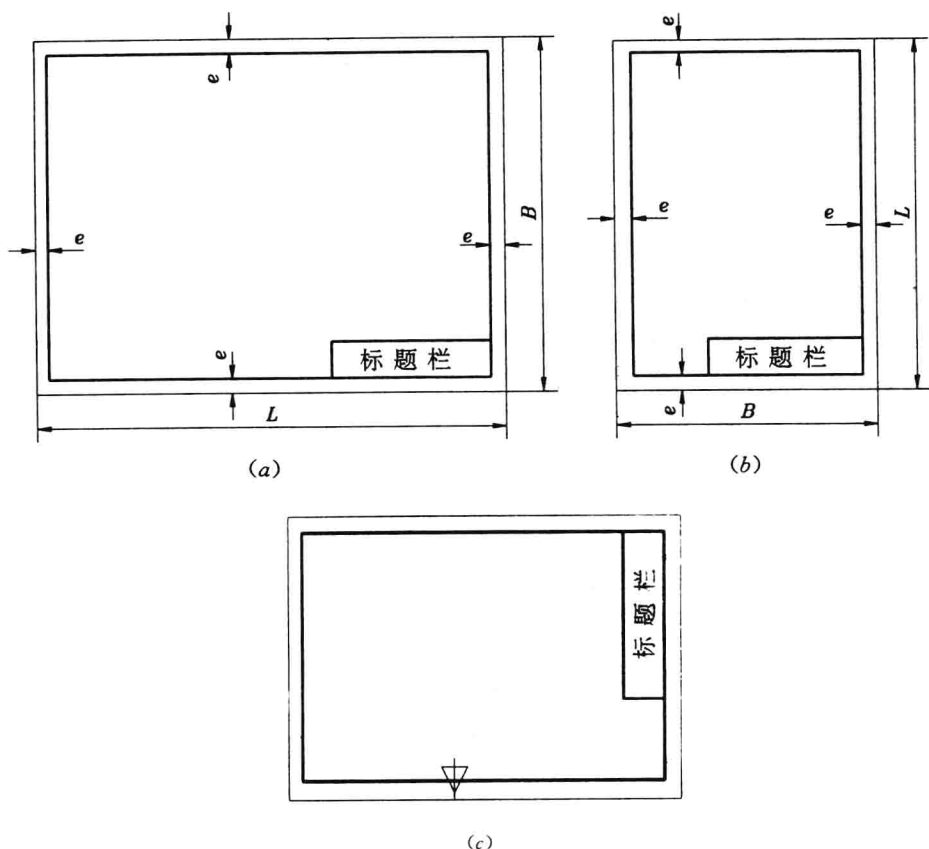


图 1-3 不留装订边的图框格式
(a) X 型; (b) Y 型; (c) 有方向符号

(名 称)			15		15		8	4×8=32
			材料	比例				
			数量	共 张 第 张				
制图		(日期)	(单 位)		(代 号)			
审核		(日期)						
15	25	25	40		(35)			
140								

图 1-4 零件图中标题栏的形式

直接从图样上看出机件的真实大小。必要时，亦允许采用表 1-3 的比例。

绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例，并在标题栏的比例一栏中标明。当某个视图需要采用不同的比例时，必须另行标注。应注意，不论采用何种比例绘图，尺寸数值均按原值注出，如图 1-6。

15	25	40	25	15	20	
序号	代号	名称	材料	数量	附注	
(名 称)				比例		8
				共 张	第 张	
制图		(日期)	(单 位)	(代 号)		4×8=32
审核		(日期)				
15	25	25	40	(35)		
140						

图 1-5 装配图中标题栏的形式

表 1-2 标准比例系列

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 1-3 比例系列

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。

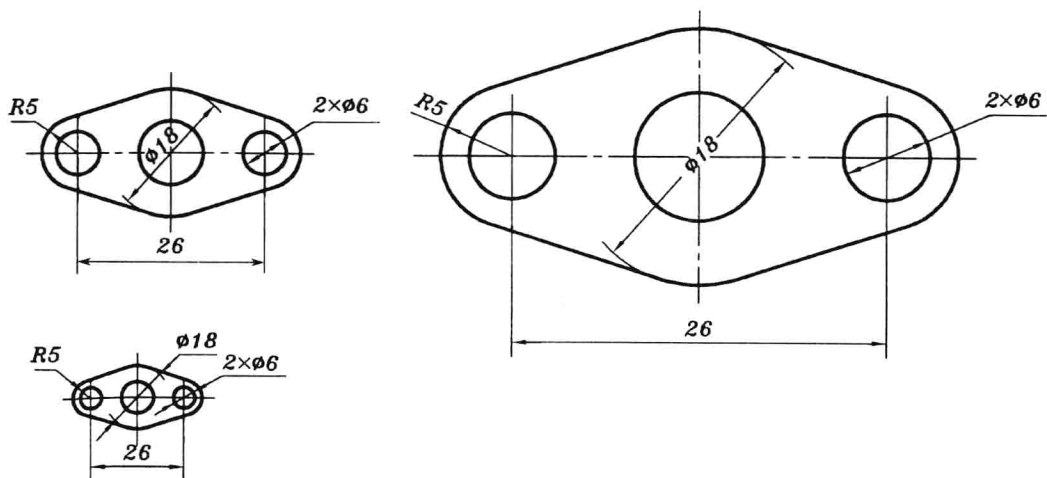


图 1-6 比例

1.3 字体(GB/T 14691—1993)

图样中的字体书写必须做到：字体工整、笔划清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体高度(用 h 表示,单位为 mm)的公称尺寸系列为1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20。

如需书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增，字体高度代表字的号数。

1.3.1 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 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体汉字的书写要领是：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。其基本笔划有点、横、竖、撇、捺、挑、钩、折等八种，其书写过程和实际笔划见表 1-4。

表 1-4 基本笔划

基本笔划	横	竖	撇	捺	点	挑	钩	折
笔锋轨迹								
实际笔划								

汉字除单体字外，一般由上、下或左、右几部分组成，书写时各部分的比例要匀称，结构要紧凑。常见的结构有 1/2、1/3、2/3、2/5、3/5 等形式，如图 1-7。

1.3.2 数字和字母 数字和字母分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔划宽度(d)为字高(h)的十四分之一；B 型字体的笔划宽度(d)为

汉字示例——长仿宋体

$\frac{1}{2}$ 装 $\frac{2}{3}$ 意 $\frac{1}{3}$ 最 $\frac{2}{5}$ 贯

孔 抛 沉 锥
 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$ $\frac{2}{3}$ $\frac{1}{2}$

图 1-7 常见的汉字结构

10 号字

字体工整 笔划清楚 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

字高(h)的十分之一。数字和字母均可写成斜体或直体,斜体字字头向右倾斜,与水平线成约 75° 角。

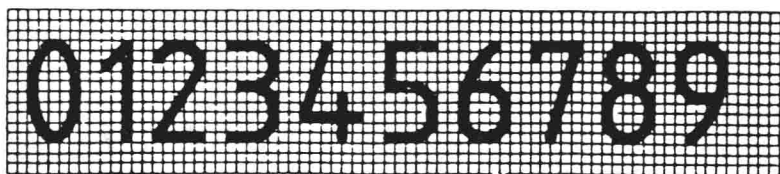
在同一张图样上,只允许选用一种型式的字体。

阿拉伯数字书写示例:

A 型斜体



B 型直体

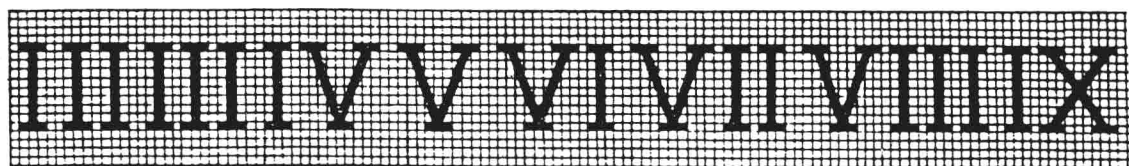


罗马数字书写示例:

A 型斜体



B 型直体



字母书写示例:

A 型大写斜体



A 型小写斜体

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

B 型大写斜体

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

1.3.3 图样中书写规定与示例

(1) 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。

10^{-3} S^{-1} D_1 T_d

$\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ $7^{\circ+1^{\circ}}_{-2^{\circ}}$ $\frac{3}{5}$

(2) 图样中的数学符号、物理量符号、计量单位符号及其他符号、代号，应分别符合相应规定。

l/mm m/kg $460\text{r}/\text{min}$
 220V $5\text{M}\Omega$ 380kPa

(3) 其他应用示例。

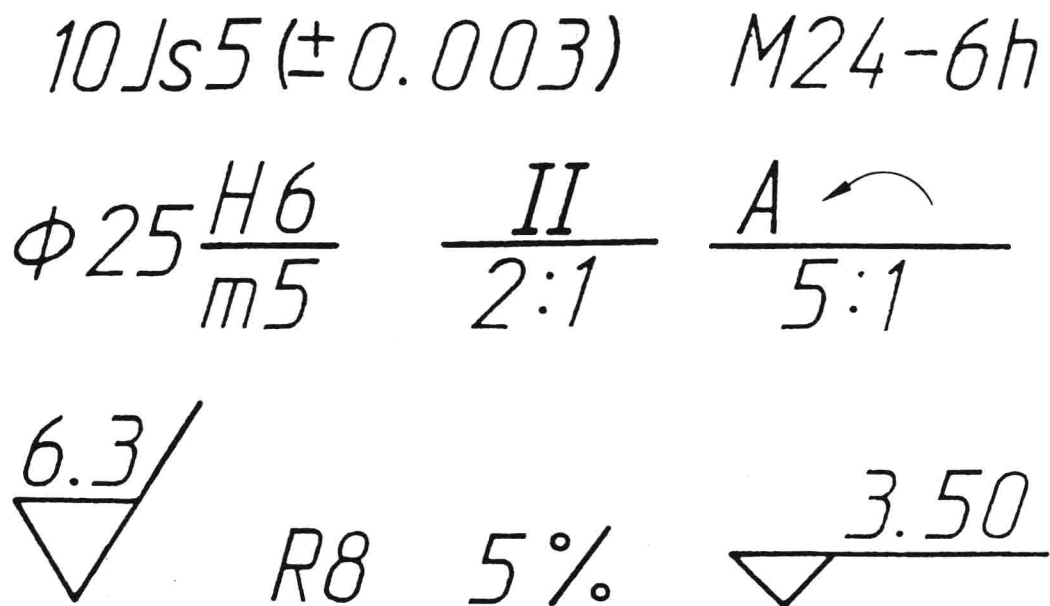
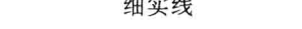
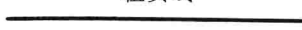
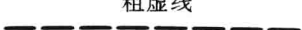
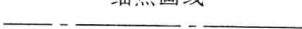
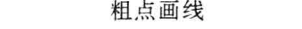
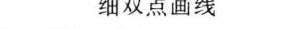
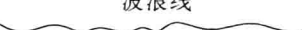


表 1-5

代码 NO. (名称)	代码	线型名称和表示	应 用
01(实线)	01.1		尺寸线、尺寸界线、指引线、剖面线、相贯线等
	01.2		可见轮廓线、螺纹牙顶线、螺纹终止线
02(虚线)	02.1		不可见轮廓线
	02.2		允许表面处理的表示线
04(点画线)	04.1		中心线、对称线、齿轮的节圆等
	04.2		剖切平面线等
05(双点画线)	05.1		假想轮廓线、极限位置轮廓线等
基本线型的变形			断裂边界线

1.4 图线 (GB/T17450—1998)

国家标准规定了技术制图所用图线的名称、型式、结构、标记及画法规则。

国家标准适用于各种技术图样，如机械、电气、土木工程图样等。

1.4.1 线型 国家标准规定了绘制各种技术图样的 15 种基本线型，以及线型的变形和相互组合。表 1-5 和图 1-8 给出了机械制图中常用的几种线型的名称、画法和应用。

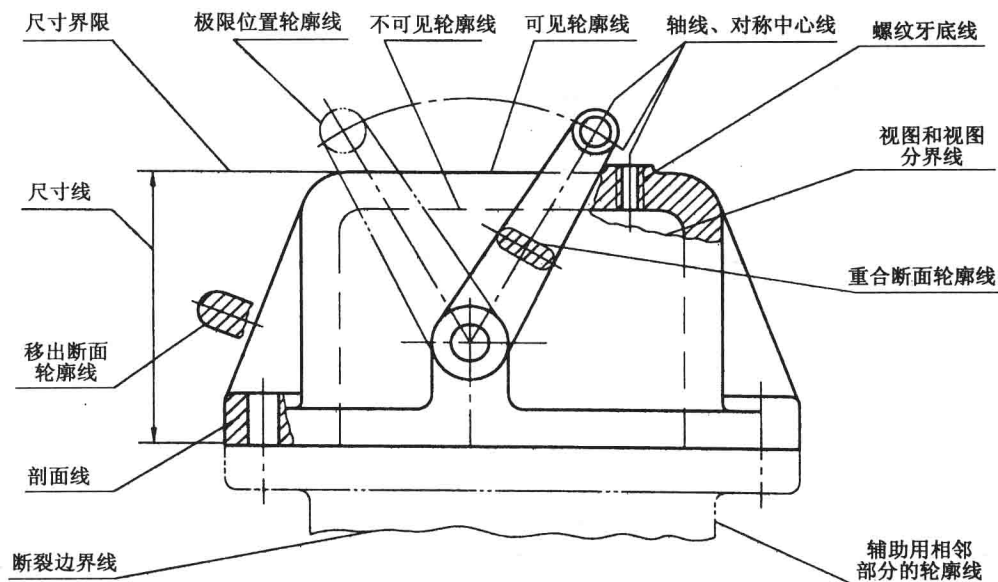


图 1-8 各种图线的应用

1.4.2 图线宽度 (d) 国家标准规定了 9 种图线宽度。绘制工程图样时所有线型宽度应在下面系列中选择：

0.13；0.18；0.25；0.35；0.5；0.7；1；1.4；2 mm。

同一张图样中，相同线型的宽度应一致，如有特殊需要，线宽应按 $\sqrt{2}$ 的级数派生。

国家标准规定图线宽度的比率为：

粗线：中粗线：细线 = 4：2：1

机械制图当中采用两种线宽，其比例关系为 2：1，各种图线线宽组合见表 1-6。

表 1-6

mm

线组	线 宽 及 代 码	
	01.2, 02.2, 04.2(粗线)	01.1, 02.1, 04.1, 05.1(细线)
0.25	0.25	0.13
0.35	0.35	0.18
0.5 ^①	0.5	0.25
0.7 ^①	0.7	0.35
1	1	0.5
1.4	1.4	0.7
2	2	1

①优先选用。