

工程图学

于得仁 徐鸿金 夏振英 杨 英 主编



NEUPRESS
东北大学出版社

工 程 图 学

于得仁 徐鸿金 夏振英 杨 英 主编

东 北 大 学 出 版 社

• 沈 阳 •

© 于得仁 等 2003

图书在版编目 (CIP) 数据

工程图学 / 于得仁, 徐鸿金, 夏振英, 杨英主编. — 沈阳: 东北大学出版社, 2003.9
(2006.8 重印)

ISBN 7-81054-936-7

I. 工… II. ①于… ②徐… ③夏… ④杨… III. 工程制图—高等学校—教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 076756 号

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编: 110004

电话: 024—83687331 (市场部) 83680267 (社务室)

传真: 024—83680180 (市场部) 83680265 (社务室)

E-mail: neuph @ neupress.com

http: // www. neupress. com

印 刷 者: 沈阳农业大学印刷厂

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 184mm × 260mm

印 张: 22

字 数: 549 千字

出版时间: 2003 年 9 月第 1 版

印刷时间: 2006 年 8 月第 2 次印刷

责任编辑: 文 韬

封面设计: 唐敏智

责任校对: 薛子长

责任出版: 杨华宁

定 价: 33.00 元

前 言

本书系根据国家教育部印发的《画法几何及工程制图教学基本要求》为高等工业学校本科非机类各专业而编写的《工程图学》实用教材，与之配套使用的《工程图学习题集》也随之一起出版。

本教材从 21 世纪对人才培养的需要出发，教学内容上突出课程基础理论，在满足教学要求的前提下，坚持“少而精”，各章节间既相互联系又相对独立，具有较强的系统性。

本书坚持了“高视点”，全面地吸收了目前本学科领域科学技术发展的最新成果，包含的信息量大，实现了教材内容的现代化。

本书内容适用于 50~90 学时各非机类专业，涵盖的幅面大，适用的专业面宽，从而为教师因材施教和学生自主学习、发挥个人学习的主观能动性提供了较大空间。

计算机绘图选用 CAXA/V2 电子图板、简单实用、易于掌握，这一现代化的绘图方法贯穿于教材始终，为实现绘图手段的现代化、彻底甩掉图板创造了条件。

教材内容全部采用最新国家标准，文字通俗易懂，图文并茂，有利于学生自学能力的培养和发展。

本书按东北大学面向 21 世纪教材编写规划，在东北大学工程图学教学与研究中心指导下编写。于得仁教授（绪论、第一、三章）、徐鸿金副教授（第五、第八章）、夏振英副教授（第四、第十一章）、杨英副教授（第二、第七章）任主编，陈述平副教授（第十四章）、张振伟副教授（第六、第十三章）、刘阳老师（第十章、第十二章）、刘莹老师（第九章）参加编写。最后由于得仁、徐鸿金统编、定稿。

在此对东北大学工程图学教学与研究中心的领导给予本书在编写过程中的支持表示感谢。

鉴于我们教改经验不足，业务能力有限，书中的缺点和疏漏在所难免，诚恳希望使用本教材的朋友提出宝贵意见。

编 者

2003 年 3 月

目 录

绪 论	1
第一章 制图基本知识	2
第一节 技术制图国家标准的基本规定	2
第二节 尺寸注法	12
第三节 几何作图	17
第四节 平面图形的尺寸分析、尺寸注法与画图步骤	25
第二章 计算机绘图	30
第一节 计算机辅助绘图概述	30
第二节 CAXA-EB/V2 电子图板简介	30
第三节 利用 CAXA 电子图板选择图幅、定义图框、插入标题栏	32
第四节 CAXA 电子图板基本绘图命令的使用	35
第三章 投影法与工程图	39
第一节 投影法的基本知识	39
第二节 常见工程图	41
第四章 点、直线、平面的投影	46
第一节 点的投影	46
第二节 直线的投影	51
第三节 平面的投影	65
第四节 直线与平面、平面与平面的相对位置	74
第五章 投影变换	83
第一节 概 述	83
第二节 变换投影面法	83
第六章 立体的投影	94
第一节 平面立体的投影	94
第二节 平面立体的读图	101
第三节 回转体的投影	107

第七章 回转体表面的交线	117
第一节 平面与回转体表面相交.....	117
第二节 两回转体表面相交.....	128
第八章 组合体	136
第一节 组合体的画法.....	136
第二节 组合体的尺寸注法.....	141
第三节 组合体投影图的读图方法.....	146
第四节 利用 CAXA 电子图板绘制组合体视图	151
第九章 机件的表达方法	161
第一节 视图.....	161
第二节 剖视图.....	164
第三节 断面图.....	173
第四节 局部放大图、规定画法及简化画法.....	175
第五节 表达方法应用举例.....	178
第六节 读剖视图.....	179
第七节 第三角投影法简介.....	182
第十章 轴测图	185
第一节 轴测图的基本知识.....	185
第二节 正等轴测图.....	186
第三节 斜二等轴测图.....	194
第四节 轴测剖视图.....	196
第十一章 连接件及其规定画法	199
第一节 螺 纹.....	199
第二节 螺纹连接件.....	210
第三节 键、销连接.....	217
第十二章 常用件	220
第一节 齿轮.....	220
第二节 滚动轴承.....	226
第三节 弹簧.....	229
第十三章 零件图	233
第一节 零件图概述.....	233
第二节 零件图的视图选择及尺寸标注.....	234
第三节 零件结构的工艺性简介.....	241

第四节	极限与配合.....	245
第五节	表面粗糙度.....	253
第六节	零件的测绘.....	259
第七节	看零件图.....	264
第八节	利用 CAXA 电子图板绘制零件图	267
第十四章	装配图.....	281
第一节	装配图的内容.....	281
第二节	装配图的表达方法.....	283
第三节	装配图的视图选择.....	284
第四节	装配图中的尺寸、零件编号及明细表.....	286
第五节	装配结构的合理性.....	288
第六节	部件测绘和装配图画法.....	289
第七节	读装配图和由装配图拆画零件图.....	295
第八节	利用 CAXA 电子图板绘制装配图	304
附 录		313

绪 论

一、本学科的地位及研究对象

在现代工程技术领域,无论是工业加工、机械制造,还是工程施工都要依据设计完善的图纸。这是因为任何工程结构、机械设备和机器零件的形状、大小都不能用人类的语言或文字表达清楚,但却可以借助图纸上所绘制的一系列工程图样,将上述内容准确而详尽地表达出来。所以工程图样自17世纪末、18世纪初以来,始终作为描述工程结构、机械设备和零件形状、大小的重要技术文件,高效、大容量地传递着工程信息,并以准确、直观、简便著称。正因如此,工程图样被称作工程界的语言。

本学科是一门研究图样生成理论及制作方法的学科。

二、本课程的学习目的和任务

本课程的主要目的,是培养学生绘制工程图样和阅读工程图样的能力,并通过绘图与读图实践,培养和发展他们的空间想像和分析能力。主要任务是:

1. 掌握正投影法的基础理论。
2. 培养绘制和阅读工程图样的初步能力。
3. 培养空间想像和空间分析能力。
4. 培养学生计算机绘图的初步能力。
5. 培养学生严肃、认真的思想作风和工作作风。

三、学习方法

工程图学课程主要内容分画法几何、投影制图与工程制图、计算机绘画三部分。画法几何是制图的理论基础,比较抽象,但系统性、理论性较强。制图部分是投影理论的运用,实践性较强,学习时,需完成一定数量的绘图作业。计算机绘图是工程技术人员必须掌握的一门当代绘图新技术,需打好基础。为提高学习效果,学习过程中要注意如下几点:

1. 要树立为我国现代化建设服务的远大抱负,方能在学习中振奋精神,端正态度,刻苦钻研,学有所成。
2. 要注意掌握投影的基本概念、基本理论和基本方法,这是学好本门课程的基础。
3. 要理论联系实际。本课程实践性很强,在学好投影原理基础上,注意加强绘图与读图实践,完成好作业是学习期间绘图与读图的重要实践环节。作业时,要运用投影理论与方法,独立思考,坚持空间分析与投影分析相结合,以此发展并培养空间思维与构形能力。
4. 仪器绘图、徒手绘制草图、计算机绘图是三种相辅相成的绘图技能,不可偏废,每一种方式都要认真学习并能熟练操作。

第一章 制图基本知识

第一节 技术制图国家标准的基本规定

图样是工业生产和工程建设中的技术文件,为了便于组织生产和进行技术交流,国家标准《技术制图》对图样的表达方法、尺寸注法、所采用的代号和符号等都有统一规定。本节仅介绍近年来颁布的《技术制图》国家标准中规定的有关图纸幅面及格式、制图比例、字体、图线、尺寸注法等内容,其余有关内容将在以后各章中分别叙述。

一、图纸的幅面及尺寸

(一) 图纸幅面尺寸

绘制图样时,优先采用表 1-1 中规定的基本幅面尺寸。

表 1-1		图纸的幅面尺寸				mm
幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4	
尺寸 $B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297	
e	20		10			
c	10			5		
a	25					

必要时,图纸的幅面也允许按规定加长。加长后的幅面尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出,见图 1-1 所示。

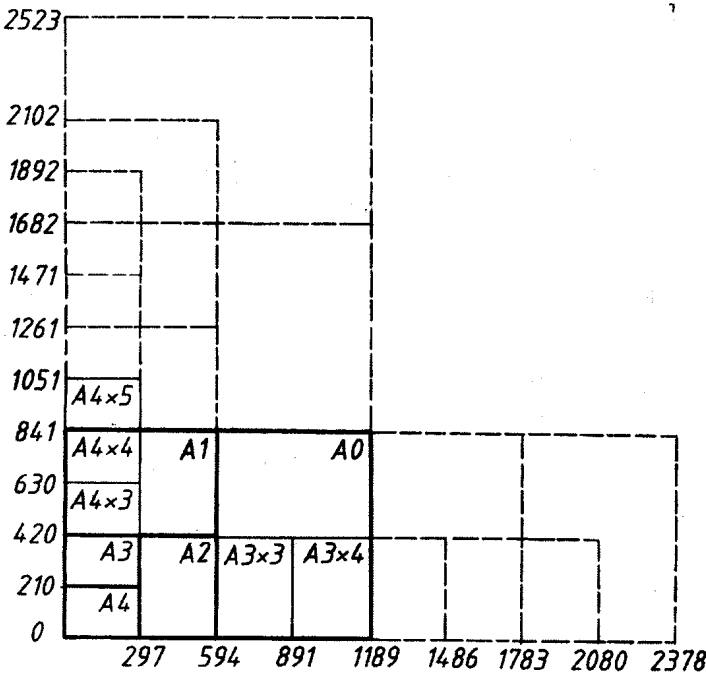


图 1-1 图纸幅面

图 1-1 中,粗实线所示为第一种优先选择的基本幅面;细实线所示为第二种选择的加长幅面;虚线所示为第三种选择的加长幅面。

(二) 图框格式

在图纸上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,但同一产品的图样只能采用一种格式。

不留装订边的图纸,其图框格式如图 1-2 所示。

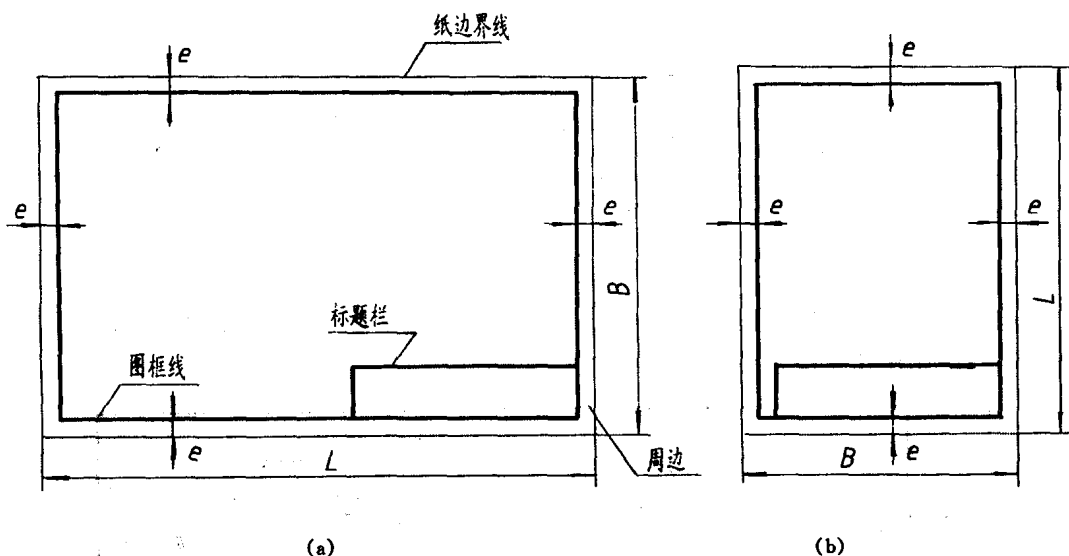


图 1-2 不留装订边的图框

留装订边的图纸,其图框格式如图 1-3 所示。

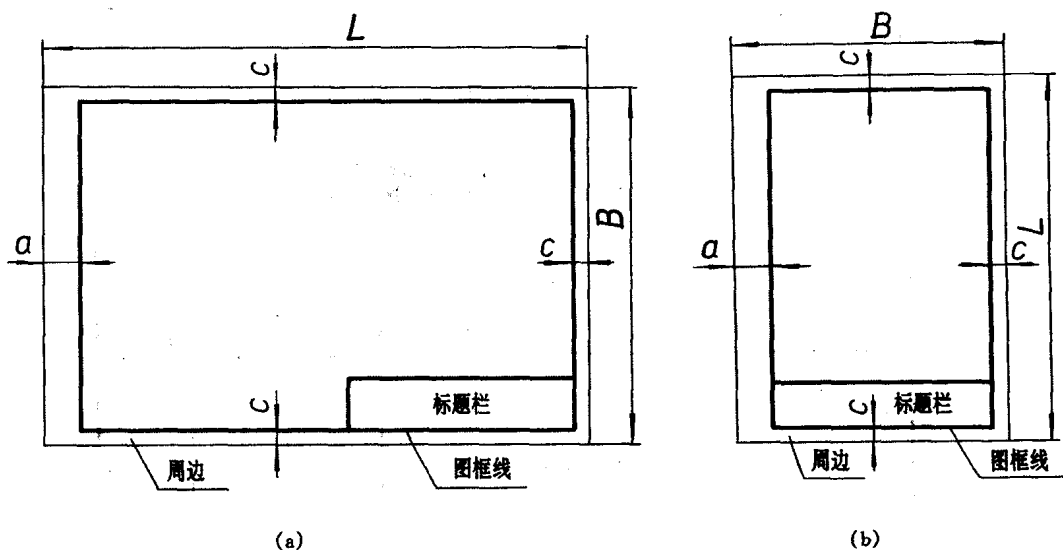


图 1-3 留有装订边的图框

图框的有关尺寸,按表 1-1 的规定。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。例如 A2×3 的图框尺寸,按 A1 的图框尺寸确定,即 e 为 20(或 c 为 10),而 A3×4 的图框尺寸,按 A2 的图框尺寸确定,即 e 为 10(或 c 为 10)。

(三) 标题栏的方位

每张图纸上都必须画出标题栏。标题栏的位置应位于图纸的右下角,如图 1-2、图 1-3 所示。标题栏的格式和尺寸参照图 1-4 所示。

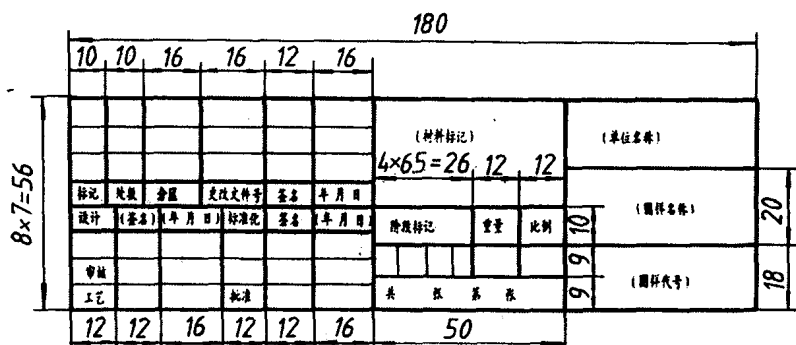
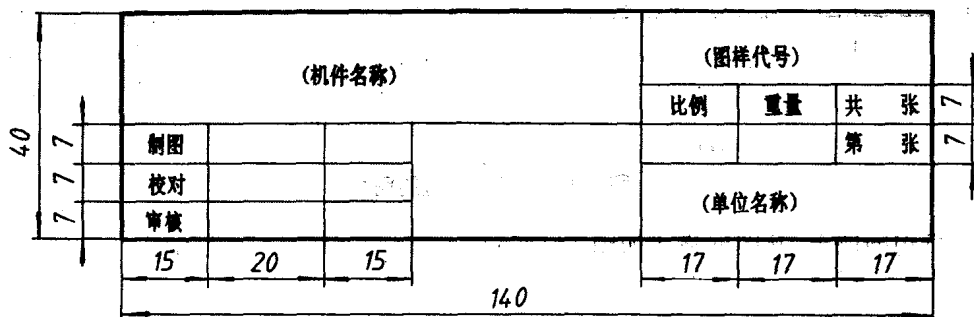
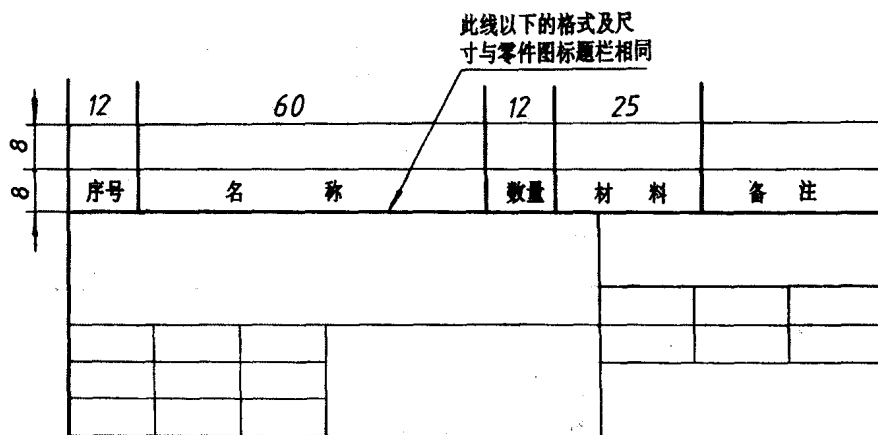


图 1-4 标题栏的格式和尺寸

标题栏一般由更改区、签字区、其他区、名称及代号区组成,也可按实际需要增加或减少。建议在学校的制图作业中采用图 1-5 的格式。



(a) 零件图标题栏



(b) 装配图标题栏和明细表

图 1-5 作业中建议使用的标题栏

标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时,则构成 X 型图纸,如图 1-2(a)、1-3(a)。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)、1-3(b),在此情况下,看图的方向与看标题栏的方向一致。

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 1-6(a)所示;或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用,如图 1-6(b)所示。

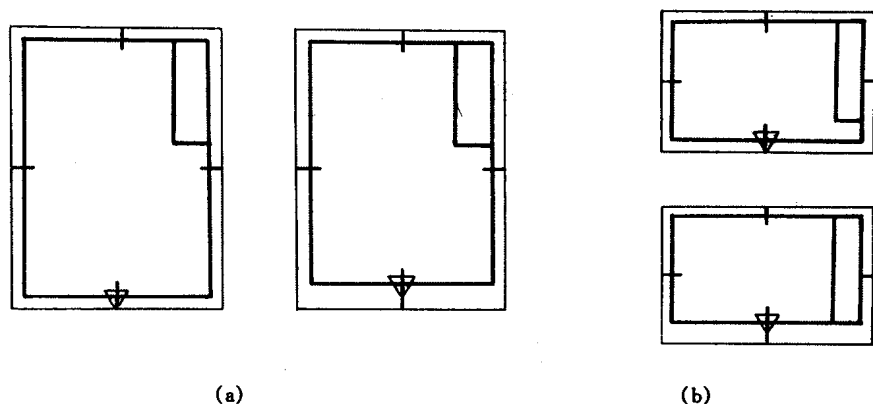


图 1-6 图纸的利用和附加符号

(四) 附加符号

1. 对中符号。

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便,对表 1-1 中所列的各号图纸,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,线宽不小于 0.5mm,长度从纸边界开始至伸入图框内约 5mm,如图 1-6(a)所示。当对中符号处在标题栏范围内时,则伸入标题栏部分省略不画,如图 1-6(b)所示。

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 1-6 所示。方向符号是用细实线绘制的等边三角形,其大小和所处的位置见图 1-7(a)。

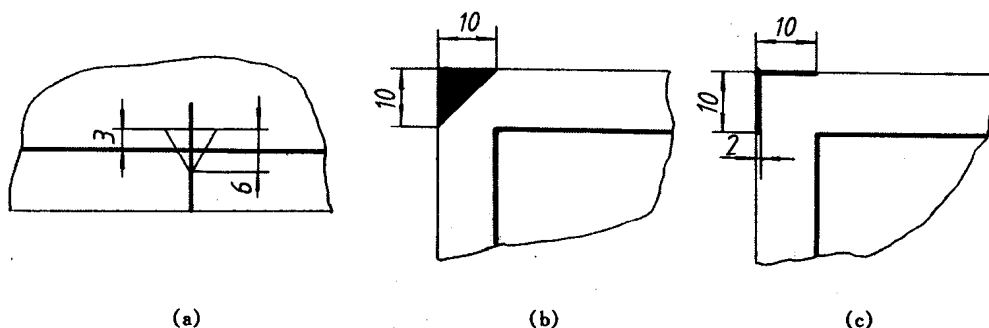


图 1-7 图纸的附加符号

3. 剪切符号。

为使复制图样时便于自动切剪,可在图纸(如供复制用的底图)的四个角上分别绘出剪切符号。剪切符号可采用直角边边长为 10mm 的黑色等腰三角形,如图 1-7(b)所示。当使用这种符号对某些自动切纸机不适合时,也可以将剪切符号画成两条粗线段,线段的线宽为 2mm,

线长为 10mm, 如图 1-7(c) 所示。

二、比 例

绘图时采用的比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。比值为 1 的比例, 即 1:1, 称原值比例; 比值大于 1 的比例, 如 2:1 等, 称放大比例; 比值小于 1 的比例, 如 1:2 等, 称缩小比例。需要按比例绘制图样时, 应由表 1-2 规定的系列中选取适当的比例。但在标注尺寸数字时, 应按实际大小填写, 与比例无关。

表 1-2 绘图时采用的比例

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。

比例符号应以“:”表示。比例的表示方法如 1:1、1:500、20:1 等, 一般应标注在标题栏内的比例栏内。必要时, 可在视图名称的下方或右侧标注比例, 如图 1-8 所示。

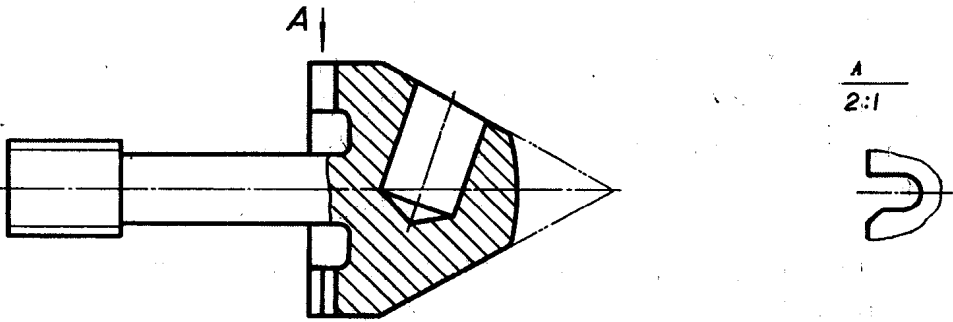


图 1-8 比例的注法

三、字 体

(一) 基本要求

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, 20mm。如需要书写更大的字, 其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体的号数。
3. 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 $h/\sqrt{2}$ 。
4. 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)的十四分之一, B 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的十分之一。在同一图样上, 只允许选用一种型式的字体。
5. 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° 。

(二) 字体示例

汉字示例见图 1-9 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

图 1-9 汉字示例

阿拉伯数字示例见图 1-10 所示。

斜体

0123456789

直体

0123456789

图 1-10 阿拉伯数字示例

拉丁字母及罗马数字如图 1-11 所示。

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 o p q

r s t u v w x y z

(a) 拉丁字母斜体

大写直体

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

小写直体

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) 拉丁字母直体

斜体

I I I I I V V V V I I I I X X

(c) 罗马数字

图 1-11 拉丁字母、罗马数字示例

四、图 线

(一) 定义

1. 图线。起点和终点间以任意方式连接的一种几何图形,形状可以是直线或曲线、连续线或不连续线。
2. 线素。不连续线的独立部分,如点、长度不同的画和间隔。
3. 线段。一个或一个以上不同线素组成一段连续的或不连续的图线,如:实线的线段或由“长画、短间隔、点、短间隔、点、短间隔”组成的双点画线的线段(见表 1-3 No.05)等。

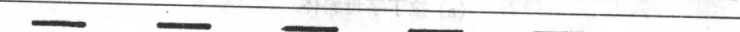
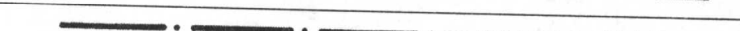
(二) 线型

1. 基本线型。

基本线型见表 1-3。

表 1-3

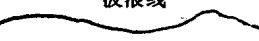
基本线型

代码 No.	基 本 线 型	名 称
01		实线
02		虚线
03		间隔画线
04		点画线
05		双点画线

(四) 常用图线的主要用途及应用实例

在技术制图中,绘制机械工程图样常用图线及用途见表 1-6,应用实例见图 1-12 所示。

表 1-6 线型及应用

代码 No.	线 型	一 般 应 用
01.1	细实线 	.1 过渡线
		.2 尺寸线
		.3 尺寸界线
		.4 指引线和基准线
		.5 剖面线
		.6 重合断面的轮廓线
		.7 短中心线
		.8 螺纹牙底线
		.9 尺寸线的起止线
		.10 表示平面的对角线
		.11 范围线及分界线
		.12 重复要素表示线,例如:齿轮的齿根线
		.13 锥形结构的基面位置线
		.14 不连续同一表面连线
		.15 成规律分布的相同要素连线
	波浪线 	.21 断裂处边界线;视图与剖视图的分界线*
	双折线 	.22 断裂处边界线;视图与剖视图的分界线*
01.2	粗实线 	.1 可见棱边线
		.2 可见轮廓线
		.3 相贯线
		.4 螺纹牙顶线
		.5 螺纹长度终止线
		.6 齿顶圆(线)
		.7 剖切符号用线
02.1	细虚线 	.1 不可见棱边线
		.2 不可见轮廓线
02.2	粗虚线 	.1 允许表面处理的表示线
04.1	细点画线 	.1 轴线
		.2 对称中心线
		.3 分度圆(线)
		.4 孔系分布的中心线
		.5 剖切线
04.2	粗点画线 	.1 限定范围表示线