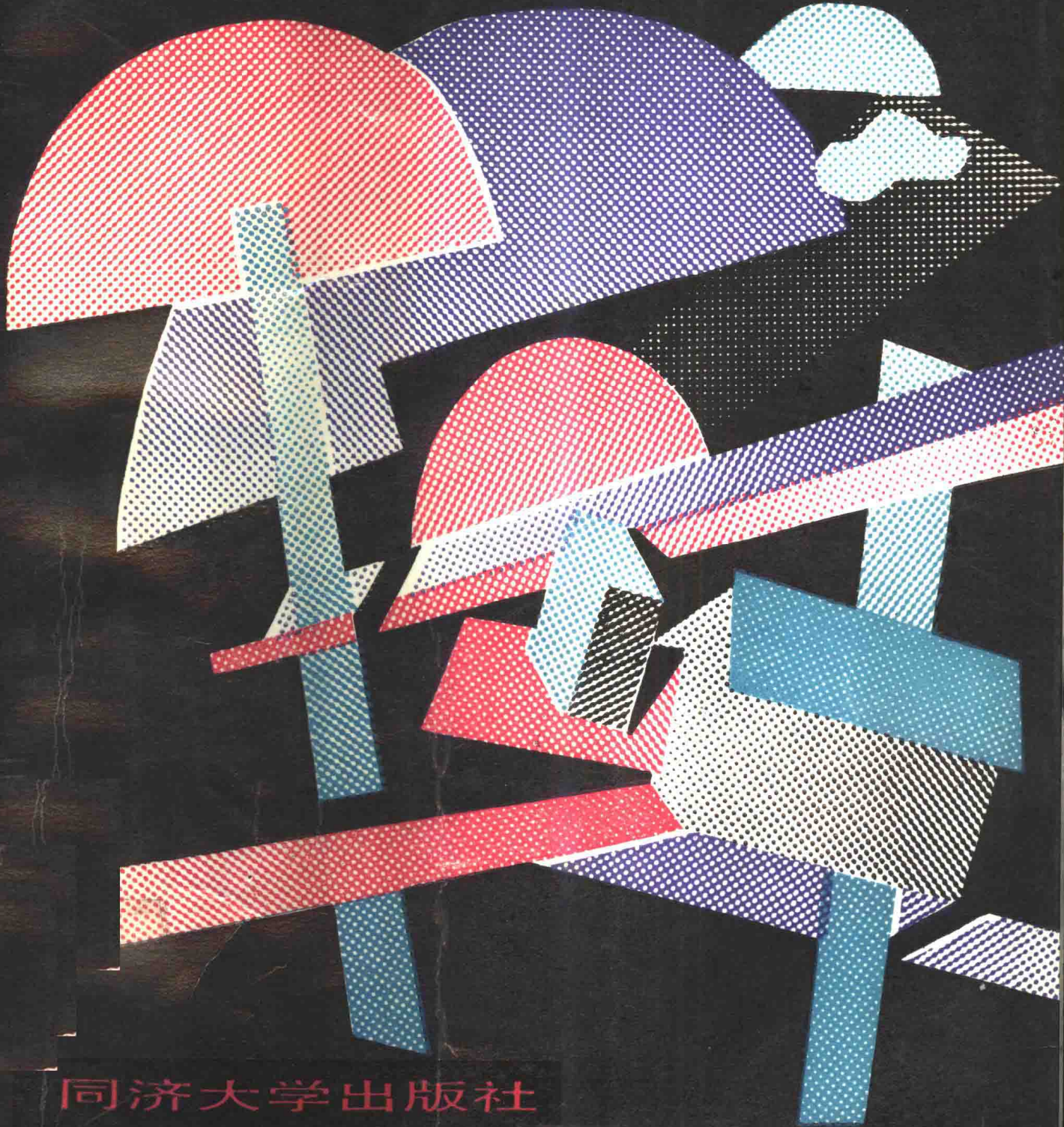


机械制图

(非机类少学时)

周霭明 缪临平 顾文逵 编著



同济大学出版社

(沪)新登字 204 号

内 容 提 要

本书是高等院校理工科非机类少学时机械制图教材,适用专业面广,参考教学学时数为 50—80 学时,并可按各种类型教学的需要适当增减。

全书共分为十章。主要内容有制图基本知识,点、线、面、体的投影,轴测投影,组合体,机件常用的表达方法,标准件和常用件,零件图,装配图和计算机绘图等,书中全部采用国家标准局最近几年修改、制订并颁布的各项最新标准。

责任编辑 林 涛

封面设计 王肖生

机 械 制 图

(非机类少学时各专业用)

周冀明 缪临平 顾文达 编著

同济大学出版社出版

(上海四平路 1239 号)

新华书店上海发行所发行

上虞科技外文印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 15.5 字数: 387.5 千字

1993 年 5 月第 1 版 1993 年 5 月第 1 次印刷

印数: 1—6000 定价: 8.50 元

ISBN7-5608-1159-0/TH·29

前 言

本书为高等院校理工科非机类少学时机械制图教材。适用于理科如工程物理、工程力学等专业,工科如电子、系统工程、计算机、技术经济管理、科技外语等专业。也可供师范大学、电视大学、函授学院、职工大学、业余大学以及各种类型的短训班教学使用。

本书是根据1987年3月国家教委批准印发的“高等工业学校画法几何及工程制图教学基本要求”的精神,按照1985年7月起实施的《机械制图》国家标准及国家标准局近几年颁布的有关新标准,总结了多年的教学经验,并参考了国内外有关书籍编写而成的。与本书配套编写的《机械制图习题集》供学生练习使用。

本书以少而精为编写原则,文字简明扼要,循序渐进,内容的安排有利于组织教学。根据教学基本要求的精神,书中精简了画法几何内容,但为了方便教学和由浅入深,仍保持画法几何独立的系统。部分内容可按专业需要选学。对制图部分则突出重点及其基本内容,并紧密联系生产实际。考虑到国际上技术交流日益增多,本书对第三角投影法也作了简明的介绍,有利于各类图纸的阅读和转换。同时考虑到计算机图学和计算机辅助设计的迅速发展及其日趋重要的地位,书中对计算机绘图作了较多的阐述,以供有关专业人员自学和参考。

本书由同济大学周霭明、缪临平、上海机械学院顾文远共同编写。其中绪论、第一章、第二章和第三章由缪临平编写,第四章、第五章、第六章和第十章由周霭明编写,第七章、第八章、第九章和附录由顾文远编写。由周霭明统阅了全书文稿,由缪临平统阅了全书图稿。并承蒙上海市工程图学学会理事长、中国纺织大学朱辉教授审阅了全稿,提出了宝贵的意见和建议,在此深表感谢。

由于编者水平所限,书中难免还存在缺点和错误,敬请广大读者予以批评指正。

编 者

1992年8月

绪 论

图样是用来表达物体的形状、大小和技术要求的技术文件,也是表达设计意图、交流技术思想和指导生产的重要工具。因此,人们称图样为“工程界的语言”。在现代工业生产中,各种车辆、船舶、航天飞机、机床,各种冶金、化工设备,各种仪表、仪器都要根据工程图样进行生产和装配,而且在使用这些机器、设备、仪表时,也必须通过阅读图样来了解它们的结构和性能。因此,工程技术人员若缺乏绘制和阅读工程图样的知识,就无法以工程界的语言进行交流。每个工程技术人员都必须掌握这种工程界的语言,具备绘制和阅读工程图样的能力。

一、本课程的研究对象及主要内容

本课程是研究绘制和阅读机械图样的原理和方法的一门技术基础课,它能为以后学习专业课程、毕业设计和生产实际工作打下基础。随着机械制图这门学科的发展,特别是计算机绘图新技术的出现,机械制图课程的教学内容也有了相应的变化和发展,除了传统的机械制图内容外,还增加了计算机绘图的内容,使读者通过本课程的学习对计算机绘图及其发展具有一定的了解。本书的主要内容如下:

正投影原理——投影法基本知识,点、线、面、体的投影规律和作图方法。

制图基础——国家标准《机械制图》的介绍,制图基本知识与基本技能,机械形体的各种表达方法。

机械图——标准件、常用件的表达与标注,零件图、装配图的绘图、读图以及各种技术要求。

计算机绘图——计算机绘图系统的组成、绘图原理、方法及程序编制等。

附录——摘录了一些常用的标准表格备查。

二、本课程的学习目的及要求

本课程的主要要求是:

1. 学习正投影法的基本理论。
2. 掌握绘制和阅读机械图样的基本能力、基本知识和基本方法。
3. 培养空间想象能力和空间分析能力(以及简单的空间几何问题的图解能力),提高对空间物体的观察、分析和表达能力。
4. 了解计算机绘图的硬件、软件及程序编制的方法等。
5. 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

三、本课程的学习方法

机械制图是一门既有一定理论知识又有较多实践的课程,要学好这门课程,就必须认真学习、掌握好投影理论以及画投影图和读投影图的基本方法。比如,将空间物体在平面上绘成图样,称为绘图;根据图样想象出空间物体的形状、大小和有关要求,称为读图。所以,在学习中要注意掌握正投影的规律,学会用正投影的规律去解决绘图和读图中的实际问题。此外,学习

本课程还应掌握以下方法：

1. 在学习过程中应注意自学能力、分析问题能力、解决问题能力和创造能力的全面培养。

2. 在认真学习基本理论的同时,应配合教学进度独立完成一定数量的练习和作业,要多看、多想、多实践,才能逐步提高空间想象能力和空间构思能力。

3. 绘图时应学会正确使用绘图仪器和工具,从而逐步掌握正确的绘图方法和提高绘图技巧。

4. 严格遵守国家标准《机械制图》的有关规定,学会查阅有关标准和资料的基本方法。

5. 在后继专业课程的学习和工作实践中,继续加强和提高绘图能力,并不断适应生产实践发展的需要。

图样是指导生产的技术文件,绘制出的图样决不容许发生差错,读图时也不应产生误解,否则会发生“差之毫厘、谬以千里”的错误,给生产造成损失。因此,在学习过程中,必须养成严肃认真细致踏实的工作作风。

目 录

绪 论	1
第一章 制图的基本知识	1
§ 1-1 国家标准《机械制图》中的一些规定	1
§ 1-2 绘图工具和仪器简介	11
§ 1-3 几何作图	19
§ 1-4 平面图形的画法和尺寸注法	23
§ 1-5 绘图方法和步骤	26
第二章 点、直线和平面的投影	29
§ 2-1 投影的基本知识	29
§ 2-2 点的投影	31
§ 2-3 直线的投影	35
§ 2-4 平面的投影	39
§ 2-5 直线与平面、平面与平面的相对位置	45
第三章 立体的投影	50
§ 3-1 平面立体的投影及其表面取点	50
§ 3-2 曲面立体的投影及其表面取点	52
§ 3-3 平面与立体相交	56
§ 3-4 两曲面立体相交	66
第四章 轴测投影图	76
§ 4-1 轴测投影的基本知识	76
§ 4-2 正等测	77
§ 4-3 斜二测	83
§ 4-4 轴测剖视图	85
第五章 组合体	88
§ 5-1 三视图的形成与规律	88
§ 5-2 组合体的组合形式	89
§ 5-3 由组合体画三视图	93
§ 5-4 组合体的尺寸	96
§ 5-5 读组合体的视图	101
第六章 机件常用的表达方法	106
§ 6-1 视图	106
§ 6-2 剖视图	111
§ 6-3 剖面	119
§ 6-4 局部放大图	122
§ 6-5 简化画法与其他规定画法	122

§ 6-6 综合表达分析	127
第七章 标准件和常用件	131
§ 7-1 螺纹和螺纹紧固件	131
§ 7-2 键连接	139
§ 7-3 销连接	140
§ 7-4 滚动轴承	141
§ 7-5 齿轮	142
§ 7-6 弹簧	146
第八章 零件图	149
§ 8-1 概述	149
§ 8-2 一般零件的视图与尺寸分析	151
§ 8-3 表面粗糙度、镀涂和热处理代号及其标注	160
§ 8-4 公差与配合的概念及其标注方法	164
§ 8-5 形位公差的概念及其标注方法	169
§ 8-6 读零件图示例	172
第九章 装配图	175
§ 9-1 装配图的作用和内容	175
§ 9-2 装配图中的各项内容简介	177
§ 9-3 常见的装配工艺结构	180
§ 9-4 装配图的画法	182
§ 9-5 读装配图及由装配图拆画零件图	188
第十章 计算机绘图	194
§ 10-1 计算机绘图的发展与应用	194
§ 10-2 计算机绘图系统的主要设备	195
§ 10-3 微机的图形软件系统	199
§ 10-4 平面图形的旋转、缩放和对称变换	208
§ 10-5 轴测图、三视图和透视图的绘制原理	210
附录	216
一、螺纹	216
附表 1-1 普通螺纹直径与螺距系列、基本尺寸	216
附表 1-2 细牙普通螺纹螺距与小径的关系	216
附表 1-3 梯形螺纹直径与螺距系列、基本尺寸	217
附表 1-4 用螺纹密封的管螺纹基本尺寸	218
二、常用标准件	218
附表 2-1 六角头螺栓	218
附表 2-2 双头螺柱	220
附表 2-3 螺母	221
附表 2-4 垫圈	222
附表 2-5 弹簧垫圈	223
附表 2-6 开槽盘头螺钉	224

附表 2-7	开槽沉头螺钉与开槽半沉头螺钉	225
附表 2-8	内六角圆柱头螺钉	226
附表 2-9	紧定螺钉	227
附表 2-10	平键和键槽的剖面尺寸	228
附表 2-11	圆柱销	229
附表 2-12	圆锥销	230
附表 2-13	开口销	230
附表 2-14	单列向心球轴承	231
附表 2-15	单列圆锥滚子轴承	232
附表 2-16	单向推力球轴承	233
三、公差与配合	234
附表 3-1	优先配合中轴的极限偏差	234
附表 3-2	优先配合中孔的极限偏差	235
四、常用材料及热处理	236
附表 4-1	常用钢材牌号	236
附表 4-2	常用铸件牌号	237
附表 4-3	常用有色金属牌号	237
附表 4-4	常用热处理及表面处理	238

第一章 制图的基本知识

§ 1-1 国家标准《机械制图》中的一些规定

图样是工程上用以表达设计意图和交流技术思想的重要工具。因此,它的格式、内容、画法等都应当有统一的规定,这个统一的规定就是国家标准《机械制图》。我国于1959年首次颁布国家标准《机械制图》,1970年、1974年和1984年又分别作了修订。目前,我国采用的是1984年颁布的国家标准《机械制图》。

国家标准(简称“国标”)代号为“GB”,它是由“国标”两个字的汉语拼音字母的第一个字母“G”和“B”组成的,例如“GB4457.1—84”,国标后面的两组数字分别表示标准的序号和标准颁布的年份。

图样在国际上也有统一的标准,即ISO标准(International Standardization Organization的缩写),这个标准是由国际标准化组织制订的。我国从1978年参加国际标准化组织后,国家标准的许多内容已经与ISO标准相同了。

本节仅介绍国标《机械制图》中有关“图纸幅面及格式”、“比例”、“字体”、“图线”、“剖面符号”和“尺寸注法”等几项规定的内容,其余内容将在以后各章中分别介绍。

一、图纸幅面及格式(GB 4457.1—84)

(一) 图纸幅面尺寸

标准图幅共有六种,其尺寸见表1-1所示。绘制图样时应优先采用这些图幅尺寸,必要时还可以沿幅面的长边加长。对于A0、A2、A4幅面的加长量应按A0幅面长边的1/8的倍数增加;对于A1、A3幅面的加长量应按A0幅面短边的1/4的倍数增加。

表1-1

图纸幅面尺寸

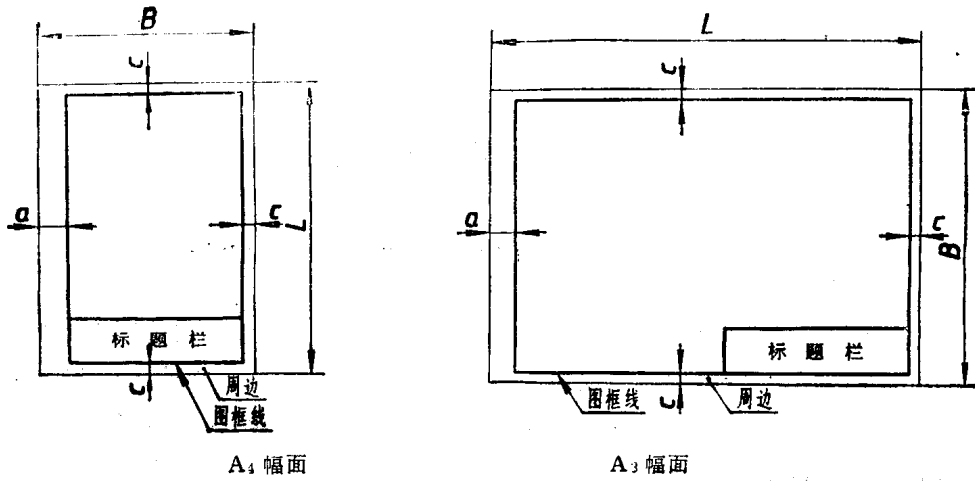
mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4	A5
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297	148×210
a	25					
c	10			5		
e	20		10			

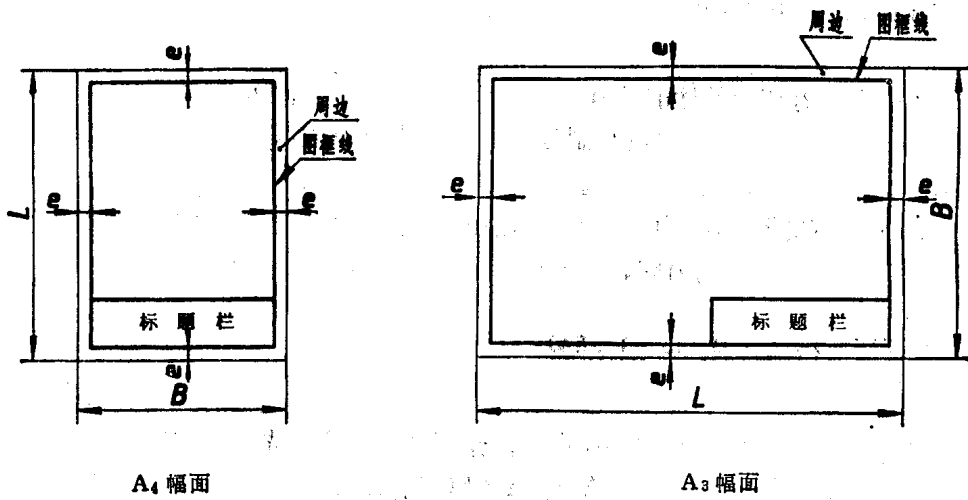
上述标准图幅之间的关系是:将A0纸的长边对折裁开,即可得两张A1纸;将A1纸的长边对折裁开,又可得两张A2纸,依此类推可直至A5图纸。此外,A0纸的图幅面积为 1m^2 ,各图幅的宽度与长度之比为 $B:L=1:\sqrt{2}$,比较美观。

(二) 图框线

每张标准幅面的图纸在绘图前都必须先画图框线。图框线有两种格式,一种是用于需要装订的图纸(一般采用A4幅面竖装,或A3幅面横装),如图1-1a)所示。另一种则用于不需要装订的图纸,也可有竖或横两种画法,如图1-1b)所示。按国标规定图框线应画成粗实线。



a) 需要装订的图纸图框格式



b) 不需要装订的图纸图框格式

图 1-1

(三) 标题栏及其方位

每张图纸都必须具有一个标题栏，它通常位于图纸右下角紧贴图框线的位置上。标题栏的格式和内容在国家标准(GB 10609.1—89)中已作出了详细的规定，它适用于工矿企业等各种生产用图纸。而一般在学校的制图作业中可采用图 1-2 所示的标题栏格式及尺寸。必须注意的是标题栏中文字的书写方向即为读图的方向。

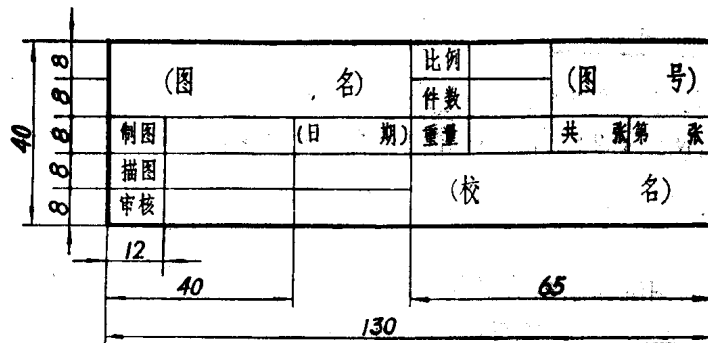


图 1-2 标题栏的格式和尺寸

二、比例(GB 4457.2—84)

(一)定义

图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比称为比例。

必须注意的是角度尺寸与比例无关,即不论用何种比例绘图,角度均按实际大小绘制。绘制图样时应按国标《机械制图》中规定的比例选用,如表 1-2 所示。

与实物相同	1:1					
缩小比例	1:1.5	1:2	1:2.5	1:3	1:4	1:5
	1:10 ⁿ	1:1.5×10 ⁿ	1:2×10 ⁿ	1:2.5×10 ⁿ		1:5×10 ⁿ
放大比例	2:1	2.5:1	4:1	5:1	(10×n):1	

注: n 为正整数

(二)选用方法

绘制同一机件的各个视图一般应采取相同的比例。并在标题栏的比例栏中填写,如 1:1、2:1 等。当某个视图需用不同比例,如机件的某一细节需局部放大(见第六章)时,则必须在该放大图样旁另行标注。

绘制图样时可采用 1:1 的比例,也可以根据需要选用放大或缩小的比例;但不论采用何种比例,图上所注的尺寸数值均应为机件的实际尺寸,如图 1-3 所示。

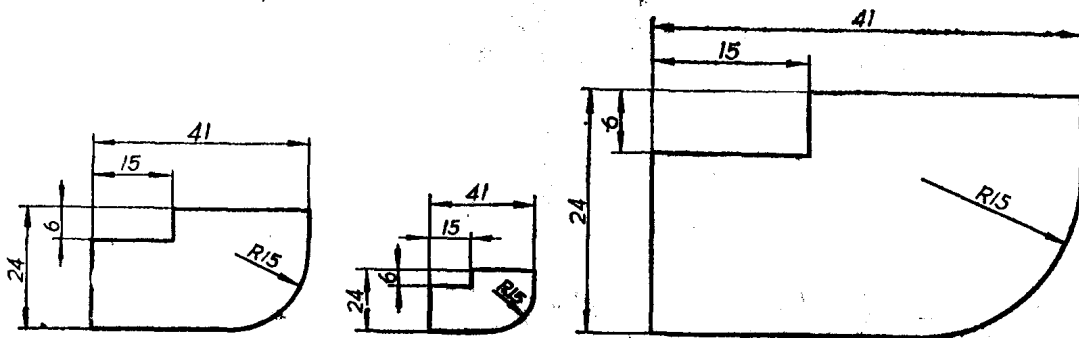


图 1-3 采用不同比例绘制同一图形时的尺寸标注

三、字体(GB 4457.5—84)

(一)汉字

图样只需要用数字和文字来说明机件的大小和技术要求。国标规定书写的字体必须字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布推行的简化字。长仿宋体的书写要领为:横平竖直 注意起落 结构匀称 填满方格。

长仿宋体的书写示例如下所示。

机械图样中的汉字数字各种字母必须写得字体端正笔划清楚排列整齐间隔均匀

长仿宋体汉字书写示例

国标中按字体的高度,把字体分为 20、14、10、7、5、3.5 及 2.5 七种号数(汉字不宜采用 2.5 号),字体的号数即为字体的高度,字宽约等于字高的 2/3,见表 1-3 所示。

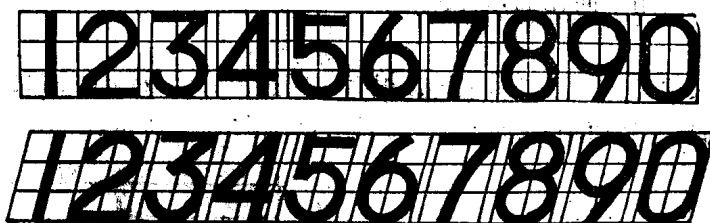
表 1-3 字 体 大 小

字体的代号	20号	14号	10号	7号	5号	2.5号
字 高	20	14	10	7	5	3.5
字宽(≈2/3字高)	14	10	7	5	3.5	2.5

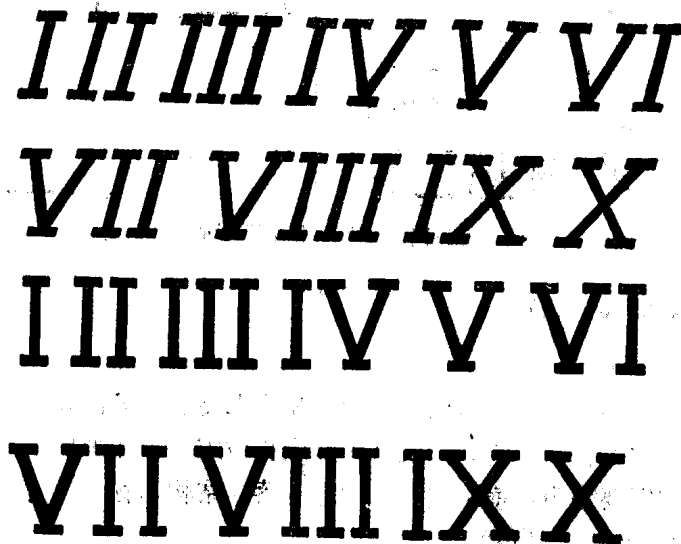
注:单位为毫米。

(二) 数字

数字有阿拉伯数字和罗马数字两种,均有正体与斜体之分。常用的是斜体字,其字头向右倾斜,与水平线约成 75°,书写示例如下所示。



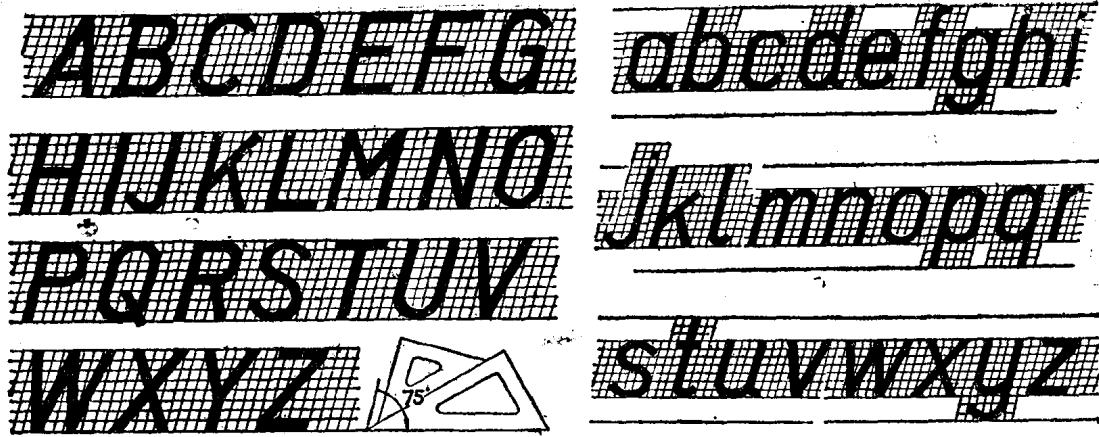
阿拉伯数字示例



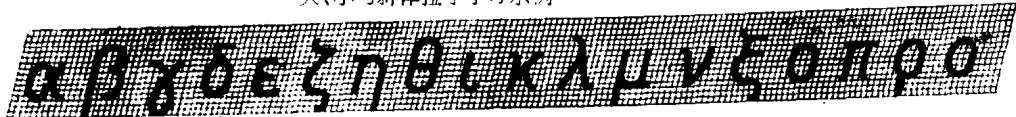
罗马数字示例

(三) 字母

字母有拉丁字母和希腊字母两种,常用的是拉丁字母,我国的汉语拼音字母与它的写法一样,每种均有大写和小写、正体和斜体之分。写斜体字时,通常字头向右倾斜与水平线约成 75°。以下即为拉丁字母与希腊字母的书写示例。



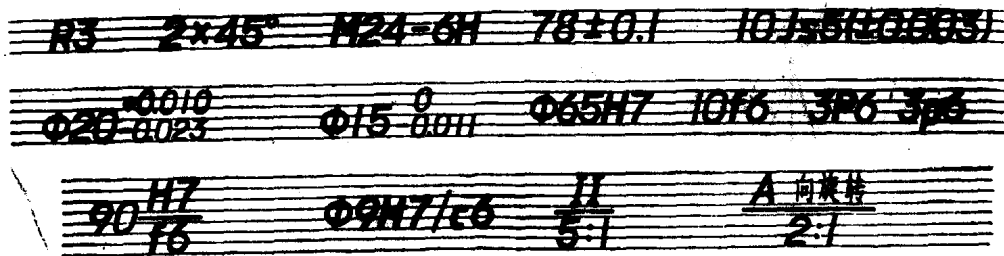
大、小写斜体拉丁字母示例



小写斜体希腊字母示例

(四)应用示例

用作分数极限偏差、注脚等的数字及字母一般均采用小一号的字体。下面是字体的应用示例。



字体的应用示例

四、图线(GB 4457.4—84)

(一)图线及其应用

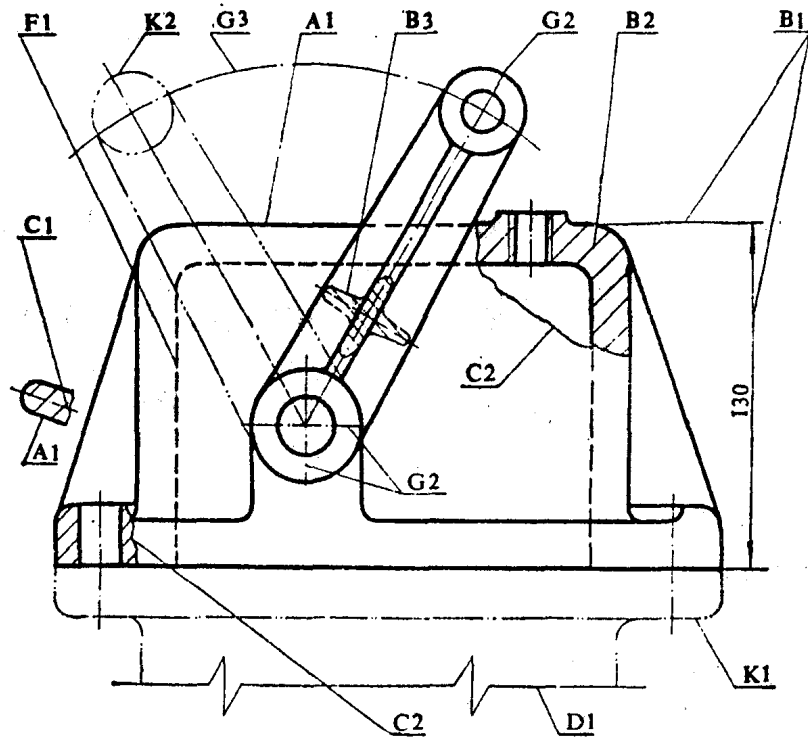
绘制图样时应采用表 1-4 中规定的各种图线。图线的宽度分粗、细两种,粗线的宽度 b 应按图的大小和复杂程度在 0.5~2 mm 间选择,常用的约 1 mm 粗。细线的宽度约为 $b/3$ 。国标推荐的图线宽度系列为: 0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2 mm。图 1-8 为图线的应用示例。

表 1-4

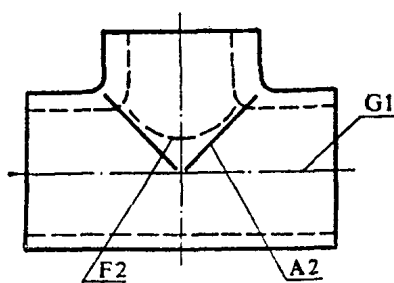
图线及其应用

序号	名称	图线型式及代号	图线宽度	一般应用
1	粗实线	A	b	A1 可见轮廓线(图 1-8 a) A2 可见过渡线(图 1-8 b)
2	细实线	B	约 $b/3$	B1 尺寸界线及尺寸线(图 1-8 a) B2 剖面线(图 1-8 a) B3 重合剖面轮廓线(图 1-8 a)
3	波浪线	C	约 $b/3$	C1 断裂处的边界线(图 1-8 a) C2 视图与剖视的分界线(图 1-8 a)
4	双折线	D	约 $b/3$	D1 断裂处的边界线(图 1-8 a)

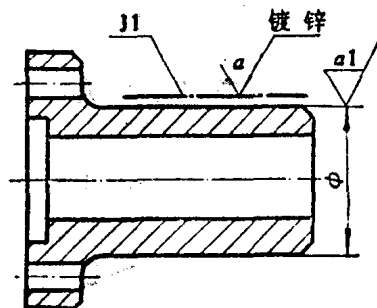
序号	名称	图线型式及代号	图线宽度	一般应用
5	虚线	-----F	约 $b/3$	F1 不可见轮廓线(图 1-8 a) F2 不可见过渡线(图 1-8 b)
6	细点划线	———G	约 $b/3$	G1 轴线(图 1-8 b) G2 对称中心线(图 1-8 a) G3 轨迹线(图 1-8 a)
7	粗点划线	———J	b	J1 有特殊要求的线或表面的表示线(图 1-8 c)
8	双点划线	———K	约 $b/3$	K1 相邻辅助零件的轮廓线(图 1-8 a) K2 极限位置的轮廓线(图 1-8 a)



a)



b)



c)

图 1-8 图线的应用示例

(二) 图线画法

1. 同一图样中同类图线的宽度应基本一致,虚线、点划线、双点划线的线段长度和间隔亦应大致相同。

2. 两条平行线(包括剖面线)之间的最小距离应不小于 0.7 mm。

3. 绘制圆的对称中心线时,圆心应为两点划线中线段的交点。点划线和双点划线的首末两端应是线段而不是点,点划线的线段应超出对称图形的轮廓约 2~5 mm。



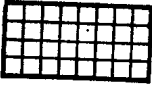

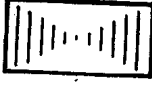
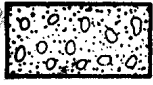




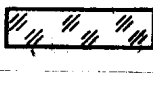


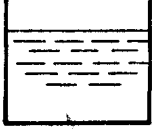

4. 在较小的图形中绘制点划线或双点划线有困难时,可用细实线来代替。

五、剖面符号(GB 4457.5—84)

在画剖视图和剖面图时,应根据机件的不同材料选用表 1-5 中所规定的相应剖面符号。

表 1-5

剖面符号

金属材料 (已有规定剖面符号者除外)		木质胶合板 (不分层数)		
线圈绕组元件		基础周围的泥土		
转子、电枢、变压器和电抗器等 的迭钢片		混凝土		
非金属材料 (已有规定剖面符号者除外)		钢筋混凝土		
型砂、填砂、粉末冶金、砂轮、 陶瓷及硬质合金刀片		砖		
玻璃及供观察用的其他透明材料		格网 (筛网、过滤网等)		
木材	纵剖面		液体	
	横剖面			

注: ①剖面符号仅表示材料的类别,材料的名称和代号必须另行注明。

②迭钢片的剖面线方向,应与束装中迭钢片的方向一致。

③液面用细实线绘制。

六、尺寸注法(GB 4458.4—84)

(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精确度无关。

2. 图样中(包括技术要求及其他说明)的尺寸,以毫米为单位时,不需标注计量单位的代号或名称。如采用其他单位,则必须注明相应计量单位的代号或名称。

3. 图样中所注尺寸,为该图样所示机件的最后完工尺寸。否则应另加说明。

4. 机件的每一尺寸,一般只标注一次,故应标注在反映该结构最清晰的图形上。

(二)尺寸数字、尺寸线和尺寸界线

1. 尺寸数字

(1) 线性尺寸的尺寸数字一般应注写在尺寸线上方,也允许注写在尺寸线的中断处,如图1-9所示。但全图宜采用同一方式注写。

(2) 线性尺寸的尺寸数字方向,一般应按图1-10 a) 确定,在图示 30° 的范围内尽量避免标注尺寸。当无法避免时,可采用图1-10 b) 的形式标注。

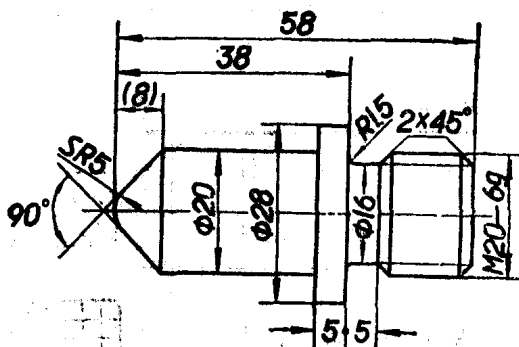


图1-9 尺寸数字的注写

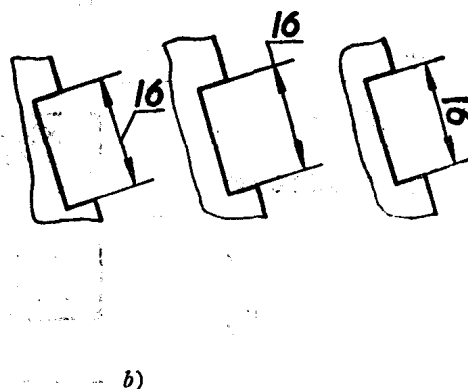
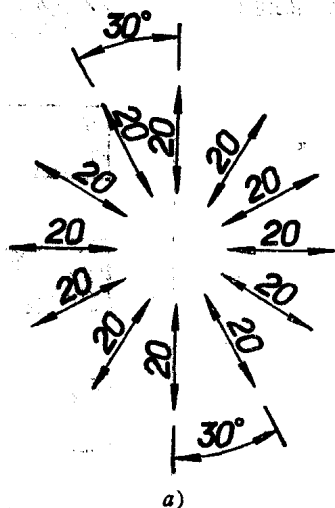


图1-10 尺寸数字的方向

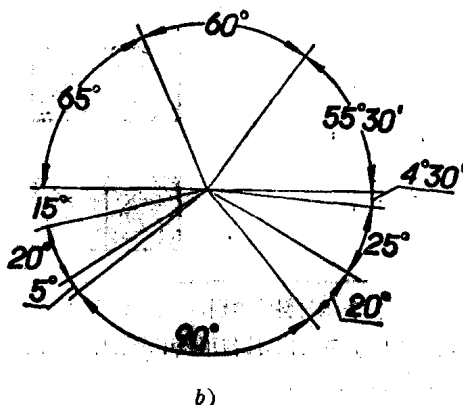
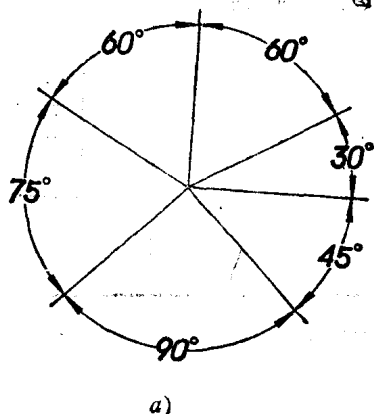


图1-11 角度的尺寸注法

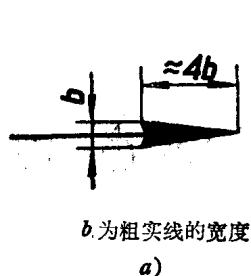
(3) 角度尺寸的尺寸数字一律写成水平方向,一般注写在尺寸线的中断处,如图 1-11 a) 所示。必要时可按图 1-11 b) 的形式标注。

(4) 图上的尺寸数字,一般可用 3.5 号或 2.5 号数字书写。尺寸数字不可被任何图线通过,否则,必须将该图线断开。标注圆的直径时应在尺寸数字前加符号“ Φ ”,标注圆弧半径时应在其尺寸数字前加符号“ R ”,标注球面的直径或半径时还应再加符号“ S ”,即写成 $S\Phi$ 或 SR 。在不致于引起误解时,也可省略符号“ S ”。

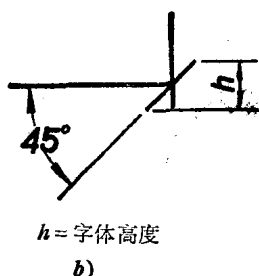
2. 尺寸线

(1) 尺寸线用细实线绘制,其终端可有箭头和斜线两种形式,如图 1-12 所示。箭头的形式(图 1-12 a)可适用于各类图样,且多用于机械图;而斜线的形式(图 1-12 b)则多用于土建结构等图样或徒手草图。

(2) 标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行。尺寸线不能用其他图线代替,也不得与其他图线重合或画在其延长线上。



b 为粗实线的宽度



h = 字体高度

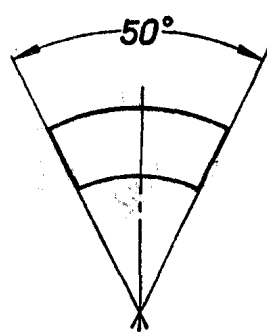


图 1-12 尺寸线终端的两种形式

图 1-13 角度尺寸线的画法

(3) 标注角度尺寸时,尺寸线应画成圆弧。其圆心是该角的顶点,如图 1-13 所示。

(4) 标注圆的直径时,尺寸线应通过圆心,且尺寸线的两端应画成箭头,如图 1-14 a) 所示。标注圆弧半径时,尺寸线的一端自圆心引出,另一端则画成箭头,如图 1-14 b) 所示。当圆半径过大或在图纸范围内无法标出其圆心位置时,可按图 1-14 c) 所示形式标注;若不需要标注其圆心位置时,则可按图 1-14 d) 所示形式标注。

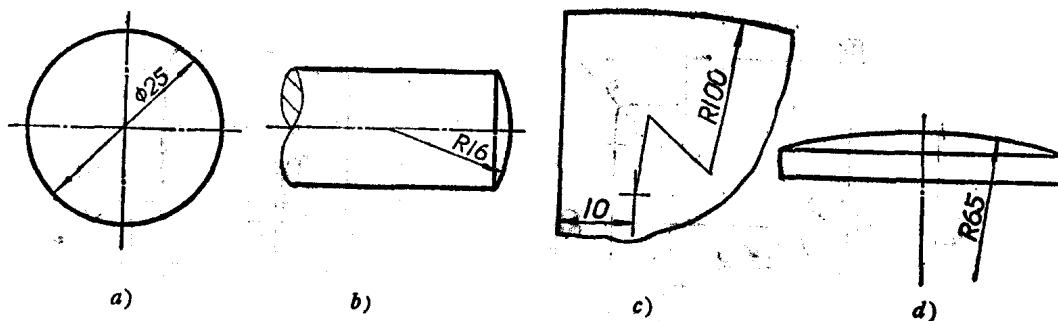


图 1-14 圆的直径与半径的标注

(5) 小尺寸的尺寸数字与尺寸线的画法。当没有足够位置画箭头和注写尺寸数字时,其标注方法如图 1-15 所示。