

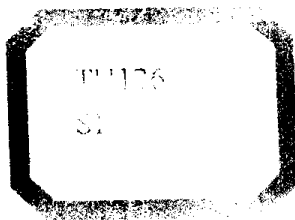


面向21世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

机械制图

主编 焦永和

北京理工大学出版社



面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

机 械 制 图

主编 焦永和
主审 董国耀

北京理工大学出版社

内 容 简 介

本书是作者在总结和吸取了多年来教学改革实践经验编写而成的,教材内容符合高等学校工科制图课程教学指导委员会制订的《画法几何及机械制图课程教学基本要求》。将工程图学构型设计、AutoCAD 绘图软件、徒手绘图等与投影理论、最新国家标准融为一体,是本书的突出特色。本书内容包括:制图基本知识,计算机绘图基础,正投影基础,点、直线和平面的投影,直线、平面的相对位置,投影变换,曲线、曲面的投影,平面、直线、立体与立体相交,组合体,轴测图、透视图与徒手绘图,图样画法,标准件、齿轮、弹簧,零件图,装配图等十四章。本书与《机械制图习题集》配套使用,可作为高等学校机械类各专业的教科书,也可供其他各类学校有关师生和相关工程设计技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图.机械类/焦永和主编. —北京:北京理工大学出版社,2001.7

ISBN 7-81045-772-1

I. 机… II. 焦… 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 030305 号

责任印制:刘京凤 责任校对:郑兴玉

北京理工大学出版社出版发行
(北京市海淀区中关村南大街 5 号)
邮政编码 100081 电话(010)68912824

各地新华书店经售

北京房山先锋印刷厂印刷

*

787 毫米×1092 毫米 16 开本 30.5 印张 744 千字

2001 年 7 月第 1 版 2001 年 7 月第 1 次印刷

印数:1—6000 册 定价:36.50 元

※ 图书印装有误,可随时与我社退换 ※

前 言

本书依照高等学校工科制图课程教学指导委员会制订的《画法几何及机械制图课程教学基本要求》,以及新世纪对人才素质的要求,参考了国内外同类教材,吸取了多年来的教学经验,尤其是总结了近年来课程教学改革实践而编写的。

自 20 世纪 80 年代以来,我校对画法几何及机械制图课程的教学和教材不断地进行改革实践,1996 年承担了教育部“面向 21 世纪高等工程教育教学内容和课程体系改革计划”中的“工程制图与机械基础系列课程体系改革的研究与实践”以及“工程制图 CAI”两个教学改革项目。1998 年出版的《画法几何学》(陈培泽主编)、《机械制图》(董国耀主编)反映了教学改革的阶段性成果,也是本书的主要基础,本书将画法几何融入到机械制图中。

本书是以设计为主线的机械基础系列课程中的一种教材,体现了培养工程形体构型和图形设计,表达能力、塑造创新意识和工程素质的教学目标。

本书有如下主要特点:

(1) 加强了工程图学构型设计。本书重点结合平面图形、基本立体和组合体、零件图、装配图等章节介绍了有关构型设计的理论、原则、方法等内容,构型设计的训练贯穿全课程。有利于培养学生的形体想象、空间思维、尤其是创造性思维能力,可以吸引和充分调动学生的学习兴趣 and 积极性,有效地诱发和调动其潜在知识和非智力因素的积极作用,提高教学效率和效果。

(2) 计算机绘图贯穿全书。本书简单介绍了计算机绘图的基本原理和方法,并选用了应用最为广泛的 AutoCAD 绘图软件,第二章介绍其基础知识,第二章以后的大部分章中均分别讲述了用 AutoCAD 绘制本章图形的一些方法。这样在教学中将尺规绘图和计算机绘图融合起来,同步进行,会使学生对课程内容理解得更深入,掌握得更牢固,培养了利用现代工具绘图的能力。本课程主要培养如何合理地运用 AutoCAD 软件绘制工程图的能力,不是系统地介绍 AutoCAD 软件的全部知识和具体操作,建议读者备一本有关 AutoCAD 的参考书,以利于深入学习。

(3) 增强了徒手图。徒手绘图是现代工程技术设计尤其是创意设计的一种必需的能力。本书第十章集中讲授了徒手绘制平面图、轴测图和透视图的方法。徒手绘图的训练贯穿在全课程的作业实践中,教学中可将一部分传统的尺规作业改为徒手图,以加强徒手图能力的培养,有利于培养创意设计绘图能力和提高学习效率。

(4) 投影理论是全书的基础和主体。投影法是绘制几何形体、零部件图的理论基础,投影理论构成了全书的主体和核心,体现了机械制图与画法几何的内在联系。

(5) 采用最新国标。全书采用了国家质量技术监督局颁布的《技术制图》、《机械制图》等有关最新国家标准,根据课程内容的需要,选择并分别编排在正文或附录中,以树立贯彻最新国家标准的意识,和培养学生查阅国家标准的能力。

(6) 习题类型多样化。在习题集中仍以尺规作图题为主,此外还有徒手图、构型设计、软件绘图、填空、选择、判断等题型,另有适当的作业指导。习题形式多样活泼,利于开拓思路,学生

可以不同形式、从不同角度深入理解和掌握课程内容,培养灵敏地思维和适应能力。

与本书配套使用的有《机械制图习题集》。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。

本教材凝结着教研室全体老师的经验和贡献。参加本书编写的是:焦永和(绪论、第三章、附录),佟献英(第一章),李莉(第二章),罗会甫(第四章、第十章部分),樊红丽(第六、八),杨威(第七章),张彤(第九章、十三章第五节),林宏(第十、十四章),张京英(第十一章、十三章其余小节),罗军(第五、十二章)。全体编者分别设计并用计算机绘制了全书和习题集的插图。全书由焦永和任主编。

北京理工大学董国耀教授对本书的编写进行了指导并任主审,提出了许多宝贵意见,在此表示诚挚的谢意。

由于水平所限,书中会有不少不当之处,恳请读者批评指正。

编 者

2001年5月

目 录

第一章 制图的基本知识	(1)
§ 1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定	(1)
§ 2 几何作图	(18)
§ 3 平面图形尺寸标注	(24)
§ 4 平面图形构型设计	(30)
第二章 计算机绘图基础	(36)
§ 1 计算机绘图基本知识	(36)
§ 2 AutoCAD 软件应用简介	(44)
第三章 正投影图基础	(53)
§ 1 投影法	(53)
§ 2 平行投影的基本性质	(54)
§ 3 工程上常用的几种投影图	(56)
§ 4 物体的正投影图	(59)
第四章 点、直线和平面的投影	(62)
§ 1 点的投影	(62)
§ 2 直线的投影	(67)
§ 3 平面的投影	(78)
第五章 直线、平面的相对位置	(90)
§ 1 平行关系	(90)
§ 2 相交关系	(93)
§ 3 垂直关系	(99)
§ 4 点、线、面综合题及其解法	(103)
第六章 投影变换	(109)
§ 1 概述	(109)
§ 2 变换投影面法(换面法)	(110)
§ 3 旋转法	(122)
第七章 曲线与曲面	(130)
§ 1 曲线概述	(130)
§ 2 圆的投影	(131)
§ 3 曲面概述	(134)
§ 4 直线面	(136)
§ 5 回转曲面	(143)
§ 6 螺旋线和螺旋面	(147)
§ 7 曲面的切平面	(150)

§ 8	用 AutoCAD 绘制曲线·····	(155)
第八章	立体 平面、直线、立体与立体相交·····	(157)
§ 1	立体的投影 ·····	(157)
§ 2	平面与立体相交 ·····	(161)
§ 3	直线与立体相交 ·····	(175)
§ 4	立体与立体相交 ·····	(179)
§ 5	用 AutoCAD 绘制截交线 ·····	(192)
第九章	组合体的视图·····	(194)
§ 1	基本立体的视图 ·····	(194)
§ 2	组合体的构成和视图 ·····	(197)
§ 3	组合体的构型设计 ·····	(201)
§ 4	组合体读图 ·····	(206)
§ 5	组合体的尺寸标注 ·····	(212)
§ 6	用 AutoCAD 绘制组合体视图·····	(216)
第十章	轴测图、透视图、徒手图·····	(219)
§ 1	轴测图 ·····	(219)
§ 2	透视图 ·····	(238)
§ 3	徒手图 ·····	(247)
§ 4	立体的黑白润饰 ·····	(252)
§ 5	用 AutoCAD 绘制轴测图、透视图 ·····	(255)
第十一章	图样画法·····	(259)
§ 1	视图 ·····	(259)
§ 2	剖视图 ·····	(263)
§ 3	断面图 ·····	(272)
§ 4	局部放大图 ·····	(275)
§ 5	简化画法 ·····	(276)
§ 6	用 AutoCAD 绘制斜视图和剖视图·····	(280)
第十二章	标准件、齿轮与弹簧 ·····	(283)
§ 1	螺纹 ·····	(283)
§ 2	螺纹紧固件及其连接的画法 ·····	(293)
§ 3	键及其连接 ·····	(302)
§ 4	销及其连接 ·····	(304)
§ 5	齿轮 ·····	(305)
§ 6	弹簧 ·····	(317)
§ 7	滚动轴承 ·····	(322)
§ 8	用 AutoCAD 绘制螺栓连接和齿轮·····	(324)
第十三章	零件图·····	(328)
§ 1	零件图的内容和绘制过程 ·····	(328)
§ 2	零件构型设计 ·····	(329)

§ 3	零件表达方案的选择	(337)
§ 4	零件图的尺寸标注	(343)
§ 5	零件图的技术要求	(355)
§ 6	用 AutoCAD 绘制零件图和标注技术要求	(379)
第十四章	装配图	(383)
§ 1	装配图的内容	(383)
§ 2	部件或机器的表达	(383)
§ 3	装配体结构构型设计	(392)
§ 4	装配图的尺寸和技术要求	(397)
§ 5	装配图中零、部件序号	(398)
§ 6	部件测绘和装配图的画法	(399)
§ 7	读装配图和拆画零件图	(411)
§ 8	用 AutoCAD 绘制装配图	(416)
附录		(419)
§ 1	尺规绘图工具	(419)
§ 2	第三角画法	(423)
§ 3	标准锥度	(424)
§ 4	螺纹	(425)
§ 5	倒圆、倒角、退刀槽、螺栓通孔	(430)
§ 6	螺纹紧固件	(433)
§ 7	键、销	(449)
§ 8	旋转式油杯	(453)
§ 9	滚动轴承和钢球	(454)
§ 10	常用标准件补充图例	(460)
§ 11	表面粗糙度参数	(462)
§ 12	极限与配合和形位公差	(463)
§ 13	常用材料	(472)
§ 14	常用热处理和表面处理	(477)

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《技术制图》和《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,并简略介绍平面图形的画法、尺寸标注及平面图形的构型设计。

§ 1 国家标准《技术制图》和《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,国家质量技术监督局依据国际标准化组织制定的国际标准,制订并颁布了《技术制图》和《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 图纸幅面和图框格式(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,加长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。虚线为加长后的图纸幅面。

1.1.2 图框格式 在图纸上必须用粗实线画出图框,图样必须绘制在图框内部。其格式分为留有装订边和不留装订边两种,见图 1-2。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,其格式和尺寸要遵守国标 GB/T 10609.1—1989 的规定,图 1-3 是该标准提供的标题栏的格式举例。

当标题栏的长边置于水平方向且和图纸的长边平行时,构成 X 型图纸,若标题栏的长边和图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸。

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。有时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,方向符号是用细实线绘制的等边三角形,放置在图纸下端对中符号处,

如图 1-2 d 所示。此时,标题栏的填写方法仍按常规处理,与图样的尺寸标注、文字说明无确定的直接关系。

为使图样复制和缩微摄影时方便定位,对图 1-1 和表 1-1 中的各号图纸,均应在各边中点处分别用粗实线绘制对中符号,其长度自各边界开始至深入图框内约 5 mm,见图 1-2 d。

装配图中的明细栏由国标 GB/T 10609.2—1989 规定,其格式见图 1-4。本教材对零件图标题栏和装配图的标题栏、明细栏进行了简化,并推荐零件图的标题栏采用图 1-5 a 的形式,装配图的标题栏采用图 1-5 b 的形式。

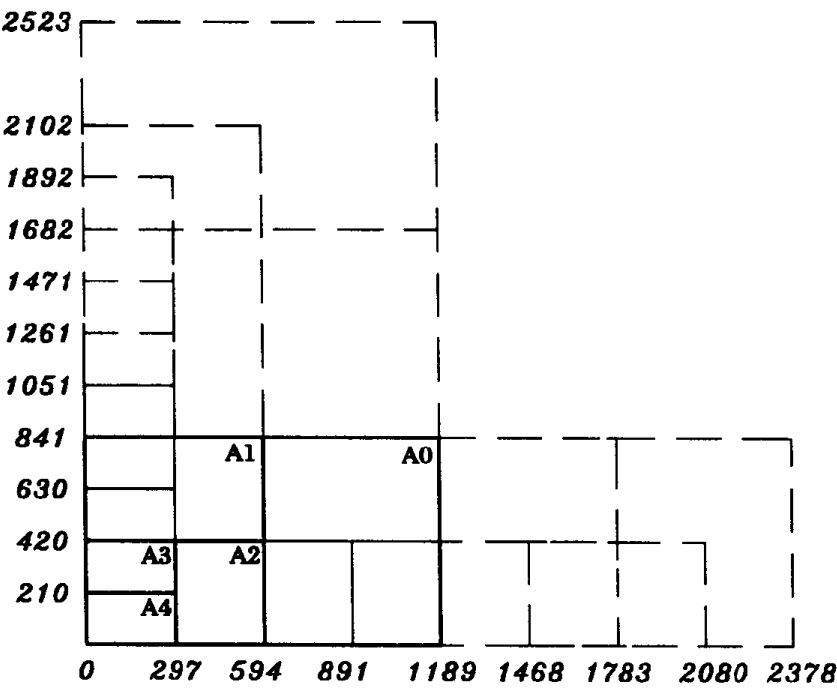
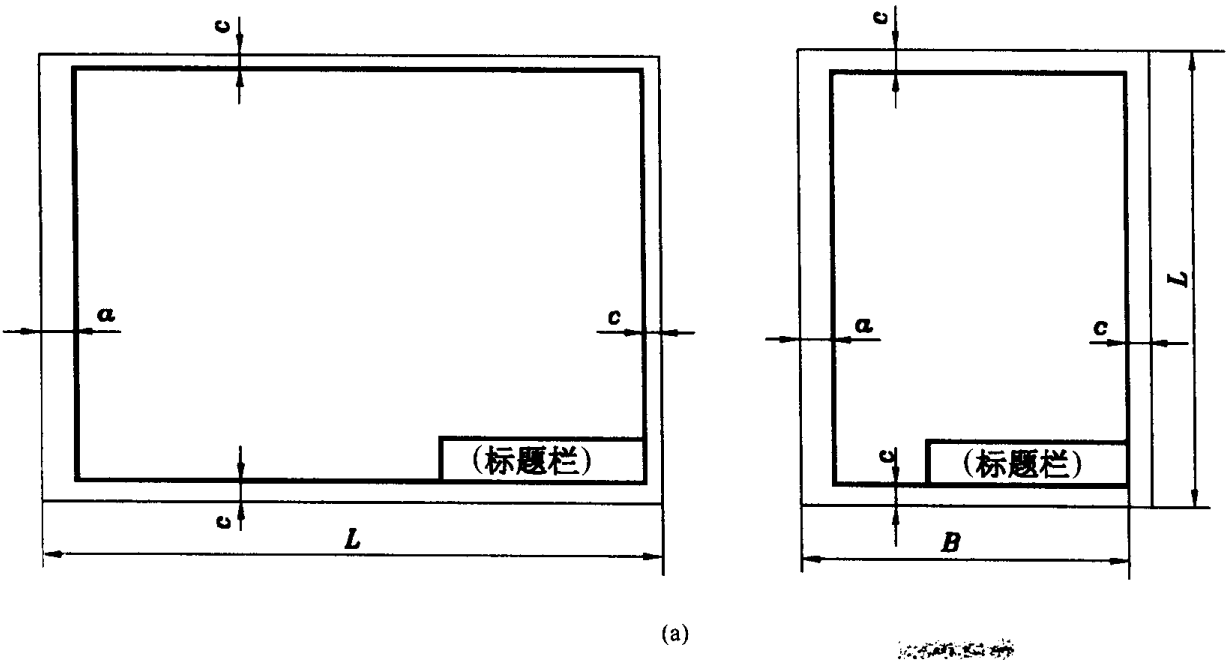


图 1-1 图纸幅面



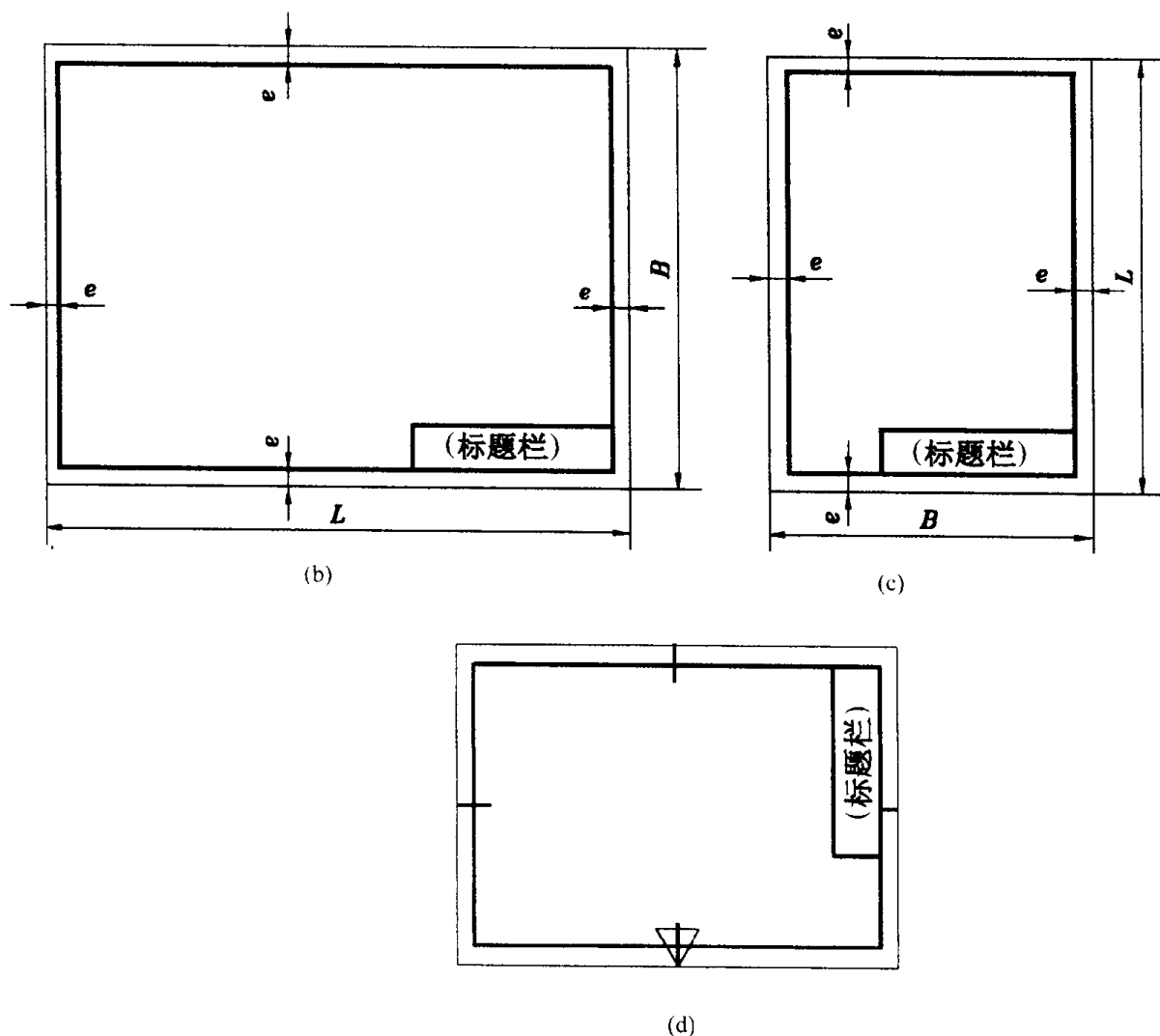


图 1-2 图框格式

(a) 留装订边; (b) 不留装订边 X 型;
(c) 不留装边线 Y 型; (d) 有方向符号和对中符号

180											
10		10		16		16		12		16	
8×7 (=56)	7										
标记	处数	分区	更改文件号	签名	年、月、日	4×6.5=26		12	12		
设计	(签名)	(年 月 日)	标准化	(签名)	(年 月 日)	(阶段标记)		质量	比例	(图样名称)	
审核										10	20
工艺										9	
										6.5	18

180								
8	40	44	8	38	10	12	(20)	
14	序号	代号	名称	数量	材料	单件	总计	备注
7						重量		
(标题栏)								

图 1-4 装配图中明细栏的格式

			15	15	
(名 称)			材料	比例	8 4×8=32
			数量	共 张第 张	
制图		(日期)	(单位)	(代号)	
制图		(日期)			
15	25	25	40	(35)	
140					

(a)

15		25		40		25		15				8	
序号		代号		名称		材料		数量		备注			
(名 称)									比例				4×8=32
									共		张第 张		
制图				(日期)		(单位)		(代号)					
审核				(日期)									
15		25		25		40							
140													

(b)

图 1-5 推荐的标题栏、明细栏

(a) 零件图标题栏；(b) 装配图明细栏

1.2 比例(GB/T 14690—1993)

图样的比例是指图形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。

图样比例分为原值比例、放大比例、缩小比例三种,绘制图样时,应根据实际需要按表1-2中规定的系列选取适当的比例。应尽量按机件的实际大小(1:1)画图,以便能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。

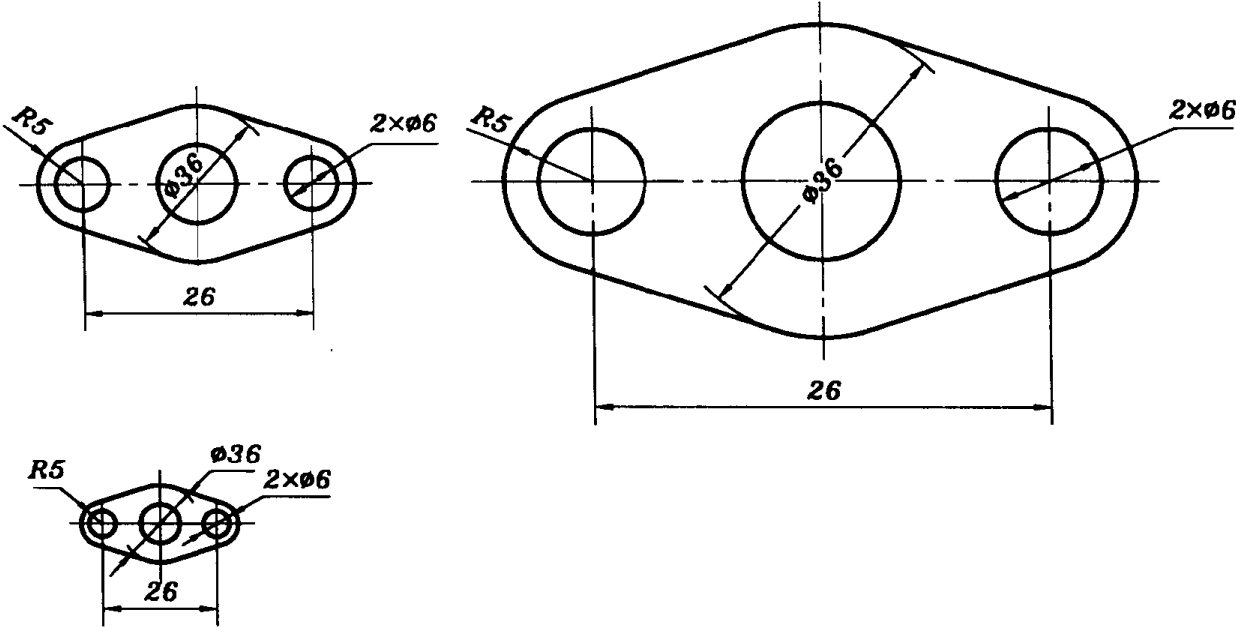


图 1-6 比 例

表 1-2 优先选用的比例系列

种 类	比 例		
原值比例	1:1		
放大比例	2:1	5:1	$(1 \times 10^n):1$
	$(2 \times 10^n):1$	$(5 \times 10^n):1$	
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	$(4 \times 10^n):1$	2.5:1	$(2.5 \times 10^n):1$		
缩小比例	1:1.5	$1:(1.5 \times 10^n)$	1:2.5	$1:(2.5 \times 10^n)$	1:6	$1:(6 \times 10^n)$
	1:3	$1:(3 \times 10^n)$	1:4	$1:(4 \times 10^n)$		

注: n 为正整数

1.3 字体 (GB/T 14691—1993)

图样中的字体书写必须做到:字体工整、笔画清楚、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 $1:\sqrt{2}$ 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 3.5 mm,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。其基本笔画有点、横、竖、撇、捺、挑、钩、折等八种,其书写过程 and 实际笔画见表 1-4。

表 1-4 汉字基本笔画

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

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。

汉字结构示例

$\frac{1}{2}$ 装 $\frac{2}{3}$ 意 $\frac{1}{3}$ 最 $\frac{2}{5}$ 贯 $\frac{1}{2}$ 孔 $\frac{2}{3}$ 抛 $\frac{2}{3}$ 沉 $\frac{1}{3}$ 锥

常见汉字结构

汉字书写示例—长仿宋体

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

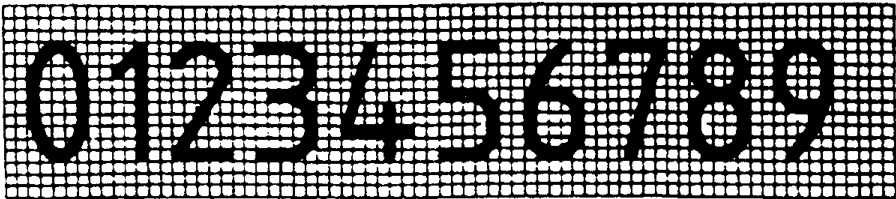
1.3.2 数字和字母 数字和字母分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的四分之一; B 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的十分之一。数字和字母均可写成斜体或直体,斜体字字头向右倾斜,与水平线成约 75° 角。在同一张图样上,只允许选用一种形式的字体。

阿拉伯数字书写示例:

A 型斜体



B 型直体

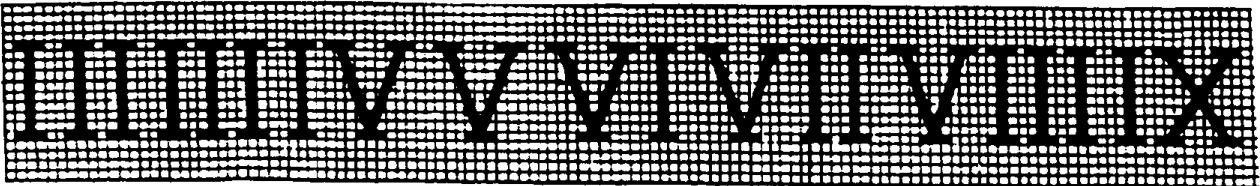


罗马数字书写示例:

A 型斜体



B 型直体



字母书写示例:

A 型大写斜体



QRSTUVWXYZ

A 型小写斜体

abcdefghijklmnop

qrstuvwxyz

B 型大写斜体

ABCDEFGHIJKLMN

OPQRSTUVWXYZ

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。

$$10^3 \quad S^1 \quad D_1 \quad T_d$$

$$\phi 20^{+0.010}_{-0.023} \quad 8^{+1^\circ}_{-2^\circ} \quad \frac{3}{5}$$

(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 460r/min

220V 5MΩ 380KPa

(3) 其他应用示例:

10JS(±0.003) M24-6h

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

$\frac{6.3}{\triangle}$ R8 5% $\frac{3.50}{\triangle}$

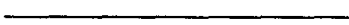
1.4 图线(GB/T 17450—1998)

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。它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1-7给出了机械制图中常用的几种线型的名称、画法和应用。

表 1-5 线 型

代码 NO.(名称)	线型名称和表示	应 用	屏幕显示颜色
01(实线)	细实线 	尺寸线、尺寸界线、指引线、剖面线等	白
	粗实线 	可见轮廓线、螺纹牙顶线、螺纹终止线	绿