



普通高等教育“十三五”规划教材

工程制图与CAD

(含习题集)

主 编 张东梅 张宝庆
副主编 薛 珊 张学忱



科学出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

工程制图与 CAD（含习题集）

主 编 张东梅 张宝庆

副主编 薛 珊 张学忱

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以教育部工程图学教学指导委员会提出的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”为依据,结合 21 世纪对高校人才培养的需求,在对工程图学的教学本质和功能再认识的基础上,以培养学生综合素质及创新能力为出发点,结合编者多年教学经验和教改成果编写而成。全书由教程、配套习题集组成,内容包括制图的基本知识和技能、物体几何要素的投影、基本立体、组合体、轴测图、机械图样的表示法、标准件与常用件的表示法、零件图、装配图、计算机绘图。

全书主要针对普通高等学校少学时的“工程制图”课程编写,主要适合于 42~64 学时的高校工科类各专业的本科生、成人高等教育等学生使用,也可供广大工程技术人员业务学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图与 CAD: 含习题集 / 张东梅, 张宝庆主编. —北京: 科学出版社, 2017.6

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-03-053385-2

I. ①工… II. ①张… ②张… III. ①工程制图—AutoCAD 软件—高等学校—教材 IV. ①TB237

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 134864 号

责任编辑: 朱晓颖 / 责任校对: 郭瑞芝

责任印制: 霍 兵 / 封面设计: 迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

三河市骏杰印刷有限公司印刷
科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 6 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2017 年 9 月第 二 次印刷 印张: 26 1/2

字数: 678 000

定价: 66.00 元 (含习题集)

(如有印装质量问题, 我社负责调换)



前 言

伴随着高等教育的全面改革,工程制图也面临着教学内容、教学体系及教学手段的改革。近年来,工程制图课程的教育思想、教育理念发生了很大的变化,未来对人才的素质要求、学生的智力开发都对图学教育提出了更新更高的要求。因此,如何适应新时期人才培养模式,紧跟时代步伐,培养高素质的人才,是我们每个图学教育者必须思考和面对的问题。

本书以教育部工程图学教学指导委员会提出的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”为依据,结合 21 世纪对高校人才培养的需求,在对工程图学的教学本质和功能再认识的基础上,以培养学生综合素质及创新能力为出发点,结合编者多年教学经验和教改成果编写而成。

本书全部采用最新颁布的《技术制图》与《机械制图》国家标准,坚决维护标准的权威性,贯彻标准化思想。在书中,综合考虑了当前师生状况,使教学内容、教学方法及教学手段相协调,力求在不增加师生负担的前提下,充分利用有限的教学资源,最大限度地调动学生学习的主动性和积极性,使学生在规定的学时内,掌握好工程制图的基本理论和方法,努力使图学教育向以“知识、技能、方法、能力、素质”综合培养的教育方向转化。在教材体系的编排和内容的选取上,突出基础知识、基本理论和基本技能,注重理论联系实际,力求简明扼要、重点突出、思路清晰。可较好地启发学生的思维,提高学生的空间分析能力和空间想象能力。

与本书配套出版的《工程制图与 CAD 习题集》,汇集了难易程度不同的题型,数量适中。本书可作为各普通高等院校教材,也可供广大工程技术人员业务学习参考。

本书由长春理工大学制图教研室“工程图学编写组”编写。参加编写的有张东梅(绪论、第 3~5 章)、薛珊(第 1、2 章)、张学忱(第 6、8 章)、张宝庆(第 7、9、10 章)。本书由张冬梅、张宝庆担任主编,薛珊、张学忱担任副主编。

全书由吉林省工程图学会理事长侯洪生教授主审,在此谨对侯洪生教授表示衷心的感谢。书中参考了国内同类教材和文献资料,在此一并向出版者和著作者表示衷心的感谢!

由于作者水平所限,书中难免存在缺点和疏漏之处,恳请广大读者和有关专家学者批评指正,以便不断修订完善。

编 者

2017 年 3 月

目 录

前言	
绪论	1
第一章 制图的基本知识和技能	3
1.1 制图国家标准简介	3
1.2 常用绘图工具及仪器的使用方法	14
1.3 几何制图	16
1.4 平面图形的分析及画图方法	21
1.5 徒手绘图	25
第二章 物体几何要素的投影	27
2.1 投影法的基本知识	27
2.2 点的投影	28
2.3 直线的投影	32
2.4 平面的投影	39
2.5 直线与平面、两平面的相对位置	44
第三章 基本立体	49
3.1 基本立体的投影及三视图	49
3.2 平面与立体相交及其截交线	57
3.3 两回转体表面相交及其相贯线	65
第四章 组合体	73
4.1 形体分析法和线面分析法	73
4.2 组合体视图的绘制	77
4.3 组合体的尺寸标注	81
4.4 组合体视图的阅读	87
第五章 轴测图	95
5.1 轴测图的基本知识	95
5.2 画轴测图的方法和步骤	97
第六章 机械图样的表示法	105
6.1 视图	105
6.2 剖视图	109

6.3	断面图	119
6.4	局部放大图、简化表示法及其他规定画法	122
6.5	轴测剖视图	126
6.6	第三角投影法简介	127
第七章	标准件及常用件的表示法	131
7.1	螺纹及螺纹紧固件	131
7.2	键与销	143
7.3	滚动轴承	145
7.4	齿轮	148
7.5	弹簧	153
第八章	零件图	157
8.1	零件图的作用和内容	157
8.2	零件图视图选择及典型零件表达方案的选择	158
8.3	零件图上尺寸的合理标注	166
8.4	零件上常见的工艺结构	172
8.5	零件图上技术要求的注写	176
8.6	读零件图的方法和步骤	189
第九章	装配图	191
9.1	装配图的作用和内容	191
9.2	装配图的表达方法及合理结构	193
9.3	由零件图画装配图	199
9.4	装配图中的尺寸标注及技术要求	202
9.5	装配图中的零、部件序号的编排和明细栏	204
9.6	读装配图及拆零件图	205
9.7	零部件测绘	211
第十章	计算机绘图	220
10.1	AutoCAD 2011 基础知识	220
10.2	常用的二维绘图命令	223
10.3	常用的图形编辑命令	231
10.4	图形显示、图层操作及辅助绘图命令	241
10.5	尺寸编辑与标注	246
10.6	三维实体造型	250
参考文献		285
附录		286

绪 论

一、本课程研究的对象及性质

本课程是基于投影理论研究空间几何问题图示法和图解法的学科,是工科学生学习的一门技术基础课,是进行专业绘图学习的基础。

在工程技术中为了正确地表示出机器、部件、零件的形状、大小、规格和材料等内容,通常将这些物体按照一定的投影方法和技术规定表达在图纸上,这称之为机械工程图样。在设计和改造机器设备时,要通过图样来表达设计思想和要求,在制造机器过程中,无论是制作毛坯还是加工、检验、装配等各个环节,都要以图样作为依据。在使用时,也要通过图样来帮助了解机器的结构与性能。因此,图样与语言、文字一样,是人类表达设计思想、交流技术经验的必不可少的重要工具,是制造、使用机器过程中的一种主要的技术资料,被称为“工程的语言”。

二、本课程的学习任务

- (1) 学习投影法(主要是正投影法)的基本理论及其应用。
- (2) 培养对三维形状与相关位置的逻辑思维和形象思维能力以及空间想象和空间分析能力。
- (3) 培养绘制和阅读一般复杂程度的组合体三视图和绘制轴测图的能力。
- (4) 培养徒手绘图、尺规绘图以及计算机绘图的基本技能。
- (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

1. 理论联系实际,提高两个能力

本课程以图示、图解贯穿始终,在学习理论基础部分即画法几何时,要把基本概念理解透彻,做到融会贯通,紧紧抓住“图形”不放,理论联系实际,勤于思考,多看多画,不断地“由物画图”、“由图想物”,逐渐提高逻辑思维和形象思维的能力以及空间想象和空间分析能力。

2. 重视实践

绘图和读图的能力培养主要通过一系列的绘图和读图实践来实现。完成一定数量的习题和作业,是巩固基本理论和培养绘图、读图能力的基本保证。因此,对习题和作业应高度重视,认真、按时、独立、优质地完成。

3. 掌握正确的画图、读图步骤和方法

在学习中,一般对图学基础理论的理解并不难,难的是图示、图解过程以及画图和读图的实际应用。因此,必须分析已知条件,明确解题思路,掌握正确的画图步骤,以便准确、快速地画出图形。

4. 要注意培养自学能力

在自学中，要循序渐进和抓住重点，把基本概念、基本理论、基本知识掌握好，深入理解好有关理论内容，不断扩展知识面。

5. 严格遵循国家标准

国家标准是评价机械工程图样是否合格的重要依据，因此，要认真学习 and 掌握国家标准的相关内容，并严格遵守。

第一章 制图的基本知识和技能

本章主要介绍绘制机械图样时必须遵守的一些国家标准以及常见几何图形的作图方法和徒手作图的基本技能。

1.1 制图国家标准简介

工程图样是工程技术人员表达设计思想、进行技术交流的工具，是指导生产的重要技术文件。为了便于生产和进行技术交流，必须对图样的表达方式、尺寸注法以及所采用的符号等建立一个统一的标准，《技术制图》与《机械制图》国家标准起到了统一工程语言的作用。国家标准分强制性国家标准（代号为“GB”）、推荐性国家标准（代号为“GB/T”）和国家标准化指导性技术文件（代号为“GB/Z”）。每一个工程技术人员，都必须树立标准化的观念，严格遵守和认真执行国家标准。

一、图纸幅面和格式（技术制图 GB/T 14689—2008）

1. 图纸幅面

图纸幅面是指图纸宽度与长度组成的幅面。绘制图样时，应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。必要时，按规定加长幅面。加长幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后形成的，如图 1-1 所示。图中粗实线所示为基本幅面（第一选择），细实线所示为加长幅面（第二选择），虚线所示为加长幅面（第三选择）。

表 1-1 图框尺寸

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				

2. 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（如图 1-2 所示）和留装订边（如图 1-3 所示）两种，其尺寸按表 1-1 的规定。同一产品图样只能采用一种格式。装订时可采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。

为了复制或微缩摄影时定位方便，应在图纸各边长的中点处绘制对中符号。对中符号是从图纸边界画入图框内 5mm 的一段粗实线（其线宽不小于 0.5mm），如图 1-4（a）所示。当对中符号处在标题栏范围内时，则深入标题栏部分省略不画，如图 1-4（b）所示。

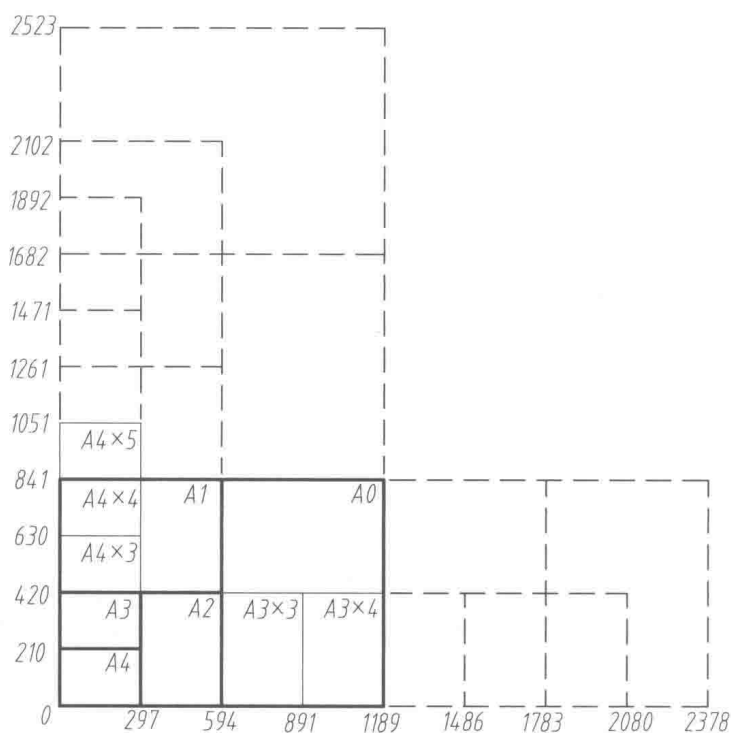


图 1-1 图纸的幅面尺寸

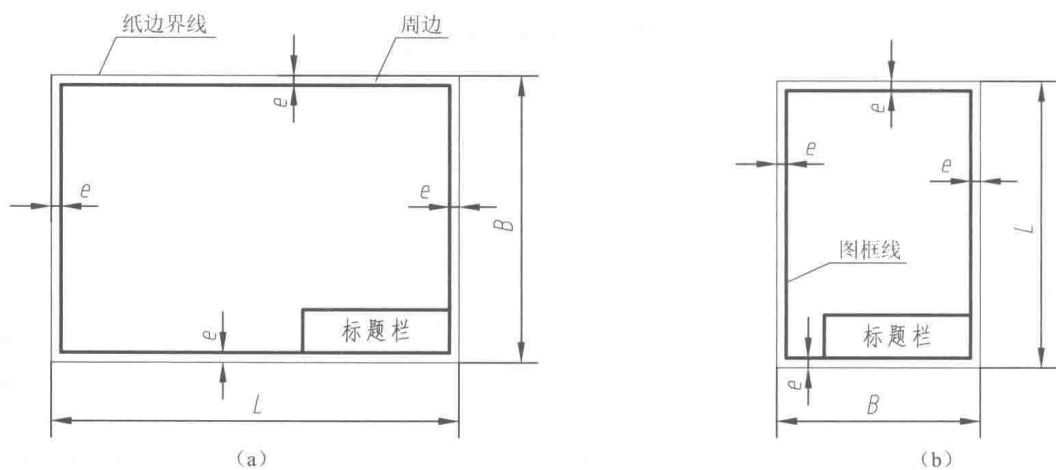


图 1-2 不留装订边的图框格式

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 $A2 \times 3$ 的图框尺寸，按 $A1$ 的图框尺寸确定，即 e 为 20， c 为 10。

3. 标题栏及明细栏

标题栏及明细栏是机械图样不可缺少的内容。标题栏及明细栏的基本要求、内容、尺寸和格式和应按国家标准 GB/T 10609.1—2008《技术制图 标题栏》及 GB/T 10609.2—1989《技术制图 明细栏》的规定。标题栏一般位于图纸的右下角，如图 1-2~图 1-4 所示。

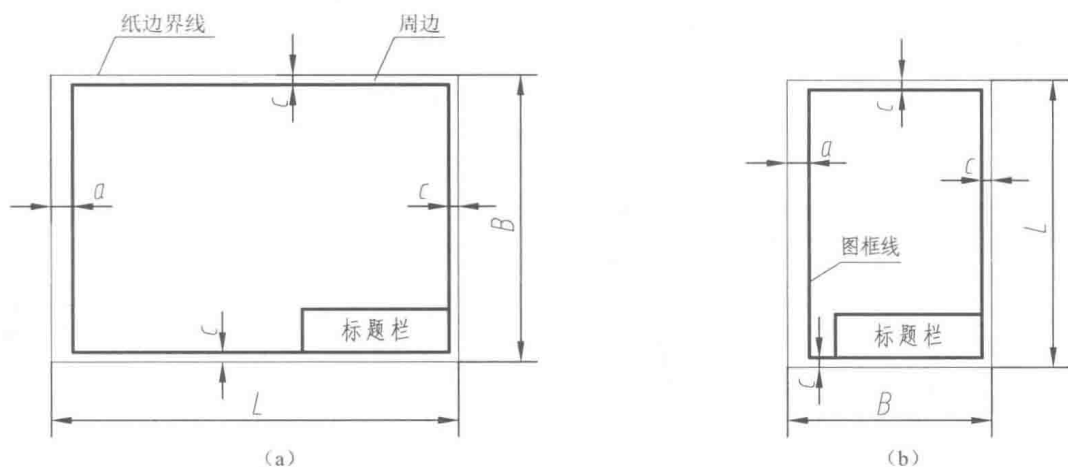


图 1-3 留装订边的图框格式

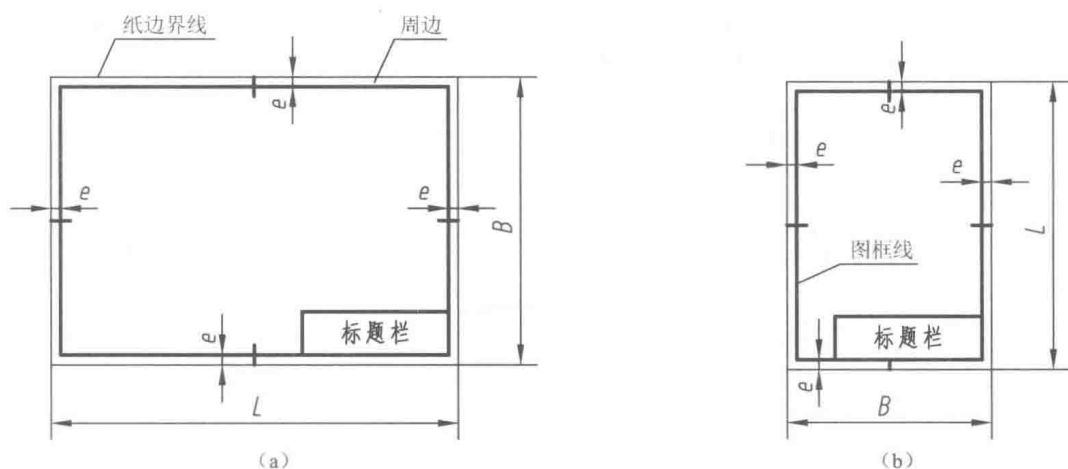


图 1-4 不留装订边、带对中符号的图框格式

标题栏的长边置于水平方向与图纸的长边平行时，则构成 X 型图纸，如图 1-2 (a) 和 1-3 (a) 所示，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) 和图 1-3 (b) 所示。在此情况下，看图的方向与看标题栏中的文字方向一致。各单位可根据需要增减标题栏和明细栏的内容。国家标准规定的标题栏及明细栏和制图作业建议用标题栏及明细栏，如图 1-5 所示。

4. 投影符号

第一角画法或第三角画法的识别符号如图 1-6 (a)、(b) 所示。符号的尺寸比例如图 1-6 (c) 所示。投影符号中的线型用粗实线（线宽不小于 0.5mm）和细点画线绘制。

投影符号一般放置在标题栏中名称及代号区的下方。如采用第一角画法时，可以省略标注。

		8		40				44				8		38				10		12					
		7																							
		14		序号		代 号				名 称				数 量		材 料				单件		总计		备 注	
																				重 量					
				10		10		16		16						(材料标记)				(单位名称)					
				标记		处数		分区		更改文件号		签名		年、月、日		4×6.5=26		12		12		(图样名称)			
				设计		(签名)		(年月日)		标准化		(签名)		(年月日)		图样标记		重量		比例		10			
																						9			
				审核		7												6.5				9			
				工艺						批准						共 张		第 张				9			
																50				(投影符号)					
				12		12		16		12		12		16											
																180									

二、比例（技术制图 GB/T 14690 —1993）

1. 比例的概念

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

图形画得与相应实物大小一样时，称为原值比例；比相应实物大时，称为放大比例；比相应实物小时，称为缩小比例。

2. 比例的选择

绘制图样时，应按表 1-2 规定的系列中选取适当的比例。

表 1-2 绘图的比例

种类	比例							
原值比例	1 : 1							
放大比例	2 : 1	2.5 : 1	4 : 1	5 : 1				
	2 × 10 ⁿ : 1	2.5 × 10 ⁿ : 1	4 × 10 ⁿ : 1	5 × 10 ⁿ : 1	1 × 10 ⁿ : 1			
缩小比例	1 : 1.5	1 : 2	1 : 2.5	1 : 3	1 : 4	1 : 5	1 : 6	1 : 10
	1 : 1.5 × 10 ⁿ	1 : 2 × 10 ⁿ	1 : 2.5 × 10 ⁿ	1 : 3 × 10 ⁿ	1 : 4 × 10 ⁿ	1 : 5 × 10 ⁿ	1 : 6 × 10 ⁿ	1 : 1 × 10 ⁿ

注：（1）*n* 为正整数。
（2）粗字体为优先选用的比例，其他比例为必要时允许选用的比例。

为了方便看图，建议尽可能按机件形体的实际大小 1 : 1 画图，如果机件太大或太小，则采用缩小或放大比例。

不管采用哪种比例，图中的尺寸均应按照实物的实际大小进行标注，与图形大小无关，图 1-7 所示为不同比例绘图的效果。

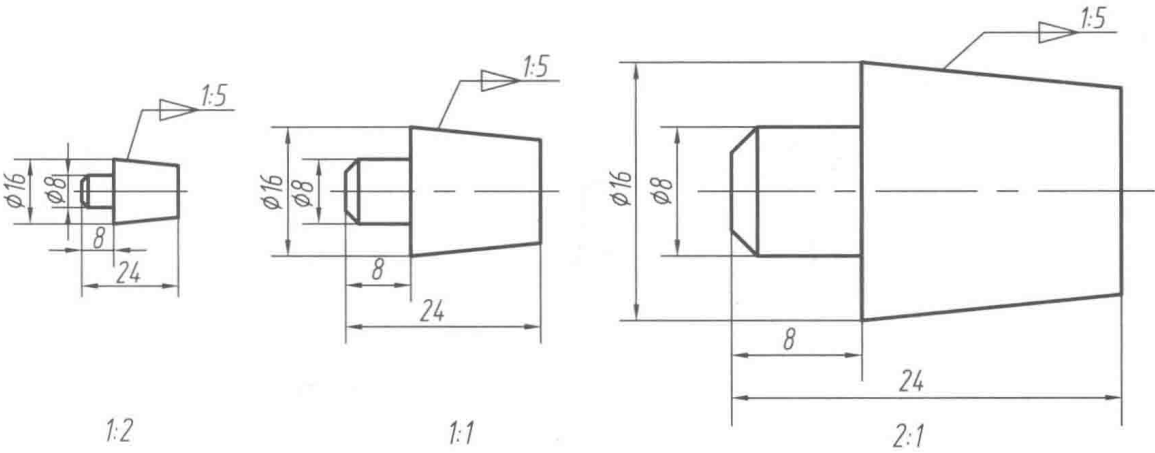


图 1-7 不同比例绘制的图形

3. 比例的标注方法

绘制同一物体的各个视图时，应尽可能采用同一比例，此时可将比例值统一填写在标题栏的比例栏中。当某个视图需要采用不同比例绘制时，可在视图名称下方或右侧标注出来，如

$\frac{1}{2:1}$ 、 $\frac{A-A}{2:1}$ 等。

三、字体（技术制图 GB/T 14691—1993）

字体是技术制图中的一个重要组成部分。国家标准规定了图样上汉字、字母、数字的书写规范。

书写字体的基本要求与原则是：字体工整，笔画清楚，间隔均匀，排列整齐。

1. 字高

字体的号数代表了字体的高度（ h ），其公称尺寸系列有：1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm。当还需要更大时，其字体高度按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

2. 汉字

应写成长仿宋体，应采用中华人民共和国和国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字高度不应小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

3. 字母和数字

字母和数字可写成直体与斜体两种。斜体字头向右倾斜，与水平线成 75° ，分 A 型（笔画宽为 $h/14$ ）和 B 型（笔画宽为 $h/10$ ）。

在同一图样中，只允许选用一种形式的字体。

其书写字体的范例如下。

（1）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装

3.5 号字

螺纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸阀坝棉麻化纤

（2）拉丁字母和希腊字母示例：

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

$\alpha \beta \gamma \delta \epsilon \zeta \eta \theta \iota \kappa \lambda \mu \nu \xi \omicron \pi \rho \sigma \tau \upsilon \phi \chi \psi \omega$

(3) 阿拉伯数字和罗马数字示例:

0123456789 0123456789

I II III IV V VI VII VIII IX X XI

四、图线（机械制图 GB/T 4457.4—2002）

1. 基本线型

机械制图 GB/T 4457.4—2002 所规定的线型及其应用见表 1-3。绘制机械工程图样应使用表 1-3 中规定的线型。

表 1-3 机械制图的线型及其应用

图线名称	线型	图线宽度	主要用途及线素长度	
粗实线		d	可见轮廓线、可见棱边线等	
细实线		$0.5d$	尺寸线和尺寸界限、剖面线、重合断面的轮廓线	
细虚线		$0.5d$	不可见轮廓线、不可见棱边线	延长 $12d$; 短间隔长 $3d$
粗虚线		d	允许表面处理的表示线	
细点画线		$0.5d$	轴线、对称中心线	长画长 $24d$; 短间隔长 $3d$; 点长 $0.5d$
粗点画线		d	限定范围的表示线	
细双点画线		$0.5d$	相邻辅助零件的轮廓线、极限位置的轮廓线、轨迹线	
波浪线		$0.5d$	断裂处的边界线、视图和剖视图的分界线	
双折线		$0.5d$	断裂处的边界线、视图和剖视图的分界线	

2. 图线的宽度

机械工程图样中应采用两种图线宽度，称为粗线和细线。粗线的宽度为 d ，细线的宽度约为 $d/2$ ，线宽 d 的尺寸系列为 0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2mm，在同一图样中，同类图线的宽度应一致。

3. 图线的应用

如图 1-8 所示为图线的应用举例。

4. 画图线时注意事项

如图 1-9 所示，虚线、点画线、双点画线的线段长度和间隔各自大致相同；点画线首末两端是长画，并超出轮廓线 2~3mm，当该图线较短时，可用细实线代替；画圆的中心线时，圆心应为线段与线段相交。虚线、点画线与其他图线相交时，都应交到线段处；当虚线为实线延长线时，虚线与粗实线应留间隙。

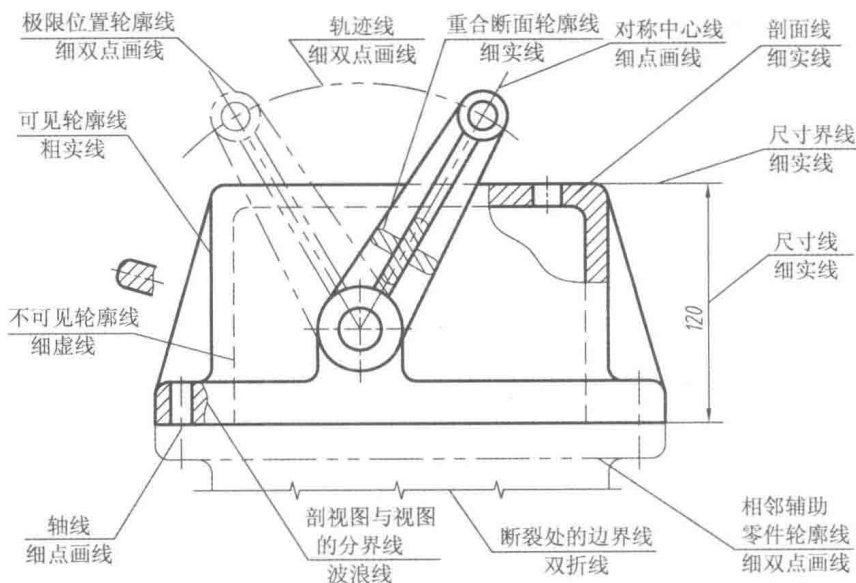


图 1-8 图线的应用

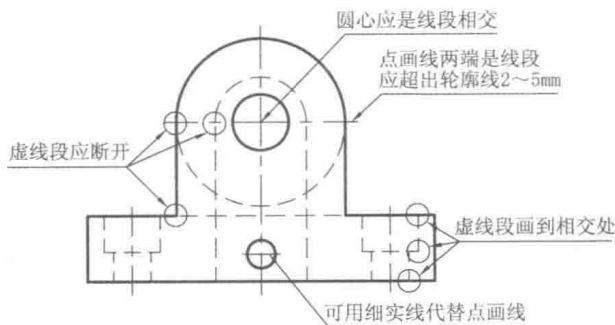


图 1-9 画图线注意事项

五、尺寸注法（机械制图 GB/T 4458.4—2003 和技术制图 GB/T 16675.2—1996）

图样中的视图只能表示物体的形状，物体各部分的真实大小及各部分的准确位置要靠标注尺寸来确定。尺寸也可以配合图形来表达物体的形状。

1. 基本规则

- (1) 机件的真实大小应以图样上所注尺寸为依据，与绘图比例及绘图的准确度无关。
- (2) 图样中（包括技术要求和其他说明）的尺寸，以毫米为单位时，不需标注单位符号（或名称）。如采用其他单位，则必须注明相应单位符号（或名称）。
- (3) 图样中所注的尺寸，为该图样所示机件的最后完工尺寸，否则应另加说明。
- (4) 机件的每一个尺寸，一般只标注一次，应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸的组成

组成尺寸的要素有尺寸界线、尺寸线、尺寸数字。

- (1) 尺寸界线。尺寸界线表明尺寸标注的范围，用细实线绘制。尺寸界线应由图形的轮廓

线、轴线或对称中心线引出，也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线，如图 1-10 所示。

尺寸界线一般应与尺寸线垂直，必要时才允许倾斜，如图 1-11 所示。

当表示曲线轮廓上各点的坐标时，可将尺寸线或其延长线作为尺寸界限，如图 1-12 所示。

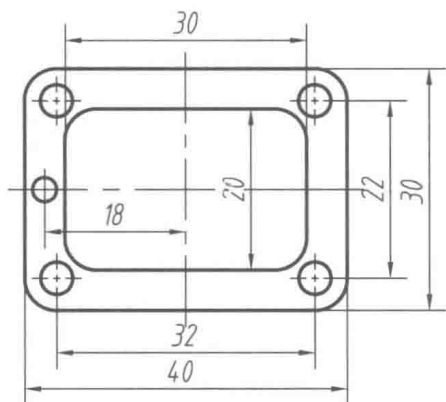


图1-10 尺寸界限的画法

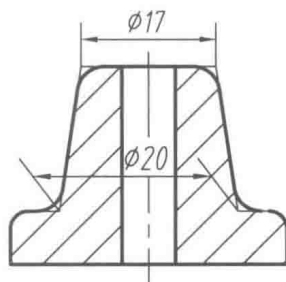


图1-11 尺寸界限与尺寸线斜交的注法

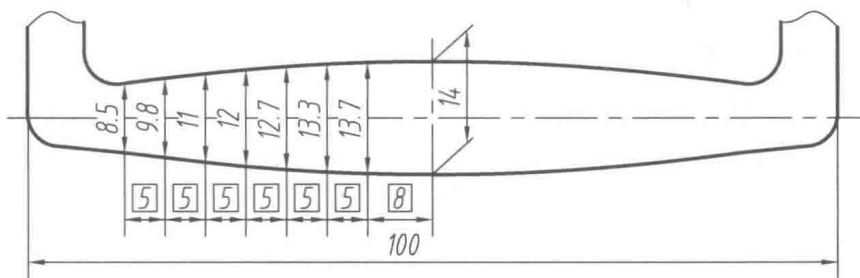


图 1-12 曲线轮廓的尺寸注法

(2) 尺寸线。尺寸线表明尺寸度量的方向，必须单独用细实线画出，不能用其他图线代替。标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行。同一图样中，尺寸线与轮廓线以及尺寸线与尺寸线之间的距离应大致相同，一般为 7mm 左右。尺寸线的终端可以有列两种形式：

① 箭头：箭头的形状如图 1-13 (a) 所示，适用于各种类型的图样。

② 斜线：斜线用细实线绘制，其方向和画法如图 1-13 (b) 所示。当尺寸线的终端采用斜线时，尺寸线与尺寸界线应互相垂直。



图 1-13 尺寸线的终端

机械图样中一般采用箭头作为尺寸线的终端，其尖端应尺寸界线接触。

当尺寸线与尺寸界线互相垂直时，同一张图样中只能采用一种尺寸线终端的形式。