

— 高 等 学 校 教 材 —

机械制图

(第二版)

成凤文 张明莉 主编

 中国标准出版社

高等学校教材

机械制图

(第二版)

成凤文 张明莉 主编

崔振勇 主审

中国标准出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图/成凤文. 张明莉主编. —2 版. —北京:
中国标准出版社, 2011

高等学校教材

ISBN 978-7-5066-6405-9

I. ①机… II. ①成…②张… III. ①机械制图-高
等学校-教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 156154 号

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 19 字数 454 千字

2011 年 8 月第二版 2011 年 8 月第四次印刷

*

定价 40.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533

第二版前言

机械制图课程是工科院校重要的技术基础课。工程图形是工程与产品信息的载体,是工程界表达、交流的语言。本书自2006年出版以来,得到了广大师生的好评,重印两次,取得了较好的社会效益。

为了满足应用型人才的培养需要和开展高校质量工程建设工作,在不断总结教育、教学经验的基础上,我们对本书进行了修订,进一步突出了应用理念,新版教材在以下几方面进行了修改和充实:

1. 在立体表面交线一章中,增加了截交、相贯立体视图画法的例题,通过详细讲解,力求攻破学生学习本课程遇到的第一个难点;

2. 在轴测图一章中,增加了相贯立体的轴测图画法,以期进一步了解交线的空间形状;

3. 在标准件与常用件一章中,添加了螺栓连接有效长度确定方法的例题,使学生学理论,会应用。将滚动轴承两个视图画法一并介绍,便于掌握其表达方法。给出了详尽、完整的齿轮零件图,使学生接触的图样是真实的,非删减版;

4. 在零件图一章中,按最新国家标准 GB/T 131—2006《产品几何技术规范(GPS) 技术产品文件中表面结构的表示法》,以图形标注的形式重新编写了相关内容,并对该章所有零件图进行了更新,紧跟标准的发展步伐;增加了形位公差标注的应用实例;为了强化零件图读图能力,添加了座体零件图识读内容。

5. 在装配图一章中,对零件图样进行了标准更新;按照机械产品隶属编号方法,对所有装配图中的零部件进行编号,使学生系统掌握装配图样设计全过程。

6. 在计算机绘图一章中,减少文字叙述内容,增加图样及图样分析、绘图技巧指示等内容,并选择了更典型的新例题,使学生学得快,提高分析和解决问题的能力;特别增加了三维零件和装配体造型内容,使学生了解表达零部件的多种方法和优、缺点,提高计算机应用能力。

本书由成凤文、张明莉主编。河北省工程图学会秘书长崔振勇教授主审,提出了很多宝贵意见和建议,在此表示衷心感谢。

参加本版修订的有:米涛(第五章)、张明莉(第四、十章)、郭亮(第八章)、成凤文(第九章)、杨永明(第十一章)。

本书在编写过程中参阅了兄弟院校的教材,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中缺点、错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2011年6月

前 言

本书是根据教育部工程图学教学指导委员会在 2004 年 5 月杭州工作会议上审定的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》的精神,在总结我们多年教学经验、借鉴其他院校教学改革成果的基础上编写而成。

本书编写的指导思想是:以应用为目的,以基本概念、基本技能、基本分析方法为重点,以零件、装配体的表达为落脚点,以提高学生绘读图能力、增强工程意识为目标,重新整合教学内容。

本书主要特色是:

1. 以立体上的几何元素为切入点,讲解画法几何中的点、线、面的投影问题,变抽象为直观,易于接受和掌握。

2. 充分体现理论联系实际的思想,在介绍各种画法及表达方法基本概念的同时,都安排了一定量分析详尽的应用例题,帮助学习者理解和掌握概念及画法。在组合体一章中通过构形设计一节,介绍了形体构形的基本方法,对培养学生空间想象能力、创新设计能力有所帮助。

3. 零件图一章的内容是根据四类典型零件的表达需要重新整合而成,并按照每种典型零件的功能要求、加工制造、表达方法、尺寸标注等方面的特点介绍有关内容,使教学内容体系更具条理性,并做到理论联系实际。

4. 突出了零件图、装配图测绘内容,详细介绍了测绘过程中视图、尺寸、技术要求的处理方法,强化了实践能力的培养。

5. 对计算机绘图内容,采用面向应用学命令的方法,通过图形(图样)实例,讲解各种命令的使用方法和技巧。并将 AutoCAD 与 CAXA 软件对比讲解,使学生既可掌握通用 AutoCAD,又可迅速掌握更实用的 CAXA 软件,提高计算机应用能力。

6. 本书采用最新国家标准。

本书由北华航天工业学院成凤文主编。由河北省工程图学会秘书长崔振勇教授主审,并提出了宝贵的意见和建议,提高了教材质量和水平,在此表示衷心感谢。

参加本书编写的有:北华航天工业学院:徐瑾丽(第一章、附录 1,3,5)、张明莉(第三、四、七章)、成凤文(第六、八、九、十章、附录 2)、王永泉(附录 4、6、十一章)、河北科技大学石建玲(第二章)、石家庄铁道学院王晨(第五章)。

本书在编写过程中参阅了其他院校的教材,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中缺点、错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2006 年 4 月

绪 论

一、本课程的性质

工程图学是研究工程与产品信息表达、交流与传递的学问。工程图形是工程与产品信息的载体,是工程界表达、交流的语言。

在工程设计中,工程图样作为构思、设计与制造中工程与产品信息的定义、表达和传递的主要媒介,在机械、建筑等领域的技术工作与管理工作中有着广泛的应用;在科学研究中,图形直观表达实验数据、反映科学规律,对于人们把握事物的内在联系,掌握问题的变化趋势,具有重要的意义;在表达、交流信息、形象思维的过程中,图形的形象性、直观性和简洁性,是人们认识规律、探索未知的重要工具。

工程图样是工程技术部门的一项重要技术文件。它可以用二维图形表达,也可以用三维图形表达;可以用手工绘制,也可以由计算机生成。

本课程理论严谨,实践性强,与工程实践有密切联系,对培养学生掌握科学思维方法,增强工程和创新意识有重要作用,是普通高等院校工科各专业重要的技术基础课程。

二、本课程的主要任务

1. 培养使用投影的方法(主要是正投影),用二维平面图形表达三维空间形状的能力。
2. 培养仪器绘制、徒手绘画和阅读专业图样的能力。
3. 培养工程意识和贯彻、执行国家标准意识。
4. 培养对空间形体的形象思维能力。
5. 培养创造性构形设计的初步能力。
6. 培养使用计算机绘图软件绘制工程图样的能力。
7. 培养认真细致的工作态度和严谨踏实的工作作风。

三、学习方法

1. 本课程是一门理论性和实践性都很强的技术基础课。学习中,要注意学习和运用形体分析法和线面分析法等方法,提高分析、解决问题的能力。要认真、独立地完成作业。同时,要通过观察自然界中的物体、教学模型等实物,反复地进行由物画图,由图想物,从空间到平面,再从平面到空间的训练,培养和发展空间想象能力。

2. 必须严格按照国家标准规定去绘制图样。
3. 加强上机实践,提高计算机绘图的能力。

目 录

绪论

第一章 制图的基本知识	1
第一节 技术制图国家标准	1
第二节 常用绘图工具及其使用	12
第三节 几何作图	14
第四节 平面图形的分析与画法	20
第五节 绘图的基本方法	22
第二章 正投影法基础	25
第一节 投影法和视图	25
第二节 立体上点的投影	28
第三节 立体上直线的投影	29
第四节 立体上平面的投影	31
第三章 基本立体的三视图	34
第一节 平面立体	34
第二节 回转体	37
第四章 立体表面交线	43
第一节 截交线	43
第二节 回转体相贯线	53
第五章 轴测图	61
第一节 轴测图的基本知识	61
第二节 正等轴测图	62
第三节 斜二等轴测图	68
第四节 轴测剖视图画法简介	70
第六章 组合体的表达	72
第一节 组合体的构成形式	72

第二节	组合体表面间的相对位置关系	73
第三节	组合体的三视图画法	75
第四节	读组合体三视图	80
第五节	组合体的构形设计方法简介	89
第六节	组合体的尺寸标注	92
第七章	图样基本表示法	95
第一节	视图	95
第二节	剖视图	99
第三节	断面图	112
第四节	其他表达方法	114
第五节	表达方法应用举例	118
第六节	第三角画法简介	120
第八章	标准件与常用件	123
第一节	螺纹	124
第二节	螺纹连接件	130
第三节	键、销、滚动轴承	134
第四节	齿轮	138
第五节	弹簧	141
第九章	零件图	143
第一节	概述	143
第二节	轴类零件图	144
第三节	轮盘类零件图	149
第四节	叉架类零件图	152
第五节	箱体类零件图	156
第六节	表面结构的表示法	157
第七节	极限与配合	163
第八节	形状与位置公差简介	168
第九节	零件测绘	172
第十节	读零件图	176
第十章	装配图	181
第一节	装配图的作用和内容	181
第二节	装配图采用的表达方法	183
第三节	装配图的尺寸标注和技术要求	185

第四节	装配图的零、部件序号和明细栏	186
第五节	装配结构简介	187
第六节	装配体测绘和装配图画法	189
第七节	读装配图和拆画零件图	196
第十一章	计算机绘图基础	204
第一节	计算机绘图概述	204
第二节	AutoCAD2010 的基本操作	206
第三节	图层	207
第四节	常用命令	209
第五节	工程标注	213
第六节	图块操作	222
第七节	图样的绘制	229
第八节	CAXA2007 电子图板简介	238
第九节	三维造型	251
附录 1	螺纹结构及参数	262
附录 2	常用标准件	266
附录 3	常用标准数据和标准结构	278
附录 4	极限与配合	280
附录 5	常用滚动轴承	290
附录 6	常用材料	293
参考文献		296

第一章 制图的基本知识

机械图样是现代化工业生产中的重要技术文件之一，是表达设计思想和进行技术交流的语言。为适应生产需要和技术交流，国家制定了关于制图的各项标准，规定了绘制机械图样及其它工程图样必须共同遵守的规则。

本章主要介绍技术制图国家标准的基础部分，以及绘制机械图样的一些基本技能。

第一节 技术制图国家标准

我国于 1959 年首次发布了《机械制图》国家标准，后又经过 1976 年、1984 年、1993 年、2004 年等多次修订。本节仅就图纸幅面及格式、比例、字体、图线、尺寸标注等内容的最新国家标准予以介绍，其余标准将在本书以后各章中说明。

一、图纸幅面和格式

图纸幅面和格式由国家标准 GB/T 14689—1993《技术制图—图纸幅面及格式》规定。

1. 图纸幅面

绘制技术图样时应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面，如图 1-1 中的粗实线所示。

表 1-1 基本幅面尺寸

	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

必要时也可按图 1-1 所规定的加长幅面，图中细实线为第二选择的加长幅面，虚线为第三选择的加长幅面。

2. 图框格式及标题栏

(1) 图框格式

图框格式分为不留装订边和留装订边两种，同一产品图样只能采用一种格式。图框线用粗实线绘制。

不留装订边的图框格式如图 1-2 所示，其尺寸按表 1-1 的规定选取。

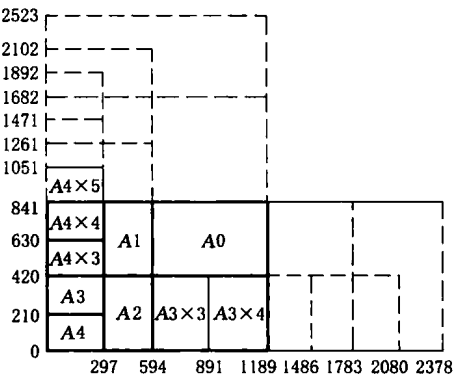


图 1-1 图纸幅面

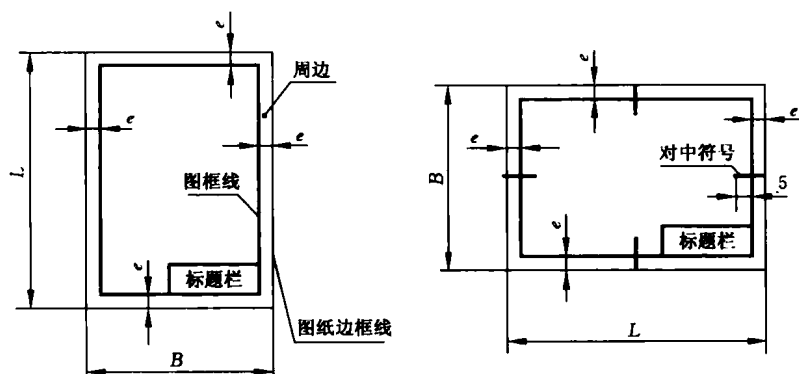


图 1-2 不留装订边图框格式

留装订边的图框格式如图 1-3 所示,其尺寸按表 1-1 的规定选取。

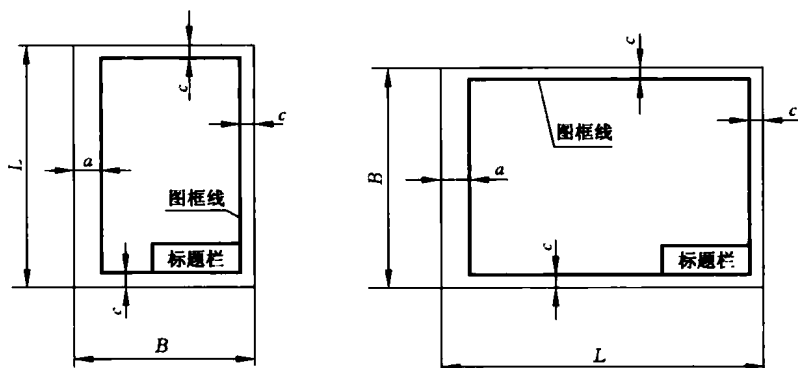


图 1-3 留装订边的图框格式

(2) 标题栏

标题栏位于图纸的右下角,每张图纸都必须画出标题栏。

学生作业用推荐的标题栏格式如图 1-4 所示。外框线为粗实线,内格线为细实线。

图 1-4(a)为零件图及基本练习用格式,图 1-4(b)为装配图用格式。

(图 名)			15	35	15	8	8×4 (=32)
			材料		比例		
			数量		图号		
制图	(姓名)	(日期)	(校 名)				
审核	(姓名)	(日期)					
15	25	20					
			140				

(a) 零件图及基本练习用标题栏格式

图 1-4 标题栏格式

		40		10	20	
8						
4×8=32	序号	代号	名称	数量	材料	备注
	(图 名)		班级	比例		
			学号	图号		
	制图		40		10	25
	审核		(校 名)			
	15	25	15	140		

(b) 装配图用标题栏、明细栏格式

续图 1-4

国家标准规定标题栏的尺寸与格式(GB/T 10609.1—2008)如图 1-5 所示。

180									
10		10	16	16	12	16			
8×7 (=56)							(材料标记)		(单位名称)
							4×6.5 (=26)	12	12
	标记	处数	分区	更改文件号	签名	年、月、日			(图样名称)
	设计	(签名)	(年、月、日)	标准化	(签名)	(年、月、日)	阶段标记	重量	比例
									(图样代号)
	审核								(投影符号)
	工艺			批准			共 张	第 张	
	12	12	16	12	12	16	50		
									18
									9
									9
									21

图 1-5 国家标准规定的标题栏格式

二、比例

1. 比例的概念

图样中的图形与其实物相应要素的线性尺寸之比,称为比例。

比值为 1 的比例为原值比例,即 1 : 1;比值大于 1 的比例为放大比例,如 2 : 1、5 : 1 等;比值小于 1 的比例为缩小的比例,如 1 : 2、1 : 10 等。图 1-6 为不同比例绘制同一个机件的图形。

2. 比例的种类与选择

国家标准 GB/T 14690—1993《技术制图比例》中,对比例的选用作出了规定,绘制技术图样时应优先从表 1-2 规定的系列中选用适当的比例。必要时也可选用表 1-3 的规定比例。

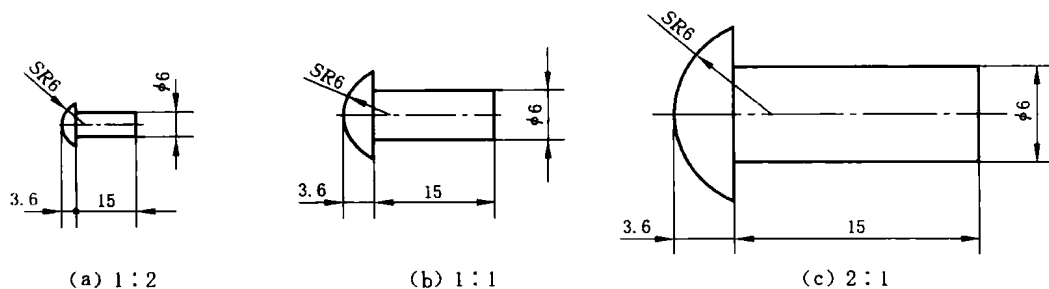


图 1-6 采用不同比例绘制同一机件的图形

表 1-2 绘图比例(一)

种 类	比 例 (n 为正整数)		
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^n
	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 : 1 \times 10^n$

表 1-3 绘图比例(二)

种 类	比 例 (n 为正整数)				
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
	$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$	$1 : 6 \times 10^n$

3. 比例的标注

一般情况下,比例应填写在标题栏中的比例栏内。应尽量采用原值比例。要注意,不论采用缩小或放大的比例绘制图样,图样中所标注的尺寸,均为机件的实际尺寸。

当某个视图采用不同于标题栏内的比例时,可在视图名称的下方以分数形式注出比例,如图 1-7 所示。

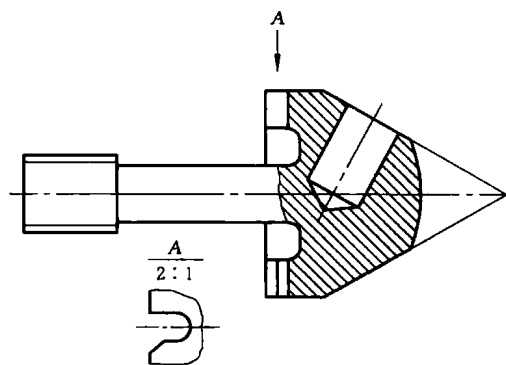


图 1-7 比例的标注

三、字体

在机械图样中,除了表示机件形状的图形之外,还要具有用汉字、字母、数字来标注尺寸和说明机件在设计、制造、装配时的技术要求等内容。

国家标准 GB/T 14691—1993《技术制图 字体》规定了对字体的要求。

1. 字体高度

字体高度称为字体的号数,用 h 表示。公称尺寸系列为:1.8 mm,2.5 mm,3.5 mm,5 mm,7 mm,10 mm,14 mm,20 mm等 8 种。若要书写大于 20 号的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

2. 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体(直体),并采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ (约 $0.7h$)。书写汉字的要求是:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。长仿宋体汉字示例如图 1-8 所示。

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

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

图 1-8 汉字字体示例

3. 字母和数字

字母和数字分为 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)为字高(h)的十分之一。但在同一张图样上,只允许选用一种型式的字体。

字母和数字可写成斜体或直体。斜体字的字头向右倾斜,与水平基本成 75° 。图样上字母和数字一般采用斜体字。字母和数字示例如图 1-9 所示。

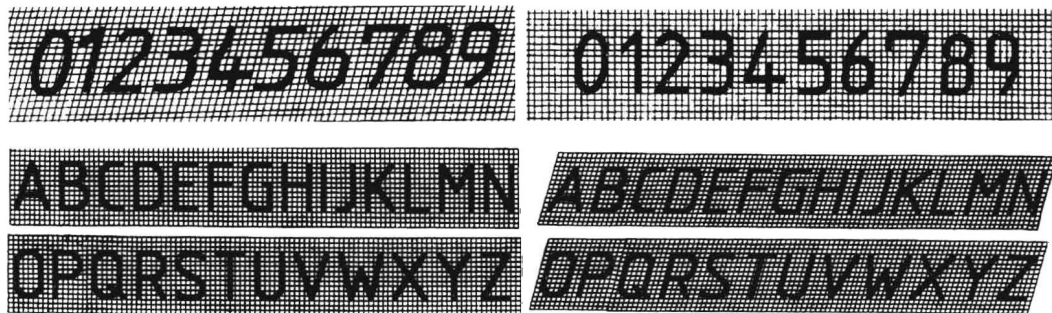


图 1-9 字母和数字示例一

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。如图 1-10 所示。

图样中的数字符号、物理量符号、计量单位符号以及其他符号、代号,应分别符合国家有关标准规定。量的符号是斜体,单位的符号是直体,如 F/MPa 。

$$10^3 \quad S^{-1} \quad D_1 \quad T_d$$
$$\phi 20^{+0.010}_{-0.023} \quad 7^{+1^\circ}_{-2^\circ} \quad \frac{3}{5}$$

图 1-10 字母和数字示例二

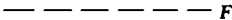
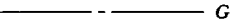
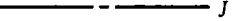
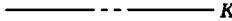
四、图线

1. 图线的型式

国家标准 GB/T 4457.4—2002 和

GB/T 17450—1998《技术制图图线》规定了图线画法、15 种基本线型,以及多种基本线型的变形和图线的组合。在表 1-4 中仅列出机械制图常用的四种基本线型、一种基本线型的变形(波浪线)和一种图线组合(双折线)。

表 1-4 图线

代码 NO.	名 称		线 型	一 般 应 用
01	实线	粗实线	 A	可见轮廓线
		细实线	 B	尺寸线、尺寸界线、剖面线、弯折线、牙底线、齿根线、引出线、辅助线等、可见过渡线
02	虚线		 F	不可见轮廓线、不可见过渡线
04	点画线	细点画线	 G	轴线、对称中心线、轨迹线、齿轮节线等
		粗点画线	 J	有特殊要求的线或表面的表示线
05	双点画线		 K	相邻辅助零件的轮廓线、极限位置的轮廓线、假想投影的轮廓线等
基本线型的变形	波浪线		 C	断裂处的边界线、剖视与视图的分界线
图线的组合	双折线		 D	断裂处的边界线

2. 图线的尺寸

国家标准规定,所有线型的图线宽度(d)应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择(数系公比为 $1:\sqrt{2}$, 单位为 mm): 0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2。为了保证图样清晰、易读和便于缩微复制,应尽量避免在图样中出现宽度小于 0.18 mm 的图线。

在机械制图中常用的图线,除粗实线和粗点画线以外均为细线,粗线与细线的线宽比率为 2:1,图样中的粗实线线宽一般采用 0.7 mm。

3. 图线的画法

- (1) 在同一图样中,同类图线的宽度应一致。
- (2) 虚线、点画线及双点画线的线段长短和间隔应各自大致相等。
- (3) 当不同图线互相重叠时,只需画出其中一种,优先顺序为:可见轮廓线—不可见轮廓线—对称中心线—尺寸界线。
- (4) 除非另有规定,两条平行线间最小间隙不得小于 0.7 mm。
- (5) 当虚线与虚线(或其他图线)相交时,应以线段相交,当虚线是粗实线的延长线时,其连接处应留空隙,如图 1-11(a)所示。
- (6) 点画线应以线段相交,点画线的首末两端应是线段而不是点,并应超出图形 3~5 mm。如图 1-11(b)所示。

(7) 在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替,如图 1-11(b)所示。

(8) 图线与图线相切,应以切点相切,相切处应保持相切两线中较宽的图线的宽度,不得相割或相离。

各种图线的应用举例如图 1-12。

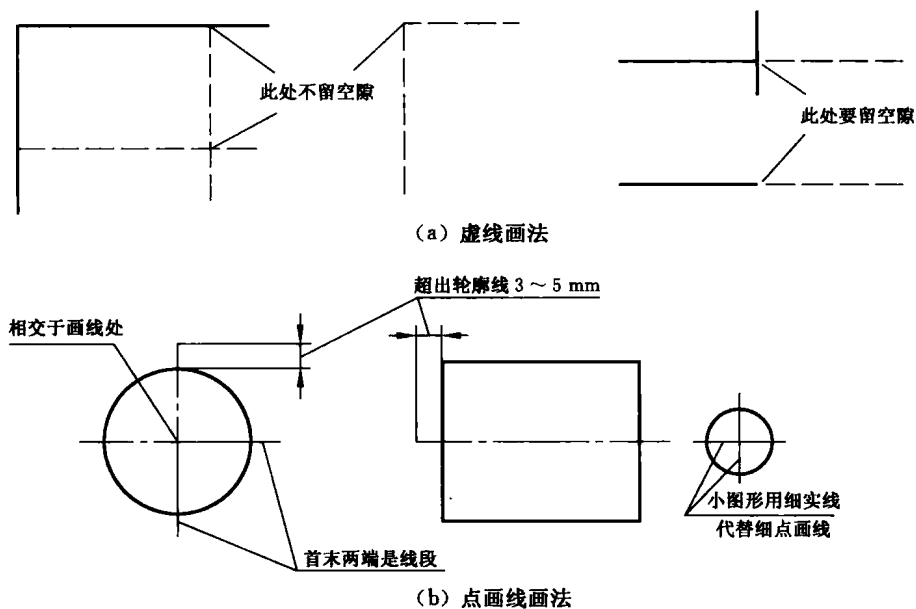


图 1-11 图线画法

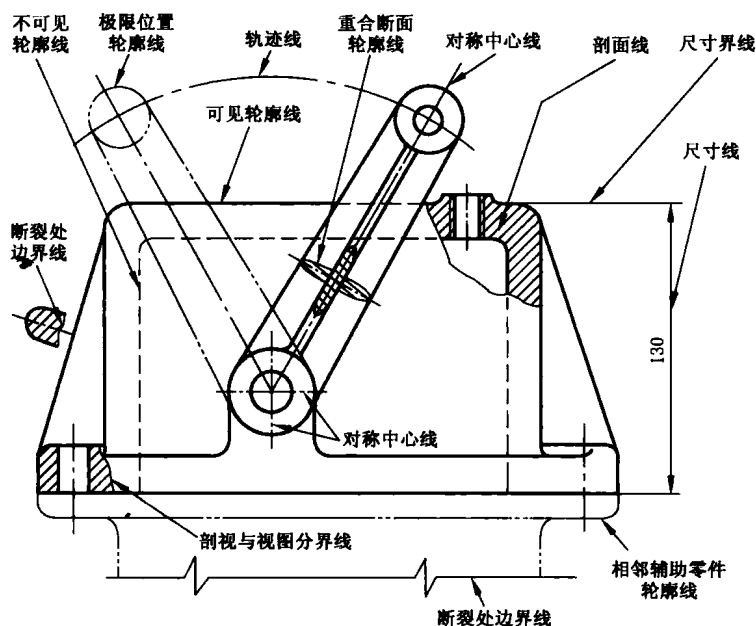


图 1-12 图线应用举例

五、尺寸注法

图样中除了画出机件的形状以外,还必须遵守国家标准的规定,准确、详尽、清晰地标注尺寸,以确定机件的大小。

国家标准 GB/T 4458.4—2003《机械制图尺寸注法》、GB/T 16675.2—1996《技术制图简化表示法第2部分:尺寸标注》规定了尺寸标注的方法。

1. 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,与图形的比例及绘图的准确度无关。

(2) 图样中所标注的尺寸,为该图样所示机件的最后完工尺寸,否则应另加说明。

(3) 图样中的尺寸,一般以毫米为单位,此时,不需标注计量单位的代号或名称,若采用其它单位,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

(4) 机件的每一个尺寸,一般只标注一次,并应标注在反映该结构形状最清晰的图上。

2. 常用的尺寸注法

一个完整的尺寸包括尺寸界线,尺寸线(含箭头或斜线)和尺寸数字三个基本要素,如图 1-13 所示。

(1) 尺寸界线 尺寸界线表明所注尺寸的范围,用细实线绘制,并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出。也可直接利用这些线作为尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直,且超过尺寸箭头约 2~3 mm;当尺寸界线过于贴近轮廓线时,也允许倾斜画出;在光滑过渡处标注尺寸时,必须用细实线将轮廓线延长,并从它们的交点处引出尺寸界线。如图 1-14 所示。

(2) 尺寸线 尺寸线表明度量尺寸的方向,必须用细实线单独绘制,不能用图中的任何图线来代替,也不得画在其它图线的延长线上。

线性尺寸的尺寸线应与所标注的线段平行,其间隔(或平行的尺寸线之间)距离尽量保持一致。

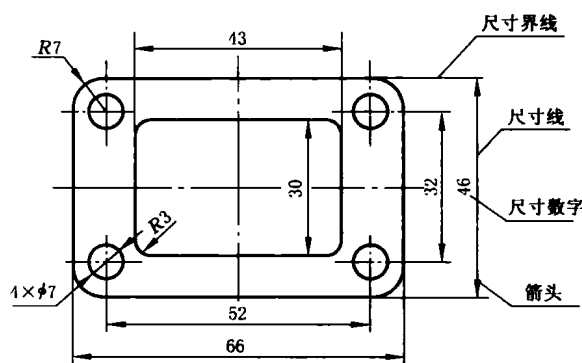


图 1-13 尺寸的组成

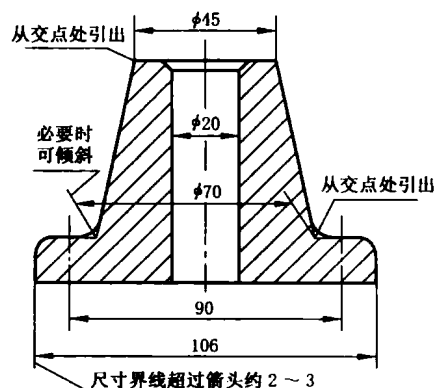


图 1-14 尺寸界线的画法