

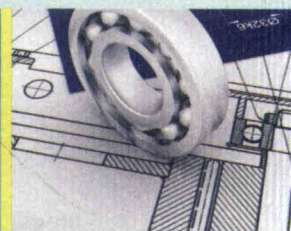


全国高等院校“十二五”特色精品课程建设成果

工程制图

(第2版)

◎主 编 佟献英 韩宝玲 杨 薇 ◎主 审 董国耀



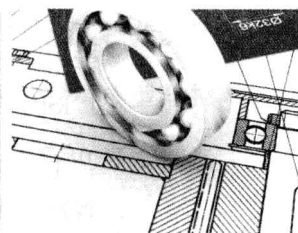
GONGCHENG ZHITU



全国高等院校“十二五”特色精品课程建设成果

工程制图

(第2版)



◎主 编 佟献英 韩宝玲 杨 薇
◎主 审 董国耀

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

工程制图是以教育部制定的“高等教育机械制图基本要求”为依据,作者总结多年的教学经验编写而成。全书共包括:制图的基本知识、正投影基础、投影变换、基本立体的视图、基本立体表面的交线、轴测图、组合体的画图、读图及尺寸标注方法、各种图样的表达方法、零件图、标准件和常用件、装配图等十一章内容,另有《工程制图习题集》与本教材配套出版。

本书可作为高等院校机电类各专业工程制图课程的教材,也可用于继续教育同类专业的教材及有关工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/佟献英,韩宝玲,杨薇主编. —2版. —北京:北京理工大学出版社,2012.8

ISBN 978-7-5640-6753-3

I. ①工… II. ①佟…②韩…③杨… III. ①工程制图-高等学校-教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第209487号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京市通州富达印刷厂

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/19.5

字 数/452千字

版 次/2012年8月第2版 2012年8月第1次印刷

印 数/1~1500册

定 价/46.00元

责任校对/周瑞红

责任印制/吴皓云

图书出现印装质量问题,本社负责调换



出版说明 >>>>>

北京理工大学出版社为了顺应国家对机电专业技术人才的培养要求，满足企业对毕业生的技能需求，以服务教学、立足岗位、面向就业为方向，经过多年的大力发展，开发了30多个系列500多个品种的高等教育机电类产品，覆盖了机械设计与制造、材料成型与控制技术、数控技术、模具设计与制造、机电一体化技术、焊接技术及自动化等30多个制造类专业。

为了进一步服务全国机电类高等教育的发展，北京理工大学出版社特邀请一批国内知名行业专业、高等院校骨干教师、企业专家和相关作者，根据高等教育教材改革的发展趋势，从业已出版的机电类教材中，精心挑选一批质量高、销量好、院校覆盖面广的作品，集中研讨、分别针对每本书提出修改意见，修订出版了该高等院校“十二五”特色精品课程建设成果系列教材。

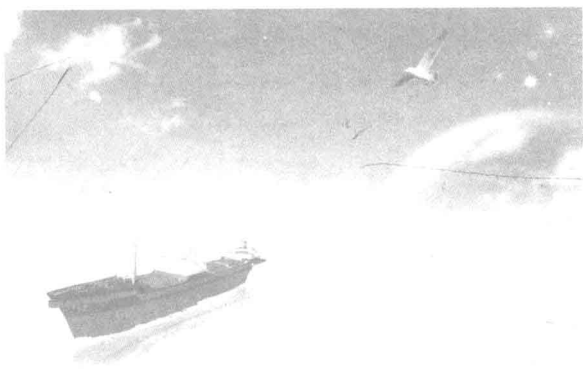
本系列教材立足于完整的专业课程体系，结构严整，同时又不失灵活性，配有大量的插图、表格和案例资料。作者结合已出版教材在各个院校的实际使用情况，本着“实用、适用、先进”的修订原则和“通俗、精炼、可操作”的编写风格，力求提高学生的实际操作能力，使学生更好地适应社会需求。

本系列教材在开发过程中，为了更适宜于教学，特开发配套立体资源包，包括如下内容：

- 教材使用说明；
- 电子教案，并附有课程说明、教学大纲、教学重难点及课时安排等；
- 教学课件，包括：PPT 课件及教学实训演示视频等；
- 教学拓展资源，包括：教学素材、教学案例及网络资源等；

- 教学题库及答案，包括：同步测试题及答案、阶段测试题及答案等；
- 教材交流支持平台。

北京理工大学出版社



Qianyan

前言 >>>>>

本教材是以教育部制定的“高等教育机械制图基本要求”为依据，作者总结多年的教学及生产实践经验，并充分考虑现代加工制造技术的发展对本课程的要求编写而成。适用于高等院校机电类各专业使用，亦可作为高等教育自学考试的专业教材。同时出版的《工程制图习题集》可与本教材配套使用。

本教材概念清晰、文字简练、图例经典，在“淡化理论、够用为度、培养技能、重在应用”的原则指导下，突出较强的实用特色。全书在贯彻最新颁布的《技术制图》和《机械制图》国家标准基础上，充分体现以图为主、图文并茂的特点，非常便于阅读。章后小结总结了各章节的基本要求、学习要点并给出学习方法建议，学生还可以通过每章的思考题检查自己对教材基本内容的理解和掌握程度。

教材中加强了实用性较强的投影变换、组合体立体成型等内容，为学生学习后续课程及实际应用打下良好基础。与本教材配套的《工程制图习题集》内容丰富、题目多样，学生可以通过有选择的练习，提高自己的空间想象力及读图绘图的能力。

本教材由北京理工大学佟献英、韩宝玲、杨薇主编，北京理工大学董国耀教授主审。参加编写的人员有：赵霞（第1章），杨薇（第2章、第4章），韩宝玲（第3章、第8章），樊红亮（第5章），林宏、姜林（第6章、第11章），佟献英（第1章部分、第7章、第9章），石宝山（第10章）。附录由韩宝玲、佟献英、杨薇共同编写。全书由佟献英统稿。

本书继承了北京理工大学工程图学系列教材的优点，在此对图学界的前辈陈英梁老师、叶玉驹老师、简召全老师、陈培泽老师表示深深的敬意和感谢！

本教材编写过程中还得到了北京工商大学徐昌贵老师的帮助，另外，田春来同学绘制了部分插图，在此一并表示感谢。

由于时间仓促、水平有限，书中难免错误和不当之处，敬请读者批评指正。

编者



第1章 制图的基本知识 1	本章小结 76
第一节 国家标准《技术制图》 和《机械制图》的有关 规定..... 1	思考题 77
第二节 绘图工具的使用 15	
第三节 几何作图 17	第5章 基本立体表面的交线 78
第四节 平面图形的分析和尺寸 标注 21	第一节 平面立体的截交线 78
本章小结 26	第二节 回转体的截交线 81
思考题 26	第三节 回转体的相贯线 92
	本章小结..... 100
第2章 正投影基础 28	思考题..... 101
第一节 投影法的基本知识 28	第6章 轴测图 102
第二节 点的投影 30	第一节 轴测图的基本知识..... 102
第三节 直线的投影 34	第二节 正等轴测图的画法..... 104
第四节 平面的投影 43	第三节 斜二轴测图..... 110
第五节 直线与平面、平面与平面的 相对位置 48	第四节 轴测图中剖视的画法..... 113
本章小结 55	本章小结..... 115
思考题 55	思考题..... 115
第3章 投影变换 56	第7章 组合体的视图 116
第一节 换面法的基本概念 56	第一节 基本立体的视图..... 116
第二节 换面法的四个基本问题 ... 58	第二节 组合体的构成和分析 方法..... 118
本章小结 64	第三节 组合体视图的画法..... 120
思考题 64	第四节 组合体的尺寸标注..... 122
第4章 基本立体的视图 65	第五节 组合体读图..... 129
第一节 平面立体 65	本章小结..... 137
第二节 回转体 68	思考题..... 139
	第8章 图样的各种表达方法 140
	第一节 视图..... 140

第二节 剖视图·····	143	第五节 齿轮·····	221
第三节 断面图·····	153	第六节 弹簧·····	226
第四节 其他表达方法·····	156	本章小结·····	228
第五节 第三角画法简介·····	161	思考题·····	228
本章小结·····	163		
思考题·····	163		
第9章 零件图 ·····	164	第11章 装配图 ·····	229
第一节 零件图的内容·····	164	第一节 装配图的用途和内容·····	229
第二节 零件的结构分析·····	165	第二节 装配图的图样画法·····	229
第三节 零件的常见结构·····	166	第三节 常见的装配结构·····	235
第四节 零件的表达方案·····	168	第四节 装配图的尺寸注法和	
第五节 零件图的尺寸标注·····	174	技术要求·····	237
第六节 零件上常见典型结构的		第五节 装配图中零、部件	
尺寸注法·····	177	序号·····	237
第七节 零件图的技术要求·····	180	第六节 画装配图的方法和	
本章小结·····	198	步骤·····	239
思考题·····	198	第七节 装配体测绘·····	243
		第八节 阅读装配图和拆画	
		零件图·····	250
		本章小结·····	255
		思考题·····	256
第10章 标准件和常用件 ·····	200		
第一节 螺纹·····	200	附录 ·····	257
第二节 螺纹紧固件及其连接的			
画法·····	209	参考文献 ·····	302
第三节 键和销·····	217		
第四节 滚动轴承·····	219		

第 1 章 制图的基本知识

工程图样是工程技术交流的共同语言，必须有统一的规范。我国自 1959 年起开始颁布《机械制图》国家标准，并随着生产技术的进步与对外交流的发展，先后几次对此标准进行修订。国家标准简称“国标”，代号为其汉语拼音的缩写“GB”。本章将着重介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》中的一些基本规定，并简略介绍平面图形的基本画法、尺寸标注的方法以及基本几何图形的作法等。每一个工程技术人员应熟练掌握这些基本知识和技能。

第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定

国家标准《技术制图》和《机械制图》中的基本规定主要有“图纸幅面和图框格式”、“比例”、“字体”、“图线”、“尺寸标注”等。

1. 图纸幅面和图框格式 (GB/T 14689—1993)

(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，幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加。如图 1-1，虚线为加长后的图纸幅面。

(2) 图框格式。在图纸上要用粗实线画出图框，图样必须绘制在图框内部。图框格式分为留有装订边和不留装订边两种，如图 1-2，其尺寸规定见前表 1-1。同一产品的图样只能采用一种图框格式。

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，对中符号自图纸边界开始深入图框内约 5 mm，见图 1-2 (c)、(d)。

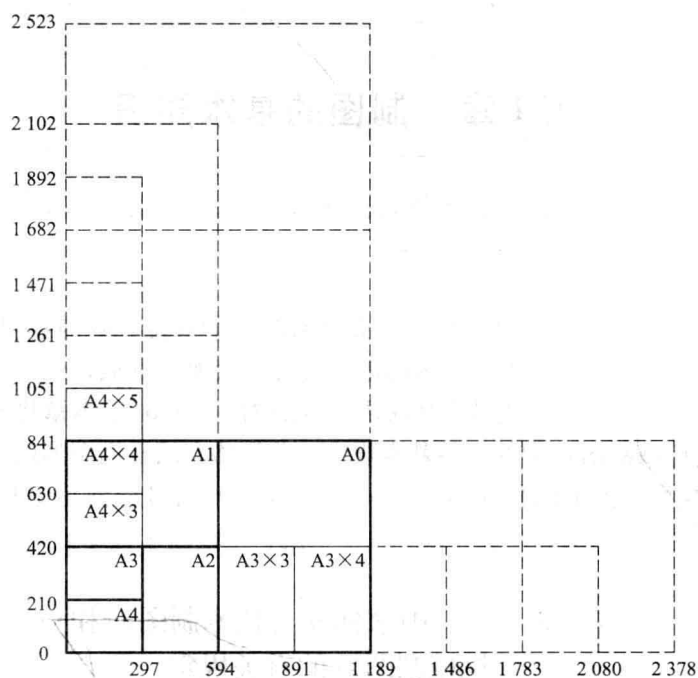
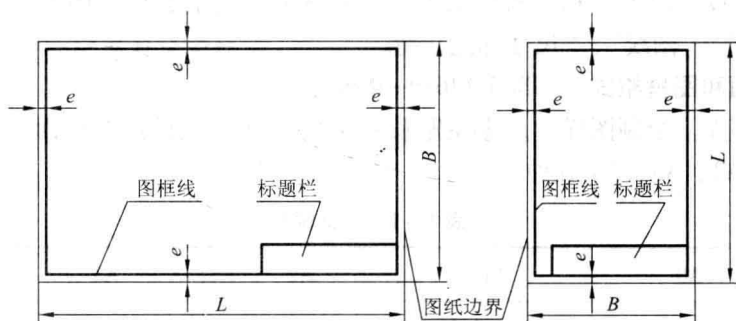
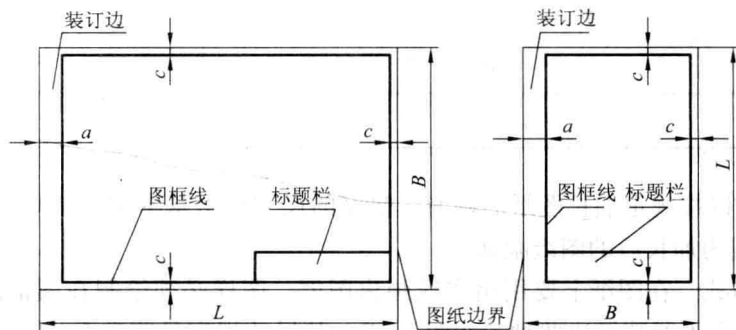


图 1-1 图纸幅面



(a) 不留装订边图纸



(b) 留装订边图纸

图 1-2 图框格式

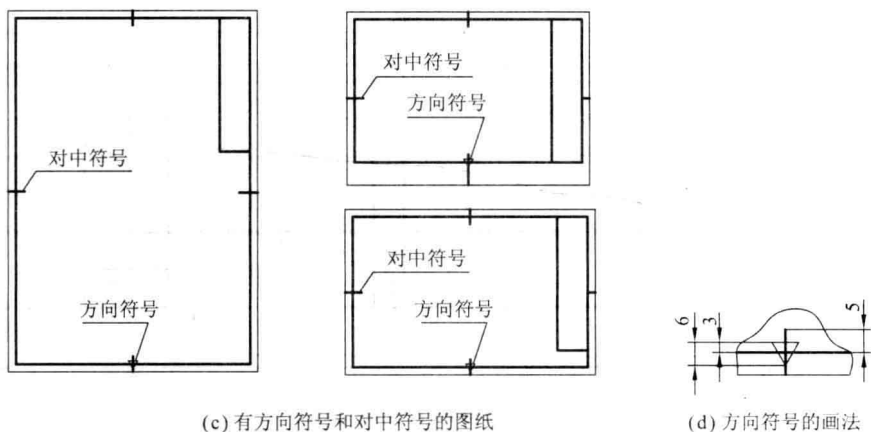


图 1-2 图框格式 (续)

(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 给出了该标准提供的标题栏的格式。

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，如 A0、A1、A2、A3 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，如 A4 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 (c) 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、文字说明无直接关系。

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，并推荐学生练习用零件图的标题栏采用图 1-5 (a) 的形式，练习用装配图的标题栏采用图 1-5 (b) 的形式。

180									
10	10	16	16	12	16	(材料标记)			
						4×6.5(=26)	12	12	(单位名称)
标记	处数	分区	更改文件号	签名	年、月、日	阶段标记	重量	比例	(图样名称)
设计	(签名)	(年月日)	标准化	(签名)	(年月日)				
审核						6.5			(图样代号)
工艺						共 张 第 张			
12	12	16	12	12	16	50			

8×7(=56)

7

18

20

图 1-3 标题栏的格式

图 1-4 装配图中明细栏的形式

(a) 零件图标题栏

(b) 装配图标题栏和明细栏

图 1-5 推荐练习使用的标题栏、明细栏形式

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 中规定的标准比例系列选取适当的比例。一般应尽量按机件的实际大小采用 1:1 的比例画图，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。

表 1-2 标准比例系列

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	$1:2.5 \times 10^n$	1:3	$1:3 \times 10^n$	1:4	$1:4 \times 10^n$
	1:6	$1:6 \times 10^n$						

注: n 为正整数

绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,一般在标题栏的比例一栏中标明其数值。当某个视图需要采用与标题栏标注不同的比例时,必须在该视图上另行标注。应注意,不论采用何种比例绘图,尺寸数值均按机件的原值大小注出,如图 1-6。

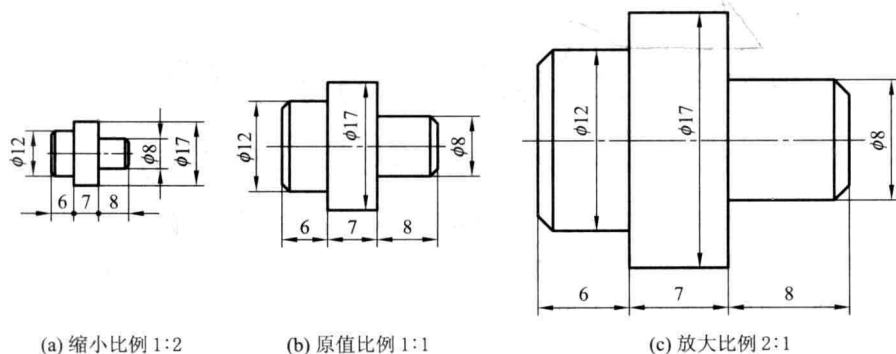


图 1-6 不同比例绘制的图样

3. 字体 (GB/T 14691—1993)

在图样上除了应表达机件的形状外,还需要用文字和数字注明机件的大小、技术要求及其他说明。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。

字的号数即字体高度,用 h 表示,单位为 mm。字体高度的标准系列为:

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。

(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

笔锋轨迹	
实际笔画	

表 1-4 汉字基本笔画

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:

变 $\frac{1/2}{1/2}$ 材 $\frac{1/3}{1/3}$ 章 $\frac{1/3}{1/3}$ 锻 $\frac{1/3}{2/3}$ 符 $\frac{1/3}{2/3}$ 塑 $\frac{2/3}{1/3}$ 泵 $\frac{2/5}{3/5}$ 锌 $\frac{2/5}{3/5}$

汉字书写示例:

机械图样中书写汉字、字母、数字必须做到:

字体端正 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

汉字书写要领:

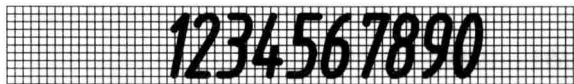
横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

制图 审核 比例 技术要求 螺纹连接 齿轮 弹簧 滚动轴承 零件图 装配图

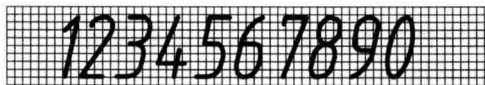
(2) 数字和字母。数字和字母分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 (d) 为字高 (h) 的十四分之一; B 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的十分之一。数字和字母均可写成斜体或直体, 斜体字字头向右倾斜, 与水平线成约 75° 角。在同一张图样上, 只允许选用一种形式的字体。

阿拉伯数字书写示例:

B 型直体与斜体



A 型直体与斜体





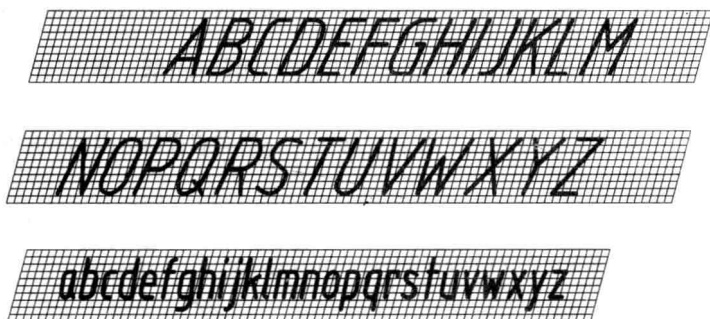
罗马数字书写示例:

B 型直体与斜体



字母书写示例:

B 型斜体大小写拉丁字母



(3) 图样中书写规定与示例。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。

$\phi 20^{+0.010}_{-0.022}$ 45° 60 ± 0.010
 $10\text{Js}5(\pm 0.003)$ $\phi 30\text{H}7$
 $\phi 50\text{H}7/f6$ $\text{M}20 \times 2 - 6g - \text{L}$

4. 图线 (GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

国家标准规定了技术制图所用图线的名称、形式、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) 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 线型及其应用 (摘自 GB/T 4457.4—2002)

代码 (NO) 名称	线型名称	线型画法	应用
(01) 实线	(01.1) 细实线		过渡线、剖面线、指引线、螺纹牙底线、尺寸界线、尺寸线、重合断面轮廓线等
	(01.2) 粗实线		可见轮廓线、相贯线、螺纹牙顶线、螺纹终止线、齿顶圆、剖切符号用线

续表

代码 (NO) 名称	线型名称	线型画法	应用
(02) 虚线	(02.1) 细虚线	----	不可见轮廓线
(04) 点划线	(04.1) 细点划线	— · — · —	轴线、对称中心线、齿轮分度圆(线) 孔系分布中心线、剖切线等
	(04.2) 粗点划线	— · — · —	限定范围表示线
(05) 双点划线	(05.1) 细双点划线	— · — · —	相邻辅助零件轮廓线、极限位置轮廓线、成型前、剖切面前的轮廓线、轨迹线等
基本线型变型	波浪线	~~~~~	断裂边界线、视图与剖视图的分界线
图线的组合	双折线	— ∩ — ∩ —	断裂边界线、视图与剖视图的分界线

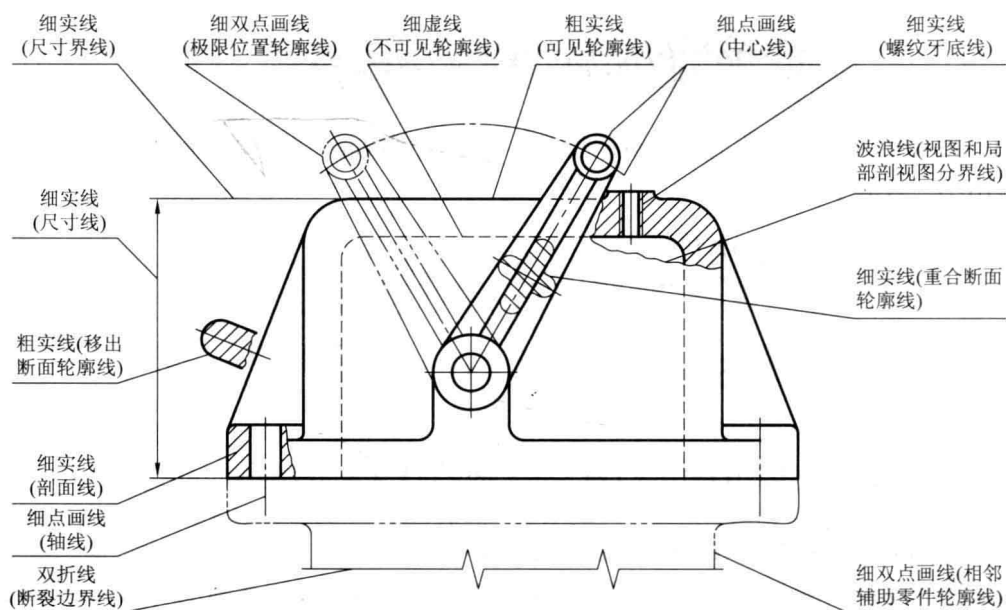


图 1-7 各种线型的应用

(2) 图线宽度 d 。国家标准规定了 9 种图线宽度, 其中三种为粗线 (粗实线、粗虚线、粗点划线), 其余六种均为细线。绘制工程图样时所用线型宽度 (d) 应在下面系列中选择:

0.13 mm, 0.18 mm, 0.25 mm, 0.35 mm, 0.5 mm, 0.7 mm, 1 mm, 1.4 mm, 2 mm。

同一张图样中, 相同线型的宽度应一致, 如有特殊需要, 线宽应按 $1:\sqrt{2}$ 的级数派生。

国标 GB/T 4457.4—2002 规定, 在机械制图当中通常采用粗细两种线宽, 其比例关系为 2:1, 粗线宽度优先采用 0.5, 0.7。各种图线线素尺寸见表 1-6。

为了保证图样清晰易读, 便于复制, 图样上尽量避免出现线宽小于 0.18 mm 的图线。另外, 本标准还规定因绘图工具偏差引起的线宽的误差不得大于 $\pm 0.1d$ 。

(3) 图线的构成。不连续线的独立部分称为线素，如点、长度不同的画线和间隙。国标 GB/T 14665—1998 规定了各线素的尺寸，具体应符合表 1-6。

表 1-6 线素的尺寸

mm

线 素	线 型 No.	长 度
点	点划线、双点划线	$\leq 0.5d$
短间隔	细虚线、细点划线	$3d$
画	细虚线	$12d$
长画	点划线、双点划线	$24d$

(4) 图线的画法。同一张图样中同类图线应基本一致，细虚线、细点划线、细双点划线的间隔与画线的长度应各自大致相等。

细点划线和细双点划线的首末两端应是长画而不是短画。

如图 1-8，画两线相交时，应注意：

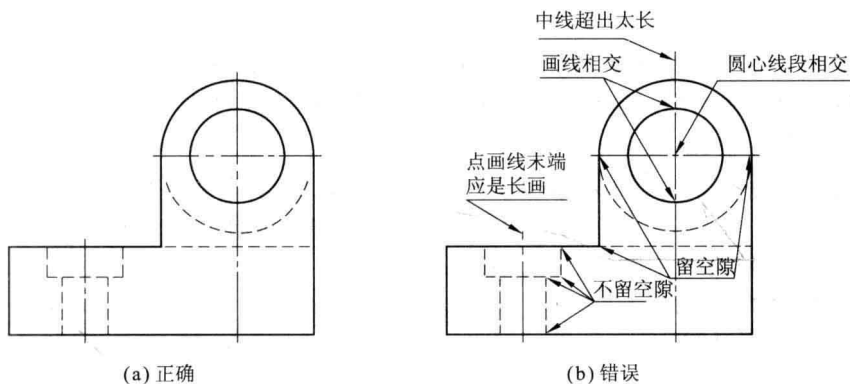


图 1-8 图线画法举例

- ① 细虚线、细点划线、细双点划线应恰当交于画线处，而不是点或间隔处；
- ② 虚线直接在实线延长线上相接时，虚线应留出间隙；
- ③ 虚线圆弧与实线相切时，虚线圆弧应留出间隙；
- ④ 画圆的中心线时，圆心应是画的交点，点划线两端应超出轮廓 2~5 mm；在较小的圆（一般直径小于 12 mm）或较小的图形上绘制细点划线或细双点划线有困难时，可画成细实线。

除非另有规定，两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7 mm。

当使用计算机绘图时，图线应尽量相交在线段上，绘制圆时，应画出圆心符号，如图 1-9；

当两条以上图线重合时，显示线型应遵循以下的优先顺序：

- ① 粗实线（可见轮廓）；
- ② 细虚线（不可见轮廓）；
- ③ 细点划线（剖切平面迹线、轴线和对称中心线）；
- ④ 细双点划线（假想轮廓线）；

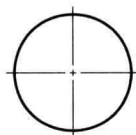


图 1-9 计算机绘图时的圆心符号