



教育科学“十五”国家规划课题研究成果

工程制图

朱玺宝 吉伯林 主编



高等教育出版社

教育科学“十五”国家规划课题研究成果

工 程 制 图

朱玺宝 吉伯林 主 编

高等教育出版社

内容提要

本书是以总参谋部军训部批准印发的《基础课教学基本要求》为基准,结合军队院校教学改革的特点而编写的,适合于工科院校40~80学时专业使用。

本书除绪论外共分11章,主要内容为制图基本知识和基本技能、正投影基础、立体的投影、轴测图、组合体视图、机件表达方法、标准件及常用件、零件图、装配图、计算机绘图、军事工程图等。

本书可作为军队院校在校学员教材,也可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图 / 朱玺宝,吉伯林主编. —北京:高等教育出版社,2006.5

ISBN 7-04-019479-1

I. 工... II. ①朱... ②吉... III. 工程制图-军事院校-教材 IV. TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第032494号

策划编辑 肖银玲 责任编辑 胡纯 封面设计 于涛 责任绘图 朱静
版式设计 张岚 责任校对 王雨 责任印制 宋克学

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总机 010-58581000

经销 蓝色畅想图书发行有限公司
印刷 高等教育出版社印刷厂

开本 787×1092 1/16
印张 18.25
字数 430 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版次 2006年5月第1版
印次 2006年5月第1次印刷
定价 27.20元(含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 19479-00

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

《现代设备工程与管理系列培训教材》

编 审 委 员 会

主 任：马 仪

副主任：陈玉平 王 湘 刘 力

成 员：（以姓氏笔画为序）

马世宁 王卫平 王 松 亓和平 刘 谦 杨志伊

张友诚 张翠凤 范世东 郑 文 赵宝琴 赵维印

黄昭毅 蓝文谨

《现代设备维修技术》编写组

主 编 马世宁

副主编 刘 谦 范世东 王卫平

成 员 (以姓氏笔画为序)

马世宁 王卫平 王黎光 刘文生 刘 谦 李 新
邱 骥 范世东 姚玉南 郭 伟 段立人 钟俊杰

主 审 蓝文谨

前 言

随着高等教育教学改革的深入发展,工程制图课程面临着教学体系、教学内容的全面改革和教学手段的更新,从十几所军队院校制图课程的调查中发现,制图课程的教学学时在大幅度缩减,大多数机械类或近机械类工程制图的教学课时已下调至 60~80 学时左右,非机械类下调至 40 学时。因此,有必要调整原有的教学内容体系和改革教学手段,以适应新的形势。

本书是以总参谋部军训部批准印发的《基础课教学基本要求》为基准,结合军队院校教学改革的特点而编写的。

本书的特点是:

1. 在教材体系上,处理好各部分内容间的互相衔接,突出重点,做到张弛有序和相对独立、教材内容适用、体系合理,以利于不同学时教学选用;教材内容符合军队院校教学现状,可根据本院校的教学需要取舍。

2. 在教材中积极贯彻新颁布的国家标准。依据新的国家标准,对新国家标准中提出的图线的基本线型,图样画法中的视图、剖视图、断面图、简化表示法等新规定新内容,在本教材有关章节中加以贯彻或介绍;教材中的通用插图,尽可能选用国标中的图例;教材中的专业图样,较多地选用了军事装备典型结构图例。

3. 机械图样的计算机绘制部分,贯彻教育部高等学校工程图学教学指导委员会提出的加强计算机绘图教学的基本要求,在内容上独立成章,重点介绍 AutoCAD 绘图软件的使用方法。

4. 体现军队院校教学特点,着重读图能力培养,理论与实践并重,侧重使用与维修,立足平、战对图文信息的需要等方面,更好地反映了军队院校工程制图教学实践的教改经验与特殊要求。

5. 增加了“军事工程与军事装备图识读”一章,介绍军队各专业图样的表达特点和识读方法,为后续的专业教学起到“抛砖引玉”的作用。

6. 本书所配《工程制图 CAI 课件和解题指导》可供课堂教学使用或学员自学时使用。

本书由海军航空工程学院朱玺宝、吉伯林任主编,空军雷达学院高燕、军事交通学院彭建华任副主编,由炮兵学院邵立康教授主审。参加本书编写的还有海军航空工程学院周艳华、崔红霞、丛文静、姜伟,海军舰艇学院冯立军。

由于编者水平有限,书中的不足之处在所难免,恳请读者及同仁批评指正。

编 者

2005 年 7 月 5 日

目 录

绪论	1	6.6 第三角画法简介	132
第1章 制图的基本知识和基本技能 ...	3	第7章 标准件和常用件	136
1.1 制图的基本知识	3	7.1 螺纹及螺纹紧固件	136
1.2 平面图形的绘制	12	7.2 圆柱齿轮的规定画法 ...	147
1.3 绘图技术简介	17	7.3 键和销	151
第2章 投影和三视图	22	7.4 滚动轴承和弹簧	152
2.1 投影及投影法	22	第8章 零件图	157
2.2 三视图的形成及投影 规律	24	8.1 零件图的作用和内容 ...	157
2.3 物体上点的投影分析	27	8.2 零件的构形设计	158
2.4 物体上直线的投影分析 ...	30	8.3 零件图的视图选择和 尺寸标注	162
2.5 物体上平面的投影分析 ...	34	8.4 零件图上的技术要求 ...	168
第3章 立体的投影	46	8.5 阅读零件图	182
3.1 平面立体的投影	46	第9章 装配图	185
3.2 曲面立体的投影	50	9.1 装配图的内容和表达 方法	185
3.3 平面与立体表面的交线 ...	57	9.2 装配图的尺寸标注及 零件序号、明细栏	188
3.4 两回转体表面的交线	64	9.3 常见装配结构的合 理性	189
第4章 轴测图	69	9.4 画装配图的方法及 步骤	191
4.1 轴测图的基本知识	69	9.5 读装配图及由装配图 拆画零件图	194
4.2 正等轴测图的画法	71	第10章 计算机绘图	202
4.3 斜二等轴测图的画法	76	10.1 计算机绘图概述	202
第5章 组合体	79	10.2 AutoCAD 2005 的基本 设置	203
5.1 画组合体的视图	79	10.3 AutoCAD 2005 的基本 命令	212
5.2 读组合体的视图	85	10.4 基本图形的绘制	221
5.3 组合体的构形设计	93	10.5 图形填充及尺寸标注 ...	223
5.4 组合体的尺寸标注	100		
第6章 机件常用的表达方法	107		
6.1 视图	107		
6.2 剖视图	111		
6.3 断面图	122		
6.4 其他表达方法	124		
6.5 综合应用举例	128		

II 目录

10.6	工程图样的绘制	229	附录	257
第 11 章	军事工程与军事装备图识读 ...	233	一、螺纹	257
11.1	坦克与汽车图识读	233	二、常用的标准件	263
11.2	飞机工程图识读	237	三、极限与配合	277
11.3	船体图简介	243	参考文献	282
11.4	工事及军桥图识读	249		

绪 论

一、本课程的性质和任务

工程制图是工科院校各专业的一门技术基础课，它研究绘制和阅读工程图样的基本原理和基本方法。在工程技术上为了正确地表示出武器装备、机器、仪器、设备及建筑物的形状、大小、规格和材料等内容，通常需要将物体按一定投影方法和技术规定表达在图纸上，这种图纸称为工程图样。

工程图样和文字、数字一样，是人类创造出来作为表述和交流思想以及进行设计、构思和分析的基本工具之一，在工程技术上应用十分广泛，所以素有“工程语言”之称。在现代工业生产、工程建设及科学研究中，都需要用图纸来叙述人们的设计思想。

在社会生产中，图样已成为人们传递技术信息和思想的媒介与工具，因此，凡从事工程技术工作的人员，都必须有绘制和阅读工程图样的能力。在军事工程领域，如军工生产部门和作战部队，特别是技术兵种中，图样技术得到了广泛应用，在管理、使用、维修机械设备和武器装备时，常常需要通过阅读机械图样来了解它们的性能、结构、操作方法、拆装维修等，专业训练中，也时常阅读机械图样。因此，当代军事技术人员都应具备阅读和绘制工程图样的能力。

本课程的主要任务是：

- (1) 学习正投影法的基本原理及其应用；
- (2) 培养绘制和阅读机械图样的基本能力；
- (3) 培养利用图解法解决简单空间几何问题的能力；
- (4) 培养对三维形状与相关位置的空间逻辑思维能力和形象思维能力；
- (5) 培养计算机绘图的初步能力。

此外，在教学过程中还必须有意地培养自学能力、分析问题和解决问题的能力，以及认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

二、本课程的学习方法

应该坚持理论联系实际的学风。要认真学习投影原理，在理解基本概念的基础上，由浅入

深入地学习到进行一系列的绘图和读图实践,不断地由物画图,由图想物,分析和想像空间形体与图纸上图形之间的对应关系,逐步提高对三维形状与相关位置的空间逻辑思维能力和形象思维能力,掌握正投影的基本作图方法及其应用。

做习题和作业时,应在掌握有关基本概念的基础上,按照正确的方法和步骤作图,养成正确使用绘图工具和仪器的习惯,熟悉制图的基本规格和基本知识,遵守《机械制图》国家标准的相关规定,并学习查阅和使用有关手册和国家标准,通过作业培养绘图和读图能力。制图作业应该做到:投影正确,视图选择与配置恰当,图线分明,尺寸齐全,字体工整,图面整洁。

由于图样在生产建设中起着很重要的作用,绘图和读图的差错,都会带来损失,所以在做习题和作业时,应培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

三、我国工程制图的发展概况

我国是世界上历史悠久的文明古国之一,在工程制图方面积累了丰富的经验。很多历史遗产说明了我国古代图学在很早就已经不同程度地服务于各种科学技术领域,显示了我国古代劳动人民的辛勤劳动、刻苦钻研的成果和聪明才智,在历史上写出了光辉灿烂的一页。

从近四千年前殷商时代留下的陶器、骨板和铜器上的花纹就可看出,我们的祖先在当时就已有简单的绘图能力,掌握了画法几何图形的技能。早在近三千年前的春秋时代,在技术著作《周礼考工记》中已述及了使用规矩、绳墨、悬垂等绘图和施工的工具。在两千多年前的数学名著《周髀算经》中,就已讲述用边长为3、4、5定直角三角形的绘图方法,以及固定直角三角形的弦,直角顶点的轨迹便是圆的绘图原理。汉代刘歆(约公元前30年)求出了近似圆周率为3.1416。在我国历代遗留下来的许多著作中也有很多工程图样,如宋代李诫的《营造法式》(公元1100年成书,公元1103年刊行),共36卷,其中建造房屋的图样达6卷之多,对建筑制图的规格、营造技术、工料估算等阐述详尽,有很高的水平;具有各种器械图样的著作也很多,如宋代苏颂的《新仪象法要》、元代王桢的《农书》、明代宋应星的《天工开物》和徐光启的《农政全书》、清代程大位的《算法统筹》等。

虽然我国历代在工程制图技术领域里曾有过很多成就,但由于长期处于封建制度下,工农业生产发展迟缓,制图技术的发展也受到阻碍。中华人民共和国成立后,随着工农业生产的发展,使工程制图科学技术领域里的理论图学、应用图学、计算机图学、制图技术、制图标准、图学教育等各个方面,都得到了相应的发展。尤其是在制图标准方面,结束了旧中国遗留下来的混乱局面,于1956年由第一机械工业部发布了第一个《机械制图》部颁标准,1959年由国家科学技术委员会发布了第一个《机械制图》国家标准,随后,又颁布了《建筑制图》国家标准,使全国主要的工程图标准得到了统一。此后,又在学习和研究国际标准和欧、美发达国家的图学理论的基础上,于1970年提出新的试行标准,在1974年转为第二个正式的《机械制图》国家标准,1984年完成了第三个《机械制图》国家标准。

回顾在工程制图领域中古代的光辉业绩,以及新中国建立以来的成就,面对现状,瞻望未来,一定能激励我们努力学习,掌握绘图、阅读工程图样的基本原理和方法,并逐步实现制图技术自动化。

第 1 章 制图的基本知识和基本技能

1.1 制图的基本知识

工程图样是现代工业生产的重要技术资料，是组织和管理生产的重要技术文件，也是进行技术交流的工程语言。为了适应生产的需要和国际间的技术交流，统一工程语言，国家质量技术监督局发布了国家标准(简称国标,代号 GB)《机械制图》与《技术制图》。国标是绘制工程图样的依据，因此，工程技术人员要严格执行现行国标的统一规定。

1. 图纸幅面和格式(GB/T 14689—1993)

为了便于图纸的合理使用、装订、管理和交流，国标对图纸幅面的尺寸及格式做了规定。

(1) 幅面

绘制工程图样时，应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面。

表 1-1 图纸基本幅面及图框格式尺寸 mm

幅 面 代 号		A0	A1	A2	A3	A4
尺 寸 $B \times L$		841 × 1 189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
周 边 尺 寸	e	20		10		
	c	10			5	
	a	25				

当基本幅面不能满足布图要求时，也允许按规定的尺寸加长幅面。这些幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的。例如：幅面代号 A1 × 3 的尺寸为 841 × 1 783，幅面代号 A4 × 5 的尺寸为 297 × 1 051。

(2) 图框格式

图纸上限定绘图区域的线框称为图框。在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为不留装订边和留装订边两种，但同一种产品的图样只能采用一种格式。

留装订边的图纸，其图框格式如图 1-1 所示，尺寸按表 1-1 的规定。

不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-2 所示，尺寸按表 1-1 的规定。

4 第1章 制图的基本知识和基本技能

加长幅面的图框尺寸, 按比所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。例如 A2 × 3 图框尺寸按 A1 的图框尺寸确定。

(3) 标题栏

每张图上都必须画出标题栏。标题栏的格式和尺寸按 GB/T 10609.1—1989 的规定。标题栏的位置应位于图纸的右下角, 如图 1-1、图 1-2 所示位置。

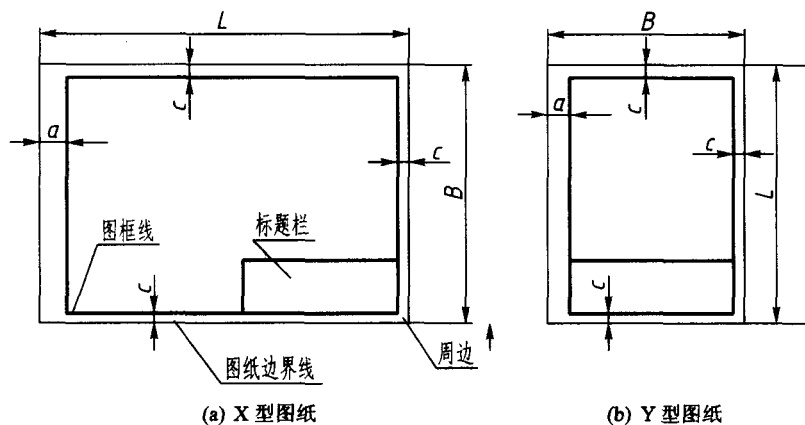


图 1-1 留装订边的图纸格式

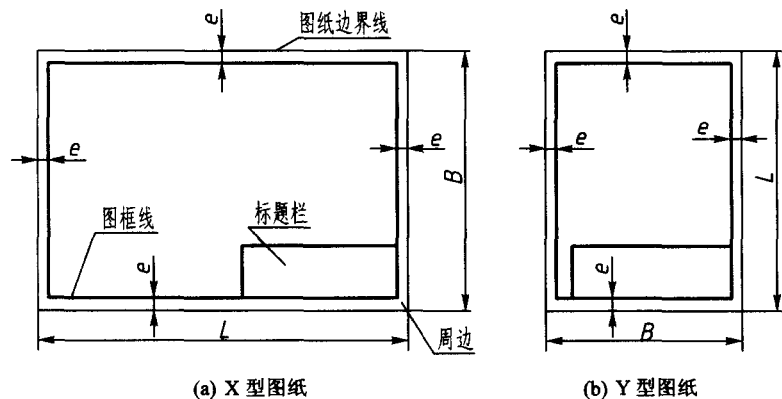


图 1-2 不留装订边的图框格式

标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时, 则构成 X 型图纸, 如图 1-1a、图 1-2a 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 1-1b、图 1-2b 所示。在此情况下, 看图方向与看标题栏的方向一致。

对于预先印制了图框、标题栏和对中符号的图纸, 若图纸竖放, 且标题栏均位于图纸右上角时, 应按方向符号指示的方向看图, 如图 1-3 所示, 即令画在对中符号上的等边三角形 (即方向符号) 位于图纸下边来看图。

标题栏的格式如图 1-4 所示。在制图作业中标题栏格式建议采用图 1-5 所示的形式。

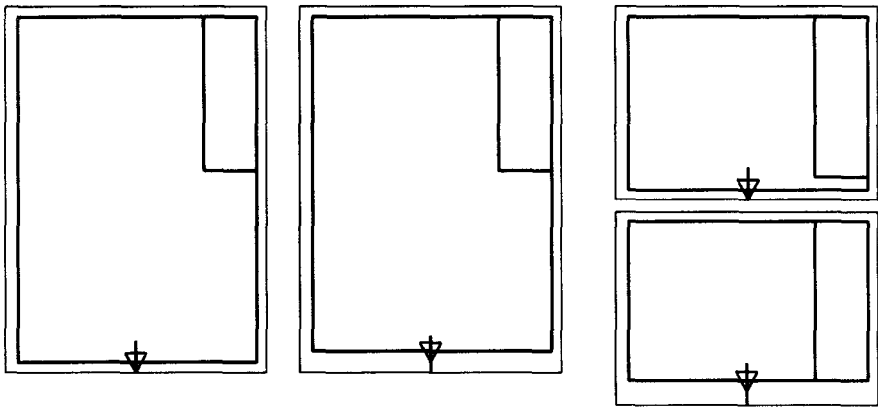


图 1-3 方向符号确定的看图方向

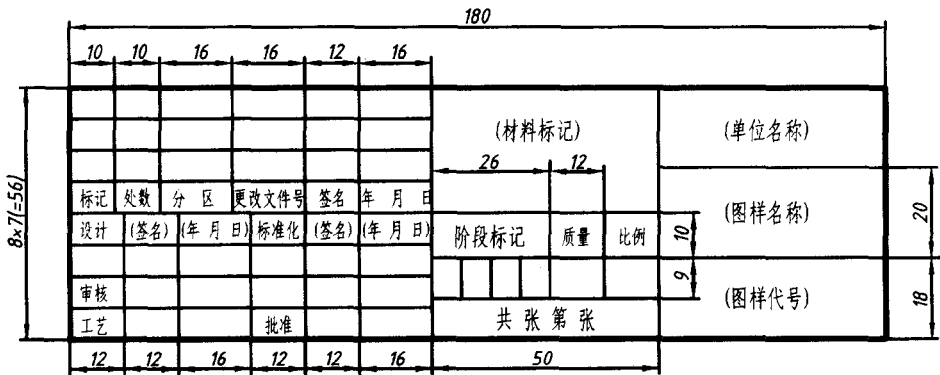


图 1-4 标题栏格式

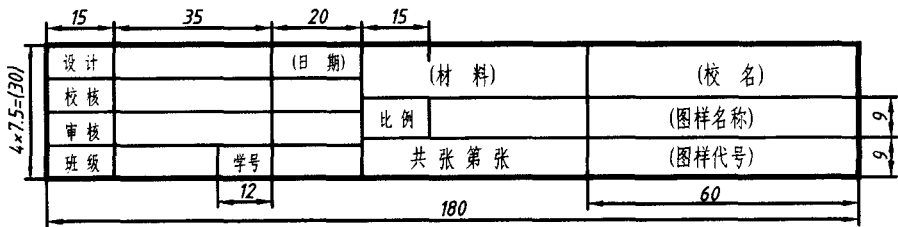


图 1-5 制图作业的标题栏

2. 比例(GB/T 14690—1993)

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

绘制图样时，应由表 1-2 规定的系数中选取适当的比例。必要时也允许选用表 1-3 所列的比例。

为了能从图样上得到机件大小的真实概念，应尽量采用 1:1 的比例画图。当机件不宜采用 1:1 绘图时，可用缩小或放大的比例画出。

表 1-2 绘图常用比例

种 类	比 例					
原值比例	1:1					
放大比例	2:1	5:1	$5 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$	$1 \times 10^n:1$	
缩小比例	1:2	1:5	1:10	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$

注：n 为正整数。

表 1-3 绘图其他可选比例

种 类	比 例									
放大比例	2.5:1		4:1		$2.5 \times 10^n:1$			$4 \times 10^n:1$		
缩小比例	1:1.5	1:2.5	1:3	1:4	1:6	$1:1.5 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$	$1:3 \times 10^n$	$1:4 \times 10^n$	$1:6 \times 10^n$

注：n 为正整数。

必须注意的是，不论采用何种比例画图，标注尺寸时都必须标注形体的实际尺寸。

绘制同一机件的各个视图时，一般采用相同的比例，并在标题栏的比例栏内填写所采用的比例。

3. 字体(GB/T 14691—1993)

在图样上除了用图形表达机件的形状外，还需要用文字和数字来说明机件的大小、技术要求和其他内容。

字体是指图样中汉字、字母和数字的书写形式。书写字体必须做到：字体工整、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。如果在图样上的文字和数字写得很潦草，不仅会影响图样的清晰和美观，而且还会造成差错，给生产带来麻烦和损失。

字体高度(用 h 表示)代表字体的号数，其公称尺寸系列为：1.8 mm、2.5 mm、3.5 mm、5 mm、7 mm、10 mm、14 mm、20 mm。如需要书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

(1) 汉字

汉字应写成长仿宋体，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 $h/\sqrt{2}$ 。长仿宋体的字形特征为：宋体结构、楷书笔画。因此，书写长仿宋体字的要领是：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。10 号字、5 号字书写如下：

10 号字

字体工整 笔画清楚 排列整齐 间隔均匀

5 号字

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

(2) 字母和数字

字母和数字分 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。在同一图样上，只允许选用一种型式的字体。字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 。本书采用 B 型字体。书写字例如下：

- 1) 斜体拉丁字母 *A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z*
 a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z
- 2) 斜体阿拉伯数字 *0 1 2 3 4 5 6 7 8 9*
- 3) 斜体罗马数字 *I II III IV V VI VII VIII IX X*
- 4) 斜体希腊字母 *A B Γ Δ E Z H Θ I K Λ M N Ξ O Π P Σ T Υ Φ Χ Ψ Ω*
 α β γ δ ε ζ η θ ι κ λ μ ν ξ ο π ρ σ τ υ φ χ ψ ω

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

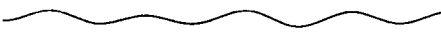
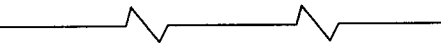
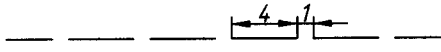
GB/T 17450—1998 规定了适用于各种技术图样的图线的名称、形式、结构、标记及画法规则；GB/T 4457.4—2002 规定了机械制图中所用图线的一般规则，适用于机械工程图样。

(1) 图线形式

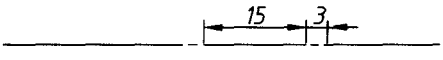
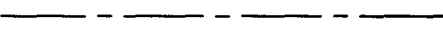
按 GB/T 4457.4—2002 规定，在机械图样中采用粗细两种线宽，它们之间的比例为 2:1，设粗线的线宽为 d ， d 应在 0.25 mm、0.35 mm、0.5 mm、0.7 mm、1 mm、1.4 mm、2 mm 中根据图样的类型、尺寸、比例和缩微复制的要求确定，优先采用 $d=0.5$ mm 或 0.7 mm。表 1-4 摘录了机械工程图样中各种图线的名称、线型、线宽和主要用途。

不连续线的独立部分称为线素，如点、长度不同的画和间隔。手工绘图时，线素的长度宜符合 GB/T 17450—1998 的规定，但为了图样清晰和绘图方便起见，可按习惯用很短的短画代替点。

表 1-4 图线名称、型式

图线名称	基本线型	图线宽度	一般应用
粗实线		d	可见棱边线，可见轮廓线，相贯线
细实线		$d/2$	尺寸线，尺寸界线，剖面线，引出线，重合断面的轮廓线
细波浪线		$d/2$	机件断裂处的边界线，视图与局部剖视的分界线
细双折线		$d/2$	断裂处的边界线
细虚线		$d/2$	不可见棱边线，不可见轮廓线
粗虚线		d	允许表面处理的表示线

续表

图线名称	基本线型	图线宽度	一般应用
细点画线		$d/2$	轴线、对称中心线
粗点画线		d	限定范围表示线
细双点画线		$d/2$	极限位置的轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线、假想投影轮廓线、中断线

(2) 图线画法

- 1) 在一张图中, 同类图线的宽度应一致, 各线型的线素长度应各自大致相等。
- 2) 两条平行线之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度, 其最小距离不得小于 0.7 mm。
- 3) 绘制圆的对称中心线时, 应超出圆外 2~5 mm, 圆心应为长画的交点。细点画线和细双点画线首末两端应是长画而不是点, 如图 1-6a 所示。
- 4) 在较小的图形上绘制细点画线或细双点画线有困难时, 可用细实线代替, 如图 1-6b 所示。
- 5) 细点画线、细虚线和其他图线相交时, 都应在长画、短画处相交, 不应在间隔或点处相交(如 B 处)。当细虚线处于粗实线的延长线上时, 粗实线应画到分界点, 其连接处应留间隔(如 A 处), 如图 1-6c 所示。

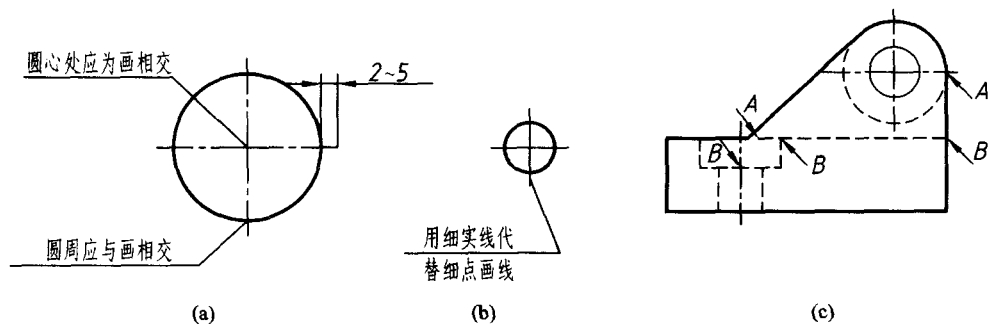


图 1-6 图线的画法

(3) 图线的应用

机械图样的图线应用规则见表 1-4, 示例如图 1-7 所示。

5. 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003)

图样中的图形仅能表达机件的结构形状, 而机件的真实大小则由标注的尺寸确定。零件的制造、装配和检验都要根据尺寸来进行, 因此标注尺寸必须认真仔细、一丝不苟。如有尺寸遗漏或错误, 都会给生产带来困难和损失。