

高等学校教材

面向 21 世纪山东省教育委员会“九五”立项教材

郑家骧 陈桂英 主编

机械制图及 计算机绘图



机械工业出版社
China Machine Press

高等学校教材
面向 21 世纪山东省教育委员会“九五”立项教材

机械制图及计算机绘图

主 编 郑家骧 陈桂英
副主编 应 华
参 编 张 敏 周咏辉 袁 泉
 刘素平 郑 彬 张 岩
审 董国耀

机械工业出版社

本书是面向 21 世纪山东省教育委员会“九五”立项教材。根据拓宽基础的指导思想,将画法几何和机械制图的基础知识、基本概念、表示方法等与计算机绘图、空间思维构形等相融合;将徒手绘图、仪器绘图和计算机绘图贯穿整个教材,突出计算机绘图;语言文字简明,以图形表示为核心,精心绘画的二维与三维图形相互映照;本书全面贯彻了《技术制图》等最新国家标准;教材体系、内容和形式具有明显的新颖性,力求建立起宽口径、厚基础、重综合素质技能和创新性培养人才的制图课程。

与本书配套使用的《机械制图及计算机绘图习作》由机械工业出版社同时出版,《机械制图及计算机绘图电子挂图》、《机械制图及计算机绘图电子习作》由山东工大电子图书中心同时出版(需要者可直接与该中心联系),使教材的内容与先进教学手段有机结合。

本书可供高等工科院校作为制图课程的教材,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图及计算机绘图/郑家骧,陈桂英主编. —北京:机械工业出版社,2000.7

高等学校教材

ISBN 7-111-08099-8

I. 机… II. ①郑…②陈… III. ①机械制图-高等学校-教材②计算机绘图-高等学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 61006 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:杨燕 版式设计:冉晓华 责任校对:刘志文

封面设计:李雨桥 责任印制:何全君

三河市宏达印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·19.75 印张·485 千字

0 001—9 000 册

定价:26.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、68326677-2527

序

随着当今科学技术的飞速发展，高等教育中专业更新加快，基础课的重新定位势在必行。基础课只有进行重大改革才能适应新世纪人才培养模式的需要。

工程制图课程是理工科高等院校都要开设的一门重要基础课。面向 21 世纪山东省教育委员会“九五”立项教材《机械制图及计算机绘图》，是山东省五所高校多年从事工程制图课教学、科研的一线教师，从对人才的知识、素质、能力综合培养的要求出发，坚持继承性，精选和引入学科新内容，注重创新，将课程的教学内容与教学先进手段整体优化，编著的工程制图课程的新体系教科书。

本书不但可作为高等院校的教材，也可作为研究所、工矿企业等部门科技人员的重要参考书，它将使广大的读者受益、喜爱，它将在工程制图课程的改革中发挥积极作用。

山东机械工程学院副经理
山东工业大学教授

艾兴

1999年11月

前 言

根据《高等工业学校画法几何及机械制图课程教学基本要求》，适应目前课时减少，加强计算机绘图能力培养和采用先进教学技术等新特点，我们编著了这本制图课程新体系教材。适用的教学学时数为48~100学时。

新体系教材在编写中，体现以下几点：

1. 体现了经多年教学实践效果良好的“B+S”教学观点。即基本内容以图为核心，用简明的语言以文说图。绘制视感精美的图形展示显现课程的理论及方法，使教材易学易懂，利于形象思维培养。

2. 坚持继承性，注入新知识。画法几何及机械制图的投影理论、图示方法等内容，是构筑图学知识库的必要部分，不可轻视。而“甩图板工程”又是我国工程设计制造现代化的重大举措。因此课程新体系教学将从以仪器绘图为主，进展到徒手绘图、仪器绘图和计算机绘图，并突出计算机绘图的新教学模式。

3. 在投影理论深入研究的基础上，为益于培养学生的形象思维、构形思维和创造思维能力，教材内容的写作有新的创意，如教材与习作内容体系的划分；立体的视图、看组合体视图和计算机绘图内容的编写等。

4. 选用CXAX电子图板软件，将机械制图内容与电子图板绘图融为一体。体现我国自主开发的图形软件优点，易学易用。

5. 贯彻了1998年以来最新颁布的《技术制图》等国家标准。

6. 本系列教材是《山东省教委面向21世纪教学改革》立项课题的研究成果。由教材、习作、教学软件三部分组成。其关系是以授课为主线的《机械制图及计算机绘图》教材，配套《机械制图及计算机绘图习作》和电子挂图软件；以绘图素质综合能力训练为主线的《机械制图及计算机绘图习作》，配套电子习作软件。建立的该制图课程新体系，力求益于实施新世纪知识、素质、能力综合培养的人才培养模式。

本系列教材及配套软件由山东工业大学、烟台大学、山东建筑工程学院、济南理工大学和山东工程学院五所院校长期从事制图课程建设与教学的教师合作编写。

郑家驷教授、陈桂英副教授任主编。参加编写的有（按章节顺序）：郑家驷（绪论、第一、第二、第七、第九、第十一、第十二章），张敏（第三章），周咏辉（第四章），应华（第五、第八、第十三章和附录），刘素平（第六章），袁泉（第十章）、郑彬（第十四章），陈桂英（第十五、十六章），张岩（第十七章）（只有山东建筑工程学院使用的教材中含第十七章）。

艾兴教授为本书写序。全书由北京理工大学董国耀教授主审。

本书在编写过程中得到参编单位有关领导，工程图学教师的帮助和热情支持，在此表示诚挚的感谢。

限于编著者的学识水平，书中难免有不足和错误之处，希望读者予以批评指正。

编 者
2000年3月

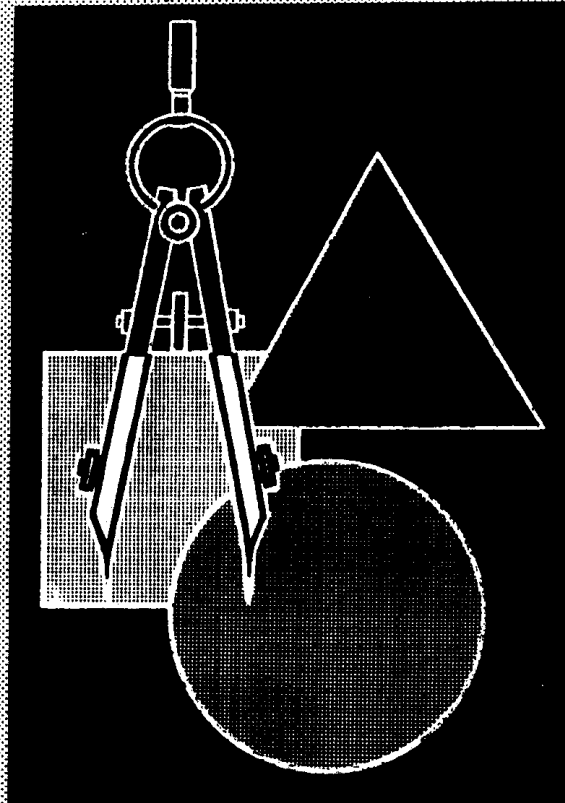
目 录

序		
前 言		
绪 论	1	
第一章 制图基本知识	3	
第一节 制图标准的基本规定	3	
第二节 几何作图	14	
第三节 平面图形的尺寸和线段分析	17	
第二章 投影与视图的基本知识	19	
第一节 投影法简述	19	
第二节 三视图的基本原理	21	
第三节 物体三视图的一般画法	25	
第三章 电子图板入门	27	
第一节 计算机绘图概述	27	
第二节 电子图板用户界面与基本操作	28	
第三节 绘制一幅图	37	
第四章 电子图板图形的绘制、编辑和显示	44	
第一节 基本曲线的绘制	44	
第二节 基本编辑	48	
第三节 显示控制	57	
第五章 点、直线、平面的投影	61	
第一节 点的投影	61	
第二节 直线的投影	63	
第三节 两直线相对位置	69	
第四节 平面的投影	75	
第六章 投影变换	84	
第一节 投影变换的目的与方法	84	
第二节 变更投影面法	85	
第七章 直线、平面的相互关系	95	
第一节 平行关系	95	
第二节 相交关系	97	
第三节 垂直关系	104	
第八章 徒手绘图	108	
第一节 画草图概述	108	
第二节 徒手绘制物体正等轴测图	109	
第三节 徒手绘制物体三视图	114	
第九章 立体的视图	117	
第一节 基本体的视图	118	
第二节 立体表面上点的投影	122	
第三节 平面切割体的视图	128	
第四节 回转切割体的视图	131	
第十章 回转体相交的表面交线	139	
第一节 概述	139	
第二节 相贯线的作图求解	140	
第十一章 组合体视图	149	
第一节 组合体的形体分析	149	
第二节 组合体视图的画法	151	
第三节 组合体的尺寸标注	155	
第四节 看组合体视图构思形体	161	
第五节 计算机绘制组合体视图	166	
第十二章 机件的常用表示法	170	
第一节 视图	170	
第二节 剖视图	177	
第三节 断面图	191	
第四节 计算机绘制剖视图	193	
第五节 表示法综合应用	197	

第六节 其他规定表示法与简化表示法	198	第四节 读零件图	257
第十三章 标准件与常用件	202	第五节 计算机绘制机件的零件图	259
第一节 螺纹及螺纹紧固件	202	第十六章 装配图	267
第二节 键和销	214	第一节 装配图的作用和内容	267
第三节 圆柱齿轮	217	第二节 装配图的表示方法	268
第四节 弹簧	221	第三节 装配图的尺寸注法	273
第五节 滚动轴承	223	第四节 装配图中的零(部)件序号、明 细栏和标题栏	273
第六节 计算机绘制标准件	225	第五节 画装配图的方法与步骤	275
第十四章 机械图样上的技术要求 及其标注	228	第六节 读装配图	275
第一节 表面粗糙度	229	第七节 计算机绘制装配图	282
第二节 极限与配合的基本概念及标注	233	附录	291
第三节 形状和位置公差基本知识	239	附录 A 图线 ISO/DIS 128-24:1998	291
第四节 计算机标注技术要求	243	附录 B 螺纹及螺纹紧固件	292
第十五章 零件图	248	附录 C 键 销	300
第一节 零件图概述	248	附录 D 滚动轴承	302
第二节 典型零件的表示及尺寸标注	251	附录 E 轴和孔的基本偏差	304
第三节 零件上常见结构的尺寸标注	255	主要参考文献	308

绪 论

《机械制图及计算机绘图》是一门以研究绘制机械工程图样、图解空间几何问题、计算机绘图和贯彻国家制图有关标准为主要内容的课程，它是高等工科院校教学计划中一门必修的技术基础课。



一、本课程的研究对象

在工程技术中，按一定的投影方法和有关标准的规定，把物体的形状用图形画在图纸上或存储在磁盘等介质上，并用数字、文字和符号标注出物体的大小、材料和有关制造的技术要求，技术说明等，该图样称为工程图样。如图 0-1 所示，在工程设计中，图样用来表达和交流技术思想；在生产中，图样是加工制作、检验、调试、使用、维修等方面的主要依据。

二、本课程的基本任务

- (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工程图样的能力。
- (3) 培养空间分析问题的能力、空间想像构形能力，以及对一般空间几何问题的图解能力。
- (4) 学习计算机绘图知识，掌握 CXAX 电子图板画工程图样的技术。
- (5) 注重审美、创新能力的培养，逐步形成严谨、负责的科学作风。

三、本课程的学习方法

学好本课程，应注意以下几点：

- (1) 本课程是一门既有理论且实践性又强的技术基础课，学习时须掌握好基本内容、基本概念、投影原理和基本作图方法，尤其是计算机绘图的技术。
- (2) 本课程的画法几何与立体几何有密切联系。学习投影理论时，应注意空间几何元素及其相对位置的投影表示方法和投影变化规律；学会应用立体几何原理及投影作图方法去分析图解空间几何问题的方法和步骤。
- (3) 本课程的主要目的是，培养较强的空间想像能力、熟练的绘图和看图技能。为此，要运用投影原理和方法，深入研究空间几何元素及其平面图形之间的对应关系。通过空间到平面、平面到空间的不断思索，绘图和看图的反复实践，逐步获得上述能力。

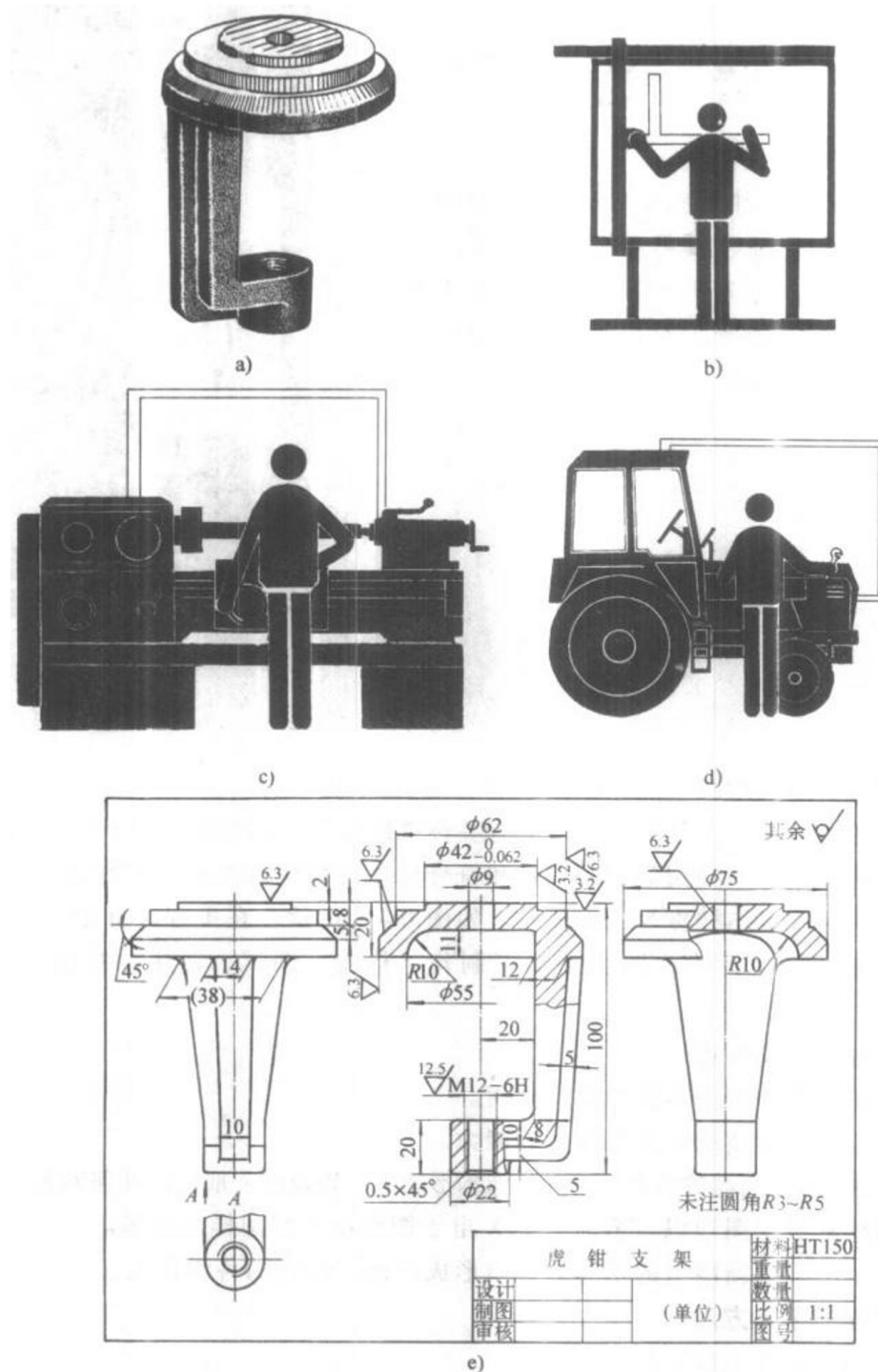
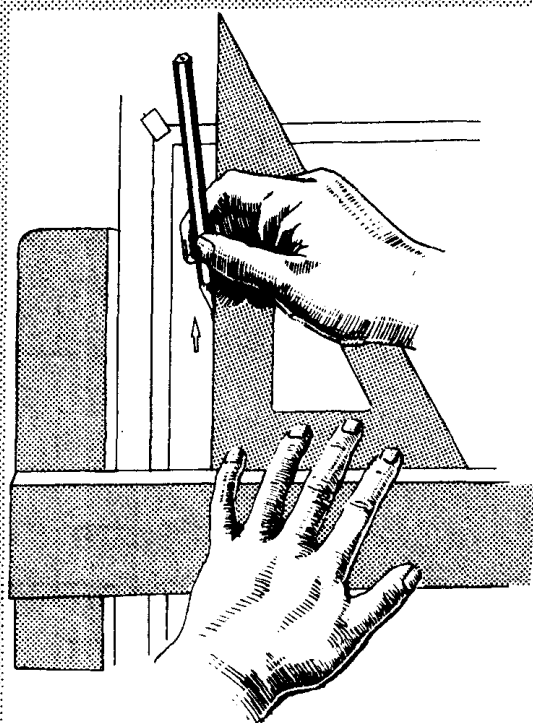


图 0-1 图样及其在工程中的应用

(4) 学习工程制图时，除学会运用投影理论及方法正确地表示物体的形状外，还须熟悉国家发布的有关标准，查询技术资料，特别要熟记机械制图国家标准中一些常用的规定，并在绘图中严格遵守。此外，通过参观和实习，了解一些机械制造知识，增强工程意识，对学习这门课程很有必要。

第一章 制图基本知识

绘制机械图样，必须严格遵守机械制图国家标准中的有关规定，正确使用绘图工具和仪器，掌握正确的绘图方法与步骤，并且要树立耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。



第一节 制图标准的基本规定

机械工程制图必须执行技术制图与机械制图国家标准，如《技术制图》国家标准 GB/T14689~14692—93、GB/T17450~17453—1998，《机械制图》国家标准 GB4457~4460—84 等。本章主要介绍制图标准的基础部分。

一、图纸幅面和格式 (GB/T14689—93)

1. 图纸幅面尺寸

为了合理地利用幅面和便于图样管理，绘制图样时，应优先选用表 1-1 中规定的图纸幅面尺寸，必要时可以沿长边加长。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。(图 1-1)。

2. 图框格式

图框格式分为不留装订边和留装订边两种，但同一产品的图样只能采用一种格式。要装订的图样，其图框的格式见图 1-2。装订有横装与竖装之分，其尺寸按表 1-1 的规定执行。一般采用 A4 幅面竖装和 A3 幅面横装。不留装订边的图样，其图框格式见图 1-3。两种图框线都必须用粗实线绘制。

3. 标题栏

标题栏必须配置在图框的右下角(图 1-2、图 1-3)。GB10609.1—89 规定了标题栏的格式和尺寸，在制图作业中建议采用图 1-4 所示的格式。标题栏的外框为粗实线，右边线

表 1-1 图纸幅面尺寸 (单位: mm)

幅面代号	$B \times L$	a	c	e
A0	841 × 1189	25	10	20
A1	594 × 841			
A2	420 × 594		5	10
A3	297 × 420			
A4	210 × 297			

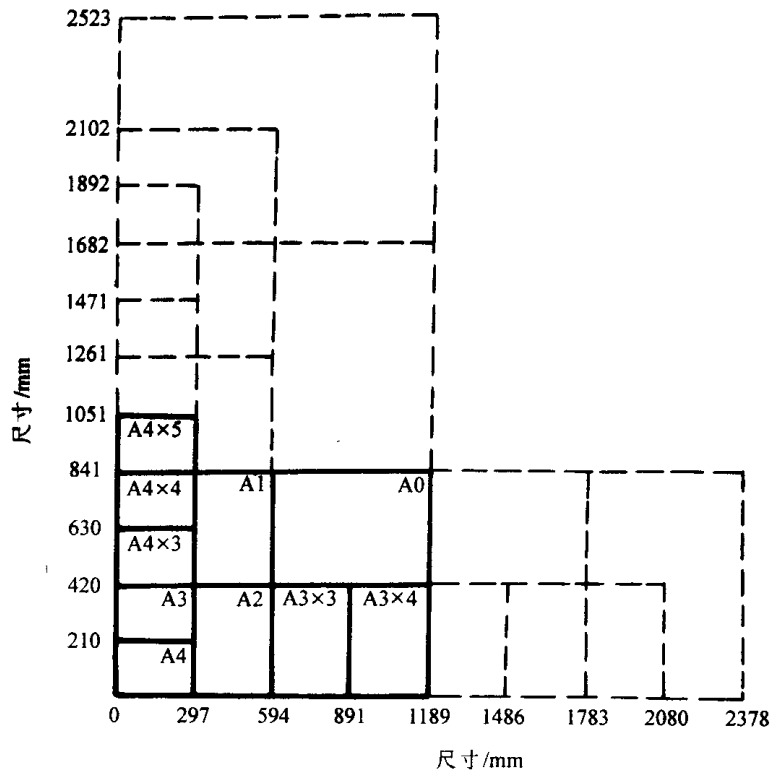


图 1-1 图纸幅面尺寸

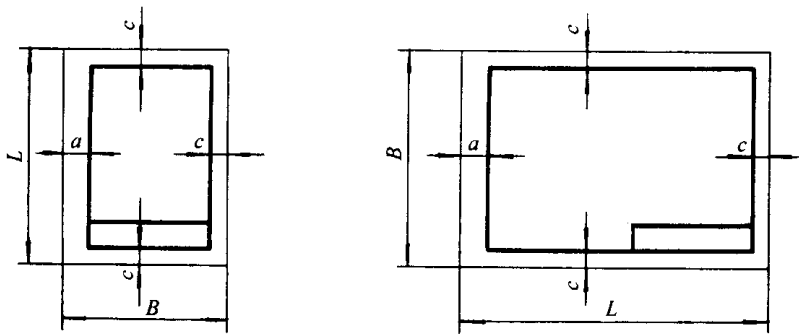


图 1-2 图框格式 (一)

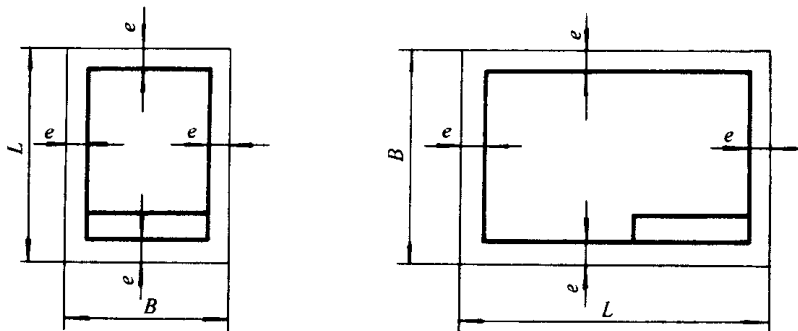


图 1-3 图框格式 (二)

和底边线与图框重合。标题栏的位置一经确定，看图的方向也就确定了。

二、比例 (GB/T14690—93)

比例是图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。绘图时，选用表 1-2 中规定的比例。当机件很大时，可选用放大比例绘制，一般应优先选用 1:1 的比例。绘制同一个机件各个视图若采用相同的比例须填写在标题栏中比例一栏内；当某视图采用不同比例时，必须在该视图名称的下方或右侧标注比例。

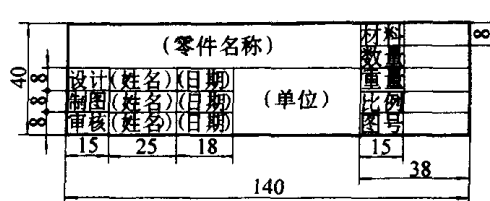


图 1-4 标题栏

表 1-2 比例

种 类	比 例		
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	
	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$

注：n 为正整数。

三、字体 (GB/T14691—93)

书写汉字、数字、字母必须作到：字体端正、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体的号数，即字体的高度（用 h 表示）分为 7 种：1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20。单位为 mm。字体的宽度一般为 $h/\sqrt{2}$ ，各种字体的示例如下。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体，采用国家正式公布的简化字。长仿宋体的特点是横平竖直，注意起落，结构均匀，填满方格。图样中一般汉字的高度 h 不应小于 3.5mm。

汉字字体示例：

10 号

字体端正 笔划清楚 间隔均匀 排列整齐

7 号

装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布水平镀抛光研视图
向旋转前后表面展开两端中心孔锥销键

2. 数字和字母

数字和字母分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度为字高的 1/14，B 型字体的笔画宽度为字高的 1/10。在同一张图样上，只允许采用一种型式的字体。数字和字母有两种：直体和斜体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准成 75° 。用作指数、分数、极限偏差等的数字及

字母，一般采用小一号字体。

阿拉伯数字示例：

A 型字体

(斜体)



B 型字体

(斜体)



罗马数字示例：

A 型字体

(斜体)



拉丁字母示例：

B 型字体

(大写斜体)



B 型字体

(小写斜体)



希腊字母示例：
B 型字体
(小写斜体)



综合应用示例：

10Js5(± 0.003) M24-6h

$\phi 25 \frac{H6}{m5} \quad \frac{H}{2:1}$

$\frac{6.3}{\nabla} \quad R8 \quad 5\% \quad \nabla \frac{3.50}{\quad}$

3. 计算机绘图的字体规定 (GB/T13362.4—92)

- (1) 数字、字母一般应斜体输出。
- (2) 汉字输出时一般采用正体，并采用国家正式公布和推行的简化字。
- (3) 字体与图幅之间的选用关系见表 1-3。

表 1-3 字体与图幅的选用关系

(单位：mm)

图幅 \ 字体 h	A0	A1	A2	A3	A4
汉字	7	5	3.5	3.5	3.5
字母与数字	5	5	3.5	3.5	3.5


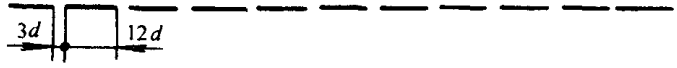
注： h ——汉字、字母和数字的高度。

四、图线及其画法

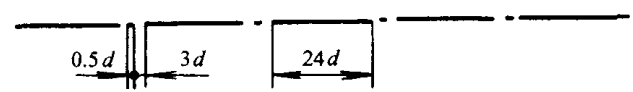
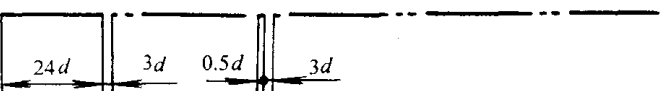
1. 图线型式

(1) GB/T17450—1998《技术制图 图线》的规定：GB/T17450—1998《技术制图 图线》中规定了 15 种基本线型。本节只列出了技术制图中常用的线型，如表 1-4 所示。

表 1-4 GB/T17450—1998 规定的常用线型

代码 No.	基本线型	名称
01		实线
02		虚线

(续)

代码 No.	基本线型	名称
04		点画线
05		双点画线

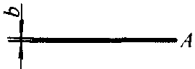

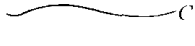

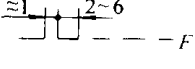
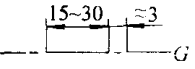
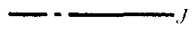
本标准中规定图线宽度的比率为：

粗线：中粗线：细线 = 4:2:1

在同一图样中，同类图线的宽度应一致。在机械制图国家标准中，目前多采用两种图线即粗线和细线。建筑制图标准选用三种图线。图线宽度 d 的推荐系列尺寸为 0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm。宽度为 0.18mm 的图线在图样复制中往往不清晰，尽量不采用。图线宽度的选择，应根据图纸幅面的大小、所表达对象的复杂程度以及所绘制图样的用途等因素全面考虑。

(2) GB4457.4—84 中的图线线型：目前，在机械图样中仍采用 GB4457.4—84 中规定的 8 种线型，见表 1-5。

表 1-5 GB4457.4—84 规定的图线

序号	图线名称	图线型式及代号	图线宽度	一般应用
1	粗实线		b (约 0.4~2mm)	A1 可见轮廓线 A2 可见过渡线
2	细实线		约 $b/3$	B1 尺寸线及尺寸界线 B2 剖面线 B3 重合剖面的轮廓线 B4 螺纹的牙底及齿轮的齿根线 B5 引出线 B6 分界线及范围线 B7 弯折线 B8 辅助线 B9 不连续的同—表面的连线 B10 成规律分布的相同要素的连线
3	波浪线		约 $b/3$	C1 断裂处的边界线 C2 视图和剖视的分界线
4	双折线		约 $b/3$	D1 断裂处的边界线
5	虚线		约 $b/3$	F1 不可见轮廓线 F2 不可见过渡线
6	细点划线		约 $b/3$	G1 轴线 G2 对称中心线 G3 轨迹线 G4 节圆及节线
7	粗点划线		b	J1 有特殊要求的线或表面的表示线

(续)

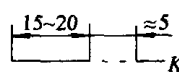
序号	图线名称	图线型式及代号	图线宽度	一般应用
8	双点划线		约 $b/3$	K1 相邻辅助零件的轮廓线 K2 极限位置的轮廓线 K3 坯料的轮廓线或毛坯图中制成品的轮廓线 K4 假想投影轮廓线 K5 试验或工艺结构(成品上不存在)的轮廓线 K6 中断线

图 1-5 是 GB4457.4—84 图线应用示例。

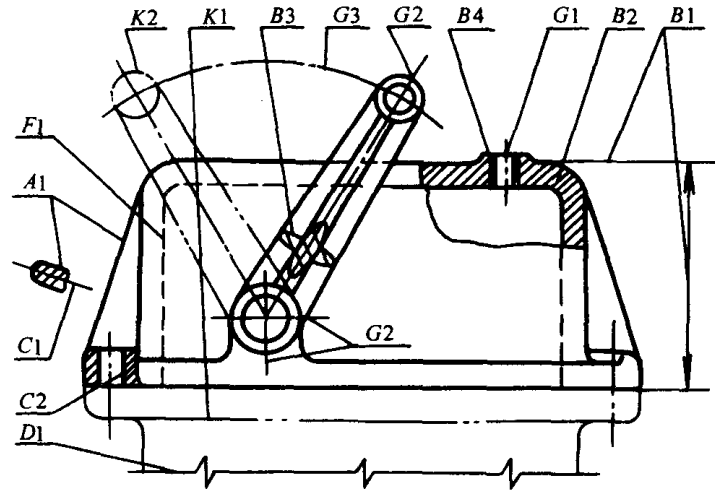


图 1-5 图线应用示例

2. 图线画法要点

(1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、点划线及双点划线的线段长度和间隔应各自大致相等。

(2) 两条平行线(包括剖面线)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 0.7mm。

(3) 绘制圆的对称中心线时,圆心应为线段的交点。当绘制点划线和双点划线有困难时,可用细实线代替(图 1-6)。

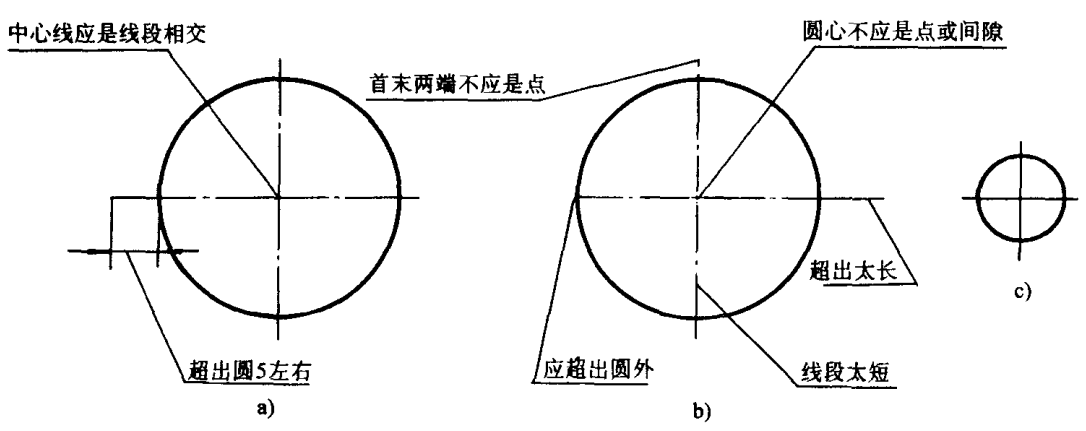


图 1-6 中心线的画法

a) 正确 b) 不正确 c) 小圆中心线的画法

(4) 对称图形的对称中心线一般应超出图形外 5mm 左右。超出量在整幅图样中应基本一致。

(5) 虚线、点画线与其他图线相交时，应在线段处相交，而不应在间隙处相交（图 1-7）。

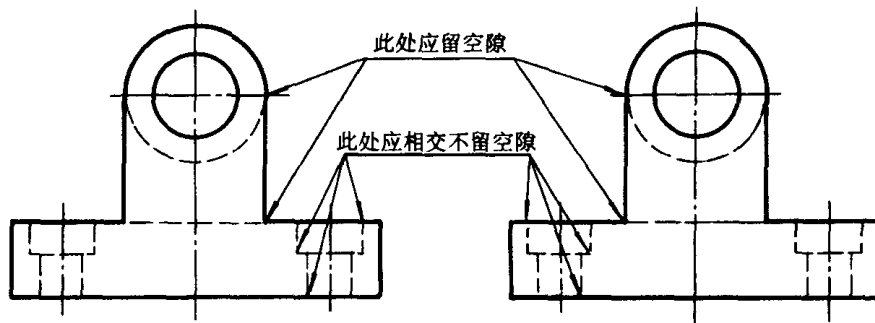


图 1-7 虚线、点画线的画法

为了便于国际交流，附录 A 中列出了 ISO/DIS128—24 中规定的 9 种线型。

3. 计算机绘图的图线

GB/T14665—1998《机械工程 CAD 制图规则》中介绍了用于计算机绘图的图线。

(1) 线宽选取：为了便于机械制图与计算机信息交换时的需要，该标准中规定 GB4457.4—84 中所列的 8 种图线，对于 A0、A1 幅面，粗、细线型线宽优先采用 1.0mm、0.35mm；对于 A2、A3、A4 幅面，粗、细线型线宽优先采用 0.7mm、0.25mm。

(2) 图线在计算机中的层及颜色设置：见表 1-6。

表 1-6 图线在计算机中的层及颜色

图 线 类 型	屏幕上的颜色	图线层名
粗 实 线	白 色	0
细 实 线	红 色	01
波 浪 线	绿 色	02
双 折 线	蓝 色	03
虚 线	黄 色	04
细点划线	蓝绿/浅蓝	05
粗点划线	棕 色	06
双点划线	粉红/桔红	07

五、尺寸标注 (GB4458.4—84)

图样上标注尺寸时，必须严格按照图标准中有关尺寸注法的规定进行。

1. 基本规则

(1) 机件中的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。

(2) 图样中（包括技术要求和其他说明）的尺寸一般以 mm 为单位时，不需要标注其计量单位符号，若采用其他单位时必须注明。

(3) 机件的每一尺寸，一般只标注一次，并应注在反映该形状最清晰的图形上。