



教育科学“十五”国家规划课题研究成果

现代工程制图

李 丽 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

现代工程制图

李 丽 主编



高等教育出版社

内容提要

本书是根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2004 年制订的《高等学校工程图学课程教学基本要求》以及 21 世纪对工程技术人员基本素质的要求, 结合教学实践和教学改革成果编写而成。

本书内容以培养学生徒手绘图、尺规绘图和计算机绘图三种能力为重点, 计算机绘图贯穿于全书, 将机械制图的基本内容和计算机绘图以及最新国家标准有机地融为一体, 主要内容包括: 工程图学基础(包括制图基本知识、计算机绘图基础、正投影基本理论、立体的投影、组合体、构型方法、三维立体建模、轴测图、机件常用的表达方法等), 专业绘图基础(包括标准件、零件图、装配图、化工图等)等 11 章。

与本书配套的李丽、周明贵主编《现代工程制图习题集》同时由高等教育出版社出版, 可供选用。为适应多媒体教学需求, 还研制了与本教材的配套的多媒体课件。

本书可作为高等学校近机类各专业的教材, 也可供其他院校相关专业使用及工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

现代工程制图/李丽主编. —北京: 高等教育出版社, 2005. 3

ISBN 7-04-016402-7

I. 现... II. 李... III. 工程制图 - 高等学校 - 教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 006272 号

策划编辑 宋 晓 责任编辑 宋 晓 封面设计 刘晓翔 责任绘图 朱 静
版式设计 王艳红 责任校对 胡晓琪 责任印制 杨 明

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	北京蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	北京机工印刷厂		http://www.landaco.com.cn
开 本	787×1092 1/16	版 次	2005 年 3 月第 1 版
印 张	19.75	印 次	2005 年 3 月第 1 次印刷
字 数	490 000	定 价	23.10 元
插 页	1		

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 16402-00

前 言

本教材是根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2004 年制订的《高等学校工程图学课程教学基本要求》以及 21 世纪对工程技术人员基本素质的要求, 结合教学实践和教学改革成果编写而成。

工程图学教育的目的之一是开发受教育者的空间逻辑思维和形象思维的悟性和潜能, 培养学生的图形表达能力、空间思维能力、自学能力、审美能力和创新能力。这些能力的培养与学生各方面素质的提高是相辅相成的。学生无论以后是否直接从事机械或建筑专业领域的工作, 由本课程的空间思维训练、图形表达能力训练和绘图技能训练而形成的能力和素质都将跨越专业界限, 渗透或应用到他们所从事的各行各业中。

本教材以培养学生徒手绘图、尺规绘图和计算机绘图实践能力为重点, 计算机绘图贯穿于全书, 将机械制图的基本内容和计算机绘图有机地融为一体。

本教材有以下主要特点:

(1) 采用国家最新颁布的技术制图、机械制图、计算机绘图等有关标准, 并根据课程内容的要求穿插在教材中。

(2) 在第一章绘图工具及绘图技能后, 即加入了计算机绘图的内容, 介绍 AutoCAD 2004 绘图软件的基本使用方法, 并根据各章节中有关内容穿插讲解 AutoCAD 2004 的具体操作方法, 培养学生利用现代工具绘图的技能。

(3) 随着信息时代的到来, 社会对具有三维造型设计能力人才的需求量急剧增加。本教材在第四章组合体中编入了“计算机三维实体建模”一节, 以加强对学生应用二维平面图形表达三维空间形状、运用绘图软件绘制工程图样、进行三维造型设计和创造性构型设计等能力的培养。

(4) 针对近机类专业机械制图课时少和专业类型多、对本课程要求不尽相同的特点, 本教材删减了画法几何中的图解部分和曲线曲面、投影变换等内容, 加强了图示能力和阅读能力的培养, 同时在专业绘图基础中增加了“化工专业图样”一章, 供不同专业选用。

(5) 根据标准结构和标准件的不同作用, 将螺纹结构穿插在零件图中介绍, 滚动轴承则在装配图中介绍。

本教材由李丽主编, 参加编写的有刘思颂(第一章)、邹功江(第二章, 第三章第一、二、三节)、贾雨(第三章第四节, 第四章, 第五章)、李广慧(第四章第七节)、陈雪菱(第六章)、曾兵(第七章、附录)、李丽(绪论、第八章、第九章)、王新建(第十章)、周明贵(第十一章)。与本书配套的李丽、周明贵主编《现代工程制图习题集》同时由高等教育出版社出版, 可供选用。为适应多媒体教学需求, 还研制了与本教材的配套的多媒体课件, 课件由李丽策划, 陆裁涵、李晓英主编, 陆裁涵、李晓英、李东林、尹杰、张逊娅、何沁蔚、李丽、曾兵、贾雨、邹功江、陈雪菱、王兴建、刘思颂制作。

本教材由四川大学胡义教授审阅, 并提出了许多宝贵的意见和建议, 给予了许多帮助和指导, 在此表示衷心的感谢。

在本教材编写过程中参考了国内同类教材，从中得到了很多信息和启发，在此表示诚挚谢意。

由于水平有限，书中难免存在问题，恳切希望读者提出宝贵意见和建议。

编者
2004年9月

目 录

绪论	1	§ 5-3 斜二轴测图	150
第一章 制图的基本知识与技能	3	§ 5-4 计算机绘制轴测图	152
§ 1-1 《技术制图》与《机械制图》国家 标准部分内容简介	3	第六章 机件的表达方法	155
§ 1-2 几何作图	13	§ 6-1 视图	155
§ 1-3 平面图形的尺寸分析和 作图方法	17	§ 6-2 剖视图	158
§ 1-4 绘图工具及绘图技能	20	§ 6-3 断面图	167
§ 1-5 计算机绘图的基本方法	23	§ 6-4 局部放大图	169
第二章 点、直线及平面的投影	49	§ 6-5 简化画法	169
§ 2-1 投影法基本知识	49	§ 6-6 第三角画法简介	172
§ 2-2 三面投影体系与三视图	51	第七章 零件图	175
§ 2-3 点的投影	54	§ 7-1 零件图的作用和内容	175
§ 2-4 直线的投影	57	§ 7-2 零件上的常用结构	176
§ 2-5 平面的投影	64	§ 7-3 零件图的视图选择	183
第三章 基本立体及其表面交线	76	§ 7-4 零件图尺寸的合理标注	187
§ 3-1 平面立体的投影	76	§ 7-5 零件的技术要求	194
§ 3-2 平面与平面立体相交	79	§ 7-6 看零件图	205
§ 3-3 曲面立体的投影	83	§ 7-7 零件测绘和零件草图	208
§ 3-4 曲面立体表面的交线	88	§ 7-8 计算机绘制零件图	210
第四章 组合体	101	第八章 零件的连接、齿轮、 弹簧	217
§ 4-1 组合体的构形及分析方法	101	§ 8-1 螺纹紧固件及其连接	217
§ 4-2 组合体视图的画法	103	§ 8-2 键及其联结	223
§ 4-3 组合体的构形设计	106	§ 8-3 销及其连接	225
§ 4-4 组合体的尺寸标注	112	§ 8-4 齿轮	226
§ 4-5 计算机绘制组合体	118	§ 8-5 弹簧	230
§ 4-6 读组合体视图的方法	122	第九章 装配图	233
§ 4-7 计算机三维实体建模	127	§ 9-1 装配图的内容	233
第五章 轴测图	144	§ 9-2 装配图的表达方法	235
§ 5-1 轴测图的基本知识	144	§ 9-3 装配图的尺寸标注和技术 要求	240
§ 5-2 正等轴测图	145	§ 9-4 装配图的编号、明细栏和	

标题栏	241	附表 7 梯形螺纹直径与螺距	291
§ 9-5 装配图的视图选择和绘制	244	附表 8 英寸制管螺纹	291
§ 9-6 装配结构的合理性	250	附表 9 螺纹收尾、肩距、退刀槽、 倒角	292
§ 9-7 读装配图及拆画零件图	251	附表 10 六角头螺栓	293
第十章 化工专业图样	257	附表 11 双头螺柱	293
§ 10-1 化工设备图	257	附表 12 螺钉	295
§ 10-2 化工工艺图	269	附表 13 六角螺母	297
第十一章 展开图	276	附表 14 垫圈	297
§ 11-1 平面立体表面的展开	277	附表 15 紧固件通孔及沉孔尺寸	298
§ 11-2 可展曲面立体的表面展开	279	附表 16 平键及键槽各部分尺寸	299
附录	285	附表 17 销	301
附表 1 常用黑色金属材料	285	附表 18 滚动轴承	302
附表 2 常用有色金属材料	287	附表 19 优先配合中轴的极限偏差	303
附表 3 常用非金属材料	288	附表 20 优先配合中孔的极限偏差	305
附表 4 零件倒圆与倒角	288	参考文献	308
附表 5 砂轮越程槽	289		
附表 6 普通螺纹直径与螺距	290		

绪 论

一、学科研究的对象

在工程设计中,为了正确地表达仪器、设备的形状、结构和材料等内容,设计者通常把物体按一定的投影方法并遵守有关的规定绘制出图纸,用以表达设计思想,这种图称为工程图。工程图是加工、制造、检验仪器和设备的依据。在使用仪器和设备时,也需要通过工程图了解仪器和设备的结构和性能。工程图是工程界的一种重要技术文件,也是工程界进行技术交流的工具,因此工程图样被称为工程界的语言。

在现代工业生产中,工程图样作为表达构思、设计和传递制造工程与产品信息的主要媒介,在国民经济各领域的技术工作和管理工作中有着广泛的应用。在科学研究中,图形能直观表达实验数据、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,具有重要意义。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。因此,工程图学对于新世纪大学生是一种素质,是一种工具,是培养创新思维的基础知识。

工程图学课程是高等工科大学各专业的一门技术基础课。其理论严谨,与工程联系紧密,实践性强,是后续专业课程教育的基础。该课程是一门研究在平面上图示空间几何元素和物体、图解空间几何问题的原理与方法,研究计算机绘图的理论、知识和技能,以及根据工程技术的规定和知识来绘制、阅读工程图样的学科。本课程将以正投影的基本原理为理论基础,讲述工程图样在构思、设计、图解空间几何问题的过程中,以及分析、研究自然界与工程界的客观规律中的应用,同时尽量反映专业设计领域的最新设计手段和方法。

本课程的内容包括:

1. 工程图学基础

由投影理论基础、构型方法基础、表达技术基础、绘图能力基础及工程规范基础构成。

2. 计算机绘图基础

主要介绍利用 AutoCAD 2004 绘图软件绘制机械图样的方法与技巧(将其内容融合到各相关章节中)。

3. 专业图样的绘制与阅读

以工程中常用的机件和装配体为例,着重介绍零件图和装配图的内容、特点、图示方法、规定画法和图例。

二、课程的主要任务

- (1) 学习正投影法的基本理论及其应用;
- (2) 培养绘制和阅读机械工程图样的基本能力;
- (3) 培养学生空间想像能力和空间构型能力;

(4) 培养尺规绘图、徒手绘图和运用计算机绘图软件绘制工程图样及进行三维造型设计的能力；

(5) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

三、课程的学习方法

工程图学课程是一门既重理论，又重实践的课程，体现了知识与能力的交融。实践性主要体现在学生通过课程的学习，培养徒手画图能力、尺规绘图能力、计算机绘图能力及创新能力。必须通过学生绘图和读图的实践才能较好地掌握课程的内容，训练和提高空间想像能力。

(1) 充分理解和掌握基本概念、基本原理和基本作图，注意把投影分析和空间想像结合起来。

(2) 正确应用形体分析和线面分析方法，分析和想像空间形体与平面图样之间的对应关系，即从二维平面图形想像三维形体，才能不断提高空间想像能力和空间构型能力。

(3) 读图是本课程的重点也是难点，读图的过程主要是形象思维的过程，而形象思维方法离不开逻辑思维(即从概念出发进行分析、判断和推理)的影响。在培养读图能力的过程中，有意识地运用逻辑思维进行投影分析是提高读图能力的有效途径。

(4) 图形表达能力和空间思维能力的提高需要通过一定数量的作图才能掌握，因此强调完成作业的重要性。在完成作业的过程中，必须严格遵守国家标准的规定，培养耐心细致的工作态度和严肃认真的工作作风。

(5) 计算机绘图应注意掌握绘图软件中各种命令的应用技巧，加强上机实践才能不断提高计算机绘图的技能。

(6) 尺规作图要注意正确使用绘图工具和采用正确的作图方法与步骤。

第一章 制图的基本知识与技能

工程图样是设计、制造、检验仪器和设备的重要技术资料。要正确绘制工程图样，就必须遵守国家标准的各项规定，掌握绘图的基本知识和技能，学会正确地使用绘图工具。本章主要介绍有关制图的国家标准、几何作图、平面图形的尺寸分析和画法、绘图工具的使用和计算机绘图的基本方法。

§1-1 《技术制图》与《机械制图》国家标准 部分内容简介

图样是“工程界的语言”，为便于技术交流和指导生产，就必须有一个统一的规定。为此，我国在1959年首次颁布了《机械制图》国家标准，并随着经济建设的不断发展和对外技术交流的不断扩大，先后作了多次修订。为与国际接轨，20世纪90年代，又发布了《技术制图》国家标准。

本节摘要介绍《机械制图》和《技术制图》国家标准(简称“国标”或“GB”)中有关图纸幅面及格式、比例、字体、图线和尺寸注法等部分的基本规定。

一、图纸幅面及格式(GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面

绘制图样时，应优先采用表1-1中规定的基本幅面尺寸，必要时也允许加长幅面，但应按基本幅面的短边整数倍增加。各种加长幅面参见图1-1。其中粗实线部分为基本幅面，细实线部分为第一选择的加长幅面，虚线部分为第二选择的加长幅面。

表1-1 基本幅面尺寸

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	a	25			
	c	10		5	
	e	20		10	

2. 图框格式

表示一张图幅大小的框线，称为图纸边界线，用细实线绘制。在边界线里面，留出图边后，用粗实线画出图框。图纸可以横放也可竖放。需要装订的图样，其图框格式如图1-2a所示，不需装订的图样，其图框格式如图1-2b所示。

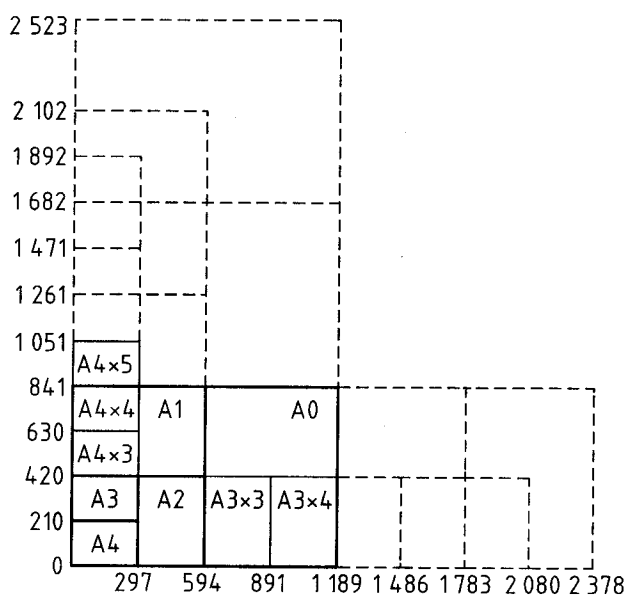


图 1-1 基本幅面与加长幅面尺寸

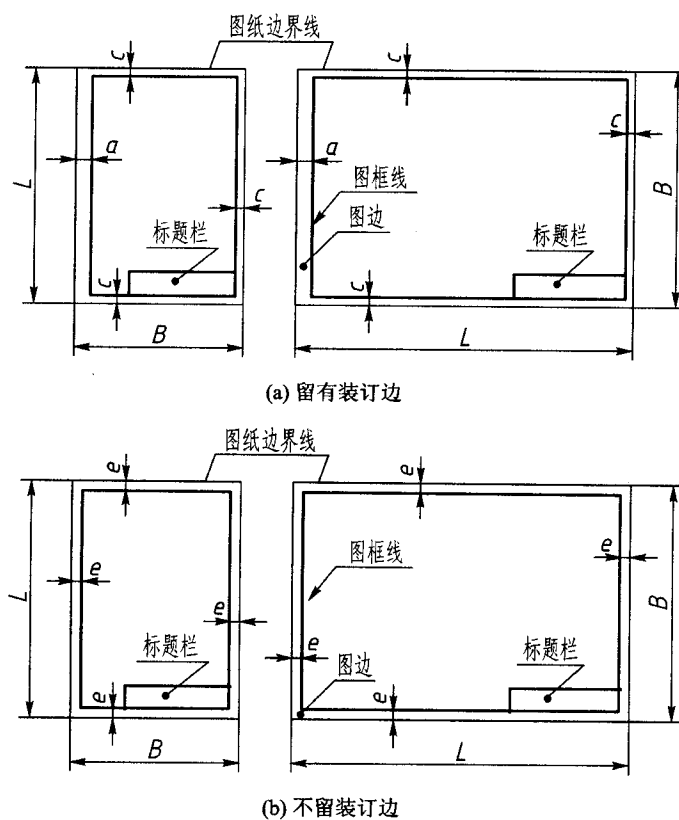


图 1-2 图框格式

3. 标题栏

每张图样均应有标题栏，一般置于图纸右下角，紧靠图框。标题栏中文字的方向一般为读图方向。标题栏外框用粗实线。标题栏格式在国家标准 GB/T 10609.1—1989《技术制图 标题栏》中有明确规定。学生在校学习工程制图课程期间，通常推荐采用简化的标题栏，如图 1-3 所示格式。

图 1-3 中“A”栏的格式如图 1-4 所示。

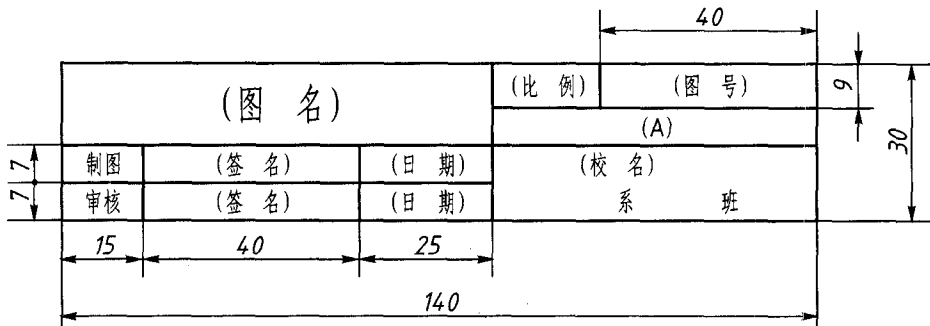


图 1-3 推荐使用的标题栏格式

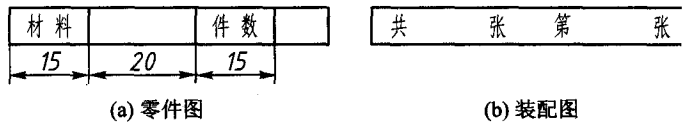


图 1-4 标题栏中“A”栏的格式

二、比例 (GB/T 14690—1993)

图样与实物相应要素的线性尺寸之比称为图样的比例。绘图时所选比例应符合表 1-2 中的规定，优先选用第一系列，并尽量采用 1:1。

表 1-2 比 例

种 类	比 例	
	第 一 系 列	第 二 系 列
原值比例	1:1	
缩小比例	1:2 1:5 1:10 ⁿ 1:2×10 ⁿ 1:5×10 ⁿ	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6 1:1.5×10 ⁿ 1:2.5×10 ⁿ 1:3×10 ⁿ 1:4×10 ⁿ 1:6×10 ⁿ
放大比例	2:1 5:1 1×10 ⁿ :1 2×10 ⁿ :1 5×10 ⁿ :1	2.5:1 4:1 2.5×10 ⁿ :1 4×10 ⁿ :1

注：n 为正整数。

绘制同一机件的各个视图应尽量选用同一比例，并填写在标题栏的比例一栏中。当某个视图需要采用不同比例时，必须在视图名称的下方或右侧加以标注。

标注尺寸时，不论图形比例为多少，都应标注机件的实际尺寸，如图 1-5 为不同比例画出的同一形体图形。

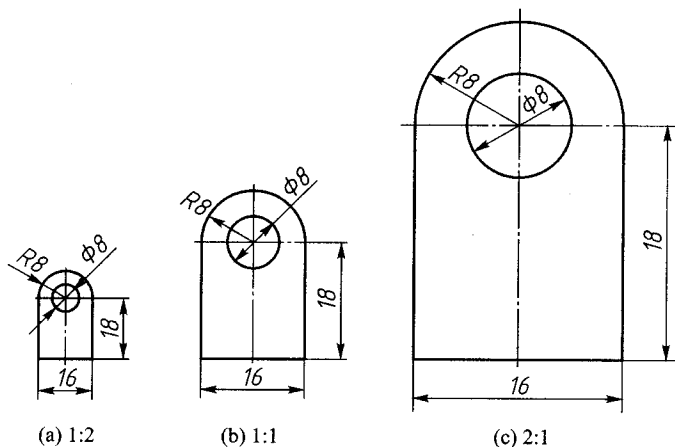


图 1-5 用不同比例画出的图形

三、字体 (GB/T 14691—1993)

图样中书写的字体必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的号数用字高 h (mm) 表示，分为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14 和 20。

1. 汉字

图样中的汉字应写成长仿宋体字 (直体)，并应采用国家正式公布推行的简化字。字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ ($\approx 0.7h$)，字号不应小于 3.5。

长仿宋体字的特点是结构均匀、注意起落、高度足格，如图 1-6 所示。

10号字：字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐

7号字：字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐

5号字：技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山港口纺织服装

图 1-6 长仿宋体汉字示例

2. 数字和字母

数字和字母可写成直体和斜体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线约成 75° 。在技术文件中数字和字母一般写成斜体，而与汉字混合书写时，可采用直体。

数字和字母又分 A 型和 B 型，A 型字体笔画宽度 $d = h/14$ ，B 型为 $h/10$ 。在同一图样中应采用同一型号的字体，用作指数、分数、极限偏差、注脚及字母的字号时，一般采用比基本尺寸数字小一号的字体。

图 1-7 为数字和字母的应用示例。

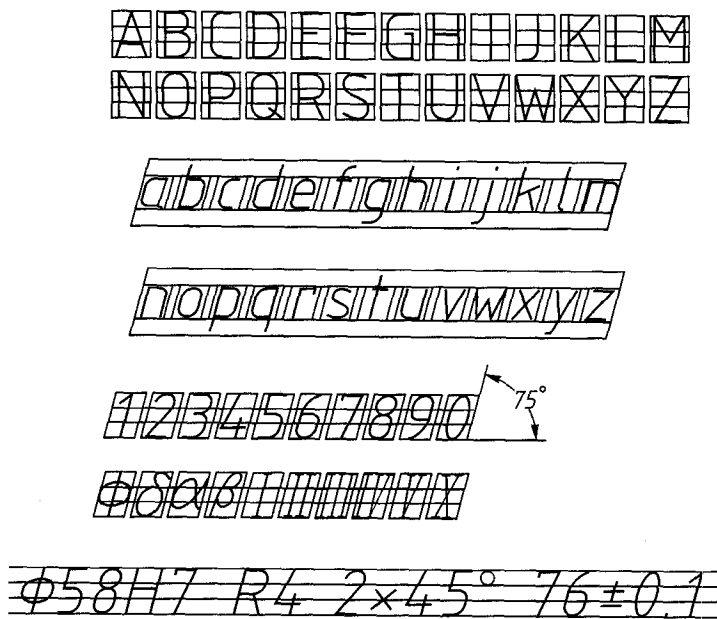


图 1-7 数字和字母应用示例

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

绘制图样时，应采用国标 GB/T 17450—1998《技术制图 图线》和 GB/T 4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》中所规定的图线，如表 1-3 所示。

表 1-3 图线 (摘选)

No.	图线名称		图线型式	图线宽度	应用举例
01	实线	粗实线		粗	可见轮廓线，剖切面位置线
		细实线		细	尺寸线，尺寸界线，剖面线，重合断面轮廓线，引出线，过渡线
		波浪线			断裂处的边界线：视图与剖视图的分界线
		双折线			断裂处的边界线
02	虚线	细虚线		粗	不可见轮廓线
		粗虚线			允许表面处理的表示线
04	点画线	细点画线		细	轴线，对称中心线，分度圆(线)
		粗点画线		粗	限定范围表示线
05	细双点画线			细	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

机械图样中常用的线型为：粗实线、细实线、波浪线(细)、双折线(细)、细虚线、细点画线和细双点画线。

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9个数值中选择：0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2, 单位为mm, 粗、细线宽比为2:1。

绘图时, 各线素(线素指不连续线的独立部分, 如点、长度不同的画和间隔)的长度宜符合表1-4的规定, 手工绘图时, 建议采用表1-5的图线型式。

图1-8所示为图线的应用举例。

表 1-4 图线的构成(摘选)

线 素	线 型	长 度
点	04, 10, 12	$\leq 0.5d$
短间隔	02, 04, 10, 12	$3d$
画	02, 10, 12	$12d$
长画	04	$24d$

表 1-5 图线型式

虚线	
点画线	
细双点画线	

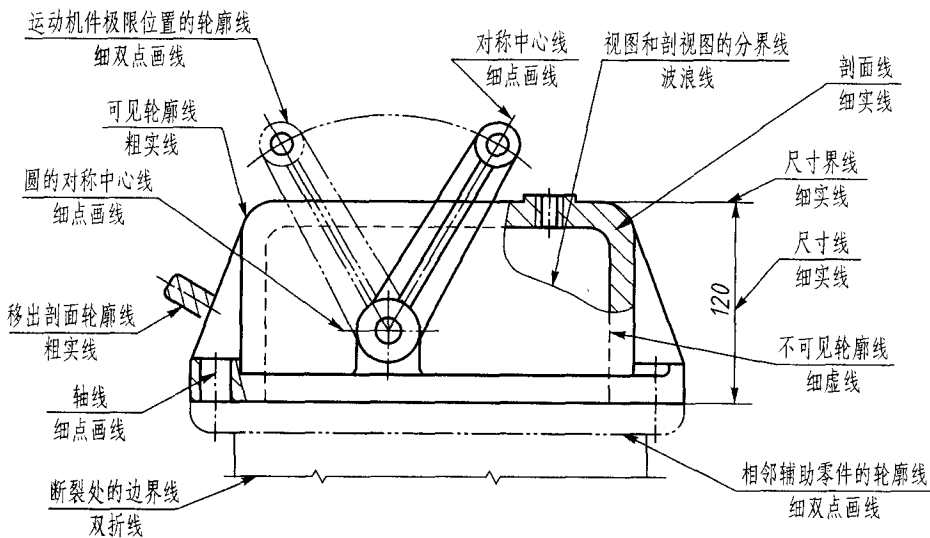


图 1-8 图线应用举例

绘图时，图线的画法应符合如下要求：

(1) 在同一图样中，同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及细双点画线的画、长画和短间隔应各自大致相等。点画线和细双点画线的首尾两端应是长画而不是短画。

(2) 两条平行线(含剖面线)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，圆心应为长画的交点，且对称中心线两端应超出圆弧 2~5 mm。

(4) 在较小的图形上绘制点画线或细双点画线有困难时，可用细实线代替。

(5) 当图线相交时，应是画相交。当虚线在粗实线的延长线上时，在虚、实线的连接处应留出空隙。

图 1-9 所示为图线的正确画法举例。

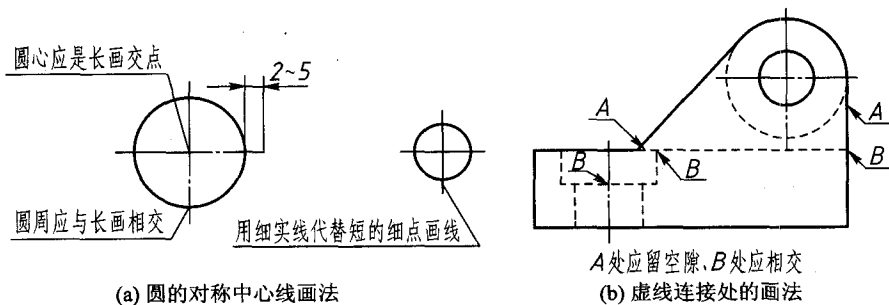


图 1-9 图线画法举例

五、尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003、GB/T 19096—2003)

图样中的尺寸用以直接确定形体的真实大小和位置。

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，以 mm 为单位，不需标注计量单位的代号或名称，如采用其他单位，则应注明相应的单位符号。

(3) 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。

(4) 机件的每一尺寸，一般只标注一次，并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸组成及其注法

一个完整的尺寸，一般由尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端和尺寸数字四要素组成，其基本标注方法见表 1-6。

表 1-6 尺寸标注基本方法

项目	说明	图例
尺寸界线	<p>(1) 尺寸界线由细实线绘制, 并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。必要时也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线</p> <p>(2) 尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 并超过尺寸线约 2 ~ 3 mm, 必要时才允许倾斜</p> <p>(3) 在光滑过渡处标注尺寸时, 必须用细实线将轮廓线延长, 从它们的交点处引出尺寸界线</p>	
尺寸线	<p>(1) 尺寸线应由细实线单独绘制, 不能用其他图线代替, 一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上</p> <p>(2) 标注线性尺寸时, 尺寸线必须与所标注线段平行, 且相距 5 ~ 10 mm</p> <p>(3) 互相平行的尺寸线, 小尺寸在里, 大尺寸在外, 且间隔约为 5 ~ 10 mm</p>	
尺寸线终端	<p>(1) 尺寸线终端有两种形式: 箭头: 如图 a 所示。机械图样中一般采用这种形式 斜线: 用细实线绘制, 如图 b 所示。采用这种形式时, 尺寸线与尺寸界线必须互相垂直</p> <p>(2) 标注连续的小尺寸时, 中间的箭头可用小黑点或斜线代替, 如图 c、d 所示</p> <p>(3) 当尺寸线太短没有足够位置画箭头时, 可将其画在尺寸线延长线上</p>	