

二十一世纪

高职高专规划教材



ER SHI YI SHI JI GAO ZHI GAO ZHUAN GUI HUA JIAO CAI

工程制图

GONGCHENG ZHITU

钱文伟 主编

航空工业出版社

21 世纪高职高专规划教材

工程制图

(非机械类专业适用)

主 编 钱文伟

副主编 任春红 刘 鹏

编 委 翟振辉 赵敬云 李 斌

赵晓运 崔纪超 范 蕾

航空工业出版社

内 容 提 要

本书是根据教育部制定的《高职高专教育工程制图课程教学基本要求》编写而成的,同时出版了与本书配套使用的《工程制图习题集》。

本书主要包括制图基本知识、立体的投影、组合体、轴测图、机件形状的常用表达方法、标准件与常用件、零件图、装配图、电气工程图、计算机绘图及附录。本书采用我国最新颁布的《技术制图》与《机械制图》国家标准,以及与制图有关的其他国家标准。

本书可作为高职高专非机械类专业,特别是电子、计算机、管理类专业工程制图课程的教材,亦可供相近专业的师生及工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图:非机械类专业适用/钱文伟主编. —北京:
航空工业出版社, 2006. 8

ISBN 7-80183-813-0

I. 工... II. 钱... 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(2006)第 102835 号

工程制图

Gongcheng Zhitu

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

发行电话: 010-64978486 010-64919539

北京昌平长城印刷厂

全国各地新华书店经售

2006 年 9 月第 1 版

2006 年 9 月第 1 次印刷

开本: 787×1092

1 / 16

印张: 15.75

字数: 402 千字

印数: 1—8000

定价: 25.00 元

前言

本教材是根据原国家教委颁发的《高职高专工程制图课程教学基本要求》编写的。本教材在编写过程中，除认真总结和充分吸取各校近年来的教改经验与成果外，还力求反映现代科学技术的新知识与新内容。

本书主要有以下特点：

(1) 贯彻“基础理论教育以应用为目的，以必需、够用为度，以掌握概念、强化应用为教学重点”的原则，教材内容的选择及体系结构完全适应高职高专的教学需要，力求体现高职高专特色。

(2) 适当降低了立体表面交线的难度。截交线、相贯线的求解及画法以工程应用实例为主，以定形分析、特殊情况、简化画法为主，具有针对性、实用性强的特点。

(3) 全书文字精练，语言通俗，图例丰富，插图清晰。所选图例紧密结合专业需要，并力求结合生产实际。

(4) 标准资料新。本书全部采用《技术制图》与《机械制图》最新国家标准，以及与制图有关的其他标准。

本书由钱文伟主编，任春红、刘鹏为副主编。参加编写的人员有：崔纪超（绪论、第1章），赵晓运（第2章2.1、2.2、2.3），赵敬云（第3章），李斌（第2章2.4、2.5、2.6，第4章），任春红（第5章），翟振辉（第6章），刘鹏（第7章），钱文伟（第8章、第9章、附录），刘鹏、范蕾（第10章）。本书由寇世瑶教授审阅，对书稿提出许多宝贵意见，在此表示衷心感谢。

本书主要作为高职高专类学校电子、计算机、管理类等非机械类专业《工程制图》课程的教材，与本教材配套使用的有《工程制图习题集》。

由于水平有限，对于书中不当之处，恳请读者批评指正。

编者

2006. 8

目 录

绪 论	1
第 1 章 制图的基本知识	3
1.1 国家标准有关制图的基本规定	3
1.2 绘图的基本方法	13
1.3 平面图形的分析及画图步骤	18
1.4 绘图技能	20
第 2 章 正投影	23
2.1 正投影法与视图	23
2.2 点、线、面的投影	27
2.3 立体的投影	36
2.4 基本体的尺寸标注	44
2.5 截交线	45
2.6 回转体相贯线	54
第 3 章 组合体	59
3.1 组合体的构成分析	59
3.2 组合体视图的画法	61
3.3 组合体的尺寸标注	64
3.4 读组合体视图	68
第 4 章 轴测图	73
4.1 概述	73
4.2 正等轴测图	74
4.3 斜二等轴测图的画法	78
第 5 章 机件形状的常用表达方法	80
5.1 视图 (GB/T17451—1998、GB/T4458.1—2002)	80
5.2 剖视图	83
5.3 断面图 (GB/T17452—1998、GB/T4458.6—2002)	90
5.4 局部放大图和简化画法	92
5.5 表达方法综合应用举例	95
5.6 第三角画法简介	96
第 6 章 标准件与常用件	99
6.1 螺纹	99
6.2 螺纹紧固件及其连接	106
6.3 键连接和销连接	112

6.4 滚动轴承.....	116
6.5 齿轮.....	119
6.6 弹簧.....	123
第7章 零件图.....	126
7.1 零件图的作用和内容.....	126
7.2 零件图表达方案的确定.....	127
7.3 零件图的尺寸标注.....	128
7.4 典型零件的视图选择及尺寸标注.....	132
7.5 表面粗糙度.....	138
7.6 公差与配合、形位公差简介.....	140
7.7 零件上常见的工艺结构.....	151
7.8 看零件图.....	154
7.9 零件测绘.....	157
第8章 装配图.....	160
8.1 装配图的作用与内容.....	160
8.2 装配图的视图表达.....	161
8.3 装配图的尺寸注法和技术要求.....	164
8.4 装配图中的零部件序号和明细栏.....	165
8.5 看装配图.....	166
第9章 电气工程图.....	168
9.1 系统图及框图.....	168
9.2 电路图与印刷电路板图.....	169
9.3 接线图与线扎图.....	173
9.4 逻辑图与流程图.....	177
第10章 计算机绘图.....	180
10.1 AutoCAD 概述.....	180
10.2 绘图辅助命令.....	182
10.3 AutoCAD 基本绘图命令.....	184
10.4 AutoCAD 编辑命令.....	191
10.5 AutoCAD 图层控制.....	203
10.6 文本输入与编辑.....	207
10.7 尺寸标注.....	208
10.8 图块及其属性.....	214
附 录.....	221
参考文献.....	246

绪 论

一、本课程的性质

本课程是一门研究如何绘制和阅读工程图样的学科。在工程技术中,准确表达工程对象的形状、大小和技术要求的图形称为工程图样。工程图样是按一定的投影方法和有关技术标准规定,将工程对象表达在图纸上。

工程图样是信息的载体,设计者通过图样传递设计意图、描述设计对象;生产者依据图样了解设计要求,组织和指导生产;使用者通过图样了解机器设备的结构和性能进行使用和维修,故工程图样被称为“工程界共同的技术语言”是每个工程技术人员必须掌握好的一种工具。

二、本课程的任务

1. 学习正投影的基本理论及其应用。
2. 培养绘制和阅读工程图样的基本能力和计算机绘图的基本能力。
3. 培养和提高空间想象和思维的能力。
4. 了解国家标准对工程图样的基本规定,增强工程意识。
5. 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风,提高工程素养。

三、本课程的特点和学习方法

本课程是一门既有理论又有较强实践性的技术基础课,其核心内容是学习如何用二维平面来表达三维空间物体的形状。因此,在本课程的学习过程中,应该注意:

1. 认真学习基本理论知识,牢固掌握投影原理和图示方法,不断地由物画图,由图想物,多想、多画、多看,逐步提高空间想象能力和空间思维能力。
2. 认真完成一定数量的作业和习题是巩固基本理论和培养画图、读图能力的保证,学习中要注意读图源于画图,要“读画结合,以画促读”。
3. 学习和遵守工程图样有关的国家标准,具有查阅有关标准和手册的初步能力。

四、我国工程图学的发展简史

工程图学和其他学科一样,是在长期社会生产劳动中不断总结发展起来的,是伴随着机械制造、建筑工程等学科的发展而发展的。我国是世界文明古国之一,在工程图学方面有着悠久的历史。

早在 3000 年前的春秋战国时代的技术著作《周礼考工记》中,就已有了关于“规、矩、绳墨、悬、水”等绘图及测绘工具的记载。宋代建筑家李诫所著《营造法式》中,不仅记载了我国传统使用的轴测图,而且还大量采用平面图、立体图、透视图等,对建筑图样的规格、营造技术、工料估算等阐述详尽,堪称世界之最,如图 0-1 和图 0-2 所示。

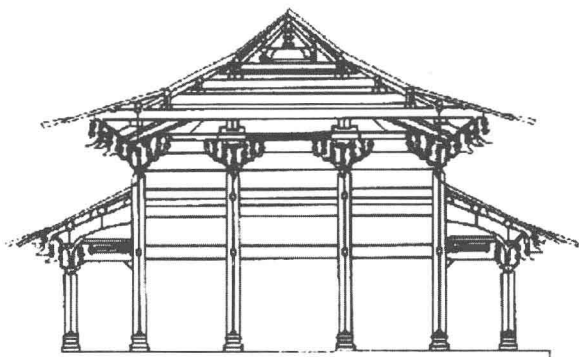


图 0-1 殿堂举析图

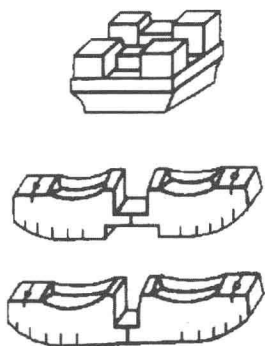


图 0-2 方栌料和令拱

明代宋应星所著《天工开物》中的大量图例正确运用了轴测图表示工程结构。明末成书的《武备志》(公元 1640 年)中的九尾战车图,不仅有外形图,而且还有各个零件的零件图。这些资料都表明我们的祖先在工程图学方面有过杰出的创造和伟大的成就。但在解放前由于我国处于半封建、半殖民地的状态,致使我国工程图学的发展长期停滞不前,制图标准和制度异常混乱。

新中国成立后,国家十分重视工程图学的发展。1959 年我国颁布了国家标准《机械制图》,使全国工程图样标准得到统一,并先后于 1970 年、1974 年、1984 年、1993 年、2002 年等对标准进行了多次修订。进一步向国际标准(ISO)靠拢,更有利于工程技术的国际交流。此外广大科技、教育工作者在图学理论研究、图学应用、计算机绘图学、制图技术、制图教育等方面都取得了可喜的成绩,这标志着我国的工程图学走上了崭新的发展阶段。

第 1 章 制图的基本知识

本章将介绍如下内容：国家标准《技术制图》与《机械制图》的有关规定，绘图工具及仪器的使用，草图的绘制，简单的几何作图，平面图形的画法及尺寸分析和标注。

1.1 国家标准有关制图的基本规定

工程制图是指导生产和对外进行技术交流的重要技术文件。因此对于工程图样的有关内容，我国制定了与国际标准相适应的国家标准“GB”，这些标准是每个工程技术人员必须掌握、遵守和执行的准则。

本节仅就图幅、比例、字体、图线、尺寸注法等基本规定予以介绍，其余内容将在以后有关章节逐一叙述。

1.1.1 图纸幅面及格式（GB/T14689—1993）^①

（1）图纸幅面

图纸宽度与长度组成的图面称为图纸幅面，其代号为：A0、A1、A2、A3、A4。在绘制图样时，应优先采用表 1-1 规定的基本幅面尺寸。必要时也可以按规定加长幅面，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 所示，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，虚线为第二选择的加长幅面。

表 1-1 图纸基本幅面及图框尺寸位					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				

基本幅面图纸中，A0 幅面面积为 1m^2 ，短边 $B=841\text{mm}$ ，长边 $C=1189\text{mm}$ ($B:C=1:\sqrt{2}$)，A1 图纸的面积是 A0 的一半，A2 图纸的面积是 A1 的一半，其余以此类推，其关系如图 1-1 所示。

^① GB/T14689—1993 是图纸幅面和格式的标准编号，其中“GB/T”是国家标准（推荐性）汉语拼音字母缩写，“14689”是标准顺序号，“1993”是该项标准批准的年号。

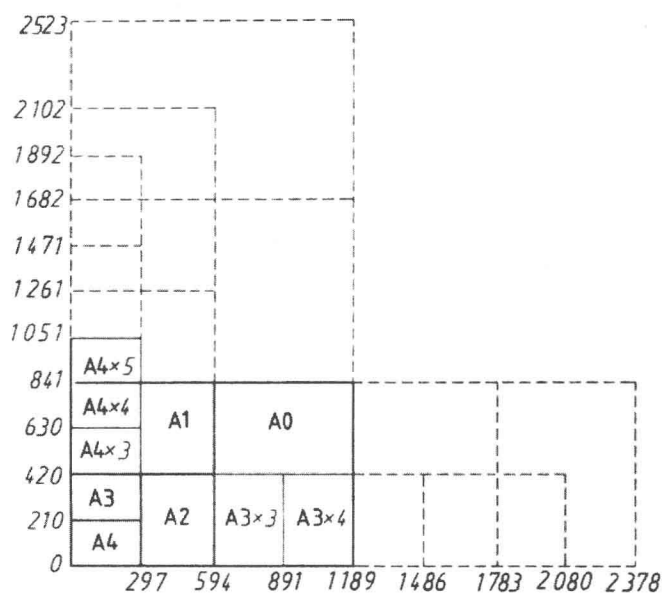


图 1-1 图纸幅面及加长

(2) 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框，图框有两种格式：留有装订边和不留装订边两种如图 1-2 和图 1-3 所示，同一产品中所有图样应采用同一格式。周边尺寸 a 、 c 、 e 等按表 1-1 的规定画出。图纸装订形式一般采用 A4 幅面竖装，也可按 A3 幅面横装。

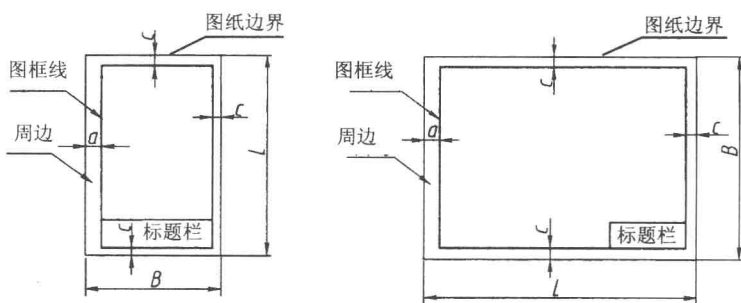


图 1-2 留有装订边的图框格式

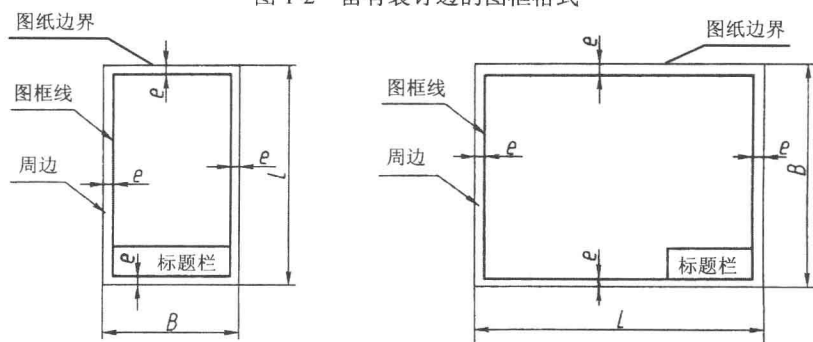


图 1-3 不留装订边的图框格式

(3) 标题栏 (GB/T 10609.1 - 1989)

绘图时必须在每张图纸的右下角或下方画出标题栏。其外框用粗实线绘制，内部用细实线分格。GB/T 10609.1—1989 已对标题栏的格式进行了统一规定，如图 1-4 所示，制图作业中可暂时采用图 1-5 所示的格式。

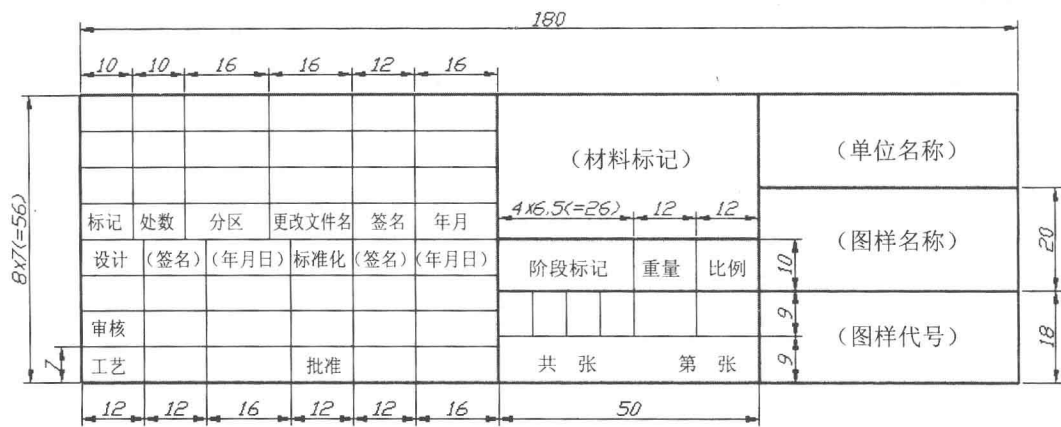


图 1-4 标题栏的格式及各部分的尺寸

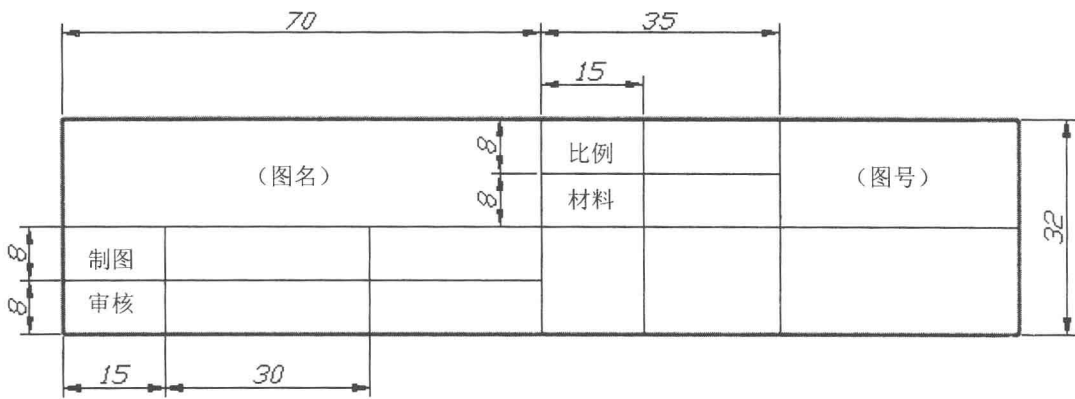


图 1-5 制图作业中推荐的标题栏格式

1.1.2 比例 (GB/T14690—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，应尽可能按物体的实际大小采用 1:1 的原值比例画出。绘制小而复杂的物体可采用放大比例，绘制大而简单的物体可采用缩小的比例。比例绘制图样时，应优先采用表 1-2 规定的系列中的比例，必要时也可以采用表 1-3 中的比例。无论采用缩小或放大的比例绘图，图样中标注的尺寸为物体的实际大小，而与所用的比例无关，如图 1-6 所示，绘制图样时，对于选用的比例应在标题栏比例一栏中注明。

表 1-2 比例系数 (一)

种 类	比 例
原值比例 (比值为 1)	1:1
放大比例 (比值大于 1)	$\frac{5}{1}$ $\frac{2}{1}$ $5 \times 10^n:1$ $2 \times 10^n:1$ $1 \times 10^n:1$
缩小比例 (比值小于 1)	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{5}$ $\frac{1}{10}$ $1:2 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$ $1:10 \times 10^n$

注: n 为正整数。

表 1-3 比例系数 (二)

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

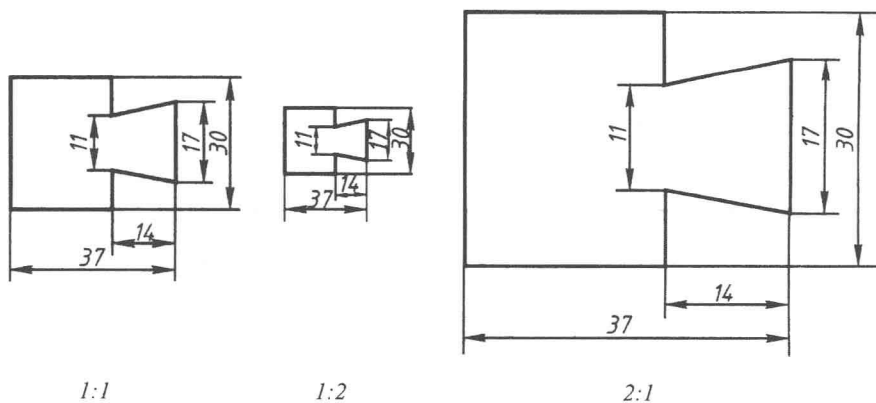
注: n 为正整数。

图 1-6 用不同比例画出的图形

1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)

在图样上除了表示机件形状的图形外,还要用文字和数字来说明机件的大小、技术要求和其他内容。

图样中书写的汉字、数字、字母必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的号数即为字体的高度 h , 分为 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20mm 等八种。

(1) 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体字,并应采用国家正式公布的简化字。长仿宋体字的特点是:字形长方、笔画挺直、粗细一致、起落分明、撇挑锋利、结构均匀。汉字高度 h 不应小于 3.5 mm, 其宽度一般为 $\frac{h}{\sqrt{2}}$ ($\approx 0.7h$), 图 1-7 为图样上常用的 10 号、7 号和 5 号长仿宋字体

的示例。

10 号字 字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

7 号字 横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

5 号字 机械制图 电子航空 建筑纺织 火车汽车 服装土木 油田高山

图 1-7 长仿宋体汉字示例

(2) 数字和字母

数字和字母可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° ，当与汉字混合书写时可采用直体，如图 1-8 和图 1-9 所示。

A 型字体：

斜体

直体

0123456789

0123456789

B 型字体：

斜体

直体

0123456789

0123456789

图 1-8 数字示例

大写直体

A B C D E F G H I J K L M N

小写斜体

小写直体

a b c d e f g

a b c d e f g

图 1-9 拉丁字母示例

(3) 字体应用示例

用做指数、分数、注脚、尺寸偏差的字母和数字，一般采用比基本尺寸数字小一号的字体，如图 1-10 所示。

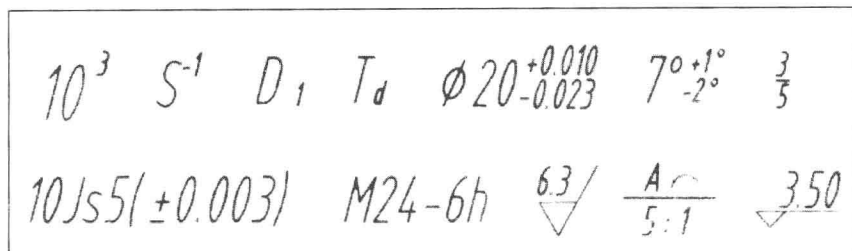


图 1-10 字体应用示例

1.1.4 图线 (GB/T 4457.4—2002, GB/T17450—1998)

(1) 图线的形式及其应用

绘制图样时，国标中所规定的各类图线的名称、型式宽度及应用如表 1-4 所示。

图线分粗、细两类，画图时粗线的宽度 d 可按图形的大小和复杂程度在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 之间选取，细实线的宽度为 $d/2$ 。图线宽度的推荐系列为 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2mm。图线的具体应用实例见图 1-11 所示。

表 1-4 图线的基本线型及其应用

图线名称	图线形式	代 号	图线宽度	图线常用应用举例
粗实线		A	$d=0.5 \sim 2\text{mm}$	可见轮廓线
细实线		B	约 $d/2$	尺寸线和尺寸界线、剖面线、重合剖画的轮廓线，可见过渡线
波浪线		C	约 $d/2$	断裂处的边界线、视图与剖视的分界线
双折线		D	约 $d/2$	断裂处的边界线
虚线		F	约 $d/2$	不可见轮廓线
细点画线		G	约 $d/2$	轴线、对称中心线、轨迹线、节圆及节线
粗点画线		J	d	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线		K	约 $d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、极限位置的轮廓线

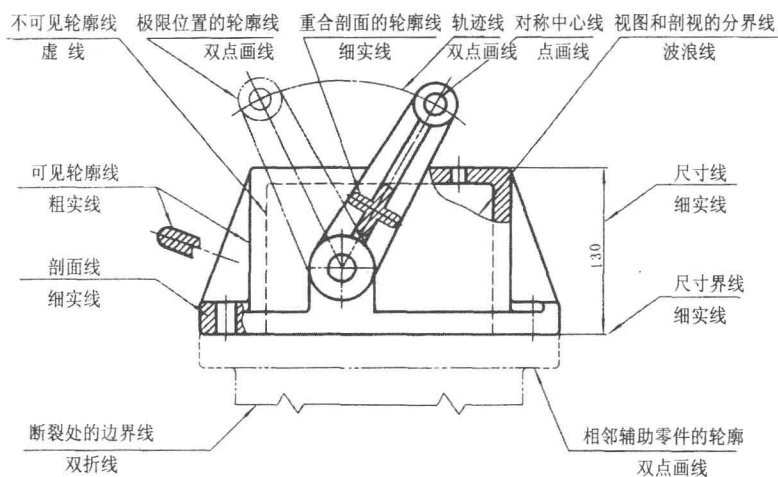


图 1-11 图线应用举例

(2) 图线的画法

绘图时，图线的画法有如下要求（图 1-12）：

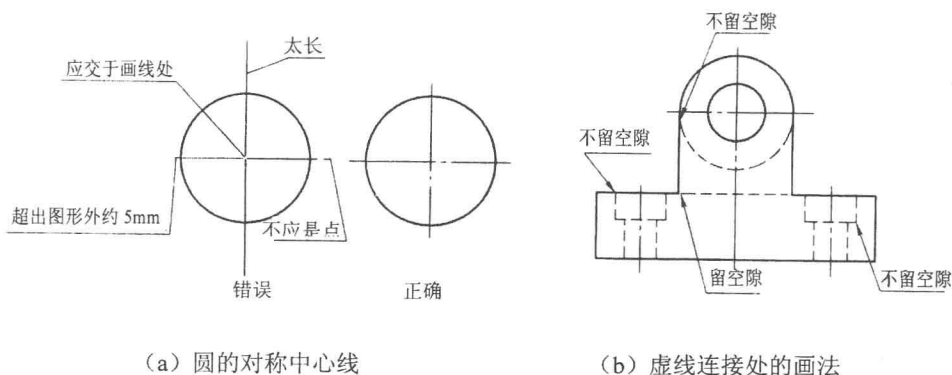


图 1-12 图线正确画法图例

① 同一图样中，同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。点画线和双点画线中的“点”应画成长约 1mm 的短画，点画线和双点画线的首尾两端应是线段而不是短画。

② 绘制圆的对称中心线时，圆心应为线段的交点，且对称中心线的两端应超出圆弧 2~5mm。

③ 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。

④ 当图线相交时，必须是线段相交。当虚线成为粗实线的延长线时，在虚线、实线的连接处虚线应留有空隙。

1.1.5 尺寸标注 (GB/T4458.4—2003, GB/T16675.2—1996)

图形只能表达物体的形状,而物体的大小则由标注的尺寸确定。标注尺寸是一项极为重要的工作,必须认真细致、一丝不苟。如果尺寸有遗漏或错误,都会给生产带来困难和损失。

(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 图样中尺寸以 mm (毫米) 为单位时,不需标注计量单位的代号或名称,如果采用其他单位,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

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,并应标注在反映结构最清晰的图形上。

(2) 尺寸组成

如图 1-13 所示,一个完整的尺寸标注一般应由尺寸界线、尺寸线、尺寸数字这三个基本要素组成。

① 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制,并应从图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出。也可直接用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线。尺寸界线一般与尺寸线垂直,必要时允许倾斜。尺寸界线应超过尺寸线的终端 2~5 mm 左右。

② 尺寸线

尺寸线用细实线绘制,表示尺寸度量的方向。尺寸线必须单独画出,不能与其他图线重合或画在其延长线上。标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行,当有几条相互平行的尺寸线时,各尺寸线的间距要均匀,间隔要大于 7 mm,应小尺寸在里,大尺寸在外,尽量避免尺寸线之间及尺寸线与尺寸界线之间相交。在圆或圆弧上标注直径或半径时,尺寸线一般应通过圆心或延长线通过圆心。

尺寸线终端有箭头和斜线两种形式,画法如图 1-14 所示,斜线终端形式主要用于建筑图样,其他工程图样常采用箭头这种终端形式。

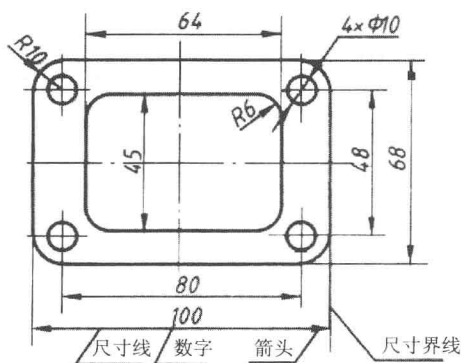


图 1-13 尺寸的基本要素



图 1-14 尺寸终端形式

