


机械制图测绘

陈桂华 王丽咏 熊文伟 © 主 编

JIXIE ZHITU CEHUI

6.2

 中央广播电视大学出版社

机械制图测绘

陈桂华 王丽咏 熊文伟 主编

中央广播电视大学出版社

北京

内容简介

本书以机械图样的绘制和识读为主线，深入浅出地介绍了制图和识图的基本知识和方法。本书共分 9 章，主要内容包括制图的基本知识与技能、投影基础、组合体视图、轴测图、机件的表达方法、标准件与常用件、零件图、装配图等。全书采用《技术制图》与《机械制图》最新国家标准及与制图有关的其他标准。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图测绘 / 陈桂华, 王丽咏, 熊文伟主编. —北京:
中央广播电视大学出版社, 2014.1

ISBN 978-7-304-05433-5

I. ①机… II. ①陈… ②王… ③熊… III. ①机械制图—测绘 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 275977 号

版权所有, 翻印必究。

机械制图测绘

陈桂华 王丽咏 熊文伟 主编

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 营销中心: 010-58840200 总编室: 010-68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号

邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

策划编辑: 苏 醒

责任编辑: 刘 恒

印刷: 北京宏伟双华印刷有限公司

印数: 0001~3000

版本: 2014 年 1 月第 1 版

2014 年 1 月第 2 次印刷

开本: 787×1092 1/16

印张: 14 字数: 232 千字

书号: ISBN 978-7-304-05433-5

定价: 42.00 元

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

前 言

本书以机械图样的绘制和识读为主线，深入浅出地介绍了制图和识图的基本知识和方法。本书共分 9 章，主要内容包括制图的基本知识与技能、投影基础、组合体视图、轴测图、机件的表达方法、标准件与常用件、零件图、装配图等。

本书力求做到：

(1) 遵循“基础理论以应用为目的，以必需、够用为度”，着重培养读图识图能力。

(2) 全书内容文字力求通俗、精炼，图例丰富。

(3) 全书重点培养读者的实践动手能力，精简了一些难以理解的理论知识，加强了重点概念的阐述。

(4) 全书采用《技术制图》与《机械制图》最新国家标准及与制图有关的其他标准。

本书由陈桂华、王丽咏、熊文伟任主编，杨永忠、韩冰冰任副主编，各章分工如下：第 1 章、第 2 章由熊文伟编写，第 3 章、第 4 章由陈桂华编写，第 5 章、第 6 章由杨永忠编写，第 7 章、第 8 章由王丽咏编写，第 9 章由韩冰冰编写。

由于编者的水平和经验有限，对于书中的不当之处恳请读者批评指正，更欢迎广大读者对我们的工作提出宝贵意见。

编 者

目 录

CONTENTS

绪 论

第 1 章 制图的基本知识

- 1.1 国家标准有关制图的基本规定 3
- 1.2 绘图工具的使用 16
- 1.3 几何作图 20
- 1.4 平面图形的分析及画图步骤 23
- 1.5 绘图技能 25

第 2 章 点、直线和平面的投影

- 2.1 投影法的基本知识 29
- 2.2 点的投影 31
- 2.3 直线的投影 37
- 2.4 平面的投影 43

第 3 章 立体的投影

- 3.1 基本立体的投影 50
- 3.2 切割体的投影 59
- 3.3 相贯体的投影 68

第 4 章 组合体

- 4.1 概 述 72
- 4.2 组合体的组合方式及表面连接关系 75
- 4.3 形体分析法 78
- 4.4 组合体视图的画法 78
- 4.5 组合体的尺寸注法 83
- 4.6 组合体的读图 92

第 5 章 轴测图

- 5.1 轴测投影的基本知识 99

5.2	正等轴测图	101
5.3	斜二轴测图	105
第 6 章 图样的基本表达方法		
6.1	机件外部形状的表达——视图	107
6.2	机件内部形状的表达——剖视图	111
6.3	机件断面形状的表达——断面图	121
6.4	简化画法和其他表达方法	124
6.5	表达方法综合应用举例	129
6.6	第三角画法简介	130
第 7 章 标准件及常用件		
7.1	螺纹	135
7.2	螺纹紧固件	144
7.3	键连接和销连接	149
7.4	滚动轴承	152
7.5	齿轮、弹簧	155
第 8 章 零件图		
8.1	零件图的内容	165
8.2	零件的工艺结构	166
8.3	零件图的视图选择	169
8.4	零件图的尺寸标注	173
8.5	零件图上的工艺要求	180
8.6	读零件图	191
第 9 章 装配图		
9.1	装配图的作用和内容	194
9.2	装配图的视图表达	195
9.3	装配图的尺寸标注法和技术要求	199
9.4	装配图的零部件序号、明细栏和标题栏	200
9.5	常见的装配结构和装置	201
9.6	看装配图和由装配图拆画零件图	204
参考文献		216

绪 论

1.1.1 本课程的研究对象

工程制图是一门研究如何运用正投影法基本原理绘制和阅读工程图样的学科,是工科院校学生的一门重要的技术基础课。

本课程是研究绘制和阅读工程图样的理论和方法,并培养学生的制图技能和一定的空间想象能力的一门学科。在工程技术及生产过程中,按一定的投影方法和技术规定,将物体的结构形状、尺寸和技术要求正确地表达在图纸上,称为工程图样。在现代工业生产中,设计和制造各种机器设备都离不开工程图样。因此,工程图样是设计、制造、检验、使用机器和进行技术交流的一种必不可少的技术文件。

1.1.2 本课程任务

机械制图是一门理论严谨、实践性强的课程,其目的是培养学生具有绘图、读图和一定的空间想象能力。其主要任务是:

- 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图样的基本技能。
- 3.培养空间想象和构型的能力。
- 4.培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

1.1.3 本课程的特点和学习方法

本课程还是工科院校教学中的一门实践性较强的技术基础课。因此,在本课程的学习过程中,不仅要很好地掌握投影理论和基本概念,而且还要认真学习国家标准,只有通过绘制和阅读一定数量的图样,才能掌握它的全部内容,具体的学习方法是:

- 1.认真学习基本理论知识。牢固掌握投影原理和图示方法,透明理解基础概念,还要不断地由物画图,由图想物,多想、多画、多看,逐步提高空间想象能力和空间分析能力。
- 2.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,必须高度重视。做作业和习题时,要善于分析已知条件,明确做题要求,按照正确的方法和步骤作图,养成正确使用绘图仪器和工具的习惯,逐步熟练并提高水平。
- 3.熟悉制图的基本知识,严格遵守《机械制图》等有关国家标准,学会查阅有关手册,培养认真负责的工作态度和踏实的工作作风。

1.1.4 我国工程图学的发展简史

工程图学也和其他学科一样,是在长期社会生产劳动中不断总结经验而发展起来的,是伴随机械制造业、建筑工程等学科的发展而发展的。

早在三千年前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。两千年前的数学名著《周髀算经》中,也有关于勾股弦和方圆相切的几何作图问题的记载。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、立面图、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。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,而且还有各个零件图。清代程大为所著《算法统筹》一书的插图中,有丈量步车的装配图和零件图。这些资料都表明我们的祖先都在工程图学方面有过杰出的创造和伟大的成就,但在解放前由于半封建半殖民地的统治,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。解放后,随着生产的恢复和科学技术的发展,国家十分重视工程图学的发展。1959 年我国颁布了《机械制图》国家标准,并于 1970 年、1974 年、1984 年重新修订了《机械制图》国家标准。进入 20 世纪 90 年代之后,为了与国际接轨,我国先后发布了《技术制图》与《机械制图》国家标准。这标志着我国的工程图学走入了崭新的发展阶段。

20 世纪 40 年代发明了电子计算机,50 年代出现了平台式电算绘图机,特别是以计算机图形学为基础的计算机辅助设计 CAD 技术推动了所有工业领域的设计革命。在未来数字时代,计算机绘图将逐步以其高精度、高效率、智能化取代传统仪器的手工绘图,而且随着科学技术的进一步提高,工程图学在图学理论、图学应用、图学教育、计算机图学、制图技术和制图标准等方面必将得到更快的发展。

第 1 章 制图的基本知识

1.1 国家标准有关制图的基本规定

为了适应生产技术和国家之间的经济贸易往来，也为了便于技术交流、档案保存和各种出版物的发行，促进制图规格和方法统一，国家质量技术监督局颁布了一系列有关制图的国家标准。在绘制技术图样时，涉及各行各业必须共同遵守的内容，如图纸及格式，图样所采用的比例，图线以及含义，图样中常用的数字、字母等这些均属于规定基本范畴。国家标准简称“国标”，属性代号为 GB，例如，GB/T 14689—2008，其中 T 为推荐标准，14689 是标准顺序号，2008 是颁布的年代号，本节只介绍其中的部分标准，其余的后续章节中介绍。

1.1.1 图纸幅面及格式（GB/T 14689—2008）

1. 图纸幅面

按照 GB/T 14689—2008 的规定，绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 规定的基本幅面尺寸。幅面代号有 5 种 A0、A1、A2、A3、A4，必要时也可以按照规定加长幅面，但应按照基本幅面的短边整数倍增加。各种加长幅面如图 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。加长后幅面代号记作：基本幅面代号×倍数。例如，A3×3，表示按 A3 图幅短边 297 加长 3 倍，即加长后的图纸为 420×891。

表 1-1 基本幅面

单位为毫米

幅面代号	尺寸 $B \times L$
A0	841×1189
A1	594×841
A2	420×594
A3	297×420
A4	210×297

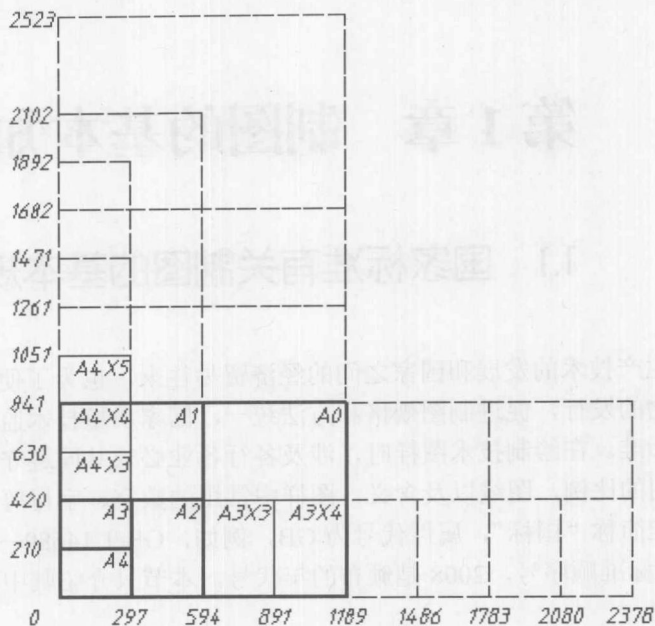


图 1-1 图纸幅面及其加长边

2. 图框格式与尺寸

图纸上必须用粗实线画出图框，图框有两种格式：分为留有装订边和不留装订边两种。但同一产品的图纸只能采用一种格式，其格式如图 1-2 所示。

(1) 留有装订边的图纸的图框格式如图 1-2 (a)、(b) 所示，图中尺寸 a 、 c 按表 1-2 的规定选用。

表 1-2 图框尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1 169	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
c	10			5	
a	25				
e	20		10		

(2) 不留装订边的图纸的图框格式如图 1-2 (c)、(d) 所示，图中尺寸 e 按表 1-2 的规定选用。

(3) 加长幅面图纸的图框尺寸，按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。例如 $A2 \times 3$ 的图框尺寸，按 $A1$ 的图框尺寸确定，即 e 为 20 (或 c 为 10)，而 $A3 \times 4$ 的图框尺寸，按 $A2$ 的图框尺寸确定，即 e 为 10 (或 c 为 10)。

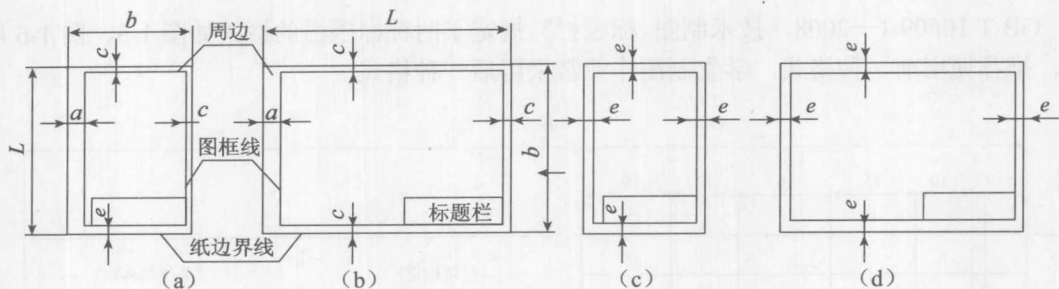


图 1-2 图框格式

为了图样复制和缩微摄影时定位方便，应在图纸各边长的中点处分别画出对中符号。对中符号用粗实线绘制，线宽不小于 0.5mm，长度从纸的边界开始至伸入图框内约 5mm，当对中符号处于标题栏范围内时，则伸入标题栏部分省略不画，如图 1-3 所示。

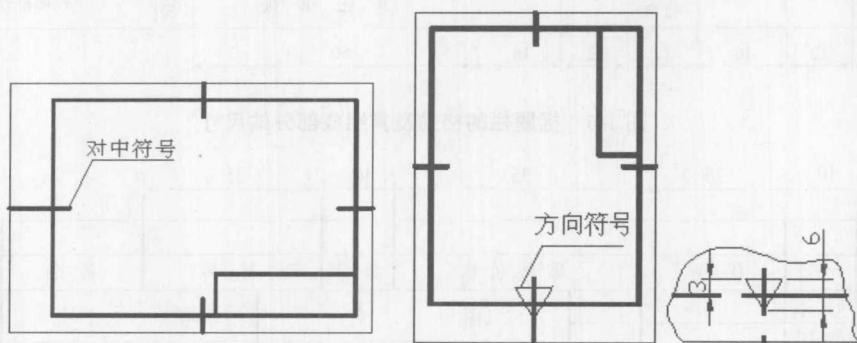
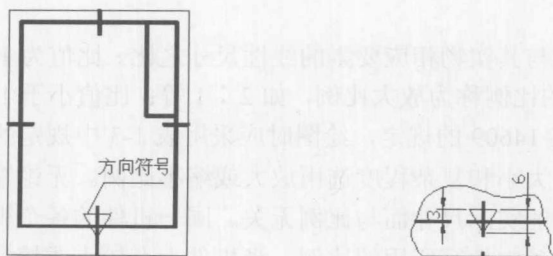


图 1-3 对中符号

3. 标题栏 (GB/T 10609.1—2008)

为了绘制出的图样便于管理及查阅，每一张图都必须有标题栏。通常，标题栏位于图框的右下角，如图 1-2 所示。为了明确绘图与看图时的图纸方向，应在图纸下边对中符号处加画一个方向符号，如图 1-4 (a) 所示。方向符号是一个用细实线绘制的等边三角形，其大小及所在位置如图 1-4 (b) 所示。



(a) 在图纸上画出方向符号

(b) 方向符号大小及位置

图 1-4 方向符号

GB/T 10609.1—2008《技术制图 标题栏》规定了两种标题栏的格式如图 1-5、图 1-6 所示，推荐使用前一种格式，学生制图作业常采用后一种格式。

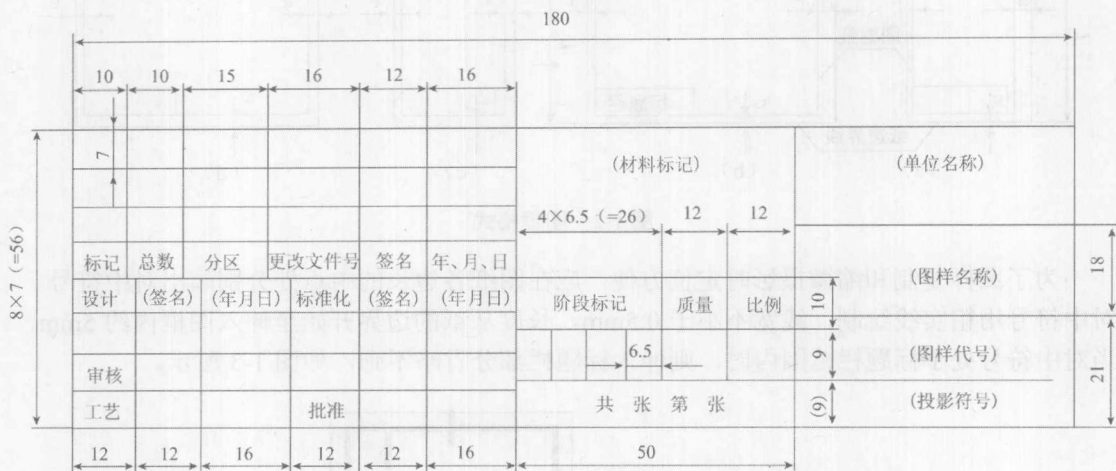


图 1-5 标题栏的格式及其组成部分的尺寸

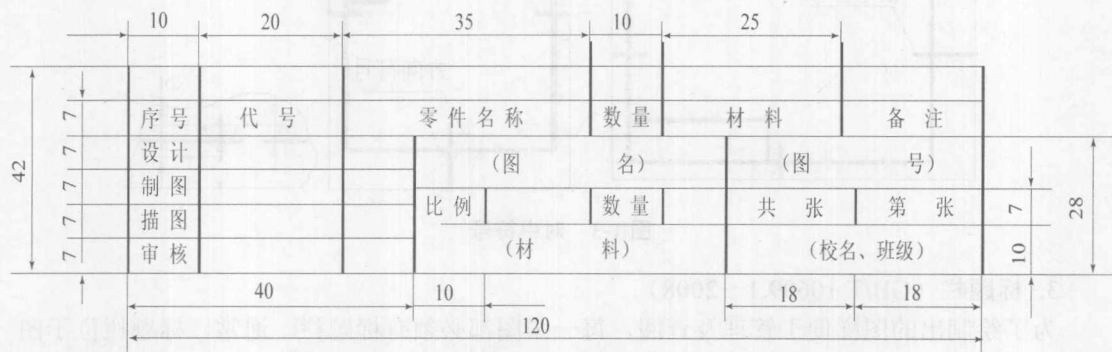


图 1-6 制图作业中推荐的标题栏格式

1.1.2 比例

比例是图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。比值为 1 的比例称为原值比例，即 1 : 1；比值大于 1 的比例称为放大比例，如 2 : 1 等；比值小于 1 的比例称为缩小比例，如 1 : 2 等。按照 GB/T 14609 的规定，绘图时应采用表 1-3 中规定的比例，最好选用原值比例，但也可根据机件大小和复杂程度选用放大或缩小比例。无论缩小还是放大，在图样中标注的尺寸均为机件的实际尺寸而与比例无关。同一机件的各个视图应采用相同比例，并在标题栏“比例”一项中填写所用的比例。当机件上有较小或较复杂的结构需用不同比例时，可在视图名称的下方标注比例，如图 1-7 所示。

表 1-3 比例系数

种类	比 例	
	优先选取	允许选取
原值比例	1:1	
放大比例	5:1 $5 \times 10^n:1$	2:1 $2 \times 10^n:1$ $1 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2 $1:2 \times 10^n$	1:5 $1:5 \times 10^n$
	1:10 $1:1 \times 10^n$	4:1 $4 \times 10^n:1$
		2:1 $2.5 \times 10^n:1$
		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。

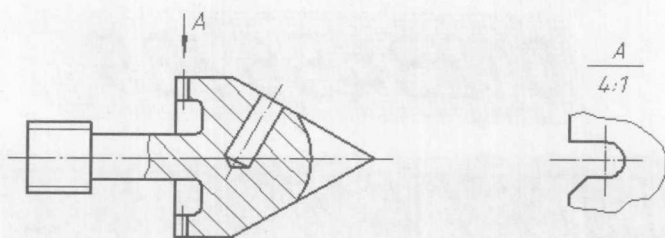


图 1-7 放大比例标注

1.1.3 字体

在图样中除了表达机件形状图形外,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、字母、数字必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、
排列整齐。

GB/T 14961 规定,字体的号数即字体的高度用 h 表示。它的公称尺寸系列为:1.8、2.5、
3.5、5、7、10、14、20 等 8 种,单位为 mm。如果要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的
比率递增。

1. 汉字

图样上汉字应写成长仿宋体,并应采用国家正式公布的简化字。汉字的高度 h 应不
小于 3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ ($\approx 0.7h$)。书写长仿宋体字的特点是:字形长方、横平竖
直、粗细一致、起落分明、结构匀称、撇挑锋利、结构匀称。长仿宋体字的示例如图 1-8
所示。

字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐
横平竖直注意起落结构匀称填满方格
技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

图 1-8 长仿宋体汉字示例

2. 数字和字母

字母和数字分为 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 $1/10$ 。在同一图样上，只允许选用一种形式的字体。一般采用 A 型斜体字，斜体字字头与水平线向右倾斜 75° 。如图 1-9 为斜体数字和拉丁字母，图 1-10 为斜体字母。

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 1-11 所示。

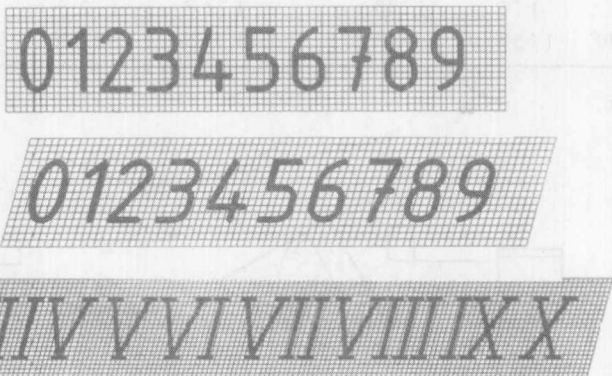


图 1-9 数字、拉丁字母示例



图 1-10 斜体字母

$$10^3 \quad 5^{-1} \quad D_1 \quad T_d \quad \phi 20_{-0.023}^{+0.010} \quad 7^{\circ+1^\circ}_{-2^\circ} \quad \frac{3}{5}$$

图 1-11 字体应用示例

1.1.4 图线 (GB/T 4457.4)

根据 GB/T 17450 的规定，机械制图中有 8 种基本线型，如表 1-4 所示。

表 1-4 图线 (摘自 GB/T 4457.4)

代码	线型	图线宽度	应用举例
01.2	 <p style="text-align: center;">粗实线</p>	d	可见轮廓线、相贯线螺纹牙顶线、螺纹长度终止线、剖切符号用线、齿顶圆(线)、棱形
01.1	 <p style="text-align: center;">细实线</p>	$d/2$	尺寸线、尺寸界限、剖面线、重合断面的轮廓线、引用线和基准线、短中心线、螺纹牙底线、过渡线等
01.1	 <p style="text-align: center;">波浪线</p>		断裂处的边界线、视图和剖视图的分界线
01.1	 <p style="text-align: center;">双折线</p>		断裂处的边界线、视图和剖视图的分界线
02.1	 <p style="text-align: center;">虚线</p>		不可见轮廓线
04.1	 <p style="text-align: center;">细点画线</p>		轴线、对称中心线、分度圆(线)、孔隙分布的中心线等
04.2	 <p style="text-align: center;">粗点画线</p>	d	限定范围表示线
05.1	 <p style="text-align: center;">双点画线</p>	$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、极限位置的轮廓线、成形前轮廓线等

注：代码中的前两位表示基本线型，最后一位表示线宽种类，其中“1”表示“细”，“2”表示“粗”。

1. 图线的形式及其应用

绘制图样时，应采用国家《机械制图》(GB/T 4457.4—2002)所规定的图线，如表 1-4 所示。所有线型的图线宽度应按照图样的线型和尺寸大小按公比为 $1:\sqrt{2}$ 的数系选择。数系具体分为 0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2 共 9 个规则，单位为 mm。机械图样上常用的线型为粗实线、细实线、(细)波浪线、(细)双折线、(细)虚线、粗点画线、细点画线。一般情况下，粗实线的线宽 d 应在 0.5~2mm 中选择。图线的具体应用示例如图 1-12 所示。

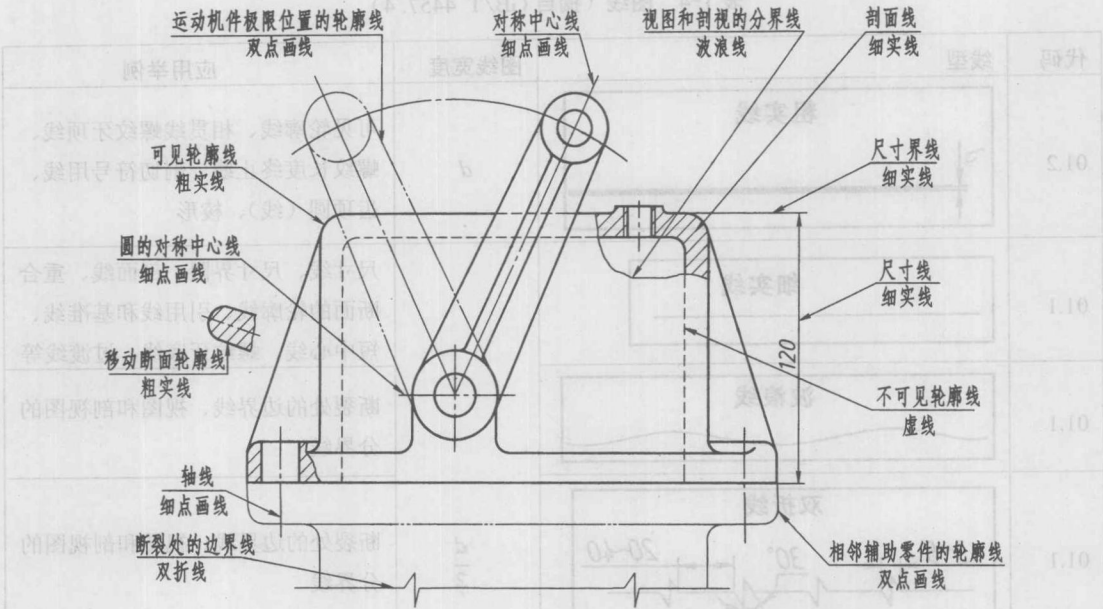


图 1-12 图线应用举例

2. 图线的画法

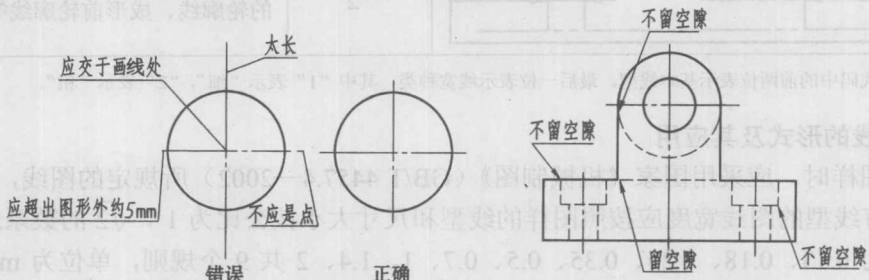
绘图时，图线的画法有如下要求：

(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间隙。图 1-13 所示为图线正确画法图例。



(a) 圆的对称中心线的画法

(b) 虚线连接处的画法

图 1-13 图线画法举例

1.1.5 尺寸标注的基本规则

图形只能表达机件的形状，而机件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，不须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 1-14 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 3 个基本要素组成。

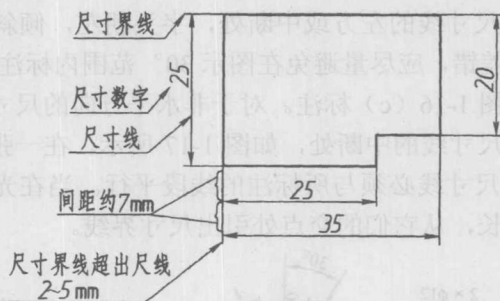


图 1-14 尺寸的基本要素

(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 2~5mm 左右。

(2) 尺寸线。尺寸线用细实线绘制，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 7mm，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其延长线通过圆心。

尺寸线终端形式如图 1-15 所示。

箭头——箭头适用于各种类型的图样。箭头的尖端与尺寸界线接触，不得超出也不得离开，如图 1-15 (a) 所示，图中的 (b) 为粗实线的宽度。

斜线——斜线终端用细实线绘制，方向和画法如图 1-15 (b) 所示，图中 h 为字体高度。当采用该尺寸线终端形式时，尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。