



普通高等教育应用技能型精品系列规划教材

机械制图与计算机绘图

庄 竞 主编



化学工业出版社

普通高等教育应用技能型精品系列规划教材

机械制图与计算机绘图

庄 竞 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

责任编辑：王 颖

本书可与庄竞主编的《机械制图与计算机绘图习题指导》配套使用,也可与其他制图教材配合使用。适用于高等院校机电、机制、数控、模具、汽车等工程技术类相关专业,也可供有关的工程技术人员参考。

为了便于教师指导和学生自主学习,本书的编排顺序与配套习题指导一致,两者相辅相成,每类题都有详尽的习题解答。本书主要内容包括制图基本知识、计算机绘图入门、投影基础、组合体、图样画法、标准件和常用件、零件图、装配图八个单元,注重二维图、三维模型和计算机绘图的有机结合,有利于学生应用技能的培养和训练。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图与计算机绘图/庄竞主编. —北京:化学工业出版社, 2015. 8

ISBN 978-7-122-24492-5

I. ①机… II. ①庄… III. ①机械制图-高等学校-教材②自动绘图-高等学校-教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 146589 号

责任编辑:蔡洪伟

文字编辑:吴开亮

责任校对:王 静

装帧设计:张 辉

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张17½ 字数433千字 2015年10月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 35.00 元

版权所有 违者必究

前言

《机械制图与计算机绘图》是在已出版的 21 世纪高等工程应用型教育教学改革成果教材（获山东省职业院校优秀教材一等奖）、国家级精品课程及国家级精品资源共享课程的基础上，以“简明+实用+技能”为目标，广泛吸取机械制图与计算机绘图教学改革成功经验的基础上编写而成。

本书可与同时出版的由庄竞主编的《机械制图与计算机绘图习题指导》配套使用，也可与其他制图教材配合使用。适用于高等院校机电、机制、数控、模具、汽车等工程技术类相关专业，也可供有关的工程技术人员参考。

为了便于教师指导和学生自主学习，本书的编排顺序与配套习题指导一致，两者相辅相成，每类题都有详尽的习题解答。主要包括制图基本知识、计算机绘图入门、投影基础、组合体、图样画法、标准件和常用件、零件图、装配图八个单元，注重二维图、三维模型和计算机绘图的有机结合，有利于学生应用技能的培养和训练。

本书由庄竞担任主编及全书的统稿、审校工作，参加本书资料收集和部分内容编写的有张兴军、仲纪卉、王丽丽、李文。在本书的编写过程中，得到了许多同行的大力支持，在此表示衷心的感谢。

与本课程相关的视频、课件、软件操作等资源，有兴趣的读者可以在国家级精品课程网站（<http://218.59.147.62:8080/>）下载或学习。

本书在编写过程中难免有不当之处，敬请使用本书的专家及读者不吝指正，我们将非常感谢。

编者

2015 年 4 月

目 录

单元一 制图基本知识	1
1.1 制图基本规定	2
1.1.1 图纸幅面和格式 (GB/T 14689—2008)	2
1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)	3
1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)	5
1.1.4 图线 (GB/T 4457.4—2002)	5
1.1.5 尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003)	7
1.1.6 绘图工具及其使用方法	10
1.2 平面图形画法	13
1.2.1 几何作图	13
1.2.2 平面图形的分析	15
1.2.3 平面图形的画法	16
1.2.4 徒手绘图	18
单元二 计算机绘图入门	21
2.1 计算机绘图简介	22
2.1.1 计算机绘图概念	22
2.1.2 计算机绘图软件	22
2.2 AutoCAD 基础	23
2.2.1 启动 AutoCAD	23
2.2.2 初始绘图环境	24
2.2.3 AutoCAD 经典工作界面	25
2.2.4 文件管理操作	28
2.3 基本图形绘制	29
2.3.1 绘图环境设置	29
2.3.2 用 AutoCAD 绘制平面图形	37
单元三 投影基础	42
3.1 正投影和三视图	43
3.1.1 正投影	43
3.1.2 三视图	44

3.2 点、直线和平面的投影	47
3.2.1 点的投影	48
3.2.2 直线的投影	49
3.2.3 平面的投影	52
3.3 基本体	55
3.3.1 平面立体	56
3.3.2 曲面立体	58
3.3.3 AutoCAD 三维绘图	63
3.4 切割体与相贯体	65
3.4.1 切割体	65
3.4.2 相贯体	74
3.5 轴测投影	82
3.5.1 轴测图的形成	82
3.5.2 轴测图的分类	82
3.5.3 正等轴测图的画法	83

单元四 组合体

4.1 绘制组合体视图	90
4.1.1 组合体概述	90
4.1.2 绘制组合体三视图	92
4.2 组合体的尺寸注法	95
4.2.1 几何体的尺寸	95
4.2.2 组合体的尺寸	95
4.2.3 标注组合体尺寸的步骤	99
4.3 读组合体视图	100
4.3.1 形体分析法	100
4.3.2 线、面分析法	102

单元五 图样画法

5.1 视图	106
5.1.1 基本视图和向视图	106
5.1.2 局部视图	108
5.1.3 斜视图	109
5.2 剖视图	110
5.2.1 剖视图的概念	110
5.2.2 剖视图的种类	112
5.2.3 剖切面的种类	114
5.3 断面图	118

5.3.1	断面的概念	118
5.3.2	断面的种类	119
5.3.3	断面的标注	121
5.4	其他表达方法	121
5.4.1	断裂画法	121
5.4.2	局部放大图	122
5.4.3	简化画法	122

单元六 标准件和常用件 125

6.1	螺纹和螺纹紧固件	126
6.1.1	螺纹	126
6.1.2	螺纹紧固件	132
6.2	键和销	139
6.2.1	键	139
6.2.2	销	142
6.3	齿轮	145
6.3.1	齿轮基本知识	145
6.3.2	直齿圆柱齿轮	145
6.3.3	直齿圆锥齿轮	148
6.4	滚动轴承	150
6.4.1	滚动轴承的类型和结构	150
6.4.2	滚动轴承的代号	151
6.4.3	滚动轴承的画法	153
6.5	弹簧	155
6.5.1	弹簧的分类	155
6.5.2	圆柱螺旋压缩弹簧	155

单元七 零件图 159

7.1	认识零件图	160
7.1.1	零件图的作用	160
7.1.2	零件图的内容	161
7.2	零件图的视图选择	161
7.2.1	主视图的选择	161
7.2.2	其他视图的选择	163
7.3	零件图的尺寸标注	164
7.3.1	尺寸基准的选择	164
7.3.2	标注尺寸的合理原则	166
7.3.3	标注尺寸的要点	170

7.3.4 零件上常见孔的尺寸注法	170
7.4 典型零件的表达分析	172
7.4.1 轴套类零件	173
7.4.2 盘盖类零件	175
7.4.3 叉架类零件	176
7.4.4 箱体类零件	178
7.5 零件上的常见结构	179
7.5.1 铸造零件的工艺结构	179
7.5.2 零件加工的工艺结构	181
7.6 零件图的技术要求	184
7.6.1 表面粗糙度	184
7.6.2 极限与配合	188
7.6.3 表面形状和位置公差	194
7.7 零件的测绘	196
7.7.1 画零件草图的方法	197
7.7.2 画零件工作图的方法	198
7.7.3 零件尺寸的测量	198
7.7.4 零件测绘时的注意事项	201
7.8 读零件图	202
7.8.1 读零件图的要求	202
7.8.2 读零件图的方法	202
7.8.3 读油缸体零件图	202
7.8.4 读蜗轮箱体零件	205
7.9 AutoCAD 绘制零件图	206

单元八 装配图

8.1 认识装配图	211
8.1.1 装配图的作用与内容	211
8.1.2 装配图的表达方法	211
8.2 装配图的尺寸标注、序号及明细栏	217
8.2.1 装配图的尺寸标注	217
8.2.2 装配图的序号及明细栏	218
8.3 装配体的工艺结构	219
8.4 画装配图	222
8.4.1 了解和分析装配体	222
8.4.2 拆卸装配体	222
8.4.3 画装配示意图	224
8.4.4 画零件草图	224
8.4.5 画装配图	224

8.4.6	AutoCAD 画装配图	226
8.5	读装配图	232
8.5.1	读装配图的一般要求	232
8.5.2	读装配图的方法和步骤	232
8.5.3	由装配图拆画零件图	235

附录		240
----	-------	-----

附录 A	螺纹	240
附录 B	常用标准件	243
附录 C	极限与配合	256
附录 D	标准结构	264
附录 E	常用材料	267

参考文献		271
------	-------	-----

单元一

制图基本知识

【学习目标】

通过本单元的学习，应了解国家制图标准中图幅、比例、字体的有关规定，了解绘图工具及其使用方法；掌握国家制图标准中图线的应用、画法及尺寸注法；掌握机械制图中常见的一些几何作图方法。

【学习导读】

图样是工程界的语言。国家标准和制图的基本理论是绘制工程图样必须遵循的规则。在本单元中主要讲解国家标准有关制图的一些规定、绘图工具的使用方法及机械制图中常见的一些几何作图方法。



图 1-1-1 制图基本知识的示意图

1.1 制图基本规定

图样是现代机器制造过程中重要的技术文件之一，是工程界的技术语言，是用来指导生产和技术交流的共同语言。为此，我国国家技术监督局制订了一系列关于技术制图的国家标准（简称国标），代号为“GB”（“GB/T”为推荐性国标），绘图时必须严格遵守标准的有关规定。

本节介绍的国家标准出自最新的《技术制图》，例如 GB/T 14690—1993《技术制图 比例》，其中“GB”为“国标”二字的汉语拼音字头，“T”为“推荐”的“推”字的汉语拼音头，“14690”为标准编号，“1993”为该标准颁布的年号。

相关知识

1.1.1 图纸幅面和格式（GB/T 14689—2008）

1.1.1.1 图纸幅面

绘制图样时，应优先采用表 1.1 所规定的基本幅面，必要时，也允许选用国家标准所规定的加长幅面。

表 1.1 图纸幅面和边框尺寸

单位：mm

幅面代号		A0	A1	A2	A3	A4
宽(B)×长(L)		841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
边框	a	25				
	c	10			5	
	e	20		10		

这些幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出，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；虚线为第二选择的加长幅面。加长幅面代号记作：基本幅面代号“×”倍数。如 A3×3，表示按 A3 图幅短边加长为 297mm 的 3 倍，即 420mm×891mm。

1.1.1.2 图框格式

每张图样均需有粗实线绘制的图框。要装订的图样，应留装订边，其图框格式如图 1.2 所示。不需要装订的图样其图框格式如图 1.3 所示。但同一产品的图样只能采用同一种格式，图样必须画在图框之内。

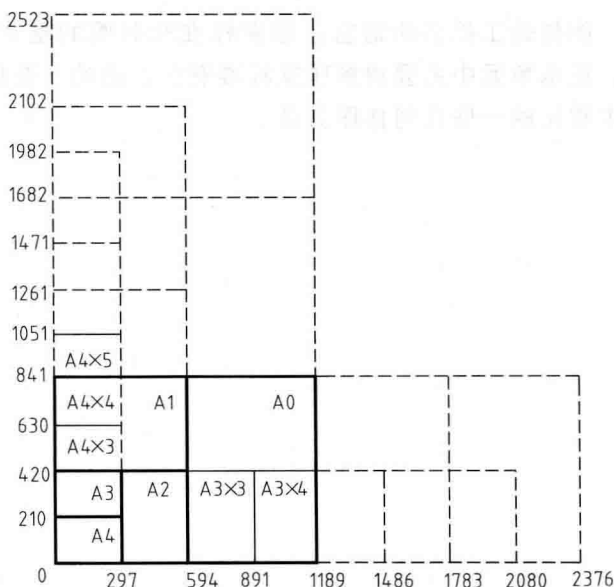


图 1.1 基本幅面与加长幅面尺寸

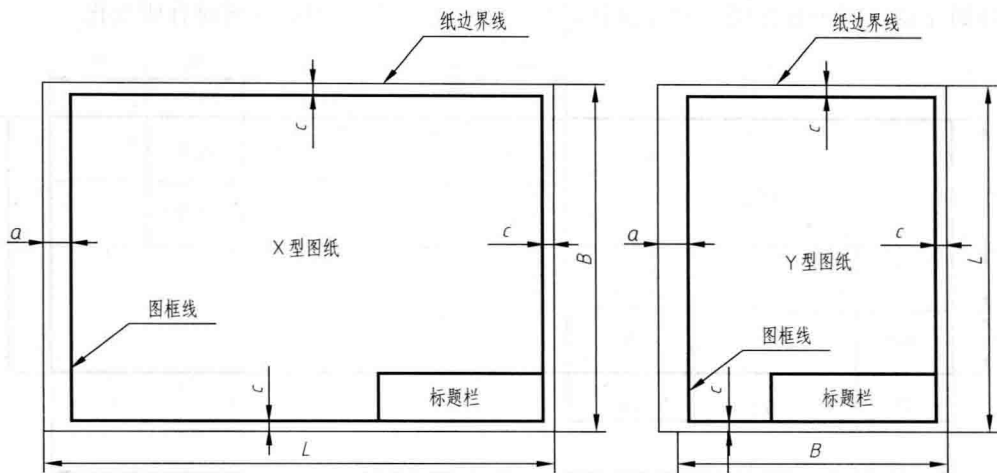


图 1.2 需要装订图样的图框格式

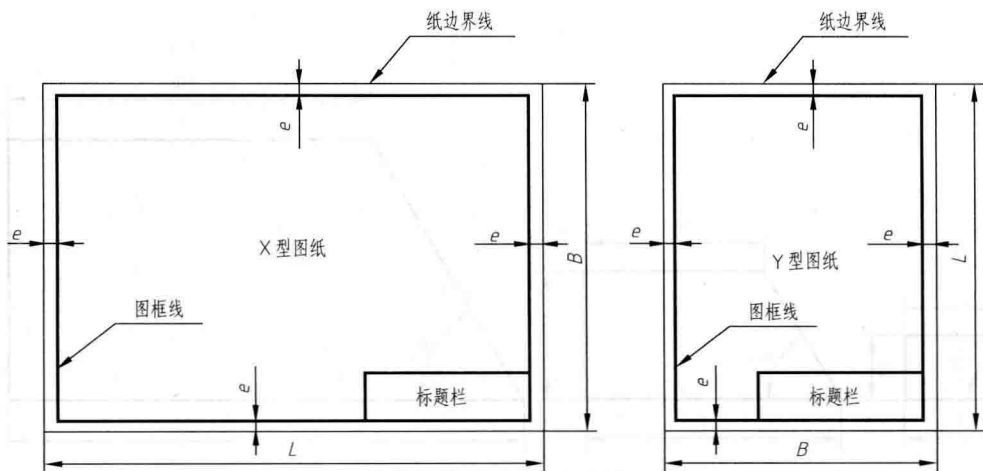


图 1.3 不需要装订图样的图框格式

1.1.1.3 标题栏及其方位

每张技术图样中均应画出标题栏。标题栏的格式和尺寸按《技术制图 标题栏》GB 10609.1—2008 的规定。本教材将标题栏作了简化，如图 1.4 所示，建议在作业中采用。

标题栏一般应位于图纸的右下角。当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；当标题栏的长边与图纸的长边垂直时，则构成 Y 型图纸，如图 1.2 和图 1.3 所示。在此情况下，看图的方向与看标题栏的方向一致，即标题栏中的文字方向为看图方向。

此外，标题栏的线型、字体（签字除外）和年、月、日的填写格式均应符合相应国家标准的规定。

1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)

1.1.2.1 术语

比例是指图纸中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。如图 1.5 所示比例的应用效

果。特别注意：图中标注的尺寸是机件的真实大小，不随比例的不同而有所变化。

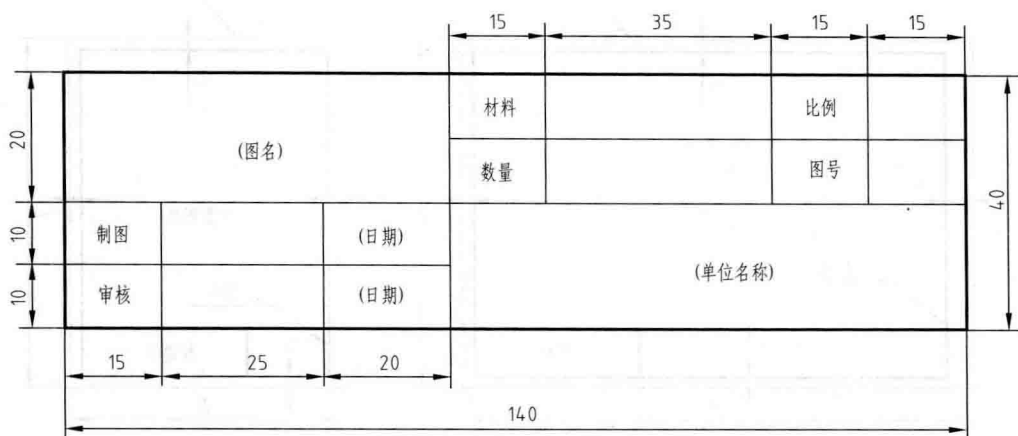


图 1.4 标题栏

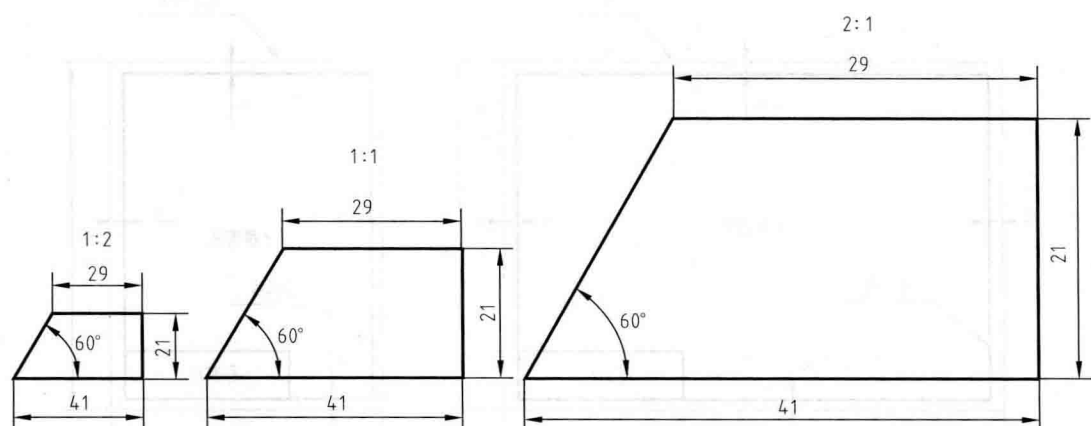


图 1.5 比例的应用效果

1.1.2.2 比例的选用

绘制图样时应尽可能按机件的实际大小采用 1 : 1 的比例画出，以方便绘图和看图。但由于机件的大小及结构复杂程度不同，有时需要放大或缩小，比例应优先选用表 1.2 中所规定的“优先选择系列”，必要时也可选取表 1.2 中所规定的“允许选择系列”中的比例。

绘制同一机件的主要视图应采用相同的比例，并在标题栏的比例框内标明。当同一机件的某个视图采用不同比例绘制时，必须另行标明所用比例。但无论采用何种比例画图，标注尺寸都必须按机件原有的尺寸大小标注。

表 1.2 比例

种类	定义	优先选择系列	允许选择系列
原值比例	比值等于 1 的比例	1 : 1	
放大比例	比值大于 1 的比例	2 : 1 5 : 1 1 × 10 ⁿ : 1 2 × 10 ⁿ : 1 5 × 10 ⁿ : 1	4 : 1 2.5 : 1 4 × 10 ⁿ : 1 2.5 × 10 ⁿ : 1
缩小比例	比值小于 1 的比例	1 : 2 1 : 5 1 : 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 : 4 × 10 ⁿ 1 : 6 × 10 ⁿ

注：n 为正整数。

1. 1. 3 字体 (GB/T 14691—1993)

国家标准中规定了汉字、字母和数字的结构形式。书写字体的基本要求是：

- ① 必须做到：字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。
- ② 字体的大小以号数表示，字体的号数就是字体的高度（单位为 mm），字体高度（用 h 表示）的公称尺寸系列为：1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20。如需要书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比例递增。
- ③ 汉字应写成长仿宋体字，并应采用国家正式公布推行的简化字。其书写要领是：横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。
- ④ 字母和数字分为 A 型和 B 型。字体的笔画宽度用 d 表示。A 型字体的笔画宽度 $d = h/14$ ，B 型字体的笔画宽度 $d = h/10$ 。字母和数字可写成斜体和直体。
- ⑤ 斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 。绘图时，一般用 B 型斜体字。
- ⑥ 在同一图样上，只允许选用一种字体。

如图 1.6、图 1.7 所示的是图样上常见字体的书写示例。

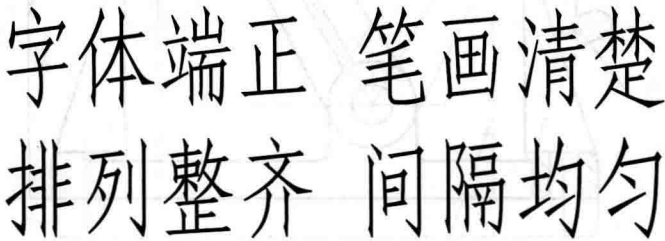


图 1.6 长仿宋字

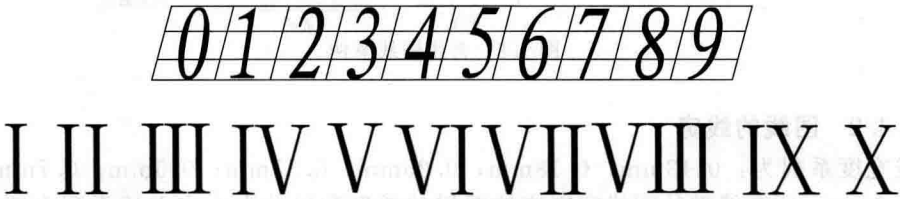


图 1.7 数字书写示例

1. 1. 4 图线 (GB/T 4457. 4—2002)

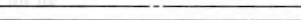
1. 1. 4. 1 图线的线型及应用

绘制技术图样时，应遵循《技术制图 图线》的规定。常见图线的名称、线型、宽度及其用途示例见表 1.3 和图 1.8。

表 1.3 图线的名称、线型、宽度及其用途

图线名称	图线线型	图线宽度	一般应用
粗实线		d	可见轮廓线；可见过渡线
虚线		约 $d/3$	不可见轮廓线；不可见过渡线
细实线		约 $d/3$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、重合断面的轮廓线及指引线等

续表

图线名称	图线线型	图线宽度	一般应用
波浪线		约 $d/3$	断裂处的边界线、视图和剖视的分界线
双折线		约 $d/3$	断裂处的边界线
细点画线		约 $d/3$	轴线、对称中心线等
粗点画线		d	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线		约 $d/3$	相邻零件的轮廓线、移动件的限位线

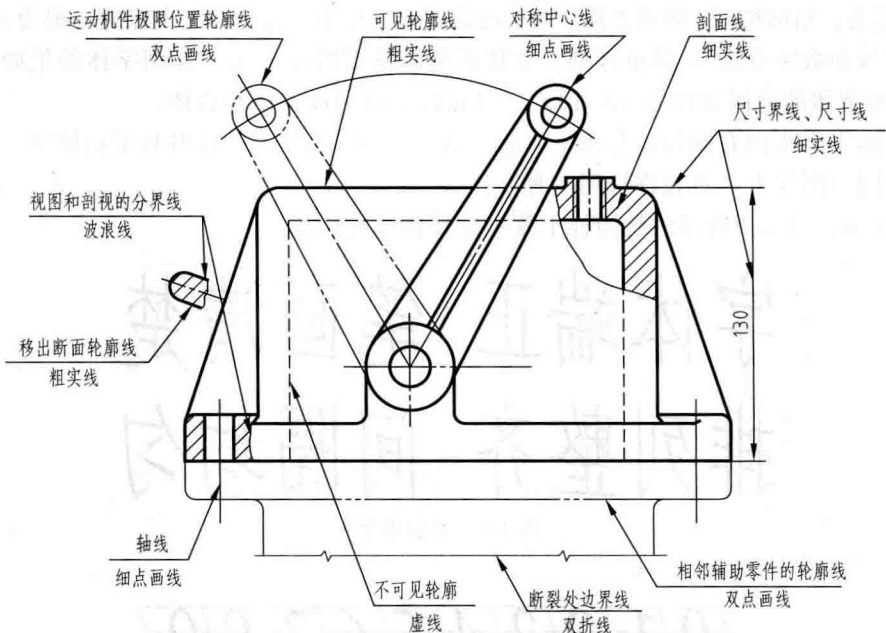


图 1.8 常用图线举例

1.1.4.2 图线的线宽

图线宽度系列为：0.13mm；0.18mm；0.25mm；0.35mm；0.5mm；0.7mm；1mm；1.4mm；2mm。所有线型的图线宽度应按图样的类型和尺寸大小在上述系列中选择。机械图样中粗线和细线的宽度比例为 2 : 1。粗实线的宽度通常选用 0.5mm 或 0.7mm。为了保证图样清晰、便于复制，应尽量避免出现线宽小于 0.18mm 的图线。

1.1.4.3 图线画法

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短间隔应各自大致相等。

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 0.7mm。

③ 虚线及点画线与其他图线相交时，都应以线段相交，不应在空隙或短画处相交；当虚线是粗实线的延长线时，粗实线应画到分界点，而虚线应留有空隙；当虚线圆弧和虚线直线相切时，虚线圆弧的线段应画到切点，而虚线直线需留有空隙，如图 1.9 所示。

④ 绘制圆的对称中心线（细点画线）时，圆心应为线段的交点。点画线和双点画线的首末两端应是线段而不是短画，同时其两端应超出图形的轮廓线 3~5mm。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，如图 1.10 所示。

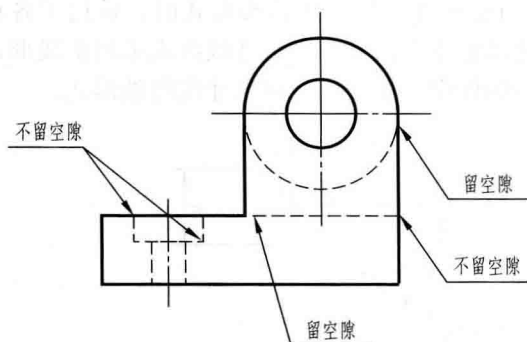


图 1.9 虚线连接处的画法

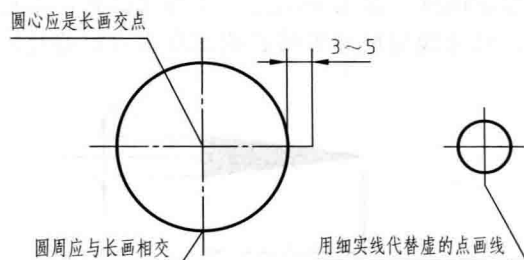


图 1.10 中心线的画法

1.1.5 尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003)

机械图样中的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。标注尺寸时应严格遵守国家标准有关尺寸标注的规定，做到正确、完整、清晰、合理。

1.1.5.1 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 图样中的尺寸，以“mm”为单位时，不需标注计量单位的代号或名称，如采用其他单位，则必须注明。
- ③ 图样所注尺寸是该图样所示机件最后完工时的尺寸，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。

1.1.5.2 尺寸的组成

一个完整的尺寸应由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字等要素组成，见图 1.11。

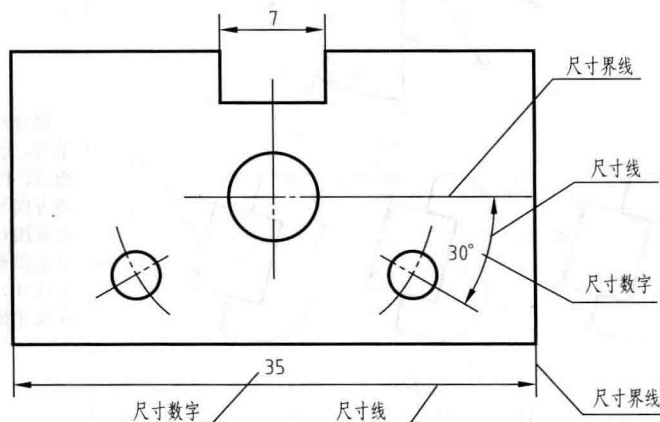


图 1.11 尺寸要素

(1) 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制，并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直，并超出尺寸线终端 2mm 左右。

(2) 尺寸线

尺寸线用细实线绘制，必须单独画出，不能与图线重合或在其延长线上。

尺寸线终端有两种形式，如图 1.12 所示。当尺寸线终端采用箭头形式时，适用于各种类型的图样，箭头尖端与尺寸界线接触，不得超出也不得离开；当尺寸线终端采用斜线形式时，尺寸线与尺寸界线必须相互垂直，并且同一图样中只能采用一种尺寸线终端形式。

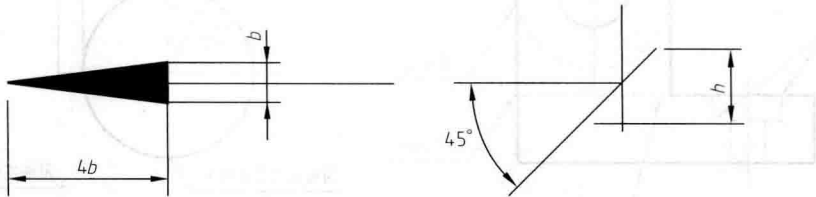


图 1.12 尺寸线终端

(3) 尺寸数字

线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方，也允许注写在尺寸线的中断处，同一图样内大小一致，位置不够可引出标注。尺寸数字不可被任何图线所通过，否则必须把图线断开。

1.1.5.3 尺寸注法

尺寸注法的基本规则，参见表 1.4。

表 1.4 常用尺寸注法及简化注法示例

标注内容	示 例	说 明
线性尺寸	(a) (b) (c)	尺寸线必须与所标注的线段平行，大尺寸要注在小尺寸外面，尺寸数字应按图(a)中所示的方向注写，图示 30° 范围内，应按图(b)形式标注。在不引起误解时，对于非水平方向的尺寸，其数字可水平地注写在尺寸线的中断处，如图(c)
	(c)	