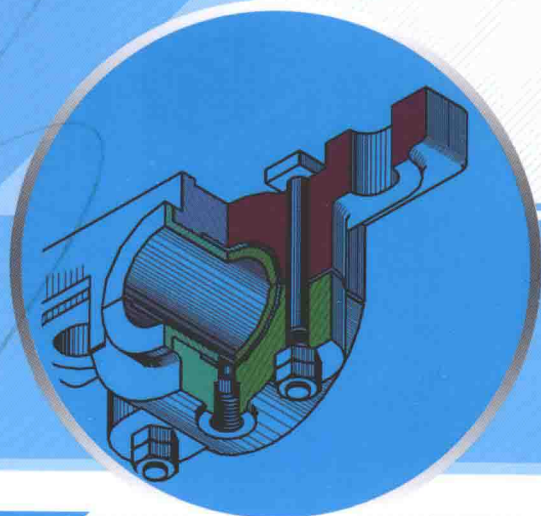


高等职业教育精品教材

JIXIE ZHITU

机械制图

主编 杨辉



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

高等职业教育精品教材

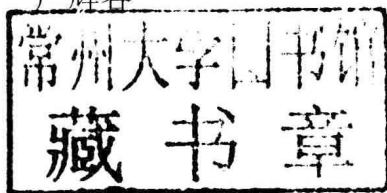
机械制图

主 编 杨 辉

副主编 覃才友 李小汝 高 静 阴俊霞

刘桂花 黄 娟 刘 浩

主 审 严辉容



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

本书是根据高等职业教育改革的发展和应用型人才的培养目标,结合机械制图教学改革与用人单位对所需人才的知识、技能要求,对传统的制图教学内容进行了优化整合而形成的。同时,本书以“徒手绘图和手工尺规绘图”为主线,结合企业生产实际,精选了大量的典型零部件,并配有相应的三维立体图,其作图过程多采用分步的方法展示,符合学生的思维模式和认知规律,以培养学生正确表达机件的能力,以及绘图、识图和工程标注的能力。

本书是在杨辉主编的《画法几何》教材的基础上,结合高职高专院校机械类或近机类专业学生的培养目标和技能要求编写的姊妹教材。全书共分8章,主要内容包括制图基础简介、机械图样的画法、常用零件的特殊表示法、零件图、装配图、典型零部件的测绘、钣金展开图和焊接图。本书与四川工程职业技术学院杨辉主编的《机械制图习题集》配套使用,能更加有效地强化学生的图示能力、读图能力、工程标注能力及绘图技能。

图书在版编目 (C I P) 数据

I. ①机… II. ①杨… III. ①机械制图—高等学校—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 026577 号

主 编：杨 辉

出版发行: 上海交通大学出版社	地 址: 上海市番禺路 951 号
邮政编码: 200030	电 话: 021-64071208
出 版 人: 韩建民	
印 制: 三河市祥达印刷包装有限公司	经 销: 全国新华书店
开 本: 787mm×1092mm 1/16	印 张: 14.75 字 数: 288 千字
版 次: 2016 年 3 月第 1 版第 1 次印刷	
书 号: ISBN 978-7-313-14532-1/TH	
定 价: 32.00 元	

版权所有 侵权必究

告读者：如发现本书有印装质量问题请与发行部联系

联系电话: 010-62137141

本书以高等职业教育教学改革的要求为指导思想,参照最新颁布的《技术制图》和《机械制图》及有关国家标准,结合作者多年从事机械制图及教学改革的经验,在广泛征求用人单位专家及相关院校一线教师意见的基础上,以绘制、识读中等复杂零件图与装配图为主线,以“简明、精练、实用”为宗旨编写而成。

本书在教学设计和内容组织上具有以下特点:

(1) 实用为主、必需和够用为度。本书根据机械类和近机类机械制图课程教学要求“少而精”的原则确定编写内容,理论知识的讲解遵循“实用为主、必需和够用为度”的原则。

(2) 贴近实际,立体感强。考虑到高职高专学生的学习特点和认知规律,本书在编写时将基本概念和基础理论融入实例中进行讲解,从而将抽象问题具体化,将复杂的理论简单化,便于学生接受和理解。此外,为了提高学生的学习兴趣,在讲解时,配有大量与视图对应的三维立体图,这样有助于突破空间想象力和空间思维能力培养的教学难点。

(3) 体例丰富,易教易学。为了便于老师讲授和学生理解,部分重要知识点后特意附加了注意、提示和例题,老师可通过分析、讲解,使学生更容易理解和掌握相关制图知识,顺利完成与本书配套的《机械制图习题集》中的相关作业。

(4) 采用新标准,与时俱进。相关国家制图标准是使图样能成为工程界共同语言的技术保证和支撑。为了使本书更加规范,作者在详细解读国家标准的基础上,以十分严谨的态度贯彻执行最新标准。

(5) 做中学,做中教。这是职业教育的教学理念,也是职业教育的教学特点。在机械制图教学中,通过学与练的紧密结合,实现学有所悟,练有所思,从而培养学生的多向思维能力和自主学习的习惯。为此,与本书配套的习题集注重知识与教材的紧密配合,在选题和内容编排上坚持由易到难、逐步深入。以强化学生的图示能力、读图能力、工程标注能力及绘图技能。

本书采用双色印刷,对制图教学中的基本知识点、基本技能点、重点和难点进行了套色,便于读者快速、有效地掌握相关知识和技能;对于学习中部分需要注意的重要问题本书采用方框和阴影标识。

本书由杨辉担任主编,覃才友、李小汝、高静、阴俊霞、刘桂花、黄娟、刘浩担任副主编。具体分工如下:刘浩编写第1章、黄娟编写第2章、刘桂花编写第3章、杨辉编写第4章、李小汝编写第5章、阴俊霞编写第6章、高静编写第7章、覃才友编写第8章。本书最

终由严辉容主审。

本书在编写过程中充分听取了本行业多位专家的宝贵意见和建议，并结合行业标准和人才培养目标对教材进行了多次修正和完善，在此一并表示衷心感谢！

欢迎使用本书的读者提出宝贵的意见，以便修订时改进。

另外，本书配有丰富的教学资源包，读者可登录北京金企鹅联合出版中心的网站（www.bjjqe.com）下载。

编 者

2016年2月

第1章 制图基础简介	1
1.1 制图国家标准的基本规定	1
1.1.1 图纸的幅面和格式 (GB/T 14689—2008)	1
1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)	4
1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)	5
1.1.4 图线 (GB/T 4457.4—2002)	7
1.2 尺寸标注 (GB/T 4458.4—2003)	8
1.2.1 基本原则和尺寸要素	9
1.2.2 常见尺寸标法	10
1.3 常用尺规绘图工具	14
1.4 徒手绘制草图	17
1.4.1 直线的徒手画法	17
1.4.2 常用角度线的画法	18
1.4.3 圆的徒手画法	18
1.4.4 椭圆和圆角的徒手画法	18
第2章 机械图样的画法	20
2.1 视图	20
2.1.1 基本视图	20
2.1.2 向视图	21
2.1.3 局部视图	22
2.1.4 斜视图	23
2.2 剖视图	24
2.2.1 剖视图的形成及画法	24
2.2.2 剖视图的种类	28
2.2.3 剖切面的选用	31
2.3 断面图	34
2.3.1 移出断面图的画法	35
2.3.2 重合断面图	36
2.4 其他表示方法	38
2.4.1 局部放大图	38

2.4.2 简化画法	40
2.5 表达方法的应用案例	42
2.6 第三角画法	45
2.6.1 第一角画法和第三角画法的比较	46
2.6.2 第三角画法的特点	47
第3章 常用零件的特殊表示法	49
3.1 螺纹	49
3.1.1 螺纹的基础知识	50
3.1.2 螺纹的规定画法	52
3.1.3 螺纹的种类及标注	53
3.2 常用螺纹紧固件	56
3.2.1 螺纹紧固件的规定标记	56
3.2.2 螺纹紧固件连接的画法	57
3.3 齿轮	61
3.3.1 圆柱齿轮	61
3.3.2 直齿锥齿轮	64
3.3.3 蜗杆和蜗轮	66
3.4 键连接和销连接	67
3.4.1 键及键连接	68
3.4.2 销及销连接	70
3.5 滚动轴承	70
3.5.1 滚动轴承的结构及分类	71
3.5.2 滚动轴承的代号	71
3.5.3 滚动轴承的画法	72
3.6 弹簧	74
3.6.1 圆柱螺旋压缩弹簧各部分名称和尺寸关系	74
3.6.2 圆柱螺旋压缩弹簧的规定画法	75
3.6.3 圆柱螺旋压缩弹簧的作图步骤	77
3.7 识读图例	77
第4章 零件图	81
4.1 零件图的作用和内容	81
4.2 零件图的视图选择	82
4.2.1 主视图的选择	83
4.2.2 其他视图的选择	84

4.3 零件图的尺寸标注	84
4.3.1 尺寸基准的种类	85
4.3.2 尺寸基准的选择	86
4.3.3 标注尺寸应注意的问题	87
4.3.4 零件上常见孔的尺寸标法	88
4.4 零件图上的技术要求	89
4.4.1 表面结构表示法	89
4.4.2 极限与配合	94
4.4.3 几何公差	102
4.5 零件上常见的工艺结构	105
4.5.1 铸造工艺结构	106
4.5.2 机械加工工艺结构	108
4.6 零件图的画法	110
4.7 典型零件分析及零件图识读	114
4.7.1 轴(套)类零件	114
4.7.2 轮盘类零件	116
4.7.3 叉架类零件	117
4.7.4 箱体类零件	118
第5章 装配图	121
5.1 装配图的作用与内容	121
5.1.1 一组图形	121
5.1.2 必要的尺寸	121
5.1.3 技术要求	122
5.1.4 零件序号、标题栏和明细栏	122
5.2 装配图的表达方法	123
5.2.1 装配图的视图选择	123
5.2.2 装配图的规定画法	124
5.2.3 装配图的特殊画法	125
5.3 装配图的尺寸标注和技术要求	129
5.3.1 装配图上的尺寸	129
5.3.2 装配图中的技术要求	130
5.4 装配图的零、部件序号和明细栏	130
5.4.1 零、部件序号的编排及标注	130
5.4.2 明细栏	132

5.5 常见的装配工艺结构	132
5.5.1 接触面与配合面	133
5.5.2 螺纹紧固件连接结构	133
5.5.3 密封结构	134
5.5.4 装拆方便与可能的结构	134
5.6 读装配图和由装配图拆画零件图	135
5.6.1 读装配图的方法和步骤	135
5.6.2 由装配图拆画零件图	138
5.7 部件测绘及绘制装配图	140
5.7.1 了解和分析测绘对象	140
5.7.2 拆卸零件、画装配示意图	140
5.7.3 测绘零件, 绘制零件草图	141
5.7.4 根据装配示意图和零件图绘制装配图	141
第6章 典型零部件的测绘	145
6.1 测绘的方法、步骤和注意事项	145
6.1.1 了解和分析测绘对象	145
6.1.2 拆卸部件和画装配示意图	145
6.1.3 画零件草图和测量标注尺寸	147
6.1.4 绘制零件工作图	148
6.1.5 完成部件测绘	149
6.1.6 草图及其绘图技法	150
6.2 尺寸的测量与确定	151
6.2.1 常用测量工具	151
6.2.2 常用测量方法	155
6.3 零件测绘案例	159
6.4 测绘齿轮油泵	168
6.4.1 齿轮油泵的工作原理	168
6.4.2 拆卸齿轮油泵和画装配示意图	169
6.4.3 画零件草图	170
6.4.4 绘制齿轮油泵装配图	174
6.4.5 绘制零件工作图	176
第7章 钣金展开图	178
7.1 展开图概述	178
7.1.1 概述	178

7.1.2 绘制展开图的方法	179
7.2 平面立体制件的展开	180
7.3 圆柱管制件的展开	181
7.4 锥管制件的展开	183
7.5 不可展制件的表面展开图	185
第 8 章 焊接图	189
8.1 焊缝的表达方法	189
8.1.1 焊缝的画法	189
8.1.2 焊缝的图示法	190
8.2 焊缝的标注方法	192
8.2.1 箭头线与焊缝位置关系	192
8.2.2 基本符号在指引线上的位置	192
8.2.3 焊缝尺寸符号及数据标注规则	193
8.3 焊接图看图举例	194
附表	198
参考文献	224

第 1 章 制图基础简介

1.1 制图国家标准的基本规定

工程图样是表达工程技术人员的设计意图和设计方案的重要技术文件。图样作为技术交流的共同语言，必须有统一的规范，否则会给生产和技术交流带来混乱和障碍。为此，国家质量监督检验检疫总局颁布了《技术制图》和《机械制图》等一系列国家标准，对图样的内容、格式、表达方法、画法等都作了统一规定。

国家标准《技术制图》是基础技术标准，在制图标准中处于最高层次，具有通用性，适用于各类制图。国家标准《机械制图》是在《技术制图》的基础上制定的适用于工程图样的制图标准，工程技术人员必须严格遵守其有关规定。

标准代号由字母和数字组成，如“GB/T 4457.4—2002”。其中，“GB/T”表示推荐性国家标准，“4457.4”是该标准的编号，“4457”为标准的顺序号，“.4”表示本标准的第 4 部分，“2002”是该标准颁布的年份。

1.1.1 图纸的幅面和格式（GB/T 14689—2008）

1. 图纸的幅面

图纸幅面简称图幅，是指图纸尺寸规格的大小。图纸幅面用图纸的短边×长边= $B \times L$ 表示。为了便于图纸的装订和保管，绘制技术图样时，应优先选用表 1-1 中的 A0~A4 这五种基本幅面，必要时也允许选用加长幅面的图纸。加长幅面时，基本幅面的长边尺寸保持不变，短边尺寸乘以整数倍即可，如图 1-1（a）所示。

表 1-1 图纸幅面及尺寸

幅面代号	$B \times L / \text{mm}$	a / mm	c / mm	e / mm
A0	841 × 1 189	25	10	20
A1	594 × 841			
A2	420 × 594			
A3	297 × 420		5	10
A4	210 × 297			

观察表 1-1 中 A0~A4 这五种基本幅面的尺寸可知，将大号的图纸沿幅面的长边对折即可得到小一号幅面的图纸，其对折方式如图 1-1（b）所示。此外，表 1-1 中 a ， c ， e 均代表

周边尺寸, 即图框线到图纸边界的距离, 如图 1-2 和图 1-3 所示。

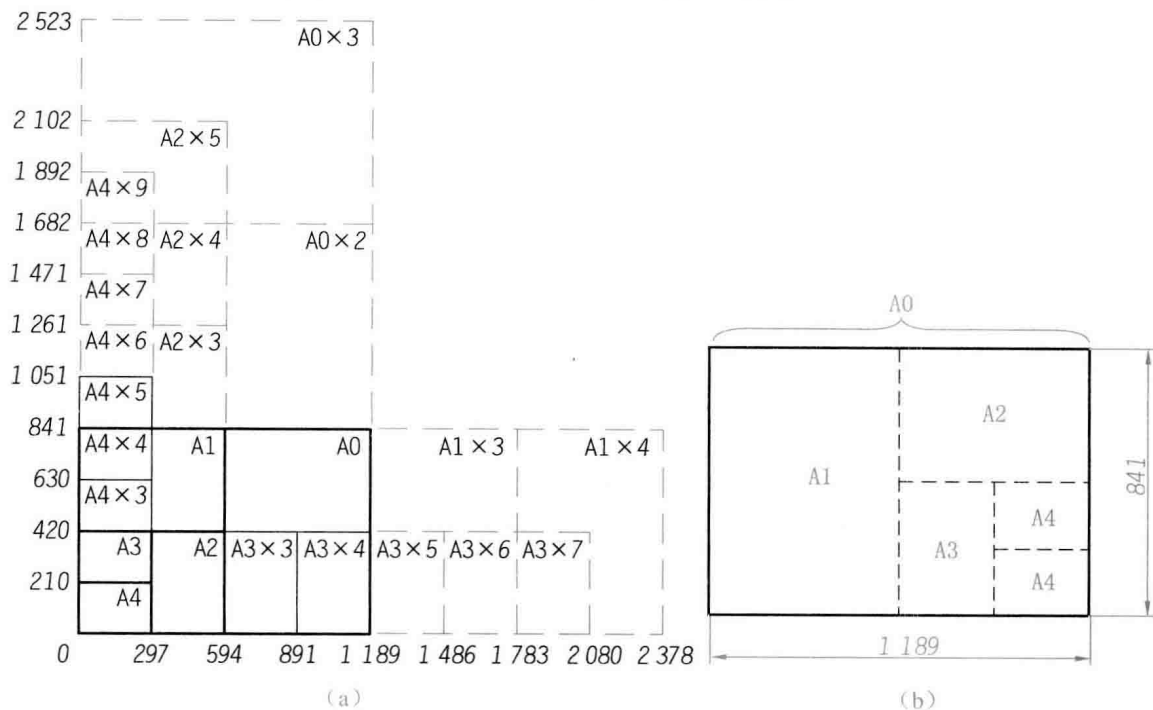


图 1-1 加长幅面和基本图幅间的关系

2. 图框格式

限定绘图区域的线框称为图框, 图框在图纸上必须用粗实线画出, 其格式分为留装订边 (见图 1-2) 和不留装订边 (见图 1-3) 两种, 同一产品的图样只能采用一种格式。图框及留边尺寸 a , c , e 如表 1-1 所示。

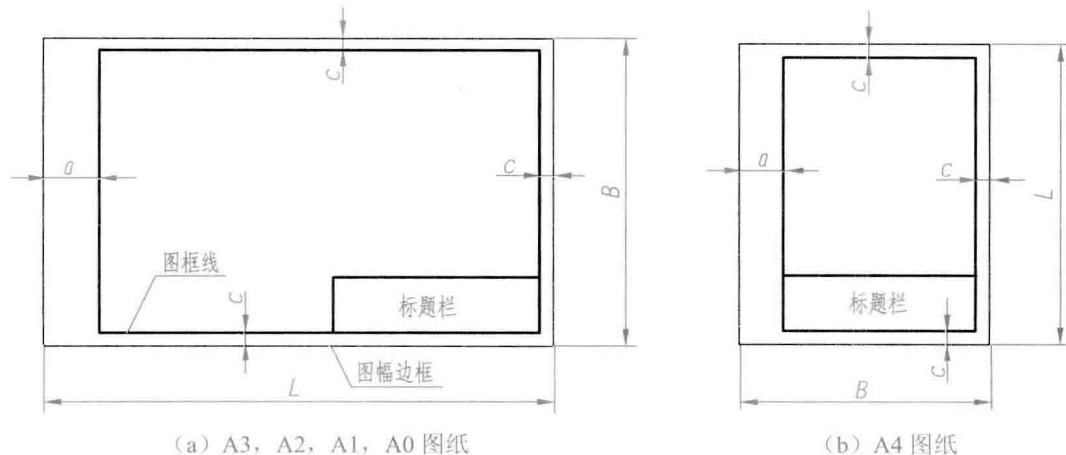


图 1-2 留装订边的图框格式

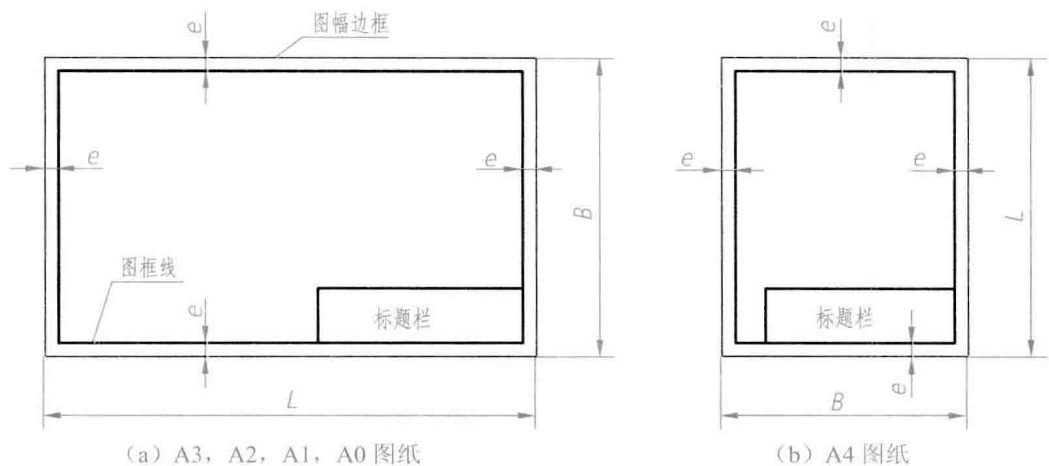


图 1-3 不留装订边的图框格式

3. 标题栏 (GB/T 10609.1—2008)

每张图纸都必须画出标题栏。常见的标题栏有两种格式：一种是国家标准规定的标题栏，另一种是学校制图作业中使用的简化标题栏，如图 1-4 和图 1-5 所示。

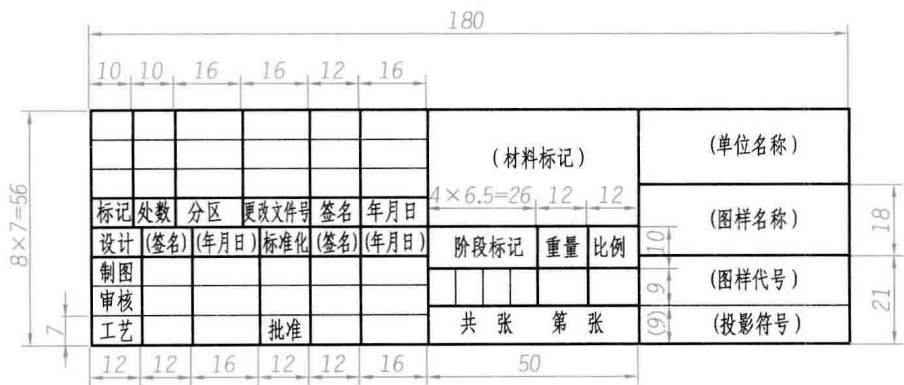


图 1-4 国家标准规定的标题栏



图 1-5 制图作业中使用的简化标题栏

通常情况下，标题栏位于图纸的右下角，它在图纸中的具体位置及方向如图 1-2 和图 1-3

所示。其中,当标题栏的长边与图纸长边平行时,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。

4. 对中符号和方向符号

为了使图样在复制和微缩摄影时定位方便,应在图纸各边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 0.5 mm,长度从纸边开始伸入图框线内约 5 mm。当对中符号处于标题栏内时,则伸入标题栏内的部分省略不画。

此外,为了使用预先印制好的图纸,允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用,或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用。此时,标题栏中的文字方向与看图方向不一致。为了能正确地表达看图方向,应在图纸下边的对中符号处绘制方向符号,如图 1-6 所示。

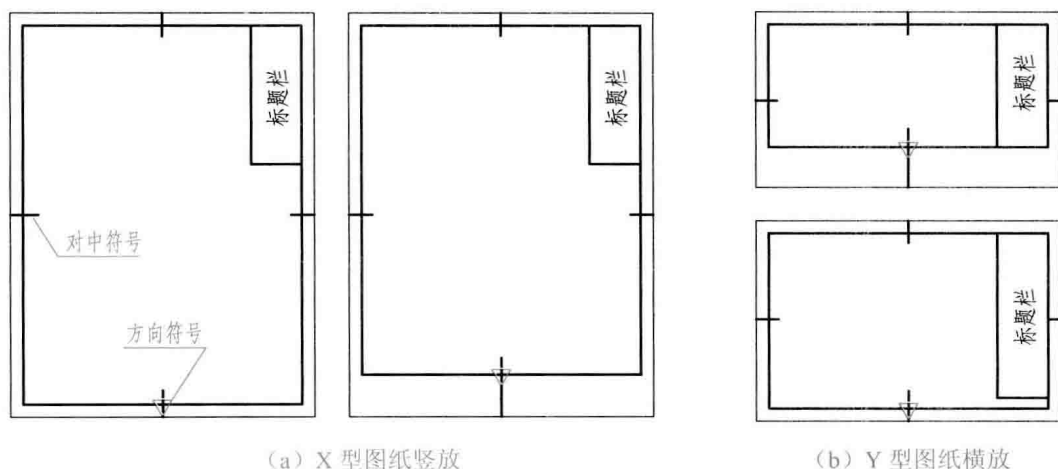


图 1-6 对中符号和方向符号

对中符号及方向符号的画法如图 1-7 所示。

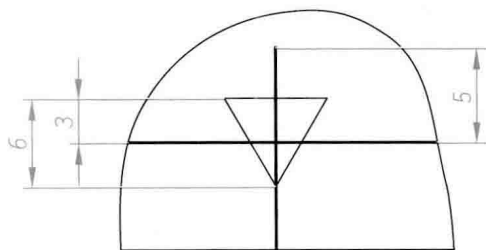


图 1-7 对中符号和方向符号的画法

1.1.2 比例 (GB/T 14690—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。为了在图样上直接反映实物的大小,绘图时应尽量采用 1:1 的原值比例。由于各种实物的大小与结构存在差异,绘图时可

根据实际需要选取放大比例或缩小比例，工程上应优先选取表 1-2 中的第一系列比例，必要时也可采用第二系列比例。

表 1-2 比例

种类	第一系列	第二系列
原值比例	1 : 1	—
放大比例	2 : 1, 5 : 1, $1 \times 10^n : 1$, $2 \times 10^n : 1$, $5 \times 10^n : 1$	4 : 1, 2.5 : 1, $4 \times 10^n : 1$, $2.5 \times 10^n : 1$
缩小比例	1 : 2, 1 : 5, 1 : 10, $1 : 2 \times 10^n$, $1 : 5 \times 10^n$, $1 : 10 \times 10^n$	1 : 1.5, 1 : 2.5, 1 : 3, 1 : 4, 1 : 6, 1 : 1.5×10^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。



注意

不管采用缩小或放大的比例绘图，图样中标注的尺寸应为物体的实际大小，与绘图比例无关，如图 1-8 所示。绘制图样时，比例大小一般应写在标题栏中的“比例”栏内，必要时，也可标注在图形的下方或右侧。

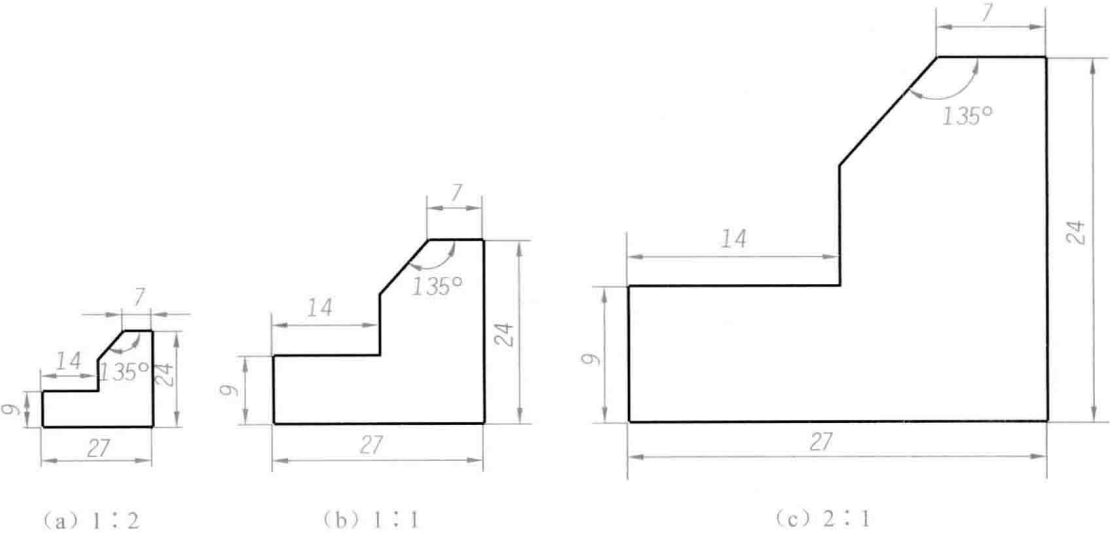


图 1-8 不同比例的尺寸标注

1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)

图样中的字体有汉字、字母和数字，在图样上写字时要根据需要选用合适的字号。字号用字体高度的公称尺寸（用 h 表示）表示，有 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14 和 20 共八个系列，单位均为 mm。如果要书写更大的字，其字体高度应按 $h/\sqrt{2}$ 的比率递增。

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体字，并应采用国家正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

2. 字母和数字

字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 (d) 为字高 (h) 的十四分之一，B 型字体的笔画宽度 (d) 为字高 (h) 的十分之一。在同一图样上只允许选用一种型式的字体。字母和数字可以写成直体或斜体，斜体字字头向右倾斜，与水平基线成 75° 。

书写字体必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。为了达到这些要求，手写字时要注意以下几点：

- 用 H 或 HB 铅笔写字，并将铅笔削成圆锥形，笔尖不要太尖或太秃。
- 按所写的字号用 2H 或 3H 的铅笔打好底格，底格宜浅不宜深，以能看清为准。
- 字体的笔画宜直不宜曲，起笔和收笔不要追求刀刻效果，要大方简洁。
- 字体的结构力求匀称、饱满，笔画分割的空白分布均匀。

表 1-3 为字体示例。

表 1-3 字体示例

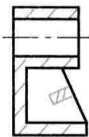
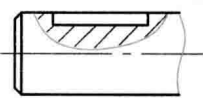
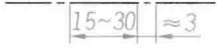
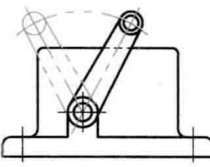
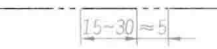
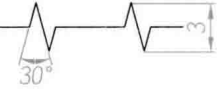
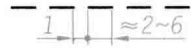
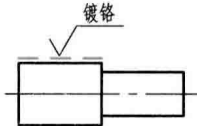
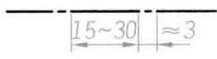
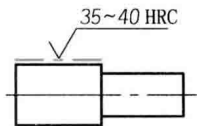
字体		示例
长仿宋 体字	7 号	字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐
	5 号	字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐
拉丁 字母	A 型字体 大写斜体 (7 号)	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
	A 型字体 小写斜体 (7 号)	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
阿拉伯 数字	A 型字体 斜体 (7 号)	1234567890
	A 型字体 直体 (7 号)	1234567890
综合应用		 $\phi 86^{+0.038}_{-0.056}$ $\phi 25^{H6}_{m5}$ R73

1.1.4 图线 (GB/T 4457.4—2002)

1. 线型及其应用

工程制图中, 为了能够准确地表达物体的形状及可见性, 通常需要使用不同线型和线宽来表达不同对象, 如表 1-4 所示。

表 1-4 线型及其应用

图线名称	线型及其尺寸	图线宽度	一般应用	应用举例
粗实线		d	① 可见轮廓线 ② 图框线	
细实线		$d/2$	① 尺寸线和尺寸界线 ② 剖面线 ③ 重合断面轮廓线 ④ 过渡线 ⑤ 螺纹牙底线	
波浪线		$d/2$	① 断裂处的边界线 ② 视图与剖视图的分界线	
虚线		$d/2$	不可见轮廓线	
细点画线		$d/2$	① 轴线 ② 对称中心线	
双点画线		$d/2$	① 相邻辅助零件的轮廓线 ② 可动件的极限位置的轮廓线 ③ 轨迹线 ④ 中断线	
双折线		$d/2$	断裂处的边界线	
粗虚线		d	允许表面处理的表示线	
粗点画线		d	限定范围表示线	

图线的线宽有粗、细两种, 它们之间的比例为 2 : 1。线宽 d 共分 8 种: 0.18 mm, 0.25 mm,