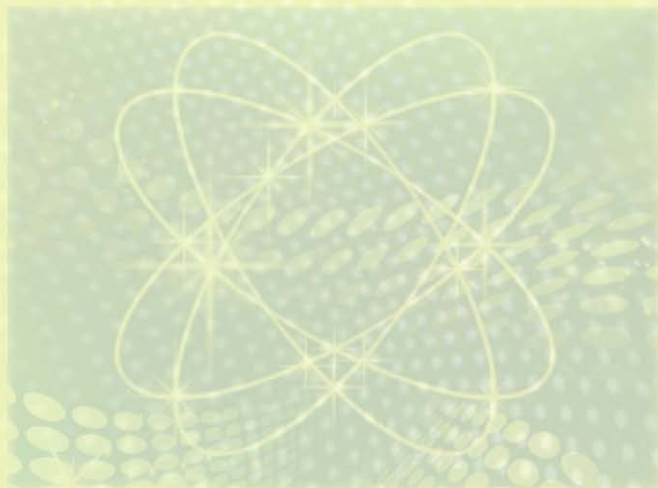


机械制图

主编 王丹萍 段兴梅



中国商务出版社

高等教育“十二五”规划教材

机械制图

主 编 王丹萍 段兴梅



图书在版编目(CIP)数据

机械制图/王丹萍,段兴梅主编. —北京:中国
商务出版社,2014.8

高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5103-1112-3

I. ①机… II. ①王… ②段… III. ①机械制图-高
等教育-教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 185088 号

高等教育“十二五”规划教材

机械制图

JI XIE ZHI TU

主编 王丹萍 段兴梅

出 版:中国商务出版社

发 行:北京中商图出版物发行有限责任公司

社 址:北京市东城区安定门外大街东后巷 28 号

邮 编:100710

电 话:010-64269744 64218072(编辑一室)

010-64266119(发行部)

010-64263201(零售、邮购)

网 店:<http://cctpress.taobao.com>

网 址:<http://www.cctpress.com>

邮 箱:cctp@cctpress.com bjys@cctpress.com

照 排:北京骏驰印刷有限公司

印 刷:北京骏驰印刷有限公司

开 本:787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张:17 字 数:401 千字

版 次:2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-5103-1112-3

定 价:39.00 元

版权专有 侵权必究

盗版侵权举报电话:010-64245984

如所购图书发现有印、装质量问题,请及时与本社出版部联系,电话:010-64248236

前 言

本书按照教育部“高职高专教育专业人才培养目标及规格”的要求,结合高等职业教育人才培养目标的基本特征和教学特点,汲取高职高专教学改革的成功经验,由多年从事机械制图教学的老师编写而成。

本书以“必需、够用”为度,淡化理论,注重实践,力求突出应用型技术人才的创新素质和创新能力的培养;内容由浅入深,图文并茂,采用了大量形象逼真的物体三维模型图,有利于激发学生的学习兴趣,降低学习难度,提高学生的空间想象能力。

本书建议安排教学总学时为 96~120 学时。

本书采用我国最新颁布的中华人民共和国《技术制图》与《机械制图》国家标准及与制图相关的其他有关标准。

本书选用了其他机械制图教材中的部分图例,在此表示感谢。在本书编写过程中,得到了全国各地职业技术学院许多相关老师的支持和帮助,他们对本书提出了很多宝贵的意见,在此表示深深的谢意。

由于作者水平有限,书中难免存在错误和疏漏之处,欢迎广大读者提出批评和建议,在此表示感谢。

编 者

2014 年 9 月

目 录

第 1 章 制图的基本知识	1
1.1 与制图相关的国家标准	1
1.2 绘图工具及用品的使用	13
1.3 几何作图	16
1.4 平面图形的分析和画法	22
1.5 徒手绘制草图	25
第 2 章 投影的理论基础	28
2.1 正投影的基本性质	28
2.2 物体的三视图	31
2.3 阅读三视图的常用方法	36
第 3 章 点、直线和平面的投影	41
3.1 点的投影	41
3.2 直线的投影	44
3.3 平面的投影	50
3.4 直线与平面、平面与平面的相对位置	54
第 4 章 投影变换	59
4.1 换面法	59
4.2 旋转法	65
第 5 章 立体的投影	70
5.1 平面立体	70
5.2 回转体	73
5.3 截交线	77
5.4 相贯线	88

第 6 章 组合体 98

6.1 组合体的形体分析 98

6.2 组合体视图的画法 101

6.3 组合体尺寸的标注 104

6.4 读组合体视图 110

第 7 章 轴测图及其画法 120

7.1 轴测图的形成及分类 120

7.2 正等轴测图 122

7.3 斜二等轴测图 130

第 8 章 机件的常用表达方法 133

8.1 视图 133

8.2 剖视图 136

8.3 断面图 146

8.4 其他表达方法 149

8.5 第三角画法简介 153

第 9 章 标准件和常用件 156

9.1 螺纹及螺纹联接件 156

9.2 齿轮 167

9.3 键和销 170

9.4 滚动轴承 173

9.5 螺旋弹簧 177

第 10 章 零件图 180

10.1 零件图的内容 180

10.2 零件图视图的选择 181

10.3 零件图尺寸的标注 182

10.4 零件的常见工艺结构 187

10.5 零件图的技术要求 190

10.6 零件图的绘制 205

10.7 零件图的阅读 208

第 11 章 装配图 213

11.1 装配图的主要作用和内容 213

11.2 装配图的视图及画法 216



11.3	装配图的尺寸标注和技术要求	221
11.4	零部件序号及明细栏	221
11.5	与装配有关的构形	224
11.6	画装配图	227
11.7	装配图的阅读和拆画零件图	232
11.8	轴测分解图	239
第 12 章	焊接图	241
12.1	焊缝接头形式和图示法	241
12.2	焊接方法代号	243
12.3	焊缝的标注	245
12.4	焊缝的画法与标注	246
12.5	金属焊接图	247
第 13 章	展开图	249
13.1	展开图基础知识	249
13.2	平面立体的展开	252
13.3	可展曲面的展开	254
13.4	不可展曲面的近似展开	258
参考文献		262

第 1 章

制图的基本知识

本章导读

本章介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》中关于图幅、比例、字体、图线、尺寸等的基本规定，介绍手工绘图的工具及其使用方法，介绍平面几何图形的画法。

学习目标

- (1) 掌握并严格遵守国家制图标准的基本规定；
- (2) 掌握手工绘图工具的正确使用方法；
- (3) 了解平面图形的绘图步骤，掌握分析并绘制平面图的基本方法；
- (4) 掌握国家标准中尺寸标注的方法；
- (5) 掌握徒手绘制草图的方法。

1.1 与制图相关的国家标准

工程图样是工程界的技术语言，是发展和交流科学技术的重要工具。为了规范工程图样的绘制，国家标准《技术制图》汇集了机械、土木、建筑、电气、水利等行业的相关共性内容。许多行业的技术内容各有其专业性和具体性，相应应有行业制图标准，如机械制图、土建制图、船舶制图、电器制图等，这些标准不能与《技术制图》国家标准的内容相矛盾，只能按照专业的要求进行补充。另外，为了适应科学技术和经济建设发展的需要，国家标准在不断修订，应及时贯彻最新国家标准。

1.1.1 图纸幅面和格式、标题栏

1. 图纸幅面和格式 (GB/T 14689—2008)^①

绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面，必要时，可以按规定 (GB/T 14689—2008) 加长图纸的幅面，幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出，

^① “GB/T 14689—2008” 是国家标准《技术制图图纸幅面和格式》的代号，“GB/T” 表示推荐性国家标准，是 GUOJIA BIAOZHUN (国家标准) 和 TUIJIAN (推荐) 的缩写。如果“GB” 后面没有“/T”，则表示强制性国家标准。14689 是该标准的编号，2008 表示该标准是 2008 年发布的。“国家标准” 简称“国标”。

如图 1-1 所示。图中粗实线幅面为第一选择，细实线幅面为第二选择，虚线幅面为第三选择。

表 1-1 图纸幅面 (单位: 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				

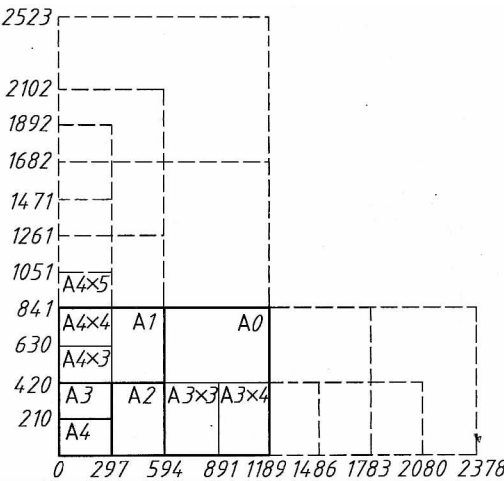


图 1-1 图纸幅面

图纸可以横放或竖放。图样中的图框有内、外两框，如图 1-2、图 1-3 所示。外框表示图纸边界，用细实线绘制，其大小为幅面尺寸；内框为图框线，用粗实线绘制，其尺寸按表 1-1 的规定。图框格式分不留装订边和留装订边两种。同一产品的图样只能采用一种格式。

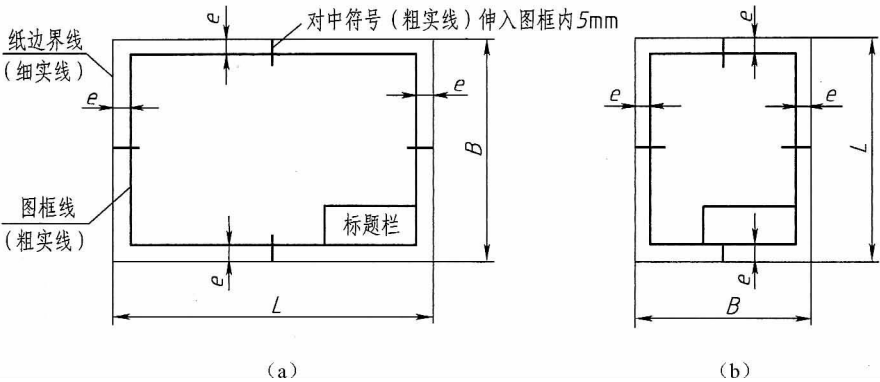


图 1-2 不留装订边

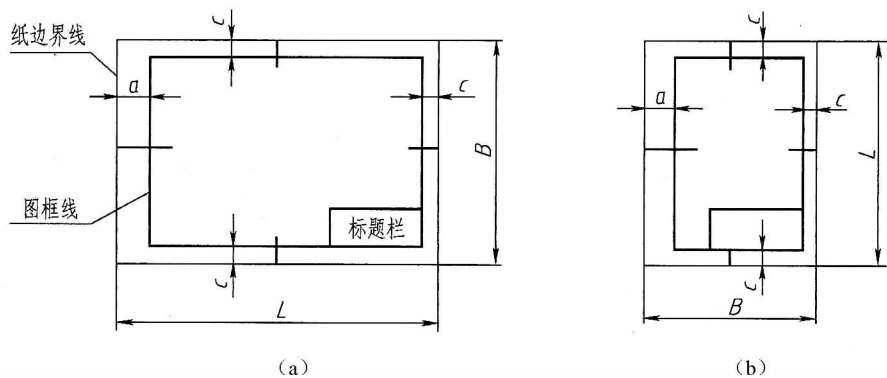


图 1-3 留装订边

为了复制和缩微摄影时定位方便，可采用对中符号。对中符号用粗实线绘制，从纸边界画入图框内约 5mm 长，线宽不小于 0.5mm，位置误差应不大于 0.5mm，如图 1-2、图 1-3 所示。

若使用预先印制的图纸，为了明确绘图和看图时图纸的方向，可在图纸下边对中符号处加画一个方向符号，如图 1-4 所示。

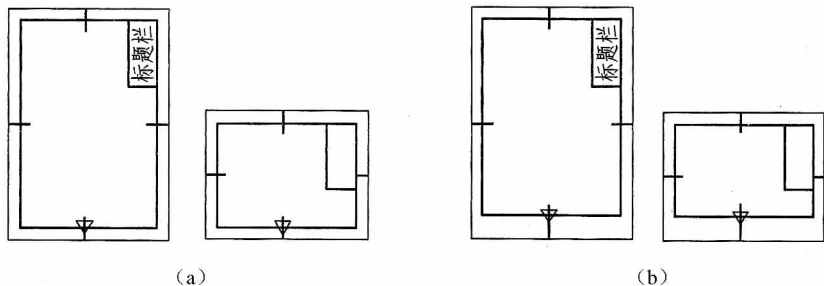


图 1-4 看图方向符号

2. 标题栏 (GB/T 10609.1—2008)

每张技术图样中均应有标题栏。标题栏一般画在图纸的右下角，其格式、内容和尺寸如图 1-5 所示。学生制图作业建议使用图 1-6 所示简化标题栏。

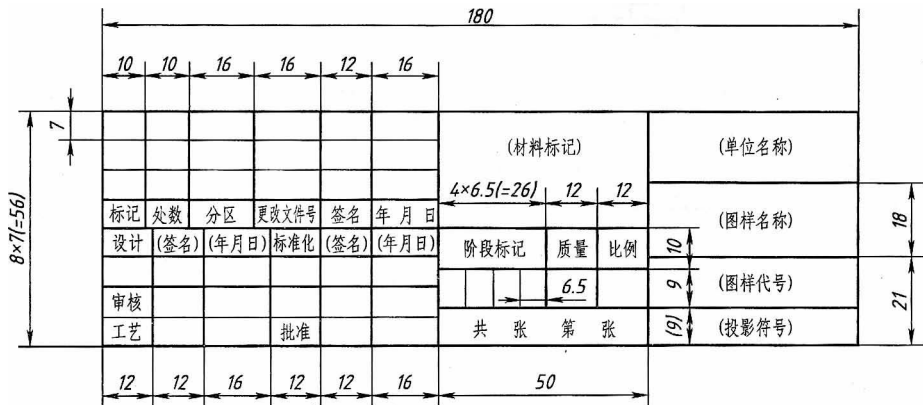


图 1-5 标题栏格式

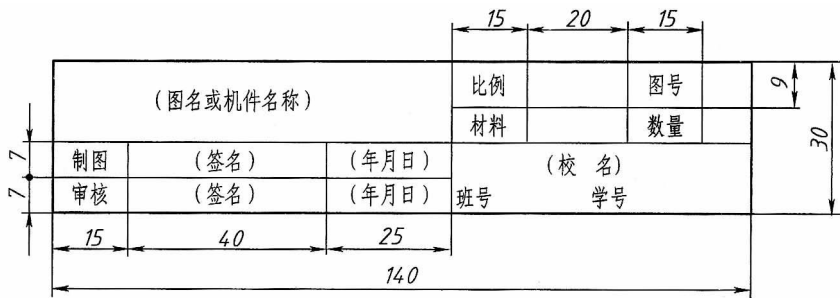


图 1-6 简化标题栏

1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。绘制技术图样时，应尽可能按机件的实际大小采用 1 : 1 的比例画出。如需要放大或缩小比例绘制图样，应从表 1-2 规定的系列中选取适当的比例。

表 1-2 比例系列

种类	优先选用比例	允许选用比例
原值比例	1 : 1	
放大比例	5 : 1 2 : 1 5 × 10 ⁿ : 1 2 × 10 ⁿ : 1 1 × 10 ⁿ : 1	4 : 1 2.5 : 1 4 × 10 ⁿ : 1 2.5 × 10 ⁿ : 1
缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 10 1 : 2 × 10 ⁿ 1 : 5 × 10 ⁿ 1 : 1 × 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

注：n 为正整数。

1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)

1. 基本要求

- (1) 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。
- (2) 字体高度（用 *h* 表示）的公称尺寸系列为：1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm。
- (3) 汉字应写成长仿宋体，并采用国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的字高 *h* 不小于 3.5mm，字宽为 $h/\sqrt{2}$ 。
- (4) 字母和数字分 A 型（笔画宽 $h/14$ ）和 B 型（笔画宽 $h/10$ ）两种，可书写成直体和斜体（字头向右斜，与水平线成 75°）。同一张图纸上只允许选用一种形式的字体。

2. 字体示例

(1) 汉字示例。

10 号字

字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐

7 号字

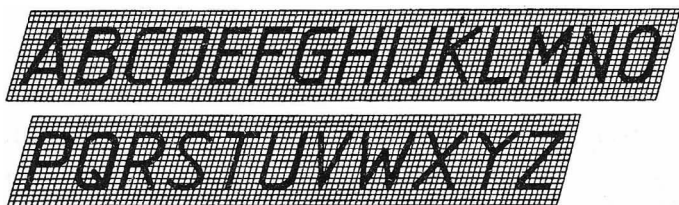
横平竖直注意起落结构均匀填满方格

5 号字

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

(2) A 型字母示例。

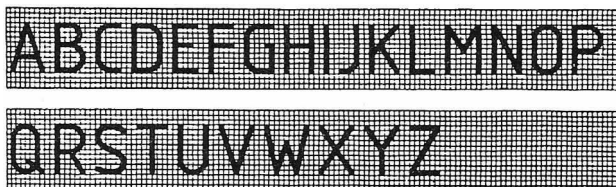
大写斜体



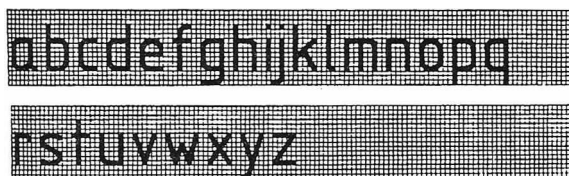
小写斜体



大写直体

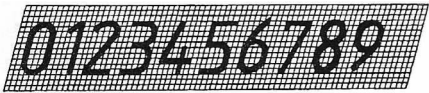


小写直体



(3) 阿拉伯数字 (A 型) 示例。

斜体



直体



(4) 罗马数字 (A 型) 示例

斜体



直体



(5) 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母，一般采用小一号的字体，如：

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

1.1.4 图线及其画法 (GB/T 17450—1998、CB/T 4457.4—2002)

1. 线型

图线是起点和终点以任意方式连接的一种几何图形，形状可以是直线或曲线、连续线或不连续线。国家标准 GB/T 17450—1998 规定了 15 种线型的名称、形式、结构、标记及画法规则等。机械图样中常用的图线线型见表 1-3，各种图线用法见图 1-7。

表 1-3 图线线型及应用

代码 No.	线型	名称	一般应用	说明
01.1		细实线	过渡线、尺寸线、尺寸界线、指引线、基准线、剖面线、重合断面的轮廓线、短中心线、螺纹牙底线、尺寸线的起止线、表示平面的对角线、零件成形前的弯折线、范围线、分界线、重复要素表示线（例如齿轮的齿根线）、锥形结构的基面位置线、叠片结构位置线（例如变压器叠钢片）、辅助线、不连续同一表面连线、成规律分布的相同要素连线、投射线、网格线	注：在一张图样上，一般采用一种线型，即采用波浪线或双折线
		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、视图与剖视图的分界线	

续表

代码 No.	线型	名称	一般应用	说明
01.2		粗实线	可见棱边线、可见轮廓线、相贯线、螺 纹牙顶线、螺纹长度终止线、齿顶圆 (线)、表格图、流程图中的主要表示线、 系统结构线(金属结构工程)、模样分型 线、剖切符号用线	
02.1		细虚线	不可见棱边线、不可见轮廓线	画长 $12d$ 、短间隔长 $3d$ (d 为粗线宽度)
02.2		粗虚线	允许表面处理的表示线	
04.1		细点画线	轴线、对称中心线、分度圆(线)、孔系 分布的中心线、剖切线	长画长 $24d$ 、短间隔长 $3d$ 、点长 $< 0.5d$
04.2		粗点画线	限定范围表示线	
05.1		细双点画线	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件的极限 位置的轮廓线、重心线、成形前轮廓、剖切 面前的结构轮廓线、轨迹线、毛坯图中制成 品的轮廓线、特定区域线、延伸公差带表示 线、工艺用结构的轮廓线、中断线	

2. 图线宽度和图线组别

机械图样的图线宽度分粗、细两种，比例为 2 : 1（土建图需要用三种线宽，比例为 4 : 2 : 1）。图线宽度和图线组别见表 1-4，绘图时应根据图样的类型、尺寸和比例等要求选用。

3. 图线画法

画图线时，应注意以下几个问题：

(1) 在同一张图样中，同类图线的宽度应基本一致。细虚线、细点画线及细双点画线的画、长画和间隔应各自大致相等。

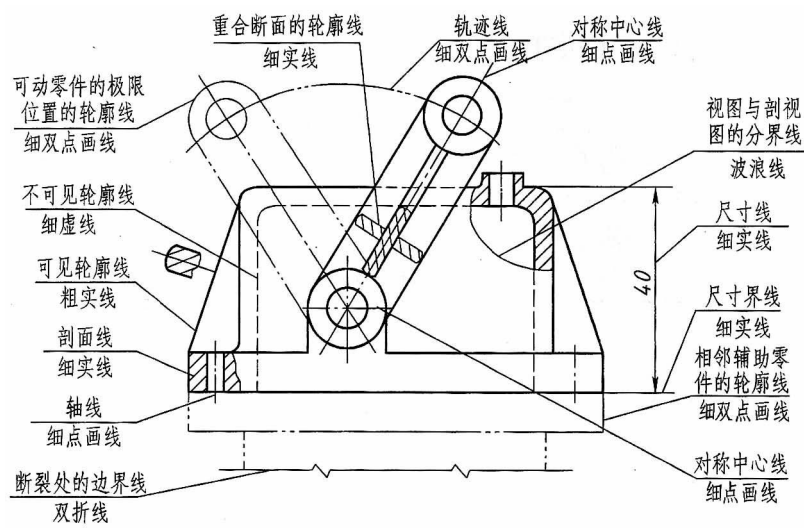


图 1-7 各种图线用法

表 1-4 图线宽度和图线组别

(单位: mm)

线型组别		0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2
与线型对应的线型宽度	粗实线、粗虚线、粗点画线	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2
	细实线、波浪线、双折线、细虚线、细点画线、细双点画线	0.13	0.18	0.25	0.35	0.5	0.7	1

注: 优先采用 0.5、0.7 图线组别。

(2) 绘制圆的中心线, 圆心应为长画的交点。细点画线、细双点画线、细虚线与其他线相交或自身相交时, 均应恰当地交于画线处。

(3) 细点画线及细双点画线的首末两端应是长画而不是点。点画线应超出轮廓线 2~5mm。

(4) 当图中的线段重合时, 优先次序为粗实线、细虚线、细点画线, 只画出排序在前的图线。

(5) 在较小图形上画细点画线或细双点画线有困难时, 可用细实线代替。

(6) 细虚线在粗实线的延长线上时, 在细虚线和粗实线分界处应留有间隙; 细虚线直线与细虚线圆弧相切时, 应画相切。

(7) 除非另有规定, 两平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm。

图线的画法举例如图 1-8 所示。

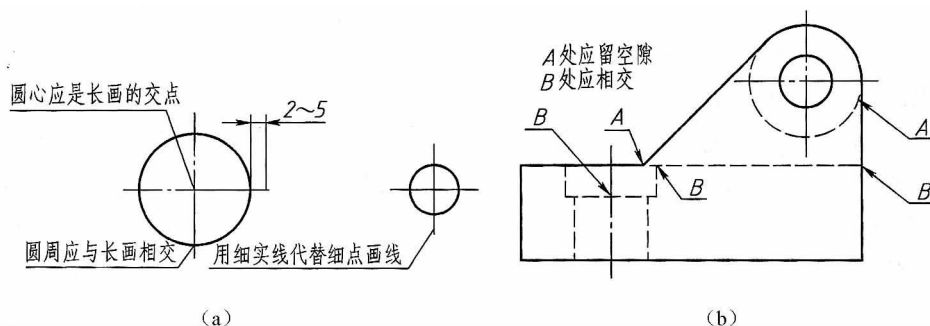


图 1-8 图线的画法举例

(a) 圆的对称中心线的画法; (b) 细虚线和粗实线分界处的画法

1.1.5 尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003、GB/T 16675.2—1996)

在机械图样中, 图形仅表达机件的结构形状, 要确定机件的大小, 还需要标注尺寸。标注尺寸时, 应符合国家标准有关尺寸注法的规定, 做到正确、完整、清晰、合理。

1. 基本原则

(1) 图样中所标注的尺寸为机件的真实尺寸, 与图样比例和绘图的准确度无关。

(2) 图样中的尺寸以毫米为单位时, 不需要标注计量单位符号或名称; 如采用其他单位, 则必须注明相应的单位符号。

(3) 图样中的尺寸为该图样所示机件的最后完工尺寸, 否则应加以说明。

(4) 机件的每一尺寸只标注一次, 并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸的组成

图样上标注的每一尺寸，一般由尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端（箭头或斜线）和尺寸数字四部分组成，如图 1-9 所示。

(1) 尺寸界线。尺寸界线用细实线绘制，并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出，也可以利用轮廓线、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，且超出尺寸线的终端 2~3mm。

(2) 尺寸线。尺寸线用细实线绘制，而不能用其他图线代替，也不能与其他图线重合或画在其延长线上。尺寸线不能相互交叉，也要避免与尺寸界线交叉。同方向尺寸线之间距离应均匀，间隔约 7~10mm。

(3) 尺寸线终端。尺寸线终端有两种形式，即：箭头或斜线，如图 1-10 所示。图中 d 为粗实线宽度， h 为尺寸数字高度。箭头适用于各种类型的图样；斜线用细实线绘制，其方向和画法如图 1-10 (b) 所示。机械图样中一般采用实心三角形箭头，只有狭小部位的尺寸才可用圆点或斜线代替。同一张图样中只能采用一种尺寸终端形式。

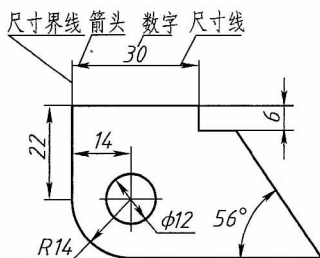


图 1-9 尺寸的组成

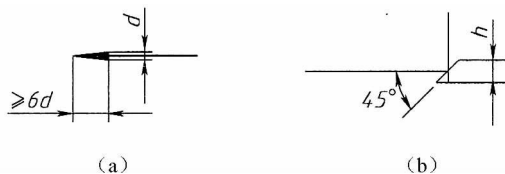


图 1-10 尺寸线终端

(a) 实心三角形箭头；(b) 斜线

(4) 尺寸数字。尺寸数字一般注写在尺寸线的上方或左方，也允许注写在尺寸线的中断处，在同一张图样中应尽可能采用同一种注写方法。尽量避免在图 1-11 (a) 所示的 30° 范围内标注，无法避免时，应采用图 1-11 (b) 所示的形式之一进行标注。当书写尺寸数字的位置不够或不便书写时，也可以引出标注。

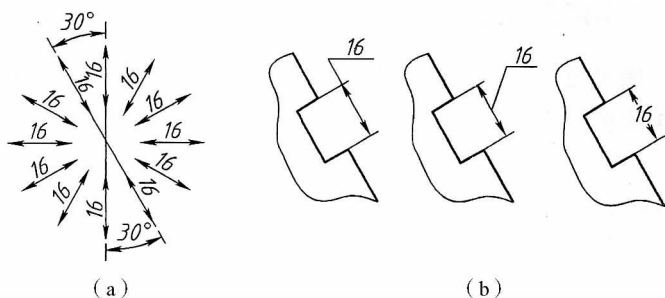


图 1-11 尺寸数字注写

(a) 尺寸数字的注写方向；(b) 30° 范围内的尺寸数字注写

3. 常用尺寸注法

标注尺寸时，应尽可能使用符号和缩写词。尺寸符号及缩写词见表 1-5。

表 1-5 尺寸符号及缩写词 (GB/T 4458. 4—2003)

含 义	符号或缩写词	含 义	符号或缩写词
直径	ϕ	正方形	$\square$
半径	R	深度	$\downarrow$
球直径	$S\phi$	沉孔或锪平	$\sqcup$
球半径	SR	埋头孔	$\sphericalangle$
厚度	t	弧长	$\frown$
均布	EQS	斜度	$\angle$
45°倒角	C	锥度	∇

(1) 线性尺寸的注法。标注线性尺寸，尺寸线应与所标注的线段平行。非水平方向的尺寸常用图 1-12 (a) 所示的标注方法，也可以水平地注写在尺寸线的中断处，如图 1-12 (b) 所示。必要时尺寸界线与尺寸线允许倾斜，如图 1-12 (c) 所示。

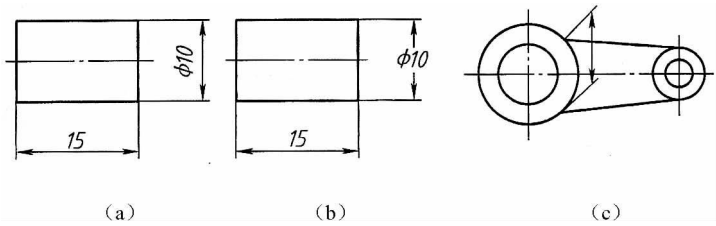


图 1-12 线性尺寸的注法

(2) 直径和半径的注法。标注直径或半径时，应在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”或“ R ”；圆直径和圆弧半径的尺寸线的终端应画成箭头；当圆直径一端无法画出箭头时，尺寸线应超过圆心一段；圆弧半径的尺寸线一般过圆心，如图 1-13 (a) 所示。当圆弧半径过大或在图纸范围无法标出其圆心位置时，可按图 1-13 (b) 标注。标注球面的直径或半径时，应在符号“ ϕ ”或“ R ”前再加注符号“ S ”，如图 1-13 (c) 所示。对于螺钉、铆钉的头部、轴和手柄的端部等，在不致引起误解的情况下，可省略符号“ S ”。

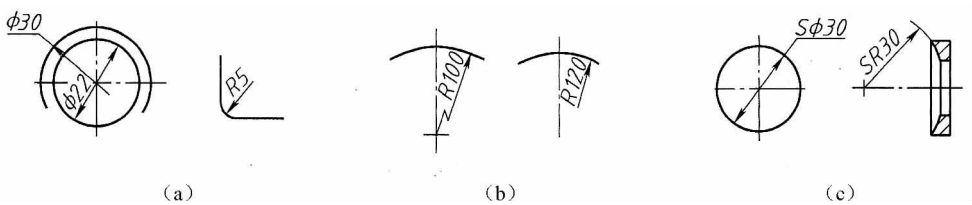


图 1-13 直径和半径的注法

(a) 圆直径和圆弧半径的注法；(b) 圆弧半径过大的注法；(c) 球直径和球半径的注法

(3) 角度和弧长的注法。角度的尺寸线为圆弧，角度的数字一律水平书写；一般注写在尺寸线的中断处，如图 1-14 (a) 所示，必要时也可按图 1-14 (b) 的形式标注；弧长