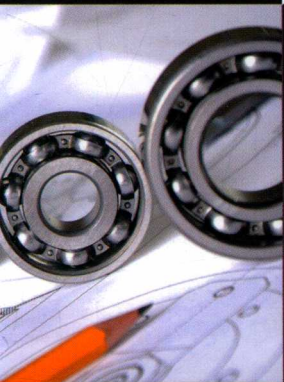


高等职业教育机电专业规划教材



机械制图及计算机绘图

郭青 王欣 主编



中国轻工业出版社

全国百佳图书出版单位

高等职业教育机电专业规划教材

机械制图及计算机绘图

郭青 王欣 主编

杨国星 李彦伟 罗金华 副主编



 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图及计算机绘图/郭青, 王欣主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2015. 7

高等职业教育机电专业规划教材

ISBN 978-7-5184-0478-0

I. ①机… II. ①郭… ②王 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 134041 号

责任编辑: 王 淳 责任终审: 孟寿萱 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 王超男 责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 三河市万龙印装有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2015 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 19

字 数: 440 千字

书 号: ISBN 978-7-5184-0478-0 定价: 38.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

150545J2X101ZBW

前 言

《机械制图及计算机绘图》按情景教学法、任务引领的思路编写而成。编写时，笔者根据以工作过程为导向的教学要求，着重培养学生的实际工作能力，目标是使学生能绘制和阅读中等复杂程度的零件图和装配图。《机械制图及计算机绘图》共由4个情境组成。主要项目内容有：平面图形的绘制、组合体三视图的绘制、机械图样的绘制、计算机绘图。本书在教学设计和内容组织上具有以下的特点：

1. 本书依据高职院校制图课程“少而精”的教学要求，知识点以“必需，够用”为原则。
2. 本书4个情境后都安排了任务实施，老师带领学生完成任务。学生通过自己动手快速掌握图形绘制方法，提高学习兴趣。
3. 为了便于老师讲课和学生理解，重点知识点后加了相关案例。
4. “做中学，做中教”是职业教育的创新理念。通过学练结合，实现学有所悟，练有所思，培养学生多项思维能力和自主学习的习惯。

《机械制图及计算机绘图》可作为高职高专院校机械工程类和近机类专业教学用书，参考学时130~140学时，也可作为企业专业技术人员和绘图人员的参考书。与《机械制图及计算机绘图》配套使用的是《机械制图习题集》。

本书由郭青、王欣担任主编。其中学习情境1~3由郭青、李彦伟、罗金华共同编写，学习情境4由王欣、杨国星共同编写。

限于编者水平有限和时间匆忙，书中定有不少疏漏和错误，恳请读者批评指正。

目 录

学习情境1 平面图形绘制	1
1.1 任务 吊钩平面图形绘制	1
1.1.1 知识链接	2
1.1.2 任务实施——吊钩平面图形绘制	26
1.1.3 任务拓展——托架平面图形绘制	30
学习情境2 组合体三视图绘制	31
2.1 任务一 平面立体绘制	31
2.1.1 知识链接	32
2.1.2 任务实施	57
2.1.3 任务拓展——八棱柱被平面截切后的俯视图	58
2.2 任务二 曲面立体绘制	59
2.2.1 知识链接	60
2.2.2 任务实施	67
2.2.3 任务拓展——轴测图绘制	74
2.3 任务三 组合体三视图绘制与识读	84
2.3.1 知识链接	86
2.3.2 任务实施	97
2.3.3 任务拓展——补画支架左视图	104
学习情境3 机械图样绘制	106
3.1 任务一 机械图样绘制	106
3.1.1 知识链接	107
3.1.2 任务实施	130
3.1.3 任务拓展——第三角投影简介	133
3.2 任务二 标准件绘制	134
3.2.1 知识链接	135
3.2.2 任务实施	154
3.2.3 任务拓展——紧定螺钉链接	159
3.3 任务三 零件图的绘制与识读	159
3.3.1 知识链接	160
3.3.2 任务实施	201
3.3.3 任务拓展——读模具的零件图	203

3.4 任务四 装配图的绘制与识读	205
3.4.1 知识链接	206
3.4.2 任务实施	219
3.4.3 任务拓展——识读装配图	225
学习情境4 计算机绘图	227
4.1 任务一 计算机绘图基础	227
4.1.1 知识链接	227
4.1.2 任务实施	244
4.1.3 任务拓展——初始环境设置	245
4.2 任务二 简单图形的绘制	245
4.2.1 知识链接	245
4.2.2 任务实施	247
4.3 任务三 图形的编辑	248
4.3.1 知识链接	248
4.3.2 任务实施	251
4.4 任务四 尺寸标注	252
4.4.1 知识链接	253
4.4.2 任务实施	257
4.5 任务五 标准件装配图绘制	259
4.5.1 知识链接	259
4.5.2 任务实施	260
4.5.3 任务拓展——齿轮啮合装配图的绘制	260
4.6 任务六 零件图绘制	261
4.6.1 知识链接	261
4.6.2 任务实施	266
4.6.3 任务拓展——装配图绘制	269
4.7 任务七 三维图绘制	269
4.7.1 知识链接	269
4.7.2 任务实施	277
4.7.3 任务拓展——阶梯轴、皮带轮绘制	281
附录	283

学习情境1 平面图形绘制

【知识目标】

了解基本机械制图国家标准，制图基本规格；掌握基本几何作图方法。

【能力目标】

能够运用标准、规范、手册和查阅有关技术资料；能使用仪器绘图、徒手绘图的方法绘制合格的平面图形。

1.1 任务 吊钩平面图形绘制

【任务导入】

抄画如图1-1所示吊钩的平面图形，学会正确使用绘图仪器和工具。

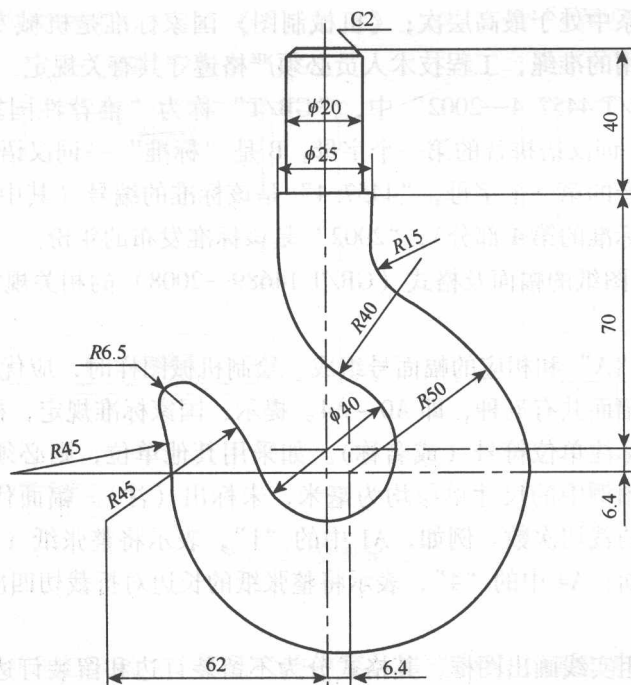


图1-1 吊钩

【学习目标】

- 1) 掌握国家标准中图幅、图框、图线、字体、比例、尺寸注法、斜度、锥度的有关规定。
- 2) 掌握绘图工具的使用方法。
- 3) 掌握圆弧连接的规定画法。
- 4) 能按比例正确绘出带有斜度、锥度、圆弧连接等较复杂的平面图形。

【学习重点】

机械制图国家标准的掌握，绘图工具的使用。

【学习难点】

比例、图线的使用。

1.1.1 知识链接

机械图样是表达工程技术人员的设计意图、交流技术思想、组织和指导生产的重要工具，是现代工业生产中必不可少的技术文件。图样作为技术交流的共同语言，必须有统一的规定，否则会给生产和技术交流带来混乱和障碍。为了便于管理和交流，国家质量监督检验检疫总局发布了《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、表达方法等都作了统一规定。《技术制图》国家标准是一项基础技术标准，在内容上具有统一性和通用性，在制图标准体系中处于最高层次；《机械制图》国家标准是机械专业的制图标准，它们都是图样绘制与使用的准绳，工程技术人员必须严格遵守其有关规定。

在标准代号“GB/T 4457.4—2002”中，“GB/T”称为“推荐性国家标准”，简称“国标”。G是“国家”一词汉语拼音的第一个字母，B是“标准”一词汉语拼音的第一个字母，T是“推”字汉语拼音的第一个字母，“4457.4”是该标准的编号（其中4457为标准的顺序号，后面的4表示本标准的第4部分），“2002”是该标准发布的年份。

1.1.1.1 国家标准对图纸的幅面及格式（GB/T 14689—2008）的相关规定

(1) 图纸幅面

图纸幅面代号由“A”和相应的幅面号组成。绘制机械图样时，应优先采用表1-1所规定的基本幅面。基本幅面共有五种，即A0~A4。提示：国家标准规定，机械图样中的尺寸以毫米为单位时，不需标注单位符号（或名称）。如采用其他单位，则必须注明相应的单位符号。本书文字叙述和图例中的尺寸单位均为毫米，未标出（注）。幅面代号的几何含义，实际上就是对0号幅面的裁切次数。例如，A1中的“1”，表示将整张纸（A0幅面）的长边对折裁切一次所得的幅面；A4中的“4”，表示将整张纸的长边对折裁切四次所得的幅面。

(2) 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为不留装订边和留装订边两种，但同一产品的图样只能采用一种格式。

不留装订边的图纸，其图框格式如图1-2(a)(b)所示。留有装订边的图纸，其图框格式如图1-2(c)(d)所示。基本幅面的图框及留边宽度 a 、 e 、 c 按表1-1中的规定绘制。

表 1-1 基本幅面 (摘自 GB/T 14689—2008)

幅面代号	$B \times L$	a	c	e
A0	841 × 1189	25	10	20
A1	594 × 841			
A2	420 × 594			
A3	297 × 420	5	5	10
A4	210 × 297			

注： a 、 c 、 e 为留边宽度，参见图1-2、图1-3。

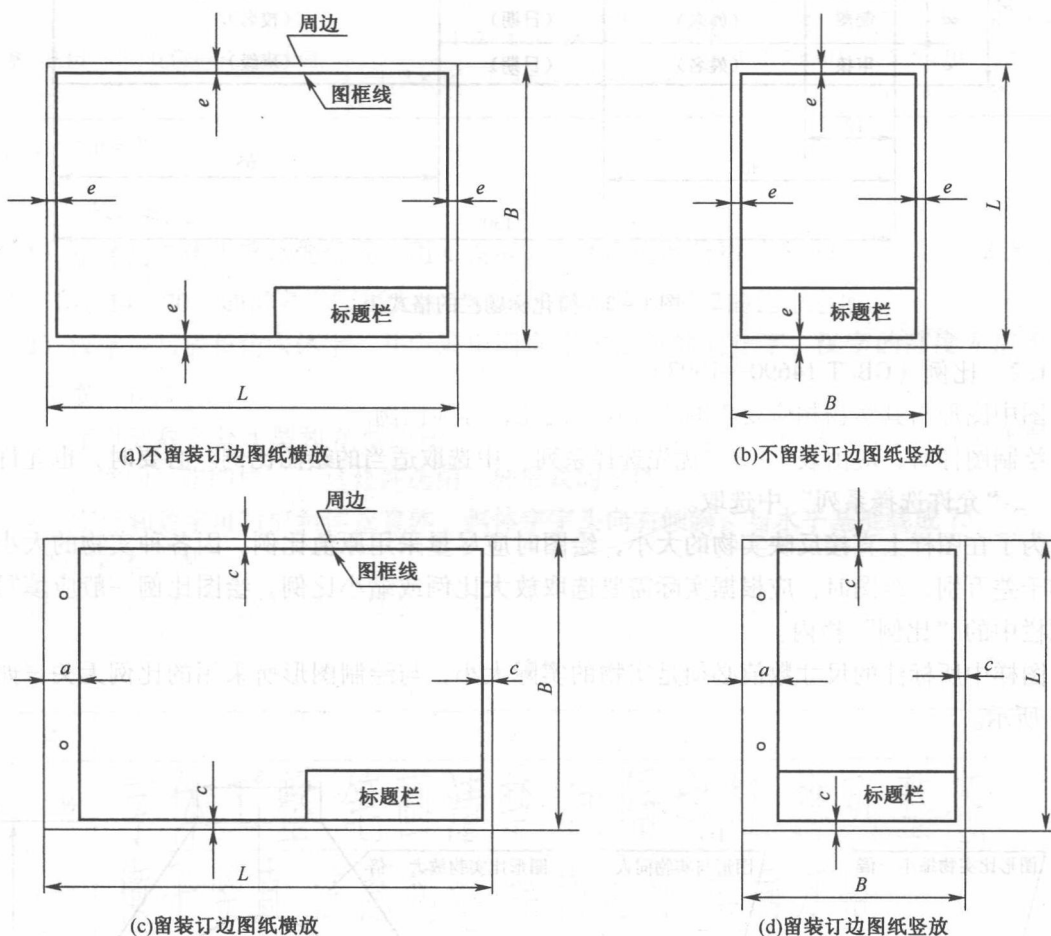


图 1-2 图框格式

(3) 标题栏及方位

在机械图样中必须画出标题栏。标题栏的内容、格式和尺寸应按《GB/T 10609.1—2008 技术制图标题栏》的规定绘制。

在学校的制图作业中，为了简化作图，建议采用图1-3所示的简化标题栏。填写标题栏时，小格中的内容用3.5号字，大格中的内容用7号字；明细栏项目栏中的文字用7号字，表中的内容用3.5号字。

标题栏一般应置于图样的右下角。若标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行，则构成 X 型图纸，如图 1-2 (a) (c) 所示；若标题栏的长边与图纸的长边垂直，则构成 Y 型图纸，如图 1-2 (b) (d) 所示。在此情况下，标题栏中的文字方向为看图方向 (图 1-3)。

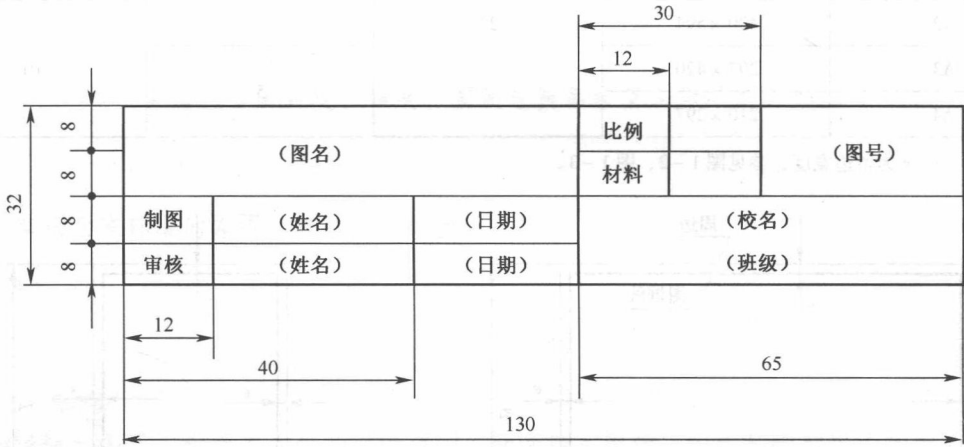


图 1-3 简化标题栏的格式

1.1.1.2 比例 (GB/T 14690—1993)

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比，称为比例。

绘制图样时，应由表 1-2 “优先选择系列” 中选取适当的绘图比例。必要时，也允许从表 1-2 “允许选择系列” 中选取。

为了在图样上直接反映实物的大小，绘图时应尽量采用原值比例。因各种实物的大小与结构千差万别，绘图时，应根据实际需要选取放大比例或缩小比例。绘图比例一般应填写在标题栏中的“比例”栏内。

图样中所标注的尺寸数值必须是实物的实际大小，与绘制图形所采用的比例无关，如图 1-4 所示。

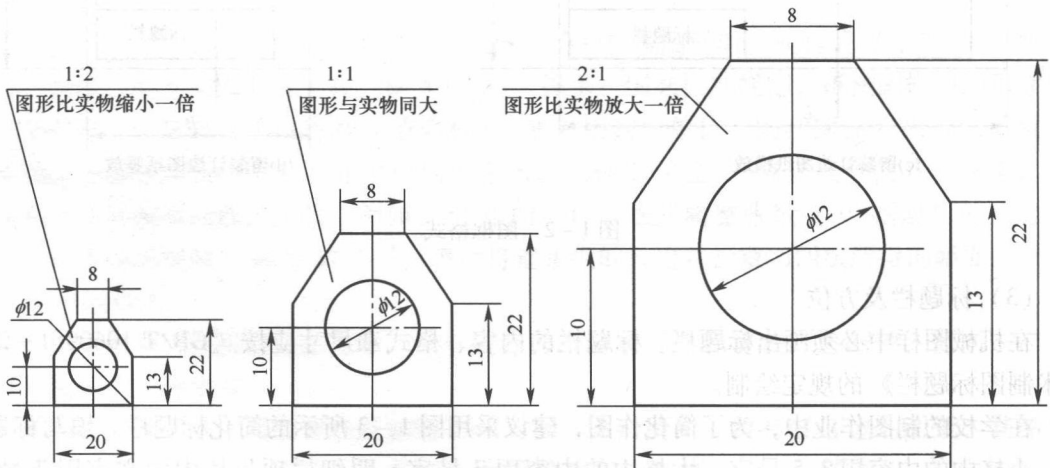


图 1-4 图形比例与尺寸数字

1.1.1.3 字体 (GB/T 14690—1993)

在图样上,除了要用图形表达零件的结构形状外,还需用数字和文字来说明它的大小和技术要求等其他内容。

表 1-2 比例系列 (摘自 GB/T 14690—1993)

种类	定义	优先选择系列	允许选择系列
原值比例	比值为 1 的比例	1:1	—
放大比例	比值大于 1 的比例	5:1 2:1 $5 \times 10^n:1$ $2 \times 10^n:1$ $1 \times 10^n:1$	4:1 2.5:1 $4 \times 10^n:1$ $2.5 \times 10^n:1$
缩小比例	比值小于 1 的比例	1:2 1:5 1:10 $1:2 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$ $1:1 \times 10^n$	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 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。

(1) 基本规定

1) 字体高度代表字体的号数,用 h 表示。字体高度的公称尺寸系列为: 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 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

2) 汉字应写成长仿宋体字,并应采用国家正式公布的简化字。汉字的高度 h 应不小于 3.5,字宽 $= h/\sqrt{2}$ 。

3) 字母和数字分 A 型和 B 型两种。A 型字体的笔画宽度 $d = h/14$, B 型字体的笔画宽度 $d = h/10$ 。在同一张图样上,只允许选用一种形式的字体。

4) 字母和数字可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。

(2) 字体示例

汉字、数字和字母的示例,见表 1-3。

表 1-3 字体

字 体	示 例
长仿宋体汉字	10号 字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐
	7号 横平竖直 注意起落 结构匀称 填满方格
	5号 技术制图 石油化工 机械电子 汽车航空 船舶土木 建筑矿山 井坑港口 纺织焊接 设备工艺
	3.5号 螺纹齿轮 端子接线 飞行指导 驾驶舱位 挖掘施工 引水通风 闸坝坝棉 麻化纤
拉丁字母	大写斜体 ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
	小写斜体 abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

续表

字 体		示 例
阿拉伯数字	斜体	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
	直体	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
罗马数字	斜体	I II III IV V VI VII VIII IX X
	直体	I II III IV V VI VII VIII IX X
字体的应用	$\phi 20_{-0.023}^{+0.010}$ $7^{\circ+1^{\circ}}_{-2^{\circ}}$ $\frac{3}{5}$ 10Js5(± 0.003) M24-6h $\phi 25 \frac{H6}{m5}$ $\frac{II}{2:1}$ $\frac{A}{5:1}$ $\sqrt{Ra 6.3}$ R8 5% $\nabla \frac{3.50}{}$	

(3) 计算机绘图字体要求

计算机绘图字体应符合《GB/T 14691—1993 技术制图 字体》的要求。数字、字母以斜体输出，汉字用正体，并采用国家正式公布的简化字。小数点、标点符号应占一个字位（省略号和破折号占两个字位）。字高与图幅的关系见表 1-4。

表 1-4 字高与图幅的关系

图幅	A0	A1	A2	A3	A4	备注
字高 h	5		3.5			h 为汉字、字母及数字的高度

1.1.1.4 图线及画法 (GB/T 4457.4—2002)



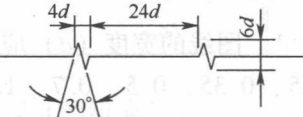

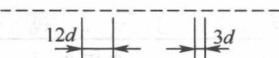

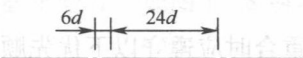

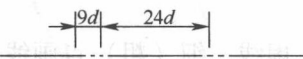
图线是指起点和终点之间以任意方式连接的一种几何图形，形状可以是直线或曲线、连续和不连续线。图线是组成图形的基本要素，由点、短间隔、画、长画、间隔等线条构成。

(1) 线型及图线尺寸

国家标准，《GB/T 4457.4—2002 机械制图 图样画法 图线》规定了在机械图样中使用的九种图线，其代码、线型、名称及线宽见表 1-5。图线的应用示例，如图 1-5 所示。

表 1-5

常用的图线

代码 No	线型	名称	线宽	一般应用
01.1		细实线	$d/2$	过渡线、尺寸线、尺寸界线、指引线和基准线、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、范围线及分界线、重复要素表示线、锥形结构的基面位置线、叠片结构位置线、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、网络线
		波浪线	$d/2$	断裂处边界线、视图与剖视图的分界线
		双折线	$d/2$	
01.2		粗实线	d	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)、表格图和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	$d/2$	不可见棱边线、不可见轮廓线
02.2		粗虚线	d	允许表面处理的表示线
04.1		细点画线	$d/2$	轴线、对称中心线、分度圆(线)、孔系分布的中心线、剖切线
04.2		粗点画线	d	限定范围表示线
05.1		细双点画线	d	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、成形前轮廓线、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、工艺结构的轮廓线、中断线

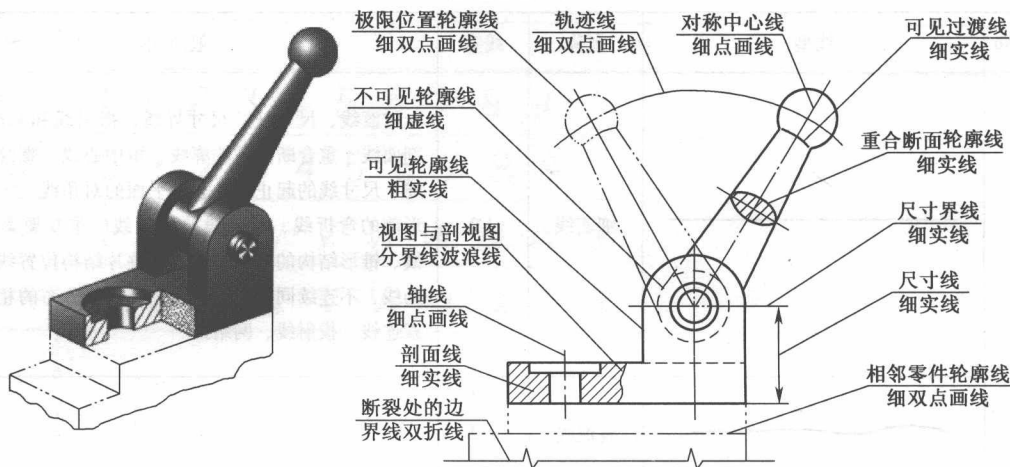


图 1-5 图线的应用示例

机械图样中采用粗、细两种线宽，它们之间的比例为 2:1。图线的宽度 (d) 应按图样的类型和大小，在下列数系中选取：0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1.0、1.4、2 (mm)。粗实线（粗虚线、粗点画线）的宽度通常采用 0.7mm，与之对应的细实线（波浪线、双折线、细虚线、细点画线、细双点画线）的宽度为 0.35mm。

(2) 计算机绘图对图线的规定

CAD 中的图线除应遵照《GB/T 17450—1998 技术制图 图线》中的规定外，还应符合以下规定。

1) 图线组别。CAD 中的图线组别，按表 1-6 的规定选取。

表 1-6 CAD 中的图线组

组别	1	2	3	4	5	一般用途
线宽	2.0	1.4	1.0	0.7	0.5	粗实线、粗点画线
	1.0	0.7	0.5	0.35	0.25	细实线、波浪线、双折线、细虚线、细点画线、细双点画线

2) 重合图线的优先顺序。当两条以上不同类型的图线重合时应遵守以下优先顺序：

- ① 可见轮廓线和可见棱线（粗实线）。
- ② 不可见轮廓线和不可见棱线（细虚线）。
- ③ 剖切平面迹线（细点画线）。
- ④ 轴线和对称中心线（细点画线）。
- ⑤ 假想轮廓线（细双点画线）。
- ⑥ 尺寸界线和分界线（细实线）。

在同一图样中，同类图线的宽度应基本一致。细（粗）虚线、细（粗）点画线及细双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。

1.1.1.5 尺寸标注

在机械图样中，图形只能表达零件的结构形状，若要表达它的大小，则必须在图形上标

注尺寸。尺寸是加工制造零件的主要依据，不允许出现错误。如果尺寸标注错误、不完整或不合理，将给机械加工带来困难，甚至生产出废品而造成经济损失。

(1) 标注尺寸的基本规则 (GB/T 4458.4-2003)

1) 零件的真实大小应以图样上所标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) 零件的每一尺寸，一般只标注一次，并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

标注尺寸时，应尽可能使用符号和缩写词。常用的符号和缩写词见表1-7。

表1-7 常用的符号和缩写词 (摘自 GB/T 4458.4-2003)

名称	符号和缩写词	名称	符号和缩写词	名称	符号和缩写词
直径	ϕ	厚度	l	沉孔或锪平	\perp
半径	R	正方形	\square	埋头孔	∇
球直径	$S\phi$	45°倒角	C	均布	EQS
球半径	SR	深度		—	—

(2) 尺寸的组成

每个完整的尺寸一般由尺寸数字、尺寸线、尺寸界线和尺寸线的终端符号组成，通常称为尺寸四要素，如图1-6所示。

1) 尺寸数字 尺寸数字表示尺寸度的大小。线性尺寸的尺寸数字，一般注在尺寸线的上方或左方，线性尺寸数字的方向：水平方向字头朝上，垂直方向字头朝左，倾斜方向字头保持朝上的趋势，并尽量避免在图1-7(a)所示的30°范围内标注尺寸。当无法避免时，可按图1-7(b)的形式标注。尺寸数字不可被任何图线所通过，当不可避免时，图线必须断开，如图1-8所示。

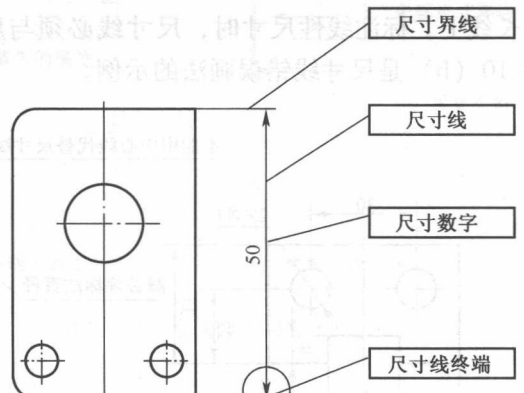


图1-6 尺寸的组成

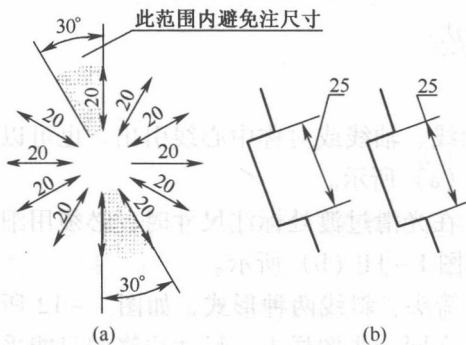


图1-7 线性尺寸的注写

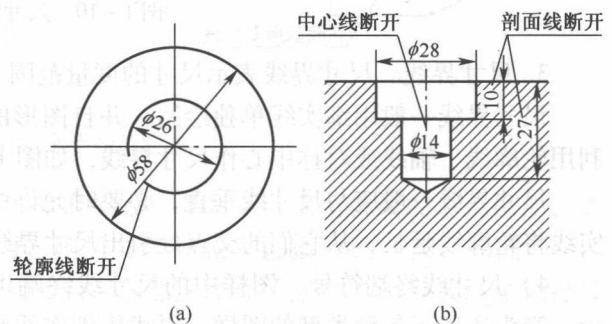


图1-8 尺寸数字不可被任何图线所穿过

标注角度的尺寸界线应沿径向引出，尺寸线画成圆弧，其圆心为该角的顶点，半径取适当大小，标注角度的数字，一律水平方向书写，角度数字写在尺寸线的中断处，如图 1-9 (a) 所示。必要时，允许注写在尺寸线的上方或外面（或引出标注），如图 1-9 (b) 所示。

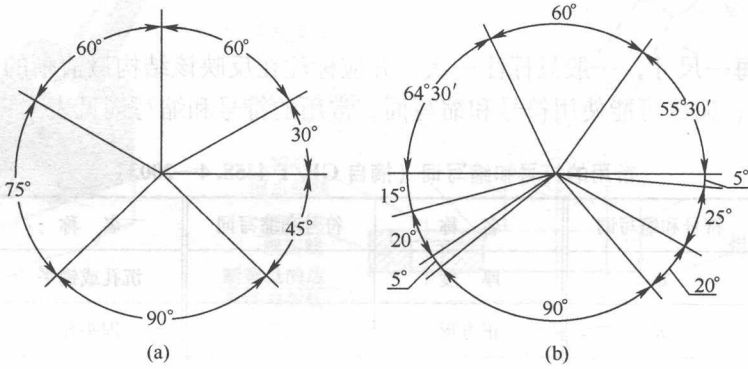


图 1-9 角度尺寸的注写

2) 尺寸线 尺寸线表示尺寸度的方向。

尺寸线必须用细实线单独画出，不能用其他图线代替，也不得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，如图 1-10 (a) 所示。图 1-10 (b) 是尺寸线错误画法的示例。

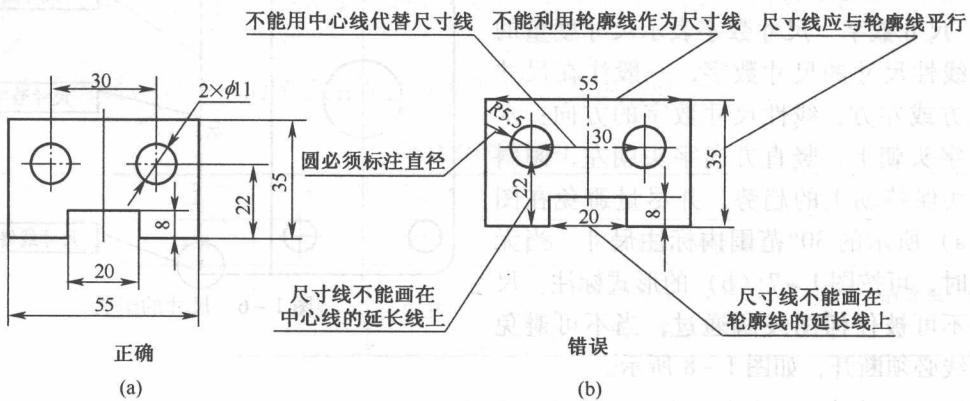


图 1-10 尺寸线的画法

3. 尺寸界线 尺寸界线表示尺寸的度量范围。

尺寸界线一般用细实线单独绘制，并自图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出。也可以利用轮廓线、轴线或对称中心作尺寸界线，如图 1-11 (a) 所示。

尺寸界线一般应与尺寸线垂直，必要时允许倾斜。在光滑过渡处标注尺寸时，必须用细实线将轮廓线延长，从它们的交点处引出尺寸界线，如图 1-11 (b) 所示。

4) 尺寸线终端符号 图样中的尺寸线终端可以有箭头、斜线两种形式，如图 1-12 所示。箭头适用于各种类型的图样，斜线用细实线绘制。在同一张图样上，尺寸线终端只能采用一种形式，不可交替使用。机械图样中一般采用箭头的形式。

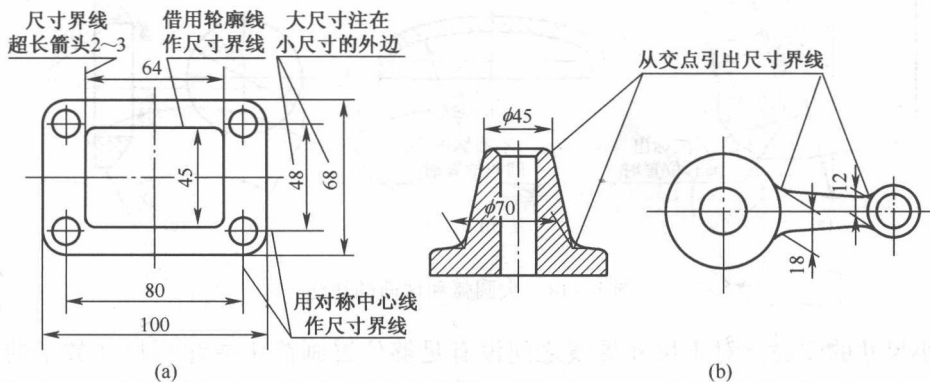


图 1-11 尺寸界线的画法

(3) 常用的尺寸注法

1) 圆、圆弧及球面尺寸的注法

①标注整圆或大于半圆的圆弧直径尺寸时，以圆周为尺寸界线，尺寸线通过圆心，并在尺寸数字前加注直径符号“ ϕ ”，如图 1-13 (a) 所示。标注大于半圆的圆弧直径，其尺寸线应画至略超过圆心，只在尺寸线一端画箭头指向圆弧，如图 1-13 (b) 所示。标注小于或等于半圆的圆弧半径尺寸时，尺寸线应以圆心出发指向圆弧，只画一个箭头，并在尺寸数字前加注半径符号“ R ”，如图 1-13 (c) 所示。

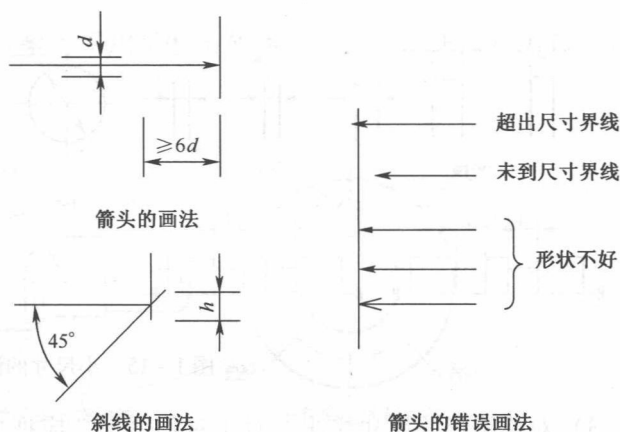


图 1-12 箭头的形式和画法

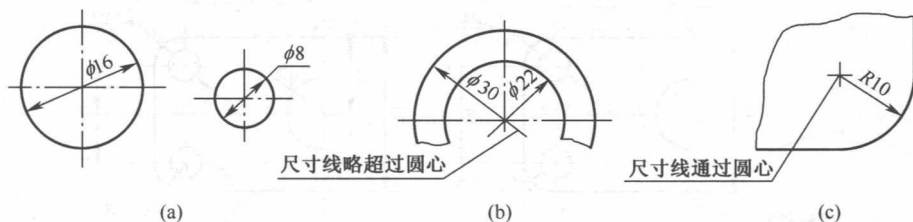


图 1-13 直线和半径的注法

②当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标出圆心位置时，可采用折线的形式标注，如图 1-14 (a) 所示。当不需标出圆心位置时，则尺寸线只画靠近箭头的一段，如图 1-14 (b) 所示。标注球面的直径或半径时，应在尺寸数字前加注球直径符号“ $S\phi$ ”或球半径符号“ SR ”，如图 1-14 (c) 所示。