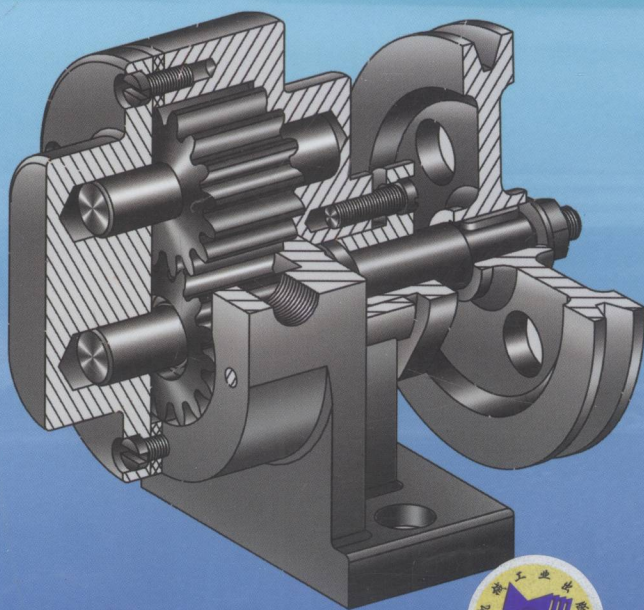


高职高专示范专业课程改革规划教材

# 机械制图 与计算机绘图

胡建生 主编



本书提供多媒体课件  
任课教师可免费下载



 **机械工业出版社**  
CHINA MACHINE PRESS

高职高专示范专业课程改革规划教材

# 机械制图与计算机绘图

胡建生 主编

李卫民 主审



机械工业出版社

本套教材为高职高专示范专业课程改革规划教材，并按照立体化教材建设思路编写而成，配有“机械制图与计算机绘图多媒体课件”。课件中的内容、顺序与纸质教材无缝对接，可实现人机互动，完全可以替代教学模式和挂图。与教材配套的习题集附带标准答案，并将答案链接在课件的相应章节中，便于教师在课堂上讲解。课件和习题答案由机械工业出版社免费提供给任课教师。计算机绘图选择 CAXA 电子图板 2007 软件系统。

本教材按 90~120 学时编写，适用于高职高专院校工科各专业的制图教学，也可供成人教育相关专业使用或参考。

32 0606

### 图书在版编目(CIP)数据

机械制图与计算机绘图/胡建生主编. —北京: 机械工业出版社, 2012. 7

高职高专示范专业课程改革规划教材  
ISBN 978-7-111-38957-6

I. ①机 II. ①胡 III. ①机械制图—高等职业教育—教材②自动绘图—高等职业教育—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 138187 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 杨民强 责任编辑: 杨民强

责任校对: 卢惠英 封面设计: 路恩中

责任印制: 乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2012 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 16 印张 · 395 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-38957-6

定价: 38.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010)88361066 教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010)68326294 机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010)88379649 机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010)88379203 封面无防伪标均为盗版

# 前 言

为进一步深化职业教育教学改革,体现高职教育特色和课程改革创新思想,以适应高等职业院校学生就业需求为出发点,本书依据高职高专《机械制图教学基本要求》,参考全国《CAD 技能等级考评大纲》对制图基础理论的要求,结合高职高专教育的特点,按照立体化教材建设思路编写而成。与本书配套的《机械制图与计算机绘图习题集》同时出版。

本书按 90~120 学时编写,其中包括 20 学时的计算机绘图,适用于高职高专院校工科各专业的制图教学,也可供成人教育相关专业使用或参考。

为体现高职教育新的教育理念,促进教学模式改革创新,教材中删除了点、直线、平面等内容,截交线、相贯线等内容不单列章节,而将其内容简化,分解融入到相关章节中,降低了学习难度,使制图教学适应新的教学模式、新的教学要求,同时适应工学结合的人才培养过程。

本书在内容组织和编排方式上具有如下特点:

(1) 将“工业产品类 CAD 技能一级”技能培训对制图基础理论的要求融入到教材中。通过对本教材的学习,既能满足高职高专《机械制图教学基本要求》,又能基本掌握“工业产品类 CAD 技能一级”应具备的制图理论知识,以满足高职高专在校学生获得“双证”的需求。

(2) “机械制图与计算机绘图多媒体课件”专门为任课教师而设计,由机械工业出版社免费提供给任课教师使用。课件中的内容、顺序与纸质教材无缝对接,将平面上的“死图”变成立体的“活图”。课件的优点是实现人机互动,完全可以替代教学模型和挂图,彻底摒弃黑板、粉笔等旧的教学模式,提高讲课效率和教学效果。凡选用本书作为教材的教师均可登录机械工业出版社教材服务网 [www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com) 免费下载。如有问题请致信 [ymq010@163.com](mailto:ymq010@163.com),或致电 010-88379735 联系营销人员。

(3) 制图教材以“图”为主。本套教材的插图全部用计算机绘制完成,以确保图例正确、清晰,使人一目了然。同时,根据编者的教学体会,对重点、难点等内容,进行必要的图示或文字说明,并采用套红的方式绘制、双色印刷。

(4) 密切跟踪制图国家标准和行业标准的变动情况,删除了不符合新标准的内容。无论是正文还是插图,全部按新国家标准进行编写、绘制,以适应新的需求。

参加教材编写的有:胡建生(编写绪论,第一、二、三、四章及附录)、刘爽(编写第五、六章)、边秀娟(编写第七、八章)、汪正俊(编写第九、十章)。全书由胡建生统稿。

本书由李卫民教授主审,参加审稿的有史彦敏、杜文杰、范梅梅、陈清胜、王亮。参加审稿的各位老师对书稿进行了认真、细致的审查,提出了许多宝贵意见和修改建议,在此表示衷心感谢。

由于我们的水平所限,书中难免仍有错漏之处,欢迎广大读者特别是任课教师提出批评意见和建议,并及时反馈给我们(E-mail:[hjs0416@163.com](mailto:hjs0416@163.com))。

编 者

2012 年 7 月

# 目 录

前言	1	第六节 圆柱螺旋弹簧	119
绪论	1	第七章 零件图	121
第一章 制图的基本知识和技能	2	第一节 零件图的作用和内容	121
第一节 制图国家标准简介	2	第二节 典型零件的表达方法	122
第二节 尺寸注法	8	第三节 零件图的尺寸标注	126
第三节 几何作图	12	第四节 零件图上技术要求的注写	130
第四节 平面图形分析及作图	20	第五节 零件上常见的工艺结构	140
第二章 投影基础	23	第六节 零件测绘	143
第一节 投影法和视图的基本概念	23	第七节 读零件图	147
第二节 三视图的形成及其对应关系	25	第八章 装配图	151
第三节 几何体的投影	28	第一节 装配图的表达方法	151
第四节 几何体的尺寸注法	41	第二节 装配图的尺寸标注、技术要求及零件编号	154
第三章 组合体	43	第三节 装配结构简介	155
第一节 组合体的形体分析	43	第四节 装配体测绘	157
第二节 组合体三视图的画法	49	第五节 读装配图和拆画零件图	162
第三节 组合体的尺寸注法	52	第九章 计算机绘图基本操作	169
第四节 看组合体视图的方法	55	第一节 CAXA 电子图板的界面	169
第四章 轴测图	66	第二节 CAXA 电子图板的基本操作	172
第一节 轴测图的基本知识	66	第三节 显示控制	182
第二节 正等轴测图	67	第四节 常用的文件操作	183
第三节 斜二等轴测图简介	74	第五节 简单图形的绘制	186
第五章 物体的表达方法	78	第六节 抄画平面图形并标注尺寸	192
第一节 视图	78	第十章 计算机绘图实例	201
第二节 剖视图	81	第一节 补画视图	201
第三节 断面图	94	第二节 零件图的绘制	210
第四节 局部放大图和简化画法	96	第三节 装配图的绘制	230
第六章 螺纹、齿轮及常用的标准件	100	附录	236
第一节 螺纹	100	附录 A 螺纹	236
第二节 螺纹紧固件	106	附录 B 常用的标准件	237
第三节 齿轮	109	附录 C 极限与配合	244
第四节 键联结和销联接	114	参考文献	251
第五节 滚动轴承	116		

春 秋

2015年7月

# 绪 论

## 一、图样及其在生产中的作用

根据投影原理、制图标准或有关规定,表示工程对象并有必要技术说明的图,称为图样。

图样与文字、语言一样,是人类表达和交流技术思想的重要工具。在现代生产中,无论是机器设备的设计、制造、安装,还是房屋的建造,都要根据图样进行。图样被喻为工程界的共同语言,所有工程技术人员和技术工人都必须学习和掌握这门语言。

“机械制图”是理工科高职高专院校一门必修的技术基础课。“机械制图”是研究机械图样的绘制和识读规律与方法的一门学科,培养学生的空间思维能力。随着科学技术的飞速发展,计算机绘图已在工程技术领域得到普及。对于高职高专工科在校生来说,计算机绘图是必须学习和掌握的一种技能,是学习后续课程和参加工程实践不可缺少的基础。

## 二、本课程的主要任务

本课程的主要任务,是培养学生具有读图和画图的能力,掌握计算机绘图技能。通过本课程的学习,应基本掌握“工业产品类 CAD 技能一级”对职业技能及相关知识的要求,具备通过“工业产品类 CAD 技能一级”技能鉴定的水平,以提高个人的职业能力。

- 1) 掌握正投影法的基本原理及其应用,培养空间想象能力和思维能力。
- 2) 培养学生具有识读和绘制机械图样的基本能力。
- 3) 学习制图国家标准及其他有关规定,初步具有查阅标准和技术资料的能力。
- 4) 基本掌握计算机绘图的基本知识和技能。
- 5) 培养认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风。

## 三、学习本课程的注意事项

本课程是一门既有理论又注重实践的课程,学习时应注意以下几点:

- 1) 在听课和复习过程中,要重点掌握正投影法的基本理论和基本方法,学习时不能死记硬背。通过循序渐进的练习,不断地提高空间思维能力和表达能力。
- 2) 本课程的特点是实践性较强。只有通过大量的实践,才能不断提高看图与画图的能力,掌握计算机绘图的技巧。
- 3) 机械制图的主要内容需要通过一系列的看图与画图实践才能掌握,因此及时完成规定的练习和作业,是学好本课程的重要环节。
- 4) 在上机操作过程中,要熟记一些常用的命令和快捷键,将鼠标与键盘操作结合起来,不断提高绘图速度。注意比较不同的方法,逐步掌握用计算机快速绘图的技巧。
- 5) 要严格遵守制图国家标准,对常用的标准应该牢记并能熟练地运用。

# 第一章 制图的基本知识和技能

机械图样是表达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。因此，在设计、绘制和阅读机械图样时，必须严格遵守制图国家标准的各项规定。

## 第一节 制图国家标准简介

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，它涵盖了机械、电气、建筑等各行业，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制图标准。它们是图样的绘制与使用的准绳，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”为推荐性国家标准代号，一般简称“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”表示该标准的编号，“2002”表示该标准被批准的年号(标注时可省略)。

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。本书的文字叙述和图例中的尺寸单位为毫米，均未标出。

### 一、图纸幅面及格式(GB/T 14689—2008)

#### 1. 图纸幅面

图纸幅面代号由“A”和相应的幅面号组成，即 A0 ~ A4。绘制机械图样时，应在表 1-1 中所规定的五种基本幅面中选取。

表 1-1 图纸的基本幅面(摘自 GB/T 14689—2008) (单位:mm)

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
B × L(短边 × 长边)	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
e(无装订边的留边宽度)	20		10		
c(有装订边的留边宽度)	10			5	
a(装订边的宽度)	25				

幅面代号的几何含义，实际上就是表示对 0 号幅面的裁切次数。如 A1 中的“1”，表示将全张纸(A0 幅面)长边对折、裁切一次所得的幅面，如图 1-1b 所示；A4 中的“4”，表示将全张纸长边对折、裁切四次所得的幅面，如图 1-1e 所示。

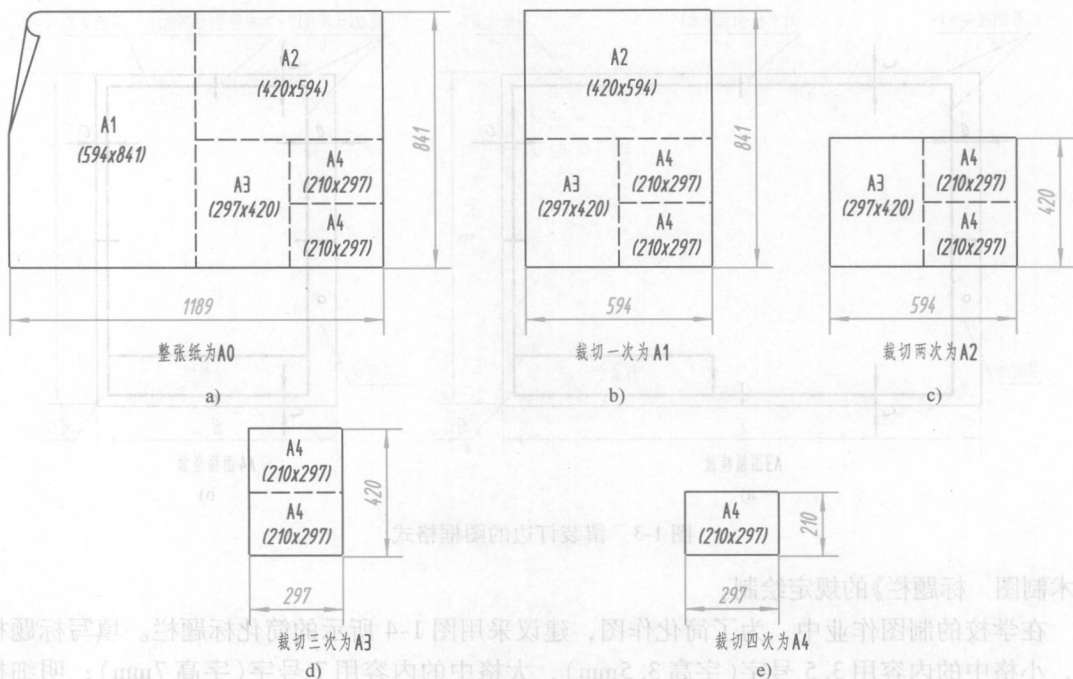


图 1-1 基本幅面的尺寸关系

### 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。优先采用不留装订边的格式。

不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-2 所示。留有装订边的图纸，其图框格式如图 1-3 所示。基本幅面的图框及留边宽度  $a$ 、 $e$ 、 $c$  等，按表 1-1 中的规定绘制。

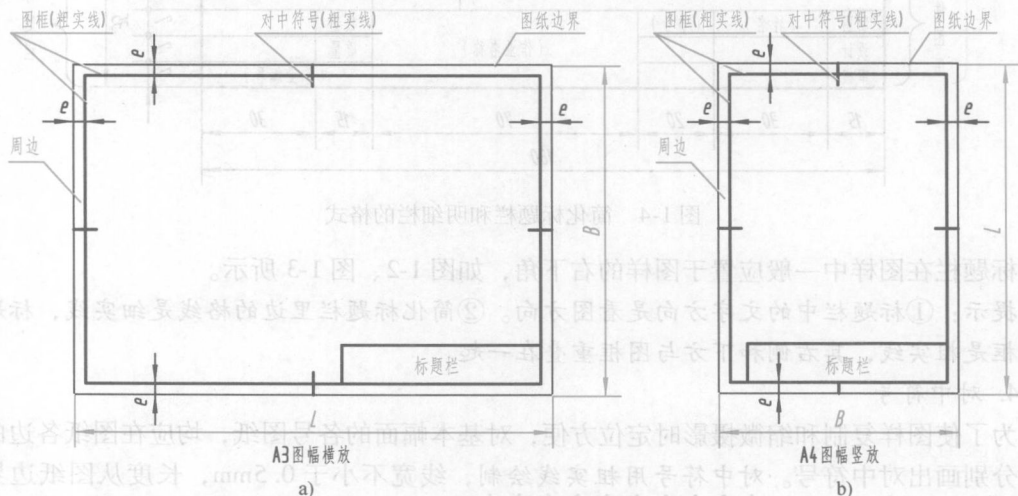


图 1-2 不留装订边的图框格式

### 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



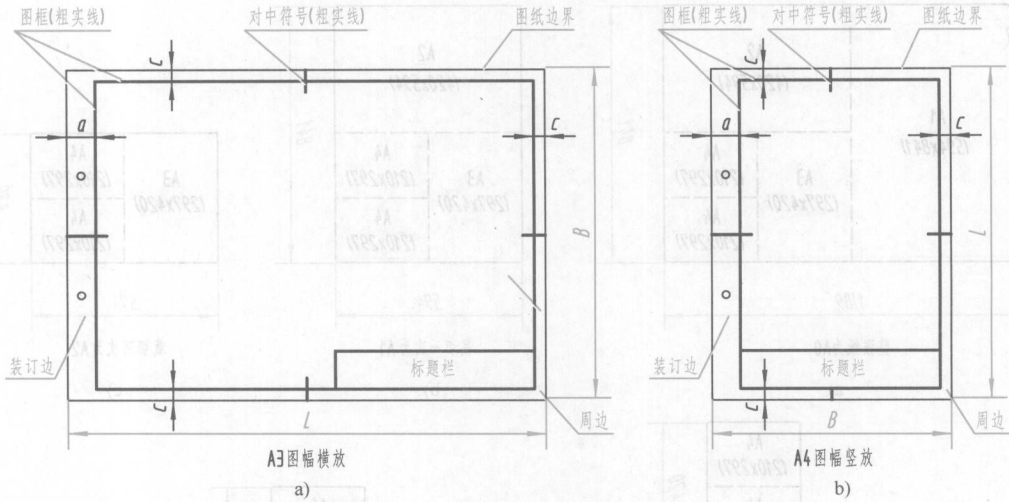


图 1-3 留装订边的图框格式

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 1-4 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(字高 3.5mm)，大格中的内容用 7 号字(字高 7mm)；明细栏项目栏中的文字用 7 号字，表中的内容用 3.5 号字。

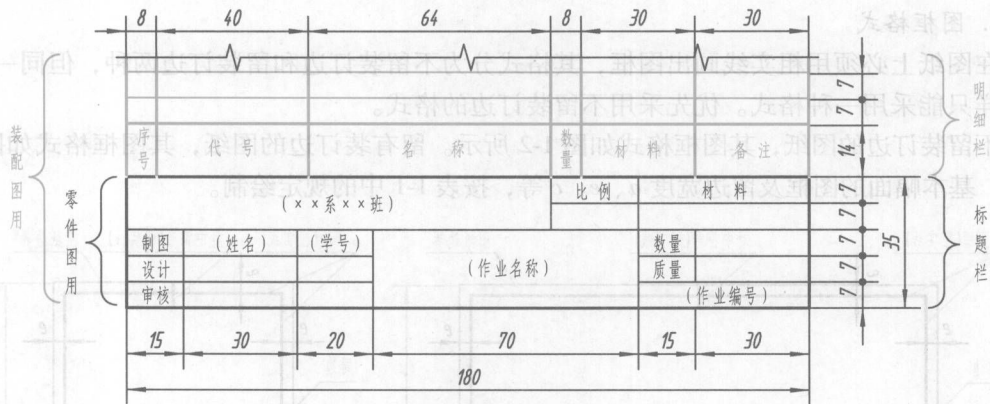


图 1-4 简化标题栏和明细栏的格式

标题栏在图样中一般应置于图样的右下角，如图 1-2、图 1-3 所示。

提示：①标题栏中的文字方向是看图方向。②简化标题栏里边的格线是细实线，标题栏的外框是粗实线，其右侧和下方与图框重叠在一起。

#### 4. 对中符号

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便，对基本幅面的各号图纸，均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 0.5mm，长度从图纸边界开始至伸入图框内约 5mm。当对中符号处在标题栏范围内时，则伸入标题栏部分省略不画，如图 1-2、图 1-3 所示。

## 二、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。简单说来,就是“图:物”。

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。

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。

为了从图样上直接反映出实物的大小,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。绘图比例一般应在标题栏中的“比例”一栏内填写。

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 1-5 所示。

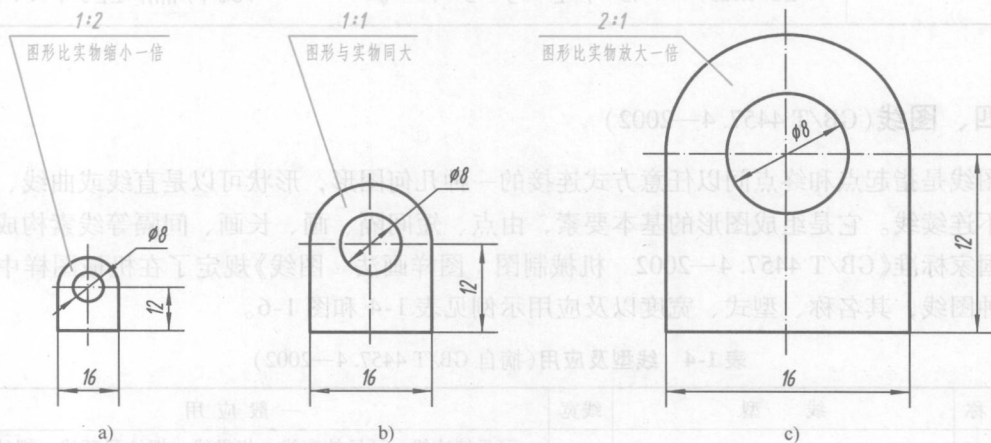


图 1-5 图形比例与尺寸数字

## 三、字体(GB/T 14691—1993)

在图样上除了要用图形来表达零件的结构形状外,还必须用数字及文字等来说明它的大小和技术要求等其他内容。

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  $3.5\text{mm}$ , 字宽  $= h/\sqrt{2}$ 。

3) 字母和数字分 A 型和 B 型。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, 只允许选用一种型式的字体。

4) 字母和数字可写成斜体和正体。斜体字字头向右倾斜, 与水平基准线成  $75^\circ$ 。

汉字、数字和字母的字体示例如表 1-3 所示。



字 体		示 例
长仿宋体 汉字	5 号	学好机械制图, 培养和发展空间想象能力
	3.5 号	计算机绘图是工程技术人员必须具备的绘图技能
拉丁字母	大写斜体	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
	小写斜体	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
阿拉伯 数字	斜体	0123456789
	正体	0123456789
字体应用示例	$10J55(\pm 0.003)$ $M24-6h$ $R8$ $10^3$ $S^{-1}$ $5\%$ $D_1$ $T_0$ $380\text{kPa}$ $\text{m/kg}$ $\phi 20_{-0.023}^{+0.010}$ $\phi 25_{H6}^{H6}$ $\frac{II}{1:2}$ $\frac{3}{5}$ $\frac{A}{5:1}$ $\sqrt{Ra\ 6.3}$ $460\text{r/min}$ $220\text{V}$ $l/\text{mm}$	

#### 四、图线(GB/T 4457.4—2002)

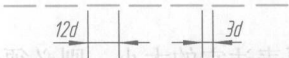
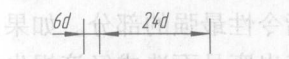
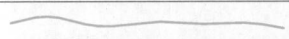
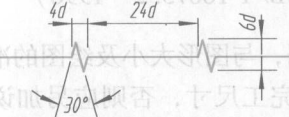

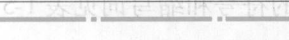
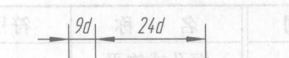
图线是指起点和终点间以任意方式连接的一种几何图形, 形状可以是直线或曲线、连续线或不连续线。它是组成图形的基本要素, 由点、短间隔、画、长画、间隔等线素构成。

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常用的九种图线, 其名称、型式、宽度以及应用示例见表 1-4 和图 1-6。

表 1-4 线型及应用(摘自 GB/T 4457.4—2002)

名 称	线 型	线宽	一 般 应 用
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
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、网格线

(续)

名称	线型	线宽	一般应用
细虚线		$d/2$	不可见棱边线、不可见轮廓线
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
波浪线		$d/2$	
双折线		$d/2$	断裂处边界线、视图与剖视图的分界线
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
细双点画线		$d/2$	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、工艺用结构的轮廓线、中断线

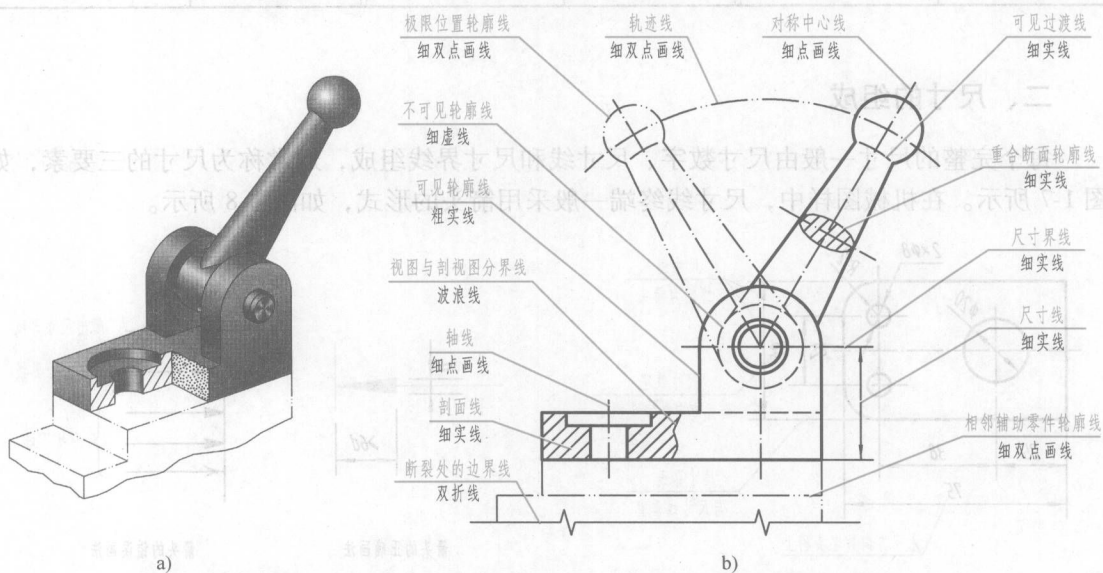


图 1-6 图线的应用示例

在机械图样中采用粗、细两种线宽，它们之间的比例为 2:1。当粗实线(粗虚线、粗点画线)的图线宽度为 0.7mm 时，细实线(波浪线、双折线、细虚线、细点画线、细双点画线)的图线宽度为 0.35mm。

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。






## 第二节 尺寸注法

在机械图样中,图形只能表达机件的结构形状,若要表达它的大小,则必须在图形上标注尺寸。尺寸是加工制造机件的主要依据,也是图样中指令性最强的部分。如果尺寸注法错误、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。

### 一、标注尺寸的基本规则(GB/T 4458.4—2003、GB/T 16675.2—1996)

- 1) 零件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据,与图形大小及绘图的准确度无关。
- 2) 图样中所标注的尺寸,为该图样所示零件的最后完工尺寸,否则应另加说明。
- 3) 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。
- 4) 标注尺寸时,应尽可能使用符号或缩写词。常用的符号和缩写词见表 1-5。

表 1-5 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	$\phi$	厚度	$t$	沉孔或锪平	
半径	$R$	正方形		埋头孔	
球直径	$S\phi$	45°倒角	$C$	均布	EQS
球半径	$SR$	深度		弧长	

### 二、尺寸的组成

每个完整的尺寸一般由尺寸数字、尺寸线和尺寸界线组成,通常称为尺寸的三要素,如图 1-7 所示。在机械图样中,尺寸线终端一般采用箭头的形式,如图 1-8 所示。

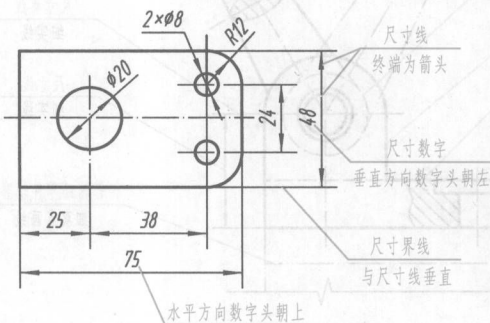


图 1-7 尺寸的标注示例

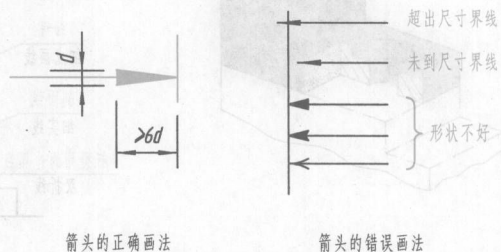


图 1-8 箭头的形式和画法

#### 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,如图 1-9a 所示。也允许填写在尺寸线的中断处,如图 1-9b 所示。

线性尺寸的数字方向,一般应按图 1-9c 所示的方向注写,即水平方向字头朝上,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 1-9c 所示 30° 范围内标注尺寸。当无法避免时,可按图 1-9d 的形式标注。

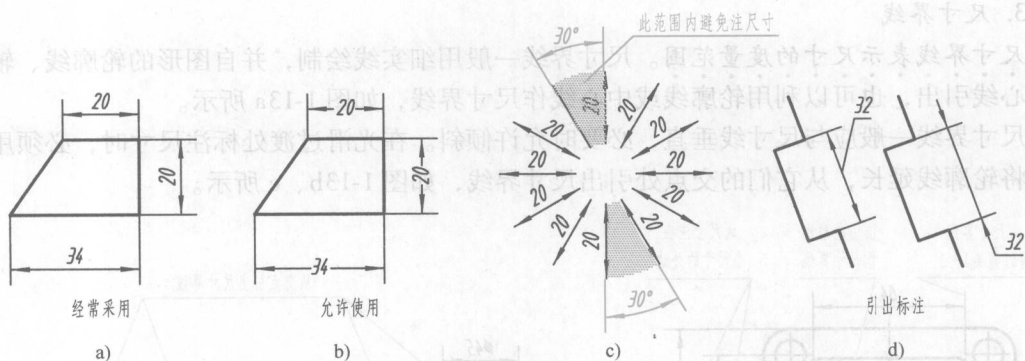


图 1-9 线性尺寸的注写

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 1-10 所示。

标注角度的数字，一律水平方向填写，角度的尺寸界线必须沿径向引出。角度的数字一般应写在尺寸线的中断处，如图 1-11a 所示。必要时，允许写在尺寸线的外面或引出标注，如图 1-11b 所示。

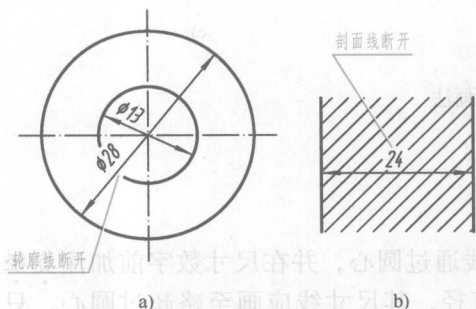


图 1-10 尺寸数字不可被任何图线所通过

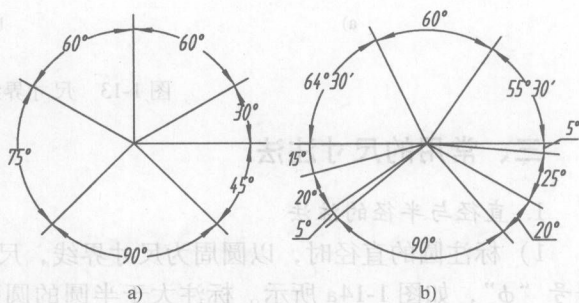


图 1-11 角度尺寸的注写

## 2. 尺寸线

尺寸线表示尺寸度量的方向。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 1-12a 所示。

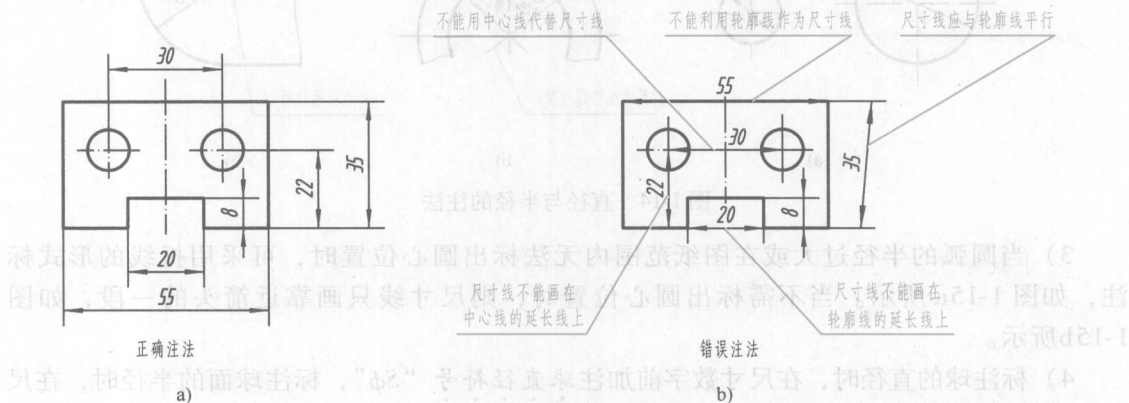


图 1-12 尺寸线的画法

### 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绘制，并自图形的轮廓线、轴线或中心线引出，也可以利用轮廓线或中心线作尺寸界线，如图 1-13a 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 1-13b、c 所示。

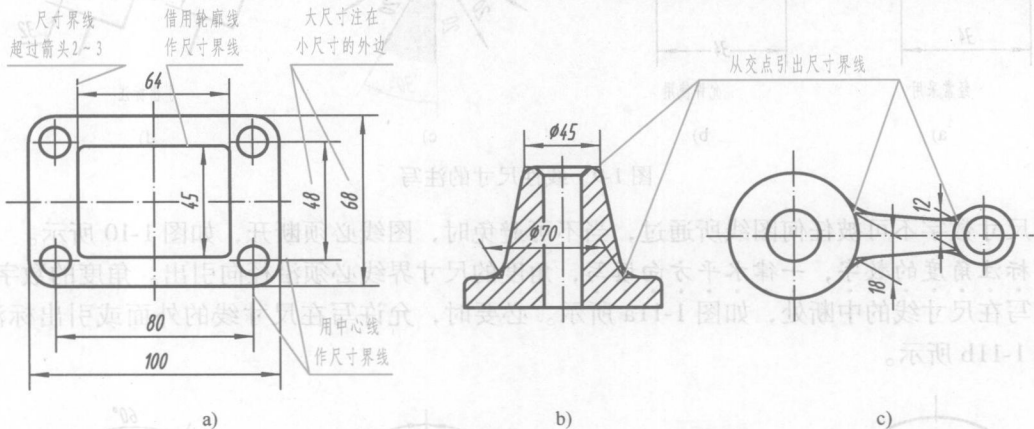


图 1-13 尺寸界线的画法

## 三、常用的尺寸注法

### 1. 直径与半径的注法

1) 标注圆的直径时，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“ $\phi$ ”，如图 1-14a 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 1-14b 所示。

2) 标注小于或等于半圆的圆弧半径时，尺寸线应自圆心出发引向圆弧，只画一个箭头，并在尺寸数字前加注半径符号“R”，如图 1-14c 所示。

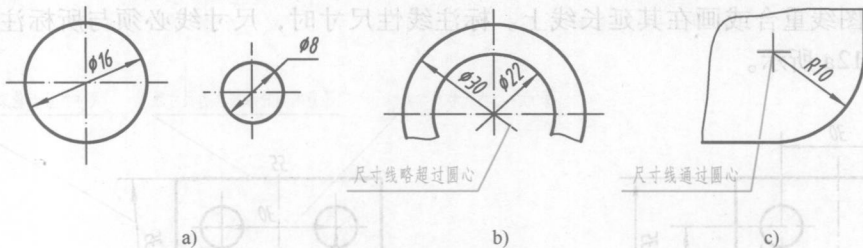


图 1-14 直径与半径的注法

3) 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 1-15a 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 1-15b 所示。

4) 标注球的直径时，在尺寸数字前加注球直径符号“ $S\phi$ ”，标注球面的半径时，在尺寸数字前加注球半径符号“SR”，如图 1-15c 所示。

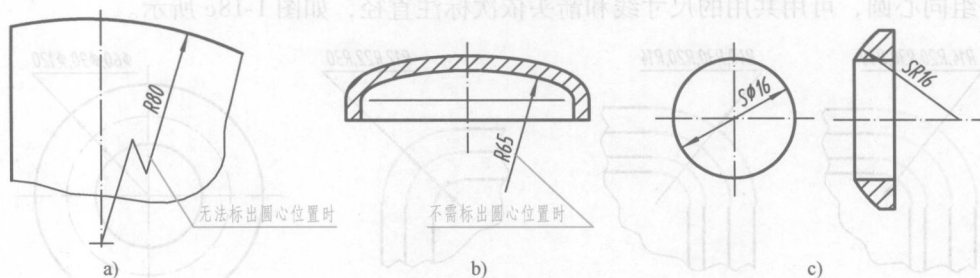


图 1-15 大圆弧和球面的注法

## 2. 小尺寸的注法

标注一连串的小尺寸时，可用小圆点代替箭头，但最外两端箭头仍应画出。当直径或半径尺寸较小时，箭头和数字都可以布置在外面，如图 1-16 所示。

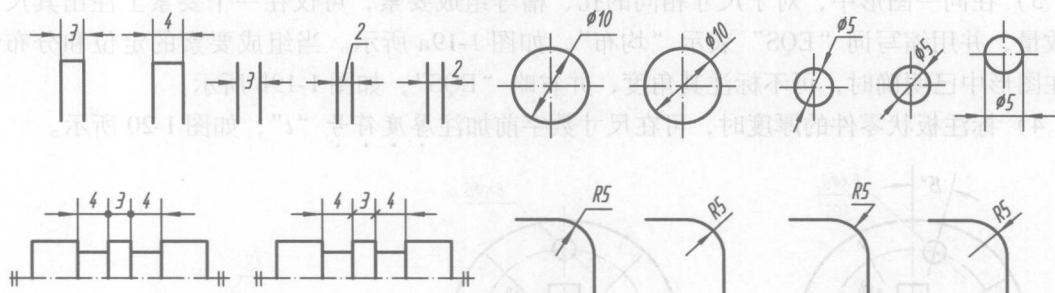


图 1-16 小尺寸的注法

## 四、简化注法

国家标准《GB/T 16675.2—1996 技术制图 简化表示法 第 2 部分：尺寸注法》规定了尺寸的简化注法，摘录如下。

1) 标注尺寸时，可使用单边箭头，也可采用带箭头的指引线，还可采用不带箭头的指引线，如图 1-17 所示。

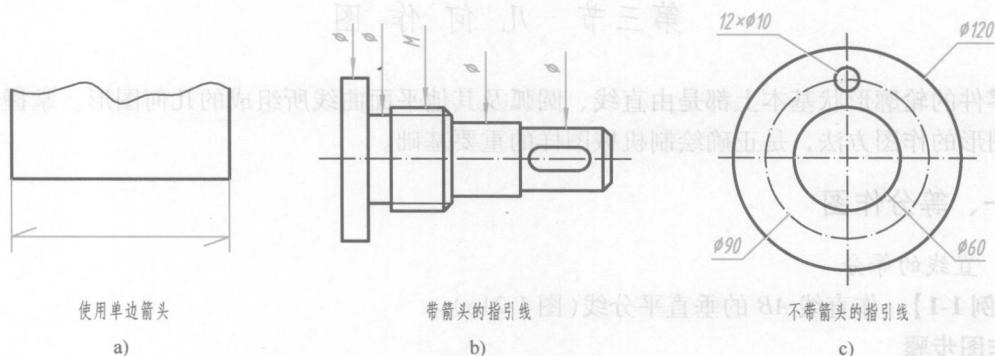


图 1-17 尺寸的简化注法(一)

2) 一组同心圆弧，可用共用的尺寸线和箭头依次标注半径，如图 1-18a 所示。圆心位于一条直线上的多个不同心的圆弧，可用共用的尺寸线和箭头依次标注半径，如图 1-18b 所



示。一组同心圆，可用共用的尺寸线和箭头依次标注直径，如图 1-18c 所示。

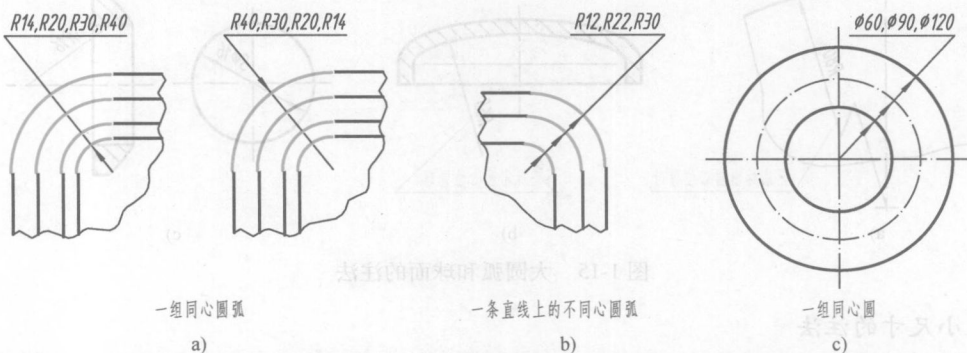


图 1-18 尺寸的简化注法(二)

3) 在同一图形中，对于尺寸相同的孔、槽等组成要素，可仅在一个要素上注出其尺寸和数量，并用缩写词“EQS”表示“均布”，如图 1-19a 所示。当组成要素的定位和分布情况在图形中已明确时，可不标注其角度，并省略“EQS”，如图 1-19b 所示。

4) 标注板状零件的厚度时，可在尺寸数字前加厚度符号“ $t$ ”，如图 1-20 所示。

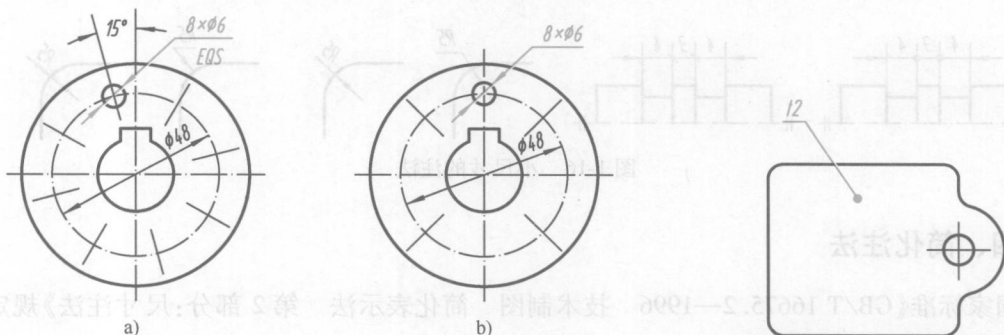


图 1-19 尺寸的简化注法(三)

图 1-20 板状零件的简化注法

### 第三节 几何作图

零件的轮廓形状基本上都是由直线、圆弧及其他平面曲线所组成的几何图形。掌握常见几何图形的作图方法，是正确绘制机械图样的重要基础。

#### 一、等分作图

##### 1. 直线的等分

【例 1-1】作直线  $AB$  的垂直平分线(图 1-21a)。

作图步骤

① 以直线的端点  $A$ 、 $B$  为圆心，取  $R(R > \frac{AB}{2})$  为半径，画两圆弧相交于  $M$  和  $N$ ，如图 1-21b、c 所示。