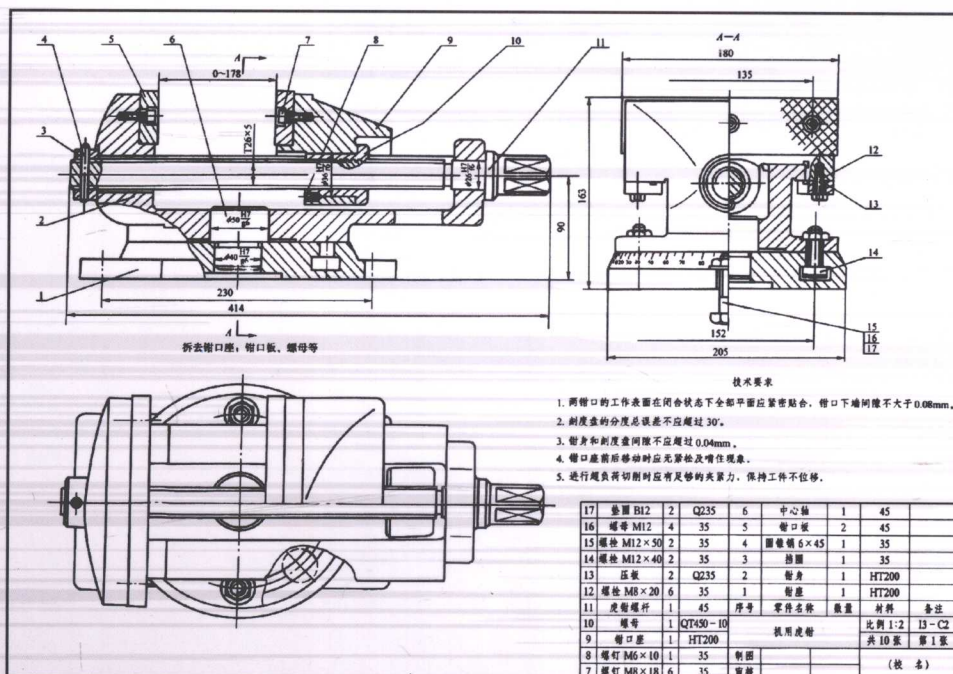


机械制图

MECHANICAL DRAWING

主编 陈明秋



21 世纪高职高专机械基础系列规划教材

机 械 制 图

主 编 陈明秋
副主编 林红艳

武汉理工大学出版社

内 容 提 要

本着贯彻“理论必须、够用,突出应用技能培养”的高职高专教学理念,适应国家示范性高职院校模块化教学课程改革的需要,本教材在章节安排上对传统教学内容大胆进行取舍,注重“实战”,对画法几何理论与机械制图应用进行了有机整合,内容力求少而精。全书共6章,内容包括制图的基本知识和基本技能、基本体和组合体、机件常用的表达方法、标准件和常用件的画法、零件图、装配图。每章后均附有与课程内容紧密结合的典型习题作为课后练习,不再另编习题集。通过举一反三,精炼习作,使学生收到事半功倍的学习效果。

本教材可作为高等职业技术学院、高等专科学校及成人高等院校的机械类各专业的通用教材,也可供其他相关技术人员使用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/陈明秋主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2009.4

ISBN 978-7-5629-2993-2

I. 机… II. 陈… III. 机械制图-高等学校:技术学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第147131号

出版者:武汉理工大学出版社(武汉市洪山区珞狮路122号 邮编:430070)

印刷者:安陆市鼎鑫印务有限责任公司

发行者:武汉理工大学出版社发行部

开 本:787×1092 1/16

印 张:17.5

字 数:440千字

版 次:2009年8月第1版 2009年8月第1次印刷

印 数:1—2000册

定 价:30.00元

(本书如有印装质量问题,请向承印厂调换。)

前 言

机械制图是机械类、汽车类、近机类专业的一门很重要的技术基础课。对高职高专学生而言,要在有限的学时内真正有效掌握识图、制图的技能,必须有一本真正合适的教材。参加本教材编写的教师大多来自于生产企业生产技术的第一线,对机械制图有着丰富的实践经验,又有多年的教学经验,对机械制图课程如何教学都有自己深刻的理解。为此参照教育部《高职高专工程制图课程教学基本要求(机械类专业)》,突破传统思维,大胆创新和探索编写了本教材。

本教材编写的特色与创新之处如下:

(1)开门见山,直接从形体的整体投影与表达讲起,贴近零件图的实际,从一开始就培养学生的形体分析思维,所需的局部的点、线、面投影的知识在哪里用到就在哪里介绍,对相关内容进行有机整合,真正把画法几何的理论贯穿到机械制图的应用中去,避免形成两种思维冲突。

(2)本门课程学习的最终效果就是要突出应用,要熟悉标准件和常用件的画法,对零件图和装配图要能正确识图与制图,所以这三部分内容分列三章,内容细化、全面。例如,在零件图一章列举零件的多个表达方案,在案例中详细地分析了不同的零件表达方案的选择确定、尺寸基准的确定、尺寸的标注,并在案例分析的基础上,对如何正确地选择基准、合理地标注尺寸进行了进一步的综合叙述,加强尺寸标注这个教学中的薄弱环节。

(3)插图来自于教学和生产实际,在表达时分步骤给出,降低了以往从问题提出一步到答案所带来的理解难度,使学生可以较顺利地对教学内容进行预习理解。

(4)思路清晰,每章都有导读列出本章的内容简介和学习的基本要求,通俗易懂,更加适合高职高专学生的生源特点。

(5)教师根据自己的教学体会和工程实践经验,在书中适当地方引入了提示(注意点)和技巧,以方便学生灵活学习。

(6)不搞题海战术,不另编习题集,而是把必需的、够用的、典型的习题列在每章后面作为练习题,通过举一反三,精炼习作,使学生收到事半功倍的学习效果。同时增加必需的理论性的复习思考题,使学生有的放矢地复习、掌握必备的基本概念,真正使理论与实践相结合。

本书由金肯职业技术学院陈明秋副教授任主编,制定编写方案、编写纲目,落实人员分工并最后统稿。林红艳讲师任副主编,负责组织实施。第1章和附录由丁娟编写,第2章由林红艳编写,第3章由桂平编写,第4章由王卓君编写,第5章和第6章由顾妹编写。

限于编者的水平,加上时间仓促,在编写过程中难免存在不足之处,敬请读者批评指正,以便本书再版时得以完善。

编 者

2009年4月

目 录

1 制图的基本知识和基本技能	(1)
1.1 制图的基本规定	(1)
1.2 制图工具和仪器及其使用方法	(15)
1.3 几何作图	(18)
1.4 平面图形的尺寸及画法	(24)
1.5 徒手画图	(27)
2 基本体和组合体	(34)
2.1 投影法的基本知识	(34)
2.2 立体的三视图	(36)
2.3 基本体的投影	(39)
2.4 带切口的基本体的三视图	(46)
2.5 立体表面交线	(49)
2.6 画组合体的三视图和标注尺寸	(59)
2.7 组合体的尺寸标注	(64)
2.8 读组合体视图	(70)
3 机件表达方法	(99)
3.1 视图	(99)
3.2 剖视图	(103)
3.3 断面图	(113)
3.4 其他表达方法	(116)
3.5 机件表达方法小结和综合应用举例	(120)
3.6 第三角画法简介	(123)
4 标准件和常用件的画法	(141)
4.1 螺纹及螺纹紧固件的画法	(141)
4.2 齿轮的画法	(153)
4.3 键连接、销连接的画法	(166)
4.4 滚动轴承的画法	(173)
4.5 弹簧	(177)
5 零件图	(194)
5.1 零件图的作用和内容	(194)
5.2 零件图的视图选择	(195)
5.3 零件图的尺寸标注	(197)

5.4 零件图的技术要求 (203)

5.5 识读零件图 (216)

6 装配图 (227)

6.1 装配图的作用和内容 (227)

6.2 装配图的表达方法 (229)

6.3 装配图的视图选择 (230)

6.4 装配图的尺寸和技术要求 (233)

6.5 装配图的零(部)件序号和标题栏 (233)

6.6 画装配图 (235)

6.7 读装配图 (238)

附录..... (249)

参考文献..... (273)

1 制图的基本知识和基本技能

本章导读

主要介绍《技术制图》和《机械制图》中关于“图纸幅面和格式”、“标题栏”、“比例”、“字体”、“图线”、“尺寸标注”等有关规定,简要介绍常用绘图工具及其用法,徒手画图的技巧,并详细讲解“斜度”、“锥度”、“圆弧连接”等几何作图方法。

基本要求

掌握并遵守“国标”中有关绘图的基本规定,熟练掌握绘图工具和仪器的使用方法及几何作图的基本方法;能正确地对平面图形进行尺寸和线段分析,绘制图样,了解绘图工具和仪器的用途。

1.1 制图的基本规定

机械图样是现代工业生产中必不可少的技术资料。为了满足生产、管理和技术交流的需要,国家质量技术监督局依据国际标准,颁布了《技术制图》和《机械制图》等一系列国家标准,对机械图样作出了统一的技术规定,涉及图样的内容、格式、表达方法等各方面。工程技术人员必须掌握并严格遵守这些规定,树立标准化观念。“GB”是国家强制标准,“GB/T”是国家推荐标准。如 GB/T 14689—1993 为发布于 1993 年的标准顺序号为 14689 的国家推荐标准。

本节主要介绍国标中图纸幅面和格式、标题栏、比例、字体、图线、尺寸标注的内容。

1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面

绘制图样时,应优先采用表 1-1 规定的基本幅面尺寸,长边与短边之比为 $\sqrt{2}:1$ 。图幅代号分别为 A0、A1、A2、A3、A4 五种,其尺寸关系如图 1-1 所示。必要时,可按规定加长幅面,但加长后的幅面尺寸必须是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。加长后幅面代号记作:基本幅面代号 $\times$ 倍数。如 A3 $\times$ 3,即表示加长后的图纸尺寸为 420mm $\times$ 891mm。

表 1-1 基本幅面尺寸

(单位: mm)

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

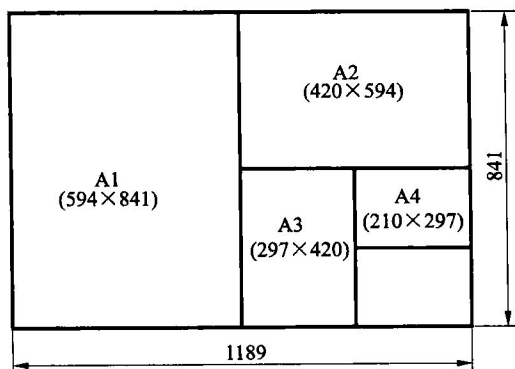
注: a 、 c 、 e 为留边宽度。

图 1-1 基本幅面的尺寸关系

2. 图框格式

必须在图幅内画出图框,图框线用粗实线绘制。其格式分为留有装订边和不留装订边两种,但要注意同一产品的图样只能用一种图框格式。需要装订的图样,图框线距离纸边界线的尺寸应依据图幅大小及有无装订边而定,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。

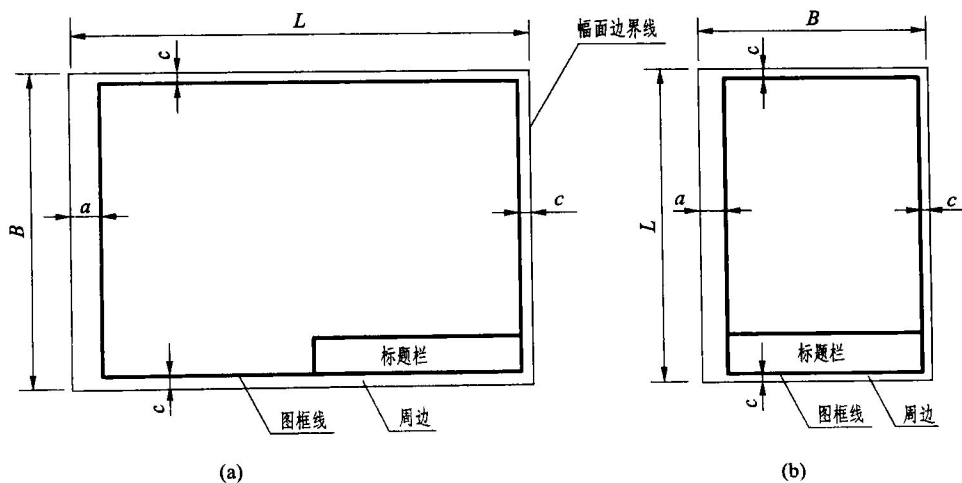


图 1-2 留有装订边的图框格式

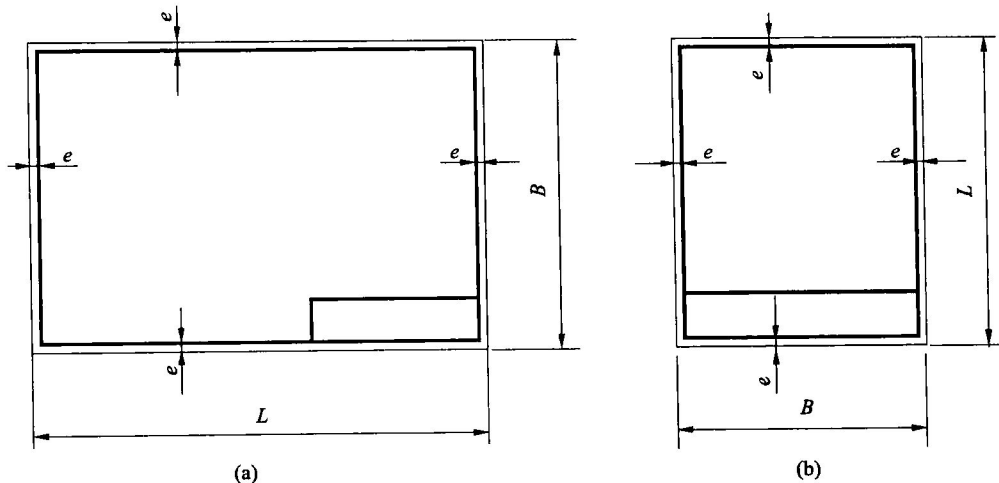


图 1-3 不留装订边的图框格式

1.1.2 标题栏(GB 10609.1—1989)

每张图样上都必须画出标题栏。标题栏一般位于图框右下角,其格式和尺寸应遵守 GB/T 10609.1—1989 的规定,如图 1-4 所示。在本课程学习中,为了作图方便,建议采用如图 1-5 所示的标题栏格式。

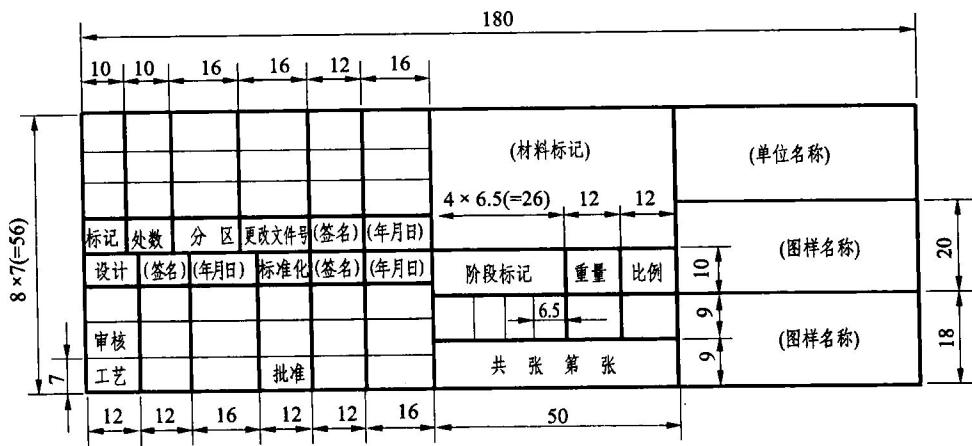


图 1-4 标题栏格式、尺寸

当标题栏的长边置于水平方向且与图纸长边平行时,则构成 X 型图纸,如图 1-2a 所示;当标题栏长边置于水平方向且与图纸长边垂直时,则构成 Y 型图纸,如图 1-2b 所示。采用 X 型图纸与 Y 型图纸,即标题栏位于图框右下角时,看图方向与看标题栏方向一致。

为了充分利用预先印制的图纸,允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用,如图 1-6a 所示,或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用,如图 1-6b 所示。此时,看图方向与看标题栏方向不一致。为了明确绘图与看图时图纸的方向,必须在图纸下端对中符号处画出方向符号。方向符号是用细

57			15	15	30		
(图纸名称)			比例	数量	材料	图号	7
制图	(姓名)	(日期)	(校名、班级)				5 × 7 = 35
设计							
审核							
12	25	20	130				

图 1-5 制图作业中推荐的标题栏格式

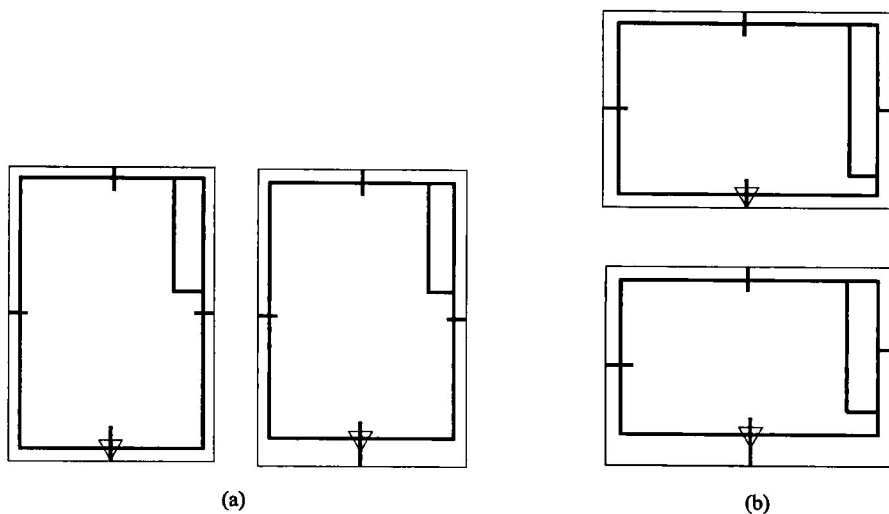


图 1-6 标题栏位于右上角时的看图方向

实线绘制的等边三角形,其大小和所处的位置如图 1-7 所示。

为了图样复制和缩微摄影时定位方便,应在图纸各边中点处分别用粗实线绘制出对中符号。对中符号长度为从纸边界开始伸入图框内约 5mm,位置误差不大于 0.5mm。若对中符号处在标题栏范围内,则伸入标题栏部分省略不画,如图 1-6b 所示。

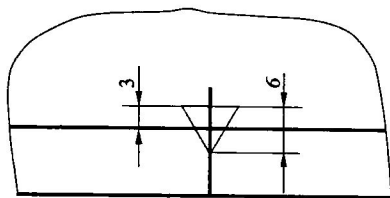


图 1-7 方向符号

1.1.3 比例(GB/T 14690—1993)

图样的比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。图样比例分为原值比例、放大比例和缩小比例三种。绘制图样时,应尽量按机件的实际大小画图(即采用原值比例),这样可以直接从图样上看出机件的真实大小。若机件小而复杂,适宜采用放大比例;若机件大而简单,适宜采用缩小比例。

绘制图样时,比例应从表 1-2“优先选用比例”栏中选取,必要时也可以选用“允许选用比例”栏

中的比例值。

表 1-2 图样比例系列

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。

绘制同一机件的各个视图时,原则上应采用相同的比例,并在标题栏的比例栏中标明所用比例。当某个视图采用了不同的比例时,必须另行标注。值得注意的是,不论采用何种比例绘图,标注尺寸必须都是机件的实际尺寸,与比例无关。

1.1.4 字体(GB/T 14691—1993)

图样和有关技术文字中,书写字体(汉字、数字和字母)时必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐(如图 1-8 所示)。

字体的号数即字体的高度(用 h 表示,单位为 mm),其公称尺寸系列为:1.8,2.5,3.5,5,7,10,14,20 等。若需要书写更大的字,字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

1. 汉字

(1)汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布推行的简化字。

(2)汉字高度(h)不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $\frac{h}{\sqrt{2}}$ 。

2. 字母和数字

(1)字母和数字分为 A 型和 B 型。A 型和 B 型字体的笔画宽度 d 分别为字高 h 的 1/14 和 1/10。

(2)字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线夹角为 75°。

(3)用作指数、分数、极限偏差、注脚的字母和数字,一般采用小一号字体。

1.1.5 图线(GB/T 17450—1998 和 GB/T 4457.4—2002)

GB/T 4457.4—2002 制定了机械制图中使用图线的标准,是对 GB/T 17450—1998 相应规定的补充。

1. 线型及其应用

表 1-3 给出了 GB/T 4457.4—2002 中规定的 9 种图线的线型、名称、图线宽度及应用。

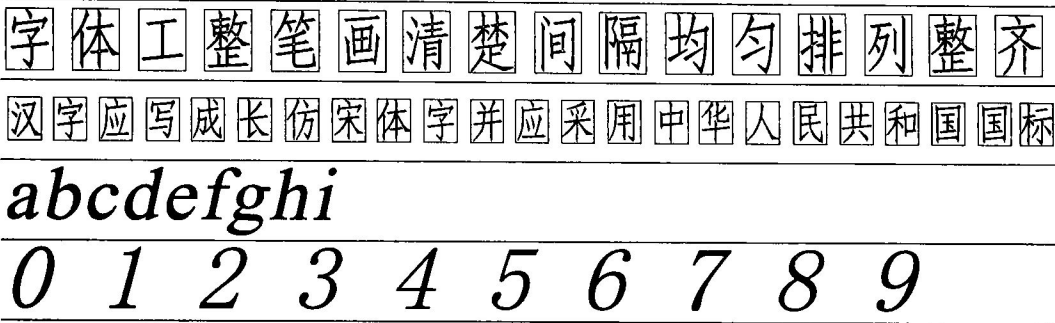
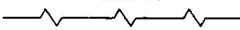


图 1-8 汉字、字母和数字书写示例

表 1-3 常用图线名称及其用途

代码 No.	线型	宽度	一般应用
01.1	细实线 	约 $d/2$	(1)过渡线 (2)尺寸线及尺寸界线 (3)剖面线 (4)指引线和基准线 (5)重合断面的轮廓线 (6)短中心线 (7)螺纹的牙底线及齿轮齿根线 (8)范围线及分界线 (9)辅助线 (10)投射线 (11)不连续同一表面连线 (12)成规律分布的相同要素连线
	波浪线 	约 $d/2$	(1)断裂处的边界线 (2)视图和剖视分界线
	双折线 	约 $d/2$	(1)断裂处的边界线 (2)视图和剖视分界线
01.2	粗实线 	d	(1)可见棱边线 (2)可见轮廓线 (3)相贯线 (4)螺纹牙顶线 (5)螺纹长度终止线 (6)齿顶圆(线) (7)剖切符号用线
02.1	细虚线 	约 $d/2$	(1)不可见棱边线 (2)不可见轮廓线

续表 1-3

代码 No.	线型	宽度	一般应用
02.2	粗虚线 —— — — — —	d	允许表面处理的表示线
04.1	细点画线 —— · —— · ——	约 $d/2$	(1)轴线、对称中心线 (2)分度圆(线) (3)孔系分布的中心线 (4)剖切线
04.2	粗点画线 —— · —— · ——	d	限定范围表示线
05.1	双点画线 —— · —— · —— · ——	约 $d/2$	(1)相邻辅助零件的轮廓线 (2)可动零件的极限位置的轮廓线 (3)剖切面前的结构轮廓线 (4)成型前轮廓线 (5)轨迹线 (6)毛坯图中制成品的轮廓线 (7)工艺用结构的轮廓线

线型应用示例如图 1-9 所示。

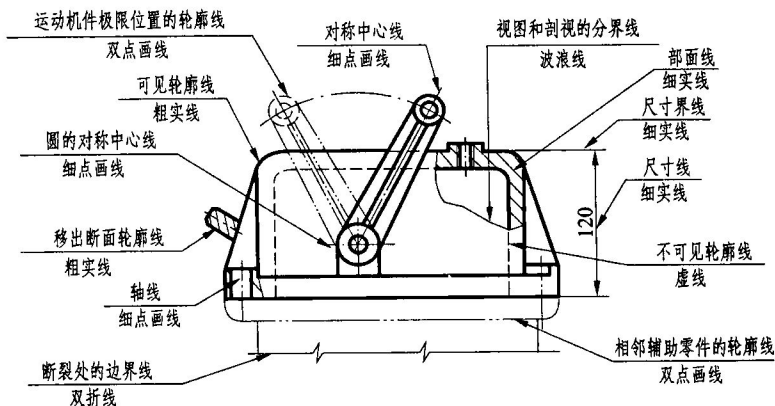


图 1-9 图线应用举例

2. 图线宽度

国标中规定了图线宽度 d , 绘制图样时应根据图幅的大小、机件的复杂程度等因素从下面系列中选择: 0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2 (公比为 $1:\sqrt{2}$), 单位为 mm。

机械图样中采用粗细两种线宽: 粗线宽度 d 优先选用 0.5 mm、0.7 mm; 细线宽度约为 $d/2$, 由绘图工具偏差引起的线宽误差不得大于 $\pm 0.1d$ 。

3. 图线的构成

线素是指不连续线的独立部分, 如点、画和间隙。各线素长度要求见表 1-4。

表 1-4 线素长度

线素	线型	长度	示 例
点	点画线、双点画线	$\leq 0.5d$	
短间隔	虚线、点画线	$3d$	
画	虚线	$12d$	
长画	点画线、双点画线	$24d$	

4. 图线的画法

(1) 同一图样中, 同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及细双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。两条平行线间的距离应不小于 $2d$, 最小间隙不得小于 0.7 mm 。

(2) 点画线、双点画线的首末两端应是画, 而不是点, 如图 1-10a 所示。细点画线的两端应超出相应轮廓线 $2 \sim 5 \text{ mm}$, 如图 1-10b 所示。在绘制较小图形时, 其轴线、对称中心线应用短中心线画出。

(3) 各种线型相交时, 应以画相交, 而非点或间隔, 如图 1-10c 所示。

(4) 虚线、直线与粗实线相接于粗实线的延长线时, 连接处应留出间隙。虚线圆弧与粗实线相切时, 虚线圆弧应留出空隙, 如图 1-10d 所示。

(5) 计算机绘图时, 圆心处中心线可用圆心符号代替。

(6) 当多种图线重合时, 优先次序为: 可见轮廓线 $\rightarrow$ 不可见轮廓线 $\rightarrow$ 尺寸线 $\rightarrow$ 各种用途的细实线 $\rightarrow$ 轴线、对称中心线等。

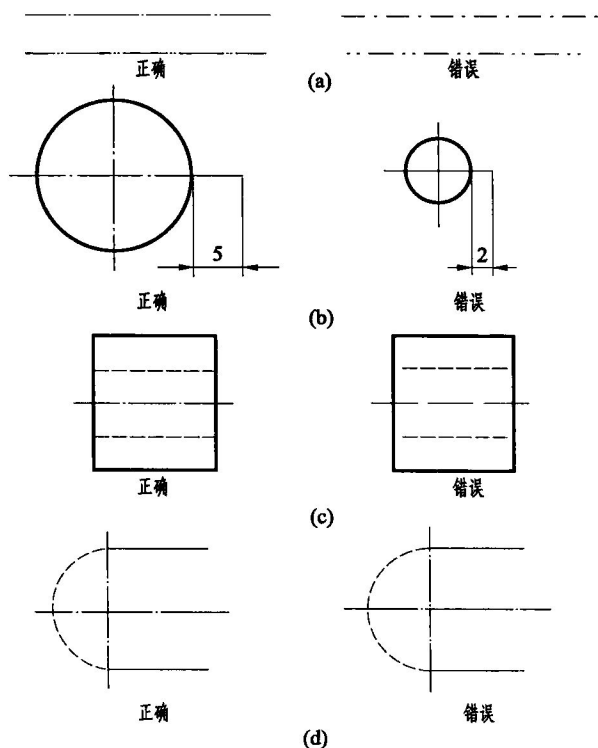


图 1-10 图线画法注意事项

1.1.6 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003 和 GB/T 16675.2—1996)

尺寸是图样的主要内容之一。图样中需注明尺寸以准确反映机件的大小及机件各部分结构的相对位置。GB/T 4458.4—2003 和 GB/T 16675.2—1996 对尺寸标注作了一系列规定。图样上注明尺寸时,必须严格遵守这些规定。

1. 基本规则

(1)机件的真实大小应以图样上所注明的尺寸数值为依据,与图形的大小及绘图的准确度无关。

(2)图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸,以毫米为单位时,不需注明计量单位的代号或名称,如采用其他单位,则必须注明相应计量单位的代号或名称。

(3)图样中所标注的尺寸,为该图样所示机件的最后完工尺寸,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。

2. 尺寸的组成

图样上所标注的尺寸一般由尺寸界线、尺寸线、尺寸数字等要素组成,如图 1-11 所示。

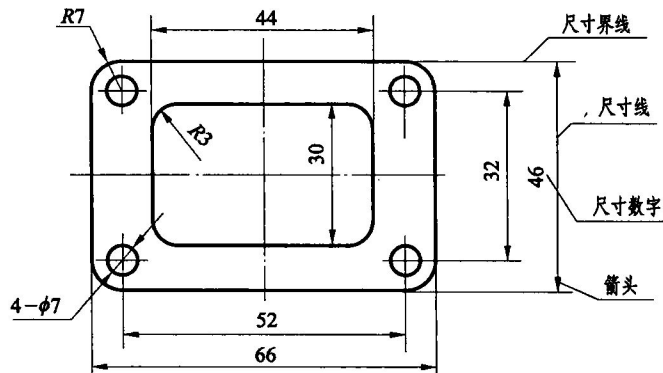


图 1-11 尺寸注法

1) 尺寸界线

尺寸界线用于表明所标注尺寸在图形上的起止范围。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,也可直接利用轮廓线、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,必要时,如尺寸界线过于靠近轮廓线时,也允许倾斜画出尺寸界线,如图 1-12a 所示。在光滑处标注尺寸时,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 1-12b 所示。

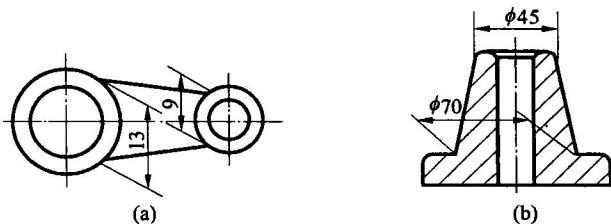


图 1-12 尺寸界线的允许画法

2) 尺寸线

尺寸线用于表明所标注尺寸的度量方向,必须用细实线单独画出,不能用图上其他图线代替,一般也不能和其他图线重合或画在其延长线上,并应尽量避免与其他尺寸线或尺寸界线相交叉。

尺寸线终端有两种形式,如图 1-13 所示。

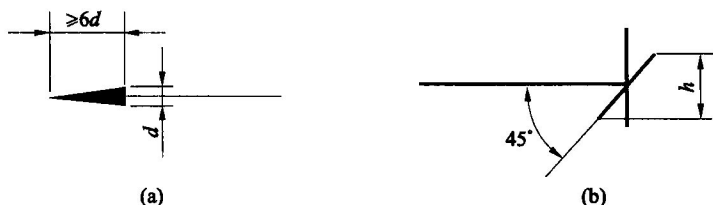


图 1-13 尺寸线的终端形式

(a) 箭头; (b) 斜线

(1) 箭头

箭头的形式适用于各种类型的图样。箭头尖端与尺寸界线相接触,但不得超出或离开,如图 1-14 所示。

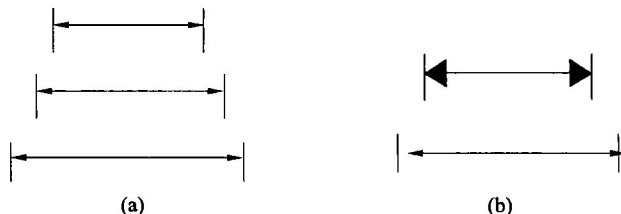


图 1-14 箭头画法

(a) 正确; (b) 错误

若用计算机绘图,箭头可按图 1-15 绘制。

(2) 斜线

当尺寸线的终端采用由细实线绘制的斜线形式时,尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。同一张图样中只能采用一种尺寸线终端形式。当采用箭头时,若位置不够,允许用圆点或斜线箭头代替箭头,如图 1-16 所示。

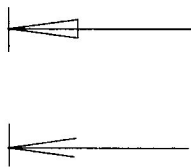


图 1-15 计算机绘图时允许的箭头画法

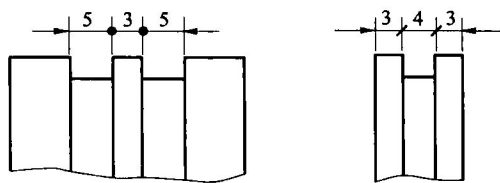


图 1-16 用圆点或斜线代替箭头

3) 尺寸数字

尺寸数字用于表明机件实际尺寸的大小,与图形大小无关。

线性尺寸的数字一般注写在尺寸线的上方,也允许注写在尺寸线的中断处,如图 1-17a 所示。线性尺寸数字的方向,一般应按图 1-17b 所示的方向注写,即水平尺寸数字字头向上,垂直尺寸数字字头向左,倾斜尺寸数字的字头保持字头向上的趋势,并尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸。无法避免时,可引出标注,按图 1-17c 所示进行标注。

在不引起误解时,对非水平方向的尺寸,也允许将尺寸数字注写在尺寸线的中断处,如图

1-17d所示。

尺寸数字不可被任何图线通过,否则必须将该图线断开,如图 1-17e 所示。

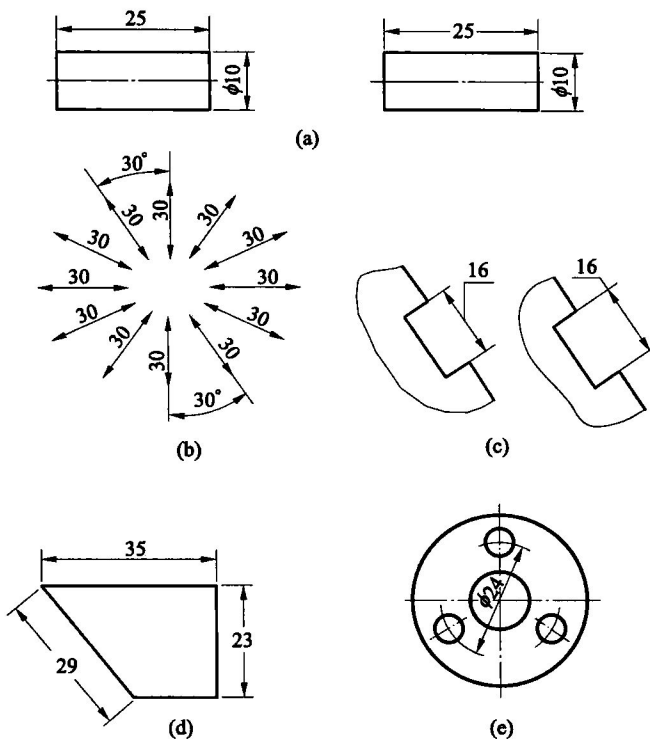


图 1-17 尺寸数字的标注

- (a) 尺寸数字的标注位置;(b) 尺寸数字的方向;(c) 30°范围内标注形式;
(d) 非水平方向尺寸数字的标注;(e) 尺寸数字不可被任何图线通过

3. 常用尺寸的标注方法

1) 线性尺寸的标注

标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行。串列尺寸箭头应对齐;并列尺寸,应使小尺寸靠近轮廓线,避免尺寸线与尺寸界线交叉,要求尺寸线之间间隔均匀,如图 1-18 所示。

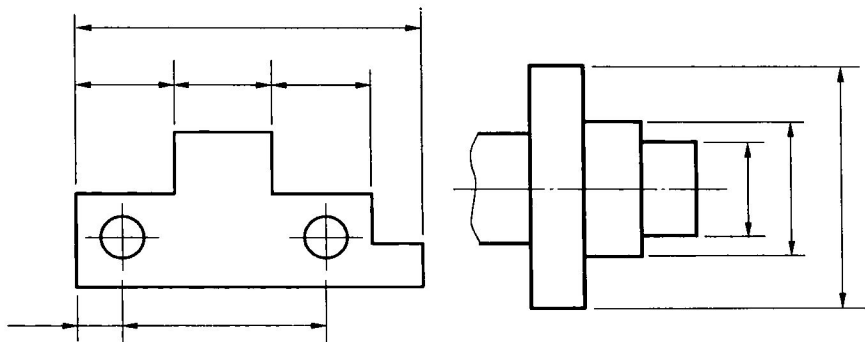


图 1-18 线性尺寸标注