

21 世纪高职高专规划教材

机械

JIXIE ZHITU

制图

主编 刘书群 袁世先 邓小君

西安地图出版社

21 世纪高职高专规划教材

机 械 制 图

主 编 刘书群 袁世先 邓小君
副主编 唐志祥 苗志毅 张永智 邵 堃

西安地图出版社

内容提要

本教材是根据教育部“高职高专教育工程制图课程教学基本要求”,结合多年的教学经验编写的,以培养技术应用型专门人才为目标,降低了理论要求,加强了绘制和阅读机械图样基本能力的训练。通过本课程的学习,使学生具备中等绘制和读图能力。

本书内容包括:制图的基本知识和基本技能,投影法,基本立体的投影,截交线与相贯线,组合体视图,轴测图,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,附录。

本书章节编排合理,思路清晰,层次分明,重点突出,通俗易懂,符合学生的认识规律,便于教学。

本书可作为高职、高专工科学校的机械和近机械专业的教材,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/刘书群等编著. —西安:西安地图出版社,
2005.6

ISBN 7-80670-766-2

I.机… II.刘… III.机械制图 IV.TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 069648 号

机械制图

刘书群 袁世先 邓小君 主编

西安地图出版社出版发行

(西安市友谊东路 334 号 邮政编码:710054)

新华书店经销 黄委会勘测规划设计研究院印刷厂印刷

787 毫米×1092 毫米 1/16 开本 16.25 印张 416 千字

2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 7-80670-766-2/TH·2

定价:26.00 元

前 言

本教材根据教育部“高职高专教育工程制图课程教学基本要求”,按照高职高专教育的培养目标和特点,结合多年教学经验编写而成。以培养技术应用型人才为目标,降低理论要求,加强绘制和阅读机械图样的基本能力训练;联系实际,注重解决实际问题能力的培养。通过本课程的学习使学生达到中等绘图和读图能力。

本教材有以下特点:

1. 精简画法几何内容。以必需、够用为度,以建立点、线、面的空间概念和三者之间的基本关系为标准。

2. 注重解决实际问题能力的培养。教材与习题集紧密结合,适当加强学生空间想像能力的训练,重点加强了机械图样的表达、读图能力的训练。

3. 细化了常用件和零件图两章。这两章内容较全面,既加强了绘图、看图基础,又增进了课程之间的横向联系,还可作为相关课程的参考资料。

4. 章节编排合理,思路清晰,层次分明,重点突出,内容精心安排,符合学生的认识规律,便于教学。

5. 采用新的国家标准。

参加本教材编写的有:邓小君(第一章)、苗志毅(第二章)、刘书群(第三、五、九章及附录)、唐志祥(第四、六章)、袁世先(第七章)、张永智(第八章)、邵堃(第十章)。由刘书群、袁世先、邓小君任主编,唐志祥、苗志毅、张永智、邵堃任副主编。

限于编者水平有限,书中难免存在不足和错误,恳请读者批评指正。

编 者

2005年3月

目 录

绪论	(1)
第一章 制图的基本知识和基本技能	(2)
第一节 国家标准的基本规定	(2)
第二节 绘图工具及其应用	(13)
第三节 几何作图	(18)
第四节 平面图的画法	(23)
第五节 绘图的方法和步骤	(25)
第二章 投影法	(29)
第一节 投影法的基本知识	(29)
第二节 点的投影	(30)
第三节 直线的投影	(36)
第四节 平面的投影	(42)
第五节 换面法	(48)
第三章 基本立体的投影	(54)
第一节 平面基本体的投影	(54)
第二节 曲面基本体的投影	(57)
第四章 截交线与相贯线	(63)
第一节 截交线	(63)
第二节 相贯线	(69)
第五章 组合体视图	(78)
第一节 概述	(78)
第二节 组合体的三视图画图方法	(82)
第三节 组合体的尺寸标注	(85)
第四节 组合体的读图方法	(92)
第六章 轴测图	(99)
第一节 轴测投影的基本知识	(99)
第二节 正等轴测图	(100)
第三节 斜二等轴测图	(107)
第七章 机件常用的表达方法	(109)
第一节 视图	(109)
第二节 剖视图	(112)
第三节 断面图	(123)
第四节 简化画法和其他表达方法	(125)
第五节 表达方法综合应用举例	(129)
第八章 标准件和常用件的画法	(132)

第一节	螺纹及螺纹的规定画法	(132)
第二节	螺纹联接件及联接画法	(139)
第三节	齿轮	(145)
第四节	键、花键、销联接	(157)
第五节	滚动轴承	(163)
第六节	弹簧	(165)
第九章	零件图	(167)
第一节	零件图的作用与内容	(167)
第二节	零件表达方案的确定	(168)
第三节	零件图的尺寸标注	(171)
第四节	零件图上的工艺结构	(176)
第五节	零件图的技术要求	(180)
第六节	典型零件的视图选择及尺寸标注	(195)
第七节	读零件图	(200)
第十章	装配图	(204)
第一节	装配图的作用和内容	(204)
第二节	部件的表达方法	(206)
第三节	装配图的尺寸标注和技术要求	(208)
第四节	装配图中的零、部件序号	(209)
第五节	装配结构的合理性	(210)
第六节	画装配图的步骤	(214)
第七节	读装配图	(216)
第八节	由装配图拆画零件图	(219)
第九节	装配体的测绘	(219)
第十节	一组圆柱齿轮减速器的测绘	(222)
附录		(229)

绪 论

1. 本课程的研究对象

在工程技术上,为了准确表达工程对象的形状、大小、相对位置及技术要求,通常需要将其按一定的投影方法和有关技术规定表达在图纸上,得到工程图样,简称图样。

图样和文字、数字一样,是人们借以表达、构思、分析和交流的基本工具之一。在现代化工业中,各种机床、设备、仪器、仪表的设计、制造、维修和使用都离不开工程图样。设计者通过图样表达设计对象;制造者通过图样了解设计要求,依照图样制造设计对象;使用者需要通过图样了解工程对象的结构及性能。因此,图样是表达设计意图、技术交流和指导生产的重要工具,是工业生产中的重要技术文件,被称为“工程界的共同语言”。

机械图样是工程图样中应用最多的一种,包括零件图和装配图,是用于表达机器、部件或零件的图样。

2. 本课程的性质和任务

本课程是一门既有系统理论又有较强实践性的课程,是探讨绘制机械图样的理论、方法和技术的基础课。其主要目的是培养学生正确运用正投影法来分析、表达机械工程问题,绘制、阅读机械图样的能力和空间想像能力。同时,它又是学生学习后续课程和完成课程设计与毕业设计不可缺少的基础。

本课程的主要任务是:

- (1)学习正投影法的基本理论,为绘制和应用各种工程图打下良好的理论基础。
- (2)培养形象思维能力、空间想像能力和空间分析能力。
- (3)培养绘制和阅读机械图样的基本能力。
- (4)学习、贯彻机械制图国家标准和其他有关规定,具有查阅标准和手册的初步技能。
- (5)培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

3. 本课程的学习方法

本课程的特点是实践性较强,只有通过大量地画图和看图才能掌握本课程的内容。因此,在学习本课程时,必须完成一系列的作业。学习机械制图的大部分时间是画图,要想把图样画得又快又好,必须做到:

- (1)看懂基本原理和基本方法,掌握看图和绘图的基本方法和思路,按照正确的步骤画图。
- (2)注意培养空间想像能力和空间构思能力,这是看图的基本功和关键。
- (3)注意画图和看图相结合,物体与图样相结合,多看多画,只有这样才能提高看图和画图水平。
- (4)严格遵守机械制图国家标准,准确地使用有关标准和资料,只有这样才能画出符合工程需要的图样。
- (5)鉴于图样的重要作用,在学习中要注意养成认真负责、耐心细致的工作作风。

第一章 制图的基本知识和基本技能

机械图样是现代工业生产过程中的重要技术资料。要绘制出符合要求的机械图样,必须首先掌握机械制图的基本知识和基本技能。

第一节 国家标准的基本规定

为了便于生产和技术交流,绘图和读图应该有共同的准则。也就是说,图样的画法、尺寸的标注、代号的使用等,应该有统一的规定。为此,国家标准《技术制图》和《机械制图》对机械图样作了统一的技术规定。所以必须树立严格标准化的观念,在绘图时认真执行国家标准。

我国的国家标准简称国标,代号为 GB/T。本节摘录国家标准《技术制图》和《机械制图》中的部分内容,作为制图的基本规定予以介绍,其余的内容将在以后的有关章节中分别叙述。

一、图纸幅面和格式(GB/T14689-1993)

1. 图纸幅面

为了便于绘制、使用和保管,绘制图样时,应优先采用表 1-1 规定的基本幅面尺寸。

在基本幅面中,A0 图纸长边与短边之比为 $\sqrt{2}:1$,其面积是 1m^2 。A1 图纸的面积是 A0 的一半。其余各种幅面都是后一幅面的面积为前一幅面的一半。

表 1-1 基本幅面尺寸

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

如果必要,可以对幅面加长。加长后的幅面尺寸是由基本幅面的短边成整数倍数增加后得出,如图 1-1 所示。图 1-1 中的粗实线部分为基本幅面,细实线部分为加长幅面的第一选择,虚线部分为加长幅面的第二选择。加长后幅面代号记作:基本幅面代号 × 倍数。如 $A4 \times 3$,表示按 A4 图幅短边 210 加长 3 倍,即加长后图纸尺寸为 297×630 。

2. 图框格式

无论图样是否装订,均应在图幅内画出图框。图框线用粗实线绘制。图框的格式有留装订边和不留装订边两种。需要装订的图样,装订边宽度 a 预留 25mm;其图框格式一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装,格式见图 1-2。不需装订的图样则不留装订边,其图框格式见图 1-3。图框距图纸边界的尺寸视图幅大小及有无装订边不同,尺寸见表 1-1。

同一产品的图样,只能采用同一种格式。

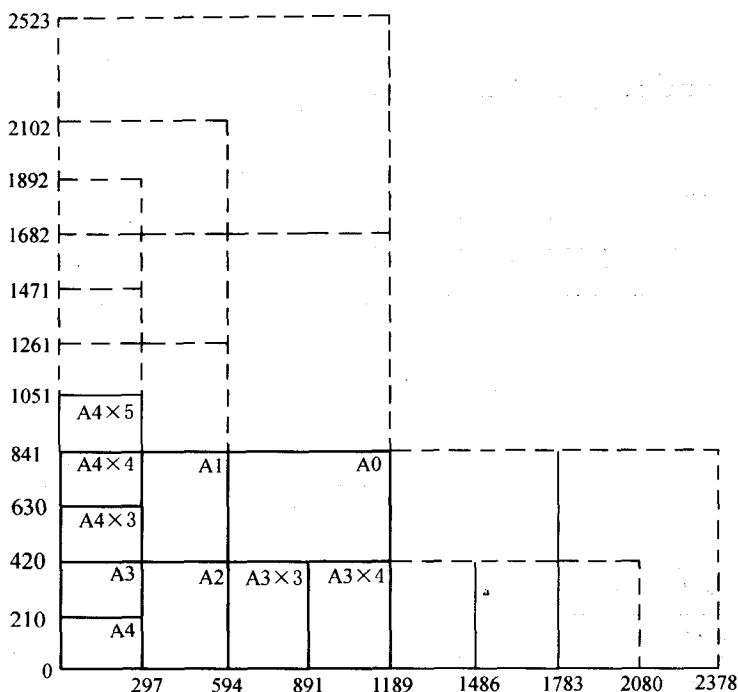


图 1-1 图纸的基本幅面及加长幅面尺寸

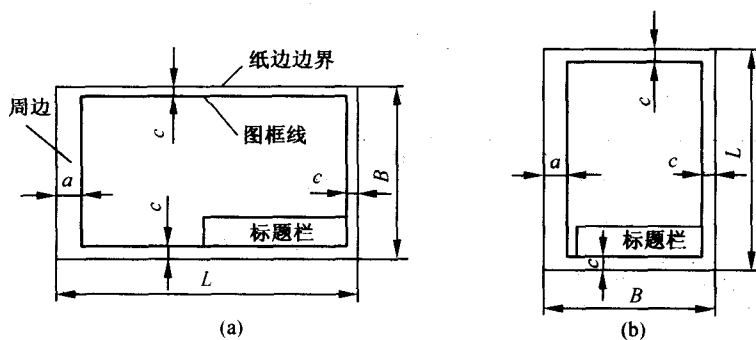


图 1-2 留装订边的图框格式

3. 标题栏

每张图样都必须有标题栏。标题栏的位置一般位于右下角。国家标准 GB/T10609.1-1989 对标题栏的格式和尺寸作了统一的规定。标题栏的外框是粗实线,其右边和底边与图框线重合,其余是细实线绘制。学习本课程时为便于作图,作业中建议采用如图 1-4 推荐的简化标题栏格式。

二、比例(GB/T14690-1993)

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,应采用 GB/T 规定的比例。表 1-2、表 1-3 中列出了 GB/T 规定的比例值,分原值比例、放大比例、缩小比例三种。应优先选用表 1-2 中的比例值。必要时,也允许选用表 1-3 中的比例值。

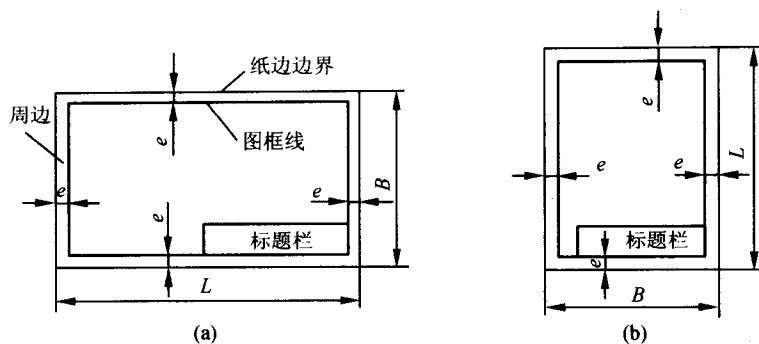


图 1-3 不留装订边的图框格式

8 8 8 8	(图名)			比例	数量	材料	(图号)
	制图	(姓名)	(日期)	(学校、班级)			
	校核	(姓名)	(日期)				
	15	25	20	15	15	25	
140							

(a) 零件图标题栏

序号	零件名称		数量	材料	备注	
(图名)			比例	重量	第 张	(图号)
					共 张	
制图	(姓名)	(日期)	(学校、班级)			
校核	(姓名)	(日期)				

(b) 装配图标题栏和零件名细表

图 1-4 制图作业中推荐使用的标题栏格式

表 1-2

图样比例

种 类	比 例		
原值比例	1 : 1		
放大比例	5 : 1	2 : 1	
	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$
缩小比例	1 : 2	1 : 5	1 : 10
	1.2×10^n	1.5×10^n	$1 : 1 \times 10^n$

注: n 为正整数。

表 1-3

图样比例(允许选用)

种 类	比 例				
放大比例	4 : 1	2.5 : 1			
	$4 \times 10^n : 1$	$2.5 \times 10^n : 1$			
缩小比例	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。

绘制图样时,应尽量采用原值比例(即采用 1:1 比例)绘图,以便能直接从图样上看出机件的真实大小。对于大而简单的机件,可采用缩小比例,而对于小而复杂的机件,宜采用放大的比例。

无论采用何种比例画图,标注尺寸时都必须按机件原有的尺寸大小标注(即尺寸数字是机件的实际尺寸)。

同一机件的各个视图,应采用相同的比例,并在标题栏中的比例栏内注明所采用的比例。当同一机件的某个视图采用了不同比例时,必须另行标注。

三、字体(GB/T14691 - 1993)

国标要求,图样和有关技术文件中书写的汉字、字母和数字必须做到:字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。

图样中书写的字体应采用国标规定号数。字体的号数即字体高度(用 h 表示),有 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20mm。若书写更大的字,字体高度按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

(1) 汉字

汉字要写成长仿宋体,并采用国家正式公布的简化字,汉字高度不小于 3.5mm,字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。长仿宋体的书写要领:横平竖直、起落有锋、结构匀称、写满方格。图 1-5 是长仿宋体汉字示例。

10 号字

横平竖直起落!有锋结构匀称写满方格

7 号字

书写汉字字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐

5 号字

机械制图国家标准认真执行耐心细致技术要求尺寸公差配合性质

图 1-5 长仿宋体汉字示例

(2) 字母和数字

字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔划宽度 d 为字高 h 的 1/14, B 型字体的笔划宽度 d 为字高 h 的 1/10。同一图样只允许一种字体。

字母和数字可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜,与水平线成 75°角。如图 1-6 所示。

四、图线(GB/T17450 - 1998 和 GB/T4457 - 1984)

工程图样是用不同型号的图线画成的。为了统一,便于看图和绘图,绘制图样时应采用国

大写斜体

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
OPQRSTUVWXYZ

小写斜体

abcdefghijklmn
opqrstuvwxyz

斜体

1234567890

直体

1234567890

图 1-6 字母和数字书写示例

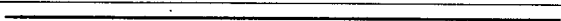
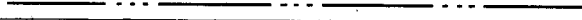
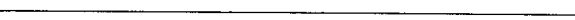
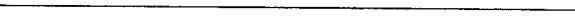
标中规定的图线。

1. 图线线型及应用

国家标准 GB/T17450 - 1998《技术制图 图线》规定了绘制各种技术图样的基本线型(表 1-4)。它们适用于各种技术图样,如机械、电气、土木工程等。

表 1-4

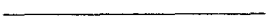
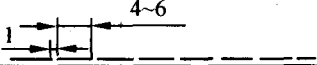
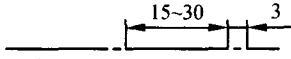
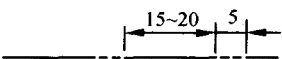
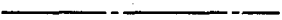
基本线型

代 码	基 本 线 型	名 称
01		实线
02		虚线
03		间隔画线
04		点画线
05		双点画线
06		三点画线
07		点线
08		长画短画线
09		长画双短画线
10		画点线
11		双画单点线
12		画双点线
13		双画双点线
14		画三点线
15		双画三点线

在实际应用时,各专业要根据该标准制定相应的图线标准。GB/T4457.4 - 84《机械制图图线》中规定的 8 种图线(表 1-5)符合 GB/T17450 - 1998 的规定,是目前机械制图使用的图线标准。各种图线的名称、型号、图线宽度及其应用见表 1-5。图 1-7 为线型应用举例。

表 1-5

机械制图使用的图线

图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用
粗实线		b	①可见轮廓线 ②可见过渡线
细实线		约 $b/3$	①尺寸线及尺寸界线 ②剖面线 ③重合断面的轮廓线 ④螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 ⑤引出线 ⑥分界线及范围线
虚线		约 $b/3$	①不可见轮廓线 ②不可见过渡线
点画线		约 $b/3$	①轴线 ②对称中心线 ③轨迹线 ④节圆及节线
双点画线		约 $b/3$	①相邻零件的轮廓线 ②极限位置的轮廓线 ③坯料的轮廓线
波浪线		约 $b/3$	①断裂处的边界线 ②视图和剖视的分界线
双折线		约 $b/3$	断裂处的边界线
粗点画线		b	有特殊要求的线或表面的表示线

2. 图线的尺寸

图线的宽度应根据图幅的大小、机件的复杂程度等在下列数字系列中选择:(该数字系列的公比为 $1:\sqrt{2}$, 单位为 mm) 0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm。

机械图常用的粗线宽度 b 为 0.5mm 至 2mm。细线的宽度约为 $b/3$ 。

3. 图线画法注意事项

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

(2)两条平行线(包括剖面线)之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度,其最小距离不得小于 0.7mm。

(3)绘制圆的对称中心线时,圆心应为画线的交点,如图 1-8(a)所示。图 1-8(b)是错误的。

(4)点画线和双点画线的首末两端应是画线而不是点。点画线应超出图形的轮廓线 3~5mm。图 1-8(b)是错误的。

(5)在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替。

(6)当虚线与虚线相交,或虚线与其他形式图线相交时,应是画线相交。图 1-8(c)是正确的,而图 1-8(d)是错误的。当虚线是粗实线的延长线时,连接处应留出空隙。图 1-8(e)

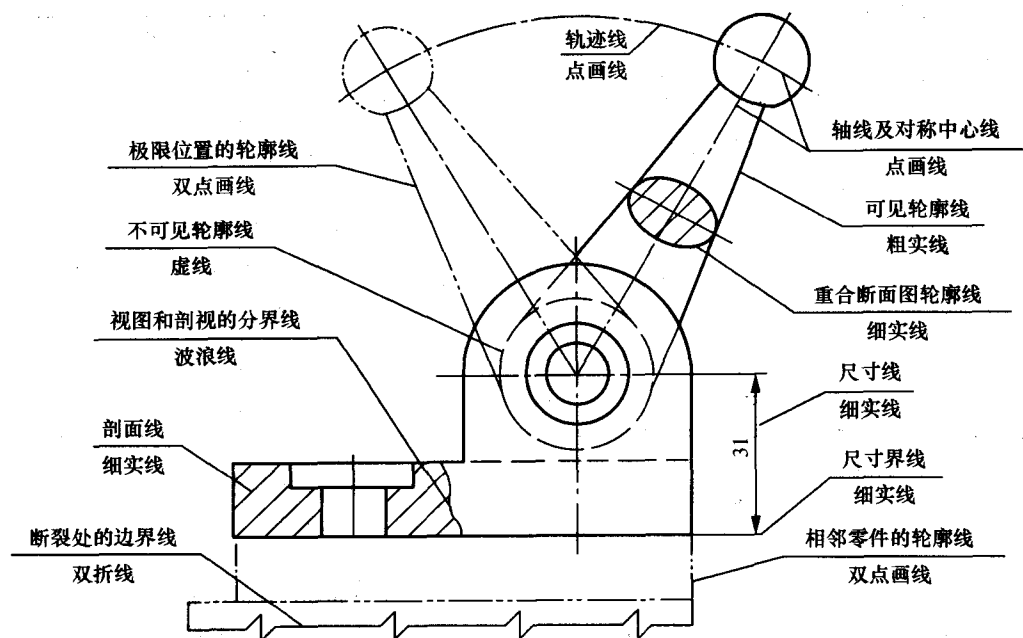


图 1-7 线型应用举例

是正确的,而图 1-8(f)是错误的。

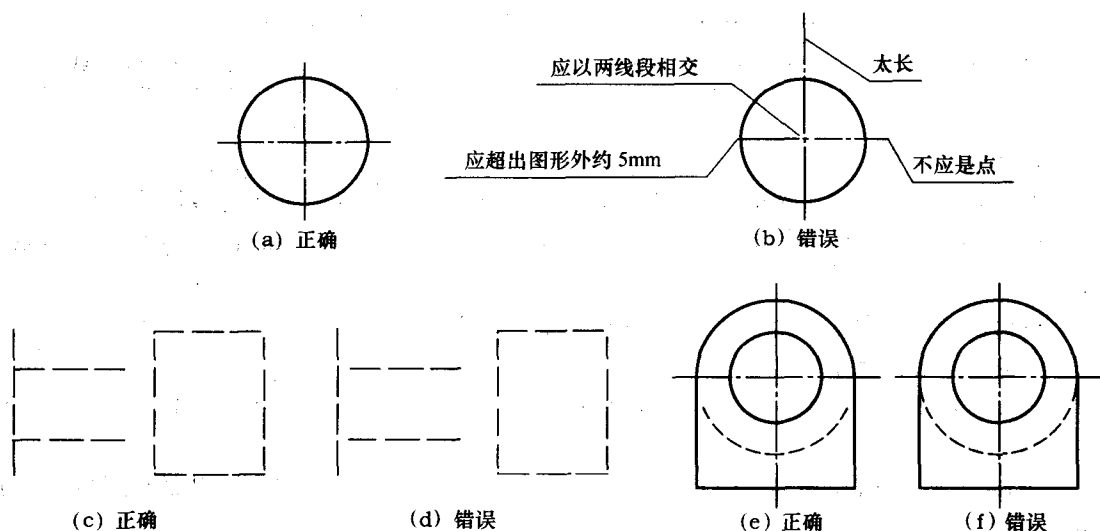


图 1-8 图线画法注意事项

(7) 计算机绘图时,圆心处的中心线可用圆心符号代替。

(8) 当某些图线重合时,应按各种图线的优先次序:可见轮廓线—不可见轮廓线—尺寸线—各种用途的细实线—轴线、对称线等,只画前面的一种。

(9) 图线不得与文字、数字或符号重叠、混淆,当不可避免时应首先保证文字、数字或符号等的清晰。

五、尺寸注法(GB/T4458.4-1984 和 GB/T16675.2-1996)

图样上标注尺寸时,必须严格遵守制图标准中有关尺寸注法的规定。

1. 基本规则

(1) 机件的真实大小应以图样上所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) 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸,以毫米(mm)为单位时,不需标注计量单位的代号或名称;如采用其他单位,则必须注明相应的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,并应标在反映该机件最清晰的图形上。

2. 尺寸的组成

在图样上标注的尺寸,一般应由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字组成,如图 1-9 所示。

(1) 尺寸界线

尺寸界线用于表明在图形上所标注尺寸的范围,其画法规定如下:

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;也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线,如图 1-10 所示。

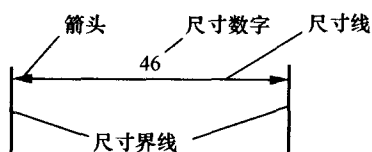


图 1-9 尺寸的组成

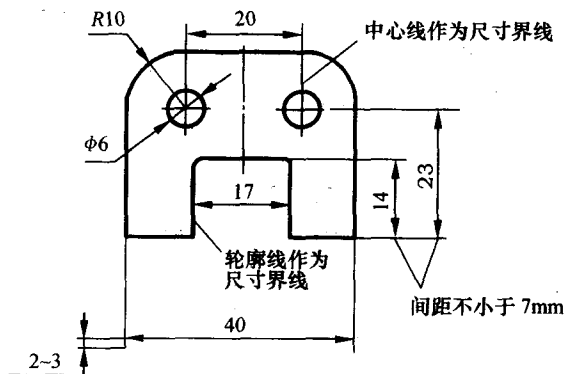


图 1-10 尺寸界线

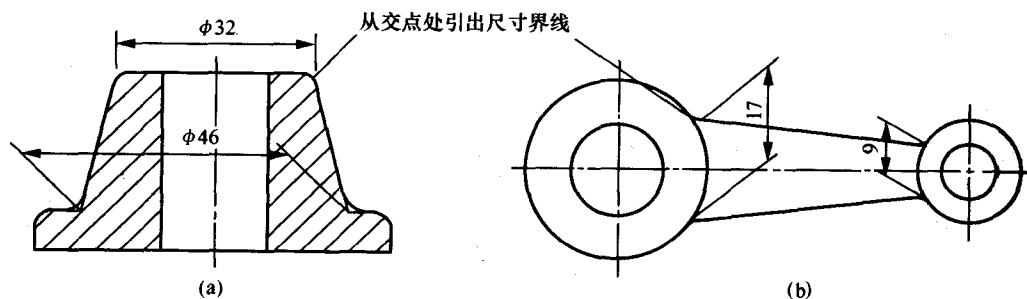


图 1-11 尺寸界线的允许画法

尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时才允许倾斜。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 所示。

(2) 尺寸线

尺寸线用于表明所注尺寸的度量方向。尺寸线必须用细实线单独绘制,不能用其他形式的图线代替,也不能与其他图线重合或画在其延长线上。

尺寸线的终端有下列两种形式:

1)箭头:箭头的形式如图 1-12 所示。箭头尖端应画到与尺寸界线接触,不得超过或留有空隙。在同一张图样中,箭头的大小应一致。箭头的形式适用于各种类型的图样。

2)斜线:斜线用细实线绘制,其方向和画法如图 1-13 所示。尺寸线的终端采用斜线形式时,尺寸线与尺寸界线必须垂直。

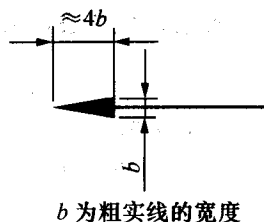


图 1-12 箭头的形式

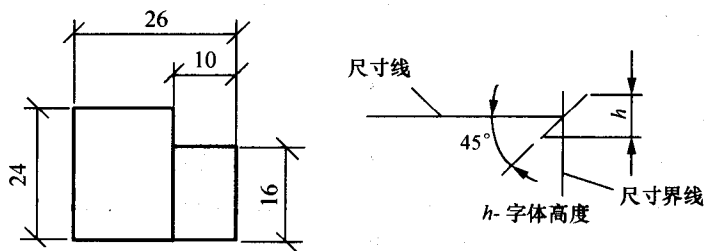


图 1-13 尺寸线的斜线终端

当采用箭头时,在地方不够的情况下,允许用圆点或斜线代替箭头,如图 1-14 所示。同一张图样中只能采用一种尺寸的终端形式。

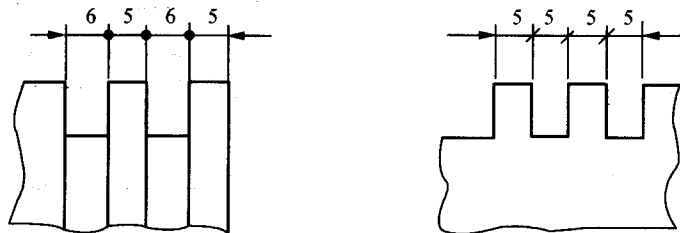


图 1-14 用圆点或斜线代替箭头

(3) 尺寸数字

尺寸数字用于表明机件实际尺寸的大小,与图形的大小无关。尺寸数字采用阿拉伯数字。尺寸数字的位置和方向规定如下:

线性尺寸数字方向的第一种注写方法:水平方向字头向上,垂直方向字头向左;倾斜方向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,如图 1-15 所示。当无法避免时,可引出标注,如图 1-16 所示。第二种注写方法:对于非水平方向的尺寸,其数字也允许注写在尺寸线的中断处,如图 1-17 所示。但在同一张图样中应尽可能采用一种方法。

尺寸数字不可被任何图线通过,否则必须将该图线断开,图 1-18 所示。

3. 线性尺寸标注

标注线性尺寸时,尺寸线必须与所注的线段平行。串联尺寸箭头对齐;并列尺寸,小尺寸在内,大尺寸在外,尺寸线间隔不小于 7mm ,且间隔基本保持一致,如图 1-19 所示。

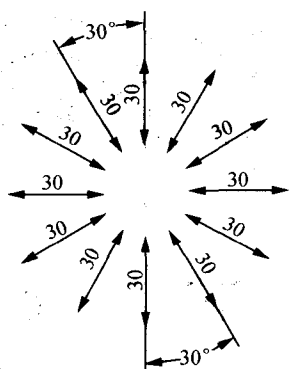


图 1-15 尺寸数字的方向

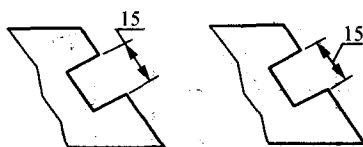


图 1-16 30°范围内尺寸标注形式

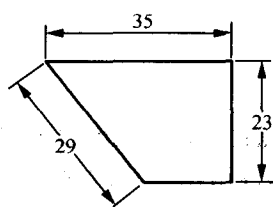


图 1-17 非水平方向的尺寸数字的第二种注写方法

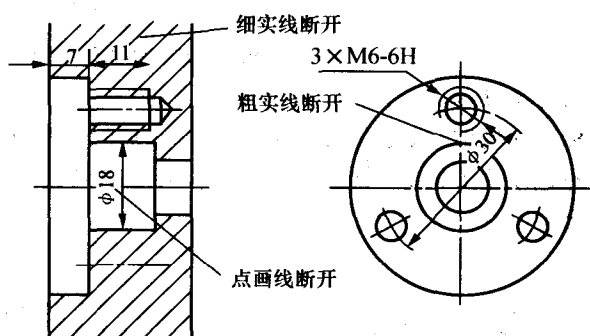


图 1-18 尺寸数字不可被任何图线通过

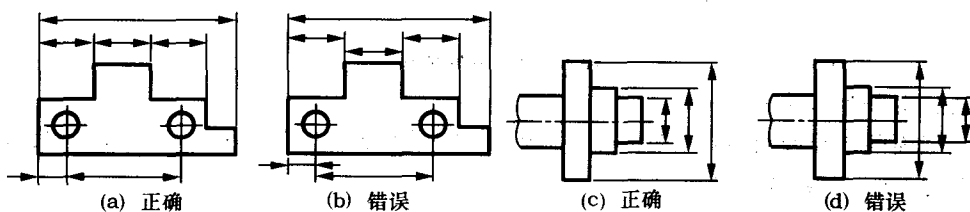


图 1-19 线性尺寸标注

4. 直径和半径尺寸的标注

圆的直径和圆弧半径的尺寸线的终端应画成箭头, 尺寸线通过圆心或箭头指向圆心。如图 1-20 所示。

圆或大于半圆的弧一般注直径, 直径尺寸在尺寸数字前加 Φ 。

小于或等于半径的弧一般注半径, 半径尺寸在尺寸数字前加 R。

圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标出其圆心位置时, 可采用折线形式标注, 如图 1-20a 的尺寸 R46。