

GAOZHI GAOZHUAN JIXIE
XILIE GUIHUA JIAOCAI

高职高专机械系列规划教材

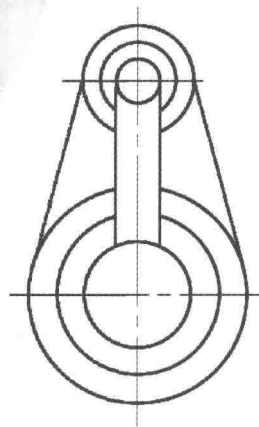
JIXIE

工程制图基础

gongcheng zhitu jichu

◎主 编 史富强 魏凡杰

◎副主编 王维华



重庆大学出版社

本书是根据教育部制定的《高职高专制图课程教学基本要求》编写的,并编有配套的习题集。在编写过程中,考虑高职高专教育的特点,按照项目化、任务驱动的教学思路,并结合作者多年教学经验,在精选内容的基础上对课程教学体系进行了大胆的改革与重组。

本书的主要特点如下:

1. 淡化基础理论教学。删减了部分理论性过强(如画法几何部分)的内容,使基础理论以“必需、够用”为度。

2. 突出画图、读图能力的培养。在绘图技能方面,仪器、徒手、计算机绘图3种方法同步进行,并贯穿在每个章节中,互相渗透,紧密结合;在读图方面,增加了大量恰当的图例和习题,强化了从空间到平面的转化和理解。

3. 采用最新的制图国家标准。凡定稿前收集到的新国家标准,均在书中予以体现。

4. 适用性强。本书适用于高等职业技术学院、高等工程专科学校以及成人高等院校机械类各专业的制图教学,也可供其他相关专业和工程技术人员使用或参考。

5. 适应计算机技术的发展,并按照目前高等职业教育工程制图和对计算机制图的新要求,强化了 AutoCAD 制图的内容。

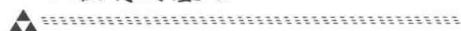
参加本书编写的有:陕西交通职业技术学院史富强,编写项目6—项目14,重庆电子工程职业学院魏凡杰编写项目15、项目16及附录内容,陕西交通职业技术学院王维华编写项目1—项目5,全书由史富强统稿。

限于作者水平,书中难免有不足之处,欢迎读者朋友们提出宝贵意见。

编者

2017年1月

绪 论	1
项目 1 制图的基本知识和技能	2
任务 1 国家标准《技术制图》与《机械制图》的有关规定	2
任务 2 常见几何图形的画法	14
任务 3 平面图形绘制方法	20
项目 2 三视图的基本知识	24
任务 1 投影法的基本知识	24
任务 2 点的投影	30
任务 3 直线的投影	33
任务 4 平面的投影	39
项目 3 基本立体及其表面交线的投影	46
任务 1 基本立体的投影	46
任务 2 截交线	54
任务 3 相贯线	65
任务 4 基本体和截断体的尺寸标注	69
项目 4 轴测图的基本知识	73
任务 1 轴测投影的基本知识	73
任务 2 基本体正等轴测图	75
任务 3 组合体正等轴测图的画法	81
项目 5 组合体	84
任务 1 组合体的形体分析	84
任务 2 组合体三视图的画法	87
任务 3 组合体的尺寸注法	90
任务 4 读组合体视图的方法	94
任务 5 组合体的形体构型设计	102
项目 6 机件的表达方法	108
任务 1 视图	108
任务 2 剖视图	113
任务 3 断面图	126



任务4 局部放大图和简化画法	130
项目7 常用零件的特殊表示方法	136
任务1 螺纹	136
任务2 常用螺纹紧固件	142
任务3 齿轮	148
任务4 键、销连接	154
任务5 滚动轴承	156
任务6 弹簧	160
项目8 零件图	163
任务1 零件图的认知	163
任务2 零件图视图与表达方案的选择	165
任务3 零件图的尺寸标注	172
任务4 零件图上技术要求的注写	175
任务5 零件上常见的工艺结构	184
任务6 零件测绘与零件图的识读	187
项目9 装配图	193
任务1 装配图的认知	193
任务2 装配图的表达方法	196
任务3 装配图的尺寸标注和技术要求	199
任务4 装配体部件的测绘和装配图画法	200
任务5 读装配图和由装配图拆画零件图	207
项目10 AutoCAD 基础知识	213
任务1 AutoCAD 的基本操作	213
任务2 AutoCAD 绘图环境的设置	227
项目11 平面图形的绘制	239
任务1 绘制简单的直线型平面图形	239
任务2 绘制较复杂的直线型图形	244
任务3 绘制平面组合图形	251
项目12 绘制曲线平面图形	258
任务1 圆弧的绘制	258
任务2 底板的绘制	263
任务3 手柄的绘制	271
任务4 斜板的绘制	276
任务5 模板的绘制	280

任务 6 槽轮的绘制	285
项目 13 组合体三视图与标准件的绘制	290
任务 1 绘制组合体的三视图	290
任务 2 机械标准件的绘制	302
项目 14 文字、尺寸的标注与编辑	309
任务 1 创建文字样式	309
任务 2 注写齿轮技术要求	313
任务 3 创建一种尺寸样式	319
项目 15 零件图与装配图的绘制	336
任务 1 图块的知识及应用	336
任务 2 机械制图样板文件的建立与调用	343
任务 3 零件图的绘制	348
任务 4 装配图的绘制	351
项目 16 图纸布局与打印输出	356
任务 1 在模型空间中打印出图	356
任务 2 在图纸空间用布局打印出图	361
附 录	369
附录 1 国家标准摘录	369
附录 2 十个常见问题的解答	381
附录 3 AutoCAD 常用执行命令的快捷键	382
参考文献	386

绪 论

(1) 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,是人类表达和交流思想的重要工具。在现代生产中,无论是机械设备的设计、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,所有工程技术人员都必须学习和掌握这种语言。

《工程制图基础》就是研究工程图样的绘制(画图)和识读(看图)规律与方法的一门学科,也是理工科高职高专院校一门必修的技术基础课。它是培养学生的空间思维能力和绘图技能的必要基础,又是学习后续课程和完成课程设计、毕业设计不可缺少的基础。

本课程的主要内容包括机械图样的图示原理、绘图方法、读图方法及相关标准,并介绍了计算机绘图的基本操作方法。

(2) 本课程的主要任务

本课程的主要任务是培养学生具有画图和看图的能力:

- ①掌握正投影的基本原理及其应用,培养学生的空间想象和思维能力。
- ②培养学生具有绘制和识读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使学生能够正确、熟练地使用常用的绘图工具,具有一定的徒手画图能力。
- ⑤掌握计算机 AutoCAD 绘图的基本知识和技能。
- ⑥培养认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风。

(3) 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,完成一系列的练习和作业才能掌握主要内容,才能不断提高画图与看图的能力。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。每次作业前,必须详细阅读作业指导书,做到动手前心中有数,以便提高完成作业的速度和质量。

③在学习过程中,应正确掌握绘图仪器和工具的使用方法,并加强计算机 AutoCAD 绘图的技能训练,不断提高绘图技能。

④要重视学习和严格遵守制图国家标准,牢固掌握常用的标准并能熟练地运用。学会查阅标准的方法,培养应用标准的意识。

⑤在学习使用计算机绘图时要注意工程制图的基本规定,并始终贯彻《国家标准》的有关规定。

项目 1 制图的基本知识和技能

【项目描述】

技术图样是产品设计、制造、安装、检测等过程中的重要技术资料,是科学技术交流的重要工具。为了便于生产、管理和交流,必须对图样的画法、尺寸注法等方面作出统一的规定。《技术制图》和《机械制图》国家标准是工程界重要的技术基础标准,是绘制和阅读机械图样的准则和依据。需要注意的是,《机械制图》标准适于机械图样,《技术图样》标准则普遍适用于工程界各种专业技术图样。

国家标准,简称“国标”,代号为“GB”。例如 GB /T 14689—1993,其中 GB 为“国家”“标准”两词的汉语拼音第一个字母,T 表示该标准为推荐性国家标准(推荐性标准是必须执行的标准),14689 为该标准的编号,1993 表示该标准是 1993 年颁布的。

本项目将重点介绍技术制图和机械制图国家标准中的一般规定、常见几何作图的方法和基本技能,为今后的学习打下必要的基础。

【学习目标】

通过本项目的学习,要求掌握以下基本知识:

1. 掌握技术制图和机械制图国家标准中的一般规定。
2. 了解平面图形中尺寸类型。
3. 掌握常见的几何作图方法。
4. 掌握平面图形的作图方法和步骤。

【技能目标】

1. 能熟悉国家标准中有关图纸幅面、比例、字体、图线以及尺寸标注的相关规定。
2. 能够按照规定绘制图线、图框、标题栏,并能进行简单的尺寸标注。
3. 能分析识读并绘制常见的几何图形。

任务 1 国家标准《技术制图》与《机械制图》的有关规定

【任务描述】

通过对国家标准《技术制图》与《机械制图》相关规定的学习,使学生能够熟悉并掌握机械制图国家标准中有关图纸幅面及格式、比例、字体、图线以及尺寸标注的相关规定,树立标准化意识,并能将其应用于绘图的过程中。



【任务要求】

- 1. 熟悉国家标准中有关图纸幅面、比例、字体、图线以及尺寸标注的相关规定。
- 2. 能够按照规定绘制图线、图框、标题栏,并能进行简单的尺寸标注。
- 3. 掌握尺寸标准的基本原则、尺寸要素和常用的尺寸标注方法。

【知识准备】

(1) 图纸幅面及格式 (GB/T 14689—1993)

1) 图纸幅面

图纸幅面指的是图纸宽度与长度组成的图面。

绘制机械图样时应优先采用国家标准所规定的(见表 1.1)代号为 A0、A1、A2、A3、A4 的 5 种基本幅面,绘图时图纸可以横放或竖放。

由表 1.1 可知,A0 的幅面为最大,宽(B):长(L) = 841:1 189 = 1:√2,面积约为 1 m²;A1 幅面为 A0 的一半(以长边对折裁开);其余都是后一代号是前一代号幅面的一半。绘制机械图样时应优先选择基本幅面,必要时,允许加长幅面,但加长量必须符合 GB/T 14689—1993 中的规定,如图 1.1 所示,粗实线为基本幅面,细实线为第二选择加长幅面,虚线为第三加长选择。

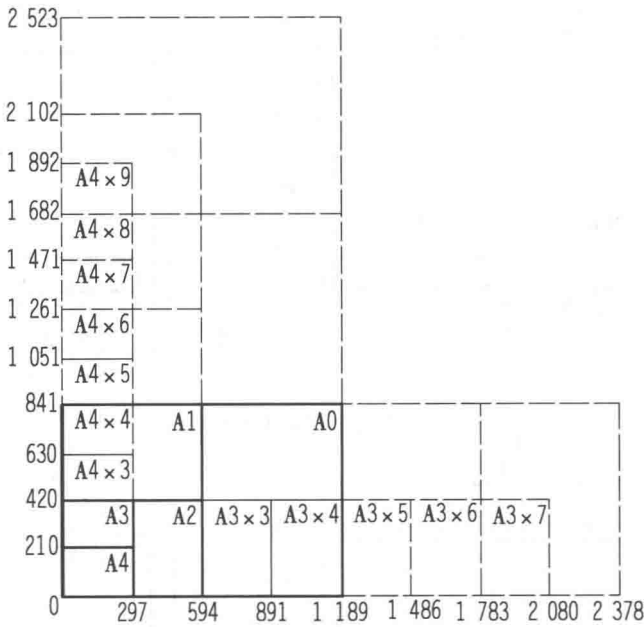
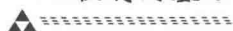


图 1.1 基本幅面的尺寸关系

表 1.1 图纸幅面

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1 189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
a	25				



续表

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
c	10			5	
e	20			10	

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,但应注意,同一种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,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 等尺寸,按表 1.1 的规定。

3) 标题栏及方位

在机械图样上必须画出标题栏,标题栏的位置应位于图纸的右下角,标题栏中文字的方向为看图的方向,如图 1.2、图 1.3 所示。标题栏的内容、尺寸和格式,应严格执行国家标准 GB/T 10609.1—1989 中的规定。在制图作业中,为了简化作图,建议采用如图 1.4 所示的简化标题栏。

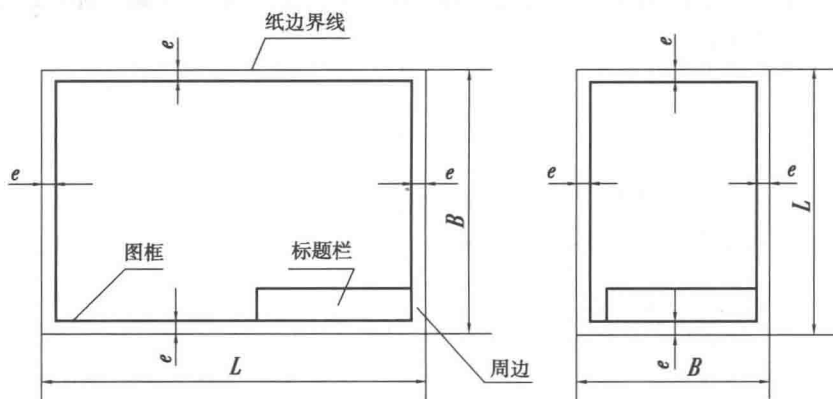


图 1.2 不留装订边的图框格式

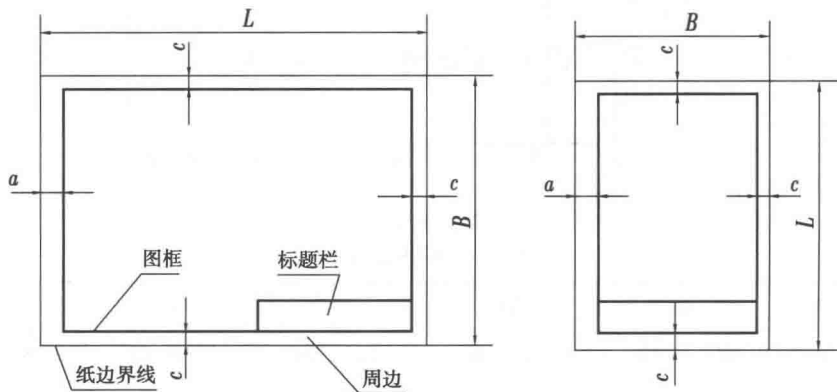


图 1.3 留有装订边的图框格式



××院(校)××系××班				比 例	材 料				
					数 量				
制图	(姓名)	(学号)	(图名或作业名称)			(作业编号)			7
设计									7
审核						共 张第 张			7
12	28	15	30	15	10	(20)			35
130									

图 1.4 简化标题栏的格式

4) 对中符号

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便,在图纸各边的中心应分别画出对中符号。对中符号用粗实线绘制,线宽不小于 0.5 mm。长度从纸边界开始至伸入图框内约 5 mm。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 1.5 所示。对中符号位置误差应不大于 0.5 mm。

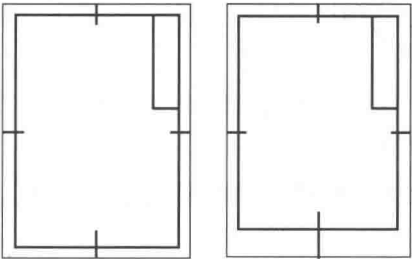


图 1.5 对中符号

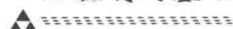
(2) 比例 (GB/T 14690—1993)

图中图形与其实物相应要素线性尺寸之比,称为图形的比例。

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,即 1:1 的比例。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。需要按比例绘制图样时,应从 GB/T 14690—1993 规定的系列中选取适当的比例,尽可能在“优先选择系列”中选择;必要时可选用“允许选择系列”。国家标准规定的比例系列见表 1.2。

表 1.2 国家标准规定的比例系列

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 5×10 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	比值小于 1 的比例	1:2 1:5 1:10 1:1.2×10 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



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字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 1.6 所示。

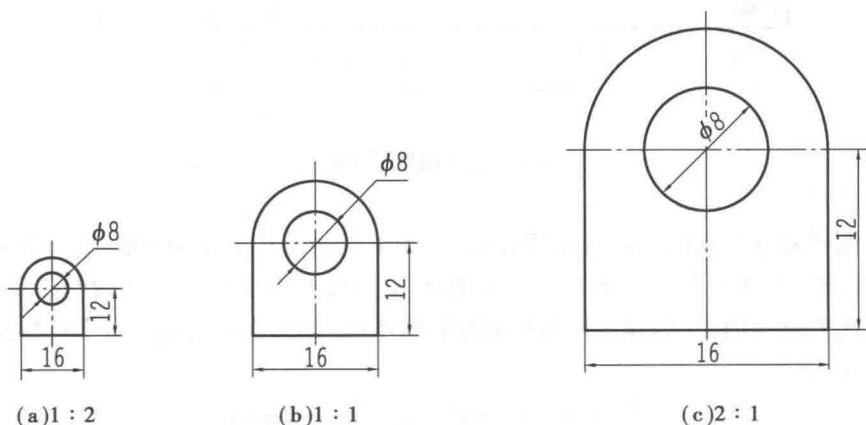


图 1.6 图形比例与尺寸数字

(3) 字体 (GB/T 14691—1993)

在图样上除了要用图形来表示零件的结构形状外,还必须用数字及文字来说明它的大小和技术要求等其他内容。

1) 基本规定

①在图样和技术文件中书写的汉字、数字、字母都必须做到字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。

②字体高度 h 的公称尺寸系列为:1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 mm。需要采用书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

字体高度代表字体的号数。

③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 mm,其宽度一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

书写长仿宋体汉字的要领是:横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。

④字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/14$;B 型字体的笔画宽度 d 为字高(h)的 $1/10$ 。在同一张图样中,只允许选用一种形式的字体。

⑤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° 。

2) 字体示例

汉字、字母和数字书写示例,见表 1.3。

表 1.3 汉字、字母和数字书写示例

字 体		示 例
长仿宋体汉字	10 号	学好制图课,培养和发展空间想象能力
	7 号	长仿宋体字书写要领:横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格
	5 号	徒手绘图、尺规绘图和计算机绘图都是工程技术人员必须具备的绘图技能
	3.5	图样是设计、制造和技术交流的重要技术文件,是工程技术人员表达设计意图和交流技术思想的语言和工具
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
罗马数字	斜体	I II III IV V VI VII VIII IX X
	正体	I II III IV V VI VII VIII IX X
字体的应用示例		$\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ $7^{\circ+1^{\circ}}_{-2^{\circ}}$ $\frac{3}{5}$ 10Js5(± 0.003) M24-6h 10^3 $\phi 25 \frac{H6}{m5}$ $\frac{II}{2:1}$ $\frac{6.3}{\sqrt{}}$ R8 5% $\nabla \frac{3.50}{}$ l/mm m/kg 460r/min 220V 380 kPa S^{-1} D_1 T_d

(4) 图线(GB/T 17450—1998)

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

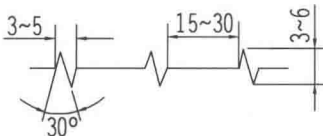
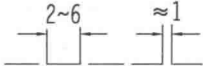
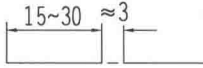
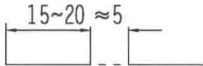
所有线型的图线宽度为 d ,应按图样的类型和尺寸大小在下列公比为 $1:\sqrt{2}$ ($\approx 1:1.4$) 的数系中选择:0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2 mm。在同一种图样中,同类图线的宽度应一致。



2) 图线的应用

机械图样中粗、细线的比例关系为 2:1。常用的线型、图线宽度及应用见表 1.4,应用示例如图 1.7 所示。

表 1.4 图线

序号	线 型		名 称	图线宽度	在图上的一般应用
01	实 线		粗实线	d	①可见轮廓线 ②可见过渡线
			细实线	约 $d/2$	①尺寸线及尺寸界线 ②剖面线、重合断面的轮廓线 ③螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 ④引出线、分界线及范围线
			波浪线	约 $d/2$	①断裂处的边界线 ②视图和剖视的分界线
			双折线	约 $d/2$	①断裂处的边界线 ②局部剖视图中视图与剖视的分界线
02			虚线	约 $d/2$	①不可见轮廓线 ②不可见过渡线
04			细点画线	约 $d/2$	①轴线 ②对称线和中心线 ③齿轮的节圆和节线
			粗点画线	d	有特殊要求的表面表示线
05			双点画线	约 $d/2$	①相邻辅助零件的轮廓线 ②极限位置的轮廓线 ③假想投影轮廓线 ④中断线

3) 尺规绘图时图线的画法

①图线与图线平行、相交时的画法。图线与图线平行、相交时的画法见表 1.5。

②基本线型重合,绘制的优先顺序。当有两种或更多种的图线重合时,通常应按图线所表达对象的重要程度,优先选择绘制顺序:可见轮廓线→不可见轮廓线→尺寸线→各种用途的细实线→轴线和对称线(中心线)→假想线。

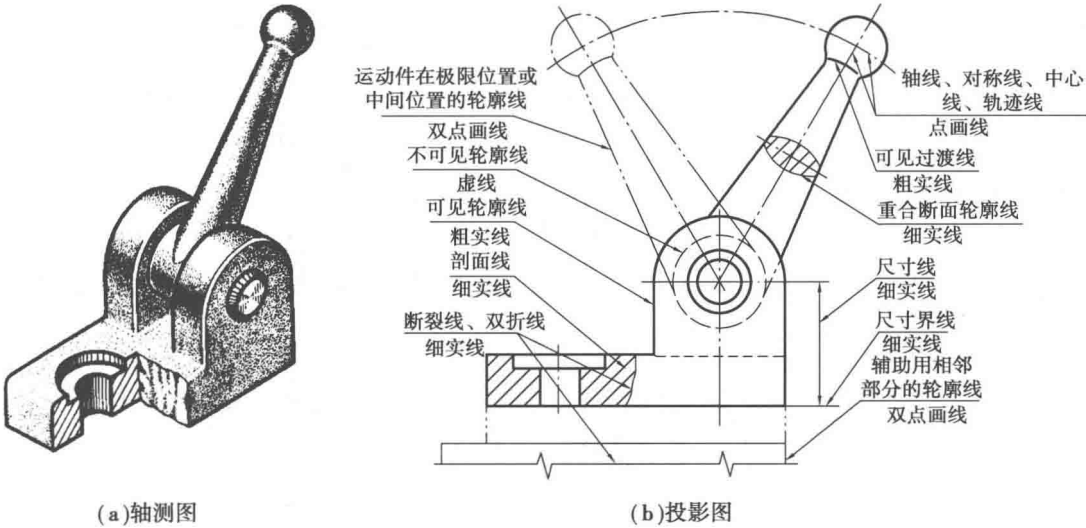


图 1.7 图线的应用举例

表 1.5 图线的画法

要 求	图 例	
	正确画法	错误画法
为保证图样的清晰度,两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7 mm		
点画线、双点画线的首末两端应是画线,而不应是点		
各种线型相交时,都应以画线相交,而不应该是点或间隔		
各种线型应恰当地相交于画线处: ——图线起始于相交处; ——画线形成完全的相交; ——画线形成部分的相交		

续表

要 求	图 例	
	正确画法	错误画法
虚线直线在粗实线的延长线上相接时,虚线应留出间隔 虚线圆弧与粗实线相切时,虚线圆弧应留出间隔		
画圆的中心线时,圆心应是画的交点,点画线的两端应超出轮廓线 2~5 mm 当圆的图形较小时,允许用细实线代替点画线		

(5) 尺寸注法(GB 4458.4—1984 和 GB/T 16675.2—1996)

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,将给生产带来困难,甚至生产出废品而造成经济损失。

1) 标注尺寸的基本规则

①机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。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。

②在机械图样(包括技术要求和其他说明)中的直线尺寸,规定以毫米为单位,不需标注计量单位的代号或名称。如采取其他单位,如英寸、米等,则必须标明相应的计量单位的代号或名称。

③机件的每一个尺寸,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在保证不致引起误解和不会产生理解多意的前提下,可简化标注,力求制图简便。标注尺寸时,应尽可能地使用符号和缩写词。常用的符号和缩写词见表 1.6。

表 1.6 常用的符号和缩写词

名 称	符号和缩写词	名 称	称号和缩写词
直径	ϕ	45°倒角	C
半径	R	深度	T
球直径	S ϕ	沉孔或锪平	□
球半径	SR	埋头孔	V
厚度	t	均布	EQS
正方形	□	—	—

2) 尺寸的组成

一个完整的尺寸一般由尺寸数字、尺寸线、尺寸界线及表示尺寸终端的箭头或斜线4部分组成,通常称为尺寸的4个基本要素,如图1.8所示。

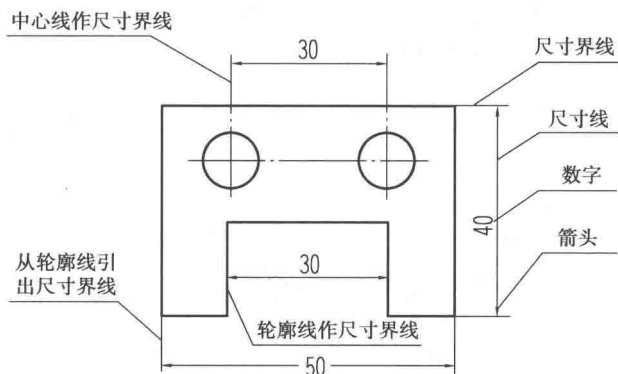


图1.8 尺寸的标注示例

①尺寸数字。用以表示所标注机件尺寸的实际大小。线性尺寸的尺寸数字,一般标注在尺寸线的上方,也允许填写在尺寸线中断处,同一张图样上写法应一致,如图1.9(a)、(b)所示。

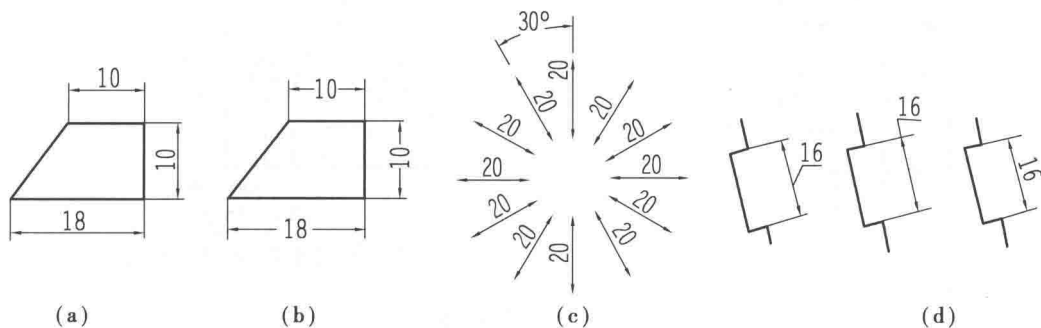


图1.9 线性尺寸注写

线性尺寸的数字方向,一般应按图1.9(c)所示的方向注写,即水平方向字头朝上,竖直方向字头朝左,倾斜方向字头保持朝上的趋势,并尽量避免在图示 30° 范围内标注尺寸。当无法避免时,可按图1.9(d)所示的形式标注。

对非水平方向的尺寸,其数字可水平注写在尺寸线的中断处,如图1.10所示。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1.11所示。

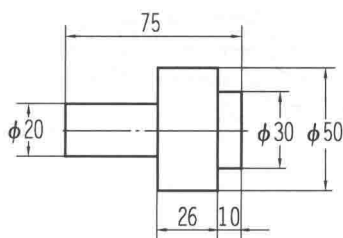


图1.10 非水平方向尺寸的注写

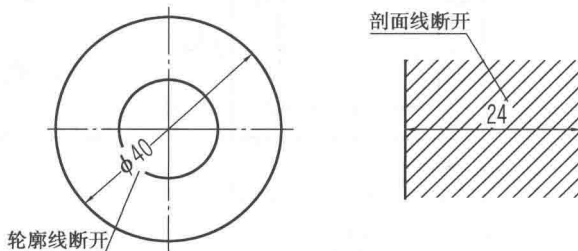
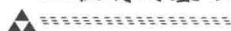


图1.11 尺寸数字不可被任何图线所通过



标注角度的数字尺寸,一律水平填写,角度的尺寸界线必须沿径向引出。角度的数字应在尺寸线中断处,必要时允许写在外面或引出标注,如图 1.12 所示。

②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,两端箭头应指向尺寸界线,如图 1.13 所示。

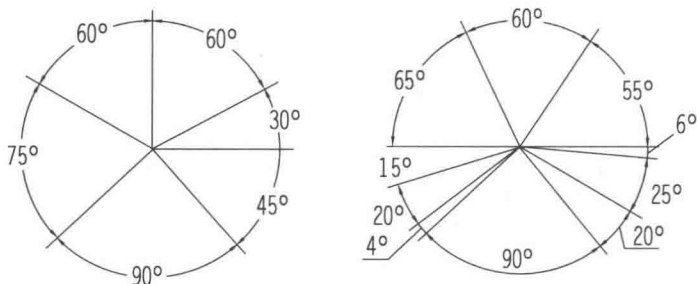


图 1.12 角度尺寸的注写

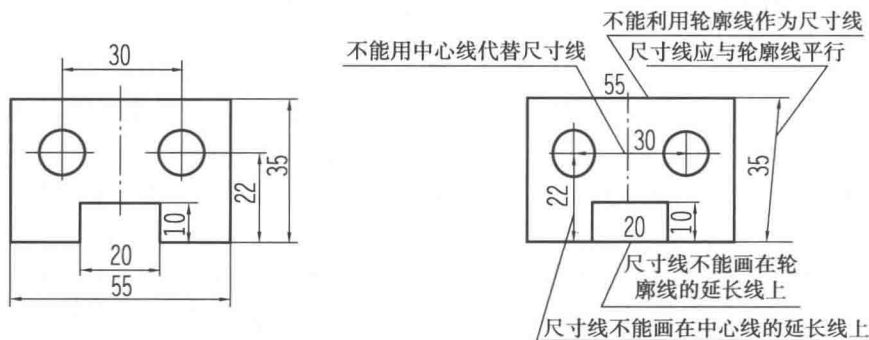


图 1.13 尺寸线的画法

③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,并自图形轮廓线、轴线或中心线引出,也可利用轮廓线或中心线作尺寸界线,如图 1.14(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 1.14(b)所示。

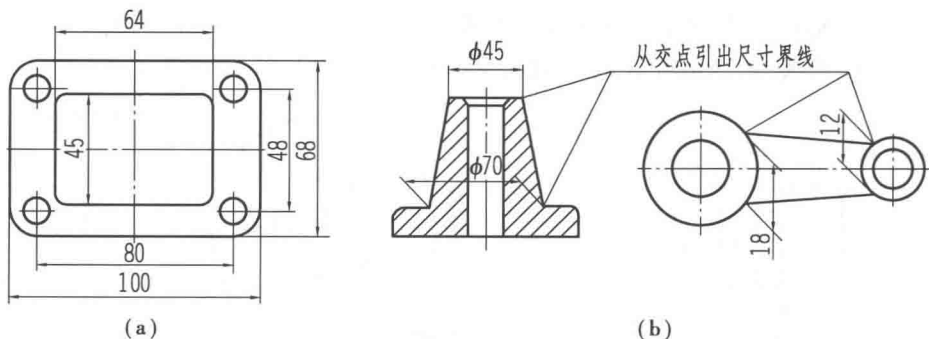


图 1.14 尺寸界线的画法