

机械识图是预选士官学员必须掌握的一门技术。此前,机械识图课程教学一直沿用 2007 年总装备部通用装备保障部组织编写的《机械制图》教材(含许多旧标准),由于教学层次与职业技术学员不同,在教学实施过程中,遇到了一些困难,又由于近年来国家标准更新较多,所以迫切需要修订编写新的适用于预选士官学员的机械识图课程教材。

本书以 2017 年 12 月学校制定的预选士官学员“机械识图实训”课程教学计划为依据,以相当于中专(或高中)毕业文化程度为起点,根据教学对象基础知识水平相对较低的实际特点编写,力求使教材通俗易懂,大部分投影图附加立体图,并在每章末编有小结,以便于学员自学和复习。本书采用国家颁布的与本课程有关的各种最新标准,考虑到学员在学习和今后工作的需要,编者特在附录中编有部分常用新标准,供学员们查阅。本书适用于教学时数为 20~60 小时的军械维修保障预选士官学员各专业机械识图课程教学,亦可作为其他军械技术人员的学习参考书。

本书将读图、绘图贯彻始终,突出读图能力的训练,以培养学员的读图、绘图能力,实践能力和创新精神。

本书引用了现行最新国家标准,借鉴了最新出版的有关专著,吸收了近年来机械识图与制图课程建设、教学改革和教材建设的成功经验。

本书由刘治宏主编,参加编写的有孔凡宝、李巍、田铖、潘磊、杨国丽、江北大、王宁。

由于编者水平有限,且时间仓促,书中难免会有不足和错误,恳请批评指正。

编者
2021 年 3 月

绪论	1
第 1 章 制图的基本知识	2
1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的基本规定	2
1.2 绘图工具及其使用	15
1.3 几何作图	16
第 2 章 投影作图基础	25
2.1 投影法和三视图	25
2.2 基本几何体的视图	31
2.3 回转体的截交线	42
2.4 回转体的相贯线	50
2.5 组合体的三视图画法	58
2.6 组合体的尺寸注法	63
2.7 轴测投影图	68
2.8 看组合体视图	77
第 3 章 机件形状的表达方法	88
3.1 视图	88
3.2 剖视图	92
3.3 断面	102
3.4 其他表达方法	105
3.5 各种表达方法的综合识读	110
第 4 章 常用件的特殊表示法	113
4.1 螺纹	114
4.2 螺纹紧固件	124
4.3 键和销	131
4.4 齿轮	135
4.5 弹簧	142
4.6 滚动轴承	146

第 5 章 零件图	150
5.1 零件图的作用和内容	150
5.2 零件图的视图选择	151
5.3 零件上常见结构的画法	154
5.4 零件图的尺寸标注	157
5.5 零件图上的技术要求	164
5.6 零件的测绘	180
5.7 识读零件图	186
第 6 章 装配图	196
6.1 装配图概述	196
6.2 装配体测绘及画装配图	205
6.3 读装配图	211
6.4 拆画零件图	221
附录	225
附录 A 普通螺纹基本尺寸	225
附录 B 常用螺纹紧固件	226
附录 C 键连接	229
附录 D 销连接	231
附录 E 轴承	232
附录 F 极限与配合	235
参考文献	246

绪 论

1. “机械识图”课程的作用

国家现代化建设离不开机械制造业的发展,武器装备现代化更是军队现代化的重要标志之一。在机械制造业(包括武器装备制造)中,从机械或武器的设计、制造、装配、检测到使用、维修,以及国内外的技术交流等,都要用到机械图样。因此,人们通常把工程图样(包括机械图样)称为工程界的“技术语言”。“机械识图”就是研究机械图样图示原理、绘图方法、看图方法以及有关标准和规则的一门课程。各类各级相关工程技术人员(包括军械技术人员)必须通过学习“机械识图”课程来掌握这种技术语言。

2. “机械识图”课程的学习目的和要求

“机械识图”课程是一门重要的技术基础课,旨在训练并培养学员阅读和绘制机械图样的能力和形象思维能力,以为后续专业课程的学习、训练以及毕业后的装备保障工作打好基础。通过对“机械识图”课程的学习,学生应达到以下要求。

- (1) 掌握正投影法的基本原理和作图方法。
- (2) 能够看懂一般零件图和较简单的装配图。
- (3) 了解并执行与本课程有关的各种国家标准及其他有关规定。
- (4) 具有一定的形象思维能力(空间想象能力、空间构思能力和空间分析能力)。
- (5) 树立严肃认真的工作态度,养成耐心细致的工作作风。
- (6) 培养创新精神和实践能力,以及规范化理念和标准化意识。

3. “机械识图”课程的学习方法

本课程是一门既有理论又重实践的课程,学生在学习时应采用理论联系实际的学习方法,并注意下列几点。

- (1) 对正投影的基本理论,特别是物体和视图之间的联系,要透彻理解、牢固掌握。
- (2) 对布置的各种作业,要认真地、创造性地按时独立完成。在完成作业的过程中,必须运用正投影法的原理,正确使用绘图工具,采取规范、正确的作图步骤和作图方法,严格遵守国家标准的有关规定,耐心细致,一丝不苟。
- (3) 在学习过程中,要特别注意将画图和看图相结合、将实物和图样相结合,通过反复训练“看物画图、由图想物”,以及多画、多看、多想,逐步提高形象思维能力(空间想象能力、空间构思能力和空间分析能力)。

第 1 章 制图的基本知识

本章着重介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》中的图纸幅面和格式、比例、字体、图线、尺寸注法,常用绘图工具的使用方法,几何作图的基本方法,平面图形的分析和抄画等制图基本知识。

1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的基本规定

机械图样是现代生产中的重要技术文件。为了便于管理和交流,国家市场监督管理总局发布了国家标准《技术制图》和《机械制图》,对图样的内容、格式和表达方法等做了统一规定。《技术制图》是一项基础技术标准,在内容上具有同一性和通用性,涵盖机械、电气、建筑、航空、冶金、化工、交通运输等各技术行业;《机械制图》是机械行业制图标准,是图样绘制与使用的“准绳”,工程技术人员必须严格遵守《机械制图》有关规定。

“GB/T”为推荐性国家标准的代号(推荐性国家标准一般来说是必须执行的标准),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。在“GB/T 17451—2008”(《技术制图 图样画法 视图》)中,“17451”表示该标准的编号,“2008”表示该标准发布的年号。

一、图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)

(一) 图纸幅面的尺寸和代号

绘制图样时,优先采用的图纸幅面有五种:A0、A1、A2、A3、A4。各种图纸幅面的短边和长边分别用 B 和 L 表示。图纸幅面的代号和相应的尺寸如表 1-1 所示。

表 1-1 图纸幅面的代号和相应的尺寸 (mm)

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				
c	10			5	
e	20		10		

(二) 图框格式

每张图纸均应按表 1-1 中的尺寸用粗实线画出图框线。有装订边图纸的图框格式如图 1-1(a)、(b)所示,周边有 a (装订边)和 c 两种,一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。无装订边图纸的图框格式如图 1-1(c)、(d)所示,周边只有 e 一种。

(三) 标题栏(GB/T 10609.1—2008)

每张图样应有标题栏,使用单位通常事先印制在图纸上。标题栏一般由更改区、签字区、其

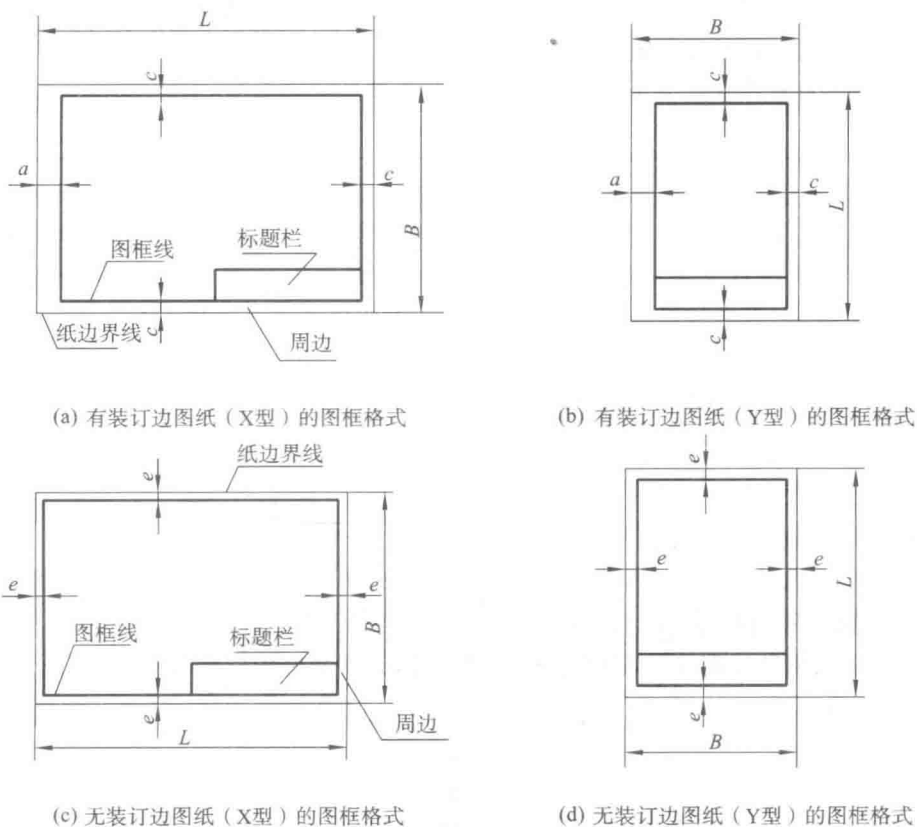


图 1-1 图纸的图框格式

他区、名称及代号区组成。为学员练习时方便,我们建议在做各种绘图作业时,按图 1-2 所示的格式和线型绘制作业用标题栏,填写零件或作业名称、比例、重量、材料及制图人姓名、区队、班等。

标题栏的位置一般按图 1-2 所示的方式配置在图框的右下角。标题栏中文字的书写方向要与看图的方向一致。

标题栏的外框用粗实线绘制,内格用细实线绘制。

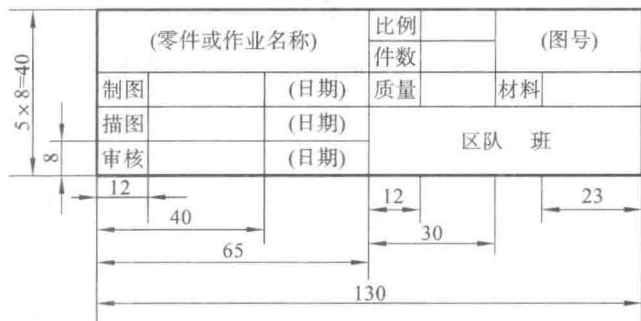


图 1-2 标题栏的格式和尺寸

二、比例(GB/T 14690—1993)

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

画图时,根据机件的大小和结构的复杂程度,有时把图形画得和实物一样大,有时根据需要进行放大或缩小,以达到图样清晰和合理利用图纸的目的。

绘制图样时,只允许选用表 1-2 中规定的比例,常用的比例为 1:1。

表 1-2 绘图比例

种类	比例					
原值比例	1:1					
放大比例	2:1	5:1	$1 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$5 \times 10^n : 1$	
	(2.5:1)	(4:1)	($2.5 \times 10^n : 1$)	($4 \times 10^n : 1$)		
缩小比例	1:2	1:5	1:10	$1:1 \times 10^n$	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$
	(1:1.5)	($1:1.5 \times 10^n$)	(1:2.5)	(1:3)	(1:4)	(1:6)
	($1:2.5 \times 10^n$)	($1:3 \times 10^n$)	($1:4 \times 10^n$)	($1:6 \times 10^n$)		

注: n 为正整数,优先选用不带括号的比例。

绘图中使用比例时应注意以下两点。

(1) 绘制同一机件的各个视图一般采用相同的比例,并在标题栏的比例一栏中填写,如 1:1。当某个视图采用不同的比例时,必须在该图上方另行标注,如图 1-3 所示。

(2) 无论采用何种比例绘图,图形上标注的尺寸,必须是机件的实际尺寸,与图形的大小无关,如图 1-4 所示。

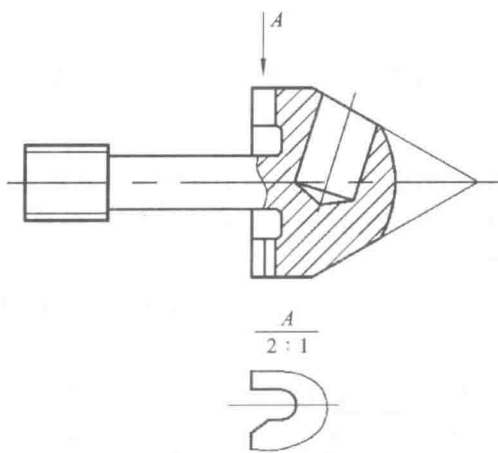


图 1-3 当某个视图采用不同的比例时,必须在该图上方另行标注

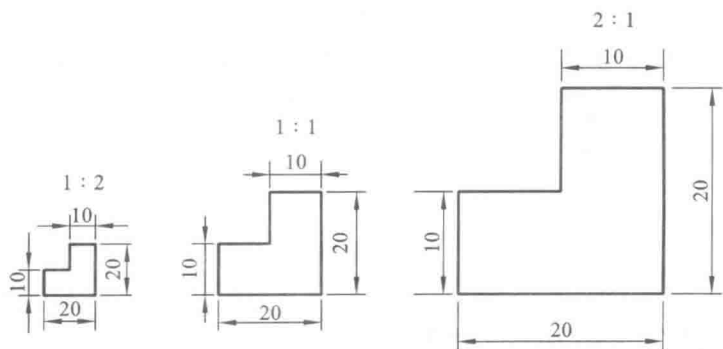


图 1-4 用不同比例画出的同一机件的尺寸标注

三、字体(GB/T 14691—1993)

图样上除了要表达物体形状的图形外,还要用数字和文字,以说明物体的大小、技术要求和
其他内容。

为了减少差错,保证生产的顺利进行,《技术制图 字体》(GB/T 14691—1993)规定,图样
中书写字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的高度(用 h 表示)代表字体的号数。字体高度的工程尺寸系列为20 mm,14 mm,
10 mm,7 mm,5 mm,3.5 mm,2.5 mm,1.8 mm八种。汉字只采用前六种,且宽度一般为高度
的 $1/\sqrt{2}$ 。

汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布推行的简化字。汉字示例如图1-5所示。

10号字

字体工整 笔画清楚
间隔均匀 排列整齐

7号字

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

5号字

技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑

3.5号字

螺纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸坝棉麻化纤

图 1-5 汉字示例

拉丁字母、阿拉伯数字、罗马数字有直体与斜体之分,常用的是斜体,斜体字的字头向右倾
斜,与水平线约成 75° 角,如图1-6所示。

用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母,一般采用小一号字体。各种字体的组合
示例如图1-7所示。

字母和数字分A型和B型。A型字体的笔画宽度(d)是字高(h)的 $1/14$ 。建议采用B型
字体,B型字体的笔画宽度(d)是字高(h)的 $1/10$ 。在同一张图样上,字母和数字只能选用一种
字体。

四、图线(GB/T 17450—1998,GB/T 4457.4—2002)

绘图时应采用国家标准规定的图线型式和画法。国家标准《技术制图 图线》(GB/T

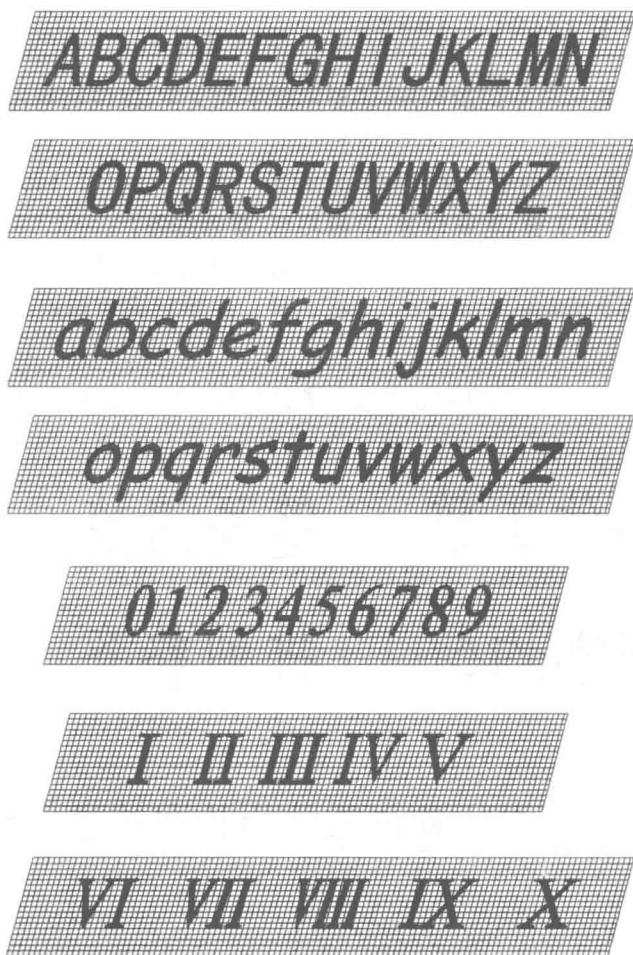


图 1-6 拉丁字母、阿拉伯数字、罗马数字示例

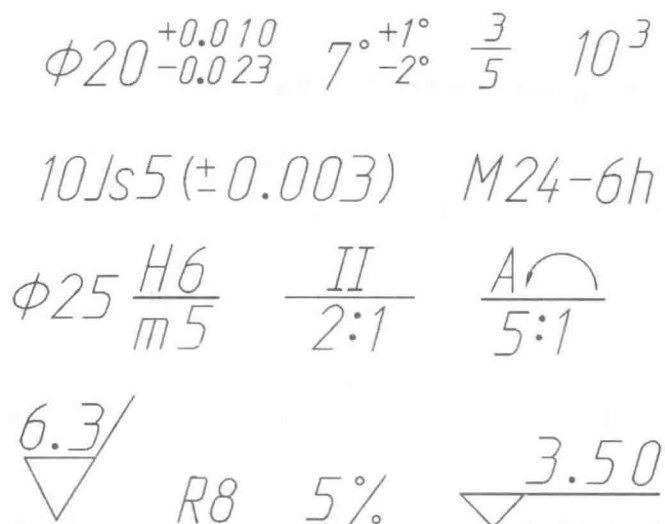


图 1-7 各种字体的组合示例










17450—1998)规定了15种基本线型。根据基本线型及其变形,机械图样中规定了9种图线,如表1-3所示。

在机械图样上采用粗、细两种线宽,它们之间的比例为2:1。所有线型的宽度 d 按图样的类型和尺寸大小应在0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2(单位:mm)数系中选择。在同一图样中,同类图线的宽度应一致。虚线、点画线和双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。

(一) 图线型式及应用

各种图线的名称、型式、代号及在图上的主要用途如表1-3和图1-8所示。

表 1-3 图线型式及其一般应用(根据 GB/T 4457.4—2002)

线型名称	图线型式	一般应用
粗实线		可见轮廓线、可见棱边线、螺纹牙顶线及齿顶圆(线)
细实线		尺寸线、尺寸界线、剖面线、指引线、过渡线
细虚线		不可见轮廓线、不可见棱边线
粗虚线		允许表面处理的表示线
细点画线		轴线、对称中心线、分度圆(线)、孔系分布的中心线
粗点画线		限定范围表示线
细双点画线		相邻辅助零件的轮廓线、可动零件的极限位置的轮廓线、成形前轮廓线、轨迹线、中断线
波浪线		断裂处边界线、视图与剖视图的分界线
双折线		断裂处边界线、视图与剖视图的分界线

(二) 图线画法

(1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线和双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。国家标准没有规定各线段的长度和间隔,一般可按图1-9所示的尺寸绘制。

(2) 绘制圆的对称中心线时,圆心应为线段的交点;点画线和双点画线的首、末端应是线段,而不是短画;中心线应超出轮廓线2~5 mm,如图1-10所示。

(3) 在较小的图形上绘制细点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替细点画线或双点画线,如图1-11所示。

(4) 几种图线重合时,重合部分只需画作用比较重要的一种图线,图线选用的先后顺序为:可见轮廓线(粗实线);不可见轮廓线(虚线);对称中心线(细点画线)和辅助用的轮廓线(细双点画线);尺寸界线、剖面线(细实线)。

(5) 虚线与粗实线、虚线与虚线、虚线与细点画线相接处的画法如图1-12所示。从图1-12中可以看出以下几点。

- ①粗实线与虚线相交和虚线与虚线相交时,应为线段相交,不留空隙。
- ②当同一圆弧被分为粗实线和虚线两个部分时,在中心线与虚线之间留出空隙。
- ③同一条直线段被分为粗实线和虚线两个部分时,粗实线和虚线交接处留出空隙。
- ④圆弧与直线相切,且都用虚线表示时,虚线圆弧画到切点处留出空隙,再画直线部分。

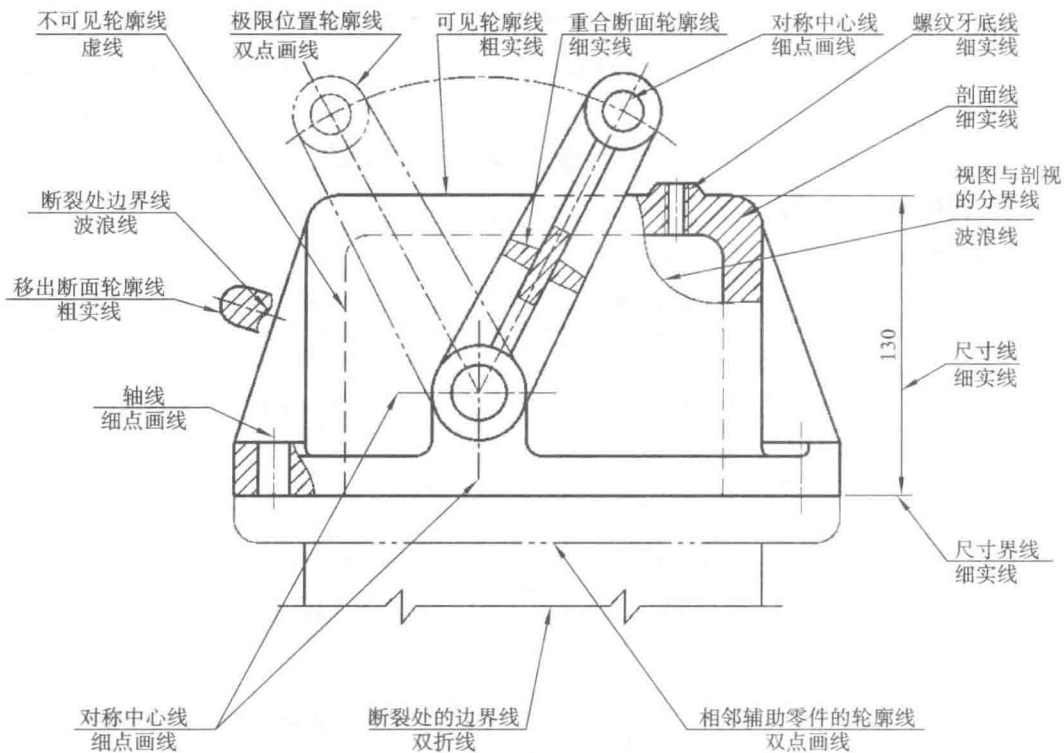


图 1-8 图线应用示例

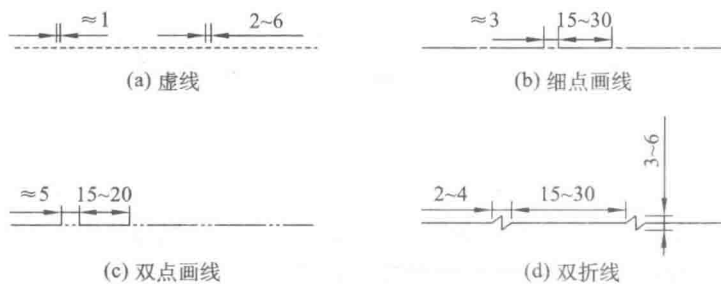


图 1-9 各种线段的长短和间隔

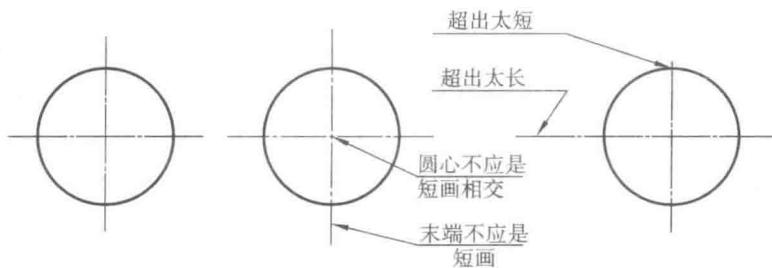


图 1-10 圆的对称中心线的画法



图 1-11 用细实线代替细点画线和双点画线

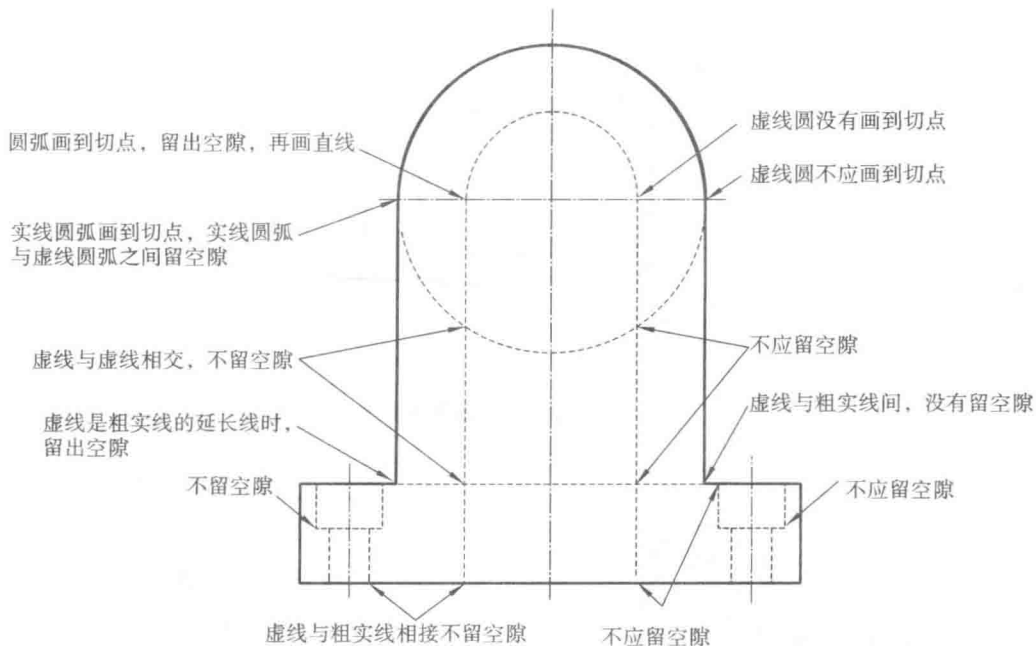


图 1-12 几种线型相接处的画法

五、尺寸注法(GB/T 4458.4—2003, GB/T 16675.2—2012)

图形只能表达机件的形状,机件的大小必须通过标注尺寸才能确定。可见,标注尺寸是一项极为重要的工作,必须严肃认真、一丝不苟、严格遵守《机械制图 尺寸注法》(GB/T 4458.4—2003)、《技术制图 简化表示法 第2部分:尺寸注法》(GB/T 16675.2—2012)中的有关规定,做到正确、齐全、清晰和合理。

(一) 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,与图形的大小和绘图的准确度无关。

(2) 图样中(技术要求和说明)的尺寸以毫米为单位时,不需要标注单位符号(或名称),如果采用其他单位,则应注明相应的单位符号(或名称)。

(3) 图样中所注的尺寸为该图样所表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。

(二) 基本要素

一个完整的尺寸一般应包含尺寸界线、尺寸线、尺寸数字等内容,如图 1-13 所示。

1. 尺寸界线

尺寸界线表示所标注尺寸的起止,用细实线绘制,并由图形轮廓线、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,如图 1-13 中的“45”、图 1-14 中的“ $\phi 50$ ”。

尺寸界线一般应与尺寸线垂直,并超过尺寸线终端 2~4 mm,必要时才允许倾斜,如图 1-15 所示;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 1-15 所示。

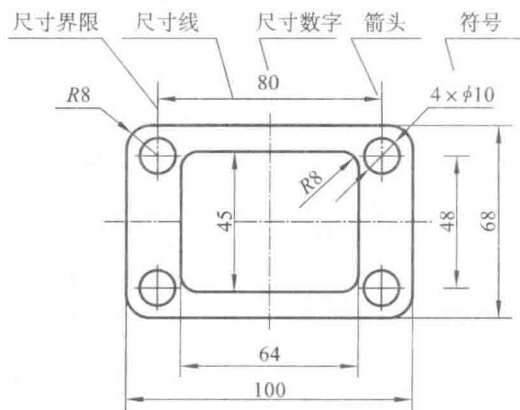


图 1-13 标注尺寸的基本要素

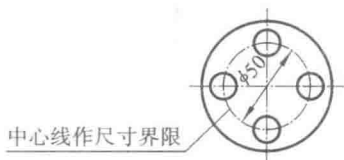


图 1-14 用中心线作尺寸界线

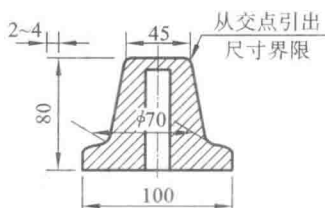


图 1-15 尺寸界线的画法

2. 尺寸线

尺寸线必须用细实线单独绘制,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;尺寸线与轮廓线或尺寸线与尺寸线之间的距离不应小于 5 mm,如图 1-16 所示。

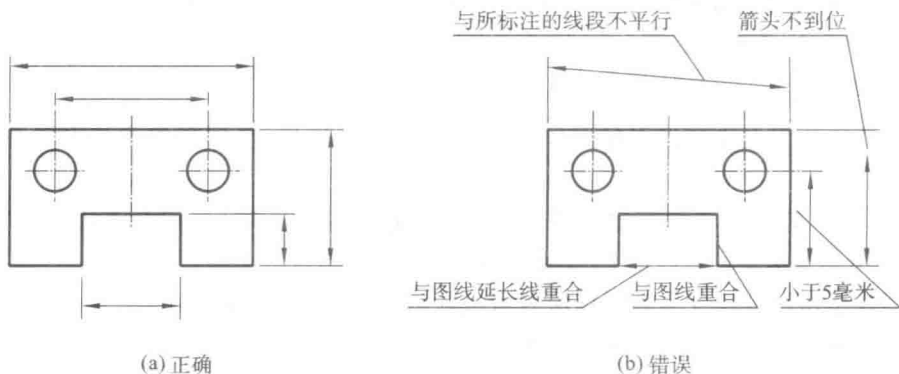


图 1-16 尺寸线的画法

尺寸线终端可以有两种形式:箭头和斜线。

箭头的形式如图 1-17(a)所示,适用于各种类型的图样。斜线用细实线绘制,斜线的方向和

画法如图 1-17(b)所示。终端采用斜线形式时,尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。通常机械图样的尺寸线终端画箭头,土建图的尺寸线终端画斜线。

根据《技术制图 简化表示法 第2部分:尺寸注法》(GB/T 16675.2—2012),也可以简化为单边箭头。



图 1-17 尺寸线终端

3. 尺寸数字

尺寸数字是表示尺寸大小的数值,一般注写在尺寸线的上方(水平尺寸线)、左边(垂直尺寸线),也可注在尺寸线的中断处,如图 1-13、图 1-18 所示。线性尺寸数字字头的方向,一般按图 1-19(a)所示的方法注写,即尺寸线水平时,尺寸数字字头朝上;尺寸线竖直时,尺寸数字字头朝左;尺寸线倾斜时,尺寸数字字头仍保持朝上趋势。尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸,当无法避免时,用细实线引出标注为好,如图 1-19(b)所示。

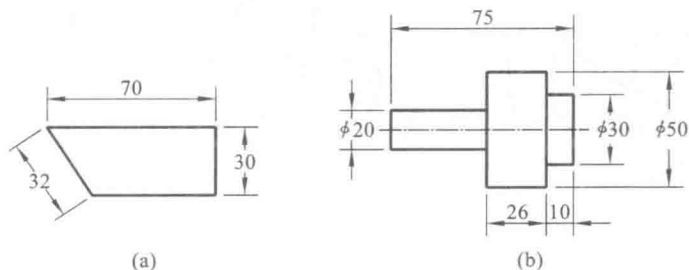


图 1-18 线性尺寸的第一种注法

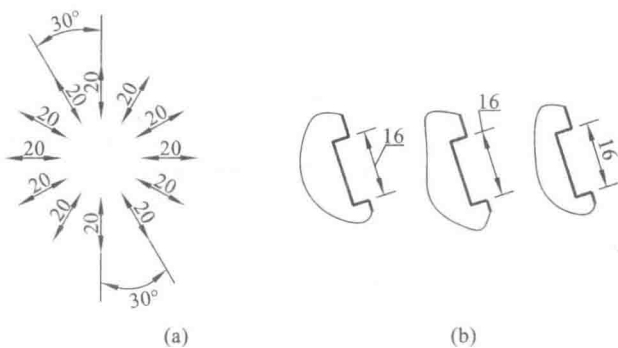


图 1-19 线性尺寸的第二种注法

对于非水平方向的尺寸,数字也可按图 1-18 所示的方法,水平地注写在尺寸线的中断处。但在同一张图样中,应尽可能采用一种注法。

尺寸数字不可被任何图线通过,当无法避免时可将该图线断开,如图 1-20 所示。

4. 常用尺寸注法

常用尺寸注法如表 1-4 所示。

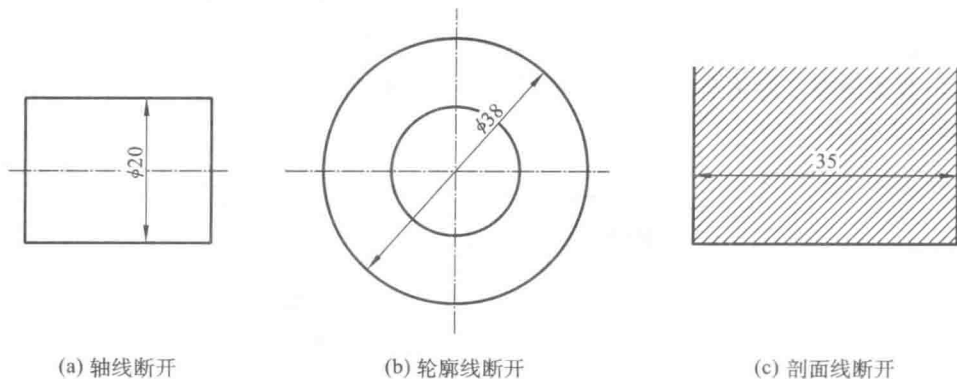


图 1-20 尺寸数字不可被图线穿过

表 1-4 常用尺寸注法

项目	图例	说明
圆的直径		<p>(1) 整圆或大于半圆的弧标注直径,在尺寸数字前加注符号“φ”。</p> <p>(2) 在圆形图面上注圆的直径尺寸,尺寸线应通过圆心,终端应画成箭头</p>
圆弧的半径		<p>(1) 半圆及小于半圆的弧标注半径,在尺寸数字前加注符号“R”。</p> <p>(2) 半径尺寸必须注在画圆弧的图上,尺寸线要通过圆心,指到圆弧的尺寸线终端必须画成箭头,如图(a)所示。</p> <p>(3) 圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标出其圆心位置时的注法如图(b)所示</p>

项目	图例	说明
球面的直径或半径		<p>(1) 整球及大于 $1/2$ 的球, 标直径; 等于或小于 $1/2$ 的球, 标半径; 并在符号“ϕ”或“R”前加注符号“S”, 如图(a)、(b)所示。</p> <p>(2) 对于铆钉的头部、轴及手柄的端部, 允许省略“S”, 如图(c)、(d)所示</p>
角度		<p>(1) 标注角度尺寸时, 尺寸界线应沿径向引出, 尺寸线应画成圆弧, 尺寸线的圆心为该角的顶点, 如图(a)所示。</p> <p>(2) 角度的数字一律写成水平方向, 且注写在尺寸线的中断处。</p> <p>必要时也可图(b)所示的方式标注</p>
小尺寸		<p>(1) 当没有足够的位置画箭头或写数字时, 可有一个布置在外面, 如图(a)所示。</p> <p>(2) 位置更小时箭头和数字都可布置在外面, 如图(b)所示。</p> <p>(3) 标注一连串小尺寸时, 可用小圆点或斜线代替箭头, 但两端箭头仍应画出, 如图(c)所示</p>

项目	图例	说明
锥度	<p>(a)</p> <p>(b) 锥度符号 h=字体高度</p> <p>(c)</p>	<p>(1) 锥度是指正圆锥底圆直径 D 与锥长 L 之比;对于圆锥台,锥度等于两底圆直径之差与长度 L' 之比,即锥度 $= D/L = (D - d)/L' = 1:n$。</p> <p>(2) 锥度的标注方法如图(c)所示,锥度符号的尖端应与锥度方向一致</p>
斜度	<p>(a)</p> <p>(b) 斜度符号</p> <p>(c)</p>	<p>(1) 斜度是指一直线对另一直线或一平面对另一平面的倾斜程度。斜度的大小以该两直线(或平面)间夹角的正切来表示,即斜度 $= \tan \alpha = BC/AB = 1:n$。</p> <p>(2) 斜度的标注方法如图(c)所示,斜度符号的方向应与斜度的方向一致</p>