



高等院校“十二五”精品课程建设成果



机械制图

JIXIE ZHITU

■ 主编 胡春亮 王维昌



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高等院校“十二五”精品课程建设成果

机 械 制 图

主 编 胡春亮 王维昌

副主编 王翠芳 刘诗文 曾文瑜

参 编 李 斌 尹智龙 赵珍珍

主 审 彭晓兰

 **北京理工大学出版社**

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/胡春亮,王维昌主编. —北京:北京理工大学出版社,2011.8
ISBN 978-7-5640-5022-1

I. ①机… II. ①胡…②王… III. ①机械制图-高等学校-教材
IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 168167 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京高岭印刷有限公司

开 本 / 710 毫米×1000 毫米 1/16

印 张 / 18.25

字 数 / 339 千字

版 次 / 2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

责任编辑 / 张慧峰

印 数 / 1~2000 册

责任校对 / 陈玉梅

定 价 / 42.00 元

责任印制 / 吴皓云

前 言

本书是根据新形势下高校教学的实际情况,结合新时期高校机械制图课程教学大纲的基本要求编写的。在编写时采用最新颁布的技术制图和机械制图国家标准,并简化了画法几何内容,加强了零件图、装配图的画图和读图能力。力求体现以应用为目的,以必需、够用为度,以讲清概念、强化应用为重点。内容简明易懂,突出技能的培养。

本书主要包括制图的基本知识、投影基础、体的投影、立体表面的交线、组合体视图、轴测图、机件图样的画法、标准件与常用件、零件图装配图及计算机辅助绘图等内容。与教材配套的《机械制图习题集》同时出版。本书可作为应用型、技能型人才培养的各类学校机械类、近机械类专业机械制图课程的教材,也可供有关工程技术人员参考。

本教材由胡春亮、王维昌任主编,王翠芳、刘诗文、曾文瑜任副主编,参加编写的人员有李斌、尹智龙、赵珍珍。全书由彭晓兰教授审稿。

由于编者水平有限和时间仓促,书中难免有缺点甚至错误,敬请使用本书的同仁和广大读者批评指正。

编 者

目 录

绪论	1
项目 1 认识和绘制机械图样	3
任务一 理解国家标准《机械制图》的基本规定	3
任务二 掌握绘图工具和仪器的使用	13
任务三 掌握几何作图	16
任务四 掌握平面图形的尺寸注法及线段分析	20
任务五 掌握画图的方法和步骤	24
项目 2 绘制简单体的三视图	27
任务一 掌握投影法的基本概念及作用	27
任务二 掌握三视图的画法及其对应关系	29
任务三 掌握点的投影及作用	33
任务四 掌握直线的投影及作用	40
任务五 掌握平面的投影及作用	47
项目 3 绘制基本立体的视图	53
任务一 掌握平面立体及其表面上点的投影	53
任务二 掌握曲面立体及其表面上点的投影	58
任务三 掌握基本立体的尺寸标注	65
项目 4 立体表面的交线	68
任务一 掌握平面与立体相交线的画法	69
任务二 两曲面立体相交的表达	81
项目 5 组合体视图的画和读	87
任务一 组合体的形体分析	87
任务二 画组合体视图	91
任务三 组合体的尺寸标注	94
任务四 组合体的线面分析	100
任务五 读组合体视图	104
项目 6 画轴测投影图	111
任务一 理解轴测图的形成、分类及特性	111
任务二 掌握正等轴测图的画法	113
任务三 了解斜二等轴测图的画法	120

项目 7 机件的表达方法	123
任务一 掌握常用的视图表达方法	123
任务二 掌握剖视图的正确表达	129
任务三 掌握断面图的正确表达	142
任务四 了解常见的其他表达方法	145
项目 8 零件图	152
任务一 掌握零件图的表达方法和尺寸标注	152
任务二 掌握零件图上的技术要求和注写	162
任务三 了解零件图上常见的工艺结构	185
任务四 零件的测绘	189
任务五 零件图的识读方法	195
项目 9 标准件与常用件的表达	199
任务一 掌握螺纹与螺纹紧固件表达方法	200
任务二 掌握齿轮的表达方法	214
任务三 掌握键与销连接的表达方法	220
任务四 掌握滚动轴承的表达方法	225
任务五 掌握弹簧的表达方法	228
项目 10 装配图	232
任务一 掌握装配图的表达方法	232
任务二 掌握装配图的尺寸标注、技术要求的表达	239
任务三 由零件图画装配图	244
任务四 读装配图及拆画零件图	248
项目 11 计算机辅助绘图	258
任务一 AutoCAD 2008 使用初步	258
任务二 绘制二维图形	260
任务三 编辑二维图形	262
任务四 精确绘图	264
任务五 图形注释和标注	266
附录	271

绪 论

一、本课程的性质

机械图样是表达机件形状、大小和技术要求的文件。在现代化工业生产中,机械设计人员将其设计的机器用图样表达出来;机械制造人员根据图样来进行生产,制造出机器;使用和维修人员通过图样来了解机器的性能,进行操作和维修保养。所以,图样是工程技术人员交流技术思想的工具,是工程界的语言,工程技术人员都应该熟练掌握这种交流的工具。

《机械制图》就是研究机械图样绘制和识读的一门课程,是从事机械工作的人员必须掌握的基础知识和基本技能。

二、本课程的主要任务

1. 理解并能运用正投影的基本理论和绘图方法。
2. 培养空间想象能力和思维能力。
3. 掌握《机械制图》国家标准的有关规定。
4. 了解计算机绘制工程图样的基本知识。
5. 能够正确使用常用绘图工具,掌握徒手绘制工程图样的技能。
6. 培养学生耐心细致的工作作风和认真严谨的工作态度。

三、本课程的学习方法

1. 培养直觉空间想象能力和能熟练掌握并运用形体分析法

直觉空间想象能力主要是指人们对客观事物的空间形式(物体的立体形态)进行观察、分析和抽象的思维能力,是大脑通过观察、分析,并与日常经验和社会实践相结合,可以从一张平面图形想象出物体空间直观图(包括形状、位置)的能力。这种能力是我们学习机械制图最重要的能力,必须掌握。

培养直觉空间想象能力,要从以下几个方面入手:

首先要弄懂正投影的基本性质,并能分析直线和平面在不同情况下投影的特点。

其次,要掌握三视图的“三等关系”,从日常经验出发,熟练掌握简单体的三视图的含意。

第三要非常熟悉基本体在各种位置三视图的画法和识读,并对其表面和重要线段的基本性质进行分析。

第四要掌握形体分析法,懂得任何复杂的零件都是由简单的基本体通过各种方式组合而成。通过对基本形体的分析,从而想象出物体的形状、大小、位置。

形体分析法是我们观察、分析、想象物体最重要的方法,也是我们画图、读图不可或缺的基本方法,通过这种方法,使我们在解决问题时能化难为易、化繁为简,同学们必须掌握。

2. 培养逻辑思维能力和掌握线面分析法

逻辑思维能力是指从已知的条件出发,采用科学的逻辑方法,对事物内在关系进行观察、比较、分析、综合、抽象、概括、判断,从而推理出新的结果,并能准确而有条理地表达自己思维过程的能力。它与形象思维能力不同。

点、线、面、物体在三个投影面中的投影存在逻辑关系,即知道两个面的投影,必可通过逻辑关系推导出第三个面的投影。因此,我们可以通过关键点来精确分析线和面,特别是物体上很复杂的垂直面、一般位置平面的投影,从而把物体画出来或想象出来。这就是线面分析法的核心。要熟练掌握线面分析法就必须掌握点、线、面和基本形体的投影规律,深刻领会如何用“三等关系”建立三视图之间点、线、面的逻辑关系。

形体分析法和线面分析法是学习机械制图最重要的两种基本方法。如果能将两者结合使用,就能快速提高我们画图和识图的能力,所以每个学生必须认真学习,深刻领会,熟练运用。

3. 加强实践

工程制图是一门实践性很强的课程,在学习过程中,我们不仅要多看模型和零件,也可以从身边的桌椅板凳,锅碗瓢盆,笔墨纸砚等日常用品入手,思考它们的三视图。只有通过大量的实践,才能不断提高看图和画图的能力。

4. 认真完成作业

本课程的很多知识和技能要通过一系列作业和训练来提高。在做作业时,由于要把平面图形想象空间图形,不少初学者有一定困难。因此,除上课认真听外,每次作业前,要弄清教材上的知识点和例题,实训前要仔细阅读指导书,这样才能使作业又快又好地完成,提高学习兴趣和效率。

项目 1 认识和绘制机械图样

学习目标

1. 掌握国家标准《机械制图》中的基本规定。
2. 正确使用常用绘图工具和仪器。
3. 掌握几何作图的方法。
4. 掌握平面图形的分析与作图方法。
5. 具有徒手绘图的基本能力。

任务一 理解国家标准《机械制图》的基本规定

任务目的

通过本任务的学习使学生理解并熟练掌握国家标准《机械制图》的基本规定。

任务引入

在工业企业,为了科学地进行生产和管理,对图样的各个方面都需要有统一的规定,这些规定称为制图标准。国家标准《机械制图》是机械行业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。为了正确绘制和阅读机械图样以便进行技术交流,必须首先熟悉有关标准和规定。

相关知识及任务实施

一、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 所规定的基本幅面,必要时,也允许选用国家标准所规定的加长幅面,其尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出,如图 1-1 所示。

表 1-1 图纸幅面尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B\times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
a	25				
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,但同一产品的图样只能采用一种格式。

留装订边的图纸,其图框格式如图 1-2 所示。不留装订边的图纸,其图框格式如图 1-3 所示。加长幅面的图框尺寸,按比其基本幅面大一号的图框尺寸确定。如 A2×3 的图框尺寸,应按 A1 的图框尺寸确定,即 e 为 20。

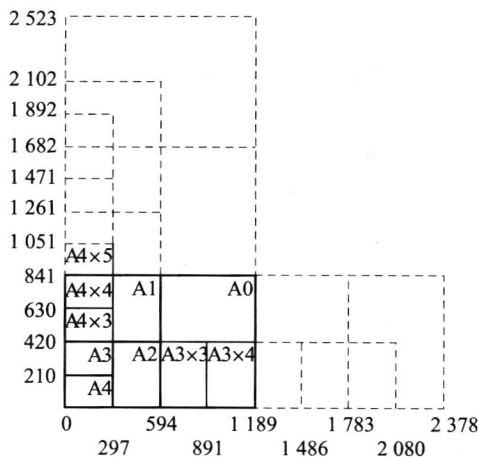


图 1-1 图纸幅面格式

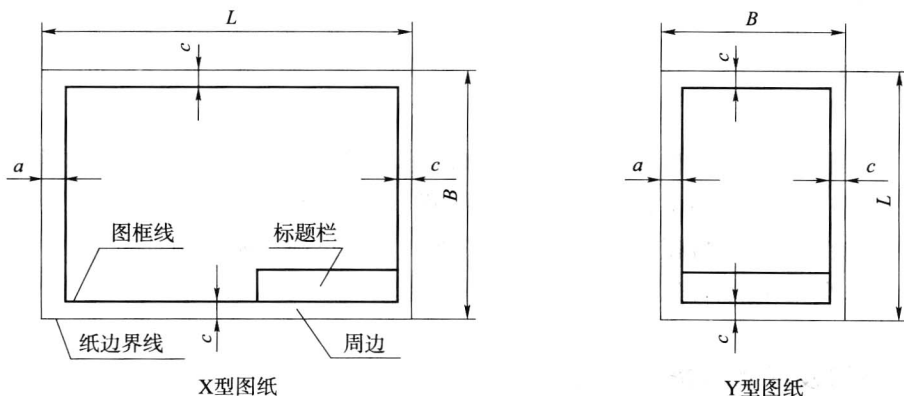


图 1-2 留装订边的图框格式

3. 标题栏

为了使绘制的图样便于管理及查阅,每张图纸上都必须有标题栏。标题栏的位置一般位于图框的右下角,标题栏中的文字方向为看图方向。国家标准(GB/T 10609.1—1989)对标题栏的内容、格式及尺寸做了统一规定,如图 1-4 所示。学校的制图作业中建议采用图 1-5(a)、(b)所示的简化格式。

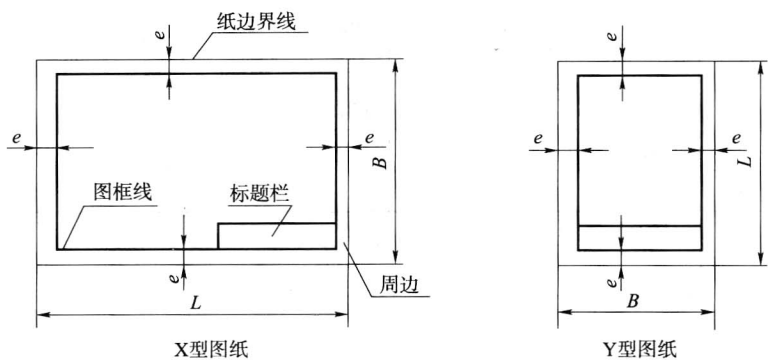


图 1-3 不留装订边的图框格式

180															
10		10		16		16		12		16					
								(材料标记)			(单位名称)				
								4×6.5(=26)			12	12			
标记		处数	分区	更改文件号		签名	年月日								
设计		(签名)	(年月日)	标准化		(签名)	(年月日)	阶段标记		重量	比例	10	(图样名称)		
审核								6.5				9	(图样代号)		
工艺				批准				共		张	第	张	(9)		
7		12		12		16		12		12		16		50	

图 1-4 标准规定的标题栏格式

				15	25	15	
				材料		比例	
				数量		图号	
				(单位名称)			
				制图			
				审核			
				15	25	20	
				140			
				(a)			

图 1-5 标题栏简化格式

(b)

(a)零件图用标题栏;(b)装配图用标题栏

二、比例(GB/T 14690—1993)

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。比例分为原值、缩小和放大三种,如表 1-2 所示。

表 1-2 比 例

种 类	比 例	
	第一系列	第二系列
原值比例	1 : 1	
缩小比例	$1:2$ $1:5$ $1:10$ $1:2 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$ $1:1 \times 10^n$	$1:1.5$ $1:2.5$ $1:3$ $1:4$ $1:6$ $1:1.5 \times 10^n$ $1:2.5 \times 10^n$ $1:3 \times 10^n$ $1:4 \times 10^n$ $1:6 \times 10^n$
放大比例	$2:1$ $5:1$ $10:1$ $2 \times 10^n : 1$ $5 \times 10^n : 1$ $1 \times 10^n : 1$	$2.5:1$ $4:1$ $2.5 \times 10^n : 1$ $4 \times 10^n : 1$

注: n 为正整数。

为了从图样上直接反映实物的大小,绘图时应优先采用原值比例。若机件太大或太小,可采用缩小或放大比例绘制。绘图时优先选用第一系列的比例,必要时可选用第二系列的比例。选用比例的原则是有利于图形的清晰表达和图纸幅面的有效利用。

不论放大或缩小,图样上标注的尺寸均为机件的实际大小,而与采用的比例无关。绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,并在标题栏的比例栏中填写。当某个视图需要采用不同比例时,必须另行标注。如图 1-6 所示是采用不同比例所画的图形。

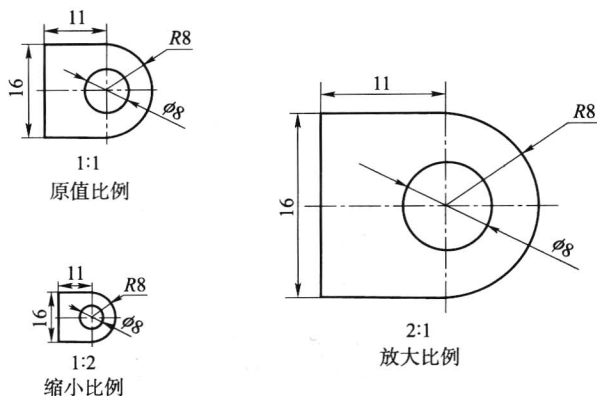


图 1-6 采用不同比例所画的图形

三、字体(GB/T 14691—1993)

图样中除了用图形表达机件的结构形状外,还需要用文字、数字和字母说明机件的名称、大小和技术要求等内容。图样中书写的汉字、数字和字母必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的号数即字体高度 h (单位为 mm), 分为: 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm 八种。如需书写更大的字, 其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。用来表示指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母, 一般应采用小一号的字体。

1. 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体, 并采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度不应小于 3.5mm, 其宽度一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体汉字书写要点是: 横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。

2. 数字和字母

数字和字母分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/14$; B 型字体的笔画宽度为字高的 $1/10$ 。数字和字母可写成斜体或直体, 但在同一图样中只能采用一种书写形式。常用的是斜体, 斜体字字头向右倾斜, 与水平基准线成 75° 。

字体示例:

汉字 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船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

3.5 号字
图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

汉字结构分析
变 $\begin{smallmatrix} \overline{1/2} \\ \underline{1/2} \end{smallmatrix}$ 材 $\begin{smallmatrix} \overline{1/2} \\ \underline{1/2} \end{smallmatrix}$ 章 $\begin{smallmatrix} \overline{1/3} \\ \underline{1/3} \\ \underline{1/3} \end{smallmatrix}$ 锻 $\begin{smallmatrix} \overline{1/3} \\ \underline{2/3} \\ \underline{1/3} \end{smallmatrix}$ 符 $\begin{smallmatrix} \overline{2/3} \\ \underline{1/3} \end{smallmatrix}$ 塑 $\begin{smallmatrix} \overline{2/5} \\ \underline{3/5} \end{smallmatrix}$ 泵 锌 $\begin{smallmatrix} \overline{2/5} \\ \underline{3/5} \end{smallmatrix}$

阿拉伯数字

0123456789

大写拉丁字母

ABCDEFGHIJKLMNO
PQRSTUVWXYZ

小写拉丁字母

abcdefghijklmnopq
rstuvwxyz

罗马数字

IIIIIVVVVIVIIIXX

四、图线(GB/T 17450—1998、GB/T 4457. 4—2002)

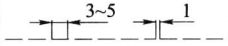
1. 图线的型式及应用

国家标准《技术制图》中,规定了绘制各种技术图样的十五种基本线型。根据基本线型及其变形,机械图样中规定了 9 种图线,其名称、型式、宽度及其应用示例见表 1-3 和图 1-7 所示。

表 1-3 线型及应用

代码 No.	图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用示例
01.1	细实线		d/2	1. 过渡线;2. 尺寸线;3. 尺寸界线;4. 指引线和基准线;5. 剖面线;6. 重合断面的轮廓线;7. 短中心线;8. 螺纹牙底线;9. 尺寸线的起止线;10. 表示平面的对角线;11. 零件形成前的弯折线;12. 范围线及分界线;13. 重复要素表示线 齿轮齿根线;14. 锥形结构基面位置线;15. 叠片结构位置线;16. 辅助线;17. 不连续同一表面线;18. 成规律分布相同要素连线;19. 网格线

(续表)

代码 No.	图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用示例
01.1	波浪线		$d/2$	20. 断裂处的边界线, 视图与剖视图的分界线
	双折线		$d/2$	21. 断裂处的边界线, 视图与剖视图的分界线
01.2	粗实线		d	1. 可见轮廓线; 2. 相贯线; 3. 螺纹牙顶线; 4. 螺纹长度终止线; 5. 齿顶圆; 6. 表格图、流程图中的主要表示线; 7. 模样分型线; 8. 剖切符号用线
02.1	细虚线		$d/2$	不可见轮廓线
02.2	粗虚线		d	允许表面处理的表示线
04.1	细点画线		$d/2$	1. 轴线; 2. 对称中心线; 3. 分度圆; 4. 孔系分布的中心线; 5. 剖切线
04.2	粗点画线		d	限定范围表示线
05.1	细双点画线		$d/2$	1. 相邻辅助零件的轮廓线; 2. 可动零件的极限位置轮廓线; 3. 成形前的轮廓线; 4. 剖面剖切前的结构轮廓线; 5. 轨迹线; 6. 毛坯图中制成品的轮廓线; 7. 特定区域线; 8. 工艺结构的轮廓线; 9. 中断线

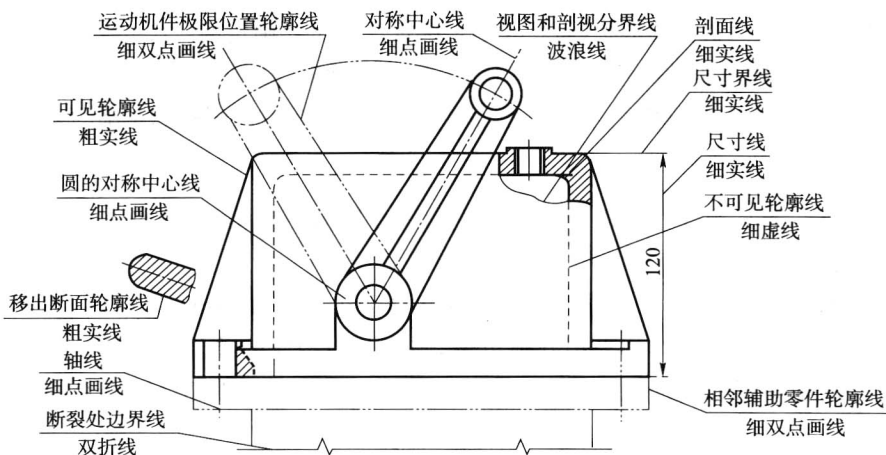


图 1-7 图线应用示例

2. 图线宽度

机械图样中采用粗细两种宽度的图线,粗线的宽度 d 应按照图的大小及复杂程度在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 之间选择,细线的宽度约为 $d/2$ 。图线宽度的推荐系列为 0.18mm 、 0.25mm 、 0.35mm 、 0.5mm 、 0.7mm 、 1mm 、 1.4mm 、 2mm 。制图作业中一般选用 $d=0.7\text{mm}$ 。为了保证图样清晰,便于复制,图样上尽量避免出现线宽小于 0.18mm 的图线。

3. 图线画法

(1)同一图样中,同类图线的宽度应一致。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;点画线、细双点画线的首末两端应是画,而不是点。

(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。当所绘圆的直径较小,画点画线有困难时,细点画线可用细实线代替。

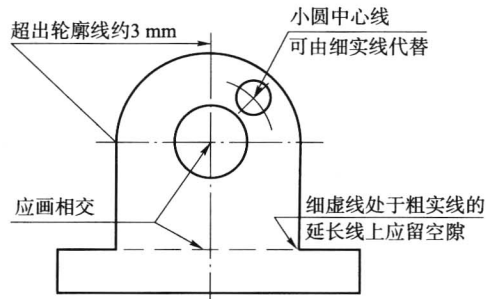


图 1-8 图线画法的注意事项

(4)细点画线、细虚线以及其他图线相交时,都应以画线相交。当细虚线处于粗实线的延长线时,在细虚线与粗实线的连接处应留出空隙。

(5)作为图形的对称中心线、回转体轴线等的细点画线,一般应超出该图形外约 $2 \sim 5\text{mm}$,如图 1-8 所示。

五、尺寸注法(GB/T 4458.4—2003、GB/T 16675.2—1996)

图形只能表达机件的形状,而其大小是由标注的尺寸确定的。尺寸是图样中的重要内容之一,是制造机件的直接依据。因此,标注尺寸时,必须严格遵守国家标准有关规定,做到“正确、完整、清晰、合理”。下面主要介绍标注尺寸怎样达到正确的要求。

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,一般以 mm 为单位,不需标注计量单位的符号或名称,如采用其他单位,则应注明相应的单位的符号。

(3)图样中所标注的尺寸,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。

2. 标注尺寸的要素

标注尺寸由尺寸界线、尺寸线(包括其终端)、尺寸数字三个要素组成,如图 1-9 所示。

尺寸界线和尺寸线用细实线绘制,尺寸线的终端有箭头和斜线两种形式,如图 1-10所示。当尺寸线的终端采用斜线形式时,尺寸线必须和尺寸界线垂直。一般机械图样的尺寸线终端用箭头形式,建筑图样用斜线形式。当尺寸线和尺寸界线相互垂直时,同一张图样上只能采用一种尺寸线终端的形式。尺寸注法示例如表 1-4 所示。

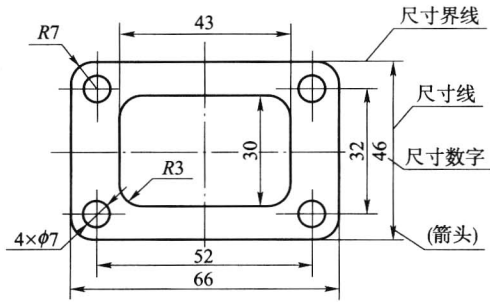


图 1-9 标注尺寸的要素

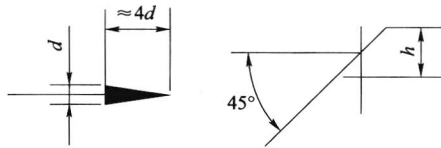


图 1-10 尺寸线的终端形式

表 1-4 尺寸注法示例

项目	图 例	说 明
尺寸界线		(1) 尺寸界线应由图形的轮廓线、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。 (2) 尺寸界线一般应与尺寸线垂直,并超出尺寸线约 2~3mm
尺寸线		(1) 尺寸线不能用其他图线代替,一般也不得与其他图线重合或画在其他图线延长线上,并应尽量避免尺寸线之间或尺寸线与尺寸界线相交。 (2) 标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行,相互平行的尺寸线小尺寸在内,大尺寸在外,依次排列整齐,并且各尺寸线的间距要均匀,间隔以 5~7mm 为宜