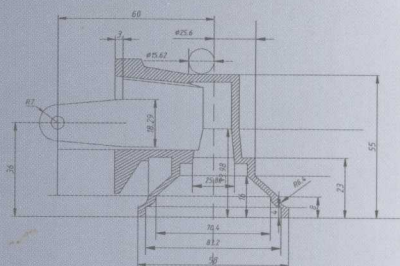
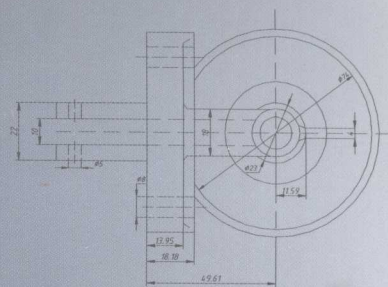


“十一五”高等院校规划教材

机械制图

主 编 孙建东 刘 平 王泽河
副主编 刘自萍 刘文莲 陈爱红



北京航空航天大学出版社

“十一五”高等院校规划教材

机 械 制 图

主 编 孙建东 刘 平 王泽河
副主编 刘自萍 刘文莲 陈爱红

北京航空航天大学出版社

内容简介

以培养基本绘图和读图能力为目的,简化了画法几何的内容,增加了机械零部件测绘的内容。全书主要包括:机械制图的基本知识和基本技能、正投影与三视图、组合体图样的画法、轴测图、标准件及常用件的画法、零件图、装配图和机械零部件的测绘等。

本书可作为机械类和近机类本科教材,也可作为高职高专及成人院校的教学参考书,还可作为工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/孙建东,刘平,王泽河主编. —北京:北京航空航天大学出版社,2008.7

ISBN 978-7-81124-328-4

I. 机… II. ①孙…②刘…③王… III. 机械制图—高等学校—教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 095210 号

©2008. 北京航空航天大学出版社,版权所有。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段复制本书内容。侵权必究。

机械制图

主 编 孙建东 刘 平 王泽河

副主编 刘自萍 刘文莲 陈爱红

责任编辑 李 杰

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100191) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail:bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1 092 1/16 印张:15.5 字数:397 千字

2008 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-81124-328-4 定价:28.00 元

前 言

本书是为适应高等院校 21 世纪应用型人才培养要求而编写的。

它介绍了机械制图国家标准、投影知识、视图及机械零件的表达方法、机械零件图及装配图的绘制和读图方法、机械零部件的测绘知识等内容。

通过本课程的学习,使学生基本掌握机械制图的基本知识,具备机械零件图和装配图的绘图与读图能力,为后续的专业课程学习和工程实践打下基础。

本书在内容的编排上,除机械制图所必须的基本知识外,还简化了画法几何方面的内容,突出了读图方面的能力训练,并给出了由装配图拆画零件图的实例,体现了近年来机械类行业就业岗位对应用型本科毕业生在机械制图知识和能力方面的要求。同时,为满足开设《机械制图测绘训练》课程院校的需求,本书最后单独列有“机械零部件的测绘”一章。这一章的内容可以替代《机械零部件的测绘》指导书。另外,本书删减了与绘图、读图无关的或关系不大的,而应由其他专业基础讲授的专业知识,只介绍有关的绘制方法、标注方法以及本课程必要的知识。这些知识主要反映在标准件、常用件、粗糙度及公差与配合等内容中。

本书是以国家最新标准为基础,以机械类本科学生为对象,按教育部规定的此类学生的培养目标和能力要求编写的。它同样适用于近机类和非机类的本科生使用,也可作为高职高专及成人院校机械类专业的教学参考书,还可供相关工程技术人员参考。本书的参考学时为 75~100 学时。

全书共分 9 章,参加本书编写工作的有:河北农业大学的王泽河、陈爱红、桑永英,青岛理工大学的刘平,青岛理工大学琴岛学院的刘文莲,北京联合大学的刘自萍、付立斌和孙建东。全书由孙建东统稿。

本书承蒙尚风武审阅,并提出了许多宝贵的意见和建议,同时北京航空航天大学出版社为本书的出版工作提供了帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于时间和我们的水平有限,书中难免存在不足和漏误,欢迎广大读者和同仁批评指正。

编 者
2008.7

目 录

第1章 制图的基本知识	1
1.1 机械制图国家标准简介	1
1.1.1 图纸幅面和格式	1
1.1.2 比 例	3
1.1.3 字 体	3
1.1.4 图 线	4
1.1.5 尺寸注法	6
1.2 常用手工绘图工具及使用方法简介	10
1.3 几何作图	12
1.3.1 多边形的画法	12
1.3.2 斜度与锥度	12
1.3.3 圆弧连接	13
1.4 平面图形的分析与作图步骤	16
1.4.1 尺寸分析	16
1.4.2 线段分析	17
1.4.3 平面图形作图步骤	17
1.5 绘图技能	18
第2章 正投影与三视图	20
2.1 投影的基本知识	20
2.1.1 投影法	20
2.1.2 投影法分类	20
2.2 点的投影	22
2.2.1 点在一个投影面上的投影	22
2.2.2 点的三面投影及投影特性	22
2.3 直线的投影	27
2.3.1 直线的投影	27
2.3.2 直线上的点	30
2.3.3 两直线的相对位置	32
2.4 平面的投影	33
2.4.1 平面的表示法	33
2.4.2 平面在三投影面体系中的投影特性	34
2.4.3 平面上的点和直线	36
2.5 基本体及其表面的交线	39

2.5.1	基本体的三视图	39
2.5.2	立体表面的交线	47
第3章	组合体	57
3.1	组合体的形体分析	57
3.1.1	组合体的组成形式	57
3.1.2	形体之间的表面连接关系	58
3.1.3	形体分析法	59
3.2	组合体视图的画法	60
3.2.1	画组合体视图的方法	60
3.2.2	叠加类组合体视图的绘制	61
3.2.3	切割类组合体视图的绘制	62
3.3	组合体的尺寸标注	64
3.3.1	尺寸标注的基本要求	64
3.3.2	尺寸基准的确定	64
3.3.3	尺寸的种类	64
3.3.4	尺寸标注	66
3.4	读组合体视图的方法	67
3.4.1	读图的基本要领	68
3.4.2	读图的基本方法和步骤	72
第4章	图样的画法	74
4.1	视图	74
4.1.1	基本视图和向视图	74
4.1.2	局部视图	75
4.1.3	斜视图	76
4.2	剖视图	77
4.2.1	剖视图的概念和画剖视图的方法步骤	77
4.2.2	剖视图的种类及其画法	79
4.2.3	剖切面的种类	82
4.3	断面图	85
4.3.1	断面的概念	85
4.3.2	断面的种类	86
4.3.3	断面的标注	88
4.4	其他表达方法	88
4.4.1	断裂画法	89
4.4.2	局部放大图	89
4.4.3	习惯画法和简化画法	90

第 5 章 轴测图	93
5.1 轴测图的基本知识	93
5.1.1 轴测投影的形成	93
5.1.2 轴测图的有关术语	94
5.1.3 轴测投影的特点	94
5.1.4 轴测图的分类	94
5.1.5 轴测图的画法	94
5.2 正等轴测图	95
5.2.1 正等轴测图参数	95
5.2.2 平面立体的正轴测图画法	95
5.2.3 平行于坐标面的圆的正等轴测图	97
5.2.4 曲面立体的正等轴测图画法	98
5.2.5 组合体正等轴测图画法	99
5.3 斜二轴测图	101
5.3.1 斜二轴测图参数	101
5.3.2 斜二轴测图画法	101
第 6 章 标准件及常用件	103
6.1 螺纹及螺纹紧固件	103
6.1.1 螺纹的形成、结构和要素	103
6.1.2 螺纹的种类	105
6.1.3 螺纹的规定画法	106
6.1.4 螺纹的标记	109
6.1.5 常用螺纹紧固件的画法和标记	111
6.1.6 螺纹紧固件装配图的画法	114
6.1.7 螺纹联接防松装置的画法	117
6.2 键联接和销联接的画法	118
6.2.1 键联接的画法	118
6.2.2 销联接的画法	120
6.3 滚动轴承	122
6.3.1 滚动轴承的结构和种类	122
6.3.2 滚动轴承的代号	123
6.3.3 滚动轴承的画法	124
6.4 齿 轮	125
6.4.1 圆柱齿轮	126
6.4.2 锥齿轮	128
6.4.3 蜗杆蜗轮	129
6.5 密封件	131

6.5.1	动密封圈的种类及结构形式	131
6.5.2	动密封圈的画法	131
第7章	零件图	134
7.1	零件图的作用和内容	134
7.1.1	零件图的作用	134
7.1.2	零件图的内容	134
7.2	零件图视图的选择	135
7.2.1	零件图视图选择的原则	135
7.2.2	零件图视图选择的过程	135
7.2.3	几种典型零件的视图表达	136
7.3	零件图的标注	141
7.3.1	零件图的尺寸标注	141
7.3.2	零件表面粗糙度	145
7.3.3	极限与配合	149
7.3.4	形状与位置公差标注	154
7.4	零件结构的工艺性及相关画法	157
7.4.1	铸造工艺对零件结构的要求	157
7.4.2	机械加工工艺对零件结构的要求	158
7.5	零件图的阅读	160
7.5.1	读零件图的要求	160
7.5.2	读零件图的方法和步骤	160
第8章	装配图	162
8.1	装配图的作用和内容	162
8.2	装配图的画法	164
8.2.1	装配图的规定画法	164
8.2.2	装配图的特殊画法	164
8.2.3	装配图的简化画法	166
8.3	装配图的尺寸标注和与技术要求	167
8.3.1	装配图的尺寸标注	167
8.3.2	装配图的技术要求	167
8.4	装配图的零件序号与明细表	168
8.4.1	零件序号	168
8.4.2	明细栏	169
8.5	装配工艺结构	169
8.6	装配图的阅读	171
8.6.1	读装配图的目的和要求	171
8.6.2	读装配图的方法和步骤	171

8.7 由装配图拆画零件图	173
8.7.1 由装配图拆画零件图的方法	173
8.7.2 由装配图拆画零件图的步骤	173
第9章 机械零部件的测绘	176
9.1 机械零部件测绘的目的、方法及要求	176
9.2 尺寸测量工具及其使用	177
9.2.1 尺寸测量工具	177
9.2.2 常用尺寸测量工具的使用方法	177
9.3 部件的测绘	181
9.4 部件的拆卸和装配	182
9.4.1 部件的拆卸	182
9.4.2 部件的装配	182
9.5 零件的测绘	183
9.5.1 零件测绘的要求	183
9.5.2 绘制零件草图的步骤	183
9.5.3 齿轮的测绘	183
9.5.4 蜗杆蜗轮的测绘	186
附 录 相关国家标准或行业标准	192
参考文献	235

内大器图式画限必特图,左样件一同用采道只特图的产品一同组。示例 5-1 图

第 1 章 制图的基本知识

【本章内容提要】

- 机械制图国家标准简介
- 常用手工绘图工具及使用方法简介
- 几何作图
- 平面图形的分析与作图步骤

图样是现代机械制造过程中重要的技术文件之一,是工程界的技术语言。设计师通过图样设计新产品,工程师依据图样制造新产品。此外,图样还广泛应用于技术交流。

在各个工业部门,为了科学地进行生产和管理,对图样的各个方面,如图幅的安排、尺寸注法、图纸大小及图线粗细等,都需要有统一的规定,这些规定称为制图标准。

本章主要介绍机械制图国家标准(简称国标)、绘图工具的使用、几何作图和平面图形尺寸分析等有关的制图基本知识。

1.1 机械制图国家标准简介

1.1.1 图纸幅面和格式

图纸的幅面和格式应按国家标准《技术制图》中 GB/T 14689—1993 的规定。

1. 图纸幅面

绘制图样时,应优先采用表 1-1 所列的基本幅面,必要时,也允许选用国家标准所规定的加长幅面。这些幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

表 1-1 图纸幅面代号和尺寸

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		

2. 图框格式

每张图样均需有粗实线绘制的图框。

要装订的图样,应留装订边,其图框格式如图 1-1 所示。不需要装订的图样其图框格式

如图 1-2 所示。但同一产品的图样只能采用同一种格式，图样必须画在图框之内。

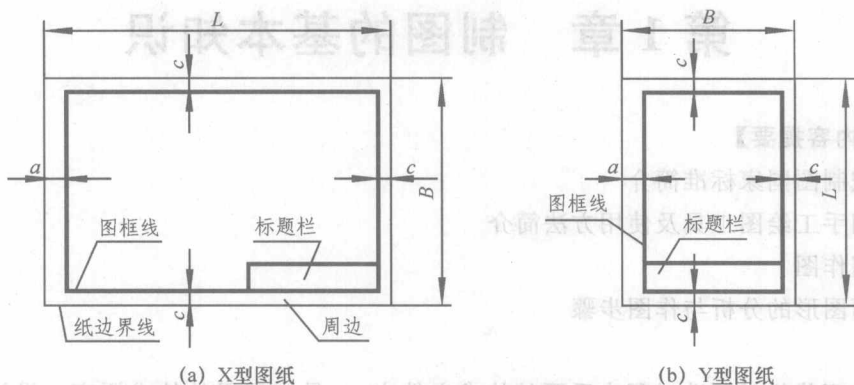


图 1-1 需要装订图样的图框格式

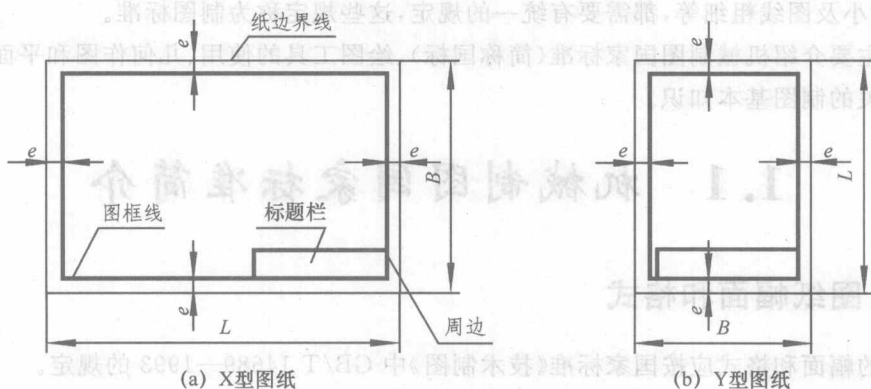


图 1-2 不需要装订图样的图框格式

3. 标题栏及其方位

每张技术图样中均应画出标题栏。标题栏的格式和尺寸按 GB/T 10609.1—1989 的规定。本教材将标题栏作了简化，如图 1-3 所示，建议在作业中采用。

(图 名)				比例	共 张 第 张		4×8=32
制图			(校 名)	(图号)			
审核			(班 级)				
15 25 25				15 15		140	

图 1-3 简化的标题栏

标题栏一般位于图纸的右下角,如图 1-1 和图 1-2 所示。当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时,则构成 X 型图纸,如图 1-1(a)和图 1-2(a)所示。当标题栏的长边与图纸的长边垂直时,则构成 Y 型图纸,如图 1-1(b)和图 1-2(b)所示。在此情况下,看图的方向与看标题栏的方向一致,即标题栏中的文字方向为看图方向。

此外,标题栏的线型、字体(签字除外)和年、月、日的填写格式均应符合相应国家标准的规定。

1.1.2 比例

绘制图样时所采用的比例,是图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比。简单地说,图样上所画图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。比值为 1 的比例,即 1:1,称为原值比例;比值大于 1 的比例,如 2:1 等,称为放大比例;比值小于 1 的比例,如 1:2 等,称为缩小比例。比例的选取应按 GB/T 14690—1993 中的规定。

绘制图样时,应尽可能按机件的实际大小画出,以方便看图,如果机件太大或太小,从表 1-2 中所列的第一系列中选取适当的比例,必要时也允许选取表 1-3 中所列的第二系列的

表 1-2 第一系列比例

种 类	比 例
原值比例	1:1
放大比例	2:1, 5:1, 1×10^n :1, 2×10^n :1, 5×10^n :1
缩小比例	1:2, 1:5, 1:10, 1:20, 1:50, 1:100, 1:200, 1:500, 1:1000

表 1-3 第二系列比例

种 类	比 例
放大比例	2.5:1, 4:1, 2.5×10^n :1, 4×10^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 $\times 10^n$

绘制同一机件的各个视图时应尽量采用相同的比例,当某个视图需要采用不同比例时,必须另行标注。

比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。必要时,可在视图名称的下方或右侧标注比例。

1.1.3 字 体

国家标准《技术制图》字体 GB/T 14691—1993 中,规定了汉字、字母和数字的结构形式。

书写字体的基本要求是:

① 图样中书写的汉字、数字和字母必须做到:字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。

② 字体的大小以号数表示,字体的号数就是字体的高度(单位为 mm),字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为:1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。用做指数、分数、注脚和尺寸偏差的数值,一般采用小一号字体。

③ 汉字应写成长仿宋体字,并应采用中华人民共和国国务院正式推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。长仿宋体字的书写要领是:横平竖直,注意起落,结构均匀,填满方格。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

④ 字母和数字分为 A 型和 B 型。字体的笔画宽度用 d 表示。A 型字体的笔画宽度 $d=h/14$,B 型字体的笔画宽度 $d=h/10$ 。字母和数字可写成斜体和直体。

⑤ 斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。绘图时,一般用 B 型斜体字。在同一图样上,只允许选用一种字体。

图 1-4 和图 1-5 所示的是图样上常见字体的书写示例。

字体端正笔划清楚
排列整齐间隔均匀

图 1-4 长仿宋字

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

I II III IV V VI VII VIII IX X

图 1-5 数字书写示例

1.1.4 图 线

绘制技术图样时,应遵循国标《技术制图 图线》(GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)的规定。

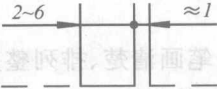
① 所有图线的图线宽度 b 应按图样的类型和尺寸大小在下列系数中选择:

0.13 mm, 0.18 mm, 0.25 mm, 0.35 mm, 0.5 mm, 0.7 mm, 1 mm, 1.4 mm, 2 mm。

② 粗线、中粗线和细线的宽度比率为 4 : 2 : 1。

基本图线适用于各种技术图样。表 1-4 列出的是机械制图的图线型式及应用说明。

表 1-4 图线的名称、型式、宽度及其用途

图线名称	图线型式	图线宽度	图线应用举例
粗实线		b	可见轮廓线;可见过渡线,如图 1-6 中 A1 所示
虚线		约 $b/3$	不可见轮廓线;不可见过渡线,如图 1-6 中 F1 所示

续表 1-4

图线名称	图线型式	图线宽度	图线应用举例
细实线		约 $b/3$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、重合断面的轮廓线及指引线等,如图 1-6 中 B1、B2、B3 所示
波浪线		约 $b/3$	断裂处的边界线等,如图 1-6 中 C1、C2 所示
双折线		约 $b/3$	断裂处的边界线,如图 1-6 中 D1 所示
细点画线		约 $b/3$	轴线、对称中心线等,如图 1-6 中 G1、G2、G3 所示
粗点画线		b	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线		约 $b/3$	极限位置的轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线等,如图 1-6 中 K1、K2 所示

注:1. 表中虚线、细点画线、双点画线的线段长度和间隔的数值可供参考。

2. 粗实线的宽度应根据图形的大小和复杂程度选取,一般取 0.7 mm。

图 1-6 所示为常用图线应用举例。

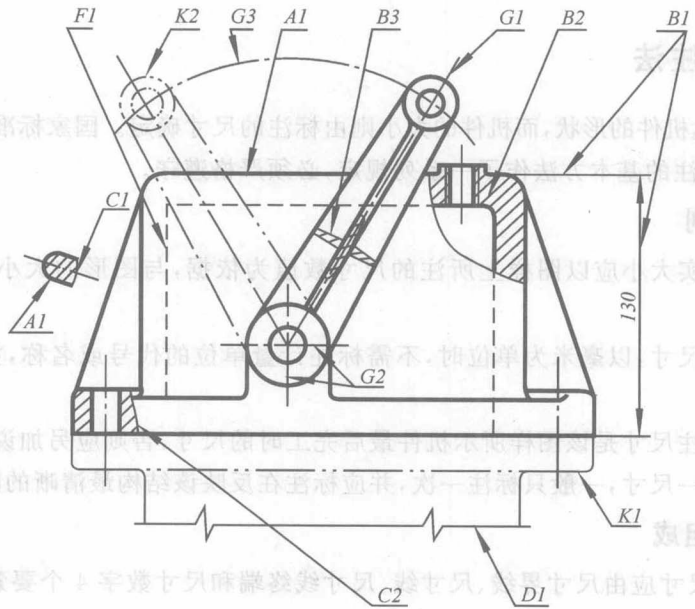


图 1-6 图线应用举例

绘制图样时,应注意:

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短间隔应大致相等。

② 两条平行线之间的距离应不小于粗实线的 2 倍宽度,其最小距离不得小于 0.7 mm。

③ 虚线及点画线与其他图线相交时,都应以线段相交,不应在空隙或短画处相交;当虚线是粗实线的延长线时,粗实线应画到分界点,而虚线应留有空隙;当虚线圆弧和虚线直线相切时,虚线圆弧的线段应画到切点,而虚线直线需留有空隙,如图 1-7(a)所示。

④ 绘制圆的对称中心线(细点画线)时,圆心应为线段的交点。点画线和双点画线的首末两端应是线段而不是短画,同时其两端应超出图形的轮廓线 3~5 mm。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,如图 1-7(b)所示。

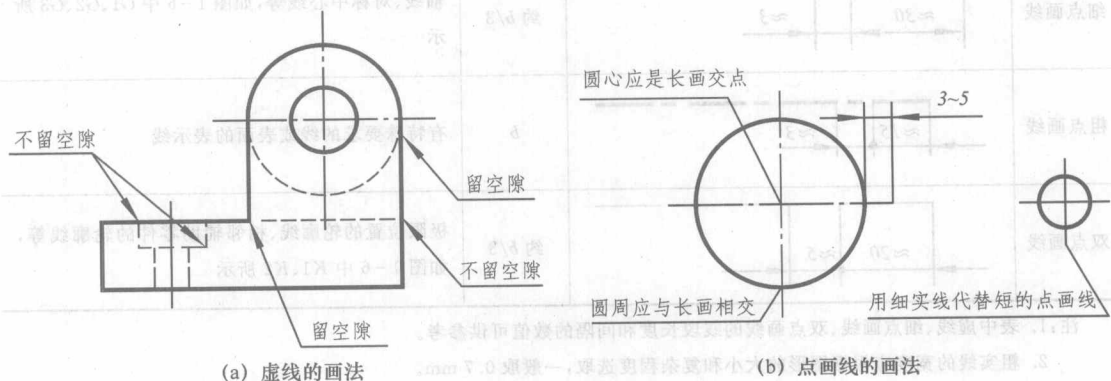


图 1-7 虚线、点画线连接处的画法

1.1.5 尺寸注法

图形只能表达机件的形状,而机件的大小则由标注的尺寸确定。国家标准(GB/T 4458.4—2003)中对尺寸标注的基本方法作了一系列规定,必须严格遵守。

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 图样中的尺寸,以毫米为单位时,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。

③ 图样中所注尺寸是该图样所示机件最后完工时的尺寸,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

一个完整的尺寸应由尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端和尺寸数字 4 个要素组成,如图 1-8 所示。

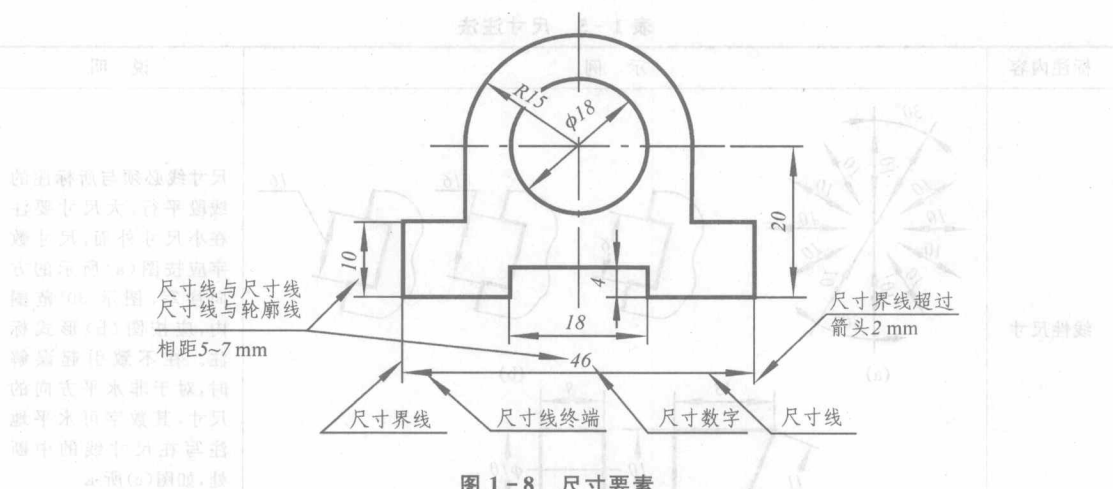


图 1-8 尺寸要素

① 尺寸界线。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。尺寸界线一般应与尺寸线垂直,并超出尺寸线终端 2 mm 左右。

② 尺寸线。尺寸线用细实线绘制。尺寸线必须单独画出,不能与图线重合或在其延长线上。

③ 尺寸线终端形式。尺寸线终端有两种形式,如图 1-9 所示,箭头适用于各种类型的图样,箭头尖端与尺寸界线接触,不得超出也不得离开。

斜线一般用中粗实线绘制,其倾斜方向应与尺寸界线成顺时针 45° ,长度宜为 2~3 mm。图中 h 为字体高度。当尺寸线终端采用斜线形式时,尺寸线与尺寸界线必须相互垂直,并且同一图样中只能采用一种尺寸线终端形式。



图 1-9 尺寸线终端形式

④ 尺寸数字。线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方,也允许注写在尺寸线的中断处,同一图样内大小应一致,位置不够可引出标注。尺寸数字不可被任何图线所通过,否则必须把图线断开,见图 1-8 中的尺寸 $R15$ 和 $\phi 18$ 。国标还规定了一些注写在尺寸数字周围的标注尺寸的符号,用以区分不同类型的尺寸:

ϕ 表示直径; R 表示半径; S 表示球面; δ 表示板状零件厚度; $\square$ 表示正方形; ($\triangleleft$ 或 $\triangleright$) 表示锥度; ($\backslash$ 或 $\angle$) 表示斜度; $\pm$ 表示正负偏差; $\times$ 表示参数分隔符(如 $M10 \times 1$); - 表示连字符($M10 \times 1-6H$ 等)。

3. 尺寸注法

尺寸注法的基本规则参见表 1-5。

表 1-5 尺寸注法

标注内容	示 例	说 明
线性尺寸		尺寸线必须与所标注的线段平行,大尺寸要注在小尺寸外面,尺寸数字应按图(a)所示的方向注写,图示 30° 范围内,应按图(b)形式标注。在不致引起误解时,对于非水平方向的尺寸,其数字可水平地注写在尺寸线的中断处,如图(c)所示
直径尺寸		标注圆或大于半圆的圆弧时,尺寸线通过圆心,以圆周为尺寸界线,尺寸数字前加注直径符号“ϕ”
半径尺寸		标注小于或等于半圆的圆弧时,尺寸线自圆心引向圆弧,只画一个箭头,尺寸数字前加注半径符号“R”
大圆弧		当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标注其圆心位置时,可采用折线形式,若圆心位置不需注明,则尺寸线可只画靠近箭头的一段
小尺寸		对于小尺寸在没有足够的位置画箭头或注写数字时,箭头可画在外面,或用小圆点代替两个箭头;尺寸数字也可采用旁注或引出标注