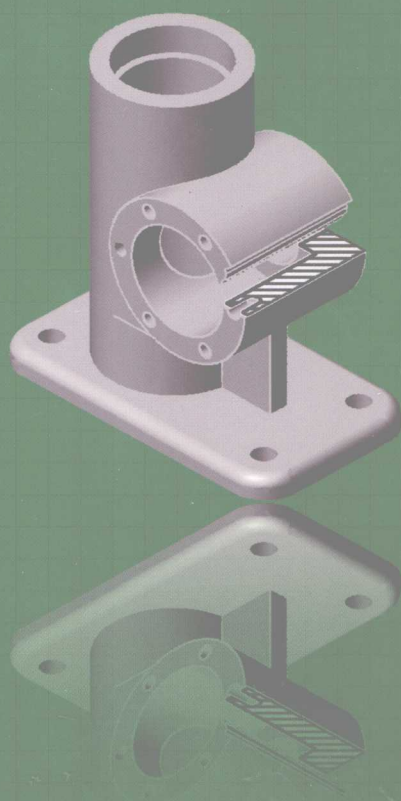
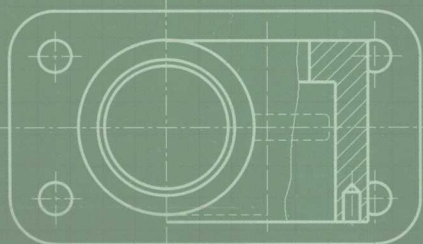
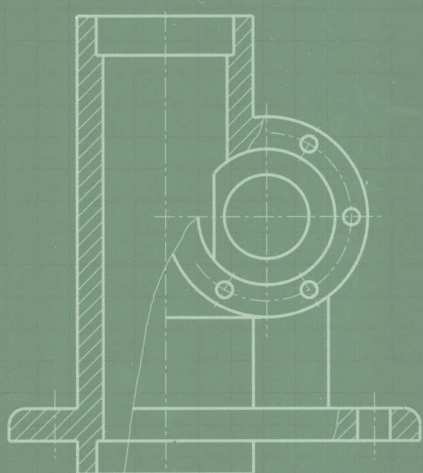


普通高等院校规划教材

工程制图

王慧敏 主 编
刘志香 宋洪梅 韩 芳 副主编
王素英 主 审



北京航空航天大学出版社

TB23
136

普通高等院校规划教材

工程制图

刘志香	宋洪梅	王慧敏	主 编
		韩 芳	副主编
		王素英	主 审

北京航空航天大学出版社

内容简介

本书共分10章,主要包括:制图的基本知识和技能;投影基础知识;立体及交线的投影;轴测投影图;组合体;机件常用的表达方法;标准件与常用件;零件图;装配图;计算机绘图等。本书全部采用国家质量技术监督局发布的最新国际标准 GB/T 及目前等效使用的 GB 标准,并配有本书相应的《工程制图习题集》,还提供配套课件和习题集答案。

本书按照教育部高等学校工程图学教学指导委员会2004年“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”,适应新世纪高等学校培养高级工程技术应用型人才的需要,精选内容,打好基础,加强实践,培养能力,以适合于各类高等院校非机械类少学时专业使用,还可以作为高等职业学院、函授大学、高等专科学校、成人教育等相关专业教材,同时可供工程技术人员使用以及自学参考。

本书适用专业面广,教学参考时数为30~80学时,可按各种类型教学的需要适当增减。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/王慧敏主编. —北京:北京航空航天大学出版社,2008.10

ISBN 978-7-81124-347-5

I. 工… II. 王… III. 工程制图—高等学校—教材
IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 070940 号

工程制图

王慧敏 主 编
刘志香 宋洪梅 韩 芳 副主编
王素英 主 审
李文轶 责任编辑

*

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: bhpresse@263.net

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:16.25 字数:416千字

2008年10月第1版 2008年10月第1次印刷 印数:4000册

ISBN 978-7-81124-347-5 定价:26.00元

前 言

《工程制图》是一本面向工科类各专业的工程素质教育的基础性教材,也可作为理科类、经管类等学科相关专业的必修课与选修课的教材。在教材编写过程中,编者按照教育部高等学校工程图学教学指导委员会 2004 年“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”,认真总结长期课程教学实践经验,广泛吸取兄弟院校教材的优点,以适应新世纪高等学校培养高级工程技术应用型人才的需要,本着精选内容,打好基础,加强实践,培养能力的宗旨,构建了本课程的教学体系。

本书具有以下主要特点:

- (1)从引导学生空间思维出发,循序渐进、图文相配地进行讲解;全书内容精炼、图例丰富、直观。
- (2)注重学科知识的系统性、表达的规范性和准确性。
- (3)注重基础性、实践性,注重能力的培养。
- (4)注重实用性和适用性。
- (5)本书全部采用我国最新发布的《机械制图》和《技术制图》等国家标准。
- (6)计算机绘图部分采用 AutoCAD2008 版本,注重基础命令及其操作,也包含综合绘图技能的介绍和讲述,确保学生能够独立地绘制完整的工程图样。
- (7)考虑到教材内容的完整和使用的方便,在内容上有适当的裕量,教师可根据教学时数和教学条件按一定的深度、广度进行取舍。

本书由王慧敏担任主编并统稿,刘志香、宋洪梅和韩芳担任副主编,王素英担任主审,参加编写的有王慧敏(绪论、第 7 章、第 10 章、附录)、刘志香(第 8 章、第 9 章、附录)、宋洪梅(第 3 章、第 5 章)、韩芳(第 2 章)、董艳(第 1 章)、周桂云(第 4 章)、刘影(第 6 章)。

本书在编写过程中曾得到领导、许多部门和同志的大力支持和帮助,对教材的编写和质量提供了重要保证,在此表示衷心的感谢。

由于编写时间仓促,编者水平有限,书中缺点、错误和疏漏之处恳请读者批评指正。

编 者

2008 年 5 月

绪 论

一、“工程制图”课程的作用

从象形文字的产生到埃及人丈量尼罗河两岸土地,从航天飞机的问世到火星探测器对火星形貌的探测,始终与图形有着密切关系,图形的重要性可以说是其他任何表达方法所不能替代的。现代图学教育可以为新世纪各类专业技术人才的图学素质培养及创新思维训练提供保证。它所对应的“工程制图”课程主要作用体现在:

(1)从事工程技术工作的工程师所必需的知识和技能;

(2)从事设计、产品推销及与客户沟通开拓所必需的知识,是工程技术人员及业内人士之间的交流工具。

(3)在学生素质教育中,该课程在培养形象思维和创造性思维、提高审美能力和心理素质、培养认真负责的工作作风、一丝不苟的工作精神和精益求精的工作素质等方面发挥着重要的作用。

因此,该课程的教学需求日益增多。

二、本课程的研究对象和学习要求

准确表达物体的形状、尺寸及其技术要求的图纸,称为图样。图样是制造机器、仪器和进行工程施工的主要依据。在机械制造业中,机器设备是根据图样加工制造的。如果要生产一部机器,首先必须有表达该机器的装配图和零件的零件图,然后根据零件图加工制造出零件,再按装配图装配成机器。

在工程技术中,工程图样在表达、交流信息,形象思维的过程中,因其图形的形象性、直观性和简洁性,成为人们认识规律和探索未知的重要工具,被称为“工程话”或“工程画”。它作为工程与产品信息的载体,不但是指导生产的重要技术文件,而且是表达设计对象和设计思想、进行技术交流的重要工具。因此,是每一个工程技术人员必须掌握的“工程技术通用语言”。

“工程制图”是一门研究工程图样(主要针对机械图样)的绘制、识读的规律和方法的学科,是工科类学生必须掌握的一门专业基础课。

主要学习要求为:

(1)掌握正投影法的基本理论,并能利用投影法在平面上表示空间几何形体,图解空间几何问题;

(2)培养绘制和阅读机械图样的能力,并研究如何在图样上标注尺寸;

(3)培养用仪器绘图、计算机绘图和手工绘制草图的能力;

(4)培养空间想象能力、逻辑思维与形象思维的能力;

(5)培养分析问题和解决问题的能力;

(6)培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

三、本课程的特点和学习方法

“工程制图”课程是一门既有系统理论,又非常注重实践的技术基础课。本课程的各部分内容既紧密联系,又各有特点。根据“工程制图”课程的学习要求及各部分内容的特点,这里简

要介绍一下学习方法:

(1)准备一套合乎要求的制图工具,并认真完成作业;

(2)画图要按照正确的制图方法和步骤进行;

(3)认真听课,及时复习,要掌握形体分析法、线面分析法和投影分析方法,提高独立分析和读图、画图等问题的能力;

(4)注意画图与读图相结合,物体与图样相结合,要多画多看,逐步培养空间想象和空间思维能力,能够实现二维、三维之间的快速转换。

(5)严格遵守机械制图的国家标准,并具备查阅有关标准和资料的能力。

目 录

绪 论	I
第 1 章 制图的基本知识和技能	1
1.1 国家标准有关制图的一些规定	1
1.2 手工绘图工具和仪器简介	12
1.3 常用的几何作图	15
1.4 平面图形的画法	19
1.5 徒手画图	21
第 2 章 投影基础知识	23
2.1 投影法	23
2.2 点的投影	24
2.3 直线的投影	28
2.4 平面的投影	33
2.5 三视图的形成及投影规律	37
第 3 章 立体及交线的投影	39
3.1 基本体的投影及其表面取点	39
3.2 立体表面的交线	46
第 4 章 轴测投影图	59
4.1 轴测投影图的基本知识	59
4.2 正等轴测图	60
4.3 斜二等轴测图	65
第 5 章 组合体	68
5.1 组合体的组成方式	68
5.2 画组合体视图的方法和步骤	71
5.3 组合体的尺寸标注	73
5.4 读组合体视图	77
第 6 章 机件常用的表达方法	85
6.1 视 图	85
6.2 剖视图	88
6.3 断面图	96
6.4 其他表达方法	99
6.5 第三角画法简介	102
第 7 章 标准件与常用件	104
7.1 螺 纹	104
7.2 螺纹紧固件及其连接的画法	109

7.3 齿 轮	114
7.4 键与销	118
7.5 滚动轴承	121
7.6 弹 簧	124
第 8 章 零件图	127
8.1 零件图的作用与内容	127
8.2 几种典型零件的视图与尺寸分析	128
8.3 零件图的技术要求	134
8.4 零件的常见工艺结构	145
8.5 读零件图	150
第 9 章 装配图	152
9.1 概 述	152
9.2 装配图的表达方法	153
9.3 装配图的尺寸标注和技术要求	157
9.4 装配图中的零、部件序号和明细栏	158
9.5 装配结构的合理性	159
9.6 装配图的画法	162
9.7 读装配图和由装配图拆画零件图	165
第 10 章 计算机绘图	171
10.1 AutoCAD 简介	171
10.2 AutoCAD 的基本操作	171
10.3 绘图环境的设置	180
10.4 基本绘图	186
10.5 图形对象的编辑	197
10.6 常用的辅助绘图工具	207
10.7 尺寸标注	210
10.8 图 块	219
10.9 综合绘图	224
附 录	230
参考文献	252

第 1 章 制图的基本知识和技能

教学提示:技术图样是工程界的共同语言,国家标准《技术制图》和《机械制图》又是统一工程语言的基本法规。为了便于生产、管理和交流,绘制技术图样和阅读技术图样都必须遵守这些国家标准的规定。

本章简要介绍国家标准对图纸幅面、格式、比例、字体、图线和尺寸注法的有关规定,并介绍了绘图工具和仪器的使用、几何作图方法、平面图形的画法和徒手绘图的方法。

1.1 国家标准有关制图的一些规定

1.1.1 图纸幅面、格式和标题栏(GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面

标准图幅共有 5 种,分别用 A0、A1……代号表示,如表 1-1 所列。

绘制图样时,应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面,必要时也允许选用加长幅面。加长幅面的尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出,其幅面大小参看国家标准相关规定。基本幅面的长边与短边尺寸比为 $\sqrt{2} : 1$,各幅面间的尺寸关系如图 1-1 所示。

绘图时,图纸可以横放或竖放。

表 1-1 图纸基本幅面及图框尺寸

单位: mm					
幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

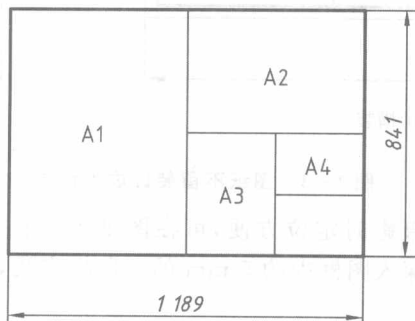


图 1-1 各基本幅面的尺寸关系

2. 图框格式

画图时先定出图纸幅面,然后用粗实线画出图框。图框格式分为不留装订边和留有装订边两种,其格式如图 1-2 和图 1-3 所示,一般按 A3 以上幅面横装和 A4 幅面竖装,其尺寸按表 1-1 的规定。注意,同一产品的图样只能采用一种图框格式。

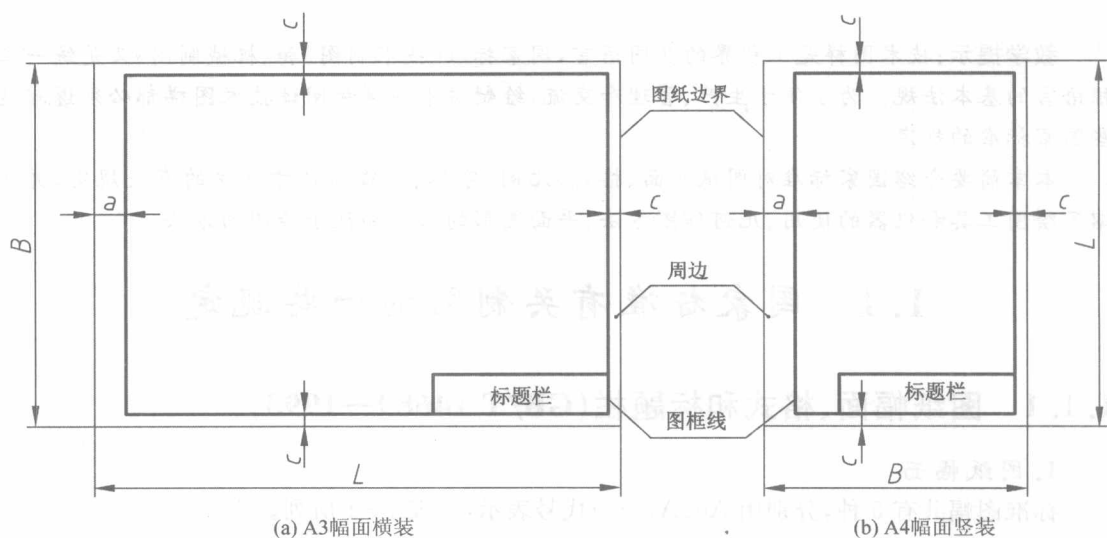


图 1-2 图纸留装订边的格式

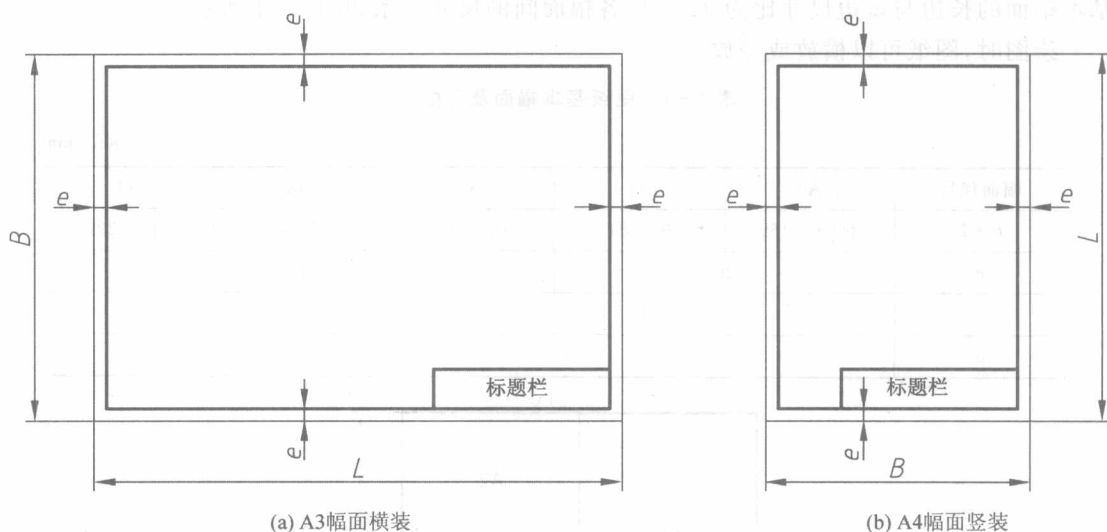


图 1-3 图纸不留装订边的格式

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便,可在图纸各边长的中点处分别画出对中符号。对中符号是从图纸边界开始深入图框内约 5 mm 的一段粗实线,如图 1-5(a)所示。

3. 标题栏

每张图纸都必须画出标题栏,标题栏的格式和尺寸按国家标准 GB/T 14689—1993 的规定。学生学习时,制图作业的标题栏建议采用图 1-4 所示的简化格式。

标题栏的位置应位于图纸的右下角,如图 1-2 所示,此时读图方向与标题栏方向一致。当读图方向与标题栏方向不一致时,为了明确绘图与读图时图纸的方向,应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号,此时标题栏应位于图框右上角,如图 1-5(b)所示。

方向符号是用细实线绘制的等边三角形,其大小和所处的位置如图 1-5(c)所示。

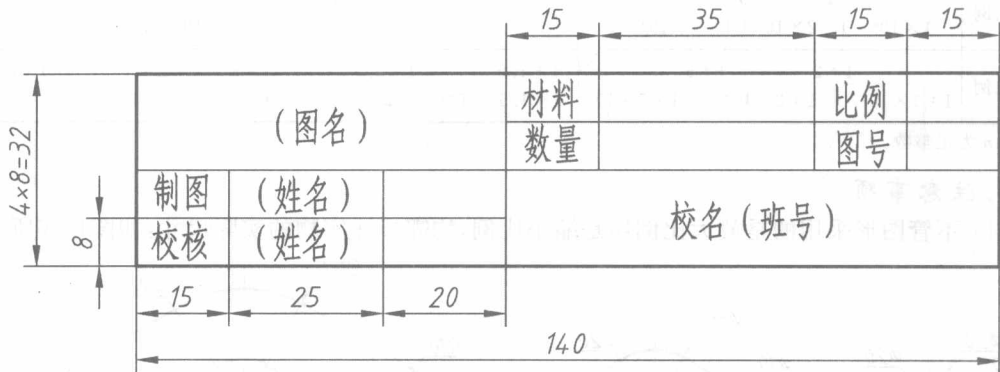


图 1-4 标题栏的格式

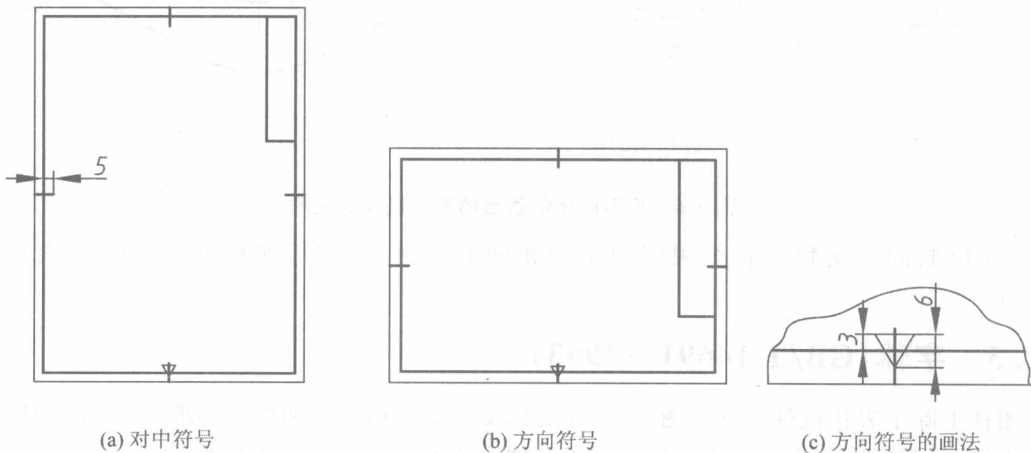


图 1-5 方向符号的画法

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

1. 比例的概念

图样中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 的比例称为原值比例;比值大于 1 的比例称为放大比例;比值小于 1 的比例称为缩小比例。

2. 比例的选取

绘制图样时尽可能用原值比例按实物真实大小进行绘制,以便于读图 and 进行空间思维。当实物过大或过小时,则可按照表 1-2 所列选取适当的缩小或放大比例。

表 1-2 比例系列

种 类	优先选用比例	允许选用比例
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	2.5:1 4:1 2.5×10 ⁿ :1 4×10 ⁿ :1
缩小比例	1:2 1:5 1:1×10 ⁿ 1:2×10 ⁿ 1:5×10 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

注: n 为正整数。

3. 注意事项

(1) 不管图形采用的是放大比例还是缩小比例,均需标注实物的实际尺寸,如图1-6所示。

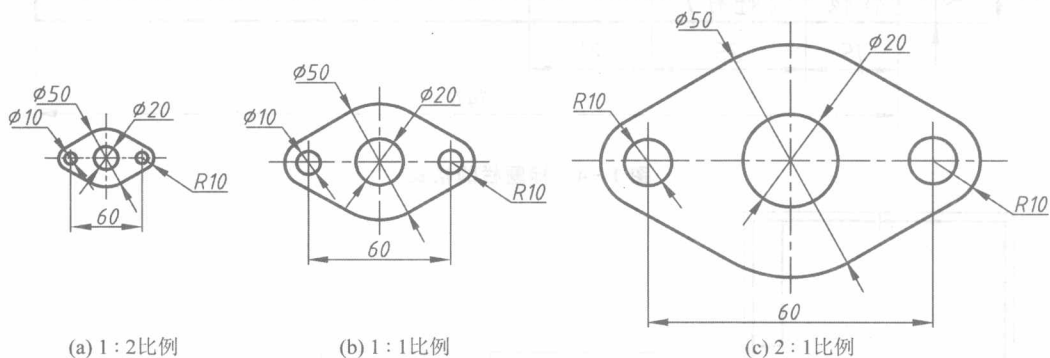


图 1-6 用不同比例画出的同一机件的图形

(2) 绘制同一实物的各个视图应采用相同的比例,并在标题栏的“比例”栏内填写,如2:1。

1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

图样上除了表达机件形状的图形外,还要用文字填写标题栏和技术要求,用数字说明机件的大小等,国家标准规定了技术图样及技术文件字体的结构形式和基本要求。

1. 基本要求

制图时对字体的基本要求如下:

- (1) 书写字体必须做到:字体工整,笔画清楚,间隔均匀,排列整齐。
- (2) 字体的字号,即字体的高度(用 h 表示),其公称尺寸系列为:1.8 mm、2.5 mm、3.5 mm、5 mm、7 mm、10 mm、14 mm、20 mm。
- (3) 汉字应写成长仿宋体字,并采用中华人民共和国国务院正式公布推行的简化字。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。在同一图样上,只允许选用一种类型的字体。
- (5) 字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。
- (6) 汉字、字母和数字等组合书写时,其排列格式和间距应符合标准规定。

2. 字体示例

绘图字体示例有如下4种:

(1) 汉字

写长仿宋体汉字的要领是:横平竖直,注意起落,结构均匀,填满方格。长仿宋体不同字号的字体示例如下。

① 10 号字:

字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐

② 7 号字:

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

③ 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港口纺织服装

(2) 字母

常用字母有拉丁字母和希腊字母,两种字母都有直体和斜体之分。斜体拉丁字母示例如下:

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

(3) 数字

常用数字有阿拉伯数字和罗马数字,两种数字都有直体和斜体之分。斜体阿拉伯数字和罗马数字示例如下:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII

(4) 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母
这些数字和字母一般采用小一号的字体,其示例为:

10³ 5⁻¹ D₁ T_d $\phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ 7°_{-2°} $\frac{3}{5}$

(5) 尺寸公差、表面粗糙度、比例及螺纹代号等标注
其示例为:

10Js(± 0.003) $\phi 25 \frac{H6}{m5}$ $\frac{6.3}{\nabla}$ $\frac{II}{2:1}$ M24-6h R8

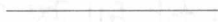
1.1.4 图线及其画法(GB/T 4457.4—2002)

1. 线 型

图线是图中所采用各种类型的线。国家标准规定图线的基本线型有 15 种,机械制图中常

用的图线名称、形式、宽度及其应用如表 1-3 所列,如图 1-7 所示。

表 1-3 机械制图常用的线型及应用

图线名称	图线线型	图线宽度	一般应用举例	
细实线		$d/2$	过渡线、尺寸线、尺寸界线、指引线和基准线、剖面线、重合断面的轮廓线、短中心线、螺纹牙底线、辅助线	
波浪线		$d/2$	断裂处边界线、视图与剖视图的分界线	
双折线		$d/2$	断裂处边界线、视图与剖视图的分界线	
粗实线		d	可见棱边线、可见轮廓线、相贯线、齿顶圆(线)、螺纹牙顶线、螺纹终止线	
虚线		$d/2$	不可见棱边线、不可见轮廓线	
细点画线		$d/2$	轴线、对称中心线、分度圆(线)、孔系分布的中心线、剖切线	长画长 $24d$, 短间隔长 $3d$, 短画长 $6d$
粗点画线		d	限定范围表示线	
细双点画线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件极限位置的轮廓线、轨迹线、中断线	

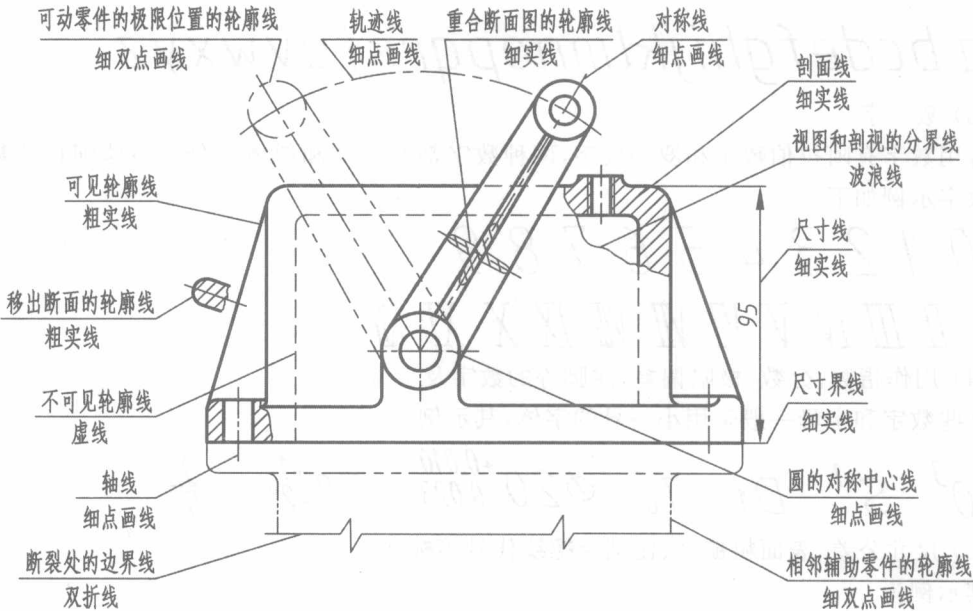


图 1-7 图线的应用示例

2. 线 宽

机械图样中的图线分粗线和细线两种。粗线宽度 d 应根据图形的大小和复杂程度在 $0.5\sim2.0\text{ mm}$ 之间选择,细线的宽度约为 $d/2$ 。

图线宽度的推荐系列为: 0.13 mm 、 0.18 mm 、 0.25 mm 、 0.35 mm 、 0.5 mm 、 0.7 mm 、 1 mm 、 1.4 mm 、 2 mm ,此系数的公比为 $\sqrt{2}$ 。

在通常情况下,粗线的宽度 d 采用 0.7 mm,细线的宽度采用 0.35 mm。

3. 画法注意事项

(1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。例如虚线、点画线和双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等,如图 1-8 所示。

(2) 绘制圆的中心线时,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,且应超出图形外 2~5 mm,如图 1-8 所示。

(3) 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 1-8 所示。

(4) 虚线、点画线或双点画线与实线相交,或它们自己相交时应为线段相交,而不应为间隔相交,如图 1-8 所示。

(5) 当虚线、点画线或双点画线位于实线的延长线上时,与实线的连接处应为空隙,如图 1-8 所示。

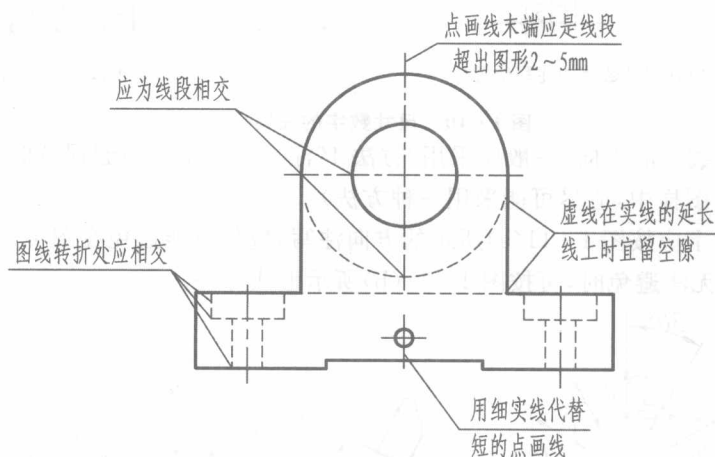


图 1-8 图线画法应用举例

1.1.5 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003)

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,不需标注单位符号(或名称),如采用其他单位,则应注明相应的单位符号,如 $66^{\circ}20'$ 、30 cm。

(3) 图样中所注尺寸,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,并应标注在最清晰反映该结构的图形上。

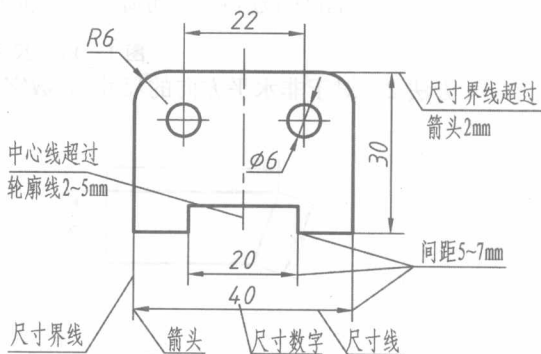


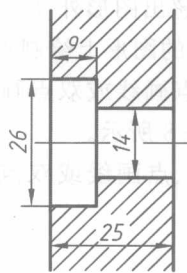
图 1-9 尺寸组成示例

2. 尺寸要素

图样上标注的每一个尺寸,其尺寸要素包括尺寸数字、尺寸线和尺寸界线,如图 1-9 所示。

尺寸线的中断处;标注参

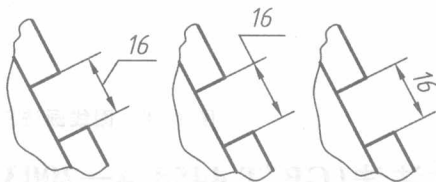
图 1-10(b)所示。



(b) 尺寸数字不被任何图线通过的注法

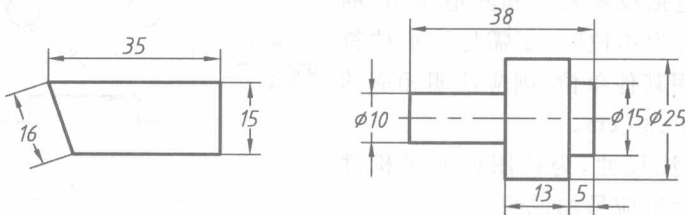
误解时,也允许采用“方

在图 1-11(a)所示 30° 范



(b) 向左倾斜 30° 范围内的尺寸数字的注写

中断处,如图 1-12 所示。



头的形式及大小如图 1-13(b)所示,采用如图 1-13(b)所示,采用

用这种形式时,尺寸线与尺寸界线应相互垂直。同一图样中只能采用一种尺寸线终端的形式。

② 标注线性尺寸时,尺寸线应与所标注的线段平行,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该图线的延长线上,如图1-14所示。

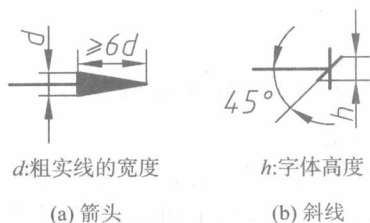


图1-13 尺寸线终端的形式

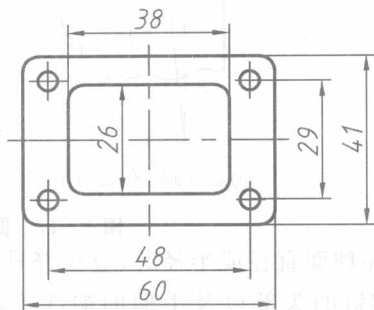


图1-14 尺寸线和尺寸界线的画法

(3) 尺寸界线

① 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1-14和图1-15(a)所示。

② 尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时才允许倾斜,如图1-15(b)所示。

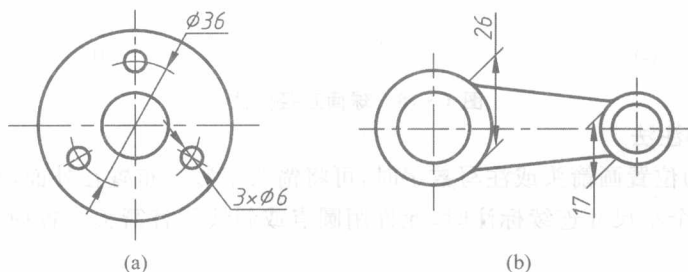


图1-15 尺寸界线的画法

(4) 直径与半径

① 标注圆或大于半圆的圆弧直径时,应在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”;标注半圆或小于半圆的圆弧半径时,应在尺寸数字前加注符号“R”,尺寸线应通过圆心,如图1-16(a)和(b)所示。

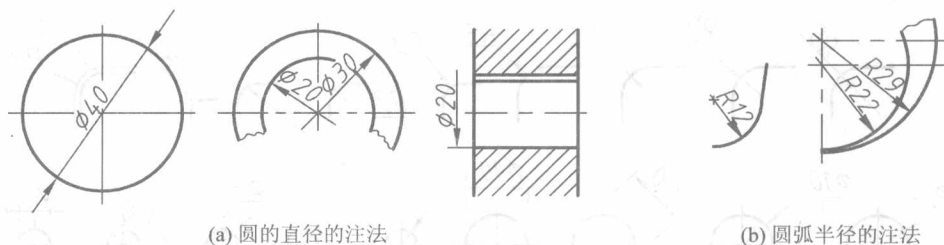


图1-16 圆的直径和圆弧半径的注法

② 当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标出其圆心位置时,可按图1-17(a)所示形式标注;若不需要标注其圆心位置时,可按图1-17(b)所示的形式标注。