

机械制图

主编 谢世坤 金伟



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

机 械 制 图

Jixie Zhitu

主 编 谢世坤 金 伟
副主编 潘维东 吴 霞 杨元模
参 编 郭秀艳 易荣喜
主 审 张庭芳



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

本书的主要内容有：绪论，制图的基本知识和技能，点、直线和平面的投影，曲线与曲面，立体的投影，组合体的视图与尺寸标注，轴测图，机件的表达方法，标准件和常用件，零件图，装配图和附录。

本书可供高等学校机械类、近机械类等本专科专业学生使用，亦可供高等职业技术学院、成人教育学院、高等教育自学考试等相关专业人员选用，还可为工程技术人员提供参考。

图书在版编目（CIP）数据

机械制图 / 谢世坤，金伟主编. -- 北京：高等教育出版社，2012.9
ISBN 978-7-04-036162-9

I. ①机… II. ①谢… ②金… III. ①机械制图
IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 202115 号

策划编辑	吴 勇 姚云云	责任编辑	李黎阳 姚云云	封面设计	于文燕
版式设计	马敬茹	责任校对	胡美萍	责任印制	尤 静

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	网 址	http://www.hep.edu.cn
邮政编码	100120		http://www.hep.com.cn
印 刷	三河市华润印刷有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
开 本	787mm × 1092mm 1/16		http://www.landaco.com.cn
印 张	21	版 次	2012 年 9 月第 1 版
字 数	470 千字	印 次	2012 年 9 月第 1 次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	41.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 36162-00

前 言

本书是以新修订的“画法几何与机械制图课程教学基本要求”为指导,同时根据现代制造加工技术的发展对本课程提出的新要求,结合多年来的教学实践经验编写而成。与此同时,我们还编写了《机械制图训练》与本书配套使用,并由高等教育出版社同期出版。

在本书编写过程中,我们总结了有关高校的教学经验,并广泛吸取了兄弟院校教材之优点,力求反映基础理论教学以应用为目的。

本书文字简练、通俗易懂,插图选用适当、清晰。全书以我国最新颁布的《机械制图》与《技术制图》国家标准为依据,可作为高等学校机械类、近机械类专业学生使用,亦可供高等职业技术学院、成人教育学院、高等教育自学考试等相关专业选用,还可为工程技术人员提供参考。

本书由谢世坤、金伟主编;潘维东、吴霞、杨元模任副主编。绪论、第二章、第六章和附录一由谢世坤编写,第三章、第四章和第五章由金伟编写,第八章、第九章和第十章由潘维东编写,第一章和附录二由吴霞编写,第七章由杨元模编写,附录三由郭秀艳编写,附录四由易荣喜编写。张庭芳主审全书,并负责全书的统稿与定稿工作。

限于作者的水平,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2012年5月

目 录

绪论	1	§ 5-1 三视图的形成及其投影 规律	133
第一章 制图的基本知识与技能	3	§ 5-2 组合体的形体分析	134
§ 1-1 《机械制图》和《技术制图》 国家标准的基本规定	3	§ 5-3 画组合体的视图	137
§ 1-2 制图工具及其使用方法	15	§ 5-4 读组合体的视图	142
§ 1-3 几何作图	19	§ 5-5 组合体的尺寸标注	150
§ 1-4 制图的一般步骤及平面图形的 制图方法	25	第六章 轴测图	157
§ 1-5 徒手绘图的方法	28	§ 6-1 轴测图的基本知识	157
第二章 点、直线和平面的投影	31	§ 6-2 正等轴测图	159
§ 2-1 投影的基本知识	31	§ 6-3 斜二等轴测图	166
§ 2-2 点的投影	35	§ 6-4 轴测剖视图的画法	170
§ 2-3 直线的投影	41	第七章 机件的表达方法	173
§ 2-4 平面的投影	52	§ 7-1 视图	173
§ 2-5 直线与平面及两平面的相对 位置	60	§ 7-2 剖视图	178
§ 2-6 变换投影面法	74	§ 7-3 断面图	192
第三章 曲线与曲面	85	§ 7-4 其他表达方法	195
§ 3-1 曲线概述	85	§ 7-5 表达方法综合应用	200
§ 3-2 常用曲线的投影	86	§ 7-6 第三角画法简介	205
§ 3-3 曲面的形成与分类	88	第八章 标准件和常用件	208
§ 3-4 常用曲面的形成与投影	89	§ 8-1 螺纹	209
§ 3-5 螺旋线和螺旋面	92	§ 8-2 螺纹紧固件	217
第四章 立体的投影	96	§ 8-3 键和销	225
§ 4-1 平面立体的投影	96	§ 8-4 齿轮	230
§ 4-2 曲面立体的投影	101	§ 8-5 弹簧	238
§ 4-3 平面与立体相交	111	§ 8-6 滚动轴承	241
§ 4-4 两回转体相交	124	第九章 零件图	245
第五章 组合体的视图与尺寸标注	133	§ 9-1 零件图的作用与内容	245
		§ 9-2 零件表达方案的选择	247
		§ 9-3 零件上常见的工艺结构及	

尺寸标注	253	§ 10-5 装配结构的合理性	288
§ 9-4 表面结构表示法	259	§ 10-6 部件的测绘和装配图的 画法	290
§ 9-5 极限、配合与几何公差	265	§ 10-7 读装配图和由装配图拆画 零件图	294
§ 9-6 读零件图	275	附 录	300
第十章 装配图	279	一、常用螺纹及螺纹紧固件	300
§ 10-1 装配图的作用和内容	279	二、常用键与销	311
§ 10-2 装配图的表达方法	281	三、常用滚动轴承	316
§ 10-3 装配图上的尺寸标注和技术 要求	285	四、极限与配合	319
§ 10-4 装配图中零件的序号和 明细表	286	参考文献	329

绪论

一、本课程的研究对象和性质

语言和文字是交流思想的工具。语言和文字的表达方法丰富多样。它可以把一件事描述得生动感人。但是,用语言或文字来表达物体的形状和大小是很困难的。因此,表达物体形状和大小的图样就成为生产中不可缺少的技术文件。设计者通过图样来表达设计对象;制造者通过图样来了解设计要求,并依据图样来制造机器;使用者也通过图样来了解机器的结构和使用性能。在各种技术交流活动中,图样也是不可缺少的。因此,图样被称为工程技术上的语言。由此可见,图样在工程上的地位及重要性。

按一定的投影理论和国家标准的有关规定,用来表达机器及其零件、部件的形状和结构、大小、材料及加工检验、装配等技术要求的图样称为工程图样。在现代社会中,设计、制造、安装和使用各种机械、设备、电器、仪器等都离不开工程图样。其中,建筑工程中使用的图样称为建筑图样,机械制造业中所使用的图样称为机械图样。机械制图就是研究机械图样的一门课程。它是一门重要的技术基础课程,主要研究如何根据投影理论和有关的规定来阅读和绘制工程图样。同时,机械制图也是高等工科院校学生的一门必修课程。本课程既有系统的理论,又具有较强的实践性。它在空间思维能力和形象思维能力的训练方面具有特殊的地位和作用。

二、本课程的教学目的和要求

本课程的教学目的和任务是培养学生的绘图、读图和查阅国家标准的基本能力;培养学生的空间分析、投影分析、二维图形和三维图形的相互转换的分析能力;培养学生的手工绘图和计算机绘图技能和认真负责、细致严谨的工程文化素质,为此要求学生:

- (1) 培养绘制和阅读工程图样的基本方法和技能。
- (2) 掌握正投影法的基本原理及其应用。
- (3) 培养图解简单空间几何问题的能力。
- (4) 培养对三维形状与相关位置的空间逻辑思维能力和形象思维能力。
- (5) 培养计算机绘图的初步能力。

此外,在教学过程中还必须有意识地培养学生的自学能力、独立分析和解决问题的能力,以及认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

三、本课程的学习方法

(1) 在学习本课程时,除了要熟练掌握投影的基本理论、基本知识和基本方法外,还要结合生产实际完成一系列的制图作业。在制图作业的过程中,学生将进行由空间物体表达成平面图形、再由平面图形想象出空间物体的反复训练,掌握空间物体和平面图形的转化规律,其空间想象力将在这一过程中得到强化。

(2) 正确处理读图和画图的关系。形体分析和线面分析是学习绘图和读图、建立形象思维的很好的训练方法。在学习过程中,学生要反复练习,以牢固掌握制图技能。对于从事机械制造工作的人员,正确地读懂图样和绘制图样是非常重要的。只有把图样读懂读透,才能又快又好地将其绘出;反之,绘图可以加深对绘图规律和内容的理解,从而提高读图能力。

(3) 在读图和画图的实践过程中,要熟练掌握零部件的各种表达方法,掌握尺寸的标注方法;要注意逐步熟悉和掌握《技术制图》与《机械制图》国家标准及其他有关规定;在理解的基础上,学会正确运用各种表达方法;学会查阅有关资料和手册。

(4) 在工程图样上不允许出现任何差错。绘制的图样要做到“投影正确、表达合理、尺寸齐全、字体工整、图面整洁”。在学习过程中,应注意养成认真负责、耐心细致和一丝不苟的优良作风。

第一章 制图的基本知识与技能

制图是投影理论在图形表达实践中的应用。制图的基本知识是工程技术人员能够准确、快速绘制出工程图样所必须掌握的技能。本章主要介绍《机械制图》和《技术制图》国家标准中关于图幅、比例、字体和线型等的规定。要求学生掌握常用制图工具的使用方法和徒手绘图的基本要领,以及用制图工具绘制几何图形、平面图形的方法和步骤。

§ 1-1 《机械制图》和《技术制图》国家标准的基本规定

一、图纸幅面及格式 (GB/T 14689—2008)

国家标准简称“国标”,其代号为“GB”。为适应生产和便于技术交流,工程图样的规格、内容、画法和尺寸标注等必须遵循《技术制图》国家标准的规定。例如 GB/T 14689—2008 为《技术制图 图纸幅面及格式》的标准,其中“T”表示该标准为推荐性标准,“14689”为标准的编号,“2008”表示该标准是于 2008 年颁布的。在机械制图过程中,图样的画法、尺寸注法等还应遵循《机械制图》国家标准。

(一) 图纸幅面尺寸

图纸的幅面是指图纸本身的大小规格。绘制技术图样时,应优先采用表 1.1 所规定的五种基本幅面。必要时也允许按规定加长幅面,加长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				

(二) 图框格式

图框是图纸上表示绘图范围的边线。绘制技术图样时,应用粗实线画出图框。图框格式分为留有装订边和不留装订边两种。不留装订边的图框格式如图 1.1 所示,其尺寸按表 1.1 来确

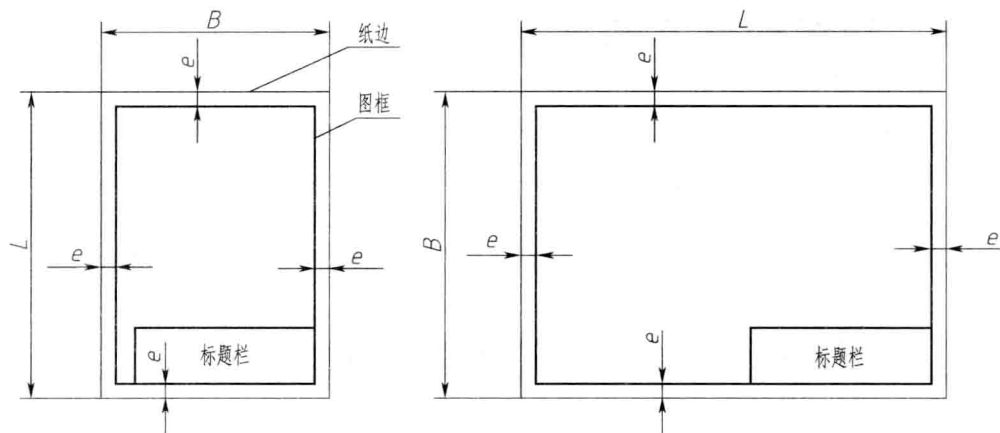


图 1.1 不留装订边的图框格式

定。留有装订边的图框格式如图 1.2 所示,其尺寸按表 1.1 来确定。但应注意,同一产品的图样只能采用一种格式。

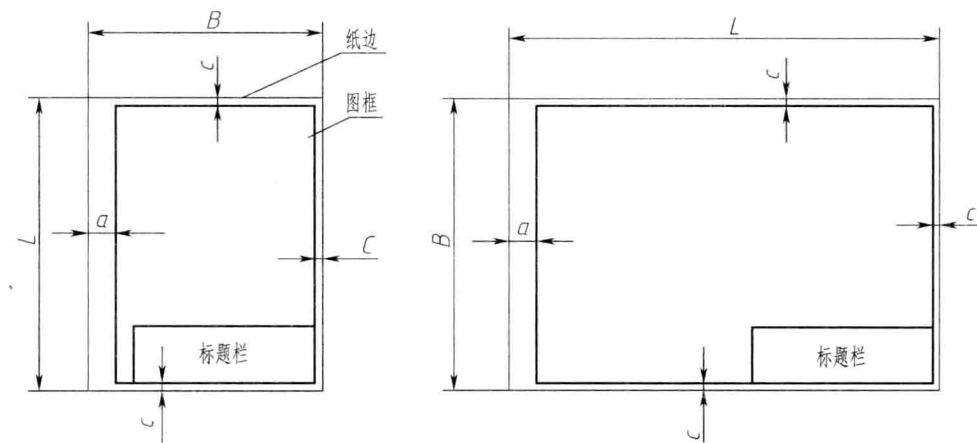


图 1.2 留装订边的图框格式

(三) 标题栏

为使绘制的图样便于管理及查阅,每张图都必须有标题栏。通常标题栏位于图纸的右下角,用于填写设计单位、工程名称、图名、图纸编号、比例、设计者和审核者等内容。如图 1.1、图 1.2 所示。

标题栏中的文字方向为看图方向。标题栏的格式、内容和尺寸在 GB/T 10609.1—2008 中已

表 1.3 允许选用的比例

种 类	比 例				
放大比例	2.5:1	4:1	$(2.5 \times 10^n):1$	$(4 \times 10^n):1$	
缩小比例	1:1.5	1:2.5	1:3	1:4	1:6
	$1:1.5 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$	$1:3 \times 10^n$	$1:4 \times 10^n$	$1:6 \times 10^n$

注：n 为正整数。

(二) 比例的有关规定

(1) 无论采用哪种比例值,图形上所标注的尺寸数值必须是机件的实际大小,与图形的绘制比例无关,如图 1.5 所示。

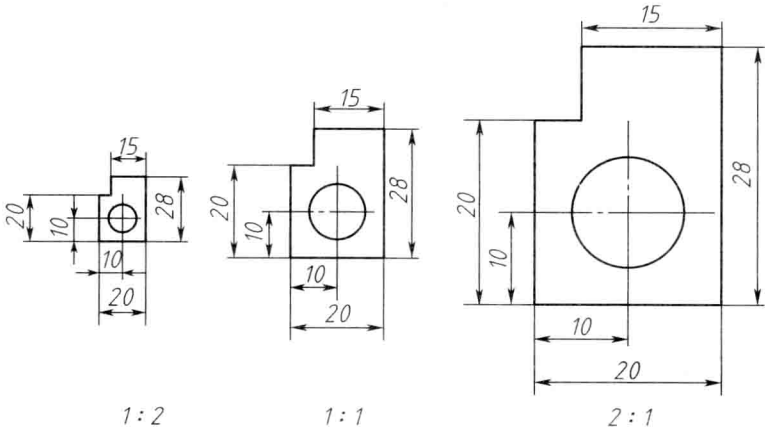


图 1.5 用不同比例绘制出的图形

(2) 绘制同一机件的各个视图一般采用相同的比例,并填写在标题栏中的比例栏内。当某个视图采用不同于标题栏内的比例时,可在视图名称的下方或右侧进行标注。

三、字体 (GB/T 14691—1993)

图样上除了表达物体形状的图形外,还要用数字和文字说明物体的大小、技术要求和其他内容。在 GB/T 14691—1993 中,规定了汉字、字母和数字的结构形式,图样上书写字体的基本要求如下:

(1) 字体书写必须做到: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 mm、2.5 mm、3.5 mm、5 mm、7 mm、10 mm、14 mm、20 mm 八种。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。用作指数、分数、注脚和尺寸偏差的数字,一般采用小一号字体。

(3) 汉字应书写成长仿宋体,并采用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,字宽一般为 $h/\sqrt{2}$,长仿宋体的书写要领是: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,字体的笔画宽度用 d 表示,A 型字体的笔画宽度 $d = h/14$,B 型字体笔画宽度 $d = h/10$ 。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° 。

(5) 工程上常用的数字有阿拉伯数字和罗马数字。字母一般用拉丁字母和希腊字母。制图时,数字与字母一般用 B 型斜体字。在同一图样上,只允许选用一种字体。图 1.6、图 1.7、图 1.8、图 1.9 所示的是图样上常见的书写示例。

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

滚动轴承 齿轮 键 销 螺栓 螺母 垫圈 法兰 弹簧 热处理

技术制图 机械制造 矿山冶金 航空船舶 锻造桥梁 土木建筑 化学工业 材料加工

图 1.6 长仿宋体汉字示例



图 1.7 数字书写示例



图 1.8 字母书写示例

10Js5(± 0.003) M24-6h R8 5%

$\phi 25 \frac{H6}{m5} \frac{II}{2:1} \frac{\curvearrowright A}{5:1} \sqrt{Ra 6.3}$

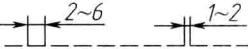
图 1.9 图样上常见标注文字示例

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

(一) 图线的型式

GB/T 17450—1998 中规定了 15 种基本线型及基本线型的变形。图线的形状可以是直线或曲线、连续线或不连续线。图线中不连续的独立部分称为线素,如点、长度不同的画和间隔。GB/T 4457. 4—2002 规定,绘制机械图样常使用 9 种线型(如表 1.4 所示)。各线素的长度应符合表 1.4 要求。图线根据线宽有粗细之分,其比例关系为 2:1。所有图线的宽度 d 应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择: 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。粗线的宽度优先采用 0.5 mm、0.7 mm。在同一图样中,同类图线的宽度应一致。图 1.10 所示为常用图线应用举例。

表 1.4 线 型

图线名称	线 型	图线宽度	图线应用举例(见图 1.10)
粗实线		d	可见轮廓线;可见过渡线
虚线		$d/2$	不可见轮廓线;不可见过渡线
细实线		$d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、重合断面的轮廓线及指引线
波浪线		$d/2$	断裂处的边界线
双折线		$d/2$	断裂处的边界线
细点画线		$d/2$	轴线、对称中心线
细双点画线		$d/2$	可动零件的极限位置的轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线
粗点画线		d	限定范围表示线
粗虚线		d	允许表面处理的表示线

注: 表中虚线、细点画线、细双点画线的线段长度和间隔距离供参考。

(二) 图线的画法和要求

(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度和间隔应各自大致相等。

(2) 两条平行线(包括剖面线)之间的最小间隙应不小于 0.7 mm。

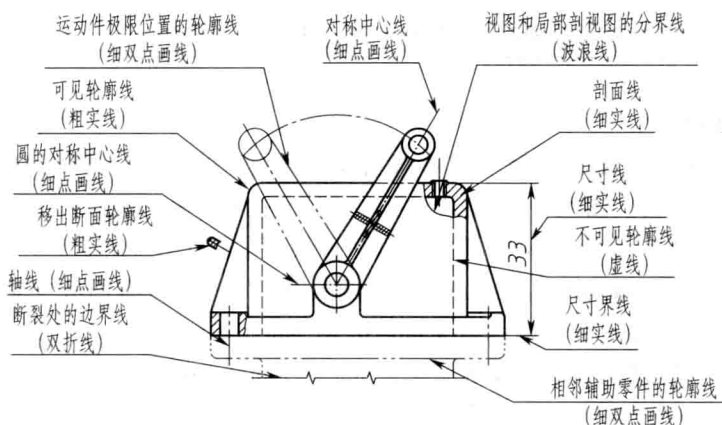


图 1.10 图线应用举例

(3) 虚线与虚线相交或虚线与其他线相交,应在画线处相交。当虚线处在粗实线的延长线上时,粗实线应画到分界点而虚线应留有空隙,如图 1.11 所示。

(4) 点画线(包括单点画线,双点画线)的起止端应是画。在较小的图形中,若绘制点画线、虚线困难时可用细实线代替。当单点画线用作轴线或中心线时,应超出图形的轮廓线 2~5 mm,如图 1.12 所示。

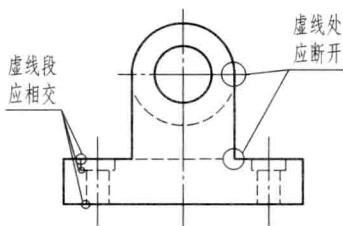


图 1.11 虚线的画法

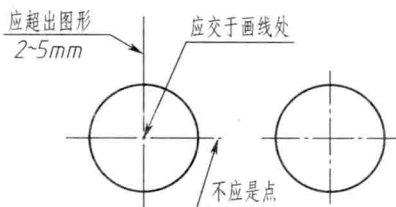


图 1.12 点画线的画法

(5) 图线不得与文字、数字或符号重叠、相交。若不可避免时,图线应在文字处断开,以保持文字的清晰。

(6) 当各种图线重合时,应按粗实线、虚线、点画线的优先顺序画出。

(7) 绘制圆的对称中心线时,圆心应为线段的交点,各类图线相交时,都应以线段相交,而不应以点或空隙相交。

五、尺寸标注 (GB/T 4458. 4—2003)

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。国家标准对尺寸标注的基

本方法作了一系列规定,应严格遵守。

(一) 基本规定

(1) 物体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、比例及绘图的准确程度无关。

(2) 图样中的尺寸以毫米为单位时,不需注明计量单位的代号或名称,如采用其他单位,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

(3) 物体的每一尺寸,在图样中一般只标注一次,并标注在能最清晰反映该结构的图形上。

(4) 图样中所注尺寸是该物体最后完工时的尺寸,否则应另加说明。

(二) 尺寸要素

一个完整的尺寸标注包括尺寸线、尺寸界线、尺寸线终端和尺寸数字四个要素,如图 1.13 所示。

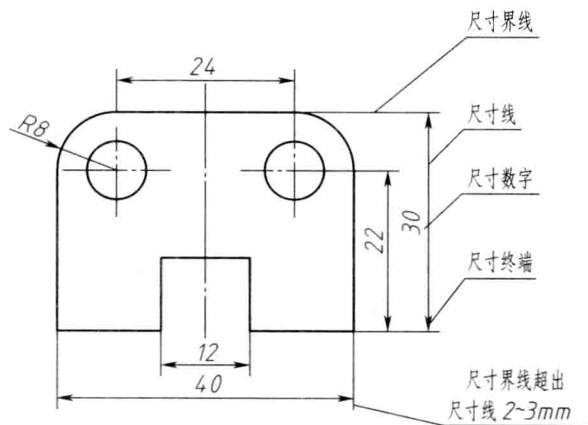


图 1.13 尺寸标注的四个要素

(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。也可直接利用这些线作尺寸界线,尺寸界线一般应与尺寸线垂直,并超出尺寸线 2~3 mm。必要时允许尺寸界线与尺寸线倾斜。

(2) 尺寸线。尺寸线用细实线绘制,不能用其他图线代替,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。若有几条相互平行的尺寸线时,大尺寸要注在小尺寸外面,以免尺寸线与尺寸界线相交。在圆或圆弧上标注直线或半径尺寸时,尺寸线一般应通过圆心或其延长线通过圆心。

(3) 尺寸线终端。尺寸线的终端有箭头和斜线两种形式,如图 1.14 所示。图中的 d 为粗实线的宽度,斜线用细实线绘制,图中 h 为字体高度。机械工程图样中,一般采用箭头形式,当标注地方不够时,可用实心圆点代替,同一张图上箭头大小要一致。

(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