

主 编 刘仁杰 马丽敏
副主编 刘 彬 刘彤晏

工程制图



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

主 编 刘仁杰 马丽敏
副主编 刘 彬 刘彤晏



机械工业出版社

本书是作者总结多年教学和改革经验编写而成的,内容符合高等学校工科制图课程教学指导委员会制订的《画法几何及机械制图课程教学基本要求》。本书将画法几何、计算机绘图、机械制图与最新的国家标准融为一体,内容包括:制图基本知识和基本技能、正投影基础、立体的投影、轴测图、组合体的视图及尺寸注法、机件的常用图样画法、标准件和常用件、零件图、装配图、立体表面展开和焊接图、计算机绘图基础和附录。

本书可作为高等院校机械类、非机械类各专业的教材,也可作为其他各类专业师生和相关工程技术人员的参考用书。

建议读者选用与本书配套出版的《工程制图习题集》。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/刘仁杰,马丽敏主编.——北京:机械工业出版社,2010.7
ISBN 978-7-111-30997-0

I. ①工… II. ①刘…②马… III. ①工程制图 IV. ①TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第130836号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:张宝珠 章承林 版式设计:霍永明 责任校对:张晓蓉

封面设计:李 瞳 责任印制:李 妍

北京诚信伟业印刷有限公司印刷

2010年8月第1版第1次印刷

184mm×260mm·18印张·441千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-30997-0

定价:32.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前言

本书以教育部制订的高等工科学校《画法几何及机械制图课程教学基本要求》为指导，并在总结编者多年教学和改革经验的基础上编写而成的。目的是使学生在掌握机械制图基本知识、基本理论的同时，重点培养学生的基本技能、空间逻辑思维能力和形体构思分析能力。

本书在画法几何部分做了较大的删减，难度也有所降低。机械制图部分以培养读图能力为重点，在各章节后都给出了复习思考题。

掌握计算机绘图的技能已是对当代技术人员的基本要求，为便于自学，本书将“计算机绘图基础”放在第十一章。本书充分注意尺规绘图、徒手绘草图、计算机绘图三种绘图方法的有机组合，在尺规绘图的基础上，加大了徒手绘草图及计算机绘图的训练力度。

本书内容严格遵守最新国家标准，全部图形采用计算机绘制，由马丽敏、刘彬、刘彤晏、刘文华编写的《工程制图习题集》与本书配套。

参加本书编写的有：大连工业大学的刘彬（编写第一章、第四章、第五章），刘仁杰（编写第二章、第六章），马丽敏（编写第八章、第九章），刘彤晏（编写第三章、第七章），刘文华（编写第十一章、附录），辽宁大学的吴晓虹（编写第十章）。

本书由刘仁杰、马丽敏任主编，由曹学云主审。

本书在编写过程中，得到很多同行的关注和帮助，同时也吸取和借鉴了其他院校的教学经验，在此向关心、指导本书编写的同志们表示诚挚的谢意。

限于编者水平，书中难免存在缺点和错误，敬请读者批评指正。

编者

目 录

前言			
绪论	1		
第一章 制图基本知识和基本技能	2		
第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定	2		
第二节 几何作图	12		
第三节 平面图形的分析和尺寸标注	15		
第四节 徒手绘图	17		
第五节 绘图工具及使用方法	19		
复习思考题	23		
第二章 正投影基础	24		
第一节 投影法和三视图的形成	24		
第二节 点的投影	28		
第三节 直线的投影	32		
第四节 平面的投影	40		
第五节 直线与平面、平面与平面的相对位置	45		
复习思考题	56		
第三章 立体的投影	58		
第一节 平面立体的投影	58		
第二节 曲面立体的投影	61		
第三节 切割体的投影	69		
第四节 相贯体的投影	78		
复习思考题	85		
第四章 轴测图	86		
第一节 轴测投影的基本知识	86		
第二节 正等轴测图	87		
第三节 斜二轴测图	92		
第四节 画轴测图的几个问题	94		
复习思考题	96		
第五章 组合体的视图及尺寸注法	97		
第一节 画组合体视图的方法与步骤	97		
第二节 组合体的尺寸标注	101		
第三节 读组合体视图	106		
第四节 组合体的构形设计	113		
复习思考题	115		
第六章 机件的常用图样画法	116		
第一节 视图	116		
第二节 剖视图	119		
第三节 断面图	129		
第四节 其他规定画法和简化画法	131		
第五节 综合应用举例	134		
第六节 第三角投影	136		
复习思考题	138		
第七章 标准件和常用件	139		
第一节 螺纹	139		
第二节 常用螺纹紧固件	146		
第三节 键和销	150		
第四节 齿轮	153		
第五节 滚动轴承	161		
第六节 弹簧	164		
复习思考题	167		
第八章 零件图	168		
第一节 零件图的内容	168		
第二节 零件的常见工艺结构	169		
第三节 零件图的尺寸标注	171		
第四节 零件图的技术要求	175		
第五节 零件图的视图选择和分类	190		
第六节 读零件图	196		
第七节 零件的测绘	198		
复习思考题	202		
第九章 装配图	203		
第一节 装配图的内容	203		
第二节 装配图的表达方法	205		
第三节 装配图的尺寸标注和技术要求	208		
第四节 装配图中零、部件序号和明细栏	209		
第五节 常见的装配结构	210		
第六节 部件测绘和装配图的画法	213		
第七节 读装配图及由装配图拆画零件图	220		
复习思考题	224		
第十章 立体表面展开和焊接图	225		
第一节 平面立体的表面展开	225		

第二节 可展曲面的展开	227	附录 A 螺纹	263
第三节 不可展曲面的近似展开	231	附录 B 常用的标准件	264
第四节 焊接图	233	附录 C 常用的机械加工一般规范和零件 结构要素	273
复习思考题	237	附录 D 极限与配合	274
第十一章 计算机绘图基础	238	附录 E 金属材料及其热处理和表面	
第一节 AutoCAD 2008 基本操作	238		
第二节 基本命令的使用	244		
复习思考题	262		
附录	263		

绪论

一、本课程的性质、内容和任务

工程图样和其他传播工具(如文字、图像、声音、数字等)一样,是进行交流、表达思想的重要媒介。在现代工业生产中,无论在设计和制造各种机械、仪器、设备及建筑物等都离不开图样,在使用、维修、安装和检验中也要以图样为依据。因此,工程图样就成了工业生产中重要的技术资料之一,是进行技术交流不可缺少的工具,被喻为工程界的“技术语言”。每个工程技术人员都必须能够绘制和阅读工程图样。

本课程是高等工科院校中一门既有理论又有较强实践性的重要技术基础课,它包括画法几何、制图基础、机械制图和计算机绘图四个部分的内容。

本课程的任务是:

- 1) 学习投影法的基本理论及其应用。
- 2) 培养学生对三维形体与相关位置的空间逻辑思维和形象思维能力。
- 3) 培养空间几何问题的图解能力。
- 4) 培养绘制和阅读机械工程图样的能力。
- 5) 培养利用计算机绘制图形的能力。
- 6) 培养学生独立分析问题、解决问题的能力,培养创造性思维和审美的能力。

二、本课程的学习方法

1) 本课程的特点是实践性强,因此,在学习本课程的理论部分时,要在理解基本概念、基本图示原理和基本作图方法的基础上,多画多想多看,注意画、看结合,图、物结合,自始至终突出一个“练”字。在图解空间几何问题时,要充分理解已知条件和解题要求,分析与理解有关的知识点,找出相应的图解方法进行作图。

2) 画法几何是本课程的理论基础。它运用投影理论,以图解和图示的方法研究解决空间几何形体中几何元素间的相对位置问题。在学习时,要把空间几何元素、空间几何形体结合起来进行投影分析,这种“从空间到平面,再由平面到空间”的反复思考过程是最有效的学习方法。

3) 机械制图以画法几何理论为依据,其内容与生产实际密切相关。在学习时既要运用画法几何的基本理论绘制和阅读工程图样,又要紧密联系实际。要掌握机械工程图样中技术要求的注写和阅读,掌握机械加工工艺基本知识和使用相关国家标准的能力。此部分需要通过完成一系列的作业才能达到学习目的。

4) 学习计算机绘图部分时必须熟悉绘图基本命令,并要充分上机操作才能掌握。

5) 图样是用来指导生产的重要技术文件,一线一字之差都会给生产带来不应有的损失,所以在学习和绘图过程中,切忌粗心大意、草率从事,应培养认真负责、耐心细致、精益求精的良好作风。必须严格遵守《机械制图》和《技术制图》国家标准的规定。

6) 培养良好的学习方法,学会查阅有关资料,掌握画图、看图的方法与步骤,提高自学能力和独立工作能力。

第一章 制图基本知识和基本技能

工程图样用于表达机件的形状、大小和技术要求，是产品设计、制造、安装、检测、技术交流等过程中的重要资料，是工程界的语言。因此，图样的内容、格式、表达方法等必须要统一规定。国家标准《机械制图》是国家制定的一项基本技术标准，绘图时应严格遵守标准的有关规定，因为只有符合标准的图样才能用来指导生产和交流。国家标准在不断地进行修改，以适应生产和技术发展的需要。

国家标准的代号为“GB”、“GB/T”、“GB/Z”，其中“GB/T”为推荐性国家标准，“GB/Z”为指导性国家标准。本章摘录了国家标准对图纸幅面的格式、比例、字体、图线和尺寸注法的有关规定，还介绍了常见的几何图形及其绘制方法。

第一节 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定

一、图纸幅面（GB/T 14689—2008）和标题栏

1. 图纸幅面及图框格式

绘制图样时，应优先采用表 1-1 中规定的图纸基本幅面尺寸，幅面代号分为 A0、A1、A2、A3、A4 五种。

表 1-1 图纸基本幅面的尺寸 (单位: mm)

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		

必要时允许加长幅面，加长幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。加长量必须符合 GB/T 14689—2008 中的规定，如图 1-1 所示。

需要装订的图样，应留装订边，其图框格式如图 1-2a、b 所示。一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。

不需装订的图样其图框格式如图 1-2c、d 所示。

图纸边界线用细实线绘制，大小为幅面尺寸。图框线用粗实线绘制，与图纸边界线的距离和图框的格式有关，如图 1-2 所示。图框周边尺寸 a 、 c 、 e 如表 1-1 所示。同一

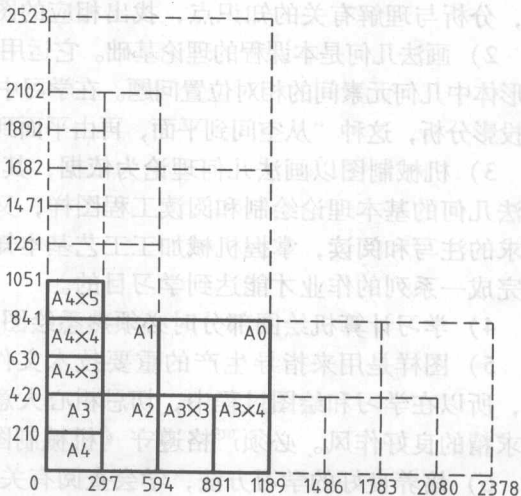


图 1-1 图纸幅面

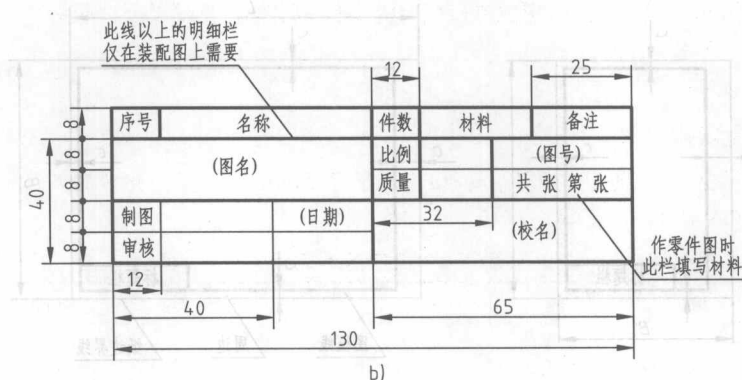


图 1-3 标题栏格式 (续)

b) 制图作业中的标题栏格式

为了利用预先印制的图纸，其标题栏允许使用图 1-4 所示的样式。

二、比例 (GB/T 14690—1993)

图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称作比例。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。需要按比例绘制图样时,一般应从表1-2规定的系列中适当地选取。

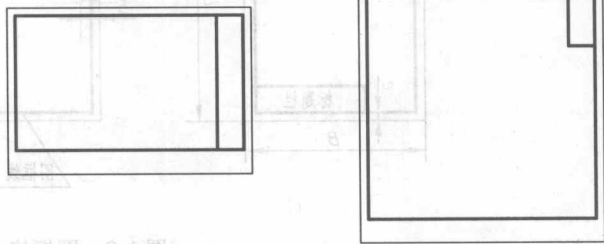


图 1-4 允许使用的另一种标题栏样式

表 1-2 绘图的比例

原值比例	1:1
缩小比例	1:2 1:5 1:10 1:1 × 10 ⁿ 1:2 × 10 ⁿ 1:5 × 10 ⁿ
放大比例	2:1 5:1 1 × 10 ⁿ :1 2 × 10 ⁿ :1 5 × 10 ⁿ :1

注: n 为正整数。

绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,并在标题栏的比例一栏中标明。当某个视图需要采用不同的比例时,必须另行标注。应注意,不论采用何种比例绘图,尺寸数值均按原值注出。

三、字体 (GB/T 14691—1993)

国家标准 GB/T 14691—1993《技术制图 字体》中,规定了汉字、字母和数字的结构形式。在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。各种字体的大小选择要适当。

1. 字体高度

字体高度用 h 表示, 其公称尺寸系列为: 1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、

10mm、14mm、20mm。如需要写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体的号数。

2. 汉字

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公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm，字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。表 1-3 为汉字的基本笔画，图 1-5 为汉字示例。

表 1-3 汉字基本笔画

名称	点	横	竖	撇	捺	勾	挑	折
基本笔画								
举例	审	要	图	例	术	技	注	铝

10号汉字

字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐

7号汉字

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

5号汉字

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

图 1-5 长仿宋体字

3. 字母和数字

字母和数字分为 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 (d) 为字高 (h) 的 $1/10$ 。在同一图样上，只允许选用一种形式的字体。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° 。

字母的综合应用有下述规定：用作指数、分数、极限偏差等的数字及字母，一般应采用小一号的字体；图样中的数学符号、物理量符号、计量单位符号，以及其他符号、代号，应分别符合国家有关法令和标准的规定。图 1-6 为数字、字母及综合应用示例。

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

国家标准规定 GB/T 4457.4—2002《机械制图 图样画法 图线》和 GB/T 17450—1998《技术制图 图线》两项专项图线标准。在绘制机械图样时，应在不违背 GB/T 17450—1998 的前提下，贯彻 GB/T 4457.4—2002 中的有关规定。

0123456789

a)

ABCDEFGHIJKLMN

OPQRSTUVWXYZ

b)

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

c)

I II III IV V VI VII VIII IX X

d)

M24 10JS5(± 0.003) 380kPa $\phi 25 \frac{H6}{m5} \sqrt{Ra 6.3} 10^3$

e)

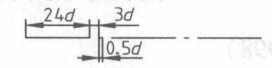
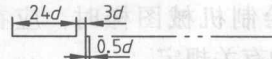
图 1-6 数字、字母及综合应用示例

a) 阿拉伯数字 b) 大写拉丁字母 c) 小写拉丁字母 d) 罗马数字 e) 综合应用示例

1. 线型

国家标准 GB/T 4457.4—2002 中规定了机械图样中常用图线的名称、型式、宽度以及在图样上的一般应用, 如表 1-4 及图 1-7 所示。

表 1-4 图线的名称、型式、宽度和应用

名称	线 型	宽度 d (建议)/mm		一 般 应 用
粗实线		0.7	0.5	可见轮廓线、棱边线
细实线		0.35	0.25	尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线等
细虚线		0.35	0.25	不可见轮廓线
粗虚线		0.7	0.5	允许表面处理的表示线
细点画线		0.35	0.25	轴线、对称中心线、分度圆(线)、剖切线
粗点画线		0.7	0.5	限定范围表示线
细双点画线		0.35	0.25	相邻辅助零件的轮廓线、轨迹线、中断线、可动零件的极限位置的轮廓线

图线名称、线型、宽度及一般应用 (续)

名称	线 型	宽度 d (建议)/mm		一 般 应 用
波浪线		0.35	0.25	断裂处的边界线、剖视与视图的分界线
双折线		0.35	0.25	断裂处的分界线

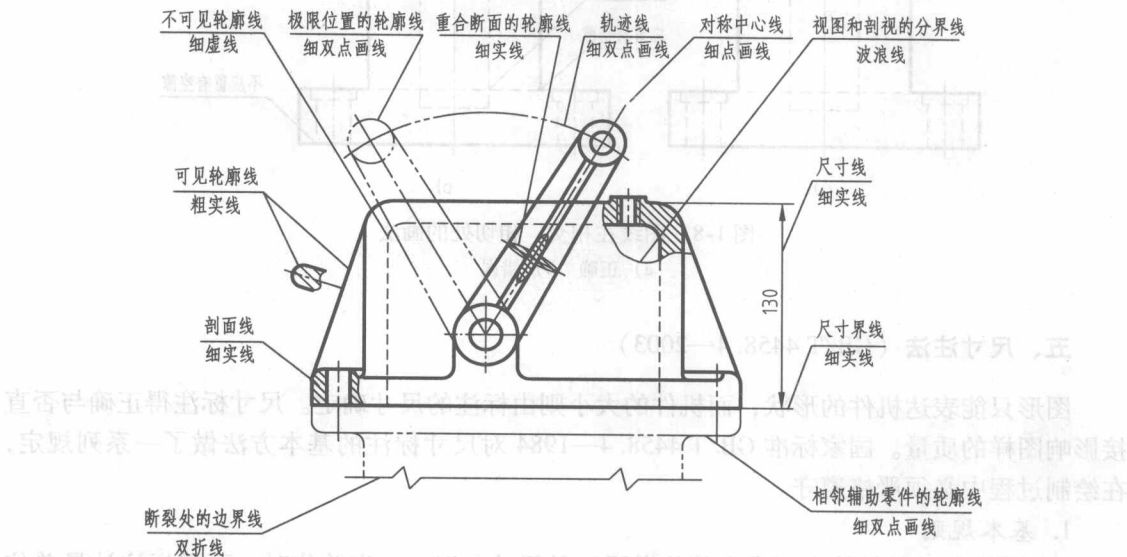


图 1-7 图线用途示例

2. 线宽

图线分为粗线和细线两种。图线的宽度（粗、细）用 d 表示，粗线的宽度应根据图形的大小和复杂程度在 0.5~2mm 之间选择，细线的宽度为粗线宽度的 1/2。

图线宽度的推荐系列为：0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm。

3. 图线画法

如图 1-8a 所示，绘图时一般应遵循以下各点：

- 1) 同一图样中的同类图线的宽度应基本一致。（粗、细）虚线、（粗、细）点画线及细双点画线各自画长和间隔应相等。
 - 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，圆心应为画的交点。（粗、细）点画线和细双点画线的首末两端应为画而不应为点。
 - 4) 在较小的图形上绘制细点画线或细双点画线有困难时，可用细实线代替。
- 此外，还应该注意：
- 1) 轴线、对称中心线、双折线和作为中断线的细双点画线，应超出轮廓线 2~5mm。
 - 2) 细点画线、细虚线与其他图线相交时，应以画相交，而不应为点或间隔。

3) 当细虚线处于粗实线的延长线上时, 粗实线应画到分界点, 而细虚线应与分界点留有空隙。

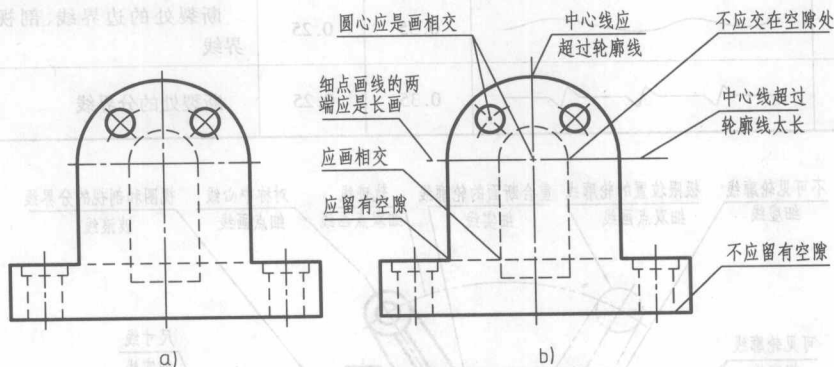


图 1-8 图线在相交、相切处的画法

a) 正确 b) 错误

五、尺寸注法 (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。尺寸标注得正确与否直接影响图样的质量。国家标准 GB/T 4458.4—1984 对尺寸标注的基本方法做了一系列规定, 在绘制过程中必须严格遵守。

1. 基本规则

1) 图样中 (包括技术要求和其他说明) 的尺寸, 以 mm 为单位时, 不需标注计量单位的名称或代号; 如采用其他单位, 则必须注明相应计量单位的名称或代号。

2) 图样中所注尺寸数值为机件的真实大小, 与图形的大小和绘图的准确度无关。

3) 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楚的图形上。

4) 图样中所注尺寸是该机件最后完工时的尺寸, 否则应另加说明。

2. 尺寸要素

如图 1-9 所示, 一个完整的尺寸一般应包括尺寸界线、尺寸线 (含表示尺寸线终端的箭头或斜线)、尺寸数字。

(1) 尺寸界限 尺寸界限表示所注尺寸的起止范围, 用细实线由图样的轮廓线、轴线或对称中心线引出, 也可利用图样的轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界限。引出的尺寸界限应超出尺寸线 2~5mm。尺寸界限一般应与尺寸线垂直, 必要时才允许倾斜。

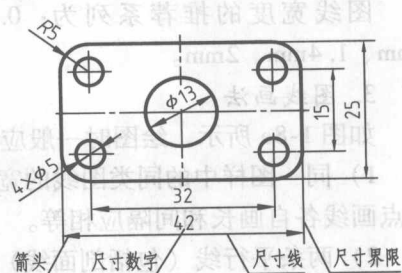


图 1-9 尺寸的组成及标注示例

(2) 尺寸线 尺寸线用细实线绘制。标注线性尺寸时, 尺寸线必须与所标注的线段平行, 相同方向的各尺寸线之间的距离要均匀, 间隔应大于 5mm (建议间距为 6~8mm)。尺寸线不能用图上的其他线代替, 也不能与其他图线重合或在其延长线上, 并应尽量避免与其他尺寸线或尺寸界限相交。

尺寸线终端可以有以下两种形式:

1) 箭头: 箭头的形式如图 1-10a 所示, 适用于各种类型的图样。箭头尖端与尺寸界线接触, 不得超出或离开。

2) 斜线: 斜线用细实线绘制。其画法如图 1-10b 所示。当尺寸线的终端采用斜线时, 尺寸线与尺寸界线必须垂直。

当尺寸线与尺寸界线相互垂直时, 同一张图样中只能采用一种尺寸线终端形式。

(3) 尺寸数字 线性尺寸的数字一般注写在尺寸线的上方。也允许注写在尺寸线的中断处。线性尺寸数字一般按表 1-5 第一项中所示的方法注写。

国标还规定一些注写在尺寸数字周围的尺寸符号。

例如: ϕ : 表示直径 t : 表示板状零件厚度
 R : 表示半径 $\angle$: 表示斜度
 S : 表示球 EQS: 均布 C : 45°倒角

3. 尺寸标注示例

表 1-5 中列出了国标规定的一些尺寸注法。

表 1-5 尺寸注法示例

标注内容	图 例	说 明
尺寸数字	第一种方法 第二种方法	1. 尺寸数字一般应按左上图所示方向注写并尽可能避免在图示 30° 范围内注写尺寸, 当无法避免时可按右上图的形式注写 2. 在不致引起误解时也允许注写在尺寸线的中断处, 如下面两图所示 3. 在同一张图样中, 尽可能采用同一种方法, 一般采用第一种方法
角度、弦长、弧长		标注角度的尺寸界线径向引出, 弦长和弧长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线
圆		圆的尺寸终端为箭头, 圆不完整时也可一端为箭头

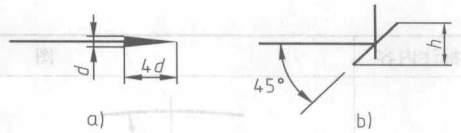
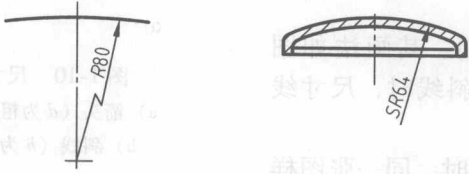
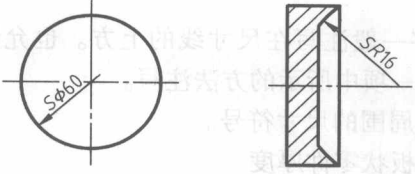
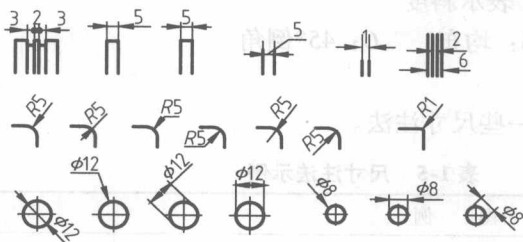
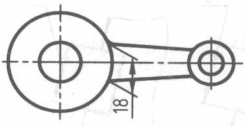
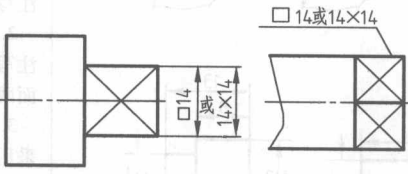
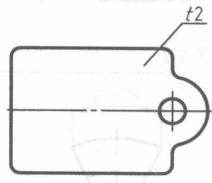
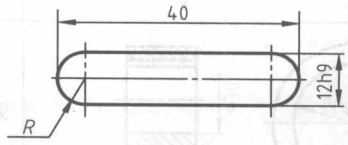


图 1-10 尺寸线终端

a) 箭头 (d 为粗实线的宽度)

b) 斜线 (h 为字体高度)

(续)

标注内容	图 例	说 明
大圆弧		圆弧的尺寸过大, 图纸范围内无法注出圆心位置, 可按左图所示标注
球面		球面的直径或半径加注“S”, 在不易误解时可省略
小尺寸		在没有足够位置画箭头或注写数字时, 可按左图所示形式标注
光滑过渡处		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
正方形结构		标注断面为正方形尺寸时, 可在正方形边长尺寸数字前加注符号“□”
板状零件		标注板状零件厚度时可在尺寸数字前加注符号“t”
已确定半径尺寸		当需要指明半径尺寸是由其他尺寸所确定时, 应在尺寸线上用符号“R”标出, 但不要注写尺寸数字

(续)

标注内容	图 例	说 明
锥度或斜度		标注锥度和斜度时,符号的方向应与斜度和锥度的方向一致。必要时可在标注锥度的同时,在括号中注出其角度值
倒角		45°的倒角可按左图 a、b、c 的形式标注,非 45°的倒角按左图 d 的形式标注
退刀槽		槽的尺寸标注如左图所示,图 a 所注的是“槽宽×直径”;图 b、c 所标注的是“槽宽×槽深”
均匀分布的成组结构		在同一图形中,对于尺寸相同的孔、槽等组成要素,可仅在一个要素上注出其尺寸和数值,均匀分布的成组要素(如孔等)的尺寸,图中位置明确,可省略“EQS”

图 1-11 用正误对比的方法,列举了初学标注尺寸时一些常见错误。

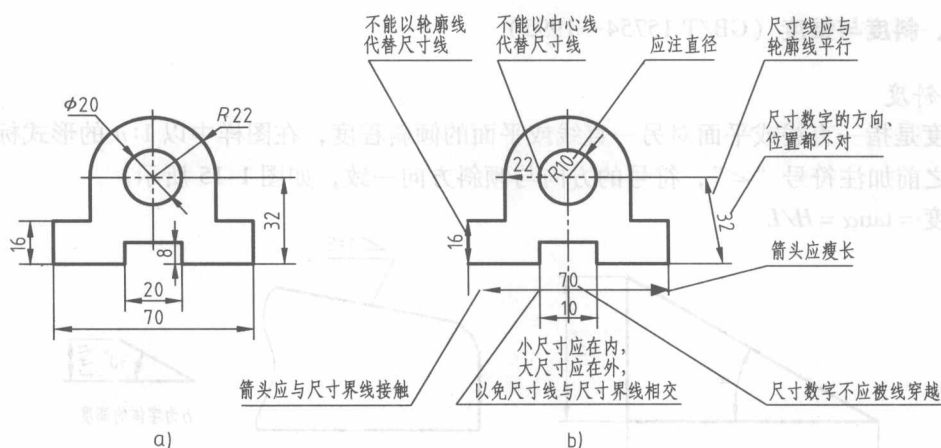


图 1-11 尺寸标注的正误对比

a) 正确 b) 错误