



21世纪高等教育规划教材
生物学系列

化工制图

H U A G O N G Z H I T U

■ 主编 毛会玉 赵秀琴
■ 主审 陈义锋



教育部直属师范大学
华中师范大学出版社

SHENGWUXUE

化工制图

主 编：毛会玉 赵秀琴

副主编：惠云珍 陈建武 孙爱红
虞正鹏 杨 旭

编 者：（以姓氏笔画为序）

毛会玉（武汉生物工程学院）

孙爱红（荆楚理工学院）

华中师范大学出版社

内 容 提 要

本书共分为三大部分,十一个单元。第一部分为基础模块,包括机械制图基本知识、投影基础、基本形体及其表面交线、组合体、机件常用表达方法、零件图;第二部分为专业模块,包括化工设备装配图、化工工艺图;第三部分为辅助模块,包括运用 AutoCAD 2008 绘制平面图形、化工设备图、化工工艺图及装配图。同时还编写了配套用书《化工制图习题集》,并提供习题集参考答案,供教师参考使用。

本书适用于高等院校化工类、油气工程类、轻化工类等专业的制图课程,也可作为相关工程技术人员的参考资料。

新出图证(鄂)字 10 号

图书在版编目(CIP)数据

化工制图/毛会玉,赵秀琴主编. —武汉:华中师范大学出版社,2010. 8

ISBN 978-7-5622-4322-9

I. ①化… II. ①毛… ②赵… III. 化工机械—机械制图—高等学校—教材 IV. TQ050. 2
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 100790 号

化工制图

© 毛会玉 赵秀琴 主编

编辑室:第二编辑室

责任编辑:陈 勇

出版发行:华中师范大学出版社

社址:湖北省武汉市珞喻路 152 号

销售电话:027—67863426 67863040 67867076 67861549

邮购电话:027—67861321

网址:<http://www.ccnpublish.com>

督印:章光琼

开本:787mm×1092mm 1/16

版次:2010 年 8 月第 1 版

印数:1—3100

电话:027—67867362

责任校对:罗 艺

邮编:430079

传真:027—67863291

电子信箱:hscbs@public.wh.hb.cn

印刷:仙桃市新华印务有限公司

印张:15. 25

印次:2010 年 8 月第 1 次印刷

定价:27. 00 元

欢迎上网查询、购书

封面设计:罗明波

字数:371 千字

敬告读者:欢迎举报盗版,请打举报电话 027—67861321

前 言

为适应轻化工教育事业的发展,满足高等院校“化工制图”教学的需要,特编写了本教材。

本教材从教学实际出发,以实际应用为目的,将机械制图、化工制图与 AutoCAD 结合起来,形成了新的课程体系。在编写过程中,为突出实践在课程中的主体地位,本教材改变了传统的编写模式,采用模块化的编写体系,用工作任务来引领理论,用任务驱动模式进行“训练中心”型为主的单元课程开发。本教材的编写本着少而精的原则,注重知识的拓展与更新,通俗易懂,便于自学。

在编写本教材过程中,参考了许多国内已公开出版的书籍和资料,从中引用了一些数据和图形,在此谨向这些作者表示衷心的感谢。

本教材采用了最新的《技术制图》、《机械制图》国家标准和化工专业制图标准。

本教材配有《化工制图习题集》。配套使用的习题集提供习题答案和必要提示,为教师布置作业及作业讲评提供了方便。需要该习题答案和提示的学校和教师可与编者或华中师范大学出版社联系。

参加本教材编写工作的有:武汉生物工程学院毛会玉(绪论、单元二、单元八、附录)、武汉生物工程学院赵秀琴(单元三、单元五)、湖北生态工程职业技术学院杨旭(单元一)、鄢阳师范高等专科学校惠云珍(单元四)、沙市职业大学虞正鹏(单元六)、荆楚理工学院孙爱红(单元七)、武汉软件工程职业学院陈建武(单元九),由毛会玉、赵秀琴任主编,华中师范大学陈义锋副教授担任主审。

限于编者水平有限,加之编写时间仓促,书中不妥和疏漏之处在所难免,欢迎读者批评指正。

编 者

2010 年 7 月

目 录

绪论	(1)
----	-----

上篇 基础模块

单元一 制图的基本知识	(2)
任务一 绘制手柄的平面图形	(2)
任务二 圆弧连接	(13)
单元二 投影基础	(19)
任务一 画出简单立体的三视图	(19)
任务二 完成点的三面投影	(25)
任务三 判断点是否在直线上	(29)
任务四 求平面上点的投影	(33)
单元三 基本形体及其表面交线	(39)
任务一 完成平面立体及其表面点的三面投影	(39)
任务二 完成曲面立体及其表面点的三面投影	(42)
任务三 求解单个和多个截平面截切基本形体后的三面投影	(46)
任务四 已知物体的三视图,作其正等轴测图	(51)
单元四 组合体	(58)
任务一 求解立体表面的相贯线	(58)
任务二 已知物体的立体图(轴测图),画出其三视图	(63)
任务三 组合体的尺寸标注	(67)
任务四 已知物体的两视图,想象其形状,并补画第三视图	(71)
单元五 机件常用表达方法	(78)
任务一 画物体的视图	(78)
任务二 已知物体的视图,将其改画成恰当的剖视图	(82)
任务三 作出物体的断面图	(90)
单元六 零件图	(93)
任务一 绘制螺纹及螺纹连接图	(93)
任务二 阅读零件图	(103)

中篇 专业模块

单元七 化工设备装配图	(116)
任务一 拼画典型化工设备装配图	(116)
任务二 阅读典型化工设备图	(131)
单元八 化工工艺图	(134)

任务一 阅读化工工艺流程图	(134)
任务二 阅读设备布置图	(143)
任务三 阅读管道布置图	(151)

下篇 辅助模块

单元九 计算机绘图基础	(162)
任务一 AutoCAD 2008 的应用	(162)
任务二 简单图形绘制	(167)
任务三 平面图形的绘制	(180)
任务四 零件图的绘制	(186)
任务五 化工工艺流程图绘制	(203)
任务六 管道布置图绘制	(207)
任务七 装配图绘制	(210)
附录	(215)
一、螺纹	(215)
二、常用标准件	(218)
三、常用材料及热处理	(223)
四、化工设备常用标准化零部件	(228)
五、化工设备常用设备代号和图例	(236)
参考文献	(237)

绪 论

一、图样及其在生产中的作用

根据投影原理、国家标准或有关规定，表示工程对象，并有必要的技术说明的图，称为图样。

人类在近代生产活动中，如机器、仪器、工程建筑等产品和设备的设计、制造、安装、使用和维修等，都离不开图样。图样作为表达设计意图和交流技术思想的一种工具，被称为工程界无声的语言。因此，每个从事工程技术的人员，都必须具有绘制和阅读图样的能力。

化工图样是指用来表示化工机器、化工设备的化工工艺流程、设备布置、管道布置等的图样。化工制图就是学习化工图样的阅读和绘制。学习化工制图，不仅可以为专业课程的学习打下坚实的基础，同时有助于培养学生的空间想象能力和空间思维能力。

二、本课程的主要任务

- (1) 掌握正投影法的基础理论和基本方法，培养和发展空间思维能力。
- (2) 培养徒手绘图、尺规作图、计算机绘图的基本能力。
- (3) 了解制图国家标准和有关行业标准的相关规定，具有查阅手册和技术资料的能力。
- (4) 能够绘制和阅读中等复杂程度的零件图、装配图及化工图样，具备一定的实际应用能力。
- (5) 培养认真负责的工作态度和严谨科学的工作作风。

三、本课程的内容和学习方法

本课程的内容分为以下三个部分：

- (1) 基础模块：即机械制图基础知识部分，主要讲授机械制图的基本规定、投影方法、视图表达。
- (2) 专业模块：即化工制图部分，主要研究化工生产中化工设备图、化工工艺图的绘制和阅读。
- (3) 辅助模块：即计算机绘图基础部分，主要讲授 AutoCAD 2008 的基础知识、使用方法和绘图的技能技巧。

本课程是一门空间概念很强的学科，学好本课程的关键在于培养空间想象力。本课程的实践性也很强，只有通过绘图实践，才可以提高绘图基本功，发展空间想象能力，理解和巩固图样的规定画法和制图的各种知识。所以在学习中，要注意借助模型，将空间物体和投影作图结合起来，由浅入深，多读、多画、多想，反复实践，及时、认真、独立地完成作业，循序渐进地培养和发展空间想象能力。

总之，只要多做题，有耐心、细心、恒心，就一定能学好制图这门课。

上篇 基础模块

单元一 制图的基本知识

【知识目标】

1. 了解制图国家标准的基本规定。
2. 理解几何作图的原理和尺寸标注的规定。
3. 掌握平面图形的分析和绘制方法。

【能力目标】

1. 能够正确标注尺寸。
2. 能够正确分析平面图形的构成，准确作出平面图形。

任务一 绘制手柄的平面图形

绘制如图 1-1 所示的手柄的平面图形。

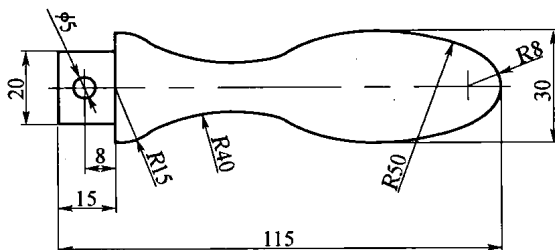


图 1-1 手柄轮廓图

【相关知识】

一、图纸幅面和格式 (GB/T 14689—1993*)

1. 图纸幅面

表 1-1 图纸幅面代号及尺寸

(单位: mm)

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

* 为了指导生产和便于技术交流，国家标准对制图作出了统一规定。“GB/T 14698—1993”表示是国家推荐性标准，标准批准顺序号为 14698，其发布时间为 1993 年。

图纸幅面是指图纸宽度与长度组成的图面。绘制图样时,应优先采用五种基本幅面,代号为 A0、A1、A2、A3、A4,其尺寸见表 1-1。

幅面尺寸中,B 表示短边,L 表示长边。必要时也可以选用加长图纸的幅面,但这些幅面的尺寸必须与基本幅面的短边成整数倍增加后得出。如图 1-2 所示,粗实线所示为基本幅面(第一选择);细实线所示为加长幅面(第二选择),虚线为第三选择。

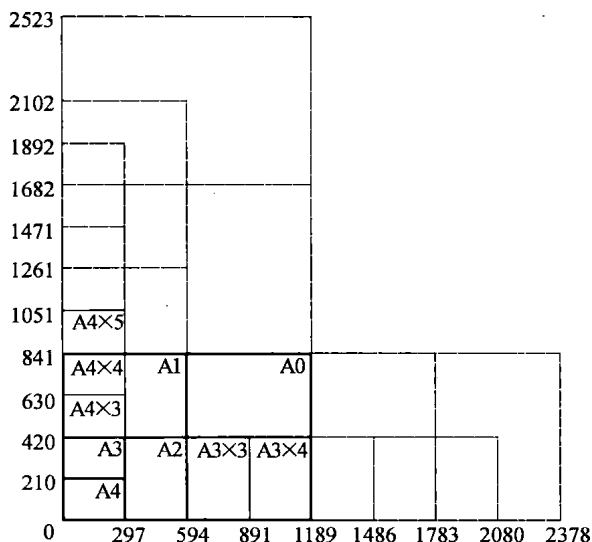


图 1-2 基本幅面及加长幅面

2. 图框格式

绘图时,在标准图幅内应画出图框。图框用粗实线绘制,并分为留有装订边和不留装订边两种。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 1-3 为留有装订边的图框格式,图 1-4 为不留装订边的图框格式。

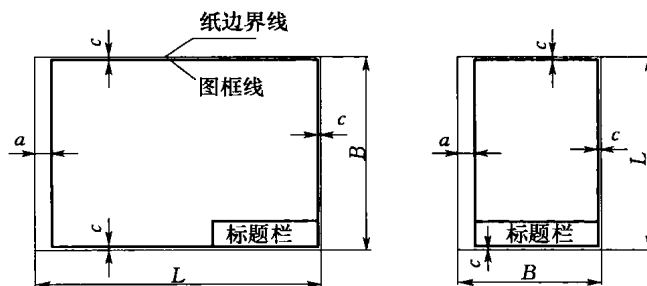


图 1-3 留装订边的图框格式

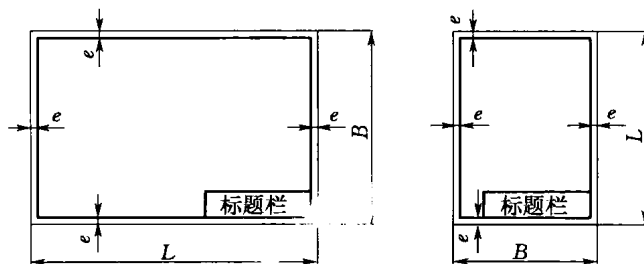


图 1-4 不留装订边的图框格式

3. 标题栏

每张图纸都必须有标题栏。标题栏一般位于图框的右下角，看图方向与看标题栏中的文字方向一致。标题栏外框为粗实线，内部分栏线为细实线。标题栏的内容、格式与尺寸按 GB/T 10609.1—1989 的规定，如图 1-5 所示。学生的制图作业可以采用如图 1-6 所示的简易标题栏。

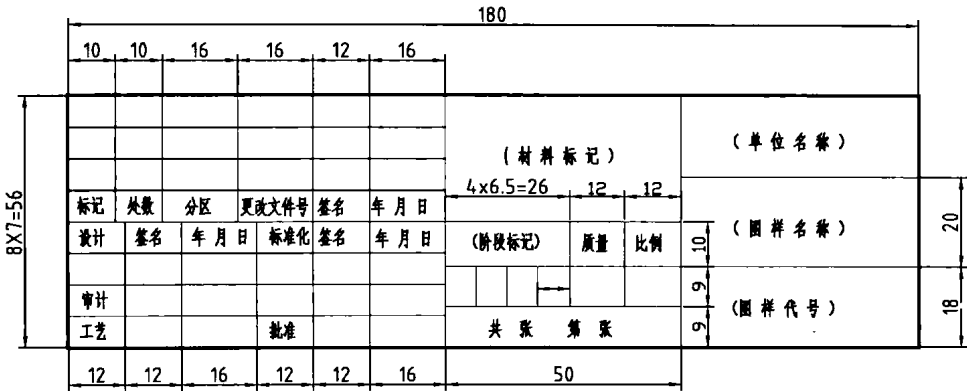


图 1-5 标题栏的格式和内容

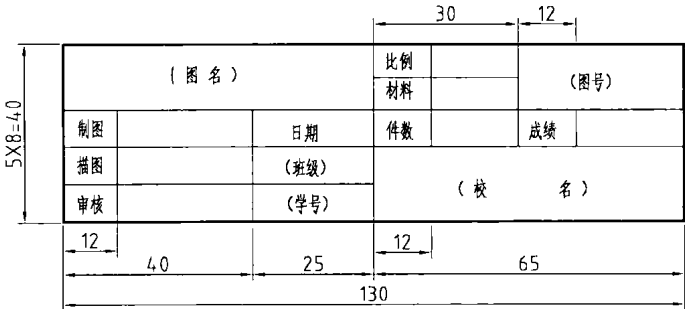


图 1-6 简化标题栏的格式和内容

二、比例 (GB/T 14690—1993)

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。绘图时，应按表 1-2 中列出的比例选取。绘制同一机件的各个图形原则上应采用相同的比例，填在标题栏中。当个别图形采用不同比例时，必须在该图形处另外标出。

表 1-2 绘图比例系列 (摘自 GB/T 14690—1993)

种 类	比 例	
	第一系列	第二系列
原值比例	1 : 1	
缩小比例		1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3 1 : 4 1 : 6
	1 : 2 1 : 5 1 : 1×10 ⁿ 1 : 2×10 ⁿ 1 : 5×10 ⁿ	1 : 1.5×10 ⁿ 1 : 2.5×10 ⁿ 1 : 3×10 ⁿ
		1 : 4×10 ⁿ 1 : 6×10 ⁿ
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

注：n 为正整数，优先选用第一系列比例。

无论采用何种比例绘图,图样中所标注的尺寸必须按机件的实际大小标注,与图样的准确程度和比例大小无关。

三、字体 (GB/T 14691—1993)

图样上除了表达物体形状的图形外,还需要用字体来表示图形中的尺寸标注、技术要求和其他内容。按国家标准的规定,在图样中书写的字体必须做到:字体工整,笔画清楚,间隔均匀,排列整齐。字体的高度用 h 表示,其公称尺寸系列为:1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20 mm。图样中的字体可分为汉字、字母和数字。

1. 汉字

汉字要写成长仿宋体,并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。长仿宋体的书写要领为:横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。汉字的高度 h 应不小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。汉字的书写示例见表 1-3。

表 1-3 长仿宋体汉字示例

10 号	字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐
7 号	横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格
5 号	制图汉字要写成长仿宋体,并采用中华人民共和国国务院正式公布推行

2. 字母和数字

字母和数字分为 A 型和 B 型两种。A 型字体的笔画宽度 (d) 为字高的 1/14, B 型字体的笔画宽度为字高的 1/10。在同一图样上,只允许选用一种字型。字母和数字可写成斜体或直体,一般采用斜体字。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母,一般采用比基本尺寸数字小一号的字体。字母和数字的书写范例见表 1-4。

四、图线 (GB/T 4457.4—2002)

表 1-4 拉丁字母、阿拉伯数字和罗马数字示例

拉丁字母	大写斜体	<i>ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ</i>
	小写斜体	<i>abcdefghijklmnopqrstuvwxyz</i>
阿拉伯数字	斜体	<i>0123456789</i>
	正体	0123456789
罗马数字	斜体	<i>I II III IV V VI VII VIII IX X</i>
	正体	I II III IV V VI VII VIII IX X

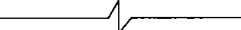
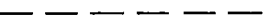
图线是画在图纸上的各种型式的线条。国家标准《技术制图 图线》(GB/T 17450—1998)中规定了技术制图所用图线的名称、型式、应用和画法规则。

1. 图线的型式及应用

国家标准规定的基本线型共有 15 种, 常用图线的各类型式、宽度及用途见表 1-5, 各种线型的应用示例如图 1-7 所示。

图样中分为粗、细两种图线宽度, 其宽度比例为 2:1。线宽推荐系列为 0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2.0mm。粗线宽度一般优先采用 0.5mm 或 0.7mm, 避免采用 0.18 mm。

表 1-5 图线型式及主要用途

图线名称	图线型式	图线宽度	一般用途
粗实线		d	可见棱边线、可见轮廓线、相贯线、螺纹牙顶线、齿顶圆(线)、剖切符号用线等
细实线		$d/2$	过渡线、尺寸线、尺寸界线、指引线、剖面线、重合断面的轮廓线、螺纹牙底线、齿根线等
波浪线		$d/2$	断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线
双折线		$d/2$	断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线
细虚线		$d/2$	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)、剖切线、孔系分布的中心线
细双点画线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件的极限位置轮廓线等

2. 图线的画法

(1) 同一图样中, 同类图线的宽度应一致; 虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应大致相等。

(2) 两条平行线之间的距离应不小于粗实线的两倍, 最小间距不小于 0.7mm。

(3) 点画线两端应超出圆的轮廓线 2~5mm, 且应是线段而不是短划。绘制圆的对称中心线时, 圆心应是线段的交点。在较小的图形上绘制点画线时可用细实线代替。

(4) 虚线与虚线、虚线与粗实线相交应是线段相交; 当虚线是粗实线的延长线时, 粗实线应画到分界点, 而虚线应以间隔与之相连。

(5) 图线不得与文字、数字或符号重叠、混淆, 不可避免时, 应首先保证文字等的清晰。

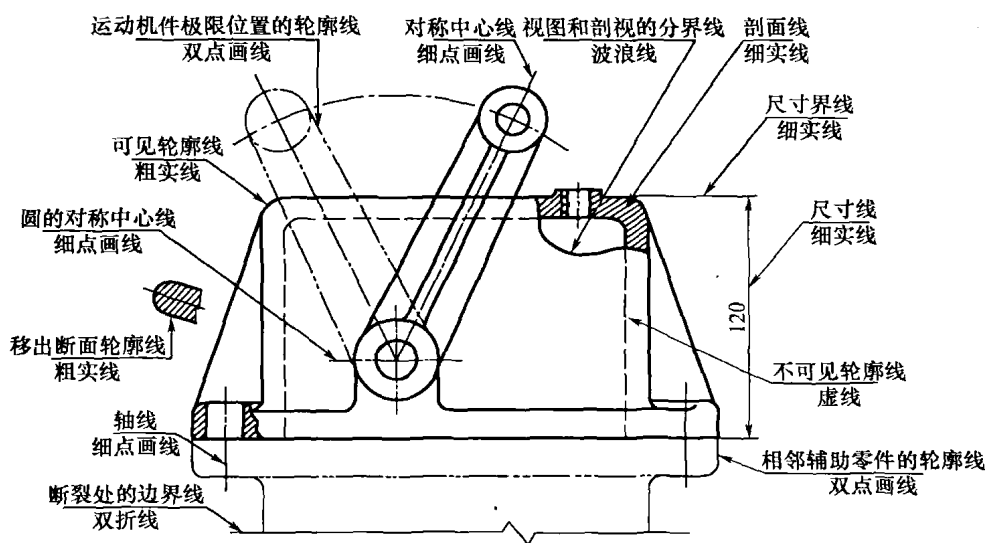


图 1-7 各种线型的应用示例

五、尺寸标注 (GB/T 4458.4—2003, GB/T 16675.2—1996)

图样中的尺寸用以直接确定形体的真实大小和位置, 其尺寸标注必须遵循国家标准 (GB/T 4458.4—2003, GB/T 16675.2—1996) 有关尺寸注法的规定。

1. 标注尺寸的基本规则

(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 mm 为单位, 不需标注计量单位的代号或名称, 如采用其他单位, 则必须注明相应的计量单位的代号或名称。例如: 角度为 45 度 15 分 10 秒, 则在图样上应标注成 “45°15'10”。

(3) 图样中所标注的尺寸, 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, 并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 基本组成及线性尺寸的标注

一个完整的尺寸由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字组成。如图 1-8 所示。

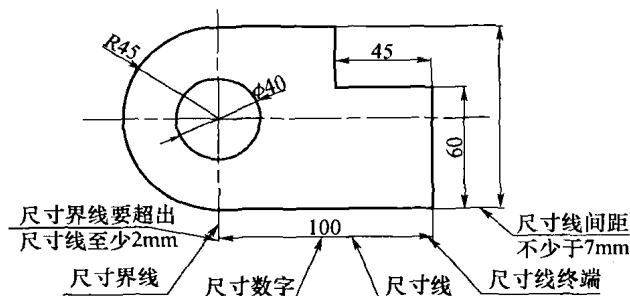


图 1-8 图线应用示例

(1) 尺寸界限

尺寸界限表示所注尺寸的范围，一般用细实线绘制，也可用轴线、中心线和可见轮廓线作为尺寸界限。尺寸界线应与尺寸线垂直，并超出尺寸线约 2~5mm，如图 1-8 所示。

(2) 尺寸线

尺寸线表示尺寸度量的方向，必须用细实线单独绘制，不得由其他图线代替，也不得与其他图线重合或画在其延长线上。尺寸线的终端有箭头和斜线两种形式，如图 1-9 所示。同一张图样中只能采用一种尺寸线终端形式，机械制图中一般采用箭头作为尺寸线的终端。

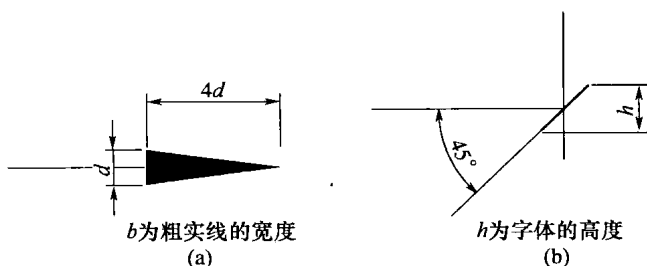


图 1-9 尺寸线终端

标注线性尺寸时，尺寸线应与所标注的线段平行。互相平行的尺寸线，应从被标注的图样轮廓线由近向远整齐排列，小尺寸应离轮廓线较近，大尺寸离轮廓线较远。图样轮廓线以外的尺寸线，距图样最外轮廓线之间距离不宜小于 7mm，平行排列的尺寸线的间距为 5~10mm，并应保持一致。

(3) 尺寸数字

尺寸数字表示物体的实际大小。尺寸数字不能被任何图线通过，当不可避免时应将图线断开。

线性尺寸的尺寸数字，一般应填写在尺寸线的上方或中断处。线性尺寸的书写方向：以标题栏文字方向为准，水平方向的尺寸数字，其字头朝上；垂直方向的尺寸数字，其字头朝左；其他倾斜尺寸，其字头方向如图 1-10 (a) 所示。注意：不要在图示 30°范围内标注尺寸，如无法避免，可按图 1-10 (b) 所示的方向进行标注。对于非水平方向的尺寸，也允许在尺寸线中断处水平地标注。

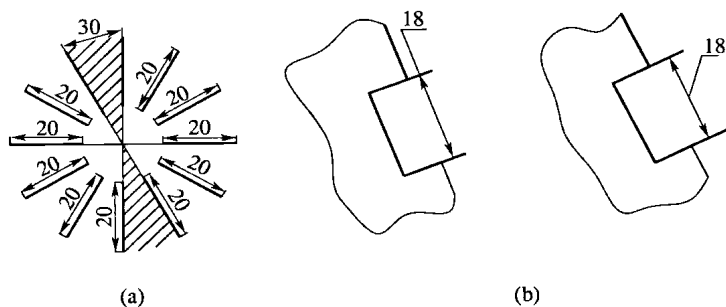


图 1-10 尺寸的数字方向

3. 常见尺寸标注示例

常见的尺寸标注方法见表 1-6。

表 1-6 尺寸标注示例

标注内容	示 例	说 明
角度		角度尺寸线应画成圆弧，其圆心是该角的顶点。角度尺寸界线应沿径向引出。 角度的尺寸数字一律水平书写，一般注写在尺寸线的中断处，必要时可以注写在尺寸线的上方或外面，也可引出标注
弧长和弦长		弦长和弧长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线
圆		直径、半径的尺寸数字前应分别加符号“φ”、“R”。通常对小于或等于半圆的圆弧注半径，大于半圆的圆弧或整圆或以同心圆画出的几段不连续圆弧则注直径。尺寸线应按图例绘制
大圆弧		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（a）的形式标注，若不需要标出圆心位置时，可按图（b）的形式标注。标注球面的直径或半径时，应在符号“φ”或“R”前再加注符号“S”
光滑过渡处		在光滑过渡处必须用细实线将轮廓线延长，并从它们的交点处引出尺寸界线，一般应垂直，若不清晰时，则允许尺寸界线倾斜

续表

标注内容	示 例	说 明
小尺寸		当遇到连续几个较小的尺寸时, 允许用黑圆点或斜线代替箭头。 在图形上直径较小的圆或圆弧, 在没有足够的位置画箭头或注写数字时, 可按左图的形式标注。 标注小圆弧半径的尺寸线, 不论其是否画到圆心, 其方向必须通过圆心
对 称 机 件 的 标 注		当对称机件的图形只画出一半或略大于一半时, 尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的边界线, 此时仅在尺寸线的一端画出箭头。并在对称中心线两端分别画出两条与其垂直的平行细实线作为对称符号

六、平面图形的尺寸分析

平面图形是由许多直线段和曲线段连接而成的, 这些线段之间的相对位置和连接方式由给定的尺寸或几何关系来确定。绘制平面图形时首先要对图形线段进行尺寸分析。平面图形上所标注的尺寸按其作用可分为定形尺寸和定位尺寸两类。

1. 定形尺寸: 确定平面图形各部分形状大小的尺寸。如直线段的长度、圆的直径、圆弧半径等。如图 1-1 中 $R8$ 及 $\phi 5$ 为定形尺寸。

2. 定位尺寸: 确定平面图形中各线段相对位置的尺寸。如图 1-1 中, 8 是 $\phi 5$ 圆心在水平方向的定位尺寸。

平面图形一般有长(左右)和宽(上下)两个不同方向的定位尺寸。标注定位尺寸的起点称为尺寸基准。通常选择图形中的对称中心线、较大圆的中心线或较长的直线边作为尺寸基准。如图 1-1 中, 以水平的对称线作为上下方向的基准, 较长的竖直线作为左右方向的基准。对于回转体一般以回转轴线作为径向尺寸基准, 以重要端面为轴向尺寸基准。

七、平面图形的线段分析

平面图形中的线段(直线或圆弧), 根据其定位尺寸可分为已知线段、中间线段和连接线段三种。

1. 已知线段: 具有齐全的定形尺寸和定位尺寸, 能根据尺寸直接画出的线段。如图 1-13 中手柄左边的矩形, $\phi 5$ 小圆是已知线段。

2. 中间线段：具有定形尺寸和定位尺寸不全，且须依赖一端与之相连的已知线段才能定位的线段。如图 1-13 中 R50 为中间圆弧。中间线段需要一端相邻的线段作出后才能作出。

3. 连接线段：只有定形尺寸而没有定位尺寸，且须依靠两端与之相连的已知线段才能定位的线段。如图 1-13 中 R40 为连接圆弧。连接线段需要依靠两端相邻的线段作出后才能作出。

八、平面图形的作图方法和步骤

1. 仪器作图

(1) 准备工作：对平面图形进行尺寸和线段分析；准备好必要的绘图工具和仪器；根据图形大小和复杂程度选取比例，确定图纸幅面；固定图纸。

(2) 布置图画：按国标画图幅边框、图框线及标题栏；画各图形的主要基准线（如中心线、对称线、轴线等）。

(3) 画底稿：手工绘图必须先画底稿再描深。应使用 H 或 2H 铅笔轻淡地绘出。其绘制顺序是：①按布图确定各图形的位置，先画轴线或对称中心线，再画主要轮廓线，然后画细节；②如图形是剖视图或断面图时，最后画剖面符号。底稿完成后，经仔细校核，擦去多余的图线。

(4) 描深底稿：描深图线时，按线型选择不同的铅笔，粗实线用 2B 或 B 铅笔，细实线、虚线、细点画线用 HB 铅笔，描绘顺序应先粗后细、先曲后直、先横后竖、从上到下、从左到右，最后描倾斜线。

(5) 标注尺寸：用 HB 铅笔标先画出尺寸界线、尺寸线和箭头，再注写尺寸数字和其他文字说明。

(6) 填写标题栏：经仔细检查图纸后，填写标题栏中的各项内容，对全图进行校核，完成全部绘图工作。

2. 徒手作图

徒手作图又称为草图，是依靠目测来估计物体各部分的尺寸比例，按要求徒手绘制的图样。在设计、测绘、外出参观和技术交流时，都需要绘制草图。所以，徒手绘图是工程技术人员必须掌握的基本技能。

徒手绘制草图的要求：图线清晰、线型分明；目测尺寸尽量准确，比例适当；字体工整、图面整洁。

绘制草图时一般使用中等软度的铅笔（如 HB、B 或者 2B），铅笔削长一些，铅芯呈圆锥形，粗细各一支，分别用于绘制粗、细线。

在绘制草图的各种图线时，手腕要悬空，小指接触纸面，草图纸不固定。为了方便，还可以随时将图纸转动适当角度。为了便于控制图形大小、比例和各图形间的关系，一般可利用方格纸画草图。

(1) 直线的画法

画直线时，目光应注视线的端点，运笔时手腕要灵活，使笔尖朝着要画线的方向做直线运动。如图 1-11 所示，画水平线应自左至右画出；竖直线自上而下画出；斜线斜度较大时可自左向右下或自右向左下画出。