



21世纪高等院校教材

化工制图

杨荣榛 编著

陕西师范大学出版社

图书代号:JC6N0015

化 工 制 图

杨荣榛 编著

责 任 人	徐文婷
封面设计	徐 明
出版发行	陕西师范大学出版社
社 址	西安市陕西师大 120 信箱(邮政编码:710062)
网 址	http://www.snuph.com
经 销	新华书店
印 刷	陕西彩云印务有限公司
开 本	787×960 1/16
印 张	18
插 页	6
字 数	285 千
版 次	2006 年 8 月第 1 版
印 次	2006 年 8 月第 1 次
书 号	ISBN 7-5613-2478-2/G·1789
定 价	28.00 元

陕西师范大学教材建设基金资助出版

前 言

近年来,随着我国社会经济的蓬勃发展,高等教育的教学规模不断扩大,已从过去的精英教育转向了大众教育,在这个转变过程中,人们十分关注教学的质量。但由于目前使用的教材大多采用过时的标准,使学生对图学理论和新标准、新规范了解甚少,在教学实践中很难将设备结构、工作原理和生产过程有机地结合起来,导致这门应用性和综合性很强的技术基础课程失去了特色。为了适应这种变化,提高教学质量,培养学生的工程意识、动手能力和综合素质,满足理科院校和师范院校学生的学习需要,特编写本教材。

本教材是编者在总结多年生产和教学经验的基础上,按照教育部高等院校非机械专业制图课的基本要求,参考国内一些同类教材、化工设计手册和规范的基础上编写而成。在编写时,以培养学生的空间构形和形体表达能力、创新意识和工程素质为目标,本着少而精的原则,通过优化整合,合理组织编写教材。在选材上,以“加强基础、增强专业适用性、培养动手创新能力”为主导思想,考虑到各专业的需要,注重理论与实践的结合,培养学生的工程观点和分析解决问题的能力。在对基本理论的阐述中简明扼要、概念准确,图文紧密配合,利于进行学习。同时在选材时做到严谨、求实,尽可能反映本学科的发展水平,利于开拓学生思路,增强动手创新意识,使学生能适应新世纪发展的需要。内容包括制图基础知识、投影与视图、点线面的投影、组合体、机件的表达方法、标准件和常用件、零件图和装配图、化工设备图和工艺图及计算机绘图等。该教材以阅读和绘制图样为目标,将立体的概念贯串于整个教材中,紧抓制图基础知识,突出形体分析、形体表达和读图,及学生对图形的理解和绘制能力的培养。

为积极贯彻新国家标准和行业标准,书中采用了我国最新颁布的《机械制图》、《技术制图》等国家标准及有关行业标准,以便能及时了解国家标准的变化,树立标准化意识,并能在设计和绘图中贯彻和执行。在定稿前将搜集到的制图新标准和行业标准,全部纳入到教材中,体现教材的先进性。

本书在编写过程中,参考了诸多的相关书籍和资料,在此对有关作者表示谢意。特别感谢本书的审稿专家,他们花费了大量的时间,对书稿进行了非常认真、细致的审阅,提出了许多宝贵的意见和建议。本书得到陕西师范大学教务处的资助,及陕西师范大学化学与材料科学学院和陕西师范大学出版社的大力支持,在此表示衷心的感谢。

由于时间较紧,编者水平有限,书中错误和不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2005 年 5 月

目 录

绪论	(1)
第 1 章 制图基本知识	(3)
第 1 节 国家标准的有关规定	(3)
第 2 节 常用制图工具及使用	(14)
第 3 节 几何作图	(17)
第 4 节 平面图形的画法及尺寸标注	(22)
第 5 节 制图的基本方法和步骤	(24)
第 2 章 投影与视图	(27)
第 1 节 投影法简介	(27)
第 2 节 常用的图示方法	(29)
第 3 节 三视图及其投影关系	(31)
第 4 节 轴测投影的基本知识	(34)
第 5 节 正等轴测图的画法	(36)
第 6 节 斜二等轴测图的画法	(43)
第 3 章 点、直线、平面的投影	(46)
第 1 节 点的投影	(46)
第 2 节 直线的投影	(50)
第 3 节 平面的投影	(57)
第 4 节 直线与平面、平面与平面的相对位置	(63)
第 4 章 立体的投影	(67)
第 1 节 基本立体的投影	(67)
第 2 节 平面与立体相交	(75)
第 3 节 立体与立体相交	(84)

第5章 组合体	(92)
第1节 组合体的构形及形体分析	(92)
第2节 组合体视图的画法	(94)
第3节 组合体的尺寸标注	(98)
第4节 读组合体视图的方法	(103)
第6章 机件的表达方法	(109)
第1节 视 图	(109)
第2节 剖视图	(113)
第3节 断面图	(124)
第4节 局部放大图和简化画法	(127)
第7章 标准件和常用件	(135)
第1节 螺 纹	(135)
第2节 螺纹连接	(140)
第3节 键、销、齿轮和螺旋件	(145)
第8章 零件图	(153)
第1节 零件图概述	(153)
第2节 零件图的视图选择和表达方法	(154)
第3节 零件图的尺寸标注和常见结构	(157)
第4节 零件图中技术要求的注写	(162)
第5节 读零件图	(175)
第9章 装配图	(178)
第1节 概 述	(178)
第2节 装配图的尺寸标注、零件序号、明细栏和技术要求	(183)
第3节 装配图的画法和拆画装配图	(185)
第4节 读装配图	(187)
第10章 化工设备图	(190)
第1节 化工设备图的特点	(190)
第2节 化工设备中常见的标准化零部件	(198)
第3节 尺寸标注及表格	(204)
第4节 化工设备图的绘制和阅读	(207)
第11章 化工工艺图	(210)
第1节 工艺流程图	(210)
第2节 设备布置图	(220)

第3节 管道布置图	(232)
第4节 管道轴测图	(242)
第12章 计算机绘图简介	(246)
第1节 AutoCAD 基础知识	(246)
第2节 基本绘图和编辑技术	(253)
第3节 二维图形的绘制	(258)
参考文献	(265)
附录	(266)

绪 论

1. 化工制图的研究对象

《化工制图》是以机械与化工图样为研究对象,以机械制图为基础,结合化工专业的特点,研究化工专业图样的表达和识读方法,并逐步形成、完善和规范起来的一门技术基础课程。在化工生产或研究中,化学工作者与化工技术人员常会接触到图样。图样是工程技术界表达设计意图、交流技术思想和指导生产制造的重要技术文件。研究设计部门用它表达设计意图;生产制造部门用它了解设计要求,并进行加工生产、装配和检验;生产部门则用它指导安装、使用和维修。

为更好地掌握识图和绘图基本理论,《化工制图》把这些理论与其他相关专业理论有机地结合起来,使学生能看懂机械图样和化工设备图及化工工艺流程图,具备阅读图样、绘制简单零件图及工艺流程图的能力,并培养学生的工程意识和动手技能,提高学生的综合素质。

2. 化工制图课程的内容和要求

《化工制图》课程介绍图样的识读方法及如何准确绘制图样,其内容包括画法几何、制图基础、机械制图、化工制图和计算机绘图等五部分。画法几何部分介绍用投影法图示空间物体和图解空间几何问题的基本理论和方法,如何正确使用尺规绘制图样的方法和技巧;制图基础部分介绍制图的基础知识,学习和掌握投影法的基本原理,培养学生的制图技能,根据投影图想空间物体内外形状,并用投影图表达物体的内外形状大小的能力;机械制图部分培养学生掌握技术制图和机械制图国家标准的有关规定,能够查阅标准,有正确应用和执行标准的能力及绘制和阅读机械图样的基本能力;化工制图部分主要介绍化工设备图、化工工艺图和设备平面布置图等,了解化工设备图的绘制和选用原则、化工生产过程及化工生产装置的布置、配管等情况,提高分析问题和解决生产实际问题的能力;计算机绘图着重介绍运用 AutoCAD 等绘图软件绘制二维和三维图形,并将空间立体的概念贯串于整个教学过程中,培养学生对图形的理解

和表达的工程素质。

要使学生具有一定的空间构像能力、图示能力和读图能力,掌握投影的基本图示方法,要求学生能正确使用绘图仪器和工具及相关绘图软件,具备阅读和绘制一般机械零件图、装配图、化工设备图和化工工艺图的能力;会查阅国家标准和有关手册;另外还要有严肃认真的工作态度和耐心细致的工作作风。

3. 如何学习化工制图

《化工制图》是一门实践性很强的技术基础课程,在学习绘图和读图的实践中,要以严谨的学风和精益求精的工作作风为目标,掌握课程的基本知识和理论、图示的基本原理和方法,并注重理论联系实际,仔细观察,多想多画,准确理解从三维图形到二维图形之间的转换关系,以及从投影图想像出立体图形的正确方法,从而加深对图形的理解,进而完整准确地理解并绘制出图样。

第1章 制图基本知识

图样是工业生产和技术交流的重要技术资料,是工程技术界的共同语言。为便于指导生产和进行技术交流,我国在国家标准《机械制图》与《技术制图》中对图样的格式、内容、画法和尺寸标注等制定了相应的标准,作了统一的规定。作为未来的工程技术人员,必须熟悉和掌握标准化制图的基本知识,严格遵守相关规范,认真执行国家相关标准。为了了解国家有关规范标准,本章对国家标准《机械制图》的基本规定以及常用绘图工具的使用和几何作图方法作以介绍。

第1节 国家标准的有关规定

一、概述

中华人民共和国科学技术委员会于1959年批准颁布了我国第一个《机械制图》国家标准(GB 122—1959 ~ GB 141—1959),该标准对图纸的幅面、比例、图线、剖面线、图样画法、尺寸的注法、标准件和通用件的画法及代号等均作了统一的规定,这对统一工程语言、促进工业生产的发展起到积极的推动作用。随着工业生产和科学技术的飞速发展,在贯彻和使用国家标准的过程中,发现其中存在许多问题,不能适应工业发展的需要,于是在1974年对国家标准进行了第一次修订。进入80年代后,随着我国对外改革开放政策的不断深入,经济和技术交流范围不断扩大,在修订国家标准时充分考虑到对外技术交流的便利,尽可能与国际标准接轨,于是国家标准局在1984年颁布了新的《机械制图》国家标准,此后相继在1989年、1993年、1998年和2003年等年度对国家标准进行了补充和修订。截至目前,与机械图样有关的各项国家标准内容大部分得到了更新,体系也比较完整。

国家标准中的每一个标准都以专用的代号表示。如,GB/T 14689—1993,其中GB是国家标准代号,T表示推荐标准,14689为该标准的编号,短线后的1993表明该标准是1993年发布的。

二、图纸幅面和格式 (GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面

图纸是工程技术界交流的技术文件,在绘制工程图样时,必须有相应的幅面大小。为了统一图纸幅面,便于装订和管理,国家标准规定了图纸的基本幅面有五种,其代号分别为 A0、A1、A2、A3 和 A4。如果必要时,可允许选用加长幅面,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,具体规定在 GB/T 14689—1993 中有详细说明。通常绘图时,应优先采用表 1-1 中规定的图纸基本幅面和图框尺寸。

表 1-1 图纸幅面及图框尺寸 (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		

2. 图框格式

图框的格式分为留装订边和不留装订边两种。图样无论装订与否,均应在图幅内用粗实线画出图框线,留有装订边的图框格式如图 1-1 所示,不留装订边的图框格式如图 1-2 所示,它们的周边尺寸(a 、 c 、 e)详见表 1-1 中规定的图框尺寸。绘图时,同一产品的图样只能采用同一种格式。

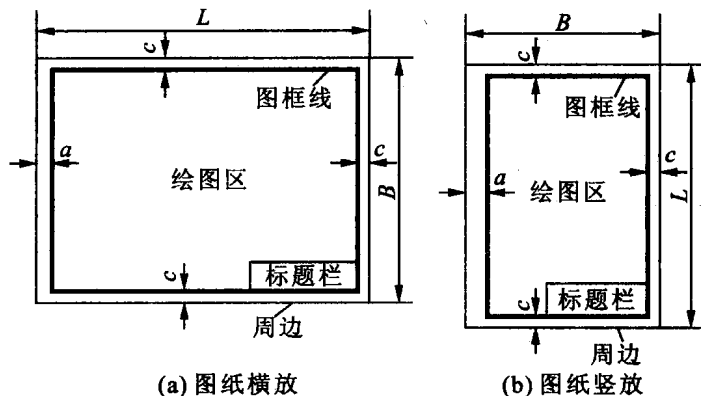
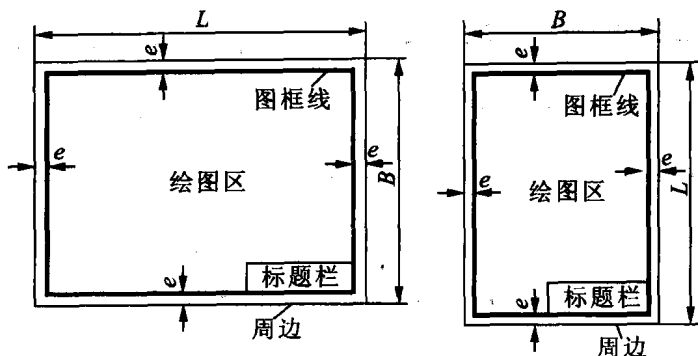


图 1-1 留有装订边的图框格式



(a) 图纸横放

(b) 图纸竖放

图 1-2 不留装订边的图框格式

3. 标题栏

每一张图纸都必须有标题栏,其位置、配置、线型、字体等应遵守国家标准。标题栏位于图纸右下角,外框用粗实线画出,右边和底边与图框线重合,标题栏中书写的文字方向与看图方向应一致。在标题栏中,填写图名的字体用10号字,其余的汉字用7号字,阿拉伯数字用5号字。为了使标题栏统一、图面规范,在国家标准 GB/T 10609.1—1989 中还规定了标题栏的格式、内容及尺寸,其中之一的格式如图 1-3 所示。在学校制图课中的标题栏格式,建议采用如图 1-4 所示的简化格式。

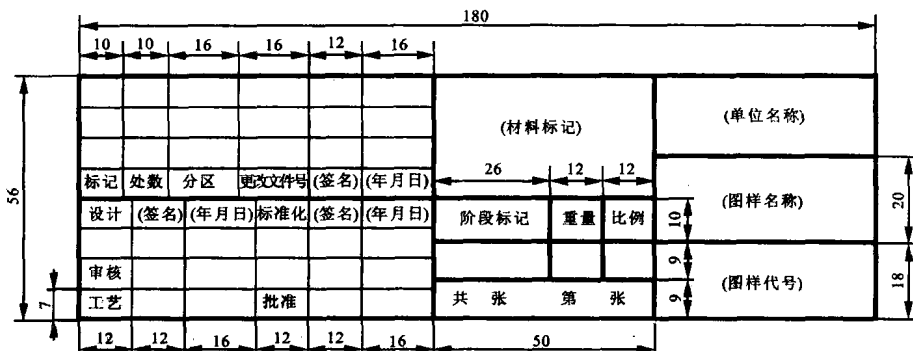


图 1-3 标题栏格式

15		35				20		15											
设计						日期		(材料标记)				(校名)				32			
校核																			
审核								比例				(图样名称)							
班级				学号				共 张 第 张				(图样代号)							
				12								60							
180																			

图 1-4 制图课采用的简化标题栏格式

三、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。由于实物的大小及结构复杂多样,需要根据不同情况选用合适的比例。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。为了能从图样中直接反映出实物的大小,绘图时应尽量采用1:1的原值比例。需要按比例绘制图样时,应优先选用表1-2中所规定的比例系列。

表 1-2 规定的比例系列

种 类	比 例				
原值比例	1:1				
放大比例	5:1	4:1	2.5:1	2:1	1:1
	$5 \times 10^n:1$	$4 \times 10^n:1$	$2.5 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$	$1 \times 10^n:1$
缩小比例	1:1.5	1:2	1:2.5	1:3	
	$1:1.5 \times 10^n$	$1:2 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$	$1:3 \times 10^n$	
	1:4	1:5	1:6	1:10	
	$1:4 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:6 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$	

注:加深字体的比例为优先选用的比例, n 为正整数。

绘图时,同一张图样中的各视图应采用相同的比例,并标注在标题栏中的“比例”栏内。当某个视图需要采用不同的比例绘制时,可在视图名称的下方或右侧标注比例,如图1-5所示。无论采用何种比例绘图,在图样上必须标注机件的实际尺寸。

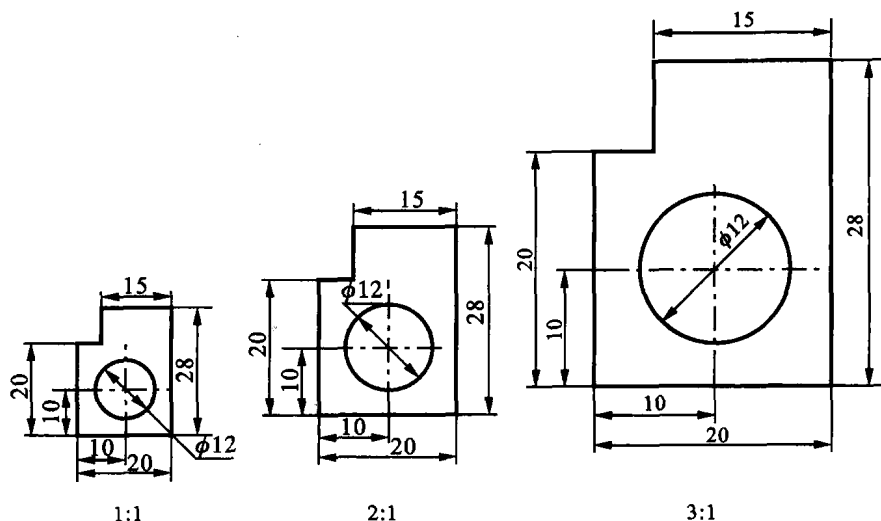


图 1-5 采用不同比例绘制的图样

四、字体 (GB/T 14691—1993)

图样中常用汉字、字母、数字等来标注尺寸和说明技术要求。绘图时为了达到图样上的字体统一、清晰明确、书写方便,书写字体时必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。图样中字体的高度(用 h 表示)代表字体的号数,其公称尺寸系列有 1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20 mm, 共 8 种,如 10 号字的高度为 10 mm。若需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率依次递增。

1. 汉字

图样中的汉字应写成长仿宋字体,并采用国家正式公布推行的简化字。长仿宋字体具有“字体工整、笔画清楚”的特点。书写长仿宋字体的要领是:横平竖直,注意起落,结构匀称,填满方格。书写的汉字高度 h 不应小于 3.5 mm,字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

2. 字母和数字

图样中的字母和数字分为 A 型和 B 型两类。A 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 $1/14$, B 型字体的笔画宽度为字高的 $1/10$ 。在同一图样上只允许选用同一种型式的字体。字母和数字可写成斜体和直体。在图样中常用斜体字,其字头向右倾斜与水平基准线成 75° ,字体示例如图 1-6 所示。

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

q p q r s t u v w x y z

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

技术制图 机械 电子 化工 汽车 航空 船舶 土木 建筑 矿山 港口 纺织

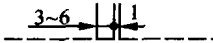
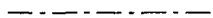
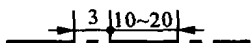
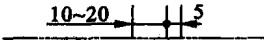
图 1-6 字体示例

五、图线(GB/T 4457.4—2002)

1. 图线的型式及应用

我们知道图形是由各种不同型式的图线绘制而成的。图线是指起点和终点间以任意方式连接的一种几何形状,可以是直线、曲线、连续线或不连续线。《技术制图 图线》的国家标准代号为 GB/T 17450—1998,机械制图《图线》的国家标准代号为 GB 4457.4—1984。目前,绘制机械图样时,上述两个标准需要同时应用。在技术制图标准中规定了 15 种基本线型和 9 种图线宽度。机械制图中常用的线型有 8 种。图线的宽度(用 d 表示)应按图样的类型和应用情况,在下列数系中选择:0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2 mm。图线宽度的数系公比为 $1:\sqrt{2}$ (1:1.4)。实际应用时通常按图线的宽度分为粗线、中粗线、细线三种,其宽度比率为 4:2:1。粗线和中粗线一般在 0.5~2 mm 之间选取。对机械图样常采用两种线宽,其比例关系是 2:1,常用的图线名称、型式及主要用途如表 1-3 所示,图线的应用示例如图 1-7 所示。

表 1-3 图线的型式及应用

图线名称	线形代号	图线宽度	主要应用
粗实线		d	可见轮廓线、可见过渡线、相贯线等
细实线		约 $d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线、重合断面的轮廓线、分界线、范围线及投射等
波浪线		约 $d/2$	断裂处的边界线、视图与剖视的分界线
双折线		约 $d/2$	断裂处的边界线等
虚线		约 $d/2$	不可见轮廓线、不可见棱边线
细点画线		约 $d/2$	轴线、对称中心线、轨迹线
粗点画线		d	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线		约 $d/2$	轨迹线、极限位置的轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线、中断线等

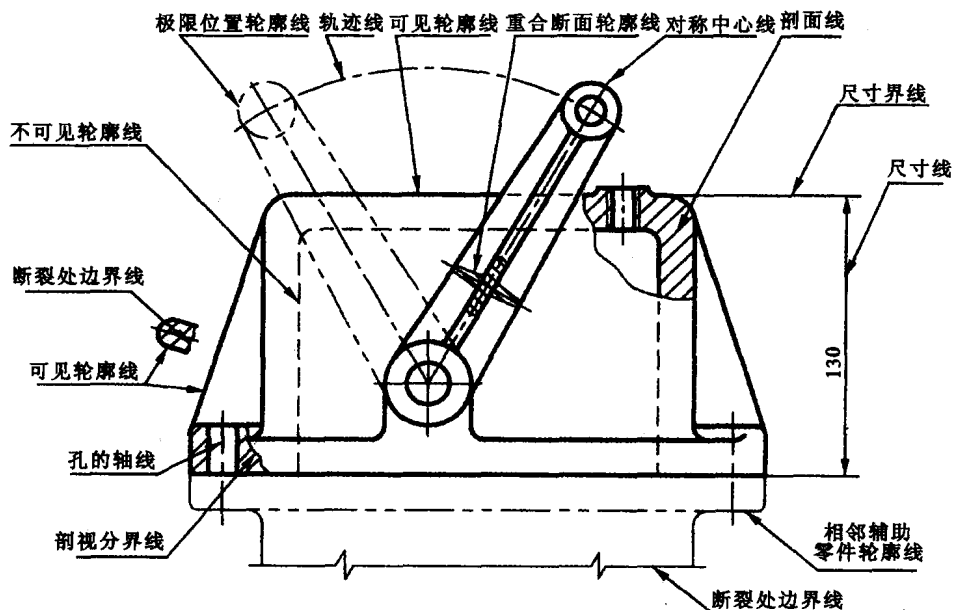


图 1-7 图线应用示例