

计算机数据 与图形处理

贾志刚 编



化学工业出版社
教材出版中心

计算机数据与图形处理

贾志刚 编



化学工业出版社
教材出版中心

· 北京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

计算机数据与图形处理 / 贾志刚编. —北京: 化学工业出版社, 2005.6

ISBN 7-5025-7351-8

I. 计… II. 贾… III. ①电子计算机-数据管理 ②计算机图形学 IV. TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 070817 号

计算机数据与图形处理

贾志刚 编

责任编辑: 何 丽 于 卉

责任校对: 于志岩

封面设计: 关 飞

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010) 64982530

· (010) 64918013

购书传真: (010) 64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷
三河市东柳装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 19½ 字数 480 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7351-8

定 价: 42.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

目前,计算机已应用到现代社会生活的方方面面。在科研工作、工程实际中,经常会遇到大量的数据处理及数据可视化方面的问题。具备使用计算机进行数据与图形处理的能力,对一个科技工作者来说是非常重要的。

计算机是图形可视化和数据处理的理想工具,现有多种专用的计算机数据处理及图形绘制软件,为解决这一问题带来了极大方便。需要特别强调的是,计算机数据与图形处理不仅是简单地使用计算机软件,而且要对其方法、原理、本质有较深入的认识。

本书的编著目的是为帮助学习计算机数据与图形处理的初学者既能在短时间内了解计算机数据与图形处理基本概念、方法,又能够使用现有的计算机数据处理软件解决遇到的实际问题。因此,本书不是简单的计算机数据处理软件使用教程,而是初学者学习计算机数据与图形处理的入门教程。

本书系统讲述计算机数据与图形处理的基本概念、基本理论和方法,并介绍如何在计算机上使用数据处理软件做数据、图形处理。在内容安排上尽量做到将计算机数据与图形处理的原理、方法与具体的计算机软件相结合,并借助实例直观、形象地使读者易于理解、掌握所讲述的内容。为使读者能够加深对计算机数据与图形处理的理解,本书遵循由浅入深的原则,在前面各章中讲述计算机数据与图形处理的基本概念、方法,主要结合 Origin 软件,而在后面章节中介绍 MATLAB 软件,并将这两种主流计算机数据与图形处理软件作了对比,以期达到更好的学习效果。

本书的内容分为两大部分:前十一章为第一部分内容,主要介绍计算机数据与图形处理的基本概念,并讲述 Origin 软件的使用;后七章为第二部分内容,主要介绍 MATLAB 软件,并与第一部分的内容进行对比。

第 1 章为绪论,讲述在计算机上实现数据与图形处理的基本原理,并简要介绍相关计算机数据与图形处理软件。

第 2 章介绍 Origin 软件的界面、菜单、工具条及窗口类型,为后面章节的软件使用打下基础。

第 3 章介绍 Origin 最重要的数据窗口 Worksheet,讲述如何为绘制不同的图形类型创建、导入相应的数据。

第 4 章讲述二维图形的基本要素,介绍如何使用 Origin 软件进行二维图形绘制以及如何定制这些图形的属性。

第 5 章介绍如何在 Origin 中使用 Excel 窗口的数据绘制图形。

第 6 章介绍 Origin 多图层的概念以及如何绘制、管理多图层图形。

第 7 章介绍如何使用 Origin 软件进行三维图形绘制以及定制这些图形的属性。

第 8 章介绍 Origin 的 Layout 窗口以及如何导出该窗口的内容。

第 9 章讲述如何根据数据的特点进行曲线拟合、~~分析拟合结果~~以及 Origin 线性、非线性

性拟合工具的使用。

第 10 章介绍 Origin 数据处理功能, 如何做数值计算、统计分析以及快速富立叶变换、数据的光滑、滤波操作。

第 11 章介绍 Origin 的编程语言 Origin C 及 LabTalk, 以及如何添加命令按钮、菜单、调用 NAG 函数库等。

第 12 章介绍 MATLAB 的系统组成及基本使用方法。

第 13 章介绍 MATLAB 矩阵的基本操作方法, 为后面章节的使用做准备。

第 14 章介绍 MATLAB 的绘图功能, 如何使用 MATLAB 绘制二维、三维图形以及定制这些图形的属性。

第 15 章介绍 MATLAB 的参数及非参数曲线拟合功能, 讲述 MATLAB 的拟合算法的特点及对离群数据的处理。

第 16 章介绍 MATLAB 的数值分析功能。尤其注重 Origin 软件不具备的数值计算功能: 如线性方程(组)、常微分方程(组)、偏微分方程(组)的求解等内容。

第 17 章介绍 MATLAB 的统计功能, MATLAB 在概率分布、随机数生成等方面很有特色。在参数估计、假设检验、方差分析等方面都有其独到的功能。

第 18 章介绍 MATLAB 的符号运算功能, 这是 Origin 软件所不具备的, 但同时又是非常重要的工具箱。

由于本书是为计算机数据与图形处理初学者编写的, 作者在编写过程中尽量使用通俗的语言, 不涉及过多的数学知识或专业术语。在使用名词术语时, 尽量做到规范, 便于读者进一步学习相关的知识。本书的函数调用、命令说明部分参考了软件的英文帮助文档, 也尽量使这部分的内容准确、易懂。

本书作者从事计算流体力学工程应用方面的研究工作, 在科研工作中经常涉及到计算机图形学、数值分析、计算机软件、硬件等相关知识, 这些都保证了本书内容的顺利完成。作者在编写本书过程中对所用到的每一个命令、每一个图形及有关计算机程序均在计算机上进行了使用、调试, 以便于读者学习、实践操作。

本书的出版得到了化学工业出版社的支持和帮助, 在此表示感谢。

本书的编写得到了王轶稚女士的帮助, 做了大量的书稿排版、校对工作, 并提出了有益的建议, 在此表示感谢。

编 者

2005 年 5 月于北京

内 容 提 要

本书系统讲述计算机数据与图形处理的基本概念、基本理论和方法，并介绍如何在计算机上使用数据处理软件做数据、图形处理。在内容安排上将计算机数据与图形处理的原理、方法与具体的计算机软件相结合，借助实例直观、形象地使读者易于理解、掌握所讲述的内容。

本书是为计算机数据与图形处理初学者编写，不涉及过多的数学知识或专业术语。书后配有思考题。

本书可作为理工科各专业本科生学习计算机数据与图形处理入门知识的教学用书，也可供相关人员参考。

目 录

前 言	
第 1 章 绪论	1
1.1 计算机数据与图形处理	1
1.2 计算机绘图的基本原理	2
1.2.1 计算机图形系统	2
1.2.2 三维世界到计算机屏幕	2
1.3 计算机数据与图形处理软件	5
思考题	6
第 2 章 Origin 简介	7
2.1 Origin7.5 的特征	7
2.2 Origin7.5 的组件	7
2.3 Origin7.5 的界面	9
2.4 菜单及其命令	10
2.5 工具条	11
2.6 Origin 的窗口类型	14
2.6.1 Worksheet 窗口	15
2.6.2 Excel 窗口	15
2.6.3 Matrix 窗口	15
2.6.4 Graph 窗口	15
2.6.5 Function Graph 窗口	16
2.6.6 版面窗口	16
2.6.7 记事窗口	16
2.6.8 脚本窗口	17
2.6.9 结果记录窗口	17
2.6.10 代码编辑器窗口	17
2.7 Origin 的基本操作	17
2.7.1 窗口操作	17
2.7.2 项目文件操作	17
思考题	18
第 3 章 Worksheet	19
3.1 Worksheet 的基本操作	19
3.1.1 Worksheet 的显示属性	19
3.1.2 Worksheet 列的操作	20
3.1.3 Worksheet 行列的转换	21
3.1.4 Worksheet 数据的选择	21
3.1.5 Worksheet 数据显示	22
3.2 数据的输入	22
3.2.1 导入单个 ASCII 文件	23
3.2.2 导入多个 ASCII 文件	24
3.2.3 其他类型文件的导入	25
3.2.4 使用 ODBC 导入数据库文件	25
3.2.5 直接将文件拖到 Worksheet	25
3.2.6 将数据复制到 Worksheet	26
3.2.7 使用 Origin 提供的功能填充数据	26
3.2.8 使用函数设置数据	26
3.2.9 设置递增的 X 值	26
3.3 数据的输出	27
3.4 列的绘图属性设置	27
3.4.1 列的设置及其相互关系	27
3.4.2 设置多个相关列	28
3.4.3 数据类型的设置及其应用	29
3.5 Worksheet 数据管理	30
3.5.1 数据排序	30
3.5.2 归一化数据	31
3.5.3 Worksheet 中的数据交换	31
3.5.4 从 Worksheet 中提取数据	31
思考题	32
第 4 章 二维 Graph	33
4.1 Graph 窗口	33
4.2 使用 Worksheet 绘图	35
4.2.1 激活 Worksheet 数据绘图	35
4.2.2 不激活 Worksheet 数据的情况下绘图	35
4.3 直接在 Graph 窗口中绘图	36
4.3.1 将单个 ASCII 文件导入到 Graph 窗口	36

4.3.2 将多个 ASCII 文件导入 Graph 窗口	37	6.1.1 两水平画面	75
4.3.3 使用 Draw Data 工具绘图	38	6.1.2 两垂直画面	75
4.3.4 用鼠标将数据文件拖放到 Graph 窗口	38	6.1.3 双 Y 轴图	76
4.3.5 添加误差线	39	6.1.4 堆叠多图层	77
4.3.6 屏蔽曲线中的数据	39	6.1.5 四/九屏图形	77
4.3.7 数据浏览	40	6.2 多图层 Graph 管理	79
4.4 函数绘图	42	6.2.1 添加图层	79
4.4.1 在 Graph 窗口中绘制函数曲线	42	6.2.2 删除图层和隐藏图层	80
4.4.2 在 Function Graph 窗口中绘图	43	6.2.3 合并 Graph 窗口	81
4.5 Graph 模板	43	6.2.4 将多图层 Graph 图形导入多个 Graph 窗口中	82
4.5.1 二维折线、散点、折线+符号图	43	6.2.5 Layer 工具的使用	82
4.5.2 二维柱状、条状图	45	6.3 定制多图层 Graph	82
4.5.3 面积图、极坐标图、瀑布图	47	6.3.1 定制图层的显示属性	82
4.5.4 其他图形模板	49	6.3.2 图层关联	84
4.6 定制 Graph 图形	51	6.3.3 定制图例	84
4.6.1 定制数据曲线	52	思考题	85
4.6.2 定制坐标轴	57	第 7 章 三维 Graph	86
4.6.3 图例和时间	62	7.1 Matrix 窗口	86
4.6.4 其他注释	63	7.1.1 设置 Matrix 的数值	86
4.6.5 更改 Graph 窗口的显示效果	65	7.1.2 Matrix 基本操作	88
4.7 Graph 的输出	66	7.1.3 Matrix 和 Worksheet/Excel 相互转换	88
4.7.1 Graph 窗口之间的交换	66	7.2 绘制三维图形	91
4.7.2 输出到其他应用程序	66	7.2.1 3D XYY Graph	91
4.7.3 将图形插入其他应用程序中	67	7.2.2 3D XYZ Graph	91
4.7.4 打印	68	7.2.3 3D 曲面	93
思考题	68	7.2.4 等值线图	94
第 5 章 Origin 中的 Excel	69	7.3 定制 3D Graph	95
5.1 利用 Excel 工作簿数据制图	69	7.3.1 定制等值线图	95
5.1.1 对话框法	70	7.3.2 定制曲面	97
5.1.2 激活数据用默认的方式制图	71	7.3.3 改变 Graph 的显示效果	98
5.1.3 拖放法	71	思考题	100
5.2 Origin 中 Excel 工作簿的管理	71	第 8 章 Layout 的使用	101
5.2.1 打开 Excel 工作簿	71	8.1 向 Layout 窗口添加 Graph, Worksheet 及文本	101
5.2.2 保存 Excel 工作簿	72	8.2 定制 Layout 窗口	102
5.2.3 将 Excel 工作簿保存为外部链接	72	8.2.1 调整对象的位置和大小	102
5.3 Origin 中使用 Excel 可能遇到的问题	73	8.2.2 添加背景色	102
思考题	74	8.2.3 排列对象	102
第 6 章 多图层 Graph	75	8.3 Layout 窗口的输出	103
6.1 Origin 多图层模板	75		

思考题	104	10.2 统计	136
第 9 章 曲线拟合	105	10.2.1 描述性统计	136
9.1 线性拟合	105	10.2.2 常用的统计图形	138
9.1.1 简单线性拟合	105	10.2.3 t -检验	141
9.1.2 多重回归	107	10.2.4 方差分析	143
9.1.3 多项式拟合	108	10.2.5 存活率分析	147
9.1.4 关于线性拟合的函数	109	10.3 快速傅里叶变换	149
9.1.5 线性拟合工具	109	10.3.1 FFT 数学原理简介	150
9.2 Origin 常用的非线性拟合	111	10.3.2 FFT 运算及 FFT 工具	151
9.2.1 非线性拟合函数	112	10.3.3 相关、卷积和去卷积	153
9.2.2 非线性拟合举例	112	10.4 数据的光滑与滤波	155
9.2.3 S 拟合工具	113	10.4.1 使用菜单命令光滑	155
9.2.4 拟合比较工具	114	10.4.2 光滑工具	156
9.3 NLSF 拟合	115	10.4.3 数字滤波	157
9.3.1 NLSF 基本模式	115	思考题	160
9.3.2 NLSF 高级模式	116	第 11 章 Origin C 编程	161
9.3.3 拟合向导	119	11.1 LabTalk 语言简介	161
9.3.4 NLSF 过程中可能遇到的问题	120	11.2 Origin C 语言	162
9.4 自定义拟合函数	120	11.3 调用 Origin C 函数	164
9.4.1 自定义拟合函数	120	11.3.1 在 Worksheet 窗口添加命令按钮	164
9.4.2 初始化参数	121	11.3.2 在 Graph 窗口中设置分析按钮	165
9.4.3 指定函数变量	122	11.3.3 添加 Origin 命令按钮	166
9.4.4 曲线模拟	122	11.3.4 添加菜单命令	169
9.4.5 拟合数据	122	11.4 调用 NAG 函数	170
9.4.6 拟合结果	123	11.4.1 NAG 函数	170
9.5 峰拟合模板	124	11.4.2 NAG 函数调用程序	171
9.5.1 Choose Data 页面	125	思考题	173
9.5.2 Precondition Data 页面	125	第 12 章 MATLAB 简介	174
9.5.3 Baseline Points 页面	127	12.1 与 Origin 的对比	174
9.5.4 Creat Baseline 页面	127	12.2 MATLAB 概述	175
9.5.5 Baseline Conditioning 页面	128	12.3 MATLAB 系统的构成	176
9.5.6 Peak Finding 页面	128	12.3.1 MATLAB 语言	176
9.5.7 Define Peaks 页面	129	12.3.2 MATLAB 工作环境	176
9.5.8 Peak Edit Control 页面	130	12.3.3 句柄图形	176
思考题	132	12.3.4 MATLAB 数学函数库	176
第 10 章 数据分析	133	12.3.5 MATLAB 工具箱和模块集	177
10.1 算术运算	133	12.3.6 MATLAB 应用程序接口 (API)	178
10.1.1 算术运算	133	12.3.7 Simulink	178
10.1.2 插值	134	12.4 MATLAB 软件入门	179
10.1.3 微分	134		
10.1.4 积分	135		

12.4.1	MATLAB 界面	179	14.2.14	二维离散数据的柄形图 (stem)	218
12.4.2	使用 MATLAB	180	14.2.15	饼图 (pie)	218
12.4.3	帮助系统	182	14.2.16	矢量图 (quiver)	219
思考题		184	14.2.17	散点图/泡状图 (scatter)	219
第 13 章	矩阵及其基本运算	185	14.3	二维图形定制	219
13.1	数值矩阵的生成	185	14.3.1	在图形上绘制网格线 (grid)	219
13.1.1	数值矩阵的生成	185	14.3.2	在图形中添加文字 (gtext)	220
13.1.2	特殊矩阵的生成	188	14.3.3	在图形上添加图例 (legend)	220
13.2	矩阵运算	191	14.3.4	给当前图形加上标题 (title)	221
13.2.1	加、减运算	191	14.3.5	在当前图形中创建 text 对象 (text)	221
13.2.2	乘法	191	14.3.6	给 x、y 轴添加标注 (xlabel、ylabel)	221
13.2.3	集合运算	194	14.3.7	图形缩放 (zoom)	221
13.2.4	除法运算	197	14.3.8	坐标轴控制 (axis)	222
13.2.5	矩阵乘方	197	14.4	三维图形	222
13.2.6	矩阵函数	198	14.4.1	三维图形等值线	222
13.2.7	矩阵转置	199	14.4.2	曲面与网格图命令	224
13.2.8	方阵的行列式	199	14.5	定制三维图形	228
13.2.9	逆与伪逆	199	14.5.1	消隐 (hidden)	228
13.2.10	矩阵的迹	200	14.5.2	shading	228
13.2.11	矩阵的范数	200	14.5.3	观察点 (view)	229
13.2.12	条件数	200	14.5.4	投影变换矩阵 (viewmtx)	229
13.2.13	矩阵的秩	201	14.6	Figure 窗口的控制	230
13.2.14	特殊运算	201	14.6.1	图形窗口的控制命令	230
思考题		205	14.6.2	颜色控制命令	231
第 14 章	MATLAB 绘图	206	14.6.3	颜色映射控制命令	232
14.1	MATLAB 的绘图方法	206	思考题		233
14.2	二维图形	212	第 15 章	曲线拟合	234
14.2.1	对数坐标轴	212	15.1	拟合工具	234
14.2.2	双 Y 轴图形	212	15.1.1	拟合的步骤	234
14.2.3	面积图 (Area)	213	15.1.2	Smooth 属性页	237
14.2.4	柱状图 (Bar)	214	15.1.3	Exclude 对话框	237
14.2.5	条状图 (barh)	215	15.1.4	拟合参数的初值	238
14.2.6	罗盘图 (compass)	215	15.2	参数及非参数拟合	239
14.2.7	二维彗星图 (comet)	215	15.2.1	最小二乘法的稳定算法	239
14.2.8	Y 误差图 (errorbar)	215	15.2.2	拟合迭代算法	239
14.2.9	羽状图 (feather)	216	15.2.3	拟合函数	240
14.2.10	二维直方图 (hist)	216	15.2.4	稳定算法拟合实例	241
14.2.11	极坐标图 (polar)	216	15.2.5	非参数拟合	241
14.2.12	角度直方图 (rose)	217			
14.2.13	二维阶梯图 (stairs)	217			

思考题	243	17.1.4 随机变量的逆累积分布函数	267
第 16 章 数值计算	244	17.2 随机变量的统计特征	267
16.1 多项式运算	244	17.2.1 均值、中位数	267
16.1.1 多项式的根	244	17.2.2 数据比较	268
16.1.2 多项式的微分	244	17.2.3 期望	269
16.1.3 多项式拟合	245	17.2.4 方差	269
16.2 线性方程组的求解	245	17.2.5 常见分布的期望和方差	269
16.2.1 求线性方程组的惟一解或特解	245	17.2.6 协方差与相关系数	269
16.2.2 求线性齐次方程组的通解	247	17.3 统计作图	270
16.2.3 求非齐次线性方程组的通解	247	17.3.1 经验累积分布函数图形	270
16.2.4 线性方程组的 LQ 解法	248	17.3.2 最小二乘拟合直线	271
16.2.5 双共轭梯度法解方程组	249	17.3.3 绘制正态分布概率图形	271
16.2.6 求解方程组的其他方法	249	17.3.4 绘制威布尔(Weibull)概率图形	271
16.3 插值方法	250	17.3.5 样本数据的方框图	271
16.3.1 一维数据插值	250	17.3.6 给当前图形加一条参考线	271
16.3.2 二维数据插值	250	17.3.7 在当前图形中加入一条多项式曲线	271
16.3.3 三维数据插值	251	17.3.8 样本的概率图形	272
16.3.4 用 FFT 算法作一维插值	251	17.3.9 附有正态密度曲线的直方图	272
16.3.5 数据网格划分	251	17.3.10 在指定的区间画正态密度曲线	272
16.3.6 三次样条数据插值	252	17.4 参数估计	272
16.3.7 多维数据插值	252	17.4.1 常见分布的参数估计	272
16.3.8 生成用于多维函数或插值用的 阵列(ndgrid)	252	17.4.2 非线性模型置信区间预测	274
16.4 数值积分	253	17.4.3 对数似然函数	275
16.4.1 一元函数的数值积分	253	17.5 假设检验	276
16.4.2 二元函数重积分的数值计算	253	17.5.1 σ^2 已知, 单个正态总体均值 μ 的 假设检验	276
16.4.3 三重积分	253	17.5.2 σ^2 未知, 单个正态总体均值 μ 的 假设检验	277
16.5 常微分方程的数值解	254	17.5.3 两个正态总体均值差的检验	277
16.6 偏微分方程的数值解	255	17.5.4 两个总体一致性的检验—— 秩和检验	277
16.6.1 椭圆型方程	256	17.5.5 零中位数的假设检验—— 符号秩检验	277
16.6.2 双曲型偏微分方程	258	17.5.6 零中位数的假设检验—— 符号检验	278
16.6.3 抛物型偏微分方程	260	17.5.7 正态分布的拟合优度检验	278
16.7 Fourier 分析	261	17.5.8 单个样本分布的 Kolmogorov-Smirnov 检验	279
16.7.1 Fourier 变换	261	17.5.9 两个样本具有相同连续分布的 假设检验	279
16.7.2 信号处理工具	262		
思考题	264		
第 17 章 概率与统计	265		
17.1 随机数生成及其概率值的计算	265		
17.1.1 随机数的生成	265		
17.1.2 概率密度函数的计算	265		
17.1.3 随机分布的累积概率值	266		

17.6 方差分析	280	18.2.3 符号函数的积分	287
17.6.1 单因子方差分析	280	18.2.4 常微分方程的符号解	287
17.6.2 双因子方差分析	281	18.3 符号函数的作图	287
思考题	281	18.3.1 画符号函数的等值线	287
第 18 章 符号运算	282	18.3.2 绘制颜色填充的等值线图	288
18.1 基本运算	282	18.3.3 符号函数的三维网格图	288
18.1.1 合并同类项	282	18.3.4 同时画出曲面网格图与等 值线图	288
18.1.2 列空间的基	282	18.3.5 绘制二维符号函数的图形	288
18.1.3 复合函数计算	283	18.3.6 三维参数曲线图	288
18.1.4 符号复数的共轭	283	18.3.7 极坐标图形	288
18.1.5 复数的操作	283	18.3.8 三维彩色曲面图	288
18.1.6 余弦积分函数	283	18.3.9 绘制曲面图及等值线图	289
18.1.7 设置变量的有效数字	283	18.4 积分变换	289
18.1.8 将符号转换为 MATLAB 的 数值形式	284	18.4.1 Fourier 积分变换	289
18.1.9 数学表达式的展开	284	18.4.2 Fourier 积分逆变换	289
18.1.10 数学表达式的因式分解	284	18.4.3 Laplace 变换	289
18.1.11 数学表达式的分子与分母	284	18.4.4 Laplace 逆变换	290
18.1.12 数学表达式化简	284	18.4.5 z -变换	290
18.1.13 代数方程的解析解	285	18.4.6 z -逆变换	291
18.1.14 特征多项式	285	18.5 Maple 函数的调用	291
18.1.15 将多项式系数向量转化为带 符号变量的多项式	285	18.5.1 调用 Maple 内核	291
18.1.16 将数学表达式显示成 书写格式	285	18.5.2 初始化 Maple 内核	292
18.1.17 找出符号变量	286	18.5.3 Maple 函数的数值计算	292
18.1.18 函数的反函数	286	18.5.4 列出 mfun 可调用的特定 Maple 函数	292
18.2 微积分	286	思考题	294
18.2.1 极限	286	附录 Origin 工具条一览表	295
18.2.2 微分(包括偏导数)	286	参考文献	300

第1章 绪论

本章简要介绍计算机数据与图形处理的概念与方法，主要包括：

- 计算机数据与图形处理
- 计算机绘图的基本原理
- 计算机数据与图形处理软件

1.1 计算机数据与图形处理

在科学研究工作、工程实际及日常生活中，经常遇到大量的数据，如实验测量数据或数值计算生成的数据，每天的温度、湿度以及一个国家或地区的人口、经济指标等数据。要了解、掌握这些数据反映的本质、规律，就要对其进行处理、分析。

图形是直观显示、进而理解复杂数据的理想方式，是科学研究、工程设计不可缺少的交流方式。图 1-1 所示为搅拌反应器内气体的浓度分布情况，可以直观、定量地看到搅拌槽内各处的气体浓度以及在操作条件下气体分散的效果，而仅用文字要全面说明该图中的这些信息是非常困难的。

计算机是图形可视化和数据处理的理想工具。自 1946 年第一台电子计算机问世，计算机的性能得到迅速提高。现已渗透到社会生活的各个方面，并成为科研、工作、学习的必备工具。采用计算机绘图和处理数据，可以充分发挥其准确、高效的特点，可以避免以往手工绘图带来的随意性和人为误差。图 1-2 所示为《化工原理》课程中用到的图解法计算精馏塔理论塔板数示意图。根据汽-液平衡曲线，分别得到精馏段和提馏段所需的

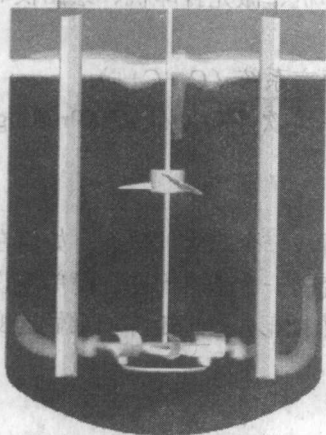


图 1-1 气体的浓度分布

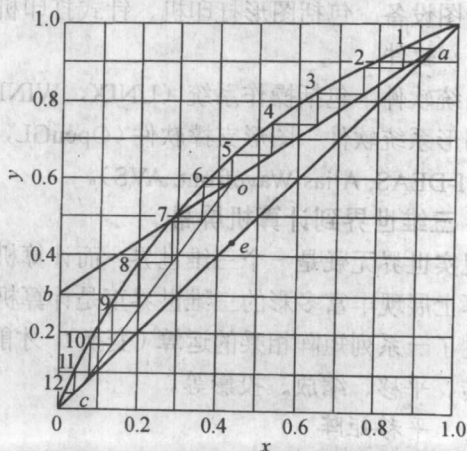


图 1-2 图解法计算精馏塔理论塔板数

理论塔板数。如果采用手工绘图不仅效率低，也会因为绘制汽-液平衡曲线及操作线的误差，使最终的结果出现误差。采用计算机可以快速、精确绘制上述曲线，并得到准确的结果。

近年来，计算机的软件、硬件技术有了迅猛发展，图形处理和计算能力也大大提高了，并出现了许多优秀的数据处理及图形绘制的计算机软件，为计算机数据与图形处理带来了极大方便。需要特别强调的是，计算机数据与图形处理不是简单地使用计算机软件，而是需要对其方法、原理、本质有较深入的认识。要更好地掌握计算机数据与图形处理方法，不能仅限于使用某一软件，还应具备或培养以下两方面的能力：

- ① 了解图形显示与处理原理，需要掌握计算机编程、计算机图形学知识、相关算法；
- ② 分析、处理数据能力，需要具有线性代数、数值分析、数理统计等方面的知识。

只有了解、掌握了计算机数据与图形处理的基本原理，才能在实践中更好地理解、使用具体的软件，高效、准确地完成数据与图形处理工作。另外，使用计算机数据与图形处理软件一定要与具体的科研工作或应用背景相结合，并不断积累实践经验，才能使之成为科研、学习的得力助手。

1.2 计算机绘图的基本原理

计算机图形学是研究通过计算机将绘图数据转换为图形，并在专门的显示设备上显示出来的原理、方法和技术的学科。计算机图形学是在计算机上进行数据与图形处理的理论基础。在此介绍计算机图形学的基本概念，使读者初步了解计算机图形显示原理。

1.2.1 计算机图形系统

使用计算机绘图，既需要有一定的计算机硬件，又要有相应的软件支持，即需要一套图形系统。计算机图形系统是计算机硬件（包括中央处理机、图形输入输出设备），以及软件（包括系统软件和图形软件）的集合。

1.2.1.1 硬件

输入设备 包括鼠标器、光笔、触摸屏、坐标数字化仪、图形扫描仪等；
显示设备 包括阴极射线管显示器（CRT）、液晶显示器（LCD）、等离子显示器；
绘图设备 包括图形打印机、针式打印机、喷墨打印机、激光打印机、绘图仪等。

1.2.1.2 软件

系统软件 包括操作系统（UNIX, WINDOWS）、语言系统（C, C++）；

图形系统软件 图形支撑软件（OpenGL, PHIGS）、系统软件（AutoCAD, Pro/Engineer, UG II, I-DEAS, Alias/Wavefront, AVS）。

1.2.2 三维世界到计算机屏幕

现实世界无疑是一个三维世界，而计算机屏幕可以看成一个二维的平面。如何在计算机屏幕上展现丰富多彩的三维世界正是计算机图形学研究的一个基本问题。简单地说，需要经过了一系列矩阵相乘的运算（变换），才能显示出三维图形。通过矩阵相乘做的变换包括旋转、平移、缩放、投影等。

1.2.2.1 平移矩阵

在三维齐次坐标表示中，将三维物体的顶点 $P(x, y, z)$ 平移到点 $P'(x', y', z')$ ，如图 1-3 所示，在 x, y, z 三个坐标方向上移动的距离分别为 t_x, t_y, t_z ，则可以表示为 $P' = TP$

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & 0 & t_y \\ 0 & 0 & 1 & t_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

1.2.2.2 旋转矩阵

物体做旋转变换时,必须指定一个旋转轴和旋转角度。二维的旋转仅发生在 xy 平面上,而三维旋转则可以绕空间任意直线进行。下面的矩阵运算 $P'=R_z(\theta) \cdot P$ 可以完成绕 z 轴旋转的操作,如图 1-4 所示。

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

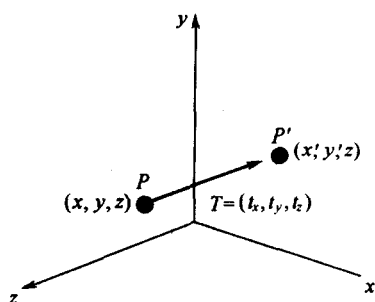


图 1-3 平移变换

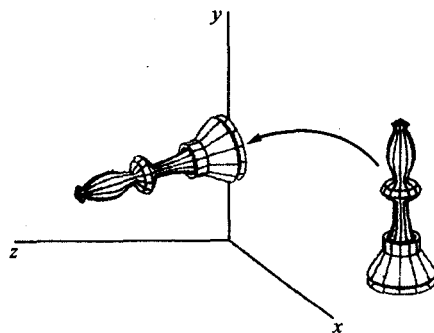


图 1-4 旋转变换

由于变换是由矩阵相乘实现的,而矩阵运算的结果与顺序有关,因此,先平移再旋转的变换与先旋转再平移是完全不同的。图 1-5 所示为这两个变换的示意图。

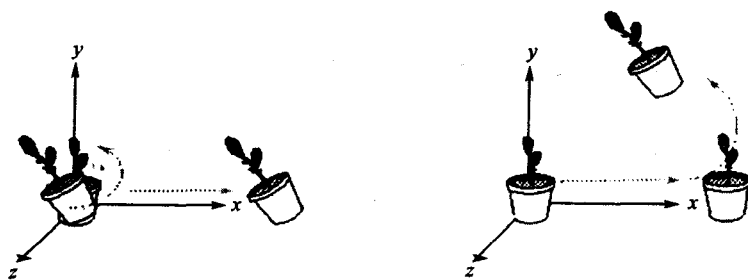


图 1-5 先平移与先旋转的差别

1.2.2.3 缩放矩阵

缩放矩阵的运算 $P'=S \cdot P$ 可以表示为

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & s_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

其中, 缩放参数 s_x, s_y, s_z 为任一正值, 若 $s_x = s_y = s_z$, 则缩放后物体保持原来的形状。除了上述变换外, 还需要如下的过程, 才能在计算机屏幕上显示出图形。

- ① 裁剪, 在一个矩形窗口中绘图, 要裁减掉窗口外的对象 (或对象的一部分);
- ② 视窗变换, 在变换后的坐标和屏幕间建立对应关系;
- ③ 投影变换, 可用二维图形表示三维物体。

而在计算机上绘制三维图形的过程可以形象地用照相机比拟加以说明 (见图 1-6)。

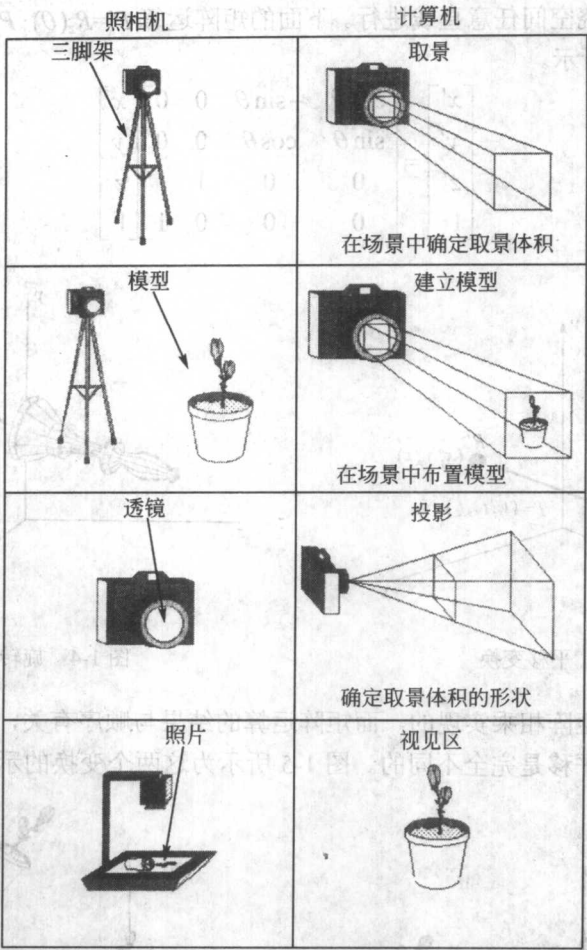


图 1-6 照相机比拟

- ① 竖起三角架, 将相机对准场景, 相当于取景变换;
- ② 将要拍的场景置于适当的位置, 相当于模型变换;
- ③ 选择相机的透镜或调焦距, 相当于投影变换;
- ④ 确定照片的大小, 相当于视见区变换。

投影变换又可分为透视投影和正交投影。

(1) 透视投影

将投影面置于投影中心与投影对象之间, 如常见的轴测图是一种简单的立体图形, 能给人一种直观的立体形状, 如图 1-7 所示。

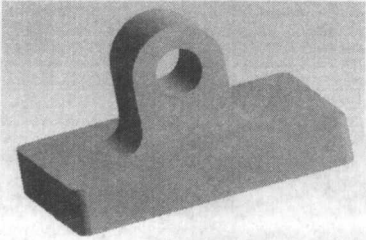


图 1-7 零件的轴测图

(2) 正交投影

工程制图中常用到的三视图,是由空间一物体向三个互相垂直的投影面作正投影得到的,如图 1-8 所示。

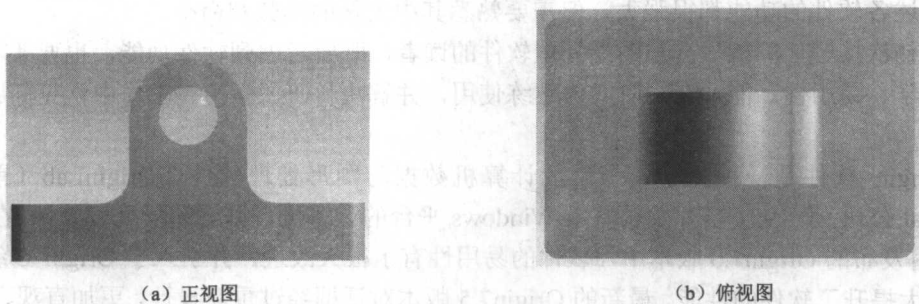
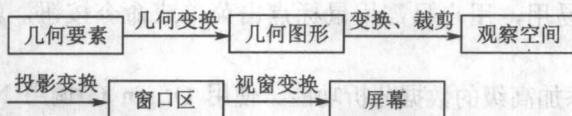


图 1-8 零件的正交投影

从绘图数据变为计算机屏幕上三维图形的流程如下。



1.3 计算机数据与图形处理软件

在科研、学习过程中,要准确地、高效地进行复杂的数据与图形处理,仅靠个人编写的程序是远远不够的。目前有多种较流行的计算机数据与图形处理软件。尽管这些软件各有特色,但是其基本功能是相同的,即可以绘制各种二维及三维图形,并具有曲线拟合、数值计算、统计分析等数据处理功能。另外,各种软件进行数据与图形处理都有相同的基本步骤。

① 数据输入,按各种软件的要求准备数据;

② 数据、图形显示,在计算机屏幕上显示数据或图形,并具有交互功能;

③ 数据、图形的输出、存储,保持数据、图形处理的结果。

当然,每种软件又有其各自的特点,但都要具有绘图和数据分析两大功能。虽然 Excel 也有简单的数据可视化能力,可以绘制简单的图形,但电子表格是其主要功能。Excel 的绘图功能不够强大,也具备曲线拟合,数值积分、微分等分析、计算功能。因此,不能作为计算机数据与图形处理软件使用。下面介绍几种常用数据处理软件。

Matlab 由美国 Mathwork 公司于 1984 年推出。以矩阵为分析对象,界面直观、输出结果可视化。有丰富、适合各专业使用的工具箱,其功能越来越强大。目前最新的版本为 Matlab7.0。有关 Matlab 软件的使用将在本书后面章节详细介绍。

Mathmatica 最早的 1.0 版本由美国 Wolfram 公司于 1987 年推出。Mathmatica 具有强大的数学计算和图形功能,支持比较复杂的符号计算和数值计算。目前最新的版本为 Mathematica5.0。

Maple 是由加拿大 Waterloo University 开发的数学软件。具有无与伦比的符号运算能