



JS88104

食品工程系列教材

# 计算机在食品工程中的应用

杨晓泉 李汴生 曹劲松 编著

华南理工大学出版社  
·广州·

## 内 容 提 要

本书分三个部分共十二章。第一部分介绍了 Microsoft Excel 的数据计算、数据库管理、统计图表及各种数据统计函数的使用, 及如何利用 Excel 解决食品科研和生产中所遇到的具体问题, 包括食品化学、食品酶学、食品微生物学、感官分析、统计质量控制、食品流变学及食品工程中的传热、冷冻、蒸发和干燥等。第二部分介绍了 Internet 的组成、检索工具和检索方法, 以及如何利用 Internet 查询食品科学信息。第三部分介绍了目前较先进的条件优化软件, 以及如何利用优化软件进行食品工艺过程的参数优化。

本书由浅入深, 穿插有大量的图片, 具有较强的可操作性和实用性。本书编写独特, 对每一个在食品工程中有可能出现的问题, 都列出了相应的解决方案及计算公式, 并列出具体的操作步骤、运算结果及相应的图表。读者可以通过对这些实例的学习, 触类旁通, 举一反三, 解决自己在实际工作中所碰到的具体难题。

本书可作食品及相关专业计算机应用的教材, 书中大量的应用实例也可作为计算机模拟实验的内容, 以取代或补充食品专业教学中的一些常规实验。本书也适用于食品企业技术人员, 作为计算机应用的培训教材。

## 图书在版编目(CIP)数据

计算机在食品工程中的应用/杨晓泉, 李汴生, 曹劲松编著. —广州: 华南理工大学出版社, 1998.11

ISBN 7-5623-1344-X

I. 计…

II. ①杨…②李…③曹…

III. 计算机-食品科学

IV. TS2

华南理工大学出版社出版发行

(广州五山 邮编 510641)

责任编辑: 陈怀芬

各地新华书店经销

广东东莞市印刷厂印装

\*

1998年11月第1版 1998年11月第1次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 11.5 字数: 280千

印数: 1—3000册

定价: 19.00元

# 前 言

目前,计算机在各行各业都得到了广泛的应用,工业部门也不例外。但是,在目前食品科学的高等教育中,多数学生的计算机知识仅停留在利用字处理软件撰写实验报告,或利用简单的数据库管理软件处理数据,很少会利用计算机去解决问题,如查询和检索食品科学信息,收集和分析实验数据,优化实验和生产条件,或利用计算机进行生产过程控制的模拟及进行食品工程的数据计算等。因此,在食品科学的高等教育和食品企业专门人才的再培训方面,迫切需要普及和强化计算机应用的技能训练。编写本书的目的,就是为了使学生或食品行业的从业人员学会如何利用计算机解决食品科学研究和工业生产中所遇到的各种问题。

本书分三个部分。

第一部分介绍了 Excel 在食品工程中的应用。Excel 5.0 for Windows 3.x, Excel 7.0 和 Excel 97 for Windows 95 是 Microsoft 公司推出的电子制表软件。它不仅具有一般电子表格软件所包括的数据处理、制表和图形功能,而且还具有强大的智能化计算及数据处理功能。Excel 有 200 多种数理统计和财务函数,可为包括食品工程在内的各类工程技术人员提供各种统计函数和工程计算的公式与方法。此外,Excel 还具有很好的可编程性,可以利用 Excel 以对话框形式提供的编译器,用 Visual Basic 语言自动生成宏程序。这一功能不仅可以提高工作效率,而且还可以开发 Excel 下的应用程序。更重要的是,Excel 不仅可以对实验数据进行统计和图形分析,而且还具有变量(参数)和计算结果输出之间的模拟(what-if)功能,特别适合于食品科学实验和生产过程控制的模拟。

第二部分介绍了 Internet 的组成、检索工具和检索方法,以及如何利用 Internet 查询食品科学信息。Internet 目前已成为人类有史以来最伟大的通讯媒介,也是目前全世界最大的信息生成与传输系统。人们可以通过 Internet 提供的各种信息服务工具访问 Internet 上所有的计算机和网络上的信息资源。这些信息资源包括超级计算中心、图书目录库、公共软件程序库、科学实验数据库、商用数据库、地址目录库、电子邮件网关和网络信息中心等等。Internet 也为用户提供了丰富的应用环境,可为用户与用户之间的通讯、信息获取及计算机资源使用等方面提供有力的帮助。本书重点介绍了如何利用 Internet 提供的信息查询工具检索并获取 Web 网页、FTP 站点及 Gopherspace 上有关食品科学的信息资源。

第三部分介绍了两类能广泛适用于食品、生物等复杂体系的工艺参数优化软件——响应面分析(RSA)和随机质心优化分析(RCO),及其由本书作者改进的基于复合形原理的优化程序 MFHX。读者可将 MFHX 优化程序输入计算机,根据书中提供的操作步骤及自己的实际需要进行多个食品工艺参数的优化。

目前国内食品科学研究和工业生产中常用的工艺参数优化方法仍采用正交实验法。其缺点是效率低、费时长,而且往往需要进行大量的单因子实验。利用优化软件优化食品体系的复杂工艺过程,可以大大提高工作效率。本书介绍的两类条件优化软件充分考虑了食

品工艺体系的复杂特点,使用方便,操作简单,自动化程度高,适用于多种因素的大范围搜索优化过程,并且无需重复进行单因子影响实验。

在本书中,对每一个在食品科学实验和实际生产过程中可能出现的问题实例,都列出了相应的解决方案及计算公式,并具体列出操作步骤、运算结果及相应的图表,具有较强的可操作性和实用性。读者可以通过对这些实例的学习,触类旁通,解决自己在实际工作中所碰到的具体问题。

本书可作为食品及相关专业计算机应用的专业教材。书中大量的应用实例也可作为计算机模拟实验的内容,以取代或补充食品专业教学中的一些常规实验。本书也适合作为食品行业从业人员的计算机培训教材。

本书第1章至第5章和第11章由杨晓泉、张水华、王学兵编写;第6章至第10章由李汴生、张海德编写;第12章由曹劲松编写。全书由杨晓泉统稿。由于编者水平有限,难免有不妥或错漏之处,敬请读者批评指正。

若需 MHFX 优化程序软盘可与作者联系。

作者的 E-mail 地址: fexqyang@scut.edu.cn。

编著者

1998 年 8 月

# 目 录

|                             |      |
|-----------------------------|------|
| 第1章 Excel 应用基础 .....        | (1)  |
| 1.1 Excel 简介 .....          | (1)  |
| 1.1.1 Excel 的主要功能 .....     | (1)  |
| 1.1.2 Excel 在食品行业中的应用 ..... | (1)  |
| 1.2 运行 Excel .....          | (2)  |
| 1.2.1 启动 Excel .....        | (2)  |
| 1.2.2 工作簿窗口 .....           | (3)  |
| 1.2.3 菜单栏 .....             | (3)  |
| 1.2.4 工具栏 .....             | (3)  |
| 1.2.5 公式栏或编辑栏 .....         | (3)  |
| 1.3 建立工作表 .....             | (4)  |
| 1.4 工作表的公式计算 .....          | (6)  |
| 1.4.1 数据与公式的输入 .....        | (6)  |
| 1.4.2 相对引用与绝对引用 .....       | (6)  |
| 1.4.3 公式的复制与填充 .....        | (7)  |
| 1.5 工作表的函数计算 .....          | (7)  |
| 1.5.1 函数的语法和输入方法 .....      | (7)  |
| 1.5.2 函数的分类 .....           | (8)  |
| 1.5.3 用函数命令建立函数公式 .....     | (9)  |
| 1.5.4 自定义函数 .....           | (10) |
| 1.6 数据统计图表 .....            | (11) |
| 1.6.1 统计图表类型 .....          | (11) |
| 1.6.2 生成数据统计图表 .....        | (11) |
| 1.7 宏 .....                 | (14) |
| 1.7.1 创建宏 .....             | (14) |
| 1.7.2 运行宏 .....             | (16) |
| 1.8 数据管理和组织 .....           | (16) |
| 1.9 数据透视表 .....             | (19) |
| 1.10 模拟运算表 .....            | (21) |
| 1.11 单变量求解 .....            | (22) |
| 1.12 数据分析工具库 .....          | (24) |

|                                              |      |
|----------------------------------------------|------|
| <b>第2章 食品加工及储藏过程的化学动力学</b>                   | (27) |
| 2.1 测定零级化学反应的速度常数                            | (27) |
| 2.2 一级反应速度常数与半衰期的确定                          | (28) |
| 2.3 食品贮存过程中维生素降解的活化能计算                       | (30) |
| 2.4 测定酶促反应的 $v_{\max}$ 及 $k_m$ 值             | (31) |
| 2.5 测定食品成分提取过程的化学动力学参数                       | (33) |
| <b>第3章 食品的加热杀菌</b>                           | (37) |
| 3.1 罐头食品受微生物污染的抽样检验                          | (37) |
| 3.2 确定 $D$ 值                                 | (38) |
| 3.3 确定 $Z$ 值                                 | (39) |
| 3.4 计算低酸性罐头食品( $Z=10^{\circ}\text{C}$ )的灭菌值  | (41) |
| 3.5 计算低酸性罐头食品( $Z=10^{\circ}\text{C}$ )的杀菌时间 | (43) |
| 3.6 计算低温长时杀菌的整体平均灭菌值                         | (45) |
| 3.7 计算高温短时杀菌的热处理时间                           | (46) |
| <b>第4章 食品加工过程的质量控制</b>                       | (49) |
| 4.1 建立控制图                                    | (49) |
| 4.2 建立直方图和柏拉图                                | (53) |
| 4.3 通过散布图确定变量间的关系                            | (56) |
| 4.4 计算计量抽样检验中不合格品的概率                         | (58) |
| 4.5 计算计数抽样检验中不合格品的概率                         | (59) |
| 4.6 确定总体均值的置信区间                              | (61) |
| <b>第5章 食品的感官检验</b>                           | (63) |
| 5.1 用统计语言描述食品感官评分                            | (63) |
| 5.2 利用单因素方差分析确定感官评分的差异                       | (65) |
| 5.3 利用二因素方差分析确定感官评分的差异                       | (66) |
| 5.4 利用假设检验确定感官评分的差异                          | (67) |
| 5.5 利用回归分析感官评分                               | (69) |
| <b>第6章 流体食品的流动和输送</b>                        | (72) |
| 6.1 利用毛细管粘度计测定流体食品的粘度                        | (72) |
| 6.2 利用测速管测定管道中流体食品的流速                        | (73) |
| 6.3 计算幂指数流体食品的流变学特征                          | (75) |
| 6.4 测定流体食品的雷诺数                               | (76) |
| 6.5 测定管中流体食品流动时的摩擦系数                         | (78) |
| <b>第7章 食品加工过程中的稳态传热</b>                      | (80) |

|             |                             |              |
|-------------|-----------------------------|--------------|
| 7.1         | 计算通过平壁隔热材料的热流量              | (80)         |
| 7.2         | 计算圆筒壁热传导中的平均传热面积            | (82)         |
| 7.3         | 计算隔热材料的热流量和导热系数             | (83)         |
| 7.4         | 计算滞流条件下的对流传热系数              | (84)         |
| 7.5         | 计算湍流条件下的对流传热系数              | (86)         |
| <b>第8章</b>  | <b>食品加工过程中的非稳态传热</b>        | <b>(89)</b>  |
| 8.1         | 预测蒸汽夹层锅中被加热流体食品的温度          | (89)         |
| 8.2         | 预测非稳态传热中球形食品内部的温度           | (91)         |
| 8.3         | 预测非稳态传热中长圆柱体食品内部的温度         | (93)         |
| 8.4         | 预测非稳态传热中无限平板形食品内部的温度        | (94)         |
| 8.5         | 预测圆罐罐头(有限长圆柱体)的非稳态传热参数      | (96)         |
| 8.6         | 预测非稳态传热中立方体形食品内部的温度         | (99)         |
| 8.7         | 预测半无限平板形食品的非稳态传热参数          | (100)        |
| <b>第9章</b>  | <b>食品的冷却和冷冻处理</b>           | <b>(103)</b> |
| 9.1         | 确定蒸汽压缩式冷冻系统中氨制冷剂的压力-温度关系    | (103)        |
| 9.2         | 确定蒸汽压缩式制冷系统中氨制冷剂的压力-焓关系     | (105)        |
| 9.3         | 计算蒸汽压缩式制冷系统的性能系数            | (107)        |
| 9.4         | 确定蒸汽压缩式制冷系统中制冷剂氟利昂的压力-焓关系   | (108)        |
| 9.5         | 预测食品的冻结时间                   | (109)        |
| 9.6         | 预测冷冻链中食品质量的损失               | (113)        |
| <b>第10章</b> | <b>食品的蒸发和干燥处理</b>           | <b>(115)</b> |
| 10.1        | 计算通过多效蒸发器的物流流速              | (115)        |
| 10.2        | 计算饱和水蒸气和过热水蒸气的焓值            | (117)        |
| 10.3        | 计算空气的湿度性质                   | (119)        |
| 10.4        | 计算食品物料在干燥过程中去除的水量           | (120)        |
| <b>第11章</b> | <b>利用 Internet 查询食品科学信息</b> | <b>(122)</b> |
| 11.1        | Internet 简介                 | (122)        |
| 11.1.1      | Internet 的起源和现状             | (122)        |
| 11.1.2      | Internet 提供的信息服务            | (122)        |
| 11.1.3      | Internet 的核心——TCP/IP 协议     | (123)        |
| 11.1.4      | Internet 地址                 | (123)        |
| 11.2        | Internet 的组成                | (124)        |
| 11.2.1      | WWW                         | (124)        |
| 11.2.2      | E-mail                      | (124)        |
| 11.2.3      | FTP                         | (124)        |

|               |                                       |              |
|---------------|---------------------------------------|--------------|
| 11.2.4        | Telnet .....                          | (125)        |
| 11.2.5        | Gopherspace .....                     | (125)        |
| 11.2.6        | Newsgroup 和 Usenet .....              | (127)        |
| 11.3          | 使用 Netscape Communicator .....        | (127)        |
| 11.3.1        | Netscape Communicator 窗口 .....        | (127)        |
| 11.3.2        | 菜单栏和工具按钮 .....                        | (128)        |
| 11.3.3        | 目录按钮和个人工具条 .....                      | (129)        |
| 11.3.4        | 存储和打印 Web 文档 .....                    | (129)        |
| 11.4          | 检索 Web 网页上的食品科学信息 .....               | (130)        |
| 11.4.1        | Yahoo .....                           | (131)        |
| 11.4.2        | Infoseek .....                        | (133)        |
| 11.4.3        | Lycos .....                           | (134)        |
| 11.4.4        | AltaVista .....                       | (136)        |
| 11.4.5        | Excite .....                          | (137)        |
| 11.4.6        | 其它 Web 检索引擎和目录列表 .....                | (138)        |
| 11.5          | 检索 FTP 站点的食品科学信息 .....                | (139)        |
| 11.5.1        | 访问 Archie 服务器 .....                   | (139)        |
| 11.5.2        | 搜索 Archie 服务器 .....                   | (140)        |
| 11.5.3        | 浏览和下载 FTP 文档 .....                    | (141)        |
| 11.6          | 检索 Gopherspace 的食品科学信息 .....          | (143)        |
| 11.6.1        | Veronica 搜索工具 .....                   | (143)        |
| 11.6.2        | Veronica 搜索 .....                     | (143)        |
| 11.6.3        | Veronica 的搜索控制标志 .....                | (145)        |
| <b>第 12 章</b> | <b>食品工艺过程的计算机优化 .....</b>             | <b>(146)</b> |
| 12.1          | 响应面分析 .....                           | (146)        |
| 12.1.1        | 概述 .....                              | (146)        |
| 12.1.2        | 响应面优化的基本方法 .....                      | (146)        |
| 12.2          | 复合形优化方法 .....                         | (151)        |
| 12.2.1        | RCO 程序 .....                          | (151)        |
| 12.2.2        | MFHX 程序 .....                         | (151)        |
| 12.2.3        | MFHX 的原理和程序设计 .....                   | (152)        |
| 12.2.4        | 用 MFHX 进行工艺参数优化 .....                 | (153)        |
| <b>附录 1</b>   | <b>Internet 上有关食品科学的 Web 网站 .....</b> | <b>(159)</b> |
| <b>附录 2</b>   | <b>Internet 上有关食品安全性的站点 .....</b>     | <b>(163)</b> |
| <b>附录 3</b>   | <b>MFHX 源程序清单 .....</b>               | <b>(170)</b> |
| <b>参考文献</b>   | <b>.....</b>                          | <b>(176)</b> |

## 第1章 Excel 应用基础

### 1.1 Excel 简介

#### 1.1.1 Excel 的主要功能

Excel 5.0 for Windows 3.x 及其升级版本 Excel 7.0、Excel 97 for Windows 95 是 Microsoft 公司推出的电子制表软件。它不仅具有一般电子表格软件所包含的数据处理、制表和图形功能,而且还具有智能化的计算及数据处理功能。它带有窗口、菜单、工具按钮和操作提示等多种特性,使用起来非常方便。因此,它既适合大众化电子表格用户的需求,又能满足统计、财务、经济分析、工程计算等专业用户的需求,成为目前最为流行的电子表格软件之一。

Excel 有 200 多种财务及数理统计函数,不仅可为一般用户提供数据计算、数据管理、数学函数、文本函数等多种数据处理手段;而且可为财会人员提供销售统计、分析投资偿还率和固定资产折旧率等问题的公式与方法,为统计人员和经济管理人员提供时间序列分析、回归分析和概率分析等工具,为工程技术人员提供各种工程计算的公式与方法。

Excel 的数据列表与 FoxPro、Visual DataBase 等数据库软件创建的数据库一样,对记录可以进行修改、添加、删改、排序等处理。同时,Excel 还能十分方便地链接或调用 dBase、FoxPro、Lotus1-2-3、Visual DataBase 等数据库软件产生的数据库文件(\*.dbf),并将其作为 Excel 的文件来管理和加工,也能将 Excel 文件转存为\*.dbf 数据文件供上述数据库软件处理。

Excel 可以根据数据列表自动生成各种二维及三维图形,而且还能在工作表中直接画任意形状的图形,并将其嵌入文件。Excel 也可以将一个工作表作为照片贴在另一工作表上,而且照片上的内容可以随原表的修改而变动,这一技术可以帮助用户更直观、更有效地处理各种数据之间的联系。

Excel 具有很好的可编程性,用户可以利用 Excel 以对话框形式提供的编译器,用 Visual Basic 语言自动生成宏程序,这样不仅可以提高工作效率,而且还可为其他用户开发 Excel 下的应用程序。

Excel 5.0 已经是一个非常好的电子制表软件,Excel 7.0 for Windows 95 在其基础上又作了如下改进:自动输入数据、自动挑选前十名、自动计算器、单元格提示、数字格式化、共享列表和数据地图等。另外,就像在 Windows 95 中一样,Excel 7.0 中的拖放功能得到了很大的加强。本书主要以 Excel 7.0 为例讲述如何使用 Excel。

#### 1.1.2 Excel 在食品行业中的应用

对于从事食品及相关行业的技术管理人员而言,Excel 不仅可用于食品公司有关财务、会计、税务、生产量、销售量和利润率的列表及统计计算,为从事食品行业的质量管理人

员提供如回归分析和概率分析等数理统计工具, 同时也可从事食品科学研究的人员提供各种计算工具, 为食品工程技术人员提供各种化学工程方面的计算公式与方法。

本章介绍了 Excel 在食品科学中应用的近 60 个实例, 这些实例涵盖了食品科学方面的内容, 主要有: 如何利用 Excel 解决食品加工及储藏过程中出现的化学动力学问题(如计算反应的速度常数、半衰期、活化能等), 食品热杀菌问题(计算热杀菌的 Z 值、D 值和 F 值), 食品生产过程中的质量控制问题(制作控制图及计算产品抽样的不合格率等), 食品感官分析问题(对感官分析数据进行单因子、多因子显著性分析和回归分析等), 食品流变学问题(计算流体食品的热传递系数、雷诺数、传热系数等), 食品热加工过程中的稳态及瞬时传热问题, 食品冷冻及冷链运输问题等。

## 1.2 运行 Excel

### 1.2.1 启动 Excel

Excel 7.0 是 Microsoft Office 家族中的一员, 进入 Windows 95 后, 单击任务栏上的“开始”按钮, 弹出开始菜单。将指针指向“程序”, 弹出下一级菜单。然后单击“Microsoft Excel”命令, 打开 Excel 窗口, 或利用快捷形式直接在任务栏中双击 Excel 图标, 即可启动 Excel。Excel 启动完成后, 屏幕将出现一个空白的工作簿, 见图 1.1。

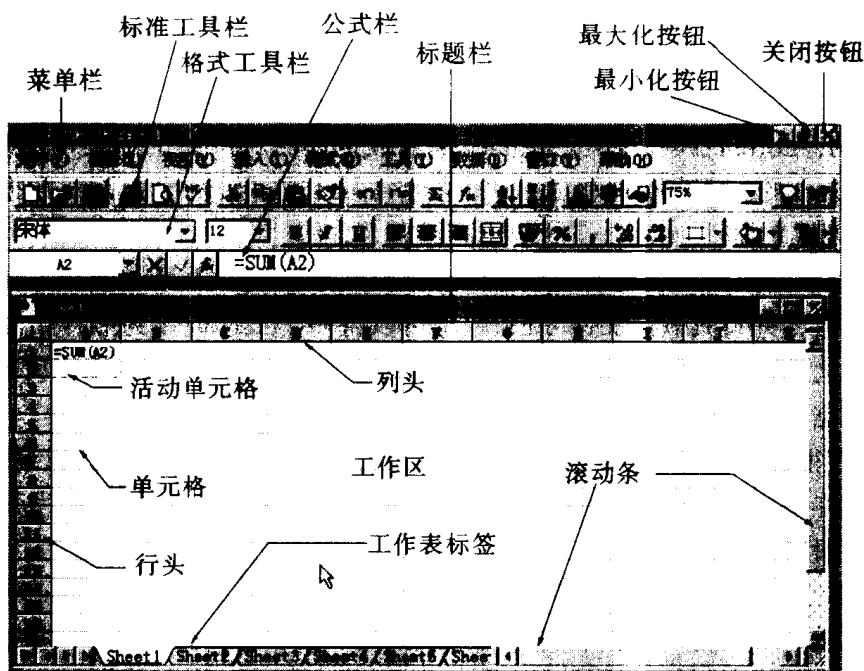


图 1.1 Excel 工作表

### 1.2.2 工作簿窗口

Excel 的工作簿窗口与一般窗口类似, 也包含标题栏、菜单栏、工具栏、状态栏、工作区、控制框、滚动条、最大化、最小化或恢复按钮等。此外, 作为表格处理软件, Ex-

cel 还提供了编辑栏，供用户输入、编辑数据。Excel 工作簿包含了多个工作表，它是用户进行制表、数据输入和计算、绘图等工作的区域，见图 1.1。

### 1.2.3 菜单栏

Excel 菜单栏共显示 9 组命令菜单：文件、编辑、视图、插入、格式、工具、数据、窗口和帮助，单击鼠标可以打开菜单及子菜单，见图 1.2。

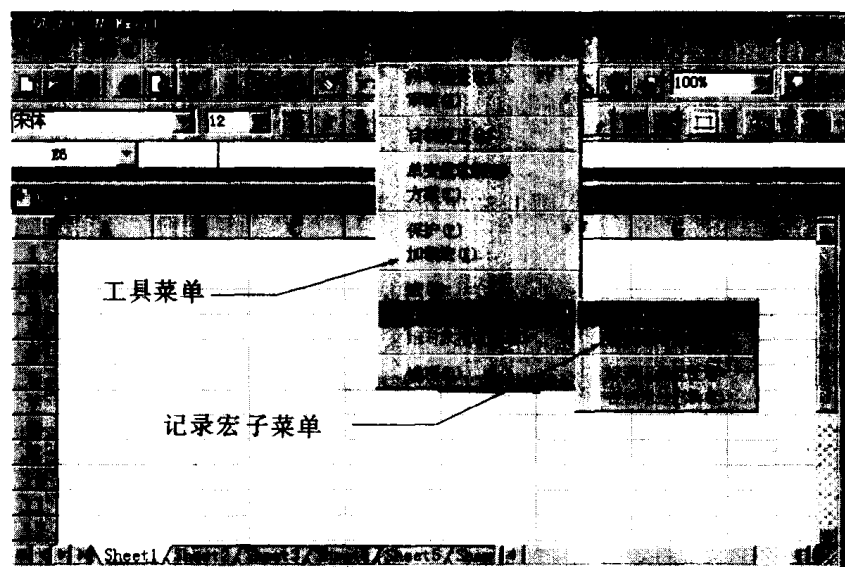


图 1.2 Excel 菜单栏

### 1.2.4 工具栏

进入 Excel 后，有两个工具栏是预先设置的：一个是标准(常用)工具栏；一个是格式工具栏。这两种工具栏的工具按钮为用户使用 Excel 提供了诸多便利。在操作时，先要选择好对象(单元格、图表)，然后单击某个工具按钮就可以了。除此之外，Excel 还有图表、绘图、Visual Basic、审核、工作组等 11 个工具栏。可在“查看”菜单上选择“工具栏”命令，打开“工具栏”对话框，从对话框上的工具列表选定所需要的工具栏，见图 1.3。

如果需要改变或自行定制工具栏，可以选定自定义工具栏，将需要的工具按钮拖曳到工具栏中，或将不需要的工具按钮移去，见图 1.4。

### 1.2.5 公式栏或编辑栏

Excel 工作表中的基本单元是单元格，单元格是存放和显示文字、数据和其它信息的地方。Excel 提供了两种往单元格中输入信息的方法：一是直接在单元格中输入；二是在公式栏或编辑栏中输入。活动单元格中已有的信息通常显示在公式栏或编辑栏中。公式栏左边显示已定义的单元格，右边显示单元格所存放的公式或图表、图片名。

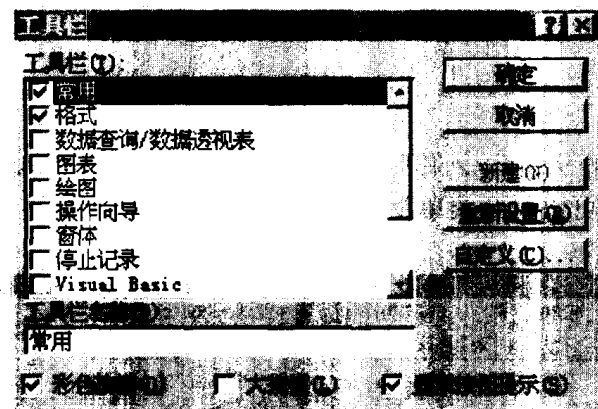


图 1.3 Excel 工具栏

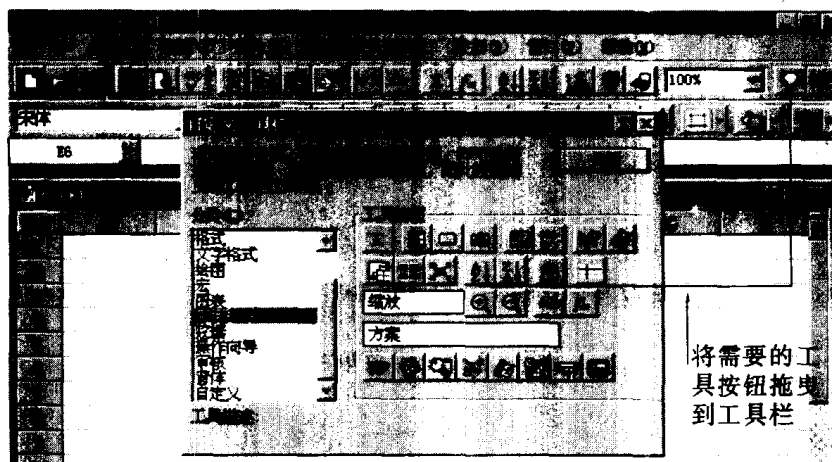


图 1.4 Excel 自定义工具栏

### 1.3 建立工作表

建立工作表是使用 Excel 的基础。在 Excel 中选择“文件”菜单中的“新建”，建立一个新的工作表，单元格 A1 将会自动变亮。当输入数据或文字时，输入的数据或文字同时出现在单元格 A1 和公式栏中，如果输入的字符太长，Excel 允许将长的文字输入项伸展到相邻的单元格中显示，但不是将其内容存放到相邻的单元格中，见图 1.5。

用鼠标双击列头的分隔线可以调整单元格的列宽，Excel 将按本列最长的字符串自动将列宽调整到一个适当的宽度；直接用鼠标将列头的分隔线往左右拖曳也可达到相似的效果。下面举例说明如何利用 Excel 的“自动填充”命令建立一个工作表。

**【例 1.1】** 月饼的重量是质量控制的一个重要因素，现得到某食品厂三个工作班次所生产月饼的重量数据，如表 1.1 所示，试利用 Excel 的“自动填充”命令建立工作表。

在 Excel 中建立工作表的方法：

- ①在单元格 A2 键入“样品号”；

表 1.1 三个班次的月饼重量(g)

| 样品号 | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 一班  | 200 | 203 | 201 | 198 | 204 | 197 | 199 | 196 |
| 二班  | 203 | 200 | 204 | 198 | 196 | 197 | 198 | 202 |
| 三班  | 199 | 197 | 198 | 200 | 201 | 202 | 204 | 203 |

- ②在单元格 B2 键入“1 班”；
- ③将鼠标指向单元格 B2 的右下角，空心十字符“ $\Phi$ ”会变成实心十字符“+”；
- ④拖曳实心十字符“+”至单元格 D2，用“自动填充”命令逐格数字加 1 填充相应班号；
- ⑤在单元格 A3 中键入“样品号 1”，拖曳单元格 A3 右下角的“+”到单元格 A10，同样用“自动填充”命令在 A 列中逐格数字加 1 自动填入相应的样品号，如图 1.5 所示；

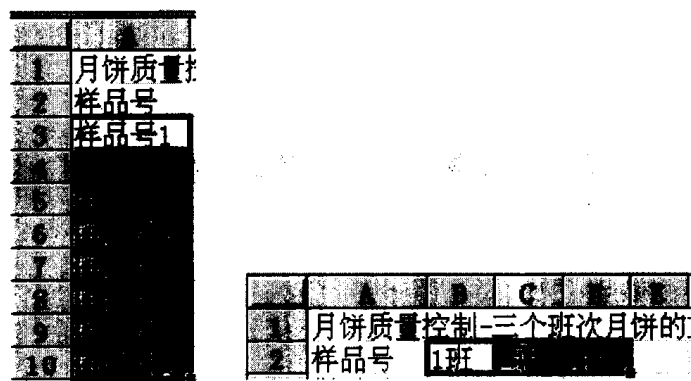


图 1.5 利用自动填充命令输入行和列

- ⑥在单元格区域 B3:D10 中，输入表 1.1 的数据，双击列头的分隔线调整列宽，工作表将如图 1.6 所示。

| 月饼质量控制-三个班次月饼的重量(g) |     |     |     |
|---------------------|-----|-----|-----|
| 样品号                 | 1班  | 2班  | 3班  |
| 样品号1                | 200 | 203 | 199 |
| 样品号2                | 203 | 200 | 197 |
| 样品号3                | 201 | 204 | 198 |
| 样品号4                | 198 | 198 | 200 |
| 样品号5                | 204 | 196 | 201 |
| 样品号6                | 197 | 197 | 202 |
| 样品号7                | 199 | 198 | 204 |
| 样品号8                | 196 | 202 | 203 |

输入的字符会同时出现在单元格 A1 和公式栏。

图 1.6 由例 1.1 生成的工作表

## 1.4 工作表的公式计算

### 1.4.1 数据与公式的输入

Excel 的主要功能是进行数据的计算，这首先要涉及到数据及公式的输入。Excel 共为用户提供 11 类 36 种数字输入格式，系统默认的是通用格式。Excel 的单元格最多能显示 15 位数字，若超过 15 位，Excel 将以科学计数法显示。例如在单元格中键入“12345678901234”，在公式栏将显示原样数据，但在单元格中显示的是“1.23E+13”。

Excel 的所有公式都以“=”号开头。例如将“100÷20”输入单元格，应键入：“=100/20”。Excel 的加(+)、减(-)、乘(\*)、除(/)、指数(^)等运算符及优先运算级和计算器相同。在单元格中输入公式后按 Enter 键，单元格会显示运算的结果，而在公式栏中显示键入的公式，如图 1.7 所示。

|                       | 1班                        | 2班  | 3班  |
|-----------------------|---------------------------|-----|-----|
| 1 月饼质量控制-三个班次月饼的重量(g) |                           |     |     |
| 2 样品号                 |                           |     |     |
| 3 样品号1                | 200                       | 203 | 199 |
| 4 样品号2                | 203                       | 200 | 197 |
| 5 样品号3                | 201                       | 204 | 198 |
| 6 样品号4                | 198                       | 198 | 200 |
| 7 样品号5                | 204                       | 196 | 201 |
| 8 样品号6                | 197                       | 197 | 202 |
| 9 样品号7                | 199                       | 198 | 204 |
| 10 样品号8               | 196                       | 202 | 203 |
| 11 合计                 | =B3+B4+B5+B6+B7+B8+B9+B10 |     |     |

图 1.7 例 1.1 中的公式输入

### 1.4.2 相对引用与绝对引用

在公式中可以引用本工作簿中任何单元格和单元格组的数据，也可引用其它工作簿中任何单元格和单元格组的数据。引用单元格数据后，公式的运算值将随着被引用单元格数据的变化而变化。Excel 提供了三种不同的引用格式：

**相对引用：**格式是直接引用单元格或单元格区域名，而不加“\$”符。例如 A5、B4 都是相对引用。相对引用的公式随着复制公式的移动而调整，即公式中引用的单元格位置将随公式引用而发生相对变化，见图 1.8a。

**绝对引用：**格式是在引用单元格的行、列之前都有“\$”符。这样，公式复制与填充后，单元格引用地址不发生变化，即无论将这个公式复制到何处，公式中引用的还是原来单元格的数据，见图 1.8b。

**混合引用：**当公式中的某个量在填充过程中只可变化行、列地址中的一个时，可使用混合引用。绝对行、相对列引用，只在行前加 \$；绝对列、相对行引用，只在列前加 \$。

### 1.4.3 公式的复制与填充

单元格中公式的复制可以利用“编辑”菜单的“复制”命令，也可以利用“自动填充”命令。当用户通过复制与填充产生新公式时，新公式并不是原样复制，而是会根据复制或填充时的位移修改原填充单元的公式，生成以新单元格地址为参数的公式，而运算符、函数名等则保持不变。

Excel 提供一个很方便的单元格复制命令，即“自动填充”命令。将单元格光标移动到所需复制的单元格右下角填充柄处，鼠标指针将由空心十字符“ $\Phi$ ”变成实心十字符“ $+$ ”，按住鼠标左键，拖曳“ $+$ ”至复制单元格处，即可完成“自动填充”命令，见图 1.8。

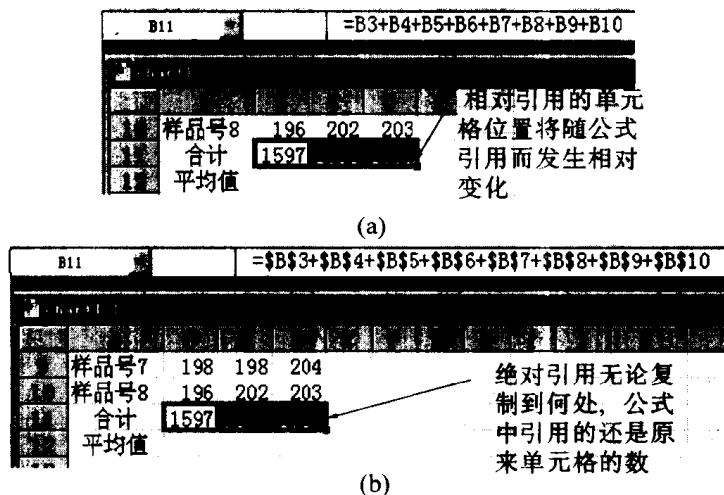


图 1.8 相对引用(a)与绝对引用(b)计算复制后的差别

## 1.5 工作表的函数计算

Excel 的函数功能非常强大，内容很多，能满足许多领域的计算要求。本节将介绍函数的使用方法及应用。

### 1.5.1 函数的语法和输入方法

Excel 的函数由函数名和参数组成，如合计函数“=SUM(B3:B12)”，其中 SUM 是函数名，B3:B12 是函数的参数(单元格数据)。在建立函数公式时，需注意以下语法规则：

- 在公式的开头一定要有等号，例如“=AVERAGE(B3:B12)”。
- 参数必须要用圆括号“( )”括起来，其中左括号必须紧跟在函数名后。
- 函数的参数多于一个时要用“,”将其分隔开。函数的参数可以是数值、有数值的单元格或单元格的数据，也可以是一个表达式，如 =SUM(SIN(A5 \* PI()), 2 \* COS(A6 \* PI9), B6:D6)，但是公式的总长度不得超过 1024 个字符。
- 函数的参数是文本时，必须用双引号将其括起，如 =TEXT(NOW(), “固定资

产” )。

函数的输入方法有两种：键盘输入和利用菜单的“函数”命令，但函数输入后必须按 Enter 键表示确认。例如要计算每班次样品的平均重量，可以用 Excel 公式 “= AVERAGE ( )” 来计算不同单元格的平均值。在例 1.1 的单元格 B12 中，输入 = AVERAGE (B3:B10)，然后按 Enter 键，或者单击公式编辑栏中的 Enter 按钮(✓)，如果发现函数输入错误，在按 Enter 按钮前可通过按 Esc 按钮(✕)取消单元格内容，如图 1.9 所示。

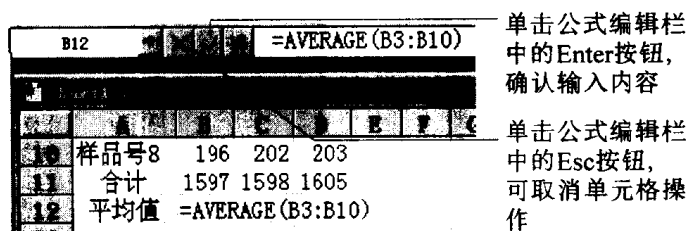


图 1.9 函数的输入和计算

### 1.5.2 函数的分类

Excel 有 200 多种函数，在“函数”命令提供的“函数向导”对话框中有两个列表：一个是函数分类表，另一个是函数名表。单击“函数向导”按钮(🔍)可以打开“函数向导”对话框。在对话框的函数分类中选择所需要的函数后，函数名表中将相应地显示这种类型函数的名称。

Excel 的函数共分为 13 类，包括常用、全部、财务、日期与时间、数学与三角、统计、查找与引用、数据库、文字、逻辑、信息、工程、自定义函数。这些函数可以为一般用户提供数据计算、数据管理、数学函数、文本函数等多种数据处理手段，为工程技术人员提供各种工程计算的公式与方法，为财会人员提供销售统计、分析投资偿还率和固定资产折旧率等问题的公式与方法，为统计人员和经济管理人员提供时间序列分析、回归分析和概率分析等工具。在本书中常用的数学及统计函数见表 1.2，1.3。

表 1.2 Excel 常用的数学及三角函数

| 函 数     | 功 能       | 函 数   | 功 能       |
|---------|-----------|-------|-----------|
| ABS     | 绝对值       | COS   | 余弦值       |
| EXP     | e 的定次方幂   | SIN   | 正弦值       |
| FACT    | 阶乘        | SQRT  | 正平方根      |
| LN      | 自然对数      | SUM   | 参数相加      |
| LOG     | 指定数为底的对数值 | SUMIF | 满足条件单元格相加 |
| LOG10   | 10 为底的对数值 | SUMSQ | 参数的平方和    |
| PRODUCT | 参数相乘      | TAN   | 正切值       |