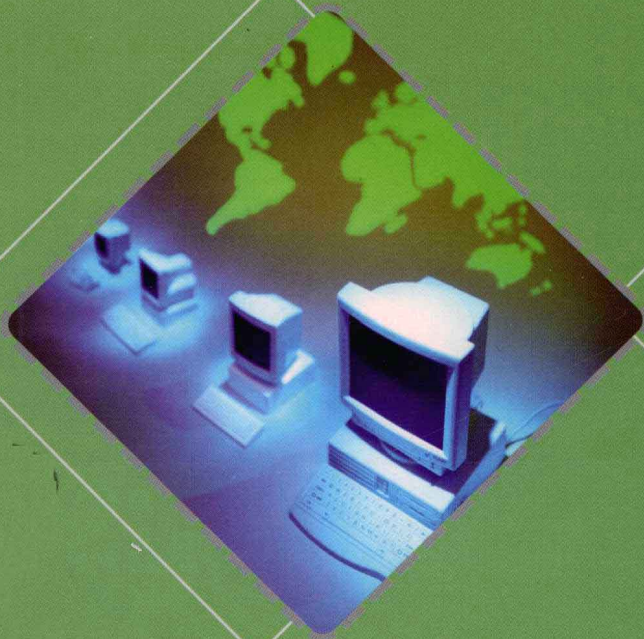


高等院校规划教材

计算机在材料加工中的应用

主 编 梁志芳 王迎娜



煤炭工业出版社

高等院校规划教材

计算机在材料加工中的应用

主编 梁志芳 王迎娜

煤炭工业出版社

·北京·



图书在版编目 (CIP) 数据

计算机在材料加工中的应用/梁志芳, 王迎娜主编. -- 北京:
煤炭工业出版社, 2012

高等院校规划教材

ISBN 978 - 7 - 5020 - 3997 - 4

I. ①计… II. ①梁… ②王… III. ①计算机应用 - 工程材料 - 加工 - 高等学校 - 教材 IV. ①TB3 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 014579 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址: www.cciph.com.cn
煤炭工业出版社印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

开本 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 7³/₄
字数 175 千字 印数 1—1 000
2012 年 3 月第 1 版 2012 年 3 月第 1 次印刷
社内编号 6820 定价 30.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

本书主要介绍了材料加工研究领域常用软件的使用以及材料加工领域的具体计算机实现技术。

计算机应用于材料加工的常用软件介绍了数据处理软件、数理方程求解软件、图像处理及其软件。材料加工领域的具体计算机实现技术内容包括材料设计、材料加工过程中物理场、数据库及专家系统和图像处理等领域的计算机实现技术。

本书可作为材料科学与工程专业的教学用书，也可以作为从事材料科学研究与分析的工程技术人员参考书。

前 言

随着计算机技术的不断发展，在材料科学与工程中原来难以完成的计算借助于计算机技术逐渐得以解决，另外材料科学与工程研究与计算机技术发展相适应的新研究方法也在不断出现。本书系统讨论了材料加工工程不同领域中计算机技术的应用，力求使读者掌握在材料加工工程实践和科学研究中应用计算机技术的方法。本书首先讨论了材料加工中常用软件的使用，然后结合材料加工工程实践和科学研究中所涉及的计算机技术的具体应用领域，讨论了解决材料加工工程问题的计算机方法。书中所举的例题全部来自工程实际，并紧密结合所讨论的计算机应用内容。每一部分的内容都力求从具体的实践应用中提出问题，然后结合基础知识的讨论得到最终计算机解决方案。本书适用范围较广，若仅仅需要得到材料加工工程中问题的解决方法，读者可以根据具体问题直接应用常用相关软件寻求求解方法；若需要探求问题求解的计算过程，则需研究数学问题求解的每一个过程。

全书由梁志芳统稿，其中第1、3、4、6章由梁志芳编写，第2、5、7章由王迎娜编写。田立勤教授和于兴哲博士审阅了全书。

本书由华北科技学院出版基金资助出版。本书在规划、编写过程中得到了华北科技学院机电系有关教师的关心和热情帮助，在此表示感谢。

由于编者水平有限，书中错误在所难免，恳请广大读者批评指正，以便本书修订时改正。

编 者

2012年1月

目 次

1	数据处理软件	1
1.1	Excel 软件与数据处理	1
1.2	Origin 软件与数据处理	10
2	数理方程求解软件	22
2.1	通用数学求解软件 MATLAB	22
2.2	有限元软件	23
3	图像处理及其软件	26
3.1	图像处理基础	26
3.2	图像处理的实现软件 Photoshop	37
4	计算机在材料设计中的应用	48
4.1	计算机辅助材料设计	48
4.2	计算机辅助药芯焊丝的设计	51
5	材料加工过程中物理场的计算机模拟	58
5.1	温度场计算机模拟	58
5.2	应力-应变场计算机模拟	65
5.3	组织场计算机模拟	72
5.4	晶粒长大计算机模拟	81
5.5	浓度场的计算	91
6	数据库及专家系统在材料科学与工程中的应用	100
6.1	数据库在材料加工中的应用	100
6.2	材料科学与工程中的专家系统	102
7	材料加工中的计算机图像处理技术	104
7.1	计算机图像处理技术在定量金相学中的应用	104
7.2	图像处理技术在 X 射线焊接检验中的应用	106
7.3	图像处理技术在焊接生产监测中的应用	109
	复习思考题	112
	参考文献	114

1 数据处理软件

数据处理包括数据回归分析、试验设计、优化设计等内容。目前能够用于进行数据分析的软件有 Excel、Origin 及 MATLAB 等。以下只介绍 Excel 与 Origin 两个软件。

1.1 Excel 软件与数据处理

在微软 Office 软件组中，Excel 是一个可以用来进行数据处理的软件。它具有丰富的统计分析处理功能，以及与 Visual Basic 语言（以下简称 VB）混合编程的功能，因而在材料加工研究领域的数据处理中得到了广泛应用。

1.1.1 Excel 数据处理的常用技术与函数

Excel 不但具有电子表格功能，而且具有丰富的内置函数，还能解决试验数据拟合、行列式计算、矩阵计算、线性方程组求解等试验数据处理的数学问题。

1.1.1.1 试验数据的初步处理

1. 粗差剔除

在一批测量数据中，有时会含有几个稍微偏大或偏小的数据，用简单的数据分析不能判定它是否为错误数据，这时可借助误差理论进行判别。按照格罗布斯判据，对于测量数据 x_1, x_2, \dots, x_n 可保留的数据范围为

$$(\bar{x} - G_n s) \leq x_i \leq (\bar{x} + G_n s) \quad (1-1)$$

$$\begin{cases} G_n = \frac{\ln(n-2.65)}{2.31} + 1.305 & (n \leq 30) \\ G_n = \frac{\ln(n-3)}{2.30} + 1.36 - \frac{n}{550} & (n > 30) \end{cases} \quad (1-2)$$

式中 \bar{x} ——测量数据的平均值；

s ——测量数据的标准差；

G_n ——与测量数据个数 n 相联系的系数。

2. 平均值及标准偏差

Excel 中求平均值的函数为 AVERAGE（数据 1，数据 2，…，数据 n ），返回参数的算术平均值；参数可以是数值或包含数值的名称、数组或引用。Excel 中求标准偏差的函数为 STDEV（数据 1，数据 2，…，数据 n ），返回参数的标准偏差；参数可以是数值或包含数值的名称、数组或引用。

【例 1-1】已知一批焊条长度值（单位：cm）为 44.28、44.26、44.24、44.29、44.21、44.30、44.97、44.25、44.23、44.25，计算其平均值、标准偏差，如有粗差，将之剔除。

用 Excel 计算的步骤如下：

将上述数据输入 Excel 的连续单元格 A1:B5 中，在 C1:C4 单元格中分别输入“数据个数”、“格罗布斯判据”、“平均值”、“标准偏差”。

在 D1 单元格中输入公式 “= COUNT (A1: B5)”，在 D2 单元格中输入公式 “= LN (D1 - 2. 65) / 2. 31 + 1. 305”，在 D3 单元格中输入公式 “= AVERAGE (A1: B5)”，在 D4 单元格中输入公式 “= STDEV (A1: B5)”。

选中数据区域 A1: B5，点击菜单：格式/条件格式，弹出条件格式对话框，在条件 1 中选“小于”，然后将插入点定位在表达式框中，点 D3 单元格，输入“-”，再点 D2 单元格，输入“*”，再点 D4 单元格。这样就将表达式 “ $< \bar{x} - G_n s$ ” 输了进去。接着再点“格式”，选择一种特殊的格式，如粗斜体。然后再点“添加”，用同样的方法将表达式 “ $> \bar{x} + G_n s$ ” 输入条件 2 的表达式框中。这样，是粗差的单元格将以加粗、倾斜格式显示。将这些单元格里数据删除，Excel 会在剩下的数据里再次计算有无粗差。直至所有数据无粗差，除去粗差后 Excel 会自动地重新计算平均值和标准偏差。

1. 1. 1. 2 试验数据拟合的最小二乘法计算

Excel 中可以用于最小二乘法计算的方式有“图表向导”和“数据分析”两种，也用于处理非线性问题。

1. 运用“图表向导”进行最小二乘法计算拟合试验数据

“图表向导”是 Excel 中绘制图表的工具，提供了十几种“图表类型”。其中“XY 散点图”可用来进行回归分析，在生成一张数据分析图时，能方便地得到拟合线方程和相关系数的平方。

【例 1-2】温度变化时，测得某焊丝的电阻数据见表 1-1，求在 0℃时焊丝的电阻。

表 1-1 不同温度下某焊丝的电阻值

温度/℃	电阻/Ω	温度/℃	电阻/Ω
25.0	1.579	50.0	1.727
30.0	1.611	55.0	1.758
35.0	1.639	60.0	1.787
40.0	1.670	65.0	1.814
45.0	1.698	70.0	1.846

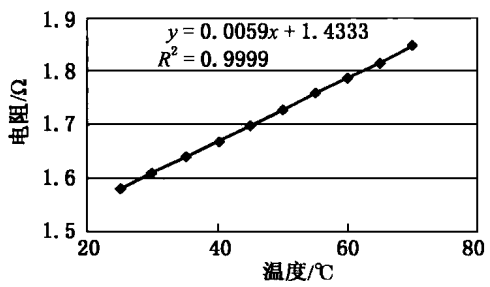


图 1-1 焊丝电阻的线性拟合结果

单击“插入”菜单中的“图表”，选中“XY 散点图”；在对话框“步骤之 2”的“数据区域”中输入存放 y 轴数据的单元格区域 B2: K2；在“系列”选项的“X 值 (X)”中输入存放 x 轴数据的单元格区域 B1: K1；在对话框“步骤之 3”中确定图形名称、坐标轴的标题及网格线，确定图表的插入位置后即可完成试验数据分布图。选中所作的图表，在工具栏单击“图表”中的“添加趋势线”，在弹出的

对话框选项中“类型”选“线性”；“选项”选中“显示公式”和“显示 R 平方值”的复选框，便可得到拟合线方程和相关系数的平方。如图 1-1 所示，拟合线方程为 $y = 0.0059x + 1.4333$ ，相关系数平方 $R^2 = 0.9999$ ，由此可得在 0℃时焊丝的电阻为 1.433 Ω。

实际上，在 Excel 中线性回归拟合线性方程的斜率函数为 SLOPE，线性回归拟合线性方程的截距函数为 INTERCEPT，相关系数函数为 CORREL。

2. 运用“数据分析”进行最小二乘法计算拟合试验数据

“数据分析”是 Excel 中为了进行复杂统计或工程分析时节省步骤的一个专用工具。使用时单击“工具”菜单中的“数据分析”命令。如果“工具”菜单中没有“数据分析”命令，则需要安装“分析工具库”（在“工具”菜单中，单击“加载宏”命令，在“加载宏”对话框中选中“分析工具库”）。在弹出的“数据分析”对话框中选中“回归”，此工具可通过对一组观察值使用“最小二乘法”直线拟合，进行线性回归分析。在弹出的“回归”对话框“Y 值输入区域”、“X 值输入区域”中分别输入存放数据的单元格区域，选择“输出区域”单选按钮并输入要显示结果的单元格，若选中“线性拟合图”的复选框则可同时生成图表。单击“确定”就完成了所有计算和作图工作，如图 1-2 所示。

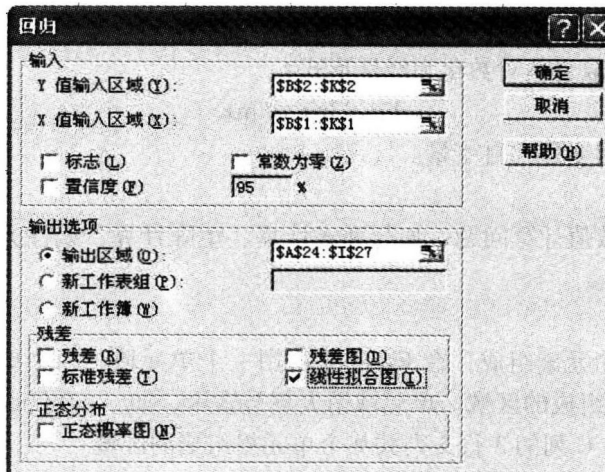


图 1-2 用“数据分析”进行回归分析

“数据分析”的结果有许多线性回归分析的计算数值。如关系数、斜率、截距，同时在“标准误差”行中显示测量值的标准差、斜率的标准差和截距的标准差等分析数据。

通过比较以上两种方法可以看到，用“图表向导”可以观察数据的分布情况，大致猜测可能的回归模型，但是得到的数据分析结果不是很全面；而“数据分析”则可以弥补这种不足。因此，可以首先用“图表向导”猜测出回归模型，然后用“数据分析”进行回归分析。

3. 非线性问题的转换

如果根据“图表向导”发现相应的散点并不在一条直线上，可尝试作如下数据变换，设法将非线性问题转化为线性问题来处理。转换时可根据图形的具体形状确定转换的模型，并可利用 Excel 公式填充完成数据转换，然后按照线性问题进行分析。

1) 多项式模型

在只有一个自变量的情况下，三次多项式模型（如 $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$ ）中因变量与

自变量的幂形式呈线性关系，变换中取自变量为 x, x^2, x^3, \dots ，就可以转换为线性关系。

2) 指数模型

指数模型方程为

$$y = ce^{bx}$$

对方程两边同时取自然对数化为线性形式：

$$\ln y = \ln c + bx$$

式中 $\ln y$ ——因变量。

3) 对数模型

对数模型方程为

$$y = a + b \ln x$$

式中 $\ln x$ ——自变量。

4) 幂函数

幂函数的方程形式为

$$y = ax^b$$

对方程两边同时取自然对数化为线性形式：

$$\ln y = \ln a + b \ln x$$

式中 $\ln y, \ln x$ ——因变量和自变量。

1.1.1.3 数值计算

Excel 可以解决数值计算问题，如行列式计算、矩阵计算、线性方程组求解、非线性方程迭代求解等问题。

1. 行列式计算

行列式由 $n \times n$ 个元素组成，在 Excel 里占用一个单元域。一个单元域是一个位于连续的行和列的单元格组成的区域。单元域用大括号表示，如 {A1:C3} 表示该单元域由位于第 1~3 行、第 A~C 列的 3 行 3 列共 9 个单元格组成的区域。

为了便于计算，最好对单元域进行命名。例如，A = {A1:C3} 和 B = {E1:H4} 等。单元域名称的设置步骤如下：选定单元域，单击“插入”菜单，选择“名称”项中的“定义”命令，在“定义名称”窗体中输入名称，单击“确定”按钮。更简单的命名方法是：选择单元域，单击名称框，直接输入名称即可。

要计算行列式 $\begin{vmatrix} 1 & 8 & 30 \\ 12 & 20 & 36 \\ 16 & 10 & 21 \end{vmatrix}$ 的值，首先在 Excel 工作表中，选定一个具有 3 行 3 列的

单元域，如 {A1:C3}，计算时在与行列式各元素对应的单元格中输入各元素的值，之后选定单元域之外的任意单元格，如 D4，输入“=MDETERM(A1:C3)”或“=MDETERM(A)”，单击回车键，便得到计算结果“-3348”。即在 Excel 里用于计算行列式的函数为 MDETERM。

2. 矩阵计算

在 Excel 里，矩阵的定义方法与行列式的定义方法完全相同。在 Excel 中，有对矩阵进行计算的专用函数。常用的矩阵函数包括：MDETERM——计算一个矩阵的行列式；MINVERSE——计算一个矩阵的逆矩阵；MMULT——计算两个矩阵的乘积；SUMPROD-

UCT——计算所有矩阵对应元素乘积之和（即内积）。

矩阵计算与行列式计算的主要区别在于矩阵计算结果仍然是一个矩阵，而不是一个数，因此要事先定义一个输出域，用以存放计算结果。

设 $A = \begin{bmatrix} 1 & 7 & 51 \\ 13 & 30 & 43 \\ 16 & 12 & 21 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 10 \\ 6 & 9 & 12 \\ 7 & 6 & 9 \end{bmatrix}$, 在 Excel 中, 在单元域 $A = \{A1:C3\}$ 中输入

矩阵 A 对应的各元素值, 在单元域 $B = \{A5:C7\}$ 中输入矩阵 B 对应的各元素值, 并定义输出域 $C = \{A9:C11\}$, 则计算 $A + B$ (或 $A - B$) 时, 先选中输出域 C , 输入 “ $= A + B$ ” 或 “ $= A - B$ ”, 按 “Shift + Ctrl + Enter” 键便得到计算结果:

$$A + B = \begin{bmatrix} 2 & 11 & 61 \\ 19 & 39 & 55 \\ 23 & 18 & 30 \end{bmatrix}$$
$$A - B = \begin{bmatrix} 0 & 3 & 41 \\ 7 & 21 & 31 \\ 9 & 6 & 12 \end{bmatrix}$$

计算 $A \times B$ 时, 先选中输出域 C , 输入 “ $= MMULT (A, B)$ ”, 按 “Shift + Ctrl + Enter” 键便得到计算结果:

$$A \times B = \begin{bmatrix} 400 & 373 & 553 \\ 494 & 580 & 877 \\ 235 & 298 & 493 \end{bmatrix}$$

计算 A/B 时, 先选中输出域 C , 输入 “ $= MMULT (A, MINVERSE (B))$ ”, 按 “Shift + Ctrl + Enter” 键便得到计算结果:

$$A/B = \begin{bmatrix} 8.21 & -5.10 & 3.34 \\ 1.02 & 4.06 & -1.77 \\ 0.44 & -0.81 & 2.91 \end{bmatrix}$$

3. 线性方程组求解

线性方程组在工程技术中有着广泛的应用, 许多实际问题都可以归结为一个线性方程组的解, 特别是许多问题归结起来后大多是大型稀疏方程组, 更有利于利用计算机求解。Excel 中没有直接求解线性方程组的功能, 但可利用 Excel 的函数求解。如求解线性方程组:

$$\begin{pmatrix} 5251.7 & 3499.9 \\ 3499.9 & 2550.9 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4401.1 \\ 3036.6 \end{pmatrix}$$

使用 Excel 计算的具体步骤如下:

(1) 求系数行列式的值。将系数行列式的元素依次输入到 $A1:B2$ 区域中。选择单元格 $E1$, 输入 “ $= MDETERM (A1:B2)$ ”, 按回车键。由结果 “1147262” 可知该方程组系数行列式的值不为 0。因此, 系数矩阵有逆矩阵, 方程组有唯一解。

(2) 求方程的解。选择一列的区域 $D1:D2$, 将方程右边的列向量输入该区域。另选一列的区域 $F1:F2$ 作为解的输出域, 输入 “ $= MMULT (MINVERSE (A1:B2), D1:D2)$ ”, 按 “Shift + Ctrl + Enter” 键便得到计算结果, 即 $b_1 = 0.522$, $b_2 = 0.475$ 。

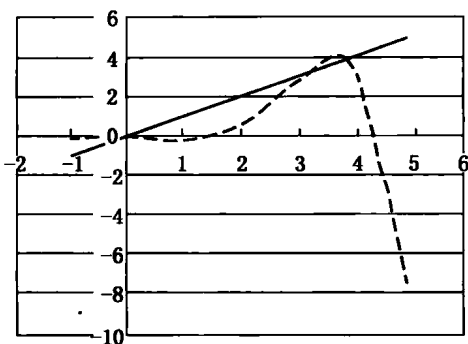


图 1-3 Excel 得到的函数图形

4. 非线性方程迭代求解

用迭代法求解方程 $x^3 - e^x - 3x + 1 = 0$ 的大于 3 的实根近似解（精确至小数点后 3 位有效数字）。首先，构造等价方程 $x = (x^3 - e^x + 1)/3$ 。关键是构造出一个类似 $x = f(x)$ 的等价方程。然后，在 Excel 中同一个坐标系下作图，得到函数 $y = x$ 和函数 $y = (x^3 - e^x + 1)/3$ 的图像，如图 1-3 所示，观察两条曲线交点的横坐标大致数值为 4。则取初始值为 4。

使用 Excel 计算的具体操作步骤如下：

(1) 在 Excel 表格中，第一行和 B2 填充单元格。

(2) 在 C2 单元格中输入公式 “= (B2^3 - EXP(B2) + 1)/3”，然后拖动 C2 的“填充柄”，将 C2 填充到 J2，可得到结果。

从迭代结果可知，当 $K > 9$ 时， x 值已趋于稳定。因此，在保留小数点后 3 位有效数字的基础上，可得到方程的解 $x = 3.7386$ 。

1.1.1.4 用 Excel 进行最优化求解

【例 1-3】不同的焊接方法往往对应有 3 项指标：焊接质量、焊接生产效率和焊接生产成本。将上述 3 项指标进行无量纲处理后取值范围为 $[0, 1]$ 。评价某一工程项目选用哪种焊接方法最好的问题可归结为如下问题：

评价函数公式为

$$y = k_1x_1 + k_2x_2 + k_3x_3$$

式中 k_1 ——焊接质量权重选项；

k_2 ——焊接生产效率权重选项；

k_3 ——焊接生产成本权重选项；

x_1 ——焊接质量因子；

x_2 ——焊接生产效率因子；

x_3 ——焊接生产成本因子。

k_1 、 k_2 、 k_3 由用户根据具体工程项目要求确定，但满足 $k_1 + k_2 + k_3 = 1$ 。

以上优化问题的数学模型为

$$\max y = k_1x_1 + k_2x_2 + k_3x_3, \text{ s. t. } (x_1, x_2, x_3 \in [0, 1])$$

设某项目中 $k_1 = 0.4$ ， $k_2 = 0.3$ ， $k_3 = 0.3$ ，求最优的焊接方法 x_1 、 x_2 、 x_3 。用 Excel 求解步骤如下：

在 Excel 表格中，将决策变量（自变量）、约束条件、目标函数依次排列在表格中，并对单元格命名；同时建立含有与目标函数直接或间接有关的决策变量的表格，并对数字单元格命名。

打开“规划求解”（与打开“数据分析”类似，如没有“规划求解”，处理方法也与“数据分析”类似），完成输入。具体步骤如下：

(1) 打开“工具”菜单中的“规划求解 (V)”，显示“规划求解参数”对话框。

(2) 选择“设置目标单元格 (E)”，输入目标函数对应的空单元格。

(3) 选中“最大值 (M)”、“最小值 (N)”或在“值为 (V)”栏中输入目标值。

(4) 在“可变单元格 (B)”框中输入决策变量对应的单元格。

(5) 在“约束 (U)”框中输入约束条件, 点击“添加 (A)”按钮, 显示“添加约束”对话框。在“单元格引用位置”输入约束条件可变单元格, 选中约束条件值或表达式, 完成后点击“添加 (A)”按钮, 按上述步骤输入下一个约束条件, 直到输入最后一个约束条件, 点击“确定”按钮, 返回“规划求解参数”对话框。

(6) 点击“选项”按钮, 显示“规划求解选项”, 如图 1-4 所示。可以修改选项中的参数, 选取“采用线性模型”可以加快运算速度; 选取“自动按比例缩放”可以避免数值过大引起的麻烦。

(7) 设置完成后, 点击“确定”按钮, 返回“规划求解参数”对话框, 如图 1-5 所示, 点击“求解 (S)”按钮, 显示“规划求解结果”对话框 (图 1-6), 至此, 输入完成。

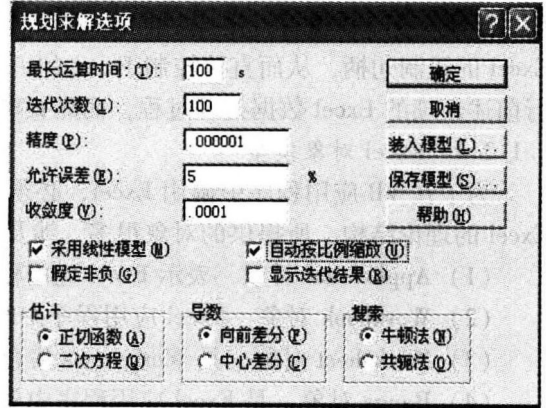


图 1-4 Excel 规划求解选项对话框

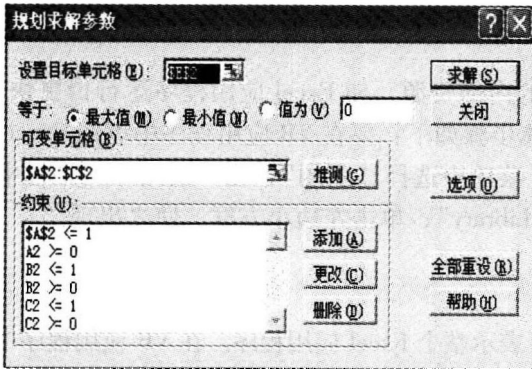


图 1-5 Excel 规划求解参数对话框

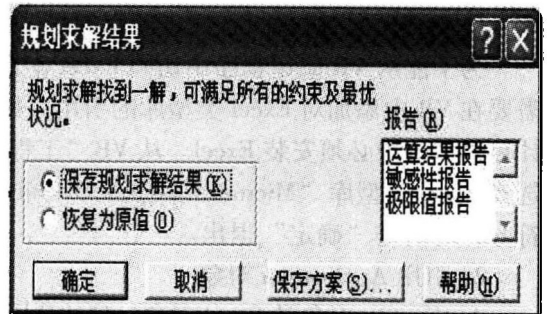


图 1-6 Excel 规划求解结果对话框

在“规划求解结果”对话框中选中“保存规划求解结果 (K)”, 在“报告 (R)”列表框中双击“运算结果报告”、“敏感性报告”和“极限值报告”, 即显示各自对应的工作表。同时点击“保存方案 (S)”, 在“保存方案”对话框的“方案名称”中输入方案名称, 点击确定即可, 求解完成。

1.1.2 Excel 与 VB 结合的数据处理软件开发技术

在 Excel 中可以进行试验数据处理的很多数学问题求解过程。但是, 这一求解过程需要很多步骤, 影响了用户使用。能否将前面讨论的数据处理方法编制成软件, 提供给用户, 这就需要将编程语言与 Excel 结合起来。实际上很多高级语言都可以与 Excel 进行混合编程。鉴于本书的系统性, 这里只讨论 VB 与 Excel 的混合编程问题。

VB 作为一种简捷、系统的 Windows 应用软件开发工具，它提供了多种数据访问方法，可以方便地与各种数据库进行通信，并且可以实现用户界面良好，操作简单，“黑匣子”化的功能。但是开发某些数据处理软件，显然编程量很大，Excel 可以弥补 VB 这方面的不足。用 VB 编写直接控制 Excel 操作程序的方法是：用 VB 的 OLE 自动化技术获取 Excel 的控制句柄，从而直接控制 Excel 的一系列操作。这样形成的软件将不需要用户进行前述烦琐的 Excel 数据处理过程，而能直接获得数据处理的结果。

1.1.2.1 Excel 对象模型

为了在 VB 应用程序中调用 Excel，必须了解 Excel 对象模型。Excel 对象模型描述了 Excel 的理论结构，所提供的对象很多，涉及 VB 调用 Excel 时最可能用到的对象如下：

- (1) Application 对象，表示 Excel 应用程序本身。
- (2) Workbook 对象，Excel 应用程序中的单个工作簿。
- (3) Worksheet 对象，是 Worksheets 集合的成员。

(4) Range 对象，是 Excel 应用程序中最常用的对象。在处理 Excel 内的任何域之前，必须将其表示为 Range 对象，并处理该对象的方法和属性。Range 对象表示一个单元格、一列、一行、包含一个或多个单元块（可以连续，也可以不连续）的单元格选定范围，甚至多个工作表中的一组单元格。

1.1.2.2 在 VB 中调用 Excel

在 VB 应用程序中调用 Excel，实质是将 Excel 作为一个外部对象来引用，由 Excel 对象模型提供能从 VB 应用程序内部来程序化操纵的对象，以及相关的属性、方法和事件。

1. 在 VB 中添加对 Excel 类型库的引用

为了能从 VB 应用程序中访问 Excel 丰富的内部资源，使 Excel 应用程序运行得更快，需要在 VB 中添加对 Excel 类型库的引用。具体步骤如下：要在 VB 应用程序中调用 Excel，计算机系统中必须安装 Excel。从 VB “工程”菜单中选择“引用”；在“引用”对话框中选择 Excel 类型库“Microsoft Excel 9.0 Object Library”；单击左边小方框，使之出现“√”符号；之后按“确定”退出。

2. 引用 Application 对象

Application 对象是 Excel 对象模型的顶层，表示整个 Excel 应用程序。在 VB 应用程序中调用 Excel，就是使用 Application 对象的属性、方法和事件。为此，首先要声明对象变量：

```
Dim VB Excel As Object
```

或直接声明为 Excel 对象：

```
Dim VB Excel As Excel.Application
```

在声明对象变量之后，可用 Create Object 函数或 Get Object 函数给变量赋值，新的或已存在的 Application 对象都可以被赋值给变量以便引用。

用 Create Object 函数生成新的对象引用：

```
Set VB Excel = Create Object ( "Excel.Application" )
```

其中字符串“Excel.Application”是提供 Excel 应用程序的编程 ID，这个变量引用 Excel 应用程序本身。

用 Get Object 函数打开已存在的对象引用：

```
Set App Excel = Get Object ( "Temp.XLS" )
```


以上 Get Object 函数语句可打开文件 “Temp. XLS”。

3. 使用 Excel 应用程序

1) 使用工作簿 Workbook

Workbook 对象代表 Excel 应用程序中当前打开的一个工作簿，包含在 Workbooks 集合中。可以通过 Workbooks 集合或表示当前活动工作簿的 Active Workbook 对象访问 Workbook 对象。常用的方法如下：

(1) Add 方法，创建新的空白工作簿，并将其添加到集合中。

(2) Open 方法，打开工作簿。

(3) Activate 方法，激活工作簿，使指定的工作簿变为活动工作簿，以便作为 Activate Workbook 对象使用。

(4) Save 方法，按当前路径和名称保存现有工作簿（如是首次保存，则将其保存到缺省名称中，如 BOOK1. XLS）。

(5) Close 方法，关闭工作簿。

2) 使用工作表 Sheet

Sheets 集合表示工作簿中的所有的工作表。可以通过 Sheets 集合来访问、激活、增加、更名和删除工作表。一个 Worksheet 对象代表一个工作表。常用的属性、方法如下：

(1) Worksheets 属性，返回 Sheets 集合。

(2) Name 属性，工作表更名。

(3) Add 方法，创建新工作表并将其添加到工作簿中。

(4) Select 方法，选择工作表。

(5) Delete 方法，删除指定工作表。

3) 使用单元域 Range

Range 对象代表工作表的某一单元格、某一行、某一列、某一选定区域。常用的属性、方法如下：

(1) Range 属性，Range (arg)，其中 arg 为 A1 样式符号，表示单个单元格或单元域。

(2) Cells 属性，Cells (row, col)，其中 row 为行号，col 为列号，表示某个单元格。

(3) ColumnWidth 属性，指定区域中所有列的列宽。

(4) RowHeight 属性，指定区域中所有行的行高。

(5) Value 属性，指定区域中所有单元格的值（缺省属性）。

(6) Select 方法，选择范围。

(7) Delete 方法，删除指定单元范围。

4) 使用 Excel 工作表函数

在 VB 语句中，可使用大部分的 Excel 工作表函数，可通过 WorksheetFunction 对象调用 Excel 工作表函数。下面的 Sub 过程用 Min 工作表函数求出指定区域中单元格的最小值，并通过消息框显示结果值。

```
Sub UserFunction ( )
```

```
Dim myRange AS Range
```

```
Set myRange = Worksheets ( "Sheet1" ) . Range ( "B2: F10" )
```

```
answer = Application. WorksheetFunction. Min ( myRange )
```

```
MsgBox answer
```

```
End Sub
```

如果使用以区域引用为参数的工作表函数，必须指定一个 Range 对象。如可用 Math 工作表函数对 A1: A10 区域的所有单元格进行搜索。

```
Sub FindFirst ( )
```

```
myVar = Application.WorksheetFunction.Math (9, Worksheet (1) . Range ( "A1 : A10" ), 0)
```

```
MsgBox myVar
```

```
End Sub
```

要在单元格中插入工作表函数，可将该函数指定为应用于 Range 对象的 Formula 属性值。在以下示例中，将当前工作簿 Sheet1 内 A1: B3 区域的 Formula 属性指定为 RAND 工作表函数（此函数产生两个随机数）。

```
Sub InsertFormula ( )
```

```
Worksheets ( "Sheet1" ) . Range ( "A1: B3" ) . Formula = "RAND ( )"
```

```
End Sub
```

实际上，对于试验数据处理的 VB 和 Excel 混合编程问题，目前有很多人在研究，取得了很多成就。这些探索大多是针对具体的项目进行软件开发的。

1.2 Origin 软件与数据处理

Origin 是美国 Lab 公司研发的一款科技绘图和数据分析软件，其强大的绘图分析功能可绘制出精美的图表，以清晰展示复杂数据，被公认为是目前最快、最灵活、使用最容易的科技绘图及数据分析软件。

Origin 包括数据分析和绘图两大类功能。Origin 的数据分析包括数据的排列、调整、计算、统计、频谱变换、曲线拟合等各种完善的数学分析功能。进行数据分析的时候，只需选择所要分析的数据，然后再选择相应的菜单命令即可。Origin 的绘图是基于模板的，Origin 本身提供了几十种二维绘图和三维绘图模板。绘图时，只需选择所要绘图的数据，然后再单击相应的工具栏按钮即可。

1.2.1 Origin 数据管理基础

对于已经建立的工作表窗口和根据工作表数据绘图来说，数据管理是最基本的也是很有必要的。Origin 对数据的管理包括变换数列、数据排序、频率计数、归一化数据和选择数据范围。

1.2.1.1 变换数列

变换数列就是给数列重新赋值，当要把工作表中的某一列中所有数据都进行一定的函数变换时，可以用变换数列的方法给工作表的数列赋值，而不用计算每个数据。具体方法如下：

(1) 右击要变换的数列 X (X) 的标题栏。

(2) 从打开的快捷菜单中选择“Set Column Value”，系统将弹出“Set Column Value”对话框。

(3) 从“Add Function”的下拉列表框中选择 abs ()，单击“Add Function”；从

“Add Column” 的下拉列表框中选择 col (x)，单击“Add Column”。

(4) 键入“*3”，这时“col (x) =”文本框的内容为“abs (col (x)) *3”，结果如图 1-7 所示。

(5) 单击“OK”按钮完成设置。

这样键入的数学表达式将会更新 col (x) 列的值，即对 col (x) 数列的原值取绝对值后乘以 3 作为新值。

显然，这种方法也可以给另外与之有函数关系的一个数列赋值，方法同上。

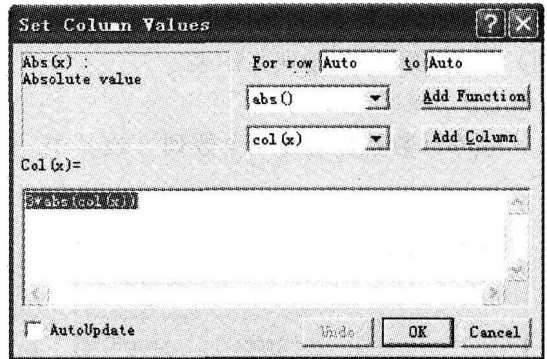


图 1-7 数列变换对话框

1.2.1.2 数据排序

Origin 可以做到单列、多列甚至整个工作表数据排序，命令为“sort by”。最为复杂的是整个工作表排序，下面以工作表排序为例讨论。

工作表排序类似数据库系统中的记录排序，是指根据某列或某些列数据的升降顺序，将整个工作表的行进行重新排列。工作表排序的具体步骤如下：

(1) 选定整个工作表。具体方法是将鼠标光标移到工作表左上角的空白方格的右下角，当光标变为斜向下的箭头时单击。

(2) 单击“Worksheet Data”工具栏的“sort”命令按钮，则弹出“Nested Sort”对话框（要打开“Worksheet Data”工具栏，可选择菜单“View/Toolbars”，在弹出的“Custom Toolbar”对话框内选择“Worksheet Data”工具栏复选框，单击“Close”命令按钮）。

(3) 在“Nested Sort”对话框“Select Columns”列表框中选择“X (X)”，单击“Ascending”命令按钮，则“X (X)”列被添加到“Nested Sort”列表框中。这就使“X (X)”列成为工作表升序排列的首要列。

(4) 在“Nested Sort”对话框“Select Columns”列表框中选择“sinX (Y)”，单击“Descending”命令按钮，则“sinX (Y)”列被添加到“Nested Sort”列表框中。这就使“sinX(Y)”列成为工作表降序排列的次要列，结果如图 1-8 所示。

(5) 单击“OK”按钮完成设置。

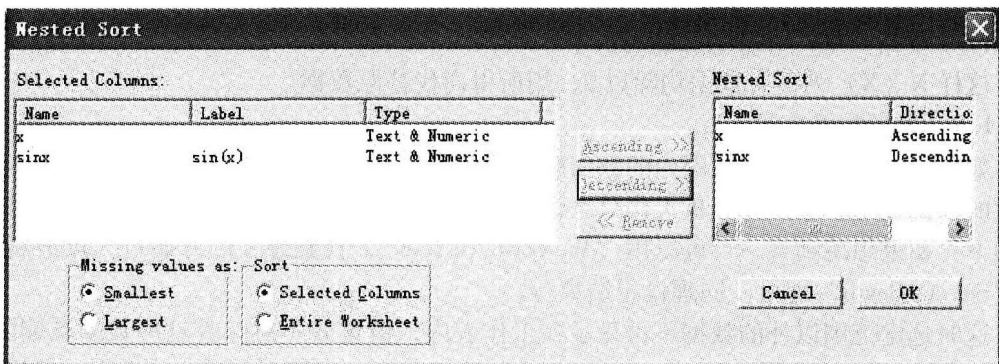


图 1-8 数据排序对话框