

基于**EXCELVBA**用蒙特卡洛法 评定测量不确定度

刘存成 主编



中国质检出版社
中国标准出版社

基于 EXCELVBA 用蒙特卡洛法 评定测量不确定度

刘存成 主编

中国质检出版社

中国标准出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

基于 EXCELVBA 用蒙特卡洛法评定测量不确定度/
刘存成主编. —北京:中国质检出版社,2015. 9
ISBN 978 - 7 - 5026 - 4192 - 4

I. ①基… II. ①刘… III. ①蒙特卡罗法—应用—
测量—Matlab 软件 IV. ①TB9 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 154287 号

内 容 提 要

本书主要介绍与测量不确定度评定有关的 ExcelVBA 的基本知识、编程基础、随机变量的模拟以及 MCM 实施的基本方法、MCM 自适应法及对 GUM 法的验证,大量列举了用蒙特卡洛法评定测量不确定度的示例,只要掌握与测量不确定度相关的 ExcelVBA 的基本知识,具有一定的编程基础,参照相关示例,便很容易进行所从事项目测量不确定度的评定。

本书可作为从事测量不确定度评估和质量检测技术人员的指导用书,也可供高等学校相关专业的师生参考。

中国质检出版社 出版发行
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www. spc. net. cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 15 字数 348 千字
2015 年 9 月第一版 2015 年 9 月第一次印刷

*

定价:45.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107

编 委 会

主 编	刘 存 成		
编 委	吴 义	王	昊
	王 森	胡	畅

前 言

JJF 1059.2—2012《用蒙特卡洛法评定测量不确定度》作为 JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》的重要补充,已于 2012 年 12 月 21 日正式发布,并于 2013 年 6 月 21 日实施。JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》基于不确定度传播律,即 GUM 法是测量不确定度评定的基本方法,普遍适用于各种准确度要求的各类测量领域。本书介绍的蒙特卡洛法评定测量不确定度,即 MCM 法是基于 ExcelVBA,用概率分布传递的方法,实现输出量概率分布的解算,从而解决了 GUM 存在的不足。

Excel 是一款功能强大的电子表格处理软件,具有强大的数据分析和处理能力。在一般情况下,Excel 已经能够满足大多数日常数据处理工作的需要,但如果借助于 VBA 语言则可以对数据进行更高级的处理,实现数据处理的自动化和高效化,将操作人员从简单而重复的数据处理工作中解放出来,甚至完成 Excel 条件下无法实现的功能。

本书主要介绍与测量不确定度评定有关的 ExcelVBA 的基本知识、编程基础、随机变量的模拟以及 MCM 实施的基本方法、MCM 自适应法及对 GUM 法的验证,大量列举了用蒙特卡洛法评定测量不确定度的示例,只要掌握与测量不确定度相关的 ExcelVBA 的基本知识,具有一定的编程基础,参照相关示例,便很容易进行所从事项目测量不确定度的评定。

由于作者水平有限,本书的缺点和问题在所难免,欢迎批评指正。

编著者

2015 年 4 月

目 录

第一章 概述 / 1

第一节 测量不确定度评定基本方法 / 1

第二节 蒙特卡洛法的基本方法与应用 / 3

第三节 ExcelVBA 概述 / 5

第二章 ExcelVBA 基础知识 / 15

第一节 对象、变量与数组 / 15

第二节 单元格操作 / 27

第三节 VBA 算法、调用工作表函数与控制程序 / 36

第四节 图形基础 / 45

第三章 MCM 法评定基础 / 58

第一节 MCM 法基本原理 / 58

第二节 MCM 法的实施 / 60

第三节 测量不确定度来源 / 66

第四节 测量模型的建立 / 72

第四章 输入量的概率分布与抽样 / 82

第一节 均匀分布 / 82

第二节 曲线梯形分布 / 85

第三节 梯形分布 / 89

第四节 三角分布 / 90

第五节 反正弦分布 / 92

第六节 正态分布 / 94

第七节 多元正态分布 / 96

第八节 缩放位移 t 分布 / 110

第九节 指数分布 / 113

第五章 输出量的模型值与概率分布 / 115

第一节 输出量的模型值 / 115

第二节 输出量的估计值、标准不确定度及包含区间 / 122

第三节 结果报告与数据处理 / 135

第六章 MCM 自适应法 / 140

第一节 自适应 MCM 法概述 / 140

第二节 自适应 MCM 法实施方法 / 140

第三节 基于 ExcelVBA 的 MCM 自适应法的实现 / 146

第七章 GUM 框架的验证 / 195

第一节 GUM 框架的验证方法 / 195

第二节 用 MCM 验证 GUM 示例 / 196

第三节 全量程测量不确定度评定 / 215

参考文献 / 229

第一章 概述

测量不确定度是定量表征测量结果质量的重要指标。由国际标准化组织等 8 个国际权威组织联合发布的《测量不确定度表示导则》是评定测量不确定度的基本方法,普遍成为各国在表示测量结果时统一遵循的准则,随后发布的补充件《用蒙特卡洛法评定测量不确定度》使得测量不确定度评定方法进一步完善。

第一节 测量不确定度评定基本方法

一、测量不确定度评定基本方法

(一) GUM 法

GUM 是测量不确定度表示导则(Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement)的简称,其核心内容是通过输入量和输出量的测量模型,采用不确定度传播律进行分布的传递,进而提供输出量的约定对称概率分布的包含区间,即假设输入量的概率分布呈对称分布,输出量近似为正态分布或缩放位移 t 分布,并且测量模型为线性模型或可用线性模型近似表示的情况。GUM 法用于具有明确定义的、并且可用唯一值表征的被测量估计值的不确定度,也适用于实验、测量方法、测量装置和系统的设计及理论分析中有关不确定度的评定与表示,它是评定与表示测量不确定度最常用和最基本的方法,普遍适用于各种准确度的各类测量领域。大多数情况下,GUM 方法能够提供准确可靠的评定结果。

GUM 法进行测量不确定度评定,首先应建立相应的测量模型,针对测量模型,假设被测量 Y 和 N 个输入量 $X_1, X_2, \dots, X_N$ 有式(1-1)的函数关系

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (1-1)$$

按照不确定度传播律,给出合成标准不确定度评定的公式,即

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^N c_i^2 u^2(x_i) + 2 \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N c_i c_j r(x_i, x_j) u(x_i) u(x_j) \quad (1-2)$$

式中, $u(x_i), u(x_j)$ 分别是输入量 X_i, X_j 的标准不确定度, $r(x_i, x_j)$ 是 X_i, X_j 的相关系数, $u_c(y)$ 是输出量 Y 的合成标准不确定度,灵敏系数 $c_i = \frac{\partial f}{\partial x_i}, i = 1, 2, \dots, N$ 。

由式(1-2)可见,当评定复杂模型的测量不确定度时,计算非常复杂,尤其是求偏导数,即灵敏系数。另外,当输出量概率分布明显不对称时,采用 GUM 方法可能会得出不切实际的包含区间。

(二) MCM 法

用蒙特卡洛法(Monte Carlo Method,简称 MCM)评定与表示测量不确定度的方法,其核心内容是在建立测量模型的基础上采用 MCM 进行概率分布传播,且测量模型具有多个输入量

和单一输出量。概率论中的大数定理和中心极限定理是蒙特卡洛法的理论基础。大数定理反映了大量随机数之和的性质,即随机数的均值收敛于函数的期望值。中心极限定理是指,无论单个随机变量的分布如何,多个独立随机变量之和服从正态分布。此定理也近似告知,在有足够大,但又有限的随机变量个数 n 值的情况下,蒙特卡洛法估计值是如何分布的。

对于式(1-1)测量模型,假设变量 $X_1, X_2, \dots, X_n$ 的概率分布已知。蒙特卡洛法利用一个随机数发生器,通过直接或间接抽样,取出每一组随机变量 $X_1, X_2, \dots, X_n$ 的值 $x_1, x_2, \dots, x_n$, 然后按 Y 与 $X_1, X_2, \dots, X_n$ 的关系式确定函数 Y 的值 y_i :

$$y_i = f(x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ni}) \quad (1-3)$$

反复独立抽样(模拟)多次($i = 1, 2, \dots$),便可以得到函数 Y 的一批抽样数 $y_1, y_2, \dots, y_n$, 这些数值符合正态分布的特征。当模拟次数足够多时,便可给出与实际情况相近的函数 Y 的概率分布及其关心的数字特征等信息。

(三)解析法

对于式(1-1)测量模型,假设变量 $X_1, X_2, \dots, X_n$ 的概率密度函数 $g_X(\xi)$ 已知。解析法就是通过式(1-4)计算出输出量的概率密度函数 $g_Y(\eta)$ 。

$$g_Y(\eta) = \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} g_X(\xi) \delta(\eta - f(\xi)) d\xi_N \dots d\xi_1 \quad (1-4)$$

显然,解析法获得的 Y 的 PDF 不引进任何近似,但只能应用于相对简单的情况,包括式(1-1)为线性模型,其中各个输入量均为正态分布或均匀分布,否则计算非常复杂。

二、方法的选择

一个测量不确定度评定应包括三个阶段:一是已知有关测量模型和所有输入量的相关信息;二是确定输出量的估计及其标准不确定度和输出量的包含区间两者中的一个或两个;三是评定结果的表示方式。首先,根据测量原理和测量过程分析测量不确定度来源,建立输出量和输入量之间的测量模型。GUM 法中输入量的信息以输入量的最佳估计值(期望)和其相关的标准不确定度表示,而 MCM 法中输入量的信息以概率分布的形式表示。其次,也是最为核心的一步,就是进行不确定度的传播。GUM 法中应用不确定度传播律,传播输入量的最佳估计值和其标准不确定度,从而获得输出量的最佳估计值及其测量不确定度;MCM 法中以分布传播的方式,使用建立的测量模型及其提供的输入量的信息获得以离散形式表征的输出量的概率密度函数(PDF)。最终,需要对评定结果进行总结。GUM 法中评定结果以输出量的估计值、标准不确定度和(或)扩展不确定度表征;MCM 法中利用输出量的 PDF 可以获得作为输出量估计值的期望、作为输出量估计值的标准不确定度的标准偏差以及约定包含概率下的输出量的包含区间。无论是 GUM 法,还是 MCM 法,其基本原则是一致的。

GUM 是由国际标准化组织(ISO)等 8 个国际权威组织联合发布的。自 1993 年以来,经过 20 年的推广和使用,现已在国际上广泛使用,成为各国在表示测量结果时统一遵循的准则,我国于 1999 年发布国家计量技术规范 JJF 1059—1999《测量不确定度评定与表示》,为推动 GUM 在我国的应用发挥了重要作用。

国际计量局(BIPM)的计量学指南联合委员会(JCGM),建议将概率分布传播作为评定测量不确定度的概率基础,即直接用输入量的概率密度函数而不是用它们的最佳估计值和标准不确定度进行评定。2008 年,8 个国际权威组织联合发布 ISO/IEC GUIDE 98 - 3/Suppl. 1: 2008 Uncertainty of measurement - Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement

(GUM;1995) Supplement 1: Propagation of distributions using a Monte Carlo method。即测量不确定度表示导则补充件 1,用蒙特卡洛法传递分布,即 MCM,将其作为 GUM 的重要补充。我国等同采用国际标准,于 2012 年推出了 JJF 1059. 2—2012《用蒙特卡洛法评定测量不确定度》。

GUM 法是测量不确定度评定的基本方法,普遍适用于各种准确度等级的测量领域,当在某些情况下,不能同时满足 GUM 法的三个使用条件,且能够确定 GUM 法不适用时,选择 MCM 是一种切实可行的方法。解析法从某种意义上讲是最理想的,但涉及较复杂的数学运算是相当困难的,而数值法具有较强的灵活性,在实际工作中,蒙特卡洛法应用越来越广泛。

第二节 蒙特卡洛法的基本方法与应用

一、蒙特卡洛法的基本方法

蒙特卡洛(Monte Carlo Method)方法亦称为随机模拟(random simulation)方法,有时也称随机抽样(random sampling)技术或统计试验(statistical testing)方法。其基本思想是,为了求解数学、物理、工程技术以及生产管理等方面的问题,首先建立一个概率模型或随机过程,使它的参数等于问题的解,然后通过对模型或过程的观察或抽样试验来计算所求参数的统计特征,最后给出所求解的近似值;而解的“精确度”可用估计值的标准偏差来表示。

首先,确立一个与求解有关的统计模型,使其解为所构建模型的概率分布和数学期望,一般使用一个适当的理论分布(如均匀分布、正态分布等)来描述随机变量的经验概率分布。如果没有可直接引用的典型的理论概率分布,就要根据历史统计资料和主观预测判断,来估计研究对象的一个初始概率分布。确定输出量与各个输入量的数学函数关系,即建立测量模型是实施蒙特卡洛法的前提条件,测量模型的“精确”程度如何决定了评定结果的可靠程度。因此,建立比较完善的测量模型是实现蒙特卡洛法的关键。

其次,对模型进行随机抽样,即产生随机变量。为了模拟各种因素的随机变化,产生各种已知概率分布输入量的随机变量非常重要,这是实现蒙特卡洛法的基本手段,也是蒙特卡洛法被称为随机抽样的原因,最简单、最基本、最重要的随机数是在 $[0, 1]$ 区间上均匀分布的随机变量。通常把 $[0, 1]$ 区间上均匀分布的随机变量的抽样值称为随机数。一般随机数的产生有两种方法,首选可以通过现有的随机数表获取,也可以利用计算机按一定的随机数发生程序(一般用数学递推公式)计算产生,如利用许多计算软件的 rand() 函数就可以制造出随机数。利用计算机还有两种方法,一是用物理方法产生真随机数,二是用数学方法产生伪随机数。通过一系列的统计检验表明,计算机产生的伪随机数或随机数序列与真随机数具有相近的性质,我们还是可以把它当作真正的随机数来应用。无论是均匀分布,还是其他分布的随机变量的抽样都是借助于随机数来实现的,因此,随机数是实现蒙特卡洛法的基本工具。

最后,用算术平均数作为所求解的近似平均值,给出所求解的统计估计值的方差和标准差,即解的精度。具体地说,就是由每组各种因素的可能值,连同其他有关参数,计算出所求指标。该指标可以是测量结果的估计值、包含区间等。模拟次数越多,模拟结果的可靠性越高,测量结果的估计值越接近实际值。

蒙特卡洛法的应用可以大致分为两类:第一类是所求问题具有严格确定的数学形式,另一

类本身就是具有统计性质的问题。随着科学技术的发展,应用领域十分广泛。

二、MCM 的适用范围

(1) MCM 为测量不确定度评定提供了一个通用的数值方法,该方法与 GUM 法的主要原则一致。MCM 法适用于具有任意多个输入量和单一输出量的模型,输入量可由概率密度函数 PDF 表征。

(2) MCM 法适用于定义完善的、且可用唯一值表征被测量估计值的测量不确定度评定。

(3) MCM 法为输出量 PDF 提供一个表示方法。由于一般不能确定输出量 PDF 的解析表达式,故 MCM 法是在规定的数值容差之下估计 PDF 的三个主要特征量:

- ① 输出量的估计值;
- ② 输出量估计值的标准不确定度;
- ③ 约定包含概率的输出量包含区间(包括任意包含概率,即概率对称包含区间和概率非对称最短包含区间)。

(4) MCM 法特别适用评定以下典型情况的测量不确定度问题:

- ① 各不确定度分量的大小不相近;
- ② 应用不确定度传播公式时,计算测量模型的偏导数困难或不方便;
- ③ 输出量的 PDF 偏离正态分布、或缩放位移 t 分布;
- ④ 输出量的估计值和其标准不确定度的大小相当;
- ⑤ 模型非常复杂,不能用线性测量模型近似;
- ⑥ 输入量的 PDF 不对称。

显然,MCM 面对的问题都是 GUM 所不及的,至少是非常困难的,是对 GUM 的重要补充。

(5) MCM 法还提供了检查 GUM 法是否适用的验证方法。若 GUM 法明显适用,则 GUM 依然是测量不确定度评定的主要方法。

三、MCM 的使用条件

(一) MCM 法的特点

(1) 减少了复杂或非线性测量模型的分析工作,特别是没有必要在不确定度传播律中,计算一些附加的一阶或高阶灵敏度系数。

(2) 可获得输出量的最佳估计值。

(3) 给出非线性模型输出量估计值的标准不确定度,特别是当输入量服从非正态分布时,不需要提供模型中附加的高阶项。

(4) 当输出量的概率密度函数 PDF 不能充分接近正态分布或缩放位移的 t 分布时,给出约定包含概率的包含区间,且不必计算包含因子。

(二) MCM 法使用条件

在掌握有关信息的情况下,有效使用 MCM 法需满足以下条件:

(1) 对于每一个输入量的估计值,输出量是一个连续性函数;

(2) 输出量 Y 的分布函数是连续的,且严格递增;

(3) 输出量 Y 的概率密度函数 PDF 连续且恒为正,单峰且模型左边严格(或由零)递增,右边严格递减至零;

- (4) 输出量的期望和方差存在;
- (5) 使用足够大的 M 值, 即 MCM 试验次数足够的多。

四、MCM 的实施

在计算机发展之前, 随机变量大量的抽样是蒙特卡洛法实施过程中相当困难和繁琐的一环, 现在借助计算机及其软件, 可以很容易地直接得到或者构造出符合各种分布的随机数。

蒙特卡洛法 (Monte Carlo Method), 也称统计模拟方法, 是 20 世纪 40 年代中期由于科学技术的发展和电子计算机的发明, 而被提出的一种以概率统计理论为指导的一类非常重要的数值计算方法。是使用随机数 (或更常见的伪随机数) 来解决很多计算问题的有效方法。

蒙特卡洛 (Monte Carlo) 模拟通过设定随机过程, 反复生成时间序列, 计算参数估计量和统计量, 进而研究其分布特征的方法。具体地, 当系统中各个单元的可靠性特征量已知, 但系统的可靠性过于复杂, 难以建立可靠性预计的精确数学模型或模型太复杂而不便应用时, 可用随机模拟法近似计算出系统可靠性的预计值; 随着模拟次数的增多, 其预计精度也逐渐增高。由于涉及时间序列的反复生成, 蒙特卡洛模拟法是以高容量和高速度的计算机为前提条件的, 因此只是在近些年才得到广泛推广与应用。

蒙特卡洛模拟方法的原理是当问题或对象本身具有概率特征时, 可以用计算机模拟的方法产生抽样结果, 根据抽样计算统计量或者参数的值; 随着模拟次数的增多, 可以通过对各次统计量或参数的估计值求平均值的方法得到稳定结论。

当今社会计算机及其软件技术迅猛发展, 实现模拟随机抽样的软件很多, 如 MATLAB、Mathcad、Excel 等, 尤以 MATLAB 使用广泛。MATLAB 为 MCM 法评定测量不确定度提供了有效的技术手段。但是, 对于大部分从事计量检测工作的领域来说, 很少使用 MATLAB 等数值计算软件, 而 Microsoft Excel 是目前应用最为广泛的办公室电子表格处理软件之一, 能够管理并处理一批具有某种规律的数据。Visual Basic for Application 的开发, 使 Excel 拓展成为一个软件运行平台, 增强了其对某些特定数据的专业统计和处理功能。

将 ExcelVBA 用于蒙特卡洛法评定测量不确定度, 就是基于 Excel 的二维行列结构, 将大量产生的符合某种概率分布的随机数存储在工作表中, 利用其强大的工作表函数和公式计算功能, 借助 VBA 二次开发平台, 编写非常简单的程序代码, 便可实现对测量数据的模拟仿真试验, 进而实现测量数据的统计分析。基于 ExcelVBA 实现蒙特卡洛法评定测量不确定度, 仅仅使用或涉及 Excel 及其 VBA 众多功能中非常少的一部分内容和功能, 对于大部分从事计量检测专业的技术人员, 只要具备 Excel 的基础知识和基本操作, 对编程有一定的了解, 便可非常容易地利用 ExcelVBA 进行蒙特卡洛法评定测量不确定度。

第三节 ExcelVBA 概述

Excel 是一款功能强大的电子表格处理软件, 其具有强大的数据分析和处理能力, 在一般情况下, Excel 已经能够满足大多数日常数据处理工作的需要, 但如果借助于 VBA 语言则可以对数据进行更高级的处理, 实现数据处理的自动化和高效化, 将工作人员从简单而重复的数据处理工作中解放出来。

一、认识 Excel VBA

在进行 Excel 应用程序开发时,与 VBA 程序设计有关的操作都需要在 VBA 的 VBE 中进行。VBE 实际上是一个独立的应用程序,其拥有独立的操作窗口,可以实现与 Excel 的完美结合。VBE 不能独立打开,必须依附于 Excel。

(一) 什么是 Excel VBA

对于 Excel 来说,编写 VBA 代码、调试已经录制好的宏或进行应用程序的开发都离不开 Visual Basic 编辑器,这个 Visual Basic 编辑器又称为 VBE,它是书写和编辑代码的场所。Excel VBA 是一种编程语言,是 VB 语言的分支,其寄生于 Excel 之中。只要计算机安装 Excel,不必单独安装程序。

(二) Excel VBA 的作用

具有 Excel 全部功能,且可以实现 Excel 重复性工作,提高工作效率。

(三) Excel VBA 的学习基础

(1) Excel 局限性在于不能实现重复性工作,效率较低,为此,应在学习 Excel 的同时,能善于发现问题。

(2) 具备一定的 Excel 函数基础。

(3) 熟悉 VB 语言更好。

(四) Excel 版本

本书使用 Excel 2013 版,文件保存在启用宏的工作簿中,文件格式为 .xlsm。文件在 2003 版及以前的版本中无法打开。

二、宏在工作表中的应用

(一) 在 Excel 中设置“开发工具”

使用 Excel 软件处理日常大多数数据,并不需要使用“开发工具”选项,通常,打开 Excel,在主菜单中没有“开发工具”选项。为此,在 Excel 文件“选项”中查“自定义功能区”,在弹出的对话框中勾选“开发工具”项,随后打开的 Excel 中便多出一个“开发工具”选项。

(二) 什么是宏

宏是一组可以自动执行的代码。相当于一台摄像机,以代码形式记录操作人员在 Excel 中所有的操作,可以回放。利用宏可以执行 Excel 中相同的工作。

(三) 录制并指定宏

点击“开发工具”功能区,选择“录制宏”按钮,开始在 Excel 中进行某种操作,操作完成后,点击“停止录制”按钮,录制宏结束。

【例 1-1】录制宏

点击“录制宏”按钮,弹出“录制宏”对话框,如图 1-1 所示。

按确定,在 Excel 中选择单元格区域 a1:d10,点击“停止录制”按钮。在 Excel“开发工具”界面选择快捷工具“插入”,插入一按钮(窗体控件),在工作表任意位置绘制一矩形框,点击右键,弹出关联菜单,在关联菜单中,选择“指定宏”,弹出宏对话框,如图 1-2 所示。

选择录制的宏,点击执行,即可重复选择单元格区域 a1:d10。

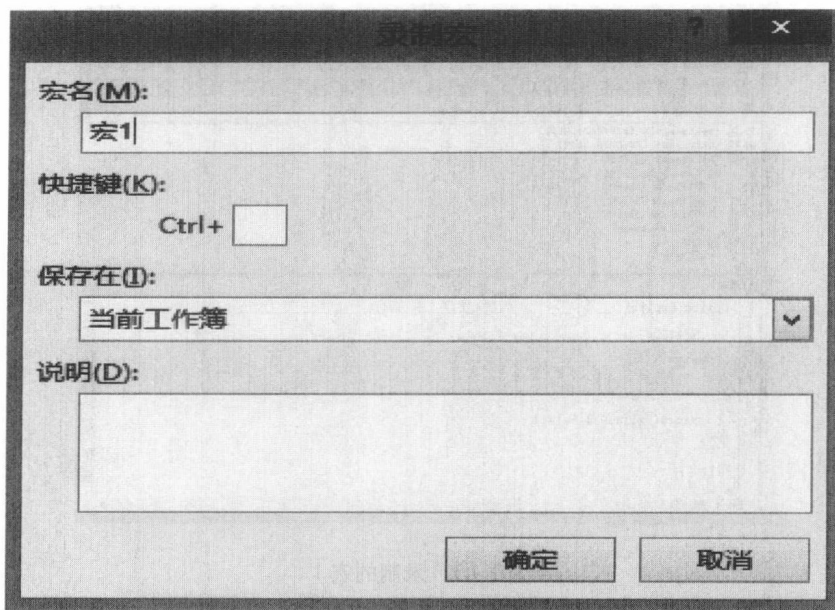


图 1-1 录制宏对话框

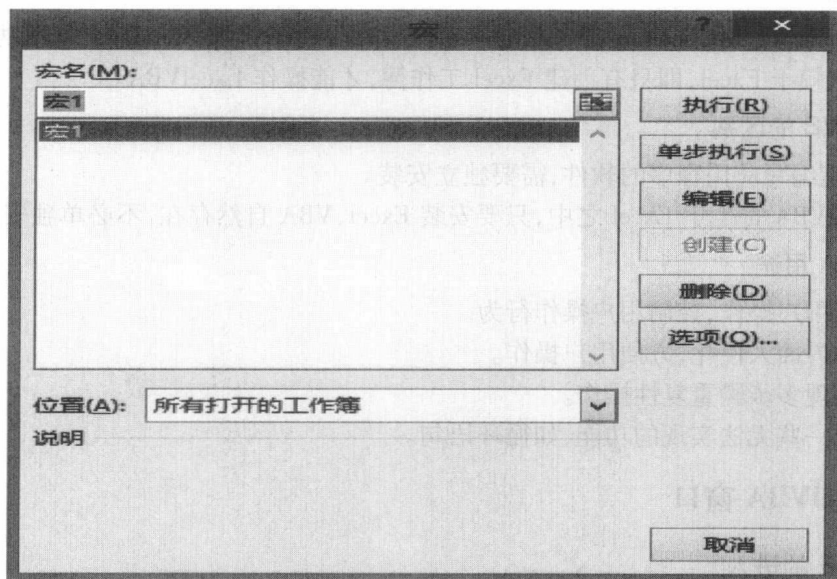


图 1-2 指定宏对话框

(四) 查看和编辑录制宏

也可选择“宏”对话框的编辑,查看录制的宏,如图 1-3 所示。通过查看录制的宏,可以提高编码效率,对于众多难以记忆或忘记的代码特别有帮助。但其缺点是难以智能化,无法实现人机交互式工作。

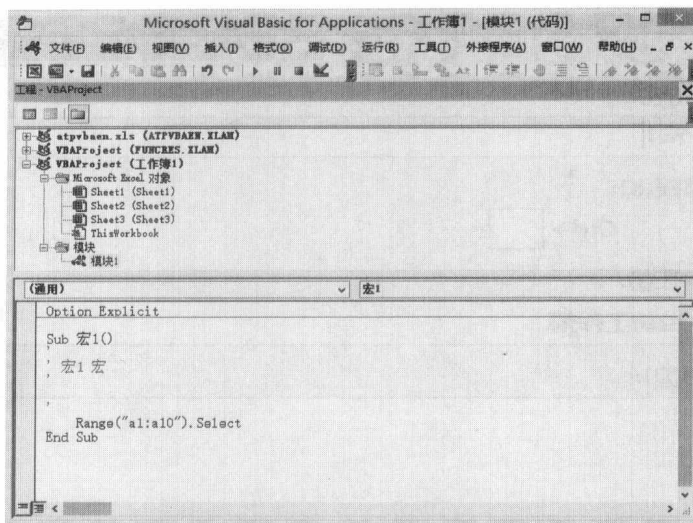


图 1-3 录制的宏 1

三、ExcelVBA 基础

(一) 概念

Visual Basic for Application 是 VB 的一种宏语言,用于扩张 Windows 应用功能,寄生于 Excel 之中,依赖于 Excel,即只有创建 Excel 工作簿,才能操作 ExcelVBA。

(二) 与 VB 的区别

- (1) VB 是编写应用程序的软件,需要独立安装。
- (2) ExcelVBA 寄生于 Excel 之中,只要安装 Excel,VBA 自然存在,不必单独安装。

(三) VBA 用途

- (1) 规范用户操作,控制用户操作行为。
- (2) 操作界面人性化,方便用户操作。
- (3) 可实现多步骤重复性操作。
- (4) 实现一些无法实现的功能,如循环语句。

四、ExcelVBA 窗口

(一) VBE 的进入

VBE 是 VBA 的编辑窗口,可通过下列方式进入:

- (1) 按 Alt + F11 快捷键;
- (2) 按“开发工具”,点击“Visual Basic”。

(二) VBE 简介

VBE 窗口属于传统菜单式,也称瀑布式菜单,如图 1-4 所示。VBE 窗口由工程资源窗口、属性窗口、立即窗口、本地窗口、代码窗口等构成。

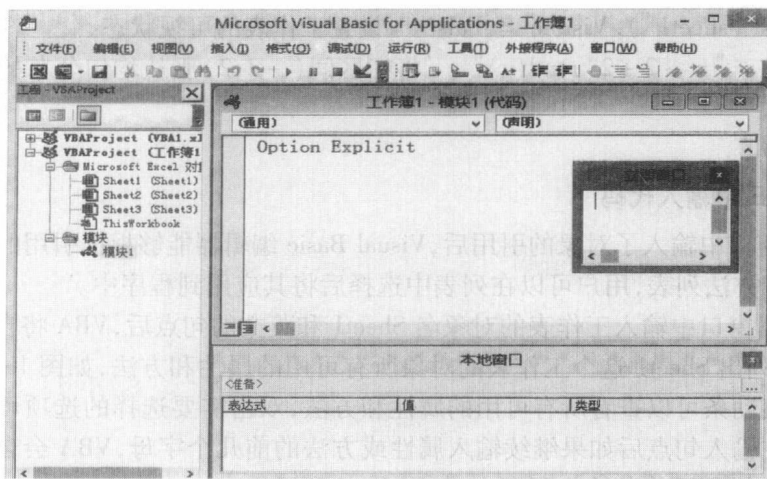


图 1-4 VBE 窗口

五、代码编写

(一) VBE 常见设置

在 VBE 菜单中,选择工具中“选项”,弹出“选项”对话框,可根据需要设置编辑器的各项功能、字体、大小等。

(二) 代码注释

(1) Rem 关键字注释语句

在程序中,适当添加注释来说明编写某代码或声明某个变量的目的,通过注释来对当时的编程思路进行提示。注释可增强程序的可阅读性,帮助其他用户了解程序,也可方便代码的调试和维护。

在程序中,为代码添加注释一般有两种方法,一种方法是以 Rem 关键字开头,一种方法是以撇号(')开头,然后在其后添加注释内容。

【例 1-2】Rem 注释用法

Rem 注释语句有两种用法,一种是将 Rem 关键字放在一行的起点,然后在其后跟指数语句,如:

```
Rem 本行是注释语句 GUMpj = 100
```

如果要将注释语句添加到程序代码某行语句之后,则必须在代码和 Rem 语句间使用冒号“:”衔接,如下面的语句:

```
GUMpj = 100: Rem 这是注释内容
```

(2) 单引号注释语句

在 VBA 程序中,更简单的为程序添加注释的方法是以单引号“'”开头,然后在其后添加注释内容。这种注释方式不需要确保单引号在注释内容之间留有空格,单引号可以和注释内容紧密连接,在代码行中添加注释时,也不需要利用冒号来衔接代码和注释,因此这是为程序代码添加注释最为便捷的方式。如下面的语句:


```

1 Sub 注释语句( )
2   Sheets(" sheet1 "). Visible = False '设置工作表的可视状态
3   [a1] = "= -2 + 2 * rand( )" '将在区间( -2,2)服从均匀分布的随机数赋值给
a1 单元格
4 End Sub

```

(三)在 VBE 中输入代码

在“代码”窗口中输入了对象的引用后,Visual Basic 编辑器能够根据引用的对象提供该对象可用的属性和方法列表,用户可以在列表中选择后将其应用到程序中。

如在“代码”窗口中输入工作表的对象名 Sheet1 和英文的句点后,VBA 将自动给出一个下拉列表,列表中列出 Sheet1 这个工作表的对象所有可用的属性和方法,如图 1-5 所示。拖动列表框右侧的滚动条可以查看所有可用的属性和方法,双击需要选择的选项可以直接将其插入到程序中。在输入句点后如果继续输入属性或方法的前几个字母,VBA 会自动找到相匹配的选项,按 Enter 键即可将其输入程序中,如图 1-6 所示。

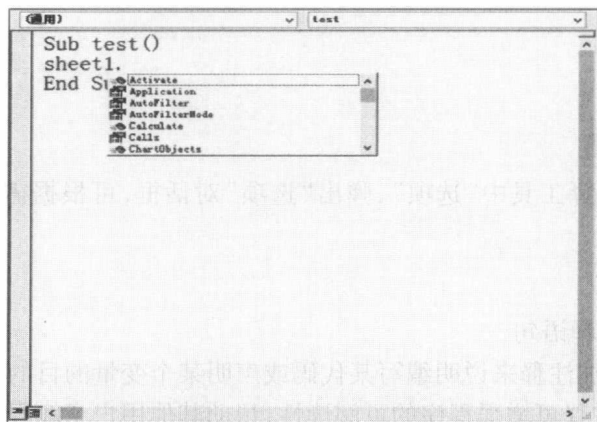


图 1-5 对象的属性和方法列表

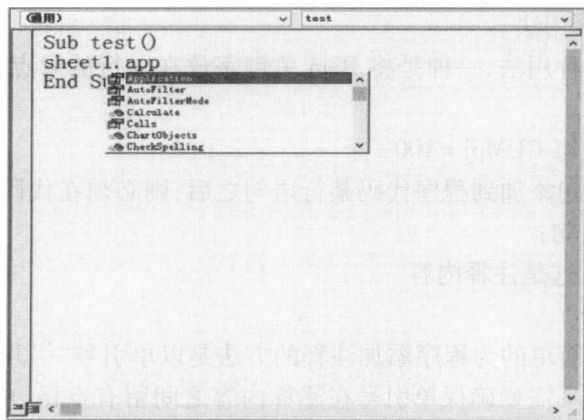


图 1-6 自动选择相匹配的选项