

First Optimization

优化 · 拟合 · 建模

1stOpt 应用详解

程先云 张伟 胡淑彦 柴福鑫 著



中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

优化·拟合·建模: 1stOpt 应用详解 / 程先云等著.
—北京: 中国建材工业出版社, 2012. 3
ISBN 978-7-5160-0095-3

I. ①优… II. ①程… III. ①数值计算—计算机辅助
计算—软件包, 1stOpt IV. ①TP391.75②O241

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 001103 号

内 容 提 要

作为一款优秀的数值优化计算分析软件平台, 1stOpt 在国内外得到了广泛的关注和认可, 并已应用于几乎所有的科学研究和工程领域。然而非常遗憾的是至今尚无一本系统介绍 1stOpt 的权威书籍, 本书即以填补此空白为目标。

全书共分 6 章。第 1 章概述了 1stOpt 的基本功能、特色、应用领域和工作环境; 第 2 章介绍了 1stOpt 在数值优化方面的基本应用, 包括函数优化、方程求解、非线性拟合、微分方程以及混合编程技巧等; 第 3、第 4 两章结合大量实例给出了 1stOpt 在运筹学和数学建模方面的应用; 第 5 章专门注重于 1stOpt 在水文水资源工程领域的实际应用案例; 第 6 章是作者首次公开的优化测试题集。

本书可作为热衷于数值分析计算、优化算法研究和数学建模等科研人员及高校学生参考之用。

优化·拟合·建模——1stOpt 应用详解

程先云 张伟 胡淑彦 柴福鑫 著

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 16.5

字 数: 410 千字

版 次: 2012 年 3 月第 1 版

印 次: 2012 年 3 月第 1 次

定 价: 38.00 元

本社网址: www.jcbs.com.cn

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010) 88386906

前言

无论是科学研究还是工程应用领域,优化技术或优化软件都显现出了巨大的功效和广阔的前景。不同于线性优化算法,由于非线性问题的复杂性和多样性,非线性全局优化算法至今尚无一可求解任何问题的完美标准算法,这也使得该领域成为国内外的研究热点和难点。虽然国家投入了大量的人力、物力和财力进行扶持和攻关,但若仅从成效来看,很难说是成功的:一是算法理论方面,几乎是完全拿来主义,始终位于追赶者的角色,从经典的牛顿算法到时下流行的智能进化算法,如遗传算法、蚁群算法、模拟退火算法、粒子群算法、差分进化算法等,无一不源自国外,虽然国内研究者在这些算法的基础上进行了改进并衍化出一些新的算法,但大都停留在自娱自乐的理论层面,缺乏相应的通用软件平台,使得算法的可靠性和可行性无法得到验证,距实用或商用的目标相差甚远;二是通用优化软件平台方面,国外产品更是占据绝对垄断地位,而随着正版化的推进,国家每年花费在购入这些昂贵软件的费用将是非常庞大的,而引进软件的同时,却难以获得核心优化算法的原理,处在只知其然,而不知其所以然的尴尬境地。纵观国内, Lingo、Matlab、Mathematica 等相关书籍、研究论文比比皆是,基于这些软件的科研成果数不胜数,也出现了不少 Lingo 优化专家、Matlab 优化建模高手、Mathematica 应用大师等,但我们自主创新的具有自主知识产权的研究成果呢?这确是一种悲哀,而 1stOpt 的出现可说是一个突破。

1stOpt 是一款具自主知识产权、优秀、通用的国产优化计算软件平台。在非线性全局优化数值计算能力方面不逊于当今世界上顶尖和知名的优化软件包如 Lingo、Nuoopt 等,尤其在非线性曲线拟合领域,其不需初值的特性加上超强的全局寻优能力,更使其成为目前该领域执牛耳者。

市场是最公正的裁判,广大用户则是最权威的专家。1stOpt 虽然没有悠久的历史,也没有国家颁发的任何奖项和院士专家的褒奖之词,但短时间内在国内外市场和用户中树立起了良好的声望,国际上从顶尖大学如牛津、斯坦福大学到美国能源部,国内则包括所有“985”和“211”高校、中科院、宝钢、中石化、国家电网等均采用了 1stOpt 软件平台,其应用领域覆盖几乎所有社会、经济、工程和科研领域。但遗憾的是一方面 1stOpt 的市场用户数正快速增长,另一方面至今还没有一本完整、权威地介绍 1stOpt 使用的书籍,而这正是编写、出版本书的目的。

虽然 1stOpt 在使用界面和方式上已经设计得非常简单和人性化,普通用户参考实例几分钟内就可以开始解决自己的问题,但对于稍微复杂些的问题,没有详细的指导书籍无疑增加了用户的使用难度和成本。

本书从 1stOpt 的基本语句使用开始,结合大量实例,详细介绍了其功能和使用技巧。从数值优化、运筹学问题到水资源工程问题,所有实例代码均可直接在 1stOpt 中运行计算,通过这些实例,用户可轻松掌握和自如使用 1stOpt。

2.2.1 共享模式拟合

2.2.2 缺少变量值的特殊拟合

书中第六章给出的优化测试题集大都是首次公开，相比国际上一些有名的测试题难度更大、更具挑战性。这些测试题有两个目的，一是可以帮助优化算法研究者和软件开发者改良测试其算法和软件，二是用户能借此验证并选择合适的优化软件去解决所面临的问题。

这里要特别感谢程培澄和程培聪的爱心支持！

希望本书能对 1stOpt 的新老用户有所帮助。限于水平、时间和经验，不足之处敬请批评指正。

著者 2012 年 1 月

本书共分 10 章，第 1 章介绍 1stOpt 的概况，第 2 章介绍 1stOpt 的启动与基本操作，第 3 章介绍 1stOpt 的模型建立，第 4 章介绍 1stOpt 的求解器，第 5 章介绍 1stOpt 的求解器选择，第 6 章介绍 1stOpt 的求解器设置，第 7 章介绍 1stOpt 的求解器应用，第 8 章介绍 1stOpt 的求解器应用，第 9 章介绍 1stOpt 的求解器应用，第 10 章介绍 1stOpt 的求解器应用。

本书共分 10 章，第 1 章介绍 1stOpt 的概况，第 2 章介绍 1stOpt 的启动与基本操作，第 3 章介绍 1stOpt 的模型建立，第 4 章介绍 1stOpt 的求解器，第 5 章介绍 1stOpt 的求解器选择，第 6 章介绍 1stOpt 的求解器设置，第 7 章介绍 1stOpt 的求解器应用，第 8 章介绍 1stOpt 的求解器应用，第 9 章介绍 1stOpt 的求解器应用，第 10 章介绍 1stOpt 的求解器应用。

本书共分 10 章，第 1 章介绍 1stOpt 的概况，第 2 章介绍 1stOpt 的启动与基本操作，第 3 章介绍 1stOpt 的模型建立，第 4 章介绍 1stOpt 的求解器，第 5 章介绍 1stOpt 的求解器选择，第 6 章介绍 1stOpt 的求解器设置，第 7 章介绍 1stOpt 的求解器应用，第 8 章介绍 1stOpt 的求解器应用，第 9 章介绍 1stOpt 的求解器应用，第 10 章介绍 1stOpt 的求解器应用。

本社网址: www.jctn.com.cn
本书如出现印刷质量问题，由本社发行部负责调换。联系电话: (010) 88356705

目 录

第 1 章 1stOpt 基础	1
1.1 1stOpt 简介	1
1.1.1 数值优化技术	1
1.1.2 科学计算软件	1
1.1.3 通用优化计算软件平台	2
1.1.4 1stOpt 软件	2
1.1.5 1stOpt 特征	3
1.1.6 1stOpt 计算模式	4
1.2 1stOpt 工作环境	5
1.2.1 菜单	5
1.2.2 工具栏及设定	6
1.2.3 导航窗口	6
1.2.4 1stOpt 代码本	7
1.2.5 代码本电子表格	8
1.2.6 优化算法及其他设定	9
1.2.7 计算结果展示和获取	10
1.2.8 二维-三维及预测	12
1.3 1stOpt 电子表格	12
1.4 1stOpt 关键字	16
1.5 1stOpt 支持的数学函数	19
1.6 基本语法	21
第 2 章 1stOpt 功能	22
2.1 函数优化	22
2.1.1 一维函数优化	22
2.1.2 多维函数优化	22
2.1.3 隐函数优化	23
2.1.4 线性规划	24
2.1.5 非线性规划	26
2.1.6 排列组合优化	27
2.1.7 多目标函数优化	31
2.1.8 极大极小函数优化	33
2.1.9 与 Lingo 的比较	34
2.1.10 与 Matlab 的比较	37
2.2 非线性拟合	39
2.2.1 共享模式拟合	43
2.2.2 缺少变量值的特殊拟合	44

2.2.3	批处理拟合	46
2.2.4	权重拟合	47
2.2.5	带约束拟合	47
2.2.6	带积分的拟合	49
2.2.7	最小一乘及其他特殊拟合	50
2.2.8	隐函数拟合	52
2.2.9	分峰拟合	55
2.2.10	StepReg 的使用	57
2.2.11	QuickReg 与快速拟合	59
2.2.12	递推公式拟合	60
2.2.13	变系数拟合	61
2.2.14	公式自动搜索拟合	63
2.2.15	设定拟合初始取值范围	64
2.2.16	常微分方程拟合	65
2.2.17	复数拟合	75
2.2.18	非线性问题线性化拟合	79
2.2.19	与 Origin 的比较	82
2.2.20	与 Lingo 的比较	84
2.2.21	与其他数学软件的比较	85
2.3	方程及方程组求解	86
2.3.1	一般方程组求解	86
2.3.2	循环方程求解	86
2.3.3	循环递归方程求解	87
2.3.4	整数方程求解	88
2.3.5	复数方程求解	88
2.4	常微分方程数值求解	90
2.4.1	1stOpt 求常微分方程的关键字	90
2.4.2	常微分方程初值问题 (Initial Value Problem, IVB)	90
2.4.3	隐式常微分方程及方程组	92
2.4.4	变系数常微分方程	93
2.4.5	常微分方程边值问题 (Boundary Value Problem, BVB)	98
2.4.6	特殊边值问题	104
2.5	其他应用	104
2.5.1	隐函数作图	104
2.5.2	参数函数作图	107
2.5.3	数据作图	109
2.5.4	作为高级计算器使用	112
2.5.5	使用脚本语言	113
2.5.6	关键字“PassParameter”的使用	116
2.5.7	关键字“SubDivision”的使用	118

2.5.8	关键字“PenaltyFactor”的使用	119
2.6	1stOpt 的编程模式	120
2.6.1	约束函数优化问题	120
2.6.2	时系列模型参数优化率定	121
2.7	1stOpt 调用外部程序	122
2.7.1	调用格式及关键字	123
2.7.2	C++ 编译目标 Dll 文件	124
2.7.3	Visual Fortran (VF) 编译目标 Dll 文件	125
2.7.4	Gun Fortran 编译目标 Dll 文件	127
2.7.5	Delphi 编译目标 Dll 文件	130
2.7.6	PowerBasic 编译目标 Dll 文件	134
2.7.7	Free Basic 编译目标 Dll 文件	136
2.7.8	1stOpt 外部程序编辑器 (IDE)	137
第3章	运筹学应用	141
3.1	运输问题	141
3.2	供应商问题	143
3.3	石油管线规划问题	144
3.4	化学制品集合覆盖问题	148
3.5	校址覆盖问题	150
3.6	项目承包问题	152
3.7	生产安排问题	154
3.8	生产基地选址问题	155
3.9	物流配送中心选址问题	157
3.10	商场位置选择问题	159
3.11	线规的选择	160
3.12	业务处理问题	162
3.13	服务员聘用问题	164
3.14	坐席安排问题	165
3.15	水量分配问题	166
3.16	物品交易效应最大化问题	167
3.17	八皇后问题	168
3.18	田忌赛马问题	169
3.19	水库捕鱼计划问题	171
3.20	炼油厂加工问题	172
3.21	避难转移最优路径问题	174
第4章	趣味优化问题	182
4.1	填数字游戏	182
4.2	取豆问题	183
4.3	苹果数问题	184
4.4	数字问题	184

4.5	自幂数问题	185
4.6	最大回文数字问题	185
4.7	年龄问题	186
4.8	布雷问题	187
4.9	正方形内装圆问题(钢板切割)	188
4.10	大圆套小圆问题	190
4.11	公切圆问题	192
4.12	人工神经网络问题	193
第5章	水文水资源工程问题	195
5.1	明渠临界水深计算	195
5.2	溢流坝下游收缩断面水深计算	195
5.3	箱型(Tank)水文模型参数优化率定	196
5.4	降雨水位模型参数优化	199
5.5	路面排水水质模型参数优化率定	200
5.6	遥感水质模型参数反演	201
5.7	水库调洪演算计算	203
5.8	河道洪水演进模型	207
5.9	天然河道水面线计算	209
5.10	地下水水质及洪水灾害评估模型	214
5.11	水文地质 Thies 井模型参数估算	219
5.12	皮尔逊-III 型模型参数计算	222
5.13	水库预泄期最优泄流调度方案模型	224
第6章	优化测试题集	230
6.1	函数优化测试题集	230
6.2	非线性拟合测试题集	239
参考文献		255

第 1 章 1stOpt 基础

1.1 1stOpt 简介

1.1.1 数值优化技术

数值优化技术在各行业都有着广泛的应用需求和前景，特别是非线性全局最优化技术更是当前数值计算领域的研究热点和难点。

优化问题主要分为线性和非线性两类，与其对应，求解算法也分为线性和非线性优化算法。对于前者，已有了成熟、高效且通用的算法，如单纯性算法和內点法。而对非线性问题，由于问题的多变性和复杂性，至今尚无一通用且普适的算法。经典传统的最优算法如牛顿法、拟牛顿法等，已较为成熟完善，但由于是局部最优算法，其最大的弱点即是对初值依赖严重，而合适初值的确定依靠经验和运气，尤其是在待求参数较多的情况下，选择合理的初值对大多数普通用户而言相当困难，因此计算结果存在很大的不确定性。近一二十年逐步兴起的启发式进化算法如遗传算法、模拟退火、免疫算法、蚁群算法、粒子群算法等，虽然这些算法在理论上被证明是全局优化，即具有不依赖初值的全局寻优能力，但在实际实现和应用当中却远非理想，存在早熟、不收敛、随机性强等问题，需要完善改进的地方很多；正因为如此，该领域成为国内外研究热点，各国都投入了大量人力、物力和财力，并有逐年增加的趋势。以中国大陆 1998 年至 2008 年这 10 年间为例，仅以“遗传算法”为主题关键字，从中国知网数据库（CNKI）查询，相关研究文章篇数逐年递增，从 1998 年的不足 726 篇到 2008 年的 7268 篇，而如果以优化为主题词进行查询，仅 2008 年一年就高达 8 万余篇，其中很多都得到了诸如国家自然科学基金、“863”项目等的资助和扶持。

如上所述，国内研究或使用优化技术者非常之多，所取得的科研成果也非常丰富，如其中很多研究者均报道在优化算法理论、结构或实际应用上取得了许多不俗的研究成果甚至突破，一些成果还获得了国家级大奖。但很可惜的是这些研究或成果大多停留于理论、论文或报告层面，没有转化为易于理解和使用的通用模块或计算平台，而仅凭研究报告和论文描述，对大多数终端用户而言，限于编程及对优化理论的掌握水平等原因，很难完全理解和掌握这些算法，这就导致了两个非常普遍的严重问题：①无法重现算法，因而也就难以验证算法的正确性、可靠性和可行性；②难以将这些算法尽快较好地应用到自己所面临的实际问题当中去。解决这一问题的有效途径之一就是基于好的优化算法研究成果开发优化计算通用模块或计算平台。

1.1.2 科学计算软件

科学计算软件的重要性不言而喻，从数学软件四大家族 Matlab、Mathematica、Maple 和 MathCAD 到各种专用的科学分析软件，其已成为我们日常科研活动不可缺少的得力工具。然而令人遗憾和担忧的是，国内对科学计算软件的需求虽然很大，但整个市场几乎都被国外的软件所占据：统计分析用 SAS、SPSS 和 S-Plus，科学绘图用 Origin 和 SigmaPlot，有限元用 Ansys 和 Abaqus，运筹学用 GAMS、Lingo 和 CPLEX 等。虽然国家大力支持，但到目前为止，能在国际上有竞争力并被认可的国产计算软件尚未出现，原因如下：

(1) 盗版软件获取容易：我国使用了全世界最好的软件，这一方面抹杀了创新动力，

另一方面使国产计算机软件靠市场化发展的梦想成为泡影。

(2) 人员方面: 写软件能力强的人, 科学计算背景不足, 科学背景能力强的人, 计算机应用能力不足, 专业学得好又能够编写高质量计算机代码和程序的人是少之又少。

(3) 理论与实际脱节: 虽然国家有“863”、“核高基”等项目的支持, 但大多数科研仅仅是为了科研, 很多所谓的成果经不起实际的检验。

(4) 科研创新精神不够: 斯坦福大学的几个学生把 Google 做成一个举世瞩目的全球公司, Matlab 是 Cleve Moler 在新墨西哥大学教学时设计的, Mathematica 是 Wolfram 在研究复杂系统中逐渐开发出来的, SAS 最早由北卡罗来纳大学的两位生物统计学研究生编制, 并于 1976 年正式推出了 SAS 软件……, 这样的例子举不胜举, 但在我国却少见这样的例子。

1.1.3 通用优化计算软件平台

通用优化计算软件平台是优化算法的具体体现和最终实现平台, 使用者仅需关注自己的优化问题而不用考虑算法的具体实现原理和过程, 因此具有上手快、易于使用、见效快等优点。纵观当前国内市场, 成熟通用的优化计算平台几乎是清一色的外来品, 从专用优化软件如 CPLEX、GAMS 和 Lingo 等, 到具有优化模块或插件功能的综合数学软件包如 Matlab、Mathematica、Maple、SAS 和 S-Plus 等, 而在非线性拟合方面, 知名的软件有 OriginPro、Matlab、SAS、SPSS、DataFit、GraphPad、TableCurve2D 和 TableCurve3D 等, 这些软件名气大、用户广, 已基本垄断了市场。而国内虽然研究、使用优化技术者成千上万, 申报的相应成果也非常多, 但这些成果却没有从理论层面和研究阶段发展至开发出一款拥有自主特有算法及自主知识产权、具有市场应用前景和竞争力且被广大用户认可的通用优化计算平台。1stOpt 软件平台的出现, 使这一希望变成现实。

1.1.4 1stOpt 软件

1stOpt 名字源自英文 “First Optimization”, 是国内目前所知首款通用数值优化仿真计算软件平台, 在全局优化能力方面与当今世界上最优秀最流行的优化软件如 Lingo、GAMS 等相比毫不逊色, 甚至表现更优; 而在使用方便度方面则更胜一筹, 初次使用该软件的用户, 参照实例和说明, 不需一小时就可基本掌握使用方法并解决自己的实际问题。

该软件平台拥有强大的全局优化能力、简洁易用的用户界面、可扩展的高级语言支持, 可广泛应用于非线性回归、曲线拟合、非线性复杂模型参数估算求解和线性/非线性规划等各学科领域优化问题。该平台内含多种经典及现代优化算法如牛顿法、模拟退火、遗传算法、爬山法等; 而其独创特有的通用全局优化算法 (Universal Global Optimization, UGO), 在保留经典局部算法快捷高效的同时, 全局非线性寻优能力更是得到了极大的提升, 对非线性优化问题, 虽然还不能保证 100% 的全局成功求解率, 但相比目前市场上流行的软件平台或算法已有了质的突破, 具备了不依赖初值的特性, 这使其在降低使用门槛的同时, 还大大地提高了求解成功率。以非线性拟合为例, 目前世界上在该领域最有名的软件工具包如 Matlab、OriginPro、SAS、SPSS、DataFit 和 GraphPad 等, 均需用户提供适当的参数初始值以便计算能够收敛并找到最优解。如果设定的参数初始值不当则计算难以收敛, 其结果是无法求得正确结果。而在实际应用当中, 对大多数用户来说, 给出 (猜出) 恰当的初始值是件相当困难的事, 特别是在参数量较多的情况下, 更无异于是场噩梦。而 1stOpt 凭借其超强的寻优、容错能力, 在大多数情况下 (大于 90%), 从任意随机初始值开始, 都能求得正确结果。

美国国家标准与技术研究院 (NIST) 提供有一套 27 道非线性拟合测试题, 是公认的权

威测试题集，世界上几乎所有著名的数据分析软件包都以能通过该套测试题集为验证标准，而 1stOpt 是目前世界上唯一不依赖使用 NIST 提供的初始值，却能以任意随机初始值就可求得全部最优解的软件平台（如果使用 NIST 提供的初始值，则更可轻易求得最优解）。从此意义而言，1stOpt 的实用能力达业界领先水平。

此外，1stOpt 除了直接支持 Basic 和 Pascal 高级语言外，还可以与任意其他高级语言如 C++、Fortran 等联合使用，因而能够描述并解决十分复杂的工程优化问题。对终端用户，勿需要掌握算法，无论求解问题的逻辑关系如何复杂，只需将问题的目标函数、约束函数等描述清楚即可，因而极大地方便了用户，此外由于这些高级语言都是编译性语言，计算速度也快。

1stOpt 推出时间不长，知名度远不及 Lingo 等世界知名软件，但在极短的时间内，已拥有了广大的用户群，国外如著名的英国牛津大学、美国斯坦福大学、美国能源部所属的橡树岭国家实验室（Oak Ridge National Laboratory）、再生能源实验室（National Renewable Energy Laboratory）等，国内用户则几乎包括了大部分顶尖科研院所和知名企业，如中国科学院、国家地震局、航天二院、中国工程物理研究院、核九院、清华大学、北京大学、中国科技大学、浙江大学、上海交大、南京大学等，著名企业如宝钢集团、中石油、中国船舶重工集团公司、中国铝业股份有限公司、大庆集团、霍尼韦尔公司等，都采用了 1stOpt 计算平台。其研究领域更是涵盖了航空航天、军事、水利水电、能源、计算机信息、生物科学、社会经济、农业工程、环境等各方面，公开发表的论文已近千篇。

1.1.5 1stOpt 特征

一个优化软件好坏的评价标准主要包括三个方面：

（1）效果（Effective）：优化计算结果是否正确（最优或接近最优），一种算法如果效果不好，即使效率再高再易于使用也毫无价值。

（2）效率（Efficiency）：计算效率是否可接受，虽然计算机硬件功能有了长足进展，但对优化问题而言，计算时间仍是重要衡量指标。

（3）易用（Easy for Use）：是否易于使用，软件平台设计的是否人性化、是否易于理解和使用将会严重影响软件的推广和进入门槛。

上述标准所占比重应该是相同的，各为 33%，1stOpt 软件平台应该说基本满足三者平衡的要求。

◇ 1stOpt 内嵌的优化算法

- （1）通用全局优化算法（Universal Global Optimization, UGO）。
- （2）稳健全局优化算法（Robust Global Optimization, RGO）。
- （3）下山单体法（Simplex Method, SM）+ 通用全局优化算法（Universal Global Optimization, UGO）。
- （4）差分进化法（Differential Evolution, DE）。
- （5）遗传算法（Genetic Algorithms, GA）。
- （6）模拟退火（Simulated Annealing, SA）。
- （7）离子群法（Particle Swarm Optimization, PSO）。
- （8）最大继承法（Max Inherit Optimization, MIO）。
- （9）自组织群移法（Self-Organizing Migrating Algorithms, SOMA）。
- （10）禁忌搜索法（Tabu Search, TS）。

第(11) 单纯线性规划法 (Simplex Linear Programming, LP)。

◇ 1stOpt 应用范围

- (1) 模型自动优化率定。
- (2) 参数估算。
- (3) 任意模型公式线性、非线性拟合回归。
- (4) 非线性联立方程组求解。
- (5) 常微分方程及方程组, 初值和边值问题。
- (6) 常微分方程拟合。
- (7) 复数类型拟合及复数方程组求解。
- (8) 任意维函数, 隐函数极值求解。
- (9) 隐函数根求解, 作图, 求极值。
- (10) 线性、非线性及整数规划。
- (11) 组合优化问题。
- (12) 高级计算器。

◇ 1stOpt 特长

- (1) 模型采用自然描述语言, 简单易懂, 学习周期短。
- (2) 线性、非线性、混合整数规划, 二次规划, 优化组合。
- (3) 功能强劲, 是目前唯一能以任何初始值而求得美国国家标准与技术研究院 (NIST; National Institute of Standards and Technology) 非线性回归测试题集最优解的软件包。
- (4) 可广泛用于水文水资源及其他工程模型优化计算。内嵌 VB 及 Pascal 语言, 可帮助描述处理复杂模型。
- (5) 可连接由任何语言 (C++、Fortran、Basic 和 Pascal 等) 编译而成的外部目标函数动态连接库或命令行可执行文件。
- (6) 独特的隐含数优化、拟合, 智能拟合, 带约束的拟合功能。
- (7) 非线性曲线拟合可处理任意类型模型公式, 任意多数目的待求参数及变量。
- (8) 直接支持微分方程和复数方程拟合。
- (9) 模型自动率定时可同时处理多个数据文件。
- (10) 可非常容易地处理一些特殊的参数, 如降雨径流模型中的流域初期土壤含水量。
- (11) 可同时处理多个输出量。
- (12) 实时显示计算结果。
- (13) 可直接读存 Excel、CSV 等格式文件。
- (14) 界面简单友好, 使用方便。
- (15) 自带有上百个实例, 覆盖范围包括几乎所有优化方面。通过不同类型实例, 用户可轻松掌握 1stOpt 的用法。

◇ 1stOpt 系统要求

- (1) 操作系统: Win98/WinMe/Win2000/WinXP/WinVista/Win7。
- (2) 硬盘空间: 50M。
- (3) 内存: 512M 以上。

1.1.1.6 1stOpt 计算模式

1stOpt 的计算模式可分为三个层次: 快捷模式、编程模式和混编模式。快捷模式使用类自然

描述语言，直观、简单易学，约 80% 的优化问题可用这种方式解决；编程模式直接支持 Basic 和 Pascal 两种高级编程语言，可描述处理较为复杂的问题的优化问题，所占比例约 15%；剩余 5% 的问题可通过混编模式，即与任一高级语言混合编程，可处理任意大型复优化杂问题。

1.2 1stOpt 工作环境

1stOpt 主界面如图 1-1 所示，主要包括主菜单、工具栏、文件/代码/关键字游览窗口、代码输入文本窗口、算法及选项设置页面、结果显示页面、代码本关联电子表格和属性编辑器等。

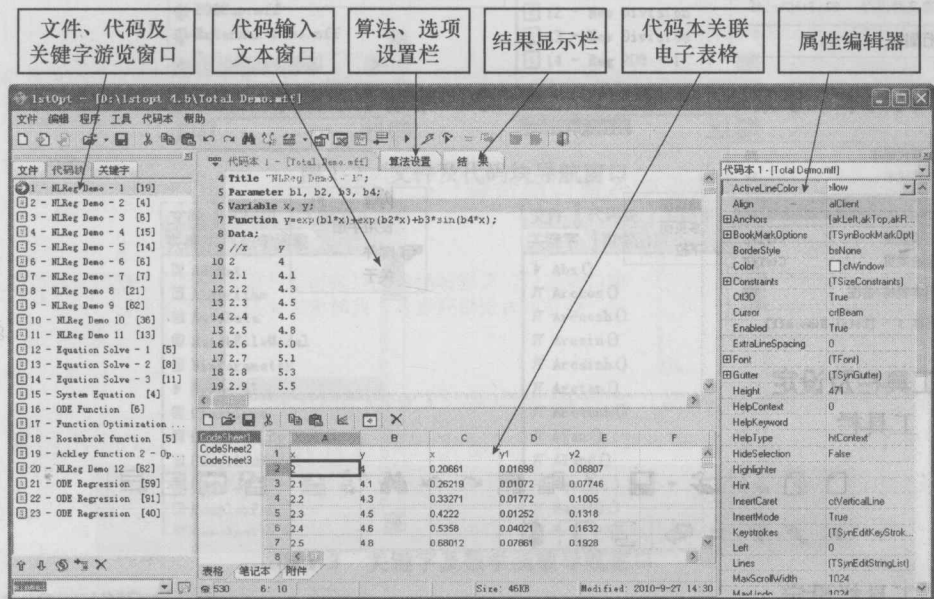


图 1-1 1stOpt 主界面

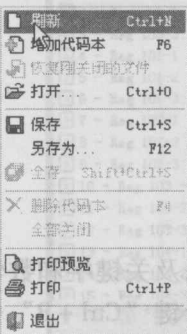
1.2.1 菜单

1stOpt 是标准的 Windows 应用程序，通过菜单能够实现几乎所有功能。

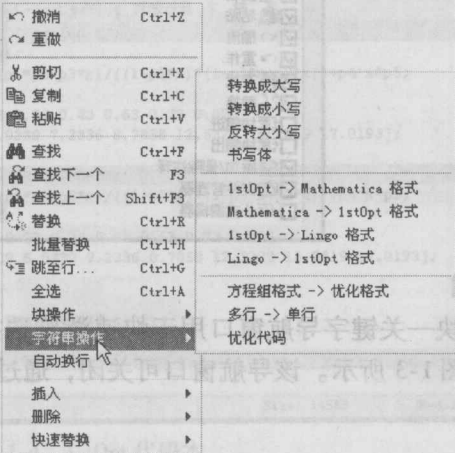
◇ 主菜单

文件 编辑 程序 工具 代码本 帮助

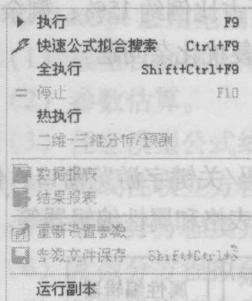
◇ “文件”子菜单



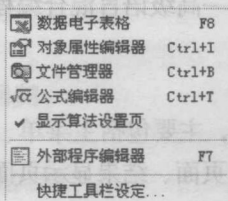
◇ “编辑”子菜单



◇ “程序”子菜单



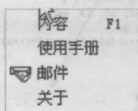
◇ “工具”子菜单



◇ “代码本”子菜单

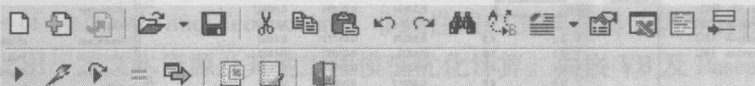


◇ “帮助”子菜单



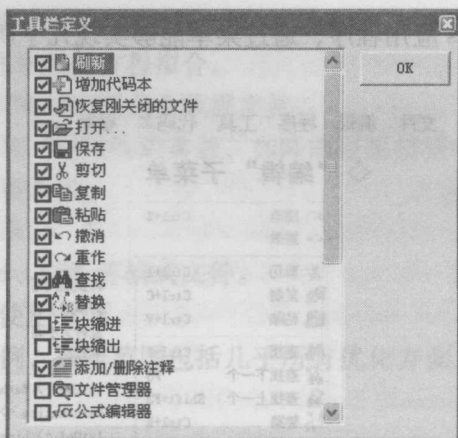
1.2.2 工具栏及设定

(1) 工具栏



(2) 工具栏设定

在工具栏上点击右键，选“自定义”，弹出如下图工具栏图标设定窗口，一旦设定，下次启动时会自动记住前次设定。



1.2.3 导航窗口

文件—代码块—关键字导航窗口用于快速浏览选择文件、代码块以及关键字和数学函数，如图 1-2 和图 1-3 所示。该导航窗口可关闭，通过主菜单或快捷组合键“Ctrl + B”也可重新激活。

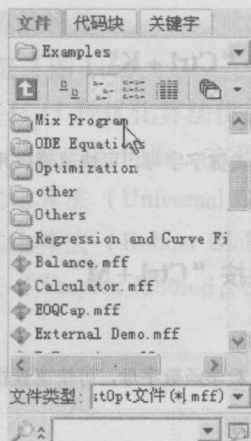


图 1-2 文件及代码块导航窗口

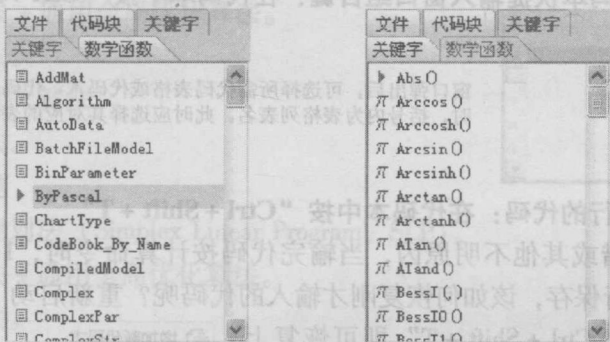


图 1-3 关键字及数学函数导航窗口

1.2.4 1stOpt 代码本

代码本（图 1-4）是 1stOpt 的主要工作区域，问题代码、数据等均在此输入。在同一代码本中可写多个不同问题的代码，由关键词“NewDivision”来区分。可同时开启多个代码编辑本。同一代码文件中还可加入富文本如图、表、公式等，也可把不同格式的文件添附进来。另外需注意 1stOpt 不区分大小写。

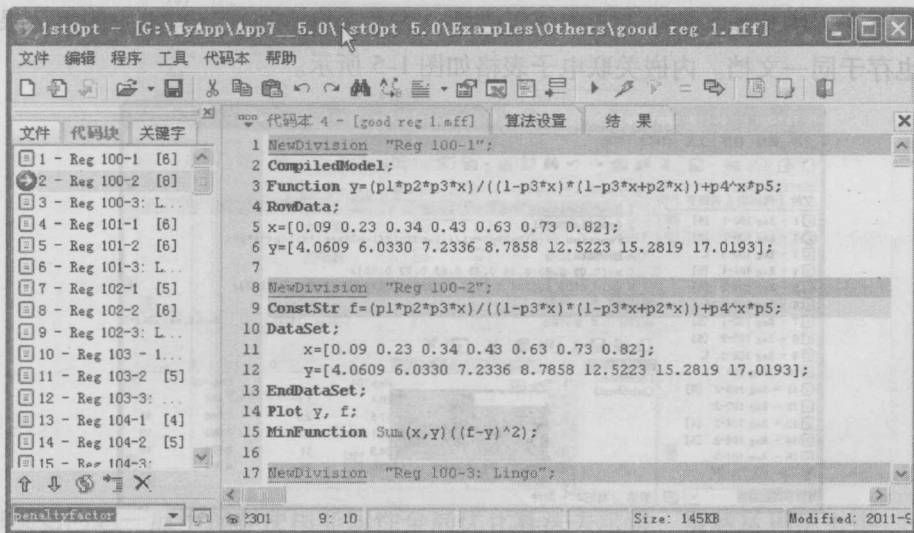
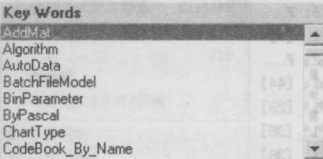


图 1-4 1stOpt 代码本

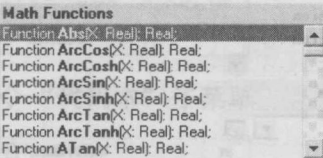
代码本中主要快捷组合键如下：

◇ 关键字快捷输入窗口组合键：在代码本中按 “Ctrl + K”



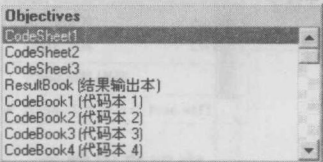
窗口弹出后，按顺序输入关键字字母，可快速查找并输入所需关键字

◇ 数学函数快捷输入窗口组合键：在代码本中按 “Ctrl + M”



窗口弹出后，按顺序输入数学函数字母，可快速查找并输入所需数学函数

◇ 代码表格、代码本快捷输入窗口组合键：在代码本中按 “Ctrl + J”



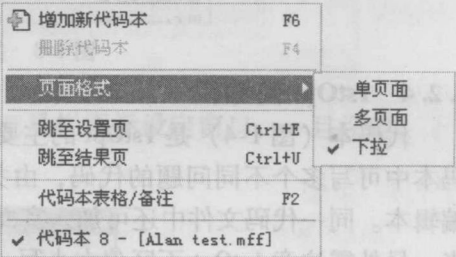
窗口弹出后，可选择所需代码表格或代码本。代码表格列表名不同于表格名时，括号内为表格列表名，此时应选择其对应的表格名

◇ 恢复上一次执行的代码：在代码本中按 “Ctrl + Shift + T”

有时由于代码输错或其他不明原因，当输完代码按计算命令时，1stOpt 出错而自动退出，如果先前没有进行保存，该如何恢复刚才输入的代码呢？重新启动 1stOpt，开启新一代码本，在代码本中按 “Ctrl + Shift + T” 即可恢复上一次执行的代码。

关键字和数学函数也可通过导航窗口选择并双击来输入。

代码本有三种排列方式，单页面、多页面和下拉式，可通过主菜单“代码本”→“页面格式”来设定。



1.2.5 代码本电子表格

代码本电子表格功能类似于 1.3 节电子表格，其数据可直接在代码本中调用，保存文档时，数据也存于同一文档。内嵌关联电子表格如图 1-5 所示。

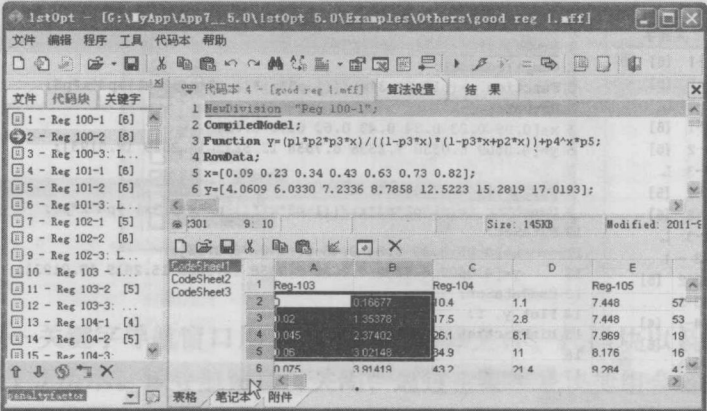


图 1-5 1stOpt 内嵌关联电子表格