

MATLAB

数学建模

方法与amp;实践 (第3版)

卓金武 王鸿钧 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

MATLAB®
examples

MATLAB® & Simulink® 开发实例系列丛书

MATLAB 数学建模方法与实践

(第3版)

卓金武 王鸿钧 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书从数学建模的角度介绍了 MATLAB 的应用,涵盖了绝大部分数学建模问题的 MATLAB 求解方法。全书共 5 篇。第一篇是基础篇,介绍基本概念,包括 MATLAB 在数学建模中的地位、数学模型的分类及各类需要用到的 MATLAB 技术,以及 MATLAB 编程入门;第二篇是技术篇,介绍 MATLAB 建模的主流技术,包括数据建模技术(数据的准备、常用的数学建模方法、机器学习、灰色预测、神经网络及小波分析)、优化技术(标准规划模型的求解、遗传算法、模拟退火算法、蚁群算法等全局优化算法)、连续模型、评价型模型以及机理建模的 MATLAB 实现方法;第三篇是实践篇,以历年全国大学生数学建模竞赛的经典赛题为例,介绍 MATLAB 在其中的实际应用过程,包括详细的建模过程、求解过程以及原汁原味的竞赛论文;第四篇是赛后重研究篇,主要介绍如何借助 MATLAB 的工程应用功能将模型转化成产品的技术;第五篇是经验篇,主要介绍数学建模的参赛经验、心得、技巧,以及 MATLAB 的学习经验,这些经验会有助于竞赛的准备和竞赛成绩的提升,从容参与数学建模活动。

本书特别适合作为数学建模竞赛的培训教材或参考用书,也可作为大学“数学实验”“数学建模”“数据挖掘”课程的参考用书,还可供广大科研人员、学者、工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 数学建模方法与实践 / 卓金武,王鸿钧编著

. --3 版. --北京:北京航空航天大学出版社,2018.6

ISBN 978-7-5124-2727-3

I. ①M… II. ①卓… ②王… III. ①Matlab 软件—应

用—数学模型 IV. ①O141.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 120293 号

版权所有,侵权必究。

MATLAB 数学建模方法与实践(第 3 版)

卓金武 王鸿钧 编著

责任编辑 张冀青

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:goodtextbook@126.com 邮购电话:(010)82316936

山东华立印务有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1 092 1/16 印张:20.5 字数:538 千字

2018 年 7 月第 3 版 2018 年 7 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-5124-2727-3 定价:59.00 元

前言

本书较第2版的主要变化

在《MATLAB在数学建模中的应用》第2版出版2年后,也就是2016年,跟北京航空航天大学出版社陈守平老师讨论再版的规划,当时就感觉受到书名的限制,有些内容不容易展开。有几位从事数学建模教育工作的读者也曾发邮件反馈内容的设置问题,其中一点就是不能调整书名。所以本书的一个主要变化是调整了书名,使其外延更广阔,而且部分院校在选用作为教材时可以避免书名局限的问题;还有一个最重要的原因,经历两版后,由于数学建模和MATLAB的发展都很快,内容上也希望有个全新的变化。

本书的第二大主要变化就是内容,绝大多数的篇章不同于以前的版本。本书将内容分为5个部分,思路是按照基础、技术、实践、内容重研究、经验展开的;主题的技术部分是按照数学建模的类型展开的,将数学模型分为数据、优化、连续、评价、机理建模5个类型。MATLAB技术的介绍也是按照这5类展开,介绍的技术正好是5类问题需要的建模方法以及这些方法的MATLAB实现。此安排更便于读者准备竞赛,有利于快速对数学建模有个全面的认识,也有利于快速建立对数学建模的兴趣和信心。

“赛后重研究篇”是新加的内容,其想法与竞赛组委会设立赛后重研究的初衷一致,数学建模是非常有用的技术,不能止步于竞赛,而是应该让数学建模在科研和产业界发挥更大、更实质性的作用。MATLAB作为主要的数学建模实现工具,大家往往更关心其科学计算本身,而并没有注意它还有系统设计、系统仿真、代码生成等产品开发功能,只要将数学模型迁移到Simulink中,借助基于模型的设计理念,就可以很快将数学模型转化成产品,所以在“赛后重研究篇”,重点介绍如何借助MATLAB实现从数学模型向产品的转化。现在的读者思路更开阔,而且有丰富的智能硬件可以应用,如何将模型、工具与智能经验结合起来,从而真正地进行创新、产品研发,对于很多读者来说,是非常有意义的事。

本书特色

纵观全书,可发现本书的特点鲜明,主要表现在:

(1) 方法务实,学以致用。本书介绍的方法都是数学建模中的主流方法,都经过实践的检验,具有较强的实践性。对于每种方法,本书基本都给出了完整、详细的源代码,这对于读者来说,具有非常大的参考价值,很多程序可供读者直接套用并加以学习。

(2) 知识系统,结构合理。本书的内容编排从基本概念与技术,到真题实践,再到重研究和竞赛经验,使得概念、技术、实践、经验四位一体,自然形成全书的知识体系。而对于具体的技术,也是脉络清晰、循序渐进,按照数据建模、优化、连续、评价、机理建模展开,内容上整体是从基础技术入手,再到融会贯通。正因为有完整的知识体系,读者读起来才有很好的完整感,从而更利于理解数学建模的知识体系,这对于学习是非常有帮助的。

(3) 案例实用,易于借鉴。本书选择的案例都是来自数学建模中的经典案例和真实竞赛

题,并且带有数据和程序,所以很容易让读者对案例产生共鸣,同时可以利用案例的程序进行模仿式学习,所带的程序也有助于提高读者的学习效率。

(4) 理论与实践相得益彰。本书的每个方法,除了理论讲解,都配有一个典型的应用案例,读者可以通过案例加深对理论的理解,同时理论也让案例的应用更有说服力。技术的介绍都以实现实例为目的,同时提供大量技术实现的源程序,方便读者学习。本书注重实践和应用,秉承务实、贴近读者的写作风格。

(5) 内容独特,趣味横生,文字简洁,易于阅读。很多方法和内容都是同类书籍中所没有的,这无疑增加了本书的新颖性和趣味性。另外,在保证描述精准的前提下,我们摒弃了那些刻板、索然无味的文字,让文字既有活力,又更易于阅读。

如何阅读本书

全书内容分为五个部分,故成五篇。

第一篇(基础篇)主要介绍一些基本概念和知识,包括 MATLAB 在数学建模中的地位、数学模型的分类及各类需要用到的 MATLAB 技术,以及 MATLAB 编程入门。

第二篇(技术篇)是技术的主体部分,系统介绍了 MATLAB 建模的主流技术。这个部分又按照数学建模的类型分为五个方面:

(1) 第 3~6 章主要讲数据建模技术,包括数据的准备、常用的数学建模方法、机器学习、灰色预测、神经网络以及小波分析。

(2) 第 7~9 章主要介绍优化技术,包括标准规划模型的求解、MATLAB 全局优化技术,由于蚁群算法也是比较经典的全局优化算法,但不包含在全局优化工具箱中,所以单独介绍了这个算法。

(3) 第 10 章介绍了连续模型的 MATLAB 求解方法。

(4) 第 11 章介绍的是评价型模型的求解方法。

(5) 第 12 章介绍的是机理建模的 MATLAB 实现方法。

第三篇(实践篇),以历年全国大学生数学建模竞赛的经典赛题为例,介绍 MATLAB 在实际应用过程,包括详细的建模过程、求解过程以及原汁原味的竞赛论文,不仅让读者体会 MATLAB 的实战技能,也能增强读者的建模实战水平。

第四篇(赛后重研究篇),主要介绍如何借助 MATLAB 的工程应用功能,将模型转化成产品,并通过在转化过程中强化反馈,倒逼模型和算法的提升。因为有很多模型不通过产品化,是很难发现其中缺陷的。

第五篇(经验篇),主要介绍数学建模的参赛经验、心得、技巧,以及 MATLAB 的学习经验,这些经验有助于竞赛的准备和竞赛成绩的提升,至少让读者更从容地参与数学建模活动。

其中,前三篇为本书的重点内容,建议重点研读;第四篇为选读内容,适合赛后对研究或模型产品化感兴趣的读者;第五篇可以了解一下,在实际准备数学建模的过程中,如果遇到问题,可以再重新阅读此篇。

读者对象

□ 数学建模参赛者;

若您对此书内容有任何疑问,可以登录 MATLAB 中文论坛此书版块与大家交流。

- 数学、数学建模等学科的教师和学生；
- 从事数学建模相关工作的专业人士；
- 需要用到数学建模技术的各领域的科研工作者；
- 希望学习 MATLAB 的工程师或科研工作者，因为本书的代码都是用 MATLAB 编写的，所以对于希望学习 MATLAB 的读者来说，也是一本很好的参考书；
- 其他对数学建模和 MATLAB 感兴趣的人士。

致读者

致教师

本书系统地介绍了 MATLAB 数学建模技术，可以作为数学、数学建模、统计、金融等专业本科生或研究生的教材。书中的内容虽然系统，但也相对独立，教师可以根据课程的学时和专业方向，选择合适的内容进行课堂教学，其他内容则可以作为参考。授课部分，一般会包含第一篇、第二篇，如果课时较多，则可以增加其他章节中一些项目案例的学习。

在进行课程备课的过程中，如果您需要书中一些电子资料作为课件或授课支撑材料，可以直接给笔者发邮件(70263215@qq.com)说明您需要的材料和用途，笔者会根据具体情况，为您提供力所能及的帮助。

致学生

作为 21 世纪的大学生，数学建模是一项基本技能，尤其是对以后有志于做科研工作的学生来说更应掌握。数学建模竞赛是非常好的竞赛，不仅可以学习数学建模这一技能，而且还可以认识很多优秀的小伙伴，跟这些小伙伴们一起备战建模，相信也会感受到别样且有意义的大学生活。

致专业人士

对于从事数学建模的专业人士，尽可以关注整个数学建模技术体系，因为本书的知识体系是当前数学建模书籍中体系相对完善的。此外，书中的算法案例和项目案例，也算是本书的特色，值得借鉴。

配套资源

配套程序和数据

为了方便读者学习，作者将提供书中使用的程序和数据，下载地址为：

<http://www.ilovematlab.cn/thread-550185-1-1.html>

如下载遇到问题，也可以直接发邮件至 70263215@qq.com 与作者联系。

配套教学课件

为了方便教师授课，我们也开发了本书配套的教学课件，如有需要，可以与作者联系。

勘误和支持

由于编写时间仓促，加之作者水平有限，所以书中错误和疏漏之处在所难免。在此，诚恳地期待广大读者批评指正。如果您有什么建议，也可以直接将建议发送至以上邮箱。在技术之路上如能与大家互勉共进，我们也倍感荣幸！对于书中出现的问题，将在论坛的勘误部分进行修正，勘误地址为：

<http://www.ilovematlab.cn/thread-550189-1-1.html>

致 谢

感谢 MathWorks 官方文档提供了最全面、最深入、最准确的参考材料,强大的官方文档支持也是其他资料所无法企及的,同时感谢 MATLAB 中文论坛为本书提供的交流讨论专区。感谢北京航空航天大学出版社陈守平老师一直以来的支持和鼓励,使我们顺利完成全部书稿。

书中可能还存在值得商榷甚至错漏之处,我们一定会用心改进。在此,诚恳地期待并感谢广大读者继续批评指正。

作者联系方式:

E-mail:70263215@qq.com

作 者

2018 年 1 月

若您对此书内容有任何疑问,可以登录 MATLAB 中文论坛此书版块与大家交流。

目 录

第一篇 基础篇

第1章 绪论	3
1.1 MATLAB在数学建模中的地位	3
1.2 正确且高效的MATLAB编程理念	4
1.3 数学建模对MATLAB水平的要求	4
1.4 如何提高MATLAB建模水平	5
1.5 小结	6
参考文献	6
第2章 MATLAB数学建模快速入门	7
2.1 MATLAB快速入门	7
2.1.1 MATLAB概要	7
2.1.2 MATLAB的功能	8
2.1.3 快速入门案例	9
2.1.4 入门后的提高	15
2.2 MATLAB常用技巧	16
2.2.1 常用标点功能	16
2.2.2 常用操作指令	16
2.2.3 指令编辑操作键	16
2.2.4 MATLAB数据类型	16
2.3 MATLAB开发模式	18
2.3.1 命令行模式	18
2.3.2 脚本模式	18
2.3.3 面向对象模式	18
2.3.4 三种模式的配合	18
2.4 小结	19
参考文献	19

第二篇 技术篇

第3章 数据的准备	23
3.1 数据的获取	23
3.1.1 从EXCEL中读取数据	23
3.1.2 从TXT中读取数据	23
3.1.3 读取图片	26

3.1.4 读取视频	26
3.2 数据的预处理	27
3.2.1 缺失值处理	28
3.2.2 噪声过滤	29
3.2.3 数据集成	31
3.2.4 数据归约	32
3.2.5 数据变换	32
3.3 数据的统计	34
3.3.1 基本描述性统计	34
3.3.2 分布描述性统计	35
3.4 数据可视化	35
3.4.1 基本可视化	36
3.4.2 数据分布形状可视化	37
3.4.3 数据关联可视化	38
3.4.4 数据分组可视化	40
3.5 数据降维	41
3.5.1 主成分分析(PCA)基本原理	41
3.5.2 PCA应用案例:企业综合实力排序	43
3.5.3 相关系数降维	46
3.6 小结	46
参考文献	47

第4章 MATLAB常用的数据建模方法

	48
4.1 一元回归	48
4.1.1 一元线性回归	48
4.1.2 一元非线性回归	50
4.2 多元回归	52
4.3 逐步回归	54
4.4 Logistic回归	55
4.5 小结	57
参考文献	57

第5章 MATLAB机器学习方法

5.1 MATLAB机器学习概况	58
5.2 分类方法	59
5.2.1 K-近邻分类	59
5.2.2 贝叶斯分类	63
5.2.3 支持向量机分类	66
5.3 聚类方法	70

5.3.1 K-means 聚类	70
5.3.2 层次聚类	76
5.3.3 模糊 C-均值聚类	80
5.4 深度学习	82
5.4.1 深度学习的崛起	82
5.4.2 深度学习的原理	82
5.4.3 深度学习训练过程	83
5.4.4 MATLAB 深度学习训练过程	84
5.5 小 结	86
参考文献	86
第 6 章 其他数据建模方法	87
6.1 灰色预测方法	87
6.1.1 灰色预测概述	87
6.1.2 灰色系统基本理论	87
6.1.3 经典灰色模型 GM(1,1)	89
6.1.4 灰色预测的 MATLAB 程序	94
6.1.5 灰色预测应用实例	95
6.1.6 灰色预测小结	98
6.2 神经网络	98
6.2.1 神经网络的原理	98
6.2.2 神经网络的实例	100
6.2.3 神经网络的特点	101
6.3 小波分析	101
6.3.1 小波分析概述	101
6.3.2 常见的小波分析方法	102
6.3.3 小波分析应用实例	105
6.4 小 结	107
参考文献	107
第 7 章 标准规划问题的 MATLAB 求解	108
7.1 线性规划	108
7.1.1 线性规划的实例与定义	108
7.1.2 线性规划的 MATLAB 标准形式	109
7.1.3 线性规划问题的解的概念	109
7.1.4 线性规划的 MATLAB 解法	110
7.2 非线性规划	113
7.2.1 非线性规划的实例与定义	113
7.2.2 非线性规划的 MATLAB 解法	114
7.2.3 二次规划	115
7.3 整数规划	117
7.3.1 整数规划的定义	117
7.3.2 0-1 整数规划	117
7.4 小 结	118
参考文献	118

第 8 章 MATLAB 全局优化算法	119
8.1 MATLAB 全局优化概况	119
8.2 遗传算法	119
8.2.1 遗传算法的原理	119
8.2.2 遗传算法的步骤	120
8.2.3 遗传算法的实例	126
8.3 模拟退火算法	128
8.3.1 模拟退火算法的原理	128
8.3.2 模拟退火算法的步骤	130
8.3.3 模拟退火算法的实例	131
8.4 全局优化求解器汇总	138
8.5 延伸阅读	138
8.6 小 结	139
参考文献	139
第 9 章 蚁群算法及其 MATLAB 实现	140
9.1 蚁群算法的原理	140
9.1.1 蚁群算法的基本思想	140
9.1.2 蚁群算法的数学模型	141
9.1.3 蚁群算法的流程	142
9.2 蚁群算法的 MATLAB 实现	142
9.2.1 实例背景	142
9.2.2 算法设计步骤	144
9.2.3 MATLAB 程序实现	144
9.2.4 程序执行结果与分析	147
9.3 算法关键参数的设定	149
9.3.1 参数设定的准则	149
9.3.2 蚂蚁数量	149
9.3.3 信息素因子	151
9.3.4 启发函数因子	151
9.3.5 信息素挥发因子	151
9.3.6 信息素常数	152
9.3.7 最大迭代次数	152
9.3.8 组合参数设计策略	152
9.4 应用实例:最佳旅游方案 (苏北赛 2011B)	152
9.4.1 问题描述	152
9.4.2 问题的求解和结果	153
9.5 小 结	155
参考文献	155
第 10 章 MATLAB 连续模型求解方法	156
10.1 MATLAB 常规微分方程的求解	156

若您对此书内容有任何疑问，可以登录 MATLAB 中文论坛此书版块与大家交流。

10.1.1	MATLAB 常微分方程的表达方法	156
10.1.2	常规微分方程的求解实例	157
10.2	ODE 家族求解器	157
10.2.1	ODE 求解器的分类	157
10.2.2	ODE 求解器的应用实例	158
10.3	专用求解器	159
10.4	小 结	162
	参考文献	162
第 11 章	MATLAB 评价型模型求解方法	163
11.1	线性加权法	163
11.2	层次分析法(AHP)	166
11.3	小 结	167
	参考文献	167
第 12 章	MATLAB 机理建模方法	168
12.1	机理建模概述	168
12.2	推导法机理建模	168
12.2.1	问题描述	168
12.2.2	假设和符号说明	168
12.2.3	模型的建立	169
12.2.4	模型中参数的求解	169
12.3	元胞自动机——仿真法机理建模	171
12.3.1	元胞自动机的定义	171
12.3.2	元胞自动机的 MATLAB 实现	171
12.4	小 结	173
	参考文献	173
第三篇 实践篇		
第 13 章	彩票中的数学问题	177
	(CUMCM2002B)	177
13.1	问题的提出	177
13.2	问题 2 模型的建立	179
13.2.1	模型假设与符号说明	179
13.2.2	模型的准备	179
13.2.3	模型的建立	180
13.3	模型的求解	181
13.3.1	求解的思路	181
13.3.2	MATLAB 程序	181
13.3.3	程序结果	191
13.4	技巧点评	192
	参考文献	193
第 14 章	露天矿卡车调度问题	194
	(CUMCM2003B)	194
14.1	问题的提出	194
14.2	基本假设与符号说明	196
14.2.1	基本假设	196
14.2.2	符号说明	196
14.3	问题的分析及模型的准备	196
14.4	数学模型的建立与求解	198
14.4.1	模型的建立	198
14.4.2	模型的求解	199
14.5	技巧点评	203
	参考文献	203
第 15 章	奥运会商圈规划问题	204
	(CUMCM2004A)	204
15.1	问题的描述	204
15.2	基本假设、符号说明及名词约定	204
15.2.1	基本假设	204
15.2.2	符号说明	205
15.2.3	名词约定	205
15.3	问题的分析与模型的准备	205
15.3.1	基本思路	206
15.3.2	基本数学表达式的构建	206
15.4	设置 MS 网点数学模型的建立与求解	207
15.4.1	模型的建立	207
15.4.2	模型的求解	208
15.5	设置 MS 网点理论体系的建立	210
15.6	商区布局规划的数学模型	212
15.6.1	模型的建立	212
15.6.2	模型的求解	212
15.7	模型的评价及使用说明	217
15.8	技巧点评	217
	参考文献	218
第 16 章	交巡警服务平台的设置与调度问题	219
	(CUMCM2011B)	219
16.1	问题的提出与分析	219
16.2	基本假设	219
16.3	问题 1 模型的建立与求解	220
16.3.1	交巡警服务平台管辖范围分配	220

16.3.2	交巡警的调度	223
16.3.3	最佳新增交巡警服务平台的设置	224
16.4	问题2模型的建立和求解	231
16.5	模型的评价与改进	231
16.6	技巧点评	231
	参考文献	231
第17章	葡萄酒的评价问题	
	(CUMCM2012A)	232
17.1	问题的提出	232
17.2	问题1模型的建立与求解	232
17.2.1	问题1的分析	232
17.2.2	差异显著性评判	233
17.2.3	评价结果稳定性	236
17.3	问题2模型的建立与求解	238
17.3.1	问题2的基本假设和分析	238
17.3.2	葡萄酒质量分级	239
17.3.3	葡萄酒理化指标分级	244
17.3.4	两种分级结果的分析	249
17.4	问题3模型分析	249
17.5	问题4模型分析	249
17.6	论文点评	249
	参考文献	250
第18章	出租车补贴方案优化问题	
	(CUMCM2015B)	251
18.1	问题描述	251
18.2	问题分析	251
18.3	模型假设与符号说明	252
18.4	问题1模型的建立与求解	252
18.4.1	指标的确立	252
18.4.2	里程利用率理想值的确定	253
18.4.3	供求比率理想值的确定	254
18.4.4	供求匹配模型的建立	255
18.4.5	模型求解方法	256
18.4.6	模型求解结果与分析	260
18.5	问题2模型的建立与求解	261
18.5.1	模型准备	261
18.5.2	缓解程度判断模型的建立	263
18.5.3	模型求解及结果分析	265
18.6	问题3模型的建立与求解	266
18.6.1	分区域动态实时补贴模型的建立	266
18.6.2	模型求解及结果分析	267
18.7	模型的评价、改进及推广	269
	参考文献	270

第19章	开放小区对道路通行影响的问题	
	(CUMCM2016)	271
19.1	问题重述	272
19.2	问题分析	272
19.3	模型假设与符号说明	273
19.3.1	假设内容	273
19.3.2	假设可行性	273
19.3.3	符号说明	274
19.4	模型的建立与求解	274
19.4.1	问题1模型的建立与求解	274
19.4.2	问题2模型的建立与求解	277
19.4.3	问题3模型的建立与求解	279
19.4.4	问题4	293
19.5	模型评价与改进	293
	参考文献	294

第四篇 赛后重研究篇

第20章	MATLAB 基于模型的产品开发	
	流程	297
20.1	Simulink 简介	297
20.2	Simulink 建模实例	298
20.2.1	Simulink 建模方法	298
20.2.2	锂电池建模的实现	298
20.3	在 Simulink 中使用 MATLAB	
	数据和算法	303
20.4	基于模型设计的思想	304
20.5	小结	305

第五篇 经验篇

第21章	数学建模参赛经验	309
21.1	如何准备数学建模竞赛	309
21.2	数学建模队员应该如何学习	
	MATLAB	310
21.3	如何才能在数学建模竞赛中	
	取得好成绩	312
21.4	数学建模竞赛中的项目管理和	
	时间管理	313
21.5	一种非常实用的数学建模方法:	
	目标建模法	315
21.6	延伸阅读:MATLAB 在高校的	
	授权模式	316

第一篇 基础篇

本篇是关于数学建模和 MATLAB 的基础知识,主要包括 MATLAB 在数学建模中的作用、MATLAB 的学习理念、数学模型的分类、MATLAB 数学建模基础以及如何提高 MATLAB 数学建模技能。

本篇包括 2 章,各章要点如下:

章 节	要 点
第 1 章 绪 论	(1) 明确 MATLAB 在数学建模中的重要地位; (2) MATLAB 的学习理念:基于项目(问题)的学习; (3) 如何提高 MATLAB 建模水平、模型的分类以及需要的建模技术
第 2 章 MATLAB 数学建模快速入门	(1) MATLAB 的学习理念; (2) MATLAB 入门操作要点; (3) MATLAB 的开发模式以及相互转换

MATLAB 是公认的最优秀的数学模型求解工具,在 CUMCM(中国大学生数学建模竞赛)中超过 95% 的参赛队使用 MATLAB 作为求解工具,在国家奖队伍中, MATLAB 的使用率几乎 100%。虽然比较知名的数学建模软件不只 MATLAB,但为什么 MATLAB 在数学建模中的使用率如此之高?作为资深的数学建模爱好者(从大一 to 研三每年都参加数学建模比赛, CUMCM 2 次获得国家一等奖,研究生赛 1 次获得国家一等奖),笔者认为,一是因为 MATLAB 的数学函数全,包含人类社会的绝大多数数学知识;二是 MATLAB 足够灵活,可以按照问题的需要,自主开发程序,解决问题,尤其是最近几年,国赛中的题目都很开放,灵活度很大,这种情况使得 MATLAB 的编程灵活的优势越发明显。

在数学建模中,最重要的就是模型的建立和模型的求解,当然两者相辅相成。有过比赛经验的数模客们都有这样一种体会,如果 MATLAB 编程弱,在比赛中,根本不敢放开建模,生怕建立的模型求解不出来。要知道,模型如果求解不出来,在比赛中是致命的,所以要首先避免这种问题。所以如果某个参赛队 MATLAB 编程弱,最直接的问题就是:还敢建模吗?不敢放开思想建模,畏手畏脚,思路无法展开,那么想取得好成绩就很难了。

其实 MATLAB 编程弱,并不是真的弱,因为 MATLAB 本身很简单,不存在壁垒,最大的问题是在心理上弱,没有树立正确的 MATLAB 应用理念,没有成功编程的经历,当然在比赛中就害怕了。这些数模客之所以对 MATLAB 使用没有信心,就是因为他们在学习 MATLAB 的时候,一直机械地、被动地学习知识,而没有掌握技巧去搜索知识、运用知识。要知道, MATLAB 的各种知识对个人来说,永远是学不完的,所以如果按照这个方式学习,也就永远不会用 MATLAB 了。但如果掌握正确的 MATLAB 使用方法,只要掌握些小技巧,半小时就可以变成 MATLAB 高手了。高手的区别就只在一点,就是一直有自己的编程思路,需要什么知识就去学习什么知识,然后继续按照自己的思路编程,虽然在过程中,要不断学习,但这样学习最高效,也最容易建立强大的对 MATLAB 的使用信心。

1.1 MATLAB 在数学建模中的地位

图 1-1 是整个数学建模过程所需要的技能矩阵,第二列是模型的求解,包括编程、算法、函数、技巧。如果将整个技能矩阵看成一条蛇,那么求解正是在蛇的 7 寸的位置,正是连接建模与其他板块的枢纽。如果此环节弱,导致不敢放开思路建模,那么模型基础就不好,后面的论文等等就都是浮云了。模型的求解必须重视,而 MATLAB 是模型的最有力的求解工具,所以 MATLAB 的编程水平对数模客来说就尤其重要了。

如果不考虑时间,只要掌握 MATLAB 编程技巧和理念,对于建模中的问题,用 MATLAB 总是可以解决的,但还是要考虑效率。为了提高数学建模水平,在模型的求解环节,除了要掌握基本的 MATLAB 编程技巧,还要积累一些常用的算法、函数,这样在实际用到的时候就不用花费太多的时间去消化算法,也不用花太多时间去摸索函数用法,速度自然就提上来

了。算法、函数有很多,但在数学建模中常用到的就那些,所以最好还是提前都准备一下。具体的算法、函数的准备在后面会介绍,基础却是 MATLAB 的编程理念。

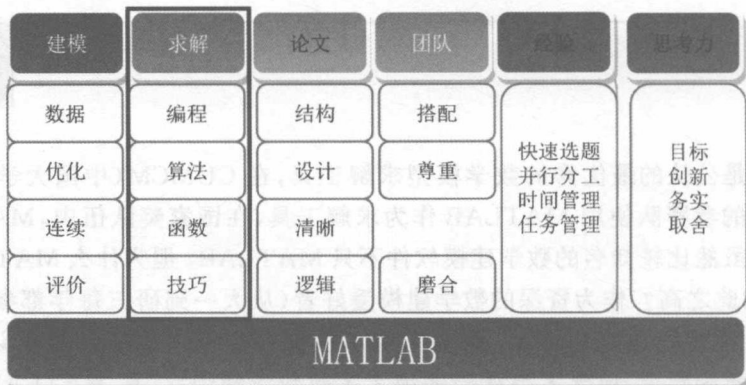


图 1-1 数学建模技能矩阵图

1.2 正确且高效的 MATLAB 编程理念

正确且高效的 MATLAB 编程理念就是以问题为中心的主动编程。我们传统学习编程的方法是学习变量类型、语法结构、算法以及编程的其他知识,既费劲又没效果,因为学习的时候是没有目标的,也不知道学的知识什么时候能用到,等到能用到时候,早就忘掉了,又要重新学习。而以问题为中心的主动编程,则是先找到问题的解决步骤,然后在 MATLAB 中一步一步地去实现。在每一步实现的过程中,根据遇到的问题查询知识(互联网时代查询知识还是很容易的),然后定位成方法,再根据方法,查询到 MATLAB 中的对应函数,查看函数的用法,回到程序解决问题,然后逐一解决问题。在这个过程中,知识的获取都是为了解决问题的,所以每次学习的目标都是非常明确的,学完之后的应用就会强化对知识的理解和掌握,这样即学即用的学习方式是效率最高,也是最有效的。最重要的是,这种主动的编程方式会让学习者体验到学习的乐趣,有成就感,自然就强化对编程的自信了。这种内心的自信和强大在建模中会发挥意想不到的力量,所谓信念的力量。

1.3 数学建模对 MATLAB 水平的要求

要想在全国大学生数学建模竞赛中取得好成绩, MATLAB 是必备的,应该达到的水平可以参考以下标准:

- ① 了解 MATLAB 的基本用法,如常用的命令,如何获取帮助,脚本结构,程序的分节与注释,矩阵的基本操作,快捷绘图方式;
- ② 熟悉 MATLAB 的程序结构、编程模式,能自由地创建和引用函数(包括匿名函数);
- ③ 熟悉常见模型的求解算法和套路,包括连续模型、规划模型、数据建模类的模型;
- ④ 能够用 MATLAB 程序将机理建模的过程模拟出来,就是能够建立和求解没有套路的数学模型。

要想达到这些要求,不能马上按照这个标准去按照传统的学习方式一步一步地学习,而要

结合第二篇的学习理念制定科学的训练计划。

1.4 如何提高 MATLAB 建模水平

那么如何制定科学的训练计划,快速有效地提高数模客的 MATLAB 实战水平呢?既然是实战,就要首先了解数学建模中常见的模型和求解算法,如图 1-2 所示^[1]。

纵观数学建模中的种种问题,可以将这些问题划分为 5 类,各类也都有常用的方法,只要将这些常用的方法都训练到,那么在实际比赛中,再遇到类似的问题,求解起来就会顺手多了。甚至有些程序框架可以直接使用,关键是平时要积累这些常用方法的 MATLAB 程序段,一定要自己总结,不能是拿来主义。

数学建模是非常开放的,对于 5 类问题,只要选定 1 个题目,然后将这类问题的常用方法都用一遍,既拓展了建模思路,又将所有方法都用 MATLAB 实现了一遍,所得的程序自然印象深刻,自己的程序库也有了储备。

再看这 5 类题型,类型 2 和类型 4,方法相对单一,所花的时间不用太多;类型 1 和类型 3 是建模竞赛中的主力题型,方法多,所以需要花的时间也就多点;类型 5 是最近几年出现的新题型,没有固定套路,也不要期望直接套用经典模型了,而要认真、客观地分析问题,从解决问题的角度着手。这类题型,往往机理建模方法比较有效,即从事物内部发展的规律入手,模拟事物的发展过程,在这个过程中建立模型,并用程序去实现。笔者认为,机理建模和求解才是数学建模和编程的最高求解,已经达到心中无模型而胜有模型的境界了。所用的 MATLAB 编程也是最基本的程序编写技巧,关键是思想。

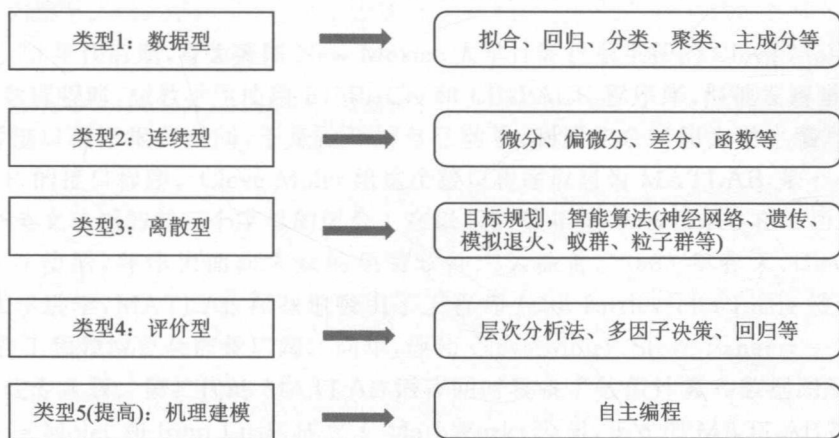


图 1-2 数学模型分类以及各类别的建模和求解方法

结合这 5 类题型和 CUMCM 中 MATLAB 应该具有的水平,本书将在后面的各篇中介绍相应内容:

第一篇:了解 MATLAB 的基本用法,包括几个常用的命令,如何获取帮助,脚本结构,程序的分节与注释,矩阵的基本操作,快捷绘图方式;熟悉 MATLAB 的程序结构、编程模式,能自由地创建和引用函数。

第二篇:根据五大类模型对 MATLAB 的要求,分别介绍 MATLAB 在数据建模、优化、连续模型、评价、机理建模方面的技术。

若您对此书内容有任何疑问,可以登录 MATLAB 中文论坛此书版块与大家交流。

第三篇:节选历年 CUMCM 中的优秀赛题和优秀论文,介绍相应问题的建模过程和用 MATLAB 求解的过程,强化实战经验。

第四篇:数学建模技术在实际的科研、生产实践中作用非常大,越来越多的学者已经认识到数学建模比赛,不应该止步于获奖,更应该重视数学建模的实际作用。参赛者应对模型进一步研究,将问题研究得更透,并尝试将模型转化成产品。这不仅能够培养参与者的兴趣,更是切实回归数学建模服务于实际问题的初心。

第五篇:介绍数学建模的参赛经验,提醒参赛者如何选题,安排时间。一个小目标是不熬夜也能取得好成绩,有收获。

1.5 小 结

本章重点是要认识科学计算工具在数学建模中的重要作用,主要的数学建模题型及对应的建模方法,以及 MATLAB 的编程理念。有了这些认识,相当于找到了前进的方向,也会快速建立对数学建模的兴趣和信心,这是尤其重要的。

参考文献

- [1] 姜启源,谢金星,叶俊. 数学模型[M]. 4 版. 北京:高等教育出版社,2011.