

MATLAB中文论坛鼎力支持
提供“在线交流，有问必答”网络互动答疑服务

- ✓ 全面、系统地介绍了利用MATLAB等工具进行数学建模的知识
- ✓ 详解54个工程应用案例、65个算法案例和31种算法应用
- ✓ 详解21种常用数据处理算法和10种高级数据分析处理算法
- ✓ 结合历年全国大学生数学建模竞赛试题，将建模案例与算法程序结合起来讲解
- ✓ 在案例的分析和计算中巧妙地结合了MATLAB、LINGO和SPSS等不同工具，并采用不同的算法进行模型求解，达到异曲同工之妙
- ✓ 循序渐进，逐步引导读者深入挖掘实际问题背后的数学问题及求解方法

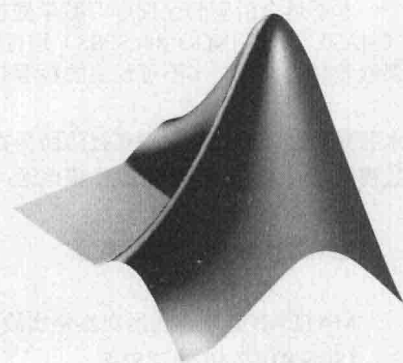
MATLAB

数学建模经典案例实战

余胜威 编著



清华大学出版社



MATLAB

数学建模经典案例实战

余胜威 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书全面、系统地讲解了数学建模的知识。书中结合历年全国大学生数学建模竞赛试题,采用案例与算法程序相结合的方法,循序渐进,逐步引导读者深入挖掘实际问题背后的数学问题及求解方法。在本书案例的分析计算中巧妙地结合了 MATLAB 等工具,并采用不同的算法进行模型求解,达到异曲同工之妙。本书结合实际,对网上讨论的很多疑难问题也做了解答。

本书共 25 章,分 3 篇。主要内容有:MATLAB 基础知识、LINGO 基础知识、SPSS 基础知识、数学建模基础理论及算法设计、基于 LINGO 的基础理论及算法设计、企业销售额问题、日报销售问题、钢管加工用料问题、航空运输能力问题、人员安排问题、食堂用餐满意度问题、城市居民食品分类及零售价格预测、景区灭火问题、煤矿最优通风量问题、住房的合理定价、发电机安排计划、大气污染问题、交巡警服务平台的设置与调度问题、风电功率预测问题、大学毕业生就业问题、蛛网结构合理性研究、太阳能小屋的设计、高校硕士研究生指标分配问题、碳排放约束下的江苏省煤炭消费量预测、变循环发动机部件法建模及优化。

本书适合所有想全面学习数学建模并提高数学应用能力的人员阅读,也适合各种使用数学分析软件(MATLAB、LINGO 和 SPSS)进行开发的工程技术人员使用。对于各大高校师生解决工程问题,进行课堂教学等也是一本不可或缺的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 数学建模经典案例实战 / 余胜威编著. —北京:清华大学出版社, 2014
ISBN 978-7-302-37852-5

I. ①M… II. ①余… 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(2014)第 199324 号

责任编辑:夏兆彦

封面设计:欧振旭

责任校对:胡伟民

责任印制:沈 露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社总机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:三河市君旺印务有限公司

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:37.75

字 数:950 千字

版 次:2015 年 1 月第 1 版

印 次:2015 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:89.00 元

产品编号:061187-01

前 言

当需要从定量的角度分析和研究一个实际问题时，人们就需要在深入调查研究，了解对象信息，做出简化假设，并分析内在规律等工作的基础上，用数学的符号和语言进行表述，也就是建立数学模型，然后用通过计算得到的结果来解释实际问题，并接受实际的检验。这个建立数学模型的全过程就称为数学建模。

数学建模是广大科研人员，特别是学生学习的起点，通过数学建模的锻炼和学习，数学建模爱好者能够掌握很多算法、求解数学建模问题的思想及对科研问题的喜好。本书采用全国大学生数学建模竞赛认可的软件 MATLAB、LINGO 和 SPSS 进行数学模型的求解，以达到软件之间互补取优，快速高效求解问题的目的。

1. MATLAB简介

MATLAB 作为一款科学计算软件逐渐被广大科研人员所接受，其强大的数据计算功能、图像可视化界面及代码的可移植性受到广大高校师生的认可。MATLAB 也是一款功能强大的仿真软件，现在 Mathworks 公司正在不断地开发各种开发板的集成接口及仿真器，做到真正理论与实际相结合的目的。因此，作为一名数据分析和计算方面的工作者和学习者，MATLAB 是较好的选择。

2. LINGO简介

LINGO (Linear Interactive and General Optimizer) 是一款交互式的线性和通用优化求解器。它是一套设计用来帮助你快速、方便、有效地构建和求解线性、非线性及整数最优模型的功能全面的工具。它包括功能强大的建模语言、建立和编辑问题的全功能环境、读取和写入 Excel 和数据库的功能，以及一系列完全内置的求解程序。

3. SPSS简介

SPSS 是世界上最早的统计分析软件，由美国斯坦福大学的三位研究生 Norman H. Nie、C. Hadlai Hull 和 Dale H. Bent 于 1968 年研究开发成功，同时成立了 SPSS 公司，并于 1975 年成立法人组织，在芝加哥组建了 SPSS 总部。1984 年，SPSS 总部推出了世界上第一款统计分析软件微机版本 SPSS/PC+，开创了 SPSS 微机系列产品的开发方向，极大地扩充了它的应用范围，并使其能很快地应用于自然科学、技术科学和社会科学的各个领域。世界上许多有影响的报刊杂志纷纷就 SPSS 的自动统计绘图、数据的深入分析、使用方便和功能齐全等方面给予了高度的评价。

本书列举了常用的数学建模算法，并通过 MATLAB 等常用的数学建模软件（还涉及 LINGO 和 SPSS 软件）的有机结合，完成一个复杂问题的求解，让广大数学建模爱好者学有所获。本书内容充实，清晰易读，通过各种算法的仿真求解，能够实现举一反三的效果，

使得读者能够真正地掌握和运用本书所讲知识。本书中的所有案例均采用理论分析和程序代码实现相结合的形式进行设计, 针对具体工程背景, 编写相应的数学模型进行分析, 通过程序实现, 让读者能够结合理论推导过程, 从而学习和掌握数学建模算法设计。

本书特色

1. 提供“在线交流, 有问必答”网络互动答疑服务

国内最大的 MATLAB&Simulink 技术交流平台——MATLAB 中文论坛 (www.iLoveMatlab.cn) 联合本书作者和编辑, 一起为你提供与本书相关的问题解答和 MATLAB 技术支持服务, 让你获得最佳的阅读体验。具体参与方式请详细阅读本书封底的说明。

2. 内容丰富, 覆盖面广

本书首先介绍了数学建模的基础知识, 并对数学建模的常用工具软件 MATLAB、LINGO 和 SPSS 做了介绍。然后通过大量案例讲解如何利用这些工具软件进行建模。另外, 本书对网上讨论的大多数疑难问题也有涉猎。通过阅读本书, 读者可以了解工程项目设计需要注意的细节, 还可以全面、系统地掌握常见数学建模算法在工程领域的应用。

3. 案例丰富, 注重实战

本书深入、系统地讲解了 19 个数学建模案例的分析和实现过程, 实用性非常强。这些案例很多来源于历年全国大学生数学建模竞赛试题, 涵盖面广, 涉及多种问题, 有很强的针对性。本书针对每一个数学建模问题, 从完整的数学建模写作出发, 并加以代码和图形相结合的形式, 让读者能够直观地阅读各个应用案例程序以及领悟编程思想, 对数学建模有一定深入的理解。

4. 实用性强, 适用广泛

本书以案例教学的模式展开, 通过分析大量的数学建模经典案例的编程算法, 让读者可以比较容易地理解算法的思想及数学问题的求解思路, 有较强的实用性。本书案例涉及面广, 几乎适合所有对数学建模感兴趣的人员, 有非常广泛的读者基础。

本书内容及体系结构

第1篇 数学建模基础及常用工具 (第1~5章)

本篇介绍数学建模基础知识及 MATLAB、LINGO 和 PSS 软件的基本应用。第 1 章介绍了 MATLAB 的基础知识; 第 2 章介绍了 LINGO 的基础知识; 第 3 章介绍了 SPSS 的基础知识; 第 4 章介绍了数学建模的基础理论及算法设计, 包括分段函数处理、线性规划、非线性规划、层次分析法、BP 神经网络、最小树问题、最短路问题及粒子群算法等; 第 5 章介绍了 LINGO 软件的基础理论及算法, 包括目标规划、混合整数规划、非线性规划和大规模数学规划等。通过本篇内容的学习, 可以为后续的数学建模学习打下坚实的基础。

第2篇 数学建模基础案例分析（第6~17章）

本篇涉及面较广，主要内容包括：采用 SPSS 进行多元回归等方法、采用 LINGO 软件进行优化问题求解、基于 0-1 变量的人员安排问题、采用层次分析法对食堂用餐满意度评价问题、采用马尔科夫链模型的物价预测问题、采用图像处理方法及最短路径求解方法实现景区三维重建及最佳灭火路径求解、掌握分段函数的处理方法及混合整数规划问题、涉及动态加权和 BP 神经网络算法的大气污染情况求解等。本篇为第 3 篇做铺垫，由易到难，层层推进，可以让读者循序渐进地学习与提高。

第3篇 数学建模分析与提高（第18~25章）

本篇主要涉及数学建模的数据处理及问题自身复杂性的分析，主要以 MATLAB 和 LINGO 相结合讲解。涵盖的案例有：进行图论问题求解的交巡警服务平台的设置与调度问题；涉及马尔科夫链模型、三次指数平滑及 BP 神经网络的风电功率预测问题；采用 SPSS 进行问题建模与求解的大学毕业生就业问题和高校硕士研究生指标分配问题；采用三维建模方法，得到相应的评价指标，然后采用模糊综合评价对蛛网结构的评价问题；采用计算机的模拟优化设计太阳能小屋电池板的铺设问题；采用 LINGO 求解带约束的多元回归最优值的碳排放约束下的江苏省煤炭消费量预测问题；采用粒子群算法实现发动机部件性能参数求解等。通过本篇内容的学习，可以真正提高读者的数学建模实战能力。

本书读者对象

- ☐ 全国大学生数学建模参赛人员；
- ☐ 想全面学习数学建模的人员；
- ☐ 想提高数学应用能力的人员；
- ☐ 数学建模爱好者；
- ☐ 使用数学分析软件的工程技术人员；
- ☐ 相关科学技术研究人员；
- ☐ 相关培训学校的学员。

本书配套资源获取方式

本书涉及的配套资源主要包括以下几类：

- ☐ 书中的实例源程序；
- ☐ 书中的案例需要用到的源数据；
- ☐ 本书教学 PPT。

这些配套资源需要读者自行下载。请按照封底的说明到 MATLAB 中文论坛上的相关页面下载，也可以到清华大学出版社的网站上（www.tup.com.cn）搜索到本书页面后按照提示下载。

本书作者

本书由余胜威主笔编写。作者结合在西南交通大学学习期间掌握的各类算法及出于对 MATLAB 的爱好,通过参阅大量资料,精心准确,编写了本书。感谢马翠翠在此期间给予的帮助。其他参与编写的人员有李小妹、周晨、陈超、陈锴、陈佩霞、黎华、李鹏钦、李森、李奕辉、李玉莉、刘仲义、卢香清、鲁木应、马向东、麦廷琮、米永刚、欧阳昉、綦彦臣、冉卫华、宋永强、滕科平、王秀丽、王玉芹、魏莹、魏宗寿、温本利。

阅读本书的过程中若有疑问,可以在 MATLAB 中文论坛的本书交流版块提问,也可以发邮件到 bookservice2008@163.com,我们会及时答复。

编者

目 录

第 1 篇 数字建模基础

第 1 章 MATLAB 基础知识	2
1.1 MATLAB 简介	2
1.2 联机帮助系统	4
1.3 用户路径设置	6
1.4 矩阵的表示	7
1.4.1 数值矩阵的生成	7
1.4.2 符号矩阵的生成	9
1.4.3 特殊矩阵的生成	10
1.5 一般矩阵运算	15
1.6 基本图形绘制	17
1.7 简单图像处理	22
1.8 建立函数文件/.M 文件	23
1.9 常用数值拟合	24
1.10 常用数据插值	26
1.11 MATLAB 工具箱函数查询	28
1.11.1 特征值和奇异值函数表	28
1.11.2 数据拟合函数表	28
1.11.3 数据预处理函数表	28
1.11.4 偏微分方程求解算法函数表	28
1.11.5 绘图函数表	29
1.11.6 参数估计函数表	29
1.11.7 概率密度函数表	29
1.11.8 随机数生成器函数表	30
1.11.9 统计图形函数表	30
1.11.10 非线性回归函数表	30
1.11.11 聚类分析函数表	31
1.11.12 降维方法函数表	31
1.11.13 假设检验函数表	31
1.11.14 分布检验函数表	31
1.11.15 隐马尔可夫模型函数表	32

1.11.16 最小化函数表	32
1.11.17 方程求解函数表	32
1.11.18 最小二乘函数表	33
第 2 章 LINGO 基础知识	34
2.1 LINGO 窗口介绍	34
2.1.1 LINGO 文件菜单 (File Menu)	35
2.1.2 LINGO 编辑菜单 (Edit Menu)	36
2.1.3 LINGO 模型求解菜单	37
2.1.4 窗口菜单 (Windows Menu)	38
2.1.5 LINGO 的命令行命令	40
2.2 LINGO 中的集	43
2.2.1 模型的集部分	43
2.2.2 定义原始集	44
2.3 LINGO 基本运算符	46
2.3.1 算术运算符	46
2.3.2 逻辑运算符	46
2.3.3 关系运算符	47
2.4 数学函数	47
2.5 金融函数	48
2.6 概率函数	50
2.7 变量界定函数	51
2.8 集操作函数	52
2.9 集循环函数	53
2.10 辅助函数	55
2.11 LINGO 求解器设置	56
2.11.1 Interface (界面) 选项卡	57
2.11.2 General Solver (通用求解器) 选项卡	58
2.11.3 Linear Solver (线性求解器) 选项卡	59
2.11.4 Nonlinear Solver (非线性求解器) 选项卡	60
2.11.5 Integer Pre-Solver (整数预处理求解器) 选项卡	61
2.11.6 Integer Solver (整数求解器) 选项卡	61
2.11.7 Global Solver (全局最优求解器) 选项卡	62
第 3 章 SPSS 基础知识	64
3.1 数据的输入和保存	64
3.2 SPSS 图形绘制	69
3.2.1 散点图绘制	69
3.2.2 直方图绘制	72
3.2.3 箱图	73
3.3 SPSS 线性回归	75
3.4 SPSS 因子分析	79
3.5 SPSS 系统聚类分析	85

第 4 章 数学建模基础理论及算法设计	92
4.1 分段函数的一般处理方法	92
4.2 数据预处理与标准化方法	96
4.3 线性规划	99
4.4 非线性规划	101
4.5 层次分析法	104
4.5.1 层次分析法的基本原理与步骤	104
4.5.2 层次分析法应用举例	106
4.6 时间序列指数平滑预测法	110
4.6.1 一次指数平滑预测法	110
4.6.2 二次指数平滑预测法	111
4.6.3 三次指数平滑法	112
4.7 时间序列线性二次移动平均法预测法	114
4.8 BP 神经网络	119
4.9 图与网论模型及方法	122
4.9.1 最小树	123
4.9.2 最短路	125
4.10 基本粒子群算法	130
第 5 章 基于 LINGO 的基础理论及算法设计	137
5.1 整数规划	137
5.2 集合覆盖问题	138
5.3 混合整数规划问题	139
5.4 目标规划	141
5.4.1 基于序贯式算法的线性规划	141
5.4.2 帆船生产问题	143
5.4.3 资金分配问题	144
5.5 非线性规划	146
5.5.1 平板车装货问题	147
5.5.2 绝对值最小问题	149
5.5.3 选址问题	150
5.6 大规模数学规划	151
5.6.1 飞行管理问题	151
5.6.2 仓库与客户物资分配供应问题	153

第 2 篇 数学建模基础案例分析

第 6 章 企业销售额问题	158
6.1 摘要	158
6.2 问题的提出	159
6.3 模型假设	159
6.4 问题一	160

6.4.1	模型的分析	160
6.4.2	模型的建立与求解	162
6.5	问题二	163
6.5.1	模型的分析	163
6.5.2	模型的建立与求解	163
6.6	问题三	166
6.6.1	模型的分析	166
6.6.2	模型的建立与求解	166
第7章 日报销售问题		168
7.1	问题提出	168
7.2	摘要	168
7.3	基本假设	169
7.4	符号说明	169
7.5	问题一	169
7.5.1	模型的分析	169
7.5.2	模型的建立与求解	169
7.5.3	结果的分析及验证	171
7.6	问题二	171
7.6.1	模型的分析	171
7.6.2	模型的建立与求解	171
7.6.3	结果的分析及验证	173
7.7	问题三	173
7.7.1	模型的分析	173
7.7.2	模型的建立与求解	173
7.7.3	结果的分析及验证	174
7.8	问题四	174
第8章 钢管加工用料问题		175
8.1	摘要	175
8.2	问题的提出	175
8.3	问题的假设	176
8.4	符号说明	176
8.5	问题的分析	176
8.6	模型的建立与求解	177
8.7	结果的分析	179
第9章 航空运输能力问题		180
9.1	问题提出	180
9.2	摘要	180
9.3	基本假设	181
9.4	符号说明	181
9.5	问题一	182
9.5.1	问题的分析	182
9.5.2	模型的建立与求解	182

9.5.3 结果分析	183
9.6 问题二	183
9.6.1 模型的分析与求解	183
9.6.2 结果的分析	184
9.7 问题三	184
9.7.1 问题的分析	184
9.7.2 模型的建立与求解	185
第 10 章 人员安排问题	187
10.1 问题的提出	187
10.2 摘要	187
10.3 问题的假设	188
10.4 符号说明	188
10.5 问题一	188
10.5.1 问题一的分析	188
10.5.2 问题一模型的建立与求解	189
10.6 问题一模型的优化	191
10.6.1 符号说明	191
10.6.2 改进模型的分析	192
10.6.3 改进模型的建立与求解	193
10.7 问题二	195
10.8 问题三	198
第 11 章 食堂用餐满意度问题	200
11.1 摘要	200
11.2 问题的提出	200
11.3 基本假设	201
11.4 符号说明	201
11.5 模型分析	202
11.6 模型的建立与求解	202
11.6.1 建立层次分析模型	202
11.6.2 构造成对比较矩阵	203
11.6.3 一致性检验	208
11.6.4 计算组合权向量并做组合一致性检验	208
11.7 结果分析	209
11.8 模型改进推广	210
第 12 章 城市居民食品分类及零售价格预测	212
12.1 问题的提出	212
12.2 摘要	212
12.3 问题的分析	213
12.4 问题一	214
12.4.1 基本假设	214
12.4.2 符号说明	214
12.4.3 问题的分析与求解	214

12.4.4	食品的特点分析	216
12.4.5	模型一的改进	224
12.5	问题二	232
12.5.1	基本假设	232
12.5.2	符号说明	232
12.5.3	问题分析	233
12.6	马克立夫模型	238
12.6.1	模型求解步骤及结果	243
12.6.2	结果分析	245
12.7	时间序列指数平滑预测法	246
12.7.1	一次指数平滑预测法	246
12.7.2	多次指数平滑预测法	247
12.7.3	结果分析	250
12.8	时间序列线性二次移动平均法预测法	250
12.8.1	简单的一次移动平均法	250
12.8.2	线性二次移动平均法步骤	250
12.8.3	结果分析	254
第 13 章	景区灭火问题	255
13.1	问题提出	255
13.2	摘要	256
13.3	基本假设	256
13.4	符号说明	257
13.5	问题分析	257
13.6	问题一的分析	258
13.6.1	模型的建立	259
13.6.2	模型的求解	261
13.7	问题二的分析	263
13.7.1	模型的建立	264
13.7.2	模型的求解	265
13.8	问题三的分析	271
13.9	模型的评价与推广	276
13.9.1	模型的评价	276
13.9.2	模型的推广	277
第 14 章	煤矿最优通风量问题	278
14.1	问题提出	278
14.2	摘要	279
14.3	问题的分析	279
14.4	模型的假设	280
14.5	符号的说明	281
14.6	问题一	282
14.7	问题二	288
14.8	问题三	293

14.9 模型的验证	296
14.10 模型的评价与推广	297
第 15 章 住房的合理定价	299
15.1 问题提出	299
15.2 摘要	300
15.3 基本假设	300
15.4 符号说明	301
15.5 问题分析	301
15.6 问题一	301
15.6.1 问题一的分析	301
15.6.2 问题一模型的建立	302
15.6.3 问题一模型的求解	303
15.6.4 问题一结果的分析及验证	304
15.7 问题二	306
15.7.1 问题二的分析	306
15.7.2 问题二模型的建立	306
15.7.3 问题二模型的求解	308
15.7.4 问题二结果的分析及验证	311
15.8 问题三	312
15.8.1 问题三的分析	312
15.8.2 问题三模型的建立	313
15.8.3 问题三模型的求解	316
15.8.4 问题三结果的分析及验证	316
15.9 模型的评价	317
第 16 章 发电机安排计划	318
16.1 问题提出	318
16.2 摘要	319
16.3 问题假设	319
16.4 符号说明	319
16.5 问题分析与建模	320
16.5.1 问题分析	320
16.5.2 数学模型	321
16.6 模型求解	322
16.6.1 求解方法	322
16.6.2 问题一的求解	322
16.6.3 问题二的求解	324
16.6.4 问题三的求解	327
第 17 章 大气污染问题	330
17.1 问题提出	330
17.2 摘要	330
17.3 基本假设	331

17.4	符号说明	331
17.5	问题分析	331
17.6	问题一	332
17.6.1	问题一的分析	332
17.6.2	问题一模型的建立	332
17.6.3	问题一模型的求解与分析	334
17.7	问题二	336
17.7.1	问题二的分析	336
17.7.2	问题二模型的建立	337
17.7.3	问题二模型的求解	338
17.7.4	BP 神经网络模型求解	340
17.7.5	问题二结果的分析及验证	342
17.8	模型的评价与推广	343
17.8.1	模型的评价	343
17.8.2	模型的推广	344

第 3 篇 数学建模分析与提高

第 18 章	交巡警服务平台的设置与调度问题	346
18.1	问题提出	346
18.2	摘要	346
18.3	基本假设	347
18.4	符号说明	347
18.5	问题一	347
18.5.1	模型一数据的处理	348
18.5.2	模型一的建立及求解	351
18.5.3	模型二的建立与求解	353
18.5.4	模型二的改进	355
18.5.5	模型三的建立与求解	356
18.6	问题二	361
18.6.1	模型一的建立与求解	365
18.6.2	模型一的改进	366
18.7	模型的评价与推广	368
18.7.1	模型的评价	368
18.7.2	模型的推广	368
第 19 章	风电功率预测问题	369
19.1	问题提出	369
19.2	摘要	370
19.3	基本假设	371
19.4	符号说明	371
19.5	问题一	371

19.5.1	问题一分析	371
19.5.2	马尔科夫链模型一	373
19.5.3	三次指数平滑法模型二	380
19.5.4	BP 神经网络模型三	385
19.5.5	模型的比较	390
19.6	问题二	393
19.6.1	问题二的分析	393
19.6.2	问题二模型的建立与求解	393
19.6.3	问题二结果的分析及验证	397
19.7	问题三	397
19.7.1	问题的分析	397
19.7.2	模型的算法流程	397
19.7.3	模型的建立与求解	398
19.7.4	提高预测精度的因素	403
19.8	模型的评价与推广	404
第 20 章	大学毕业生就业问题	405
20.1	问题提出	405
20.2	摘要	406
20.3	基本假设	407
20.4	问题分析	407
20.5	问题一	408
20.5.1	问题一的数据整理及处理	408
20.5.2	模型的建立与求解	408
20.5.3	模型的改进	410
20.5.4	模型的进一步改进	417
20.6	问题二	420
20.6.1	问题二的分析	420
20.6.2	模型的建立	421
20.6.3	模型的求解	424
20.6.4	结果的分析	426
20.7	问题三	427
20.7.1	问题的分析	427
20.7.2	模型的建立	427
20.7.3	模型的求解	428
20.7.4	结果的分析	431
20.8	模型的评价	431
20.8.1	模型优点	431
20.8.2	模型的缺点	431
第 21 章	蛛网结构合理性研究	432
21.1	摘要	432
21.2	问题的背景与重述	432

21.2.1	问题的背景	432
21.2.2	问题的重述	433
21.3	问题分析	433
21.3.1	对蛛网外形轮廓的分析	433
21.3.2	对蛛丝分布疏密性的分析	433
21.3.3	对蛛网蛛丝受力的分析	434
21.3.4	本文求解流程	434
21.4	模型假设	435
21.5	符号说明	435
21.6	模型的建立求解及分析	435
21.6.1	蛛网外形轮廓探究的模型分析	435
21.6.2	蛛网外形轮廓探究的模型建立	436
21.6.3	蛛网外形轮廓探究的模型的求解和结果分析	437
21.6.4	对蛛丝分布疏密程度研究的分析	440
21.6.5	综合评价模型	449
21.7	框丝与锚定丝受力分析模型的建立和求解	453
21.7.1	星型连接和 Y 型连接的力学模型分析	453
21.7.2	模型求解与分析	454
21.7.3	框丝、半径丝、锚定丝受力比较及力学性能	454
21.8	模型的评价与推广	455
21.8.1	模型的评价与改进	455
21.8.2	模型的推广	456
第 22 章	太阳能小屋的设计	457
22.1	问题重述	457
22.2	摘要	458
22.3	问题分析	459
22.3.1	问题一的分析	459
22.3.2	问题二的分析	459
22.3.3	问题三的分析	459
22.4	模型假设	460
22.5	符号说明	460
22.6	问题一	460
22.6.1	问题一的分析	460
22.6.2	问题一模型的建立	463
22.6.3	问题一模型的求解	470
22.6.4	问题一结果的分析及验证	475
22.7	问题二	475
22.7.1	问题二的分析	475
22.7.2	问题二模型的建立	476
22.7.3	问题二模型的求解	476
22.7.4	问题二结果的分析及验证	479