



北京工业大学研究生创新教育系列教材

数学建模基础

(第二版)

薛 毅 编著



科学出版社

内 容 简 介

本书深入浅出地介绍了与数学建模基础有关的内容,重点放在微分方程模型、运筹学模型和数理统计模型方面,着重讲述建模的基本思想和模型求解的基本方法,以及运用数学软件求解数学模型的方法。包括数学建模入门、微分方程模型、线性规划模型、动态规划模型、最优化模型、图论与网络模型、数理统计模型、多元分析模型和计算机模拟等9章内容,同时还包括三个附录,分别是MATLAB软件的使用、LINGO软件的使用和R软件的使用。本书的重点放在数学模型的建立以及问题的分析与描述上,使读者能够举一反三,运用计算机软件解决实际问题。

本书可作为本科生和研究生“数学建模”课程的教材,也可作为本科生和研究生参加数学建模竞赛的辅导材料,以及科技人员和工程技术人员学习数学建模的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

数学建模基础/薛毅编著. —2版. —北京:科学出版社,2011
(北京工业大学研究生创新教育系列教材)

ISBN 978-7-03-030558-9

I ①数… II. ①薛… III ①数学模型-高等学校-教材 IV ①O141.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第043339号

责任编辑 王丽平 房 阳/责任校对 宋玲玲
责任印制 钱玉芬/封面设计 鑫联必升

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号
邮政编码 100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年4月第 二 版 开本 B5(720×1000)

2011年4月第一次印刷 印张 40 1/4

印数 1—3 000 字数 789 000

定价: 98.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

第二版前言

本书第一版由北京工业大学出版社出版(2004年4月),至今已有6个年头了。在这6年中,“数学建模”课程与数学建模竞赛已发生了很大变化,有越来越多的学校和学生参与到数学建模这项活动中。数学建模竞赛也由单一的本科生竞赛,发展到有本科生、专科生和研究生参加的多层次、多种类竞赛。“数学建模”课程不再是单一的竞赛培训,而是发展成为一门既有数学理论,又有计算机软件、计算实验以及综合知识应用的课程。学生通过“数学建模”课程的学习,增强对数学应用的感性认识,这对培养学生分析问题与解决问题的能力是非常有帮助的。

本书出版后,深受学生和教师的欢迎,曾被评为2006年度北京市精品教材,并入选“十一五”国家级规划教材。北京工业大学的“数学建模”课程被评为2005年度北京市精品课程。

为了适应数学建模竞赛和“数学建模”课程发展的需要,结合6年来“数学建模”课程的教学情况,现对本书进行全面修改。修改后仍然保持第一版的特色,教学内容的重点放在实用性和应用性较强的微分方程模型、运筹学模型和数理统计模型方面。加强建模,淡化手工计算,将计算交由计算机软件完成,仍然是本书第二版的宗旨。因为一个看似“正确”的模型,只有经过计算后,才能发现模型还存在着这样或那样的问题,而手工计算是无法做到这一点的。因此,本书用了大量的篇幅来介绍三个重要软件——MATLAB 软件、LINGO 软件和 R 软件,并且书中的例题计算(稍复杂一点的)都是由软件完成的。对于软件的介绍,并不是采取手册形式,而是根据模型、相关理论,穿插在数学模型的求解过程中。这样做的好处是便于学生的学习与理解。

第二版教材作了比较大的改动,主要有以下几个方面。

(1) 将微分方程模型的内容全部放在第2章(微分方程模型),而在第1章(数学建模入门)增加了一些富有趣味性并引发人们思考的简单模型。第2章加强了微分方程模型的内容,去掉了第一版中差分方程的知识。

(2) 第3章(线性规划模型)淡化了线性规划求解的单纯形法,增强了线性规划模型的应用和竞赛试题选讲。

(3) 对第4章(动态规划模型)和第5章(最优化模型)的内容作了较大的修改。在第4章增加了动态规划方法和应用举例的介绍。在第5章增加了存储模型作为最优化模型的应用,并去掉了第一版中对最优化模型求解算法的介绍。在LINGO软件求解方面,增加了投资组合模型,并增强了LINGO软件求解问题的介绍。

(4) 在第 6 章 (图论与网络模型) 去掉了第一版中一些图论传统方法的介绍, 增加了用 LINGO 软件求解组合优化的方法和相关竞赛试题的分析.

(5) 将第一版中的第 7 章 (实用统计分析方法) 拆成了两章, 分别是第 7 章 (数理统计模型) 和第 8 章 (多元分析模型). 在这部分内容中, 增加了分布检验的内容, 同时增强了 R 软件求解问题的介绍.

(6) 增加了附录 A (MATLAB 软件的使用), 简单介绍该软件的使用方法, 我们在教学实践中发现这是非常必要的. 将第一版的第 9 章和第 10 章改为附录 B (LINGO 软件的使用) 和附录 C (R 软件的使用), 这样编排的目的是使这部分内容不占正课内容, 由学生在课下完成, 或者在相应的实验课中完成.

本书面向工科各专业的学生, 大部分内容的基础是高等数学、线性代数和概率论, 稍复杂一些的内容, 如微分方程的稳定性理论, 书中会作简单介绍. 本书仍然保持第一版的风格, 主要包含三大基本模块——微分方程模型、运筹学模型和数理统计模型, 与三部分模型相对应的软件是 MATLAB 软件、LINGO 软件和 R 软件. 书中三部分内容基本上是相对独立的, 教师可以根据学生的层次和学时的多少来选择教学内容.

本书的全部程序均通过计算检验. 书中的程序已在 MATLAB 7.0, LINGO 9.0 和 R 2.9.2 的环境下运行通过, 读者所持软件的版本可能与编者不一致, 但这基本不会影响到软件的运行. 如果读者需要本书所列例题的程序, 可发邮件至 xueyi@bjut.edu.cn, 向编者索取.

感谢为本书做出工作的三位同事: 常金钢、程维虎、杨士林, 同时感谢科学出版社责任编辑为本书的出版所做的大量工作.

编 者

2010 年 4 月

第一版前言

大家对“数学建模”一词已经不陌生了,随着数学建模竞赛的开展和数学建模教育的普及,越来越多的人已认识到数学建模教育对培养学生的重要性.运用数学方法解决实际问题,是当代大学生必不可少的技能,这也是培养具有竞争力的高素质人才必不可少的,是素质教育发展的必然趋势.为适应这一发展的需要,我们编写了这本工科专业适用的“数学建模基础”教材.

关于数学模型的书现在已有不少,本书的重点放在微分方程模型、运筹学模型和数理统计模型,其中微分方程模型重点是介绍常用的微分方程模型,运筹学模型中主要介绍线性规划、动态规划、最优化方法和图论与网络模型,数理统计模型中主要介绍常用的数理统计方法,如回归分析、方差分析和判别分析等,以及基本的计算机模拟知识,如 Monte Carlo 方法.本书的特色之一是增加了用计算机软件求解问题的内容.在书中主要涉及三种数学软件——MATLAB、LINGO 和 R 软件. MATLAB 软件是大家常见的软件,这里主要用它求解微分方程模型.由于它是常见的软件,本书没有过多介绍它的基本功能.对于 LINGO 软件和 R 软件,大家可能感到比较陌生,因此本书用了两章的内容对其基本运算规则作了介绍. LINGO 软件是用来求解线性规划、非线性规划和组合优化等问题的软件. R 软件是用来求解统计问题的软件,它的格式基本上与 S-plus 格式相同.

本书的另一个特色是在各章中增加了用软件求解相应问题的方法和实例分析.各章中的例题,基本上是由数学软件求解(简单的例子除外)得到的,这样的目的是使学生快速地掌握用软件求解问题的方法,从烦琐的计算中解放出来,从分析问题与解决问题中去体会成功的快乐,开发学生解决问题的能力.

本书是在我们已有的《数学建模基础》讲义和学习其他学校的经验的基础上,根据多年的教学实践,修改而成.书中包含我们培训学生参加全国大学生数学建模竞赛培训的内容,包含了北京工业大学数学建模竞赛的试题,包含了使用数学软件解决实际问题的经验.这些是本书的第三个特色.

本书的基础是“高等数学”、“线性代数”和“概率论与数理统计”.如果读者具有“计算方法”或“数值分析”的基本知识,对本书内容的理解将有一定的帮助.为了更好地掌握书中数学软件的使用,读者最好具备一定的计算机水平与能力.

本书的基本内容是:第一章,数学模型入门,介绍数学模型的基本知识,使学生对数学模型有一个初步的了解.第二章,微分方程模型,介绍常用的微分方程模型.第三章,线性规划问题,介绍线性规划问题的建立及相应的求解方法.第四章,动态

规划问题, 介绍动态规划的基本原理与求解方法 第五章, 最优化问题, 介绍无约束和约束问题的建立与基本算法 第六章, 图论与网络模型, 介绍常用的图论与网络模型与相应的算法 第七章, 用统计分析方法, 介绍最基本的统计模型与统计分析方法 第八章, 计算机模拟, 介绍 Monte Carlo 方法和其他常用的模拟方法.

本书的第一、二章由常金钢、杨士林编写, 第七、八章由程维虎和薛毅编写, 其余各章均由薛毅编写, 最后由薛毅统编定稿.

从大的编排来看, 是以微分方程模型、运筹学模型和概率统计模型为主线, 但各章之间基本上相互独立 教师和学生可根据需要选择部分或全部内容来学习 根据我们以往的教学经验, 完成本书的全部内容大约需要 60 学时. 在讲课方面, 以介绍模型建立与模型分析为主, 而数值实验则以数学软件为主. 教师可以安排 40~44 学时的讲课内容, 16~20 学时的上机时间实习 (1 次 MATLAB 实习, 2 次 LINGO 软件实习, 1~2 次 R 软件的实习, 每次实习 4 个学时), 让学生通过上机实习完成各章后面的较难的习题.

本书可作为工科各专业“数学模型”课的教材或教学参考书, 也可作为数学建模竞赛的强化培训教材, 书中大量的应用实例和相应的计算机软件的介绍, 以及用这些软件求解问题的方法, 对于研究生、科技工作者和工程技术人员都会有很大的帮助.

本书是集体智慧的结晶, 数学建模教练组的教师 and 数理学院的部分数学教师对本书的内容的编排提出了许多宝贵意见, 有的教师为本书的内容提供了他们的部分成果. 数理学院机房教师对软件的开发以及相关的软件资料提供了很大的帮助 他们是: 高旅端、张忠占、杨中华、陈立萍、王仪华, 在这里向他们表示衷心的感谢.

由于受编者水平限制, 可能在内容的取材、结构的编排以及课程的讲法上存在着不妥之处, 我们希望使用本书的教师、学生、同行专家以及其他读者提出宝贵的批评和建议.

在本书出版之际, 我们谨向对本书提供过帮助的各位老师和专家, 以及给予我们大力支持的北京工业大学出版基金委员会和北京工业大学出版社表示衷心的感谢.

编 者

2004 年 1 月

目 录

第二版前言

第一版前言

第 1 章 数学建模入门	1
1.1 数学模型的概念与分类	1
1.1.1 数学模型的概念	1
1.1.2 数学模型的分类	2
1.1.3 数学建模的过程	3
1.2 数学建模示例	5
1.2.1 椅子问题	5
1.2.2 商人安全过河	7
1.2.3 购房贷款	8
1.2.4 减肥模型	9
1.3 思考题	12
1.3.1 乒乓球单打比赛场数确定 —— 对应关系	12
1.3.2 硬币游戏 —— 对称关系	12
1.3.3 一杯牛奶与一杯咖啡	12
1.3.4 公平投票问题	13
1.4 关于本书	14
习题 1	15
第 2 章 微分方程模型	17
2.1 传染病模型	18
2.1.1 模型 I (指数模型)	18
2.1.2 模型 II (SI 模型)	19
2.1.3 模型 III (SIS 模型)	20
2.1.4 模型 IV (SIR 模型)	21
2.2 微分方程稳定性理论	25
2.2.1 一阶方程的平衡点与稳定性	25

2.2.2 二阶方程的平衡点与稳定性	28
2.3 动物群体的生态模型	30
2.3.1 单种群增长模型	30
2.3.2 进行开发的单种群模型 —— 捕鱼业的持续收获	31
2.3.3 生物群体的竞争排斥模型	35
2.3.4 食饵-捕食者模型	39
2.4 最优捕鱼策略	44
2.4.1 问题的提出	44
2.4.2 问题重述	44
2.4.3 问题分析	45
2.4.4 基本假设	46
2.4.5 模型建立	46
2.5 经济模型	48
2.5.1 独家销售的广告模型	48
2.5.2 竞争销售的广告模型	50
2.5.3 效用理论	51
2.5.4 最优积累率模型	54
2.6 药物分布模型	57
2.6.1 药物剂量处方模型	57
2.6.2 药物分布的房室模型	61
2.7 用 MATLAB 解微分方程	62
2.7.1 微分方程 (组) 的解析解	63
2.7.2 微分方程 (组) 的数值解	64
2.8 实例分析 —— 油气产量和可开采储量的预测问题	71
2.8.1 问题的提出	71
2.8.2 模型假设	72
2.8.3 模型建立	72
2.8.4 求解过程	73
习题 2	75
第 3 章 线性规划模型	80
3.1 线性规划的数学模型	80
3.1.1 实例	81

3.1.2	标准形式	83
3.1.3	化成标准形式	84
3.1.4	线性规划的图解法	85
3.2	求解线性规划方法 —— 单纯形法	88
3.2.1	基本单纯形法	88
3.2.2	单纯形表	90
3.2.3	求解线性规划的两阶段方法	94
3.3	用 LINGO 软件包求解线性规划问题	98
3.3.1	初试 LINGO	99
3.3.2	影子价格	103
3.3.3	灵敏度分析	104
3.4	线性规划模型的应用	106
3.4.1	城市规划	106
3.4.2	投资	109
3.4.3	生产计划与库存控制	112
3.4.4	人力规划	120
3.4.5	下料问题	123
3.5	建模竞赛试题选讲	125
3.5.1	装货问题	125
3.5.2	DVD 在线租赁	129
习题 3		138
第 4 章	动态规划模型	144
4.1	最短路问题与动态规划的基本思想	144
4.1.1	最短路问题	144
4.1.2	问题的求解	145
4.1.3	最优化原理	148
4.2	逆序法和正序法	150
4.2.1	逆序法	150
4.2.2	正序法	150
4.3	动态规划应用举例	152
4.3.1	资源分配模型	153
4.3.2	背包问题的模型	160

4.3.3 多阶段生产模型	162
4.3.4 设备更新模型	163
4.4 用 LINGO 软件包求解动态规划问题	166
4.4.1 最短路问题	166
4.4.2 背包问题	169
4.4.3 设备更新问题	171
4.4.4 多阶段生产安排问题	173
4.4.5 产品销售问题	174
习题 4	176
第 5 章 最优化模型	180
5.1 最优化问题的数学模型	180
5.1.1 无约束优化问题	180
5.1.2 约束优化问题	183
5.2 存储模型 —— 最优化问题的应用	188
5.2.1 存储模型的基本概念	188
5.2.2 经济订购批量存储模型	190
5.2.3 经济生产批量存储模型	198
5.3 用 LINGO 软件包求解最优化问题	204
5.3.1 求解最优化问题	205
5.3.2 曲线拟合问题	207
5.3.3 经济订购批量存储模型	209
5.3.4 投资组合模型	212
5.4 建模竞赛试题选讲 —— 飞行管理问题	220
5.4.1 飞行管理问题	220
5.4.2 数学模型的建立	221
5.4.3 问题的求解	222
习题 5	224
第 6 章 图论与网络模型	228
6.1 图的基本概念	228
6.1.1 从 Königsberg 七桥问题谈起	228
6.1.2 图的基本概念	229
6.1.3 图的连通性	234

6.1.4 最短路问题	235
6.1.5 最短路问题的 LINGO 求解	240
6.2 运输问题与指派问题	243
6.2.1 运输问题	243
6.2.2 转运问题	246
6.2.3 生产计划与库存管理 —— 运输问题的应用	248
6.2.4 最优指派问题	250
6.3 Euler 环游和 Hamilton 圈	254
6.3.1 Euler 图	254
6.3.2 Hamilton 圈	254
6.3.3 中国邮递员问题	255
6.3.4 旅行商问题	257
6.3.5 用 LINGO 软件求解旅行商问题	259
6.4 树和生成树	262
6.4.1 树	262
6.4.2 无向生成树	263
6.4.3 最优连线问题	264
6.4.4 用 LINGO 软件求解最优连线问题	264
6.5 最大流问题	266
6.5.1 定义与问题的描述	266
6.5.2 主要结果和算法	269
6.5.3 例子	272
6.5.4 用 LINGO 软件求解最大流问题	274
6.5.5 最小费用最大流问题	276
6.6 竞赛试题分析	278
6.6.1 通信网络最优连线问题	278
6.6.2 灾情巡视路线 (1998 年中国大学生数学建模竞赛 B 题)	282
习题 6	287
第 7 章 数理统计模型	295
7.1 概率论初步	295
7.1.1 概率	295
7.1.2 随机变量	296

7.1.3 常用的分布	299
7.1.4 R 软件中的分布函数	306
7.2 参数估计	306
7.2.1 总体与样本	307
7.2.2 点估计	312
7.2.3 区间估计	321
7.3 假设检验	331
7.3.1 基本概念与基本思想	331
7.3.2 正态总体均值的假设检验	334
7.3.3 正态总体方差的假设检验	340
7.3.4 Wilcoxon 符号秩检验与秩和检验	342
7.3.5 二项分布总体的假设检验	346
7.4 分布检验	347
7.4.1 Shapiro-Wilk 正态性检验	348
7.4.2 Pearson 拟合优度 χ^2 检验	349
7.4.3 Kolmogorov-Smirnov 检验	351
7.4.4 列联表数据的独立性检验	353
习题 7	357
第 8 章 多元分析模型	361
8.1 回归分析	361
8.1.1 一元线性回归	362
8.1.2 多元线性回归	367
8.1.3 逐步回归	374
8.1.4 回归诊断	379
8.1.5 Box-Cox 变换	389
8.2 方差分析	392
8.2.1 单因素方差分析	392
8.2.2 单因素方差分析的进一步讨论	401
8.2.3 双因素方差分析	404
8.3 判别分析	411
8.3.1 距离判别	412
8.3.2 Fisher 判别	418

8.3.3 判别分析的进一步讨论	423
8.4 实例分析——气象观察站的优化	429
8.4.1 问题的提出	429
8.4.2 假设	429
8.4.3 分析	430
8.4.4 问题的求解	430
习题 8	432
第 9 章 计算机模拟	438
9.1 概率分析与 Monte Carlo 方法	438
9.1.1 概率分析	438
9.1.2 Monte Carlo 方法	439
9.1.3 Monte Carlo 方法的精度分析	444
9.2 随机数的产生	448
9.2.1 均匀分布随机数的产生	448
9.2.2 均匀随机数的检验	449
9.2.3 任意分布随机数的产生	451
9.2.4 正态分布随机数的产生	452
9.2.5 用 R 软件生成随机数	453
9.3 系统模拟	454
9.3.1 连续系统模拟	454
9.3.2 离散系统模拟	456
9.3.3 模拟举例	460
习题 9	466
参考文献	469
附录 A MATLAB 软件的使用	470
A.1 MATLAB 软件简介	470
A.1.1 MATLAB 系统的安装	470
A.1.2 MATLAB 的工作界面	470
A.1.3 MATLAB 的帮助系统	471
A.2 矩阵与数组的运算	473
A.2.1 向量与矩阵的表示	473
A.2.2 矩阵运算	474

A.2.3	数组运算	476
A.2.4	关系运算	479
A.2.5	逻辑运算	480
A.2.6	矩阵运算函数	480
A.2.7	基本函数	482
A.3	控制流语句	484
A.3.1	for 循环语句	484
A.3.2	while 循环语句	484
A.3.3	if 和 break 语句	485
A.4	文件	486
A.4.1	M 文件	486
A.4.2	文件的输入和输出	488
A.5	绘图	490
A.5.1	二维绘图	490
A.5.2	三维绘图	494
A.5.3	与图形有关的函数	499
A.5.4	图形的保存	501
A.5.5	关于 MATLAB 软件的进一步说明	502
附录 B	LINGO 软件的使用	503
B.1	LINGO 软件简介	503
B.1.1	LINGO 软件的安装	503
B.1.2	初识 LINGO —— 从一个例子谈起	504
B.1.3	LINGO 窗口命令	508
B.1.4	LINGO 运行状态窗口	512
B.1.5	LINGO 软件的基本语句	513
B.2	LINGO 软件中集的使用	514
B.2.1	集的使用	514
B.2.2	循环函数与集	515
B.2.3	生成集	521
B.3	LINGO 软件中段的使用	528
B.3.1	数据段	528
B.3.2	初始段	530

B.3.3 计算段	531
B.4 LINGO 软件中数据的传递	532
B.4.1 用 @FILE 函数引入数据文件	532
B.4.2 用 @TEXT 函数导出结果文件	535
B.4.3 用 @OLE 函数读、写 EXCEL 数据文件	538
B.5 LINGO 软件中使用变量域函数	541
B.5.1 整数变量	541
B.5.2 自由变量和简单有界变量	544
附录 C R 软件的使用	548
C.1 R 软件简介	549
C.1.1 R 软件的下载与安装	549
C.1.2 初识 R 软件	550
C.1.3 R 软件主窗口命令与快捷方式	554
C.2 数字、字符与向量	560
C.2.1 向量	560
C.2.2 产生有规律的序列	562
C.2.3 逻辑向量	563
C.2.4 缺失数据	564
C.2.5 字符型向量	565
C.2.6 复数向量	566
C.2.7 向量下标运算	566
C.3 对象和它的模式与属性	569
C.3.1 固有属性: mode 和 length	569
C.3.2 修改对象的长度	570
C.3.3 attributes() 和 attr() 函数	571
C.3.4 对象的 class 属性	572
C.4 因子	572
C.4.1 factor() 函数	572
C.4.2 tapply() 函数	573
C.4.3 gl() 函数	573
C.5 多维数组和矩阵	574
C.5.1 生成数组或矩阵	574

C.5.2	数组下标	575
C.5.3	数组的四则运算	577
C.5.4	矩阵的运算	578
C.5.5	与矩阵 (数组) 运算有关的函数	582
C.6	列表与数据框	585
C.6.1	列表	585
C.6.2	数据框	587
C.6.3	列表与数据框的编辑	590
C.7	读、写数据文件	590
C.7.1	读纯文本文件	590
C.7.2	读其他格式的数据文件	593
C.7.3	链接嵌入的数据库	595
C.7.4	写数据文件	596
C.8	控制流	597
C.8.1	分支语句	597
C.8.2	中止语句与空语句	598
C.8.3	循环函数或循环语句	598
C.9	编写自己的函数	600
C.9.1	简单的例子	600
C.9.2	定义新的二元运算	603
C.9.3	有名参数与默认参数	603
C.9.4	递归函数	605
C.10	R 软件中的图形函数	606
C.10.1	高水平图形函数	607
C.10.2	高水平图形函数中的命令	616
C.10.3	低水平图形函数	617
C.10.4	图形参数的使用	621
C.10.5	图形参数列表	622

第1章 数学建模入门

信息时代的一个重要而显著的特征是数学的应用向一切领域渗透,进而产生了许多与数学相结合的新学科或边缘学科,如生物数学、经济数学和地质数学等.现在,社会正日益数学化,如家电的模糊控制、人工智能技术、系统工程设计,所有这些都与数学科学息息相关.从本质上来看,现代高技术通常可归结为一种数学技术,这是由于它能为组织和构造知识提供方法,当用于技术时,就能使科学家和工程师们生产出系统的、能复制的,并且是可以传播的知识,在经济竞争中,它是一种关键的、普遍的、能够实行的技术,科学家们的这些论述已逐步成为人们的共识.

为解决各种复杂的实际问题,建立数学模型是一种十分有效的,并被广泛使用的工具或手段.数学建模是一种包含数学模型的建立、求解和验证的复杂过程,其关键是如何运用数学语言和方法来刻画实际问题,未来具有竞争力的优秀人才应该是具备较高的数学素质,并能够利用数学手段创造性地解决实际问题的专门人才.数学建模教育的核心是引导学生从“学”数学向“用”数学方面转变.强调数学学习的目的在于应用,完全符合理论必须联系实际的客观真理和国民经济现代化的需要.

近年来,计算机的高速发展极大地改变了世界的面貌,各种数学软件包的大量涌现及使用(如 Mathematica, Maple, MATLAB, LINGO, SAS, SPSS, R 等),强有力地推动了数学建模技术的广泛应用.过去使人望而生畏的大量复杂的符号演算、数值计算、图形生成以及优化与统计等工作,现在大都能很方便地用计算机来实现,这使得数学建模工作已不再单纯是少数科学家的“专利”,而可以被广大科研人员和工程技术人员所掌握,从而促使数学教育和研究发生了深刻的变革.

1.1 数学模型的概念与分类

1.1.1 数学模型的概念

模型是相对于原型而言的,所谓原型就是人们在社会实践中所关心和研究的现实世界中的事物(或对象).在科学技术等领域中,常常把所考察的原型用“系统”等术语取代,如经济系统、管理系统、机械系统、电力系统、通信系统、生态系统及生命系统等.系统的观点能让人们更好地认识和把握事物.人们所关心和研究的事物或系统总是存在着矛盾,矛盾就是问题,研究事物或系统就是去解决问题.事物