

徐开明 主 编/徐娟芬 副主编

经济管理应用程序

——PASCAL 语言在经济管理领域中的应用

徐开明 主 编

徐娟芬 副主编

南 京 大 学 出 版 社

1995 • 南京

(苏)新登字 011 号

内 容 提 要

本书共分八章。第一章导论,重点介绍经济管理模型的分类、特征,建模的原则方法、步骤,以及建模的基本要素;并突出介绍 PASCAL 语言,这一部分篇幅虽不太长,但它是 PASCAL 语言的高度浓缩,概述了 PASCAL 语言的全貌。第二、三章是 PASCAL 语言在投入产出、回归分析中的应用。第四章是古典优化方法、线性规划、非线性规划、目标规划等经济管理模型的建立及其应用程序的编制。第五章至第八章分别是网络分析技术、计算机数字仿真技术、库存管理、盈亏分析等经济管理模型的建立,算法的描述及 PASCAL 应用程序的编制。书中还有大量的例题及其相应的通用程序,供读者模仿、参考与使用。

本书从经济学、管理学角度来看,是一本关于经济管理数学模型之书,另一方面从计算机科学角度看,它又是一本有丰富实例的 PASCAL 程序设计及其应用之书。既具有理论价值,又具有很强的实用性。所以它集经济、管理、数学、计算机科学为一体的、可作为高等院校经济类、管理类、计算机应用类、管理信息系统类、系统工程类等有关专业的教材或教学参考书,且是从事上述各专业业务的技术人员和管理人员的理想读物。

经济管理应用程序

—— PASCAL 语言在经济管理领域中的应用

徐开明 主编

徐娟芬 副主编

*

南京大学出版社出版

(南京大学校内 邮政编码 210093)

江苏省新华书店发行 江苏阜宁印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 38.5 字数 961 千

1995 年 9 月第 1 版

1995 年 9 月第 1 次印刷

印数 1—5000

ISBN7-305-02412-0/TP·80

定价:48.00 元

编 委 会

主 编 徐开明

副主编 徐娟芬

撰稿人 徐开明 徐娟芬 朱国正 王荣寿
苏 成 石 磊 张家重

前 言

从管理学的观点看,经济振兴和发展的主要秘诀在于管理。现代化管理必须走与数学、计算机科学、管理信息系统(信息工程学)相结合的道路,经济管理尤其如此。

在经济管理领域中,问题的定性描述只给人们以抽象的概念,它着眼于制度因素在经济生活中的作用;定量描述考虑到各变量之间的关系,给人们以具体而又确切的数量指标。由管理模式导出经济数学模型是现代化管理进程中的重要一环,然而这些数学模型的求解往往是非常复杂的,用手工求解有时很难获得理想的结果,甚至不可能。应用 PASCAL 语言编写相应的应用程序在计算机上处理,不仅能很快获得较为理想的结果,而且能及时为管理者提供准确的信息,使管理者作出正确的决策,这是经济管理数量化、科学化的必由之路。

PASCAL 程序设计语言已是我国高等院校的主要教学语言,它具有丰富的数据结构,适于经济管理领域中各种表格的制作和数学模型的描述,并有助于数据的完整性与安全性。该语言是在结构化程序设计思想指导下提出的,对经济管理应用程序的设计、调试、维护特别方便。为此,本书选择它作为求解问题的编程工具。

此书探索在经济学、管理学、应用数学和计算机科学相结合的道路之上,很多问题尚在讨论。又因经济管理领域中的数学模型浩如烟海,所以挂一漏万等弊病在所难免,仅希读者在掌握数学模型构筑的基础上,学会使用本书中的程序设计方法,用 PASCAL 程序设计语言编制经济管理应用程序,解决这个领域中的一些实际问题。

书中所有程序均在小型机与微型机上通过,通用性强。每一个程序读者均可从不同的角度,给出恰当的参数,就会获得较为满意的结果。书中的数学模型及其程序虽经反复检测,但也难免有错,敬请读者指正。

此书从经济管理角度看它是一本经济管理数学模型之书,从计算机角度看,它又是一本充满例题的 PASCAL 程序设计及其应用之书,它可作为高等院校财经类、计统类、经济学、企管类、金融类、国际贸易类专业、管理信息系统专业,以及计算机应用专业的教材或教学参考书。还可供经济主管部门的管理者、工商企业的管理者、财会人员、统计人员、经济师阅读。既可用于某些宏观经济领域,也可用在微观经济之中。

此书共分八章,第一章导论,重点介绍 PASCAL 语言,未学过 PASCAL 语言的人,看了这一章以后,就可顺利的阅读以后各章中的程序。第二、三章是 PASCAL 语言在投入产出和回归分析中的应用。第四章是优化技术及其 PASCAL 程序。第五章至第八章分别是网络分析、机改与模拟、库存管理、盈亏分析的模型和程序。最后是矩阵与行列式等附录。

本书第一章由徐开明、徐娟芬执笔;第二章由徐开明、张家重执笔;第三、四章由徐开明、苏成执笔;第五章由朱国正、徐开明、石磊执笔;第六章由王荣寿、石磊执笔;第七、八章由朱国正、张家重执笔;附录、前言及内容提要等均由徐开明执笔。全书的写作大纲由徐

开明拟定，并经徐开明、徐娟芬统纂定稿。

在本书编著过程中得到南京大学国际商学院、出版社、教务处的的大力支持，还得到了南京大学经济信息中心顾爱廉、吴庆扣、张江江、张旗、易斌等全体同仁们的多方帮助。在撰稿时，参考了国内外许多书刊资料，此处恕不一一列举，作者对此一并表示真诚的谢意。

编著者

1991年3月于南京大学

目 录

前 言	1
第一章 导论	1
1-1 经济管理模型概述	1
1-1-1 引言	1
1-1-2 模型分类	1
1-1-3 系统模型特征及建模原则	2
1-1-4 构筑模型的方法与步骤	3
1-1-5 构筑模型的基本要素	4
1-2 PASCAL 程序设计简介	6
1-2-1 程序及使用计算机解题	6
1-2-2 PASCAL 程序的结构与基本符号	8
1-2-3 数据与简单类型	11
1-2-4 表达式	19
1-2-5 语句	21
1-2-6 过程与函数	32
1-2-7 程序的层次结构与标识符的作用域	45
1-2-8 程序的编制与调试	49
1-2-9 结构数据类型 (I) 数组类型	55
1-2-10 结构数据类型 (II) 记录类型	62
1-2-11 结构数据类型 (III) 文卷类型	66
1-2-12 结构数据类型 (IV) 集合类型	76
1-2-13 动态数据结构	81
第二章 投入产出模型的计算机程序	91
2-1 投入产出表概述	91
2-1-1 国民经济价值型投入产出表	92
2-1-2 实物型投入产出表	94
2-1-3 地区投入产出表	96
2-1-4 企业投入产出表	98
2-2 投入产出数学模型	100
2-2-1 行数学模型的建立	100
2-2-2 列数学模型的建立	107
2-2-3 完全消耗系数的计算	113
2-3 价格形成的模型程序	117
2-3-1 价格在国民经济发展中的地位	117
2-3-2 价格形成的数学模型	118

2-3-3 模型的求解和价格指数的计算	119
2-3-4 价格形成模型程序	121
2-3-5 价格体系管理信息系统的建立	126
第三章 回归分析及其在经济管理中的应用	128
3-1 引言	128
3-2 一元回归模型的程序编制	128
3-2-1 一元回归的数学模型	129
3-2-2 一元回归模型的检验	132
3-3 多元回归模型的计算机解析	142
3-3-1 多元回归的条件假设	142
3-3-2 多元回归模型解析	143
3-4 非线性回归	158
3-4-1 模型转换	158
3-4-2 转换程序	159
第四章 最优经济管理数学模型及计算机程序	170
4-1 古典优化方法在经济管理中的应用	170
4-1-1 基本概念简介	170
4-1-2 函数极值理论在经济管理领域应用中的几个程序示例	173
4-2 线性规划模型程序	184
4-2-1 数学规划基础	184
4-2-2 线性规划模型程序	187
4-2-3 单纯形法的应用	189
4-2-4 改进单纯形法算法程序	216
4-2-5 对偶单纯形法	237
4-2-6 运输问题及其模型程序	241
4-3 非线性规划模型解法	259
4-3-1 单变量最优化问题的解题程序	259
4-3-2 多变量最优化方法的计算机程序	279
4-4 目标规划与多目标决策	305
4-4-1 问题的提出	305
4-4-2 目标规划的模型结构及特点	305
4-4-3 目标规划的解法及多目标决策	310
4-4-4 小结	317
第五章 网络分析技术及其应用程序	332
5-1 网络计划技术与计算机算法	332
5-1-1 网络计划技术的基本概念	333
5-1-2 网络计划技术的数学模型	336
5-1-3 网络计划技术时间参数的计算方法	340
5-1-4 网络计划技术的计算机算法描述	346
5-2 网络技术的优化及算法	348
5-2-1 时间-资源优化(一)——资源有限,工期最短	352

5-2-2	时间-资源优化(二)——工期规定,资源最小	361
5-2-3	时间-费用优化——工期缩短,成本最低	368
5-3	网络计划技术的几个实用程序	382
5-3-1	网络计划时间参数计算程序	382
5-3-2	“资源有限,工期最短”优化程序	395
5-3-3	“工期规定,资源均衡”优化程序	413
5-3-4	“工期缩短,成本最低”优化程序	429
5-4	网络分析其他问题概述	448
5-4-1	最短路径问题	448
5-4-2	最大流量问题	452
第六章	计算机数字仿真	453
6-1	基本概念	453
6-1-1	计算机数字仿真	453
6-1-2	系统、子系统和环境	454
6-1-3	反馈	454
6-1-4	系统的组成实体、属性、活动	454
6-1-5	系统模型和变量	455
6-1-6	数字仿真的类型	458
6-2	离散系统数字仿真方法	458
6-2-1	排队系统概述	459
6-2-2	离散系统数字仿真方法	461
6-3	实例	471
6-3-1	机器维修系统仿真	471
6-3-2	库存领料系统仿真	481
6-3-3	离散系统数字仿真基本步骤与有关技术	494
第七章	库存管理模型、方法与程序	495
7-1	库存管理概述	495
7-2	确定型库存模型	497
7-2-1	确定型库存模型之一 ——不允许缺货-瞬时送货库存模型	497
7-2-2	确定型库存模型之二 ——不允许缺货-非瞬时送货库存模型	500
7-2-3	确定型库存模型之三 ——允许缺货-瞬时送货库存模型	501
7-2-4	确定型库存模型之四 ——允许缺货-非瞬时送货库存模型	504
7-2-5	确定型库存模型的计算机算法描述	508
7-3	随机型库存模型	508
7-3-1	随机型库存模型之一 ——需求量均值、预订期均值均不变的随机库存模型	510
7-3-2	随机型库存模型之二 ——需求量呈随机变化、预订期为零的随机库存模型	511

7-3-3 随机型库存模型之三 ——需求量呈随机变化、预订期均值不变的随机库存模型	514
7-3-4 随机型库存模型的计算机算法描述	516
7-4 ABC 库存分类控制法	521
7-5 应用程序	525
7-5-1 确定型库存模型的应用程序	525
7-5-2 需求量均值、预订期均值均不变的库存模型应用程序	527
7-5-3 需求量呈随机变化、预订期为零的库存模型应用程序	529
7-5-4 需求量呈随机变化、预订期均值不变的库存模型应用程序	531
7-5-5 ABC 库存分类控制法的应用程序	535
第八章 盈亏分析模型及算法程序	541
8-1 盈亏分析概述	541
8-2 盈亏分析模型	544
8-2-1 线性盈亏分析模型	544
8-2-2 非线性盈亏分析模型	548
8-3 盈亏分析模型的应用	551
8-4 盈亏分析的实现算法和应用程序	553
8-4-1 盈亏分析的实现算法	553
8-4-2 盈亏分析应用程序	558
附录 I 矩阵与行列式	583
I-1 矩阵	583
I-1-1 矩阵的概念与种类	583
I-1-2 矩阵运算及其性质	585
I-2 行列式与逆矩阵	587
I-2-1 二元一次方程组的解与二阶行列式	587
I-2-2 n 阶行列式	588
I-2-3 三阶行列式的性质	590
I-2-4 逆矩阵	591
附录 I 关于 PASCAL 程序设计语言的附录	594
I-1 保留字	594
I-2 标准标识符	594
I-3 标准符号	595
I-4 ASCII 码	595
I-5 PASCAL 语法图	597
I-6 语法定义	601

第一章 导 论

1-1 经济管理模型概述

1-1-1 引言

纵观整个社会经济发展史，无不经历着定性管理到量化管理的转化过程。现当代经济管理的发展进程也足以证明，无论是经济管理理论的研究，还是发展国民经济的实际活动，如国民经济发展策略的确定，战略计划、中期计划的制订，未来的预测、市场营销、物料供应、货物运输、成本核算等等无不和数学有关，无不需要量化。其实，没有任何一门科学不和数学关联，没有任何一个实际问题的解决能完全脱离数量的概念。

人们为了了解社会，研究社会，使各种各样的系统造福于人类，就需要用系统的观点，系统工程的思想、数学的方法反映世界，描述系统，找出系统的内外与其有关各元素之间的关联，抽取共性，捕捉特殊之点，构筑相应的数学模型，以获取比较满意的结果。

在现实社会中，模型是一切客观事物的抽象，是物理世界的反映，是各类现实系统的替代，它源于实际、反映实际，但又高于实际。数学模型尤其如此。人们在改造、利用客观世界之时，往往均通过对数学模型的解算，以求得最优解，构筑满意可行方案，改造现有系统，使系统更好地为社会主义建设事业服务。

1-1-2 模型分类

在物理世界与信息世界中，有各种各样的模型，从总体上说，可分为物理模型、模拟模型、数学模型三大类。物理模型由实体的物理元素构成，形象逼真，故又称之为形象模型，如一些实物模型、模拟器等。模拟模型是利用一组可控制的条件来代替实体，通过模仿性的试验来了解实体的本质及变化规律；这类模型对无法了解其构成因素间关系或复杂而无法以数学描述或难于求出解析解的系统最为有用。例如，要作结构物对各种地震强度的反应，就可根据地震波的动力特性，人为地产生纵、横向的正弦波或随机震动来检测。由此可知，系统模拟的本质是在系统的模型上进行实验，这种实验通常均是通过计算机进行的。由于计算技

术的迅速发展给这种模拟实验的成功创造了极为优越的条件与环境。数学模型从逻辑角度考虑是由数学符号、逻辑符号、数字、图表等组成，它是相对应的物理实体或具体事件的高度抽象，故又称之为抽象模型，如数字模型、图形模型、概念模型、计算机程序等等。

按模型的时间属性划分，在上述三类模型中又均有静态模型与动态模型之别。

根据系统变量的性质又可将模型分为确定型和随机模型两类。所谓随机模型是指在模型中有一个变量为随机变量的模型。在该类型中有一个或多个随机变量输入将导致随机输出，这些输出并非是模型的准确与精确解，而只能认为是模型真实特性的估计。

确定型模型就是指有一组已知输入，将导致唯一的一组输出的模型。诸如线性规划、非线性规划、整数规划、目标规划、动态规划等。本书重点对投入/产出模型、回归分析模型、线性规划模型、非线性规划模型、目标规划模型、网络技术模型、排队论模型、仿真模型、库存论模型、盈亏分析模型及其 PASCAL 程序进行分析讨论。

1-1-3 系统模型特征及建模原则

建立系统模型是用系统工程方法解决实际问题的一种最有效的方法，是一件高技术和高艺术的工作，人们通过建立系统模型，以寻求解决问题的最佳方案。

在客观世界中，任何一个系统总涉及大量的因素，而决定其现象本质的却是大量因素中的主要因素。人们所建模型虽不是研究对象本身，但它是对象的抽象，如前所述，它反映着系统现实的主要特征，然而它又高于现实，且具有同类问题的共性。因此，模型一般具有如下三方面的特征。

1. 它是现实系统的抽象或模仿。
2. 它是由说明系统本质或特征的诸因素构成的。
3. 它能集中表明这些因素间的关系

任何一种模型的建立不能带有主观随意性，应通过深入广泛的调查研究、分析综合，根据实际情况构筑自己所需要的模型。一般而言，建立模型应遵循如下原则：

1. 客观性原则

模型源于实际，反映实际，是现实系统的替代物。在建立模型前应深入系统内部及其环境进行调查，一切从实际出发，从实体事物中抽取系统的本质，绝不可坐在办公室内听汇报、看材料，凭自己的意断与想象构筑。

2. 有一定的精度

模型反映系统就是指应有一定的精度，即是说，模型不能偏离现实系统本质太远，如失真太大就失去了模型的意义。但是，模型毕竟不是原型，不可能把原型中的所有细节包揽无余。即是说，模型不可能十分精确，否则就会无法控制，这样，同样会失去模型的意义。

3. 经济性原则

模型应以简单的结构代替复杂的系统，便于求解或模拟。如果模型太复杂，不仅难于运行、求解，而且构模费用太大，不符合以较少的投入求解，运行复杂大系统的要求。因此，模型应足够简单、易于理解。

4. 科学性与严密性

模型中有各种变量和参数，用到各种公式、定律。因此，模型必须符合科学规律，参数

要准确可靠，所用公式要严密、有依据，符合数学推理的要求。

1-1-4 构筑模型的方法与步骤

模型，尤其是数学模型是定量管理的基础，是推进系统开发利用的依据，也是预测、决策的有效工具，是科学试验的补足手段。因此，在模型构筑时不仅应强调科学性，而且应审慎选择建模方法。就一般而言，可根据具体情况，选择如下方法中的一种或数种构筑所期望的模型。

1. 直接分析法

当研究的对象系统比较简单和足够明确时，可按问题的性质和范畴直接构筑出模型。

2. 最小能量分析法

这种方法在许多力学工程上应用得较为广泛，在研究化学或力学平衡问题的数学模型构筑时经常应用这种方法。从大量的实际问题的解决可知，利用最小能量原理可以建立如壳体的振动、推力程序设计中如何使弹道最高，如何设计外形使阻力最小，控制系统误差最小等工程力学等问题。

3. 概率统计分析法

这种方法的使用者们总是通过选择不同的参数使所设计的系统达到质量最佳。在工程设计中所使用的知识往往会分属于不同学科，但在建立数学模型时却具有共性，应综合运用。

4. 状态空间分析法

在研究时变系统和非线性系统等动态系统的特性及多输入—多输出等多变量复杂系统时，大部分采用这种方法构筑其数学模型。这是古典控制论中试探法的新发展。

为能深入了解并掌握状态空间分析方法，熟悉如下几个基本概念：

(1) 状态：是表示系统的最小一组变量（叫做状态变量）。若已知在 $t=t_0$ 时的这组变量和 $t \geq t_0$ 时的输入，则可完全确定系统在任何时间 $t \geq t_0$ 的行为。因此，系统在时间 t 的状态是由 t_0 时的状态和 $t \geq t_0$ 时输入唯一确定，而这一状态与 t_0 前的状态和输入无关。

(2) 状态变量：确定系统状态的最小一组变量，称之为状态变量。如果以最少的 n 个变量 $x_i(t)$, $i=1, n$ 就能完全描述系统的行为，那么这样的 n 个变量 $x_i(t)$, $i=1, n$ 是一组状态变量。状态变量并不一定是在物理上可测量的或可观察的量值，但实践上却往往选择容易测量的量作为状态变量。因为，这样易于用其构筑模型。

(3) 状态向量：如果完全描述一个给定系统的动态行为需要 n 个状态变量，那么，可将这些状态变量看做是向量 $x(t)$ 的各个分量。此处的 $x(t)$ 就叫做状态向量。

(4) 状态空间：由 x_1 轴， x_2 轴，……， x_n 轴所组成的 n 维空间叫状态空间。系统的任意状态均可用状态空间中的一点来表示。在构筑系统模型时，人们往往会把物理实体或事件放在这样的 n 维状态空间中进行观察、测量。

5. 模拟分析法

在现实世界中，有的系统结构性质虽已清楚，但要对其做数量描述或求其准确解却是十分困难的。此时，可用一相似系统去代替这个原系统，而对这代替原系统的系统进行处理并求其结果又要比原系统方便得多，人们便把后一种系统看成是原系统的模拟。

在充分掌握以上各种方法的基础上，按照一定的规律即可构筑出所需的系统模型，一般

可遵循如下步骤（如图 1-1 所示）。

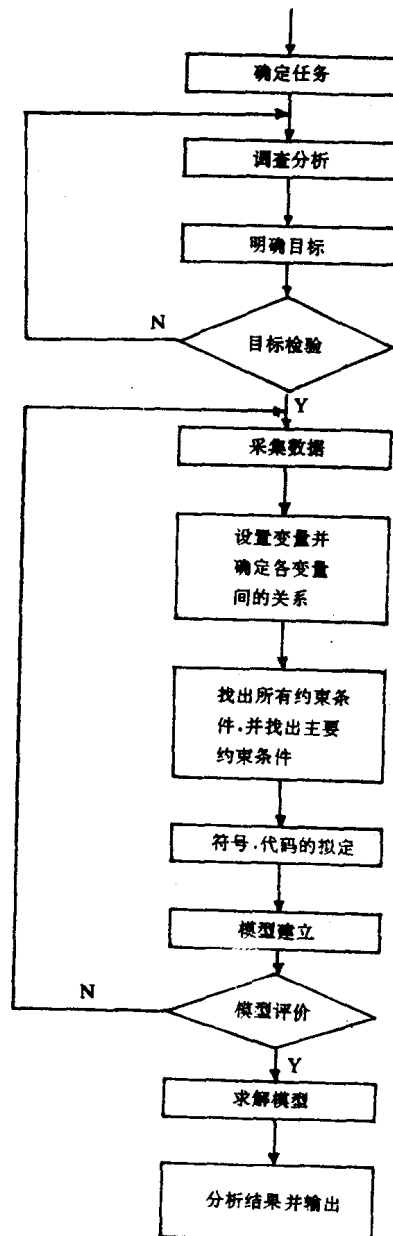


图 1-1 构筑系统模型步骤流程

1-1-5 构筑模型的基本要素

任何一种系统模型都是由各种相互关联、相互依赖、相互制约的元素构成的。人们往往把构成系统模型的元素称之为模型的成份。或称之为构成模型的要素。当然，元素与要素是

两个不能完全等同的概念。

一、变量

变量是构成系统模型的最基本要素，也是必不可少的要素，它表示模型各成份之间的关系。在系统模型中变量又可分为外部变量、内部变量及状态变量。

外部变量是模型的输入变量，它表明环境对系统的输入。

内部变量是系统内部属性的反映。或者说，是输出内容的表达。

状态变量是描述系统或系统某一（些）成份状态的变量，它表明系统在某一时刻、空内的行为状态。人们运用某些特定的方法和工具对系统的外部输入信息、内部状态信息及其工作特性信息进行有规则的操作，生成某些（种）结果信息，这些结果信息可用变量形式表达，进而从系统输出，人们把这种类型的变量也称之为内部变量。所以内部变量亦可认为是系统的输出变量，它是根据外部变量、状态变量和系统工作特性发生的。从系统的输入输出之间关系考察，外部变量、状态变量的划分与系统边界的确定紧密相关。

二、参数

参数是赋给变量的某一定值，为某一特定目的或特定处理过程所使用，它是构筑、运行求解系统模型所不可缺少的要素。在 PASCAL 语言中，参数可分为实在参数、形式参数两类，它是过程或函数的“操作”对象（详见 1-2-6 “四”过程与函数一节）。

三、函数关系

函数关系是指描述模型变量之间的关系，这种关系可用函数来表示，这是任何一种数学模型中所必然具有的关系。在构筑数学模型时，当各种变量确定后，找出各变量之间的这种关系是非常重要的，若找不出变量与变量之间的这种关系，模型就无法构筑。

四、模型的构成顺序

不同种类模型的构筑与求解并不完全一样，不能千篇一律。但仔细考察，也有其共性，所以，在构筑并求解数学模型时一般可参照如顺序进行。

1. 问题的提出及其目标的明确化；
2. 模型要素，尤其是各类变量的确定；
3. 根据客观系统的情况及环境条件，构筑，概念模式，建立粗略模型；
4. 经过分析对概念模式、粗略模型进行合理的分割，并子系统化；
5. 把系统的综合部分模型化；
6. 对子系统进行模型化
7. 通过反复调研与分析，修改并完善模型；
8. 确定模型算法；
9. 运用 PASCAL 等编程工具编制解决实际问题的模型程序，并调试所编程序；
10. 设置并输入参数，运行所编程序，以获取模型的满意解。

在构筑数学模型时，外部变量数目的确定十分重要。若外部变量过少，模型就可能会变得无效；若过多，模型又会因过于复杂而难于求解或无法求解；外部变量到底设置多少为宜，应视具体问题而定，也不能千篇一律。

当变量选定后，就应确定系统模型的结构框架，这就是上述的粗略模型。十分简单的系统模型的构筑可能无需先构筑粗略模型。但系统复杂性越高，建立系统框架结构的工作就越重要。这种模型结构框架可以用表格反映，也可用流程图，相关矩阵、相关树图表或数学公

式来表示，以反映出系统的本质。

1-2 pascal 程序设计简介

1-2-1 程序及使用计算机解题

一、程序与程序设计语言

电子计算机（又称电脑）成为当代高科技的重要组成部分。人们应用电子计算机为设定的目标服务，而这种服务不是电子计算机的本能，而是人们将其智力活动转换成一种机械的、电子计算机能识别的“程序”实现的。电子计算机所做的一切事情都需预先安排好“程序”，并在“程序”的控制之下完成。

为了驾驭电子计算机，首先应了解程序和程序设计语言。

程序是对所要解决问题的各个对象和处理规则的描述。

程序设计就是设计、编制和调试程序的过程。

程序设计语言是用于书写计算机程序的语言。

例 1 给定圆半径 r ，由公式 $c=2\pi r$ 计算圆周长 c 。这可看成是一个“程序”，要解决的问题是“计算圆周长”，处理对象有圆半径 r ，圆周 c 以及圆周率 π 。这是用汉语写的一个“程序”，计算机目前尚不能识别，可转换成如下的描述：

```
program calcnlation (inpnt, output);
const pi=3.1416; (* 处理对象圆周率 pi *)
var r, c: real; (* 处理对象 r 与 c *)
begin (* 以下为处理规则 *)
  read (r); (* 读入圆半径 r 的值 *)
  c:=2*pi*r; (* 计算圆周长 c 的值 *)
  writeln ('当圆半径是', r:7:4, '时, 圆周长为:', c:7:4)
end.
```

从上例可见：在第一台电子计算机问世之前便已有程序，程序是所要解决问题的处理对象和处理规则的描述。描述可用多种语言，但由电子计算机帮助解决问题，应选择它能识别的语言。该例使用的是 PASCAL 程序设计语言。

到目前为止，程序设计语言已有几千种，但是语言的基础均是一组记号与一组规则，根据规则由记号组成的符号串就是程序。

这里“规则”就是平时说的语法，而“记号”便是词汇。语法只表示了词汇间的组合规则，而不涉及它们的含义。而由语义表示程序的含义。因此，反映某一目的的程序不应存在语法与语义方面的错误。为保证程序的正确，程序人员在设计、编制程序时应十分认真，并学习一套排除错误的方法。

二、使用计算机解题

由计算机解题需要程序。为准备程序需要三个步骤，有了程序在计算机上得到结果也有三个步骤：

1. 准备程序三步骤

(1) 明确问题要求。对要解的问题的各项要求、指标，应十分明确。例如，有哪些处理对象，其中哪些是给定的数据，哪些是要求加工处理的结果，这些数据的结构形式等。另一方面待解问题的目的是什么，有何特殊性。明确问题的要求是设计程序的依据。因此，不要在问题不够明确前急于编写程序。

(2) 算法分析。在问题明确之后，采用什么方法分析能最有效地达到问题要求的目的，制定解决问题的处理规则。

(3) 设计程序。根据上述分析，按结构程序设计方法，自顶向下地逐步精化一个程序。

2. 在计算机上由程序得到问题解的步骤：

(1) 编辑。将准备好的程序，编辑成计算机系统的源程序文卷。源程序文卷往往在计算机系统的次级存储器上（例如，在磁盘上）。

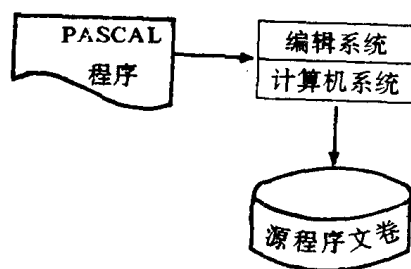


图 1-2 程序的编辑

(2) 编译。将源程序文卷转换成目标程序。计算机系统接受了 PASCAL 源程序，并不能直接执行。计算机硬件只能执行机器语言程序。因此，要将 PASCAL 程序翻译成等价的机器语言程序，才能在计算机上运行。

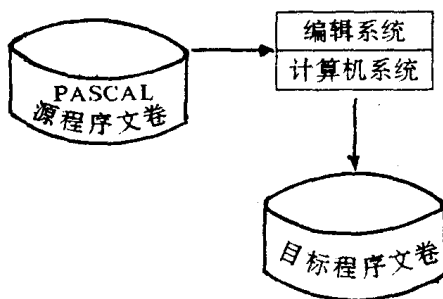


图 1-3 程序的编译

(3) 运行。执行目标程序，达到程序设计的预期目的。按设计要求，运行时可能要输入一些数据与输出一些结果或提示。