

系统动力学

在财务管理中的应用

谢英亮 谢林海 袁红萍 刘贻玲 著



冶金工业出版社

<http://www.cnmp.com.cn>

系统动力学在财务管理中的应用

谢英亮 谢林海 著
袁红萍 刘贻玲

北 京
冶金工业出版社
2008

内 容 提 要

本书在简要介绍系统动力学理论和方法的基础上,详细阐述了系统动力学在企业财务管理中的应用与研究成果,主要包括:系统动力学及 Vensim 简介,企业财务预测动态仿真模型,基于 EVA 和 ABB 的全面预算动态仿真模型,高校现金流仿真模型等。

本书内容新颖,见解独到,具有较高的实用价值,可供高校师生及财务管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

系统动力学在财务管理中的应用/谢英亮等著. —北京:
冶金工业出版社, 2008. 11

ISBN 978-7-5024-4734-2

I. 系… II. 谢… III. 系统动力学—应用—企业管理:
财务管理 IV. F275

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 159043 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 postmaster@cnmip.com.cn

责任编辑 杨 敏 宋 良 美术编辑 张媛媛 版式设计 张 青

责任校对 王贺兰 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-4734-2

北京百善印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2008 年 11 月第 1 版, 2008 年 11 月第 1 次印刷

148mm×210mm; 5.375 印张; 159 千字; 164 页; 1-2000 册

18.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010) 65289081

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

序 言

在市场经济条件下，社会产品是使用价值和价值的统一体。企业生产经营活动过程也表现为使用价值的生产和交换过程及价值的形成和实现过程的统一。在这个过程中，劳动者将生产中所消耗的生产资料的价值转移到产品或服务中去，并且创造出新的价值，通过实物商品的出售或提供服务，使转移价值和新创造的价值得以实现。企业资金的实质是生产经营过程中运动着的价值。

在企业生产经营过程中，实物商品或服务在不断变化，它们的价值形态也不断地发生变化，由一种形态转化为另一种形态，周而复始，不断循环，形成了资金的运动。所以，企业的生产经营过程，一方面表现为实物商品或服务的运动过程，即物化劳动和活劳动的相互转化过程；另一方面表现为资金的运动过程；资金运动不仅以资金循环的形式而存在，而且伴随生产经营过程的不断变化，因此资金也表现为一个周而复始的复杂的周转过程。

在企业的生产经营过程中，也不断受到来自外界社会经济环境的影响。社会政治环境、法律环境、经济环境的动态性、复杂性，加剧了企业财务活动的动态性、复杂性和周而复始的动荡性。因此，我们认为，企业在受到内外环境双重因素作用的影响下，企业财务管理系统具有明显的周期性、复杂性、动态性、非线性、时滞性、多重反馈性等动态性复杂特征，相应地，给企业管理和财务管理决策带来巨大挑战。

在企业财务管理预测、决策方面，传统的财务管理方法不能

解决财务管理过程中的时滞性、多重反馈性问题，所以，我们必须寻求新的理论和方法。系统动力学作为研究社会经济系统问题的“战略与决策实验室”，具有擅长处理周期性、复杂性、动态性、非线性、时滞性、多重反馈性问题，特别是在数据缺乏或不完备的条件下仍可以进行研究，仍能对未来政策进行分析的功能，因此，在这个领域中引入系统动力学理论和方法无疑具有重要的学术与实践意义。

本书是江西理工大学经济管理学院系统动力学研究所主要成员在多年研究成果的基础上形成的。多年以来，作者围绕着系统动力学在财务管理中的应用展开了深入的探索，在其理论基础、建模方法、应用案例研究等方面取得了可喜的进展。本书在对系统动力学的理论方法和系统动力学仿真软件 Vensim 进行介绍的基础上，分别阐述了系统动力学在财务预测、企业全面预算、高校现金流模拟方面的应用与研究成果。

本书第1章由谢英亮撰写，第2章由谢林海撰写，第3章由袁红萍撰写，第4章由刘贻玲撰写。谢英亮负责本书的总体框架构思并参与其余三章的撰写。

本书可作为财务管理专业的本科生和研究生的教学参考书，也可以作为企业管理研究人员的科研参考资料。

作 者
2008 年 5 月

目 录

1 系统动力学及 Vensim 简介	1
1.1 系统动力学的产生与发展	1
1.1.1 国外系统动力学发展历程及应用领域	1
1.1.2 中国系统动力学发展历程及应用领域	2
1.2 系统动力学基本理论	3
1.2.1 系统复杂性、因果关系图	3
1.2.2 系统动力学流图	5
1.2.3 系统变量与方程式	5
1.2.4 系统动力学模型的特点	7
1.2.5 系统动力学建模原则	7
1.2.6 系统动力学的建模步骤	8
1.3 Vensim 软件	9
1.3.1 Vensim 软件简介	9
1.3.2 Vensim 软件的特点	9
1.3.3 Vensim 软件的界面	10
1.3.4 Vensim PLE 软件的使用	11
2 企业财务预测动态仿真模型	16
2.1 企业财务预测基本理论	16
2.1.1 财务预测系统的构成	16
2.1.2 财务预测系统的特征	16
2.1.3 财务预测方法	17
2.1.4 系统动力学引入财务预测系统中的理由	22
2.2 基于系统动力学的财务预测模型研究	23
2.2.1 明确建模目的	23

2.2.2	确定系统边界	23
2.2.3	系统结构分析	24
2.2.4	系统动力学模型	29
2.3	财务预测模型的应用	42
2.3.1	JXKL 稀土新材料有限公司简介	43
2.3.2	JXKL 稀土新材料有限公司财务预测系统 模型总流图	43
2.3.3	模型基本模拟的假设与参数的估计	43
2.3.4	仿真运行及分析	54
2.3.5	模型的有效性检验	59
2.3.6	模型的灵敏性分析	60
3	基于 EVA 和 ABB 的全面预算动态仿真模型	64
3.1	基于 EVA 和 ABB 的全面预算模型理论	64
3.1.1	基于 EVA 和 ABB 的全面预算概念	64
3.1.2	EVA 和 ABB 全面预算的目标和管理思想	64
3.1.3	EVA 和 ABB 全面预算的基本内容	65
3.1.4	EVA 和 ABB 全面预算的编制	66
3.1.5	EVA 和 ABB 全面预算与传统全面预算的比较	68
3.2	基于 EVA 和 ABB 的全面预算动态仿真模型	70
3.2.1	明确建模目的	70
3.2.2	确定系统边界	71
3.2.3	系统结构因果分析	71
3.2.4	系统动力学模型的构建	76
3.3	基于 EVA 和 ABB 的全面预算动态仿真模型的运用	90
3.3.1	晋江 HD 电子厂简介	91
3.3.2	晋江 HD 电子厂基于 EVA 和 ABB 的全面预算 动态仿真模型系统动力学的流位流率图	91
3.3.3	模型基本模拟的假设与参数的估计	91
3.3.4	仿真运行结果及其分析	95
3.3.5	EVA 和 ABB 的全面预算动态仿真模型预算结果	97

3.3.6	EVA 和 ABB 的全面预算动态仿真模型预算结果的灵敏性分析	114
4	高校现金流仿真模型	115
4.1	问题的提出背景	115
4.1.1	问题的提出	115
4.1.2	高校现金流仿真研究的目的和意义	117
4.2	高等学校现金管理相关问题概述	119
4.2.1	现金、现金流量及现金流量管理在高校财务中性质、内涵的探讨	119
4.2.2	高校现金流量的特征	120
4.2.3	高校现金流量管理的目标	124
4.2.4	高校现金流量预测	124
4.2.5	在高校现金流管理中应用系统动力学的可行性	125
4.3	基于系统动力学基础的高校现金流管理模型研究	125
4.3.1	基于系统动力学基础的高校现金流管理的目标	126
4.3.2	基于系统动力学基础的高校现金流系统建模	129
4.4	系统动力学在高等院校现金流管理中的应用	149
4.4.1	某工科大学的基本情况简介	149
4.4.2	模型基本模拟的假设及参数的估计	151
4.4.3	模型的仿真运行及分析	155
4.4.4	模型的有效性检验	161
	参考文献	163

1 系统动力学及 Vensim 简介

1.1 系统动力学的产生与发展^[1]

1.1.1 国外系统动力学发展历程及应用领域

系统动力学 (System Dynamics 简称 SD) 创始于 1956 年, 在 20 世纪 50 年代末成为一门独立完整的学科, 其创始者为美国麻省理工学院 Forrester 教授。

20 世纪 50 年代后期, 系统动力学逐步发展成为一门新的学科领域。初期它主要应用于工业企业管理, 处理诸如生产与雇员情况的变动, 市场股票与市场增长的不稳定性等问题。此学科早期的称呼——“工业动力学”即因此而得名。

20 世纪 60 年代是系统动力学成长的重要时期, 一批代表这一阶段理论与应用研究成果水平的论著问世。Forrester 教授于 1961 年发表的《工业动力学》(Industrial Dynamics) 已成为本学科的经典著作, 它阐明了系统动力学的原理与典型应用。《系统原理》(Principles of Systems, 1968) 一书侧重介绍了系统的基本结构。《城市动力学》(Urban Dynamics, 1969) 则总结了美国城市兴衰问题的理论与应用研究的成果。

20 世纪 70 年代系统动力学进入蓬勃发展时期, 由罗马俱乐部提供财政支持, 以 Meadows 为首的国际研究小组所承担的世界模型研究课题, 研究了世界范围的人口、资源、工农业和环境污染诸因素的相互关系, 以及产生后果的各种可能性。以此为基础形成的著作《增长的极限》在世界范围里产生了巨大的影响。而以 Forrester 教授为首的美国国家模型研究小组, 将美国的社会经济作为一个整体, 成功地研究了通货膨胀和失业等社会经济问题, 第一次从理论上阐述了经济学家长期争论不休的经济波动的产生机制。

20 世纪 80 年代中后期以来, 随着计算机技术的发展, 系统动力

学在理论和应用研究两方面都取得了飞跃的进展，达到了更成熟的阶段。目前系统动力学正处在一个蓬勃发展的时机，其自身的理论、方法和模型体系仍在深度和广度上发展进化。

目前，国外系统动力学的应用非常广泛。在宏观经济、微观经济、社会与人口、生态与环境、科技与教育、医学、生物学及工程技术等领域都有许多系统动力学的研究成果，主要应用领域划分如下：

- (1) 战略研究和企业规划；
- (2) 业务流程设计；
- (3) 项目管理；
- (4) 物流与供应链；
- (5) 公共管理和公共政策；
- (6) 生物建模和医疗建模；
- (7) 能源和环境；
- (8) 自然科学和社会科学领域的理论发展；
- (9) 动态决策；
- (10) 复杂的非线性的动力学。

1.1.2 中国系统动力学发展历程及应用领域

20 世纪 70 年代末，一批专家学者将系统动力学引入中国，如上海的杨通谊先生和王其藩教授，浙江的许庆瑞教授以及上海交大的吴建中教授等。1986 年成立了国内系统动力学学会筹委会，1990 年正式成立了国际系统动力学学会中国分会，1993 年正式成立了中国系统工程学会系统动力学专业委员会。系统动力学在研究复杂的非线性系统方面具有无可比拟的优势，相关学者把它应用在社会、经济、商业、城市建设，乃至生物、医疗、环境保护等方面的研究中，都提出了独到见解并做出巨大贡献，在其被引入中国后，得到中国学者的大力支持，并广泛应用于国民经济管理的各个领域。在中国，很多学者运用系统动力学理论和方法，对社会生活、生态环境、社会可持续发展、企业经营管理等领域的实际问题进行了系统性的研究，为社会经济发展做出了巨大贡献。

1.2 系统动力学基本理论

1.2.1 系统复杂性、因果关系图^[2]

1.2.1.1 系统复杂性

在我们周围，系统比比皆是，有电气的，机械的，生物的，生态的，经济的，社会的，不胜枚举。大的系统如天体运行系统；涉及资源、人口、粮食、资产以及污染问题的世界社会-经济-生态系统；一个国家或一个区域的社会-经济-生态系统；涉及城市建设、人口、就业、交通、住房与社会福利的城镇系统；还有交通运输系统等等。小的系统诸如一些企业的生产、采购与销售的经营管理系统；飞机、船舶或汽车等机械系统；一棵树也可以成为一个生物系统等等。

无论是大系统还是小系统，都具有动态复杂的特征。系统内部各要素间、系统与系统间相互影响、相互作用，使得系统的输入输出变得非常复杂。

系统动力学是处理信息反馈系统的动态行为的方法论。作为其研究对象的实际系统，一般都是高阶次、非线性、多重反馈的复杂系统。系统动力学中的系统一般包括三类构成要素：物质、信息和运动（包括人及其运动）。系统可分为天然系统和人工系统，如海洋、河流、森林等可以认为是天然系统，而通过人为规定的组织、制度等建立起来的各种管理系统、经济系统，人类对自然现象和社会现象认识所形成的科学系统、技术系统等都属于人工系统。系统有边界，边界以内为系统构成要素，边界以外为系统环境，边界可以根据研究目的和范围人为划定。

综上所述，我们可以得出形成系统的四个基本条件：

- (1) 系统的整体有一个总目标，各元素围绕一个总目标而运动。
- (2) 每一个系统都有边界，边界内应有两个以上的构成要素。因此，我们研究某个系统，首先应探讨组成这个系统的元素是什么，确定出系统的边界。
- (3) 系统内每个元素有各自的功能，各元素之间有相互作用的关系。

(4) 系统具有时间顺序。物质在系统内的运转称为物流，资金的运转称为资金流，信息的传递成为信息流。无论哪一种，我们统称为流。这些流随时间迁移，沿时间轴运动，也就是说什么时间产生，其结果如何，这种结果会有什么发展，都是按时间顺序进行的。

1.2.1.2 因果关系图

由于系统内部各要素间存在相互联系、相互影响的复杂关系，因此，可以通过描述系统各要素的因果关系来描述系统各要素间的关系。在系统动力学方法中，我们应用因果关系图来描述系统各要素间的因果关系。因果关系图由以下几个部分组成。

A 因果关系

因果关系是系统动力学方法建模的基础，是对复杂系统的要素与关系的一种真实写照。

B 因果键

通常因果关系是用一个箭头表示的。例如系统中的两个要素 A 和 B，图 1-1 表示了这两个要素间的因果关系，A 是原因，B 是结果。这种有箭头的线条则称为因果关系键，简称因果键。如果 A 增 B 也增，则称 A、B 间具有正因果关系，并用“+”标在因果键旁边，如图 1-1a 所示。同理，图 1-1b 表示的是负因果关系，该键称为负因果键，说明 A、B 变化方向相反，A 增 B 减，负因果键用“-”标出。

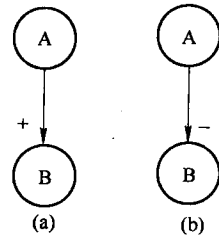


图 1-1 因果键

C 反馈环

两个以上的因果键首尾相连形成环状，被称为因果反馈环，如图 1-2a 所示。因为因果键有正负之分，因此，由这种带极性的因果键串联而成的反馈环也必然有正反馈环和负反馈环。偶数个负因果关系形成反馈回路为正反馈环，奇数个负因果关系形成反馈回路为负反馈环。按照因果关系，正反馈环的性质是：如果反馈环中有某个因素的属性发生变化，那么，由于其中一系列要素的属性递推作用的结果，将使该要素的属性沿着原先变化的方向继续变化下去。所以，正的反馈环具有自我强化（或弱化）的作用，是系统中促进系统发展（或

衰退) 的因素。在负反馈环中, 当某个要素发生变化时, 在反馈环中一系列要素属性递推作用的结果, 将使该要素的属性沿着与原来变化方向相反的方向变化, 因此, 具有内部调节器 (稳定器) 的效果。所以负反馈环可以控制系统的发展速度或者衰退速度, 是使系统具有自我调节功能必不可少的因素。系统动力学认为, 系统的性质和行为完全取决于系统中存在的反馈环。图 1-2b 所示的是正反馈环, 图 1-2c 所示的是负反馈环。

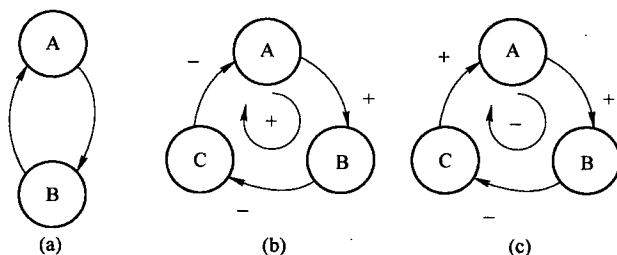


图 1-2 反馈环

1.2.2 系统动力学流图

系统动力学在充分考虑到动态系统实物或信息“流动”的基础上, 提出了系统动力学的“流图”结构。系统动力学流图并不拘泥于动态系统的数学描述, 而是把重点放在给出系统内部实物或信息之间的相互关系上。如果和定量描述相结合, 就可以给出动态系统状态的全部时间行为。简单的系统动力学流图见图 1-3。

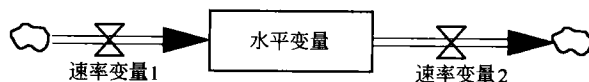


图 1-3 系统动力学流图

1.2.3 系统变量与方程式

1.2.3.1 系统变量

系统动力学常用的变量有如下几种。

A 水平变量 (Level)

水平变量描述了系统的状态，它又可称为状态变量，水平变量反映了动态系统变量的时间累计过程。因此，在系统中可以观察水平变量在任何时间瞬时的取值，它的取值仅仅受速率变量的影响而改变。

B 速率变量 (Rate)

速率变量描述了水平变量的时间变化，它又可称为决策变量。在数学意义上，速率变量反映了导数的概念，因而它是不能瞬时观察的。在系统中，我们只能观察到速率变量在时间段内的平均值。因此，在系统动力学模型中采用区间上的平均速率来代替瞬时速率进行计算。

C 辅助变量 (Auxiliary)

在理论上，系统动力学只需要水平变量和速率变量，加上系统的初始状态就可以确定动态系统的全过程。但在使用上常常还需要某些中间结果，例如对系统信息量的理解或计算机仿真输出等，因而又引出了辅助变量这一概念。辅助变量用来描述位于水平和速率之间的中间变量，它必位于水平变量和速率变量之间的信息通道上。

D 常量 (Constant)

常量是指在所考虑的时间范围内变化甚微或相对不变化的系统参数。严格说来，绝对不变化的参数是不存在的，但对于那些变化甚微，都可以视作常数予以处理。例如劳动生产率，虽然是变化的，但是在某种情况下仍可以把它视作常数。常量可以用直接或辅助的形式把信息输入到水平变量或速率变量。

E 内生变量

水平变量、速率变量、辅助变量、常量又统称为内生变量。

F 外生变量

制约着内生变量，但又不受内生变量制约的变量称为外生变量。

1.2.3.2 系统方程式

建立方程是把模型结构“翻译”成数学方程式的过程，即把非正规的、概念的构思转换成正式的定量的数学表达式——规范模型。建立方程的目的在于使模型能用计算机模拟（或得到解析解），以研究模型假设中隐含的动力学特性，并确定解决问题的方法与对策。

建立方程阶段远非仅仅是在有趣的构思与结果分析两个阶段之间的技术插曲。正如前面曾叙述的,以因果关系图表示模型,其含义常常模糊不清。从为了更真切地描述客观事物的意义上说,规范模型要精确得多,它可借助计算机毫不含混地一步一步算出变量随时间的变化。另外,建立方程阶段所必需的精确性也迫使构模者清晰地去思考,从而加深对系统结构的了解。即使有了图形化界面的仿真工具,其中的参数设置仍然要用到方程的概念,故方程的建立仍然具有重要作用,是仿真建模的重要环节。

1.2.4 系统动力学模型的特点

系统动力学模型与其他模型方法相比,具有下列特点:

(1) 适用于处理长期性和周期性的问题。如自然界的生态平衡、人的生命周期和社会问题中的经济危机等都呈现周期性规律并需通过较长的历史阶段来观察,已有不少系统动力学模型对其机制做出了较为科学的解释。

(2) 适用于对数据不足的问题进行研究。建模中常常遇到数据不足或某些数据难以量化的问题(灰箱问题),系统动力学根据各要素间的因果关系及有限的的数据及一定的结构仍可进行推算分析。

(3) 适用于处理精度要求不高的复杂的社会经济问题。一般来讲,复杂的大系统常因描述方程是高阶非线性动态的,很难应用一般数学方法求解。系统动力学则借助于计算机及仿真技术,在无法求得精确解的情况下仍能获得主要信息。

(4) 强调有条件预测。本方法强调产生结果的条件,采用了“如果……则……”的形式,对预测未来提供了新的手段。

1.2.5 系统动力学建模原则^[3]

模型是描述现实系统的,因而它是源于实际、反映实际的。通过建立模型而达到抽象,反映了人们对现实系统认识的深化,是认识的飞跃。建模是系统动力学方法中最为关键和困难的阶段,建立一个有效的模型应遵循下面一些基本原则:

(1) 在建模的构思、模拟与测试等过程中,要根据所研究的系

统的整体性、层次性、复杂性等特性，对系统结构进行灵活而正确的分解与综合。

(2) 要遵循一个“明确”三个“面向”，即明确目的、面向问题、面向过程与面向应用。建模时首先应明确建模目的，明确模型的任务是什么；建模的全过程都要面向客观系统所要解决的矛盾与问题，而不是整个系统；面向矛盾诸方相互制约、相互影响所形成的反馈动态发展过程；面向模型的应用、政策的实施。

(3) 系统动力学仅处理那些随时间而变化和源自反馈结构的问题。这两者有助于确定问题、定义变量和构思模型。

(4) 模型是实际系统的“实验室”。它是真实系统的简化与代表，是真实世界的某些断面或侧面。建模不等于对实际系统的复制，应防止所谓原原本本、一一对应按真实世界去建立模型的错误倾向。

(5) 检验模型的一致性、有效性的最终标准是客观的实践。人对客观事物的认识不可能一次完成，而是螺旋上升的过程。因此，没有终极的模型，没有十全十美的模型，只能有阶段性的、达到预定目标和满足预定要求的相对有效的模型。

1.2.6 系统动力学的建模步骤

系统动力学建模的步骤（图 1-4）为：

(1) 明确建模的目的。即明确模型所要研究和解决的问题。

(2) 系统边界的界定。即确定问题研究的范围。系统内部应包括所有对系统特性有重大影响的因素，而在边界外与系统有联系的部分便是系统的环境。

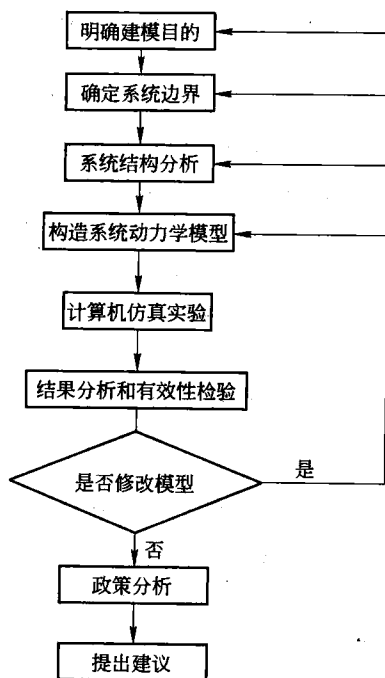


图 1-4 系统动力学建模流程图

(3) 系统结构分析。即研究系统及其组成部分之间的关系, 研究系统的反馈结构, 分析系统整体与局部之间的关系, 进而搞清系统中的因果关系与反馈回路, 形成因果关系图。

(4) 系统动力学模型建立。即运用系统动力学专业语言进一步刻画系统各变量之间的相互作用关系, 建立相应的数学方程组, 利用趋势外推法、线性回归法和参数估计法等确定模型的参数值, 作系统动力学流程图。

(5) 模型应用。即运用模型进行模拟, 并检验模型的真实性与信度。通过对结果的分析, 可以发现系统结构的缺陷与不足, 确定是否对模型进行必要的修正, 然后再做仿真测试, 直至得到满意的结果为止。最后, 再进行政策分析并提出合理建议。

1.3 Vensim 软件

1.3.1 Vensim 软件简介

系统动力学创建伊始, 美国麻省理工学院 (MIT) 的普夫 (Alexander Pugh L) 就依据系统动力学中无限分割、以不变代变和递推的思想方法, 设计了系统动力学专用仿真语言, 并借用计算机技术, 成功得到了一套近似解流位流率系的仿真方法, 最初软件命名为 DYNAMO I。经过不断地发展、改进, 到了 20 世纪 80 年代有了 Micro DYNAMO 和 PD PLUS 软件。到了 90 年代, 随着 Windows 操作平台的普及, Ithink 和 Stella 是 Isee Systems 公司 (前 HPS) 开发的一种系统思考工具软件, 目前最高版本为 9.0。使用 Ithink 和 Stella 软件能帮助人们建立模型对实际问题进行模拟, 找到决策的较为理想方案, 减少因缺少对系统整体了解盲目决策带来的风险。另外, 美国 Ventana 公司推出了 Vensim 系统动力学软件, 目前该软件的最高版本是 5.7 版。Vensim 软件是一个可视化的建模工具, 通过使用该软件可以对系统动力学模型进行构思、模拟、分析和优化, 同时可以形成文档。

1.3.2 Vensim 软件的特点

Vensim 软件主要有以下几个特点: