

文章编号: 1003-207(2006)03-0142-07

企业生命周期的系统动力学建模与仿真

胡 斌, 章德宾, 张金隆

(华中科技大学管理学院, 湖北 武汉 430074)

摘 要:从系统动力学角度研究企业生命周期变化中不同因素的影响。分析企业成长过程和主要影响之后, 建立能够反映企业生命周期变化的因果关系图和动力学模型。用 C# 语言实现了系统动力学模型, 验证了模型的有效性, 讨论了模型的应用。仿真结果表明本文方法能够有效模拟企业生命周期的演化过程, 并且能够为管理者进行企业组织管理与活力控制提供决策支持。

关键词: 生命周期; 系统动力学; 仿真; 决策控制

中图分类号: C931; TP391 **文献标识码:** A

1 引言

系统动力学是研究复杂系统中信息反馈行为有效的计算机仿真方法。经济社会系统绝大部分是一种非稳定、非平衡的动态变化过程系统, 因而在解决这类问题时不宜用解决稳定系统的方法^[1], Forrester 在 MIT 建立美国国家经济模型的基本假定即是社会经济系统为非平衡系统^[2]。系统动力学能够从系统整体出发, 在系统内部寻找和研究相关影响因素^[3]; 注重系统的动态变化与因果影响, 是一种定性定量相结合的模拟方式, 能够在非完备信息状态下分析求解复杂问题^[4]。

对企业生命周期的研究具有重要管理意义: 为什么某些具有一百多年历史的老企业在今天依然保持着旺盛的内在活力和竞争能力, 而创建只有十几年企业却内部关系复杂、行为僵化, 老态龙钟? 中国企业在经历了改革开放后从无到有, 当前进入到需要进行管理层次改进的时期, 但用什么方法或理论来指导这种改革? 一个企业、组织的生命周期是由哪些因素决定? 是什么延长或减少了组织的活力与寿命? 清楚这些也就清楚如何改善当前中国的企业管理。本文从一般意义研究企业生命周期的模拟, 因此不进一步区分企业类型, “企业”即指具有营利

目的在一定边界内活动的组织。

国内已有学者从生命周期角度在宏观层次对此进行研究。徐操志等^[5]在研究了国内外企业生命周期已有研究成果后, 论述生命周期方法对于企业管理研究产生重要影响, 对国内认识和实践组织创新提供了新的视角; 张成君在民营企业改革研究中引入生命周期研究理论, 对比中国民营企业所处生命周期阶段后, 提出二次创业观点^[6]。但国内研究主要是一种基于理论的宏观分析论证如^[7], 尚没有从微观模拟角度对企业生命周期进行分析和研究。国内在系统动力学方法的研究和应用方面较为广泛, 特别是具有动态演化特征的项目如区域发展、人地环境关系研究等^[8, 9, 10, 11], 以及具体产品生命周期、产品供应链管理等^[12, 13, 14]都有相关报导, 但从模拟角度对企业生命周期进行的研究少见。

国外组织演化相关分析主要有两方面: Adizes 从企业管理宏观角度提出 PAEI 模型^[15], 并据此对组织管理要素进行了理论分析, 但 Adizes 始终都是从管理思维角度对其理论进行分析, 没有进一步对 PAEI 模型进行计算机模拟实现^[16, 17], 因而只能是一种理性分析方法, 可操作性方面欠缺。Tushman & Romanelli 等人从上世纪 80 年代开始对组织生命周期的理论分析^[18], 后来他们进行了基于突变学说的微观模拟^[19, 20], Tushman & Romanelli 是从一般化组织层次对演化进行的研究, 没有深入到特定企业的研究。此外还有如: Sarstry 自 90 年代开始加入这一行列从仿真角度对组织演化进行研究^[21], 并借助于 ITHINK 软件进行了模拟^[22]; 有采用多智能体理论模拟组织行为的研究^[23], 更有将生命周期

收稿日期: 2005-09-10; 修改日期: 2006-03-20

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70271029); 湖北省自然科学基金资助项目(2004AB069); 湖北省人文社科重点基地现代信息管理基金资助项目

作者简介: 胡斌(1966-), 男(汉), 湖北武汉人, 华中科技大学管理学院教授, 副博导, 研究方向: 管理系统仿真、信息资源管理。

理论应用到产业系统(production system)中对动态生产过程的设计、运行、维护进行模拟和控制研究等^[24],其关注于作业层的操作控制与模拟,虽同为计算机模拟,但与本文特指面向一般企业的研究对象尚有很大不同。

在分析企业组织生命周期演化的理论与特点后,本文结合系统动力学要求建立了相关因素间影响关系,构建基于系统动力学的企业生命周期模拟模型,并对模型的实验结果和应用进行了讨论,最后指出应用该模型能够为管理者提供的决策建议和意义。

2 企业生命周期的因果关系分析

2.1 企业生命周期管理中的因果关系

一个企业在建立、创业、成熟和失败、破产的不同时期具有不同特点,从生物成长角度可将其类比为生命的出生、成长、成熟和衰老等不同生命阶段。企业生命周期研究就是要寻找出促进或阻止企业成长变化的主要因素,为企业管理提供策略来控制其成长过程。

本文在 Tushman& Romanelli 组织演变理论基础建立企业生命周期因果关系模型如图 1 所示。企业创建初期,在组织成长的大部分时间里,组织内在惯性将随着组织的成长壮大不断得到强化;组织在具有了更大的稳定性的同时对外界反应的灵活性也逐渐降低,组织生命趋向衰老^[15,18]。

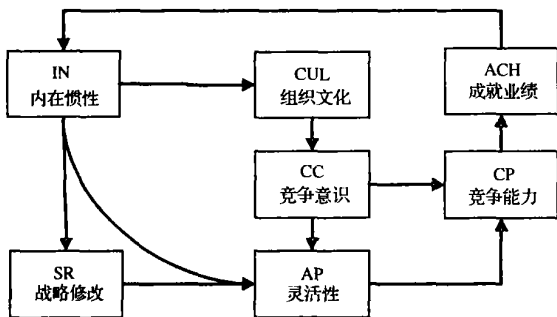


图 1 简单的企业生命周期因果关系图

例如:企业创业初期,尚未形成一定模式化流程,工作方式内部作风等都处于一种探索阶段。因而其内在惯性很小,灵活性很大;当组织处于中老年时期,内部关系人员都处于一种稳定和相对僵化阶段,可能在创业时仅由某个创业者单独拍板的事情现在却要开董事会层层审批,因而内在惯性很大,灵活性变差。

2.2 系统中的因果回环

用因果回环表示的流图,比因果关系图能更有

效的表达系统反馈关系,并能进一步区分流位和流速。在系统动力学建模中有两种方法,一种是借用相关软件如 Vensim,可以辅助完成系统建模和流图绘制并能进一步给出仿真结果^[21,22],这种方法要求系统因素间关系明确简单,易于表述如供应链、库存管理中的动态模拟^[14],而通用软件所具有的局限性使组织特征的表述困难,而企业的特殊之处就是在于鲜明优异的组织结构提供高效率运行,组织是企业研究的重点,所以通用仿真软件不太适合于企业生命周期研究。另一种方法是从系统动力学原理和建模步骤出发,手工建立系统流图和相关程序,这样可比较细致、灵活地表达系统组织结构和因果关系,所建模型也能够更加符合实际。

企业管理实践中存在诸多因素能够影响到企业活力、业绩、竞争能力,如来自外部同行竞争、来自主打产品市场的变化、不同的个人素质与风格的公司创始人对企业组织的影响等等。根据前面建立的因果关系,结合企业生命周期管理所需其他变量,构建系统流图如图 2 所示。

从总体来看,通常状态下随着组织竞争能力和业绩的成长,组织内在惯性 INTR 将不断增长;而适时的进行组织的战略修改 STCH 能够改变组织的灵活性 FLEX,并通过系统因果回环和相关因子的作用,阻止甚至扭转组织内在惯性增长趋势^[21];从而企业在保持竞争能力的同时不会出现过度的内在僵化,组织生命得到延长。

3 系统动力学模型的构建

系统动力学建模最终要将所有影响关系表示成一系列的方程。结合所建立图 2 中系统流图和企业管理学原理知识,分析流图中各反馈,建立模型主要约束如下:

内在惯性的自增长是组织成长中的一般规律,任何组织成长到一定程度后就会产生内在惯性,这种 Inertia 在组织成长初期有助于稳定组织行为。但过度的内在惯性又会成为企业组织僵化、固步不前、反映迟缓的原因^[16]。内在惯性的增长用生长曲线表示,本文采用 R. Pearl 模型^[25],生长曲线在生物学研究中有较广泛的研究与应用,在社会科学对类似成长变化研究中也借鉴生长曲线研究的^[26]:

$$\hat{y} = \frac{K}{1 + me^{-bt}}$$

式中, $K = 150$: 变量 Y 的极限。 m 、 b : 模型参数分别为 2 和 0.1。

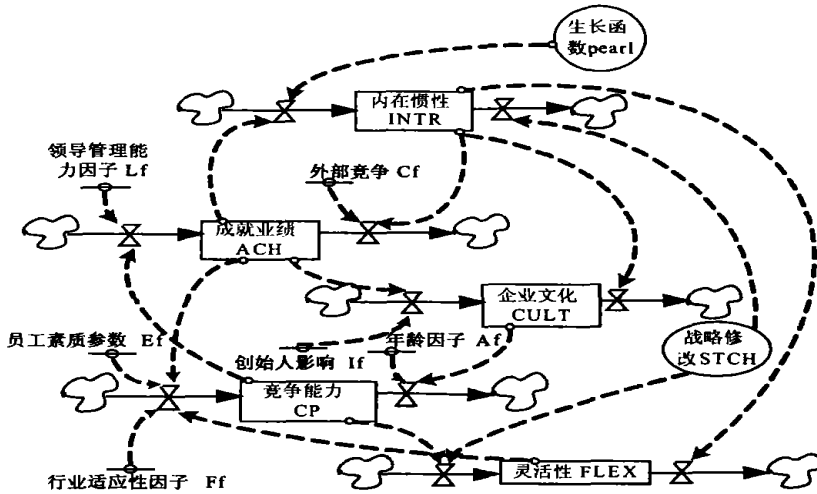


图2 企业生命周期的系统动力学流图

在最终的模型输出是用相对值表示内在惯性 $Intr$ 的大小, 例如可以将 $Intr$ 定为 100, 将 30 以下视为内在惯性极小, 而将 90- 100 之间视作很高, 这里是其取相对意义。例如 Sarstry 在其研究中表示各值大小的纵轴取为 0. 00- 1. 20。对其他变量如成就业绩、竞争能力、企业灵活性、企业文化等的取值与量化也是如此, 后述验证如第 4 节中将初值设定为 0- 100 之间的某值。实质上可以将这种量化方法与定性仿真中的区间数方法类比, 不同的是这里采用的是将区间数设为 100 个, 区间数没有上升下降方向等附加属性。

m 、 b 在生长曲线中起到控制曲线的形状作用, 如上升与下降的早晚, 曲线的高点出现比例等等。 m 、 b 取值主要是通过反复对比发现 $m = 2$ 、 $b = 0. 1$ 能将生长曲线的上升与下降趋势在横轴的范围来表达现来, 且生长曲线的形状表现为生命生长变化特征, 而选其他值则要求横轴的长度要加长或者显示一段很短的生长曲线。

$$表示为: Pearl(t) = K / (1 + m (exp^{-bt})) \quad (1)$$

内在惯性由几部分因素交差影响而成, 除了自增长外, 成就业绩也是一个导致增长的重要因素。要使内在惯性下降, 主要是通过组织做出的战略修改来影响。表示为:

$$Intr = Intr + Pearl(t) + Dt(Ach - Stch) \quad (2)$$

成就业绩主要由内部的企业竞争能力决定, 但是领导的管理能力因素也是一个相对独立的重要内部影响因素, 特别是公司所有者要进行管理层更换时。这里加入领导艺术管理能力因子表示此因素。影

响成就业绩取得的主要外部因素是竞争环境。表示为:

$$Ach = Ach + Dt \times (Lf + Cp \times MM - Intr - Cf) \quad (3)$$

竞争能力主要由企业整体灵活性 $FLEX$ 的增量和已取得业绩影响, 此外员工素质参数和行业适应性因子 Ff 也起到比较大的作用。行业适应性因子是指公司作为一整体在某行业的适应能力, 我们应认同某些类型的企业: 如高技术企业, 在总体上比传统型企业如钢铁行业更具有对新技术和市场变化的适应能力。企业竞争能力的下降主要来自企业文化的没落和企业年龄的增长; 尽管不是所有的年龄大的企业都会竞争力下降, 但的确存在这样一种趋势和影响^[16, 18]。表示为:

$$Cp = Cp + Dt(Flex + Ach_dt + Ff + Ef - Af - Cult) \quad (4)$$

企业灵活性则随着竞争能力的逐渐增长和来自管理者的战略修改而获得, 随着内在惯性的过度增长而下降。表示为:

$$Flex = Flex + Dt(Stch + Cp - Dt(Intr - 50)) \quad (5)$$

企业文化是组织中相对较稳定的因素, 但受到多方因素的逐渐变化的影响, 主要有创始人的人文观念和企业取得业绩的过程中由管理实践所获得的理念与经验。当企业的内在惯性过分增长时, 来自于组织内的不良风气就会对企业文化产生负面作用, 这是导致企业文化下降的主要原因。表示如下:

$$Cult = Cult + Dt(Ach_dt + If - Dt(Intr - 50)) \quad (6)$$

DT 是模型迭代的时间间隔, 初步定为 1, 可在实际的模拟过程中作适当调整。

4 模型的实现

4.1 程序实现

在前述模型(1) - (6)基础上, VisualStudio. Net 平台下用 C# 语言实现模型 SDCLS(SystemDynamicsCorporationLifecycleSimulation)。

变量初值代表了系统的初始状态, 因而要根据不同的实际初始情况输入, 这些变量在模拟过程中将通过迭代变化并由这些值来表达企业生命周期变化。

参数设置是在系统动力学流图中反映系统特性的参数, 应用中要根据具体企业自身特点, 选定参数值。SDCLS 程序在模型数据生成后提供了图形输出功能, 利用 GDI+ 将迭代过程中生成的数据用曲线形式直观表示出来。程序采用不同线条表示不同状态值: 虚线表示 INTR(彩图中红色); 点画线(蓝色)表示 ACH; 双点画线(紫红色)表示 CP; 点线(黑色)表示 CULT。横轴表示为时间。参考图 3、4、5。

模拟程序的顺序, 首先输入状态变量初值, 然后根据具体企业实际设置参数(因为这会产生非常多的状态组合)进行模拟, 查看输出值和数据库表, 进一步在二维坐标系统中单独或全部显示变量的变化趋势。程序中应用了 ACCESS 数据库和 ADONET。有重复模拟功能。

程序没有提供对不同结果的保存功能, 要保存结果, 可在每一次模拟完成后进行屏幕结果保存, 或将数据结果 db1.mdb 另存。设置好相关数据后就可开始模拟, 选择输出变量即可图形化显示相关值的变化趋势, 数据库表一项用来查看和修改 db1.mdb 中变量实时值。

4.2 有效性验证

为对所设计模型和程序进行对比验证, 设计数据如表 1 所示, 表中选择处于不同生命状态企业的代表性数据。共分为四类: 创业期、成长期、中年期和老年期。

表 1 人工对比数据

时间段	INTR	ACH	CULT	CP	FLEX
创业	0	0	30	20	20
成长	20	30	60	25	45
中年	50	60	70	60	45
老年	80	70	45	45	10

表 1 中所列的数据是为验证模型有效性所设计的人工数据。在实际应用中, 应根据不同企业实际, 测量并输入相关数据。通过这组数据验证模型 SDCLS 能否有效区分处于不同生命周期, 及企业模型给出的预测结果是否与实际中此类企业相符合。

对表 1 中不同组数据代入模型 SDCLS, 得到四组不同有状态下的企业生命特征变化如图 3a-d 所示。对比图中四模拟结果可见:

1) 图 3(b)(c) 中点画线表示 ACH 即企业取得业绩, 企业在成长期和中年期, 由于 inertia 处于相对适宜状态, CULT 也处于高位状态, 因而能够取得较好的业绩, 并能够在相当长的时期内保持, 此时主要表现为企业文化、灵活性都处于一种良好状态。

2) 图 3(d) 中老年期企业则在很高的 INTR 和很低的 CULT 作用下, 业绩 ACH 和灵活性 FLEX 都较差。此时企业内部关系复杂、企业文化没落、内部行为僵化、缺少灵活性。图形特征与图 3(b)、(c) 相比明显不同, 这说明模型能够有效区分和表现不同时期企业生命特征。

3) 在创业期开始的 20 个月, 企业中内部惯性持续增长, 但因此时企业尚没有形成有效的竞争能力, 所以在十几个月后企业业绩 ACH 在 INTR 作用下有很大下降。而在成长和中年型企业中, 虽然企业也在内部形成较高的 INTR, 但其 FLEX 和 CULT 和 CP 仍在较高位置, 因而能够维持业绩在相当长时间处于较高水平, 可以看出两者都在接近模拟结束时才进入下降状态。但老年期企业明显由于处在较高的 INTR、低 CP、低 CULT 特别是低 FLEX 作用下, 业绩在第 10 个月就开始明显降低而且一直在较低水平运行。这一点在管理实践中表现为: 企业文化和灵活性具有两面作用, 在创建初期适度的企业文化有助于企业成长, 提高灵活性和业绩; 而当企业文化过度发展时就会对企业灵活性产生影响, 进而成为不利因素。

通过以上对模型的验证, 说明此模型有较强的表达和识别不同时期企业特征的能力, 能够根据不同的企业特征判断企业所处生命周期状态; 同时也能够给出一些具有管理参考意义信息。当然在验证中还可以: 一方面细分不同时间阶段, 另一方面根据企业管理实际设计更多初始状态, 两方面交差设计出更多组合数据, 以模拟更多的情形。但此处主要是出于验证模型有效性, 不再进行讨论。下面将探讨模型的应用可能性。

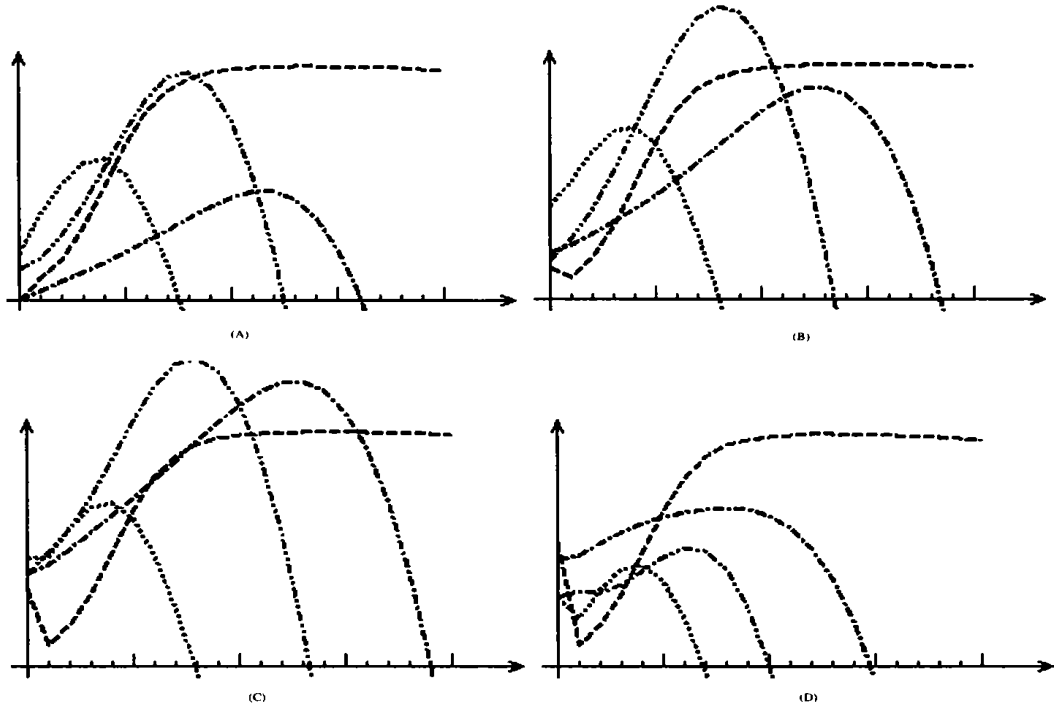


图3 四组不同状态下的企业生命特征变化

4.3 应用

模型应用性主要体现在两方面:

1) 对于不同阶段企业生命周期的诊断,当通过调查、问卷、统计、打分等方式得到模型中变量值后,选择通常状态进行模拟,能否通过模型得到该企业处于何种生命周期阶段的结论?进而获知企业的生命周期特征,有助于管理层对企业有更深入的了解。这一点在4.2节有效性验证中已得到证实和应用。

2) 在明确了所处生命阶段后,通过对不同时间段设计不同强度大小的一组战略改变集合,并将其与具体企业的初值一起进行模拟。这样得到一组不同的结果集,从这些结果中选择较好的几个,其对应的战略调整时间和强度即为推荐最佳企业生命周期战略调整。企业管理层可将此作为战略选择的备选。

下面我们对第2)方面进行应用:在企业加入战略调整,通过模型来确定寻找较优战略改变时间和力度。我们对一家处于中老年期企业,进行调整。其基本状态如表2所示:

表2 某老年企业初始状态

INTR	ACH	CULT	CP	FLEX
80	70	45	45	10

对该企业进行调整有三种方案:近期立即进行改革和调整,但时间短不能进行充分准备,因而调整

的力度不会很大;在进行比较充分的准备后在远期进行调整,这时可以在人员安置、管理层动员等等各方面作相对更好的准备。如表3中强度和um时间两列所示,后两列为记录模拟结果所用。

表3 战略调整组合

序号	强度	时间	保持时间	作用效果评价
1	10	4	6	较好
2	15	10	10	很高
3	20	15	8	较好

模拟结果如图4-5所示。在图4中,如果我们将ACH业绩曲线与横轴作积分,即图中a-b-m-c-d所包括范围的面积(图中各标号及直线为手工绘制,非程序提供),将直线bc所在值理解为企业营利的最低营业量,则可将这个面积视为纯盈利期内的业绩量,就可作为对比的标准。考查三种不同策略的结果, a' b' m' c' d' 显然要比其他二者要大, m' 要高于 m'', 此外在横轴上 a' d' 间距也要大于 ad 间距。

由图5内在惯性的模拟看出,第1组调整只在开始时对企业 inertia 产生轻微影响,原因在于作用强度太小;第2、3组中都比较明显的改变了企业 inertia, 但第3组产生作用时间已经很晚。尽管在 inertia 作用方面2、3相差不大,但结合业绩结果,可认为对于如表2所示的企业,采用第2个策略有可能产生比较好的效果。

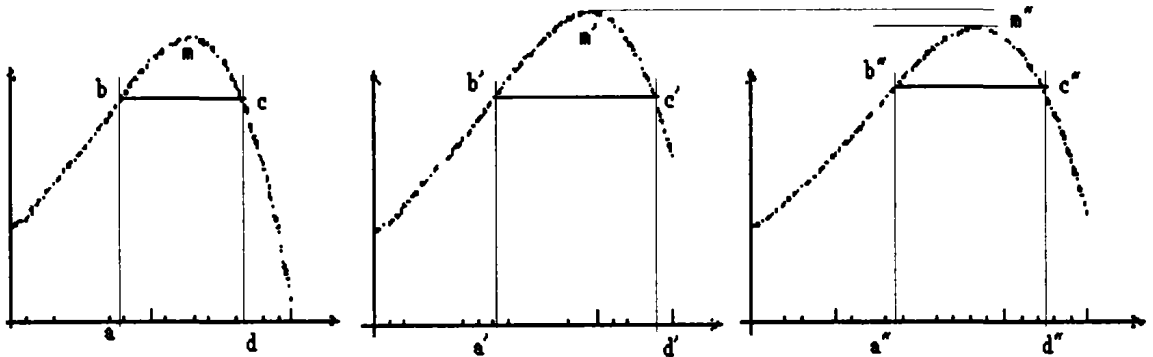


图4 业绩模拟结果

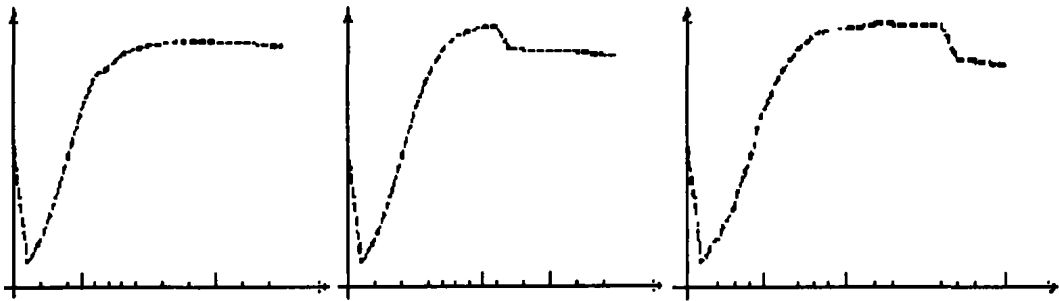


图5 企业内在惯性模拟结果

5 结束语

本文将系统动力学方法应用于对企业生命周期的模拟研究中,分析企业生命周期管理中的因果关系后建立了系统动力学模型。由系统流图得到系统变量间关系的数学模型,并进一步用 C# 语言实现了模拟模型 SDCLS。后设计验证数据对模型进行了验证,通过人工数据对 SDCLS 的验证可以看出:

所设计的模型能够有效的表达模型中因果关系,所得结论符合企业管理原理和一般常识。同时,SDCLS 所提供的多种初始状态和相关参数的组合,能够对现实企业管理活动中多样性实际进行有效的表达。本文所建立模型能够对企业的生命周期进行预测和分析,能为企业管理者进行组织管理与企业文化、内在活力控制方面提供决策支持,同时也说明本文从系统动力学角度对企业生命周期管理的模拟研究具有可行性。

对具体不同行业、不同特征的企业没有再进行细分,因其模拟的主要方法是相同的。如果对模型中的变量进行更细致的初始值组合设置、对系统因子值设置,则能够更加具体的对特定企业进行生命周期模拟。此外,管理实践中影响企业生命周期的因素异常复杂的,我们所研究模型中采用的变量是

其中的主要部分,如果能在更大的数量和范围内对这些因素进行考察则仿真结果可能更加接近实际,但上述模型已能反映企业生命周期的影响和变化趋势。

参考文献:

- [1] 谭跃进,陈英武,易进先.系统工程原理[M].长沙:国防科技大学出版社,1999.
- [2] Forrester, Jay W. Industrial Dynamics[M]. US, Cambridge, 1961, MA: MIT Press.
- [3] 王其藩,蔡雨阳,贾建国.回顾与评述:从系统动力学到组织学习[J].中国管理科学,2000,8(专辑):238-246.
- [4] 黎志成,胡斌,傅小华,等.管理系统定性模拟的理论与应用[M].北京:科学出版社,2005.
- [5] 徐操志,颜绍华,许庆瑞.组织创新的生命周期观[J].科研管理,2001,22(6):44-49.
- [6] 张成君.企业生命周期理论与中国民营企业改革[J].经济师,2001,11:10-11.
- [7] 陈佳贵.关于企业生命周期与企业蜕变的探讨[J].中国工业经济,1995,(11):5-13.
- [8] 陈式龙,胡宾,申义.我国西部防灾减灾规划与优化的复杂性研究[J].中国管理科学,2000,8(专辑):258-263.
- [9] 李林红.滇池流域可持续发展投入产出系统动力学模型[J].系统工程理论与实践,2002,(8):89-94.

- [10] 王建华, 顾元勋, 孙林岩. 人地关系的系统动力学模型研究[J]. 系统工程理论与实践, 2003, (1): 128- 131
- [11] 冯利华, 叶玮, 骆高远, 等. 基于系统动力学的 PRED 问题- 以金华市为例 [J]. 系统工程, 2005, (5): 94- 97.
- [12] 黄双喜, 范玉顺. 产品生命周期管理研究综述 [J]. 计算机集成制造系统- CIMS, 2004, (1): 2- 9.
- [13] 华中生, 杨杰, 黄飞华. 面向产品生命周期的部分柔性技术选择 [J]. 中国管理科学, 2003, 11(2): 76- 80.
- [14] 张力波, 韩玉启, 陈杰, 等. 供应链管理的系统动力学研究综述 [J]. 系统工程, 2005, (6): 9- 15.
- [15] Ichak Adizes, Mismanagement Styles [J]. California Management Review, winter 1976: 5- 20.
- [16] Ichak Adizes, Organizational Passages- Diagnosing and treating Lifecycle Problems of Organizations [J]. Organizational Dynamics, Summer, 1979: 3- 25.
- [17] Ichak Adizes, Embrace One Problem After Another [J]. Industrial Management, march/april 2004: 18- 26.
- [18] Tushman M. L., Romanelli E., Organizational evolution of convergence and reorientation [C]. In L. L. Cummings and Barry M. Staw Research in Organizational Behavior, 1985: 171- 222 Greenwich, CT: JAI Press.
- [19] Anderson, Philip, and Tushman. M. L. Technological discontinuities and dominant designs: A cyclical model of technological change [J]. Administrative Science Quarterly, 1990, 35: 604- 633.
- [20] Romanelli, Elaine and Tushman M. L. Organizational transformations as punctuated equilibrium: An empirical test [J]. Academy of Management Journal, 1994, 37: 1141 - 1166.
- [21] Sastry M. A. Problems and Paradoxes in a model of punctuated organizational change [J]. Administrative Science Quarterly, 1997: 42, 2ABI/ INFORM Global.
- [22] Sastry M. A. Understanding Dynamic Complexity in Organizational Evolution, Dynamics of Organizations: Computational modeling and organization theories [C]. Edited by Alessandro Lomi and Erik R. Larsen. 2001: 375 - 403, MA: MIT Press.
- [23] Kathleen M. Carley, Computational organizational science and organizational engineering [J]. Simulation Modeling Practice and Theory, 2002, (10): 253- 269.
- [24] Jan Kosturiak, Milan Gregor Simulation in production system life cycle [J]. Computers in Industry 1999, (38): 159- 172.
- [25] 徐国祥. 统计预测和决策 [M]. 上海财经大学出版社, 1998.
- [26] 朱冬根, 陈平. 成长曲线模型在现金流量预测中的应用 [J]. 商场现代化, 2005, 19: 28- 29.

Modeling and Simulation of Corporate Lifecycle Using System Dynamics

HU Bin, ZHANG De- bing, ZHANG Jin- long

(Management School, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: The various effects of the factors on corporate lifecycle are studied using system dynamics. By analyzing the growing process and the key factors, a causal graph and a system dynamical model, which can describe the changes of corporate lifecycle, are built. The system dynamical model is coded by language C#. The validation of the model is taken, and it is applied to an example. The simulation results show that the method of the model is valid for simulating the revolution of corporation lifecycle, and can be served as computer aided decision tool for managers to control the cooperation organization and its vitality.

Key words: lifecycle; system dynamics; simulation; decision support