

管理科学研究中的计算实验方法^①

盛昭瀚¹, 张 维²

(1. 南京大学社会科学计算实验中心, 南京 210093; 2. 天津大学管理与经济学部, 天津 300072)

摘要: 随着实际管理问题复杂性的不断提高和社会经济系统的复杂性不断被人们所认识, 关于管理科学研究方法论体系也在不断拓展. 在不同学科交叉和融合的推动下, 管理科学研究领域内的计算实验方法应运而生. 它不仅提供了研究复杂管理系统自组织、动态演化及宏观与微观层次之间相互作用等问题的新的工具和手段, 而且还可以和传统研究方法一起, 在综合集成思想的指导下形成现代管理科学研究方法体系, 即定性定量、科学实验、虚实结合、综合集成. 该体系在充分发挥已有各种研究方法重要作用的基础上, 能够形成更加综合、更加深刻的关于复杂管理科学问题的认识和分析能力.

关键词: 管理科学; 复杂系统; 方法论创新; 计算实验

中图分类号: C93 N94 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2011)05-0001-10

0 引言

在一般意义下, 管理科学是以管理活动及其一般性规律为研究对象, 并运用逻辑思维方法而形成的具有内涵与外延统一的管理知识体系. 自 19 世纪末期以来, 管理科学不仅形成了门类和领域众多、内容丰富的学科体系, 而且在研究方法论与方法方面也随着人类对于管理活动之复杂性本质认识的深入而不断丰富, 不仅出现了体系内学科相互融合和交叉的现象, 并且同其他科学一样开始了对管理复杂性的探索.

1 管理科学面临复杂性的挑战

复杂性思维和对复杂性的探索, 不断加深了人们对管理系统自身复杂性的理解和认识. 今天, 人们已在管理活动, 尤其是在社会经济系统具有高度复杂性这一问题上形成共识, 并且认为社会经济系统的复杂性主要源自于

1) 系统中人的行为的复杂性. 无论是作为管理主体还是作为管理客体的人, 都是理性与非理性、主动与被动、主观与客观的统一体, 具有高度智能性、自主性、目的性以及对外界的自适应能力. 其认知与决策行为本身就是一个通过与其他主体以及环境之间的交互, 并通过学习、模仿、尝试等手段进而改变自身行为以适应环境变化的适应性过程. 因此, “适应性造就复杂性”^[1], 这是构成管理问题复杂性的根源之一.

2) 社会结构的复杂性. 社会经济系统是人、物、信息等要素通过一定(可变的)规则而相互关联的动态整体, 各种要素之间形成一定的层次或网络结构, 并且这种结构随系统的演化进程而不断变化, 一般会呈现出复杂的“涌现”现象^[2].

3) 要素间关联的复杂性. 社会经济系统中要素之间相互关联方式与因果关系具有各种形式的内在机理, 并呈现多种类型的复杂性, 如时间延滞、信息不完全与不对称、个体与整体的目标指向

① 收稿日期: 2010-11-04; 修订日期: 2011-03-20

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目(70731002); 国家自然科学基金资助项目(70901036); 国家留学基金管理委员会资助项目(27U03031); 高等学校博士点基金资助项目(20090091110001).

作者简介: 盛昭瀚(1944—), 男, 江苏镇江人, 教授, 博士生导师. Email: zsheng@nju.edu.cn

差异等.所有这些关联作用在非线性和外界影响下,可能会产生聚集等大尺度宏观或全局行为.

4 环境的复杂性.社会经济系统在演化过程中由于环境的影响存在选择和进化机制,特别是外部环境的突变现象会诱发复杂管理行为的产生.

概括地说,在对管理系统复杂性的上述认识基础上,我们认为,今后的管理科学研究较之传统的研究,将呈现出以下几种趋势特征.

第一,充分考虑系统众多要素的异质性,特别是系统中人的自主性和自适应性.

第二,充分考虑环境动态性,特别是非连续变化环境与社会经济系统宏观结构和微观行为演化的相互影响.

第三,将系统微观行为和宏观整体行为综合起来,把握管理系统的全局性规律.

第四,充分考虑系统行为和功能在不同层次上的涌现现象,帮助人们从微观、中观和宏观等不同层面更全面地理解复杂管理现象.

第五,充分考虑系统演化途径的多种可能性.其中的一些可能性或许从来就没有出现过,但却未来可能的真实状态之一.

事实已经表明,管理活动及相应的科学问题的复杂性特征日益凸显,并不断向管理科学研究方法论提出新的挑战.这不仅推动了管理科学研究方法论的不断发展,更因此而推动了管理科学本身的发展.

2 迎接复杂性挑战的途径:方法论创新

事实上,纵观管理学发展的历程,管理研究方法论一直未停止过发展.从起初的定性分析到后来的定量分析,人们从对系统外在表现与特征的描述、解释或思辨,到通过统计分析、数理推理等方法探索管理活动的内在规律.方法和工具的进步推动了人们对管理认识从外在表象向内在本质的跨越.实证方法和数理分析方法由此形成了管理科学研究中重要的手段.同时,对于管理活动中涉及大量的自主主体行为或心理活动,传统的方法仍感难以描述或分析能力不足.

为了更有效地反映和表达自主主体的心理活动和行为,人们又运用由人直接参与的实验方法,即构造实验环境与条件,在一定源于社会现实的假设之下,让人直接参与同被研究管理问题具有映射关系的实验,并由此探讨这类有人参与的复杂管理问题,这已经取得了不少成果.然而,由于这类实验设计和过程都较为复杂,或者成本、道德、伦理等原因,该方法在实际使用中也有着较大的限制.

另外,从系统整体论看,无论上述哪一类方法,主要还是偏重于还原论,基本上还是强调对系统的特定剖面进行分解,并从某个时间断面分析问题,相对而言,比较忽视真实管理系统的复杂性、整体性和动态演化性,以及系统不同层次之间的相互影响和系统行为的整体涌现.为了提高管理科学研究能力,人们也注意到不同研究方法的结合,如定性 with 定量相结合,定性、定量与实验方法相结合等等.但这些结合更多地表现为研究者个人的经验和才能,缺少比较范式化的途径,因此对于充分揭示管理系统整体性现象及动态演化的复杂性来说,仍然需要努力探索和创新.所以,面对管理活动的系统复杂性,要求我们借鉴、吸收、集成、融合不同学科的理论、工具与技术,特别是综合自然科学、社会科学与人文科学的技术和方法,在已有研究方法的基础上,形成新的关于复杂系统管理问题研究的方法论与方法.随着计算机科学的迅猛发展,基于计算机技术的“可计算”在一些自然科学领域已经成为一种新的科学研究方法,从刻画组成系统的微观个体单元之行为或者特性出发,进而通过领域知识表达它们在一定环境背景下彼此之间的关联关系及其演化行为,揭示对于系统宏观(集结性)层次涌现出来的规律性的认识.与传统的“自上向下”的建模思想相比,这种“自下向上”的建模思想给复杂管理问题研究提供了新的路径.

3 一种新的管理问题研究方法:计算实验

3.1 何为计算实验

计算实验是以综合集成方法论为指导,融合

计算技术、复杂系统理论和演化理论等,通过计算机再现管理活动的基本情景、微观主体之行为特征及相互关联,并在此基础上分析揭示管理复杂性与演化规律的一种研究方法。

从系统建模角度来讲,传统的建模方式大致可归结为结构性建模与功能性建模。前者主要从要素组成、关联或结构的构造来研究和分析系统,后者则主要为再现系统输入—输出行为,而计算实验方法可以认为是一种区别于传统建模方式的情景建模方式。所谓情景建模,主要通过构造问题中主体行为及其关联的情节(情)以及问题所依托的环境背景(景),因此,计算实验的最基本要素为行为主体的“文化基因”(即主体的基本管理活动行为反应模式)、主体之间行为的基本规则。

3.2 计算实验的支撑条件

作为一种建模手段,计算实验需要以复杂系统、自组织理论等为基本理论,综合运用博弈论、决策科学和统计分析等数学方法、计算机技术、元胞自动机、多主体系统等信息科学技术、有限理性等行为科学理论,以及相关的管理、经济及其他社会科学领域知识。这里,系统科学的系统集成思想、复杂系统理论、计算机智能建模方法和技术、演化理论是计算实验方法的四大支撑。

1) 计算实验借鉴演化理论的演化机制来分析复杂系统的动态演化^[3],对微观个体采用有限理性假说,以多样性、异质性、复杂性代替同质简单性,重视复杂系统管理中的随机因素和筛选机制,强调描述“尘埃是如何落定的”,而不仅仅是尘埃落定之后的世界。

2) 计算实验方法借鉴复杂适应系统理论(Complex Adaptive System, CAS)来分析主体的行为与交互^[4]。计算实验方法基于CAS理论的基本思想,利用计算机技术构造可计算的复杂适应系统实验模型,在很大程度上摆脱了传统的管理实验困难带来的困扰。

3) 计算实验采用多主体建模技术构建与被研究问题相关联的“人工社会”。多主体建模技术中的智能主体应具备以下或部分特征,自主性、主动性、反应性和社会性。所以,以多主体建模技术为基础构建人工社会可以研究主体的组织结构,

主体间的通讯、协作、自组织、自学习等,以及系统是否演化及演化方式,如何对系统演化进行评价等问题。因此,在计算实验中,多主体建模技术在分析和建立人群交互模型和交互理论中可以发挥重要作用。

4) 综合集成是计算实验的方法论基础。还原论无法处理复杂系统整体性问题。20世纪70年代末,钱学森等提出将还原论和整体论辩证统一起来,形成一种创新性的将定性、定量方法结合起来的综合集成思想和方法论^[5-7]。从前面的讨论中可以看出,计算实验方法事实上恰恰构成了实现上述综合集成思想的一类特定的研究方法,运用这种方法开展管理问题研究,将有利于克服机械论和还原论的局限。

3.3 计算实验的研究思路与模型结构

用计算实验方法对管理科学领域问题进行建模时,一般其整体模型结构包括三个层次:社会系统层次、智能主体层次、智能主体基元层次,如图1所示。这是采用计算实验研究经济、社会等宏观管理问题的集成框架。

每一层次的子系统及其要素都有各自的属性与输入、输出关系,并通过相互作用及其演化决定了上一层次系统的输入和输出状态;整个系统的输入和输出状态实际上是由各个层次子系统之间的相互作用而“涌现”出来的,因此,这三层模型结构构成了一个自演化系统。

1) 社会系统层次属于系统的宏观层次,描述了拟研究问题或系统的宏观特征。如供应链系统、金融系统、区域社会系统、城市交通系统、技术创新扩散系统等宏观行为特征。社会系统层次也可以进一步划分为环境子系统、资源子系统、社会结构子系统等等。该层次的系统结构一方面取决于所研究问题的需要,另一方面也取决于其下层主体层次的构造与设定。

2) 智能主体层次主要用来描述系统中智能主体的行为特征。智能主体可以是现实系统中的人、企业或社会组织等等。智能主体层次通常包括,智能主体的属性、可获取的资源、所处局部环境以及主体行为等。因此,构建该层次需要充分考虑智能主体的属性与行为、所处局部环境及其相

互作用、可获取的资源、信息等。

3)智能主体的元层次由描述智能主体“行为”活动的基本元素组成,是构建人工社会系统和研究系统演化问题的最基本层次. 基元模型在考虑人工主体的记忆、认知、行为、学习、偏好的基础上,关注单个主体的行为在系统中的动态变化过程,能够抽象反映智能主体的自演化机制. 智能主体的元层次组成包括, 储元(描述智能主体的记忆、偏好、知识、信息等一切可以用物理、化学或其他形式存储的,与智能主体行为直接相关的东西)、识元(描述智能主体对外部输入以及内部储元的感、认知、判断等意识活动)、适元(描述智能体的适应机制,包括一切在目标驱动下对储元所做的复制、改变等活动)、事元(智能体对应社会系统的综合输入产生的反应行为)以及可能的主体心智模型(描述影响智能主体决策的心理和文化因素)。

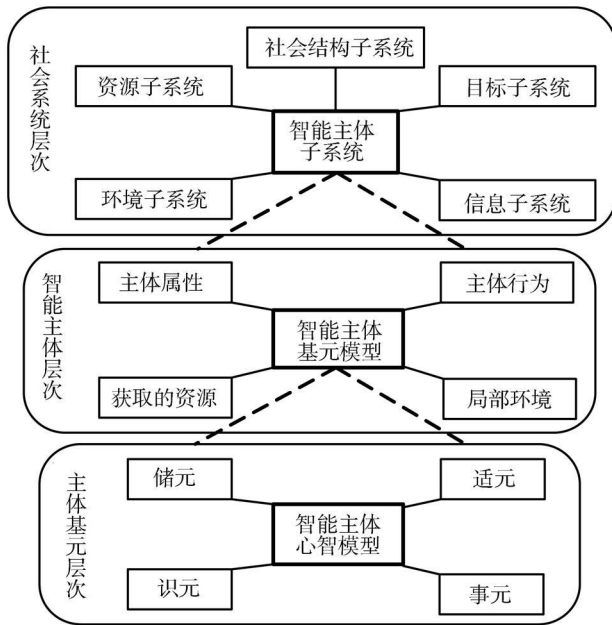


图 1 计算实验模型结构

Fig 1 Structure of models for computational experiment

3.4 计算实验的研究范式

计算实验需要有其基本的研究范式,这样才能保证计算实验结构的客观性和可信度. 其研究范式应包括以下五个方面。

1)界定研究的问题. 它决定着实验研究的目的和设计,影响着实验的建模方法及其技术细节. 具体工作包括,确定研究对象及其类型、寻找研究

视角和切入层面、界定研究对象的时间和空间特性、设定实验最终目的、对研究的自然和社会环境界定以及环境模式变化等。

2)设定研究的基本假设. 根据研究的目的,有选择地构造所处的环境和行为规则等,形成模型的基本假设. 它们建立在管理科学研究中被证明或证实了的常识、知识和统计规律的基础上,是计算实验研究的基础. 对于管理科学的计算实验一般可以考虑如下基本假设,环境资源假设、主体属性与行为偏好假设、主体行为交互假设等。

3)建立可计算模型. 构造计算实验模型的关键不在于图形化人机界面,也不在于抽象的程度,而在于表达方式. 因此,在相关计算实验模型设计过程中,应该认真考虑以下建模关键点,系统环境的建模、主体对象的建模、主体演化规则的建模等。

4)计算实验实现. 计算实验的实现涉及到计算机技术,包括计算实验的软件与硬件环境、实验变量与初始数据设计、实验边界条件定义、关键算法与数理模型、实验结果的可视化等环节. 更重要的,计算实验应当以所研究问题的领域知识作为基础,设计出具有相应领域学术意义和内容的实验方案,否则实验结果将成为无源之水、无本之木,只是一些堆砌起来的实验数据和图形,并不能为揭示管理现象和规律有所帮助。

5)实验结果的评估与比较. 如同其他严谨的研究方法一样,计算实验的模型也有一个“模型校正”的问题,需要建立对计算研究方案和结果的评估标准. 一般有几个需要解决的关键问题,评估的对象、评估的内容、评估的依据、评估的方法和评估的结果等. 目前这方面的研究已经形成了计算实验研究的重要分支内容。

计算实验把“科学实验”引入到复杂管理科学问题的研究中,不仅为我们提供了研究复杂管理系统自组织、动态演化及宏观与微观层次之间相互作用的新的工具和手段,而且还和传统科学研究方法(即实证方法、数理方法和实验方法)相融合,在综合集成思想指导下形成现代复杂管理科学问题研究的新的方法体系:定性定量、科学实验、虚实结合、综合集成。

这一体系在充分肯定和发挥管理科学研究中已有各种有效方法的重要作用的基础上, 将它们相互集成、互补优势, 形成更为全面和有效的关于管理科学问题的认识、分析能力。这既是计算实验自身意义的体现, 更是在综合集成思想下整体方法体系价值的体现。

4 关于计算实验方法的几点说明

4.1 计算实验与实验管理学方法

从概念来看, 计算实验与实验管理学方法都是在对现实问题的简化下, 利用实验的方法来再现真实管理现象, 并对实验结果进行分析。但是, 从方法思路上来讲, 两种方法却存在很大的区别。

1) 最明显的区别是实验主体不同。实验管理学方法以真实的参与者(人)为实验主体。研究者根据所研究问题的目的、背景对实验参与者进行合理挑选, 使他们具备与研究课题相近的经历和行为能力。因此, 实验管理学方法常常受到实验成本、周期、条件及条件实验过程不可逆性的限制, 一些复杂问题的研究很难进行有效实验。

然而, 计算实验中的实验主体为计算机程序所构建的人工代理, 能够充分体现代理的学习、自适应、系统非结构化、定量模型与规则模型有机结合等特点。计算实验研究将人工社会思想引入到管理问题的研究中^[8], 把社会组织系统模型化为特定网络结构下相互作用的“人工代理”所构成的演化系统, 并利用计算机技术构造与实体系统对应的“人工组织系统”, 对系统演化机制、与环境的交互作用、系统中各要素的动力学行为进行实验研究。

2) 实验方法和思路不同。实验管理学方法主要由真实人群参与的实验和为参与实验人员提供模拟组织环境的计算机系统所组成。整个过程分为实验准备阶段、实验实施阶段、实验结果分析阶段。

而计算实验的研究方法则以自下而上的多代理建模过程为主, 在人工系统模型的基础上, 模拟系统基本的演化规律, 实现系统微观层面与宏观层面的双向反馈。

3) 研究重心不同。实验管理学方法通过以人为主, 以计算机为辅助工具, 本质上是一种经验调查的方法, 重点对管理问题特定剖面进行研究。而计算实验方法因为可以克服实验场地、实验成本等约束以及多代理系统本身具有很高的灵活性和可变性, 所以可以根据设计者的意图建立包含多样复杂性的情景模型, 因此适于对复杂管理问题的系统机制与演化机制、微观行为与系统宏观行为相互影响和作用等方面进行研究。

4.2 计算实验与系统仿真

1) 广义地讲, 无论系统仿真, 还是计算实验, 都是通过模仿实际系统来研究真实系统。在此意义上讲, 两者都是仿“真”技术。但仿“真”是一个相对概念, 任何“仿”都没有必要也不可能完全“真”。这样, “仿真”就有程度之分、级别之分、角度与侧重点之分, 也有手段和方法之分。因此, 对不同的仿“真”技术很难笼统地评判优劣, 但可以分析它们之间特点的异同。

2) 系统仿真是以真实系统为“标杆”, “仿真”要尽量“逼真”。即, 它是视某一真实的现象为“真”, 通过构建仿真模型模仿它, 如能与实际之“真”充分一致, 则认为仿真效果好, 否则就逐步修正仿真模型, 以减少“失真”。因此, 系统仿真一般是通过计算机尽可能重现“一种”现实, 多次调整后会使仿真结果越来越“逼真”。

3) 虽然计算实验从广义上讲, 也是一种“仿真”, 但这里的“真”, 已不再是真实系统的“一种”状态、“一条”轨迹, 不再是“尘埃”某一次落地的路径, 而是在一定的基本情景和法则下的多种可能状态、轨迹和落地路径中的“一种”。因此, 计算实验方法是通过计算机尽可能重现“一束”社会现实, 一次实验得到的只是“一束”中的“一种”, 而多次实验得到的则是那“一束”, 它们之中包括我们见过的“几种”, 也包括我们从来没有见过的所谓“怪异”情形, 这恰恰是系统演化复杂性的表现, 是计算实验方法能力的体现。

4.3 计算实验与多代理建模

计算实验方法采用自下而上的研究思路, 综合集成多种研究方法和工具, 通过对系统中自主个体建模并观察其行为决策与交互机制来研究系

统整体特性的涌现. 由于需要在计算环境中对人工对象进行建模, 计算实验方法必然需要依托一个能够用计算机语言表达, 适应于计算环境的基本建模方法, 因此, 元胞自动机、基于主体的建模技术等自然成为计算实验方法的主要研究手段. 在计算环境下, 将学习方法、进化方法、推理方法以及博弈论、复杂网络、运筹优化、数理统计等数理方法和工具综合集成在计算实验方法体系中, 对复杂管理问题进行深入研究是必要的.

因此, 可以明确地说, 基于多代理的建模方法仅仅是创建一个有效计算实验模型的手段之一, 而计算实验方法体系将会根据所研究问题的特性选择多种方法建立实验模型.

4.4 计算实验结果的可信性分析

和数学建模、物理实验一样, 计算实验本身是一种研究方法. 以该方法为基础得到的实验结果的可信性更多取决于实验设计、实验环境与实验规则设计、实验的评价标准等科学性与正确性. 当然, “可信”是一个带有主观性的概念, 它建立在对于结果的合理性判断的基础上. 因此, 需要结合合理性判断标准辩证地看待计算实验结果的可信性.

如果仅仅将已经发生的这“一种”作为衡量实验结果合理性的唯一判断依据, 那么计算实验结果可能被认为“不可信”. 因为计算实验的一次结果可能是我们尚未见过的那“一种”. 但如果认为计算实验的结果它不仅包含历史已经出现过的演化轨迹, 还有历史上尚未出现的演化轨迹, 特别是不同的初始条件与行为规则的初始敏感性都会导致不同的演化路径与演化结果, 这正是计算实验方法超越传统实验局限性的主要贡献. 因为现实社会系统自身的动态性、自主性、自组织、非线性等复杂性, 决定其演进中存在不确定性和社会选择多种可能性特征, 因此, 计算实验所产生的任何结果都是一种可能出现的现实^[8], 它或许在历史上及目前尚未出现, 但不能肯定其永远不会出现. 因此, 从这一意义上讲, 计算实验结果多样性的特征与计算实验结果的可信性是不矛盾的. 同时, 由于计算实验以复杂系统思想为理论指导, 以系统科学的基本理论、复杂系统的研究方法为基

础, 从方法论上来讲, 它是现实系统与现实问题在一定程度上的抽象, 其研究结果“可信性”自然也有一定的程度. 因此, 有必要对其实验结果的可信程度做进一步分析.

1) 如同数理模型一样, 前提假设是模型的基础, 计算实验结果可信性基础是实验模型前提假设的科学性, 即, 计算实验的结果只有在一定的前提条件下才是正确的. 为了提高实验结果的可信性, 关键要尽可能准确地提出前提假设.

2) 实验结果可信性的第二个条件是实验模型的正确性. 只有正确的实验模型才能保证在模型的假设条件下能够产生正确的结果. 目前对于复杂实验模型的正确性验证主要包括两部分, 模型语法上的正确性与模型功能上的正确性. 对于模型语法上的正确性可以通过软件工程技术来保障, 有较多学者对此进行了深入研究. 而就目前看来, 对于模型功能的有效性验证尚无非常有效的通用方法, 其中, 模型的高度非线性是主要原因. 模型的非线性主要来自系统内部的随机动态性、非线性交互和微宏观层次之间的交互. 不同模型的研究内容千差万别也为设计统一的验证方法提出了极大挑战. 目前的验证方法主要集中在经验验证层面, 其本质就是前面提到的“虚实联动”, 将模型的演化结果与现实情况相对比, 并对模型的假设与规则不断修正, 使其趋于更合理、更可信.

3) 通过实验模型的正确性验证之后, 模型的不同运行结果才具有较高的参考与启发价值. 特别是涉及到人类心理活动与决策行为方面的研究, 模型的运行步骤与现实时间的对应问题也是计算实验的一大挑战. 在某些情况下, 计算实验模型无法就其运行结论的时间问题得出正确结论. 由此可以看出, 在实验模型有效的情况下, 计算实验的结果在一定程度上可以认为是可信的.

因此, 提高计算实验结果的可信性首先应提高实验模型的正确性, 可从以下几个方面着手, 科学的系统分析方法、严格的模型构建手段、符合软件工程学的模型开发方法、模型的正确性验证环节、模型的功能性验证和结果分析等.

5 关于计算实验方法研究与应用的思考

从 20 世纪 80 年代开始, 伴随着人们对系统复杂性认识的不断加深, 以美国圣塔菲研究所为标志的复杂性科学的研究逐渐兴起, 许多研究机构相继成立, 如加州大学社会科学计算中心、普林斯顿大学社会科学实验室、密歇根大学复杂系统研究中心等. 作为一种尝试, 计算实验方法被应用在众多社会经济领域, 如电力系统、能源政策、金融市场等, 并取得了显著研究成果与经济效益^[9-12].

在国内, 天津大学张维教授等运用计算实验方法对常规金融方法难以分析的各种市场异象做出解释. 并在此基础上, 借助计算实验方法的独特优势、以及考虑“中国情景”特征, 通过建立具有中国金融市场制度及投资者特点的金融市场实验模型, 来检验西方行为金融理论在我国市场经济条件下的适用性, 并根据实验模型提供的信息推导适用我国市场条件的行为金融数理模型^[13-14].

中国科学院自动化研究所王飞跃教授等将新一代高性能计算技术、Cyberspace 社会传感器等与计算实验方法相融合, 从信息获取、建模、实验、决策等层面突破目前软科学和计算科学交叉借鉴的困境, 提高计算实验的社会经济计算能力^[15-16]. 该研究部分成果“平行管理系统”近期已经在茂名石化成功上线.

南京大学社会科学计算实验中心盛昭瀚教授等近十年来基于计算实验方法先后开展了供应链协调与优化、太湖流域系统演化及其管理政策分析、供应链计算实验平台设计、社会舆论传播以及软件盗版管理等问题研究, 取得了进展^[17-26].

与此同时, 华中科技大学王红卫教授提出了通过系统动力学与多主体建模技术相结合, 实现背景或内容嵌入的公共政策计算实验方法架构^②. 湖南大学马超群教授利用计算机实验去发掘金融市场非线性特征的形成机理, 从而有效进

行市场风险管理^③. 华东理工大学马铁驹教授将基于主体的建模技术与基于运筹学的优化模型整合在一起, 对能源技术经济系统的演化路径与应对措施进行研究^[27-28].

从以上研究可以看出, 计算实验方法在管理科学研究中的作用至少体现在两点:

其一, 计算实验结果可以启发我们对管理问题的理论思考和定量规律的揭示.

其二, 计算实验方法可以帮助我们对复杂管理现象深层次的认识和解释.

5.1 计算实验理论研究展望

为了更好地运用计算实验方法研究管理科学问题, 可对如下问题进行深入研究.

1) 方法论的进一步提炼. 深入开展可以有效处理复杂社会系统的计算实验方法, 特别是计算实验方法的实现框架和工具研究.

2) 研究社会个体不同心理、认知模式的模型化表达方式以及对群体行为涌现的影响.

3) 研究社会个体之间的交互机制, 创建有效的计算实验模型内部交互机制, 并且分析由此而产生的社会性关联.

4) 研究将社会科学各领域专业知识与计算实验技术相结合, 扩展计算实验方法的应用性.

5) 研究创建计算实验模型的系统分析方法与建模手段, 研究实现不同实验模型的快速编程技术, 开发计算实验平台, 提高计算实验模型的开发效率.

6) 深入研究计算实验方法论与其它方法体系的综合集成, 通过不同方法的综合, 提高解决复杂社会科学研究问题的能力.

5.2 计算实验应用展望

目前, 计算实验方法已在多个领域有所应用, 但其应用范围和深度都有所不足. 其进一步扩展可以包括 (但不局限于) 如下一些方面.

1) 复杂供应链管理的研究. 分析企业之间的合作机制, 研究复杂供应链管理方案.

2) 组织管理理论研究. 分析组织的设计、协

② 2010-11-24 天津大学第 50 期“双清论坛”会议发言.

③ 同②
?1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

调与风险控制等.

3)环境管理. 研究人类活动对自然环境的影响, 制定行之有效的管理制度.

4)社会管理研究. 例如传染病传播机理与控制、公共安全问题、公共交通安全管理等.

5)大型复杂工程管理. 包括大型工程复杂性分析与综合管理等问题.

6)复杂系统的涌现与扩散机制等.

7)管理行为研究. 例如社会中利他主义、互惠行为、社会阶层的流动群体行为等.

5.3 应大力加强计算实验等方法论创新的研究与推广工作

建议一, 对管理学研究中方法论创新给予关注和支持. 建议自然科学基金委员会在“十二五”期间不仅关注重要复杂管理科学问题的研究和资助, 也希望能够对科学研究中方法论与方法创新给予关注和支持. 具体包括

- 1)对相关研究方向和领域给予专项支持;
- 2)举办方法论创新培训班, 使更多的年轻学者掌握如计算实验等新的研究方法和技术;
- 3)促进学部之间、学科之间的交叉, 联合攻关, 争取在方法论创新和应用方面有重大突破.

建议二, 开展计算实验平台共性关键技术研究. 为了使计算实验方法成为一种新的、普及性的管理学研究方法, 建议开展计算实验平台的共性

关键技术研究, 主要包括

- 1)计算实验基础理论与方法研究;
- 2)管理问题的环境情景建模与计算实现;
- 3)管理主体行为特征提取与 Agen 建模技术;

4)设计能实现计算实验基本功能的系统架构、面向 Agen 的程序设计支撑环境、适于大规模运算的分布式或同步协同等计算技术等.

建议三, 应用计算实验等方法论创新, 使管理科学研究为国家做出更大贡献. 管理科学研究应该以国家重大现实需求为导向. 作为一种新的方法论, 应用计算实验等方法论创新来研究国家重大任务管理中的复杂问题, 具有重要的理论与实践意义, 值得积极探索和认真组织. 同时, 国家重大任务的管理实践中存在相当丰富的复杂性管理理论元素, 实际工作者的经验和知识里有许多朴素的复杂系统管理思想, 一旦以其为背景并进行理论升华, 将对我国管理科学和复杂系统管理的发展产生重要的推动力量.

总之, 管理科学研究方法论创新及其在重大国家战略任务中的应用, 对于促进管理科学本身的发展、提高解决重大实际问题的能力具有重要意义, 对于培养新一代管理学家也具有积极的促进作用, 应该引起关注并在实际工作中大力推广.

参 考 文 献:

[1] Holland JH. Hidden Order: How Adaptation Builds Complexity [M]. Reading, Mass: Addison-Wesley, 1995

[2] Holland JH. Emergence: From Chaos to Order [M]. Reading, Mass: Addison-Wesley, 1998

[3] 盛昭瀚, 蒋德鹏. 演化经济学 [M]. 上海: 上海三联出版社, 2002
Sheng Zhaohan, Jiang Depeng. Evolutionary Economics [M]. Shanghai: Shanghai Joint Publishing Company, 2002. (in Chinese)

[4] Bernalffy L V. General System Theory: Foundations, Development, Applications [M]. New York: State of New York Press, 1968

[5] 钱学森, 于景元, 戴汝为. 一个科学新领域——开放复杂巨系统及其方法论 [J]. 自然杂志, 1990, 13(1): 3—10
Qian Xuesen, Yu Jingyuan, Dai Ruwei. A new discipline of science: The study of open complex giant system and its methodology [J]. Chinese Journal of Nature, 1990, 13(1): 3—10. 64. (in Chinese)

[6] 于景元. 从定性到定量综合集成方法及其应用 [J]. 中国软科学, 1993, (5): 31—25
Yu Jingyuan. The method of integration: From qualitative to quantitative and its application [J]. China Soft Science, 1993, (5), 31—25. (in Chinese)

- [7] 于景元, 周晓纪. 从综合集成思想到综合集成实践—方法、理论、技术、工程 [J]. 管理学报, 2005 (1): 4—10
Yu Jingyuan, Zhou Xiaojì. Meta-syntheses: From the thought to its practice: The methodology, theory, technology and engineering [J]. Chinese Journal of Management, 2005 (1): 4—10 (in Chinese)
- [8] 王飞跃. 人工社会、计算实验、平行系统——关于复杂社会经济系统计算研究的讨论 [J]. 复杂系统与复杂性科学, 2004 1(4): 25—35
Wang Feiyue. Artificial societies, computational experiments and parallel systems: A discussion on computational theory of complex social economic systems [J]. Complex Systems and Complexity Science, 2004 1(4): 25—35 (in Chinese)
- [9] Nom an E. Agent-Based Modeling: The Santa Fe Institute Artificial Stock Market Model Revisited [M]. Berlin: Springer Verlag, 2008
- [10] Basu N, Proor R, Quint T. ASPEN: A microsimulation model of the economy [J]. Computational Economics, 1998, 12 (3): 223—241
- [11] Bankes S. Models as lab equipment: Science from computational experiments [J]. Computational and Mathematical Organization Theory, 2009, 15(1): 8—10
- [12] Cardenas J C. Experiments in environment and development [J]. Annual Review of Resource Economics, 2009 (1): 157—182
- [13] 张 维, 张永杰, 熊 熊. 计算实验金融研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2010
Zhang Wei, Zhang Yongjie, Xiong Xiong. Agent-based Computational Finance: An Alternative Way to Understand the Markets [M]. Beijing: Science Press, 2010 (in Chinese)
- [14] 张 维, 赵帅特, 熊 熊, 等. 基于计算实验方法的行为金融理论研究综述 [J]. 管理评论, 2010, 22(3): 3—11
Zhang Wei, Zhao Shuaite, Xiong Xiong, et al. A review of researches on behavioral finance theory based on computational experimental method [J]. Management Review, 2010, 22(3): 3—11 (in Chinese)
- [15] Wang F Y, Kathleen M C, Daniel Z, et al. Social computing: From social informatics to social intelligence [J]. IEEE Intelligent Systems, 2007, 22(2): 79—83
- [16] Wang F Y. Toward a Paradigm shift in social computing: The ACP approach [J]. IEEE Intelligent Systems, 2007, 22 (5): 65—67.
- [17] 盛昭瀚, 张 军, 杜建国. 社会科学计算实验理论与应用 [M]. 上海: 上海三联出版社, 2009
Sheng Zhaohan, Zhang Jun, Du Jianguo. Theory and Applications of Computational Experiment in Social Science [M]. Shanghai: Sdxjiont Publishing Company, 2009 (in Chinese)
- [18] 盛昭瀚, 李 静, 陈国华. 社会科学计算实验基本教程 [M]. 上海: 上海三联出版社, 2010
Sheng zhaohan, Li Jing, Chen Guohua. A Fundamental Course of Computational Experiment in Social Science [M]. Shanghai: Sdxjiont Publishing Company, 2010 (in Chinese)
- [19] 盛昭瀚, 张 军, 刘慧敏. 社会科学计算实验案例分析 [M]. 上海: 上海三联出版社, 2011
Sheng zhaohan, Zhang Jun, Liu Huimin. Case Study of Computational Experiment in Social Science [M]. Shanghai: Sdxjiont Publishing Company, 2011 (in Chinese)
- [20] Sheng Z H, Huang T W, Du J G, et al. Study on self-adaptive proportional control method for a class of output models [J]. Discrete and Continuous Dynamical Systems, 2009 (11): 1—19
- [21] Li J, Sheng Z H, Liu H M. Multi-agent simulation for the dominant players' behavior in supply chains [J]. Simulation Modelling Practice and Theory, 2010 (18): 850—859
- [22] Jin S, Sheng Z H. Modeling and Simulation Research on Diffusion of the Public Voice [J]. IEEE Congress on Evolutionary Computation, 2008
- [23] Li J, Sheng Z H. Simulating the S-Controlled Stochastic System in Different Supply Chains by a Multi-agent System [C] // Proceeding of International Conference on Computer Science and Information Technology, 2008
- [24] Jiang C Z, Sheng Z H. Case-based reinforcement learning for dynamic inventory control in a multi-agent supply chain system [J]. Expert Systems with Applications, 2009 (36): 6520—6526

- [25] 张 军. 计算管理研究方法及其实现[D]. 南京: 南京大学, 2006
Zhang Jun. The Research Method and Realization of computational Management[D]. Nanjing: Nanjing University, 2006
(in Chinese)
- [26] 李 静. 供应链研究计算实验平台及其应用研究[D]. 南京: 南京大学, 2010
Li Jing. Research of Computational Experiment Platform for Supply Chains[D]. Nanjing: Nanjing University, 2010 (in
Chinese)
- [27] Ma T J. Coping with uncertainties in technological learning[J]. Management Science, 2010, 56(1): 192—201.
- [28] Ma T J, Gruber A, Nakamori Y. Modeling technology adoptions for sustainable development under increasing returns, un-
certainty and heterogeneous agents[J]. European Journal of Operational Research, 2009, 195(1): 296—306

Computational experiments in management science and research

SHENG Zhao han, ZHANG Wei

1. Computational Experiment Center for Social Science, Nanjing University, Nanjing 210093, China
2. College of management and economics, Tianjin University, Tianjin 300072, China

Abstract: Along with the continuous increase of the complexity of problems in management practices, methodology for management is constantly being improved. Particularly, holistic understandings of social economic complex system are being accepted progressively, and inter discipline cross different fields turn to be an upward tendency. Under the drive of system science, computer technologies and others, a new method for studying management science, computational experiment emerges as the times require. It not only provides new instruments to investigate complex systems, but also forms a methodology for modern management science together with other traditional methods, combination quantitative and qualitative analysis, scientific experiments, Combination of virtualness and reality, meta synthesis. This methodology play an important role of exploring the methods contributing to management science, allowing the integration between them, and exciting complementary strengths, finally improving the capabilities for cognizing, analyzing and reining scientific problems of management.

Key words: management science; complex system; computational experiment; methodological innovation