

# 社会系统多元情景可计算模式研究<sup>①</sup>

梁茹<sup>1,2</sup>, 陈永泰<sup>1,2,3</sup>, 徐峰<sup>1,2</sup>, 盛昭瀚<sup>1,2</sup>

(1. 南京大学工程管理学院, 南京 210093; 2. 南京大学社会科学计算实验中心, 南京 210093;  
3. 江苏大学管理学院, 镇江 212013)

摘要: 鉴于社会系统主体的适应性、结构的涌现性及演化路径的多样性, 需要从情景着手来更好地研究社会系统。首先基于复杂科学视角, 界定社会系统情景的深刻内涵; 其次, 分析社会系统情景可计算性的三层结构模型; 第三, 构建从实际情景到概念情景、从概念情景到结构化情景、从结构化情景到计算机实现的社会系统多元情景近似可计算模式; 最后, 以典型的社会系统——太湖流域复合系统为研究对象, 采用“自上而下”与“自下而上”的研究思路, 提出该系统情景近似可计算模式的研究方案, 并分析政府不同偏好对该系统情景演化的影响, 以期为社会系统研究提供新的理论元素和方法论指导。

关键词: 复杂系统; 模型体系; 情景; 可计算性

中图分类号: N94; O231.5 文献标识码: A 文章编号: 1007-9807(2017)01-0053-11

## 0 引言

复杂性思维和对复杂性的探索, 不断加深了人们对社会系统自身复杂性的理解和认识<sup>[1]</sup>。作为有高度智能的人参与的开放复杂巨系统, 社会系统不仅具有一般复杂系统的基本特征, 而且具有一些特殊的复杂性表现形式, 主要集中在以下几个方面:

(1) 社会系统中人的复杂性。社会系统中的主体具有记忆、学习和产生对策的能力, 具有高智能性<sup>[2]</sup>和适应性<sup>[3-6]</sup>, 通常智能程度越高, 适应能力越强, 行为的不确定性越大, 系统就越复杂。

(2) 系统结构的涌现性。社会系统中主体行为的多样性<sup>[7]</sup>以及信息不完全与不对称<sup>[8-13]</sup>、信息流的传导偏差、时间延滞<sup>[14]</sup>, 加上信息在复杂网络结构中的非线性传播, 均可能使得社会系统涌现出复杂的大尺度行为。

(3) 系统演化路径的多样性。社会系统是一

个开放的系统, 各个层次的主体必须不断调整自身的活动以适应外部环境的演化, 这种调整必然引起系统内部各组分行为、结构形态及其相互作用模式的变化, 包括较多的非线性成分、对初始条件敏感性及路径依赖性<sup>[15]</sup>。

总之, 社会系统中主体的智能性和适应性、社会系统在空间上所展现的涌现性<sup>[16]</sup>、在时间上呈现的演化性等, 都是社会现象复杂性<sup>[17,18]</sup>的典型表征。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, 创新性地提出将定性、定量方法结合起来的综合集成思想和方法论<sup>[19-21]</sup>。

## 1 社会系统研究的情景需求

社会系统研究实际上是人们认识社会系统并形成概念、判断与推理的过程, 是社会系统在研究者头脑中的一种再现和重构。这种再现和重构从

① 收稿日期: 2015-01-03; 修订日期: 2015-12-21。

基金项目: 国家自然科学基金资助重大项目(71390520); 国家自然科学基金资助项目(91646123; 71471077; 71101067); 教育部人文社会科学基金资助项目(15YJCZH135; 12YJCZH020); 南京大学研究生科研创新基金资助项目(2014CW05)。

作者简介: 梁茹(1988—), 女, 河南信阳人, 博士生。Email: rliang124@163.com

认识方式来看,可能是感性的,也可能是理性的;从认识角度来看,可能是局部的,也可能是整体的。也就是说,社会科学研究往往是有画面感的,而且画面是受环境、时间而变化的,甚至画面是前后连贯的,即是具有“情景”性的。

“情景”是社会系统在整体层面上的宏观现象、现象的演化及其形成该现象的路径。具体说明如下:

(1) 在社会科学研究中,一般所述情景基本上均指未来情景,但未来情景与现在情景及过去情景是一个连贯的过程,未来情景包含着现在和过去情景,但不完全包含在过去和现在情景之中,此意为不能由过去和现在的情景完全推断和确知未来情景。

(2) 未来情景是人们可能面临的某种现象,因为构成情景的主要原因是社会系统的自组织行为,因此,人们无法由自己的意志和偏好完全安排与定制社会系统未来情景。

(3) 但是,情景在形成与演化过程中也确实深受人的行为的影响,所以在总体意义上,情景既是人们研究社会系统对象或问题的背景,也往往在一定程度上是人们自身行为创造的结果。

(4) 由于情景形成的深度不确定性,因此未来情景的空间也是不确定的,而且随着情景演化路径越长,情景空间的不确定性越显著,这也是社会系统所以是复杂系统的关键原因。

在这里,“情景”可以是局部的,如社会系统的某个状态、某个特征,也可以是整体性的,如系统状态与行为的有机结合所呈现出来的整体特征;在刻画程度上,“情景”可以是具体的,也可以是经过抽象的;在维度上,可以是一维的,即仅从一个角度来刻画系统,也可以是多维的,即从多个角度来刻画系统;在时间关系上,“情景”可以是某一时间点的,也可以是某一个时间范围内的,这个范围可以是小时间尺度,也可以是大时间尺度;在数量关系上,“情景”可以是单一的,如社会系统在某个时间节点或特定的环境下所呈现出来的系统特征,也可以是组合的或者连续的。因此,情景在结构性、要素或层次上均体现其“多元”特性,称为多元情景,也可简称为情景。

“情景”就如同一个摄影师把客观世界和他的主观世界统一地呈现出来的一张照片、一组照

片或一段视频。在一定意义上,社会科学研究必不可少的工作是呈现社会系统情景。社会科学研究结果也是有情景的,离开了“情景”,就难谈结论的实际意义与正确可靠性。从逻辑学看,研究结论是根据一定的前提推论得到的结果,是对事物做出的总结性判断。这里暗含着理论的成立存在必要的前提,也就是我们通常讲的理论假设和情景依赖,脱离了假设与“情景”谈理论的价值与应用,就可能“不得要领”或“张冠李戴”。它告诉我们在关注理论内容的同时,还要关注理论蕴涵的条件、假设以及系统情景。

综上所述,尽管社会科学研究取得了很多的成果,但直接以“情景”为研究对象显得明显不足,更不用说开展深度的研究。这也是社会系统研究仅仅用定性方法或者定量方法,无法全面深刻地揭示问题本质和演化规律的重要原因。对很多深层次复杂社会问题的认识、理解甚至解决,如果缺少了“情景”的嵌入,其缺陷是显而易见的。

## 2 社会系统多元情景的可计算性

社会系统的“可计算性”是关于社会系统情景的“可计算性”,且这种“可计算”是指计算机在社会系统中的三类应用——模拟、计算和实验,能否在计算机中可实现。因此,在这个意义下,社会系统会出现这样的状况:有时是“可计算”的,有时是“不可计算”的。“可计算”与否既取决于社会系统情景的结构类型,又取决于我们如何应用计算机。

社会系统的“计算”可以用如图1的结构模型来实现:社会系统的“计算”分为三个层次,一个是实际问题层次,即物理世界层次;一个是概念模型层次,即逻辑技术层次;一个是计算模型层次,即应用实现层次。

正如“复杂”与“复杂性”存在着区别一样,“计算”与“可计算性”也存在着明显的区别。“可计算性”事实上是对“计算”的性质、特征、程度的计量,而“计算”只是表示利用计算机求解社会系统情景的过程。鉴于以上的概念陈述和社会系统计算的结构模型,假定在整个过程可以表示为有限数量的函数簇 $\{f_i, i = 1, 2, \dots, N\}$ ,定义社会系统情景的可计算性如下:

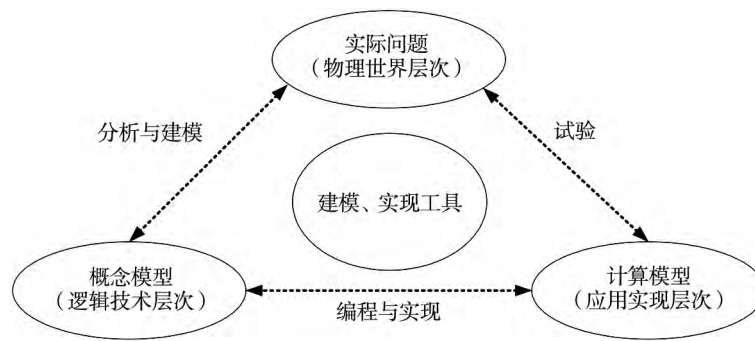


图 1 社会系统计算的结构模型

Fig. 1 The structure model of calculating social system

定义 对于某一社会系统情景,如果函数簇中每个函数  $f_i, i = 1, 2, \dots, N$  都是可计算的,即如果函数  $f_i$  的定义域是  $D_i$ , 值域是  $R_i$ , 且存在一种算法,对  $D_i$  中任意给定的  $x$ , 都能在有限步内计算出  $f_i(x)$  的值,则称社会系统情景是可计算的。

由定义可知,社会系统情景的求解方案只要能够表示成有限的计算机函数处理逻辑单元,且每个单元能够在有限步内进行求解,则该社会系统情景是可计算的。

需要说明的是,社会系统情景一般是结构化情景、半结构化情景及非结构化情景并存,理论上严格的有限步求解是很少的,因此,社会系统情景一般是不能通过严格的有限步求解形成的,如同一个算法,只能在一定的近似意义下,通过有限步求解来构建社会系统情景模型。这样一来,就存在真实情景的“真正的”无限步情景与“近似的”有限步情景的误差,这也是一般的理论模型与实际模型通常存在的现象,此时可根据需要确定偏差的可接受范围,并据此来确定有限求解步数来生成真实情景的近似替代情景。

### 3 社会系统多元情景的可计算模式建构

社会系统多元情景的计算模式构建是情景近似可计算的构建过程,是实际情景到概念情景、概念情景到结构化情景、结构化情景到计算机实现的三阶段分析且不断循环迭代逼近的过程,如图 2 所示。

#### 3.1 从实际情景到概念情景

社会系统的“实际情景”在被研究者感知、认识后会形成一定的“概念情景”。一般而言,人们

对“实际情景”的认知有直接途径和间接途径之分。其中,直接途径是人们通过其五种感官(视觉、听觉、味觉、嗅觉和触觉)的功能,形成对“实际情景”的切身感知与认识;但直接认知途径不可避免地受到多方面的限制,如自身能力、经验、知识、视角以及立场等都会影响其对“实际情景”的认知结果,因此不同的人可能产生不同甚至相反的结果。间接途径是通过获取、理解与加工他人现有的对“实际情景”的认知信息来形成认知。同样,面对相同信息,不同的人也会因目的、视角、能力等差异而产生认知差异,甚至出现认知的“二次”失真。在实际情况中,人们常常综合运用直接途径和间接途径去认知“实际情景”。由此可见,从“实际情景”到“概念情景”的转化中,人的主观性及其它因素,使得认知差异与认知失真客观存在的,有必要注重在实践、实验和经验的基础上充分利用专家定性的经验与知识,通过各种技术和方法减少不必要的曲解或失真。

因此,无论人们通过何种途径认知社会系统,最终都是在头脑中形成映像并产生相应的概念,把社会系统抽象为概念模型和知识模型,并用定性的方法和定量方法来描述这些概念模型和知识模型,进而将现实社会情景转化为研究者思维中的概念情景。同时,在这个转化过程中,必然包含了研究者基于特定研究目的、研究视角等对“实际情景”的抽象、简化、概括等,并在此基础上潜移默化地选择“实际情景”中某些不同的“情景”及其主要构成。其中,结构化部分的描述多采用定量知识表达、非结构性部分的描述多采用定性知识表达。同时,在该阶段中,无论定性知识还是定量知识在起初都是相对粗糙、模糊的;但是,随着研究者基于特定研究目的从不同研究视角对

“实际情景”的深入分析与认知,逐步实现“概念情景”的清晰化与系统化.因此,从“实际情景”向“概念情景”的转化,必然体现通过一个比较无序、比较非结构、比较模糊、比较非优化但不断改进、不断完善的系统序列实现对一个复杂“实际情景”的认知.

尤其是,“实际情景”的复杂性会导致研究者一开始认识和分析问题时只能以描述的方式说明其外在的表现特征,用语言表达思辨性内容,用

经验判断并灵活地建立“概念情景”.这一方面符合人们擅长自下而上、自个别到一般的认知特点,同时也符合复杂性问题中非结构化的模糊性和难以精确量化等特征.在这一过程中,研究者的归纳、理解能力以及知识和经验发挥了本能的作用,并为进一步采用标准程序和精确手段将“概念情景”转化为计算机可重构的“结构化情景”,严密和精细化界定“情景”的深层关系和规律奠定了基础.

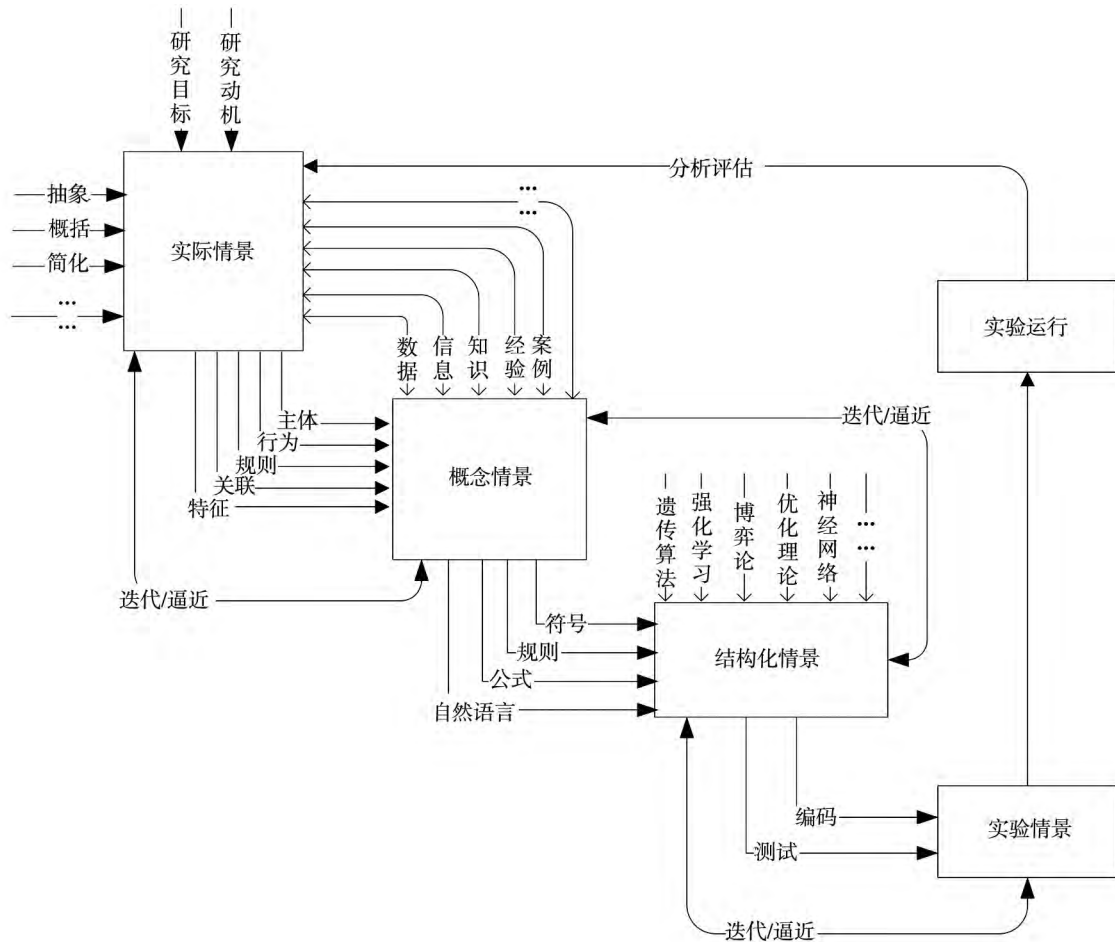


图2 社会系统情景建模的全过程技术框架

Fig. 2 The whole process for technology framework of modeling scenario for the social system

### 3.2 从概念情景到结构化情景

通过对“现实情景”感知得到的“概念情景”常常呈现出非结构化等特征.由于“实际情景”的整体性强且与外部环境联系密切,在“概念情景”阶段,研究者往往无法对“情景”及其要素有较为清晰的认识和理解.尤其是,为了能够在计算机上重构社会现象的基本情景,并以此为基础在计算机上再现社会现象的过去、现在和未来,研究者需

要在一定意义下通过各种方法把“概念情景”中半结构化甚至非结构化“情景”转化为“结构化情景”.这些结构化情景与“概念情景”中那些结构化部分,一起构成“可计算情景”,为对反映社会现象本质特征的故事情景进行“情景空间”意义下的计算机重构奠定基础.

值得一提的是,“结构化情景”不等同于结构化数学模型,它比结构化数学模型更广义,例如一

定的逻辑关系与一定的规则或法则均可以为一种结构化. 虽然这时也会丢失一些(甚至不少)不能被结构化的“情景”, 但这一过程可使研究者进一步把“实际情景”抽象和符号化, 提取“结构化情景”中的主体、行为、结构、关联、规则等, 从而使社会故事中的基本情景成为计算机能够“读懂”的结构化与逻辑关系明晰的“情景要素”, 如图 3 所示. 同时, “结构化情景”的形成过程中还应综合运用多种定量结构化技术与方法, 如数据采集与分析、信息编码、数据挖掘、数据耕耘等; 更有效的做法是通过科学与经验、理性和感性、定性与定量方法的有机整合, 达到对“概念情景”的系统分解、精准认识与系统综合, 因此, 从“概念情景”到“结构化情景”的转化也是一个多阶段组成的复杂演进过程.

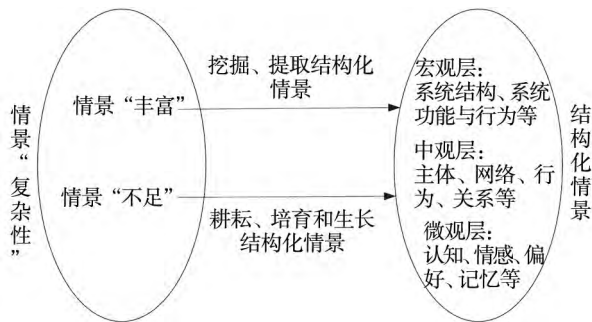


图 3 结构化情景的产生

Fig. 3 Generating structured scenario

同时需要指出, “结构化情景”的直接出发点是用逐步精确化、结构化的系统序列来提取“情景要素”以易于建模并程序化, 研究者仍需在综合权衡研究目标与分析能力、可行性与必要性、效果与效率等基础上, 选择恰当的“情景要素”来描述粗粒度的“情景”.

### 3.3 从结构化情景到计算机实现

社会系统结构化情景的计算机实现是以社会系统结构化情景为核心, 对反映社会系统实际情景进行“情景空间”意义下的计算机重构, 计算机实现是通过“一个”或“一些”实际社会系统情景或预定义与假设, 对“一类”具有相同本质特征和动力机制的基本社会系统实际情景一致基础上的“情景空间嵌入”, 并通过在计算机系统中“再现”、“培育”和“生长”这类社会系统实际情景, 开展社会系统实际情景的分析、解释、预测、管理和控制研究. 如图 4 所示, 图中虚线框部分是数据结

构, 虚线描述数据流动方向. 实线框部分是计算模块, 实线表示计算流程. 此外, 在具体计算机实现过程中, 还需要关注以下方面:

(1) 系统环境的建模. 在建模的过程中需要将系统环境与主体之间的关系考虑进去. 实际上考虑环境与主体之间的关系, 就是建立环境模式转换的过程, 例如可以将环境变量看成是时间变量、主体活动等因素的函数表达式.

(2) 主体对象的建模. 情景建模不是也不可能是对社会模型的完全复制, 而是有选择地提取模型特征, 创造性地构造模型表达方式的过程. 例如在谣言传播的过程中, 对参与主体进行抽象时, 并不需要将每个个体的身高、体重、皮肤颜色等无关于问题研究的属性特征抽象出来表现在情景模型中, 而每个人面对谣言的态度这一属性特征, 则需要对其进行抽象, 并用恰当的方式在情景模型中表达.

(3) 主体演化规则的设计. 主体是模型的中心, 主体行为规则的设计是系统建模的关键. 在模型行为规则的约束下, 主体在系统环境中经过多个周期的不断迭代, 也揭示了系统的演化趋势. 主体的演化规则受到多方面的影响, 除了受到自身条件限制外, 还会受其他行为主体的影响, 甚至和其他行为主体之间有着某些制约关系. 例如在产业集群的情景建模过程中, 单个企业的演化受到自身资源的限制, 不能够任意提高自身的成长速度; 同时还与其他企业之间存在着竞争(合作)关系, 这种竞争(合作)关系也包括了供应链上下游之间的交易过程.

(4) 系统模型数据结构的设计. 主体在系统内部的演化中存在着各种演进方式, 其中包括主体与主体之间的数据交互、主体与环境之间的数据交互、主体自身属性的遗传变异等. 这些交互或者遗传变异的过程中都伴随着系统属性数据的变化, 这些系统数据的交互演变, 可以看作是数据结构之间的操作. 通过适当的数据结构描述来表达社会系统的结构, 解决情景建模“计算什么”和“如何计算”的问题. 例如在谣言传播的过程中, 系统主体构成了一个复杂网络, 这一网络结构反映了主体之间的交互关系, 可以借助数据结构设计来合理表达信息的传递、主体属性的演进等数据处理过程.

(5) 数据分析与可视化表达. 在系统的演化

过程中,会产生大量的中间结果,对于这些中间结果进行分析和处理,可以得到许多有意义的启发与暗示,这就需要在模型中采用统计分析等数理方法.另外,除了中间数据的处理之外,在系统演

化的过程中,还需要将模型的具体表达用形象的方式展示在计算机上,这就需要建立模型的可视化空间,以便让人们更直观地看到系统的演化过程,更形象地揭示系统的演化规律.

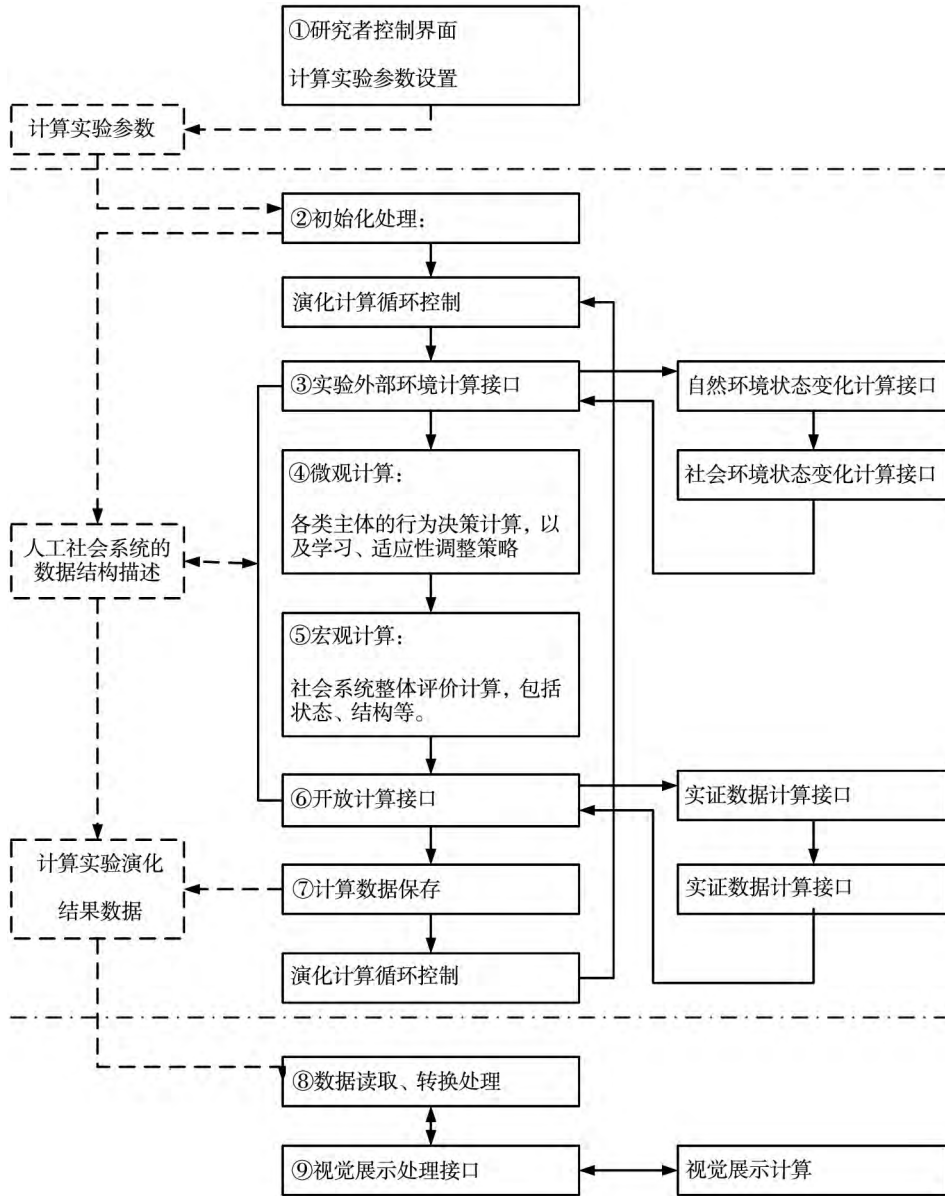


图4 结构化情景的计算机实现的一般框架结构

Fig. 4 A general structure framework of computer implementation for structured situational

## 4 案例说明

作为一个复杂的开放巨系统,太湖流域复合系统的复杂性使其呈现出极大的随机性、模糊性、不确定性和不稳定性<sup>[22-25]</sup>,同时系统内在的自适应能力与作用规律表现出秩序性、确定性、必然性

和规律性.因此,太湖流域治理必定是一个长期复杂的系统工程.

### 4.1 太湖流域复合系统概念情景

科学系统地描述和表征太湖流域复合系统是开展太湖流域治理的基本前提.从系统科学分析,太湖流域是一个由人参与并主导的、要素众多、关系复杂、功能多样的社会-经济-自然复合系统,

具有复杂的时空结构与层次结构,并呈现出整体性、动态性、非线性、适应性、多维度等特性。构成太湖流域复合系统概念情景的三个不同性质的系统——自然子系统、经济子系统与社会子系统,各自又是复杂自适应系统,有各自特殊的结构、功能和作用机理;而且它们自身的存在和发展又受其它系统结构、功能的制约。

(1) 太湖流域自然子系统是一个完整的生态系统,具有自组织、自调节与自生长能力,是构成复合系统的基础。系统内部存在着复杂的非线性反馈机制,以生物与环境的协同共生及环境对流域内活动的支持、容纳、缓冲及净化为特征,与社会经济系统存在物质、能量与信息的交换。人类对自然系统的负面干扰主要体现在环境污染与资源破坏,并通过一系列生态、物理、化学、生物等过程使自然生态系统结构发生变化,进而改变其功能。

(2) 太湖流域经济子系统重点关注社会经济生产,主要包括企业生产和农业生产。其中企业生产的主体是企业,农业生产的主体是农村居民或农业企业,包括粮食生产、畜牧业和畜禽业等等。企业生产需要考虑生产资料的供应、生产环节的技术水平、产品的市场消费以及整个生产环节的生产资料的流通等等。企业主体的环境意识和环境态度水平对其环境行为的决策具有重要的作用。在农业生产过程中,季节性的农业种植、施肥程度、降雨量等环境因素都会影响农业生产的水平。畜牧业和畜禽业也受到相关因素的制约。

(3) 太湖流域社会系统不仅包括了社会建制以及社会精神层面的规范和准则,同时还包括社会系统内部各个要素的认知情感系统。情感认知过程实际上是一个信息的加工和对加工输出的决策过程,加工过程受到个体异质性性质的影响,如学习能力、遗忘时间、知识储备以及个体信仰和道德水平等等,同时也受到如文化、理想等的制约。

#### 4.2 太湖流域复合系统情景建模研究方案

图5凝炼了太湖流域复合系统结构化情景及计算机实现的基本架构。总的来说,结构化情景主要描述三个方面的核心问题,一是要能够对太湖

流域复合系统中自然系统运行交互规律的描述和建模,二是能够对社会系统进行描述和建模,三是对复合系统中自然-社会系统的交互关系进行描述和建模,最后是太湖流域复合系统的计算机实现。其中,结构化情景主要实现对湖泊流域自然-社会复合系统的建模,具体描述如下:

(1) 结构化情景中对太湖流域自然系统的描述来自对太湖流域自然生态系统的抽象和概括,主要包括太湖、太湖流域河流、太湖中的藻类、底泥、营养盐的输送与迁移转化、径流、地下水渗透、排污口以及一些环境变量,如温度、光照、降雨、流场等,其中湖泊和河流的网格化是实现湖泊水体水动力的基础。

(2) 结构化情景中对社会系统的刻画来自对太湖流域社会系统的抽象和概括,主要是对各类参与主体的环境行为及其交互关系进行描述性建模。社会系统“人”的因素是结构化情景的核心和重点,这主要有政府环境行为、企业环境行为以及公众环境行为。这些行为产生的背后是一个个异质性主体的行为决策,行为决策又与其主体自身的认知系统和环境客体有关。因此,对太湖流域社会系统的结构化情景建模需要从三个层面展开:首先要能够对每一类主体的自身认知架构进行建模,即要能够充分定义这些主体,包括主体数量、主体空间位置、主体认知属性、主体时间状态迁移、主体决策机制等等,并提供灵活和可扩展的属性库;其次要能够实现主体交互结构的充分定义功能,主要包括主体结构选择、结构自定义以及结构自适应、自组织等功能,该部分是主体自身认知行为与主体与环境交互后动态产生的;最后是社会约束规范对以上两个方面的刺激与制约,包括政策法律环境等等,以约束主体的行为。

(3) 结构化情景中对太湖流域复合系统交互关系的描述来自于对太湖流域自然-社会双重属性的概括和抽象,即社会客体对自然环境的改善、影响以及自然环境对社会系统的反馈作用。总的来说,结构化情景至少要能够提供太湖流域复合系统的基础性架构,即社会系统向自然系统排污污染物以及自然系统向社会系统反馈自然系统健康状况两个方面。

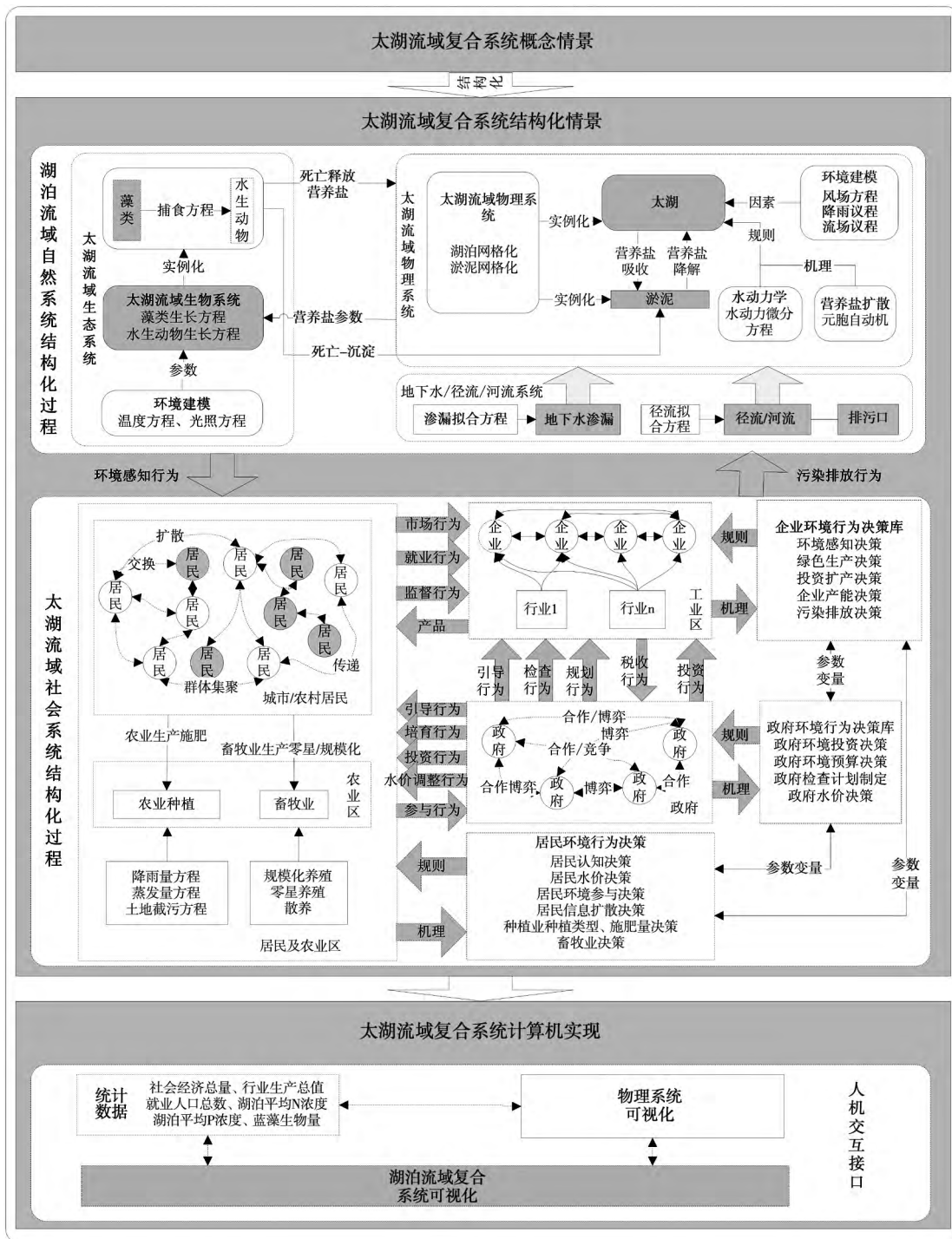


图5 太湖流域复合系统结构化情景及其计算机实现

Fig. 5 Structured scenarios and computer implementation of Taihu lake composite system

### 4.3 政府不同偏好对太湖流域复合系统情景演化的实验分析

政府在太湖流域社会生活具有相对特殊的身份、地位、职能和行为,经济偏好导致环保重视不足、利益寻租等等社会问题的同时,会使得

太湖流域水环境问题持续恶化;政府的环境偏好会在一定程度上损害社会经济的发展,但却能为社会的可持续发展提供制度保障.总之太湖流域水环境管理中合理的政府环境决策行为能够更好的整合资源、把握方向、提高治理水平



和治理效果.

本实验设计了 3 种实验情景,具体如表 1 所示.

表 1 实验情景设计

Table 1 design for experimental scenario

政府偏好	经济偏好	社会偏好
实验情景 1	0.1	0.9
实验情景 2	0.5	0.5
实验情景 3	0.9	0.1

该实验的结果如图 6 所示.从图中可以看出,从劣 5 类水所在太湖区域的结构、面积比较来看,当政府的经济偏好占主导时(情景 3),太湖水体的水质在 5 月份以及 7 月份 90% 以上是劣 5 类

水,而社会偏好占主导时(情景 1),从 7 月份的水质可以看出,太湖水质有了很大转变.当政府的社会偏好和经济偏好基本相同时(情景 2),太湖水体水质基本上处在情景 1 和情景 3 之间.

不管是哪种情景,太湖水体的水质在 5 月份时最差,而 11 月份时最好,且基本上介于 2 类和 3 类水质之间.这是因为在秋冬季节太湖流域的农业生产和降雨等因素对太湖水体的影响效力逐渐减弱,同时由于夏季(7、8、9 等月)中太湖水体中各类水生生物等对营养物质的大量代谢、降雨带来的入湖水量的急剧增加,一方面各类水生生物消耗了大量的氮磷等营养物质,一方面随着入湖水量的增加对太湖水体中氮磷等营养物质浓度进行了大量的稀释等.

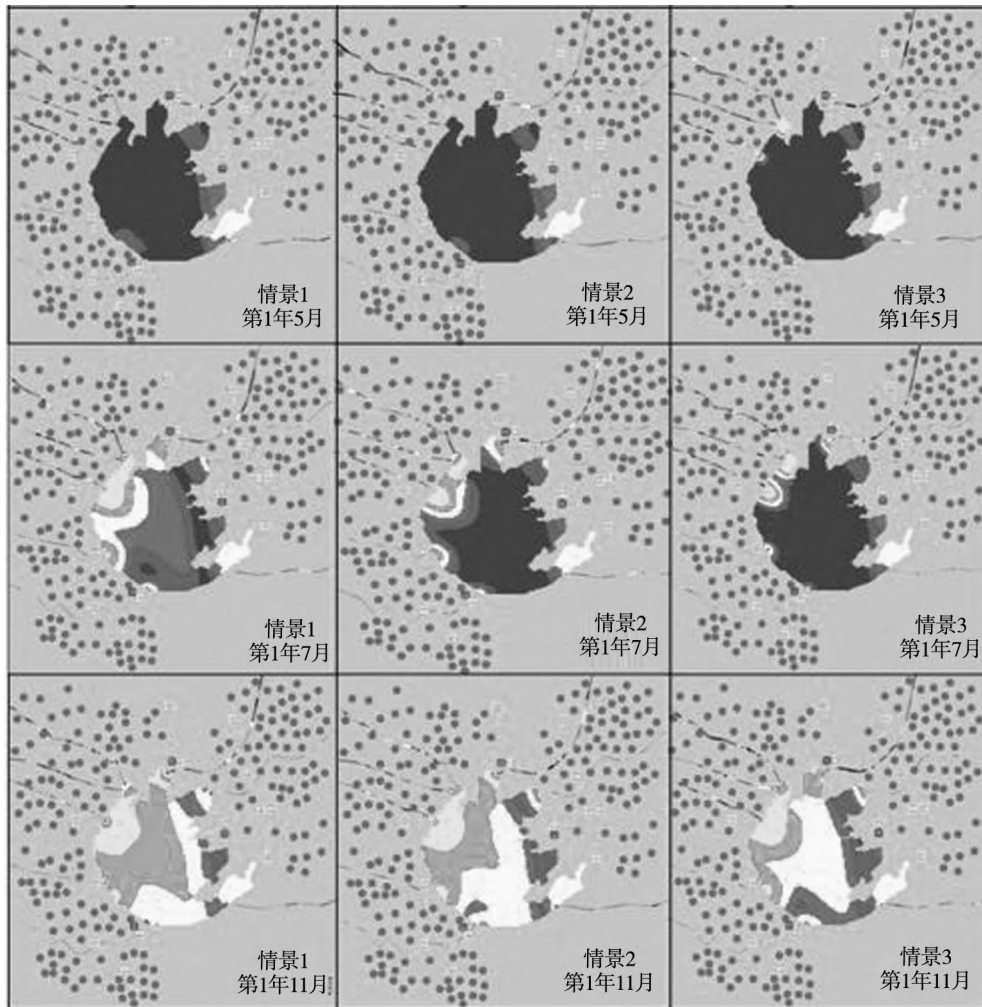


图 6 政府不同偏好对太湖复合系统动态演化的影响分析

Fig. 6 Impact analysis of dynamic evolution for Taihu lake composite system with different preferences of the government

## 5 结束语

随着社会科学研究方法和工具的不断创新和完善,科学规范的研究方法在社会科学研究领域中的应用范围逐步拓展.社会系统多元情景可计算模式在综合集成理论基础上,利用计算技术对社会

系统情景演化机制及其要素的动力学进行模拟,研究社会系统情景的发生过程、相互关系,对“已经发生”、“正在发生”和“将来可能发生”的社会系统情景进行分析,解释其形成的原因,发现其中的规律和法则,从而设计出求解社会系统实际情景的方案,为实际社会活动的管理提供客观和符合规律的正确建议和依据.

### 参考文献:

- [1]盛昭瀚,张维.管理科学研究中的情景建模方法[J].管理科学学报,2011,14(5):1-10.  
Sheng Zhaohan,Zhang Wei. Computational experiments in management science and research [J]. Journal of Management Sciences,2011,14(5):1-10. (in Chinese)
- [2]孟庆峰,盛昭瀚,陈敬贤,等.考虑行为外部性的多零售商销售努力激励[J].管理科学学报,2014,17(12):1-14.  
Meng Qingfeng,Sheng Zhaohan,Chen Jingxian,et al. Motivating multi-retailers sales efforts considering external efforts [J]. Journal of Management Sciences in China,2014,17(12):1-14. (in Chinese)
- [3]冯忠垒,严良,吴郁玲.探索性创新的资源和常规刚性对市场份额影响[J].管理科学学报,2014,17(12):52-59.  
Feng Zhonglei,Yan Liang,Wu Yuling. Influence of resource rigidity and routine rigidity in explorative innovation on market share [J]. Journal of Management Sciences in China,2014,17(12):52-59. (in Chinese)
- [4]Antoniadis D N,Edum-Fotwe F T,Thorpe A. Socio-organizational complexity and project performance [J]. International Journal of Project Management,2011,29:808-816.
- [5]Davies A,Mackenzie I. Project complexity and systems integration: Constructing the London 2012 Olympics and Paralympics Games [J]. International Journal of Project Management,2015,32(5):773-790.
- [6]Böhle F,Heidling E,Schoper Y. A new orientation to deal with uncertainty in projects [J]. International Journal of Project Management,2015,http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.11.002.
- [7]Kodstaal M,Sloof R,van Praag M. Risk Uncertainty, and Entrepreneurship: Evidence from a Lab-in-the-Field Experiment [J]. Management Science,Article in Advance,2015,1-19.
- [8]曹柬,杨春节,李平,等.不对称信息下供应链线性分成制契约设计研究[J].管理科学学报,2009,12(2):19-30.  
Cao Jian,Yang Chunjie,Li Ping,et al. Design of supply chain linear shared-saving contract with asymmetric information [J]. Journal of Management Sciences in China,2009,12(2):19-30. (in Chinese)
- [9]田厚平,刘长贤.非对称信息下分销渠道中的激励契约设计[J].管理科学学报,2009,12(3):77-82.  
Tian Hoping,Liu Changxian. Incentive contract design in distribution channel with asymmetric information [J]. Journal of Management Sciences in China,2009,12(3):77-82. (in Chinese)
- [10]Xiang Pengcheng,Huo Xiaosen,Shen Liyin. Research on the phenomenon of asymmetric information in construction projects-The case of China [J]. International Journal of Project Management,2015,33:589-598.
- [11]Grijalva E,Harms P D. Narcissism: An integrative synthesis and dominance complementarity model [J]. Academy of Management Perspectives,2014,28:108-127.
- [12]Catania J T,Armstrong G,Tucker J. The effects of project management certification on the triple constraint [J]. International Journal of Information Technology Project Management,2013,4(4):93-111.
- [13]Starkweather J A,Stevenson D H. PMP® certification as a core competency: Necessary but not sufficient [J]. Project Management Journal,2011,42(1):31-41.
- [14]李健,张文文,白晓昀,等.基于系统动力学的应急物资调运速度影响因素研究[J].系统工程理论与实践,2015,35(3):662-670.  
Li Jian,Zhang Wenwen,Bai Xiaoyun,et al. System-dynamics-based factor analysis for the speed of emergency materials transportation [J]. System Engineering: Theory and Practice,2015,35(3):662-670. (in Chinese)

- [15] 吕一博, 程露, 苏敬勤. 组织惯性地集群网络演化的影响研究——基于多主体建模的仿真研究[J]. 管理科学学报, 2015, 18(6): 30–40.  
Lü Yibo, Cheng Lu, Su Jingqin. The impact of organizational inertia: A multi-agent simulation research on cluster network evolution [J]. Journal of Management Sciences, 2015, 18(6): 30–40. (in Chinese)
- [16] 杨青, 刘星星, 陈瑞青, 等. 基于免疫系统的非常规突发事件风险识别模型[J]. 管理科学学报, 2015, 18(4): 49–61.  
Yang Qing, Liu Xingxing, Chen Ruiqing, et al. Risk identification model of unconventional crisis based on immune system [J]. Journal of Management Sciences in China, 2015, 18(4): 49–61. (in Chinese)
- [17] He Qinghua, Luo Lan, Hu Yi, et al. Measuring the complexity of mega construction projects in China: A fuzzy analytic network process analysis [J]. International Journal of Project Management, 2015, 33: 549–563.
- [18] Bosch-Rekvelde M, Jongkind Y, Mooi H et al. Grasping project complexity in large engineering projects: The TOE( Technical, Organizational and Environmental) framework [J]. International Journal of Project Management, 2011, 29: 728–739.
- [19] 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)
- [20] 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)
- [21] 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 Xiaoji. Meta syntheses: From the thought to its practice: Methodology, theory, technology and engineering [J]. Chinese Journal of Management, 2005, (1): 4–10. (in Chinese)
- [22] Owens P. Adaptive management frameworks for natural resource management at the landscape scale: Implications and applications for sediment resources [J]. Journal of Soils and Sediments, 2009, 9: 578–593.
- [23] Pahl-Wostl C, Sendzimir J, Jeffrey P, et al. Managing change toward adaptive water management through social learning [J]. Ecology and Society, 2007, 12(2): 30.
- [24] Ison R. Systems Practice: How to Act in a Climate-Change World [M]. London: Springer, 2010.
- [25] Briggs S V, Knight A T. Science-policy interface: Scientific input limited [J]. Science, 2011, 331(6021): 1139–1140.

## Computable patterns of multivariate scenarios in social systems

LIANG Ru<sup>1 2</sup>, CHEN Yong-tai<sup>1 2 3</sup>, XU Feng<sup>1 2</sup>, SHENG Zhao-han<sup>1 2</sup>

1. School of Management and Engineering, Nanjing University, Nanjing 210093, China;
2. Computational Experiment Center for Social Science, Nanjing University, Nanjing 210093, China;
3. School of Management, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China

**Abstract:** The adaptive agents of social systems, emergence of their structures and diversity of their evolution paths make their scenario research necessary. Firstly, based on the views of complex science, this paper defines the profound connotation of scenarios in social systems. Then, a three-layer structure model of computability of scenarios is analyzed in a social system. Thirdly, multivariate models of computable scenarios are built from three stages: actual scenarios to concept scenarios, concept scenarios to structured scenarios, and structured scenarios to computer implementation. Lastly, in a typical complex system of a social system—the Taihu lake basin, a scheme on computable and approximate scenarios of the system is proposed according to the research idea of the “top-down” and “bottom-up”. The impacts of different government preferences on the scenarios evolution of the system are analyzed. This paper might provide new theoretical elements and methodology guidance for researches on social systems.

**Key words:** complex system; model systems; scenario; computability