

文章编号: 1002-0411(2001)06-516-06

综合集成研讨厅体系及应用研究

王慧斌¹ 徐小群²

(1. 中国矿业大学信电学院 徐州 210098; 2. 徐州理工计算机工程技术研究所 徐州 221006)

摘 要: 定性定量综合集成思想是著名科学家钱学森教授提出的, 它既是一个抽象的思想体系框架, 也是一个高度智能化的人机结合系统, 其核心是将专家群体、统计数据和信息资料、计算机技术这三者结合起来, 把科学理论与人的经验和知识结合起来, 发挥综合系统的整体优势去解决复杂大系统的问题, 也是研究流域可持续发展的可行的方法论. 流域可持续发展是以流域作为特殊区域的一种可持续发展模式, 本文将流域可持续发展视为一个整体, 提出了研究“流域可持续发展系统”的思想, 在引入“从定性到定量的综合集成研讨厅体系”的基础上, 结合流域可持续发展系统的基本特征, 建立了流域可持续发展系统综合集成研讨厅体系。^{*}

关键词: 可持续发展; 流域可持续发展; 综合集成研讨厅体系; 复杂性研究

中图分类号: TP13

文献标识码: A

STUDY OF HALL FOR WORK SHOP OF METASYNTHETIC ENGINEERING AND APPLICATIONS

WANG Huibin XU xiao-qun

(China University of Mining and Technology, 221008, Xuzhou, PRC)

Abstract: Integrated collection ideology of qualitative and quantitative is advanced by famous scientist Qian Xue-sen. It is not only a nonobjective ideology system frame, but also a high intelligent human-computer combination system, which is combined with expert group, statistics data and information data and computer technology, it is the problem that combination of science theory and experience knowledge of human to exert integer advantage of integrated system to solve complex huge system, it is the methodology to study the river basin sustainable development, the river basin sustainable development is a sustainable development model that regard river basin as special area. This paper treats the river basin sustainable development as a whole, and puts forward the ideology of study on river basin sustainable development, on the base of the Hall for Work Shop of Metasynthetic Engineering system and combines the basic characteristics of river basin sustainable development system; the integrated system of river basin sustainable development system is established.

Keywords: sustainable development, sustainable development system of river basin, hall for work shop of metasynthetic engineering, complexity study

1 关于“流域可持续发展系统”(About sustainable development system of river basin)

如何协调人与自然的关系以实现人类社会的可持续发展, 是当代科学研究的前沿领域之一^[1,2], 而区域可持续发展模式的选择又是中国面临的基本问题. 本文提出一种以流域作为特殊区域的可持续发展模式, 将流域可持续发展视为一个整体进行研究^[3]. 从自然角度看, 流域是一种典型的自然区域, 从经济角度讲, 流域又是组织和管理国民经济、进行

以水资源开发为中心的区域.

流域可持续发展研究把流域看成是自然(水为核心)、社会(人为中心)、经济(企业为核心)的复合系统, 流域不仅是实现水资源可持续利用的最佳途径, 为社会可持续发展奠定牢固的水资源基础, 而且是实现可持续发展的空间基础; 不仅是目前世界上最具经济、生态、社会综合效益的开发模式, 而且是区域可持续发展的有效途径之一.

流域可持续发展系统可以分解为两个子系统,

即自然系统和社会经济系统, 人类活动又作用于整个流域可持续发展系统. 它们的基本关系如图 1 所示^[4,5]. 它是由一系列资源、环境、社会、经济等相关要素构成的, 通过物质、能量、信息的运动、交换、贮存和反馈形成一定的结构和功能, 并由于人的主动性而朝相互适应的方向演化. 因此, 在这个系统中, 人与自然的相互作用可以理解为是在以人为主体的系统中运作的, 换句话说, 可以将人与自然相互作用置于复合系统之中来研究, 利用系统方法进行分析.

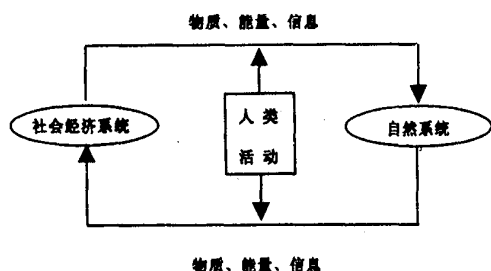


图1 流域可持续发展系统的基本关系

Fig. 1 Basic relation of the sustainable development system of river basin

流域可持续发展系统的结构如图 2 所示. 流域可持续发展系统中, 人与自然的相互作用, 即自然系统和社会经济系统的相互作用, 主要发生在社会物质产品的生产和消费的过程中. 这个过程也就是流域可持续发展系统的基本过程. 它包括四个环节: ① 从自然系统获取自然资源; ② 将自然资源转化或加工成社会产品; ③ 社会产品的消费; ④ 向自然系统排放废弃物.

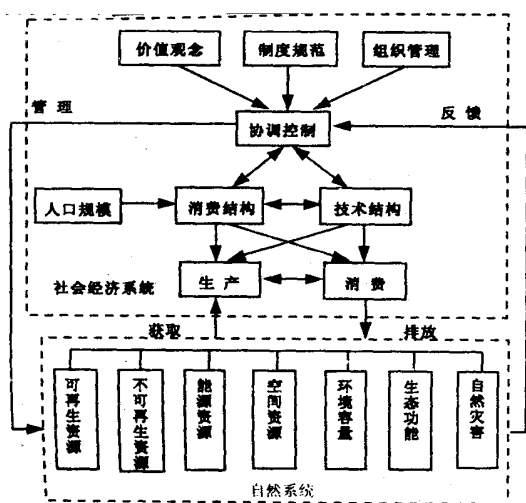


图2 流域可持续发展系统的结构

Fig. 2 Structure of the sustainable development system of river basin

控制流域可持续发展系统基本过程的是科学技

术、消费水平和协调控制. 人类从自然界获取的自然资源的种类和获取的方式、自然资源转化成社会产品的加工工艺、社会产品的种类、生产和消费过程中产生的废物的种类和方式都取决于科学技术水平. 消费水平由人口规模和物价水平决定, 同时, 它又决定了人类从自然界获取的自然资源的总量, 社会产品的总量和人类向自然界排放的废物的总量. 科学技术决定了人与自然相互作用的方式, 消费水平决定了流域可持续发展系统中人与自然相互作用的规模或强度. 它们直接控制了社会物质产品的生产和消费过程, 也直接控制了流域可持续发展系统的基本过程.

协调控制的结构和形式是由人类的价值观、人类社会制度的安排和社会的组织管理方式决定的. 社会的组织管理方式包括人类社会的组织管理方式和开发利用自然系统的组织管理方式. 协调控制对科学技术和消费水平有直接的影响, 从而间接地决定了流域可持续发展系统的基本过程.

2 流域可持续发展系统方法论的基本思路 (The basic thought about the methodology of the sustainable development system of river basin)

综上所述, 流域可持续发展系统应引入系统科学新的研究成果, 建立流域可持续发展系统的方法论. 我们在理解钱学森的开放的复杂巨系统概念的基础上^[6], 以定性定量综合集成思想为指导, 以系统工程理论和决策支持系统理论为基础, 这就是我们的出发点.

流域可持续发展系统是“有人参与”的、开放的、复杂巨系统, 因此新方法论的基本思路是:

(1) 对象系统界定的多元集成化

流域可持续发展系统是“有人参与”的系统, 我们把人分为“智能人”和“生态人”. 所谓对象系统界定的多元集成化, 其基本内容就是把人类的智能活动视为对象系统内部行为, 把过去分离的“研究”与“客体”两者合为一体, 同时把“研究”与“决策”、“决策”与“执行”等诸行为纳入一个统一的框架, 把这些行为作为流域可持续发展系统运行机制的不同方面.

(2) 研究过程和学习过程的集成化

对于流域可持续发展系统的研究, 问题系统的系统边界往往是不明确的, 在研究过程中往往不断改变着系统边界. 对于流域复合系统, 研究过程同时

也是一个学习过程. 通过学习过程, 知识得到累积, 加深对对象系统的认识. 同时知识累积也导致传统行为的改变.

(3) 从定性到定量的综合集成化

分析流域可持续发展系统, 单纯地定性研究是远远不够的, 还要和定量分析相配合. 研究流域中的各个要素关系必须重视它的时间和空间变化关系, 还要考虑从自然和社会经济两个方面建立系统的变量识别指标, 并加以分析. 流域可持续发展系统属于开放的复杂巨系统, 研究这类系统的方法应是定性定量相结合的综合集成方法. 在这种方法中, 通常是科学理论、经济知识和专家判断力相结合, 提出经验性假设, 而这些经验性假设不能用严格的科学方式加以证明, 往往是定性的认识, 但可用经验性数据和资料以及模型对其确定性进行检验; 而这些模型也必须建立在经验和对系统的实际理解上, 经验定量计算和反复对比, 最后形成定论, 而这样的结论就是我们在现阶段认识客观事物所能达到的最佳结论, 是从定性上升到定量的认识. 这种方法的实质, 是将定性定量、科学理论与专家经验、宏观与微观有机结合起来, 这三者本身也构成一个系统. 这一方法的成功应用, 就在于发挥这个系统的整体优势和综合优势.

(4) 人与计算机技术的集成化

由于社会经济系统的复杂性, 人们早已注意到人与计算机技术结合在研究中的重要作用. 系统动力学方法由于强调人机对话, 因而被称为“社会经济实验室”, “实验室”将现实中不可逆的社会经济系统的运行, 以模型仿真模拟的手段在计算机上进行预测与预警性的政策分析试验. 人与计算机技术结合在流域可持续发展系统研究中的应用主要表现在以下方面: ① 数据的管理与分析技术. 功能强大的数据管理与分析系统为我们提供了方便的数据管理与分析技术. ② 系统动力学建模技术. 适于对流域可持续发展问题中的大规模非线性复杂系统的建模, 并且可以方便地人机对话. ③ 地理信息系统(GIS)技术. 提供了空间数据的管理、分析手段. ④ 决策支持系统(DSS). DSS 将数据管理、GIS 技术、数学模型技术、专家系统技术等结合在一起, 具有数据的分析处理、决策方案的综合评价等功能的计算机软硬件系统. ⑤ 人工智能技术.

(5) 流域可持续发展系统的模型体系

我们所设想的流域可持续发展系统的模型体系是具有等级结构的模块化体系, 以适应流域可持续

发展研究中不同层次、不同方面的要求. 这里的模型是知识模型、数学模型、关系模型相互结合的集成模型, 我们称为广义模型(在第六章中将深入讨论). 模型体系由四个等级构成: 第一级是数据库, 包括描述各子系统主要性状的指标体系; 第二级是各子系统的动态模型, 在这一级上各子系统之间的相互作用, 以外生变量的形式得到间接表达; 第三级是主系统模型, 通过建立扩展的投入产出模型把社会、经济、资源、环境与发展联系起来, 对它们之间的宏观相互作用关系进行直接的表达; 第四级是发展战略研究, 在外部条件和内部状态给定的限制下, 对不同的发展模式进行比较, 做出目标、道路和政策的选择.

(6) 流域可持续发展系统分析程序

运用定性定量相结合的综合集成方法对流域可持续发展系统进行研究的工作程序, 由三个阶段和十一个环节组成.

三个阶段是: 研究准备阶段、基础研究阶段、模式构造阶段.

十一个环节是: 明确研究目的、构造方法论体系、状态研究、价值研究、任务研究、能控性判定、对策研究、方案优选、可行性判定、模式构造、实施反馈.

3 流域可持续发展系统综合集成研讨厅体系(The hall for work shop of metasynthetic engineering about sustainable development system of river basin)

“研讨厅体系”是一个新的概念, 对其还缺乏一个公认的定义. “厅”不能简单地理解为建筑学意义上的一种建筑形式, 而是一个思想框架体系. 戴汝为等对当前国内外已经形成或即将形成的巨型智能系统进行探讨, 把从定性到定量的综合集成研讨厅体系归之为开放的巨型智能系统. 综合当前对研讨厅体系的研究, 我们认为流域可持续发展系统研讨厅体系可以从以下两方面去理解:

(1) 从定性到定量综合集成方法不是一门具体技术, 而是一种研究问题的思想, 是一种指导分析复杂巨系统问题的总体规划、分步实施的方法和策略. 这种思想、方法和策略的实现要通过以下几种技术的综合运用, 包括定性定量相结合、专家研讨、多媒体及虚拟现实、信息融合、模糊决策及定性推理技术和分布式交互网络环境等. 这几种技术中的每一种只能从某个侧面解决流域可持续发展系统问题, 而它们的综合运用是研究流域可持续发展问题的有效

途径之一. 更进一步地讲, 流域可持续发展系统研讨厅体系是解决流域可持续发展问题的辩证程序的总体的集合. 研讨厅体系作为方法论, 它与传统的系统工程方法论有着本质的区别.

(2) 作为一个开放的巨型智能系统. 钱学森提出的从定性到定量的综合集成技术开辟了一个新的工程领域, 研讨厅体系是这一工程领域中集中人类智慧的“工作体”. 研讨厅体系可以部分地或全部地物化为物理意义上的系统, 即由研讨参与者、数据资料、研究任务、计算机软硬件系统、通信网络等构成的系统. 研讨厅网络体系作为现实社会中的一种客观的物理存在可以嵌入到流域可持续发展系统之中.

因此, 流域可持续发展系统研讨厅既作为一个抽象的思想体系框架, 也是一个具体的系统.

3.1 研讨厅的内部结构、功能及分布式网络结构

(1) 研讨厅组成要素

研讨厅提供了一个集成环境, 把流域可持续发展系统研讨所涉及的方方面面集成起来. 这些“方方面面”可归类为以下六个部分(如图 3 所示): ① 研讨参与者; ② 研讨任务; ③ 计算机辅助支持系统; ④ 演示系统; ⑤ 研讨结果; ⑥ 通信系统.

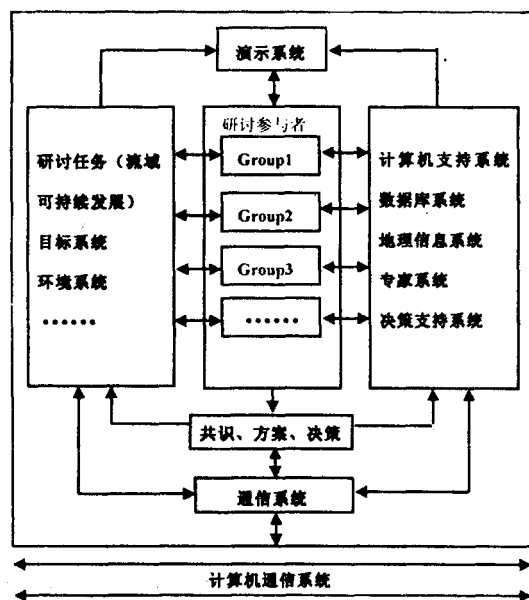


图3 流域可持续发展系统综合集成研讨厅示意图

Fig. 3 The hall for workshop of metasynthetic engineering about sustainable development system of river basin

(2) 研讨厅的基本功能机制

研讨厅体系的基本功能机制是多种思想的碰撞、学习、协商、甚至强制并达到收敛于一致, 以达到

集大成.

(3) 研讨厅体系的基本功能单元

研讨厅体系的最基本功能单元是智能体(Agent 或 Intelligent), 或称为智能服务器.

(4) 研讨厅网络结构

研讨厅是辅助专家群体求解流域可持续发展系统问题的的工作环境. 由于参与研讨活动的多个专家可能分散在地理上不同的流域或地域, 因而很自然地将研讨厅系统建立在分布式计算机网络上.

根据研讨厅的应用模式, 研讨厅可采用不同的网络结构.

① 集中式的研讨模式与局域网结构

当研讨厅以集中研讨的方式活动, 即将参与研讨的专家集中在某一地点(如某一单位、甚至某一会议室)展开研讨时, 研讨厅可建立在局域网(LAN)上. 由于 LAN 建设成本较低, 可采用先进的高速网络技术, 因此, 在性能方面能较好地满足研讨厅的应用需求. 因连接结构简单, 所以网络管理, 也易于实施. 但在应用方面, 仍需解决分布计算的集成问题.

② 分布式的研讨模式与广域网络结构

研讨厅更自然的应用模式是, 参与研讨的专家们处于分散的地理位置上, 利用广域网(WAN)把这些专家和可共享的资源联系起来. 这样, 可以在地区、国家、甚至国际范围内组织研讨活动.

在分布式的研讨模式中, 网络结构相当复杂. 在此情况下, 参与研讨的专家及其所使用的计算机都不是固定的. 因为参与研讨的专家随研讨主题而异, 所以专家带入研讨厅的计算机系统的配置、可提供研讨厅共享的资源也随专家的研究习惯而不同, 而且这些配置信息要等研讨参与者名单拟定后才能提交给系统. 因此, 要求网络管理功能必须足够强大, 以应付这种动态形成的网络连接, 以及由此产生的异构系统中的通信及信息共享问题.

广域网组成的研讨厅与广域范围企业网的建设有类似之处: 要在一个分布的、利用各种连接手段建立起来的物理网络之上, 建构一个逻辑上的虚拟网络. 因此, 可以借鉴企业网的建设方案. 但是, 研讨厅网络中结点动态变化的特点又与企业网不同. 虽然近年来移动通信技术的发展对企业网也提出了结点移动的问题, 但企业网中结点之间的关系比较稳定. 而研讨厅中, 网络中大部分结点的网络关系是短期的, 研讨结束即脱离系统. 因而研讨厅的网络结构是完全开放的, 对网络管理方面比企业网更高的要求.

③ 多研讨厅协同研讨模式与网际网

研讨厅提出了求解复杂问题的人机交互模式. 当一个问题涉及到多个领域的专家决策时, 需要多个领域内的研讨厅协同工作, 针对研究问题展开群组研讨活动之间的合作. 这时的网络呈现出网络与网络的连接, 即网际网结构. 这种结构的网络管理十分复杂, 但仍以②中的网络为基础.

3.2 研讨厅的支撑技术

从定性到定量综合集成研讨厅是集计算机技术、决策技术、系统工程为一体的、跨学科的综合研究领域. 当今计算机技术、特别是两个 M (Massively Processing Technology, 大规模并行处理技术; Multimedia, 多媒体技术) 和两个 O (Object-Oriented Technology, 面向对象技术; Open System, 开放系统技术) 技术的迅猛发展, 以及虚拟现实、人工智能、通信、网络技术等的飞速发展, 为研究流域可持续发展系统问题奠定了基础.

从定性到定量综合集成研讨厅的核心支撑技术为(如图 4 所示):

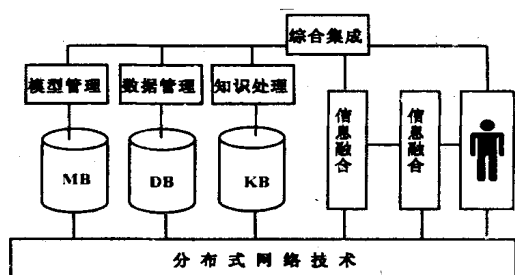


图 4 各种支撑技术的相互关系

Fig. 3 Mutually relations of various supporting technology

- (1) 分布式网络技术;
- (2) 超媒体及信息融合技术;
- (3) 综合集成技术;
- (4) 模型管理技术和数据库技术;
- (5) 人在回路中的研讨技术;
- (6) 模糊决策及定性推理技术.

分布式网络环境是研讨厅的支撑环境, 各种系统都建立在它的基础上. 模型库(MB)、数据库(DB)和知识库(KB)是系统各种资源的载体, 它们集成了各种已有的信息、各种分析和解决问题的方法或算法, 以及各种相关的规则、知识等. 它们通过模型管理系统、数据库管理系统和知识处理系统进行访问、利用、综合和处理. 在知识处理中用到模糊决策技术及定性推理技术、专家系统及 Delphi 等系统工程方法. 回路中的人通过综合集成模块对各种资源进行处理、加工, 然后把综合集成得出的信息送入信息融

合模块, 得出有用的互相支持的信息, 并通过多媒体及虚拟现实技术展现给回路中的人, 回路中的人再利用研讨系统进行研讨.

图 4 以定性定量综合集成思想为指导, 以系统工程理论和决策支持系统理论为基础, 采用面向对象的设计思想, 充分运用成熟的计算机技术、人工智能技术、分布式交互作用仿真技术、群决策支持系统技术、模型库管理技术、多媒体技术等多种信息集成处理技术, 着重体现专家群体, 依据知识与经验的判断和计算机技术的结合, 探索定性定量相结合的综合集成方法及途径, 采取边建设边应用的办法, 为研究流域可持续发展系统问题提供了一个人机紧密结合的综合集成研讨及决策支持环境.

3.3 研讨厅体系的实施战略

(1) 宏观与微观相结合

流域可持续发展的研究是一个智能层次很高的活动, 因此, 研讨厅体系是一个非常宏大的框架体系. 在实施研讨厅体系计划时, 应将宏观的研讨厅框架建设与微观的计算机智能化软件的编制结合起来, 两者不能脱节. 一方面, 在宏观层次上, 把研讨厅体系作为一个方法论体系, 用新的观念将研究人员和传统的系统方法在更高层次的框架体系下重新组合起来. 另一方面, 紧密关注计算机技术的发展, 特别是人工智能领域的发展, 加速专家系统、决策支持系统及其智能化工作, 特别要重视人机结合的智能系统的建设.

(2) 全局与局部相结合

流域可持续发展决策是一个复杂的系统工程问题, 涉及因素繁多, 包括社会子系统、经济子系统、资源子系统、环境子系统. 根据流域复合系统的特点, 可以将涉及全局性问题的流域研讨厅体系建设与人口控制、经济发展、资源利用、环境保护这些涉及相对局部问题的研讨厅体系的建设结合起来.

(3) 理论与实践相结合

研讨厅体系是一个宏大的工程, 不可能一日而就. 同时, 研讨厅的最终框架仍不完全清楚, 需要不断探讨. 研讨厅体系的生命力必须要在理论与实践的结合中才能显示出来和保持下去. 在理论与实践的结合之中, 不断地修改和完善研讨厅体系的框架.

(4) 多学科协同作战

研讨厅体系是将人类智慧集中起来的“工作体”, 它本身的建设也需要的把人类的智慧集中起来, 需要经济学、环境科学、系统科学、计算机科学等多学科领域的研究者协同作战.

流域可持续发展系统研讨厅体系框架的建设, 对流域可持续发展研究将具有积极的影响. 一方面作为方法论框架, 研讨厅体系强调人的思维、思维的成果、人的知识、智慧以及各种资料、信息统统的集成, 既与传统系统方法有继承上的联系, 又与传统系统方法相区别, 为流域可持续发展研究提供了新的思路. 另一方面, 研讨厅体系作为一个巨型智能系统, 将人工智能领域关于分布式人工智能的研究成果以及系统科学及其它学科领域的研究成果引入流域可持续发展的研究, 体现了方法与技术上的先进性.

3.4 原型系统

从定性到定量综合集成研讨厅系统不是一朝一夕能建成的. 为了演示、验证理论方法及分析流域可持续发展系统问题. 我们认为, 首先要完成从定性到定量综合集成研讨厅的原型系统. 原型系统具备综合集成研讨厅的初步功能, 涉及问题的范围相对窄一些, 规模要小一些. 先在集中地域建立网络结构, 以此来证明从定性到定量综合集成研讨厅是研究流域可持续发展系统问题的有效方法. 以后, 在原型系统的基础上逐步扩展完善, 在有关单位逐步建立地域分布的、功能更强的、涉及范围广的、规模更大的从定性到定量综合集成研讨厅体系.

从定性到定量综合集成研讨厅原型系统的软硬件环境为: 硬件上建立数台高档微机、Sun 工作站和 Vax6420 互连的网络环境; 网络采用客户/服务器工作方式; 异种机之间采用 TCP/IP 协议来实现系统的网络连接.

在微机环境建立 Windows NT 网络操作系统, 能够灵活方便的使用 Windows 和 Dos 应用程序; 软件开发以 Visual C、Visual B、C++ 和 C 语言为主, 数据库采用 Oracle、Foxpro 开发. 既为用户直接查询、检索提供资源, 同时也用于模型的直接调用, 以

及装配研讨厅系统所需的多媒体软件、电子会议系统软件及专家系统开发工具等软件.

Sun 工作站采用 Unix 操作系统、中文 Open-Window 开发平台和 Oracle 数据库管理系统, 开发环境用 C++ 和 C 语言; Vax6420 配有 VMS 操作系统和 RDB 数据库.

该项目的研究以解决实际问题为目的, 主要的应用领域为: 小流域可持续发展的综合论证、评估及决策; 特大型水利工程的费用、效能、进度和风险的综合分析.

从定性到定量综合集成研讨厅是我国专家、学者提出的一个新的研究领域, 我们把它用以研究流域可持续发展系统工程问题, 对解决有关流域可持续发展系统问题具有现实意义. 原型系统的研究只是系统实现的开始, 而且应该说是“一家之言”, 具体实现也不只一种方法. 流域可持续发展系统问题的研究只能从一个又一个的问题着手, 使研究方法不断丰富完善.

参 考 文 献 (References)

- 1 WCED. Our Common Future. Oxford and New York, Oxford University Press, 1987
- 2 牛文元. 持续发展导论. 北京: 科学出版社, 1994
- 3 Wang Huimin, Liu Xinren. Preliminary Study on Sustainable Development of River Basin Economy. International Workshop on Barriers to Sustainable Management of Water Quantity and Quality. 1998, Wuhan, China
- 4 刘新仁. 流域复合系统可持续发展测度. 河海大学学报, 1999: (3)
- 5 徐立中. 流域可持续发展系统分析. 水科学进展, 2000: (2)
- 6 钱学森. 一个科学领域——开放的复杂巨系统及其方法论. 自然杂志, 1990: (1)

作者简介

王慧斌, 男, 博士研究生. 研究领域为自动化控制理论与应用、多媒体与网络技术等方面的研究.

(上接第 515 页)

- 3 Chen G and Deng X. From chaos to order: perspectives, methodologies and application. Singapore: World Scientific, 1998
- 4 Bernardo M D. An adaptive approach to the control and synchronization of continuous-time chaotic systems. Int. J. Bifurcation and Chaos, 1996, 6: 557~ 568
- 5 卢俊国, 汪小帆, 王执铨. 连续时间混沌系统控制与同步的非线性反馈方法. 控制与决策, 已录用, 2000
- 6 Yu Xinghuo. Controlling Lorenz chaos. Int. J. Systems Science, 1996, 27(4): 355~ 359

- 7 Chua L O, et al. Adaptive synchronization of Chua's oscillators. Int. J. Bifurcation and Chaos, 1996, 6: 189~ 201

作者简介

卢俊国(1975-), 男, 博士生. 研究领域为混沌控制与混沌同步及其在保密通信中的应用等.

汪小帆(1967-), 男, 副教授. 研究领域为混沌反控制理论及其在信息安全与加密中的应用研究等.

王执铨(1939-), 男, 教授, 博士生导师. 研究领域为动态大系统的建模与控制、混沌控制和容错控制等.