

• 理论探索 •

基于自组织理论的数字教学资源管理研究

盛东方¹ 刘友华^{1,2}

(1. 南京大学工程管理学院, 江苏 南京 210093; 2. 南京大学网络教育学院, 江苏 南京 210093)

〔摘要〕数字教学资源是教育资源的一个重要组成部分, 它使教学资源共享和个性化学习变为现实。但在现有的数字教学资源管理中, 存在着资源更新速度较慢、聚合程度不高、缺乏有效的质量控制等问题。我们通过将自组织理论引入数字教学资源管理, 从内部条件和外部环境两方面分析自组织演化的可行性, 提出了数字教学资源库入库管理的自组织模型。基于自组织理论的数字教学资源管理既提高了资源管理的有效性又满足了用户对资源聚类的需求。

〔关键词〕数字教学资源; 管理; 自组织; 可行性

DOI: 10.3969/j.issn.1008-0821.2012.01.005

〔中图分类号〕G250.71 〔文献标识码〕A 〔文章编号〕1008-0821(2012)01-0020-05

The Study of Digital Teaching Resources Management Based on Self-organization Theory

Sheng Dongfang¹ Liu Youhua^{1,2}

(1. School of Engineering and Management, Nanjing University, Nanjing 210093, China;

2. School of Distance Education, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

〔Abstract〕Digital teaching resources are the important component of the education resources, which guarantees sharing of teaching resources and personalized learning. But in the digital teaching resources management, there are some issues such as slow update rate of resources, low degree of polymerization, lack of effective quality control. This paper introduced self-organization theory to digital teaching resources management, analyzed the feasibility of self-organization evolution from the internal conditions and external environment, and proposed a self-organization model of digital teaching resources library storage management. Digital teaching resources management based on self-organization not only improve the effectiveness of resource management but also meet the need of user about resource type poly.

〔Key words〕digital teaching resources; management; self-organization; feasibility

《国家教育中长期改革和发展规划纲要》提出“加强优质教育资源开发与应用”、“促进优质教育资源普及共享”, 要求“信息技术对教育发展具有革命性影响, 必须予以高度重视”^[1]。美国等国家的政府和高校非常注重数字教育资源的建设, 例如, ERCI (美国教育资源信息中心)、FREE (联邦优质教育资源)^[2]以及麻省理工学院的开放课程计划 (MIT OpenCourseWare) 等^[3]。国内自 1998 年起, 教育部已批准了 68 所高校开展数字远程教育^[4], 各试点学校开发了一批网上教学课程和教学资源, 适合自主学习的数字教学

资源平台正在丰富和完善。但是, 数字教学资源的特性决定了其管理必然会面对一些棘手的问题。首先, 存在于网络上的数字教学资源和存在于现实中的亟待进行数字转化的教学资源在日益增长, 而教学资源平台的资源更新速度往往远远落后于外部环境中的资源增长速度, 这就造成了平台中资源相对陈旧、种类不够丰富、数量不够充足等缺点; 同时, 海量的教学资源的质量良莠不齐、可用程度高低不同, 不经过有效的检查和筛选则会降低教学资源平台的建设质量; 再者, 由于资源的开发者不完全遵照《教学

收稿日期: 2011-11-16

基金项目: 江苏省教育厅重点项目“高校继续教育立交桥及其优质教学资源建设研究与实践”(课题编号: 2011JSJG064); “985 工程”三期资助项目“优质教学资源建设及其共享利用服务与管理”(课题编号: E4/043122621501)研究成果。

作者简介: 盛东方 (1988-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 信息系统开发, 电子政务。

刘友华 (1964-), 男, 教授, 研究方向: 信息系统开发方法与技术、Web 新技术及其应用研究。

资源建设技术规范》的标准对数字资源进行描述，导致资源的跨平台利用率低，资源聚合程度不高，这大大降低了教学资源的可用性。这些现象都说明数字教学资源管理还存在很多缺陷。

被称为 20 世纪 60 年代以来最伟大的理论和方法论^[5]的系统科学自组织理论开辟了研究复杂问题的新路径。近年来，我国已有学者提出自组织理论适用于信息资源管理^[6]和图书馆管理与服务^[7-8]。然而，在数字教学资源管理中应用自组织理论的研究还并不多见，因此，我们尝试将自组织理论引入数字教学资源管理，以期进一步提高教学资源组织、管理和利用的有效性。本文将就这个问题从 3 个方面进行探讨：①介绍数字教学资源管理系统的自组织演化机制；②分析数字教学资源管理系统自组织演化的内在条件和外部环境；③提出数字教学资源库入库管理的自组织模型。本文就我们的理解提出一些看法，希望获得批评和指正。

1 自组织与数字教学资源管理

1.1 自组织理论

在 1969 年的“理论物理学与生物学”国际会议上^[9]，比利时学者普利高津提出了耗散结构理论，在此基础上他指出：远离平衡态的开放系统，在一定的控制条件下，由于系统内部非线性的相互作用，通过涨落可以形成稳定的有序的结构。自组织理论对“自组织”（self-organization）的定义为：在系统形成空间的、时间的或功能的结构的过程中，如果没有外界的特定干扰，仅是依靠系统内部的相互作用来达到的，我们便说系统是自组织的^[10]。德国理论物理学家哈肯在耗散结构理论、超循环论的基础上，提出了一套分析与描述自组织问题的方法^[11]，揭示出了自组织的内在动力机制，即系统内部大量子系统的竞争、协同的效应。

因此，系统进行自组织演化必须具备一些特性：系统必须具有层次结构；系统必须是开放的；系统必须处于远离平衡的状态；系统的子系统之间存在非线性的相互作用；系统内部存在涨落现象。

1.2 数字教学资源管理系统的自组织演化

以系统科学的眼光将数字教学资源管理系统视为一个自组织系统，它的自组织演化过程是什么呢？数字教学资源平台是以他组织的方式建立起来的，经历了从无序到静态有序的演化过程，系统建设完成时，达到了静态有序的平衡状态。当该系统投入应用后，新信息的录入、新技术的应用、新政策的实施等外部因素必然打破原有的平衡。自组织演化方式是推动系统形成耗散结构，通过自身内部机制作用形成动态有序结构，并以此动态地调整系统行为，从而保证系统高效运行的演化形式，所以，在系统形成后的演化过程中，不能再单一地采用他组织的方式控制系统

的演化，而是要创造系统自组织演化的条件，促进系统内部元素的竞争与合作，推动系统自主演化，从而促使系统运行效率不断提高，从静态有序向动态有序方向演化。

自组织系统运行的内在动力是系统各要素之间的交互作用，也就是系统内部元素间的竞争与协同。在开放的非平衡态的数字教学资源管理系统中，存在着系统与系统间、子系统与子系统间以及系统与子系统间的相互作用。其中占主导力量的元素逐渐支配其它的元素，当自组织系统进入临界区时，数字教学资源管理系统的涨落现象会引起系统的突变，此时我们可以通过对一些参量的控制来影响自组织演化的轨迹，促使系统向更合理更高效的方向进行演化。对于数字教学资源管理自组织系统来说，由于其结构和功能对环境变化具有特有的适应性和灵活性，数字教学资源管理系统将会通过其内部机制随时响应环境变化，与外部环境进行物质、能量和信息等交换，从原来混乱无序的状态转变为一种时空上或功能上有序的新结构^[12]，即形成耗散结构。如图 1 所示，当数字教学资源管理系统与外界的信息环境、政策环境、技术环境等进行交换时，处于耗散结构的系统的结构与功能就随着环境的变化而调整，从一个状态点跃到另一个状态点，动态地保持在特定的区域里，表现出动态有序。因此，我们需要为数字教学资源管理创造自组织演化的条件，促进系统内部元素的竞争与协作，使系统不断地向更高一级演化，从而更好地满足用户的需求。

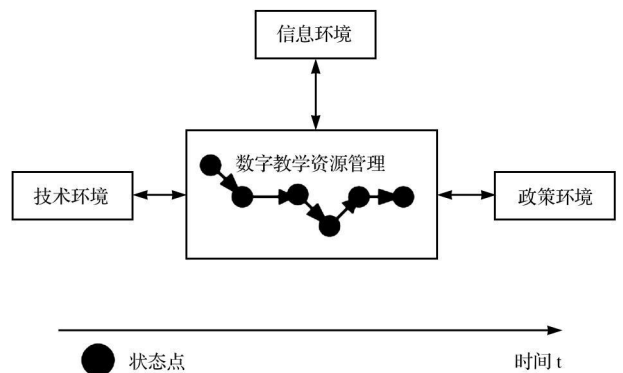


图 1 数字教学资源管理自组织演化过程

2 数字教学资源管理自组织演化的内部条件

2.1 层次结构

层次性是系统的最基本特性之一，数字教学资源管理系统是一个相互作用的诸要素的总体，从底层到上层可以分为存储层、描述层、组织层和应用层。如图 2 所示，数字教学资源管理系统的存储层为该系统提供各种资源，包括多媒体、文档、计算服务和 Web 服务等；描述层提供数字教学资源管理系统的理论、技术方面的支持，包括明确领域概念规范和业务服务规范、进行语义扩充和映射运算；组织层负责数字教学资源管理系统各项组织机制，包括检索机制、版权控制、资源定位机制和社会性网络应用机制

等；应用层则是用户和管理员进行操作的模块。

存储层、描述层、组织层和应用层之间具有并列关系，并且，它们又各自具有更小的子系统，这些子系统彼此间也不是简单的线性关系，而是具有很强的耦合作用^[13]，这就构成了数字教学资源管理复杂系统的组成单元体系及其层次关系。对于数字教育资源管理来说，这些并列的子系统都可以随着外部环境的变化而进行适应性的演化，最终满足系统的需要。

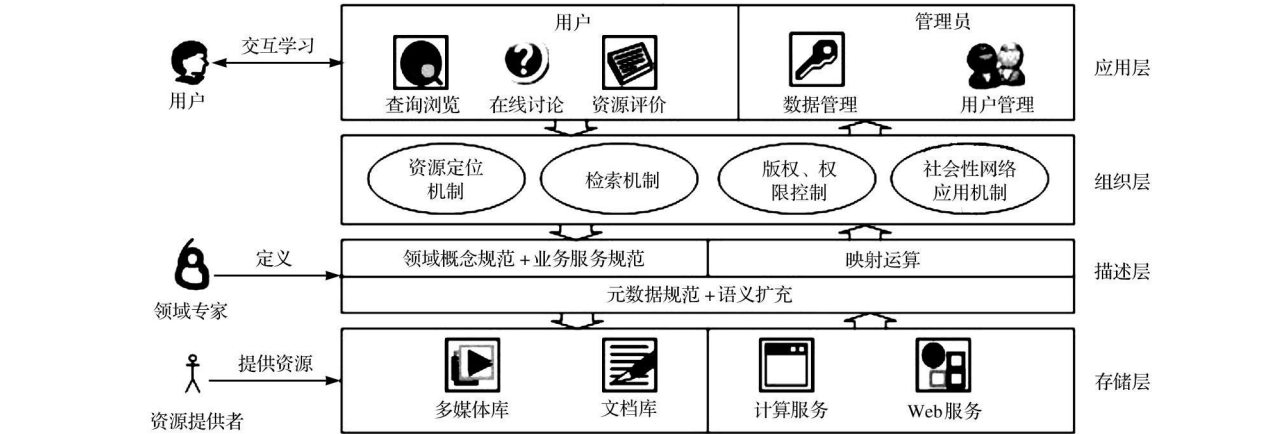


图 2 数字教学资源管理系统结构

2.2 开放性

热力学第二定律指出：孤立系统的熵永远不能减少^[14]。系统内部的演化必然造成熵的增加，只有开放的系统才可以随着与外界的物质和能量的交换使熵减少，系统才有可能向有序方向转化。

如果说数字教学资源管理是一个孤立的系统，既不能从外界获得资源、人员和技术支持，也不能向用户提供任何服务，那么这个系统就不可能存在下去。事实上，如资源陈旧或不符合新的技术标准而造成的资源不可利用等原因都在给系统不断地增加熵，而教学资源管理系统与外界环境是进行着交换的，如，录入新的教学资源，根据最新的技术改进数字教学资源平台的功能模块，依据新的技术标准对资源进行标注等，这个过程抵消了系统不可逆过程所引起的熵增加，使得整个系统的熵减少，数字教学资源管理系统走向有序。这说明数字教学资源管理具有作为自组织系统开放性的特点。

2.3 远离平衡态

按热力学定义，平衡态（equilibrium）是孤立系统经过无限长时间后稳定存在的一种完全均匀无序的状态。开放系统在外界作用下离开平衡状态，开放逐渐加大，外界对系统的影响变强，将系统逐渐从近平衡区推向远离平衡的非线性区，只有这时才有可能形成有序结构，否则即使系统开放，也无济于事。

数字教学资源管理的平衡态是一种“死寂”状态，这意味着系统内部不存在新旧资源的更替，也不存在旧的资源描述形式与新的描述规范的冲突，而系统内部的技术人员和管理人员也不需要为了维持系统的运转而工作，这种完全理想的状态是不存在的。要使系统保持演化，必须保证系统与外界环境存在足够的物质与能量交换，保证系统

处于远离平衡的非线性区^[15]，促使系统形成有序的结构，这也是对系统开放的进一步要求。对于数字教学资源管理来说，系统外部力量和内部力量都是打破平衡态的因素，比如数字教学资源的激增、技术标准的修改等外部力量和系统功能模块的增删改等内部力量，数字教学资源管理因此被推向远离平衡的非线性区，系统将形成更利于其功能的有序结构。

2.4 诸要素之间存在非线性的相互作用

系统宏观状态之间的关系是线性关系时，则系统或者有稳定态，或者无稳定态而趋向无限或者震荡，在耗散结构中所说的远离平衡态实际上是指非线性（nonlinearity）关系不能被忽略的区域^[16]。非线性相互作用是使系统形成有序结构的内在原因。

数字教学资源管理内部存在着协同效应和竞争效应的非线性作用，它们共同承担着系统演化的任务。各子系统之间的竞争使整个数字教学资源管理系统趋于非平衡，而它们之间的协同则促使某些趋势进一步放大并最终支配系统整体的演化。如，应用层得到的用户反馈资源即可成为存储层的新资源，录入到文档库，而文档库的丰富又促使系统需要增加相对资源匮乏的多媒体库的多媒体资源，这就形成了一种复杂的非线性作用，推动教学资源管理向良性方向发展，最终达到丰富整体教学资源的目的。

2.5 内部存在涨落现象

当系统处于非平衡状态时，涨落（fluctuation）会使系统恢复到原来的状态^[17]。一旦涨落突破了临界点，系统就进入了高一级的有序的新状态，就会呈现出原有状态所不具备的新功能。

事实上，任何影响数字教学资源管理的因素都可以视为涨落，它会促使数字教学资源管理打破平衡，偏离原有的稳定状态进而达到新的稳定态。举例来说，对于只有资

源评价功能的数字教学资源管理系统, 在用户数量比较少的时候还可以满足用户对于资源评价的需求, 系统产生涨落时, 管理员只需对用户的评价进行简单的梳理和筛选。但当用户达到一定数目后, 用户对于资源的要求就不局限于简单的评价, 用户有进行相互讨论、推荐类似资源的需求, 这时候涨落突破临界点, 系统就需要建立新的在线讨论模块, 以满足用户的需求。

3 数字教学资源管理自组织演化的外部环境

任何系统总存在一定的边界, 环境是指存在于系统边界外的物质的、经济的、信息的和人际的相关因素的总称^[18]。开放系统不仅要研究系统本身的结构与状态, 而且要研究系统所处的外部环境。外部环境的属性和状态一旦发生变化, 与系统进行交换后, 改变系统内的熵, 系统内部发生相应的变化, 这体现出自组织系统对于外部环境具有适应性。从系统的观点看, 数字教学资源管理的外部环境因素可以划分为信息环境、技术环境和政策环境三大类。

3.1 信息环境

信息环境是指计算机网络环境, 它将分布在世界各地的计算机通过通信设备和介质相互连接起来, 为信息和资源的共享提供了基础。数字教学资源管理面临的信息环境主要是指教师、学生所提供的教学资源以及分散在网络上已经存在的教学资源。这些资源总量巨大, 且在不断增长, 数字教学资源管理系统需要对这些资源进行收集、筛选、加工, 使其进入系统内部, 更新和丰富旧的资源, 降低系统内部的熵, 使系统变得有序。

3.2 技术环境

技术环境是指为数字教学资源管理提供支撑的技术因素。技术环境是系统得以存在的基础, 它是由事物的属性产生的联系而构成的因素和处理问题中的方法性因素。现代信息技术包括用以收集、获取、加工、存储、变换、显示和传递文字、数值、图像、视频、音频等多种信息资源的数字压缩、数据库构建和多媒体传播的技术与方法^[9]。随着现代信息技术的日新月异, 数字教学资源管理面临的技术环境也在不断变化, 本体技术、Web2.0、面向服务的

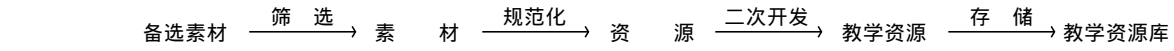


图3 数字教学资源库入库管理的自组织模型

4.1 获取和筛选

数字教学资源的备选素材主要是来自于分散在网络上的已有资源和主要是由教师和学生组成的用户所提供的新资源, 包括课件、网络课程、教学案例、作业总结以及模拟测试等。由于这些备选素材的质量参差不齐, 门类和形式花样繁多, 所以还不能称之为教学资源, 系统需要对其进行筛选, 剔除掉质量不高和内容不符合的素材。筛选时可采用自动筛选和人工筛选相结合的方式, 提高筛选效率

计算 (SOC) 等都要求数字教学资源管理根据技术环境的变化而进行相应的调整, 增删改一些模块, 同时, 技术人员和管理人员也应尽快掌握最新的技术以适应新的工作。数字教学资源管理系统随着这些调整不断进行演化, 保持动态有序。

3.3 政策环境

政策与规范对于系统的开发起到指导性的作用, 它是数字教学资源管理在一定的时间内动态演化方向的环境约束。目前, 世界上有很多标准化组织都在致力于教育资源标准化的研究, 并起草了一些相应的规范。其中影响较大的有: IMS (全球学习联合公司) 的 Learning Resource Metadata (学习资源元数据规范), IEEE LTSC (Learning Technology Standards Committee, 学习技术标准委员会) 的 LOM (Learning Object Metadata, 学习对象元数据模型)、OCLC (Online Computer Library Center 联机计算机图书中心), Dublin Core 的 Dublin Core 元数据标准等。2001 年教育部成立现代远程教育标准化委员会, 制订了《网络教育技术标准体系》。这些不断完善的规范制度要求数字教学资源管理系统自动演化内部各要素, 调整它的功能和结构, 以适应新规定的要求。

4 数字教学资源库入库管理的自组织模型设计

前文已经提出了数字教学资源管理自组织演化模式, 分析了其合理性和优越性, 并且从数字教学资源管理自组织演化的内部条件和外部环境两方面证明了其可行性。接下来根据数字教学资源管理自组织的理论模型, 结合江苏省教育厅重点项目《高校继续教育立交桥及其优质教学资源建设研究与实践》和“985 工程”三期资助项目《优质教学资源建设及其共享利用服务与管理》的研究近况, 我们提出了数字教学资源库入库管理的自组织模型, 以数字教学资源自组织入库为例来分析数字教学资源自组织过程。图3 为教学资源入库模型, 备选素材经过筛选、规范化、二次开发和存储 4 个处理过程成为可用的数字教学资源。下面我们来详细分析这 4 个过程:

和质量。

4.2 规范化

《教育资源建设技术规范》要求数字教学资源需要按照统一的标准和规范进行标准化属性标注, 以便于为资源的开发者提供统一的标准, 使得资源基本属性结构一致, 实现资源在区域内的广泛共享, 为不同资源库系统实现数据的共享和互操作提供支持, 并为用户对教学资源的查找、评估、获取和使用提供支持。系统需要按照《教育资源建

设技术规范》的要求对筛选出的素材进行标注, 同时根据素材类型和学科等属性对每个资源进行分类, 使知识的内在联系更加密切, 提高资源的共享性和可复用性。

4.3 二次开发

规范化后的资源仍然呈现出内容分散、聚合程度不高、实用性不强的特点。大量零散资源需要重新组织才能沉淀出有价值的信息, 如果这些资源没有被有效地组织, 那么不仅不利于知识发现还会造成用户疲于检索。因此, 需要对这些资源进行二次开发, 主要指按各自的标注特征进行二次加工形成一定的“聚合”。二次开发时, 依据资源的标注对资源按素材类型和学科进行分类, 将课件、网络课程、教学案例、作业总结等按类型归类, 每类素材又按学科属性进行再分类, 而课程和作业以及模拟测试又可按内容归为一个学习系列贴上标签, 用户进行学习时可以轻松地找到类似的资源, 提高学习效率。

4.4 存储

当系统审核了资源属性标注是否正确、规范, 资源分类是否正确后, 数字教学资源即可组织分类入库。由于数字教学资源数量庞大、类型丰富, 因此要保证存储系统具备大容量的存储空间。另外, 入库时需要确保不同类型的资源归入对应的资源库。

5 结论

自组织是系统科学的一个重要概念, 它是复杂系统演化时出现的一种现象, 是自然界和人类社会在长期演化过程中形成的一种非常优化的系统形式。对于数字教学资源管理这个复杂系统, 如果将其定义为一个静态有序的系统, 那么数字教学资源管理系统必定是孤立而没有活力的。因此, 在数字教学资源管理系统建设过程中, 我们必须认识到: 第一, 理想的系统不应该是孤立的静态系统, 而应该是具有耗散结构的动态有序的系统, 这是建立这个系统的主导思想; 第二, 努力创造使数字教学资源管理系统形成耗散结构的条件, 使其在自身竞争与协同机制的作用下进行自组织演化, 这是建立这个系统的追求目标。本文的主要工作是将自组织理论引到数字教学资源管理中, 提出在构建数字教学资源管理系统时, 必须为其创造形成耗散结构的条件, 从而使数字教学资源管理可以通过自身竞争和协同机制持续接收外界的新资源并保持动态有序, 这将很好地解决前文提到的数字教学资源管理遇到的问题, 提高系统运行的效率, 在此基础上, 我们从内部条件和外部环境两方面证明了这个方法的可行性, 最后, 针对数字教学资源库入库管理环节我们提出了一个设计模型并对其自组织过程加以阐述。我们证明了数字教学资源管理自组织演化的理论基础, 为数字教学资源管理提出了新的思路, 研究表明, 基于自组织的数字教学资源管理一方面有效地提

高了资源管理效率降低了资源管理的时间成本和人力成本, 另一方面还极大程度上满足了用户对于资源有效组织的需求使得用户可以方便地获取目标资源。我们下一步的工作重点就是研究如何在技术层面上为数字教学资源管理创造形成耗散结构的条件, 实现数字教学资源管理的自组织模式。

参 考 文 献

- [1] 新华社. 国家中长期教育改革和发展规划纲要 [EB/OL]. http://www.gov.cn/jzgz/2010-07/29/Content_1667143.htm, 2011-06-18.
- [2] 赵英, 黎琳, 雷强. 网络环境下的数字教育资源共享共建研究 [J]. 教育信息化, 2006, (17): 39-41.
- [3] 沈二. 从麻省理工学院的开放课件项目看国外网上开放课程发展 [J]. 中国远程教育, 2002, (9): 69-71.
- [4] 王珠珠, 张伟远. 我国普通高校网上教学平台及网站建设现状分析 [J]. 中国远程教育, 2005, (2): 40-44.
- [5] 武杰. 跨学科研究与非线性思维 [M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2004: 2-32.
- [6] 李宏轩. 信息自组织理论探讨 [J]. 情报科学, 2000, (2): 108-110.
- [7] 杨小军. 自组织理论在图书馆系统中的应用 [J]. 图书馆学刊, 2005, (1): 48-49.
- [8] 吕莉媛. 基于自组织理论的图书馆数字资源整合研究 [J]. 图书馆学研究, 2008, (8): 55-57.
- [9] 岳泉, 谭华军, 施云. 网络环境下的信息组织研究 [J]. 情报理论与实践, 2002, (2): 99-102.
- [10] Haken H. Information and Self-organization: A Macroscopic Approach to Complex Systems [M]. Berlin & New York: Oxford University Press Inc, 1988: 116-238.
- [11] 吴广谋, 盛昭瀚. 系统与系统方法 [M]. 南京: 东南大学出版社, 2000: 205-230.
- [12] Ilya Prigogine. From Time and Complexity in the Physical Sciences [M]. San Francisco: W. H. Freeman, 1980: 57-103.
- [13] 陈明红, 查先进. 基于 CAS 的信息资源配置自组织研究 [J]. 图书与情报, 2009, (3): 36-40.
- [14] Ilya Prigogine. Advances in Chemical Physics [M]. New York: Wiley, 1958: 169-256.
- [15] 吴雪娟. 耗散结构系统的负熵及其实现过程 [J]. 系统辩证学学报, 1995, (2): 74-77.
- [16] 王博涛, 舒华英. 基于自组织理论的信息系统演化研究 [J]. 北京邮电大学学报, 2006, (1): 43-47.
- [17] 秦春秀, 赵捧未, 淡金华. 基于自组织理论的数字信息资源管理 [J]. 图书情报工作, 2008, (2): 100-103.
- [18] 白思俊. 系统工程 [M]. 第二版, 北京: 电子工业出版社, 2009: 68.
- [19] 肖希明. 信息资源建设 [M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2010: 68.