

王宏智,赵 扬. 水产品信息可追溯体系构建与对策——基于系统复杂性视角[J]. 江苏农业科学,2017,45(5):336-339.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.05.086

# 水产品信息可追溯体系构建与对策 ——基于系统复杂性视角

王宏智<sup>1</sup>, 赵 扬<sup>2</sup>

(1. 青岛农业大学经济与管理学院, 山东青岛 266109; 2. 沈阳工程学院管理学院, 辽宁沈阳 110136)

**摘要:**对水产品信息可追溯体系现状和趋势进行梳理,从系统复杂性角度对水产品信息可追溯体系进行构建,并从可追溯客体的复杂性、可追溯主体的复杂性、可追溯信息的复杂性对其进行分析。建立由主体—客体—信息—环境组成的水产品信息协同结构模型,分析可追溯系统的协调机制,并从技术信息协同、流通体系协同、主客体政策协同、利益分配协同等 4 个方面提出水产品信息可追溯体系协同运行的对策建议。

**关键词:**水产品;可追溯体系;系统复杂性;协同;对策

**中图分类号:** F713      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1002-1302(2017)05-0336-04

水产品在人们的生活中扮演着重要的角色,水产品的质量与安全一直受到人们的关注。特别是水产品进入流通领域后,从“水塘到餐桌”须要经过一个比较长的供需链条,在生产者和消费者之间存在大量的中间环节,质量监控一直是个难题。

目前,欧美等发达国家已经建立起比较完善的水产品信息可追溯体系,无论是可追溯的法律文件、可追溯的内容,还是可追溯的技术都处于领先地位。我国水产品追溯制度刚刚起步,已有文献主要集中在相关政策和可追溯技术领域的研究,魏国辰等提出从法律制度、明确实施主体、完善过程控制、行政制度和树立全民意识等方面来完善我国农产品安全信息可追溯制度<sup>[1]</sup>;李清光等以猪肉为研究对象,分析屠宰加工企业实施可追溯的成本与收益,揭示了可追溯体系推广不力的深层次原因<sup>[2]</sup>;陈雨生等认为,应降低水产品追溯体系实施和运行成本,加大食品质量安全管理部对溯源信息的监管力度,能够推动水产品质量安全追溯体系健康发展<sup>[3]</sup>;徐子涵等分析了建立食品安全可追溯体系的意义,提出相应的

完善对策与建议<sup>[4]</sup>;山丽杰等以我国 88 家不同类型的食品生产企业为案例,采用回归模型分析了食品生产企业对可追溯体系的投资意愿与投资水平的主要影响因素<sup>[5]</sup>;何静等构建了食品供应链的 Nash 博弈均衡模型与食品供需网的 Pareto 博弈均衡模型,分析 2 种情况下企业构建食品可追溯体系的投入水平<sup>[6]</sup>;王雅君等运用信息技术和质量追溯方法构建海产品追溯管理信息系统,构建层次结构的可追溯系统体系框架,研究了基于批次清单的海产食品质量追溯模式,实现海产食品质量的正向追溯和逆向追溯<sup>[7]</sup>;李源等针对水产养殖过程的不合理用药、饲料添加等质量安全问题;应用基于 XML/Web 服务的数据传递技术构建多层可追溯质量管理体系<sup>[8]</sup>;马莉等针对水产品易腐的特点和目前水产品批发市场存在的物流和信息流问题,采用条码技术、无线射频识别技术、数据库技术等开发了基于 Web 服务的水产品批发市场质量追溯系统<sup>[9]</sup>。

综上所述可以看出,我国的水产品信息可追溯体系研究和国外发达国家相比存在一定的差距,缺少水产品信息可追溯体系相关的标准和基础性研究,缺乏从多角度构建水产品信息可追溯体系。所谓水产品信息可追溯是指对水产品在流通领域的全过程进行监管,并在此基础上实现对水产品的信息和经营责任的追溯。由于水产品追溯体系涉及供应商、生产商、分销商、零售商、政府部门、第三方检验等诸多部门(图 1),可追溯体系的结构非常复杂,要想使水产品信息可追溯系统运

收稿日期:2016-02-04

基金项目:国家自然科学基金(编号:71272161);青岛农业大学高层次人才科研基金(编号:6631115710);青岛农业大学人文社会科学研究基金(编号:6611115726、6611115763);山东省高等学校人文社会科学研究项目(编号:JI6YE08)。

作者简介:王宏智(1978—),男,河北承德人,博士,副教授,主要从事农产品物流可追溯体系研究。E-mail:fun007-008@163.com。

[6]郭庆海. 新型农业经营主体功能定位及成长的制度供给[J]. 中国农村经济,2013(4):4-11.

[7]宋金田,祁春节. 农户农业技术需求影响因素分析——基于契约视角[J]. 中国农村观察,2013(6):52-59,94.

[8]展进涛,陈 超. 劳动力转移对农户农业技术选择的影响——基于全国农户微观数据分析[J]. 中国农村经济,2009(3):75-84.

[9]周 波,陈 曦. 江西省种粮大户不同类型农业技术需求影响因素分析[J]. 江西农业大学学报(社会科学版),2013,12(1):58-65.

[10]王建华,李清盈,Djurovic G. 基于科技需求演化的农业生产经营

主体培育与政策建议——以江苏地区农户为例[J]. 贵州社会科学,2015(2):162-168.

[11]董淑华,陈华东. 农民专业合作社的农业科技需求现状及供给机制创新——基于广州市 35 家农民专业合作社的调查研究[J]. 南方农村,2011,27(1):86-90.

[12]张 雨. 适合农业企业的农业科技成果转化运行机制[J]. 广东农业科学,2006(10):97-99.

[13]刘 洁,刘永平. 农户农业企业化经营的影响因素分析——以河北省 558 个农户为例[J]. 中国农村经济,2007(4):18-24,31.

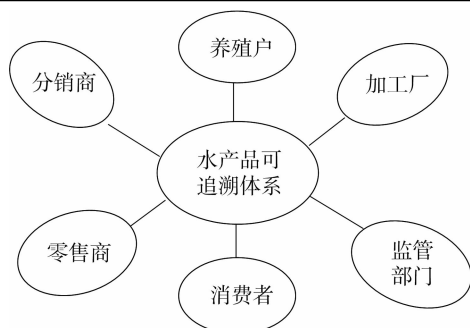


图1 水产品可追溯体系

转良好,有必要从系统科学的角度进行研究。

## 1 系统复杂性

1979 年,耗散结构论创始人普利高津和他的合作者斯唐热出版了《新的联盟》(20 世纪 80 年代出版修订版本时改名为《从混沌到有序》)一书,提出了复杂性科学的概念。贝塔郎非等科学家对复杂性的研究作出了重要的贡献,20 世纪 80 年代以来,越来越多的人谈论复杂性科学,但对于什么是复杂性科学,仍然没有较为一致的看法<sup>[10]</sup>。

复杂性科学的研究范围十分广泛,涉及数学、工程学、信息科学、经济、管理等诸多领域。早期的主要学术观点可以概括为复杂系统是由大量相互作用的单元构成的系统。

复杂性的研究内容则是研究复杂系统如何在一定的规则下产生有组织的行为以及系统的进化所呈现出来的行为<sup>[11]</sup>。沃菲尔德等则认为,复杂性科学目前已经形成了混沌学派、结构学派、系统动力学派等几大学派,各学派都有自己相应的研究方法和研究观点,但是其开展复杂性科学研究所遵循的原理基本相同,许多观点也基本一致<sup>[12]</sup>。虽然人们对于复杂性的看法并不一致,但对于复杂对象的研究问题基本达成了共识,即研究复杂性离不开系统。复杂系统具有如下特性:(1)系统由大量相互作用的成分组成,它们之间不是孤立的,存在着相互作用关系;(2)通过对系统组成成分的了解,并不能对系统的性质作出完全的解释,即系统整体与部分之间的关系是一种非线性关系<sup>[13]</sup>。

## 2 水产品信息可追溯体系的复杂性分析

根据系统复杂性特征可以看出,水产品可追溯体系是一个复杂性系统,水产品信息可追溯体系以水产品供应链为依托,由水产品供应商、水产品生产加工企业、水产品经销商等实体构成的快速响应环境变化的逆向物流信息网络,其中节点企业间相互制约、影响,组成一个有机整体,实现可追溯系统的总体目标。本研究将水产品可追溯体系的复杂性分为可追溯客体的复杂性、可追溯主体复杂性、可追溯信息复杂性。水产品可追溯复杂性体系见图 2。

### 2.1 可追溯客体的复杂性

可追溯客体主要指流通的水产品及与水产品相关的加工手段和流通过程。水产品按生物种类形态可分为鱼类、贝类、藻类和水生哺乳动物,品种可达上百种;按出产可分为淡水产品和海鲜两大类;按其保存条件可分为鲜活、冰鲜、冻鲜和干鲜。

水产品的加工种类包括水产品冷冻食品加工,水产品干

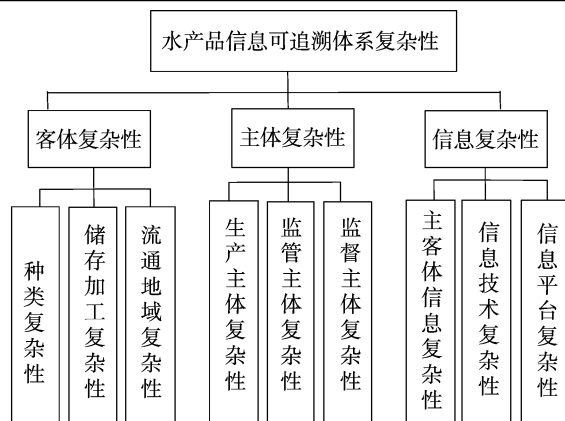


图2 水产品信息可追溯体系复杂性构成

制加工和水产品腌、熏制品加工,鱼糜制品加工,水产罐制品加工,水产调味品加工,海藻食品加工以及水产品综合利用等,加工环节复杂,以冻鱼片加工工艺为例,加工过程为原料→冲洗→前处理(去鳞、头、内脏)→洗净→剥皮→剖片→整形→去刺→挑虫→清洗→称量→包装→平板冻结→脱盘→金属探测→成品,任何一个环节没处理好都会引起食品的质量安全问题。

目前,我国水产品的流通主要由水产品养殖生产商、分销商、零售商组成的区域面积极广的流通网络。水产品生产地主要分布在我国的沿海、沿江、沿河省份,如广东、福建、浙江、湖南、山东等省,而消费地基本在全国分布,流通网络相互交错、十分复杂,一旦产品存在问题,追溯起来难度可想而知。

### 2.2 可追溯主体的复杂性

可追溯主体主要指与水产品流通所经过的供应链节点(养殖户、生产商、分销商等)、与水产品相联系的政府部门、第三方监管部门,即所谓的生产主体、监管主体、监督主体。

生产主体涵盖了生产经营者、流通企业,如水产品养殖散户、水产品养殖场、冷链运输企业、水产品批发商、水产品零售业主、连锁超市等。生产主体具有以下特征:(1)生产规模小,数量多。据统计,2014 年我国渔业人口 2 035.04 万人,分散在沿海、沿江、沿河地区,基本以渔业养殖和捕捞为主,市场化规模不大<sup>[14]</sup>。(2)信息化程度参差不齐。目前我国水产品市场集约化程度不高,水产品生产分散,包装不足,对于信息技术的应用造成了一定的障碍,尤其是水产养殖户基本还是传统的作业模式。(3)生产主体环节多。从养殖户手中到消费者的餐桌经过运输企业、批发商、零售商等诸多环节。(4)主体分布范围广。水产品生产商和消费地往往不在同一个区域,水产品的流通过过很大的空间和时间跨度。

监管主体主要指处于水产品供应链之外的政府监管部门,主要是对水产品的安全进行监管。包括渔业、海洋、卫生、药监、海关、环保、工商、进出口等十几个部门。每个部门都出台了相关的安全法规,良好的监管需要各部门间相互协调。

监督主体主要指第三方媒体、新闻机构、广大消费者等,独立于政府监管部门之外,对水产品的流通信息、生产主体的生产信息、政府监管主体的监管活动信息进行监督,在水产品可追溯体系的良好运行中起重要的作用。

### 2.3 可追溯信息复杂性

可追溯信息主要指与水产品相关的主客体信息、信息技

术和信息管理平台。主体信息包括养殖户、生产商、分销商等企业相关信息、水产品生产计划、水产品加工过程中关键控制点数据信息、包装信息、水产品出入库信息、水产品物流信息等。客体信息主要指与水产品相关的养殖信息、生产信息、质量信息、流通信息、水产品检验检疫信息等,这些信息较分散,且流通体系的源头信息、原始信息不容易收集。信息技术包括水产品信息载体和相关的技术手段。常用的信息追溯技术有信息的标识标签及其识别技术(如 BC、RFID、IC 等)、全球定位系统 GPS、地理信息系统 GIS、编码技术(如 EAN/UCC 编码)等。通常,条码技术与 RFID 技术直接与水产品接触,记录水产品的养殖、生产、流通加工、包装等各环节信息,而 GPS 和 GIS 技术通常是对水产品的流通过程进行追踪。信息平台是由软硬件组成的,可对水产品追溯的主客体进行信息交互的复杂信息系统,是开发软件、服务器、互联网、物联网、大数据等信息技术的有机结合。

### 3 水产品信息可追溯体系协同模型

水产品信息可追溯体系主要解决水产品市场上信息不对称的问题,如何发挥可追溯体系的效率,最好的对策就是达到可追溯系统的协同。所谓协同,按照协同学创始人哈肯教授的观点就是系统的各部分之间相互协作、同步地相互作用的一种集体行为,表现出单个个体层次不存在的新的结构特征,是系统整体性、相关性的内在表现<sup>[15]</sup>。水产品信息可追溯系统协同是指水产品信息可追溯体系中诸多子系统及构成要素之间具有和谐、合作、互补、同步等多种关系以及呈现出的协同结构和状态。

水产品信息可追溯体系是一个由可追溯主体、可追溯客体、可追溯信息组成的系统,其最大特点是把主体、客体、信息看作是可追溯系统的三大要素,把它们置于市场环境中,强调从全系统的总体特性出发,水产品可追溯系统构成模型见图 3。

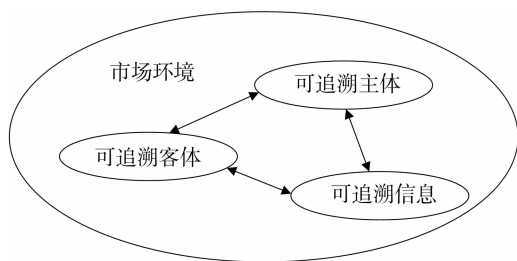


图3 水产品信息可追溯系统模型

因此,水产品信息可追溯体系结构要素的 4 个子系统为可追溯主体子系统、可追溯客体子系统、可追溯信息子系统、市场环境子系统。因此,不仅要关心各子系统的发展变化,还要研究各子系统的功能和相互间的关系。行为矩阵是定量描述各子系统相互关系的有效工具。假如在某时刻水产品可追溯系统的行为矩阵如下:

$$\mathbf{M} = [M_{ij}] = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} & m_{14} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} & m_{24} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} & m_{34} \\ m_{41} & m_{42} & m_{43} & m_{44} \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中:当  $i=j$  时,表示各子系统在某一特定空间的状态或性

质;当  $i \neq j$  时,表示系统中  $j$  子系统对  $i$  子系统的影响系数。

某子系统以外的其他子系统通过作用于该子系统从而而影响水产品可追溯系统的状态。若此 4 个子系统  $b_i (i=1,2,3,4)$ ,用  $\mathbf{M}^{b_i}$  表示子系统的行为矩阵, $\mathbf{M}^{b_i}$  表示其各子系统  $b_i (i=1,2,3,4)$  对子系统  $b_1$  组成单位或要素所产生的行为(性质、状态等),其他 3 个子系统对  $b_1$  子系统产生的行为影响为  $\mathbf{M}^{b_2}$ 、 $\mathbf{M}^{b_3}$ 、 $\mathbf{M}^{b_4}$ 。因此,水产品可追溯系统最一般的行为表达式为:

$$\mathbf{M} = \mathbf{M}^{b_1} + \sum_{i=2}^4 \mathbf{M}^{b_i} = \begin{bmatrix} m_{11}^{b_1} + \sum_{i=2}^4 m_{11}^{b_i} & m_{12}^{b_1} + \sum_{i=2}^4 m_{12}^{b_i} & \cdots & m_{14}^{b_1} + \sum_{i=2}^4 m_{14}^{b_i} \\ m_{21}^{b_1} + \sum_{i=2}^4 m_{21}^{b_i} & m_{22}^{b_1} + \sum_{i=2}^4 m_{22}^{b_i} & \cdots & m_{24}^{b_1} + \sum_{i=2}^4 m_{24}^{b_i} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ m_{41}^{b_1} + \sum_{i=2}^4 m_{41}^{b_i} & m_{42}^{b_1} + \sum_{i=2}^4 m_{42}^{b_i} & \cdots & m_{44}^{b_1} + \sum_{i=2}^4 m_{44}^{b_i} \end{bmatrix} \quad (2)$$

由于可追溯系统中主体—客体—信息—环境组成的系统是相互作用而成的,协同运行是体系高效运行的必要条件。因此,水产品信息可追溯系统协同机制就是寻找外部作用  $N$ ,使得在  $N$  的作用下,系统总的效能  $E(x)$  大于各子系统的效能之和  $\sum_{i=1}^4 E(X_i)$ ,即:

$$E^g(x) = E\{N[f(x_1, x_2, x_3, x_4)]\} = E[g(x_1, x_2, x_3, x_4)] > \sum_{i=1}^4 E(X_i) \quad (3)$$

称满足式(3)的  $N$  为水产品信息可追溯系统  $S$  的协同机制,协同机制集合记为  $N$ 。水产品信息可追溯体系的协同机制实质就是在水产品供应链上相互关联的多个节点相互发生的,以追求可追溯体系的整体平衡和有序结构为目标的作用规律。

### 4 水产品信息可追溯体系协同发展的对策

水产品信息可追溯体系协同机制的创建和可持续发展离不开可追溯系统中的各相关组成个体间的协调作用。如何达成水产品信息可追溯体系要素间的协同,本研究从以下 4 个方面提出对策与建议。

#### 4.1 技术信息协同

技术手段是水产品信息流通的载体,是可追溯体系协同运作的保障。目前我国的水产品养殖、加工、储存、运输、销售等环节非常复杂,即便是同种水产品(如带鱼)的生产企业,其加工流程、储运、包装等环节都会有很大差异。尽管国内出现了对水果蔬菜、肉类的追溯体系,但信息协同有限,只是满足消费者的知情权(如产品的产地信息、加工信息、生产日期等)。因此,国家应加强水产品生产流通的全程追溯,最大程度地利用追溯的数据,达到水产品可追溯体系各个相关节点信息协同共享。可以参照荷兰、英国等农产品流通发达国家,建立水产品全程信息管理体系;构建养殖、检验、加工、储运、销售全过程协同的大型水产品交易电子商务平台;构建覆盖全国的水产品配送终端;还要加大水产品养殖户信息技术方面的科普,从而使水产品的流通信息更加透明。

#### 4.2 流通体系协同

水产品从养殖场到消费者手中,要实现它的价值,离不开

流通体系。目前水产品市场的流通主要以水产品养殖散户(水产品养殖场)—运输企业—批发商—零售商单链流通体系为主,水产品和相关信息流通速度慢、时间长,容易失真。因此,政府、市场、企业等与水产品追溯体系相关的部门要创新发展水产品流通体系协同新模式,缩短水产品流通和可追溯的时间和距离,如开展“产销直供对接”“批零对接”“场超对接”等水产品流通协同模式,鼓励超市、农贸市场等流通企业、学校及企业食堂、社区等最终用户与水产品养殖户(养殖场)、水产品加工企业建立稳定的合作伙伴关系,减少水产品流通和可追溯信息的流通过程,降低水产品信息不对称程度。

#### 4.3 主客体政策协同

政策是针对公共问题,结合国家、地方、产业等发展导向所出台的对策系统,是从可持续发展角度和社会稳定角度制定的一套准则。目前国家出台了很多针对水产品可追溯客体的监督政策,在实际执行中,更多关注的是水产品本身的质量信息,如应该有哪些指标、哪些品质等,很少关注水产品的所有者,即可追溯主体,这样就会导致政策缺乏系统性,失去长效机制的效力。国家商务部门等可以针对水产品信息可追溯主体出台相关政策,这样在可追溯过程中就有了责任人,有了责任主体,很自然要对经销的水产品质量负责,如果有问题自然会采取各种措施来解决。或者将可追溯主客体有机结合,制定有利于双方协调发展的政策。

#### 4.4 利益分配协同

水产品可追溯体系中利益相关主体间的分配是否合理直接影响可追溯体系的良好运转。由于我国与水产品流通相关的生产企业很多,相关政府部门很难对所有水产品信息可追溯体系都给予财政补贴,因此,要合理分配水产品信息可追溯体系中各相关可追溯主体之间的利益,促使各协同可追溯主体实现利益分配协同。相关部门除了统筹规划,适当增加水产品信息可追溯体系的财政支持力度外,还要科学研究分析相关可追溯主体所承担的风险、责任的大小等,合理确定各主体的收益分配比例,使各方利益均衡,有利于激励和保证水产品信息可追溯体系的顺利运行,进而提高我国水产品的质量。

### 5 结论

水产品信息可追溯体系是一个复杂的系统,在运行过程中各子系统相互配合,协调发展,任何一个环节出现问题都会

导致市场信息不对称,使水产品质量失去安全保障。从系统复杂性角度对其进行分析,找出水产品可追溯系统各子系统间相互的作用关系,为水产品可追溯系统的高效运转和研究提供新的思路和方法。

#### 参考文献:

- [1] 魏国辰, 鄒海拓. 对完善我国农产品安全信息可追溯制度的思考[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(12): 5598-5601.
- [2] 李清光, 王晓莉. 低成本背景下食品可追溯体系难以推广的原因分析——以可追溯猪肉为例[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(7): 120-127.
- [3] 陈雨生, 杨鲜翠, 周海玲. 消费者可追溯水产品购买行为影响因素的实证分析[J]. 中国海洋大学学报(社会科学版), 2012, 6(6): 49-54.
- [4] 徐子涵, 徐加卫, 郑世来, 等. 我国食品安全可追溯体系探析[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(19): 184-187.
- [5] 山丽杰, 徐玲玲, 王晓莉. 我国食品工业可追溯体系构建的意愿与水平研究[J]. 河南社会科学, 2015, 23(7): 77-84.
- [6] 何静, 马青. 食品供需网可追溯体系构建的博弈分析[J]. 中国农学通报, 2015, 31(14): 114-118.
- [7] 王雅君, 张浩, 时君丽, 等. 基于过程的海产食品质量信息可追溯系统[J]. 农业工程学报, 2015, 31(14): 264-271.
- [8] 李源, 薛佳妮, 李翠丽. 基于 NFC 标签的水产养殖质量追溯系统设计[J]. 安徽农业科学, 2014, 30(30): 10794-10797.
- [9] 马莉, 赵丽, 刘学馨, 等. 基于 Web 服务的水产品批发市场质量追溯系统设计[J]. 农业网络信息, 2013, 1(1): 8-11.
- [10] 钱学森. 一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论[J]. 上海理工大学学报, 2011, 33(6): 526-532.
- [11] 王寿云, 于景元, 戴汝为. 开放的复杂巨系统[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1996.
- [12] 成思危. 复杂科学与系统工程[J]. 管理科学学报, 1999, 12(2): 1-6.
- [13] 苗东升. 系统科学精要[M]. 2 版. 北京: 中国人民大学出版社, 2006.
- [14] 农业部渔业渔政管理局. 2014 年全国渔业经济统计公报[EB/OL]. (2015-05-20) [2016-01-10]. [http://www.agri.cn/V20/SC/jjps/201505/t20150520\\_4605796.htm](http://www.agri.cn/V20/SC/jjps/201505/t20150520_4605796.htm).
- [15] 哈肯. 协同学——大自然构成的奥秘[M]. 凌复华, 译. 上海: 上海译文出版社, 2013.