

基于 ISM 的食品安全事故影响因素分析

梁德沛^{1*}, 刘辉¹, 熊波², 彭述辉³

(1. 广东产品质量监督检验研究院, 顺德 528300; 2. 福建农林大学食品科学学院, 福州 350002;
3. 广州城市职业学院食品系, 广州 510405)

摘要: **目的** 将食品安全事故影响因素之间的复杂关系层次化。**方法** 采用解释结构模型法(ISM), 构建食品安全事故影响因素的解释结构模型, 并对导致我国食品安全事故的因素进行层次性分析。**结果** 导致我国食品安全事故的直接原因是食品标准体系不合理、食源性疾病预防与预警系统存在缺陷、食品污染物监测系统不完善和食品安全监管体制存在漏洞; 而导致我国食品安全事故频发的根本原因是食品安全信息网络不健全, 信息传递不畅、食品安全法律体系不完善和食品安全教育培训制度缺乏。**结论** 针对导致我国食品安全事故的直接原因和根本原因, 有针对性的提出了相关的政策建议。

关键词: 食品安全; 解释结构模型法(ISM); 分析

Analysis on food safety accident affecting factors base on interpretative structural modelling method

LIANG De-Pei^{1*}, LIU Hui¹, XIONG Bo², PENG Shu-Hui³

(1. Guangdong Provincial Product Quality Supervision and Inspection Institute, Foshan 528300, China;
2. College of Food Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China;
3. Department of Food, Guangzhou City Polytechnic, Guangzhou 510405, China)

ABSTRACT: Objective To stratify the complex relationship among food safety accident affect factors. **Methods** Interpretative structural modelling (ISM) structural model was constructed by ISM method. Then, hierarchy analysis was taken on the factors of China's food safety incidents. **Results** The results showed that unreasonable food standard system, defect foodborne disease surveillance and early warning system, imperfect food contamination monitoring systems, and loopholes food safety regulatory system were those of the direct influence factors which caused frequent food safety accidents. Imperfect food safety information network, imperfect food safety legal system and lack food safety education and training system were those of the fundamental influence factors which also caused frequent food safety accidents. **Conclusion** Target direct factors and fundamental factors, relevant policy recommendations were put forward.

KEY WORDS: food safety; interpretative structural modelling method (ISM); analysis

随着我国社会经济的发展和人民生活水平的提高, 人们对食品安全问题越来越关注。但近年来爆发的“三聚氰胺”、“苏丹红”、“瘦肉精”、“地沟油”、“假

羊肉”等一系列的食品安全事件, 严重危害了消费者的身心健康。因此, 寻求一种解决食品安全问题的有效手段是我们亟待解决的重要问题之一。然而, 由于

*通讯作者: 梁德沛, 高级工程师, 主要研究方向为质量检测技术和标准化。E-mail: liangdp88@163.com

*Corresponding author: LIANG De-Pei, Senior Engineer, Guangdong Provincial Product Quality Supervision and Inspection Institute, Foshan 528300, China. E-mail: liangdp88@163.com

影响因素众多、结构复杂, 要想减少我国食品安全事件发生, 首先需对各因素之间的相互关系进行科学地组织管理。

解释结构模型法^[1](interpretative structural modelling method, ISM), 是美国沃菲尔德教授于 20 世纪 70 年代初为分析复杂的社会经济系统结构问题而开发的一种分析方法。该方法可以将复杂系统中的影响因素构成一个多级递阶的结构模型, 通过分析这些影响因素之间的关系, 便可将导致问题的影响因素之间的关系层次分析清楚。因此, 本文拟将 ISM 方法引入到食品安全管理与控制中, 找出导致我国食品安全事故的直接原因和根本原因, 并依此提出相关的政策建议, 以期为解决我国食品安全问题提供理论依据。

1 食品安全事故影响因素

根据文献报道, 食品安全事故的影响因素主要有以下几方面^[2-16]: 环境因素、原辅材料本身的特性、加工方式、供应链相关人员素质问题、食品污染物监测、食源性疾病监测和预警体系、食品安全法律体系、食品标准体系、食品安全监督管理体制、食品安全信息传递网络、食品安全教育与培训制度、食品安全性评价与危害性分析技术、食品安全检测技术与设备、食品安全跟踪与追溯系统、食品安全过程控制技术。

上述这些因素相互交叉, 互为关联, 直接或间接对食品安全事故产生影响, 致使决策者也难以确定哪些因素是导致食品安全事故发生的根本因素, 从而难以有针对性地制定对策, 以解决我国食品安全问题。例如: 食品链相关人员的素质既受到食品安全法律体系的影响, 又受到食品安全教育培训制度的影响; 而食品标准体系同时食品安全信息网络、食品安全性评价与危害性分析技术、食品安全检测技术与设备 3 种因素的影响。

按照在模型中所起的作用不同, 系统的影响因素可划分为 2 类:

①对模型起作用但不属于模型描述范围的因素: 环境因素、食品原辅材料本身的特性、食品加工方式;

②模型所需研究的因素: 除①类外的所有因素, 如表 1 所示。

表 1 影响因素
Table 1 Influencing factors

食品安全事故		S ₀
影响因素		
1	食品链相关人员的素质	S ₁
2	食品污染物监测系统	S ₂
3	食源性疾病监测和预警体系	S ₃
4	食品安全法律体系	S ₄
5	食品标准体系	S ₅
6	食品安全监管体制	S ₆
7	食品安全信息网络	S ₇
8	食品安全教育与培训制度	S ₈
9	食品安全性评价与危险性分析技术	S ₉
10	食品安全检测技术与设备	S ₁₀
11	食品安全跟踪与追溯系统	S ₁₁
12	食品安全过程控制技术	S ₁₂

2 食品安全事故影响因素 ISM 模型的建立

为了分析这些因素对食品安全的影响, 建立系统解释结构模型——ISM, 首先要弄清这些因素两两之间的逻辑关系。经过深入分析, 确定影响因素之间的相互关系如表 2 所示。表 2 中“1”代表 S_i 对 S_j 有影响; 空白代表 S_i 对 S_j 无影响(i, j=0, 1, 2, ..., 12); 对于相互有影响的因素, 取影响大的一方为影响关系, 即有影响。

根据表 2 所示食品安全事故影响因素的逻辑关系, 得到其可达矩阵 R 如下:

$$R = \begin{matrix} & S_0 & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 & S_5 & S_6 & S_7 & S_8 & S_9 & S_{10} & S_{11} & S_{12} \\ \begin{matrix} S_0 \\ S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \\ S_5 \\ S_6 \\ S_7 \\ S_8 \\ S_9 \\ S_{10} \\ S_{11} \\ S_{12} \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

表 2 因素间的相互影响关系
Table 2 The interactional relationship among factors

	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	S ₁₁	S ₁₂
S ₀	1												
S ₁	1	1	1	1			1				1	1	1
S ₂	1		1										
S ₃	1			1									
S ₄	1	1			1		1						
S ₅	1					1							
S ₆	1						1						
S ₇	1					1		1		1	1	1	1
S ₈	1	1					1		1				
S ₉	1					1				1			
S ₁₀	1					1					1		
S ₁₁	1						1					1	
S ₁₂	1						1						1

按照 ISM 方法, 对可达矩阵 R 进行处理, 首先划去 R 中具有完全相同的行及其相对应的列, 从上面的 R 中看出, 本可达矩阵中, 没有两行元素完全相同; 然后再按 R 中每行元素“1”的个数多少, 从少至多顺序排列, 形成具有右上角元素全为 0 的减缩矩阵 R' 。 R' 中行和列的排列顺序为 S_0 、 S_2 、 S_3 、 S_5 、 S_6 、 S_9 、 S_{10} 、 S_{11} 、 S_{12} 、 S_7 、 S_1 、 S_4 、 S_8 。

$$R' = \begin{matrix} & S_0 & S_2 & S_3 & S_5 & S_6 & S_9 & S_{10} & S_{11} & S_{12} & S_7 & S_4 & S_8 \\ \begin{matrix} S_0 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_5 \\ S_6 \\ S_9 \\ S_{10} \\ S_{11} \\ S_{12} \\ S_1 \\ S_7 \\ S_4 \\ S_8 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{bmatrix}$$

从 R' 中可以看出, 影响食品质量安全 S_0 的因素层次共有四层:

第一层: S_2 、 S_3 、 S_5 、 S_6

第二层: S_9 、 S_{10} 、 S_{11} 、 S_{12}

第三层: S_7 、 S_1

第四层: S_4 、 S_8

这四层因素集中反映了影响食品质量安全的原因, 他们之间的层次关系形成了有一定逻辑关系的影响因素链, 用箭头连接有影响关系的因素, 即可得到解释结构模型图, 见图 1。要素之间有连线, 代表它们存在直接的影响关系; 要素之间没有连线而中间存在邻级有向线段的, 代表要素间存在间接影响关系; 要素之间没有直接或间接线段相连的, 代表要素间没有关系或关系可以忽略。

3 食品安全事故频发的关键问题与对策

根据食品安全事故影响因素解释结构模型, 可得出以下结论:

(1) 食品安全事故频发的直接原因是食品标准体系不合理(存在交叉、矛盾、缺失等现象)、食源性疾病预防与预警系统存在缺陷、食品污染物监测系统不完善和食品安全监管体制存在漏洞。因此, 要减少我国食品安全事故, 首先应当加快对食品安全标准的修订, 清理长期无人使用、存在严重问题及技术内容

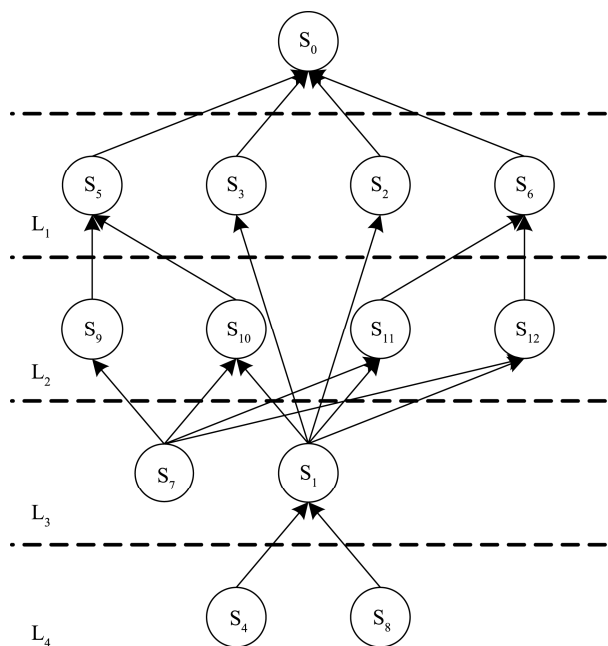


图 1 食品安全事故影响因素解释结构模型

Fig. 1 The ISM structural model of factors affecting food safety accident

陈旧落后的标准, 制定符合我国国情与企业实际情况的食品安全标准体系; 建立食源性疾病主动监测网络, 简化食源性疾病的报告制度, 加大对疾病预防控制中心实验室的投入, 提高实验室监测水平, 建立食源性疾病预防国家数据库, 完善食源性疾病预防与预警系统; 建立覆盖全国的食品污染物检测系统, 扩大食品污染物检测种类, 建立食品污染物监测数据库, 完善食品污染物监测系统; 加快对食品安全监管部门的整合, 对食品生产、流通、消费各个环节进行监管, 改变突击式的监管模式, 对企业进行常态化监管, 完善我国现有的食品安全监管体系。

(2)食品安全事故频发的最根本原因是食品安全信息网络问题不健全, 信息传递不畅、食品安全法律体系不完善和食品安全教育培训制度缺乏。因此, 要从根本上防止我国食品安全事故的发生, 还应当加快食品安全信息化建设, 建立统一食品安全信息监测、通报和发布制度, 逐步形成统一、科学的食品安全信息评估和预警指标体系, 及时研究分析我国食品安全形势, 对食品安全问题力争做到早发现、早预防、早整治、早解决; 对我国现行的《食品安全法》进行修订, 并建立相关的配套法律, 加大对由人为因素而导致的食品安全问题的处罚力度, 建立食品安全事件问责制度, 逐步完善我国食品安全法律体系;

建立食品安全教育与培训制度, 在学校开设专门的食品安全教育培训课程, 从小培养人们的食品安全意识, 食品链相关人员还必须接受专门的教育培训, 只有获得了专门的食品安全教育培训证书, 才能够从事食品相关工作。

参考文献

- [1] Warfield JN. Binary matrices in system modeling [J]. Syst, Man Cybernet, IEEE Trans on, 1973, (5): 441-449.
- [2] 刘铃铃. 环境污染与食品安全[J]. 中国食物与营养, 2006, (2): 12-14.
Liu LL. Environmental pollution and food safety [J]. Food Nutr China, 2006, (2): 12-14.
- [3] 黄大川. 食品包装材料对食品安全的影响及预防措施探讨[J]. 食品工业科技, 2007, (4): 188-190, 193.
Huang DC. Discussion of packaging material impact on food safety and preventive measures [J]. Sci Technol Food Ind, 2007, (4): 188-190, 193.
- [4] 彭珊珊, 黄国清, 张霖霖, 等. 不同加工方法的豆制品中铅含量的研究[J]. 韶关学院学报(自然科学版), 2003, 12(24): 60-62.
Peng SS, Huang GQ, Zhang LL, et al. Study on Content of Lead in Bean-products by Differ-machining [J]. J Shaoguan Univ (Soc Sci Edit), 2013, 12(24): 60-62.
- [5] 高体健. 提高全民食品安全素质是确保食品安全的战略根本[J]. 中国禽业导刊, 2005, 22(23): 6.
Gao TJ. Improve the quality of national food safety strategy is fundamental to ensure food safety [J]. Guide Chin Poultry, 2005, 22(23): 6.
- [6] 马宁宁, 张新若. 现行食品卫生监测制度的弊端分析[J]. 医学动物防制, 2006, 22(7): 473-474.
Ma NN, Zhang XR. Abuses analysis of current food hygiene monitoring system [J]. Chin J Pest Contr, 2006, 22(7): 473-474.
- [7] 蔡炯. 食源性疾病的现状与防制[J]. 中国卫生检验杂志, 2005, 9(15): 1150-1152.
Cai J. Status and prevention of foodborne disease [J]. Chin J Health Lab Technol, 2005, 9(15): 1150-1152.
- [8] 陈松, 边建华. 食品安全立法监管两面谈[J]. 中外食品, 2005, (6): 42-45.
Cheng S, Bian JH. Adjusting the rules of food safety legislation and turning the direction of administrations [J]. Global Food Ind, 2005 (6): 42-45.
- [9] 彭述辉, 熊波, 庞杰. 我国豆制品标准体系现状及修订建议[J]. 现代食品科技, 2012, 18(5): 545-548, 551.
Peng SH, Xiong B, Pang J. Current situation and suggestions on standard of soy products in China [J]. Mod Food Sci Technol, 2012, 18(5): 545-548, 551.

- [10] 肖亚丽. 我国食品安全监管体制的完善[J]. 法制博览, 2013, (1): 114-115.
Xiao YL. Improvement of China's food safety regulatory system [J]. Legality Vis, 2013, (1): 114-115.
- [11] 陈宏. 浅议食品安全信息网络系统的建立[J]. 中国新技术新产品, 2009, (9): 22-23.
Cheng H. The establishment of food safety information network system [J]. China New Technol Prod, 2009, (9): 22-23.
- [12] 王仕平, 杜波, 张睿梅. 对我国食品安全教育的探讨[J]. 中国食物与营养, 2010, (3): 17-20.
Wang SP, Du B, Zhang RM. Investigate on food safety education in China [J]. Food Nutr China, 2010, (3): 17-20.
- [13] 浦惠莉, 俞莎, 于树. 食品安全性评价和卫生标准[J]. 浙江预防医学, 2000, 12(3): 28.
Pu HL, Yu S, Yu S. Assessment on food safety and hygiene standards [J]. Zhejiang J Prev Med, 2000, 12(3): 28.
- [14] 宣伟, 王军, 王秀月, 等. 食品安全检测技术研究进展[J]. 肉类研究, 2011, 25(9): 47-51.
Xuan W, Wang J, Wang XY, *et al.* Progress in research on detection techniques for food safety [J]. Meat Res, 2011, 25(9): 47-51.
- [15] 周应恒, 张蕾. 溯源系统在全球食品安全管理中的运用[J]. 农业质量标准, 2008, (1): 39-43.
Zhou YH, Zhang L. Application of traceability system in food safety management in the world [J]. Agr Qual Stand, 2008, (1): 39-43.
- [16] 王晓红, 高齐圣. 基于 HACCP 的食品安全管理体系中的统计过程控制研究[J]. 食品科技, 2007, (11): 1-5.
Wang XH, Gao QS. Research on statistical process control in food safety management system based on HACCP [J]. Food Sci Technol, 2007, (11): 1-5.

(责任编辑: 张宏梁)

作者简介



梁德沛, 高级工程师, 主要研究方向为质量检测技术和标准化。

E-mail: liangdp88@163.com