

# 大数据背景下食品快速检测工作智慧 监管模式研究

刘海虹, 蔡若纯, 梁卿, 乐丽华, 钟海鹰, 雷毅\*

[广东省食品检验所(广东省酒类检测中心), 广州 510165]

**摘要:** **目的** 深挖快检数据, 构建食品快速检测工作质量评价模型, 实现快检工作靶向治理与智慧监管。**方法** 基于海量快检数据, 对农贸市场食品快检工作现状及监管模式进行分析, 构建食品快速检测工作质量评价模型。**结果** 通过开展食品快检大数据系统研究, 提高快检工作评价的科学性和实效性。**结论** 为实现快检工作的精准监管、智慧监管, 以及基层监管的有的放矢提供了理论依据和实践指导。**关键词:** 智慧监管; 食品快检; 质量评价; 大数据; 分析模型

## Research on smart supervision model for rapid food testing under the background of big data

LIU Hai-Hong, CAI Ruo-Chun, Liang Qing, LE Li-Hua, ZHONG Hai-Ying, LEI Yi\*

(Guangdong Institute of Food Inspection, Guangzhou 510435, China)

**ABSTRACT:** **Objective** Deeply dig into the rapid inspection data, build a quality evaluation model for food rapid inspection work, and achieve targeted management and smart supervision of rapid inspection work. **Methods** Based on massive rapid inspection data, the current status and supervision model of food rapid inspection in farmers' markets were analyzed, and a quality evaluation model for rapid food inspection was constructed. **Results** By carrying out research on the big data system for food rapid inspection, improving the scientificity and effectiveness of the evaluation of rapid inspection work. **Conclusion** This study provides a scientific theoretical basis for accurate supervision, intelligent supervision and targeted supervision at the grass-roots level.

**KEY WORDS:** rapid food inspection; quality evaluation; big data; analysis model

## 0 引言

食品安全关系每一个人的身体健康和生命安全, 关系社会和谐稳定, 关系产业的健康发展, 是最大的民生问题、最基本的公共安全。食用农产品具有快速消费的特殊属性, 食品快速检测技术成为农贸市场食用农产品监管的有力技术支撑<sup>[1-6]</sup>。为扩大监管面, 提高监管靶向性, 全国各地监管部门在商超(一般指规模大、标准高的零售类超市)、批发市场、农贸市场等部署快检室<sup>[7-11]</sup>、流动快检车, 建立食用农产品快检信息化系统, 实时上传食用农产品快检结果数据。

为提升食用农产品质量安全水平, 自2016

年广东开展全省市场食用农产品快检工作, 覆盖全省各县区, 包括销售蔬菜、水产品的综合性批发市场及专业性批发市场, 以及城镇中心、经营规模较大或消费较集中的零售市场, 市场数量逾2000家, 初步构建了全省农贸市场食用农产品快检筛查网络。

自2017年开始, 本课题组每年对200家农贸市场食用农产品快检工作进行现场监督评价服务, 6年累计考核1200多家/次市场。现场监督评价工作只能核查既往的快检数据, 这种非在线考核模式不能够全面、及时、系统地反映全省各地市的快检工作的真实质量状况及动态。

\*通信作者: 雷毅, 博士, 主任药师, 主要研究方向为食品安全与质量分析。E-mail: Leiy04@qq.com

\*Corresponding author: LEI Yi, Ph.D, Director Pharmacist, Guangdong Institute of Food Inspection, Guangzhou 510435, China. E-mail: Leiy04@qq.com

智慧监管是近年来在社会治理多元化背景下新兴起的全新监管理论<sup>[12-15]</sup>。《“十三五”国家食品安全规划》明确指出,要强化食品安全全过程监管,运用“互联网+”、大数据等实施在线智慧监管,严格落实食品生产、经营、使用、检测、监管等各环节安全责任,让广大群众饮食无安全之忧。《“十四五”规划》明确,严格食品药品安全监管,加强食品药品安全风险监测、抽检和监管执法,强化快速通报和快速反应。

快检信息化系统集成的数据体量大、检测覆盖面广,整体的数据价值很大却没有得到最大利用。本研究针对大数据背景下食品快检工作监管的新需求,构建针对食品快检工作的大数据的分析模型,探索基于大数据分析应用的监管新模式,旨在形成用于指导食品快检工作质量分析和工作监管的工具,加快推进快检工作有效监管、智慧监管的进程。

## 1 数据基础

2016年,广东全省上传食用农产品快检数据到统一的食用农产品快检信息化系统,实时汇总、统计和分析快检数据。该系统设有市场和经营户基本信息录入及维护、抽样和检验信息录入、数据统计报表、快检品种项目库等多个模块,对抽样、检验、录入信息等工作程序和内容等进行统一规范。

全省快检数量每天新增约3.6万批次,每月更新约110万批次数据。快检数据为结构化数据,数据量大、数据更新速度快、数据类型繁多等特点,但单个数据价值不高,为本研究开展大数据分析提供了数据基础。

## 2 模型体系构建

通过数据的深度挖掘,对数据进行质量评价,才能真正让数据为监管服务。本研究以满足监管需求为出发点,以2000家市场作为分析对象和基础,基于现有可量化的快检数据,应用大数据分析技术与“互联网+大数据分析”思维,建立涵盖数据层-方法层-应用层的大数据分析模型,通过模型运算用单一指标反映快检工作质量状况,揭示快检工作质量和快检数据的关系,形成满足监管需求的快检质量分析系统和监管决策支撑工具。数据的获取、清洗、整理、分析、加工、关联、融合等全流程是实现数据支撑应用决策的基础。

为确定影响市场快检工作质量的因素,首先对快检数据进行了采集和清洗,删除异常数值后,对快检数据进行了多维度的统计分析,结合快检工作监督评价要求,从而拟定可量化的评价指数(Evaluation index, EI),并进行相关

性分析,最终确定构建数学模型的评价指数EI。结合数据统计分析结果,赋予每个EI不同权重,通过模型运算得到EI值,使评价结果具有可量化、可比较的判断标准,用于直观反映市场快检工作质量最近似的真实状态。在此基础上,对构建的数学模型进行验证,对结果进行分析与评估,根据评估结果对模型进行修正,最终建立市场快检工作质量评价体系,直观反映快检工作质量。食品快检工作质量评价模型的体系构建流程图,如图1所示。

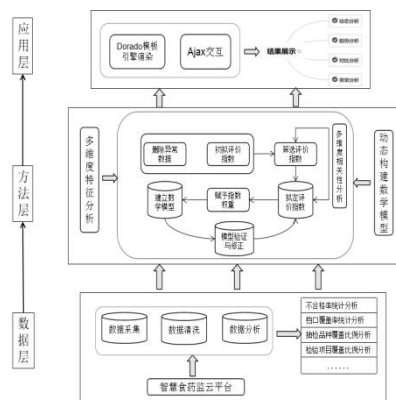


图1 模型体系构建流程图

Fig. 1 Flow chart of model system construction

本系统的总体UI框架为Dorado 7,核心框架为Spring Framework 4.3,微架构为Spring Boot 1.4,安全框架为Spring Security 4,视图框架为Spring MVC 4.3,工具分别为Apache Commons、Jackson 2.2、Xstream 1.4、Dozer 5.3、POI 3.9。数据库软件为Oracle Database 12,数据库管理软件为Oracle Enterprise Manager,数据库设计工具为Oracle SQL Developer。为防止数据库服务器故障所造成的数据丢失等灾难性故障,系统应建立相应的容错备份机制,对数据存储池建立备份任务、备份频率为每月一次数据全量备份,每周一次增量备份。同步过程使用Pentaho Data Integration定制ETL过程,以可视化的方式监控数据同步过程,保证了数据同步的正确性,可用性。

本文以参数化方式系统的管理软件平台,系统的管理并配置应用软件,应用软件采用结构和程序模块化构造,使之获得较好的可维护性和可移植性。数据存储结构设计在充分考虑其合理、规范的基础上,同时具有可维护性,对数据库表的修改、维护可以在很短的时间内完成。系统部分功能考虑采用参数定义及生成方式以保证其具备普通适应性;部分功能采用多种处理选择模块以适应管理模块的变更;系统提供通用报表及模块管理组装工具,以支持新的应用。

数据库软件为Oracle Database 12,数据库

管理软件为 Oracle Enterprise Manager, 数据库设计工具为 Oracle SQL Developer。为防止数据库服务器故障所造成的数据丢失等灾难性故障, 系统应建立相应的容错备份机制, 对数据存储池建立备份任务、备份频率为每月一次数据全量备份, 每周一次增量备份。同步过程使用 Pentaho Data Integration 定制 ETL 过程, 以可视化的方式监控数据同步过程, 保证了数据同步的正确性, 可用性。

## 2.1 拟定 EI 因子

通过对快检数据的深度分析, 筛选出可能反映快检工作完成质量的相关因素, 包括任务量完成情况、抽样品种覆盖比例、检验项目覆盖比例、检验数据异常数值占比、抽检档口覆盖比例、重点品种完成比例、检验项目匹配比例、每月检验工作日、不合格率统计、不合格跟踪检验等 10 个指数(EI 因子), 具体见表 1。对初步筛选的 10 个 EI 因子与快检工作考核得分进行了 CORREL 相关性分析。结果表明, 其中的 5 个 EI 因子(EI1-EI5)与市场快检工作质量相关性系数较高。

表 1 筛选评价指数  
Table 1 Screening evaluation index

序号	名称	评价指数编号
1	任务量完成情况指标	EI1
2	抽样品种覆盖比例指标	EI2
3	检验项目覆盖比例指标	EI3
4	检验数据异常数值占比指标	EI4
5	抽检档口覆盖比例指标	EI5
6	重点品种完成比例指标	EI6
7	检验项目匹配比例指标	EI7
8	每月检验工作日指标	EI8
9	不合格率统计指标	EI9
10	不合格跟踪检验指标	EI10

## 2.2 构建 EI 模型

本模型以相关性较高的 5 个 EI 因子为目标, 通过赋予不同权重, 建立 EI 数学模型。

EI 数学模型采用扣分制, 计算方式:  $EI = ABS \sum X_i * EI_i (i=1 \sim 5)$ 。即将五个 EI 因子加权平均求和后取绝对值(ABS), 即为该市场快检工作 EI 得分。EI 值越高, 表明该市场的快检工作质量越差。

根据 EI 得分值划分快检工作质量风险等级, 直观的反映市场快检工作质量。根据对全省市场进行大数据分析的结果, 考虑按 EI 值将快检工作质量分为高、中、低风险三个等级此外, 部分市场因各种原因未开展快检工作出现部分月份无快检数据, 增加“无数据”的情形, 见表 2。

表 2 质量评价指数风险等级设置表

Table 2 Risk level setting of quality evaluation index

等级	风险等级	颜色标注
A	低风险	蓝色
B	中风险	黄色
C	高风险	橙色
D	无数据	灰色

## 2.3 验证 EI 模型

建立模型后, 对模型数据进行输出, 并对模型的准确性、合理性进行验证。

### (1) 计算准确性验证

随机选取不同月份的 10 家市场, 进行大数据模型计算与人工计算的一致性分析, 具体见表 3。

表 3 模型计算准确性验证表  
Table 3 Model calculation accuracy verification table

序号	市场名称	核算月份	计算对比	EI	等级	符合情况
1	市场 1	10 月	大数据计算	60.52	高	符合
			人工核算	60.52	高	
2	市场 2	7 月	大数据计算	66	高	符合
			人工核算	66	高	
3	市场 3	9 月	大数据计算	58.85	高	符合
			人工核算	58.85	高	

序号	市场名称	核算月份	计算对比	EI	等级	符合情况
4	市场 4	9 月	大数据计算	72.13	高	符合
			人工核算	72.13	高	
5	市场 5	7 月	大数据计算	51.69	高	符合
			人工核算	51.69	高	
6	市场 6	7 月	大数据计算	47.54	高	符合
			人工核算	47.54	高	
7	市场 7	7 月	大数据计算	42.5	高	符合
			人工核算	42.5	高	
8	市场 8	8 月	大数据计算	19.1	低	符合
			人工核算	19.1	低	
9	市场 9	9 月	大数据计算	15.2	低	符合
			人工核算	15.2	低	
10	市场 10	9 月	大数据计算	13.49	低	符合
			人工核算	13.49	低	

验证结果表明，大数据模型计算的结果与人工计算结果一致，说明大数据模型编程正确。  
 (2) 模型合理性验证

通过对比分析年度地市高风险市场占比排序和监督评价地市年度考核得分排序，验证模型输出结果是否合理。

综合考虑模型中 EI 值分布情况，定义 EI 值大于 30 为高风险市场，2018 年 21 个地市的高风险市场占比排序见图 2，各地市年度考核得

分排序见图 3。根据排序，将图 2 和图 3 用红色虚线从右至左划分为上、中、下游。通过对比发现，高风险市场占比前 7 名的地市，其中分别有 4 个和 2 个地市年度考核成绩排名下游和中游；高风险市场占比后 7 名的地市，其中分别有 4 个和 2 个地市年度考核成绩排名上游和中游。根据以上分析，该模型可较为精准的识别潜在高风险所在地市，对各地市的市场快检工作监管及评价起到问题导向作用，模型构建合理。

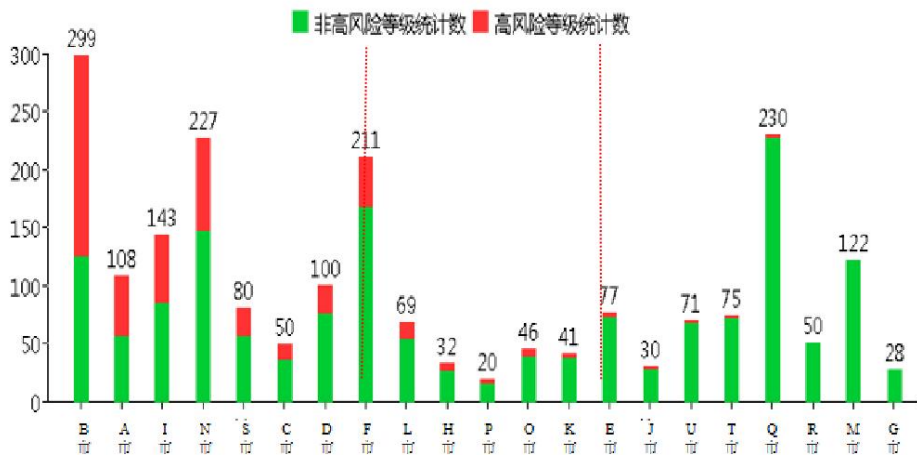


图 2 高风险等级占比展示图  
 Fig. 2 Proportion of high risk level

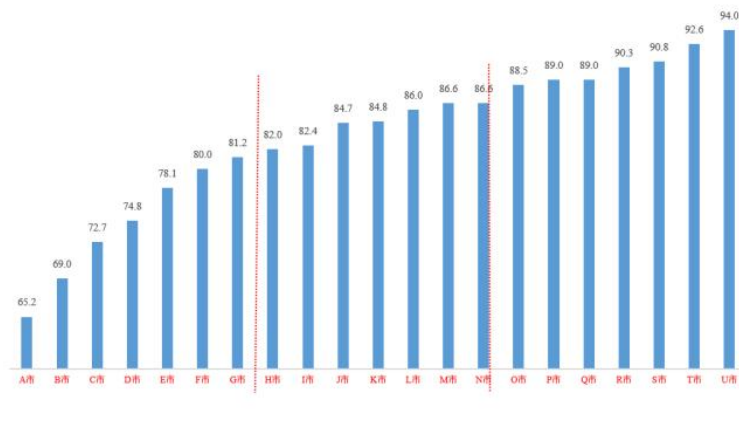


图 3 各地市年度考核成绩

Fig. 3 Annual assessment results of cities

通过对比分析年度考核成绩较差的市场及其 EI 值进行一致性分析验证,验证模型的合理性。见表 4,如 2018 年考核成绩排名靠后的 8

个市场,其中 7 个市场的 EI 值大于 30,一致性符合率为 87.5%(7/8)。

表 4 较差市场的质量等级一致性分析  
Table 4 Consistency analysis of quality grade in poor markets

序号	市场名称	EI	等级	年度考核得分	符合情况
1	市场 1	30.22	高	48.5	符合
2	市场 2	47.30	高	49.5	符合
3	市场 3	47.52	高	53.5	符合
4	市场 4	33.50	高	55	符合
5	市场 5	31.94	高	56.5	符合
6	市场 6	25.36	中	57.5	不符合
7	市场 7	40.54	高	59.5	符合
8	市场 8	32.22	高	60.0	符合

此外,用 CORREL 函数分析了各地市 2019 年度的年度考核成绩与各地市高风险市场占比的相关性,函数返回值为-0.74,说明两者之间具有较高的相关性,即各地市年度考核结果与各地市高风险市场占比呈负相关,即年度考核成绩越高,该地市的高风险市场占比越低,充分证明了建立的 EI 模型有效。

### 3 应用实践

#### 3.1 监督评价靶向筛查

2019 年首次使用食品快检工作质量评价模型,对 38 家农贸市场进行 EI 评价及现场监督考核,包括 16 个低风险市场,17 个中风险市场、

5 个高风险市场,另模型构建完成前考核的 167 家市场,未使用 EI 评价,为随机选取的市场。

将 EI 评价结果与现场考核结果情况进行比较,5 个高风险等级的市场中,3 个市场现场监督考核不及格,可知 EI 模型的靶向命中率为 60%(3/5);随机选取的 167 家市场中有 9 家市场现场监督考核不合格,可知无模型的靶向命中率为 5.4%(9/167)。

根据以上分析,本研究构建的 EI 模型可较为精准的识别潜在高风险市场,对市场快检工作监管起到问题导向作用,同时解决监管手段传统单一、监管成本高、监管效能低等问题,为实现精准监管、智慧监管,及基层监管有的放矢提供科学理论依据。

表5 靶向命中率分析  
Table 5 Target hit rate analysis

大数据筛选市场数	高风险市场数	现场监督考核不及格市场数	靶向命中率
38	5	3	60.0%
随机考核市场数		现场监督考核不及格市场数	无模型命中率
167	/	9	5.4%

### 3.2 质量变化趋势分析

通过食品快检工作质量评价模型可以对快检工作质量变化趋势进行可视化分析,如图4所示,展示了2017—2022年全省市场快检工作质量的月度EI平均值变化趋势,说明经过连续多年的监督考核,快检工作在体系制度建设、人员培训考核、产品质量把、过程操作规范等方面已逐步完善提高,整体质量水平呈稳中向好的发展态势。

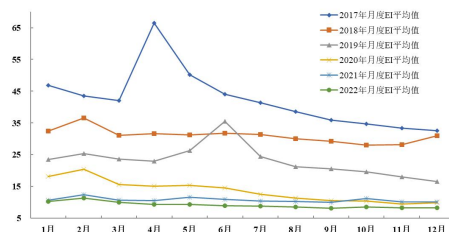


图4 快检工作质量EI值变化趋势图

Fig. 4 Trend chart of EI value

### 3.3 风险等级趋势分析

通过食品快检工作质量评价模型可输出各风险等级各月份的占比变化趋势图,如图5所示,展示了2017—2022年全省的高风险市场占比分别为43.01%、23.76%、9.75%、3.49%、1.15%、0.92%;低风险市场占比分别为3.65%、16.50%、47.88%、68.10%、76.10%、76.34%,说明各地市对快检工作的重视稳步提升,整体的考核成绩明显提升,因此各地市的低风险市场数量逐年增加,高风险市场数量逐年减少。无数据等级的市场数量在2021年、2022年有所增加,经调查发现大部分是因市场经营主体结构发生变化,或因升级改造停业导致部分月份未开展快检工作。

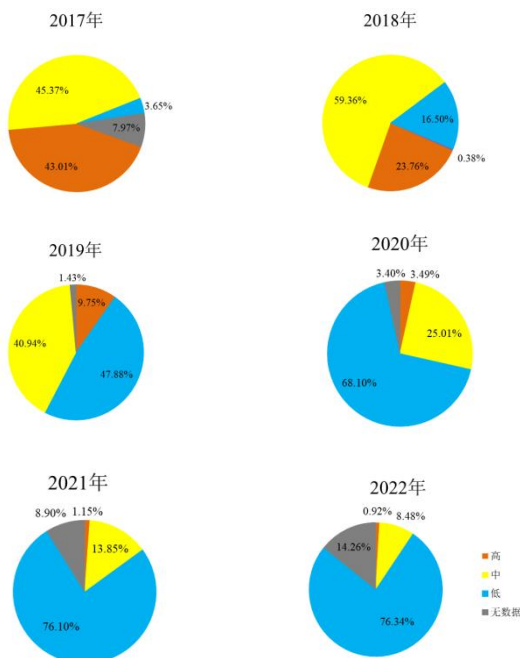


图5 风险等级市场占比图

Fig. 5 Market share of risk level

## 4 结束语

本研究以海量快检数据为依托,以监管需求为导向,应用大数据分析技术与“互联网+大数据分析”思维,构建的食品快检工作质量评价模型,基本实现了快检工作质量的动态监测及全覆盖监管,也为实现快检工作有效监管、智慧监管提供了强有力的技术工具。

本研究提出的快检工作质量评价大数据分析模型可以有效提升市场资源配置效率,通过线上月度巡查、线下突袭检查、委托专业监理机构抽查等多种方式,对快检工作完成情况进行线上线下一体化动态管理,从而实现快检工作监管常态化。此外该框架也可以推广到其他领域,具有较好的应用和推广价值。但该模型依然存在一些不足之处,评价指数数量、各评价指数的权重等可以进一步扩展、优化,需在后续研究中不断探索和完善。

### 参考文献

- [1]王静,王森.我国食品安全快速检测技术发展现状研究[J].农产品质量与安全,2014,(2):42-47.
- [2]杨菊芬.快速检测技术在食品安全监管中的应用[J].现代食品,2016,(24):31-32.
- [3]周焕英,高志贤,孙思明,等.食品安全现场快速检测技术研究进展及应用[J].分析测试学报,2008,27(7):788-794.
- [4]赵磊,肖潇,刘国荣,等.快速检测技术在食品安全保障中的应用及发展[J].食品科学技术学报,2015,33(04):68-73.
- [5]张威,郭丹,陈博豪,等.食品快速检测相关标准法规研究进展[J].食品安全质量检测学报,2021,12(10):4236-4243.
- [6]蓝勇波,林长虹,古丽君,等.快速检测技术在食品安全风险防控中的创新应用[J].食品安全导刊,2022,(32):37-41.
- [7]王璐,谢建军,李菊,等.农贸市场快检室能力建设的问题及建议[J].食品安全质量检测学报,2020,

11(18):6446-6449.

- [8]叶秋雄,毛新武,梁俊发,等.农贸市场食用农产品快速检测工作监督评价与效果分析[J].食品安全质量检测学报,2021,12(19):7826-7830.
- [9]刘顺宇,林双娣,郭淑贞,等.广东省农贸市场食用农产品快检工作探析[J].现代农业科技,2018,(12):294-296.
- [10]魏小梅.农贸市场农产品质量安全实验室设备配置研究[D].杭州:浙江大学,2012.
- [11]泮秋立,胡明燕,沈祥震,等.食用农产品批发市场自建快检室运行中存在的问题及建议[J].食品安全导刊,2021,(29):7-10.
- [12]李涛.大数据技术与农产品质量安全监管信息化体系建设研究[J].公路交通科技(应用技术版),2015,11(12):235-238.
- [13]何欢,陈巧玲,胡康,等.大数据在美国食品安全监管中的应用研究及对我国的启示[J].食品安全质量检测学报,2018,9(10):267-274.
- [14]张勇,郭宏伟.数字化食用农产品快检全息管理中“123+N”模式探索与思考[J].农产品质量与安全,2022,(02):87-90.
- [15]潘晓晓,王冀宁,陈庭强,等.基于大数据挖掘的食品安全管理研究[J].中国调味品,2018,(9):184-188.

(责任编辑:吴华)

### 作者简介



刘海虹,硕士,主要研究方向为食品安全与检测技术。

E-mail:312057871@qq.com

雷毅,博士,主任药师,主要研究方向为食品安全与质量分析。

E-mail:Leiy04@qq.com