

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2019.11.018

# 泛在网在食品安全领域的可行性研究

——以建设泛在食品安全网为例

Feasibility study on ubiquitous network in the field of food safety

——Taking the construction of ubiquitous  
food safety network as an example

张 浩

ZHANG Hao

(北京邮电大学, 北京 100089)

(Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100089, China)

**摘要:** 分析了中国当前食品安全现状, 并提出建设泛在食品安全网的构想, 通过对新技术的融合, 设计出泛在食品安全网体系架构, 指出泛在食品安全网的建设能够解决消费者、企业、监管机构之间面临的信息不对称等诸多问题, 进一步提升中国食品安全管理水平。

**关键词:** 食品安全; 物联网; 区块链; 5G 通信; 信息不对称; 泛在食品安全网

**Abstract:** This paper analyzed the current situation of food safety in China, and then put forward the idea of constructing ubiquitous food safety network in view of the outstanding problems faced at present, and through the integration of new technologies, designed the ubiquitous food safety network system architecture. The results show that the construction of ubiquitous food safety network can solve many problems such as information asymmetry faced by consumers, enterprises and regulators, which can further improve the level of food safety management in China, and has important reference significance for promoting the application of emerging technology industries in China.

**Keywords:** food safety; internet of things; block chain; 5G communication; information asymmetry; ubiquitous food safety network

2019年5月, 中共中央、国务院印发的《关于深化改革加强食品安全工作的意见》提出要建立食品安全追溯体系, 逐步实现企业信息化追溯体系与政府部门监管平台对接, 互通共享信息; 同时, 要推进“互联网+食品”监管, 建立基于大数据分析的食品安全信息平台, 推进大数

据、云计算、物联网、人工智能、区块链等技术在食品安全监管领域的应用, 实施智慧监管。

当前, 针对基于物联网的食品安全信息平台的构建已有相关研究, 一定程度上缓解了食品安全领域中信息不对称问题<sup>[1]</sup>, 但由于物联网数据的中心化, 对于信息的真实性、透明性等问题的解决仍有一定局限性。近年来, 通过引入区块链技术, 对食品溯源进行研究, 采用“物联网+区块链”的方式, 使得数据实现分布式存储, 保证了数据透明、真实且不可篡改<sup>[2-4]</sup>。上述研究有益于当前食品安全治理工作, 但具有一定局限性, 如京东公司利用区块链技术进行打假、北京溯安链科技有限公司利用区块链技术为高端白酒制作防伪智能锁酒瓶盖等<sup>[5]</sup>, 通过单一企业或小范围的引入区块链对于整个行业的安全治理工作收效甚微, 且成本过高, 中小企业难以承担。

综合来看, 解决食品安全问题最重要的一步是解决信息不对称, 即消费者、企业、监管机构、检测机构以及新闻媒体等之间的信息不对称, 而目前的研究仅解决了部分信息真实、透明等问题, 并未能打通从生产到物流再到销售全产业链的信息互通, 文章以此问题为核心, 围绕食品安全现状中存在的诸多问题, 在“物联网+区块链”的基础上, 引入大数据、云计算、人工智能、5G通信等技术, 由政府主导、全员参与, 构建泛在食品安全网, 通过统一的网络架构, 旨在彻底解决食品安全领域信息不对称问题。

## 1 食品安全现状

党的十八大以来, 中国在体制机制、法律法规、产业规划以及监督管理等方面采取了一系列重大举措, 食品安全形势不断好转。但是, 中国食品安全治理工作仍面临诸多困难和挑战, 形势复杂严峻。诸如微生物、重金属

作者简介: 张浩(1995—), 男, 北京邮电大学在读硕士研究生。

E-mail: kailehao@qq.com

收稿日期: 2019-05-31

对食品的污染,添加剂使用不规范,农药、兽药在食物中残留超标,制假售假以及环境污染对食品安全的影响;违法成本过低,维权成本过高以及法制不够健全,部分食品生产经营者主体责任意识不强;当前中国食品安全标准与最严谨标准要求之间尚存在一定差距,风险监测、评估预警等基础工作环节薄弱,基层的监管力量和技术手段不能及时更新跟进,部分地方对食品安全的重视不足,安全与发展的矛盾仍然较为突出等<sup>[6]</sup>。

相比于西方国家,中国食品安全教育起步晚且开展效果不佳,当前所面临的法律以及教育体系不健全,食品安全相关教育不具备针对性、持续性、时效性和创新性且存在管理滞后等一系列问题<sup>[7]</sup>。消费者对食品安全常识性知识教育匮乏,食品企业经营者法律知识和道德知识教育匮乏,行业行政管理者专业技术知识和道德知识教育匮乏,媒体工作人员食品安全常识性知识和道德知识教育匮乏<sup>[8]</sup>,因此,应建立食品安全教育体系,构筑食品安全教育平台。

2012 年至今,一系列食品安全信息化建设规划相继出台,但是从国家层面看,目前的食品安全信息化建设仍然有很大的改善空间<sup>[9]</sup>,中国仍然缺乏统一、透明的食品安全信息体系。当前大数据、云计算、物联网、人工智能、区块链、5G 通信等技术蓬勃发展,迫切需要落地应用,而针对食品安全领域的应用仍处于起步阶段,为此,文章提出建设泛在食品安全网,进一步加强食品安全,确保人民群众“舌尖上的安全”。

## 2 泛在食品安全网概念

### 2.1 泛在网

2.1.1 概述 泛在网是由物联网进一步发展而来,一般将物联网的发展分为 3 个阶段,即早期的传感网阶段、当前的物联网阶段和未来的泛在网络阶段<sup>[10]</sup>。1991 年,施乐实验室首席技术官 Mark Weiser 首次提出“泛在计算”概念;其后,日本野村综研所在此基础上提出了泛在网络<sup>[11]</sup>,而 Saha 等<sup>[12]</sup>所阐述的普适计算与泛在网的核心思想一致。具体而言,泛在网即广泛存在的网络,以无所不在、无所不包、无所不能为基本特征,以实现任何人、任何物都能在任何时间、任何地点进行信息连接和交互。

2.1.2 泛在网与 U-Japan U 战略最早是由日本和韩国提出,随后被多个国家提到信息化战略的日程上。以日本的 U 战略即 U-Japan 为例,该计划由日本于 2004 年提出,旨在全面建设泛在信息社会,使得任何人可以在任何地点、任何时间都能够便捷通信,并将信息技术运用到各个领域,用以解决日本面临的一系列社会问题。该计划的实施使日本的经济、社会发生了巨大变化,在医疗、交通、远程支付、电子政务等领域取得了一系列成就<sup>[13]</sup>。日本的泛在社会建设为中国的信息发展提供了有益启示,

当下中国正处于 5G 通信大力建设时期,5G 的广覆盖、大连接等优势也将进一步推动中国泛在网络的建设,促进更多产业实现落地应用。

2.1.3 泛在网与泛在电力物联网 2019 年 3 月,国家电网对建设泛在电力物联网作出全面部署安排,计划到 2021 年初步建成泛在电力物联网,到 2024 年建成泛在电力物联网,全面实现数据贯通、业务协同、统一物联管理,进而全面形成共建共治共享的能源互联网生态圈<sup>[14]</sup>。泛在电力物联网通过“大一云一物一移一智”和区块链、边缘计算等先进技术实现电力各业务的人机交互和万物互联<sup>[15]</sup>,是泛在网在电力领域的一种表现形式和落地应用,也是中国建设泛在社会向前迈出的重要一步。至此,文章基于对泛在网的阐述及 U-Japan 与泛在电力物联网建设的启示,提出建设泛在食品安全网。

### 2.2 泛在食品安全网

泛在食品安全网对传统的泛在网进行改进,并融合新技术,是泛在网在食品安全领域的具体表现形式和应用落地。泛在食品安全网通过大数据、云计算、物联网、人工智能、区块链、5G 通信等技术将食品供应链上所有成员及其相关设备,监管机构、检测机构、新闻媒体等连接起来,产生共享数据,对所有成员进行服务,同时,以政府或其下属监管机构为枢纽,发挥平台作用,为全行业 and 更多市场主体提供更多价值服务。

当前,物联网技术虽在食品安全领域有一定的应用,如利用 RFID(即无线射频识别)、二维码等标识农产品,实现全过程追溯,消费者通过扫一扫二维码即可查看该产品在生产流通各环节的相关信息。此举虽对加强食品安全治理有一定帮助,但仍存在较多局限性,如缺乏对物流阶段的信息记录,无法实现全产业链信息互联互通,无法确保各个环节信息的真实性等<sup>[16]</sup>。区块链技术的引入虽能保证信息的真实准确,但并未达到对全产业链信息实现数据上链。泛在食品安全网的建设将打通食品供应链上原料采购、成品生产、批发零售以及物流等各个环节信息互联互通,消费者、监管机构、检测机构、新闻媒体及各企业之间等可实现全产业链监督。

## 3 泛在食品安全网设计架构

泛在食品安全网架构形式共分为 4 层,分别为感知层、网络层、平台层和应用层,如图 1 所示。

### 3.1 感知层

感知层是该架构的最底层,主要功能是负责信息采集和信号处理,对整个食品供应链上原料采购、生产加工、批发零售、物流等所有环节进行数据采集,并通过边缘计算(在靠近物或者数据源头的一侧,即网络边缘位置,部署通用服务器,提供 IT 业务环境和云计算能力,其目的是降低时延、节约带宽、提升数据传输效率,进而能

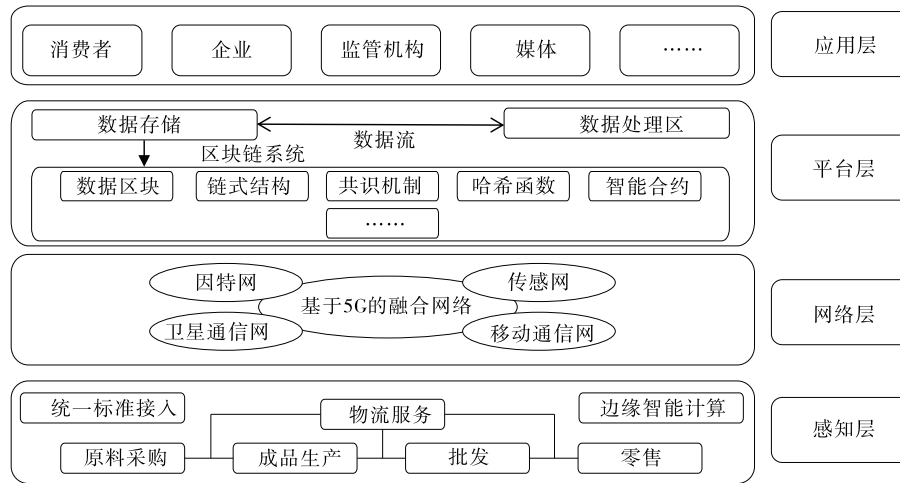


图 1 泛在食品安全网体系架构

Figure 1 Ubiquitous food safety network system architecture

够为用户带来更高质量的业务体验<sup>[17]</sup>)对采集到的数据信息进行初步处理。对于感知层的信息采集过程,采取区块链技术对每一个供应链节点的产品都进行数据采集,并实时上链,将数据保存到区块链上。区块链上的成员有生产方、加工方、物流方、批发零售商、监管机构、检测机构、消费者以及新闻媒体等。区块链技术涉及到感知层的信息采集与平台层的信息存储环节,其具体实现将在平台层进一步介绍。

此外,当前感知层面面临的最大困难是现场设备终端种类众多,操作系统不统一。终端提供的数据和信息在到达平台层前需经网关进行区域信息的整合和边缘计算处理,如果没有一个统一的终端设备操作系统,数据的清洗、编码、解码等过程都会受到影响。因此,在建设感知层初期就应实现终端标准化统一接入,即操作系统标准化。物联网操作系统和一般的操作系统不同之处在于需要满足易开发、轻量级、低功耗,同时具备可移植性、兼容性、快速启动等特性,支持多传感协同、多架构处理器、长短距连接,实现全连接覆盖<sup>[18]</sup>。

### 3.2 网络层

网络层的作用是通过现有的传感网、因特网、移动通信网、卫星通信网等基础网络设施,对来自感知层的信息进行接入和传输。当前限制物联网进一步发展的最大问题是网络问题,传统的网络无法满足物联网信号覆盖、数据传输等方面的需求<sup>[19]</sup>。由于基础通信平台不够完善,当前 4G 网络覆盖范围有限且数据传输速率不够快、时延高,而有线通信网络和 WiFi 无线网虽可达到较高的传输速率,但部署不便,在系统的可伸缩性上不能达到要求,覆盖范围存在局限性,较难应用于大规模的物联网产业,而中国 5G(第五代移动通信技术)的快速发展可以解决当前困境。据了解,当前中国 5G 发展已处于世界领先水

平<sup>[20]</sup>,预计在 2020 年将实现规模商用。5G 的基本特征可以简单概括为“三高两低”,即高速率、高容量、高可靠性、低时延与低能耗,如表 1 所示。相较于 4G,5G 峰值速率不低于 20 GB/s,提升 1 000 倍以上,为海量数据的传输提供强有力支撑;5G 通信可连接海量设备,每平方公里可支撑 100 万个移动终端,为食品物联提供有力支撑;5G 发送一个 32 B 的第 2 层协议数据单元成功概率高达 99.999%,对于食品行业繁重的数据采集及频繁的数据传输工作显得尤为重要;4G 时延速率约为 50 ms,而 5G 时延速率可达 1 ms,甚至低于 1 ms,极大提高了终端设备的及时响应能力;5G 较低的能耗使得传感器和通信设备无需经常进行充电或更换电池<sup>[21]</sup>,尤其针对食品行业需要持续大量进行数据采集的工作显得尤为方便。综上,网络层采用以 5G 通信为基础的融合网络最为合适。

表 1 5G 通信应用于网络层的优势

Table 1 Advantages of 5G communication in network layer

特点	优势
高速率	为海量数据传输提供强大支撑
高容量	连接海量设备
高可靠性	为频繁的数据采集和传输提供可靠保障
低时延	快速的响应能力
低能耗	持续完成大量的数据采集

### 3.3 平台层

平台层的作用是对来自感知层产生的数据进行数据存储和数据处理,可分为数据存储区和数据处理区。

3.3.1 数据存储区 传统的物联网平台层采取数据中心服务器集群方式存储数据,一方面会造成数据的安全性

和真实性无法得到保障,极易被非法攻击者操控,对数据进行篡改;另一方面由于采集到的数据量庞大造成数据中心服务器集群压力过大。因此,对于数据存储区引入区块链技术,采用数据上链的方式对数据进行分布式存储,如图 2 所示。

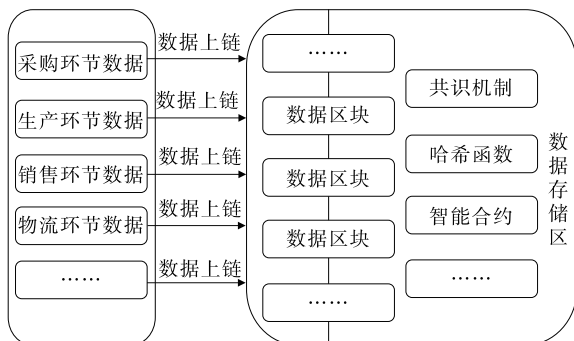


图 2 数据存储区示意图

Figure 2 Schematic diagram of data storage area

在整个食品供应链中利用条码技术给食品单位一个唯一的标注,可以利用相关传感设备对食品进行实时监测控制(如温度、湿度传感器监测控制食品运输和仓储过程中的温度及湿度,用 RFID 标记食品在物流中的位置、路径等信息),基于区块链技术来保证相关节点获取必要的信息,并且每个数据都有各自的哈希散列,使其不可改变<sup>[22]</sup>。区块链具有去中心化、不可篡改、开放透明等重要特征<sup>[23]</sup>。利用区块链技术可以为实体经济降低成本,提升效率,优化产业诚信环境,助推整个食品供应链规范发展。区块链中数据不可篡改、分布式存储等一系列特点为食品安全治理中的信息不对称问题提供了解决方案,为商品的信息流、物流和资金流提供了透明机制,并且从算法层面保证了其安全性。区块链技术的引入,使得供应链上、中、下游多方通过数据上链的记账方式,保证了即使存在单方篡改数据、伪造账本的情况,造假一方也难以获取到区块链上全部的链条节点来协作造假数据,从而使得数据造假成本大幅上升。

同时,利用区块链技术可以解决信息不对称问题,一方面信息透明可以实现全产业链上所有人员进行有效监督;另一方面信息透明将使得优胜劣汰,优质企业得以发展,劣质企业得以淘汰,进而整个行业水平得以提升。在一些商业化的应用场景中,合理使用区块链技术还能为品牌背书,从而为企业带来额外收益<sup>[24]</sup>,进一步增强企业竞争力,加强优质企业之间的合作。

3.3.2 数据处理区 由图 3 可知,数据处理区由政府或其下属权威机构负责,通过从数据存储区获取数据,将海量的信息资源运用大数据、云计算、人工智能等技术进行数据运算和数据挖掘,整合成更有价值的信息、知识、智

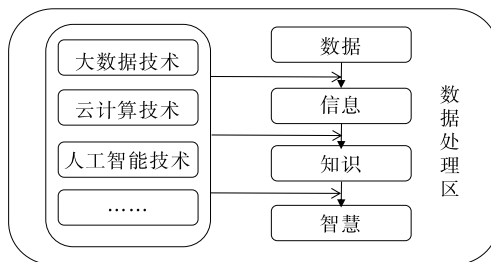


图 3 数据处理区示意图

Figure 3 Schematic diagram of data processing area

慧,辅助人们进行决策和预警,进一步为全行业成员提供服务,同时,也有助于提升国家层面实现宏观调控的能力。

### 3.4 应用层

应用层是该架构系统的用户接口,位于架构的最顶端,一方面通过区块链的直观数据用户可以了解食品在全产业链上各个环节的信息;另一方面通过分析处理后的数据还可以为用户提供丰富的特定服务。用户包括消费者、企业、政府等监管机构以及检测机构、新闻媒体等。应用层接收平台层传来的信息,并对信息进行可视化呈现。应用层可以是以网站的形式存在,包括 APP、公众号、小程序等方式,涉及到人机互动的都属于应用层的范围。

消费者可以在应用平台查看食品在全产业链各个环节的信息,也可以查看相关检测机构对一些食品出具的检测报告等。企业可以通过应用平台寻找优质合作伙伴,由于区块链技术的开放透明、不可篡改等特点,将解决企业合作之间信息不对称所导致的一系列问题。而通过应用层,企业过往信息都记录在案并公开透明,使得企业违法违规成本大幅上升。政府或其下属监管机构可以通过应用平台对食品供应链全过程进行实施监督,发现问题便可及时处理,公众同时可以监督相关问题的处理进展,解决了监管机构当前监管力度不够、执行力不足等突出问题。检测机构也可以对相关食品进行检测并出具检测报告,通过应用平台,公众可以对检测报告进行查看,实现食品安全信息共享。媒体也可通过应用平台进行监督,及时曝光供应链上违法违规行为。同时,全体成员都可以在应用平台学习食品安全相关法律法规知识,使得经营者规范自己的行为,消费者在遇到食品安全问题时及时保护自己的合法权益,进一步改善当前中国食品安全教育落后等问题。

综上所述,食品安全应当实行综合监管,让全体社会成员都参与到食品安全的监管中来,充分发挥各方主体在食品安全治理中的协同作用<sup>[25]</sup>。泛在食品安全网的应用层建设正是构筑了这样一个信息平台,解决了企业、消费者、监管监督机构之间信息不完全和信息不对称问题,

实现了对食品安全的全产业链监督。

## 4 结论

泛在食品安全网是泛在网的落地应用。文章提出通过对传统意义上的泛在网进行改进,融合大数据、云计算、人工智能、区块链、5G 通信等新兴技术,解决传统物联网中网络传输、数据中心化、数据造假以及信息不透明等问题。通过建设这样一个互联互通的大型食品安全网络,将产业链上、中、下游企业、消费者、监管机构、检测机构、新闻媒体等通过整合后的网络连接起来,实现真正意义上的全员信息共享、互联互通,从而解决食品安全领域中信息不对称这一大痛点,对全产业链上各个环节形成约束,进而保障食品安全。此外,泛在食品安全网的建设也将有助于解决中国较为落后的食品安全教育问题,同时对中国高科技产业的落地应用有一定的借鉴意义。

### 参考文献

- [1] 王冀宁,王妍雯,陈庭强.基于“互联网+”的食品安全管理研究综述[J].中国调味品,2018,43(6):172-175.
- [2] 曾小青,彭越,王琪.物联网加区块链的食品安全追溯系统研究[J].食品与机械,2018,34(9):100-105.
- [3] 李明佳,汪登,曾小珊,等.基于区块链的食品安全溯源体系设计[J].食品科学,2019,40(3):279-285.
- [4] 赵维.基于区块链技术的农业食品安全追溯体系研究[J].技术与经济与管理研究,2019(1):16-20.
- [5] 工信部.2018 中国区块链产业白皮书[R].北京:中国工业与信息化部,2018:4.
- [6] 环球网.实行“四个最严”确保食品安全[EB/OL].(2019-03-12)[2019-05-30].<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1627763594709625997&wfr=spider&for=pc>,2019-03-12.
- [7] 梁家慧,毛丹卉,刘灿,等.公众对食品安全教育了解程度及影响因素分析[J/OL].中国公共卫生.(2019-05-15)[2019-05-30].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/21.1234.R.20190515.1428.034.html>.
- [8] 李娜.中国食品安全教育机制的构建[J].食品与机械,2015,31(4):277-279.
- [9] 何欢,陈巧玲,胡康,等.食品安全信息化建设的思考[J].中国药师,2018,21(11):2013-2016.
- [10] 刘永谋,吴林海,叶美兰.物联网、泛在网与泛在社会[J].中国特色社会主义研究,2012(6):100-104.
- [11] 张平,苗杰,胡铮,等.泛在网络研究综述[J].北京邮电大学学报,2010,33(5):1-6.
- [12] SAHA D, MUKHERJEE A. Pervasive computing: A paradigm for the 21st century[J]. Computer, 2003, 36(3): 25-31.
- [13] 刘兹恒,周佳贵.日本“U-JAPAN”计划和发展现状[J].大学图书馆学报,2013,31(3):38-43,58.
- [14] 人民网.国家电网加快建设电力物联网[EB/OL].(2019-03-11)[2019-05-30].<http://energy.people.com.cn/n1/2019/0311/c71661-30968254.html>,2019-03-11.
- [15] 杨挺,翟峰,赵英杰,等.泛在电力物联网释义与研究展望[J].电力系统自动化,2019,43(13):9-20,53.
- [16] 姚雨辰.基于物联网的食品供应链可追溯系统[J].江苏农业科学,2014,42(6):276-278.
- [17] 王庆扬,谢沛荣,熊尚坤,等.5G 关键技术与标准综述[J].电信科学,2017,33(11):112-122.
- [18] 彭安妮,周威,贾岩,等.物联网操作系统安全研究综述[J].通信学报,2018,39(3):22-34.
- [19] 宗正月.5G 通信技术推动物联网产业链发展分析[J].数字通信世界,2019(2):169-170.
- [20] 李晓华.5G 的重要性与中国的赶超机遇[J].人民论坛,2019(11):14-16.
- [21] 王毅,陈启鑫,张宁,等.5G 通信与泛在电力物联网的融合:应用分析与研究展望[J].电网技术,2019,43(5):1575-1585.
- [22] 丁旭.区块链技术在食品封闭供应链中的应用[J].商场现代化,2018(12):9-10.
- [23] 孙志国,李秀峰,王文生,等.区块链技术在食品安全领域的应用展望[J].农业网络信息,2016(12):30-31.
- [24] 杨毅,王嘉,张博雅.GS1 标准+区块链技术助力商品溯源[J].条码与信息系统,2019(2):33-35.
- [25] 梁亮.基于经济分析的食品安全监管模式的优化[J].食品与机械,2019,35(2):103-106.
- (上接第 74 页)
- [18] 李二粉,张媚玉,马合勤,等.液相色谱—串联质谱测定鸡肉中喹乙醇残留物 3-甲基喹恶啉-2-羧酸[J].色谱,2018,36(5):446-451.
- [19] 国家质量监督检验检疫总局.GB/T 20746—2006 牛、猪的肝脏和肌肉中卡巴氧和喹乙醇及代谢物残留量的测定[S].北京:中国标准出版社,2006.
- [20] 赵东豪,黎智广,杨金兰,等.高效液相色谱—串联质谱测定水产品中残留的喹乙醇代谢物[J].分析实验室,2010,29(9):19-22.
- [21] 贝亦江,王扬,何丰,等.高效液相色谱法测定水产品中喹乙醇代谢物残留量[J].食品科学,2013,34(10):255-258.
- [22] 余海霞,张小军,杨会成,等.碱水解—高效液相色谱法测定草鱼组织中喹乙醇代谢物的残留[J].中国渔业质量与标准,2012,2(1):67-70.
- [23] 郑玲,吴玉杰,李湧,等.高效液相色谱—串联质谱法测定动物源食品中 3-甲基喹恶啉-2-羧酸和喹恶啉-2-羧酸残留[J].色谱,2012,30(7):660-664.
- [24] 易锡斌,袁立群,刘世琦,等.液相色谱—串联质谱同时测定禽肉组织中盐酸金刚烷胺、盐酸金刚乙胺、地塞米松、替米考星及喹乙醇代谢物的残留量[J].分析测试学报,2015,34(3):346-351.