

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2020.06.014

# 区块链技术在粮食质量追溯 体系中应用探讨

李燕羽<sup>1</sup>, 常 青<sup>1</sup>, 苑江浩<sup>1</sup>, 赵会义<sup>1</sup>, 孙开源<sup>2</sup>✉, TENG Shyh-wei<sup>3</sup>

- (1. 国家粮食和物资储备局科学研究院, 北京 100037;
2. 郑州华粮科技股份有限公司, 河南 郑州 450001;
3. 联邦大学, 维多利亚州 3842, 澳大利亚)

**摘 要:** 粮食安全是社会发展至关重要的基础。针对粮食质量追溯体系建设中, 传统手段无法满足粮食的全链条可追溯和技术整合难度大这两个瓶颈问题, 通过分析区块链技术在粮食行业的应用与研究现状, 以及区块链技术“去中心化”、“时间戳”、“不可更改”等特点和区块链追溯模式与传统追溯模式的差异, 提出区块链技术在粮食追溯体系建设中的应用场景, 总结区块链技术创新的发展趋势并提出应注意的关键问题。

**关键词:** 粮食安全; 质量追溯; 区块链; 食品安全

中图分类号: TS210.2; S379.3 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2020)06-0118-06

网络首发时间: 2020-10-22 09:20:03

网络首发地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3863.TS.20201021.1746.002.html>

## Application of Block-chain Technology in Grain Quality Traceability System

LI Yan-yu<sup>1</sup>, CHANG Qing<sup>1</sup>, YUAN Jiang-hao<sup>1</sup>, ZHAO Hui-yi<sup>1</sup>, SUN Kai-yuan<sup>2</sup>✉, TENG Shyh-wei<sup>3</sup>

- (1. Academy of National Food and Strategic Reserves Administration, Beijing 100037, China;
2. Zhengzhou Hualiang Technology Co., Ltd., Zhengzhou, Henan 450001, China;
3. School of Science, Engineering and Information Technology Federation University Australia, Gippsland Campus Churchill, Vic 3842, Australia)

**Abstract:** Grain safety is of fundamental importance for the whole society. The traditional methods cannot fulfil the requirements of whole grain chain traceability. Also it is hard to combine with the modern technological developments. In view of the two bottlenecks, and based on the analysis of the application and research status of block chain technology in grain industry, the characteristics of block chain technology, such as “decentralization”, “timestamp” and “unchangeable”, and the differences between block-chain traceability mode and traditional traceability mode, this article proposed the application scenarios of block chain technology in the construction of grain traceability system, summarized the development trend of block chain technology innovation, and put forward the key issues that should be paid attention to.

**Key words:** grain safety; traceability; block chain technology; food safety

收稿日期: 2020-07-17

基金项目: 国家重点研发计划项目(2017YFD0401005)

作者简介: 李燕羽, 女, 1980 年出生, 博士, 副研究员, 研究方向为粮食储藏。E-mail: lyy@ags.ac.cn.

通讯作者: 孙开源, 男, 1980 年出生, 硕士, 高级工程师, 研究方向为信息化。E-mail: kaiyuansun@yeah.net.

民以食为天，食以粮为安，粮食安全既是我国经济发展的必备条件，也是社会稳定的基础<sup>[1]</sup>。新时代下，粮食安全承载着国民经济健康发展压舱石的重要角色，对保障人民大众安居乐业意义巨大。我国“十三五”规划中明确提到要用科技手段支撑国家的粮食安全战略，在转变农业发展方式的同时，更加注重农产品的质量和食品安全<sup>[2]</sup>。利用科学技术，通过学科融合，改变传统行业和产业，符合科技兴国战略，也是科技创新发展的重要动力。近年来，科学技术蓬勃发展，以 5G、云技术、物联网、大数据、人工 AI 等为代表的信息技术引领社会进入新的发展阶段，对于相对传统的粮食行业，如何利用这些新技术，搭上时代发展的快车，夯实粮食安全的同时，进一步满足人民群众日益提升的物质文化需求，是当前许多科技工作者和传统粮食人不断探索和追求的目标。

## 1 区块链在我国的发展情况

近年来，“区块链”作为一种前沿的互联网技术<sup>[3]</sup>，被许多领域借鉴参考，除了诸如比特币在内的虚拟货币之外，利用区块链自身的去中心化、加密、不可篡改等特性<sup>[4]</sup>，被广泛应用在当前互联网和智能化体系中，诸如金融<sup>[5]</sup>、保险、产品溯源<sup>[6]</sup>等领域，均能见到“区块链”的概念和题材，我国也在积极借助区块链技术，发展数字货币，可以说，区块链技术已经在有形和无形中逐渐改变着原有行业，对促进科技进一步发展发挥了积极作用。

2008 年，比特币创始人中本聪第一次在《比特币白皮书》<sup>[7]</sup>中提出“区块链”概念，随后的数年中，区块链技术在全球得到了快速传导和推广。我国区块链领域研究虽然起步较晚，但发展迅速，据统计，截至 2019 年，我国相关公司占有全球区块链专利权的八成以上<sup>[8]</sup>。在 2016 年公布的《十三五国家信息化规划》中，我国将区块链技术列为战略性前沿技术。2018 年，区块链融入我国农业领域<sup>[9]</sup>，与传统农业中生产管理手段和体系方面进行了一系列理论论证实践，在“物联网+区块链”、“农业大数据+区块链”、“金融保险+

区块链”、“质量追溯+区块链”<sup>[9]</sup>等方面都做出了积极尝试和理论探索，部分领域已经开始采取试点应用，取得了不少科技成果。

## 2 粮食领域区块链研究应用现状

随着计算机技术的不断研究与发展，区块链在粮食行业的研究与应用近两年来取得了一些进展。利用区块链技术的“去中心化”、“时间戳”、“不可更改”等特点，研究人员将其使用在粮食电子商务平台，通过建立电子合同的方式，提高工作效率并确保其安全性。实践运用中，研究者针对东北粮网项目中的合约设计，运用区块链的智能合约技术，对合同签订进行升级，不仅减少了第三方服务干扰，还进一步体现了合约安全性<sup>[10]</sup>，由于技术上不可篡改，所以合约的保障性好。

利用区块链实现追溯功能，近年来也有学者在粮农领域进行过理论分析和论证，研究人员发现区块链的一些特性和功能，非常适合用来打造现代化的食品质量安全追溯体系<sup>[11]</sup>。质量安全追溯体系，目前在食品安全中已经被广泛研究应用<sup>[4]</sup>，其基本原理是利用互联网、物联网，数据库等技术，建立形成一套数据库管理和查询系统，实现从消费端到生产源头的信息检索，找到质量问题根源，使之追责有据，并以此检查防患质量漏洞。目前，质量追溯体系已经作为一种行之有效并管理手段在粮农领域实施运用，取得了不少成果<sup>[12]</sup>。在粮食行业，有学者以近场通信技术为基础构建追溯体系框架，实现了稻米质量的溯源<sup>[13]</sup>，而在实际应用中，一些知名粮食企业也都建立了自己的溯源体系，用来检测产品的流向，增加产品的品牌效应<sup>[14]</sup>。在我国江苏省，更是计划打造“江苏好粮油”品牌，通过物联网、大数据、云计算等手段实现库存粮食的质量追溯体系，成为重要的试点地区<sup>[15]</sup>。

## 3 传统追溯体系在粮食行业的瓶颈

尽管物联网和信息技术已经比较成熟，质量追溯体系也已经基本实现了从理论设计到应用落地，但在实际应用过程中仍面临一些瓶颈和不足之处。

### 3.1 传统手段无法满足粮食的全链条可追溯

传统方案下，一般的质量追溯链体系可以借助物联网，设计相关的传感器、芯片、条码等设备，在相关产品上预计标记，收集记录产品的各类信息和资料，并记录在数据库中（图 1）。比如，

有研究通过给活禽身上安装芯片的方法，记录下从孵化、养殖到宰杀的全部过程和信息，信息经过物联网录入后，通过网络平台查询，可获得该芯片对标的活禽全部生长和养殖信息，实现追溯功能<sup>[16]</sup>。

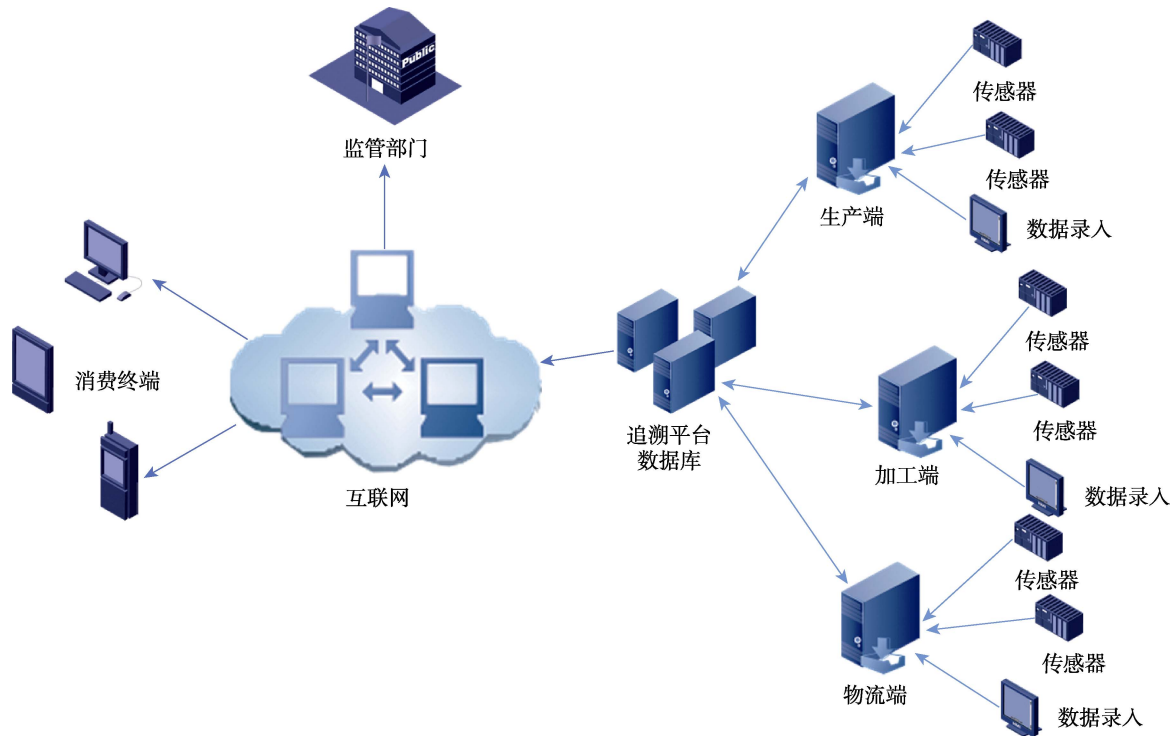


图 1 传统质量追溯平台的网络结构

但是，由于粮食形态散，颗粒小且数量大等特点，通过安装芯片、条码等手段来实现质量追溯，这样的方式难度较大。国外有研究人员曾有过类似尝试，一是通过使用微型 RFID 芯片，另外是将可食用原料制成印有条码的颗粒物混入粮食中<sup>[17]</sup>，理论上都实现了粮食追溯效果。不过从实际应用中来看，在动辄数十吨、上百吨甚至千万吨级别谷物生产、储藏、流通中，投放 RFID 芯片亦或者加入条码颗粒物，不但会造成粮食的杂质率上升，妨碍加工，同时还会带来极高的成本，因此这样的方式不适合广泛用于应用。

### 3.2 现有技术整合难度大，重复投入过多

鉴于粮食自身的一些特点，建设追溯体系相对可取的方法是在各个环节中设立节点或终端，一是借助传感器记录相关数据，自动录入数据库。比如在大田生产环节，记录水分、光照等数据。

另外一些节点和环节需要通过人工方式，将有效数据予以录入。比如在粮食收储、储藏、加工的环节，粮食的品质检测数据等，有赖人工记载并通过终端录入数据库。追溯平台的主数据库承载着来自生产、加工、物流等各节点的信息，通过互联网平台，满足监管部门以及消费终端的管理、查询和追溯。

即便如此，该种构架下的追溯设计，在统一管理和应用方面，仍表现出技术整合难度大，重复投入多等一些短板。传统构架布局下，为展现品牌效果，一般农产品加工企业多主导和承担追溯体系建设工作，相应开发主数据库和相关环节的子数据库体系，面向不同节点部署终端，并开发相应查询、数据录入平台等（图 1）。考虑基于不同软件开发设计的数据库或平台缺乏共融性，在相同节点都需要设置不同的传感器、条码等，

并配置相关设备。比如零售端，有 A、B 两个公司的两种商品，每种商品都配置了不同类型传感器，零售人员进货并做数据录入时，需要在 A、B 两个公司开发的两个平台或信息端口录入数据，费时费力。消费者也需要在多个平台下实现查询追溯，极为不便。并且按照传统构架部署，每品牌对应的商品都需要自有的硬件设备（诸如服务器、传感器等），数据库等，存在重复性投入。

而这样的设计，还存在一个比较明显的弊端，就是中心服务器扮演着连接各节点、汇总全部数据的重要功能，一旦出现故障或受到网络攻击，就会导致整个追溯体系无法正常运转，严重情况下，如果数据发生丢失，则整个追溯体系就会失去核心，不再具备追溯意义。

#### 4 区块链技术在粮食追溯体系建设中的应用场景

借助区块链技术来规划和布局粮食追溯体系，可以有效解决传统构架下信息的安全性问题。从本质看，区块链本身是一种去中心化的数据库，实际应用中，数据在任何节点发生变化，不但会自动加盖“时间戳”，而且鉴于区块链的加密特性，链中各环节的数据都不可被篡改，且数据分布在

整个区块链中。

若从区块链的模式开展粮食追溯体系的规划和设计（图 2），所有收储、加工、物流、零售等节点都通过区块链网络予以部署，终端用户、监管机构和各节点也都通过追溯平台，获取相关的查询数据。实现去中心化后，能够有效解决传统框架下因中心服务器故障、受损等带来的体系瘫痪风险，以及数据损毁给追溯体系带来的损失。并且，以区块链网络组建的质量追溯体系，可以避开中心服务器、数据库等系统建设，降低软硬件的设备重复性投入以及人工维护成本。在基于区块链的网络模式下，还便于监管机构组织企业共同建设统一标准的质量追溯网络平台，规范系统的接入端口，以此提升监管能力，并增加终端用户的查询追溯体验感，增强质量追溯体系的应用性。

粮食产业链较长，粮食从播种到走上餐桌，期间经历包括田间管理、收获、储备、加工、流通等一个相当长的产业链条，不仅环节多，而且在从原粮到成品粮的过程中，粮食的形态、结构、性质会发生许多变化。传统概念中，质量追溯体系可以实现监测源头的查询，反应到粮食品种上，就是在作物播种时就应该开始记录相关信息数

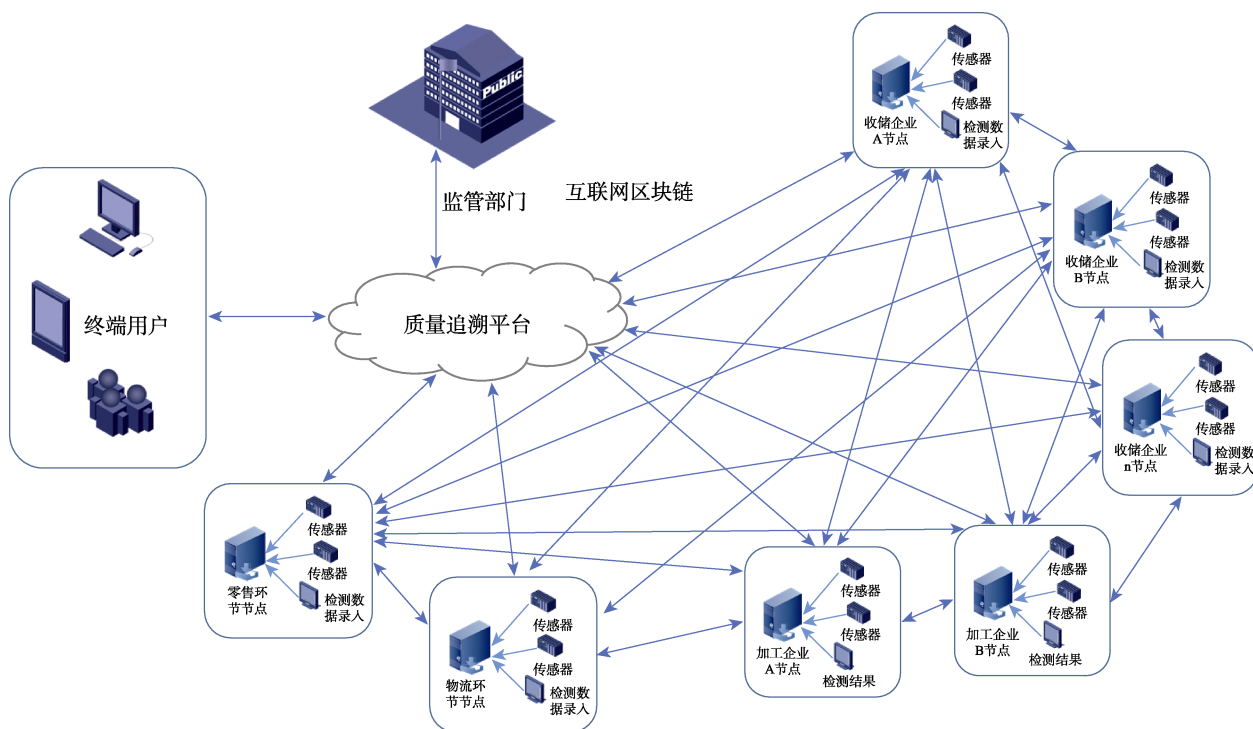


图 2 基于区块链构架的追溯平台网络结构

据。理论上种子、化肥、田间管理等因素都会对粮食品质带来影响，但实际生产中，粮食成熟收获后规模性进入市场，一部分进入储备体系成为储备粮以备不时之需，另一部分直接进入加工企业，进行成品粮的生产。无论是哪个环节，对粮食优劣的定义，重要的参考依据是收获时的粮食质量，也就是常见的粮食等级，由于加工的流程和工艺总体固定，因此不同品质的粮食会对成品粮质量带来明显影响。

鉴于此，我们在建设粮食监测体系时，尽管从技术手段上能够实现粮食各个环节的监测，但实际应用意义有限。不管何种原因，只要粮食收获时品质达不到加工或食用需求，就不会进入剩余的加工消费环节，也就失去了追溯的价值。考虑实际情形，不妨只在粮食储备、加工、物流、零售等环节做好监测和记录，消费者或者监管单位通过平台能够追溯和查询到粮食的产地、品种等级、质量变化、存放时间、加工情况、是否有掺兑等比较具有参考价值的指标和数据，能够确定买到或吃到的粮食是健康的，安全的，符合国家标准的，基本上也就实现了粮食质量追溯的真正目标。这样一来，也方便营造追溯体系的应用生态，反向推动粮食储备、加工流程的规范化，使粮食体优质优价得到体现，提高生产者种好粮的积极性，也可减轻储藏、加工等环节的投机心理，带动产业良性发展。

在现有粮食行业生态环境下，科技储粮、智能化粮库等手段不断发展，粮食产业较以前越发规范化、制度化，这方便在区块链框架下，对质量追溯体系进行进一步研究和完善，总结出一套更加科学的操作标准、制度、体系用来对标粮食追溯工作，使之更好记载各种数据和指标，包容各种用户的查询和应用。随着 5G 技术的强势发展以及全国乃至全球大数据体系的不断建设，利用区块链技术主导的粮食追溯体系，相信不久就会在实际的生产生活中发挥重要作用。

## 5 展望

粮食安全对于粮食加工业、食品零售商和分

销商以及管理部门来说至关重要，因为它可能直接影响消费者的健康。在过去的十年里，世界各地食品安全发展的重点从传统的食品安全危害分析关键控制点（HACCP）原则转移到食品防御，最近又转向了食品欺诈的预防。也就是除了预防微生物、化学和物理危害外，目前正在加大力度打击与食品欺诈或食品真实性相关的风险。当今的粮食安全管理体系包括安全、防御和欺诈预防措施，以应对日益复杂和全球化的食品供应链。人工智能、区块链、云技术和数据科学（ABCD 技术）等领域的技术发展将使传统的粮食行业转变为智能化粮食，通过处理从各种来源和来源获取的结构化和非结构化数据来预测粮食安全和粮食真实性问题，以确保消费者的健康并将经济损失降至最低。

目前，区块粮技术在粮食可追溯中应用会遇到两大问题。一是交易风险，二是交易可控性问题。交易准确性问题主要表现在复杂的环节上，信息透明度不高，利益相关者相对独立，从而加剧了交易的风险。现货交易市场规模巨大，市场交易过程中存在诸多困难，可控性不高，给现货交易市场的健康发展带来了安全风险。因此，将区块链技术与可追溯技术相结合，提高信息的快速交互，增加了市场双向交易，保证了交易的真实性和可靠性，降低了交易风险。开发区块链技术的分散功能，提高市场监管机构对市场秩序的监管能力，保证了粮食现货交易的健康发展。共同努力利用信息领域，有助于最大限度地减少经济损失，提高消费者对食品数量和质量的信心。

### 参考文献：

- [1] 胡鞍钢, 地力夏提·吾布力, 鄢一龙. 粮食安全“十三五”规划基本思路[J]. 清华大学学报(哲学社会科学版), 2015, 30(5): 158-165.  
HU A, DILIXIATI W, YAN Y. Food safety and security in the 13th five-year plan[J]. Journal of Tsinghua University (Philosophy and Social Sciences), 2015, 30(5): 158-165.
- [2] 倪瑜. 中美农业发展概况对比分析[J]. 新产经, 2018, (12): 88-95.  
NI Y. Comparison of agricultural development between China and

- the United States[J]. *New Industrial Economy*, 2018, (12): 88-95.
- [3] 盛玲. 农业+区块链: 广阔却不平坦的发展之路[J]. *中国农村科技*, 2018, (12): 46-49.
- SHENG L. Agriculture + blockchain: a broad but uneven road of development[J]. *China Rural Science and Technology*, 2018, (12): 46-49.
- [4] 傅骞, 刘同勋. 基于区块链技术的食品安全追溯系统[J]. *信息技术与信息化*, 2018, (12): 14-18.
- FU Q, LIU T. Food safety traceability system based on block chain technology[J]. *Information Technology and Informatization*, 2018, (12): 14-18.
- [5] LIU M, ZOU Z. The application of block chain technology in spot exchange[J]. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 2018, 34: 985-993.
- [6] FRITSCH J. Recent developments and digital perspectives in food safety and authenticity[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2018, 6: 7562-7567.
- [7] SATOSHI N. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system[EB/OL]. <http://www.bitcoin.org/bitcoin.pdf>, 2008.
- [8] CFCA-《2018 中国电子银行调查报告》[EB/OL], <https://www.cebn.net.cn/20181213/102539685.html>, 2018.
- [9] 党苗. 基于“区块链+农业”技术的发展模式探析[J]. *农村经济*, 2020(7): 244-246.
- DANG M. Development mode based on “blockchain + agriculture” technology[J]. *Rural economics*, 2020(7): 244-246.
- [10] 石瑞芳. 基于区块链技术的智能合约在东北粮网中的应用研究[D]. 辽宁: 沈阳师范大学, 2019.
- SHI R. Applied research of intelligent contract based on block chain technology in Northeast grain network[D]. Liaoning: Shengyang Normal University, 2019.
- [11] COZZOLINO D. An overview of the use of infrared spectroscopy and chemometrics in authenticity and traceability of cereals[J]. *Food Research International*, 2014, 60: 262-265.
- [12] THAKUR M, MARTENS B J, HURBURGH C R. Data modeling to facilitate internal traceability at a grain elevator[J]. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2011, 75: 327-336.
- [13] 凌菁, 宁晓梅, 宁夏. 基于 NFC 的稻米质量溯源系统设计[J]. *食品工业*, 2017, 38(4): 270-273.
- LING J, NING X, NING X. The quality traceability system of grain based on NFC[J]. *Food Industry*, 2017, 38(4): 270-273.
- [14] PURWANDOKO P B, SEMINAR K B, SUTRISNO, et al. Framework for design of traceability system on organic rice certification[J]. *Journal of food engineering*, 2009, 95(4): 1-9.
- [15] 赵璧, 高巍. 江苏品牌粮食质量追溯应用试点研究[J]. *粮食科技与经济*, 2019, 44(7): 31-35.
- ZHAO B, GAO W. Study on the application exploration of quality traceability of brand grain in Jiangsu[J]. *Grain Science and Technology and Economy*, 2019, 44(7): 31-35.
- [16] 董望成, 肖德琴, 郑经成, 等. 基于“物联网大数据+区块链”的清远鸡品牌发展战略研究[J]. *现代农业装备*, 2019, 40(1): 52-57.
- DONG W, XIAO D, ZHENG J, et al. Research on Qingyuan chicken brand development strategy based on big data and block chain of internet of things[J]. *Modern Agricultural Equipment*, 2019, 40(1): 52-57.
- [17] 姚佳, 靳杭, 贾健斌. 粮食可追溯体系的研究进展[J]. *食品科技*, 2014, 39(10): 2-6.
- YAO J, JIN J, JIA J B. Research progress of traceability system of grain safety[J]. *Food Science and Technology*, 2014, 39(10): 2-6. 完
- 备注: 本文的彩色图表可从本刊官网 (<http://lspkj.ijournal.cn/ch/index.aspx>)、中国知网、万方、维普、超星等数据库下载获取。