

区块链技术在食品安全管理中的应用研究^{*}

汪普庆 (武汉轻工大学经济与管理学院 武汉 430023)

瞿翔 (武汉纺织大学 武汉 430020)

熊航 (华中农业大学经济管理学院 武汉 430070)

汪志广 (南达科他州立大学经济系 美国 57007)

内容提要:作为“第四次工业革命”重要成果之一的区块链技术,由于其在信息公开、透明、共享和安全方面的特性与优势,因而对解决食品安全问题有着相当强的针对性、适用性与有效性,并有望成为改变食品供应链关系与重塑食品生态系统从而解决食品安全问题的根本性手段。本文在剖析食品安全问题根源的基础之上,分析区块链技术的作用,并结合具体案例重点探讨区块链技术应用于食品安全管理中的具体做法、效果、优势,及其对供应链相关主体的作用;最后,提出区块链技术应用面临的问题与挑战。

关键词:区块链技术;食品安全;可追溯;信任

一、引言

食品安全是世界性难题,是人类共同面临的巨大挑战。据世界卫生组织发布的数据显示,每年大约全球人口中的10%,即约6亿人患食源性疾病,其中42万人死亡,导致损失3300万健康生命年^{**}(WHO,2017)。美国每年有4800万人因食用受污染的食物而患病,其中12.8万人住院,3000人死亡,食源性疾病导致的损失高达约932亿美元(Scharff,2015)。食品安全问题已经严重影响到人类的生命健康,给社会经济带来了巨大危害。

近年来,区块链技术作为“第四次工业革命”的重要成果,正在掀起一股科技革命和产业变革的浪潮。区块链技术已经在金融服务、供应链管理和健康医疗等领域逐步得到应用,其能够广泛应用于多样化的场景,应用前景十分广阔。因此,本文探讨如何将作为“信任机器”的区块链技术应用到食品安全管理当中,对于解决食品安全问题中的信息和信任难题、保障食品安全,将具有非常重要的现实意义。

二、相关文献综述

区块链的概念源于2008年的比特币——一种点对点电子现金系统的构想。狭义来说,区块链是一种将数据区块以时间顺序相连的方式组合成的、并以密码学方式保证不可篡改和不可伪造的分布式数据库(连一席,2018)。作为比特币的底层核心技术,区块链技术并非某种特定技术,而是由多种

^{*} 项目来源:教育部人文社会科学研究青年基金项目(编号:17YJC790144)和国家留学基金委项目;作者感谢匿名审稿人和编辑部提出的宝贵建议,但文责自负

^{**} 失能调整寿命年(Disability-Adjusted Life Years, DALYs)指从发病到死亡所损失的全部健康年,包括因早死所致的寿命损失和疾病所致伤残引起的健康寿命损失年

技术组合而成的技术体系或技术解决方案,主要涉及加密技术应用、分布式算法的实现、点对点网络设计和数据存储技术,甚至还可能涉及到机器学习、物联网、虚拟现实和大数据等技术。

虽然目前还没有对区块链技术形成公认的定义,但其本质上都一样,即区块链拥有去中心化、去信任化、开放、信息不可更改、匿名、自治的特性(何蒲等,2017)。Iansiti 等(2017)将区块链技术的工作原理归结为5个方面*,分别为:分布式数据库、点对点传输、匿名与透明度、记录不可更改、计算逻辑。区块链技术实现的框架与过程如下图1所示^①。

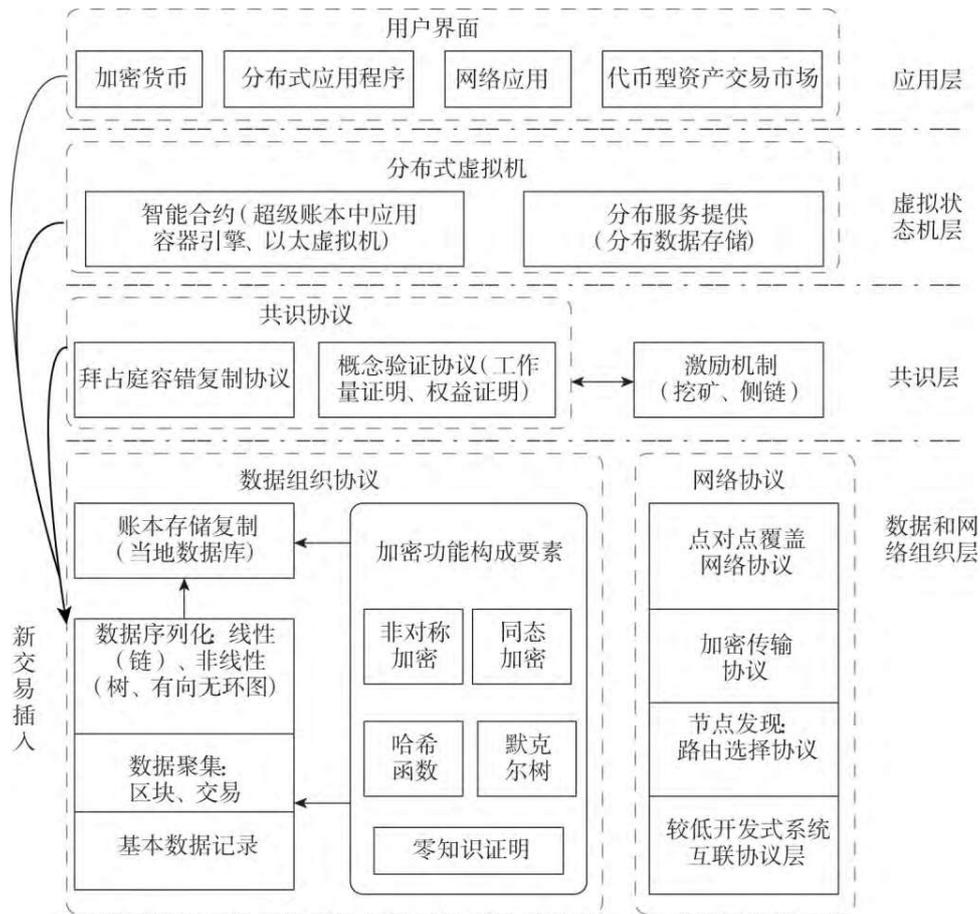


图1 区块链网络实现框架

总体而言,当前区块链技术仍处于发展初期,特别是在学术方面的研究还相对滞后。国内外将区块链技术应用与食品安全管理领域的相关研究主要集中在以下3个方面:

(1)从技术实现的角度研究区块链在食品中的应用,特别是食品安全信息追溯和跟踪。Tian(2016)应用无线射频识别(RFID)技术和区块链技术构建了一个农产品供应链可追溯系统的概念框

* 区块链的工作原理详见美国哈佛商学院的 Iansiti 和 Lakhani 教授于 2017 年发表在《哈佛商业评论》中的论文“区块链的真相”

^① 区块链技术网络实现的框架图详见:Wang, W. Hoang, D. T. Xiong, Z. et al. A Survey on consensus mechanisms and mining management in blockchain networks. ArXiv, 2018, arXiv: 1805. 02707

架,并对其优势和劣势以及实现路径进行分析。林延昌(2017)以牛肉追溯为应用场景,设计基于区块链的追溯系统模型及追溯策略,搭建系统模型并进行部署和功能验证。肖程琳等(2018)提出基于区块链技术的食品信息溯源应用方案,利用区块链技术,链接供应链上的所有信息,针对性的解决食品信息溯源中面临的问题。陶启等(2018)运用区块链技术,建立去中心化、低成本、高效率、信息可靠的执行环境,构建从农田到餐桌的大米全产业链质量全息数据库,设计大米质量安全管理溯源系统。

(2) 基于区块链落地项目从实践的角度探讨区块链技术在食品供应链和产业中的具体应用。Ge等(2017)以从南非农场销往欧洲市场的鲜食葡萄为案例,探讨区块链技术在农产品供应链中的应用,及其对供应链中相关主体的影响;并得出运用获准的分类账本和智能合约将基本认证信息加入区块链是可行的结论。Kamath(2018)以沃尔玛的猪肉和芒果区块链试点项目为例,分析区块链技术在食品可追溯方面的应用,并指出区块链技术应用于食品供应链存在着挑战,同时对全球食品生态系统增加安全和减少浪费也提供了机遇。Kshetri(2018)探讨区块链技术对供应链管理中成本、质量、速度、风险控制和可持续性等主要目标的影响;并以英国区块链创业公司 Provenance 的一个渔业应用项目为案例进行分析,得出通过区块链技术可以帮助印度尼西亚捕鱼业实现可追溯,使消费者追踪到食物的来源,并解决诸如过度捕捞、假冒伪劣以及非法、未报告和未受监管的捕鱼等问题。

(3) 从社会、法律、治理和前景等方面分析区块链在食品安全领域的应用。区块链技术并非是孤立的,而是在一定的社会、科技、制度背景之下。周清杰等(2016)认为区块链技术的出现将可能极大提升食品产业的信息化水平,提高食品安全信息的透明度,降低治理成本,成为食品安全社会共治体系的一个有力工具。Chapron(2017)在《自然》杂志刊文指出,区块链技术将应用于治理和可持续性领域,并使得产权保护、可追溯性、激励和政策制定四个方面受益。程文璐(2018)从法律的角度探究如何完善区块链技术引入食品安全信息溯源体系,从而提高我国行政机关的监管效率与食品安全信息的公开性与透明度,有力保障消费者的知情权。总之,引入区块链技术将带来革命性改变,变人的信任为机器的信任,可以低成本高效率地解决食品安全领域的信任难题,实现安全可信任的食品追溯(孙志国等,2016)。

纵观国内外相关文献可以发现,迄今为止,从区块链技术应用视角研究食品安全管理的相关文献非常少,而且大多围绕区块链技术在食品安全管理中应用的可能性、潜力、前景以及方案等进行理论探讨,而从食品安全管理中不同相关主体的角度进行分析的文献则更少。因此,本文将在剖析食品安全问题根源的基础之上,结合具体案例重点探讨区块链技术应用与食品安全管理中的具体做法、效果、优势,及其对供应链相关主体的影响。

三、区块链技术与食品安全管理

区块链技术应用与食品安全管理领域有着天生的绝对优势,区块链技术的高度透明、高度安全和去中心化等优势能够实现食品安全信息全程可追溯,提高整个供应链管理效率,降低成本和浪费,防止假冒伪劣等欺诈行为,大幅提升食品安全保障水平。

(一) 食品安全问题的本质

一般而言大多数食品具有信任品属性,即消费者通常在购买前甚至消费后皆难以识别食品的真实质量,因此,食品市场存在严重的逆向选择(Akerlof, 1970)。正因为无法识别生产者是否以劣充优,消费者支付意愿维持低位,生产者收益无法弥补生产高质量食品的高成本,优质食品很容易被低劣食品“驱逐”出市场。同时,由于消费者难以直接观察到生产者的生产行为,有些生产者在利益的驱动下不择手段地降低成本,甚至会使用危及消费者的健康乃至生命的技术或原料,从而造成极其严重的道德风险(Starbird, 2005)。食品市场的信息不对称导致巨大的交易成本,严重降低了市场效率

(Stiglitz, 2002)。因此,食品安全问题的根本原因在于信息不对称导致的逆向选择和道德风险(周德翼, 2008;汪普庆, 2012;龚强等, 2013)。

(二) 食品安全管理困境

当前我国食品安全管理的困境主要集中在以下几个方面:

(1) 生产者数量大,生产规模小,地域分散,监管困难。据农业普查数据显示,截止 2016 年底,全国共有 2.3 亿户农户,其中 2.1 亿户农业经营户,平均每户承包 0.53 公顷(约 8 亩)地,农户规模小,且分布零散;同时,全国食品生产加工企业有数十万家,其中约 80%为 10 人以下的小作坊小工厂。生产主体呈现点多面广,小、散、多等突出特点对食品安全监管造成了极大的困难。

(2) 供应链长,生产环节多,食材来源复杂,管理困难。从种养殖到加工,从流通到销售再到消费,环节多,供应链长。食品原料来自不同的国家和地区,例如,当消费者在享用一块蛋糕的时候,其配料来源呈现出多元化和国际化,即中国的植物性奶油、瑞士的可可粉、美国密西根州的酸樱桃、韩国的精致砂糖、比利时的巧克力。这给企业、供应链和政府监管者在食品安全管理方面带来了挑战。

(3) 社会缺乏诚信,食品安全信心匮乏。社会信用体系未建立,导致食品假冒伪劣和滥用违禁物质等欺诈违法行为泛滥;同时,也导致食品安全谣言的盛行与传播。据相关调查与研究显示,近年中国食品安全谣言占各类网络谣言的 45%,96.6%的受访者表示自己曾将食品安全谣言传播给朋友(吴林海, 2017)。这种缺乏诚信的环境引起了人们对食品安全的焦虑和恐慌。

总之,食品安全问题归根结底主要是由于食品安全相关信息不完全、不公开、不透明引起的,即生产者、消费者和政府监管者相互之间都存在着严重的信息不对称;而区块链技术刚好特别适用于中间环节繁杂、信息不对称的领域。

(三) 区块链技术在食品安全管理中的作用

区块链技术应用用于食品的生产、交易、消费和监管等过程中,贯穿于食品安全管理整个过程,对其中不同主体有着不同的作用,具体情况如下。

1. 生产者^{*}。第一,提高整个供应链的透明度,提升可追溯能力。供应链中各个环节的相关信息都被数字化并存储在区块链网络中,每一笔交易也记录在案,即源产地环境、农产品种养殖条件、工厂及加工过程、运输状况、批次/批号、生产日期、保质期、存储温度与条件、交易对象、交易时间等相关信息都被详细地记录下来,以便查询。这样极大地提升了可追溯能力,提高了追溯和跟踪的速度和准确性。例如根据 IBM 公司的测试,基于区块链的可追溯系统与基于纸质和 IT 的可追溯系统相比较,追溯和跟踪时间可以从几周缩短到几秒。

第二,化解食品安全危机,减少损失。一旦发生食品安全事故,通过基于区块链的可追溯系统能够快速锁定问题源头,控制事态的发展,避免受污染的食品进一步扩散,减少召回成本和公关成本,化解食品安全危机。例如,2015 年 10 月,美国快餐业巨头 Chipotle 爆发了大肠杆菌和诺罗病毒感染事件,事后公司邀请食品安全领域的专家针对其所出售的食物进行了上千次的测验,同时公司负责人也亲自走访了全国多家餐厅,检查餐厅的运营情况,经过 2 个月时间的排查,仍未找到具体的感染源。正是由于发生食品安全事故后,无法定位问题源头,耽搁解决行动,导致事后的数月,Chipotle 不得不关停 43 家门店,其他门店的单店营业收入也下滑 30%~50%,公司股票价格下跌 30%,损失高达数亿美元。

第三,提升食品供应链管理效率。区块链技术有助于改善供应链中生产、加工、运输、配送、库存和销售等流程管理,尤其可以为零售商提供很好的产品保质期管理,进而减少食品过期浪费而造成的

* 这里生产者包括零售商、批发商、加工企业、农户和餐饮经营者等

损失。

第四,提高质量安全管理,应对政府监管。区块链技术有助于企业成功申请 HACCP、有机食品和绿色食品等相关认证,提高质量安全管理水平;有助于企业更好地遵循食品安全相关法律、法规和标准的要求,应对政府监管。

第五,更好地实现产品价值。公司的文化、品牌、产品的商标以及质量安全认证等信息都可以快速、便捷和真实地传递给消费者,增强消费者对公司及其产品的信任度和忠诚度,从而更好地实现价值。

第六,提高竞争力和可持续性。运用区块链技术可以增强整个供应链、公司及其产品的竞争力,使其技术优势转化为竞争优势,并更好的实现可持续发展*。

2. 消费者。对于消费者而言,区块链技术在食品安全管理中的应用将使更容易获得真实可靠的信息,以及安全、放心和优质的食品,避免假冒伪劣食品、受到污染的食品和食品安全恐慌等带来的伤害。同时,消费者可以更便捷更详细地了解食品生产过程,特别是食品原料产地信息,包括农场、农民、农产品地理生态环境等,并为消费者与生产者之间互动提供可能,拉近两者之间的距离,改善两者之间的关系,进而增强消费者对食品安全的信任和信心。

3. 政府监管者。区块链技术在食品安全管理中的应用将使得政府监管者更容易获取真实准确的信息,从而提高监管效率,增强监管效果,降低监管成本。一旦发生食品安全事件,政府监管者可以快速准确查找问题源头,防止受污染食品进一步扩散,控制疫情,避免食品安全谣言传播,引起大众不必要的恐慌,进而政府监管者可以将更多的人力、物力和精力投入到食品安全风险管理和食品安全预警以及应急处置方案等方面,而不是疲于“救火式”应对频发的食品安全事件及其事后追责和处罚。

4. 社会。区块链技术在食品安全管理中的应用将有益于整个社会。第一,实现多赢。食品生产者、消费者和政府等相关主体的福利均得到改善,实现多方共赢。第二,增强信心,促进产业发展。由于使用区块链技术能够很容易获取市场数据并进行验证,使食品供应链的透明度提高,食品安全保障能力得到提升,因此,大众对食品行业和市场的信心得到增强,进而促进食品产业发展。第三,重建信任。区块链技术的应用使得不法分子增加违法成本和发现机率,防止食品假冒伪劣和欺诈等机会主义行为,从而有助于提供一个更加公平的市场环境,构建诚信社会,进而大幅度降低社会交易成本。

四、区块链技术的实际应用实例

目前,已有许多公司致力于探索区块链技术在食品安全管理方面的应用,积极开展实践。例如,阿里巴巴和京东等多家巨头企业都在积极落实区块链食品溯源项目,利用区块链技术追踪食品生产、加工、销售等全流程。2017年3月,阿里巴巴与澳大利亚邮政合作探索区块链打击食品掺假。2017年8月,包括沃尔玛、雀巢、多尔和金州食品等在内的世界上10家最大的食品和快消品供应商与IBM达成合作**,将区块链整合到其供应链中,以便可以更快地帮助食品供应商追溯原料成分。此次合作的目的是帮助食品公司提高供应链的可视性和可追溯性,让食品更加安全。

(一) 区块链技术应用于葡萄酒行业

2017年10月,全球领先的专业质量认证和风险管理公司 DNV GL 与全球区块链应用技术的领导者唯链(VeChain)达成战略合作协议,双方合作致力于应用区块链技术帮助企业增强其产品从生

* 在食品供应链中应用区块链技术同样可以帮助供应链前端的种养殖户和分销商快速获取实时市场信息,以便及时调整销售策略,更好地决策,进而提高竞争力和可持续性

** 这10家世界巨头公司分别为:沃尔玛、雀巢、联合利华、麦考密克、泰森、克罗格、麦克莱恩、德里斯科尔、多尔和金州食品,它们的年度全球销售额总和超过5万亿美元

产到消费整个环节的透明度和可追溯性。2018年3月,DNV GL公司针对食品饮料行业开发推出了一款应用区块链技术,并结合行业专业知识、独立的审计、数据收集以及验证服务而成的数字认证方案——My Story™。

该方案首先应用于意大利葡萄酒行业,目前,已有 Michele Chiarlo 和 Ruffino 等4家葡萄酒制造商正在采用实施新方案,并在酒瓶上贴上相应标签。My Story™将可以为客户提供产品背后的不同特性和生产流程记录,客户通过扫描二维码,能看到产品从葡萄到成酒装瓶的整个过程。具体而言,首先从定义要讲述的故事开始,即确定所需要的具体特征,它涉及质量、可持续性和真实性,例如:动物福利、员工权利、生态足迹、食品安全、可追溯性和原产地等等。然后,采用该方案的公司必须从整个供应链中收集所选特征的相关数据与信息,例如:关于员工和机器设备的工作记录、各类认证的文件,以及从生产系统(ERP)中收集或导入的数据。接下来,DNV GL公司的专家将与采用该方案的公司一起建立一个框架,并把当前的供应链运行、数据来源和数据验证等相关信息都记录在区块链中。

该方案对产品及其供应链的完整记录以及对整个流程各个环节的认证可以使得相关主体均获益。对于消费者而言,他们可以快速而全面地获取诸如质量、真伪、产地、成分、用水和能耗等关键的产品特性,并了解其产品背后不为人知的独特内涵,从而能够轻松地了解每一瓶酒。而对于制造商、品牌商、批发商、零售商而言,他们可以充分利用这些认证后的数据,以便更好地管理其供应链,并参考质量、安全、经济、环境和伦理准则等方面的因素,进而改善产品的各个方面。具体而言,零售商和品牌商将通过 My Story™讲述产品的前世今生,让消费者能够深入了解其产品的内涵和特性,进而帮助消费者进行理性购买决策,而其中的承诺和关键产品属性都已得到 DNV GL 的认证。

总而言之,My Story™是 DNV GL 公司运用全新数字化认证概念的首个解决方案,它已经远远超出了产品从产地到消费者跟踪的范畴。而由唯链提供的区块链应用也只是 DNV GL 数据管理平台的一部分,后期公司会将 My Story™方案推广到食品饮料行业内的其他产品类别,同时,还将进一步把区块链、数据监管、物联网和人工智能等技术结合起来,帮助客户提高流程效率、提升绩效,并提高产品质量安全保障,建立产品信任度。

(二) 区块链技术应用用于食品供应商

2016年10月,零售业巨头沃尔玛联合清华大学和 IBM 将超级账本(Hyperledger)区块链系统应用于食品供应链管理,以中国猪肉供应链和美国芒果供应链为试点,探索区块链技术的实际应用方式与利益。由于中国市场的猪肉和美国超市中的芒果是大型市场中的两个大批量的商品,也是沃尔玛区块链试点项目的核心,因此,可以从项目试行中了解区块链的原理和应用方法。该试点项目开始时间是2017年第一季度,为期4个月,之后由零售商和合作伙伴 IBM 以及清华大学联合评估试点结果。

其中,猪肉供应链项目使用了基于超级账本区块链项目的技术,被用于确保诸如农场源头、批号、生产加工数据、保质期、存储温度和运输等细节信息的准确性。在最初阶段,该项目选择3个节点运行,其中各节点分别由 IBM、沃尔玛和一个供应商管理,后期将考虑逐渐增加运行节点。另一个芒果供应链项目则选择对从南美洲和中美洲运到美国的芒果进行追踪,其中涉及很多环节和行为主体。

根据沃尔玛公布的信息,到2017年6月为止,该试点项目的运行结果不错。中美两国的早期试验表明,区块链技术可以成功地对食品从供应商到零售商再到最终消费者之间的流通过程进行追溯;而且,产品的地产、批号、生产厂家、加工、保质期和运输等“从农场到餐桌”整个流程中每个环节的详细信息都被记录在区块链网络中,并可以进行查询。

区块链中每一台计算机就是一个节点,每个节点都保存着一份有关交易分类账本的副本。当进行交易时,至少有2个节点对该项交易进行批准才能记入分类账本,而且交易记录不可更改。区块链为用户提供了可审核、不可篡改、安全的数据库。

试点项目之后,沃尔玛继续测试区块链技术,包括更多的数据属性。而且,将继续通过与供应链中的其他主体合作,包括农户、供应商和其他零售商等,继续测试利用区块链技术来提高食品的可追溯性和透明度的潜力。同时,沃尔玛也将区块链技术应用于物流配送中,通过区块链技术连接自动送货车,缩短送货时间,并通过区块链分布式网络进行物流追踪和商品验证。

此外,为了应对2018年初美国爆发的大肠杆菌疫情,2018年9月24日,沃尔玛告知所有旗下超市的绿叶蔬菜供应商,要求他们2019年9月30日之前将与产品相关的数据上传至区块链,并整合到其基于区块链技术的追溯系统,以便可以快速对产品源头进行追溯,提高食品安全保障,增加客户忠诚度。

总之,区块链技术应用与沃尔玛的主要益处体现在以下几个方面:

(1) 使用区块链技术可以将食品信息进行数字化存储,并且在追溯食品来源的速度方面大大提高。一旦发生食品安全事故,供应商能够迅速地追溯到问题源头,从而避免与那些受污染的农场交易,也就在一定程度上保障了食品安全。例如,沃尔玛在使用区块链之前对一家分店的芒果进行了溯源测试,用时6天18小时26分,而使用区块链只用了2.2秒。从时间层面上来看,区块链技术能够减少食品安全事故发生的几率。

(2) 区块链技术提供了信息安全方面的保障。运用区块链技术可以记录认证信号和身份信息,提高电子设备之间的认证速度。而且,由于区块链的交易不存储在集中位置,所以信息很难被破解,避免给黑客提供可乘之机。

(3) 区块链技术也能够使沃尔玛在竞争中占据一定的优势。尤其是面对强大的竞争对手亚马逊,后者的零售业务给沃尔玛造成了不小的压力,通过区块链技术,沃尔玛也能在一定程度上化解这些压力,在竞争中增加砝码。

五、总结与展望

食品安全问题导致了全球严重的信任危机,造成了社会经济的巨大损失,作为创造信任的机器——区块链技术的应用将为缓解信息不对称、重建社会信任、保障食品安全提供一条新的有效途径。从理论和实践的角度来看,具备公开、透明、共享和安全等特性的区块链技术应用与食品安全管理领域具有非常巨大的潜力,很可能改变食品供应链关系,重塑食品生态系统,并为从根本上解决食品安全问题带来希望。

为了更好地发挥区块链技术在食品安全管理中的作用,推动区块链技术的应用,需要注意以下几个方面的问题:

(1) 区块链技术的应用需要食品供应链相关主体积极配合与参加。目前试点项目涉及相关主体较少,测试数据有限,只有包括生产者、消费者、政府监管者等更多相关主体参与区块链的应用,区块链才能更好地发挥应有的作用。

(2) 区块链技术的应用作用是有限的,它必须与物联网、遥感、RFID、快速反应码(QR)技术和智慧农业等有机结合,依靠机器采集、记录、输入和处理数据,尽量减少人为因素,确保数据准确、真实、可靠、安全。

(3) 区块链技术的应用需要相关社会经济制度支撑。相关政策的扶持和法律的约束将促其健康发展。中国食品生产者经营规模小、分散、组织化程度低的现状,对于区块链技术的推广应用造成一定阻碍,需要创新相关制度或组织加以协调。

(4) 区块链技术应用作为新生事物尚处早期探索阶段,自身发展还不成熟,仍存在着诸如隐私安全、耗能过度、交易延迟、代码漏洞和缺乏统一标准等一系列的难题,这些当前存在的问题和面临的挑战

也将严重影响到区块链技术在食品安全管理中的应用。

参 考 文 献

1. Akerlof, G. A. The market for lemons: quality uncertainty and the market mechanism. *The Quarterly Journal of Economics*, 1970, 84(3) : 488~500
2. Iansiti, M. and Lakhani, K. R. The Truth About Blockchain. *Harvard Business Review*, 2017, 95(1) : 118~127
3. Chapron, G. The environment needs cryptogovernance. *Nature*, 2017, 545(5) : 403~405
4. Ge, L. Brewster, C. Spek, J. Smeenk, A. Top, J. Blockchain for agriculture and food. Wageningen: Wageningen Economic Research, 2017, No. 2017~112
5. DNV GL. My Story - A blockchain-powered digital assurance solution. <https://www.dnvgl.com/mystory/MyStory-blockchain-powered-Digital-Assurance-solution.html>
6. Kshetri, N. Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management*, 2018, 39(4) : 80~89
7. Kamath, R. Food Traceability on Blockchain: Walmart's Pork and Mango Pilots with IBM. *The Journal of The British Blockchain Association*, 2018, 1(1) : 1~12
8. Kim, H. and Laskowski, M. Agriculture on the Blockchain: Sustainable Solutions for Food, Farmers, and Financing. 2017, December. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3028164>
9. Scharff, R. L. State estimates for the annual cost of foodborne illness. *Journal of Food Protection*, 2015, 78(6) : 1064~1071
10. Swan, M. Blockchain: Blueprint for a new economy. O'Reilly Media Inc., 2015
11. Starbird, S. A. Moral hazard, inspection policy, and food safety. *American Journal of Agricultural Economics*, 2005, 87(1) : 15~27
12. Stiglitz, J. E. Information and the Change in the Paradigm in Economics. *American Economic Review*, 2002, 92(3) : 460~501
13. Tian, F. An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID and blockchain technology. 13th international conference on service systems and service management, 24 - 26 June 2016, Kunming, China <http://dx.doi.org/10.1109/ICSSSM.2016.7538424>
14. Wang, W. Hoang, D. T. Xiong, Z. et al. A Survey on consensus mechanisms and mining management in blockchain networks. ArXiv, 2018, arXiv:1805.02707
15. WHO. Food safety. <http://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
16. 程文璐. 区块链引入食品信息溯源的行政规制. 上海师范大学硕士学位论文, 2018
17. 龚强等. 激励、信息与食品安全规制. *经济研究*, 2013(3) : 135~147
18. 何蒲等. 区块链技术与应用前瞻综述. *计算机科学*, 2017(4) : 1~7
19. 连一席. 区块链研究报告: 从信任机器到产业浪潮还有多远. *发展研究*, 2018(8) : 16~29
20. 林廷昌. 基于区块链的食品安全追溯技术研究与实现——以牛肉追溯为例. 广西大学硕士学位论文, 2017
21. 孙志国等. 区块链技术在食品安全领域的应用展望. *农业网络信息*, 2016(12) : 30~31
22. 陶启等. 基于区块链技术的食品质量安全管理系统及在大米溯源中的应用研究. *中国粮油学报*, 2018(8) : 44~52
23. 汪普庆. 基于供应链的蔬菜质量安全治理研究. 武汉大学出版社, 2012
24. 吴林海. 我国食品安全基本态势与风险治理. *光明日报*, 2017-06-08(11)
25. 肖程琳等. 区块链技术在食品信息溯源中的应用研究. *物流工程与管理*, 2018(8) : 77~79
26. 周清杰等. 信息不对称、区块链与食品安全社会共治. *中国市场监管研究*, 2016(11) : 53~56
27. 周德翼, 吕志轩. 食品安全的逻辑. 科学出版社, 2008

Application of Blockchain Technology in Food Safety Management

WANG Puqing, QU Xiang, XIONG Hang, WANG Zhiguang

Abstract: The blockchain technology is becoming a symbol of the fourth industrial revolution

— 89 —

which has brought new changes to technology and industry. Blockchain has gradually been applied to many fields such as financial service, supply chain management and health care. Therefore, it is significant to apply blockchain technology to food safety management, which is called the trust machine. Based on the analysis of the root causes of the food safety problem in China, the paper adopts case studies to analyze the specific practices, effects, advantages and the influences for related subjects in supply chain, which applied blockchain technology to food safety management. This study has demonstrated that there is a great potential for food safety management to apply blockchain technology due to its unique characteristics, such as openness, transparency, sharing and security.

Keywords: Blockchain technology; Food safety; Traceability ; Trust

责任编辑:吕新业