

基于区块链技术构建 我国农产品质量安全追溯体系的研究



「摘要」本文分析了我国农产品质量安全追溯体系的发展现状和面临的问题，提出以区块链技术重构农产品质量安全追溯体系的创新思路，从分布式台帐、信任共识、集体维护、去中心化几个层面阐述其优势，并介绍了商业银行创新趋势。

DOI:10.16127/j.cnki.issn1003-1812.2016.12.005

文 / 吕芙蓉 陈莎

我国农产品质量安全追溯体系发展现状

“可追溯”是还原产品生产全过程和应用历史轨迹、发生场所、销售渠道的能力，目前产品可追溯是通过登记的识别码进行的。我国农产品质量安全可追溯管理系统是对农产品从种植到消费全过程监管，形成产供销一体化的信息系统。追溯过程分为两种，一是顺向跟踪，即按照农产品生命周期从上游环节跟踪到下游环节；二是逆向溯源，即从产业链的下游环节

溯源到上游环节。

（一）我国农产品质量安全追溯体系的发展历程

为了有效破解农产品产业各环节之间信息不对称问题，建立质量信息互通和安全责任落实的惩罚机制，执行农产品召回、农产品质量安全事件追责，我国启动了相关制度建设。农产品质量安全追溯体系建设大致经历了两个重要阶段，第一个阶段以“分段管理为主、品种管理为辅”为主要特征。从2006年国家农业部正式提出建立农产品质量安全追溯体系之后，按照承建主体的不同产生了四种类型的追溯系统：第一类是由政府主导，比如，国家农业部主导的全国种植业产品追溯体系、动物标识及疫病可追溯体系、水

产品质量安全追溯体系和农垦农产品质量安全追溯体系,国家商务部主导的肉类蔬菜流通追溯体系等。第二类是由某些社会组织主导,如国家物品编码中心建设的国家食品安全追溯平台、国家食品安全管理技术标准化委员会建设的食品安全监管、追溯与召回公共服务平台等。第三类是由企业主导建设的农产品追溯公共服务平台。第四类是由食品生产企业自主建设的公司内部质量安全追溯系统。第二个阶段是2013年我国食品安全监管体制改革以后。2013年十二届全国人大一次会议表决通过了关于国务院机构改革和职能转变方案,组建了国家食品药品监管总局,统一监管食品安全监管的生产、流通和消费三个环节,我国食品安全监管职能正式步入“全产业链管理”模式。近年来地方政府和企业积极推进相关工作,商务部、财政部分五批支持全国58个试点城市开展肉类蔬菜追溯体系建设,支持18个省市开展中药材追溯体系建设。目前,全国已有1万5千多家企业建成肉类追溯体系,覆盖经营商户32万余户,初步形成了辐射全国、连接城乡的追溯网络,对推动食品安全治理模式和保障模式创新、打造放心消费环境起到了积极作用。北京市、上海市、山东省寿光市、海南省等地已经建设了具有各自特色的农产品质量安全追溯系统平台。中粮集团、正大食品集团等农业龙头企业也在着手打造从农场到餐桌的农产品全过程追溯系统。

虽然社会各界已经对产品质量安全追溯的重要性达成了共识,相关制度和系统建设初见成效,但是在实际的应用中还存在比较多的问题,而且这些问题的长期存在势必消耗整个系统建设和运营的元气,逐渐积累成为痼疾。

(二)我国农产品质量安全追溯体系存在的问题

我国农产品质量追溯体系正在大规模建设和运营,逐渐暴露出许多问题。从外部看,问题包括法律细则还有待完善、政府各部门间的协同制度有待补充、民众对追溯体系的信任有待建立等。从农产品质量追溯体系本身建设存在的问题看,主要包括以下几点,本研究主要针对这些问题展开。

1. 企业的参与热情和系统的利用率不高

对于农产品加工和生产企业而言,要加入和使用追溯系统,需要建制相应的系统,购买硬件设备、开

发软件系统、在原有流程中增加信息上传工作,甚至改变现有的操作规程,企业需要增加较大成本。由于追溯系统为企业带来的利益和前景不明确,绝大部分企业对参与和使用质量追溯系统没有动力,只是为了应付监管要求上线系统,使用系统的积极性不高。在农产品生产环节,中国是典型的大市场小生产模式,生产力水平低、产业化程度弱、标准化程度差。农民没有意识和能力融入到质量追溯体系中。追溯体系面临“建的人看好,用的人糊弄”的尴尬局面。可追溯数据的录入、跟踪,主要是凭借市场主体的自觉自律,质量难以保证。

2. 整个体系的信息获取和信息共享面临挑战

由于采取分段、分环节的监管制度,目前整个体系采用的是各部门自建数据库和信息查询平台的方式。中国地大面广,追溯体系覆盖城乡,参与的主体众多,各自建设均需购置大量硬件设备,并进行数据库和应用系统开发,不仅造成重复建设和资金投入的浪费,而且极易出现信息孤岛,技术标准不兼容等问题。多部门、多系统、多渠道分头操作,追溯链条对接困难,追溯信息不共享,难以实现完整的信息跟踪与追溯。

另外,农产品生产环节信息采集、传递和交换的效率受到技术制约。我国主要采用自动识别技术进行产品信息记录与查询,而且发展较快,但主要以条码技术为主。无线射频识别(RFID)技术的技术性能好、工作效率高,但是如果要在农业物联网中普及应用,除了受到硬件成本高的约束外,另一个大问题是物联网对终端模块的管理技术需要突破。目前物联网技术对终端采用C/S模式进行管理,大量的物联网模块需要与管理平台进行通讯,频繁传递数据并进行系统间同步。而且对于农产品高度分散化、多元化的巨量数据而言,这种技术模式会造成极大的系统建设和管理成本。

3. 质量安全追溯体系的管理难度大效率低

我国农产品经营呈“远距离、多环节、大流通”的特点,农产品涉事主体不仅有生产者、消费者,还包括收购、储藏、运输、销售等多个主体,影响体系运作效率的不确定因素多,管理难度大。整个体系的管理分为技术管理和制度管理,内容覆盖面大。技术

管理主要包括各类标志、数据存储、数据采集和传递等内容, 制度管理主要是各监管部门出台的法规与制度, 内容非常繁杂, 比如中国《农产品追溯编码导则》、《农产品产地编码规则》、《商品条码128条码》、《农产品质量安全法》、《农产品产地安全管理办法》等等, 还有各类指导意见、暂行条例和试行规范, 如果全部以人工参与的方式进行监督和管理, 其工作难度和工作量的巨大可想而知。

4. 质量安全追溯产业缺少有效的商业模式

商业模式是决定整个产业商业可持续的关键因素, 目前农产品质量追溯体系虽然已具雏形, 但还没有探索出有效的商业模式。追溯体系的许多细节存在提升质量和价值的空间, 公众的不信任和企业增加的高成本, 使得产业链上的企业看不到农产品质量追溯体系给自身带来的价值, 因此很难形成众志成城的局面。另外, 整个产业还没有产生有效大数据, 行业附加值没能显现。在缺少内生动力和行业附加值的局面下, 不会引起金融机构和场外资金的关注与支持。

区块链技术及其优势

区块链技术源于2008年比特币的技术应用。经过不断的发展演进, 目前形成了由分布式总账(Distributed)、共识信任(Trustless)、非对称加密

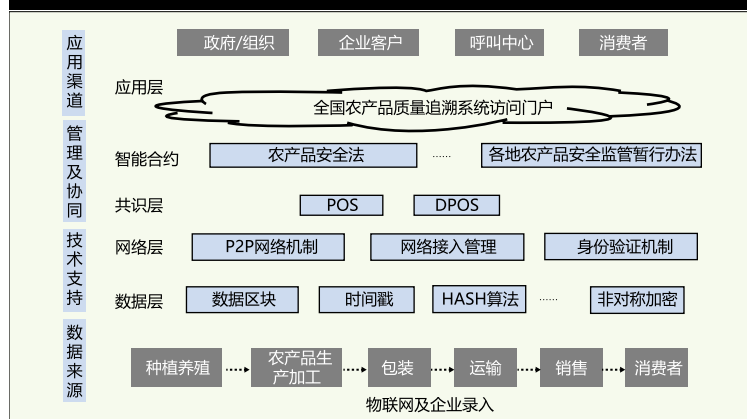
(Asymmetric Cryptography)、智能合约(Smart Contract)和时间戳(Time Stamp)为主要特征的应用技术范式。最为重要的是, 区块链可以让人们在没有中央权威机构的情况下, 对互相协作彼此建立起信心, 是用数学方法解决信任问题的产物。

区块链技术的主要特点, 可以归纳为去中心化、共识信任、集体维护和可靠数据库四个方面。一是去中心化。整个网络没有中心化的硬件或者管理机构, 任意节点之间的权利和义务都是均等的, 且任一节点的损坏或者失去都不会影响整个系统的运作。二是共识信任。参与整个系统中的节点之间无需互相信任, 整个系统的运作规则是公开透明的, 所有的数据内容也是公开的, 因此在系统指定的规则范围和时间范围内, 节点之间不能也无法欺骗其它节点, 以这种制度达成了节点间对信托关系的共识, 取得信任和进行信任变得低成本。三是集体维护。系统中的数据块由整个系统中所有具有维护功能的节点来共同维护, 不再为某个数据库的崩溃承担整个系统失效的风险, 而这些具有维护功能的节点是任何人都有权参与的。四是可靠数据库。由于使用非对称加密和哈希算法, 数据记录与传递真实、不可篡改并不可抵赖。而且整个系统将通过分布式数据库的形式, 让每个参与节点都能获得一份完整数据库的拷贝。以比特币区块链为例, 除非能够同时控制整个系统中超过51%的算力, 否则



插图: 张超

图1：基于区块链的农产品质量追溯体系



单个节点上对数据库的修改是无效的，也无法影响其他节点上的数据。

基于以上特点，区块链应用已超出了加密货币的范畴，范围逐步扩大，并形成了“区块链+”的发展趋势，主要涉及涵盖智能合约、证券交易、电子商务、物联网、社交通讯、文件存储、存在性证明、身份验证、股权众筹和社会管理等各个领域。

应用区块链技术构建农产品质量安全追溯体系的设想

我国农产品质量追溯体系面临的矛盾主要是：参与主体众多且分散，不可能以中心化方式管理与运作；数据和信息整合困难，很难建立产业各方的信任关系。而区块链技术的分布式台账、去中心化、集体维护、共识信任和可靠数据库等特性，为解决以上问题提供了方案。

（一）区块链农产品质量安全追溯系统介绍

基于区块链技术构建的农产品质量追溯体系，整个架构按照区块链系统的层次（数据层、网络层、共识层、激励层、合约层和应用层）叠加了农产品质量追溯系统的运行规则（见图1）。在区块链的体系，任意节点之间的权利与义务是均等的，在加密技术、共识机制和可靠数据的保障下，追溯系统的参与者根据业务运作流程，在掌握真实信息和彼此信任的情况下完成工作的每一个环节，整个系统没有中心化管理机构，节点企业甚至可以不建立服务器等硬件系统。系

统建设成本、管理成本、协同成本都大大降低，信息和数据的完整性与准确性大大加强，产业价值获得认可与提升。

本方案选择“联盟区块链”作为组织形式。不同于“公共区块链”中任何人可以读取和发送交易，也不同于“私有区块链”仅有核心节点可以操作区块链，表现出中心化控制，联盟区块链的共识过程是受若干个主要节点管理的，这种形式既能够保证组织运

作的效率，又可以兼顾系统安全性和成员共同维护的特性。联盟区块链也被称为“多中心”区块链，目前R3联盟就采用这个组织形式。

从底层向上看，基础数据来源于农产品的种植养殖、生产加工、包装、运输、销售和消费的完整生命周期，基础数据传输到数据层，并遵循区块链格式、加解密算法和传递机制加上时间戳形成数据记录在区块链中。网络层按照身份验证、接入管理和P2P机制将区块链分布存储于相关节点数据库。数据层和网络层在技术层面保证了区块链产生和传递。共识层呼应联盟区块的决策特点，使用类似股权证明（POS或DPOS）的会员准入共识机制。成员的准入由商务部和财务部作为政府牵头部门组建联盟，其他相关政府部门、企业和组织被联盟审核批准后作为成员节点加入区块链，准入式机制可以承载政府部门对企业资质的审核与管理，保证参与主体的合法合规性。对于激励层而言，由于共识机制采取POS等算法，联盟节点维系工作的公平性和竞争性，系统不需要像比特币那样使用“挖矿”的工作量来获取写入区块链的合法性，因此在本架构中激励层功能被弱化，没有得到体现。合约层将国家监管政策、法律条文、行业标准、行动纲要等重要内容以智能合约的形式内嵌在区块链中，实现了部分行业监管职能跟随工作流程被自动化、强制性地执行，能够有效缓解人为监管低效率的矛盾。应用层采取B/S技术架构通过农产品质量追溯信息门户向消费者、企业、政府/组织提供信息查询功能，同时对呼叫中心的服务提供支撑。

（二）区块链农产品质量安全追溯体系的特点与优势

一是以灵活性提高参与主体的积极性。联盟式区块链的分布式台账系统主要由国家政府部门、机构、大型企业各自承担台账存储和管理系统的建设。体量大、成本敏感度高的小企业可以根据自身业务的需求选择本地不存储台账，这种情况可以通过大节点提供的商业API和开源的API接口，小节点调用API后可以进行区块链的交易写入，同时也可以通过调用API获得完整的拷贝，实现每一条记录的可追溯和可验证。

二是以去中心化解决农业物联网技术难题。除了追溯信息管理可以去中心化之外，区块链也能够以去中心化方式解决农业物联网大规模应用的技术难题。未来农业物联网的信息采集模块数以几十亿计，物联网节点与中心平台进行数据交换，中心平台集中管理节点和数据几乎是不可能完成的任务。在区块链体系下，物联网模块可以通过内置芯片的方式，执行加密算法、分布式台帐和共识信任等机制，物联网数据被采集后在不必被中心角色认可的前提下，即可直接写入数据区块并记录到区块链，进入整个追溯体系中。

三是以集体性促成产业数据的统一有效。区块链数据库中的所有数据都会及时更新并存放于参与节点的系统中。全网每一个节点在参与记录的同时也来验证其他节点记录结果的正确性。只有当全网大部分节点（甚至所有节点）都同时认为这个记录正确时，或者所有参与记录的节点比对结果一致通过后，记录的真实性才被全网认可。在此机制下，质量追溯体系的交易信息由各参与主体集体维护，既保证了产业各方共建大数据，也降低了中心化管理系统遭受黑客攻击或者中心数据库造假产生的系统性风险。

四是以技术优势创新商业共信与模式。在台账集体维护和加密算法的技术优势下，区块链可以低成本地解决商业活动的信任难题，构建多边的去中心化的信任环境。商业环境的共信力将逐步得到验证并重构社会公众对追溯体系的公信力，增加国家工程的社会效应。真正实现农产品“责任主体有备案、生产过程有记录、主体责任可追溯、产品流向可追踪、风险隐患可识别、危害程度可评估、监管信息可共享”的管理理想。当内部协作机制成熟、产业主体共司一事、

大数据逐步积累、外部影响力逐渐扩大之后商业模式就会在内外动力的驱动下迅速成熟。

（三）商业银行参与区块链农产品安全质量追溯体系的意义

区块链已经成为一种驱动商业模式创新的底层技术。市场经济活动中存在众多信息中介和信用中介，原因就是信息不对称导致交易双方无法建立有效的信用机制，而区块链技术为解决这一问题提供了全新思路。商业银行的涉农信贷融资业务长期面临信息不对称的困扰，获得农户和涉农小企业的经营和交易信息是很大的难题。区块链农产品质量安全追溯体系为解决这个问题提供了机会。另外，商业银行还能够以此作为切入，探索数字货币，探讨经营创新。

一是能够获得产业链真实的交易信息和数据。商业银行近年积极开展供应链金融业务，就是依托核心企业的订单和交易信息针对其上下游企业开展信贷服务。区块链农产品质量安全追溯系统记录的业务关系和交易数据不依赖于核心企业的数据库即可获得，而且农户生产和企业交易的信息完整性和数据真实性更进一步，有利于商业银行开展信贷产品，对提升信用评级和风险评估模型具有极高价值。

二是便于商业银行探索将数字货币嵌入商业活动，利用区块链技术实现价值转移。互联网技术实现了信息的传递和交换，而区块链被誉为能够实现价值传递与转换的技术。数字货币作为经济价值的载体跟随追溯体系的业务流转在商业参与者之间进行传递，智能合约自动执行资金结算与划转，不再需要节点间独立于商业活动交易信息比对与确认。

三是有利于探索共识信任环境下的商业银行经营决策新机制。区块链体系下，信任关系的建立和维系变为低成本，这对经营信用和风险的商业银行可能产生颠覆性影响，正如著名的思想家凯文·凯利预言，随着技术和社会的发展，一个去中心化、分布式写作的人类时代正在向我们走来，共识信任将成为社会关系的基本特点，那么商业银行的经营本质、业务重点和决策理念如何顺应这样变化是需要直面的考验。■

作者单位：中国农业银行网络金融部