

DOI: 10.19788/j.issn.2096-6369.200302

# 区块链如何促进数据要素的价值实现：以食品供应链为例

郑雪静<sup>1</sup> 熊航<sup>1,2\*</sup>

(1. 华中农业大学经济管理学院, 武汉 430070;  
2. 华中农业大学宏观农业研究院, 武汉 430070)

**摘要:** 在数字经济时代, 数据的应用渗透到经济社会的各个领域, 数据资源在产品和服务的生产中逐渐发挥与劳动力、资本、技术等具有同等重要的基础性作用, 业已成为生产产品和服务不可或缺的一项生产要素。目前, 对于数据要素在经济活动中如何发挥其价值在理论上的讨论还不充分, 对于如何破解“数据孤岛”、数据拥有者之间的信任等制约数据要素价值实现的问题尚缺乏深入的认识。区块链技术的应用为数据要素发挥其作用、实现其价值提供了新的条件。本文通过对食品供应链的考察, 分析区块链技术在数据要素实现其经济价值中的作用。在阐述数据要素的内涵及其价值实现的机理的基础上, 通过对传统食品追溯系统与基于区块链的食品追溯系统的对比分析, 梳理了食品供应链中的数据要素及其发挥的作用; 进而归纳出区块链对数据要素价值实现的作用。本研究表明, 区块链技术的应用能够从增加数据要素的数量、打通“数据孤岛”、优化生产要素的配置方式、增进数据拥有者之间的信任、提升数据使用的安全性五个方面促进数据要素的价值实现。

**关键词:** 食品供应链; 区块链技术; 数据要素; 使用价值

**中图分类号:** F303.2      **文献标识码:** A      **文章编号:** 2096-6369 (2020) 03-0013-08

**引用格式:** 郑雪静,熊航.区块链如何促进数据要素的价值实现:以食品供应链为例[J].农业大数据学报,2020,02(03):13-20.

Zheng Xuejing, Xiong Hang. How the Blockchain Technology Facilitate Data to Realize Value: the Case of Food Supply Chain [J]. Journal of Agricultural Big Data, 2020, 02(03): 13-20.

## How the Blockchain Technology Facilitate Data to Realize Value: the Case of Food Supply Chain

Zheng Xuejing<sup>1</sup> Xiong Hang<sup>1,2\*</sup>

(1. College of Economics and Management, Huazhong Agricultural University, Wuhan, 430070;  
2. Macro Agriculture Research Institute, Huazhong Agricultural University, Wuhan, 430070)

**Abstract:** In the era of the digital economy, data, like labor, capital and technology, plays a fundamental role in economic activities, becoming a factor of production in the supply of goods and services. Currently, how the data factor realiz-

收稿日期: 2020-07-18

基金项目: 教育部人文社会科学研究一般项目“互联网社交媒体视角下的农业技术扩散路径与机制研究:以‘两型农业’技术为例”(编号: 20YJC790152), 华中农业大学自主科技创新基金项目(编号: 2662019YJ002)

第一作者简介: 郑雪静, 女, 本科, 研究方向: 农业大数据; E-mail: ZXJ15342272585@163.com

通讯作者: 熊航, 男, 博士, 研究方向: 农业大数据、智慧农业技术; E-mail: hxiong@hzau.edu.cn

es its value in economic activities are not sufficiently discussed. More studies are needed for addressing issues such as “isolated data islands” and distrust between data owners, that hinder the value realization of data factor. The blockchain technology provides a new condition for the data factor to play its role and realize its economic value. This paper, using the food supply chain as a case, to study roles of the blockchain technology in the realization of data’s economic value. By comparing traditional and blockchain-based food tractability system, we reveal the data involved in food supply chain and the roles they play, and then summarize how the blockchain technology influence data factor on realizing its economic value. Our study shows that the blockchain technology facilitates data’s value realization by increasing the amount of data, linking “isolated data islands”, optimizing the allocation of factors of production, improving the trusts between data users and enhancing the security in data use.

**Keywords:** food supply chain; blockchain technology; data as a factor of production; value in use

## 1 引言

随着大数据、人工智能、云计算、物联网等数字技术的应用和发展,人类社会迎来了继农业经济、工业经济之后的数字经济时代,数据的应用渗透到经济社会的各个领域,数据资源在产品和服务的生产中逐渐发挥与劳动力、资本、技术等具有同等重要的基础性作用。我国在政策上已经明确将数据纳为一项生产要素参与收益分配,在中国共产党第十九届中央委员会第四次全体会议通过的《中共中央关于坚持和完善中国特色社会主义制度 推进国家治理体系和治理能力现代化若干重大问题的决定》指出:“健全劳动、资本、土地、知识、技术、管理、数据等生产要素由市场评价贡献、按贡献决定报酬的机制”。传统产业大力推动数字化转型,数据驱动下的新产业新业态新模式不断涌现,数据这座巨大“矿藏”已经显示出前所未有的影响力。例如,中国信息通信研究院发布的《中国数字经济发展白皮书(2020年)》显示,2019年我国互联网数据服务(含数据中心业务、云计算业务)实现收入116.2亿元,同比增长25.6%。相比劳动力、资本等生产要素,数据作为数字经济时代核心的生产要素,主要通过以数据为研究对象、以数据为主要内容的数字技术来发挥作用。本文以数据要素作为研究对象,讨论以区块链为代表的数字技术的应用对数据要素在生产经营中发挥作用的影响。

区块链由于自身独特的结构决定其具有保证记录在其中的数据不被篡改的特性,增加了数据拥有者和使用者之间的信任,同时区块链技术的使用促使更多的数据被记录下来,极大地促进了数据的价值实现。食物供应链是区块链技术应用的重要领域,有效地收集、整合、共享和使用数据是实现提高食品供应

链的可追溯性从而解决食品安全和质量问题的关键<sup>[1]</sup>,区块链技术的应用对于促进数据在食品供应链中的价值实现具有重要意义<sup>[2]</sup>。

## 2 数据要素的内涵和价值实现

生产要素是指人们进行生产经营活动所需要的主要资源,是财富创造的基础和经济增长的主要源泉<sup>[3]</sup>。根据马克思主义政治经济学理论,传统的生产要素可分为劳动对象和劳动资料,前者的价值随劳动过程的进行一次性转移到新产品中,后者的价值则是逐步随其磨损而转移到新产品当中。二者在价值创造的过程中,本身的价值量都不发生变化,但对价值创造的实现发挥重要的基础性作用,主要表现为:第一,劳动对象是商品价值的载体,它不仅承载自身一次性转移的价值,而且也承载劳动力价值和剩余价值;第二,劳动资料特别是生产工具是价值传递的媒介,它将其自身因发生损耗而逐步转移的价值传递给劳动对象,更重要的是将活劳动所创造的新价值传递给劳动对象<sup>[4]</sup>。

作为生产要素的数据资源指的是用于表示客观事物的未经加工的原始素材的集合,包括声音、图像、视频、文字、符号等。相比传统的生产要素而言,数据有其独特的生产要素属性。在商品生产过程中,其价值通过人的脑力劳动保存或被转移,而自身融入到传统生产要素中,以提高其他生产要素的工作效率。数据本身不创造价值,但数据通过使用之后会引起价值的增加,这是因为数据是使用价值的源泉,而使用价值是价值的载体,因此数据也是实现价值创造的重要条件,是影响生产者实现商品价值并获得更多价值的重要因素。

在人工智能技术的推动下,数据创造使用价值的的能力被极大增强,这使得劳动者单位时间内生产出的使用价值增加,从而使得劳动生产率提高。

### 3 区块链与数据要素的价值实现

数据要素的价值实现依赖于对数据资源的深度开发和使用,区块链技术为收集、整合、挖掘和运用经济活动中的数据提供了新的手段和平台,能够促进数据要素的价值实现。

#### 3.1 区块链

区块链(Blockchain)的概念起源于2008年的比特币——一种点对点的电子现金系统的构想<sup>[5]</sup>。它是一种分布式的、去中心化的公共分类账,无需第三方的介入就可以安全、分散地保存数据。本质上而言,区块链是将数据区块依照时间次序链接起来形成的一种链式数据结构,它使用密码验证链接这些数据区块并根据使用数据的应用程序的类型来保存数据。储存在区块链上的信息极难被修改或者篡改,从而保证了数据的安全、可靠。

区块链中的数字化的交易信息被分组到不同的区块中,通过密码相互链接形成区块链。每个区块由区块头和区块体组成,区块头包含当前区块版本、父级区块的哈希值、Merkle根、时间戳和随机数等信息。新生成的区块将存储上一个区块的哈希值并以此为区块的标识,通过该方式形成一条从最新区块追溯到初始区块的数据链条;区块体通过散列函数中的哈希算法对数据进行运算最终得到一个根哈希值成为区块头的Merkle根,由于哈希算法的特性,两个完全相同的Merkle根包含的数据也完全相同,若某一基础数据发生改变,则Merkle根亦随之改变,据此可逐级定位到发生变化的数据<sup>[6]</sup>,保证了供应链系统中的数据可追溯,便于食品监管和必要时实现召回。区块链技术的应用主要有如下四个主要特点:一是去中心化:区块链使用分布式账本核算与储存,计算的时候调用分布在世界各地的计算机,使得管理中心性被弱化甚至消除,从而使得系统更具有抗故障的能力,减少了人为干预的可能。二是开放透明:区块链系统是开放的,公有链中除了交易双方的个人私有信息被加密外,其中的数据对查询者而言都是公开的,整个区块链网络运行规则高度透明。三是自治性:由于区块

链节点之间的数据交换遵循公开透明的固定算法,因此所有的客户端节点之间可以在信任的环境下开展数据交换,整个交易过程完全依靠对区块链系统的信任,数据交换完全靠整个客户端节点自治完成。四是安全性:区块链通过链式结构、数字加密和共识算法等技术保证区块链数据不可虚构、不可伪造、不可篡改等特点,有效保证数据的稳定可靠、安全且可追溯。

区块链技术已经被广泛地应用于数字货币、政府治理、存证防伪、商品溯源等诸多领域,本文以其在食品供应链中的应用为例,来阐释区块链对数据要素价值实现的意义。

#### 3.2 区块链在食品供应链中的应用

##### 3.2.1 食品供应链

食品供应链是“一组相互依存的公司通过紧密合作,共同管理农产品增值链中的商品和服务流,从而在尽可能低的成本下实现更高的客户价值”<sup>[7]</sup>。食品供应链是一个包含从食品原料供应商到最终消费者的经济利益主体的链式结构<sup>[8]</sup>。与其他行业相比,食品生产发生在更脆弱的价值链中,这需要耗费更多的精力来处理生产和存储等过程。另外,食品具有随时改变质量的自然特征,这使得确保食品的质量和成为一项挑战<sup>[9]</sup>。温度和运输等外部环境也会影响食品的质量和新鲜度。具有较长保质期的加工食品可能包含多种添加剂成分,生产过程非常复杂,意味着更高的产品质量风险,需要格外地注意原料质量和生产工艺<sup>[10]</sup>。因此,食品供应链中的每一步和每个供应商都对最终食品的质量和安全性至关重要。

食品安全追溯体系是一种设计用于食品生产和供应过程中追踪某一产品及其特性的信息记录与应用系统,记录食品供应链中的信息流,并且保障信息流的连续性。根据“GS1全球追溯标准”,完整的可追溯性体系列可包括管理以下内容:可追溯对象、参与方和位置的标识、标记和属性;(通过扫描或读取)自动采集涉及对象的移动或事件;记录和分享可追溯性数据(无论是内部还是供应链各方),以便实现已发生事件的可见性。食品追溯系统作为整个食品供应链的沟通工具和提供信息的工具,不仅向消费者提供真实可靠的信息,增加信息的透明度,保护消费者的知情权,使消费者及时全面了解食品质量状况,增强消费者的安全感,也是食品质量和安全监管的前提条件,为监管部门提供便利,增强监管工作的有效性。

### 3.2.2 食品追溯系统

食品追溯系统的核心目标是实现对食品生产、加工、流通和消费等各个环节的信息的顺向或逆向追踪,从而使得各类参与主体的生产经营活动处于有效的监控之中<sup>[11]</sup>。食品安全追溯根据方向不同,可分为跟踪和追溯两个过程。跟踪是指从上游到下游跟踪,当发生质量问题时,可以通过跟踪了解食品去向,便于评估影响并进行食品召回;追溯是指下游到上游的溯源过程,当出现食品安全问题时,可以向上查找定

位问题源并及时处理。在传统的食品追溯系统中,在食品流通的过程中,原料供应商、食品加工商、分销商、零售商分别将自己的食品状态信息进行记录并上传至政府监管部门,形成一个中心数据库(如图1所示)。由于数据的记录和上传都是各类生产经营主体单独对监管部门来实施,每类主体都可以只上传对自己有利的信息、屏蔽对自己不利的信息,甚至上传虚假的数据,使得大量数据没有被记录或以虚假的状态被记录下来,从而影响了数据的共享和使用。

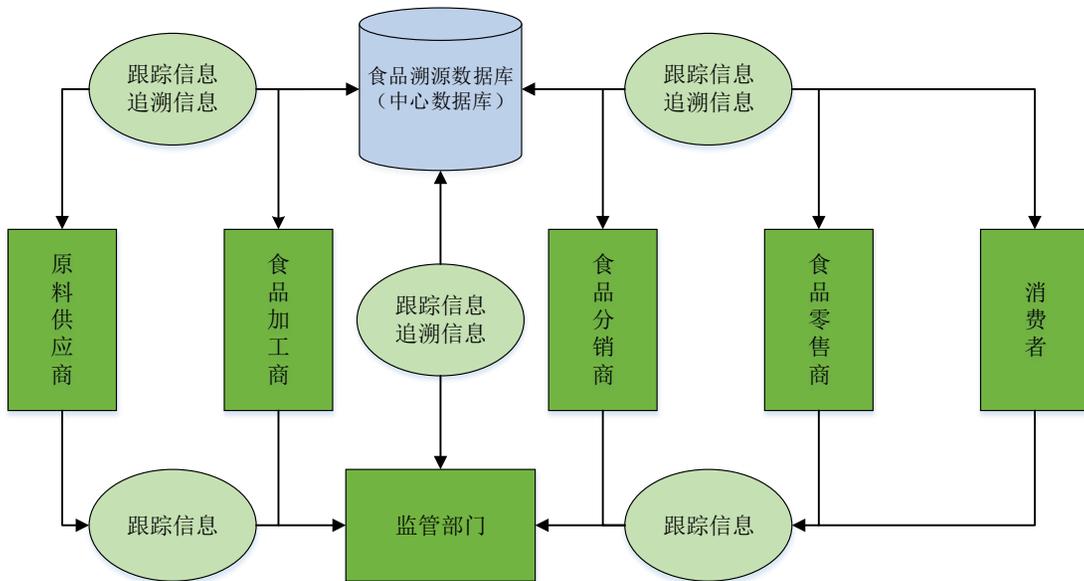


图1 传统的食品追溯系统  
Fig.1 Traditional food traceability system

引入区块链后,食品追溯系统中的中心数据库被各类生产经营主体与其上下游主体共同构建的分布式数据库所取代(如图2所示)。通过分布式数据记录与上传解决了参与主体之间的相关监督,从而保证了数据的真实性,同时促使各类主体充分记录和上传与食品数量和质量相关的数据<sup>[12]</sup>。更重要地,区块链技术提供的数据安全性使得物联网能够应用于食品供应链管理中。具体而言,区块链能够为通过物联网相连的无线电频率识别(RFID)、全球定位系统(GPS)、无线传感网络(WSN)建立信任机制,实现数据的透明运行和安全共享。物联网的运行具有自动化特点,这还可以提高监视和捕获信息的效率,减少产生人为错误的可能性<sup>[13]</sup>。分布式数据库的使用使得每个参与节点都能得到相同的数据,保证了各个环节的数据公开透明。各个节点都使用传感器等物联

网设备进行数据采集,同时自动上传到各个分布式数据库进行数据库同步,保证了数据能被充分的记录和使用及不可篡改。

### 3.3 食品供应链中的数据要素

#### 3.3.1 各个环节的数据

食品供应链中具体环节的内容及包含的数据如下:

(1)生产环节:生产环节涉及的主体为原料供应商。原料供应商将原材料输入系统,并记录品种、数量、生长条件(温度、湿度)、日期等。其中,物联网设备可以自动对温度、湿度等生长数据进行采集并存储到区块链的可追溯系统中。交易时,原料供应商与食品加工商签订数字合同,开始新的交易,并在区块链中创建记录,然后与下游的企业共享物流单位识别

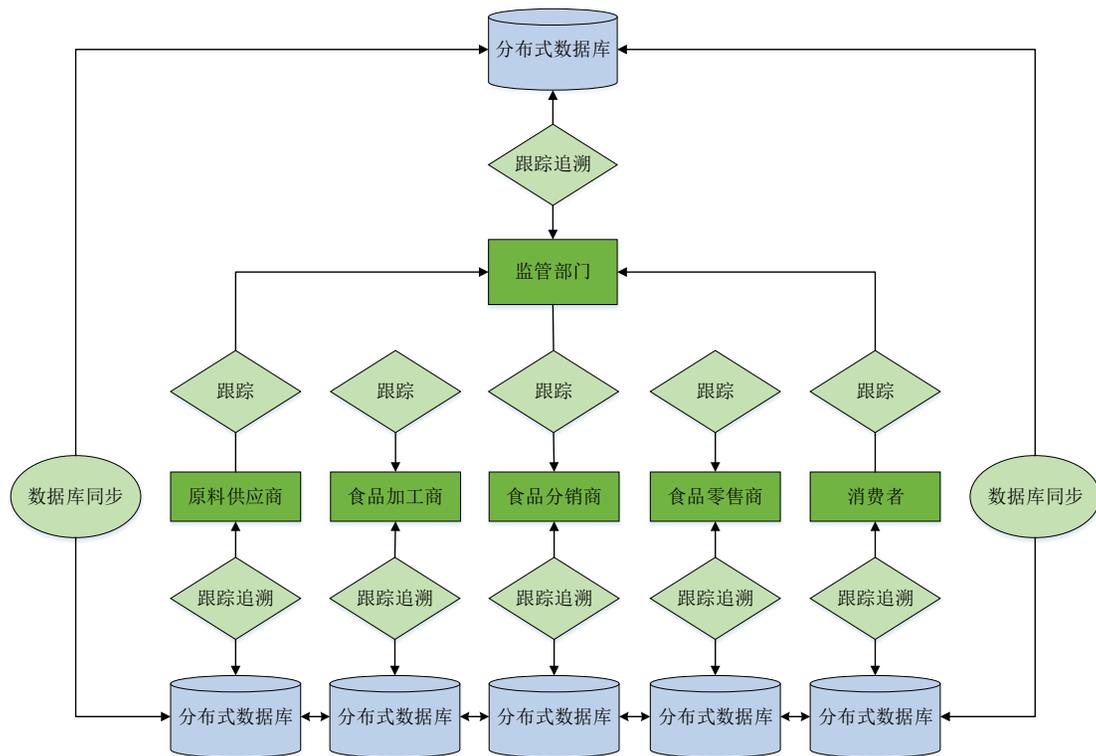


图 2 基于区块链的食品追溯系统

Fig.2 Blockchain-based Food traceability system

码、发货位置、发货日期等。

(2)加工环节:加工环节涉及的主体为食品加工商。可溯性信息包括商品名和品种名、添加剂、加工条件(如温度)、消毒和处理设备、操作员和最终产品标签等。在此阶段,食品加工商通过扫描标签将可追溯性信息存储到基于区块链的可追溯性系统中,需要与下游的企业共享贸易项目识别码、批号、贸易项目数量和发货人识别码、发货位置等。

(3)流通环节:流通环节涉及的主体有食品分销商和零售商以及参与食品运输的物流厂商,这些企业从上游采集贸易项目识别码、商品名称和品种、数量、发货人识别码等信息,并记录输出批号、收获日期、收货人识别码、向下游发货信息等,同时通过温度和湿度传感器实时监控物品的温度和湿度等环境数据。

(4)消费环节:消费环节涉及的主体为消费者和食品零售商。在消费过程中,产品一经售出,其售出信息将通过食品零售商的电子设备自动被存储在区块链中,该信息可能包括产品名称、销售时间、保质期、价格、评价等。

(5)监管环节:监管环节涉及的主体即食品监管部门,其随时可以检查相关数据是否完整,有没有被

篡改,通过扫描标识码得到产品的流通过程和相关信息并根据这些信息对生产商、加工商、分销商、零售商作出相应的调整或奖惩,并将作出调整或奖惩的信息储存在区块链中。

### 3.3.2 数据要素发挥的作用

数据作为一种生产要素通过内化过程提升了食品供应链的效率,让食品供应链得以更加持续地运行。在食品供应链中,这种内化过程分为内化在劳动对象和劳动资料及内化在活劳动中。前者表现为信息传递过程,信息在人与人、人与机器、机器与机器的交互中得到加强,从而实现信息增殖;后者表现为通过数据传递的有用信息,使其成为优化的脑力劳动。内化到活劳动中的数据要素,在其使用过程中,能增强劳动者的劳动技能,消除不必要的工作步骤提高劳动者的工作效率进而提升供应链的效率。数据要素在再生产过程的贡献是通过影响生产领域和流通领域中的时间和成本实现的,具体可以表现为以下几个方面:

(1)数据要素的使用可以缩短生产时间。生产时间包括劳动时间、劳动过程的正常中断时间和生产要素的储备时间。劳动者在劳动过程中根据数据传递

的信息可以更加及时和准确地进行决策,提高了劳动者的决策能力从而缩短了劳动者和劳动资料结合的时间,提高劳动生产率。生产者可以通过数据信息记录和分析原材料的生产周期、市场供求及出库、运输、入库的时间信息,有效缩短生产资料的储备时间,提高生产过程运行效率和资本使用效率。在数据推动的智能化生产过程中,通过对生产环节数字化的记录,配合其他相关技术对劳动对象的自然环境进行调节,可以缩短包括自然作用力和正常休工时间在内的劳动过程中断时间<sup>[14]</sup>。

(2)数据要素的使用可以降低生产成本。机器设备的数据化可以减少在劳动过程中与劳动力相结合的生产资料的损耗及设备故障导致劳动过程中断的损失。例如,制造企业中联重科股份有限公司通过应用工业大数据平台,“提升设备有效工作时长20%,节约人力、维修成本30%”<sup>[15]</sup>。新疆金凤科技股份有限公司通过对风电场的实时监控,使“关键零部件故障预警可以提前72小时,通过主动性维修,可以降低90%因该部件故障而产生的次生事故,每年减少因此导致的风场直接和间接损失可达千万元”<sup>[16]</sup>。

(3)数据要素的使用可以减少流通时间和成本。在流通环节,运用产品供给方和需求方的数据可以提高供需匹配的效率。当企业选择下游供应商时,基于对供应商产品质量和数量的信息,就能制定精准的采购方案,不仅可以缩短采购耗费的时间,同时还能减少采购的搜索和匹配成本。在企业销售产品的过程中,可以通过消费者行为数据的分析,精准推送产品信息和及时提供消费者所需的产品,提高成交的效率。例如,2018年,电商平台京东的智慧供应链“一盘货”履约系统,以大数据指导运营,帮助青岛啤酒公司实现精准的预测和补货,使得其仓储周转降低了27.44天,缺货率降低15%。

## 4 区块链技术对数据要素价值实现的作用

### 4.1 区块链能够激发数据资源的创造,增加数据要素的数量

区块链作为一个承载全过程相关数据的“账本”,对于完整记录生产经营全过程的数据提出了要求,往

往与数据获取手段配合使用,使得数据更多地被记录下来。在食品供应链中,传感器被广泛用于自动化捕获生产、加工和流通环节中的环境的温度、湿度等数据信息。例如,农田监控系统的使用,只需要在现场安装种类齐全的传感器(包括图像和视频),就可以自动、高频度、全天候不间断地收集植物生长环境的温度、湿度、光照和病虫害等信息,从而对植物的生长进行精准的监控和管理,其中产生的数据量呈惊人的速度增长。例如,从事农业供应链服务的“善粮味道”公司,以区块链技术为核心,物联网技术、无线通信技术及大数据技术为辅助,将每一粒大米从生产到销售的全过程都记录下来,包括种子的生长环境、气候温度、运输过程、客户等。因此,区块链的使用促进了可靠数据的收集,为利益相关者提供了更多的数据资源与信息,为数据要素的价值实现提供了更多的可能。

### 4.2 区块链有助于打通“数据孤岛”,提升或实现碎片数据的经济价值

区块链的去中心化和不可篡改等特点使得数据可以安全地在业务主体之间共享,从而打通“数据孤岛”,使得数据的价值得到充分发挥。对于整个食品供应链来说,有价值的信息不仅是各个独立系统产生的数据,而是系统之间整合共享所得出的数据,“数据孤岛”阻碍了这些数据的整合与共享。区块链技术的应用,将各个利益相关者拥有的数据库系统进行整合,提升了数据的利用价值,使得其能反映更多的信息。例如,医疗行业中大量的数据来自临床的信息,这些信息一般是割裂且不准确的,在数据的记录传输中也存在很多问题。智慧医疗公司医链集团通过区块链的使用把不同医院、医疗机构和社区所产生的数据串联在一起,使得这些原本孤立的数据源结合起来了,激活了原本孤立的碎片数据,从而有效地提升了数据的整体价值。

### 4.3 区块链能够改变生产要素的配置,优化经济活动的组织方式

区块链的应用使得更多的劳动者和资本投入到数据的收集、处理、运算中来,与之相关的岗位也逐渐兴起,如热门的区块链工程技术人员,在线学习服务师等职。越来越多的公司开始设置数据部门,包含数据收集专员、数据挖掘工程师和数据分析师等,与大

数据相关的企业也逐渐进入人们的视野,数据在经济活动中扮演的角色越发重要。区块链使得数据生产要素的使用增加,同时劳动力和资本的配置发生变化,优化了经济活动的组织方式。例如在食品供应链中的销售环节,消费者的付款方式伴随着以数据为核心的人工智能的兴起逐渐的智能化,最常使用的是支付宝的人脸识别直接进行刷脸支付,减少消费者排队等候的时间。

#### 4.4 区块链能够增加数据拥有者之间的信任,降低经济活动的交易成本

区块链的去中心化特性表示各类参与主体之间可以帮助彼此验证交易、保存记录的副本,并具有随时访问记录的权限<sup>[17]</sup>,这样就消除了中心化的信息垄断者,从而解决了参与主体之间的信息不对称问题,增强了数据拥有者之间的信任,使得建立在信任之上的经济活动的成本降低。在食品供应链中,供应链上下游企业在数据交换过程中面临着数据信任问题:一方面数据交互参与方身份的真实性、不可否认性、数据的完整性和不可篡改性缺乏保障;另一方面数据的信任无法连续传递阻碍了商品流、资金流、信息流、物流的统一,使得食品供应链的信息传递不畅<sup>[18]</sup>。零售业巨头沃尔玛联合清华大学和IBM将区块链系统应用食品供应链系统,以中国猪肉供应链和美国芒果供应链为试点,该试点项目取得良好的结果,消费者可以随时访问有关产品的详细信息,包括其原产地和加工环境等,减少了选购时时间成本;加工商还可以随时监控供应商的生产环节是否合格以确保原材料质量符合要求,减少了采购的搜索和匹配成本。

#### 4.5 区块链有助于提升数据使用的安全性,促进数据要素参与的经济活动

区块链的可追溯性使得数据采集、流通以及计算的每一步记录都可以保存在区块链上,使得数据的质量更有保障,也保证了数据分析结果的正确性。区块链提供了一种安全的数据存储和管理方式,从而促进了数据驱动的创新农业技术的开发和使用,使得数据要素越来越多地参与到经济活动中来<sup>[19]</sup>。例如食品供应链上游农产品种植生产中,智慧农业通过数据的采集和分析可以帮助更好的进行农业生产预测

和决策支持,机器设备通过大量的数据和算法实现智能化和精准化,后者则体现为人工智能的应用。智能植保机械、智能果蔬分拣设备、智能施药机器人等人工智能设备的使用大大节省了人力资源,使得农业资源的配置、规划和使用更加高效。北美最大的食品服务销售企业西斯科(SYSCO)能够占据美国整个食材配送行业市场20%左右的份额,依靠的正是其以区块链为核心的供应链系统,该供应链系统使得能够引入人工智能技术实现对每天15万次的配送量背后的海量订单数据、配送数据、订单管理、配送管理等信息任务的准确高效处理。

#### 参考文献

- [1] Mandrita Banerjee, Junghee Lee, Kim-Kwang Raymond Choo. A blockchain future for internet of things security: a position paper[J]. Digital Communications and Networks, 2018,4 (3):149-160.
- [2] Feng H, Wang X, Duan Y, et al. Applying blockchain technology to improve agri-food traceability: A review of development methods, benefits and challenges[J]. Journal of Cleaner Production, 2020:260.
- [3] 李政,周希祺.数据作为生产要素参与分配的政治经济学分析[J].学习与探索,2020,(1):109-115.  
Li Z, Zhou X Z. Political Economics analysis of data participating in distribution as factors of production[J]. Study & Exploration, 2020,(1):109-115.
- [4] 李石新,晏果茹.论要素生产在价值创造中的作用[J].湖北社会科学,2002,(8):87-88.  
Li S X, Yan G R. On the role of factor production in value creation[J]. Hubei Social Sciences, 2002,(8):87-88.
- [5] 汪普庆,瞿翔,熊航,等.区块链技术在食品安全管理中的应用研究[J].农业技术经济,2019,(9):82-90.  
Wang P Q, Qu X, Xiong H, et al. Application research of blockchain technology in food safety management[J]. Journal Of Agrotechnical Economics, 2019,(9):82-90.
- [6] Redaktion. Blockchain und recht[J]. Informatik-Spektrum, 2016, 39(5): 402-410.
- [7] Henk Folkerts, Hans Koehorst. Challenges in international food supply chains: Vertical co-ordination in the European agribusiness and food industries[J]. Supply Chain Manag. Int. J., 1997, 2(1):11-14.
- [8] Louise Manning. Food supply chain fraud the economic, environmental and socio-political consequences[J]. Advances in Food Security and Sustainability,2018,(3):253-276.
- [9] Myo Min Aung, Yoon Seok Chang. Traceability in a food

- supply chain: Safety and quality perspective[J]. Food Control, 2014, 39:172-184.
- [10] S.L. Ting, Y.K. Tse, G.T.S. Ho, et al. Mining logistics data to assure the quality in a sustainable food supply chain: A case in the red wine industry[J]. International Journal of Production Economics, 2014, 152: 200-209.
- [11] 方海. 国外食品安全信息化管理体系研究及对我国的借鉴意义[D]. 上海:华东师范大学,2006.
- Fang H. Research on foreign food safety information management system and its reference to my country[D]. Shanghai: East China Normal University,2006.
- [12] 柳祺祺,夏春萍. 基于区块链技术的农产品质量溯源系统的构建[J]. 高技术通讯,2019,(3):240-248.
- Liu Q Q, Xia C P. Construction of agricultural product quality traceability system based on blockchain technology[J]. Chinese High Technology Letters, 2019,(3):240-248.
- [13] Tian, F., 2017. A supply chain traceability system for food safety based on HACCP, blockchain & Internet of things. In: 2017 International Conference on Service Systems and Service Management[C]. IEEE, pp. 1-6..
- [14] 王胜利,樊悦. 论数据要素对经济增长的贡献[J]. 上海经济研究,2020,(7):32-39.
- Wang S L, Fan Y. On the contribution of data elements to economic growth[J]. Shanghai Economic Review, 2020,(7): 32-39.
- [15] 国家工业信息安全发展研究中心. 大数据优秀应用解决方案案例:工业、能源、交通卷[M]. 北京:人民出版社, 2018:45.
- National Enterprise Credit Information Publicity System. Cases of outstanding big data application solutions: industry, energy, transportation volume[M]. Beijing: People's Publishing House, 2018:45.
- [16] 国家工业信息安全发展研究中心. 大数据优秀应用解决方案案例:工业、能源、交通卷[M]. 北京:人民出版社, 2018:103.
- National Enterprise Credit Information Publicity System. Cases of outstanding big data application solutions: industry, energy, transportation volume[M]. Beijing: People's Publishing House, 2018:103.
- [17] Maciel M. Queiroz, Renato Telles, Silvia H. Bonilla. Blockchain and supply chain management integration a systematic review of the literature[J]. Supply Chain Management, 2019, 25(2): 241-254.
- [18] 王栋,石欣,陈智雨等. 区块链智能合约技术在供应链中的应用研究[J]. 网络空间安全,2018,(8):8-17.
- Wang D, Shi X, Chen Z Y, et al. Research on the application of blockchain smart contract technology in supply chain [J]. Cyberspace Security, 2018,(8):8-17.
- [19] Xiong H, Dalhaus T, Wang P Q, et al. Blockchain Technology for Agriculture: Applications and Rationale[J]. frontiers in Blockchain,2020, 3 (2020): 7.