# 区块链应用下生态农产品供应链优化

尚　杰，吉雪强

（东北林业大学 经济管理学院，黑龙江 哈尔滨 150040）

**摘　要：** 利用博弈模型，对生态农产品供应链内部契约合作稳定情况进行研究，并就区块链技术如何保障生态农产品供应链稳定运行进行分析。分析认为：生态农产品供应链稳定运行情况受到市场风险制约，区块链技术能通过改善生态农产品供应链内部信息不对称现象，增加生态农产品供应链内部交易节省成本并提高主体违约成本，同时增加生态农产品供应链主体长期合作得益及协调主体合作，从而保障生态农产品供应链稳定运行。在此基础上，结合区块链技术特征对区块链技术应用下生态农产品供应链结构设计进行了探讨并对部分可能出现的问题进行了讨论。

**关键词：** 区块链；生态农产品；农产品供给；交易成本

**中图分类号：** F724.6　　**文献标识码：** A　　**文章编号：** 1672－0202(2020)04－0067－09

## 一、引言

生态农产品供给与区块链是中国现代经济社会发展重要主题。十九大报告提出要提供更多优质生态产品，2018—2020 年中央“一号文件”也都强调增加生态农产品供给。农产品供应链是农产品稳定供应重要保障，推进生态农产品供应链稳定运行以保障生态农产品稳定供应对于满足人民优美生态环境需要有着重要意义。习近平总书记高度重视区块链，强调要加快推动区块链技术和产业创新发展。2020 年中央“一号文件”提出，要加快区块链在农业领域的应用。推动区块链应用于生态农产品供应链，一方面能够通过降低生态农产品供应链运营成本、提高供应链参与各方协同效率，从而推动生态农产品供应链稳定运行以保障生态农产品稳定供给；另一方面能够积极推动区块链和经济社会发展融合，推进区块链技术在实践中创新。

保障生态农产品供应链稳定运行对于经济社会发展有着重要意义，本文立足于区块链技术应用下生态农产品供应链优化这一主题，首先结合现有研究，就区块链技术应用于生态农产品供应链以保障生态农产品供应链稳定运行的研究基础，探讨并对现有研究进行总结以提出本研究创新点；然后利用博弈模型对生态农产品供应链内部契约合作稳定情况进行研究并就生态农产品供应链稳定运行影响因素进行理论分析，且就区块链技术作用途径进行深入讨论；最后基于分析结果结合区块链技术特征，探讨区块链技术应用下生态农产品供应链系统构建，并对部分可能存在的问题进行分析，以期保障生态农产品供应链稳定运行，满足人民不断增长的生态产品需求。

## 二、生态农产品供应链稳定运行与区块链技术

### （一）生态农产品供应链稳定运行存在制约

农产品供应链（ASC）是包含了农产品从生产资料供给到生产、加工、物流、配送各环节的供应

**收稿日期：** 2020－02－24　　**DOI：** 10.7671/j.issn.1672－0202.2020.04.007

**基金项目：** 国家自然科学基金项目（71573036）

**作者简介：** 尚　杰（1962—），女，黑龙江哈尔滨人，东北林业大学经济管理学院教授，主要研究方向为农业经济、环境科学与资源利用。E-mail：252358980@qq.com

体系[1]。结合农产品供应链内涵,本文认为生态农产品供应链是指包含生态农产品生产资料供应、生产、加工、物流及配送全过程,囊括生态农产品生产经营相关金融、法律、信息等配套资源形成的供应体系。

生态农产品供应链稳定运行与否对社会经济有着重要意义。但是,根据现有研究可知,供应链预期目标实现过程中,运行效率不理想或额外成本叠加会让其中至少50%~70%合作关系走向破裂或解体[2]。此外,在农业产业化过程中,由于供应链参与主体增多、供应链外部环境变化等因素,使得农产品供应链复杂化,各参与主体间权力不对称问题逐渐突显,供应链内部机会主义倾向明显,加剧农产品供应链冲突。就现阶段而言,农产品供应链各主体间合作有赖于彼此间信息沟通,而农产品供应链主体间信息沟通不顺将制约供应链发展[3]。在现实中供应链失败率高达50%以上,究其原因,在于供应链企业常采用隐藏私有信息的方式获得合作谈判优势[4]。显然,供应链运行不稳定现象已经引起了学者们重视,且信息不对称更是被作为造成供应链运行问题出现的重要原因。在保障农产品供应链稳定运行方面,一些学者也已经进行了探讨。伏红勇等[5]对不利天气影响下企业加农户型订单契约进行了设计,增强了供应链系统的稳健性。秦开大等[6]则对多不确定条件下订单农业的供应链风险进行了探索。焦民赤等[7]利用博弈理论对农户违约行为下公司与农户行为选择机理进行了研究,并提出相关策略。浦徐进等[8]考虑农产品供应链运作过程中农户公平偏好可能对农产品供应链运行的影响,并提出关系治理对策。现有研究对农产品供应链稳定运行问题的探讨能够为生态农产品供应链稳定运行情况改善提供参考,然而现有研究仍未能有效改善供应链信息不对称,生态农产品供应链稳定运行依然存在着制约。

**(二)区块链技术能优化生态农产品供应链以保障稳定运行**

在数据高度发达的大数据时代,经济学家们应当认识到新技术发展的重要意义,依靠科技手段能够有效解决信息约束和认知约束问题,在这一时代,信息不对称问题将得到较好解决[9]。区块链技术可以有效规制数据在网络环境下的产生和流动,降低甚至消除信息不对称和有限理性,重塑生产关系[10]。为此,通过区块链技术以改善甚至消除生态农产品供应链中信息不对称以保障生态农产品供应链稳定运行是具有理论支撑的。区块链最初作为比特币底层技术而受到各界注意[11]。区块链本质是分布式数据库,其集合了多种计算机技术,具有去中心化、安全透明、不可篡改、智能合约、可验证性等基础特征[12-13]。区块链所具有的技术特征相对于现阶段其在虚拟货币等领域应用,在供应链等多主体且需要建立信任机制的复杂环境中具有更大价值[14]。区块链在产品可追溯性、真实性和执行实时交易方面的能力将极大地提高食品可追溯性,进而对食品质量、安全和可持续性产生积极影响,此外区块链可以通过消除中介机构,降低风险,提高农产品供应链的效率,并确保农产品供应链的透明度和可追溯性[15]。可见,区块链对农产品供应链运作有着诸多优势,为了保障生态农产品供应链运行稳定,应当积极推进区块链与应用于生态农产品供应链。现有部分研究已经涉及区块链在农产品供应链应用。如霍红等[16]就区块链应用下农产品质量安全监管问题进行了分析。王志铧等[17]提出了一种基于区块链的农产品柔性可信溯源解决方案。付豪等[18]讨论了大数据时代农业业态的产业链治理机制,指出机会主义在基于区块链的农业产业链治理中被有效约束。

推动区块链技术在生态农产品供应链中应用,发挥区块链优势以稳定生态农产品供应链运行是现实需要且有着技术和理论支撑。然而,生态农产品供应链运行过程中出现各种违约行为导致生态农产品供应链稳定运行受阻根源依然有待探讨。现有研究就区块链技术在农产品供应链的应用进行了初步分析,但是区块链技术对农产品供应链稳定运行作用渠道尚未明晰。为此,下面基于博弈模型对生态农产品供应链契约合作问题进行分析,并就区块链技术如何通过解决生态农产品供应链内部信息问题而保障生态农产品供应链稳定运行进行探讨。

## 三、博弈视角下生态农产品供应链稳定情况分析

### (一)博弈假设

供应链合作的实质是一种契约关系[19]。契约是促成供应链企业战略合作的重要纽带[20]。生态农产品供应链实质上是围绕生态农产品展开的契约合作。涂国平等[21]认为市场风险是造成违约行为的根源。当供应链主体间契约出现问题时,供应链运作便会受到影响,从而干扰供应链稳定运行。为了研究生态农产品供应链主体间契约合作情况,本文在参考现有研究基础上进行博弈分析,以探究生态农产品供应链稳定运行区间。为了简化研究,特做出以下假设:

(1)为突出研究重点,将生态农产品供应链系统进行简化。在生态农产品供应链系统中存在两个主体,分别为上游供应商主体 A 以及核心企业 B(可能是农户与采购商之间、合作社和采购商之间、采购商和分销商之间等各种生态农产品供应链合作关系。)

(2)交易双方是有限理性的经济人。

(3)主体双方在生态农产品供应链内部签订契约(产品交易等各种契约都有可能,为了简化研究,假设两者间签订产品交易契约,交易的产品为生态农产品,上游供应链 A 提供初级生态农产品,核心企业 B 对初级生态农产品进行加工并出售)。主体 A 与主体 B 有违约与履约两种选择,当一方违约时,考虑到供应链内部信息沟通便捷性,违约主体将失去供应链其余主体信任,将被迫退出生态农产品供应链。

(4)主体 A 和主体 B 在生态农产品供应链内部进行交易,因此相对于供应链外交易双方都可节省一定成本。假定双方交易单位生态农产品时上游供应商主体 A 可节约交易费用 $E_A(E_A>0)$,核心企业主体 B 可节约交易费用 $E_B(E_B>0)$

(5)根据生态农产品供应链内部契约单位生态农产品交易价为 $P_c$,供应链外生态农产品交易则在供应链内部契约价 $P_c$ 上下以幅度 $X$ 波动,单位生态农产品供应链外采购价格 $P_M$。当供应链主体违约时需要缴纳违约金,每单位生态农产品需要缴纳违约金为 $\theta(\theta>0)$。双方约定合同交易量 $Q$。

(7)主体 B 购入初级生态农产品加工后的纯利润为 $F$,且不受行情影响。

(8)供应商 A 每交易单位生态农产品其总成本为 $\bar{\omega}$,不考虑资产专用性。

(9)生态农产品供应链合作应当考虑长期合作收益,其中主体 A 在供应链中长期合作可获得收益为 $R_{CA}$,主体 B 在供应链中长期合作可获得收益 $R_{CB}$。此外若供应链主体退出供应链交易而长期与市场其余主体进行合作同样会有市场长期收益,主体 A 和主体 B 市场长期合作收益为 $R_{MA}$ 和 $R_{MB}$。

### (二)生态农产品供应链交易博弈

O 表示遵守生态农产品供应链交易契约,D 表示违背生态农产品供应链交易契约。得双方得益矩阵,如下表:

**表 1　生态农产品供应链交易得益矩阵**

| A \ B | 履约 O | 违约 D |
|---|---|---|
| 履约 O | $(P_C-\bar{\omega})Q+R_{CA}Q,(F+P_M-P_C)Q+R_{CB}Q$ | $(P_M-\bar{\omega}-E_A+\theta)Q+R_{CA}Q,(F-E_B-\theta)Q+R_{MB}Q$ |
| 违约 D | $(P_M-\bar{\omega}-E_A-\theta)Q+R_{MA}Q,(F-E_B+\theta)Q+R_{CB}Q$ | $(P_M-\bar{\omega}-E_A)Q+R_{MA}Q,(F-E_B)Q+R_{MB}Q$ |

设生态农产品供应链主体效用水平函数为

$$u(z_1+z_2)=z_1+z_2 \tag{1}$$

当生态农产品供应链外交易价格行情较好时,单位生态农产品交易价格要比供应链内部契约交易价格要高,即 $P_M-P_C=X\geqslant 0$ 时。核心企业 B 倾向于履约,生态农产品供应商 A 虽然有将生态农产品进行供应链外交易以获得更多收益的倾向,但考虑到违约惩罚以及长期合作得益,因此供应链双方都有选择"履约"和"违约"的可能。在这种情形下,核心企业 B 将选择在供应链内部按照契约进行交易,因为通过供应链内部契约进行采购其能够获得稳定生态农产品供应,并且可以减少交易费用,则核心企业 B 长期在供应链内部进行生态农产品交易效用不小于在供应链外进行交易效用,即

$$U_{B(T=i)}(R_{CB})\geqslant U_{B(T=i+1)}(R_{MB}) \tag{2}$$

由表 1 及式(2)得

$$U_B(O_B,O_A)-U_B(D_B,O_A)=(X+E_B+\theta)Q+(R_{CB}-R_{MB})Q\geqslant 0 \tag{3}$$

$$U_B(O_B,D_A)-U_B(D_B,D_A)=\theta Q+(R_{CB}-R_{MB})Q\geqslant 0 \tag{4}$$

综合式(2)、(3)和(4),可知 $U_B(O_B,S_A)-U_B(D_B,S_A)\geqslant 0$,即无论上游供应商 A 采取何种策略,核心企业 B 通过供应链内部契约交易获得初级生态农产品效用不小于在供应链外采购,所以可知 $U_B(O_B,S_A)\geqslant U_B(D_B,S_A)$,即遵守契约在供应链内部采购生态农产品是核心企业 B 的占优战略。生态农产品供应商 A 考虑在供应链内部按照契约进行交易能够稳定销路,因此可得

$$U_A(R_{CA})\geqslant U_A(R_{MA}) \tag{5}$$

由表 1 得

$$U_A(D_A,O_B)-U_A(O_A,O_B)=(X-E_A-\theta)Q+(R_{MA}-R_{CA})Q \tag{6}$$

根据式(6)可知,当 $X>E_A+\theta+R_{CA}-R_{MA}$,则 $U_A(D_A,O_B)-U_A(O_A,O_B)>0$,此时主体 A 的占优策略是违约,$(D,O)$ 为博弈的均衡解。当 $0<X\leqslant E_A+\theta+R_{CA}-R_{MA}$ 时,$U_A(D_A,O_B)-U_A(O_A,O_B)\leqslant 0$,此时主体 A 的占优策略是履行生态农产品供应链内交易契约,$(O,O)$ 为博弈均衡解。

(2)当生态农产品供应链外交易价格要低于供应链契约交易价格时,即 $P_M-P_C=X<0$ 时。

由表 1 及式(5)得

$$U_A(O_A.O_B)-U_A(D_A.O_B)=(-X+E_A+\theta)Q+(R_{CA}-R_{MA})Q\geqslant 0 \tag{7}$$

$$U_A(O_A,D_B)-U_A(D_A,D_B)=\theta Q+(R_{CA}-R_{MA})Q\geqslant 0 \tag{8}$$

综合式(7)和(8),有

$U_A(O_A.S_B)-U_A(D_A.S_B)\geqslant 0$,即 $U_A(O_A.S_B)\geqslant U_A(D_A.S_B)$,因此当 $P_M-P_C=X<0$ 时,主体 A 按照供应链内部交易契约进行交易为其占优策略。此时,由表 1 得

$$U_B(D_B,O_A)-U_B(O_B,O_A)=(-X-E_B-\theta)Q+(R_{MB}-R_{CB})Q \tag{9}$$

当 $x<-E_B-\theta-(R_{CB}-R_{MB})$ 时,$U_B(D_B,O_A)-U_B(O_B,O_A)>0$,此时核心企业 B 的占优策略是违约,$(O,D)$ 为博弈均衡解。当 $-E_B-\theta-(R_{CB}-R_{MB})\leqslant x<0$ 时,$U_B(D_B,O_A)-U_B(O_B,O_A)<0$,此时核心企业 B 占优策略是履约,$(O,O)$ 为博弈均衡解。

综上可得,当生态农产品市场价格波动在区间 $(E_A+\theta+R_{CA}-R_{MA},+\infty)$ 时生态农产品供应商 A 会出现违约行为,即生态农产品供应链内部合作出现问题,生态农产品供应链稳定运行将会受到制约。当生态农产品市场价格波动区间为 $[-\infty,-E_B-\theta-(R_{CB}-R_{MB})]$ 时生态农产品供应链中的核心企业 B 将会出现违约行为,此时生态农产品供应链稳定运行依然受到制约。因此,只有当生态农产品的市场价格波动在违约区间之外,即当生态农产品市场价格波动在 $[-E_B-\theta-(R_{CB}-R_{MB}),E_A+\theta+R_{CA}-R_{MA}]$ 区间时生态农产品供应链主体间才不会出现违约行为。

### (三)影响生态农产品供应链契约合作的因素

假定生态农产品供应链外部交易价格在供应链契约价格 $P_C$ 上下以幅度 X 波动,且 $X \sim N(\mu,1)$,其分布函数为 F(x),其中 $\Phi(x) \sim N(0,1)$的标准正态分布,假设生态农产品供应链主体按照供应链契约合作概率为 $\eta$,根据上文分析获得的生态农产品供应链主体稳定合作价格波动区间 $[-E_B-\theta-(R_{CB}-R_{MB}),E_A+\theta+R_{CA}-R_{MA}]$得:

$$\begin{aligned}\eta &= \Phi(E_A+\theta+R_{CA}-R_{MA}-\mu)-\Phi[-E_B-\theta-(R_{CB}-R_{MB})-\mu]-1\\ &= \Phi(E_A+\theta+R_{CA}-R_{MA}-\mu)+\Phi[E_B+\theta+(R_{CB}-R_{MB})+\mu]-1\end{aligned} \tag{10}$$

由上式可知,期望值 $\mu$,供应链内部交易节省成本 $E_A$,$E_B$,违约金 $\theta$,以及主体参与供应链交易长期合作所获得的得益增值$(R_{CA}-R_{MA})$、$(R_{CB}-R_{MB})$,这些因素会对生态农产品供应链稳定产生影响。

由式(10)得

$$\eta = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\left(\int_{-\infty}^{E_A+\theta+R_{CA}-R_{MA}-\mu} e^{\frac{t^2}{2}}dt + \int_{-\infty}^{E_B+\theta+R_{CB}-R_{MB}+\mu} e^{\frac{t^2}{2}}dt\right) \tag{11}$$

将式(11)分别对期望值$\mu$,供应链内部交易节省成本 $E_A$,$E_B$,违约金 $\theta$,以及主体参与供应链交易长期合作所获得的得益增值$(R_{CA}-R_{MA})$、$(R_{CB}-R_{MB})$求一阶偏导可得:

$$\frac{\partial\eta}{\partial E_A} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(E_A+\theta+R_{CA}-R_{MA}-\mu)^2}{2}} > 0 \tag{12}$$

得

$$\frac{\partial\eta}{\partial E_B} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(E_B+\theta+R_{CB}-R_{MB}+\mu)^2}{2}} > 0 \tag{13}$$

$$\frac{\partial\eta}{\partial\theta} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\left[e^{-\frac{(E_A+\theta+R_{CA}-R_{MA}-\mu)^2}{2}} + e^{-\frac{(E_B+\theta+R_{CB}-R_{MB}+\mu)^2}{2}}\right] > 0 \tag{14}$$

$$\frac{\partial\eta}{\partial(R_{CA}-R_{MA})} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(E_A+\theta+R_{CA}-R_{MA}-\mu)^2}{2}} > 0 \tag{15}$$

$$\frac{\partial\eta}{\partial(R_{CB}-R_{MB})} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(E_B+\theta+R_{CB}-R_{MB}+\mu)^2}{2}} > 0 \tag{16}$$

$$\frac{\partial\eta}{\partial\mu} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\left[-e^{-\frac{(E_A+\theta+R_{CA}-R_{MA}-\mu)^2}{2}} + e^{-\frac{(E_B+\theta+R_{CB}-R_{MB}+\mu)^2}{2}}\right] > 0 \tag{17}$$

$\eta$ 为供应链内部交易节省成本 $E_A$,$E_B$,违约金 $\theta$,以及主体参与供应链交易长期合作所获得的得益增值$(R_{CA}-R_{MA})$、$(R_{CB}-R_{MB})$,期望值 $\mu$ 的增函数。

令$\frac{\partial\eta}{\partial\mu}=0$,则有 $\mu=\frac{E_A-E_B+(R_{CA}-R_{MA})-(R_{CB}-R_{MB})}{2}$,此时$\frac{\partial^2\eta}{\partial^2\mu}<0$,$\eta$ 取最大值。

由此可知,生态农产品内部交易契约价格最佳价格并非是生态农产品交易市场价格,因为当 $\mu=0$ 时,生态农产品供应链主体双方履约率并没有达到最大值。且从履约率取最大时期望值的情况可以看出,生态农产品供应链内部契约价格应当是主体协调之后双方都能接受的价格,这需要生态农产品供应链内部建立良好的协调机制。

因此,生态农产品供应链内部交易所能为主体节省成本越高,违反契约后受到惩罚越大,以及供应链内部长期合作得益增值越多,生态农产品供应链主体协调机制越完善,越有利于保障生态农产品供应链稳定运行。

### (四)区块链作用途径

通过上文分析可知生态农产品供应链稳定运行有赖于供应链内部交易节省成本、违约成本、供应链内部长期合作得益、主体间协调机制等因素作用。区块链技术对生态农产品供应链稳定情况影响同样通过作用于这些因素而实现。区块链技术能够通过改善生态农产品供应链内部信息不对称现象而增加生态农产品供应链内部交易节省成本并提高主体违约成本,同时增加生态农产品供应链主体长期合作得益及协调主体合作,以此保障生态农产品供应链系统稳定运行。

区块链技术具有去中心化等重要特征。梅兰妮·斯万[22]认为区块链的共识网络协议具有重大意义,作为去中心化技术的代表,区块链将改变人类生活实践。区块链融合了哈希函数、非对称加密、时间戳等技术以保障信息安全透明。鲍勇剑等[23]认为区块链从信息学角度利用公私钥匙、历史时序、哈希值等技术确保信息传递无疑。张夏恒[24]则认为区块链应用下数据具有不可篡改特性。区块链上的智能合约可灵活嵌入各种数据和资产,提高供应链交易效率[25]。

区块链技术能够使信息对所有主体可见,应用区块链技术之后,由于生态农产品供应链相关数据被加密保存在区块的 Merkle 树中,随区块被同步到多个供应链节点中并持久化,相邻区块前后通过 Hash 值产生密切关联,使得生态农产品供应链信息修改成本和难度大大增加,这有效提高了生态农产品供应链内部信息沟通效率,且增强了生态农产品供应链信息真实性。去中心化分布式网络使得生态农产品供应链主体之间信息沟通及共享处于平等低位,在生态农产品供应链内部建立起良性资源分配与利益共享协调机制,促进生态农产品供应链主体之间的协调合作。信息沟通效率提升能够进一步提高生态农产品供应链内部交易节省成本。多中心分布的数据及信息修改成本增加使得主体一旦采取违约行为其暴露风险便会加大而要通过修改信息进行掩饰则需要付出更多成本,这使得供应链内部违约成本大大增加。便捷的信息沟通和真实信息展示能够使消费者对生态农产品质量信心提升,为生态农产品供应链带来更多利润。此外,将区块链技术应用于生态农产品供应链,可以有效利用区块链贸易智能合约,当设定好输入和输出格式和条件,检测到合约达成即触发执行,从而提高生态农产品交易速率及质量,这将减少生态农产品供应链内部主体交易成本投入。通过应用区块链技术能够在生态农产品供应链系统内部实现内置证书等密码学机制的主体身份验证功能,确保只有生态供应链中指定的组织成员才能对信息发起操作,且当信息发生问题时可以直接追责溯源,身份的确定性保证了生态农产品供应链主体之间互相信任,减少了一般市场交易中信任确定过程所花费的资金及时间,进一步降低交易成本且使得主体间协作关系更为紧密。随着供应链内部交易时间的增加,区块链技术应用成本将分摊到长期合作之中,且区块链技术对生态农产品供应链的积极作用将进一步显现,主体在供应链内部长期交易得益也将提升。

## 四、区块链技术应用下的生态农产品供应链优化

### (一)生态农产品供应链设计优化

贺超等[16]对区块链与一般供应链的结合进行了分析,将区块链与供应链结合分为三个层次。在结合生态农产品供应链特征基础上参考贺超等学者的研究,将区块链技术在生态农产品供应链中应用分为物理层、区块链应用层、业务层等三个层次,下面结合生态农产品供应链特征就区块链应用下生态农产品供应链优化设计进行讨论。

1. 物理层获取信息。在物理层生态农产品供应链主体可以通过使用无线射频、二维码、传感器等终端并通过区块链智能合约定义的数据接口,将生态农产品生产资料、生态农产品及其各种加工产品相关信息与对应的生产种植情况、生态农产品品质审核情况、市场交易情况、产品物流仓

储状态等相关信息传输至区块链中,从而实现生态农产品供应链全过程信息化。

2. 应用层信息应用。在区块链应用层,生态农产品供应链主体私有链中区块链技术能够实现主体内部信息共享和多节点储存从而提升生态农产品供应链主体内部信息沟通效率,实现各主体自身经营成本的降低。在生态农产品供应链联盟链中更是通过分布式信息储存、智能合约等渠道实现信息共享和快速交易,使得生态农产品供应链内部信息不对称问题得到改善。信息共享水平和沟通效率的提升,为生态农产品供应链稳定运行提供了有效信息支撑,从而推动各主体相互协调,以更好的发挥供应链主体作用;通过分布式账本应用使得生态农产品供应链各节点数据信息形成并联,即使其中某一主体信息发生遗失或损坏,但不会影响到供应链其余节点,从而降低了生态农产品供应链信息断裂风险;产品审核是保障农产品质量的重要步骤,消费者对生态农产品品质有着较高要求,为此生态农产品品质审核过程信息必须是安全且真实的,在生态农产品供应链中使用区块链技术使得相关信息区块会储存上区块的区块头哈希值,从而形成以时间为序的信息链条,且链条信息的修改需要有 50% 以上的节点认证,极大的提升了信息伪造成本,有利于减少供应链内部的信息失真所带来的不信任问题;通过构建产消者一体云平台将生态农产品消费者纳入区块链中,使得消费者可以获得生态农产品相关信息,且及时反映消费需求;在区块链技术应用下的生态农产品供应链中,供应链主体间通过多重签名技术、图灵完备技术、自主代理人技术推动区块链智能合约交易,提升了生态农产品供应链内部交易效率。

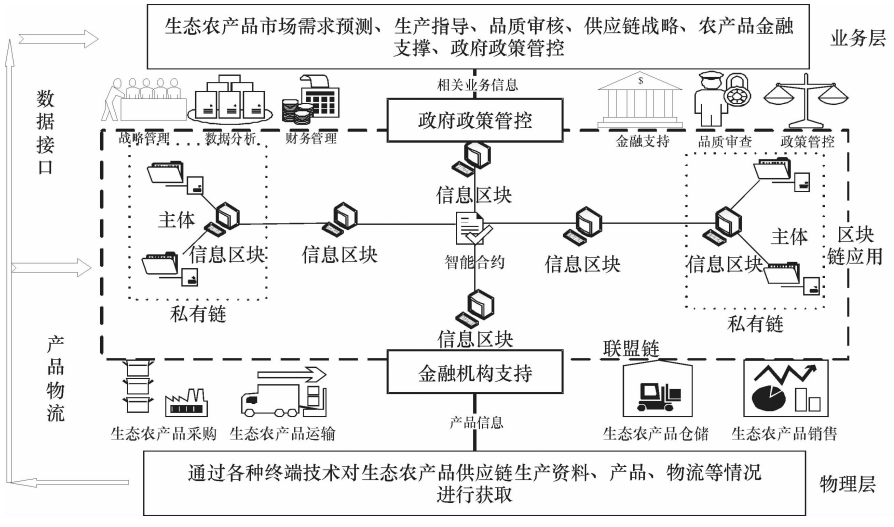



**图 1　区块链技术应用下生态农产品供应链系统层次结构图**

3. 业务层支持运行。在生态农产品供应链内企业等主体基于区块链技术,可以迅速获得真实且充足的信息数据,基于供应链内其余主体运行情况更好的进行,企业发展战略制定和财务管理等活动。此外,通过引入区块链技术,实现信息共享和提高信息真实性。当政府和金融机构作为参与成员进入之时,生态农产品供应链运行真实信息可以被政府及金融机构获得,从而更好发挥政策和金融保障作用,推动生态农产品供应链稳定运行以及对产品质量和环境影响进行监督。

### (二)可能存在的问题

运用区块链技术以优化生态农产品供应链有着较好理论和技术支撑,且有着现实需求,但是区块链技术在生态农产品供应链应用中仍需要考虑以下问题:

1. 区块链构建成本分担。区块链技术作为前沿技术,其在农业领域应用需要技术设备的更新及人才的引进,为此需要投入更多成本。当引进新技术成本过高时,部分主体基于利益考量将退

出这一供应链。为此,在推动区块链技术应用于生态农产品供应链之时需要政府、金融机构、核心主体、参与主体共同协调。政府应当考虑到区块链技术应用下生态农产品供应链优化所具有的社会效益和环境效益提供政策支撑;区块链技术应用下能带来供应链金融优化而使金融机构获利,金融机构应当在综合供应链发展情况基础上为区块链技术应用提供长期金融支持;核心主体当发挥供应链领导作用协同各主体进行成本分摊。

2. 农户自身能力局限。农户是生态农产品供应链的重要参与者,是生态农产品的直接生产者,对生态农产品供应链稳定运行有着重要作用。消费者在对生态农产品进行消费之时,生产环节是否绿色是其重要关注。但是,农户在资金、技术、信息等方面存在弱势,其对于区块链技术更是了解甚少,难以有效融入区块链运作之中。为此,政府与核心主体要通过政策扶持和技术指导以降低农户参与成本和提升其相关知识,减少农户参与供应链阻力,同时通过补贴安装检测终端和开发农企交流云平台以实现对生态农产品生产环节信息有效采集和共享。

3. 初始信息真实性。虽然区块链技术具有不可篡改等特性,使得生态农产品供应链信息真实性得到增强,但是其对于初始信息的真实性却难以有效制约。区块链技术推动供应链内主体信息共享,使得各主体间形成制约,在一定程度上能减少生态农产品相关信息的造假行为。但是,由于对初始信息验证仍需付出时间、人力等成本,部分主体仍会怀有为保护自身利益通过谎报成本获得额外收益等机会主义动机。尤其在生态农产品供应链这种涉及诸多主体,且部分主体分布广且规模小的系统中,使得初始信息真实性监管更为困难。为此在应用区块链技术基础上还需要通过制定合理有效的生态农产品供应链利益分配机制和信息共享激励机制,实现技术约束和制度激励共同作用,以维护生态农产品供应链信息真实性。

## 五、结论与讨论

推动区块链技术在生态农产品供应链中应用,发挥区块链优势以稳定生态农产品供应链运行是现实的迫切需要,且有着技术和理论支撑。但是相关研究就区块链技术对供应链稳定运行作用渠道探讨仍有不足。为此,本文在现有研究基础上基于博弈模型对生态农产品供应链内部契约合作问题进行分析,并结合区块链技术特征就其作用渠道进行探讨。研究发现区块链技术能通过改善生态农产品供应链内部信息不对称现象而增加生态农产品供应链内部交易节省成本并提高主体违约成本,同时增加生态供应链主体长期合作得益及协调主体合作,以此保障生态农产品供应链稳定运行。在此基础上,结合现有研究初步对区块链技术应用下生态农产品供应链层次结构设计进行了探讨,且就区块链技术应用于生态农产品供应链所可能存在的问题进行了讨论。本文所进行的理论研究对于区块链技术应用于生态农产品供应链有着一定指导作用,但是现实中区块链技术的应用及其对供应链作用机制更为复杂,有待于结合实际运行情况进行进一步研究。

**参考文献:**

[1]何明珂,王文举. 现代供应链发展的国际镜鉴与中国策略[J]. 改革, 2018(1):22 - 35.
[2]GERWIN D. Coordinating new product development in strategic alliances[J]. Academy of management review,2004(2):241 - 257.
[3]赵晓飞. 我国现代农产品供应链体系构建研究[J]. 农业经济问题, 2012(1):17 - 24
[4]张敬,李凤华,魏旭光. 供应链治理模式选择的理论溯源与研究展望[J]. 管理现代化,2019(6):115 - 120.
[5]付红勇,但斌. 不利天气影响下"公司 + 农户"型订单契约设计[J]. 中国管理科学, 2015 (11) :128 - 137.
[6]秦开大,李腾. 多不确定条件下的订单农业供应链研究[J]. 经济问题 , 2016 (2) :111 - 116.
[7]焦民赤,薛兴利. 订单农业中农户违约行为的博弈分析与规避策略[J]. 山东社会科学,2015(6):122 - 127.
[8]浦徐进,朱秋鹰,路璐. 参照点效应、公平偏好和"龙头企业 + 农户"供应链关系治理[J]. 管理工程学报,2016

(2):116 - 123.
[9]何大安. 互联网应用扩张与微观经济学基础——基于未来"数据与数据对话"的理论解说[J]. 经济研究,2018(8):177 - 192.
[10]李晓,刘正刚. 基于区块链技术的供应链智能治理机制. 中国流通经济,2017(11):34 - 44.
[11]NAKAMOTO S. Bitcoin:A Peer - to - Peer Electronic Cash System. [EB/OL]. (2008 - 11 - 01) [2020 - 02 - 04]. https://bitcoin. org/bitcoin. pdf
[12]邵奇峰,金澈清,张召,等. 区块链技术:架构及进展[J]. 计算机学报,2017(11):1 - 21.
[13]周茂君,秦文琰. 区块链 3.0 时代电商信用体系的重构[J]. 学习与实践,2019(11):47 - 56.
[14]贺超,刘一锋. 融合区块链的新型供应链模式研究[J]. 管理现代化,2020(1):84 - 87.
[15]YIANNAS F. A new era of food transparency powered by blockchain[J]. Innovations Technology Governance Globalization,2018(1):46 - 56.
[16]霍红, 詹帅. 集成供应链视角下农产品质量安全全过程监管体系构建[J]. 中国科技论坛, 2019(8):105 - 113.
[17]王志铧,柳平增,宋成宝,等. 基于区块链的农产品柔性可信溯源系统研究[J/OL]. [2020 - 02 - 15]. https://doi - org - s. webvpn. nefu. edu. cn/10. 19678/j. issn. 1000 - 3428. 0056262.
[18]付豪,赵翠萍,程传兴. 区块链嵌入、约束打破与农业产业链治理[J]. 农业经济问题,2019(12):108 - 117.
[19]陈长彬, 杨忠. 供应链合作关系及其契约性[J]. 经济问题探索, 2008(2):91 - 97.
[20]于辉, 邓杰. 零售商股权融资的供应链契约结构分析[J]. 中国管理科学, 2019(3):41 - 52.
[21]涂国平,冷碧滨. 基于博弈模型的"公司 + 农户"模式契约稳定性及模式优化[J]. 中国管理科学,2010(3):148 - 157.
[22]梅兰妮·斯万. 区块链:新经济蓝图及导读[M]. 龚鸣,等,译. 北京:新星出版社,2016:27.
[23]鲍勇剑,袁文龙,董冬冬. 区块链改造组织信任[J]. 清华管理评论,2018(10):50 - 63.
[24]张夏恒. 基于区块链的供应链管理模式优化[J]. 中国流通经济,2018(8):42 - 50.
[25]欧阳丽炜,王帅,袁勇,等. 区块链智能合约的发展现状:架构、应用与发展趋势[J]. 自动化学报,2019(9):1 - 13.

# Optimization of Ecological Agricultural Supply Chain Based on Block Chain Application

SHANG jie, JI Xue-qiang
(*School of Economics and Management*, *Northeast Forestry University*, *Harbin* 150040, *China*)

**Abstract**: Using the game model, this paper studies the internal contract cooperation stability of ecological agricultural products supply chain and analyzes how block chain technology can guarantee the stable operation of ecological agricultural products supply chain. The research finds that: the stable operation of the supply chain of ecological agricultural products is restricted by the market risk; the block chain technology can increase the cost saving by holding down the information asymmetry and increasing the breach costs of the main body in the supply chain of ecological agricultural products; and increase the long-term cooperation benefit of the main body and coordinate the main body cooperation, so as to ensure the stable operation. On this basis, the structure design and some possible issues of ecological agricultural products supply chain under the application of block chain technology have been discussed.

**Key Words**: block chain; ecological products; agricultural products supply; transaction cost