食品工业科技
SCIENCE AND TECHNOLOGY OF FOOD INDUSTRY
● 荷兰《文摘与引文数据库》Scopus ● 美国《化学文摘》CA
● 瑞典开放存取期刊目录DOAJ ● 英国《食品科技文摘》FSTA
● 日本科学技术振兴机构数据库JST ● 世界期刊影响力指数（WJCI）报告
● 中国科技核心期刊CSTPCD ● 北大核心期刊
● RCCSE中国核心学术期刊 ● 中国农林核心期刊A
● 中国生物医学文献服务系统Sino Med收录期刊
半月刊 ISSN 1002-0306 CN 11-1759/TS 邮发代号：2-399

基于区块链的小麦期货交易质量评价体系构建研究

夏 雨，徐 闼，魏明侠，陈怀安

Research on Construction of Quality Evaluation System for Wheat Futures Trading Based on Blockchain

XIA Yu, XU Ta, WEI Mingxia, and CHEN Huaian

在线阅读 View online: https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2022060033

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

区块链技术在食品溯源体系中的应用

Application of Blockchain Technology in Food Traceability System

食品工业科技. 2021, 42(15): 377-382 https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2020070161

基于主成分分析的花椒油香气质量评价模型的构建

Construction of Aroma Quality Evaluation Model of *Zanthoxylum* Oil Based on Principal Component Analysis

食品工业科技. 2019, 40(17): 263-269,275 https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2019.17.043

基于核磁法构建纯菌发酵牛肉干烘干过程评价方法

Construction of fermented beef jerky drying process evaluation system based on L-NMR technology

食品工业科技. 2017(05): 319-323 https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2017.05.052

红秃头小麦营养成分测定和评价

Composition analysis and nutritional evaluation of red bald wheat

食品工业科技. 2017(07): 346-351 https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2017.07.058

基于计算机视觉的茶叶品质在线评价系统

Online Evaluation System of Tea Quality Based on Computer Vision

食品工业科技. 2021, 42(14): 219-225 https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2020100152

基于GC-QTOF MS技术的浓香型白酒原酒质量等级评价

Quality Grade Evaluation of Base Liquor of Luzhou-Flavor Liquor Based on GC-QTOF MS Technology

食品工业科技. 2019, 40(15): 235-241 https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2019.15.039

关注微信公众号，获得更多资讯信息

夏雨, 徐闵, 魏明侠, 等. 基于区块链的小麦期货交易质量评价体系构建研究 [J]. 食品工业科技, 2023, 44(6): 317−324. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2022060033

XIA Yu, XU Ta, WEI Mingxia, et al. Research on Construction of Quality Evaluation System for Wheat Futures Trading Based on Blockchain[J]. Science and Technology of Food Industry, 2023, 44(6): 317−324. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2022060033

· 分析检测 ·

基于区块链的小麦期货交易质量评价体系构建研究

夏　雨[1], 徐　闵[1], 魏明侠[1,*], 陈怀安[2]

（1.河南工业大学管理学院, 河南郑州 450001;
2.河南粮油对外贸易有限公司, 河南郑州 450003）

摘　要: 当前小麦期货交易实物交割中存在质量等级不符的问题，区块链技术的发展和应用为该问题的解决提供了新的思路。本文以小麦期货为研究对象，在分析小麦期货交易质量问题和区块链技术适用性的基础上，构建基于区块链技术的小麦期货交易平台；进而从数据采集、实物交割、质量反馈三个阶段提出基于区块链的小麦期货交易质量评价流程概念模型和质量控制方案；从而构建基于区块链的小麦期货质量数字化评价体系，为确保小麦期货交易质量、促进小麦期货交易市场健康发展提供参考。

关键词: 小麦期货, 区块链技术, 信用评价, 智能合约

中图分类号: TS207.7　　**文献标识码:** A　　**文章编号:** 1002−0306(2023)06−0317−08

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2022060033

本文网刊:

Research on Construction of Quality Evaluation System for Wheat Futures Trading Based on Blockchain

XIA Yu[1], XU Ta[1], WEI Mingxia[1,*], CHEN Huaian[2]

（1.School of Management, Henan University of Technology, Zhengzhou 450001, China;
2.Henan Grain and Oil Foreign Trade Co.,Ltd., Zhengzhou 450003, China）

Abstract: The development and application of blockchain technology can solve the problem of inconsistent quality levels in the physical delivery of current wheat futures transactions. This study takes wheat futures as the research object, and builds a wheat futures trading platform based on blockchain technology by analyzing the quality problems of wheat futures trading and the applicability of blockchain technology. Then, the conceptual model and quality control scheme of wheat futures trading quality evaluation process based on blockchain are proposed from the three stages of data acquisition, physical delivery and quality feedback. Thus, the quality evaluation system of wheat futures based on blockchain is constructed to provide reference for ensuring the quality of wheat futures trading and promoting the healthy development of wheat futures trading market.

Key words: wheat futures; blockchain technology; credit evaluation; smart contracts

“民以食为天, 食以安为先”, 粮食生产和交易时刻影响着国家的稳定和发展。小麦作为我国主要粮食作物之一, 其期货交易对粮食市场的平稳发展及相关生产企业与储粮企业的生产运营起到十分重要的作用。据郑州商品交易所官网数据显示: 2020 年郑州商品交易所强麦期货总成交量 32096 手, 总成交额 167196 万元, 较 2019 年总成交量提升约 158.73%、总成交额提升约 177.48%[1]。虽然小麦期货交易在

收稿日期: 2022−06−05

基金项目: 河南省高等学校哲学社会科学创新团队资助项目（2019-CXTD-04）; 河南省高校人文社科重点研究基地资助项目（2015-JD-04）。

作者简介: 夏雨（1988−）, 女, 博士, 讲师, 研究方向: 供应链金融, E-mail: xiayurain0412@163.com。

*** 通信作者:** 魏明侠（1969−）, 男, 博士, 教授, 研究方向: 电子商务运营与管理、互联网金融, E-mail: weimingxia@haut.edu.cn。

一定程度上能够避免未来价格波动带来的风险，并对现货市场的价格形成具有重要的指导[2−3]；但是，当前小麦期货交易实物交割过程中存在现货交付等级标准不符，且购买者受市场行情与生产因素的影响不得不接受低于质量等级标准小麦的现象[4−5]，给后续相关生产经营活动造成损失。导致这一问题产生的主要原因在于交易双方信息不对称、缺乏交易质量数字化评价体系和反馈机制，且难以对交易做出准确的评价并制定事后处理方案。因此，降低信息不对称、构建和创新交易质量评价体系以科学评价实物交割质量是解决小麦期货交易质量问题的关键[6−9]，对保障小麦期货交易实物交割质量和小麦市场的稳定具有重要的现实意义[10−11]。

随着区块链技术的发展，区块链在农产品、金融等各行业的应用也愈加广泛。区块链是由各参与节点组成、通过共识机制和加密算法保证上链信息的真实性与可追溯性的分布式账本，具有去信任化、去中心化、开放性、可靠性等特点[12−15]。其可追溯性和智能化的功能不仅能够有效降低信息不对称和交易风险，还能增强主体之间的信任，这就为小麦期货交易质量问题的解决提供了新思路。基于此，本文以小麦期货为研究对象，分析小麦期货交易中的问题及区块链技术的适用性，在此基础上，构建基于区块链的小麦期货交易平台，进而提出小麦期货交易流程模型和质量控制方案，以期解决小麦期货交易实物交割质量问题。

1 区块链技术与小麦期货交易质量问题的耦合性分析

1.1 小麦期货交易中的质量问题

为分析小麦期货交易中的质量问题，需要了解小麦期货交易的流程。首先，小麦期货交易的起点是期货购买者通过粮食交易所网站查询期货行情，然后选择输入自主交易指令或委托输入交易指令的方式下单；然后，由交易系统对交易指令进行处理，生成成交通知，形成持仓、生成交易合约。最后，合约到期时，由所持合约会员通过交易所交割部门安排实物交割。此时，交易所对交割月份持仓合约进行交割配对，期货合约的买卖方通过交易所进行标准仓单与货款交付，并按照合约规定由交付方进行小麦出库质量核验，向购买者出具相关核验单据，完成实物交割。

在此交易流程中，可能存在以下主要问题：

小麦出入库检测难度高[16−17]。小麦交易属于大宗商品交易，往往单次交易涉及数量与环节较多。小麦的产区分布在我国北方地区，导致不同地区生产的小麦在品质上可能不同，并且小麦质量的检验包括容重、不完善颗粒、水分含量等众多指标，因而造成实物交割过程中难以准确的对小麦的实际质量做出检测。

交易信息不透明。在交易前期，小麦期货的潜在购买者不完全了解相关企业信息和历史交易数据，难以根据历史交易记录选择理想的交付方进行交易。通常情况下，交易双方是由交易所根据“交易取整、最少配对数”原则利用计算机对交割月份的持仓合约进行交割配对，交割关系一经确定交易双方不得更改。而在交割配对时可能匹配到历史交易中经常存在质量问题的交付企业，从而增加了交易风险。此外，在实物交割前一般由交易所指定的交割库或交付方对出仓小麦进行质量检测，与其他期货产品不同，小麦作为散装货品，对储存环境和运输设备有较高的要求，质量检测程序较为复杂，全面检测难度大且成本较高。而购买方又缺乏小麦在入库、质检、储存、运输等具体环节的了解；此外，存在交付方更改或伪造数据的可能。因此，交易信息不透明将会导致购买方难以掌握小麦期货实物交割的真实质量。

实物交割无法达到合约标准。主要包括人为因素和客观因素两个方面的原因，其中，人为因素表现为：在交易过程中，交付方为提升自身利润，可能会以低质量小麦充当高质量小麦进行交付，并对交易所与购买者隐瞒真实检测记录。客观因素表现为：小麦实物交割中由于操作不当导致小麦数量和质量上的问题，如，出库仓单的错误匹配、小麦出库装载时机器操作失误，以及在物流运输和交割装卸过程中运输设备或操作出现问题，这些因素均会造成小麦实物交割不符合交割标准。

质量问题反馈机制和处理方案缺乏。现实中，当小麦期货实物交割中出现质量问题或双方对小麦质量存在异议时，需要交易所对小麦等级进行重新核验，给小麦期货购买者造成时间和资金上的损失。因此，通常情况下由交易双方协调解决，而期货购买者则可能基于生产用粮压力和小麦现货市场价格较高等因素，选择接受存在质量问题的小麦，即接受一定范围内的损失。

综上，从整个交易过程来看，小麦期货购买方前期缺乏交付方信息的了解，无法选择理想的交付方进行交易，出入库过程中难以准确检测小麦的实际质量，实物交割中出现质量问题也没有安全保障，交易完成后亦缺乏交易情况的反馈评价难以对交付方形成约束，以上四个方面是导致小麦期货交易质量问题的主要原因。

1.2 区块链技术在农产品和粮食行业的应用现状

近年来区块链技术在农产品与粮食方面的应用主要体现在区块链技术解决农产品与粮食信息溯源与安全生产问题、区块链智能合约解决交易评价和信任问题，以及区块链在农产品供应链优化中的应用问题等方面。首先，在农产品与粮食信息查询和溯源方面，基于区块链技术的连续性、不可更改性、透明性等特点，建立农产品追溯和认证平台有利于各参与节点对农产品流程过程中的信息进行查看验证，同时也为交易方提供激励措施和产品监管可追溯性数据

系统记录[18−22]。同时区块链的共识机制可以在交易者之间建立一种去中心化的合作关系，提升当前农产品交易协作信任度，加强不同节点的数据监管[23−26]。其次，区块链智能合约功能对交易评价和增强交易双方信任均具有积极作用。如，区块链智能合约包含的元素透明度与防篡改的交易历史记录相结合可以降低交易成本，通过智能合约的自动执行可以降低农产品交易风险，区块链智能合约被视为加强公司与其客户之间信任的关键因素[27−29]。最后，区块链技术在农产品供应链优化与农产品流通方面的应用具有极高的价值[30−31]，区块链与农产品供应链和价值链的融合，能够提高农产品交易的安全和效率，有利于减少农产品供应链中的交易欺诈行为[32−34]。

由以上分析可知，当前区块链技术在农产品和粮食行业的应用主要集中在农产品信息追溯方面；此外，区块链技术在期货交易中也有较为广泛的应用。但是，目前并未将区块链技术运用到解决小麦期货交易的质量问题，而区块链技术恰恰为解决该问题提供了可能。

1.3　区块链技术对解决小麦交易质量问题的可行性分析

首先，区块链的去信任化特点使得链上数据无法篡改[35]。小麦在参与期货交易流通过程中需要经过农户、中小储粮企业、大型粮库、交割库、食品生产企业等众多环节，导致该过程中所需上传收集的数据较为复杂，区块链技术可以做到每次上传的信息都是不可逆且无法销毁，也无法凭空伪造交易信息，这为小麦期货交易和实物交割提供了交易记录保障和凭据；其次，区块链的去中心化特点，即区块链上的每个节点都存有一份完整的数据，多个企业间之间的数据能够实现实时同步和相互核对[36−37]。小麦在期货交易中需要经过多个主体，但当前缺乏不同主体间的数据交换系统，即当前小麦持有者无法得知小麦上一阶段的具体信息。区块链技术的去中心化特点使小麦交易双方和交易所均可查看交易数据，且能够实现交易数据全链分享；再次，区块链的开放性特点体现为可通过设置准入机制构建联盟区块链平台[38]，链上所有信息对链上节点都是公开的[39]，通过区块链准入机制可以理清小麦流通各环节的参与方。小麦期货购买者通过上传的平台交易数据了解交易情况，潜在购买者也可以通过平台查看历史交易数据和交易质量评价、选择符合要求的交付方；最后，区块链的可靠性，即数据完整地储存在信息流通的各个节点，即使某个节点被损坏也不会影响整个网络的数据安全[40−41]；通过物联网技术对交易过程产生的数据上传，依靠区块链智能合约并根据计算机语言设置自动运行，对上传数据自动进行信用评价，无需人工操作，效率高且交易评价结果可信。

综合分析小麦期货交易的质量问题和区块链的特点可知，区块链技术能够保障小麦期货交易实物交割各环节的数据透明、信息可追溯与数据安全可靠。基于区块链技术搭建小麦区块链交易平台，生成非人为干预的交易质量信用评价结果，使交易双方根据信用评价结果和交易反馈进行后续的标准处理，进而有效解决交易过程中的质量问题。

2　基于区块链的小麦期货交易平台构建

2.1　小麦期货区块链交易平台框架

结合小麦期货交易的实际情况和区块链技术的特点，本文参考文献 [42−44]，选取基于 Hyperdger Fabric 的联盟区块链技术搭建交易平台。联盟区块链一般用于某一特定行业的整体性信息传递与储存，可以确保用户身份隐匿；通过划分基础域和互联域，实现中心化身份认证和去中心化交易。由于小麦期货交易参与者多为从事粮食相关的企业，因此可选择联盟区块链，既能保障用户的身份安全又可以通过准入机制限制交易主体的接入以避免信息冗余、方便后期平台的运营与维护；同时，相关数据的收集和交易结果的反馈都上传至平台。该平台的建设可由交易所进行规划管理或委托第三方机构进行建设，交易所不仅是期货交易的平台也是期货交易的监管机构，负责监督相关交易数据的上传。小麦区块链交易平台框架如图 1 所示。

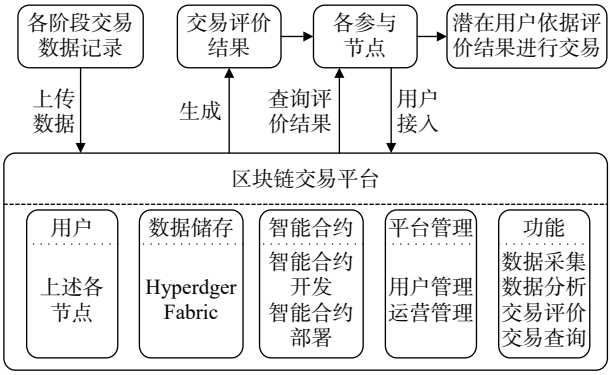

图 1　小麦区块链交易平台框架

Fig.1　Framework of wheat blockchain trading platform

2.2　小麦期货区块链交易平台主要功能

2.2.1　用户与运营管理　平台通过准入机制筛选相关节点加入，对用户日常上传数据和信息查询等进行保障。此外，还要对整个平台的运营环节和数据收集、交易质量评价等进行维护和管理。

2.2.2　数据储存管理　在进行小麦期货交易时，由交易所同步上传交易信息，并生成基于交易内容的智能合约，该合约包括实物交割时间、实物交割质量等级、数量等。在进行实物交割中，交付方的出仓数据、质量检查数据等都要上传到平台。平台将实物交割中上传的数据与期货交易合约进行自动比对，检测实物交割是否按照交易合约完成。

2.2.3　交易质量评价　交割完成后，由交易双方确认上传实物交割数据，交易信用智能合约对交割时间、数量、抽检质量和交易协议执行情况进行评价，生成

初步交易质量评价。由于小麦生产企业一般在购进小麦后不会立即投入生产，需要对小麦进行清洗、质量检测等，因此，将实物交割完成后的 60 d 作为小麦质量的反馈期。接收方根据事后使用或核验情况进行质量反馈，该反馈结果经交易所进行确认后，依据智能合约对比分析交易反馈质量。如果出现质量问题则由交割双方协商或交易所协调进行调换或采取其他补救措施，若协商成功，则由交易所和接收方共同为协商结果进行评价，并上传到平台。若协商不成功，则由购买者提出申请，交易所根据交易数据，如，期货购买数据、实物交割数据、购买者事后反馈数据做出分析，评估购买者的损失，以暂扣交付方资金对购买方做出补偿或强制交付方执行赔偿决定，并把相关数据上传到平台。平台依据数据并利用智能合约进行交易质量评价，生成交易信用评价结果。

2.2.4 信息查询 平台依据各阶段上传数据生成总体交易质量评价结果和各阶段交易质量评价结果，并共享给平台各参与方，各参与方可自由查询相关交易的质量评价记录。由于该评价是由区块链智能合约结合上传数据形成的，排除了人为干预的因素，使整个交易过程中的数据具有不可篡改性。

2.3 小麦期货区块链交易平台总体结构

本文中小麦区块链交易平台主要由物理层、区块链网络层、应用层、门户展示层四个层级构成。具体如图 2 所示。

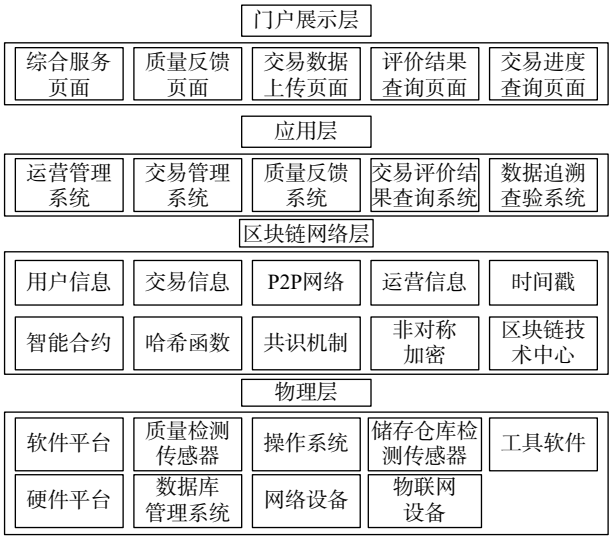

图 2 小麦区块链交易平台总体结构

Fig.2 Overall structure of the wheat blockchain trading platform

小麦区块链交易平台是由交易所、用粮食储粮企业、大型粮库、实物交割仓库等多主体参与的系统数字化平台，主要解决小麦期货交易实物交割过程中存在的交易信息不透明、信息上传难度大、实物交割质量难以保障等问题。平台在运行过程中能够使各环节衔接，形成闭环管理；平台用户可以实时了解小麦仓储情况、实物交割情况等，实现数据共享。此外，运用物联网技术对小麦在交易流通中的质量进行检测，防止有质量问题的小麦参与交易。

由于小麦区块链交易平台的各使用节点更多关注如何利用该平台进行小麦期货交易与质量控制，因此，本文主要对小麦区块链交易平台应用层进行描述。由图 2 可知，本文中小麦区块链交易平台应用层由运营管理、交易管理、质量反馈、交易评价结果查询、数据追溯五个部分组成。平台的运营管理系统主要对小麦期货交易实物交割进行检测，负责整个过程数据的采集，以及对整个平台的运营做出实时检测，发现异常问题及时处理。其中，交易管理系统对平台节点的记账效率进行评估，并基于区块链智能合约自动执行，从而高效率、少流程、低成本的处理交易问题。质量反馈系统是期货购买节点在实物交割过程中或交割完成后对所接收的小麦质量等级进行反馈，使平台其他节点主体，如交易所、交割库等及时了解小麦实物交割的真实质量。交易评价结果查询系统基于各节点上传数据与区块链智能合约对交易做出整体评价，并对交付方进行信用评级，评价信息编码后存入数据库、向其他节点公布。基于区块链时间戳与共识机制保障数据的真实不可篡改，数据追溯查验系统主要是为对交易有异议的节点提供过往数据查询，防止数据被某一方控制，造成交易信息不透明。

3 基于区块链的小麦期货交易质量评价体系构建

基于区块链的小麦期货交易质量评价由小麦实物交割阶段评价、交割完成评价与反馈期评价组成。在实物交割阶段，区块链交易平台根据智能合约自动比对在实物交割过程中上传的期货实物交割时间、数量、质量等级等数据，并根据对比结果生成初步的实物交割评价。在交割完成后，小麦期货交易购买方与交易所根据实物交割情况给出评价。在反馈期阶段，若购买者未发现小麦质量存在问题则交易平台自动认定小麦质量符合合约要求，若发现小麦存在质量问题则由购买方出具相关检测证明上传到平台，由平台确认后给出反馈期评价结果。最后平台依据三个阶段的小麦质量评价结果形成该次期货交易实物交割的最终评价结果，为后续小麦期货参与者提供参考。

3.1 基于区块链的小麦期货交易流程

3.1.1 数据采集阶段 村级、镇级粮社或粮食经纪人将收购的粮食出售给中小用粮储粮企业，这是小麦流入市场的初始阶段，也是对小麦进行质量控制的开始阶段。在该阶段，小麦下一级购买者对来自不同地方、不同质量的小麦进行现场检测，包括小麦的容重、杂质等指标，在对小麦质量与数量做出检测后进行交割入库。此时，储粮企业通过在收购点与储存仓库内设置的传感器与区块链应用平台将此阶段购进小麦的数据进行整理并及时上传至区块链平台。小麦入库后，储粮企业负责定期检测小麦质量，对小麦

在储存过程中的质量变化做出检测，并将数据实时上传到交易平台，便于交易所与小麦期货潜在交易者了解小麦的存储情况。期货交易和实物交割前，由平台根据上传数据自动判别储粮企业所持有的小麦是否具有参与交易的权限，若储粮企业不具备相应质量的小麦，则不能参与交易，从而避免实物交割的质量问题。

当小麦期货购买者产生购买意愿并在交易所进行期货交易时，交易所将购买信息上传到交易平台，然后以智能合约形式达成交易协议，具体包括交割时间、交割质量、交割数量等信息。

3.1.2　小麦实物交割阶段　实物交割由交付方上传交付小麦的出库信息和物流信息，若交割时间、数量、质量等符合智能合约内容，则会触动智能合约完成初步交割；若不符合交割协议，如在交割时间延误、现货数量短缺、质量问题等方面不符合具体要求，则由交易所协调或取消本次现场交割，同时，将相关信息上传到平台作为信用评价数据。实物交割完成后，期货购买者在交割结束后对交割时间、交割数量、及交付方出示的出仓质量检测等数据进行确认；交易所向交付方支付一定比例的交易费用（具体依据交易规模），剩余款项待质量反馈期结束、经交易所与交易双方确认对本次交易无异议后，由交易所按照金融市场规范向交付方支付剩余款项和利息。

3.1.3　小麦交易质量反馈阶段　由于小麦期货交易属于大宗商品交易，其质量检测一般采取比例抽检方式，且其全面检测所涉环节较多，难以实现全面质量检测。因此，设置质量反馈期限非常必要，即自实物交割完成起至反馈期截止日，购买者通过平台上传质量检测结果或储存质量抽检结果，以及交割完成后出现质量问题时的处理结果。交易平台根据交易数据、结合智能合约对交易进行评价并同步在平台上。若出现质量问题，交易所根据平台信用评价结果对买卖双方进行协调从而实现对期货交易的控制、监督。基于区块链的小麦期货交易数字化流程模型如图 3 所示。

3.2　基于区块链的小麦期货交易质量控制方案

本文基于区块链平台运行期货交易质量评价系统，从小麦期货交易全过程出发进行事前、事中、事后三个方面的质量控制。

3.2.1　事前控制　制定质量评价查询体系，即通过每次交易上传的数据与期货交易的电子单据对比（交割时间、数量等）以及后期购买者的质量核验结果反馈，对交付方进行期货交易质量评价，该评价根据上传数据利用智能合约方式自动进行，避免了人为干预，并且评价结果可供所有节点查看。因此，潜在小麦期货购买者可以事先进行相关企业交易质量评价查询，选择信用良好的企业进行交易，从源头避免质量风险。

3.2.2　事中控制　小麦期货交易过程中，部分交易款项暂时由交易所进行保管，在现货交易完成后的规定时间段内，交易所根据区块链信用评价结果和购买者质量反馈决定是否把暂存款项归还。若交易者无异议且质量评价无不良结果则结清款项（相关利息按照现行金融规定执行）；若购买者在规定时间内反馈存在质量问题，则由交易所进行协调，期间产生相关损失由交付方承担。

3.2.3　事后控制　如出现小麦交易质量问题，交易所针对交易者反馈和质量评价结果进行交易追溯，依据交易所制定的相关规则进行处罚，并把相关质量评价结果公布在平台上供全体参与节点参照，出售方出于长久交易利润的考虑与部分资金被暂时保管的情况，不再主动进行恶意违规交割。从而保障小麦交易的质量，从而形成良性交易循环。

基于区块链质量评价体系的小麦期货交易利用区块链技术的不可篡改性和可追溯性，确保小麦交易全过程中交易数据及时和共享，排除了人为干预与交易欺瞒的风险。通过上述交易前质量问题预防、交易中质量问题控制、交易后质量问题反馈，提升了恶意降低实物交割质量的成本，有效地实现了小麦期货交易中实物交割的质量控制。

4　结论与展望

本文对区块链技术在小麦期货交易中质量评价和反馈机制方面的应用进行了分析和探索。通过对当前小麦期货质量问题及区块链技术特点的分析，认为区块链技术的去中心化、可追溯性、可靠性等特点对解决小麦期货交易中的质量问题具有良好的适配性，因此，构建基于区块链技术的小麦期货交易平台和质量评价体系，并提出基于区块链的小麦期货交易质量控制方案。研究表明，小麦期货交易的各环节信息在平台上实现共享，参与者基于区块链交易平台进行数据查询与质量反馈，提升了小麦期货交易实物交割质量问题的处理效率，并通过不同环节的控制方案做到对实物交割质量问题的预防、处理与真实反馈。总之，区块链技术对于解决小麦期货交易实物交割质量等级问题具有十分重要的作用。

本文虽然提出了基于区块链技术的小麦期货交易流程模型，并对模型进行了具体分析。但由于国内区块链技术的应用尚处于起步阶段，未形成成熟的运行方式。未来，围绕小麦期货交易区块链技术应用，可重点关注上链信息的真实性、区块链交易平台的优化以及区块链技术与新兴技术的结合等方面，在这些领域开展更为深入的研究。

a.上链信息的真实性。区块链技术虽然可以通过共识机制防止上链信息遭受人为篡改，保障链上信息的可靠性，但区块链技术无法保证最初上传信息的真实性。即，小麦期货交易的各参与方在各自环节上传信息时具有主观性；并且各参与方的基础设施与技术水平有着较大的差异，亦难以保证各方按照规定上

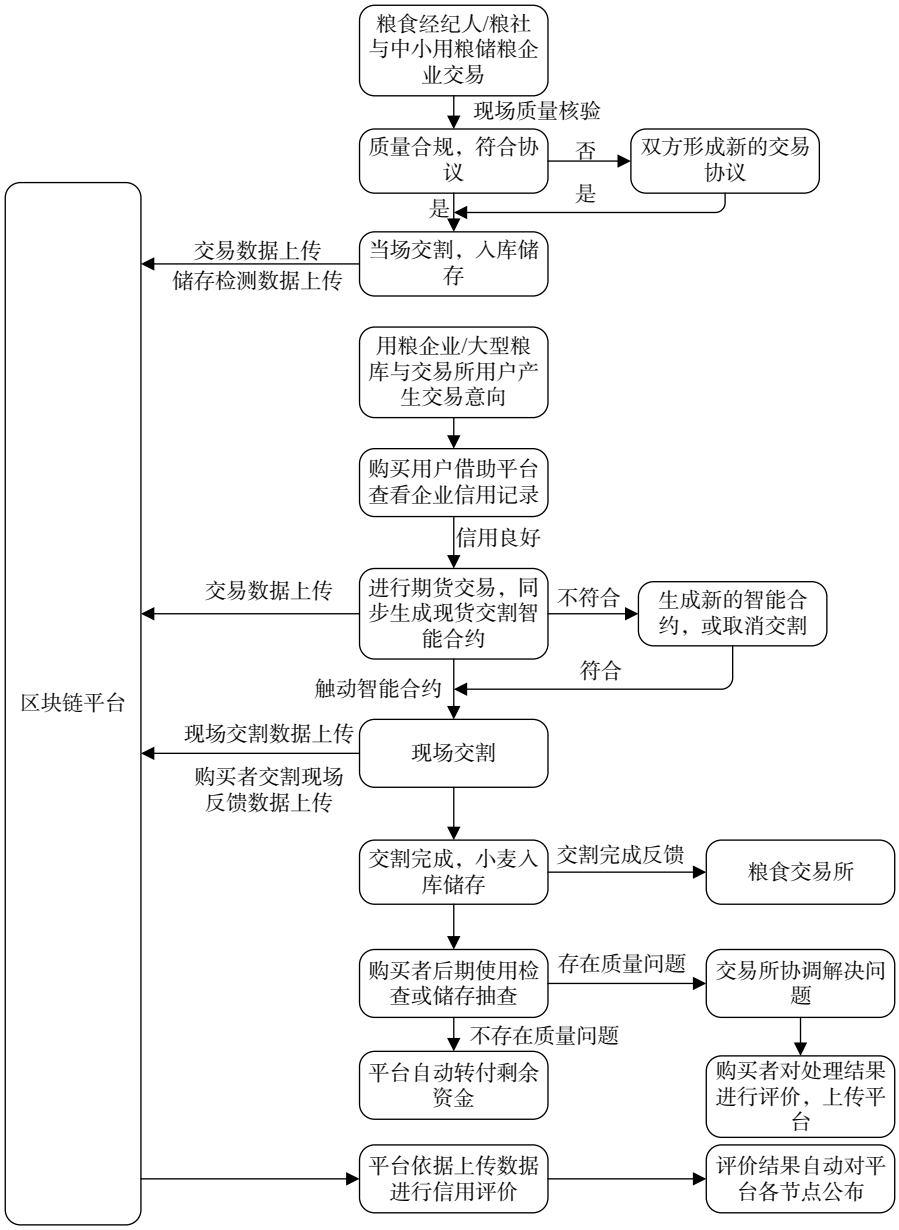

图 3 基于区块链的小麦期货交易流程概念图

Fig.3 Conceptual diagram of wheat futures trading process based on blockchain

传数据。若原始信息上传有误则无法有效进行小麦期货交易实物交割质量的反馈，因此，后续研究可以关注如何鼓励和监督小麦期货交易各参与方合规上传原始数据等问题。

b.区块链交易平台的优化。当前我国农产品期货交易和区块链技术的应用处于发展阶段[45−47]，且区块链技术涉及密码学、人工智能等领域、复杂程度较高，导致在期货领域应用区块链技术的难度大、成本高。尤其对于中小用粮储粮企业等规模较小的参与者来说，使用区块链技术将面临资金短缺、区块链技术人员匮乏的问题。因此，后续研究可结合我国小麦期货交易的特点利用区块链技术开发出更为便捷、低成本的区块链运营平台，以助力我国小麦期货交易与区块链技术的深度融合。

c.区块链技术与新兴技术的有机结合。5G 技术、物联网技术、大数据技术的迅速发展为区块链技术在期货交易领域的应用提供了技术基础[48−51]，新技术的应用必然会对期货市场产生影响。尤其是智慧物联网将在小麦区块链期货交易平台数据收集与上传方面起到重要作用。因此，未来相关研究需要把握新兴技术的发展特点，将其与小麦区块链期货交易平台有机结合，打造基于高新技术的高效区块链期货交易运营平台。

参考文献

［1］郑州商品交易所. 月度市场报告[EB/OL].（2020-12-31）[2022-6-5]. http://www.czce.com.cn/cn/jysi/ydjyhz/H770315index_1.htm.［Zhengzhou Commodity Exchange. Monthly market report［EB/OL］.（2020-12-31）［2022-6-5］http://www.czce.com.cn/cn/jysi/ydjyhz/H770315index_1.htm.］

［2］童馨乐, 佴逸潇, 谢戎蓉. 粮食期货市场对粮食现货市场价格的影响——以玉米为例[J]. 农业技术经济, 2022(3): 61−72.［TONG X L, NAI Y X, XIE R R. The impact of grain futures mar-

ket on the price of grain spot market —Evidence from corn[J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2022(3): 61−72.]
[3] KARALI B, IRWIN S H, ISENGILDINA-MASSA O. Supply fundamentals and grain futures price movements[J]. American Journal of Agricultural Economics, 2020, 102(2): 548−568.
[4] 王艺璇. 论我国期货交易所在实物交割中的法律责任[J]. 法律适用, 2021(12): 59−66. [WANG Y X. On the legal liability of China's futures exchange in physical delivery[J]. Journal of Law Application, 2021(12): 59−66.]
[5] 谢灵斌. 我国农产品期货交割的特点与评价: 1990~2014[J]. 商业经济研究, 2016(6): 152−155. [XIE L B. Characteristics and evaluation of futures delivery of agricultural products in China: 1990~2014[J]. Journal of Commercial Economics, 2016(6): 152−155.]
[6] 陶园, 华国庆. 公共资源交易信用评价的立法模式及其体系建构[J]. 江淮论坛, 2020(6): 114−120. [TAO Y, HUA G Q. Legislation model and system construction of credit evaluation of public resource transaction[J]. Jianghuai Tribune, 2020(6): 114−120.]
[7] 张永忠, 于小丛. 基于信誉的在线交易产品的质量风险评估模型[J]. 统计与决策, 2013(3): 84−86. [ZHANG Y Z, YU X C. Quality risk assessment model for online trading products based on reputation[J]. Statistics & Decision, 2013(3): 84−86.]
[8] 崔占峰, 徐冠清, 王瑾珑. 信任重建: 有机农业追溯-信任体系的区块链嵌入探索[J]. 科技管理研究, 2021, 41(16): 130−137. [CUI Z F, XU G Q, WANG J L. Trust reconstruction: Exploration of blockchain embedding in trace-trust system of organic agriculture[J]. Science and Technology Management Research, 2021, 41(16): 130−137.]
[9] LIANG X Y, JIN X B, HAN B, et al. China's food security situation and key questions in the new era: A perspective of farmland protection[J]. Journal of Geographical Sciences, 2022, 32(6): 1001−1019.
[10] 焦晓阳, 罗娟. 我国小麦期货市场发展现状及对策[J]. 合作经济与科技, 2020(16): 62−64. [JIAO X Y, LUO J. Current situation and countermeasures of wheat futures market in China[J]. Co-Operative Economy & Science, 2020(16): 62−64.]
[11] 倪中新, 陈思祺. 我国小麦期货价格对现货市场价格的影响——基于修正小麦政策价格模型的实证研究[J]. 价格理论与实践, 2017(5): 101−104. [NI Z X, CHEN S Q. The impact of wheat futures price on the spot market price in our country—based on the empirical research on a fixed wheat price policy model[J]. Price: Theory & Practice, 2017(5): 101−104.]
[12] 李志宏, 乔贵鸿, 唐洪婷, 等. 区块链技术与社区知识分享[J]. 科技管理研究, 2020, 40(15): 199−208. [LI Z H, QIAO G H, TANG H T, et al. Blockchain technology and community knowledge sharing[J]. Science and Technology Management Research, 2020, 40(15): 199−208.]
[13] 刘涛, 袁毅. 去中心化自组织管理的形态、特征及差异性比较[J]. 河北学刊, 2022, 42(3): 134−141. [LIU T, YUAN Y. Comparison of forms, characteristics and differences of decentralized self-organization management[J]. Hebei Academic Journal, 2022, 42(3): 134−141.]
[14] DEMESTICHAS K, PEPPES N, ALEXAKIS T. Blockchain in agriculture traceability systems: A review[J]. Applied Sciences-Basel, 2020, 10(12): 4113.
[15] SUNNY F A, HAJEK P, MUNK M, et al. A systematic review of blockchain applications[J]. IEEE Access, 2022, 10: 59155−59177.
[16] GAO H, ZHEN T, LI Z H. Detection of wheat unsound kernels based on improved resnet[J]. IEEE Access, 2022, 10: 20092−20101.
[17] 周星宇, 姜洪喆, 蒋雪松, 等. 小麦质量指标可见/近红外光谱动态检测方法研究[J]. 中国粮油学报, 2022, 37(3): 157−162. [ZHOU X Y, JIANG H Z, JIANG X S, et al. Prediction of wheat key quality parameters by visible/near infrared spectroscopy under dynamic condition[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2022, 37(3): 157−162.]
[18] 于坚, 孙嘉笛, 纪剑, 等. 区块链技术在食品溯源体系中的应用[J]. 食品工业科技, 2021, 42(15): 377−382. [YU J, SUN J D, JI J, et al. Application of blockchain technology in food traceability system[J]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(15): 377−382.]
[19] DOS SANTOS R B, TORRISI N M, PANTONI R P. Third party certification of agri-food supply chain using smart contracts and blockchain tokens[J]. Sensors, 2021, 21(16): 5307.
[20] YANG X T, LI M Q, YU H J, et al. A trusted blockchain-based traceability system for fruit and vegetable agricultural products[J]. IEEE Access, 2021, 9: 36282−36293.
[21] FENG H H, WANG X, DUAN Y Q. Applying blockchain technology to improve agri-food traceability: A review of development methods, benefits and challenges[J]. Journal of Cleaner Production, 2020, 260: 121031.
[22] TSANG Y P, CHOY K L, WU C H, et al. Blockchain-driven IoT for food traceability with an integrated consensus mechanism[J]. IEEE Access, 2019, 7: 129000−129017.
[23] 孙传恒, 于华竟, 徐大明, 等. 农产品供应链区块链追溯技术研究进展与展望[J]. 农业机械学报, 2021, 52(1): 1−13. [SUN C H, YU H J, XU D M, et al. Review and prospect of agri-products supply chain traceability based on blockchain technology[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2021, 52(1): 1−13.]
[24] 于华竟, 徐大明, 罗娜, 等. 杂粮供应链区块链多链追溯监管模型设计[J]. 农业工程学报, 2021, 37(20): 323−332. [YU H J, XU D M, LUO N, et al. Design of the blockchain multi-chain traceability supervision model for coarse cereal supply chain[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2021, 37(20): 323−332.]
[25] 刘鸿超, 王晓伟, 陈卫洪. 基于区块链技术的农产品安全生产机制研究[J]. 农业经济问题, 2021(11): 66−76. [LIU H C, WANG X W, CHEN W H. Research on the safety mechanism of agricultural products based on blockchain technology[J]. Issues in Agricultural Economy, 2021(11): 66−76.]
[26] CHENG J R, ZHANG Y, YUAN Y M, et al. PoEC: A cross-blockchain consensus mechanism for governing blockchain by blockchain[J]. Computers, Materials & Continua, 2022, 73(1): 1385−1402.
[27] MERCURI F, DELLA CORTE G, RICCI F. Blockchain

technology and sustainable business models: A case study of devoleum[J]. Sustainability, 2021, 13(10): 5619.
[28] 田阳, 陈智罡, 宋新霞, 等. 区块链在供应链管理中的应用综述[J]. 计算机工程与应用, 2021, 57(19): 70−83. [TIAN Y, CHEN Z G, SONG X X, et al. Overview of blockchain application in supply chain management[J]. Computer Engineering and Applications, 2021, 57(19): 70−83.]
[29] KUMARATHUNGA M, CALHEIROS R N, GINIGE A, et al. Smart agricultural futures market: Blockchain technology as a trust enabler between smallholder farmers and buyers[J]. Sustainability, 2022, 14(5): 2916.
[30] 卢奇, 吴洁, 王晶. 基于区块链的农产品供应链优化对策研究[J]. 商业经济研究, 2022(3): 141−144. [LU Q, WU J, WANG J. Research on optimizing countermeasures of agricultural products supply chain based on blockchain[J]. Journal of Commercial Economics, 2022(3): 141−144.]
[31] 张益丰, 刘纪荣. 区块链嵌入“双 H”型农产品供应链的架构设计及实现对策[J]. 中州学刊, 2021(3): 36−42. [ZHANG Y F, LIU J R. The structure design and implementation suggestions of blockchain technology embedded in "Dual H" agricultural products supply chain[J]. Academic Journal of Zhongzhou, 2021(3): 36−42.]
[32] 赵逖. 区块链+农产品流通——融合路径与体系创新[J]. 商业经济研究, 2021(11): 130−133. [ZHAO D. Blockchain+Agricultural circulation —Integration path and system innovation[J]. Journal of Commercial Economics, 2021(11): 130−133.]
[33] KHAN H H, MALIK M N, KONECNA Z, et al. Blockchain technology for agricultural supply chains during the COVID-19 pandemic: Benefits and cleaner solutions[J]. Journal of Cleaner Production, 2022, 347: 131268.
[34] CHENG L C, LIU J Q, SU C H, et al. Polynomial-based modifiable blockchain structure for removing fraud transactions[J]. Future Generation Computer Systems, 2019, 99: 154−163.
[35] LIN W J, HUANG X H, FANG H, et al. Blockchain technology in current agricultural systems: From techniques to applications[J]. IEEE Access, 2020, 8: 143920−143937.
[36] PARK J S, KIM J D. A study on the development of consortium blockchain governance framework[J]. Journal of Digital Convergence, 2019, 17(8): 89−94.
[37] 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. [FU H, ZHAO C P, CHENG C X. Blockchain embedding, constraint breaking and agricultural industrial chain governance[J]. Issues in Agricultural Economy, 2019(12): 108−117.]
[38] DU M X, CHEN Q J, XIAO J, et al. Supply chain finance innovation using blockchain[J]. IEEE Transactions on Engineering Management, 2020, 67(4): 1045−1058.
[39] 刘莉娜. 区块链赋能现代农业产业链布局: 功能、困境与对策[J]. 内蒙古社会科学, 2022, 43(2): 110−115. [LIU L N. Layout of the modern agricultural industry chain with the power of blockchain: Function, dilemma and countermeasure[J]. Inner Mongolia Social Sciences, 2022, 43(2): 110−115.]
[40] SINGH S, HOSEN A S M S, YOON B. Blockchain security attacks, challenges, and solutions for the future distributed iot network[J]. IEEE Access, 2021, 9: 13938−13959.
[41] LO S K, XU X W, STAPLES M, et al. Reliability analysis for blockchain oracles[J]. Computers & Electrical Engineering, 2020, 83: 106582.
[42] 刘如意, 李金保, 李旭东. 区块链在农产品流通中的应用模式与实施[J]. 中国流通经济, 2020, 34(3): 43−54. [LIU R Y, LI J B, LI X D. Application mode and implementation of blockchain in circulation of agricultural products[J]. China Business and Market, 2020, 34(3): 43−54.]
[43] 鲁晔. 一种基于联盟链的物联网匿名交易方案[J]. 计算机应用研究, 2021, 38(1): 23−27. [LU Y. IoT anonymous transaction scheme based on alliance chain[J]. Application Research of Computers, 2021, 38(1): 23−27.]
[44] 倪卫红, 陈太. 基于区块链的生鲜农产品冷链物流集成化服务平台研究[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(23): 207−212. [NI W H, CHEN T. Study on cold chain logistics integrated service platform of fresh agricultural products based on blockchain[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2021, 49(23): 207−212.]
[45] 李刚, 杨林娟. 农产品期货市场的发展研究[J]. 经济研究导刊, 2022(10): 79−81. [LI G, YANG L J. Research on the development of agricultural futures market[J]. Economic Research Guide, 2022(10): 79−81.]
[46] CORALLO A, LATINO M E, MENEGOLI M, et al. The awareness assessment of the Italian agri-food industry regarding food traceability systems[J]. Trends Food Science & Technology, 2020, 101: 28−37.
[47] 梁晓贺, 周爱莲, 谢能付, 等. 区块链农业应用现状与技术热点[J]. 中国农业科技导报, 2021, 23(12): 84−93. [LIANG X H, ZHOU A L, XIE N F, et al. Application status and technology hotspots of blockchain in agriculture[J]. Journal of Agricultural Science and Technology, 2021, 23(12): 84−93.]
[48] BANERJEE M, LEE J, CHOO K K R. A blockchain future for internet of things security: A position paper[J]. Digital Communications and Networks, 2018, 4(3): 149−160.
[49] KUMAR R L, KHAN F, KADRY S, et al. A survey on blockchain for industrial internet of things[J]. Alexandria Engineering Journal, 2022, 61(8): 6001−6022.
[50] DEEPA N, PHAM Q V, NGUYEN D C, et al. A survey on blockchain for big data: Approaches, opportunities, and future directions[J]. Future Generation Computer Systems, 2022, 131: 209−226.
[51] LI H D, GAO P, ZHAN Y, et al. Blockchain technology empowers telecom network operation[J]. China Communications, 2022, 19(1): 274−283.