

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2025.01.029

郑成功, 高艳. “人智协同”的粮食全产业链节粮减损能力提升机制构建研究[J]. 粮油食品科技, 2025, 33(1):263-271.

ZHENG C G, GAO Y. "Human - AI Collaboration" mechanism for reducing grain loss and waste in the entire grain industry chain[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2025, 33(1):263-271.

“人智协同”的粮食全产业链节粮减损 能力提升机制构建研究

郑成功¹, 高艳²✉

1. 中粮米业(盐城)有限公司, 江苏 盐城, 224000;
2. 常州工学院, 江苏 常州, 213032)

摘要: 为推进中国式粮食产业现代化发展, 核心之一必须有效降低粮食全产业链粮食损失和浪费的难题, 形成具有中国特色的粮食全产业链节粮减损的能力提升机制。以中粮集团为案例, 深入剖析其在粮食全产业链节粮减损领域的实践工作。首先, 探索构建“人智协同”的新流程, 将其应用于大语言模型和扎根理论方法结合的编码中。其次, 通过“人智协同”对案例资料进行编码, 对其结果进行分析, 在此基础上, 从归纳能力和演绎能力判别三个主流大模型作为“智”在开放式编码、主轴式编码和选择性编码的优势和劣势。最后, 基于“人智协同”的初次结果, 再次充分发挥“人”的抽象思维、逻辑推理和系统观等能力, 构建出粮食全产业链开放式编码、主轴式编码和选择性编码的最终结果, 并从各环节构建粮食全产业链节粮减损能力提升机制的理论逻辑, 从而形成具有中国特色的粮食全产业链节粮减损新机制。

关键词: 粮食全产业链; 节粮减损; 人智协同; 扎根理论; 大语言模型

中图分类号: F302.3 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2025)01-0263-09

网络首发时间: 2024-12-13 11:46:24

网络首发地址: <https://link.cnki.net/urlid/11.3863.TS.20241212.1635.004>

"Human - AI Collaboration" Mechanism for Reducing Grain Loss and Waste in the Entire Grain Industry Chain

ZHENG Cheng-gong¹, GAO Yan²✉

1. COFCO Rice Industry (Yancheng) Co., Ltd., Yancheng, Jiangsu 224000, China;
2. Changzhou Institute of Technology, Changzhou, Jiangsu 213032, China)

Abstract: Advancing the modernization of the Chinese-style grain industry requires addressing the high grain losses across the entire industry chain, a core task that lays the foundation for forming a grain-saving and loss-reduction mechanism with Chinese characteristics. Taking COFCO Group as a case study, this paper

收稿日期: 2024-10-07; 修回日期: 2024-10-18; 录用日期: 2024-10-21

基金项目: 江苏省社会科学基金项目一般项目“地缘冲突背景下江苏粮食供应链安全韧性评估与提升对策研究”(23GLB027); 全国统计科学研究重点项目“我国粮食供应链安全风险的统计测度与动态预警研究”(2024LZ003)

Supported by: General Project of Social Science Fund of Jiangsu Province "Research on Safety and Resilience Evaluation and Promotion Countermeasures of Jiangsu Grain Supply Chain under the Background of Geo-conflict" (No. 23GLB027); National Key Research Project of Statistical Science "Research on Statistical Measurement and Dynamic Early Warning of Security Risks in China's Grain Supply Chain" (No. 2024LZ003)

第一作者: 郑成功, 男, 1999年出生, 硕士, 研究方向为农产品物流与供应链管理, E-mail: 13349509464@163.com

通信作者: 高艳, 女, 1975年出生, 博士, 副教授, 研究方向为农产品物流与供应链管理, E-mail: gaoyanbz@163.com

deeply analyzes its practical work in the field of grain saving and loss reduction across the entire grain industry chain. Firstly, it proposes a new process of "Human-AI Collaboration," combining large language models with grounded theory methods in coding. Secondly, through "Human-AI Collaboration," the case materials are coded, and the results are analyzed. Based on this, the advantages and disadvantages of three mainstream large models as "AI" in open coding, axial coding, and selective coding are evaluated based on their inductive and deductive abilities. Finally, the abstract thinking, logical reasoning, and systemic view abilities of humans are leveraged to refine the final results of open coding, axial coding, and selective coding for the entire grain industry chain. This establishes a theoretical framework for enhancing grain-saving and loss-reduction capabilities at each stage, thereby forming a new mechanism with Chinese characteristics for the entire grain industry chain.

Key words: entire grain industry chain; grain saving and loss reduction; Human-AI collaboration; grounded theory; large language model

2021年11月中共中央办公厅国务院办公厅印发《粮食节约行动方案》指出,到2025年粮食全产业链各环节节粮减损举措更加硬化实化细化,尤其是2021—2024年的“中央一号文件”均强调了粮食全产业链节粮减损的重要性。因此,在“十四五”收官之年,必须从各环节归纳总结出粮食全产业链减少损失和浪费的细化措施,构建新机制,保障粮食安全。

粮食全产业链各环节的节粮减损策略研究主要包含以下5个方面。一是种植环节的粮食收获减损策略。在粮食收获期间,预防恶劣天气和病虫害、购买农机服务、改进收获作业态度和加大收获环节人力投资等方式可降低粮食收获损失^[1]。当种植环节嵌入了服务水平高的农机收获服务,主要体现在机手操作水平高和农机收割的精细度高,可减少粮食收获损失^[2]。种植环节中,种植主体错过最佳收获时机和没有配套的收获基础设施设备导致收获损失^[3]。二是储藏环节的粮食储粮减损策略。在粮食储藏环节选择应用“四合一”储粮升级新技术(横向通风、负压谷冷、多介质防治、多参数粮情测控)可有效解决浅圆仓、高大平房仓安全储粮问题^[4];以及选择完善进出仓工艺^[5];收储主体选择建设“数字粮库”,实现粮食储存数字化管理^[6]。收储主体在粮食储藏中选择以“三低、三高、三效益”为战略目标^[7],这些均可减少粮食损失。三是粮食运输环节的粮食减损策略,“四散化”运输方式可以有效降低粮食

运输途中的损耗^[8]。四是粮食加工环节的粮食减损策略,粮食加工企业主要通过优化升级粮食加工设备^[9],研发符合适度加工的新产品,避免“精、细、白”,可以有效降低加工环节的损耗^[10]。五是消费环节的减少浪费,增强公众节粮减损意识,尤其是食堂、餐厅等粮食浪费重灾区^[8]。通过文献梳理可知,粮食全产业链节粮减损措施碎片化,不能形成体系集中发力,因此,粮食全产业链节粮减损体系亟待形成优化和提升机制。

1 研究设计

1.1 研究方法

“人智协同”是通过人类智慧的主观控制和大语言模型的内容生成的应用程序,实现人类智慧和生成式人工智能的互补^[11]。Open AI发布以来,AIGC产业得到了快速发展,使大语言模型归纳能力^[12]和演绎推理能力^[13]的可信任程度取得了较好的进展。其中,国内主流大语言模型(“豆包”“通义千问2.5”“文心一言4.0”等)在资料检索、归纳总结、逻辑推理和上下文理解等方面进展迅速^[14]。鉴于扎根理论的本质是归纳法,并在理论建构的过程中应用演绎法^[15],因此选择设置包含“开放式编码、主轴式编码、选择式编码和理论饱和度检验”四个步骤的程序化扎根理论方法^[16]。探索性的利用字节跳动旗下“豆包”,阿里巴巴旗下“通义千问2.5”和百度旗下“文心一言4.0”三个主流大模型,进行程序化扎根理论分析,构建基于中粮集团的粮食全产业链节粮减损能力提升

机制，并判断不同大语言模型在扎根理论不同阶段的应用优势。其中“人智协同”的主要流程如图 1 所示。

通过图 1 可以得出，“人智协同”的过程依旧

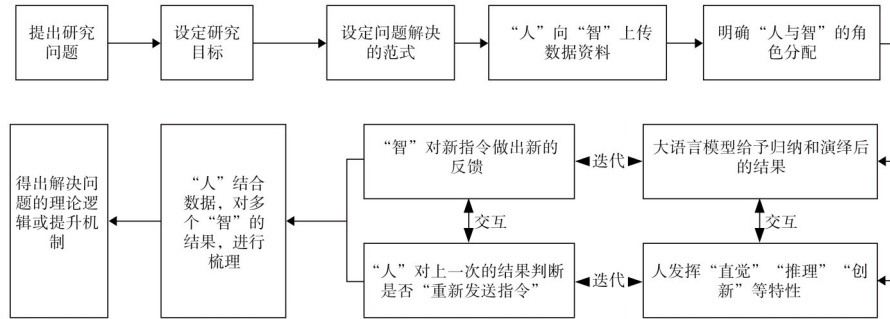


图 1 “人智协同”的应用流程

fig 1 The application process of "Human - AI Collaboration"

1.2 案例企业选择

减少粮食损失和浪费的研究，必须要深入对种植、收获、储藏、加工和销售等粮食全产业链的每一个环节进行剖析，因此需要选择单案例研究方法，主要是因为该方法能够详实地探究单个企业在全产业链每一个环节所做的实践。考虑到单案例研究必须同时具备启发性、典型性和数据可获得性的原因，故选择中粮集团有限公司进行研究，主要考虑到中粮集团作为中国农粮行业的领军者，也是保障国家粮食安全的重要央企，其积极探索粮食全产业链节粮减损的可行策略，并且站在企业角度，形成了粮食全产业链节粮减损领域宝贵的实践经验。因此，及时总结其减少粮食损失和浪费的新方法、新模式，有助于形成具有中国特色的粮食全产业链节粮减损新体系，对于指导粮食全产业链其他企业科学有效实施节粮减损，具有良好的示范引领作用。

1.3 数据收集与分析

一是鉴于新闻报道具有客观真实性，并且中粮集团作为全国农粮行业领跑者，相关报道较多，数据可获得性强，具有典型性，所以通过所搜 2019 年以来全网有关中粮集团关于粮食全产业链节粮减损的新闻报道，经人工剔除重复和无效案例，最终形成 22 篇 1.8 万字左右的中粮集团全产业链节粮减损案例，单篇案例字数在 500~700 字。二是通过应用图 1 “人智协同”的流程，完成程序化

是人占据主导地位，由人提出研究问题、设定范式，主要是利用“智”的数据分析结果，进行多轮比对，最后形成理论逻辑。

扎根理论中的开放式编码、主轴式编码和选择式编码，发掘减少粮食损失和浪费的措施，并提取概念、形成范畴，判别关系，建构逻辑。三是通过已建构的新逻辑，形成粮食全产业链节粮减损能力提升机制。

2 基于大语言模型的程序化扎根结果分析

2.1 三个主流大模型程序化扎根的编码结果

上传整理好的案例资料，在“豆包”“通义千问 2.5”和“文心一言 4.0”的交互对话框发送“请利用扎根理论，对文档中的内容进行程序化扎根理论分析，期望得出粮食全产业链节粮减损的能力提升机制”“具体范式如下”“请按照原始资料示例、初始概念、副范畴的逻辑进行开放式编码”“按照主范畴、初始范畴（副范畴）和主范畴内涵进行主轴式编码”“按照核心范畴、主范畴和核心范畴内涵进行选择式编码”“最后进行理论饱和度检验”六句话，将三个主流大模型会输出不同的结果，整理后，得到表 1。

(1) 三个大语言模型初始概念归纳结果的比较。通过表 1 可以发现，在数量上，“豆包”大模型提取的初始概念最多，总计有 35 个，“通义千问 2.5”大模型提取的初始概念最少，总计 8 个。在内容上，三个大模型均是从原始资料中提取的初始概念，但是“通义千问 2.5”和“文心一言 4.0”不能更好的理解初始概念提取的指令，部分关键

词存在过分解读。

(2) 三个大语言模型初始范畴结果的比较。“豆包”和“通义千问2.5”两个大语言模型在初始范畴的归纳与演绎上，主要听从交互式对话的指令，从产业链环节上进行归纳与演绎，而“文心一言4.0”从管理、技术和标准上进行归纳演绎。但是从产业链环节演绎，得出如“收割环节节粮”，不能细化详实的体现出减损的重要内容，但

是“文心一言4.0”可以更明确的提出干什么的重要问题。

(3) 三个大语言模型主范畴结果的比较。“豆包”和“文心一言4.0”在主范畴的归纳和演绎上，基本上都和初始范畴形成了明显的一一对应关系，未在此环节体现出演绎能力，但是“通义千问2.5”在这一环节，对初始范畴的内容进行较好的归纳演绎，能力较好。

表 1 三个主流大模型的初始概念、初始范畴、主范畴和核心范畴的结果

Table 1 Results of initial concepts, initial categories, main categories, and core categories of three mainstream large language models

	初始概念结果	初始范畴结果	主范畴结果	核心范畴结果
豆包	粮食银行、不落地进库、双代模式、避免地趴粮、节省成本、控制检验时间、腾仓容、24 h 收购、及时烘干、四散化运输、加强散粮设施、封车、施封政策、改进降温设备、包装减少损失、技术创新提高利用率、学术研讨会、集思广益、创新解决之道、感谢信、校企合作、成果转化、晒空碗活动、节粮爱粮宣传、形象 IP、服贸会亮相、全球供应链、协办论坛、粮闪付系统、解决卖粮难题、推广应用、改进储粮模式、高湿玉米裹包、双代服务、帮扶措施	仓储节粮模式、仓储节粮服务、收购环节节粮措施、运输节粮模式、加工节粮措施、行业交流与合作、校企合作与创新、节粮宣传与意识培养、参与国际展会与论坛、数字化售粮创新、储粮模式改进与帮扶	仓储环节节粮、运输环节节粮、加工环节节粮、行业协同与创新、节粮宣传与意识、供应链优化、数字化与创新、收购与储粮优化	粮食全产业链节粮减损的能力提升机制
通义千问 2.5	先进农机引入、技术培训、全程指导、代烘干和代储存服务、分批次结算、资金支持、“四散”运输模式、集装箱散装运输	收割环节节粮、储藏环节节粮、运输环节节粮、资金支持与结算方式	技术与服务创新、物流与服务优化	全链条节粮减损能力提升
文心一言 4.0	耕读教育实践培训、全产业链条节粮减损、科技基础设施、“粮食银行”模式、“四散化”运输模式、技术创新、数字化手段、绿色仓储、可追溯体系、品牌建设	教育培训与知识传播、创新服务模式、技术创新与改进、管理优化与数字化、绿色仓储与可追溯体系、品牌建设与市场拓展	知识传播与教育体系构建、创新服务模式推广、技术创新与效率提升、管理数字化与流程优化、绿色可持续发展、品牌建设与市场引领	全产业链节粮减损能力提升机制

2.2 理论饱和度检验

一是通过三个大语言模型对 22 篇新闻报道形成的文档内容详细分析，数据上已达到饱和。二是鉴于大语言模型作为“智”的一部分，其对数据的分析具有备“人”所缺乏的细心和耐心，可以确保其内容归纳和演绎得出的核心范畴及其内涵已经涵盖了中粮集团在全产业链减少粮食损失和浪费方面的主要做法和经验。没有发现新的概念或范畴能够进一步丰富或改变这一理论框架，因此可以认为该理论已经达到饱和状态。

2.3 三个大模型进行程序化扎根结果的评价

扎根理论重点通过“持续比较”和“理论抽样”，发现新的范畴，并将其纳入理论体系中^[16]。

其本质是通过对现象的观察，发现新的概念，梳理概念与概念间的关系，判断关系的类别（并列关系、递进关系、因果关系等），并在关系与关系之间形成有效的逻辑，最终为理论构建添加新的内容。应用扎根理论构建新的理论体系必须要有归纳与演绎的能力，其中，归纳能力主要考察对文本的理解能力和洞察力，演绎能力主要考察对文本的抽象思维能力、逻辑推理能力、系统性思维。因此，结合表 1 的程序化扎根结果，构建表

2 三个主流大模型的归纳能力和演绎能力判断。

由表 2 可知, 在应用大语言模型进行扎根理论的过程中, 可以“豆包”大模型为主进行开放式编码, 以“通义千问 2.5”“百度文心一言 4.0”完成主轴式编码和选择式编码, 通过大语言模型来完成程序化扎根理论分析, 但是分析结果依旧不够详实, 因此必须要通过“人智协同”的迭代流

程, 完成扎根理论的全过程分析。

3 “人智协同”构建粮食全产业链节粮减损能力提升框架

3.1 “人智协同”的开放式编码结果

由团队成员结合三个主流大模型开放式编码, 得出新的开放式编码结果, 详见表 3。

表 2 三个主流大模型的归纳能力和演绎能力判断

Table 2 Judgment of inductive ability and deductive ability of three mainstream large models

能力 大模型名称	豆包	通义千问 2.5	文心一言 4.0	
归纳能力	理解能力	在对话过程中, 其在上下文理解上能力非常强, 对于提出的问题可以深入理解。	其在对话过程中, 对上下文理解能力较弱, 在同一对话框下, 中断一段时间, 经常答非所问。	在对话过程中, 其在上下文理解上能力一般, 同样是在同意对话框下, 不能结合已有提问, 给出答案。
	洞察力	其洞察能力较强, 对于案例资料的内容, 可以更好的发掘新的概念。	其洞察能力较弱, 对于案例资料的内容, 对基本概念何新概念都难以挖掘。	其洞察一般, 在对案例资料的分析中, 也能发现较多的基本概念何新概念。
演绎能力	抽象思维能力	其抽象思维能力较弱, 只能按照已有内容, 生产语句, 缺乏学术性。	其抽象思维能力非常强, 其可以借助学术语言, 对其进行抽象概括。	其抽象思维能力非常强, 其可以借助学术语言, 对其进行抽象概括。
	逻辑推理能力	其逻辑推理能力一般, 可以判别并列关系, 但是难以判断因果关系等。	其逻辑推理能力较强, 可以很好的判别不同影响因素之间的关系。	其逻辑推理能力非常强, 可以在对话过程中, 结合线上内容, 对逻辑推理进行更好判断。
	系统性思维	其系统思维较强, 可以从产业链考虑并解决问题。	其系统性思维能力较弱, 只重点解决案例中较难问题。	其系统思维能力一般, 其重点关注案例中的主要矛盾, 并解决问题。

表 3 基于“人智协同”的开放式编码结果

Table 3 Results of open coding based on "Human - AI Collaboration"

原始资料示例	初始概念	副范畴
牵头的.....个性化育种芯片等“卡脖子”领域	生物育种	基因育种技术
引进先进农机, 并加强技术培训和全程指导	先进农机引进	智能农机研发
自主研发首台(套)智能绿色磨粉机、高方筛等粮食加工机械,.....	粮机装备研发	
国产收割机因精细化程度不够带来难题	收割机精细化程度不高	
通过智能化出入库系统和自动烘干系统	自动烘干	低温/变温烘干技术
改善粮食产后烘干条件, 提升烘干质量和烘干效率	提升烘干质量 提升烘干效率	
可实现 24 h 收购新粮,..... 进行及时烘干入库,	24 h 收购新粮 及时烘干	粮食全程不落地收购技术
分批次结算、资金支持等一系列综合服务。	资金结算	
加快仓储设施“机械化、自动化、信息化、智能化”升级改造	仓储设施改造升级	粮仓优化设计
增强绿色储粮性能	绿色储粮	
建设多参数的粮情检测与监控系统	设多参数的粮情检测与监控系统	
..... 改进降温设备, 降低面粉加工过程中水分的损耗.....	面粉加工设备改进	适度加工技术
同时在“包装”上下功夫, 减少打包过程中粉尘外溢造成的损失,.....	面粉包装设备优化	
..... 尤其对不具备存放粮食条件的农户, 提供了有针对性的收购方案	定制化收购方案	粮食收购标准协同
以规范标准为保障, 提升质量追溯效能。	标准引领 全程质量追溯	

续表 3

原始资料示例	初始概念	副范畴
推行“四散化”运输模式,即散装、散卸、散储、散运,加强主要物流通道和节点的散粮设施建设。	“四散化”运输模式 物流通道节点建设	粮食“多式联运”节点配套协同
中粮集团还严格做好封车	封车措施	
推行统一的运输管理制度	运输管理制度	
粮集团在……应急加工点遍布粮食主产区、核心销区……	加工点布局	
北粮南运的集装箱散装运输,有效减少了中间环节倒包	集装箱运输 减少倒包	
在加工端引领行业“产好粮”	引领行业	适度加工标准协同;
……来我校涿州教学实验场开展耕读教育实践培训活动。	耕读教育实践	消费引导协同
三是坚决遏制食物浪费,培养居民营养健康、……	营养健康饮食习惯 勤俭节约饮食习惯	
在消费端服务国民“吃好粮”	服务国民	
全程参加活动并主持召开了学习分享暨产学研用交流会。	产学研用	“政产学研金用”协同
举办“挑战杯”竞赛……节粮减损创新方案路演活动	创新方案路演活动	
本次路演是集团集聚“政产学研金”各方优质资源	政产学研金	
推动“创新链产业链资金链人才链”四链深度融合	四链深度融合	
中粮集团……召开大食物观与粮食供应安全学术研讨会	学术研讨会	
与上下游各方集思广益、群策群力,……	集思广益	
未来中国农业要……品牌价值……等为导向	品牌价值	品牌建设协同
打造兼顾“身”“心”的健康好产品	打造好产品	全谷物产品设计
开发全谷物、杂粮等高品质粮油产品。	全谷物产品开发	
初步计划与本地企业建立稻壳米糠、麦麸等副……	稻壳综合利用技术 麸皮综合利用技术	副产物综合利用
一是加强粮食和食品安全监管,建立食品安全追溯体系以规范标准为保障,提升质量追溯效能。	追溯体系 全程质量追溯	粮食全产业链可追溯技术
在工艺管理方面,中粮集团通过技术创新,……	工艺管理创新	绿色粮食产品加工工艺优化
未来中国农业要以……品牌价值、绿色发展等为导向,……	品牌增值	绿色粮食产品品牌规划
农户种植前,……获得低于商业银行的贷款利率,……	降低利率	核心企业主导的供应链金融模式
“中粮+新型农业经营主体+银行+担保机构”的……	金融服务模式	
自建……的“粮信”……和……融资的“升悦”系统	反向保理	
分批次结算、资金支持等一系列综合服务。	资金支持 资金结算	农户综合信用评估模式设计
实施产业链上游供应商和下游经销商的信用级别管……	增信管理	
引导居民均衡膳食,优化食物供给质量……	消费者观念引导	粮食生成与消费协同
中粮自 2011 年发起“晒空碗”全球微公益活动,	“晒空碗”全球微公益活动	
中粮成功打造形象 IP“空小碗”……多圈层传播了节粮爱粮观念。	形象 IP 设计 多渠道引导	
……在全球 50 多个国家和地区建立了码头、仓储及贸易网络,打通了全球粮食主产地到主销区的通道。	全球布局贸易网络 大通主产地到主销区的通道	粮食进出口贸易平衡
中粮集团成功开辟巴西、南非玉米输华通道,……	对外运输通道	
一是以全产业链为依托,加强品种品质品牌建设。	品种推荐	粮食优质品种推荐
引进先进农机,并加强技术培训和全程指导	技术培训 全程指导	智能农机的操作培训

续表 3

原始资料示例	初始概念	副范畴
高标准农业产后的全过程一体化服务	粮食产后高标准服务	粮食产后“五代”服务
中粮推广的粮食代储存、代烘干等服务模式。	“粮食银行”模式	
农户或农粮企业通过与中粮集团签订订单,保障农产品的销售渠道和价格……	销售渠道 销售价格	粮食信息与市场咨询服务
积极发挥主体支撑和融通带动作用,	主体支撑 带动作用	订单农业
在种植端带动农户“种好粮”	带动小农户	

3.2 “人智协同”的主轴式编码结果

码,得出新的主轴式编码结果,详见表 4。

由团队成员结合三个主流大模型的主轴式编

表 4 基于“人智协同”的主轴式编码结果

Table 4 Results of axial coding based on "Human - AI Collaboration"

主范畴	初始范畴	主范畴内涵
粮食全产业链关键核心技术研发与应用	基因育种技术 智能农机研发 低温/变温烘干技术 粮食全程不落地收购技术 四散化”运输车辆配套 适度加工技术	通过基因育种技术、智能农机研发、低温/变温烘干技术、粮食全程不落地收购技术、四散化”运输车辆配套、适度加工技术等技术研发,突破“卡脖子”技术,形成核心竞争力
粮食全产业链协同发展	优质粮食品种选育协同 粮食收购标准协同 粮食“多式联运”节点配套协同 适度加工标准协同 消费引导协同 “产学研金用”协同 品牌建设协同	通过优质粮食品种选育协同、粮食收购标准协同、粮食“多式联运”节点配套协同、适度加工标准协同、消费引导协同、“产学研金用”协同、品牌建设协同等方法促进粮食产业链协同发展
粮食产物综合利用效率	全谷物产品设计 稻壳综合利用技术	探究粮食新产品,提高粮食产品的综合利用效率
绿色优质粮食产品供给	粮食全产业链可追溯技术 绿色粮食产品加工工艺优化 绿色粮食产品品牌规划	通过粮食全产业链可追溯技术、绿色粮食产品加工工艺优化、绿色粮食产品品牌规划等方案,提高绿色产品供给
粮食供应链金融设计	核心企业主导的供应链金融模式 农户综合信用评估模式设计	核心企业主导的供应链金融模式、农户综合信用评估模式设计等方式,加速粮食高效流通
形成国内国际双循环市场	粮食生成与消费协同 粮食进出口贸易平衡	粮食生成与消费协同、粮食进出口贸易平衡构建国内国外双循环大市场,提高粮食产品周转率
粮食全产业链前端社会化服务水平	粮食优质品种推荐 智能农机的操作培训 粮食产后“五代”服务 粮食银行	通过粮食优质品种推荐、智能农机的操作培训、粮食产后“五代”服务、粮食银行等方式提高粮食全产业链前端社会化服务水平
联农带农机制	粮食信息与市场咨询服务 订单农业	通过粮食信息与市场咨询服务、订单农业等联农带农

3.3 “人智协同”的选择式编码结果

由团队成员结合三个主流大模型的选择式编码结果，得出新的选择式编码结果，具体如下表5所示。

3.4 粮食全产业链节粮减损能力提升机制

基于选择式编码的理论逻辑，为实现粮食产业现代化，遵循创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，以产业化龙头企业为主体、粮食产业链其他企业为客体的粮食全产业链节粮减损提升机制主要有以下五方面。**一是技术创新机制。**技术创新是现代粮食全产业链节粮减损的基石。尤其是基因育种技术、智能农机研发、低温/变温烘干技术、粮食全程不落地收购技术、适度加工技术、粮仓优化设计、“四散化”运输车辆配套等方面的创新和应用。**二是协同发展机制。**协同发展是现代粮食全产业链节粮减损的关键。主要是优质粮食品种选育、粮食收购标准、粮食“多式联运”节点配套、适度加工标准、消费引导、“政产学研用”、品牌建设等环节的协同。**三是联农带农机制。**联农带农是现代粮食全产业链节粮减损的途径。包括粮食全产业链前端社会化服务、粮食优质品种推荐、智能农机的操作培训、粮食产后“五代”服务、粮食银行、粮食信息与市场咨询服务、订单农业等途径。**四是绿色发展机制。**绿色发展是现代粮食全产业链节粮减损的目标。从全谷物产品设计、副产物综合利用技术、粮食全产业链可追溯技术、绿色粮食产品加工工艺优化、绿色粮食产品品牌规划等方面进行绿色发展，进而实现粮减损的目标。**五是资源共享机制。**资

源共享是现代减少粮食损失和浪费的手段。可以通过核心企业主导的粮食供应链金融模式、农户综合信用评估模式设计、粮食生成与消费协同、粮食进出口贸易平衡等手段，形成国内国际双循环市场，实现资源共享。

4 结论

判别了应用国内三个主流大语言模型在编码过程中的优势。利用“豆包”“通义千问2.5”和“文心一言4.0”，对中粮集团粮食全产业链节粮减损的案例资料进行编码，通过分析得出“豆包”的归纳能力更强，更适合“开放式编码”，“通义千问2.5”“文心一言4.0”的演绎能力更强，更适合“主轴式编码”，但是三个大模型在“选择式编码”上依旧较弱，需要“人”的智慧进行主观控制，完成程序化扎根的编码。

通过“人智协同”构建了具有中国式农粮产业现代化的粮食全产业链节粮减损提升机制。结合三个主流大模型对中粮全产业链节粮减损内容的扎根分析，充分发挥团队成员长期在粮食产业链的研究，以及作者在中粮工作的实践经验，使得“人智协同”的优势互补性更强，从而构建粮食全产业链节粮减损的理论逻辑和节粮减损提升框架，主要包含技术创新机制、协同发展机制、联农带农机制、绿色发展机制和资源共享机制五个机制。

表5 基于“人智协同”的选择式编码结果

Table 5 Results of selective coding based on "Human - AI Collaboration"

核心范畴	主范畴	核心范畴内涵
创新	粮食全产业链关键核心技术研发与应用	创新是粮食全产业链减损的第一动力
协调	粮食全产业链协同发展	协调是解决粮食产业链节粮减损的内在要求
绿色	粮食产物综合利用效率 绿色优质粮食产品供给	绿色是粮食全产业链节粮减损的重要体现
开放	粮食供应链金融设计 形成国内国际双循环市场	开放是粮食全产业链节粮减损的必由之路
共享	粮食全产业链前端社会化服务水平 联农带农机制	共享是粮食全产业链节粮减损的本质要求

参考文献:

- [1] 陈伟, 朱俊峰. 农户粮食收获损失影响因素的分解分析[J]. 中国农业资源与区划, 2020, 41(12): 120-128.
CHEN W, ZHU J F. Decomposition analysis of influencing factors affecting households' grain harvest loss[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2020, 41(12): 120-128.
- [2] 李轩复, 黄东, 屈雪, 等. 不同收获方式对粮食损失的影响——基于全国3251个农户粮食收获的实地调研[J]. 自然资源学报, 2020, 35(5): 1043-1054.
LI X F, HUANG D, QV X, et al. Effects of different harvesting ways on grain loss: based on the field survey of 3251 rural households in China[J]. Journal of Natural Resources, 2020, 35(5): 1043-1054.
- [3] 焦点, 吴薇, 刘博. 合作促节粮 减损助安全——国际粮食减损大会会议综述[J]. 世界农业, 2021(10): 121-126.
JIAO D, WU W, LIU B. Cooperation to promote food conservation and loss reduction for security: Summary of the International Conference on Food Loss Reduction[J]. World Agriculture, 2021(10): 121-126.
- [4] 靳祖训, 郭道林, 宋伟, 等. 中国粮食储藏科学研究进展一百年(1921—2021)[J]. 粮食储藏, 2021, 50(5): 1-7.
JIN Z X, GUO D L, SONG W, et al. Progress of scientific research on grain storage in China for one hundred years (1921-2021)[J]. Grain Storage, 2021, 50(5): 1-7.
- [5] 郑沫利, 赵艳轲, 陈思露, 等. 基于RDPSO-RBF的粮食产后储藏环节损耗评估模型[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(8): 307-311.
ZHENG M L, ZHAO Y K, CHEN S L, et al. Evaluation model of post-production grain storage loss based on RDPSO-RBF[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2020, 48(8): 307-311.
- [6] 黄静玲. 数字技术在构建粮食安全新动能中的应用[J]. 粮食科技与经济, 2021, 46(6): 20-23.
HUANG J L. Constructing new kinetic energy of food security with digital technology[J]. Grain Science and Technology and Economy, 2019, 46(6): 20-23.
- [7] 翟存利, 高玉升, 张伟. 基于TTM模式探索实现粮食储藏"三低"目标新路径[J]. 粮油仓储科技通讯, 2021, 37(6): 10-12+22.
ZHAI C L, GAO Y S, ZHANG W. Exploring a new path to achieve the "three lows" goal of grain storage based on TTM model[J]. Journal of Grain and Oil Storage Technology Communication, 2021, 37(6): 10-12+22.
- [8] 刘媛, 朱方林, 汤勇华, 等. 全产业链视角下江苏省推进节粮减损的现实困境与纾解对策[J]. 粮油食品科技, 2024, 32(5): 226-231.
LIU Y, ZHU F L, TANG Y H, et al. The practical challenges and solutions for promoting grain conservation and loss reduction in Jiangsu Province from a whole-industry-chain perspective[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2024, 32(5): 226-231.
- [9] 朱俊峰, 乔大宽. 主体协同与合作减损: 全链条粮食减损的内在逻辑和机制构建[J]. 社会科学辑刊, 2024, (5): 178-187.
ZHU J F, QIAO D K. The internal logic and mechanism construction of whole-chain food loss reduction[J]. Social Science Bulletin, 2024, (5): 178-187.
- [10] 周子铭, 高鸣. 新质生产力赋能粮食全链条减损: 内在逻辑与实现路径[J/OL]. 农业现代化研究, 1-10[2024-09-28]. <https://doi.org/10.13872/j.1000-0275.2024.2024.0927>.
ZHOU Z M, GAO M. New quality productivity forces enabling loss reduction in the whole food chain: Internal logic and path to realization[J/OL]. Research of Agricultural Modernization, 1-10 [2024-09-28]. <https://doi.org/10.13872/j.1000-0275.2024.2024.0927>.
- [11] 张进澳, 陈亮, 陈红丽. 生成式人工智能环境下人智协同的前沿分析与机会挖掘——基于扎根理论的综述研究[J]. 数字图书馆论坛, 2024, 20(6): 23-32.
ZHANG J A, CHEN L, CHEN H L. Frontier analysis and opportunity mining of Human-AI collaboration in GAI environment: literature review based on grounded theory[J]. Digital Library Forum, 2024, 20(6): 23-32.
- [12] 罗鹏程, 王继民, 聂磊. 基于生成式大语言模型的文献资源自动分类研究[J/OL]. 情报理论与实践, 1-12[2024-09-28]. <http://cnki.wsp2.cn/kcms/detail/11.1762.G3.20240910.0936.004.html>.
LUO P C, WANG J M, NIE L. Research on automatic classification of literature resources based on generative large language model[J/OL]. Information Studies: Theory & Application, 1-12[2024-09-28]. <http://cnki.wsp2.cn/kcms/detail/11.1762.G3.20240910.0936.004.html>.
- [13] 罗焕坤, 葛一烽, 刘帅. 大语言模型在数学推理中的研究进展[J]. 计算机工程, 2024, 50(9): 1-17.
LUO H K, GE Y F, LIU S. Research progress of large language models in mathematical reasoning[J]. Computer Engineering, 2024, 50(9): 1-17.
- [14] 赵浜, 曹树金. 国内外生成式AI大模型执行情报领域典型任务的测试分析[J]. 情报资料工作, 2023, 44(5): 6-17.
ZHAO B, CAO S J. Test analysis of typical tasks in the information field performed by generative AI large models at home and abroad[J]. Information and Documentation Services, 2023, 44(5): 6-17.
- [15] 王思洁. 扎根理论对情报学研究的启示[J]. 情报杂志, 2011, 30(11): 1-4+32.
WANG S J. Inspiration of grounded theory in information science[J]. Journal of Information, 2011, 30(11): 1-4+32.
- [16] 王璐, 高鹏. 扎根理论及其在管理学研究中的应用问题探讨[J]. 外国经济与管理, 2010, 32(12): 10-18.
WANG L, GAO P. Grounded theory and its application in management research[J]. Foreign Economics and Management, 2010, 32(12): 10-18. ㊟