

智能闭环式物资供应链管理创新与应用研究

黄纪凯

(中国煤炭科工集团 北京华宇工程有限公司, 北京 100120)



摘要: 深入研究智能闭环式物资供应链管理在煤炭企业中的创新应用, 通过分析陕西正通煤业有限责任公司的实际案例, 展示了如何通过整合物联网技术、构建专业化管理体系、研发数字化平台、打造智能仓储中心以及建立精准物流配送系统, 实现物资管理的现代化转型。研究表明, 智能闭环式物资供应链管理不仅显著提升了企业的经济效益, 包括减少库存占用资金、降低人工成本、提高物资周转率和资金使用率, 还带来了显著的社会效益, 如优化物料管理流程、减少责任推卸现象、提升仓储管理规范性和环境友好性。研究强调了智能化、数字化管理对于提升煤炭企业竞争力、实现可持续发展目标的重要性。

关键词: 物资供应链管理; 煤炭企业; 智能仓储; 物流配送; 物联网

中图分类号: F274; TD67 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-9605 (2024) 11-0172-07

Research on innovation and application of intelligent closed-loop material supply chain management

HUANG Jikai

(CCTEG Beijing Huayu Engineering Co. Ltd., Beijing 100120, China)

Abstract: This paper deeply studies the innovative application of intelligent closed-loop material supply chain management in coal enterprises. By analyzing the actual case of Shaanxi Zhengtong Coal Industry Co., Ltd., this paper shows how to realize the modern transformation of material management by integrating Internet of Things technology, building a professional management system, developing a digital platform, building an intelligent storage center and establishing a precise logistics distribution system. The results show that the intelligent closed-loop material supply chain management not only significantly improves the economic benefits of enterprises, including reducing inventory occupation funds, reducing labor costs, improving material turnover rate and capital utilization rate, but also brings significant social benefits, such as optimizing material management process, reducing responsibility shirking phenomenon, improving warehouse management standardization and environmental friendliness. The research emphasizes the importance of intelligent and digital management to enhance the competitiveness of coal enterprises and achieve the goal of sustainable development.

Key words: material supply chain management; coal enterprises; intelligent storage; logistics distribution; internet of things

0 引言

仓储是企业物资供应体系的一个重要组成部分, 是企业各种物资周转储备的环节, 同时担负着物资管理的多项业务职能^[1]。煤炭企业生产物资需求数量巨大, 种类繁多, 而仓储作为煤炭企业存储和保管生产物料的重要场所, 是煤矿企业安全生产、健康持续发展的重要“氧气供给”^[2-3]。当前, 众多煤矿的仓储管理依然依赖于人工进行物资的管理和分发。尽管一些矿区开始采用红外扫描设备来识别领用人员的信息码, 用以确定所需物资, 但物资的检索和搬运仍需人工操作起重机或叉车来完成^[4-5]。仓储管理流程不仅效率不高, 出错率也相对较大, 同时还伴随着较高的安全风险。此外, 仓

库内的物资清点、货位利用、以及实现物资的先进先出原则等管理工作也相当复杂。人工操作物资上架和取货通常不会超过人工或叉车可达到的范围, 由此需要建立多个仓库来满足存储需求, 进而占用了大量宝贵的园区空间。鉴于矿井的连续生产特性, 需要随时取用物资, 因此每个仓库都需要配备多名管理人员来确保仓库的持续运作。此种管理方式导致管理人员数量较多, 整体运作效率偏低^[6]。

仓储管理的现代化对于提升煤炭企业的运营效率 and 安全性至关重要。当前的仓储管理模式, 尽管在一定程度上满足了煤炭企业的基本需求, 但其存在的诸多问题, 如效率低下、错误率高、安全隐患以及管理复杂性, 已经严重制约了企业的发展。特别是在高度自动化和智能化技术日益成熟的今天,

传统的人工仓储管理方式显然难以适应现代煤炭行业的发展需求。

总之，随着科技的发展和行业需求的变化，传统的人工仓储管理模式已经难以满足现代煤炭企业的发展需求。因此，提出并实施一种基于现代信息技术的自动化、智能化的物资供应链管理方式，对于提升企业的运营效率、降低成本、保障安全具有重要的现实意义^[7-8]。

1 物资供应链管理现状

陕西正通煤业有限责任公司是山东能源淄矿集团在陕西彬长矿区开发独资注册的第二对现代化矿井，位于国家规划的十三个大型煤炭基地之一的彬长矿区西北部，坐落在咸阳市长武县彭公镇境内，南距长武县城 13 km，东距咸阳市 178 km、距西安市 198 km，北邻甘肃省庆阳市宁县。

正通煤业公司自建井以来，地质灾害突出，导致生产环节、材料耗损、设备维修等工作较其他矿井更加复杂。其次由于基建初期，公司经营发展重心下移现场生产，导致仓储及物流中暴露出严重问题。一是公司仓库管理模式为每区队管理各自单位的仓库，为单层的仓库，其最大缺点是占地面积大。二是单层建筑仓库内部可使用的空间有限，在大量器械和物品到货的情况下尤为紧张，为满足货物的存储，在仓库外围存放许多大型器械，扩大的仓库面积导致投入更多资金。三是由于仓库的数量多，各单位仓库需配置 2~3 名仓库保管员，协调领取浪费人力，无形中增加了资金浪费。四是各单位使用现场人工盘点货物，且在工作环境差、工作量大、工作速度慢的情况下员工常会出现问题，耽误货物入库或出库。五是出于公司实行的仓库管理

模式为各单位自行管理，物资采购计划也由各单位自行提报，因此存在本单位仓库存在大量闲置物资，别单位需求该类型物资，却得不到调剂使用，造成各单位仓库内均存在大量闲置物资，无形中造成了资金的浪费。因此通过物联网技术与先进的设备，共同铸造成功的数字化智能仓储管理体系，不仅对企业保证生产供应、节约成本、提升企业竞争力具有重要的现实意义，也对推动矿山智能化、数字化建设具有重要意义^[9]。

2 智能闭环式物资供应链管理创新

智能闭环式物资供应链管理创新是基于物联网技术应用，建立“1+3”模式的专业化管理，即 1 个中心：生产服务中心，3 个小组：装料组、维修组、运输组。以精益市场化综合服务平台作为流转运转载体，智能仓储中心作为物资流转枢纽，将条形码、物联网等数字化、自动化和信息化科学技术应用到物资供应仓储管理业务中，彻底简化物资流转环节业务流程，使仓储管理从传统的“结果导向”转变成“过程导向”，从“数据录入”转变成“数据采集”，从“人工找货”转变成“导向定位取货”，实现购置、仓储、配送、回收等各个环节高效运行。智能闭环式物资供应链管理系统，从源头上避免人为因素引发的借条领料、系统外领料、重复采购、领料效率低、领错料、入错库等一系列问题，切实提高仓储管理效率，改善服务质量，提升管理水平。该系统如图 1 所示。

同时，智能仓储实现无人自主操控，降低员工劳动强度，减少用工成本，极大地缓解了人员紧张问题，真正做到减员增效，实现了机械化换人、自动化减人、智能化无人的美好愿景。

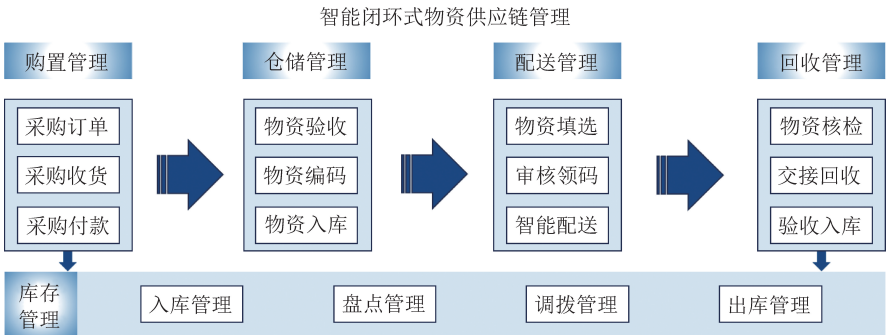


图 1 智能闭环式物资供应链管理系统

3 物资供应链管理创新路径

智能闭环式物资供应链管理创新是基于以“运行高效化、流程精细化、轨迹数字化、调度智能

化、过程状态可视化”为目标，通过构建物资精益管理体系、研发物资数字超市平台、打造智能立体仓储中心、建立精准物流配送系统、实现回收信息分析研判 5 个部分系统设计，实现了物资购置、管

理、配送、回收闭环式管理创新应用。

3.1 构建物资精益管理体系

生产要素中的人为因素对于管理活动极其重要,其为实施有效数字化智能物资供应的基本条件。同时改变传统物资管理模式,需摒弃人工操作遗留的弊端,设计一套以精益管理为核心,提高仓储周转率,减少运营资金的占用,使积压资产变成现金,降低由于设备材料更新换代、淘汰、积压所造成的成本,是为企业提高生产效率的重要环节。

1) 整合现有资源,构建专业化管理,优化人员配置。整合公司区队 11 所工具房及其负责日常领、装、卸料工作人员(每单位 3~4 人),组建“1+3”模式的专业化管理,即 1 个中心:生产服务中心,3 个小组:装料组、维修组、运输组,不仅极大地释放了各单位的人力成本,也杜绝了物资管理系统中人力环节过多存在的信息遗失问题。根据企业仓储管理的智能化水平,加强对于仓储管理人员的培训,让仓储管理人员的专业技能和职业素养都得到提升。具体的培训活动主要从以下的 2 个层面上开展:① 注重智能化仓储管理手段和技术的培训,由于部分企业的仓储管理人员的学历水平相对较低,对于二维码、WMS 系统等仓储管理软件的操作不熟,为此进行专门的指导,责成技术人员开展专业培训,采用“1 教 1、共成长”的教学模式,对 AGV 等新设备新技术进行 1 对 1 教学,做到人人学、人人会;② 注重对仓储管理人员职业素养的培养,只有具备了责任心和使命感,才能够在平凡的岗位当中作出更多的贡献,才能够为“人机交互”的仓储智能化管理模式注入更多的活力。③ 开展 OPL 一点课,每天利用 10 min 对部门信息资源进行共享,提高部门内业水平。

2) 摒弃传统模式,建立规范化制度,合理使用物资。为不断推进物资管理精益化、程序化、规范化、市场化,达到管理规范、控制合理、节支降耗、增收提效的目的,公司建立流程清晰、管理明确的《物资管理考核规定办法》,明确物资管理中各流程环节的人员职能分工,规范包括物资的购置、调入、调出、领退、盘盈、盘亏、毁损、报废的手续和程序,实现物资管理中计划、控制、核算、分析和考核的可视化操作。

为确保物资管理工作的有效运行,生产服务中心配备专职业务管理员,负责周转物资的租赁管理及租赁费、维修费统计及物资损失的鉴定考核工作,负责租赁设备的验收入库及发放管理工作,负

责租赁设备的现场跟踪管理等工作。

周转材料和设备采用租赁管理方式,按照“分工管理、集中考核、过程管控、责任追溯、市场化交易”的原则,考核分为工资总额支出、租赁费收取,各单位维修费、材料费与生产服务中心市场化交易等方式。

新投入使用的物资,按周转物资领取流程领取,更换必须交回旧件。需先领用新物资时,必须经分管领导同意,3 天内必须将更换下来的旧件上交,上交数量不足的部分,由责任区队材料费中列支补充。

通过健全市场化租赁运行机制,切实提升公司各单位市场化管理意识,充分发挥周转物资及设备的效能和效益,实现周转物资和设备合理配置,提高利用率,盘活资产,减少重复购置,降低事故率和待修率。

3) 推行精益结算,制定科学化定额,完善考核机制。以市场化精益化为推手,实施“矿、机关部室、基层区队、班组”四级预算管理、构建四级市场主体,细化“三类”(种类、用途、价值)市场交易客体,规范完善“两个”(内部转移价格体系、外部市场价格体系)市场价格体系,搭建“四级”(矿、机关部室、基层区队、班组)结算平台,建立服务于市场主体的产品、材料、电力、水力、蒸汽、劳动力、修理、租赁、非煤服务等“九大”要素专业市场。同时在定额管理方面,制定完善的劳动定额、物资消耗定额、物资储备定额、能源消耗定额,保证市场化考核机制的顺利实施。通过实施“市场化+全生命周期管理”,将设备、大型专项材料、设施的全生命周期管理实行市场化运营,实行回收复用、修旧利废全程可追溯管理。

3.2 研发物资数字超市平台

基于“正通‘三化融合’综合服务管理平台—设备管理”的建设,构建设备全生命周期管理的设备维护管理体系,实现设备档案电子化、设备租赁流程化、设备维修标准化,设备保养规范化,提升设备管理水平。通过设备档案管理模块的建设初步实现完成全矿设备的数据清点工作,实行“一物一档一码”的设备管理理念,即一台设备建立一套档案,解决矿属设备档案覆盖不全、档案数据不全、档案容易遗失等问题,系统提供设备档案模板、台账的建立和维护功能,建立第一责任人绑定机制,通过数据可视化看板实现设备全数据的宏观管控,

合理控制设备采购、周转、报废，降低设备的采购成本、运行成本。通过租赁市场的建设，实现了设备的有偿使用与监管，建立设备租赁结算体系，合理减少设备的积压闲置问题，同时实现重要设备及核心零部件的跟踪，有效提升设备利用率、周转率，降低采购成本。通过维修市场的建立，推行设备维修处理流程规范化及维修服务有偿化，有效的推进了各使用单位设备的自主维修与规范化使用，降低了设备的故障率。通过设备保养模块实现设备养护计划集中管理，对保养计划任务完成情况跟踪管理，建立设备维修保养技术标准规范库，可以制定设备养护计划，实现设备管理从被动维护到主动维护，企业更好地掌握全局转变，提升设备的使用寿命。

3.3 打造智能立体仓储中心

智能仓储中心于 2021 年 7 月开始规划建设，

2021 年 10 月建成投用，库区面积 1 200 m²，货位 1 000 余个，目前存放 1 000 多类物资。智能仓储中心共分为 A-J 区 10 个货区，每个货区共 5 层货架，每层 20 个货位，根据区域划分存放常用物资、低值易耗品及各类设备常用配件，同时引入矿井自动化精益 AGV 式智能叉车^[10]及 WMS 智能立体仓储管理系统。为贯彻公司“两化融合”（精益化、市场化）理念，与正通精益市场化平台实现互联互通：当物资入库时，系统根据入库单信息，自动查找物资可存放的最佳货位并在屏幕上显示，仓管人员实时查看位置信息，及时将物资存放到对应位置；当物资出库时，系统根据出库单信息，自动查找相关物资存放的位置并显示在屏幕上，仓管人员实时查看位置信息，并及时将物资从对应货位上取下，如图 2 所示。

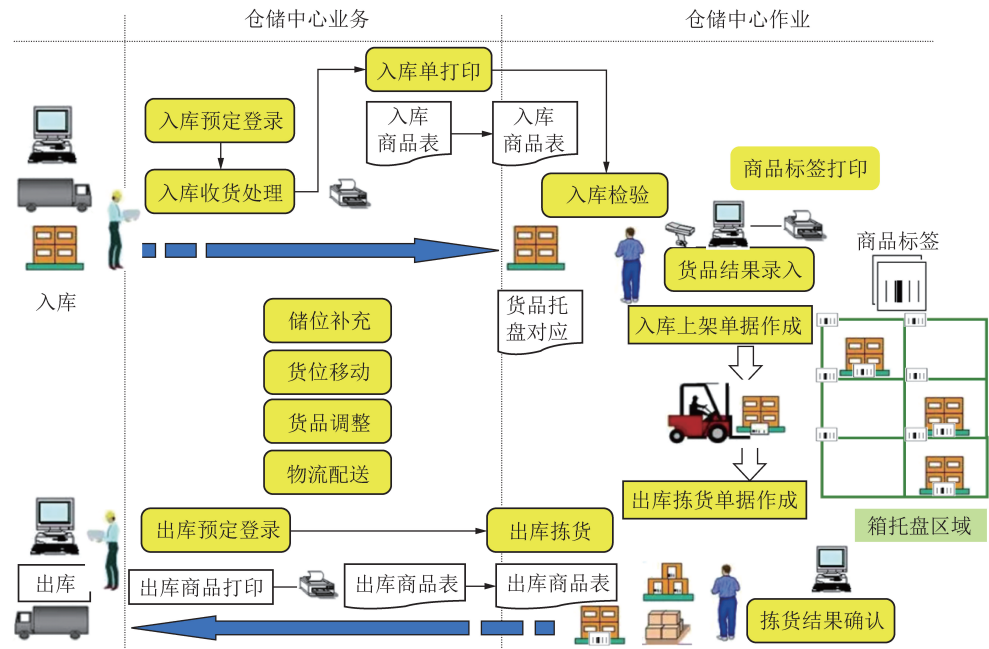


图 2 仓储中心物资入库和出库流程

物资到矿后由分管人员组织验收，根据技术要求及技术规格书进行比对，合格后录入正通精益市场化平台，对接 WMS 仓储管理系统定区定位进行存放，建立三级目视管理牌板进行目视化管理，并对应物资的名称、型号、内部编码、规格生成二维码，当新来职工或非工作人员有不熟悉的备品时，可通过手机查看二维码快速查询物资信息及数量，防止因不熟悉设备录入错误信息。

智能化仓库是基于 AGV 自动化精准定位技术^[11]，对仓库进行网格和信息化打造，并通过智能化货架及辅助运输设备，实现仓管与软件管理系

统的链接，通过两化融合平台从物资全库存管理、物资计划提报与领用、废旧物资再利用、周转物资再交易等物资管理维度，帮助企业完善物资管理工作，减少物资管理过程中的库存不透明、计划采购无支撑、物资领用无控制、废旧物资难流通等问题，同步周转仓数据与再生物料数据管理，执行基于预算的物资使用计划审核与基于周转仓库存数据的采购计划提报，严格遵循使用计划调控物资领用，物资领用时周转物资、再生物资。

3.4 建立精准物流配送系统

以物联网为核心抓手，通过搭建物资仓储管理系统与物资智能配送系统，实现了物资实时在线的全生命周期管理。依托计划采购、闲置调剂、废旧

复用、智能配送等,实现精益物资管理,达到一物一码的精细化管理和回收物资管理精益到个人,合理降低库存,减少资金占用,提高物资出入库的速度、仓储库房的利用率,提升配送效率,实现物资的计划、出入库、配送、运输、回收全过程管理,以大量业务数据为基础,识别障碍点和浪费源,提高物资流转和利用效率,重构业务结构和组织结构,精简业务流程,提升业务效率,以精益为原则,以市场为手段,实现减人增效。针对交接单、区队自行装卸车等传统物料配送模式存在的种种不足,矿井借鉴现代物流理念,针对原流程进行了优化再造,提炼出“一站式”物料配送模式。

各单位领料时只需点选所需物资,填写物资使用信息,点选配送方式,经单位主管、生产服务中心分管人员审核,生成领料码,即可领取。平台内实现“网购配送”一站式服务。具体如下:

1) 生产区队日常可通过物资市场提报领料申请,提报后由各级领导审批,审批通过后生成电子领料单,作为领料的电子凭证。

2) 领用的物料如需配送服务,可在领料申请后发起配送申请,将车辆配送的物料明细设置好,生产区队通过引用领料申请单中物料明细的方式设置车辆配送方式。

3) 生产区队提交的配送申请单经分管人员审批,通过后生成领料码,根据领料码由 AGV 搬运系统进行拣货、出库,订单发送至装料组,根据所选运输方式提供装料服务,再由装料组对接运输组提供井下配送服务。

4) 运输组提供配送服务,利用现有的基于 UWB 精确定位技术的车辆管理调度系统^[12],以“货物出行更轻松”为使命,充分利用地面智能仓储系统,实现物料出入库、运输期间的“订单”查询功能。在正通精益市场化综合服务平台中实现时时动态掌控,同时以智能调度和智能监控为手段,实现胶轮车、轨道运输和单轨吊的无缝衔接,确保货物能够“高效、快速、按时”送至施工地点,实现一站式物流配送。

3.5 实现回收信息分析研判

使用完毕的物资由生产区队在井下料场临时存放,通过精益市场化平台提交上交申请,分管人员根据市场化综合服务平台物资的使用周期以及日常点检维护情况进行审批,点检维护较好的物资且当前有物资需求,可直接在市场化综合服务平台进行交接,运输组根据平台信息在井下进行转运交接;

当前无物资需求或使用时间较长的物资经审批后由运输组根据平台信息安排车辆进行回撤升井至维修组进行拆检验收,确认物资使用状态后由装料组运送至待修区、报废区或完好区进行存放。维修组维修完成后由分管人员进行验收后入库存放,完成智能化闭环式物资管理。在“正通精益市场化体系”全面数字化的基础上,打造正通数据资源体系,实现全业务、全数据、全价值结点智能分析,持续优化精益管理体系,实现数字驱动企业精益管控。物资数据分析模块建立,实现物资计划量、库存量、消耗量等数据看板精准同步,通过可视化图表进行时间维度、部门维度、考核类型维度、消耗类型维度等不同维度的对比分析与预警监控机制的有效运用,快速定位采购过量、库存不足、计划不准等问题,完善管理方法,不断提升物资管控的精准度,提高安全库存的周期与精准控制,达到提高物资计划准确性、降低库存量、提高库存周转率的目的。设备数据分析模块建立,实现设备基础数据的动态监管,通过对平台设备总量、闲置数据、故障数据、租赁数据、报废数据等数据掌握,有效辅助设备管理,合理调配设备;通过对租赁计划与实际消耗、设备故障率趋势分析、闲置设备占比分析、高频故障设备及品牌型号等数据掌握,为设备管理提供精准、全面统计数据支撑。预算与结算数据分析模块建立,实现月度指标完成情况、年度指标完成情况、重点指标监控预警、重点工程进展情况等精益分析,指标进度时时掌握,辅助计划调整,通过各类成本数据及人工效率的对标分析,全面掌握区队生产进度,发现成产过程中的问题,加强过程管控,科学规范流程、合理降低成本、有效提升效率。同时实现班清班结、日清日结、月清月结数据的可视化对比与权限阅览,薪资收入公开透明时时同步,充分调动全员生产积极性。

4 实施效果

4.1 经济效益

4.1.1 提升经济效益

智能闭环式物资供应链管理模式逐步取代除内部智能化仓储库外的所有二级小仓库,提高物资周转率和资金使用率,减少因层层设库造成的淘汰物资占用生产成本,降低了生产成本及冗余库存,减少了物资重复采购,达到了一举多得的目的,比传统物资管理模式减少了库存占用资金 500 余万元/a。生产区队减少领料员 20 余人,减少

小仓库电焊工 10 人，每年减少辅助人员人工工资在 200 万元以上，提高了生产一线职工的工资收入，实现了职工收入和安全生产的相互促进，达到了两者良性循环预期效果。

4.1.2 提高工作效率

1) 简化了煤矿内部物资管理环节，提高了物资配送效率。

2) 改变物资配送环节的多责任主体为单一责任主体，避免多单位之间的责任推卸现象。

3) 减少材料积压现象，降低物资储备资金，提高物资周转率和资金使用率，降低生产成本。

4) 减少区队专门的物资管理人员，降低人工成本。

5) 充分发挥信息技术优势，提高工作效率。

6) 实现资源共享、信息共用，对物资管理各环节进行实时跟踪、有效控制和全程管理，实现物流、信息流和资金流的有机统一。

4.2 社会效益

矿井自动化精益 WMS 智能立体仓储管理系统通过与企业“两化融合”工业生产系统的互联互通，根据统计数据对货物进行标签化管理，通过唯一的标签号和条形码作为物资的身份证，应用于仓储管理的收货作业、拣货作业、库存盘点等日常作业环节，并利用物联网技术对货物进行识别、定位等功能，提高煤炭企业物资仓储管理效率和精细化程度。智能仓储系统由软硬件共同组成，软件部分包括一套物资管理信息系统，通过平台从物资全库存管理、物资计划提报与领用、废旧物资再利用、周转物资再交易等物资管理维度，帮助企业完善物资管理工作，减少物资管理过程中的库存不透明、计划采购无支撑、物资领用无控制、废旧物资难流通等问题，同步周转仓数据与再生物料数据管理，加强库存管理、降低仓储成本、提高物资利用率。另外，借鉴制造业仓储标准化管理模式，引进仓储货架和标准托盘，实现煤矿物资的标准化存放和抓取，同时引入智能叉车等存放机械装备，安全高效地提高库存出入库效率。

通过实施“智能仓储+一站式物资管理”，贯通企业“两化融合”工业生产系统，构建了完善的闭环式物料领用及配送管理体系，形成了完善的相关管理制度，优化了物料管理流程、材料费用管理，减少了日常库存盘点及多单位之间的责任推卸现象。公司的仓储管理不断规范，仓储环境不断改善，真正达到有规可循、减少差错发生、便于监督管理的目的。

5 研究的理论意义及创新

本研究聚焦于智能闭环式物资供应链管理在煤炭企业中的创新应用，通过陕西正通煤业有限责任公司的案例分析，探讨了物联网技术整合、数字化平台建设、智能仓储中心构建以及精准物流配送系统建立等方面的实践与成效。研究的理论意义及创新主要体现在 3 个方面。

5.1 理论意义

1) 数字化技术与传统产业融合的实证研究。本研究通过实证分析，展示了数字化技术如物联网、云计算、人工智能与传统煤炭产业的融合路径，为理论层面上数字技术与传统产业的整合提供了实践案例，丰富了现代企业管理理论的研究内容。

2) 智能化管理体系的理论发展。案例分析表明，智能化管理体系在物资管理中的作用不仅限于物品流动的控制，更涵盖了高效决策支持、供应链优化等多维度功能。该研究提出的理论框架有助于形成一种新型的数据驱动管理模式，在传统管理学理论中补充了智能化发展的维度，推动了管理理论向智能化方向的拓展。

3) 供应链管理理论的创新扩展。本研究通过现代化物资管理体系的构建，整合了智能物流配送系统，强化了供应链的完整性和协调性。该实践对于供应链管理理论而言，特别是在煤炭企业供应链管理领域，提供了智能化和数字化转型的新视角。

5.2 理论创新

1) 物联网技术在煤矿领域的创新应用。本研究的创新点之一在于物联网技术在煤炭物资管理中的深度应用。通过实时数据采集、智能仓储系统与自动化物流配送的协同，本研究提升了运营效率，为物联网技术在煤炭行业的应用研究提供了新的实践基础，并在理论上拓展了其应用范围。

2) 智能仓储中心构建的理论与实践。在传统煤炭行业中，仓储管理往往较为落后。本研究通过构建智能仓储中心，实现了物资管理的集中化和智能化，该创新管理模式不仅推动了煤炭企业的转型升级，也为仓储管理理论提供了新的研究路径，尤其是在数字化平台支持下的物资智能调度方面。

3) 数字化平台在煤矿企业管理中的整合效应。本研究中的数字化平台整合了企业管理的多个模块，形成了一个综合性的信息管理平台。该种集成

化的管理方式提高了部门间的协作效率，使决策过程更加数据化和可视化。跨领域应用不仅拓宽了传统企业管理系统的研究范畴，也为企业管理数字化转型理论的发展提供了新的研究案例。

6 结 语

在煤炭企业的仓储管理中，智能闭环式物资供应链管理创新无疑是一次重要的进步。传统的仓储管理方式存在效率低、误操作率高、人员安全隐患大等问题，难以满足现代煤炭行业的需求。陕西正通煤业通过引入物联网技术，构建了以“1+3”模式为核心的智能化仓储体系，彻底简化了物资流转环节，提高了仓储管理效率，减少了人工操作的安全隐患和管理复杂性。通过整合现有资源、推行精益结算、研发物资数字超市平台、打造智能立体仓储中心，并建立精准物流配送系统，正通煤业实现了物资管理的全过程数字化和智能化管理，不仅提高了企业的运营效率，降低了成本，还保障了企业的安全生产和可持续发展。正通煤业的智能化仓储管理模式，展示了在科技进步推动下，煤炭企业如何通过创新管理路径，提升整体竞争力，推动行业的智能化和数字化转型。

参考文献：

[1] 韩丞焄. 煤矿物资仓储安全智能化管理现状及防控措施[J]. 内蒙古煤炭经济, 2024 (4): 97-99.

[2] 杨 丽. 煤矿智能仓储系统研究与设计[J]. 中国煤炭, 2022, 48 (2): 48-54.

[3] 王洪阳. 煤矿物资仓储管理存在的问题及优化措施分析[J]. 内蒙古煤炭经济, 2023 (18): 76-78.

[4] 万明重, 蒋忠中, 秦绪伟, 等. 考虑拆分策略的智能仓库订单拣选优化问题[J]. 计算机集成制造系统, 2021, 27 (6): 1809-1819.

[5] 陆佳依, 金晓怡, 江鸿怀, 等. 基于智能仓储的 AGV 道路识别系统[J]. 轻工机械, 2020, 38 (3): 74-77.

[6] 王天红. 煤矿企业仓储管理机制的建设分析[J]. 内蒙古煤炭经济, 2019 (17): 77-78.

[7] 王 栋, 王云峰, 吴 奎. 红柳林煤矿智能仓储建设实践[J]. 智能矿山, 2023, 4 (3): 80-84.

[8] 贺 鹏. 煤矿物资采购管理在供应链体系中的作用[J]. 内蒙古煤炭经济, 2023 (23): 100-102.

[9] 吴劲松. 基于物联网的矿山智能仓储快递服务系统设计与应用[J]. 中国矿业, 2020, 29 (5): 72-75.

[10] 闫敬旺, 王树斌, 谭 震, 等. 煤矿机器人集群研发与工程示范建设实践——陕煤集团神木柠条塔矿业有限公司智能矿井建设经验[J]. 智能矿山, 2022, 3 (8): 48-58.

[11] 蔺一帅, 李青山, 陆鹏浩, 等. 智能仓储货位规划与 AGV 路径规划协同优化算法[J]. 软件学报, 2020, 31 (9): 2770-2784.

[12] 杨传久, 谭业勇, 徐鹏飞. 煤矿井下 UWB 精确定位的研究与应用[J]. 智能矿山, 2023, 4 (12): 86-91.

作者简介：黄纪凯（1991—），男，山东淄博人，硕士，工程师，主要研究方向为供应链管理。E-mail: 1509118504@qq.com

责任编辑：刘萌萌