

烟叶原烟仓储数字化转型对策研究

赵昌华¹, 杜留德¹, 袁明¹, 王挥华², 陈载清^{3,4}, 云利军^{3,4}

(1. 云南省烟草烟叶公司烟叶经营科, 云南昆明 650218;

2. 云南师范大学物理与电子信息学院, 云南昆明 650500; 3. 云南师范大学信息学院, 云南昆明 650500;

4. 云南省教育厅计算机视觉与智能控制技术工程研究中心, 云南昆明 650500)

摘要:针对烟叶公司烟叶仓储数字化程度不高, 烟叶存储与调配效率低下等问题, 提出面向烟叶原烟仓储数字化转型方法, 包括建立数字信息空间和构建智能调度管理模型2个方面. 其中, 数字信息空间主要包括建立货位单元化、货区网格化、管理标准化的数字孪生体模型, 实现对原烟周转库、直投区物料库、露天堆场物料库、半成品库、成品库等主要仓储库的数字信息化管理. 智能调度管理模型则包括数据采集与分析、智能作业调度系统、实时监控与反馈、跨部门协同调度和人工智能技术应用5个方面, 旨在实现资源的合理配置和作业任务的优化分配, 提高作业效率和准确度. 该方法有望在降低成本的同时提高烟叶存销效率, 为烟叶数字化仓储系统的设计与应用提供参考.

关键词:烟叶仓储数字化; 数字信息空间; 智能调度; 数字孪生; 智能作业

中图分类号: TP391.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-8513(2025)02-0224-09

2020年9月, 国务院国资委办公厅发布《关于加快推进国有企业数字化转型工作的通知》中提到“要将数字化转型作为改造提升传统动能、培育发展新动能的重要手段”^[1]. “十四五”规划也强调, 加快数字化发展对数字产业化和产业数字化, 推动数字经济与实体经济深度融合, 全面塑造发展新优势具有重要意义^[2]. 另外, 数字化转型对于企业管理创新、工艺创新和生产线管理创新等方面, 具有一定的推动和促进作用^[3]. 由于政策推动和诸多数字化带来的显著成果, 数字化转型逐渐在所有行业中全面启动, 各类企业逐渐意识到数字化转型对于企业长效发展的重要意义^[4]. 同时, 企业也将数字化管理视为改造传统生产形式, 实现现代化生产的必要条件之一^[5]. 随着人工智能、大数据、物联网、云计算和移动互联网等高新数字科技的不断发展, 越来越多的企业跟随科技进步的步伐, 加快了数字化转型发展战略的推进^[6].

烟叶原料仓储, 不仅是烟叶从原材料到配方打叶或直投中的关键环节, 也是实现烟叶原料保质提质、降本增效的关键环节^[7], 在烟草烟叶公司数字化转型项目中的重要地位不言而喻. 加速推进烟叶仓储数字化进程, 不仅使得当前杂乱无章的低效仓储现状得到数字化、系统化的改善, 同时也可以有效促进企业创新模式的迭代更新, 为企业注入新活力^[8]. 梳理烟叶仓储环节由“入”到“出”的全流程数据, 设计高效的数字化管理模式, 开发简洁易用的数字化仓储系统, 培养高素质、懂数据的新员工, 成为新发展阶段下迫在眉睫的任务, 对公司和行业内有着重要的实践指导意义.

随着新一代科技浪潮的兴起, 中国乃至世界各国工业部门都处于与数字经济融合的关键阶段^[9], 数字化转型已成为企业发展的新途径^[10]. 作为烟草公司数字化转型项目中的关键一环, 烟叶仓储数字化的开展, 将打破传统仓储资源浪费、无效冗余数据过多、环节衔接低效混乱等问题, 并在烟叶仓储全流程环节显著“降本提效”, 促进传统数量保管型烟叶仓储管理向质量养护型管理的转变. 既能构建精益仓储, 又能保证烟叶储存安全, 完成从储存到生产过程的数字化转变^[11].

收稿日期: 2024-01-08.

基金项目: 中国烟草总公司云南省公司科技计划项目(2022530000241026).

作者简介: 赵昌华(1975-), 男, 经济师. 主要从事企业管理研究.

通信作者: 云利军(1973-), 男, 博士, 教授. 主要从事物联网技术、视频图像处理研究.

1 烟叶仓储业务流程及存在问题分析

以云南省某烟草公司为例,该企业成立于1982年,拥有1条12 000 kg/h和2条6 000 kg/h的打叶复烤生产线,年加工生产量200余万担,年配方加工烟叶超过180万担,总占地面积69.21万m²(1 000余亩),烟叶原料来自省内13个州市、60多个县区。原烟收购周期为每年6月至次年1月,原烟仓储与购进为同一周期。目前该公司实际存储区域可以同时存放约63万件烟叶原材料,其中露天货场容量约60万担,由于高峰期面对10多个州市,还要考虑卸货堆垛能力,每天能接收约2万担,最高可达3万担。

1.1 烟叶仓储业务流程

烟叶仓储业务流程包括原烟报道、质量检验与卸货入库、原烟验级和投料出库4个阶段,具体流程如图1所示。



图1 烟叶仓储业务流程图

与仓储环节紧密相关的主要业务流程的现状描述和梳理如下:

(1)原烟报道

首先,根据省局(公司)下达的通知,与各州(市)公司签订年度烟叶调拨协议。在烟叶调拨前一工作日,通知合同准运证管理人员统计各州(市)公司的原烟预计发运情况,并进行日均量控制。然后,统计岗核实《准运证》和烟叶入库信息,填制《烟叶情况明细表》,将烟叶分为委托加工烟叶和省储备烟叶,并分别交由合同准运证管理人员和计划管理人员登记处理。同时,引导员根据当前各存储区位的存放情况,以及报道号、烟叶地区和等级安排烟叶运输车辆到相应货位旁停靠卸货。

(2)质量检验和卸货入库

原烟保管人员首先查验随车货票是否齐全,核实报道号、烟叶地区、等级等情况,并安排烟叶运输车辆停靠到相应货位旁。接着,罚没烟叶需要由烟叶技术中心安排具有罚没烟检验资质的质检人员进行检验,依照相关监督检测站的规定,对原烟进行检验。其他原烟经由原烟保管人员采用随机抽检方法进行计量确认,并根据堆码标准严格执行烟叶堆放。同时,对仓储原烟进行日常养护,并实时跟踪监测烟叶各项指标的变化情况,如有异常情况需立即采取相关处置措施。

(3)原烟验级

验级员通常与各卸货组相对应,并根据工作安排进行验级。验级员按照公司原烟检验流程和验收标准进行单据信息核对和质量把控,按规范流程随机抽样检验。随后,对各烟包进行抽检,并对抽取的烟进行甩靶,确定原级有多少,其他各个等级有多少,确定合格率、纯度。最后,填写原烟验收报告单,合格率不低于40%,纯度不低于70%,各项指标不能超过规定限定指标。罚没烟不需要烟叶经营科进行验级,而按照检测报告录入,合格率20%以上可以投料使用,具体等级通过后续分选后进行确定,过磅时以实际重量为准。

(4)投料出库

企业管理科生产调度相关人员下达生产投料计划,原烟统计人员对生产投料计划进行核实,并通知任务承揽公司出库人员进行拆解、装车。同时原烟保管人员填写原烟投料单据并交给运输驾驶员带至备料库。然后,原烟保管人员填写原烟投料、货位情况,由原烟统计人员录入物流供应链系统并归档。企业管理科口头下达投料计划,货场统计员将可用货位号发给企业管理科调度,若货位未堆满则不能进行投料。每次实际投料出库后,保管员将实际投料出库数据报送统计员,在系统中确认实际已投出库信息。若当月出库计划未执行完成,则下月还需进行反投操作,否则会造成报表统计账目不平衡。

1.2 存在问题分析

数字化转型可能面临数据管理与安全、技术设施更新、员工培训、系统集成和合规要求等挑战。解决这些挑战需要综合考虑信息管理、技术设备更新、员工培训、系统集成和合规性,并制定有效的数字化转型策略。

(1) 存储资源短缺且分配效率低

部分烟叶并不是长时间存放,有的会因配方打叶需要分批使用,有的甚至直接以直投方式输出。但是在每年旺季来临时,由于公司存储区域大约为每年周转量的27%,因此每个货区的货位,并不能够固定存放相同来源或等级的烟叶,导致货位和货号不仅无法固定,甚至由于配方打叶的实际需要反复变化,导致原材料存储和流转效率低下,增加了“快调、快分、快配、快打”的难度。

(2) 存储环节冗杂效率低下

从原烟报道到投料出库的仓储环节涉及到众多人员、岗位和表单,并且流程区分不够清晰,经常会出现多个环节的重叠处理和多种工种的交叉作业。由于仓储资源和信息流转效率较低,再加上现有的存储区域空间不足,经常会出现流程不清晰或货位安排上的矛盾,最终导致人员之间的冲突。

如果能依靠数字化转型,在原有传统仓储环节的基础上重新划分仓储结构,并优化仓储数据流动环节,则可以在短时间内达到人员各司其职但强合作、流程环环相扣但低耦合的优化效果,全面打通存储环节数据流动,明显提升公司仓储环节的协同水平^[12]。

(3) 信息实时性较弱,关键步骤只能依靠人工

由于当前公司仓储各流程大多依靠人工操作完成,信息流通速度极慢,表单繁多。以原烟报道阶段为例,其涉及到的单据和表单包括:调拨单、烟叶准运证、临时号牌、烟叶电子合同、原烟初验验级报告单;如果是罚没烟,则需要先填写罚没烟预约表,还要和卸货环节沟通确定时间,并提供罚没烟叶收购通知书、账户证明、云南省罚没烟叶委托检测书、检测报告、包装物处理单。其中所有信息交流均靠人工通过电话、微信沟通,最后虽录入系统,但由于园区内并未全部覆盖网络,甚至信号也时断时续,很多情况下无法查看系统内部记录。

(4) 存储区域设置无序,导致各环节衔接不畅

公司的仓储空间在淡季时勉强能够满足日常存量的需求,但是在旺季时,由于入场车辆过多、存储区域布局混乱以及人工参与过多导致效率低下,整个烟叶仓储流程变得混乱起来,各个环节之间的衔接不畅,导致人员之间因报道顺序、卸货位置不明确、单据或证件超时等问题而发生冲突。此外,在旺季时,如果现有的原烟存储位置已经全部占满,还会出现临时在闲置空地上搭建临时存储架或者部分直投烟叶货运车辆随意停放的问题。

2 烟叶仓储数字化转型

烟叶仓储数字化转型是指利用数字技术和信息系统对传统仓储管理方式进行升级和改进,以提高效率、降低成本、增强可追溯性和智能化水平,这包括利用物联网、大数据分析、人工智能等技术来优化库存管理、提高货物追踪和排列效率、提升配送效能以及改善整个供应链的可见性和透明度。

2.1 烟叶仓储数字化改造流程

(1) 需求分析和规划阶段:通过实地走访和操作观察,完整记录当前仓库手工台账登记、物资调拨流程等实际作业场景,重点梳理出入库效率、盘点准确率等关键指标数据,分析现有流程存在的问题和瓶颈,明确数字化改造的目标和需求,并制定数字化改造的规划,确定改造的范围、时间表和预期效果。

(2) 系统设计和选型阶段:根据需求分析和规划,设计烟叶原料仓储管理系统的功能模块和架构,选择适合的信息化系统或开发方案,从系统兼容性、本地化服务能力、二次开发接口等方面设计系统的界面和用户交互流程,确保系统易于操作和维护。

(3) 系统开发和部署阶段:进入开发阶段后,根据设计方案和系统功能,进行烟叶原料仓储管理系统的开发和定制,部署系统到实际的仓储场所,包括硬件设施的安装和软件系统的配置;同时,进行系统调试和对关键场景进行压力测试,确保系统的稳定性和性能满足工业生产要求。

(4) 数据采集和整合阶段:实施阶段需同步建立数据标准体系,对历史库存数据执行清洗补录,整合历史数据和现有数据,建立烟叶原料的数字化档案和数据库;同时,建立与其他相关系统的数据接口,实现数据的自动采集和交换。

(5) 系统运行和优化阶段:系统投入正式运行后,进行系统的监控和维护,确保系统的稳定性和安全性;根据运行情况和用户反馈,及时进行系统的优化和调整,解决出现的问题和改进系统性能;关注技术发展和行业趋势,定期评估系统的更新和升级需求。

2.2 系统架构设计

如图 2 所示, 原烟智慧仓储系统架构主要包括仓储管理系统和仓储硬件设备 2 个主要部分. 仓储管理系统是仓库管理的核心, 包括订单管理、库存管理、作业调度、出入库管理等功能. 仓储硬件设备包括自动化仓储设备、物联网传感器等, 用于实现自动化仓储操作; 其中, 自动化仓储设备包括自动堆垛机、自动拣选机器人、输送带系统等, 物联网传感器用于监测仓库内的温度、湿度、光照等环境参数, 以及货物的位置、状态等信息, 提供实时的环境监测和货物追踪功能. 通过将仓储设备和物联网传感器收集到的数据通过网络传输到数据中心, 利用智能算法对仓储数据进行分析, 实现订单分拣、货物存储、作业路径规划等仓储操作的智能化管理和预测; 通过可视化界面, 使管理人员可以实时监控仓储过程中的各项数据和指标, 进行数据查询、报表分析等操作.

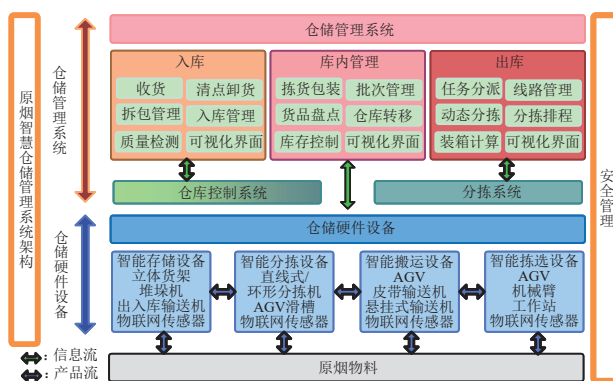


图 2 原烟智慧仓储系统架构图

通过原烟的各关联类型数据库、物联网应用、业务和信息流转引擎, 将原烟从在途运输、报到、入场、卸烟、抽检、入库、巡检和出库等全环节的人员、物品、业务、时间全信息链自动化连接, 实现了原烟仓储的现场实物基础档案、位置、状态、趋势与线上呈现相统一, 并能实时呈现. 在物联网、测量设备、监测设备、终端支持设备等相关条件和环境进一步完善后, 实现全程流程可控、采集自动化、处理流程化、算法模型化、呈现实时化的全孪生数字仓储体系, 为配方打叶决策提供数字化支撑.

2.3 建立数字信息空间

数字信息空间是指在数字化转型过程中, 利用信息技术和数字化工具, 将仓储管理所需的各类信息在网络空间中以数字形式予以存储、管理与应用的空间.

(1) 数据中心建设: 数据中心可以采用虚拟化技术, 在云计算平台上搭建分布式计算框架, 利用数据库集群进行数据存储, 建立专门的数据中心用于存储和管理仓储业务相关的数据信息. 同时, 数据中心需要同时具备高效的数据处理和存储能力, 确保各类信息可以被安全、高效地存储和管理.

(2) 物联网传感器应用: 物联网传感器可以采用射频 ID 技术对货位进行编码标识, 同时设置温湿度传感器等进行实时监测. 通过各种传感器设备实时监测仓库内各种资源的流通情况和状态信息, 将这些数据进行数字化处理并上传至数字信息空间.

(3) 云计算平台搭建: 借助阿里云、腾讯云等公有云服务商提供的 IaaS 服务, 选用容量充足的计算和存储服务, 将仓储管理系统及相关业务应用系统迁移到云端, 实现数据信息的实时共享和存储, 为数字化仓储管理提供强大的支撑.

(4) 数据安全保障: 在建立数字信息空间的过程中, 需要加强数据安全保障措施, 可以采用数据库访问控制和数据加密存储等方式保护, 同时设置网络防火墙对外网访问进行控制, 确保数据的完整性、保密性和安全性, 避免数据泄露和损坏.

(5) 数据集成与共享: 建立数字信息空间需要考虑数据的集成和共享, 确保各个部门之间的数据共享和业务流程的协同, 提高数据的整合度和利用效率.

如图 3 所示, 本文以“货位单元化、货区网格化、管理标准化”为设计思想, 对接现有的库存管理系统, 在数字信息空间分别建立原烟周转库、直投区物料库、露天堆场物料库、半成品库、成品库等主要仓储库的数

字孪生体模型,在三维可视化环境中展示原料、辅料、半成品、成品的出入库信息.

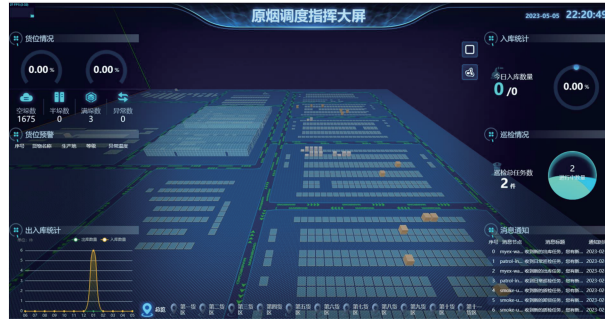


图3 仓储数字孪生界面

在数字信息空间将直投区和露天堆场区的原烟物料分别进行虚拟入库,纳入库存管理范畴.构建集成仓储的出入库作业系统,满足各种智慧仓储对数据传输的需要,并生成仓储调度模型,结合库存时空信息及路网数据,动态调整出入库方案,其中数字空间规划结构如图4所示.

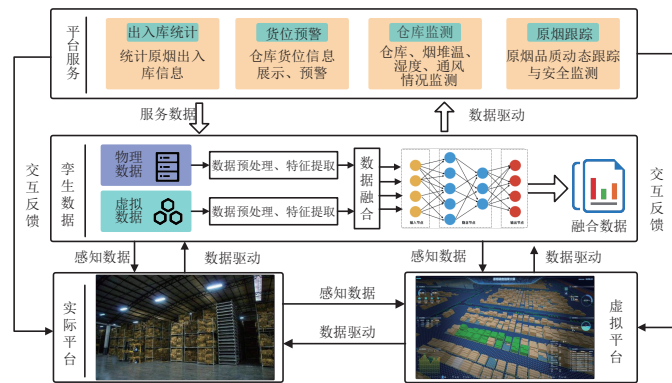


图4 数字信息空间规划图

通过数字信息空间,相关人员无需等待核对纸质表单,通过移动终端快速调取入库货物全流程信息,简化填单统计环节,极大提高数据流通速度,为生产协作赋能增效.通过配方打叶数据驱动下的智慧仓储管理,可以避免大量的场地占用和内部二次物流,大大降低能耗和仓储物流成本.

2.4 构建智能调度管理模型

智能调度管理模型是仓储数字化转型中的关键研究点,可以帮助仓储系统实现更加高效、智能的资源调配和作业安排.智能调度管理系统架构大体上分为3个阶段,如图5所示.

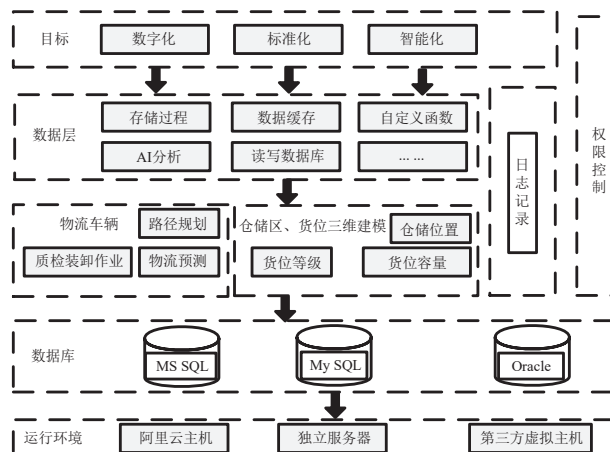


图5 智能调度管理系统架构

(1)根据原烟收储和选叶工房的生产使用情况,对入场后的物流车辆目标路径进行自动规划、决策,确定目标停车场及停车位,并预测物流到达目标区域时间,对原烟收储和选叶生产进行联动调度,同时调度质检验收人员和装卸人员到达目标区域,进行质检验收和装卸,送入烟叶分选车间进行分选,做到当天收储当天完成分选,大大缩短从原烟到选后烟叶的周期。

(2)对当前各仓储区、货位进行虚拟三维建模,并在设计数字化仓储系统时,针对货位等级、位置和货位容量等情况进行附加属性标注,同时根据各货位容量的变化,动态显示存量百分比,方便业务人员快速获取所需信息,也为物流车辆规划货位和卸货路线提供高效实时信息支持。

(3)将仓储流程各环节进行打破重组,将各流程数据上传到数据库中,并利用数字化信息高速流转的优势,有条不紊的处理卸货入库、质量检验等多工种交叉作业环节。减少员工或运输司机因可能出现的引路错误、长时间无人卸货、质量检验全凭经验等客观因素带来的矛盾冲突。通过在园区内部全面覆盖网络,相关人员可以通过手机、平板等移动设备,实时接收和获取相关信息,极大减少了人力、物力的资源浪费。

本文基于深度Q网络(deep Q-network, DQN)实现仓储的智能调度。DQN是一种结合了深度学习和Q-learning的算法,可以处理连续状态和动作空间的调度问题。在仓储领域,DQN可以应用于智能仓库货物存储优化、自动导引车(AGV)的路径规划等。DQN算法的主要原理和步骤如下。

(1)Q学习和深度学习的结合:DQN使用了Q学习的思想,通过深度神经网络来估计动作值函数 $Q(s, a)$,将状态 s 和动作 a 的映射关系表示为一个深度神经网络,Q-learning算法的更新公式如下所示。

$$Q(s, a) = Q(s, a) + \alpha \times [r + \gamma \times Q(s', a') - Q(s, a)]. \quad (1)$$

式中, α 为学习率, γ 是折扣因子, r 是智能体采取行动后获得的即时奖励, s' 和 a' 分别代表新的状态和在新的状态下可以选择的最佳行动。

(2)经验回放(experience replay):DQN使用经验回放机制,将智能体在环境中的经验存储到经验回放缓冲区中,并随机抽样mini-batch进行神经网络的训练。这样可以有效地减少数据相关性,提高训练的稳定性。

(3)目标网络(target network):DQN使用两个相同结构的神经网络,一个用于计算Q值和执行动作(行为网络),另一个用于计算目标Q值(目标网络)。目标网络的参数不是每次迭代更新,而是以一定频率从行为网络拷贝参数。

(4)更新策略:采用Q学习更新规则,通过经验回放缓冲池随机采样历史转移数据来最小化当前Q值和目标Q值之间的差异,有效缓解传统Q学习中存在的过估计偏差问题。

在智能调度管理场景中,DQN可以应用于动态路径规划和资源分配问题,例如智能仓库中AGV小车的路径规划、智能货架的故障预测和维护等。通过DQN算法,系统能够学习复杂的调度策略,并自动做出最优的决策,以提高仓储系统的效率和性能。DQN算法用于智能仓储调度流程如下。

(1)状态空间和动作空间定义:将仓储系统的状态表示为状态空间中的不同状态,如货架的存储情况、智能设备的位置和任务等;定义可能的动作,如AGV移动、货物搬运等。

(2)奖励函数设计:设计一个奖励函数,能够反映动作的好坏,用于评估智能体在特定状态下做出的动作,以便智能体学习在不同状态下做出最优的决策。

(3)经验回放机制设计:建立经验回放缓冲区,用于存储智能体在环境中的经验,包括状态、动作、奖励等,以供训练时使用。

(4)Deep Q Network的构建:构建一个卷积神经网络用于拟合Q值函数,即状态和动作之间的Q值关系,以此为基础进行智能决策。

(5)训练智能体:通过智能设备与实际生产环境的交互进行数据采集,利用Q-learning方法训练深度神经网络,不断调整网络参数以最小化Q值估计与实际值的差异,使智能体能够逐步掌握最佳的调度策略。

2.5 数据管理与安全

在烟叶原烟仓储业务的数字化转型过程中,数据管理与安全保障面临诸多挑战。为应对这些挑战,首先需要采用数据加密技术,如使用SSL/TLS协议对数据传输进行加密,以及对敏感数据进行存储加密,以防止未授权访问。同时,实施基于角色的访问控制(role-based access control, RBAC)和多因素认证

(multi-factor authentication, MFA)等严格的访问控制策略,确保只有授权用户能够访问特定数据.此外,定期备份数据并制定灾难恢复计划,以确保在数据丢失或损坏时能够及时恢复.通过日志记录和实时监控,可以及时发现并响应潜在的安全威胁.在数据隐私保护方面,应遵循最小化数据收集原则,并对敏感信息实施加密和脱敏策略,降低泄露风险.确保数据安全措施符合相关法律法规,并定期进行审计以验证其有效性.员工培训和意识提升也是保障数据安全的重要环节,定期开展安全培训与应急响应演练,能够增强员工的安全意识和应对能力.最后,应用防火墙、入侵检测系统(intrusion detection system, IDS)等先进的安全技术,并定期进行安全漏洞扫描,以确保数据库的长期安全性.通过这些综合措施,可以有效保障数据的安全性、隐私保护与合规性.

3 系统设计与实现

3.1 系统功能模块设计

原烟仓储数字化管理系统包含卸烟管理、周期巡检、仓位管理、烟草堆垛调度管理等主要模块,已经建立了原烟码垛参数数据库、原烟卸烟抽检(质量、数量、重量)数据库、原烟码垛日常状态趋势监测(温度、湿度、霉变、水渍、打洞等)数据库、原烟出库推荐数据库、货位管理数据库等基础数据库,系统功能模块结构如图6所示.

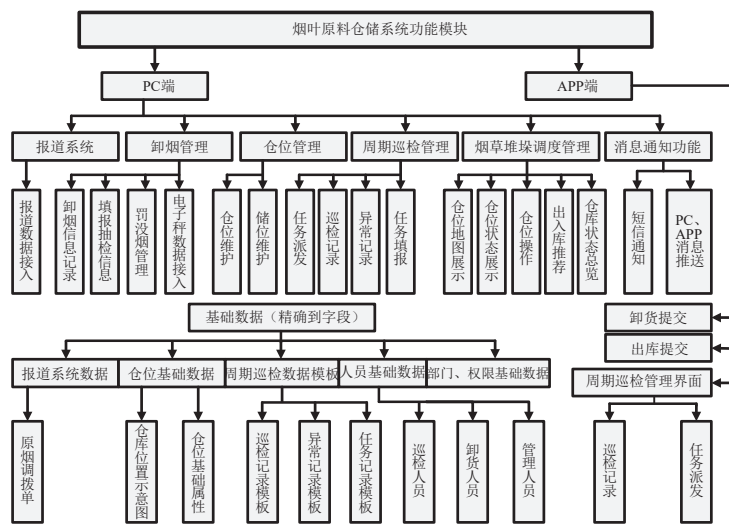


图6 系统功能模块结构图

在烟叶原烟仓储数字化转型的系统设计中,整合了模块化、可扩展性、安全性、用户体验和兼容性五大原则,确保设计既满足当前需求又具备未来适应性.模块化原则通过将系统分解为报道系统、卸烟管理、仓位管理、周期巡检管理、烟草堆垛调度管理、消息通知等独立模块,每个模块具备明确的职责和接口,便于独立开发和测试,提高系统灵活性和可维护性;可扩展性原则通过采用灵活的微服务架构设计,使得系统能够在不影响整体运作的情况下,轻松添加或升级功能模块,此外,在API层面预留接口,使系统能够接入第三方软件和服务,以应对业务扩展及变化;安全性原则通过部署数据加密、访问控制、网络安全策略和定期安全审计,保障烟叶仓储数据的完整性和机密性,防止潜在的安全威胁;用户体验原则体现在简洁直观的UI设计和优化的工作流程上,减少操作复杂度,提高员工工作效率;兼容性原则通过支持行业标准的格式和通信协议,确保系统能够与外部系统如ERP、MES等进行有效集成,同时为未来的技术融合预留空间.这些原则的综合运用,不仅提升了系统性能,还确保了烟叶仓储数字化转型的长期成功和可持续发展.

3.2 系统功能实现

如图7原烟仓储数字化管理系统主界面图所示,通过设计智慧数字烟草仓储系统,拟在烟叶仓储环节达到如下效果:

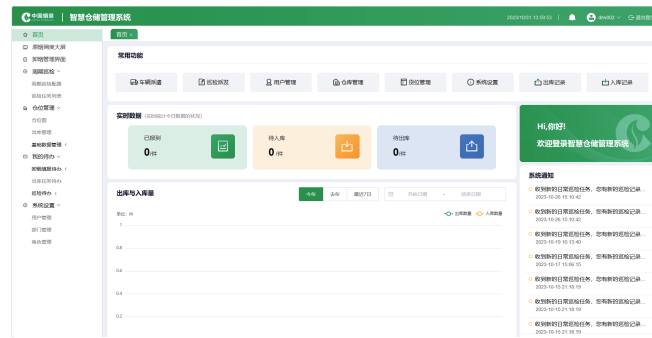


图 7 原烟仓储数字化管理系统主界面图

(1)原烟报道阶段. 将烟叶报道需要查验和统计的多个表格在报道查验阶段录入终端设备中,并实时推送到仓储流程各环节负责人,使得各负责人可以快速根据当前烟叶仓储区域实时变动的仓储情况和货位信息,规划烟叶运输车辆的行驶路线,并有充足的时间在指定地点等待引导,无需等待运输司机手持表单逐一查验,也无需满场找适合位置的仓储区和货位.在保证精确度的前提下,显著提高烟叶报道和引导效率,为后面的环节打好数据基础.

(2)质量检验和卸货入库阶段.利用数字化管理系统和APP,加快各流程间的数据表单信息传递,保证数据实时更新,为多工种协同工作提供便利,降低数据流通成本.在质量检验过程中,摒弃传统低效且准确率不高的感官评定方式,采用一系列数字化测量设备,精细化准确的评定烟叶质量和等级.卸货入库后,实时对烟堆进行温度、湿度、霉变等属性进行监测,并根据实际情况,做出相应的养护处置.

(3)原烟验级阶段.根据不同的烟叶,分配不同的烟叶质检员,根据终端应用中标记的待验级烟堆进行抽样检验,并将质量异常烟叶记录在系统中,方便后续安排争议解决会议,无异常烟叶则直接填写《原烟初检验级报告单》并记录在系统中,推送给相关人员.

(4)投料出库阶段.企业管理科生产调度相关人员可以直接在系统上下达生产投料计划,然后原烟统计人员可以根据“先进、水分超限、易霉变先出”的原则,以烟堆的实时状态为参考,核实生产投料计划,并通知出库任务承揽公司组织人员出库.最后将出库完成信息推送给原烟保管人员,由其组织季节工及时对货场物资进行整理、清理,并在清理完成后,在系统中对烟叶仓储情况进行修改.

4 结语

数字化转型在烟叶仓储方面发挥重要作用,可提高烟叶存储与调配效率,降低企业成本.论文提出从建立数字信息空间和构建智能调度管理模型 2 个方面来实现烟叶仓储数字化转型.主要解决传统仓储管理中存在的资源浪费、无效冗余数据过多、环节衔接低效混乱等问题,以实现资源的合理配置和作业任务的优化分配,并提高作业效率和准确度.同时,该方法还注重培养一批“懂数据、会用数据、有数据创新意识”的新时代员工,为更加持久的数字化创新提供了人才保障.数字化转型可以实现多部门协同运作、统一调配和管理的数字化烟叶仓储模式,优化烟叶存储资源,减少烟叶调配冗余,在降低成本的同时提高烟叶存销效率,对于烟叶仓储行业的转型升级具有指导和示范意义.

参考文献:

- [1] 刘丽平. 对国有企业数字化转型的思考[J]. 冶金管理, 2022(10): 42 - 48.
- [2] 方晓霞. “十四五”时期机器人产业高质量发展面临的机遇、挑战与对策[J]. 发展研究, 2021(2): 56 - 67.
- [3] CHU Y Z, CHI M M, WANG W J, et al. The impact of information technology capabilities of manufacturing enterprises on innovation performance: evidences from SEM and fsQCA[J]. Sustainability, 2019, 11(21): 5946 - 5946.
- [4] 张焯. 传统企业数字化转型策略研究[J]. 商场现代化, 2022, (4): 186 - 188.
- [5] LONTSIKH P A, KUNAKOV E P, LONTSIKH N P, et al. Information security methods' application based on the digital management approaches and the deming cycle in improving the modern production's processes [C]//2020 International Conference Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies (IT&QM&IS). IEEE, 2020: 123 - 126.
- [6] 罗斌元, 赵帅恒. 数字化转型对制造企业创新绩效的影响研究[J]. 创新科技, 2022, 22(3): 57 - 68.

- [7] 烟叶原料仓储精益管理模式的构建[N]. 东方烟草报, 2017-03-23(3).
- [8] LI H J, YANG C L. Digital transformation of manufacturing enterprises[J]. Procedia Computer Science, 2021, 187:24-29.
- [9] 彭刚, 赵乐新. 中国数字经济总量测算问题研究—兼论数字经济与我国经济增长动能转换[J]. 统计学报, 2020, 1(3): 1-13.
- [10] 王贵铎, 崔露莎, 郑剑飞, 等. 数字经济赋能制造业转型升级: 异质性影响机理与效应[J]. 统计学报, 2021, 2(5): 9-23.
- [11] 卢庆垣, 谢喜珍, 张文. 仓储管理转型: 由数量保管型到质量养护型—以龙烟烟叶仓储管理转型为例[J]. 学术评论, 2016(2): 124-128.
- [12] 马瑞良. 物流企业仓储管理的数字化转型分析[J]. 中国储运, 2022(3): 128-130.

Research on strategies for digital transformation of original tobacco warehousing of tobacco leaf

ZHAO Chang-hua¹, DU Liu-de¹, YUAN Ming¹, WANG Hui-hua², CHEN Zai-qing^{3,4},
YUN Li-jun^{3,4}

(1. Tobacco Leaf Business Department, Yunnan Tobacco Company, Kunming 650218, China; 2. School of Physics and Electronic Information, Yunnan Normal University, Kunming 650500, China; 3. School of Information, Yunnan Normal University, Kunming 650500, China; 4. Engineering Research Center for Computer Vision and Intelligent Control Technology, Department of Education of Yunnan Province, Kunming 650500, China)

Abstract: In response to the issue of low digitalization in tobacco leaf storage and inefficiencies of storage management and allocation within tobacco leaf companies, this paper proposes a digital transformation method for tobacco leaf storage, focusing on the establishment of a digital information space and construction of an intelligent scheduling management model. The digital information space primarily involves building a digital twin model with unitized rack positions, gridded storage areas, and standardized management. This model targets digitizing and informatizing the management of key warehouses such as raw tobacco turnover depots, direct-placement material warehouses, open-air stockpiles, semi-finished product warehouses, and finished product warehouses. The intelligent scheduling management model consists of five elements: data collection and analysis, intelligent operations systems, real-time monitoring and feedback, cross-departmental collaborative scheduling, and applications of artificial intelligence technology. The goal is to achieve rational resource allocation and optimized assignment of work tasks, thereby enhancing operational efficiency and accuracy. This methodology holds promise for reducing costs while improving the efficiency of tobacco leaf storage and sales. It could serve as a reference for the design and application of digitalized tobacco leaf warehousing systems.

Key words: digitization of tobacco leaf warehousing; digital information space; intelligent scheduling; digital twin; intelligent operations

(责任编辑 段 鹏)