DOI:10.20033/j.1003-7241.(2025)08-0140-06

一种基于无线电通信的仓储系统设施智能化系统

杜瑞峰，胡 波，孙道盛
（国网甘肃省电力公司兰州供电公司，甘肃 兰州 730070）

摘 要：由于仓储系统中的设施类型较多且数量较大，直接对其进行管理具有一定难度，为此，提出了一种基于无线电通信的仓储系统设施智能化系统。硬件设计方面，以多层组织形式构建智能化系统框架，根据不同的功能模块设定情况，采用无线电通信技术建立同步连接。软件设计方面，设定仓储系统设施智能化操作流程，在给定的管理权限内自动判断设施信息；应用无线电通信技术，对仓储系统的设施进行需求响应，实现自动化和智能化管理。实验结果表明，仓储系统设施智能化系统能够实现不同设施信息的高精度查询，并且可以在 3 s 内对库存量进行更新。

关键词：无线电通信；仓储系统；智能化系统；仓储设施；自动化
中图分类号：TP273 **文献标识码：**A **文章编号：**1003-7241(2025)08-0140-06

An Intelligent System of Storage System Facilities Based on Radio Communication

DU Ruifeng, HU Bo, SUN Daosheng
(State Grid Gansu Electric Power Company Lanzhou Power Supply Company, Lanzhou 730070, China)

Abstract: Because there are many types and quantity of facilities in the storage system, it is difficult to manage them directly. Therefore, an automatic intelligent system of storage system facilities based on radio communication is proposed. In terms of hardware design, the intelligent system framework is constructed in the form of multi-layer organization. According to the settings of different functional modules, the radio communication technology is used to establish synchronous connection. In terms of software design, the intelligent operation process of storage system facilities is set up, and the facility information is automatically judged within the given management authority. The application of radio communication technology to the storage system facilities for demand response, automation and intelligent management. The experimental results show that the automatic intelligent system of storage system can query the information of different facilities with high precision and update the inventory in 3 s.

Keywords: radio communication; storage system; intelligent system; storage facilities; automation

0 引言

随着信息技术的不断发展，互联网的应用更加多样化，企业为提升其市场竞争力和生产效率，纷纷建立了属于自己的仓库，并在固定的供应链中进行独立运营管理。仓储管理在现代化企业中占据主导地位，能够直接将供应商与制造商以及客户进行连接，只有做好仓储管理工作，企业才能够更加适应市场的变动，当出现不稳定因素时将风险控制在最小化。虽然企业已经开始建立自己的仓储系统，但仓储管理的信息化程度较低，部分企业中的仓储系统存在信息孤岛现象。当信息流通较慢时企业的资源会造成浪费，长期下去会损害企业的经济利益，为此需要设计一个有效的仓储系统智能化管理机制。

现有的智能化管理系统具有多种形式，其中，张皓瑜等[1]通过云计算对生产系统进行智能化系统设计，主要利用云计算的优势，对海量数据进行挖掘和分析，针对生产流程重新设定，为智能化控制提供了一定支持。杨鹏民[2]选择神经网络对传统系统进行智能化改造，通过神经网络建模对信息进行预测，实现了不同信息状态的自动化判断，可以在一定程度上分析数据的变化规律。

但上述管理系统的应用环境与仓储系统具有一定差距，为适应现代信息网络技术的飞速发展，本文以无线电通信技术作为研究基础，设计一个新的仓储系统设施智能化系统，为设施的有效管理提供理论支持。

1 系统硬件设计

1.1 构建多层仓储系统设施智能化系统架构

智能化系统不仅要满足功能性需求，还需要满足可靠性以及操作性需求，尤其在仓储系统中进行自动化和智能化管理，要满足多个模块的不同时段功能需求，基于此，构建一个多层的智能化系统架构[3]。本次架构设计包

*基金项目：甘肃省国网兰州供电科技项目(B32701210HB7)
收稿日期：2023-11-29

含用户层、管理层、应用层、服务层以及数据层，在不同层级内设定对应的智能化管理模块，保证仓储系统设施的自动化应用，具体情况如图 1 所示。

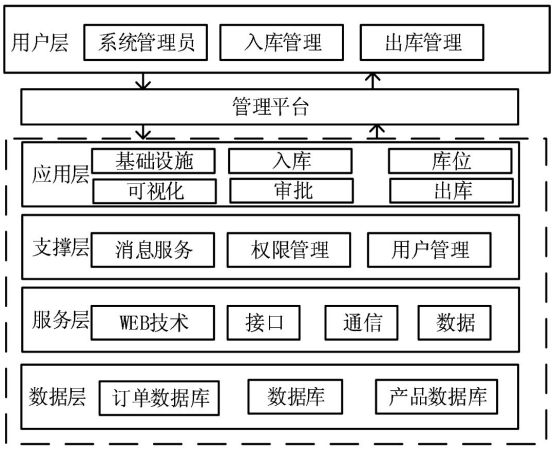


图 1　多层智能化系统架构

如图 1 可知，根据功能需求共设有 5 层架构，其中管理层为连接层，不仅能够与用户层相连接，也能够与应用层、服务层以及数据层相连[4]。对不同结构层的功能进行分析，用户层属于智能化系统的前端，能够直接通过操作界面展示服务内容，可以进行用户管理。而其他层级结构为系统后端，当前端出现响应需求后，服务器可以直接响应操作，并根据具体的业务进行逻辑处理，对仓储系统中的设施进行数据展示。在应用层，通过集成和管理各个子系统，如库存管理、订单管理、运输管理等，实现对仓储系统的全面监控和管理。智能化的仓库综合管理系统能够自动化地发布任务、调度设备、优化流程，并提供实时的监控和报告功能。引入智能决策支持模块，通过利用人工智能和机器学习技术，辅助管理者进行决策。这些模块可以根据历史数据和实时信息，提供物流、库存调配等方面的优化建议和预测，帮助管理者作出更智能化的决策。在实际应用中，根据具体的仓储系统环境和需求，进行系统的定制化设计。了解仓储系统特点和要求，根据实际情况选择合适的技术和设备。通过与设备供应商和系统开发者的深入合作，确保系统的功能和性能能够满足实际需求，并与现有系统环境相匹配。此外，还需要对仓储系统的具体功能进行设定，以此实现组件的自动化编码，如图 2 所示。

如图 2 所示，智能化系统的功能按照 8 个部分进行划分，分别为基础管理、入库和出库、库位管理、可视化设施仓库、审批管理、系统管理以及其他管理模块[5]。其中，库存管理方面，设定库存管理系统，包括记录物料和货物的入库和出库信息、监控库存数量和状态、预测需求量等功能。可以使用条码、射频识别（radio frequency identification，RFID）等技术来标识和追踪货物，通过自动扫描和识别方式实现自动化编码。其他管理类模块，设定质量管理系统，包括对货物的品质控制、质检流程的自动化、异常检测和报警等功能。通过自动化采集和分析检测数据、自动触发质检流程、自动识别非标准品等方式，实现质量管理过程的自动化编码。每个模块可以划分为多个子模块，不同模块之间的相互协作，能够实现仓储系统设施的自动化与智能化管理。

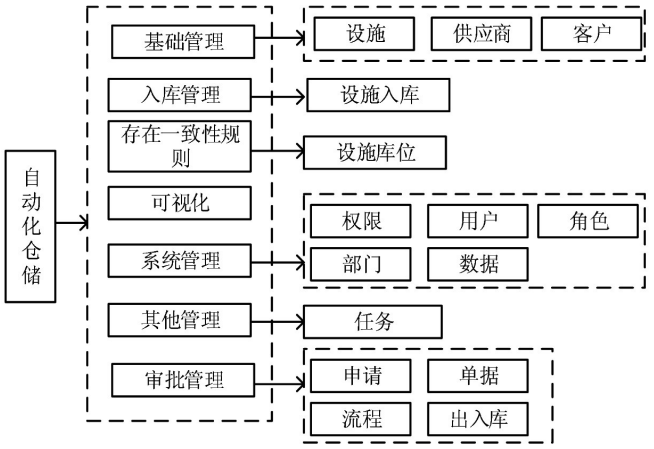


图 2　智能化系统功能结构

1.2　基于无线电通信协调仓储系统功能

无线通信技术能够在不同场景下提供同步服务，在仓储系统中由于设施的多样性，在不同的用户需求下产生多种服务类型[6]。为能够在智能化系统中进行同步连接，本次以无线电通信进行对各个功能板块进行协调处理，在不同的模块中建立相应的协同方案。将无线电通信技术连接在仓储系统的智能化模块中，当出现设施管理需求后，无线电通信会直接与智能化系统建立连接并注册需求信息。具体协调关系如图 3 所示。

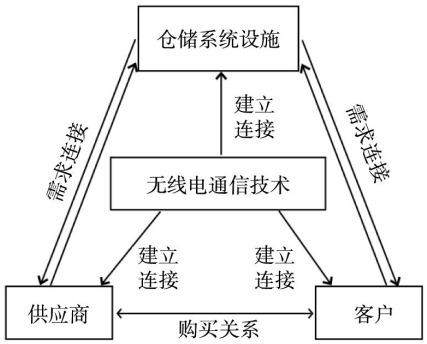


图 3　基于无线电通信的协调关系示意图

如图 3 所示，在仓储系统设施与不同应用模块之间采用无线电通信技术进行连接，直接将该技术作为同步服务机制，当出现设施调用需求后，分别与用户和管理中心建立相对应的连接[7]。在该协调关系中能够将所有模块

与设施进行对应，并将获取的全部数据保存在数据库中，在出现同样的响应需求后，直接将仓储系统中的设施数据对应在管理中心。

无论是哪一种服务请求，在进行自动化与智能化管理时均会产生大量的数据信息，直接通过终端单采会造成不必要的开销，因此在无线电通信技术中，以长连接和短连接的方法进行处理[8]。其中，短连接生成于每一次数据传输中，在传输结束后直接断开，而当建立连接后，长连接会一直维持通信，以此实现仓储系统设施数据的交互。

2 系统软件设计

2.1 设定仓储系统设施智能化操作流程

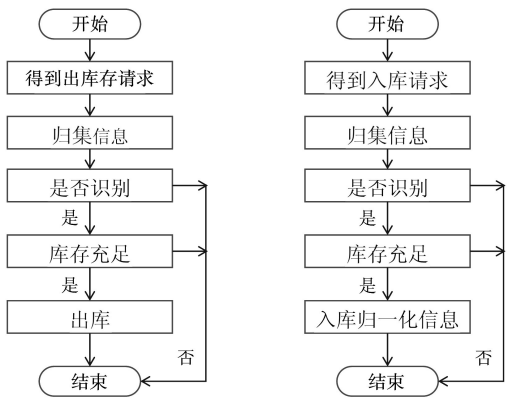
仓储系统中含有多种业务流程，为实现不同设施的自动化操作和库存管理，需要对设施的出库和入库流程进行简化，完成设施从入库到出库的一系列操作。一般情况下，入库操作是对设施的信息整合，根据设施产品的基本信息分配位置，以此对具体的设施进行管理；而出库操作则是对设施进行取出，并将该设施所处位置进行标记，等待后续同类型产品的入库[9]。通过对设施的自动化管理，在操作系统中需要对基础数据进行表述，建立设施基础数据表，如表 1 所示。

表 1 仓储系统设施基础数据表

产品表	供应商表	客户表
条码	条码	条码
类型	ID	ID
ID	名称	名称
产地	邮箱	地址
供应商名称	地址	联系人电话
生产批号	联系人	开户银行
生产标准	公司电话	邮箱
价格	联系人电话	
数量	开户银行	
图片	生产线	
规格	净重	
	公重	

如表 1 所示，仓储系统中的设施需要包含自身的产品信息表，还需要包括供应商以及客户的信息表。以产品表为例，此次以统一化的条码对设施进行标记，在不同长度的字段中能够清楚地查询到产品的名称、产地以及价格等信息[10]。同理，对供应商和客户的信息表设定，也是按照归一化的条形码进行设定，其中设施入库时供应商的信息较为重要，在出库时客户的信息较为重要。通过不同类型信息表的设计，对仓储系统的设施自动化以及智能化操作流程进行设定，如图 4 所示。

如图 4 所示，无论是设施的入库和出库操作，均需要先登录到仓储系统，再获得管理授权后进行上述两组操作[11]。在入库操作时要判断是否具备充足的库存，并找到同类型设施，将需要入库的产品归类到同一位置，在出库操作时判断仓储库房是否具备充足库存，只有系统内能够搜索到该设施产品，才能够出库成功。



(a) 设施出库 (b) 设施入库

图 4 智能化操作流程

2.2 基于无线电通信实现设施的智能化响应

不同的设施具有各自的通信形式，以无线通信技术建立数据传输信道，在各自的信道中对设施的需求和服务进行响应[12]。根据设施产生数据所占用的频带情况，利用无线通信技术建立智能化响应模型，衰减系数描述了信号随距离或路径损耗的变化情况。使用衰减模型进行衰减系数的拟合，通过衰减系数拟合信道响应模型为

$$t(y)=\sum_{d=1}^{4}s_d f^{-y_a g_d} \tag{1}$$

式中，$t(y)$为响应模型；g_d为通信时延，此次设计的响应模型共含有 4 组通路，则各组通信时延为 g_1、g_2、g_3、g_4；s_d为衰减系数，相对应为 s_1、s_2、s_3、s_4；f为无线电载波。

该模型可以描述信号在无线通信信道中的多径传播、衰减补偿和时间延迟等特征。当仓储系统中的设施产生数据值时，则对应的响应频率为

$$t(y_h)=\{t(y_1),t(y_1),t(y_1),...,t(y_h)\} \tag{2}$$

式中，h为设施的数据量。

在响应模型中受信道中多种因素影响，在响应中会产生数据误差，因此需要在响应模型中建立误差函数，通过该函数降低信道误差为

$$i(o)=\sum_{a=1}^{p}\left(t(y_a)-\sum_{d=1}^{4}s_d f^{-y_a g_d}\right),a\in p \tag{3}$$

式中，$i(o)$为误差函数。

为实现高精度的设施管理响应，需要使误差函数最小化，则令$\frac{i(o)}{s_d}=2\cdot\sum_{a=1}^{p}\left(t(y_a)-\sum_{d=1}^{4}s_d f^{-y_a g_d}\right)\cdot\left(-f^{-y_a g_d}\right)=0$。对其进行计算，得到：

$$
\begin{aligned}
&t(y_1)\cdot f^{-y_1 g_1}+t(y_2)\cdot f^{-y_2 g_1}+t(y_h)\cdot f^{-y_h g_1}=\\
&s_1\cdot\left(f^{-y_1\cdot 2g_1}+f^{-y_2\cdot 2g_1}+\ldots+f^{-y_h\cdot 2g_1}\right)+\\
&s_2\cdot\left(f^{-y_1\cdot(g_2+g_1)}+f^{-y_2\cdot(g_2+g_1)}+\ldots+f^{-y_h\cdot(g_2+g_1)}\right)+\\
&s_3\cdot\left(f^{-y_1\cdot(g_3+g_1)}+f^{-y_2\cdot(g_3+g_1)}+\ldots+f^{-y_h\cdot(g_3+g_1)}\right)+\\
&s_4\cdot\left(f^{-y_1\cdot(g_4+g_1)}+f^{-y_2\cdot(g_4+g_1)}+\ldots+f^{-y_h\cdot(g_4+g_1)}\right)
\end{aligned}
\tag{4}
$$

通过上述表达式，建立无线通信技术的信道响应矩阵为

$$
\begin{bmatrix}
y_{2g_1} & y_{g_2+g_1} & y_{g_3+g_1} & y_{g_4+g_1}\\
y_{g_1+g_2} & y_{2g_2} & y_{g_3+g_2} & y_{g_4+g_2}\\
y_{g_1+g_3} & y_{g_2+g_3} & y_{2g_3} & y_{g_4+g_3}\\
y_{g_1+g_4} & y_{g_2+g_4} & y_{g_3+g_4} & y_{2g_4}
\end{bmatrix}
\begin{bmatrix}
s_1\\ s_2\\ s_3\\ s_4
\end{bmatrix}=
\begin{bmatrix}
t_{g_1}\\ t_{g_2}\\ t_{g_3}\\ t_{g_4}
\end{bmatrix}
\tag{5}
$$

式中，y 为响应结果。

以通信时延对响应情况进行控制，在不同信道内实现数据传输，以此保证仓储系统内设施的自动化和智能化操作。当设施数据检测到异常或超过预设阈值时，中央控制系统可以通过无线通信传达相应的指令，触发设施的自动化反馈和响应。例如，当温度超过安全范围时，中央控制系统可以通过无线通信发送信号给空调系统，自动调节温度。至此，本文通过硬件和软件两个部分的设计，对仓储系统设施进行自动化与智能化管理，完成智能化系统设计。

3 实验测试分析

上文中通过无线电通信技术设计了新的系统，为验证基于无线电通信的仓储系统设施智能化系统能够实现自动化与智能化管理，采用对比测试的方式完成论证。由于仓储系统包含多个模块，不同的应用设备之间存在一定关联性，只有实现智能化管理才能保证仓储系统的应用需求。分别采用基于云计算的智能化系统和基于神经网络的智能化系统作为对照组，与基于无线电通信的智能化系统进行对比，验证不同系统的有效性。

3.1 搭建测试环境

通过对仓储系统设备的智能化系统设计，完成智能仓储系统的开发，在系统应用前需要对其进行详细测试，以此验证该系统是否能够满足自动化以及智能化的预期需求。常规模式下对系统的应用效果测试，包含硬件和软件两个部分，为保证此次测试的真实性，能够与实际情况相接近，两个部分可以与实际的仓储应用保持一致，对测试环境进行搭建，如表2所示。

根据表2中内容所示，在搭建测试环境中模拟仓储系统的运行模式，并连接选择的3组智能化系统进行测试。此次采用黑盒测试方法，通过不同的用例对系统的运行情况进行测试，分别为仓储系统设备的入库、出库功能，验证不同系统之间的差别，以及基于无线电通信的智能化系统是否达到预期要求。

表2 系统测试环境

环境	内容		
硬件	端口	名称	配置
	应用	CPU	8核
		内存	32 GB
		硬盘	512 GB
		显卡	4 GB
	外接设备	打码器	NLS-HJKK2.5
软件	版本	型号	语言
	操作系统	WINDOWS10	简体中文
	后端软件	INTELIJIDEA2022	简体中文
	浏览器	CHEONE96	简体中文
	数据库	MYSQL10.0.4	简体中文

3.2 设计测试用例

本次测试以仓储系统设备的出入库模块作为测试对象，对其入库、出库功能进行验证，分别对两种模式进行用例设计。如下：

（1）设备入库。需要选择设备所属的供应商以及设备名称，并对应其所属价值信息表，在入库成功后及时更新设备数量。

（2）设备出库。需要选择对应的客户以及设备名称和价格信息表，并在出库完成后计算剩余设备量。

根据测试用例设计情况，分别对设备的现有库存以及入库量和出库量进行设定，此次共选择6种类型的设备作为测试对象，为保证测试的多样性，设定每组设备的现有库存量具有差异性，且入库量和出库量也有所不同。如表3所示。

表3 设备出入库测试样本

类型编号	现有库存	入库	出库
Q1	1 250	450	600
W1	850	300	555
E2	1 100	400	400
U3	950	350	300
R1	1 200	500	450
T2	2 000	600	700

根据表3中内容所示，设计用例与要求相符，除此以外，在测试过程中为保证与实际应用具有一致性，设定入库和出库可能出现的3组情况，分别为：仅出库、仅入库、入库和出库同时进行。整个测试的验证指标为精准度，无论是信息属性查询还是数量查询，均以查询精度作为评判标准，计算公式为

$$
qqw=\frac{e}{r}\times 100\% \tag{6}
$$

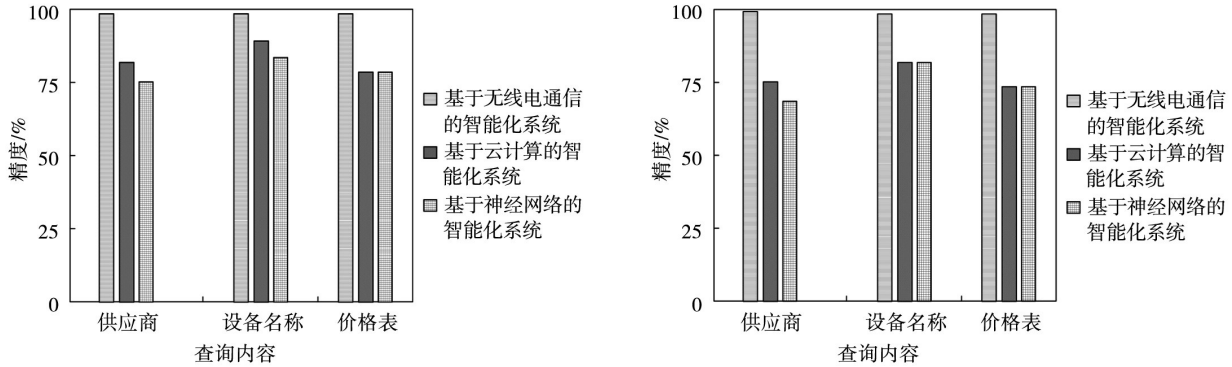
式中，qqw 为精度值。r 为实际情况。e 为不同方法的测试结果。

根据用例设定标准，测试共分为两个部分，第一部分验证不同系统的智能化查询精度，第二部分验证不同系统对设备库存的更新精度。

3.3 分析测试结果

通过上文中设计的情况，分别按照两个阶段完成系统测试，在智能化查询中将所有设备进行统一处理，对全部设备的出入库用例进行测试。当一组设备的信息查询错误时，即会影响其他设备的查询结果，因此只有对每组类型设备信息具有高精度查询结果，才能保证仓储系统的设备调度。对出库和入库过程中的用例信息进行查询精度测试，并将结果代入到公式(6)中，如图5所示。

如图5所示，在不同的模块中检测的内容有所差别，但设备的基数具有一致性，根据测试结果可知，在基于无线电通信的智能化系统应用下可以实现较高精度的智能化查询，无论是仓储系统设备在出库、入库中均可以完成高精度查询，而两组传统系统的智能化查询精度较比基于无线电通信的智能化系统稍差，综合说明基于无线电通信的智能化系统更加有效。

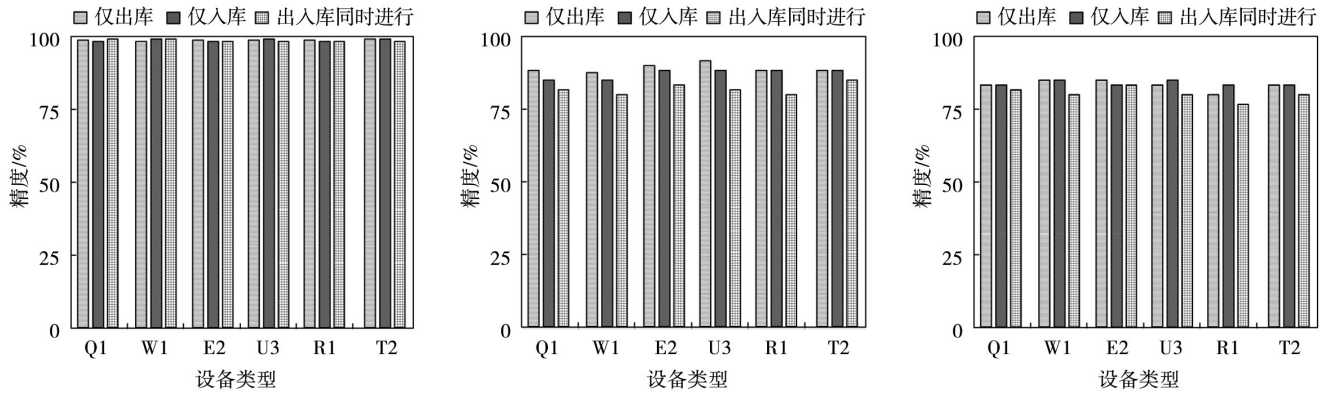


(a) 设备出库　　(b) 设备入库

图5 智能化查询结果

在完成第一阶段测试后，分别按照不同的设备类型进行数量更新统计，为实现系统的有效应用，各组系统的查询时间和更新时间设定在2.5 s之内。具体结果如图6所示。

如图6所示，在设定的查询时间内基于无线电通信的智能化系统仍可以实现较高精度的数量计算，达到预期应用效果，而两组系统的精度较比基于无线电通信的智能化系统低，综合全部结果可知，基于无线电通信的智能化系统可以实现仓储系统设施的智能化管理，具有一定的管理精度和效率，可以保证仓储系统的自动化和智能化应用。



(a) 基于无线电通信的智能化系统　(b) 基于云计算的智能化系统　(c) 基于神经网络的智能化系统

图6 设备数量更新结果

4 结束语

在信息技术不断发展的势态中无线通信技术更加成熟，本文以无线电通信技术设计了一个新的智能化系统，主要针对仓储系统中的设施进行自动化管理，并通过实验论证了新系统的应用效果。但由于研究时间有限，在系统设计过程中仅针对整体框架进行分析，具体的硬件选型涉及较少，后续研究中会针对上述情况进行改进，为实现仓储系统的智能化设计提供更加全面的技术支持。

参考文献：

[1] 张皓瑜，王梅，苟小珊. 基于物联网与云计算的塑料成型生产智能监控系统研究[J]. 塑料科技，2021，49(7)：110-112.

[2] 杨鹏民. 基于BP神经网络的选煤厂压滤控制系统智能化改造[J]. 煤炭工程，2023，55(1)：18-22.

[3] 索士强，许盛浩，曾婷，等. 面向6G的通感空口融合无线电接入网方案[J]. 电信科学，2022，38(9)：71-76.

[4] 郭瞻，肖祖铭. 改进BP神经网络的数据融合方法在智能灯光控制系统中的应用[J]. 机械设计与制造，2022(9)：88-92.

[5] 王晓军，王博，晋民杰，等. AutoStore仓储系统资源配置仿真与优化[J]. 计算机仿真，2022，39(5)：480-487，503.

[6] 闫青，鲁建厦，江伟光，等. 考虑双端口布局的紧致化仓储系统堆垛机路径优化[J]. 上海交通大学学报，2022，56(7)：858-867.

[7] 郭劲东，李云阁，王敏，等. 云端平台对ATP-EMTP的计算性能提升探究[J]. 电力系统保护与控制，2021，49(19)：72-77.

[8] 马永杰，程时升，马芸婷，等. 卷积神经网络及其在智能交通系统中的应用综述[J]. 交通运输工程学报，2021，21(4)：48-71.

[9] 温凯，韩旭，李灿，等. 基于神经网络的天然气流量计检定工艺智能控制系统[J]. 天然气工业，2021，41(7)：124-133.

[10] 雷根平. 基于云计算的植保无人机控制系统优化研究[J]. 农机化研究，2023，45(9)：106-109，115.

[11] 占翔南，徐立云，宓宏，等. 双深度多层穿梭车仓储系统并行作业及建模分析[J]. 计算机集成制造系统，2021，27(8)：2226-2236.

[12] 吴文凯，李麒，董莘，等. 一种适用于航空标准件贮藏运输的立体仓储系统设计方案初探[J]. 自动化技术与应用，2023，42(5)：170-175.

作者简介：杜瑞峰(1992—)，男，本科，工程师，研究方向：物资管理。

(上接第105页)

准确监测。

表4 本系统对轨道交通施工行为的自动监测效果

行为类型编码	标记样本/组	测试样本/组	ρ	μ	使用后每秒处理图像帧数/帧	使用前每秒处理图像帧数/帧
Q0~1	500	100	0.98	0.98	50.43	30.21
Q0~2	500	100	0.98	0.98	50.35	29.32
Q0~3	500	100	0.98	0.98	50.56	30.22
Q0~4	500	100	0.98	0.98	50.55	30.12
Q0~5	500	100	0.98	0.98	50.34	29.98
Q0~6	500	100	0.99	0.99	50.65	29.12
Q0~7	500	100	0.98	0.98	50.43	29.43

3 结束语

在轨道交通施工过程中，可能会存在各种不规范、不合理的施工行为和现象，如施工计划不合理、施工安全措施不到位、施工质量存在问题等。通过对施工过程中的各种行为和现象进行监测和分析，可以及时发现和纠正这些异常行为，确保施工过程的安全和稳定。本文设计了基于视频AI技术的轨道交通施工行为自动监测系统，通过视频AI技术，可以远程监控多个施工现场，无须派驻大量人员现场监督，大大降低了人力成本。且视频AI技术可以自动化、智能化地处理视频数据，进行实时分析和预警，大大提高监控的效率和准确性，可减少人工干预和监督的强度。

参考文献：

[1] 叶新丰，王霆，赵智涛，等. 城市轨道交通施工安全风险监控系统升级设计与功能创新[J]. 都市快轨交通，2021，34(1)：110-114.

[2] 蒙国往，黄劲松，吴波，等. 城市轨道交通建设工程施工安全风险管理信息化系统研究[J]. 城市轨道交通研究，2022，25(9)：90-95，99.

[3] 罗情平，任玲，王义华. 城市轨道交通智慧工地信息化集成管理系统研究与应用[J]. 都市快轨交通，2022，35(6)：45-50.

[4] 赵晓朴. 上海城市轨道交通网络级视频监控系统的研制[J]. 城市轨道交通研究，2020，23(增刊2)：132-137.

[5] 赵驰. 基于5G技术的远程监控系统在城市轨道交通建设工程中的应用[J]. 城市轨道交通研究，2021，24(1)：169-174.

[6] 吴真真，唐超，杨晓飞. 基于深度学习的视频识别及动态监测技术应用——以轨道交通建设工程为例[J]. 测绘通报，2022(9)：23-28.

[7] 张建基，陈景辉. 施工综合监控平台施工技术[J]. 施工技术，2021，50(12)：39-42.

[8] 龙翔，韩兰胜，王伟豪. 基于深度卷积神经网络的异常行为快速识别[J]. 火力与指挥控制，2023，48(1)：26-32.

[9] 张涛，刘刚，朱冀涛，等. 基于LSGAN及迁移学习的智慧工地监控图像修复和识别方法[J]. 中国测试，2022，48(9)：125-132.

[10] 廖小烽，谢艳，田书函，等. 基于计算机视觉的施工进度自动监控方法[J]. 重庆大学学报，2022，45(S1)：70-73.

[11] 谷菁芳，严力，凌人. 基于AI识别的自动扶梯安全运行监控系统设计[J]. 自动化技术与应用，2023，42(9)：131-134,151.

[12] 龚剑，房霆宸，冯宇. 建筑施工关键风险要素数字化监控技术研究[J]. 华中科技大学学报(自然科学版)，2022，50(8)：50-55.

[13] 周兆银，田书函，谢艳，等. 计算机视觉技术在施工人员不安全行为管理中的应用[J]. 重庆大学学报，2022，45(S1)：74-78.

作者简介：肖云(1986—)，男，本科，工程师，研究方向：工程管理、建筑信息模型(BIM)应用。