箱式－气动－垃圾被服三位一体医院自动化物流系统应用实践探析

郭亮[1]，庞玉洁[2]，于洋[1]，吴雪川[2]，宁智林[2]
1. 中国建筑一局（集团）有限公司，北京 100000
2. 中建一局集团第五建筑有限公司，北京 100000
DOI:10.61369/ETQM.2026090042

摘　　要： 以三甲医院应用实例验证系统的应用效果与深化设计，明确箱式－气动－垃圾被服自动物流系统三大子系统的站点数量、线路布置等设计参数。针对深化设计中遇到的物流井道深度不足、除尘除臭过滤室气密性不足、水平线穿越防火分区及检修门留置等关键问题，提出针对性解决措施。
关 键 词： 自动化物流系统；医院院内物流；深化设计

Practical Application and Analysis of a Three-in-One Hospital Automated Logistics System Combining Containerized, Pneumatic, and Garbage Collection Garment Solutions

Guo Liang[1], Pang Yujie[2], Yu Yang[1], Wu Xuechuan[2], Ning Zhilin[2]
1.China Construction First Building (Group) Corporation Limited. Beijing 100000
2.China Construction First Building (Group) The Fifth Construction Co.,Ltd.,Beijing 100000

Abstract: The application effect and deepening design of the system are verified through the application example of a tertiary hospital, and the design parameters such as the number of stations and route layout of the three subsystems of the box type pneumatic garbage clothing automatic logistics system are clarified. Targeted solutions are proposed to address key issues encountered in the deepening design, such as insufficient depth of logistics shafts, inadequate airtightness of dust removal and deodorization filter rooms, horizontal line crossing of fire compartments, and retention of maintenance doors.
Keywords: automated logistics system; hospital logistics; deepening design

前言

箱式－气动－垃圾被服一体化物流系统，是医院内部的现代化智慧物流体系，可以为医院内部的普通物资、急件与污物运输全流程提供自动化闭环支持，以满足医院内部物流的多场景运输服务需求[1]。箱式－气动－垃圾被服一体化物流系统主要包含三大子系统。其中，箱式物流系统的基本组成部分有智能运输箱、传输轨道、升降设备与站点终端，主要负责医疗器械、输液耗材、病历文件与药品等常规大型医用物资的稳定批量传输，以满足常态化物资补给需求。气动物流系统主要由智能传输瓶、密封传输管道、气压调控装置、收发终端等组成，为小型试剂、急救药品、检验标本、化验单等急件物资点对点高速传输提供支持。垃圾被服物流系统包含负压收集设备、分类投放终端、密闭管网和污物存储站等，专门为医疗废弃物、生活垃圾与脏污被服等自动化密闭式转运回收提供物流服务。

一、一体化物流系统的应用要点

（一）箱式系统常规物资传输

在物资配送前，总务科室、耗材库和药房等工作人员应该根据医院各病区的实际物资需求清单，分类整理和封装待运输的物资，完成规整后将物资直接投入智能运输箱内，并关紧箱门。操作站点的终端设备将自动录入物资类型、目标科室和配送优先级等关键信息，自动完成最佳运输轨道和时段匹配，尽量避开高峰时段的拥堵路径。运输中，借助中央调度模块，能够对运输箱的具体位置及其运行状态展开实时监控，自动调节运输路线。待将物资运送到目标科室站点后，由科室工作人员按照清单核对物资信息和数量，经确认无误解锁取件，系统终端将自动完成物资签收登记。

（二）气动系统急件物资传输

运输前，手术室、临床科室和检验科等站点工作人员要先将物资投入专用的密封传输瓶，按照物资属性合理选择防护模式。

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

封装后，工作人员需要将物资紧急等级和接收科室密码输入气动终端，由气动终端根据实际情况合理选择传输模式。传输中，气压调控装置能够保障管道内部气压的动态平衡，使传输瓶保持高速匀速运行[2]。当传输瓶到达接收科室时，系统会立即发出自动提醒，接收科室在接到提醒后，应及时取出终端的传输瓶，详细核对物资信息，做好登记存档。

（三）垃圾被服系统污物转运

运输前，检验科、手术室和各病区等工作人员要精准分类污物，分别置于对应的专用密封包装袋内。分类后，工作人员应通过刷卡解锁相应的投放口终端。投放后，各投放口会自动将投放盖板闭合。在操作终端选择对应的污物类型，系统会自动为其匹配专属的负压传输轨道，并将负压抽吸模式自动启动[3]。在转运全过程中，管网将始终维持负压密闭状态。当污物到达收集站点后，设备会自动完成污物的分区存储和分级收纳，工作人员只需要根据医疗废物处置规范定期集中清运站内的污物即可。

（四）三位一体系统协同联动

依托智能化中央调度模块，三大物流系统可错峰联动，实现一体化流转。工作人员按照物资属性、洁污类别及时效要求匹配对应系统：大中型洁净物资走箱式系统批量配送，检验标本等急件由气动物流高速输送，污衣污物通过垃圾被服系统密闭转运。利用中央终端设置分时调度，早高峰运行箱式系统补给物资，日间优先处理门急诊急件，夜间集中清运污物，避免设备过载与线路冲突。

二、一体化物流系统的应用实践

（一）案例介绍

基于以上的一体化物流系统的应用方案，为验证其应用效果，选取某三甲医院综合院区加以验证。该院区共设置1200张开放床位、32个临床科室和18个医技科室，门诊接待人次日均可达3000余人，住院患者日均1100人左右。由于院内的物资流转量较大，洁污转运频次较高，难以采取人工运输模式满足实际需求。因此将该一体化物流系统合理引入，在全院设置46个箱式物流站点、38个气动物流站点和92个垃圾被服投放口，能覆盖整个医院区域。

（二）应用效果

表1为该系统应用前后的核心运营指标对比及优化情况。

表1- 该系统应用前后的核心运营指标对比及优化情况

序号	指标	应用前	应用后	优化幅度
1	常规物资单次配送时长（min）	25-35	8-12	66.67%
2	急件传输平均时长（s）	600-900	20-30	96.70%
3	院内物流交叉感染率（‰）	0.32	0.05	84.40%
4	病区物流清运闭环时长（h）	4-6	1-2	70.00%
5	物资运输差错率（%）	1.25	0.18	85.60%
6	物流人工日均投入量（人）	18	6	66.67%

除以上数据优化之外，该系统也实现了洁污物的全面分流传输，从而使物资和污物混运问题得到了彻底解决，并使医院的整体物流运营模式达到了精细化管理水平。

三、河北医科大学第三医院新湘江院区项目物流系统深化设计

（一）项目概况

河北医科大学第三医院新湘江院区项目为国家紧急医学救援基地（一期）与中西医协同“旗舰”医院（二期）的统筹建设项目，建筑体量大、功能分区复杂，院内物资流转量大、洁污转运频次高，物流需求兼具批量性、时效性与洁污分流要求。

（二）深化设计

结合上述应用实例的验证成果，本项目采用“箱式－气动－垃圾被服”三位一体医院自动化物流系统方案。结合上述应用实例的验证成果，本项目采用“箱式－气动－垃圾被服”三位一体医院自动化物流系统方案。在深化设计阶段，分别对一期国家紧急医学救援基地、二期中西医协同“旗舰”医院两大建设板块开展系统配置规划：箱式物流系统一期设置33个站点、10台垂直分拣机，二期配置15个站点、2台垂直分拣机，项目整体合计48个站点、12台垂直分拣机，系统主水平线布置在隔震层与二层位置，一、二期相连接的水平线设置于三层，全部水平线总长度约824m；气动物流系统一期布设36个站点，传输管道长度约1500m，二期设置16个站点，传输管道约400m，全项目累计52个站点，管道总长约1900m，系统机房布置在地下一层；垃圾被服系统一期分别设置33个垃圾投放口与33个被服投放口，垃圾水平管道长322m、污衣水平管道长326m，二期设置25个垃圾投放口、16个被服投放口，垃圾水平管道250m、污衣水平管道246m，项目整体共计58个垃圾投放口、49个被服投放口，该子系统的主水平管线布置于地下一层。本项目物流系统深化设计的主要设计参数如上。

（三）深化设计中的关键问题与解决措施

1. 深化设计中发现，部分井道原设计深度无法满足水平线伸出段所需的安装空间与支撑高度，导致水平线与垂直分拣机难以顺畅衔接。对此，采取钢结构加深物流井的措施，加大井道深度以满足水平线伸出段的安装与支撑要求，同时复核加深后对主体结构、管井及周边专业管线的影响，确保水平输送与垂直输送的无缝衔接。

2. 原设计采用加气混凝土砌块作为过滤室围护结构，因加气混凝土孔隙率大、表面多孔，难以满足系统负压工况下的气密性要求，易造成负压损失与异味外泄。对此，采用小型混凝土砌块对除尘除臭过滤室进行加固改造，砌筑时保证砂浆饱满、墙体抹灰压光并采取必要的密闭处理措施，使过滤室整体气密性满足系统设计要求，保障系统的除尘除臭效果。

3. 箱式物流水平传输线在楼内延伸过程中需穿越防火分区，穿越处需在防火墙上开洞，若处理不当将破坏防火分区的完整性，火灾时火势与烟气可能沿洞口蔓延。对此，在水平线穿越防

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

火分区的洞口处设置防火卷帘，平时防火卷帘开启或保持半开启状态以满足传输线正常运行，火灾时防火卷帘联动自动降落封闭洞口，恢复防火分区的分隔功能，确保防火分区功能有效。

4. 结合主体结构特点的检修门创新留置。本项目主体结构具有隔震层、复杂管井等结构特点，传统线路设计按固定间距留置检修门的方式，难以兼顾检修便利性与结构安全。对此，结合项目主体结构特点，在传统线路设计的基础上对检修门的留置进行了创新调整，根据结构梁柱位置、管井分布及水平线、管网走向等实际情况，合理调整检修门的位置与数量，既保证水平传输线、管网日常检修维护的便利性，又避免了对主体结构的过度削弱，实现了检修功能与结构安全的统一。

四、应用局限与优化建议

一是整体系统的适配性较为有限，在改造区域和老旧科室难以成功布设管线，无法全面覆盖边角科室，物流运输也存在少量盲区，对此可结合本项目深化设计经验，通过优化线路选型、合理预留井道与管井条件、加强各专业协同配合等手段，进一步提升系统适配性。二是整体系统的运维成本比较高，配件在长期运行模式下都容易产生损耗，需要较高更换成本，且日常运维消杀工作流程繁琐，同样需要投入较高成本，对此可依托智能调度与数据监测模块，建立预防性维护机制，优化运维与消杀流程，合理降低长期运维成本。

结束语：综上所述，通过该系统三个子系统之间的协同联动，能够使医院院内传统的物流运输风险高、效率低、洁污混运以及人工浪费等问题得以有效解决，进一步提高院内物资的规范化、精细化和安全化运输水平。

参考文献

[1] 张正明，周林才，王浩，等 . 医院高层建筑箱式物流自动化系统输送效率的研究与提高 [J]. 物流技术与应用，2023(2):135-141.

[2] 李颂 . 某三甲医院智能物流传输系统在应用中的创新改进 [J]. 数字化用户，2024(32):41-42.

[3] 李颂，巴志强 . 基于手供一体化模式的医院物流自动化调度平台 [J]. 自动化技术与应用，2023,42(2):105-108,146.

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.