

# 医院后勤自动化物流系统的设计与实施技术研究

王洪成

蓓安科仪(北京)技术有限公司 北京 100000

**摘要:** 本文针对医院后勤物流系统的自动化实施进行了研究,建立了仿真模型并对不同路径条件下的物流系统进行了模拟分析。通过对比干线路径、支线路径、弯曲路径等不同路径配置的仿真结果,发现干线路径在运输速度、运输效率和能量消耗方面表现最佳,运输效率保持在100%。在模拟过程中,机器人负载能力提升技术和路径优化技术也显著提升了运输效率和系统稳定性。能源管理技术的引入有效减少了系统的能量消耗,优化了资源配置,确保了高效、持续的运行。研究结果表明,通过智能调度和路径优化,医院后勤物流自动化系统能够在提高效率的同时,实现节能减排,进一步推动医院后勤管理的现代化和智能化。

**关键词:** 医院后勤物流; 自动化系统; 路径优化; 能源管理

## 引言:

在科学技术快速发展的今天,尤其是人工智能与自动化技术不断发展的今天,医院后勤物资运输自动化已经逐步成为推动医院运营效率提高的关键要素。传统医院物流系统普遍存在着运输效率低下,人工成本较高,运行复杂等诸多问题,亟需借助自动化技术加以完善。引进自动化物流系统,既可以提高物资运输效率,又可以在确保安全稳定的前提下降低人力资源投入。本文研究目的是通过对医院后勤自动化物流系统设计及实现技术进行探究,对当前技术优缺点进行分析,提出相关优化方案,以期能够对医院后勤管理智能化、信息化发展提供一定的理论支持及实践借鉴。

## 1 医院后勤自动化物流系统概况

### 1.1 医院后勤物流需求分析

医院后勤物流系统在医院运营中起着至关重要的作用,涉及物资采购、储存、分发等环节。传统医院物流系统普遍存在效率低、依赖人工、信息滞后等问题,无法满足日益增长的医疗需求。随着医院规模的扩展和患者数量的增加,物流运输量不断上升,传统系统的局限性显得尤为突出<sup>[1]</sup>。自动化物流系统的引入能够有效解决物资运输过程中的瓶颈,提升运输效率,减少人为失误,同时保证物资及时配送到各个科室,从而提高医院运营效率和医疗服务质量。

### 1.2 自动化物流系统的技术发展

在信息技术,人工智能和机器人技术快速发展的背景下,医院后勤物流系统也逐渐向自动化方向发展。现有技术体系主要有智能箱式物流管理系统,物流运输控制系统,多机器人调度管理系统,这些技术都对物流运输效率及系统管理有明显效果。医院通过采纳如自驱型轨道小车和悬挂式轨道机器人等多种自动化技术,能够实现物资的高效搬运和精准的调度管理。相关软著的应用及技术成果的累积为后勤物流自动化系统在我国普及及深入打下了坚实的基础。

## 2 医院后勤物流自动化的主要影响因素及关键措施

### 2.1 主要影响因素

医院建筑结构对自动化物流系统的设计及实现具有重要影响,很多医院建筑布局复杂,空间受限,造成物流路径规划困难。不同部门对于材料的要求不同,对

于物流系统适应性不强,这也成为了实施中所面临的一个难题<sup>[2]</sup>。在技术选型及系统集成过程中所遇到的难题,例如如何将现有系统兼容到新技术中去,如何确保系统可扩展性及稳定性, these 问题是系统设计及实现过程中要攻克的重点问题。成本控制和系统优化所面临的压力同样决定着自动化物流系统能否实现成功,这就要求必须考虑到投资回报和运营成本两个方面。

### 2.2 关键技术与措施

针对以上影响因素所采取的关键技术及措施主要有:自驱型轨道机器人和悬挂轨道物流系统的引进可实现复杂环境下的高效运行。自驱型轨道机器人采用锂电池作为动力,铺设成本低,路径规划能力更加灵活,适用于医院内的复杂布置。在技术方案上,需权衡钢丝绳牵引和自驱型轨道小车各自的利弊,结合实际需要合理取舍。同时自动化物流控制系统设计及实现将对物流进行全流程自动调度及监控,保证系统高效平稳地运行,并通过软硬件协同优化来提高整体性能及系统响应速度。

## 3 医院后勤物流自动化系统模拟分析确定

### 3.1 仿真模型设计

本研究通过建立医院后勤物流自动化系统的仿真模型,旨在模拟医院内部物资传输过程,评估不同自动化系统对物流效率的影响。模型设计的基本框架包括运输路径的构建、机器人行为的模拟、系统调度策略的优化等,假设医院内设有多个主要物流线路,并在不同环境因素下进行仿真,旨在测试系统的运行稳定性与效率<sup>[3]</sup>。通过模拟,系统的主要目标是优化运输速度、负载

能力、路径选择和能耗等关键指标。

### 3.2 数值模拟参数设定

#### 3.2.1 运输速度 (v)

运输速度是自动化物流系统性能的重要指标，决定了物资传输的效率。根据医院内部的实际运输需求，假设机器人在正常运行时的最大速度为 2.5 m/s，最小速度为 0.5 m/s，且能够根据交通状况自动调整。其计算公式为：

$$v = v_{\max} \times (1 - k \cdot t)$$

其中， $v_{\max}$ 为最大速度， $k$ 为速度调整系数， $t$ 为运输时间。

#### 3.2.2 机器人负载能力 (F)

机器人在运行过程中需要携带一定的负载，负载能力直接影响系统的运输效率。假设每个机器人可搭载标准周转箱，最大负载为 35 kg，公式为：

$$F = m \cdot g$$

其中， $m$ 为负载质量， $g$ 为重力加速度 (9.8 m/s<sup>2</sup>)。

#### 3.2.3 运行路径 (P)

路径规划是物流系统的重要部分，优化路径能够有效降低运输时间。假设医院的物流系统有两条并行路径，且路径规划的目标是最小化运输时间和避免拥堵。

路径 P 的最短时间计算公式为：

$$T = \frac{L}{v}$$

其中， $L$ 为路径长度， $v$ 为当前运行速度。

#### 3.2.4 能量消耗 (E)

能量消耗是影响系统整体运行成本的关键因素。机器人在运行过程中消耗的电能与负载、速度及路面情况密切相关。设定每个机器人在最大负载下的能耗为 0.1 kWh/km，公式为：

$$E = \eta \cdot d$$

其中， $\eta$ 为能耗系数 (kWh/km)， $d$ 为行驶距离。

### 3.3 技术阶段划分与模拟实施

本研究将模拟过程分为三个主要技术阶段：设计与研发阶段、安装与调试阶段、运行与优化阶段。在设计阶段，主要进行系统框架的搭建与参数设定，并选择合适的仿真工具；在安装与调试阶段，依据医院实际建筑环境进行路径规划与设备部署；在运行与优化

阶段，通过实时数据监控与反馈，动态调整机器人调度与路径选择，以保证物流系统的高效运行和稳定性。

#### 3.4 数值模拟分析与验证

通过模拟，分析了不同路径配置、速度调整、负载能力与能量消耗等参数对系统整体性能的影响。表 1 展示了在不同仿真环境下，系统的运输速度、能量消耗和运输效率等指标的变化情况。

通过对这些数据的进一步分析可以发现，干线路径在能量消耗与运输效率方面表现最佳，而弯曲路径由于复杂的路径布局和较低的速度，表现较为逊色。根据这些仿真结果，未来可以对路径规划与机器人调度进行优化，从而实现更高效的医院后物流自动化系统。

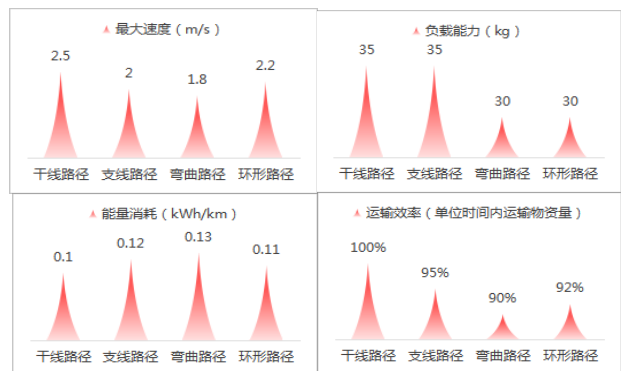


图 1 仿真数据分析图

该图 1 展示了不同路径配置对运输速度、能量消耗与运输效率的影响。通过图示，可以直观地看到不同路径条件下，系统的效率变化趋势，为后续优化提供了依据。

## 4 医院后物流系统实施的关键技术

### 4.1 运输速度优化技术

运输速度的快慢是决定医院后物流系统总体效率高低的关键之一。在系统实施中，采用了自适应速度调节技术，通过实时监控交通状况和路径规划，根据不同环境条件（比如道路障碍，交通密度大等等）动态调整机器人速度。该技术可按需调节机器人不同路径段上的运行速度，以保证物资以最快速度到达，避免繁忙时间段内发生拥堵<sup>[4]</sup>。采用自适应速度调节的方法，该系统在增强运输效率的同时降低能源消耗，保证物资配送的高效性和稳定性。

### 4.2 机器人负载能力提升技术

负载能力直接关系到物资运输的效率和系统的稳

表 1 仿真数据结果表

路径类型	最大速度 (m/s)	负载能力 (kg)	能量消耗 (kWh/km)	运输效率 (单位时间内运输物资量)
干线路径	2.5	35	0.1	100%
支线路径	2	35	0.12	95%
弯曲路径	1.8	30	0.13	90%
环形路径	2.2	30	0.11	92%

定性。为了提升系统的负载能力，本研究引入了负载平衡与动态调整技术。通过内置传感器，机器人可以实时监控当前的负载情况，并根据实时需求进行负载的自动调整。这种技术不仅可以避免过载现象，提升运输过程的稳定性，还可以根据不同物资的重量，优化运输路径和时间，提高了整体运输效率。同时负载能力的提升也减少了能源消耗，从而延长了设备的使用寿命。

#### 4.3 路径优化与调度技术

路径规划与调度技术是确保物流系统高效运行的核心技术。在医院后勤物流系统中，路径优化算法被用来基于实时交通状况动态调整机器人运行路径。通过智能算法，系统能够在最短的时间内规划出最优路线，并避开交通拥堵、障碍等不利因素。多机器人调度系统根据每个机器人的任务和当前路径状况，实现任务的均衡分配。该技术使系统能够灵活适应不断变化的工作环境，优化了资源的使用并提高了运输效率。

#### 4.4 能源管理与节能技术

能源管理对医院后勤物流系统运营起着至关重要的作用，特别是长期运营期间，能源的合理配置能显著地降低成本。该研究利用智能能源管理系统对机器人的负载，速度和运行路径进行实时监控，并对能源的分配进行动态的优化。经过合理调度后，该系统降低了机器人运输时能源浪费问题，也提升了能效。机器人空闲时段自动进入充电模式以保证系统高效使用能量<sup>[5]</sup>。该技术有效地减少能源的消耗，保证系统稳定连续地运行。

### 5 控制措施实施效果

#### 5.1 现场监测数据与反馈

为评估医院后勤物流自动化系统的实际运行效果，本研究进行了多项现场监测。监测指标包括运输速度、负载能力、能量消耗和运输效率，数据收集覆盖了不同路径条件下的多个实验阶段。表2为不同路径类型下的现场监测数据。

表2 现场监测数据

时间 (小时)	干线路径速度 (m/s)	支线路径速度 (m/s)	能量消耗 (kWh/km)	运输效率 (%)
1	2.5	2	0.1	100
2	2.4	1.9	0.11	98
3	2.3	1.8	0.12	96
4	2.5	2.1	0.1	100

表2展示了四个小时内，不同路径类型下，运输速度、能量消耗和运输效率的变化。可见干线路径在速度和运输效率方面表现优异，而支线路径则在运输效率上稍显不足。

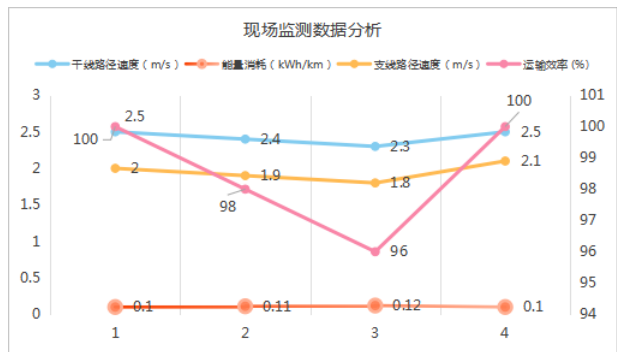


图2 现场监测数据分析图

#### 5.2 实施效果评价

对现场监测数据的分析表明，干线路径的性能是所有指标中最好的，具有运输速度快、运输效率高、能量消耗比较少、系统运行比较稳定等特点。且支线路径运输效率不高，特别是第3小时以后效率降低、能量消耗增加。这说明路径规划对整个系统的效率及能耗都有直接的影响。利用这些数据可以进一步对路径配置进行优化，从而使得运输任务得到更平衡的分配，有利于提高系统整体效率。该系统稳定性和安全性均有很好地保证，设备故障率降低，系统工作平稳，对医院后勤管理有很好地支撑作用。

### 结 论：

通过对医院后勤物流自动化系统的模拟分析与实施效果评估，本文得出以下主要结论，仿真结果表明，干线路径在运输效率、运输速度和能量消耗方面表现最优。相比之下，支线路径和弯曲路径由于复杂的路径布局 and 较低的速度，表现较差。特别是在运输效率方面，干线路径保持了100%的效率，而弯曲路径仅为90%，显示了路径配置对物流系统效率的重大影响。机器人在不同路径配置下的负载能力和运行稳定性得到了有效提升，通过负载平衡和动态调整技术，系统能够避免过载并优化物资分配。能源管理技术的应用显著降低了系统的能量消耗，确保了持续稳定的运行。通过这些技术优化，医院后勤物流系统能够在提高运输效率的同时，实现节能减排，为医院提供高效、稳定的物流服务，降低了总体运营成本。

### 参考文献：

- [1] 吴璐璐. 口腔专科医院智慧物流系统的规划研究与应用 [J]. 中国医院建筑与装备, 2024, 25(5): 45-49.
- [2] 何奕, 张蕾, 凌思凯. 智能物流机器人在医院后勤物资配送管理中的应用 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2024, 21(2): 210-215.
- [3] 方青. 现代大型医院智能化物流系统设计实践与思考 [J]. 中国物流与采购, 2023(15): 101-102.
- [4] 李墨鹏. 基于满意度调查的医院后勤物流服务提升研究 [J]. 中国研究型医院, 2024, 11(01): 7-11.
- [5] Reyes-Abanto N, Medina-Perez J, Zapata-Paulini J, et al. Implementation of an ERP System for the Improvement of the Logistics Process in an SME[C]// International Congress on Information and Communication Technology. Springer, Singapore, 2024.