

2024上海物流展|中国仓库自动化展会

产品名称	2024上海物流展 中国仓库自动化展会
公司名称	展会信息平台
价格	.00/平方米
规格参数	
公司地址	中国展会信息平台
联系电话	13122552507 13122552507

产品详情

2024上海物流展|第24届亚洲国际物流技术与运输系统展览会(CeMAT ASIA)

时间：2024年11月5日 - 11月8日 地点：上海新国际博览中心

中国物流与采购联合会、中国机械工程学会、德国汉诺威展览公司、汉诺威米兰展览（上海）有限公司

展会介绍

亚洲物料搬运和物流技术行业具规模的国际展会之一，亚洲国际物流技术与运输系统展览会（简称亚洲物流展）自2000年以来已成功举办了23届，作为德国汉诺威全球工业系列展的一员，CeMAT ASIA始终秉承德国汉诺威展会科技、创新及服务的先进理念，立足中国市场，为各展商提供高端展示平台。

仓储知识库 | 仓库自动化系统（六）：仓库自动化未来展望

前言

机器人搬运系统在仓配中心的应用越来越广泛。机器人拥有诸多特点：占用空间小、灵活性高、24小时不间断工作，这些特点与日益发展的电子商务运营领域高度适配。由于新型自动化机器人搬运系统拥有自主控制、灵活布局、网络化、动态运行等独特特性，此类系统的设计和操作控制问题需要新的模型和方法加以解决。仓库的关键部分，即仓库设计、仓库规划以及控制逻辑领域也都随着机器人自动化仓库的发展进行革新。尽管工业机器人的相关发明与应用层出不穷，在现实中也较为常见，但是在学术理论层面上几乎没有被详细研究过。

本期内容以仓库自动化系统发展历程为主题展开，以理论视角系统评述新型自动化机器人搬运系统的相

关研究及实践。内容主要来自Kaveh Azadeh、Ren é de Koster、Debjit Roy 2023年发表的Robotized and Automated Warehouse Systems: Review and Recent Developments 《仓库自动化系统:综述及近期发展》一文。

仓库自动化未来展望

本系列文章表明，所有的仓库自动化系统都需要从以下四个方面进行研究完善：

- 1.系统分析：在给定的系统配置下，系统的重要性能指标表现如何？（如吞吐量）
- 2.优化设计：如何设计、改良系统才能优化某些性能指标？（如改良设计主要包括系统的zuijia形状、工作站的zuijia数量和位置布局）
- 3.运行策略：不同的运行策略对系统性能有什么影响？（如存储策略、防止机器人阻塞的策略以及和机器人停留点对系统性能的影响）
- 4.系统比较：不同系统在性能、空间和资源利用率以及运行成本方面的比较如何？

仓库自动化系统已经经历了较长时间的发展，但这些问题并非都已得到解决。在本篇中，作者首先讨论了现有自动化系统的重要通用研究课题，这些问题不针对特定系统，但仍需学术领域进一步研究。接下来，梳理了本系列重点讨论的两种自动化系统（穿梭车系统和RMFS）中的待研究课题。最后，梳理了一些目前很有前途但几乎没有受到任何研究关注的新兴技术。

现有成熟体系的通用待研究课题01综合模型

几乎所有关于自动化或智能化仓库的现有研究都在孤立地分析存储和拣选系统。例如，有关穿梭车系统的学术研究主要关注存储系统，在推导zuijia策略时，没有考虑存储系统配置对下游拣选性能的影响。同样，有关RMFS的文献主要关注系统设计问题，而不是整合拣选、存储和补货的全流程操作策略。

要设计出zuijia的系统配置，必须综合考虑仓库上游流程（如收货和待存储环节）和下游流程（如分拣和包装环节）之间的相互作用，综合模型可以捕捉收货和分拣环节吞吐量需求的变化。实际情况是，这些需求可能在不同天和周之间发生变化，例如：与拣选率相比，补货率可能会更高。虽然文献中对泊位分配（BAP，berth allocation problem）和岸桥分配问题（QCAP，quay crane allocation problem）进行了单独处理，但以集成为重点的新算法可以提高联合性能。

02非固定需求曲线

现有的自动化系统研究主要侧重于使用固定输入数据进行性能分析。当下需求情况不断变化（尤其是在电子商务环境中，数据变动极大），必须考虑非静态需求情况，以创建具有动态运行策略的稳健设计。

可以进行以下问题研究：当需求曲线为非稳态时，如何制定动态运营策略，如何选择停留点（dwell point）位置和穿梭车阻塞预防策略？当需求不稳定时，RMFS中存储区域的zuijia形状是什么？当需求随时间变化时，RMFS中最优的可移动货架或料箱的重新定位策略是什么？

03新存储策略

大量电商数据为客户购物行为提供了新的解读视角。特别是，海量数据可以非常准确地估计出哪些商品会被一起订购。因此，研究可以引入包含产品受欢迎程度的新存储策略研究。以下问题可作为新研究视角：如何在存储策略中利用产品受欢迎程度，它与基于类或随机等其他存储策略相比有何优势？在决策支持系统和营销文献中，购物篮分析（也称为关联规则挖掘）已被用于通过从交易数据库中提取关联或共同出现来发现客户购买模式。利用实时客户行为数据，可以制定动态存储策略，从而改善拣货成本和响应速度。

04产品、订单排序

图1总结的一些通用系统流程（可在全自动仓库中找到的步骤和系统）尚未得到广泛的研究关注。例如，在第四步中，装有产品的料箱必须分为多个订单取回步骤，如从 AVS/RS中取回，以便按照正确的堆垛顺序（第五步和第六步）到达堆垛机器人处。通常情况下，这些机器人在选择物品时有一定的自由度。但是，为了提高性能，正确的取回顺序仍然非常重要。那么问题来了：如何在有优先权约束的情况下安排 AVS/RS中的穿梭车以改善堆垛过程？目前，我们使用的是启发式方法，系统中存在很多闲置（slack）资源。订单排序也可以提高 RMFS分拣操作的效率。具体来说，通过对订单排序，可以提高货架覆盖率，即每个货架可以拣选更多物品。

图1：典型自动化仓库中的流程

05多线订单分拣

虽然单线订单占电子商务订单量的大部分，但预计多线订单的比例将会增加（为了提高包装效率，响应环保策略，减少碳足迹）。许多零售商为最低购买量提供免费送货服务。然而，大多数分析模型只考虑了单线订单分拣。通过多线订单分拣的设计洞见如今至关重要。

06分析模型的准确性

模型本身必须作出假设，使其具有可操作性。现有的大多数（随机）分析模型都是通过离散事件模拟来验证的。如果利用实际系统实施的输出指标对模型进行验证，则可提高结论的可信度。特别是外部排队长度测量，它反映了等待服务的客户交易数量，是实际决策的重要测量指标。目前通过离散事件仿真验证的现有分析模型中，不论何种输入情况，误差高达 40%（见 Roy 2016年相关研究）。目前尚不清楚这些误差与真实输出数据的比较情况。如前面讨论过的需求动态性，也是数据产生误差的一个原因。

穿梭车系统和 RMFS的待研究课题

1.穿梭车系统

多个I/O点研究：大多数有关穿梭车系统的文献都是在假定系统只有一个I/O点的情况下提供设计和操作选择的。然而，当前许多系统都有多个输入/输出点。需要对此进行新的研究，例如，多个I/O点对设计和操作选择（如深度与宽度比和存储策略）有什么影响？

自动补货策略研究：有些系统将拣选系统的自动存储和补货（如图1所示的第二和第三步）与人工拣选相结合。如果分拣槽的数量少于产品数量，需要高效安排取回时间使分拣员无需等待，这一问题很有挑战性。已分拣出产品的料箱须返回散装存储系统（第二步）。目前研究人员对这一问题的研究有限，jinxian于结合人工拣选流程。对于自动分拣系统以及不同的存储和取回配置，还需要进一步研究。

2.RMFS

存储决策研究：RMFS必须做出两个存储决策。首先是如何在存储区域中存储货架，其次是如何将SKU划分到货架中。人工智能和深度学习可以很好地帮助理解订单模式，然后利用这些模式将正确的SKU与货架相匹配，并在每次取出货架进行分拣时动态决定将货架存储在哪里。

补货策略研究：RMFS的货架补充策略与其他系统不同，因为每个货架中都存储有多个SKU。因此，决定何时进行补货是一个具有挑战性的问题。值得研究的问题是：补充货架的zuijia库存阈值是多少？

仓库自动化系统新兴技术研究

1.垂直和对角 AVS/RS (Vertical and Diagonal AVS/R S)

在这些系统中，独立的单个机器人可在货架上漫游，执行存取操作，无需升降机。在对角线系统中，机器人在“对角线”上移动；在垂直系统中，机器人也在货架结构内“垂直”移动，以提升到上层。The Rack Racer（见图2a）是德国弗劳恩霍夫物流研究开发的对角系统的典型例子，OPEX Corporations开发的Perfect Pick和Exotec Solutions开发的Skypod（见图2c）是垂直系统的两个例子。Perfect Pick系统使用名为iBot™（见图2b）的机器人执行存储和取回操作（Azadeh等人，2018年）。

图2：单点触控系统中的机器人

对角AVS/RS系统尚未被研究，而垂直AVS/RS系统仅有一篇论文进行了研究。Azadeh等人2018年使用封闭排队网络对垂直系统的单个巷道进行建模，以优化系统的形状。他们还研究了不同机器人阻塞策略对系统性能的影响。最后，他们还比较了垂直系统和水平系统的运行性能和成本。

2.机器人密集存取系统(RCSR Systems)

RCSR系统是另一种基于网格的系统。在这种系统中，物品被非常密集地存储堆叠在一起，顶部有一个网格。在网格的每个单元中，装有物品的周转箱堆叠在一起，形成货物堆。工作站位于最底层，紧挨着存储区域。机器人在网格上的存储块顶部漫游。机器人具有提升能力，可以从存储框架中提取出周转箱，并将其运送到工作站（见Zou、De Koster和Xu，2016年的研究）。由Hatteland开发的AutoStore是第一个落地的RCSR系统项目。英国零售商Ocado也在2017年开发了类似的系统。

图3：机器人密集存取系统(来源: Hatteland)

Zou、De Koster和Xu是目前为数不多的研究过RCSR系统的学者们。他们将系统建模为一个半开放的排

队网络，并比较了两种存储策略，即专用存储和共享存储。其研究表明，专用策略能缩短订单处理时间，而共享策略则能大幅节省总存储空间的成本，从而带来经济效益。他们还系统的形状进行了优化，结果表明，使用随机存储策略堆叠时，宽长比约为 2:3；使用分区存储货架时，宽长比应略大一些。他们的研究结果还表明，与延迟重新洗牌策略相比，立即重新洗牌策略可缩短双指令订单处理时间。

3. 网格分拣 (GridSort)

网格分拣系统基于本系列第四篇讨论的[网格流系统](#)。它使用模块化的四向输送机 (FlexConveyor) 或 AGV 来运输和分拣货物。最近，立镖公司开发了一种不同类型的“网格分拣”系统，他们在网格上使用由数百辆自主 AGV 组成的车队，按目的地对包裹进行分拣。

图4：立镖小黄人系列分拣机器人

4. 拣选支持 AGV (Pick Support AGVs)

大多数零售仓库仍在使用人工订单拣选系统。零售店通常向配送中心下达大量补货订单。然后，配送中心将订单分装在多个笼车或托盘中发货。因此，一个订单需要多次拣选（在拣选地点和仓库之间多次往返）。最近，人们开发了基于 AGV 的分拣系统，称为拣选支持 AGV (PS-AGV)，以最大限度地减少分拣员完成大订单而需要的行程时间。在这种系统中，AGV 会自动紧跟拣货员，并运送笼车，以便拣货员可以放置需要的物品。一旦笼车，AGV 会自动与运载空滚笼的新 AGV 互换。拣选人员可以继续拣选路线，无需返回仓库，而 AGV 会自动将装满的笼车运送到仓库。Swisslog 开发的 AVGPick 和 Kollmorgen 开发的 Pick-n-Go 就是这种系统的两个实例。Locus Robotics 公司开发了这种系统的另一种变体。他们的 AGV (称为 LocusBots) 并不跟随拣货员，而是自动前往拣货地点，等待拣货员到达。一旦拣货员将物品放入 AGV 所携带的客户料箱，AGV 就会前往下一个地点。订单完成后，AGV 将料箱运往仓库。有些系统可以自动完成整个分拣过程。例如 TORU 分拣机器人。在这种情况下，AGV 会自动前往拣选地点，并在拣选人员不提供任何帮助的情况下拣选物品。与前几种方式类似，一旦订单完成，AGV 就会将拣选的物品运送到仓库。

图5：拣选支持 AGV (Pick Support AGVs)

结语

本系列文章概述了自动化仓储的最新趋势，特别运用机器人技术完成订单的情况。自动化的优势主要体现在节省空间、节省劳动力成本、全天候可用性以及节省供暖和照明等其他运营成本。此外，机器人技术还具有可扩展性和吞吐灵活性，这在需求变化大的电子商务环境中至关重要。仓储和订单拣选自动化需要相当大的规模的前期投入和长远的眼光，因为这一自动化系统只有在中长期才能收回投资。因此，开发工具帮助决策者为其仓库找到正确的解决方案至关重要。

本系列文章对各种自动化系统的建模和性能优化进行了研究；介绍了建模技术以及评估自动化系统性能的相应解决方案；还说明了如何在长期和短期决策过程（设计、运行控制和规划）中使用模型；介绍了成熟的自动化技术（AS/RS、穿梭车系统和 AGV 系统），以及与这些系统中的各种设计和控制问题相关的文献，如系统的优化设计、停留点策略的影响、防堵塞协议和存储分配，这些系统在基础设施要求、运行协议和设备移动方面各不相同，虽然框架是通用的，但模型需要根据每个系统的独特性进行定制；还讨论了新兴技术和文献中尚未引起足够关注（或根本没有关注）的方面；总结了成熟系统中尚未解决的研究问题，并提出了新兴技术的研究问题。

人工拣选与 AGV 协作是最新的技术之一，由于其简单性和灵活性，在实践中越来越受欢迎，但学术领域尚未充分研究。此外，自动补货和排序、集成系统、人机交互和仓库可持续性等领域也需要研究人员给予更多关注。