

基于 Flexsim 的快递型配送中心仓储管理优化研究 ——以 S 速运配送中心为例

陈怡静,黄丽霞,吴涛

(成都工业学院,四川 成都 610031)

摘要:近年来,电子商务的成交量和交易额记录不断刷新,多种类、大批量、高时效的商品成指数倍增加,给配送中心的高效率运转带来了更大的挑战。增加设施设备可提高效率,但成本效益背反现象必然存在,合理的资源配置可寻求平衡点。本文以某快递型配送中心为例,使用 Flexsim 模拟仓储管理运作流程,利用 Flexsim 中的数据统计工具分析设备与员工的工作状况,总结该对象仓储作业中的瓶颈,并采用控制变量法逐步优化改进方案,得到最优资源配置策略。

关键词:配送中心;仓库管理;Flexsim 仿真

【DOI】10.12231/j.issn.1000-8772.2021.27.007

1 引言

伴随电子商务的发展热潮,快递民营企业的内部竞争愈发激烈。自建配送中心是多数大型快递企业的理想选择,但整体建设水平不高,配送时效未达预期。仓储管理的资源配置是否合理是决定配送中心效率高低的因素之一,也会影响配送中心整体功能的发挥。因此,研究快递型配送中心仓储资源配置的规划十分必要。此前,已有诸多学者^[1-5]对于仓储管理的效率问题进行研究,成果颇丰。运用仿真软件^[6-7]来研究配送中心仓储资源配置问题简洁、方便,Flexsim 软件因其独特的 3D 建模视图等优势被众多研究人员熟知,通过变化参数,调节数据来实现预期目标。

2 S 速运配送中心简介

快递型配送中心是指由电商民营快递企业投资、建设、运营和管理,货品所有权归属于电商商家或个体买家,除具有现代配送中心的物流功能外,还能够实现对 BtoB(商家对商家)、BtoC(商家对消费者)、CtoC(消费者对消费者)、O2O(线上线下电子商务)等货物流通模式之间的中转连接的物流设施。

目前人工分拣在配送中心的覆盖面较广,人工分拣的方式主要有两种:一种是“货到人”,此方式是分拣人员站在相对固定的位置上工作,无需去寻找目标拣取货物的储位,存储货物是动态的,通过无人分拣搬运车以及自动化多层巷道穿梭小车的仓储设施,实现货品出入库的高速化和高流量化;而另一种是“人到货”,与第一种状况相反,分拣人员需要推分拣小车或步行到目标拣取货物的储位,存储货物是静态的,货品的出入库主要还是依靠人工或智能分拣机器人(AGV)。本文所研究的 S 速运配送中心使用的是人工分拣中的“人到货”分拣系统。

S 速运配送中心的功能区位可分为货物存储区、设备区、暂存区、分拣配货区、加工区、理货区、装货区、退还货物区和综合管理区等。经调研,S 速运配送中心任务冗杂,存在分拣混乱,货物拥堵排队等问题。虽然设备利用率较为正常,但订单处理时间长,部分订单处理超时,配送中心整体效率低下。

通过 S 速运配送中心内的线上订单、快件 A、快件 B、快件 C 进行数据分析,可以认为他们的到达时间间隔服从指数分布。

3 模型建立

3.1 基本假设

由于 Flexsim 仿真软件的特点,需省略配送中心运作中的

无关因素,将复杂的作业动作简单化,以达到试验目的。仿真假设条件如下:

- (1)假设仿真模型中订单批量波动小。
- (2)货品均完好无损,无不合格产品或残次品返库。
- (3)货架中不存在缺货现象。
- (4)假设配送中心只将部分货品分区放置。
- (5)假设货品出入库采用先进先出原则。
- (6)假设员工作业时效一致,且无滞工现象。
- (7)假设搬运设备效率一致,状况良好。

3.2 实体对象与参数设置

该配送中心仓储管理中的快件 A、B、C;线上订单、线下订单和托盘对应 Flexsim 实体库中的生成器;打包机和分拣机对应 Flexsim 实体库中的合成器;暂存区对应 Flexsim 实体库中的等待队列;机械手或分拣机器人或多层巷道穿梭车对应 Flexsim 实体库中的机器人,作业对象的参数设置描述如表 1 所示。

经过上述仿真分析和参数设置后,配送中心仓储作业流程的 Flexsim 初始模型布局如图 1 所示。

3.3 运行结果分析

通过对模型进行多次运行,线下订单,线上订单输入输出情况。由数据分析工具可知,运输工具和工作人员的工作率都很大,都达到了 95%以上,线上、线下订单合成器工作率也在 95%以上,说明它们都处于一种高强度的工作状态,初始模型的资源配置不理想。其结果如表 2 所示。

该模型主要存在以下三点问题:

- (1)货架堆积情况严重,超出了仓库库存能力。
- (2)人员及运输工具工作强度大,超负荷运作。
- (3)订单处理率很低,无法满足客户需求。

分析初始模型的瓶颈可以得出:从货架到订单合成器之间,工作人员将货物从货架搬到合成器的效率很低,造成了暂存区的货物积压,不能完成订单处理。

4 模型优化

4.1 改进方案 1

改进思路来源:(1)该配送中心线上线下订单的总数量比例约为 7:3,因此,增加三个货架,专门用于存放线上订单的货物。(2)线下订单单次批量大,每次每种产品的订货数量都为 10 的倍数,因此,将货物以 10 个为 1 托盘存放。

表 1 作业对象参数设置

| 实体名称 | 对象说明 | 参数设置 |
|--------------|------------------|---|
| 快件 A、B、C | 代表库存和电商商家提供的货物 | 分别服从 Exponential (0, 20, 0), Exponential (0, 20, 0), Exponential (0, 10, 0) 的负指数分布, 共生成 3 种货品 |
| 托盘发生器 | 产生托盘 | 服从 Exponential (0, 8, 0) 的负指数分布 |
| 货架 | 货物存放的位置 | 货架最大容量 |
| 暂存区 | 货物暂时存放的位置 | 暂存区未设置最大容量 |
| 线上订单、线下订单生成器 | 线上订单和线下订单到达 | 分别服从 Exponential (0, 55.5, 0), Exponential (0, 285, 0) 的负指数分布, 共生成两种订单。 |
| 打包机 | 将 10 个相同的产品打包为一箱 | 打包时间设置为固定值 30s |
| 分拣机 | 将多个产品分拣合成为一个订单 | 加工时间设置为固定值 30s |
| 机械手 | 将货物从货架取下送至分拣机 | 装货与卸货时间为固定值, 移动时间为固定值 |
| 堆垛机 | 将货物从货架取下送至分拣机 | 装货与卸货时间为固定值, 移动时间为固定值 |

表 2 初始模型运行数据

| | 叉车 1 | 叉车 2 | 工作人员 1 | 工作人员 2 | 线上订单合成器 | 线下订单合成器 |
|------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 初始模型 | 99.58% | 99.75% | 99.60% | 99.57% | 99.97% | 99.94% |

表 3 方案 1 订单处理数据

| | 处理订单量 | 目标处理量 | 处理效率 |
|---------|-------|-------|-------|
| 线上订单处理区 | 3096 | 3600 | 86.0% |
| 线下订单处理区 | 622 | 700 | 88.9% |

表 4 方案 1 工作数据

| | 机械手 1 | 机械手 2 | 线上订单处理区 | 线下订单处理区 |
|------|--------|--------|---------|---------|
| 工作效率 | 41.81% | 34.67% | 51.75% | 24.55% |

表 4 方案 2 运行数据

| | 处理订单量 | 目标处理量 | 处理效率 | 机械手效率 |
|---------|-------|-------|-------|--------|
| 线上订单处理区 | 2607 | 3600 | 57.4% | 66.62% |
| 线下订单处理区 | 611 | 700 | 87.3% | 66.62% |

表 5 改进方案二总结

| | 线上订单处理量 | 目标处理量 | 线上订单处理效率 | 线下处理订单量 | 目标处理量 | 线下订单处理效率 |
|------|---------|-------|----------|---------|-------|----------|
| 方案 1 | 3096 | 3600 | 86% | 622 | 700 | 88.9% |
| 方案 2 | 2067 | 3600 | 57.4 | 611 | 700 | 87.3% |

改进思路:在初始方案的基础上:(1)增加 3 个托盘货架;(2)增加一个打包区;(3)线上线下分开拣选货物;(4)线上线下分拣区域都共用两个机械手。

观察订单处理效率和设备利用率。模型布局如图 2 所示。由订单处理数据表 3,表 4 可得,相较于初始方案,线上的订单量增加,订单处理效率有了一定变化。

4.2 改进方案 2

改进思路:在方案 1 的基础上,线上线下分拣区域都共用一个机械手,其他参数保持不变,观察订单处理效率和设备利用率。模型布局见下图 3。

如表 4 所示,由运行结果可知:相较于方案 1,虽然搬运设备的利用率有了一定提高,但限制了线上订单处理效率,减少

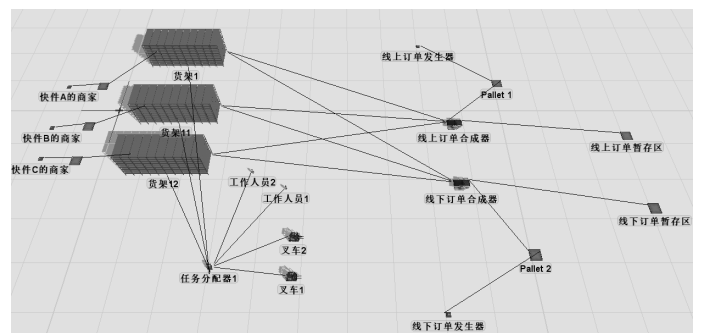


图 1 配送中心仓储布局图

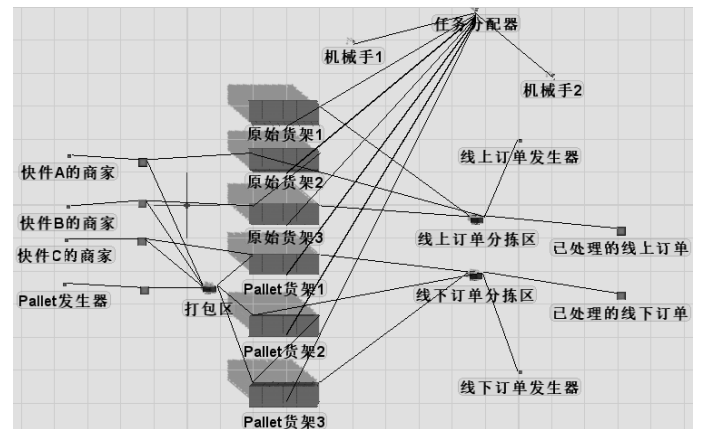


图 2 方案 1 布局图

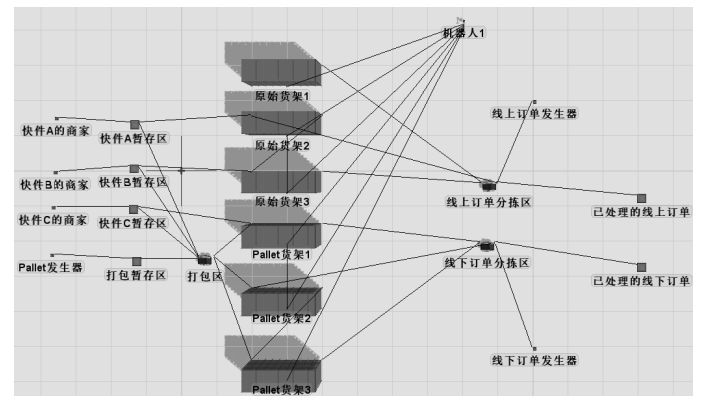


图 3 方案 2 布局图

(上接 8 页)

了线上订单处理量。

4.3 改进方案总结

通过对两个改进方案的数据分析,如表 5 所示。可以看出,在只考虑订单处理效率时,方案 1 的改进效果最好。如果再考虑搬运设备的利用率,方案 2 的利用率最高,但是线上订单处理效率太低。如果想进一步提高线上线下的处理效率,也可以继续增加搬运设备,但是设备利用率将会降低。在 S 速运配送中心,订单处理为重要目标,因此采用方案 1。

5 结束语

通过改变配送中心的运行模式以及货物的入库方式,合理设置线上线下的数量比例,在不增加许多设备的情况下就能使系统更加高效。因此,最终选择方案 1 模型对该配送中心进行优化。

参考文献

- [1]付辉.立体仓库货位分配优化算法及应用——以某超市配送中心为例[J].物流科技,2015,038(010):78-80.
[2]赵峰,刘小倩.基于改进 Apriori 算法的仓库货物关联度分析

- [J].哈尔滨商业大学学报(自然科学版),2020,36(3):372-378.
[3]刘德宝,吴耀华,郭耀阳.基于串并行混合拣选策略的自动拣选系统品项分配优化[J].山东大学学报(工学版),2015,1(6):36-44.
[4]Kim Junwoo,Mendez Francis,Jimenez Jesus.Storage Location Assignment Heuristics Based on Slot Selection and Frequent Itemset Grouping for Large Distribution Centers [J].IEEE ACCESS,2020,8(1):189025-189035.
[5]Li Yue,Jimenez Jesus.A Heuristic Storage Location Assignment Based on Frequent Itemset Classes to Improve Order Picking Operations[J].Applied Sciences,2021,11(4):1839-1839.
[6]欧阳剑.基于 Flexsim 的 G 烟草物流配送中心分拣系统的仿真与优化[D].江西:江西财经大学,2018.
[7]Roksana Poloczek,Marzena.Optimisation of Logistics Processes Using Simulation Tools[J].Multidisciplinary Aspects of Production Engineering,2020,3(1):184-194.

作者简介:陈怡静(1991-),女,四川南充人,汉族,硕士,助教,主要研究方向:公路运输与投资分析,物流系统协同与优化。