

文章编号:2095-0365(2019)02-0030-05

# 电子商务背景下的快递分拣系统优化与仿真

葛 勇<sup>1</sup>, 朱桃杏<sup>1</sup>, 王冬梅<sup>2</sup>, 任建新<sup>1</sup>, 王 慧<sup>1</sup>

(1. 石家庄铁道大学 经济管理学院,河北 石家庄 050043;  
2. 辽宁工业大学 汽车与交通工程学院,辽宁 锦州 121000)

**摘 要:**电子商务背景下网络购物的消费习惯增加了对快递物流服务业的需求,而物流效率也会影响电子商务的发展。本文分析制约物流效率提高的因素是分拣系统的有效性。基于原有基础设施,提出建立半自动分拣系统的思想。以 SF 锦州中转场为例,应用 Flexsim 软件仿真快递分拣过程,仿真结果表明,改善后的模型系统运行时间减少,瓶颈明显改善,结构布置更加合理,工作人员的工作强度有所下降,大大提升了电子商务条件下快件分拣系统的整体效率。

**关键词:**电子商务;快递;分拣系统;Flexsim 仿真

**中图分类号:**U293.1 **文献标识码:**A **DOI:**10.13319/j.cnki.sjztdxbskb.2019.02.05

## 一、引言

当今国内外市场竞争愈加激烈,企业面临的挑战加剧,现代物流业越来越得到人们的关注。电子商务是商业贸易的电子化形式,对物流发展发挥巨大作用,电子商务的发展水平直接决定着物流的发展的理念、运作的模式以及管理组织等方面的演进方向<sup>[1]</sup>。快递分拣作为快递物流网络中的重要环节,其配置的优劣及运作水平的差异会影响快递企业的分拣成本、操作效率和服务质量,进而影响企业的市场竞争力和可持续发展。2018年7月13日,国家邮政局公布2018年上半年邮政行业运行情况,这半年,全国快递业务量完成220.8亿件,同比增长27.5%;业务收入累计完成2745亿元,同比增长25.8%。近年来,我国快递业务量仍处于增长状态,但增长速度趋向于平缓。2016年快递流通量约为22万件,2017年快递流通量翻一番。2018年上半年,快递流通量已突破600万件,2018年的“双十一”交易额突破2000亿元。快递件的数量以惊人的速度持续增

长,庞大的快递需求对快递流通有了更高的要求。而电子商务物流的传统运作方式,大多是依靠人力操作,分拣效率低,误差率高。现存的分拣系统面临着巨大挑战,分拣系统的功能优化研究意义重大。

皇甫倩倩<sup>[2]</sup>基于经典优化算法并利用 Matlab 编程和 Flexsim 仿真,通过二次优化的方式来帮助快递企业找到提高快件分拣效率的思路和方案。谢锁文<sup>[3]</sup>采用将 Agent 与 UML 相结合的物流分拣系统的建模方法以及 Flexsim 仿真方法,建立了分拣系统各个作业环节的静态模型和动态模型,完成了该分拣系统的计算机仿真,并验证了所建分拣系统模型的可行性。邵明习<sup>[4]</sup>用 Petri 网的方法建立了物流配送中心仿真模型,并用物流仿真软件 AutoMod 对物流分拣系统进行了仿真,找到仿真模型中的关键问题所在。刘德宝<sup>[5]</sup>分析了多种分拣方式,并提出将复合式分拣应用于卷烟的分拣。李庆磊<sup>[6]</sup>深入研究了物流中心的分拣策略,建立了基于 EIQ 模型和 AHP 的拣货策略的体系。国外在快递物流分拣方面的研究比

收稿日期:2018-11-21

基金项目:河北省社会科学基金“京津冀区域轨道交通与物流发展的协同特征及匹配对策研究”(HB18YJ066)

作者简介:葛勇(1995-),男,硕士研究生,研究方向:物流系统规划与设计。

本文信息:葛勇,朱桃杏,王冬梅,等. 电子商务背景下的快递分拣系统优化与仿真[J]. 石家庄铁道大学学报:社会科学版,2019,13(2):30-34.

国内相对成熟一些,信息技术和分拣技术广泛应用,尤其是自动分拣的应用更加广泛。物流仿真优化普遍应用在分拣方面,且已经进入到快件分拣优化的实施阶段。由于我国快递物流业起步相对较晚,且我国快递企业之间没有信息共享,各企业之间独立发展,使我国快递分拣落后,虽在快递分拣技术上有了一定的研究,但多数使用数学方法进行研究,尤其在快件分拣仿真方面的应用很少。

电子商务的快速发展增大了物流业的服务需求,同时给物流业带来挑战。物流效率是制约电子商务发展的重要因素。本文分析制约物流效率提高的关键因素是分拣效率,分拣系统的选择是根据本地区快递量决定的,不能盲目选择全自动分件系统,基于此思想,本文提出工作人员配合分拣设备完成分拣任务的思路。最后以 SF 速运锦州中转场为例,应用 Flexsim 软件仿真中转场分拣流程,验证所提出方法的有效性。

## 二、电子商务对分拣系统的要求

近年来,物流和电子商务联系日益密切,在这种消费模式影响下,商业模式也发生翻天覆地的变化,给现代物流业带来了机遇。通过电子商务平台,实现物流、资金流、信息流的信息交换,在此商业模式下,电子商务的发展有效带动了物流服务需求,物流量实现了重大突破。我国电子商务交易额达 29.16 万亿元,同比增长 11.7%。全国网上零售额达 7.18 万亿元,同比增长 32.2%。电子商务服务业营收规模达 2.92 万亿元,同比增长 19.3%。海关验放跨境电子商务进出口商品总额达 902.4 亿元,同比增长 80.6%。

电子商务促进物流业的发展的同时,也给物流分拣作业环节提出更高的要求。物流作为电子商务平台的重要组成部分,物流的速度直接影响了电子商务用户的体验,商品到达客户的时间是客户评价的一个重要指标。提高用户满意度一直是电子商务平台的目标,因此物流的效率直接影响了电子商务的发展,并且物流是决定电子商务活动成功与否的关键因素之一。影响物流效率因素很多,但是分拣效率是最不可忽略的因素,中转场是物流配送网络的主干部分,是物流配送网络的“神经中枢”,负责整个分拣网络中分拣和转运,它对快递的分拣效率和服务质量起着很大作用,物流效率的快慢很大程度上取决于分拣效率。

## 三、分拣系统描述及影响因素分析

电子商务与物流发展之间是相互依赖、相互促进的关系。电子商务技术发展需要物流业高效的管理能力和优质的物流服务,物流的现代化为电子商务发展提供实体商品的运输、装卸和储存等基础业务服务<sup>[2]</sup>。快递分拣是快递流通中的基本操作过程,也是快件物流分拣系统的基本组成单位。在电子商务背景下,面对不断增加的快件分拣量、繁多的配送点、多样的配送路径、配送时间的缩短,以往的分拣系统已经不能满足现在快递市场的需求<sup>[7]</sup>,分拣系统效率提升迫在眉睫。

在 SF 速运中转场级别中,锦州中转场为三级中转场,辐射整个锦州市,覆盖 7 个区(县、市)。它是各营业网点与二级中转场的枢纽,主要承担分拣的功能。目前物流企业中转场和分拣中心机械化、自动化水平低,小件(单件质量不超过 3 kg)适合传送带分拣,一方面可以提高机械化水平,提高分拣效率,另一方面,减少劳动力,从长远角度看,可以降低分拣成本。

锦州中转场信息输入过程为人工操作,把枪扫描快递包装表面的条形码。接下来的工作是分包过程。根据建包规则可知,小件是置于包裹之中。分包过程就是将包裹内的快递全部取出,作为单件进行下一步操作。然后是分货过程。根据快递的地址信息,将快递分类。完成分拣过程的仍然是人工操作。最后是发货过程。将被分的快递发往锦州市的各个营业网点。具体流程图如图 1。

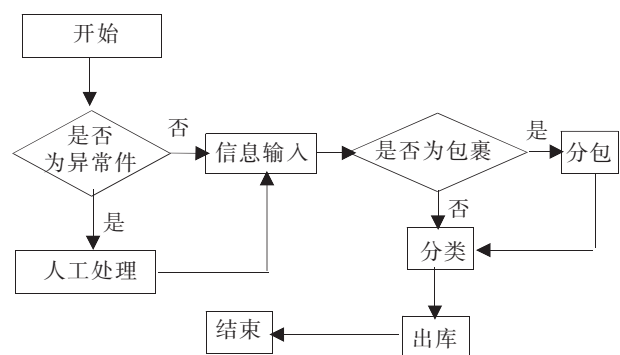


图1 分拣流程图

电子商务时代的来临,给全球物流带来了新的发展,使物流在电子商务环境下具备了一系列新特点:信息化、自动化、网络化、智能化<sup>[8]</sup>。高效的物流必须有高度的物流自动化。论文基于电子商务对现行分拣系统形成的压力,通过对系统运

行时间,分拣设施布局和操作人员的数量和负荷 3 个指标设置与调整以判断分拣系统的运行状态。分拣系统运行时间是指一批快件从进入分拣系统到离开分拣系统所用时间,这是衡量分拣系统效率的重要指标。SF 速运与其他快递公司的最大的区别是速度快,这也是 SF 速运的优势。缩短快件从寄方到收方的时间,这是企业一直追求的目标。

瓶颈是衡量设施布局是否合理的外在表现。平衡各个环节,优化分拣系统布局,在实际情况允许的情况下,消除“瓶颈”,确保物流流畅,最终提高工作效率。

分拣人员负荷是指一定时间内分拣人员工作的忙闲程度,分拣人员数量是指完成分拣作业所需要的人数,以最少的人员,最低的工作强度,高质量完成分拣作业。

目前,中转场存在机械化、自动化、信息化水平低的问题,导致分拣效率不高。尤其是购物高峰期,如“双 11”、“双 12”,易出现快递积压的问题,严重影响了快递的物流效率。分拣系统的选择要考虑本地区的快递量,不能盲目选择智能化分拣系统。智能化分拣系统分拣效率确实很高,但成本同样很高,基于效益背反原理,本文主要考虑了锦州市的快件量,普通工人人均薪资水平,以及原有设施和场地面积,提出建立半自动分拣系统。半自动分拣系统是指工作人员辅助机械完成分拣任务,其采用手工和机械设备相结合的分拣方式,发挥各自优点,将快件从运输载体卸载并运往自动传送带,然后由分拣人员根据快件标识进行手动分拣,这种方式的分拣,初始投资相对较小。与目前机械辅助工作人员分拣的现实相比,半自动分拣系统将节约大量人力资源,减少分拣误差,提高分拣效率。尽管短期内投资较大,但节约了大量人力,提高了分拣效率,从企业长期发展的角度看,建立半自动分拣系统是必要的。

#### 四、分拣系统建模仿真

经调研统计,该中转场每天启动分拣系统 3 次,本文以一次需要分拣的快递量为例进行仿真。共有 13 个流向,随机调查了 5 天各个流向的快递数量,每个流向的快递量取平均值作为基础数据,并且计算出每个流向占快递总量的比例。详细结果如表 1。随机统计了 5 天各个异常快递数量,并计算出异常件所占比例。统计结果如表 2。随

机统计了 5 天小件快递数量,并计算出小件所占比例。统计结果如表 3。

表 1 流向比例表

流向	均值	所占比例/%
1	240.2	8.02
2	215	7.18
3	178.8	5.97
4	250	8.35
5	186.4	6.22
6	210.6	7.03
7	267.8	8.94
8	228.8	7.64
9	252.4	8.43
10	259.2	8.65
11	212.8	7.10
12	209.6	7.00
13	284.2	9.49

表 2 异常件数量比例表

序号	异常件数量/件	所占比例/%
1	21	0.61
2	16	0.62
3	19	0.61
4	14	0.52
5	19	0.59

表 3 小件数量比例表

序号	小件数量/件	所占比例/%
1	2 123	61.86
2	1 678	65.29
3	1 998	64.87
4	1 872	69.85
5	1 975	61.39

基于影响物流分拣效率因素分析,论文仿真目标为缩短快件中转时间,消除分拣作业流程中的瓶颈,优化分拣系统布局,减少人力的参与,尽可能平衡操作人员的数量和工作强度。模型中用红、绿、蓝、黑等 13 种不同颜色的箱子表示 13 类不同的产品,类是根据快件收件人地址分的。在快件到达中转场后,系统下达分拣指令,系统开始运行,在货物进行分拣之前,进行快件包装检查,包装或标签出现问题,则需要人工处理。若没有问题,进行分包处理。最后快件根据地址进入该进入的托盘。

到达方式设置为到达时间表类型,Quantity 值设置为根据获得的实际数据的仿真数据。触发器中颜色的临时实体类型为 duniform(1,13)。异常处理区中仅有 1% 的快件需要人工处理,所需时间大约为 10 min,且使用操作员加工。分包

区中需要分包的占 40%,通过修改代码实现,分包区的加工时间约为 1 min,最大容量设置为 3。分拣区各个流向的数量依据计算值确定。传送带的速度为 0.3 m/s,其余参数均为默认值。

SourceInitialize 对象的到达类型设置为 Arrive Schedule,本文将仿真运行次数设置为 25 次。因为系统的终止点是完成指定任务,故将时间设置为一个大数,本文设置为 1 000 000.00。

系统会自动重复运行 25 次。统计结果如表 4 所示。由表 4 可以看出,分包区快件数量最少为 183 件,最多为 242 件,此处为“瓶颈”,此处需

要优化。完成最后一个快件的分拣任务,分拣作业结束。统计此时系统所运行的时间。经统计,早上 8 点,有 902 件快件需要所用时间为 5 319 s,约 1.5 h。处理器 86859 利用率为 95.91%,处理器代表分解包裹的过程,处理器 1806 利用率为 68.22%,处理器代表快件处理的过程。统计工作人员的忙闲程度。通过 DashBoard,分析 30 个工作人员的状态图,工作人员的工作强度差异很大,在工作人员安排方面有待优化。在待分包的缓存区有大量快件积压,出现“瓶颈”,这表明分包环节资源安排不合理,有待优化。

表 4 结果输出表

名称	均值	样本标准差	最小值	最大值
异常处理区	6.6 < 7.7 < 8.9	3.4	2.0	14.0
分包区	215 < 220 < 225	14.7	183.0	242.0
分拣区 27	2.55 < 2.84 < 3.13	0.85	2.00	5.00
分拣区 23	1.01 < 1.12 < 1.23	0.33	1.00	2.00
分拣区 4	N/A < 1.00 < N/A	0.00	1.00	1.00
分拣区 32	N/A < 1.00 < N/A	0.00	1.00	1.00
分拣区 10	N/A < 1.00 < N/A	0.00	1.00	1.00
分拣区 8	N/A < 2.00 < N/A	0.00	2.00	2.00
分拣区 9	N/A < 1.00 < N/A	0.00	1.00	1.00
分拣区 11	N/A < 1.00 < N/A	0.00	1.00	1.00
分拣区 12	N/A < 1.00 < N/A	0.00	1.00	1.00
分拣区 14	2.27 < 2.44 < 2.61	0.51	2.00	3.00
分拣区 13	1.01 < 1.12 < 1.23	0.33	1.00	2.00
分拣区 15	N/A < 1.00 < N/A	0.00	1.00	1.00
分拣区 26	2.19 < 2.36 < 2.53	0.49	2.00	3.00

分包区存在“瓶颈”,原始分拣区为人工分拣,分拣效率低,耗费时间长。原有模型中,分包台仅有 1 台,分包通道也仅有 1 条,导致分包区出现快件聚集。解决方法有:一是增大工人强度,提高工作人员的工作速度。二是增加设备。考虑工人的工作强度不宜增加,这与本文建模目的相悖,故本文采用方法二,增加设备,即增加一个分拣台,两条传送带。

分捡区优化,分拣区是提高整体分拣效率的关键。分拣区的分拣设备发挥着重要作用,本文从传送带布置角度出发,设计出新的传送带布置方式,传送带速度可提高至 1 m/s。这必然会缩短分拣时间,提高分拣效率。优化之处在传送带与货车衔接部分,改进后的传送带尾端与货车的后车厢下端持平。减少了快件的垂直位移,降低了工作人员的劳动强度,有效降低了货损程度。

优化后的模型完成快件分拣作业所需时间为 3 468 s。与优化前 5 319 s 相比,运行时间缩短了

53.37%。模型优化后,分拣区可以大量减少操作人员,且工作人员的工作强度也有所降低,操作员工作强度对比结果如表 5 所示。通过仿真过程证明优化后的模型“瓶颈”明显改善。

表 5 工作强度对比表

不同操作员的工作强度	原模型/%	优化后的模型/%
操作员 5385 工作强度	37.32	10.25
操作员 43003 工作强度	29.85	9.74
操作员 139685 工作强度	42.99	57.97

目前对于国内 B2C 电商物流而言,需要处理的快递表现出种类繁多、订单量大等特点,这就决定了每小时需要分拣的货物量肯定要比其他行业大得多。缩短分拣作业时间,即减小系统运行时间是分拣系统效率提升的最关键手段。分拣流程也是流水线作业,必然存在“瓶颈”问题,这也是制约分拣效率提升的重要因素。电子商务背景下的物流趋向机械化、自动化、智能化发展,必然减少

人员的数量。分拣系统的机械化、自动化是分拣效率提升的动力源泉。在电子商务环境下,电子商务和物流协同发展需要高效的物流支持,电子商务服务的现代快递业需要不断结合行业特征和企业发展进行业务流程优化。

## 五、结论

由于电子商务与物流间密切的关系,电子商务这场革命必然对物流产生极大的影响。这个影响是全方位的,从物流业的地位到物流组织模式,再到物流各作业、功能环节,都将在电子商务的影响下发生巨大的变化<sup>[10]</sup>。实现物流网络的信息化,实体物流网络也发生重大变化。中转场作为实体物流网络的重要结点,在快递运输过程中发挥重要作用。但是分拣系统的改善必须基于

原有分拣系统之上,并考虑本地区的快递数量。本文研究中转场现状,从分包区和分拣区做出改进,应用 Flexsim 软件仿真分析,验证了改进方案模型系统运行时间减少,瓶颈明显改善,结构布置更加合理,工作人员的工作强度有所下降。对机械化、自动化水平低的中转场、分拣中心设备规划具有指导意义。

在未来的电子商务环境下,物流管理以时间为基础,流转效率更高,中转场可以发挥仓库作用,实现制造业零库存;还可以作为多式联运的连接点,提高快递运输效率。分拣系统效率提升是保障当前背景下快递业快速健康发展的重要条件。

(感谢石家庄铁道大学研究生创新资助项目(YC2019037)对本文的资助)

## 参考文献:

- [1]王娟娟. 电子商务时代的物流发展分析[J]. 中国流通经济, 2014, 28(3): 54-59.
- [2]皇甫倩倩. 基于 Flexsim 的快递企业分拨区快件分拣仿真优化研究[D]. 深圳: 深圳大学, 2016.
- [3]谢锁文. 基于 Agent 的物流分拣系统建模与仿真[D]. 南京: 南京林业大学, 2010.
- [4]邵明习. 基于 AutoMod 的物流配送中心的建模与仿真[D]. 南京: 南京林业大学, 2006.
- [5]刘德宝. 自动拣选系统拣选策略及布局优化研究[D]. 济南: 山东大学, 2015.
- [6]李庆磊. 物流中心分拣策略的研究与应用[D]. 济南: 山东大学, 2006.
- [7]刘敏. 电子商务背景下物流管理改革创新探析[J]. 商场现代化, 2018(11): 27-28.
- [8]梁淑慧, 荣聚岭, 周永圣. 电子商务物流发展现状与对策研究[J]. 中国市场, 2015(12): 164-168.
- [9]Chen Lihong, Hu Dawei, Xu Ting. Highway freight terminal facilities allocation based on flexsim[J]. Procedia Social and Behavioral Sciences, 2013, 96: 368-381.
- [10]阮辉阳. 论电子商务对物流业发展的影响[J]. 现代商业, 2012(31): 45-46.
- [11]周子一, 赵小勇, 董瑞娟. 基于 Flexsim 的某高校快递联盟服务站分拣系统仿真[J]. 物流技术, 2015(7): 152-155.

## Optimization and Simulation of Express Sorting System in E-commerce Background

Ge Yong<sup>1</sup>, Zhu Taoxing<sup>1</sup>, Wang Dongmei<sup>2</sup>, Ren Jianxin<sup>1</sup>, Wang Hui<sup>1</sup>

(1. College of Economics and Management, Shijiazhuang Tiedao University, Shijiazhuang 050043, China;

2. College of Automobile and Traffic Engineering, Liaoning University of Technology, Jinzhou 121000, China)

**Abstract:** In the background of e-commerce, the consumption habits of online shopping have increased the demand for express delivery services, and logistics efficiency can affect the development of e-commerce. The effectiveness of the sorting system restricts the improvement of logistics efficiency. Based on the original infrastructure, the idea of establishing a semi-automatic sorting system is proposed. Taking the SF Jinzhou transfer field as an example, Flexsim software is used to simulate the express sorting process. The simulation results show that the improved model system has reduced running time, improved structural arrangement, and reduced work intensity of the staff. The overall efficiency of the express sorting system is improved significantly under e-commerce conditions.

**Key words:** E-commerce; express; sorting system; Flexsim simulation