

doi:10.3969/j.issn.1672-4348.2018.06.014

# 家电物流中心功能区布局规划的 SLP 改进方法

胡智临,陈群,柳丕辉,李文峰

(福建工程学院 管理学院,福建 福州 350118)

**摘要:** 针对传统 SLP 方法在家电物流中心功能区布局规划应用中存在局限性的问题,结合二次移动平均、关联线图法和 CLASS 软件提出 SLP 的改进方案,并以合肥市 TCL 空调彩电物流中心为例进行 SLP 改进方法的合理性和有效性的验证分析,结果表明:采用 SLP 改进方法制定的规划方案能够对家电物流中心的布局规划提供理论支持和决策依据。

**关键词:** 家电物流中心;功能区布局规划;改进 SLP;CLASS 仿真

中图分类号: TB1491      文献标志码: A      文章编号: 1672-4348(2018)06-0587-07

## Research on SLP improvement method of functional area layout planning of household appliance logistics centers

HU Zhilin, CHEN Qun, LIU Pihui, LI Wenfeng

(School of Management, Fujian University of Technology, Fuzhou 350118, China)

**Abstract:** In view of the limitations of the traditional SLP method in the layout planning of the functional areas of household appliance logistics center, the improved SLP method was put forward, which was combined with the double moving average, correlation diagram method and CLASS warehouse software. Analysis was conducted to verify its rationality and validity with the example of Hefei TCL air conditioner and color TV logistics center. Results indicate that the planning scheme based on the improved method of SLP can provide theoretical support and decision-making basis for the layout planning of household appliance logistics centers.

**Keywords:** household appliance logistics center; functional area layout planning; improved SLP (system layout planning); CLASS warehouse software simulation

中国家电行业市场化程度较高,且占据了国际市场大量份额。但随着国内外家电市场竞争的加剧,家电产品在制造环节的成本可压缩空间越来越小,家电企业纷纷通过合理规划物流路径,降低运输成本来提高综合利润,而物流中心可以减少在工厂生产所需费用的 10% ~ 30%<sup>[1]</sup>。科学规划商品的储存、分拣、流通加工、配送、集散和信息处理等环节,能够加快商品流通,提高库存周转率,有效降低家电流通成本,显著提高企业市场竞争力。因此,开展家电物流中心的布局规划研究,协同发展家电业与现代物流业已成为大势所趋。

物流中心作为物流网络的重要组成部分,建设投资大、回收期长,一旦建成后变更成本巨大,应避免由于规划设计不合理而导致的物流设施频繁改建、扩建,或者设备闲置造成浪费<sup>[2]</sup>,因此,前期规划设计工作显得尤为重要。功能区布局规

收稿日期: 2018-09-03  
基金项目: 福建省产学研合作重大项目(2014H6004);福建省科技重大专项(2013HZ0004-3);2017 年省科协学科发展报告立项项目(FJKX-XK1727)  
第一作者简介: 胡智临(1995-),女,安徽合肥人,硕士研究生,研究方向:交通工程与项目管理。  
通信作者: 陈群(1968-),女,福建福州人,教授,硕士,研究方向:项目管理。

划设计是物流中心规划的核心环节之一,在规划过程中应遵循系统最优、距离最近、布局优化、柔性化、便于管理等原则,从而优化物流中心的组织管理并提高物流中心的整体效率和效益。

目前有关物流中心规划的研究多集中于铁路物流中心,而将 SLP 方法应用于家电物流中心规划的研究较少。冯芬玲等人指出,在物流中心规划中应用系统布置设计(System Layout Planning, SLP)方法具有缺少动线分析及物流战略规划等缺点<sup>[3]</sup>;邓兵等人利用遗传算法结合 SLP 优化规划方案,提高了车间利用率和企业核心竞争力<sup>[4]</sup>;David. Gyulai 等人根据关键绩效指标(KPI),采用近似最优搜索算法对布局方案进行仿真和优化<sup>[5]</sup>;周尔民等人运用 Em-plant 仿真软件对 SLP 的车间布局方案进行评价分析<sup>[6]</sup>;张惠等人通过 Flexsim 软件对车间原始布局进行仿真实验再结合 SLP 方法优化布局方案,可以缩短物料搬运距离,提高设备利用率<sup>[7]</sup>。

本文在深入分析传统 SLP 方法不足的基础上,利用 SLP 改进方法对家电行业的物流中心功能区布局提出详细的规划方案;并以合肥市 TCL 空调彩电物流中心为例,进行平面布局规划;最后,利用 CLASS 物流仿真软件检验本规划方案在实际中的可行性。

## 1 传统 SLP 方法概述及不足

为解决工厂布置规划问题,理查德·缪瑟于 1961 年在工业工程领域中提出 SLP 方法,通过分析各功能区之间的相互关系解决布局分析问题。该方法不仅适用于传统工厂规划,而且不断发展并应用到新的领域,如物流中心、实验室、连锁餐厅等。

利用 SLP 方法对物流中心平面布局规划具有一定的科学性和合理性,能够从系统全局视角,把握系统内部各功能区之间的联系;同时,其采用系统的分析手法,结合定性分析和定量分析,按照规范的设计步骤实施,条理性、逻辑性较强,可信度较高。

SLP 的基本出发点是先用定量的数值反映各功能区之间的关系密级程度,再结合定性因素得到综合相关表,最后根据综合相关表进行区域布局。传统 SLP 方法的实施步骤为:

(1)对现有资料进行规划分析;

(2)了解物流中心内部物流活动,分析物流中心作业流程;

(3)根据作业流程对物流中心功能区进行划分,划分后对各个功能区的面积进行测算;

(4)利用已知数据,定量分析物流中心的物流相互关系,并定性分析非物流因素对各功能区相互关系影响,结合物流相互关系和非物流相互关系得到综合相互关系表;

(5)将各功能区实际面积与综合相互关系表结合起来,形成物流中心平面布局图。

目前,根据上述流程将传统 SLP 方法直接应用于物流中心规划,仍然存在以下缺陷:

(1)缺少物流战略规划。物流中心内部各功能区规划分析需要以企业经营战略为导向,传统的 SLP 方法规划时未考虑到战略规划,会影响物流中心的持续发展。

(2)虽然 SLP 方法规划时含有定量分析,但在布局过程中仍存在一定主观性,并且需要进行繁琐的手工调整才能符合实际要求。

(3)SLP 方法缺少动态柔性和动线分析过程,且多是手工布置,信息化程度低。

## 2 改进 SLP 的实施

根据前文对传统 SLP 方法缺陷的分析,可从以下 3 方面改进:

(1)采用二次移动平均法对未来年份物流量进行预测,综合考虑预测结果和物流中心发展目标进行规模测算,以保证家电物流中心的规划方案适用于建设期后的长期使用。

(2)通过 SLP 得到综合相互关系表后加入关联线图,结合综合相关表中的数据对构建的膜片图位置进行拼排,可以更加科学严谨的表现出各功能区的位置关系。

(3)利用 CLASS 软件对规划方案进行动态仿真,验证物流中心内部物流路线是否堵塞以及各功能区容量设置是否合理,可以评价物流中心布局方案的合理性。

在 SLP 改进方法中,首先,收集物流中心的相关数据(包括物流中心规模大小、各功能区面积等),根据物流中心的组成情况形成一个总体规划;其次,利用 SLP 方法获取综合相关表,结合关联线图法和功能区面积得到最终功能区布局图;最后,采用 CLASS 物流软件进行方案评价。



表 1 物流中心功能区综合相互关系表

Tab.1 Comprehensive interrelationship Correlogram of the logistics center's functional area

1. 进货装卸口										
2. 入库理货区	A									
3. 仓储区（空调内区）	E	O	U	U						
4. 仓储区（空调外区）	E	I	O	U	U					
5. 仓储区（彩电）	I	E	I	U	U	O				
6. 出库理货区	E	O	U	U	O	O	U			
7. 出货装卸口	A	U	U	O	X	X				
8. 停车场	O	U	U	U	X					
9. 办公室	U	U	U							
10. 食堂	I									

表 2 综合相互关系等级划分表

Tab.2 Hierarchical classification of comprehensive interrelationships

符号	含义	量化值	比例/%	线条数
A	绝对重要	4	2~5	4 条直线
E	特别重要	3	3~10	3 条直线
I	重要	2	5~15	2 条直线
O	一般密切程度	1	10~25	1 条直线
U	不重要	0	45~80	
X	负的密切程度，不要靠近	-1		波浪线

确定各功能区相对位置后,采用关联线图法对各功能区具体位置进行合理规划。根据物流中心功能区综合相互关表制作关联线图,对每个功能区构建方块膜片并进行拼排,最后绘制关联线图,结合功能区面积大小生成物流中心的平面布局图。

2.2.2 绘制关联线图工作表和方块膜片

- (1) 绘制关联线图工作表。
- 为使功能区综合相互关系更加清晰直观,将信息转移到关联线图工作表中,将 A、E、I、O、U、X 等级按顺序从左至右填在表格上方,在每一行每一个等级字母下方填上各功能区与其有关系等级的其他区域编号。
- (2) 绘制方块膜片图。
- 1) 在每张膜块中央写上功能区名称和编号;
- 2) 将 A、E 与 X、I、O 相互关系等级字母分别填在膜片左上、右上、左下、右下位置;

3) 关联线图工作表里每个功能区每个等级下对应的区域编号,分别填在对应膜片等级字母之后。绘制后的方块膜片,如图 2 所示。

A-2 1.进货装卸口 I- O-3、8	E- A-1 I- O-4、5	E-3 A- I-5、6 O-1、9	E-3、6,X-10 A- I-5 O-2、9
A- E-6,X-10 I-3、4 O-2、7、9	A-7 E-4、5 I-3 O- I-9 O-	A-6 E- I- O-5、8	A- E- I- O-1、7

图 2 方块膜片图

Fig.2 Square diaphragm

2.2.3 构建膜片拼排图

根据方块膜片内的信息构建膜片拼排图,关联等级最高的功能区布置在中心位置,然后布置与该区域关联最高的功能区,再布置与已布置区域关联最高的功能区,重复上述过程依次布置完所有区域,最终得到膜片拼排图,如图 2 所示。

2.2.4 绘制最终平面布局图

将膜片拼排图中的功能区用对应的活动符号表示,并用每个等级对应的线条数表示功能区之间的密切程度,综合相互关系等级划分,如表 2 所示。将各功能区连接,便得到能表示各功能区具体位置关系的关联线图,如图 3 所示。

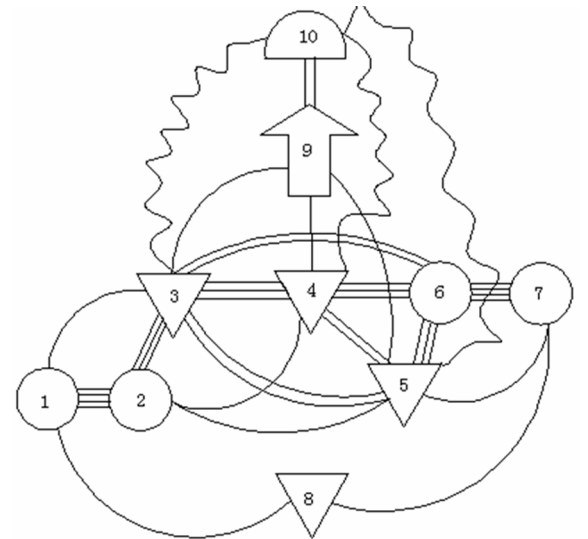


图 3 关联线图

Fig.3 Interrelationship diagram



(1)由图2信息可知,3、4、5均为仓储区,1、2、6、7均为理货区,其中1、2、6、7区域间由4条直线相连,表示关系最为紧密,需靠近布置;

(2)在图3中,2、3、3、4、4、6、5、6区域间由3条直线连接,区域间关系较为密切,可以临近放置,其中存储区4、5与理货区6间的关系同等重要,而4与5间的密切关系一般,故将存储区5靠近6区域放置;

(3)考虑安全因素,存储区3、4、5与10号食堂间利用波浪线连接,表示负的密切程度,需要远离。

通过改进 SLP 得到的关联线图结合各功能区面积大小,可绘制出家电物流中心的功能区平面布置图,如图 4 所见。

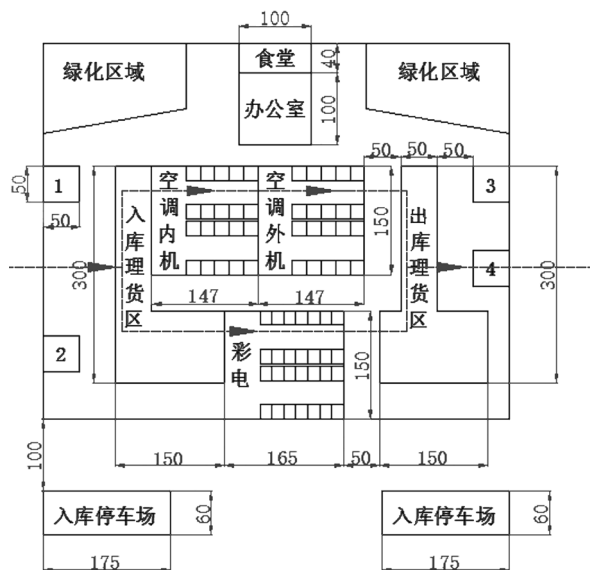


图4 家电物流中心功能区平面布局(单位:米)

**Fig.4 Layout planning of the functional area of household appliance logistics center( unit: m)**

## 2.3 CLASS 仿真

CLASS 是布局设计和仓库仿真的整合系统软件,它能够专业评估如何设计新的仓库布局、操作方法、设备资源和人力资源,并识别仓库模块生成仿真需要的规则和流量,确保过道够宽便于运料车活动、货架尺寸能够承受货物重量等性能。

利用 CLASS 物流软件仿真的过程如下:首先,根据前文得出的规划方案,结合功能区面积和预测物流量设置存储区域和货架的相关参数,便能在 CLASS 中建立平面布局规划图;然后,分析

物流中心物料流及活动,分别设置入库活动、出库活动、人员轮班等,建立物流中心仿真模型;最后,运行模型,分析仿真结果关键绩效指标(Key Performance Indicators,缩写 KPIS),关键绩效指标是通过对物流作业流程的输入、输出关键参数进行设置分析,衡量方案绩效的一种目标式量化管理指标,其能够验证规划方案可行性。

### 3 实证分析

### 3.1 案例背景

合肥市 TCL 家用电器有限公司在安徽省内的家电配送大部分由合肥市共速达物流公司完成,空调和彩电占该公司总业务量的 75% 以上,由于空调和彩电种类众多且型号多样,为简化模型,将以 TCL 品牌中 D55A620U 型号彩电和 KFRd-25GW/JC13 型号空调为研究对象,利用合肥市供速达物流公司的实际数据,预测物流中心规模大小并进行功能区布局规划。

### 3.2 合肥市 TCL 空调彩电物流中心功能区布局规划

根据前文所提出的规划方案,按照改进 SLP 进行具体规划:首先利用二次移动平均法预测物流中心未来 10 a 物流量;然后综合 SLP、关联线图、功能区面积绘制家电物流中心功能区平面布局图,如图 4 所示,其中各功能区面积,如表 3 所示;最后采用 CLASS 仿真结果关键绩效指标 (KPIS) 评价方案。

### 3.3 CLASS 仿真

由于 SLP 方法具有缺少动线分析过程的缺点,因此在得到空调彩电物流中心布局图后,本文运用动态仿真 CLASS 软件模拟真实的物流情况,并分析平面布局规划方案是否可行。

### 3.3.1 物流中心仿真模型建立

根据前文规划方法获得的空调彩电物流中心布局规划图,基于家电物流中心的作业流程(其中空调的内外机分开进货、存储,成对配送),结合案例项目具体的调查数据,在仿真模块中分别设置入库活动(包括入库流和入库上架路线)、出库活动(出库流和出库拣货路线)、人员轮班和运料车、道路交通以及停车场,即可得到 CLASS 空调彩电物流中心的仿真流模型图,如图 5 所示。

表 3 物流中心各功能区面积汇总表

Tab.3 Summary of the areas of each function area of the logistics center

序号	作业单位名称	用途	长×宽	面积/m <sup>2</sup>	数量
1	装卸口	装车或者卸载	5×5	25	4
2	入库理货区	货物验收、入库	10×25	250	1
3	出库理货区	拣货、发货	10×25	250	1
4	存储区 (包括立柱宽度)	空调内机	14.67×15	220	1
		空调外机	14.67×15	220	1
		彩电	16.5×15	247.5	1
5	停车场	来往货车停放	17.5×6	105	2
6	办公室	管理、协调	10×10	100	1
7	食堂	生活休息	10×4	40	1
8	绿化	放松心情、净化空气	—	750	1
9	物流中心总面积	存储、运输、配送等	—	4 200	1

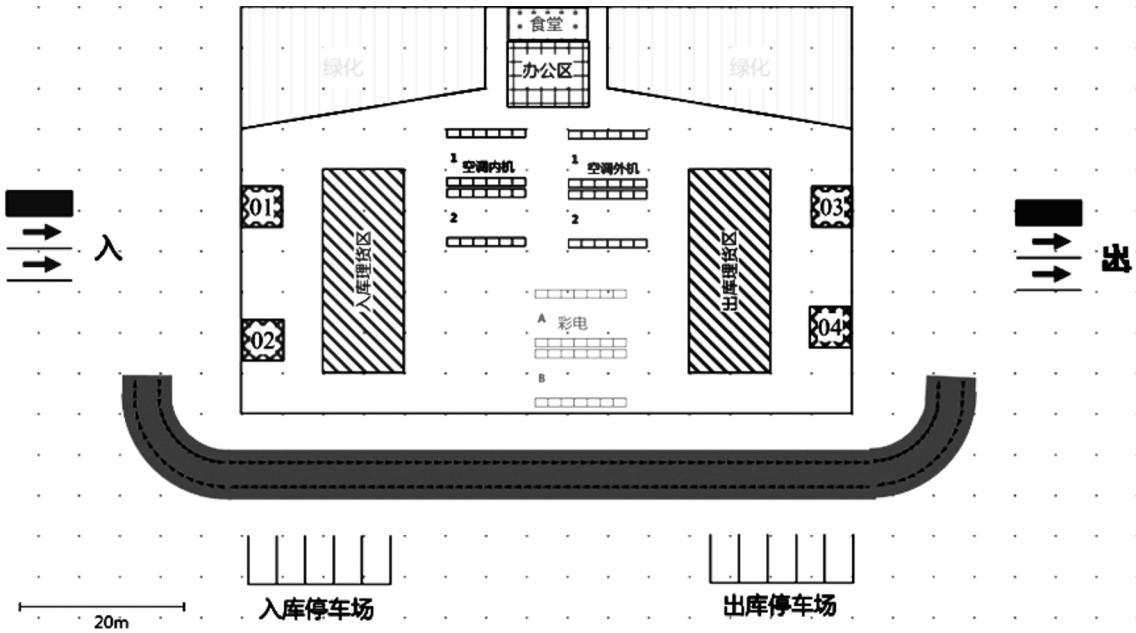


图 5 CLASS 空调彩电物流中心的仿真流模型图

Fig.5 CLASS simulation flow model of the air conditioner and color TV logistics center

3.3.2 TCL 空调彩电物流中心平面布局规划方案评价

CLASS 的仿真结果,主要利用关键绩效指标进行分析,关键绩效指标(KPIS)中包括了图表和表格形式输出的详细描述,若区域中出现延迟作业或功能区使用超出负荷,则为潜在瓶颈区,需要优先重点进行改进。多次运行设置好的物流中心仿真模型,得到多个关键绩效指标(KPIS)仿真结

果,如表 4 所示。  
由仿真结果可知,表 4 各功能区容量利用率适中,无等待作业及延迟作业,不存在拥堵阻塞现象,由此可推出各功能区面积大小设置以及所处位置的规划合理,能够满足实际情况的需求。因此本研究所提出的基于 SLP 对家电物流中心功能区布局规划方法可行,规划的方案能够满足实际中物流中心的正常运行。

表 4 关键绩效指标 (KPIs) 结果表  
Tab.4 Key performance indicators (KPIs)

评价对象 绩效指标	等待车辆 /辆	平均延迟 时间/s	使用率 /%	作业量 /件
入库流	0	0		973
出库流	0	0		959
车场交通	0	0		
员工使用			58.7	
装卸台使用			59.4	
理货区域使用			43.2	
运料车使用			60.0	
当前未完成作业				0

4 结语

本文在家电业需要大力发展物流以降低成本  
的背景下,针对传统 SLP 方法的不足,提出基于  
改进 SLP 的家电物流中心功能区布局方案,对传  
统 SLP 改进的 3 个方面做了详细说明:布局前  
期,结合二次移动平均法和物流战略目标进行物  
流量预测;功能区布局时,添加关联线图法以提  
高布置准确性;布局完成后,利用 CLASS 仿真软  
件弥补 SLP 缺少动线分析的不足,并评价规划方  
案可行性。并以合肥市 TCL 空调彩电物流中心  
为实例应用改进方案,仿真验证表明,本研究给  
出的家电物流中心功能区布局方法可行,能够削  
弱规划者主观因素对功能区布局的影响,得到  
的布局方案也更加科学、合理,对今后建立家  
电物流中心具有一定的指导意义。

参考文献:

[1] WANG P P, MING X G, LI D, et al. Modular development of product service systems[J]. Concurrent Engineering, 2011, 19(1): 85-96.

[2] 韩霜, 张邻, 谭智华, 等. 动态竞争环境下的物流配送中心双层规划模型[J]. 控制与决策, 2014, 29(11): 2055-2060.

[3] 冯芬玲, 景莉, 杨柳文. 基于改进 SLP 的铁路物流中心功能区布局方法[J]. 中国铁道科学, 2012, 33(2): 121-128.

[4] 邓兵, 林光春. 改进 SLP 和遗传算法结合的车间设备布局优化[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2017(8): 148-151, 156.

[5] GYULAI D, SZALLER A, VIHAROS Z J. Simulation-based flexible layout planning considering stochastic effects[J]. Procedia Cirp, 2016 (57): 177-182.

[6] 周尔民, 王贵用, 朱进. 基于 SLP 法和 Em-plant 仿真的台钻厂设施布置规划[J]. 现代制造工程, 2016(4): 89-97.

[7] 张惠, 李成松, 李玉林, 等. 基于 SLP 法和 Flexsim 仿真的机加工车间设施布置优化研究[J]. 现代制造工程, 2016(5): 63-68.

[8] 刘斌. 东川国际铁路物流中心规划方案研究[J]. 铁道运输与经济, 2015, 37(11): 5-9, 54.

( 特约编辑: 黄家瑜)