

# 快速分拣区域储位空间分配策略对比分析

刘进平, 郝胜宇

(大连海事大学, 大连 116026)

**摘要:** 研究了快速分拣区域储位空间的优化分配策略, 同时分析了企业常用的等时间分配策略和等空间分配策略的原理及模型。以某配送中心快速分拣区域为例, 比较了 3 种储位分配策略的差别, 验证了优化空间分配策略在节约补货成本方面的优越性。

**关键词:** 配送中心; 分拣; 快速分拣区域; 储位空间分配

**中图分类号:** TB488 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)09-0077-04

## Comparison Analysis of Storage Space Assignment Strategies of Fast Picking Area

LIU Jin-ping, HAO Sheng-yu

(Dalian Maritime University, Dalian 116026, China)

**Abstract:** The optimal storage space assignment strategies of fast order picking area were studied. The principles and models of equal time and equal space assignment strategies commonly used by enterprises were analyzed. The difference among three storage space assignment strategies was compared with an example of fast picking area of a distribution center. It concluded that optimal assignment strategy has the advantages in terms of saving replenishment cost.

**Key words:** distribution center; picking; fast picking area; storage space assignment

分拣作业作为配送中心的一个重要环节, 直接影响着整个配送中心的作业效率和成本<sup>[1]</sup>, 尤其在多用户、所需品项规格多且需求批量小时, 高效分拣决定着配送中心的服务质量和经济效益<sup>[2]</sup>。因此, 能否科学地设计分拣系统, 对于提高分拣效率至关重要。

分拣系统的设计要考虑存储设备、搬运设备、拣货者(人或智能设备)、信息传送设备、布局策略、分批策略、分区策略、订单释放模式、路径策略和存储策略等因素。相对于国外关于分拣系统的研究而言, 国内关于分拣的研究起步较晚。国内学者在存储策略方面的研究主要集中在储位排序<sup>[3-8]</sup>, 而针对快速分拣区域储位空间分配的研究较少。

一个单独的分拣区域, 也称为快速分拣区域, 是配送中心中一个专注于订单拣选的小区域。通过划分出快速分拣区域, 可以减少拣选成本, 提高顾客需求响应度<sup>[9-10]</sup>。在储存区域外另设一个快速分拣区域, 可以提高拣选作业效率, 这一设计策略目前在国

外很流行。快速分拣区域内存放少数流动最频繁的货物; 而储备区域是用于大多数品项的存储, 并为快速分拣区域补货。这样可以极大地提高拣货效率, 降低补货成本, 进而使配送中心的营运成本得到较大程度的节约。

快速分拣区域还可看作是“仓库内的仓库”<sup>[11]</sup>, 许多热销度高的品项以合适的量存放在该区域, 可使分拣运作能够有效地在一个相对小的范围内进行。由于快速分拣区域的空间是有限的, 确定每个品项存放在该区域的存储空间, 是分拣系统设计必须要考虑的具体问题之一, 笔者主要探讨品项在配送中心快速分拣区域的空间分配问题。

## 1 快速分拣区域储位空间分配方法与模型

### 1.1 问题形成与符号

假设有  $n$  个品项将要放置在固定体积空间的快

收稿日期: 2011-09-19; 修订日期: 2012-03-21

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金资助(2011QN160)

作者简介: 刘进平(1976—), 女, 辽宁海城人, 博士, 大连海事大学讲师, 主要研究方向为仓库与分拣系统的设计与运作。

速分拣区域中,需要确定每个品项在该分拣区域所分配的存储空间。

快速分拣区域中的运作成本主要有 2 个方面,即分拣成本和补货成本。拣货区域空间已经确定,各个品项在拣货区域的存储空间大小对分拣成本没有明显的影响。这里主要考虑补货成本,而补货成本由每个品项的补货次数和每次补货成本决定。假设分拣区域的补货流程在该配送中心内部进行,即从存储区域到快速分拣区域,品项储位策略为随机分配,在此假设条件下,各个品项之间的补货成本差别很小,可以忽略不计,即每个品项的单次补货成本相同。于是,主要考虑每个品项的补货次数。另外还假设:分拣区域的体积空间必须全部分配给品项,没有闲置空间;每个品项的存储空间不设置安全库存;补货仅在缺货时进行;每个品项的流量稳定且固定。

文中所用的符号如下: $I$  为所有品项的集合,  $I = \{1, 2, 3, \dots, n\}$ ;  $V$  为快速分拣区域的总体积空间;  $n$  为快速分拣区域内要存放的品项总个数;  $f_i$  为品项  $i$  ( $i \in I$ ) 在单位时间内的体积流量,文中使用年体积流量;  $v_i^x$  为品项  $i$  采用  $x$  分配策略时所分配的存储空间;  $x = \text{opt}, \text{space}, \text{time}$ , 分别表示优化分配方法、等空间分配方法和等时间分配方法;  $l_i^x$  为品项  $i$  的年补货次数。

### 1.2 优化分配模型

每个品项在快速分拣区域占据空间的大小,主要取决于每个品项在快速分拣区域的流动速度。文中的流动速度是指单位时间内的体积流量。如果给某个品项分配的存储空间过小,而该品项的流速却很快,则该品项需要频繁补货,从而会导致补货成本上升。很显然,如果品项 A 的流动速度大于品项 B,则品项 A 所分配的空间应该更大。

由于假设补货仅在缺货时进行,因此品项  $i$  的年补货次数与该品项的流速及该品项在快速分拣区域所分配的空间是相关的。例如,品项  $i$  在快速分拣区域所分配的空间为  $v_i^x$ , 其年流速为  $f_i$ , 可以得出品项  $i$  的年补货次数为  $\frac{f_i}{x_i^x}$ 。又由于假设所有品项补货成本相等,因此文中将补货次数作为评价标准。由此,得出如(1)式所示的优化目标函数,即所有品项的年补货总次数最小,从而达到补货成本最小化。

$$\min \sum_{i=1}^n \frac{f_i}{v_i^{\text{opt}}} \quad (1)$$

约束条件为:

$$\sum_{i=1}^n v_i^{\text{opt}} = V \quad (2)$$

上两式中:  $v_i > 0; f_i > 0, i = 1, \dots, n$ 。

现在假设有 2 个品项,代入公式(1)和(2)。于是有  $\min\left(\frac{f_1}{v_1^{\text{opt}}} + \frac{f_2}{v_2^{\text{opt}}}\right)$ , 同时  $v_1^{\text{opt}} + v_2^{\text{opt}} = V$ , 且  $v_1^{\text{opt}} > 0, v_2^{\text{opt}} > 0$ 。则  $v_1^{\text{opt}} = V - v_2^{\text{opt}}$ , 将其带入  $\min\left(\frac{f_1}{v_1^{\text{opt}}} + \frac{f_2}{v_2^{\text{opt}}}\right)$ , 得到目标函数  $\min\left(\frac{f_1}{V - v_2^{\text{opt}}} + \frac{f_2}{v_2^{\text{opt}}}\right)$ 。对  $v_2^{\text{opt}}$  求导, 得到  $\frac{f_1}{(V - v_2^{\text{opt}})^2} = \frac{f_2}{(v_2^{\text{opt}})^2}$ , 于是求得  $v_2^{\text{opt}} = \frac{V\sqrt{f_2}}{\sqrt{f_1} + \sqrt{f_2}}, v_1^{\text{opt}} = \frac{V\sqrt{f_1}}{\sqrt{f_1} + \sqrt{f_2}}$ 。根据上述计算原理,得出品项  $i$  的优化分配空间为:

$$v_i^{\text{opt}} = \frac{V\sqrt{f_i}}{\sum_{i=1}^n \sqrt{f_i}} \quad (3)$$

于是,进而求出品项  $i$  的年补货次数为:

$$l_i^{\text{opt}} = \frac{f_i}{v_i^{\text{opt}}} = \frac{\sqrt{f_i} \sum_{i=1}^n \sqrt{f_i}}{V} \quad (4)$$

### 1.3 等空间分配方法与等时间分配方法模型

在实践中,企业常用的储位空间分配方法为等空间分配方法和等时间分配方法。等空间分配方法是指每个品项在快速分拣区域所分配的空间相同,即不考虑品项的流动速度差异,每个品项在分拣区域所分配的空间相同,由定义可知,每个品项所分配的空间为:

$$v_i^{\text{space}} = \frac{V}{n} \quad (5)$$

那么可以推算出品项  $i$  的年补货总次数为:

$$l_i^{\text{space}} = \frac{nf_i}{V} \quad (6)$$

等时间分配方法是指每个品项以相同的时间间隔进行补货,即所有品项统一补货。在等时间分配法下,要求任何两个品项的补货次数相等,即  $\frac{f_i}{v_i^{\text{time}}} = \frac{f_j}{v_j^{\text{time}}}$ , 得出  $v_i^{\text{time}} = \frac{f_i \times v_j^{\text{time}}}{f_j}$ , 又由于  $\sum_{i \in I} v_i^{\text{time}} = V$ , 于是推导出品项  $i$  所分配的体积空间为:

$$v_i^{\text{time}} = \frac{V f_i}{\sum_{j=1}^n f_j} \quad (7)$$

这样,品项  $i$  在等时间分配方法下的年补货总次数为:

$$l_i^{\text{time}} = \frac{\sum_{j=1}^n f_j}{V} \quad (8)$$

## 2 算例分析

### 2.1 算例描述

为了进一步比较优化分配方法、等时间分配方法和等空间分配方法,通过算例来分析不同空间分配方法下每个品项所分配的空间及补货次数的情况。假设 M 公司是从事高频率、多品种、小批量配送的物流公司,该公司的配送中心为了降低成本,建立了一个快速分拣区域,品项数量为 20 种。假设该快速分拣区域的存储空间有  $200 \text{ m}^3$ ,并且分拣区域的补货流程是该配送中心内部进行,相关品项的数据见表 1。

表 1 M 公司快速分拣区域品项数据

Tab.1 Item data of fast picking area in company M

品项	每年件数(年流量)	每箱件数	每箱空间/ $\text{m}^3$
001	24 000	15	2
002	14 400	6	7
003	48 000	10	1
004	25 000	10	1
005	12 000	5	2
006	10 000	4	8
007	8 000	3	2
008	30 000	20	2
009	14 000	7	3
010	5 400	6	4
011	11 000	5	5
012	10 800	4	4
013	7 800	3	6
014	7 200	2	1
015	9 000	7	2
016	9 000	3	1
017	6 400	5	3
018	6 400	3	3
019	2 900	2	4
020	30 000	15	5

假设将 20 个品项全部存入该区域,分别计算在等时间分配、等空间分配、优化分配策略下,每个品项所分配的空间和年补货次数,进而对比不同空间分配策略的优劣。

### 2.2 运算结果分析

根据公式,可以计算出各种分配策略下,每个品项的分配空间和年总补货次数,见表 2。

表 2 不同空间分配方法下每个品项分配的空间和年补货次数

Tab.2 Space size and annual replenishment frequency under different assignment strategies

品项	优化分配方法		等空间分配方法		等时间分配方法	
	分配空间/ $\text{m}^3$	年总补货次数	分配空间/ $\text{m}^3$	年总补货次数	分配空间/ $\text{m}^3$	年总补货次数
001	9	87	10	80	7	118
002	6	57	10	34	3	118
003	22	214	10	480	41	118
004	16	154	10	250	21	118
005	11	107	10	120	10	118
006	6	55	10	31	3	118
007	12	113	10	133	11	118
008	9	85	10	75	6	118
009	8	80	10	67	6	118
010	5	46	10	23	2	118
011	7	65	10	44	4	118
012	8	80	10	68	6	118
013	7	64	10	43	4	118
014	19	185	10	360	30	118
015	8	78	10	64	5	118
016	18	169	10	300	25	118
017	7	64	10	43	4	118
018	9	82	10	71	6	118
019	6	59	10	36	3	118
020	6	62	10	40	3	118
合计	200	1 906	200	2 362	200	2 362

根据表 2,发现在优化分配方法、等时间分配方法、等空间分配方法下,20 个品项年总补货次数依次为 1 906,2 362,2 362 次。优化分配方法的总补货次数比等时间分配和等空间分配方法少 23%。于是可以得出如下结论:

1) 不管在什么条件下,只要品项数量及流速不变,等时间与等空间分配方法下的品项补货总次数相同,即补货成本相同。

2) 从等空间分配和等时间分配方法的定义可知,这 2 种方法可以简化仓库的管理。等空间分配可以简化空间管理,尤其当不断引进新的品项,原有的品项不断被淘汰时,等空间分配方法操作简单。同样,在等时间分配方法下,由于每个品项的补货时间

相同,这样就使补货运作更为容易。对于某个品项来说,在优化分配方法下的补货次数可能多于等时间或等空间分配方法下的补货次数,但从快速分拣区域整体考虑来看,即总补货成本(总补货次数)来说,优化分配方法是降低快速分拣区域补货成本的最佳空间分配方法。

### 3 结语

分析了以最小化总补货成本为目标的空间优化分配方法,并且与等时间和等空间分配方法进行了对比。优化分配方法是使快速分拣区域总补货成本达到最小的方法;等空间分配和等时间分配法虽然可以简化仓库的管理,但忽略了品项在流速上的差异,而且这两种方法的运作结果,即在年总补货成本方面上没有区别。

文中空间优化分配模型的一项假设条件是快速分拣区域的空间固定以及存放在该区域的品项固定。一个完整的快速分拣区域空间分配模型还应该考虑分拣区域的面积,并选择恰当的品项存放在快速分拣区域。笔者在今后的研究中还将考虑分拣路径、分拣方法等影响分拣运作的要素,将尝试应用仿真方法对快速分拣区域进行深入研究。

### 参考文献:

- [1] EDWARD H F. Supply Chain Strategy[M]. New York: McGraw Hill, 2002.
- [2] 胡燕祝,吕宏义. 物流配送中心的规划与管理[J]. 包装工程, 2007, 28(5): 24-27.  
HU Yan-zhu, LV Hong-yi. Planning and Management of Logistics Distribution Center [J]. Packaging Engineering, 2007, 28(5): 24-27.
- [3] 李梅娟,陈雪波. Pareto 遗传算法在货位分配中的应用研究[J]. 控制工程, 2006, 13(2): 139-144.  
LI Mei-juan, CHEN Xue-bo. Research and Application of Pareto Genetic Algorithm for Freight Sites Assignment Optimization[J]. Control Engineering of China, 2006, 13(2): 139-144.
- [4] 吴丽娜,周支立. 某公司仓库储区和货位的分析与改进[J]. 工业工程与管理, 2006(4): 106-111.  
WU Li-na, ZHOU Zhi-li. The Analysis of Storage Zone and Storage Location of a Specific Corporation[J]. Industrial Engineering and Management, 2006(4): 106-111.
- [5] 肖建,郑力. 考虑需求相关性的多巷道仓库货位分配问题[J]. 计算机集成制造系统, 2008, 14(12): 2447-2451.  
XIAO Jian, ZHENG Li. Storage Location Assignment in a Multi-aisle Warehouse Considering Demand Correlations[J]. Computer Integrated Manufacturing System, 2008, 14(12): 2447-2451.
- [6] 马婷,郭彦峰. 基于最小时间算法的货位优化研究[J]. 包装工程, 2008, 29(2): 85-87.  
MA Ting, GUO Yan-feng. Optimization Research of Freight Section Based on Least Time Algorithm [J]. Packaging Engineering, 2008, 29(2): 85-87.
- [7] 郭彦峰,马婷,王宏涛. 仓储过程中货位指派优化问题研究[J]. 包装工程, 2008, 29(11): 83-85.  
GUO Yan-feng, MA Ting, WANG Hong-tao. Study on Optimization of Cargo Location Assignment during Storage [J]. Packaging Engineering, 2008, 29(11): 83-85.
- [8] 杨玮,刘昌祺,曹巨江. 物流配送中心拣货系统分析[J]. 包装工程, 2005, 26(1): 107-109.  
YANG Wei, LIU Chang-qi, CAO Ju-jiang. Analysis on Picking System of Distribution Center[J]. Packaging Engineering, 2005, 26(1): 107-109.
- [9] GU Jin-xiang. The Forward Reserve Warehouse Sizing and Dimensioning Problem[D]. Atlanta: Georgia Institute of Technology, 2005.
- [10] KONG Chen-ying, MASEL Dale. Methods for Design and Management of a Fast-pick Area in a Warehouse [C]//Proceedings of the 2008 Industrial Engineering Research Conference. 2008.
- [11] BARTHOLDI P P, HACKMAN S T. Warehouse & Distribution Science, Available[DB/OL]. [2010-01-17]. <http://www.warehouse-science.com>. [2010-01-17].