

基于EIQ-ABC-SLP方法的钢铁物流园区仓储布局

陈 诚, 林秋婷, 李琪娜, 潘小玲

(福建农林大学交通与土木工程学院, 福建 福州 350002)

[摘要] 为了实现物流园区内仓储布局的合理性, 针对当前钢铁物流园区普遍存在的仓位设置、堆场布局不合理, 货车车辆流转时间长等问题, 提出了一种整合的基于EIQ-ABC-SLP的钢铁物流园区仓储布局方法。首先通过历史订单资料的EIQ分析, 找出货品出货数量和出货次数的特点, 并据此对货品进行ABC分类, 明确每类货品的出入库布局需求。其次应用SLP方法得到货品间的密切关系等级, 明确货品相对位置布局需求。综合出入库布局需求和相对位置布局需求可得出具体的仓储布局方案。最后, 将该方法应用于某钢铁物流园区的螺纹钢堆场布局, 给出了布局方案, 并与其他布局方案进行了对比。分析结果表明, 使用EIQ-ABC-SLP方法得到的布局方案能有效减少车辆流转时间, 提高堆场工作效率。

[关键词] 仓储布局; EIQ分析; ABC分类法; SLP; 车辆路径

[中图分类号] F 259.22

Storage Layout of Steel Logistics Parks Based on EIQ-ABC-SLP Method

CHEN Cheng, LIN Qiuting, LI Qina, PAN Xiaoling

(College of Transportation and Civil Engineering, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

Abstract: Reasonable layout in Logistics Parks is a key factor to efficient operations with low costs. To address widespread problems such as unreasonable positioning of warehouses and low transit efficiency of trucks in freight yards in steel Logistics Parks nowadays, an integrated planning method for steel Logistics Parks layout based on EIQ, ABC and SLP is proposed. Firstly, the EIQ analysis is conducted on the outbound data to find out the characteristics of shipment quantities and frequencies of goods, according to which the ABC classification of products is conducted and the shipment requirements of goods are determined. Then, the SLP is implemented to derive the levels of closeness relationships among goods to find out the relative positioning requirements of goods. The warehouse layout plan can be worked out based on in/out requirements and relative positioning requirements. Finally, the method is applied to a real deformed steel bar yard in a Logistics Park. A comparative analysis is conducted and the results show that the integrated EIQ-ABC-SLP method is an effective tool for Logistics Parks to speed up vehicle circulation and to improve operational efficiency in storage yards.

Keywords: storage layout; EIQ analysis; ABC classification; SLP; vehicle routing

0 引言

近年来, 随着钢铁交易量地不断上升, 钢铁仓储及现货交易品种地扩大, 对钢铁供应链物流的压

[收稿日期] 2019-06-15

[基金项目] 福建省自然科学基金面上项目(2017J01788); 福建省社会科学规划项目(FJ2019B093); 福建省大学生创新创业训练项目(201910389082)

[作者简介] 陈诚(1982—), 女, 副教授, 博士, 主要研究方向为物流系统优化。E-mail: fjncc@fafu.edu.cn

<http://xuebaobangong.jmu.edu.cn/zkb>

力和要求也不断增加。而在物流供应链中，仓配系统是不容忽视的一个重要环节，因此，仓配系统地优化与升级应摆在提高企业整体效率的首要地位。

钢铁物流的对象属于体积大、质量大的固体，在仓储、搬运、配送、信息处理等方面都需要特定的方法和技术。此外，钢铁产品种类繁多，码放规则也不尽相同，这些问题都容易造成作业量地增加，从而导致出入库车辆在货场中的流转时间过长，物流园区作业效率降低。然而，目前钢铁物流园区因仓位设置、堆场布局不合理，造成货场车辆排长队的现象屡见不鲜。因此如何科学合理地布局钢铁物流园区的仓位，促进园区内各项物流活动地高效运作成为亟需解决的问题^[1]。

有关钢材物流及其园区布局规划问题，已有一些相关研究和实践。艾小玲^[2]探讨了钢材物流中心布局规划的总体原则及阶段，并给出了基于系统化布局方法（systematic layout planning, SLP）的布局流程。刘倩^[3]结合银川铁路物流中心的功能定位，划分不同的功能区，通过分析各功能区的相关联程度，设计了规划布局方案。汪学勤等^[4]结合某公司实际的业务情况和面临的仓储问题，提出了改进型的 SLP 方法。宛剑业等^[5]将微遗传算法应用于仓储布局规划中，目的是缩短物料搬运距离。Luo 等^[6]以最大化各功能区间的关系等级为目标，得出多层物流园区的初步布局方案，再应用多目标规划模型得出最终布局方案；王亮等^[7]以市场为导向，对物流园区进行功能划分，并给出了相应的作业流程和交通动线。可见，科学合理的布局是提高物流园区运作效率的途径之一。此外，有效的物流园区仓位布局规划应基于主要流转对象的特点，并考虑园区内部的储运流通问题^[8]，然而，却未见相关的方法在钢材物流园区规划中地应用。计三有等^[9]将 EIQ 分析法和 ABC 分析法相结合，分析钢材物流中心的订单资料，但并未涉及仓储布局。

本文针对钢铁物流园区特点，提出一种整合的基于 EIQ - ABC - SLP 的仓位布局方法。该方法的思路是首先应用 EIQ 分析法对历史订单数据进行统计分析；其次基于分析结果，应用 ABC 分类法对不同品种和规格的钢材进行分类；最后结合 SLP 法制定出最终布局方案。

1 基于 EIQ - ABC - SLP 的仓位布局方法

1.1 EIQ 分析法

EIQ 分析法由日本学者铃木震提出，其实质是基于订单（Entry）、货品种类（Item）和数量（Quantity）这三个物流关键要素，运用各种分析工具对订单资料进行统计分析。EIQ 的分析内容包括 EQ、EN、IQ 和 IK 四项指标^[10]，本文主要应用了 IQ 和 IK 分析。IQ 分析是指对每种商品出货总数量的分析，通过 IQ 分析可以了解各货品的出货数量及其分布情况，分析货品的重要程度与运量规模；IK 分析是对每一种商品出货次数的分析，统计各种货品被不同客户重复订货的次数，分析货品的出货频率。IQ 分析的结果可用于指导商品分类储存，以及确定各商品的库存数量和库存水平，IK 分析结果则被用于作为储区划分及储位位置分配的依据^[11]。

1.2 ABC 分类法

ABC 分类法是根据研究对象技术或经济方面的主要特征，按顺序进行分类排队后，根据标准划分为重点少数物资（A 类），次要物质（B 类）、一般性多数物质（C 类），并在此基础上制定不同具体管理方法的一种分析方法^[12]。在仓储管理中运用 ABC 分类法有利于优化库存结构、压缩库存总量、减少库存资金，最终实现效率效益的提高^[13]。

1.3 SLP 方法

SLP 方法是布局规划的常用方法，以图表为辅助，通过对作业单位间的物流关系和非物流关系的分析，得出合理的规划布置^[14]。其主要布局指导思想是使关系密切的作业单位尽量靠近，SLP 方法被广泛用于各类布局问题中^[15-16]。钢材物流园区的出库作业中，同一订单一般由同一车辆完成，因此本文将 SLP 方法中描述作业单位间关系强度的思想应用于钢材物流园区的出库数据，通过对出库数据中不同货品出现在同一订单上的频次来描述和表达园区内货品间的关联程度，最终用于指导货品仓位的合理规划。

1.4 EIQ - ABC - SLP 仓位布局法

出货量和出库频率是进行仓储布局规划需考虑的重要因素, 依据出货量和出库频率合理安排仓位, 可以实现存取作业的优化, 仓储空间的合理分配以及仓容利用率的提高^[17]。因此, 在进行钢材物流园区仓位布局规划时, 可以将 EIQ、ABC 和 SLP 进行有机结合, EIQ - ABC - SLP 方法的流程如图 1 所示。

首先对历史订单进行 IQ 分析、IK 分析以及 IQ 和 IK 的交叉分析, 根据分析结果将货品分为 A、B、C 三类, 明确不同类货品出入库布局需求。其次应用 SLP 方法, 根据历史订单, 进行货品间的联系强度统计。定义任意两个货品同时出现在同一张订单上的频次为这两个货品间的联系强度值, 例如, 若在 n 张订单中货品 i 和货品 j 同时出现, 则货品 i 和货品 j 之间的强度值为 n 。将所有货品对的联系强度值汇总之后, 按强度值从大到小的顺序排列, 并计算累积强度值, 之后根据每对货品间的联系强度值所占的比例及其对应的累积强度值将其划分为 A、E、I、O、U 5 个强度等级, 得到货品间的相互关系等级。基于货品间的相互关系等级即可确定货品的布局顺序及货品仓位布局的相对位置需求。最后结合 EIQ 和 ABC 分析, 得到的货品的出入库布局需求, 进行合理地布局规划, 得到最终的布局方案, 使联系强度大的产品相邻堆放, 从而缩短园区内车辆的行驶路线和流转时间。

EIQ - ABC 分析以市场需求为导向, SLP 基于货品间的联系强度, 将货品的市场需求与其他货品的联系强度结合起来综合分析, 能得到更合理的布局方案, 避免顾此失彼, 提高物流园区内的仓储作业能力与车辆流转效率。

2 实例应用与分析

以某钢铁物流园区的螺纹钢堆场为例, 进行 EIQ - ABC - SLP 布局方法的应用分析。园区的总体布局如图 2 所示, 其中堆场 1 ~ 堆场 5 用于钢材货品的堆放。目前该钢铁物流园区存储的螺纹钢有 HRB400 和 HRB400E 抗震两个钢种, 依据不同规格, 共有 55 种货品。选取该物流园区 2018 年 1 - 6 月的出库数据进行 EIQ 分析。入库时, 一辆车一般只装载单一货品; 出库时, 一辆车装载多种不同规格的产品。当车辆完全走出堆场区域时, 视为出库完成。同一货场可存放不同规格的钢材产品, 堆场的同一仓位只能存放一个单品。

2.1 出库数据的 EIQ - ABC 分析

将所有品项的出货量按降序排列, 可得到 IQ 分析图; 按所有品项的出货次数按降序排列可得到 IK 分析图 (见图 3)。从图 3 可以看出, IQ 和 IK 的分布均趋两极化, 故可利用 ABC 分别进行分类, 依据 IQ 分析结果, 可将货品分成 QA、QB 和 QC 三类。其中: QA 包括 HRB400 的直径 (mm) × 长度 (m) 分别为 12 × 9、14 × 9 以及 16 × 9 的 3 项货品, 占总品种的 5.45%, 而出库量占总出库量的 38.16%; QC 为 41 项货品, 占总品项数的 74.55%, 出库量占总出库量的 13.27%; 其余 11 项则归为 QB 类, 品项数比重为 20.00%, 出库量比重为 48.57%。依据 IK 分析结果, 可将货品分成 KA、KB 和 KC 三类。其中: KA 包括 HRB400 直径 (mm) × 长度 (m) 分别为 12 × 9、14 × 9 以及 16 × 9 的 3 项货品, 出库频次占总出库频次的 31.88%; QC 为 41 项货品, 出库频次占总出库量的 9.68%;

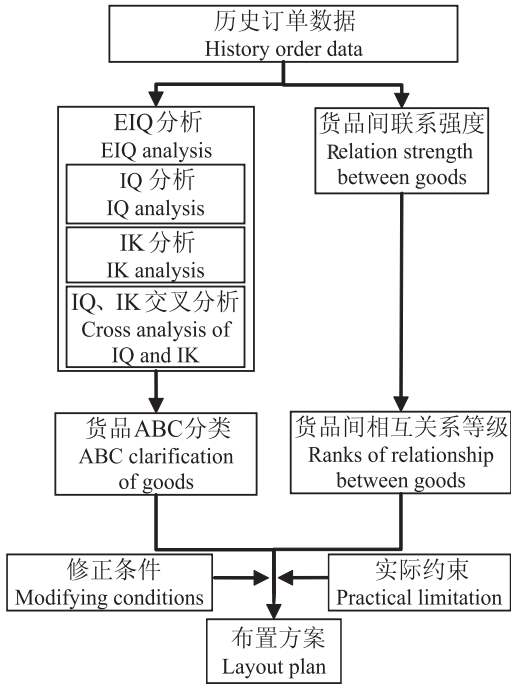


图 1 EIQ-ABC-SLP 流程图
Fig.1 Procedure of EIQ-ABC-SLP

其余 23 项则归为 QB 类，出库量比重为 58.44%。

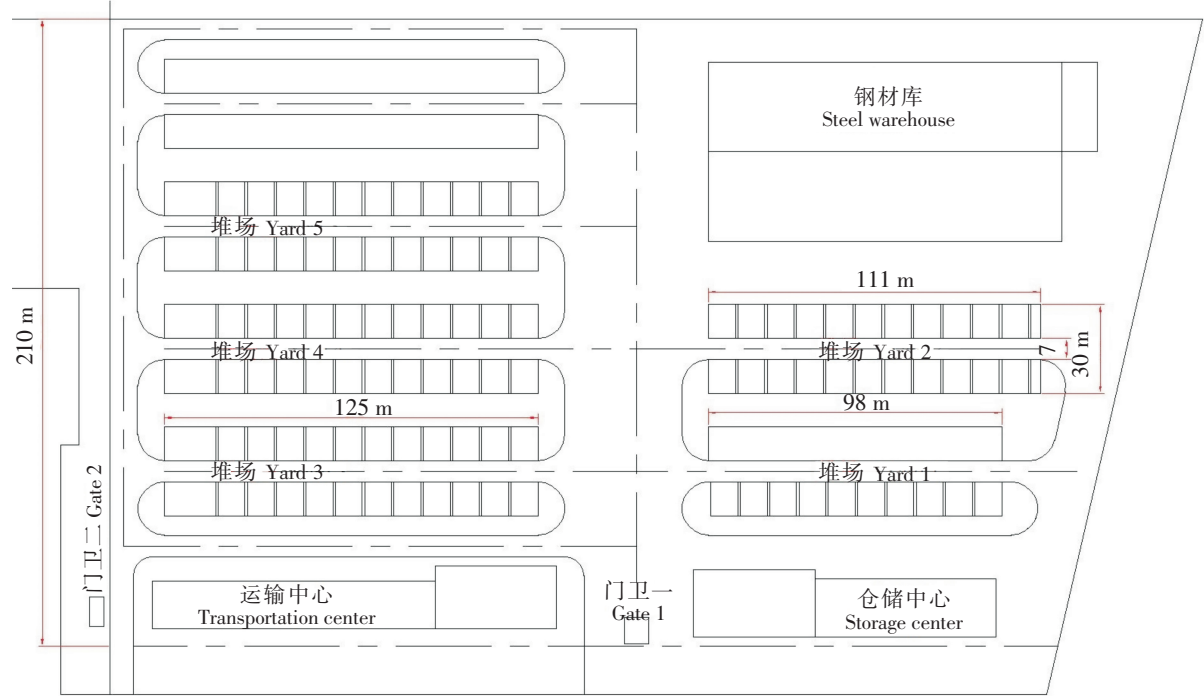


图 2 钢材物流园区总体布局图
Fig.2 Overall layout of the steel logistics park

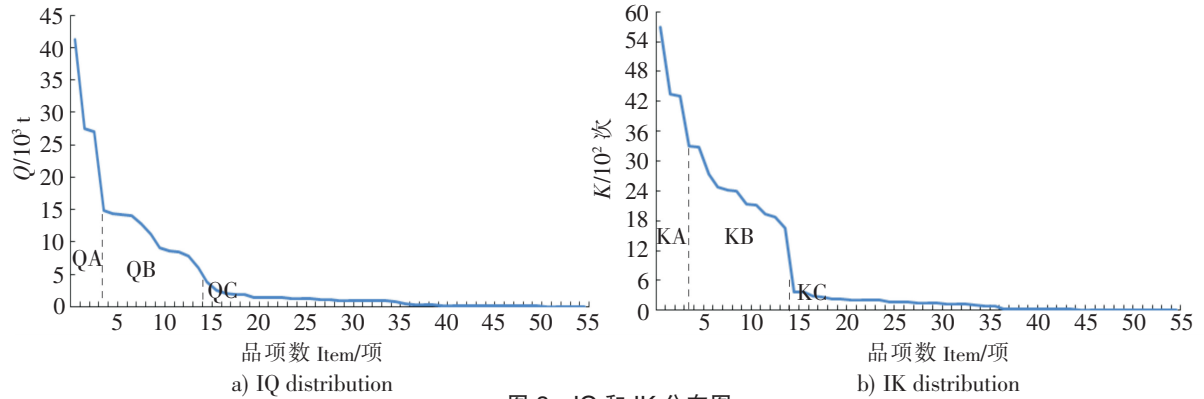


图 3 IQ 和 IK 分布图
Fig.3 IQ distribution and IK distribution

进一步进行 IQ、IK 的交叉分析，如图 4 所示。结合 IQ、IK 的分析结果可以将 55 种货品分为 3 类：A 类属于出库频率高且出货量大的单品；C 类属于出库频率低且出货量少的单品；B 类货品的出库频率和出库数量水平居中。表 1 给出了基于 EIQ - ABC 的分类结果汇总。A 类单品共计 3 项，应维持较高的库存水平，在仓位布局规划中应该将为其分配足够的仓位数量，且仓位需安排在靠近出入口的位置；B 类单品共计 11 项；C 类单品共计 41 项，属于需求量少且需求频率不

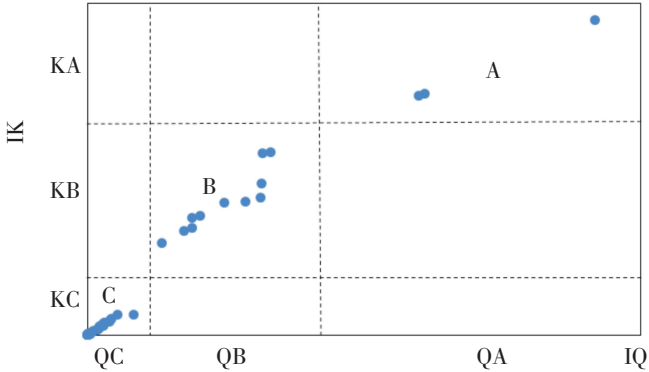


图 4 IQ 和 IK 交叉分析
Fig.4 Cross analysis of IQ and IK

高的单品, 在仓位布局中应结合实际情况进行仓位的分配。

表 1 ABC 分类结果汇总
Tab. 1 Summary of ABC clarification results

类别 Category	出库总量百分比/% Percentage of outboundvolume	出库量次数百分比/% Percentage of outbound frequency	品项数 Number of items/项
A	38.16	31.88	3
B	48.57	58.44	11
C	13.27	9.68	41
总计 Total	100	100	55

2.2 SLP 方法的应用

对数据的整理分析表明螺纹钢的市场需求较平稳, 无季节波动, 故选取 30 d 的订单数据进行相关度分析, 因 C 类货品的出货量和出货频次都很小, 故仅对 A、B 两类货品进行 SLP 法的应用。

2.2.1 货品间联系强度计算

单品间的联系强度值的计算方法为: 统计在同一订单号下单品之间的组合次数, 从而得出单品间的强度值。货品间联系强度表如表 2 所示。

表 2 货品间联系强度表
Tab. 2 Relation strength between goods

序号 No.	货品对 Pair of goods		联系强度 Relation strength			
	货品规格 Specification (直径 Diameter/mm) × (长度 Length/m)	货品规格 Specification (直径 Diameter/mm) × (长度 Length/m)	值 Value	比例 Ratio/%	累积比例 Accumulated ratio/%	等级 Rank
1	12 × 9	14 × 9	126	6.11	6.11	A
2	12 × 9	16 × 9	97	4.70	10.81	A
3	14 × 9	16 × 9	94	4.56	15.37	A
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
6	20 × 9	18 × 9	80	3.88	28.02	E
7	14 × 9	20 × 9	75	3.64	31.65	E
8	12 × 9	20 × 9	63	3.05	34.71	E
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
13	16 × 9	20 × 9	41	1.99	47.75	I
14	12 × 9	22 × 9	40	1.94	49.68	I
15	14 × 9	25 × 9	40	1.94	51.62	I
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
35	E16 × 9	E25 × 9	20	0.97	80.56	O
36	E14 × 9	E20 × 9	20	0.97	81.53	O
37	E25 × 9	E20 × 9	20	0.97	82.50	O
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
72	12 × 9	E22 × 9	4	0.19	97.04	U
73	14 × 9	25 × 12	4	0.19	—	U
74	25 × 9	E22 × 9	4	0.19	—	U
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
总计 Total			2 063	100.00	100.00	

2.2.2 根据联系强度等级进行仓位布局规划

根据各货品的密切关系等级确定货品的布局顺序, 并依据以下 3 个原则得到最终的布局方案, 如图 5 所示。

- 1) 结合各单品间的联系强度等级，将联系较大的螺纹钢单品靠近堆放，且同一堆场中的螺纹钢组合尽量多样化堆放，使车辆在货场内流转运作的时间最短；
- 2) 将出入库频率较高的螺纹钢单品分散堆放，以减少同一堆场之间车道上的车流量；
- 3) 将出货频率高的单品尽量靠近出入口堆放，以减少车辆在货场中的流转。

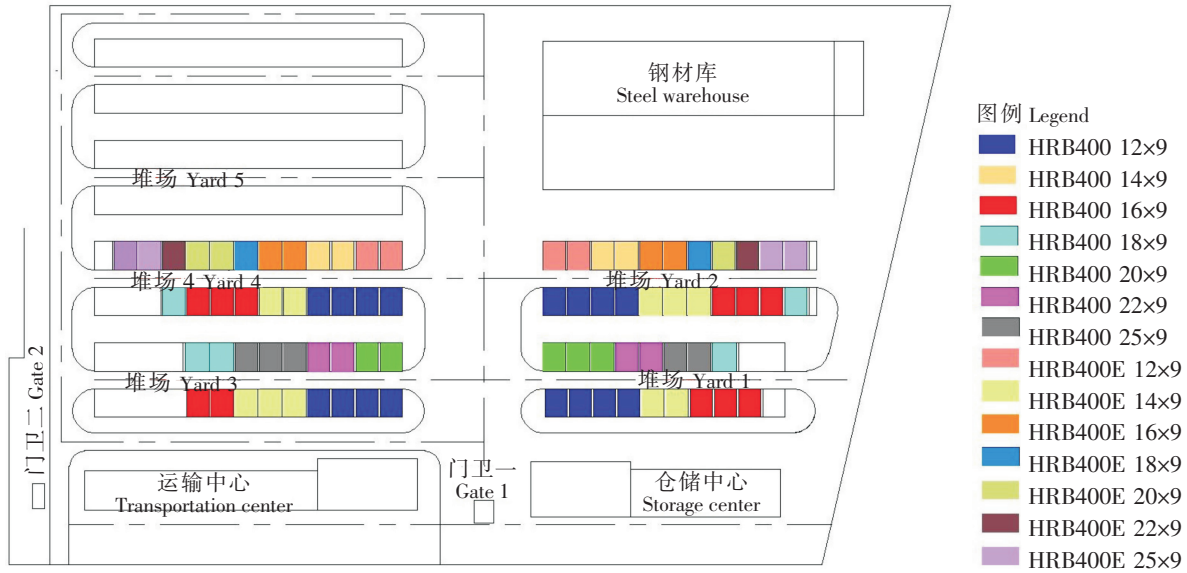


图 5 钢材物流园区仓位布置方案

Fig.5 Layout plan of warehouse position in the steel logistics park

图 5 中，每种货品用不同的颜色区分表示，即每种钢材对应一种颜色；每个小长方形块表示钢材物流园区中的一个仓位，根据库存水平得出每个品种钢材所需的仓位数量，即小方块的个数。

2.3 方案分析

为了对基于 EIQ - ABC - SLP 法得到的布局方案进行评价，将该布局方案与一种常见的布局方案（见图 6b）进行比较分析。随机选取 1 个出库订单（见表 3），进行两种布局方案下的车辆取货路径对比，如图 6 所示。从图 6 可知，本文提出的仓位布局方案中，车辆取货路径总长为 465 m，而在 B 方案仓位布局下的车辆取货路径总长为 1005 m。

表 3 随机订单详情表

Tab. 3 Detail of the randomly chosen orders

单号 No. of orders	钢种 Type	规格 Specification (直径 Diameter/mm × 长度 Length/m)	件数 Quantity/件	质量 Weight/t
LK1804100126	HRB400E	22 × 9	1	2.682
LK1804100126	HRB400	14 × 9	9	15.678
LK1804100126	HRB400	16 × 9	1	1.706
LK1804100126	HRB400	18 × 9	1	2.340

其次，随机选取该钢铁物流园的 30 个出库订单进行分析，比较两种布局方案下园区内的车辆取货路径长度，其中，订单品项数为 2 ~ 5，平均值为 3.13，按订单品项数降序排列，结果如图 7。

在 30 个随机订单中，本文提出的布局方案（A 方案）的取货总里程（平均值为 470.17 m）明显小于常见的布局方案（B 方案）下的取货总里程（平均值为 1 351 m），仅在 1 个订单（订单 10，品项数为 3）上，A 方案下的取货路径长于 B 方案下的取货路径。此外，在 B 方案中，随着订单品项数的减少，车辆取货路径也呈现出减少的趋势，而在 A 方案下，订单品项数对园区内车辆取货路径长度几乎没有影响。可见，基于 EIQ - ABC - SLP 方法的仓位布置有效减少了车辆在园区内的取货路径

长度,从而提高了车辆的流转率和堆场的工作效率,表明了该方法的科学有效性。

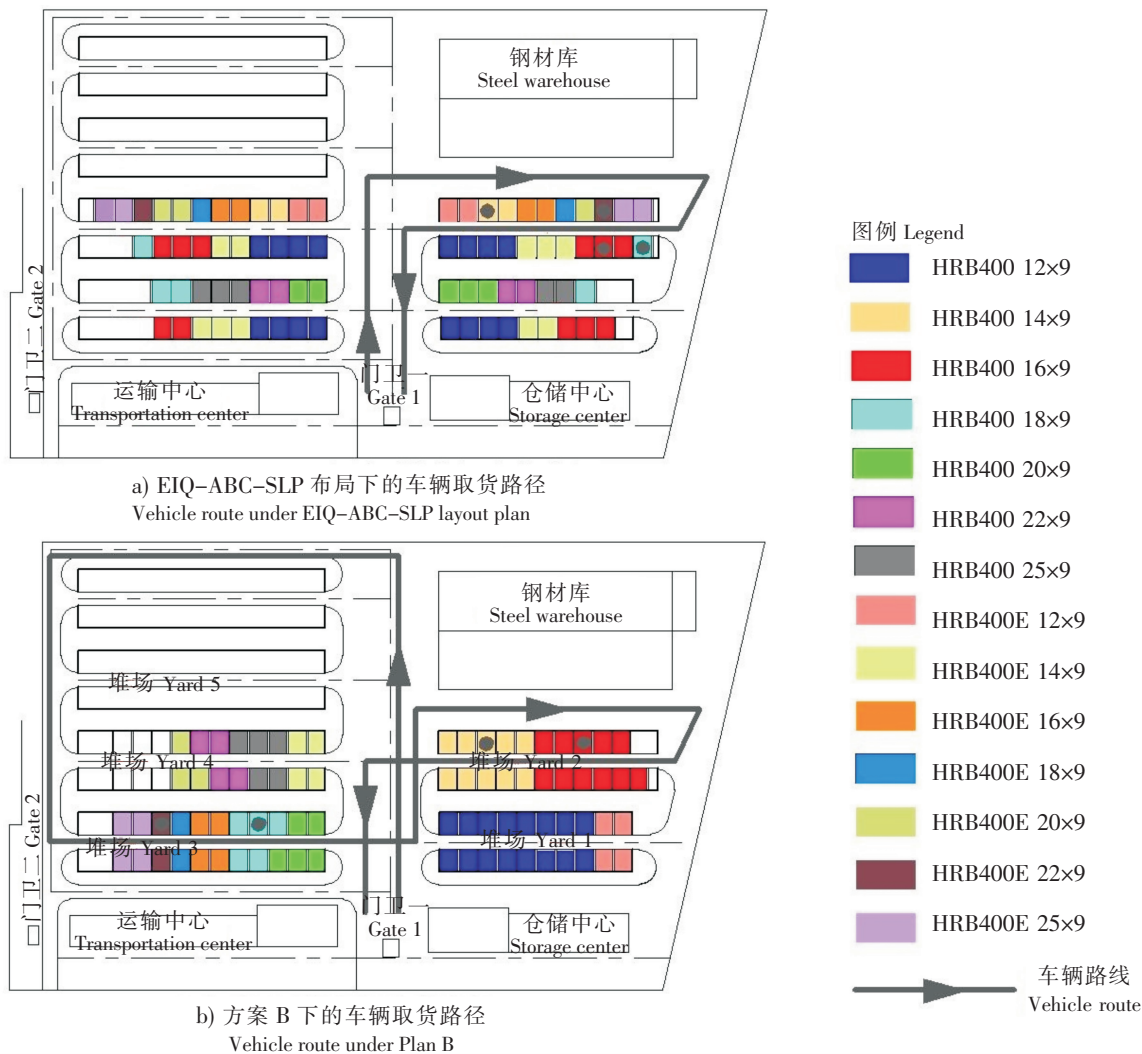


图 6 不同仓位布置下的取货路径对比

Fig.6 Comparison of vehicle route under two storage position layout plans

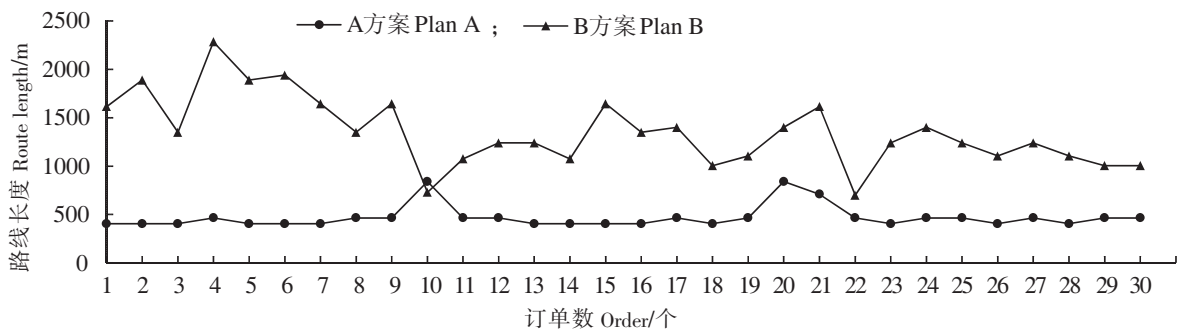


Fig.7 Comparison of vehicle route lengths under two layout plans

3 结束语

钢铁物流园区的储位布局对园区内的作业效率有着较大地影响,需要系统、科学的方法进行优化设计。本文针对钢铁物流园区的作业特点,提出基于 EIQ - ABC - SLP 方法的钢铁物流园仓位布局方

案,该方法利用 EIQ 分析法和 ABC 分类法对园区内的存储货品进行分析,以明确不同货品的流转频率,再根据不同货品在同一订单中出现的频次得到货品间的联系强度,由此利用 SLP 布局规划法进行货品仓位地合理布局,最后进行了实例应用分析。结果表明,该布局方法充分考虑了运输车辆在园区内装卸作业以及出库订单中的货品组合,得到的货位布局方案能够有效减少车辆在园区内的行驶距离,从而实现提高流转效率的目的。

[参 考 文 献]

- [1] 陈娟. 基于 SLP 方法的钢铁物流园区平面布置规划 [D]. 武汉: 武汉理工大学, 2009.
- [2] 艾小玲. 钢材物流中心物流系统规划方法研究 [J]. 物流科技, 2010, 33(11): 38-41.
- [3] 刘倩. 银川南铁路物流中心规划研究 [J]. 铁道运输与经济, 2016, 38(3): 29-33.
- [4] 汪学勤, 徐杰. 基于改进型 SLP 方法的 C 公司仓库布局规划研究 [J]. 物流技术, 2016, 35(4): 118-122.
- [5] 宛剑业, 刘卫博, 张飞超. 基于微遗传算法的仓储布局优化方法研究 [J]. 物流工程与管理, 2016, 38(1): 39-40.
- [6] LUO Q, ZHU J, JIA H, et al. A two-stage layout method for functional areas in logistics park [J]. Advances in Mechanical Engineering, 2019, 11(3): 1-17.
- [7] 王亮, 郭大奇, 崔浩. 以“市场”为导向的现代物流产业园规划方法研究——以内蒙古松山物流产业园区为例 [J]. 价值工程, 2016, 35(24): 107-110.
- [8] 陈明泉. 物流园区规划探析——以茶叶储运为例 [J]. 福建茶叶, 2017, 39(7): 277-278.
- [9] 计三有, 杨涛. EIQ-ABC 分析法在钢铁物流中心规划中的应用 [J]. 武汉理工大学学报 (信息与管理工程版), 2012, 34(1): 46-48.
- [10] 胡玉洁. EIQ 分析在 S 公司成品仓库规划的应用 [J]. 物流工程与管理, 2018, 40(3): 64-66.
- [11] 阳志琼. EIQ 分析法在配送中心拣货系统规划中的应用 [J]. 中国物流与采购, 2010(13): 70-71.
- [12] 郭少中. ABC 分类法在铁路运营物资库存管理中的应用 [J]. 铁路采购与物流, 2018, 13(11): 65-67.
- [13] 卢斌. 浅谈 ABC 分类法在仓储中的应用 [J]. 中国市场, 2013(22): 17-18.
- [14] 徐留常. 基于 SLP 法的物流中心规划研究 [J]. 中小企业管理与科技 (中旬刊), 2018(12): 10-13.
- [15] TANG Y, LI X, CHEN F, et al. Layout optimization and simulation of distribution center of garment enterprises based on flexsim [J]. Logistics Technology, 2015, 34: 142-145.
- [16] HOSSEINI S, WONG K, MIRZAPOUR S, et al. Multi-floor facility layout improvement using systematic layout planning [J]. Advanced Materials Research, 2014, 845: 532-537.
- [17] 胡建波. ABC 分类法及其在物流管理中的应用 [J]. 商业时代, 2011(27): 45-46.

(责任编辑 陈 敏 英文审校 周云龙)