

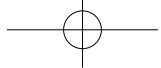
# 智能仓储规划

北京京东乾石科技有限公司 组编

章根云 高树城 主 编

効文颖 李国强 副主编

清华大学出版社  
北 京



## 内 容 简 介

本书以智能仓储规划为主线,以4个典型项目10个任务为载体,详细介绍了仓储规划需求分析、仓储流程规划、仓内规划和仓储设备规划。每个项目中有若干任务,每个任务都包含任务描述、必备知识、实施方法、任务实施、任务总结五大模块,以图、表为主,文字为辅,内容全面且实用性强,突出可操作性,不仅为智能仓储规划人员提供了实用的工作思路和模板,还为其开展工作提供了重要的参考资料。

本书内容丰富,注重理论与实践相结合,既可作高职及应用型本科院校物流类相关专业的教材,也可作为物流从业人员的培训教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。举报:010-62782989, beiqinquan@tup.tsinghua.edu.cn。

### 图书在版编目(CIP)数据

智能仓储规划 / 北京京东乾石科技有限公司组编; 章根云, 高树城主编. —北京: 清华大学出版社, 2023.8

ISBN 978-7-302-64398-2

I. ①智… II. ①北… ②章… ③高… III. ①智能技术—应用—仓库管理—教材 IV. ①F253.4-39

中国国家版本馆 CIP 数据核字 (2023) 第 144323 号

责任编辑: 陈 莉

装帧设计: 方加青

责任校对: 马遥遥

责任印制: 刘海龙

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编: 100084

社 总 机: 010-83470000 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈: 010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 装 者: 三河市人民印务有限公司

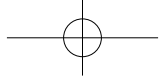
经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm 印 张: 13.25 字 数: 298 千字

版 次: 2023 年 9 月第 1 版 印 次: 2023 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 56.80 元

产品编号: 101540-01



## 编委会

组 编 北京京东乾石科技有限公司

### 主 编

章根云 北京京邦达贸易有限公司

高树城 北京京东远升科技有限公司

### 副主编

効文颖 北京京东远升科技有限公司

李国强 北京京东远升科技有限公司

### 参 编

张强峰 四川职业技术学院

徐 圣 博尔塔拉职业技术学院

申慢慢 四川职业技术学院

冯彦乔 四川交通职业技术学院

何 勇 桂林航天工业学院

葛小西 郑州铁路职业技术学院

陈 颖 重庆市龙门浩职业中学校

张 润 重庆市龙门浩职业中学校

熊 华 重庆市龙门浩职业中学校

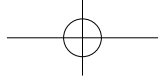
李德凯 青岛商务学校

张晓静 青岛市技师学院

王 艳 博尔塔拉职业技术学院

崔 蜜 湖北三峡职业技术学院

王亚楠	武汉交通职业学院
刘晓飞	武汉船舶职业技术学院
凡 维	武汉船舶职业技术学院
傅钰雯	贵州交通职业技术学院
郭雯彦	贵州交通职业技术学院
凌光颖	宜宾职业技术学院
翁勤晴	宜宾职业技术学院
胡斯木·马湖	新疆农业职业技术学院
翟 玲	天津滨海职业学院
肖婉宜	江西工业贸易职业技术学院
林 颖	福建船政交通职业学院
宋亚粉	北京京东远升科技有限公司
王 姝	北京京东乾石科技有限公司
范广辉	北京京东乾石科技有限公司
范 超	北京京东乾石科技有限公司
张 慧	北京京东乾石科技有限公司
李国栋	北京京东远升科技有限公司



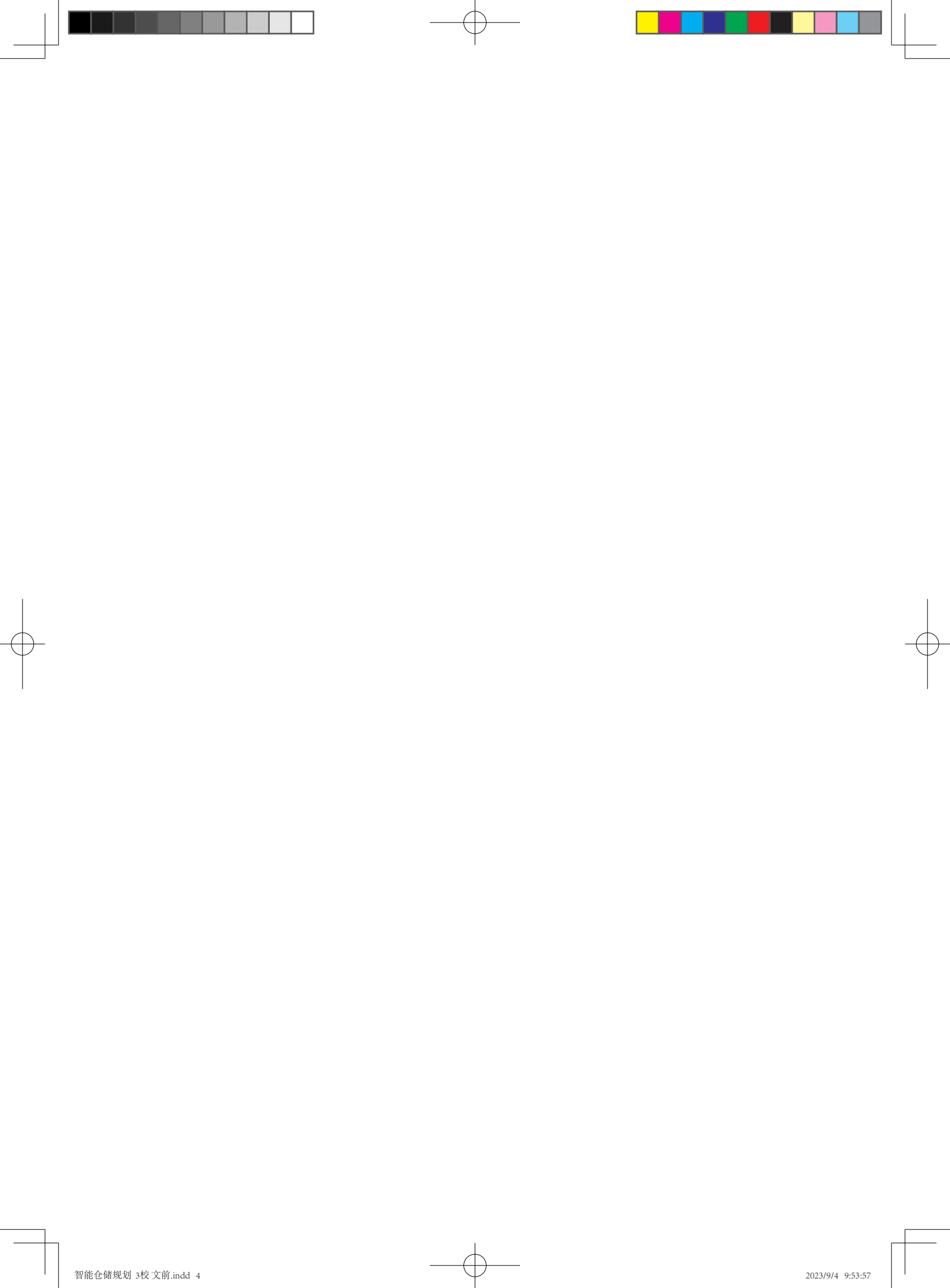
## 作者简介

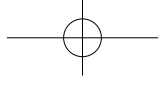
**章根云**，京东物流首席规划师，南开大学经济与社会发展研究院物流工程专业硕士校外导师，中国物流与采购联合会物联网技术与应用专业委员会专家；从事供应链物流解决方案和实施落地工作 21 年，是中国物流自动化、供应链智能化早期成员之一；2017 年负责的京东无人仓项目为行业首创，被誉为电商物流行业标杆，就仓库无人化提出的“三极五自”纲领获得了业内认可，被行业广泛引入无人仓规划建设中。

**高树城**，本科和硕士研究生毕业于北京科技大学物流工程系；专注于仓储自动化规划流程领域十余年，长期致力仓储自动化的设计和交付工作；擅长从物流园区设计开始的整体自动化方案实现，组织并领导了多个大型物流中心的方案设计和交付，在电商、医药、图书、消费品等多个行业有丰富的自动化规划设计经验；曾任京东物流“亚洲一号”项目经理、京东物流科技方案负责人，从无到有建设京东物流科技对外的方案能力，实现了自研产品从对内使用向对外赋能输出转化和落地实现。

**効文颖**，中国传媒大学硕士研究生毕业，具有多年职业教育产品设计与课程开发从业经验，以及跨多个行业领域的教育产品设计与开发经验；主编多本新兴行业领域专业创新教材，涉及呼叫中心、电子商务、新媒体、增材制造、工业机器人、供应链物流等多个领域；担任北京物资学院京东学院研究生校外导师。

**李国强**，在自动化物流领域工作十余年，先后参与建设京东“亚洲一号”项目及对外集成规划、项目管理等工作，能够根据业务场景合理利用物流设备提供综合解决方案，服务于物流供应链的全面升级。





## 前言

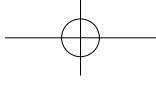
物流是国家经济发展的重要基础，在互联网时代，物流正蓬勃发展，并不断实现新的突破与增长，已成为延伸产业链、提升价值链、保障供应链的重要支撑。随着物联网、人工智能、大数据等新技术的广泛应用，仓储作为现代物流体系的重要支撑，其形态也迎来了智能化升级浪潮，全面推动智能仓储进入加速发展阶段。

近年来，我国智能仓储行业市场规模逐年快速增长。随着市场需求的逐步扩大和技术的革新，未来我国智能仓储行业的市场规模将进一步增长。一方面，快速增长的电商业务需求使得仓储、物流行业引入智能技术来提高效率和服务质量；另一方面，科学技术的快速发展为智能仓储提供充足的技术动力，实现对仓储设备和系统的自动化管理及智能化处理，提高仓储物流效率和服务质量。未来，智能仓储技术与物流行业的深度融合，可以推动智慧物流的发展，实现物流行业的数字化、网络化和智能化，提高我国物流行业的整体竞争力。

在产业的数字化转型过程中，京东物流以科技为驱动实现供应链各环节的降本增效。目前，京东物流已在全国建成 43 座“亚洲一号”智能物流园区。“亚洲一号”是京东物流自建的亚洲范围内建筑规模最大、自动化程度最高的现代化智能物流项目之一，仓内有功能各异的智能设备，可以自动完成立体化存储、拣选、包装、输送、分拣等工作，有效降低了成本，效率也提升了数倍。“亚洲一号”中的智能物流设备具有智能化、人性化的统筹处理能力，在智能排产、包装耗材的智能推荐、拣货路径优化及人效提升等方面进行了大量创新，智能物流设备能够代替人工，统筹计算每个订单的生产和配送时间，对订单的处理进行组合优化，并利用人工智能进行产能计算，控制订单有序生产，同时为用户提供更精准的物流服务。

随着整个智能仓储行业的快速发展，智能仓储的普及衍生了大量从事专业智能仓储规划的人才需求。熟悉物流智能设备，了解仓内业务流程，能够进行智能仓储布局规划并基于仓内业务流量进行设备规模测算的专业人才需求越来越大。

编者团队在与诸多高职院校、应用型本科院校交流、合作的过程中发现，物流类专业课程的整体结构与产业实践还有一定的差距，很多产业细分领域的专业知识，在院校



中仍然以较为宏观的理论为主，企业中落地应用的实践方法没有以系统化的方法论呈现，也缺乏企业实际的应用案例，对于应用型人才培养来说，这无疑是远远不够的。

自 2017 年来，京东物流将过去十余年积累的基础设施、管理经验、专业技术陆续向全社会开放，与合作伙伴一起搭建智慧供应链价值网络。在此过程中，京东物流作为一家有社会责任感的企业，深感智能仓储规划领域人才需求的迫切性，因此将多年沉淀的企业实践方法论和应用场景与各院校共享，希望对产业应用最佳实践进行提炼形成教学成果，赋能院校人才培养。这也是编者团队编写本书的初衷。

本书包含 4 个项目共 10 个任务：项目一主要介绍仓储规划需求分析，需求分析是整个仓储规划工作的起点；项目二主要介绍仓储流程规划；项目三主要介绍仓内规划，其中涉及智能仓储的规模测算等核心内容；项目四主要介绍仓储设备规划，包括智能设备的选型等内容。以上四部分内容基本按照仓储规划的工作逻辑来设计。全书内容既兼顾了企业真实业务的工作内容，也考虑到学生学习特点，其中每个任务都配套了企业实践案例，可以帮助学生更好地掌握相关的知识，培养学生的实际操作能力。本书中所有数据及案例均来自京东物流真实企业案例，编者做了教学转化。

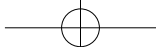
本书相关的京东物流教育线上平台搭载了配套课程资源，部分抽象的内容以丰富的动画微课形式展现，并配套京东物流仓储规划方案专家的讲解，可以很好地帮助使用本书的教师和学生进行学习和课后的理解，也有助于自学者进行深入的理解。读者可填写本书后附的课程资源申请表申请相关资源。

感谢京东物流仓储规划解决方案团队的工程师对规划方案的教学转化设计工作，感谢清华大学出版社编辑团队的审阅，希望本书能够对物流数字化发展过程中的人才培养贡献微薄之力。限于编者的学识和经历，书中难免存在不足之处，敬请读者批评指正。

编者

2023 年 4 月





# 目 录

## 项目一

### 仓储规划需求分析

任务一 订单货品分类·····	2
任务二 订单EIQ分析·····	14
任务三 仓储能力分析·····	29

## 项目二

### 仓储流程规划

任务一 仓内流程及动线规划·····	40
任务二 仓内拣货路径规划·····	52

## 项目三

### 仓内规划

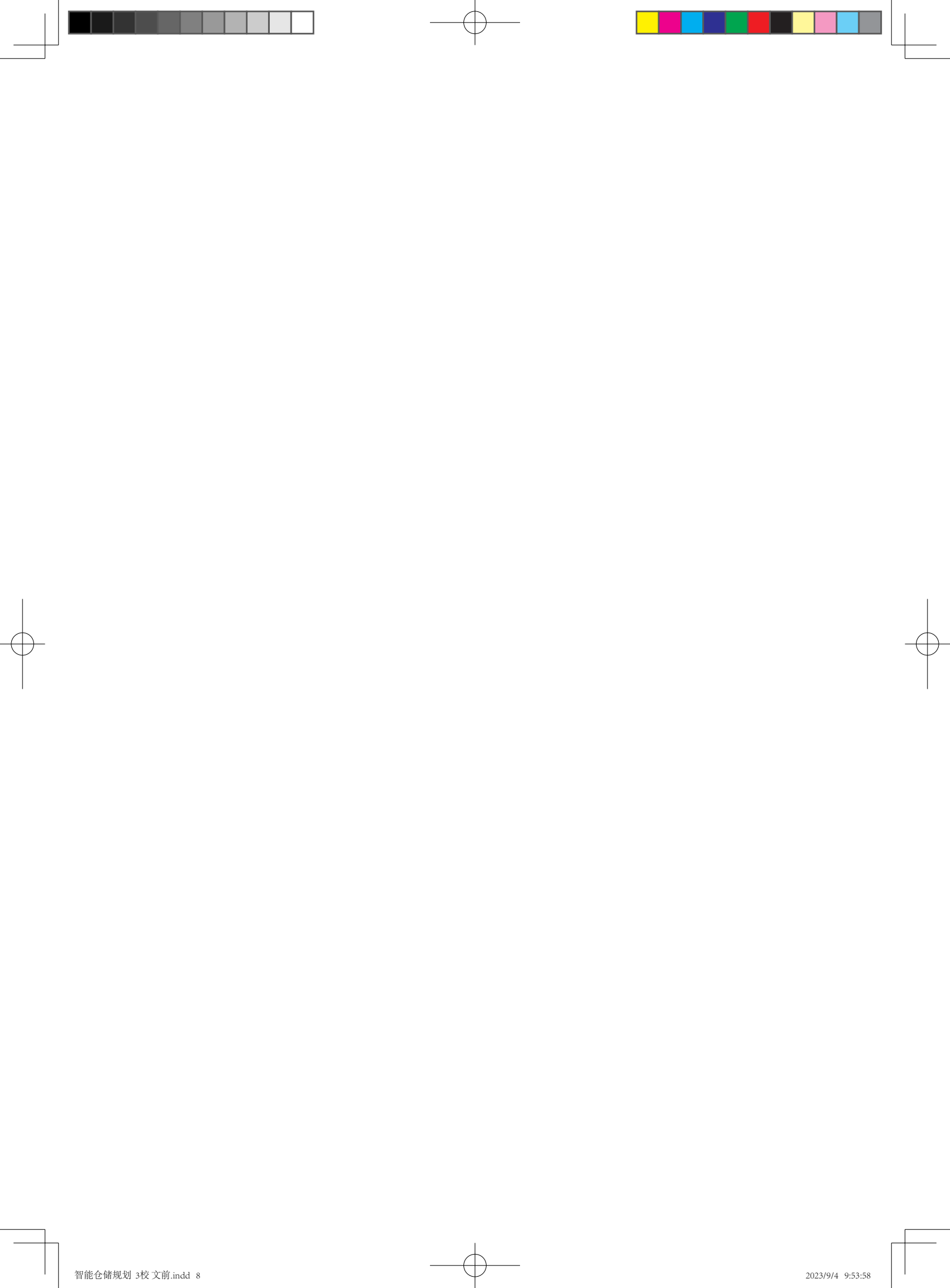
任务一 仓内土建设施规划·····	74
任务二 仓内布局规划·····	101

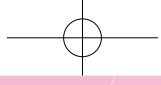
## 项目四

### 仓储设备规划

任务一 存储设备选型与规划·····	136
任务二 搬运及输送设备选型与规划·····	164
任务三 分拣设备选型与规划·····	185

参考文献·····	201
-----------	-----





# 项目一

## 仓储规划需求分析

### ■ 项目说明

在规划、设计物流仓储中心的过程中，首先应该进行企业物流需求的分析，如果是改建物流中心，则数据分析包括对当前各项数据的收集、整理及分析。在物流仓储规划中，难点在于确定分析的目的，如果仅将搜集到的资料做一番整理及统计计算处理，则最后只能得到一些无用的数据和报表，无法与规划的需求相结合，这样的数据分析无疑是失败的。因此，通过对有效数据的收集、分析进而指导规划方向，是物流仓储中心规划、设计的关键。物流仓储规划中的数据分析包括定量分析和定性分析。

定量分析包括物流仓储中心所存储货品的品类与数量的分析、订单分析、存储货品特性分析、物流需求变动的预测分析、储运单位与数量分析。

定性分析包括物流仓储中心的作业顺序分析、人力需求分析、作业流程分析、作业功能需求分析。

本项目以定量分析为主，将重点介绍 ABC 分类法、EIQ 分析法，以及几个关键的仓储指标，并以医药企业仓储中心的规划项目为例，介绍数据分析的主要方法和过程，帮助学习者掌握典型的数据分析方法。

### ■ 项目内容

任务一 订单货品分类

任务二 订单 EIQ 分析

任务三 仓储能力分析

## 任务一 订单货品分类

### ●知识目标

1. ABC 分类法的概念。
2. ABC 分类法的实施步骤。

### ●技能目标

1. 能够运用 ABC 分类法对订单进行分类。
2. 能够通过 ABC 分类掌握不同类别货品的存储规则。

## 一、任务描述

物流仓储中心的规划与建设是高投资的项目，在规划前，应对仓储的现有状况和未来的仓储运营需求进行全面的分析，通过不同层面和维度的分析，了解并诊断仓储运营中存在的问题，明确未来的产能需求，以便做合理的规划。

订单分析，就是收集行业或企业现有的订单数据，分析订单资料信息，包括商品种类、名称、数量、单位、订货日期、交货日期、交易方式、订单价值等。

ABC 分类法是在仓储规划需求分析初期通过对原始数据的出入库量进行整理、分析，对货品按照量级、重要程度等进行分类，进而决定存储区原则的一种基本的需求分析方法，在分析过程中，还需要结合储运单位进行综合判断，因此本任务除了介绍 ABC 分类法，还会涉及 PCB 分析法。本任务主要介绍这两类分析方法的基本概念、定义以及在实际工作中的实施步骤，并结合实际项目案例进行数据分析，帮助读者将相关理论应用到实际的案例中，掌握 ABC 分类法的应用。

在本任务中，会结合京东仓储规划真实项目案例进行仓储货品 ABC 分类的分析与实施过程解读。在任务实施部分，需要完成以下工作。

- (1) 根据项目原始数据进行货品出库数据整理。
- (2) 对该项目中的货品进行 ABC 分类。
- (3) 对货品进行 ABC 分类，并给出每类货品的存储策略。



## 二、必备知识

基础资料的分析包括定量分析与定性分析两类。订单信息中实际上已经包含了商品种类、订单量、交货周期等信息，可以结合 ABC 分类法，进而得出需要出入库的商品的性质、SKU 等信息。

### 1. ABC 分类法

ABC 分类法又称 ABC 分析法，是 1879 年由意大利经济学家、社会学家维弗雷多·帕累托首创，因此也称为帕累托分析法。1951 年，管理学家戴克首先将 ABC 分类法用于库存管理。

ABC 分类法实际上是基于对物品特性的分析而进行分类的方法。物流仓储中心库存物品种类繁多，少则几千种，多则上万种，甚至几十万种。每种物品的价值不同，库存数量也不等，有的物品品项数不多但价值很高，占用资金较多；而有的物品品项数很多但价值不高，占用资金较少。如果对所有库存物品均给予相同的重视程度，采用相同的管理方法，是不符合实际需求的。中华人民共和国国家标准《物流术语》(GB/T 18354—2021) 中指出，ABC 分类法是指将库存物品按照设定的分类标准和要求分为特别重要的库存(A 类)、一般重要的库存(B 类)和不重要的库存(C 类)3 个群组，然后从各群组中挑选具有代表性的品种，进行下一步骤的订单变动分析。若是物流仓储中心的物品可以成功地划分为 A、B、C 群组(可以是 3~5 个群组)，则可以考虑依照品种群组将此物流仓储中心分割为数个区域(类似小型物流子中心)，分别使用不同形态的设备和作业方式，以方便管理和避免彼此干扰。

ABC 分类法的主要作用如下。

- (1) 优化库存控制。物品类别确定后，可以根据类别制订不同的库存控制计划，减少不必要的库存储备，从而降低库存资金的占用量。
- (2) 提高作业效率。对物料进行分类后，针对高频物料，可以优先考虑其作业效率，解决主要出入库物料的作业线路问题，提高物流作业的效率。
- (3) 减少管理工作量。运用 ABC 分类法可以集中精力抓主要矛盾，避免“眉毛胡子一把抓”的混乱现象，使管理人员摆脱繁杂的事务性工作。
- (4) 指导物流规划方向。可优化布局，提高多环节的作业效率，提高资源利用率。

### 2. PCB 分析法

PCB 分析法即储运单位分析法，也称货态分析，是指考察物流仓储中心各个主要作业环节的基本储运单位，在此基础上进行分析。仓储中心的储运单位包括托盘(P)、箱子



(C) 和单品 (B)。对于不同的储运单位, 所配备的存储和搬运设备也不同。因此, 在仓储规划项目中, 分析和设计节点及其上下游物流过程的货态变换是必不可少的内容。

常见的储运模式主要有  $P \rightarrow P$ 、 $C \rightarrow C$ 、 $P \rightarrow C$ 、 $C \rightarrow B$  和  $B \rightarrow B$  5 种单储运模式, 以及  $P \rightarrow (P、C)$ 、 $C \rightarrow (C、B)$  和  $P \rightarrow (P、C、B)$  3 种复合储运模式。储运模式的选择取决于订单的订货单位和订货量。表 1-1 所示为从入库、存储到拣货的常见储运组合模式。

表 1-1 常见的储运组合模式

入库单位	存储单位	拣货单位
P	P	P
P	P、C	P、C
P	P、C、B	P、C、B
P、C	P、C	C
P、C	P、C、B	C、B
C、B	C、B	B

### 三、实施方法

在实际项目规划中, 在仓储需求分析阶段, 一般要根据业务需求并在现有数据的基础上进行分析。首先采用 ABC 分类法对仓储中心所有货品按照重要程度进行分级分类, 然后对原始数据进行整理和分析, 进一步确定货品的基本存储原则。

一般在实际的项目规划需求分析中, 也会在初期采用 PCB 分析法进行储运单位的选择, 在此基础上进行存储单位和拣货设备的选择。

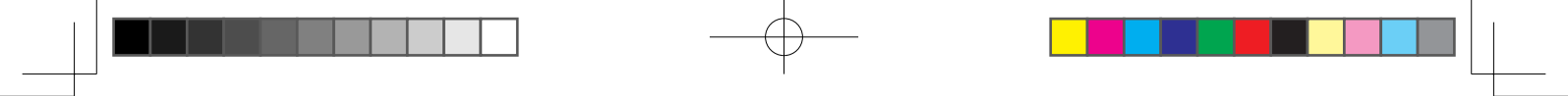
#### 1. ABC 分类法

##### 1) 收集并整理资料

采用 ABC 分类法进行货品分类前, 需要收集产品采购次数、物品单价、存储特性、客户订购次数、库存量、销售量和结存量等资料, 在数据分析之前应将有关数量值的信息转化成相同单位来表示, 如以托盘、箱为单位。

可按照各类物品的数量、相对百分比、累计数或累计百分数等进行排序, 还可绘制统计图以协助了解各类物品的分布状况及所呈现结果的差异程度。

表 1-2 所示为库存物品数量与价值统计表, 显示了 ABC 分类中一般涉及的统计指标, 在传统生产制造类仓储中心, 也可能会涉及平均资金占用额的统计, 以便区分一些出库量不大但资金占用比例非常大的物品。在电商或零售类仓储中心, 较多地通过出库量和订单次数来判断周转率。例如, 京东的仓储分拣中心都是按照件型来分类的件型仓,



对于中小件，更多地根据出库量、订单次数，基于物品的流量活力来确定存储原则。

表 1-2 库存物品数量与价值统计表

物品名称	累计 品项数	累计品项 百分数	物品单价	平均库存	平均资金占用额			分类结果
					金额	累计	累计百分数	

## 2) 划分 ABC 分类

观察表 1-2 的第 3 栏“累计品项百分数”和第 8 栏“平均资金占用额 - 累计百分数”，将“累计品项百分数”为 5% ~ 15%，而“平均资金占用额 - 累计百分数”为 60% ~ 80% 的前几个物品，划分为 A 类；将“累计品项百分数”为 20% ~ 30%，而“平均资金占用额 - 累计百分数”也为 20% ~ 30% 的物品，划分为 B 类；其余物品划分为 C 类，C 类物品的“累计品项百分数”为 60% ~ 80%，而“平均资金占用额 - 累计百分数”仅为 5% ~ 15%。

在实际中，很多简单的项目基于“二八法则”确定某一百分比范围的订单、产品及客户，划分主要群组与次要群组，群组数目以 3 ~ 5 个较为适宜。

## 3) 对 A、B、C 三类物品分别采取不同的管理办法和采购、存储策略

(1) 通常来说，A 类物品在品种数量上仅占 15% 左右，是关键少数，应对其进行重点管理。管理好 A 类物品，就能管理好 70% 左右的年消耗资金。对仓储管理来说，A 类物品的货位应尽量靠近仓库出口，尽可能缩短订货提前期，尽可能降低库存总量，减少仓储管理和资金占用成本，提高资金周转率。

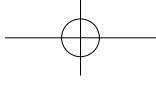
(2) B 类物品属于中批量物品，应对其进行次重点管理，即常规管理。B 类物品库存期比 A 类物品长，应加强日常管理，先进先出，采用立体货架进行存储。对于 B 类物品，应采用定量订货方法，前置期时间可较长，进行盘点和检查的周期比 A 类物品长。

(3) C 类物品品种数较大，价值金额占比较小，不应对其投入过多管理资源，采购量可大一些，从而获得价格上的优惠。由于 C 类物品占用资金较少，可大量储备，同时简化库存管理，拉长盘点周期。

针对 A、B、C 不同类别的物品，持续进行货物周转率和出入库流程的优化。例如，针对 A 类物品设置快速通道。快速通道指针对特定的服务对象而设置的无障碍、流程简单、距离短、相对独立或专一性强的便捷通道，又称绿色通道。针对 A 类物品设置快速通道，有利于供应商的车辆第一时间到达卸货的位置，完成卸货和验收，减少 A 类物品出入库的时间。在没有 A 类物品的情况下，B 类物品可以使用快速通道。由于 C 类物品在出入库时并不紧急，所以尽量不占用快速通道。

货位分配优化管理，即将待入库物品放置到适宜的存货点，以降低入库作业成本，提高入库作业效率，最终提升仓储运营效益。不同的货位在仓库内周转的时间不同，根据货位分配优化的原则，对于周转率高的 A 类物品，安排在离出库点较近的货位，这类





周转率高的物品往往只需要暂时存放在库内，应当最大限度地减少在库内周转的时间。针对 B 类物品，安排出入库较方便的货位即可。由于 C 类物品周转量不大，有订单下达才考虑采购该类物品，尽量不占用库内货位。

针对 A、B、C 三类物品进行差异化库存管理，这种差异化管理操作简便，可在对库存物品进行合理控制的同时更便捷地周转库内的货物。电商企业采用此管理方法，会在货物库存控制方面有较大改善，可以提升库存管理水平，尽可能地避免库存积压与缺货现象的发生，使库存结构逐步趋于合理化，加快资金周转速度，创造更大的经济效益。

#### 4) 结合其他分析法进行交叉分析

一般在实际的应用项目中，采用 ABC 分类法将物品划分群组后，还应结合 EIQ 分析法、EIQ-PCB 分析法选择各群组的代表性项目进行分析，将繁杂的分析工作简化。

其他的典型分析方法将在后续的课程中讲解。

## 2. PCB 分析法

### 1) PCB 分析的一般方法

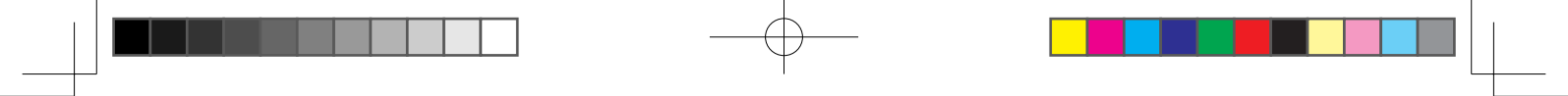
采用 PCB 分析法对仓储物品进行货态分析时，经常结合 EIQ (entry、item、quantity，订单、品项、数量) 分析法进行交叉分析。通过对订单量及订单的包装规格、特性、储运单位等因素进行关联交叉分析，可以更好地对仓储设施进行规划布局。结合订单出货资料与物品包装储运单位的 EIQ-PCB 分析，即可将订单以 PCB 的单位加以分类，再对各类别分别进行分析，得出 P-EIQ 分析结果、C-EIQ 分析结果、B-EIQ 分析结果等。EIQ 分析法是仓储需求订单分析中应用非常普遍的一种方法，实际仓储需求分析中，经常采用多种分析方法从不同维度进行综合分析，如上面提到的 PCB 分析法与 EIQ 分析法结合使用。关于 EIQ 分析法，任务二将对其详细讲解。

一般来说，物品入库的货态单位最好能配合存储货态单位，仓储中心可以凭借采购量的优势要求供货商配合，必要时可写入合同条款，此种情况下，入库单位通常设定为最大的存储单位。但是，受各种复杂因素的影响，入库前的货态单位转换也时有发生。

一般企业的订单资料中同时注明了各类出货形态，有的订单中包括整箱与零散两种类型同时出货，有的订单中仅有整箱出货或仅有零星出货，整托出货的时候并不多见。为保证仓储区域得到适当规划，需要将订单资料依出货单位类型加以分割，并与入库单位、存储单位相结合，以正确计算各区域的实际需求。

基于模块化作业系统的发展，物流作业中商品的包装单位会因不同的需求而变化，采用 PCB 分析法不仅可使储运单位易于量化及转换，而且经由出库单位的确认，可进一





步决定仓储搬运及拣货方式的设计，如图 1-1 所示。

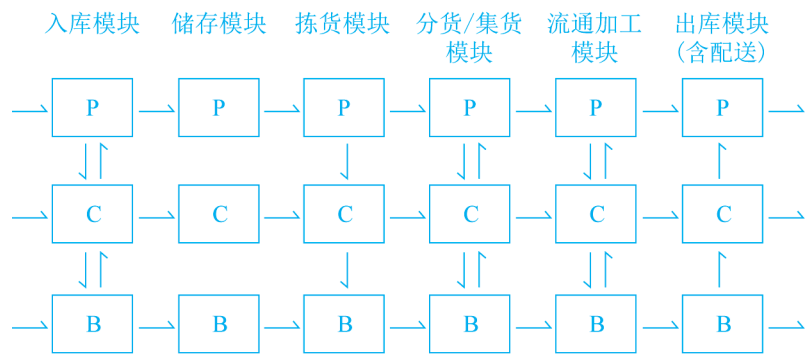


图 1-1 储运单位变化图

如表 1-3 所示，将分析所得的各种拣货出库模式所适用的存储设备与拣货方式予以整理，设计时可作为参考依据。

表 1-3 拣货出库模式所适用的存储设备与拣货方式

拣货出库模式	存储设备	拣货方式
P→P	自动化立体仓库、托盘流利式货架、托盘货架、就地堆垛	自动仓储设备、人工+叉车
P→P→C	自动化立体仓库、托盘流利式货架、托盘货架	自动化仓库、人工+叉车、输送机
P→C	自动化立体仓库、托盘流利式货架、托盘货架	自动化仓库、人工+叉车、输送机
C→C	自动化立体仓库、流利式货架、旋转货架	自动仓储/自动流利式货架、人工+输送机
C→B	流利式货架、搁板货架、旋转货架、电子拣货台车	旋转货架、电子拣货台车

## 2) 储运单位与物品特性分析

采用 PCB 分析法时，除了分析储运单位特性外，物品的其他特性资料也是物品分类的参考因素，如按照存储保管特性分为干货、冷冻品和冷藏品，按照产品质量分为重物、轻物，按照产品价值分为贵重物品、一般物品等。物品的特性不同，混装混存的要求也不同。物品特性与储运单位的分析要素如表 1-4 所示。

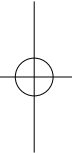
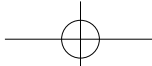
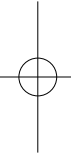


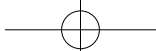
表 1-4 物品特性与储运单位的分析要素

物料项目		物料内容
物品特性	1. 物态	气体__液体__半液体__固体__
	2. 气味性质	中性__散发气体__吸收气体__其他__
	3. 存储保管特性	干货__冷冻__冷藏__
	4. 温湿度需求特性	温度____℃; 湿度____%
	5. 内容物特性	坚硬__易碎__松软__其他__
	6. 装填特性	规则__不规则__
	7. 可压缩性	可__否__
	8. 有无磁性	有__无__
	9. 单品外观	方形__长条形__圆筒__不规则__其他__
储运单位	单品规格	1. 质量 _____(单位: __)
		2. 体积 _____(单位: __)
		3. 尺寸 长__× 宽__× 高__(单位: __)
		4. 物品基本单位 个__包__条__瓶__其他__
	基本包装单位规格	1. 质量 _____(单位: __)
		2. 体积 _____(单位: __)
		3. 外部尺寸 长__× 宽__× 高__(单位: __)
		4. 基本包装单位 箱__包__盒__捆__其他__
		5. 包装单位个数 __(个/包装单位)
		6. 包装材料 纸箱__捆包__金属容器__塑料容器__袋__其他__
	外包装单位规格	1. 质量 _____(单位: __)
		2. 体积 _____(单位: __)
		3. 外部尺寸 长__× 宽__× 高__(单位: __)
		4. 基本包装单位 托盘__箱__包__其他__
		5. 包装单位个数 __(个/包装单位)
		6. 包装材料 包膜__纸箱__金属容器__塑料容器__袋__其他__

## 四、任务实施

### ●任务背景

医药是物流仓储中心进行仓储规划的一个典型品类,医药品类繁多,某些药品对存储温度等都有相当严格的要求,因此药品的存储一般需要规划医药专仓。



作为仓储规划人员，你收到了一个医药企业仓储中心的规划项目。项目规划组需要对现有医药企业的仓储数据进行分析，首先根据整体的出入库情况对出入库数据进行分析。

当前任务目标如下。

- (1) 对该医药企业仓储中心的药品库存统计数据进行分析。
- (2) 对存储的药品进行分类。
- (3) 依据分类对每个类别的药品给予存储建议。

## ● 规划过程

### 1. 收集、整理资料

首先，对该医药企业仓储中心的出入库数据进行收集、整理，目前大部分仓储中心都在使用仓库管理系统 (warehouse management system, WMS)，可以直接从系统中导出原始库存数据，通过对原始库存数据的相关维度，如药品名称或出库数量等，进行排序来整理库存数据。此处选取该医药企业仓储中心 2020 年 8—10 月三个月的出库数据进行分析。

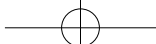
图 1-2 所示为系统导出的原始数据。可以看出，在导出的原始数据中，包含两列“数量”和“单位”，一列是商品本身的数量和基本单位，另一列是仓储中心出库的数量和储运单位 (件)。后续步骤要对原始数据的相同品类进行汇总，汇总后按照商品品类出库数量进行倒序排列，并在 Excel 表中自动计算单一品类占整个出库量的比例以及逐项累计的比例求和，得出该医药企业仓储中心药品出库数据分析 (2020 年 8—10 月)，如表 1-5 所示，计算过程此处省略。

货号	商品通用名	规格	生产单位	数量	单位	数量	单位	零售价	批号	单号
010007	苯磺酸氨氯地平片 (安内真)	5mg*14t	苏州东瑞制药有限公司	20	盒	0.067	件	30	160213802	1370576357
010007	苯磺酸氨氯地平片 (安内真)	5mg*14t	苏州东瑞制药有限公司	20	盒	0.067	件	30	160313807	13710335072
010009	阿奇霉素片 (希舒美)	0.25g*4t (薄膜衣)	辉瑞制药有限公司	5	盒	0.017	件	49	R06215	135055990
010009	阿奇霉素片 (希舒美)	0.25g*4t (薄膜衣)	辉瑞制药有限公司	5	盒	0.017	件	49	M90551	1370579430
010009	阿奇霉素片 (希舒美)	0.25g*4t (薄膜衣)	辉瑞制药有限公司	10	盒	0.033	件	49	M90551	13710296338
010009	阿奇霉素片 (希舒美)	0.25g*4t (薄膜衣)	辉瑞制药有限公司	5	盒	0.017	件	49	M90551	13710299634
010009	阿奇霉素片 (希舒美)	0.25g*4t (薄膜衣)	辉瑞制药有限公司	3	盒	0.010	件	49	M90551	13710303300
010009	阿奇霉素片 (希舒美)	0.25g*4t (薄膜衣)	辉瑞制药有限公司	5	盒	0.017	件	49	M90551	13710304354
010009	阿奇霉素片 (希舒美)	0.25g*4t (薄膜衣)	辉瑞制药有限公司	10	盒	0.033	件	49	M90551	13710305134
010009	阿奇霉素片 (希舒美)	0.25g*4t (薄膜衣)	辉瑞制药有限公司	1	盒	0.003	件	49	M90551	13710306652
010009	阿奇霉素片 (希舒美)	0.25g*4t (薄膜衣)	辉瑞制药有限公司	2	盒	0.007	件	49	N07185	13710306653
010009	阿奇霉素片 (希舒美)	0.25g*4t (薄膜衣)	辉瑞制药有限公司	10	盒	0.033	件	49	N07185	13710309577
010009	阿奇霉素片 (希舒美)	0.25g*4t (薄膜衣)	辉瑞制药有限公司	18	盒	0.060	件	49	N07185	13710310305

图 1-2 医药企业仓储中心药品出库原始数据示例 (部分)

表 1-5 某医药企业仓储中心药品出库数据分析 (2020 年 8—10 月)

序号	货号	商品名称	数量/件	比例	累计比例求和
1	5610	甘油	45.53	2.72%	2.72%
2	814	阿咖酚散(头痛粉)	30.32	1.77%	4.49%
3	13979	复方鲜竹沥液(无糖型)	21.85	1.28%	5.77%
4	020742	安宫牛黄丸(铁盒金衣)	21.44	1.25%	7.02%
5	020541	金嗓子喉片	20.84	1.22%	8.24%
6	020750	消银片	18.40	1.08%	9.31%
7	5220	苯扎氯铵贴(创可贴)	15.85	0.93%	10.24%
8	5159	红霉素眼膏(0.5%)	15.60	0.91%	11.15%
9	010499	▲前列倍喜胶囊	15.40	0.90%	12.05%
10	6040	开塞露(含甘油)	13.84	0.81%	12.86%
.....					
557	5103	复方硫酸软骨素滴眼液(乐敦莹)	0.75	0.04%	79.87%
558	649	盐酸洛哌丁胺胶囊(易蒙停胶囊)	0.75	0.04%	79.91%
559	140106	一扫光药膏	0.74	0.04%	79.96%
560	1525	甲磺酸倍他司汀片(敏使朗)	0.74	0.04%	80.00%
561	021247	通便灵胶囊	0.74	0.04%	80.04%
562	020413	鼻炎康片	0.73	0.04%	80.09%
563	6171	苯扎氯铵贴(防水型)	0.73	0.04%	80.13%
564	020260	摩罗丹	0.73	0.04%	80.17%
565	10901	护肝片	0.73	0.04%	80.21%
566	2993	复方甘草口服溶液	0.73	0.04%	80.26%
.....					
1374	1775	单硝酸异山梨酯缓释胶囊(长效异乐定)	0.15	0.01%	97.97%
1375	4354	枸橼酸氢钾钠颗粒(友来特)	0.15	0.01%	97.98%
1376	021158	清咽利膈丸	0.15	0.01%	97.99%
1377	4125	葡萄糖酸钙锌口服溶液	0.15	0.01%	98.00%
1378	542	氟康唑胶囊(大扶康)	0.15	0.01%	98.01%
1379	10555	耳聋左慈丸(30-33-2)	0.14	0.01%	98.02%
1380	1994	胰激肽原酶肠溶片(怡开)	0.14	0.01%	98.02%
1381	3911	卵磷脂络合碘片(沃丽汀)	0.14	0.01%	98.03%
1382	4522	双歧杆菌乳杆菌三联活菌片(金双歧)	0.14	0.01%	98.04%
.....					
1858	13768	六神胶囊	0	0	100.00%



续表

序号	货号	商品名称	数量/件	比例	累计比例求和
1859	13932	阿胶	0	0	100.00%
1860	15107	新肤螨灵软膏	0	0	100.00%
1861	3375	盐酸多奈哌齐片(安理申)	0	0	100.00%

表 1-5 中, 2020 年 8—10 月该医药企业仓储中心进行药品出库数据分析时, 以出库数据为维度, 按照出库数量由多到少排序进行整理, 以整托 (P) 为出库单位进行了比例计算及累计比例求和计算。以上可以作为对库存物品进行 ABC 分类过程的第一步, 即数据整理。

## 2. 进行 ABC 分类

对表 1-5 所示出库数据及累计比例求和数据进行汇总分析, 对药品进行 ABC 类别标记, 如表 1-6 所示。所有药品品项是 1 861 托, 560 项及以上所有出库药品累计出库量的比例达到了 80%。在本仓储中心药品出库数据的分析中, 将累计出库比例达到 80% 的药品归为 A 类, A 类药品出库占比较大。561 ~ 1377 项药品累计出库比例达到 98%, 出库比例为 18%, 标记为 B 类药品。剩余的药品标记为 C 类。此案例比较简单化地以“二八法则”来分类, 在实际项目运营中, 可以将 80% 的比例作为参考值并结合实际需求来综合判断划分 A、B、C 类。

表 1-6 某医药企业仓储中心药品 ABC 类别划分 (2020 年 8—10 月)

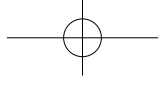
序号	货号	商品名称	数量/件	比例	累计比例求和	ABC 类别
1	5610	甘油	45.53	2.72%	2.72%	A
2	814	阿咖酚散(头痛粉)	30.32	1.77%	4.49%	A
3	13979	复方鲜竹沥液(无糖型)	21.85	1.28%	5.77%	A
4	020742	安宫牛黄丸(铁盒金衣)	21.44	1.25%	7.02%	A
5	020541	金嗓子喉片	20.84	1.22%	8.24%	A
6	020750	消银片	18.40	1.08%	9.31%	A
7	5220	苯扎氯铵贴(创可贴)	15.85	0.93%	10.24%	A
8	5159	红霉素眼膏(0.5%)	15.60	0.91%	11.15%	A
9	010499	▲前列倍喜胶囊	15.40	0.90%	12.05%	A
10	6040	开塞露(含甘油)	13.84	0.81%	12.86%	A
.....						
557	5103	复方硫酸软骨素滴眼液(乐敦莹)	0.75	0.04%	79.87%	A
558	649	盐酸洛哌丁胺胶囊(易蒙停胶囊)	0.75	0.04%	79.91%	A

序号	货号	商品名称	数量/件	比例	累计比例求和	ABC类别
559	140106	一扫光药膏	0.74	0.04%	79.96%	A
560	1525	甲磺酸倍他司汀片(敏使朗)	0.74	0.04%	80.00%	A
561	021247	通便灵胶囊	0.74	0.04%	80.04%	B
562	020413	鼻炎康片	0.73	0.04%	80.09%	B
563	6171	苯扎氯铵贴(防水型)	0.73	0.04%	80.13%	B
564	020260	摩罗丹	0.73	0.04%	80.17%	B
565	10901	护肝片	0.73	0.04%	80.21%	B
566	2993	复方甘草口服溶液	0.73	0.04%	80.26%	B
.....						
1374	1775	单硝酸异山梨酯缓释胶囊(长效异乐定)	0.15	0.01%	97.97%	B
1375	4354	枸橼酸氢钾钠颗粒(友来特)	0.15	0.01%	97.98%	B
1376	021158	清咽利膈丸	0.15	0.01%	97.99%	B
1377	4125	葡萄糖酸钙锌口服溶液	0.15	0.01%	98.00%	B
1378	542	氟康唑胶囊(大扶康)	0.15	0.01%	98.01%	C
1379	10555	耳聋左慈丸(30-33-2)	0.14	0.01%	98.02%	C
1380	1994	胰激肽原酶肠溶片(怡开)	0.14	0.01%	98.02%	C
1381	3911	卵磷脂络合碘片(沃丽汀)	0.14	0.01%	98.03%	C
1382	4522	双歧杆菌乳杆菌三联活菌片(金双歧)	0.14	0.01%	98.04%	C
.....						
1858	13768	六神胶囊	0	0	100.00%	C
1859	13932	阿胶	0	0	100.00%	C
1860	15107	新肤螨灵软膏	0	0	100.00%	C
1861	3375	盐酸多奈哌齐片(安理申)	0	0	100.00%	C

对整理后的品项出库量进行 A、B、C 类别标记后,对三类药品的订单出库数量(IQ)进行汇总与整理,得出每一类药品的出库数量、出库占比、品项数、品项占比、单个品项出库件数,如表 1-7 所示。

表 1-7 药品出库分类汇总表

ABC类别	出库数量/件	出库占比	品项数	品项占比	单个品项出库件数/件
A	1 369.053	80.0%	560	30.09%	2.44
B	308.022	18.0%	817	43.90%	0.38
C	34.2515	2.0%	484	26.01%	0.07
合计	1 711.327	100.0%	1 861	100.00%	0.92



由表 1-7 可以看出, A 类药品出库量最大, 按照“二八法则”, 占整体出库量的 80% 左右, 出库件数也最多; B 类药品占 18%; C 类药品出库量非常少, 只占整体出库量的 2%, 可以将其认定为订单非常少, 较为少用的药品。

实际上, 表 1-7 所示的分类汇总数据已经结合了 EIQ 分析法, 主要统计了 IQ(即品项数量)的各指标, 除了 IQ, 一般还会考虑 IK(即出库次数)的各指标, 属于 EIQ-ABC 交叉分析。

按照订单出库次数进行 ABC 分类, 表 1-8 所示为出库次数 ABC 分类表。可以看出, 出库次数占比累计 80% 的药品划分为 A 类, 涉及 791 个品项, 占整个库存品项比例的 42.5%。B 类虽然品项数量与 A 类相差不大, 但是出库次数为 6 713 次, 与 A 类相比大幅减少, 出库次数占比只有 18%。C 类出库次数只有 748 次, 品项占比 20.26%, 可以将其认定为非常用药物。

基于两种不同的维度统计出的分类所涉及的商品品项不一定完全重合, 在实际的仓储规划项目中, 会根据客户需求来综合判断, 比如对在两个维度中类别一致的品项进行重点管理, 其余品项根据实际需求来进行决策。

关于 EIQ 分析法, 后续任务中将单独说明, 此处我们只描述与 ABC 分类相关的应用。

表 1-8 出库次数 ABC 分类表

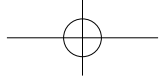
ABC 类别	出库次数	出库次数占比	品项数量	品项占比	单个品项出库件数/件
A	29 761	80%	791	42.5%	37.62
B	6 713	18%	693	37.24%	9.69
C	748	2%	377	20.26%	1.98
合计	37 222	100%	1 861	100%	20.00

### 3. 确定存储策略

根据 ABC 分类可以大致判定, A 类物品要存储在离出库口较近且易于拣取的位置; B 类物品可以存储在货架中间的位置; C 类物品可以存储在离出库口较远且可放在货架上方的位置。药品属于特殊物品, 对存放的温度等会有个性化要求, 实际中, 医药仓储规划的复杂程度相对较高, 不仅要考虑库区及设备规划, 还要考虑药品对仓库温度的要求, 有可能同属 A 类的药品, 由于对仓储温度要求的不同, 会被存放在不同温度的仓储区域。此部分内容不再单独考虑药品对仓储温度的特殊要求, 只说明 ABC 分类法的应用。

## 五、任务总结

本任务主要介绍仓储需求分析阶段 ABC 分类法的应用, 在实际的仓储项目规划中,



规划人员往往需要采用多种方法进行综合判断，并结合客户的实际需求和货物形态来进行综合分析。

ABC 分类法作为分析和判断货品大类，以及判断仓储中心物品的重要程度的方法，不仅能够作为物品储区规划、出库方式规划的基本依据，也可以应用在实际的仓储物品管理中，对重点物品进行重点管理。

采用 ABC 分类法和 PCB 分析法，可以在初期进行物品分类及出货形态的分析，通过分析可以确定大致的存储策略，再结合任务二讲解的 EIQ 分析法，进行仓储中心各功能区域的规划及设备的选型规划。

## 任务二 订单 EIQ 分析

### ●知识目标

1. 订单品类的概念。
2. 品项的概念。
3. EIQ 分析法的概念及实施步骤。
4. EIQ 分析法的不同维度。

### ●技能目标

1. 能够运用 EIQ 分析法对订单量 EQ 进行分析。
2. 能够运用 EIQ 分析法对品项数量 IQ 进行分析。
3. 能够运用 EIQ 分析法对单个订单的品项出库次数进行分析。
4. 能够运用 EIQ 分析法对仓储订单进行综合分析并提出存储策略。

## 一、任务描述

订单是物流仓储中心的生命线，掌握了订单的特征，就能了解物流仓储中心的大致工作内容。然而订单的品类、数量、发货日期差别很大，且在不断变化，这既是物流仓储中心高效工作的表现，也是难以把控的不确定因素。因此，无论是规划新仓储中心还是对现有仓储中心进行改造升级，都给规划人员带来了一定的挑战。掌握数据分析的原则，进行有效的组群分类，简化分析过程，得出较可靠的分析结果，对于规划设计来说是必不可少的基础工作。

EIQ 分析法是针对不确定性和波动状态物流系统的一种规划方法，其意义在于掌握





物流特性，并根据物流状态和运作方式规划出符合实际的物流运作系统。采用 EIQ 分析法，能有效规划仓储中心的框架结构，从宏观上有效掌握仓储中心的货品特征。

在本任务中，需要依据任务实施中的内容完成如下工作。

- (1) 一定时期内的出入库量分析。
- (2) 现有订单的 EQ、IQ、EK、IK 各维度的分析。
- (3) 各维度的分析结论和建议。

## 二、必备知识

### 1. 品类的概念

AC 尼尔森市场调查公司认为，品类即确定哪些产品划分到同一小组和类别，与消费者的感知有关，是基于消费者需求驱动和购买行为的划分。通常来说，品类就是商品的分类，一个分类就代表了消费者的一种需求，是消费者认为相关联或可以互相替代，且易于一起管理的一类产品。

与传统产品类别划分不同的是，品类的划分以消费者的购物需求为核心，同时适当考虑零售管理方面的需要。

品类包括品类描述和品类结构两方面的内容。

- (1) 品类描述，主要描述该品类的特点、涵盖范围，以及该品类不包含的产品。
- (2) 品类结构，是将同一品类的产品进行分类管理，以确保产品的选择能满足目标消费群的需求。

### 2. SKU 的概念

SKU(stock keeping unit) 即库存保有单位，也叫库存量单位，是指库存进出计量的基本单元，可以是件、盒、托盘。SKU 是物理上不可分割的最小存货单元，在使用时要根据不同业态、不同管理模式来处理。

SKU 是客户拿到商品放到仓库，给商品编号的一种方法，在不同的企业有时也会理解为存货单元、库存单元等，专业物流术语为“货格”。

SKU 在 EIQ 分析方法中对应 I，即品项。“品项”等同于 SKU，只要商品属性不同，就可以理解为不同的品项或 SKU。属性包括品牌、型号、配置、等级、花色、生产日期、保质期、用途、价格、产地等。

每一个 SKU 都有一个编码，SKU 编码是基于信息系统和货物编码的，不同的 SKU 有不同的编码，可以利用信息系统分析、统计不同的 SKU 的销售和库存状况。

在本书中，统一以“品项”为固定的提法。

### 3. EIQ 分析法

#### 1) EIQ 分析的具体内容

订单的品项、数量、发货日期差别很大，且在不断变化，这既是物流存储中心高效工作的表现，也是难以把握的不确定因素。这个时候就需要负责规划设计的专业人员采用必要的分析方法，对订单数据进行分析，对货品进行有效的组群分类，简化分析过程，再进行相关分析，进而得出较可靠的分析结果，这是仓储规划的基础工作内容。

日本学者铃木震倡导的 EIQ 分析法是适用于物流仓储中心规划与设计的一套有效方法。简单来说，就是基于订单、品项和数量这 3 个物流关键规划要素来研究仓储中心的需求特点，为物流仓储中心的规划和设计提供依据。EIQ 分析法针对不确定和波动状态的物流系统进行分析，采用这种分析方法能有效地得出仓储中心的框架结构，从宏观上有效掌握仓储中心的物流特性。

(1) E(entry)，指订单，接收的每一笔订单具有同时拣货，且同时配送至同一地点的特征。只要在订单截止时间内，数笔追加的订单均可合并成单一订单，在物流作业过程中被视作同一订单。反之，在批量订单下，要求以不同时间或向不同地点配送的货品，对物流仓储中心而言均被视为多个订单，必须进行订单分割。

(2) I(item)，指商品品项，也是 SKU。不同质、量、包装单位、包装形式等的产品，都视作不同的品项，原则上以各供应商的品号为区别依据。在实际的电商等零售企业中，分析品项就是对 SKU 的分析。

(3) Q(quantity)，指数量，即每一笔订单、每一品项所订购的数量资料，它是联结订单与品项的桥梁，物流仓储中心的作业特征有赖于订单与品项数量的分布状态。

通过 EIQ 分析法可了解物流作业特征，如通过订单内容了解订货特征、接单特征、作业特征等，进而利用 EIQ 系统进行物流系统的基础规划，或利用 EIQ 系统进行模拟分析，最后确定配合物流系统特征的物流设备。

#### 2) EIQ 分析的优势

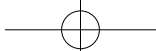
在物流仓储中心的规划中，EIQ 分析的优势如下。

(1) 通过 EIQ 分析，可以了解物流变动的趋势及规律，将客户订单中的种类、数量等资料加以收集。当 T(time) 取年时，连续的 QT 分析可以把握物流业务的变动趋势；当 T 取月时，可以了解物流波动规律。

(2) 通过 EIQ 分析，可以了解客户订购商品的种类和订购的数量，“种类”和“数量”是物流系统的基本要素。

(2) 通过分析订单，能够确定物流系统所需的设备。采用 EIQ 分析法进行各指标的分析后，可以根据商品订购和分拣特性，进行物流设备的选择和规划。

(3) 能够进行物流系统的基础规划。通过对订单特性各维度的分析，能够对区域布局规划、设备选用等做一些基础的判断。



## 4. EIQ-PCB 分析

采用 PCB 分析法时,也可以结合 EIQ 分析法进行综合分析。由 EIQ 分析可以得出历史需求状况,将这些数据作为假定的需求,进而将这些数据与系统设备条件加以对应,即可得到概括性的系统规格。在实际的仓储规划项目中,采用 PCB 分析法时也会结合 EIQ 分析法进行综合分析。

## 三、实施方法

下面说明采用 EIQ 分析法在项目规划前期进行数据分析的具体实施步骤。

### 1. 资料收集

采用 EIQ 分析法时,可以依不同的用途分别以 1 日、1 周、1 个月,甚至 1 个季度为时间范围收集资料。由于物流中心尤其是分拣配送中心的工作负荷波动较大,所以抽取单一周期中最具代表性的一天难度较大,因此可以参考 1 周或 1 个月的资料,比较容易了解物流中心在淡旺季或各周期的作业变化情形。一般情况下,EIQ 分析以 1 个月作为分析时间窗,以适应市场的快速变化。若 1 个月的资料量过大,不易处理,通常可依据物流中心的作业周期性,先取 1 个周期或 1 个星期的资料加以分析,如果有必要再进行更长时间的资料分析。也可以按照商品特性或客户类别将资料分成数个群组,针对不同的群组进行个别的 EIQ 分析,或是以某群组为代表进行分析。EIQ 分析资料收集格式如表 1-9 所示。

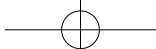
表 1-9 EIQ 分析资料收集格式

时间:	年	月	日						单位: 箱
发货订单	订单各品项的发货数量						订单发货数量	订单发货品项	
	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$I_5$	.....			
$E_1$	$Q_{11}$	$Q_{12}$	$Q_{13}$	$Q_{14}$	$Q_{15}$	.....	$Q_1$	$N_1$	
$E_2$	$Q_{21}$	$Q_{22}$	$Q_{23}$	$Q_{24}$	$Q_{25}$	.....	$Q_2$	$N_2$	
$E_3$	$Q_{31}$	$Q_{32}$	$Q_{33}$	$Q_{34}$	$Q_{35}$	.....	$Q_3$	$N_3$	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
发货数量	$Q_{\cdot 1}$	$Q_{\cdot 2}$	$Q_{\cdot 3}$	$Q_{\cdot 4}$	$Q_{\cdot 5}$	.....	—	$N_{\cdot}$	
发货次数	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$	.....	—	$K_{\cdot}$	

①  $Q_i$ (订单  $E_i$  的发货数量) =  $Q_{i1} + Q_{i2} + Q_{i3} + Q_{i4} + Q_{i5} + \cdots$

②  $Q_{\cdot i}$ (品项  $I_i$  的发货数量) =  $Q_{1i} + Q_{2i} + Q_{3i} + Q_{4i} + Q_{5i} + \cdots$

③  $N_i$ (订单  $E_i$  的发货品项) = 计数( $Q_{i1}, Q_{i2}, Q_{i3}, Q_{i4}, Q_{i5}, \cdots$ ) > 0 者



- ④  $K_i$ (品项  $I_i$  的发货次数) = 计数( $Q_{11}, Q_{21}, Q_{31}, Q_{41}, Q_{51}, \dots$ ) > 0 者
- ⑤  $N_i$ (所有订单的发货品项数) = 计数( $K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, \dots$ ) > 0 者
- ⑥  $K_i$ (所有品项的总发货次数) =  $K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5 + \dots$

## 2. 资料分析与图表制作

EIQ 分析法是一种量化的分析法,一般使用表 1-10 所示的统计方法进行物流系统的各种物流特征分析。

表 1-10 EIQ 分析法的统计方法

方法	目的
算数平均值	取一个平均值
最大、最小值	取上、下限
总数	取总数
全距	最大与最小值的差距
众数	此处出现最多的数值
次数分布	各组资料出现次数统计
相对百分比	将个别值加以排列并计算其百分比
ABC 分类法	将数值按大小排列,并累计其百分比
总图	EIQ 统计表
分析表	EQ、EN、IQ、IK 等分析
分布图	EQ、EN、IQ、IK 等分析

将取样得到的资料利用表 1-10 所示统计方法进行 EQ、EN、IQ、IK 等分析,并将所得出的分析数据图表化,即成为反映物流仓储中心特征的重要资料,且根据各图表的分析结果选择使用的设备。

在一般物流仓储中心的作业中,如果将订单或品项出货量经排序后绘图,如 EQ、IQ 分布图,并将其累计量以曲线表示出来,由此形成的图形即为柏拉图,此为数量分析时最基础的分析工具。也就是说,只要可以表示成项与量的关系的资料,均可以柏拉图方式表示。

某物流仓储中心流利式货架区某一天的订单发货品项数量资料统计如表 1-11 所示。

表 1-11 某物流仓储中心流利式货架区某一天的订单发货品项数量资料统计

发货订单	订单各品项的发货数量					
	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$I_5$	$I_6$
$E_1$	300	200	0	60	100	150
$E_2$	150	750	200	0	0	600
$E_3$	60	0	300	400	0	250
$E_4$	0	0	0	500	300	150
$E_5$	90	150	70	200	350	70



各订单发货数量如下：

$$Q_1=(300+200+0+60+100+150) \text{ 箱}=810 \text{ 箱}$$

$$Q_2=(150+750+200+0+0+600) \text{ 箱}=1\,700 \text{ 箱}$$

以此类推，还可以计算  $Q_3$ 、 $Q_4$ 、 $Q_5$ 。

各订单发货品项数  $N_1=5$ 、 $N_2=4$ 、 $N_3=4$ 、 $N_4=3$ 、 $N_5=6$ 。

各品项的发货数量如下：

$$Q_1=(300+150+60+0+90) \text{ 箱}=600 \text{ 箱}$$

$$Q_2=(200+750+0+0+150) \text{ 箱}=1\,100 \text{ 箱}$$

同理，可以计算出  $Q_3$ 、 $Q_4$ 、 $Q_5$ 、 $Q_6$ 。

各品项发货次数为  $K_1=4$ 、 $K_2=3$ 、 $K_3=3$ 、 $K_4=4$ 、 $K_5=3$ 、 $K_6=5$ 。

所有订单的总发货品项数  $N=6$ 。

所有品项的总发货次数  $K=4+3+3+4+3+5=22$ 。

### 3. 图表解读

要了解物流仓储中心实际运作的物流特性，只分析一天的资料是不够的。但若分析一年的资料，往往因资料数量庞大，分析过程费时、费力而难以做到。因此，可选取具有代表性的某月或某星期，以一天的发货量为单位进行分析，找出可能的作业周期和波动幅度，若各周期中出现大致相同的发货量，则可以缩小资料分析的范围，如一周内发货量集中在星期五，一个月内集中在月初或月末，一年内集中在某个季度发货量最大。这样，可以得出作业周期和峰值时间。总之，尽可能将分析资料压缩到某个月中最有代表性的时段。如此取样，既可以节省时间和人力，又具有足够的代表性。

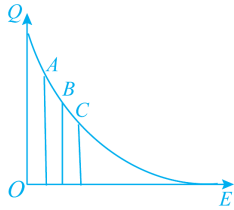
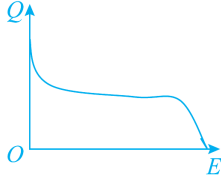
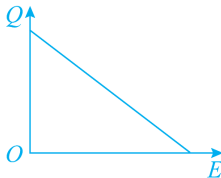
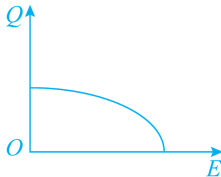
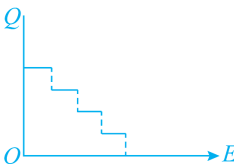
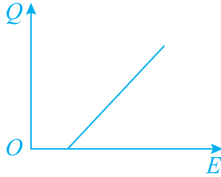
#### 1) EQ 分析

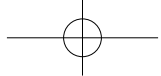
EQ 分析即单张订单出货数量的分析，可以明确客户的订货量及比例，进而掌握货品配送的需求及客户情况，以确定订单处理原则，提高拣货系统和配送系统的效率，并影响出货方式及出货区的规划。

订单量分布趋势越明显，分区规划越容易，否则应采用柔性较强的方案。EQ 量很小的订单数所占比例大于 50% 时，应把这些订单另外分类，以提高效率。

EQ 分布图及应用说明如表 1-12 所示。

表 1-12 EQ 分布图及应用说明

EQ 分布图类型	特征	拣货情形
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 每笔订单数量分布趋向两极化。</li> <li>2. 利用 ABC 分类法进一步分类。</li> <li>3. 对少数但量大的订单进行重点管理</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 规划时可以将订单分类, 对少样多量的订单进行重点管理。</li> <li>2. 对商品进行 ABC 分类, A 组商品为流动率较高的商品, 可放置于集中的区域, 做分区汇总拣取, 减少不必要的重复行走时间。在同一单品拣货区域, 依拣货方式的不同, 又可分成台车、拣货区及流利式货架/输送带拣货区等。</li> <li>3. A 组产品量大, 且进出物流中心的频率高, 周转快, 可利用托盘堆叠, 放置于靠近出口的地方或动管区, 并可放置在货架中较易拣取的位置, 减少拣货人员的行动路径。C 组产品的量并不是很大, 订单出现的概率较小, 表示流动率小, 可放置于离出口最远、不易拣取的位置</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 大部分订单的订货量相近。</li> <li>2. 少部分有特大量。</li> <li>3. 少部分有特小量</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 大部分订单的订货量相似, 可针对主要量分布范围进行存储规划, 但少数差异较大的品项, 可以进行特殊管理。</li> <li>2. 如果订单的品项只有一种, 可以将每天的订单进行汇总拣取, 将某地区的订单汇总成一张拣货单做一次拣取, 以提高输送和装载效率。</li> <li>3. 如果订单的品种为少数, 可以将这些订单进行批量拣取, 把多张订单集成一批次, 依商品品种将数量加总后再进行拣取, 之后根据客户订单分类处理, 以缩短拣取时行走搬运的距离, 增加单位时间拣取率, 但如果有紧急订单时, 则不适合采用此方法</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 由于订购的次数多, 而每笔订单所订的数量逐次减少, 因此订单量的分布呈递减的趋势。</li> <li>2. 未特别集中于某订单或某范围</li> </ol>	<p>此系统不易规划, 所以在拣取时, 可采用复合方式拣取, 视分析出的产品品种的相似程度, 选择不同的拣货模式</p>
	<p>订单订货量分布相近, 仅少数订单订货量较少</p>	<p>由于订单订货量分布相近, 可将拣货情形分成两种类型, 订货量较少的订单则可以批次处理或以零星的拣货方式加以规划</p>
	<p>订单订货量集中于特定数量而无连续性递减, 可整箱出货, 或为大型物件少量出货</p>	<p>若订单的订货数量极大, 可以考虑较大单元负载, 而不考虑以零星出货的方式拣货。反之, 可以采用零星出货的方式来拣货</p>
	<p>若订单的次数多而订单所订的数量也逐次增多, 则订单量的分布呈现递增趋势</p>	<p>此系统较易规划, 刚开始可以采用订单拣取的方式, 随着所订数量的增多, 可采用批次拣取的方式。可根据不同的状况, 选择不同的拣货模式</p>



## 2) EN 分析

EN 分析即订单发货品项数分析, 对各订单的发货品项  $N_i$ , 单一订单的最大品项数、最小品项数与平均品项数进行统计分析。

EN 分析可以通过单张订单品项数据资料了解客户订购品项的多寡, 判断适用的拣货方式及合适的出货区规划。通常需要配合总出货品项数、订单出货品项累计数及总品项数三项指标综合分析。

## 3) IQ 分析

IQ 分析主要分析各品项的发货数量  $Q_i$ , 单一品项的最大发货数量、最小发货数量与平均品项数, 针对众多商品进行分类并予以重点管理, 主要了解各类商品出货量的分布状况, 分析商品的重要程度与运量规模, 由此可以知道哪些品种为当期出货的主要商品。IQ 分析可用于分析每一品项出货总数量的情况, 也可结合 ABC 分类法进行仓储系统的规划选用、储位空间估算, 并将影响拣货方式和拣货区的规划。IQ 分布图所反映的趋势越明显, 品种分区存储、分拣分区拣选的策略越容易应用。同时, IQ 分布图也能用来选择设备。

IQ 分布图与 EQ 分布图类似, 现就几种常见的订货分布类型的 IQ 分布图介绍如下。

(1) 订货分布类型 I。订货分布类型 I 的 IQ 分布图如图 1-3 所示, 此为一般物流仓储中心的常见模式。

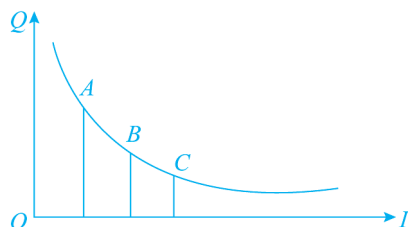


图 1-3 订货分布类型 I 的 IQ 分布图

由于物品的订货量处于两极化, 可利用 ABC 分类法做进一步分类。从 EQ 分析来看, 订单两级分化, 可利用 ABC 分类法进一步分类, 订单分级管理, 少数订货量大的订单重点管理。从 IQ 分析来看, 少数订货量大的物品可分类存储, 不同类型的物品可设不同水平的存储单位。

(2) 订货分布类型 II。订货分布类型 II 的 IQ 分布图如图 1-4 所示, 该类型物流仓储中心的特点是大部分订单的订货量 (或发货量) 相近, 仅少数有特大量及特小量。

从 EQ 分析来看, 应对主要订货量的分布范围进行规划, 少数差异较大者进行特殊处理。从 IQ 分析来看, 应主要对同一规格的仓储系统和固定储位进行规划, 少数差异较大者进行特殊处理。



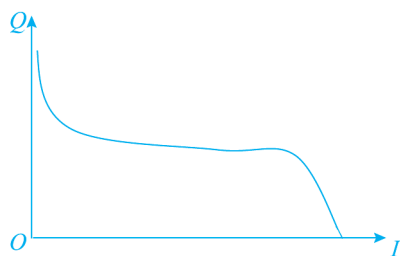


图 1-4 订货分布类型 II 的 IQ 分布图

(3) 订货分布类型 III。订货分布类型 III 的 IQ 分布图如图 1-5 所示, 该类型物流仓储中心的特点是订单订货量 (或发货量) 呈渐减趋势, 未特别集中于某些订单或某范围。

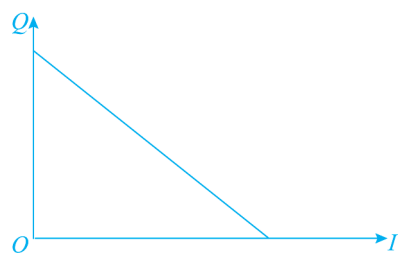


图 1-5 订货分布类型 III 的 IQ 分布图

无论是从 EQ 分析还是从 IQ 分析来看, 该类型的物流仓储中心较难规划, 应较多地选择通用物流设备, 以增加物流设备的柔性。

(4) 订货分布类型 IV。订货分布类型 IV 的 IQ 分布图如图 1-6 所示, 该类型物流仓储中心的特点是订单订货量 (或发货量) 分布相近, 仅少数订单的订货量 (或发货量) 较少。

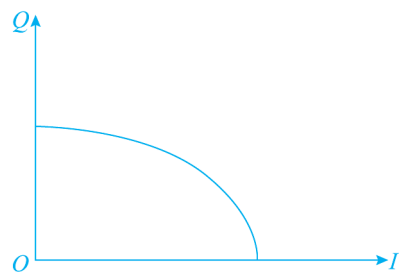
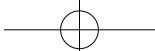


图 1-6 订货分布类型 IV 的 IQ 分布图

从 EQ 分析来看, 可分为两种类型, 部分订货量较少的订单可以批次处理或以零星拣货方式规划。从 IQ 分析来看, 可分为两种类型, 部分订货量较少的物品可用轻型存储设备存放。

(5) 订货分布类型 V。订货分布类型 V 的 IQ 分布图如图 1-7 所示, 该类型物流仓储中心的特点是订单订货量 (或发货量) 集中于特定数量且为无连续性递减, 可能为整数发货, 或为大型物品的少量发货。





从EQ分析来看,可进行较大单元负载单位规划,而不考虑零星发货。从IQ分析来看,可进行较大单元负载单位或重量型存储设备规划,但仍需要考虑物品特性。

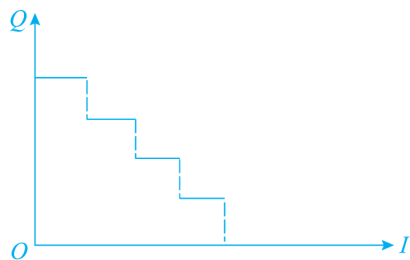


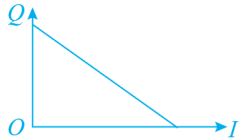
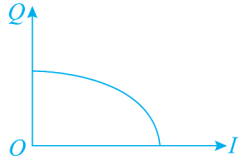
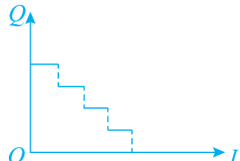
图 1-7 订货分布类型V的IQ分布图

一般来说,储区规划时应以一个时间周期的IQ分析为主(通常为一年),若配合进行拣货区的规划时,则需要参考单日的IQ分析。另外,单日IQ量与全年IQ量是否对称也是分析的重点,因为结合出货量与出货频率进行关联性分析时,整个仓储拣货系统的规划更趋于实际,因此可进行单日IQ量与全年IQ量的综合分析。

IQ分布图及相关说明如表1-13所示。

表 1-13 IQ分布图及相关说明

序号	IQ分布图类型	特征	产品特性		储位规划	建议使用设备
1		产品数量分布情况比较极端,可进行ABC分类	体积	大	分类后,若为A类则可置于储区靠下的位置;若为C类就置于储区靠上的位置	1.地板堆垛存储;适合较重、较大的物品。 2.驶出式货架,可以应用于A类商品,因为A类商品通常是少样多量的品项。 3.重力式托盘货架:A类通常为大量且短时间出货的商品。 4.后推式货架:可在同一储区储放较多的A类商品
				小	分类后,若为A类则可置于人工易于拣取的位置	
			重量	重	分类后,若为A类,则可置于储区靠下的位置;若为C类,则置于储区靠上的位置	
				轻	分类后,若为A类,则可置于储区靠中间的地方;若为C类,则可置于储区靠上的地方	
2		大部分商品数量分布平均,少部分商品的数量分布有极大、极小的情形	体积	大	可置于储区上方	托盘货架:各品种平均,没有集中的趋势,位置可任意组合
				小	可置于人工易拣取的储区	
			重量	重	可置于储区下方	
				轻	可置于储区上方	

序号	IQ分布图类型	特征	产品特性		储位规划	建议使用设备
3		商品数量分布依次递减,无法进行ABC分类	体积	大	若数量较多可置于储区下方;若数量较少可置于储区上方	1.移动式货架:能使地板面积最大化,对一般物料的规划有帮助。 2.重力式货架:能增加储位的弹性,使架位易于调整
				小	若数量较多可置于储区中间;若数量较少可置于储区上方	
			重量	重	若数量较多可置于储区下方;若数量较少可置于储区上方	
				轻	若数量较多可置于储区中间;若数量较少可置于储区上方	
4		1.大部分的商品数量分布相近。 2.少部分商品出货量较少	体积	大	大部分数量分布相近的商品放于储区下方。少部分出货量较少的商品放于储区上方	1.后推式货架:大量订单的订货款较大,只有少数订单的订货款较小,可在同一储区存放较多相同品种。 2.托盘货架:各品项商品平均,没有集中趋势,位置可任意组合
				小	大部分数量分布相近的商品可放置于中间的储区位置。少数数量较少的商品可置于适当储区位置	
			重量	重	置于储区下方	
				轻	大部分数量分布相近的商品可放置于储区中间的位置,少数数量较少的商品可置于储区上方	
5		商品出货量集中于特定数量而无连续递减,可为整数(箱)出货,大型物件出货量较小	体积	大	置于储区上方	1.驶出式货架:商品多为整托盘出货时使用。 2.重力式箱货架:多为整箱出货时使用

#### 4) IK 分析

IK 分析主要对单一品项订购或出货次数进行统计分析,统计各品项被不同客户重复订购的次数,有助于了解产品的出货频率。出货次数的重要性不亚于出货量,也是确定是否是常用商品或爆品,即判定是否是 A 类商品的重要依据,这也关系到存储方式。由分析得知产品出货次数,若能配合 IQ 分析,两者将帮助规划人员确定仓储及拣货系统的设计方案,并可进一步划分储区及储位。



### 5) TiQ 分析

TiQ 分析即一定时间内出货总量的分析,如每日、每月、高峰日、高峰月等,不管是手工分拣线、半自动分拣线,还是全自动分拣线,均由分拣货格数量确定。

## 四、任务实施

医药行业是物流仓储中心规划项目中的典型行业,药品品类繁多,批量不一。京东物流面向外部企业提供全方位的仓储规划服务,本任务实施环节以京东物流所服务的医药行业仓储规划为案例,进行仓储订单 EIQ 分析。由于教材篇幅有限,此部分内容省略了从仓库管理系统中导出的原始数据。

### ●任务背景

本任务所要进行订单 EIQ 分析的对象是一家医药企业的物流仓储中心,药品品类繁多,作为仓储中心规划人员,需要对其医药存储数据进行分析。EIQ 分析是常用的分析方法,因此,需要应用 EIQ 分析法完成以下工作:

- (1) 一定时期的出入库量分析;
- (2) 现有订单的 EQ、IQ、EK、IK 各维度的分析;
- (3) 各维度的分析结论和建议。

### ●规划过程

#### 1. EIQ 分析资料收集

此项目中,需要对某医药企业仓储中心的数据进行分析。此处以医药企业仓储中心一个季度的库存数据作为分析基础,首先进行基础数据资料的收集并按照 EIQ 分析维度进行整理。

##### 1) 入库量变动趋势分析

根据原始数据(原始数据略),对此仓储中心 2019 年 6—8 月各月入库数量、入库品项数、订单数及订单行数进行分析,得到 2019 年 6—8 月入库数据,如表 1-14 所示。

表 1-14 2019 年 6—8 月入库数据

时间	入库数量	入库品项数	订单数	订单行数
2019 年 6 月	3 485 899 件	1 346	786	2 200
2019 年 7 月	3 693 991 件	1 473	883	2 508

时间	入库数量	入库品项数	订单数	订单行数
2019年8月	3 761 238 件	1 374	830	2 296
最大值	3 761 238 件	1 473	883	2 508
最小值	3 485 899 件	1 346	786	2 200
平均值	3 647 043 件	1 398	833	2 335
波动系数	0.03	0.05	0.06	0.07

2019 年 6—8 月入库变动趋势如图 1-8 所示。

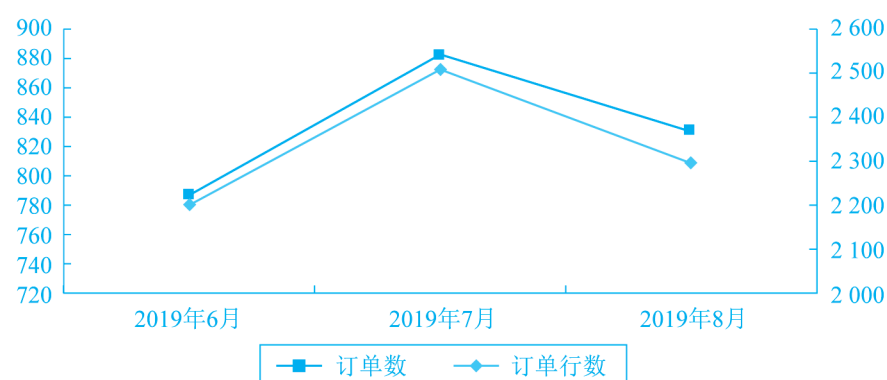


图 1-8 2019 年 6—8 月入库变动趋势

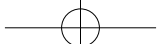
从入库趋势来看, 2019 年 7 月入库订单数量达到峰值, 随后在 8 月逐渐下降。

## 2) 出库量变动趋势分析

将 2018 年 7 月—2019 年 6 月各月出库数量、出库品项数、出库单行数及出库单数进行分析, 得到以上各月出库数据, 如表 1-15 所示。

表 1-15 2018 年 7 月—2019 年 6 月出库数据

出库时间	出库数量	出库品项数	出库单行数	出库单数
2018年7月	2 635 871 件	1 091	10 465	2 373
2018年8月	2 065 561 件	1 008	8 651	1 922
2018年9月	3 287 921 件	1 113	12 165	2 405
2018年10月	2 033 861 件	1 052	9 867	2 115
2018年11月	2 463 776 件	1 044	9 539	2 075
2018年12月	2 735 672 件	1 154	11 507	2 098
2019年1月	2 632 625 件	1 104	10 007	1 307
2019年2月	2 303 764 件	1 079	8 202	1 792



续表

出库时间	出库数量	出库品项数	出库单行数	出库单数
2019年3月	3 314 639件	1 508	13 824	1 554
2019年4月	3 054 590件	1 563	13 483	1 143
2019年5月	3 929 061件	1 811	16 212	1 412
2019年6月	3 648 707件	1 705	14 668	977
总计	34 106 048件	15 232	138 590	21 173
平均值	2 842 170.69件	1 269.33	11 549.17	1 764.42
最大值	3 929 061件	1 811	16 212	2 405
最小值	2 033 861件	1 008	8 202	977
波动系数	0.38	0.43	0.40	0.36

2018年7月—2019年6月出库数量和出库品项数变动趋势如图1-9所示。2018年7月—2019年6月出库单行数和出库单数变动趋势如图1-10所示。

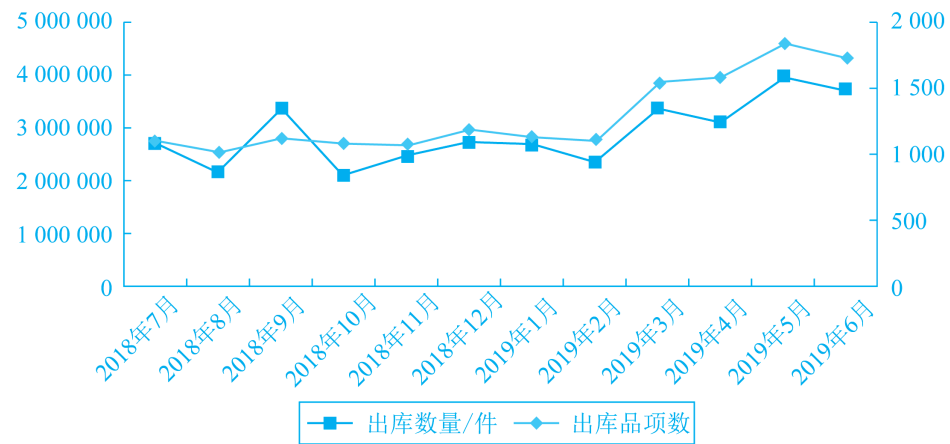


图 1-9 2018 年 7 月—2019 年 6 月出库数量和出库品项数变动趋势

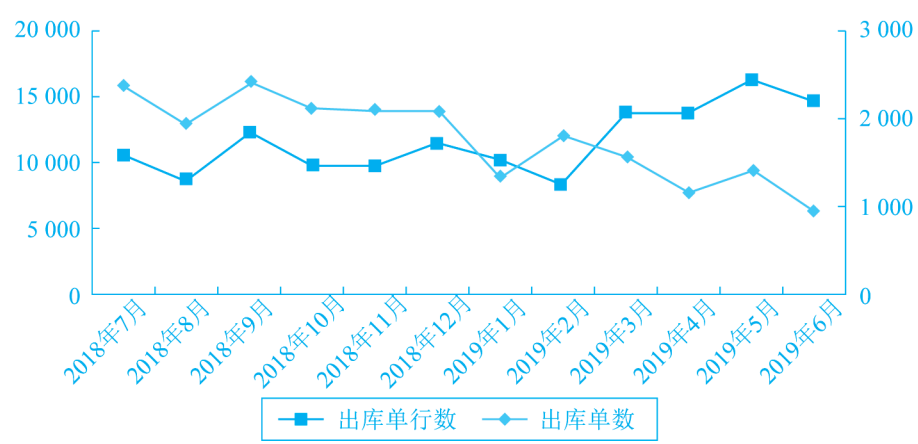


图 1-10 2018 年 7 月—2019 年 6 月出库单行数和出库单数变动趋势

分析结论：从出库变动趋势来看，出库数量和出库品项数趋势一致且数量差异不大，说明此仓储中心主要面向企业客户；品项出库量和订单出库量差异不大且比较稳定，可以基本判定按照整托作为基本的存储单位进行存储。

### 2. 现有订单 EIQ 分析

下面以 2019 年 3 月出库单为依据进行 EIQ 分析。对 EQ 订单总量、EN 订单出库品项数、IQ 每一品项的出货总量、IK 单一品项出货次数的分析，如表 1-16 所示。

表 1-16 2019 年 3 月出库单总量分析

EQ 总量	出库单数	总订购量	平均值	最大值	最小值	全距
EQ	1 554	3 314 639	2 132.97	99 565	1	99 564
EN 总量	出库单数	出库单行数	平均值	最大值	最小值	全距
EN	1 554	13 824	8.90	300	1	299
IQ 总量	品项数	出库数量	平均值	最大值	最小值	全距
IQ	1 508	3 314 639	2 198.04	219 073	1	219 072
IK 总量	品项数	订购次数	平均值	最大值	最小值	全距
IK	1 508	13 824	9.17	162	1	161

2019 年 3 月出库单特征值分析如表 1-17 所示。

表 1-17 2019 年 3 月出库单特征值分析

分类	EQ	EN	IQ	IK	EIQ
单位	出货件数/单	品项数/单	出货件数/品项·月	受订次数/品项·月	件/单·品项
平均值	2 132.97	8.90	2 198.04	9.17	239.77

分析结论：通过对 2019 年 3 月数据的整理及 IQ 分析得出品项出货量的分布，如图 1-11 所示。药品品项订单订货量属于两级分化分布，少数品项订单订货量非常高，针对这部分订单可以重点管理。在储区规划方面，可将此类品项集中放置且放置在易于拣选的储位，可选择高密度立体仓库用于品项少、出货量大的物品。

### 3. 未来订单 EIQ 分析

在实际的仓储项目规划中，一般来说，对于当前现有订单数据的分析，往往是为了规划未来的仓储规划建设，因此，完成当前订单的数据分析后，一般都要对未来 3 ~ 5 年的订单进行 EIQ 分析。整个物流仓储中心的规划不仅要满足企业当前的需求，也要满足企业业务未来几年的增长需求。在未来订单的 EIQ 分析中，要根据与企业客户的沟通和企业的业务增长预测进行未来仓储需求相关数据的预测分析，具体分析方法同上，此处不再赘述。

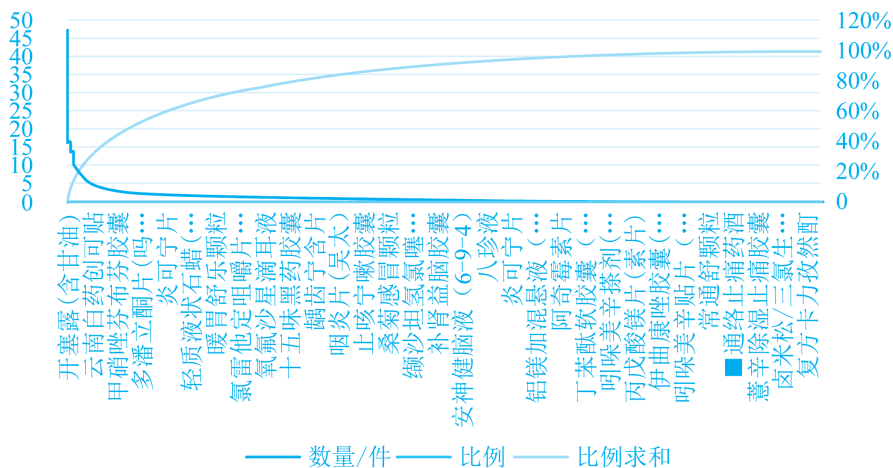
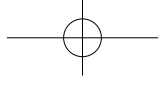


图 1-11 IQ 分布图

## 五、任务总结

本任务重点讲解了 EIQ 分析法在实际仓储规划案例中的应用，EIQ 分析法是仓储需求分析的典型方法，在实际规划项目中，都是联合 ABC 分类法、PCB 分析法进行综合评估，这样能够确定物流仓储中心的大致规划原则及框架结构。本任务依托医药行业的案例采用 EIQ 分析法进行了规划过程再现，是 EIQ 分析法在实际案例中的应用，有助于学习者掌握 EIQ 分析法。

在项目规划实践中，应结合实际企业或客户的业务需求，进一步进行精细化规划与建设。

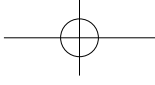
## 任务三 仓储能力分析

### ● 知识目标

1. 仓储吞吐量的概念。
2. 库容量的概念。
3. 库存周转的概念。

### ● 技能目标

1. 掌握库容量的计算方法。
2. 掌握库存周转相关指标的计算方法。



## 一、任务描述

从仓储基础数据的分析中可以发现目前仓储作业过程中存在的问题，同时还可以发现提高仓储效率的各种可能的途径。所要达到的绩效水平不同，具体的仓储规划设计也会不同。因此，规划人员进行物流仓储中心规划的过程中，尤其是在项目的改造过程中，有必要对现有物流仓储中心的作业效率进行分析，且与市场平均水平进行比较，以便在项目改造过程中结合业务需求进行有针对性的规划设计。

在智能化物流仓储中心的规划项目中，一般会根据仓储中心现有绩效水平做整体的绩效和效率的分析，根据业务需求进行规划后，也会进行规划后的绩效产能的评估。自动化设备仓库规划方案成型后，仓储中心的绩效产能评估更是必不可少。

不同的企业和行业，对仓储效率的评价指标略有不同，分类依据也不尽相同。一般来说，以仓储为主要功能的仓储中心和集仓储、分拣、配送为一体的物流中心，仓储效率的评价指标是不同的。以仓储为主要功能的仓储中心更注重仓储数量、仓储质量、仓库的利用率等指标，而集仓储、分拣、配送为一体的物流中心，因为流转率会更高、仓储活力更大，因此除了仓储相关指标外，还会对流转效率、进出货效率、自动化设备分拣效率等指标进行分析和评价。

本任务将从仓储功能的角度介绍仓储中心效率评价的几个常见指标，在京东物流仓储体系中，由于订单流量巨大，且京东商城作为电商零售头部企业，有巨大的C端客户体量，因此，京东的仓储体系都有专门的大型分拣中心。而分拣中心的规划方案与仓储中心是完全不同的，本任务及本课程后续内容都将以仓储中心为规划的主体来进行内容的讲解，部分内容会涉及分拣作业等相关内容。

在本任务中，仍然依托前述任务中某医药企业仓储中心的数据信息，完成以下工作：

- (1) 根据半年的仓库存储数据分析仓库吞吐量；
- (2) 分析出入库量、出入库量变动趋势；
- (3) 分析周转天数指标并进行分析。

## 二、必备知识

仓储服务水平及作业效率的评价指标有多种，每个企业的评价指标略有不同，分类维度也有所不同。常用的仓储服务水平的评价指标包括仓储吞吐量、库容量及库存周转能力。

吞吐能力体现了一个向内聚合和向外发散的能力，吞吐量是衡量仓储中心吞吐规模的量化指标，是指一段时间内进出仓储中心的货物总量，以实物件数为计量单位。下面介绍几个主要的仓储指标：吞吐量、库容量、库存周转能力。





## 1. 吞吐量

吞吐量是指一段时间内进出仓储中心的货物总量，是仓库在一段时期内（一般为一个计划年度）收进和发出商品的数量之和，一般用重量表示。它反映仓库作业量的大小，是进行仓库规划的主要依据。

采集吞吐量需要规划人员采集一段时间内入库与出库的数据，每一次入库卸下的货物记为一次入库吞吐量，简称入库量；每一次出库配送的货物记为一次出库吞吐量，简称出库量。需要说明的是，吞吐量描述了实体货物流动的情况，是实物运动数量的体现，而不是信息或其他无形的流量。

与吞吐量相关的统计数据主要有一段时期内的入库总量与入库日平均量、出库总量与出库日平均量，以及这段时间的入库量、出库量的峰值与极大值。

## 2. 库容量

仓储中心的库容量是指除去必要的通道和间隙后所能容纳货物的最大数量，以实物件数为主要计量单位。库容量主要衡量库存规模，反映仓库规模和运营能力的大小，主要的指标是平均库存量。

用平均库存量来反映库容量的原因在于，在物流仓储规划中，库存量大部分情况下是用货物件数进行计量，库容量是静态的，但是库存量是动态的。分析某一个时点的库存量意义不大，因为该时点可能属于特殊时点，不能代表大部分正常状态下的仓储容量水平，因此取一段时间的平均值来进行衡量分析。计算公式如下：

$$\text{月平均库存量} = (\text{报告期内仓库某月的月初库存量} + \text{月末库存量}) / 2$$

$$\text{年平均库存量} = \text{年度内各月平均库存量之和} / 12$$

在实际的物流仓储中心规划项目分析中，还要统计不同货品的库存，因为针对全部货品的平均库存量分析只能让规划者有大概的认识，如仓储配送中心的存储利用率、存储余量等，缺乏针对每一类货品历史平均数据的分析，缺乏针对性和归纳性，无助于解决物流仓储规划的实际问题。理想的历史平均数据应当是经过合理分类与聚集的数据，从物流仓储规划与设计角度出发，规划者需要对货品进行分类，并对分类后货品的库存进行分析，比如对品类的分析、货品 ABC 分类、拣选方式分类等。其中对品种分类、品类的分析、ABC 分类主要是为了对不同品类货品的不同库存特性进行横向比较，相关内容已在前面的课程中介绍过，此处不再赘述，规划人员需要在实际项目中进行综合分析及应用。

## 3. 库存周转能力

库存周转是指货品从进入仓储中心到离开仓储中心。货品周转情况主要通过库存周



转次数和库存周转天数两个指标来体现。库存周转指标主要反映存货的占用水平和流动性，进而反映企业的变现能力和经营能力。

### 1) 库存周转次数

库存周转次数即库存周转率，是指某一段时间内货品的库存能够周转几次，计算公式一般为

$$\text{库存周转次数} = \frac{\text{年销售额}}{\text{平均库存额}}$$

对于物流仓储规划而言，分析库存周转次数的目的在于分析实物的周转情况，因此利用周期内出库总量与平均库存量来计算周转次数更有意义，使用的计算公式应当变更为

$$\text{库存周转次数} = \frac{\text{周期内出库总量}}{\text{平均库存量}}$$

### 2) 库存周转天数

库存周转天数表示库存周转 1 次需要的天数，平均库存周转天数表示货品的平均在库天数，天数越长则表示货品平均在库天数越多。因此，在物流仓储规划的实践中，周转天数比周转次数更易理解和描述，也更为常用。计算公式如下：

$$\text{库存周转天数} = 365 / \text{库存商品年内平均周转次数}$$

除了以上几个关键的仓储分析指标之外，还有一些指标，如商品保管损耗、平均收发货时间、收发货差错率、仓库劳动生产率、设备利用率等，这些指标也会被不同类型的仓储中心根据实际的评价需求进行综合使用。

整体来说，较高的仓储作业效率都是通过科学的仓储流程设计与先进的管理体系体现出来的。先进的仓储分拣一体化高效作业水平体现在仓储的入库、存储、拣选、定位、补货、装运出库的各流程中。在后续内容中，本书将从仓内流程规划、功能布局规划，以及自动化、智能化水平设计等方面进行全面、系统的讲解。

## 三、实施方法

先进的仓储作业水平体现为较高的仓储作业效率及各流程高效、顺畅的运转，而较强的仓储各流程运转能力体现为各流程的顺畅衔接，包括收货、入库、存储、补货、订单拣选、装运出库等各流程的衔接。在传统人工仓库中，往往作业效率不高，并且没有很好地进行作业流程优化。在进行物流仓储中心规划时，需要通过分析仓储需求以及现有的仓储数据，计算仓储绩效指标现状，并根据未来业务发展需求进行仓储能力预测。



## 1. 数据的收集、整理

根据物流仓储中心现有的库存量、出库量、入库量这几个关键指标进行数据收集，一般来说，应收集一段时间内的数据，比如以一年总波动较为明显的一个季度为数据收集蓝本。出库量、入库量就能够反映这个物流仓储中心现有的吞吐能力。

## 2. 仓储能力主要指标的计算

通过计算库容量、库存周转率可以判断当前物流仓储中心的活力，最重要的是通过现有的周转效率来分析是否与仓储企业业务需求相匹配，仓储能力是否能满足业务发展的需要。一般企业改建已有物流仓储中心的原因都是现有仓储及周转能力不能满足企业发展的需求，需要优化仓储流程、优化自动化设备、优化库区等，进行仓储的相关升级工作，以匹配业务需求。

## 四、任务实施

### ●项目背景

进行单纯的仓储作业整体能力分析时，主要目的是通过分析进行预测，满足医药企业仓储中心未来的仓储需求。

本任务基于前述任务，根据医药企业仓储中心的已有数据计算相关的仓储能力指标。

结合本项目中医药企业仓储中心的特点，以半年为周期，列出半年内的相关数据。在本任务中，需要完成以下工作：

- (1) 通过半年时间内的仓库存储数据分析仓库吞吐量；
- (2) 分析入库量、出库量变动趋势；
- (3) 计算周转天数指标并进行分析。

### ●规划过程

## 1. 吞吐量分析与预测

吞吐量主要根据库存量变动趋势以及出、入库量变动趋势来分析。下面仍以任务二所选取的医药企业仓储中心来进行说明。

### 1) 月末库存量变动趋势分析

此仓储中心是一个面向 B 端客户的医药企业仓储中心。首先，选定一个时间段的数



据作为数据分析的基础资料。该医药企业仓储中心 2018 年 7 月—2019 年 6 月各月月末库存变动数据如表 1-18 所示, 库存变动趋势如图 1-12 所示。

表 1-18 医药企业仓储中心 2018 年 7 月—2019 年 6 月各月月末库存变动数据

时间	库存数量	库存品项数
2018 年 7 月	1 541 230 件	1 051
2018 年 8 月	1 269 083 件	1 051
2018 年 9 月	1 533 316 件	1 047
2018 年 10 月	1 519 198 件	1 067
2018 年 11 月	1 829 384 件	1 027
2018 年 12 月	1 401 381 件	959
2019 年 1 月	1 714 517 件	1 002
2019 年 2 月	1 509 253 件	1 020
2019 年 3 月	1 613 192 件	1 158
2019 年 4 月	1 955 831 件	1 324
2019 年 5 月	2 139 709 件	1 474
2019 年 6 月	1 846 399 件	1 510
最大值	2 139 709 件	1 510
最小值	1 269 083 件	959
平均值	1 656 041 件	1 141
波动系数	0.29	0.32

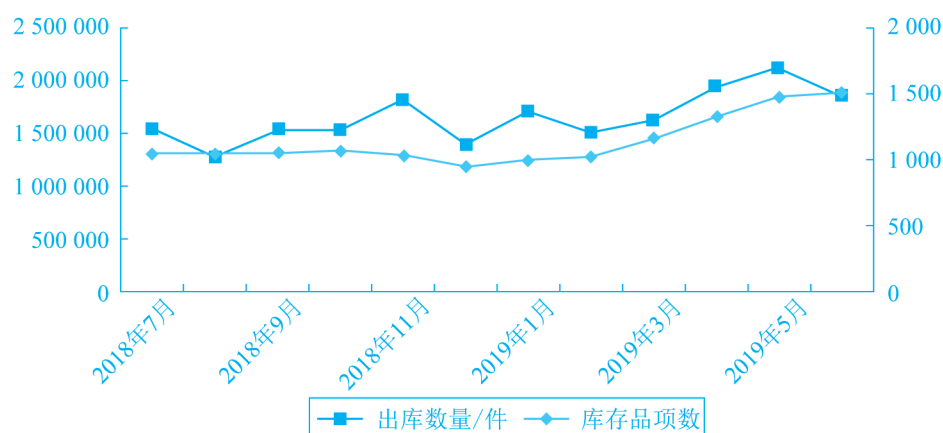
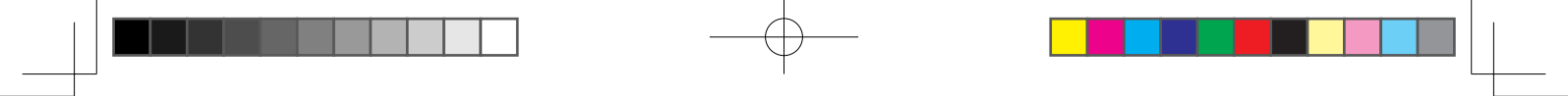


图 1-12 2018 年 7 月—2019 年 6 月各月月末库存变动趋势

## 2) 出、入库量变动趋势分析

2019 年 6—8 月各月入库变动数据如表 1-19 所示, 对 2019 年 6—8 月各月入库数量、入库品项数、订单数及订单行数等数据进行分析, 得到 2019 年 6—8 月入库变动趋



势，如图 1-13 和图 1-14 所示。

表 1-19 2019 年 6—8 月各月入库变动数据

入库时间	入库数量	入库品项数	订单数	订单行数
2019 年 6 月	3 485 899 件	1 346	786	2 200
2019 年 7 月	3 693 991 件	1 473	883	2 508
2019 年 8 月	3 761 238 件	1 374	830	2 296
最大值	3 761 238 件	1 473	883	2 508
最小值	3 485 899 件	1 346	786	2 200
平均值	3 647 043 件	1 398	833	2 335
波动系数	0.03	0.05	0.06	0.07

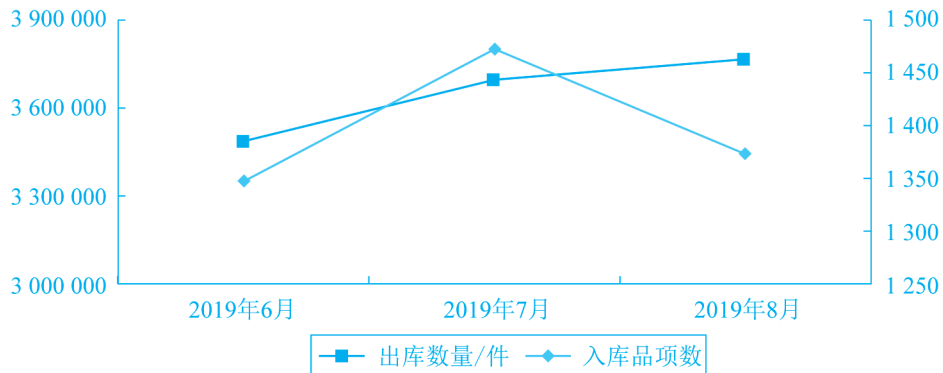


图 1-13 入库变动趋势 (一)

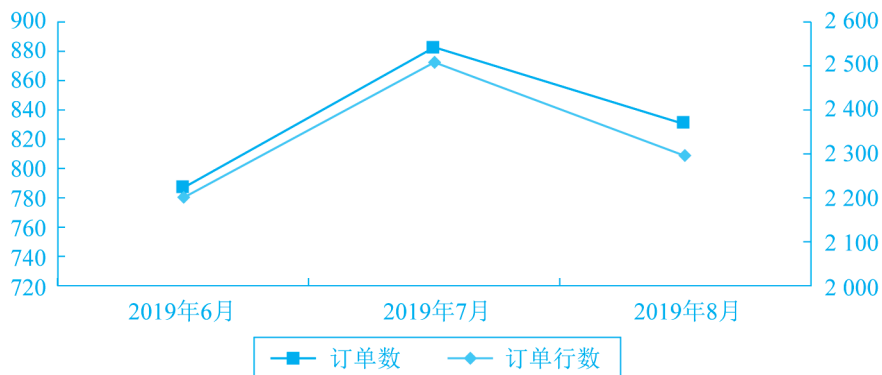


图 1-14 入库变动趋势 (二)

2018 年 7 月—2019 年 6 月各月出库变动数据如表 1-20 所示，对 2018 年 7 月—2019 年 6 月各月出库数量、出库品项数、出库单行数及出库单数进行分析，得到以上各月出库变动趋势，各月出库变动趋势图如图 1-15 所示。

表 1-20 2018 年 7 月—2019 年 6 月各月出库变动数据

出库时间	出库数量	出库品项数	出库单行数	出库单数
2018 年 7 月	2 635 871 件	1 091	10 465	2 373
2018 年 8 月	2 065 561 件	1 008	8 651	1 922
2018 年 9 月	3 287 921 件	1 113	12 165	2 405
2018 年 10 月	2 033 861 件	1 052	9 867	2 115
2018 年 11 月	2 463 776 件	1 044	9 539	2 075
2018 年 12 月	2 735 672 件	1 154	11 507	2 098
2019 年 1 月	2 632 625 件	1 104	10 007	1 307
2019 年 2 月	2 303 764 件	1 079	8 202	1 792
2019 年 3 月	3 314 639 件	1 508	13 824	1 554
2019 年 4 月	3 054 590 件	1 563	13 483	1 143
2019 年 5 月	3 929 061 件	1 811	16 212	1 412
2019 年 6 月	3 648 707 件	1 705	14 668	977
总计	34 106 048 件	15 232	138 590	21 173
平均值	2 842 170.69 件	1 269.33	11 549.17	1 764.42
最大值	3 929 061 件	1 811	16 212	2 405
最小值	2 033 861 件	1 008	8 202	977
波动系数	0.38	0.43	0.40	0.36

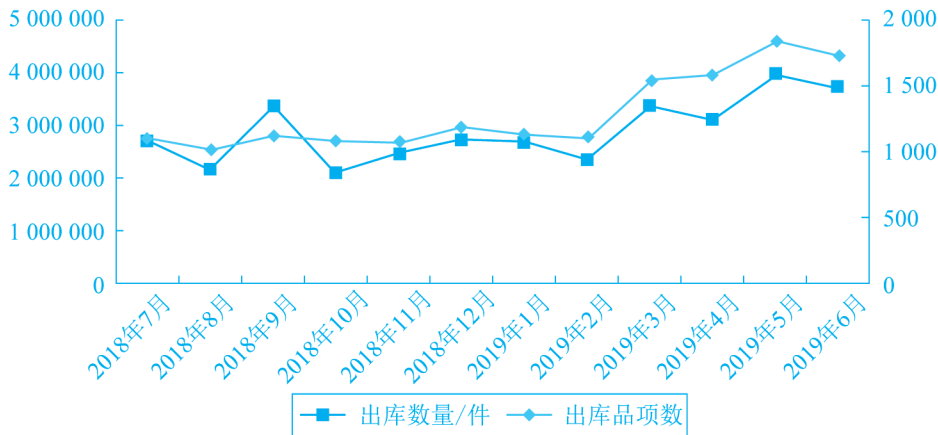
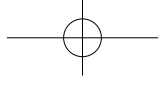


图 1-15 出库变动趋势

由出库数据可以看出，出库量在 2019 年 5 月和 6 月有一个小的高峰，其他月份出库量较为平稳。



## 2. 库存周期测算

基于2018年7月—2019年6月的库存数据与出库数据对库存周期进行测算。2018年7月—2019年6月,此医药企业仓储中心的出库总量为34 106 048件,平均库存量为1 656 041件,由以上两项数据计算得出全年库存周转20.59次,库存周期约为18天。

$$\text{周转次数} = \frac{\text{周期内出库总量}}{\text{平均库存量}} = \frac{34\,106\,048}{1\,656\,041} \approx 20.59(\text{次})$$

$$\text{周转天数} = 365 / \text{库存商品年内平均周转次数} = 365 / 20.59 = 17.7 \approx 18(\text{天})$$

周转效率一般与同行业仓储中心平均周转效率做同类对比,如果低于同行业平均水平,则意味着要提升周转效率。这里,我们不对此周转次数与周转天数结果做评价,主要是通过此案例介绍分析方法。

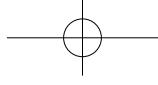
通过以上数据和趋势图可以看出,各维度曲线走势较为一致。从月末库存变动趋势来看,库存数量与库存品项数趋势基本一致;从入库变动趋势来看,入库数量、入库品项数、订单数、订单行数波动系数较小,随着订单量的增加,入库品项数有所增加或者持平。从出库变动趋势来看,出库数量与出库品项数也基本保持一致。从以上数据及整体趋势分析来看,此医药企业仓储中心以面向B端客户为主,整体出、入库数量及品项数量趋势基本保持一致,说明此医药企业采购人员基本能够按照出库需求量进行定期采购并入库,品项数的入库量也能够满足客户所需的出库量。对于暂时能够满足当前业务需求的仓储中心规划项目来说,一方面,要在现有基础上提高效率,比如通过人力成本分析、人员作业效率分析,如果涉及自动化仓库,还要分析自动化设备的利用率、仓库容积率来提升当前仓库的运转效率,进一步节约成本;另一方面,要通过客户未来的业务发展预测、销售预测进行未来数据的预测分析,对现有仓储中心的布局、功能、作业流程、设备等进行升级改造,满足未来业务发展的需求。

1

## 五、任务总结

本任务主要介绍了仓储吞吐量、库容量、库存周转能力三个基本的仓储指标,通过库容量相关指标的计算,可以大致判断仓储物理空间的有效利用程度,进而判断整个仓储中心的布局规划的有效性。通过库存周转相关指标的计算,可以了解整个仓储货品的出、入库体量,以及仓储管理流程是否顺畅等,而仓储规划的目的就在于优化仓储物理空间和仓储流程,提高设备的利用率和仓储管理效率。

整个仓储规划的需求分析过程是多维度考量、综合判定的过程,最终还要根据企业最重视的需求来进行综合判断,确定规划的方向。到本任务为止,本书已经介绍了ABC分类法、PCB分析法、EIQ分析法三个基本仓储数据分析方法,并通过任务实施中的案例进行了实施过程讲解。在后续的课程中,将在此基础上介绍仓储流程规划、仓内布局规划、仓储设备规划等方面的内容。



## 读书笔记

Handwriting practice lines for the reading notes section.

