

学校代码：10255
学 号：8170113
中图法分类号：C93

東華大學

P 公司服装产品需求预测与库存管理研究
Research on demand forecast and inventory
management of garment products of P company

学科专业： 工程管理

姓 名： 徐真

指导教师： 徐琪

答辩日期： 2020 年 6 月 3 日

东华大学
工程管理
学位论文答辩委员会成员名单

姓名	职称	职务	工作单位	备注
段永瑞	教授	答辩委员会主席	同济大学	
陈邦伟	高级工程师	答辩委员会委员	上海纺织集团	
范宏	教授	答辩委员会委员	东华大学	
郝莉莉	讲师	答辩委员会秘书	东华大学	

东华大学学位论文原创性声明

本人郑重声明：我恪守学术道德，崇尚严谨学风。所呈交的学位论文，是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已明确注明和引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品及成果的内容。论文为本人亲自撰写，我对所写的内容负责，并完全意识到本声明的法律结果由本人承担。

学位论文作者签名： 徐真

日期： 2020 年 6 月 10 日

东华大学学位论文版权使用授权书

学位论文作者完全了解学校有关保留、使用学位论文的规定，同意学校保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅或借阅。本人授权东华大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。

保密 ☐，在 ____ 年解密后适用本版权书。

本学位论文属于

不保密 ☒。

学位论文作者签名： 徐真

指导教师签名： 徐瑞

日期： 2020 年 6 月 10 日

日期： 2020 年 6 月 10 日

摘要

当今,消费者对服装的需求出现井喷式的增长,运动服装增长首当其中,与此同时,需求的上下波动幅度较大,服装行业内的诸多企业,他们的安全库存量在应对市场需求波动时,由于需求预测的不准确而造成的服装企业库存量的持续增加等问题也愈发严重。P 公司作为一家大型的世界知名运动品牌的跨国企业,其运动服装产品滞销率过高以及库存量久久居高不下,所造成的库存管理方面等问题愈来愈严重,积压的库存不单限制了企业的现金流,更导致了额外的库存成本的增加,每年这方面的损失不计其数。因此,P 公司在产品需求预测和库存管理这两方面的问题急需解决。本文通过对 P 公司新老产品的需求预测的分析,根据老款运动服装的销售数据,并通过相似关系找出新款产品的需求预测方法,进而做出更加准确的需求分析和预测。此外,本文从库存成本角度出发,研究了产品的采购及订购方式,为 P 公司采取更加经济合理的订货决策,改善库存管理问题提供了依据。

本文首先介绍了 P 公司及其组织架构,分析了 P 公司采购、生产、销售与仓储等环节的现状,剖析了 P 公司在供应链库存管理方面存在的诸多问题并且挖掘其背后的引发这些问题的根源,发现了导致供应链库存管理效果不佳的根本原因有两点:第一,对产品需求预测时预测估值不可靠;第二,整个供应链中库存管理亟待优化。因此,应对需求预测不准的问题,本文将 P 公司的运动服装产品分为相似的新老两类产品,重点研究和分析在需求预测中比较困难的新款产品,利用相似性原理、模糊聚类原理、相似性度量等方法确定相似权重,并结合市场评价调研及问卷调研的方法确定流行敏感因子,再利用专家调查法和模糊综合评价法,量化了流行敏感因子;综合流行敏感因子和季节因子对 Bass 预测经典模型进行了改进,巧妙地将老款产品的特征点通过相似性原理转移到新款产品,最后得以准确地预测出新款产品的需求数量,从而优化了 P 公司新款产品需求预测的方法。其次,针对 P 公司的库存管理方面的不足,本文从库存成本管理的角度,将需求稳定这类产品作为研究对象,利用经济订购批量模型允许缺货的改进型 EOQ 模型、允许价格折扣的改进型 EOQ 模型以及综合改进的 EOQ 模型等,对 P 公司库存管理进行了优化,给出了优化结果,为库存成本的节省提供了有力的依据,实现了 P 公司供应链库存管理的优化。本文研究结果对 P 公司供应链库

存优化管理具有一定参考价值。

本文第一章为绪论；第二章为相关理论及文献综述；第三章分析了 P 公司运动品牌产品在供应链管理及库存管理的现状；第四章构建了 P 公司运动服产品的 Bass 模型优化需求预测；第五章构建了经济订购批量模型优化库存；第六章为总结与展望。

关键词：需求预测；相似原理；库存优化；经济订购批量；

ABSTRACT

Nowadays, consumer demand for clothing has spurted up, and sportswear has grown first. At the same time, there has been a large fluctuation in demand. At the same time, many companies in the clothing industry are responding to market demand for safety stock. Dominated by fluctuations, problems such as the continuous increase in inventory of apparel companies caused by inaccurate demand forecasts have also become more serious. Company P, as a large-scale multinational company with a world-renowned sports brand, has a high rate of slow-moving sportswear products and a long-standing inventory, which has caused more serious problems in inventory management. The backlog of inventory has not only restricted the company. The cash flow has led to an increase in the cost of additional inventory, and the annual loss in this area is countless. Therefore, company P's problems in product demand forecasting and inventory management need to be solved urgently. This article starts with the demand forecast of company P's new and old products, based on the sales data of old sportswear, and uses this as a bridge to find a new product demand forecast method through similar relationships, and then makes more accurate demand analysis and forecast. On the other hand, from the perspective of inventory cost, this article analyzes the purchase and ordering methods of products objectively and effectively, and provides more economical and reasonable ordering decisions, thereby improving inventory under control then making inventory management more efficient.

This article first introduces company P and its organizational structure, analyzes the current status of company P's procurement, production, sales, and warehousing links, and then analyzes many problems existing in company P's supply chain management and inventory management. At the root of the problem, the root cause of poor supply chain inventory management has been found to be two points: first, the unpredictable valuation when forecasting product demand; second, inventory management needs to be optimized in the entire supply chain. Therefore, to cope with the problem of inaccurate demand forecasting, this article divides P's sportswear products into similar new and old products. It focuses on the research and analysis of new products that are

more difficult in demand forecasting, and proposes a method for forecasting demand for new products. : Using similarity principle, fuzzy clustering principle, similarity measurement and other methods to determine similarity weights, and combining market evaluation surveys and questionnaire survey methods to determine epidemic sensitivity factors, and then use expert scoring and fuzzy comprehensive evaluation methods to quantify epidemic sensitivity Factor; comprehensive popular sensitivity factor and seasonal factor improved the classic model of Bass prediction, skillfully transferred the characteristic points of the old product to the new product through the similarity principle, and finally accurately predicted the demand for the new product; for P Insufficient inventory management of the company, this article analyzes from the perspective of inventory cost management, takes such products with stable demand as research objects, proposes an economic order batch model, and uses the classic EOQ model to allow the improvement of shortages. EOQ model, improved EOQ model that allows price discounts as well as the comprehensive improvement of the EOQ model, targeted for P's inventory management is optimized by optimizing the results of the model given in order to save inventory costs provide a strong basis for the final optimization of the P supply chain inventory management. The research results of this paper have certain reference value for the supply chain inventory management of company P.

The first chapter of this article is an overall introduction; the second chapter of this article is a review of relevant theories and literatures; the third chapter analyzes the current situation of supply chain management and inventory management of P company's sports brand products; the fourth chapter builds the Bass model of P company's sportswear products Optimize demand forecasting; Chapter 5 builds an economic order batch model to optimize inventory; Chapter 6 is a summary and outlook.

Xu zhen, Xu qi

Key words: Demand forecasting; Similarity principle; inventory optimization; EOQ.

目录

1	绪论.....	11
1.1	研究背景和意义.....	11
1.1.1	研究背景.....	11
1.1.2	研究意义.....	12
1.2	研究现状.....	12
1.2.1	国外研究综述.....	12
1.2.2	国内研究综述.....	13
1.3	研究意义.....	15
1.3.1	理论意义.....	15
1.3.2	实际意义.....	15
1.4	研究内容.....	16
1.4.1	研究思路.....	16
1.4.2	主要技术路线.....	17
1.4.3	论文组织结构.....	18
2	相关理论和文献综述.....	19
2.1	供应链管理的基本概念、目标及其意义.....	19
2.1.1	供应链管理的基本概念.....	19
2.1.2	供应链管理的目标.....	20
2.1.3	服装行业供应链管理的特点.....	21
2.2	服装行业需求预测研究现状及方法综述.....	23
2.2.1	服装行业需求预测研究现状.....	23
2.2.2	运动服装行业的需求预测.....	24
2.3	需求预测方法综述.....	24
2.3.1	需求预测的类型.....	24
2.3.2	定量预测的主要方法.....	24
2.4	库存管理方法综述.....	25
2.4.1	库存管理的类型.....	25
2.4.2	ABC 分类法.....	26
2.4.3	经济订货批量模型.....	26
2.4.4	敏捷供应链管理.....	26
2.5	本章小结.....	27
3	P 公司运动产品库存现状分析.....	28
3.1	P 公司概况.....	28
3.1.1	P 公司简介.....	28
3.1.2	P 公司的组织架构.....	31
3.2	P 公司产品库存管理现状及问题分析.....	32
3.2.1	P 公司产品库存管理现状.....	32
3.2.2	P 公司库存管理存在的问题及原因分析.....	34
3.3	P 公司产品需求预测存在的问题及原因分析.....	35
3.3.1	P 公司运动产品需求预测现状.....	35
3.3.2	P 公司运动产品需求预测所存在的问题及原因分析.....	36
3.4	P 公司库存管理问题的解决方法研究.....	36

3.4.1	需求预测对 P 公司的意义.....	36
3.4.2	经济订货批量对 P 公司在库存管理中的作用.....	37
3.5	本章小结.....	37
4	P 公司运动服装产品的需求预测及分析.....	38
4.1	相似度及权重的量化.....	39
4.1.1	相似产品及特征的选取.....	40
4.1.2	特征权重的分配.....	40
4.1.3	相似性的量化及相似比重的确定.....	42
4.2	基础 Bass 预测模型的应用与构建.....	43
4.2.1	基本 Bass 模型的应用.....	43
4.2.2	基于基本 Bass 模型的服装需求预测模型的构建.....	44
4.3	基于改进型 Bass 的需求预测模型.....	44
4.3.1	流行敏感系数的确定.....	45
4.3.2	季节系数的确定.....	46
4.3.3	改进型 Bass 预测模型的参数设定.....	47
4.4	P 公司运动服装产品需求预测分析.....	48
4.4.1	P 公司卫衣产品销售数据分析.....	48
4.4.2	P 公司卫衣产品相似特征选取.....	49
4.4.3	P 公司卫衣产品相似性度量.....	50
4.4.4	预测需求模型中的影响因子.....	54
4.4.5	需求预测模型的参数与求解.....	56
4.5	本章小结.....	58
5	P 公司的库存优化策略.....	59
5.1	经济订货批量模型在库存管理的优化应用.....	59
5.1.1	基于 EOQ 的服装优化订货模型.....	60
5.1.2	经济订货批量模型的参数设定与求解.....	61
5.1.3	基于经典经济订货批量模型在 P 公司库存管理优化上的应用.....	62
5.2	允许缺货的改进型经济订货批量模型.....	64
5.2.1	允许缺货的 EOQ 模型的参数设定及求解.....	64
5.2.2	允许缺货的 EOQ 模型在 P 公司库存管理优化上的应用.....	66
5.3	允许价格折扣的改进型经济订货批量模型.....	67
5.3.1	允许价格折扣的 EOQ 模型.....	68
5.3.2	允许价格折扣的 EOQ 模型对 P 公司库存管理优化的应用.....	69
5.4	对 P 公司库存管理的整体优化分析.....	71
5.4.1	附加成本下的 EOQ 改进模型.....	71
5.4.2	综合改进下的 EOQ 模型对 P 公司库存管理的优化决策.....	71
5.5	本章小结.....	73
6	结论与展望.....	74
6.1	结论.....	74
6.2	研究展望.....	74

1 绪论

1.1 研究背景和意义

1.1.1 研究背景

根据 Euro monitor 统计数据,全球服饰市场在 2015-2016 年连续两年的下跌后逐渐迎来复苏,2018 年全球整体服饰市场规模约为 1.4 万亿美元,同比增长 4.5%^[1]。经历多年的起起伏伏之后,至 2021 年将可能突破 10 万亿人民币。从 2013 年之后的五年间,全球运动服饰占比不断提升。在服装行业的占有率相比五年前共提升了 4%之多。而在我国国内,到 2020 年中国体育运动用品消费总规模将超 1.5 万亿元人民币。根据国发(2014)46 号指导意见《国务院关于加速发展体育产业促进体育消费的若干意见》中所提到的^[2],特别当中国亿万民众面临如冠状病毒、禽流感、SARS 等疾病的威胁时,体育产业的大力发展是改善中华民族身体健康的必然要求。大力发展体育产业不仅能促进我国人民满足多样化健康的需求,并且能够改善生活质量、扩大内需、增加就业岗位从而创造新的经济增长点。这几年,我国体育产业经历迅速发展以及产业升级,但是体育产业的总体规模依然不大,预提产业相关发展活力也不强,此外体育产业的系统和机制仍然存在一些问题。需要继续刺激体育产业的消费,加快体育产业布局和发展,升级体育产业,最终将体育产业发展成我国经济驱动力之一。预计到 2025 年,我国体育产业基础布局合理、功能完善、市场机制与服务均完备后,体育用品产业总值将可能超过 5 万亿元人民币,由此可知,我国体育用品行业在未来提升潜力巨大。从微观上看,目前的消费者特别是年轻消费者对服装产品多样化、个性化的需求越来越强烈和明显。基于互联网应用的发展,消费者可以随时随地通过线、下线上各种形式购买各式商品,而消费者即时消费购买的需求则需要企业快速响应,精准把握销售时机,实现盈利最大化,推动企业长期持续性的发展。我们经常说,消费者的需求决定公司的行为。如何对供应链优化、供应商订单分配策略以及库存控制进行有效的实现对现代运动服装企业成功至关重要。

1.1.2 研究意义

我国作为运动服装产品的产销大国,运动服装行业库存控制和优化方法研究一直困扰着诸多相关的企业。虽然越来越多的学者在研究服装行业的库存控制和优化,但是对运动服装产品的需求和对库存管理的优化这样的组合来优化供应链库存的研究并不多。因此,在这方面有许多值得探索、深入挖掘及研究的地方。

1.2 研究现状

1.2.1 国外研究综述

有很多因素会影响库存数量,Lieberman 和 Asaba(1997)在一项对汽车制造行业的研究中证实了劳动生产力与库存之间的关系^[3],库存水平保持的越好生产力也会随之提高。二人通过对美、日两国具体分析和研究后发现:劳动生产力可随库存的合理减少而增加。Marvin B. L 和 Lieven D (1999)之后又通过分析发现库存数量每降低一成,劳动生产率就会相应提高 1 个百分点,得出结论:库存数值的减少能够直接刺激劳动生产率的提升^[4]。Humphreys(2001)也对库存存在的问题进行了实例研究,他的研究结果也表明了劳动生产力会直接影响企业产能以及库存数量^[5]。Roumiantsev S(2005)的研究表明,当不考虑其他影响因素时,具备敏捷机制的供应链系统及库存管理的公司较一般企业效率更高,敏捷机制一定程度上决定了一家企业的盈利能力。此外,他还补充了市场与需求的关系,需求水平越固定,企业的库存数量就越小,库存成本就越低,因为积压的库存数量所造成的成本上升,因此企业就会因此想方设法削减库存^[6]。

对于一家企业的 ROI(投资回报率)来说,库存积压会起到反作用。Chen H(2006)^[7]对美国制造业的长期分析、研究表明,当企业出现持续性的库存冗余现象时,其盈利水平往往排在制造行业的尾端;库存周转率高的企业的盈利能力大多在同行业中都名列前茅。Hong Chen, OwenQ Wu, Murray Z. Frank(2005)则研究了从 1980 年到 2000 年近二十年间的美国制造业,通过企业是否有效地运作供应链的研究得出结论:当企业的库存周转频次越高时,企业获取的利润就越高。Roumiantsev S(2007)等通过相关研究证实了结论:企业的库存管理重要的影响因素之一就是市场需求,同时,当一家企业具备敏捷供应链机制和优良库存管理

的方法，对企业的绩效水平会有巨大提升。

基于对供应链的研究，认识到供应链上下游的整合与库存管理的优化能够给企业带来更高更平稳的收益。Michael Porter 在 1980 年发表了《竞争的优势》^[8]，该文中提出了供应链的概念并以供应链为中心分析了对企业的影响，例证了供应链管理在企业中的核心地位。Ching Chyi Lee (2006)^[9]分析并提出了一种供应链上下游关系，在这个供应链中，卖方负责标记库存水平的决策并持有库存，零售商则更好地了解市场需求。在每个时期中，零售商在实际需求实现之前就收到有关市场需求的信号，并且必须决定是否在卖方开始生产之前以一定的成本向卖方披露信息。分析了在报童环境下，牢固的供应链机制对企业的盈利风险具有很强的抵御能力。Sunil Chopra 和 Peter Meindl^[10]通过对全球性的实例进行分析和研究，提出了影响供应链有效性的六大因素，包括供应链设施、供应链库存、运输效率、信息传输、采购方式以及定价这 6 个驱动因素。Kuglin 在 1998 年出版了《以顾客为中心的供应链管理》一书^[11]，提出了企业构建供应链应当以顾客为中心这一贯穿核心为基础。Andy A. Tsay(2001)研究了在需求量不明的情况下制造商业的销售情况，得出结论：整合的供应链系统不仅节约运营成本，更可以同时让供应链的上下游两端实现双赢^[12]。到了当代，越来越多的供应链管理体系以及方法不断的涌出，比如电子供应链管理：电子供应链管理（E-SCM）可以通过为业务流程协作几个电子概念来实现，例如电子运输，电子分销，电子物流，企业资源计划（ERP）和仓库管理系统（WMS）。这些概念需要高科技，昂贵的实现，高技能和开发成本。E-SCM 可以提高纺织或服装公司的效率和效率，但是 E-SCM 的发展需要高成本和高科技。当许多服装和纺织品公司的技术能力有限时，就会出现这些问题。在这项研究中，通过价值链分析方法设计了新的 E-SCM 模型，并使用软件架构设计来制作模型。我们将服装和纺织行业的 E-SCM 系统划分为多层，然后与两个现有的 E-SCM 框架进行协作。将各层组件与现有 E-SCM 框架的相关层结合在一起。结果是为服装和纺织工业提供了一种全新的 E-SCM 模型，可以适应技术能力的限制^[13]。

1.2.2 国内研究综述

国内已有的研究成果主要有以下几点：

1) 库存管理的成本及运营控制方面,张珏风、徐华提供了供应链库存管理的优化方法,通过在需求不确定的市场环境下,进行分析、研究、优化供应链各个环节中的成本支出提升盈利水平,从而实现供应链库存的优化^[14]。许齐星提出结合销售端的科学预测策略决定最佳采买数量以及利用敏捷库存管理缩减采购交付周期的方式来优化库存管理^[15]。蔡红、于昕艳、周杰等人对 66 家纺织服装行业的单位的库存周转率高但企业利润一直上不去的问题进行了剖析,发现根源在于通过过度而高频次地打折促销来加快库存周转速度,片面地加快库存周转率意味着巨大的运营潜在风险以及无形资产的损失^[16]。冗余的库存所引起的库存成本不利于企业的盈利和发展,但是低于安全水平库存量又会降低企业应对市场环境变化的能力,因此库存管理应当在企业库存管理过程中存在供应链制度、协调组织、信息整合等方面做出改进和优化,才能破解企业在库存管理中的诸多问题^[17]。

2) 需求预测对供应链库存管理的影响,江婷研究了基于需求预测的运动服及面料库存的相关研究,对运动服装及面料进行了相似性关联,并通过潮流影响因子及季节因子对未上市的产品进行了有效而可靠的预测分析^[18]。刘峥,徐琪把平均服务因子和平均商品重复购买率作为影响因子引入到 Bass 模型,并例证了改进的 Bass 模型对短生命周期产品的预测效果极佳^[19]。此外,李超超与周建亨对单个制造商和单个零售商组成的供应链为对象,研究了当需求突然变化时如何确定订货时间的策略研究^[20]。胡洛燕,丁小玥及张玉静结合库存管理的基本理论,分析服装企业羽绒服的 3 年销售数量,研究并提出了基于神经网络的预测模型,有效地帮助企业进行了销售预测,并最终降低了库存成本控制的风险^[21]。

3) 有效的供应链端管理能较好地控制库存水平,叶银芳、李登峰、俞高峰对企业订货过程中存在缺货的问题进行了深入研究,并研究了允许缺货的需求下运用三角模糊数的改进型经济订购批量模型,并运用到库存管理的上,提出了三角模糊数合作博弈的理论对库存管理进行优化的应用^[22]。周三元和张向阳以动力学模型为原理分析了形成牛鞭效的原因,提出改善牛鞭效应并降低持续缺货造成损失的二级服装供应链模型链^[23]。周建亨、刘泳对供应链的整体框架进行了深入研究,结合对国内上市服装企业进行实例研究,提出零库存生产模式对于企业来说既能有效地降低库存成本,并把握市场瞬息万变的需求,从而更有利于企业

的发展^[24]。李群霞根据生产企业的劳动生产力水平与零售行业企业的订货库存水平，研究并提出了平均库存成本为目标的供应链库存管理模型，提高了库存管理水平^[25]。

综上所述，在供应链管理或者库存管理方面，经过国内外学者们的研究积累以及开创拓新，在理论研究方面结出了丰硕的研究果实，但相关理论在应用方面依然存在完善和补充的空间。此外，相关理论在研究、探索的深度方面也依然有广阔的空间。中国的服装业作为极具竞争力的支柱行业，而中国的运动服装业在服装行业中又至关重要，因此如何在运动服装行业做好供应链库存管理将影响企业的盈利水平及企业的长期发展，从而影响着我国整个服装行业，也影响着整个国民经济的长期健康发展。因此，本文将通过供应链的视角对库存管理优化进行分析和研究。

1.3 研究意义

本文的研究意义分为理论意义以及实际意义。

1.3.1 理论意义

基于当前我国的运动服装行业的迅猛发展，对运动服装供应链库存管理优化的策略研究依然有进一步完善的空间。因此，本文通过对 P 公司的产品库存管理研究分析，为相类似的供应链环境下服装企业或运动服装企业在库存管理上提供一些具有参考意义的解决办法，为众多库存管理方面存在问题的企业，特别是服装或者运动服装企业提供一定的借鉴作用。

1.3.2 实际意义

本文从 P 公司的实际情况出发，全面阐述了 P 公司运动服装产品的库存管理现状，并挖掘滞销量过大导致的库存问题的根源原因，从而进行分析、研究并提出解决方法。库存管理水平很大程度上考验的是产品需求预测水平的准确性，因此本文首先从产品需求预测的角度出发，将 P 公司运动服装未上市的新款产品需求进行可靠地预测，根据预测结果探讨库存优化结果。再根据库存本的角度，提升供应链库存管理的水平。本文的研究成功对 P 公司运动产品需求预测、供应

链管理、库存控制管理的优化都具有一定的实际参考价值。

1.4 研究内容

本文的研究内容将研究思路贯穿于全文，以技术路线为大纲，论文的整体结构为骨架，对 P 公司的供应链库存管理优化进行分析和研究。

1.4.1 研究思路

（1）详细了解 P 公司关于服装生产、运输及终端销售的全产业链运作过程，以 P 公司生产的运动服装产品所产生的供应链及库存现状为实际研究对象。

（2）通过 P 公司历史数据，挖掘并分析 P 公司运动服装及产品的库存管理现有问题，搜集 P 公司的运动产品需求状态、运动产品特性以及库存的真实数据，从产品需求预测角度、库存成本等角度出发，剖析 P 公司在供应链及库存管理方面所存在的问题。

（3）针对 P 公司在供应链库存管理方面存在的根本问题，构建适合 P 公司运动产品的需求预测模型，确保产品需求预测的可靠行与准确性。其次，在需求稳定的状态下，通过平衡盈利水平与仓储成本的角度，构建最佳订货批量模型，探索降低库存成本优化供应链库存管理的方法。

1.4.2 主要技术路线

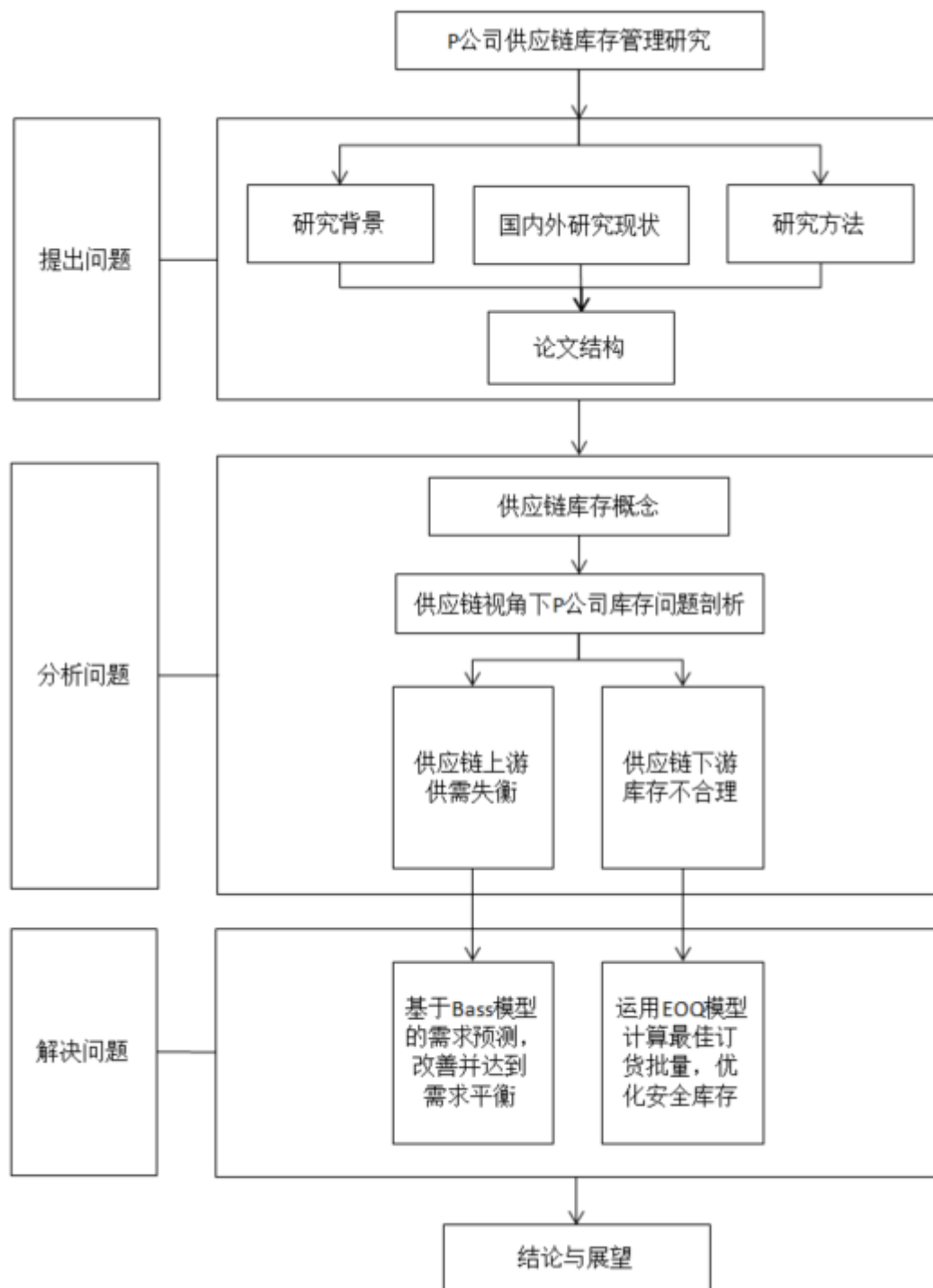


图 1-1 主要技术路线图

1.4.3 论文组织结构

第一章：绪论。

针对本文所研究的对象，阐述运动服装行业的特点、发展趋势等背景信息，并介绍了国内和国外的理论综述，以便大致了解本文对相关研究的大环境。

第二章：相关理论和文献综述。

基于本文的研究，阐述后续章节将运用到的或者与其相关的理论知识，介绍其概念、特点、目标及方法。以便对本文运用到的相关理论知识先有一个大概的了解。

第三章：P 公司运动服装产品库存管理现状及需求现状分析。

对 P 公司这个服装产品生产销售企业目前在供应链运作的过程中存在的问题进行挖掘、整理、分析及总结，为后面章节中怎么样解决 P 公司的实际问题打下基础。

第四章：P 公司运动服装产品的需求预测及分析。

针对 P 公司的首要问题：供需预测不准的情况，运用 Bass 需求预测模型进行建模分析，并最终运用 Bass 改进型模型对新推产品的需求进行精准预测。

第五章：P 公司的库存优化策略。

针对 P 公司库存管理中库存成本的问题，运用 EOQ 模型以及改进型模型进行建模分析，提出在供应链视角下以库存成本为基础对 P 公司的库存管理进行优化的方法。

第六章：总结与展望。

对本文的研究方法的长处和不足进行总结。并展望研究意义，指出可能对其他行业或者同行业的其他企业具有的参考意义。

2 相关理论和文献综述

2.1 供应链管理的基本概念、目标及其意义

2.1.1 供应链管理的基本概念

供应链（SC，全称：Supply Chain），就是指产品生产商、各类供应商、库存中心、物流中心和零售中心等渠道构成并整合企业信息流、企业资金流以及物流为一体类似于链条结构的网络^[26]。

供应链管理（SCM，全称：Supply Chain Manufacturing），供应链管理是对参与、协调、计划、控制不同部门不同组织功能之间企业信息流、企业资金流、物流等整个供应链的管理方法^[27]。

伴随着我国的经济腾飞，越来越多的企业开始认识到供应链管理对企业来说越来越重要，从 80 年代开始供应链管理开始引起了广泛的关注和研究，因此虎基于供应链理论对实践的研究也越来越丰富，对供应链管理探索的步伐越来越快，着实为企业在供应链优化提供了非常有价值的参考。虽然大量关于供应链及管理的论文接连发表，但是对于供应链的定义，国内外同学都有自己的看法。Sunil Chopra 和 Peter Meind 对供应链管理有个简洁的定义，即：供应链是直接、间接发生参与到满足客户所有阶段需求的总和^[28]。蔡金兰认为供应链物流就应该“抓大放小”，在采购管理的模式上提出以优先等级为区分基础，实现加强供应链并优化采购管理的方法^[29]。Renfei Luo, Jiedan Huang 和 Jimmy Lee 认为供应链物流就是在确保订量的前提下将成本减至最低，最终满足客户在服务方面的需求^[30]。Avizit Basak, M. Israfil Shahin Seddiqe, Rifaul Islam 认为，供应链在一个整合的双向通道系统中连接所有的供应实体，以最有效的管理方式进行库存管理。并且反映了在供应链系统的搭建、改进、运营过程中持续的优化的行为和价值。将最终目标定义为实现供应商生存，客户需求满足以及最终使得企业获得盈利的三赢^[31]。

综上，本文认为从不同的供应链的理解与应用实践过程中，可以将供应链可以概括为四“流”和五“者”。四“流”分别是企业的信息流、企业的资金流、企业的物流以及企业的人员组织流。五“者”分别为整条供应链上的参与者，从提出需求

的客户，到产品生产加工的工厂，到运输物质的物流、再到储存商品的仓库、然后到销售产品的零售商，最后再到交付货物的客户。如图 2-1 为贯穿整个供应链闭环的五个参与者。供应链管理就是将这 5 个供应链参与者通过资金流、信息流、物流以及流程实现最优化，在最低的成本运作下实现彼此经济利益的最大化 [32]。

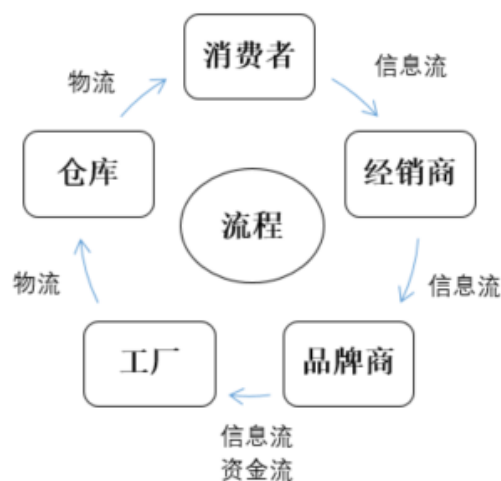


图 2-1 供应链循环图

因此，根据供应链管理的概念，服装企业及运动服装企业的供应链也基本都按照这一逻辑开展日常的操作和运营。

2.1.2 供应链管理的目标

供应链管理对于一个企业来说绝对是一项艰巨且复杂的任务，完全超出一个企业的能力范围，所以不仅要从自身实际情况考虑，建立一个适合自己且能够满足自身需求的供应链网络，不但需要积累大量复合型知识并且结合到实际应用上，还需要消耗大量的时间、人力和财力。才能实现供应链管理的目标：满足客户的需求的前提下，降低库存成本，增加企业的盈利水平。具体来说供应链管理的目标总有以下四条：

（1）满足企业自身需求。企业或者服装企业本身作为供应链的核心主体，首先考虑的是企业自身的需求。一般来说，企业的核心需求有：提高盈利能力、提升工作效率、降低库存存货、降低库存成本、节约劳动成本、降低营运成本、提升企业信誉、与供应商建立起合作关系、与客户建立起信任的关系，而通过优化供应链库存管理都可以起到直接或间接的影响作用。

(2) 满足客户需求。客户的需求就是企业的需求，对企业来说，客户的需求就显得尤为重要。有句话说的好：顾客永远是商家的衣食父母。只有满足了客户的需求，供应链的其他参与主体才有意义，因此供应链管理中最基本的目标就是必须满足客户/顾客的需求。那么客户的需求就包括了：符合需求的产品、琳琅满目（充足的）可供选择的商品、舒适的购物服务与体验、物美价廉的价格等，这些看似与产品相关的客户需求，就是考验企业对客户需求的预测以及库存控制相应的优化。

(3) 建立合作共赢的关系。供应链管理能力的另一个重要目标是与诸多供应商构建一个合作共赢的合作关系。因为只有与供应商分享利益实现双赢，供应商生产出来的产品才能在保证质量、保证数量保证及时下完成。供应链本来就是一个网络一个链条，牵一发而动全身，当与上下游均建立起互惠共赢且长期持久的合作关系，才可以有实力抵御危机四伏的市场风险，否则，在当今的时代，单个企业或者服装企业根本无法单独生存。

(4) 减少资源的过度浪费。当企业进行日常运营时，会使用到不同种类、不同形式以及不同数量资源，但是有些资源是不可再生的，有些资源会造成严重的不可逆的环境污染，因此对于一个负责的企业来说，在完成供应链管理的目标的同时，还要专注于对资源使用的考虑，减少不合理、不必要以及珍惜有限的资源的过度浪费，实现可持续化发展，也成为了一家有社会责任感的企业在供应链管理的过程中需要考虑的目标。

2.1.3 服装行业供应链管理的特点

供应链管理对服装行业的意义尤其重要。而对于服装行业来说，供应链的运作模式与其他行业相比具有不同的特点。

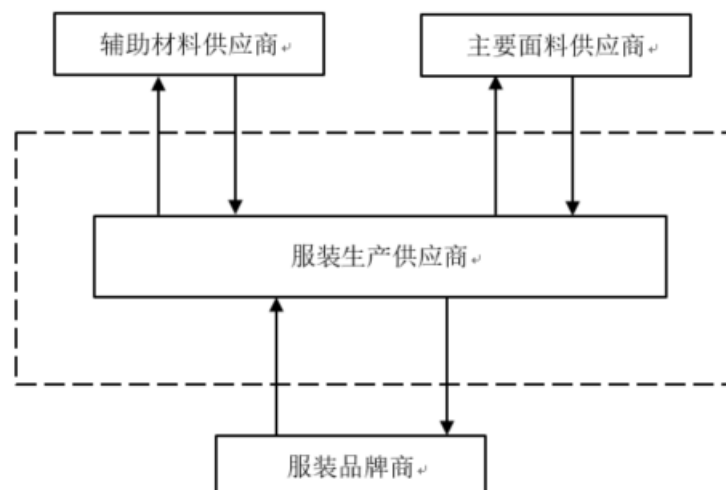


图 2-2 服装生产商为核心的供应链

(1) 以服装生产供应商为核心的供应链管理。如图 2-2 所示，供应链的所有环节中以服装生产供应商作为核心通过供应链管理能够实现上游材料供应商和下游服装品牌销售商的双向互动，整个运作模式中，通过供应链管理将资金流、信息流、物流等要素实现双向流动，实现降低各环节的成本的同时争取将盈利水平最大化。

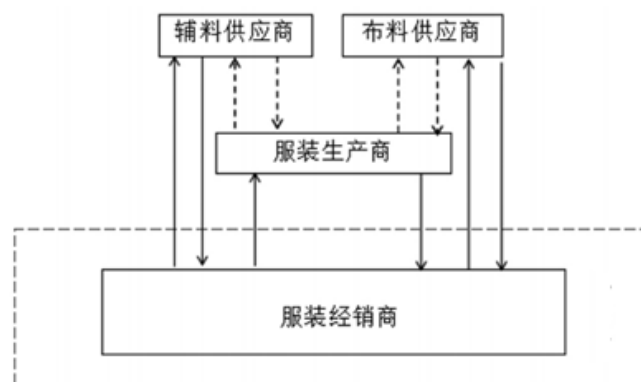


图 2-3 服装经销商为核心的供应链

(2) 以服装经销商为核心的供应链管理。如图 2-3 所示，供应链的所有环节中以服装经销商作为核心通过供应链管理能够实现上游材料供应商和下游服装品牌销售商的双向互动，整个运作模式中，通过供应链管理将资金流、信息流、物流等要素实现双向流动，实现降低各环节的成本的同时争取将盈利水平最大化。

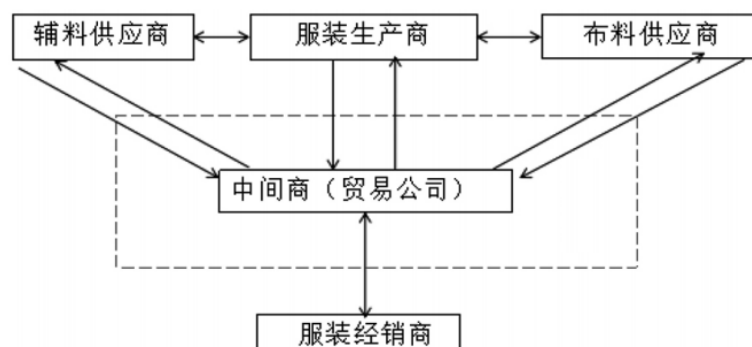


图 2-4 服装贸易中间商为核心的供应链

（3）以服装贸易中间商为核心的供应链管理模式。如图 2-4 所示，供应链的所有环节中以服装贸易中间商作为核心通过供应链管理能够实现上游材料供应商和下游服装品牌销售商的双向互动，整个运作模式中，通过供应链管理将资金流、信息流、物流等要素实现双向流动，实现降低各环节的成本的同时争取将盈利水平最大化^[33]。

2.2 服装行业需求预测研究现状及方法综述

2.2.1 服装行业需求预测研究现状

需求预测是将相关产品数据资料、相关市场变化过程以及其他影响要素为依据，通过整体的研究分析掌握供需之间的内在关系和规律，预测在一定产品周期内，某些产品或者某件产品的市场需求^[34]。对企业来说，需求预测在经营过程中至关重要，不但是未来的销售计划定目标的基础，而且是企业在采购、生产及库存控制决策过程中作为重要的参考和依据。

首先，服装行业的企业在生产过程中均需要一定的提前期，而服装产品属于受季节影响大、流行换代速度快的短周期商品，许多企业仅通过历史需求来进行产品的需求预测的做法，是不可靠也不准确的。其次，众多服装企业设计、生产、销售的大量商品设计单一、特点相似、功能重叠、可替代性大，呈同质化趋势。不单浪费了巨大的人力物力，也造成了严重的资源滥用及浪费。最后，服装行业的库存管理水平比较落后，主要处于的是被动管理的状态，采购、运输、供应链协调、仓储等条件落后且效率低下，急需采取科学、有效且积极主动的管理方法，从而对库存管理的现状进行优化和改善。

2.2.2 运动服装行业的需求预测

运动服装行业作为运动行业的重要一部分，其需求预测主要是指对运动服装产品的需求数量在一定的提前期做出精准预测，并根据结果匹配到采购、生产、运输、仓储等各部门有计划的组织和安排。服装行业的需求预测作为服装行业运营流程的一个重要环节，最终的预测效果将直接影响到销售业绩、人力资源组织、采购计划、运输安排、库存管理及盈利水平。由此可见，准确可靠的需求预测是完善和优化供应链管理各个环节中最直接有效的手段。

2.3 需求预测方法综述

需求预测的方法普遍应用于多个领域，国外学者 Charles^[35]，曾提出需求预测能够分为：定性预测和定量预测。

2.3.1 需求预测的类型

需求预测的方法通过定量预测和定性预测的两个大类，如表 2-1 所示，需求预测的方法大致有以下这些：

表 2-1 需求预测方法表

定量预测法	朴素漫步法
	分解法
	回归法
	ARIMAX 模型
	BASS 预测模型
	神经网络模型
	遗传算法
定性预测法	管理人员意见法
	销售人员评估法
	专家调查法
	对比类推法
	专家调查(Delphi)法
	团队共识法

2.3.2 定量预测的主要方法

回归分析模型，是运用数学模型对不确定性预测的一种量化转化表述，即

通过单个或多个因变量来估计和预测另一变量的变化^[36]。

巴斯扩散模型，是一种通过量化描述引入 m 、 p 、 q 作为三个影响参数，对即将投放到市场新产品的销量进行估计和预测方法^[37]。

巴斯预测模型（即：Bass 预测模型）被认为是最适合预测新产品需求的模型工具之一，本文也将运用通过并运用该模型对 P 公司的运动服装新款产品进行销量预测，并通过需求量的预测来控制库存，实现优化库存管理的目标。该模型也是本文应用的基础模型。鉴于 Bass 预测模型在基础的 Bass 模型问世后，众多学者对其进行了改进和衍生，使得改进型的 bass 模型对某些行业或者企业的需求预测更具个性化和可靠性。因此，如何灵活使用 Bass 预测模型及其改进版的模型，将是解决 P 公司实际需求问题的一个关键，因此，本文之后会着重探索并研究 Bass 需求模型基础上对 P 公司产品需求的预测问题。

2.4 库存管理方法综述

鉴于不同产品的市场需求在不同的时间点可能大相径庭，不同产品的产品周期也不尽相同，因此采取适合企业适合产品的库存管理模式对企业来说至关重要。

2.4.1 库存管理的类型

通过国内外学者们对库存管理的研究，当前库存管理的方式大致分类如下表：

表 2-2 库存管理分类表：

库存管理的方法	
传统库存管理方式	ABC 分类法
	经济订货法
	归口分级法
供应链环境下的库存管理	联合库存管理模式
	协同式供应链管理模型
	经济订货批量模型

期中经济订货批量模型将是本文另外着重研究并运用的一个库存管理模型，我们将基于基础 EOQ 模型、改进型 EOQ 模型对 P 公司的库存管理现状进行分析、研究和改进。通过对 EOQ 模型的研究以及 P 公司特点的摸索，探索最适合 P 公司自身特点的改进型 EOQ 模型，最终为 P 公司在库存管理方面存在的实际问题进行解决。

2.4.2 ABC 分类法

ABC 分类法起源是帕累托提出的二八原则^[38]，是一种对研究对象的不同特性进行分类，然后对搜集的分类完的数据进行处理求解来解决问题一种应用方法，ABC 分类法运用广泛，也普遍应用在库存管理的领域。在库存管理中运用 ABC 分类法，即是对库存中的商品分为三类，A 类：价值占比最大，B 类：价值占比适中，C 类：价值占比最低；按照商品的分类，整理并确定分别属于这三类的产品。然后对已分类的产品采用不同的库存管理策略，从而确保安全库存并优化了库存资源的合理分配。最终为企业带来成本的降低和盈利水平的提升。

2.4.3 经济订货批量模型

经济订货批量模型，即：EOQ（Economic order quantity）模型。^[39]主要用于企业确定批次订货的数量，当与发生该订单相关的成本与发生该订单的相关成本与产品需求量正好达到平衡时，即：总成本最小化的批量订货就称为经济订货批量。运用经济订货批量的相关模型不仅可以有效降低企业的总库存成本，更可以确保企业拥有更好的供应链运作以及有效的生产计划，确保企业在采购、生产、仓储及销售的有效实施。

2.4.4 敏捷供应链管理

敏捷供应链管理又称为(Agile Supply Chain Manufacturing)^[40]，敏捷供应链管理是一种根据最终客户的需求建立或转换当前供应链的管理方法，它可以快速地响应客户需求的变化并为客户提供最有效的服务。

在当今的商业环境中，企业的运营节奏不断加快，但是客户的需求响应最需关键，在创新技术推陈出新的今天，快速响应并满足客户的需求，是敏捷供应链管理的贯穿中心的目标。简而言之，在企业供应链的每个环节都在为满足客户需求而快速运作，在最短的响应时间里提供最有效的服务。以此为基础构建的供应链管理运作机制就是敏捷供应链管理^[41]。对于服装企业或运动服装企业来说，适用于其行业的敏捷供应链的目标旨在将存货量控制在安全水平，库存量累积会引起库存成本的增加，而盲目追求零库存也会丧失销售机会造成损失，因此，服装

行业实施敏捷供应链的模式决不能生搬硬套。

2.5 本章小结

本章首先介绍了供应链、需求预测和库存管理等相关定义及概念。并介绍了国内外服装行业、运动服装行业在需求预测以及供应链库存管理的研究现状。根据服装产品的特点将相关理论结合服装行业企业的供应链库存管理实践中,结合 P 公司独有的库存管理现状,整理并总结 P 公司在供应链视角下所需要运用到的理论知识,将对应的理论与 P 公司的问题一一对应,为下面的解决问题章节建立良好的基础。

3 P 公司运动产品库存现状分析

3.1 P 公司概况

3.1.1 P 公司简介

P 公司是一家设计、生产并销售专业运动装备的德国运动品牌，产品涉及跑步、足球、篮球、高尔夫乃至赛车领域。P 公司集团除 P 品牌外，还拥有 C-Golf 和 T 等子品牌。2004 年，P 公司通过与宝马的跨界合作，成为了 F1 夺标热门宝马-威廉姆斯车队的服饰供应商，此后还陆续与保时捷等赛车品牌进行合作，继续扩大在赛车服饰的占有率。2018 年 12 月，发布的《2018 世界品牌 500 强》榜单中，P 公司排名第 414。距今现在已有 70 年的历史。七十年来的 P 公司与所有的伟大运动成就并行。P 公司产品陪伴球王贝利进军了世界杯男足决赛、陪伴网球好手贝克在温布敦的草地称雄。与最顶尖的运动员合作并不断追求最新的技术制作出最佳的运动配备是 P 公司一直孜孜不倦追求的目标。自创办人 Rudolf 在 1948 年建立了这个德国品牌，这七十年来 P 公司的运动产品一直位居世界运动界的前沿，近些年更成功的结合了流行运动，一举跃升为年轻人最爱体育服饰品牌之一。荷索金劳勒市，位于德国南部的巴伐利亚州，在十九世纪末还是个默默无闻的小镇，主要的经济传统是制衣业。然而今天，作为 P 公司的总部所在地而备受瞩目。P 公司在全球拥有产品开发和设计中心，根据每个国家地区的市场特点选择产品个性化设计、供应链策略以及工厂生产。到 2018 年底，P 公司业务开展的区域均实现了连续增长，而亚太地区的营收对 P 公司全球占比超 20%，增速更高达 30%。我国是继北美市场后 P 公司在全球增长最迅猛的市场，连续多年迅速增长。作为 P 公司在全球的第二大市场：中国，在未来的几年里依然充满着发展潜力。本章也将从发展前沿、生产模式、产品系列以及销售网络这几个方面进行阐述。

（1）发展过程：

1924 年：Rudolf 及其兄弟创建了“Die Dasslers”制鞋厂。

1935 年：在用木头小钉设计制造了第一双足球鞋并获得相关专利后，开始一定规模的批量生产。

1936 年：美国著名男子田径运动员 James Cleveland Owens 穿着“Die Dasslers”跑鞋在第十一届柏林奥运会上勇夺 7 枚金牌，勇破 2 项世界纪录和 3 项奥运会纪录。

1948 年：兄弟矛盾激化从而分道扬镳，Rudolf 独自创立了 P 品牌。

1958 年：在瑞典世界杯上，巴西和瑞典两队均穿着 P 品牌的世界杯决赛中会师从而享誉世界。经典的鞋面“跑道”设计问世。

1962 年：在智利世界杯上，巴西队再次夺冠，球王贝利更是赢得世界杯最佳球员，相同的是他们都穿着 P 品牌的球鞋。

1984 年：Navratilova Martina 穿着 P 品牌的运动装备获得职业生涯中 9 个温布尔登网球赛冠军中的第五个

1986 年：另一位球王马拉多纳穿着 P 品牌战靴在墨西哥世界杯上率领阿根廷国家队获得冠军。同年，P 公司转型为股份有限公司。

1999 年：首家概念店落户于美国加州，接连在伦敦、动静、波士顿、法兰克福、墨尔本、北京、上海等开设自己的概念店。

2006 年：P 公司推出了 C 系列 Golf 产品。

2008 年：穿着 P 品牌跑鞋的牙买加飞人博尔特，打破世界纪录并在男子百米飞人大战中夺冠，P 品牌的跑鞋再次享誉世界。

2018 年：P 公司全球年营收 46.48 亿欧元（355 亿 RMB），在中国拥有超过 4000 家零售门店。

至此，我们可以看到 P 公司是一家号召力强大、产品极富设计感且拥簇众多的一家跨国体育用品生产销售企业。

（2）生产模式

P 公司集团现在全球已经建立了德国、美国波士顿和中国香港三个区域总部，P 公司根据产品质量、生产时间、生产成本及供货能力等标准严格地挑选合作生产伙伴并设立办事处。到 2019 年 1 月，P 公司在全球已经拥有了横跨五大洲 20 多个国家的生产合作伙伴工厂。在中国市场，拥有 4 个国家共 8 个生产工厂为中国市场源源不断地供货。如图 3-1 所示：

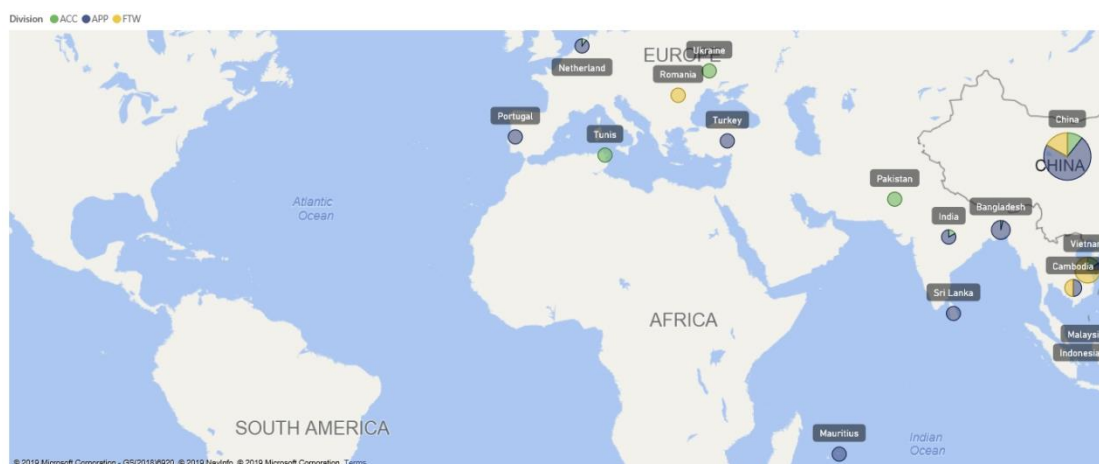


图 3-1 P 公司生产地点覆盖图

(3) 产品系列

P 公司为了抢占市场，与国际知名足球俱乐部签订战略合作协议，先后成为 AC Milan、多特蒙德、阿森纳、曼城等豪门足球俱乐部体育服装用品赞助商。在重拾足球运动基因并且不断巩固体育表现，此外，P 公司再此基础上与潮流设计师合作推出并生产的运动休闲产品，自 90 年代起先后与 70 多位知名鞋服设计师合作设计产品，让产品真正地站上了时尚的前沿，颇受消费者追捧。为满足不同消费者的需求，仅 2018 年在中国市场投放的产品系列一共有以下这些产品。如下表 3-1 所示。

表 3-1 产品类别历史数据（2018 年）

产品类别	订单采购数量	订单采购量比	采购订单次数	采购订单次数比
配件系列	1,863,075	6.02%	684	8.21%
篮球系列	74,520	0.24%	88	1.06%
运动表现系列	10,892,283	35.20%	2,106	25.27%
高尔夫系列	7,357	0.02%	82	0.98%
儿童系列	1,066,300	3.45%	517	6.20%
合作产品系列	1,278,393	4.13%	320	3.84%
赛车系列	220,028	0.71%	272	3.26%
运动基础系列	10,844,001	35.04%	1,701	20.41%
跑步系列	839,985	2.71%	631	7.57%
休闲系列	1,947,734	6.29%	1,405	16.86%
足球系列	1,912,409	6.18%	527	6.32%
总计	30,946,085	100.00%	8,333	100.00%

基于如此大的数量需求和订单采买次数，如果没有一个科学、有效的方法对供应链及库存进行有效的管理和优化，那么肯定会影响到 P 公司的盈利水

平。

(4) 销售网络

P 公司根据中国特有的销售模式，建立了代理经销商销售、电商线上直营店、线下实体自营店及网络经销商的销售模式。如图 3-2。截止 2019 年，不同的销售模式占据着不同的营收金额。线上、线下的不同销售模式也会造成库存积压的原因之一。

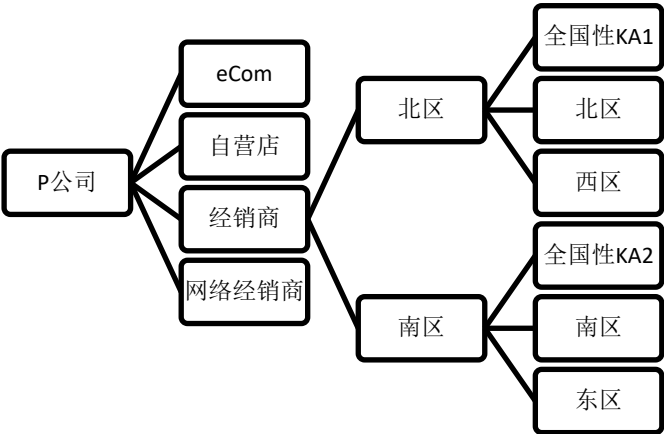


图 3-2 P 公司销售网络图

3.1.2 P 公司的组织架构

(1) P 公司运营组织架构

从如图 3-3 上可知，P 公司的组织价格还是比较完整的，作为全球性的运动服装生产销售企业，主要是销售为导向的，也就是说多部门配合销售部门完成整年的销售计划，很少有部门或者领导关注库存的实时情况，每当库存盘点时才会发现积压库存的数量巨大。

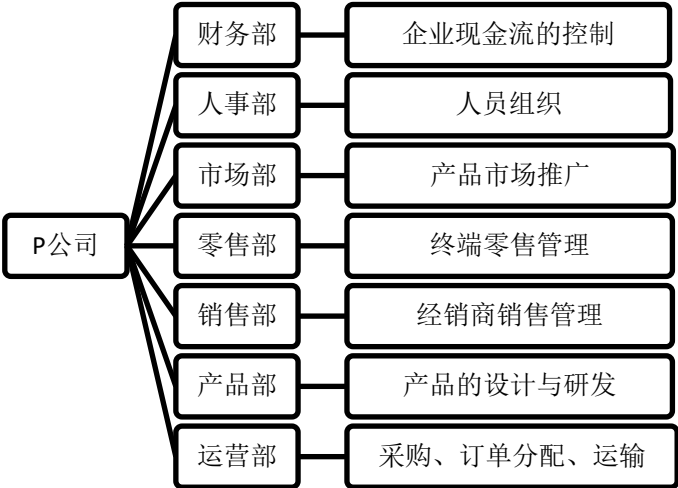


图 3-3 P 公司组织架构图

(2) 供应链流程图,

从图 3-4 上可以看到 P 公司的采购、销售及发货流程中,均是比较单一的单线流程,多个部门间的沟通并不紧密,各个部门各自为战,根本也不太理解相关部门的需求和困难,也从一定程度将库存管理上存在的问题进行了放大。

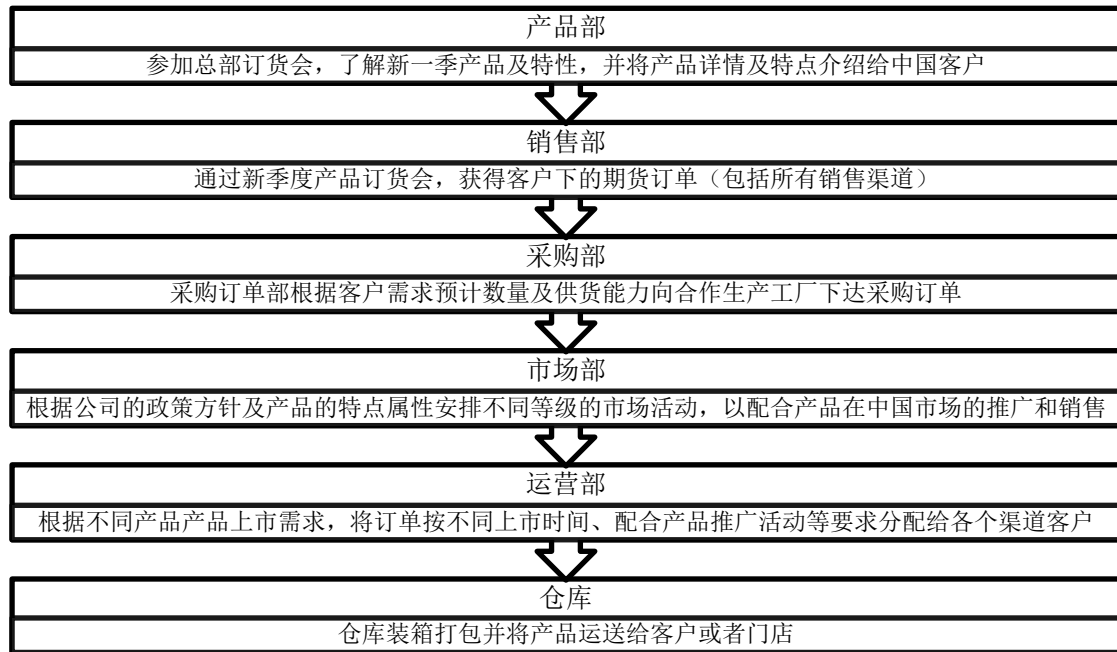


图 3-4 P 公司供应链流程图

3.2 P 公司产品库存管理现状及问题分析

P 公司基于全球生产为基础,所有产品均由委托生产工厂进行合作生产,公司会安排相关工作人员驻厂监控生产进度、产品质量状态以及社会责任实施等情况。本文从供应链角度对 P 公司库存管理现状挖掘问题,主要包括了 P 公司库存管理的现状、亟待解决的问题以及引起这些问题的根源这三个问题上。

3.2.1 P 公司产品库存管理现状

由于 P 公司的产品采购计划是基于期货订单为主,现货订单为辅的原则上实施的,内部客户(自营店和网上自营店)和经销商客户均通过期货订单的方式下达销售订单,因此 P 公司会根据所有客户的订单量汇总之后向第三方合作工厂下达采购订单。这部分基本上是完全根据客户需求的采购订单。

此外, P 公司会按照产品的历史畅销程度采购一定数量的现货库存,以便客

户补充购买以满足市场上对紧俏商品的需求。如表 3-2, 为 P 公司的库存周转率, 每年仅为 3 到 4 次, 库存周期为 3 到 4 个月。导致库存成本积压, 无法快速反应瞬息万变的市场需求。

表 3-2 P 公司 2018 年库存周转表

产品大类	库存初始成本	年末库存成本	库存周转率	平均库存时间
配件	12,684,605	39,307,152	3 (次)	4 (月)
衣服	174,859,249	354,037,001	4 (次)	3 (月)
鞋类	184,140,045	396,769,522	3 (次)	4 (月)

最后, 基于 P 公司产品在市场上拥有相当的认可度, 且中国运动产品市场的需求上升, P 公司销售业绩从 2017 年到 2019 年均以 20% 以上的速度增长。但是积压在仓库的产品数量屡创新高高的情况。如下表 3-3, 到 2018 年年底, P 公司库存数量积压突破 2 百万件, 库存中积压的产品 SKU 不管老旧总数量超过 1 万个。P 公司往往会遇到畅销产品库存不足, 但是滞销产品在库存积压越来越多的恶性循环。造成的库存成本更不堪重负。

表 3-3 P 公司 2018 年库存量

产品大类	Gender	件数	货号数量
配件	Men/Unisex	247,931	598
	Women	34,255	47
	Boys/Unisex	13,630	28
配件汇总		295,816	673
服装类	Men/Unisex	1,088,688	2,916
	Women	316,622	1,699
	Boys/Unisex	46,308	99
	Girls	13,890	33
	Infants	2,582	5
衣服汇总		1,468,090	4,752
鞋类	Men/Unisex	727,166	3,115
	Women	319,636	1,453
	Boys/Unisex	34,406	138
	Girls	8,827	65
	Infants	25,961	75
鞋类汇总		1,115,996	4,846
总计		2,879,902	10,270

3.2.2 P 公司库存管理存在的问题及原因分析

(1) 期货订单的执行问题。如图 3-5 所示，由于 P 公司的采购订单是基于所有经销商客户下的期货订单，客户是基于当前的销售状况、经济能力以及市场热度状态下采取的订单决策，因此在最后订单执行过程中依然会有很大变化。当客户遇到市场不力、经济周转窘迫等原因无法完成当时所下的销售订单时，这部分已经形成的采购订单将会流入到现货库存中，而其他客户一般都有自己的产品采购规划，这部分现货只有很少一部分会被客户补充采购，绝大多数的订量将会持续积压在库存中。由此带来了巨大的销售压力同时仓储成本也会随之持续增长。

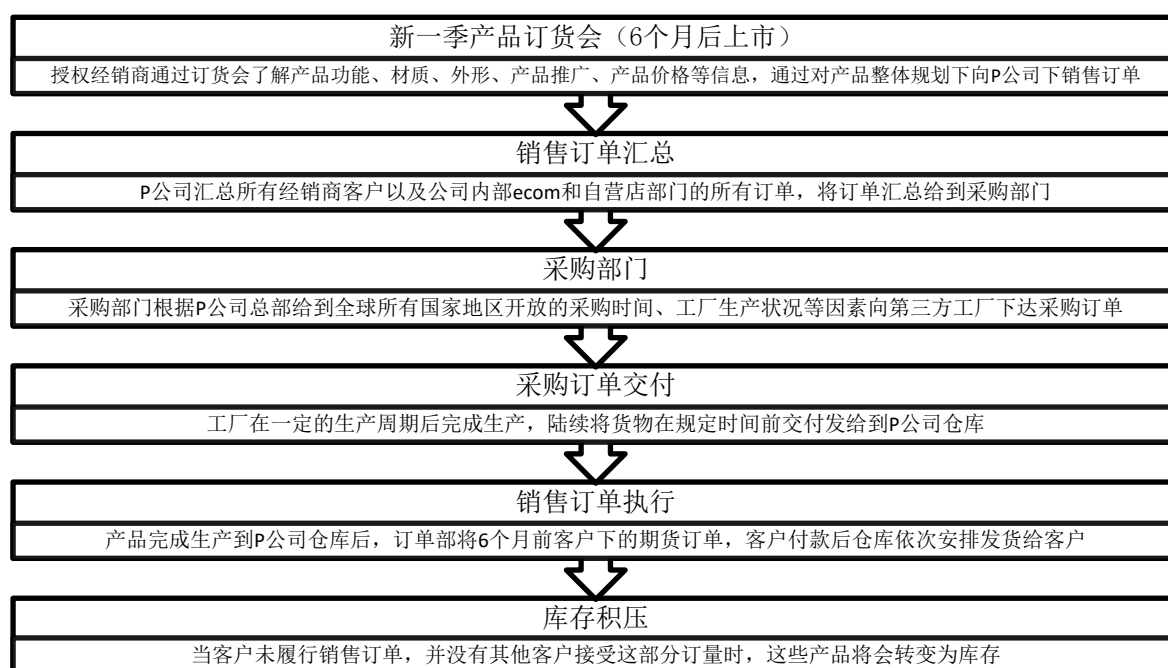


图 3-5 P 公司采购订单流程图

(2) 产品需求不准确。P 公司目前是基于产品的历史销量、个人喜好为依据来预测老款和新款产品的采购数量，缺乏对运动产品的需求的综合考虑，预测结果往往无法匹配产品真实的销售需求数量。期货采购订单方面，P 公司对产品需求的预测基本都是以客户对产品的需求量为依据，缺乏自身对产品需求的准确预估和判断。也就是说，P 公司对产品需求的预测所设计需求预测条件并不合理、条理不够清晰、考虑因素也不周全，从而导致对产品需求的预测结果既不可靠也

不准确。

(3) P 公司的自营销售渠道拥有大量自营店铺以及淘宝、京东网上商城(图 3-6),对于各自营门店和网上商城的货量采购方式并不考虑成本经济性,P 公司以经销商销售为主要销售模式,当销售需求低于预测时,会导致库存成本和库存周转的双重负荷,最终会导致库存积压严重,周转率低,销售渠道失去信心最终影响品牌形象。

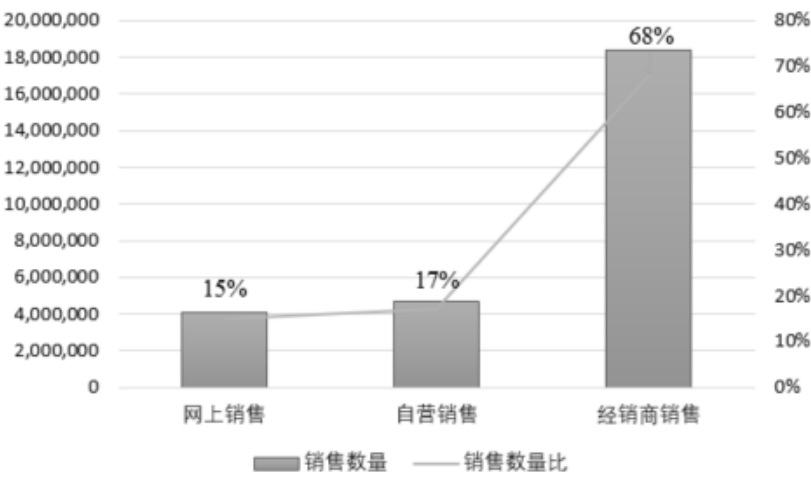


图 3-6 P 公司 2018 年各渠道销量图

3.3 P 公司产品需求预测存在的问题及原因分析

P 公司在产品需求预测中存在诸多问题,通过归纳总结本文主要对产品预测的现状,以及产品需求预测过程中存在问题进行分析。

3.3.1 P 公司运动产品需求预测现状

(1) 产品预测方式比较主观

当 P 公司投放新系列产品到市场中,往往只依靠产品部门及市场部门提供的产品特性和市场支持来决定需求量,但是基于这些主观而片面的市场需求预测往往导致对产品需求预测的不准确,带来产品滞销,库存积压,仓储成本增加等问题。

(2) 产品需求预测运用不当

P 公司的产品销售主要由经销商销售的方式与自营销售的方式结合，在需求预测过程中，往往只对自营门店及自营网上商城进行产品需求预测，根据预测再结合实际库存数量对下一季的采购计划进行决策。但是这个过程中往往缺少对经销商客户方面库存数量、产品需求以及经济能力的捕捉。导致新一季产品的采购往往缺失了经销商客户这最大一块。可想而知，产品需求预测的结果肯定是不准确的。

3.3.2 P 公司运动产品需求预测所存在的问题及原因分析

(1) 对产品需求预测的方法不够客观；

造成这个问题的原因，是 P 公司对产品需求的预测是主要基于销售历史数据和管理人员的对需求预测把握的主管经验，这样进行需求预测的结果并不科学。

(2) 对产品需求预测的因素不够完整；

对产品需求的预测，不单单中考虑历史销售，还应该结合更多的影响因素，比如潮流热度、季节影响度及消费者偏好等等。

(3) 产品需求预测过程中缺乏有效的沟通与决策；

对产品需求预测的过程中，缺乏考虑其他部门的意见，事实上，其他部门的考虑因素也会影响到最终产品的需求预测结果和产品采买策略。

(4) 脱离库存成本考虑的需求预测。

P 公司对产品做需求预测时，仅仅考虑了销售端的需求，这样往往会导致库存的积压以及成本的上升。因此在做产品需求预测的同时，必须考虑库存成本的影响，才能完善供应链体系和优化库存管理。

3.4 P 公司库存管理问题的解决方法研究

本文认为，对于 P 公司来说，解决库存管理的问题应该从源头（供求平衡）和成本控制上进行这两方面的研究。

3.4.1 需求预测对 P 公司的意义

需求预测是库存管理的基础，同时也是企业研发、销售、生产、供应链中最重要的一环。当供需不匹配时，任何的库存管理的目标都是无法实现的，因此，

针对 P 公司不断积压的库存，应该从需求预测这个库存增加的源头上进行有效的控制。因此，当本文讨论库存管理的问题及如何解决时，产品的需求预测，将作为最重要以及最基础的部分进行研究。当供求相匹配时，库存才有意义！

3.4.2 经济订货批量对 P 公司在库存管理中的作用

当能够准确预测需求，供求匹配时，就应当从供应链成本角度去考虑库存管理，可以帮助 P 公司从成本的角度出发，在总库存成本最低情况下实现最佳订货量，达到采购进货与供应链成本相平衡的目标，从根本上解决了 P 公司在基于需求预测准确的前提下，采取什么样的采买进货策略，以实现诸如订货成本、储存成本及财务成本等总库存成本与采购数量的平衡。

3.5 本章小结

本章根据 P 公司多种销售渠道的共存和统一采购的特点，综合分析 P 公司的经营模式、组织结构、库存状况和产品预测分析状况。P 公司的库存管理应从需求预测分析开始，并结合 P 公司自己的产品订购策略，以减少库存积压，增加库存周转率并降低仓储成本，从而达到优化库存管理的目的。

4 P 公司运动服装产品的需求预测及分析

按季节划分，P 公司的生产分为四季：分别为春季、夏季、秋季和冬季。每个季的运动服产品可以概括为老产品和新产品。老产品是指上一年或者上一个季度售罄率高的产品。例如，2018 年春季的售罄率很高的产品仍在 2019 年春季继续生产和销售，或者 2019 年春季售罄率高的产品继续在 2019 年夏季继续生产和销售，并且款式、颜色或者面料没有任何变化，这部分产品被称为 2019 年春夏的延续款。新产品一般可以概括为两个部分，老式的设计但重新配色的产品，本文分别称为重新配色的老产品和全新产品，延续款产品一般在上一季或者往年的销售情况要好于全新产品。P 公司的设计师在为产品设计了新的颜色之后探索了这种趋势，而新的产品指的是指 P 公司设计师研发并投放到市场的全新式样或者带有新功能且颜色也是全新的产品。

本文中，老产品是去年或者过去季度同期的爆杆产品。这类产品拥有更为详尽的历史销售数据，且产品的特点和特性也较新产品更加明显和方便获取。但是与新产品相比，它占总体款式的少，总体销售额也相对少一些。因此，这类产品的需求预测和库存管理并不是本文的研究重点；对于新老颜色和全新产品，并没有销售数据支持，同时也由于不清楚潜在的消费者会接受多少新设计，是否接受新样式和其他的时尚设计，以及季节性因素对 P 公司来说给出精准可靠的需求预测着实不易。因为 P 公司当前缺乏对新产品需求量进行准确预测的决策方法，此外，库存成本所导致的问题，最终也会影响购买决策，并且由它引起的产品矛盾也尤为突出。因此，本文主要考虑对全新产品的销售预测和库存管理优化这两方面的研究。并提出了一种全新的预测方法来预测 P 公司的运动服新产品的需求。如图 4-1，为 P 公司新产品基于 Bass 需求预测模型技术路线图。

首先，归因于新产品没有销售数据，根据新老产品的相似性关系运用相似矩阵进行定量，再运用模糊聚类理论对相关影响因素进行模糊分类，最后通过 m 、 p 、 q 、 c 这些影响因子对新款相似产品进行科学地需求预测。期中，本文使用趋势敏感性因素和季节性因素来表达它们。其中，本文通过问卷调查和访谈来确定趋势，通过专家打分和模糊综合评判法对敏感性因素以及趋势敏感性因素进行量化；季节性因素是通过每个单位时间段内的销售额与单位时间段内平均销售额之

比来实现的量化。最后，基于基础预测模型，提出了流行敏感性和季节因素对需求预测影响的综合考虑的 Bass 预测模型。最后，以一系列的卫衣为例进行了案例分析及研究。

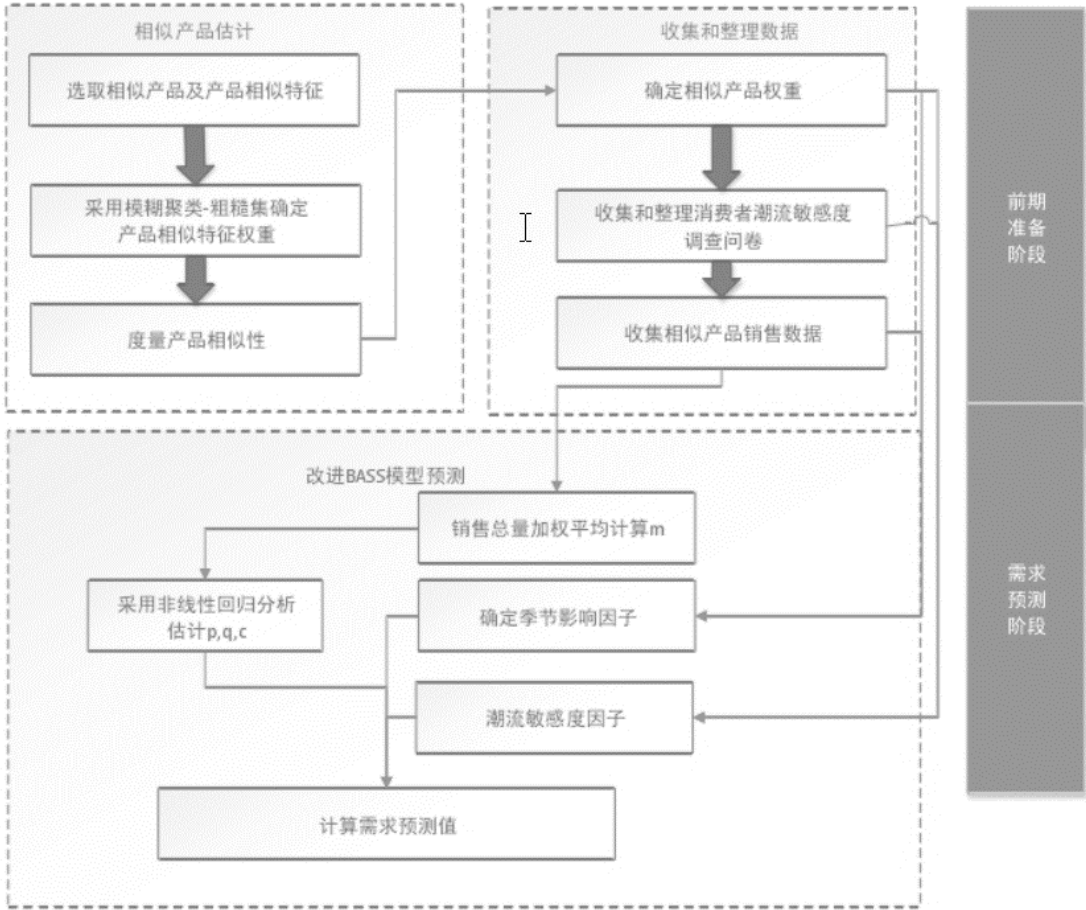


图 4-1 P 公司新产品基于 Bass 需求预测模型技术路线图

4.1 相似度及权重的量化

对由于新产品缺少历史销售数据，并且缺少数据支撑消费者在多大程度上接受和追求的新样式和新的配色。本文提出了一种基于特征模糊聚类的特征相似度度量方法，以分配特征权重来获得和排序相似产品的历史销售数据。从而为此类产品的预测数据及预测分析提供了科学的依据。

本文从三个方面度量新老产品相似性：首先，如何选择相似产品的选择及特征，其次如何分配产品的特征权重，最后如何确定相似产品相似性度量的比重。

4.1.1 相似产品及特征的选取

由于运动服装的款式多变，特征值太多很容易影响到计算和决策的制定，本文通过实例验证且数据均源自真实销售数据，故而选取了 P 公司生产并销售的 6 款卫衣产品，由于卫衣产品相对比较单一，季节性特征又相似，符合相似产品的定义。本文选取的这 6 款产品中有 5 款为 2019 年上半年已经上市的，另外一款是 2019 年下半年新上市的。由于卫衣产品的季节性特征相似，且销售渠道一致，在实际数据的验证过程中，本文首先根据所有产品的历史销售数据设置参数，再通过度量化得到各个产品的相似性权重，得到第 6 款产品的需求预测结果，并以该需求预测数据比对其真实的销售数据进行对比分析，从而验证产品需求预测的准确程度。

4.1.2 特征权重的分配

特征值权重是指诸多特征值中，某个特征值所占的权重，是比较相似产品中的全部特征属性的方法。由于相似度特征属性对运动服产品相似性的影响程度各不相同。所以，这是一种基于对选择相似产品的相似性特征，通过量化后形成模糊矩阵，并按照粗糙集理论进行分类，最后通过以相似值为桥梁，求得新产品的相似性权重的度量方式。

根据目前的研究，计算权重的方法主要包括主观加权法与客观加权法两种：

表 4-1 权重分配计算的方法

权重计算分类	方法	特点
主观	AHP 法	主观性
	Delphi 法	任意性
	Brain storming 法	主观性
客观	粗糙集法	客观性
	熵加权法	可靠性
	模糊聚类法	准确性

所以，本文权衡并综合了两种方法的利弊，考虑到优点和缺点是相辅相成的，故而采用表 4-1 中客观分类方法中的第一和第三种方法对运动服装产品的特征权重进行了分析。

根据上述关于权重确定的方法，具体步骤：

假设研究对象为 P 公司 n 个产品，具备 m 个相似特征，其构成的集合为 $X = (X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$ ，集合为 $Y = (Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_m)$ ，则 P 公司运动服装 j 的特征值向量，可假设为 $X_j = (X_{j1}, X_{j2}, X_{j3}, \dots, X_{jm})$ 。

步骤 a，基于 P 公司运动服装的样本对象，获得这些产品的特征相似数据。

$$\text{特征矩阵表示为: } x = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix}$$

步骤 b：根据模糊聚类法对特征分类：

(1)对抽取数据的矩完成阵归一化处理： $Y = (Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_m)$ ；(2)根据标准化的数据矩阵，用最大最小法通过公式(4-1)构建模糊相似矩阵；(3)通过模糊等价闭包法求得模糊等价矩阵将所选产品特征进行分类，闭包传递确认方法： $R \Rightarrow R^2 \Rightarrow R^4 \Rightarrow R^{2^k} = t_{(R)}$ ；(4)根据模糊聚类法设置阈值 α_k ，并对所有特征值按阈值分类。

$$r_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^m (x_{ik} \wedge x_{jk})}{\sum_{k=1}^m (x_{ik} \vee x_{jk})} \quad (4-1)$$

步骤 c：逐个确定特征的综合重要度：（1）首先从特征 Y_1 开始逐个删除特征 (Y_1, Y_2, \dots, Y_m) ，（2）然后使用步骤 b 求得模糊相似矩阵，（3）最后重复步骤 c 根据设置的阈值完成对所有特征 (Y_1, Y_2, \dots, Y_m) 的模糊分类。

步骤 d：根据粗糙集理论，对每个特征按置信区间的等价关系计算出重要度。

第一步，在置信水平 α_k 下计算特征 (Y_1, Y_2, \dots, Y_m) 的重要度，根据粗糙集理论：给定信息库 $K = (U, R)$ ，并对 $X \neq \emptyset$ 且 $X \subseteq U$ ，等价关系为 $R \in ind(K)$ 。 $RX = U\{Y \in U/R | Y \subseteq X\}$ 为 X 关于 R 的下近似值， $POS_C(D)$ 被称为等价类 U/D 在 C 的正区域，给定决策集 $S = (U, A = C \cup D, V, f)$ ，此 U 是一组样本的集合， C 是条件属性的集合（非空）， D 是为决策属性的集合（非空）， $C \cap D = \emptyset$ ，则 C 与 D 的依赖程度可以列为以下公式：

$$\gamma_c(D) = \frac{|card(POS_C(D))|}{|card(U)|} \quad (4-2)$$

根据上式(4-2)，在置信水平 α_k 下，相似特征 Y_i 的重要度表示为：

$$\beta_{YD_{\alpha_k}}(Y_i) = \gamma_Y(D) - \gamma_{Y-Y_i}(D) \quad (4-3)$$

第二步，基于相同阈值标准下，综合 p 个不同的置信水平，计算各特征的重要性表示为：

$$\beta(Y_i) = \frac{\sum_{k=1}^p \alpha_k \times \beta_{YD_{\alpha_k}}(Y_i)}{p} \quad (4-4)$$

最后，根据上式(4-4)求出的重要度，确定每个特征(Y_1, Y_2, \dots, Y_m)的权重，计算权重表示为：

$$w_i = \frac{\beta(Y_i)}{\sum_{i=1}^m \beta(Y_i)} \quad (4-5)$$

每个特征(Y_1, Y_2, \dots, Y_m)的权重通过计算最终可以得到为： w_1, w_2, \dots, w_m ，并满足 $\sum_{i=1}^m w_i = 1$ 。

4.1.3 相似性的量化及相似比重的确定

相似性度量是基于系统综合评价两个事物之间相似程度的一种度量方法。对于P公司的产品来说，产品越相似，相似性度量值就越大。另外，根据单一特征相似值在整体特征相似值的比例便可以确定相似值的权重。

本节研究P公司新老相似产品的特征相似值，然后确定每个值在所有相似特征值集合中的比重。

首先，先计算产品特征数量的相似度，计算公式如下：

$$Q_{ij}^1 = \frac{N}{K + L - N} \quad (4-6)$$

上式(4-6)中： K 表示的是产品 i 具有的特征数量， $i(i = 1, 2, \dots, n)$ ； L 表示的是产品 j 具有的特征数量， $j(j = 1, 2, \dots, n)$ ； N 则表示的是产品 i 和 j 共有的相似特征数量。因此，产品特征的相似度的计算公式如下：

$$Q_{ij}^2 = \frac{N}{K + L - N} \sum_{l=1}^m w_l r_{ijl} \quad (4-7)$$

上式(4-7)中，特征值的权重表示为： (w_1, w_2, \dots, w_l) ； r_{ijl} 表示的是相似产品

$i(i = 1, 2, \dots, n)$ 与相似产品 $j(j = 1, 2, \dots, n)$ 的第 l 个相似特征的比例系数, 并且满足条件: $0 < r_{ijl} < 1, i \neq j$ 。

$$r_{ijl} = \frac{\min(d_{il}, d_{jl})}{\max(d_{il}, d_{jl})} \quad (4-8)$$

上式(4-8)中的 d_{ijl} 表示的是产品 $i(i = 1, 2, \dots, n)$ 的第 l 个特征的值; r_{ijl} 表示的是相似产品 $i(i = 1, 2, \dots, n)$ 与相似产品 $j(j = 1, 2, \dots, n)$ 的第 l 个相似特征的比例系数, 并且满足条件: $0 < r_{ijl} < 1, i \neq j$ 。

然后, 对产品 i, j 之间的相似度进行计算, 计算公式如下:

$$Q_{ij} = \alpha Q_{ij}^1 + \beta Q_{ij}^2 = \alpha \frac{N}{K + L - N} + \beta \frac{N}{K + L - N} \sum_{l=1}^m w_l r_{ijl} \quad (4-9)$$

上式(4-9)中, α 表示相似特征的数量相似程度, 而 β 表示为相似特征值的重要度, 并满足 $0 \leq \alpha \leq 1, 0 \leq \beta \leq 1, \alpha + \beta = 1$ 。

4.2 基础 Bass 预测模型的应用与构建

4.2.1 基本 Bass 模型的应用

巴斯扩散模型 (Bass 预测模型), 因为在长寿命消费品的销售预测上非常成功, 所以慢慢被应用在包括短寿命消费品等其他领域, 该模型经常被各行业预测新产品和新技术的市场需求分析及预测工具。相关研究表明, 巴斯模型在预测短寿命产品的需求时, 可以获得非常好的结果, 而运动服装业就是一种典型的短生命周期产品。

巴斯模型将潜在消费者分为两类: 创新型消费者和跟随型消费者。受到媒体大众影响 (外部影响) 的潜在购买者被称为创新型消费者; 而受到与他人交流影响 (内部影响) 从而跟风或追随流行的被称为跟随型消费者。结合 P 公司新款的卫衣产品, 我们将影响因素定义为: 创新因子和跟随因子。

4.2.2 基于基本 Bass 模型的服装需求预测模型的构建

将消费量关系从上述的两类消费者在某件产品中抽取出来,表示在 t 时刻目前还未购买 P 公司运动服装产品但是存在潜在购买可能性与之前购买过该 P 公司运动服装产品的消费者数量之间形成的线性关系。具体模型如下公式表示为:

$$f(t)/[1-F(T)] = P(t) = p + q/mN(t) = p + qF(T) \quad (4-10)$$

上式(4-10)中, $f(t)$ 表示在 t 时刻消费者发生首次购买行为的可能性,即概率密度函数; $F(t)$ 表示从新款运动服装从开始销售并截止到 t 时刻,累计购买的密度函数;此类产品曾经的购买数量表示为 $N(t)$;创新因子为 p ,跟随因子为 q ,研究对象在销售周期中的潜在销量表示为 m 。在 $[0, T]$ 区间,需求分布可表示为下式:

$$F(T) = \int_0^T f(t)dt, F(0) = 0 \quad (4-11)$$

由于 $f(t)$ 为 t 时刻首次购买行为发生的可能性, m 为潜在销量,因此累积消费者密度函数表示为:

$$N(T) = \int_0^T n(t)dt = m \int_0^T f(t)dt = mF(T) \quad (4-12)$$

基于正态分布,对上式(4-12)积分,如下式:

$$F(t) = \frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + \frac{q}{p}e^{-(p+q)t}} \quad (4-13)$$

对上式(4-13)求导,求得在 t 时刻的消费密度,如下式:

$$n(t) = m \frac{(p+q)^2}{p} \times \frac{e^{-(p+q)t}}{\left[\frac{q}{p}e^{-(p+q)t} + 1\right]^2} \quad (4-14)$$

4.3 基于改进型 Bass 的需求预测模型

在本文研究中,需要考虑的参数有 3 类:比例参数 p 和比例参数 q ,以及定位参数 m ,但是现有的参数估计严重,一般分为数据充足分析和数据不充足的估计,因此,选择估计参数的方法是创建影响扩散模型能否成功的一个关键因素。

再结合 P 公司的实际案例情况,动运服装作为一种典型的短寿命产品,受影

响因素较多,进行需求预测的确非常困难。因此,本文对服装行业和 P 公司的运动服装的特点进行了综合考虑,还考虑了消费者对包括新样式、新颜色在内的设计以及季节性因素对最终消费者发生购买行为的影响,因此基于基本 BASS 模型基础上做了相应增强^[42]。改进之一是对流行设计的影响程度用流行敏感系数表示。另外,季节性影响因素以季节敏感系数表示。

4.3.1 流行敏感系数的确定

当今消费者的需求趋于多样化,在运动服装产品的需求也更加多样化,在需求多样化的过程中,流行时尚的影响因素越来越重,然而并非每个消费者都能接受时尚流行产品(新产品)。一些消费者比较我喜欢老的产品,或者一开始并不接受,但随着产品被越来越多的人穿着使用并认可,随后消费者会逐渐地接受它,这也就是为什么本文会基于 Bass 基本模型对影响消费者的因素分为了流行敏感因子和季节影响因子。为了反映流行敏感系数对全新产品需求的影响,本文在建模过程中,基于 Bass 模型,加入了流行敏感系数,因此运用了调查问卷的方法来确定流行敏感系数的标准指标,再运用专家调查法求出各个标准指标的权重,通过用流行敏感度因子 r 表示,实现流行敏感度的量化。

(1) 标准指标的选取

本文的流行敏感度指消费者对整衣设计、面料以及功能等流行元素的对需求的影响程度。不过依然有许多其他因素会对需求造成影响,包括基于产品设计特征的服装款式、颜色等因素。而这些因素无法准确量化,每款产品都有不同的特点,不管是设计、配色或者是面料等因素,这些影响消费者对运动服装受欢迎程度的流行敏感因子则通过模糊数学的综合评价方法来选取作为标准的指标。

(2) 指标权重的确定

常见指标权重系数的确定方法有:专家调查法(Delphi)、层次分析法(AHP)、Brain storming 法等。本文采用的是专家调查法来计算指标权重系数。

首先各个指标均由专家进行二元对比评定,获取模糊关系优先矩阵:

$B\left(\left[b_{ij}\right]_{n \times n}\right)$, 并满足一下两个条件:

条件一: $b_{ii} = 0, 0 \leq b_{ij} \leq 1, i \neq j$;

条件二： $b_{ij} + b_{ji} = 1$ ；当 b_{ij} 与 b_{ji} 比较时各有所长无法确定孰优孰劣时，则

$$b_{ij} = b_{ji} = \frac{1}{2}。$$

本文设参与专家调查的结果没有优先级的差别，那么通过平均法得到属于模

糊集 B 的模糊函数： $\varphi_i = B(b_i) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n b_{ij, \forall i}$

(3) 流行敏感度的模糊计算

对 n 个因素进行假设，可知影响因素集 $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_n\}$ ，因为每个影响指标的贡献度是不一样的，所以通过确定每个影响指标权重来获得潮流敏感程度。其次，假设评价得分集 $C = \{c_1, c_2, c_3, \dots, c_m\}$ ，这里表示的 c_1 至 c_m 是评价程度，呈现的是渐进的趋势。然后，根据调查问卷的投票结果构建模糊关系子集 $D = \{d_{11}, d_{12}, d_{13}, \dots, d_{ij}\}$ ，($i = 1, 2, 3, \dots, n$)，($j = 1, 2, 3, \dots, m$)。得到矩阵：

$$D = \begin{bmatrix} d_{11} & \cdots & d_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{n1} & \cdots & d_{nm} \end{bmatrix}$$

根据模糊相似变换得： $E = D \times C$ ，再通过归一化处理得到 $A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n\}$ ，

然后，流行敏感度 r 的表达公式：

$$r = \varphi_1 a_1 + \varphi_2 a_2 + \varphi_3 a_3 + \dots + \varphi_n a_n \quad (4-15)$$

一般来说，每款产品都有其独有的特点，对消费者的影响也都不尽相同，每款新款运动服装产品的流行敏感度也会不同，因此必须根据产品的实际情况进行分析，实事求是地客观评价关键因素才能使流行敏感度更能与实际挂钩。本文为采用了模糊综合评价法对流行敏感度进行了量化。当然，P 公司依然要从自身出发，争取设计、生产并销售出更具吸引力的产品，循序渐进地让消费者接受 P 公司的设计风格和推出的相关产品。

4.3.2 季节系数的确定

季节系数用来表示季节性影响因素，根据公司之前的历史累计销售数据来确定季节系数，可以通过对相似产品的销售数据挖掘并分析得到。在服装行业，产

品的更新换代尤其迅速，如上文介绍的，P 公司除了一部分老款运动服会在新一季作为延续款继续生产销售以外，新款服装产品在新一季里占有绝大部分。而按照 P 公司的实际销售情况，大多运动服装产品的销售期为 12 个月，所以选取了 12 个月共 6 款相似运动服装产品的销售历史记录，通过对这些历史记录数据进行整理、分析并确定新款产品的季节影响系数。

S_t 表示第 t 个月的季节影响因子， Y_t 表示第 t 周的需求量；而 \bar{y} 表示为此产品的月均销量。故而表达式如下式：

$$S_t = \frac{y_t}{\bar{y}} \quad (4-16)$$

由此可知，表达为 t 月该产品的需求预测如下式：

$$d_t = n(t) \times c^r \times S_t = m \frac{(p+q)^2}{p} \times \frac{e^{-(p+q)t}}{\left[\frac{q}{p}e^{-(p+q)t} + 1\right]^2} \times c^r \times S_t \quad (4-17)$$

式(4-17)中：通常 c 的值大于 1，表示的潜在需求量与流行敏感度的变化方向一致。

4.3.3 改进型 Bass 预测模型的参数设定

销售历史数据较于销售预测数据更有意义。当预测销售数据计算出来后，将实际的销售数据与预测销售值进行比较，再对后续的生产准备等工作进行适当的调整。在此之前，需要首先估算改进型的 Bass 预测模型的参数值。在改进的 Bass 预测模型（即用于预测服装销售数据的模型）中，有四个要估算的参数，即： p ， q ， m ， c ，本文根据其各自的特征与意义来进行参数估计：

- （1）设定创新系数： p ，通过对同类老产品的创新系数的相似值和同类老产品的相似权重进行加权平均算得。创新系数均用非线性的最小二乘法通过软件 MATLAB 进行估算。
- （2）设定跟随系数： q ，与 p 类似，通过对同类老产品的创新系数的相似值和同类老产品的相似权重进行加权平均算得。跟随系数可以用非线性的最小二乘法通过软件 MATLAB 进行估算。
- （3） m 设定为新产品的市场潜力最大值，从前期数据中无法体现该潜力值，所以本文利用相似老产品历史数据在结合前相似老产品的权重，再加

权平均得到新产品的市场最大潜力值。

- (4) c 通常为常数($C > 1$),代表潜在购买者对产品的接受度与市场需求的
变化方向一致。

4.4 P 公司运动服装产品需求预测分析

本章通过运用改进型需求预测模型对 P 公司卫衣运动服装产品进行实例分析,以 P 公司 2018 年春秋款的爆款卫衣为销售预测目标,根据销售部门以及生产部门的见解,六款相似产品被选取作为相似性度量的样本:(85173301,85173402,85173403,85173501,85173502,85186104),这六款样本中 85173301,85173402,85173403,85173501,85173502 为老产品,85186104 为新产品。

4.4.1 P 公司卫衣产品销售数据分析

本文通过 P 公司的实例基础数据进行分析,选取 P 公司 2018 年第一季度上市的 5 款产品的真实销售数据作为样本对象,以及 2018 年度第三季度上市的 1 款产品作为样本预测对象。本文以这 5 款销量卫衣的销售走势数据为例,如表图 4-1 所示,2018 年 1 月至 3 月共 12 月的销售数据从图示上看,P 公司的销售数据与 Bass 的需求模型理论趋势所显示的曲线相对吻合,总体呈现先升后降的趋势。

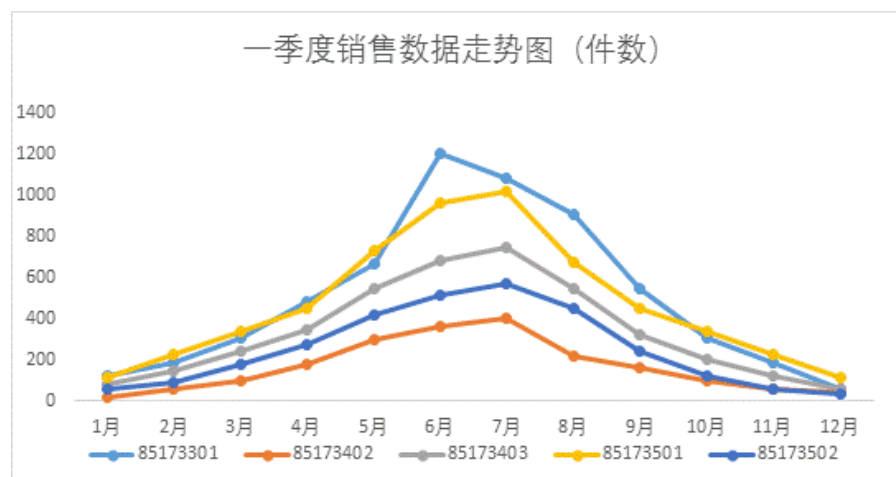


图 4-1 2018 第一季度 5 款 P 公司卫衣产品样本销售走势图

4.4.2 P 公司卫衣产品相似特征选取

P 公司运动服装产品的样式多样，颜色繁多，因此通过消费者网上自营店的在线评论以及销售部门给出的反馈意见总结出产品的主要特征，而针对有些新款产品，需要选取与之相似的老款运动卫衣产品，把这些类似的卫衣产品的历史销售数据作为参考，因此要确定新产品的相似特征，对于经过重新配色的运动卫衣，找到相似产品相对简单，选用上一季老款延续款产品即可，同时还可以考虑新的配色对潜在消费者的影响程度；可以通过选取同色系的其他款式产品，进行相似度的度量和比较。

通过在网上直营店的在线评价以及销售部门的实际反馈得出的卫衣运动产品的特征，综合意见如下表：

表 4-2 卫衣产品特征值综合意见表

特征	特征水平	特征值
尺码	国际码	1
	欧洲码	2
	亚洲码	3
款式	圆领	1
	带帽	2
	大 Logo	3
版型	正常剪裁	1
	宽松剪裁	2
	修身剪裁	3
流量代言	普通款	1
	海报款	2
	明星代言	3
面料	化纤面料	1
	全棉面料	2
	速干面料	3
颜色	红	1
	蓝	2
	黑	3

通过对表 4-2 中的整理，2018 年第一季度和 2018 年第三季度的一共 6 款产品的特征值如下表：

表 4-3 不同产品特征的特征值

产品	尺码	款式	版型	流量代言	面料	颜色
	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6
85173301	2	1	2	1	3	1
85173402	1	2	2	1	1	3
85173403	2	2	1	1	1	2
85173501	2	1	3	2	3	3
85173502	2	3	1	1	2	1
85186104	3	1	3	2	3	1

4.4.3 P 公司卫衣产品相似性度量

以上对 P 公司相关卫衣产品的特征值进行了选取后，再分配各个特征属性的权重，并计算相似度。

- (1) 产品特征值进行聚类分析，对各个特征属性值进行归一化处理，得矩阵：

$$R = \begin{bmatrix} 0.67 & 0.33 & 0.67 & 0.33 & 1 & 0.33 \\ 0.33 & 0.67 & 0.67 & 0.33 & 0.33 & 1 \\ 0.67 & 0.67 & 0.33 & 0.33 & 0.33 & 0.67 \\ 0.67 & 0.33 & 1 & 0.67 & 1 & 1 \\ 0.67 & 1 & 0.33 & 0.33 & 0.67 & 0.33 \\ 1 & 0.33 & 1 & 0.67 & 1 & 0.33 \end{bmatrix}$$

- (2) 经过归一化处理后，用最大最小法求得模糊相似矩阵：

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 0.53 & 0.58 & 0.71 & 0.67 & 0.77 \\ 0.53 & 1 & 0.72 & 0.6 & 0.53 & 0.46 \\ 0.58 & 0.72 & 1 & 0.64 & 0.63 & 0.55 \\ 0.71 & 0.6 & 0.53 & 1 & 0.5 & 0.8 \\ 0.67 & 0.53 & 0.72 & 0.5 & 1 & 0.53 \\ 0.77 & 0.43 & 0.46 & 0.8 & 0.53 & 1 \end{bmatrix}$$

- (3) 通过传递闭包，计算 R 的传递闭包 $t(R) = \bar{R}$ ，运用 MATLAB 软件输入

以下公式：求模糊等价矩阵。

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 0.53 & 0.58 & 0.71 & 0.67 & 0.77 \\ 0.53 & 1 & 0.72 & 0.6 & 0.53 & 0.46 \\ 0.58 & 0.72 & 1 & 0.64 & 0.63 & 0.55 \\ 0.71 & 0.6 & 0.53 & 1 & 0.5 & 0.8 \\ 0.67 & 0.53 & 0.72 & 0.5 & 1 & 0.53 \\ 0.77 & 0.43 & 0.46 & 0.8 & 0.53 & 1 \end{bmatrix}.$$

求得模糊等价矩阵，结果如下：

$$t(R) = \begin{bmatrix} 1.0000 & 0.6700 & 0.6700 & 0.7700 & 0.6700 & 0.7700 \\ 0.6700 & 1.0000 & 0.7200 & 0.6700 & 0.7200 & 0.6700 \\ 0.6700 & 0.7200 & 1.0000 & 0.6700 & 0.7200 & 0.6700 \\ 0.7700 & 0.6700 & 0.6700 & 1.0000 & 0.6700 & 0.8000 \\ 0.6700 & 0.7200 & 0.7200 & 0.6700 & 1.0000 & 0.6700 \\ 0.7700 & 0.6700 & 0.6700 & 0.8000 & 0.6700 & 1.0000 \end{bmatrix}$$

(4) 基于不同阈值（λ）下的分类

基于所设的阈值，按照不同的置信水平对所有 6 款产品进行模糊聚类，设置阈值并进行分类，如下表：

表 4-4 阈值设置下的分类情况表

α_k	分类
0.8000	五类：{85173301}, {85173402}, {85173403}, {85173502}, {85173501}, 85186104};
0.7700	四类：{85173301, 85173501, 85186104}, {85173402}, {85173403}, {85173502};
0.7200	二类：{85173301, 85173501, 85186104}, {85173402, 85173403, 85173502};
0.6700	一类：{85173301, 85173402, 85173403, 85173501, 85173502, 85186104};

(5) 运用粗糙集理论求特征值

通过粗糙集法求得每个特征 $Y_i(i = 1, 2, 3, \dots, n)$ 的综合重要度和所占的权重。
从第一个特征 Y_1 开始，删除 Y_1 特征值列得到表现该特征值综合重要度的归一化矩阵：

$$R = \begin{bmatrix} 0.33 & 0.67 & 0.33 & 1 & 1 \\ 0.67 & 0.67 & 0.33 & 0.33 & 0.33 \\ 0.67 & 0.33 & 0.33 & 0.33 & 0.67 \\ 0.33 & 1 & 0.67 & 1 & 1 \\ 1 & 0.33 & 0.33 & 0.67 & 0.33 \\ 0.33 & 1 & 0.67 & 1 & 0.33 \end{bmatrix}$$

通过最大最小法计算构造模糊相似矩阵，如： $r_{12} = \frac{0.33+0.67+0.33+0.33+0.33}{0.67+0.67+0.33+1+1} =$

0.54, 同理求得整个模糊相似矩阵，如下：

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 0.54 & 0.49 & 0.67 & 0.6 & 0.8 \\ 0.54 & 1 & 0.78 & 0.61 & 0.54 & 0.46 \\ 0.49 & 0.78 & 1 & 0.46 & 0.66 & 0.41 \\ 0.67 & 0.61 & 0.46 & 1 & 0.43 & 0.83 \\ 0.6 & 0.54 & 0.66 & 0.43 & 1 & 0.5 \\ 0.8 & 0.46 & 0.41 & 0.83 & 0.5 & 1 \end{bmatrix}$$

(6) 通过传递闭包法，求得表现特征值的模糊等价截矩阵：同步骤 (3)；

截矩阵如下：

$$\bar{R} = \begin{bmatrix} 1.0000 & 0.6100 & 0.6100 & 0.8000 & 0.6100 & 0.8000 \\ 0.6100 & 1.0000 & 0.7800 & 0.6100 & 0.6600 & 0.6100 \\ 0.6100 & 0.7800 & 1.0000 & 0.6100 & 0.6600 & 0.6100 \\ 0.8000 & 0.6100 & 0.6100 & 1.0000 & 0.6100 & 0.8300 \\ 0.6100 & 0.6600 & 0.6600 & 0.6100 & 1.0000 & 0.6100 \\ 0.8000 & 0.6100 & 0.6100 & 0.8300 & 0.6100 & 1.0000 \end{bmatrix}$$

根据步骤(4)基于上文设置的阈值(λ),并按照不同的置信水平对所有6款产品进行模糊聚类,分类如下表:

表 4-5 反应特征值 y_1 综合重要度分类表

α_k	分类
0.8000	四类: {85173301, 85173501, 85186104}, {85173402}, {85173403}, {85173502};
0.7700	三类: {85173301, 85173501, 85186104}, {85173402, 85173403}, {85173502};
0.7200	三类: {85173301, 85173501, 85186104}, {85173402, 85173403}, {85173502};
0.6700	三类: {85173301, 85173501, 85186104}, {85173402, 85173403}, {85173502};

将原始分类对比以上分类结果,可以得出特征 Y_1 的在整个特征中的重要程度,根据上文所列的公式(4-2),公式(4-3),公式(4-4)能够求出特征属性 Y_1 的综合重要度:

$$\beta(C_{y_1}) = (0.8000 * 1 + 0.7700 * 1 + 0 + 0) / 4 = 0.39;$$

同理,也可以求出其他特征的综合重要度, $\beta(C_{y_2}) = 0.2$; $\beta(C_{y_3}) = 0.18$;

$$\beta(C_{y_4}) = 0.27; \beta(C_{y_5}) = 0.17; \beta(C_{y_6}) = 0.25。$$

根据公式(4-4),求得每个特征属性的权重。如 Y_1 的权重为:

$$\omega_{x_1} = \frac{0.39}{0.39 + 0.2 + 0.18 + 0.27 + 0.17 + 0.25} = 0.2671$$

同理,可以求出其他特征属性的权重,分别为:

$$\omega_{x_2} = 0.1370; \omega_{x_3} = 0.1233; \omega_{x_4} = 0.1849; \omega_{x_5} = 0.1164; \omega_{x_6} = 0.1712。$$

(7) 求产品相似度

根据上文的公式(4-6)、公式(4-7)和公式(4-8),5款2018年第一季度的上市的老产品与2018年第三季度上市的新产品,很明显, $k=5, l=5, n=5$,对计算进行简化,选择 $\alpha = \beta = 0.5$,得到第一款老产品85173301与新产品85173301的相似度:

$$Q_{16} = 0.5 * \frac{5}{5+5-5} + 0.5 * \left(0.2671 * \frac{2}{3} + 0.1370 * \frac{1}{1} + 0.1233 * \frac{2}{3} + 0.1849 * \frac{1}{2} + 0.1164 * \frac{3}{3} + 0.1712 * \frac{1}{1} \right) = 0.88$$

同理，可以得到另外几款老产品对该新产品的相似度为：

$$Q_{26}=0.79, Q_{36} = 0.72, Q_{46} = 0.92, Q_{56} = 0.82$$

(8) 求产品相似度的权重

根据以上求得的相似度，求得应用权重，从第一款老产品 85173301 求权重

$$\text{为: } W_1 = \frac{Q_{16}}{Q_{16}+Q_{26}+Q_{36}+Q_{46}+Q_{56}} = \frac{0.88}{0.88+0.79+0.72+0.92+0.82} = 0.21;$$

同理，求得另外相似老产品的引用权重：

$$W_2 = 0.19, W_3 = 0.17, W_4 = 0.22, W_5 = 0.20。$$

4.4.4 预测需求模型中的影响因子

(1) 确定并测算流行敏感因子

步骤 a，根据产品的特性，选取影响流行敏感度的因子，并确定这些因子的关键指标，本文对 P 公司产品部门团队的成员进行访谈并结合之前运动卫衣的特征要素的选取结果，取得流行敏感度因子的关键要素，如下表：

表 4-6 影响流行敏感因子的关键因素表

序列号	影响因子	涵盖内容
1	款式	整衣的设计、风格等
2	颜色	衣服的配色、图案等
3	功能	衣服使用的面料或者特殊功能
4	市场环境因素	市场外在因素、竞品的设计喜好等

步骤 b，通过专家评估（附录 2），计算得上述影响因素的权重：

$$W = \{0.35, 0.34, 0.27, 0.12\}$$

步骤 c，结合实体零售渠道和网上销售渠道的调查问卷及访谈，收集并汇总了消费者对各个流行敏感因子的接受程度，按新产品 85186104 的设计、配色、功能等因素得到该产品的消费者接受程度集：

$$D = \begin{bmatrix} 0.06 & 0.11 & 0.13 & 0.19 & 0.35 & 0.25 \\ 0.05 & 0.10 & 0.17 & 0.17 & 0.21 & 0.29 \\ 0.07 & 0.14 & 0.1 & 0.2 & 0.32 & 0.28 \\ 0.19 & 0.34 & 0.15 & 0.22 & 0.19 & 0.21 \end{bmatrix}$$

根据假设的评分集的消费者接受程度中“超出预期”代表 3 分，“符合预期”代表 2 分，“尚能接受”代表 1 分，“未达预期”代表-1 分，“远低于预期”代表 -2 分，“不可接受”代表-3 分。这样将其进行归一化处理，按照公式： $E = D \times C$ ，可以得出以下计算结果：

$$E = D \times C = \begin{bmatrix} 0.06 & 0.11 & 0.13 & 0.19 & 0.35 & 0.25 \\ 0.05 & 0.10 & 0.16 & 0.17 & 0.21 & 0.29 \\ 0.07 & 0.14 & 0.1 & 0.2 & 0.32 & 0.28 \\ 0.19 & 0.34 & 0.15 & 0.22 & 0.19 & 0.21 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} -1.00 \\ -0.67 \\ -0.33 \\ 0.33 \\ 0.67 \\ 1.00 \end{bmatrix}$$

$$= [0.37 \quad 0.32 \quad 0.36 \quad -0.06]$$

通过公式(4-15)求得期望因子：

$$r = \varphi_1 a_1 + \varphi_2 a_2 + \varphi_3 a_3 + \cdots + \varphi_n a_n$$

$$= 0.35 \times 0.37 + 0.34 \times 0.32 + 0.27 \times 0.36 - 0.12 \times 0.07 = 0.33$$

(2) 确定季节影响因子

本文实例对象为运动卫衣，其在 1 月到 3 月的春季的需求较大，故根据公式（4-16）来测算相似老产品的季节影响系数，将销售数据带入 $S_t = \frac{y_t}{\bar{y}}$ 算的每个季节影响因子，如下表：

表 4-7 5 款老产品的季节影响因子

产品 月	85173301	85173402	85173403	85173501	85173502
1	0.24	0.12	0.24	0.24	0.24
2	0.36	0.36	0.42	0.48	0.36
3	0.60	0.60	0.72	0.72	0.72
4	0.96	1.08	1.02	0.96	1.08
5	1.32	1.80	1.62	1.56	1.68
6	2.40	2.16	2.04	2.04	2.04
7	2.16	2.40	2.22	2.16	2.28
8	1.80	1.32	1.62	1.44	1.80
9	1.08	0.96	0.96	0.96	0.96
10	0.60	0.60	0.60	0.72	0.48
11	0.36	0.36	0.36	0.48	0.24
12	0.12	0.24	0.18	0.24	0.12

新产品 85186104 结合相似老产品的应用权重，根据公式 $S_{iF} = S_{1A} \times W_A + S_{1B} \times W_B + \dots + S_{1F} \times W_F$ ，得到季节影响因子如下表：

表 4-8 新款产品 85186104 的季节影响因子

月	1	2	3	4	5	6
季节影响因子	0.2144	0.3933	0.6642	1.0071	1.5729	2.1167
月	7	8	9	10	11	12
季节影响因子	2.2172	1.5805	0.9753	0.5959	0.3592	0.1780

4.4.5 需求预测模型的参数与求解

(1) 计算新款产品的参数初始值

根据 5 款相似老产品的历史数据（附录 3），结合之前得到的相似权重，通过以下计算可以得到新款产品 85186104 的市场最大潜在需求量：

$$m=0.21 \times 6021 + 0.19 \times 2000 + 0.17 \times 4021 + 0.22 \times 5640 + 0.20 \times 3000 = 4169(\text{件})。$$

同理，根据 5 款老产品的创新因子 p 和模仿跟随因子 q ，可以测算出新款产品的 p 和 q 的估计值。测算采用非线性最小二乘法进行估算，通过统计软件进行参数估测，估算结果如下表：

表(4-9) 每款运动卫衣产品参数估值表

85173301	85173402	85173403	85173501	85173502	85186104
0.04	0.03	0.08	0.05	0.07	0.06
0.23	0.13	0.19	0.15	0.2	0.15
1.36	1.19	1.94	1.64	1.11	1.41
0.96	0.94	0.95	0.96	0.95	

(2) 结果分析对比

根据参数估值，以及之前求得的流行敏感系数和季节系数，预测得出新款 85186104 从 2019 年整年（跨度为 12 个月）的需求预测值，预测结果与原始数据比较分析结果如下图：

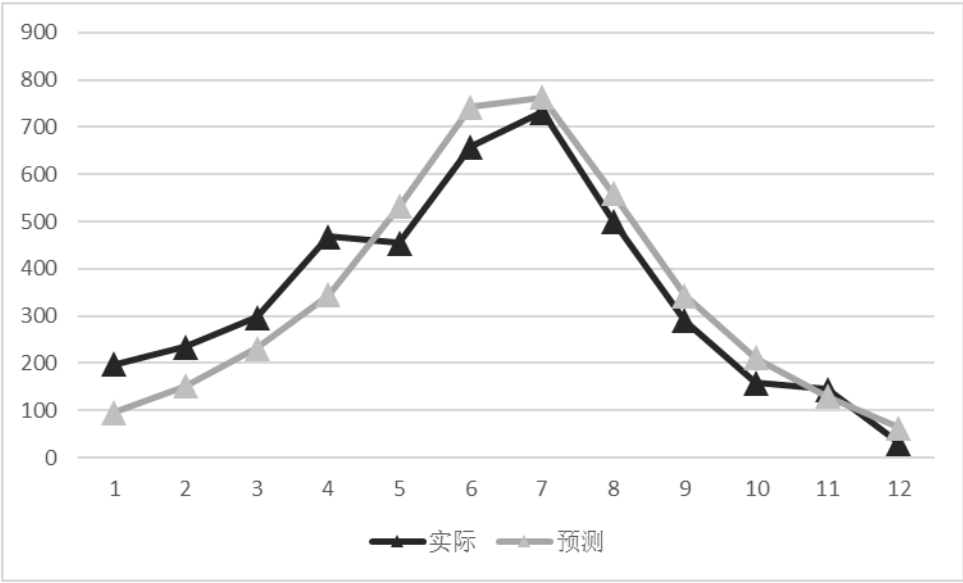


图 4-2 预测值与实际值比较图（单位：件/月）

从对比结果可看到，该模型的预测结果与真实发生的实际值具有较高的拟合度，销售数量趋势先呈现爬坡，经过峰值后再缓慢降低，整体趋势拟合度非常明显，对实际销售预测具有很高的趋势性预测。此外，从单个预测月的数据看，通过误差分析（如下表），本模型的预测数据取每月 1 组，时间跨度为 12 月。一共 12 组销售数据，预测数据与实际数据大致吻合，仅有 2 组数据的误差大于 50%，且误差小于 20% 的数据占有一半（6 组）。因此，可以判断预测结果较为精准，

本文所采用的预测模型适合此类情况的预测。

表 4-10 预测误差表

月份	1	2	3	4	5	6
实际	198	235	297	468	455	659
预测	96	151	232	345	532	743
误差	52%	36%	22%	26%	14%	11%

月份	7	8	9	10	11	12
实际	732	501	290	158	145	31
预测	763	559	343	212	130	63
误差	4%	10%	15%	25%	10%	51%

4.5 本章小结

基于之前学者对 Bass 模型的研究并且不断加以改进，通过许多的案例证实该模型运用到短生命周期产品的预测中的可行性，而本文所研究的运动服装产品也属于短生命周期产品，结合 P 公司的企业特点，在原先的模型基础上添加了消费者对产品设计的敏感度和季节因子影响下的改进型 Bass 模型对 P 公司的卫衣产品进行了需求预测。最终通过模型预测出来的结果与实际的销售情况较为接近，有力地证明了该预测方法的有效性与适用性，也许也能够给其他同类型或者同类产品生产的企业具有一定的参考价值。

5 P 公司的库存优化策略

安全库存（保险库存）是指为了防止订单需求受到不确定因素的影响而准备的缓冲库存。起到缓冲作用的安全库存数量主要取决于供需变化、缺货率、库存成本等因素。如果不能很好地控制这些因素，则公司很容易出现缺货的情况，这将直接影响公司的交货及对销售利润造成损失。所有企业都会面临到不确定性，并且不确定性的来源也各不相同。从需求或消费者的角度来看，不确定性涉及消费者购买的数量和时间。处理不确定性的一种常规方法是预测需求，但是需求预测与实际发生永远会存在差异。从供应的角度来看，影响的因素可能来自运输、天气等方面。总之，都可以对供应造成影响，就是需要有安全的库存进行缓冲处理。给定安全库存，平均库存可以用一半的订货批量和安全库存进行描述。在库存被过度使用或交货延迟时使用安全库存比较有效。

库存管理在企业物流管理中的重中之重，也是最为核心的环节。库存管理中存在的最基本的问题就是确定最佳的采购批量(EOQ)的问题，自从哈里斯(Harris)的经典 EOQ（经济订单数量）模型于 1915 年被提出，就在频繁地实践运用中不断被推层出新。Bierman 和 Thomas（1977）对资金的时间价值进行了充分考虑改进了模型。Dave 和 Patel（1981）提出随时间变化的需求下的 EOQ 问题，但没有考虑缺货的情况^[43]。Hariga（1995）研究了通货膨胀的背景下，需求随时间变化的物品变质的 EOQ 问题。Padmanabhan 和 Vrat（1995）^[44]则提出了不允许缺货，全部和部分短缺的 EOQ 模型。

5.1 经济订货批量模型在库存管理的优化应用

经济订货批量模型，即：EOQ 模型。当企业进行单批次订货时，通过 EOQ 模型来平衡订购次数所产生的成本及其相关成本与产品需求量正好达到平衡时，即：总成本最小化的批量订货就称为经济订货批量。运用经济订货批量的相关模型不仅可以有效降低企业的总库存成本，更可以确保企业拥有更好的供应链运作以及有效的生产计划，确保企业在采购、生产、仓储及销售的有效实施。本文根

据 P 公司运营的实际情况,EOQ 模型更适合而不是 QR (Quick Response)。目前 P 公司作为一家运动服装生产销售的企业在库存管理方面难点主要集中在:怎样确定最佳订货点,批量订货的数量以及订货周期。而 EOQ 基础上对其变量的扩展,条件约束等方法以满足 P 公司的实际需要。

5.1.1 基于 EOQ 的服装优化订货模型

根据 EOQ 模型的基本理论,本节的研究首先给出以下假设:

- (1) 模型分析只有一个对象。
- (2) 市场需求稳定,设为一个均匀的分布的常数。
- (3) 订货的提前期也是一个常数。
- (4) 缺货成本无穷大,因此不考虑缺货。
- (5) 货物交付时间没有时间差。
- (6) 订货数量没有限制。
- (7) 订货费用不随订量不变。
- (8) 没有订货折扣。

如下图 5-1,在不允许缺货的条件下,当库存消耗数量降到 R 点时,会以该点作为订货点给出订货信号。经过一个固定的提货期,新一批的订货量会瞬时到达完成补货。

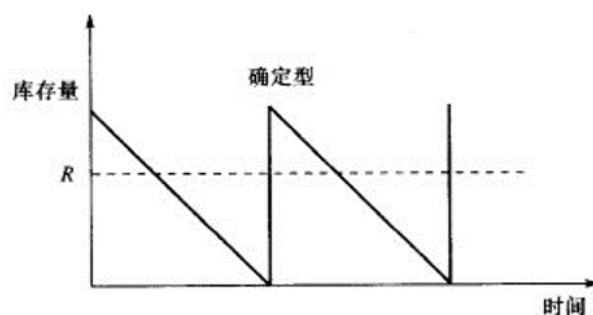


图 5-1 经济批量订货时间与库存量关系

图 5-2 为库存与成本的关系图,横线与虚线的交叉点定义为经济订货批量点,即:库存储存曲线与订货费用曲线的交叉点,该点的订货量即为最佳批次订量。订货量在总需求确定的情况下,订货批量越小,仓储成本就月底,这是因为仓储数量低。不过,当采购次数增加时,订货成本就会随之增加。

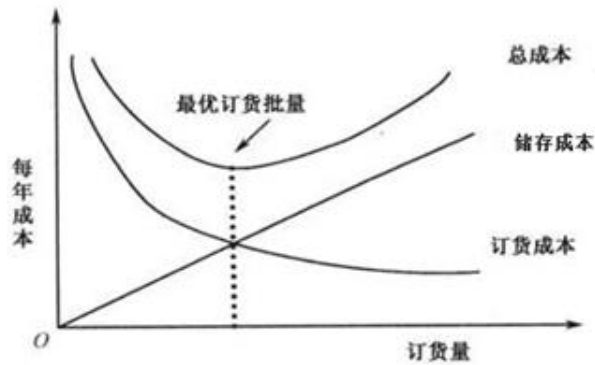


图 5-2 经济订货成本与订货量的关系

5.1.2 经济订货批量模型的参数设定与求解

(1) 经济订货批量模型 (EOQ) 基本模型的参数设定如下:

T: 订货周期;

D: 每期需求数量;

Q: 批次订量

C_p : 单次订货成本;

C_s : 单件储存成本;

P: 产品订购单价

TC: 年度总库存成本

n: 年订购次数

(2) 根据已经设定的模型参数以及 EOQ 模型公式, 一般情况下, 年度总库存成本为库存储存费用、订货成本以及产品订购总价的总和。其中, 库存储存成本已经包括了维持库存数量需要支出的仓库工作人员工资支出、储存场地租赁费用、仓储设备维护费用等, 因此, 根据订货数量 Q 和单位储存成本 C_s 可得年储存费用为:

$$\text{年储存成本} = \frac{1}{2}QC_s \quad (5-1)$$

企业在订货过程中发生的成本之和称作订货成本。主要有: 手续费、沟通费用、查验费等。根据年需求量与单次订货成本的关系可得年订货费用为:

$$\text{年订货成本} = \frac{C_p D}{Q} \quad (5-2)$$

根据单位需求量 D 以及采买物品的单价 P 可计算出年总买货成本:

$$\text{年买货成本} = D \times P \quad (5-3)$$

根据不允许缺货的假设, 年总库存费用为年储存成本、年订货成本与年买货成本之和, 因此, 年库存总成本公式如下:

$$TC = \frac{1}{2}QC_s + \frac{C_p D}{Q} + B \times P \quad (5-4)$$

基于库存储存成本曲线、订货成本曲线以及订货成本曲线叠加的成本用曲线, 以及库存储存成本曲线与订货成本曲线的交点及是最佳批量订货点, 因此, 为了求得年库存费用最小时订货量, 以 Q 为变量对上式(5-4)中的 TC 求导, 令一阶导数 $\frac{d(TC)}{dQ} = 0$, 可得以下公式:

$$\frac{d(TC)}{dQ} = \frac{1}{2}C_s - DC_p/Q^2 \quad (5-5)$$

经过对上式的整理, 可计算出经济订货批量 Q^* , 如下式:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_p}{C_s}} \quad (5-6)$$

根据上式以及经济订货批量与需求数量的关系, 最佳订货周期可以通过以下公式表达:

$$T^* = \frac{Q^*}{D} \quad (5-7)$$

当采用最佳经济订货批量 Q^* 这点时, 年订货次数可表示, 如下式:

$$n = \frac{1}{T^*} = \frac{D}{Q^*} \quad (5-8)$$

将公式(5-6)带入总仓储费用的公式(2-4), 可计算出总费用的最小值:


$$TC^* = \sqrt{2DC_p C_s} + DP \quad (5-9)$$

5.1.3 基于经典经济订货批量模型在 P 公司库存管理优化上的应用

鉴于 P 公司的配件产品需求量比较稳定, 通常一整年都会作为延续款进行生产销售, 销售时间跨度较长, 非常适合 EOQ 模型进行进行分析并对 P 公司当前的采购策略进行优化, 因此, 本文挑选了一款腰包 0742201 作为分析优化的对象。

该产品 2018 年度需求量如下表：

表 5-1 P 公司 07472201 产品 2018 年度需求量

07472201 产品 2018 年度需求量		
	月份	总需求量
	1	2,018
	2	1,350
	3	2,212
	4	2,186
	5	1,078
	6	2,796
	7	2,447
	8	1,268
	9	3,290
	10	2,879
	11	1,211
	12	2,790
	13	3,129
	合计	28,654
	平均	2,388

根据表 5-1 中的需求数据可得 2018 年款号 07472201 平均月需求量为 2388 件。基于 EOQ 经济订货批量模型，该款产品的销售需求相对稳定，故用常数近似值表示需求生产速度。已经 P 公司一次订货成本为 600 元/次，单位储存成本为 1 元/件/天，产品购买单价为 30 元/件。从而带入 EOQ 模型公式(5-6)可得

Q^* ：

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_p}{C_s}} = \sqrt{\frac{2 \times 28654 \times 600}{1}} = 5864 \text{ (件)}$$

将 Q^* 带入公式 5-4 可得出总库存成本：

$$TC = \frac{1}{2}QC_s + \frac{C_pD}{Q} + D \times P = 1/2 \times 5864 \times 1 + 600 \times 28654 / 5864 + 28654 \times 30 \\ = 865483.90 \text{ (元)}$$

再根据公式 5-7，5-8 可得订货周期和补货次数：

$$T^* = \frac{Q^*}{D} = \frac{5864}{28654} = 0.20 \text{ (月)}, n = \frac{1}{T^*} = \frac{D}{Q^*} = 5 \text{ (次/年)}, \text{ 因此最佳订货}$$

次数为 5 次/年；

而按照 P 公司当前的运作方式为 1 年进货 3 次，每次 10000 件，因此可以算得 P 公司当前采买计划时的年库存总成本为：

$$\begin{aligned} TC' &= \frac{1}{2}QC_s + \frac{C_p D}{Q} + D \times P = 1/2*10000*1+600*28654/10000+28654*30 \\ &= 866339.2 \text{ (元)} \end{aligned}$$

可得出利用 EOQ 模型可以为 P 公司节省年库存总成本： $TC - TC' = -855.39$ （元）。

将 EOQ 模型中年总库存成本对比 P 公司当前运作模式的总库存成本的结果： $TC(865483.90) < TC' (866339.2)$ ，年总库存成本低于 P 公司当前的年总库存成本，利用 EOQ 模型的经济订货批量策略在总库存成本方面一年可以节省 855.39 元。并且还可以缩减库存积压实现更加精准的需求匹配，从而不会因库存积压造成更多后续的库存成本。由此可知，运用经济批量模型在确保安全库存的前提下可以有效地节约成本，对库存管理进行优化和改善。不过，P 公司的实际运营情况更加复杂，比经典模型中基本参数所考虑的因素更多，因此本章的下一节会继续研究改进型的经济订货批量模型在 P 公司库存管理优化方面的运用。

5.2 允许缺货的改进型经济订货批量模型

因为 EOQ 基本模型条件约束限制比较多，P 公司在库存管理以及订购采买过程中许多实际情况无法通过 EOQ 的基本模型表达出来。因此，这一节在经典的 EOQ 经济订货批量模型的基础上针对 P 公司的自身实际情况做了改进，以实现改进型的模型计算结果更符合 P 公司现阶段的实际情况。

5.2.1 允许缺货的 EOQ 模型的参数设定及求解

经典的 EOQ 基本模型不允许考虑缺货成本。但是，在企业当前的运营模式及实际操作中，当出现所需求的产品出现延迟交付时，客户通常都无法忍受这种缺货行为^[45]。对 P 公司来说不单失去了销售机会对盈利造成影响，更影响了公司

声誉，使公司失去了宝贵的客户资源。对客户来说，客户的利益并未遭受重大损失，但是客户的购买需求会被竞争对手抓住。因此缺货造成的损失以及影响是巨大的。如果缺货因素的缺失，将会对 P 公司库存管理优化的实际效果起到重大影响，一般情况下，缺货成本与缺货数量成正比。从经济角度看，允许缺货的现象对企业却是有利的。



图 5-3 缺货时库存量与时间的关系

因此，我们对 EOQ 基本模型做进一步的改进，如图 5-3。假设：Q 为每批订货量， Q_1 为实际到货入库量， Q_2 为最大缺货量，T 为订货周期， T_1 为到货后至售罄的周期， C_1 为单位商品的储存成本， C_2 为单位时间的缺货损失成本， C_3 为订货成本；因此，当缺货发生时，每个周期的最大缺货量可以表示为： $Q_2 = Q - Q_1$ ；而缺货时间可以表示为： $T_2 = T - T_1$ 。当进货发生短缺时，影响安全库存数量的 Q_2 则应给与补偿。根据相似三角形的对应关系，可知在时间 T 内的平均库存量为 $(Q-S)/2$ ，而时间 T 内的平均缺货量为： $\frac{ST_2}{2T} = \frac{S^2}{2Q}$ ，所以年总库存成本为：

$$TC = \frac{(Q-S)^2}{2Q} C_1 + \frac{S^2}{2Q} C_2 + \frac{D}{Q} C_3 + (D-S)P \quad (5-10)$$

最佳订购量可以表示为：

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_3(C_1+C_2)}{C_1C_2}} \quad (5-11)$$

最大缺货量可以表示为：

$$S^* = \frac{C_1}{C_1+C_2} Q^* = \sqrt{\frac{2DC_1C_3}{C_2(C_1+C_2)}} \quad (5-12)$$

最大库存储存量可以表示为:

$$Q_1(\text{Max}Q^*) = \sqrt{\frac{2DC_2C_3}{C_2(C_1+C_2)}} \quad (5-13)$$

则也可以得出周期:

$$T^* = \frac{Q}{D} = \sqrt{\frac{2C_3(C_1+C_2)}{C_1C_2D}} \quad (5-14)$$

5.2.2 允许缺货的 EOQ 模型在 P 公司库存管理优化上的应用

基于 P 公司的实际情况,按照与相关工厂所签下的相关合同条款,当发生缺货时,工厂会给予一定的缺货补偿,依然以货号 07472201 这款腰包为例,需求数量等数据如表 5-1。另外, P 公司实际发生缺货造成的损失金额为 10 元/件,其他均不变。

将 P 公司的相关数据带入允许缺货的 EOQ 模型公式(5-11),可求得最佳单位批次订购量为:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_3(C_1+C_2)}{C_1C_2}} = \sqrt{\frac{2 \times 28654 \times 600 \times (1+10)}{1 \times 10}} = 5864 \text{ (件)}$$

再带入公式(5-12),可以求得最大缺货数量为:

$$S^* = \frac{C_1}{C_1+C_2} Q^* = \sqrt{\frac{2DC_1C_3}{C_2(C_1+C_2)}} = \sqrt{\frac{2 \times 28654 \times 600 \times 1}{100 \times (1+100)}} = 533 \text{ (件)}$$

根据公式(5-13),可以在缺货最大值时的最大库存储存量为:

$$Q_1(\text{Max}Q^*) = \sqrt{\frac{2DC_2C_3}{C_2(C_1+C_2)}} = \sqrt{\frac{2 \times 28654 \times 10 \times 600}{10 \times (1+10)}} = 1769 \text{ (件)}$$

根据公式(5-14),可以求得周期为:

$$T^* = \frac{Q}{D} = \sqrt{\frac{2C_3(C_1+C_2)}{C_1C_2D}} = 5864/28654 = 0.02 \text{ (年)}; \text{即: } 74.69 \text{ (天)}$$

同期中缺货的时间为:

$$T_2 = \frac{S^*}{D} = 533/28654 = 0.18 \text{ (年)}; \text{即: } 6.78 \text{ (天)}$$

因此,可以得到不缺货的时间为:

$$T_1 = T - T_2 = 67.91 \text{ (天)}$$

而每年订货次数为:

$$n = 28654/5864 = 5 \text{ (次)}$$

最后, 带入公式 (5-10), 可以得出年库存总成本最小值为:

$$\begin{aligned} TC &= \frac{(Q-S)^2}{2Q} C_1 + \frac{S^2}{2Q} + \frac{D}{Q} C_3 + (D-S)P \\ &= \frac{(5864-533)^2}{2 \times 5864} \times 1 + \frac{533^2}{2 \times 5864} \times 10 + \frac{28654}{5864} \times 600 + (28654 - 533 \times 5) \times 30 \\ &= 785267.31 \text{ (元)} \end{aligned}$$

当按 P 公司当前的实际运作模式库存管理的策略下, 在允许短缺的情况下可得年总库存成本为:

$$\begin{aligned} TC' &= \frac{1}{2} QC_s + \frac{C_p D}{Q} + (D-S) \times P \\ &= 1/2 \times 10000 \times 1 + 600 \times 28654/10000 + (28654 - 533 \times 5) \times 30 \\ &= 786389.24 \text{ (元)} \end{aligned}$$

$$\text{所以: } TC - TC' = 786389.24 - 785267.31 = -1121.93 \text{ (元)}$$

由此看出在运用了允许短缺的改进型 EOQ 模型对 P 公司该产品的库存管理进行优化后, 可以实现成本节约每年 1121.93 (元)。优化效果明显, 模型应用可行性程度高。

另外, 之前运用经典经济批量模型进行的库存优化单对 07472201 一款产品可以实现节省年总库存成本为: 855.39。而通过 EOQ 改进模型在允许短缺的条件下的经济批量模型不仅在库存管理实施方面更加贴近企业的实际运作模式, 而且年总库存成本可以实现进一步的节约, 相较之前的经典 EOQ 模型的基础上又节约年总库存成本: $1121.93 - 855.39 = 266.54$ 元,

5.3 允许价格折扣的改进型经济订货批量模型

从上一节我们看到在允许缺货下的改进型经济订货批量模型对于 P 公司的库存优化有了更进一步地提高, 但是在产品的采购价格方面, 其实服装行业普遍会采取按订购量给予折扣的价格折扣模式, 因此, 在经典 EOQ 模型的基础上, 结合 P 公司在产品购买时普遍采用的价格折扣的实际情况, 本节将分析研究允许价格折扣下的改进型经济批量模型以及价格折扣改进后的经济订货批量模型对 P 公司的库存管理优化策略所带来的影响。

5.3.1 允许价格折扣的 EOQ 模型

EOQ 基本模型假设的是购买产品的单价不受订货批量数量的大小而改变。但是根据 P 公司的实际运作情况,当购买数量显著差异时,进货价格会由生产方根据购买产品数量的多少给出对应的折扣,而因此造成的成本差异因素巨大。而根据进货数量的不同给予不同的进货折扣,更加契合服装行业普遍的运作实践,在海外采购的价格条款中也通常会出现因数量不同而给出的价格折扣^[46]。从工厂的运营角度来看,因为在工厂内部生产过程中,产品生产的规模经济性因生产批量的不同对零件、人员组织等单位成本均不相同,因此一般数量较大的订量往往会有较大的价格折扣。因此,根据服装行业的实际操作,一般来说当产品购买数量超过某一数量时,产品的购买价格上可以打一定的折扣。从而单位数量的买货价格肯定也会影响最终的年总库存成本。

如下图(5-4)所示,当批次采购订量小于订货批量 Q 时单价为 P_1 ;当订货批量提高且不小于 Q_1 但小于 Q_2 时,折扣后单价为 P_2 ;当订货批量不小于 Q_2 时,折扣后单价为 P_3 ; ($P_1 > P_2 > P_3$)。

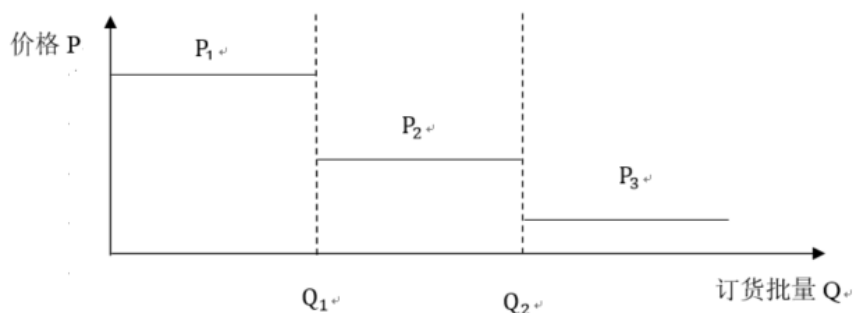


图 5-4 数量条件下的价格折扣曲线

如下图 5-5 所示,在允许价格折扣的经济订货批量模型下,成本是不连续的一段一段的曲线。但是,不管如何变化,最佳买货点依旧表现为总费用在曲线上的最低点,而最佳经济订货批量就是该点所对应的订货数量。基于价格折扣的 EOQ 模型的总库存成本曲线是不连续的,因此要计算总成本的最低点就是一阶导数的曲线斜率为 0 的点,或者是曲线的中断点。

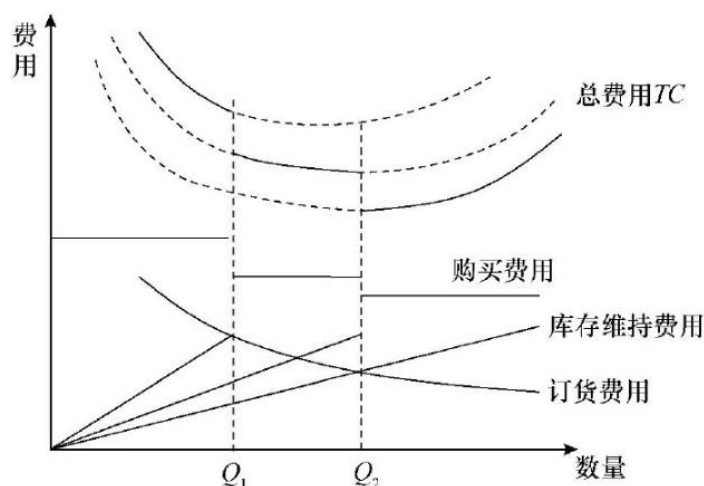


图 5-5 允许价格折扣的总库存成本曲线

当订货量达到生产供应商给出折扣的订购数量时，供货生产工厂一般会给出一个优惠的折扣价格，但是如果采购方仅为了争取数量折扣考虑增加购货数量时，当然会使库存的单位成本下降，但是也会徒增库存压力，脱离了需求考虑的成本分析并没有多大的价值。因此还是要结合企业的实际的产品需求的情况下，再将增加订量是否会产生更高的净收益来考虑是否采用价格折扣的策略来降低库存成本以到达优化库存管理的目的。

对于价格折扣，设 β 为折扣率（ $\beta < 1$ ），则可以通过以下公式来表达：

$$P = \begin{cases} P_1, & 0 < Q < q_0 \\ P_1 * \beta_1, & q_1 < Q \leq q_0 \\ \dots & \dots \\ P_1 * \beta_n, & Q \geq \beta_n \end{cases} \quad (5-15)$$

通过假设了价格折扣，在其他条件参数均一致的基础上，对经典的经济订购批量模型进行了改进。

5.3.2 允许价格折扣的 EOQ 模型对 P 公司库存管理优化的应用

根据 P 公司的实际情况，一般生产供应商给到的数量因素主导的价格折扣，在不同价格基础上，单位仓储费用也会有所不同，如下表：

表 5-2 P 公司供应商价格折扣表

订货数量	折扣率	单价	单位仓储成本
1-4999	0%	30	1
5000-49999	90%	27	0.9
≥ 50000	80%	24	0.8

运用公式(5-15)，根据表 5-2P 公司得到供应商生产产品 07472201 所给出不同的折扣区间，当 P=24（元）时，利用 EOQ 模型公式(5-1)可以计算得到：

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_p}{C_s}} = \sqrt{\frac{2 \times 28654 \times 600}{0.8}} = 6556 \text{（件）}$$

可以看到 6556 件不在区间 $Q \geq 50000$ 的数量区间上，所以不可取。

再看当 P=27 元时，利用 EOQ 模型公式(5-1)可以计算得到：

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_p}{C_s}} = \sqrt{\frac{2 \times 28654 \times 600}{0.9}} = 6181 \text{（件）}$$

6181 件在 $5000 \geq Q \geq 49999$ 的区间内，因此确定为可取。

当 P=30 元时，利用 EOQ 模型公式(5-1)可以计算得到：

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DC_p}{C_s}} = \sqrt{\frac{2 \times 28654 \times 600}{1}} = 5864 \text{（件）}$$

同样，5864 件不在 $1 \geq Q \geq 4999$ 的区间内，因此也不可取。

所以，只能取 $Q^*=6181$ （件）

再带入公式(5-1)求年总库存成本：

$$\begin{aligned} TC &= \frac{1}{2}QC_s + \frac{C_p D}{Q} + D \times P = 1/2 \times 6181 \times 0.9 + 600 \times 28654 / 6181 + 28654 \times 27 \\ &= 779371.3 \text{（元）} \end{aligned}$$

根据公式(5-7)，(5-8)可得订货周期和补货次数：

$T^* = \frac{Q^*}{D} = \frac{6181}{28654} = 0.22$ （月）， $n = \frac{1}{T^*} = \frac{D}{Q^*} = 5$ （次/年），因此最佳订货次数为 5 次/年；

而按照 P 公司当前的运作方式为 1 年进货 3 次，每次 10000 件，因此可以算得 P 公司当前采买计划时的库存总成本为：

$$\begin{aligned} TC' &= \frac{1}{2}QC_s + \frac{C_p D}{Q} + D \times P = 1/2 \times 10000 \times 1 + 600 \times 28654 / 10000 + 28654 \times 27 \\ &= 780377.2 \text{（元）} \end{aligned}$$

$$TC - TC' = 779371.3 - 780377.2 = -1005.9 \text{（元）}$$

由上式可知，当经济订货批量模型改进了允许价格折扣后，对 P 公司产品 07472201 的在运用了改进型模型后整年总库存成本可以节省 1005.9 元，改进的允许折扣价格下的 EOQ 模型对 P 公司在库存管理优化方面效果显著。

5.4 对 P 公司库存管理的整体优化分析

5.4.1 附加成本下的 EOQ 改进模型

EOQ 基本模型在库存成本的考量中,缺少了目前 P 公司在实际操作过程中的其他一些其他库存成本支出。如本文之前介绍的,P 公司许多产品都是通过全球集中采购,而许多生产工厂都位于海外,因此在实际产品订购过程中难以避免地产生相应金额不菲的财务费用、保险费用及关税,这是 P 公司在库存管理中必不可少的成本支出,而这两方面是 EOQ 基本模型中未考虑到的,最终成为影响到总库存成本的重要因素。

在一个周期内的财务费用(总部对工厂的扶持)、保险费用和报关费用设为:

a、b、c; C_k 为附加其他库存成本之和,因此令 $C_k = a + b + c$ 。

将此类附加库存成本带入到经典的经济订货批量模型中,可以得到年总库存成本为:

$$TC = \frac{1}{2}Q(C_s + C_k) + \frac{c_p D}{Q} + D \times P \quad (5-16)$$

经过改进的 EOQ 模型更加能正对性地表现并解决 P 公司实际操作中的痛点。

5.4.2 综合改进下的 EOQ 模型对 P 公司库存管理的优化决策

基于本章一直针对 P 公司实际情况的考虑,在经典 EOQ 经典模型的基础上做了共三方面的改进,最终改进型的 EOQ 模型是允许了价格折扣,其允许了缺货情况的发生,并在总成本费用中将财务费用、保险以及关税也均考虑在内。

所以,经过前面几节的改进,我们可以将三方面的改进整合在最终的 EOQ 改进型模型中。

年总库存成本为:

$$TC = \frac{(Q-S)^2}{2Q}C_1 + \frac{S^2}{2Q}C_2 + \frac{D}{Q}(C_3 + C_k) + (P-S)P^* \quad (5-17)$$

最佳订购量为:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2D(C_3 + C_k)(C_1 + C_2)}{C_1 C_2}} \quad (5-18)$$

订货周期为:

$$T^* = \frac{Q}{D} = \sqrt{\frac{2(C_3 + C_k)(C_1 + C_2)}{C_1 C_2 D}} \quad (5-19)$$

另外可得出年订货次数: $n = \frac{1}{T^*}$

依然以 P 公司采购销售的一款腰包货号 07472201 为例, 需求数量等数据如表(5-1), 根据供应商合同, 给出的折扣优惠价格如表 5-2, 当发生缺货时 P 公司实际发生缺货造成的赔偿金额为 10 元/件, 此外, 平均单批次的财务费用为 200 元, 保险费用为 100 元, 关税为 100 元。

附加成本可得:

$$C_k = a + b + c = 200 + 100 + 100 = 400 \text{ (元)};$$

选择当 P=24 (元) 时, 最佳订购量带入公式 5-18, 可得出:

$$\sqrt{\frac{2 \times 28654 \times 1000 \times 11}{0.8 \times 10}} = 8877 \text{ (件)};$$

从表(5-2)对照可知, 8877 件不在区间 $Q \geq 50000$ 的数量区间上, 所以不可取。

选择当 P=27 (元) 时:

$$\sqrt{\frac{2 \times 28654 \times 1000 \times 11}{0.9 \times 10}} = 8369 \text{ (件)};$$

从表(5-2)对照可知, 8369 件在 $5000 \geq Q \geq 49999$ 的区间内, 因此确定为可取。

最后, 当 P=30 (元) 时:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2D(C_3 + C_k)(C_1 + C_2)}{C_1 C_2}} = \sqrt{\frac{2 \times 28654 \times 1000 \times 11}{1 \times 10}} = 7939 \text{ (件)};$$

从表(5-3)对照可知, 7939 件不在 $1 \geq Q \geq 4999$ 的区间内, 因此不可取。

当 $Q^* = 8369$ (件) 时, 允许最大缺货量为:

$$S^* = \frac{C_1}{C_1 + C_2} Q^* = \frac{0.9}{0.9 + 10} * 8369 = 837 \text{ (件)};$$

根据公式(5-19), 可以求得周期为:

$$= 7939 / 28654 = 0.27 \text{ (年)}; \text{即: } 102 \text{ (天)}$$

同期中缺货的时间为:

$$T_2 = \frac{S^*}{D} = 837 / 28654 = 0.029 \text{ (年)}; \text{即: } 11 \text{ (天)}$$

因此，计算得到不缺货的时间为：

$$T_1 = T - T_2 = 91 \text{ (天)}$$

而每年订货次数为：

$$n = 28654/8369 = 3.4 \text{ (次)}$$

带入公式 5-17 中，可以得到最小年总库存成本为：

$$\begin{aligned} TC &= \frac{(Q-S)^2}{2Q} C_1 + \frac{S^2}{2Q} C_2 + \frac{D}{Q} (C_3 + C_k) + (P-S) P^* \\ &= \frac{(8369-837)^2}{2 \times 8369} \times 0.9 + \frac{837^2}{2 \times 8369} \times 10 + \frac{28654}{8369} \times (600 + 400) + (28654 - 837 \times \\ &3.4) \times 27 = 703714.2 \text{ (元)} \end{aligned}$$

5.5 本章小结

经过基于改进型经济订货批量的模型在允许缺货、价格折扣以及附加库存成本条件下对 P 公司产品 07472201 的库存管理优化，可以得到单次订购批量为 8369 件，每年订购 3.4 次，最大库存短缺允许为 837 件/次，可获得最小年总库存成本为：703714.2 元。当使用经典经济订货批量基本模型时，计算得到的年总库存成本为：865483.90 元，可以看到改进型后总库存成本优化空间巨大。该模型不但更具库存优化潜力，也更加符合 P 公司的实际运作情况。

6 结论与展望

6.1 结论

运动服装行业竞争愈加激烈,运动服装企业为了能及时把握消费者的购买需求,不断设计及发布新产品,而需求预测的不确定性导致了预测难度高,库存难以控制到最佳的平衡点。很容易造成库存的积压导致企业库存成本的递增。P 公司作为一家全球第三大运动服装品牌,其产品数量巨大,由此造成运动产品滞销积压过高等库存问题,因此 P 公司的在库存管理上的问题亟待解决。实际上, P 公司的需求预测基本都是由销售部门通过以往销售经验得出,而需求的预测往往不考虑库存管理方面的因素。鉴于此,本文从 P 公司实际问题出发,通过分析其需求预测以及库存管理上存在的原因,通过科学有效的方法,对 P 公司的新产品进行了需求预测,并从供应链视角实现综合优化库存控制和管理目的。因此本文主要做了三个方面的研究,第一,对 P 公司运动服装库存管理及需求预测现状进行了客观地分析;第二,对 P 公司运动服装的需求预测进行了研究,第三,对 P 公司库存管理进行了优化研究。通过运用科学有效的解决方案,对 P 公司的产品需求预测和库存管理优化,都取得了很好的效果。

6.2 研究展望

运动服装行业对新产品的需求预测是相对困难又复杂的,影响要素较多且较复杂,在不同阶段要素的影响比重也各不相同。本文首先对 P 公司的新款运动服在未来的一段时间区间通过 Bass 改进型模型进行了预测,得到了较为可靠且准确的预测结果。其后又对 P 公司对库存管理的策略进行多方面的综合优化,也取得令人满意的效果。不过依然存在以下几个方面进行拓展研究:

(1) 由静态到动态的转换的需求预测方法。本文在预测 P 公司运动服装新款产品的需求预测是时,使用的是基于静态相关数据的 Bass 模型,但是在一家企业的实际采购、生产和销售过程中,所有产生的数据会不停地更新,而产品的需求则可能会根据不断更新的销售数据而不断地变化。因此,通过不断地同步动态参数值,才能够真实地把握市场趋势,从而有效地提高预测的可靠性和

准确性。

(2) 库存管理的优化需要多方面的考虑。本文对库存管理的优化是基于库存成本角度进行考虑和挖掘的，在实际操作中，可能会有其他方面的因素需要考虑，比如一些产品虽然滞销且会造成库存，但是基于市场推广、品牌提升策略，可能尽管明确知道会造成多余的库存负担和额外的库存成本，但依然会权衡公司层的策略考虑进行取舍。因此如果要综合优化库存管理，这其实并非是仅仅在库存管理的角度上考虑，需要整合所有的考量因素，库存管理才能够更加符合 P 公司的实际需求。此外，库存管理从根本模式上在最近几年也进行了许多的革新和突破，许多无人智能化的库存管理模式已经被运用到了现实，因此在库存管理的优化上，我们依然可以进行更多的拓展和研究，已达到企业成本与发展的最佳平衡。

最后，我国作为服装行业的大国，运动服装行业库存控制和优化方法研究一直是研究热点，难点。当今越来越多的学者在研究服装行业的库存控制和优化，但是对运动服装产品的需求和对库存管理的优化这样的组合来优化供应链库存的研究却不多。虽然本文的研究有一定的效果，但也有不足之处，依然有许多值得探索和深入研究的地方。

参考文献:

- [1]卢正源,2018 年全球运动服饰行业市场分析:销售规模保持快速增长,市场集中度不断提升[EB/OL]. 2019.
<https://bg.qianzhan.com/report/detail/459/190731-03a796d1.html>.
- [2]国务院,国务院关于加速发展体育产业促进体育消费的若干意见,[EB/OL]. 2014. http://www.gov.cn/zhengce/content/2014-10/20/content_9152.htm.
- [3]M B Lieberman,S Asaba.Inventory Reduction and Productivity Growth; A Comparison of Japanese and US Automotive Sectors[J].Managerial and decision Economics,1997,18(2):73—85.
- [4]MB Lieberman,L Demeester. Inventory Reduction and Productivity Growth;Link ages in the Japanese Automotive Industry[J].Management Science,1999,45(4): 466—485.
- [5]B R Humphreys,The Behavior of Manufacturers J Inventories;Evidence from US Industry Level Data[J].International Journal of Production Economics,2001,71(1— 3):9—20.
- [6]S Roumiantsev, S Netessine. Should Inventory Policy Belean or Responsive Evidence for US Public Companies[R]. Working paper, University of Pennsylvania,2005.
- [7]韦昕晨. M 服饰公司存货管理研究[D].广西大学,2017.
- [8]姚建中,刘本利.海外投资项目中以设备物资供应链为导向的供应商管理[J].市场观察,2018,(12):105-107.
- [9]Ching Chyi Lee, Strategic information sharing in a supply chain[J],European Journal of Operational Research,2006,(174):1567—1579.
- [10]Supply chain management(M) 第六版 中国人民大学出版社. 131-150.
- [11]郭艳,周湘峰.基于系统观点的供应链管理[J].商场现代化,2008,(20):27.
- [12]Andy A.Tsay. Managing retail channel overstock; Markdown money and return policies[J].Journal of Retailing,2001(7):457—492.
- [13]Yong He,Shou-Yang Wang,K.K.Lai.An optional production-inventory model for deteriorating items with multiple-market demand[J].European Journal of Operational Research,2010,(8):593—600.
- [14]P N Sabrina,A Maspupah,F R Umbara - IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.2019(7).
- [15]张珏凤,徐华. 供应链库存管理的优化方法[J]. 中外企业家, 2020(02):81
- [16]许齐星.服装企业库存管理优化研究[J].管理论坛, 2019(9): 221-227.
- [17]蔡红,于昕艳,周杰人. 纺织服装供应链存货控制与企业绩效管理研究[J]. 企业管理, 2010(7): 84—87.
- [18]刘耀明,杨国庆,吴淼,陈禹,王煜灵.企业库存管理问题及其对策[J].轻工科技,2018,34(04):124-125.
- [19]江婷.D 公司基于需求预测的运动服装面料库存优化研究[D].上海:东华大学,2018.
- [20]刘峥,徐琪.基于服务—购买意愿的双渠道短生命周期产品需求预测模型——以快时尚服装行业为例[J].东华大学学报, 2013,39(05):668-674.
- [21]李超超,周建亨.不同订货时间的需求信息突变下零售商策略研究[J].现代商贸工业,2018,(8):46-49.

- [22]胡洛燕,丁小玥,张玉静. 品牌服装企业终端库存研究[J]. 天津纺织科技,2019(03):14-17.
- [23]叶银芳,李登峰,余高峰.需求为三角模糊数的联合订货模型及其成本分摊方法[J].系统科学与数学,2019,39(7):1142-1158.
- [24]周三元,张向阳.服装供应链牛鞭效应仿真研究[J].数学的实践与认识,2019,49(15):290-298.
- [25]周建亨,刘泳. 服装业原材料订货零存货方案研究[J]. 纺织学报.2006, (9): 55-57.
- [26]李群霞.单生产商-多客户两级供应链缺货库存行为分析[J].物流技术,2019,38(12):86-92,107.
- [27]林耀华. 供应链管理(M).第三版.北京:清华大学出版社.2018.5-10.
- [28]林培思.NY 公司某仓库管理优化研究[J].现代商贸工业,2018,(36):41-42.
- [29]Sunil Chopra, Peter meind. Supply Chain Management Strategy, Planning, and Operation (Fifth Edition). 清华大学出版社:清华大学, 2014. 2-13.
- [30]蔡金兰.“抓大放小”物资采购管理模式的实践与思考[J].中国有色金属,2018(S2):171-173.
- [31]Renfei Luo,Jiedan Huang,Jimmy Lee, et al. A Case Study of Supply Chain Management in a Manufacturing Company in China[J].Nang Yan Business Journal,2018,6(1):1-20.
- [32]Avizit Basak, M. Israfil Shahin Seddiqe, Rifaul Islam. Supply Chain Management in Garments Industry. Global Journal of Management and Business Research: An Administration and Management.2014.22.
- [33]吴群. 物流与供应链管理[M]. 北京大学出版社, 2015.
- [34]吴领威. 服装企业供应链管理研究[J].现代商贸工业,2018,39(31):28-29.
- [35]倪冬梅,赵秋红,李海滨.需求预测综合模型及其与库存决策的集成研究[J].管理科学学报, 2013, 16(09):44-52.
- [36](美)蔡斯著;漆晨曦,张淑芳译.大数据预测需求驱动与供应链变革[M].北京:人民邮电出版社, 2017:103-107.
- [37]唐子南.基于 EXCEL 实现样本数据的多元及复杂模型回归[J].统计与管理,2018,(3):36-38.
- [38]徐达.巴斯模型的改良与发展[J].现代商业,2019,(6):28-30.
- [39]罗来根,余敏燕. ABC 分类法在库存管理中的运用分析[J]. 现代营销(下旬刊),2019(01):130.
- [40]肖先文.X 公司的库存管理及优化研究[D].江西:南昌大学,2014.
- [41]陆雄文.管理学大辞典[M].上海:上海辞书出版社.2013.467.
- [42]Yi Wu. Introduction: The Phenomenon of Supply Chain Agility[M]. Springer International Publishing.2018. 2-10.
- [43]Ndivhuwo Nemtajela, Charles Mbohwa. Relationship between Inventory Management and Uncertain Demand for Fast Moving Consumer Goods Organizations[J].Procedia Manufacturing,2017(08):699-706.
- [44]王叶峰,田中俊. 基于 EOQ 模型的服装制造行业原材料库存管理研究[J], 现代管理科学 2016:(4)1-3.
- [45]张云丰,王勇,龚本刚,但斌. 考虑缺货与价格折扣的改良品供应链横向协调研究[J]. 计算机集成制造系统,2018,24(04):1007-1016.

- [46]陈颢佳,杨天旻,蹇明. 价格折扣和服务水平影响需求下的供应链预售机制[J]. 物流技术,2018,37(01):110-115.

附录

附录 1: 流行敏感度问卷调查

尊敬的先生/女士:

您好! 非常感谢能占用您宝贵的时间配合我们参与一项关于运动服装产品的流行敏感度的调查问卷, 我们将采取匿名调查的方式并完善地保护您的隐私, 请您放心并按自己的感受填写以下内容。

- 1, 性别: _____
- 2, 年龄: _____
- 3, 文化程度:
☐高中及以下 ☐大专 ☐本科 ☐硕士及以上
- 4, 年收入状况:
☐50000 以下 ☐50000-10000 ☐100000-300000 ☐300000 以上
- 5, 了解 P 公司运动产品时间:
☐0-1 年 ☐1-3 年 ☐3-5 年 ☐5 年以上
- 6, 是否购买过 P 公司产品:
☐未买过 ☐1-2 次 ☐3-5 次 ☐5 次以上
- 7, 您是否认可并喜欢 P 公司的运动卫衣的圆领设计?
☐超出预期 ☐符合预期 ☐尚可接受 ☐未达预期 ☐低于预期 ☐不可接受
- 8, 您是否认可并喜欢 P 公司卫衣的连帽设计?
☐超出预期 ☐符合预期 ☐尚可接受 ☐未达预期 ☐低于预期 ☐不可接受
- 9, 您是否认可并喜欢 P 公司卫衣采用的速干功能的面料?
☐超出预期 ☐符合预期 ☐尚可接受 ☐未达预期 ☐低于预期 ☐不可接受
- 10, 您是否认可并喜欢 P 公司卫衣采用的保暖功能的面料?
☐超出预期 ☐符合预期 ☐尚可接受 ☐未达预期 ☐低于预期 ☐不可接受
- 11, 您是否认可并喜欢 P 公司卫衣的配色?
☐超出预期 ☐符合预期 ☐尚可接受 ☐未达预期 ☐低于预期 ☐不可接受
- 12, 您是否认可并喜欢 P 公司卫衣的保暖功能?
☐超出预期 ☐符合预期 ☐尚可接受 ☐未达预期 ☐低于预期 ☐不可接受
- 13, 您是否认可并喜欢 P 公司卫衣的胸口 Logo 及图案装饰?
☐超出预期 ☐符合预期 ☐尚可接受 ☐未达预期 ☐低于预期 ☐不可接受
- 14, 对于 P 公司明星代言的卫衣产品, 您是否更认同足球明星的代言产品?
☐超出预期 ☐符合预期 ☐尚可接受 ☐未达预期 ☐低于预期 ☐不可接受
- 15, 您是否认可并喜欢全棉材质的 P 公司卫衣产品?
☐超出预期 ☐符合预期 ☐尚可接受 ☐未达预期 ☐低于预期 ☐不可接受
- 16, 您是否认可并喜欢化纤材质的 P 公司卫衣产品?
☐超出预期 ☐符合预期 ☐尚可接受 ☐未达预期 ☐低于预期 ☐不可接受
- 17, 您是否认可并喜欢合成材质的 P 公司卫衣产品?
☐超出预期 ☐符合预期 ☐尚可接受 ☐未达预期 ☐低于预期 ☐不可接受
- 18, 您是否认可并喜欢宽松剪裁 P 公司卫衣产品?
☐超出预期 ☐符合预期 ☐尚可接受 ☐未达预期 ☐低于预期 ☐不可接受
- 19, 您是否认可并喜欢修身剪裁 P 公司卫衣产品?
☐超出预期 ☐符合预期 ☐尚可接受 ☐未达预期 ☐低于预期 ☐不可接受
- 20, 您是否认可并喜欢修身剪裁 P 公司卫衣产品?
☐超出预期 ☐符合预期 ☐尚可接受 ☐未达预期 ☐低于预期 ☐不可接受

附录 2：专业测评

下面请罗列出您觉得最影响新款运动卫衣产品流行设计接受程度的因素（可以选填多项）：

-
- （1） 面料
 - （2） 款式
 - （3） 配色
 - （4） 明星代言
 - （5） 功能
 - （6） 竞品

附录 3：2018 年 P 公司 5 款老运动产品历史销售记录(件)

月份	85173301	85173402	85173403	85173501	85173502
1 月	120	20	80	113	60
2 月	181	60	141	226	90
3 月	301	100	241	338	180
4 月	482	180	342	451	270
5 月	662	300	543	733	420
6 月	1204	360	683	959	510
7 月	1084	400	744	1015	570
8 月	903	220	543	677	450
9 月	542	160	322	451	240
10 月	301	100	201	338	120
11 月	181	60	121	226	60
12 月	60	40	60	113	30