

# Research on Supply Chain Inventory Management of Short-Life-Cycle Products

Rong Hao

School of Economics and Management, Beijing Jiaotong University, Beijing  
Email: [haorong1588@163.com](mailto:haorong1588@163.com)

Received: Jun. 7<sup>th</sup>, 2015; accepted: Jun. 22<sup>nd</sup>, 2015; published: Jun. 30<sup>th</sup>, 2015

Copyright © 2015 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

With the speeding up of product update and shortening life cycle, short life cycle becomes the trend of the development of many products. Short-life-cycle products also have the characteristics of demand volatility, high risk, etc. The traditional supply chain inventory management cannot satisfy the supply chain inventory management requirements of short-life-cycle products. This paper introduces the characteristics of short-life-cycle products and supply chain, combines the characteristics of short-life-cycle products with the classical inventory control method, and uses the combination method of S-M method and newsboy model method, to determine the optimal order quantity and order time, as well as to find the inventory control method in accord with the environment of supply chain of short-life-cycle products, so as to improve the level of supply chain inventory management of short-life-cycle products.

## Keywords

Short-life-Cycle Product, S-M Method, Newsboy Model, Combination Method, Supply Chain Inventory Management

---

# 短生命周期产品供应链库存管理研究

郝 蓉

北京交通大学经济管理学院, 北京  
Email: [haorong1588@163.com](mailto:haorong1588@163.com)

收稿日期：2015年6月7日；录用日期：2015年6月22日；发布日期：2015年6月30日

## 摘要

随着产品更新速度加快、生命周期缩短，短生命周期成为很多产品的发展趋势，短生命周期产品同时还具有需求波动大、高风险等特点，在传统的供应链库存管理中，不能够满足短生命周期产品供应链库存管理要求。本文介绍了短生命周期产品及其供应链特点，将短生命周期产品特征与经典库存控制方法相结合，利用西尔弗-米尔启发方法(S-M法)和报童模型组合的方法，确定最优订货量和订货时间，找到符合短生命周期产品供应链环境下的库存控制方法，从而提高短生命周期产品供应链库存管理水平。

## 关键词

短生命周期产品，S-M法，报童模型，组合方法，供应链库存管理

## 1. 引言

企业作为一种组织形式，在现代市场经济中发挥了越来越重要的作用。库存管理对于众多的企业来说，是企业运营的一个关键部分。库存管理在供应链管理中起到很重要的作用，库存管理的重点在于确定订货点、订货量、库存水平等问题。但库存过高或过低都会给企业经营带来麻烦，这两者之间是矛盾的，存在着效益背反。企业如何合理权衡二者以达到最佳效果成为库存管理的关键问题。库存控制是企业的重要组成部分，良好的库存不但能降低企业的库存占用成本、库存管理人员的人工成本，也是保证企业正常的生产运作的基础条件。尤其对于那些生命周期短的产品，短生命周期产品更新快、需求波动大、风险高，对企业库存管理水平提出了更高的要求。为了在降低企业库存成本的条件下又保证物料及时供应，买方企业就更要对库存的控制进行有效的管理。短生命周期产品，尤其是保质期短、技术更新快、个性化和时尚化强、竞争激烈等产品，而这些产品大量存在使其库存管理问题的研究具有较强的实际意义。

传统的库存管理模型建立时还没有过多考虑时代的发展过程中产品特性方面，短生命周期产品是随着时代发展总结和定义出来并逐渐增多的产物，所以最近几年才有人关注短生命周期产品的研究，不少研究人员开始从短生命周期产品的各个方面进行分析与研究，其研究内容随着经济的发展也在不断的深入，研究出来的方法也层出不穷，同时也有一些好的结果，但目前理论研究较多，不适合应用在实际生产运作中。因此，库存管理模型在短生命周期产品实际应用有待加强，考虑短生命周期产品实际生产中的问题，本论文将西尔弗-米尔启发方法与报童模型联合起来作为库存控制方法，通过西尔弗-米尔启发方法与报童模型确定订货点和订货量及期末库存水平，从而优化短生命周期产品供应链库存管理。本论文将西尔弗-米尔启发方法与报童模型联合起来作为库存控制方法，通过西尔弗-米尔启发方法与报童模型确定订货点和订货量及期末库存水平，从而优化短生命周期产品供应链库存管理。

## 2. 相关理论概述

### 2.1. 短生命周期产品

短生命周期产品是随着时代发展总结和定义出来并逐渐增多的产物，目前短生命周期产品的认识和定义还没有统一，短生命周期产品一般是指：时效性很强的产品，短生命周期产品就是指容易发生衰变、腐败等变质现象的产品或由于本系列和竞争产品的更新换代使原产品快速进入衰退期，从而造成产品销

售生命远小于产品本身保存周期的产品[1]。

本文主要对后者产品非物理性质类型的短生命周期产品进行研究，下面是对短生命周期产品的共同特征进行分析。

## 2.2. 短生命周期产品主要特征

由于短生命周期产品没有严格的定义，以下特点是针对某大类产品总结出来的：

### 1) 生命周期短暂

产品生命周期短暂的原因很多，例如：产品本身物理性质可以导致其生命周期短暂；市场竞争促使技术革新，产品更新换代快也可以使产品生命周期缩短。企业为了保证自己的市场领先地位，安排产品的快速更新换代。也有企业是想追随市场领先者，对其进行模仿，也加快产品的更新速度。各种因素导致很多产品在市场上停留的时间很短，像现在电脑、手机、MP3等电子产品上市后很快被更新的、更先进的产品淘汰，时尚服装的每个季度都会推出很多新产品。

### 2) 高附加值、价格变化快

很多短生命周期产品具有高附加值的特点，短生命周期产品凝聚了文化、知识、服务等无形的价值，产品的研发阶段较长，但成长很快，在这段时间内，产品价格相对稳定，而一旦过了拥有最大销量的成熟期，到了衰退期，产品的价格会迅速变化，像粽子、圣诞礼物、月饼等产品在某些特定时间内，产品价格大大超过成本价格而且销量大。然后过了这个特定时间，产品价格会迅速下降，销量也会大减。

### 3) 需求不确定性强，难预测

短生命周期产品的需求不确定性强，短生命周期产品自身价值变动会对刺激消费者的购买欲望，如果某种产品大幅度降价可能导致产品供不需求，产品成长期和成熟期很快，其中可变因素太多，使产品具有很大的需求不确定性。需求不确定性强导致需求数据很难预测。

### 4) 高收益，高风险

短生命周期产品的附加值高使得产品在特定时间内获得高收益，但高收益也伴随着高风险。很多高技术产品难以确定市场需求，不容易进行需求预测，从而给企业带来了市场风险；生产短生命周期产品的企业在创新过程中因管理不善而导致创新失败也可能带来的管理风险；资金周转出现问题会导致企业没有足够成本进行产品改善与开发给企业带来资金风险。企业要想获得高收益，就要承担高风险。

### 5) 竞争激烈，较强的产品替代性

市场竞争激烈是短生命周期产品产生的重要原因之一，同样，短生命周期产品的特征也包括激烈的市场竞争，由于产品更新速度快、市场竞争激烈导致短生命周期产品具有较强的替代性，新产品会很快取代原来的产品。

## 2.3. 短生命周期产品库存控制

### 2.3.1. 传统库存问题研究

库存具有两面性，生产与商业活动都不能缺少它。无论什么行业都会不同程度上持有一定量的库存。

库存管理也称库存控制，是指在商业组织内涉及存货决策的一切职能。在生产过程中，生产出社会需要的产品需要不断的耗用物资，库存物资会随着生产的进行而不断减少；随着原材料的消耗，企业也会适时补充。库存管理的重点在于确定订货点、订货量、库存水平等问题[2]。传统观念认为库存量越大对企业越好，不会缺货、断货，而现在则认为库存多会占用大量资金，所以最好是零库存，但如果库存太低会加大短缺成本，导致货源短缺。所以库存过高或过低都会给企业经营带来麻烦，这两者之间是矛盾的，存在着效益背反[2]。

最早的经济订单批量模型(Economic Order Quantity, EOQ)由 Harris 于 1915 年提出, 建立了一个基于成本优化的简单库存模型, 并找到了最优解, 后来 Wilson 对 Harris 的模型进行了改进, 将此模型应用在实际市场中, 从而使经济订货批量模型逐渐完善[3]。现在很多经济订货批量的模型如下:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times RC \times D}{HC}}$$

$RC$ : 为再订货成本;

$D$ : 需求量;

$HC$ : 库存持有成本。

当然产品的库存水平随着时间的变化而变化, 变化表现在库存水平上下浮动。如订货到达时, 存货水平会上升, 然后会售出产品满足客户需求, 产品售出后, 存货水平会逐渐下降。有时可能会突然出现强大需求或者到货延迟等问题导致库存量不足, 有时会出现订货不需要或需求萎缩使得库存量明显上升[4]。

这些实际情况太复杂, 因此常用的 EOQ 模型使用时都会进行一些假设将复杂的问题进行排除, 使问题简单化, 因此我们以往接触到的模型都在这些假设的基础上建立并求解的, 所以这种模型并不能与实际情况很贴切, 并且从数学的角度看, 这个模型的结果也不是很严谨。

### 2.3.2. 短生命周期产品库存控制要求

从对库存控制的分析我们可以看出, 库存的有效与否是受两个方面影响的, 首先是库存产品数目上的控制, 企业的库存数目过小则生产进度会受到阻碍, 企业库存数目大就会造成企业成本的浪费; 其次是库存的时间问题, 库存时间过久就会使企业面临产品过期、性能变质、淘汰等问题。所以我们如果想对生命比较短的产品进行库存建模研究的话, 就必须认识到这种产品的特点。

顾名思义, 短生命周期的产品一般的特点是在市场上存在时间很短、易于被淘汰且市场需求波动较大等, 因此要求也更为严谨甚至苛刻。使用的库存管理方法就要能适应时变需求, 本文将西尔弗-米尔启发方法和报童模型结合, 确定订货点和订货量及期末库存水平, 用组合方法达到短生命周期产品库存控制的要求。

## 3. 短生命周期产品供应链库存管理研究

### 3.1. 西尔弗-米尔启发方法

西尔弗-米尔启发方法适用于解决时变需求下的库存控制问题, 简称 S-M 法, 又称单位期间最小化法。在应用 S-M 法解决时变需求的库存问题时, 还要注意几个条件: 需求是确定已知的; 不考虑价格折扣; 不允许缺货; 订货提前期为零。

S-M 法采用的是期间平均总库存成本作为订货的判别函数, 对于任意订货区间, 如果起始时段是  $B$ , 对任意时段  $K$  的该判别函数, 记作  $TAC(K)$ , 可定义为:

$$TAC(K) = \frac{\text{订货成本} + (K - B + 1) \text{个时段的全部保存成本}}{K - B + 1} = \frac{c_L + c_u \sum_{i=B}^K (i - B) U(i)}{K - B + 1} \quad (3-1)$$

其中  $c_L$  为订货成本,  $c_u$  为单位时间的单位持有成本,  $U(i)$ : 第  $i$  个时段的需求量。S-M 法的求解步骤如下:

1) 令  $B = 1$ , 从第一个开始, 计算  $TAC(K)$ , 当  $TAC(K + 1) > TAC(K)$  时, 就结束本订货区间, 在本区内各个时段的累积需求, 即:

$$\sum_{i=B}^K U(i) \quad (3-2)$$

2) 令  $B = K + 1$ , 从  $K + 1$  个时段开始, 重复上述过程, 定义新的订货区间, 直到计划期末[5]。

### 3.2. 报童模型

报童模型是随机存贮理论的基本模型之一, 报童卖报纸, 只有报纸刚好买完情况下报童进货量与市场需求一致, 这样就达到报童卖报的目的: 盈利最大化。报纸卖不完和不够卖都会使报童的利益造成损失, 下面以一个例子引出报童模型: 某杂志社希望能够确定应该购买的《计算机杂志》的数量, 通过对历史数据的研究发现, 每周的需求量为一个随机变量, 服从均值 11.73、标准差为 4.74 的正太分布, 每份杂志的进价都为 25 美分, 售价为 75 美分, 没有售出的杂志可以退回, 并可以得到供应商 10 美分的补偿, 其中的一个解为, 他每周订购的杂志的数量为每周需求量的均值, 即大约 12 份。这个解存在些问题。假定这个杂志社多订购了些杂志没售出, 那么每份他将损失  $25 - 10 = 15$  美分。相反, 假定他由于订购的杂志数量太少而没有满足部分需求, 此时, 他将损失  $75 - 25 = 50$  美分的利润。因此, 不能满足客户需求造成的损失大于订货过多的损失。如果他订购的杂志数量仅可以满足平均需求, 那么缺货和滞销的概率是相等的[6]。

上面的问题就是个报童模型的例子, 在该模型中只有一种产品, 它在每期开始时进行订购且只能满足当期的需求。假设所有的相关成本都能由最终库存为基准确定。定义:

$C_0$ : 期末正库存的单位成本(单位过期成本);

$C_s$ : 未满足要求的单位成本(单位缺货成本)。

在这个模型建立过程中, 假设需求  $D$  为一个概率密度为  $f(x)$ , 累计分布函数为  $F(x)$  的非负连续随机变量, 决策变量  $Q$  为每期开始时应该购买的产品数量(订货量), 目标是确定一个  $Q$ , 使期末成本的期望值最小化[7]。用数学模型表示如下:

$x$ : 随机需求

累计需求的分布函数为:

$$F(x) = P(X \leq x) \quad (3-3)$$

需求的概率密度函数为:

$$f(x) = \frac{d}{dx} F(x) \quad (3-4)$$

期望成本的函数表达式为:

$$Y(Q) = c_0 \int_0^Q f(x) dx + c_s \int_Q^\infty (x - Q) f(x) dx \quad (3-5)$$

根据莱布尼茨公式, 可以得出:

$$\frac{dY(Q)}{dQ} = c_0 \int_0^Q f(x) dx + c_s \int_Q^\infty (-1) f(x) dx = c_0 F(Q) - c_s [1 - F(Q)] = 0 \quad (3-6)$$

从而得出最佳订货量  $Q^*$  满足:

$$F(Q^*) = \frac{c_s}{c_0 + c_s} \quad (3-7)$$

### 3.3. 组合方法应用于短生命周期产品供应链库存控制

1) 根据企业预测的需求, 在此基础上用西尔弗-米尔启发方式确定订货时间。

2) 根据连续型报童模型的成本方式的最优订货量, 来确定每个区间的订货量, 在用 S-M 法确定了订货时间后, 每个订货区间  $i[t_i, s_i]$  的概率分布 ( $t_i$  为区间开始时间,  $s_i$  为区间结束时间)。在每个区间内, 随机需求服从泊松分布, 其参数为  $\lambda t$ , 其中  $\lambda$  代表单位时间内的平均需求量, 在本文中指每个月的平均需求量:  $t$  可以表示为  $t = s_i - t_i$ , 是区间的时间跨度。这样可以根据每个区间上的分布函数得出每个区间上的最优订货量  $Q^*$ 。

结合短生命周期产品需求的特征, 选择泊松分布作为库存控制方法, 利用泊松分布具有平稳性, 稀有性, 无后效性及平凡性等更符合题目要求, 泊松分布列为:

$$P(v(t) = k) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t} \quad (3-8)$$

3) 动态调整产品期末库存量。

当按照以上订货量  $Q^* = [Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_i, \dots]$ , 企业实际运营管理过程中, 产品的期末库存量用下面的动态方法来调整: [ $i$  期的订货量为  $Q_i$ , 第  $i$  期的需求为  $x_i$ ] 设第  $i$  个订货区间期末的库存水平为  $I_i$ , 则

$$I_i = \max(Q_i - x_i, 0) \quad (3-9)$$

当  $Q_i > x_i$  时,  $I_i = I_{i-1} + (Q_i - x_i)$ ;

当  $Q_i < x_i$  时,  $I_i = \max[I_{i-1} + (Q_i - x_i), 0]$ 。

### 3.4. 组合方法在短生命周期产品供应链库存管理中的实际应用

以某手机生产公司为例, 用组合方法找到最优订货量和订货时间, 完成该公司对某品牌手机的库存管理的最优化。

该公司已根据原有类似产品的销售数据, 确定每个月的需求预测数据和实际需求数据如表 1 所示, 以预测值为基准, 已知订货成本  $C_L = 3600$  元, 单位时间的单位持有成本  $C_u = 4$  元/(单位.月), 单位过期成本  $C_0 = 1000$  元, 单位缺货成本  $C_s = 2500$  元, 利用以上信息确定该品牌手机的库存控制。

1) 令  $B = 1$ , 根据求解步骤 1, 计算如下:

$$K = 1, TAC(1) = CL = 3600$$

$$K = 2, TAC(K) = \frac{c_L + c_u \sum_{i=1}^2 (i-1)U(i)}{2-1+1} = \frac{3600 + 4 \times 345}{2} = 2490$$

$$K = 3, TAC(K) = \frac{c_L + c_u \sum_{i=1}^3 (i-1)U(i)}{3-1+1} = \frac{3600 + 4 \times (345 + 388 \times 2)}{2} = 2695 > TAC(2)$$

转入求解步骤 2, 此时  $B = K + 1 = 3$ , 计算如下:

$$K = 3, TAC(3) = CL = 3600$$

$$K = 4, TAC(K) = \frac{c_L + c_u \sum_{i=1}^4 (i-1)U(i)}{4-3+1} = \frac{3600 + 4 \times 580}{2} = 2960$$

$$K = 5, TAC(K) = \frac{c_L + c_u \sum_{i=1}^5 (i-1)U(i)}{5-3+1} = \frac{3600 + 4 \times (580 + 694 \times 2)}{3} = 3824 > TAC(4)$$

**Table 1.** The amount of mobile phone sales forecast and actual demand  
**表 1.** 手机销售预测量及实际需求量

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
预测值	345	388	464	580	694	856	923	942	896	745	652	437
实际需求	253	565	639	881	903	1156	1265	1452	1225	976	734	576

转入求解步骤 3, 此时  $B = K + 1 = 5$ , 计算如下:

$$K = 5, TAC(5) = CL = 3600$$

$$K = 6, TAC(K) = \frac{c_L + c_u \sum_{i=1}^6 (i-1)U(i)}{6-5+1} = \frac{3600 + 4 \times 856}{2} = 3512$$

$$K = 7, TAC(K) = \frac{c_L + c_u \sum_{i=1}^7 (i-1)U(i)}{7-5+1} = \frac{3600 + 4 \times (856 + 923 \times 2)}{3} = 4803 > TAC(6)$$

由以上公式可以依次求得整个生命周期内的订货点, 结果如表 2 所示。

上面我们已经求出该产品一年内的订货点, 让后根据订货点, 可以确定订货区间, 根据参数为  $\lambda t$  服从泊松分布, 将每个订货区间内的订货量作为一个报童模型处理。可以得到第一个订货区间:

$$F(Q_1) = \frac{c_s}{c_0 + c_s} = \frac{2500}{900 + 2500} = 0.735$$

$$\lambda = \frac{345 + 388}{2} = 366.5, t = 2$$

$$P(Q_1 = k) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t} = \frac{733}{k!} e^{-733} = 0.735$$

可以求出  $k = Q_1 = 997$ 。

第二订货区间:

$$F(Q_2) = \frac{c_s}{c_0 + c_s} = \frac{2500}{900 + 2500} = 0.735$$

$$\lambda = \frac{464 + 580}{2} = 1044, t = 2$$

$$P(Q_2 = k) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t} = \frac{1044}{k!} e^{-1044} = 0.735$$

可以求出  $k = Q_2 = 1420$ 。

根据产品的订货点而形成的订货区间, 利用以上方法可以依次求出该产品的整个生命周期内的订货情况, 如表 3 所示。

## 2) 动态调整期末库存量

根据订货量和实际需求, 可以看出:

第一个订货区间内的实际需求为:  $253 + 565 = 818$  个单位;

第一个订货期末的库存量  $I_1 = \max(Q_1 - x_1, 0) = 997 - 818 = 179$ ;

第二个订货区间内的实际需求为  $639 + 881 = 1520$ ;

第二个订货期末的库存量  $I_2 = \max[I_1 + (Q_2 - x_2), 0] = 179 + 1420 - 1520 = 79$ 。

第三个订货区间内的实际需求为：903 + 1156 = 2059；

第三个订货期末的库存量  $I_3 = \max[I_2 + (Q_3 - x_3), 0] = 79 + 2109 - 2059 = 129$ 。

根据本题中已有实际需求和每个区间的订货量，用上述一样的方法可以依次得到每个订货期末的库存量，如表 4 所示。

**Table 2. Lead time**  
**表 2. 订货时间**

月份	预测值	订货区间
1	345	1
2	388	
3	464	2
4	580	
5	694	3
6	856	
7	923	4
8	942	5
9	896	
10	745	6
11	652	
12	437	7

**Table 3. Order quantity**  
**表 3. 订货量**

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
订货量	997		1420		2109		1256	1282		1901		595

**Table 4. Ending inventory levels**  
**表 4. 期末库存水平**

月份	预测值	订货区间	订货量	实际需求	期末库存水平
1	345	1	997	818	
2	388				179
3	464	2	1420	1520	
4	580				79
5	694	3	2109	2059	
6	856				129
7	923	4	1256	1265	120
8	942	5	2464	2677	
9	896				0
10	745	6	1901	1710	
11	652				98
12	437	7	595	576	117

由结果可以看到,最后有 117 个单位积余库存,在此库存管理过程中仅在 9 月底发生了一次缺货,缺货量为 93 个单位,缺货是很多需求不确定的产品常面临的问题。上述结果表明:这种库存控制下,过期库存不多并且缺货率较低,也就证明了我们求得的订货点和订货量是比较符合库存管理实际情况。

#### 4. 结束语

库存控制问题是短生命周期产品经营面临的重大挑战之一,不合理的库存积压等问题甚至可以导致企业倒闭,而由于短生命周期产品的一些特性,导致传统库存管理并不能有效解决短生命周期产品供应链库存问题,本文先确定了订货点,方法是西尔弗-米尔启发,然后将求得的每个订货区间看出报童问题模型,用报童模型来确定订货量,再根据上面求得的订货点和订货量进行调整期末库存,这样的组合方法既使过期库存量不大,又使缺货率很低,采用这种方法可以有效的降低企业库存成本,从而降低企业运营成本。随着时代发展,短生命周期产品供应链的不断变化,不同的产品的需求的不确定程度也不同,需求的预测的准确性会很深的影响短生命周期产品供应链库存管理,而西尔弗-米尔启发方法的应用有很多前提假设条件,在企业实际运营中,有时不是十分符合假设条件。因此,对这类问题还要进行进一步的深入研究和探讨。

#### 参考文献 (References)

- [1] 徐浩贤 (2007) 短生命周期产品库存管理及运营策略. 中国物资出版社, 北京, 14-16.
- [2] 刘蓉 (2012) 物流运筹学. 电子工业出版社, 北京, 134-138.
- [3] 曲立 (2006) 库存管理理论与应用. 经济科学出版社, 北京, 12-16.
- [4] Wagner, H.M. and Whitin, T.M. (2004) Dynamic version of the economic lot size mode. *Management Science*, **50**, 1770-1774.
- [5] Waters, D. (2005) Inventory control and management. China Machine Press, Beijing, 40-44.
- [6] Axsäter, S. (2007) Inventory control. *Springer Science and Business Media*, **3**, 110-115.
- [7] 姬长虹 (2010) 短生命周期产品的库存控制方法. 硕士论文, 上海交通大学, 上海, 37-41.