



## 第5章 库存管理

5.1 库存管理概述

5.2 独立需求下的库存控制

5.3 单周期库存控制

5.4 多周期库存控制

5.5 仓库管理

电子教案

案例分析

课后习题

## 5.1 库存管理概述

- 库存及库存功能
- 有效库存管理的必要条件

## ■ 库存及库存功能

### 1. 库存的分类

- 按物品需求的重复程度划分：单周期库存和多周期库存。
- 按库存的作用划分：周转库存、安全库存、调节库存和在途库存。
- 按在生产过程和配送过程中所处的状态划分：原材料库存、在制品库存、维修库存、成品库存。
- 按库存的需求特性划分：独立需求库存与相关需求库存。

## 报童问题

某报童以每份0.03元的价格买进报纸，以0.05元的价格出售。根据长期统计，报纸每天的销售量及百分率为

销售量	200	210	220	230	240	250
百分率	0.10	0.20	0.40	0.15	0.10	0.05

已知当天销售不出去的报纸，将以每份0.02元的价格退还报社。试确定报童每天买进报纸的数量，使报童的平均总收入最大？

# ■ 库存及库存功能

## 2. 库存的功能

- 满足不确定的顾客需求
- 平滑对生产能力的要求
- 分离生产过程中作业
- 降低单位订购费用与生产准备费用
- 利用数量折扣
- 避免价格上涨，存储即将价格上涨的物品

## ■有效库存管理的必要条件

### 1. 库存管理的总目标

在库存投资有限情况下，以最低成本达到一定的顾客服务水平。为实现该目标，管理者必须对持有的库存水平、库存补充时机与补充量（即订货量）做出科学决策。

**评价库存管理绩效指标：**顾客服务水平（或缺货风险）、库存周转率与天数。

## ■有效库存管理的必要条件

### 2. 库存盘存系统

➤定期盘存系统：按一定间隔期盘点库存中各种物品的实际数量，以确定各物品的订货数量。

➤永续盘存系统：持续跟踪库存变化，随时掌握个物品的当前库存水平。

## ■有效库存管理的必要条件

### 3. 与库存有关的费用

- 维持库存费用（Holding cost）
- 订货费用（Reorder cost）
- 缺货损失费（Shortage cost）
- 年购买费用（Purchasing cost）

## ■有效库存管理的必要条件

### 4. 库存的ABC管理

依据某些重要性度量标准划分物资的库存，然后对每类物资进行不同程度的控制。通常依据各物资占用资金多少将物资分为ABC三类：A类物资占用了70%~80%的资金，品种占10%~20%；B类物资占用了15%~20%的资金，品种占30%~40%；C类物资占用了5%~10%的资金，品种占40%~50%。

## 表5-1 ABC分类方法的特点

类别	品种数量 (占总量百分比)	金额(占总 量百分比)	控制 程度	记录类型	安全 库存	订货策略
A	10%-20%	70%-80%	紧	完全、精确	低	细心、精确；经常检查
B	30%-40%	15%-20%	一般	完全、精确	中等	正常订货
C	40%-50%	5%-10%	松	简化	高	周期性订货；1-2年的供应

- 库存的**ABC**管理方法步骤：
- 首先列出所有产品及其全年使用量。将年使用量乘以单价求得其价值。按价值的高低标出各种物资的大小序号。
- 第二步，按序号大小将物资重新排序，并计算累积年使用金额和累积百分比。则累积百分比为**70%~80%**对应的物资即为**A类物资**，累积百分比占**80%~95%**的物资即为**B类物资**，累积百分比占**95%~100%**的物资即为**C物资**。对**A类物资**尽可能严加控制，要求最准确、最完整和明细的记录，要求供应商能够按订单频繁交货，压缩提前期。对**C类物资**可以加大订购量和库存量，减少日常的管理工作。

**例5—1 某企业10种物料的年使用量、单价见表5—2：  
表5—2 10种物料的使用量与资金占用情况**

物料编号	年使用量（件）	单价（元）	年使用量的价值额（元）
<b>001</b>	<b>1000</b>	<b>4.8</b>	<b>4800</b>
<b>002</b>	<b>1000</b>	<b>1.4</b>	<b>1400</b>
<b>003</b>	<b>1400</b>	<b>28</b>	<b>39200</b>
<b>004</b>	<b>700</b>	<b>8</b>	<b>5600</b>
<b>005</b>	<b>600</b>	<b>45</b>	<b>26000</b>
<b>006</b>	<b>1000</b>	<b>3.4</b>	<b>3400</b>
<b>007</b>	<b>1000</b>	<b>1.5</b>	<b>1500</b>
<b>008</b>	<b>200</b>	<b>4.5</b>	<b>900</b>
<b>009</b>	<b>100</b>	<b>3</b>	<b>300</b>
<b>010</b>	<b>1000</b>	<b>3.2</b>	<b>3200</b>
合计			<b>86300</b>

将10种物品进行ABC分类，结果见表5-3。

表5-3

物料编号	年使用量价值额(元)	累计价值额(元)	累计价值额比重(%)	分类
003	39200	39200	45.42	A
005	26000	65200	75.55	A
004	5600	70800	82.04	B
001	4800	75600	87.60	B
006	3400	79000	91.15	B
010	3200	82200	95.25	C
007	1500	83700	96.99	C
002	1400	85100	98.61	C
008	900	86000	99.65	C
009	300	86300	100.00	C

## 5.2独立需求下的库存控制

在独立需求下，按物品需求的重复程度不同，其库存控制模型也有很大差别。

- 单周期需求也称一次性订货，很少重复订货。
- 多周期需求是在长时间内需求反复发生，库存需求不断补充。

注：与单周期库存相比，多周期库存问题更为普遍。

## 5.3单周期库存控制

单周期库存模型主要考虑两种成本：缺货成本和过期成本。缺货成本包括对信誉的损害与错过销售的机会成本。一般情况下，缺货成本用未实现的单位利润表示，即

$$C_u = \text{单位销售额} - \text{单位成本}$$

如果短缺物品与生产过程或设备有关，则缺货成本可用延误生产的实际成本。

过期成本属于期末剩余的物品发生的成本，是物品原始成本与残值之差，即

$$C_0 = \text{单位原始成本} - \text{单位残值}$$

如果处置过期物品时发生了费用，则残值为负，这会增加过期成本。

- 期望损失最小法
- 期望利润最大法
- 边际分析法

## ■期望损失最小法

比较不同订货量下的期望损失，取期望损失最小的订货量为最佳订货量。

第一步：计算期望损失  $E_L(Q)$

$$E_L(Q) = \sum_{d>Q} C_u(d-Q)p(d) + \sum_{d<Q} C_0(Q-d)p(d)$$

$P(d)$ 为需求量为 $d$ 时的概率。 $d$ —实际需求。

第二步：比较不同 $Q$ 值下使  $E_L(Q)$ 最小的值即为所求。

例5-2 按过去的记录，新年期间对某商店挂历的需求分布率如下表5-4所示。

表5-4 某商店挂历的需求分布率

需求d (份)	0	10	20	30	40	50
概率 $P(d)$	0.05	0.15	0.20	0.25	0.20	0.15

已知，每份挂历的进价为 $C=50$ 元，售价 $P=80$ 元。若在1个月内卖不出去，则每份挂历只能按 $S=30$ 元卖出。求该商店应该进多少挂历为好。

解：设该商店买进 $Q$ 份挂历。

当实际需求 $d < Q$ 时，将有一部分挂历卖不出去，每份超储损失为

$$C_0 = C - S = 50 - 30 = 20(\text{元})$$

当实际需求 $d > Q$ 时，将有机会损失，每份欠储损失为

$$C_u = P - C = 80 - 50 = 30(\text{元})$$

当 $Q=30$ 时，则  $E_L(Q) = [30 \times (40 - 30) \times 0.20 + 30 \times (50 - 30) \times 0.15] +$   
 $[20 \times (30 - 0) \times 0.05 + 20(30 - 10) \times 0.15 + 20 \times (30 - 20) \times 0.20]$   
 $= 280(\text{元})$

当Q取其他值时，可按同样方法算出  $E_L(Q)$  ， 结果如表5-5所示。

由表5-5可以得出期望损失最小的订货量为为30份，即为最佳订货量。

表5-5 期望损失计算表

订货量 Q	实际需求d						期望 损失 $E_L(Q)$ (元)
	0	10	20	30	40	50	
	P (D=d)						
	0.05	0.15	0.20	0.25	0.20	0.15	
0	0	300	600	900	1200	1500	855
10	200	0	300	600	900	1200	580
20	400	200	0	300	600	900	380
30	600	400	200	0	300	600	280
40	800	600	400	200	0	300	305
50	1000	800	600	400	200	0	430

## ■ 期望利润最大法

期望利润最大法就是比较不同订货量下的期望利润，取期望利润最大的订货量作为最佳订货量。

第一步：计算期望利润  $E_p(Q)$

$$E_p(Q) = \sum_{d < Q} [C_u d - C_0(Q - d)]p(d) + \sum_{d > Q} C_u Q p(d)$$

第二步：比较不同Q值下使  $E_p(Q)$ 最大的值即为所求。

例5-3 已知数据同例5-2，求最佳订货量。

解：当 $Q=30$ 时，

$$\begin{aligned} Ep(30) &= [30 \times 0 - 20 \times (30 - 0)] \times 0.05 + [30 \times 10 - 20 \times (30 - 10)] \times 0.15 \\ &\quad + [30 \times 20 - 20 \times (30 - 20)] \times 0.20 + \\ &\quad 30 \times 30 \times 0.25 + 30 \times 30 \times 0.20 + 30 \times 30 \times 0.15 \\ &= 575 \end{aligned}$$

当 $Q$ 取其他值时，可按同样方法算出 $E_p(Q)$ ，结果如表5-6所示

需求d (份)	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>
概率 $P(d)$	<b>0.05</b>	<b>0.15</b>	<b>0.20</b>	<b>0.25</b>	<b>0.20</b>	<b>0.15</b>

表5-6 期望利润计算表

订货量 Q	实际需求d						期望 利润 $E_p(Q)$ (元)
	0	10	20	30	40	50	
	P (D=d)						
	0.05	0.15	0.20	0.25	0.20	0.15	
0	0	0	0	0	0	0	0
10	-200	300	300	300	300	300	275
20	-400	100	600	600	600	600	475
30	-600	-100	400	900	900	900	575
40	-800	-300	200	700	1200	1200	550
50	-1000	-500	0	500	1000	1500	425

由表5-6可以得出期望利润最大的订货量为30，即为最佳订货量。这与期望损失最小法得出的结果相同。

## ▪ 边际分析法

假定原计划订货量为 $Q$ 。考虑追加一个单位订货的情况，由于追加了1个单位的订货，使得期望损失的变化为：

$$\begin{aligned}\Delta E_L(Q) &= E_L(Q+1) - E_L(Q) \\ &= [C_u \sum_{d>Q} (d-Q-1)p(d) + C_u \sum_{d<Q} (Q+1-d)p(d)] - [C_u \sum_{d>Q} (d-Q)p(d) + C_0 \sum_{d<Q} (Q-d)p(d)] \\ &= (C_u + C_0) \sum_{d=0}^Q p(d) - C_u = 0\end{aligned}$$

则  $\sum_{d=0}^{Q^*} p(d) = 1 - p(D^*) = \frac{C_u}{C_u + C_0}$        $p(D^*) = \frac{C_0}{C_0 + C_u}$

第一步：计算概率分布函数  $p(D^*)$ ，即服务水平，也就是订货水平满足需求的概率。

$D^*$ --最佳预测需求量

## ■ 边际分析法

第二步：再根据经验分布就可以找出最佳的订货量。

1. 连续储备水平，直接用比率  $C_u / (C_u + C_0)$  求出。当  $C_0 = C_u$  时，最佳订货水平  $D^*$  位于分布的两个端点的正中间。如果一种成本大于另一种成本， $D^*$  就会靠向成本较大的那一边。

- **例5—5**未发酵的苹果酒每周一次送往Cindy的苹果酒吧。周需求在**300-500**升之间均匀变化。Cindy为每升苹果酒支付**20**美分，同时向顾客索要**80**美分。卖不掉的苹果酒由于变质而没有残值。求解最优储备水平及其缺货风险。

- **解：** $C_0 = \text{单位成本} - \text{单位残值} = 0.20 - 0 = 0.20$ 美分/单位  
 $C_u = \text{单位售价} - \text{单位成本} = 0.80 - 0.20 = 0.60$ 美分/单位

$$P(D^*) = \frac{C_u}{C_u + C_0} = \frac{0.60 \text{美分}}{0.60 \text{美分} + 0.20 \text{美分}} = 0.75$$

- 因此，最佳订货水平必须满足**75%**的需求。在均匀分布中，这一点应该等于最小需求再加最大与最小需求之差：
- 缺货风险为 **$1.00 - 0.75 = 0.25$** 。

- **例5-6 Cindy**的苹果酒吧还卖一种樱桃汁与苹果汁的混合饮料，其需求近似于正态分布，均值为每周**200**升，标准差为每周**10**升。 $C_u = 60$ 美分/升， $C_o = 20$ 美分/升。请找出苹果—樱桃汁的最优储备水平。

- 解：
$$P(D^*) = \frac{C_u}{C_u + C_o} = \frac{0.60 \text{美分}}{0.60 \text{美分} + 0.20 \text{美分}} = 0.75$$

- 这表明正态曲线下**75%**的区域都在储备水平左边。从正态分布表中可以查出 **$z$** 值介于**+0.67**与**+0.68**之间，即**+0.675**，因此

$$S_0 = \bar{x} + z\sigma = 200 + 0.675 \times 10 = 206.75 \text{升}$$

2. 离散储备水平，用比率  $C_u / (C_u + C_0)$  解得的服务水平往往与可行储备水平不相符，应该选取等于或大于期望服务水平的储备水平。

- 例5-7用几种大型水压机使用备件的历史记录，来评估一台新安装压机的备件使用情况。缺货成本包括停工费用和专用订货成本，平均为**4200**美元/单位缺货。备件成本为**800**美元/个，未用备件残值为**0**。确定最佳订货水平。

■ 表5-8 备件使用频率

使用的备件数量	单独发生的频数	累计频数
0	0.20	0.2
1	0.40	0.6
2	0.30	0.9
3	0.10	1.00
4	0.00	
	1.00	

- 解： $C_u=4200$ 美元， $C_o=800$ 美元

$$P(D^*) = \frac{C_u}{C_u + C_o} = \frac{4200 \text{ 美元}}{4200 \text{ 美元} + 800 \text{ 美元}} = 0.84$$

- 累计频数列表示需求不超过（即等于或小于）某一数值的时间百分比。例如，需求不超过**1**个备件的可能性是**60%**，不超过**2**个备件的可能性是**90%**。因此，为达到至少为**84%**的服务水平，有必要储备**2**个备件（即取较高储备水平）。

## 5.4多周期库存控制

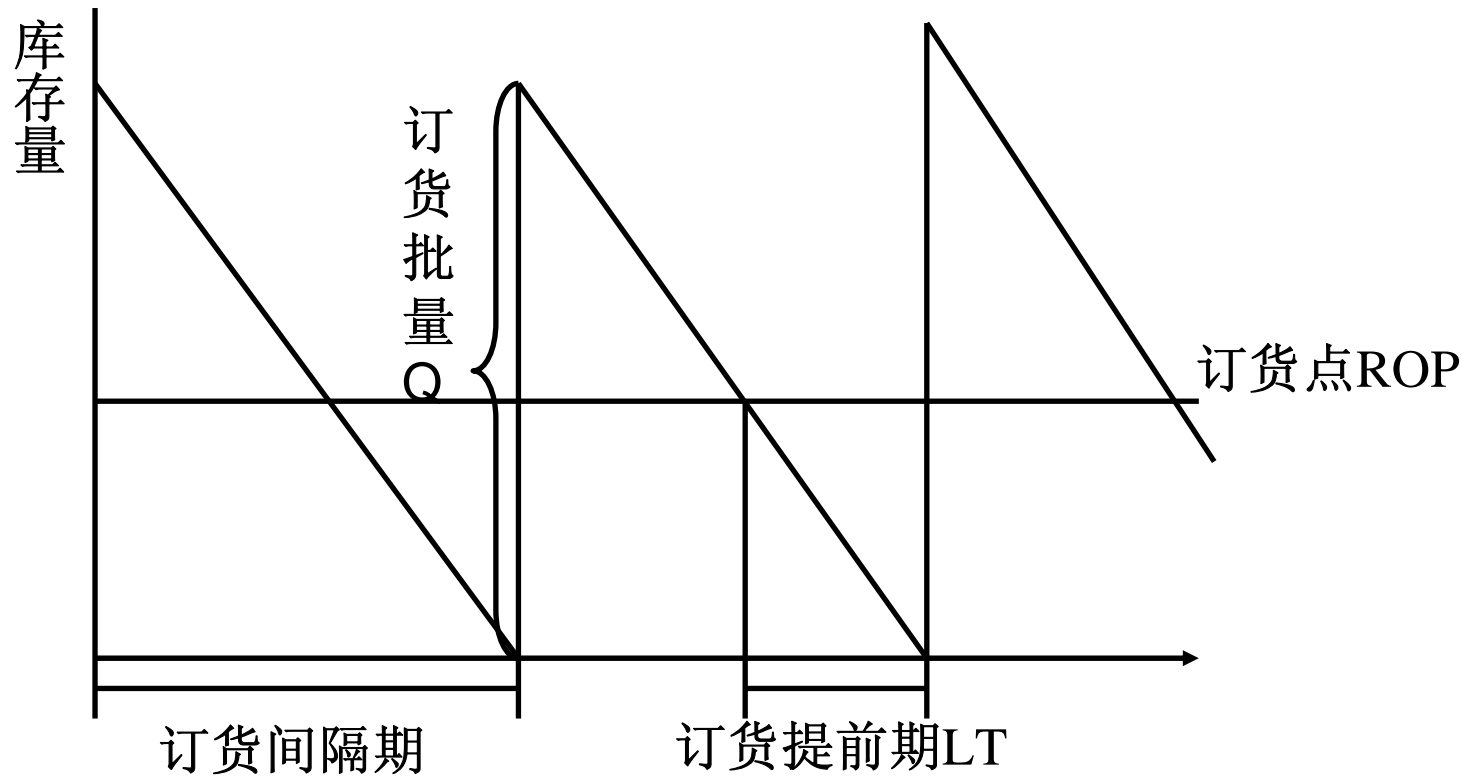
- 经济订货批量模型 (EOQ)
- 经济生产批量模型 (EPL)
- EOQ和EPL模型应用
- 价格折扣模型
- 随机型模型

## ■经济订货批量模型（EOQ）

### EOQ模型的假设条件

- 对库存系统的需求率为常量
- 一次订货量无最大最小限制
- 采购、运输均无价格折扣
- 订货提前期已知, 且为常量
- 订货费与订货批量无关
- 维持库存费是库存量的线性函数
- 不允许缺货
- 补充率可无限大, 全部订货一次交付

## ■经济订货批量模型 (EOQ)



库存量变化图

## ■经济订货批量模型（EOQ）

库存总成本包括年维持库存费、订货费用和购买费用。

年维持库存费（ $C_H$ ）随订货批量 $Q$ 增加而增加,是 $Q$ 的线性函数,可表示为平均库存量（ $Q/2$ ）与单位库存维持费用( $H$ )之积;

年订货费（ $C_R$ ）与 $Q$ 的变化呈反比,随 $Q$ 增加而下降。若设一次订货费用为 $R$ ,年需求量为 $D$ ,则年订货费用为 $R$ 和 $D/Q$ 之积;

年购买费用（ $C_P$ ）为物品单位价格（ $P$ ）与年需求量( $D$ )之积。

总费用 $C_T$ 为

$$C_T = C_H + C_R + C_P = H(Q/2) + R(D/Q) + P \times D$$

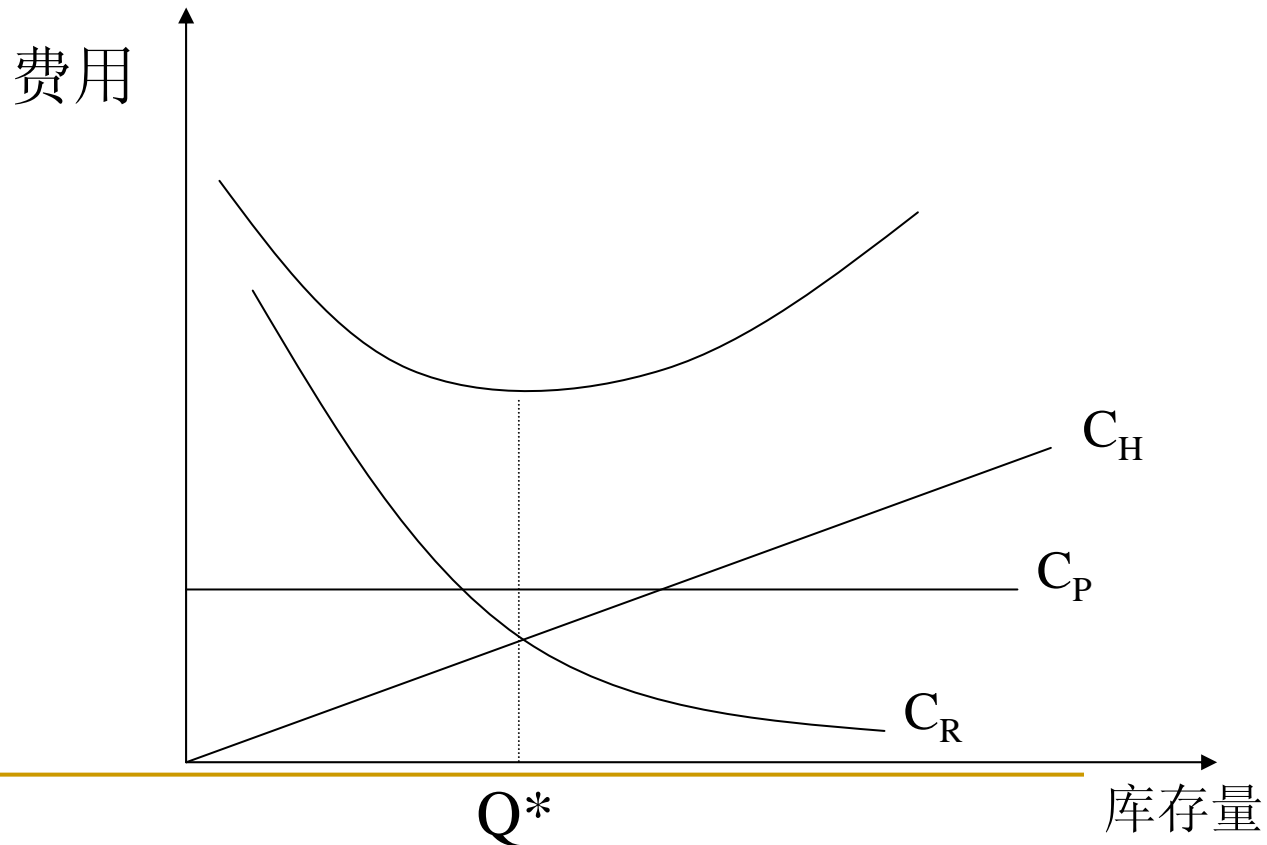
## ■ 计算经济订货批量

$$EOQ = Q^* = \sqrt{\frac{2RD}{H}}$$

$EOQ$ 、 $Q^*$ --经济订货批量

经济订货批量下的总库存成本为：

$$C_T = H(EOQ/2) + R(D/Q^*) + P \times D$$



## ■经济订货批量模型（EOQ）

若已知订货提前期为 $LT$ 周，则  
计算订货点 $ROP$

$$ROP = (D / 52) \times LT$$

计算年订货次数 $n$

$$n = D / Q^*$$

- **例5—9** 某机床厂某种齿轮的年需求量为**15000**件。每次订货费用为**200**元, 单位库存维持费用为**1.5**元, 齿轮单价为每件**50**元, 则经济订货批量为

- $$EOQ = \sqrt{\frac{2RD}{H}} = \sqrt{\frac{2 \times 200 \times 15000}{1.5}} = 2000(\text{件})$$

- 库存总成本为

- $$C_T = H(Q^*/2) + R(D/Q^*) + P \times D =$$
$$1.5 \times (2000/2) + 200 \times (15000/2000) +$$
$$50 \times 15000 = 751650(\text{元})$$

- 若已知订货提前期**LT=3**周, 则订货点为

- $$ROP = (D/52) LT = (15000/52) \times 3 = 87(\text{件})$$

- 年订货次数为

- $$n = D/Q^* = 15000/2000 = 7.5 (\text{次})$$

## ■ 经济生产批量模型 (EPL)

- 在成批生产中也可以采用经济订货批量的思想确定经济生产批量，即建立经济生产批量模型确定经济生产批量(Economic Production Lot, EPL), 或称 (Economic Production Quantity, EPQ)。

## ■经济生产批量模型（EPL）

### EPL模型的假设条件

- 对库存系统的需求率为常量
- 一次订货量无最大最小限制
- 采购、运输均无价格折扣
- 订货提前期已知，且为常量
- 用生产准备费用替代采购中的订货费用
- 维持库存费是库存量的线性函数
- 不允许缺货
- 需要连续补充库存

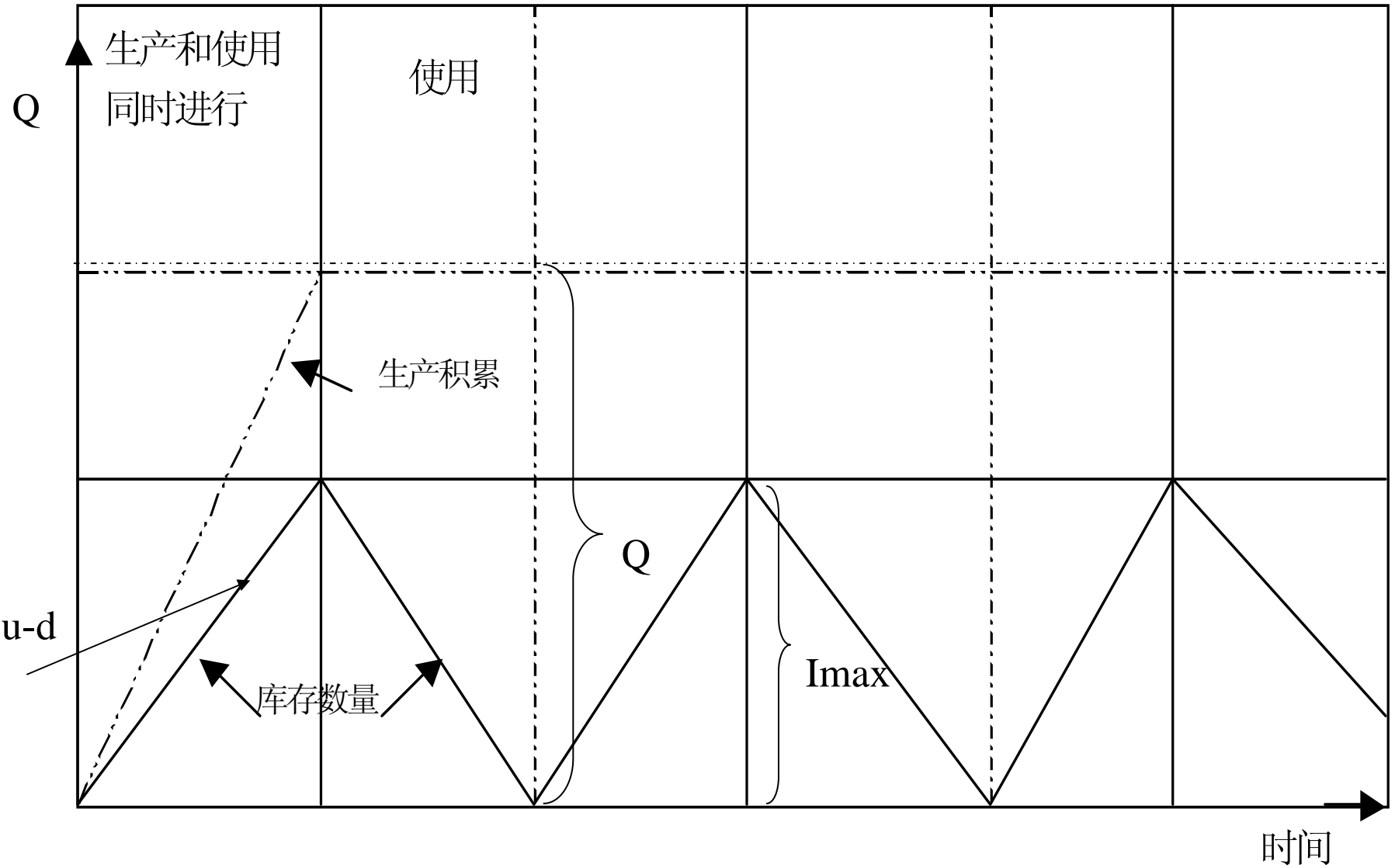


图5-3 经济生产批量模型下的库存量变化

## ■经济生产批量模型（EPL）

计算经济生产批量  $EPL$

$$CT = CH + CR = H(I_{max}/2) + R(D/Q) = HQ(u-d)/2u + R(D/Q)$$

$$EPL = \sqrt{\frac{2RD}{H}} \sqrt{\frac{u-d}{u}}$$

式中：  $u$ —生产率（单位时间产量）；  
 $d$ —需求率（单位时间出库量）；  
 $R$ —单位生产准备费用；  
 $I_{max}$ —最大库存值；  
 $EPL$ —经济生产批量。

- 经济生产批量下订货间隔时间 =  $EPL/d$
- 生产周期 =  $EPL/u$
- 当生产率  $p$  趋于无穷大时，EPL模型与EOQ模型一样，可以将EOQ模型看作EPL模型的特例。另外也可以将该模型应用到以一定速率连续补货与消耗的库存模型。

- 例5—10 已知市场对某种产品的年需求为20000件，生产率为每天90件，生产准备费用每次100元，单位产品的年库存维护费4元，全年按250天计算。确定经济生产批量。

- 解：

- 每天的需求率 =  $20000/250 = 80$ （件）

- $$EPL = \sqrt{\frac{2RD}{H}} \sqrt{\frac{u-d}{u}} = \sqrt{\frac{2 \times 100 \times 20000}{4}} \sqrt{\frac{90-80}{90}} \approx 333(\text{件})$$

- 经济生产批量为333件。

## ■EOQ和EPL模型应用

- 1.这两种模型都是适用于单一一种物品情况下。
- 2.订购成本（或生产准备成本）与批量之间关系。一次生产准备费越大，则经济生产批量越大；单位维持库存费越大，则经济生产批量越小。
- 3.需求与平均库存之间的关系。当用周转率指标讨论库存与需求之间关系时，如果周转率为常量，当需求增加一倍时，库存也应增加一倍。

## ■EOQ和EPL模型应用

4.需求预测误差对库存控制的影响。从EOQ和EPL的公式可见，EOQ和EPL是需求D的平方根函数，所以对其误差不敏感。

5.经济订货批量的稳健性。当经济订货批量在一定幅度内左右偏离时，库存总成本曲线的变化十分平稳。

## ■ 价格折扣模型

价格折扣模型的假设条件

- 对库存系统的需求率为常量
- 一次订货量无最大最小限制
- 采购、运输允许有价格折扣
- 订货提前期已知, 且为常量
- 订货费与订货批量无关
- 维持库存费是库存量的线性函数
- 不允许缺货
- 补充率可无限大, 全部订货一次交付

## ■ 价格折扣模型

确定最佳订货批量步骤：

第一步：从最低的单位价格开始计算经济订货批量EOQ，如果计算出来的EOQ在所给出的价格范围，则即为最佳经济订货批量。否则进行第二步计算。

## ■ 价格折扣模型

确定最佳订货批量步骤：

第二步：计算次低单位价格的EOQ，如果计算出来的EOQ在所给的优惠价格范围内，则需要比较可行EOQ下总成本与最低价格下最小订货数量的总成本，选择最低成本的订货量为最佳订货批量。如果计算出来的EOQ不在所给的优惠价格范围内，则需要重复步骤三的计算。

## ■价格折扣模型

确定最佳订货批量步骤：

第三步：计算第三个优惠范围的单位价格的EOQ，如果计算出来的EOQ在所给的优惠价格范围内，则需要比较可行EOQ下总成本与各较低价格范围的最小订货数量的总成本，选择最低成本的订货量为最佳订货批量。如果计算出来的EOQ不在所给的优惠价格范围内，则需要重复步骤三计算。

## ■ 价格折扣模型

在有价格折扣的经济订货批量模型中，一般以物品价格的百分比，即维持库存费用率（ $h$ ）来表示维持库存费用与物品占用的资金比率。经济订货批量模型表示为在有价格折扣的经济订货批量模型中，经济订货批量模型为：

$$EOQ = \sqrt{\frac{2RD}{ph}}$$

式中 $p$ 为物品单价； $h$ 为单位物品的年库存维持费用率， $D$ 为需求量。

$$C_T = H(EOQ/2) + R(D/EOQ) + pD = ph(EOQ/2) + R(D/EOQ) + PD$$

- **例5—11**如某零售商采购某种饮料，其价格如表**5—10**所示，单位订货成本为**100**元，单位产品的库存维持费用为单价的**10%**，年需求量**10000**箱。试求最优订货批量。

- **表5—10**某饮料订货价格表

订货数量（箱）	每箱价格（元）
<b>1—899</b>	<b>30</b>
<b>900—1199</b>	<b>25</b>
<b>1200以上</b>	<b>20</b>

■ 解：

■ 1.利用经济订货批量公式求出最低价格的经济订货批量 **EOQ (20)**

■ 
$$EOQ(20) = \sqrt{\frac{2RD}{ph}} = \sqrt{\frac{2 \times 100 \times 10000}{20 \times 0.1}} = 1000(\text{箱})$$

■ 该**EOQ(20)**不在所给优惠价格的数量范围内。

■ 2.计算次低价格的经济订货批量

■ 
$$EOQ(25) = \sqrt{\frac{2RD}{ph}} = \sqrt{\frac{2 \times 100 \times 10000}{25 \times 0.1}} = 894(\text{箱})$$

■ 该**EOQ(25)**也不在所给优惠价格的数量范围内。

■ 3.计算下一个优惠价格下的经济订货批量

■ 
$$EOQ(30) = \sqrt{\frac{2RD}{ph}} = \sqrt{\frac{2 \times 100 \times 10000}{30 \times 0.1}} = 816(\text{箱})$$

- 在各种价格下的经济订货批量如表5—11。
- 表5—11 各种价格下的经济订货批量

每箱价格 (元)	经济订货批量	订货数量 (箱)	
<b>20</b>	<b>1000</b>	<b>1200</b> 以上	不可行
<b>25</b>	<b>894</b>	<b>900—1199</b>	不可行
<b>30</b>	<b>816</b>	<b>1—899</b>	可行

- 该**EOQ(30)**在所给优惠价格的数量范围，需要比较可行**EOQ (30)**下总成本与各较低价格范围的最小订货数量的总成本，即比较价格**20**元、订货数量为**1200**箱的总成本；价格**25**元、订货数量为**900**箱的总成本；以及价格**30**元、经济订货批量**816**的总成本。

- $C_T(20) = ph(Q/2) + R(D/Q) + pD = 20 \times 0.1 \times 1200/2 + 100 \times 10000/1200 + 20 \times 10000 = 202033.3$  (元)
- $C_T(25) = ph(Q/2) + R(D/Q) + pD = 20 \times 0.1 \times 900/2 + 100 \times 10000/900 + 25 \times 10000 = 252236$  (元)
- $C_T(30) = ph(EOQ/2) + R(D/EOQ) + pD = 20 \times 0.1 \times 816/2 + 100 \times 10000/816 + 30 \times 10000 = 302449.4$ (元)
- 选择一个最低的成本批量，即1200箱为最佳订货批量。

## ■ 随机型模型

随机型模型的假设条件

- 需求率 $d$  和提前期 $LT$ 为已知分布的随机变量，在不同的补充周期，这种分布不变
- 补充率无限大，全部订货一次同时交付
- 允许延迟交货，一旦到货，所欠物品必须补上
- 年平均需求量为 $D$
- 已知一次订货费为 $R$ ，单位维持库存费为 $CH$ ，单位缺货损失费为 $CS$
- 无价格折扣

# ■ 随机型模型

随机库存问题优化的核心是如何保持最小的缺货，最大限度满足用户需求，同时使库存费用最小化。因此，确定订货量和订货点的目标仍然是使总库存成本费用最小。

则前面介绍的总成本公式就应为

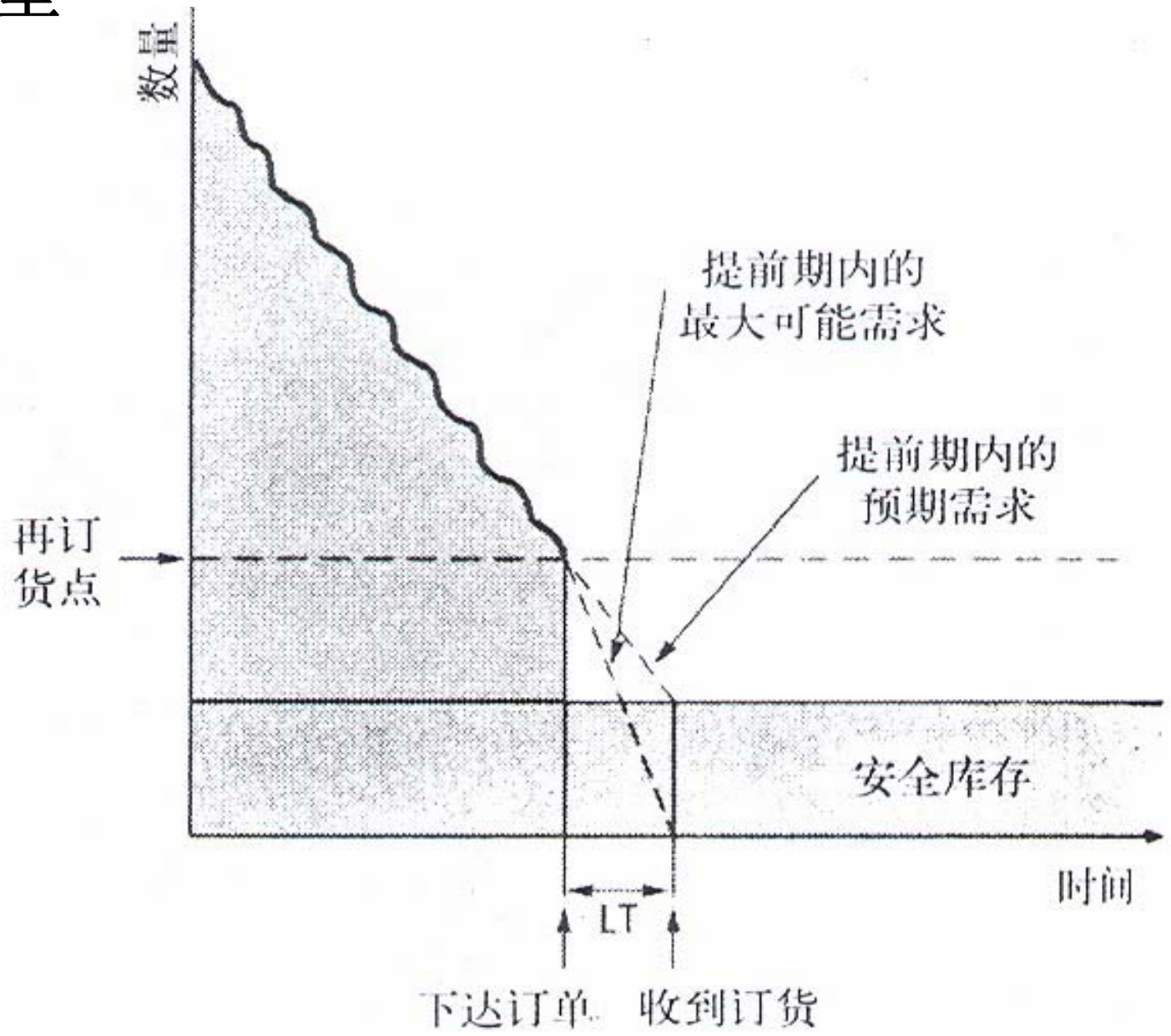
$$C_T = C_H + C_R + C_P + C_S$$

在不考虑价格折扣情况下， $C_P$ 为常量，在求解最佳订货量和订货点时可以不考虑。 $C_H$ 应为维持库存费用率（ $H$ ）与周期内库存量期望值（ $E(I)$ ）之积。 $C_S$ 应为单位缺货成本（ $S$ ）与在提前期内缺货期望值（ $E(RL_S)$ ）、以及年订货次数之积（ $D/Q$ ）。

即

$$C_T = C_H + C_R + C_S = H * E(I) + R(D/Q) + S * E(RL_S) \quad \text{式5-2}$$

# ■ 随机型模型



安全库存图

- 1.安全库存与服务水平的确定
- 服务水平 =  $100\% - \text{缺货风险}$

- 3. 订货点的确定。
- 对于随机型库存，订货点的确定在考虑提前期的需求基础上，还应考虑安全库存量。即
- $ROP = E(D_{LT}) + Q_1$
- 式中 $E(D_{LT})$ 为提前期内需求的期望值； $Q_1$ 为安全库存。
- 假定需求率或提前期的变化服从正态分布，则订货点为
- $ROP = E(D_{LT}) + Q_1 = E(D_{LT}) + z \sigma_D$  式5-3
- 式中 $z$ 为服务水平 $P(z)$ 的标准正态分布系数，在这也称安全因子； $\sigma_D$ 为提前期内需求的标准差。

- **例5-12**某公司产品的需求每月呈正态分布，提前期内的平均值**200**件，标准差为**15**件，试确定在服务水平为**95%**下的订货点。
- 解：由题已知  $E(D_{LT})=200$   $P(z)=0.95$ ，查正态分布表得  $z=1.64$   $\sigma_D=15$
- $ROP=E(D_{LT})+SI=E(D_{LT})+z \sigma_D=200+1.64 \times 15=224.6$ (件)

## ■ 随机型模型

- 如果只有需求发生变化，订货点为

$$ROP = \bar{d} \times LT + z\sqrt{LT}\sigma_d$$

- 式中 $\bar{d}$ 为平均日或周需求， $\sigma_d$ 为每日或每周需求的标准差， $LT$ 为提前期天数或周数。

- 如果只有提前期发生变化，订货点为

$$ROP = d \times \bar{LT} + zd\sigma_{LT}$$

- 式中 $d$ 为日或周需求， $\sigma_{LT}$ 为提前期天数或周数的标准差， $LT$ 为提前期平均天数或周数。

- 如果需求与提前期均可变，订货点为

$$ROP = \bar{d} \times \bar{LT} + z\sqrt{\bar{LT}\sigma_d^2 + \bar{d}^2\sigma_{LT}^2}$$

## 5.5 仓库管理

仓库管理的主要内容包括

- 物品验收入库
- 物品的保管
- 物品的发放
- 物资的盘存管理