

库存管理

Inventory Management



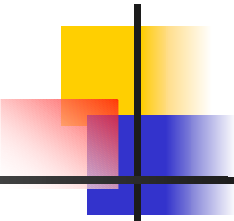
---

邱灿华

同济大学经济与管理学院

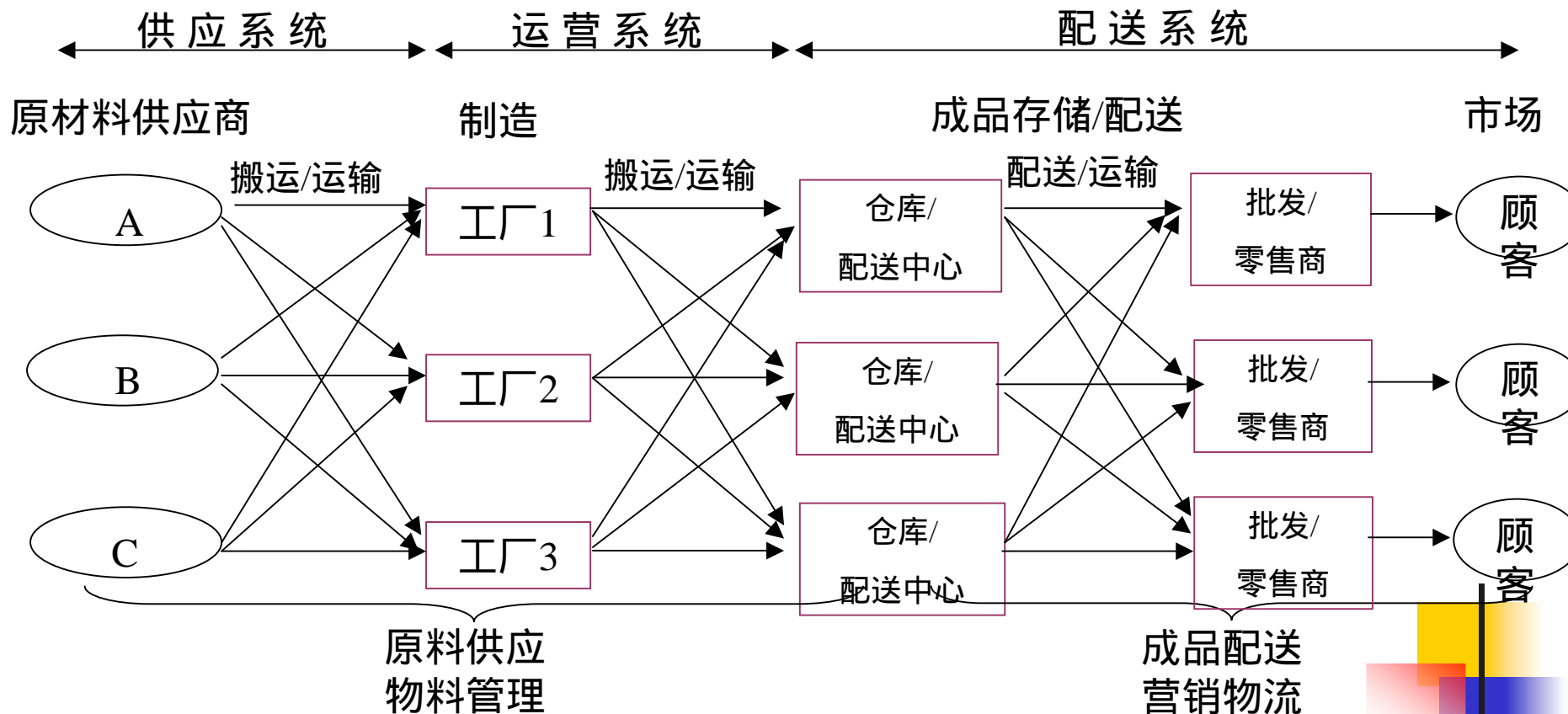
# Outline

- 与物料相关的活动
- 库存的作用
- 库存系统
- 定量订货系统
- 定期订货系统

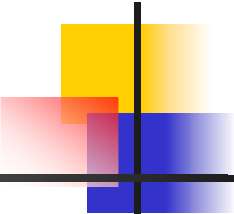
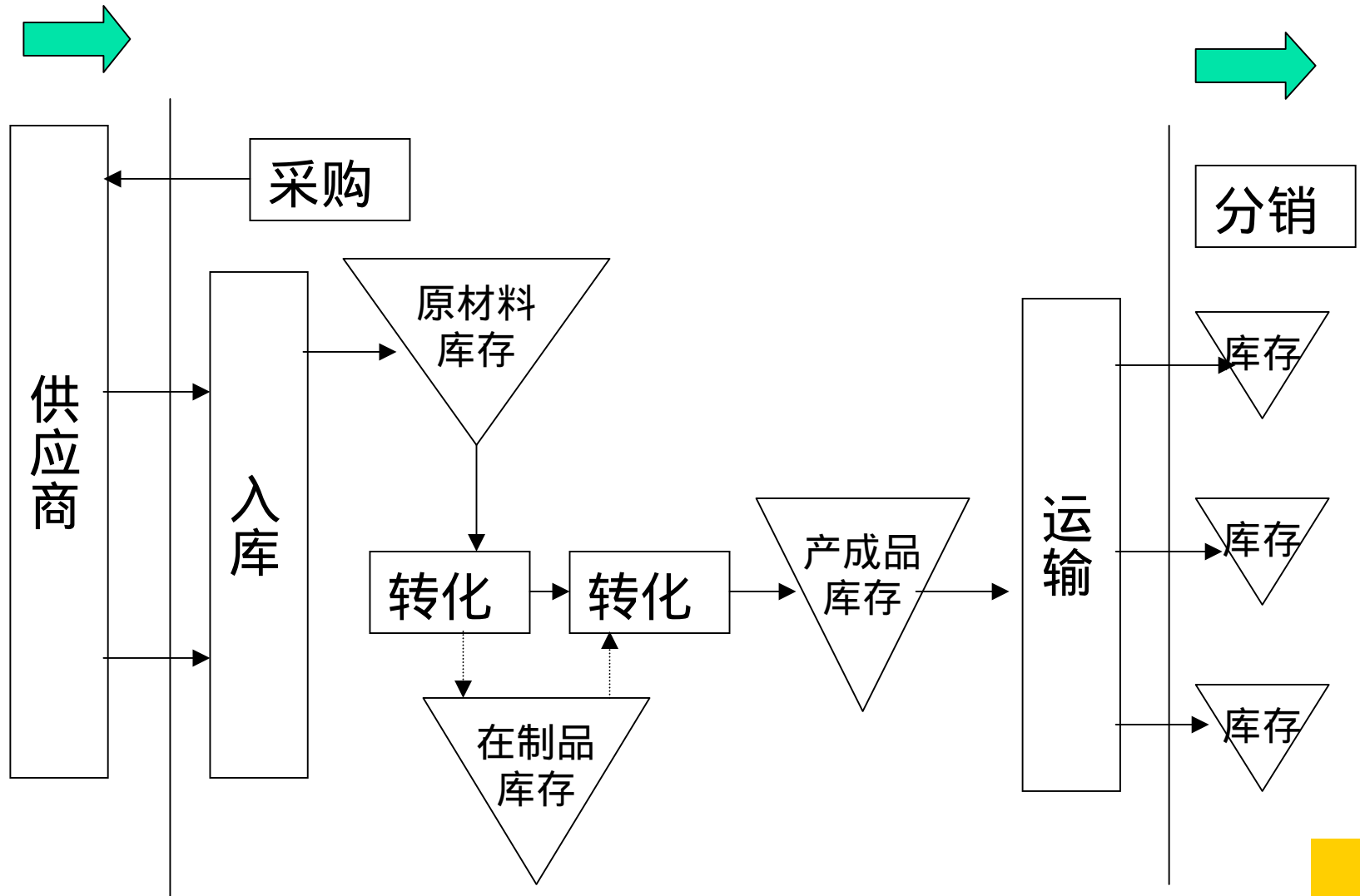


# 物料管理及相关活动

- 管理从供应源到顾客的物流，使之得到必要得处理而避免不必要得延迟和额外得成本。

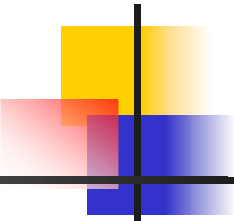


# 企业内部物流

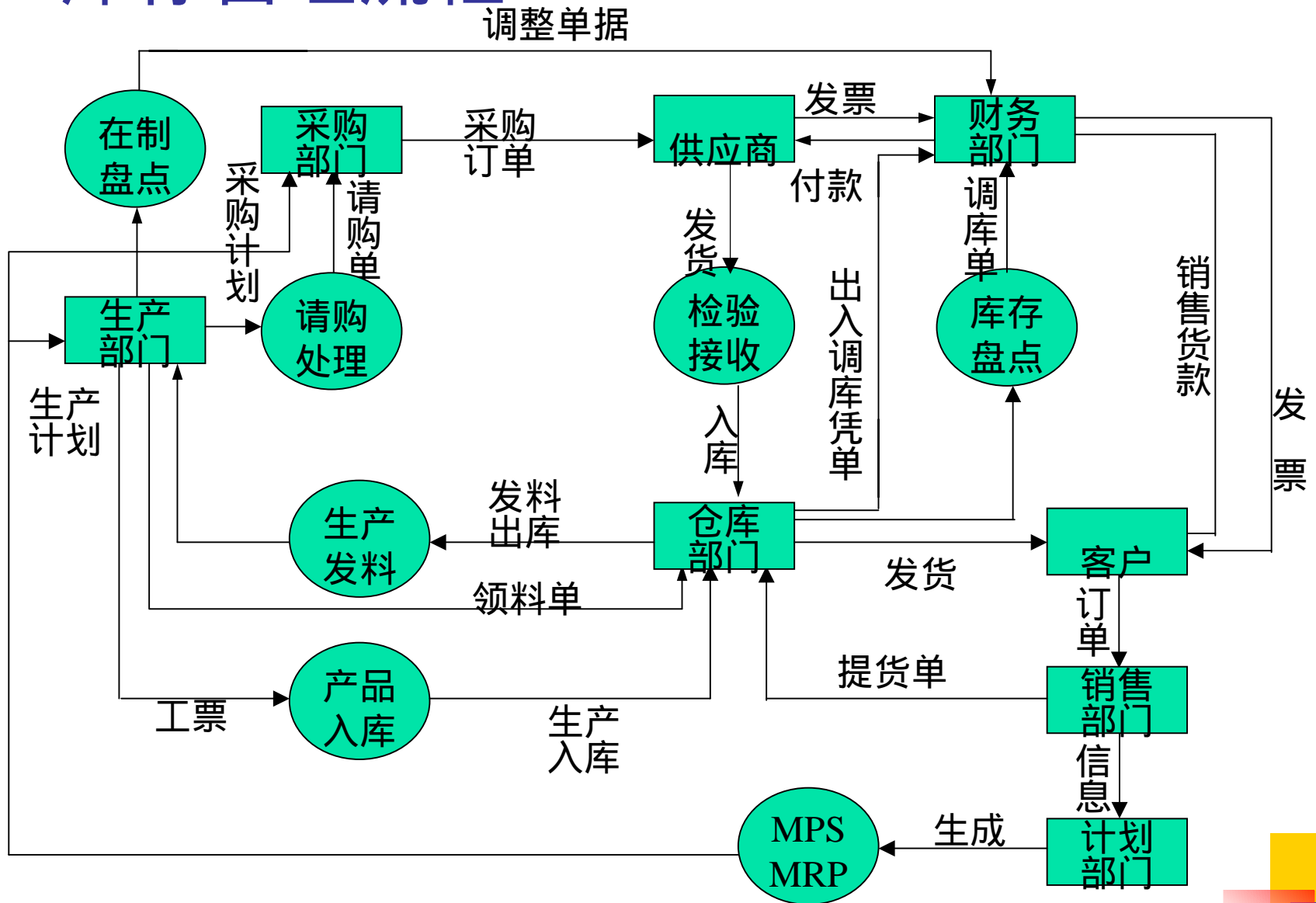


# 物料管理相关活动

- 采购
- 运入控制
- 入库
- 库存控制
- 生产计划和控制
- 车间控制
- 物料处理
- 运出控制
- 仓储
- 分销



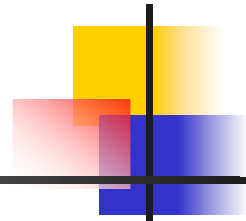
# 库存管理流程



# 一、库存概述

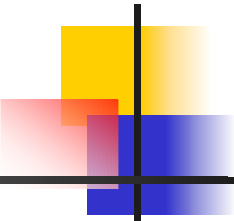
## • 库存的作用

- 可通过工序在制品库存维持生产的连续性 ；
- 通过大批量生产来分担生产准备成本 ；
- 应对季节性需求，使生产保持平稳 ；
- 通过数量折扣，节约成本 ；
- 防止供应短缺和价格上涨 ；
- 应对不确定性 ；



# •库存带来的问题

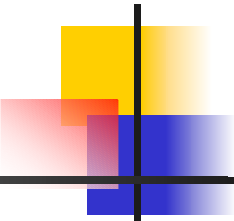
- 提供保护而不是预防；
- 掩盖了问题，而不是追踪并解决问题产生的原因；
- 降低了问题诊断的速度；
- 占用了空间和金钱；
- 阻碍了进一步的改善；





# •降低库存的原因

- 库存占用了资金；
- 竞争对于降低成本的要求；
- 库存与质量有着密切联系；
- 技术提供了能密切监控库存水平的能力；
- 管理库存模型的发展；



# •库存的分类

## 库存的分类

按库存物料在生产转换过程中所处的状态

原材料库存  
在制品库存  
成品库存

按库存物料在生产经营过程种的配置位置

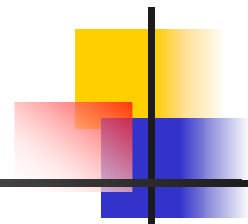
销售库存  
生产库存

按库存物料在生产过程中所起的作用

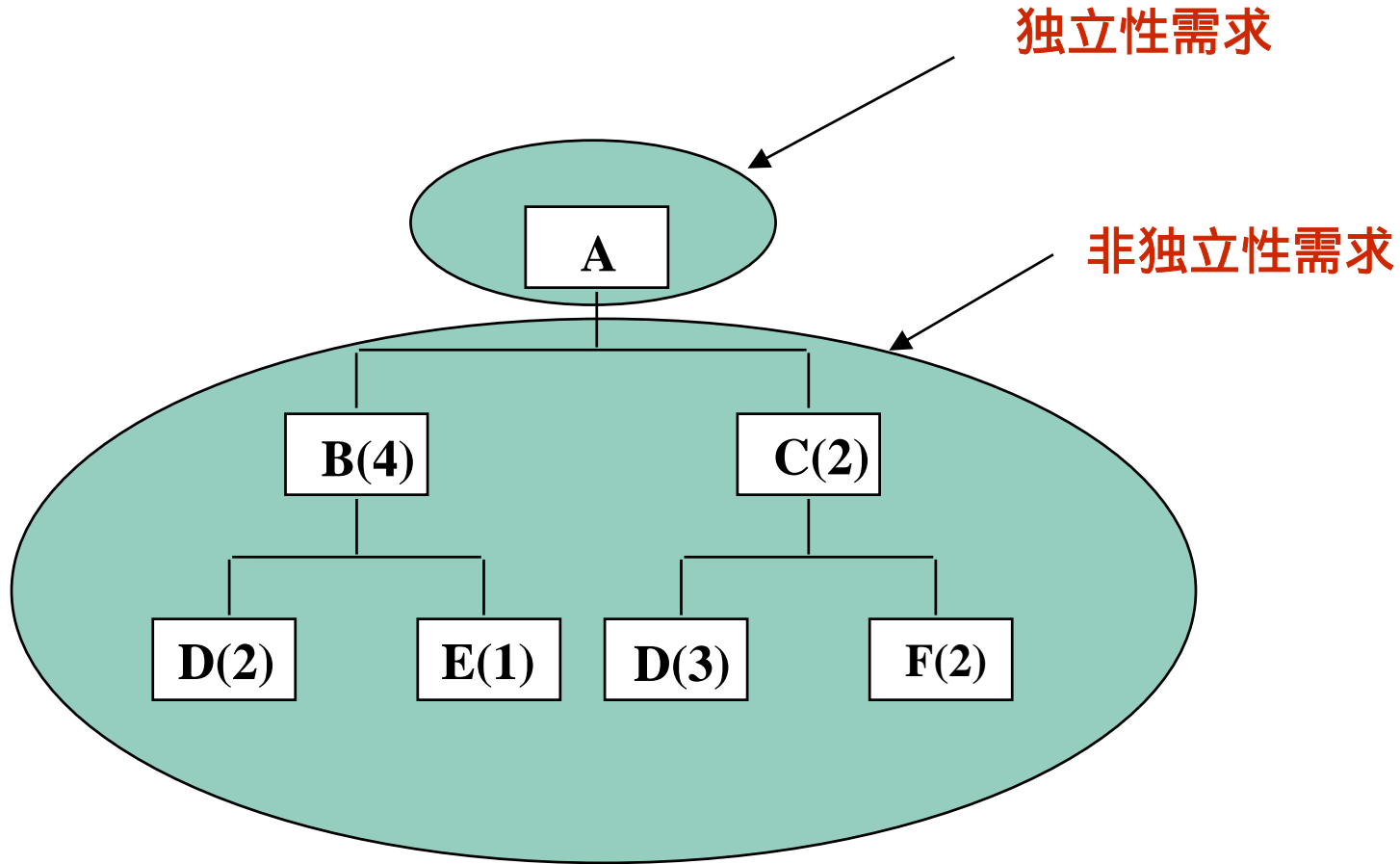
周转库存  
安全库存  
运输库存  
调节库存

按库存物料的需求特性

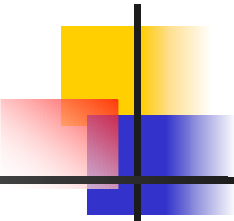
独立需求库存  
相关需求库存



# •库存管理的对象



**Independent demand is uncertain.  
Dependent demand is certain.**



# •库存问题分类

## ■ 重复性

- 单个订单
- 重复订单

## ■ 供应源

- 外部供应
- 内部供应

## ■ 需求属性

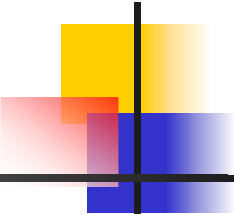
- 确定性需求
- 变化需求
- 独立需求
- 相关需求

## ■ 提前期

- 确定的提前期
- 不定的提前期

## ■ 库存系统

- 连续监控系统
- 定期检查系统
- 物料需求计划
- Distribution requirement planning
- Single period inventory system
- 供应商库存管理



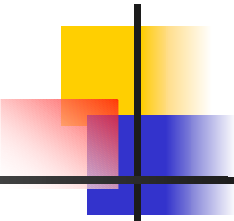
# A company can reduce the need for inventories by:

- using standardized parts
- improved forecasting of demand
- using preventive maintenance on equipment and machines
- reducing supplier delivery lead times and improving delivery reliability
- utilizing reliable suppliers and improving the relationships in the supply chain
- restructuring the supply chain so that the supplier holds the inventory
- reducing production lead time by using more efficient manufacturing methods
- developing simpler product designs with fewer parts.



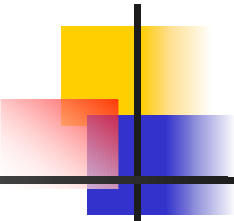
# • 库存控制目标

- 服务水平
- 库存成本



# 库存管理实例

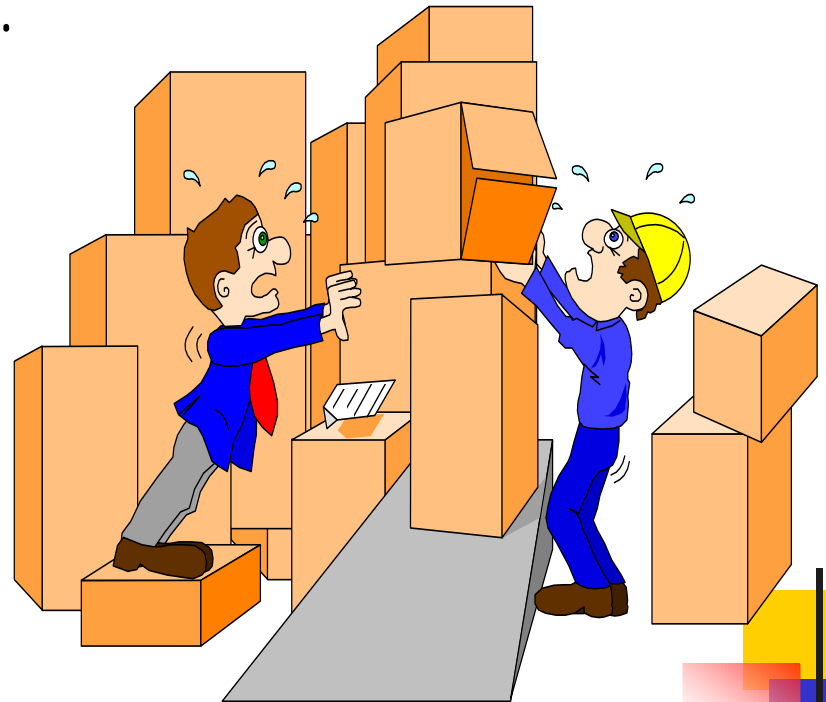
- 你荣升为某百货商店汽车销售部门的主管，因此应该为各物资建立正确的再订购点。作为工作的开端，你选择了某种型号的轮胎作为研究重点，该轮胎的有关数据如下：
  - 单价 35元/个
  - 年存储成本 单价的20%
  - 年需求量 1000个
  - 每次的订购成本 20元
  - 日需求的标准差 3个
  - 订购提前期 4天
- 因为顾客在轮胎缺货时会向其它商店购买，所以你决定将服务水平定到98%。
- 确定订购批量？确定再订购点？



## 二、库存系统

- An **inventory system** is the set of policies and controls that monitor **levels of inventory** and **determines what levels** should be maintained, when stock should be **replenished**, and **how large orders** should be.

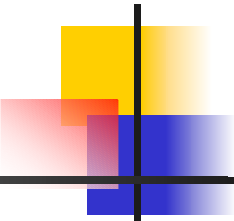
- 主要事项：
  - 何时订购？
  - 订购什么？
  - 订购多少？
  - 向谁订购？





## • 库存系统所需信息

- 库存测算系统：适时计算、定期计算；
- 需求量预测：对库存系统需求的预期；
- 供货提前期：从提出订货到入库的时间；
- 相关的成本：与订货或存货相关的费用；
  - Holding costs 持有成本
  - Ordering costs 订货成本、生产准备成本
  - Shortage costs 短缺成本
- 物料分类系统：物品的详细分类。



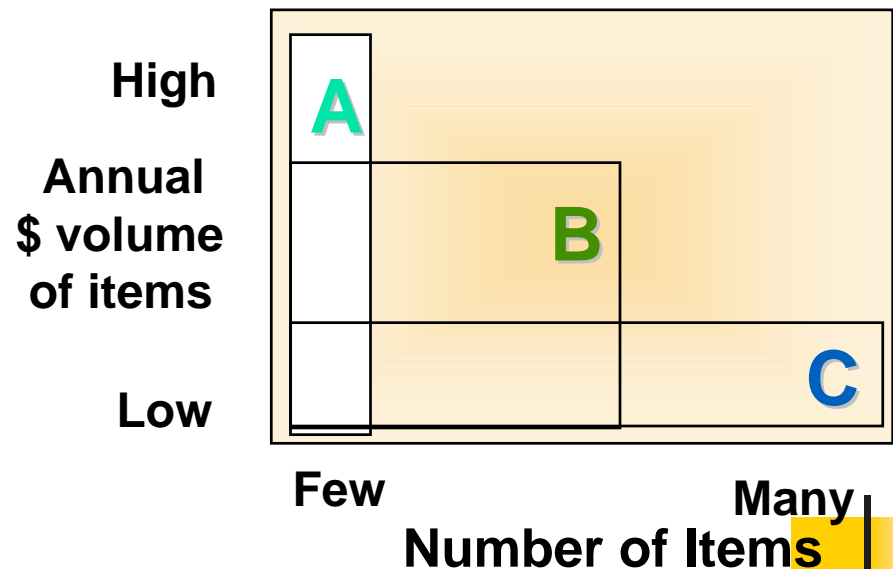
## •ABC 分类系统

Classifying inventory according to some measure of importance and allocating control efforts accordingly.

**A** - very important

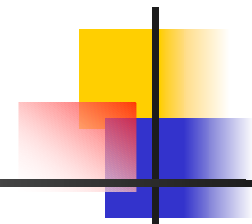
**B** - mod. important

**C** - least important



# ABC分类规则

类别	品种	占用资金
A类	10%	70—75%
B类	15—20%	20—25%
C类	70—75%	5—10%



以下10种物资，已知其年耗用金额，欲对其进行ABC分类，首  
**例：**先应根据物资的年耗用金额进行排队并计算出各类物资占全部金额的比重。然后按照规则进行分类。

物资编号	年耗用金额/\$	各物资的年耗用金额
		占全部金额的
22	95 000	40.8%
68	75 000	32.1
27	25 000	10.7
03	15 000	6.4
82	13 000	5.6
54	7 500	3.2
36	1 500	0.6
19	800	0.3
23	425	0.2
41	225	0.1
	233 450	100.0%

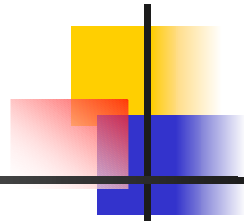
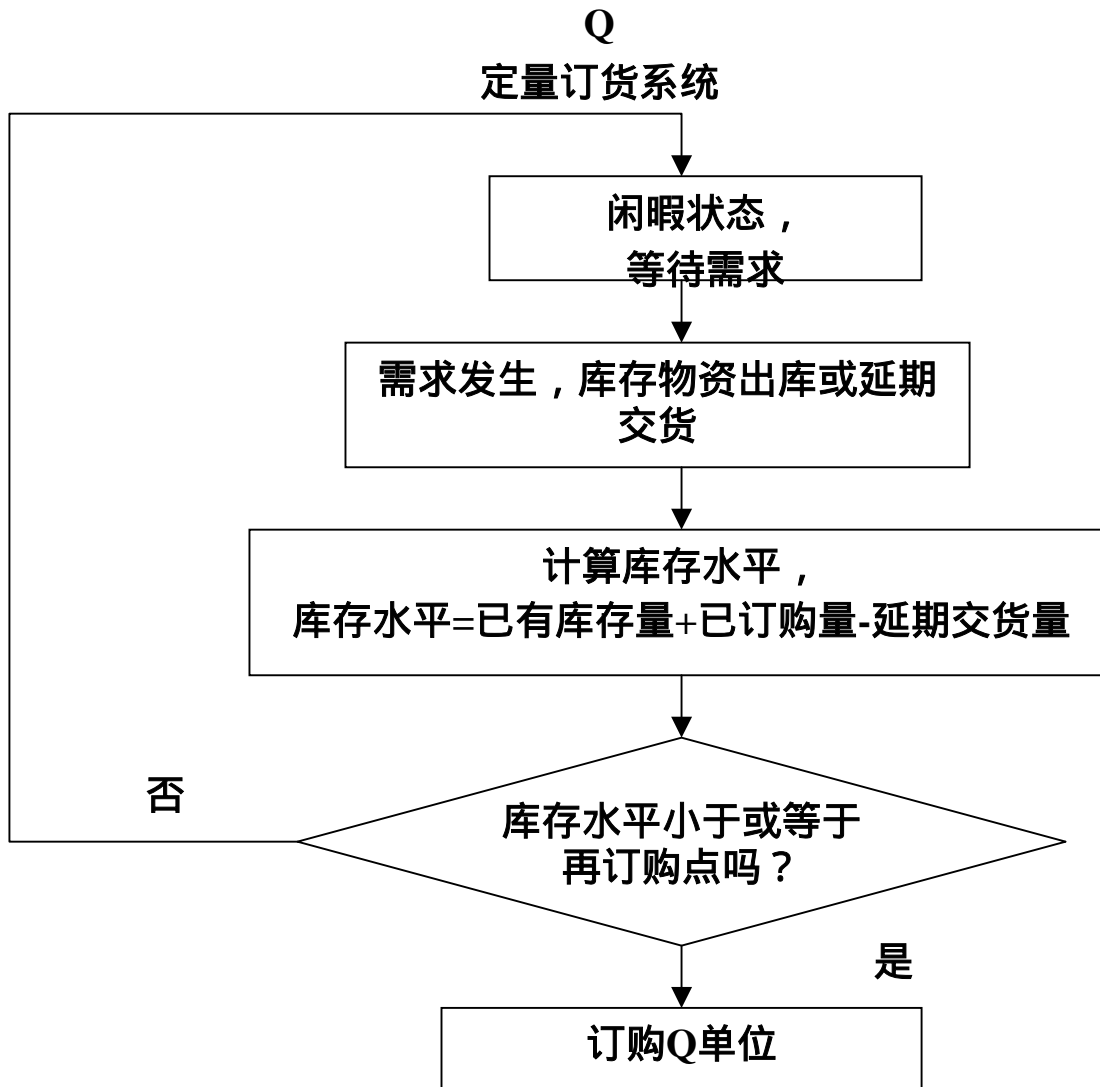
类别	物资编号	年耗用金额/\$	占全部金额的比重
A	22,68	170 000	72.9%
B	27,03,82	53 000	22.7
C	54,36,19,23,41	10 450	4.4
		233 450	100.0%

# 怎样进行分类管理

- A类物资应尽可能从严控制，包括应有完整、精确的纪录，最高的作业优先权，管理人员经常检查，小心精确地确定订货量和订货点等，对来料期限、库存盘点、领发料等要严格要求。
- B类物资应正常的控制，包括作记录和定期检查，只有在紧急情况下，才赋予较高优先级；可按经济批量订货。
- C类物资应尽可能简单地控制，可适当加大安全库存，通过半年或一年一次的盘存来补充大量的库存，用给予最低的作业优先次序等比较粗放的方法加以管理。



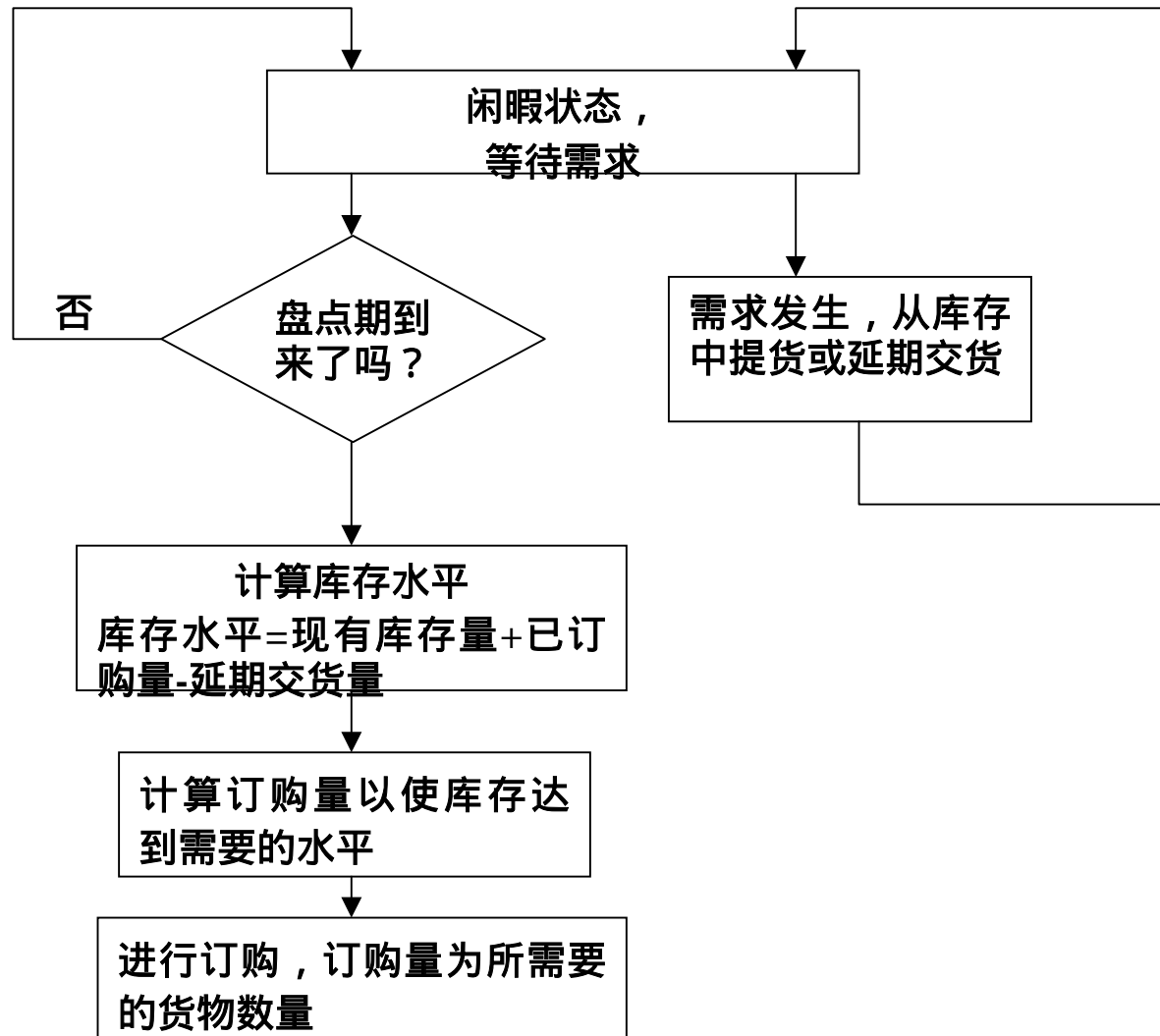
# 定量订货系统（连续监控系统）



# 定期订货库存系统（定期检查系统）

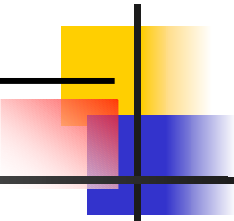
P

定期订货系统



# 比较

特征	定量订货模型	定期订货模型
订购量	Q是固定的；	q是变化的
何时订购	达到再订购点	T盘点期到来时
库存记录	每次出库都做记录	只在盘点期记录
库存大小	比定期订购模型小	比定量模型大
维持所需时间	记录持续，所以时间长	时间短
物资类型	昂贵、关键或重要物资	便宜、标准件

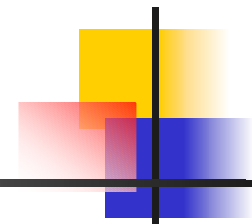




# 库存系统

## ■ 常见的几种种系统

- $(s, Q)$ 系统
- $(s, S)$ 系统
- Order to S系统
- Order Q系统
- $(R, s, S)$ 系统



# $(s, Q)$ 系统

- 条件

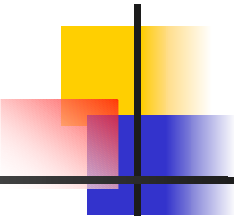
- 每天监视库存水平

- 有效范围

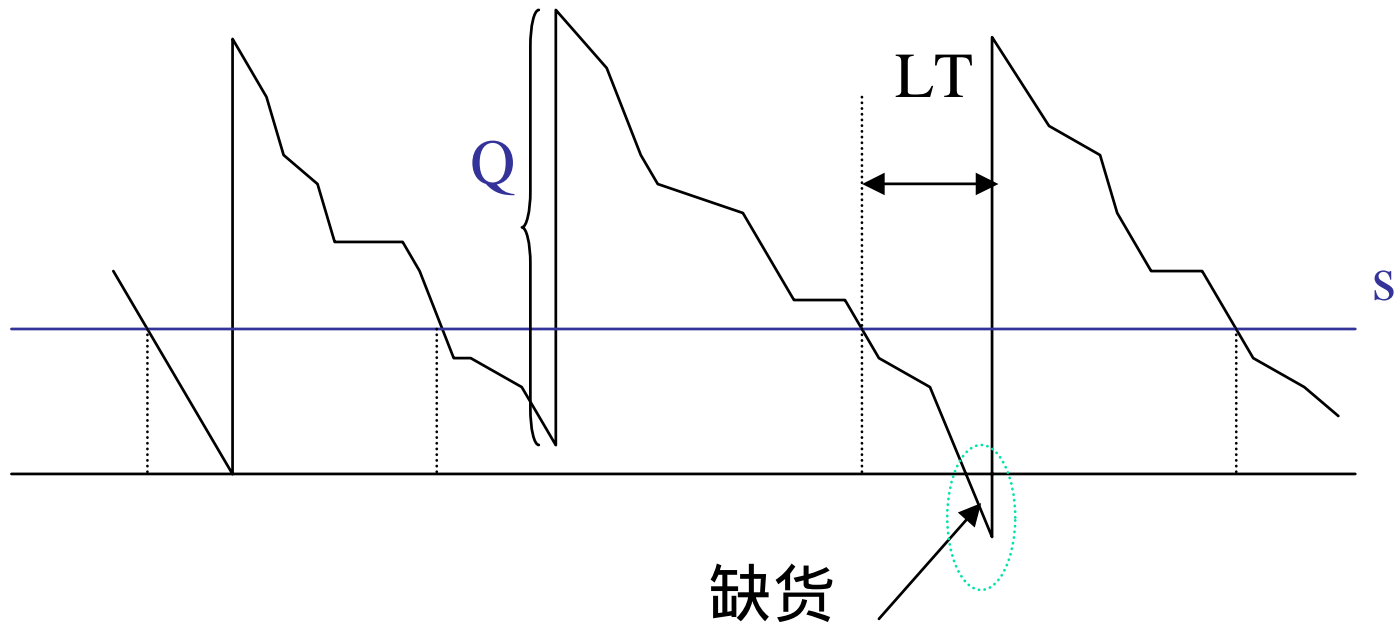
- 需求为不确定, 但是分布函数稳定
- A类产品

- 运作方法

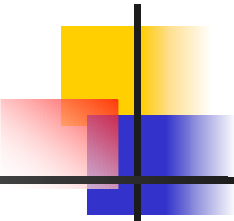
- 当库存水平降低到订货点 $s$ 以下的时候, 发出订货量为 $Q$ 的订货。



# 订货点的计算方法

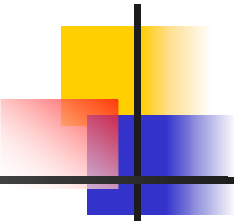


LT为订货提前期



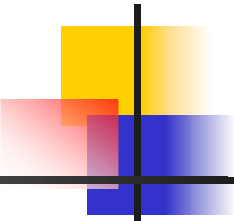
## $(s, S)$ 系统

- 当库存量低于 $s$ 时，系统会订货使库存达到 $S$ 。
- 永续盘存系统。



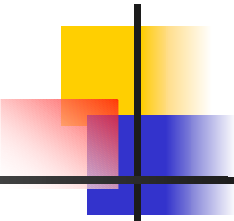
# Order to S

- 每个周期，系统会订货使存货达到S。
- 定期定货系统



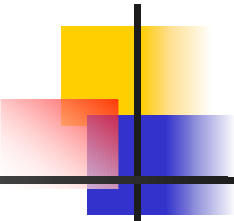
# Order Q

- 系统每周期订货为 $Q$ ；
- 定期订货系统；
- 需求较稳定



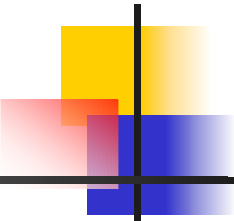
## $(R, s, S)$

- 每过R期进行库存盘点, 如果有效库存低于订货点s时, 发出订货。订货量为(目标库存S-有效库存)
  - 有效库存=手持库存+待进货的商品数量-待发货的商品数量
- 订货点的计算s



### 三、经济订货批量模型—订多少货

- Economic order quantity model  
经济订货批量模型
- 边生产边使用的经济订购批量模型





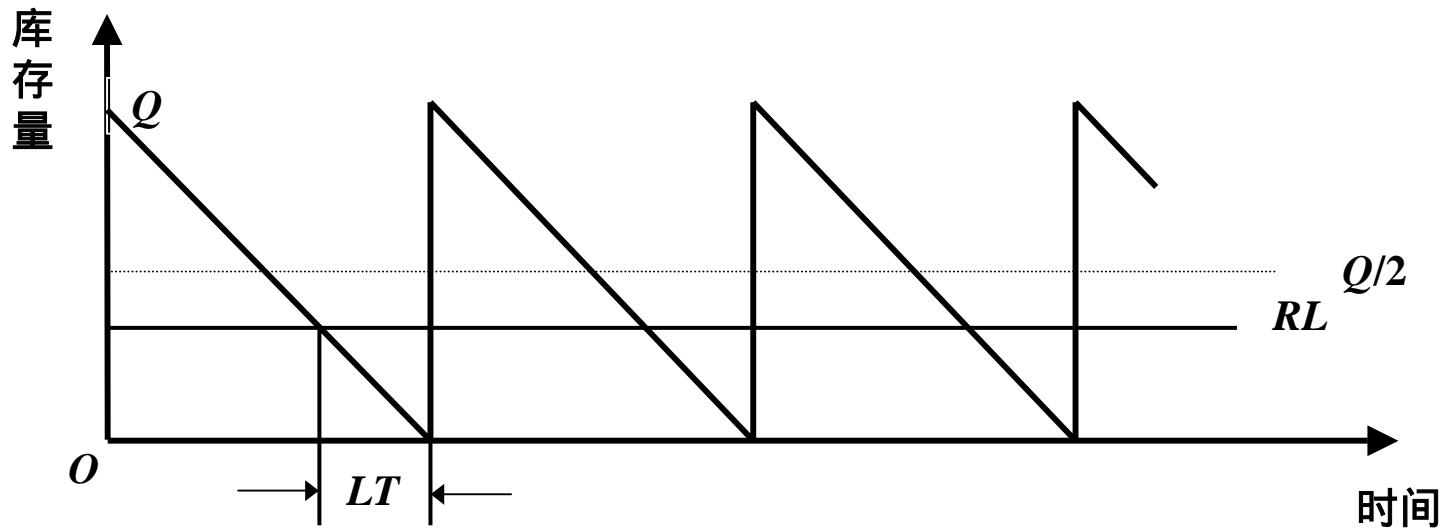
# 1、基本的EOQ模型

关于模型的假设：

- 外部对库存系统的需求率已知，需求率均匀且为常量。
- 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。
- 补充率为无限大，全部订货一次支付。
- 采用固定量系统。



# EOQ假设下的库存量变化



$RL$  = Reorder point

$Q$  = Economic order quantity

$LT$  = Lead time



# EOQ模型下的年度成本

年度总成本 = 年度采购成本 + 年度订货成本 + 年度保存成本

$$TC = DC + \frac{D}{Q} S + \frac{Q}{2} H$$

TC = 年度总成本

D = 年需求量

C = 单价

Q = 订购数量

S = 订货成本或生产准备成本

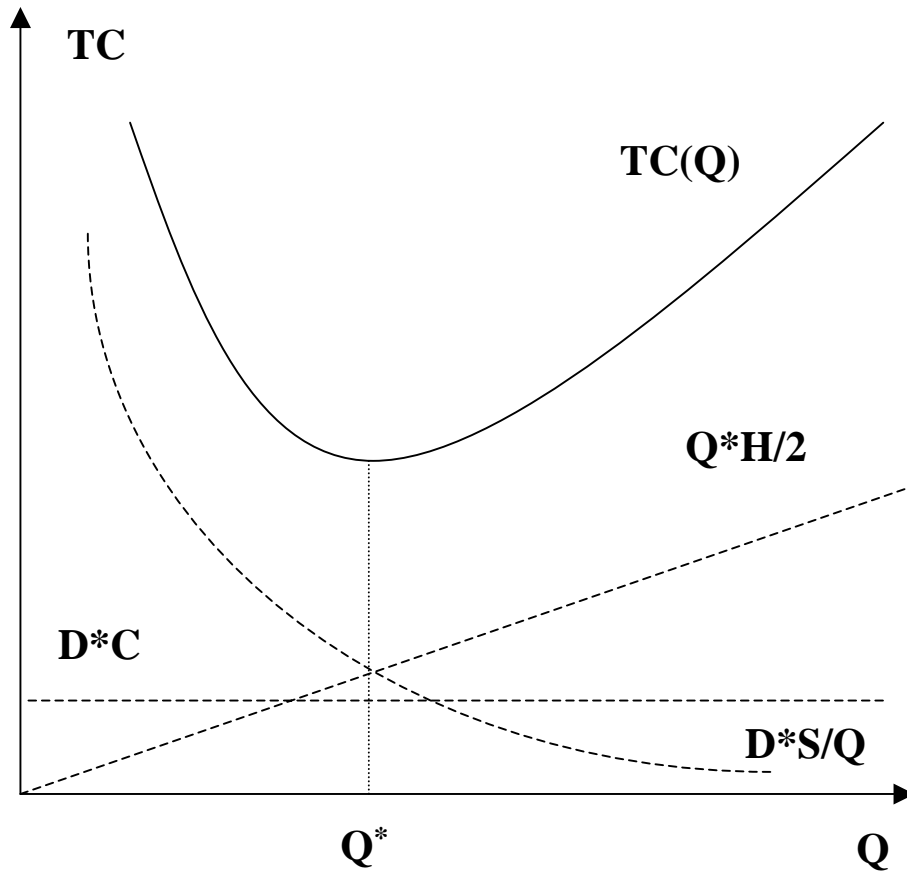
R = 再订货点

LT = 提前期 Lead time

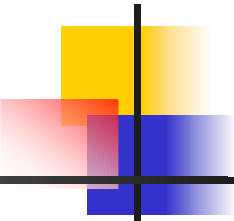
H = 年度平均单位库存成本



# 库存费用曲线



库存成本



# EOQ公式及推导

$$TC = DC + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H$$

$$\frac{dTC}{dQ} = 0 - \frac{DS}{Q^2} + \frac{H}{2} = 0 \Rightarrow Q_{OPT} = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

$$Q_{OPT} = \sqrt{\frac{2DS}{H}} = \sqrt{\frac{2(\text{Annual Demand})(\text{Order or Setup Cost})}{\text{Annual Holding Cost}}}$$

我们需要确定再订购点告诉我们何时采购。

$$\text{Reorder point, } R = \bar{d} L$$

$\bar{d}$  = average daily demand (constant)

$L$  = Lead time (constant)



# EOQ Example Problem Data

Given the information below, what are the EOQ and reorder point?

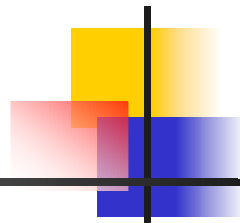
Annual Demand = 1,000 units

Cost to place an order = 20

Holding cost per unit per year =  $35 \times 0.2 = 7$

Lead time = 4 days

Cost per unit = 35



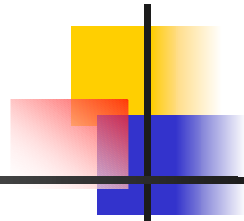
# EOQ Example Solution

$$Q_{\text{OPT}} = \sqrt{\frac{2DS}{H}} = \sqrt{\frac{2(1,000)(20)}{7}} = 75.59 \text{ units or } \mathbf{76 \text{ units}}$$

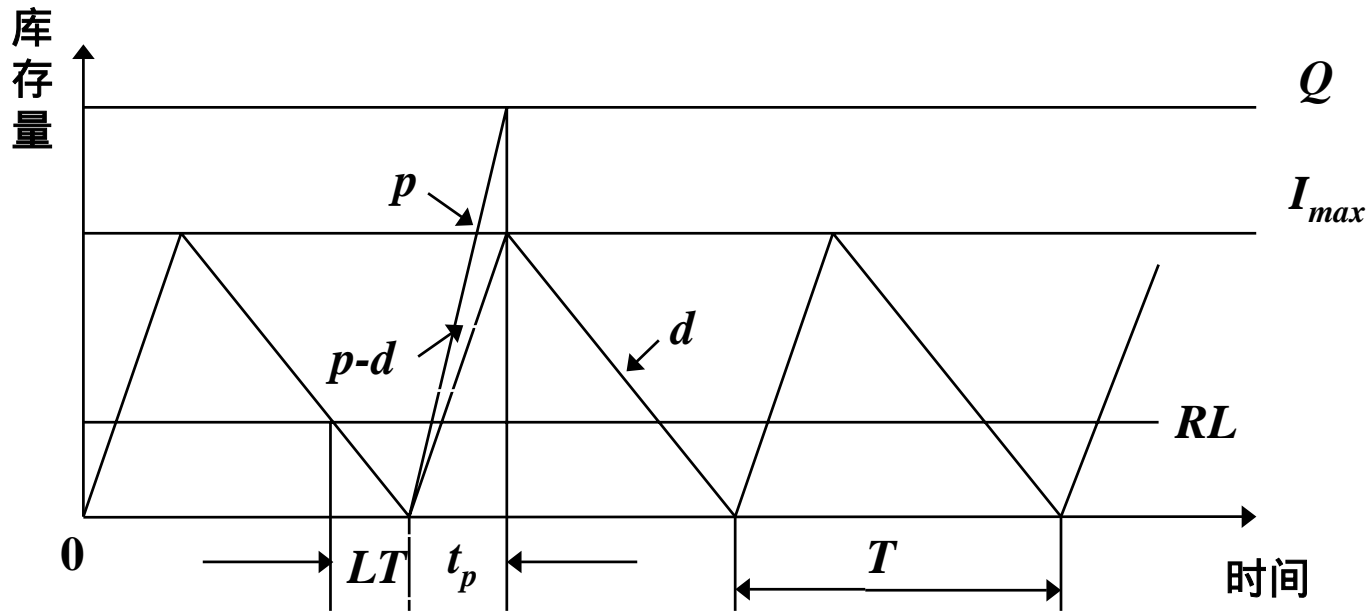
$$\bar{d} = \frac{1,000 \text{ units/year}}{250 \text{ days/year}} = 4 \text{ units/day}$$

$$\text{Reorder point, } R = \bar{d} L = 4 \text{ units/day}(7 \text{ days}) = \mathbf{28 \text{ units}}$$

In summary, you place an optimal order of 76 units. In the course of using the units to meet demand, when you only have 28 units left, place the next order of 76 units.



## 2、边生产边使用的经济订购批量模型



$p$  每日供给量  
 $d$  每日耗用量





# 最高库存量与平均库存量

每批订购量为 $Q$ ，每日供给量为 $p$

全部供给完成天数为  $Q/p$

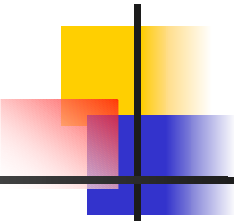
而每日耗用量为 $d$

送货期内的耗用量为  $d \times Q/p$

最高库存量为  $Q - d \times Q/p$

平均库存量为  $\frac{1}{2} \times (Q - d \times Q/p)$

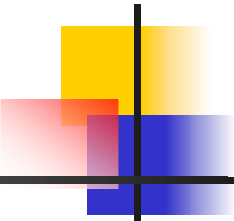
$$= \frac{(p - d)Q}{2p}$$



# 公式推导

$$TC = DC + \frac{D}{Q} S + \frac{(p-d)Q}{2p} H$$

$$Q_{OPT} = \sqrt{\frac{2DS}{H} \times \frac{p}{p-d}}$$



### 3、服务水平与安全库存

#### ■ 服务水平：

- 服务水平是指用可以用现有库存来满足需求的数量。
- 例如：如果对某物资需求为100单位，则95%的服务水平意味着95单位可以立即从库存中得到满足，而短缺5单位。
- 本概念假定每次需求量很小，且呈随机分布。

#### ■ 安全库存：

- 需求不固定，所以建立一个额外的库存满足不确定的需求；
- 需求不能满足的风险一般发生在订货提前期内；



# 相关术语

- Reorder Point 再订货点

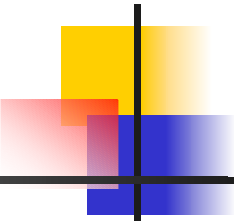
When the quantity on hand of an item drops to this amount, the item is reordered

- Safety Stock 安全库存

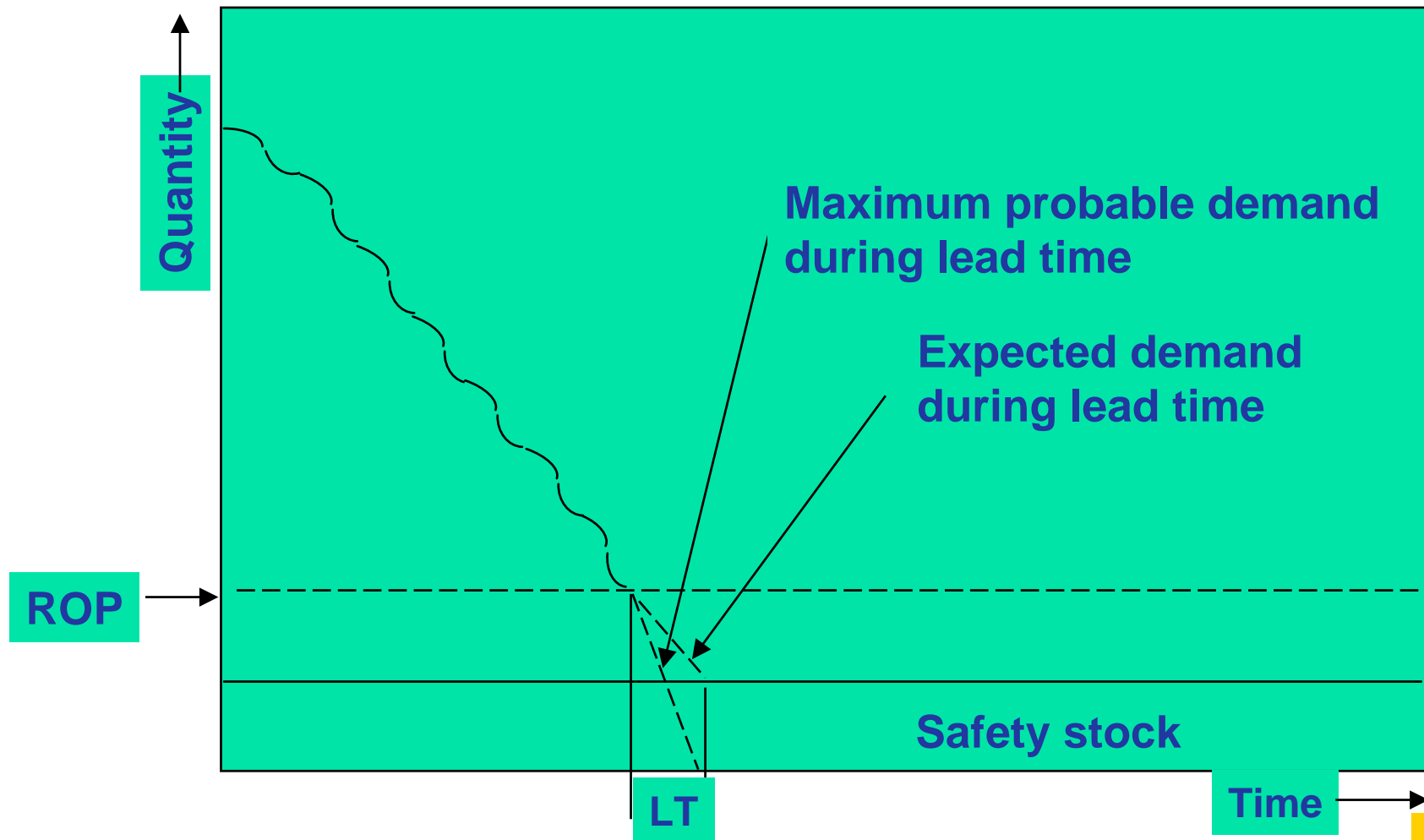
Stock that is held in excess of expected demand due to variable demand rate and/or lead time.

- Service Level 服务水平

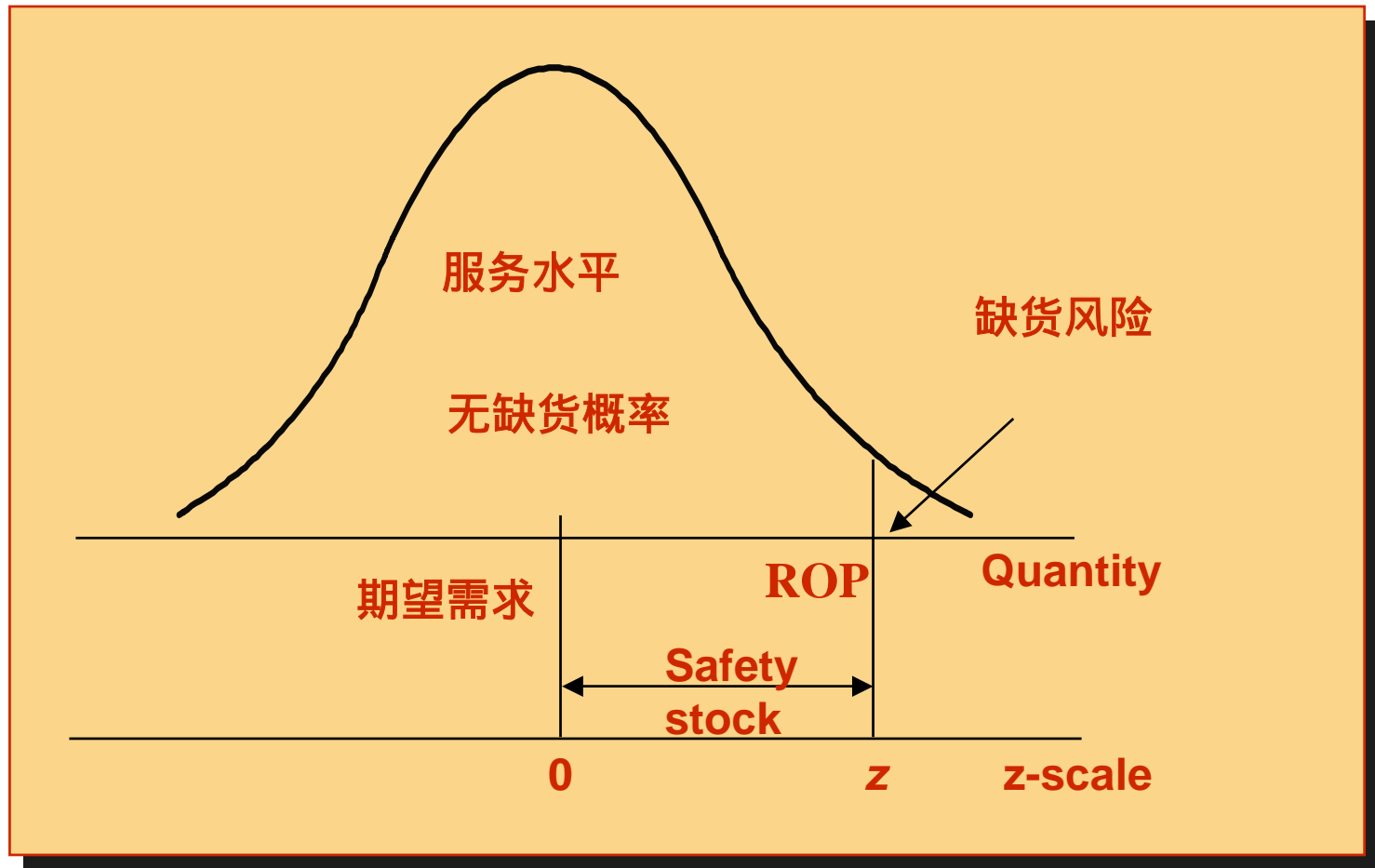
Probability that demand will not exceed supply during lead time.



# Safety Stock

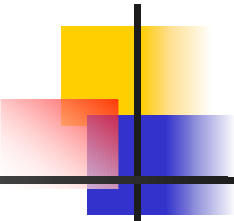


# Reorder Point



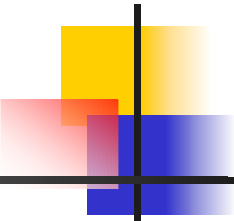
# 服务水平的权衡

- 需求率或订货提前期变动越大，则达到某种服务水平所需的安全库存越大；
- 服务水平是在缺货成本与库存成本之间的权衡。
  - 缺货成本---损失销售额、顾客不满；
  - 高服务水平---高库存；



# 服务水平的度量

- 服务数量的度量：  
如果对某物资需求为100单位，则95%的服务水平意味着95单位可以立即从库存中得到满足，而短缺5单位。
- 服务水平的概率度量方法  
库存目标可以表述为“建立安全库存以使需求量超过200单位时的缺货概率为5%”。我们把这种方法叫做服务水平度量的概率方法，这种方法，给出了缺货的概率，但没有给出具体缺货数量。  
$$\text{服务水平} = 1 - \text{缺货概率} = \text{无缺货概率}$$





# 附有安全库存的再订购点计算

公式： $R = \bar{d} \times L + z\sigma_L$

$R$  – 再订购点

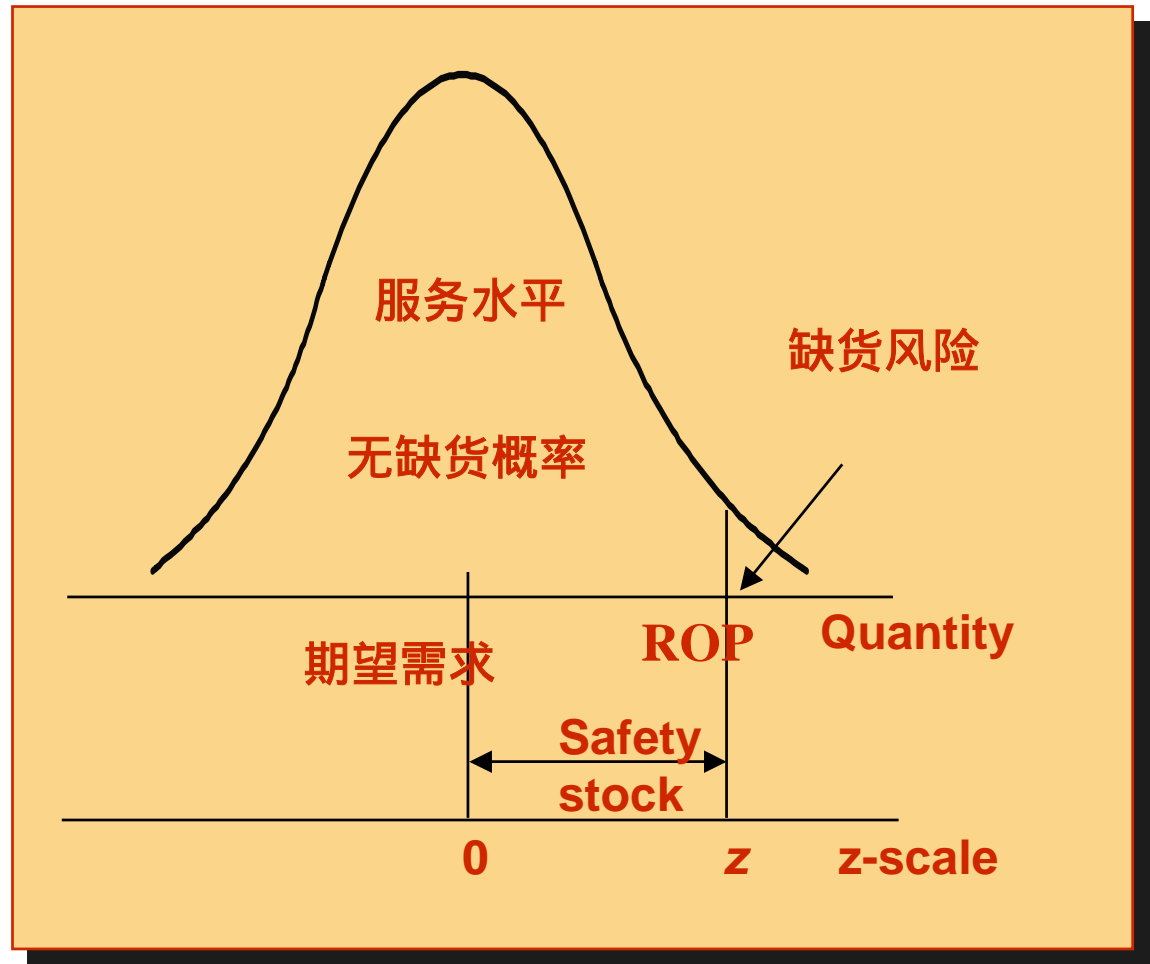
$d$  – 日需求量

$L$  – 提前期

$z$  – 即定服务水平下的标准差个数

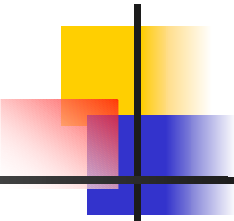
$\sigma_L$  – 提前期中使用量的标准差

$z\sigma_L$  – 安全库存



# 主要参数的计算

- $ROP = D(\text{lead time}) + SS$
- $D(\text{lead time}) = d * LT$
- $SS = z * \text{Std dev}(\text{lead time})$
- What is average inventory?
  - $Q/2 + SS$
- Max Level
  - $Q + SS$



## 例子：

- 已知年需求量  $D=1000$ 单位，经济订货批量  $Q=76$ 单位，期望服务水平  $p=0.98$ ，提前期内需求量标准差  $\sigma_L=3$ 单位，提前期  $L=4$ 天，求再订购点。

- 解：

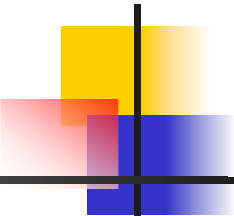
本例中， $d=4$ （250个工作日，年需求1000单位）；

利用公式： $R = \bar{d} \times L + z \sigma_L = 4 \times 4 + 3z$

查表可知，无短缺概率为0.98时， $z = 2.05$

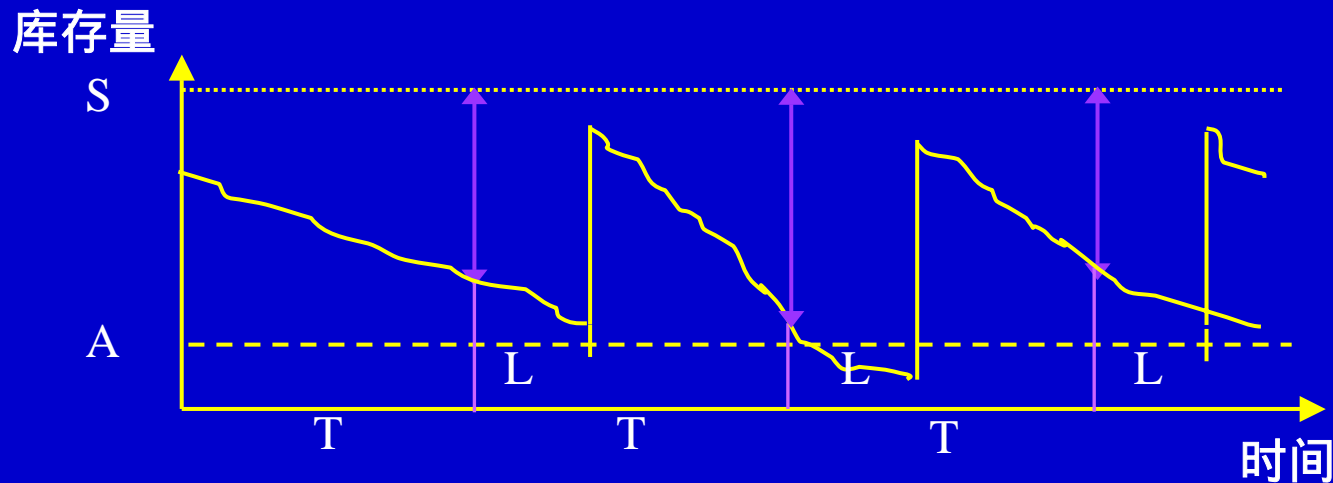
$$R = 4 \times 4 + 3z = 16 + 3 \times 2.05 = 22$$

再订购点为22



## 四、定期订货模型

- 库存只在特定的时间进行盘点。
- 不同时期的订购量不尽相同，订购量的大小主要取决于各个时期的使用率。
- 比定量订货系统要求更高的安全库存。
- 安全库存应该保证在盘点期和提前期内不发生缺货。



固定间隔期系统原理图

# 确定 $\sigma_{T+L}$ 和安全库存

$$\sigma_{T+L} = \sqrt{\sum_{i=1}^{T+L} (\sigma_{d_i})^2}$$

Since each day is independent and  $\sigma_d$  is constant,

$$\sigma_{T+L} = \sqrt{(T+L)\sigma_d^2}$$

$$\text{safe stock} = z\sigma_{T+L}$$



# 有安全库存的定期订货模型公式

$q = \text{盘点期和提前期内的平均需求} + \text{安全库存} - \text{现有库存}$

$$q = \bar{d}(T + L) + Z \sigma_{T+L} - I$$

$q$  = 订购量

$T$  = 两次盘点的间隔期

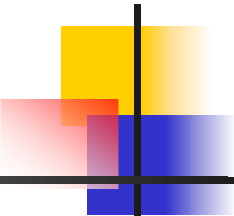
$L$  = 提前期

$\bar{d}$  = 预测的日平均需求量

$z$  = 即定服务水平下的标准差倍数

$\sigma_{T+L}$  = 盘点周期与提前期期间需求的标准差

$I$  = 现有库存（包括已订购尚未到达的）



# 主要参数的计算

- **Max Level**

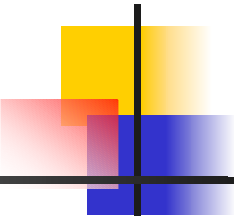
- $D(\text{lead time} + \text{review period}) + SS$

- **SS**

- $z * \text{Std dev}(\text{lead time} + \text{review period})$

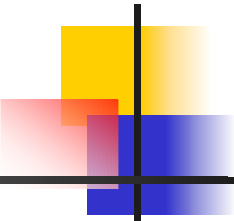
- **What is average inventory?**

- $D(T)/2 + SS = (20 * 30)/2 + 44 = 344$



# 例子

- 某一产品的日需求量为10单位，标准差为3单位。盘点周期为30天，提前期为14天。管理部门已经制定了满足98%的政策。在盘点周期期初，库存中有150单位产品。问订购量为多少？





解答：

$$\sigma_{T+L} = \sqrt{(T + L)\sigma_d^2} = \sqrt{(30 + 14)(3)^2} = 19.90$$

z值可以通过查“累积标准正态分布概率表”  
获得  $z = 2.05$

$$q = \bar{d}(T + L) + Z \sigma_{T+L} - I$$

$$q = 10(30 + 14) + (2.05)(19.90) - 150$$

$$q = 331 \text{ 单位}$$

