



中国科学技术大学  
UNI. OF SCI. & TECH. OF CHINA



# 生产运作管理

## 第12章 收益管理

红专并进  
理实交融

管理学院

Management School

*To generate ideas and tools to enrich management theory and  
practice, to develop talents and leaders to serve China*





# 目录

---

- ❖ 定价和收益管理在供应链中的作用
- ❖ 多种顾客细分市场的定价和收益管理
- ❖ 易逝产品的定价和收益管理
- ❖ 季节性需求的定价和收益管理
- ❖ 大宗订货和零星订货的定价和收益管理



# 什么是收益管理？

- ❖ 收益管理就是通过差异化**定价**以提高供应链利润。
  - ▶ 此策略根据产品的可得到性、顾客的需求、销售季节的剩余时间等，来调整价格。
- ❖ 收益管理也称为产出**管理**，或聪明定价，它优化**固定、易逝**库存的收益。



# 收益管理



收益管理:能力映射需求  
报童问题:需求映射能力



# 什么是收益管理?

---

## ❖ 收益管理可能应用在...

- 机票
- 游轮旅游
- 饭店
- 医院
- 零担货运公司
- 公寓出租
- **MBA**教育
- 自动贩卖机



# 收益管理和自动贩卖机

❖ 可口可乐公司正考虑，在炎热季节提高自动贩卖机中商品的价格。

➤ “可口可乐的效用随着时间的变化而变化。在炎热夏季的冠军总决赛，观众在运动场欣赏着比赛，此时，冰镇可口可乐对他们的效用就非常高。所以可口可乐的价格应该提高，自动贩卖机可以非常简单地自动完成这一过程。”

Douglas Ivester, 主席 & CEO





# 收益管理的条件

- ❖ 产品价值因**市场**而不同
  - 航班座位：休闲和商务旅游
- ❖ 产品有**易逝性**和**损耗性**
  - 时尚与季节服饰
  - 高技术产品
- ❖ 需求有**季节性**和其它波动性
  - 游轮旅游
- ❖ 产品同时在**合同市场**和**现货市场**销售
  - 仓库老板要决定是通过长期合同租出全部仓库，还是留下一部分在现货市场出租





# 为什么进行收益管理?

## ❖ 成功案例

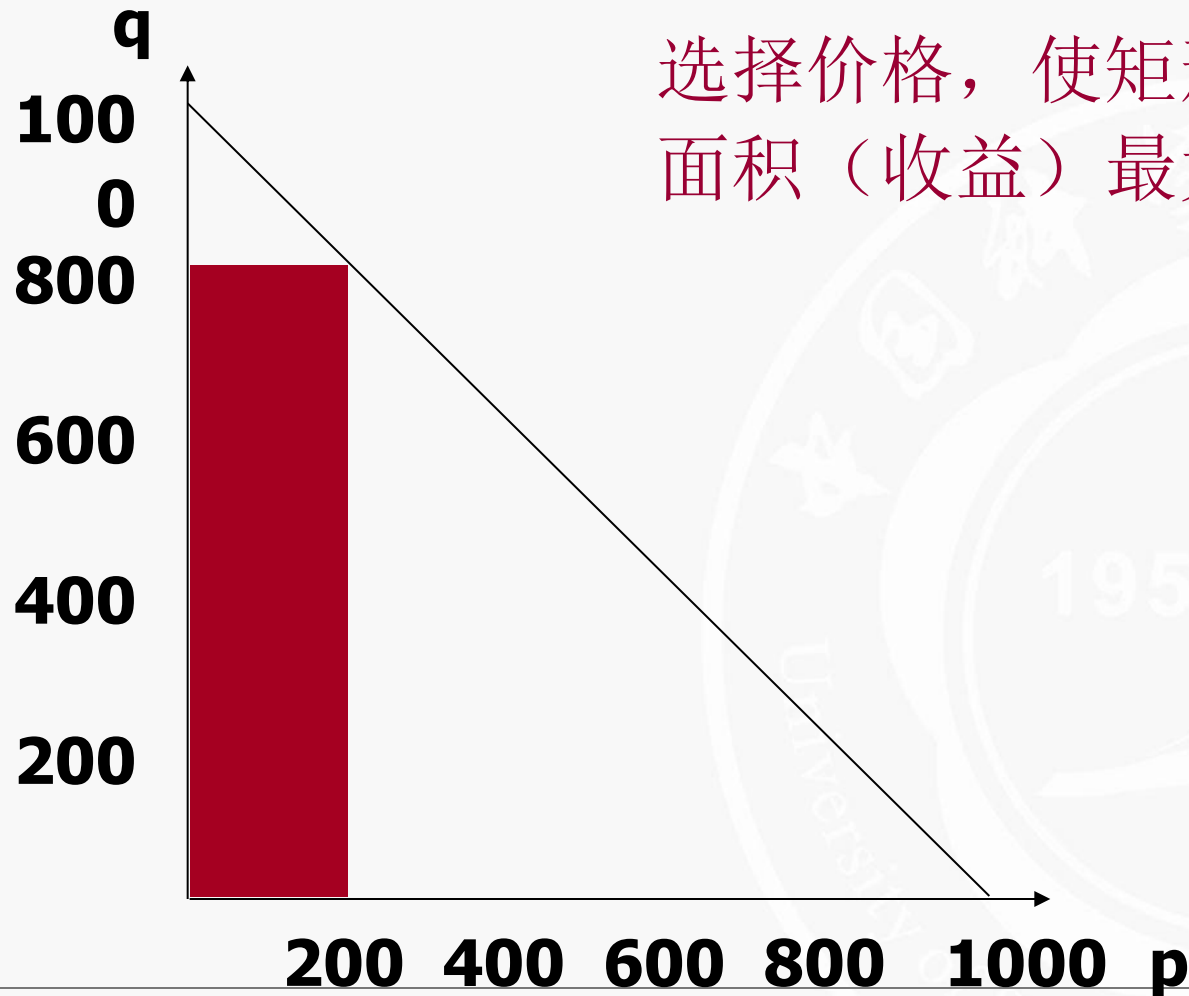
- 美国航空公司利用收益管理增加了10亿美元的收入
- 收益管理每年为万豪国际酒店（Marriott）增加1亿美元的收入
- 收益管理使全国租车公司（National Car Rental）避免被清算
- 收益管理使加拿大广播公司每周增加100万美元的收入





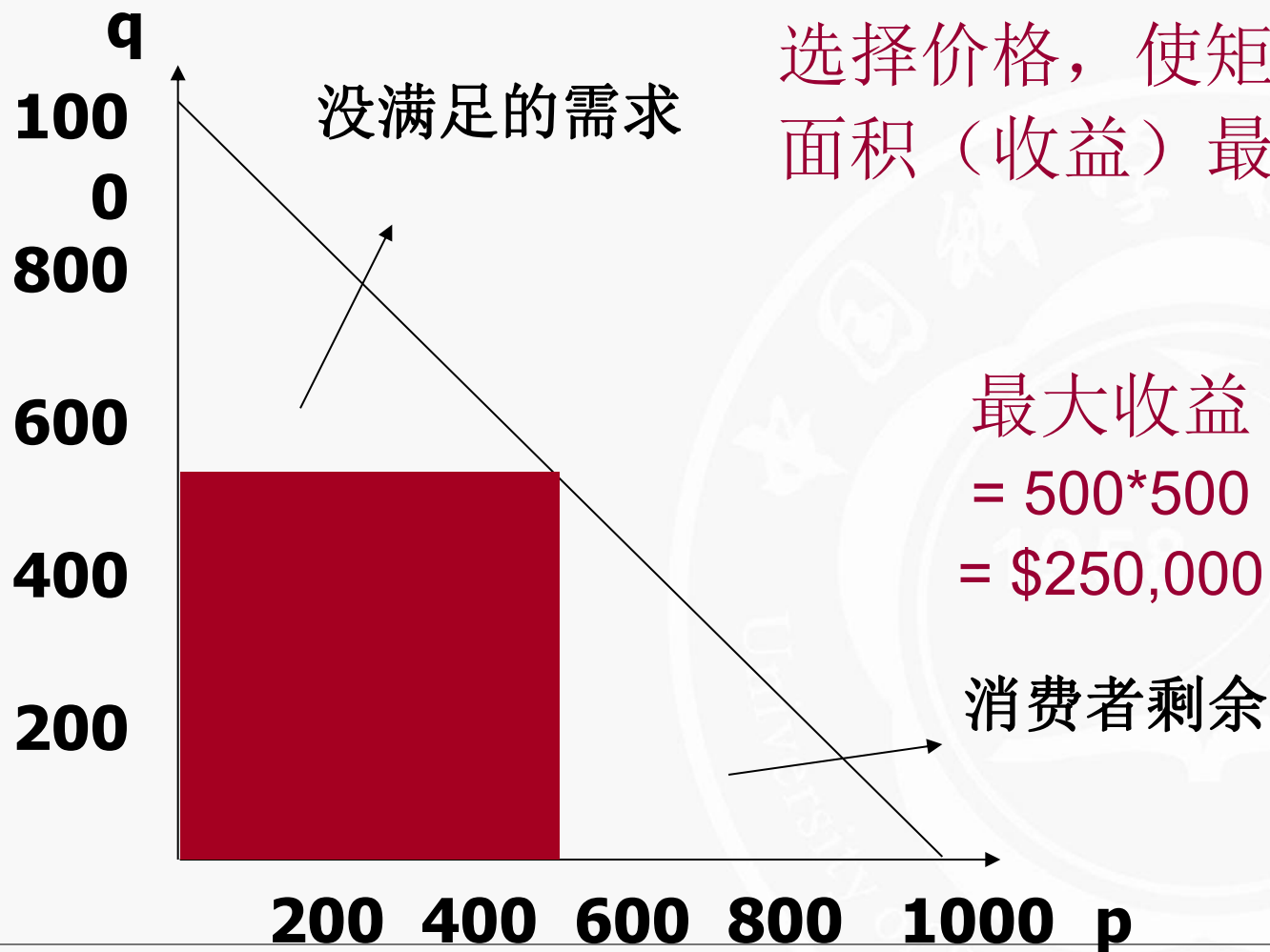


# 机票案例



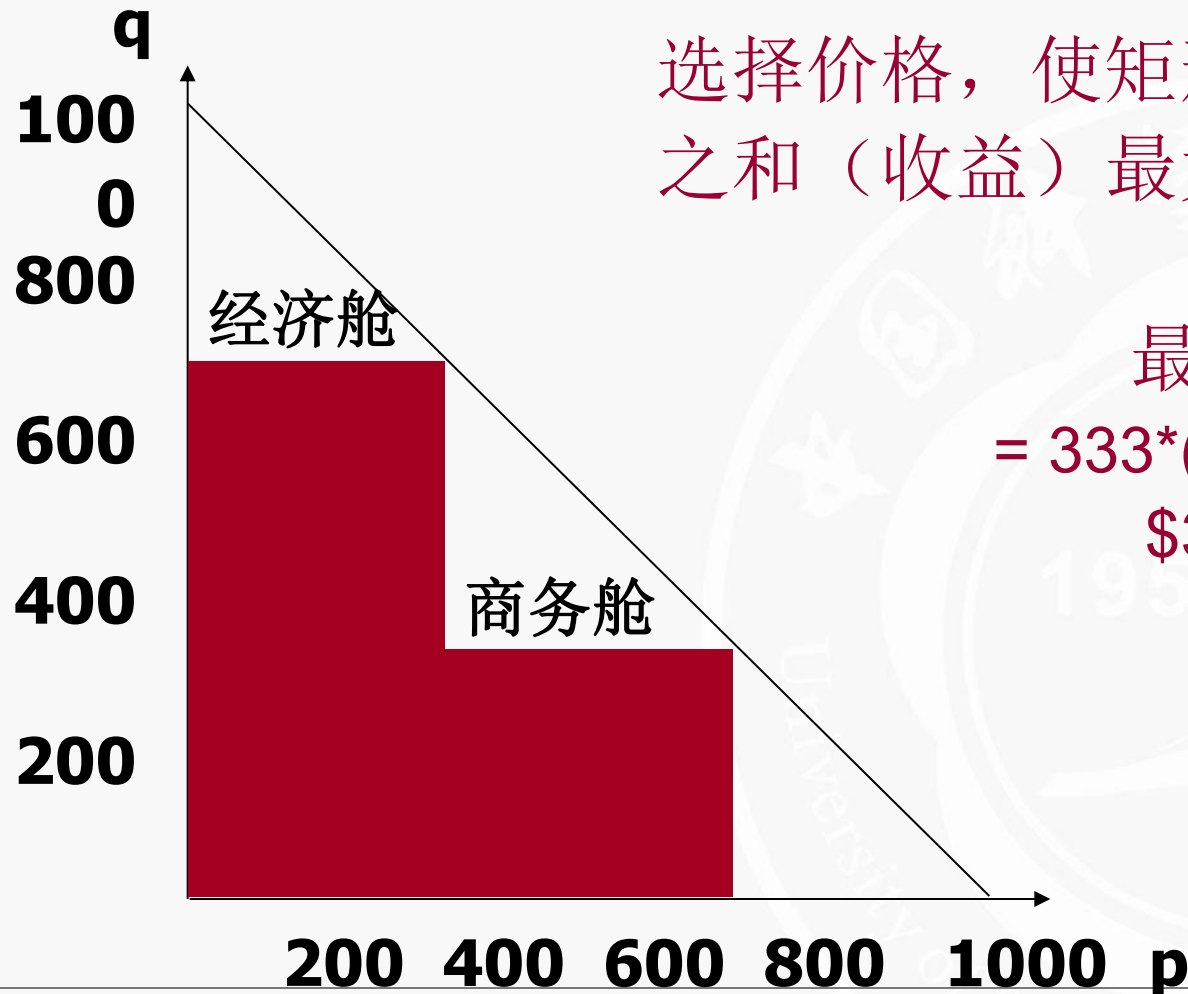


# 机票案例





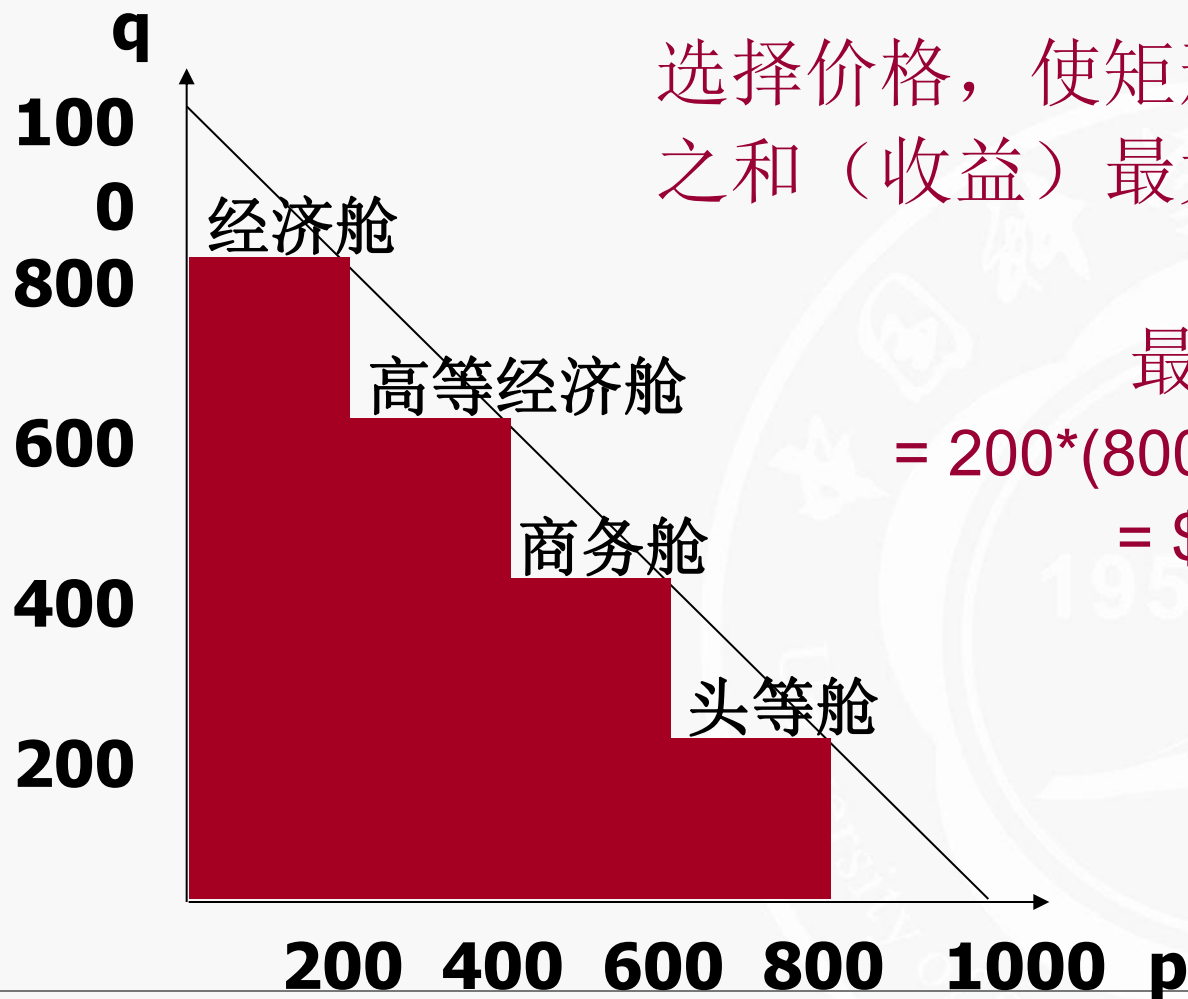
# 机票案例



最大收益  
 $= 333 \times (333 + 667) =$   
 $\$333,000$



# 机票案例

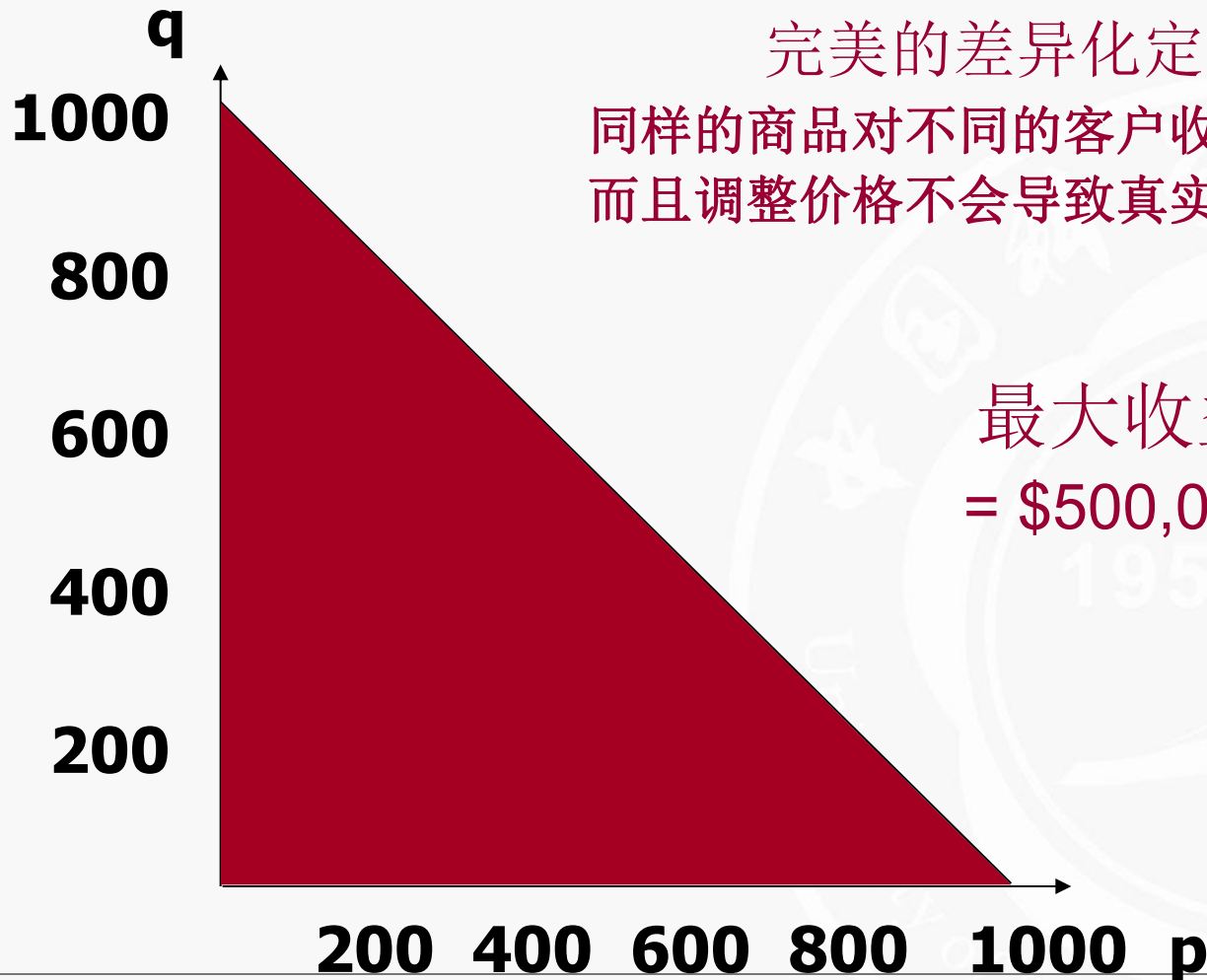


选择价格，使矩形区域面积之和（收益）最大化

最大收益  
$$= 200 \times (800 + 600 + 400 + 200)$$
$$= \$400,000$$



# 机票案例



完美的差异化定价策略  
同样的商品对不同的客户收取不同的价格，  
而且调整价格不会导致真实的成本差异



# 收益管理是价格歧视吗？

❖ 同样的商品在不同时间卖不同价格不一定是价格歧视，因为时间不同.....

- 生产或分销成本有可能不同
- 较晚的销售会产生库存成本
- 在不同时间点，产品对消费者的价值不同
- 产品的价值可能会随着时间改变，如易腐烂、老化或季节性产品、时装、古董
- 越早卖出产品，赚取的利息越多
- 早期的锁定销售减少不确定性



# 多种顾客细分市场的定价和收益管理

❖ 如果一个供应商以一个固定资产服务不同的细分市场，那么该供应商可以向不同的细分市场提供不同的价格，以提高收益

- 怎样为每个细分市场定价？
- 怎样将有限的产能在各个细分市场进行分配？

**必须建立壁垒，以阻止愿意付出高价的细分市场不能够高价市场不能够支付低价。**





# 收益管理

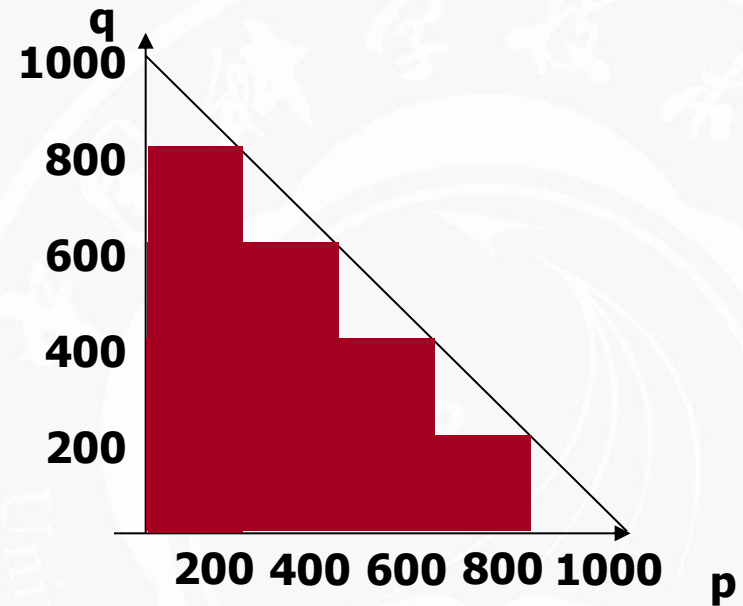
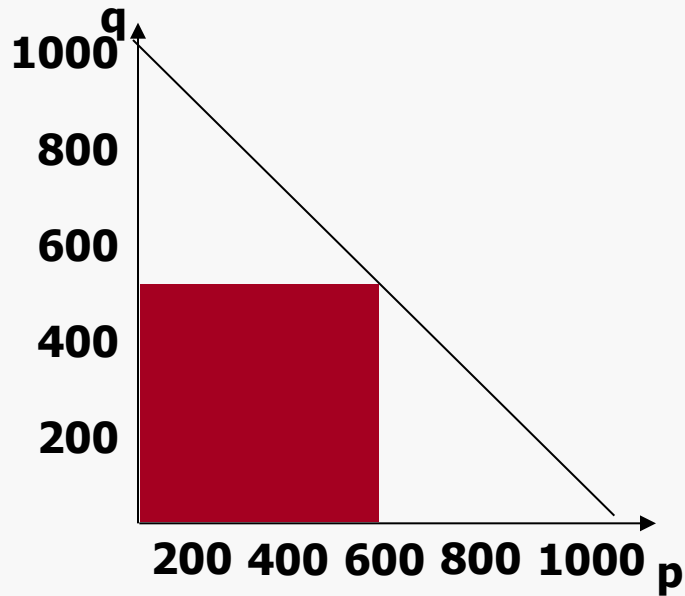
❖ 酒店、航空公司、歌剧院希望这个工具能帮助  
他们最大限度地提高销售和利润

➤ “收益管理的真正受益者一直是消费者”

很明显，因为收益管理而减少了航空旅行成本的顾客从收益管理中获益。那么，因为收益管理而增加了航空旅行成本的顾客是否从收益管理中获益呢？



# 什么是收益管理?





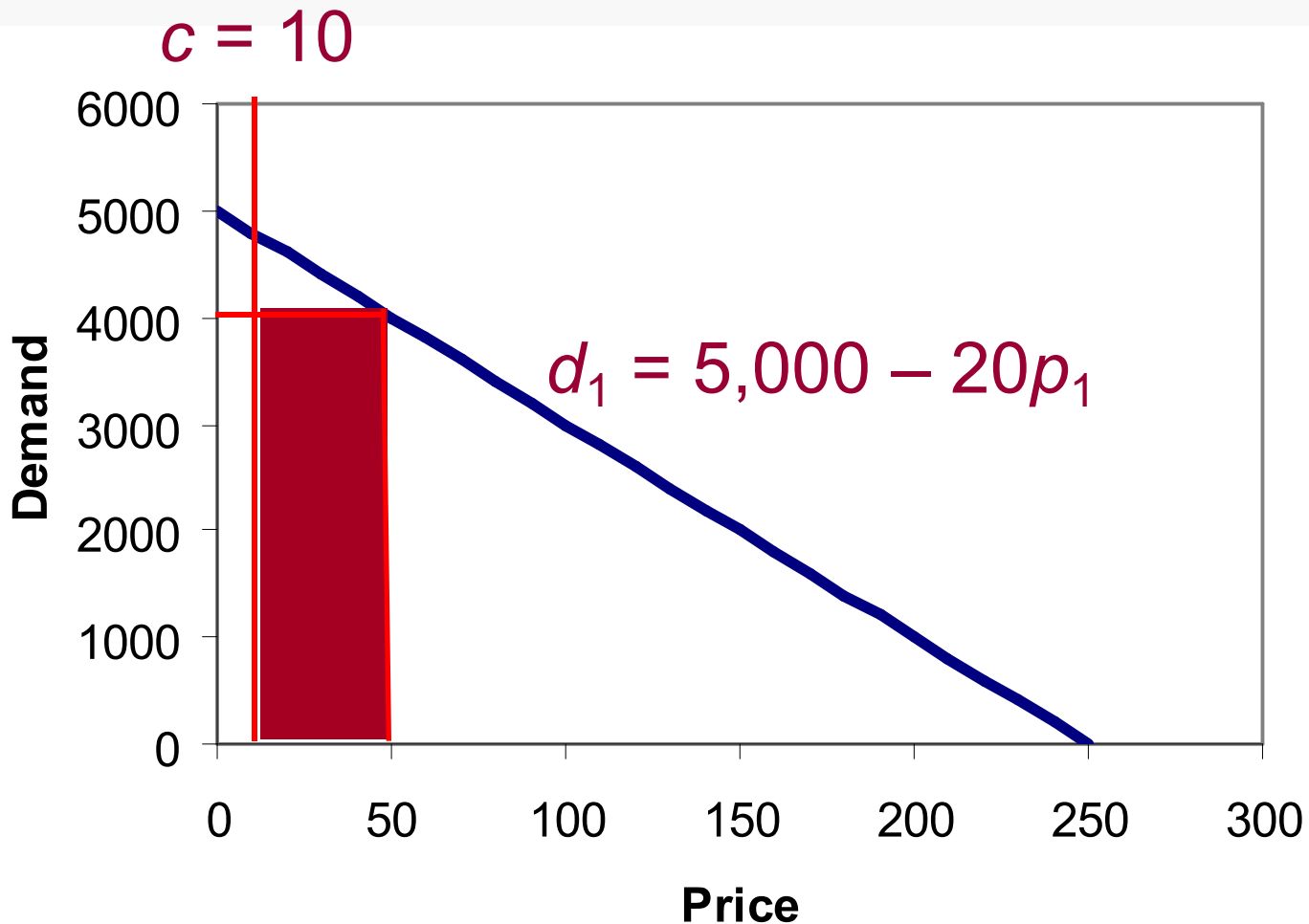
## 例 1: 多个细分市场的定价

一家合同制造商为它产能确定了两类细分市场：一个市场愿意提前至少一周下单；另一个市场愿意为较晚下单支付高价。那些不愿意提前下订单的顾客对价格不敏感，其需求曲线为 $d_1=5000-20p_1$ 。那些愿意提前下单的顾客对价格较为敏感，其需求曲线为 $d_2=5000-40p_2$ 。生产成本为 $c=10$ 美元/单位。如果制造商的目标是使利润最大化，他将如何为每个市场制定价格？

- ❖ 如果该制造商为两个市场制定相同的价格，那么价格是多少？差异定价可以增加多少利润？
- ❖ 如果产能仅有4000单位，该制造商应该如何定价？

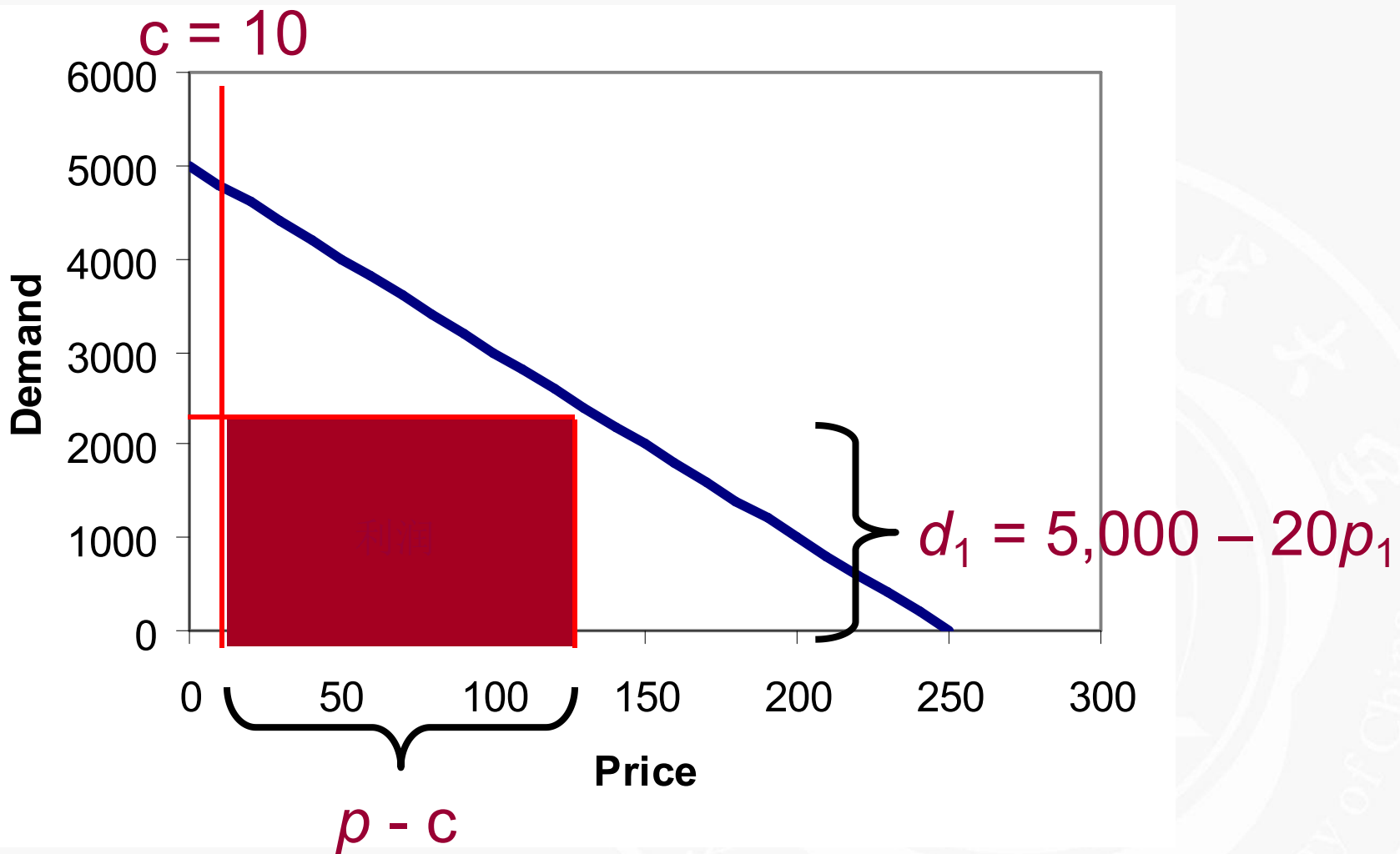


# 例 1: 多个细分市场的定价





## 例 1: 多个细分市场的定价





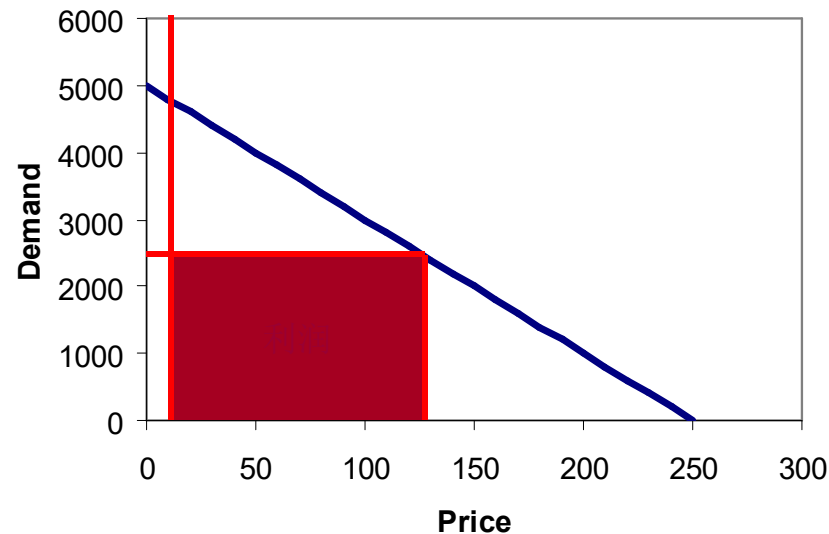
# 多个细分市场的定价

❖ 假设第*i*个细分市场的需求曲线是

➤  $d_i = A_i - B_i p_i$

❖ 供应商定价的目标是利润最大化

➤  $\text{Max } (p_i - c)(A_i - B_i p_i)$





# 多个细分市场的定价

❖ 第*i*个细分市场的最优定价为

➤  $p_i = A_i/2B_i + c/2$





## 例 1: 多个细分市场的定价

### ❖ 市场1:

$$\triangleright p_i = A_i/2B_i + c/2$$

➤ Profit

$$\begin{aligned} p_i &= 5,000/(2*20) + 10/2 \\ &= \$130 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &(p_i - 10)(5,000 - 20p_i) \\ &= (130 - 10)(5,000 - 20*130) \\ &= \$288,000 \end{aligned}$$

### ❖ 市场2:

$$\triangleright p_i = A_i/2B_i + c/2$$

➤ Profit

$$\begin{aligned} p_i &= 5,000/(2*40) + 10/2 \\ &= \$67.50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &(p_i - 10)(5,000 - 40p_i) \\ &= (67.5 - 10)(5,000 - 40*67.5) \\ &= \$127,650 \end{aligned}$$

总收益\$415,650



## 例 1: 多个细分市场的定价

❖ 如果总产能是4000单位，供应商应该对每个市场定价为

➤ 市场1:  $p_1 = \$130$

■ 需求  $d_1 = (5,000 - 20p_1) = 2,400$

➤ 市场2:  $p_2 = \$67.50$

■ 需求  $d_2 = (5,000 - 40p_2) = 2,300$

➤ 总需求 =  $2,400 + 2,300 = 4,700$

总需求超过产能4,000



# 多个细分市场的定价

❖ 供应商定价的目的是取得收益最大化

➤  $\text{Max } \sum_{i=1}^k (p_i - c)(A_i - B_i p_i)$

➤ 约束条件:

$$\sum_{i=1}^k (A_i - B_i p_i) \leq Q$$

$$p_i \geq 0$$

最大化收益

产能  
价格

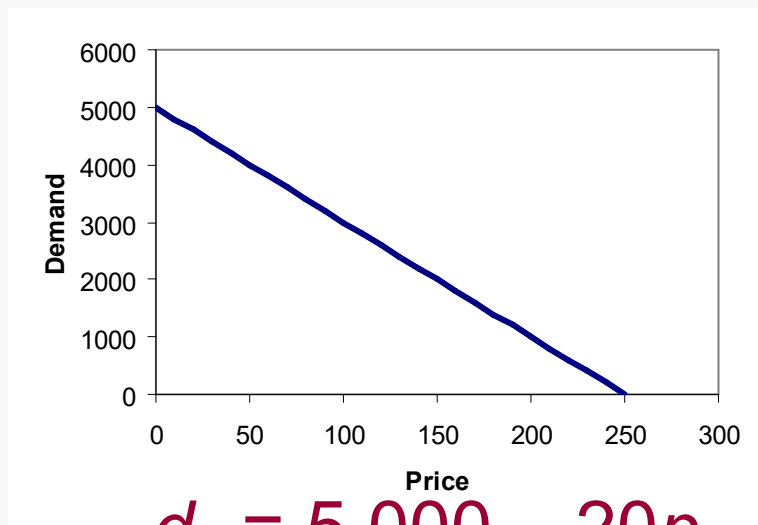
c 10  
Q 4000

Segment	Price	Demand	Profit
1	141.666666651042	=5000-20*B4	=(B4-B1)*(5000-20*B4)
2	79.16666666744792	=5000-40*B5	=(B5-B1)*(5000-40*B5)
Total		=C4+C5	=D4+D5

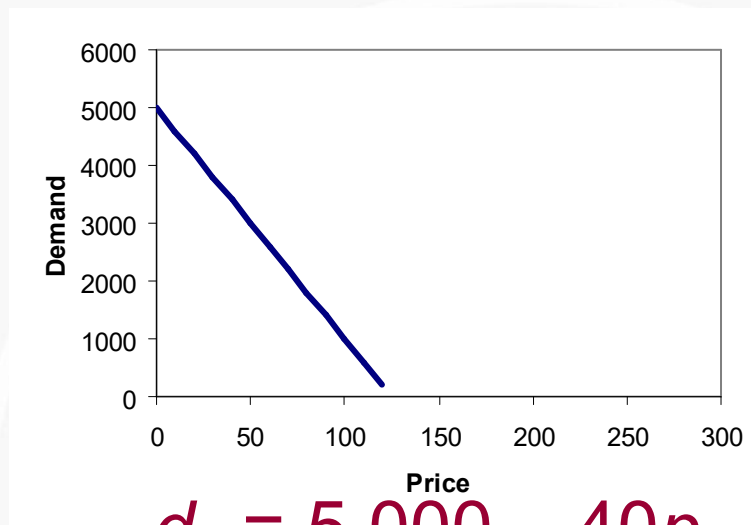


## 例 1: 多个细分市场的定价

❖ 如果两个市场统一定价，那么？



$$d_1 = 5,000 - 20p_1$$



$$d_2 = 5,000 - 40p_2$$

$$d = (5,000 - 20p) + (5,000 - 40p) = 10,000 - 60p$$



# 例 1: 多个细分市场的定价

## ❖ 市场1和2:

➤  $p = A_i/2B_i + c/2$

➤  $\text{Max } (p - c)(A - Bp)$

$$p = 10,000/(2*60) + 10/2 \\ = \$83.33$$

$$\text{Max } (p - 10)(10,000 - 60p) \\ = (83.33 - 10)(10,000 - 60*83.33) \\ = \$366,650$$

差异定价使收益从\$366,650 增长到\$415,650



## 多客户细分市场的收益管理

❖ 如果一个供应商以同样的固定资产服务不同的顾客细分市场，那么该供应商可以向不同的细分市场提供不同的价格

- 怎样为每个细分市场定价？
- 怎样将有限的产能在各个细分市场进行分配？

如果需求是不确定的？



# 费城柏悦酒店

- ❖ 118 总统套房.
- ❖ 针对休闲旅游, 提供 \$128 (低价).
- ❖ 商务旅游, 提供 \$181 (高价)
- ❖ 休闲旅游的需求量大.
- ❖ 设定  $D_H$  为商务旅游的不确定需求函数
- ❖ 假设商务旅游的需求在实际入住的前几天才知道

该酒店应该为商务旅游保留多少房间?







# 在不确定条件下为细分市场分配产能

## ❖ 在接受低价订单和等待高价订单之间权衡

- **能力虚耗:** 真正的商务需求低于为其保留的房间数
- **需求溢出:** 真正的商务需求高于为其保留的房间数



# 在不确定条件下为细分市场分配产能

每一单位产能的预售价格不能少于预期收益

❖ 预期收益 = 销售概率 × 销售价格

$$\text{\$128} \Leftrightarrow \text{\$181.00} = 1.0 \times 181$$

$$\text{\$128} \Leftrightarrow \text{\$162.90} = 0.9 \times 181$$

$$\text{\$128} \Leftrightarrow \text{\$144.80} = 0.8 \times 181$$

$$\text{\$128} \Leftrightarrow \text{\$126.70} = 0.7 \times 181$$



## 在不确定条件下为细分市场分配产能

$$\text{\$128} \Leftrightarrow \text{\$126.70} = 0.7 \times 181$$

$$\text{预期收益} = \text{销售概率} \times \text{销售价格}$$

$$R_H(C_H) = \text{Prob}(\text{高定价的需求} > C_H) \times p_H$$

每一单位产能的预期收益不能低于低售价

$$p_L = \text{Prob}(\text{高价格细分市场的需求} > C_H) \times p_H$$

$$\text{Prob}(\text{高价格细分市场的需求} > C_H) = p_L/p_H$$

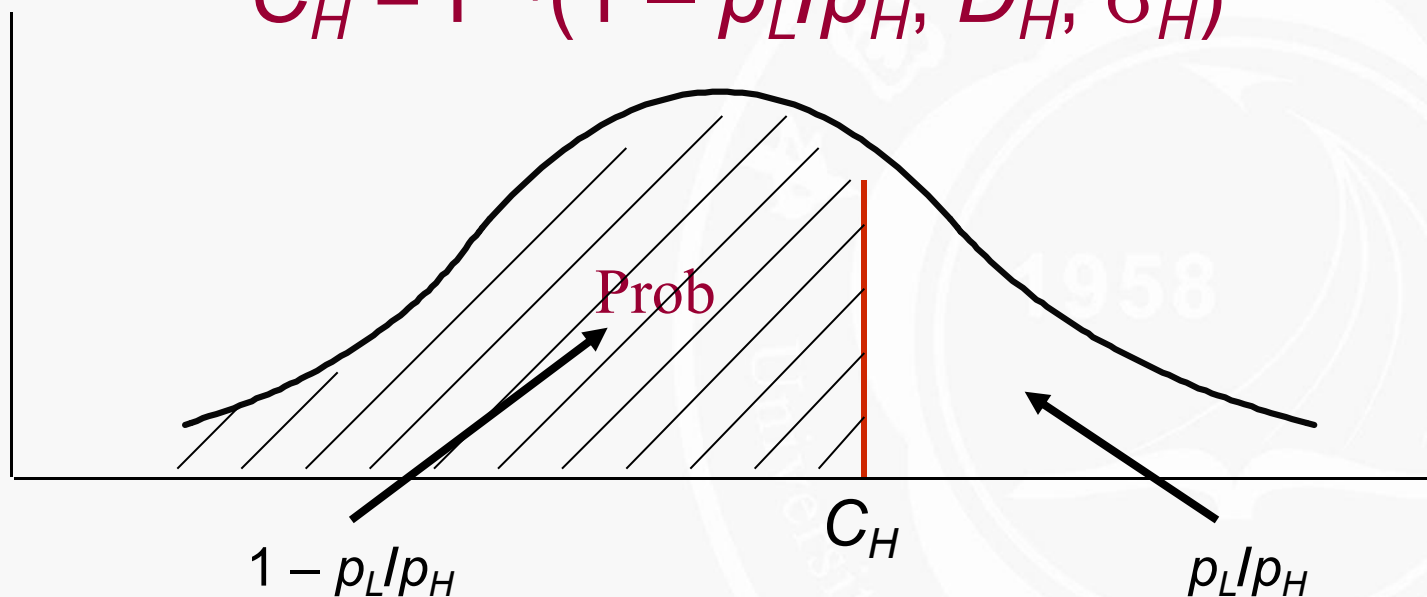


# 在不确定条件下为细分市场分配产能

$$\text{Prob}(\text{高价格细分市场的需求} > C_H) = p_L/p_H$$

$$\text{Prob}(\text{高价格细分市场的需求} \leq C_H) = 1 - p_L/p_H$$

$$C_H = F^{-1}(1 - p_L/p_H, D_H, \sigma_H)$$





## 例 2: 在不确定条件下为细分市场分配产能

❖ 假设客房需求呈现正太分布，均值102，变准差20.8，此外假设高房价是181美元，低房价是128美元。

➤  $p_L = 128$

➤  $p_H = 181$

➤  $1 - p_L/p_H = 1 - 128/181 = 0.2928$

➤ 将概率转化为客房数量

➤  $\text{NORMINV}(1 - p_L/p_H, D_H, \sigma_H) = \text{NORMINV}(0.2928, 102, 20.8) = 91$

因此，应该为高价客房保留**91**间客房



## 例3:在不确定条件下为细分市场分配产能

❖ **ToFrom**运输公司服务两个市场，市场A愿意支付3.5美元/立方英尺，但是只愿意提前24小时下单。另一个细分市场B只愿意支付2.00美元/立方英尺，但是愿意提前一周下单。在以后两周内，可预测市场A的需求呈正态分布，均值为3000立方英尺，标准差为1000。应该为A保留多少产能呢？如果市场A愿意支付5美元/立方英尺，该公司应该如何调整策略？



### 例 3:在不确定条件下为细分市场分配产能

来自市场A的收入	$p_A =$	<u>\$3.50</u>
来自市场B的收入	$p_B =$	<u>\$2.00</u>
市场A的平均需求	$D_A =$	<u>3,000</u>
市场A的需求的标准差	$\sigma_A =$	<u>1,000</u>
为市场A保留的产能	$C_A =$	$F^{-1}(1 - p_B/p_A, D_H, \sigma_H) =$ $F^{-1}(0.4286, 3000, 1000) =$ <u>2,820</u>





## 例4: 在不确定条件下为细分市场分配产能

- ❖ **ToFrom**运输公司服务两个市场，市场A愿意支付3.5美元/立方英尺，但是只愿意提前24小时下单。另一个细分市场B只愿意支付2.00美元/立方英尺，但是愿意提前一周下单。在以后两周内，可预测市场A的需求呈正态分布，均值为3000立方英尺，标准差为1000。应该为A保留多少产能呢？
- ❖ 如果市场A愿意支付5美元/立方英尺，该公司应该如何调整策略？



## 例4:在不确定条件下为细分市场分配产能

来自市场A的收入	$p_A =$	<u>\$5.00</u>
来自市场B的收入	$p_B =$	<u>\$2.00</u>
市场A的平均需求	$D_A =$	<u>3,000</u>
市场A的需求的标准差	$\sigma_A =$	<u>1,000</u>
为市场A保留的产能	$C_A =$	$F^{-1}(1 - p_B/p_A, D_H, \sigma_H) =$ $F^{-1}(0.6, 3000, 1000) =$ <u>3,253</u>



# 易逝产品的收益管理

- ❖ 随着时间推移逐渐失去价值的任何资产都有易逝性
- ❖ 例子：高科技产品例如电脑、手机、高级时尚服饰、未充分利用的产能、水果和蔬菜等
- ❖ 两个基本策略：
  - 随时间推移动态定价以使期望收益最大化
  - 超订以抵消预定取消



# 易逝产品的收益管理

- ❖ 如果顾客可能取消订单且资产具有易逝性，超订或超售策略非常适合
- ❖ **超订水平**基于以下两者的权衡：当过多的订单取消导致的未使用的资产，从而产生的资产浪费成本；当过少的订单取消导致的大于可使用产能的订单，从而产生安排后备资源的成本。



# 易逝产品的收益管理

$p$  = 销售单位资产的价格

$c$  = 使用或生产单位资产的成本

$b$  = 当资产短缺时，使用后备资源的单位成本

$C_w = p - c$  = 产能浪费的边际成本

$C_s = b - c$  = 产能短缺的边际成本

$O^*$  = 最优超订水平

$s^* = \text{Prob}(\text{取消预定数量} \leq O^*) = C_w / (C_w + C_s)$

此时产能短缺



# 易逝产品的收益管理

如果取消预定的绝对数量服从正态分布，均值为  $\mu_c$ ，标准差为  $\sigma_c$ ，那么最优超订水平为

$$O^* = F^{-1}(s^*, \mu_c, \sigma_c) = \text{NORMINV}(s^*, \mu_c, \sigma_c)$$

如果取消预定的分布是预定水平(产能  $L$  + 超订  $O$ ) 的函数，服从正态分布，均值为  $\mu(L+O)$  标准差为  $\sigma(L+O)$ ，那么最优超订水平为：

$$\begin{aligned} O &= F^{-1}(s^*, \mu(L+O), \sigma(L+O)) \\ &= \text{NORMINV}(s^*, \mu(L+O), \sigma(L+O)) \end{aligned}$$



## 例5

产能浪费成本=  $C_w = \$10$  per dress

产能短缺成本=  $C_s = \$5$  per dress

$$s^* = C_w / (C_w + C_s) = 10/(10+5) = 0.667$$

$$\mu_c = 800; \sigma_c = 400$$

$$\begin{aligned} O^* &= \text{NORMINV}(s^*, \mu_c, \sigma_c) \\ &= \text{NORMINV}(0.667, 800, 400) = 973 \end{aligned}$$

如果均值为接受订单的15%，波动系数为0.5，那么最优超订水平：

$$O = \text{NORMINV}(0.667, 0.15(5000+O), 0.075(5000+O))$$

最优超订水平,  $O^* = 1,115$



# 季节性需求的收益管理

- ❖ 季节高峰问题在供应链管理中经常出现
- ❖ 例如: 大多数零售商在12月占年销售额的比重很大(如亚马逊网上书店)
- ❖ 非高峰期的打折可以转移需求高峰期
- ❖ 在高峰期时定高价, 在低峰期时定低价





# 大宗订货和零星订货的收益管理

- ❖ 供应链中很多生产、仓储和运输资产的消费者都面临着平衡长期批量合同和短期零星订货市场合同平衡的问题
- ❖ 基本决策为批量合同的大小
- ❖ 需要在浪费一部分低价的批量合同和以高价在零星市场购买资产之间进行基本权衡
- ❖ 根据零星订货市场的价格和购买者对能力的需求的不确定性



# 大宗订货和零星订货的收益管理

当零星订货的价格已知，而需求不确定时，批量合同的大小可以用公式来确定

$c_B$  = 大宗订货市场的低价格

$c_S$  = 零星订货市场的高价格

$Q^*$  = 批量购买资产的最优数量

$p^*$  = 资产需求不超过  $Q^*$  的概率

在大宗订货市场多购买单位资产的边际成本为  $c_B$ 。没有在大宗订货市场多购买单位资产而后来在零星订货市场购买时的预期边际成本是  $(1-p^*)c_S$ 。



# 大宗订货和零星订货的收益管理

如果资产的最优量从大宗订货市场购买，那么批量购买的边际成本等于零星订货市场购买的预期边际成本，即  $c_B = (1-p^*)c_S$

因此，最优概率为  $p^* = (c_S - c_B) / c_S$

如果需求服从正态分布，均值为  $\mu$ ，标准差为  $\sigma$ ，那么在大宗订货市场购买的最优产品数量为

$$Q^* = F^{-1}(p^*, \mu, \sigma) = \text{NORMINV}(p^*, \mu, \sigma)$$



## 例6

批量合同成本=  $c_B$  = \$10,000 美元/百万单位

零星订货市场成本=  $c_S$  = \$12,500美元/百万单位

$\mu$  = 10 百万单位

$\sigma$  = 4 百万单位

$$p^* = (c_S - c_B) / c_S = (12,500 - 10,000) / 12,500 = 0.2$$

$$Q^* = \text{NORMINV}(p^*, \mu, \sigma) = \text{NORMINV}(0.2, 10, 4) = 6.63$$

因此，制造商每个月应该签订 6.63 百万单位的长期批量合同，如果运输需求超过这个值，就在零星订货市场购买



# 作业

- ❖ 什么是收益管理？
- ❖ 收益管理的条件是什么？
- ❖ 收益管理是价格歧视吗？
- ❖ 多种顾客细分市场的定价和收益管理模型。
- ❖ 易逝产品的定价和收益管理模型。
- ❖ 季节性需求的定价和收益管理模型。
- ❖ 大宗订货和零星订货的定价和收益管理模型。