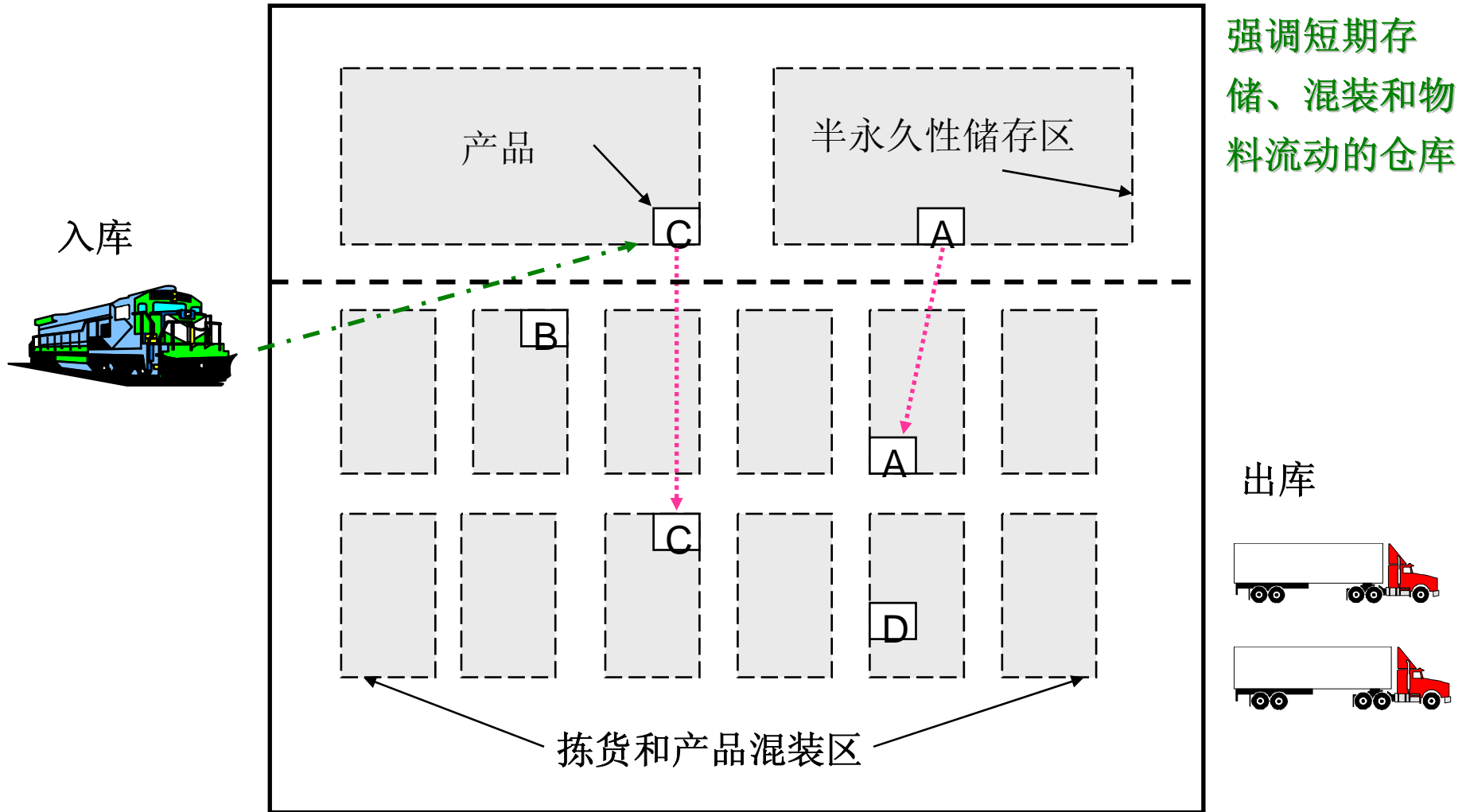


第六章 仓储搬运系统与决策

内容提要

- 存储系统：
 - 存储设施
 - 存储的功能
 - 存储的类型及其选择
- 物料搬运系统：
 - 物料搬运设备
 - 物料搬运的类型与选择
- 仓库布局
- 订单处理与捡货

储存和发送



仓库

- 仓库指保管、储存物料的建筑物和场所的总称。
 - 库房：即全封闭的房子；
 - 货棚：即半封闭的棚子；
 - 堆场：用于堆放货物的场地，一般情况下为露天货场。按照堆场上堆存的货物不同，将堆场分为：
 - 集装箱堆场；
 - 散货堆场；
 - 带包装物品堆场等。

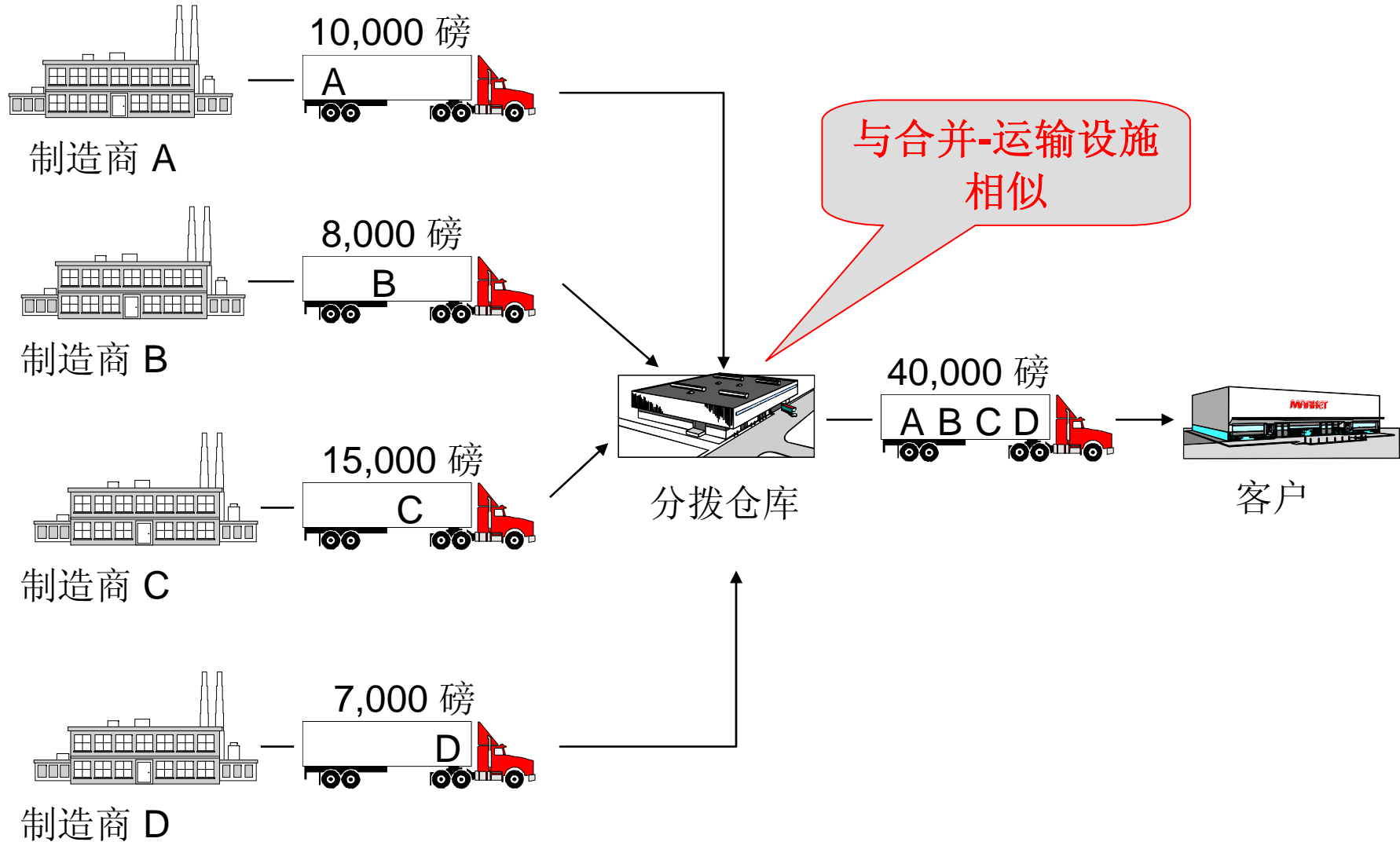
仓储的功能

- 存储(**Holding**)
- 集中(**Consolidation**)
- 拆装(**Break-bulk**)
- 混合(**Mixing: merge-in-transit**)

存储(Holding)

- 存储设施最显著的用途就是保护和有序地储藏存货；
- 按规模和目的划分，存储设施的种类很多。

集中(Consolidation)



集中：节约存储成本

直接运送至客户

制造商	A	B	C	D	总和
运送重量 (磅)	10,000	8,000	15,000	7,000	-
以零担费率 (LTL Rate)运 送至客户 (美 元/担)	2.00	1.80	3.40	1.60	-
总成本 (美元)	20,000	14,400	51,000	11,200	96,600

注释: LTL: Less Than Truckload, 零担

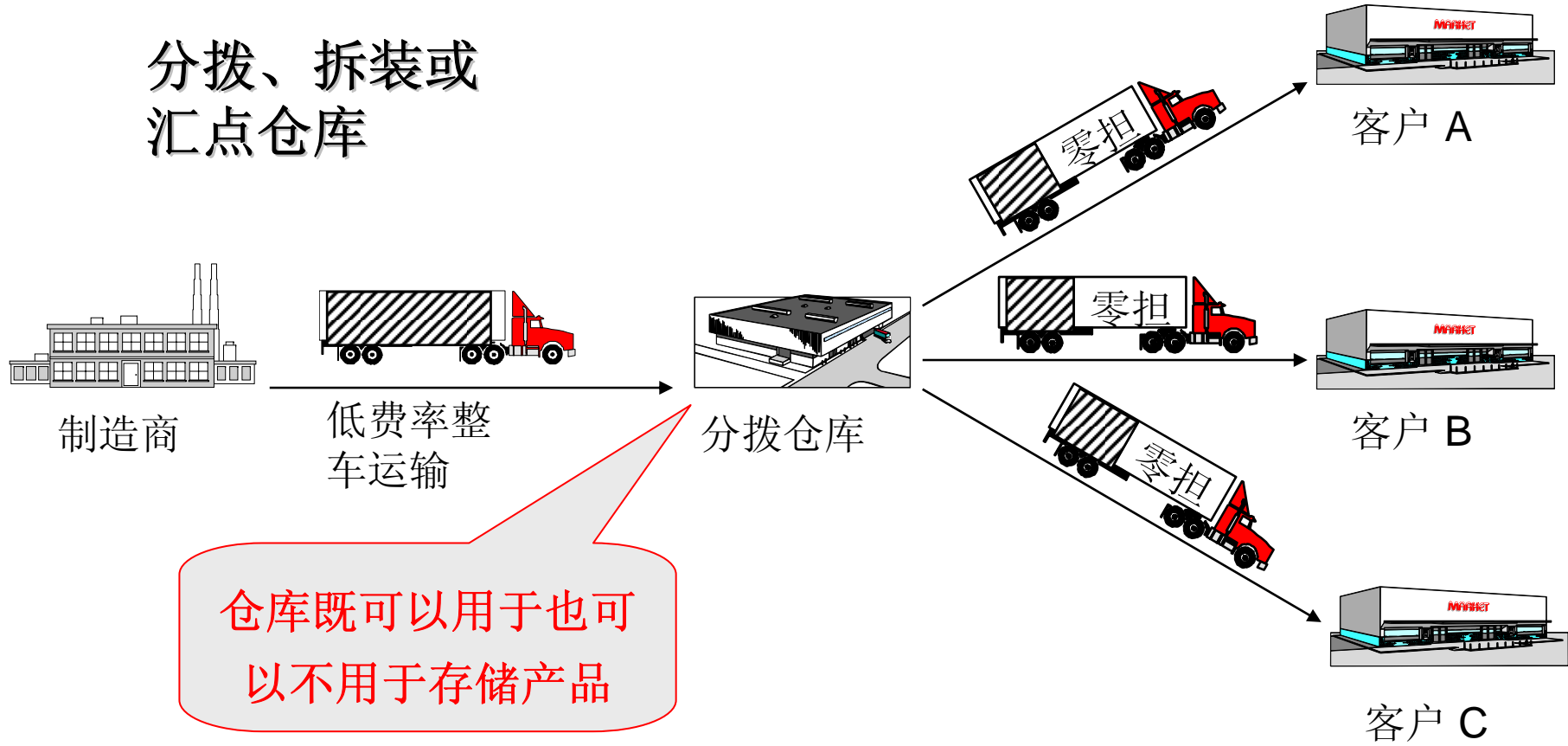
集中：节约存储成本

制造商	A	B	C	D	总计
货运量 (磅)	10000	8000	15000	7000	40000
以零担费率(LTL Rate) 送至分拨中心的运费率	\$0.75/cwt	0.60	1.20	0.50	-
总零担(LTL)运费	\$7500	4800	18000	3500	33800
分拨仓库费用(美元)	\$1000	800	1500	700	4000
以整车费率从分拨仓库至客户的整车(TL)运费率	\$1/担	1	1	1	-
整车(TL)总费用	\$10000	8000	15000	7000	40000
总成本	\$18500	\$13600	\$34500	\$11200	\$77800

成本节约 = \$96600 - \$77800 = \$18800

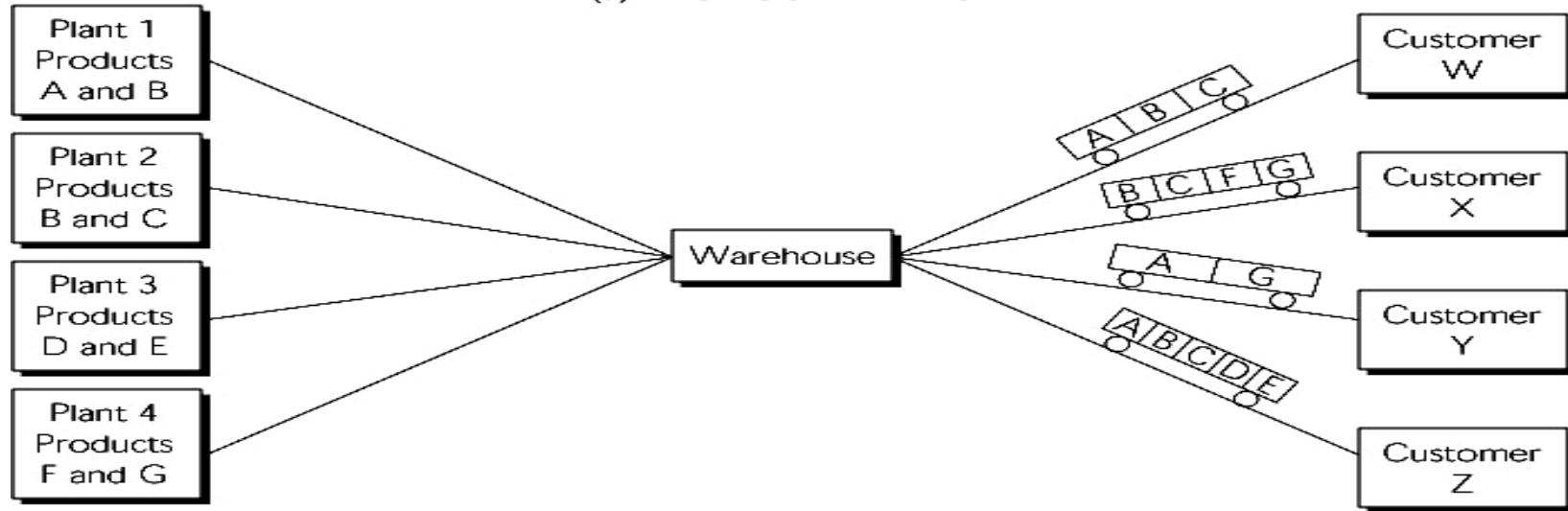
拆装(Break-bulk)

分拨、拆装或
汇点仓库

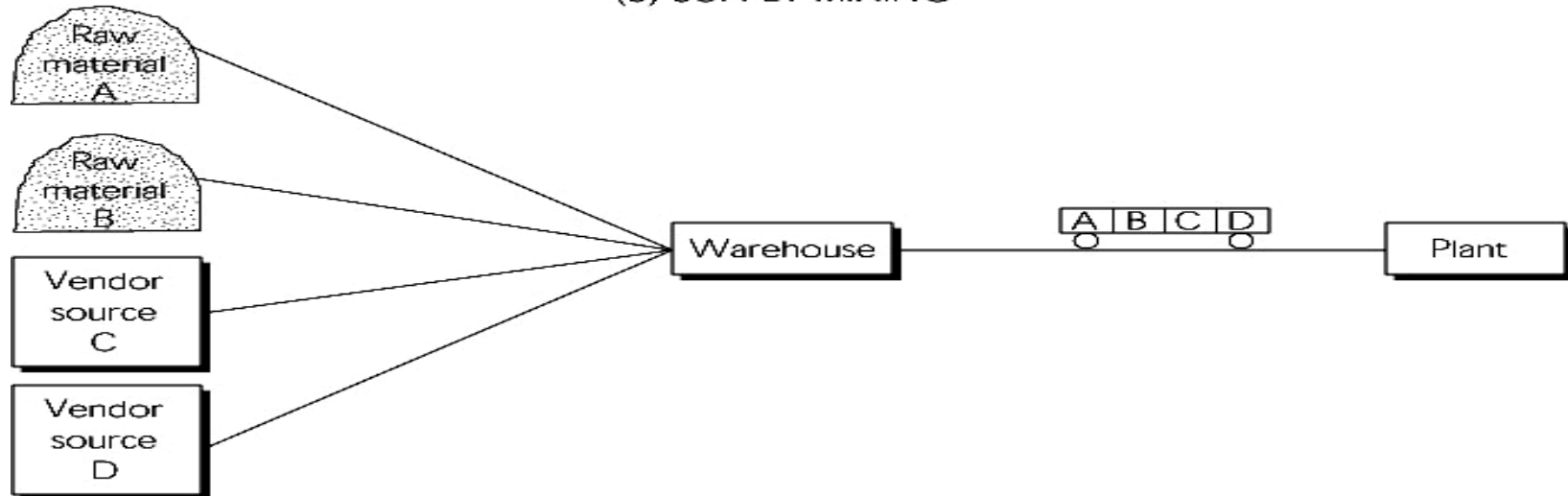


混合(Mixing)

(a) PRODUCT MIXING



(b) SUPPLY MIXING



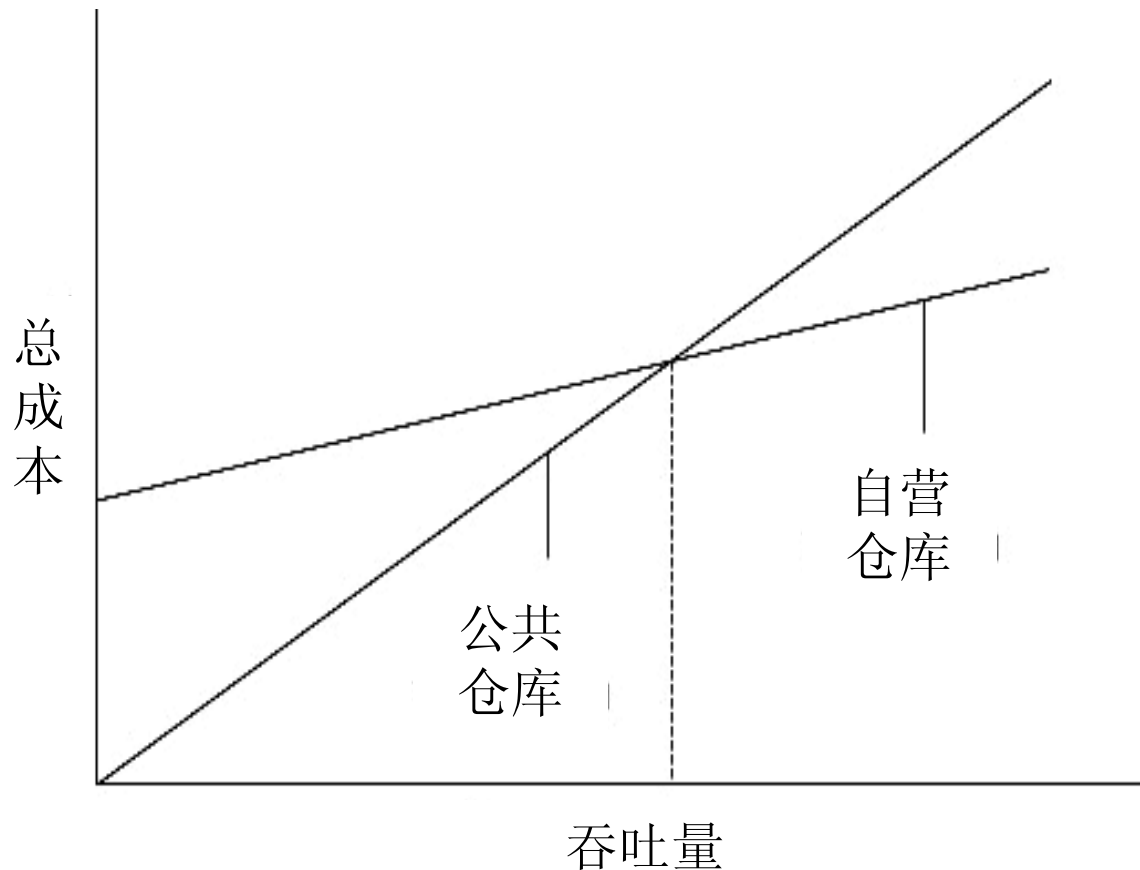
仓储的类型

- 自营(**Space Ownership**)
- 租用(**Rental / Rented Space**)
- 租赁(**Leasing / Leased Space**)
- 在途存储(**Storage In-Transit**)

各种仓储类型的比较

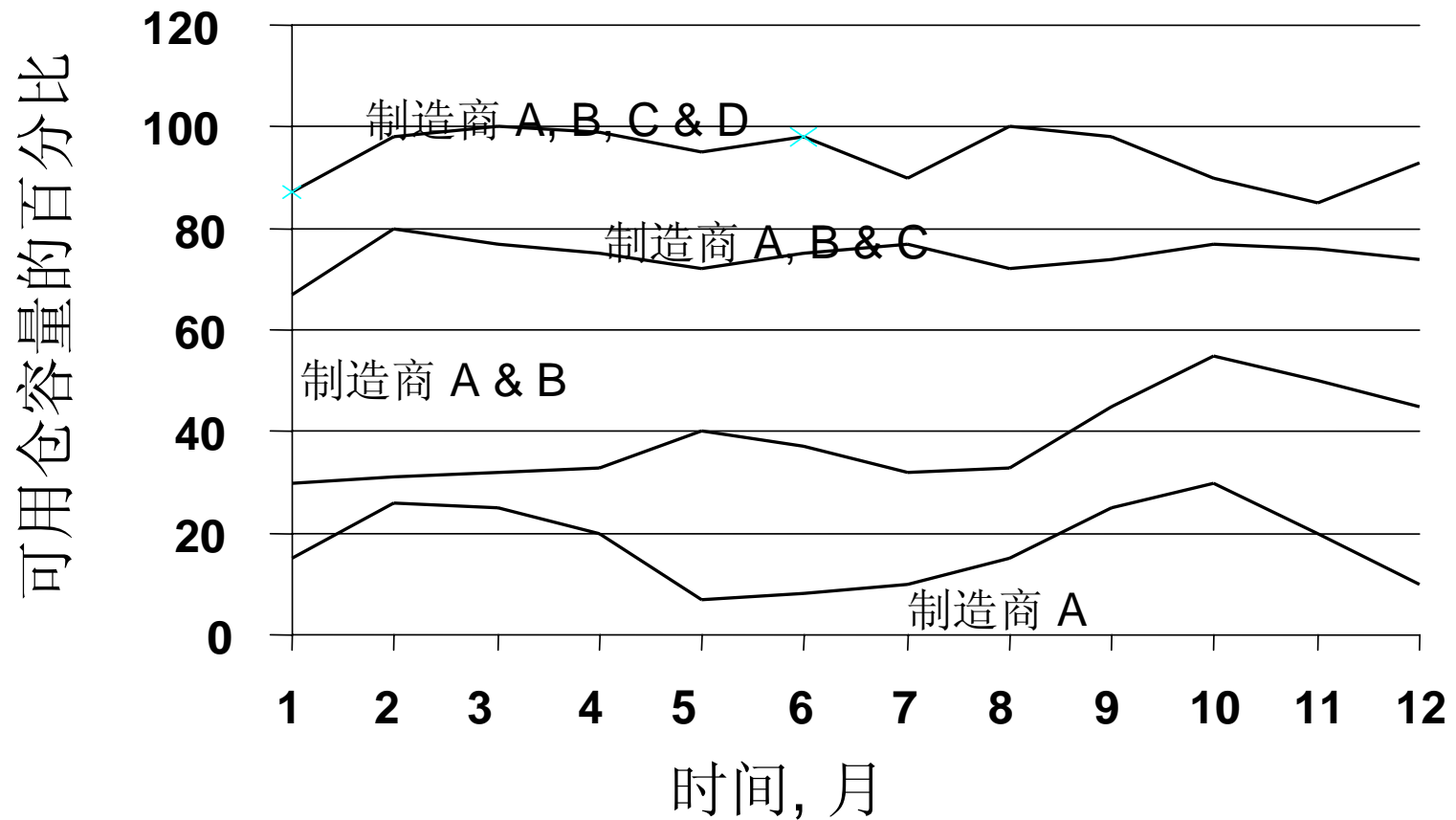
- 自营
 - 如果利用率很高，则自营仓库费用较低
 - 更大程度地控制存储运作
 - 实物资产所带来的收益
 - 仓库空间也可转为它用
- 租用
 - 没有固定资产投资
 - 若有季节性或设施的利用率较低，则租用仓库使费用较低
 - 选址灵活

自营与租用的决策



- 公共仓库的成本大部分可变(租用)
- 自营仓库的成本中的固定成本比重更高(购买、建造或租赁)
- 因而，自营仓库需要大量且持续的产品规模

公用仓库可获得更好的社会效益



物料搬运系统

- 物料搬运：
 - 对物品进行搬上、卸下、移动的活动。
 - 搬上、卸下：改变物料的存放状态。
 - 移动(搬运)：改变物料的空间位置。
- 物料搬运系统：
 - 将一系列的相关设备或装置，用于一个过程或系统中，协调合理地将物料进行移动、储存和控制。

相关设备或装置

- 装卸搬运设备：
 - 装卸堆垛设备：桥式起重机、轮胎式起重机、门式起重机、叉车、堆垛机、滑车、跳板、滑板等。
 - 搬运传送设备：电平搬运车、内燃搬运车、拖车、汽车、皮带输送机、电梯、手推车等。
 - 成组搬运设备：托盘、集装箱等。
- 存货用具：
 - 货架。货架指存放货物的敞开式格架。货架分组合式和整体焊接式两种。货架在批发、吞吐量大的仓库，特别是立体仓库中起很大的作用，它便于货物的进出，又能提高仓库容积利用率。
 - 货橱。货橱是指存放货物的封闭式格架。主要用于存放比较贵重的或需要特别养护的商品。

相关设备或装置

- **货架(Goods Shelf):**
 - 是指用支架、隔板或托架组成的立体储存货物的设施。
- **按货架的发展分类:**
 - 传统式货架：层架、层格式货架、抽屉式货架、橱柜式货架、U形架、悬臂架、棚架、鞍架、气罐钢筒架、轮胎专用货架等。
 - 新型货架：旋转式货架、移动式货架、装配式货架、调节式货架、托盘货架、进车式货架、高层货架、阁楼式货架、重力式货架、屏挂式货架等。

叉车

- **叉车(Forklift Truck):**
 - 指具有各种叉具，能够对货物进行升降和移动以及装卸作业的搬运车辆。
- **叉车的种类（动力）：**
 - 电瓶叉车：常用于室内、短距离和工作量较小的搬运作业
 - 内燃叉车：内燃机叉车常用于室外、长距离和工作量较大的搬运作业。
- **叉车的种类（性能）：**
 - 平衡重式、前移式、侧载式

其他仓储设备

- 起重机：用于装卸大件笨重货物。有龙门起重机、桥式起重机和汽车起重机等几种。
- 堆垛机：是用于辅助人工堆垛、可移动的小型货物垂直提升设备。
- 跨车：一种机动车辆，可以跨在物体上部，通过液压操纵的各种夹具或吊具提起货物。
- 牵引车：牵引车是用来牵引仓库平板拖车的电动或机动车辆，一般多为轮胎式。
- 传送带：一种在固定路径上运送散装或小包装件货物的设备。常用的传送带有两种基本类型：一种是动力型传送带；另一种是重力型液柱式或滚轮式传送带。
- 非动力搬运车：双轮手推车、四轮手推车、平板拖车以及滚轮车等。

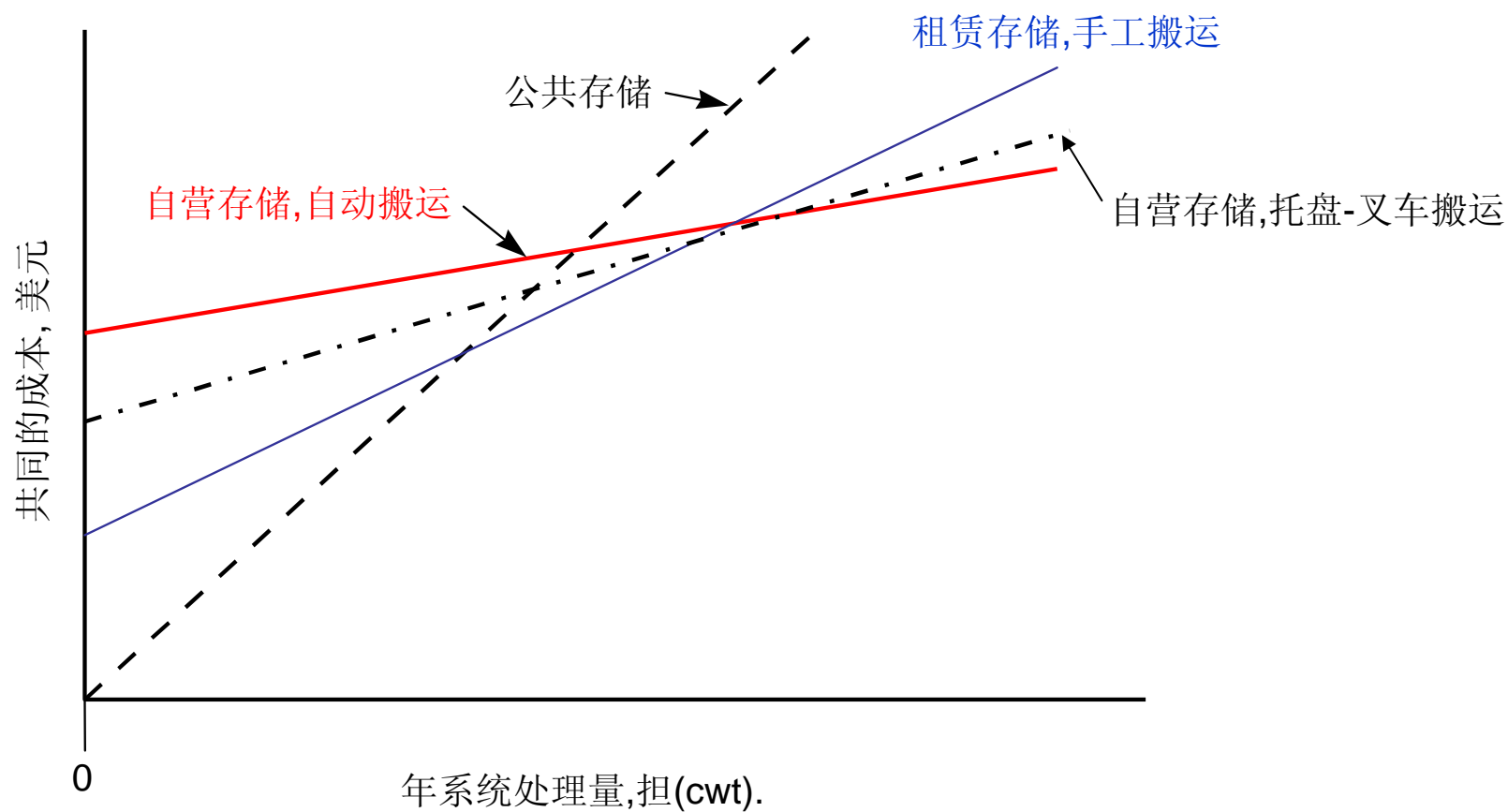
物料搬运系统决策

- 物料搬运的功能：
 - 装货和卸货(**Loading and unloading**)
 - 运进和运出(**Movement to and from storage**)
 - 订单履行(**Order-filling**)
- 物料搬运决策的基本内容：
 - 成组化装运(**Load unitization**)
 - 设备选择(**Equipment selection**)
 - 仓库布局(**Space layout**)

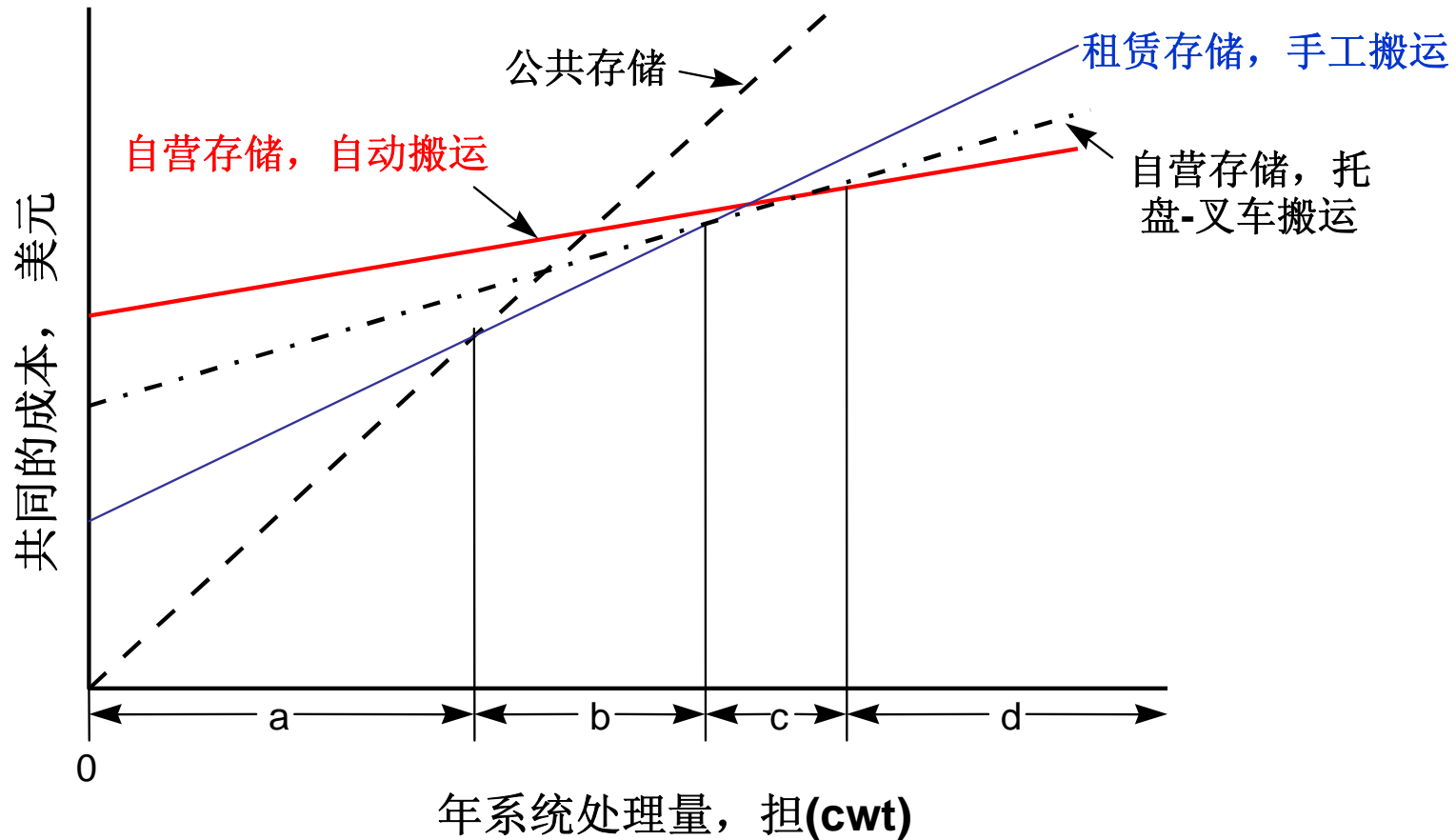
仓储与搬运系统成本和费率

- 仓储与搬运费用的构成：
 - 存储费(**Storage Cost**)
 - 搬运费(**Handling Cost**)
 - 附加费(**Accessorial Cost**)
- 收费方式：
 - 按次收费(**By case**)
 - 按占用空间收费(**By the actual space**)
 - 按租赁协议收费(**By the lease agreement**)

不同存储系统的经济性



不同存储系统的经济性



a 公共存储的经济范围

b 租赁存储、手工搬运的经济范围

c 自有存储、托盘-叉车搬运的经济范围

d 自有存储、自动搬运的经济范围

物料搬运设备的选择

基于净现值的财务分析：

$$NPV = I + \sum_{j=1}^n \frac{C_j}{(1+i)^j} - \frac{S_n}{(1+i)^n} = I + C \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} - \frac{S_n}{(1+i)^n}$$

式中： **NPV** = 设备在其使用期内的净现值(美元)

I = 初始投资(美元)

C = 年运营成本(美元)

i = 折扣率或贴现率，即该投资的预期年收益率

S_n = 第 n 年的残值(美元)

n = 设备的使用期(年)

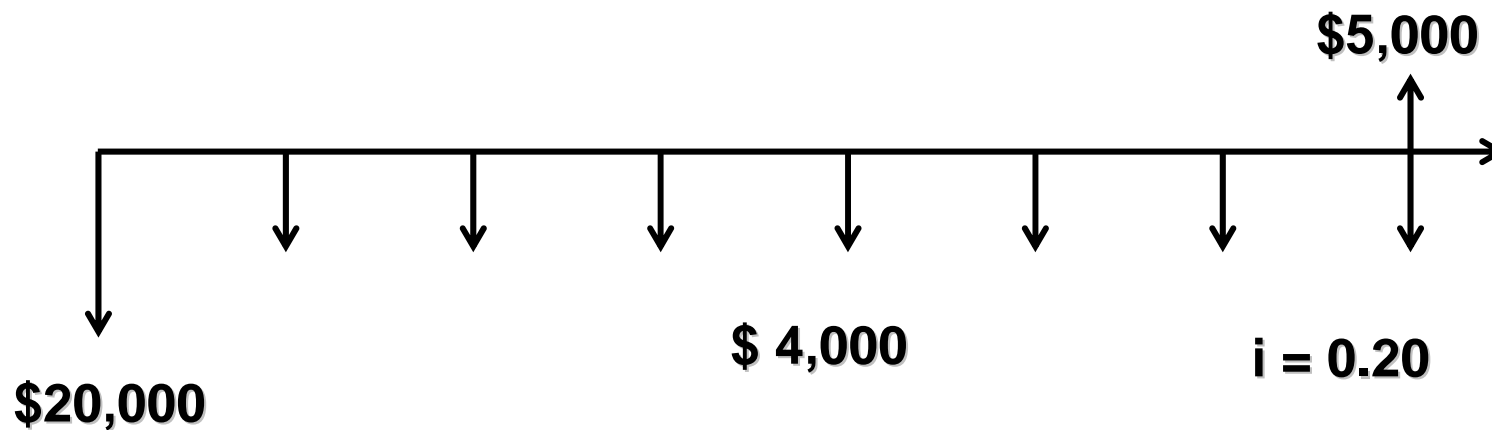
例:

问题：某物流企业要购置叉车，两辆**A**型叉车的运货量相当于三辆 **B**型叉车，相关数据如下。试决定如何购买？

	两辆 A 型叉车	三辆 B 型叉车
初始投资	\$20,000	\$15,000
计划使用年限	7	7
预计残值	\$5,000	\$2,000
年运营成本	\$4,000	\$6,000
折现率	0.20	0.20

例:

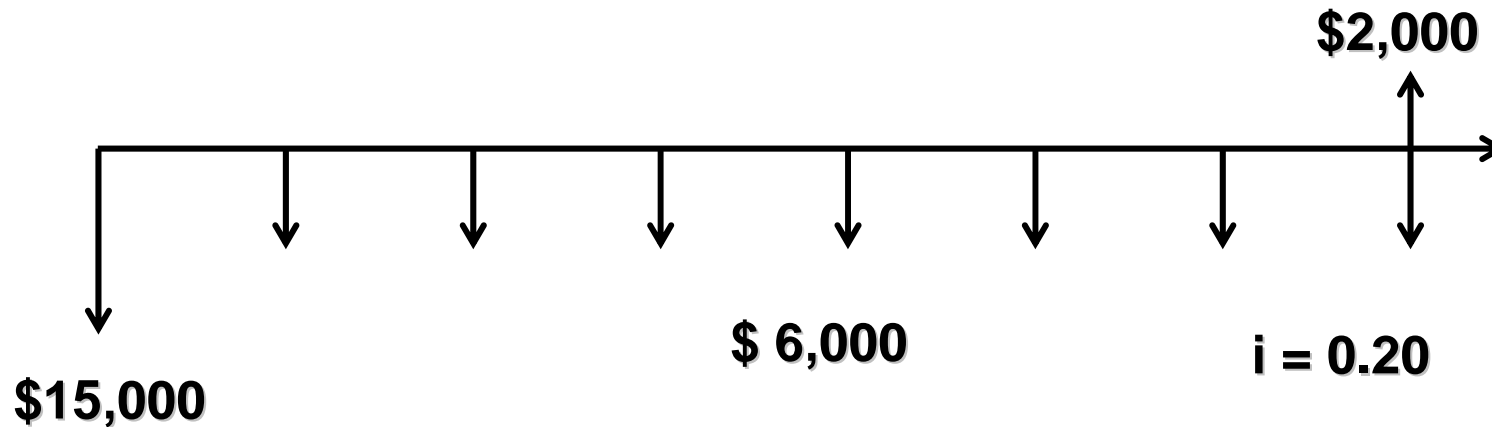
- 计算A型叉车的净现值:



$$NPV_A = 20,000 + 4,000 \frac{(1+0.2)^7 - 1}{0.2(1+0.2)^7} - \frac{5,000}{(1+0.2)^7} = \$33,000$$

例:

- 计算**B**型叉车的净现值:



$$NPV_B = 15,000 + 6,000 \frac{(1+0.2)^7 - 1}{0.2(1+0.2)^7} - \frac{2,000}{(1+0.2)^7} = \$36,040$$

例:

- 从成本角度考虑的决策:
 - 通过计算两种选择的净现值公式, 两辆 **A** 型叉车的成本较低。
 - 所有最后选择两辆 **A** 型叉车。

物料搬运设备更新的选择

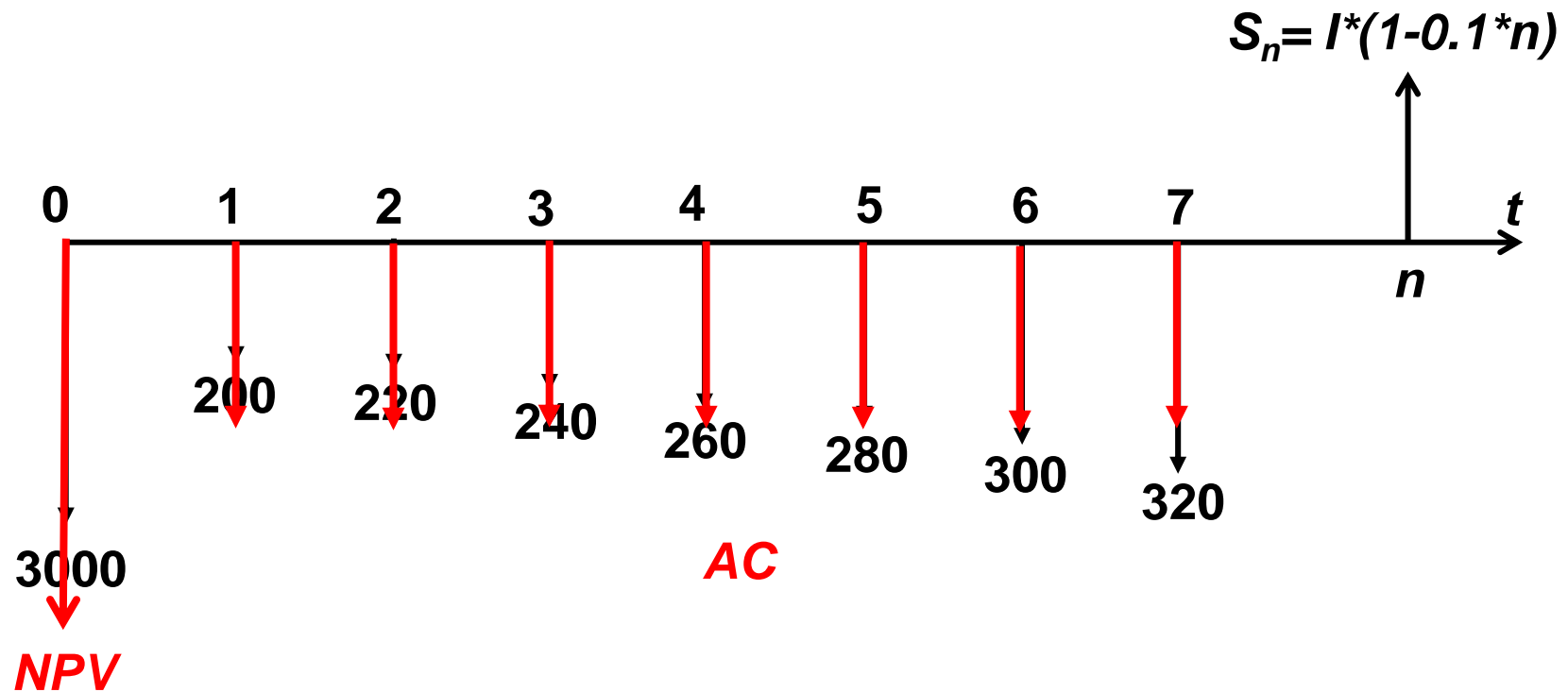
- 基于年均值的财务分析

$$AC_n = \left[I + \sum_{j=1}^n \frac{C_j}{(1+i)^j} - \frac{S_n}{(1+i)^n} \right] \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

例：某叉车的初始投资为**\$3,000/辆**，第一年的运营成本是**\$200**，以后每年递增**20**美元。叉车的正常使用期为**10**年，且可以未贬值的价值出售。折扣率为**20%/年**。试决定应该何时更新叉车？

例:

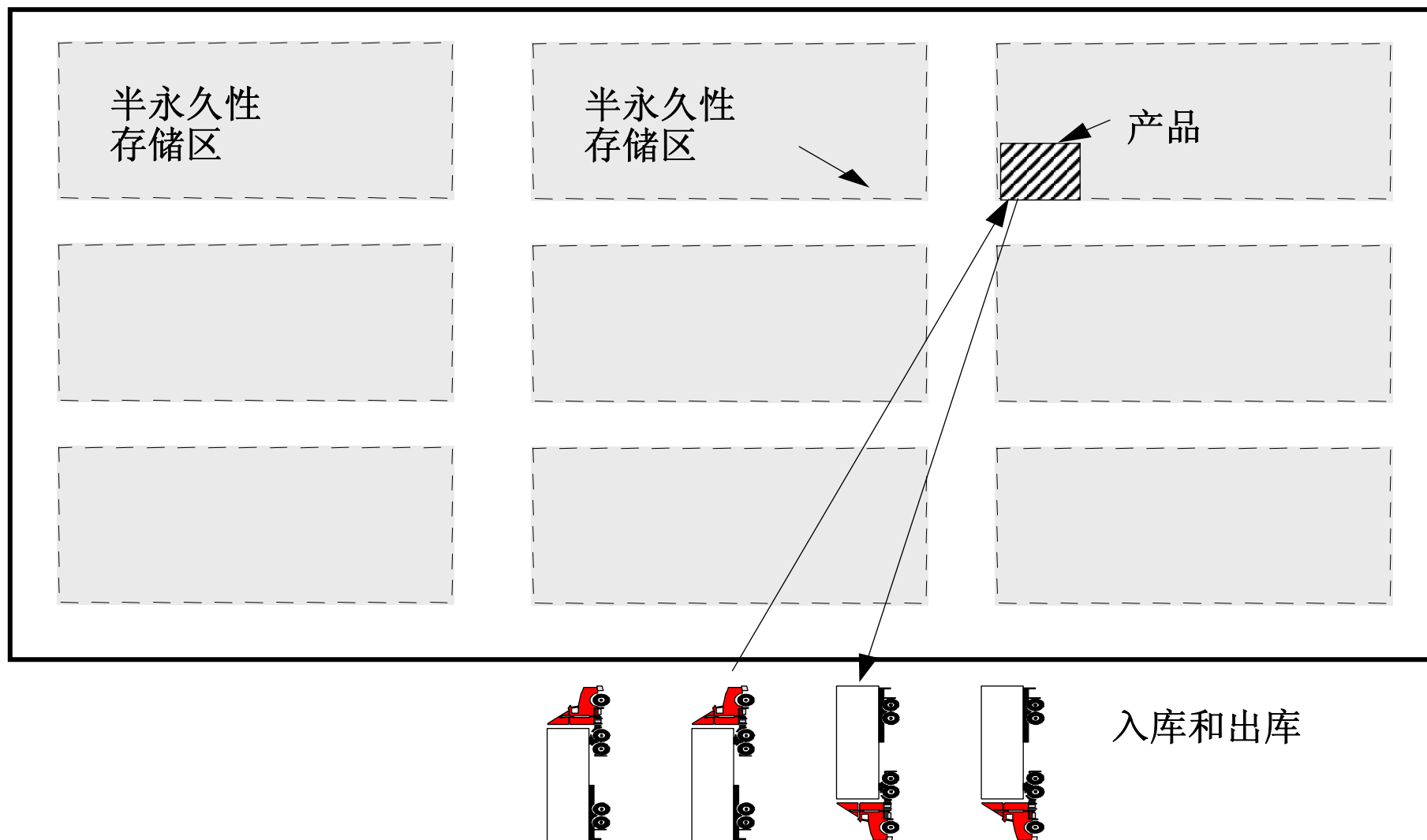
- 现金流量图:



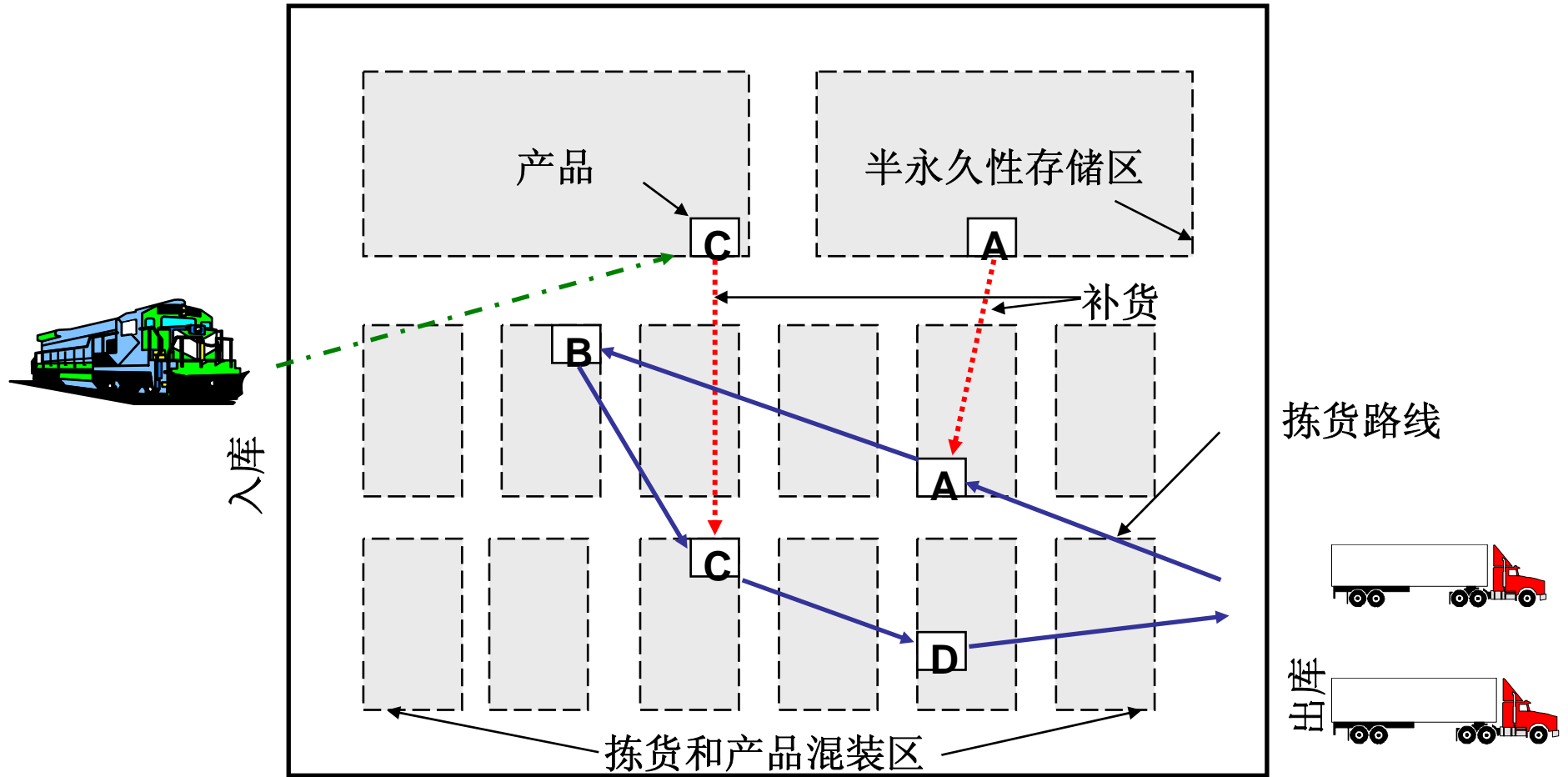
例:

更新	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年
投资	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
残值	2700	2400	2100	1800	1500	1200	900	600	300	0
1年	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
2年		220	220	220	220	220	220	220	220	220
3年			240	240	240	240	240	240	240	240
4年				260	260	260	260	260	260	260
5年					280	280	280	280	280	280
6年						300	300	300	300	300
7年							320	320	320	320
8年								340	340	340
9年									360	360
10年										380
NPV	917	1653	2243	2716	3093	3395	3635	3826	3977	4096
AC	1100	1082	1065	1049	1034	1021	1008	997	987	977

存储及拣货仓库的布局



存储及拣货仓库的布局

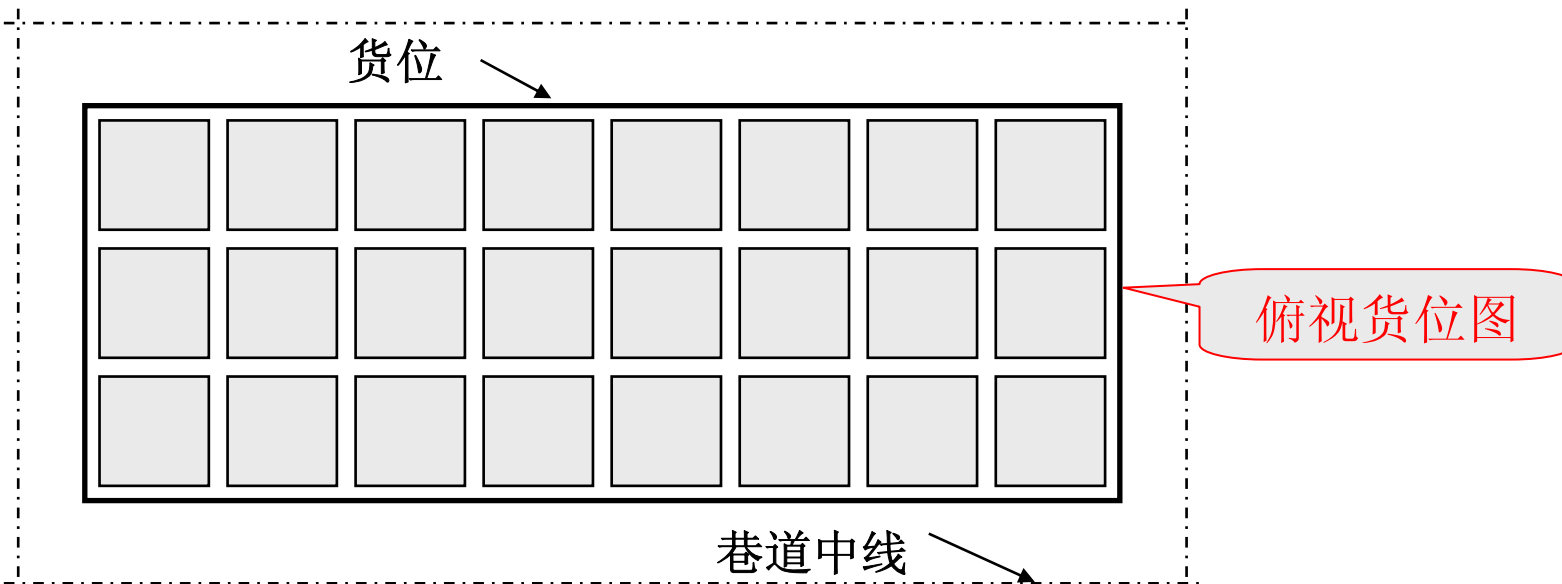


仓库布局

- **存货排列:**
 - 直角摆放托盘(**On-the-square pallet**)
 - 斜角放托盘(**Angular pallet placement**)
- **库存定位法:**
 - 固定定位法
 - 随机定位法
 - 区域设置(**Zone location**)

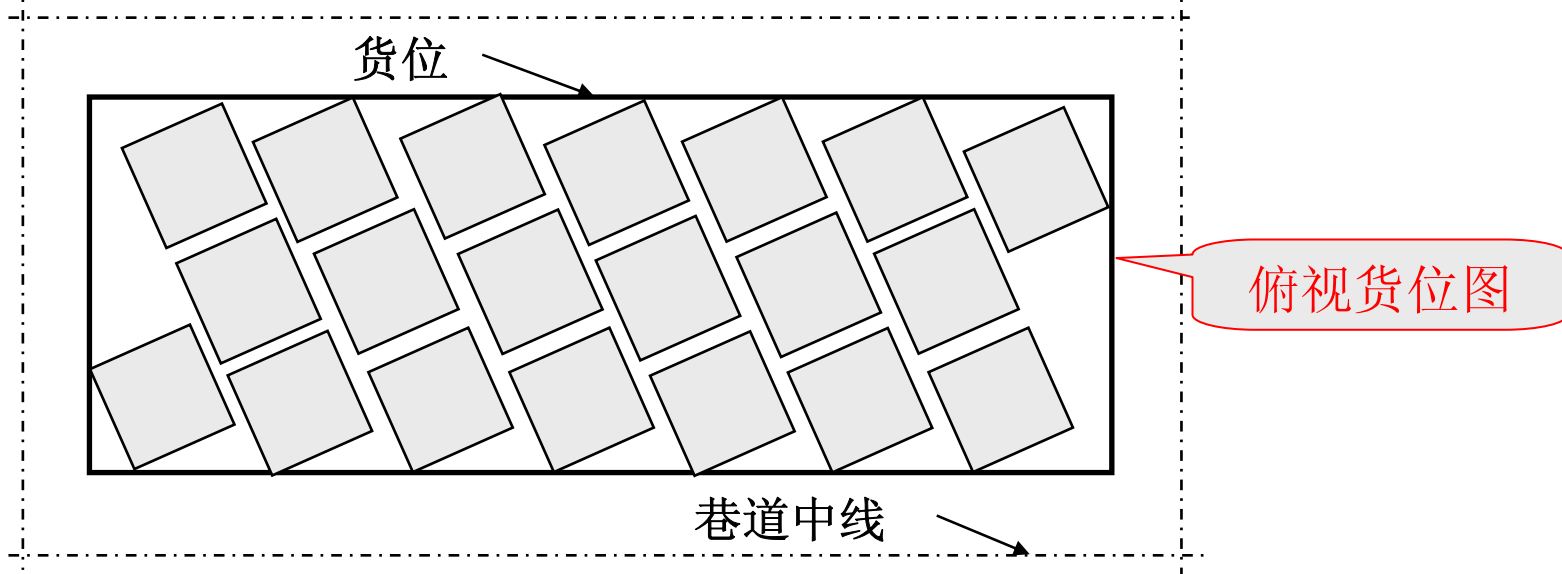
提高空间
利用率

仓库中的托盘布局



俯视货位图

(a) 直角摆放托盘(On-the-square pallet placement)

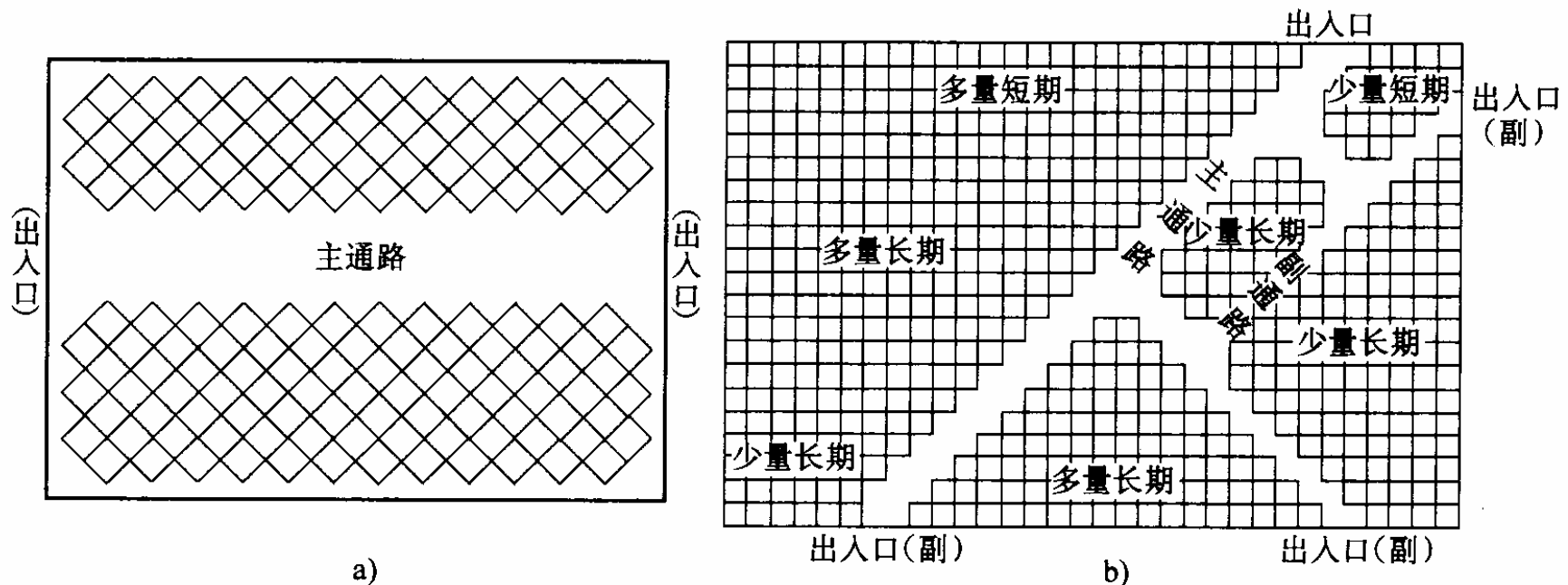


俯视货位图

(b) 斜角放托盘(Angular pallet placement)

倾斜式平面布置类型

- 倾斜式布置是指料架或料垛与主通道之间不是互相垂直成 90° 角，而是成 60° 、 45° 或 30° 的锐角。这种布置方式又分为料垛倾斜和通道倾斜两种情况。



a. 料垛倾斜式

b. 通道倾斜式

仓库布局

- 堆码与通道的设置：
 - 如果仓库的周转率低，那么存储的货位可以又宽又深，堆码高度可达到天花板或者在货物稳定摆放所允许的范围內，通道可以很狭窄。
 - 如果仓库的周转率高，那么通道趋于变宽，堆码高度也要降低。这会缩短摆放和提取货物所需的时间，使持有成本更合理。

仓库布局

- 存货布局：
 - 存货布局是指确定**货物本身在仓库里的分布**，以实现物料搬运费用最小化，库容利用率最大化，同时满足货物位置的限制条件，如安全、防火、产品相容性以及拣货要求等。
 - 存货布局的目标为搬运成本最小化，而搬运成本最小化在作业过程中，具体表现为仓库中的搬运距离最小化。
 - 存货布局的约束为货物位置的限制条件。主要包括安全、防火、理化性质、拣货等。

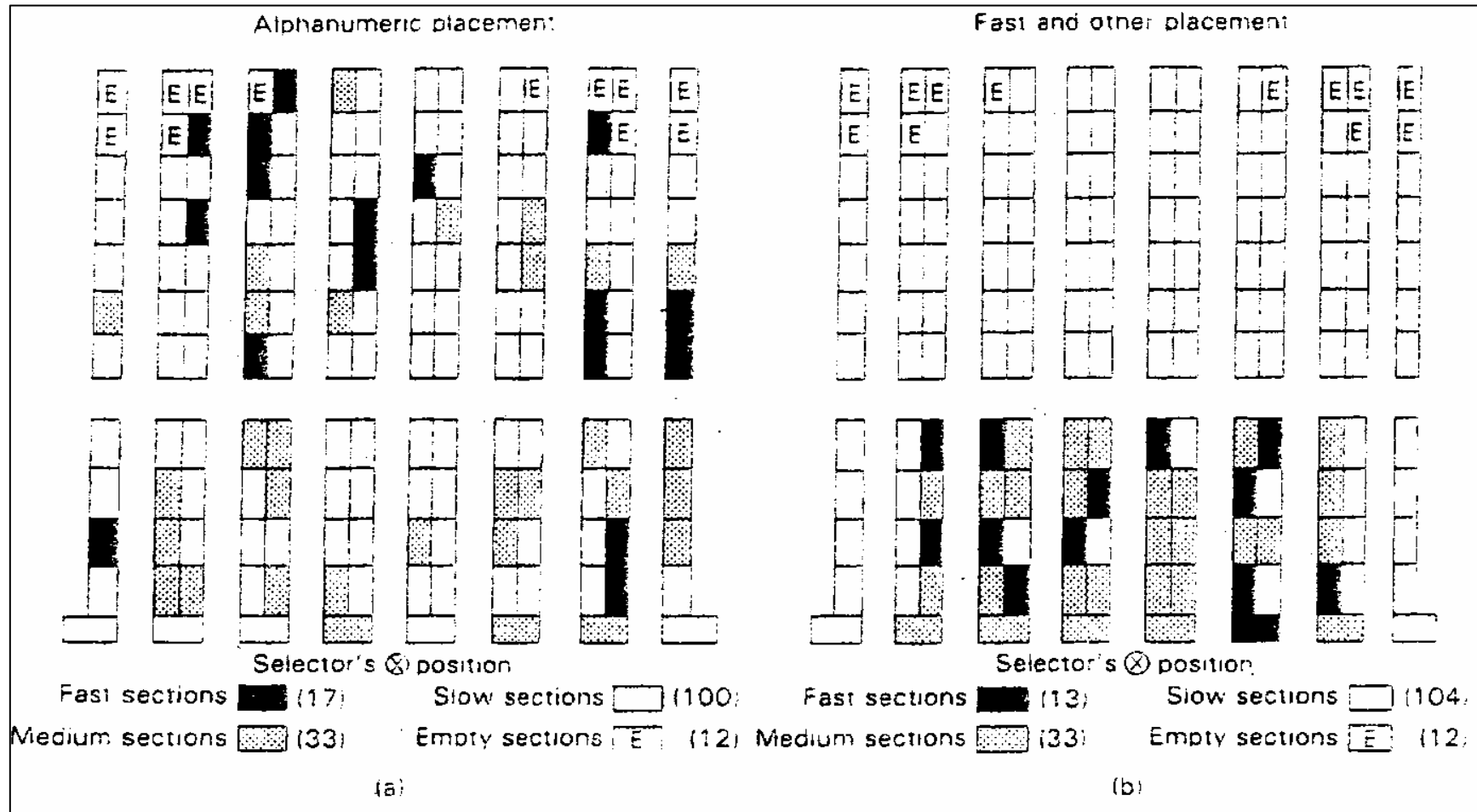
仓库布局

- 存货布局的原则：
 - 互补性(**By complementary**)
 - 相容性(**By compatibility**)
 - 流动性(**By popularity**)
 - 货物规格(**By cube**)

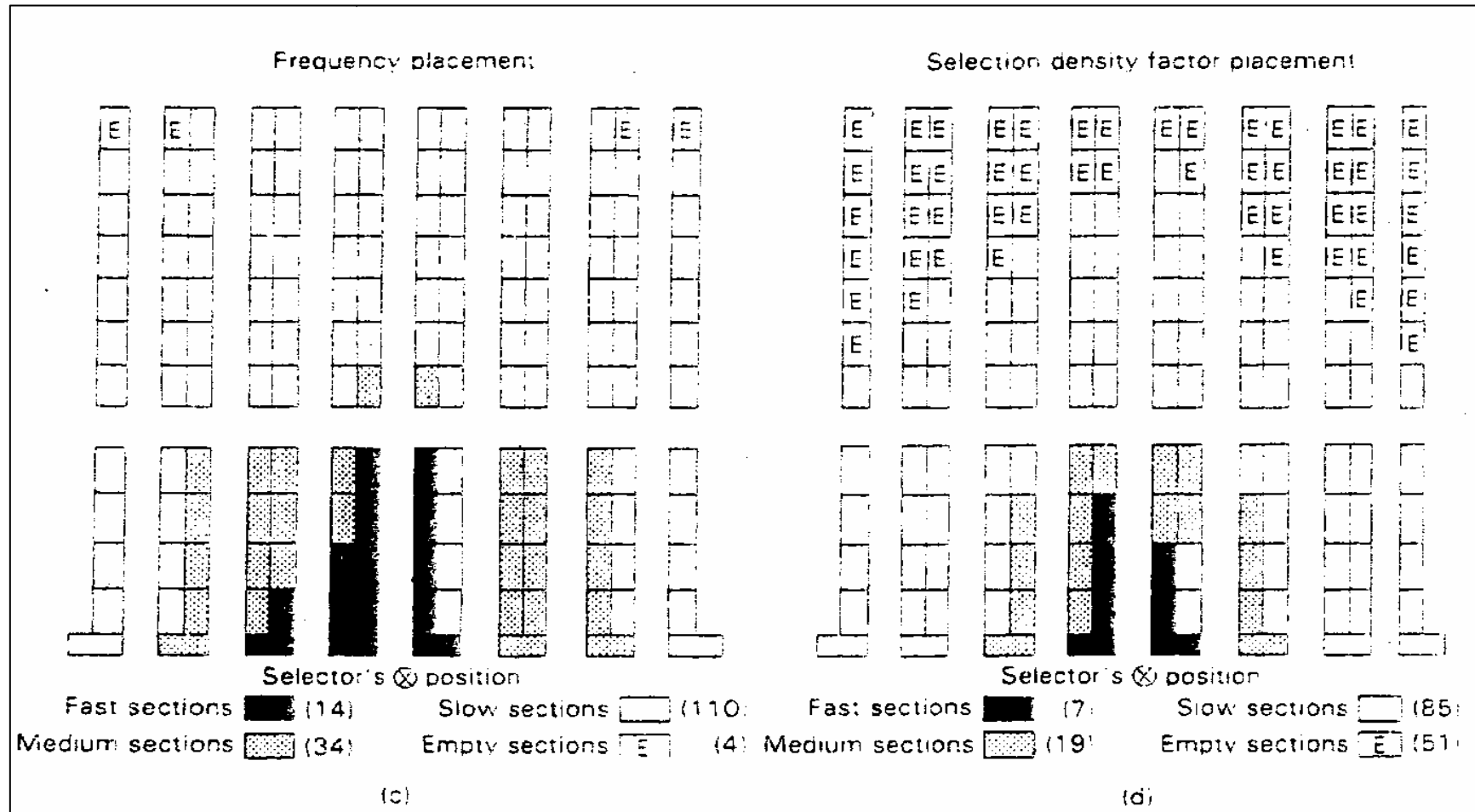
仓库布局

- 存货布局策略：
 - 文字顺序布局：货物严格按照文字顺序进行布局；
 - 区分流转快慢布局：挑选出一些流转快的物品与其他物分隔，并按字母顺序尽可能近地靠近拣货员的工作区放置；
 - 频率布局：流转最快的货物尽可能最靠近拣货员的工作区放置；
 - 拣货密度因子布局(**Selection Density Factor Placement**)：货物的年拣货量与所需库容(立方米)的比定义为**SDF**，**SDF**高的货物尽可能越靠近拣货员的工作区放置。

存货布局策略



存货布局策略



订单处理与拣货操作

- 订单处理 (**Order Handling**)
 - 产品排序 (**Product Sequencing**)
 - 拣货员分区 (**Picker Zoning**) 和 “**Bucket Brigade**”
 - 订单分割 (**Order Splitting**)
 - 货物批处理 (**Item Batching**): 每次经过货位时, 拣取多件货物
- 交叉出库 (**Interleaving**)
- 制定标准 (**Setting Standards**)

订单处理与拣货操作

- 拣货的三种方法
 - 往返拣货法 (**Out-and-back selection**)
 - 拣货路径法 (**Picker routing**)
 - 指定拣货区 (**Designated picker area**)