

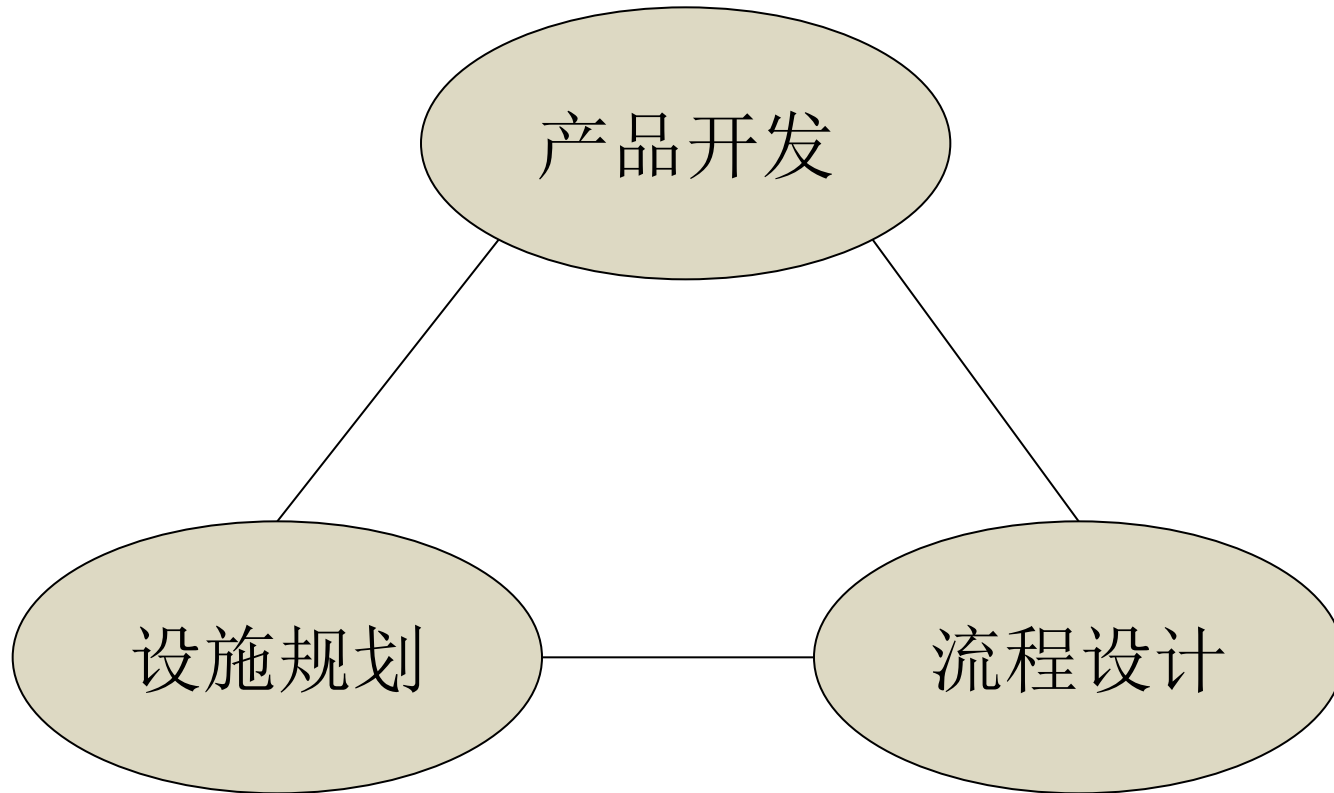


第2讲 设施选址与能力规划

经济管理学院 步磊

bulei2006@126.com

运营系统设计的内容



主要内容

- 设施规划概述
- 制造企业选址影响因素
- 服务企业选址影响因素
- 设施选址的评价方法
- 能力规划

设施规划未来的发展趋势

- 生产系统的柔性化发展
 - 由于多品种小批量、个性化的市场需求、产品生产周期的缩短，以及信息系统的发展，工厂设计者必须在布置柔性化上做更多的考虑。

- 服务系统的研究扩展

- 以往以工厂的生产体系为主，包括有关设备、物料、人员、服务设施等的规划体系，在近期的发展中，已经延伸到所有的活动空间配置问题，例如：仓库、邮局、超市、办公室、餐厅、医院或家庭的布置。

- 以环境规划(**Environment Planning**)的眼光来看设施设置的问题
 - 由于环保意识的提升，人们在筹建工厂或某项设施的过程中，不仅要考虑到它对周边环境可能产生污染的来源和数量，加以了解和控制，并妥善规划及安排所需的防污处理设备；更要以前瞻性和更大环境的眼光，综合分析该设施设置前后，对生态环境和人们生活环境所可能带来的影响程度和范围，在事前予以规划和解决，使其更增加正面的效益，及减少对环境负面的影响。

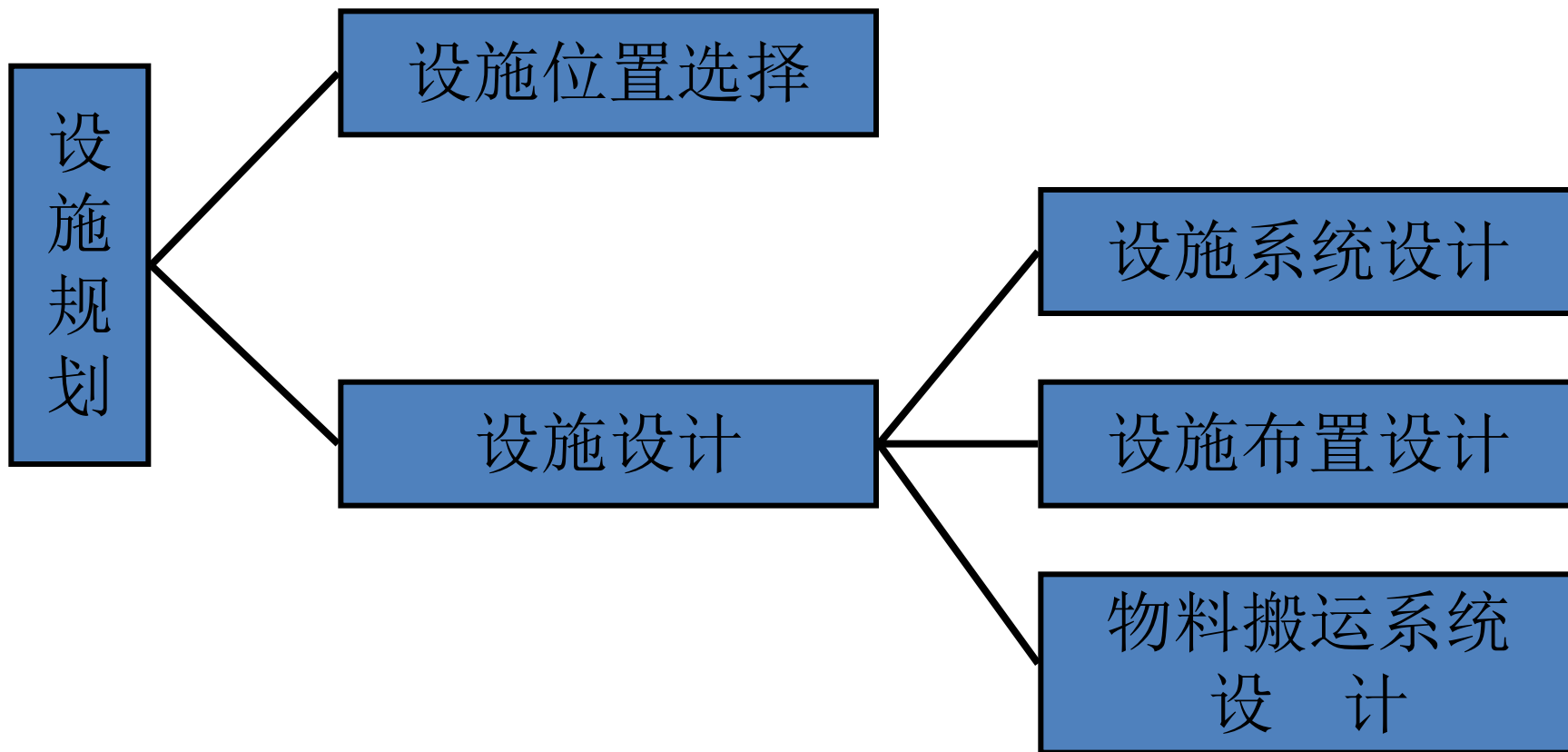
- 设施规划与组织或社区发展的关系愈来愈受到重视
 - 以往中国式四合院的布置所带给人们的是亲切和一体化的感觉；现代生活在公寓、大厦内的老死不相往来，及其所带来的冷漠和疏离感，正是由于建筑设计和布置的不同所形成的明显对比。

设施规划的定义

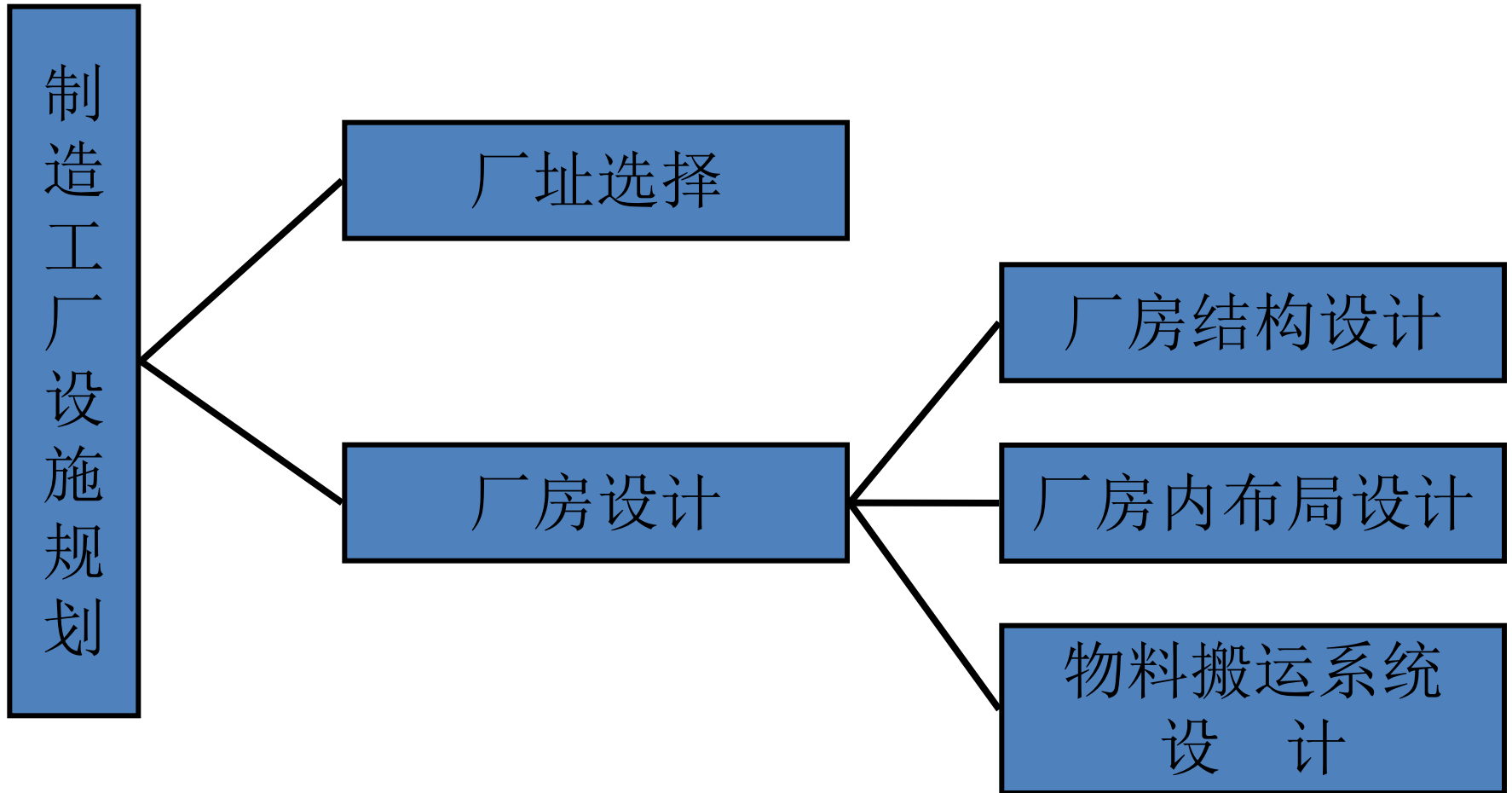
- 什么是设施：
 - 是指使工作便利的工具、环境或设备。
- 什么是设施规划：
 - 设施规划就是要确定作业单位有形的固定资产如何最好地支持该作业单位要达到的目标。
- 制造企业:如何使制造设施最有效地支援生产活动
- 医院:如何让设施最有效地支援病人的医疗服务

- 设施选址是指将设施按顾客、供应商和其他设施的相互作用来确定位置，而且选址包括定位和取向。
- 设施的设计要素包括设施及设备系统、布置和搬运系统。
 - 设施系统设计
 - 布置设计
 - 搬运系统设计
- 设施选址考虑宏观的问题；设施设计考虑微观的要素。

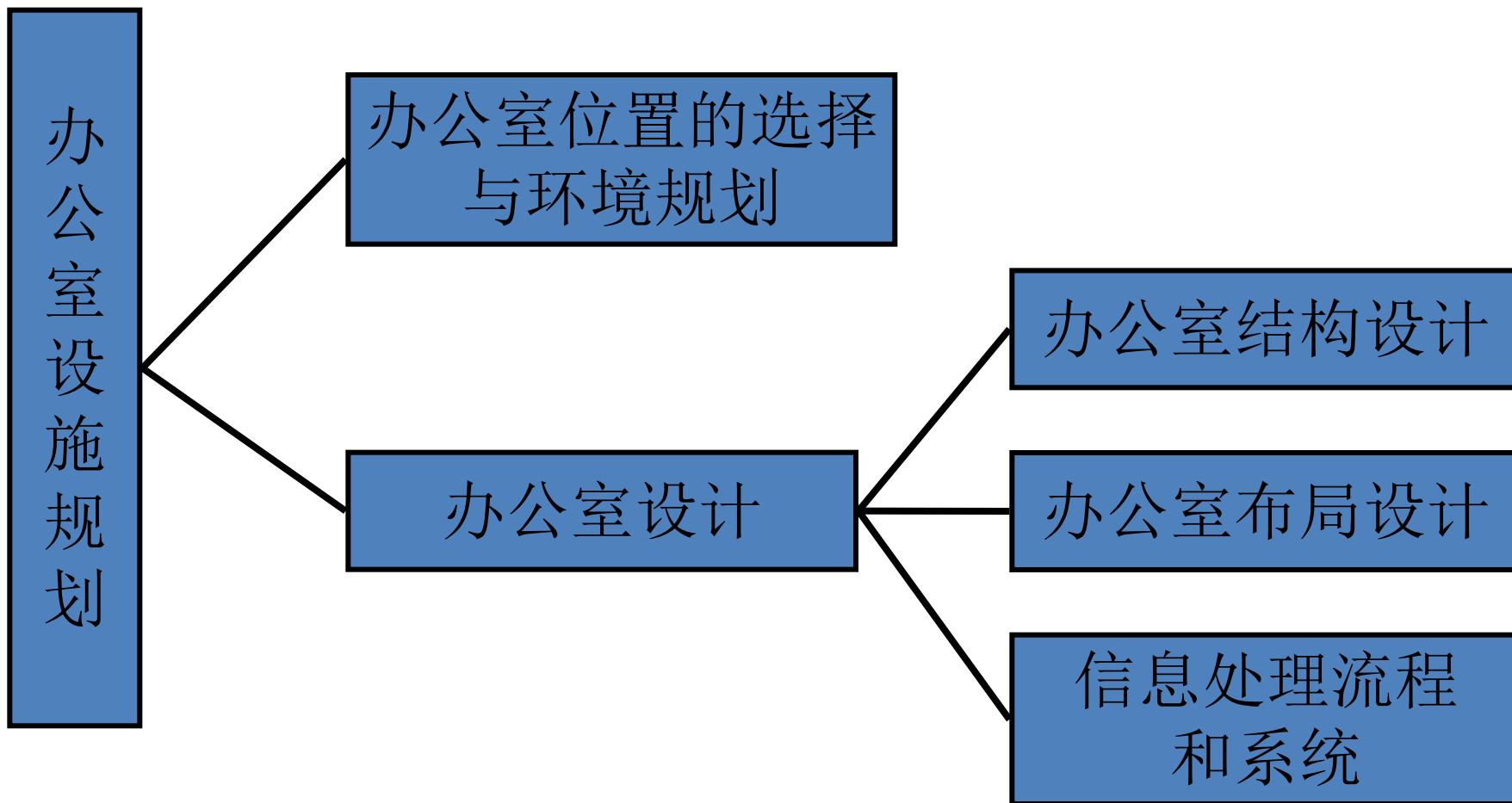
设施规划的内容



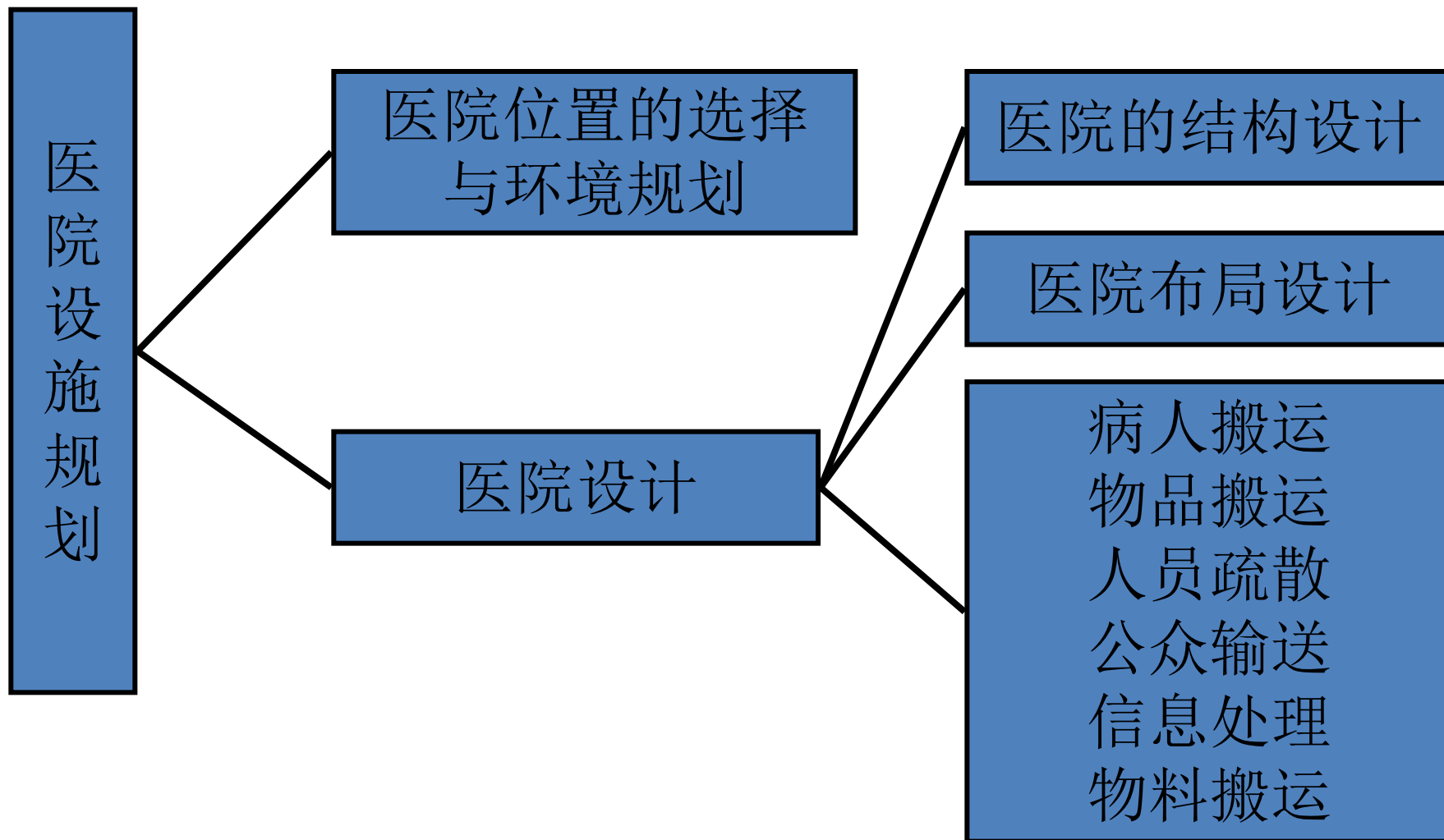
设施规划对于不同行业有着不同的意义 (制造工厂)



设施规划对于不同行业有着不同的意义 (办公室)



设施规划对于不同行业有着不同的意义 (医院)



设施规划的具体内容

- 1. 设施位置选择
- 2. 生产计划或相关的建厂计划
- 3. 生产工艺流程设计
- 4. 生产作业系统的布置设计
- 5. 物料搬运及仓储系统设计
- 6. 后勤服务及安全设施的设计
- 7. 公用设施、动力照明系统与管线设计
- 8. 污染防治及废料处理系统的设计
- 9. 厂房、基础及有关土木工程的设计
- 10. 设备安装及建厂工程管理

设施规划的目标

- 使制造程序便捷流畅(可行性及经济性)。
- 使物料搬运工作减至最少。(经济性)
- 维持空间配置及机具使用的柔性(调整性)。
- 对机器设备作有效的投资。(经济性)
- 充分利用空间(经济性)。
- 提升人力运用的效率。(经济性)
- 提供安全、方便及舒适的工作环境。(安全性)
- 提高顾客满意度
- 提高对顾客的响应速度

主要内容

- 设施规划概述
- 制造企业选址影响因素
- 服务企业选址影响因素
- 设施选址的评价方法
- 能力规划

讨论

- 新建一家可口可乐厂、红酒厂或饮料店（如鲜果时间），在选址方面存在什么差异？



结论：制造设施：降低成本；服务设施：满足顾客需求

制造设施选址

- “重量减少型”产品：应按照靠近原材料供应地的原则来选址。
 - 如木材厂，洗煤厂，炼油厂
- “重量增加型”产品：应按照靠近消费者即靠近市场的原则来选址。
 - 如软饮料制造商，汽车制造商

选址的重要性与难度

- 选址的重要性

- 投资
- 成本
- 职工
- 改变困难，作用深远

- 选址的难度

- 选址因素相互矛盾。
- 不同因素的相对重要性很难确定和度量。
- 不同的决策部门所追求的目标不同。
- 判别的标准会随时间变化。

制造设施选址的影响因素

- 定性因素
 - 当地基础设施
 - 劳动力资源
 - 产品本地化要求
 - 政治经济稳定性
- 定量因素
 - 劳动力成本
 - 配送成本
 - 设施成本
 - 汇率
 - 税率

定性因素

- 当地基础设施
 - 制度保障（软环境）
 - 交通设施（硬环境）
- 劳动力受教育程度和技能水平
 - 先进技术、流程复杂（高级蓝领）
- 产品本土化的比例要求
 - 法律的要求（菲律宾：汽车当地装配）
 - 进入市场的需要（海尔）
- 政治经济稳定性
 - 社会秩序

定量因素

- 劳动力成本
 - 西欧、美国、日本 vs 亚洲
- 配送成本
 - 运输成本
 - 供应链的提前期
- 设施成本
 - 免关税（经济特区）
 - 优惠的土地、厂房
- 汇率
- 税率
 - 税率
 - 税收优惠

- 气候条件

场址应具备与企业性质相适应的气候条件，包括温度、湿度、降雨量、降雪量、风力、风向等。

如精密仪器厂等对气压、湿度、空气含尘量等有特殊要求，应选择空气洁净、气候稳定的地区。

- 运输条件

- 地区选择应考虑运输方式、运输距离、运价等因素。
- 铁路运输的特点是运量大、效率高、运输费用低，但建设投资高，因此只有需要大量原料、燃料和生产大量产品的冶金、化工、重型机器等企业以及煤、铁、有色金属等开采业，才有条件和必要设铁路专用线。
- 水路运输费用低廉，木材、造纸原料、砖瓦等大宗货物的运输向尽量采用水运，并在通航河流的城镇选厂。
- 公路运输机动灵活，建设快，基建投资少，是运输量少、无法采用铁路、水运时的主要运输方式。

- 地形地貌条件

- 地形和面积应能满足工艺过程并容纳全部建筑物和露天作业面积的需要。
- 一般，把各车间组织在一个联合厂房内，采用屋面采光或人工照明，其占地面积比各车间独立建设厂房要小。
- 有些产品和设备比较轻，便于垂直运输的轻工业厂房设计成多层建筑，用地更为经济。
- 场地应留有必要的发展余地。扩建用地应尽可能预留在场外，避免早征迟用。

- 地质水文条件

- 建设地点要有良好的地质条件，满足建筑设计的要求。土坡要有足够的地基承载能力。地下水位宜在建筑物基础底面以下。工厂不宜选在有开采价值的矿藏或已开采过的矿坑上，也不要选在强烈地震区（地基基本烈度高于9度）、断层地区、滑坡地区、岩溶地区、泥石流地区、有较厚的3级自重湿陷性黄土等地质恶劣的地段和有洪水威胁的地方。

- 公共设施条件

- 场址应充分利用当地原有公共设施的条件，尽量选择在靠近供电、供水、供热、通信的来源，便于雨水和污水排放处理的地方，以便减少管线工程的费用和线路的损耗。
- 在必须自建某些公共设施或管道线路时，应尽量考虑与其它企业合作建设的可能。

- 生活居住条件

- 场址应考虑职工生活物资的供应和住宅、文化、教育、医疗、交通等设施的条件。如要为职工建设居住设施，则居住区与企业应同时选址，统筹规划。

- 特殊要求

- 具有特殊要求的设施，应根据其特性选择合适的地点。例如，机场应选在平坦开阔、周围没有高层建筑和山丘的地方；船舶制造企业，它的产品是大型水上建筑物，必须建在沿海和沿江的地方等。

主要内容

- 设施规划概述
- 制造企业选址影响因素
- 服务企业选址影响因素
- 设施选址的评价方法
- 能力规划

服务设施选址（1）



服务设施选址（2）

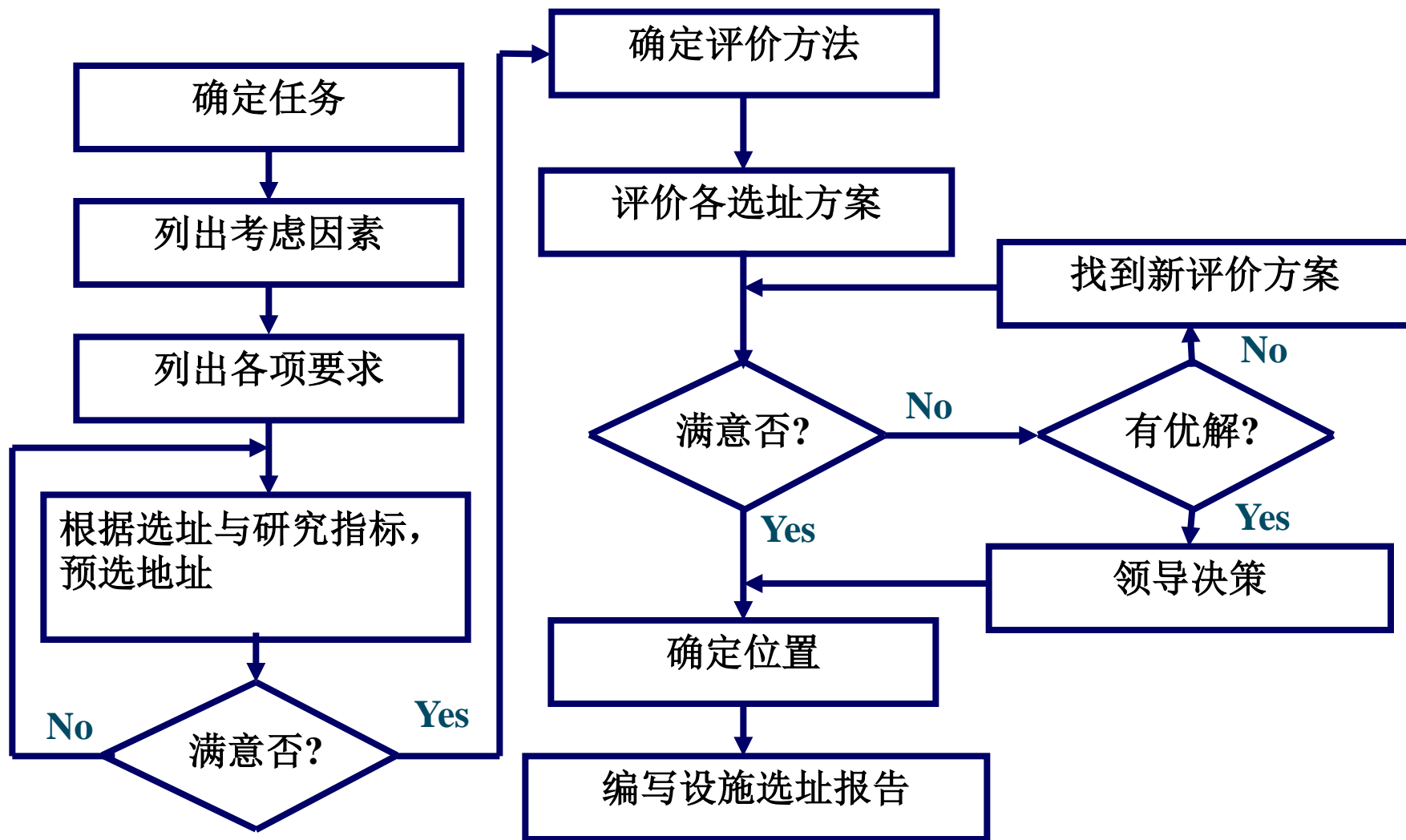


- 服务机构类型
 - 与顾客直接接触的服务机构
 - 与顾客间接接触的服务机构
 - 与顾客没有接触的服务机构

主要内容

- 设施规划概述
- 制造企业选址影响因素
- 服务企业选址影响因素
- 设施选址的评价方法
- 能力规划

设施选址步骤



设施选址的评价方法

- 优缺点比较法
- 加权因素法
- 量本利分析法
- 重心法
- 直角距离单设施选址

优缺点比较法

- 优缺点比较法是指直接把各个方案的优点和缺点列在一张表上，对各方案的优缺点进行分析和比较，从而得到最后方案。优缺点比较法是评价各个厂区平面布局方案的一种定性方法。
- 该方法的具体做法是：罗列出各个方案的优缺点进行分析比较，并按最优、次优、一般、较差、极坏五个等级对各个方案的各个特点进行评分，对每个方案的各项得分加总，得分最多的方案为最优方案。

举例

序号	因素	方案 A	方案B	方案C
1	区域位置			
2	面积及地形			
3	风向、日照			
4	地质条件			
5	铁路、公路衔接			
6	与城市的距离			
7	供电供热			
8	供水			
9	排水			
10	经营条件			
11	协作条件			
12	建设速度			
13			

加权因素法

- 运用本方法的关键是合理确定权数和等级，重要的是要征询决策者的意见。如果有若干个决策部门，则可取他们的平均值。
- 评价的程序是：
 - 1、明确要评价的方案
 - （1）选择和确定要评价的方案。用A、B、C等字母作为各个方案的标志，并对每个方案写出简短说明。方案一般不超过5个。
 - （2）使每个评分人员持有直观的方案或书面说明，并使他们清楚地了解方案的内容。

- **2、选定考虑的因素**

- （1）确定需要比较的因素及其标准或目标，避免含糊不清。
- （2）使评分人员对各因素的含义有清楚的理解和认同。

- **3、准备评分表**

- （1）在表格的左侧竖向栏列出各个因素。
- （2）在表格的顶部横向栏列出权数及每个方案的标志。

- 4、确定每个因素的相对重要性
 - （1）选出重要的因素并给以权数值10。
 - （2）以最重要的因素为基准，定出其它每个因素的相对重要性权数（小于10）。
 - （3）把各权数值填在表格上。
- 5、给每个方案每个因素评分
 - （1）用元音字母（A、E、I、O、U、X）对每个方案的每个因素评出重要性等级，并填入等级的方格内。
 - （2）将每个重要性等级值（ A=4、E=3、I=2、O=1、U=0、X=-1 ）与相应的权数值相乘的乘积，填入分数的方格内。
- 6、计算加权分
 - 求出每个方案的加权分之和，填入合计栏内。

举例

序号	考虑条件	权数	各方案的等级及分数			
			A	B	C	D
1	位置	8	A/32	A/32	I/16	I/16
2	面积	6	A/24	A/24	U/0	A/24
3	地形	3	E/9	A/12	I/6	E/9
4	地质条件	10	A/40	E/30	I/20	U/0
5	运输条件	5	E/15	I/10	I/10	A/20
6	原材料供应	2	I/4	E/6	A/8	O/2
7	公用设施条	7	E/21	E/21	E/21	E/21
8	件	9	I/18	A/36	I/18	E/27
	扩建可能性					
	合 计		163	171	99	119

注：A=4，E=3，I=2，O=1，U=0分

- 评价结果可能出现以下几种情况：
 - 某个方案明显突出，总分明显高于其它方案，该方案就可以被承认为最佳的方案。
 - 两个方案的结果很接近，应当对这两个方案再进行评价。评价时增加一些因素，并对权数和等级作更细致的研究，或邀请更多的人员参加评价。
 - 有可能是将两个或更多的方案进行组合，形成新的方案，再进行评分。

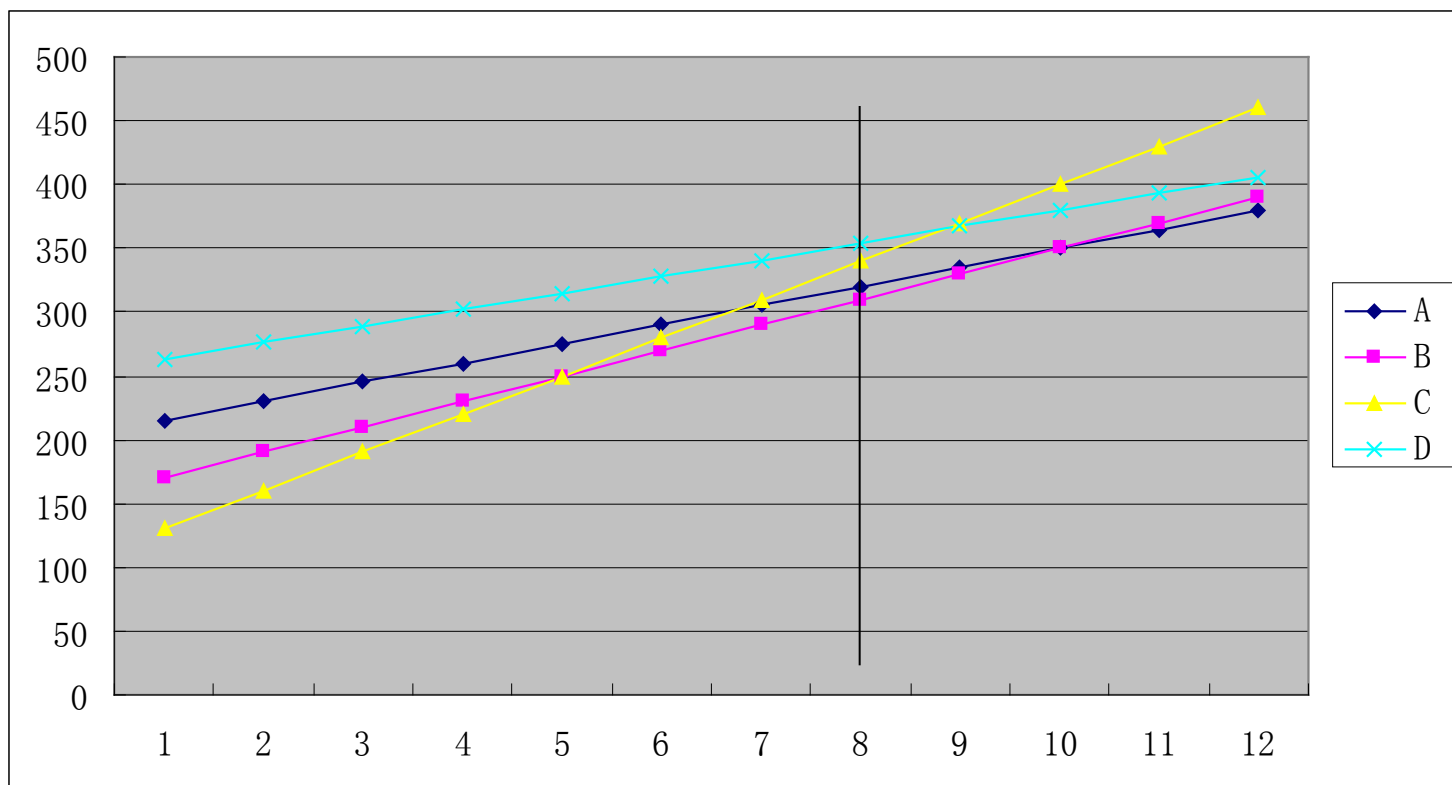
量本利分析法

- 又称为盈亏平衡分析法或成本-利润-产量定址分析，这是工程经济和财务管理中的基本方法，在选址评价中可用以确定特定产量规模下，成本为最低的设施选址方案。它建立在产量、成本、预测销售收入的基础上。
- 例、下表为某工厂选址所找四个地点**A、B、C、D**所对应的固定成本与可变成本。问：若预期产出为**8000**，哪一种方案总成本最低

地址	每年固定成本	可变成本
A	200000	15
B	150000	20
C	100000	30
D	250000	13

选址盈亏平衡分析图

年成本（单位：千元）



当预期产量为**8000**件时，此时，总成本最低的方案为**B**

重心法

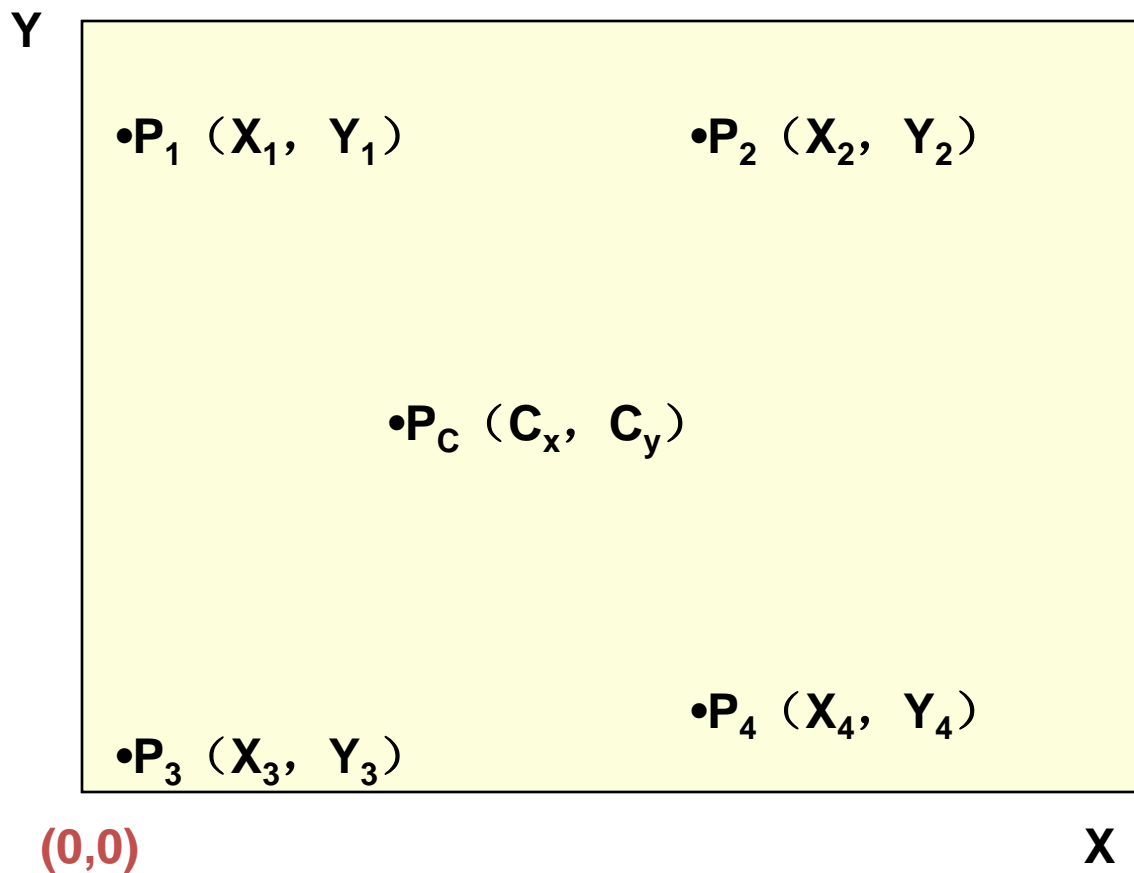
- 选址时，如果生产费用中运输费用是一个很重要的因素，而且多种原材料由多个地点供应，则可以根据重心原理确定场址的具体位置。这种方法适用于运输费率相同的产品，使求得的场址位置离各个原材料供应点的距离乘以各点供应量的乘积的总和为最小。

- 假定以设定的任意点为坐标系的原点，各材料供应点为 P_1, P_1, \dots, P_n ，需要寻求的处于重心的场址坐标为 C_x 、 C_y 。（见下图）。重心的坐标为

$$C_x = \frac{\sum X_i V_i}{\sum V_i}$$

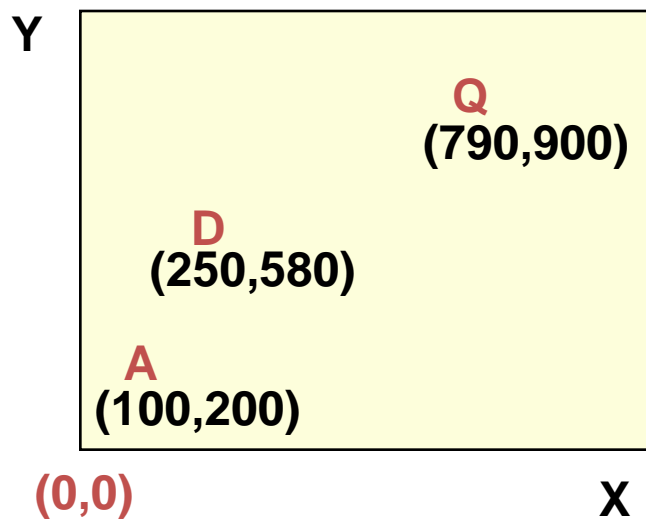
$$C_y = \frac{\sum Y_i V_i}{\sum V_i}$$

V_i 为从第*i*个地点运出的货物量



例题

- 为现有的三个汽车销售分店，确定一个仓库。



分店	每月汽车销售量
A	1250
D	1900
Q	2300

$$C_x = \frac{\sum X_i V_i}{\sum V_i} \quad C_y = \frac{\sum Y_i V_i}{\sum V_i}$$

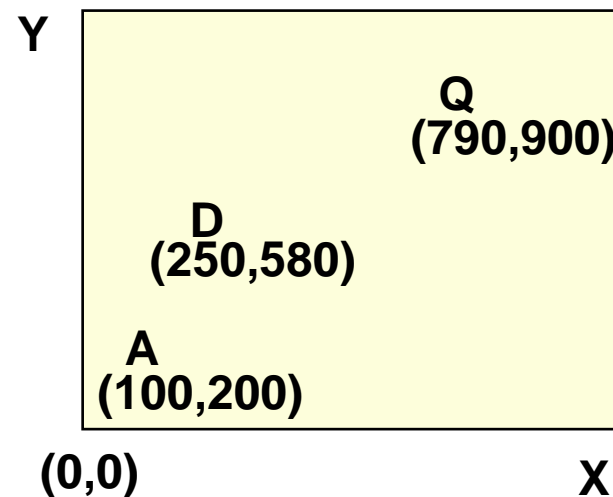
C_x = 重力中心的X坐标

C_y = 重力中心的Y坐标

X_i = 第i分店的X坐标

Y_i = 第i分店的Y坐标

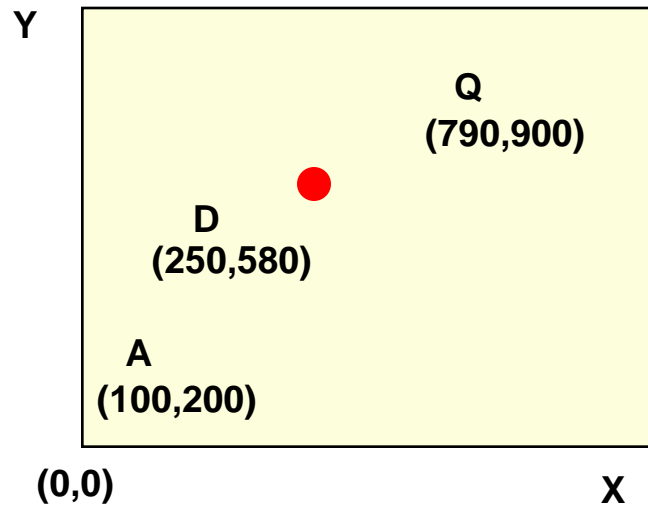
V_i = 第i分店的货物流量总和



分店	每月汽车销售量
A	1250
D	1900
Q	2300

$$C_x = \frac{100(1250) + 250(1900) + 790(2300)}{1250 + 1900 + 2300} = \frac{2,417,000}{5,450} = 443.49$$

$$C_y = \frac{200(1250) + 580(1900) + 900(2300)}{1250 + 1900 + 2300} = \frac{3,422,000}{5,450} = 627.89$$



分店	每月汽车销售量
A	1250
D	1900
Q	2300

重心法的不足

- 由重心法计算出的场址，不一定是合理的地点。比如，计算出的位置已有建筑物或有河流经过，不能建厂等。
- 重心法确定的距离是采用直线距离，这在大多数情况下是不合理的。
- 重心法的缺点也是很明显的，重量本身并不是唯一的标准，因为运输工具的数量也会影响成本。
- 计算中距离为直线距离，不符合实际情况；且考虑运输费率后很繁琐，但运输费率数据往往是估算的。

多设施选址

多设施选址要复杂得多，典型的是仓库的选址问题，包括：

- ❖ 物流网络中应有多少仓库，规模、地址？
- ❖ 客户 \leftrightarrow 仓库；工厂（供应商、港口） \leftrightarrow 仓库；
- ❖ 各仓库存放哪些产品？哪些产品应从工厂、供应商或港口直接运送给客户？

例题

- 某公司准备投资100万元甲乙两座城市修建健身中心，经多方考察，确定了A1、A2、A3、A4、A5五个候选地址。并且决定在城市甲的A1、A2、A3三处中最多投建2个健身中心；在城市乙的A4、A5两处中最少投建1个健身中心。

各地点的投资额和预估年利润见下表：

待定地址	A1	A2	A3	A4	A5
投资额（万元）	20	30	25	40	45
年利润（万元）	10	25	20	25	30

在哪些地点投建健身中心，使得总的年利润最大？

决策变量： 设 $x_j=1$ 表示在地址 A_j 投建（ $x_j=0$ 表示不在地址 A_j 投建）

约束条件：

1. 总投资额不超过100万

$$\text{即 } 20x_1 + 30x_2 + 25x_3 + 40x_4 + 35x_5 \leq 100$$

2. 城市甲最多建2个

$$\text{即 } x_1 + x_2 + x_3 \leq 2$$

3. 城市乙最少建1个

$$\text{即 } x_4 + x_5 \geq 1$$

- **MAX $10x_1+25x_2+20x_3+25x_4+30x_5$**
- **s.t. $20x_1+30x_2+25x_3+40x_4+35x_5 \leq 100$**
- **$x_1+x_2+x_3 \leq 2$**
- **$x_4+x_5 \geq 1$**
- **$x_j=0,1 \quad j=1,2,3,4,5$**

选址模型

- 利用软件求解，
- 确定应该在**A3、A4、A5**投建健身中心
- 年利润可达**75**万元

覆盖模型

- 覆盖模型属于离散点选址的模型。
- 离散点选址是指在有限的候选位置里选择最为合适的一个或一组位置为最优方案，相应的模型就称为离散点选址。
- 覆盖模型是对一组需求已知点，确定一组服务设施来满足这些需求点的需求，要求确定服务设施最小数量和合适的位置。

- 该模型适用于零售点，加油站，配送中心，急救中心，无线通信网络基站等选址问题。
- 集合覆盖模型(**Set Covering Location Problem**): 用最小的数量的设施去覆盖所有的需求点。
- 最大覆盖模型(**Maximum Covering Location Problem**): 在给定的数量设施下，覆盖尽可能多的需求点。

- 集合覆盖模型数学表达式:

$$\min z = \sum c_j x_j$$

- 式中, x_j 为需求点, c_j 为在节点设置一个设施时的固定成本。使设施总成本最小, 很多情况下假设 c_j 均相等, 则目标函数为设施数量最少。

$$\sum_{j \in N_i} x_j \geq 1 \quad x_j \in \{0,1\}$$

- 约束条件: 约束条件保证对每个需求点至少有一个设施位于可接受的距离之内。

例题

选址点	8min覆盖区域
1	1 2 7
2	1 2
3	3 4 5 6
4	3 4 5 6
5	3 4 5 6
6	3 4 5 6 8
7	1 7
8	6 8

$$\min z = \sum_{j=1}^8 x_j$$

- $x_1 + x_2 \geq 1$
- $x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \geq 1$
- $x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_8 \geq 1$
- $x_1 + x_7 \geq 1$
- $x_6 + x_8 \geq 1$
- 此为整数规划问题，求解 $x_1=1, x_6=1$ ，即至少在1， 6两个区各设一救护中心。

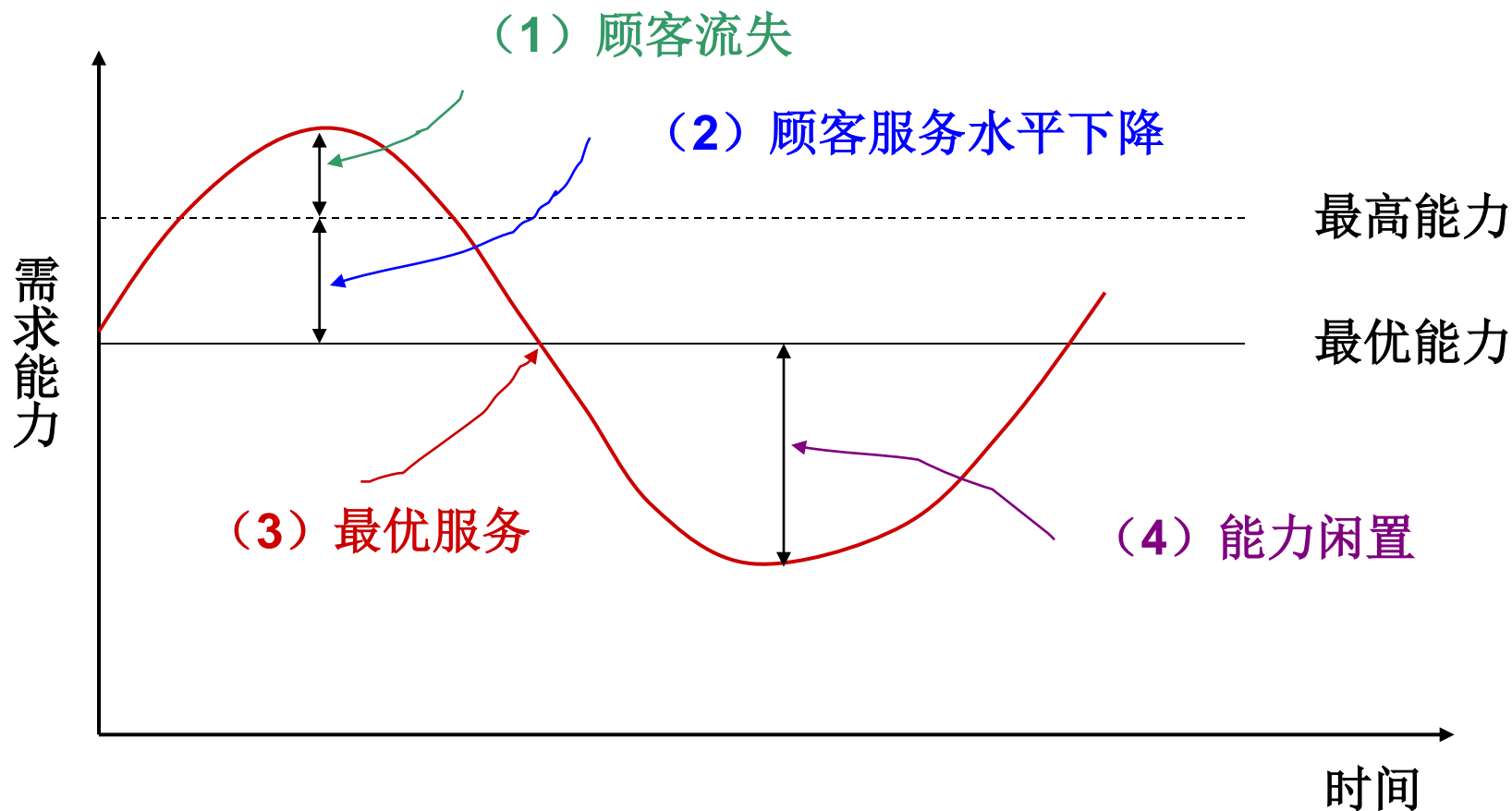
- 讨论：集合覆盖模型有哪些缺点？
- 集合覆盖模型并不考虑每个需求点的需求的大小，而是确定保证每个顾客达到某一覆盖水平下最少需要多少设施。

主要内容

- 设施规划概述
- 制造企业选址影响因素
- 服务企业选址影响因素
- 设施选址的评价方法
- 能力规划

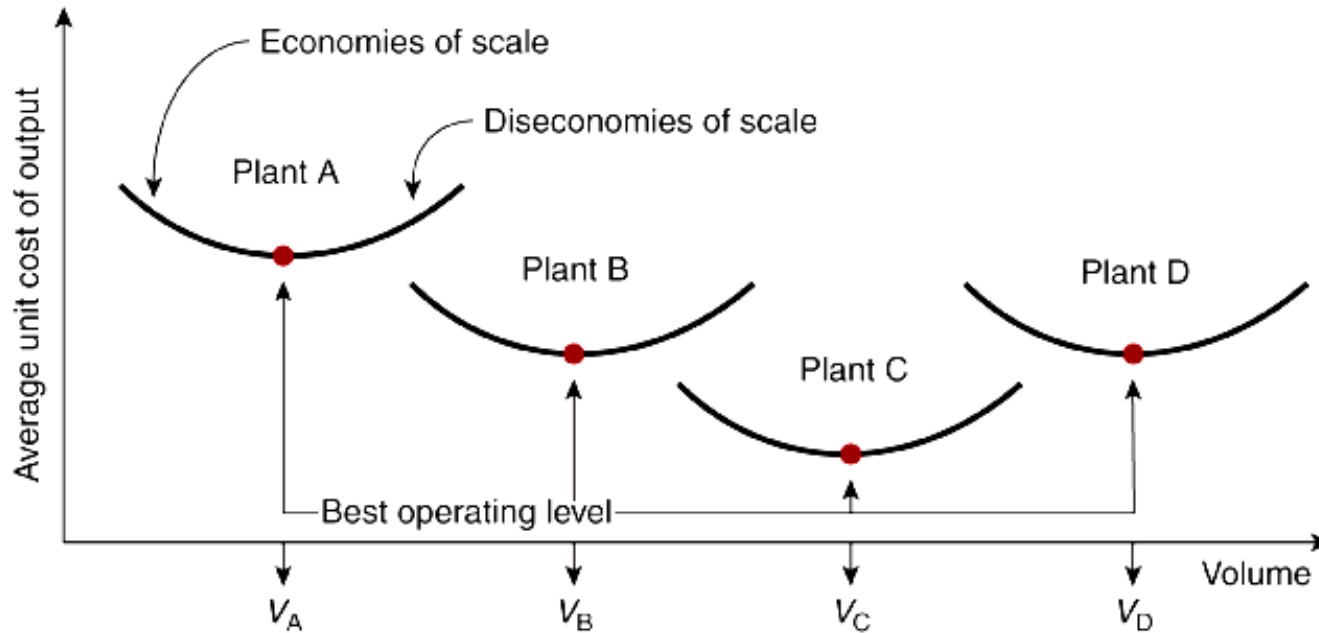
能力规划

- 能力不足: 丢失市场份额 vs. 能力过剩: 限制、浪费



能力的基本概念

- 最佳运行水平
 - 运营系统中单位产出成本最小时
- 规模经济与规模不经济



能力的基本概念

- 产生规模经济的原因：
 - 单位产品分摊的固定成本降低
 - 原材料折扣大
 - 劳动力专业化（生产率提高）
- 产生规模不经济的原因：
 - 增加生产协调成本（加班、机器故障）
 - 增加组织协调成本

能力的基本概念

- 能力柔性：在一个相当短的提前期内及时提供客户所需产品（服务）的能力
 - 柔性工厂：“零转换时间的工厂”（马戏团；酒店的宴会厅、报告厅）
 - 柔性工艺（流程）：柔性的生产制造系统和简单、易拆装的机器设备（不同产品种类的转换：范围经济）
 - 柔性工人：掌握多种技能，随时、方便转换到另外工种上（多面手）
 - 外部生产能力的利用（外包；共享生产能力）

能力的基本概念

- 能力平衡：上一个阶段的产出恰好满足下一个阶段的投入要求
- 能力不平衡的原因（瓶颈）：
 - 最佳运行水平不一样
 - 变化的产品需求以及来自生产过程本身的一些问题
- 平衡措施：
 - 增大瓶颈阶段的生产能力
 - 增加瓶颈阶段的生产设备
 - 在瓶颈前设置缓冲库存

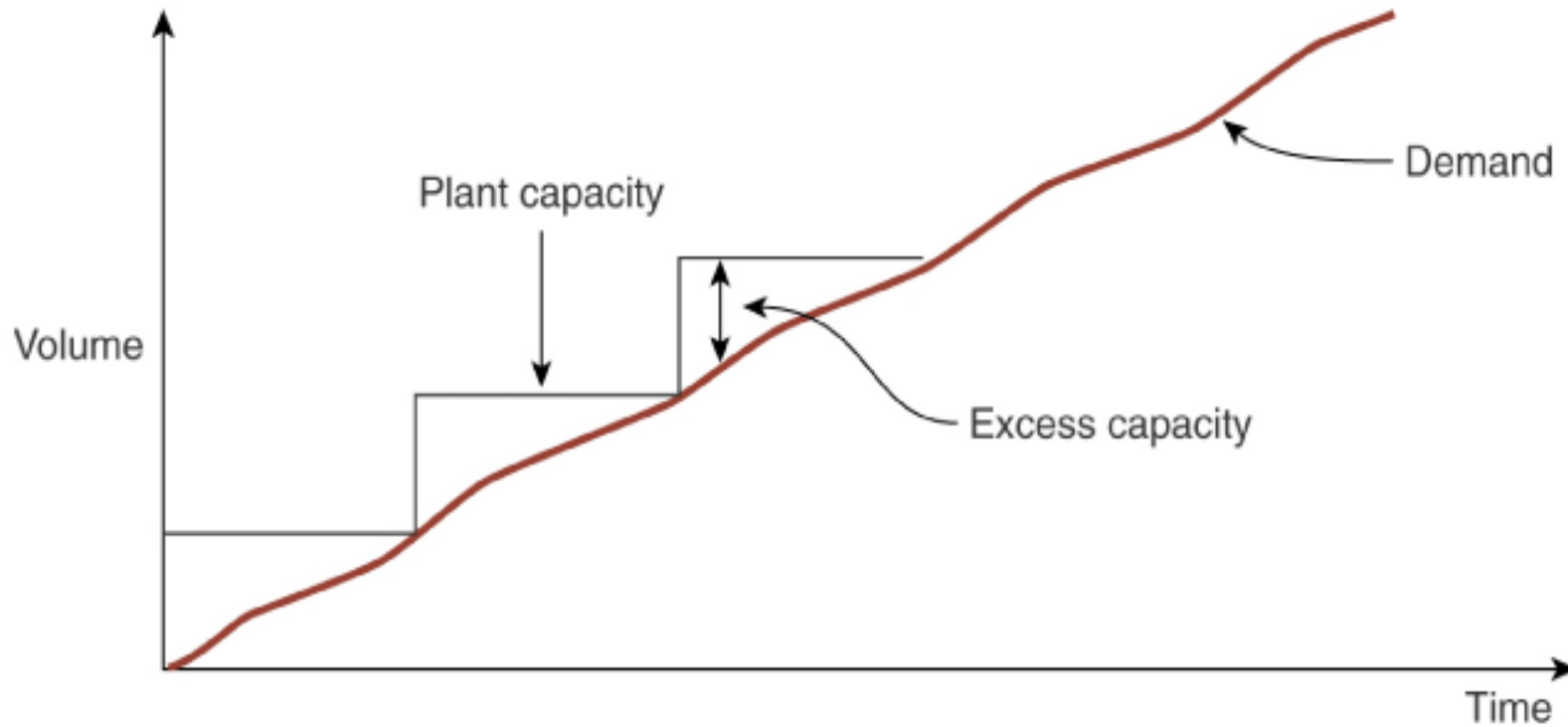
能力策略

- 前瞻型策略
- 中庸型策略
- 反应型策略



能力策略

- 前瞻型策略

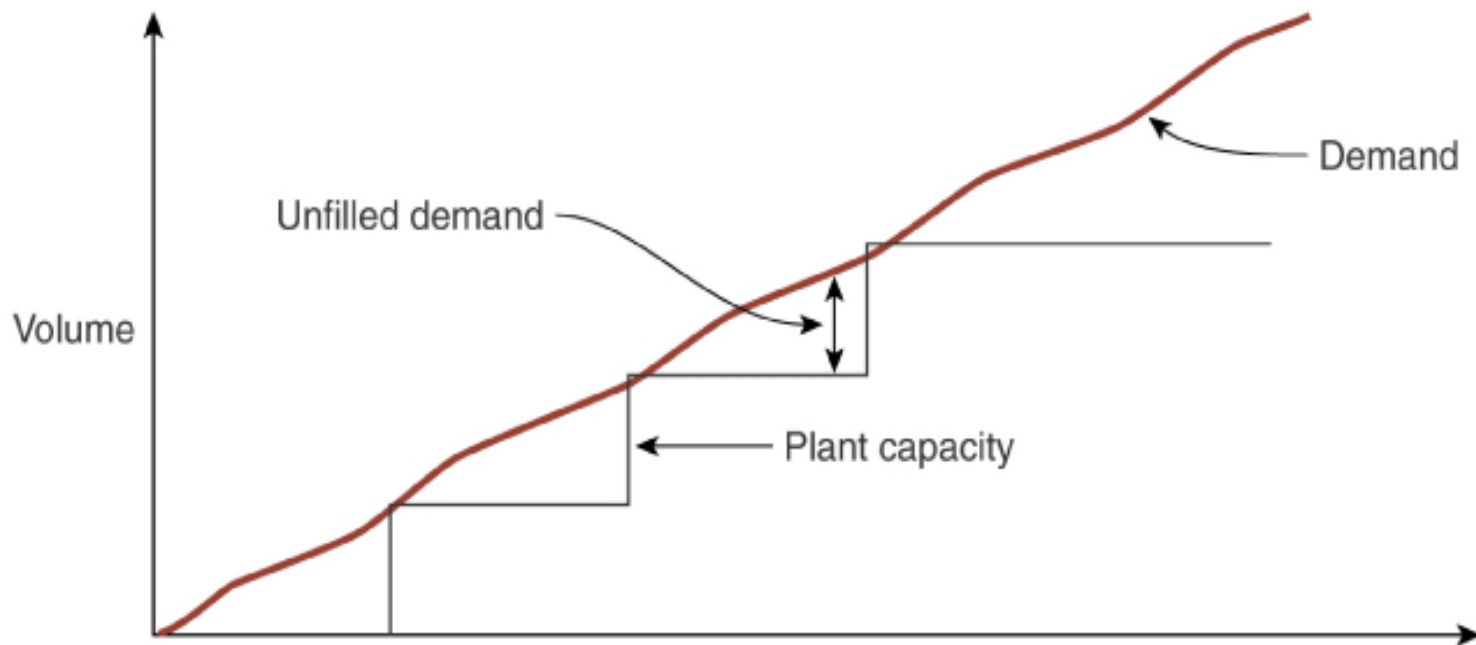


能力策略

- 前瞻型策略
 - 迅速反应并及时满足需求的增长
 - 基本目标：要使由于产能不足而无法满足客户需求的销售损失及相应的机会成本最小化
 - 最适合于劳动密集型企业
 - 适合在市场上不断增长的企业

能力策略

- 反应型策略

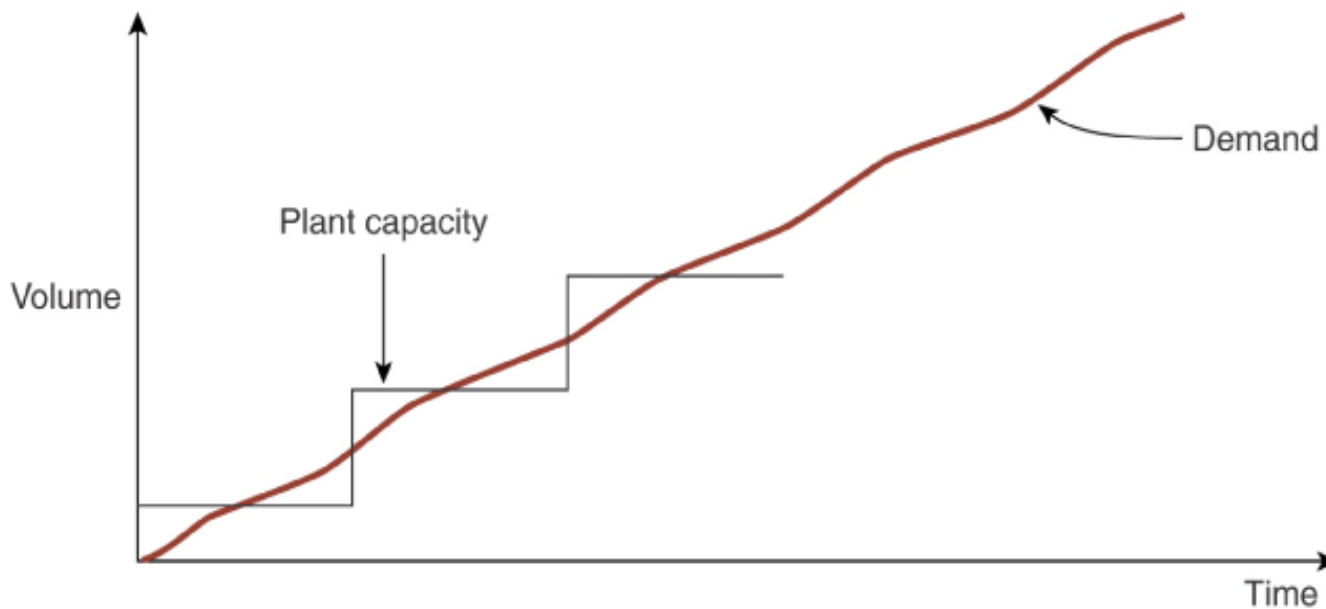


能力策略

- 反应型策略
 - 能力滞后战略
 - 能力利用率达到100%才考虑增加产能
 - 目标是使运营成本最小
 - 最适合流程式企业（固定成本高）

能力策略

- 中庸型策略



- 生产能力的增长与需求相接近

作业

- 5人一个小组，创建一个新企业，确定该企业的运营特点，并确定选址时需要考虑的具体因素，并选择合适的地址。（要求采用真实资料。）后期要求设计其设施布置及运营流程。