系统工程导论复习笔记

张博睿 自75 2017011537

目录

[系统工程导论复习笔记 1](#_Toc41920875)

[张博睿 自75 2017011537 1](#_Toc41920876)

[一、导论 3](#_Toc41920877)

[1.技术评审技术PERT 3](#_Toc41920878)

[（1）四个基本概念 3](#_Toc41920879)

[2.基本概念 3](#_Toc41920880)

[（1）系统工程的步骤 3](#_Toc41920881)

[（2）实例——席位分配 4](#_Toc41920882)

[（3）实例——用户平衡状态 4](#_Toc41920883)

[二、解释结构模型方法 4](#_Toc41920884)

[1.基本概念 4](#_Toc41920885)

[（1）结构模型 4](#_Toc41920886)

[（2）重要人物 4](#_Toc41920887)

[2.ISM概述 4](#_Toc41920888)

[（1）图的基本概念 4](#_Toc41920889)

[（2）图的矩阵表示法 4](#_Toc41920890)

[（3）ISM问题 5](#_Toc41920891)

[3.确定骨架图 5](#_Toc41920892)

[（1）确定邻接矩阵 5](#_Toc41920893)

[（2）计算可达矩阵 5](#_Toc41920894)

[（3）做层次划分 6](#_Toc41920895)

[（4）确定骨架图 6](#_Toc41920896)

[三、黑箱建模 7](#_Toc41920897)

[1.多项式逼近 7](#_Toc41920898)

[（1）数学形式 7](#_Toc41920899)

[（2）逼近能力 7](#_Toc41920900)

[（3）容易确定模型参数 7](#_Toc41920901)

[（4）多项式逼近的不足 7](#_Toc41920902)

[（5）解决问题的途径 7](#_Toc41920903)

[2.回归分析 8](#_Toc41920904)

[（1）一元线性回归 8](#_Toc41920905)

[（2）多元线性回归分析 9](#_Toc41920906)

[3.病态线性回归 10](#_Toc41920907)

[（1）严格病态线性回归 10](#_Toc41920908)

[（2）实际病态线性回归问题及处理方法 11](#_Toc41920909)

[四、主成分分析方法 12](#_Toc41920910)

[1.基本原理 12](#_Toc41920911)

[（1）基本准则 12](#_Toc41920912)

[（2）一般情况 12](#_Toc41920913)

[（3）有关性质 13](#_Toc41920914)

[2.数据压缩 14](#_Toc41920915)

[五、聚类分析方法 15](#_Toc41920916)

[1.K均值聚类 15](#_Toc41920917)

[（1）步骤 15](#_Toc41920918)

[2.系统聚类 15](#_Toc41920919)

[3.动态聚类 16](#_Toc41920920)

[4.SOM聚类 16](#_Toc41920921)

[（1）重要概念 16](#_Toc41920922)

[（2）学习算法 17](#_Toc41920923)

[六、决策分析方法导论 17](#_Toc41920924)

[1.决策的概念与特征 17](#_Toc41920925)

[（1）背景 17](#_Toc41920926)

[2.期望值法 17](#_Toc41920927)

[3.决策树法 17](#_Toc41920928)

[4.灵敏度分析 18](#_Toc41920929)

[5.情报的价值和贝叶斯决策 18](#_Toc41920930)

[（1）完全情报的价值 18](#_Toc41920931)

[（2）非完全情报和贝叶斯决策 18](#_Toc41920932)

[6.决策支持系统DSS 18](#_Toc41920933)

[7.冲突分析 18](#_Toc41920934)

[（1）理性稳定 18](#_Toc41920935)

[（2）连续稳定 18](#_Toc41920936)

[（3）不稳定 19](#_Toc41920937)

[（4）整体稳定性 19](#_Toc41920938)

[七、不确定性决策分析 19](#_Toc41920939)

[1.风险决策问题 19](#_Toc41920940)

[（1）展望 19](#_Toc41920941)

[（2）效用函数 19](#_Toc41920942)

[（3）前景理论 20](#_Toc41920943)

[2.风险决策 21](#_Toc41920944)

[（1）基本法则 21](#_Toc41920945)

[八、群决策 22](#_Toc41920946)

[1.概述 22](#_Toc41920947)

[2.常用的选择规则 22](#_Toc41920948)

[（1）简单多数 22](#_Toc41920949)

[（2）绝对多数 22](#_Toc41920950)

[（3）加权投票（Borda规则） 22](#_Toc41920951)

[（4）批准投票 22](#_Toc41920952)

[3.合理规则的性质 22](#_Toc41920953)

[（1）公理 22](#_Toc41920954)

[（2）条件 23](#_Toc41920955)

[（3）Arrow的不可能定理 23](#_Toc41920956)

[3.策略性投票 23](#_Toc41920957)

[九、多目标决策分析 23](#_Toc41920958)

[1.多目标决策问题的一般描述 23](#_Toc41920959)

[（1）有效解（Pareto解，非劣解） 23](#_Toc41920960)

[（2）多目标效用函数 24](#_Toc41920961)

[（3）用加权和函数近似效用函数，求解优化问题 24](#_Toc41920962)

[2.确定情况下多目标加权和方法 25](#_Toc41920963)

[（1）判断一致性的方法 25](#_Toc41920964)

[3.目的规划法 25](#_Toc41920965)

[十、系统评价方法 25](#_Toc41920966)

[1.AHP方法原理 26](#_Toc41920967)

**重点内容：**

（1）解释性结构建模（邻接矩阵、可达矩阵、骨架图）

（2）黑箱建模（原理部分、最小二乘法、病态回归问题）

（3）主成分分析（概念理解、数据压缩方法、与线性回归的关系）

（4）系统聚类（变量聚类、向量聚类）

（5）系统决策（期望值、决策树、展望的概念、效用函数、群决策）

（6）系统评价（AHP、多目标决策）

# 一、导论

## 1.技术评审技术PERT

### （1）四个基本概念

事件（活动结束）

活动（从一个事件到另一个事件）

松弛时间（不影响完工前提下可能被推迟完成的最大时间）

关键路线（PERT网络中花费时间最长的事件和活动的序列）。

## 2.基本概念

### （1）系统工程的步骤

明确问题

设置目标，建立评价准则

生成方案

把方案建模

对方案进行评价

选择一个方案

规划实施

### （2）实例——席位分配

若分配一个新增席位，应该使下述比值达到最大的洲

其中，是州人口数和当前席位数（Huntington-Hill分配方法）

### （3）实例——用户平衡状态

Braess悖论：增加道路反而使得出行成本增加

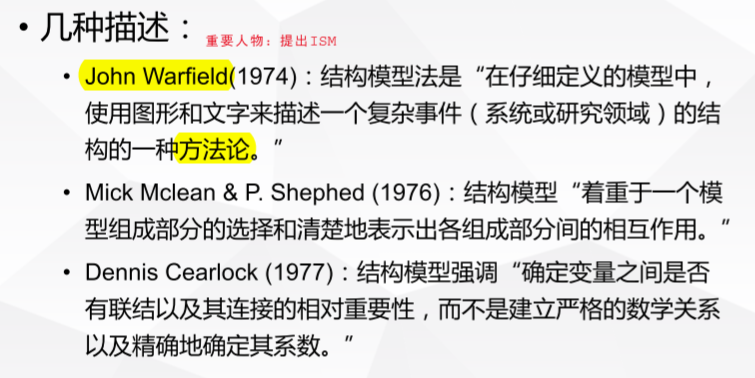
# 二、解释结构模型方法

## 1.基本概念

### （1）结构模型

**定义：**使用有向连接图来描述系统各要素间的关系，以表示一个作为要素集合体的系统的模型。

### （2）重要人物



## 2.ISM概述

### （1）图的基本概念

瑞士数学家欧拉于1736年发表首篇图论方面的论文。

**1）有向连接图：**由若干节点和有向边连接而成的图形。

**2）回路：**在有向连接图的两个节点之间的边多于一条时，则该两节点的边构成回路。

**3）环：**某节点的有向边直接与该节点相连接，则构成环。

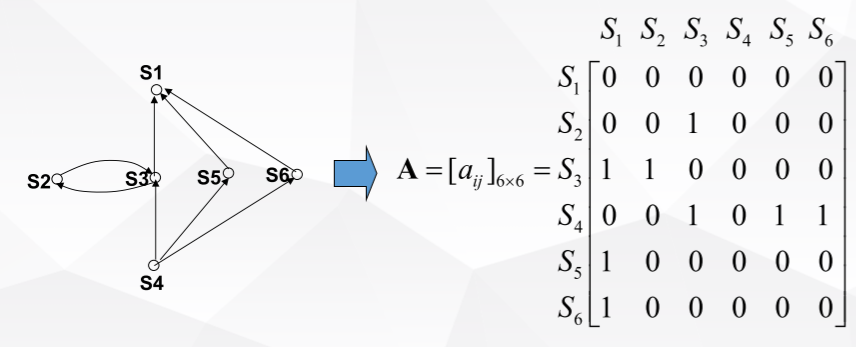
**4）树：**树是一种无向图，其中任意两个顶点间存在唯一一条路径。或者说，只要没有回路的连通图就是树。

**5）关联树：**在节点上带有加权值W，而在边上有关联值r的树称为关联树。

### （2）图的矩阵表示法

**1）邻接矩阵：**图的基本的矩阵表示，用来描述图中各节点两两之间的关系。**注意：对于有向图，从该点出射才表示为1**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 概念 | 定义 | 说明 |
| 汇点 | 只有有向边进入而没有离开该节点 | 矩阵A的元素全为零的**行** |
| 源点 | 只有有向边离开而没有进入该节点 | 矩阵A的元素全为零的**列** |



**2）可达矩阵：**用矩阵形式来描述有向连接图各节点之间，经过一定长度的通路后可以到达的程度。

**3）骨架图：**注意四种关系（A不比B不合适，B不比A不合适，A和B等价，A和B未知）

### （3）ISM问题

**给定：**一组变量、一种满足传递性的有向关系

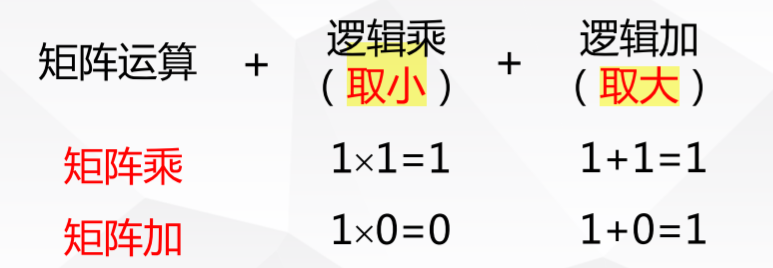
**要求：**确定完全表示其相互关系的骨架图

该方法并不涉及如何具体确定两个变量之间的关系，只是辅助确定并清晰地表示所有变量之间地关系。

## 3.确定骨架图

### （1）确定邻接矩阵

**邻接矩阵运算规则：**



**结论：**

的元素为1，在相应元素间有k次通路；

的元素为0，在相应元素间无k次通路；

N个变量的邻接矩阵A，当k大于或等于n后，的非对角线上不会有首次为1的元素；

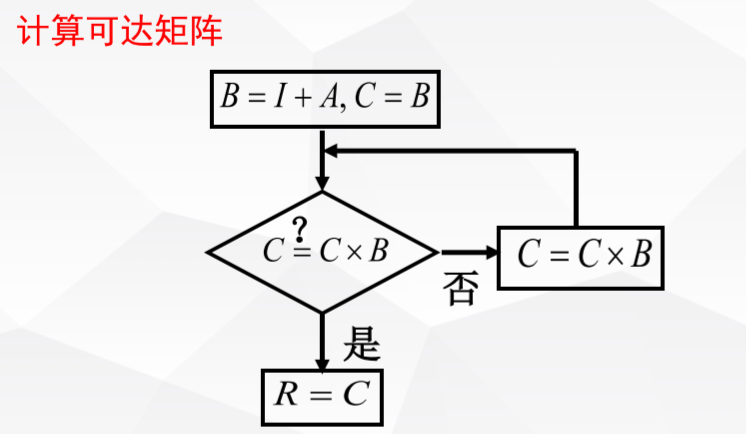
N个变量有向图，若两个变量之间没有次通道，则它们之间没有通道；

### （2）计算可达矩阵

只要变量间存在通道，的相应元素为1；若变量间不存在通道，的相应元素为0。

如果有满足

则



### （3）做层次划分

**规则：**

1）同层变量或者互通或者不同；

2）每层变量仅指向**相邻的**上层变量；

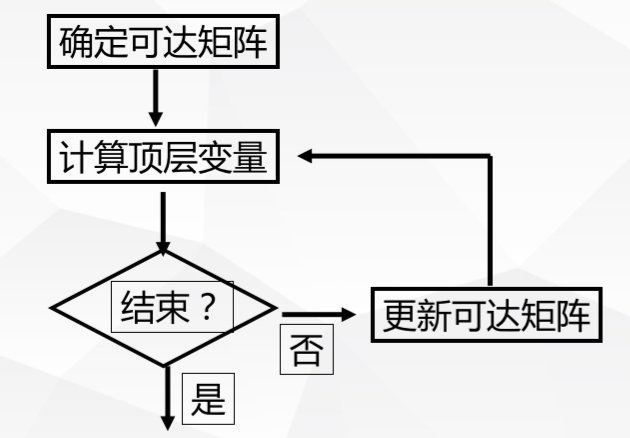
3）每层变量不指向下层变量。

**顶层变量特征:**

1）不达到其他变量；

2）如果能达到某个变量，则该变量也能达到它。

**从而得到，**

****

### （4）确定骨架图

**1）选择参考变量**

**2）将所有变量逐个和参考变量比较**

****

**3）确定可达矩阵的部分元素**

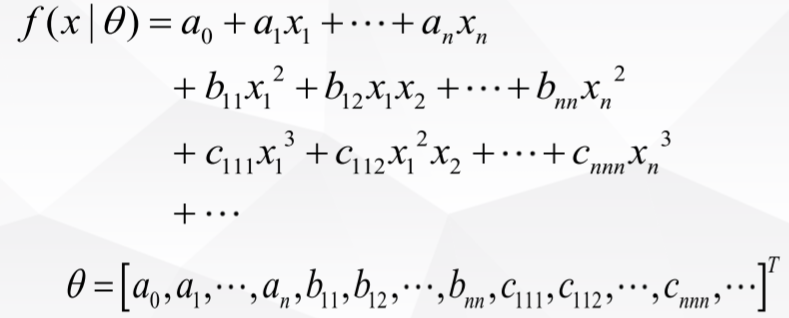
**4）确定对角块**

**5）确定非对角块**

# 三、黑箱建模

## 1.多项式逼近

### （1）数学形式



### （2）逼近能力

根据**Weierstass定理**：

设在上连续及，则一定存在一个多项式使得。

### （3）容易确定模型参数

采用最小二乘法估计参数

**注意：这里的是将样本特征向量按照列向量排布的**

如果估计残差是白噪声（零均值、正态分布），则LS估计是无偏、有效、具有最小方差的估计。

### （4）多项式逼近的不足

模型好用性和逼近能力有**严重矛盾**

### （5）解决问题的途径

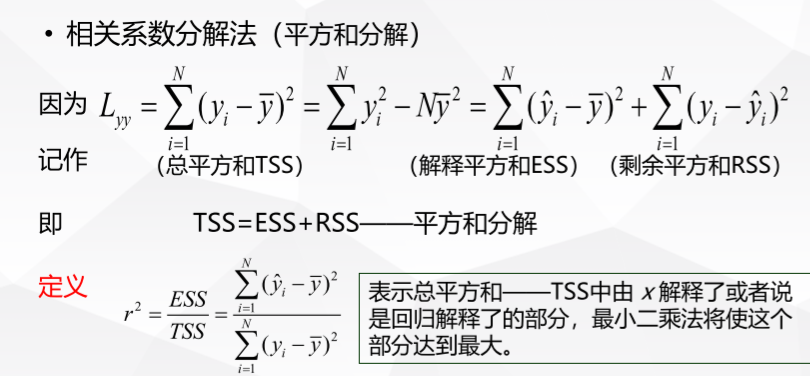
限制基函数起作用的区域，用局部基函数代替全局基函数

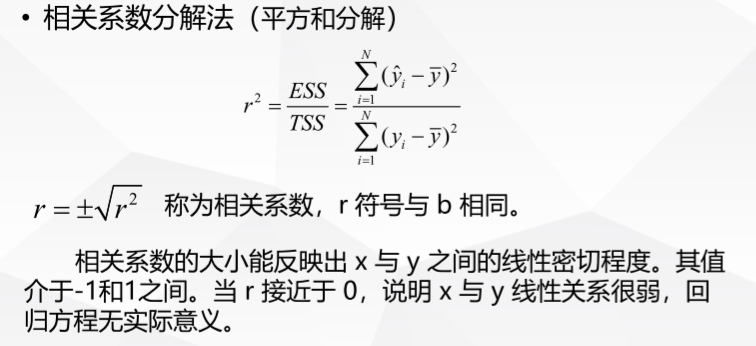
**辐射基函数（RBF）**

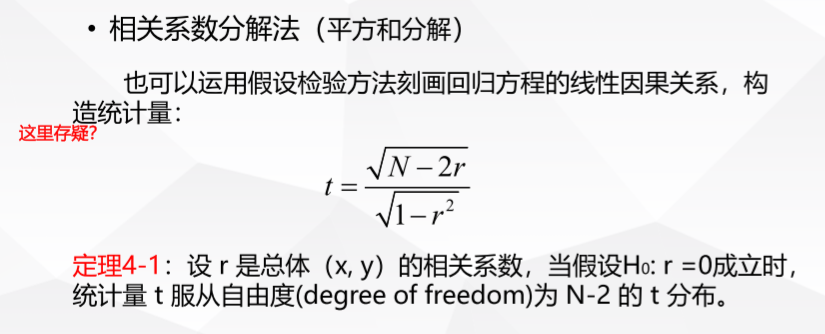
**岭函数（Ridge function）**

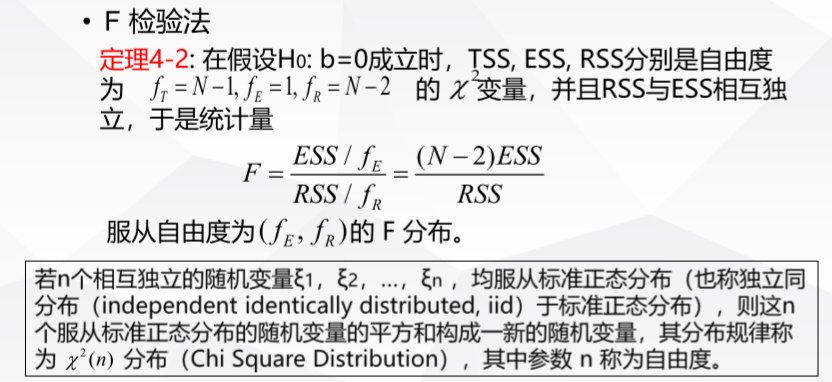
## 2.回归分析

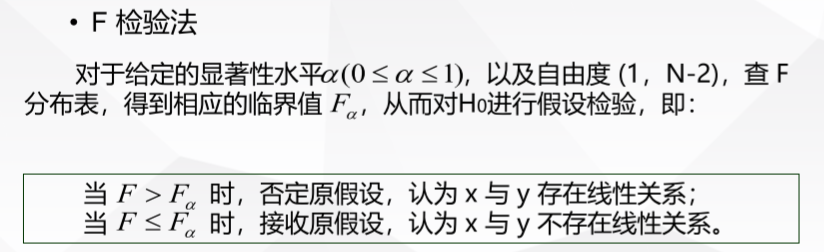
### （1）一元线性回归

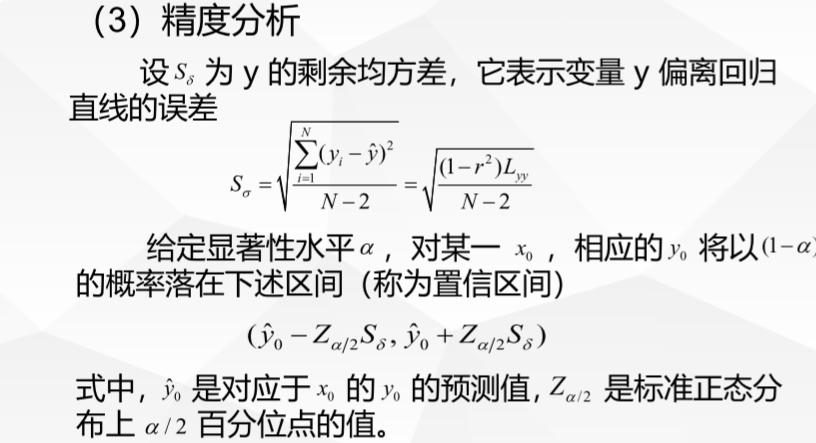


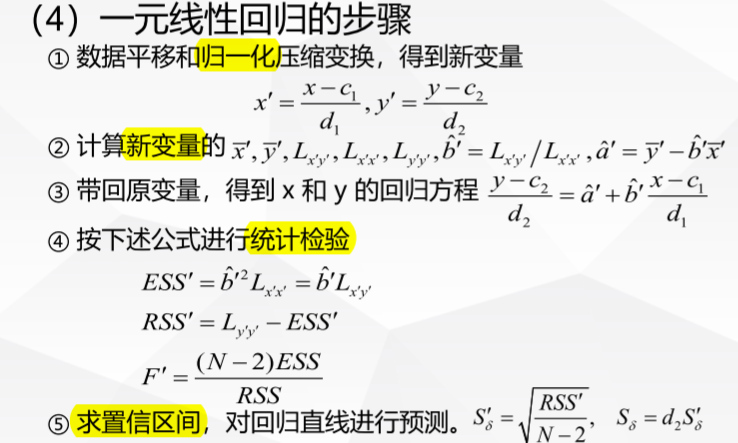




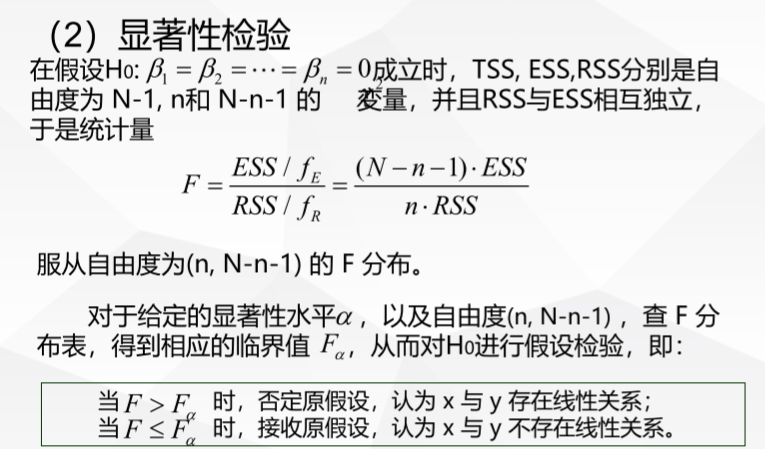


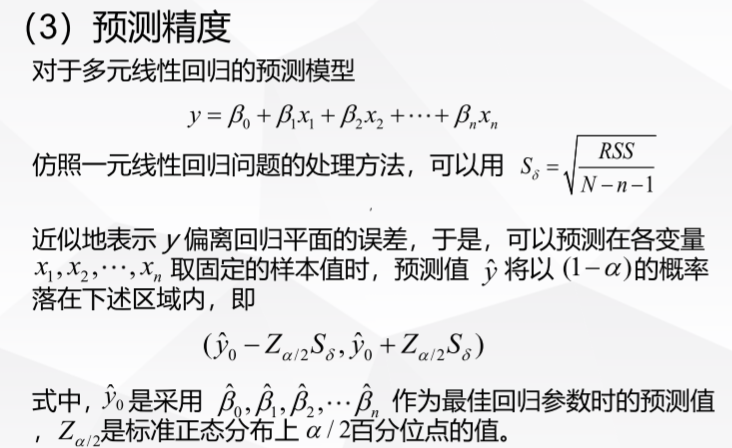






### （2）多元线性回归分析



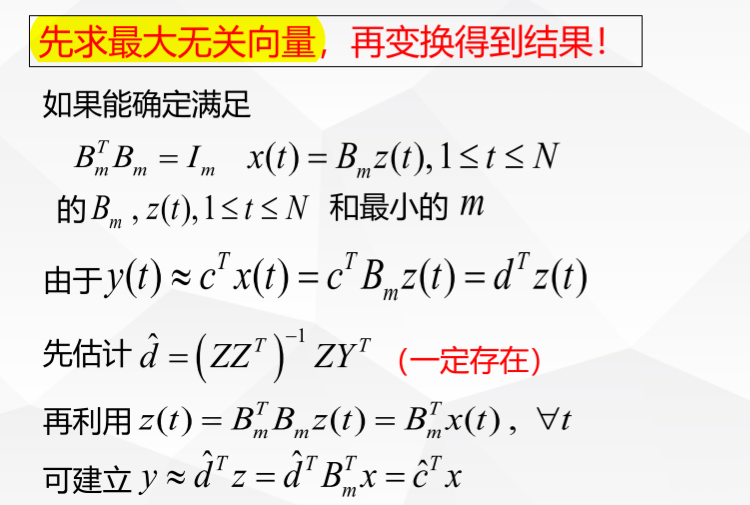


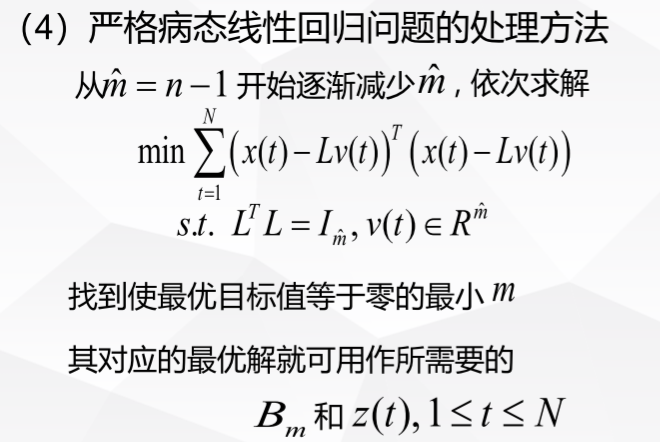
## 3.病态线性回归

### （1）严格病态线性回归

**产生原因：**样本数据中回归变量间严格线性相关

**严格病态线性回归问题的处理方法：**





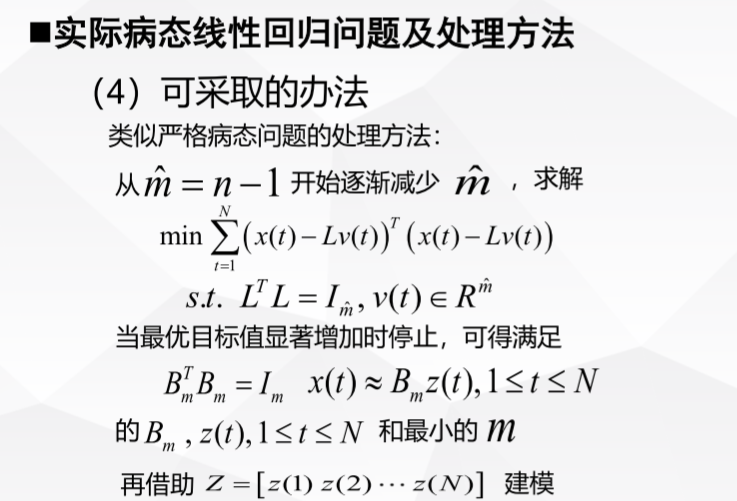
### （2）实际病态线性回归问题及处理方法

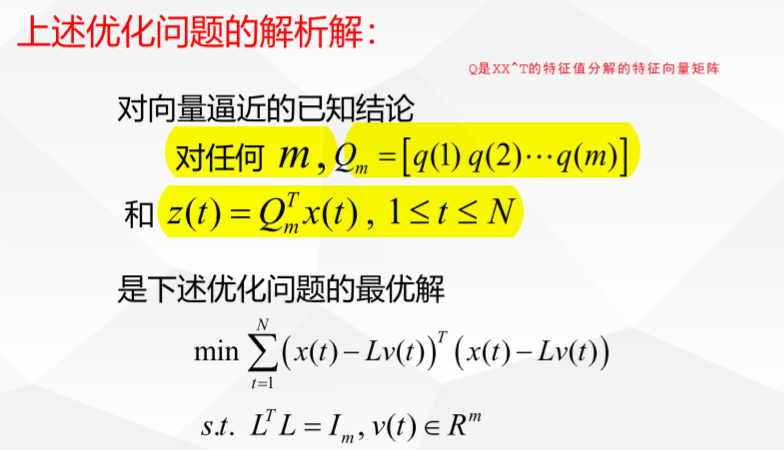
**后果分析**

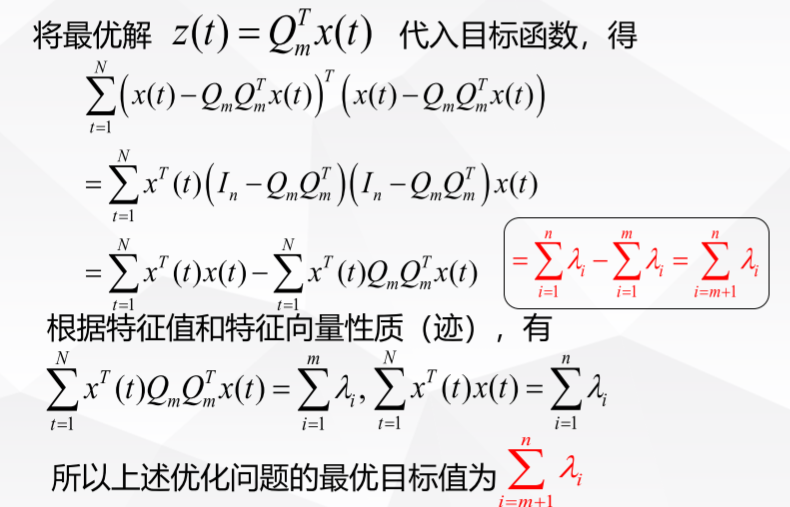
用表示真正的（或最好的）模型参数，最小的样本误差为

于是

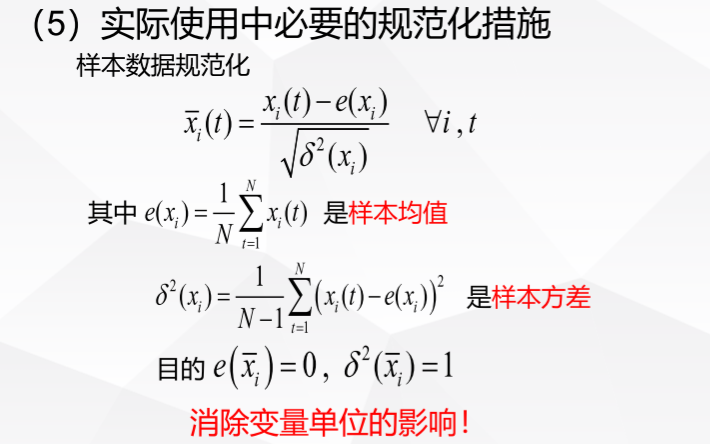
从而得到参数估计误差







**注意：实际使用中必要的规范化措施**



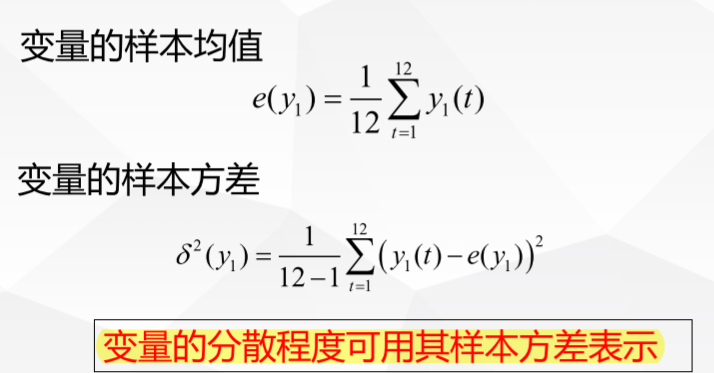
**注意课件P104的例题**

# 四、主成分分析方法

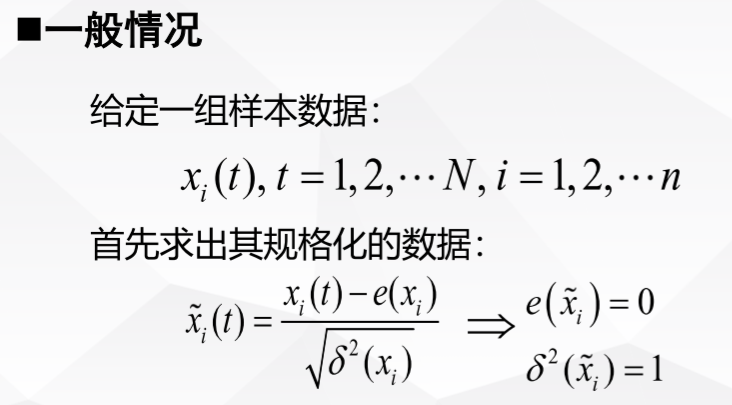
## 1.基本原理

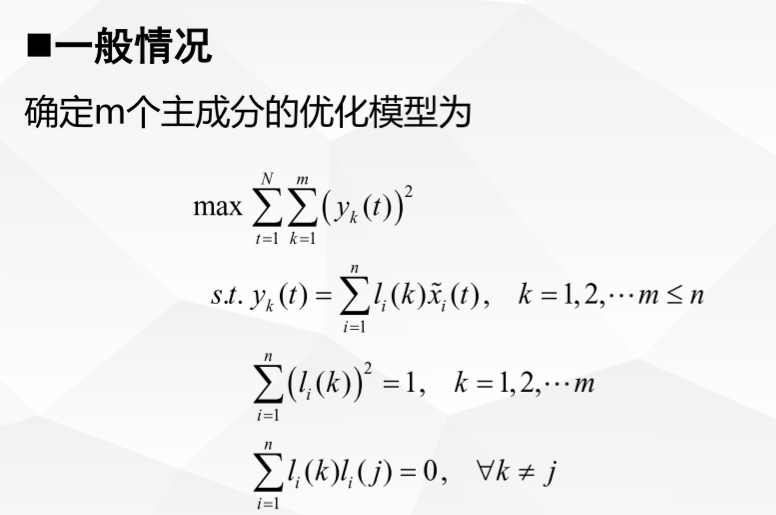
### （1）基本准则

分类变量的分散程度越大越有利

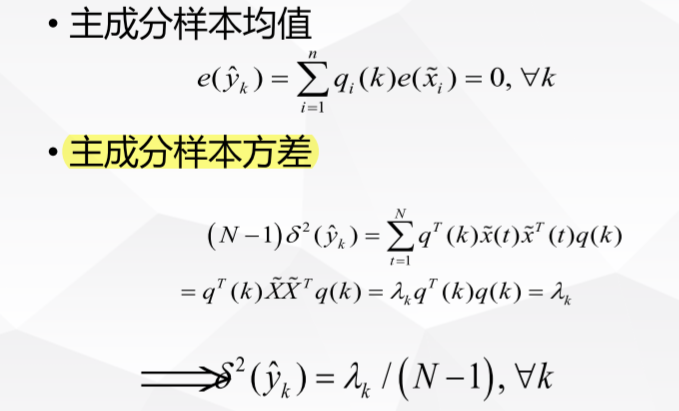


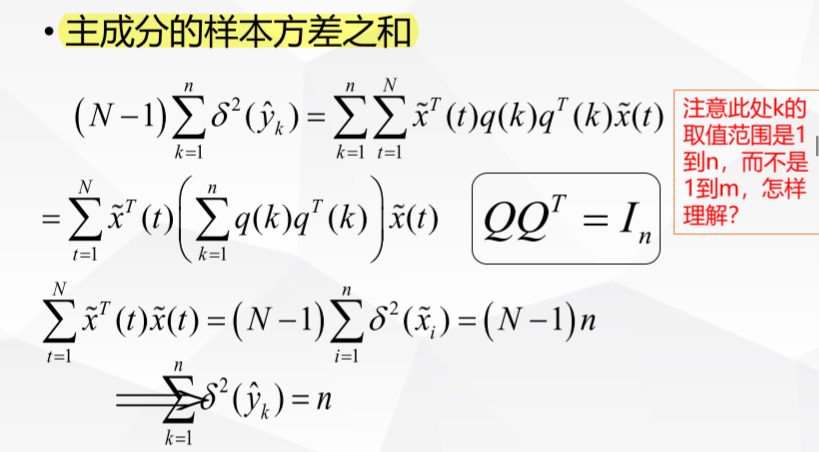
### （2）一般情况



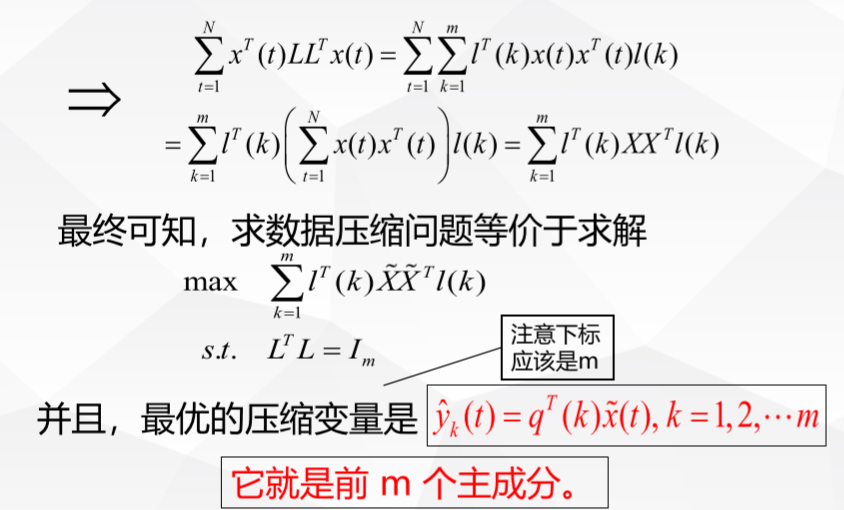


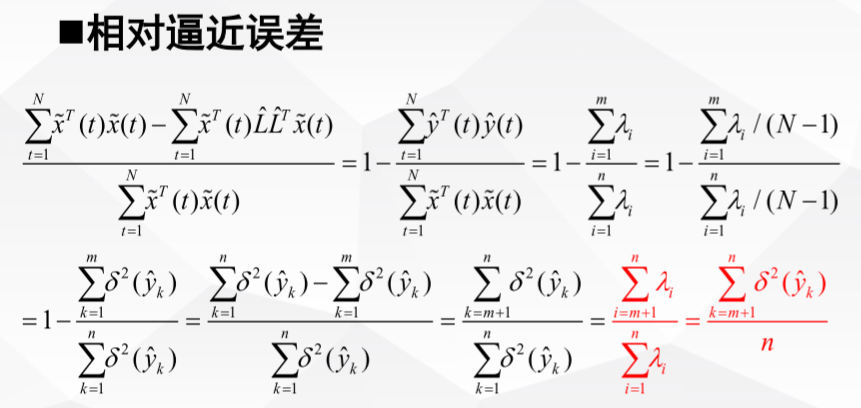
### （3）有关性质

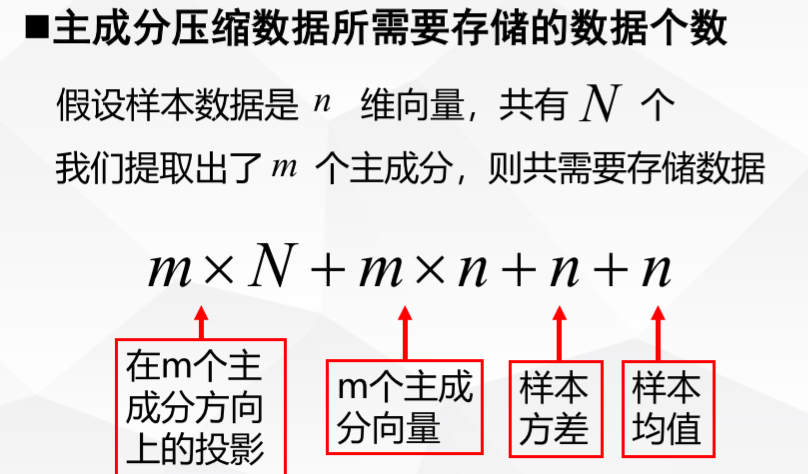




## 2.数据压缩

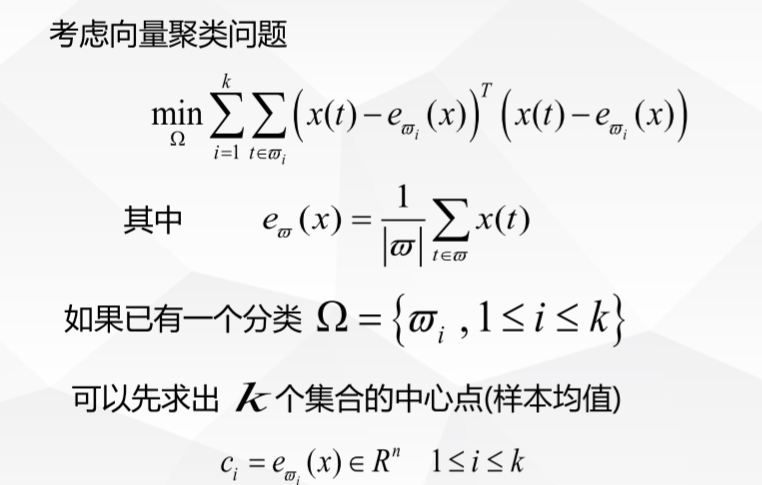




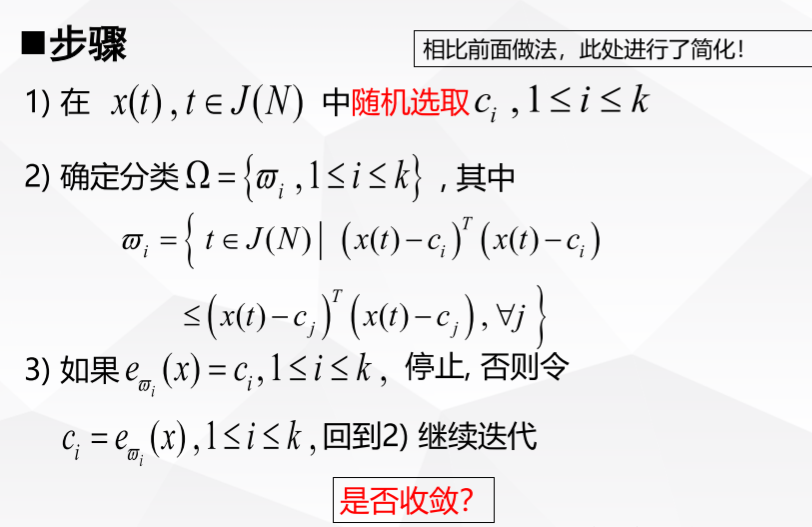


# 五、聚类分析方法

## 1.K均值聚类

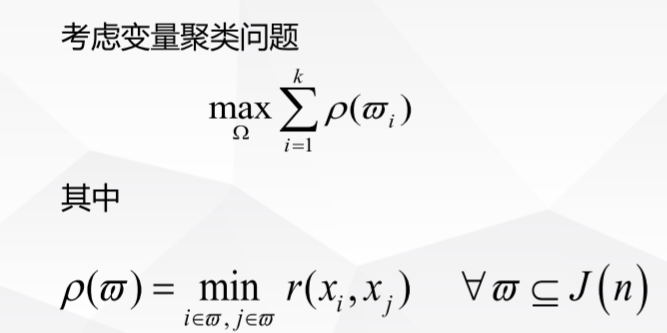


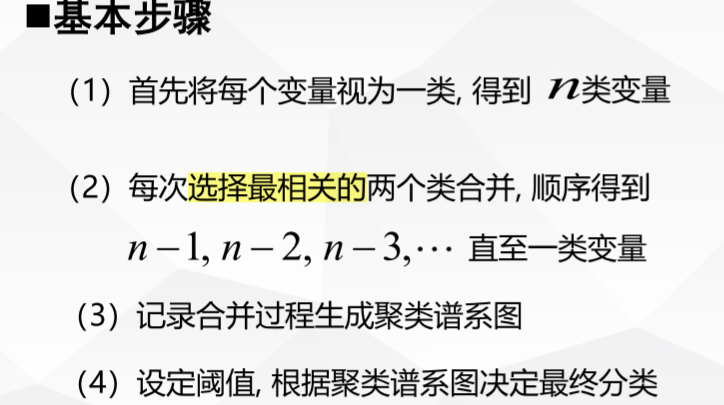
### （1）步骤



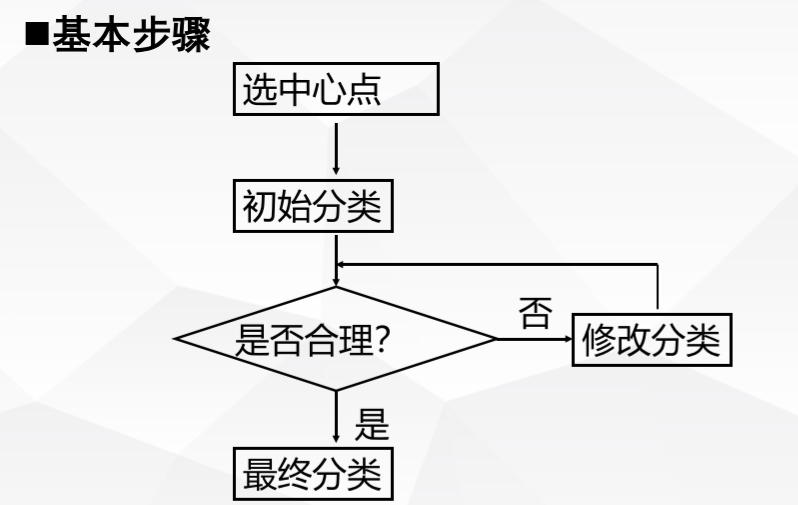
## 2.系统聚类

系统聚类算法是一种贪婪算法





## 3.动态聚类



**1）选择中心点（密度法）**

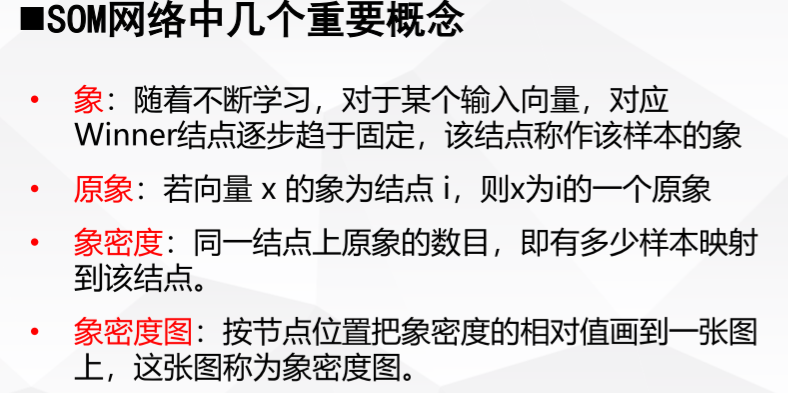
**2）初始分类**

**3）修改分类（修改中心点）**

**4）停止准则**

## 4.SOM聚类

### （1）重要概念



### （2）学习算法

**1）权值初始化（取小随机数，但是不能相等）**

**2）在时刻t加入一个输入样本x（从样本集中选择或抽取，有时需要调整顺序）**

**3）寻找最佳匹配点**

**4）权值竞争学习**

**5）更新补偿和领域，如果达到终止条件（如迭代次数）则终止，否则**

**注意：和一般随着t增大而减小或者缩小**

# 六、决策分析方法导论

## 1.决策的概念与特征

### （1）背景

**决策者的分类：**专业决策者、管理决策者、公共决策者

**决策的过程：**情报、设计、抉择、实施

**西蒙——管理就是决策**

**决策分析的依据：**决策者对于不同决策后果的主观偏好

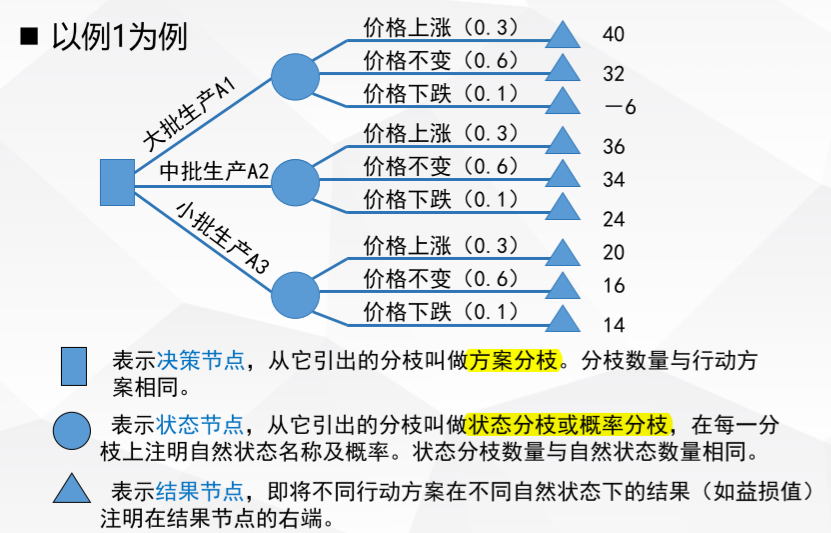
**决策环境类型：**确定型、风险型、不确定型

## 2.期望值法

若采用决策目标（准则）是期望收益最大，则选择收益期望值最大的行动方案为最优方案。

## 3.决策树法

**注意其中的格式**

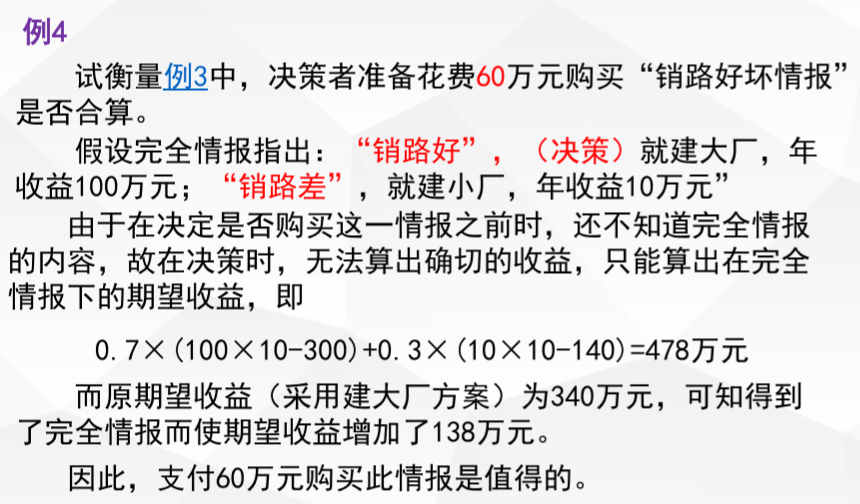


## 4.灵敏度分析

## 5.情报的价值和贝叶斯决策

### （1）完全情报的价值

**例子**

****

### （2）非完全情报和贝叶斯决策

在决策分析过程中，如果得不到完全情报，或者采集完全情报所花费代价太大，则可以采用非完全情报作为补充信息对原来的状态概率进行修正。

**先验概率：**原来的状态概率

**后验概率：**修正后的状态概率

**贝叶斯决策**就是用来估计由于获得了非完全情报而提高决策的效果的方法。

## 6.决策支持系统DSS

DSS是一种能够帮助决策者利用数据和模型，解决半结构化的以计算机为基础的交互作用系统。

西蒙（1960年）提出：决策问题分为结构化和半结构化两大类。

## 7.冲突分析

首先，需要确定决策人在每个结局所具有的单独改变自己地位的能力（UI）——单方面提升。

### （1）理性稳定

对于一个决策者，如果他在某个结局上不能单独改进自己的困境，那么这个结局对该决策者就是理性稳定的，记作“r”。

### （2）连续稳定

在这种稳定中，决策者可以利用UI改进自己的处境，而在这个新的结局上，其他决策者也可以运用他们的UI使局势再次变化，而由此产生的结局比初始结局还要差，从而迫使决策者放弃使用UI而造成的稳定。这种由于UI被制裁而造成的稳定叫做连续稳定，用“s”表示。

### （3）不稳定

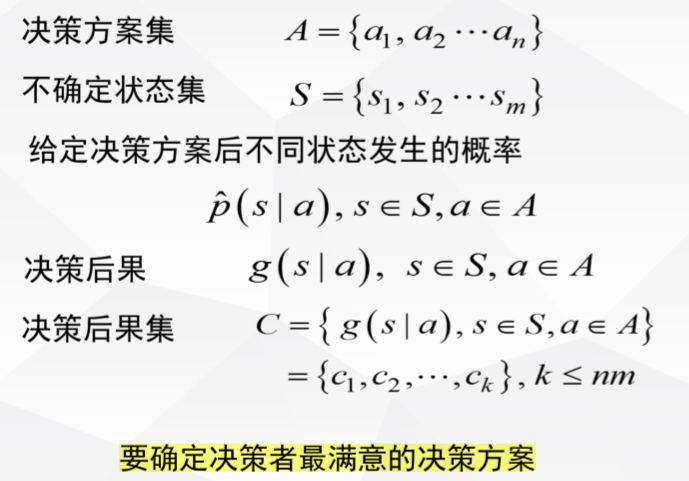
在一个结局上，如果决策人至少有一个没有被制裁的UI，这个结局就是不稳定的，记为“u”。

### （4）整体稳定性

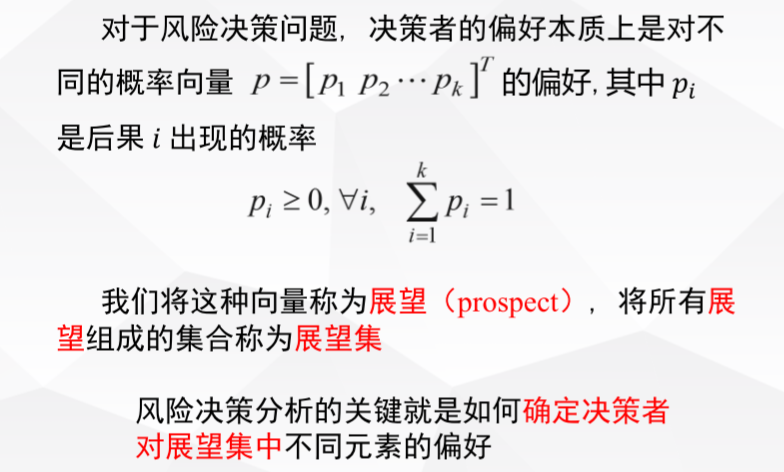
当一个结局对于所有决策者都具有稳定性时，那么这个结局就具有整体稳定性。

# 七、不确定性决策分析

## 1.风险决策问题



### （1）展望



### （2）效用函数

**合理的偏好应该满足的条件：**

**1）连通性**

**2）传递性**

**3）单调性（复合传递性）**

**4）连续性（有限优越性）**

**效用函数的性质**

**1）一致性**

**2）线性**

**3）正线性变换下的唯一性**

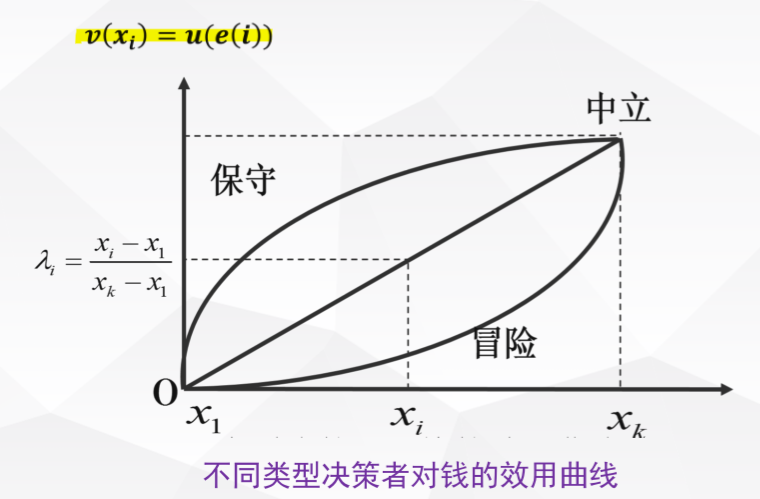
**如何求解效用函数**



**效用函数和期望效益的区别**

展望的效用函数

意义：对确定性结果的效用的期望值



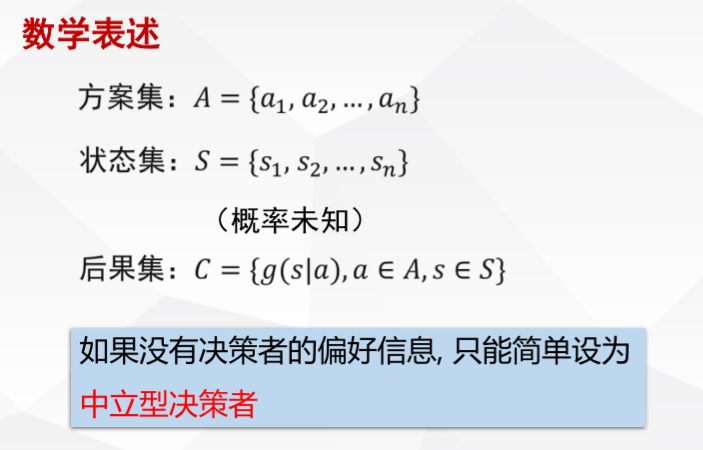
**注意：上面的函数是**

风险态度本质上反映了在不同基础上对增加单位收入的感受！

### （3）前景理论

人在面临获利时，不愿冒风险；而在面临损失时，人人都成了冒险家。

## 2.风险决策



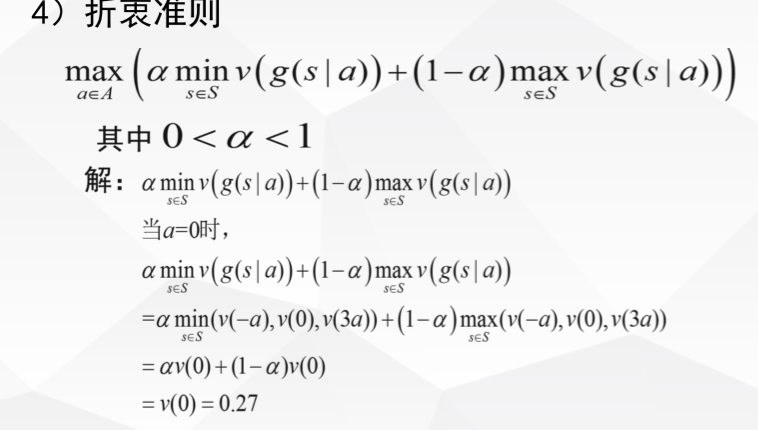
### （1）基本法则

**1）平均准则**

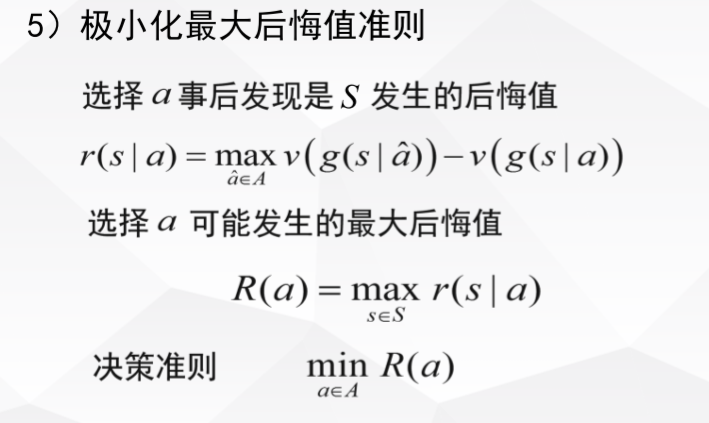
**2）悲观（保守）准则**

**3）乐观（冒险）准则**

**4）折衷准则**



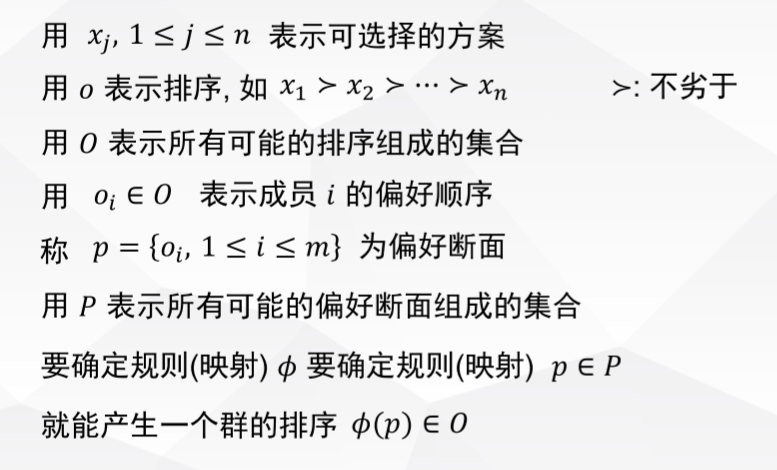
**5）极小化最大后悔值 准则**

****

# 八、群决策

## 1.概述

群由m个成员组成，决策问题有n个方案可供选择



## 2.常用的选择规则

### （1）简单多数

### （2）绝对多数（要超过50%，否则淘汰掉菜的重新投票）

### （3）加权投票（Borda规则）

### （4）批准投票

### 3.合理规则的性质

### （1）公理

连通性、传递性

### （2）条件

完全域、无关方案的独立性、群偏好和成员偏好的正的联系、Pareto原则、非独裁性

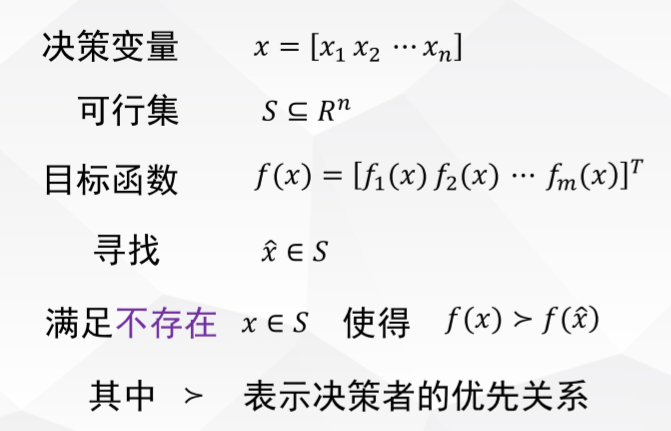
### （3）Arrow的不可能定理

没有一个群的选择规则能够同时满足前面的两个公理和五个条件

## 3.策略性投票

# 九、多目标决策分析

## 1.多目标决策问题的一般描述



### （1）有效解（Pareto解，非劣解）

假设每个目标都是成本型目标，即越小越好。

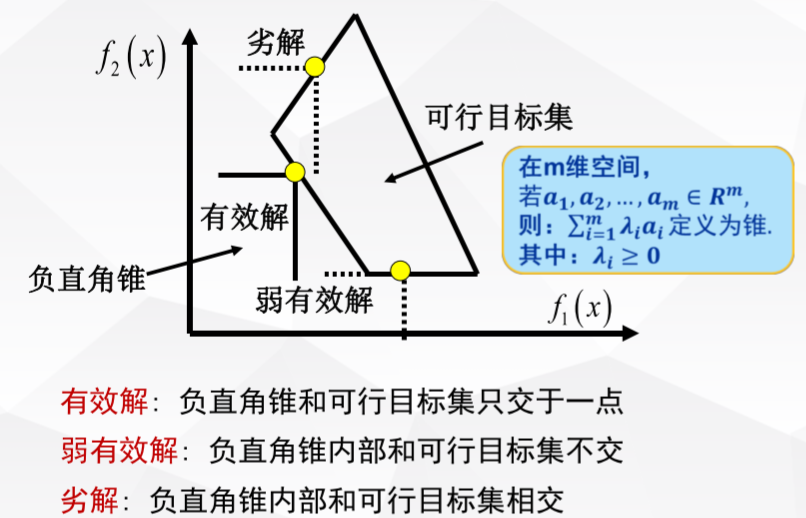
如果存在满足

并且至少有一个目标，比如满足

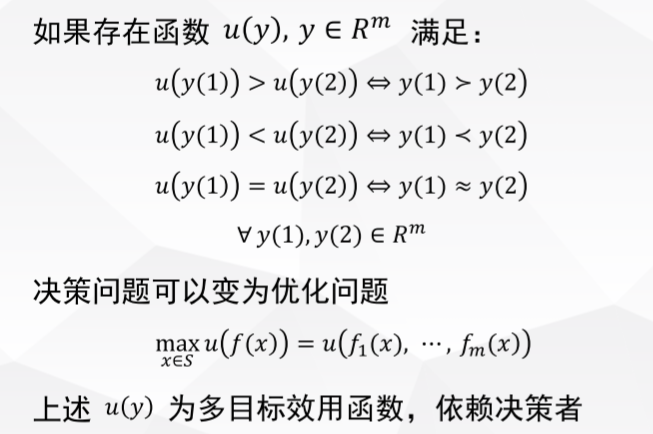
那么肯定不是所求决策

上述被称为劣解，不是劣解的叫做有效解。

多目标决策实际上是在有效解集合中进行决策。



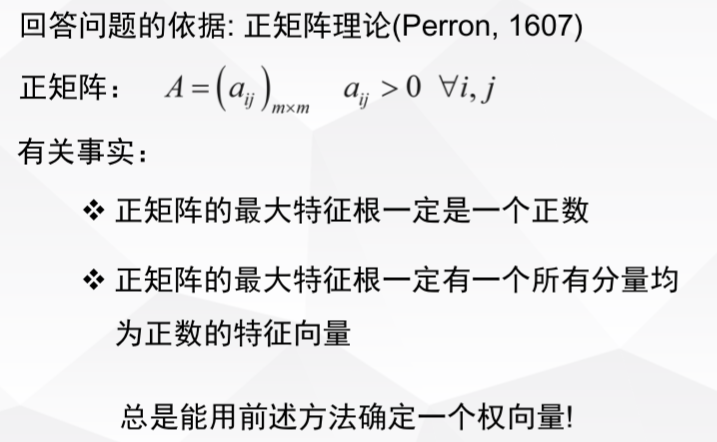
### （2）多目标效用函数



### （3）用加权和函数近似效用函数，求解优化问题

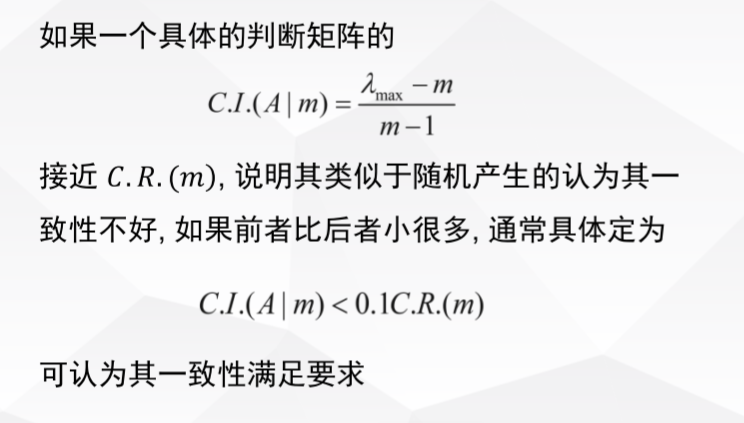
**改变权向量，一般情况下不能保证得到全部的有效解。**

## 2.确定情况下多目标加权和方法



**总结：**如果判断矩阵的最大特征根和m的差比较小，就可以用其规范化的特征向量做权向量，否则不行。

### （1）判断一致性的方法



## 3.目的规划法

**没有讲呀！**

# 十、系统评价方法

Saaty提出的AHP方法

## 1.AHP方法原理



