

# 层次分析法

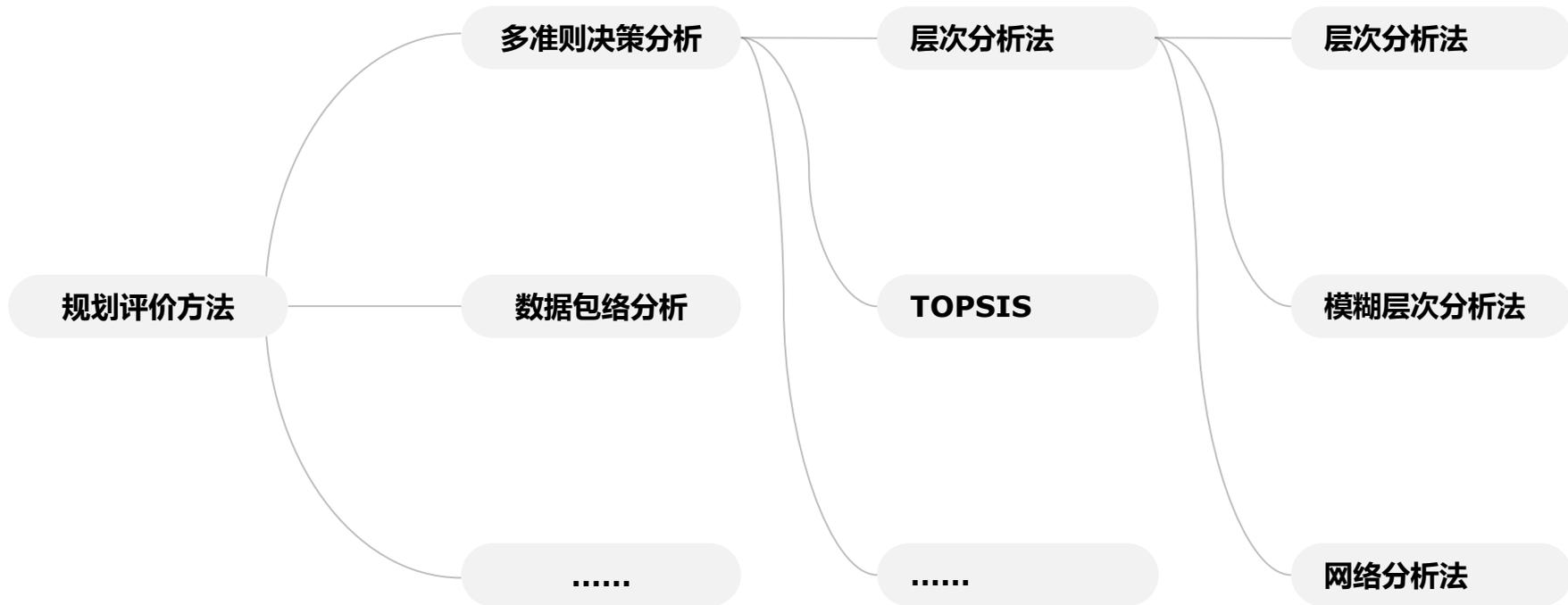
城市分析方法系列课程

苏州大学 王灿

# 规划评价方法



# 规划评价方法



# 多准则决策分析

- **多准则决策分析** (Multi-criteria decision analysis, **MCDA**) 是一种决策方法，用于同时考虑多个标准或目标，以评估和比较不同的决策选项，从而做出全面和均衡的选择。
- 要对MCDA有正确的期望：
  - MCDA不能提供“客观”的分析，不能提供“正确”的答案。
  - MCDA可以帮助决策者更好地理解问题；组织和综合各种信息；明确并管理主观性；并确保所有标准和决策因素都得到了适当的考虑。

# 多准则决策分析

Ian McHarg (1969) : Design With Nature (《设计结合自然》)



坡度



地表排水



土壤排水



基岩地基



土壤地基



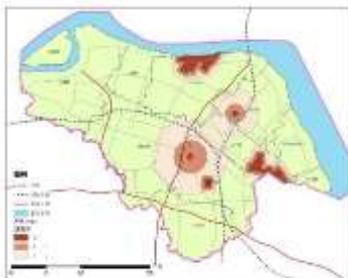
易冲蚀程度



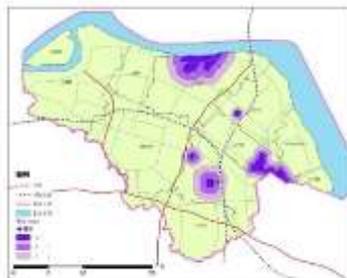
叠合结果

# 多准则决策分析

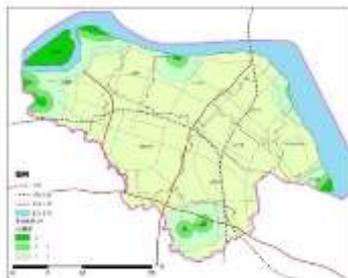
## 多准则用地适宜性评价



废物排放



噪音影响



生态敏感区



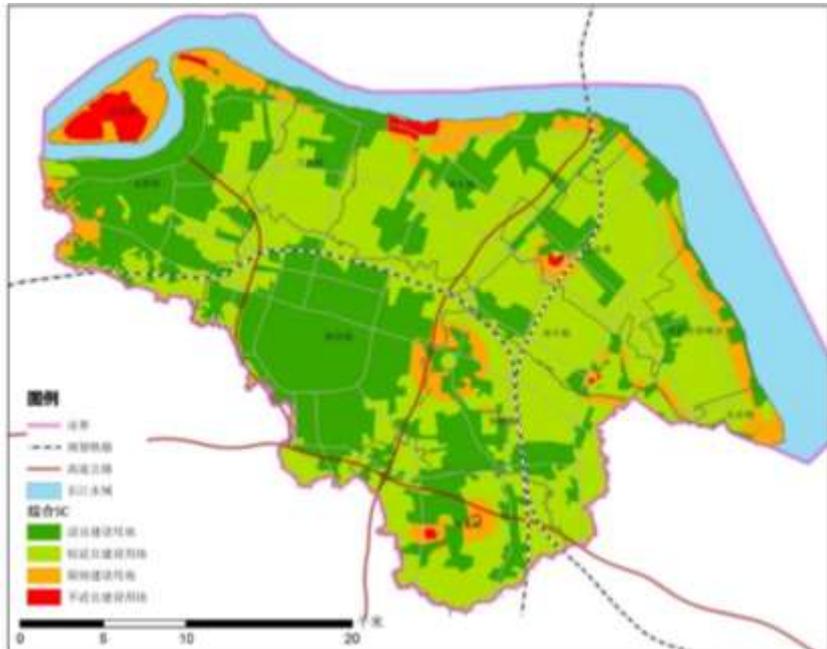
长江岸线



高速公路出入口



现状商业中心

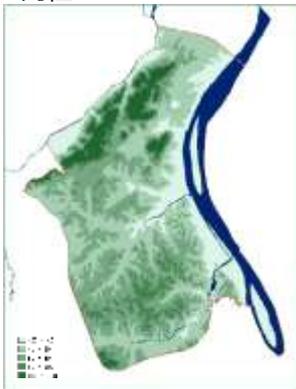


叠合结果

# 多准则决策分析

## 多准则用地适宜性评价

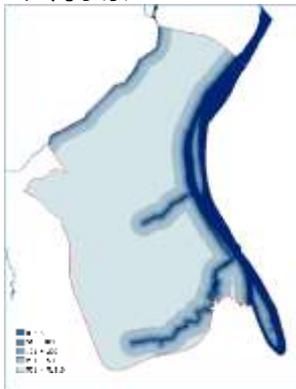
高程



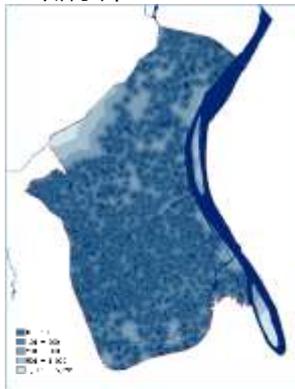
坡度



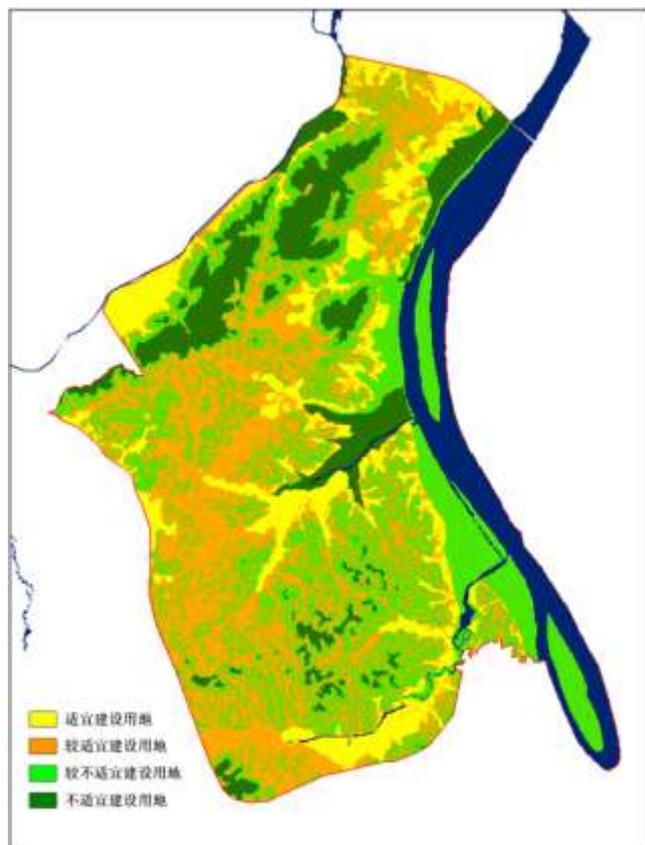
江河水系



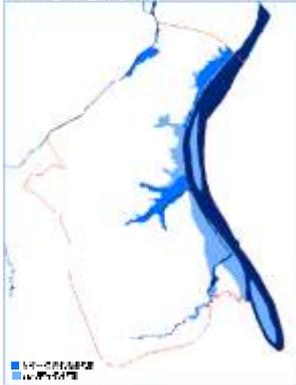
山塘水库



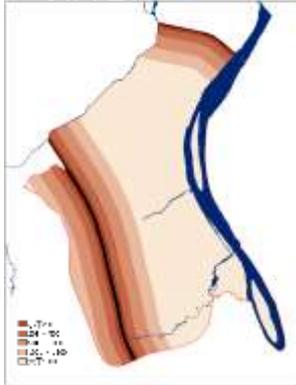
叠合结果



洪水淹没区



主要交通线路



土地覆盖类型



文物保护



长沙观音港新城发展规划

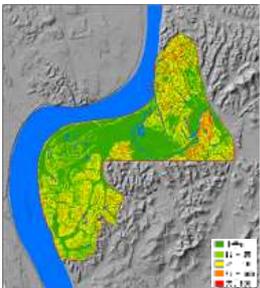
# 多准则决策分析

## 多准则用地适宜性评价

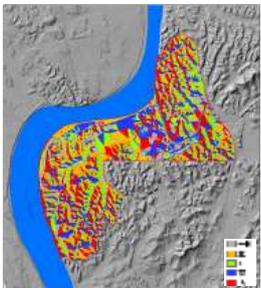
高程



坡度



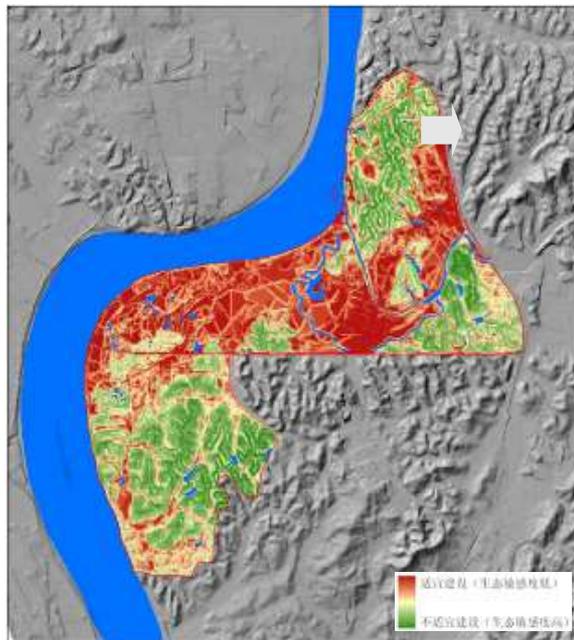
坡向



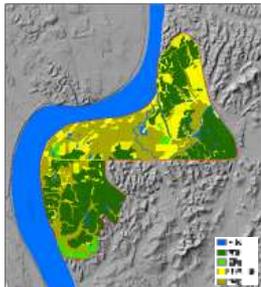
洪水淹没区



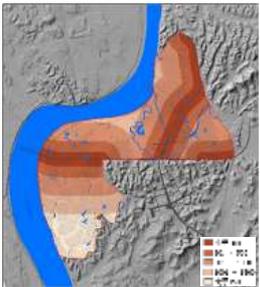
叠合结果



土地覆盖类型



主要交通线路影响



鸟类栖息地



哺乳动物栖息地



株洲枫溪生态城控制性详细规划及城市设计

# 多准则决策分析

## 多准则用地适宜性评价

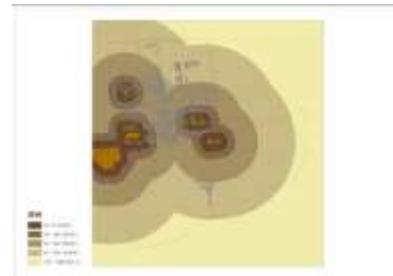
道路影响评价



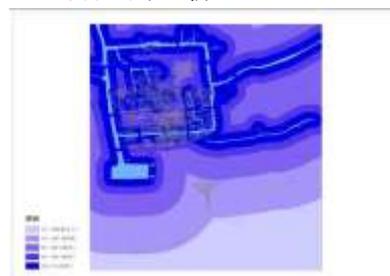
山体影响评价



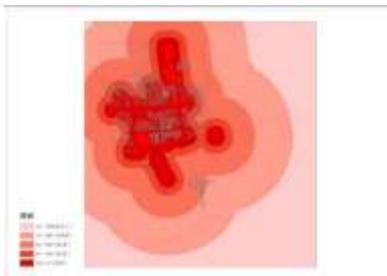
工业用地影响评价



河流影响评价



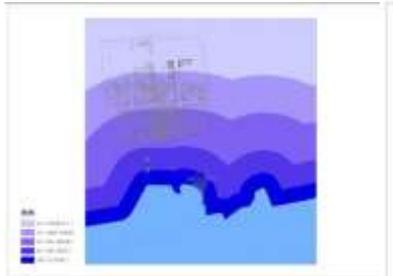
主要公共设施影响评价



公共绿地影响评价



海域影响评价



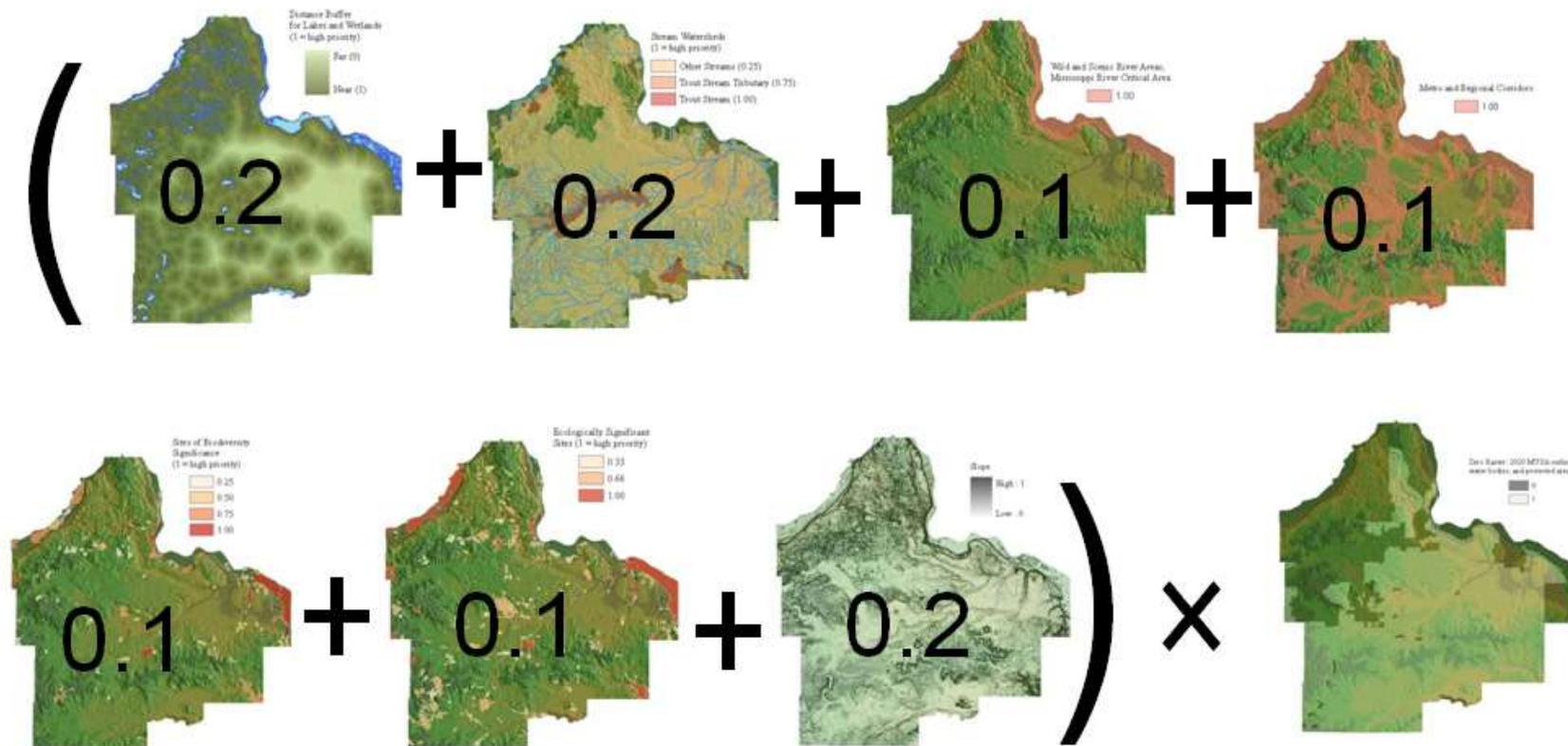
叠合结果



嘉兴港区修建性详细规划

# 多准则决策分析

如何确定各准则的权重?



# 层次分析法

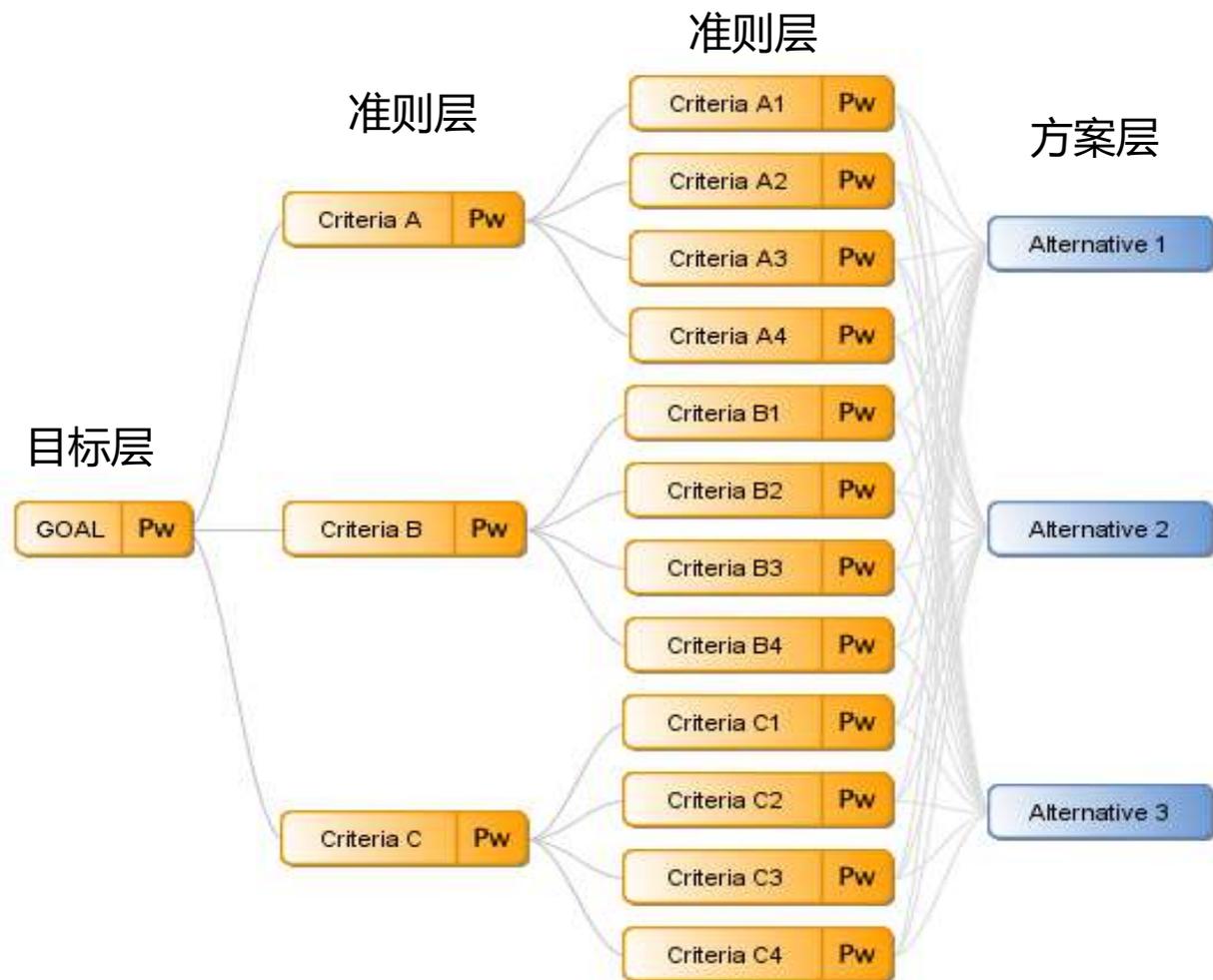
- **层次分析法** (Analytic Hierarchy Process, AHP) 是一种结构化的多准则决策分析工具，它通过将复杂的决策问题分解为相关元素的**层次结构**，并通过**成对比较**来量化元素间的权重（相对重要性），从而帮助决策者评估多个选项并确定最佳选择。
- 思路：先分解，再综合，将一个复杂的决策简化为一系列简单的决策。
- **步骤：**
  1. 确定层次结构。
  2. 每一层内部进行成对比较。
  3. 计算准则权重。
  4. 计算备选方案得分和排序。

# 层次分析法原理

## 层次结构

将问题分解成不同的组成因素，按照因素间的隶属关系，组合形成多层结构模型。

- 目标层 (只有1个)
- 准则层 (中间层)
- 方案层



# 层次分析法原理

## 层次结构

已知：单层权重

求解：总权重

$$0.5 * 0.4 = 0.20$$

$$0.5 * 0.3 = 0.15$$

$$0.5 * 0.2 = 0.10$$

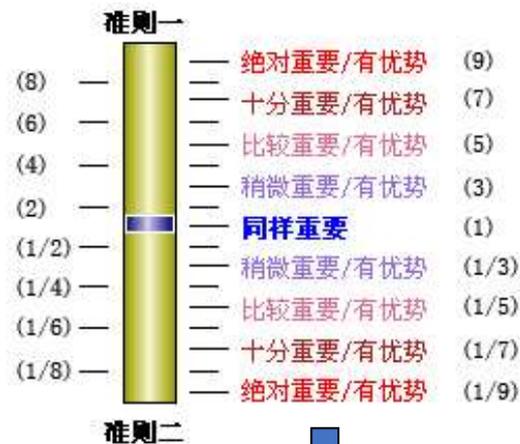
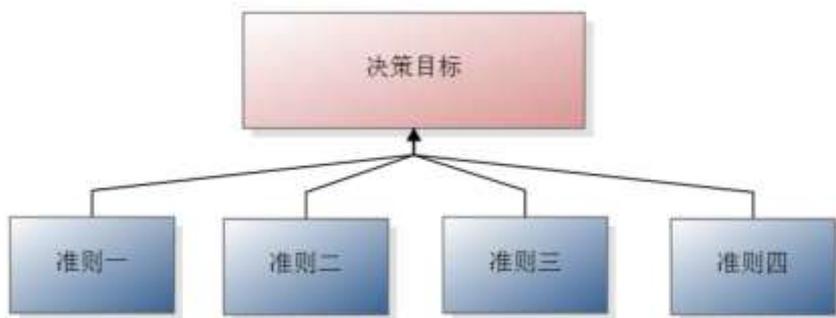
$$0.5 * 0.1 = 0.05$$



# 层次分析法原理

## 成对比较 (Pairwise comparison)

同一层次内的准则（或备选方案）之间两两比较



	准则一	准则二	准则三	准则四
准则一		9	5	3
准则二			1/3	1/8
准则三				1/2
准则四				

# 层次分析法原理

## 判断矩阵

$$\begin{bmatrix} 1 & 9 & 5 & 3 \\ \frac{1}{9} & 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{8} \\ \frac{1}{5} & 3 & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{3} & 8 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

- 9点尺度的两两比较
  - 1: 没有偏好 (no preference)
  - 3: 稍微重要/有优势 (moderate preference)
  - 5: 比较重要/有优势 (strong preference)
  - 7: 十分重要/有优势 (very strong preference)
  - 9: 绝对重要/有优势 (extreme preference)
- 正互反矩阵 (Positive Reciprocal Matrix)
  - 对角线元素均为1
  - 对角线转置元素互为倒数:  $a_{ij} = 1/a_{ji}$

# 层次分析法原理

## 判断矩阵

$$\begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \frac{w_1}{w_3} & \frac{w_1}{w_4} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \frac{w_2}{w_3} & \frac{w_2}{w_4} \\ \frac{w_3}{w_1} & \frac{w_3}{w_2} & \frac{w_3}{w_3} & \frac{w_3}{w_4} \\ \frac{w_4}{w_1} & \frac{w_4}{w_2} & \frac{w_4}{w_3} & \frac{w_4}{w_4} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ w_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{\cancel{w_1}} \times \cancel{w_1} + \frac{w_1}{\cancel{w_2}} \times \cancel{w_2} + \frac{w_1}{\cancel{w_3}} \times \cancel{w_3} + \frac{w_1}{\cancel{w_4}} \times \cancel{w_4} \\ \frac{w_2}{\cancel{w_1}} \times \cancel{w_1} + \frac{w_2}{\cancel{w_2}} \times \cancel{w_2} + \frac{w_2}{\cancel{w_3}} \times \cancel{w_3} + \frac{w_2}{\cancel{w_4}} \times \cancel{w_4} \\ \frac{w_3}{\cancel{w_1}} \times \cancel{w_1} + \frac{w_3}{\cancel{w_2}} \times \cancel{w_2} + \frac{w_3}{\cancel{w_3}} \times \cancel{w_3} + \frac{w_3}{\cancel{w_4}} \times \cancel{w_4} \\ \frac{w_4}{\cancel{w_1}} \times \cancel{w_1} + \frac{w_4}{\cancel{w_2}} \times \cancel{w_2} + \frac{w_4}{\cancel{w_3}} \times \cancel{w_3} + \frac{w_4}{\cancel{w_4}} \times \cancel{w_4} \end{bmatrix}$$

# 层次分析法原理

## 判断矩阵

$$\begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \frac{w_1}{w_3} & \frac{w_1}{w_4} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \frac{w_2}{w_3} & \frac{w_2}{w_4} \\ \frac{w_3}{w_1} & \frac{w_3}{w_2} & \frac{w_3}{w_3} & \frac{w_3}{w_4} \\ \frac{w_4}{w_1} & \frac{w_4}{w_2} & \frac{w_4}{w_3} & \frac{w_4}{w_4} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ w_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ w_4 \end{bmatrix} \times 4$$

↓                      ↓  
特征向量              特征值 $\lambda$

## n个准则的判断矩阵

(理想情况)

- 最大特征值 $\lambda_{max} = n$
- 对应的特征向量为每个准则的权重

# 层次分析法原理

## 成对比较的一致性

- 如果 $A > B$ ,  $B > C$ , 则应当有 $A > C$
- 已知:  $\frac{w_1}{w_2} = 9$ ,  $\frac{w_2}{w_3} = \frac{1}{3}$ , 那么:  $\frac{w_1}{w_3} = \frac{w_1}{w_2} \times \frac{w_2}{w_3} = 9 \times \frac{1}{3} = 3 \neq 5$

	准则一	准则二	准则三	准则四
准则一		9	5	3
准则二			1/3	1/8
准则三				1/2
准则四				

- 不一致: 成对比较的传递性没有被完全满足。
- AHP可以接受有限程度的不一致: to be inconsistent is a blessing if you are not too inconsistent.

# 层次分析法原理

## 成对比较的一致性

### 理想情况 (完全一致)

- 最大特征值:  $\lambda_{max} = n$
- 对应的特征向量为每个准则的权重

### 实际情况 (不完全一致)

- 最大特征值:  $\lambda_{max} > n$
- 对应的特征向量为每个准则的权重

一致性指标:  $CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$

$CI = 0$ 时完全一致  
 $CI$ 越大, 越不一致

一致性比例:  $CR = \frac{CI}{RI}$

$CR$ 以0.1为标准, 小于0.1可接受

### 随机一致性指标

随机生成大量判断矩阵, 计算其 $CI$ 的均值, 作为固定参照。

$n$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$RI$	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

# 层次分析法原理

## 另一种经验算法

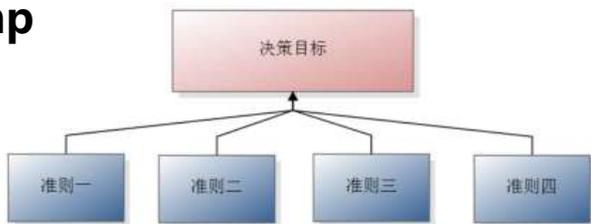
1. 对判断矩阵按列求和
2. 判断矩阵按列标准化
3. 对标准化判断矩阵按行求平均，即得权重

	判断矩阵				标准化的判断矩阵				权重值	
	准则一	准则二	准则三	准则四	准则一	准则二	准则三	准则四		权重
准则一	1	9	5	3	0.61	0.43	0.60	0.65	$(0.61 + 0.43 + 0.60 + 0.65)/4$	0.5713
准则二	1/9	1	1/3	1/8	0.07	0.05	0.04	0.03	$(0.07 + 0.05 + 0.04 + 0.03)/4$	0.0456
准则三	1/5	3	1	1/2	0.12	0.14	0.12	0.11	$(0.12 + 0.14 + 0.12 + 0.11)/4$	0.1231
准则四	1/3	8	2	1	0.20	0.38	0.24	0.22	$(0.20 + 0.38 + 0.24 + 0.22)/4$	0.2600
Sum	1.64	21.00	8.33	4.63	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00

# 层次分析法软件

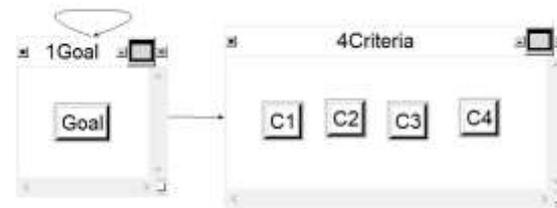
- yaahp: 纯中文, 用户友好
- SuperDecisions (SD): 由AHP的提出者 (Thomas Saaty) 团队开发, 最权威, 免费, 但易用性不如yaahp

yaahp



	准则一	准则二	准则三	准则四
准则一		9	5	3
准则二			1/3	1/8
准则三				1/2
准则四				

SD



1. Choose 2. Node comparisons with respect to Goal 3. Results

Node Cluster: Graphical Verbal Matrix Development Direct

Choose Node: Comparisons w/ "Goal" node in "4Criteria" cluster  
C4 is equally to moderately more important than C3

Cluster: Goal	1	2	3	4
1. C1	1	9	5	3
2. C1	1/9	1	1/3	1/8
3. C1	1/5	1/3	1	1/2

Choose Cluster: 4Criteria

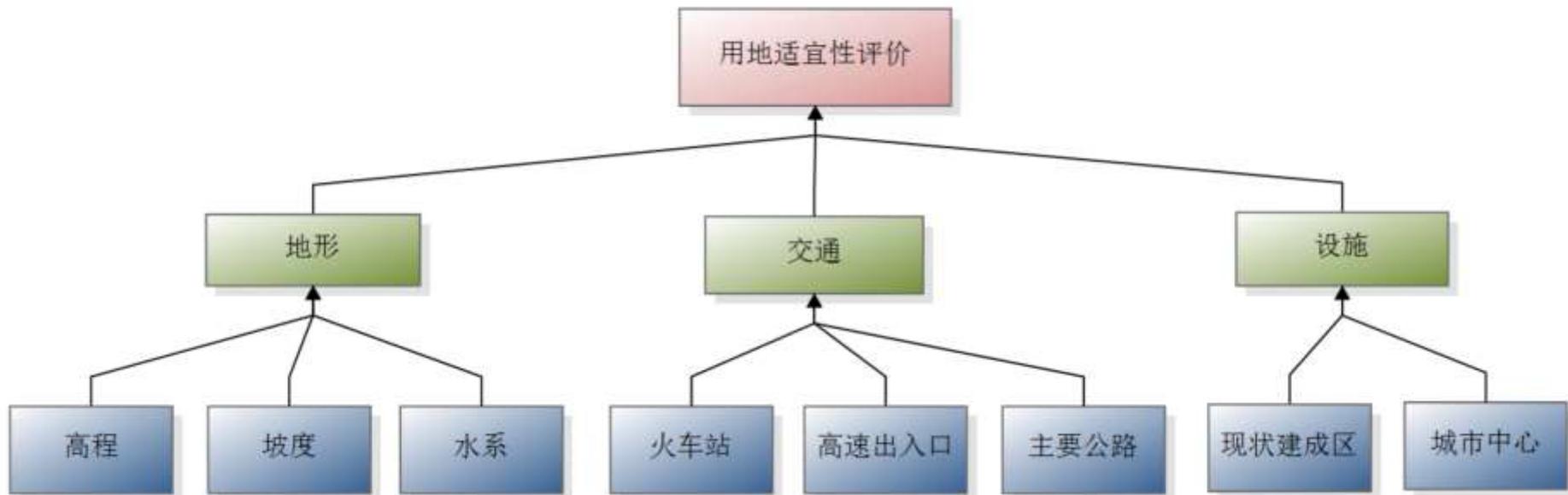
4Criteria	1	2	3	4
4. C2	0.57691	1	0.64437	0.12214
5. C2	0.17214	1	0.29658	0.04437
6. C3	0.04437	0.29658	1	0.57691
8. C3	0.012214	0.04437	0.17214	1

3. Results: Inconsistency: 0.01163

Criteria	Weight
C1	0.57691
C2	0.04437
C3	0.12214
C4	0.29658

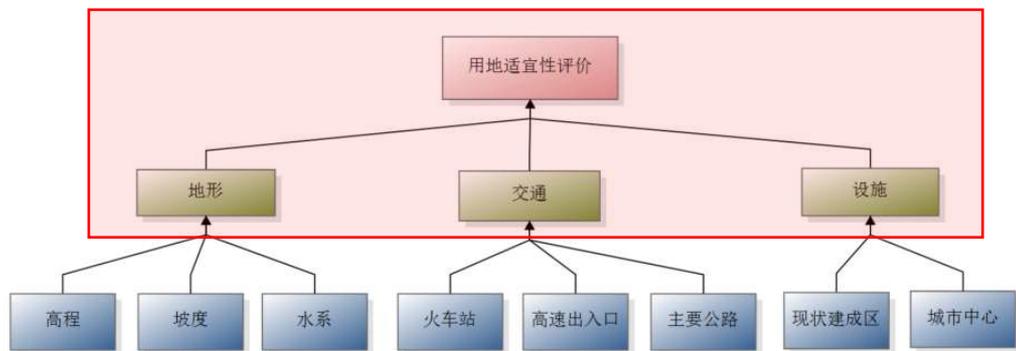
# 案例1：用地适宜性评价的权重

## 确定层次结构



# 案例1：用地适宜性评价的权重

## 成对比较

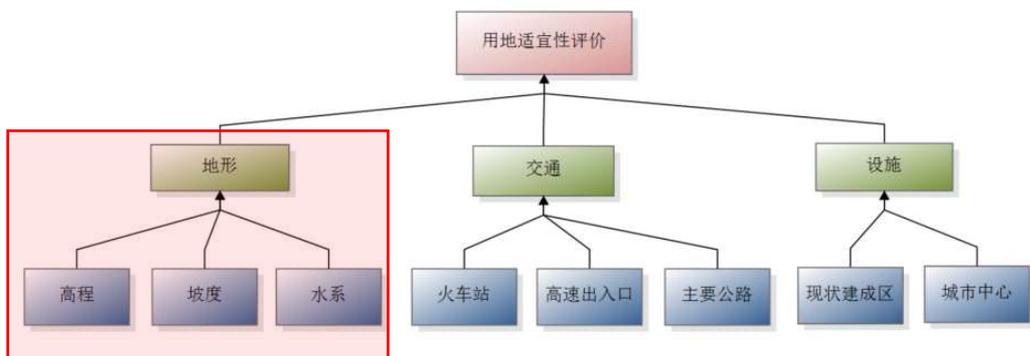


用地适宜性评价	地形	交通	设施
地形	1	2	2
交通	1/2	1	2
设施	1/2	1/2	1

$$\lambda_{max} = 3.0537 \quad CR = 0.0517 < 0.1$$

# 案例1：用地适宜性评价的权重

## 成对比较



用地适宜性评价	地形	交通	设施
地形	1	2	2
交通	1/2	1	2
设施	1/2	1/2	1

$$\lambda_{max} = 3.0537 \quad CR = 0.0517 < 0.1$$

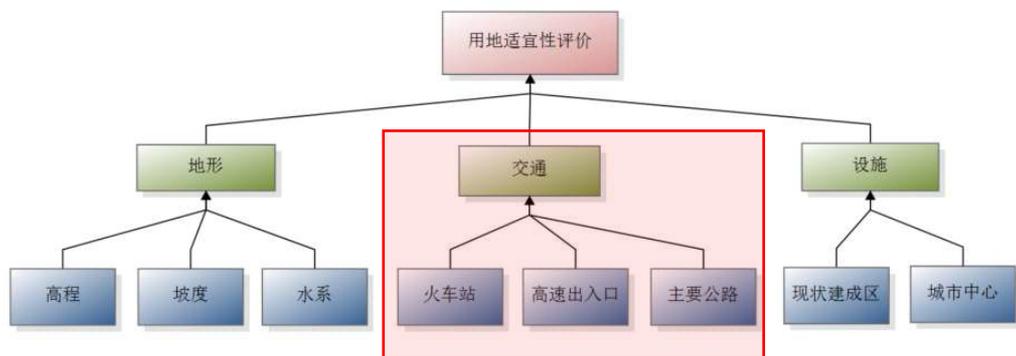
地形	高程	坡度	水系	权重
高程	1	1/2	3	0.3092
坡度	2	1	5	0.5813
水系	1/3	1/5	1	0.1096

$$\lambda_{max} = 3.0037$$

$$CR = 0.0036 < 0.1$$

# 案例1：用地适宜性评价的权重

## 成对比较



用地适宜性评价	地形	交通	设施
地形	1	2	2
交通	1/2	1	2
设施	1/2	1/2	1

$$\lambda_{max} = 3.0537 \quad CR = 0.0517 < 0.1$$

地形	高程	坡度	水系	权重
高程	1	1/2	3	0.3092
坡度	2	1	5	0.5813
水系	1/3	1/5	1	0.1096

$$\lambda_{max} = 3.0037$$

$$CR = 0.0036 < 0.1$$

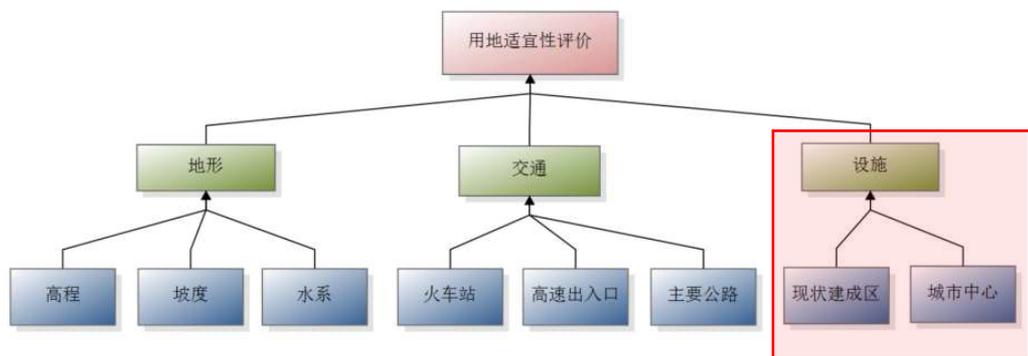
交通	火车站	高速出入口	主要公路	权重
高程	1	1	3	0.4286
坡度	1	1	3	0.4286
水系	1/3	1/3	1	0.1429

$$\lambda_{max} = 3.0$$

$$CR = 0.0 < 0.1$$

# 案例1：用地适宜性评价的权重

## 成对比较



用地适宜性评价	地形	交通	设施
地形	1	2	2
交通	1/2	1	2
设施	1/2	1/2	1

$$\lambda_{max} = 3.0537 \quad CR = 0.0517 < 0.1$$

地形	高程	坡度	水系	权重
高程	1	1/2	3	0.3092
坡度	2	1	5	0.5813
水系	1/3	1/5	1	0.1096

$$\lambda_{max} = 3.0037$$

$$CR = 0.0036 < 0.1$$

交通	火车站	高速出入口	主要公路	权重
高程	1	1	3	0.4286
坡度	1	1	3	0.4286
水系	1/3	1/3	1	0.1429

$$\lambda_{max} = 3.0$$

$$CR = 0.0 < 0.1$$

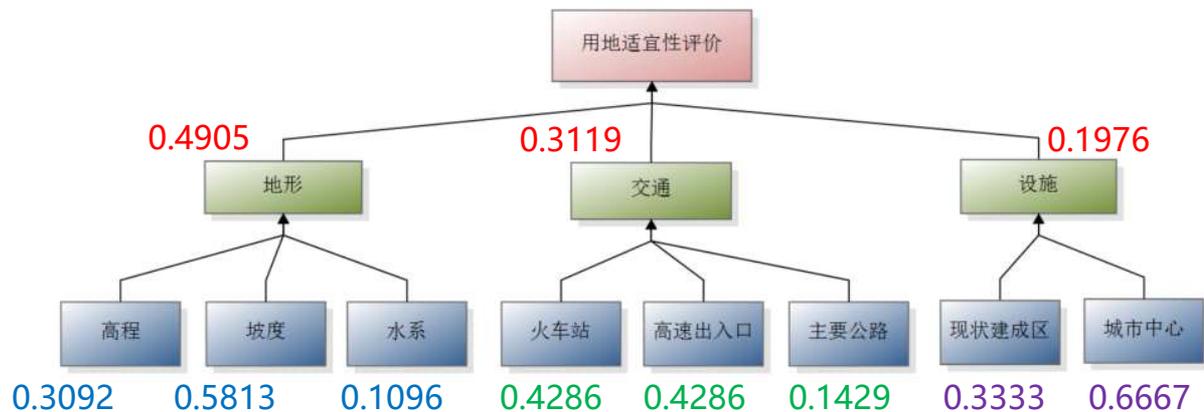
设施	现状建成区	城市中心	权重
现状建成区	1	1/2	0.3333
城市中心	2	1	0.6667

$$\lambda_{max} = 2.0$$

$$CR = 0.0 < 0.1$$

# 案例1：用地适宜性评价的权重

## 总权重



高程  
坡度  
水系  
火车站  
高速出入口  
主要公路  
现状建成区  
城市中心

0.1516  
0.2851  
0.0537  
0.1337  
0.1337  
0.0446  
0.0659  
0.1317

$$0.4905 * 0.3092 = 0.1516$$

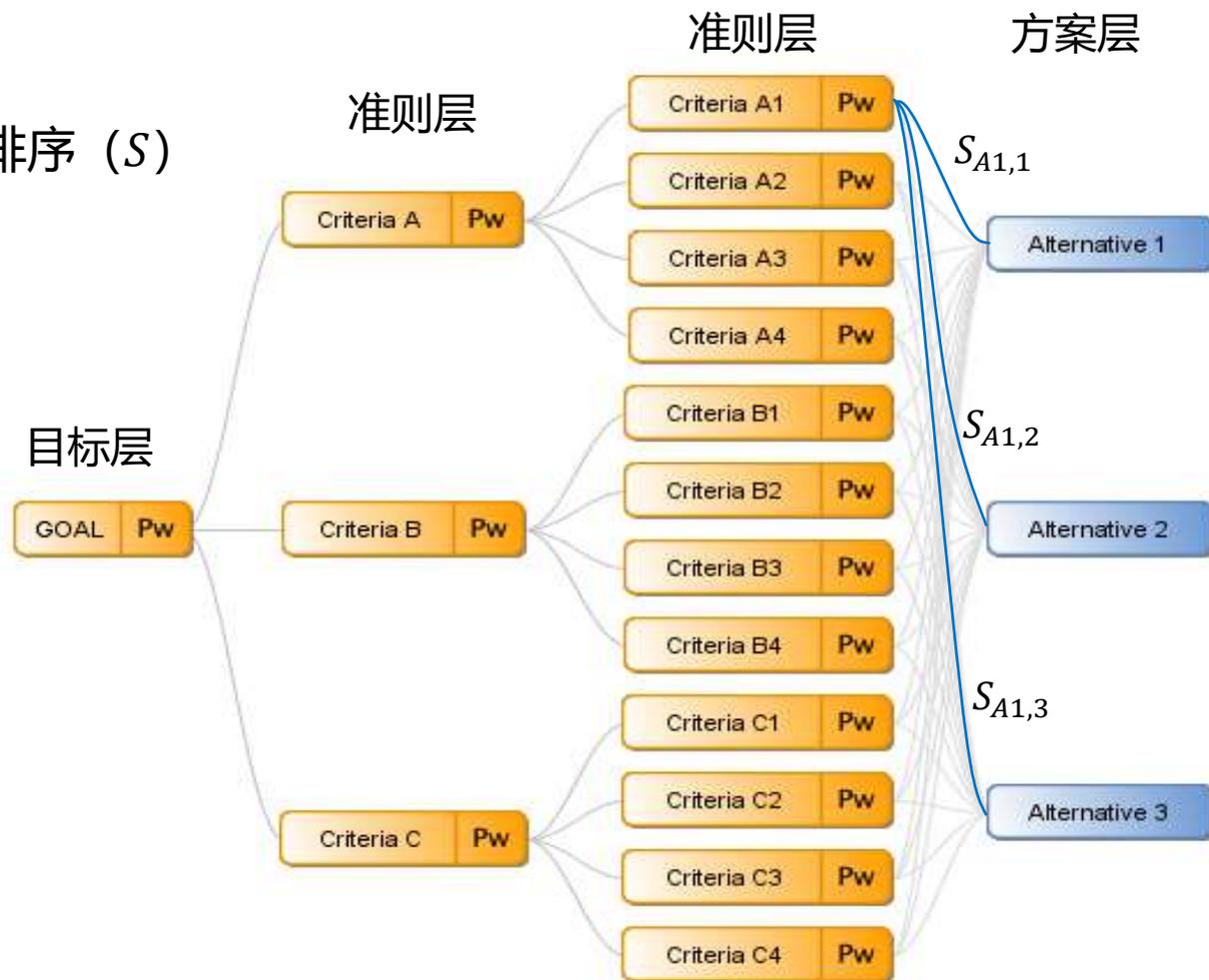


# 层次分析法原理

## 层次结构

已知：权重 ( $w$ ) & 层次单排序 ( $S$ )

求解：层次总排序 ( $G$ )



$$G_1 = w_{A1}S_{A1,1} +$$

$$G_2 = w_{A1}S_{A1,2} +$$

$$G_3 = w_{A1}S_{A1,3} +$$

# 层次分析法原理

## 层次结构

已知：权重 ( $w$ ) & 层次单排序 ( $S$ )

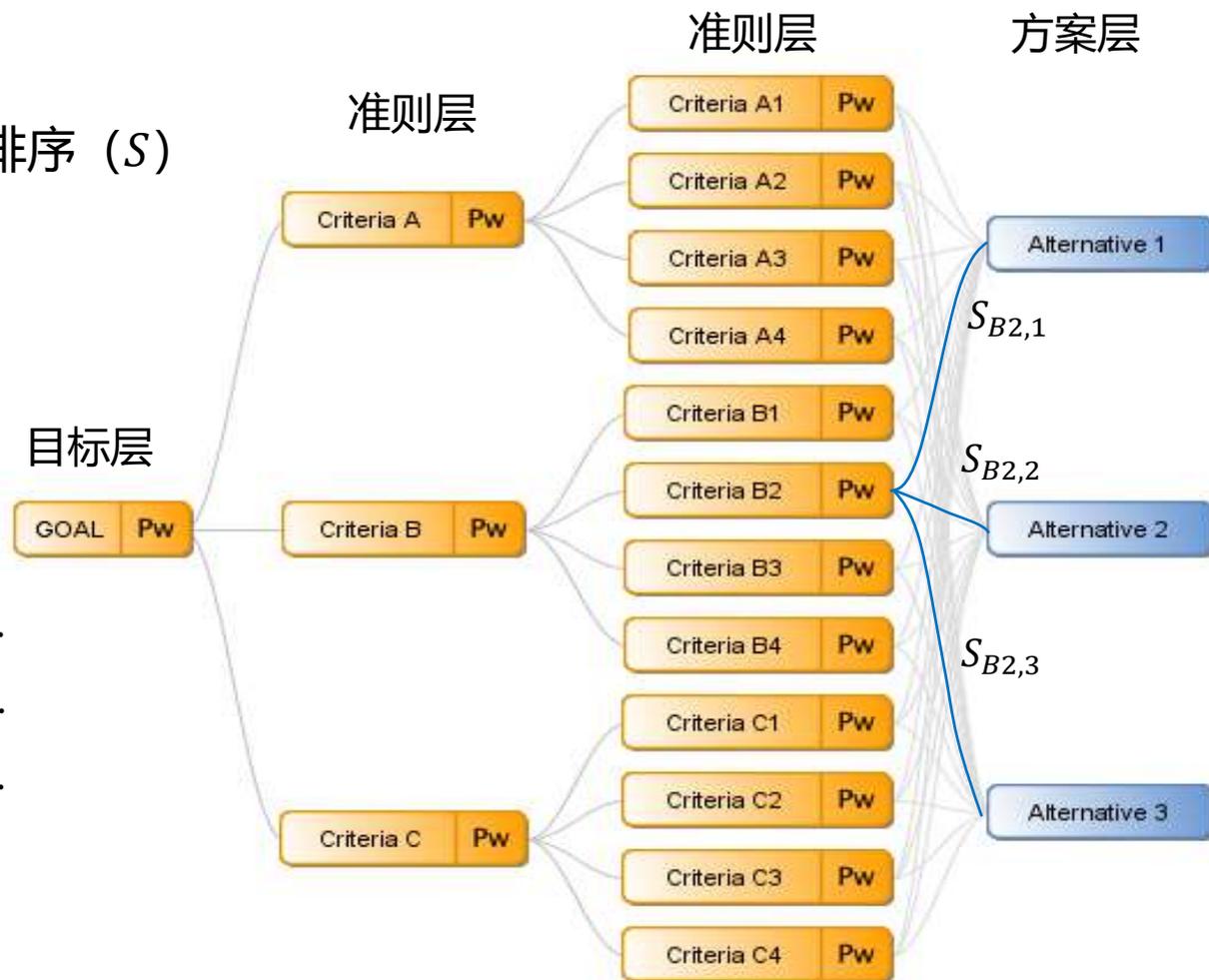
求解：层次总排序 ( $G$ )

$$G_1 = w_{A1}S_{A1,1} + \dots + w_{B2}S_{B2,1} + \dots$$

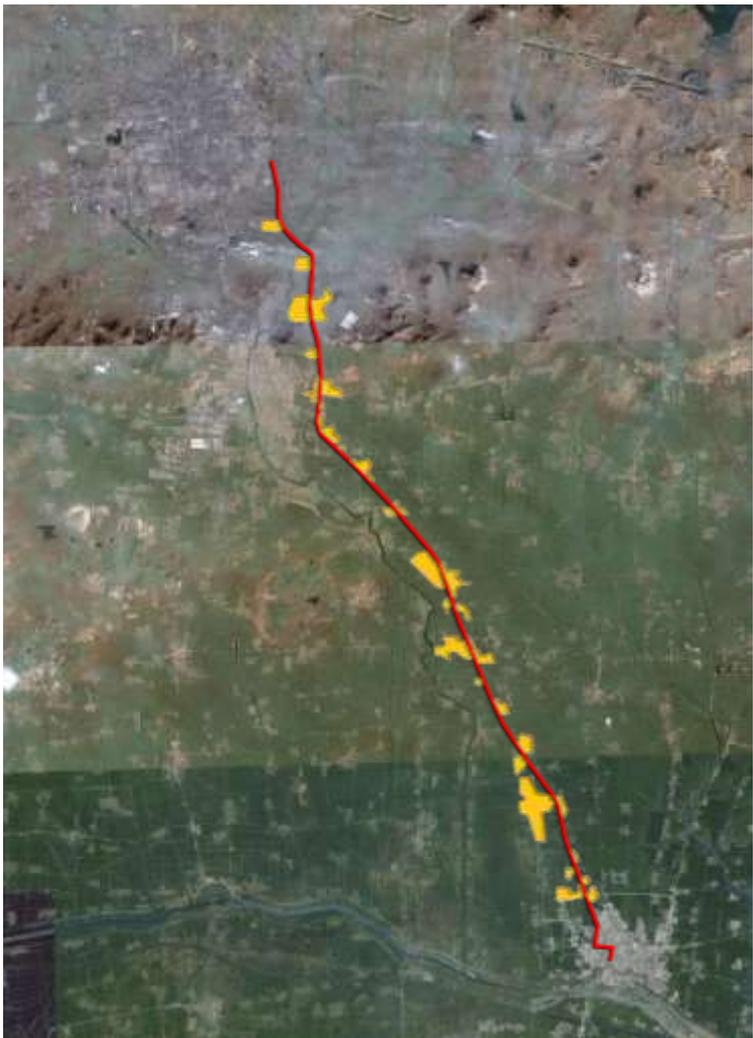
$$G_2 = w_{A1}S_{A1,2} + \dots + w_{B2}S_{B2,2} + \dots$$

$$G_3 = w_{A1}S_{A1,3} + \dots + w_{B2}S_{B2,3} + \dots$$

$$G_n = \sum_i w_i S_{i,n}$$



# 案例2：BRT方案比选



## 方案一 标准BRT

- 路中式BRT专用道，采用标线隔离
- 道路横断面由4车道拓宽至6车道
- 采用岛式站台，中央隔离带拓宽
- 路中式站点设置过街天桥
- 站距：1000~1500m
- 公交选型：左开门、低地板、12m-16m

## 方案二 混行快线BRT

- 不设置BRT专用道，维持现有4车道断面
- 开放式路侧站台，不设置过街天桥
- 交叉口无需信号优先，利用红灯时间
- 依托现有居民点开展TOD开发
- 加大站距：2000~3000m，形成快线
- 公交选型：右开门，12m为主

## 方案三 有限混行快线BRT

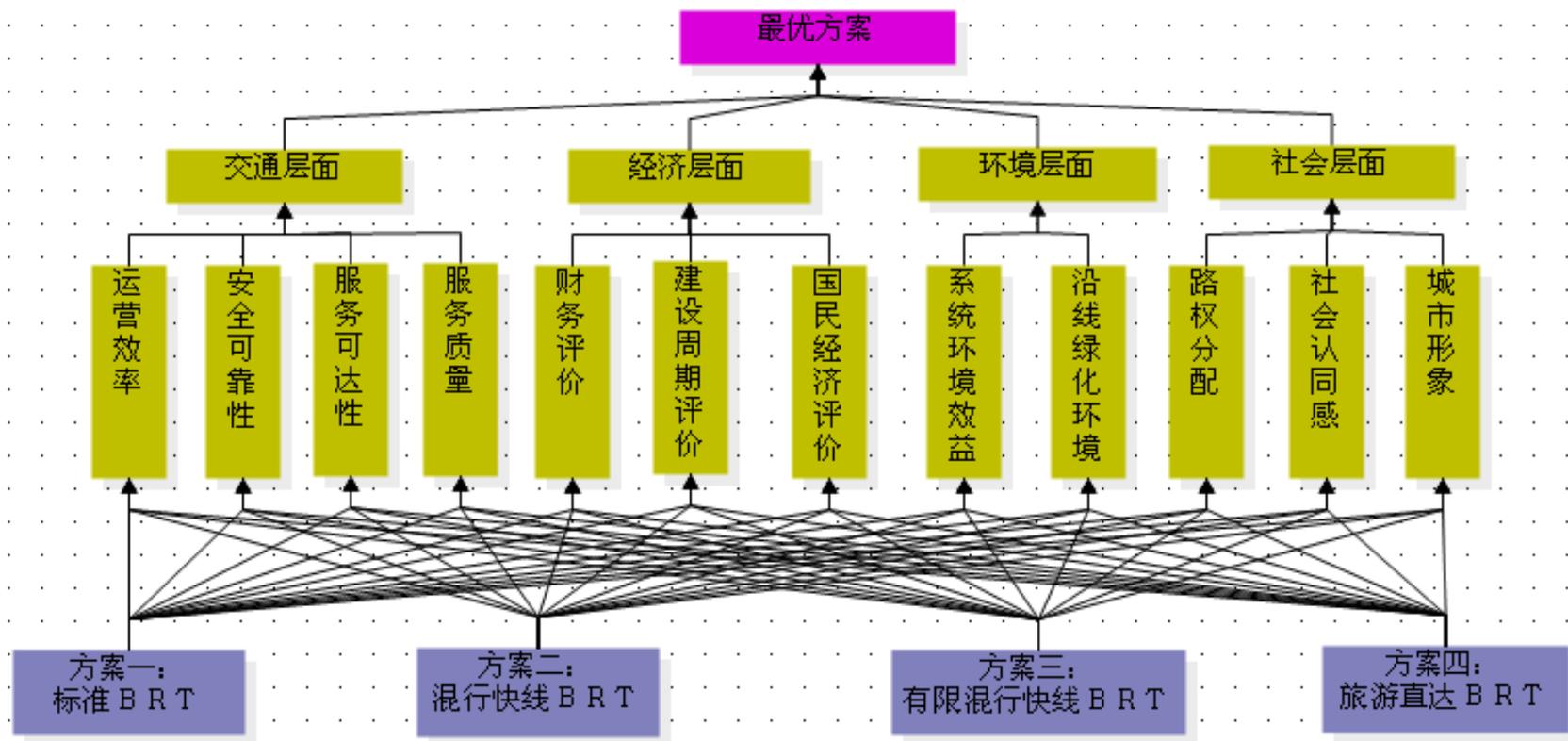
- 现有4车道断面的中间2车道作为路中式BRT专用道，采用标线隔离，但特定时段允许其他车辆进入混行
- 城区内外分别采用岛区、开放式站台。
- 专用信号灯：BRT到达前禁止车辆进入。
- 加大站距：2000~3000m，形成快线

## 方案四 旅游直达BRT

- 不设BRT专用道，BRT与社会车辆混行
- 不设BRT中途站，首末站直达
- 维持现有4车道断面
- 乘距较长，增加座位，至少40座
- 公交选型：右开门，阶梯式，12m
- 维持低票价

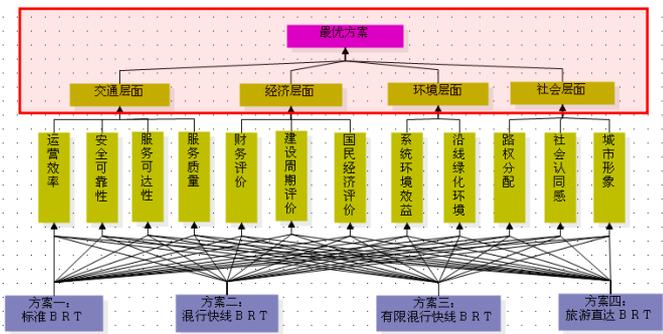
# 案例2：BRT方案比选

## 确定层次结构



# 案例2：BRT方案比选

## 准则之间的成对比较

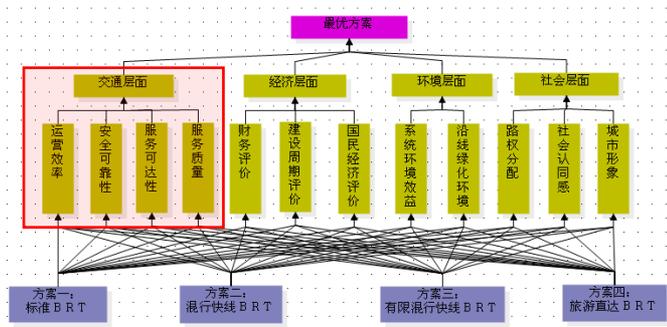


决策层判断矩阵

最优方案	交通层面	经济层面	环境层面	社会层面	权重计算结果
交通层面	1	2	7	7	0.4036
经济层面	1/2	1	7	7	0.3652
环境层面	1/7	1/7	1	1	0.1156
社会层面	1/7	1/7	1	1	0.1156

# 案例2：BRT方案比选

## 准则之间的成对比较



决策层判断矩阵

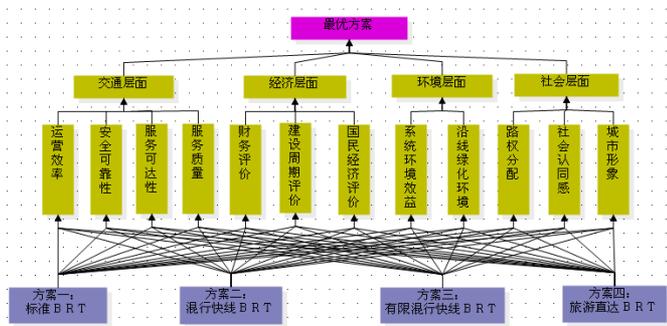
最优方案	交通层面	经济层面	环境层面	社会层面	权重计算结果
交通层面	1	2	7	7	0.4036
经济层面	1/2	1	7	7	0.3652
环境层面	1/7	1/7	1	1	0.1156
社会层面	1/7	1/7	1	1	0.1156

交通层内子决策层判断矩阵

交通层面	服务可达性	安全可靠	运营效率	服务质量	权重计算结果
服务可达性	1	1/5	1/9	1/5	0.1002
安全可靠	5	1	1/3	5	0.3011
运营效率	9	3	1	2	0.3866
服务质量	5	1/5	1/2	1	0.2122

# 案例2：BRT方案比选

## 准则之间的成对比较



决策层判断矩阵

最优方案	交通层面	经济层面	环境层面	社会层面	权重计算结果
交通层面	1	2	7	7	0.4036
经济层面	1/2	1	7	7	0.3652
环境层面	1/7	1/7	1	1	0.1156
社会层面	1/7	1/7	1	1	0.1156

交通层内子决策层判断矩阵

交通层面	服务可达性	安全可靠	运营效率	服务质量	权重计算结果
服务可达性	1	1/5	1/9	1/5	0.1002
安全可靠	5	1	1/3	5	0.3011
运营效率	9	3	1	2	0.3866
服务质量	5	1/5	1/2	1	0.2122

环境层内子决策层判断矩阵

环境层面	沿线绿化环境	系统环境效益	权重计算结果
沿线绿化环境	1	5	0.6900
系统环境效益	1/5	1	0.3100

经济层内子决策判断矩阵

经济层面	财务评价	国民经济评价	建设周期评价	权重计算结果
财务评价	1	5	2	0.4409
国民经济评价	1/5	1	1/4	0.1981
建设周期评价	1/2	4	1	0.3610

社会层内子决策层判断矩阵

社会层面	路权分配	城市形象	社会认同感	权重计算结果
路权分配	1	4	1	0.3923
城市形象	1/4	1	1/4	0.2153
社会认同感	1	4	1	0.3923

# 案例2：BRT方案比选

## 备选方案之间的成对比较

BRT改造各要素对交通性能改善的贡献

方案一

BRT改造层次	BRT改造要素	改造内容	对交通性能的改善
车道设置	路权	专用路权	😊 提高效率与安全性，更加准点
	车道位置	路中式+天桥过街	😊 提高效率与安全性，更加准点
站点布设	运营模式	封闭式站台	😊 站外票外加快登车速度，提高效率
	几何形式布置	岛式站台	😊 方便换乘，提高安全性与服务质量
	站台位置	远端站台	😊 利用信号优先，方便换乘，提高效率与服务质量
	站距	标准站距+站站停	😊 提高BRT可达性
大站距，快线，直达		减少停站延误，提高运营速度	
车辆配置	车辆尺寸	采用大车	😊 大运量、多座位，提高效率与服务质量
	底板高度	低地板	😊 水平登降，加快登车速度，提高效率与服务质量
	开门数量、方向	多车门，大开门	😊 加快登车速度，提高效率
	能源动力	清洁能源	😊 提升运营速度，更高效
	人性化设计	座位多、视野好	😊 提高服务质量
ITS技术	信号控制	信号优先	😊 提升速度、准点性，提高效率，改善服务质量
	其它	自动调度等	😊 各项交通性能综合提升

# 案例2：BRT方案比选

## 备选方案之间的成对比较

BRT改造层次	BRT改造要素	改造内容	对交通性能的改善
车道设置	路权	专用路权	提高效率与安全性，更加准点
	车道位置	路中式+天桥过街	提高效率与安全性，更加准点

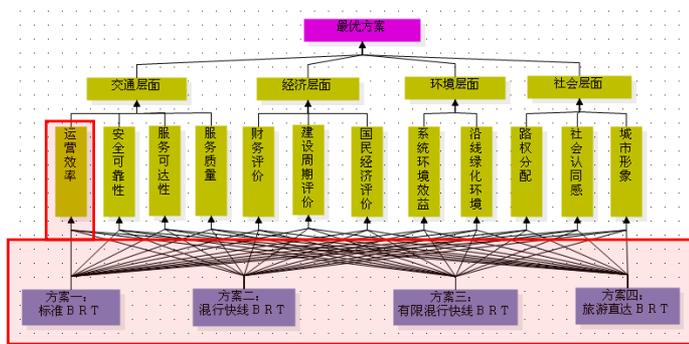
### 交通层面

- 交通运营效率上：方案一 > 方案三 >> 方案二 > 方案四；
- 交通安全与可靠性上：方案一 > 方案三 >> 方案二 ≈ 方案四；
- 服务可达性上：方案一 >> 方案二 ≈ 方案三 >> 方案四；
- 服务质量上：方案一 > 方案三 > 方案二 >> 方案四；

配置	开门数量、方向	多车门，大开门	加快登车速度，提高效率
	能源动力	清洁能源	提升运营速度，更高效
	人性化设计	座位多、视野好	提高服务质量
ITS技术	信号控制	信号优先	提升速度、准点性，提高效率，改善服务质量
	其它	自动调度等	各项交通性能综合提升

# 案例2：BRT方案比选

## 备选方案之间的成对比较

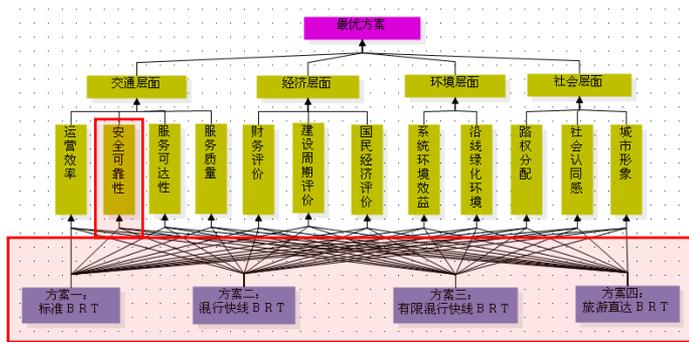


运营效率层判断矩阵

运营效率	方案一	方案三	方案二	方案四	分项评分结果
方案一	1	2	4	5	0.3550
方案三	1/2	1	3	4	0.2907
方案二	1/4	1/3	1	2	0.1948
方案四	1/5	1/4	1/2	1	0.1595

# 案例2：BRT方案比选

## 备选方案之间的成对比较



运营效率层判断矩阵

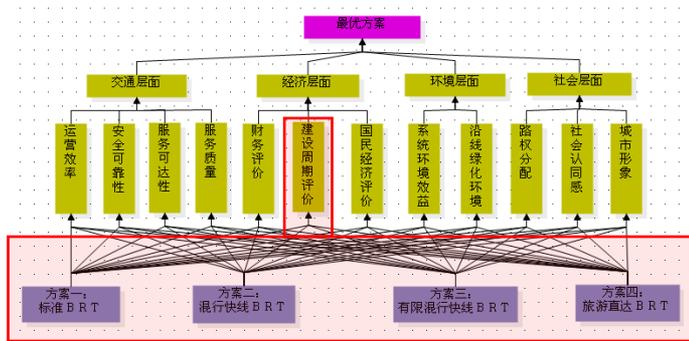
运营效率	方案一	方案三	方案二	方案四	分项评分结果
方案一	1	2	4	5	0.3550
方案三	1/2	1	3	4	0.2907
方案二	1/4	1/3	1	2	0.1948
方案四	1/5	1/4	1/2	1	0.1595

安全可靠层判断矩阵

安全可靠	方案一	方案三	方案二	方案四	分项评分结果
方案一	1	2	7	7	0.4084
方案三	1/2	1	6	7	0.3515
方案二	1/7	1/6	1	1	0.1230
方案四	1/7	1/7	1	1	0.1170

# 案例2：BRT方案比选

## 备选方案之间的成对比较



运营效率层判断矩阵

运营效率	方案一	方案三	方案二	方案四	分项评分结果
方案一	1	2	4	5	0.3550
方案三	1/2	1	3	4	0.2907
方案二	1/4	1/3	1	2	0.1948
方案四	1/5	1/4	1/2	1	0.1595

安全可靠层判断矩阵

安全性	方案一	方案三	方案二	方案四	分项评分结果
方案一	1	2	7	7	0.4084
方案三	1/2	1	6	7	0.3515
方案二	1/7	1/6	1	1	0.1230
方案四	1/7	1/7	1	1	0.1170

服务可达性层判断矩阵

服务可达性	方案一	方案三	方案二	方案四	分项评分结果
方案一	1	4	5	9	0.4553
方案三	1/4	1	1	6	0.2377
方案二	1/5	1	1	5	0.2151
方案四	1/9	1/6	1/5	1	0.0919

财务评价层判断矩阵

财务评价	方案一	方案三	方案二	方案四	分项评分结果
方案一	1	1/7	1/8	1/9	0.0736
方案三	7	1	1/3	1/5	0.2102
方案二	8	3	1	1/2	0.3136
方案四	9	5	2	1	0.4027

服务质量层判断矩阵

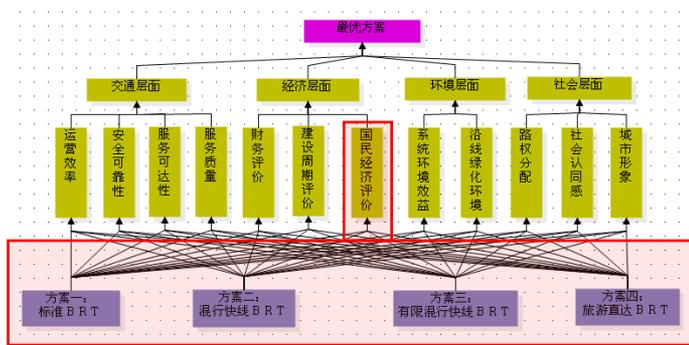
服务质量	方案一	方案三	方案二	方案四	分项评分结果
方案一	1	2	4	6	0.3666
方案三	1/2	1	3	5	0.3002
方案二	1/4	1/3	1	2	0.1914
方案四	1/6	1/5	1/2	1	0.1418

建设周期层判断矩阵

建设周期	方案一	方案三	方案二	方案四	分项评分结果
方案一	1	1/6	1/8	1/9	0.0778
方案三	6	1	1/3	1/5	0.2013
方案二	8	3	1	1/2	0.3156
方案四	9	5	2	1	0.4053

# 案例2：BRT方案比选

## 备选方案之间的成对比较

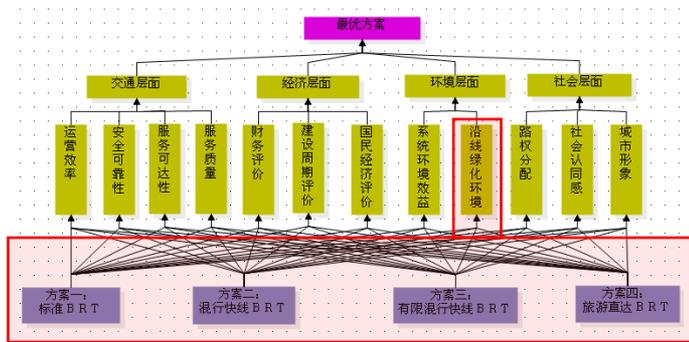


国民经济评价层判断矩阵

国民经济评价	方案一	方案三	方案二	方案四	分项评分结果
方案一	1	3	4	9	0.4058
方案三	1/3	1	2	8	0.2860
方案二	1/4	1/2	1	7	0.2341
方案四	1/9	1/8	1/7	1	0.0741

# 案例2：BRT方案比选

## 备选方案之间的成对比较



沿线绿化层判断矩阵

沿线绿化	方案一	方案三	方案二	方案四	分项评分结果
方案一	1	1/7	1/8	1/9	0.0736
方案三	7	1	1/2	1/4	0.2325
方案二	8	2	1	1/4	0.2702
方案四	9	4	4	1	0.4237

国民经济评价层判断矩阵

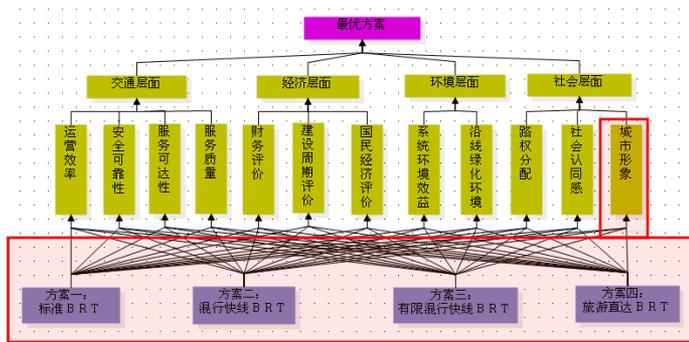
国民经济评价	方案一	方案三	方案二	方案四	分项评分结果
方案一	1	3	4	9	0.4058
方案三	1/3	1	2	8	0.2860
方案二	1/4	1/2	1	7	0.2341
方案四	1/9	1/8	1/7	1	0.0741

系统环境效益层判断矩阵

系统环境效益	方案一	方案三	方案二	方案四	分项评分结果
方案一	1	2	3	5	0.3378
方案三	1/2	1	3	5	0.3056
方案二	1/3	1/3	1	2	0.2049
方案四	1/5	1/5	1/2	1	0.1518

# 案例2：BRT方案比选

## 备选方案之间的成对比较



国民经济评价层判断矩阵

国民经济评价	方案一	方案三	方案二	方案四	分项评分结果
方案一	1	3	4	9	0.4058
方案三	1/3	1	2	8	0.2860
方案二	1/4	1/2	1	7	0.2341
方案四	1/9	1/8	1/7	1	0.0741

系统环境效益层判断矩阵

系统环境效益	方案一	方案三	方案二	方案四	分项评分结果
方案一	1	2	3	5	0.3378
方案三	1/2	1	3	5	0.3056
方案二	1/3	1/3	1	2	0.2049
方案四	1/5	1/5	1/2	1	0.1518

沿线绿化层判断矩阵

沿线绿化	方案一	方案三	方案二	方案四	分项评分结果
方案一	1	1/7	1/8	1/9	0.0736
方案三	7	1	1/2	1/4	0.2325
方案二	8	2	1	1/4	0.2702
方案四	9	4	4	1	0.4237

社会认同感层判断矩阵

社会认同感	方案一	方案三	方案二	方案四	分项评分结果
方案一	1	1/5	1/8	1/9	0.0836
方案三	5	1	1/2	1/4	0.2161
方案二	8	2	1	1/2	0.3066
方案四	9	4	2	1	0.3937

路权分配层判断矩阵

路权分配	方案一	方案三	方案二	方案四	分项评分结果
方案一	1	1/5	1/9	1/9	0.0788
方案三	5	1	1/2	1/4	0.2142
方案二	9	2	1	1	0.3359
方案四	9	4	1	1	0.3712

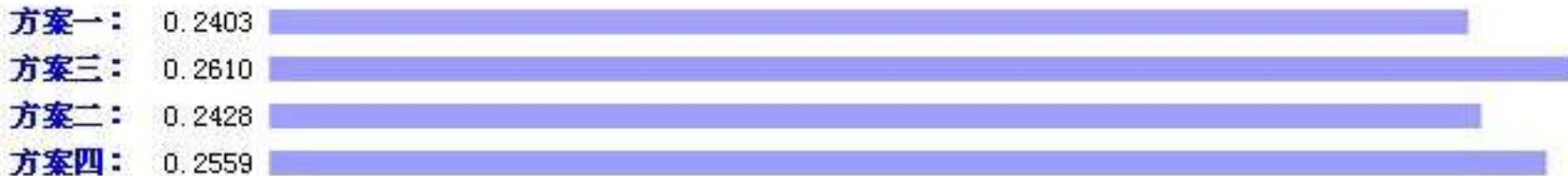
城市形象层判断矩阵

城市形象	方案一	方案三	方案二	方案四	分项评分结果
方案一	1	2	3	6	0.3504
方案三	1/2	1	3	5	0.3016
方案二	1/3	1/3	1	3	0.2125
方案四	1/6	1/5	1/3	1	0.1355

# 案例2：BRT方案比选

## 层次总排序

	交通层面				经济层面			环境层面		社会层面			总得分
	效率	安全	可达	服务	财务	周期	国经	系统	绿化	路权	认同	形象	
	0.156	0.122	0.040	0.086	0.161	0.132	0.072	0.036	0.080	0.045	0.045	0.025	
方案一	0.356	0.408	0.455	0.367	0.074	0.078	0.406	0.338	0.074	0.079	0.084	0.350	0.240
方案二	0.195	0.123	0.215	0.191	0.314	0.316	0.234	0.205	0.270	0.336	0.307	0.212	0.243
方案三	0.291	0.352	0.238	0.300	0.210	0.201	0.286	0.306	0.232	0.214	0.216	0.302	0.261
方案四	0.160	0.117	0.092	0.142	0.403	0.405	0.074	0.152	0.424	0.371	0.394	0.136	0.256



- 将方案三作为推荐方案，方案四作为面向游客的补充，形成站站停+直达的运营模式。

# 总结

- 层次分析法（AHP）是最流行的多准则决策分析（MCDA）方法，用于在评价中确定多准则的权重和多方案的优劣排序。
- 技术要点：先分解、再综合，变复杂决策为一系列简单决策。
  - **层次结构+成对比较。**
  - 判断矩阵：特征向量为权重，特征值体现一致性，**CR<0.1可接受。**
- 同其他MCDA方法一样，AHP具有**主观性**，结果体现个人价值判断。