

基于层次分析法的城市道路交叉口综合评价

金伊诺¹ 尤东良²

1.温州设计集团有限公司 浙江 温州 325000

2.温州市公安局交通管理局 浙江 温州 325000

【摘要】：围绕城市道路交叉口的改造优化提升的关注点，分别从交叉口安全、畅通、绿色、经济等分析交叉口改善的对比性指标，针对这些指标形成结构层次性体系，选择 AHP 方法对各指标进行综合量化，得出系统性的综合评价结果。最后结合温州某一交叉口实例来应用该评价指标体系，评价结果与实际较符。

【关键词】：交叉口；评价；层次分析法

引言

众所周知，城市平面交叉口交通问题处理的好坏会很大程度上影响道路网的畅通。目前，有关的研究只是基于单个或几个技术指标对交叉口作出评价，尚未建立一套系统的评价指标体系和相关的参数，无法实现对交叉口综合的、系统的评价^[1]。

依据对城市道路平面交叉口的交通分析，选择一系列影响交叉口交通的技术、经济、环境等指标，通过层次分析法（AHP）建立交叉口系统评价指标体系，将这些影响指标进行综合量化，获得交叉口服务能力的综合量化指标。

层次分析法（AHP）是一种决策思维的方法，其基本思想是先按问题的要求建立起一个描述系统功能特征的递阶层次结构，给出判断标度（或评价准则），对每一层的系统要素（如目标、准则、方案），进行两两比较，建立判断矩阵。通过判断矩阵特征向量的计算，得出该层要素对上一层要素的权重。在此基础上，计算出各层要素对于总体目标的综合权重，从而得出不同方案的综合评价值，为选择最优方案提供依据。

1 模型构建

评价系统要素集合主要包括的准则和指标，对于准则可以说是总目标的几个分支，因此集合要素选择主要体现在评价指标的选取。目前，国内外较为常用的评价指标主要有通行能力及饱和度、延误及服务水平，以及行程时间、事故率和大气污染等。由这些指标分别评价所得到的结果是不一致的。例如：延长交叉口灯控信号配时周期时长可以提高交叉口通行能力，然而信号配时周期时长上限达到 120-150 秒时，交叉口的通行能力提高幅度有限，反而延误时间却以线性比例大大增加。

1.1 系统要素层次结构图

系统结构分析法是根据图论中的关联矩阵原理来分析复杂系统的整体结构。它巧妙通过分析系统要素之间的现有的显而易见的一些关系，去发现系统中潜在的一些关系：诸如两要素间的直接、间接关系，以及多要素间的并列关系等等。对某些复杂的系统通过此法进行初步地研究，不仅可以借关联矩阵定量描述这些关系，同时也为进一步作深入分析，如层次分析法等奠定了必不可少的基础。

模型系统要素集合选取了综合评价、交通畅通、交通安全、经济、公害、饱和度、事故率、交叉口条件、交叉口管制和环境污染等组成，并用结构分析法建立系统的层次结构模型，其结果见图 1.1 所示。

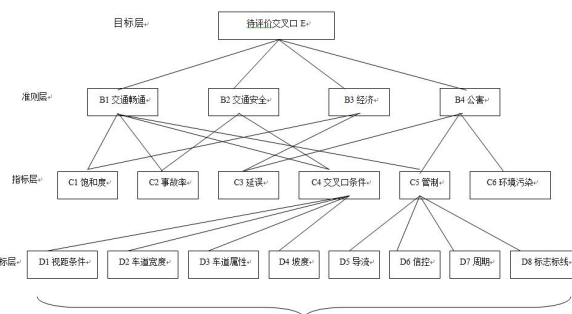


图 1.1 系统要素层次结构分析图

1.2 确定评价基准或判断标度

根据两个要素对比的重要程度进行赋分，比如“同等重要”赋 1 分，“稍微重要”赋 3 分，“较强重要”赋 5 分，“强烈重要”赋 7 分，“绝对重要”赋 9 分。如两个标准间取折衷值，则采用 2、4、6、8 来赋分。

1.3 确定评价指标标准值

由于利用综合评价指标体系进行交叉口交通状况评价需要量化计算处理，因此对以下评价指标在可能的情况下给予量化评价，在无法量化评价时通过访问、打分等方法将非量化指标转换为量化指标。对交叉口进行综合评价，可参照刘舒燕编写的《交通运输系统工程》对交叉口评价标准建议值、交叉口条件因素得分标准建议值、交叉口管理条件因素得分标准建议值进行查找。

1.4 建立判断矩阵

先以第一层要素（交叉口评价的总目标层）为依据，对第二层（准则层）要素建立判断矩阵，再以第二层要素（准则层）为依据，对第三层（指标层）要素建立判断矩阵。由于有四个准则，故应当有四个判断矩阵。

1.5 计算各要素的优先级向量

若判断矩阵是 $n \times n$ 矩阵，则首先计算矩阵各行要素乘积的 n 次根：

$$W_i = \sqrt[n]{M_i}$$

式中： $M_i = \prod_{j=1}^n b_{ij}, i=1,2,\dots,n$

其次将上述结果正交化，即将各数相加再除每个数。这样便得到了各要素的优先级向量：

$$\bar{W}$$

则， $W = (W_1, W_2, \dots, W_n)$

我们试以计算基于综合评价 A 的优先级向量以及一致性检验作为实例，运用上述步骤进行计算。

$$\bar{W}_1 = \sqrt[4]{1.00 \times 0.33 \times 4.00 \times 3.00} = 1.414;$$

$$\bar{W}_2 = \sqrt[4]{3.00 \times 1.00 \times 5.00 \times 3.00} = 2.590;$$

$$\overline{W_3} = \sqrt[4]{0.25 \times 0.20 \times 1.00 \times 0.33} = 0.359;$$

$$\overline{W_4} = \sqrt[4]{0.33 \times 0.33 \times 3.00 \times 1.00} = 0.760;$$

优先级向量为:

$$W_1 = \frac{\overline{W_1}}{\sum_{j=1}^4 \overline{W_j}} = \frac{1.414}{1.414 + 2.590 + 0.359 + 0.760} = 0.276$$

$$W_2 = \frac{\overline{W_2}}{\sum_{j=1}^4 \overline{W_j}} = \frac{2.590}{1.414 + 2.590 + 0.359 + 0.760} = 0.506$$

$$W_3 = \frac{\overline{W_3}}{\sum_{j=1}^4 \overline{W_j}} = \frac{0.359}{1.414 + 2.590 + 0.359 + 0.760} = 0.070$$

$$W_4 = \frac{\overline{W_4}}{\sum_{j=1}^4 \overline{W_j}} = \frac{0.760}{1.414 + 2.590 + 0.359 + 0.760} = 0.148$$

故,以交叉口综合评价为准则时,交通畅通,交通安全,经济,公害的优先级向量为(0.276, 0.506, 0.070, 0.148),用表 1.1 所示。

表 1.1 基于综合评价优先级向量计算:

交叉口综合评价 A	B1	B2	B3	B4	wi	优先级向量
交通畅通 B1	1.00	0.33	4.00	3.00	1.414	0.276
交通安全 B2	3.00	1.00	5.00	3.00	2.590	0.506
经济 B3	0.25	0.20	1.00	0.33	0.359	0.070
公害 B4	0.33	0.33	3.00	1.00	0.760	0.148

按照以上同样的方法,其他优先级向量进行分别计算。

1.6 确定总体优先级向量

基于以上各准则指标优先级的向量计算,最终确定总体优先级向量,计算如下表 1.2 所示。

表 1.2 总体优先级向量

总体优先级向量				
准则层	交通畅通 B1	交通安全 B2	经济 B3	公害 B4
指标层	0.2760	0.5055	0.0701	0.1483
饱和度 C1	0.4995		0.4142	
事故率 C2	0.0655	0.5505		
延误 C3			0.5858	0.2631
交叉口条件 C4	0.1465	0.4495		
交通管制 C5	0.2884			0.1638
环境污染 C6				0.5731

2 评价案例

结合温州某一城市道路交叉口改造项目,经过交叉口渠化后,道

参考文献:

[1] 吴海燕.城市道路平面交叉口综合评价[J].北京建筑工程学院学报, 2001(9):50, 55.

第一作者简介:金伊诺(1982-),女,温州,大专,工程师,主要从事市政道路设计。

路均从一般路段的两个车道展宽渠化到四个车道;对交叉口竖向进行设计,提供其排水效率;视距三角形内遮挡视线的绿化进行移除,改用草坪和灌木替代;同时对交叉口信号灯配时结合实际交通流量的变化进行优化配置,经过一系列的措施改造,该交叉口需要通过以上构建的模型进行评价。

首先,将各项数据输入,进行分析、计算得到各指标值,对应指标建议表进行打分,评定等级;其次,通过交通调查获得的基础数据再根据权重系数表中的权重值计算最终的评价分数与等级。结合改造方案,改善后交叉口条件、交叉口管制条件以及综合评价结果如下表 1.3、表 1.4、表 1.5 所示。

表 1.3 改善后交叉口条件评价表

改善后交叉口条件评价			
指标	权重值	等级或数值	得分
视距条件 D1	0.1142	基本满足	60
进口车道宽度 D2	0.2488	3.25m	60
车道属性 D3	0.5563	每个方向又专用车道	80
车道纵坡 D4	0.0808	0.0500	30
综合得分		68.7021	
交叉口条件评价等级		三级	

表 1.4 改善后交叉口管制条件评价表

改善后交叉口管制条件评价			
指标	权重值	等级或数值	得分
导流设施 D5	0.1142	齐全	80
信号控制 D6	0.5563	单点定时信号配时	60
周期设置 D7	0.2488	合理	85
标志标线 D8	0.0808	齐全	80
综合得分		70.1188	
交叉口管制条件评价等级		二级	

表 1.5 改善后综合评价结果表

改善后综合评价结果				
指标	权重值	实际计算数值	评价等级	分值
饱和度 C1	0.1669	0.8844	一级	100
事故率 C2	0.2964	<1.0	一级	100
延误 C3	0.0801	33	三级	60
交叉口条件 C4	0.2677	69	三级	69
交通管制 C5	0.1039	70	二级	70
环境污染 C6	0.0850	较小	二级	80
综合评价得分		83.68		

3 结语

利用层次分析法对交叉口各项指标权重予以量化,弥补了人为决策主观性或单一指标主导评价基准的缺陷,为科学指导交叉口的合理改造明确依据。但在选择指标方面仍需要结合当下的需求予以逐步完善、更新,并具有一定的前瞻性,才能有效确保交叉口评价的科学合理。