

# 基于 AHP—云模型的道路瓶颈度评价研究

田书冰, 李永汉, 陈浩然, 户磊

(湖南省交通规划勘察设计院有限公司, 湖南 长沙 410003)

**摘要:** 为优化城市道路瓶颈的通行能力,有效改善交通系统的整体运行状况,建立瓶颈度评价体系,运用 AHP(层次分析法)确定各评价指标的权重,采用云模型进行定量评价得到各指标的评价值,据此进行分析排序找出道路瓶颈的主要影响指标;通过综合云评价得到道路瓶颈度值,根据瓶颈度值将同一城区内瓶颈路划分为不同迫切层级,为主管部门改扩建道路决策提供参考。

**关键词:** 城市交通;AHP—云模型;瓶颈度;迫切层级

中图分类号:U491.2

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2018)04-0014-03

瓶颈路是影响与制约整个区域交通系统运行效率的路段,其对道路交通通行能力的影响程度即为瓶颈度,正确识别其影响指标对于采取相应解决方案至关重要。按照瓶颈度将不同瓶颈路分为不同迫切层级,便于相关主管部门据此制订分期改扩建方案。王明伟通过点段重要度数据和路网模型分配数据计算识别重要路段集,结合可靠性薄弱数据集,取二者的交集来识别认定瓶颈路段。卫立阳以自由、强制换道的通行能力计算为基础,以实测数据标定参数的微观仿真模型为工具,研究瓶颈路段驾驶员的行为选择及静、动态瓶颈对城市交通的影响。贾晓敏对影响城市道路通行能力的各因子进行综合分析,将各影响因子进行排序,进而制定相关改进措施。田书冰等采用云模型方法对水域溢油风险体系进行定量评价,确定了各水域溢油风险大小,为理论确定应急设备选址补足条件,取得了良好效果。

## 1 瓶颈度评价指标体系的构建

通过调研,选取造成道路瓶颈的指标建立评价指标体系(见图 1)。结合层次分析法(AHP),给出各评价指标之间的两两重要度对比,确定各指标  $U = \{U_1, U_2, U_3, U_4, U_5, U_6\}$  的权重。

## 2 道路瓶颈度综合评价云模型的构建

为计算道路瓶颈度指数,采用百分制,将道路瓶颈度划分为 5 个评价区间,建立评价指标的评价标准(见表 1)。

### 2.1 评价标准的概念云模型

概念云模型利用具有上下界限的评语对应各层级,如  $[C_{\min}, C_{\max}]$ ,利用正态云模型进行云形转换,

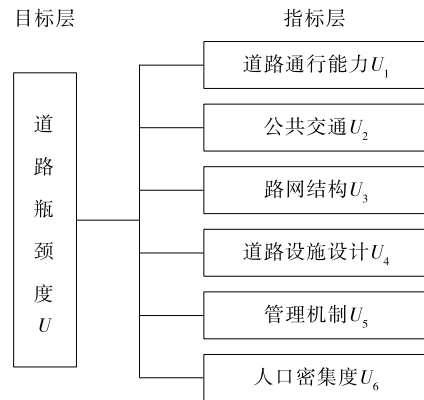


图 1 道路瓶颈度评价指标体系

表 1 道路瓶颈度评价标准

评价因子	评价标准				
	$\leq 60$	$(60, 70]$	$(70, 80]$	$(80, 90]$	$(90, 100]$
$U_1$	低	较低	一般	较高	高
$U_2$	低	较低	一般	较高	高
$U_3$	低	较低	一般	较高	高
$U_4$	低	较低	一般	较高	高
$U_5$	低	较低	一般	较高	高
$U_6$	低	较低	一般	较高	高

云参数计算式为:

$$\begin{cases} E_x = (C_{\max} + C_{\min}) / 2 \\ E_n = (C_{\max} - C_{\min}) / 6 \\ H_e = k \end{cases} \quad (1)$$

式中:  $k$  为大小可调整的常数。

如图 2 所示,概念云模型的评价标准表示为高(100,10/3,0.5)、较高(85,5/3,0.5)、一般(75,5/3,0.5)、较低(65,5/3,0.5)、低(0,20,0.5)。

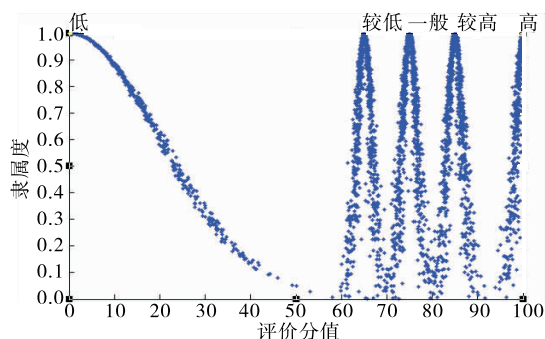


图2 评价标准的概念云模型

## 2.2 评价指标的评价云模型

根据道路瓶颈度评价指标体系确定评价因子  $U_i$ , 通过专家调研确定评价集  $V = \{V_1, V_2, \dots, V_l\}$ , 利用逆向发生器云算法对所有评价集合进行计算, 得出各指标云模型参数  $U(E_{xi}, E_{ni}, H_{ei})$ , 其中:  $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$  (见图3)。

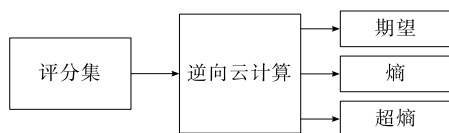


图3 评价指标云模型参数计算流程

逆向云算法公式如下:

$$\begin{cases} \bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \\ B = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |x_i - \bar{x}| \\ S^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \end{cases} \quad (2)$$

进而得:  $E_x = \bar{x}$ ;  $E_n = (\pi/2)^{1/2} B$ ;  $H_e = (S^2 - E_n^2)^{1/2}$

## 2.3 基于云模型的综合评价

道路瓶颈度评价结果采用综合评价云模型  $(E_x, E_n, H_e)$  表示, 即将多个评价指标云模型集作为一个更广义的云, 综合评价云模型能反映道路的瓶颈度情况, 其计算式为:

$$\begin{cases} E_x = \frac{E_{x1}E_{n1}\omega_1 + E_{x2}E_{n2}\omega_2 + \dots + E_{x6}E_{n6}\omega_6}{E_{n1}\omega_1 + E_{n2}\omega_2 + \dots + E_{n6}\omega_6} \\ E_n = E_{n1}\omega_1 + E_{n2}\omega_2 + \dots + E_{n6}\omega_6 \\ H_e = \frac{H_{e1}E_{n1}\omega_1 + H_{e2}E_{n2}\omega_2 + \dots + H_{e6}E_{n6}\omega_6}{E_{n1}\omega_1 + E_{n2}\omega_2 + \dots + E_{n6}\omega_6} \end{cases} \quad (3)$$

式中:  $\omega_i$  为评价指标的权重;  $(E_{xi}, E_{ni}, H_{ei})$  为各评价指标的云模型参数;  $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ 。

将式(2)计算结果运用正向云发生器即可得到每条道路瓶颈度综合评价的实际云模型。

## 3 算例及分析

以湖南省邵阳县道路为例验证上述模型及计算步骤。邵阳县道路网中有7块堵塞易发区, 即凤凰街中路、环虎街、邵新街、大桥路、沿河街、大冲街、锡海线西段, 标记为  $N_i = \{N_1, N_2, \dots, N_7\}$ 。组织20名对邵阳县环境熟悉的交通管理人员对7条道路的6个评价指标进行打分, 然后利用逆向发生器云算法对所有管理人员的分值进行计算, 得到7条道路各指标的评价云模型参数。将评价指标进行两两重要度对比, 确定道路瓶颈度评价指标的权重  $\omega_i$ 。以  $N_1$  凤凰街中路为例确定其指标权重及评价指标云模型参数, 结果见表2。

表2 评价指标的权重及凤凰街中路评价指标云模型参数

评价指标	权重 $\omega_i$	云模型参数 $(E_x, E_n, H_e)$
$U_1$	0.25	(72.9, 6.3, 0.66)
$U_2$	0.10	(53.4, 6.2, 0.65)
$U_3$	0.17	(95.6, 5.8, 0.67)
$U_4$	0.15	(82.7, 6.5, 0.74)
$U_5$	0.13	(63.6, 5.9, 0.62)
$U_6$	0.20	(46.2, 5.8, 0.58)

运用正向云模型处理得到的参数可得出各指标的评价云模型 (见图4)。从中可看出: 造成凤凰街中路交通瓶颈的因素从大到小排序为路网结构、道路设施设计、道路通行能力、管理机制、公共交通、人口密集度。

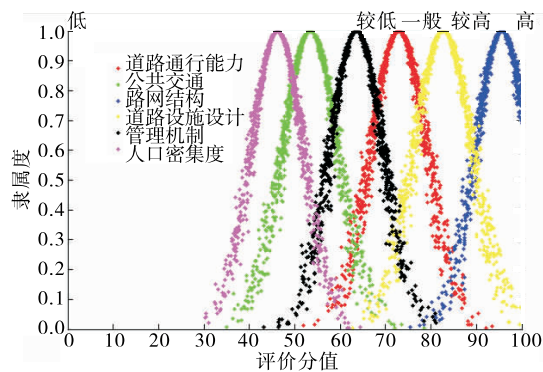


图4 凤凰街中路瓶颈度各指标评价云模型

利用综合云算法即式(3)对各评价指标进行虚拟云计算, 得到凤凰街中路综合评价云模型参数  $(E_x, E_n, H_e)$  为 (69.89, 6.083, 0.65)。根据该结果, 运用正向云发生器得到凤凰街中路的综合评价云模

型(见图5)。

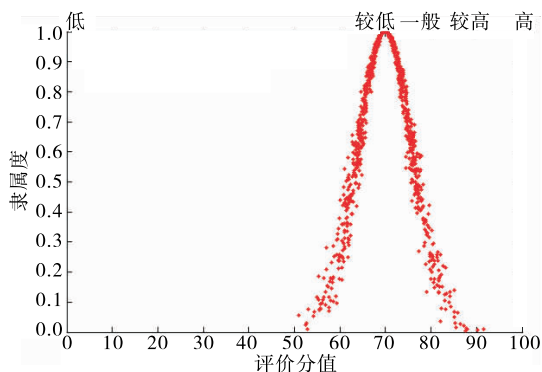


图5 凤凰街中路综合评价云模型

同理,对环虎街、邵新街、大桥路、沿河街、大冲街、锡海线西段进行评估,得到各路段瓶颈度综合评价云模型参数(见表3)及云模型(见图6)。

表3 邵阳县各路段瓶颈度综合评价云模型参数

路段	综合评价云模型参数 ( $E_x, E_n, H_e$ )	路段	综合评价云模型参数 ( $E_x, E_n, H_e$ )
$N_1$	(69.89, 6.083, 0.65)	$N_5$	(85.92, 5.89, 0.61)
$N_2$	(72.13, 5.98, 0.62)	$N_6$	(44.48, 5.88, 0.69)
$N_3$	(53.38, 6.16, 0.58)	$N_7$	(77.07, 5.92, 0.71)
$N_4$	(91.30, 6.34, 0.56)		

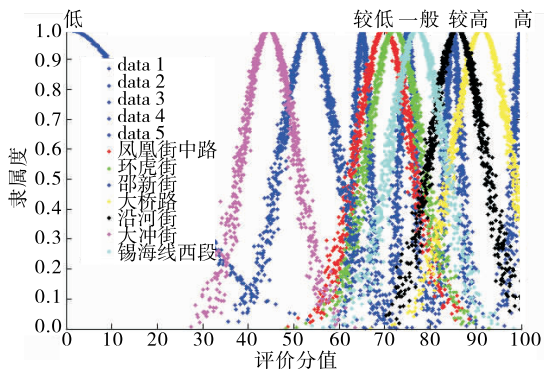


图6 邵阳县各路段综合评价云模型

从表3可看出各路段的瓶颈度迫切等级:第一层级为 $N_4$ 大桥路,其瓶颈度迫切等级为高,期望值为91.30;第二层级为 $N_5$ 沿河街,其瓶颈度迫切等级为较高偏上,期望值为85.92;第三层级为 $N_2$ 环虎街及 $N_7$ 锡海线西段,其瓶颈度迫切等级为一般,期望值分别为72.13、77.07;第四层级为 $N_1$ 凤凰街中路,其瓶颈度迫切等级为低,期望值为69.89;第五层级为邵新街及大冲街,其瓶颈度迫切等级为低,期望值分别为53.38、44.48。

根据实际调研,凤凰街中路路网曲折,道路设施

设计缺乏,通行能力欠佳(见图7),虽然配置了相当警力资源在此协调,但其作为路网瓶颈的局面并未改变,需重新规划线路、增设道路设施指示或扩容道路提高其通行能力,方可从根本上降低其瓶颈度。



图7 邵阳县凤凰街中路的实际交通状况

道路瓶颈度评价结论与邵阳县路网通行堵塞状况相符,表明评价模型符合管理实践,可为交管部门对症采取管理措施及分期改扩建提供参考。

#### 4 结语

该文建立城市道路瓶颈度评价指标体系,通过AHP分析确定各指标权重,然后通过云模型确定各指标的瓶颈度云参数,找出造成道路瓶颈的主要影响因素。根据综合瓶颈度云参数及云图将道路分为不同迫切等级,在建设资金有限的情况下为分期实施道路改扩建提供依据。

#### 参考文献:

- [1] 王明伟.区域公路网瓶颈路段识别分析研究[J].中外公路,2012,32(4).
- [2] 卫立阳.瓶颈路段道路交通流特性及通行能力研究[D].合肥:合肥工业大学,2015.
- [3] 贾晓敏.城市道路通行能力影响因素研究[D].西安:长安大学,2009.
- [4] 田书冰,杨亚东,田延飞,等.长江干线中下游溢油应急设备点选址优化研究[J].安全与环境学报,2017,17(1).
- [5] 罗小东,徐昕远.信息环境下城市快速路交通瓶颈识别技术[J].公路与汽运,2016(2).
- [6] 高梦起,李德华,张军,等.基于可靠度的区域公路网瓶颈路段识别研究[J].交通运输工程与信息学报,2011,9(3).
- [7] 邓长春.智能路况识别分析系统设计[J].微计算机信息,2007(26).

收稿日期:2017-12-12