

区域道路交通安全云模型—模糊综合评判研究

胡少帅¹, 李劲夫²

(1.珠海市交通勘察设计院有限公司, 广东 珠海 410056; 2.中国公路工程咨询集团有限公司, 湖北 武汉 430000)

摘要: 客观评价道路交通安全状况,在此基础上制定有针对性的改善对策,有利于提高道路交通安全水平。文中从已发交通事故和潜在交通隐患两个层面构建包含平均每起事故死亡率、亿人公里旅客周转量死亡率、亿吨公里货物周转量死亡率、道路设施水平、年不良气候天数、驾驶员安全意识的区域道路交通安全评价指标体系,采用云模型—模糊综合评判法对区域道路交通安全进行评价,并结合浙江省各市统计数据评价区域道路交通安全状况,对该评价方法进行验证。

关键词: 交通安全;区域道路;云模型;模糊综合评判

中图分类号: U491.3

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2019)06-0026-04

随着中国社会的城市化和机动化水平的提高,道路交通安全问题日渐突出,已成为影响人数最多、空间范围最广、造成死伤人数最多的社会安全问题。道路交通安全评价一直是交通领域的研究重点。Victor Dobromirov 等基于道路交通事故数据对圣彼德堡环路进行了交通安全评价;Angelica Batrakova 等研究了道路条件对道路交通安全的影响;Athanasios Galanis 等结合道路类型及交通量数据进行了道路安全评价;孙璐等基于城市道路特点建立了道路交通安全评价审查清单体系;李相勇等利用人工神经网络方法进行了道路交通安全综合评价;聂世刚等研究了模糊层次分析法在道路交通安全评价中的运用;邱安邦进行了道路交通安全影响因素研究;崔健从道路安全法出发进行了高速公路交通安全评价;马社强进行了区域道路交通安全评价研究趋势和评价方法分析。目前对道路交通安全评价的研究较多集中在交通安全影响因素分析上,较少系统地构建道路交通安全评价指标体系;采用的方法多为层次分析法及模糊综合评价法,评价过程及结果中随机性及模糊性得不到体现;且较多针对微观路段层面,较少涉及区域道路层面,难以对某区域的道路交通安全作出科学评级。由于中国各省市社会经济发展不平衡,道路安全状况区域化特征显著。为此,该文基于区域道路层面构建交通安全评价指标体系,运用云模型—模糊综合评价法进行区域道路交通安全评价。

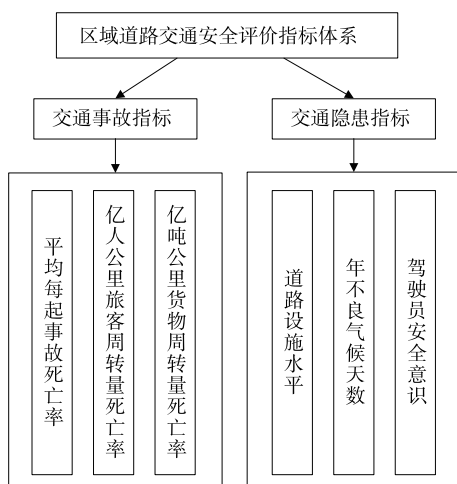
1 评价指标体系构建

影响道路交通安全的因素有许多,主要从交通

事故及交通隐患两方面选取科学、简明、综合的评价指标构建区域道路交通安全评价指标体系。其中:交通事故指标能通过已发事故反映区域道路交通事故的危险度即区域道路交通安全的脆弱性;交通隐患指标能反映道路交通活动中潜在的有可能引发交通事故的因素。

交通事故评价指标包括:1) 平均每起事故死亡率。该指标为一定时空范围内平均每起交通事故的发生所导致的死亡人数,反映区域道路交通事故的危险性,其值越大则交通危险性越高。2) 亿人公里旅客周转量死亡率。该指标为一定时空范围内产生亿人公里客运周转量所产生的交通事故死亡人数,其同时考虑了客运量和运输距离的影响,反映客运交通危险性。3) 亿吨公里货物周转量死亡率。该指标为一定时空范围内产生亿吨公里货运周转量所产生的交通事故死亡人数,其同时考虑了货运量和运输距离的影响,反映货运交通危险性。

交通隐患评价指标包括:1) 道路设施水平。良好的道路设施系统有利于减少潜在事故,充分发挥其交通诱导及安全防护等功能,提升道路交通安全水平。用道路设施水平衡量道路设施系统的完善程度,其值越高则道路交通隐患越小。2) 年不良气候天数。不良气候如雾、雪、暴风雨、结冰或沙尘暴等会影响驾驶者心理、能见度及路面附着系数,对交通安全影响极大,易引发交通事故。以年不良气候天数反映某区域气候条件,其值越小则交通隐患越小。3) 驾驶员安全意识。驾驶员作为交通活动的主要参与者,其在行车过程中的安全意识越高,则交通隐患越少,越能避免交通事故的发生(见图 1)。



2 基于云模型—模糊综合评判的评价方法

2.1 模糊综合评判法

模糊综合评判法是层次分析法(AHP)和模糊数学方法(Fuzzy)的一种综合运用。该方法通过确定评价指标和各指标权重及隶属度矢量构建模糊评判矩阵,将模糊评判矩阵与评价指标的权矢量进行模糊运算并进行归一化,得到模糊综合评价结果。该方法对被评价对象有唯一评价结果,被评价对象所处对象集合不影响最终评价结果。它还可将所有被评价对象的评价结果从优到劣进行排序,根据排序从对象集中选出优胜对象。基于模糊综合评判法的区域道路交通安全评价流程见图2,其中 $i=1,2,\dots,n$ (n 为评价指标个数)。

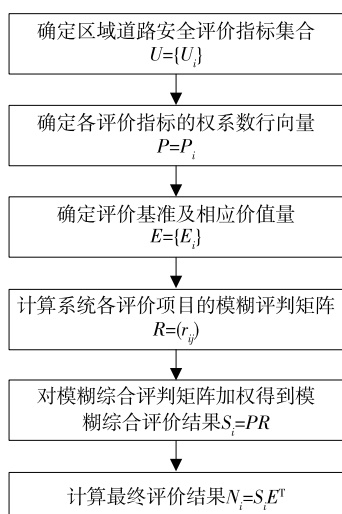


图2 基于模糊综合评判法的区域道路交通安全评价流程

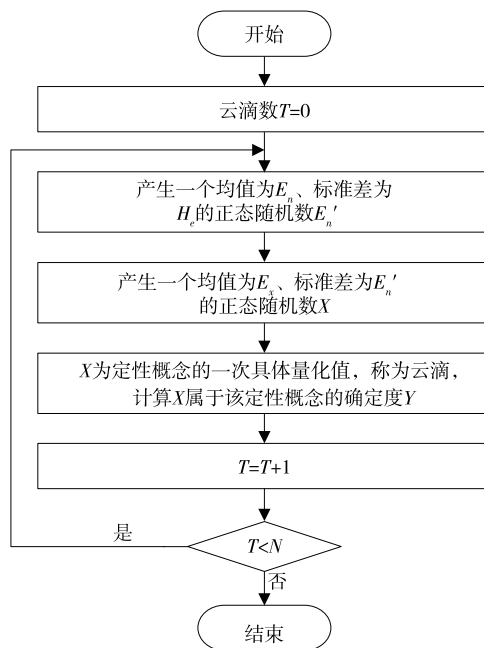
2.2 云模型

云模型能实现定性概念和描述与定量数值之间

不确定性转换。假设 X 是任一集合, A 为 X 的模糊集合,对于集合 X 中的任意元素 x 均存在一个稳定倾向的随机数,称为 x 对于 A 的隶属度。 X 作为基础变量的条件为集合 X 中的元素是简单有序的,若集合 X 中的元素不是简单有序的,则需根据某个法则 f 将 X 映射到另一个有序的集合 X' 上,并且唯一对应,则 X' 为基础变量,隶属度在 X' 上的分布称为(隶属)云。

云的数字特征包括期望 E_x 、熵 E_n 和超熵 H_e (熵的熵)。其中:期望 E_x 为最典型的样本点;熵 E_n 代表云滴出现的随机性,熵越大,模糊性和随机性越大;超熵 H_e 反映云滴的离散度,超熵越大,云滴离散度越大。云模型算法流程见图3。其中 X 属于该定性概念的确度 Y 按式(1)计算,反映一次定性定量转换的全部内容。

$$Y = e^{\frac{-(x-E_x)^2}{2(E_n')^2}} \quad (1)$$



N 为设定产生的云滴总数。

图3 云模型算法流程

2.3 云模型—模糊综合评价法

云模型—模糊综合评价法结合云模型与模糊综合评判法,用云模型替代隶属函数计算相应的权系数及评价矩阵。该方法中的权系数矩阵 P 和评价矩阵 R 均由逆向云发生器计算,由云参数表示,利用模糊合成算子计算最终综合评价结果。计算公式如下:

$$B = P \cdot R = (E_x \quad E_n \quad H_e) \quad (2)$$

通过该评价方法得到每个评价对象的综合评价

结果后,分析其等级排序关系、稳定性和主观随机性等性质特征。按照期望、熵、超熵3个参数依次进行排序,排序原则如下:1) 根据 E_x 大小进行排序,若两者的一样,则评价熵 E_n 越小,其稳定性越好,排名越好;2) 若 E_x 、 E_n 相同,则超熵 H_e 越小,随机性越小,排名越好。

传统的模糊综合评判仅是由模糊到精确的转换,其评价结果是针对评价对象的单一固定值,难以体现其模糊性。而从权系数矩阵的产生到评价矩阵的计算都存在模糊、不确定性和一定的随机性,传统的模糊综合评价法无法反映。云模型—模糊综合评价法用云模型替代常规模糊综合评判中的隶属函数,可弥补这些缺点。

2.4 评价流程

基于云模型—模糊综合评价的区域道路安全评

价步骤:1) 确定评价指标体系权重;2) 设定评语集和基准云,采用正态云模型形成评价等级基准云;3) 生成评价指标的隶属度云模型;4) 将专家赋分代入隶属度云模型获得综合评价结果;5) 综合评价数字特征分析,即最终云评价结果分析。

3 案例分析

采用上述区域道路交通安全评价指标体系及云模型—模糊综合评价法对2016年浙江省各市区域道路交通安全状况进行综合评价。以杭州市区域道路交通安全状况评价为例,根据2016年统计年鉴的基础数据计算各评价指标数据,基于指标数据和图2评价方法确定权重系数及各评价指标的评价等级,由9位专家对各指标对应各评价等级进行评价,结果见表1。

表1 专家评议结果

评价指标	评价指标的权系数	各评分的专家人数/人				
		0.9	0.7	0.5	0.3	0.1
平均每起事故死亡率	0.15	0	3	5	1	0
亿人公里旅客周转量死亡率	0.10	2	5	2	0	0
亿吨公里货物周转量死亡率	0.10	0	3	6	0	0
道路设施水平	0.20	0	4	3	2	0
年不良气候天数	0.20	1	4	2	2	0
驾驶员安全意识	0.25	1	2	5	1	0

用云模型代替常规模糊综合评价中的隶属度函数,将表1所示专家赋分代入隶属云模型,利用 Normrnd 函数生成正态分布随机数,得到云参数 E_x 初始值,再按图3计算杭州市区域综合评价参数

(E_x E_n H_e),结果见表2。

按式(2)计算,得到杭州区域道路交通安全云模型—模糊综合评价结果为:

$$B_1 = P \cdot R = (0.119 \quad 0.044 \quad 0.001)$$

表2 云模型—模糊综合评价云参数

评价指标	权重云参数	评价云参数
平均每起事故死亡率	(0.17 0.06 0.003)	(0.11 0.12 0.002)
亿人公里旅客周转量死亡率	(0.17 0.06 0.003)	(0.14 0.15 0.004)
亿吨公里货物周转量死亡率	(0.17 0.06 0.003)	(0.11 0.14 0.003)
道路设施水平	(0.17 0.06 0.003)	(0.11 0.12 0.006)
年不良气候天数	(0.17 0.06 0.003)	(0.12 0.10 0.001)
驾驶员安全意识	(0.17 0.06 0.003)	(0.11 0.10 0.007)

同理,基于各市统计年鉴的基础数据和云模型—模糊综合评价法,可得到浙江省各市区域道路交通安全综合评价结果(见表3)。

根据表3中的评价结果云参数及云参数 E_x 、 E_n 、 H_e 排序规则,浙江省2016年各市区域道路交

通安全状况从优到劣排序为衢州、杭州、金华、宁波、嘉兴、湖州、丽水、温州、舟山、绍兴、台州。为减少交通事故的发生,提高区域道路交通安全水平,保障出行者交通安全,应着重针对舟山、绍兴及台州等地区道路交通制定改善对策。

表 3 浙江省各市区域道路交通安全综合评价结果

区域	综合评价结果		
杭州	(0.119	0.044	0.001)
绍兴	(0.231	0.142	0.011)
宁波	(0.148	0.115	0.006)
舟山	(0.224	0.042	0.004)
金华	(0.125	0.016	0.017)
丽水	(0.212	0.011	0.002)
温州	(0.212	0.022	0.013)
台州	(0.241	0.013	0.002)
衢州	(0.082	0.014	0.001)
湖州	(0.163	0.085	0.010)
嘉兴	(0.163	0.085	0.004)

4 结语

该文构建区域道路交通安全评价指标体系,基于云模型—模糊综合评判法进行区域道路交通安全评价。浙江省各市区域道路交通安全评价结果表明,该方法能对各市区域道路交通安全进行评价及排序,为科学决策提供依据。

参考文献:

[1] Victor Dobromirov, Stanislav Evtiukov, Ekaterina Duncheva, et al. Methodology and results of the traffic safety evaluation

on the saint petersburg ring road[J]. Transportation Research Procedia, 2017, 20.

[2] Angelica Batrakova, Olga Gredasova. Influence of road conditions on traffic safety[J]. Procedia Engineering, 2016, 134.

[3] Athanasios Galanis, George Botzoris, Nikolaos Eliou. Pedestrian road safety in relation to urban road type and traffic flow[J]. Transportation Research Procedia, 2017, 24.

[4] 孙璐,游克思.城市道路交通安全评价研究综述[J].华东公路, 2015(1).

[5] 李相勇,田澎,蒋葛夫.道路交通安全综合评价的人工神经网络方法[J].西南交通大学学报, 2006, 41(4).

[6] 聂世刚,郭力玮.模糊层次分析法在道路交通安全评价的应用[J].黑龙江交通科技, 2018(10).

[7] 邱安邦.道路交通安全的影响因素与综合评价[D].南京:南京林业大学, 2008.

[8] 崔健.基于道路安全法的高速公路交通安全评价研究[D].西安:长安大学, 2017.

[9] 汪笃彪.道路交通安全评价综述[J].智能城市, 2017, 3(4).

[10] 刘舒燕.交通运输系统工程[M].第三版.北京:人民交通出版社, 2012.

[11] 马社强.区域道路交通安全评价的理论与方法[D].北京:北京交通大学, 2011.

收稿日期:2019-03-06

(上接第 25 页)

果表明,票价、是否有座、出行距离及停车次数等因素对定制公交选择的影响显著,而性别、职业、年龄、收入及是否接送小孩等因素对定制公交选择的影响不显著。建设合理有效的定制公交运营服务系统,不仅可为城市居民提供完善的公共交通服务,还可提升公共交通系统整体运行能力和服务水平。研究结果对于乌鲁木齐市定制公交服务系统的建设和发展具有一定指导意义。

参考文献:

[1] 杨文婷,谭永峻,尤淑燕,等.乌鲁木齐市居民出行行为调查分析[J].新疆财经大学学报, 2012(2).

[2] 朱兴琳,艾力·斯木吐拉,艾尔肯·托呼提,等.乌鲁木齐市城市交通现状分析及对策研究[J].公路与汽运, 2012(5).

[3] 张欣环,刘小勇.乌鲁木齐市居民出行特征分析[J].新疆农业大学学报, 2008, 31(3).

[4] 努尔沙拉·巴得力汗,洪晓龙,艾力·斯木吐拉.乌鲁

木齐市老城区路边停车及收费问题思考[J].公路与汽运, 2018(2).

[5] 高鹏,张子秦.城市交通拥堵分析及对策研究[J].交通科技与经济, 2011(2).

[6] 张铭.乌鲁木齐市公共交通发展对策研究[J].交通与运输, 2016(2).

[7] 高续.成都市定制公交需求研究[D].成都:西南交通大学, 2016.

[8] 范文旭.基于城市缓堵的定制商务班车发展趋势研究[D].西安:长安大学, 2014.

[9] 张捷,刘一博.定制公交对减少碳排放的贡献[J].城市公共交通, 2016(2).

[10] 王济川,郭志刚. Logistic 回归模型:方法与应用[M].北京:高等教育出版社, 2001.

[11] 黄润龙.数据统计与分析技术[M].北京:高等教育出版社, 2004.

[12] 罗赞.城市公共自行车选择行为研究[D].西安:长安大学, 2013.

收稿日期:2019-03-06