

道路交通安全现代化水平综合评价模型

陈君毅¹, 王宏雁¹, 郁佳文²

(1. 同济大学 汽车学院, 上海 201804; 2. 同济大学 中德学院, 上海 200092)

摘要: 在结合事故致因理论和哈顿矩阵的基础上, 以层次分析法建立道路交通安全综合评价指标体系, 经专家评定获得各指标对其所隶属准则的判断矩阵, 并计算出各权重向量和最优权重向量. 同时, 以道路交通发达国家在其完成第一次道路交通现代化的具体时期内各指标具体数据, 通过聚类算法获得现代化评价基准值. 采用量化值加权函数法建立评价模型, 并得到中国现代化指数随时间历程的变化数据, 从而研究中国道路交通安全现代化水平及影响因素, 并分析了评价模型的局限性.

关键词: 道路交通安全; 现代化; 综合评价; 层次分析法; 量化值加权函数法; 聚类算法

中图分类号: U 491.31

文献标识码: A

A Comprehensive Model for Evaluating the Modernization Level of Road Traffic Safety

CHEN Junyi¹, WANG Hongyan¹, YU Jiawen²

(1. College of Automotive Studies, Tongji University, Shanghai 201804, China; 2. Chinese-German School for Postgraduate Studies, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: Based on basic concept of accident causing theory and Haddon Matrix, the road traffic safety indicator system is established with analytic hierarchy process (AHP). The final weight vector is then calculated with the least squares distance method based on the weight vectors concluded from experts' judgment matrixes. The evaluation baseline is drawn by means of clustering algorithm on the basis of the period data of the motorized countries during their first road traffic modernization. The quantitative value weighted function is adopted for establishing the comprehensive evaluation model, and the result turns out to be the road traffic safety modernization index. At last, the historical trend of Chinese modernization index is obtained, and the overall safety level and the individual indicators are studied. Also the limitation of the evaluation model is analyzed.

Key words: road traffic safety; modernization level; comprehensive evaluation; analytic hierarchy process; quantitative value weighted function; clustering algorithm

道路交通安全宏观评价, 一般用于研究交通安全水平与机动车保有量及其安全性、人口及其交通安全素质、道路网络发展、救治水平等相关因素之间的关系, 对评价对象的交通安全状况做出客观的判断, 并在此基础上制定宏观技术和政策方面的对策. 所谓“综合评价”, 是指从不同的角度考察评价对象, 并尽可能多地顾及影响因素. 应用综合评价模型, 能对评价对象的道路交通状况做出一般性的全面的评价结论^[1].

宏观评价由于对象包含的范围较广, 各种关系也较复杂, 想要精确测量对象的各种属性、价值, 基本上是不可行的. 由于存在信息的不对称性及成本的约束, 只能以尽可能少的信息, 尽可能准确地揭示客观事物的本质. 这两者之间是存在着一定矛盾的. 比较可行的方法是用事物的表象属性的测量, 来代替对其本质属性与实际价值的测量; 用表现属性间的线性加总关系, 代替现实各种复杂关联. 这样所得的评价信息虽然是相对的、模糊的、间接的、近似的, 但具有执行评价成本可承受的优势. 为了提高道路交通安全水平, 对现状能有一个清醒的认识和准确的把握, 无疑是首先需要解决的问题, 在此基础上才能够有针对性地制定对策. 因此, 能够对道路交通安全水平进行客观、科学和公正的评价, 意义重大.

国内外对道路交通安全的宏观评价方法大致可归纳为四种, 即相对事故率法、时间序列分析法、回归分析法和综合事故率法, 各有优缺点. 为了取得一个能表达相对和绝对安全水平的综合评价结果, 可

收稿日期: 2009-05-21

作者简介: 陈君毅(1980—), 女, 博士生, 主要研究方向为道路交通安全. E-mail: chjy1210@gmail.com

王宏雁(1962—), 女, 教授, 博士生导师, 工学博士, 主要研究方向为车辆被动安全. E-mail: why-sos@vip.sina.com

考虑借鉴国家“现代化”的概念:现代发生的社会和文化变迁的现象.根据马格纳雷拉的定义,现代化是发展中的社会为了获得发达的工业社会所具有的一些特点,而经历的文化与社会变迁的、包容一切的全球性过程^[2].道路交通安全的“现代化”是其自然的组成部分.纵观发达国家的道路交通发展历程,若从交通安全角度看,可分为两大阶段,第一次是以传统治理手段(工程技术、管理法规、宣传教育)协调人、车、路三者关系为主要特征,第二次是以发展智能交通系统,重新调整人、车、路三者关系为主要特征^[3].

笔者参考了综合事故率法的思路,在结合事故致因理论和哈顿矩阵^[4]的基础上,提取人、车、路、环境、医疗救护等各方面影响因素,借鉴国家“现代化”的概念,以发达国家在完成第一次道路交通现代化时的状态作为参照标准,建立宏观的道路交通安全“现代化”综合评价模型.模型计算所得的即为现代化指数,在评价单个客体在一个时间点的状态时,它与标准“0”的相对位置,即代表其道路交通安全现代化的程度;在评价单个客体在时间序列上的变化时,它可以连成一条指数曲线,既表明走势(现代化程度的变化方向及波动),也表明其绝对的现代化水平;在评价多个客体时,则成为各国之间现代化水平横向比较的依据.

1 研究方法

1.1 指标选取

选取指标必须遵循一定的原则,以保证所建立的指标体系公正、客观,同时具有可操作性^[5].具体是:①可测性,必须是可得到的、可统计的或可计算的;②可靠性,来源必须可靠;③可比性,在各评价的对象中,必须有相对统一的定义和计量标准,保证比较评价在同一基础上进行;④代表性,通过科学的分析,选取其中较具代表性的指标,以提高评价的效率,避免造成计算结果的重叠.

通常评价中所使用的死亡人数、万车死亡率、万人死亡率等指标,由于其中的死亡和伤害是处于整个事故发生链的末端,故通过它们评价得到的道路交通安全水平,仅是从“结果”角度出发而得出的判断,无法从事故的原(诱)因等角度全面评判.因此,有必要从系统的角度出发,建立一个指标体系,以便评价较为全面、综合.

首先,结合事故致因理论^[6]和哈顿矩阵^[4],根据事故发生的时间顺序,将过程划分为碰撞前、碰撞时

和碰撞后三部分,并将各因素对事故不同的影响分为“直/间接引发事故的因素”和“影响伤害程度的因素”,最终提出如图 1 所示的道路交通事故分析模型.并在此基础上,分析各类参考文献中表征这几方面因素的具体可量化指标,从而建立囊括“输入”及“输出”因素的道路交通安全性指标的评价指标体系,提出一些备选指标(见表 1).

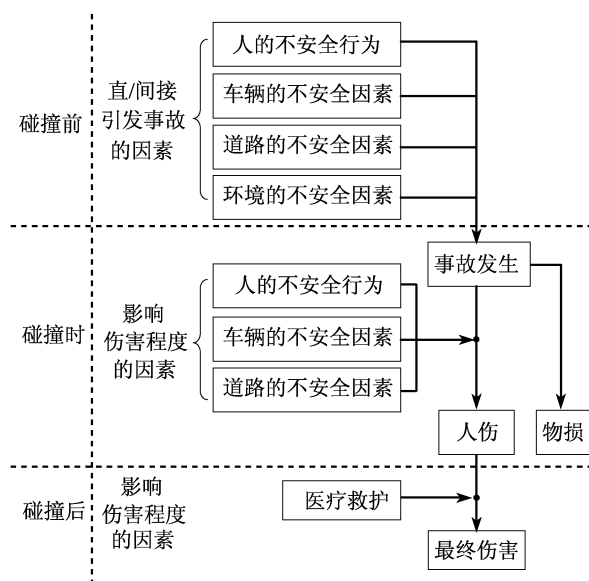


图 1 道路交通事故分析模型

Fig.1 Analysis model of road traffic accident

再依据相关性分析和鉴别力分析可得,从初选指标体系中剔除指标“出生期望寿命”,因为它与“千人医院床位数”高度相关,且变差系数较小.而对于“百公里道路死亡率”指标来说,虽然它与“万车死亡率”的相关系数达到 0.83,而变差系数只有 0.107,似乎应当删除.但三个事故率指标可以分别描述人、车、路对道路交通安全的影响,蕴含着不同的评价信息;同时,根据不同的事故率指标也会得到迥异的评价结果,但是又没有任何证据表明孰优孰劣.基于这样的考虑,保留“百公里道路死亡率”指标.

在此指标筛选的基础上,按照层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)^[7],即可构建出道路交通安全评价指标体系(如表 2 所示).

1.2 量化值加权函数法

用量化值加权函数法评估道路交通安全现代化水平.

$$Z = \sum_{i=1}^n (z_i w_i), \quad i = 1, \dots, 9 \quad (1)$$

对正指标(指标数值越大越好) j ,有

$$z_j = (x_j - S_j) / S_j \quad (2)$$

对逆指标(指标数值越小越好) k ,有

$$z_k = (S_k - x_k) / S_k \quad (3)$$

式中: x 为该指标的数据;而 S 则为该指标的现代化评价基准值; z 为各指标的量化值,即评价值,由 x

与 S 计算所得; w 为相应权重; Z 为现代化综合指数.显然,综合指数越大,综合水平越好,且当各指标的实际值均等于基准值时,综合指数为零.所以可以认为,当综合指数小于零时,综合水平未达到基准水平,反之亦然.

表 1 道路交通安全评价备选指标

Tab.1 Indicator candidates for road traffic safety evaluation

影响因素	备选指标	指标取舍	舍弃原因
人的不安全行为	机动车驾驶员酒后驾驶导致的事故/伤亡比例	保留	
	机动车驾驶员超速驾驶导致的事故/伤亡比例	舍弃	易受到其他因素影响,可能非驾驶员直观违法意愿
	机动车驾驶员疲劳驾驶导致的事故/伤亡比例	舍弃	执法中难以测量
	汽车驾乘人员安全带佩戴率	保留	
	机动两轮车驾乘人员头盔佩戴率	舍弃	我国没有相关统计数据
	儿童乘员儿童座椅使用率	舍弃	我国没有相关统计数据
车辆的不安全因素	因机械故障导致的死亡人数(事故)比例	舍弃	各国统计细致程度不同,不具可比性
	摩托车比例	保留	
	NCAP(New Car Assessment Program)中达到某一碰撞星级以上的车辆比例	舍弃	各国数据不易获得,可行性较差
道路的不安全因素	因道路原因导致的事故/伤亡比例	舍弃	因实际定责中易被忽视,数字不具可靠性
	符合一定技术标准的道路比例	保留	
医疗救护	救护车抵达事故现场平均所需时间	舍弃	我国没有相关统计数据
	千人医生数(取代千人外科医生数)	保留	
	千人医院床位	保留	
	出生期望寿命	保留	
事故率	死亡人数相关指标	保留	
	受伤人数相关指标	舍弃	各国之间不具可比性
	经济损失相关指标	舍弃	各国之间不具可比性
	事故次数相关指标	舍弃	各国之间不具可比性

注:保留下的指标中,“符合一定技术标准的道路比例”,用“高速公路比例”表征;“死亡人数相关指标”,有“万车死亡率”、“10 万人死亡率”和“百公里道路死亡率”。

表 2 道路交通安全评价指标体系

Tab.2 Indicator system of road traffic safety evaluation

目标层 A	准则层 M	次准则层 N	指标层 X
道路交通安全水平	事故/伤亡潜在发生可能性 M_1	人的不安全行为 N_1	汽车驾驶员酒后驾驶导致的死亡人数比例 X_1 轿车前排乘员安全带佩戴率 X_2
		车辆的不安全因素 N_2	摩托车比例 X_3
		道路的不安全因素 N_3	高速公路比例 X_4
		医疗救护 N_4	千人医生数 X_5 千人医院床位数 X_6
	已发生事故数量及水平 M_2	事故率 N_5	万车死亡率 X_7 10 万人死亡率 X_8 百公里道路死亡率 X_9

1.3 权重

采用层次分析法(AHP)来确定各指标的权重,即通过数学方法将专家意见及经验量化,并以此为依据确定各个指标的权重.这种方法最大的优势在于它是通过专家判断各个指标的实际重要性来确定权重的,更符合“权重”本身的含义.

通过咨询 5 位常年从事道路交通安全及车辆安全技术研究的专家,根据表 2 中的各层次,分别获得各指标对其所隶属准则的判断矩阵;用 Matlab 软件求解各判断矩阵 A 的最大特征根及其对应的向量,归一化得到权重向量.再根据判断矩阵的阶数,依据平均随机一致性指标 R_1 (rcndom index),计算一致

性比例 C_R (consistency ratio), 检验一致性; 通过检验的指标权重向量 R 即可被采信(见表 3).

表 3 由专家意见详列的 X 的权重
Tab.3 Weight of indicator X auording to experts

R	X_1	X_2^*	X_3	X_4^*	X_5^*	X_6^*	X_7	X_8	X_9
R_1	0.062	0.432	0.225	0.096	0.045	0.015	0.017	0.093	0.015
R_2	0.179	0.179	0.185	0.154	0.027	0.027	0.083	0.083	0.083
R_3	0.116	0.017	0.064	0.035	0.015	0.004	0.505	0.169	0.075
R_4	0.332	0.066	0.192	0.104	0.028	0.028	0.083	0.083	0.083
R_5	0.309	0.103	0.176	0.075	0.044	0.044	0.083	0.083	0.083

注:带 * 表示该指标为正指标,其余为逆指标.

采用最小二乘法 (least squares distance method, LSDM)^[7] 获得专家意见的相对权重 W (表 4) 及最优权重向量 w , 此最优权重向量即为量化值加权函数法(式(1))中各指标所对应的权重(表 5).

1.4 现代化指标参照值

综合考虑各发达国家道路交通安全水平, 以及指标体系中相关指标所需数据在不同国家中可得性的差异, 选取了美国、英国、德国、日本和荷兰等 5 个

国家作为确定道路交通安全水平“现代化”评价基准时的参照(因篇幅所限, 本文中仅以英国为例介绍), 见表 6.

表 4 相对权重
Tab.4 Relative weight

R	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5
W	0.150 12	0.268 85	0.116 26	0.223 25	0.241 52

表 5 最优权重向量
Tab.5 Optimized weight vector

X	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9
w	0.219 40	0.154 38	0.176 51	0.100 99	0.032 61	0.026 76	0.122 39	0.094 82	0.072 15

表 6 各参照国的参考时期
Tab.6 Reference time periods of selected countries

时期	美国	英国	荷兰	日本	德国
稳定点	1991	1993	1991	1996	1995
参考时期	1989—1993	1991—1995	1989—1993	1994—1998	1993—1997

一般认为, 当事故死亡人数不再明显下降而基本保持稳定时, 就标志着第一次道路交通现代化的发展后期已基本结束, 迎来了成熟期的交通社会^[2]. 道路交通是一个融合了人一车一路的复杂系统, 各组成成分在每个时序点上的状态都不尽相同. 故根据各参照国的相对事故率指标变化, 分析判断各国达到道路交通安全水平平稳期的时间点.

以 5 年和 10 年为周期, 分别计算万车死亡率、10 万人口死亡率和百公里道路死亡率的动态方差, 以此考察各参照国道路交通安全水平的中长期发展趋势. 考虑到方差只能表征数据的波动程度, 没有蕴含任何有关原数据序列相对大小或变化方向的信息, 所以, 为了避免出现因为指标回升至高位并保持稳定后方差变小而造成误判, 还结合了各指标的时序图, 以确保分析结论的准确性.

以英国为例(图 2), 从时序变化看, 万车死亡率、

10 万人口死亡率和百公里道路死亡率均在七八十年代下降, 呈明显的下降过程, 直至 20 世纪 80 年代末出现小幅回升, 紧接着是速率更大的下降过程, 并最终在 1993 年趋稳. 从图中可以看到, 这三种死亡率的 5 年和 10 年方差曲线, 均在经过 20 世纪 80 年代末期的大幅拉升后, 快速回归至低位, 并在 1993 年之后保持平稳态势. 从以上两方面的一致性可以推断出, 英国于 1993 年进入了道路交通安全现代化阶段.

如此便可基本确定各国达到平稳的时间点. 但是, “现代化”毕竟是一个比较模糊的概念, 而在各参照国达到交通现代化的这一过程中, 各指标也必然历经波动后才先后达到现代化. 故分别选取各参照国处于图 3 所列时期中的历史数据, 用于确定评价指标体系中各指标在道路交通安全水平达到“现代化”时的具体标准.

聚类分析就是将一批物体或变量,按其在性质上亲疏远近的程度分类.在聚类的过程中,可以为每一个新的类定义一个点,作为该类别的“中心”,并以此来衡量该类与其他类或聚类对象之间的亲疏程度,形成更新的聚类.根据定义准则的不同,聚类中心可以是数据点集合的几何中心、质心等.

定义聚类中心时,使用的目标函数是“聚类中心至各点欧几里德距离和最小”.根据表6中各时期

内的指标数据,由式(4)量纲为一化后,再求各指标的聚类中心坐标,换算得到各现代化评价基准值 S (见表 7).

$$x'_{il} = (x_{il} - \bar{t}_i) / \sigma_i$$
$$i = 1, 2, \dots, 9, \quad l = 1, 2, \dots, 25 \quad (4)$$

式中: x_{il} 为第 i 个指标在第 l 个年份上的数据, x'_{il} 则是量纲为一化后的结果; \bar{t}_i 和 σ_i 分别为第 i 个指标中数据的平均值和标准差.

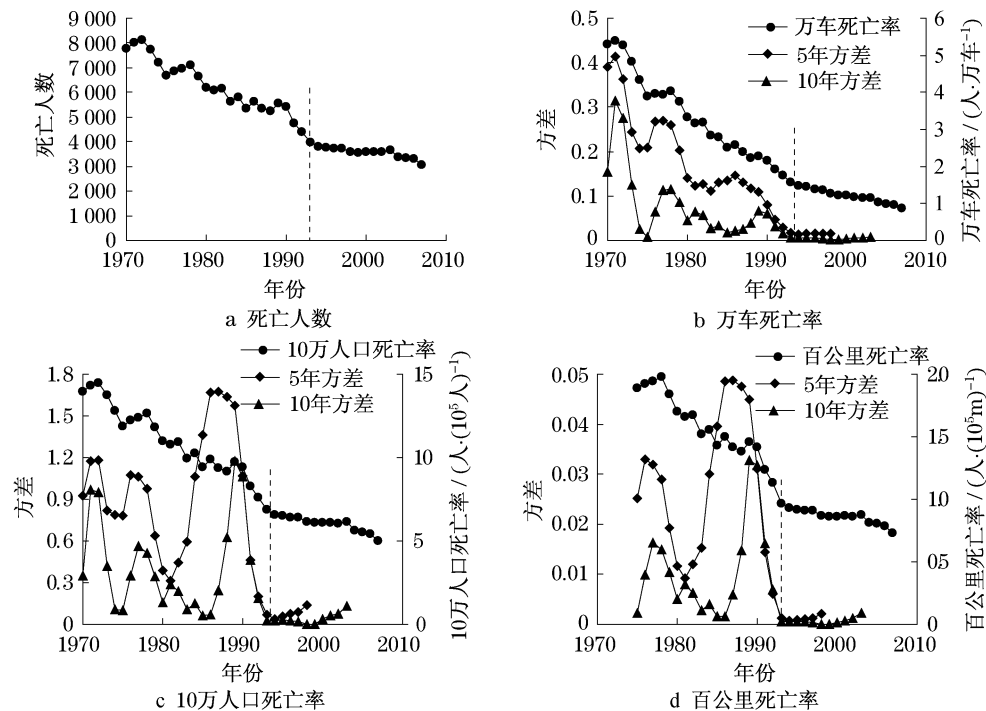


图 2 英国死亡人数、相对事故率指标及其方差的时序变化^[9]

Fig.2 Absolute figure and variance of fatality and relative accident risk indexes in UK

表 7 各指标的聚类中心及现代化评价基准

Tab.7 Clustering center of indicators and baseline of modernization

项目	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9
平均值	16.50%	80.70%	9.18%	1.25%	2.190 0	8.100 0	1.940 0	10.710 0	1.100 0
标准差	0.140 4	0.150 0	0.070 6	0.005 7	0.541 3	4.058 5	0.336 2	3.478 8	0.287 1
聚类中心 X_c	-0.181 0	0.556 0	-0.113 2	-0.156 4	-0.121 0	-0.357 0	-0.205 0	-0.258 0	0.175 0
现代化评价基准 S_b	13.96 0%	89.04%	8.38%	1.17%	2.130 0	6.650 0	1.870 0	9.820 0	1.150 0

2 中国道路交通安全现代化水平分析

根据《全国道路交通事故统计资料汇编》(1995—2002 年)^[10]、《中华人民共和国道路交通事故统计年报》(2003—2007 年)^[11]和中国国家统计局网站^[12]上的数据,按式(2),(3),分别计算各正、逆指标的评价值;根据指标权重,按式(1)计算出中国

历年道路交通安全现代化指数 Z (图 3).可以直接看出,1996—2001 年,走势较平,指数略有下降;2002 年后,开始逆转,由 2002 年的 -2.26 上升至 2007 年的 -1.16,回升速度较快,表明道路交通安全水平得到一定改善.

图 3 中综合指数的变化趋势,与图 4 所示的我国道路交通安全状况的变化历程基本吻合.由此可以认为,本模型基本合理、准确.

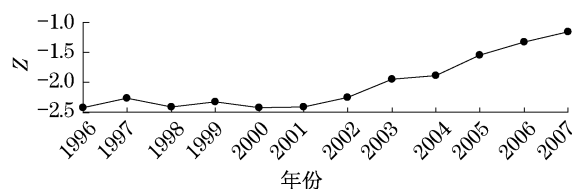


图3 中国道路交通安全现代化指数走势(1996—2007年)

Fig.3 Trend of Chinese road traffic safety modernization index(1996—2007)

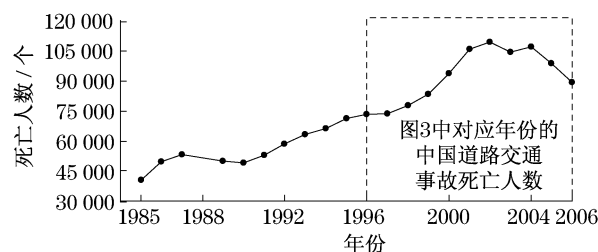


图4 中国道路交通事故死亡人数(1985—2006年)

Fig.4 Accident fatality of road traffic in China (1985—2006)

若与英国相比(见图5),中国的指数虽然有明显上升的趋势,但与已完成道路交通安全“现代化”的国家相比,与现代化指数的零位相比,仍然有较大的绝对差距.就中国2007年的指数情况来看,绝对现代化进程仍比英国1980年落后.需要说明的是,在现代化指数的不同区段中,为提高指数所需付出的努力是非线性的.指数越大,提高数值就越困难.

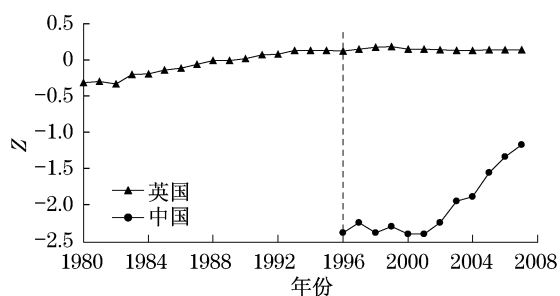


图5 中国、英国道路交通安全现代化指数走势对比

Fig.5 Comparison of road traffic modernization index trends between China and UK

若进一步分解综合指数,可以看出:

(1) 人和医疗救护二者的指数总体的绝对水平接近现代化标准(图6),没有明显的波动,与发达国家差距不大.然而,由于指标体系中人的因素仅纳入了机动车驾驶员的相关指标,就中国而言,比较严重(落后)的方面恰恰是无法用可测数据体现的交通参与者(尤其是非机动车及行人)的不安全行为.故指标体系在这方面确有不足.此外,由于中国机动车驾

驶员安全带佩戴率指标严重缺失,仅参考中国汽车技术研究中心在不同城市的一项调查所得结果,推演至其他年份,数据的可靠性有限.

(2) 道路的不安全因素指标由1996年的-0.09上升至2007年的0.10(图6),确实体现了中国高速公路网络的建设跟上了社会发展的需要,也已处于“现代化”的水平上;然而,由于中国的道路特点是低等级公路比例较高,国内外在这方面缺乏可横向比较的数据,故其影响未能体现在道路因素中.

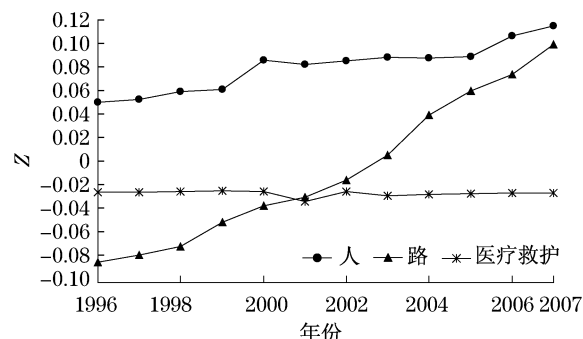


图6 综合指数构成分解图(一)

Fig.6 Breakdown of the composite index (Part I)

(3) 从图7中可知,车辆的不安全因素长期处于低位(现代化指数在-1.0左右).这点确实体现了在中国实际交通环境中,以摩托车为代表的机动二轮车数量大、危险度高的特点,对道路交通安全水平发展的制约甚至是阻碍,一直未得到明显的改观.

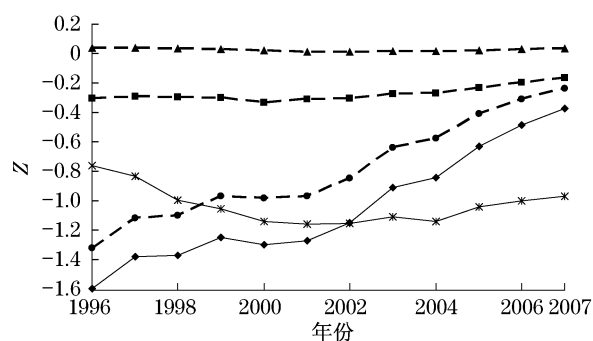


图7 综合指数构成分解图(二)

Fig.7 Breakdown of the composite index (Part II)

(4) 事故率的指数(包括万车死亡率、10万人死亡率、百公里道路死亡率)从1996年的-1.59到2007年的-0.38,特别是在2002年后,上升速率很快(见图6中实线).由于事故率作为整个交通安全系统的“输出”,一定程度上也体现了四大方面中的未能纳入的指标,故其理当成为整个指数走势的主导部分.

由图7可见,事故率的现代化指数近年来提高的主要因素是万车死亡率.虽然从数学角度看,随着机动车保有量的增加,只要死亡人数保持恒定,或者死亡人数的增加幅度小于机动车保有量的增加幅度,就能使该项指标趋好.但从图8中可以看出,近

年来,中国道路交通事故死亡人数并没有随着机动车保有量的上升而增加.所以,中国万车死亡率下降的原因不仅是受了机动车保有量增加的影响,也是绝对死亡人数下降所致.这体现了道路交通安全水平的切实改善.

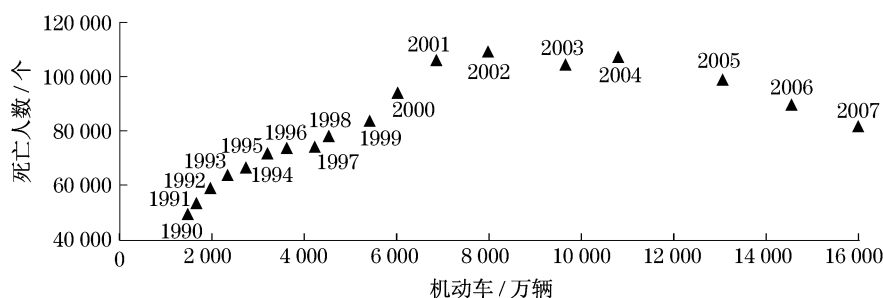


图8 中国死亡人数随机动车保有量的变化(1990—2007年)

Fig.8 Trends of vehicle population associating with fatalities (1990—2007)

3 结语

本文是以“现代化指数”为理念的,对于道路交通安全水平的量化评价方法是具有创新性的.这一指数不仅可以表征一个国家的道路交通安全现代化的程度,也可以表明现代化程度的变化方向及波动情况,同时也是国家之间道路交通现代化水平横向比较的依据.由于存在成本约束,尽可能少的信息与尽可能准确地揭示客观事物的本质,二者之间存在着一定矛盾,故而,本文所建的道路交通安全现代化水平的宏观模型,在指标选取的完备性方面存在一定的局限性,但在技术路线和方法上,经验证,仍具有科学性和一定的可行性.

通过模型计算可得,2007年中国的道路交通安全现代化指数为-1.16.虽然现代化水平仍低于一些发达国家在1980年的水平,但总体发展趋势是积极的,提升较快.

参考文献:

- [1] 刘运通. 道路交通安全指南[M]. 北京: 人民交通出版社 2004. LIU Yuntong. Manual of traffic safety [M]. Beijing: China Communications Press 2004.
- [2] 哈维兰. 当代人类学[M]. 上海: 上海人民出版社 1987. Haviland W A. Cultural anthropology [M]. Shanghai: Shanghai People's Publishing House, 1987.
- [3] 刘希柏. 道路交通事故与道路交通现代化进程[J]. 山东交通学院学报, 2003, 11(1): 30. LIU Xibai. Traffic accidents and traffic modernizing course[J]. Journal of Ji'nan Communications College, 2003, 11(1): 30.
- [4] World Health Organization. World Report on Road Traffic Injury

- Prevention[R]. Geneva: World Health Organization, 2004.
- [5] 张殿业. 道路交通安全管理评价体系[M]. 北京: 人民交通出版社, 2005. ZHANG Dianyue. Road traffic safety management evaluation system[M]. Beijing: China Communications Press, 2005.
- [6] 折欣. 道路交通事故致因分析方法研究[D]. 上海: 同济大学交通运输工程学院, 2008. ZHE Xin. Research on the analyzing method of traffic accident causation [D]. Shanghai: Tongji University. College of Transportati Engineering, 2008.
- [7] 王莲芬, 许树柏. 层次分析法引论[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1990. WANG Lianfen, XU Shubai. An introduction to analytic hierarchy process[M]. Beijing: China Renmin University Press, 1990.
- [8] WANG Yingming, Parkan Celik. Two new approaches for assessing the weights of fuzzy opinions in group decision analysis[J]. Information Science, 2006, 176: 3538.
- [9] International Traffic Safety Data and Analysis Group. Accident Data by Year, 1990 - 2007[EB/OL]. [2009 - 02 - 19]. <http://www.internationaltransportforum.org/irtad/index.html>.
- [10] 公安部交通管理局. 全国道路交通事故统计资料汇编[G]. 无锡: 公安部交通管理科学研究所, 1995 - 2002. Traffic Management Bureau. National road traffic accident data [G]. Wuxi: Traffic Management Research Institute of Public Security Ministry, 1995 - 2002.
- [11] 公安部交通管理局. 中华人民共和国道路交通事故统计年报[G]. 无锡: 公安部交通管理科学研究所, 2003 - 2007. Traffic Management Bureau. Annual report of national road traffic accidents [G]. Wuxi: Traffic Management Research Institute of Public Security Ministry, 2003 - 2007.
- [12] 中华人民共和国国家统计局. 统计数据(年度数据), 1996 - 2007[EB/OL]. [2009 - 02 - 17]. <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj>. National Bureau of Statistics of China. Statistical Data (Yearly Data), 1996 - 2007[EB/OL]. [2009 - 02 - 17]. <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj>.