

doi: 10.3969/j.issn.1002-0268.2013.08.024

基于收费数据的高速公路事故影响区域判定

闫晟煜, 肖润谋

(长安大学 汽车学院, 陕西 西安 710064)

摘要: 提出了以联网收费数据为基础的决策数据库构建方法, 阐述了高速公路上4种车流的影响范围和特点。根据事故对车辆的不同作用机理, 分别对每种分类车型的特点做出分析, 将事故路段车流比例作为影响区域判定的评价指标, 提出了高速公路事故影响区域模糊决策模型。辅以车牌归纳、常态数据分析参考等方法, 运用实例分析对事故路段影响范围分析方法的应用进行了说明与拓展。基于基础数据库研发出了事故影响区域分析软件。经验证, 该判定方法可行, 便于决策者对交通事故现场有效管理。

关键词: 交通工程; 影响区域; 模糊决策模型; 收费数据; 高速公路; 交通事故

中图分类号: U491.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-0268(2013)08-0134-06

Decision of Affected Area of Freeway Accidents Based on Toll Collection Data

YAN Sheng-yu, XIAO Run-mou

(School of Automobile, Chang'an University, Xi'an Shaanxi 710064, China)

Abstract: A method of utilizing toll collection data to construct decision-making database is innovatively proposed, and the affected areas and characteristics of 4 kinds of traffic flow existing in freeway network are elaborated. According to different mechanisms of accidents impact on vehicles, the characteristics of each classified kind of vehicle is analysed. Taking proportion of each traffic flow of the section where accident occurred as evaluating indicator for decision of major affected areas, the fuzzy decision-making model of the affected areas is proposed. Supported by analysis of license plate and reference to traffic flow under general situation, the application of the analysis method for affected areas is well described and developed by an example. The analysis software for affected areas is developed based on the basic database, which has been proved feasible and convenient for decision-maker to control accident scene efficiently and practically.

Key words: traffic engineering; affected area; fuzzy decision-making model; toll collection data; freeway; traffic accident

0 引言

道路中断时间与影响范围是划分道路交通事件等级的2个重要指标。2011年年底, 我国高速公路通车里程已达84 946 km, 随着相邻两省边界收费站之间互通工程的有序推进, 道路交通中断影响范围正逐渐扩大。目前因突发大型交通事故, 经常导致车辆无法通行和旅客大量滞留^[1], 决策部门需要可

靠的依据方可启动相应应急预案。而突发交通事故的影响范围需要专业人员现场勘查后才能确定, 判断难度大, 花费时间长, 依托经验来判断也缺乏准确性, 究其原因是由于一直以来缺乏数据支持, 无法形成量化数据分析。路段内断面车流的出入口直接判定是很困难的, 根据经验实施的相关路段封路或绕行等交通管制措施会产生不必要的负面影响。

收稿日期: 2013-02-04

基金项目: 交通运输部交通建设发展前期工作费研究项目(2010-4-2)

作者简介: 闫晟煜(1987-), 男, 黑龙江绥化人, 博士研究生。(leo9574@163.com)

利用高速公路海量数据为事故影响区域判定提供决策依据是本论文的主要研究内容。目前国内对高速公路事故影响区域的判定处于研究阶段, 尚未形成一套有效的、基于联网收费数据的决策支持方法及应用系统。本文提出了决策应用基础数据库的构建方案, 根据不同车流的不同影响范围, 建立了高速公路事故影响区域分析模糊决策模型, 并通过工程实践对其进行了验证。

1 影响区域分析

1.1 车流的影响范围

2008 年, 公安部发布的《高速公路交通应急管理程序规定》中指出, 突发事件影响区域的判定以省份、地级市为划分标准。参照上述规定, 将研究省份按照行政区域、是否为省界收费站划分, 确定出各个受影响单元。一旦受阻, 就可分析出路段起止点所属单元, 从而确定影响范围。

以省为单位, 按出入口划分的高速公路车流的影响范围互有差别。

穿越过省车流的起止点都在省界收费站。车辆多为外省籍, 穿越车流与本省高速公路网的平稳有序运行存在着必然联系。如果影响到穿越车流畅通, 则至少影响到相邻的 2 个省份。

外省到达车流的起点在省界收费站, 止点在省内收费站。如果这种车流受阻, 至少影响到相邻的 1 个省份。

发送省外车流的起点在省内收费站, 止点在省界收费站。如果这种车流受阻, 至少影响到相邻的 1

个省份。

省内车流的起止点都在省内收费站, 影响范围也局限于省内。省内车流在交通量上一般占优势, 多为本省籍车辆, 且相对于其他 3 种车流比较容易控制, 若对收费站点划归, 可确定事故所影响到的地级市。

1.2 基础数据库的构建

高速公路上每辆车的行驶路径具有随机性, 但大量车辆的行驶路径却存在必然性。以现有高速公路联网收费数据为基础, 通过分析每 2 个匝道站(或立交)的车流比例^[2], 并对车流起止点所属地级市细分(省界收费站划分时独立于地级市), 可以较为准确地把握确定事故的影响范围。

建立高速公路各路段信息数据库(见表 1), 包括每个路段的客车分车型、货车分轴数的车辆日均断面流量, 以及经过该路段车辆的起止点信息, 用以分析高速公路上任意路段的车流情况。所采集的数据库中应包含的字段有: 出入口时间、出入口站点、出口车道、收费车型、客货标识、轴数、站间里程、车牌等^[3]。由于数据量规模巨大, 通常为数以千万计的车辆通行信息, 所以需根据情况选取合适的运行平台和载体进行数据处理。虽然目前联网收费系统的数据质量有所提升, 但难免会产生无效数据, 如数据缺少出入口信息、称重设备的轴型识别器损坏导致数据库中轴数信息不可靠等。经过筛选、标准化处理、数据对接、起止点影响单元划分、交通规划软件 TransCAD 交通量分配等操作生成基础数据库, 生成流程见图 1。

表 1 生成的基础数据库
Tab. 1 Generated basic database

起止点	2 轴	≥3 轴	≤9 座	≥10 座	合计	车流	方向	ID	区位	路段	路段归属
郑州市—洛阳市	615	286	2 512	250	3 665	省内	下行	56	巩义西—偃师	巩义西—偃师	连霍高速公路
郑州市—三门峡市	182	195	620	68	1 067	省内	下行	56	巩义西—偃师	巩义西—偃师	连霍高速公路
连霍豫陕界—日兰豫鲁界	24	318	74	13	430	穿越	上行	57	偃师—孟津	孟津—偃师	连霍高速公路
连霍豫陕界—连霍豫皖界	28	226	62	5	322	穿越	上行	57	偃师—孟津	孟津—偃师	连霍高速公路

判定影响区域基础数据库的形成需有 OD 数据库整理出的出入口、交通流量等结果。在 TransCAD 建立的地图文件基础上, 通过既定的站名、站代码、站间里程等数据, 将高速公路线路的具体走向用线路表示, 而线路上的特征点则表示出入口收费站的相关信息, 特征点连接形成路网拓补结构, 运用最小阻抗矩阵将基础数据库中的出入口车流信息分配到已联网收费的各个路段上, 绘制各地市、各省界站按车流划分的交通量分布图, 综合汇总形成基础

数据库, 是一个较大的系统工程, 优点是能够出色地反应事故路段的车流比例、影响范围等现实情况。

1.3 车型分类和分析

高速公路上 2 轴货车的平均载货重量虽然较少, 但运行速度较高, 而 3 轴和 3 轴以上货车的平均车速虽不及 2 轴货车, 但货物运输量较大, 且是货车中穿越车流的主要组成部分。9 座和 9 座以下客车多属于非营运车辆, 交通量比例较大, 多为个性化出行, 具有灵活的特点。而 10 座和 10 座以上客车多

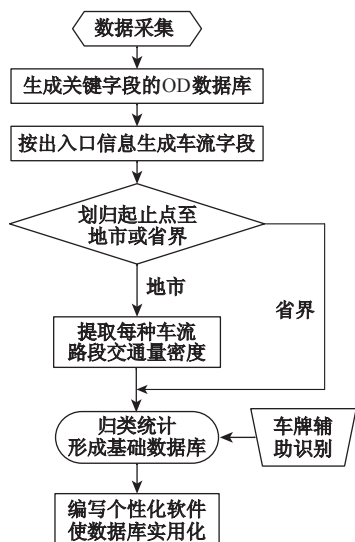


图1 生成基础数据库流程

Fig. 1 Flowchart of generating basic database

属于营运型车辆,运行路线基本固定,运输旅客数量大,受影响乘客的情绪波动较大。为分析车流的构成,本文将高速公路上的车辆分为上述4种车型。以中部地区河南省为例,利用其收费数据可以得到各种车流比例^[4],见表2。

表2 河南省2009年高速公路车流通过情况

Tab. 2 Situation of traffic flow on expressway in Henan Province in 2009

车流类型		穿越过境	外省到达	发送省外	省内车流
货车/%	2轴	11.82	32.19	32.23	59.20
(按轴数)	≥3轴	88.18	67.81	67.77	40.80
客车/%	≤9座	85.32	86.57	86.52	96.83
(按座位数)	≥10座	14.68	13.43	13.48	3.17

根据表2得知,对于货车,若穿越、到达、发送型车流受阻,主要影响的是大型货车,其中6轴货车交通量比例约为4成左右,尤其大型货车占多数的穿越型车流受影响严重。省内车流受阻,主要影响的是2轴货车。高速公路上2轴货车虽然平均运程短、但速度快,且在短途运输中其数量也不容小视,多为本省车辆,运输货物种类相对多样化。

对于客车,若车流受阻,主要受影响的是9座以下客车,尤以省内车流中的客车受影响突出,因为相邻地区间交汇车流中9座以下客车占绝对优势,车速最快,行驶路径不确定,灵活多变。同时由于10座以上客车属营运客车,平均实载人数较多,影响涉及的群体大,且更需要交通管理者关注其在受影响时段内的安全,防止二次交通事故发生。

2 决策模型

2.1 事故影响区域模糊决策模型

事故影响区域的判定与事故路段的车流类型存在必然联系,所以将事故路段的车流比例作为影响区域判定的评价指标,组成了影响程度评价指标集 $I = \{I_1, I_2, I_3, I_4\}$, 其中 x_k 为第 k 个评价指标 I_k 的具体量化结果, 决策方案集合 $D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$ 。假设所研究省份内存在 n 个地级市区划(或省界站), 构成决策矩阵 $D = \{D_{ij}\}_{4 \times n}$, 其中, D_{ij} 为事故路段上受影响的第 j 个地级市(或省界站)区划内第 i 种分类车型日均交通量的概率; x_{ki} 为事故路段 k 型车流的第 i 种分类车型日均交通量统计结果; Q_k 为事故路段 k 型车流的日均交通量; r_{ki} 为 x_{ki} 的相应指标规范化处理结果; a_k 为 k 型车流的事故影响范围权重向量。穿越车流影响至少3个省份, 外省到达、发送省外至少影响2个省份, 省内车流影响1个省份。当 $I_k \in I$ 为单位区划受影响程度指标时, 则相应的规范化结果与决策模型为:

$$r_{ki} = \frac{x_{ki}}{Q_k}, \quad (1)$$

$$\varphi(d_j) = \sum_{k=1}^4 \sum_{i=1}^4 a_k r_{ki} D_{ij}, \quad 1 \leq j \leq n, \quad (2)$$

那么受影响的单位区划按影响程度排序的结果集 $\varphi = \{\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n\}$ 中的 $\max_{1 \leq j \leq n} \{\varphi_j\}$ 即为受影响最严重的区域。

2.2 受影响旅客范围的界定

高速公路突发事故发生后, 受影响的旅客人数可以用来衡量高速公路客运的受影响程度, 与事故持续时间密切相关。研究受影响的旅客人数, 主要应着眼于事故路段相邻的几个地级市之间的省内车流, 涉及到省内、省外受影响人群。从车流的角度分析, 到达、出省、省内车流均与本省旅客的出行存在直接关系, 可作为与本省相关的受影响人群的体现。然而, 客车穿越、到达、出省车流的变化可以表示事故对省外旅客的影响。受影响人群的集中区域也可由基础数据库中的客车车牌信息来论证。

$$\bar{T} = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_k \lambda_{jk} (t_1 + t_2)_k}{N}, \quad (3)$$

$$P_{\inf} = \sum_{i=1}^n 0.0417 c_i Q_i \bar{T}, \quad (4)$$

$$p_r = \sum_{i=1}^n c_i \frac{q_{2i} + q_{3i} + q_{4i}}{Q_i} \bigg/ \sum_{i=1}^n c_i, \quad (5)$$

式中, $\bar{T}$ 为路网平均事故负荷, 即路网中不同路段不同类型交通事故的综合平均清除时间^[5], 实际应用中也可理解为预计恢复畅通时间; t_1 为接警时间; t_2 为事故处置时间; λ_{jk} 为路段 j 的 k 型交通事故发生率, 根据该路段各类型交通事故绝对数测算, 若无法取得此数据, 一般按省年度均值进行测算; N 为路网中的路段总数; i 为客车车型; Q_i 为基础数据库中事故路段 i 型客车日均交通量; c_i 为 i 型客车的平均实载人数; P_{inf} 为受影响的旅客量下限; q_{2i} q_{3i} 、 q_{4i} 分别为基础数据库中事故路段 i 型客车到达、出省、省内车流的日均交通量; p_r 为受影响的旅客运输与本省的相关性比例, 用来衡量事故状态下受影响旅客与所研究省份的相关程度。

平均实载人数与季节、节日、天气及综合运输体系调整有关, 例如与高速公路并行段高铁的开通等有关, 通常需要选取典型路段收费站对客车进行抽样统计, 运用概率计算得到各型客车的平均实载人数^[6-7]。

3 车牌辅助判定

联网收费数据中的出入口车牌字段是体现车辆车籍的相对可靠信息。目前, 我国部分地区高速公路车牌识别率白天可达 95% 以上, 但受雨、雾天气及清晨、夜晚时逆光等影响, 车牌识别率不够理想, 基本维持在 75% ~ 85% 左右, 甚至更低, 完整的车牌数据只能靠收费员肉眼识别后补充录入实现^[8]。通过对车牌字段第 1 个汉字进行识别以获得省籍信息, 可以为运营管理提供便利^[9]。

从事故作用区域角度考虑, 由于车牌字段中含有车辆所属市籍信息, 例如: 豫 A 代表郑州地区。通过对各市籍信息归纳统计, 提取各地市分类、分车流交通量, 并按交通量大小排列, 可作为事故对区域和车辆影响程度的表征量, 特别针对本省省内车流行之有效。

高速公路上每天的各时段与客货交通量变化趋势存在相对稳定的关系^[10]。除通过基础数据库来反应外, 也可根据联网收费数据中出口时间整理 4 种分类车型交通量, 按实际需求绘出本省相关交通量特性曲线来反应高速公路运行常态, 以作非常态时期恢复与预判的参考。根据基础数据库和车牌字段车籍的提取, 绘出河南省 2009 年分类车型常态化曲线^[11], 见图 2。

由图 2 (a) 可见, 客货交通量随时段的变化存在明显的差异性。9 座以下客车比例波动大, 存在 2

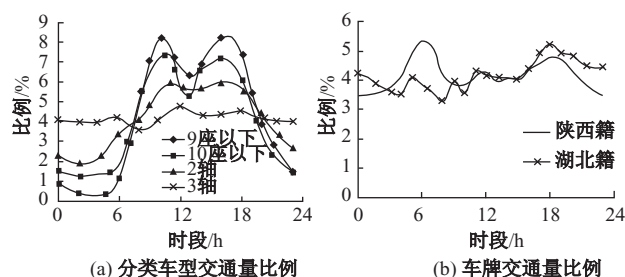


图 2 常态下小时交通量变化曲线

Fig. 2 Changes of hourly traffic volumes under general situation

个峰值, 交通量集中在早 7 时至晚 22 时, 而 3 轴和 3 轴以上货车交通量变化不明显; 图 2 (b) 中只列举了河南省高速公路上陕西与湖北籍货车的交通量随时段的变化情况, 陕西籍车辆在早 6 时达到早高峰, 而湖北籍车辆波峰出现在晚 18 时。可见, 同一省内不同省籍车辆的交通量比例有着各自的运行规律。

由于目前夜间车牌识别率普遍不高, 且存在货车车牌非车籍地挂靠等现象, 使得联网收费数据库中的车牌字段与实际情况吻合度不高, 存在车牌字段无效数据, 如显示“通讯失败”、“整牌拒识”等, 导致从车牌字段提取的车籍信息准确度不高, 所以车牌归纳识别法仅用作辅助判定。对联网收费数据库中车牌字段的省份和地市细分归纳, 充分利用收费数据中车牌字段的车籍信息, 可完善由基础数据库反应出的结果, 大致确定穿越、到达、出省车流的省内影响区域车辆来源和省外具体影响区域。

4 实例分析

以河南 2010 年部分收费数据按 1.2 节所述过程形成基础数据库。假设以连霍高速 (G30) 河南巩义西 - 偃师段发生事故, 导致路段无法通行为例, 路段全长 22 km。利用划归单元、车流、交通量等字段, 对基础数据库中 4 种车流的日均交通量密度进行整理并排序。为更好地说明情况, 仅表示受影响程度较大的前 3 位地级市与省界站, 结果见表 2。

此路段穿越、省内车流比例分为 10.36%、75.37%, 到达、出省车流共占 14.27%。从对车辆影响的角度, 由表 3 可知, 穿越车流中, 主要受影响的是 3 轴和 3 轴以上货车。到达、出省车流中, 受影响的主要是 3 轴和 3 轴以上货车、乘用车。而乘用车出行量在受影响的省内车流中占主要部分。也注意到省内车流中营运型客车的比例为 7.65%, 会在郑州、洛阳 2 市的客运枢纽产生旅客滞留。

表 3 事故路段车流日均交通量密度情况

Tab. 3 Daily density of traffic flow in road section where accident occurred

车流	主要影响区域	合计/%	2 轴货车/%	3 轴及 3 轴以上货车/%	9 座以下客车/%	10 座以上客车/%
穿越	日兰鲁豫界—连霍豫陕界	48.02	5.20	36.17	5.75	0.90
	连霍豫陕界—日兰鲁豫界	29.73	1.66	22.04	5.13	0.90
	连霍豫皖界—连霍豫陕界	22.25	1.94	15.66	4.30	0.35
	合计	100.00	8.80	73.87	15.18	2.15
到达	连霍豫陕界—郑州	66.40	10.10	29.85	24.97	1.48
	日兰鲁豫界—洛阳	18.62	3.75	7.95	6.13	0.79
	连霍豫陕界—商丘	14.98	2.84	8.63	3.18	0.34
	合计	100.00	16.69	46.42	34.28	2.61
出省	郑州—连霍豫陕界	68.81	11.26	32.21	22.75	2.59
	洛阳—日兰鲁豫界	17.34	3.72	6.31	5.97	1.35
	三门峡—连霍豫皖界	13.85	3.04	7.43	2.82	0.56
	合计	100.00	18.02	45.95	31.53	4.50
省内	郑州—洛阳	43.41	7.29	3.39	29.77	2.96
	洛阳—郑州	41.52	6.88	2.73	29.06	2.86
	驻马店—郑州	15.07	1.26	0.88	11.10	1.84
	合计	100.00	15.43	6.99	69.93	7.65

该事故路段受阻主要会影响到连霍豫陕界与日兰鲁豫界、连霍豫皖界的穿越车流往来，即会对陕西、山东、安徽、江苏 4 省有较大影响，而对于与河南相邻的湖北、山西 2 省影响较小。大量大型货车会拥挤在郑州、洛阳附近的服务区内。附近绕行线路中，郑少洛高速（S85）需要做好大型货车交通量骤增的准备，以防二次交通事故^[12]。突发事件也会影响到陕西到郑州、山东到洛阳之间往返的到达与出省车流，特别是陕西与郑州 2 种车流中大型货车与乘用车出行受影响较大，共占 8 成左右。还会影响郑州与洛阳 2 个地级市之间的省内往来与交汇车流。同时注意到连霍高速的受阻也会影响到京港澳高速（G4）的省内车流，如表 2 中省内车流的驻马店—郑州。事故路段所影响的主要高速公路省界站见图 3。



图 3 主要受影响的高速公路省界站

Fig. 3 Major affected expressway boundary stations

根据车流影响范围的不同，对穿越型车流赋以较大权重，由表 2 中的数据得出模型矩阵：

$$\varphi(d_j) = [0.375 \quad 0.250 \quad 0.250 \quad 0.125] \cdot$$
$$\begin{bmatrix} 0.159 & 0.496 & 0.312 & 0.032 \\ 0.098 & 0.716 & 0.163 & 0.024 \\ 0.176 & 0.478 & 0.297 & 0.048 \\ 0.161 & 0.111 & 0.655 & 0.074 \end{bmatrix} \cdot$$
$$\begin{bmatrix} 0.500 & 0.368 & 0.132 \\ 0.508 & 0.230 & 0.262 \\ 0.836 & 0.017 & 0.148 \\ 0.530 & 0.364 & 0.106 \end{bmatrix} \quad (6)$$

对主要受影响的 3 个地级市进行层次排序 $\varphi(d_j) = [0.611 \quad 0.189 \quad 0.201]$ ，表明影响区域中郑州市 0.611 受影响最大，洛阳、三门峡市次之。事故路段省内车流比例为 75.37%，由表 2 中省内车流统计结果及交通量、车牌字段分析得知，事故对郑州籍（豫 A）、洛阳籍（豫 C）车辆影响较大，省内车流中两地车辆约占 6 成左右。基础数据库中全网每种分类车型的平均速度见表 3。

表 4 不同车类常态下的平均速度

Tab. 4 Average velocities of classified vehicles under general situation

分类车型	2 轴	≥3 轴	≤9 座	≥10 座
速度/(km · h ⁻¹)	62.92	56.29	92.37	80.93
样本数/veh	1 125 121	1 576 070	5 972 804	518 344

事故路段全长为 22 km，根据表 3 中客、货车的平均速度和对基础数据库中交通量、车牌字段的统计表明，每分钟大约会有 13 veh 货车、20 veh 客车通过，客、货车车辆通过该路段的平均时间分别为 14、22 min。该路段主要的外省籍货车中陕西籍比例为 15.4%、山东籍 13.4%、江苏籍 6.7%，陕西籍比例最高，主要在 6 时至 7 时受影响严重，见图 2（b）。事故的发生会对陕西等外省货运产生较大影响。通过在连霍豫陕界等边界站和典型路段进行的连续 24 h 实地调研与概率计算，根据事故路段 4 种

车流类型的各客车车型日均交通量及式(5),得出受影响的旅客运输与河南省的相关性比例为94.7%,可见连霍高速的通畅与否明显关系到河南省高速公路旅客运输的正常运行。

5 结论

(1) 本文以高速公路收费数据为基础,建立了事故影响区域模糊决策模型。对于已经实施高速公路联网收费的省份,其分析结果能够较为真实地反应受阻路段的运输状况,提高事故影响区域判断的准确度。通过实例验证了方法的真实性与可行性。

(2) 影响区域分析所用数据的量越大,基础数据时间越贴近事故发生时间,分析结果可靠度越高,需要有一定的数据量基础作为支撑。本文的研究方法可用于描述多事故路段的综合影响区域,对于整个路网中大面积成片拥堵,可作为下一步的研究方向。

(3) 本文对事故影响范围判定软件的形成具有积极的指导作用,软件的编写过程是对判定方法实用化的过程,可以进行多样化编写,以满足不同的需求。所述方法可为高速公路应急管理提供决策依据,使其能够准确启动相应等级的应急预案,实现应急资源的节约优化调度与合理配置。

参考文献:

References:

- [1] QIAO Wei-gao, JIA Cui-ping. Analyse and Study of Freeway Traffic Accidents [C] // The 1st International Conference on Transportation Engineering, Chengdu: American Society of Civil Engineers, 2007: 3563-3568.
- [2] National Academies of Science. Highway Capacity Manual [M]. Washington D. C.: Transportation Research Board, 2007.
- [3] 沈强. 基于高速公路收费数据的路网运行状态评价[J]. 公路交通科技, 2012, 29(8): 118-126.
SHEN Qiang. Road Network Mobility Performance Evaluation Based on Freeway Toll Data [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2012, 29(8): 118-126.
- [4] 交通运输部综合规划司, 长安大学运输科学研究院. 2009中国高速公路运输量统计调查分析报告[M]. 北京: 人民交通出版社, 2009: 4-20.
Department of Comprehensive Planning of MOT, Research Institute of Transportation Science of Chang'an University. Statistics and Analysis Report of Freeways of China in 2009 [M]. Beijing: China Communications Press, 2009: 4-20.
- [5] 俞斌. 道路交通事故的影响范围与处理资源调动研究[D]. 南京: 东南大学, 2006.
YU Bin. Research on Influence Scope of Traffic Accident and Manoeuvre of Accident Handling Departments [D]. Nanjing: Southeast University, 2006.
- [6] 陈荫三, 李彬, 肖润谋. 2010年中国高速公路网运输状态[J]. 交通运输工程学报, 2011, 11(6): 68-73.
CHEN Yin-san, LI Bin, XIAO Run-mou. Transportation Status of Chinese Expressway Network in 2010 [J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2011, 11(6): 68-73.
- [7] U. S. Department of Transportation. Transportation Statistics Annual Report 2007 [R]. Washington D. C.: U. S. Department of Transportation, 2007.
- [8] 庄启成. 影响车牌识别率的的因素分析与解决办法[J]. 中国交通信息化, 2010(11): 72-73.
ZHUANG Qi-cheng. Analysis of Influencing Factors of License Plate Recognition Rates and Solutions [J]. Transportation Information Industry, 2011(11): 72-73.
- [9] 柴慧理, 高峰. 江苏高速公路计重收费数据的挖掘应用[J]. 中国交通信息化, 2010(6): 70-72.
CHAI Hui-li, GAO Feng. Mining and Application of Toll-by-weight Data of Freeway in Jiangsu Province [J]. Transportation Information Industry, 2010(6): 70-72.
- [10] 靳引利. 基于交通量演变模式检索的高速公路交通量预测方法[J]. 公路交通科技, 2010, 27(1): 116-121.
JIN Yin-li. Method of Expressway Traffic Volume Forecast Based on Searching Traffic Volume Evolvement Mode [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2010, 27(1): 116-121.
- [11] 长安大学运输科学研究院. 河南高速公路安全保通预案研究[R]. 郑州: 河南省高速公路管理局, 2009.
Research Institute of Transportation Science of Chang'an University. Research on Emergency Preparedness of Safety and Patency for Freeway in Henan Province [R]. Zhengzhou: Henan Provincial Freeway Management Agency, 2009.
- [12] 柴干, 赵倩, 黄琪, 等. 高速公路交通应急救援资源的配置[J]. 中国安全科学学报, 2010, 20(1): 165-170.
CHAI Gan, ZHAO Qian, HUANG Qi, et al. Allocation of Emergency Rescue Resources for Freeway Traffic [J]. China Safety Science Journal, 2010, 20(1): 165-170.