

城市快速路布局方法

赵志宏¹, 吕连恩², 王元庆³

(1. 长安大学 杂志社, 陕西 西安 710064; 2. 广州市城市规划勘测设计研究院, 广东 广州 510060;
3. 长安大学 特殊地区公路工程教育部重点实验室, 陕西 西安 710064)

摘要:为了使城市快速路网规划符合城市发展的需要,提高城市路网的整体效益,分析了城市快速路的功能、适应性与快速路网布局的现状,把公路网规划中的节点重要度理论和交通区位论中的交通线干涉理论引入到城市快速路体系规划中,计算路网规划方案重要度,采用层次分析法对规划方案进行了评价。评价结果表明:优选规划方案符合城市规划专家的直观判断,为城市快速路线位布局规划提供了理论依据。

关键词:交通工程;线位布局规划;城市快速路;节点重要度;交通区位

中图分类号:U491.12 **文献标识码:**A

Layout planning method of urban expressway

ZHAO Zhi-hong¹, LÜ Lian-en², WANG Yuan-qing³

(1. Office of Magazines, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China; 2. Guangzhou Urban Plan and Survey Research Institute, Guangzhou 510060, Guangdong, China; 3. Key Laboratory for Special Area Highway Engineering of Ministry of Education, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

Abstract: In order to make urban expressway network planning accord to urban development demand, improve the total benefit of urban road network planning, the adaptability, function and present layout of urban road network were analyzed, an urban expressway network planning method was put forward, the theories of node important degree and traffic lines interference were brought into urban expressway system planning to compute the important degrees of urban expressway planning schemes, and the schemes were evaluated by arrangement analysis method. Evaluation result shows that the evaluation plan is in accordance with the judgment of experts. 5 tabs, 1 fig, 11 refs.

Key words: traffic engineering; layout planning of road location; urban expressway; important degree of node; traffic area

0 引言

线位布局规划理论发展大致经历了直观判断型阶段、模型阶段和计算机模拟阶段。直观判断缺少足够的定量分析并受主观因素影响,导致规划布局结果难以系统化和规范化;计算机模拟技术发展尚

在起步阶段并对技术设备要求较高,当前不适合在中国推广应用,因此目前常用的布局规划方法是把直观判断和模型法结合起来综合应用:首先根据现状路网依靠经验或建立相应的路阻函数,找出规划路线起终点的最短路径和次短路径作为可行的快速路布局方案,再用传统的以交通预测、分配技术为建

模核心的“四阶段法”对规划路网进行验证,根据交通量在规划路网上的分配结果对路网进行局部调整,直到分配结果满足要求为止^[1-4]。这种规划方案是建立在对交通量较准确的预测、分配基础上,以未来年社会经济和土地使用功能结构较稳定为前提;中国目前城市的发展正处于高速发展阶段,影响了交通预测的准确性,特别是对新城区的规划。由于缺乏现状交通数据资料,因此不适用“四阶段法”。“四阶段法”所应用的模型不能较全面地反映城市交通的影响因素,因为“四阶段法”是一种集合模型,以车辆的 OD 调查和交通量的调查为基础,适用于较长期、大范围的以车流、客货流为主的公路网规划^[5-11]。可见,四阶段法还需要不断地改进,才能更好地满足城市规划的要求。为了使城市快速路体系发挥整体效益,本文提出了一种城市快速路规划方法。

1 快速路线位布局规划原则与方法

1.1 城市快速路布局规划的原则

- (1)满足城市交通功能需求。
- (2)与城市用地结构功能相协调。
- (3)强调快速路网通达性,降低出行耗时。
- (4)强调与城市人居环境规划相协调。

1.2 城市快速路布局规划的方法

1.2.1 交通线长 1/2 处的吸引特性理论

在快速路网规划中,由于条件限制,不可能把所有的重要节点都用快速路直接相连,此时,两重要节点间的 1/2 处将成为快速路布局的重要控制点。该点有最强烈的“干涉”性(交集线),从交通区位论的角度上讲,就是干线交通 1/2 处有着重要交通枢纽的区位,对于城市的局部交通规划来说就是交通出行吸引点。在城市快速路规划应用中,如在一环和三环线位确定的情况下,连接它们之间的放射线中点形成的闭合曲线,理论上就是二环快速路线的线位;在过境交通线布局上,根据实际存在的一个方向的过境路线就可以得出过其中线与其垂直的方向也将形成一条重要的交通要道。这种布局理论具有较强的灵活性,可以很好地为城市快速路的线位布局提供定性的理论依据。

1.2.2 节点重要度法

(1)节点重要度的计算。在城市交通快速路网的规划中,根据各节点的重要度分为重要节点、次要节点、一般节点 3 类节点,计算节点重要度的各项指标是从不同角度反映出该区域内节点的功能强弱情况,可以直接定量表示。节点重要度定义为各项

指标的加权平均值为

$$L_i = \sum_{j=1}^m \alpha_j \frac{e_{ij}}{e_j} \quad (1)$$

式中: L_i 为区域内节点 i 的重要度; α_j 为第 j 项指标的权重; m 为指标数量; e_j 为区域内所有节点的第 j 项指标的算术平均值; e_{ij} 为节点 i 的第 j 项指标($j=1, 2, \dots, m$)。

(2)路线重要度的计算。路网中两节点间的路段重要度 N_{ij} 的计算公式为

$$N_{ij} = \frac{I_i I_j}{L_{ij}} \alpha \quad (2)$$

式中: I_i 为节点 i 的重要度; I_j 为节点 j 的重要度; L_{ij} 为节点 i 与 j 间路段里程(km); α 为道路行政(技术)级别与功能修正系数。

路网中的线路是由若干不同的路段所组成的,因此路线重要度即为几个路段重要度的加权平均之和

$$M_{ij} = \sum_{k=1}^m \frac{N_{ik} L_k}{L_{ij}} \quad (3)$$

式中: M_{ij} 为路线 i, j 的重要度; N_{ik} 为路线 i, j 中第 k 条路段的重要度; m 为组成路线 i, j 的路段数; L_k 为路线 i, j 中第 k 条路段的里程(km); L_{ij} 为路线 i, j 的里程(km)。

2 城市快速路布局评价方法

在快速路网规划布局方案形成阶段,对方案的评价主要是在同一评价指标体系下,从技术角度对各方案进行综合比较,从系统工程的角度来确定最优方案。技术评价主要是从结构性和功能性角度反映路网的特征,与公路网规划相同如路网密度、连通度、可达性、平均车速、事故率等指标。此外根据城市交通影响因素,应该对快速路与疏散性道路之间的衔接状况建立新的目标层,从疏散性道路占快速路总里程的百分率、疏散性道路的容量占快速路网的总容量的百分率、接口处立交工程数量等角度建立指标体系进行评价更加合理。但评价的结果还应征求熟悉规划区问题的各方面专家的意见,毕竟指标选取和量化与现实之间的拟合有所偏差,应该经过反复的“规划调整-信息反馈-规划调整”这一互动过程,再最终确定最优方案。

3 实例分析

3.1 项目概况

在西安的快速路线位布局规划中,引入节点重要度理论和交通区位论中的交通线干涉理论,把西

安的快速路网放在大的交通区位和市域两个背景层次下进行规划,最后对备选方案采用层次分析法选取推荐方案。在规划中始终强调要使快速路网成为诱导和制约城市结构功能和用地发展(西安市区 1995~2020 规划期用地功能结构见表 1)的最重要的城市建设因素,同时强调对文物区的保护。

表 1 西安市中心城市发展规模

项目		用地规模/km ²	发展方向
中心城市		440.0	政治、经济、文化中心
中心市区		192.0	以第三产业为主
外 围 组 团	未 央	30.0	经济开发区
	洪 庆	16.0	军工、航天工业
	新 筑	35.8	城市发展备用地(综合性)
	六村堡	20.7	综合性城镇
	纪 阳	22.0	城市发展备用地(综合性)
	纺织城	14.0	纺织工业
	草 滩	9.9	旅游度假
	泾 河	29.2	重化工业
	韦 曲	20.5	航天、仪表工业
	临 潼	29.5	旅游、轻工业、电子工业
	闫 良	20.2	飞机制造及航空港

3.2 交通线长 1/2 处的吸引特性理论的应用

在西安快速路对外放射线的布局规划中,多以该理论为指导。如在西安东西方向的快速路布局选线上,把 12 分区和 13 分区交通吸引中心之间的大庆路,以及在西北-东南方向把 6 分区和 7 分区交通出行吸引中心之间的三兆路规划为快速路,就是以该理论为依据。也就是在市中心向外辐射的快速路线布局中,在市中心区与外围小区中心没有现状路直接相连的情况下,选择放射线位时,尽量使放射线通过相邻小区中心连线的中心点,这样布局根据交通线 1/2 处的吸引特性理论对各小区的交通吸引总量才最大。根据该理论,结合西安市路网的现状格局,很容易在大的区域交通背景下确定西安的近似“十”字形的主要交通流向,即长安路-未央路方向和西宝高速-西潼高速方向。

3.3 节点重要度法的应用

首先根据规划区面积(三环内为 340 km²),以建立 30 min 左右的交通可达时间圈为控制指标,依照上述原则进行交通小区的划分,再根据实际用地情况,合并一些面积较小的文物古迹区,拆分一些人口高密度分区,最后确定为 14 个分区。然后选取用

地功能结构、人口数、用地面积等计算节点重要度的参数,由于各区的交通出行吸引中心是根据各区的用地功能结构来确定的,在现有资料基础上,各区根据人口数和居住面积以及道路用地面积(考虑到西安的文物区分布较多,把用地面积的权值设的相对较小,各项指标的权重分别设为 0.45、0.25、0.3)来定量描述各区域节点之间的重要程度。根据上述指标计算西安的快速路网节点重要度结果见表 2。根据所得的数据,再进一步计算各段路线的权重。表 3 中的数据是不考虑现状路网的影响,根据出行吸引中心点的分布,城区向周围各分区辐射的几个重要方向路线的重要度及其与现状路网的拟合。在快速路网的规划中,就可以根据节点和路线的权重有层次、有重点的进行布设。

表 2 节点重要度

重要节点	分区号	1	2	3	10	—
	重要度	0.144 8	0.077 3	0.077 0	0.078 6	—
次重要节点	分区号	5	6	7	12	13
	重要度	0.070 4	0.067 4	0.065 1	0.068 5	0.072 5
一般节点	分区号	4	8	9	11	14
	重要度	0.055 6	0.061 8	0.054 4	0.052 4	0.053 6

注:把各项指标归一化后代入式(1)计算;计算中道路行政(技术)级别与功能修正系数 α 取 1.0。

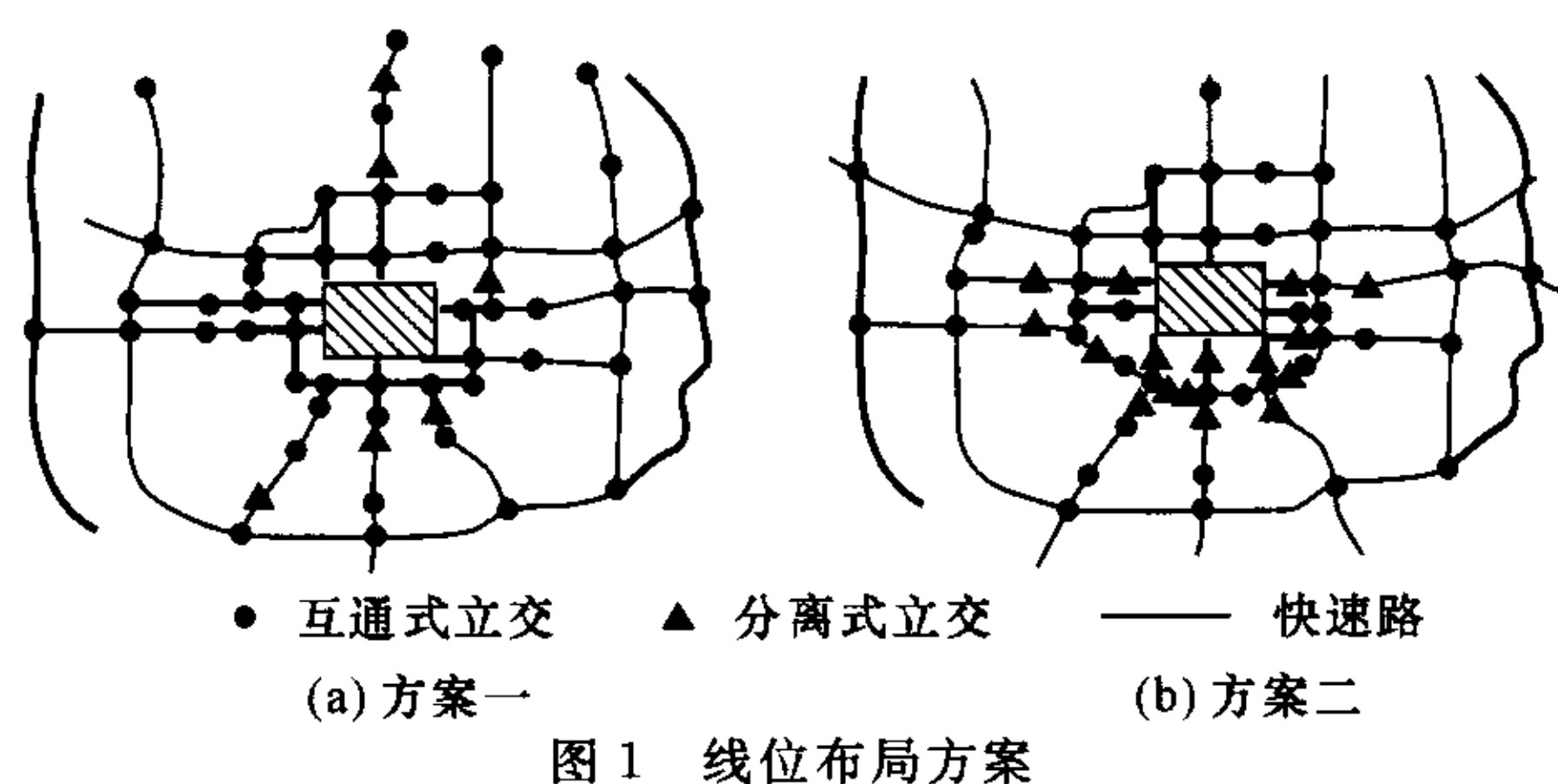
表 3 路线重要度

序号	方向	路线重要度	与现状路拟合情况
1	1-11	2.567	城内至未央路方向
2	1-10-9	2.170	城内至建设中的高架路方向
3	1-3-7	1.969	—
4	1-12	1.826	大庆路方向
5	1-6	1.808	—
6	1-3-8	1.675	咸宁路方向
7	1-13	1.658	红光路方向
8	1-2-14	1.621	—
9	1-5	1.503	朱雀路方向
10	1-4	1.235	太白路方向

注:①方向一栏中的数字表示各区的出行吸引中心;②路线重要度由于计算结果数值很小,所以将数据乘以 1 000,以便比较。

3.4 拟定快速路线位布局方案

根据上述布局理论,以及西安市的路网现状、文物古迹分布情况和西安市城市交通现存的主要问题,并在西安市最新出台的战略规划思想指导下,形成两种具有代表性的快速路线位布局各方案(图 1)。



3.4.1 方案一

线位布局:北二环、三环路,后围寨至十里铺段的高架路;放射线有:东西方向的大庆路+阿房一路、咸宁中路、长乐路+纺南路、红光路+沣镐西路;南北方向的沣惠北路、东元路+金花北路、长安路部分;东北-西南方向的太白南路+西万公路;西北-东南方向的三兆公路、西兰公路部分路段。同时,需要改建成疏散性主干道的有:星火路、未央路部分、大庆路部分、北关正街、沣镐东路和西关正街、劳动路、太白路部分、友谊路、兴庆路、长乐路部分、长安路部分和南关正街。

3.4.2 方案二

线位布局:二环路、三环路,后围寨至十里铺段的高架路;放射线包括:东西方向的大庆路部分、长乐路部分、沣镐西路+红光路、咸宁中路+咸宁东路、昆明路、长乐路部分+纺织路;南北方向的未央路部分、东元路延长与三环和绕城高速相交段、长安路部分;东北-西南方向的太白南路+西万公路;西北-东南方向的三兆路和西兰公路部分路段。相应衔接的疏散性主干道有:星火路、未央路部分、北关正街、太白路、长安路部分、南关正街、太乙路、大庆路部分、沣镐西路和西关正街、长乐路部分、咸宁西路。

3.5 方案评价

西安快速路体系规划主要从路网功能、结构方面着手,从快速路可达性、网密度、路网的成网率(评价指标为路网联结度指数)、快速路系统所需要的立交工程量对两个方案进行比选。根据现有资料和专家的前期意见容易建立判断矩阵,所以在本次规划评价中采用层次 AHP 法,结果见表 4。根据各项指标计算所得的数值,采用层次分析法对两个方案进行综合评价,评价结果见表 5。

综上所述,根据方案定量计算的结果最终确定方案二为基础推荐方案,在此基础上根据有关专家的直观判断和各部门的协调,在方案二基础上根据西安的实际情况,又局部增加路线,进一步丰富了西安市的路网主骨架,提高了可达性。

表 4 方案比选参数

方案号	网密度/ ($\text{km} \cdot \text{km}^{-2}$)	路网 联结度	可达 性/min	初步规划 立交数/个
方案一	0.47	3.20	2.50	66
方案二	0.51	3.32	2.46	68

注:①立交数是指在各快速路线位布局规划方案基础上,规划的全西安市路网的立交数量;②可达性指标在这里用各分区的交通出行吸引中心到快速路的平均时间来衡量。

表 5 综合评价结果

准则	可达性	联结度	路网密度	立交数	$\Sigma(WW_0)$	优劣 顺序
W_0	0.596 6	0.198 9	0.119 3	0.085 2		
$\frac{W}{WW_0}$	方案一 0.243 0 0.145 0	0.255 2 0.050 8	0.244 0 0.029 1	0.280 0 0.023 9	0.248 8	2
	方案二 0.290 0 0.173 0	0.280 0 0.055 7	0.293 0 0.035 0	0.233 6 0.004 3	0.268 0	1

注:W 为按照不同评价准则层评价方案得分正规化计算结果; W_0 为评价准则层重要性评价得分正规化计算结果。

4 结 语

本文结合西安市城市快速路的线位布局规划,把现在一般路网规划中比较成熟的理论,定性与定量相结合地引入到城市快速路体系的规划中,快速路线位布局评价结果令人满意。当然,该方法还有许多不完善之处,如节点重要度的计算指标体系的选取等方面还需进一步研究和完善,而且快速路规划实施后,会增加中心区对交通的吸引,要采取适当的交通管理和诱导措施,实现交通合理分流,才能更好地满足快速路为城市交通服务的需要。

参考文献:

References:

- [1] 王元庆,曾奕林.锯齿形公交优先进口道的设置方法[J].交通运输工程学报,2005,5(3):98-104.
WANG Yuan-qing, ZENG Yi-lin. Design method of indented bus priority approach[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2005, 5(3): 98-104.
- [2] 李志瑶,隗志才,宗芳.居民出行时间选择及拥挤收费政策[J].交通运输工程学报,2005,5(3):105-110.
LI Zhi-yao, JUAN Zhi-cai, ZONG Fang. Resident travel time choice and congestion pricing policy[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2005, 5(3): 105-110.
- [3] 王丰元,潘福全,张丽霞,等.基于交通限制的路网最优路径算法[J].交通运输工程学报,2005,5(1):92-95.
WANG Feng-yuan, PAN Fu-quan, ZHANG Li-xia, et al. Optimal path algorithm of road network with traffic restriction[J]. Journal of Traffic and Trans-

- portation Engineering, 2005, 5(1): 92 - 95.
- [4] 胡启洲,石 琴,张卫华,等. 城市公交线网优化的理想决策方法[J]. 交通运输工程学报, 2005, 5(1): 82 - 85.
HU Qi-zhou, SHI Qin, ZHANG Wei-hua, et al. Ideal decision making method of urban public traffic line network optimization[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2005, 5(1): 82 - 85.
- [5] 彭 辉,陈宽民,王京伟,等. 路桥通道旅客出行选择特征[J]. 交通运输工程学报, 2005, 5(1): 120 - 123.
PENG Hui, CHEN Kuan-min, WANG Jing-wei, et al. Travel choice characteristics of transportation corridor of Europe-Asia [J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2005, 5(1): 120 - 123.
- [6] 徐良杰,王 炜. 信号交叉口行人过街时间模型[J]. 交通运输工程学报, 2005, 5(1): 111 - 115.
XU Liang-jie, WANG Wei. Model of pedestrians crossing time at signalized intersection[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2005, 5(1): 111 - 115.
- [7] 马荣国,刘洪营,梁国华. 城市客运交通结构评价指标[J]. 交通运输工程学报, 2004, 4(1): 87 - 91.
MA Rong-guo, LIU Hong-ying, LIANG Guo-hua. Evaluation indices on urban passenger transportation structure[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2004, 4(1): 87 - 91.
- [8] 陆 建,王 炜. 城市出租车拥有量确定方法[J]. 交通运输工程学报, 2004, 4(1): 92 - 95.
LU Jian, WANG Wei. Confirming method of urban taxi quantity[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2004, 4(1): 92 - 95.
- [9] 王建伟. 都市圈及都市带公路快速客运系统的定位[J]. 交通运输工程学报, 2004, 4(2): 89 - 92.
WANG Jian-wei. Location of highway rapid passenger transport system in metropolitan area and megapolis[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2005, 4(2): 89 - 92.
- [10] 王元庆,陈少惠. 飞地城市型开发区公路网规划方法[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2005, 25(5): 74 - 78.
WANG Yuan-qing, CHEN Shao-hui. Highway network planning of independent-city-type development zone[J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2005, 25(5): 74 - 78.
- [11] 陈 红,魏风虎. 公路生态系统评价指标体系构建方法研究[J]. 中国公路学报, 2004, 17(4): 89 - 92.
CHEN Hong, WEI Feng-hu. Study of the way on indicator set of ecological assessment of highway[J]. China Journal of Highway and Transport, 2004, 17(4): 89 - 92.

~~~~~

(上接 78 页)

## 参考文献:

## References:

- [1] CHANG Shyang-lih, CHEN Li-shien, CHUNG Yun-chung, et al. Automatic license plate recognition[J]. IEEE Tran on ITS, 2004, 5(1): 42 - 53.
- [2] Paolo C. Optical recognition of motor vehicle license plate[J]. IEEE Trans on Vehicular Technology, 1995, 44(4): 790 - 799.
- [3] Park S H, Kim K I. Locating car license plate using neural networks[J]. Electronics Letters, 1999, 35(17): 1475 - 1477.
- [4] 罗 帆,陈 晟. 一种基于边缘特征的汽车牌照定位算法[J]. 华中科技大学学报: 自然科学版, 2004, 32(1): 97 - 99.  
LUO Fan, CHEN Sheng. Research on vehicle license location algorithm based on the characteristics of verge images[J]. Journal of Huazhong University of Science and Technology: Natural Science Edition, 2004, 32(1): 97 - 99.
- [5] Chen Xi-lin, Zhang Jing, Alex W. Automatic detection and recognition of signs from nature scenes[J]. IEEE Trans on Image Processing, 2004, 13(1): 87 - 99.
- [6] Song H. The high performance car license plate recognition system and its core techniques[C]//ICVES; Proceedings of IEEE int con on ICVES. Xi'an: IEEE ICVES'05, 2005: 42 - 45.
- [7] 李文举,梁德群,张 旗,等. 基于边缘颜色对的车牌定位新方法[J]. 计算机学报, 2004, 27(2): 204 - 208.  
LI Wen-ju, LIANG De-qun, ZHANG Qi, et al. A novel approach for vehicle license plate location based on edge color pair[J]. Chinese Journal of Computers, 2004, 27(2): 204 - 208.
- [8] 宋焕生,王养利,樊海玮. 置换滤波器的简化形式[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2005, 25(5): 113 - 116.  
SONG Huan-sheng, WANG Yang-Li, FAN Hai-wei. Simplification version of permutation filter[J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2005, 25(5): 113 - 116.