

文章编号:1671-1637(2016)03-0125-08

历史街区交通微循环优化的双层规划模型

王秋平¹, 丁 猛^{1,2}

(1. 西安建筑科技大学 土木工程学院, 陕西 西安 710055; 2. 河南省电力勘测设计院, 河南 郑州 450007)

摘 要:为满足历史街区日益增加的交通需求,利用街区内密布的街巷网络组织交通微循环,建立了历史街区交通微循环优化的双层规划模型,以提高干路畅通性与路网平均行程车速、缩短绕行时间和控制环境污染为优化目标,以街区内街巷的通畅和历史遗存保护为约束条件,构建上层模型,采用用户均衡交通分配与借助 TransCAD 求解下层模型,并选取开封市草市街历史街区进行实例分析。计算结果表明:优化计算使干路平均饱和度可由 0.69 最多降至 0.36;路网平均行程车速可由 $26.33 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 最多提升至 $28.87 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$;街区内街巷平均饱和度可由 0.07 最多提升至 0.37;绕行时间及环境污染得到控制。可见,该模型的应用缓解了干路网络的交通压力,提高了街区可达性及总体运行效率,具有良好的交通效益和环境效益。

关键词:交通规划;历史街区;交通微循环;双层规划模型;用户均衡模型;TransCAD;交通分配

中图分类号:U491.12

文献标志码:A

Bi-level programming model of traffic microcirculation optimization for historic district

WANG Qiu-ping¹, DING Meng^{1,2}

(1. School of Civil Engineering, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, Shaanxi, China;

2. Henan Electric Power Survey and Design Institute, Zhengzhou 450007, Henan, China)

Abstract: In order to fulfill the increasing traffic demand of historic district, rich streets and alleys in the district were used to organize traffic microcirculation, and a bi-level programming model of traffic microcirculation optimization for historic district was built. The up-level model was built targeting on increasing the transit efficiency of trunk roads, increasing the average travel speed of road network, decreasing bypass time and controlling environmental pollution in the constraint conditions district unblocking and historical relics protection of streets and alleys. User equilibrium traffic assignment was used to solve the down-level model by using TransCAD. The historic district of Caoshi Street in Kaifeng was taken as an example to carry out case analysis. Calculation result shows that optimization calculation makes the average saturation of trunk road decrease from 0.69 to 0.36 at most, the average travel speed of road network increase from $26.33 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ to $28.87 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ at most, the average saturation of streets and alleys in the district increase from 0.07 to 0.37 at most, and bypass time and environmental pollution are controlled. Obviously, the model application relieves the traffic pressure of trunk road network and improves district accessibility and overall operating efficiency, which has good traffic benefit and environmental benefit. 4 tabs, 4 figs, 25 refs.

Key words: traffic planning; historic district; traffic microcirculation; bi-level programming

收稿日期:2016-01-21

基金项目:国家自然科学基金项目(51278396)

作者简介:王秋平(1962-),女,陕西城固人,西安建筑科技大学教授,工学博士,从事城市交通规划与管理研究。

model; user equilibrium model; TransCAD; traffic assignment

Author resume: WANG Qiu-ping (1962-), female, professor, PhD, +86-29-82202947, wqp1168@sina.com.

0 引 言

历史街区是具有历史关联性、地方特点、相似形态相对集中的某一地区,是具有比较典型和相对完整的历史风貌与融合一定城市功能和生活内容的城市地段^[1-2]。历史街区是城市历史文化沿革变迁的实物见证,应对其加以保护,但现代化城市交通对道路宽度的要求成为历史街区保护的最大障碍^[3]。历史街区拥有众多历史文化遗址,旅游资源丰富,兼具居民生活服务功能,历史街区交通需求日益增加,而街区中数量众多的支路以及街巷往往因为宽度普遍偏窄、缺乏系统的交通规划而被城市管理者忽略,这使得历史街区交通供需矛盾突出。路网通行能力不均衡,缺乏有效的交通组织,使得交通效率低,交通运行混乱。解决历史街区交通问题需要在历史街区交通供给和交通需求之间寻求平衡,制定与历史街区交通特点相适应的交通组织策略,提高街区运行效率,更好地服务和保护历史街区。

历史街区脱胎于古代街巷,具有较好的连通性,但滞后的交通组织管理并未使其发挥良好的交通功能^[4]。交通微循环解决的正是城市区域性的交通问题,其充分利用支路及街巷组织交通,可提高路网的利用率和容量,满足居民的区域可达性需求^[5-8]。史峰等对交通微循环组织的研究形成了成熟的理论基础^[6],北京、昆明等地也对交通微循环的实施提供了典型的实例,因此,可在历史街区引入交通微循环,建立与历史街区交通特性相适应的交通组织方式,在发挥其旅游、商业、教育、历史风貌保护等功能的同时,承担一部分来自于城市大交通网络上的交通压力,缓解历史街区交通供需矛盾。本文研究在历史街区交通需求一定的条件下,通过组织交通微循环改善街区交通状况,达到交通通畅、便捷的目的。

1 历史街区交通微循环分析

1.1 历史街区交通微循环的概念

历史街区交通微循环是指以历史街区内部道路为物质载体,采用注重文化遗址保护和交通设施风貌改造的交通组织策略,改善交通载体即交通流的通行状况,通过交通分流和汇流,实现提升街区内部交通活力、提高交通通达性及服务水平、保护历史文

化风貌等功能的综合交通体系。

1.2 历史街区交通微循环实施目标与方法

实施目标如下。

(1)提高干路网的畅通性。实行交通微循环后,干路网络的畅通程度应明显提高。畅通性可用路网平均饱和度表示^[8-9],饱和度越低,表明交通流在街区各路段越均匀顺畅地流动,故可将该目标表述为干路网络中道路平均饱和度明显降低。

(2)缩短车辆的绕行时间。道路使用者往往以起讫点之间的行驶时间判断交通状况,为了避免单向交通组织因出行时间过长遭到道路使用者的舍弃,实行交通微循环时应尽量缩短车辆的绕行时间。

(3)提高路网平均行程车速。在高密度、低速度条件下,饱和度也较小,但其服务水平实际上更低,故评价历史街区路网的服务水平可采用平均行程车速,平均行程车速越高,说明路段通行能力越大。

(4)降低微循环区域的环境污染。历史街区中居住密度较大,历史遗存众多,需要安静、清洁的环境,应降低环境污染对历史街区的影响。在此选取CO排放量作为优化目标,尽量降低排放量。

实施方法为拓宽支路、打通断头路、完善交通设施、规范停车管理等^[10],有些改造措施不可逆转,易造成历史街区风貌和肌理的改变,使其失去保护文化遗产的功能,因此,应注重对街区风貌的保护,减少对路宽及路网结构的调整,可借鉴文物保护中修旧如旧的原则。

另外单向交通^[11-14]能有效提高交通容量,消除对向交通干扰,对交通量分布不均和通行能力低下的道路网络可起到较好的作用。历史街区内道路狭窄,若每条道路上机动车均双向通行,不仅道路宽度不满足,也不利于通行能力的提高,故部分路段可组织单向交通。

2 历史街区交通微循环优化模型

定义模型的通用参数为: A 为干路路段集; B 为支路及支路等级以下路段集; D 为历史遗存出入口所在路段集;路网交通流的方向用一维向量 $\mathbf{F}=(f_{(b,c)}, f_{(d,e)}, \dots, f_{(p,q)})$ 表示, b, c, d, e, p, q 为节点, $f_{(b,c)}, f_{(d,e)}, f_{(p,q)}$ 为决策变量,可将 \mathbf{F} 视为交通组织方案决策向量,规定路段 (p, q) 的拓扑方向为 $p \rightarrow q$,

若交通流方向与拓扑方向一致,则 $f_{(p,q)} = 1$,若相反,则 $f_{(p,q)} = -1$,若为双向交通流,则 $f_{(p,q)} = 0$,决策向量将是模型的求解结果。

2.1 构建上层模型

历史街区交通微循环的实施目标可作为双层模型^[15-19]中上层模型的优化目标。

2.1.1 保证干路网的畅通性

干路平均饱和度是以干路长度为权对饱和度进行加权平均计算的。保证干路网畅通性的目标函数为

$$\min \bar{S} = \frac{\sum l_a S_a}{\sum l_a} \quad a \in A \quad (1)$$

式中: \bar{S} 为平均饱和度; l_a 为路段 a 的长度; S_a 为路段 a 的饱和度。

2.1.2 缩短车辆的绕行时间

出行时间可定义为各路段某一时段内所有车辆行驶时间之和,即

$$T_k = \sum \frac{V_{ak} l_a}{v_a} \quad a \in A \cup B \quad (2)$$

式中: T_k 为第 k 种决策向量下所有车辆的出行时间; V_{ak} 为第 k 种决策向量下路段 a 的交通量; v_a 为路段 a 上车辆行驶速度。

绕行时间可用路网中所有车辆的出行总时间与现有交通组织下所有车辆出行总时间之差表示,降低车辆绕行时间的目标函数可表示为

$$\min U_k = \sum \frac{V_{ak} l_a}{v_a} - \sum \frac{W_a l_a}{v_a} \quad a \in A \cup B \quad (3)$$

式中: U_k 为第 k 种交通组织决策向量下所有车辆的绕行时间; W_a 为现有交通组织下路段 a 的交通量。

2.1.3 提高路网平均行程车速

平均行程车速是路网中车辆所走总长度与车辆通过总时间的比值,提高路网平均行程车速的目标函数可表示为

$$\max \bar{v} = \frac{\sum V_{ak} l_a}{\sum V_{ak} \omega_a} \quad a \in A \cup B \cup D \quad (4)$$

式中: \bar{v} 为路网的平均行程车速; ω_a 为车辆在路段 a 上的行驶时间。

2.1.4 降低微循环区域的环境污染

该优化目标可表述为实施历史街区交通微循环应降低CO的排放量,由尾气中CO含量与道路时间路阻的关系式^[20-21]可得降低微循环区域环境污染的目标函数为

$$\min Q_a = \sum 0.2038 e^{0.7962 l_a / t_a} t_a \quad a \in A \cup B \quad (5)$$

$$t_a = \begin{cases} u_a [1 + \alpha (V_a / E_a)^\beta] & a \in A \\ u_a [1 + \alpha (V_a / S_{amax} C_a)^\beta] & a \in B \end{cases} \quad (6)$$

式中: Q_a 为路段 a 上CO的排放量; t_a 为路段 a 上的交通阻抗,采用美国联邦公路局函数求解; u_a 为路段 a 在自由流条件下的行程时间; V_a 为路段 a 的交通量; E_a 为路段 a 组织微循环前的通行能力; C_a 为路段 a 组织微循环后的通行能力; S_{amax} 为路段 a 的最大饱和度; α, β 为待标定参数,美国联邦公路局推荐值分别为2.62、5.00。

2.2 构建下层模型

式(1)~(6)构成了历史街区交通微循环优化模型的上层模型,而交通量可采用Beckmann提出的用户平衡分配模型求解获得,因此,下层模型的目标函数 X 为

$$\min X = \sum \omega_a V_a \quad a \in A \cup B \quad (7)$$

$$\sum_{K=1}^{L_{r,s}} \tau_{K,r,s} = R_{r,s} \quad (8)$$

$$V_a = \sum_{r=1}^n \sum_{s=1}^n \sum_{K=1}^{L_{r,s}} \tau_{K,r,s} \delta_{a,K,r,s} \quad a \in A \cup B \quad (9)$$

式中: $R_{r,s}$ 为节点 r, s 之间的交通量; $\tau_{K,r,s}$ 为路段 (r, s) 第 K 条路径上的交通量; $L_{r,s}$ 为路段 (r, s) 的路径数; n 为 r, s 的取值上限; $\delta_{a,K,r,s}$ 为决策变量,如果路段 a 在路段 (r, s) 之间第 K 条路径上,则 $\delta_{a,K,r,s}$ 为1,否则为0。

2.3 模型的约束条件

2.3.1 保障街区通畅

为了保障街区自由通畅以及避免突发事件导致的拥堵,街巷的饱和度应限制在最大饱和度 S_{amax} 以内^[13], S_{amax} 可取路段的设计服务水平。街区内部饱和度过低,会造成道路资源的浪费,因而交通微循环中支路的饱和度还应高于现有交通组织模式下支路的饱和度,即

$$E_a \leq S_a \leq S_{amax} \quad a \in B \quad (10)$$

2.3.2 保护历史遗存

对历史遗存的保护,在交通方面体现在限制机动车辆在历史遗存附近路段的速度,从而降低噪声、振动等交通环境污染对历史遗存的影响^[8],即

$$v_a \leq v_{amax} \quad a \in D \quad (11)$$

式中: v_{amax} 为路段 a 上机动车的最大限速,历史街区机动车最大限速一般为 $20 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

3 模型求解

下层交通分配模型输出的路段流量、饱和度是

否合理正确,直接影响上层模型优选目标的计算值,从而影响交通方案的决策,本文采用 TransCAD 对下层交通分配模型进行求解。模型求解步骤如下。

Step 1:历史街区交通路网预处理。

将历史街区交通网络抽象成有向赋权图,并赋予各有向弧的属性:路段长度、车道数、自由流设计速度、通行能力、自由流通行时间、路段名与路段所在道路等级等。

Step 2:历史街区交通组织道路选择。

对历史街区内支路及支路等级以下道路进行筛选,初步筛选出可组织交通微循环的道路,并由此制定路段交通流方向决策矩阵,得出 N 个可行的交通组织预选方案。

Step 3:建立历史街区道路的 TransCAD 地理模型。

根据历史街区交通路网的预处理结果,在 TransCAD 中建立地理模型。

Step 4:用户均衡交通分配。

在 TransCAD 软件建立的地理模型中输入各不同组织方案的路段拓扑方向组合、路段的通行能力、路段拓扑方向上自由流行驶时间等参数,分别针对各交通组织方案进行交通分配。

Step 5:计算目标函数值。

交通分配完成后根据输出的车流行驶时间、高峰小时交通量、高峰小时饱和度等计算各目标函数值,并列表待选。

Step 6:选择交通组织方案。

根据各预选方案的优化目标函数值,进行各参数的比较,最终确定历史街区交通微循环组织方案。

4 实例分析

本文选取开封市草市街历史街区作为实例(图 1),对该街区内可组织交通微循环的城市干路、支路及车行街巷等进行抽象(图 2),并建立 TransCAD 地理模型(图 3)。根据该街区的用地性质及路网特征,同时考虑街区内外交通的综合影响,将地理模型划分为 4 个内部小区(1、5~7 号)和 5 个外部小区(2~4、8、9 号),在此基础上进行交通分配。

根据分析可利用对偶路段对(4,5)和(10,11)、(6,7)和(8,9)组织单向交通,因此,决策向量 $F = (f_{(4,5)}, f_{(6,7)}, f_{(8,9)}, f_{(10,11)})$ 的取值即为交通组织方案。对偶路段交通方向应保持相反,故候选的交通组织方案有 4 个:方案 1 为 $G = (-1, -1, 1, 1)$;方



图 1 草市街历史街区路网

Fig. 1 Road network of Caoshi Street historic district

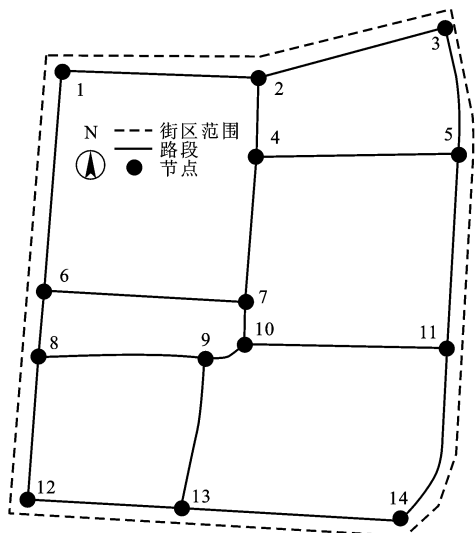


图 2 交通微循环路网抽象

Fig. 2 Road network abstract in traffic microcirculation

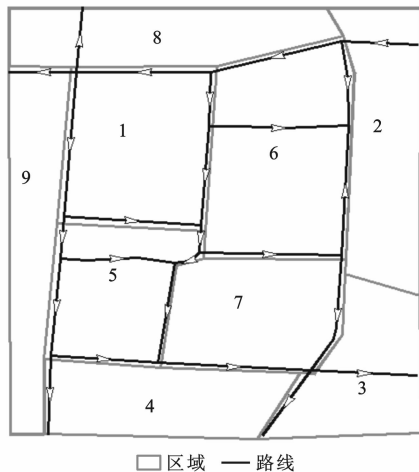


图 3 TransCAD 地理模型

Fig. 3 TransCAD geographic model

案 2 为 $G=(1,-1,1,-1)$;方案 3 为 $G=(-1,1,-1,1)$;方案 4 为 $G=(1,1,-1,-1)$ 。

根据对该历史街区各路段现状交通量的调查结果(表 1),利用 TransCAD 中的 OD 出行矩阵预测模块,预测出各交通小区之间的 OD 出行量矩阵,然后采用用户平衡分配模型进行交通量分配^[22],各方案交通分配结果见表 2、3,根据交通分配结果所得上层目标函数计算结果见表 4。

表 1 历史街区各路段现状
Tab. 1 Status of road segments in historic district

路段	通行能力/ (pcu · h ⁻¹)	交通量/(pcu · h ⁻¹)		饱和度		最大饱和度
		拓扑方向	拓扑方向逆向	拓扑方向	拓扑方向逆向	
1—2	2 393	1 466	1 720	0.61	0.72	0.72
1—6	2 483	1 285	1 190	0.52	0.48	0.52
2—3	2 253	1 145	1 268	0.51	0.56	0.56
2—4	980	68	56	0.07	0.06	0.07
3—5	1 039	663	694	0.64	0.67	0.67
4—5	735	35	54	0.05	0.07	0.07
4—7	980	78	68	0.08	0.07	0.08
5—11	1 173	619	591	0.53	0.50	0.53
6—7	980	42	76	0.04	0.08	0.08
6—8	2 100	1 154	1 098	0.55	0.52	0.55
7—10	980	76	56	0.08	0.06	0.08
8—9	900	23	36	0.03	0.04	0.04
8—12	2 156	1 268	1 145	0.59	0.53	0.59
9—10	900	31	41	0.03	0.05	0.05
9—13	900	91	101	0.10	0.11	0.11
10—11	735	19	32	0.03	0.04	0.04
11—14	1 149	629	661	0.55	0.58	0.58
12—13	2 112	1 147	1 287	0.54	0.61	0.61
13—14	1 997	1 109	1 064	0.55	0.53	0.55

表 2 不同交通组织方案下各路段高峰交通量
Tab. 2 Peak traffic volumes of road segments in different traffic organization plans

路段	无优化		方案 1		方案 2		方案 3		方案 4	
	拓扑方向	拓扑方向逆向	拓扑方向	拓扑方向逆向	拓扑方向	拓扑方向逆向	拓扑方向	拓扑方向逆向	拓扑方向	拓扑方向逆向
1—2	1 466	1 720	949	1 085	1 051	1 258	963	1 137	905	1 137
1—6	1 285	1 190	852	667	943	846	917	763	943	727
2—3	1 145	1 268	1 104	1 201	1 042	1 275	1 042	1 219	1 119	1 164
2—4	68	56	288	259	272	294	302	233	288	259
3—5	663	694	366	397	426	452	432	515	439	425
4—5	35	54	0	464	576	0	576	0	576	0
4—7	78	68	314	259	329	302	296	288	314	302
5—11	619	591	373	369	410	346	379	405	466	364
6—7	42	76	0	800	0	860	860	0	860	0
6—8	1 154	1 098	566	568	635	633	681	666	728	666
7—10	76	56	282	209	314	235	279	235	282	235
8—9	23	36	0	648	0	648	0	648	0	666
8—12	1 268	1 145	661	617	801	754	751	686	878	754
9—10	31	41	162	261	156	270	157	260	162	270
9—13	91	101	324	396	378	396	360	416	324	396
10—11	19	32	368	0	0	368	480	0	0	384
11—14	629	661	379	420	385	433	417	420	373	380
12—13	1 147	1 287	627	721	684	825	798	812	719	837
13—14	1 109	1 064	705	767	738	893	637	793	705	881

表 3 不同交通组织方案下各路段高峰饱和度

Tab. 3 Peak saturations of road segments in different traffic organization plans

路段	无优化		方案 1		方案 2		方案 3		方案 4	
	拓扑方向	拓扑方向逆向	拓扑方向	拓扑方向逆向	拓扑方向	拓扑方向逆向	拓扑方向	拓扑方向逆向	拓扑方向	拓扑方向逆向
1—2	0.61	0.72	0.40	0.45	0.44	0.53	0.40	0.48	0.38	0.48
1—6	0.52	0.48	0.34	0.27	0.38	0.34	0.37	0.31	0.38	0.29
2—3	0.51	0.56	0.49	0.53	0.46	0.57	0.46	0.54	0.50	0.52
2—4	0.07	0.06	0.29	0.26	0.28	0.30	0.31	0.24	0.29	0.26
3—5	0.64	0.67	0.35	0.38	0.41	0.44	0.42	0.50	0.42	0.41
4—5	0.05	0.07	0.00	0.29	0.36	0.00	0.31	0.00	0.36	0.00
4—7	0.08	0.07	0.32	0.26	0.34	0.31	0.30	0.29	0.32	0.31
5—11	0.53	0.50	0.32	0.32	0.35	0.30	0.32	0.35	0.40	0.31
6—7	0.04	0.08	0.00	0.40	0.00	0.43	0.37	0.00	0.43	0.00
6—8	0.55	0.52	0.27	0.27	0.30	0.30	0.32	0.32	0.35	0.32
7—10	0.08	0.06	0.29	0.21	0.32	0.24	0.28	0.24	0.29	0.24
8—9	0.03	0.04	0.00	0.36	0.00	0.36	0.00	0.32	0.00	0.37
8—12	0.59	0.53	0.31	0.29	0.37	0.35	0.35	0.32	0.41	0.35
9—10	0.03	0.05	0.18	0.29	0.17	0.30	0.17	0.29	0.18	0.30
9—13	0.10	0.11	0.36	0.44	0.42	0.44	0.40	0.46	0.36	0.44
10—11	0.03	0.04	0.23	0.00	0.00	0.31	0.30	0.00	0.00	0.24
11—14	0.55	0.58	0.33	0.37	0.34	0.38	0.36	0.37	0.32	0.33
12—13	0.54	0.61	0.30	0.34	0.32	0.39	0.38	0.38	0.34	0.40
13—14	0.55	0.53	0.35	0.38	0.37	0.45	0.32	0.40	0.35	0.44

根据计算结果可知:无优化时干路平均饱和度为 0.69,方案 1 的干路平均饱和度为 0.37,略高于方案 3,却明显低于方案 2 与 4;由于单向交通路段的存在,减少了对向车流的冲突,各方案路网平均行程车速均大于无优化时平均行程车速,以方案 1 为最大;同样,单向交通车辆出行时间延长量,也以方案 1 为最短;交通微循环将机动车引入历史街区,使 CO 排放量增加,相对于现状最大增幅仅为 8.2%,最小增幅仅为 6.3%,随着燃油品质的提升,该值会进一步下降。

表 4 上层模型计算结果

Tab. 4 Calculation results of up-level model

方案	干路平均 饱和度	机动车绕行 时间/h	路网平均行程 车速/(km·h ⁻¹)	CO 排放 量/g	街巷平均 饱和度
无优化	0.69	—	26.33	151.92	0.07
方案 1	0.37	0.29	28.87	161.24	0.33
方案 2	0.41	0.34	28.14	163.48	0.37
方案 3	0.36	0.58	27.92	164.43	0.34
方案 4	0.40	0.30	27.01	164.31	0.35

由于历史街区内部街巷机动车通行条件较差,道路的使用率较低,使得无优化时街巷平均饱和度

仅为 0.07,表明历史街区内许多街巷未能充分利用,实施交通微循环可充分利用街区内部道路,提高机动车可达性,大幅度提升街巷饱和度,平均饱和度增幅高达 4.71~5.29 倍,但最大街巷平均饱和度为 0.37,服务水平较高,车流顺畅,达到了提高街巷利用率和增加街区机动车可达性的双重效果,同时在保证交通安全空间^[23]的基础上,可提高历史街区交通环境容量^[24]及土地利用^[25]。

方案 1 的绕行时间及 CO 排放量均最小,路网平均行程车速最大,干路平均饱和度略高于方案 3,但各方案干路平均饱和度最大仅为 0.41,且方案 1 与方案 3 相差仅 2.8%,因此,建议采用方案 1 组织交通微循环,交通微循环组织方案见图 4。

5 结 语

(1)本文建立了历史街区交通微循环优化的双层规划模型,在保证支路通畅及保护文化遗址的同时,干路畅通性提高,绕行时间及环境污染得到控制,交通效益及环境效益更好。

(2)历史街区交通微循环利用内部街巷合理组织交通,在保护文化风貌的前提下,充分利用街区闲

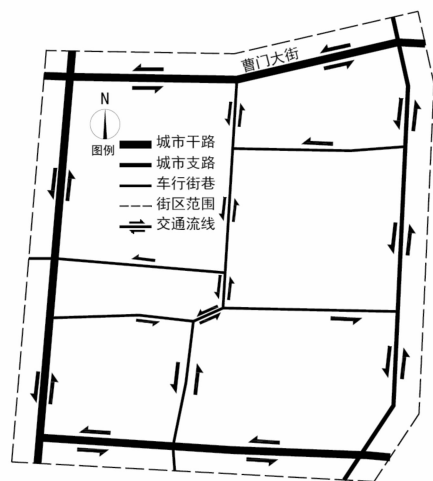


图4 草市街历史街区交通微循环组织方案

Fig. 4 Organization plan of traffic microcirculation for Caoshi Street historic district

置的道路资源,增强了街区道路的可达性,缓解了历史街区交通需求与交通供给的矛盾。

(3)在模型求解过程中,本文借助交通规划软件TransCAD进行交通量分配,使优化模型具有较高的工程实用性,可为历史街区交通运输组织提供技术参考,但模拟计算时采用的是枚举法,当历史街区面积较大或者路网复杂时,求解难度将增加,这将是进一步研究的方向。

参考文献:

References:

- [1] 戴湘毅,王晓文,王晶. 历史街区定义探析[J]. 云南地理环境研究, 2007, 19(5): 36-39.
DAI Xiang-yi, WANG Xiao-wen, WANG Jing. An analysis of the definition of historic district[J]. Yunnan Geographic Environment Research, 2007, 19(5): 36-39. (in Chinese)
- [2] 邓一凌,过秀成,严亚丹,等. 历史城区微循环路网分层规划方法研究[J]. 城市规划学刊, 2012(3): 70-75.
DENG Yi-ling, GUO Xiu-cheng, YAN Ya-dan, et al. Double-layered planning to facilitate micro-circulation of traffic in historic areas[J]. Urban Planning Forum, 2012(3): 70-75. (in Chinese)
- [3] 李新建. 从交通期望线论我国历史城市保护中的新区发展空间结构问题[J]. 城市规划学刊, 2013(4): 49-53.
LI Xin-jian. Spatial structure of new district for Chinese historic cities: based on origin-destination traffic study[J]. Urban Planning Forum, 2013(4): 49-53. (in Chinese)
- [4] 孔哲,窦雪萍,罗丽梅,等. 大城市历史城区绿色交通发展对策[J]. 规划师, 2011, 27(增): 141-144, 148.
KONG Zhe, DOU Xue-ping, LUO Li-mei, et al. Strengths of green traffic in old town of large city[J]. Planners, 2011, 27(S): 141-144, 148. (in Chinese)
- [5] 罗侃. 区域交通微循环路网规划研究[J]. 价值工程, 2011,

30(30): 52.

LUO Kan. Planning research on regional transportation microcirculation road network[J]. Value Engineering, 2011, 30(30): 52. (in Chinese)

- [6] 史峰,黄恩厚,陈群,等. 城市微循环交通网络中单行交通组织优化[J]. 交通运输系统工程与信息, 2009, 9(4): 30-35.
SHI Feng, HUANG En-hou, CHEN Qun, et al. Optimization of one-way traffic organization for urban micro-circulation transportation network[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2009, 9(4): 30-35. (in Chinese)
- [7] 宋雪鸿. 城市交通微循环问题的解决策略及其应用研究[D]. 上海: 同济大学, 2008.
SONG Xue-hong. Research on the solution strategy and application of urban traffic microcirculation[D]. Shanghai: Tongji University, 2008. (in Chinese)
- [8] 王浩苏,罗霞. 基于多目标的城市交通微循环系统优化模型研究[J]. 成都大学学报: 自然科学版, 2014, 33(1): 79-82.
WANG Hao-su, LUO Xia. Research on optimization model of urban traffic microcirculation system based on multi-objective[J]. Journal of Chengdu University: Natural Science Edition, 2014, 33(1): 79-82. (in Chinese)
- [9] 陆建,王伟. 城市道路网规划指标体系[J]. 交通运输工程学报, 2004, 4(4): 62-67.
LU Jian, WANG Wei. Planning indices system of urban road network[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2004, 4(4): 62-67. (in Chinese)
- [10] 张海明. 城市居住片区交通微循环系统研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2011.
ZHANG Hai-ming. The research of urban traffic microcirculation system in residential district[D]. Xi'an: Xi'an University of Architecture and Technology, 2011. (in Chinese)
- [11] 孙晶. 城市道路单向交通方案设计若干问题研究[D]. 西安: 长安大学, 2012.
SUN Jing. Research on a number of issues about design of one-way roadway[D]. Xi'an: Chang'an University, 2012. (in Chinese)
- [12] EBBEN M, VAN DER ZEE D J, VAN DER HEIJDEN M. Dynamic one-way traffic control in automated transportation systems[J]. Transportation Research Part B: Methodological, 2004, 38(5): 441-458.
- [13] 王秋平,王思颖,任歆雨,等. 基于城市交通网络的历史街区单向交通组织优化[J]. 西安建筑科技大学学报: 自然科学版, 2014, 46(3): 342-347.
WANG Qiu-ping, WANG Si-ying, REN Xin-yu, et al. One-way traffic organization optimization of the historic district based on urban traffic network[J]. Journal of Xi'an University of Architecture and Technology: Natural Science Edition, 2014, 46(3): 342-347. (in Chinese)
- [14] 丁猛. 历史街区交通微循环系统研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2015.

- DING Meng. Studies on traffic microcirculation system of historic district[D]. Xi'an: Xi'an University of Architecture and Technology, 2015. (in Chinese)
- [15] YANG Hai, BELL M G H. Transport bilevel programming problems: recent methodological advances[J]. *Transportation Research Part B: Methodological*, 2001, 35(1): 1-4.
- [16] CHIOU S W. Bilevel programming for the continuous transport network design problem[J]. *Transportation Research Part B: Methodological*, 2005, 39(4): 361-383
- [17] OUYANG Yan-feng, GEROLIMINIS N, NIE Yu. Optimization of urban transportation service networks[J]. *Transportation Research Part B: Methodological*, 2015, 81: 331-332.
- [18] GAO Zi-you, WU Jian-jun, SUN Hui-jun. Solution algorithm for the bi-level discrete network design problem[J]. *Transportation Research Part B: Methodological*, 2005, 39(6): 479-495.
- [19] SHI Feng, HUANG En-hou, CHEN Qun, et al. Bi-level programming model for reconstruction of urban branch road network[J]. *Journal of Central South University of Technology*, 2009, 16(1): 172-176.
- [20] TONG Lu, ZHOU Xue-song, MILLER H J. Transportation network design for maximizing space-time accessibility[J]. *Transportation Research Part B: Methodological*, 2015, 81: 555-576.
- [21] LA GENNUSA M, FERRANTE P, LO CASTO B, et al. An integrated environmental indicator for urban transportation systems: description and application[J]. *Energies*, 2015, 8(10): 11076-11094.
- [22] VIJAYARAGHAVAN T A S, ANANTHARAMAIAH K M. Fleet assignment strategies in urban transportation using express and partial services[J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 1995, 29(2): 157-171.
- [23] TASIC I, PORTER R J. Modeling spatial relationships between multimodal transportation infrastructure and traffic safety outcomes in urban environments[J]. *Safety Science*, 2016, 82: 325-337.
- [24] LI Tie-zhu, LIN Jin-shan, WU Meng-ting, et al. Concept and spatial analysis method of urban environmental traffic capacity[J]. *Journal of Transportation Engineering*, 2009, 135(11): 873-879.
- [25] MURPHY E. Urban spatial location advantage: the dual of the transportation problem and its implications for land-use and transport planning[J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2012, 46(1): 91-101.

Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)

Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition) is a bimonthly English journal, which is organized by Ministry of Education of China and sponsored by Chang'an University, Korea Society of Road Engineers, Southwest Jiaotong University, and Southeast University.

Aims & scope

As an academic journal, *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)* provides a platform for exchange and discussion of novel and creative ideas on theoretical and experimental researches in transportation field. It publishes high-quality peer-reviewed papers on engineering, planning, management, and information technology of transportation. The journal is committed to rapid peer-review and publication.

The scope of *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)* includes:

- Road engineering, railway engineering, bridge and tunnel engineering
- Automotive engineering, design, manufacture, and operation of vehicles
- Air transportation, maritime transportation, road transportation, railway transportation
- Analysis, operation, optimization, and planning of transportation systems and network
- Travel behavior, information technology, traffic control, traffic flow theory
- Economics, safety, and management of transportation
- Multimodal transportation and logistics research
- Intelligent transport systems
- Materials science

Address:

Periodical Offices, Chang'an University, Southern Middle Section of the Second Circular Road, Xi'an, Shaanxi, P. R. China

Email: jtte2014@126.com; jtte@chd.edu.cn

Websites: <http://www.elsevier.com/locate/jtte>; <http://jtte.chd.edu.cn>

Tel. : 86-29-8233 4384

Zip Code: 710064

Contact: Yuejie Han