

文章编号:1005-0523(2018)03-0076-07

# 面向可持续发展的城市客运交通结构优化模型

王秋平,陶珂

(西安建筑科技大学土木工程学院,陕西西安710055)

**摘要:**面向可持续发展的交通供需管理,从系统角度出发建立较全面目标考量的交通方式结构优化模型。首先从经济成本、生态影响、交通效用3个方面构建交通结构可持续发展的目标体系,再结合实际条件建立了在出行总量、资源环境、理想出行时耗等约束下的多目标结构优化模型,最后以北京市为例对模型可行性进行了验证,优化后出行方式广义成本降低7.65%,生态影响成本降低19.79%,交通效用提高16.48%。

**关键词:**城市客运交通;结构优化模型;可持续发展;多目标优化

**中图分类号:**U491

**文献标志码:**A

随着城市化的快速发展,与日俱增的出行需求与有限的资源及环境容量间的矛盾愈演愈烈,在一定程度上制约着城市经济的增长及环境的可持续发展。为应对交通问题的进一步恶化,城市交通可持续发展的理念被广泛提及<sup>[1]</sup>。通过对交通问题的细致分析表明,客运交通结构的不合理是问题的症结所在,同时也是影响城市交通系统发展方向的核心问题。

欧美发达国家城市的交通发展起步较早,交通方式结构早已进入稳定期。而国内当前正处于交通结构调整的关键时期,网约车、共享单车等新兴出行方式的出现,为人们的出行选择提供了更多的可能性。国内已有相关研究文献,但大多数集中在从低碳环保角度<sup>[2-4]</sup>出发,或者基于成本及效用<sup>[5-6]</sup>等目标的方式结构优化。从部分目标出发对方式结构进行优化缺乏全面性考虑,在实际应用中也具有不可操作性。基于此,本文在现有研究的基础上提出从较全面目标考量的交通方式结构优化模型。

## 1 交通结构优化目标分析

城市客运交通结构优化即是在交通基础设施建设水平、环境、能源等条件的约束下,选择可能的交通工具并进行恰当的组合,以最大限度地发挥各种交通方式的优势<sup>[7]</sup>。从可持续发展的角度出发,交通结构的优化应满足运输效能更大、污染排放更低、出行成本更少、能源消耗经济化、资源占用集约化、道路交通更加通畅等多个目标。通过对不同发展目标的内涵进行剖析,并根据目标特点来实现目标集的划分,构建了交通结构优化的目标体系。

### 1.1 广义成本目标

不同交通方式在出行过程中所产生的实际费用既包含个人承担的部分,也包含因占用或消耗公共资源所产生的隐性成本。为全面衡量不同方式的出行成本消耗,本文引入广义成本来对其进行分析。其主要包含以下内容。

1) 时间成本。出行中除需支付一定货币费用外,时间消耗造成的成本损失也占用相当大的比重。出行

收稿日期:2018-01-09

基金项目:国家自然科学基金项目(51278396)

作者简介:王秋平(1962—),女,教授,博士,博士生导师,研究方向为交通规划与管理。

时间成本是指出行者在出行过程中消耗时间所产生的价值,由公式(1)确定,即

$$C_t = \sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{v_i} \cdot \text{vot} \cdot \alpha_i \cdot x_i \right) \quad (1)$$

式中: $v_i$ 为第*i*种交通方式的平均速度,km/h; $\text{vot}$ 为城市居民人均单位时间价值,元/h,可由人均GDP及年工作小时数确定; $x_i$ 为方式的周转量,人·km; $\alpha_i$ 为选择不同方式出行群体的时间价值系数,可采用“工资收入法”<sup>[8]</sup>来计算。参照《北京市统计年鉴(2016)》,用不同收入水平均值与基准值的比值来表征选择不同出行方式出行群体的价值系数,可得到2016年北京市交通方式时间价值系数如表1所示。

表1 不同收入水平的交通方式及其时间价值系数  
Tab.1 Different income level of transportation and its time value coefficient

收入水平	低	中低	中等	中高	高
交通方式	步行	自行车	公共交通	出租车	小汽车
价值系数	0.41	0.63	1.00	1.34	1.82

2) 使用成本。使用成本是指出行者在使用交通工具出行过程中所需支付的费用,即乘客支付的票价或燃油费等。使用成本可由下式确定,即

$$C_u = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{l_i} \cdot x_i \quad (2)$$

式中: $C_i$ 表示交通方式*i*一次出行的平均费用,元; $l_i$ 表示交通方式*i*的平均出行距离,km。

3) 外部成本。出行活动在提高经济效益的同时也增加了交通事故、拥堵等外部性成本。其中以机动车在拥堵时产生的外部成本额最为普遍,交通拥堵收费已成为常见的交通管理手段<sup>[9]</sup>。相关资料<sup>[10]</sup>表明,2009年北京机动车拥堵成本高达217.4亿元。拥堵成本大致由拥堵时间成本、拥堵能耗成本和拥堵尾气成本等构成。

拥堵时间成本即因拥堵导致时间消耗增加所产生的成本,可由下式进行计算,即

$$w_t = \sum_{i=1}^n \frac{P_i \cdot x_i}{l_i} \cdot I_i \cdot (T_{d_i} - T_i) \quad (3)$$

式中: $P_i$ 为交通方式*i*高峰出行比例; $I_i$ 为选择第*i*种出行方式群体的人均单位时间价值,元/h; $T_{d_i}$ 为第*i*种出行方式的平均拥堵时耗,h; $T_i$ 为拥堵时段一次出行的距离下*i*方式若以畅行速度通过的时耗,h。

拥堵能耗成本即因拥堵而导致运行能耗增加的成本,计算公式为

$$w_e = \sum_{i=1}^n \frac{P_i \cdot x_i}{l_i \cdot \eta_i} \cdot \frac{S_i}{100} \cdot (\varphi_{d_i} - \varphi_i) \quad (4)$$

式中: $\eta_i$ 为第*i*种交通方式的平均载客数; $S_i$ 为第*i*种交通方式高峰时段平均拥堵里程,km; $\varphi_{d_i}$ 第*i*种方式拥堵时百公里能耗,L/100 km; $\varphi_i$ 为第*i*种方式畅通时百公里能耗,L/100 km; $y$ 为能耗价格,元/L。

拥堵条件下机动车尾气排放所造成的环境污染远大于畅行时的状态,该部分增加的成本即拥堵尾气成本,计算方法如下:

$$w_p = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{P_i \cdot x_i}{l_i \cdot \eta_i} \cdot S_i \cdot (m_{d_i}^j - m_i^j) \cdot q_j \quad (5)$$

式中: $m_{d_i}^j$ 表示第*i*种交通方式处于拥堵状态时第*j*种污染物的排放值,g/km; $m_i^j$ 表示第*i*种交通方式处于畅行状态时第*j*种污染物的排放值,g/km; $q_j$ 为第*j*种污染物的经济成本,元/g。

## 1.2 生态影响目标

交通方式的日常运行对生态环境造成的影响体现在多个方面,但目前仍没有广为认可的统一标准将不

同环境影响换算成相同的评价指标。本文依据交通方式的特点将环境污染、能源消耗以及土地资源占用计入生态影响范围。从不同角度出发对生态影响程度的衡量没有统一量纲,故利用市场替代法,将交通方式运行造成的环境影响换算为货币形式进行统一度量。

在环境污染方面,参考欧洲 IMPACT 计划中依据影响路径分析法计算得出的各种尾气成本<sup>[11]</sup>。该方法首先构建机动车尾气排放模型及空气扩散模型,然后运用暴露—反应函数对尾气污染物的物理影响进行分析,进而进一步估算影响的货币价值。将欧洲地区尾气成本进行本地化,得到尾气主要污染气体 NO<sub>x</sub> 的经济成本为 16.73 元/kg,CO 的经济成本为 3.82 元/kg。

在能源消耗方面,可通过市场替代法由消耗能源所需支付的费用来表示,即不同交通方式的能源消耗量乘以能源价格。

在资源占用方面,主要考虑土地资源的占用对生态环境造成的影响,基于土地价格分别考虑了道路空间、停车场、加油站等设施的占地成本,并依据各交通方式的平均载客人数计算出人均土地资源消耗的成本,如表 2<sup>[12]</sup> 所示。

综合考虑,最终以上述 3 个方面总的价值量最小来表征生态影响程度最低。则生态影响的计算方法可由下式表示:

$$E_c = \sum_{i=1}^n (e_i \cdot y + \sum_{j=1}^k m_{ij} \cdot q_j + \frac{D_i}{l_i \cdot \eta_i}) \cdot x_i \quad (6)$$

式中: $e_i$  表示第  $i$  种交通方式单位周转量的能源消耗, MJ/(人·km);  $y$  表示能源成本, 元/MJ;  $m_{ij}$  为交通方式  $i$  关于污染物  $j$  的排放因子, g/(人·km);  $q_j$  为第  $j$  种污染物的经济成本, 元/g;  $D_i$  为第  $i$  种交通方式的空间资源占用成本, 元/d; 其他符号含义与上文一致。

### 1.3 交通效用目标

交通发展的基本目标是满足居民出行需求,通过优化交通方式结构,应实现交通系统效用的最大化,以此来满足社会经济发展及人们日常活动的需要。交通系统效用可由下式计算:

$$T_u = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \cdot x_i \quad (7)$$

式中: $\varepsilon_i$  为第  $i$  种交通方式的交通效用指数,由交通方式的效用特性决定,其值越大代表交通效用越高。计算得到的取值如表 2<sup>[7]</sup> 所示。

表 2 不同交通方式的日空间占用成本及效用指数

Tab.2 The daily occupation cost and traffic utility index of different modes of transportation

交通方式	步行	自行车	公交	出租车	小汽车	地铁
空间占用成本/(元/d)	-	0.03	0.317 2	0.158	0.617 5	-
交通效用指数	0.021 1	0.017	0.042 9	0.014 4	0.023 7	0.089 3

## 2 优化模型的建立

### 2.1 多目标交通结构优化模型

基于可持续发展的理念,模型优化目标旨在满足居民的出行需求、实现交通对生态系统影响程度最小以及降低居民出行过程中总的成本量,即满足社会、环境及经济的可持续发展。此外,模型的建立还需从规划角度出发考虑诸如城市建设规模、环境承载力、能源消耗限制以及各种方式发展规模等约束,同时,从出行者角度还需考虑出行时耗的限制。综上,建立交通方式结构的优化模型为

$$\begin{aligned}
 \max T_a &= \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \cdot x_i & \sum_{i=1}^n x_i &\geq T & \textcircled{1} \\
 \min E_c &= \sum_{i=1}^n (e_i \cdot y + \sum_{j=1}^k m_{ij} \cdot q_j + \frac{D_i}{l_i \cdot \eta_i}) \cdot x_i & \frac{\sum_{i=1}^n l s_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n x_i} &\leq LS & \textcircled{2} \\
 \min C_g &= \sum_{i=1}^n (\frac{1}{v_i} \cdot \text{vot} \cdot \alpha_i \cdot x_i + \frac{C_i}{l_i} \cdot x_i + \frac{P_i \cdot x_i}{l_i} \cdot I_i \cdot (T_d - T_i) + \frac{P_i \cdot x_i}{l_i \cdot \eta_i} \cdot \frac{S_i}{100} \cdot (\varphi_d - \varphi_i) \cdot y + \frac{P_i \cdot x_i}{l_i \cdot \eta_i} \cdot S_i \cdot (m_d^j - m_i^j) \cdot q_j) & \frac{\sum_{i=1}^n t_i \cdot \frac{x_i}{r_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{r_i}} &\leq t_s & \textcircled{3} \\
 & & \sum_{i=1}^n m_{ij} \cdot x_i &\leq EN & \textcircled{4} \\
 & & \sum_{i=1}^n m_{ij} \cdot x_i &\leq EM_j & \textcircled{5} \\
 & & x_{i\min} &\leq x_i \leq x_{i\max} & \textcircled{6}
 \end{aligned} \tag{8}$$

式中:  $T$  为城市居民出行需求总量, (人·km);  $l s_i$  为第  $i$  种交通方式的人均动态占地面积,  $m^2$ ;  $LS$  为规划年城市人均道路使用面积,  $m^2$ ;  $t_i$  为第  $i$  种交通方式完成平均出行距离所需时间,  $\min$ ;  $t_s$  为理想出行时间,  $\min$ ;  $EN$  为规划年城市客运交通分担的能源消耗上限,  $MJ$ ;  $EM_j$  为规划年客运交通第种污染物排放限值,  $g$ ;  $x_{i\min}, x_{i\max}$  分别为第  $i$  种交通方式发展规模的上、下限值, (人·km); 其他符号含义与上文一致。

### 2.2 约束条件分析

1) 居民出行需求总量约束: 约束条件①反映了城市客运交通方式的供给能力之和应满足规划年居民的出行需求, 其中, 规划年客运周转量可由下式简便计算:

$$T = P_i \cdot d \cdot \sqrt{\frac{A}{NA}} \tag{9}$$

式中:  $P_i$  表示规划年居民日出行量, 人次;  $d$  为现状年居民平均出行距离,  $km$ ;  $A$  表示规划年城市建设用地规模,  $km^2$ ;  $NA$  表示现状年城市建设用地规模,  $km^2$ 。

2) 道路网容量约束: 约束条件②体现了土地资源承载力的约束, 即不同方式的人均动态占地面积应满足规划年道路用地要求。不同出行方式的人均动态占地面积如表 3 所示<sup>[4]</sup>。

表 3 不同交通方式的人均动态占地面积及能耗因子  
Tab.3 The per capita dynamic area and energy-consuming factors of transportation modes

交通方式	步行	自行车	公交	出租车	小汽车	地铁
$l s_i/m^2$	0.75	7.4	1.5	18.75	15	0.5
$e_j/(MJ/(人 \cdot km))$	-	0	0.23	1.82	1.46	0.21

3) 最大出行时耗约束: 约束条件③体现了居民能容忍最大出行时耗的约束。现阶段, 出行者更多关注的是出行时间, 而非出行距离。因此, 出行时耗约束体现居民对高机动性及高可达性的诉求。

4) 能耗上限约束: 交通方式所消耗的能源总和不应超过城市交通能源消耗的上限, 这是能源可持续发展的必然要求。故约束条件④反映了城市交通能耗承载力的约束, 其中, 交通方式的单位能耗如表 3 所示<sup>[4]</sup>。

5) 环境容量约束: 与能源消耗限制相似, 客运交通方式在运行过程中的污染排放值需满足城市环境承载力的约束, 约束条件⑤即为交通方式排放环境容量约束。

6) 方式发展规模约束: 考虑到交通方式自身特性、建设资金、环境容量以及现状发展水平等因素, 各种

交通方式的发展规模不能无限制任意发展。约束条件⑥中约束下限体现了各种交通方式供给能力不应闲置,约束上限体现城市水平允许各交通方式的发展规模。

### 2.3 模型求解

模型为多目标线性规划问题,可利用 MATLAB 选择理想点法进行求解。步骤如下:

- 1) 分别求解单目标问题,得到其最优值,称最优值向量 $(\hat{T}_u \hat{E}_c \hat{C}_g)$ 为值域中的一个理想点。
- 2) 利用最短距离理想点法,构造评价函数:

$$\varphi(z^*) = \sqrt{(T_u - \hat{T}_u)^2 + (E_c - \hat{E}_c)^2 + (C_g - \hat{C}_g)^2} \quad (10)$$

- 3) 极小化评价函数并对其进行求解,其最优解即作为原模型的最优解。

## 3 模型应用

### 3.1 基础数据的获取

为验证模型的可操作性,以北京市为研究对象,应用上述模型进行交通结构优化。以 2015 年为现状年,选取 2020 年为规划年,将交通方式分为自行车、公交、出租车、私家车、地铁等 5 种类型。根据《2016 北京市交通发展年度报告》《北京城市总体规划(2016—2030 年)》以及相关文献资料<sup>[4,13]</sup>,得到北京市 2015 年常住人口为 2 170.5 万人,城乡建设用地规模 2 921 km<sup>2</sup>,日均出行总量为 2 729 万人次(不含步行),平均出行距离为 10.51 km。2020 年预计常住人口规模控制在 2 300 万人,城市建设用地规模控制在 2 860 km<sup>2</sup>,预计日均出行量 3 898.9 万人次。结合总体规划,可得规划年人均道路使用面积上限约为 8 m<sup>2</sup>,并假设理想平均出行耗时为 40 min。此外,根据 Carlsson-Kanyama 等(1999 年)分析了城市交通活动的能源基础<sup>[15-16]</sup>,针对我国实际情况进行了本地化,可以得到北京市客运交通能耗上限为 18.1 MJ/d,故可得规划年北京市客运交通能耗上限为 3.26×10<sup>8</sup> MJ/d。结合《北京大气污染物综合排放标准(DB11/501-2007)》可以得到北京市中心城区污染物排放限值分别为 CO 3.34×10<sup>8</sup> g/d,NO<sub>x</sub> 6.15×10<sup>7</sup> g/d。各方式的其他相关参数如表 4 所示。

表 4 交通方式相关参数汇总

Tab.4 Summary of relevant parameters for transportation modes

交通方式	平均速度/(km/h)	人均出行距离/km	人均使用成本/元	平均载客数/人	拥堵时一次出行耗时/(min)	拥堵时运行速度/(km/h)	高峰出行比例/%	拥堵百公里油耗/L	畅行百公里油耗/L	CO 排放因子/(g/(人·km))	NO <sub>x</sub> 排放因子/(g/(人·km))	发展规模上限/(万人·km)	发展规模下限/(万人·km)
自行车	10.3	3.6	0	1	-	-	-	-	-	0	0	5.80×10 <sup>3</sup>	3.56×10 <sup>3</sup>
公交	26	7.3	2	52.5	40.4	18.8	27.90	69.2	51.56	0.8	0.06	1.55×10 <sup>4</sup>	9.67×10 <sup>3</sup>
出租车	33	9.9	21	2	24.4	20.6	16.30	9.7	7.5	1.5	0.22	2.32×10 <sup>3</sup>	7.74×10 <sup>2</sup>
小汽车	33	13.2	14.3	2.8	42.1	20.6	36.60	10.2	7.6	1.2	0.19	1.16×10 <sup>4</sup>	3.87×10 <sup>3</sup>
地铁	35.6	13.3	4	406	-	-	-	-	-	0.05	0.03	1.28×10 <sup>4</sup>	7.74×10 <sup>3</sup>

### 3.2 模型求解及分析

将基础数据整理后代入模型,借助 MATLAB 工具进行求解即可得到 2020 年交通结构的优化结果,求得各方式周转量及分担比例如表 5 所示,同时给出 2015 年现状交通方式分担比例以便于对比。

由表 5 数据可以得到,优化后公共交通所占比例为 64.09%,较 2015 年 51.9%的水平有较大增幅,其中,轨道交通优化后比例达到发展规模上限值。出租车及私家车的比例有明显下降,私家车的出行比例由 31.9%下降至 21.58%。此外,自行车的出行比例也有降低。结合实际情况分析,出租车及私家车虽能满足高可达性、高机动性的需求,但因其空间资源占用及能源消耗大,污染排放严重,且出行费用高,难以满足可持

续发展的需要,在常规公交线网及轨道站点的覆盖率达到一定规模后,加上适当对小汽车出行的限制,居民出行方式的选择会逐步从小汽车向公共交通转移。

表6给出了优化前后目标值的变化情况,可以得到优化后广义成本降低7.65%,生态影响成本降低19.79%,交通效用提高16.48%。对于当前能源紧张的环境,以及城市建设用地日趋紧张的现状而言,优化结果具有可观的效益。此外,拥堵成本的下降及交通效能的提升表明优化后的方式结构对缓解城市交通拥堵,提高出行效率也具有显著的作用。综上所述,本文建立的交通结构多目标模型较好地体现可持续发展的理念,具有良好的实际应用价值。

表5 模型优化结果及对比

Tab.5 Results and comparison of model optimization

交通方式	2020年周转量/(人·km)	2020年优化后方式比例/%	2015年现状方式比例/%
自行车	$3.81 \times 10^7$	9.48	12.40
公交	$1.29 \times 10^8$	32.22	26.90
出租车	$9.07 \times 10^6$	2.26	3.60
私家车	$8.67 \times 10^7$	21.58	31.90
地铁	$1.28 \times 10^8$	31.87	25.00

表6 模型优化目标函数值及对比

Tab.6 Objective function values and comparison of model optimization

优化目标	广义成本			生态影响			交通效能
	时间成本	使用成本	拥堵成本	能源消耗成本	污染治理成本	资源占用成本	
优化前/万元	79 277.75	22 923.87	11 199.82	1 686.80	409.57	276.00	1 769.06
优化后/万元	75 324.27	19 457.79	9 942.64	1 366.37	334.34	202.26	2 060.51
变化量/万元	-3 953.48	-3 466.08	-1 257.17	-320.42	-75.23	-73.75	291.46
变化率/%	-4.99	-15.12	-11.22	-19.00	-18.37	-26.72	16.48

## 4 结语

从系统全局角度出发,兼顾经济、环境及社会的可持续发展建立了交通结构多目标优化模型。通过案例应用表明,该方法确定的结构方式比例不仅能够降低出行方式的广义成本及生态影响,同时能提高交通效用,缓解城市交通拥堵等问题。未来需进一步分时段、分地区对模型可信度进行检验及校核,并对潜在的约束条件进行挖掘。

## 参考文献:

- [1] 《中国公路学报》编辑部. 中国交通工程学术研究综述·2016[J]. 中国公路学报, 2016, 29(6): 1-161.
- [2] 简晓英, 何民. 基于低碳模式下的城市交通结构优化模型研究[J]. 科学技术与工程, 2011, 11(7): 1623-1627.
- [3] 许伦辉, 王晴, 朱群强, 等. 基于碳足迹的城市客运交通优化研究[J]. 广西师范大学学报: 自然科学版, 2015, 33(4): 1-5.
- [4] 王仁杰, 魏艳楠, 许伦辉. 基于低碳模式下的城市客运交通结构优化研究[J]. 交通信息与安全, 2015, 33(5): 16-22.
- [5] 王培恒, 沈嘉曦, 刘澜. 城市客运交通结构内部成本与交通效率优化模型[J]. 交通运输工程与信息学报, 2014, 12(4): 104-107.

- [6] 陆海亮, 严凌, 董洁霜. 基于广义成本的城市交通结构优化[J]. 森林工程, 2014, 30(5): 164-168.
- [7] 吕慎, 田锋, 李旭宏. 大城市客运交通结构优化模型研究[J]. 公路交通科技, 2007, (7): 117-120.
- [8] 陈光华. 交通发展战略经济评价方法与实践[J]. 城市交通, 2004(2): 41-46.
- [9] 张晶, 郑长江, 耿扬. 拥堵收费对城市居民外外通勤方式的影响分析[J]. 华东交通大学学报, 2016, 33(4): 94-97.
- [10] 吴奇兵, 陈峰, 黄垚, 等. 北京市机动车拥堵成本测算与分析[J]. 交通运输系统工程与信息, 2011, 11(1): 168-172.
- [11] MAIBACH M, SCHREYER C, SUTTER D, et al. Handbook on estimation of external cost in the transport sector. produced within the study internalisation measures and policies for all external cost of transport (IMPACT) version 1.0[J]. Genèses, 2007, 1(1): 175-175.
- [12] 段琳琳. 私人小汽车出行土地空间资源占用及成本研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2008.
- [13] 马李京. 基于效率的城市交通结构优化研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2015.
- [14] 隗海民, 裴玉龙, 申翔浩. 城市客运交通结构生态效用双目标优化模型[J]. 公路交通科技, 2012, 29(7): 139-143.
- [15] CARLSSON-KANYAMA A, LINDEN A. Travel patterns and environmental effects now and in the future: implications of differences in energy consumption among socio-economics groups[J]. Ecological Economics, 1999, 30: 156-178.
- [16] FOLKS C, JANSSON A, LINDEN A. Travel patterns and environmental effects now and in the future: implications of differences in energy consumption among socio-economics groups[J]. Ecological Economics, 1999, 30: 405-417.

## Research on Optimized Model of Urban Passenger Transport Structure for Sustainable Development

Wang Qiuping, Tao Ke

(School of Civil Engineering, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, China)

**Abstract:** Oriented by supply and demand management for sustainable development, the optimized model of the transportation structure was established with a comprehensive consideration from a holistic perspective. Firstly, the target system of sustainable development of traffic structure was proposed from the economic cost, the ecological influence and the traffic efficiency; secondly, combined with the actual conditions, the optimization model of multi-objective was established under the constraints of total travel, resources and environment, and ideal travel time and so on; finally, taking Beijing as an example, the feasibility of the model was verified. After optimization, the generalized cost of travel decreased by 7.65%, the cost of ecological impact decreased by 19.79% and the utility of transportation increased by 16.48%.

**Key words:** urban passenger transport; structurally optimized model; sustainable development; multi-goal optimization