

# 高速公路出入口衔接路网适应性分析

刘学军, 蒋明锋

(湖南省长沙市住房和城乡建设委员会, 湖南 长沙 410000)

**摘要:** 高速公路出入口与城市路网衔接是否相适应, 关系到城市内外交通是否能有效转换, 影响城市的发展。文中在阐述衔接路网相关理论的基础上, 从交通运行状况和路网布局两方面对出入口衔接路网适应性进行分析, 并应用于长沙市学士互通衔接路网评价, 为高速公路出入口与衔接路网规划提供决策依据。

**关键词:** 公路交通; 高速公路出入口; 城市路网; 适应性分析

中图分类号: U491.1

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2018)06-0019-03

城市化进程的加快使区域和城市间人流、物流和信息流快速增加, 对城市对外交通体系和区域路网的衔接提出了更高要求。然而许多城市在处理对外交通体系和区域路网衔接时并没有预见到城市快速扩张的变化, 导致建成的高速公路与城市道路衔接方案不适应城市的发展, 出现诸如高速公路与城市的间距过近或偏远、互通和通道数量偏少、衔接道路规模不合适、过境交通和出入境交通严重干扰城市内出行等问题, 造成交通出行效率下降, 制约整个城市的发展。在城市化、机动化快速发展和高速公路加快建设的关键时期, 重新审视高速公路与城市的关系, 正视高速公路与城市道路衔接上存在的问题, 系统评估分析高速公路出入口衔接路网适应性具有重要意义。

## 1 衔接路网相关理论

衔接路网是由区域城镇交通网络中介于城市交通性干路和高速公路之间的道路组成的路网, 多采用城市快速路、汽车专用路或城市主干路形式, 以承担出入境交通和过境交通流。高速公路与城市道路衔接系统的构成要素包括高速公路衔接道路、衔接节点、城市出入主通道, 衔接系统上汇集有市内交通、出入境交通和过境交通(见图 1)。

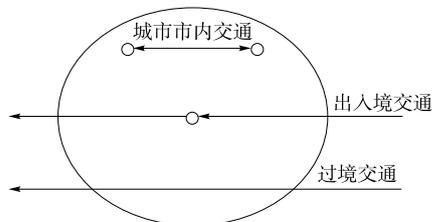


图 1 市内交通、出入境交通、过境交通示意图

(1) 市内交通。市内交通的出行起讫点均在城市范围内, 交通流路网载体为城市道路网络。但一些规模较大的城市在主城区外围布局有“飞地组团”或卫星城, 主城区与卫星城等城市外围功能区的联系交通往往经主城区出入通道, 甚至借道过境高速公路, 以加强主城区和副城、卫星城间的联系, 导致市内交通的路网载体由城市道路扩展到过境高速公路和市郊公路干线。

(2) 出入境交通。出入境交通即城市对外交通, 是指城市与其他城市之间及城市与周围城镇、乡村的交通。出入境交通的起讫点只有一个在城市范围内, 交通流路网载体为城市出入主通道、过境高速公路及衔接道路。

(3) 过境交通。过境交通是不以本城市为目的地、交通起讫点均不在该城市范围内的交通。根据经验, 以出入境为目的的交通流与城市规模正相关, 过境交通流与城市规模负相关。城市过境交通原则上要与城市市内交通分离, 不宜通过城市中心区, 通常以环状道路结合交通管制绕行。若过境通道穿越城市中心区, 宜采用地下或高架道路穿越。过境交通的路网载体为过境道路或高速公路。

## 2 研究内容

主要围绕衔接主通道适应性和集散路网适应性研究高速公路出入口衔接路网的适应性。

(1) 衔接主通道的适应性。衔接主通道是指与高速公路直接对接的一条或多条城市道路或公路。衔接主通道的适应性分析主要考虑衔接通道与高速公路出入口之间的关系、衔接通道的输送能力、衔接通道的节点转换能力和衔接通道沿线的交通干扰情

况等。

(2) 集散路网的适应性。集散路网的适应性是指衔接路网集散能力的适应性。主要从高速公路出入口周边区域的路网规模、结构、布局等方面对路网承载能力进行综合评价。

### 3 分析与评价

衔接路网分析与评价从交通运行状况和路网布局两方面展开。

#### 3.1 交通运行状况评价

从高峰期饱和度、路网平均速度、交叉口平均延误三方面对衔接路网交通运行状况进行分析。

##### 3.1.1 路段饱和度与服务水平

道路饱和度是反映道路服务水平的重要指标之一,为最大交通量  $V$  与最大通行能力  $C$  之比。饱和度越高,道路服务水平越低。服务水平又分为城市道路服务水平和公路服务水平。

(1) 城市道路服务水平分级。根据相关规范,根据饱和度将城市道路路段服务水平划为 A、B、C、D、E、F 6 个等级(见表 1)。

表 1 城市道路服务水平的分级

交通饱和度 $V/C$	服务水平	车流状况
$V/C \leq 0.25$	A	自由交通流
$0.25 < V/C \leq 0.50$	B	稳定车流,稍有延误
$0.50 < V/C \leq 0.70$	C	稳定车流,能接受的延误
$0.70 < V/C \leq 0.85$	D	接近不稳定车流,有较大延误
$0.85 < V/C \leq 0.95$	E	不稳定车流,交通拥挤,延误较大,司机无法接受
$V/C > 0.95$	F	强制性车流

(2) 公路服务水平分级。根据公路通行能力手册,根据饱和度将公路服务水平分为 4 级(见表 2)。

表 2 公路服务水平的分级

交通饱和度 $V/C$	服务水平	车流状况
$V/C \leq 0.6$	一级	道路交通顺畅,服务水平好
$0.6 < V/C \leq 0.8$	二级	道路稍有拥堵,服务水平较高
$0.8 < V/C \leq 1.0$	三级	道路拥堵,服务水平较差
$V/C > 1.0$	四级	道路严重拥堵,服务水平极差

##### 3.1.2 路网平均速度

车辆速度是反映交通运行状况最直观的指标。一般来说,车速越低,交通拥堵越严重。根据手机信令大数据分析结果得到各路段高峰期的速度,再根据各路段里程加权得到各等级路网的平均速度。

##### 3.1.3 交叉口平均延误

交通延误为评价车流密度和道路设施的重要指标之一,是指车辆行驶中由于受到驾驶员无法控制或意外的其他车辆的干扰或交通控制设施的阻碍所损失的时间。受交通密度大、行人稠密、车辆转弯和路旁停车等影响所损失的时间都属于交通延误。

交叉口平均延误是指交叉口在一定时间内各进口道延误总和与信号周期的比值,其值越大,则排队时间越长,交叉口拥堵越严重。

#### 3.2 路网特征综合评价

根据衔接路网的构成,将衔接路网布局评价分为衔接主通道(一级集疏通道)和集散路网(二级集疏通道)2 个层面。

##### 3.2.1 衔接主通道

主要从通道等级、横向干扰情况、相交节点情况三方面对衔接主通道进行评价。

(1) 通道等级。高速公路与城市道路的衔接主通道是将高速公路上下交通流引入(出)城市路网的唯一载体,其等级与通行能力直接决定交通疏解能力与效率。根据现有研究,高速公路与道路间的衔接适应度见表 3。

表 3 高速公路与道路间的衔接适应度

对接道路	适应度
高速公路与一级公路、快速路	适宜连接
高速公路与二级公路、主干路	可以连接
高速公路与三级及以下公路、次干路及以下道路	不宜连接

(2) 主通道横向开口情况。由于服务功能的双重性,衔接主通道(城市内)沿线一般会设有建筑物出入口。由于沿线出入口车流频繁驶出、驶入,对主线交通将产生较大干扰。主要对主通道沿线开口数量进行评价。

(3) 衔接主通道一相交节点转换效率。衔接主通道与收费站通道、二级集散道路交叉口是影响交通流逐级疏解的重要节点,其交通组织方案的合理性严重影响交通转换效率的高低。一般来说,交叉口转换效率主要受交叉口形式、平交口渠化方案、信号配时方案等的影响。

##### 3.2.2 集散路网

集散路网是对高速公路上下交通流进行二级疏解的载体,主要从规模、等级、结构三方面进行评价。

(1) 集散路网规模。路网规模主要体现集散路网的密度,密度越高,则集疏运能力越强。

(2) 集散路网等级。集散路网等级主要体现路网的通行能力,通行能力越大,则集散效率越高。

(3) 集散路网结构。集散路网结构主要体现集散路网空间布局的合理性及路网连通情况,结构越优、布局越优,交通流的空间分布越均衡。

### 4 评估实例

以长沙市学士互通衔接路网为例进行分析评估。学士互通是衔接长潭(长沙—湘潭)西高速公路与云栖路的重要节点,是长沙通往西南的门户出入口。当前学士互通上下高速公路困难,交通运行不畅,节假日拥堵严重,影响长沙市内外交通的转换。

#### 4.1 交通运行情况

根据手机信令大数据分析结果(见表4),学士互通衔接路网总体运行良好,服务水平在C级及以上。但云栖路—车塘河路交叉口、坪塘大道—西二环局部路段存在较严重的拥堵,服务水平为D级(见图2)。

表4 长沙学士互通衔接路网运行特征

路网类型	名称	服务水平	平均速度/ (km·h <sup>-1</sup> )	交叉口 延误/s
衔接主通道	云栖路	C级	35.0	219
	县道078	B级	35.0	95
	象嘴路	C级	32.4	179
	车塘河路	C级,局部D级	31.0	170
	含浦中路	C级	42.0	200
	西二环	D级	38.5	—
集散路网	坪塘大道	局部D级	23.2	300
	洋湖大道	C级	29.0	219
	丰顺路	C级	33.0	150
	左五路	B级	34.0	104
	学士路	C级	27.0	184
	联丰路	B级	30.4	135



图2 长沙学士互通周边衔接路网晚高峰运行情况

#### 4.2 衔接路网综合评价

##### 4.2.1 衔接主通道评价

(1) 通道等级评价。衔接主通道为云栖路,道

路等级分为两段:含浦大道—西二环段为快速路,采用主辅道的形式,双向十车道;含浦大道以西段为主干路,双向六车道(见图3)。由于道路断面的变化,通行能力由东往西递减,导致出城方向形成交通瓶颈,难以满足高峰期上高速公路车辆的运行需求。



图3 云栖路断面情况

(2) 横向干扰和交叉口评价。学士联络线—车塘河路交叉口对云栖路主线交通影响较大。该交叉口采用平面方式,南进口正对晚安家居文化园,文化园进出车辆对主线干扰严重。交叉口北侧有云栖谷楼盘,人行过街需求较大,加上学士联络线路幅较宽,地面人行过街要求较长的信号配时,严重影响主线交通通行。

##### 4.2.2 集散路网评价

(1) 南北向集散干道匮乏。现状互通北侧为路网稀疏区,其中车塘河路为断头路,含浦路在云栖路以北路幅收窄为两车道,且路况较差,导致互通北部区域上下高速公路仅能通过西二环—云栖路转换,既降低了集散效率,又加剧了西二环的交通拥堵(见图4)。



图4 长沙学士互通周边衔接路网存在的问题

(2) 东西向分流道路不足。目前互通北侧与云栖路平行的分流通道路仅有左五路,该路为次干道(双向四车道),通行能力有限,且左五路—西二环交叉口采用右进右出的组织方式,交叉口左转功能缺失。

### 5 结语

该文针对目前高速公路出入口衔接路网适应性

(下转第27页)

- 工大学,2016.
- [4] 贾建民.城市低碳生态交通系统综合评价体系研究[D].济南:山东大学,2013.
- [5] 王家祺.深圳市生态交通系统评价研究[D].福州:福建农林大学,2014.
- [6] 吕彬,杨建新.生态效率方法研究进展与应用[J].生态学报,2006,26(11).
- [7] 李晓燕,陈红.城市生态交通规划的理论框架[J].长安大学学报:自然科学版,2006,26(1).
- [8] 王学民.对主成分分析中综合得分方法的质疑[J].统计与决策,2007(8).
- [9] A Charnes, W W Cooper, E Rhodes. Measuring the efficiency of decision making units[J]. European Journal of Operational Research, 1978, 2(6).
- [10] 魏权龄.数据包络分析[M].北京:科学出版社,2004.
- [11] 冯凤玲,武义青,段红霞.基于DEA的综合交通运输协调发展评价研究:以河北省为例[J].科技和产业,2012(7).
- [12] 许乃星.控规下的半建成区低碳交通优化研究:以福州海峡奥体生态城区为例[J].公路与汽运,2016(1).
- [13] 沈沪瑛.道路交通管理和绿色交通[J].公路与汽运,2001(1).
- [14] 钱耀军.生态城市可持续发展综合评价研究:以海口市为例[J].调研世界,2014(12).
- [15] 何如海,叶依广.基于模糊理论的城市交通生态环境综合评价模型研究[J].安徽农业大学学报,2006,33(3).
- [16] 王钊.城市生态交通系统综合评价方法研究[D].合肥:合肥工业大学,2009.
- [17] 曹国华.绿色交通模式引导生态城市综合交通规划转型与重构[A].2011中国城市规划年会论文集[C].2011.
- [18] 聂康才.注重景观生态的城市交通与道路系统规划研究[D].西安:西安建筑科技大学,2005.
- [19] 龙亮军,王霞,郭兵.基于改进DEA模型的城市生态福利绩效评价研究:以我国35个大中城市为例[J].自然资源学报,2017,32(4).
- [20] 马伟赫.基于生态足迹方法的城市交通可持续性研究[D].天津:河北工业大学,2012.
- [21] 喻伟,方磊,王佳.基于PCA-DEA模型的城市群道路客运一体化协调性评价研究[J].铁道科学与工程学报,2011,8(4).

收稿日期:2018-05-21

\*\*\*\*\*  
(上接第21页)

分析缺乏科学合理的评估方法的问题,从交通运行状况和衔接路网布局两方面展开衔接路网适应性分析评价,综合二者的影响因素分析得到衔接路网存在的问题,对高速公路与城市道路间衔接线适应度评定具有借鉴意义,其评价结果可为城市道路规划提供指导和依据。

#### 参考文献:

- [1] 徐文学,邹志云,余斌,等.高速公路网与城市道路网衔接研究[M].武汉:湖北科技出版社,2008.
- [2] 李淳.城市道路与高速公路衔接线网综合评价研究[D].武汉:华中科技大学,2007.
- [3] 高健智.高速公路与城市道路衔接理论与方法[D].武汉:华中科技大学,2009.
- [4] 夏晓敬.基于快速城市化的城市出入口道路交通特性分析[D].重庆:重庆交通大学,2010.
- [5] 王花兰.高速公路与城市道路间衔接线综合评价[J].兰州交通大学学报,2013,32(6).
- [6] 邓亚娟.城市快速路与常规道路衔接问题研究[D].西安:长安大学,2004.
- [7] 史玉娟.城市出入口管理研究:主、次干道分隔带与两侧连接道的管理[D].北京:北京工业大学,2006.
- [8] 黄浚源.高速公路出入口衔接通道交通规划探索:以中山市港口大道为例[J].交通世界,2017(8).
- [9] 张碧琴,闫向阳,王慧.基于AHP的模糊综合评价方法在高速公路与城市道路间衔接线综合评价中的应用[J].公路,2013(4).
- [10] 陈修和.高速公路的城市出入口探讨[J].公路交通科技:应用技术版,2011(12).
- [11] 昌宏哲,余丰茹,单飞,等.河南省城市内外交通衔接模式研究[J].公路与汽运,2014(4).
- [12] 李红伟,陆键,马永锋,等.城郊高速出入口匝道选址模型[J].交通信息与安全,2013(5).
- [13] 张世站.基于边界理论的绕城高速公路出入口布局优化[D].兰州:兰州交通大学,2017.
- [14] 朱胜跃.城市快速路出入口设置探讨[J].城市交通,2004(4).
- [15] 聂文涛.高速公路与城市道路衔接问题研究[D].西安:长安大学,2010.
- [16] 吴祖峰,茅国振,高红升,等.公路与城市道路的融合研究:以宁波市江北区为例[J].城市管理与科技,2005(2).
- [17] 陈培健.城市发展与对外公路交通合理布局的研究[J].公路交通科技,2000,17(3).

收稿日期:2018-05-26