

北京市东四环快速路交通现状 观测与评价报告（一）



北京工业大学交通工程研究所
北京市公联公路联络线有限公司

2000.01.17

目 录

一 调查地点与调查参数	1
二 调查仪器与车型分类	1
三 道路交通状况与服务水平的评价标准	2
四 主要观测结果与交通特征分析	4
五 东四环路交通状况评价	13

北京市东四环快速路交通现状调查与评价

交通部公路科学研究所与北京市公联公路联络线有限公司于一九九九年十二月二十一日至二十四日共同对北京市东三环和东四环快速路的交通状况进行了为期2天的连续交通观测,以期在掌握现有交通量情况的基础上,对东四环路通车后的车辆运行状况进行评价,并对今后的交通运行规律作出预测,为实施正确有效的交通工程管理措施提供参考。

调查工作在良好的天气情况下进行,采用先进的交通流检测设备,获得了近50万个分车型的流量与速度数据。经过整理分析,建立了东四环快速路交通流特征数据库,以此作为本次交通状况评价的基础。

一、调查地点与调查参数

调查地点选在道路顺直、纵坡不大,且车辆运行不受出、入口影响的正常路段。按此原则,在东四环路的水碓子和工大桥两处分别设立一个观测点;另外,为调查东四环路的开通对东三环路车辆的分流作用,还同时东三环劲松人行天桥处设立了一个观测点。

为对道路的交通运行状况进行评价,需要调查的交通参数包括:分方向、分车型的流量和速度指标,车辆间距与车流密度,高峰小时内的方向分布系数与15分钟的高峰小时系数以及白天和夜间交通流中的车型构成情况。

二、调查仪器与车型分类

为确保观测数据的准确性与真实性,流量调查采用自动化流量调查仪器进行。仪器可自动识别车型大小,计算运行速度和车辆间距。同时,为预防意外情况发生,与仪器观测同步采用了交通部公路科学研究所最新研制的图像识别系统分方向进行全天观测。主要投入的检测设备如下:

设备名称	产地	数量
数据采集仪	美国	4套
摄像机+三角架	日本	6台
图像采集卡	台湾	5个
电瓶	国产	5个
摄像带	日本	50盒
笔记本电脑	日本	1台

此次交通量调查按照我国现行设计规范中的规定,以小客车作为标准车进行交通量折算。观测采用的自动化交通量调查设备能够依据车辆的轴距和车长进行车辆自动识别。车辆折算系数和判断车型大小的车辆轴距标准如下表所示:

车型与折算系数	车型说明	轴数	轴距(米)	代表车型
			1-2 轴距	
小型车 1.0	两轮摩托车	2	0.9-1.59	摩托车、微型面包车、长安车等 微型小轿车、小轿车、小于 16 座的面包车或小于 2.5 吨的轻 型货车
	微型车	2	1.6-2.3	
	小客车	2	2.3-2.99	
	轻型客货车	2	1.7-3.0	
中型客、货车 1.5	货车+中型客车	2	3.0-4.49	中型客车 (>16 座) 东风和解放 141 (2.5-7 吨)
大型车 3.0	货车+大型客车	2	4.5-7.0	大型客车 (>26 座) 货车与拖挂车、集装箱等 通道式公共汽车
	客车带挂车	3	4.6-7.0	
	双联轴货车	3	3.0-7.0	
	主车加挂车	3-6	3.0-7.0	

三、 道路交通状况与服务水平的评价标准

根据现行《路线设计规范》(TJT011-94)中规定的服务水平与设计通行能力标准,对道路交通状况进行描述与评价。服务水平是指道路使用者根据交通流状况,在速度、舒适性、经济性和安全性等方面所能得到的服务程度。为了清楚地反映道路交通负荷状况,《路线设计规范》规定公路的服务水平划分为四级,以说明交通流从自由流、稳定流、到饱和流和强制流的变化阶段,以车流密度作为主要衡量指标,用交通饱和度和运行速度作为辅助指标。从定性描述的角度出发,各级服务水平的具体含义是:

一级:交通量小、速度高、驾驶员能自由或较自由地选择行车速度,行驶车辆不受或基本不受交通流中其他车辆的影响,交通流处于自由流状态,超车需求远小于超车能力,被动延误少,为驾驶员和乘客提供的舒适便利程度高。

二级:随着交通量的增大,速度减小,交通流处于稳定流中间范围;行驶车辆受其他别的车辆的干扰较大,司机选择速度的自由度

受到一定限制，交通流状态处于稳定流的中间范围，有拥挤感。到二级下限时，车辆间的相互干扰较大，局部时段开始出现车队，被动延误增加，为使用者提供的舒适便利程度下降，超车需求等于超车能力。

三级：司机选择车辆运行速度的自由度受到很大限制，车辆之间的相互影响很大，交通流处于稳定流的下半部分，到三级下限时车辆行驶所受的限制已到司机所允许的最低限度，不受限制的超车需求超过了超车能力。

四级：行驶车辆受其它车辆的干扰非常大，靠近下限时每小时可通行的交通量达到最大值，但交通流变成强制状态。司机已经没有自由选择速度的余地，车速降到一个低的但相对均匀的数值。这时交通量稍有增加，或交通流出现小的扰动，就会出现交通拥挤，服务水平显著下降。交通流处于不稳定流状态，能通过的交通量也很不稳定，其变化范围从通行能力到零，时常发生交通阻塞。

从定量角度，作为交通状况评价标准的各级服务水平对应的交通密度、车流速度和饱和度指标列入下表：

公路服务水平分级表

服务水平等级	密度 (pcu/km/ln)	设计速度 100 (km/h)			设计速度 80 (km/h)		
		速度 (km/h)	交通 饱和度 V/C 比	最大服务 交通量 (pcu/h/ln)	速度 (km/h)	交通 饱和度 V/C 比	最大服务交 通量 (pcu/h/ln)
一	≤ 8	≥ 90	0.35	700	≥ 70	0.30	550
二	≤ 18	≥ 80	0.70	1400	≥ 65	0.65	1200
三	≤ 25	≥ 70	0.87	1750	≥ 60	0.84	1500
四	≤ 40 > 40	≥ 50 < 50	1.00	2000	≥ 45 < 45	1.00	1800

注：饱和度（V/C 比）是在理想条件下，最大服务交通量与基本通行能力之比，基本通行能力是四级服务水平上半部的最大交通量，分别对应为每车道 2000 辆小客车/小时和每车道 1800 辆小客车/小时。

按照现行公路技术标准中有关等级公路交通量的规定：有中央分隔带、全部控制进入的多车道公路最低采用三级服务水平设计，此时交通饱和度为 0.85 左右。对应的东四环与东三环单车道设计通行能力分别为 1750 辆小客车/小时和 1500 辆小客车/小时。因此，单向允许的高峰小时交通量为 7000 辆小客车/小时（四车道）和 4500 辆小客车/小时（三车道）。

四、主要观测结果与交通特征分析

根据各点的连续观测结果，按 15 分钟的统计区间建立了交通状况数据库，以此为基础进行了如下分析：

1 交通量的统计分析

方向一（从北向南）的交通量调查结果

地 点	高峰时段	高峰时段速度 (km/h)	高峰小时交通量	低峰时段	低峰小时交通量	低峰运行速度 (km/h)	平均小时交通量	平均运行速度 (km/h)	高低峰交通量比
东三环路劲松桥	7:45-8:45	35	6073	3:15-4:15	652	62.5	5220	50	9.3
东四环路水碓子桥	8:00-9:00	60	3843	2:00-3:00	239	103	2270	70	16
东四环路工大桥	9:00-10:00	65	2929	2:00-3:00	161	102	1448	75	18

方向二（从南向北）的交通量调查结果

地 点	高峰时段	高峰时段速度 (km/h)	高峰小时交通量	低峰时段	低峰小时交通量	低峰运行速度 (km/h)	平均小时交通量	平均运行速度 (km/h)	高低峰交通量比
东三环路劲松桥	7:45-8:45	30	5952	3:30-4:30	652	57.3	5537	47	7.7
东四环路水碓子桥	8:00-9:00	60	4107	2:00-3:00	302	102	2268	70	14
东四环路工大桥	9:00-10:00	68	2450	3:00-4:00	214	96	1228	75	11.45

昼夜交通量对比的分析

地点	白天交通量 7:00-19:00	夜间交通量 19:00-7:00	全天 交通量	昼夜比	12小时 交通系数
东四环路 水碓子桥	84,584	24,323	108,907	3.48	0.78
东四环路 工大桥	52,286	11,929	64,215	4.383	0.81
东三环路 劲松桥	121,980	47,712	169,692	2.46	0.72

调查数据表明：东四环路水碓子与工大桥全天交通量分别为 108907 辆/日和 64215 辆/日，高峰时间是从 8:00~9:00 和 9:00~10:00，单向高峰小时交通量分别为 4107 辆/小时和 2929 辆/小时，远远小于该路的设计通行能力。相比之下，东三环路的高峰期 7:45~8:45 与四环水碓子处几乎相同。但东三环路劲松桥处的高峰小时交通量却高达 6000 辆左右，已接近饱和，全日交通量达到近 17 万辆。这比东四环开通前减少了 2500 辆/日，特别是高峰持续时间从过去的 5 小时左右减为 3 小时左右。

此外，三个观测点的交通量都主要集中在白天，并集中分布在早 7:00~晚 19:00 这 12 个小时内。因此，可用日交通量 12 小时系数表征日交通量的集中程度。经分析：四环路和三环路的交通量 12 小时系数分别为 0.80 和 0.72。此外，由于三环路车流主要由市内公务车和生活交通车辆构成，而四环路主要是过境交通和因三环路拥挤而分流来的部分车辆。因此，东三环路白天、夜间交通量差异比东四环路小，昼夜比分别为 2.46 和 3.92，该值表明东三环路的使用率要高于四环路。

2 运行速度的统计分析

分车型的速度调查结果

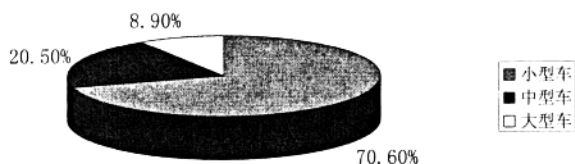
地 点	高峰 时段	运行速度 (km/h)			低峰 时段	运行速度 (km/h)			平均运 行速度 (km/h)
		小型车	中型车	大型车		小型车	中型车	大型车	
东三环路 劲松桥	7:45- 8:45	37	35	34	3:00- 4:00	80	60	55	50
东四环路 水碓子桥	8:00- 9:00	62	60	60	2:00- 3:00	102	75	70	72
东四环路 工大桥	9:00- 10:00	68	65	65	1:45- 2:45	104	80	72	76

观测数据表明：三、四环路分车型统计的运行速度在高、低峰时段内变化明显。其中小型车速度差达到 40 公里/小时，大、中型车速度差也在 15 公里至 20 公里之间，这说明虽然东四环路的交通流处在稳定流的范围内，但受交通组成的影响，特别是动力性能差的大型货车的干扰，其速度下降十分严重。与四环路相比，东三环路虽然高、低峰期间速度下降的也非常剧烈，但是在高峰期，各车型的速度差异不大，反映出在流量达到道路容量附近时，因形成排队行驶造成各车型速度一致。

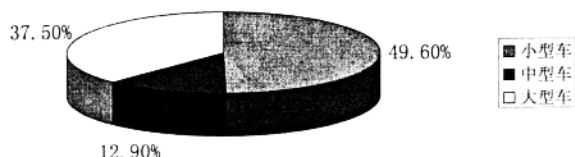
3 交通组成分析

各个观测点白天和夜间的交通组成如下所示：

(1) 东四环路水碓子白天和夜间



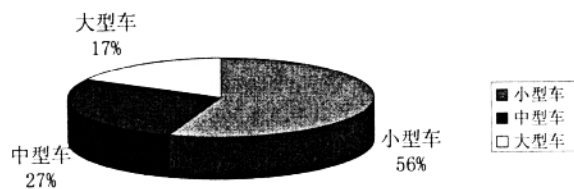
水碓子观测点的白天交通构成图



水碓子观测点的夜间交通构成图

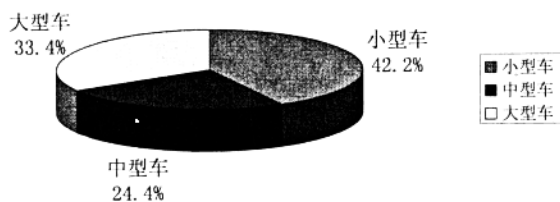
(2) 东四环路工大桥白天和夜间

东四环工大桥段白天交通构成



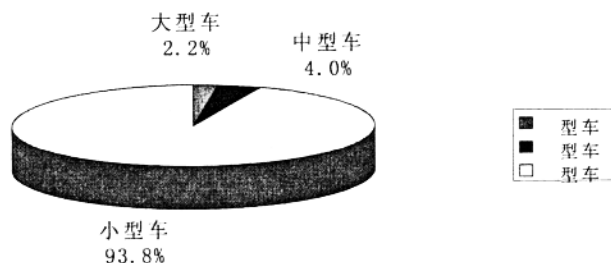
工大桥观测点的白天交通构成图

东四环工大桥段夜间交通构成

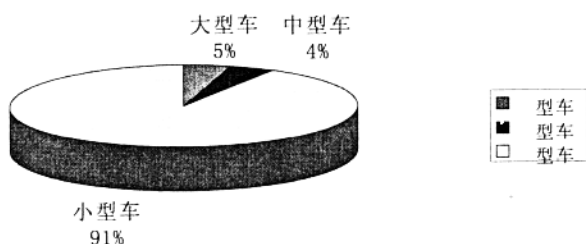


工大桥观测点的夜间交通构成图

(3) 东三环路劲松桥白天和夜间



劲松桥观测点的白天交通构成图

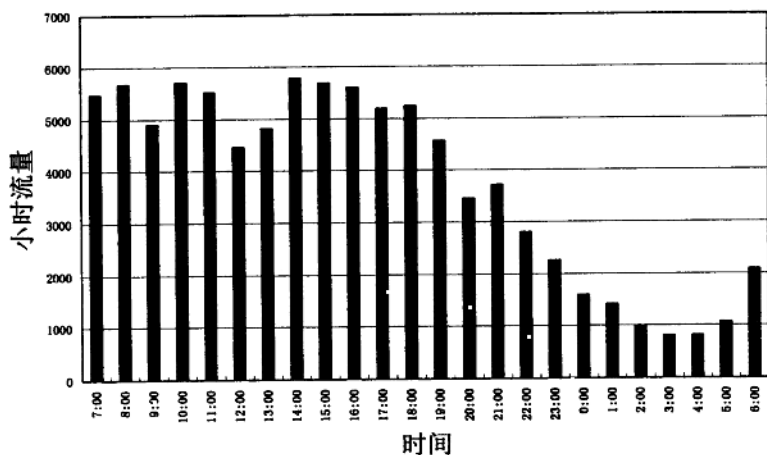


劲松桥观测点的夜间交通构成图

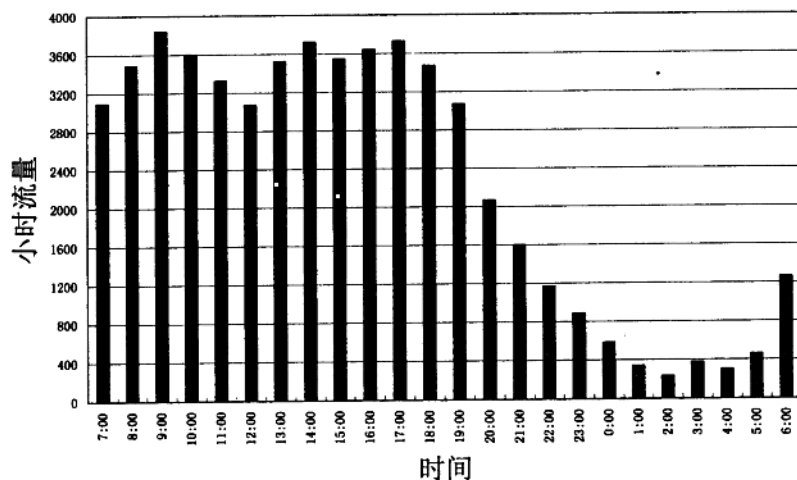
从图中可以明显看出：由于北京市出台了限制货车进入三环路行驶的政策，三环路的车流构成中以小型车占绝对多数，超过了 90%，其它车型为中型公共汽车和大型通道车。相比之下，四环路的车型构成比较复杂。因为限制货车进城，白天与黑夜的交通组成差异较大，两个观测点白天和夜间的大、中型汽车混入率分别达到了 37% 和 54%。正是由于这种交通组成的影响，车辆之间相互干扰造成东四环路的小型车速度低于自由流状态下的运行车速，因此简化车辆组成、限制低速车上路是提高四环路车速的关键。

4 交通量小时不均匀分布

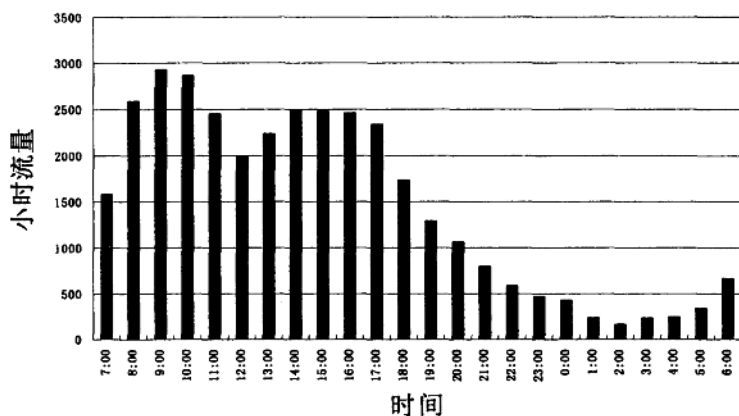
东三环路劲松桥高峰方向小时交通量分布图



东四环路水碓子高峰方向小时交通量分布图



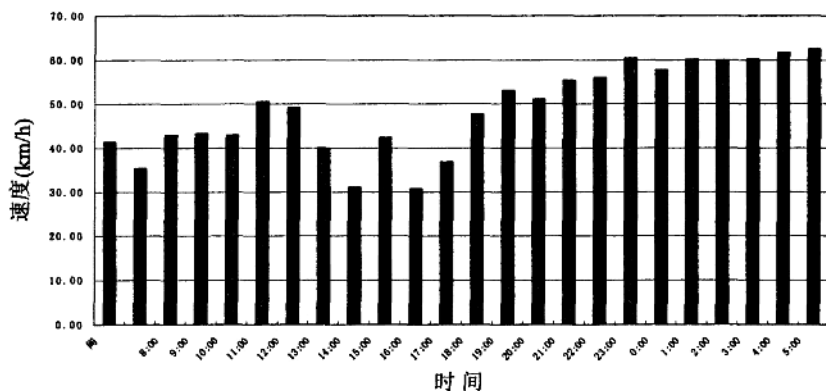
东四环路工大桥梁高峰方向小时交通量分布图



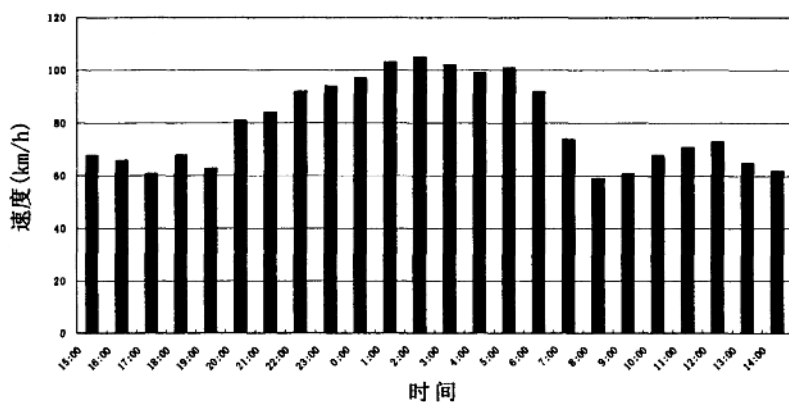
从交通量分布图上可以看出：目前北京市三、四环快速路上交通量的时间分布规律已经较一般公路或城市街道发生了明显变化。即已不存在常规的早、晚高峰期，典型的双驼峰曲线已被单一的平行线替代。而且三、四环路的高峰持续时间几乎相同，都是从早 7:00~晚 19:30，高峰小时交通量分别为 5700 辆/小时左右和 3600 辆/小时左右。但三环路车流量超过道路设计通行能力的时间持续较长，在全天交通流处于饱和状态下的时间达到了 3 个小时。

5 小型车速度分布图

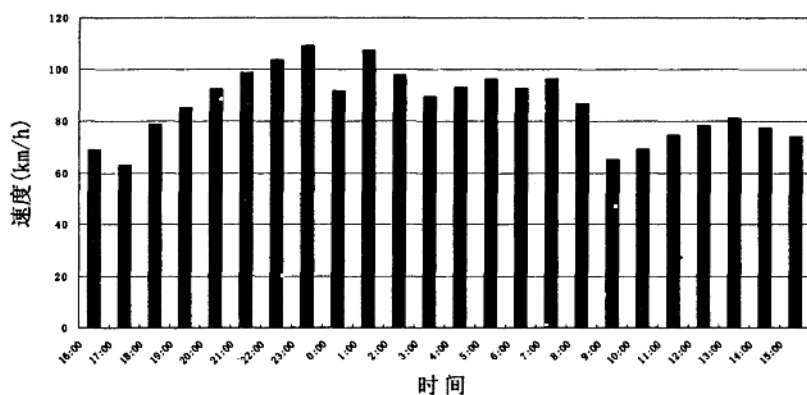
东三环路劲松桥全天小时速度分布图



东四环路水碓子全天小时速度分布图



东四环路工大大桥全天小时速度分布图



从速度分布图上可以看出：三、四环路上的车流速度受交通量的影响十分明显。白天高峰期运行速度很低、三、四环路分别在 40 公里/小时上下和 65 公里/小时左右；而夜间低流量时速度高，三、四环路分别在 60 公里/小时和 95 公里/小时左右；另外，由于夜间有良好照明效果，东四环路两个观测点的车流速度昼夜差并不大。

6 高峰小时系数与方向分布系数

观测点	高峰 15 分钟流量	高峰小时流量	高峰小时系数	方向分布系数
东三环劲松桥	1534	5890	0.96	0.5/0.5
东四环水碓子	2110	7596	0.90	0.5/0.5
东四环工大桥	1379	4798	0.87	0.54/0.46

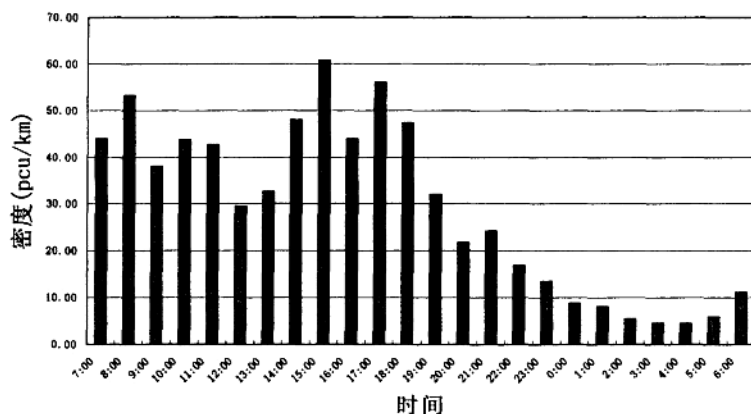
为定量描述交通拥挤或确定道路服务质量,方向分布系数以高峰方向交通量为计算依据。调查数据表明:作为城市快速路的三、四环路,双向交通流比较均衡。高峰小时内的方向分布系数分别为 0.50 和 0.54;而高峰小时系数是高峰小时交通量不均匀性的度量指标,其定义为整个小时交通量与该小时内的 15 分钟高峰流率之比。高峰小时系数高的路段,表明交通量较为拥挤,在高峰期的任何微小的干扰,如停车或交通事故,都会引起长时间的排队,造成车辆不能顺畅行驶。通过调查观测,三、四环路的 15 分钟高峰小时系数分别为 0.96 和 0.88。这两个系数的调查,为北京市今后的环路规划和运营评价提供了分析依据。

7 交通密度特征

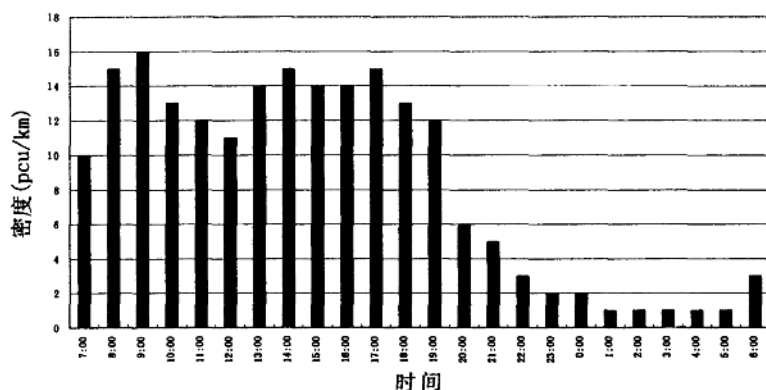
交通流密度可根据交通流理论用观测点的速度与流量指标进行推算。其公式为密度 $K = \text{流量 } Q / \text{速度 } V$,由此推算小时密度变化。

在稳定流范围内,三、四环路的全天密度变化与交通量的时间分布规律相同。最小密度出现在夜间低峰时段内,每小时每车道仅为 3 至 5 辆小型车;而高峰期内,三环路的车流密度每车道每小时超过了 50 辆,处于严重的拥挤状态。

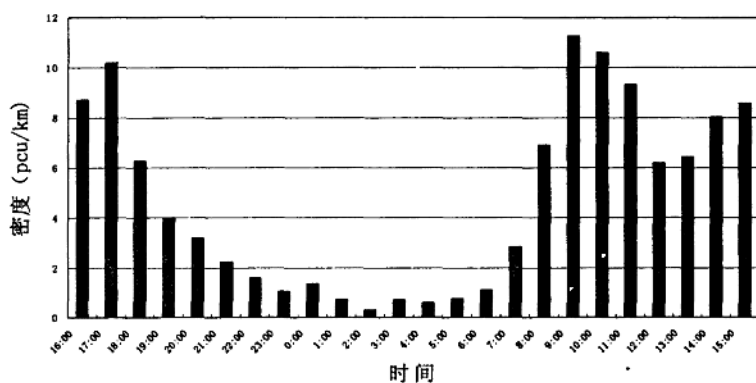
东三环路劲松桥小时平均密度分布图



东四环路水碓子小时平均密度分布图



东四环路工大桥小时平均密度分布图



五、东四环路交通状况评价

通过 2 天的实地交通观测,取得了大量的交通参数数据,建立了东四环快速路交通流特征数据库。在此基础上,经综合分析得到三、四环路的交通现状一览表。

观测路段高峰方向的交通现状表

项目 地点	高峰小时 流量	最大通行 能力	交通密度	交通饱和度 V/C 比	车流速度	服务水平
东三环路 劲松桥	6073	5400	>50	1.0	35	四级
东四环路 水碓子	4107	8000	17	0.51	60	二级
东四环路 工大桥	2929	8000	10	0.36	65	二级

按上述交通状况评价标准,对东三环和东四环的交通运行情况评价如下:

1、交通量

东四环路水碓子和工大桥两处的全天交通量分别为:108907 辆/日和64215 辆/日;高峰小时流量出现在:早 8:00~9:00,对应的高峰小时交通量分别是 6073 辆/日和 4107 辆/日;交通饱和度小于 0.50,远远小于东三环路高峰期内交通负荷程度。每车道的车流密度在公里 10 辆~17 辆之间,车流运行质量较高,交通量还有较大的富裕度。

而东三环路劲松桥处的同日交通量为 169692 辆/日,比东四环开通前减少了 2500 辆/日,车流平均运行速度也从过去的 42 公里/小时提高到 50 公里/小时,提高了近 10 公里/小时;而且车辆饱和流状态持续时间从过去的 5 小时减为 3 小时。这一结果表明:在东三环路高峰期内,东四环路的开通,转移和吸引了部分三环路车流,这对缓解东三环路高峰期的交通供需矛盾,减轻交通压力起到了积极作用。可以预计:随着年内四环路全线以及三环、四环连接线的贯通,这种分流转移的作用将会更加明显,也必将带动整个三、四环路交通运行质量的根本改善。

此外,因东三环路白天车流主要是市内公务和生活交通,夜间主要是过境交通;而四环路主要是过境交通和因三环路拥挤而吸引的部分车辆。因此,三环路车流量不仅白天高、低峰交通量差异比四环路小,而且用于表征日交通量集中程度的日交通量 12 小时系数分别为 0.7 和 0.8,昼夜比分别为 2.46 和 3.92,表明三环路的使用率要高于四环路。

2、交通组成与运行速度

三环路的车流构成中以小型车占绝对多数,全天平均超过了 90%,其它车型为中型公共汽车和大型通道车,因此东三环路车流速度主要受交通量变化的影响。高峰期运行速度低、仅为 35 公里/小时;相比之下,四环路由于车流量小,运行质量较高,但车型构成复杂,

白天和夜间的大、中型汽车混入率分别达到了 37%和 54%;也正是由于交通组成的影响,车辆之间相互干扰造成东四环路的小型车速度大大低于自由流状态下的运行车速,因此简化车辆组成、限制低速车上路是提高四环路车速的关键。

3、交通密度

根据各观测点的车流密度指标,东四环路的工大桥与水碓子两处的服务水平均能达到二级服务水平的要求,并还有较大的交通富裕度。而东三环路在全天 24 小时中,特别是在高峰时段内,交通需求不仅超过了设计通行能力,而且达到了该路所能承受的最大通行能力,交通流处于不稳定流状态,受到任何微小的扰动,都会导致车流排队,车辆不能顺畅行驶,并需要很长时间去消解。

4、方向分布系数和高峰小时系数

分析表明:作为城市快速路的三、四环路,双向交通流比较均衡。高峰小时内的方向分布系数分别为 0.50 和 0.54;而反映交通量不均匀性的高峰小时系数指标,三、四环路的 15 分钟高峰小时系数分别为 0.96 和 0.87。这两个系数的调查,为北京市今后的环路规划和运营评价提供了依据。

综上所述,依据实际观测的车辆速度、密度和交通饱和度,东四环路的交通运行状况良好,服务水平在全天范围内都能达到二级水平,为道路使用者提供了较高的服务质量。