

重议城市干道网密度

——对修改《城市道路交通规划设计规范》的建议

杨佩昆

(同济大学交通运输学院, 上海 200092)

【摘要】从城市公共交通路网密度的需要和实效使用城市交通信号控制系统的需要两方面来探讨符合基本要求的城市干道网密度。同时,根据以上需要分析得出的结论,对《城市道路交通规划设计规范》所订干道网规划指标提出修订建议。

【关键词】干道网密度;公交网密度;交通信号控制系统

Discussion on Density of
Urban Arterial Street Network

YANG Peikun

(Transportation School, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: Reasonable density of urban arterial street network meeting requirements of following two aspects is discussed: requirement of reasonable density of public transportation network, and requirement putting urban traffic signal control system into producing the desired result. Reasonable density of urban arterial street network based on the conclusion of these analyses is proposed.

Keywords: density of arterial street network; density of public transportation network; traffic signal control system

这是一个老话题,却是城市综合道路交通规划中的一个关键问题。多年来专业同仁们对这个问题在认识上一直莫衷一是,尚不清晰,因此有重议之必要。

作者简介:

杨佩昆,男,同济大学交通运输学院教授,博导。

收稿日期:2003-09-17

今年6月份前,各城市交通较为“轻松”的时期刚过,全国各主要城市交通一下子都出现严重“堵塞”现象。于是,又掀起了一阵追索原因、探寻缓解方法的讨论。把过去多次探讨过的造成交通堵塞的原因:诸如城市土地布局不合理、车辆拥有量增长太快、路网功能结构失衡、路网密度太小或道路数量太少、交叉口设计不合理、交通管理不当等原因重又翻了一遍。

造成城市交通拥堵的众多原因可归纳为两方面:供与求。

从“供”方面探讨,大家都会提到路网功能结构失衡、路网密度太小或道路数量太少等原因。这两者之间,路网功能结构失衡不能简单地用增加道路网密度的方式来弥补,但没有达到基本要求的道路网密度或道路数量,也很难得到功能结构合理的路网。也就是说:基本要求的路网密度或道路数量是规划合理功能结构路网的基础。

对于合理路网密度或道路数量问题,一般都从满足远景交通需求的要求和路网能够容纳的交通容量来分析,这方面,文献[1]已论述了道路网的容量。关于满足远景交通需求所需道路网密度问题,另文讨论。其实,除从远景交通需求来分析合理路网密度外,尚应从合理公共交通网密度的要求和交通信号控制系统能见实效的要求来分析合理的路网密度。本文就从这两方面的要求来分析符合基本要求的干道网密度。

1 公共交通路网与干道网密度

1.1 公共交通路网^[2~5]

“道路网络是城市综合交通网中最基本的网络,其它网络往往是依附于道路网而存在,例如公交网、轨道交通网、货运网等,道路网的功能结构必须为其它网络的敷设创造必要的基础。”^[1]

为使公交网中的公交线路能让乘客方便搭乘,公交路网应遍布在全市所有能行驶公交车的道路上,使公交

路网可吸引乘客的范围能覆盖所有的街坊用地。

设街坊四周方格形街道上都布置有公交线路,同时,为使居民搭乘或换乘方便,四周公交线路的站点都应设在方格形街道的交叉口上,则街坊居民从住宅到车站的平均步行距离

$$l = 2/3 * L$$

式中: L ——站点间距,即方格形路网上相邻平行公交线路的间距,也即方格形街道的间距,即方格形街道间距:

$$L = 3/2 * tv$$

式中: t ——居民从住宅到车站所需的步行时间,视地区而定,市中心区、商贸区、客流量大的地区宜取 3min,住宅区宜取 4min,工业仓储区和客流量较小的城市边缘地区可取 5~6min;

v ——居民的步行速度,可取 1.1m/s。

如此,方格形公交路网密度: $d = 2/L$

如要求步行时间不超过 4min,则要求相邻公交线间距 $L = 500m$,相应的公交路网密度 $d = 4km/km^2$ 。

1.2 干道网密度

如果所有公交线路都布设在城市干道上,要符合上述公交路网密度的要求,则城市干道网密度必须大于公交路网密度,即上述城市各不同地区的公交路网密度,全市平均干道网密度应取 $4km/km^2$ 。

1.3 现状公交路网受现状干道网的制约

我国各城市,特别是大城市,近年来为实施公交优先政策,为民办实事,方便居民乘车,大力发展公交,增加公交线路、公交车辆等。但结果是所增路线与车辆都集中在原已有公交线路的几条干道上,以至一条干道上集中了 10 多条公交线,更多的甚至超过 20 条,造成站点上各路线车辆相互干扰;对居民而言,到站后的候车时间是缩短了,车内的拥挤程度是降低了,但居民从家到站的步行时间、距离并未减少。以至原来不乘公交车出行的居民并未因此改善公交而改乘公交出行。因此,公交客流量并未因大力发展公交而有相应的增长。造成如此局面的原因就是由于我国各老城可以布设公交线路的干道网密度太稀,新增的公交线路无合适的道路可以分散布设,受此干道网密度的限制,增加了公交线路但不能提高公交路网的密度,也就不能真正提高公交服务水平,也就不能吸引更多的乘客。

可以这样说:按我国各城市目前的干道网密度,是不具备提高公交路网密度改善公交服务水平的基础条件的;也可以说:老城新发展的地区或新规划的城市,如果不规划一个具有基本要求的干道网密度,则会重蹈老城的复辙,要实施公交优先、提高公交服务水平,只能是一句空话。

2 交通信号控制系统与干道网密度

2.1 交通信号控制系统及其通车效益

随着区域交通信号控制系统与智能化交通管理系统的发展,各大城市都已或将应用区域交通信号控制系统。

交通信号控制系统的信号灯都设在干道交叉口上,因而干道交叉口的间距是决定交通信号控制系统通车效益的重要因素之一。

交通信号控制系统依靠相邻交叉口信号灯间的绿灯相位时差,使从上游交叉口绿灯期驶出的车队能在绿灯相位时差的时间内到达下游交叉口并连续通过,从而提高信号交叉口的通车效益。

直观考察车流在信号控制交叉口间的行驶状态,可发现,车队从上游交叉口绿灯期驶出后,由于车速的逐渐提高,车队从原来交叉口停止线前停车候灯时的紧密状态,到下游路段上行驶时,车队逐渐拉长,这种信号交叉口间车队长度变化的状态叫做“车队散布”。因这车队散布现象,加上上游交叉口左、右转车辆的驶入,加长的车队在下游交叉口的绿灯期内,处于队尾的车辆来不及到达下游交叉口而被红灯截留。信号交叉口间距越远,车队拉得越开,散布现象越严重,被截留的车辆也就越多,信号控制系统的通车效益也就越低。

2.2 交通信号控制系统效益与干道网密度

建立在这种车队散布直观现象基础上的理论分析和试验研究得出了能发挥交通信号控制系统应有通车效益的合理交叉口间距。

美国学者推出了一个表达交通信号控制系统通车效益的“互联指数”公式^[6]:

互联指数

$$I = 0.5/(1 + T) * [xq/Q - 1] \quad (1)$$

式中: T ——车辆在两相邻信号交叉口间的平均行程时间(分):

$$T = L/V \quad (2)$$

L ——相邻信号交叉口间距(m);

V ——平均行程车速(m/min);

x ——来自上游交叉口车流的条数,即从上游交叉口驶入下游交叉口的直行车道和左右转弯车道的总和;

q ——来自上游交叉口的直行车交通量;

Q ——到达下游交叉口的交通量总和,即从上游交叉口驶入下游交叉口直行车加左右转弯车的总和。

作为评价交通信号控制系统交通效益的一个指标,经测试,得出了一个区分非系统控制与系统控制交通效益分界的互联指数标准,最好大于 0.43,不低于 0.35。

为简化运算,设从上游交叉口驶入下游交叉口的左

右转弯交通量占上游交叉口驶出直行车交通量的百分比为 k ，则到达下游交叉口的交通量总和

$$Q = q + kq = (1 + k)q \quad (3)$$

用式(2)和式(3)可把式(1)化为：

$$I = 0.5(1 + L/V) \times [x/(1 + k) - 1]$$

或

$$I = 0.5V/(V + L) \times [x/(1 + k) - 1] \quad (4)$$

从式(4)可见：相邻信号交叉口间距 L 越远、驶入左右转弯车辆比例 k 越高，互联指数 I ，即交通信号控制系统通车效益越低；平均行程车速 V 越高、上游交叉口进入下游路段车道 x 越多，通车效益越高。

再从道路实际情况分析：一般干道上，从上游交叉口驶入下游路段的车流可有 2~4 条，少数有 5 条；驶入下游路段的转弯交通量占直行车的百分比一般为 20~40%（超过 40% 时，数值运算表明系统控制已不可取）。

取互联指数 I 最低值 0.35，则式(4)可化成信号控制系统可有效使用的相邻交叉口最小间距与平均行程车速的关系式：

$$L = [1.428(x/(1 + k) - 1) - 1]V \quad (5)$$

用上述实际数字对式(5)进行数值运算，可得 $I = 0.35$ 时，相邻交叉口最小间距与平均行程车速的关系列于表 1 中。

表 1 交通信号控制系统有实效时的交叉口最小间距

x	k	L
4	0.2	2.33V
	0.3	1.97V
	0.4	1.62V
3	0.2	1.14V
	0.3	0.87V
	0.4	0.63V

交叉口最小间距 L 的变化幅度在 0.63~2.33 V 之间。

如平均行程车速 V 在 20~30km/h 之间时，交叉口最小间距 L 在 210~1165m 之间。

还有学者用 TRANSYT 方法对 5 种典型路网测试信号控制系统的通车效益，也得出了相似的结论^[7]。

我国学者通过对 SCOOT 自适应信号控制系统在北京市实际应用状况的分析，也指出^[8]：当相邻两交叉口的间距不大于 500m 时，系统通车效益较高。

综上所述，信号控制系统通车效益与相邻信号交叉口间距的关系可一般化地概括为：间距 400m 时，控制系统可有实效；600m 时，低效；800m 时，失效。相应于

这种干道交叉口间距的干道网密度是：大于 5km/km²，不小于 4km/km²。

我国不少已装信号控制系统的城市，通车效益多不理想，主要原因之一，就是路网干道间距太远，干道网密度太小。

可以说：老城如果不提高干道网密度，新城干道网密度如果规划不足，就根本不具备有效使用交通信号控制系统的基本条件。

3 结论——合理干道网密度的综合考虑

城市中不同功能的地区，干道系统服务的对象不同，交通需求也各不相同，干道网密度也应有差别。一般，越远离公务、商贸中心区，交通需求越小、公交客流量也越小，干道网密度可较市中心区为小；公务、商贸中心区是交通高度集中的地区，汽车交通需求大、公交客流量也大，又是城市中发展信号控制系统的必选地区，干道网密度必须取大值；居住区应以方便居民乘公交出行为主，干道网密度以使居民从家到车站的步行时间不超过 4min 为宜。

综合考虑各种不同要求和城市各不同地区的差别，全市合理的干道网密度平均应不小于 44km/km²。

现行《城市道路交通规划设计规范》(GB 50220—95)所定大城市干道网密度 2.4~3.14km/km²；中等城市干道网密度 2.2~2.64km/km²，似乎太小。在新一轮规范修订时，建议把大、中城市的干道网密度提高到不小于 4km/km²。

参考文献

- 1 全永，刘小明，等. 路在何方 [M]. 中国城市出版社，2002.
- 2 文国玮. 城市交通与道路系统规划 [M]. 北京：清华大学出版社，2001.
- 3 同济大学等三校合编. 城市道路与交通 [M]. 北京：中国建工出版社，1979.
- 4 波良可夫. 城市交通和街道规划 [M]. 张汝良译. 北京：中国建工出版社，1959.
- 5 费舍里松. 城市交通 [M]. 任福田等译. 北京：中国建工出版社，1984.
- 6 才立人. 区域交通信号控制系统的可行性分析 [J]. 交通工程，1984，(1).
- 7 全永. 城市交通控制 [M]. 北京：人民交通出版社，1989.
- 8 才立人. SCOOT 系统在北京市应用的效益分析 [J]. 交通工程，1988，(2).