

错峰出行对城市交通的影响分析

杨晓光, 褚浩然

(同济大学 交通工程系, 上海 200092)

摘要: 介绍了国内外错峰出行的研究与实施的基本情况, 并分析了该制度对交通系统的作用机理. 由于交通在时间与空间上的分布相互关联, 考虑了交通产生点和吸引点在空间的分布、出行量大小和职业类别比例等影响因素, 建立了居民通勤、通学出行随时间分布的模型, 并根据错峰上班实施前后出行随时间分布的规律, 建立了错峰上班的交通影响模型, 给出了评价交通效益的参数, 用于该策略的可行性研究. 并实际调查不同时间段小型路网区域的流量, 使用宏观交通仿真软件反推起讫点(OD)矩阵, 根据文中建立的模型计算交通效益, 得出相关结论.

关键词: 错峰出行; 交通影响分析; 时空均衡; 通勤出行

中图分类号: U 49

文献标识码: A

文章编号: 0253-374X(2006)07-0899-05

Study on Macro-Travel Impact Analysis of Staggered Shifts

YANG Xiaoguang, CHU Haoran

(Department of Traffic Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: An analysis of the effect of staggered shifts on traffic system is made on the basis of an introduction of the study and practice of staggered shifts at home and abroad. As traffic distributions in time and space are associated with each other, many factors are considered for setting up travel distribution model based on change of time. Based on the model, travel impact model of staggered shifts is built, transportation benefits parameter for assessment is proposed and calculation flow figure is derived. In the end, some advice is presented for improvement of the model.

Key words: staggered shifts; travel impact analysis; equilibrium in time and space; commuter

21 世纪, 随着中国经济的快速增长和城市化的进一步发展, 城市居民的各类活动日益频繁, 对交通的需求不断地膨胀. 尽管各地政府加快了交通基础设施建设的速度, 增强了交通管理水平, 提高了道路的通行能力, 但实践证明, 交通供给永远赶不上需求的增加, 交通阻塞成为城市发展的一项顽疾. 因此, 社会各界都试图换一个角度来思考解决交通阻塞的办法, 本文讨论的是通过错开人们的上下班时间, 来达到缓解交通阻塞的效果^[1].

1 国内外基本情况介绍

弹性工作制(alternative work schedules)是 20 世纪 60 年代由德国的经济学家提出的, 当时主要是为了解决职工上下班交通拥挤的困难. 从 70 年代开始, 这一制度在欧美得到了稳定的发展. 弹性工作制主要包括三种形式, 第一种是核心时间与弹性时间结合制(flextime), 即一天的工作时间由核心工作时

间(通常5~6 h)和环绕两头的弹性工作时间所组成.职工可以选择保证核心工作时间的几种上下班方案,例如上班时间为7:30、8:00和9:00,下班时间则为4:00、4:30和5:00.第二种是紧缩工作时间制(compressed workweek),即职工可以在一个星期内工作的天数较少,但每天工作的时间较长,如每天10 h,每周工作4 d,或者每天工作9 h,每两周多休息1 d.第三种是错峰上下班(staggered shifts),为了降低职工同时到达和同时离开的数量,规定不同类别的职工的上下班时间.和第一种方案相似,但不同的是职工上下班时间是确定的.前两种方案由于上下班时间的活动空间较大,交通在时间上分配的随机性较强,因此在实施前不易作出评价.而第三种方案在我国的基本国情下,其应用可以得到进一步的扩展.通过调整城市各行业的工作时序,使部分行业的上下班时间错开,达到缓解交通阻塞的目的.但由于不同城市自身的特点,并不能一概而论.本文就第三种方案实施后对城市交通的影响进行研究,从交通效益的角度探讨实施的可行性,避免该制度在国内诸多城市盲目实行.

目前,国内已经有部分城市采取了“错峰上下班”制度.杭州市区的机关、企事业单位职工和在校学生人数已达140万,大量的人流和车流在相对集中的时间内流动,是造成市区交通拥堵的主要原因.因此杭州市从2002年5月8日开始,市、区直属机关和事业单位上午上班时间为8:30至12:30,下午为1:30至5:30;中小学校春、冬季学生上午到校时间8:00之前,下午放学时间5:00之前,夏、秋季学生上午到校时间7:30之前,下午放学时间5:30之前;市区服务行业、商场上午上班时间9:00,下午下班时间可自行确定.

深圳从2003年12月15日开始,政府公务员的作息时间改为“朝九晚六”.

昆明从2004年1月4日开始,市级机关实施“早8点半晚5点”.

北京从2004年3月开始考虑对商厦职员实施错峰出行制度,调整上班时间为9:00点,下班时间单位自行确定.如果收效良好的话,北京还将考虑在其他几类人群中逐步推行错峰出行制度,但具体人群类型及时间表尚待研究.

尽管以上几座城市已实施或计划实施“错峰上下班”策略,但对该策略缺乏理论方面的研究,缺乏对城市交通影响的定性、定量分析,没有考虑该策略实施后的配套政策与措施,一方面有的城市不适合

该策略,对缓解交通的作用适得其反;另一方面,对该策略实施后的交通影响分析不足.

2 错峰上下班机理分析

由于交通基础设施建设的速度落后于人们对交通需求的增长,交通供给小于交通需求,是产生交通拥挤和阻塞的直接原因之一.对交通需求总量及其在时间和空间上的分布的调控,是目前国际上寻求缓解交通阻塞的重要手段之一.如图1所示,交通量在每日、每周、每月的分布都是不均匀的,有波峰和波谷的性状.

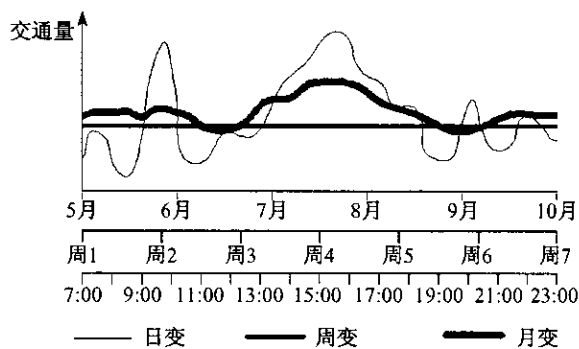


图1 交通量日变、周变和月变图

Fig.1 Change of traffic volume with day, week and month

错时上下班是调节人们通勤、通学等固定式出行时间的策略,目的是降低每日早晚交通高峰时段的峰值,将一个较大的交通量高峰分解为几个较小的交通量高峰,在时间上均衡交通流,缓解供给和需求之间的矛盾.

错时上下班从作用机理上讲仅仅解决了上下班时间过于集中而导致的交通集聚问题,实质上不同的通勤者从居住地点到达单位的过程中,行程时间、旅行路线和交通方式都对交通产生着重要的影响.例如假定A、B出行者选择相同的道路上班,调整了上下班时间后,A出行者比B出行者晚上班半个小时,但A出行者居住地比B出行者远,按原来统一的上班时间则两者不会在同一时段出现在这条道路上,反而调整后可能造成新的交通集聚.

另外,两个出行者采用公共汽车出行和小汽车出行对交通的影响也是不同的,采用公交出行可能会造成公交车过度拥挤,公交服务水平降低,采用小汽车出行则会增加道路的交通负荷,道路通行效率降低.因此交通在时间分布、空间分布和交通结构比例上是相互关联的,如图2所示.时间维主要指的是

上下班交通集中的时间段在早 6 :00 ~ 9 :00 ,下午 16 :00 ~ 19 :00 左右,空间维指的是通勤出行的 OD 分布、公交线网和道路网络的空间布局,结构维指的是采用不同交通方式出行的比例、道路网不同等级道路的比例和不同职业出行者之间的比例。交通阻塞的缓解需要在时间分布、空间分布和结构比例上都均衡,因而交通产生点和吸引点在空间的分布、交通方式、行程时间长短、出行方式比例和职业类别比例等,都影响着错时上下班的实施效果。可见错时上下班制度带来的影响是一个复杂的系统工程问题,概念化实施得到的结果可能会使交通状况更加恶化^[2-3]。

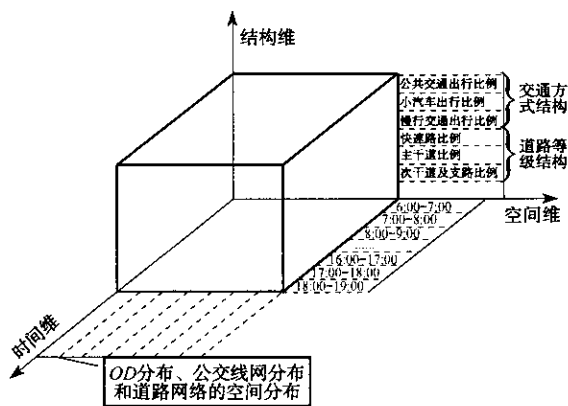


图 2 交通三维结构关系图

Fig.2 Three-dimensional frame of transportation system

3 交通影响模型的定义和模型假定

3.1 基本定义

分析某两个相邻交通小区之间的单向出行总量在时间上的分布,在出行总量不变的前提下,对某类人群的上班时间进行调整,调整后城市各交通小区之间的出行量随时间重新分布,比较错峰上班实施前后的出行分布变化,称为交通影响模型。

3.2 模型假定

在城市的交通规划中,根据行政隶属、地理和不同的交通特性,可以划分成多个交通小区,并可以抽象成如图 3 所示的单元。本文以任意两个相邻交通小区之间的交通量作为分析对象。模型的假定为:

- (1) 错峰上班前后的居住特性、职业类别比例和选择的交通方式基本不变;
- (2) 以上班为例,原统一上班时间为 8 :00 ,错峰上班实施后,某行业上班时间为 8 :30 ;
- (3) 大部分通勤、通学出行者完成出行跨越的

小区数 $N \leq 4$;假设 70 % 或 80 % 以上的通勤、通学者完成出行跨越的小区数不超过 N , N 的数值大小根据城市规模与实际的调查数据确定。

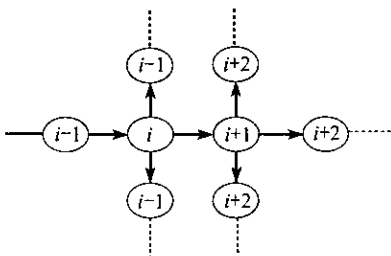


图 3 交通影响模型的基本分析单元图

Fig.3 Basic analysis cell of transportation impact model

4 错峰上下班的交通影响模型

4.1 出行量随时间分布模型

相邻两交通小区 i 和 $i + 1$ 之间的出行总量包括两部分,其一是它们之间的出行量,其二是满足途经这两个小区和跨越小区数不大于 N 的起讫出行量。根据模型的假定(1)、假定(2)和假定(3),上班时间调整前,大部分通勤、通学出行者选择的离家时间范围为:6 :00 ~ 6 :30 ,6 :30 ~ 7 :00 ,7 :00 ~ 7 :30 ,7 :30 ~ 8 :00 ,某行业上班时间调整后,该行业通勤、通学出行者选择的离家时间范围为 6 :30 ~ 7 :00 ,7 :00 ~ 7 :30 ,7 :30 ~ 8 :00 ,8 :00 ~ 8 :30 。那么调整后所有的离家时间范围为 6 :00 ~ 6 :30 ,6 :30 ~ 7 :00 ,7 :00 ~ 7 :30 ,7 :30 ~ 8 :00 ,8 :00 ~ 8 :30 。

如图 1 ,在 7 :30 ~ 8 :00 时间段内,小区 i 和小区 $i + 1$ 之间的出行量 $Q_{(i,i+1)}$ 为

$$\sum_{7:30}^{8:00} Q_{(i,i+1)} = Q_{(i-3,i+1)} + Q_{(i-2,i+1)} + Q_{(i-1,i+1)} + Q_{(i,i+1)}$$

在 $Q_{(i+j,i+k)}$ 中, j 和 k 都代表以 i 小区为中心,相隔第 j 个小区和第 k 个小区,负值表示 i 小区左边的交通小区,正值表示右边的交通小区。

在 7 :00 ~ 7 :30 时间段内,小区 i 和小区 $i + 1$ 之间的出行量为

$$\sum_{7:00}^{7:30} Q_{(i,i+1)} = Q_{(i-2,i+2)} + Q_{(i-1,i+2)} + Q_{(i,i+2)}$$

在 6 :30 ~ 7 :00 时间段内,小区 i 和小区 $i + 1$ 之间的出行量为

$$\sum_{6:30}^{7:00} Q_{(i,i+1)} = Q_{(i-1,i+3)} + Q_{(i,i+3)}$$

在 6:00~6:30 时间段内,小区 i 和小区 $i+1$ 之间的出行量为

$$\sum_{6:00}^{6:30} Q_{(i,i+1)} = Q_{(i,i+4)}$$

拟定方案对城市的 S 行业上班时间调整,在 i 小区 s 行业出行者的比例为 P_i ,到达 j 小区 S 行业出行者的比例为 $P_{(i,j)}$,则此类行业从事者在不同时间段的出行量 $Q_{(i,i+1)}$ 为

8:00~8:30 时间段,

$$\sum_{8:00}^{8:30} Q_{(i,i+1)} = P_{(i-3,i+1)}Q_{(i-3,i+1)} + P_{(i-2,i+1)} \cdot Q_{(i-2,i+1)} + P_{(i-1,i+1)}Q_{(i-1,i+1)} + P_{(i,i+1)}Q_{(i,i+1)}$$

7:30~8:00 时间段,

$$\sum_{7:30}^{8:00} Q_{(i,i+1)} = P_{(i-2,i+2)}Q_{(i-2,i+2)} + P_{(i-1,i+2)}Q_{(i-1,i+2)} + P_{(i,i+2)}Q_{(i,i+2)}$$

7:00~7:30 时间段,

$$\sum_{7:00}^{7:30} Q_{(i,i+1)} = P_{(i-1,i+3)}Q_{(i-1,i+3)} + P_{(i,i+3)}Q_{(i,i+3)}$$

6:30~7:00 时间段,

$$\sum_{6:30}^{7:00} Q_{(i,i+1)} = P_{(i,i+4)}Q_{(i,i+4)}$$

上班时间调整后,小区 i 和小区 $i+1$ 之间总的出行量 $Q_{(i,i+1)}$ 为

8:00~8:30 时间段,

$$\sum_{8:00}^{8:30} Q_{(i,i+1)} = \sum_{8:00}^{8:30} Q_{(i,i+1)}$$

7:30~8:00 时间段,

$$\sum_{7:30}^{8:00} Q_{(i,i+1)} = \sum_{7:30}^{8:00} Q_{(i,i+1)} - \sum_{8:00}^{8:30} Q_{(i,i+1)} + \sum_{7:30}^{8:00} Q_{(i,i+1)}$$

7:00~7:30 时间段,

$$\sum_{7:00}^{7:30} Q_{(i,i+1)} = \sum_{7:00}^{7:30} Q_{(i,i+1)} - \sum_{7:30}^{8:00} Q_{(i,i+1)} + \sum_{7:00}^{7:30} Q_{(i,i+1)}$$

6:30~7:00 时间段,

$$\sum_{6:30}^{7:00} Q_{(i,i+1)} = \sum_{6:30}^{7:00} Q_{(i,i+1)} - \sum_{7:00}^{7:30} Q_{(i,i+1)} + \sum_{6:30}^{7:00} Q_{(i,i+1)}$$

万方数据

6:00~6:30 时间段,

$$\sum_{6:00}^{6:30} Q_{(i,i+1)} = \sum_{6:00}^{6:30} Q_{(i,i+1)} - \sum_{6:30}^{7:00} Q_{(i,i+1)} + \sum_{6:00}^{6:30} Q_{(i,i+1)}$$

4.2 错峰上班的交通影响模型

S 行业上班时间调整后,交通量在时间上的分布范围变大,6:00~6:30 时段内的交通量变少,而 8:00~8:30 的交通量增加,对于它们之间区段的交通量变化情况则不确定,因而重点分析 6:30~8:00 时段,错峰上班实施前后交通量的变化是验证该措施缓解交通拥阻效果的的重要依据。

7:30~8:00 时间段,

$$1 - \left\{ \frac{\sum_{7:30}^{8:00} Q_{(i,i+1)}}{\sum_{8:00}^{8:30} Q_{(i,i+1)}} \right\} = k_{7:30-8:00}$$

7:00~7:30 时间段,

$$1 - \left\{ \frac{\sum_{7:00}^{7:30} Q_{(i,i+1)}}{\sum_{7:30}^{8:00} Q_{(i,i+1)}} \right\} = k_{7:00-7:30}$$

6:30~7:00 时间段,

$$1 - \left\{ \frac{\sum_{6:30}^{7:00} Q_{(i,i+1)}}{\sum_{6:30}^{7:00} Q_{(i,i+1)}} \right\} = k_{6:30-7:00}$$

$k_{7:30-8:00}$ 代表 7:30~8:00 时间段 i 和 $i+1$ 小区之间交通量降低的比例即错峰上班的交通效益参数。

5 算例

本文列举了某城市中心区的小型道路网络,见图 4。根据实际调查,主要道路在 8:00~9:00 和 8:30~9:30 的流量见图 5 和图 6。

使用 VISUM 仿真软件 OD 反推,得出 8:00~9:00 和 8:30~9:30 的通勤出行 OD,见表 1。从表中数据可以看出,8:30~9:30 的交通流量比时刻 8:00~9:00 的流量明显降低,具备错峰上班的削峰填谷特征。

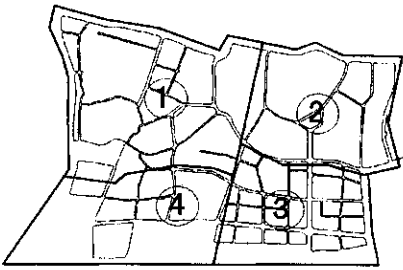


图 4 交通小区划分图

Fig.4 Partition of traffic zone

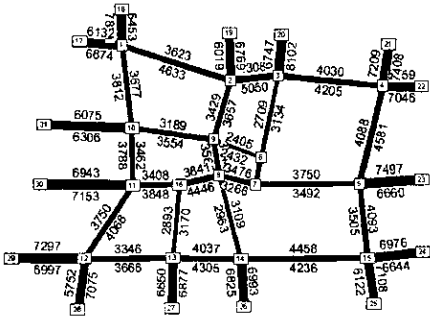


图 5 8:00~9:00 道路流量图(单位:辆·h⁻¹)

Fig.5 Transportation volume in period between 8:00 and 9:00 am(unit:pcu·h⁻¹)

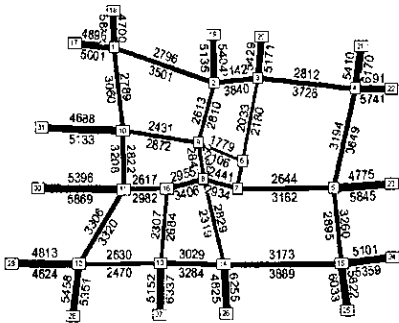


图 6 8:30~9:30 道路流量图(单位:辆·h⁻¹)

Fig.6 Transportation volume in period between 8:30 and 9:30 am(unit:pcu·h⁻¹)

表 1 调整前 8:00~9:00 和 8:30~9:30 出行 OD 表
Tab.1 Trip OD before adjustment in period between 8:00 and 9:00 and 8:30~9:30 am

小区	8:00~9:00 OD 出行量/(辆·h ⁻¹)				8:30~9:30 OD 出行量/(辆·h ⁻¹)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1	5 600	5 767	2 085	1 967	4 768	3 890	1 287	1 458
2	6 718	4 200	4 030	8 507	4 802	4 159	4 030	5 840
3	8 810	3 551	7 600	6 903	7 490	2 870	7 000	4 584
4	4 801	7 340	4 152	4 694	3 276	5 210	3 210	4 006

假设调整某职业类别,已知各小区居民主要的职业类别比例,如表 2。

表 2 小区职业类别比例

Tab.2 Employment sort scale of traffic zone

小区	1	2	3	4
某职业类别比例/%	12	10	15	8
其他职业类别比例/%	88	90	85	92

职业类别一的工作时间由 8:00 推迟到 8:30,根据错峰上班交通影响模型,得出调整后 8:00~9:00 的出行 OD 将其与原 8:00~9:00 的出行 OD

相对比,如表 3。

表 3 调整后 8:00~9:00 出行 OD 及交通效益计算表
Tab.3 Trip OD after adjustment in period between 8:00 and 9:00 and transportation benefit calculation

小区	8:00~9:00 OD 出行量/(辆·h ⁻¹)				效益参数 k_i /%			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1	4 928	5 325	1 835	1 981	12	8	12	-1
2	6 472	3 780	4 052	7 656	4	10	-1	10
3	7 489	3 679	6 460	6 528	15	-4	15	5
4	4 609	6 753	3 986	4 318	4	8	4	8

从表 3 分析可知,实施上班时间调整后大部分小区间 OD 出行量是正效益,求得 $\bar{k}=27\%$,但同时在 $Q_{(2,3)}$ 、 $Q_{(3,2)}$ 、 $Q_{(1,4)}$ 小区也存在负效益,原因在于交通在时间上错开,但在空间上不一定完全错开,部分交通量可能会集聚到某几个小区间的出行上。

6 结语

本文定义了相邻交通小区之间的出行总量的组成,分析了其随时间分布的情况,建立了出行量随时间分布的模型。根据对某行业组合调整上班時間前后,交通小区之间在不同的时间段内出行量的变化,建立了错峰上班的交通影响模型,给出了评价交通效益的参数 k_i ,为错峰出行的可行性论证奠定了理论基础。通过算例说明了错峰出行时间调整从总体上能够带来好的效益,但在局部路网或一些路段上交通可能会造成新的集聚,实施该需求管理措施需要详尽的可行性论证。

另外,传统的居民出行调查数据没有涵盖全部的模型计算所需基本数据和参数,因此基于出行链特征的居民出行调查是必要的。错峰下班的交通影响分析过程相当于错峰上班的逆过程,不同的是需要考虑工作所在地小区之间的交通吸引分布,也可借鉴错峰上班的交通影响模型。

参考文献:

[1] Office of Personnel Management Human Resources Systems Service of Office of Compensation Policy. Handbook on alternative work schedules [R]. Washington D C :Compensation Administration Division ,1996.

[2] Victoria Transport Policy Institute. Online TDM encyclopedia [R]. Victoria :Victoria Transport Policy Institute ,2003.

[3] United States Department of Transportation. Commuter choice primer :an employer 's guide to implementing effective commuter choice programs[R]. Washington D C :Federal Transportation Administration 2002.

(编辑 张 弘)