

文章编号:1671-6833(2013)01-0019-04

## 公交车车速诱导研究与应用

郑晨, 郑长江

(河海大学 土木与交通学院, 江苏 南京 210098)

**摘要:** 公交诱导系统是公交信息系统的重要组成部分,是提高公交服务质量,减少公交资源浪费的重要手段,其中公交车速诱导尤为重要.为了减少公交车行驶过程中的延误,提出通过车速诱导控制公交车到达交叉口时刻,对有站点的交叉口利用红灯时间完成上下客,无站点交叉口在绿灯结束前驶离交叉口.并通过实例仿真,发现优化后公交车行驶时间明显减少.该方法可以用于设有公交专用道的各种城市道路上,简单有效,并具有一定的适用性.

**关键词:** 公共交通;车速诱导;交叉口;有站点;无站点

**中图分类号:** U491.1

**文献标志码:** A

**doi:**10.3969/j.issn.1671-6833.2013.01.005

### 0 引言

城市公共交通是城市交通的重要组成部分,是城市客运系统的主体.如何在当今快速发展的城市交通中发展公共交通,缓解拥堵问题,已成为许多学者探讨的重点.陈学武等<sup>[1]</sup>结合我国城市公共交通现状分析和德国城市实施公交优先的实践,阐述城市公共交通优先权的目标、效果与措施.关伟等<sup>[2]</sup>研究了公交优先信号控制策略,模拟路边设立公交车辆检测器的情况下,不同交通流量和公交车发车间隔的最优控制策略.但在没有公交专用信号的情况下,公交车停靠站点及交叉口的延误,增加了行程时间,降低了公交的利用率.仅靠优化公交车行驶速度,利用红灯等待时间完成站点停靠,可使条件较差的区域简单地降低行程时间.笔者提出在排除其他车辆干扰的前提下,利用车速诱导系统,实时提供车速诱导.通过加速,减少公交站点停靠和交叉口信号的双重延误;通过减速,在不能减少延误时,降低能源消耗和环境污染.

### 1 公交车车速诱导方案

为保证公交车车速可以按以下方案加减速,笔者采取设置公交专用道减少社会车辆对其速度的影响.

假设公交车可行驶车速区间为 $[v_1, v_2]$ ,取其中间值 $v_m$ 为默认行驶速度.设公交车于 $t_A$ 时刻驶离站A,站A与站B间距离为 $S_{AB}$ ,公交车以默认行驶速度 $v_m$ 匀速行驶,到达站B所需时间为 $t_{AB} = \frac{S_{AB}}{v_m}$ .公交车于时刻 $t_B = t_A + t_{AB}$ 到达站B,乘客上下车平均需时 $T_{ud} = \max(T_{up}, T_{off})$ ,车辆通过交叉口所需时间为 $T_1$ .在路段AB间,公交车通过减速或加速所能改变的最大时间<sup>[3]</sup>分别为

$$G_1 = \frac{S_{AB}}{v_1} - \frac{S_{AB}}{v_m}, \quad (1)$$

$$G_2 = \frac{S_{AB}}{v_m} - \frac{S_{AB}}{v_2}. \quad (2)$$

根据交叉口有无站点确定诱导策略和优化速度.

#### 1.1 当交叉口B为有站点交叉口

诱导系统通过信号控制系统得到交叉口B的信号配时方案,如图1所示,其中 $T = T_{ud} + T_1$ .为使公交车利用红灯时间上下客,或在绿灯结束前完成上下客,驶离交叉口,车速诱导系统将周期内时刻划分为6种,由此采用不同的车速诱导策略.

(1)如果公交车在 $[t_0, t_1]$ 之间到达,则公交车可在黄灯启动前完成上下客,驶离交叉口,则维持原速度, $v_{opt} = v_m$ .

收稿日期:2012-10-03;修订日期:2012-12-28

基金项目:国家自然科学基金资助项目(59578042)

通信作者:郑长江(1966-),男,安徽滁州人,河海大学副教授,博士,主要从事交通智能控制、交通运输规划与管理研究.

(2)如果公交车在 $[t_1, t_2]$ 之间到达,提高车速,使其在 $t_1$ 时刻前到达站 $B$ ,则可在黄灯启动前驶离交叉口.提速后的车速为

$$v_{opt} = \frac{s_{AB}}{t_{AB} - G_2}. \tag{3}$$

(3)如果公交车在 $[t_2, t_3]$ 之间到达,无法在黄灯启动前完成上下客.降低车速,使公交车在黄灯启动时到达站 $B$ ,利用红灯时间上下客.减速后的车速为

$$v_{opt} = \frac{s_{AB}}{t_{AB} + G_1}. \tag{4}$$

(4)如果公交车在 $[t_3, t_4]$ 之间到达,无需改变车速,利用红灯时间上下客,即可在下一绿灯启动前准时离站,则维持原速度,  $v_{opt} = v_m$ .

(5)如果公交车在 $[t_4, t_5]$ 之间到达,为使公交车能在红灯持续时间内完成上下客,在绿灯启动时刻准时离站,需提高车速,使公交车在 $t_4$ 时刻前到达站 $B$ .加速后的车速为  $v_{opt} = \frac{s_{AB}}{t_{AB} - G_2}$ .

(6)如果公交车在 $[t_5, t_6]$ 之间到达,尽管不能使其在红灯持续时间内完成上下客,但加速后可减少占用后续绿灯时间,可尽早驶离交叉口,仍采用加速策略,  $v_{opt} = v_2$ .

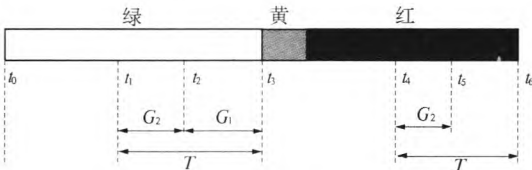


图1 公交车到达有站点交叉口时刻示意图  
Fig.1 Diagram of bus arrive at intersection with station

1.2 当交叉口B为无站点交叉口

对于无站点交叉口,为使公交车能够不停车通过交叉口,应在黄灯启动前到达站 $B$ .如图2所示.

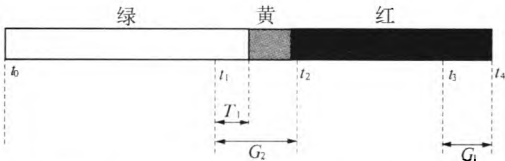


图2 公交车到达无站点交叉口时刻示意图  
Fig.2 Diagram of bus arrive at intersection with no station

$t_2$ 和 $t_3$ 是临界点,将周期时刻划分为4个区间,不同的车速诱导策略为

(1)如果公交车在 $[t_0, t_1]$ 之间到达,则公交车在次交叉口可不停车通过,  $v_{opt} = v_m$ .

(2)如果公交车在 $[t_1, t_2]$ 之间到达,通过提高车速,使公交车在 $t_1$ 前到达交叉口,加速后的车速为  $v_{opt} = \frac{s_{AB}}{t_{AB} - G_2}$ .

(3)如果公交车在 $[t_2, t_3]$ 之间到达,此区间为不可控区域,即无论对公交车进行加速或减速,都无法使其在绿灯持续时间内通过交叉口,则维持原速度  $v_{opt} = v_m$ .

(4)如果公交车在 $[t_3, t_4]$ 之间到达,通过降低车速,使其在下一周期初 $t_0$ 时刻到达交叉口,则可不停车通过,减速后的车速为  $v_{opt} = \frac{s_{AB}}{t_{AB} + G_1}$ .

1.3 诱导信息发布<sup>[4-5]</sup>

公交车辆的信息采集主要通过GPS定位技术完成.通过公交车上的GPS模块,测量出车辆的实时数据,如位置、速度、运营时间等.将这些数据通过GPRS网络技术传入计算机处理系统,并结合下一个交叉口的信号配时,计算该路段的行程时间和行驶速度,以便司机根据上述信息进行车速控制,接受系统诱导并执行,如图3所示.

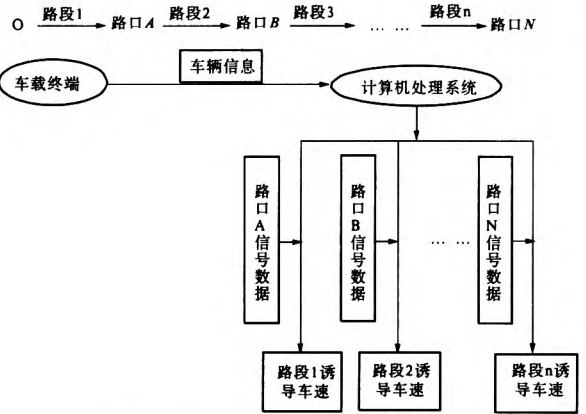


图3 诱导信息采集与发布示意图  
Fig.3 Diagram of induction information collection and distribution

2 实例研究

笔者以南京市北京西路11路公交车为例,选取非高峰时段,通过现场调查,得出草场门、江苏省委、玉泉路以及云南路4个车站的公交车停靠时间.并将西康路、莫干路、宁海路等6个交叉口的信号配时输入Vissim软件,得到公交车通过北京西路路段的平均行程时间,并与优化公交站台位置及公交行驶速度后的行程时间进行对比.

2.1 原公交车行程时间

根据调查,公交车在各个站点的停靠时间呈  $N(14.7,1.2)$  的正态分布,假设公交车行驶车速

为  $20\text{ km/h}^{[6]}$ . 各交叉口及车站位置如图 4 所示. 将数据代入 Vissim 软件仿真<sup>[7-8]</sup>,得到结果如表 1 所示.

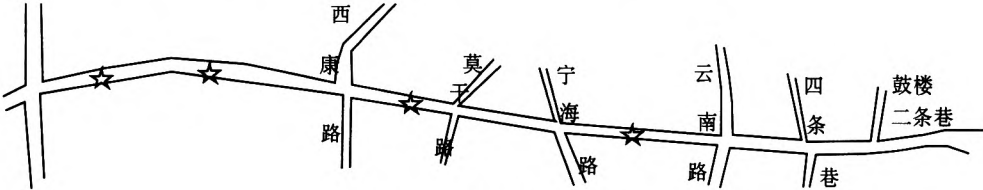


图 4 原站台位置示意图  
Fig. 4 Diagram of original station location

表 1 原公交车行程时间仿真  
Tab. 1 Original bus travel time simulation

行驶距离/m	车辆数	平均行程时间/s
2 330	20	570

由表 1 可知,在公交车按原速度正常行驶时,

行驶完该路段平均需要 570 s,其中延误时间平均为 76 s.

2.2 优化后公交车行程时间

优化车站位置,将江苏省委、玉泉路、云南路三个车站移至交叉口入口处,利用红灯时间上下客,如图 5 所示.

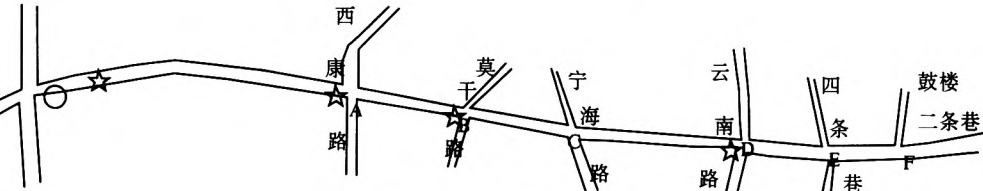


图 5 优化站台位置示意图  
Fig. 5 Diagram of optimized station location

假设公交车进入该路段的起始时刻为  $t_0$ ,到达交叉口 A 的时刻为  $t_A$ ,以此类推. 各交叉口直行信号配时如图 6 所示.

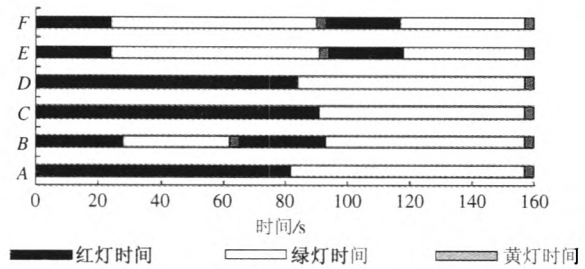


图 6 各交叉口直行信号图  
Fig. 6 Diagram of each intersection straight line signal

设可行车速区间为  $[18,22]\text{ km/h}^{[6]}$ ,默认车速  $v_m = 20\text{ km/h}$ ,  $T_{ud} = 19\text{ s}$ ,  $T_l = 4\text{ s}$ . 经过各路段的行程时间计及优化速度如下.

(1) OA 段. 由 Vissim 仿真得到结果,公交车在到交叉口 A 时,平均需要 160 s,处于信号周期中  $[t_3, t_4]$  区间,即无需加减速,利用红灯上下客,待红灯结束,驶离交叉口. 该路段  $v_{opt} = v_m = 20\text{ km/h}$ .

(2) AB 段. 由仿真得,  $t_B = 276\text{ s}$ ,处于该路口信号周期的  $[t_0, t_1]$  区间,即在红灯结束前,可完成上下客,并驶离交叉口. 该路段  $v_{opt} = v_m = 20\text{ km/h}$ .

(3) BC 段. 由仿真得,  $t_C = 317\text{ s}$ ,该路段无公交站点,处于信号周期的  $[t_1, t_2]$  区间.  $G_2 = \frac{S_{BC}}{v_m} - \frac{S_{BC}}{v_2} = 4\text{ s}$ ,即通过加速,可以节约 4 s 恰好可以在绿灯结束前驶离交叉口. 该路段  $v_{opt} = v_2 = 22\text{ km/h}$ .

(4) CD 段.  $t_D = t_C - G_2 + T_l + \frac{S_{CD}}{v_m} = 389\text{ s}$ ,处于信号周期  $[t_3, t_4]$  区间,该路段  $v_{opt} = v_m = 20\text{ km/h}$ .

(5) DE 段.  $t_E = t_D + T_l + \frac{S_{DE}}{v_m} = 434\text{ s}$ ,处于信号周期  $[t_3, t_4]$  区间,通过减速,使公交车在到达交叉口时恰好绿灯启动,  $G_1 = \frac{S_{DE}}{v_1} - \frac{S_{DE}}{v_m} = 4\text{ s}$ ,该路段  $v_{opt} = v_1 = 18\text{ km/h}$ .

(6) EF 段.  $t_F = t_E + G_1 + T_1 + \frac{S_{EF}}{v_m} = 469$  s, 处

于信号周期  $[t_0, t_1]$  区间, 可在绿灯结束前驶离交叉口, 该路段  $v_{opt} = v_m = 20$  km/h.

通过整个路段的总行程时间为 473 s, 比优化前的行程时间减少了 97 s. 通过车站位置和行驶速度的优化, 大大节约了公交车的行程时间, 并通过减速优化, 在一定程度上减少了能源损耗和环境污染.

### 3 结论

城市交通拥堵的问题必须通过发展公共交通得以解决, 已成为广大学者和研究人员的共识. 但发展公交并不是盲目的增设线路, 还得在信号配时与行驶车速等微观方面加以改进.

笔者在假设没有其他车辆干扰的前提下, 提出通过信息诱导, 对公交车车速进行优化, 合理利用红灯等待时间进行上下客, 减少公交车的行程时间. 由于作者水平有限, 文中许多地方均以理想状态代替, 望在今后的研究中能取得新的进展.

### 参考文献:

- [1] 陈学武, 李淑娟. 城市公共交通优先权的目标、效果与措施[J]. 中国市政工程, 2001(2): 15-17.
- [2] 关伟, 申金升, 葛芳. 公交优先的信号控制策略研究[J]. 系统工程学报, 2001, 16(3): 176-180.
- [3] 王炜, 陈淑燕, 胡晓健. “一路一线直行式”公交模式下公交车行驶诱导和调度集成方法[J]. 东南大学学报: 自然科学版, 2008, 38(6): 1110-1115.
- [4] 胡非与, 徐建闽. 双向传输的智能公交信息采集系统的研发[J]. 交通信息与安全, 2009, 27(3): 116-119.
- [5] 李天雷. 基于 GPS 数据的公交行程时间计算与预测系统[D]. 长春: 吉林大学软件学院, 2009.
- [6] 孙逢春, 王震坡, 王军. 北京市公共汽车平均车速统计[J]. 汽车工程, 2003, 25(3): 119-222, 242.
- [7] 季璇, 江航. 基于 VISSIM 的公交停靠站点优化研究[J]. 公路与汽运, 2012, 1(1): 50-53.
- [8] 伍雄斌, 王世龙, 黄剑丰. 基于 VISSIM 的公交车辆运行仿真[J]. 交通科技与经济, 2011(6): 120-121, 125.

## Research and Application of Bus Speed Induction

ZHENG Chen, ZHENG Chang-jiang

(College of Civil and Transportation Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

**Abstract:** Public transportation guidance system is an important part of public transportation information system. It is an important means to improve the quality of bus service and reduce the waste of public resources, in which bus speed induction is particularly important. In order to reduce the bus driving delay, this paper uses speed induction to control bus arrival time at the intersection. It uses red time to finish passengers' up and off when there is a station at the intersection. When there is no station, bus will leave the intersection before the end of the green time. And through the simulation example, we find that bus travel time significantly reduced after optimization. The method can be used for a variety of city roads with bus lanes. It is simple and effective, and it has some applicability.

**Key words:** public traffic; speed induction; intersection; station; no station