

高速公路动态交通流的建模与控制策略

姜紫峰

(西安公路交通大学交通信息与控制系 西安 710064)

摘要 从高速公路交通流的宏观、动态特性出发,首先给出了交通流控制和仿真中常用的宏观、动态、确定性交通流模型,并结合交通调查数据,利用仿真和优化技术对模型中的参数进行了辨识,从而获得了能比较准确地描述交通流真实行为的模型.然后提出了低密度区的可变速度控制,中密度区的可变限速和入口匝道联合控制及出口匝道分流和入口匝道协调(高密度区)控制模型,并给出了上述3个问题的最优解.最后利用计算机模拟了受控和未控交通流,其结果令人满意.

关键词 高速公路,模型,性能指标,最优问题,计算机仿真

1 引言

高速公路交通流控制是通过交通流的调节、警告和诱导以改善人和货物的运输安全,提高运营效率,目标在于改善交通流质量,更好地利用现有道路的通行能力,实现高速公路交通流的安全性、快速性和舒适性.

由于每一条高速公路的交通、路况和环境各不相同,高速公路的交通流控制也不可能完全一致,高速公路交通控制的形式分为匝道控制、主线控制、通道控制、路网控制等,其基础理论是交通流理论、控制论和系统论等.

根据中国目前高速公路车流量较少、车辆组成复杂、车速离散性大等特点,如何根据其具体的道路、交通和环境条件实现高速公路的优化控制,本文做了一些尝试.由交通流的不同行为,将交通流分为低密度、中密度和高密度3个区段,然后根据各密度区间的不同特点,分别采取不同的控制策略.

2 模型

2.1 交通流宏观模型

高速公路交通流模型从时间上划分为稳态和动态模型,从性质上可分为确定性和随机性模型,从研究的角度看又划分为宏观和微观模型.宏观动态交通流模型既描述交通流沿道路空间的分布,又反映其随时间变化的规律,因而宏观、动态交通流模型能较准确地描述交通流的真实行为.这里的模型类似于Markos Papageorgiou的交通流模型,其建模的过程及方法见文献[1],该模型描述如下

$$\begin{aligned}
 p_i(k+1) = & p_i(k) + \frac{1}{L_{il_i}} \{ [v_{i-1}(k) + (1 - \alpha_i) p_i(k)] (v_{i-1}(k) + (1 - \\
 & \alpha_i) v_i(k)) - [v_i(k) + (1 - \alpha_{i+1}) p_{i+1}(k)] (v_i(k) + (1 - \\
 & \alpha_{i+1}) v_{i+1}(k))] + (R_i(k) - S_i(k)) \}
 \end{aligned} \quad (1)$$

$$v_i(k+1) = v_i(k) + \frac{1}{T} \left\{ v_i(k) - V^e(p_i(k)) - \frac{p_{i+1}(k) - p_i(k)}{T(L_i + L_{i+1})} \left[\frac{p_{i+1}(k) - p_i(k)}{p_i(k) + C} \right] + \frac{i-1}{liL_i} v_{i-1}(k) [v_{i-1}(k) - v_i(k)] \right\} \quad (2)$$

$$V^e(p_i(k)) = \begin{cases} v_f \left(1 - \frac{p_i(k)}{p_{jam}}\right), & 0 < p_i(k) < p_{crit} \\ v_f \left(1 - \frac{p_i(k)}{p_{jam}}\right) \frac{1/p_i(k) - 1/p_{jam}}{1/p_{crit} - 1/p_{jam}}, & p_{crit} < p_i(k) < p_{jam} \end{cases} \quad (3)$$

式中: $p_i(k)$ 为区间平均密度, 定义为 $t = kT$ 时路段 i 内的车辆数除以路段长度 L_i ;
 $v_i(k)$ 为区间 i 平均速度, 它是指 $t = kT$ 时刻路段 i 内所有车辆的速度均值;
 $R_i(k)$ 为入口匝道流率, 指在 $kT \sim (k+1)T$ 期间从第 i 入口匝道进入到主线的车辆数除以 T ;
 $S_i(k)$ 为出口匝道流率, 定义为 $kT \sim (k+1)T$ 期间从第 i 个出口匝道驶出的车辆数除以 T ;
 v_f 为自由流速度, 即密度为零时的等价速度;
 p_{crit} 为临界密度, 表征交通流稳定与不稳定的分界点;
 p_{jam} 为阻塞密度, 即速度为零时的最小密度;
 α 为期望系数;
 β 为采样周期;
 γ 为加权系数, $\gamma \in (0, 1)$;
 T 为滞后时间;
 i 为 l_i 和 l_{i+1} 中较小的一个, 即 $i = \min(l_i, l_{i+1})$;
 l_i 为第 i 区间的车道数;
 L_i 为第 i 区间的长度(km);
 C 为修正系数;
 k 为时标, $k = 1, 2, 3, \dots$

方程(1)称为密度方程, 它仅映了车辆数守恒定律; 方程(2)称为速度方程, 它代表了速度和密度之间的动态关系; (3)式称为等价的速度-密度关系式, 方程(1)~(3)称为高速公路的宏观、动态确定性交通流数学模型。

模型中的参数辨识. 在上述宏观、动态确定性交通流模型中存在着众多的待估参数, 结合广佛高速公路的交通调查数据并利用仿真假设对模型(1)~(3)进行多次求解. 把模型中的参数辨识问题转化为求解最优问题, 使交通调查实测值与模型的解之间误差最小, 在参数辨识过程中充分考虑参数变化的灵敏度问题, 其寻优指标为

$$\min J = \sum_{i=1}^N [(p^i - p^{obi})^2 + (v_i - v^{obi})^2] \quad (4)$$

其中: p^{obi}, v^{obi} 为交通调查的实测值;

p_i, v_i 为交通流模型在(4)意义下的最优解. 最后获得了模型中的参数值如表 1 所示.

表 1 模型中的参数值

参 数	数 值	量 纲
	0.55	
	44	km ² /h
v_f	102	km/h
C	15.0	辆/km/h
T	0.0044	h
p_{crit}	29	辆/km/车道
p_{jam}	116	辆/km/车道

2.2 交通流控制模型

2.2.1 可变限速控制模型

通过在交通流等价的速度-密度关系式中引入控制变量 l_i 可得

$$V_i^e(l_i, p_i) = \begin{cases} l_i v_f (1 - \frac{p_i}{p_{jam}}), & 0 \leq p_i \leq p_{crit} \\ l_i v_f (1 - \frac{p_i}{p_{jam}}) \frac{(1/p_i - 1/p_{jam})}{(1/p_{crit} - 1/p_{jam})}, & p_{crit} < p_i < p_{jam} \end{cases} \quad (5)$$

称(5)为可变限速控制模型.

2.2.2 入口匝道控制模型

在建立入口匝道控制模型之前,先对影响入口匝道可汇入量的诸因素进行分析.对于任何一个入口匝道,除了其最大最小入口匝道流率的限制外,还受到入口匝道的交通需求、高速公路主线交通流中允许汇入间隙数及入口匝道控制策略的限制,下面对这3个因素进行分析.

(1) 入口匝道交通需求由该匝道的到达分布决定,可通过 $O-D$ 调查及入口匝道处的交通需求检测器和车队检测器获得.

(2) 高速公路主线交通流允许匝道可汇入量与高速公路主线交通流中允许汇合的间隙数有关,它的获得可通过建立入口匝道流量和入口匝道所在区间的主线交通流密度之间的关系确定.

(3) 不同的入口匝道控制策略决定了入口匝道的可汇入量,该可汇入量的大小由该匝道控制算法决定.

所以,从入口匝道进入到高速公路主线的交通流应为在该匝道最大最小流率的约束下,上述3个量的最小值.

这里选用自动控制理论中的积分调节器作为入口匝道控制模型.设 p^d 为入口匝道所在路段 i 交通流的期望密度, p_i 为该路段实际交通流密度,则入口匝道积分调节器模型可表述为

$$R_i(t) = -u_i(p_i(t) - p^d) dt \quad (6)$$

对(6)离散化后得

$$R_i(k) = R_i(k-1) - u_{2i}(p_i(k) - p^d) \quad (7)$$

其中 $u_{2i} = u_i$ 称为控制参数, 再考虑前面对入口匝道可汇入量的约束, 可得入口匝道控制模型为

$$R_i^{on}(k) = \min \begin{cases} R_i(k-1) - u_{2i}(p_i(k) - p_i^d) \\ f(p_i(k)) \\ d_i(k) \end{cases} \quad (8)$$

$$R_{i,\min} \leq R_i^{on}(k) \leq R_{i,\max}$$

式中: $d_i(k)$ 为入口匝道 i 在 $kT \leq t < (k+1)T$ 期间的交通需求;

$f(p_i(k))$ 为高速公路主线在 $kT \leq t < (k+1)T$ 期间允许入口匝道 i 汇入流量;

$R_{i,\max}, R_{i,\min}$ 分别表示入口匝道调节率的上下边界.

称(8)为有约束的入口匝道控制模型.

2.2.3 出口匝道分流模型

影响出口匝道分流的因素, 除了司机本身对分流诱导标志信号的响应程度以外, 还受到至少如下几个因素的影响.

- (1) 主线上车辆密度的小大及各区间的密度分布;
- (2) 可选线上车辆密度的大小及各区间密度分布;
- (3) 主线和可选线路的长度;
- (4) 交通流中分流所占的比例;
- (5) 主线和可选线上各入口匝道的交通需求.

要建立出口匝道分流大小与上述各个因素之间确定的函数关系是困难的. 为简化起见, 上述 5 个因素对分流大小的影响用一个归一化参数 d_R 表示, $d_R \in [0, 1]$.

设在没有施行诱导导出控制时从第 i 个出口自然分流占第 $i-1$ 区间流量的比例 a_i 为一常数, 则自然分流为

$$S_i^1(t) = a_i q_{i-1}(t) \quad (9)$$

因为 $q_{i-1}(t) = p_{i-1}(t) v_{i-1}(t) l_i L_i$

所以 $S_i^1(t) = a_i p_{i-1}(t) v_{i-1}(t) l_i L_i \quad (10)$

设出口匝道分流控制后控制分流所占比例为 u_x 并考虑到控制分流受到上述诸因素的影响, 则控制分流为

$$S_i^2(t) = d_R u_x q_{i-1}(t) = d_R u_x p_{i-1}(t) v_{i-1}(t) l_i L_i \quad (11)$$

在第 i 个出口处总的分流为

$$S_i^{\text{off}}(t) = S_i^1(t) + S_i^2(t) = (a_i + d_R u_x) p_{i-1}(t) v_{i-1}(t) l_i L_i \quad (12)$$

对(12)式离散后得

$$S_i^{\text{off}}(k) = (a_i + d_R u_x) p_{i-1}(k) v_{i-1}(k) l_i L_i \quad (13)$$

称(13)式为出口匝道控制模型.

3 交通流控制的最优问题

3.1 目标函数

3.1.1 服务流量

设在 t 时刻, 已知路段 i 车辆的平均密度和速度分别为 $p_i(t)$ 和 $v_i(t)$, 车道数为 l_i , 路段长

度为 L_i , 则该路段在 $[t_1, t_2]$ 内的服务流量为 $\int_{t_1}^{t_2} p_i(t) v_i(t) l_i L_i dt$, 分成 N 段的高速公路总服务流量为

$$\sum_{i=1}^N \int_{t_1}^{t_2} p_i(t) v_i(t) l_i L_i dt \quad (14)$$

3.1.2 行程时间

设在 t 时刻, 已知路段 i 上有 $l_i L_i p_i(t) v_i(t)$ 辆车, 则在 $[t_1, t_2]$ 内路段 i 上车辆的行程时间为 $\int_{t_1}^{t_2} l_i L_i p_i(t) dt$, 分成 N 段的高速公路上车辆的总行程时间为

$$\sum_{i=1}^N \int_{t_1}^{t_2} l_i L_i p_i(t) dt \quad (15)$$

3.1.3 入口匝道平均等待时间

设第 i 个入口匝道的交通需求为 $d_i(t)$, 可汇入流量为 $R_i^{on}(t)$ 且 $d_i(t) > R_i^{on}(t)$, 则此时 i 匝道上排队的车辆数为 $[d_i(t) - R_i^{on}(t)]$, 若考虑高速公路上有 M 个入口匝道, 则在 $[t_1, t_2]$ 期间 M 个入口匝道总平均等待时间为

$$\sum_{i=1}^M \int_{t_1}^{t_2} [d_i(t) - R_i^{on}(t)] dt \quad (16)$$

3.1.4 行程时间延误

它是指当前通过时间与期望状态下平均通过时间之差, 设 V_p 为期望状态下的平均速度, 则在 $[t_1, t_2]$ 内, 整条高速公路上车辆的总行程时间延误为

$$\sum_{i=1}^N \int_{t_1}^{t_2} l_i L_i \max(0, p_i(t) - \frac{p_i(t) v_i(t)}{V_p}) dt \quad (17)$$

3.2 性能指标

在控制策略的选择及交通流控制仿真中, 目标函数一般选择上述几个指标((14)~(17))中最重要的或者与它们关系最密切的指标. 由于上述指标之间并不完全一致, 例如服务流量、行程时间或行程时间延误就不是完全一致的. 对于单个车辆来说, 总希望自己以较快的速度行驶, 尽快到达目的地, 这就要求行程时间最短或行程时间延误最小; 而对于整条高速公路而言, 总希望它能保持较大的服务流量以缓解周围路网的交通紧张状况, 这就要求服务流量最大, 但从交通流理论可知, 行程时间最小时服务流量并没有达到最大, 而服务流量最大时行程时间也没有达到最小. 因此, 为了对各指标有所侧重, 通常选取几个性能指标的线性组合作为控制的性能指标. 考虑到高速公路低、中、高密度区的不同特点, 我们在低密度区选行程时间最小, 在中密度区选服务流量最大, 而在高密度区选行程时间延误和入口匝道平均等待时间的加权和最小作为控制的性能指标, 即

$$J_L = \min \sum_{i=1}^N \int_{t_1}^{t_2} l_i L_i p_i(t) dt \quad (18)$$

$$J_M = \max \sum_{i=1}^N \int_{t_1}^{t_2} p_i(t) v_i(t) l_i L_i dt \quad (19)$$

$$J_H = \min \sum_{i=1}^N \int_{t_1}^{t_2} [\alpha_1 (d_i(t) - R_i^{on}(t)) + \alpha_2 l_i L_i \max(0, p_i(t) - \frac{p_i(t) v_i(t)}{V_p})] dt \quad (20)$$

$$(\quad 0, \quad 2 \quad 0, \quad i+ \quad = 1)$$

4 最优控制

4.1 低密度区可变限速控制的最优问题

在低密度区,由于车头时距较大、车辆之间的相互干扰较小,驾驶员不能及时准确地了解整个道路上的交通状况,这时驾驶员往往开快车,容易发生撞车并导致二次事故的发生.采用可变限速控制的主要目的是平滑交通流、减少交通事故.低密度区的可变限速控制的最优问题可描述为(p_1):对于给定的交通流初始状态($p_i(0), v_i(0); i=1, 2, 3, \dots, N$),在交通流方程(1)~(3),可变限速控制模型(5)及各路段通行能力的约束下,寻求一个控制序列 u_{1i} ,使得(18)最小.

4.2 中等密度区的可变限速和入口匝道联合控制的最优问题

中等密度区交通流的主要特点是流量大、车速高且存在着很大的不稳定性.如果某路段上出现一个较小的扰动,完全有可能扩大并最终导致阻塞,使通行能力和车速大大降低.可变限速控制是保持交通流的速度在时间和空间上均匀、避免冲击波的产生、平滑交通流;而入口匝道调节主要是在保证汇合安全的前提下,使交通流的密度在时间和空间上相对均匀,消除由于密度不均匀所带来的扰动.可变限速和入口匝道联合控制的目的是保持交通流的速度和密度在时间和空间上均匀、维持较大的服务流量、预防交通阻塞.该最优问题可描述为(p_2):给定交通流的初始状态和期望的区间密度($p_i(0), v_i(0), p_i^d; i=1, 2, \dots, N$)及各入口匝道的交通需求,在交通流模型(1)~(3)、可变限速控制模型(5)、入口匝道控制模型(8)和各路段通行能力的约束下,求解一控制序列组(u_{1i}, u_{2i}),使得(19)最大.

4.3 高密度区的入口匝道调节和出口分流协调控制的最优问题

高密度区的特点是交通流运行于接近或超过道路的通行能力,此时的入口匝道调节是防止主线交通阻塞,减少入口匝道平均等待时间;而出口分流控制是保持较大的服务流量,减少行程时间延误.高密度区的入口匝道调节和出口分流协调控制的最优问题(p_3)可描述为:对于给定的交通流初态及期望的区间密度和速度($p_i(0), v_i(0), p_i^d, V_p; i=1, 2, \dots, N$)、各入口匝道交通需求及各出口匝道的自然分流系数,在交通流方程(1)~(3)、入口匝道控制模型(8)、出口匝道分流控制模型(13)及各路段通行能力的约束下,求解一控制序列组(u_{2i}, u_{3i}),使得(20)最小.

5 控制效果的仿真评价

为了评价高速公路不同控制策略的控制效果,选首都机场高速公路作为仿真对象.首都机场高速公路西起三元桥,东至首都机场,全长 18.75km,双向六车道、全封闭、全立交、设计时速 120km/h,沿线(三元桥 机场方向)新建四元桥、大山、北皋、苇沟、杨林、天竺等六处立交桥.将机场高速公路沿上述方向按 0.5km 等分成 38 个仿真路段,各路段的初始条件及仿真假设如下.

低密度初始条件假设为

$$\left. \begin{aligned} p_i(0) &= 13 \text{veh/km/lane} \\ v_i(0) &= 104 \text{km/h} \end{aligned} \right\} i = (1, 3, 5, 8, 10, 13, 16, 18, 20, 23, 24, 27, 30, 33) \\
 \left. \begin{aligned} p_i(0) &= 18 \text{veh/km/lane} \\ v_i(0) &= 90 \text{km/h} \end{aligned} \right\} i = (2, 4, 6, 7, 11, 12, 15, 17, 21, 25, 26, 29, 31, 35, 38) \\
 \left. \begin{aligned} p_i(0) &= 20 \text{veh/km/lane} \\ v_i(0) &= 85 \text{km/h} \end{aligned} \right\} i = (9, 14, 19, 22, 28, 32, 34, 36, 37) \\
 R_i(0) = S_i(0) = 0, i \text{ 任意.}$$

中密度初始条件假设:

$$\left. \begin{aligned} p_i(0) &= 18 \text{veh/km/lane} \\ v_i(0) &= 90 \text{km/h} \end{aligned} \right\} i = (1, 3, 5, 8, 10, 13, 16, 18, 20, 23, 24, 27, 30, 33) \\
 \left. \begin{aligned} p_i(0) &= 25 \text{veh/km/lane} \\ v_i(0) &= 85 \text{km/h} \end{aligned} \right\} i = (2, 4, 6, 7, 11, 12, 15, 17, 21, 25, 26, 29, 31, 35, 38) \\
 \left. \begin{aligned} p_i(0) &= 28 \text{veh/km/lane} \\ v_i(0) &= 80 \text{km/h} \end{aligned} \right\} i = (9, 14, 19, 22, 28, 32, 34, 36, 37) \\
 d_i(t) = \begin{cases} 600 \text{veh/h}, & i = 9, 14, 19, 25, 31, 35 \\ 0, & \text{其他} \end{cases} \\
 R_i(k) = R^{\text{on}}(k)_i, R_{i,\min} = 240 \text{veh/h}, R_{i,\max} = 800 \text{veh/h}, S_i(t) = 0.$$

高密度区的初始条件假设为

$$\left. \begin{aligned} p_i(0) &= 30 \text{veh/km/lane} \\ v_i(0) &= 80 \text{km/h} \end{aligned} \right\} i = (1, 3, 5, 8, 10, 13, 16, 18, 20, 23, 24, 27, 30, 33) \\
 \left. \begin{aligned} p_i(0) &= 40 \text{veh/km/lane} \\ v_i(0) &= 70 \text{km/h} \end{aligned} \right\} i = (2, 4, 6, 7, 11, 12, 15, 17, 21, 25, 26, 29, 31, 35, 38) \\
 \left. \begin{aligned} p_i(0) &= 45 \text{veh/km/lane} \\ v_i(0) &= 60 \text{km/h} \end{aligned} \right\} i = (9, 14, 19, 22, 28, 32, 34, 36, 37) \\
 d_R = 0.85 \quad a_i = \begin{cases} 0.1, & i = 9, 14, 19, 25, 31, 35 \\ 0, & \text{其他} \end{cases} \\
 d_i(t) = \begin{cases} 700 \text{veh/h}, & i = 9, 14, 19, 25, 31, 35 \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$$

$$R_{i,\min} = 240 \text{veh/h}, \quad R_{i,\max} = 800 \text{veh/h}, \quad S_i(k) = S_i^{\text{off}}(k), \quad p_i^d = 35 \text{veh/km/lane}, \quad V_p = 80 \text{km/h}.$$

在上述初始条件下及 $l_i = 3, L_i = 0.5 \text{km}, \tau_i = 30 \text{s}$, 各路段通行能力限制为 $0 < p_i(k) v_i(k) < 2000 \text{veh/h/lane}$, $f(p_i(k)) = 1620 - 134p_i^2(k) - 0.09p_i^3(k)$, 仿真时间 $T_{\max} = 0.5 \text{h}$, $\alpha_1 = 1/3, \alpha_2 = 2/3$. 分别编制了求解 p^1, p^2, p^3 的程序, 模拟了受控交通流和未控交通流两种情况, 模型中的其他参数仍选表 1 中的数值, 其仿真结果如表 2.

表 3 仿真结果

性能指标 密度区间	总服务流量 (辆·km)	总行程时间 (辆·h)	入口匝道平均等待 时间+行程时间延误 (辆·h)	备注
低密度		428.98 545.57 - 21.37%		控制 未控制 指标改善
中密度	54378 51567 5.45%			控制 未控制 指标改善
高密度			442.36 610.41 - 27.53%	控制 未控制 指标改善

其中 $(u_{1i})_{opt} = 0.831, J_L = J_{Lmin}; (u_{1i}, u_{2i})_{opt} = (0.766, 10.533), J_M = J_{Mmax}; (u_{2i}, u_{3i})_{opt} = (16.476, 0.271), J_H = J_{Hmin}$.

6 结束语

众所周知, 高速公路动态交通控制问题是一个非线性大系统最优控制问题, 理论上讲, 可以用庞特里亚金的极小值原理或动态规划法求解. 我们知道, 极小值原理的实质是求解一个两点边值问题, 这往往很困难, 因为问题维数高, 且高度非线性, 不仅计算量大, 占据内存相当多, 而且不一定保证迭代运算是收敛的, 因此常用分散控制或递阶控制来解决. 一般, 多层分散控制从理论讲比较完善, 控制效果精确, 系统鲁棒性较强, 但从本质上看也是次最优的, 且实时性较差(除非使用大型计算机), 工程上不易实现. 而本文首先选取较为实用简单的性能指标, 不是直接将主线速度和出入口匝道流量等作为控制量, 而是通过优化与上述 3 个量密切相关的参数 u_{1i}, u_{2i}, u_{3i} 使得所选的性能指标达到最优, 这样就大大降低了计算量. 在实现时可以将 u_{1i} 转换为可变限速标志的限速值, u_{2i} 可以转化为入口匝道控制信号的配时方案, u_{3i} 可变换为可变信息板中的诱导信息等, 容易实现. 本文的主要结论如下.

(1) 针对中国目前的道路、交通状况, 根据交通流的不同密度区间, 提出了不同的控制策略和方法.

(2) 以总服务流量、总行程时间、入口匝道平均等待时间及行程时间延误等指标作为控制效果评价的性能指标, 提出了低密度区的可变限速控制、中密度区的可变限速和入口匝道联合控制及高密度区入口匝道调节和出口分流协调控制 3 个最优问题.

(3) 分别编制了求解上述 3 个最优问题的计算机程序, 利用仿真方法模拟了受控交通流和未控交通流, 控制效果较好.

(4) 所提出的控制算法简单、运算量少、精度较高、便于计算机进行实时控制.

(5) 没有模拟高速公路偶发性阻塞情况下的控制效果, 这有待进一步研究.

参 考 文 献

- 1 姜紫峰, 韩锡令. 高速公路交通流低密度区可变速度控制. 西安公路学院学报, 1993, (4): 6 ~ 11
- 2 Ju Rong-shyang, Maze T H. Freeway Surveillance and Control System Using Simulation Model. Journal of Transportation Engineering, 1989, 115(4): 432 ~ 446
- 3 Payne H J. Model of Freeway Traffic and Control Simulation. Council Proc, Mathematical Models of Public Systems, 1971, (1): 51 ~ 61
- 4 Papageorgiou M, Blosselle J M, Hajsalem H. Modeling and Real-time Control of Traffic Flow on The Southern Part of Boulevard Preiphérique in Paris. Transportation Research A, 1990, 24: 345 ~ 359
- 5 Grewal M S, Payne H J. Identification of Parameters in a Freeway Traffic Model. IEEE Trans Syst Man Cybern, 1976, (6): 176 ~ 185
- 6 Papageorgiou M. Application of Automatic Control Concepts to Traffic Flow Modeling and Control. Springer-Verlage, Berlin/Meidelberg/New York/Tokyo, 1983

DYNAMIC TRAFFIC FLOW MODELING AND CONTROL STRATEGY

JIANG Zifeng

(Department of Traffic Information and Control Engineering, Xi'an Highway University 710064)

Abstract From the viewpoint of macro dynamic characteristics of freeway traffic flow, this paper first presents a commonly used macroscopic dynamic deterministic traffic flow model for traffic control and simulation. By integration traffic survey data with simulation assumption, it gives parameter identification and optimization of the model by using computer simulation and optimization techniques, so we obtain a model which is capable of describing real traffic flow dynamic behavior more precisely. Then it proposes a variable speed limit control, on-ramp control and off-ramp diversion control models with optimal solutions for low, moderate and high traffic density sections. Finally, traffic flow with and without control is simulated by computer with satisfactory results.

Key words freeway, model, performance index, optimization problem, computer simulation

作者简介

姜紫峰, 男, 33岁, 硕士, 讲师. 研究领域为交通流的建模与仿真, 交通系统分析与评价, 交通信息与控制等.