



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103680157 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201410004925. 3

(22) 申请日 2014. 01. 06

(71) 申请人 东南大学

地址 210096 江苏省南京市四牌楼 2 号

(72) 发明人 陈峻 朱仁伟 刘志广 何鹏

(74) 专利代理机构 江苏永衡昭辉律师事务所

32250

代理人 王斌

(51) Int. Cl.

G08G 1/07(2006. 01)

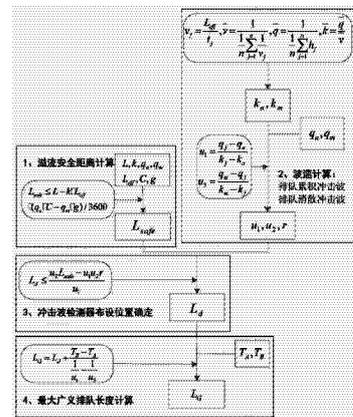
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种面向城市瓶颈路段的车辆排队溢流预判方法

(57) 摘要

本发明公开了一种面向城市瓶颈路段的车辆排队溢流预判方法,用以判别路段是否发生或将要发生车辆排队溢流,主要包括最大广义排队长度的确定方法和车辆排队溢流预判方法两个部分,首先确定瓶颈路段允许车辆排队长度值,即溢流安全距离;接着结合交通冲击波模型,计算排队累积冲击波和排队消散冲击波的波速;然后确定冲击波检测器的布设位置;最后,根据检测器的布设位置,计算最大广义排队长度值,若车辆广义排队长度大于溢流安全距离,即认为发生或将要发生车辆排队溢流。本发明提出的瓶颈路段车辆排队溢流预判,为是否及时实施交叉口瓶颈路段车辆排队溢流控制提供了前提与质量保障。



1. 一种面向城市瓶颈路段的车辆排队溢流预判方法,其特征在于:包括以下步骤:

1) 溢流安全距离 L_{safe} 确定;

所述溢流安全距离 L_{safe} ——是瓶颈路段允许车辆排队长度值,其计算公式如下:

$$L_{safe} = L - k \cdot L_{eff} \cdot (q_a \cdot C - q_m \cdot g) / 3600;$$

其中: L 为瓶颈路段长度,单位:米; L_{eff} 为有效车身长度,是实际车身长度与停车安全距离之和,等于进口道连续停止车辆之间的平均车头间距,通过排队长度与排队车辆数的比值得到,单位:米; q_a 为路段上游车辆平均到达率,通过上游交叉口检测器检测得到,单位:当量交通量/时; q_m 为采用溢流控制方案前,当前周期有效绿灯起亮后车辆驶离率,假定车辆以饱和和流率驶离,通过下游交叉口检测器检测得到,单位:当量交通量/时; C 为周期时间,单位:秒; g 为进口道绿灯时间,单位:秒;

2) 排队累积冲击波和排队消散冲击波的波速确定,具体为:

步骤一:排队累积冲击波波速确定;

所述排队累积冲击波是在红灯期间,到达交叉口停车线处的车辆由于遇到红灯被迫停车,交通流状态由自由流状态向阻塞交通流状态转变时产生的冲击波,其波速计算公式为:

$$u_1 = \frac{q_j - q_a}{k_j - k_a}$$

其中: q_j 表示阻塞交通流量, $q_j = 0$; k_j 表示阻塞交通流密度,通过排队长度与排队车辆数比值得到,单位为:当量交通量/时; q_a, k_a 分别表示周期内上游到达交通流平均到达率及平均密度,通过上游交叉口检测器检测得到,单位分别为:当量交通量/时,当量交通量/千米;

步骤二:排队消散冲击波波速确定;

所述排队消散冲击波是在周期绿灯起亮时,停车线处的排队车辆开始启动加速驶过停车线,交通流状态由阻塞流转换为饱和流状态时产生的冲击波,其波速计算公式为:

$$u_2 = \frac{q_m - q_j}{k_m - k_j}$$

其中: q_m, k_m 分别表示交通流率最大时的交通流流量与密度,通过下游交叉口检测器检测得到,单位分别为:当量交通量/时,当量交通量/千米; q_j, k_j 表示阻塞交通流量, $q_j = 0$; k_j 表示阻塞交通流密度,由交叉口排队长度与排队车辆数比值得到,单位为:当量交通量/千米;

3) 冲击波检测器布设位置的确定;

考虑不同区间交通冲击波波速的差异性,结合交通波动理论的相关知识,根据线圈检测器的设置原理,确定瓶颈路段排队溢流检测器位置布设应满足以下条件:

条件一:

当排队消散冲击波传播至检测器位置处时,要求广义车辆排队长度不大于溢流安全距离的大小,因此:

$$L_d \leq \frac{u_2 L_{safe} - u_1 u_2 r}{u_1}$$

其中： L_d 为冲击波检测器距停车线的距离，单位：米； u_1, u_2 为排队累积冲击波和排队消散冲击波的波速； L_{safe} 为溢流安全距离，单位：米； r 为交叉口红灯时长，单位：秒；

条件二：

考虑到交通流运行过程中的随机性、离散性，在满足条件一基础上，选取最大值为 L_d 值；

4) 计算最大广义车辆排队长度值；

在得到检测器距停止线的距离后，结合冲击波波速 u_1, u_2 以及关键数据记录点 A、B 对应时间轴的值、红灯时间、周期时间等参数，可以确定最大广义车辆排队长度 L_G ，其中关键数据记录点 A、B 对应的时刻分别为冲击波检测器处交通流状态由 (q_a, k_a) 转变为 (q_j, k_j) ， (q_j, k_j) 转变为 (q_m, k_m) 的时刻；

5) 车辆排队溢流判断；

若 $L_G \geq L_{safe}$ ，则可以判断瓶颈路段发生或将发生车辆排队溢流；若 $L_G < L_{safe}$ ，则瓶颈路段没有发生或不会发生车辆排队溢流。

2. 根据权利要求 1 所述的一种面向城市瓶颈路段的车辆排队溢流预判方法，其特征在于：所述步骤 4) 中最大广义车辆排队长度通过下式确定：

$$L_G = L_d + \frac{T_B - T_A}{\frac{1}{u_1} - \frac{1}{u_2}}$$

式中： L_G ——最大广义车辆排队长度，单位：米；

L_d ——冲击波检测器至停车线的距离，单位：米；

T_A ——冲击波检测器采集到关键数据记录点 A 时对应的时刻，单位：秒；

T_B ——冲击波检测器采集到关键数据记录点 B 时对应的时刻，单位：秒；

u_1 ——排队累积冲击波波速；

u_2 ——排队消散冲击波波速。

一种面向城市瓶颈路段的车辆排队溢流预判方法

技术领域

[0001] 本发明属于道路交通控制领域,具体涉及一种面向城市瓶颈路段的最大广义车辆排队长度确定和车辆排队溢流预判方法。

背景技术

[0002] 随着社会经济的高速发展、人口的持续增长以及人民生活水平的逐渐提高,我国机动车保有量也正以前所未有的速度增加,庞大的机动车数量使得城市道路及其交通设施不堪重负,局部甚至大面积的交通拥堵时常发生。从交通拥堵发生的空间来看,城市道路交通拥堵现象往往是从路网某一交叉口开始,表现为交叉口某一进口道车辆排队过长,并连续多周期得不到有效的消散,车辆排队有进一步向上游蔓延甚至延伸至上游交叉口内的态势,可能会出现车辆排队溢流现象。现有研究多以溢流安全距离(瓶颈路段允许车辆排队长度值)作为排队溢流检测器与停车线之间的距离,通过采集到的信息作为车辆排队是否发生或者将要发生车辆排队溢流现象的判断标准。然而,合适的溢流安全距离往往受到瓶颈路段长度、路段上游车辆到达强度等参数值影响,不同的道路、交通条件下所需要的溢流安全距离往往并非唯一确定的。而在实际应用中,排队溢流检测器无法也不可能满足溢流安全距离的动态布设需求。因此,考虑到当广义排队长度(周期内瓶颈路段上队尾车辆所处位置距离交叉口停车线的距离)大于溢流安全距离时,认为发生或将要发生车辆排队溢流,会更合理。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提出一种面向城市瓶颈路段的车辆排队溢流预判方法,主要包括溢流安全距离的确定方法和最大广义排队长度的确定方法两个部分,通过比较溢流安全距离和最大广义排队长度的大小,用以识别发生或将要发生车辆排队溢流路段,进而决定是否进行溢流控制,以避免或减缓大面积城市交通拥堵。

[0004] 本发明采用的技术方案为:一种面向城市瓶颈路段的车辆排队溢流预判方法,包括以下步骤:

[0005] a. 溢流安全距离 L_{safe} 确定:

[0006] 溢流安全距离 L_{safe} ,是瓶颈路段允许车辆排队长度值。考虑到普通控制方案与溢流控制方案之间的过渡要求,以 k 个周期为控制方案之间转换的过渡周期数, k 值一般取 $1 \sim 3$,提出溢流安全距离的计算公式,如下式所示:

[0007]
$$L_{safe} = L - k \cdot L_{eff} \cdot (q_a \cdot C - q_m \cdot g) / 3600$$

[0008] 式中: L ——瓶颈路段长度,单位:米;

[0009] L_{eff} ——有效车身长度,为实际车身长度与停车安全距离之和,等于进口道连续停止车辆之间的平均车头间距,通过排队长度与排队车辆数比值得到,单位:米;

[0010] q_a ——路段上游车辆平均到达率,通过上游交叉口检测器检测得到,单位:当量交通量/时;

[0011] q_m ——溢流控制方案采用前,当前周期有效绿灯起亮后车辆驶离率,假定车辆以饱和和流率驶离,通过下游交叉口检测器检测得到,单位:当量交通量/时;

[0012] C ——周期时间,单位:秒;

[0013] g ——进口道绿灯时间,单位:秒。

[0014] b. 排队累积冲击波和排队消散冲击波的波速确定:

[0015] 步骤一:排队累积冲击波波速确定。

[0016] 排队累积冲击波是在红灯期间,到达交叉口停车线处的车辆由于遇到红灯被迫停车,交通流状态由自由流状态向阻塞交通流状态转变时产生的冲击波。其波速 u_1 可由下式表示:

$$[0017] \quad u_1 = \frac{q_j - q_a}{k_j - k_a}$$

[0018] 式中: q_j ——阻塞交通流量, $q_j = 0$;

[0019] k_j ——阻塞交通流密度,通过排队长度与排队车辆数比值得到,单位为:当量交通量/时;

[0020] q_a, k_a ——分别表示周期内上游到达交通流平均到达率及平均密度,通过上游交叉口检测器检测得到,单位分别为:当量交通量/时,当量交通量/千米。

[0021] 步骤二:排队消散冲击波波速确定。

[0022] 排队消散冲击波是在周期绿灯起亮时,停车线处的排队车辆开始起动加速驶过停车线,交通流状态由阻塞流转换为饱和流状态时产生的冲击波。排队消散冲击波波速 u_2 可由下式表示:

$$[0023] \quad u_2 = \frac{q_m - q_j}{k_m - k_j}$$

[0024] 式中: q_m, k_m ——交通流率最大时的交通流流量与密度,通过下游交叉口检测器检测得到,单位分别为:当量交通量/时,当量交通量/千米;

[0025] q_j ——阻塞交通流量, $q_j = 0$;

[0026] k_j ——阻塞交通流密度,由交叉口排队长度与排队车辆数比值得到,单位为:当量交通量/千米。

[0027] c. 冲击波检测器布设位置的确定方法:

[0028] 考虑不同区间交通冲击波波速的差异性,结合交通波动理论的相关知识,根据线圈检测器的设置原理,确定瓶颈路段排队溢流检测器位置布设应满足以下条件:

[0029] 条件一:

[0030] 当交通冲击波 w_2 传播至检测器位置处时,要求广义车辆排队长度不大于溢流安全距离的大小,因此,可以得出:

$$[0031] \quad L_d \leq \frac{u_2 L_{safe} - u_1 u_2 r}{u_1}$$

[0032] 式中: L_d ——冲击波检测器距停车线的距离,单位:米;

[0033] u_1, u_2 ——排队累积冲击波和排队消散冲击波的波速;

[0034] L_{safe} ——溢流安全距离,单位:米;

[0035] r ——交叉口红灯时长,单位:秒。

[0036] 条件二:

[0037] 考虑到交通流运行过程中的随机性、离散性,在满足条件一基础上,选取最大值为 L_d 值。

[0038] d. 计算最大广义车辆排队长度值:

[0039] 在得到检测器距停止线的距离后,可以计算最大广义车辆排队长度值:

$$[0040] \quad L_G = L_d + \frac{T_B - T_A}{\frac{1}{u_1} - \frac{1}{u_2}}$$

[0041] 式中: L_d ——冲击波检测器至停车线的距离,单位:米;

[0042] T_A ——冲击波检测器采集到关键数据记录点 A 时对应的时刻,单位:秒;

[0043] T_B ——冲击波检测器采集到关键数据记录点 B 时对应的时刻,单位:秒。

[0044] e. 车辆排队溢流判断:

[0045] 若 $L_G \geq L_{safe}$,则可以判断瓶颈路段发生或将发生车辆排队溢流;若 $L_G < L_{safe}$,则瓶颈路段没有发生车辆排队溢流。

[0046] 至此,完成瓶颈路段是否发生或将发生车辆排队溢流判断,为是否需要进行溢流控制提供了依据。

[0047] 有益效果:

[0048] 1、本发明提出的城市瓶颈路段车辆排队溢流预判方法合理可靠,简单易行,本发明提出了在基于交通冲击波模型进行的车辆排队过程分析的基础上,考虑选取合适的交通冲击波进行最大广义排队长度估算,间接通过最大广义排队长度值与溢流安全距离的大小关系实现车辆排队溢流的预判别,比目前直接采用在溢流安全距离设置检测器,通过采集到的信息作为是否发生溢流的标准,更符合实际。

[0049] 2、本发明提出的瓶颈路段车辆排队溢流预判,为是否及时实施交叉口瓶颈路段车辆排队溢流控制提供了前提与质量保障。溢流控制本质上是一种针对“车辆排队溢流”这种特殊交通拥堵问题而提出的极端控制方法,往往是以牺牲其他进口道通行权为代价,保障拥挤进口道的优先通行,在一定程度上增加了交通运行系统的不稳定性。因此,需要充分考虑实施这种特殊控制方法的必要性,避免由于不必要的溢流控制而导致新的交通拥堵问题出现。

附图说明:

[0050] 图 1 为瓶颈路段检测器布设示意图。

[0051] 图 2 为瓶颈路段车辆排队溢流发生时广义排队长度示意图。

[0052] 图 3 为城市瓶颈路段车辆排队溢流预判流程图。

具体实施方式:

[0053] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步说明。

[0054] (1) 瓶颈路段设置

[0055] 构建瓶颈交叉口 i 及其上游交叉口 $i+1$,以交叉口各连接道路为双向四车道路段

为例,交叉口采用常用的四相位信号控制,如图 1 所示,调查得到瓶颈交叉口 i 各相位的关键车流量值,并进行配时。

[0056] (2) 溢流安全距离计算

[0057] 假定取 2 个周期为控制方案转换的过渡周期,即令 $k = 2$,则根据实验已知条件设置中初始交通参数 L 、 k 、 L_{eff} 、 C 、 g 值,以及通过上游检测器 1、下游检测器 2 获取的交通参数 q_a 、 q_m ,求得溢流安全距离 L_{safe} 。

[0058] (3) 冲击波波速计算

[0059] 分别在瓶颈路段上游进口道附近,停车线位置处布设上游检测器 1、下游检测器 2,如图 1 所示,,采集交通参数 t_j 、 n 、 h_j 、 q_a 、 q_m ,求得交通参数 k_a 、 k_m 。运用 q_a 、 q_m 、 k_a 、 k_m 可分别求知排队累积冲击波、消散冲击波波速 u_1 、 u_2 。

[0060] (4) 冲击波检测器位置确定

[0061] 根据 u_1 、 u_2 、 L_{safe} 计算结果,可求得冲击波检测器布设距离 L_d 的范围,因此在满足该范围的条件下,选取最大值为 L_d 值。

[0062] (5) 最大广义排队长度计算

[0063] 通过对冲击波检测器采集到的连续车辆车头时距的分析,识别出排队累积冲击波、消散冲击波传播到检测器位置处的时刻 T_A 、 T_B ,连同前面计算求得的 u_1 、 u_2 、 L_d 代入最大广义排队长度估算模型,进行计算。

[0064] (6) 判别是否发生或将发生车辆排队溢流

[0065] 在获知当前周期内最大广义排队长度值之后,若 $L_c \geq L_{\text{safe}}$,则说明发生或将发生车辆排队溢流,如图 2 所示;否则说明未发生或不会发生车辆排队溢流。

[0066] 至此,完成瓶颈路段是否发生或将发生车辆排队溢流判断,为是否需要进行溢流控制提供了依据,如图 3 所示。

[0067] 应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。本实施例中未明确的各组成部分均可用现有技术加以实现。

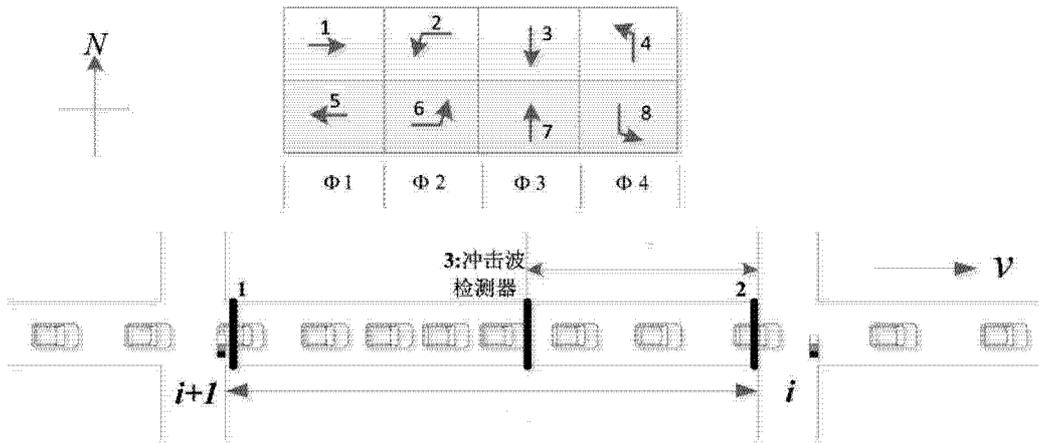


图 1

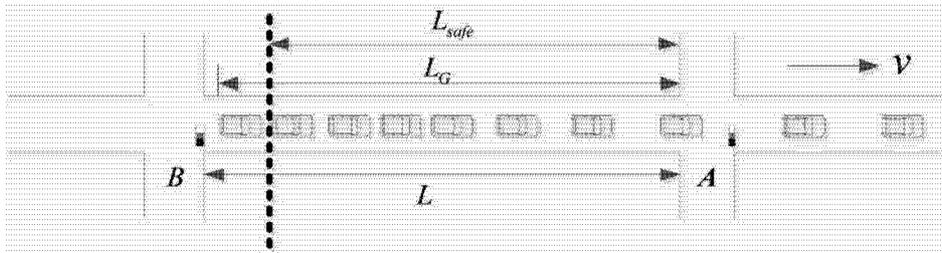


图 2

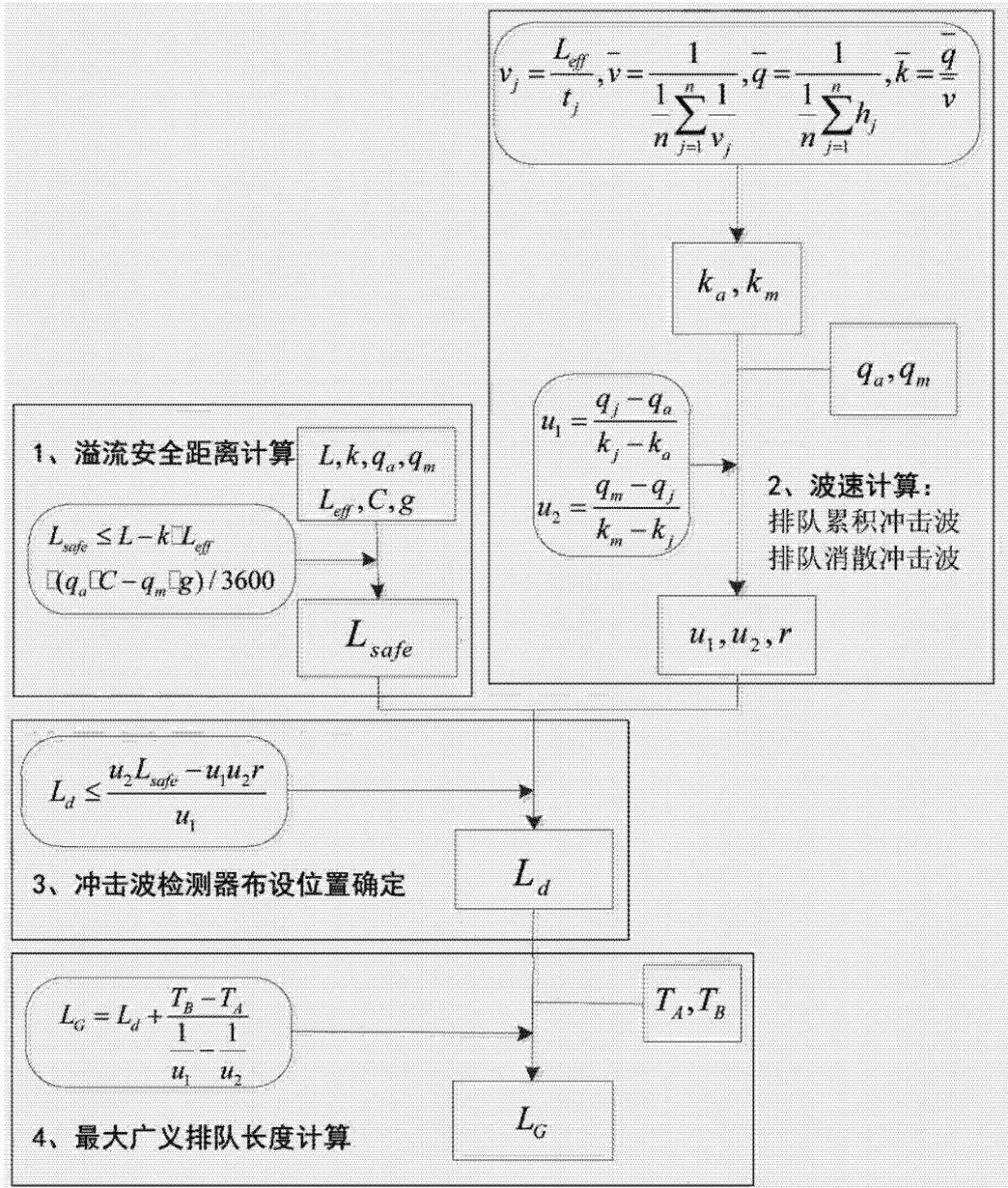


图 3