



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103021176 A

(43) 申请公布日 2013. 04. 03

(21) 申请号 201210507080. 0

(22) 申请日 2012. 11. 29

(71) 申请人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路  
38 号(72) 发明人 王殿海 付凤杰 金盛 马东方  
汤月华(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务有限公  
司 33200

代理人 杜军

(51) Int. Cl.

G08G 1/01 (2006. 01)

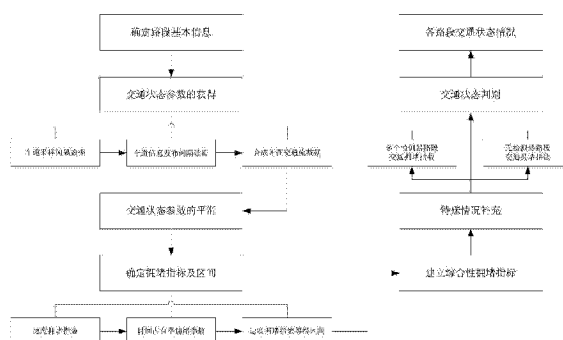
权利要求书 6 页 说明书 11 页 附图 3 页

## (54) 发明名称

基于断面检测器的城市道路交通状态判别方  
法

## (57) 摘要

本发明公开了一种基于断面检测器的城市道路交通状态判别方法。现有交通状态判别方法的精度和可靠性较低。本发明是以交通流量、速度、时间占有率这三项交通流参数构造一个综合拥堵评价指标,即交通拥堵指数,利用交通拥堵指数对路段交通状态进行判别。本发明提出的交通状态判别方法包括信息发布间隔内断面交通流数据获取的步骤、交通流参数平滑的步骤、速度拥堵指数和占有率拥堵指数计算的步骤、临界速度拥堵指数计算的步骤、交通拥堵指数计算的步骤、路段交通状态判别的步骤。本发明基于路段上某一个检测断面的交通信息,综合考虑多种交通流参数,自动判别该路段所处交通状态,同时采用尽量少的判别阈值并充分利用现有资源,易于工程实现。



1. 基于断面检测器的城市道路交通状态判别方法,其特征在于该方法包括以下步骤:

c1、从各车道上各断面检测器中根据事先确定的采样间隔时间获取该检测断面该车道的交通流量、速度和时间占有率这三项交通流参数;继而得到信息发布间隔表征该检测断面该车道交通流特性的交通流量、速度和时间占有率;对交通流参数进行预处理,得到信息发布间隔表征该检测断面交通流特性的交通流量、速度和时间占有率;

c2、交通流参数的平滑;

c3、根据预处理后的交通流参数计算速度拥堵指数和占有率拥堵指数;

c4、根据划分道路等级的临界速度计算对应的临界速度拥堵指数;

c5、根据速度拥堵指数和占有率拥堵指数计算综合拥堵指标——交通拥堵指数;

c6、根据步骤 c4 得到的临界速度拥堵指数和 c5 得到的交通拥堵指数对路段交通状态进行判断。

2. 根据权利要求 1 所述的基于断面检测器的城市道路交通状态判别方法,其特征在于:步骤 c1 中获取实时交通流参数的过程包括:

c11、确定所需检测的路段,以及路段断面检测器布设情况;

c12、确定数据采样间隔:选取采样间隔为 1 分钟;

c13、通过环断面检测器获取每一采样间隔内每条车道上的交通流量、速度和时间占有率数据;

c14、由每一采样间隔内每条车道上的交通流量、速度和时间占有率数据计算得到每一信息发布间隔内每条车道上的交通流量、速度和时间占有率数据;

c15、对步骤 c14 中获得的各车道实时交通流参数进行预处理,得到表征该检测断面的交通流参数。

3. 根据权利要求 2 所述的基于断面检测器的城市道路交通状态判别方法,其特征在于:步骤 c13 中对于每条车道上的每个断面检测器,获取相应车道的交通流量和时间占有率,以及每辆车的速度;

从断面检测器中获取交通流参数具体包括:

c131、获取交通流量参数;

每一采样间隔内交通流量即一分钟内通过该断面检测器的车辆数,单位为 veh;

$$q_i(k) = N_i(k)$$

式中: $i$ ——该路段的第  $i$  条车道;

$k$ ——第  $k$  个采样间隔;

$n$ ——采样间隔内通过该断面检测器的第  $n$  辆车;

$N_i(k)$ ——第  $k$  个采样间隔第  $i$  条车道上通过该断面检测器的车辆数;

$q_i(k)$ ——第  $k$  个采样间隔第  $i$  条车道的交通流量;

c132、获取速度参数;

每一采样间隔内平均速度即一分钟内通过该断面检测器的所有车辆的平均速度,单位为 km/h;

$$v_i(k) = \frac{\sum_{n=1}^{M_i(k)} v_n(k)}{q_i(k)}$$

式中： $v_i(k)$ ——第  $k$  个采样间隔第  $i$  条车道车辆的平均速度；

$v_n(k)$ ——第  $n$  辆车通过断面检测器时的速度；

c133、获取时间占有率参数；

每一采样间隔内时间占有率即一分钟内通过该断面检测器的所有车辆占用检测器的总时间与 1 分钟的百分比；

$$o_i(k) = \frac{\sum_{n=1}^{M_i(k)} t_n(k)}{60}$$

式中： $t_n(k)$ ——第  $n$  辆车通过断面检测器时占有检测器的时间；

$o_i(k)$ ——第  $k$  个采样间隔第  $i$  条车道的占有率。

4. 根据权利要求 2 所述的基于断面检测器的城市道路交通状态判别方法，其特征在于：步骤 c14 中需剔除各车道断面检测器的异常数据，采用阈值筛选法，即剔除超过一定阈值的交通流量、速度和时间占有率数据；然后对合格数据进行信息发布间隔数据合成，得到每一信息发布间隔内每条车道上的交通流量、速度和时间占有率数据，详细步骤如下：

c141、每一信息发布间隔内每条车道上的交通流量参数处理

发布间隔内交通流量即发布间隔内通过该断面检测器的车辆数，单位为 veh，即：

$$q_i = \sum_{k=1}^m q_i(k)$$

式中： $k$ ——第  $k$  个采样间隔， $k \in (1, m]$ ；

$m$ ——信息发布间隔，

$q_i$ ——第  $i$  条车道信息发布间隔内的流量；

c142、每一信息发布间隔内每条车道上的速度参数处理

发布间隔内平均速度为，每个采样间隔平均速度的加权平均值，以每个采样间隔的流量为权重，单位为 km/h，即：

$$v_i = \frac{\sum_{k=1}^m v_i(k) q_i(k)}{\sum_{k=1}^m q_i(k)}$$

式中： $v_i$ ——第  $i$  条车道信息发布间隔内的平均速度；

c143、每一信息发布间隔内每条车道上的时间占有率参数处理

发布间隔内时间占有率取每个采样间隔时间占有率的平均值，即：

$$o_i = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m o_i(k)$$

式中： $q_i$ ——第  $i$  条车道信息发布间隔内的占有率。

5. 根据权利要求 2 所述的基于断面检测器的城市道路交通状态判别方法，其特征在于：步骤 c15 中对每一信息发布间隔内每条车道上的交通流参数进行合成，获取相应的断面交通流量、时间占有率和速度；

c151、断面交通流量参数处理

断面流量为发布间隔内通过该断面的车辆数，即各个车道流量之和，单位为 veh，即：

$$\bar{q}(j) = \sum_{i=1}^l q_i$$

式中： $j$ ——第  $j$  个信息发布间隔；

$\bar{q}(j)$ ——第  $j$  个信息发布间隔的断面流量；

c152、断面速度参数处理

断面速度为车道平均速度的加权平均值，以车道流量为权重，单位为 km/h，即：

$$\bar{v}(j) = \frac{\sum_{i=1}^l v_i q_i}{\sum_{i=1}^l q_i}$$

式中： $\bar{v}(j)$ ——第  $j$  个信息发布间隔的速度值；

c152、断面时间占有率参数处理

断面时间占有率为车道时间占有率的平均值，即：

$$\bar{o}(j) = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l o_i$$

式中： $\bar{o}(j)$ ——第  $j$  个信息发布间隔的时间占有率。

6. 根据权利要求 1 所述的基于断面检测器的城市道路交通状态判别方法，其特征在于：步骤 c2 对实际检测得到的断面数据进行平滑处理，保证系统运行的稳定性，减少随机因素的干扰，保持交通状态发布的连续性与稳定性，详细计算如下：

$$\hat{o}(j) = \frac{\beta_1 \bar{o}(j) + \beta_2 \bar{o}(j-1) + \beta_3 \bar{o}(j-2)}{\beta_1 + \beta_2 + \beta_3}$$

$$\hat{v}(j) = \frac{\beta_1 \bar{q}(j) \bar{v}(j) + \beta_2 \bar{q}(j-1) \bar{v}(j-1) + \beta_3 \bar{q}(j-2) \bar{v}(j-2)}{\beta_1 \bar{q}(j) + \beta_2 \bar{q}(j-1) + \beta_3 \bar{q}(j-2)}$$

式中： $\hat{o}(j)$ ——平滑后的第  $j$  个信息发布间隔内时间占有率；

$\hat{v}(j)$ ——平滑后的第  $j$  个信息发布间隔内速度值；

$\bar{q}(j)$ ——第  $j$  个信息发布间隔内的断面流量；

$\bar{o}(j)$ ——第  $j$  个信息发布间隔内的时间占有率；

$\bar{v}(j)$ ——第  $j$  个信息发布间隔内的速度；

$\beta$ ——平滑系数，有  $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ 。

7. 根据权利要求 1 所述的基于断面检测器的城市道路交通状态判别方法,其特征在  
于:步骤 c3 将交通流数据进行归一化处理,得到速度拥堵指数和时间占有率拥堵指数,详  
细步骤如下;

#### c31 速度拥堵指数

假定速度与速度拥堵指数的关系呈线性关系,且速度的最小值(0)和最大值( $v_f$ )对应  
速度拥堵指数分别为 1、0;速度拥堵指数的计算公式为:

$$J_v = 1 - \frac{\hat{v}}{v_f}$$

式中: $J_v$ ——速度拥堵指数;

$v_f$ ——自由流速度;

$\hat{v}$ ——平滑后的断面速度;

#### c32 时间占有率拥堵指数

时间占有率与时间占有率拥堵指数呈线性关系,时间占有率的最小值(0)和最大值  
( $\alpha_{\max}$ )对应速度拥堵指数分别为 0、1;则时间占有率拥堵指数的计算公式如下:

$$J_o = \frac{\hat{o}}{\alpha_{\max}}$$

式中: $J_o$ ——时间占有率拥堵指数;

$\alpha_{\max}$ ——时间占有率的历史最大值;

$\hat{o}$ ——平滑后的断面时间占有率。

8. 根据权利要求 1 所述的基于断面检测器的城市道路交通状态判别方法,其特征在  
于:步骤 c4 依据城市道路等级划分的临界速度值 $v_1$ 、 $v_2$ 将城市道路交通状态划分为拥堵、  
滞缓和畅通三级,根据临界速度值 $v_1$ 、 $v_2$ 计算出对应的临界速度拥堵指数:

$$J_1 = 1 - \frac{v_1}{v_f}$$

$$J_2 = 1 - \frac{v_2}{v_f}$$

式中: $J_1$ 、 $J_2$ ——交通状态变化的临界值;

$v_1$ 、 $v_2$ ——交通状态划分的临界速度;

$v_f$ ——自由流速度。

9. 根据权利要求 1 所述的基于断面检测器的城市道路交通状态判别方法,其特征在  
于:步骤 c5 融合速度拥堵指数和时间占有率拥堵指数,建立综合性拥堵指标——交通拥堵  
指数,详细步骤如下:

#### c51 单组检测器路段

$$J = \eta J_v + (1 - \eta) J_o$$

式中,  $J$ ——交通状态判别的综合性指标,称为交通拥堵指数;

$J_v$ ——速度拥堵指数;

$J_o$ ——时间占有率拥堵指数;

$\eta$ ——速度指标与时间占有率指标的权重系数,取值为0-1,系统可以默认为0.5,并根据实际情况进行调整;

#### c52 多组检测器路段

存在多组断面检测器时,需要根据断面检测器的位置进行综合判别计算得到连线的交通拥堵指数;

$$J = \frac{\sum_{i=1}^n l_{di} J_{di}}{\sum_{i=1}^n l_{di}}$$

式中:  $J_{di}$ ——检测器  $i$  的交通拥堵指数;

$l_{di}$ ——检测器  $i$  到其下游检测器的距离;

$l_{d1}$ ——距离下游停车线最近的检测器距停车线的距离;

#### c53 无检测路段

上下游路段均无检测器时,此路段交通状态为灰色,即未知;

上游或下游设有检测器,此路段交通状态则以上下游路段交通状态为依据,利用上下游交通拥堵指数计算得到该路段的交通拥堵指数;

$$J = \alpha J_{up} + (1 - \alpha) J_{down} \quad (18)$$

式中:  $J_{up}$ ——上游检测器的交通拥堵指数;

$J_{down}$ ——下游检测器的交通拥堵指数;

$\alpha$ ——上下游检测器交通拥堵指数的权重系数,当下游路段无检测器时,  $\alpha = 1$ ;当上游路段无检测器时,  $\alpha = 0$ ;上下游均有检测器时,  $\alpha = 0.5$ 。

10. 根据权利要求1所述的基于断面检测器的城市道路交通状态判别方法,其特征在于:步骤c6考虑了在交通状态变化的临界位置进行处理的问题,即采用交通状态变化的可信区间;定义  $\pm \Delta J$  为状态变化的正常波动区间,则交通状态判别的详细步骤如下;

c61 如果第  $j$  个发布间隔内,交通状态为红时,判断第  $j+1$  发布间隔交通状态判别依据为:

- ①当  $J \in (J_1 - \Delta J_1, 1]$  时,交通状态为红;
- ②当  $J \in (J_2 - \Delta J_2, J_1 - \Delta J_1]$  时,交通状态为黄;
- ③当  $J \in [0, J_2 - \Delta J_2]$  时,交通状态为绿;

c62 如果第  $j$  个发布间隔内,交通状态为黄时,判断第  $j+1$  发布间隔交通状态判别依据为:

- ①当  $J \in (J_1 + \Delta J_1, 1]$  时,交通状态为红;
- ②当  $J \in (J_2 - \Delta J_2, J_1 + \Delta J_1]$  时,交通状态为黄;

③当 $J \in [0, J_2 - \Delta J_2]$ 时, 交通状态为绿;

c63 如果第  $j$  个发布间隔内, 交通状态为绿时, 判断第  $j+1$  发布间隔交通状态判别依据为:

①当 $J \in (J_1 + \Delta J_1, 1]$ 时, 交通状态为红;

②当 $J \in (J_2 + \Delta J_2, J_1 + \Delta J_1]$ 时, 交通状态为黄;

③当 $J \in [0, J_2 + \Delta J_2]$ 时, 交通状态为绿;

上述规则中,  $\Delta J_1$  与  $\Delta J_2$  的取值需要根据实际情况设置。

## 基于断面检测器的城市道路交通状态判别方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于断面检测器的城市道路交通状态判别方法,用于城市交通控制与管理,属于智能交通研究领域。

### 背景技术

[0002] 对道路交通状态进行科学合理的估计,可以为交通管理部门和交通参与者提供动态决策依据,诱导城市交通良性发展。

[0003] 目前城市道路交通状态的判别主要以浮动车数据为依据,以视频监控和人工观测为补充。作为当前惟一能够支持大规模应用浮动车数据采集源的出租车,本身也是一种营运车辆,在不同时段的载客率和出车率差异很大,而且往往集中在公共活动集中的区域和重要客运通道上,这种行驶特性会影响到用于计算路段行程车速的浮动车样本量及计算精确度;由于视频监控资源极为有限,人为因素对人工观测和视频监控结果的影响较大,因此现有交通状态判别方法的精度和可靠性较低。同时现有交通状态判别方法多以速度为判别的唯一依据,对速度数据的稳定性和可靠性要求较高,而时间占有率也是衡量交通状态的一个重要因素。因此建立起一个基于断面检测器的并融合时间占有率的城市道路交通状态判别方法是十分迫切的。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种基于断面检测器的城市道路交通状态判别方法。该方法的基本思想是以交通流量、速度、时间占有率这三项交通流参数构造一个综合拥堵评价指标——交通拥堵指数,利用交通拥堵指数对路段交通状态进行判别。为实现上述目的,本发明提出的交通状态判别方法包括信息发布间隔内断面交通流数据获取的步骤、交通流参数平滑的步骤、速度拥堵指数和占有率拥堵指数计算的步骤、临界速度拥堵指数计算的步骤、交通拥堵指数计算的步骤、路段交通状态判别的步骤。

[0005] 本发明提出的交通状态判别方法,包含了三种断面检测器的布设情况, :有一组断面检测器交通状态判别、有多组检测器交通状态判别、无检测器交通状态判别。

[0006] 有一组断面检测器交通状态判别是一种城市道路交通状态判别方法,判别路段只有一组检测器,每个发布间隔内通过检测器获得交通流数据,确定交通拥堵指数,根据预先设定的交通拥堵指数等级区间,判断交通状态。

[0007] 有多组断面检测器交通状态判别是判别路段有多组检测器,根据各组检测器位置综合计算路段交通拥堵指数,依据预先设定的交通拥堵指数等级区间,进行交通状态判断。

[0008] 无检测器交通状态判别是城市道路交通状态判别的一种,判别路段没有检测器,根据上下游连线的交通状态,通过设定上下游交通状态权重来实现该路段的交通状态判别。

[0009] 本方法的基本步骤如下:

c1、从各车道上各断面检测器中根据事先确定的采样间隔时间获取该检测断面该车道



的交通流量、速度和时间占有率这三项交通流参数 ;继而得到信息发布间隔表征该检测断面该车道交通流特性的交通流量、速度和时间占有率 ;对交通流参数进行预处理,得到信息发布间隔表征该检测断面交通流特性的交通流量、速度和时间占有率。

[0010] c2、交通流参数的平滑。

[0011] c3、根据预处理后的交通流参数计算速度拥堵指数和占有率拥堵指数。

[0012] c4、根据划分道路等级的临界速度计算对应的临界速度拥堵指数。

[0013] c5、根据速度拥堵指数和占有率拥堵指数计算综合拥堵指标——交通拥堵指数。

[0014] c6、根据步骤 c4 得到的临界速度拥堵指数和 c5 得到的交通拥堵指数对路段交通状态进行判断。

[0015] 步骤 c1 中获取实时交通流参数的过程包括 :

c11、确定所需检测的路段,以及路段断面检测器布设情况。

[0016] c12、确定数据采样间隔 :选取采样间隔为 1 分钟。

[0017] c13、通过环断面检测器获取每一采样间隔内每条车道上的交通流量、速度和时间占有率数据。

[0018] c14、由每一采样间隔内每条车道上的交通流量、速度和时间占有率数据计算得到每一信息发布间隔内每条车道上的交通流量、速度和时间占有率数据。

[0019] c15、对步骤 c14 中获得的各车道实时交通流参数进行预处理,得到表征该检测断面的交通流参数。

[0020] 步骤 c13 中对于每条车道上的每个断面检测器,获取相应车道的交通流量和时间占有率,以及每辆车的速度 ;

从断面检测器中获取交通流参数具体包括 :

c131、获取交通流量参数 ;

每一采样间隔内交通流量即一分钟内通过该断面检测器的车辆数,单位为 veh ;

$$q_i(k) = N_i(k)$$

式中 : $i$ ——该路段的第  $i$  条车道 ;

$k$ ——第  $k$  个采样间隔 ;

$n$ ——采样间隔内通过该断面检测器的第  $n$  辆车 ;

$N_i(k)$ ——第  $k$  个采样间隔第  $i$  条车道上通过该断面检测器的车辆数 ;

$q_i(k)$ ——第  $k$  个采样间隔第  $i$  条车道的交通流量 ;

c132、获取速度参数 ;

每一采样间隔内平均速度即一分钟内通过该断面检测器的所有车辆的平均速度,单位为 km/h ;

$$v_i(k) = \frac{\sum_{n=1}^{N_i(k)} v_{in}(k)}{q_i(k)}$$

式中 : $v_i(k)$ ——第  $k$  个采样间隔第  $i$  条车道车辆的平均速度。

[0021]  $v_{in}(k)$ ——第  $n$  辆车通过断面检测器时的速度 ;

c133、获取时间占有率参数；

每一采样间隔内时间占有率即一分钟内通过该断面检测器的所有车辆占用检测器的总时间与 1 分钟的百分比。

$$o_i(k) = \frac{\sum_{n=1}^{M_i(k)} t_{in}(k)}{60}$$

[0022] 式中： $t_{in}(k)$ ——第  $n$  辆车通过断面检测器时占有检测器的时间；

$o_i(k)$ ——第  $k$  个采样间隔第  $i$  条车道的占有率；

步骤 c14 中需剔除各车道断面检测器的异常数据,可以采用阈值筛选法,即剔除超过一定阈值的交通流量、速度和时间占有率数据;然后还需对合格数据进行信息发布间隔数据合成,得到每一信息发布间隔内每条车道上的交通流量、速度和时间占有率数据,详细步骤如下:

c141、每一信息发布间隔内每条车道上的交通流量参数处理;

发布间隔内交通流量即发布间隔内通过该断面检测器的车辆数,单位为 veh,即:

$$q_i = \sum_{k=1}^m q_i(k)$$

式中: $k$ ——第  $k$  个采样间隔,  $k \in (1, m]$ ;

$m$ ——信息发布间隔,  $m = 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15 \dots$ 等;

$q_i$ ——第  $i$  条车道信息发布间隔内的流量;

c142、每一信息发布间隔内每条车道上的速度参数处理;

发布间隔内平均速度为,每个采样间隔平均速度的加权平均值,以每个采样间隔的流量为权重,单位为 km/h,即:

$$v_i = \frac{\sum_{k=1}^m v_i(k) q_i(k)}{\sum_{k=1}^m q_i(k)}$$

式中: $v_i$ ——第  $i$  条车道信息发布间隔内的平均速度。

[0023] c143、每一信息发布间隔内每条车道上的时间占有率参数处理

发布间隔内时间占有率取每个采样间隔时间占有率的平均值,即:

$$o_i = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m o_i(k)$$

式中: $o_i$ ——第  $i$  条车道信息发布间隔内的占有率;

5. 步骤 c15 中对每一信息发布间隔内每条车道上的交通流参数进行合成,获取相应的断面交通流量、时间占有率和速度;

c151、断面交通流量参数处理;

断面流量为发布间隔内通过该断面的车辆数,即各个车道流量之和,单位为 veh,即:

$$\bar{q}(j) = \sum_{i=1}^j q_i$$

式中： $j$ ——第  $j$  个信息发布间隔；

$\bar{q}(j)$ ——第  $j$  个信息发布间隔的断面流量；

c152、断面速度参数处理

断面速度为车道平均速度的加权平均值，以车道流量为权重，单位为 km/h，即：

$$\bar{v}(j) = \frac{\sum_{i=1}^j v_i q_i}{\sum_{i=1}^j q_i}$$

式中： $\bar{v}(j)$ ——第  $j$  个信息发布间隔的速度值。

[0024] c152、断面时间占有率参数处理；

断面时间占有率为车道时间占有率的平均值，即：

$$\bar{o}(j) = \frac{1}{j} \sum_{i=1}^j o_i$$

式中： $\bar{o}(j)$ ——第  $j$  个信息发布间隔的时间占有率。

[0025] 步骤 c2 对实际检测得到的断面数据进行平滑处理，保证系统运行的稳定性，减少随机因素的干扰，保持交通状态发布的连续性与稳定性，详细计算如下：

$$\hat{o}(j) = \frac{\beta_1 \bar{o}(j) + \beta_2 \bar{o}(j-1) + \beta_3 \bar{o}(j-2)}{\beta_1 + \beta_2 + \beta_3}$$

$$\hat{v}(j) = \frac{\beta_1 \bar{q}(j) \bar{v}(j) + \beta_2 \bar{q}(j-1) \bar{v}(j-1) + \beta_3 \bar{q}(j-2) \bar{v}(j-2)}{\beta_1 \bar{q}(j) + \beta_2 \bar{q}(j-1) + \beta_3 \bar{q}(j-2)}$$

式中： $\hat{o}(j)$ ——平滑后的第  $j$  个信息发布间隔内时间占有率；

$\hat{v}(j)$ ——平滑后的第  $j$  个信息发布间隔内速度值；

$\bar{q}(j)$ ——第  $j$  个信息发布间隔内的断面流量；

$\bar{o}(j)$ ——第  $j$  个信息发布间隔内的时间占有率；

$\bar{v}(j)$ ——第  $j$  个信息发布间隔内的速度；

$\beta$ ——平滑系数，有  $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ 。

[0026] 步骤 c3 将交通流数据进行归一化处理，得到速度拥堵指数和时间占有率拥堵指数，详细步骤如下。

[0027] c31 速度拥堵指数；

假定速度与速度拥堵指数的关系呈线性关系，且速度的最小值(0)和最大值( $v_f$ )对应速度拥堵指数分别为 1、0。速度拥堵指数的计算公式为：

$$J_v = 1 - \frac{\hat{v}}{v_f}$$

式中： $J_v$ ——速度拥堵指数；

$v_f$ ——自由流速度；

$\hat{v}$ ——平滑后的断面速度。

[0028] c32 时间占有率拥堵指数；

时间占有率与时间占有率拥堵指数呈线性关系，时间占有率的最小值(0)和最大值( $o_{\max}$ )对应速度拥堵指数分别为 0、1。则时间占有率拥堵指数的计算公式如下：

$$J_o = \frac{\hat{o}}{o_{\max}}$$

式中： $J_o$ ——时间占有率拥堵指数；

$o_{\max}$ ——时间占有率的历史最大值；

$\hat{o}$ ——平滑后的断面时间占有率。

[0029] 步骤 c4 依据城市道路等级划分的临界速度值 $v_1$ 、 $v_2$ 将城市道路交通状态划分为

拥堵、滞缓和畅通三级，根据临界速度值 $v_1$ 、 $v_2$ 计算出对应的临界速度拥堵指数：

$$J_1 = 1 - \frac{v_1}{v_f}$$

$$J_2 = 1 - \frac{v_2}{v_f}$$

式中： $J_1$ 、 $J_2$ ——交通状态变化的临界值；

$v_1$ 、 $v_2$ ——交通状态划分的临界速度；

$v_f$ ——自由流速度。

[0030] 步骤 c5 融合速度拥堵指数和时间占有率拥堵指数，建立综合性拥堵指标——交通拥堵指数，详细步骤如下：

c51 单组检测器路段

$$J = \eta J_v + (1 - \eta) J_o$$

式中， $J$ ——交通状态判别的综合性指标，称为交通拥堵指数；

$J_v$ ——速度拥堵指数；

$J_o$ ——时间占有率拥堵指数；

$\eta$ ——速度指标与时间占有率指标的权重系数，取值为 0-1，系统可以默认为 0.5，并根据实际情况进行调整。

[0031] c52 多组检测器路段

存在多组断面检测器时，需要根据断面检测器的位置进行综合判别计算得到连线的交通拥堵指数。

$$J = \frac{\sum_{i=1}^n l_{di} J_{di}}{\sum_{i=1}^n l_{di}}$$

[0032] 式中： $J_{di}$ ——检测器  $i$  的交通拥堵指数；

$l_{di}$ ——检测器  $i$  到其下游检测器的距离；

$l_{d1}$ ——距离下游停车线最近的检测器距停车线的距离。

[0033] c53 无检测路段

上下游路段均无检测器时，此路段交通状态为灰色，即未知。

[0034] 上游或下游设有检测器，此路段交通状态则以上下游路段交通状态为依据，利用上下游交通拥堵指数计算得到该路段的交通拥堵指数。

$$J = \alpha J_{up} + (1 - \alpha) J_{down} \quad (18)$$

式中： $J_{up}$ ——上游检测器的交通拥堵指数；

$J_{down}$ ——下游检测器的交通拥堵指数；

$\alpha$ ——上下游检测器交通拥堵指数的权重系数，当下游路段无检测器时， $\alpha = 1$ ；当上游路段无检测器时， $\alpha = 0$ ；上下游均有检测器时， $\alpha = 0.5$ 。

[0036] 步骤 c6 考虑了在交通状态变化的临界位置进行处理的问题，即采用交通状态变化的可信区间。定义  $\pm \Delta J$  为状态变化的正常波动区间，则交通状态判别的详细步骤如下。

[0037] c61 如果第  $j$  个发布间隔内，交通状态为红时，判断第  $j+1$  发布间隔交通状态判别依据为：

- ①当  $J \in (J_1 - \Delta J_1, 1]$  时，交通状态为红；
- ②当  $J \in (J_2 - \Delta J_2, J_1 - \Delta J_1]$  时，交通状态为黄；
- ③当  $J \in [0, J_2 - \Delta J_2]$  时，交通状态为绿。

[0038] c62 如果第  $j$  个发布间隔内，交通状态为黄时，判断第  $j+1$  发布间隔交通状态判别依据为：

- ①当  $J \in (J_1 + \Delta J_1, 1]$  时，交通状态为红；
- ②当时，交通状态为黄；
- ③当  $J \in [0, J_2 - \Delta J_2]$  时，交通状态为绿。

[0039] c63 如果第  $j$  个发布间隔内，交通状态为绿时，判断第  $j+1$  发布间隔交通状态判别依据为：

- ①当  $J \in (J_1 + \Delta J_1, 1]$  时，交通状态为红；
- ②当  $J \in (J_2 + \Delta J_2, J_1 + \Delta J_1]$  时，交通状态为黄；
- ③当  $J \in [0, J_2 + \Delta J_2]$  时，交通状态为绿。

[0040] 上述规则中， $\Delta J_1$  与  $\Delta J_2$  的取值需要根据实际情况设置。

[0041] 本发明的有益效果：本发明基于路段上某一个检测断面的交通信息，综合考虑多

种交通流参数,自动判别该路段所处交通状态,同时该方法采用尽量少的判别阈值并充分利用现有资源,易于工程实现。

### 附图说明

[0042] 图 1 为交通状态判别方法流程图;

图 2 为速度与速度拥堵数标关系曲线;

图 3 为时间占有率与时间占有率拥堵指数关系曲线;

图 4 为连线检测器布设示意图;

图 5 为交通状态判别。

### 具体实施方式

[0043] 下面结合附图对本发明进行详细阐述,如图 1 所示,本发明具体步骤是:

步骤一获取车道采样间隔数据:

某路段第  $i$  条车道采样间隔内流量、平均速度和时间占有率的计算公式如下:

$$q_i(k) = N_i(k) \quad (1)$$

$$o_i(k) = \frac{\sum_{n=1}^{N_i(k)} t_{in}(k)}{60} \quad (2)$$

$$v_i(k) = \frac{\sum_{n=1}^{N_i(k)} v_{in}(k)}{N_i(k)} \quad (3)$$

式中: $i$ ——该路段的第  $i$  条车道;

$k$ ——第  $k$  个采样间隔;

$n$ ——采样间隔内通过该断面检测器的第  $n$  辆车;

$N_i(k)$ ——第  $k$  个采样间隔第  $i$  条车道上通过该断面检测器的车辆数;

$t_{in}(k)$ ——第  $n$  辆车通过断面检测器时占有检测器的时间;

$v_{in}(k)$ ——第  $n$  辆车通过断面检测器时的速度;

$q_i(k)$ ——第  $k$  个采样间隔第  $i$  条车道的流量;

$o_i(k)$ ——第  $k$  个采样间隔第  $i$  条车道的占有率;

$v_i(k)$ ——第  $k$  个采样间隔第  $i$  条车道车辆的平均速度。

[0044] 步骤二计算车道信息发布间隔数据:

假设信息发布的时间间隔为  $m$  分钟,  $m=1, 2, 3, 4, 5, 10, 15 \cdots$  等, 则第  $i$  条车道信息发布间隔内的流量  $Q_i$  为  $m$  个采样间隔的代数和, 时间占有率  $O_i$  为  $m$  个采样间隔的平均值, 速度  $V_i$  为  $m$  个采样间隔的加权平均值, 计算公式如下。

$$[0045] \quad Q_i = \sum_{k=1}^m q_i(k) \quad (4)$$

$$\bar{o}_i = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m o_i(k) \quad (5)$$

$$\bar{v}_i = \frac{\sum_{k=1}^m v_i(k) q_i(k)}{\sum_{k=1}^m q_i(k)} \quad (6)$$

式中： $k$ ——第  $k$  个采样间隔， $k \in (1, m]$ ；

$m$ ——信息发布间隔， $m=1, 2, 3, 4, 5, 10, 15 \cdots$ 等；

$q_i$ ——第  $i$  条车道信息发布间隔内的流量；

$o_i$ ——第  $i$  条车道信息发布间隔内的占有率；

$v_i$ ——第  $i$  条车道信息发布间隔内的平均速度。

[0046] 步骤三合成断面交通流数据：

假设该检测断面具有  $I$  条车道，则断面交通流数据的计算公式如下：

$$\bar{q}(j) = \sum_{i=1}^I q_i \quad (7)$$

$$\bar{o}(j) = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I o_i \quad (8)$$

$$\bar{v}(j) = \frac{\sum_{i=1}^I v_i q_i}{\sum_{i=1}^I q_i} \quad (9)$$

式中： $j$ ——第  $j$  个信息发布间隔；

$\bar{q}(j)$ ——第  $j$  个信息发布间隔的断面流量；

$\bar{o}(j)$ ——第  $j$  个信息发布间隔的时间占有率；

$\bar{v}(j)$ ——第  $j$  个信息发布间隔的速度值。

[0047] 步骤四进行交通流状态参数的平滑：

断面时间占有率和速度采用以下方法进行平滑处理：

$$\hat{o}(j) = \frac{\beta_1 \bar{o}(j) + \beta_2 \bar{o}(j-1) + \beta_3 \bar{o}(j-2)}{\beta_1 + \beta_2 + \beta_3} \quad (10)$$

$$\hat{v}(j) = \frac{\beta_1 \bar{q}(j) \bar{v}(j) + \beta_2 \bar{q}(j-1) \bar{v}(j-1) + \beta_3 \bar{q}(j-2) \bar{v}(j-2)}{\beta_1 \bar{q}(j) + \beta_2 \bar{q}(j-1) + \beta_3 \bar{q}(j-2)} \quad (11)$$

式中： $\hat{o}(j)$ ——平滑后的第  $j$  个信息发布间隔内时间占有率；

$\hat{v}(j)$ ——平滑后的第  $j$  个信息发布间隔内速度值；

$\bar{q}(j)$ ——第  $j$  个信息发布间隔内的断面流量；

$\bar{o}(j)$ ——第  $j$  个信息发布间隔内的时间占有率；

$\bar{v}(j)$ ——第  $j$  个信息发布间隔内的速度；

$\beta$ ——平滑系数,有  $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ 。

[0048] 步骤五确定拥堵指标及区间：

(1) 速度指标

假定速度与速度拥堵指数的关系呈线性关系,如图 2 速度与速度拥堵数的关系曲线所示。速度拥堵指数的计算公式为：

$$J_v = 1 - \frac{\bar{v}}{v_f} \quad (12)$$

式中： $J_v$ ——速度拥堵指数；

$v_f$ ——自由流速度；

$\bar{v}$ ——平滑后的断面速度。

[0049] (2) 时间占有率拥堵指数

时间占有率与时间占有率拥堵指数的关系曲线如图 3 时间占有率与时间占有率拥堵指数关系曲线所示,则时间占有率拥堵指数的计算公式如下：

$$J_o = \frac{\hat{o}}{o_{\max}} \quad (13)$$

式中： $J_o$ ——时间占有率拥堵指数；

$o_{\max}$ ——时间占有率的历史最大值；

$\hat{o}$ ——平滑后的断面时间占有率。

[0050] (3) 速度拥堵指数等级划分

根据国内外的实践经验,城市道路交通状态的划分依据主要参数应该是路段的行程速度。基于这一考虑,依据城市道路等级及交通状态划分的临界速度值将城市道路交通状态划分为拥堵、滞缓和畅通三级,如下表所示。

[0051] 表 1 城市道路速度划分等级

道路等级 (km/h)	拥堵 (红)	滞缓 (黄)	畅通 (绿)	自由流速度
	$< v_1$	$[v_1, v_2)$	$> v_2$	
快速路	$< 35$	$[35, 45]$	$> 45$	80
主干路	$< 25$	$[25, 35]$	$> 35$	65
次干路	$< 20$	$[20, 30]$	$> 30$	55
支路	$< 15$	$[15, 25]$	$> 25$	45

根据速度拥堵指数的归一化公式及表 1 可以得到速度拥堵指数的划分等级,见表 2。

$$J_1 = 1 - \frac{v_1}{v_f} \quad (14)$$

$$J_2 = 1 - \frac{v_2}{v_f} \quad (15)$$



式中： $J_1$ 、 $J_2$ ——交通状态变化的临界值；

$V_1$ 、 $V_2$ ——交通状态划分的临界速度；

$V_f$ ——自由流速度。

[0053] 表 2 城市道路速度拥堵指数划分等级

道路等级	拥堵 (红) $(J_1, 1]$	滞缓 (黄) $(J_2, J_1]$	畅通 (绿) $[0, J_2]$
快速路	(0.562, 1]	(0.438, 0.562]	[0, 0.438]
主干路	(0.615, 1]	(0.462, 0.615]	[0, 0.462]
次干路	(0.636, 1]	(0.455, 0.636]	[0, 0.455]
支路	(0.667, 1]	(0.445, 0.667]	[0, 0.445]

步骤六建立综合性拥堵指标：

(1) 计算单组检测器路段交通拥堵指数

综合考虑速度及时间占有率的影响，建立交通状态判别的综合性指标如下：

$$J = \eta J_v + (1 - \eta) J_o \quad (16)$$

式中， $J$ ——交通状态判别的综合性指标，称为交通拥堵指数；

$J_v$ ——速度拥堵指数；

$J_o$ ——时间占有率拥堵指数；

$\eta$ ——速度指标与时间占有率指标的权重系数，取值为 0-1，系统可以默认为 0.5，并根据实际情况进行调整。

[0054] (2) 计算多组检测器路段交通拥堵指数

存在多组断面检测器时，需要根据断面检测器的位置进行综合判别计算得到连线的交通拥堵指数  $J$ 。连线检测器布设示意图如图 4 连线检测器布设示意图所示。

[0055] 图中， $x_{up}$  和  $x_{down}$  分别表示上下游交叉口的坐标位置（用交叉口停车线的坐标代替）； $x_{d1}$ ， $x_{d2}$ ， $x_{di}$ ， $\dots$ ， $x_{dn}$  分别表示从 1 到  $n$  个断面检测器的坐标位置。

[0056] 连线的交通拥堵指数可以用该连线内所有检测器交通拥堵指数的加权处理得到，其计算公式如下：

$$J = \frac{\sum_{i=1}^n l_{di} J_{di}}{\sum_{i=1}^n l_{di}} \quad (17)$$

式中： $J_{di}$ ——检测器  $i$  的交通拥堵指数；

$l_{di}$ ——检测器  $i$  到其下游检测器的距离；

$l_{d1}$ ——距离下游停车线最近的检测器距停车线的距离。

[0057] (3) 确定无检测路段交通拥堵指数

上下游路段均无检测器时，此路段交通状态为灰色，即未知。

[0058] 上游或下游设有检测器，此路段交通状态则以上下游路段交通状态为依据，交通

拥堵指数计算公式如下：

$$J = \alpha J_{up} + (1 - \alpha) J_{down} \quad (18)$$

式中： $J_{up}$ ——上游检测器的交通拥堵指数；

$J_{down}$ ——下游检测器的交通拥堵指数；

$\alpha$ ——上下游检测器交通拥堵指数的权重系数，当下游路段无检测器时， $\alpha=1$ ；当上游路段无检测器时， $\alpha=0$ ；上下游均有检测器时， $\alpha=0.5$ 。

[0059] 步骤七进行交通状态判别：

在进行交通状态判别时，特别需要考虑在交通状态变化的临界位置进行处理的问题，以保证交通状态变化的连续平稳。因此，在进行交通状态判别时，需要考虑状态变化的可信区间。定义  $\pm \Delta J$  为状态变化的正常波动区间，则  $J$  的判别区间可以表示为交通状态判别图(图 5)。

[0060] (1) 如果第  $j$  个发布间隔内，交通状态为红时，判断第  $j+1$  发布间隔交通状态判别依据为：

- ①当  $J \in (J_1 - \Delta J_1, 1]$  时，交通状态为红；
- ②当  $J \in (J_2 - \Delta J_2, J_1 - \Delta J_1]$  时，交通状态为黄；
- ③当  $J \in [0, J_2 - \Delta J_2]$  时，交通状态为绿。

[0061] (2) 如果第  $j$  个发布间隔内，交通状态为黄时，判断第  $j+1$  发布间隔交通状态判别依据为：

- ①当  $J \in (J_1 + \Delta J_1, 1]$  时，交通状态为红；
- ②当  $J \in (J_2 - \Delta J_2, J_1 + \Delta J_1]$  时，交通状态为黄；
- ③当  $J \in [0, J_2 - \Delta J_2]$  时，交通状态为绿。

[0062] (3) 如果第  $j$  个发布间隔内，交通状态为绿时，判断第  $j+1$  发布间隔交通状态判别依据为：

- ①当  $J \in (J_1 + \Delta J_1, 1]$  时，交通状态为红；
- ②当  $J \in (J_2 + \Delta J_2, J_1 + \Delta J_1]$  时，交通状态为黄；
- ③当  $J \in [0, J_2 + \Delta J_2]$  时，交通状态为绿。

[0063] 上述规则中， $\Delta J_1$  与  $\Delta J_2$  的取值需要根据实际情况设置。

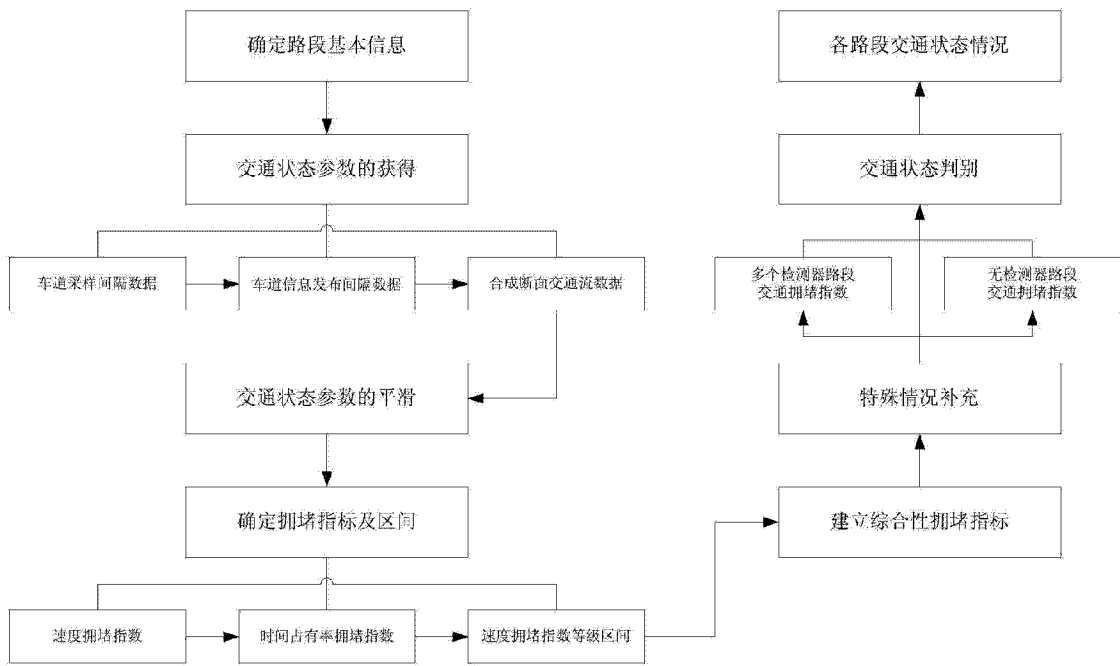


图 1

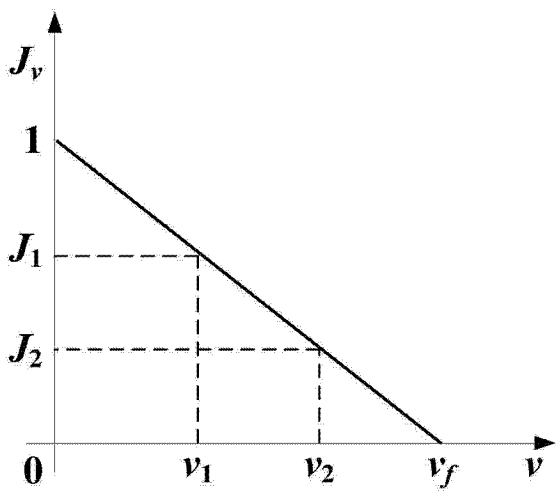


图 2

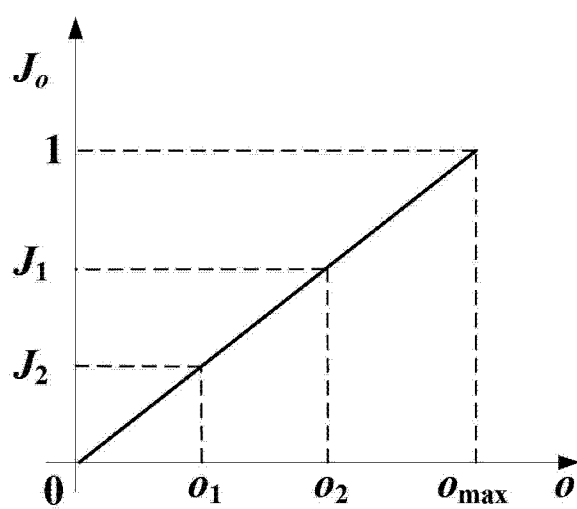


图 3

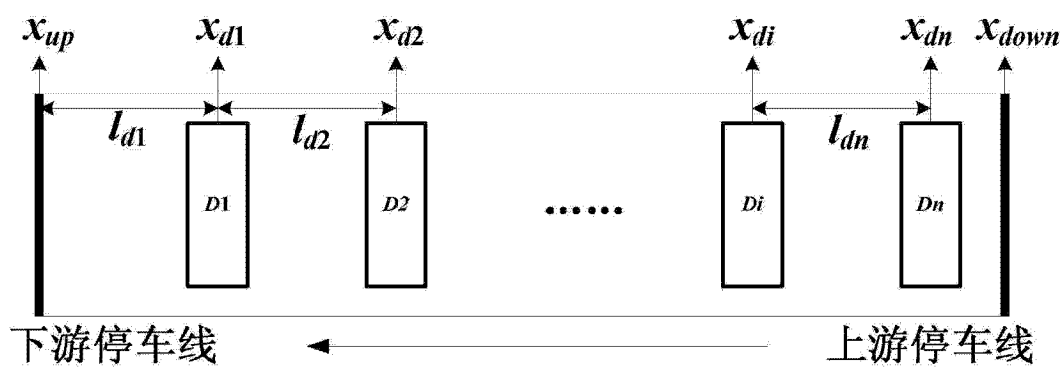


图 4

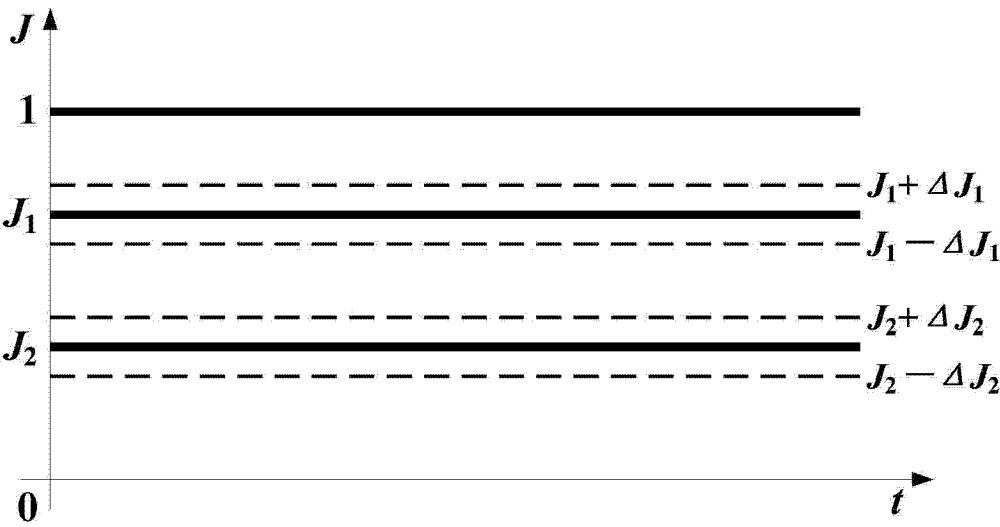


图 5