



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114038188 A

(43) 申请公布日 2022. 02. 11

(21) 申请号 202111293136.2

(22) 申请日 2021.11.03

(71) 申请人 江苏航天大为科技股份有限公司  
地址 214000 江苏省无锡市锡山区锡山经济开发区科技工业园1号

(72) 发明人 王鹏程 王胜 刘杰 王晓磊  
景钟翔 陈鑫

(74) 专利代理机构 无锡永乐唯勤专利代理事务  
所(普通合伙) 32369  
代理人 章陆一

(51) Int. Cl.  
G08G 1/01 (2006.01)

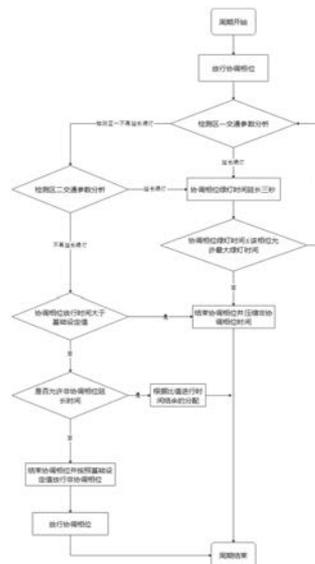
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种路段车辆干扰下的协调自适应控制算法

(57) 摘要

本发明提供一种路段车辆干扰下的协调自适应控制算法,涉及智能交通技术领域。该路段车辆干扰下的协调自适应控制算法,包括在协调方向进口道安装车辆检测器,实时监测车辆到达情况,对协调相位进行实时的调整,在停止线后设置两个检测区域,根据两个检测区域的车流量与速度等交通参数建立起路段干扰协调自适应模型。本发明,应用最新技术的毫米波雷达检测器可实时获取交叉口进口车道一定范围内的流量数据和车辆到达情况,信号机运用最新的算法可避免车辆在到达下游路口时遇到红灯或在路口长时间停车等待,避免了车辆在路口的排队积压,减少车辆的延误时间。



CN 114038188 A

1. 一种路段车辆干扰下的协调自适应控制算法,其特征在於:所述控制方法如下:

1) 在协调方向进口道安装车辆检测器,实时监测车辆到达情况,对协调相位进行实时的调整,在停止线后设置两个检测区域,根据两个检测区域的车流量与速度等交通参数建立起路段干扰协调自适应模型;

2) 当路段干扰过大时,该协调相位将进入过渡阶段,避免绿灯时间的浪费,结余下的时间在当前周期内根据比例分配给非协调相位,保证下个周期能够继续进行协调控制,同时也可将结余时间分配给协调相位,在下个周期提前开启协调相位;

3) 当路段干扰较小,协调相位的相位时间将延长,同时压缩非协调相位的时间保证下个周期能够继续进行协调控制。

2. 根据权利要求1所述的一种路段车辆干扰下的协调自适应控制算法,其特征在於:两个检测区内的实时流量计算如下:

$$Q_f = Q_{f3} + Q_{f1} - Q_{f2};$$

$$Q_s = Q_{s3} + Q_{s1} - Q_{s2};$$

其中 $Q_f$ 是检测区一实时流量, $Q_{f1}$ 代表进入检测区一实时车辆数, $Q_{f2}$ 代表离开检测区一实时车辆数, $Q_{f3}$ 代表进入检测区一内上一计数周期结束剩余车辆数;

$Q_s$ 是检测区二实时流量, $Q_{s1}$ 代表进入检测区二实时车辆数, $Q_{s2}$ 代表离开检测区二实时车辆数, $Q_{s3}$ 代表进入检测区二内上一计数周期结束剩余车辆数。

3. 根据权利要求2所述的一种路段车辆干扰下的协调自适应控制算法,其特征在於:根据检测区内流量可推算出车流密度的数据:

$$d = \frac{Q}{L};$$

其中 $d$ 为检测区内实时车流密度;

通过检测区内实时车流数量 $Q$ 与检测区长度 $L$ 的相比可以确定检测区域内车流的密度数据;

除此之外还要根据实际情况调查车道内流量极大时密度 $d_m$ 以及该段道路畅通无阻时车辆的平均速度 $V_0$ ;

获取到密度数据后即可建立起速度与密度间数据模型,该模型为指数模型;

$$V_s = V_0 e^{-\frac{d_s}{d_m}};$$

$V_s$ 为检测区二车流平均速度;

$d_s$ 为检测区二实时车流密度。

4. 根据权利要求3所述的一种路段车辆干扰下的协调自适应控制算法,其特征在於:通过对两个检测区流量与速度的整体分析可建立起路段车辆驶入的干扰强度模型:

$$I = \log_3\left(\frac{Q_f}{3} + Q_s\right) * \lg V_s;$$

其中 $I$ 为路段干扰强度,协调相位最小绿灯时间为 $T_{MIN}$ ,当协调相位放行时间 $T_j$ 大于 $T_{MIN}$ 后将实时计算路段干扰强度,当干扰强度 $-2 < I < 0$ 时,则结束协调相位,否则将直接放行到 $T_{MAX}$ ;

当协调相位执行时间 $T_j \neq$ 原方案设定时间时,非协调相位的时间将要进行调整,调整的相位时间根据原有方案相位间时间比例进行分配,例如原周期包含四个相位,则原周期:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4;$$

其中 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、 $T_4$ 分别为相位1、相位2、相位3、相位4的相位时间,相位1为协调相位且各相位过渡时间相同;

则相位2实际运行时间 $T_k$ 的计算如下:

$$T_k = \left( (T_1 - T_j) \frac{T_2}{T} + 1 \right) T_2;$$

则相位3实际运行时间 $T_l$ 的计算如下:

$$T_l = \left( (T_1 - T_j) \frac{T_3}{T} + 1 \right) T_3;$$

则相位4实际运行时间 $T_m$ 的计算如下:

$$T_m = \left( (T_1 - T_j) \frac{T_4}{T} + 1 \right) T_4;$$

当 $T_j - T_1 < 0$ 时若设置非协调相位时间只减不增,可提前开启协调相位,提前开启的时间即为 $T_j - T_1$ 。

## 一种路段车辆干扰下的协调自适应控制算法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及智能交通技术领域,具体为一种路段车辆干扰下的协调自适应控制算法。

### 背景技术

[0002] 我国地域辽阔、人口众多,各地的交通复杂情况要远远高于国外,因此,为满足某些特定场景下的交通需求需要定制控制策略和算法。传统的协调控制可根据各路口间距离与车辆平均行使速度 $v$ 设定固定的相位差与相位时间实现协调控制的效果,但由于某些协调路段中不时有车辆进入路段影响了绿波车流的正常行进,为防止该波车流滞留在下游交叉口,下游交叉口需根据被干扰车流到达情况实时调整协调相位的放行时间,减少协调方向车辆的延误时间。

[0003] 城市智慧交通信号控制系统是我国现阶段发展的重点,而交通精准控制是未来发展的大势所趋,交通信息采集、交通模式判别、交通控制选择具有一定的创新意义,通过与信号控制机的互联互通,实现对动态车流的有效控制,促进道路交通安全、有效的运行。

### 发明内容

[0004] (一)解决的技术问题

[0005] 针对现有技术的不足,本发明所要解决的技术问题是在充分获取路口交通流量信息的基础上,基于自适应算法,开发一种路段车辆干扰下的协调自适应控制算法,解决过去路段行人与车辆对交通流影响无法进行协调控制的问题。

[0006] (二)技术方案

[0007] 为实现以上目的,本发明通过以下技术方案予以实现:一种路段车辆干扰下的协调自适应控制算法,所述控制方法如下:

[0008] 1) 在协调方向进口道安装车辆检测器,实时监测车辆到达情况,对协调相位进行实时的调整,在停止线后设置两个检测区域,根据两个检测区域的车流量与速度等交通参数建立起路段干扰协调自适应模型;

[0009] 2) 当路段干扰过大时,该协调相位将进入过渡阶段,避免绿灯时间的浪费,结余下的时间在当前周期内根据比例分配给非协调相位,保证下个周期能够继续进行协调控制,同时也可将结余时间分配给协调相位,在下个周期提前开启协调相位;

[0010] 3) 当路段干扰较小,协调相位的相位时间将延长,同时压缩非协调相位的时间保证下个周期能够继续进行协调控制。

[0011] 优选的,两个检测区内的实时流量计算如下:

$$[0012] \quad Q_f = Q_{f3} + Q_{f1} - Q_{f2};$$

$$[0013] \quad Q_s = Q_{s3} + Q_{s1} - Q_{s2};$$

[0014] 其中 $Q_f$ 是检测区一实时流量, $Q_{f1}$ 代表进入检测区一实时车辆数, $Q_{f2}$ 代表离开检测区一实时车辆数, $Q_{f3}$ 代表进入检测区一内上一计数周期结束剩余车辆数;

[0015]  $Q_s$ 是检测区二实时流量, $Q_{s1}$ 代表进入检测区二实时车辆数, $Q_{s2}$ 代表离开检测区二实时车辆数, $Q_{s3}$ 代表进入检测区二内上一计数周期结束剩余车辆数。

[0016] 优选的,根据检测区内流量可推算出车流密度的数据:

$$[0017] \quad d = \frac{Q}{L};$$

[0018] 其中d为检测区内实时车流密度;

[0019] 通过检测区内实时车流数量Q与检测区长度L的相比可以确定检测区域内车流的密度数据;

[0020] 除此之外还要根据实际情况调查车道内流量极大时密度 $d_m$ 以及该段道路畅通无阻时车辆的平均速度 $V_0$ ;

[0021] 获取到密度数据后即可建立起速度与密度间数据模型,该模型为指数模型;

$$[0022] \quad V_s = V_0 e^{-\frac{d_s}{d_m}};$$

[0023]  $V_s$ 为检测区二车流平均速度;

[0024]  $d_s$ 为检测区二实时车流密度。

[0025] 优选的,通过对两个检测区流量与速度的整体分析可建立起路段车辆驶入的干扰强度模型:

$$[0026] \quad I = \log_3\left(\frac{Q_f}{3} + Q_s\right) * \lg V_s;$$

[0027] 其中I为路段干扰强度,协调相位最小绿灯时间为 $T_{MIN}$ ,当协调相位放行时间 $T_j$ 大于 $T_{MIN}$ 后将实时计算路段干扰强度,当干扰强度 $-2 < I < 0$ 时,则结束协调相位,否则将直接放行到 $T_{MAX}$ ;

[0028] 当协调相位执行时间 $T_j \neq$ 原方案设定时间时,非协调相位的时间将要进行调整,调整的相位时间根据原有方案相位间时间比例进行分配,例如原周期包含四个相位,则原周期:

$$[0029] \quad T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4;$$

[0030] 其中 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、 $T_4$ 分别为相位1、相位2、相位3、相位4的相位时间,相位1为协调相位且各相位过渡时间相同;

[0031] 则相位2实际运行时间 $T_k$ 的计算如下:

$$[0032] \quad T_k = \left( (T_1 - T_j) \frac{T_2}{T} + 1 \right) T_2;$$

[0033] 则相位3实际运行时间 $T_l$ 的计算如下:

$$[0034] \quad T_l = \left( (T_1 - T_j) \frac{T_3}{T} + 1 \right) T_3;$$

[0035] 则相位4实际运行时间 $T_m$ 的计算如下:

$$[0036] \quad T_m = \left( (T_1 - T_j) \frac{T_4}{T} + 1 \right) T_4;$$

[0037] 当 $T_j - T_1 < 0$ 时若设置非协调相位时间只减不增,可提前开启协调相位,提前开启的时间即为 $T_j - T_1$ 。

[0038] (三)有益效果

[0039] 本发明提供了一种路段车辆干扰下的协调自适应控制算法。具备以下有益效果:

[0040] 1、本发明,协调相位延长与缩短判断原则、时间结余周期内处理原则和时间结余相位插入原则,采用微波雷达检测系统采集检测区流量 $Q$ 、检测区长度 $L$ 、车道内流量极大时密度速度为0时车道密度,以及根据现场情况确认最大绿灯时间、最小绿灯时间,利用算法设计的协调性制订交通信号控制方案,进而得到路段受干扰情况下车辆放行方案的智能方法,本发明用于应对路段中车辆从多个点位出发对车流影响情况下的协调自适应控制。

[0041] 2、本发明,应用最新技术的毫米波雷达检测器可实时获取交叉口进口车道一定范围内的流量数据和车辆到达情况,信号机运用最新的算法可避免车辆在到达下游路口时遇到红灯或在路口长时间停车等待,避免了车辆在路口的排队积压,减少车辆的延误时间。

## 附图说明

[0042] 图1为本发明算法流程示意图;

[0043] 图2为本发明检测区示意图。

## 具体实施方式

[0044] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0045] 实施例:

[0046] 如图1-2所示,本发明实施例提供一种路段车辆干扰下的协调自适应控制算法,控制方法如下:

[0047] 1)在协调方向进口道安装车辆检测器,实时监测车辆到达情况,对协调相位进行实时的调整,在停止线后设置两个检测区域,根据两个检测区域的车流量与速度等交通参数建立起路段干扰协调自适应模型;

[0048] 2)当路段干扰过大时,该协调相位将进入过渡阶段,避免绿灯时间的浪费,结余下的时间在当前周期内根据比例分配给非协调相位,保证下个周期能够继续进行协调控制,同时也可将结余时间分配给协调相位,在下个周期提前开启协调相位;

[0049] 3)当路段干扰较小,协调相位的相位时间将延长,同时压缩非协调相位的时间保证下个周期能够继续进行协调控制;

[0050] 两个检测区内的实时流量计算如下:

$$[0051] \quad Q_f = Q_{f3} + Q_{f1} - Q_{f2};$$

$$[0052] \quad Q_s = Q_{s3} + Q_{s1} - Q_{s2};$$

[0053] 其中 $Q_f$ 是检测区一实时流量, $Q_{f1}$ 代表进入检测区一实时车辆数, $Q_{f2}$ 代表离开检测区一实时车辆数, $Q_{f3}$ 代表进入检测区一内上一计数周期结束剩余车辆数;

[0054]  $Q_s$ 是检测区二实时流量, $Q_{s1}$ 代表进入检测区二实时车辆数, $Q_{s2}$ 代表离开检测区二

实时车辆数,  $Q_{s3}$  代表进入检测区二内上一计数周期结束剩余车辆数。

[0055] 根据检测区内流量可推算出车流密度的数据:

$$[0056] \quad d = \frac{Q}{L};$$

[0057] 其中d为检测区内实时车流密度;

[0058] 通过检测区内实时车流数量Q与检测区长度L的相比可以确定检测区域内车流的密度数据;

[0059] 除此之外还要根据实际情况调查车道内流量极大时密度 $d_m$ 以及该段道路畅通无阻时车辆的平均速度 $V_0$ ;

[0060] 获取到密度数据后即可建立起速度与密度间数据模型,该模型为指数模型;

$$[0061] \quad V_s = V_0 e^{-\frac{d_s}{d_m}};$$

[0062]  $V_s$ 为检测区二车流平均速度;

[0063]  $d_s$ 为检测区二实时车流密度。

[0064] 本发明,通过对两个检测区流量与速度的整体分析可建立起路段车辆驶入的干扰强度模型:

$$[0065] \quad I = \log_3\left(\frac{Q_f}{3} + Q_s\right) * \lg V_s;$$

[0066] 其中I为路段干扰强度,协调相位最小绿灯时间为 $T_{MIN}$ ,当协调相位放行时间 $T_j$ 大于 $T_{MIN}$ 后将实时计算路段干扰强度,当干扰强度 $-2 < I < 0$ 时,则结束协调相位,否则将直接放行到 $T_{MAX}$ ;

[0067] 当协调相位执行时间 $T_j \neq$ 原方案设定时间时,非协调相位的时间将要进行调整,调整的相位时间根据原有方案相位间时间比例进行分配,例如原周期包含四个相位,则原周期:

$$[0068] \quad T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4;$$

[0069] 其中 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、 $T_4$ 分别为相位1、相位2、相位3、相位4的相位时间,相位1为协调相位且各相位过渡时间相同;

[0070] 则相位2实际运行时间 $T_k$ 的计算如下:

$$[0071] \quad T_k = \left( (T_1 - T_j) \frac{T_2}{T} + 1 \right) T_2;$$

[0072] 则相位3实际运行时间 $T_l$ 的计算如下:

$$[0073] \quad T_l = \left( (T_1 - T_j) \frac{T_3}{T} + 1 \right) T_3;$$

[0074] 则相位4实际运行时间 $T_m$ 的计算如下:

$$[0075] \quad T_m = \left( (T_1 - T_j) \frac{T_4}{T} + 1 \right) T_4;$$

[0076] 当 $T_j - T_1 < 0$ 时若设置非协调相位时间只减不增,可提前开启协调相位,提前开启的

时间即为 $T_j - T_1$ 。

[0077] 本发明采用毫米波雷达车辆检测系统进行数据采集,需要检测与确定的数据包括检测区流量 $Q$ 、检测区长度 $L$ 、车道内流量极大时密度 $d_m$ 、速度为0时车道密度 $d_j$ ,以及根据现场情况确认最大绿灯时间 $T_{MAX}$ 、最小绿灯时间 $T_{MIN}$ , $d_m$ 在进口车道梯次布置检测区域。根据上一路口直行车辆到达情况决定是否提前开启协调相位,在相位后期根据车辆到达情况判断是否提前结束相位,在周期运行中段判断如何分配相位时间。利用算法的智能灵活的调试实现交通干线的智能协调放行,本发明用于应对路段中多点车辆出发对车流影响下的协调自适应控制。

[0078] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

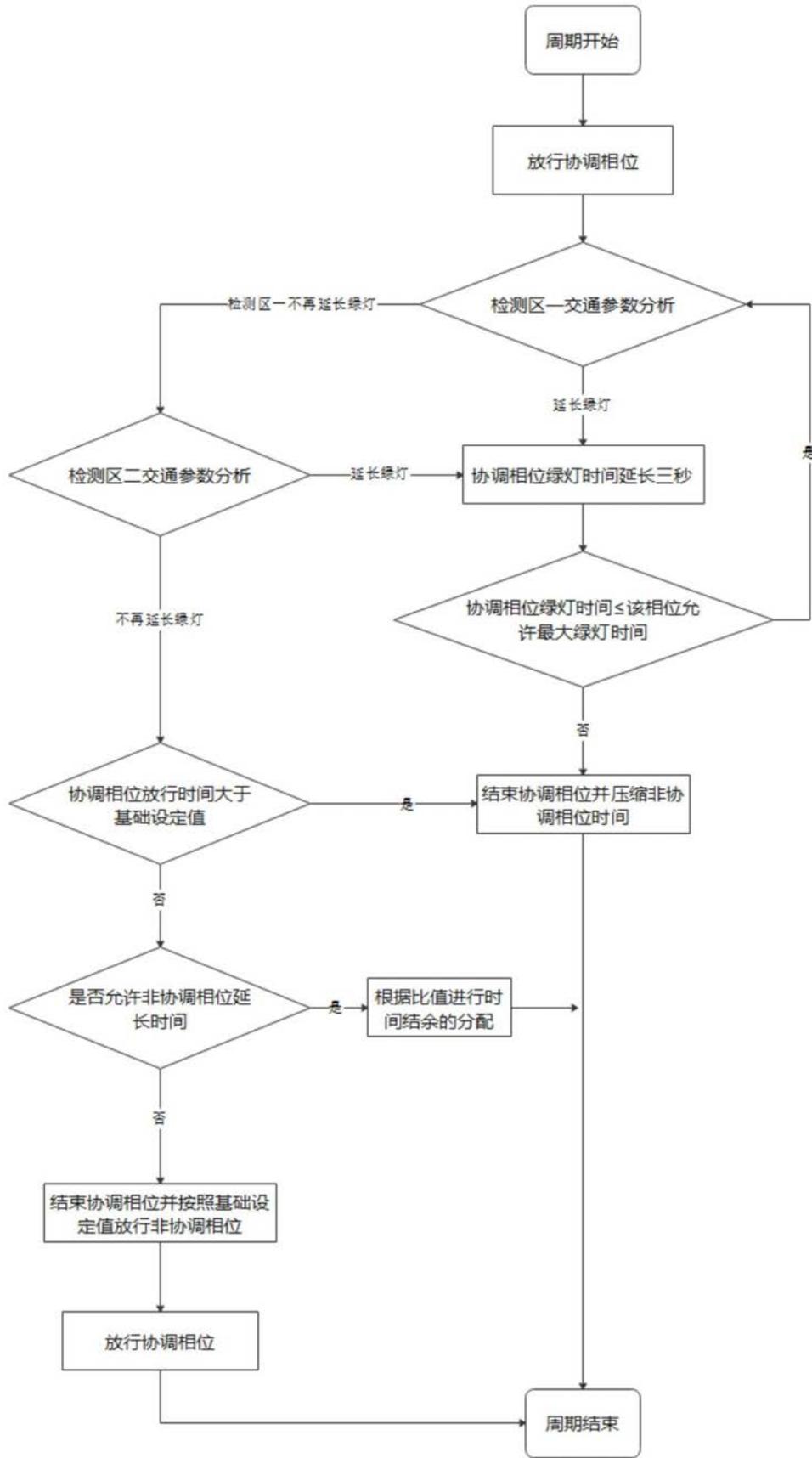


图1

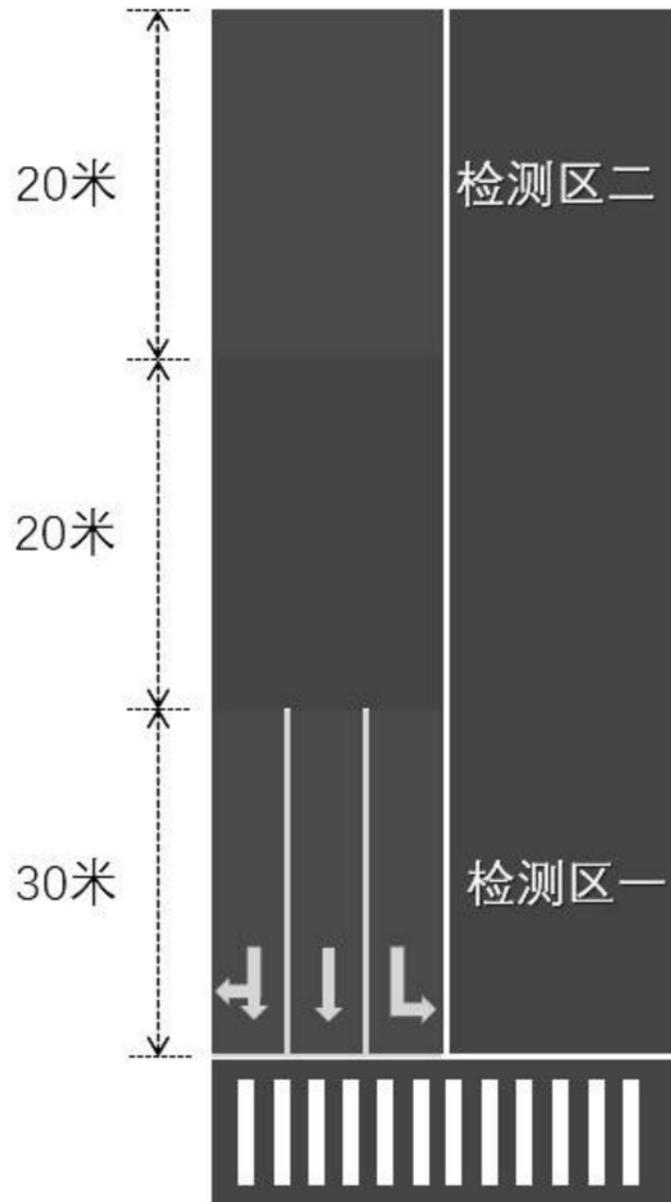


图2