



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111292542 B

(45) 授权公告日 2021.08.31

(21) 申请号 202010113851.2

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2020.02.24

G08G 1/07 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G08G 1/017 (2006.01)

申请公布号 CN 111292542 A

G08G 1/095 (2006.01)

(43) 申请公布日 2020.06.16

审查员 高毅娟

(73) 专利权人 深圳市综合交通设计研究院有限公司

地址 518000 广东省深圳市罗湖区田贝四路9号

(72) 发明人 彭群洁 喻寄 刘晓华 彭澜
韦彬 唐皓 张顺

(74) 专利代理机构 深圳市华腾知识产权代理有限公司 44370

代理人 彭年才

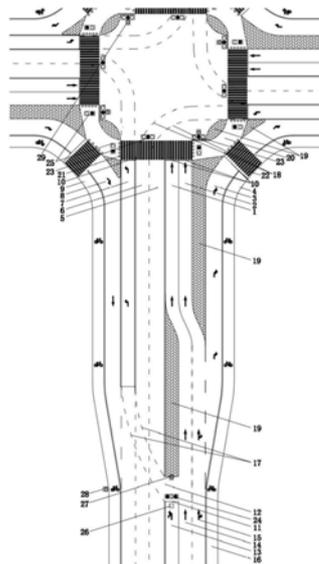
权利要求书4页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

信号灯系统及其控制方法

(57) 摘要

本发明涉及一种信号灯系统及其控制方法，设于主交叉口和分叉口，所述系统包括相互有线连接的左转车辆检测模块、分叉口信号灯模块和主交叉口信号灯模块，所述左转车辆检测模块用于检测车辆是否左转和检测左转车辆的数量，所述分叉口信号灯模块和主交叉口信号灯模块分别具有多个信号灯，分别用于调控车流和行人的移动，所述分叉口信号灯模块和主交叉口信号灯模块分别通过所述车辆检测模块的检测结果控制所述信号灯的颜色和时间。避免了交叉口左转车辆与直行车辆的冲突，在信号灯的控制下，减少交叉口冲突点数量，在保障非机动车和行人的安全的基础上，提高了交叉口机动车的通行效率。



1. 一种信号灯系统, 设于主交叉口和分叉口, 其特征在于, 包括左转车辆检测模块、分叉口信号灯模块和主交叉口信号灯模块, 所述左转车辆检测模块分别与所述分叉口信号灯模块和主交叉口信号灯模块有线连接, 所述分叉口信号灯模块和主交叉口信号灯模块有线连接, 所述左转车辆检测模块用于检测车辆是否左转和检测左转车辆的数量, 所述分叉口信号灯模块和主交叉口信号灯模块分别具有多个信号灯, 分别用于调控车流和行人的移动, 所述分叉口信号灯模块和主交叉口信号灯模块分别通过所述车辆检测模块的检测结果控制所述信号灯的颜色和时间; 主交叉口具有第三出口道, 所述第三出口道为移位左转车道, 左转车辆检测模块检测通过主交叉口出口方向第三出口道的车辆数为 $n_{i,1}$, 通过进口方向的分叉口车辆数为 $n_{i,2}$, 则第三出口道内车辆数为 $n_{i,1}$ 与 $n_{i,2}$ 之和, 设定第三出口道车道能容纳的最大车辆数为 N ; 控制主交叉口信号灯模块采用东西直行相位、南北直行相位和四方向左转相位; 分叉口信号灯模块根据感应 $n_{i,2}$ 是否不小于 $N-1$ 且是否又有一辆车经过分叉口停车线, 控制南北左转和掉头信号灯的灯状态, 左转信号灯的绿灯时间为 $T_i = [T_{i,d} + T_{i,a}]$, 若交叉口每个方向第三出口道内的车辆数都小于车道能容纳的最大车辆数, 则四方向左转的绿灯时间为 $T_0 = \max\{T_i\} = \max\{T_1, T_2, T_3, T_4\}$; 若交叉口每个方向第三出口道内的车辆数都不小于车道能容纳的最大车辆数, 四方向左转绿灯时间 $T_0 = T_{\max} = [\frac{1}{v_f} + \frac{1}{v_d} + t_d]$, 其中, $T_{i,d} = \frac{l_{i,c}}{v_f}$; v_f 为车队左转的平均速度, 单位 m/s ; $l_{i,c}$ 为车队的排队长度, $l_{i,c} = s_0(n_{i,1} + n_{i,2})$, $T_{i,a}$ 是最后一辆车从启动到通过交叉口的时间, s_0 为平均车头间距, $T_{i,a} = \frac{l_{i,c}}{v_d} + t_d$; v_d 为车辆平均运行速度, 单位 m/s , t_d 为车辆平均启动延误, 单位 s 。

2. 如权利要求1所述的信号灯系统, 其特征在于, 沿着汽车行驶方向, 在进入主交叉口的方向上的左转或倒车车道上设有所述分叉口, 设有所述分叉口的左转或倒车车道为第一分叉道, 在所述分叉口和主交叉口之间具有多个出口道, 从左往右方向依次为第五出口道、第四出口道、所述第三出口道、第二出口道、第一出口道, 所述左转车辆检测模块包括地感线圈和多个摄像头, 所述地感线圈分别与多个所述摄像头有线连接, 多个所述摄像头包括主交叉口摄像头、分叉口主摄像头和分叉口次摄像头, 所述地感线圈设于分叉口的第一分叉道停车线前 $1m-2m$ 处, 用于判断是否有车辆经过, 所述分叉口主摄像头设于分叉口的第一分叉道前, 用于识别车牌颜色, 所述分叉口次摄像头设于分叉口对向街边, 用于判断驶出车辆为左转还是掉头, 所述主交叉口摄像头设于主交叉口出口方向的第三出口道对面的安全岛前, 用于判断第三出口道内车的数量。

3. 如权利要求2所述的信号灯系统, 其特征在于, 所述主交叉口信号灯模块包括多个一级信号灯, 一个所述一级信号灯设于主交叉口处出口方向的第一出口道和第二出口道中间, 属性为直行信号灯, 用于控制对向直行车流; 一个所述一级信号灯设于主交叉口摄像头上方, 属性为左转信号灯, 用于控制左转车流。

4. 如权利要求2所述的信号灯系统, 其特征在于, 在分叉口上设有次停车线, 所述分叉口信号灯模块包括二级信号灯和三级信号灯, 所述二级信号灯设于分叉口的次停车线前, 属性为左转与掉头信号灯, 用于控制左转和掉头车流; 所述三级信号灯设于安全岛上, 属性为行人及非机动车过街信号灯, 用于控制行人及非机动车过街。

5. 一种信号灯系统的控制方法,其特征在于,所述方法基于如权利要求1-4任意一项所述的信号灯系统,所述方法包括如下步骤:步骤S1,计算第三出口道内车辆数;步骤S2,控制主交叉口信号灯模块;及步骤S3,控制分叉口信号灯模块。

6. 如权利要求5所述的信号灯系统的控制方法,其特征在于,所述步骤S1,计算第三出口道内车辆数具体包括主交叉口摄像头检测第三出口道剩余车辆数、地感线圈检测通过进口方向分叉口的车辆数、分叉口主摄像头计算通过进口方向分叉口车辆数和分叉口次摄像头计算通过进口方向分叉口车辆数,设定通过主交叉口出口方向第三出口道的车辆数为 $n_{i,1}$,通过进口方向的分叉口车辆数为 $n_{i,2}$,则第三出口道内车辆数为 $n_{i,1}$ 与 $n_{i,2}$ 之和;

所述主交叉口摄像头检测第三出口道剩余车辆数步骤如下:当分叉口绿灯起亮,系统初始化,此时主交叉口出口方向第三出口道的车辆数 $n_{i,1}=0$,主交叉口摄像头开始检测第三出口道剩余车辆数 j_i ,使得 $n_{i,1}=j_i$;

地感线圈检测通过进口方向分叉口的车辆数步骤如下:当分叉口绿灯起亮,系统初始化,此时通过进口方向的分叉口车辆数 $n_{i,2}=0$,地感线圈开始判断是否有车辆通过,若有车辆通过,则车辆数为 $n_{i,2}+1$;

分叉口主摄像头计算通过进口方向分叉口车辆数步骤如下:当分叉口绿灯起亮,系统初始化,分叉口主摄像头对车牌颜色进行检测,若车牌颜色为蓝色或者绿色,则 $n_{i,2}+1$,若车牌颜色为黄色或者黄色加绿色,则车辆数 $n_{i,2}+2$;

分叉口次摄像头计算通过进口方向分叉口车辆数步骤如下:当分叉口绿灯起亮,分叉口次摄像头判断是否有车辆驶出分叉口,若有车辆驶出分叉口,则判断该车辆的行驶方向,若为左转则结束,若是掉头车辆,则车辆数 $n_{i,2}-1$ 。

7. 如权利要求6所述的信号灯系统的控制方法,其特征在于,所述步骤S2,控制主交叉口信号灯模块的方法采用三相位控制,分别为东西直行相位、南北直行相位和四方向左转相位,所述控制主交叉口信号灯模块具体步骤如下:

步骤1,信号初始化;

步骤2,东西直行绿灯起亮,其余信号灯为红灯;

步骤3,南北左转和掉头信号灯延迟 t_0 秒后绿灯起亮;

步骤4,分叉口信号灯模块若感应到 $n_{i,2}$ 不小于 $N-1$,且又有一辆车经过分叉口停车线,则南北左转和掉头变为红灯状态,否则继续保持绿灯状态;

步骤5,当东西直行绿灯结束变为红灯时,南北左转和掉头信号灯同时变为红灯;

步骤6,全红时间3秒后,南北直行绿灯起亮,其余信号灯为红灯;

步骤7,东西左转和掉头信号灯延迟 t_0 秒后绿灯起亮;

步骤8,分叉口信号灯模块若感应到 $n_{i,2}$ 不小于 $N-1$,且又有一辆车经过分叉口停车线,则南北左转和掉头变为红灯状态,否则继续保持绿灯状态;

步骤9,当南北直行绿灯结束变为红灯时,东西左转和掉头信号灯同时变为红灯;

步骤10,全红时间三秒后,四方向左转绿灯起亮,其余信号灯为红灯;

步骤11,四方向左转绿灯结束变为红灯;

步骤12,全红时间3秒,东西直行绿灯起亮,其余信号灯为红灯,从步骤2开始继续循环。

8. 如权利要求7所述的信号灯系统的控制方法,其特征在于,所述四方向左转相位控制包括计算四方向左转绿灯时间,具体步骤如下:

步骤21, 设原交叉口东西向直行的绿灯时间为 t_{11} , 南北向直行的绿灯时间为 t_{12} , 四方向左转的绿灯时间为 t_{13} , 东西或南北左转和掉头相位的绿灯启亮时间比一级信号灯南北向或东西向直行相位绿灯启亮时间延迟 t_0 秒, 则南北或东西左转和掉头相位的绿灯时间分别为 $t_1 = t_{11} - t_0$ 或 $t_2 = t_{12} - t_0$, 其中 $t_0 = (D_1 + 2L + W) / V_1 + 1$, 其中, D_1 为分叉口次停车线与交叉口进口方向主停车线的距离, L 为交叉口人行横道的宽度, W 为交叉口宽度, V_1 为机动车通过交叉口的平均速度;

若第三出口道的车道长度为 l , 平均车头间距为 s_0 , 则车道能容纳的最大车辆数 $N = \lfloor \frac{l}{s_0} \rfloor$;

步骤22, 根据步骤S1, 计算第三出口道内车辆数计算交叉口处出口方向的第三出口道内的车辆数为 $n_{i,1}$ 与 $n_{i,2}$ 之和, 若交叉口每个方向第三出口道内的车辆数都小于车道能容纳的最大车辆数 N , 则执行步骤23, 否则, 四方向左转绿灯时间 $T_0 = T_{\max} = \lfloor \frac{1}{v_f} + \frac{1}{v_d} + t_d \rfloor$;

步骤23, 首先, 计算车队的排队长度 $l_{i,c}$,

然后, 根据疏散波理论计算排队消散时间 $T_{i,d}$;

接着, 计算最后一辆车从启动到通过交叉口的时间 $T_{i,a}$;

最后, 计算交叉口处出口方向的左转信号灯的绿灯时间 T_i , 则四方向左转的绿灯时间 $T_0 = \max\{T_i\} = \max\{T_1, T_3, T_3, T_4\}$ 。

9. 如权利要求8所述的信号灯系统的控制方法, 其特征在于, 所述步骤S3, 控制分叉口信号灯模块的具体步骤如下:

步骤31, 当交叉口东西向直行的绿灯启亮时, 南北向左转与掉头的绿灯延迟 t_0 秒后启亮;

步骤32, 系统初始化, $n_{i,1} = 0, n_{i,2} = 0, N = \lfloor \frac{l}{s_0} \rfloor$;

步骤33, 主交叉口摄像头检测第三出口道剩余车辆数 j_i , 使得 $n_{i,1} = j_i, N = N - n_{i,1}$;

步骤34, 判断绿灯时间 t_1 是否小于等于 $t_{11} - t_0$, 若是, 则执行步骤35, 若不是, 则执行步骤41;

步骤35, 地感线圈感应是否有车辆通过, 若有车辆则执行步骤36, 若没有车辆, 则一直等待, 直到感应到车辆为止;

步骤36, 分叉口主摄像头对车牌颜色进行检测, 若车牌颜色为蓝色或者绿色, 则执行步骤37, 若车牌颜色为黄色或者黄色加绿色, 则执行步骤38;

步骤37, 分叉口次摄像对车辆的行驶方向进行判断, 若车辆为左转, 则车辆数 $n_{i,2} = n_{i,2} + 1$, 执行步骤39, 若车辆不是左转, 是掉头, 则直接执行步骤39;

步骤38, 分叉口次摄像对车辆的行驶方向进行判断, 若车辆为左转, 则车辆数 $n_{i,2} = n_{i,2} + 2$, 执行步骤39, 若车辆不是左转, 而是掉头, 则直接执行步骤39;

步骤39, 判断 $n_{i,2}$ 是否小于 $N - 1$, 若 $n_{i,2} < N - 1$, 则回到步骤34进行循环, 若 $n_{i,2} \geq N - 1$, 则进行步骤40;

步骤40, 地感线圈检测是否有车辆通过, 若有, 则车辆数 $n_{i,2} = n_{i,2} + 1$, 分叉口处二级信号灯3s后变为红灯; 若没有, 则一直等待, 直到感应到车辆或者绿灯时间结束变为红灯为止;

步骤41,当东西向直行绿灯变为红灯时,南北向左转与掉头绿灯也变为红灯。

信号灯系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及交通工程技术领域,具体涉及一种信号灯系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 目前,我国城镇化与机动化进程不断加快,因此城市平面交叉口成为了道路交通的瓶颈节点,而平面交叉口的左转车流是影响对向直行通行、产生冲突的关键车流,其组织设计与交叉口的通行能力关系十分密切。常见的左转车流组织方法为设计左转专用道,并辅以左转专用相位,这种方法对于非饱和的平面交叉口具有一定的效果,但并不适用于过饱和平面交叉口。

发明内容

[0003] 有鉴于此,有必要提供一种适用于过饱和平面交叉口的信号灯系统及其控制方法,将左转车流移至机动车出口道左侧,消除左转车流与对向直行车流的冲突,提高交叉口通行能力。

[0004] 一种信号灯系统,设于主交叉口和分叉口,其包括左转车辆检测模块、分叉口信号灯模块和主交叉口信号灯模块,所述左转车辆检测模块分别与所述分叉口信号灯模块和主交叉口信号灯模块有线连接,所述分叉口信号灯模块和主交叉口信号灯模块有线连接,所述左转车辆检测模块用于检测车辆是否左转和检测左转车辆的数量,所述分叉口信号灯模块和主交叉口信号灯模块分别具有多个信号灯,分别用于调控车流和行人的移动,所述分叉口信号灯模块和主交叉口信号灯模块分别通过所述车辆检测模块的检测结果控制所述信号灯的颜色和时间。

[0005] 优选地,沿着汽车行驶方向,在进入主交叉口的方向上的左转或倒车车道上设有所述分叉口,设有所述分叉口的左转或倒车车道为第一分叉道,在所述分叉口和主交叉口之间具有多个出口道,从左往右方向依次为第五出口道、第四出口道、第三出口道、第二出口道、第一出口道,所述左转车辆检测模块包括地感线圈和多个摄像头,所述地感线圈分别与多个所述摄像头有线连接,多个所述摄像头包括主交叉口摄像头、分叉口主摄像头和分叉口次摄像头,所述地感线圈设于分叉口的第一分叉道停车线前1m-2m处,用于判断是否有车辆经过,所述分叉口主摄像头设于分叉口的第一分叉道前,用于识别车牌颜色,所述分叉口次摄像头设于分叉口对向街边,用于判断驶出车辆为左转还是掉头,所述主交叉口摄像头设于主交叉口出口方向的第三出口道对面的安全岛前,用于判断第三出口道内车的数量。

[0006] 优选地,所述主交叉口信号灯模块包括多个一级信号灯,一个所述一级信号灯设于主交叉口处出口方向的第一出口道和第二出口道中间,属性为直行信号灯,用于控制对向直行车流;一个所述一级信号灯设于主交叉口摄像头上方,属性为左转信号灯,用于控制左转车流。

[0007] 优选地,在所述分叉口设有次停车线,所述分叉口信号灯模块包括二级信号灯和

三级信号灯,所述二级信号灯设于分叉口的次停车线前,属性为左转与掉头信号灯,用于控制左转和掉头车流;所述三级信号灯设于安全岛上,属性为行人及非机动车过街信号灯,用于控制行人及非机动车过街。

[0008] 以及,一种信号灯系统的控制方法,所述方法基于以上所述的信号灯系统,所述方法包括如下步骤:步骤S1,计算第三出口道内车辆数;步骤S2,控制主交叉口信号灯模块;及步骤S3,控制分叉口信号灯模块。

[0009] 优选地,所述步骤S1,计算第三出口道内车辆数具体包括主交叉口摄像头检测第三出口道剩余车辆数、地感线圈检测通过进口方向分叉口的车辆数、分叉口主摄像头计算通过进口方向分叉口车辆数和分叉口次摄像头计算通过进口方向分叉口车辆数,通过主交叉口出口方向第三出口道的车辆数为 $n_{i,1}$,通过进口方向的分叉口车辆数为 $n_{i,2}$,第三出口道内车辆数为 $n_{i,1}$ 与 $n_{i,2}$ 之和;

[0010] 所述主交叉口摄像头检测第三出口道剩余车辆数步骤如下:当分叉口绿灯起亮,系统初始化,此时主交叉口出口方向第三出口道的车辆数 $n_{i,1}=0$,主交叉口摄像头开始检测第三出口道剩余车辆数 j_i ,使得 $n_{i,1}=j_i$;

[0011] 地感线圈检测通过进口方向分叉口的车辆数步骤如下:当分叉口绿灯起亮,系统初始化,此时通过进口方向的分叉口车辆数 $n_{i,2}=0$,地感线圈开始判断是否有车辆通过,若有车辆通过,则车辆数为 $n_{i,2}+1$;

[0012] 分叉口主摄像头计算通过进口方向分叉口车辆数步骤如下:当分叉口绿灯起亮,系统初始化,分叉口主摄像头对车牌颜色进行检测,若车牌颜色为蓝色或者绿色,则 $n_{i,2}+1$,若车牌颜色为黄色或者黄色加绿色,则车辆数 $n_{i,2}+2$;

[0013] 分叉口次摄像头计算通过进口方向分叉口车辆数步骤如下:当分叉口绿灯起亮,分叉口次摄像头判断是否有车辆驶出分叉口,若有车辆驶出分叉口,则判断该车辆的行驶方向,若为左转则结束,若是掉头车辆,则车辆数 $n_{i,2}-1$ 。

[0014] 优选地,所述步骤S2,控制主交叉口信号灯模块的方法采用三相位控制,分别为东西直行相位、南北直行相位和四方向左转相位,所述控制主交叉口信号灯模块具体步骤如下:

[0015] 步骤1,信号初始化;

[0016] 步骤2,东西直行绿灯起亮,其余信号灯为红灯;

[0017] 步骤3,南北左转和掉头信号灯延迟 t_0 秒后绿灯起亮;

[0018] 步骤4,分叉口信号灯模块若感应到 $n_{i,2}$ 不小于 $N-1$,且又有一辆车经过分叉口停车线,则南北左转和掉头变为红灯状态,否则继续保持绿灯状态;

[0019] 步骤5,当东西直行绿灯结束变为红灯时,南北左转和掉头信号灯同时变为红灯;

[0020] 步骤6,全红时间3秒后,南北直行绿灯起亮,其余信号灯为红灯;

[0021] 步骤7,东西左转和掉头信号灯延迟 t_0 秒后绿灯起亮;

[0022] 步骤8,分叉口信号灯模块若感应到 $n_{i,2}$ 不小于 $N-1$,且又有一辆车经过分叉口停车线,则南北左转和掉头变为红灯状态,否则继续保持绿灯状态;

[0023] 步骤9,当南北直行绿灯结束变为红灯时,东西左转和掉头信号灯同时变为红灯;

[0024] 步骤10,全红时间三秒后,四方向左转绿灯起亮,其余信号灯为红灯;

[0025] 步骤11,四方向左转绿灯结束变为红灯;

[0026] 步骤12,全红时间3秒,东西直行绿灯起亮,其余信号灯为红灯,从步骤2开始继续循环。

[0027] 优选地,所述四方向左转相位控制包括计算四方向左转绿灯时间,步骤如下:

[0028] 步骤21,设原交叉口东西向直行的绿灯时间为 t_{11} ,南北向直行的绿灯时间为 t_{12} ,四方向左转的绿灯时间为 t_{13} ,东西或南北左转和掉头相位的绿灯启亮时间比一级信号灯南北向或东西向直行相位绿灯启亮时间延迟 t_0 秒,则南北或东西左转和掉头相位的绿灯时间分别为 $t_1=t_{11}-t_0$ 或 $t_2=t_{12}-t_0$,其中 $t_0 = \frac{D_1+2L+W}{V_1} + 1$,其中, D_1 为分叉口次停车线与交叉口进口方向主停车线的距离, L 为交叉口人行横道的宽度, W 为交叉口宽度, V_1 为机动车通过交叉口的平均速度;

[0029] 若第三出口道的车道长度为 l ,平均车头间距为 s_0 ,则车道能容纳的最大车辆数 $N = \lfloor \frac{l}{s_0} \rfloor$;

[0030] 步骤22,根据步骤S1,计算第三出口道内车辆数计算交叉口处出口方向的第三出口道内的车辆数为 $n_{i,1}$ 与 $n_{i,2}$ 之和,若交叉口每个方向第三出口道内的车辆数都小于车道能容纳的最大车辆数 N ,则执行步骤23,否则执行步骤24;

[0031] 步骤23,首先,计算车队的排队长度 $l_{i,c} = s_0 (n_{i,1} + n_{i,2})$,

[0032] 然后,根据疏散波理论计算排队消散时间 $T_{i,d} = \frac{l_{i,c}}{v_f}$;其中, v_f 为车队左转的平均速度,单位m/s;

[0033] 接着,计算最后一辆车从启动到通过交叉口的时间 $T_{i,a} = \frac{l_{i,c}}{v_d} + t_d$;其中, v_d 为车辆平均运行速度,单位m/s, t_d 为车辆平均启动延误,单位s;

[0034] 最后,计算交叉口处出口方向的左转信号灯的绿灯时间 $T_i = \lceil T_{i,d} + T_{i,a} \rceil$,则四方向左转的绿灯时间 $T_0 = \max \{T_i\} = \max \{T_1, T_2, T_3, T_4\}$;

[0035] 步骤24,四方向左转绿灯时间 $T_0 = T_{\max} = \lceil \frac{l}{v_f} + \frac{l}{v_d} + t_d \rceil$ 。

[0036] 优选地,所述步骤S3,控制分叉口信号灯模块的具体步骤如下:

[0037] 步骤31,当交叉口东西向直行的绿灯启亮时,南北向左转与掉头的绿灯延迟 t_0 秒后启亮;

[0038] 步骤32,系统初始化, $n_{i,1} = 0, n_{i,2} = 0, N = \lfloor \frac{l}{s_0} \rfloor$;

[0039] 步骤33,主交叉口摄像头检测第三出口道剩余车辆数 j_i ,使得 $n_{i,1} = j_i, N = N - n_{i,1}$;

[0040] 步骤34,判断绿灯时间 t_1 是否小于等于 $t_{11} - t_0$,若是,则执行步骤35,若不是,则执行步骤41;

[0041] 步骤35,地感线圈感应是否有车辆通过,若有车辆则执行步骤36,若没有车辆,则一直等待,直到感应到车辆为止;

[0042] 步骤36,分叉口主摄像头对车牌颜色进行检测,若车牌颜色为蓝色或者绿色,则执行步骤37,若车牌颜色为黄色或者黄色加绿色,则执行步骤38;

[0043] 步骤37,分叉口次摄像对车辆的行驶方向进行判断,若车辆为左转,则车辆数 $n_{i,2}$

$=n_{i,2}+1$,执行步骤39,若车辆不是左转,是掉头,则直接执行步骤39;

[0044] 步骤38,分叉口次摄像对车辆的行驶方向进行判断,若车辆为左转,则车辆数 $n_{i,2}=n_{i,2}+2$,执行步骤39,若车辆不是左转,而是掉头,则直接执行步骤39;

[0045] 步骤39,判断 $n_{i,2}$ 是否小于 $N-1$,若 $n_{i,2}<N-1$,则回到步骤34进行循环,若 $n_{i,2}\geq N-1$,则进行步骤40;

[0046] 步骤40,地感线圈检测是否有车辆通过,若有,则车辆数 $n_{i,2}=n_{i,2}+1$,分叉口处二级信号灯3s后变为红灯;若没有,则一直等待,直到感应到车辆或者绿灯时间结束变为红灯为止;

[0047] 步骤41,当东西向直行绿灯变为红灯时,南北向左转与掉头绿灯也变为红灯。

[0048] 上述信号灯系统及其控制方法中,设有左转车辆检测模块用于检测车辆是否左转和检测左转车辆的数量,分叉口信号灯模块和主交叉口信号灯模块分别具有多个信号灯,分别用于调控车流和行人的移动,所述分叉口信号灯模块和主交叉口信号灯模块分别通过所述车辆检测模块的检测结果控制所述信号灯的颜色和时间,从而避免了交叉口左转车辆与直行车辆的冲突,在信号灯的控制下,减少交叉口冲突点数量,在保障非机动车和行人的安全的基础上,提高了交叉口机动车的通行效率。

附图说明

[0049] 图1是本发明实施例的信号灯系统及其控制方法的系统结构示意图。

[0050] 图2是本发明实施例的信号灯系统及其控制方法的主交叉口摄像头检测第三出口道车辆数步骤示意图。

[0051] 图3是本发明实施例的信号灯系统及其控制方法的地感线圈检测通过进口方向分叉口车辆数步骤示意图。

[0052] 图4是本发明实施例的信号灯系统及其控制方法的分叉口主摄像头计算通过进口方向分叉口车辆数步骤示意图。

[0053] 图5是本发明实施例的信号灯系统及其控制方法的分叉口次摄像头计算通过进口方向分叉口车辆数步骤示意图。

[0054] 图6是本发明实施例的信号灯系统及其控制方法的控制主交叉口信号灯模块步骤示意图。

[0055] 图7是本发明实施例的信号灯系统及其控制方法的计算四方向左转绿灯时间步骤示意图。

[0056] 图8是本发明实施例的信号灯系统及其控制方法的控制分叉口信号灯模块步骤示意图。

具体实施方式

[0057] 以下将结合具体实施例和附图对本发明进行详细说明。

[0058] 请参阅图1,示出本发明实施例的一种信号灯系统,设于主交叉口和分叉口12,其包括左转车辆检测模块、分叉口信号灯模块和主交叉口信号灯模块,所述左转车辆检测模块分别与所述分叉口信号灯模块和主交叉口信号灯模块有线连接,所述分叉口信号灯模块与主交叉口信号灯模块有线连接,所述左转车辆检测模块用于检测车辆是否左转和检测左

转车辆的数量,所述分叉口信号灯模块和主交叉口信号灯模块分别具有多个信号灯,分别用于调控车流和行人的移动,所述分叉口信号灯模块和主交叉口信号灯模块分别通过所述车辆检测模块的检测结果控制所述信号灯的颜色和时间。进一步地,所述分叉口信号灯模块和主交叉口信号灯模块分别具有控制模块以用于控制信号灯开启的颜色。如图1所示,沿着汽车行驶方向,在进入主交叉口的方向上的左转或倒车车道上设有分叉口12,设有所述分叉口12的左转或倒车车道为第一分叉道13,第一分叉道13右边依次设有第二分叉道14,第三分叉道15,第四分叉道16;在所述分叉口12和主交叉口之间具有多个车道,从左往右方向依次为第五出口道9、第四出口道8、第三出口道7、第二出口道6、第一出口道5、第一进口道1、第二进口道2、第三进口道3和第四进口道4,所述第三出口道7为移位左转车道,在主交叉口和分叉口12上分别设有主停车线10和次停车线11,主交叉口上还具有多个安全岛20。进一步地,为了主交叉口的分叉口12车辆和行人的安全,在所述分叉口12和主交叉口还分别设有分叉口导流线17和主交叉口导流线18,在安全岛20设有安全岛防撞柱21,在主交叉口还设有绿化带19和斑马线22。

[0059] 优选地,所述左转车辆检测模块包括地感线圈26和多个摄像头,所述地感线圈26别与多个所述摄像头有线连接,多个所述摄像头包括主交叉口摄像头29、分叉口主摄像头27和分叉口次摄像头28,所述地感线圈26设于分叉口12的第一分叉道13停车线前1m-2m处,用于判断是否有车辆经过,所述分叉口主摄像头27设于分叉口12的第一分叉道13前,用于识别车牌颜色,所述分叉口次摄像头28设于分叉口12对向街边,用于判断驶出车辆为左转还是掉头,所述主交叉口摄像头29设于主交叉口出口方向的第三出口道7对面的安全岛20前,用于判断第三出口道7内车的数量。

[0060] 优选地,所述主交叉口信号灯模块包括多个一级信号灯23,一个所述一级信号灯23设于主交叉口处出口方向的第一出口道5和第二出口道6中间,属性为直行信号灯,用于控制对向直行车流;一个所述一级信号灯23设于的主交叉口摄像头29上方,属性为左转信号灯,用于控制左转车流。

[0061] 优选地,所述分叉口信号灯模块包括二级信号灯24和三级信号灯25,所述二级信号灯24设于分叉口12的次停车线11前,属性为左转与掉头信号灯,用于控制左转和掉头车流;所述三级信号25灯设于安全岛20上,属性为行人及非机动车过街信号灯,用于控制行人及非机动车过街。

[0062] 以及,一种信号灯系统的控制方法,所述方法基于以上所述的信号灯系统,所述方法包括如下步骤:步骤S1,计算第三出口道7内车辆数;步骤S2,控制主交叉口信号灯模块;及步骤S3,控制分叉口信号灯模块。

[0063] 优选地,所述步骤S1,计算第三出口道7内车辆数具体包括主交叉口摄像头29检测第三出口道7剩余车辆数、地感线圈26检测通过进口方向分叉口12的车辆数、分叉口主摄像头27计算通过进口方向分叉口车辆数和分叉口次摄像头28计算通过进口方向分叉口车辆数,设定通过主交叉口出口方向第三出口道7的车辆数为 $n_{i,1}$,通过进口方向的分叉口车辆数为 $n_{i,2}$,则第三出口道7内车辆数为 $n_{i,1}$ 与 $n_{i,2}$ 之和;

[0064] 请参阅图2,示出所述主交叉口摄像头29检测第三出口道7剩余车辆数步骤如下:当分叉口12绿灯起亮,系统初始化,此时主交叉口12出口方向第三出口道7的车辆数 $n_{i,1}=0$,主交叉口摄像头29开始检测第三出口道7剩余车辆数 j_i ,使得 $n_{i,1}=j_i$;

[0065] 请参阅图3,示出地感线圈26检测通过进口方向分叉口12的车辆数步骤如下:当分叉口12绿灯起亮,系统初始化,此时通过进口方向的分叉口12车辆数 $n_{i,2}=0$,地感线圈26开始判断是否有车辆通过,若有车辆通过,则车辆数为 $n_{i,2}+1$;

[0066] 请参阅图4,示出分叉口主摄像头27计算通过进口方向分叉口12车辆数步骤如下:当分叉口12绿灯起亮,系统初始化,分叉口主摄像头27对车牌颜色进行检测,若车牌颜色为蓝色或者绿色,则 $n_{i,2}+1$,若车牌颜色为黄色或者黄色加绿色,则车辆数 $n_{i,2}+2$,因小汽车车牌颜色为蓝色或者绿色,而公交车车牌颜色为黄色或者黄色加绿色;

[0067] 请参阅图5,示出所述分叉口次摄像头28计算通过进口方向分叉口12车辆数步骤如下:当分叉口12绿灯起亮,分叉口次摄像头28判断是否有车辆驶出分叉口,若有车辆驶出分叉口12,则判断该车辆的行驶方向,若为左转则结束,若是掉头车辆,则车辆数 $n_{i,2}-1$ 。

[0068] 请参阅图6,示出所述步骤S2,控制主交叉口信号灯模块的方法采用三相位控制,分别为东西直行相位、南北直行相位和四方向左转相位,所述控制主交叉口信号灯模块具体步骤如下:

[0069] 步骤1,信号初始化;

[0070] 步骤2,东西直行绿灯起亮,其余信号灯为红灯;

[0071] 步骤3,南北左转和掉头信号灯延迟 t_0 秒后绿灯起亮;

[0072] 步骤4,分叉口信号灯模块若感应到 $n_{i,2}$ 不小于 $N-1$,且又有一辆车经过分叉口停车线,则南北左转和掉头变为红灯状态,否则继续保持绿灯状态;

[0073] 步骤5,当东西直行绿灯结束变为红灯时,南北左转和掉头信号灯同时变为红灯;

[0074] 步骤6,全红时间3秒后,南北直行绿灯起亮,其余信号灯为红灯;

[0075] 步骤7,东西左转和掉头信号灯延迟 t_0 秒后绿灯起亮;

[0076] 步骤8,分叉口信号灯模块若感应到 $n_{i,2}$ 不小于 $N-1$,且又有一辆车经过分叉口停车线,则南北左转和掉头变为红灯状态,否则继续保持绿灯状态;

[0077] 步骤9,当南北直行绿灯结束变为红灯时,东西左转和掉头信号灯同时变为红灯;

[0078] 步骤10,全红时间三秒后,四方向左转绿灯起亮,其余信号灯为红灯;

[0079] 步骤11,四方向左转绿灯结束变为红灯;

[0080] 步骤12,全红时间3秒,东西直行绿灯起亮,其余信号灯为红灯,从步骤2开始继续循环。

[0081] 请参阅图7,示出所述四方向左转相位控制包括计算四方向左转绿灯时间,步骤如下:

[0082] 步骤21,设原交叉口东西向直行的绿灯时间为 t_{11} ,南北向直行的绿灯时间为 t_{12} ,四方向左转的绿灯时间为 t_{13} ,东西或南北左转和掉头相位的绿灯启亮时间比一级信号灯南北向或东西向直行相位绿灯启亮时间延迟 t_0 秒,则南北或东西左转和掉头相位的绿灯时间

分别为 $t_1=t_{11}-t_0$ 或 $t_2=t_{12}-t_0$,其中 $t_0 = \frac{D_1+2L+W}{V_1} + 1$,其中, D_1 为分叉口次停车线11与交叉口进口方向主停车线10的距离, L 为交叉口人行横道22的宽度, W 为交叉口宽度, V_1 为机动车通过交叉口的平均速度;

[0083] 若第三出口道的车道长度为 l ,平均车头间距为 s_0 ,则车道能容纳的最大车辆数

$$N = \lfloor \frac{1}{s_0} \rfloor;$$

[0084] 步骤22,根据步骤S1,计算第三出口道7内车辆数计算交叉口处出口方向的第三出口道7内的车辆数为 $n_{i,1}$ 与 $n_{i,2}$ 之和,若交叉口每个方向第三出口道7内的车辆数都小于车道能容纳的最大车辆数 N ,则执行步骤23,否则执行步骤24;

[0085] 步骤23,首先,计算车队的排队长度 $l_{i,c} = s_0(n_{i,1} + n_{i,2})$,

[0086] 然后,根据疏散波理论计算排队消散时间 $T_{i,d} = \frac{l_{i,c}}{v_f}$;其中, v_f 为车队左转的平均速度,单位m/s;

[0087] 接着,计算最后一辆车从启动到通过交叉口的时间 $T_{i,a} = \frac{l_{i,c}}{v_d} + t_d$;其中, v_d 为车辆平均运行速度,单位m/s, t_d 为车辆平均启动延误,单位s;

[0088] 最后,计算交叉口处出口方向的左转信号灯的绿灯时间 $T_i = \lceil T_{i,d} + T_{i,a} \rceil$,则四方向左转的绿灯时间 $T_0 = \max \{T_i\} = \max \{T_1, T_2, T_3, T_4\}$;

[0089] 步骤24,四方向左转绿灯时间 $T_0 = T_{\max} = \lceil \frac{1}{v_f} + \frac{1}{v_d} + t_d \rceil$ 。

[0090] 请参阅图8,示出所述步骤S3,控制分叉口信号灯模块的具体步骤如下:

[0091] 步骤31,当交叉口东西向直行的绿灯启亮时,南北向左转与掉头的绿灯延迟 t_0 秒后启亮;

[0092] 步骤32,系统初始化, $n_{i,1} = 0, n_{i,2} = 0, N = \lfloor \frac{1}{s_0} \rfloor$;

[0093] 步骤33,主交叉口摄像头29检测第三出口道7剩余车辆数 j_i ,使得 $n_{i,1} = j_i, N = N - n_{i,1}$;

[0094] 步骤34,判断绿灯时间 t_1 是否小于等于 $t_{11} - t_0$,若是,则执行步骤35,若不是,则执行步骤41;

[0095] 步骤35,地感线圈26感应是否有车辆通过,若有车辆则执行步骤36,若没有车辆,则一直等待,直到感应到车辆为止;

[0096] 步骤36,分叉口主摄像头27对车牌颜色进行检测,若车牌颜色为蓝色或者绿色,则执行步骤37,若车牌颜色为黄色或者黄色加绿色,则执行步骤38;

[0097] 步骤37,分叉口次摄像28对车辆的行驶方向进行判断,若车辆为左转,则车辆数 $n_{i,2} = n_{i,2} + 1$,执行步骤39,若车辆不是左转,是掉头,则直接执行步骤39;

[0098] 步骤38,分叉口次摄像28对车辆的行驶方向进行判断,若车辆为左转,则车辆数 $n_{i,2} = n_{i,2} + 2$,执行步骤39,若车辆不是左转,而是掉头,则直接执行步骤39;

[0099] 步骤39,判断 $n_{i,2}$ 是否小于 $N - 1$,若 $n_{i,2} < N - 1$,则回到步骤34进行循环,若 $n_{i,2} \geq N - 1$,则进行步骤40;

[0100] 步骤40,地感线圈26检测是否有车辆通过,若有,则车辆数 $n_{i,2} = n_{i,2} + 1$,分叉口12处二级信号灯24在3s后变为红灯;若没有,则一直等待,直到感应到车辆或者绿灯时间结束变为红灯为止;

[0101] 步骤41,当东西向直行绿灯变为红灯时,南北向左转与掉头绿灯也变为红灯。

[0102] 进一步地,针对交叉口行人与非机动车过街的信号控制如下:三级信号灯25采用

单相位控制,为行人及非机动车直行过街相位,与一级信号灯23直行相位绿灯时间一致,其余为黄灯和红灯相位。

[0103] 上述信号灯系统及其控制方法中,针对分叉口和主交叉口分别设有信号灯和摄像头,一级信号灯、二级信号灯、三级信号灯、多个摄像头和地感线圈的设计,有效地调控对向直行车流,调控行人及非机动车过街,有效避免交叉口左转车辆与直行车辆的冲突,在信号相位控制下明显减少交叉口冲突点数量,在保障非机动车和行人的安全的基础上,提高了交叉口机动车的通行效率。

[0104] 需要说明的是,本发明并不局限于上述实施方式,根据本发明的创造精神,本领域技术人员还可以做出其他变化,这些依据本发明的创造精神所做的变化,都应包含在本发明所要求保护的范围之内。

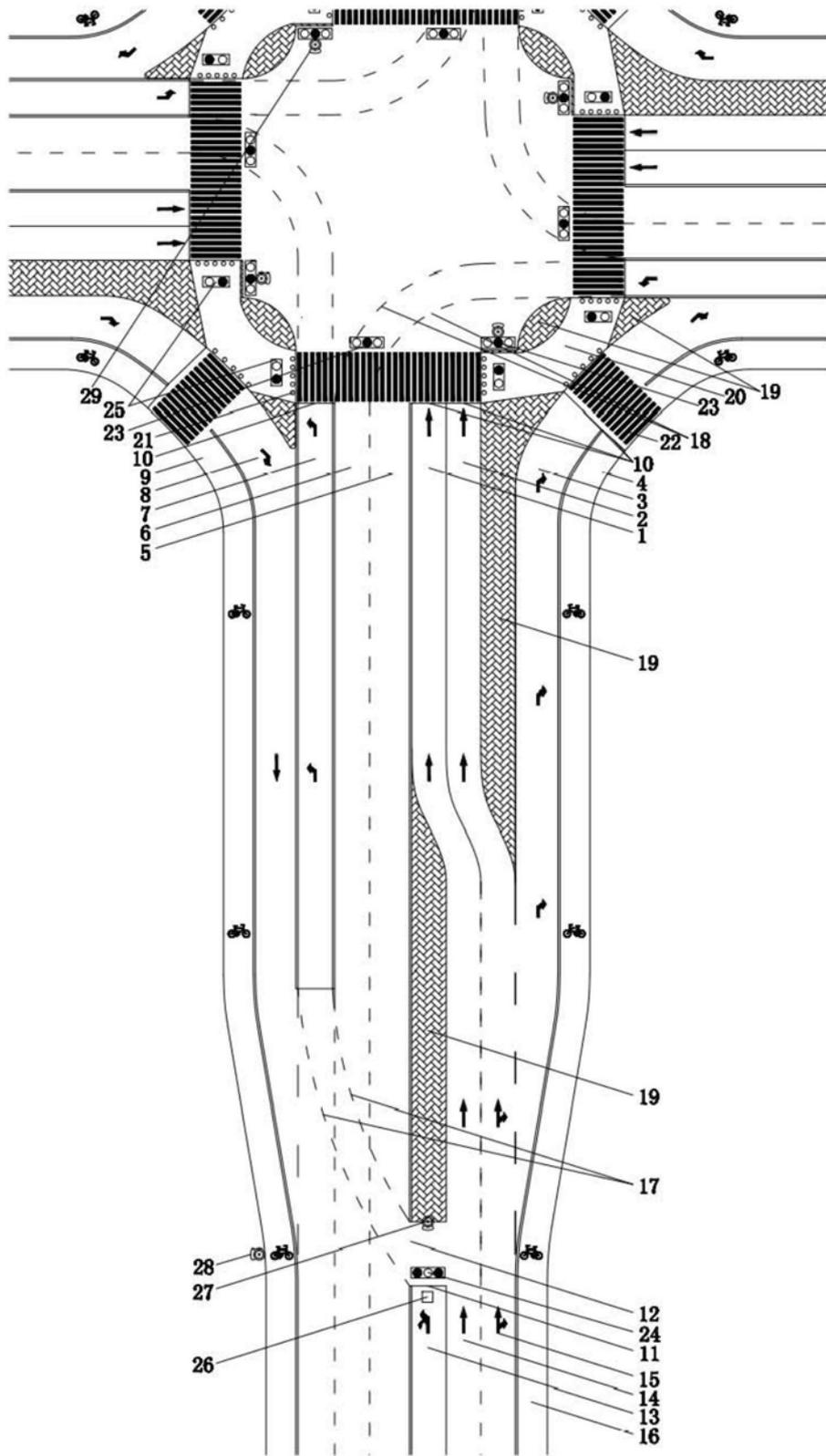


图1

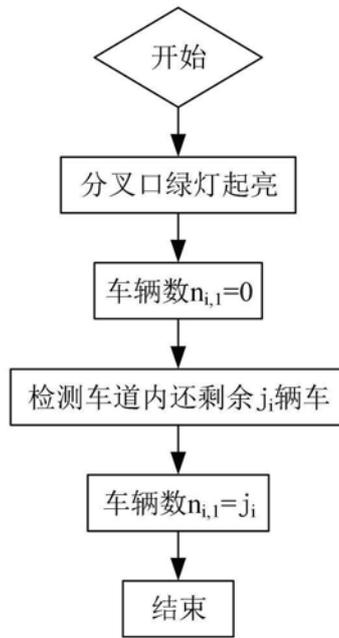


图2

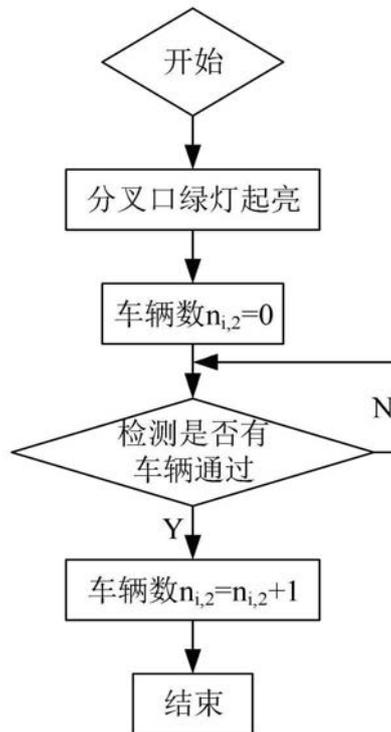


图3

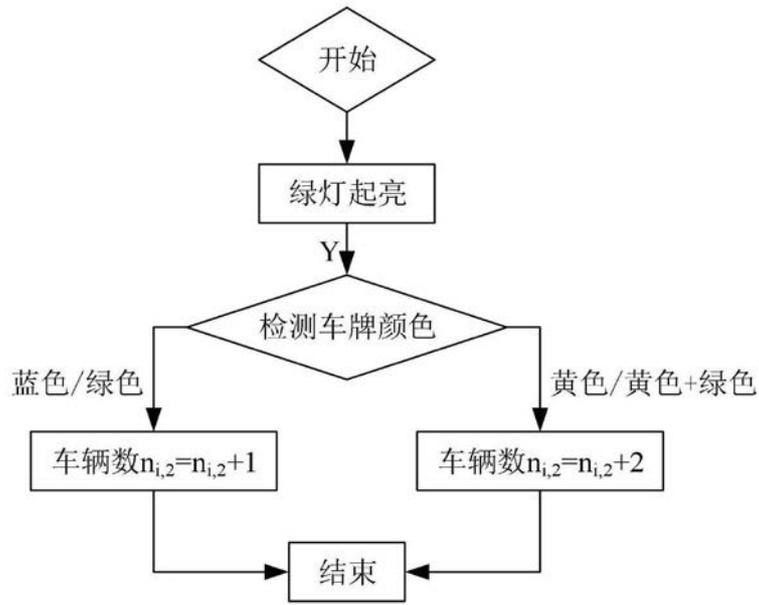


图4

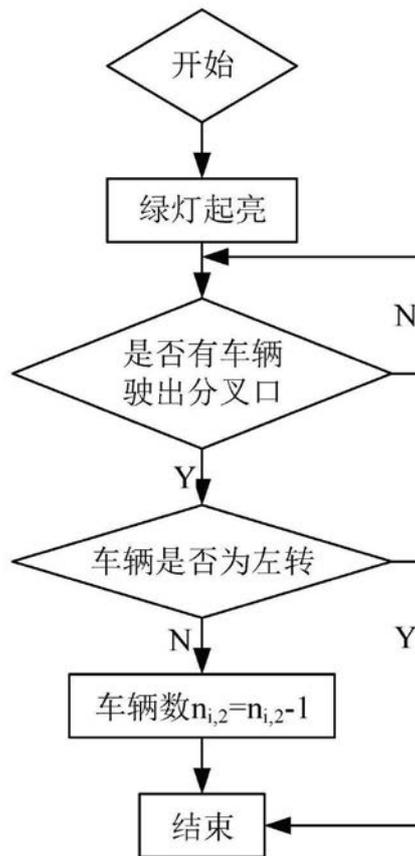


图5

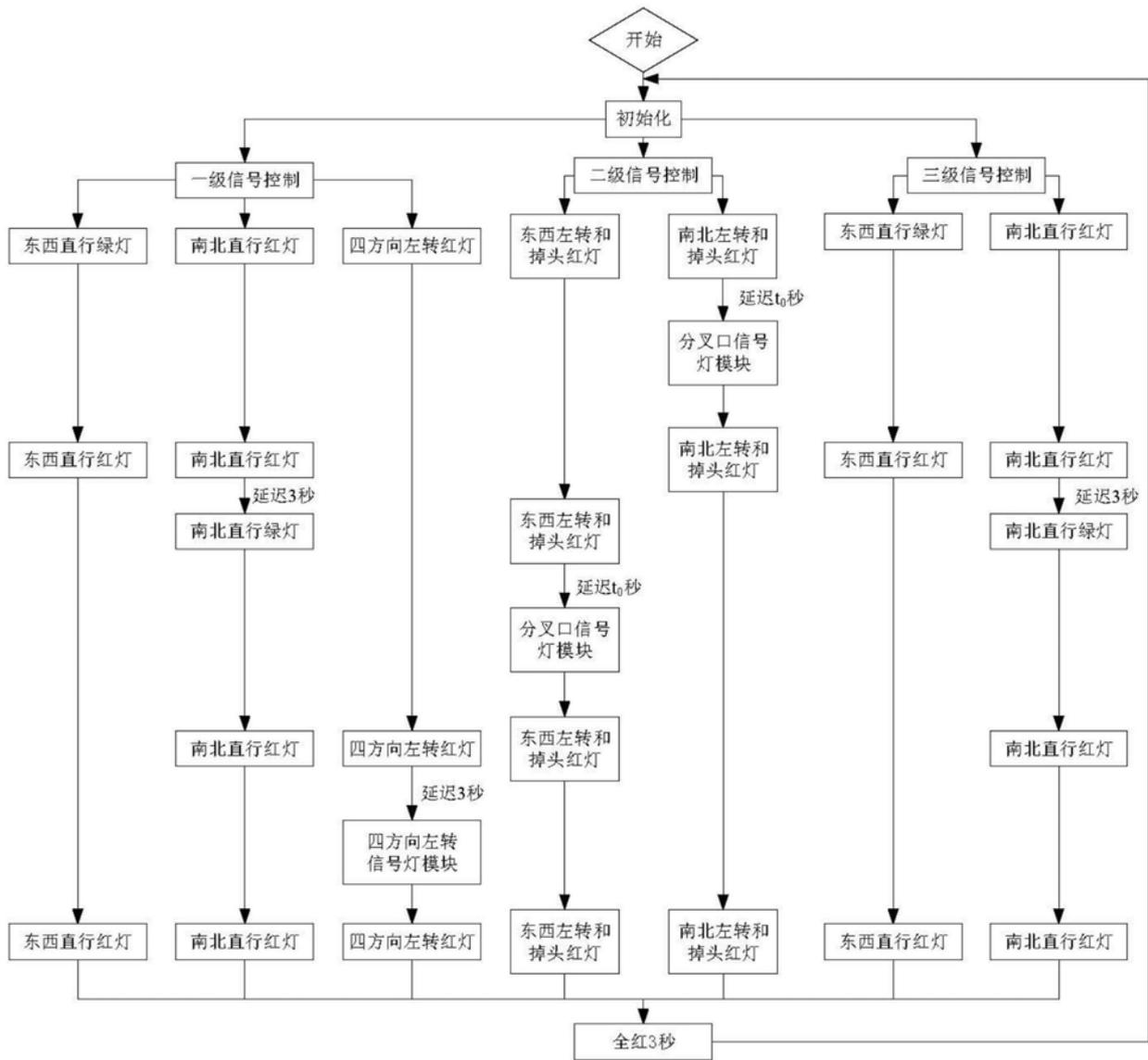


图6

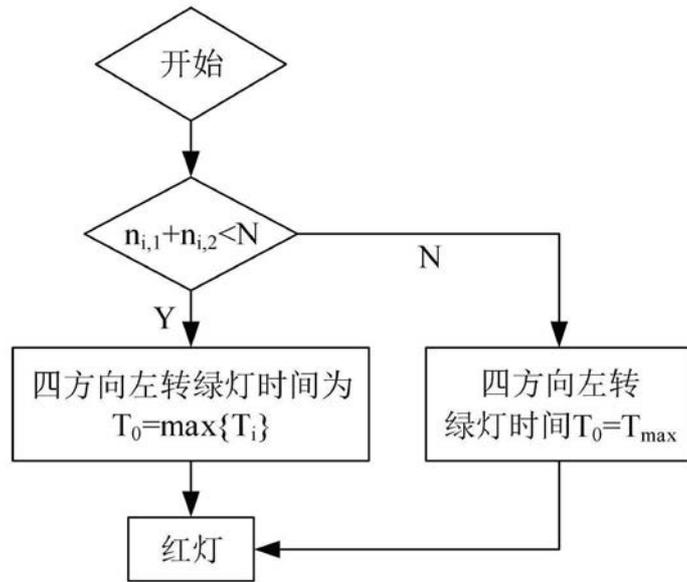


图7

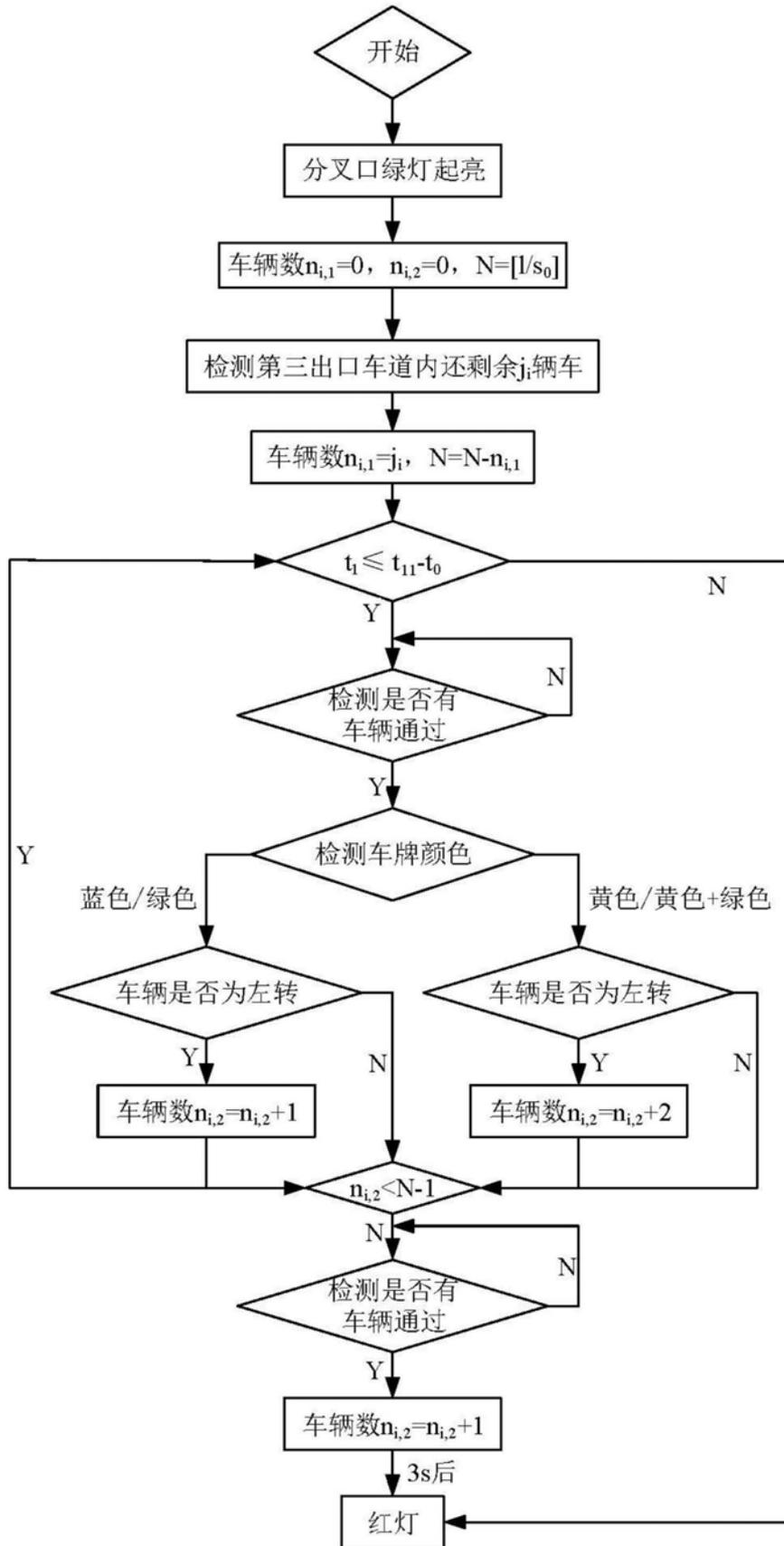


图8