



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114595973 A

(43) 申请公布日 2022. 06. 07

(21) 申请号 202210237579.8

(22) 申请日 2022.03.10

(71) 申请人 中车株洲电力机车有限公司

地址 412001 湖南省株洲市石峰区田心高科园

(72) 发明人 王雨琪 皮凯俊 杜求茂 屈海洋 李春明

(74) 专利代理机构 长沙正奇专利事务所有限责任公司 43113

专利代理师 王娟

(51) Int. Cl.

G06Q 10/06 (2012.01)

G06Q 10/04 (2012.01)

G06Q 50/26 (2012.01)

G08G 1/08 (2006.01)

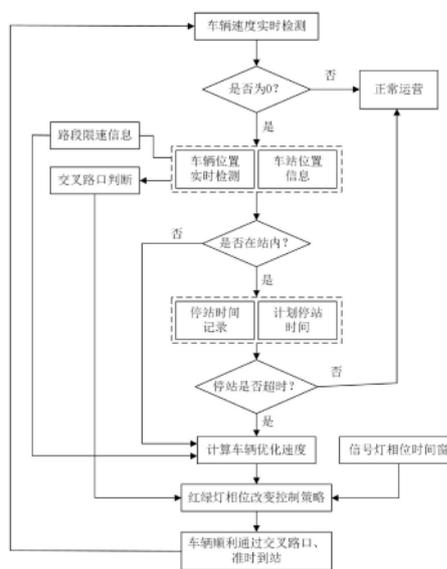
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

道路交通车辆的调度方法及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种道路交通车辆的调度方法及系统,当车辆在车站停车超时或交通异常时,获取车辆位置信息、路段限速信息和交叉路口信息;判断当前路段是否有交叉路口,若是,则根据路段限速信息计算车辆的优化速度,获取优化速度后的车辆状态信息,根据所述车辆状态信息控制信号灯相位变化;若否,则结合车辆的运营时刻表直接计算车辆的优化速度,并控制车辆以该优化速度运行。本发明能够实时向驾驶员发送精确的优化速度指令,且通过对信号灯相位变化的控制,能够时刻保证虚拟轨道列车以最优先级通过交叉路口,该方法实现了车辆速度和信号灯的双重控制,能更加精准的实现车辆准点到站。



1. 一种道路交通车辆的调度方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、当车辆在车站停车超时或交通异常时,获取车辆位置信息、路段限速信息和交叉路口信息;

S2、判断当前路段是否有交叉路口,若是,则根据路段限速信息计算车辆的优化速度,获取优化速度后的车辆状态信息,根据所述车辆状态信息控制信号灯相位变化;若否,则结合车辆的运营时刻表直接计算车辆的优化速度,并控制车辆以该优化速度运行。

2. 根据权利要求1所述的道路交通车辆的调度方法,其特征在于,步骤S1之前,还包括:

判断车辆是否在站内,若是,则根据停站时间记录和计划停站时间判断停车是否超时;否则,进入步骤S2。

3. 根据权利要求2所述的道路交通车辆的调度方法,其特征在于,判断车辆是否在站内之前,还包括:判断车辆实时速度是否为0,若是,则根据车辆实时位置信息和车站位置信息,判断车辆是否在站内;否则,车辆正常运行。

4. 根据权利要求1所述的道路交通车辆的调度方法,其特征在于,步骤S2中,所述车辆的优化速度满足以下条件:

$$\begin{cases} V_{up} = V_{down} = V_{un} \leq V_{lim} \\ t_{up} + t_{down} + t_{un} = T_{jpin} - T_b \\ S_{up} + S_{down} + S_{un} = S_j - S_b \\ V_{un} = S_{un} / t_{un} \end{cases};$$

其中, V_{up} 、 t_{up} 、 S_{up} 分别表示车辆加速段的末速度、加速时间和位移; V_{down} 、 t_{down} 、 S_{down} 分别表示车辆减速段的初速度、减速时间和位移; V_{un} 、 t_{un} 、 S_{un} 分别表示车辆匀速阶段的速度、时间和位移, V_{un} 即为车辆的优化速度; $T_{jpin} - T_b$ 表示车辆开始运行时,准时到达车站剩余的路段行驶时间; $S_j - S_b$ 表示车辆当前位置与下一站之间的距离; V_{lim} 表示道路路段的最高限速。

5. 根据权利要求1所述的道路交通车辆的调度方法,其特征在于,根据车辆状态信息控制信号灯相位变化的实现过程包括:当车载模块检测到车辆距离第一个交叉路口的停止线为Km时,车辆速度仍然保持在优化速度 V_{un} 行驶,则第一个交叉路口的信号灯接收机接收来自车载模块发送的车辆状态信息以及车辆的优化速度 V_{un} ,并发送给信号灯控制机,信号灯控制结合信号灯当前的相位信息,控制信号灯时间延长或缩短或不变;K为设定的距离阈值;

当车载模块检测到车辆已通过第一个交叉路口,且距离第二个交叉路口的停止线Km时,车辆保持优化速度 V_{un} 行驶,第二个交叉路口的信号灯接收机接收来自车载模块发送的车辆状态信息和车辆的优化速度,并发送给信号灯控制机,信号灯控制机控制第二个交叉路口的信号灯时间改变;

依此类推,直至车辆通过所有交叉路口。

6. 根据权利要求5所述的道路交通车辆的调度方法,其特征在于,利用公式

$$T_i = \begin{cases} T_{ir} - T_{bArrive} & (T_{bArrive} < T_{ir} \text{ 红灯相位}) \\ 0 & (T_{bArrive} > T_{ir} \text{ 红灯相位}) \\ T_{bCross} - T_{ig} & (T_{bCross} > T_{ig} \text{ 绿灯相位}) \\ 0 & (T_{bCross} < T_{ig} \text{ 绿灯相位}) \end{cases} \text{ 计算第}i\text{个交叉路口的信号灯改变时间}T_i; S_{cross}$$

表示交叉路口的长度, V_{un} 表示车辆的优化速度, T_{ir} 表示红灯的剩余时间, $T_{bArrive}$ 表示车辆到达交叉路口需要的时间, $T_{bArrive} = \frac{100}{V_{un}}$, T_{ig} 表示绿灯的剩余时间, T_{bCross} 表示车辆通过交叉路

口需要的时间, $T_{bCross} = \frac{100 + S_{cross}}{V_{un}}$ 。

7. 根据权利要求1所述的虚拟轨道列车的调度系统, 其特征在于, 包括计算机设备; 所述计算机设备被配置或编程为用于执行权利要求1~6之一所述方法的步骤。

道路交通车辆的调度方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及轨道交通或道路交通领域,特别是一种道路交通车辆的调度方法及系统。

背景技术

[0002] 中小型城市在地铁等轨道交通方式的建设上受到限制,大量乘用车的出现导致城市道路容易发生拥挤,而虚拟轨道列车具有载客量大的特点,保证虚拟轨道列车的畅通运行以及准点到站,能够解决大多数人的出行问题,相比之下,虚拟轨道列车可以减小乘用车的使用量,因此可以很大程度上解决交通拥挤问题。

[0003] 现有的公交调度系统对于保证车辆准点到站的控制方法就是在站与站之间的道路固定位置安装车辆感应装置,当感应到车辆经过时,发送车辆的状态数据到远程调度室,由远程调度室告知驾驶员应该加速或减速。这种方法需要远程调度室的配合,且实时性不高,只有在车辆通过感应装置时,才可进行速度的调整,当车辆在没有感应装置的地方出现异常停车的情况时,便无法及时调整车辆速度,因此无法保证车辆准点到达。

[0004] 除此之外,现有的针对虚拟轨道列车的速度结合信号灯相位变化控制的车辆调度方法中,对车辆速度仅限于最高速度的控制,目的只是为了保证车辆在各路段不会发生超速的行为,且在信号灯相位控制策略中,并不是以虚拟轨道列车为最优先级通过的车辆,无法实现虚拟轨道列车的畅通运行及准点到站。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是,针对现有技术不足,提供一种道路交通车辆的调度方法及系统,保证道路交通车辆以最优先级通过交叉路口,确保车辆准点到站。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案是:一种道路交通车辆,包括以下步骤:

[0007] S1、当车辆在车站停车超时或交通异常时,获取车辆位置信息、路段限速信息和交叉路口信息;

[0008] S2、判断当前路段是否有交叉路口,若是,则根据路段限速信息计算车辆的优化速度,获取优化速度后的车辆状态信息,根据所述车辆状态信息控制信号灯相位变化;若否,则结合车辆的运营时刻表直接计算车辆的优化速度,并控制车辆以该优化速度运行。

[0009] 本发明针对车辆因为上一站乘客太多,导致停站时间过长,或区间交通路况问题(交通事故或者其它车辆误闯入专用路段)导致区间运行时间过长,或交叉路口遇到红灯而导致车辆被迫停车等待等原因而导致无法准点到站的问题,根据路段的限速信息计算车辆的优化速度,采用列车速度(计算车辆的优化速度)控制和信号灯相位控制相结合的控制方法,通过全局优化,在确保列车在准时到站的前提下,不影响全局交通效率。本发明能够时刻保证虚拟轨道列车以最优先级通过交叉路口,能更加精准的实现车辆准点到站。

[0010] 步骤S1之前,还包括:

[0011] 判断车辆是否在站内,若是,则根据停站时间记录和计划停站时间判断停车是否超时;否则,进入步骤S2。

[0012] 本发明中,判断车辆是否在站内之前,还包括:判断车辆实时速度是否为0,若是,则根据车辆实时位置信息和车站位置信息,判断车辆是否在站内;否则,车辆正常运行。

[0013] 本发明首先判断车辆速度是否为0,若是,则判断车辆是否在站内,若不是,则车辆正常运行。本发明首先判断车辆有无发生停车行为,有停车行为才进行后续操作,简化了调度过程,提高了调度效率。

[0014] 本发明中,当发生停车行为后,需要判断车辆是否在站内,若是,表明车辆此时停车进站,需要进一步判断停车是否超时,根据停车是否超时确定是否采用车辆速度优化策略,若不是,表明车辆在站外因为交通事故或其他原因停车,则直接采用车辆速度优化策略,该过程的作用是判断车辆是因为什么原因而停车,从而实现精准调度。

[0015] 上述步骤S2中,所述车辆的优化速度满足以下条件:

$$[0016] \quad \begin{cases} V_{up} = V_{down} = V_{un} \leq V_{lim} \\ t_{up} + t_{down} + t_{un} = T_{jpin} - T_b \\ S_{up} + S_{down} + S_{un} = S_j - S_b \\ V_{un} = S_{un} / t_{un} \end{cases};$$

[0017] 其中, V_{up} 、 t_{up} 、 S_{up} 分别表示车辆加速段的末速度、加速时间和位移; V_{down} 、 t_{down} 、 S_{down} 分别表示车辆减速段的初速度、减速时间和位移; V_{un} 、 t_{un} 、 S_{un} 分别表示车辆匀速阶段的速度、时间和位移,其中, V_{un} 即为车辆速度控制模块为实现车辆准点到站的目的,计算得到的车辆优化运行速度; $T_{jpin} - T_b$ 表示车辆开始运行时,准时到达车站剩余的路段行驶时间; $S_j - S_b$ 表示车辆当前位置与下一站之间的距离; V_{lim} 表示道路路段的最高限速。

[0018] 传统的公交车辆,只保证其在首末站能够准点到站,不会精确的考虑车辆在每一站的到站时间,车辆的运行过程曲线没有规律,针对车辆停站超时或其它交通事故导致车辆停车的问题,驾驶员只有根据经验对车辆进行提速,以保证车辆尽可能准确地到达下一站,但仍无法精准地保证车辆到站时间。

[0019] 虚拟轨道列车是在固定线路上根据典型运行图曲线运行的,车辆典型运行图曲线主要是结合前期对车辆的运行仿真计算和运行试验结果来建立的,该曲线的建立需要考虑很多因素,包括不同的道路坡道、弯道条件、车辆的载重条件等。根据车辆的典型运行图曲线,以及车辆当前的运行工况(所处的坡道、当前的速度、载重条件等),可以确定车辆在未来规定的一段时间内的运行过程曲线(包括车辆在未来一段时间内任意时刻的加速度、速度、位移),基于此,当车辆实际在站内停车超时或者在站与站之间的道路由于其他交通事故中途停车时,则需要对车辆的运行曲线重新作规划,该曲线的总距离即为车辆当前位置与下一站之间的距离,该曲线的总时间即为车辆保证准点到站还剩余的行车时间,该曲线中包括车辆的加速段曲线、匀速段曲线和减速段曲线,三段曲线的长度分配策略就以达到上述公式所要求的约束条件为目标确定。

[0020] 本发明计算车辆的优化速度,在正常运营情况下,对车辆在每个站与站之间的运行过程曲线都作出规划,车辆按照该曲线运行就能保住在每个站都能准点到达,当发生其它意外情况时(车辆停站超时或站与站之间中途停车),则对运行过程曲线重新作规划,车

辆按照重新规划好的运行过程曲线运行,而对车辆运行过程曲线的规划目标即为上述公式。相比于现有技术,本发明可以确保虚拟轨道列车精确的实现车辆准点到站。

[0021] 根据车辆状态信息控制信号灯相位变化的实现过程包括:当车载模块检测到车辆距离第一个交叉路口的停止线为 Km 时,车辆速度仍然保持在优化速度 V_{un} 行驶,则第一个交叉路口的信号灯接收机接收来自车载模块发送的车辆状态信息以及车辆的优化速度 V_{un} ,并发送给信号灯控制机,信号灯控制结合信号灯当前的相位信息,控制信号灯时间延长或缩短或不变; K 为设定的距离阈值;

[0022] 当车载模块检测到车辆已通过第一个交叉路口,且距离第二个交叉路口的停止线 Km 时,车辆保持优化速度 V_{un} 行驶,第二个交叉路口的信号灯接收机接收来自车载模块发送的车辆状态信息和车辆的优化速度,并发送给信号灯控制机,信号灯控制机控制第二个交叉路口的信号灯时间改变;

[0023] 依此类推,直至车辆通过所有交叉路口。

[0024] 本发明对每一个交叉路口信号灯的控制原则为:保证车辆不需要改变速度,以当前速度便能顺利通过交叉路口。这样的控制方式,将车辆的速度控制和信号灯的相位控制进行解耦,车辆的速度控制只需要考虑各站的位置和到站时间,不需要考虑交叉路口的影响,而信号灯的相位控制只需要考虑车辆优化后的当前速度和位置,不需要考虑车辆如何进行速度控制,控制过程更简单,也更便于工程上的实现。

[0025] 利用公式 $T_i = \begin{cases} T_{ir} - T_{bArrive} & (T_{bArrive} < T_{ir} \text{ 红灯相位}) \\ 0 & (T_{bArrive} > T_{ir} \text{ 红灯相位}) \\ T_{bCross} - T_{ig} & (T_{bCross} > T_{ig} \text{ 绿灯相位}) \\ 0 & (T_{bCross} < T_{ig} \text{ 绿灯相位}) \end{cases}$ 计算第 i 个交叉路口的信号灯

改变时间 T_i ; S_{cross} 表示交叉路口的长度, V_{un} 表示车辆的优化速度, T_{ir} 表示红灯的剩余时间,

$T_{bArrive}$ 表示车辆到达交叉路口需要的时间, $T_{bArrive} = \frac{100}{V_{un}}$, T_{ig} 表示绿灯的剩余时间, T_{bCross} 表示

车辆通过交叉路口需要的时间, $T_{bCross} = \frac{100 + S_{cross}}{V_{un}}$ 。

[0026] 本发明的判断原则为:当车辆距离最近的一个交叉路口 $100m$ (该距离的确定原则主要是保证车载设备与交叉路口的通讯设备能够正常通讯,具体取值可根据设备的通讯距离确定)时,若信号灯当前为绿灯,则需要考虑绿灯当前所剩时间是否足够车辆通过交叉路口,所以需要考虑车辆以当前速度从进入交叉路口到完全通过交叉路口的时间;若信号灯当前为红灯,为保证车辆顺利通过交叉路口,需要在车辆到达交叉路口时,当信号灯相位切换为绿灯,所以只需要考虑车辆从当前位置运行到交叉路口所需要的时间即可。

[0027] 本发明还提供了一种虚拟轨道列车的调度系统,其包括计算机设备;所述计算机设备被配置或编程为用于执行本发明上述方法的步骤。

[0028] 本发明中的道路交通车辆,包括虚拟轨道列车、有轨电车、BRT以及其它类似的快速道路交通车辆(以快速、准点到站为目标的车辆)。

[0029] 与现有技术相比,本发明所具有的有益效果为:

[0030] 1、本发明能够实时向驾驶员发送精确的优化速度指令,且通过对信号灯相位变化

的控制,能够时刻保证虚拟轨道列车以最优先级通过交叉路口,该方法实现了车辆速度和信号灯的双重控制,能更加精准的实现车辆准点到站,解决了道路交通车辆出现停站时间过长导致列车无法准点到达下一站的问题;

[0031] 2、本发明可以减少道路交通问题,解决其他车辆侵占专用道耽误行程的问题;

[0032] 3、本发明优化了红绿灯相位,提高了列车运行的效率,达到了快速、准点到站的目的。

附图说明

[0033] 图1为本发明实施例道路交通车辆的调度方法的整体流程图;

[0034] 图2为本发明实施例虚拟轨道列车运营模式及列车速度优化示意图;

[0035] 图3为本发明实施例虚拟轨道列车进行速度优化以及交叉路口信号灯控制过程示意图;

[0036] 图3中:无轨1表示车载模块,2表示电子地图模块,3表示速度控制模块,4表示信号灯接收机,5表示信号灯相位控制机。

具体实施方式

[0037] 针对运行在固定路线且具有固定运营方式的虚拟轨道列车,本发明实施例提出了一种通过优化虚拟轨道列车的速度控制和信号灯相位控制相结合的调度方法及系统来解决车辆因为停站时间过长或者遇到道路交通问题而耽误行程的问题。该系统包括电子地图模块、车载模块(例如智能驾驶车辆上的信息采集模块)、速度控制模块以及无线信号接收机和信号灯相位控制机。

[0038] 电子地图模块用于保存运营路线中各个车站和交叉路口的位置信息以及各路段的限速信息并将其进行编号;车载模块具备实时记录时间、实时感知车辆位置和速度以及发送车辆状态信息给交叉路口信号机的功能;速度控制模块主要用于计算车辆的优化速度命令并发送给车辆驾驶员和车载模块。

[0039] 交叉路口信号灯接收机主要用于接收车辆状态信息和车辆的优化速度信息并发送给信号灯相位控制机;信号灯相位控制机主要用于控制信号灯相位变化,保证车辆到达交叉路口后不用等待直接通过交叉路口。

[0040] 当车辆出现车站停车超时或者因交通异常而停车的情况时,速度控制模块接收来自车载模块感知的车辆位置信息和电子地图模块提供的路段限速信息和交叉路口信息,如果当前路段没有交叉路口,则结合车辆的运营时刻表直接计算车辆的优化速度并发送(提示)给车辆驾驶员,如果路段中存在交叉路口,当车辆速度通过速度控制模块优化后,交叉路口信号机接收车辆速度优化后的车辆状态信息并发送给信号相位控制机,信号相位控制机控制信号灯相位变化,保证车辆顺利通过交叉路口。

[0041] 以下结合图1的流程图,详细说明本发明实施例的具体实现过程,如下:

[0042] 步骤1:车辆速度实时检测;

[0043] 通过车辆上的车载模块实时检测车辆的速度,当车辆速度不为0时,则保持正常运营计划运行,当检测到车辆速度为0时,则进行下一步判断。

[0044] 步骤2:判断车辆是否在站内;

[0045] 通过车辆上的车载模块感知得到车辆位置信息,并与电子地图中的车站位置进行对比。若位置相同,表明车辆在车站内,则跳到步骤3进行判断;若位置不同,表明车辆在车站外,则跳到步骤4进行判断。

[0046] 步骤3:判断车辆在站内停站是否超时;

[0047] 当车载模块感知得到的车辆位置与电子地图中车站位置相同时,表明车辆进站,第一次记录车载模块中此时的时刻点 T_{jin} ;当车载模块感知得到的车辆速度从0开始变化时,表明车辆开始出站,第二次记录车载模块中此时的时刻点 T_{jout} 。则车辆停站时间为:

$$[0048] \quad T_{jm} = T_{jout} - T_{jin}$$

[0049] 当 $T_{jm} < T_{jp}$ 时,车辆停站未超时,出站后正常运营;当 $T_{jm} > T_{jp}$ 时,车辆停站超时,进入步骤4判断。 T_{jp} 表示车辆运营计划中的计划停站时间。

[0050] 步骤4:计算车辆优化速度

[0051] 如图2所示,虚拟轨道列车具有固定的运营方式,分为最大加速度加速阶段、最高速度匀速阶段和最大减速度减速阶段,当车辆停站超时或在路上因交通状况停车时,通过优化车辆的最高速度,可保证车辆准时到站。车辆的速度控制模块从电子地图中获取下一站的位置信息和计划到站时刻,从车载模块中获取车辆当前的位置信息和当前时刻,并且总是以车辆能够不停车顺利通过交叉路口为前提。根据获取的信息,再根据车辆的最大加速度和最大减速度,可计算出车辆的优化速度。计算过程为:

[0052] (1) 初速度为0,正算(根据车辆典型运行图中的加速度段曲线确定)加速区间的最高速度,加速时间,加速段位移;

[0053] (2) 末速度为0,反算(根据车辆典型运行图中的减速度段曲线确定)减速区间车辆开始减速时的初速度,减速时间,减速段位移;

[0054] (3) 车辆的最优速度,需同时满足以下几个条件:

$$[0055] \quad \begin{cases} V_{up} = V_{down} = V_{un} \leq V_{lim} \\ t_{up} + t_{down} + t_{un} = T_{jpin} - T_b \\ S_{up} + S_{down} + S_{un} = S_j - S_b \\ V_{un} = S_{un} / t_{un} \end{cases};$$

[0056] 上式中: V_{up} , T_{up} , S_{up} 分别表示车辆加速段的末速度、加速时间和位移;

[0057] V_{down} , T_{down} , S_{down} 分别表示车辆减速段的初速度、减速时间和位移;

[0058] V_{un} , T_{un} , S_{un} 分别表示车辆匀速阶段的速度、时间和位移;

[0059] $T_{jpin} - T_b$ 表示车辆开始运行时,准时到达车站剩余的路段行驶时间;

[0060] $S_j - S_b$ 表示车辆当前位置与下一站之间的距离(路程);

[0061] V_{lim} 表示道路路段的最高限速。

[0062] 步骤5:判断车辆当前位置到下一站之间是否存在交叉路口;

[0063] 通过车载模块提供的车辆位置信息,可知道车辆正处于电子地图中哪两站之间,则通过电子地图可知道该两站之间是否存在交叉路口。

[0064] 步骤6:交叉路口信号灯相位改变策略;

[0065] (1) 当两站之间没有交叉路口时,无需改变信号灯相位;

[0066] (2) 当两站之间有多个交叉路口时,只对离车辆最近的交叉路口的信号灯进行控

制。由于针对车辆的速度控制策略中总是以车辆能够顺利通过交叉路口为前提进行计算的,所以当车载模块检测到车辆距离第一个交叉路口的停止线100m(该距离的确定原则主要是保证车载设备与交叉路口的通讯设备能够正常通讯,具体取值可根据设备的通讯距离确定)时,车辆速度仍然保持在优化后的速度 V_{un} ,则第一个交叉路口的信号灯接收机接收来自车载模块发送的车辆状态信息以及车辆的优化速度信息 V_{un} ,并发送给信号灯控制机,信号灯控制机为了保证车辆仍然能够以 V_{un} 顺利通过交叉路口,则需要结合信号灯当前的相位信息,决定控制信号灯时间是否延长或缩短或不变;

[0067] 当车载模块检测到车辆已通过第一个交叉路口,且距离第二个交叉路口的停止线100m时,在不发生意外事故导致车辆减速或停车的情况下,车辆仍然保持着优化速度 V_{un} ,第二个交叉路口的信号灯接收机再接收来自车载模块发送的车辆状态信息和车辆的优化速度信息,并发送给信号灯控制机,从而控制第二个交叉路口的信号灯时间改变;

[0068] 后面的交叉路口信号灯,同样采用此方法进行控制,直至车辆通过所有交叉路口;

[0069] (4) 信号灯控制机采用的三种控制策略如下:

[0070] 绿灯时间延长:如果当前对应的红绿灯为绿灯相位,在对应的剩余绿灯时间内车辆不能通过路口,则采用绿灯延长机制;

[0071] 红灯时间截断:如果当前对应的红绿灯为红灯相位,红灯剩余时间较长,车辆行驶至路口停止线红灯相位还未结束则采用红灯截断机制;

[0072] 不做处理:如果当前信号灯为红灯相位,但车辆行驶至交叉路口停止线之前信号灯能够正常切换为绿灯;或绿灯信号持续时间够长,即能够保证车辆完全通过路口后,绿灯时间还未结束,则采用不做处理机制。

[0073] 根据车辆的优化速度信息和位置信息,如果信号灯当前为红灯相位,则计算出车辆到达第*i*个交叉路口需要的时间 $T_{bArrive}$,其计算公式为:

$$[0074] \quad T_{bArrive} = \frac{100}{V_{un}};$$

[0075] 如果信号灯当前为绿灯相位,则计算出车辆通过第*i*个交叉路口需要的时间 T_{bCross} ,其计算公式为:

$$[0076] \quad T_{bCross} = \frac{100 + S_{cross}}{V_{un}};$$

[0077] 则第*i*个交叉路口的红绿灯改变时间(红灯截断或绿灯延长)的计算公式如下:

$$[0078] \quad T_i = \begin{cases} T_{ir} - T_{bArrive} & (T_{bArrive} < T_{ir} \text{ 红灯相位}) \\ 0 & (T_{bArrive} > T_{ir} \text{ 红灯相位}) \\ T_{bCross} - T_{ig} & (T_{bCross} > T_{ig} \text{ 绿灯相位}) \\ 0 & (T_{bCross} < T_{ig} \text{ 绿灯相位}) \end{cases};$$

[0079] 上式中: S_{cross} 表示交叉路口的长度, V_{un} 表示车辆的优化速度, T_i 表示红绿灯改变时间(红灯截断或绿灯延长), T_{ir} 表示红灯的剩余时间, $T_{bArrive}$ 表示车辆到达交叉路口需要的时间, T_{ig} 表示绿灯的剩余时间, T_{bCross} 表示车辆通过交叉路口需要的时间。

[0080] 图3中:1表示车载模块,2表示电子地图模块,3表示速度控制模块,4表示信号灯接收机,5表示信号灯相位控制机。

[0081] 图3表示:当车辆距离交叉路口停止线100时,车辆将优化的速度信息和车辆状态信息发送给信号灯接收机,信号灯接收机再传递给信号灯相位控制机,信号灯相位控制机根据上述原则,对信号灯相位进行控制,保证车辆顺利通过交叉路口。

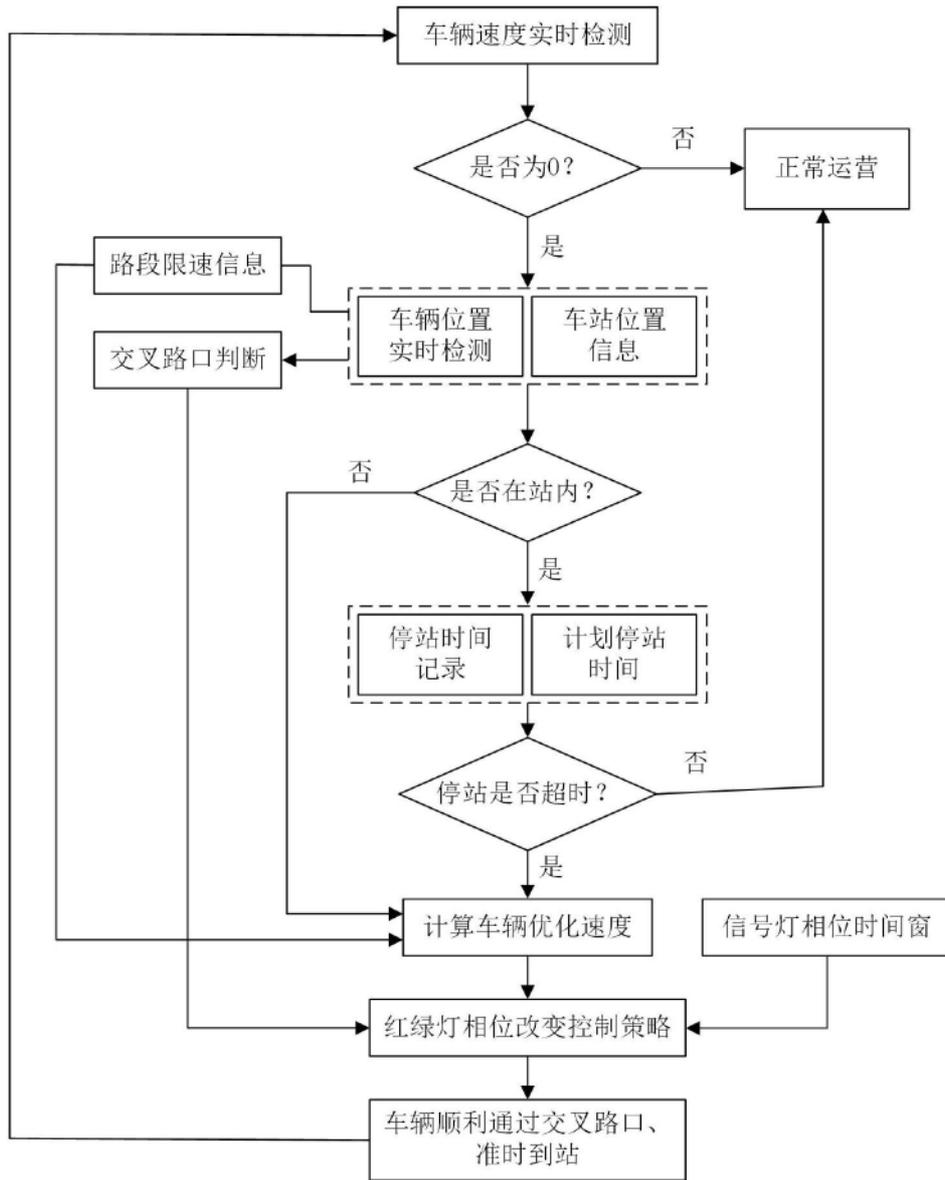


图1

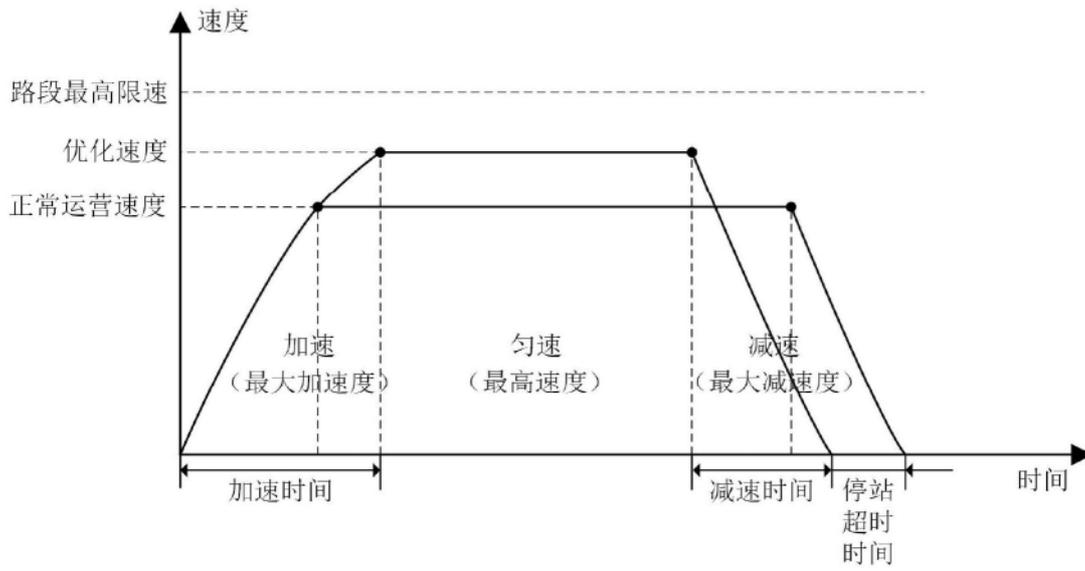


图2

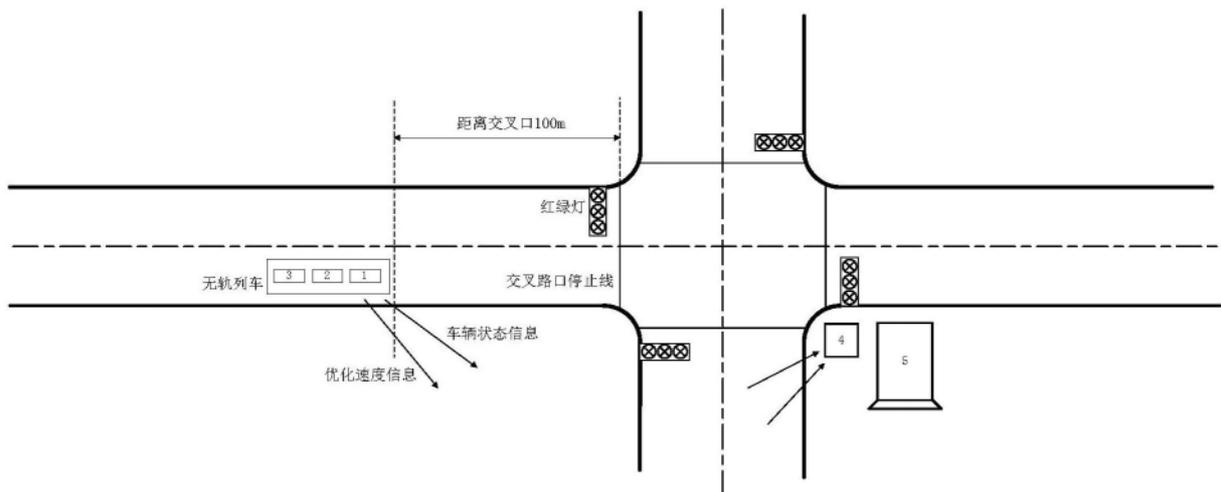


图3