



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113002565 A

(43) 申请公布日 2021.06.22

(21) 申请号 202110286109.6

(22) 申请日 2021.03.17

(71) 申请人 重庆交通大学

地址 400074 重庆市南岸区学府大道66号

申请人 重庆畅行科技发展有限公司

(72) 发明人 杜子学 邬浩鑫 杨震 侯忠伟

曾琴

(74) 专利代理机构 北京同恒源知识产权代理有

限公司 11275

代理人 杨柳岸

(51) Int.Cl.

B61B 1/00 (2006.01)

B61L 27/00 (2006.01)

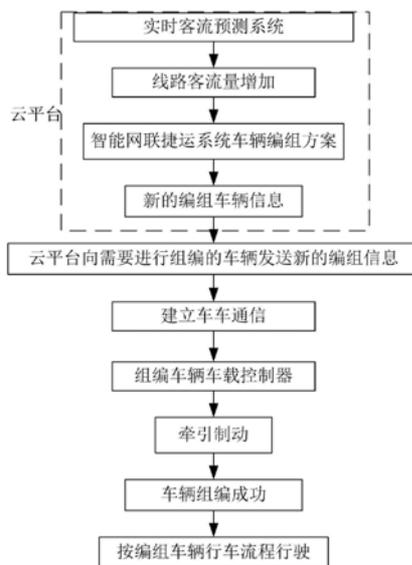
权利要求书7页 说明书19页 附图24页

(54) 发明名称

一种智能网联捷运系统及运行控制方法

(57) 摘要

本发明涉及一种智能网联捷运系统及运行控制方法,属于轨道交通领域。通过云平台的控制,该系统的车辆既可以单车运行,也可以根据运量大小实时进行多车无物理连挂的智能多车编组运行;在线路折返站设置折返线;通过增加折返线的长度,增加折返线上停靠车辆的数量;可以在折返线和车辆检修中心储备车辆,实现大运量编组;可以在车辆故障或应急救援时,实现多维度检修或救援。该系统基于云平台技术、大数据技术、移动通信技术、新能源车辆技术和车辆控制技术来实现智能网联捷运。



1. 一种智能网联捷运运行控制方法,其特征在于:该方法为:
接收大数据实时客流预测信息后,通过云平台控制,在捷运线路上进行车辆组编和解编;

在线路折返站设置折返线;通过增加折返线的长度,增加折返线上停靠车辆的数量;

(1) 当需要车辆进行组编时,车辆在车站使用折返线上的车辆进行组编;

当编组车辆需要增加多辆车来增加编组数量时,先将一辆车进行组编,组编完后再对下一辆车进行组编;

或当编组车辆需要增加多辆车来增加编组数量时,将编组车辆在折返线或车辆检修中心进行编组,再与原编组进行组编;

当前方线路客流量增加,需要大编组车辆运营,对多个编组的车辆进行组编;

组编过程在线路上、车站或车辆检修中心进行;

在线路客流高峰期时,调用其他线路的车辆进行组编,弥补线路运力;

(2) 当车辆需要缩减编组时,在线路上、车站、折返线或车辆检修中心上将车辆进行解编;

在车辆换向后,重新对车辆进行组编;

多余编组车辆停放在车站、折返线或车辆检修中心上,待客流高峰期使用。

2. 根据权利要求1所述的一种智能网联捷运运行控制方法,其特征在于:所述方法包括有道岔捷运系统控制方法和无道岔捷运系统控制方法:

有道岔捷运系统控制方法包括:行车、进站停车、折返线或车辆检修中心停车、过道岔、组编、解编、正线上车辆故障救援和出站;

(1) 行车

云平台、车辆检修中心、车站控制器向车辆发送唤醒信息,车辆为单车行驶车辆;车辆通过车地通信获取目的地信息,通过车车通信获取前后车辆距离、速度和加速度信息,通过车载控制器控制牵引和制动,根据前方线路信息与车辆自身牵引制动能力;

云平台、车辆检修中心、车站控制器向车辆发送唤醒信息,车辆为编组车辆;

若车辆为领航车辆,则通过车地或车车通信获取前方信息和前方车辆信息,通过车载控制器控制牵引和制动,根据前方线路信息与车辆自身牵引制动能力;

若车辆为非领航车辆,则通过车车通信获取前后车辆距离、速度和加速度信息,通过车载控制器控制牵引和制动,跟随前车行驶;

智能编组车辆行驶时预设安全车距设置为 S_0 ,引入调整阈值 Δ ,当实际车距小于最小安全跟随车距时或大于最大安全跟随车距时,车载控制器进行牵引制动调整跟随车距,使跟随车距达到正常跟随车距 $(S_0 - \Delta, S_0 + \Delta)$ 范围内;

车辆行驶时,车距传感器会实时监测车距,当车距小于或等于危险车距时,立即启动智能防碰撞系统,同时车载控制器立即控制牵引制动调整车距,实现车距大于危险车距;

(2) 进站停车

当车辆经过站前第一个停车距离感应器时,通过与设置在轨道梁上的停车距离感应器感应,计算车辆距离停车点的距离,通过车载控制器调整牵引制动,通过车地通信,在车辆车门对中后车站控制器STC开启屏蔽门;

当领航车与设置在轨道梁上的停车距离感应器感应时,得知编组车辆即将进站;

领航车辆计算车辆距离停车点的距离,通过车载控制器调整牵引制动,将车辆停靠在停车点;

非领航车辆计算车辆距离停车点的距离,通过车车通信获取前后车距、速度和加速度信息,通过车载控制器调整牵引制动,将车辆停靠在停车点;

当所有车辆车门对中后STC开启屏蔽门;

(3) 折返线或车辆检修中心停车

当单车行驶车辆即将进入折返线或车辆检修中心停车时,车辆通过与设置在轨道梁上的停车距离感应器感应,计算车辆距离停车点的距离;车辆通过车载控制器调整牵引制动,将车辆停靠在折返线或车辆检修中心;

当编组行驶车辆即将进入折返线或车辆检修中心停车时,领航车通过与设置在轨道梁上的停车距离感应器感应,计算车辆距离停车点的距离,通过车载控制器调整牵引制动,将车辆停靠在停车点;

非领航车确定自身所处编组位置,确定自身距离停车点距离,通过车车通信获取前后车距、速度和加速度信息,通过车载控制器调整牵引制动,将车辆停靠在停车点;

(4) 通过道岔

车辆经过轨道上的道岔感应器,向道岔控制器SWC发送请求操作道岔命令;

道岔此时若未被占用,则同意车辆操作道岔;

若道岔为占用状态,则车辆减速停车等待道岔开放;

SWC接受车辆上岔方向等信息;道岔工作状态是否与车辆方向一致,若不一致则动作至一致位置;若一致,则SWC向车辆发送允许通过道岔命令;

车辆驶过道岔,车辆向SWC发送驶出道岔信息,SWC设置道岔为未占用状态;

领航车经过轨道上的道岔感应器,领航车向SWC发送请求操作道岔命令;

道岔此时若未被占用,则同意领航车操作道岔;

若道岔为占用状态,则编组车辆减速停车等待道岔开放;

SWC接受编组车辆上岔方向,编组数量等信息;道岔工作状态是否与编组车辆方向一致,若不一致则动作至一致位置;若一致,则SWC向领航车发送允许通过道岔命令;

编组车辆驶过道岔,编组尾车向SWC发送驶出道岔信息,SWC设置道岔为未占用状态;

正线上为保证车辆快速通过道岔,轨道上的道岔感应器位置有所提前,使车辆提前控制道岔,使车辆快速通过道岔,而不是等待道岔完成动作再通过道岔;

(5) 组编

实时客流预测系统时刻监测实时客流,当监测到线路客流量增加时,通过编排的智能网联捷运系统车辆编组方案确定新的编组方案;云平台向需要进行组编的车辆发送新的编组信息;

车辆与新编组领航车和前车建立车车通信;

组编车辆通过车载控制器调整牵引制动,车辆组编成功后按编组车辆行车流程行驶;

(6) 解编

车辆收到解编命令,车辆断开与领航车辆车车通信,车辆按单车行车流程行驶;

(7) 正线上车辆故障救援

当正线运营车辆发生故障时云平台应采取措施,防止其他其他运营车辆进入事发区

段,保证乘客要到达的车站站台区段空闲;同时根据需要调整线路运行方案;

故障车辆向云平台发送故障信息,云平台判断故障车辆是否能移动;

若故障车辆不能移动,云平台向车辆检修中心发送救援指令,由车辆检修中心实施故障检修;

若故障车辆能移动,云平台判断车辆距离前方车站还是后方车站较近;

若前方车站距离较近,则云平台调度最近前方车辆救援;

若后方车站距离较近,则云平台调度最近后方车辆救援;

救援车辆按规定进行连挂后,救援故障车辆至最近车站;

由于编组车辆在车站内停车的车距与车辆连挂后的车距不同,车辆连挂后停车时,前车能够对准屏蔽门,但后车并不能对准屏蔽门;

车站需设置供连挂车辆清客的紧急出口;

车辆进行救援时,应将车辆调整为救援模式,关闭智能防碰撞系统;

救援车辆进行连挂救援时,分前车为救援车辆和后车为救援车辆两种情况;

前车为救援车辆停车时,停车时应对准屏蔽门停车;

后车为救援车辆停车时,其应将车门对准紧急出口所在屏蔽门,保证故障车辆车门能与头车屏蔽门对准;

连挂救援时施救车辆更改运行模式为救援模式,施救车辆和被救车辆关闭智能防碰撞系统,救援车辆按单车行驶流程行驶;云平台发送施救车辆和被救车辆目的地调度指令,将施救车辆调度行驶至车辆检修中心或车站,施救车辆停车时按单车进车辆检修中心停车流程或按单车进站停车流程动作;

(8) 出站

车辆向STC发送车辆准备出站信息,STC发送关闭屏蔽门指令,屏蔽门关闭,车辆运行;

编组最后车辆向STC发送车辆准备出站信息,STC发送关闭屏蔽门指令,屏蔽门关闭,车辆编组运行;

无道岔捷运系统控制方法包括:行车、进站停车、折返线或车辆检修中心停车、换道、组编、解编、正线上车辆故障救援和出站;

只有换道控制流程与有道岔捷运系统控制方法的流程不同,其余基础场景控制流程均与有道岔捷运系统控制方法的控制流程相同;

换道:

车辆在换道前通过换道处的换道感应传感器获取车辆距离岔路口的距离、限速和自身车速等信息,车载控制器控制车辆的牵引和制动,控制车辆换道行驶;车辆换道后分别按单车行车场景、折返线或车辆检修中心停车和进站停车场景控制流程行驶;

编组车辆运行换道时,领航车辆经过轨道上的换道感应传感器,领航车辆通过车地通信或车车通信获取前方信息和前方车辆信息,自主调整牵引制动换道行驶;非领航车辆跟随前车换道行驶。

3. 根据权利要求2所述的一种智能网联捷运运行控制方法,其特征在于:所述有道岔捷运系统控制方法中:

(1) 使用折返线备用车辆增加车辆编组数量

线路客流量增加时,云平台通过计算最佳的编组运行方案;

云平台向车站控制器发送编组方案；
车站控制器唤醒折返线上的备用车辆；
云平台将新的编组车辆信息发送给各编组车辆；
折返线上组编车辆数量大于1,按车辆组编流程动作,通过道岔时按编组车辆通过道岔流程行驶；
折返线上组编车辆为单车,按车辆组编流程动作,通过道岔时按单车过道岔流程行驶；
车辆组编完成后,按编组车辆行车流程行驶；
(2) 使用车辆检修中心备用车辆增加车辆编组数量
线路客流量增加时,云平台计算最佳的编组运行方案；
云平台向车辆检修中心发送编组方案；
车辆检修中心唤醒备用车辆；
云平台将新的编组车辆信息发送给各编组车辆；
车辆检修中心组编车辆数量大于1,按车辆组编流程动作,通过道岔时按编组车辆通过道岔流程行驶；
车辆检修中心组编车辆为单车,按车辆组编流程动作,通过道岔时按单车过道岔流程行驶；
车辆组编完成后,按编组车辆行车流程行驶；
(3) 缩减车辆编组数量,将不需用车辆停靠于折返线
线路客流量减少时,云平台通过计算最佳的线路运行方案；
云平台向编组车辆发送解编命令,编组车辆解编；
云平台向需要继续向前行驶的车辆发送组编命令,需要继续向前行驶的车辆按组编流程动作,车辆完成组编后按编组车辆行车流程行驶；
不需用车辆按云平台信息调度,前往车站折返线停车；
(4) 缩减车辆编组数量,将不需用车辆停靠于车辆检修中心
线路客流量减少时,云平台通过计算最佳的线路运行方案；
云平台向编组车辆发送解编命令,编组车辆解编；
云平台向需要继续向前行驶的车辆发送组编命令,需要继续向前行驶的车辆按组编流程动作,车辆完成组编后按编组车辆行车流程行驶；
不需用车辆按照云平台信息调度,前往车辆检修中心；
(5) 正线上乘客求助
当正线上车辆行驶过程中乘客通过终端或车内通信平台向云平台紧急求助；
云平台接受求助信息,判断紧急级别,启动紧急预案；
若事件不紧急,则控制车辆在下一站进行停靠；若事件紧急,则车辆选择最近的车站进行停靠；
当下一站较近时,车辆继续行驶至下一站；若上一站较近时,云平台对线路车辆进行调度,防止其他车辆进入上一站；
求助车辆进行解编,求助车辆所处编组内的前方车辆重新编组,正常行驶；求助车辆及其编组内后方车辆换向后进行组编行驶至上一站；
车辆进站停车后按预案对乘客进行救治；

(6) 轨道故障时车辆救援场景

轨道故障传感器时刻监测轨道状态,并向云平台发送轨道状态信息;

当云平台接收到轨道故障信息时,云平台立即启动轨道故障预案,依照轨道故障等级进行处理;

云平台通过通信通知线路设施部门实施检修或应急换梁;

同时,云平台通过车地通信,发布指令,调度可能驶入故障轨道梁的车辆紧急停车或缓速停车,将受影响车辆调度至最近的车辆检修中心或车站;

(7) 道岔故障时救援场景

道岔故障传感器时刻监测道岔状态,并向云平台发送道岔状态信息;

当云平台接收到道岔故障信息时,云平台立即启动道岔故障预案,依照道岔故障等级进行处理;

云平台通过通信通知线路设施部门实施检修;

同时,云平台通过车地通信,发布指令,调度可能驶入故障道岔的车辆紧急停车或缓速停车,将受影响车辆调度至最近的车辆检修中心或车站;

(8) 恶劣天气场景

当线路运营遭遇恶劣天气时,云平台应按照恶劣天气下的运行预案发布信息通知乘客和车站做好相应的管理准备;

云平台按照运行预案,通过车地通信告知车辆停靠地,车辆通过车载控制器控制牵引制动,缓行或停运;

(9) 应急救援

车辆向云平台报警,云平台通知救援机构;

(10) 消防应急救援

云平台通知消防与应急救援机构;

云平台判断车辆能否行驶至最近车站;

若车辆不能行驶至最近车站,则调用消防车辆进行就地救援;

若车辆能行驶至最近车站,则动用车辆消防设备进行救援,同时车辆驶入最近车站清客;车站内动用消防设备进行救援;

所述无道岔捷运系统控制方法中:

“使用折返线备用车辆增加车辆编组数量”和“使用车辆检修中心备用车辆增加车辆编组数量”两种运行场景与有道岔捷运系统控制方法的流程不同,其他运行场景控制流程均与有道岔捷运系统控制方法的流程相同;

(1) 使用折返线备用车辆增加车辆编组数量

线路客流量增加时,云平台通过计算最佳的编组运行方案;

云平台向车站控制器发送编组方案;

车站控制器唤醒折返线上的备用车辆;

云平台将新的编组车辆信息发送给各编组车辆;

折返线上组编车辆数量大于1,按车辆组编流程动作,换道时按编组车辆运行换道流程行驶;

折返线上组编车辆为单车,按车辆组编流程动作,换道时按单车运行换道流程行驶;

车辆组编完成后,按编组车辆行车流程行驶;

(2) 使用车辆检修中心备用车辆增加车辆编组数量

线路客流量增加时,云平台通过计算最佳的编组运行方案;

云平台向车辆检修中心发送编组方案;

车辆检修中心唤醒备用车辆;

云平台将新的编组车辆信息发送给各编组车辆;

车辆检修中心组编车辆数量大于1,按车辆组编流程动作,换道时按编组车辆运行换道流程行驶;

车辆检修中心组编车辆为单车,按车辆组编流程动作,换道时按单车运行换道流程行驶;

车辆组编完成后,按编组车辆行车流程行驶。

4. 一种智能网联捷运系统,其特征在于:该系统包括云平台、车辆、轨道、道岔、车站、车辆检修中心、线路设施部门、车站控制器STC、道岔控制器SWC、车载控制器VC、通信网络和终端;

所述车站控制器STC设置在车站上;

所述道岔控制器SWC设置在道岔上;

所述车载控制器VC设置在车辆上;

所述云平台通过通信网络向STC和VC发送指令,车辆与车辆之间通过通信网络实现车车通信;

车辆与云平台和STC进行信息交互;

所述轨道设置有轨道故障状态传感器,在轨道出现故障时,将故障报送给云平台;

所述车站设有门禁系统,所述门禁系统在车站控制器的控制下自动开闭屏蔽门;

所述车辆检修中心用于停放备用车辆,以及检修车辆;

所述线路设施部门能够在轨道梁出现故障时,对轨道梁进行检修或更换;在道岔出现故障时,能够对道岔进行检修;

乘客通过终端接入通信网络,查询车辆运行信息,输入目的地信息并付费;终端能够向云平台发送求助信息;

所述车辆上设置有车载感知系统,所述车载感知系统包括全球导航卫星系统、车距感知单元、车辆自检单元、惯性测量单元、车速传感器、停车距离感应器、道岔感应器/换道感应器、车载通信装置和牵引制动控制装置;

停车距离感应器设置在车站前方和车站内,车辆通过停车距离感应器后得知车辆即将驶入车站,车载停车距离感应器能从停车距离感应器中读取车辆距离停车点距离和车速信息,进行距离校正;

所述车辆通过车载通信装置收集车地通信传来的命令和车车通信传来的信号,结合车辆自身传感器感知的信号,进行数据融合,传输给VC;

VC接收到信息感知部分传来的数据后,进行计算、判断和决策;

VC控制车辆的牵引和制动。

5. 根据权利要求4所述的一种智能网联捷运系统,其特征在于:所述系统还包括道岔和道岔控制器SWC;

所述云平台通过通信网络向SWC发送指令；

车辆与SWC进行信息交互；

所述道岔在收到云平台指令时完成正反位变换，在SWC控制下进行转辙动作。

6. 根据权利要求5所述的一种智能网联捷运系统，其特征在于：所述系统还包括换道感应传感器，换道感应传感器设置在车辆换道处；在车辆通过轨道上的换道感应传感器时，车载换道感应器从换道感应传感器中读取车辆距离岔路口的距离、限速和自身车速，车载控制器控制车辆牵引和制动进行换道运行。

7. 根据权利要求4所述的一种智能网联捷运系统，其特征在于：所述系统还包括智能车辆防碰撞系统；

智能车辆防碰撞系统分为前向防碰撞和后向防碰撞；

前向防碰撞：当车辆检测到前方车距过近，即将发生追尾碰撞时，智能防碰撞系统直接控制车辆制动系统，实施紧急制动；

后向防碰撞：在后车智能防碰撞系统即将进行紧急制动时，会通过通信装置告知后车进行同步紧急制动，并告知前车即将追尾；前车的智能防碰撞系统接收到即将遭到追尾时，将控制自身车速，以防止车辆追尾；

所述车辆前后配置有碰撞防护设施，碰撞防护设施在车辆发生碰撞时吸收碰撞能量。

8. 根据权利要求4所述的一种智能网联捷运系统，其特征在于：所述道岔感应器设置在道岔前端，在车辆通过轨道上的道岔感应器时，车载道岔感应器能从道岔感应器中读取车辆距离道岔距离和自身车速，车辆通过道岔感应器后与SWC进行通信，向SWC发送请求操作道岔命令。

9. 根据权利要求4所述的一种智能网联捷运系统，其特征在于：所述云平台还与第三方应急机构通信；

所述车站设置为折返站、越行站或过轨站。

10. 根据权利要求4所述的一种智能网联捷运系统，其特征在于：所述车辆包括跨座式单轨车辆、自导向车辆、悬挂式单轨车辆和高架PRT，且车辆的前后均布置有车钩，在车辆失去自身动力时，通过车钩连挂其他车辆进行救援；

所述车辆能够实现智能防碰撞、无物理自动连挂编组或半自动或手动连挂编组行驶功能；

所述车辆为自带动力车辆，实现电机驱动车辆运行，实现双向行驶；

所述车辆为全自动驾驶车辆或无人驾驶车辆。

一种智能网联捷运系统及运行控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于轨道交通领域,涉及一种智能网联捷运系统及运行控制方法。

背景技术

[0002] 传统的城市轨道交通系统车辆、机电设备、站场设备规模大,系统复杂,建设投入昂贵,运营成本高;车辆无法根据客流变化进行实时编组,线路运量对客流量变化的适应性低,线路运力浪费,运输效率低,存在车辆配置数量过剩等问题。

[0003] 小城市和城镇一样存在交通拥堵的问题,但传统轨道交通系统建设投入昂贵,小城市和城镇在财政能力上难以承担建设和运营投入。

[0004] 传统的轨道交通列车运行控制系统通常包括ATS、VC、DCS和轨旁设备等,设备不仅繁杂且价格昂贵、系统复杂,设备之间交互繁琐,容易在通信时出错,造成安全事故。

[0005] 传统的轨道交通列车通信技术普遍采用车一地通信技术,如基于环线传输的列车运行控制方式、漏泄同轴电缆传输方式、裂缝波导管传输方式和基于无线自由波传输方式等。上述车一地通信技术各有优缺点,但普遍通信延时较高。在列车控制系统越来越追求精细化和实时化的今天,高延时的车一地通信网络已存在技术瓶颈。且传统的列车通信系统基本采用车一地通信方式,基本不采用车一车之间的通信方式。随着移动通信技术的发展,车一车通信技术正逐步实现,尤其是5G技术的出现,更大程度地提高了车一地、车一车通信的带宽,极大地减少了通信的延时,使车辆近距离跟随行驶成为可能。

[0006] 传统的轨道交通系统采用固定编组、固定发车间隔运行,车辆编组调整困难,不能在线路上实现实时编组。在线路客流量较低时,采用多车编组运营时,有大量运力被浪费。若根据实时线路客流量采用智能编组、实时无连挂编组和可变发车间隔等智能网联手段,车辆编组的大小能在线路上实时可调,将节约线路运营和维护成本。

发明内容

[0007] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种智能网联捷运系统及运行控制方法。

[0008] 为达到上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0009] 一种智能网联捷运运行控制方法,该方法为:

[0010] 接收大数据实时客流预测信息后,通过云平台控制,在捷运线路上进行车辆组编和解编;

[0011] 在线路折返站设置折返线;通过增加折返线的长度,增加折返线上停靠车辆的数量;

[0012] (1) 当需要车辆进行组编时,车辆在车站使用折返线上的车辆进行组编;

[0013] 当编组车辆需要增加多辆车来增加编组数量时,先将一辆车进行组编,组编完后在对下一辆车进行组编;

[0014] 或当编组车辆需要增加多辆车来增加编组数量时,将编组车辆在折返线或车辆检修中心进行编组,再与原编组进行组编;

- [0015] 当前方线路客流量增加,需要大编组车辆运营,对多个编组的车辆进行组编;
- [0016] 组编过程在线路上、车站或车辆检修中心进行;
- [0017] 在线路客流高峰期时,调用其他线路的车辆进行组编,弥补线路运力;
- [0018] (2)当车辆需要缩减编组时,在线路上、车站、折返线或车辆检修中心上将车辆进行解编;
- [0019] 在车辆换向后,重新对车辆进行组编;
- [0020] 多余编组车辆停放在车站、折返线或车辆检修中心上,待客流高峰期使用。
- [0021] 可选的,所述方法包括有道岔捷运系统控制方法和无道岔捷运系统控制方法:
- [0022] 有道岔捷运系统控制方法包括:行车、进站停车、折返线或车辆检修中心停车、过道岔、组编、解编、正线上车辆故障救援和出站;
- [0023] (1)行车
- [0024] 云平台、车辆检修中心、车站控制器向车辆发送唤醒信息,车辆为单车行驶车辆;车辆通过车地通信获取目的地信息,通过车车通信获取前后车辆距离、速度和加速度信息,通过车载控制器控制牵引和制动,根据前方线路信息与车辆自身牵引制动能力,按照高效,安全,舒适的原则行驶;
- [0025] 云平台、车辆检修中心、车站控制器向车辆发送唤醒信息,车辆为编组车辆;
- [0026] 若车辆为领航车辆,则通过车地或车车通信获取前方信息和前方车辆信息,通过车载控制器控制牵引和制动,根据前方线路信息与车辆自身牵引制动能力,按照高效,安全,舒适的原则行驶;
- [0027] 若车辆为非领航车辆,则通过车车通信获取前后车辆距离、速度和加速度信息,通过车载控制器控制牵引和制动,跟随前车行驶;
- [0028] 智能编组车辆行驶时预设安全车距设置为 S_0 ,引入调整阈值 Δ ,当实际车距小于最小安全跟随车距时或大于最大安全跟随车距时,车载控制器进行牵引制动调整跟随车距,使跟随车距达到正常跟随车距($S_0 - \Delta, S_0 + \Delta$)范围内;
- [0029] 车辆行驶时,车距传感器会实时监测车距,当车距小于或等于危险车距时,立即启动智能防碰撞系统,同时车载控制器立即控制牵引制动调整车距,实现车距大于危险车距;
- [0030] (2)进站停车
- [0031] 当车辆经过站前第一个停车距离感应器时,通过与设置在轨道梁上的停车距离感应器感应,计算车辆距离停车点的距离,通过车载控制器调整牵引制动,通过车地通信,在车辆车门对中后车站控制器STC开启屏蔽门;
- [0032] 当领航车与设置在轨道梁上的停车距离感应器感应时,得知编组车辆即将进站;
- [0033] 领航车辆计算车辆距离停车点的距离,通过车载控制器调整牵引制动,将车辆停靠在停车点;
- [0034] 非领航车辆计算车辆距离停车点的距离,通过车车通信获取前后车距、速度和加速度信息,通过车载控制器调整牵引制动,将车辆停靠在停车点;
- [0035] 当所有车辆车门对中后STC开启屏蔽门;
- [0036] (3)折返线或车辆检修中心停车
- [0037] 当单车行驶车辆即将进入折返线或车辆检修中心停车时,车辆通过与设置在轨道梁上的停车距离感应器感应,计算车辆距离停车点的距离;车辆通过车载控制器调整牵引

制动,将车辆停靠在折返线或车辆检修中心;

[0038] 当编组行驶车辆即将进入折返线或车辆检修中心停车时,领航车通过与设置在轨道梁上的停车距离感应器感应,计算车辆距离停车点的距离,通过车载控制器调整牵引制动,将车辆停靠在停车点;

[0039] 非领航车确定自身所处编组位置,确定自身距离停车点距离,通过车车通信获取前后车距、速度和加速度信息,通过车载控制器调整牵引制动,将车辆停靠在停车点;

[0040] (4) 通过道岔

[0041] 车辆经过轨道上的道岔感应器,向道岔控制器SWC发送请求操作道岔命令;

[0042] 道岔此时若未被占用,则同意车辆操作道岔;

[0043] 若道岔为占用状态,则车辆减速停车等待道岔开放;

[0044] SWC接受车辆上岔方向等信息;道岔工作状态是否与车辆方向一致,若不一致则动作至一致位置;若一致,则SWC向车辆发送允许通过道岔命令;

[0045] 车辆驶过道岔,车辆向SWC发送驶出道岔信息,SWC设置道岔为未占用状态;

[0046] 领航车经过轨道上的道岔感应器,领航车向SWC发送请求操作道岔命令;

[0047] 道岔此时若未被占用,则同意领航车操作道岔;

[0048] 若道岔为占用状态,则编组车辆减速停车等待道岔开放;

[0049] SWC接受编组车辆上岔方向,编组数量等信息;道岔工作状态是否与编组车辆方向一致,若不一致则动作至一致位置;若一致,则SWC向领航车发送允许通过道岔命令;

[0050] 编组车辆驶过道岔,编组尾车向SWC发送驶出道岔信息,SWC设置道岔为未占用状态;

[0051] 正线上为保证车辆快速通过道岔,轨道上的道岔感应器位置有所提前,使车辆提前控制道岔,使车辆快速通过道岔,而不是等待道岔完成动作再通过道岔;

[0052] (5) 组编

[0053] 实时客流预测系统时刻监测实时客流,当监测到线路客流量增加时,通过编排的智能网联捷运系统车辆编组方案确定新的编组方案;云平台向需要进行组编的车辆发送新的编组信息;

[0054] 车辆与新编组领航车和前车建立车车通信;

[0055] 组编车辆通过车载控制器调整牵引制动,车辆组编成功后按编组车辆行车流程行驶;

[0056] (6) 解编

[0057] 车辆收到解编命令,车辆断开与领航车辆车车通信,车辆按单车行车流程行驶;

[0058] (7) 正线上车辆故障救援

[0059] 当正线运营车辆发生故障时云平台应采取措施,防止其他其他运营车辆进入事发区段,保证乘客要到达的车站站台区段空闲;同时根据需要调整线路运行方案;

[0060] 故障车辆向云平台发送故障信息,云平台判断故障车辆是否能移动;

[0061] 若故障车辆不能移动,云平台向车辆检修中心发送救援指令,由车辆检修中心实施故障检修;

[0062] 若故障车辆能移动,云平台判断车辆距离前方车站还是后方车站较近;

[0063] 若前方车站距离较近,则云平台调度最近前方车辆救援;

- [0064] 若后方车站距离较近,则云平台调度最近后方车辆救援;
- [0065] 救援车辆按规定进行连挂后,救援故障车辆至最近车站;
- [0066] 由于编组车辆在车站内停车的车距与车辆连挂后的车距不同,车辆连挂后停车时,前车能够对准屏蔽门,但后车并不能对准屏蔽门;
- [0067] 车站需设置供连挂车辆清客的紧急出口;
- [0068] 车辆进行救援时,应将车辆调整为救援模式,关闭智能防碰撞系统;
- [0069] 救援车辆进行连挂救援时,分前车为救援车辆和后车为救援车辆两种情况;
- [0070] 前车为救援车辆停车时,停车时应对准屏蔽门停车;
- [0071] 后车为救援车辆停车时,其应将车门对准紧急出口所在屏蔽门,保证故障车辆车门能与头车屏蔽门对准;
- [0072] 连挂救援时施救车辆更改运行模式为救援模式,施救车辆和被救车辆关闭智能防碰撞系统,救援车辆按单车行驶流程行驶;云平台发送施救车辆和被救车辆目的地调度指令,将施救车辆调度行驶至车辆检修中心或车站,施救车辆停车时按单车进车辆检修中心停车流程或按单车进站停车流程动作;
- [0073] (8) 出站
- [0074] 车辆向STC发送车辆准备出站信息,STC发送关闭屏蔽门指令,屏蔽门关闭,车辆运行;
- [0075] 编组最后车辆向STC发送车辆准备出站信息,STC发送关闭屏蔽门指令,屏蔽门关闭,车辆编组运行;
- [0076] 无道岔捷运系统控制方法包括:行车、进站停车、折返线或车辆检修中心停车、换道、组编、解编、正线上车辆故障救援和出站;
- [0077] 只有换道控制流程与有道岔捷运系统控制方法的流程不同,其余基础场景控制流程均与有道岔捷运系统控制方法的控制流程相同;
- [0078] 换道:
- [0079] 车辆在换道前通过换道处的换道感应传感器获取车辆距离岔路口的距离、限速和自身车速等信息,车载控制器控制车辆的牵引和制动,控制车辆换道行驶;车辆换道后分别按单车行车场景、折返线或车辆检修中心停车和进站停车场景控制流程行驶;
- [0080] 编组车辆运行换道时,领航车辆经过轨道上的换道感应传感器,领航车辆通过车地通信或车车通信获取前方信息和前方车辆信息,自主调整牵引制动换道行驶;非领航车辆跟随前车换道行驶。
- [0081] 可选的,所述有道岔捷运系统控制方法中:
- [0082] (1) 使用折返线备用车辆增加车辆编组数量
- [0083] 线路客流量增加时,云平台通过计算最佳的编组运行方案;
- [0084] 云平台向车站控制器发送编组方案;
- [0085] 车站控制器唤醒折返线上的备用车辆;
- [0086] 云平台将新的编组车辆信息发送给各编组车辆;
- [0087] 折返线上组编车辆数量大于1,按车辆组编流程动作,通过道岔时按编组车辆通过道岔流程行驶;
- [0088] 折返线上组编车辆为单车,按车辆组编流程动作,通过道岔时按单车过道岔流程

行驶；

[0089] 车辆组编完成后,按编组车辆行车流程行驶；

[0090] (2) 使用车辆检修中心备用车辆增加车辆编组数量

[0091] 线路客流量增加时,云平台计算最佳的编组运行方案；

[0092] 云平台向车辆检修中心发送编组方案；

[0093] 车辆检修中心唤醒备用车辆；

[0094] 云平台将新的编组车辆信息发送给各编组车辆；

[0095] 车辆检修中心组编车辆数量大于1,按车辆组编流程动作,通过道岔时按编组车辆通过道岔流程行驶；

[0096] 车辆检修中心组编车辆为单车,按车辆组编流程动作,通过道岔时按单车过道岔流程行驶；

[0097] 车辆组编完成后,按编组车辆行车流程行驶；

[0098] (3) 缩减车辆编组数量,将不需用车辆停靠于折返线

[0099] 线路客流量减少时,云平台通过计算最佳的线路运行方案；

[0100] 云平台向编组车辆发送解编命令,编组车辆解编；

[0101] 云平台向需要继续向前行驶的车辆发送组编命令,需要继续向前行驶的车辆按组编流程动作,车辆完成组编后按编组车辆行车流程行驶；

[0102] 不需用车辆按云平台信息调度,前往车站折返线停车；

[0103] (4) 缩减车辆编组数量,将不需用车辆停靠于车辆检修中心

[0104] 线路客流量减少时,云平台通过计算最佳的线路运行方案；

[0105] 云平台向编组车辆发送解编命令,编组车辆解编；

[0106] 云平台向需要继续向前行驶的车辆发送组编命令,需要继续向前行驶的车辆按组编流程动作,车辆完成组编后按编组车辆行车流程行驶；

[0107] 不需用车辆按照云平台信息调度,前往车辆检修中心；

[0108] (5) 正线上乘客求助

[0109] 当正线上车辆行驶过程中乘客通过终端或车内通信平台向云平台紧急求助；

[0110] 云平台接受求助信息,判断紧急级别,启动紧急预案；

[0111] 若事件不紧急,则控制车辆在下一站进行停靠；若事件紧急,则车辆选择最近的车站进行停靠；

[0112] 当下一站较近时,车辆继续行驶至下一站；若上一站较近时,云平台对线路车辆进行调度,防止其他车辆进入上一站；

[0113] 求助车辆进行解编,求助车辆所处编组内的前方车辆重新编组,正常行驶；求助车辆及其编组内后方车辆换向后进行组编行驶至上一站；

[0114] 车辆进站停车后按预案对乘客进行救治；

[0115] (6) 轨道故障时车辆救援场景

[0116] 轨道故障传感器时刻监测轨道状态,并向云平台发送轨道状态信息；

[0117] 当云平台接收到轨道故障信息时,云平台立即启动轨道故障预案,依照轨道故障等级进行处理；

[0118] 云平台通过通信通知线路设施部门实施检修或应急换梁；

- [0119] 同时,云平台通过车地通信,发布指令,调度可能驶入故障轨道梁的车辆紧急停车或缓速停车,将受影响车辆调度至最近的车辆检修中心或车站;
- [0120] (7) 道岔故障时救援场景
- [0121] 道岔故障传感器时刻监测道岔状态,并向云平台发送道岔状态信息;
- [0122] 当云平台接收到道岔故障信息时,云平台立即启动道岔故障预案,依照道岔故障等级进行处理;
- [0123] 云平台通过通信通知线路设施部门实施检修;
- [0124] 同时,云平台通过车地通信,发布指令,调度可能驶入故障道岔的车辆紧急停车或缓速停车,将受影响车辆调度至最近的车辆检修中心或车站;
- [0125] (8) 恶劣天气场景
- [0126] 当线路运营遭遇恶劣天气时,云平台应按照恶劣天气下的运行预案发布信息通知乘客和车站做好相应的管理准备;
- [0127] 云平台按照运行预案,通过车地通信告知车辆停靠地,车辆通过车载控制器控制牵引制动,缓行或停运;
- [0128] (9) 应急救援
- [0129] 车辆向云平台报警,云平台通知救援机构;
- [0130] (10) 消防应急救援
- [0131] 云平台通知消防与应急救援机构;
- [0132] 云平台判断车辆能否行驶至最近车站;
- [0133] 若车辆不能行驶至最近车站,则调用消防车辆进行就地救援;
- [0134] 若车辆能行驶至最近车站,则动用车辆消防设备进行救援,同时车辆驶入最近车站清空;车站内动用消防设备进行救援;
- [0135] 所述无道岔捷运系统控制方法中:
- [0136] “使用折返线备用车辆增加车辆编组数量”和“使用车辆检修中心备用车辆增加车辆编组数量”两种运行场景与有道岔捷运系统控制方法的流程不同,其他运行场景控制流程均与有道岔捷运系统控制方法的流程相同;
- [0137] (1) 使用折返线备用车辆增加车辆编组数量
- [0138] 线路客流量增加时,云平台通过计算最佳的编组运行方案;
- [0139] 云平台向车站控制器发送编组方案;
- [0140] 车站控制器唤醒折返线上的备用车辆;
- [0141] 云平台将新的编组车辆信息发送给各编组车辆;
- [0142] 折返线上组编车辆数量大于1,按车辆组编流程动作,换道时按编组车辆运行换道流程行驶;
- [0143] 折返线上组编车辆为单车,按车辆组编流程动作,换道时按单车运行换道流程行驶;
- [0144] 车辆组编完成后,按编组车辆行车流程行驶;
- [0145] (2) 使用车辆检修中心备用车辆增加车辆编组数量
- [0146] 线路客流量增加时,云平台通过计算最佳的编组运行方案;
- [0147] 云平台向车辆检修中心发送编组方案;

- [0148] 车辆检修中心唤醒备用车辆；
- [0149] 云平台将新的编组车辆信息发送给各编组车辆；
- [0150] 车辆检修中心组编车辆数量大于1,按车辆组编流程动作,换道时按编组车辆运行换道流程行驶；
- [0151] 车辆检修中心组编车辆为单车,按车辆组编流程动作,换道时按单车运行换道流程行驶；
- [0152] 车辆组编完成后,按编组车辆行车流程行驶。
- [0153] 一种智能网联捷运系统,该系统包括云平台、车辆、轨道、道岔、车站、车辆检修中心、线路设施部门、车站控制器STC、道岔控制器SWC、车载控制器VC、通信网络和终端；
- [0154] 所述车站控制器STC设置在车站上；
- [0155] 所述道岔控制器SWC设置在道岔上；
- [0156] 所述车载控制器VC设置在车辆上；
- [0157] 所述云平台通过通信网络向STC和VC发送指令,车辆与车辆之间通过通信网络实现车车通信；
- [0158] 车辆与云平台和STC进行信息交互；
- [0159] 所述轨道设置有轨道故障状态传感器,在轨道出现故障时,将故障报送给云平台；
- [0160] 所述车站设有门禁系统,所述门禁系统在车站控制器的控制下自动开闭屏蔽门；
- [0161] 所述车辆检修中心用于停放备用车辆,以及检修车辆；
- [0162] 所述线路设施部门能够在轨道梁出现故障时,对轨道梁进行检修或更换；在道岔出现故障时,能够对道岔进行检修；
- [0163] 乘客通过终端接入通信网络,查询车辆运行信息,输入目的地信息并付费；终端能够向云平台发送求助信息；
- [0164] 所述车辆上设置有车载感知系统,所述车载感知系统包括全球导航卫星系统、车距感知单元、车辆自检单元、惯性测量单元、车速传感器、停车距离感应器、道岔感应器/换道感应器、车载通信装置和牵引制动控制装置；
- [0165] 停车距离感应器设置在车站前方和车站,车辆通过停车距离感应器后得知车辆即将驶入车站,车载停车距离感应器能从停车距离感应器中读取车辆距离停车点距离和车速信息,进行距离校正；
- [0166] 所述车辆通过车载通信装置收集车地通信传来的命令和车车通信传来的信号,结合车辆自身传感器感知的信号,进行数据融合,传输给VC；
- [0167] VC接收到信息感知部分传来的数据后,进行计算、判断和决策；
- [0168] VC控制车辆的牵引和制动。
- [0169] 可选的,所述系统还包括道岔和道岔控制器SWC；
- [0170] 所述云平台通过通信网络向SWC发送指令；
- [0171] 车辆与SWC进行信息交互；
- [0172] 所述道岔在收到云平台指令时完成正反位变换,在SWC控制下进行转辙动作。
- [0173] 可选的,所述系统还包括换道感应传感器,换道感应传感器设置在车辆换道处；在车辆通过轨道上的换道感应传感器时,车载换道感应器从换道感应传感器中读取车辆距离岔路口的距离、限速和自身车速,车载控制器控制车辆牵引和制动进行换道运行。

- [0174] 可选的,所述系统还包括智能车辆防碰撞系统;
- [0175] 智能车辆防碰撞系统分为前向防碰撞和后向防碰撞;
- [0176] 前向防碰撞:当车辆检测到前方车距过近,即将发生追尾碰撞时,智能防碰撞系统直接控制车辆制动系统,实施紧急制动;
- [0177] 后向防碰撞:在后车智能防碰撞系统即将进行紧急制动时,会通过通信装置告知后车进行同步紧急制动,并告知前车即将追尾;前车的智能防碰撞系统接收到即将遭到追尾时,将控制自身车速,以防止车辆追尾;
- [0178] 所述车辆前后配置有碰撞防护设施,碰撞防护设施在车辆发生碰撞时吸收碰撞能量。
- [0179] 可选的,所述道岔感应器设置在道岔前端,在车辆通过轨道上的道岔感应器时,车载道岔感应器能从道岔感应器中读取车辆距离道岔距离和自身车速,车辆通过道岔感应器后与SWC进行通信,向SWC发送请求操作道岔命令。
- [0180] 可选的,所述云平台还与第三方应急机构通信;
- [0181] 所述车站设置为折返站、越行站或过轨站。
- [0182] 可选的,所述车辆包括跨座式单轨车辆、自导向车辆、悬挂式单轨车辆和高架PRT,且车辆的前后均布置有车钩,在车辆失去自身动力时,通过车钩连挂其他车辆进行救援;
- [0183] 所述车辆能够实现智能防碰撞、无物理自动连挂编组或半自动或手动连挂编组行驶功能;
- [0184] 所述车辆为自带动力车辆,实现电机驱动车辆运行,并且车辆可以双向行驶;
- [0185] 所述车辆应具有车辆状态自检功能;
- [0186] 所述车辆若为备用车辆,应能与云平台和在运行的车辆进行通信;
- [0187] 所述车辆可以为全自动驾驶车辆,也可以是无人驾驶车辆。
- [0188] 本发明的有益效果在于:该系统车辆既可以单车运行,也可以根据运量大小实时进行多车无物理连挂的智能多车编组运行,该系统基于5G通信技术、云平台技术、大数据技术和先进的车辆控制系统来实现智能网联捷运。
- [0189] 本发明的其他优点、目标和特征在某种程度上将在随后的说明书中进行阐述,并且在某种程度上,基于对下文的考察研究对本领域技术人员而言将是显而易见的,或者可以从本发明的实践中得到教导。本发明的目标和其他优点可以通过下面的说明书来实现和获得。

附图说明

- [0190] 为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明作优选的详细描述,其中:
- [0191] 图1为智能网联捷运系统的运行控制系统示意图;
- [0192] 图2为编组车辆内部车车通信示意图;
- [0193] 图3为编组与编组间车车通信示意图;
- [0194] 图4为车载信息感知系统示意图;
- [0195] 图5为智能网联捷运系统的控制系统架构示意图;
- [0196] 图6为车辆智能编组及跨线运行示意图;

- [0197] 图7为折返线储车示意图；
- [0198] 图8为顺序式组编示意图；
- [0199] 图9为组合式组编示意图；
- [0200] 图10为多编组车辆组编示意图；
- [0201] 图11为折返线解编示意图；
- [0202] 图12为缩减编组示意图；
- [0203] 图13为拆分编组示意图；
- [0204] 图14为单车行车控制流程图；
- [0205] 图15为编组车辆行车控制流程图；
- [0206] 图16为智能编组车辆安全间距示意图；
- [0207] 图17为车辆智能防碰撞控制策略；
- [0208] 图18为单车进站停车流程图；
- [0209] 图19为编组车辆进站停车流程图；
- [0210] 图20为单车折返线或车辆检修中心停车流程图；
- [0211] 图21为编组车辆折返线或车辆检修中心停车流程图；
- [0212] 图22为车辆组编流程图；
- [0213] 图23为车辆解编流程图；
- [0214] 图24为单车运行过道岔控制流程图；
- [0215] 图25为编组车辆运行过道岔控制流程图；
- [0216] 图26为正线车辆救援流程图；
- [0217] 图27为无物理连挂编组车辆停车示意图；
- [0218] 图28为连挂车辆停车示意图；
- [0219] 图29为连挂救援时车辆进站停车流程图；
- [0220] 图30为单车出站流程图；
- [0221] 图31为编组车辆出站流程图；
- [0222] 图32为单车运行换道控制流程图；
- [0223] 图33为编组车辆运行换道控制流程图；
- [0224] 图34为有道岔捷运系统中使用折返线备用车辆增加车辆编组数量；
- [0225] 图35为有道岔捷运系统中使用车辆检修中心备用车辆增加车辆编组数量；
- [0226] 图36为缩减车辆编组数量,将不需用车辆停靠于折返线；
- [0227] 图37为缩减车辆编组数量,将不需用车辆停靠于车辆检修中心；
- [0228] 图38为车内乘客紧急救助流程；
- [0229] 图39为轨道故障时车辆救援流程；
- [0230] 图40为道岔故障时车辆救援流程；
- [0231] 图41为线路遭遇恶劣天气运行控制流程；
- [0232] 图42为应急救援控制流程；
- [0233] 图43为消防应急救援控制流程；
- [0234] 图44为无道岔捷运系统中使用折返线备用车辆增加车辆编组数量；
- [0235] 图45为无道岔捷运系统中使用车辆检修中心备用车辆增加车辆编组数量。

具体实施方式

[0236] 以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式,本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点与功效。本发明还可以通过另外不同的具体实施方式加以实施或应用,本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用,在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。需要说明的是,以下实施例中所提供的图示仅以示意方式说明本发明的基本构想,在不冲突的情况下,以下实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0237] 其中,附图仅用于示例性说明,表示的仅是示意图,而非实物图,不能理解为对本发明的限制;为了更好地说明本发明的实施例,附图某些部件会有省略、放大或缩小,并不代表实际产品的尺寸;对本领域技术人员来说,附图中某些公知结构及其说明可能省略是可以理解的。

[0238] 本发明实施例的附图中相同或相似的标号对应相同或相似的部件;在本发明的描述中,需要理解的是,若有术语“上”、“下”、“左”、“右”、“前”、“后”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此附图中描述位置关系的用语仅用于示例性说明,不能理解为对本发明的限制,对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语的具体含义。

[0239] 一、系统要求

[0240] 智能网联系统主要由运营管理与控制中心(又称云平台)、通信网络、车辆、轨道、道岔、车站、车辆检修中心、线路设施部门和乘客手机app等组成。

[0241] 本发明使用的云平台应包含运营信息管理系统、乘客信息管理系统和内部管理系统部分,具有系统统一管理、与车辆调度、实时客流预测、防灾报警、环境监控、清分管理、乘客服务、车站设备运行管理、应急救援调度与管理功能。

[0242] 本发明使用的云平台中实时客流预测功能应能够对乘客们的出行时间、出发地—目的地、客流量等数据进行收集和处理,对线路的客流量进行实时预测。

[0243] 本发明使用的通信系统应为5G通信系统,能够实现稳定的车—车通信和车—地通信,能够实现多方的信息通信,包括:车—云平台、车—车站控制器、车—道岔控制器、车—乘客、乘客—云平台、轨道—云平台。

[0244] 本发明的智能网联捷运系统的车辆可以是但不限于是跨座式单轨车辆、自导向车辆、悬挂式单轨车辆、高架PRT系统等。

[0245] 本发明的智能网联捷运系统的车辆可为自带动力车辆,实现电机驱动车辆运行,并且车辆可以双向行驶。

[0246] 本发明的智能网联捷运系统的车辆可以采用全自动驾驶系统,也可以是无人驾驶系统。

[0247] 本发明的智能网联捷运系统的车辆应具有车辆状态自检功能。

[0248] 本发明使用的车辆必须具有智能防碰撞、无物理自动连挂编组或半自动或手动连挂编组行驶功能,且能在低可视度条件下运行。

[0249] 车辆应具有车—车通信系统和车—地(含车—云平台)通信系统。

[0250] 车辆应具有车内信息广播系统。

[0251] 本发明使用的轨道设置有轨道故障状态传感器,在轨道出现故障时,应能将故障及时报送云平台,云平台能够及时接受故障信息对系统和车辆进行应急管控。

[0252] 本发明使用的道岔应具有轻便、快速、安全和稳定转辙的特点,能够在通信指令下自动地完成正反位变换。道岔应在道岔控制器控制下进行转辙动作,道岔应该具有运行状态自检功能。

[0253] 若轨道线路上没有道岔设施,则不设置道岔控制器,也不设置道岔感应器,则应在车辆换道处设置换道感应传感器。

[0254] 车站应设有车站控制系统。

[0255] 本发明使用的车站应具有门禁系统,该门禁系统应在车站控制器控制下自动开闭屏蔽门,屏蔽门能够实现人工操作开闭功能。

[0256] 本发明可以设置越行线,也可以在越行线上设置车站。

[0257] 车辆检修中心应具有车辆、设备检修功能,能够停放和放行功能完备的备用车辆,车辆检修中心能与云平台和在运行车辆、备用车辆进行通信。

[0258] 备用车辆能与云平台和在运行车辆进行通信。

[0259] 本发明的线路设施部门能够在轨道梁出现故障时,对轨道梁进行检修或更换;在道岔出现故障时,能够对道岔进行检修。

[0260] 本发明的乘客能够通过乘客手机app自动付费和输入目的地信息等功能。

[0261] 乘客手机app能够查询线路车辆运行信息,能够向云平台发送求助信息,云平台应向求助乘客发送求助确认信息。

[0262] 二、系统组成

[0263] 本发明的运行控制系统如图1所示,由云平台、STC、SWC、VC和5G通信网络等组成。云平台通过5G网络向STC、SWC和VC发送指令,车辆与车辆之间通过5G网络实现车车通信。每辆车可同时与云平台、STC、SWC和其他车辆进行信息交互。在折返线、车辆检修中心的备用车辆能与车站控制器、车辆检修中心和云平台通信,可通过通信唤醒车辆。云平台还能与救援机构、线路设施部门通信。

[0264] 如图2所示,车辆编组时,编组内部车辆与车辆之间采用车车通信。

[0265] 如图3所示,线路上同时存在未编组车辆与编组车辆时,车辆与编组间、编组与编组间均采用车车通信。

[0266] 采用5G通信系统,可实现低延时的车地和车车通信。该控制系统采用5G通信系统,可为车车之间实现直连式通信,车地之间实现蜂窝式通信,通信延时减低到1ms。

[0267] 本发明提出的智能网联捷运控制系统结构简单,成本低,通信延时低,可以实现低延时的车车通信和车地通信,实现车辆的近距离跟随行驶。

[0268] 本发明的车载信息感知系统如图4所示,包括全球导航卫星系统、车距感知单元、惯性测量单元、车速传感器、停车距离感应器、道岔感应器、车载通信装置和牵引制动控制装置等组成。

[0269] 本发明的智能网联捷运系统的控制系统架构如图5所示,其由信息感知、判断决策和控制执行三部分组成。

[0270] 信息感知部分作用:车辆通过车载通信装置收集车地通信传来的命令和车车通信传来的信号,结合车辆自身传感器感知的信号,进行数据融合,传输给VC。

[0271] 判断决策部分作用:VC接收到信息感知部分传来的数据后,进行计算、判断和决策。

[0272] 控制执行部分作用:控制车辆的牵引和制动。

[0273] 本发明的智能网联捷运系统配置有智能车辆防碰撞系统。智能车辆防碰撞系统分为前向和后向防碰撞。当车辆检测到前方车距过近,即将发生追尾碰撞时,智能防碰撞系统直接控制车辆制动系统,实施紧急制动,此为前向防碰撞。在后车智能防碰撞系统即将进行紧急制动时,会通过通信装置告知后车进行同步紧急制动,并告知前车即将追尾。前车的智能防碰撞系统接收到即将遭到追尾时,将控制自身车速,以防止车辆追尾,此为后向防碰撞。

[0274] 本发明的智能网联捷运系统车辆前后均配置有碰撞防护设施,该设施在车辆发生碰撞时吸收碰撞能量,最大限度地保护车辆和乘客。

[0275] 本发明的智能网联捷运系统车辆前后均布置有应急救援车钩,在车辆失去自身动力时,其他车辆可通过车钩连挂进行紧急救援。

[0276] 本发明的道岔感应器设置在道岔前端,在车辆通过轨道上的道岔感应器时,车载道岔感应器能从道岔感应器中读取车辆距离道岔距离和自身车速,车辆通过道岔感应器后能够与SWC进行通信,能够向SWC发送请求操作道岔命令。

[0277] 本发明的换道感应传感器设置在换道处,在车辆通过轨道上的换道感应传感器时,车载换道感应器能从换道感应传感器中读取车辆距离岔路口的距离、限速和自身车速,车载控制器控制车辆牵引和制动进行换道运行。

[0278] 本发明的停车距离感应器设置在车站前方和车站内,车辆通过停车距离感应器后得知车辆即将驶入车站,车载停车距离感应器能从停车距离感应器中读取车辆距离停车点距离和车速信息,进行距离校正。

[0279] 本发明的轨道故障传感器能实时监测轨道故障状态并发送信息给云平台,当轨道故障时能够向云平台发送故障信息。

[0280] 本发明的道岔故障传感器能实时监测道岔故障状态并发送信息给云平台,当道岔故障时能够向云平台发送故障信息。

[0281] 三、运营模式

[0282] 如图6,本发明的捷运系统车辆编组可以单双成组,且在过轨车站能够实现跨线运行。

[0283] 如图7~图13,本发明的智能网联捷运车辆可以在线路上智能组编、解编。

[0284] 如图8,本发明在线路折返站设置折返线。通过增加折返线的长度,增加折返线上停靠车辆的数量。

[0285] 如图3,当需要车辆进行组编时,车辆可在车站使用折返线上的车辆进行组编。

[0286] 如图3,本发明的智能网联捷运系统当编组车辆需要增加多辆车来增加编组数量时,可以先将一辆车进行组编,该车组编完后再对下一辆车进行组编。例如原编组车辆为四编组,需要增加为八编组,按照车辆编组顺序,对第五位车辆进行编组,在该车编组完成后,再对第六位车辆进行编组,以此类推。

[0287] 如图9,本发明的智能网联捷运系统当编组车辆需要增加多辆车来增加编组数量时,也可以将编组车辆在折返线或车辆检修中心进行编组,再与原编组进行组编。例如原编

组车辆为四编组,需要增加为八编组,可以先在折返线上对需要进行编组的第五、第六、第七和第八位车辆组编为四编组,然后再将新组编的四编组车辆与原四编组车辆进行组编。

[0288] 如图10,除了使用折返线上的车辆进行组编外,线路还可使用线路上正在运营的车辆和车辆检修中心的车辆。如当前方线路客流量突然增加,需要大编组车辆运营,可以对多个编组的车辆进行组编。例如,在正线上四编组车辆、单编组和三编组车辆同时运行,在正线上将各编组车辆进行组编,将八辆车组编为八编组车辆。组编过程也可在车站和车辆检修中心进行。

[0289] 另外,在线路客流高峰期时还可调用其他线路的车辆进行组编,弥补线路运力。

[0290] 如图11,当车辆需要缩减编组时,可以在折返线上将车辆进行解编。

[0291] 如图12,在车辆换向后,重新对车辆进行组编。这样,就将原来的车辆从八编组缩减为了六编组。多余编组车辆可停放在折返线上,待客流高峰期使用。

[0292] 如图13,车辆除了在折返线进行组编和解编外,在正线上、车站和车辆检修中心内也能进行解编,多编组车辆可以解编为多个任意编组车辆。如八编组车辆,在客流量减少时,可以将八编组车辆进行解编,然后对车辆两两进行组编,将八编组车辆拆分为四个两编组车辆依次发车运行。

[0293] 四、基础运行场景控制流程

[0294] 有道岔捷运系统和无道岔捷运系统的基础运行场景控制流程有所不同。

[0295] 4.1有道岔捷运系统的基础运行场景控制流程

[0296] 基础运行场景包括:行车、进站停车、折返线或车辆检修中心停车、过道岔、组编、解编、正线上车辆故障救援、出站。

[0297] 4.1.1行车

[0298] 如图14,云平台、车辆检修中心、车站控制器向车辆发送唤醒信息,车辆为单车行驶车辆。车辆通过车地通信获取目的地信息,通过车车通信获取前后车辆距离、速度和加速度信息,通过车载控制器控制牵引和制动,根据前方线路信息与车辆自身牵引制动能力,按照高效,安全,舒适的原则行驶。

[0299] 如图15,云平台、车辆检修中心、车站控制器向车辆发送唤醒信息,车辆为编组车辆。

[0300] 若车辆为领航车辆,则通过车地或车车通信获取前方信息和前方车辆信息,通过车载控制器控制牵引和制动,根据前方线路信息与车辆自身牵引制动能力,按照高效,安全,舒适的原则行驶。

[0301] 若车辆为非领航车辆,则通过车车通信获取前后车辆距离、速度和加速度信息,通过车载控制器控制牵引和制动,跟随前车行驶。

[0302] 如图16,智能编组车辆行驶时预设安全车距设置为 S_0 ,但车辆行驶时实际车距动态变化,若频繁调整牵引制动使跟随车距始终为 S_0 ,会影响乘坐舒适性。所以设计调整阈值 Δ ,当实际车距小于最小安全跟随车距时或大于最大安全跟随车距时,车载控制器进行牵引制动调整跟随车距,使跟随车距达到正常跟随车距($S_0 - \Delta, S_0 + \Delta$)范围内。

[0303] 数值案例:若预设安全车距设置为10米,危险车距为6米,调整阈值为2米,则最小安全车距为8米,最大安全车距为12米,当实际车距小于8米或大于12米时,车载控制器进行牵引制动调整跟随车距,使跟随车距达到正常跟随车距(8m,12m)范围内。若车距小于等于6

米,则启动智能防碰撞系统。

[0304] 如图17,车辆行驶时,车距传感器会实时监测车距,当车距小于或等于危险车距时,立即启动智能防碰撞系统,同时车载控制器立即控制牵引制动调整车距,实现车距大于危险车距。

[0305] 4.1.2进站停车

[0306] 如图18,当车辆经过站前第一个停车距离感应器时,通过与设置在轨道梁上的停车距离感应器感应,计算车辆距离停车点的距离,通过车载控制器调整牵引制动,通过车地通信,在车辆车门对中后STC开启屏蔽门。

[0307] 如图19,当领航车与设置在轨道梁上的停车距离感应器感应时,得知编组车辆即将进站。

[0308] 领航车辆计算车辆距离停车点的距离,通过车载控制器调整牵引制动,将车辆停靠在停车点。

[0309] 非领航车辆计算车辆距离停车点的距离,通过车车通信获取前后车距、速度和加速度信息,通过车载控制器调整牵引制动,将车辆停靠在停车点。

[0310] 当所有车辆车门对中后STC开启屏蔽门。

[0311] 4.1.3折返线或车辆检修中心停车

[0312] 如图20,当单车行驶车辆即将进入折返线或车辆检修中心停车时,车辆通过与设置在轨道梁上的停车距离感应器感应,计算车辆距离停车点的距离。车辆通过车载控制器调整牵引制动,将车辆停靠在折返线或车辆检修中心。

[0313] 如图21,当编组行驶车辆即将进入折返线或车辆检修中心停车时,领航车通过与设置在轨道梁上的停车距离感应器感应,计算车辆距离停车点的距离,通过车载控制器调整牵引制动,将车辆停靠在停车点。

[0314] 非领航车确定自身所处编组位置,确定自身距离停车点距离,通过车车通信获取前后车距、速度和加速度信息,通过车载控制器调整牵引制动,将车辆停靠在停车点。

[0315] 4.1.4通过道岔

[0316] 如图24,车辆经过轨道上的道岔感应器,向SWC发送请求操作道岔命令。

[0317] 道岔此时若未被占用,则同意车辆操作道岔。

[0318] 若道岔为占用状态,则车辆减速停车等待道岔开放。

[0319] SWC接受车辆上岔方向等信息。道岔工作状态是否与车辆方向一致,若不一致则动作至一致位置。若一致,则SWC向车辆发送允许通过道岔命令。

[0320] 车辆驶过道岔,车辆向SWC发送驶出道岔信息,SWC设置道岔为未占用状态。

[0321] 如图25,领航车经过轨道上的道岔感应器,领航车向SWC发送请求操作道岔命令。

[0322] 道岔此时若未被占用,则同意领航车操作道岔。

[0323] 若道岔为占用状态,则编组车辆减速停车等待道岔开放。

[0324] SWC接受编组车辆上岔方向,编组数量等信息。道岔工作状态是否与编组车辆方向一致,若不一致则动作至一致位置。若一致,则SWC向领航车发送允许通过道岔命令。

[0325] 编组车辆驶过道岔,编组尾车向SWC发送驶出道岔信息,SWC设置道岔为未占用状态。

[0326] 正线上为保证车辆快速通过道岔,特别是在跨线站,轨道上的道岔感应器位置有

所提前,这样可以使车辆提前控制道岔,使车辆快速通过道岔,而不是等待道岔完成动作再通过道岔,提高交通效率。

[0327] 4.1.5组编

[0328] 如图22,实时客流预测系统时刻监测实时客流,当监测到线路客流量增加时,通过编排的智能网联捷运系统车辆编组方案确定新的编组方案。云平台向需要进行组编的车辆发送新的编组信息。

[0329] 车辆与新编组领航车和前车建立车车通信。

[0330] 组编车辆通过车载控制器调整牵引制动,车辆组编成功后按编组车辆行车流程行驶。

[0331] 4.1.6解编

[0332] 如图23,车辆收到解编命令,车辆断开与领航车辆车车通信,车辆按单车行车流程行驶。

[0333] 4.1.7正线上车辆故障救援

[0334] 如图26,当正线运营车辆发生故障时云平台应采取措施,防止其他其他运营车辆进入事发区段,保证乘客要到达的车站站台区段空闲;同时根据需要调整线路运行方案。

[0335] 故障车辆向云平台发送故障信息,云平台判断故障车辆是否能移动。

[0336] 若故障车辆不能移动,云平台向车辆检修中心发送救援指令,由车辆检修中心实施故障检修。

[0337] 若故障车辆能移动,云平台判断车辆距离前方车站还是后方车站较近。

[0338] 若前方车站距离较近,则云平台调度最近前方车辆救援。

[0339] 若后方车站距离较近,则云平台调度最近后方车辆救援。

[0340] 救援车辆按规定进行连挂后,救援故障车辆至最近车站。

[0341] 如图27,由于编组车辆在车站内停车的车距与车辆连挂后的车距不同,车辆连挂后停车时,前车能够对准屏蔽门,但后车并不能对准屏蔽门。

[0342] 如图28,车站需设置供连挂车辆清客的紧急出口。

[0343] 如图29,车辆进行救援时,应将车辆调整为救援模式,关闭智能防碰撞系统。

[0344] 救援车辆进行连挂救援时,分前车为救援车辆和后车为救援车辆两种情况。

[0345] 前车为救援车辆停车时,停车时应对准屏蔽门停车。

[0346] 后车为救援车辆停车时,其应将车门对准紧急出口所在屏蔽门,保证故障车辆车门能与头车屏蔽门对准。

[0347] 连挂救援时施救车辆更改运行模式为救援模式,施救车辆和被救车辆关闭智能防碰撞系统,救援车辆按单车行驶流程行驶。云平台发送施救车辆和被救车辆目的地调度指令,将施救车辆调度行驶至车辆检修中心或车站,施救车辆停车时按单车进车辆检修中心停车流程或按单车进站停车流程动作。

[0348] 4.1.8出站

[0349] 如图30,车辆向STC发送车辆准备出站信息,STC发送关闭屏蔽门指令,屏蔽门关闭,车辆运行。

[0350] 如图31,编组最后车辆向STC发送车辆准备出站信息,STC发送关闭屏蔽门指令,屏蔽门关闭,车辆编组运行。

[0351] 4.2无道岔捷运系统的基础运行场景控制流程

[0352] 基础运行场景包括：行车、进站停车、折返线或车辆检修中心停车、换道、组编、解编、正线上车辆故障救援、出站。

[0353] 无道岔捷运系统的基础运行场景控制流程中，只有换道控制流程与有道岔捷运系统的基础运行场景控制流程不同，其余基础场景控制流程均与有道岔捷运系统的基础运行场景控制流程相同。

[0354] 4.2.1换道

[0355] 如图32，车辆在换道前通过换道处的换道感应传感器获取车辆距离岔路口的距离、限速和自身车速等信息，车载控制器控制车辆的牵引和制动，控制车辆换道行驶。车辆换道后可分别按单车行车场景、折返线或车辆检修中心停车、进站停车场景控制流程行驶。

[0356] 如图33，编组车辆运行换道时，领航车辆经过轨道上的换道感应传感器，领航车辆通过车地通信或车车通信获取前方信息和前方车辆信息，自主调整牵引制动换道行驶；非领航车辆跟随前车换道行驶。

[0357] 五、典型运行场景控制流程

[0358] 包括有道岔捷运系统的典型运行场景控制流程和无道岔捷运系统的典型运行场景控制流程。

[0359] 5.1有道岔捷运系统的典型运行场景控制流程

[0360] 典型运行场景包括：使用折返线备用车辆增加车辆编组数量、使用车辆检修中心备用车辆增加车辆编组数量、缩减车辆编组数量，将不需车辆停靠于折返线、缩减车辆编组数量，将不需车辆停靠于车辆检修中心、正线上乘客求助、轨道故障时车辆救援场景、道岔故障时救援场景、恶劣天气场景、应急救援、消防应急救援。

[0361] 5.1.1使用折返线备用车辆增加车辆编组数量

[0362] 如图34，线路客流量增加时，云平台通过计算最佳的编组运行方案。

[0363] 云平台向车站控制器发送编组方案。

[0364] 车站控制器唤醒折返线上的备用车辆。

[0365] 云平台将新的编组车辆信息发送给各编组车辆。

[0366] 折返线上组编车辆数量大于1，按车辆组编流程动作，通过道岔时按编组车辆通过道岔流程行驶。

[0367] 折返线上组编车辆为单车，按车辆组编流程动作，通过道岔时按单车过道岔流程行驶。

[0368] 车辆组编完成后，按编组车辆行车流程行驶。

[0369] 5.1.2使用车辆检修中心备用车辆增加车辆编组数量

[0370] 如图35，线路客流量增加时，云平台通过计算最佳的编组运行方案。

[0371] 云平台向车辆检修中心发送编组方案。

[0372] 车辆检修中心唤醒备用车辆。

[0373] 云平台将新的编组车辆信息发送给各编组车辆。

[0374] 车辆检修中心组编车辆数量大于1，按车辆组编流程动作，通过道岔时按编组车辆通过道岔流程行驶。

[0375] 车辆检修中心组编车辆为单车，按车辆组编流程动作，通过道岔时按单车过道岔

流程行驶。

[0376] 车辆组编完成后,按编组车辆行车流程行驶。

[0377] 5.1.3缩减车辆编组数量,将不需用车辆停靠于折返线

[0378] 如图36,线路客流量减少时,云平台通过计算最佳的线路运行方案。

[0379] 云平台向编组车辆发送解编命令,编组车辆解编。

[0380] 云平台向需要继续向前行驶的车辆发送组编命令,需要继续向前行驶的车辆按组编流程动作,车辆完成组编后按编组车辆行车流程行驶。

[0381] 不需用车辆按云平台信息调度,前往车站内折返线停车。

[0382] 5.1.4缩减车辆编组数量,将不需用车辆停靠于车辆检修中心

[0383] 如图37,线路客流量减少时,云平台通过计算最佳的线路运行方案。

[0384] 云平台向编组车辆发送解编命令,编组车辆解编。

[0385] 云平台向需要继续向前行驶的车辆发送组编命令,需要继续向前行驶的车辆按组编流程动作,车辆完成组编后按编组车辆行车流程行驶。

[0386] 不需用车辆按照云平台信息调度,前往车辆检修中心。

[0387] 5.1.5正线上乘客求助

[0388] 如图38,当正线上车辆行驶过程中乘客通过手机APP或车内通信平台向云平台紧急求助。

[0389] 云平台接受求助信息,判断紧急级别,启动紧急预案。

[0390] 若事件不紧急,则控制车辆在下一站进行停靠。若事件紧急,则车辆选择最近的车站进行停靠。

[0391] 当下一站较近时,车辆继续行驶至下一站。若上一站较近时,云平台对线路车辆进行调度,防止其他车辆进入上一站。

[0392] 求助车辆进行解编,求助车辆所处编组内的前方车辆重新编组,正常行驶。求助车辆及其编组内后方车辆换向后进行组编行驶至上一站。

[0393] 车辆进站停车后按预案对乘客进行救治。

[0394] 5.1.6轨道故障时车辆救援场景

[0395] 如图39,轨道故障传感器时刻监测轨道状态,并向云平台发送轨道状态信息。

[0396] 当云平台接收到轨道故障信息时,云平台立即启动轨道故障预案,依照轨道故障等级进行处理。

[0397] 云平台通过通信通知线路设施部门实施检修或应急换梁。

[0398] 同时,云平台通过车地通信,发布指令,调度可能驶入故障轨道梁的车辆紧急停车或缓速停车,将受影响车辆调度至最近的车站。

[0399] 5.1.7道岔故障时救援场景

[0400] 如图40,道岔故障传感器时刻监测道岔状态,并向云平台发送道岔状态信息。

[0401] 当云平台接收到道岔故障信息时,云平台立即启动道岔故障预案,依照道岔故障等级进行处理。

[0402] 云平台通过通信通知线路设施部门实施检修。

[0403] 同时,云平台通过车地通信,发布指令,调度可能驶入故障道岔的车辆紧急停车或缓速停车,将受影响车辆调度至最近的车站。

[0404] 5.1.8恶劣天气场景(浓雾、暴雨、冰雪等)

[0405] 如图41,当线路运营遭遇恶劣天气时,云平台应按照恶劣天气下的运行预案发布信息通知乘客和车站做好相应的管理准备。

[0406] 云平台按照运行预案,通过车地通信告知车辆停靠地,车辆通过车载控制器控制牵引制动,缓行或停运。

[0407] 5.1.9应急救援

[0408] 如图42,车辆向云平台报警,云平台通知救援机构,启动暴恐事件紧急预案,调用应急救援车辆前往现场。

[0409] 5.1.10消防应急救援

[0410] 如图43,云平台通知消防与应急救援机构。

[0411] 云平台判断车辆能够行驶至最近车站。

[0412] 若车辆不能行驶至最近车站,则调用消防车辆进行就地救援。

[0413] 若车辆能行驶至最近车站,则动用车辆消防设备进行救援,同时车辆驶入最近车站清空。车站内动用消防设备进行救援。

[0414] 5.2无道岔捷运系统的典型运行场景控制流程

[0415] “使用折返线备用车辆增加车辆编组数量”和“使用车辆检修中心备用车辆增加车辆编组数量”两种典型运行场景与有道岔捷运系统的典型运行场景控制流程不同,其他典型运行场景控制流程均与有道岔捷运系统的典型运行场景控制流程相同。

[0416] 5.2.1使用折返线备用车辆增加车辆编组数量

[0417] 如图44,线路客流量增加时,云平台通过计算最佳的编组运行方案。

[0418] 云平台向车站控制器发送编组方案。

[0419] 车站控制器唤醒折返线上的备用车辆。

[0420] 云平台将新的编组车辆信息发送给各编组车辆。

[0421] 折返线上组编车辆数量大于1,按车辆组编流程动作,换道时按编组车辆运行换道流程行驶。

[0422] 折返线上组编车辆为单车,按车辆组编流程动作,换道时按单车运行换道流程行驶。

[0423] 车辆组编完成后,按编组车辆行车流程行驶。

[0424] 5.2.2使用车辆检修中心备用车辆增加车辆编组数量

[0425] 如图45,线路客流量增加时,云平台通过计算最佳的编组运行方案。

[0426] 云平台向车辆检修中心发送编组方案。

[0427] 车辆检修中心唤醒备用车辆。

[0428] 云平台将新的编组车辆信息发送给各编组车辆。

[0429] 车辆检修中心组编车辆数量大于1,按车辆组编流程动作,换道时按编组车辆运行换道流程行驶。

[0430] 车辆检修中心组编车辆为单车,按车辆组编流程动作,换道时按单车运行换道流程行驶。

[0431] 车辆组编完成后,按编组车辆行车流程行驶。

[0432] 最后说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照较

佳实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本技术方案的宗旨和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

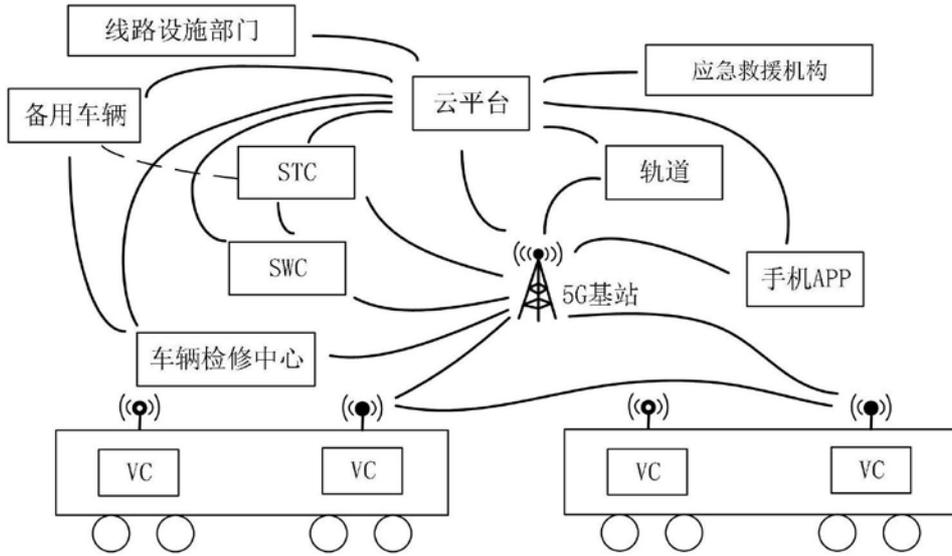


图1

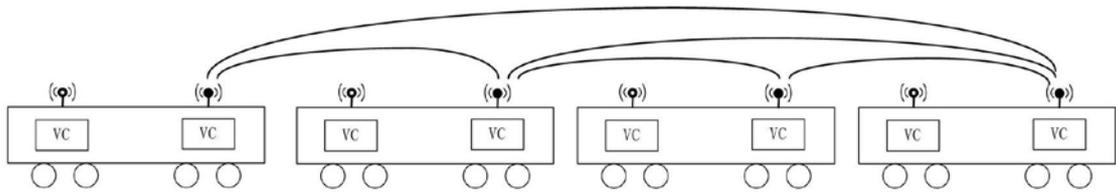


图2



图3

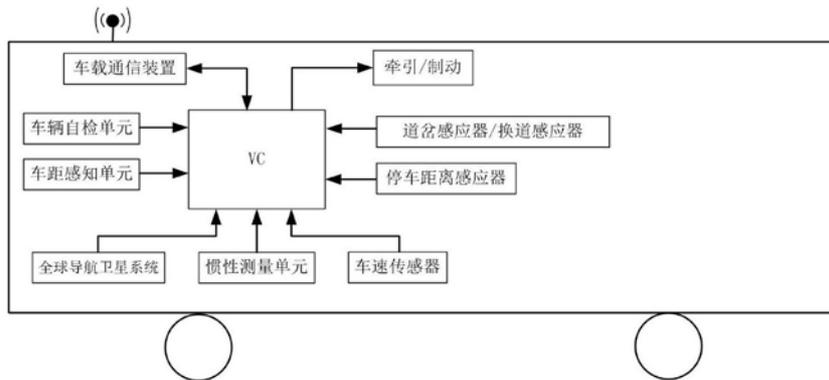


图4

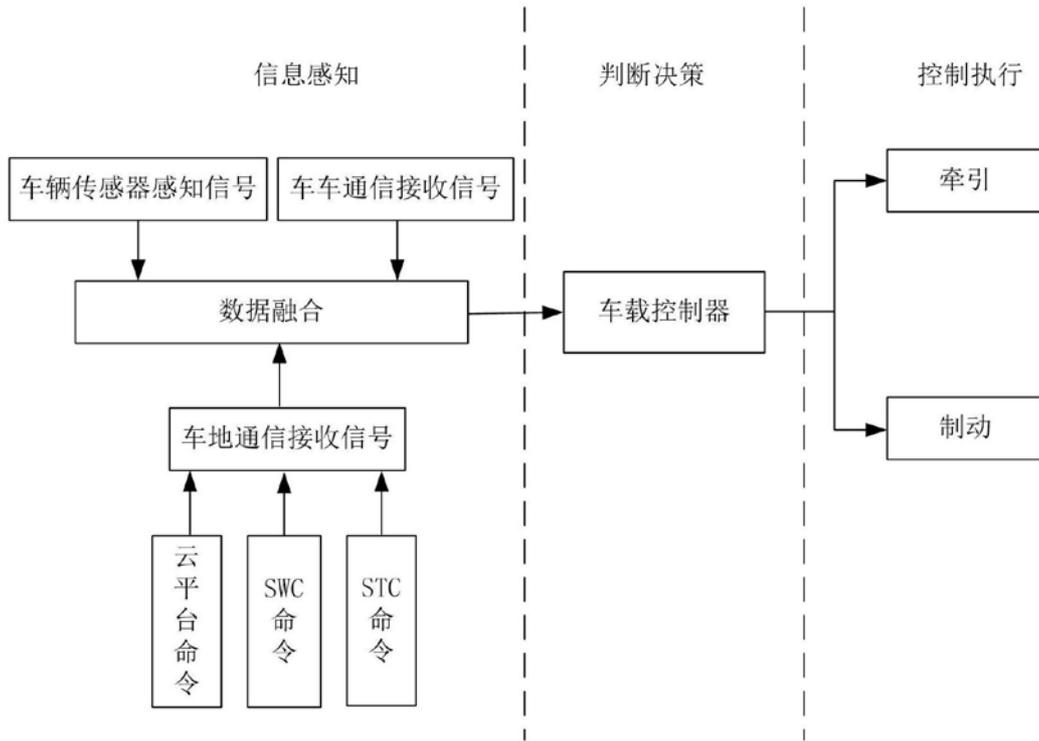


图5

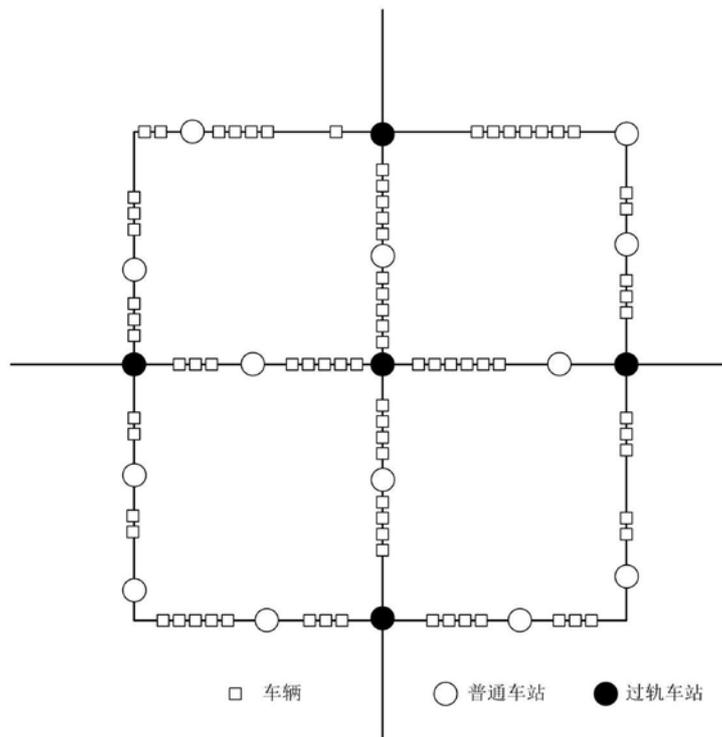


图6

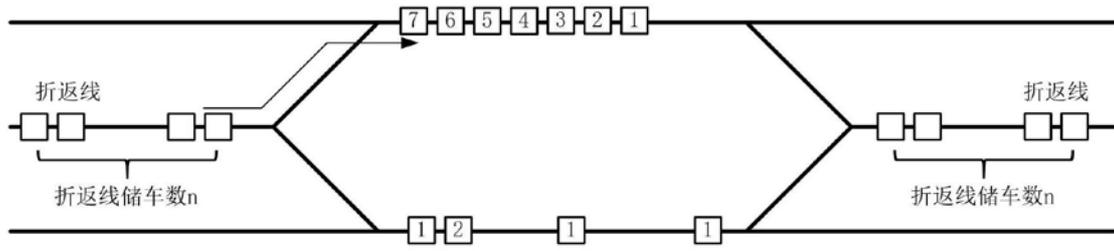


图7

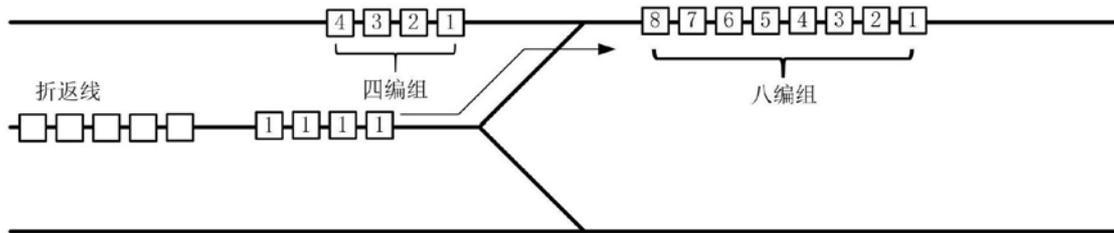


图8

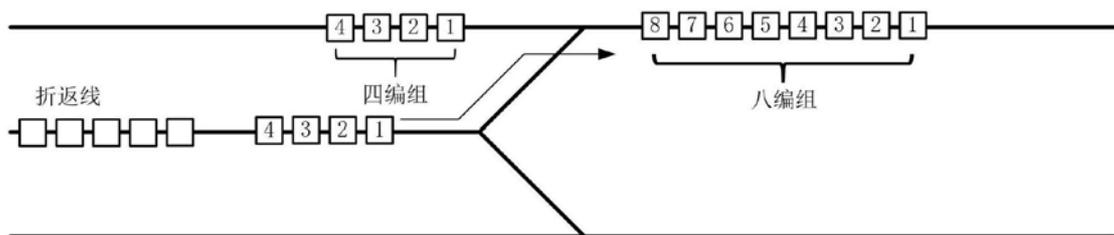


图9

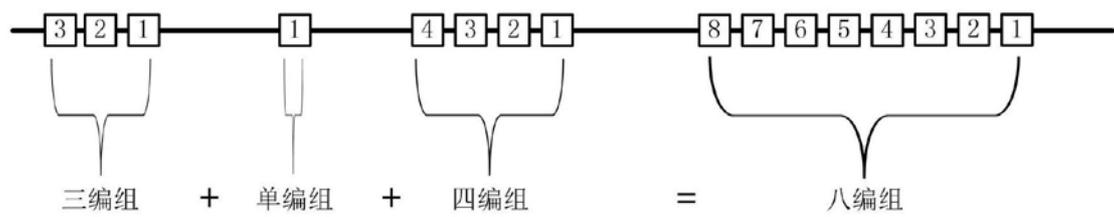


图10

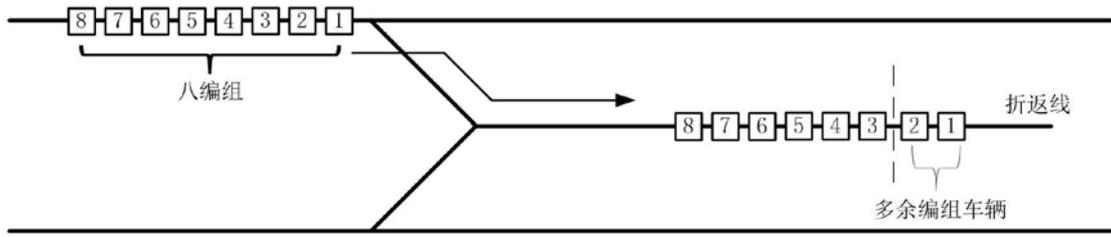


图11

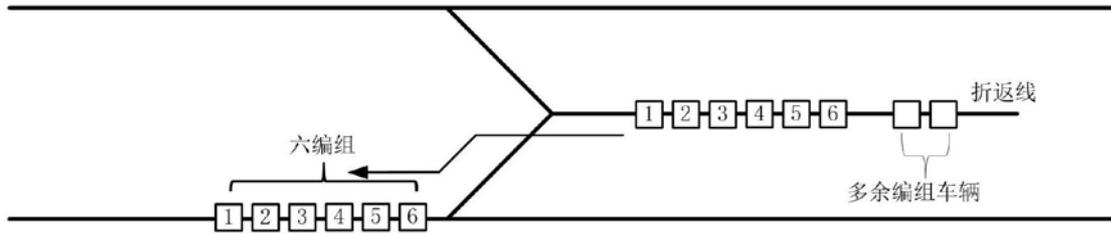


图12

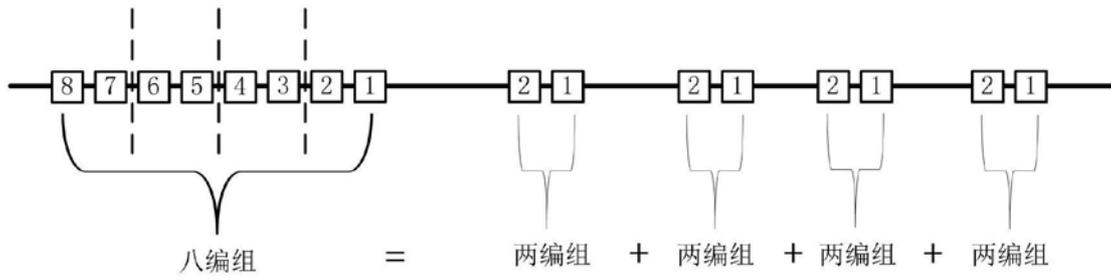


图13

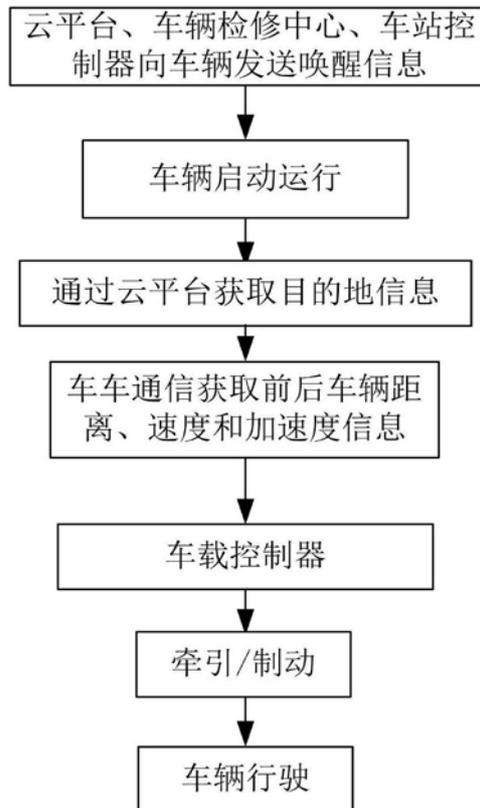


图14

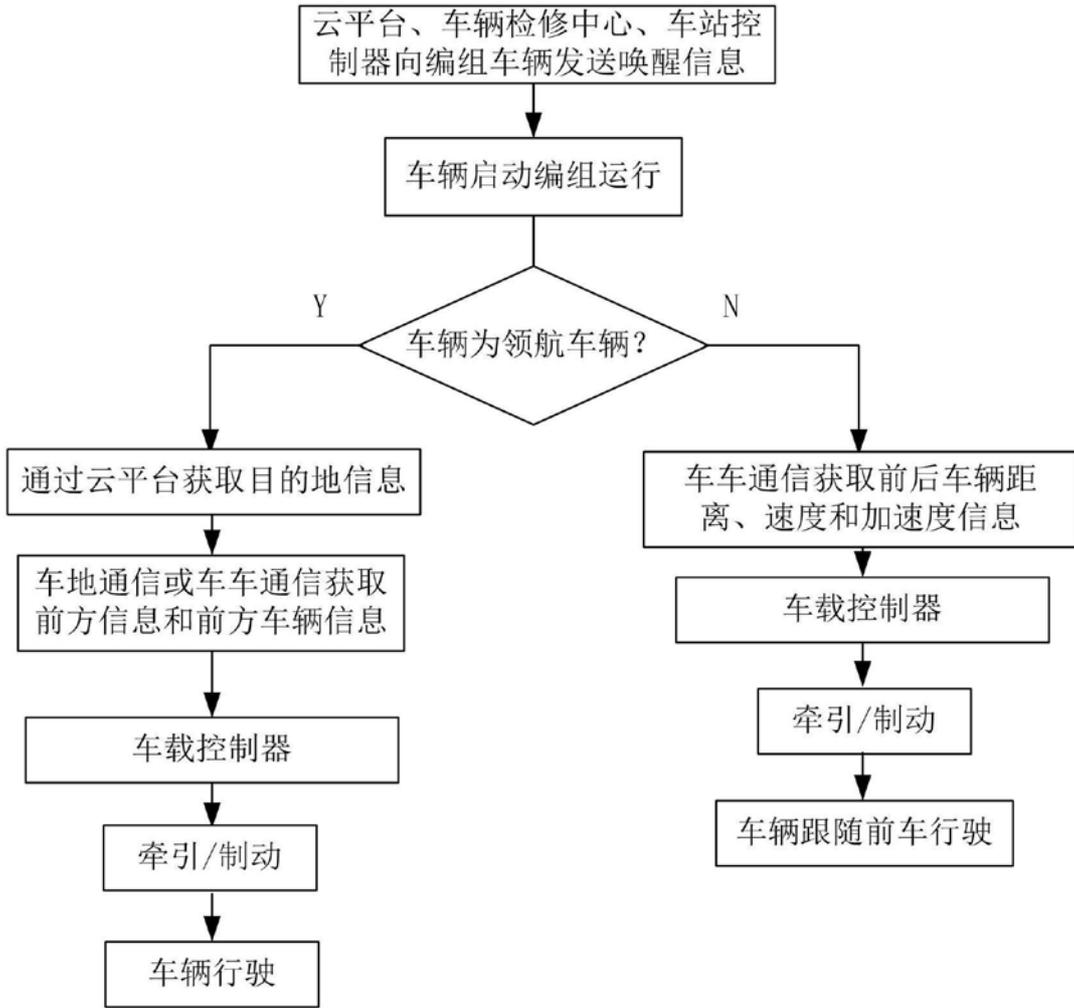


图15

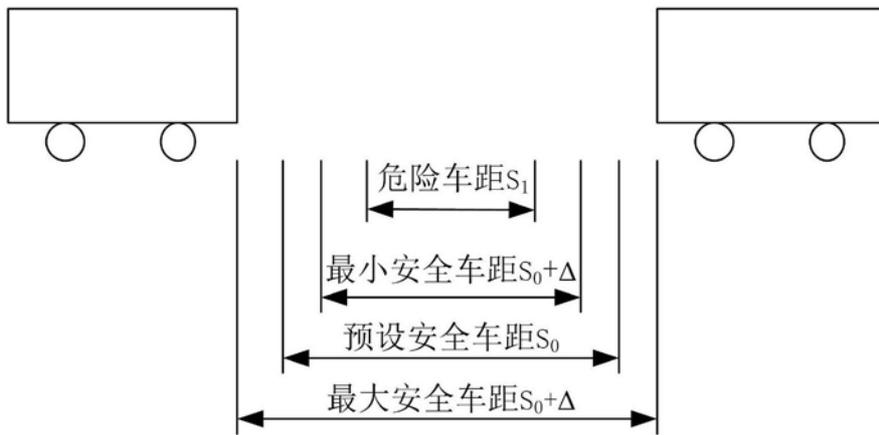


图16

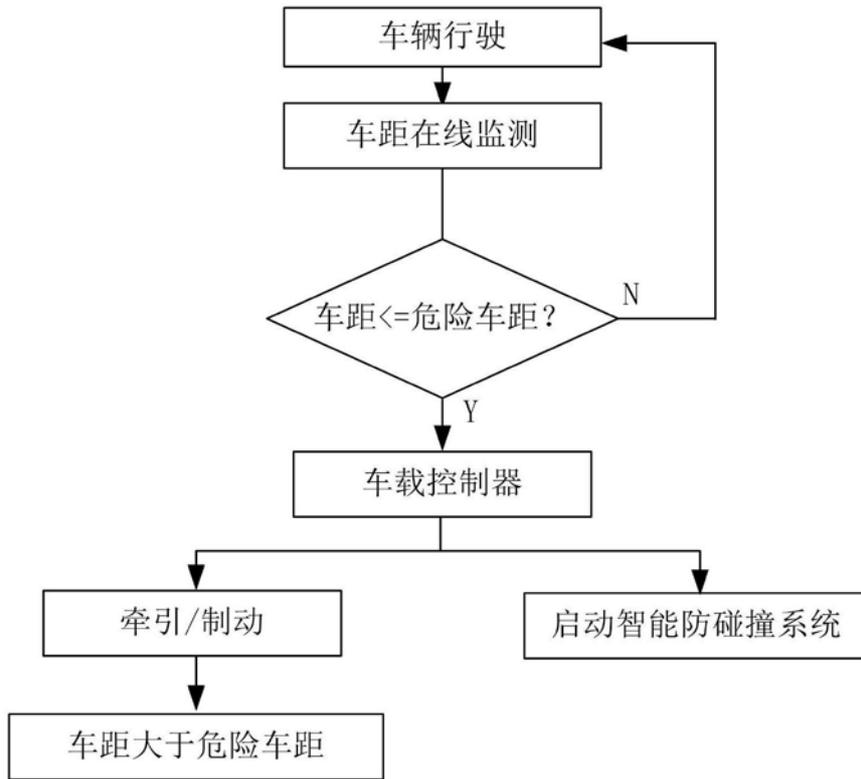


图17

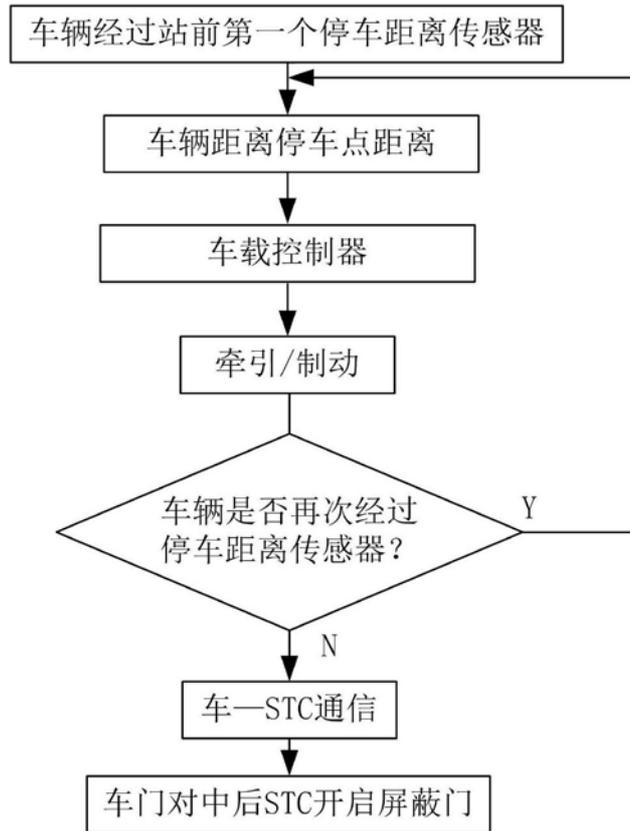


图18

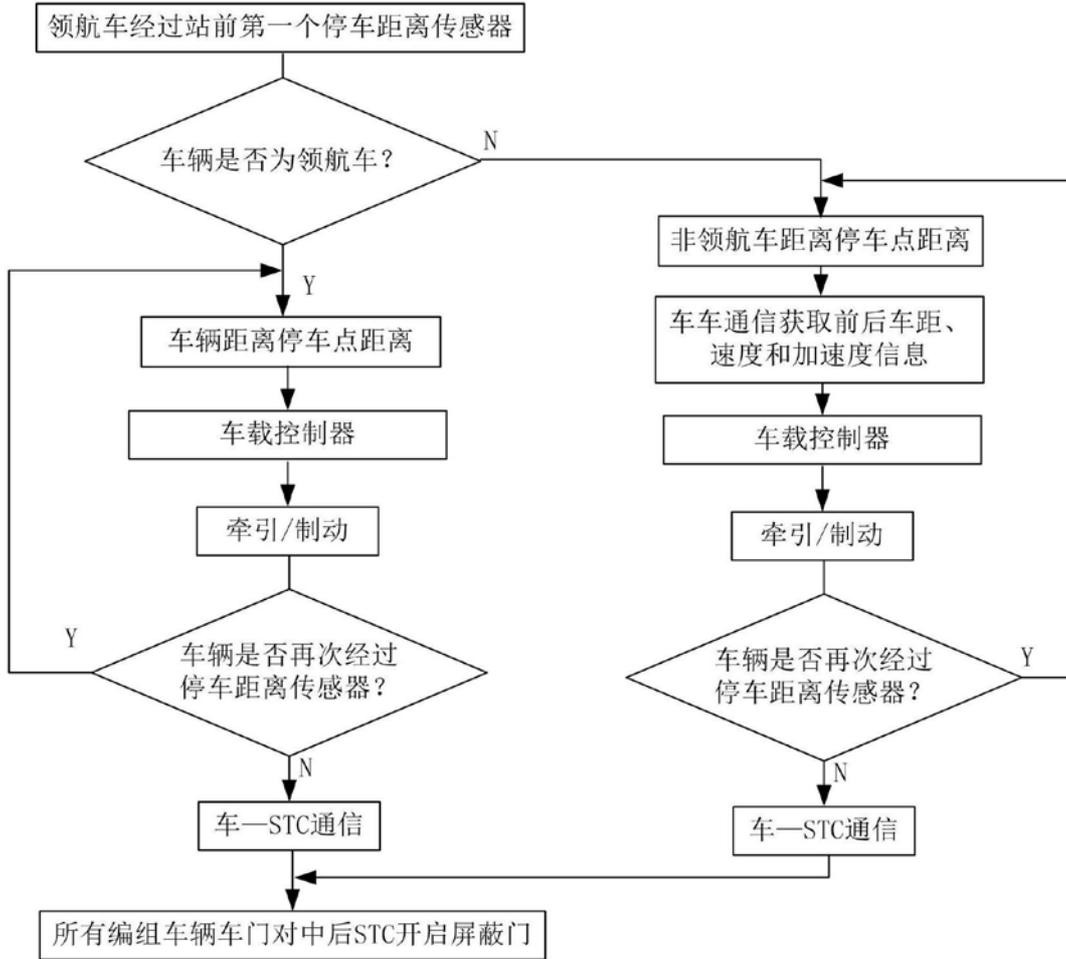


图19

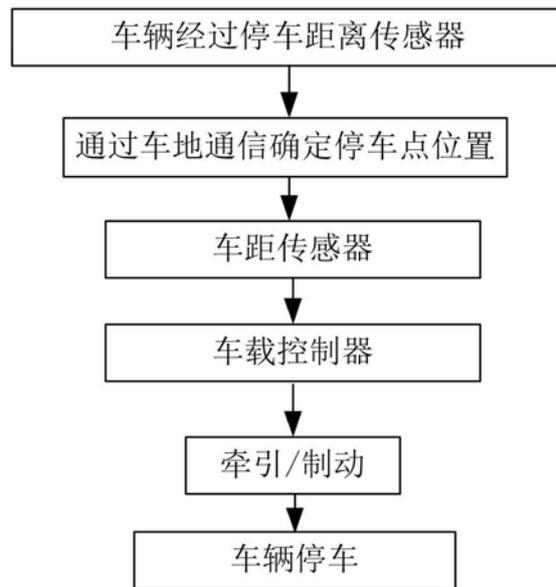


图20

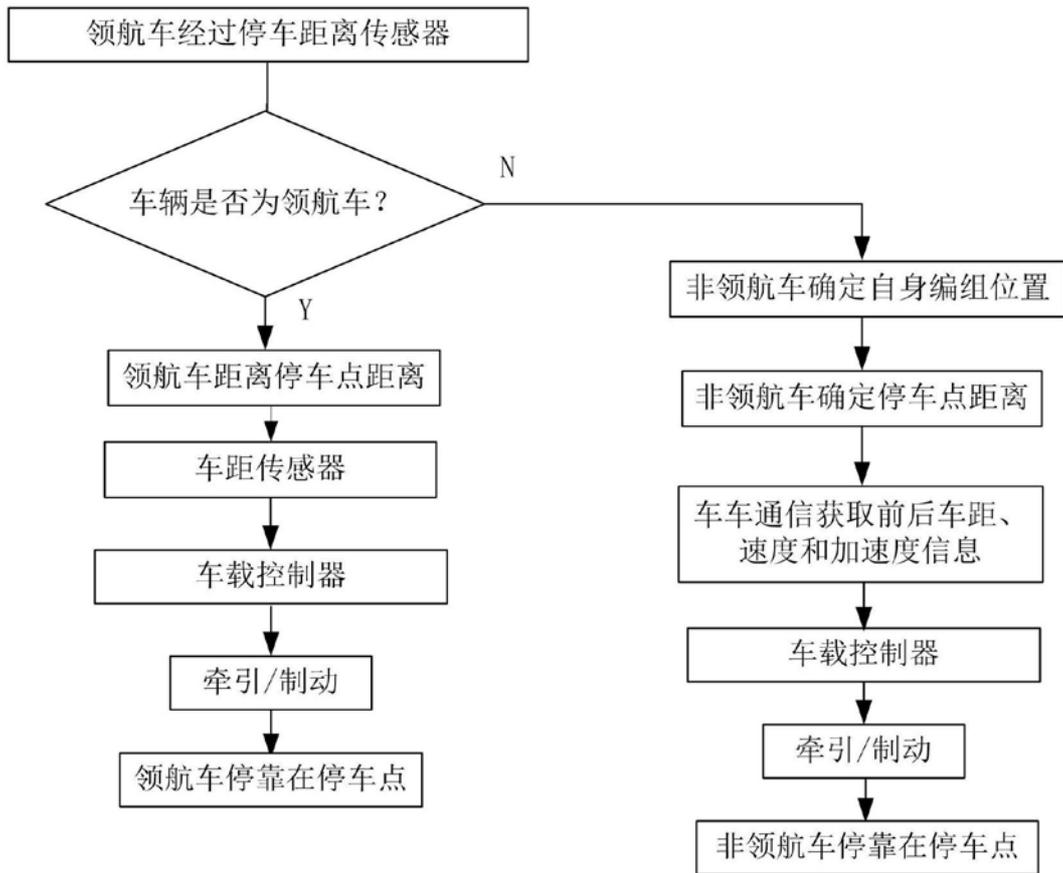


图21

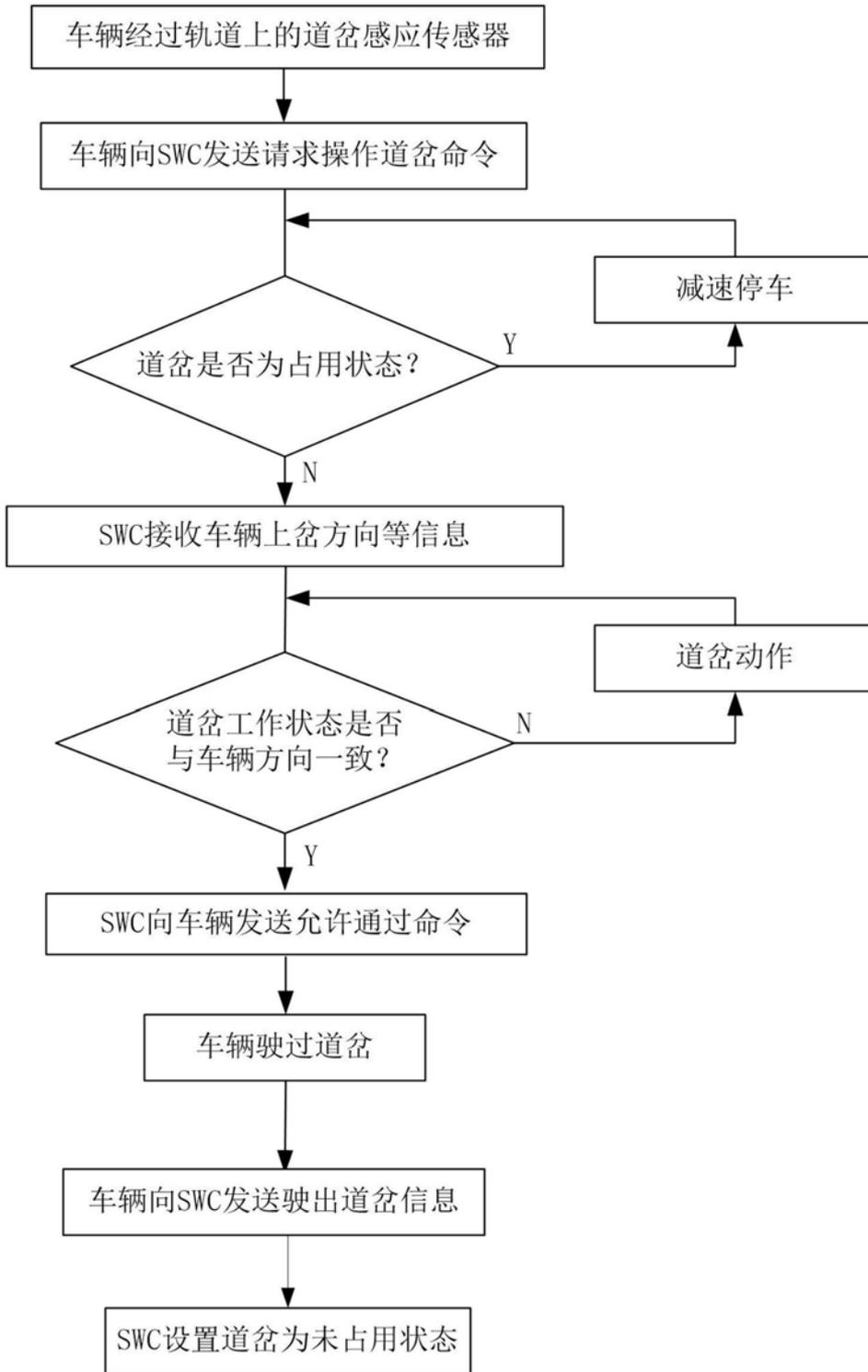


图22

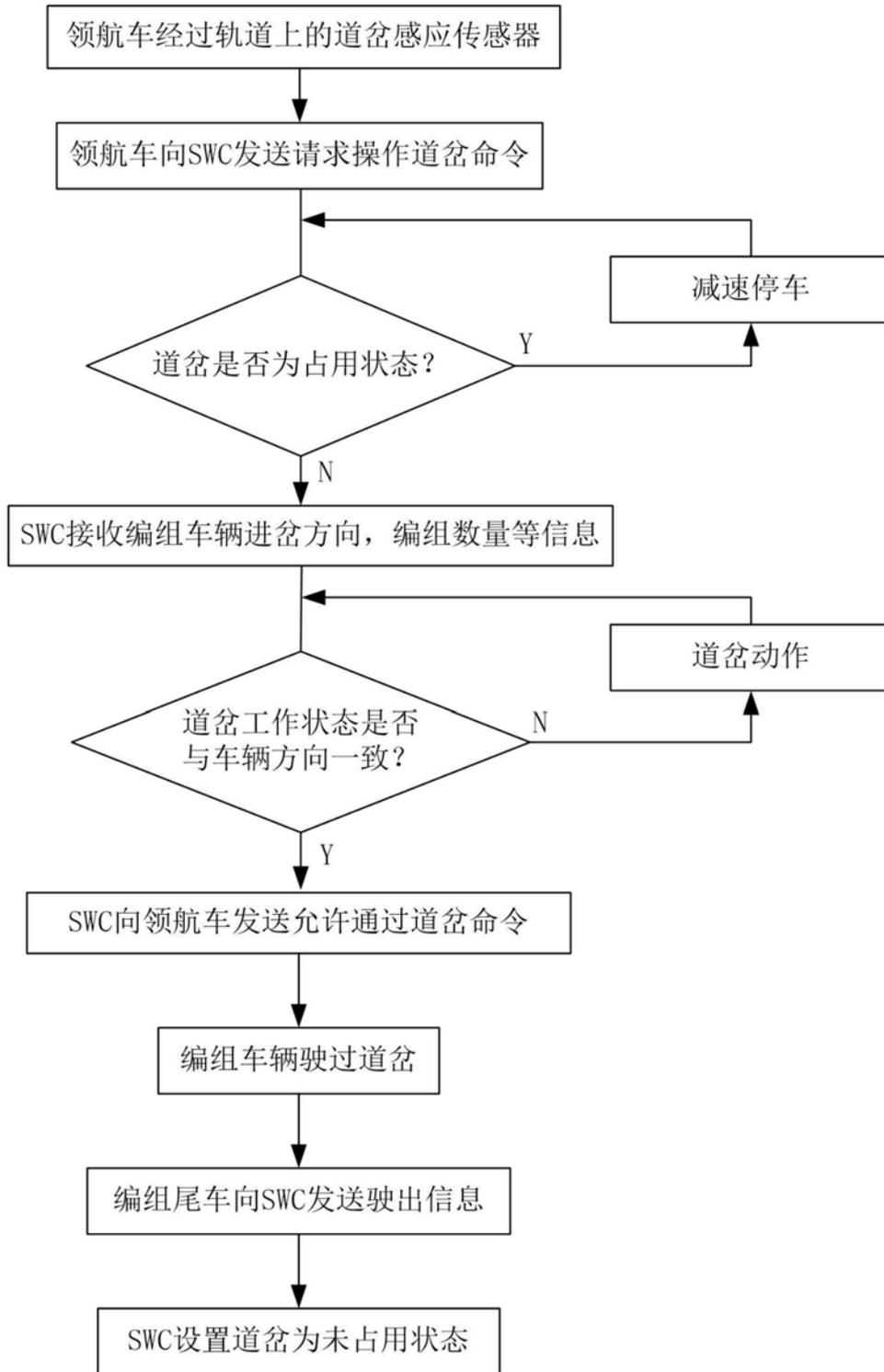


图23

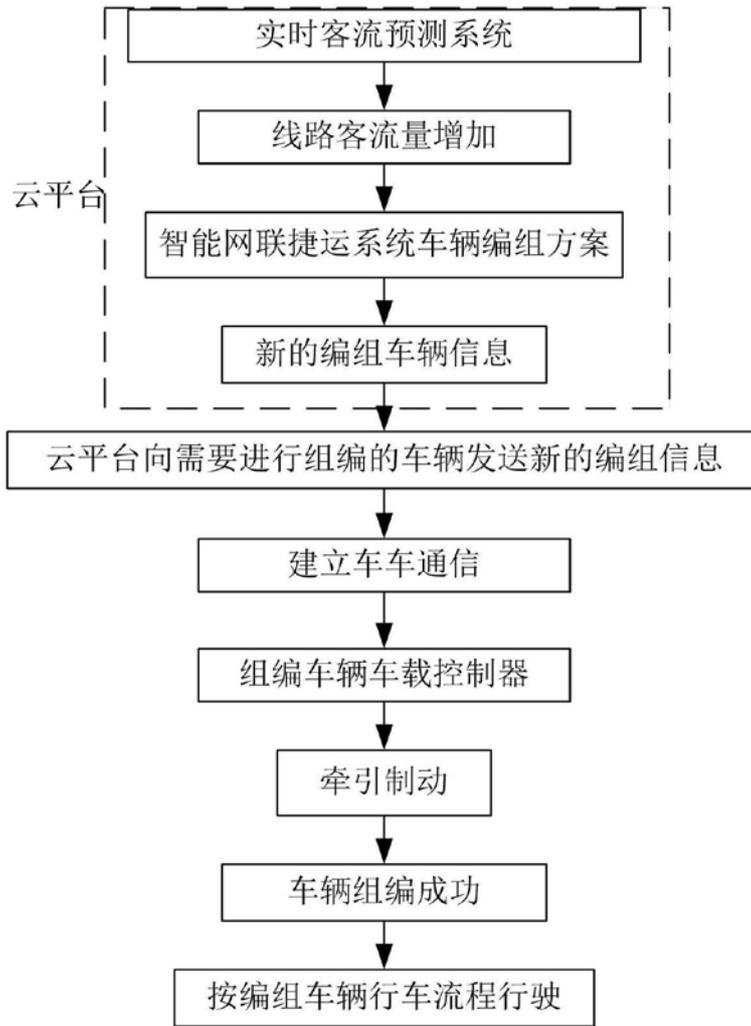


图24

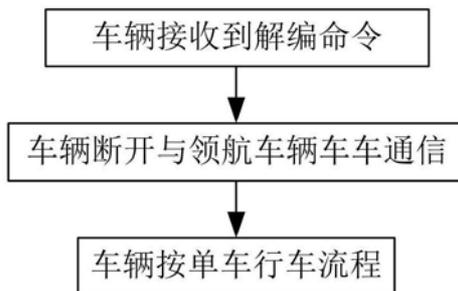


图25

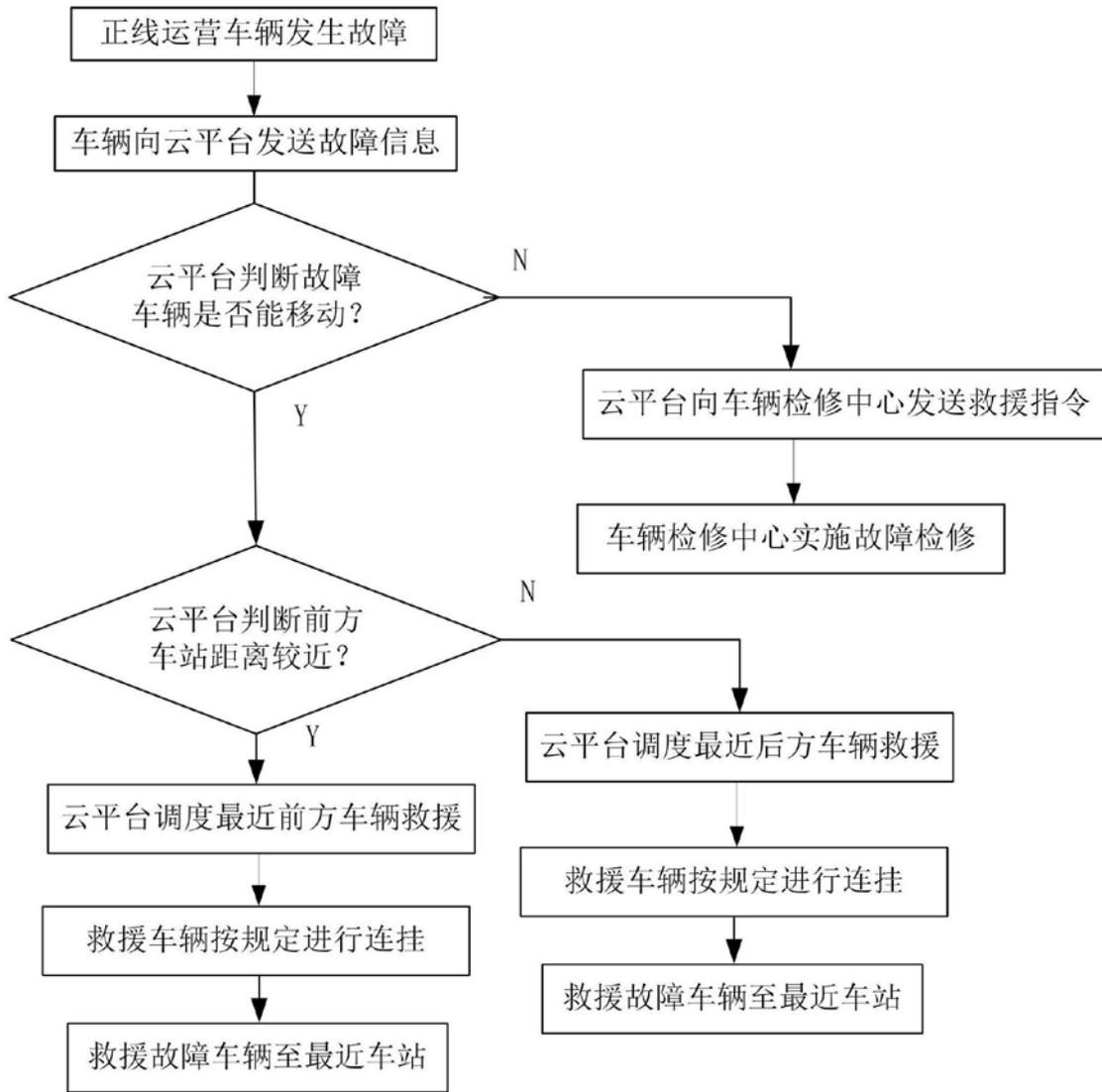


图26

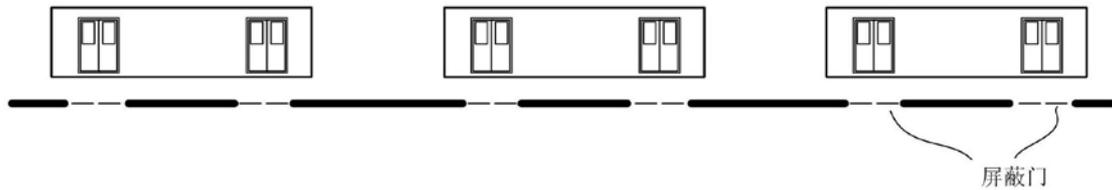


图27

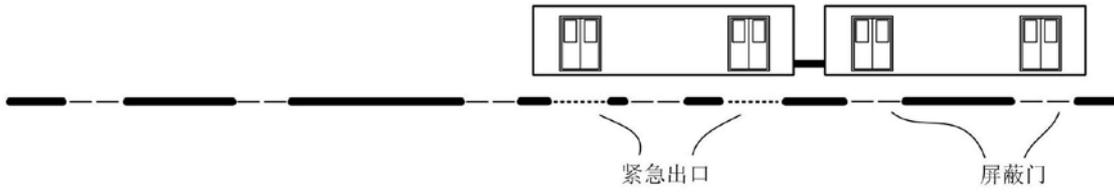


图28

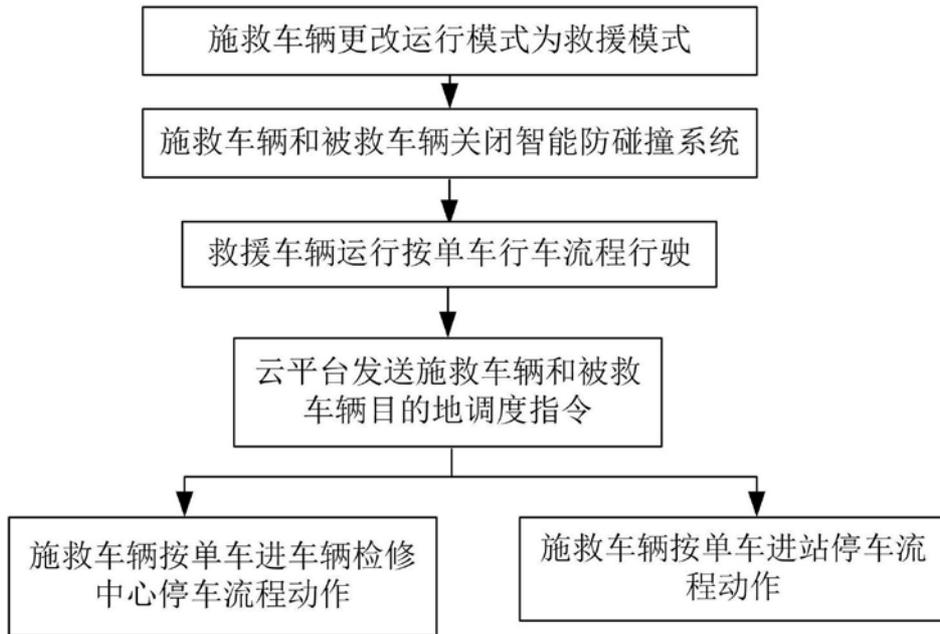


图29

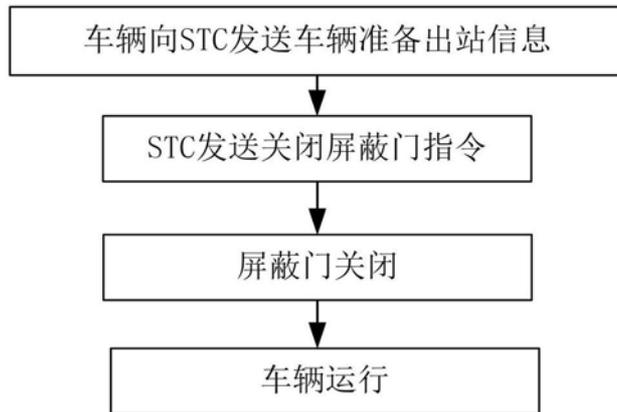


图30

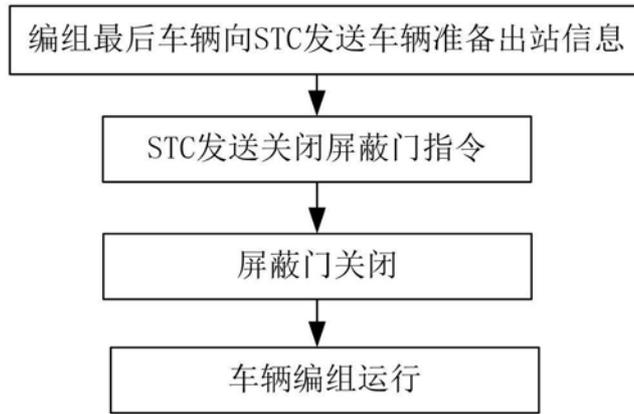


图31

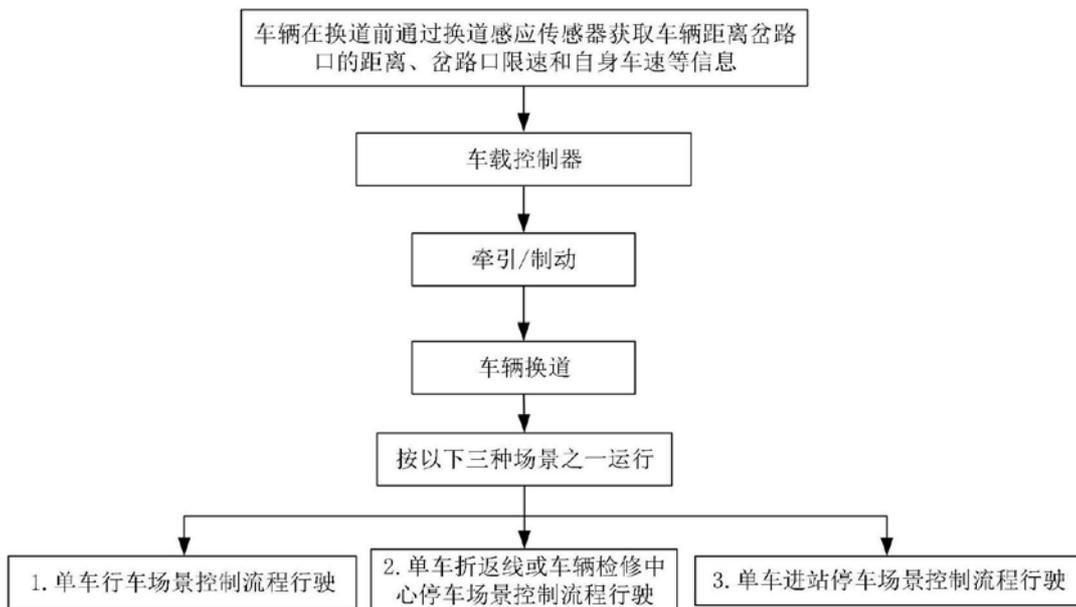


图32

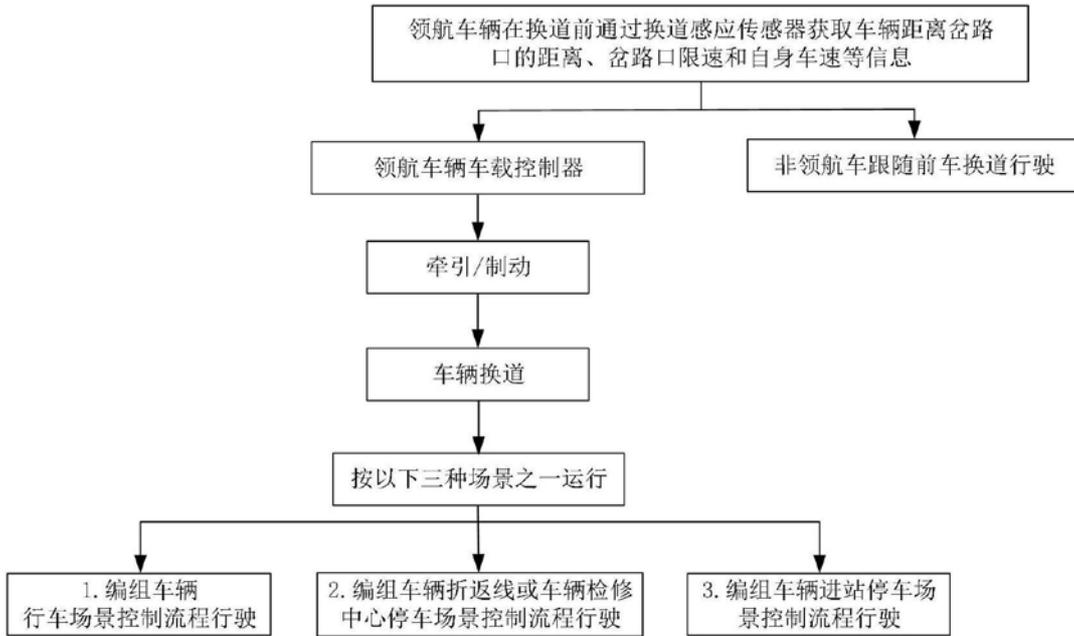


图33

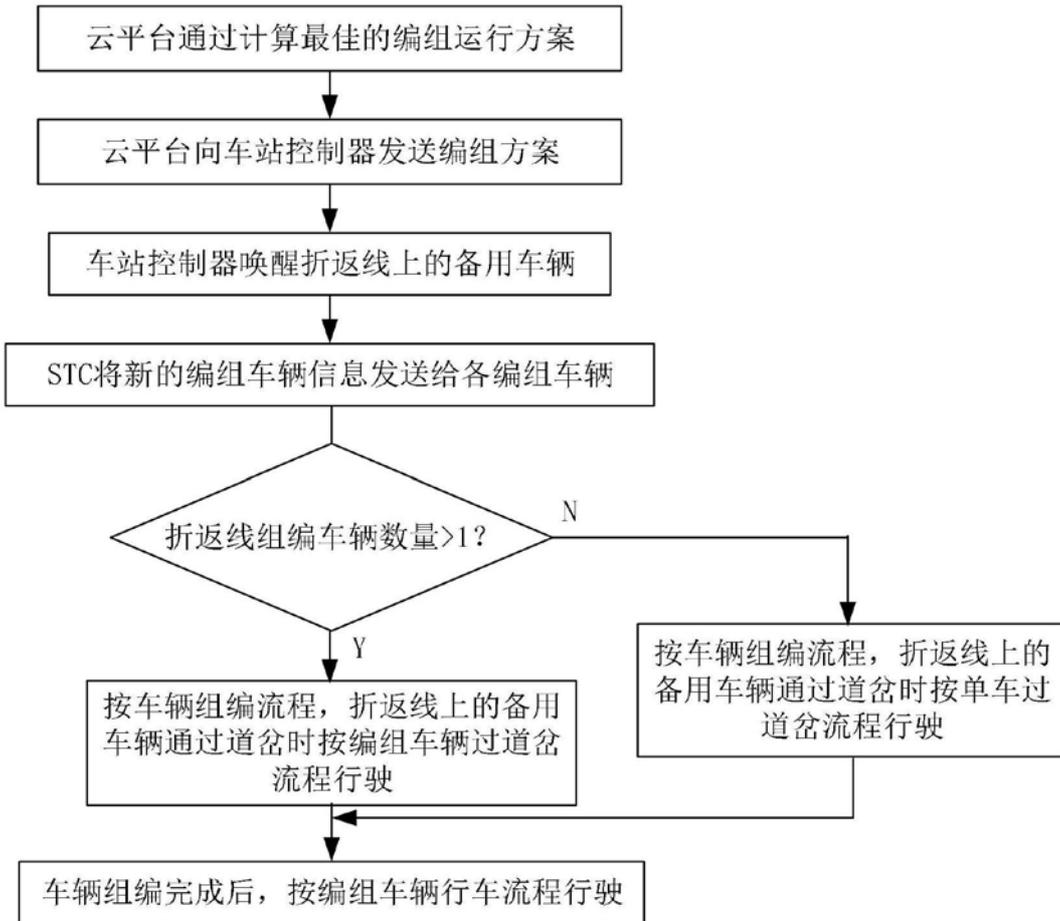


图34

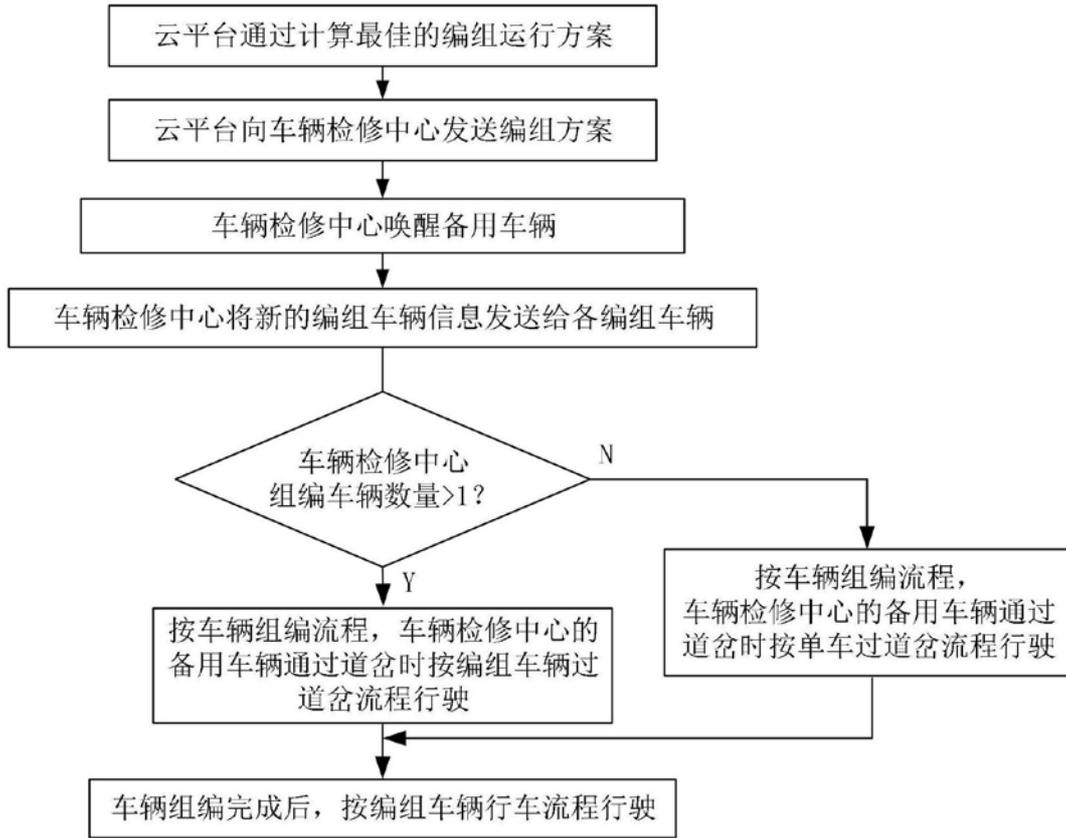


图35

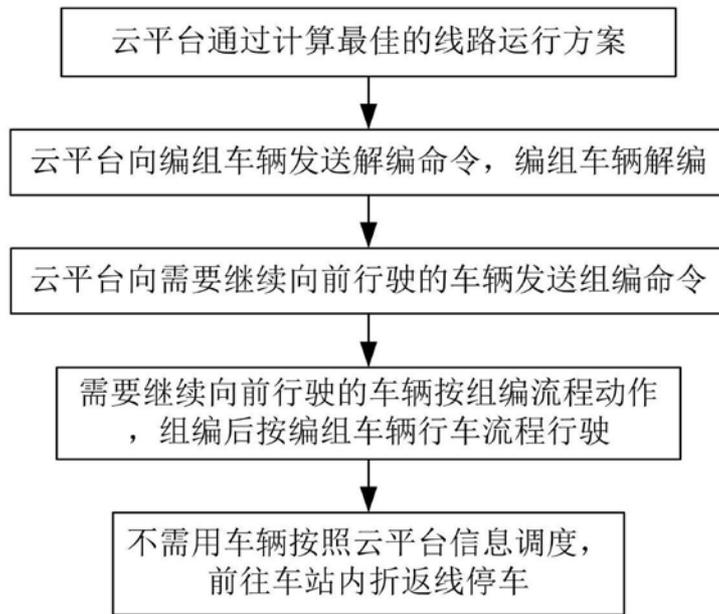


图36

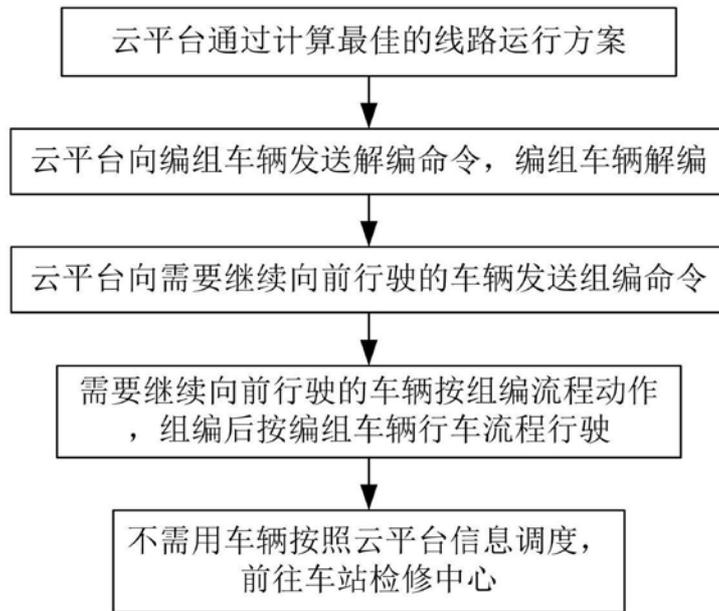


图37

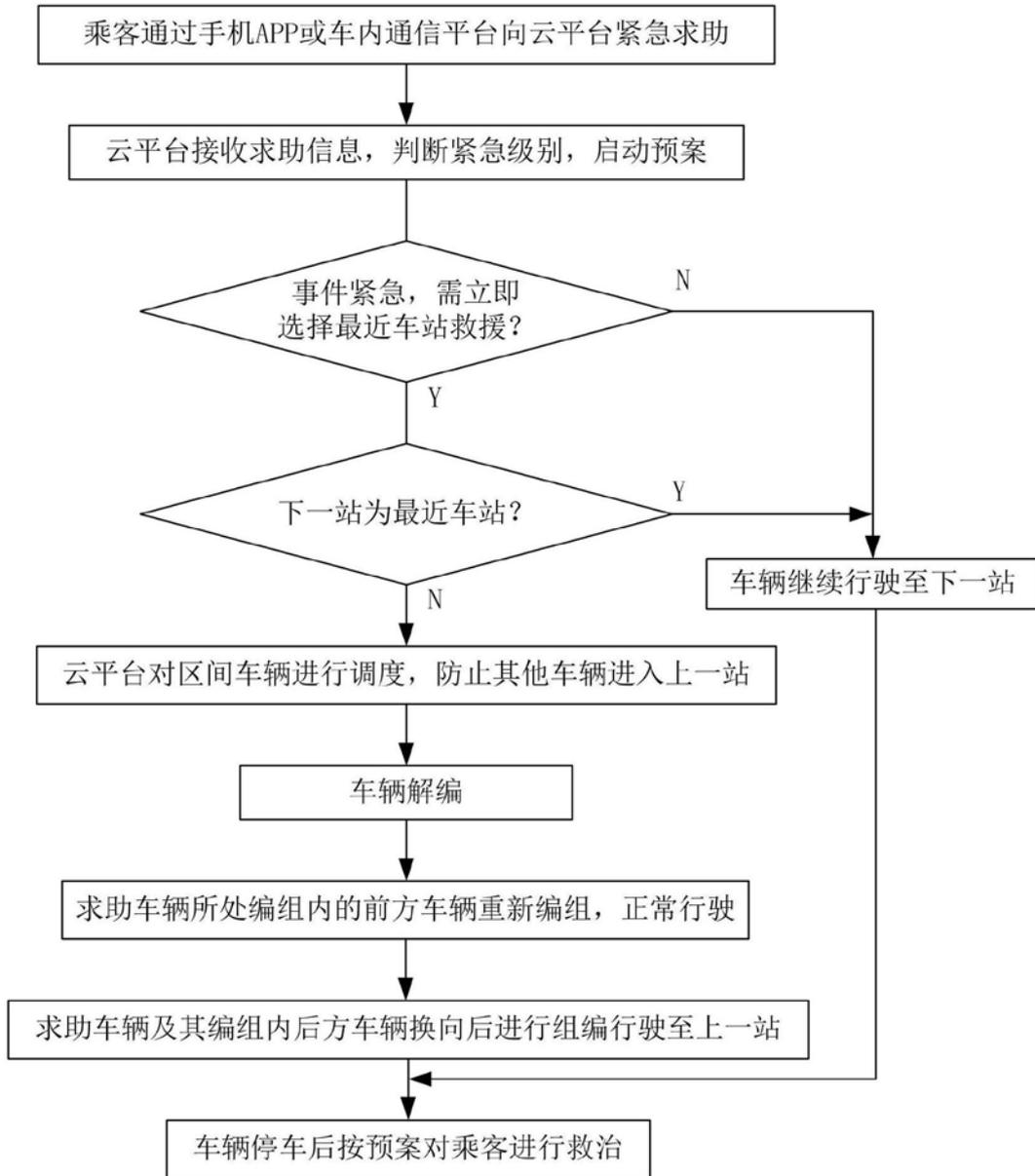


图38

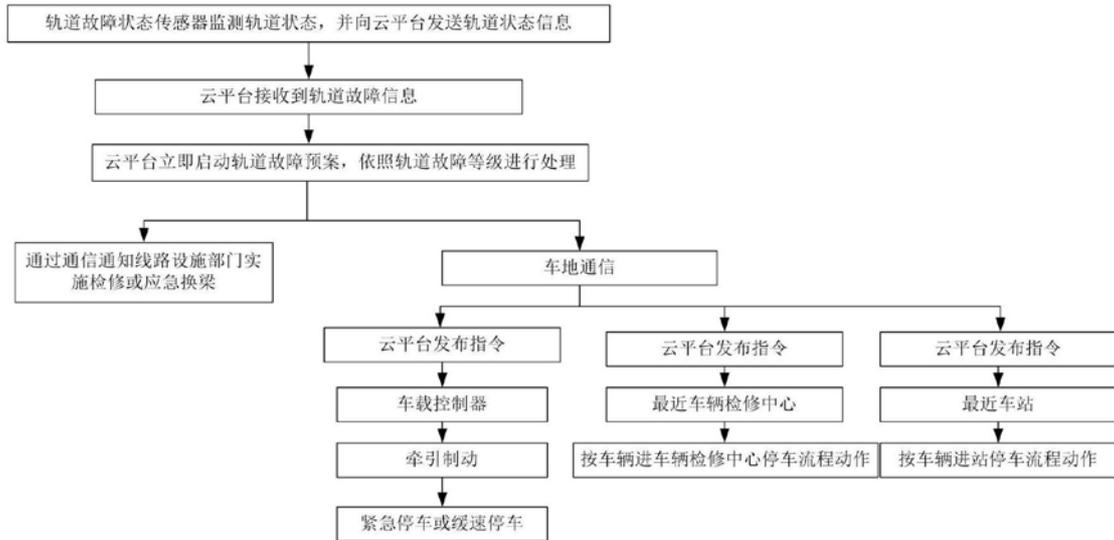


图39

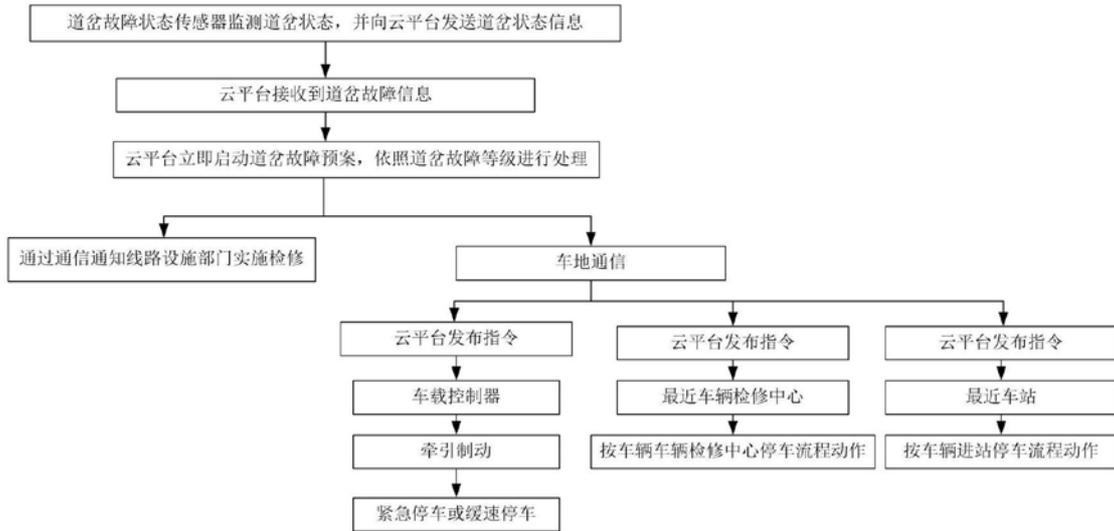


图40

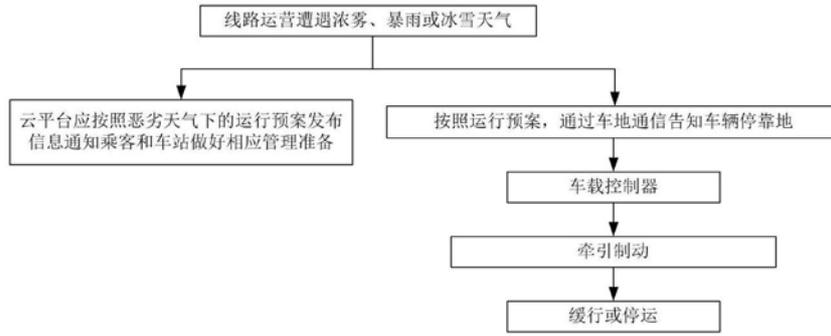


图41

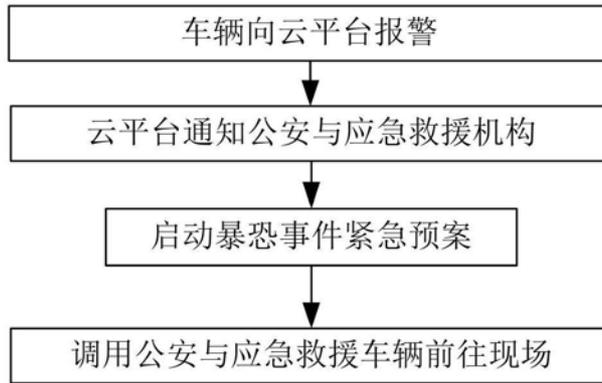


图42

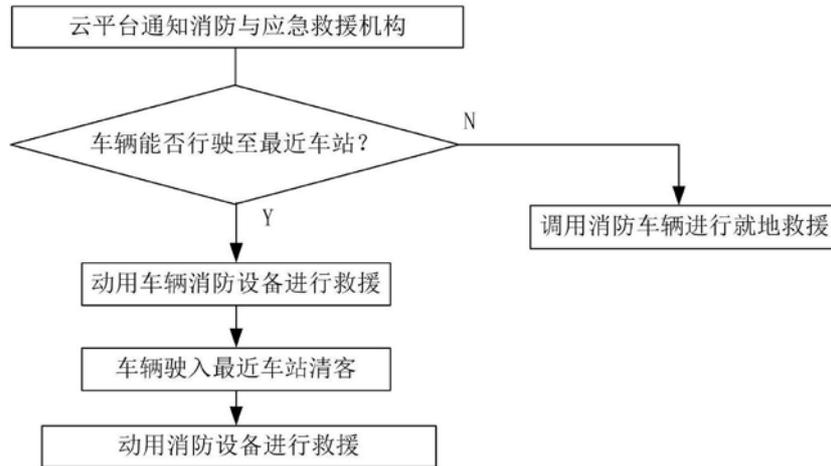


图43

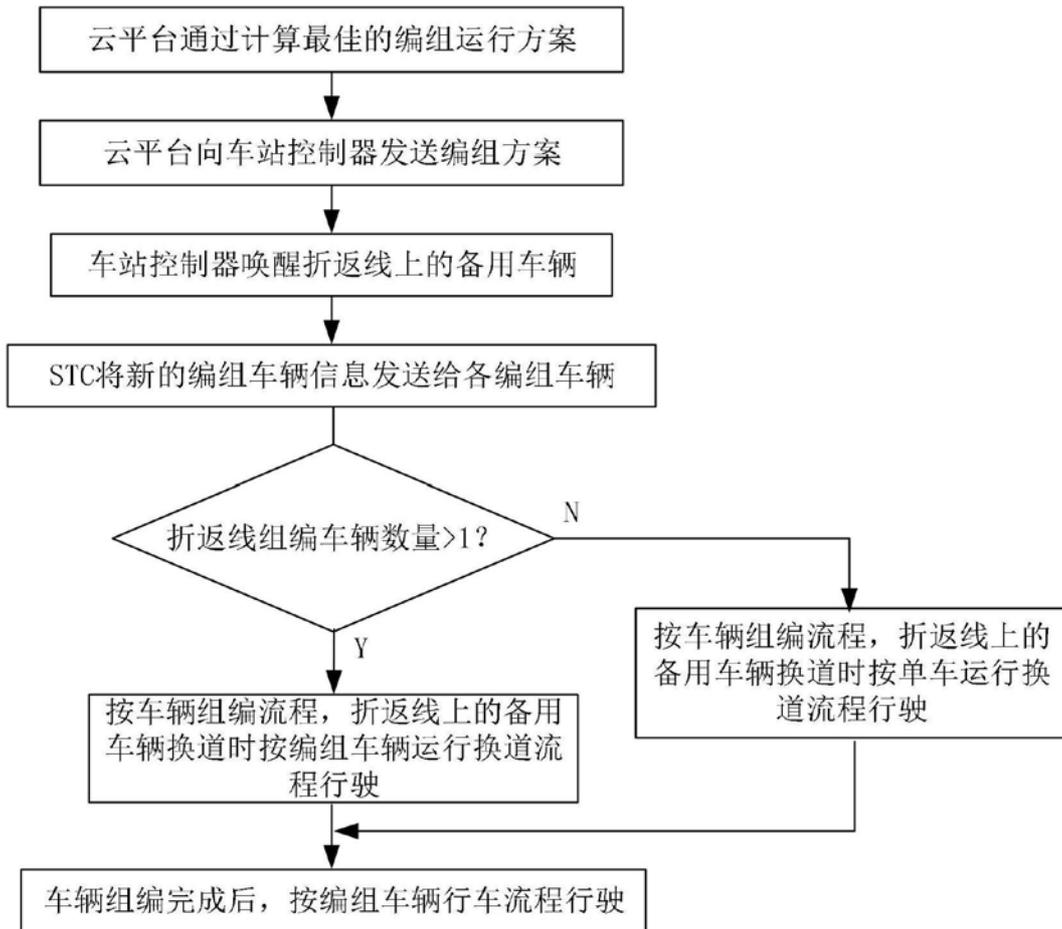


图44

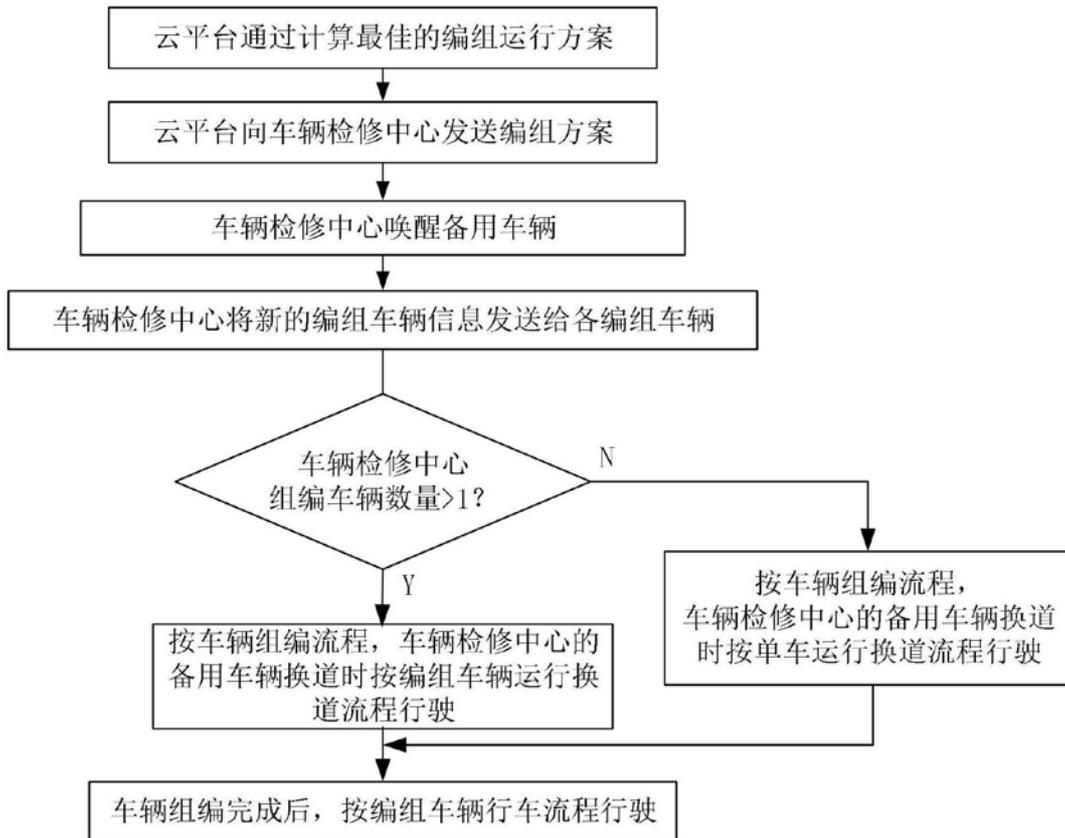


图45