



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103010230 A

(43) 申请公布日 2013. 04. 03

(21) 申请号 201210576873. 8

(22) 申请日 2012. 12. 26

(71) 申请人 北京交控科技有限公司

地址 100070 北京市丰台区科技园海鹰路 6
号院北京总部国际 2、3 号楼

(72) 发明人 牛英明 肖骁 宝晓光 娄玥童

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限
公司 11002

代理人 王莹

(51) Int. Cl.

B61C 17/12(2006. 01)

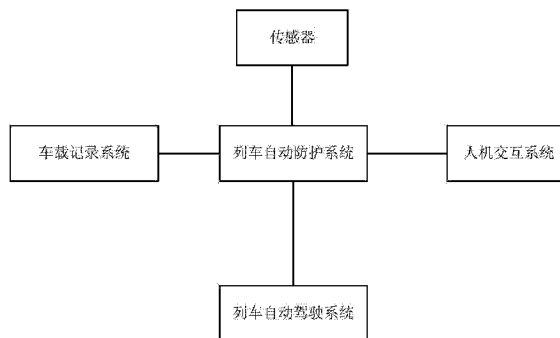
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种列车无人驾驶系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了交通控制领域中的一种列车无人驾驶系统及方法。本发明包括传感器、和所述传感器连接的列车自动防护系统、和所述列车自动防护系统连接的车载记录系统、和所述列车自动防护系统连接的列车自动驾驶系统,以及和所述列车自动防护系统连接的人机交互系统。本发明实现了对列车无人驾驶运行过程的精确控制,减少了人为因素的误操作,抗干扰性好,降低了驾驶员的工作强度,提高了列车运行的安全性;缩短了列车的发车间隔,提高了列车线路的运行效率。



1. 一种列车无人驾驶系统,包括:

传感器,用于检测列车的状态信息,并将所述状态信息发送给列车自动防护系统;

和所述传感器连接的列车自动防护系统,用于对所述状态信息进行分析并向列车自动驾驶系统发送控制指令;

和所述列车自动防护系统连接的车载记录系统,用于记录所述状态信息;

和所述列车自动防护系统连接的列车自动驾驶系统,用于根据所述控制指令控制列车按照设定程序运行;

和所述列车自动防护系统连接的人机交互系统,用于显示列车运行状态信息,并根据人机交互信息控制列车。

2. 一种利用权利要求 1 所述系统的列车无人驾驶方法,其特征是,该方法包括以下步骤:

S1:所述传感器测量列车的状态信息,将所述状态信息发送给所述列车自动防护系统;

S2:所述列车自动防护系统将所述状态信息发送给所述车载记录系统;

S3:所述列车自动防护系统对所述状态信息进行分析,根据分析结果控制所述列车自动驾驶系统对列车进行自动控制,所述人机交互系统显示列车的所述状态信息。

3. 如权利要求 2 所述的方法,其特征是,所述步骤 S3 具体为:

当所述状态信息满足以下条件时,启动所述列车自动驾驶系统对列车进行自动控制:

a、列车速度为零,列车车门关闭且闭锁;b、列车当前处于手动驾驶模式;c、列车的所述列车自动驾驶系统和所述列车自动防护系统无故障;d、列车当前的设置允许所述列车自动驾驶系统对列车进行自动控制;

当所述状态信息满足以下条件时,列车立即实施紧急制动,故障排除前人机交互系统持续显示故障信息,故障排除后紧急制动缓解,紧急制动缓解后,在所述列车自动驾驶系统满足启动条件时,所述列车自动防护系统控制所述列车自动驾驶系统再次启动:a、列车移动授权回撤;b、列车在站台区域收到站台屏蔽门打开或紧急停车按钮按下。

4. 如权利要求 2 所述的方法,其特征是,所述步骤 S3 还包括:

当所述状态信息满足以下任一条件时,所述列车自动驾驶系统立即退出对列车的自动控制,并通过所述人机交互系统通知驾驶员:a、通过所述人机交互系统中断所述列车自动驾驶系统对列车的自动控制;b、所述列车自动驾驶系统或所述传感器出现故障;c、列车车门无法正常关闭;d、列车当前的设置不允许所述列车自动驾驶系统继续对列车进行自动控制;e、列车系统向列车自动防护系统汇报列车无法继续行驶的故障;f、站台停车精度无法满足列车自动驾驶系统继续对列车进行自动控制的要求;g、当天列车运营任务全部结束;

当所述状态信息满足以下条件时,所述列车自动驾驶系统控制列车折返前退出对列车的自动控制,并通过所述人机交互系统通知驾驶员:a、列车尾端的驾驶模式不是无人驾驶;b、列车尾端的列车自动防护系统或列车自动驾驶系统设备故障;c、列车尾端的列车自动防护系统与列车自动驾驶系统通信故障;

当所述状态信息满足以下条件时,所述列车自动驾驶系统控制列车下一站退出对列车的自动控制,并通过所述人机交互系统通知驾驶员:a、与自动列车监控系统通信故障;b、停车位置偏差过大。

5. 如权利要求 2 所述的方法,其特征是,所述步骤 S3 还包括:

通过所述状态信息判断列车的位置,当列车经过进站位置时,所述列车自动驾驶系统控制列车停在指定乘客乘降位置,经过 T1 秒后列车门打开,在所述列车自动驾驶系统控制列车启动的前 T2 秒车门关闭,所述列车自动驾驶系统自动控制列车驶出车站并使列车以设定速度行驶。

6. 如权利要求 2 所述的方法,其特征是,所述步骤 S3 还包括:

列车行驶至折返位置停稳后进行折返换端操作,换端前的列车首端的列车自动防护系统将列车运行状态信息通过列车首尾通信移交至列车尾端的列车自动防护系统,所述尾端的列车自动防护系统在接收到移交信息后完成列车控制权的交接,在获得移动授权后,若满足启动条件,则控制所述列车自动驾驶系统启动并驶出折返位置。

7. 如权利要求 5 所述的方法,其特征是,列车停在所述指定乘客乘降位置的时刻和所述列车驶出车站的时刻之间为设定时间。

8. 如权利要求 5 所述的方法,其特征是,所述进站位置和所述指定乘客乘降位置之间设定有至少一个位置参考点,所述位置参考点用于所述列车自动驾驶系控制列车速度。

9. 如权利要求 5 所述的方法,其特征是,当列车经过进站位置时,所述列车自动驾驶系统控制列车停在指定乘客乘降位置具体为:当列车经过进站位置时,所述列车自动驾驶系统查询当前车站的进站位置和指定乘客乘降位置之间的距离,并检测列车当前速度,按设定加速度使所述列车当前速度在所述指定乘客乘降位置为零。

10. 如权利要求 4 所述的方法,其特征是,所述指定乘客乘降位置和列车的实际停止位置之间的距离大于设定距离时,所述列车自动驾驶系统自动控制列车重新进入所述指定乘客乘降位置,直到所述指定乘客乘降位置和列车的停止位置之间的距离小于设定距离。

一种列车无人驾驶系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及轨道交通控制领域,特别涉及一种列车无人驾驶系统及方法。

背景技术

[0002] 目前国内多数地铁线路的车载信号设备实现了有人自动驾驶,在有人自动驾驶模式下,列车自动防护系统(ATP)负责保护列车行车安全,区间运行由列车自动驾驶系统(ATO)完成,停站作业由ATO和司机共同完成,站内ATO启动由司机完成,折返由司机完成或ATO和司机共同完成。

[0003] 在ATP的防护下,自动驾驶可降低司机的劳动强度,提高列车运行效率,缩短地铁运行间隔,改善乘坐舒适度,提高停车精度。

[0004] 有人自动驾驶并未完全将司机从劳动作业解放出来,列车启动、站台开关门、列车折返等作业仍需司机手动完成,对列车运行效率造成了一定的影响。为人工完成上述作业,国内地铁线路较多采用双司机制,主司机负责执行或监视列车驾驶,副司机负责瞭望和停站作业时保障乘客上下车安全,双司机制极大地提高了地铁线路的运营成本和人员培训成本。

发明内容

[0005] (一)要解决的技术问题

[0006] 本发明要解决的技术问题是:如何提供一种列车无人驾驶系统和方法,用以实现对列车的精确控制,提高列车安全性,降低驾驶员的工作强度。

[0007] (二)技术方案

[0008] 为解决上述技术问题,本发明提供了一种列车无人驾驶系统,包括:

[0009] 传感器,用于检测列车的状态信息,并将所述状态信息发送给列车自动防护系统;

[0010] 和所述传感器连接的列车自动防护系统,用于对所述状态信息进行分析并向列车自动驾驶系统发送控制指令;

[0011] 和所述列车自动防护系统连接的车载记录系统,用于记录所述状态信息;

[0012] 和所述列车自动防护系统连接的列车自动驾驶系统,用于根据所述控制指令控制列车按照设定程序运行;

[0013] 和所述列车自动防护系统连接的人机交互系统,用于显示列车运行状态信息,并根据人机交互信息控制列车。

[0014] 一种列车无人驾驶方法,其特征是,该方法包括以下步骤:

[0015] S1:所述传感器测量列车的状态信息,将所述状态信息发送给所述列车自动防护系统;

[0016] S2:所述列车自动防护系统将所述状态信息发送给所述车载记录系统;

[0017] S3:所述列车自动防护系统对所述状态信息进行分析,根据分析结果控制所述列

车自动驾驶系统对列车进行自动控制,所述人机交互系统显示列车的所述状态信息。

[0018] 所述步骤 S3 具体为:

[0019] 当所述状态信息满足以下条件时,启动所述列车自动驾驶系统对列车进行自动控制:a、列车速度为零,列车车门关闭且闭锁;b、列车当前处于手动驾驶模式;c、列车的所述列车自动驾驶系统和所述列车自动防护系统无故障;d、列车当前的设置允许所述列车自动驾驶系统对列车进行自动控制;

[0020] 当所述状态信息满足以下条件时,列车立即实施紧急制动,故障排除前人机交互系统持续显示故障信息,故障排除后紧急制动缓解,紧急制动缓解后,在所述列车自动驾驶系统满足启动条件时,所述列车自动防护系统控制所述列车自动驾驶系统再次启动:a、列车移动授权回撤;b、列车在站台区域收到站台屏蔽门打开或紧急停车按钮按下。

[0021] 所述步骤 S3 还包括:

[0022] 当所述状态信息满足以下任一条件时,所述列车自动驾驶系统立即退出对列车的自动控制,并通过所述人机交互系统通知驾驶员:a、通过所述人机交互系统中断所述列车自动驾驶系统对列车的自动控制;b、所述列车自动驾驶系统或所述传感器出现故障;c、列车车门无法正常关闭;d、列车当前的设置不允许所述列车自动驾驶系统继续对列车进行自动控制;e、列车系统向列车自动防护系统汇报列车无法继续行驶的故障;f、站台停车精度无法满足列车自动驾驶系统继续对列车进行自动控制的要求;g、当天列车运营任务全部结束;

[0023] 当所述状态信息满足以下条件时,所述列车自动驾驶系统控制列车折返前退出对列车的自动控制,并通过所述人机交互系统通知驾驶员:a、列车尾端的驾驶模式不是无人驾驶;b、列车尾端的列车自动防护系统或列车自动驾驶系统设备故障;c、列车尾端的列车自动防护系统与列车自动驾驶系统通信故障;

[0024] 当所述状态信息满足以下条件时,所述列车自动驾驶系统控制列车下一站退出对列车的自动控制,并通过所述人机交互系统通知驾驶员:a、与自动列车监控系统通信故障;b、停车位置偏差过大。

[0025] 所述步骤 S3 还包括:

[0026] 通过所述状态信息判断列车的位置,当列车经过进站位置时,所述列车自动驾驶系统控制列车停在指定乘客乘降位置,经过 T1 秒后列车门打开,在所述列车自动驾驶系统控制列车启动的前 T2 秒车门关闭,所述列车自动驾驶系统自动控制列车驶出车站并使列车以设定速度行驶。

[0027] 所述步骤 S3 还包括:

[0028] 列车行驶至折返位置停稳后进行折返换端操作,换端前的列车首端的列车自动防护系统将列车运行状态信息通过列车首尾通信移交至列车尾端的列车自动防护系统,所述尾端的列车自动防护系统在接收到移交信息后完成列车控制权的交接,在获得移动授权后,若满足启动条件,则控制所述列车自动驾驶系统启动并驶出折返位置。

[0029] 列车停在所述指定乘客乘降位置的时刻和所述列车驶出车站的时刻之间为设定时间。

[0030] 所述进站位置和所述指定乘客乘降位置之间设定有至少一个位置参考点,所述位置参考点用于所述列车自动驾驶系控制列车速度。

[0031] 当列车经过进站位置时,所述列车自动驾驶系统控制列车停在指定乘客乘降位置具体为:当列车经过进站位置时,所述列车自动驾驶系统查询当前车站的进站位置和指定乘客乘降位置之间的距离,并检测列车当前速度,按设定加速度使所述列车当前速度在所述指定乘客乘降位置为零。

[0032] 所述指定乘客乘降位置和列车的实际停止位置之间的距离大于设定距离时,所述列车自动驾驶系统自动控制列车重新进入所述指定乘客乘降位置,直到所述指定乘客乘降位置和列车的停止位置之间的距离小于设定距离。

[0033] (三)有益效果

[0034] 本发明的无人驾驶系统根据传感器检测的列车状态信息,能够实时反映列车的运行状态,能够实时检测列车的隐形故障,对隐形故障提前做出反应,针对列车的实际运行情况对故障进行处理;车载记录系统记录列车的状态信息,便于后续对列车运行状态的分析;通过列车自动防护系统判断列车的运行状况,发出控制指令控制列车自动驾驶系统对列车进行自动控制;通过人机交互系统实现驾驶员和列车的信息交互。本发明的无人驾驶系统可以和现有列车系统进行控制模式转换,增加了对列车的控制类型,增强了列车对路段的适应能力;通过位置参考点控制列车的速度均匀减速,提高了乘客乘车的舒适性和安全性;本发明实现了对列车无人驾驶运行过程的精确控制,减少了人为因素的误操作,抗干扰性好,降低了驾驶员的工作强度,提高了列车运行的安全性。

[0035] 本发明实现了列车在运营全过程中的全自动驾驶,无需人工参与,乘务人员只有在设备故障或紧急灾害情况才需要对列车驾驶进行人工干预。本发明能够兼容有人驾驶系统,并可实现无人驾驶系统和有人驾驶系统的在线切换,保证了故障情况下能够以降级模式继续运行;可根据线路设备配置和当地运营规定,配置故障情况下的处理自动化程度,以适应国内高密度大运量列车运营的具体国情;能够在保证正点的同时,通过在线调整列车自动控制系统的驾驶策略,节约列车牵引消耗的能源。

附图说明

[0036] 图1是本发明的结构示意图;

[0037] 图2是列车正线无人驾驶车载信号控制系统架构图。

具体实施方式

[0038] 下面结合附图和实施例,对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。以下实施例用于说明本发明,但不用来限制本发明的范围。

[0039] 为了实现列车的无人驾驶运行,降低驾驶员的工作强度,本发明提出了一种列车无人驾驶系统及方法。

[0040] 本发明的结构示意图如图1所示,本发明系统包括:

[0041] (1) 传感器,用于检测列车的状态信息,并将所述状态信息发送给列车自动防护系统;

[0042] (2) 列车自动防护系统,和所述传感器连接,用于对所述状态信息进行分析并向列车自动驾驶系统发送控制指令;和列车现有的列车系统连接,可以实现无人驾驶模式和列车的其他控制模式转换;

[0043] 列车自动防护系统(ATP)是车载系统的核心控制设备,ATP系统为列车的行车安全和列车驾驶(司机或设备自动驾驶)提供辅助和监督,防止由于列车敌对运行所引起的冲撞;防止由于非正常的车门打开、列车退行等事故而使旅客发生危险;防止由于列车超过限制速度或者命令速度为导致列车发生危险或对线路造成损坏。在自动控制列车的行驶中,由ATP负责控制列车自动驾驶系统启动,控制人机交互系统显示,完成进入和退出无人驾驶操作,完成折返和回段作业。并与地面ATP、自动列车监控系统(ATS)、车辆管理系统进行通信,建立移动闭塞运行级别;列车自动防护系统还和列车的列车系统连接,用于实现本发明的无人驾驶与列车原有控制模式的转换或接收列车系统的信息;现有列车系统与本发明的列车无人驾驶系统的连接关系如图2所示,图2是列车正线无人驾驶车载信号控制系统架构图。

[0044] (3) 车载记录系统,和所述列车自动防护系统连接,用于通过列车自动防护系统记录传感器检测的所述状态信息;

[0045] 车载记录系统主要实现的功能是记录传感器数据、故障报警数据,并将数据提供给维护人员进行后续的分析、处理。车载记录系统还用于记录列车无人驾驶过程中的运行状态和故障信息。

[0046] (4) 列车自动驾驶系统,和所述列车自动防护系统连接,用于根据所述控制指令控制列车按照设定程序运行;

[0047] 列车自动驾驶系统(ATO)是车载系统自动控制实现设备,主要实现功能是根据当前列车的速度、距离,考虑线路限速、ATS控制命令等信息,在ATP的防护下,控制列车安全、舒适、高效的行驶。通过与ATP共同的测速定位系统通信得到列车准确的速度和位置。ATO对车辆输出牵引制动指令,控制车辆行驶。在自动控制驾驶中,ATO实现列车区间运行、停站作业,出站启动、折返运行的自动化。

[0048] (5) 人机交互系统,和所述列车自动防护系统连接,用于显示列车运行状态信息,也可接收驾驶员输入的信息;将驾驶员输入的信息发送给列车自动防护系统,进而使得列车自动防护系统控制列车的运行状态。

[0049] 人机交互系统是所有车载设备和驾驶员之间的交互界面,它会将列车的各种关键运行信息、车辆状态、运营信息通过显示屏显示给驾驶员,通过蜂鸣器提供关键信息提示或报警;同时,会通过触摸屏接收司机的输入操作命令并转发给ATP,辅助完成运营信息输入、时间设置、车辆日检等功能。在无人驾驶过程中,人机交互系统向驾驶员提供进入和退出无人驾驶的确认信息,无人驾驶模式与其他模式的切换,以及建立条件不满足或故障的提示信息。

[0050] 根据上述系统的列车无人驾驶方法包括以下步骤:

[0051] S1:所述传感器测量列车的状态信息,将所述状态信息发送给所述列车自动防护系统;

[0052] S2:所述列车自动防护系统将所述状态信息发送给所述车载记录系统;

[0053] S3:所述列车自动防护系统对所述状态信息进行分析,根据分析结果控制所述列车自动驾驶系统对列车进行控制,所述人机交互系统显示列车的所述状态信息。人机交互系统可在列出出现故障时或需要人为控制列车时中断列车的自动控制,由驾驶员直接控制列车。

[0054] (1) 当所述状态信息满足以下条件时,启动所述列车自动驾驶系统对列车进行控制:

[0055] a、列车速度为零,列车车门关闭且锁闭;

[0056] b、列车当前处于手动驾驶模式;

[0057] c、列车的所述列车自动驾驶系统和所述列车自动防护系统无故障;

[0058] d、列车当前的设置允许所述列车自动驾驶系统对列车进行自动控制;

[0059] 以上条件可视实际情况增加或改变。

[0060] 通过一个实施例实现列车无人驾驶系统对列车控制具体为:

[0061] 通过所述状态信息判断列车的位置,当列车经过进站位置时,所述列车自动驾驶系统控制列车停在指定乘客乘降位置,3秒后列车门打开,在所述列车自动驾驶系统控制列车启动的前3秒车门关闭,所述车门打开和所述车门关闭通过铃声提醒,若传感器检测到车门打开或车门关闭时出现故障,则通过列车自动防护系统将故障信息发送给人机交互系统,通知驾驶员进行检查。所述列车自动驾驶系统控制列车驶出车站并使列车以设定速度行驶。所述进站位置和所述指定乘客乘降位置之间为设定距离,因实际中各个车站的进站线路角度、站台长度或其他条件不同,进站位置和指定乘客乘降位置需要根据具体情况设定,两者之间的距离也就不同。所述列车停在指定乘客乘降位置和所述列车驶出车站之间为设定时间,车站的客流量具有不确定性,因此列车的停车时间需要根据实际情况设定。所述进站位置和所述指定乘客乘降位置之间有至少一个位置参考点,用于所述列车自动驾驶系控制列车速度,以保证乘客的乘车安全和乘车舒适性。

[0062] 当列车经过进站位置时,所述列车自动驾驶系统查询当前车站的进站位置和出站位置之间的距离,并检测列车当前速度,按设定加速度使所述列车当前速度在所述指定乘客乘降位置为零。为保证行车安全及乘客安全,加速度一般设定为匀速递减的模式,也可根据实际情况由列车自动驾驶系统自行设定。

[0063] 所述指定乘客乘降位置和列车的实际停止位置之间的距离大于设定距离时,所述列车自动驾驶系统控制列车重新进入所述指定乘客乘降位置,直到所述指定乘客乘降位置和列车的停止位置之间的距离小于设定距离。当重新进入出站位置超过3次列车仍然没有停在设定距离内时,通过人机交互系统通知驾驶员手动驾驶列车至乘客乘降位置停车。

[0064] (2) 当所述状态信息满足以下任一条件时,所述列车自动驾驶系统立即退出对列车的自动控制,并通过所述人机交互系统通知驾驶员:

[0065] a、通过所述人机交互系统中断所述列车自动驾驶系统对列车的自动控制;

[0066] b、所述列车自动驾驶系统或所述传感器出现故障;

[0067] c、列车车门未正常关闭;

[0068] d、列车当前的设置不允许所述列车自动驾驶系统继续对列车进行自动控制;

[0069] e、列车系统向列车自动防护系统汇报列车无法继续行驶的故障;

[0070] f、站台停车精度无法满足列车自动驾驶系统继续对列车进行自动控制的要求;

[0071] g、当天列车运营任务全部结束。

[0072] 以上条件可视实际情况增加或改变。以下通过两种情况进行说明:

[0073] a. 列车回段退出无人驾驶模式:在列车回段转换轨停稳,ATP控制人机交互系统提示司机确认退出无人驾驶并回段,待确认后,由驾驶员人工驾驶列车回段。

[0074] b. 故障退出无人驾驶模式：因故障需要退出无人驾驶模式时，ATP 控制人机交互系统显示“确认无人驾驶退出”的提示信息，并显示导致无人驾驶模式退出的故障原因，同时等待司机按下确认按钮。司机按下确认按钮后，系统退出无人驾驶模式，转为有人驾驶。根据故障类型，部分情况下需要实施紧急制动，部分情况下退出无人驾驶模式后需要重新建立移动闭塞运行级别。

[0075] 因任何原因退出无人驾驶模式时，车载记录系统将退出的时间和原因记录在非易失性存储介质上。

[0076] (3) 出现下列故障(可根据运营需求进行配置)之一时，继续维持在无人驾驶模式运行，ATP 立即实施紧急制动，故障排除前人机交互系统持续显示故障信息，故障排除后紧急制动缓解，紧急制动缓解后，在 ATO 满足启动条件时，ATP 控制 ATO 重新启动：

[0077] 1. 列车移动授权回撤；

[0078] 2. 列车在站台区域收到站台屏蔽门打开或紧急停车按钮按下的状态；

[0079] 出现下列故障(可根据运营需求进行配置)之一时，维持无人驾驶模式运行到折返位置停稳后，不进行折返，提示退出无人驾驶模式，并通过所述人机交互系统通知驾驶员，退出无人驾驶模式后转为手动驾驶。若退出无人驾驶模式前故障修复，则继续维持无人驾驶模式运行，可以进行折返换端：

[0080] 1. 列车尾端的预设驾驶模式不是无人驾驶；

[0081] 2. 列车尾端 ATP 或 ATO 设备故障；

[0082] 3. 列车尾端 ATP 与 ATO 通信故障；

[0083] 出现下列故障(可根据运营需求进行配置)之一时，维持无人驾驶模式运行到下一运营站台或折返位置停稳后，提示退出无人驾驶模式并通过所述人机交互系统通知驾驶员，退出无人驾驶模式后转为手动驾驶。若退出无人驾驶模式前故障修复，则继续维持无人驾驶模式运行：

[0084] 1. 与 ATS 通信故障。

[0085] 出现下列故障(可根据运营需求进行配置)之一时，需立即提示退出无人驾驶模式，退出无人驾驶模式后转为手动驾驶：

[0086] 2. 停车位置偏差过大。

[0087] 出现下列故障(可根据运营需求进行配置)之一时，需立即实施紧急制动，列车停稳后需立即提示退出无人驾驶模式，退出无人驾驶模式后转为手动驾驶，退出无人驾驶模式前紧急制动不能缓解：

[0088] 1. ATO 施加牵引力 / 制动力异常或与车辆管理系统通信故障；

[0089] 2. 首尾设备通信故障；

[0090] 3. 首端 ATO 设备故障；

[0091] 4. 首端 ATP 与 ATO 间通信故障；

[0092] 实际中还存在如下情况：

[0093] 无人驾驶模式下的列车折返：

[0094] 设备以无人驾驶模式控制列车行驶至折返位置停稳，若不存在需要退出无人驾驶模式的故障，则进行折返换端操作，换端前的首端 ATP 将列车运行状态信息通过首尾通信移交至尾端，尾端在接收到移交信息后，首尾完成列车控制权的交接，在获得移动授权后，

若ATO满足启动条件,则控制ATO启动并驶出折返位置。

[0095] 无人驾驶模式下的通信状态监督:

[0096] 自动控制折返模式下,ATP需要与ATS、地面ATP、车辆管理系统持续保持通信状态,以接收运行调度、移动授权、牵引制动施加状态等关键运行信息。若出现通信超时、通信报文无效等通信故障,则退出无人驾驶模式。同时ATP向ATS、地面ATP、车辆管理系统持续汇报无人驾驶模式的状态信息。

[0097] 无人驾驶模式下的自动发车:

[0098] 无人驾驶模式下,ATO判断停站时间结束等非安全的发车条件,ATP判断移动授权、站台屏蔽门关闭等安全的发车条件,当ATP、ATO的发车条件全部满足时,由ATP向ATO发送发车命令,由ATO控制列车自动发车。

[0099] 无人驾驶模式下的精确停车:

[0100] 无人驾驶模式下,ATO保证在进站停车、折返、回段时的精确停车,从而确保停站作业、折返作业、回段作业的正常进行。若因意外情况致使列车没有精确停车,ATO控制列车以较低速度(例如5km/h)再次尝试精确停车,若仍然无法停准,则向ATP汇报“精确停车位置偏差过大”故障,并通过人机交互系统告知驾驶员进行手动停车。

[0101] 根据实际线路运行情况调整无人驾驶模式的自动化程度:

[0102] 无人驾驶模式的建立条件和故障判断条件可根据实际线路运行情况进行配置,以满足不同线路对于设备配置和自动化程度的不同需要。

[0103] 例如,配置无人驾驶模式的建立条件和故障判断条件为不检查首尾端开关门方式,则在实际运营中可将开关门方式设为“手动开门且手动关门”或“自动开门且手动关门”,以满足大运量线路停站期间乘客上下较多,人工控制关门时间以确保乘客上下车安全的需要。

[0104] 例如,配置无人驾驶模式的建立条件和故障判断条件为不检查ATO启动条件,同时ATP不控制ATO启动,则在实际运营中仍由司机手动启动ATO,以满足非完全封闭线路确保出站安全、通过人工延长停站时间调整运行计划等需要。

[0105] 例如,配置无人驾驶模式的建立条件和故障判断条件为不检查与ATS状态,则在实际运营中允许ATS无需与车载设备保持通信,车载设备在未与ATS通信时,以之前获得的最新运行计划驾驶列车,结合人工延长停站时间调整运行计划,降低了对通信实时性的要求,以满足部分线路降低投入成本或分段开通的需要。

[0106] 本发明有如下优势:

[0107] 1. 本发明实现了列车在运营全过程中的全自动驾驶,无需人工参与,乘务人员只有在设备故障或紧急灾害情况才需要对列车驾驶进行人工干预。同时兼容列车的既有设备的有人手动驾驶和有人自动驾驶模式,正线运营期间,可在无人驾驶模式与其他驾驶模式之间快速切换,保证了故障情况下能够以降级模式继续运行;

[0108] 2. 部分无人驾驶建立和故障判断条件可裁剪,用于调节无人驾驶的自动化水平和对线路设备配置的要求,以满足国内高密度大运量列车运营的实际线路运营的需要。

[0109] 3. 舒适、高效、节能,可根据ATS提供的线路实际运行情况实时自动调节区间行驶策略,在保证正点率的前提下,最大程度利用惰行节能的特性,同时提高乘客舒适度。

[0110] 以上实施方式仅用于说明本发明,而并非对本发明的限制,有关技术领域的普通

技术人员,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,还可以做出各种变化和变型,因此所有等同的技术方案也属于本发明的范畴,本发明的专利保护范围应由权利要求限定。

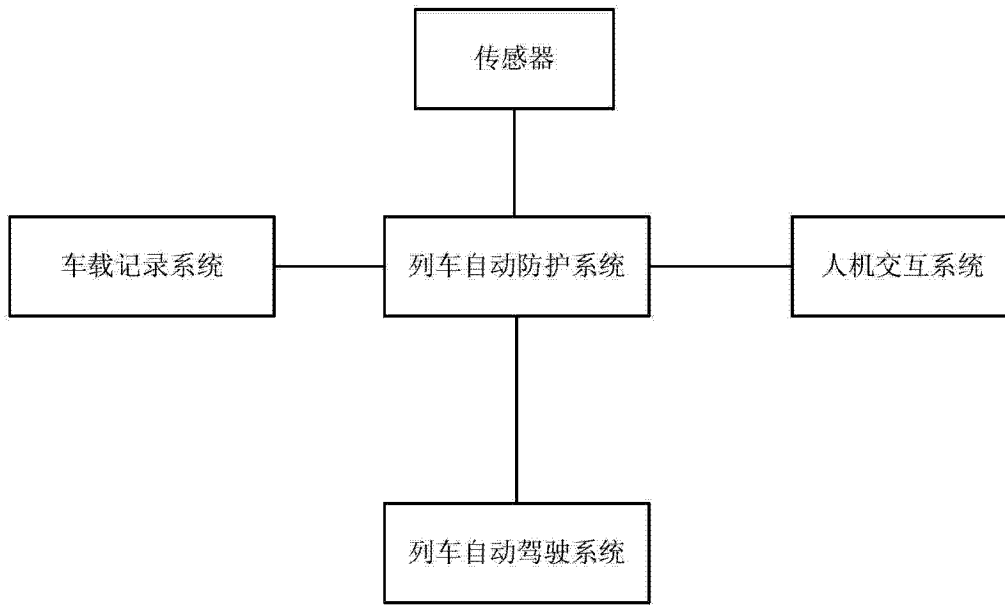


图 1

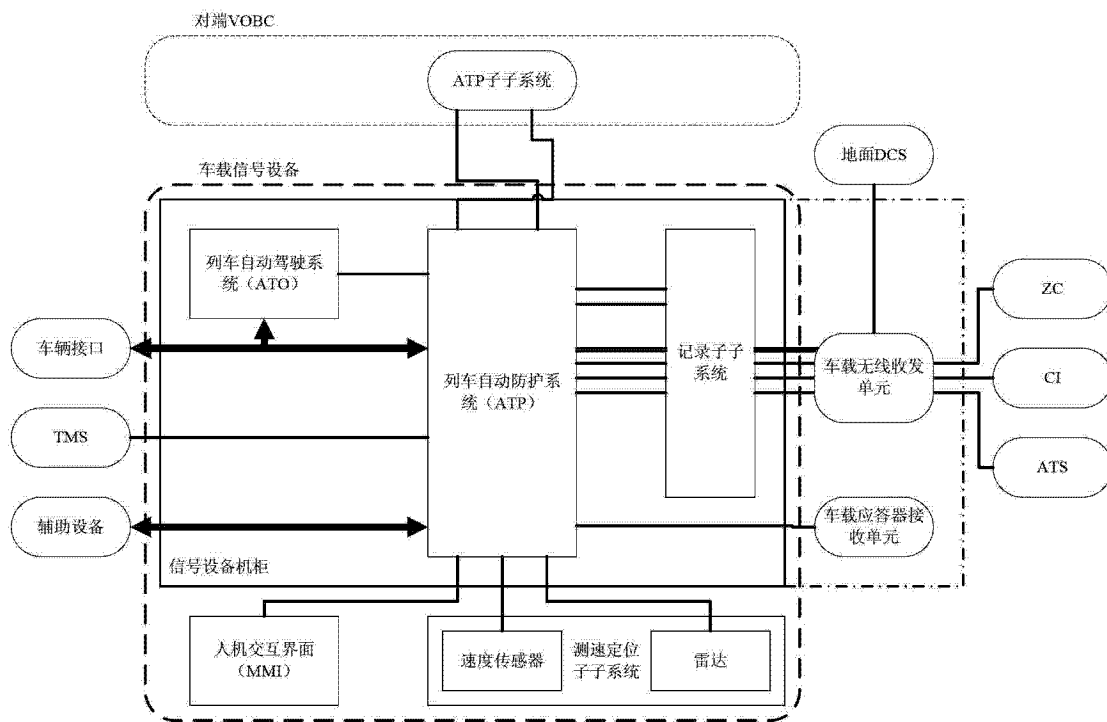


图 2