



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109649435 B

(45)授权公告日 2020.07.21

(21)申请号 201811496967.8

(22)申请日 2018.12.07

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109649435 A

(43)申请公布日 2019.04.19

(73)专利权人 天津津航计算技术研究所

地址 300308 天津市东丽区空港经济区保税路357号

(72)发明人 靳超伟 贺军 刘帅 刘键 赵红

(74)专利代理机构 中国兵器工业集团公司专利中心 11011

代理人 刘瑞东

(51)Int.Cl.

B61L 15/00(2006.01)

B61L 27/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 107284471 A,2017.10.24,

CN 106926871 A,2017.07.07,

CN 106494458 A,2017.03.15,

CN 106114561 A,2016.11.16,

JP 2011116212 A,2011.06.16,

审查员 陈小康

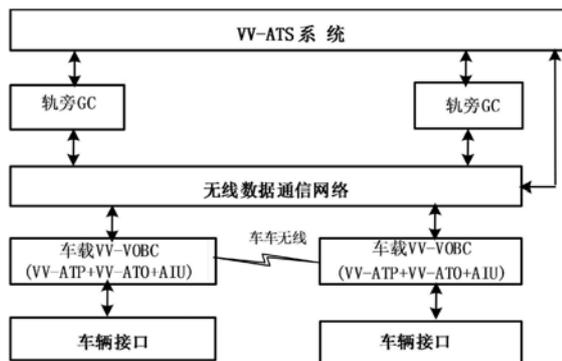
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54)发明名称

一种基于车车通信的新型列车运行控制系统

(57)摘要

本发明属于列车运行控制系统领域,一种基于车车通信的新型列车运行控制系统,包括车载子系统VV-VOBC、列车监控子系统VV-ATS、地面控制器GC子系统和数据通信系统DCS+,各设备间通过通信的方式连接;车载子系统VV-VOBC包括车载VV-ATP子系统、车载VV-ATO子系统、AIU子系统、BTM、车载无线单元、VV-COM和VV-HMI。本发明通过列车间直接通信的技术,避免了车地延迟对追踪效率的影响,追踪性能更高;地面不再设置ZC及联锁设备,取消了信号机及有源应答器等轨旁设备,仅设置地面GC用以采驱轨旁设备状态,设备集中在列车内,便于维护,大大降低了建造成本和维护成本;相对于传统CBTC系统地面设备繁多,接口复杂的现状,通过系统结构优化大大减少了地面设备,接口简洁,便于线路间的互联互通。



1. 一种基于车车通信的新型列车运行控制系统,其特征在于,包括车载子系统VV-VOBC、列车监控子系统VV-ATS、地面控制器GC子系统和数据通信系统DCS+,各设备间通过通信的方式连接;

车载子系统VV-VOBC包括车载VV-ATP子系统、车载VV-ATO子系统、AIU子系统、BTM、车载无线单元、VV-COM和VV-HMI;

车载VV-ATP子系统或列车监控子系统VV-ATS根据运营行车计划,并结合地面道岔开向,确定申请道岔的“单次锁”或“共享锁”,在道岔前一定配置距离,对道岔进行抢占,列车申请道岔共享锁成功,则可以通过当前道岔;列车申请道岔单次锁成功,则可以对道岔进行控制,列车通过道岔锁机制实现对于道岔控制的互斥关系;

道岔锁单次锁申请机制如下:

道岔单次锁状态分为:占用、空闲、故障等三种状态;

1) 线路各列车均为线路中的每个道岔维护一个“单次锁”,均初始化为空闲状态,通信列车实时与其他各通信列车通信,获取各通信列车针对各道岔“单次锁”的申请状态信息;

2) 通信列车实时获取道岔Sw1、Sw2状态,若道岔为四开状态,则通信列车置道岔单次锁为故障状态;

否则,若道岔开向与行车规划不一致,且通信列车至岔区、岔区内无列车,则在岔区前一定距离申请该道岔的“单次锁”,若道岔开向与行车规划一致,则不作处理,即不申请单次锁;在岔区前的一定距离基于列车最大可能速度下的制动距离计算;

3) 若该道岔“单次锁”处于占用状态或故障状态,则本列车申请失败,不能获得覆盖岔区的移动授权;否则本列车申请成功,置为占用状态;

4) 因通信延迟,可能存在通信列车和其他通信列车同时申请上道岔单次锁的情况;若存在这种情况,则按一定的策略进行仲裁,确定其中一辆或多辆车释放该道岔锁,并采用延时扳动道岔的处理保证安全;

5) 通信列车和其他通信列车同时申请不上的情况不存在;

6) 通信列车通过道岔Sw2,释放针对道岔Sw2单次锁;通过道岔Sw1,释放针对道岔Sw1的单次锁。

2. 根据权利要求1所述基于车车通信的新型列车运行控制系统,其特征在于,车载子系统VV-VOBC还包括测速测距单元及备用HMI。

3. 根据权利要求2所述基于车车通信的新型列车运行控制系统,其特征在于,车载VV-ATP子系统除提供列车间隔防护、超速防护、车门监督和安全防护功能外,还提供列车主动进路、列车管理及线路资源管理、移动授权自主计算和列车追踪功能。

4. 根据权利要求1所述基于车车通信的新型列车运行控制系统,其特征在于,车载VV-ATO子系统完成列车的自动调速包括牵引、巡航、惰行、制动和停车的控制以及车门开关的控制功能,实现正线、折返线及出入段线运行的自动控制,实现区间运行时分的调整控制。

5. 根据权利要求1所述基于车车通信的新型列车运行控制系统,其特征在于,AIU子系统提供智能防护处理功能;AIU主机采集环境感知设备状态,通过智能融合算法获取可移动距离、速度信息,传输至车载VV-ATP;车地通信中断或VV-ATP故障不可用情况下,可通过增加小屏显示移动授权等信息,司机通过屏幕显示人工控车。

6. 根据权利要求5所述基于车车通信的新型列车运行控制系统,其特征在于,AIU子系

统由主机及环境感知设备、数据链通信设备组成,环境感知设备包括摄像头和激光雷达;

ATU主机通过控制摄像头进行拍摄,并进行图像和视频识别,确定车辆前方环境;

ATU主机通过接收激光雷达输入,获取前方环境点云信息,识别前方障碍物及距离;

AIU主机通过数据链通信与前车进行通信,获取前方列车相对距离、速度信息及列车ID信息,提高列车追踪距离。

7. 根据权利要求1所述基于车车通信的新型列车运行控制系统,其特征在于,地面控制器GC子系统用于采集轨旁计轴设备、道岔、屏蔽门、紧急停车按钮、无人折返按钮、防淹门、信号机设备的状态,同时作为对道岔、屏蔽门、无人折返指示灯设备的控制单元。

8. 根据权利要求1所述基于车车通信的新型列车运行控制系统,其特征在于,列车监控子系统VV-ATS向地面GC发送目标设备控制命令的功能,基于轨旁设备状态、列车运行状态信息、运营计划或人工命令,生成轨旁设备控制信息并发送给地面GC,由GC控制轨旁设备。

9. 根据权利要求1所述基于车车通信的新型列车运行控制系统,其特征在于,数据通信系统DCS+作为各子系统通信传输的通道并增加车车通信通道用于列车间的通信。

一种基于车车通信的新型列车运行控制系统

技术领域

[0001] 本发明属于列车运行控制系统领域,一种基于车车通信的新型列车运行控制系统。

背景技术

[0002] VV-CBTC:Vehicle2vehicle Communication Base Train Control基于车车通信的列车运行控制系统

[0003] VV-ATP:Vehicle2vehicle Train Auto Protect基于车车通信的列车自动防护系统

[0004] VV-ATO:Vehicle2vehicle Train Auto Operation基于车车通信的列车自动运行系统

[0005] VV-ATS:Vehicle2vehicle Train Auto Supervision基于车车通信的列车自动监控系统

[0006] AIU:Artificial Intelligence Unit智能单元

[0007] GC:Ground Controller地面控制器

[0008] VV-COM:Vehicle to Vehicle Communication车车直接通信的技术

[0009] ZC:Zone Controller区域控制器

[0010] ATP:Train Auto Protect列车自动防护系统

[0011] ATO:Train Auto Operation列车自动运行系统

[0012] ATS:Train Auto Supervision列车自动监控系统

[0013] 目前城市轨道交通以其公共性和便捷性,发展迅速,为人们出行提供了极大便利。同时,保证列车运行安全并兼顾可用性就成了城市轨道交通运营方迫切需要解决的问题。在保证运营效率的基础上如何对列车进行安全控制,是各个信号厂家重点努力的方向。在列车控制设备领域,各种列车运行控制系统应运而生。其中,基于通信的列车运行控制系统(CBTC)作为主流列车运行控制系统得到了广泛的应用。

[0014] CBTC系统是覆盖整条线路及所有车站和列车的各种控制及通信设备构成的分布式系统。相对于既有的点式控制系统,其突出特点是可以实现车地之间的双向通信,并且传输信息量大,传输速度快,很容易实现移动自动闭塞系统,可以大幅度提高区间通过能力,容易适应不同车速、不同运量、不同类型牵引的列车运行控制等。基于CBTC系统,不仅可以实现列车运行控制,而且可以进行运行管理,双向通信系统,既可以有安全信息双向传输,也可以双向传输非安全信息,例如车次号、编组信息、运营计划等有关信息。

[0015] CBTC系统以地面控制为主,列车通过向地面的ZC注册并主动接受ZC的控制,并主动向ZC汇报位置,ZC为管辖区域内的列车计算移动授权(MA),通过连续的车地双向无线通信实现车地信息的交互,实现了基于目标-距离的移动闭塞制式下的追踪运行。

[0016] CBTC系统架构如图1所示:CBTC设备包括地面设备和车载设备,地面和车载设备通过数据通信网络连接起来,构成系统的核心,CBTC设备和ATS设备共同构成基于通信的列车

运行控制系统。

[0017] 传统的基于通信的列车运行控制系统方案存在如下不足及缺点：

[0018] 1地面设置多套区域控制中心设备(ZC)和计算机联锁设备(CI),大大增加了地面设备的建设成本,且各地面系统设备之间、系统设备与轨旁设备之间的接口复杂,导致系统复杂度较高,维护成本居高不下;

[0019] 2地面区域控制中心(ZC)根据轨旁设备状态及列车信息,计算移动授权,并通过无线网络将移动授权等信息发送给列车,同时将列车对轨旁设备的控制信息发送给联锁系统。车地通信及地面设备间的通信延迟,降低了系统的实时性;

[0020] 3地面设备繁多,对线路的升级、改造以及线路间的互联互通造成很大不便;

[0021] 4传统的基于通信的列车运行控制系统车载VOBC从ATS接收列车运行计划,然后进行移动授权计算及路径规划,但在车载VOBC未接收到列车运行计划的情况下,无法进行路径规划和移动授权计算;

[0022] 5传统的基于通信的列车运行控制系统在故障降级情况下,通过应答器设备获取点式移动授权,现场需铺设大量的应答器及安装大量的信号机,建设成本高,且灵活性不高,智能化水平差。

发明内容

[0023] (一)要解决的技术问题

[0024] 本发明要解决的技术问题是:地面设置多套区域控制中心设备(ZC)和计算机联锁设备(CI),大大增加了地面设备的建设成本,且各地面系统设备之间、系统设备与轨旁设备之间的接口复杂,导致系统复杂度较高,维护成本居高不下。

[0025] (二)技术方案

[0026] 为解决上述技术问题,本发明提供一种基于车车通信的新型列车运行控制系统,包括车载子系统VV-VOBC、列车监控子系统VV-ATS、地面控制器GC子系统和数据通信系统DCS+,各设备间通过通信的方式连接;

[0027] 车载子系统VV-VOBC包括车载VV-ATP子系统、车载VV-ATO子系统、AIU子系统、BTM、车载无线单元、VV-COM和VV-HMI。

[0028] (三)有益效果

[0029] 与现有技术相比较,本发明具备如下有益效果:

[0030] 针对如上针对既有CBTC系统方案的不足,本发明的目的如下:

[0031] 1、对传统CBTC系统架构进行优化,修正了传统CBTC系统车地两层控制结构,地面不再设置ZC和计算机联锁设备,将线路资源管理、列车管理、进路管理和移动授权计算等功能上移至车载设备;

[0032] 2、摒弃了传统CBTC系统线路资源集中管理和分配的方式,列车根据前车位置和速度等信息,自行对线路资源进行管理、申请和释放;

[0033] 3、采用数据链通信技术作为列车间通信的手段,有效的缩短追踪距离;

[0034] 4、系统降级情况下,通过智能单元AIU获取智能感知设备采集的信息,并根据一定的算法处理,对列车进行智能控制;

[0035] 5、接收不到VV-ATS运行计划的情况下,通过VV-HMI由司机输入目的地信息或确认

道岔开向继续行车,避免停车影响运营;

[0036] 6、VV-CBTC系统增加辅助HMI,在车载VV-DMI故障时显示距离和速度等基本信息,辅助司机行车。

附图说明

[0037] 图1为典型的基于通信的列车控制(CBTC)系统的结构框图。

[0038] 图2为基于车车通信的列车运行控制(以下称VV-CBTC)系统结构框图。

[0039] 图3为基于车车通信的列车运行控制系统总体结构图。

[0040] 图4为基于车车通信的列车运行控制系统车载设备图。

[0041] 图5为线路资源管理范围示意图。

[0042] 图6为正线出入口计轴及逻辑区段布置示意图。

[0043] 图7为岔区计轴布置示意图。

[0044] 图8为岔区计轴布置示意图。

[0045] 图9为VV-CBTC系统地面控制器子系统结构框图。

具体实施方式

[0046] 为使本发明的目的、内容和优点更加清楚,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。

[0047] 实施例1

[0048] 本发明基于车车通信的新型列车运行控制系统(以下称VV-CBTC),如图2和图3所示,相对于传统基于通信的列车运行控制(CBTC)系统,地面不再设置ZC和联锁系统,ZC和联锁所承担的逻辑功能由车载VV-VOBC实现。地面设置GC,负责轨旁设备的采驱处理。车载VV-VOBC增加车车通信通道,并增加AIU智能单元,负责系统降级下的列车智能防护。

[0049] VV-CBTC是以列车主动进路、列车自主防护为特征,以车车通信技术为支撑并辅以智能监控设备进行控车的列车运行控制系统。系统将大幅降低系统设备及维护成本。

[0050] VV-CBTC通过直接获取前行列车的位置和速度信息进而计算移动授权从而控制列车追踪运行,实现高效率行车。在车车通信系统故障降级的情况下,通过智能设备保证对前行列车的实时跟踪,实现降级场景的运行防护。系统主要由车载子系统(VV-VOBC)、列车监控子系统(VV-ATS)、地面控制器(GC)子系统、数据通信系统(DCS+)组成。该系统的组成设备分布在列车、轨旁和中控室等地点,各设备间通过通信的方式连接。DCS+子系统作为各子系统通信传输的通道并增加车车通信通道用于列车间的通信。VV-VOBC主要由VV-ATP、VV-ATO、VV-HMI、AIU及VV-COM设备组成。

[0051] 下面对VV-CBTC所涉及到的各子系统及功能进行简要描述。

[0052] 一、车载子系统(VV-VOBC)

[0053] 车载子系统(VV-VOBC)由车载VV-ATP子系统、车载VV-ATO子系统、AIU子系统、BTM、车载无线单元、测速测距单元、VV-COM、VV-HMI及备用HMI(可选)等设备构成,如下图4所示。

[0054] 车载VV-VOBC采用模块化设计,可分别在列车两端配置各一套2乘2取2计算机平台,也可以只配置一套计算机平台。

[0055] 车载VOBC包含的车载VV-ATP

[0056] 作为超速防护系统,提供列车间隔防护、超速防护、车门监督和站台门激活防护等安全防护功能。车载VV-ATP通过LTE或WLAN等无线通信,实时的进行列车之间、车地之间的双向通信。通过与前车VV-ATP的实时通信获取前车的位置及速度等信息,通过车地通信获取轨旁道岔、屏蔽门、紧急停车按钮等轨旁设备状态信息,计算制动干预曲线,输出牵引和制动控制列车运行,实现移动闭塞的移动运行控制。相对于传统CBTC系统的车载ATP,还提供以下功能。

[0057] 1、提供列车主动进路功能,传统CBTC系统列车进路由地面联锁设备负责,车载VV-ATP通过VV-ATS运营计划获取预排进路信息(目的地线路号、目的地号等),基于目的地信息,查询车载VV-ATP配置路径信息中是否存在目标路径,目标路径包括当前位置和目的地。如果存在,则生成目标路径。否则,则基于轨旁设备信息及区段信息,计算当前位置到目的地的路径,通过VV-HMI进行显示,司机确认后,生成目标路径。根据目标路径、前行列车情况及车载电子地图存储的进路信息等排列进路。

[0058] 车载VV-ATP与VV-ATS通信中断时,依据人工调度命令,司机可通过VV-HMI输入目的地号或对默认岔区开向进行确认来决定前方岔区开向,尽量不停车以免影响运营。若司机一直不确认则制动停车处理。

[0059] 车载VV-ATP向进路包含的逻辑区段、道岔等线路资源进行占用申请。若逻辑区段为未锁定状态,则将逻辑区段置为正常锁定状态。若进路中包含道岔,则通过轨旁GC获取道岔开向,若道岔处于未锁定状态且道岔开向与进路中道岔开向不一致,则操纵道岔到相应位置,并置为正常锁定状态。

[0060] 在进路耗尽前继续申请运营前方线路资源,排列进路。当进路中某资源出现异常状态时,需重新判断通行条件。

[0061] 车载VV-ATP申请的资源使用后应自动释放,进路走向应在设计规定范围内;进路搜索与资源申请时,应考虑轨旁设备状态,包括:道岔、PSD、防淹门、保护区段等。

[0062] 车载VV-ATP向地面申请线路资源时应判断线路资源是否具备申请条件,并在确认相关线路资源被成功申请后才能作为有效的MA使用。

[0063] 列车释放失败或未释放,可由VV-ATS人工或自动识别后与该车确认后释放;若该车故障,可由人工确认释放。

[0064] 2、提供列车管理及线路资源管理功能,传统CBTC系统由地面ZC设备负责列车及线路资源的管理,VV-CBTC系统由车载VV-ATP负责本车至前方相邻通信列车之间的线路资源管理及所在线路上的列车管理。线路资源管理范围示意图如图5所示。

[0065] 线路资源由车载VV-ATP进行管理和分配,线路资源包括无岔轨道区资源和道岔区资源。

[0066] 1) 无岔轨道区:正线不设置计轴,无岔区域被划分为多个逻辑区段,为识别进入线路正线的故障车

[0067] 辆,在线路出入口处设置计轴。如图6示意。

[0068] 2) 道岔区:道岔周边设置计轴及扩展计轴,可判断整个岔区的占压状态。

[0069] 内部岔前岔后可被分为多

[0070] 个逻辑区段,岔心区域(范围覆盖周边警冲标)可单独设置一个逻辑区段。如图7示意。

[0071] 车载VV-ATP需对这些资源进行管理并标记其资源分配状态,资源分配状态定义为未锁定、正常锁定、故障锁定、VV-ATS锁定等四种状态。资源锁定方向定义为上行或下行方向。

[0072] 其中默认线路逻辑区段为未锁定状态,或正常锁定区段待通信列车通过释放自身占用线路资源后迁移为未锁定状态,或故障锁定区段清除故障后(通信车经过进行释放或VV-ATS进行释放)迁移至未锁定状态。

[0073] 正常锁定的含义即被列车成功申请。正常锁定需满足如下条件:逻辑区段所在进路为未锁定状态且车载VV-ATP成功申请该逻辑区段。车载VV-ATP进路控制模块向线路资源管理模块申请逻辑区段资源,并设置该逻辑区段为正常锁定状态。正常锁定区段待通信列车通过后释放自身占用线路资源,将资源状态迁移至未锁定状态。

[0074] 降级列车需将车辆一定范围内的线路资源设置为故障锁定状态,涉及区段范围为:始端为该降级列车后方最近的通信列车最大安全前端,末端为该降级列车前方最近的通信列车的最小安全后端。

[0075] 故障锁定区段可通过通信车经过进行释放,或通过ATS进行释放,迁移至未锁定状态。

[0076] VV-ATS锁定是指在列车故障降级情况下,人工通过VV-ATS为降级列车发起的线路资源占用申请。

[0077] 新进线路列车进入正线时发起与线路上的其他通信列车建立通信连接,获取各通信列车位置和方向信息,然后根据位置及方向信息及VV-ATS规划路径对列车进行排序,进行邻车识别;识别出邻车后,实时获取邻车的位置及方向信息。

[0078] 新进线路列车识别出相邻通信前车后,初始化控制范围的线路资源为未锁定状态,控制范围是动态的,根据前行通信列车位置而定;根据前行通信列车、可能的非通信车信息及轨旁设备状态设置本车至前方相邻通信车之间的线路资源状态,进行线路资源状态管理;车载VV-ATP进路控制模块依据规划路径向线路资源管理模块申请前方线路资源;申请某线路资源需要操作道岔时,车载VV-ATP通过地面GC操作转辙机设备控制道岔到相应位置,并接收返回的道岔状态,车载VV-ATP线路资源管理模块根据道岔状态及轨道资源状态对轨道资源进行锁定并分配;通信列车根据相邻前车位置和线路资源申请情况进行移动授权计算。

[0079] 既有CBTC的联锁设备单独完成对道岔的控制,VV-CBTC系统则由多列车或VV-ATS系统进行控制,为避免同一道岔被多列车或VV-ATS同时操纵的情况,规定当一列车操作道岔时其他列车不允许同时操作同一道岔,故引入道岔资源锁逻辑。将道岔资源锁分为单锁和共享锁两级。单锁在同一时间只能分给一辆列车,共享锁可以同时分配给多辆车。车载VV-ATP通过对道岔锁抢占机制,实现系统对道岔的安全使用。

[0080] 1) 单次锁逻辑:一旦道岔资源被预定且未被释放,就不能分配给其他列车。

[0081] 2) 共享锁逻辑:共享锁可以同时分配个多辆车。

[0082] VV-ATP或VV-ATS根据运营行车计划,并结合地面道岔开向,确定申请道岔的“单次锁”或“共享锁”,在道岔前一定配置距离,对道岔进行抢占。列车申请道岔共享锁成功,则可以通过当前道岔;列车申请道岔单次锁成功,则可以对道岔进行控制。列车通过道岔锁机制实现对于道岔控制的互斥关系,保证了列车通过道岔时的运行安全。

[0083] 道岔锁单次锁申请机制如下：

[0084] 道岔单次锁状态分为：占用、空闲、故障等三种状态。

[0085] 1) 线路各列车均为线路中的每个道岔维护一个“单次锁”（道岔锁列表），均初始化为空闲状态，通信列车

[0086] 3实时与其他各通信列车通信，获取各通信列车针对各道岔“单次锁”的申请状态信息；

[0087] 2) 通信列车3实时获取道岔Sw1、Sw2状态，若道岔为四开状态，则通信车3置道岔单次锁为故障状态；

[0088] 否则，若道岔开向与行车规划不一致，且通信车3至岔区、岔区内无列车，则在岔区前一定距离（该距离可基于列车最大可能速度下的制动距离计算）申请该道岔的“单次锁”，若道岔开向与行车规划一致，则不作处理，即不申请单次锁；

[0089] 3) 若该道岔“单次锁”处于占用状态或故障状态，则本列车申请失败，不能获得覆盖岔区的移动授权。否则本列车申请成功，置为占用状态；

[0090] 4) 因通信延迟，可能存在通信列车3和其他通信列车同时申请上道岔单次锁的情况。若存在这种情况，

[0091] 则按一定的策略（如根据VID编号顺序、列车距离岔区的位置远近）进行仲裁，确定其中一辆或多辆车释放该道岔锁。并采用延时扳回道岔的处理保证安全；

[0092] 5) 通信列车3和其他通信列车同时申请不上的情况不存在；

[0093] 6) 通信车3通过道岔Sw2，释放针对道岔Sw2单次锁；通过道岔Sw1，释放针对道岔Sw1的单次锁。

[0094] 3、提供移动授权自主计算功能，传统CBTC系统移动授权计算由地面ZC负责，VV-CBTC系统车载VV-ATP通过VV-COM通道或DCS+车车通信通道实时获取前行列车位置和速度信息，进行移动授权计算；在降级情况下，即车车通信不可用时，通过环境感知设备获取前方可移动距离等信息进行移动授权计算。

[0095] 车载VV-ATP需实时获取线路资源状态，作为MA计算逻辑的输入。

[0096] 当线路资源申请成功锁定后，仍需时刻判断相关设备状态，如：紧急停车按钮、屏蔽门、道岔等设备状态；相关状态影响安全时，列车不发车或紧急制动处理；待相关条件恢复后方可恢复正常运行。

[0097] 车载VV-ATP应实时响应地面ATS系统发送的临时限速信息。

[0098] 车载VV-ATP应实时响应站内及运行前方站台的扣车命令。

[0099] 车载VV-ATP应对前方进路中道岔的失表示状态进行安全防护。

[0100] 车载VV-ATP应考虑危险点及防护点：如前车尾端、阻挡类危险点、保护类危险点及相关安全余量。

[0101] 4、提供了列车追踪功能，跟随列车向前行相邻列车申请列车位置及速度信息，前行列车向跟随列车报告当前列车位置信息（包括线路位置、列车速度、列车所处等级模式及最不利信息等）。

[0102] 追踪方式可采用基于位置或基于位置及速度的方式。

[0103] 1) 基于位置

[0104] 此方式下，系统以前车报告的列车位置尾端作为危险点，同时考虑前车最不利情

况,为后车计算移动授权。此方式同时适用于对进路终点或障碍物的追踪。

[0105] 2) 基于位置及速度

[0106] 此方式下,系统以前车报告的列车位置及前车速度信息为依据,为后车计算移动授权点。选取的危险点为假定前车以当前速度触发紧急制动停车后列车尾端。相比基于位置方式考虑了列车实际速度,可为跟随列车提供更长的移动授权,进而缩短了列车追踪间距,提升了线路的运能。

[0107] 车载VV-VOBC包含的VV-ATO子系统完成列车的自动调速包括牵引、巡航、惰行、制动和停车的控制以及车门开关的控制功能,实现正线、折返线及出入段(场)线运行的自动控制,实现区间运行时分的调整控制。ATO系统按照系统设定的运行曲线,根据ATS系统的指令选择最佳运行工况,确保列车按运行图运行,实现列车运行自动调整和节能控制。

[0108] 车载VV-VOBC新增了AIU智能单元,提供智能防护处理功能。AIU主机采集环境感知设备状态,通过智能融合算法获取可移动距离、速度等信息,传输至车载VV-ATP。车地通信中断或VV-ATP故障不可用情况下,可通过增加小屏或复用HMI(需单独供电)显示移动授权等信息,司机通过屏幕显示人工控车。

[0109] AIU由主机及环境感知设备(摄像头、激光雷达)、数据链通信设备组成。

[0110] ATU主机通过控制摄像头进行拍摄,并进行图像和视频识别,确定车辆前方环境。

[0111] ATU主机通过接收激光雷达输入,获取前方环境点云信息,识别前方障碍物及距离。

[0112] 同时,AIU主机通过数据链通信与前车进行通信,获取前方列车相对距离、速度信息及列车ID信息,提高列车追踪距离。

[0113] 其中,数据链是指采用无线网络通信技术,按照一种链路协议的技术要求,将两个或多个数据站的通信设备连接在一起,实现相互间数据信息交换的系统。数据链的基本特征是“无缝连接”和“实时传输”,“无缝连接”是从空域角度对数据链的描述,强调数据链的触角伸向各个平台,使它们共享信息资源。“实时传输”是从时域角度对数据链的描述,强调数据链传递信息速度快、时效高。

[0114] VV-HMI设备提供人机交互功能,用于提供目的地信息输入或选择功能,并可显示前方列车或障碍物距离及速度等信息,也可用于复显进路表示器色灯状态用以指导非通信车通过岔区。

[0115] 应答器接收单元(BTM)用于获取地面无源应答器信息,对列车位置进行校正。

[0116] 测速测距单元通过获取速度传感器(OPG)及雷达的信息,用于测量本车速度及行车距离,并发送给车载VV-ATP。

[0117] 二、地面控制器子系统(GC)

[0118] 地面控制器(GC)系统结构框图如图9所示,GC继承了传统CBTC系统联锁的采集与执行功能,主要用于采集轨旁计轴设备(线路出入口处、道岔区域)、道岔、屏蔽门、紧急停车按钮、无人折返按钮、防淹门、信号机(道岔处设置道岔开向显示信号机)等设备的状态,同时作为对道岔、屏蔽门、无人折返指示灯等设备的控制单元。

[0119] 需采集设备包括:道岔、计轴、屏蔽门、紧急停车按钮、无人折返按钮、防淹门等,采集的状态信息转发至相关VV-VOBC。驱动设备包括:道岔、屏蔽门、折返指示灯等继电器接口。

[0120] 岔区入口设置进路表示器用于显示道岔的状态,由GC根据道岔开向及占用情况控

制进路表示器的显示。进路表示器显示定义如下表：

灯位	道岔状态
绿灯	道岔直向
黄灯	道岔侧向
红灯	道岔四开/道岔占压/道岔故障

[0122] 考虑其它入口列车进入的风险,进路表示器位置应布置于道岔计轴区段内侧一段距离。

[0123] 道岔区段故障、道岔转向过程中、计轴故障等情况下进路表示器也应亮红灯。

[0124] 进路表示器三种色灯状态应物理独立灯位,不应复显,便于智能设备识别的准确性。

[0125] 岔区逻辑应根据计轴设备提供的信息识别列车通过的路径及运行方向,并确定列车是否成功通过岔区。

[0126] 三、列车自动监控子系统 (VV-ATS)

[0127] 提供目标设备控制功能,考虑到运行效率及车载设备故障等情况,VV-ATS应具备向地面GC发送目标

[0128] 设备控制命令的功能,例如根据时刻表提前控制道岔转动至所需位置。

[0129] 基于轨旁设备状态、列车运行状态信息、运营计划或人工命令等,生成轨旁设备控制信息并发送给地面GC,由GC控制轨旁设备。

[0130] 为提高运营效率,VV-ATS根据时刻表提前动作未被占用的资源。VV-ATS应具备同时释放多个互相之间有逻辑关系的资源的功能。

[0131] 四、DCS+

[0132] DCS+相对于既有DCS网络的区别在于:DCS+网络中的列车间可以直接通信。可采用LTE、WLAN、5G等无线通信制式。

[0133] 本方案提出的基于车车通信的列车控制系统通过将传统CBTC系统地面设备上移,实现列车线路资源自管理和移动授权自主计算。车载VOBC通过BTM和测速测距设备获知列车定位,并通过车车通信获知前车位置信息,同时,通过与地面GC通信获取道岔表示状态等轨旁设备信息,对道岔进行控制,实现列车之间的追踪运行,并通过ATO实现自动驾驶功能。当车车通信故障导致系统降级运行时,车载VOBC根据AIU智能控制设备获取前行可移动距离信息,控制列车安全运行。

[0134] VV-CBTC系统相对于传统的CBTC系统有如下优点:

[0135] 1、通过列车间直接通信的技术,避免了车地延迟对追踪效率的影响,追踪距离进一步缩短,追踪性能更高;

[0136] 2、采取列车主动进路并自主计算移动授权,单列车信号系统的故障只影响到本列车及相邻列车,相对于传统列车运行控制系统地面集中控制的方式,提高了可靠性;

[0137] 3、地面不再设置ZC及联锁设备,取消了信号机及有源应答器等轨旁设备,仅设置

地面GC用以采驱轨旁设备状态,设备集中在列车内,便于维护,大大降低了建造成本和维护成本;

[0138] 4、相对于传统CBTC系统地面设备繁多,接口复杂的现状,通过系统结构优化大大减少了地面设备,接口简洁,便于线路间的互联互通;

[0139] 5、增加了智能处理单元,通过智能感知设备及算法,在信号系统降级情景下监控列车安全运行,使列车控制更为智能化。

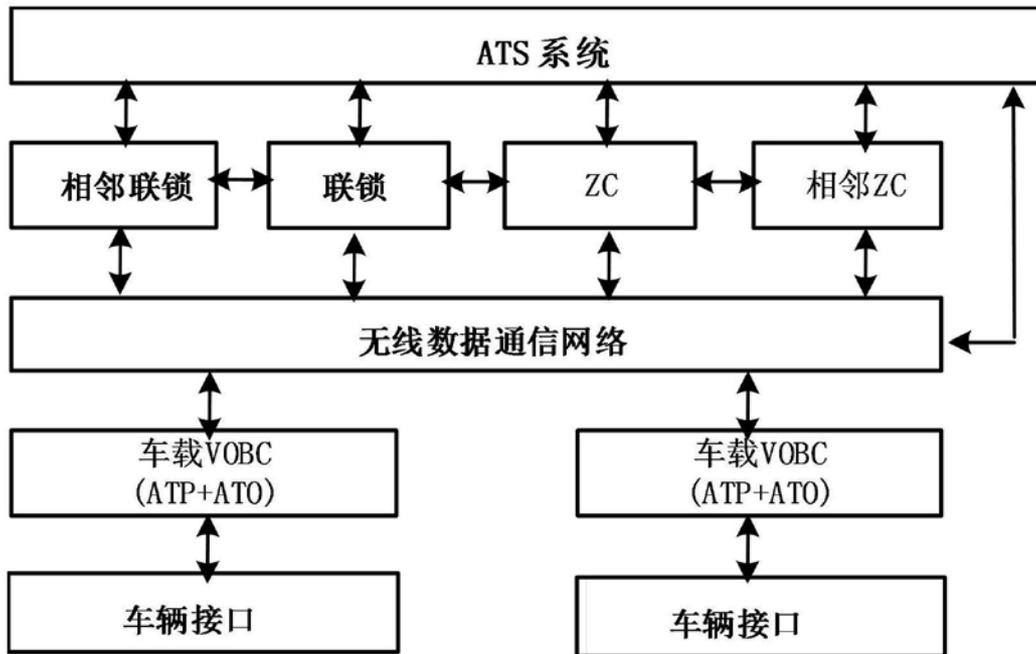


图1

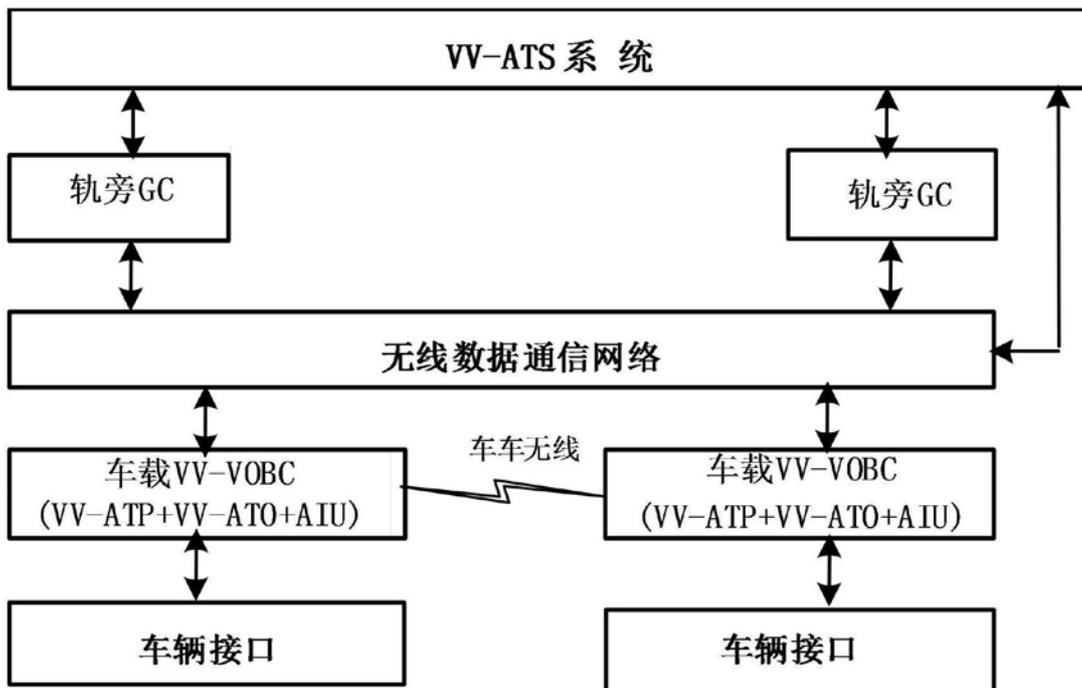


图2

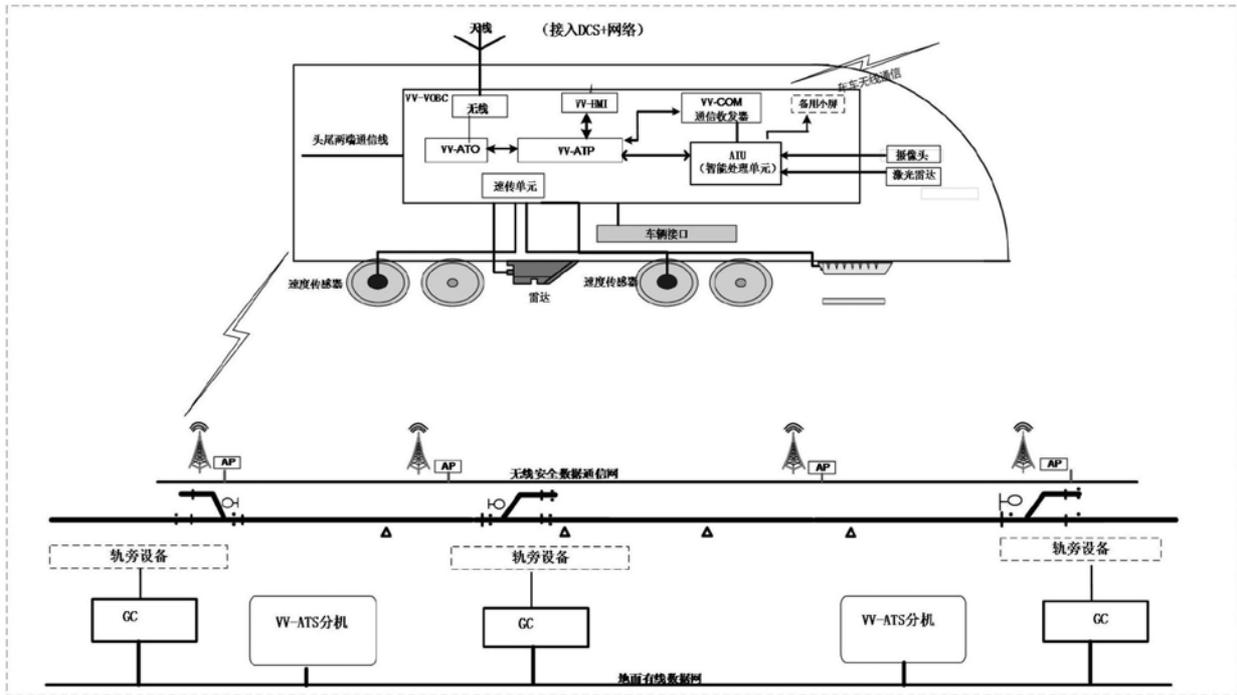


图3

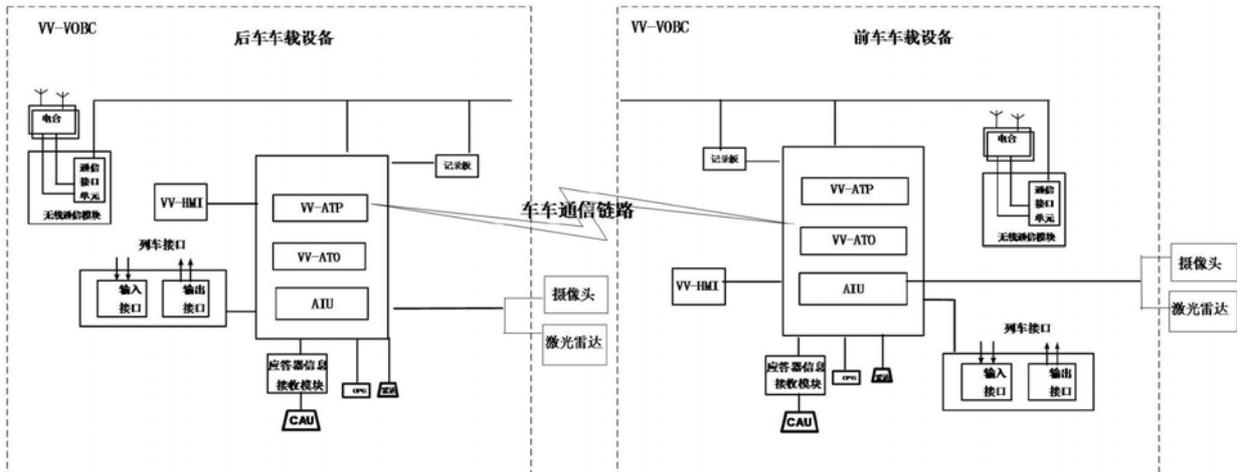


图4



图5



图6

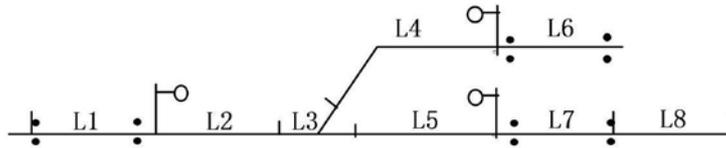


图7

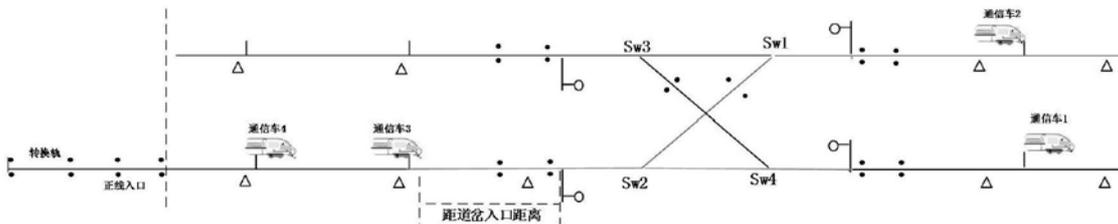


图8

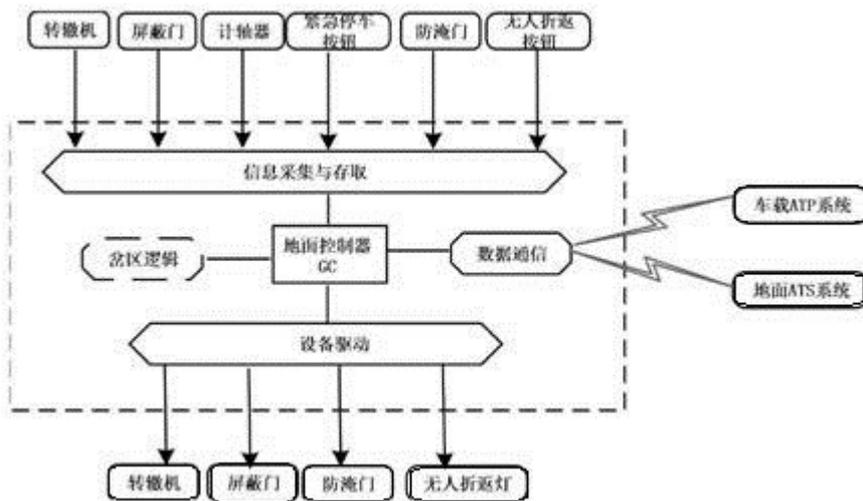


图9