



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109677466 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 16

(21) 申请号 201910048417.8

CN 102616252 A, 2012.08.01

(22) 申请日 2019.01.18

CN 102616258 A, 2012.08.01

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 107554556 A, 2018.01.09

申请公布号 CN 109677466 A

CN 108333613 A, 2018.07.27

(43) 申请公布日 2019.04.26

CN 205971371 U, 2017.02.22

(73) 专利权人 卡斯柯信号有限公司

US 7359770 B2, 2008.04.15

地址 200070 上海市静安区天目中路428号

WO 2012155840 A1, 2012.11.22

凯旋门大厦27层C/D室

WO 2017071465 A1, 2017.05.04

(72) 发明人 徐先良 陈俊 韩涛 蒋红军

CN 107215343 A, 2017.09.29

冯雷 曹德宁 周欣

CN 108725520 A, 2018.11.02

(74) 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限

CN 102795248 A, 2012.11.28

公司 31225

CN 105857349 A, 2016.08.17

专利代理师 应小波

CN 108860224 A, 2018.11.23

(51) Int. Cl.

CN 102897197 A, 2013.01.30

B61L 27/10 (2022.01)

CN 107977000 A, 2018.05.01

B61L 27/20 (2022.01)

KR 100858119 B1, 2008.09.11

B61L 23/14 (2006.01)

CN 107235054 A, 2017.10.10

B61L 15/00 (2006.01)

周建斌, 周伟, 王敏. 核信号数字分析与处理. 原子能出版社, 2017, (第2017年2月第1版版), 129-136.

(56) 对比文件

刘明生. 铁道信号概论. 中国铁道出版社, 2017, (第2017年12月第1版版), 96-109. (续)

AU 2009202469 A1, 2010.01.14

审查员 刘锐

AU 2009202474 A1, 2010.01.14

权利要求书2页 说明书8页 附图3页

CN 102082819 A, 2011.06.01

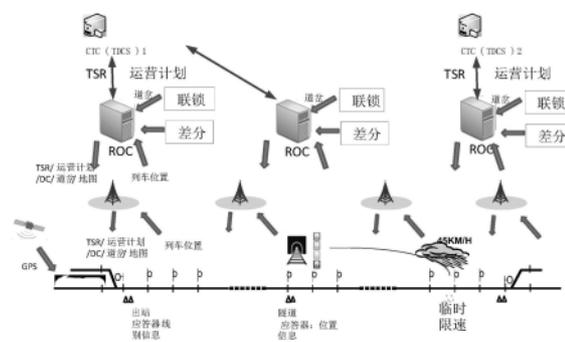
(54) 发明名称

一种面向中国重载铁路的轻量化列车自动控制系统

能、运营计划管理功能、临时限速管理功能和自动驾驶功能。与现有技术相比,本发明具有轻量化、安全和高效等优点。

(57) 摘要

本发明涉及一种面向中国重载铁路的轻量化列车自动控制系统,该系统分别与调度中心设备、联锁设备、卫星定位差分站设备、应答器设备和轨道电路设备连接,所述的列车自动控制系统包括地面控制中心ROC和车载设备,所述的地面控制中心ROC分别与调度中心设备、联锁设备、卫星定位差分站设备和车载设备连接,所述的车载设备与应答器设备、ROC设备、轨道电路设备连接;所述的列车自动控制系统,在充分复用现有重载列控系统的成果基础上,具有安全防护功



CN 109677466 B

[接上页]

**(56) 对比文件**

朱婉婷. 高铁信号系统中新技术的应用与发展. 科技创新与应用. 2013, (11), 全文.

何永发. 下一代列车运行控制系统的研究.

铁道通信信号. 2017, (01), 全文.

陈志颖, 董 昱, 张德凌, 杨 柳. 青藏铁路 ITCS 系统中虚拟闭塞的研究. 铁道通信信号. 2007, 第43卷 (第12期), 3-5.

1. 一种面向中国重载铁路的轻量化列车自动控制系统,该系统分别与调度中心设备、联锁设备、卫星定位差分设备、应答器设备和轨道电路设备连接,其特征在于,所述的列车自动控制系统包括地面控制中心ROC和车载设备,所述的地面控制中心ROC分别与调度中心设备、联锁设备、卫星定位差分设备和车载设备连接,所述的车载设备与应答器设备、ROC设备、轨道电路设备连接;

所述的车载设备包括主控单元、轨道电路信息接收单元、应答器信息接收单元、数据记录单元、无线传输单元、测速测距处理单元、GPS/北斗接口单元、车载DMI、GPS/北斗定位单元、车载电台、轨道电路天线、速度传感器、应答器天线和雷达,所述的主控单元分别与轨道电路信息接收单元、应答器信息接收单元、数据记录单元、无线传输单元、测速测距处理单元、GPS/北斗接口单元、车载DMI连接,所述的轨道电路信息接收单元与轨道电路天线连接,所述的应答器信息接收单元与应答器天线连接,所述的无线传输单元与车载电台连接,所述的测速测距处理单元分别与速度传感器和雷达连接,所述的GPS/北斗接口单元与GPS/北斗定位单元连接;

所述的车载设备将高精测速测距单元与卫星定位一起用于定位计算,可采用卡尔曼滤波算法融合测速测距信息和卫星定位信息,得到更高精度的定位信息;

所述的车载设备内部存储有电子地图数据,并实时与地面控制中心ROC校验,当发现地图数据与地面不一致时,应进行导向安全侧处理,并向地面控制中心ROC请求地图信息;

所述的车载设备具备接收应答器信息的功能,车载设备从ROC设备接收道岔信息,或者通过在股道部署定位应答器取代从联锁接收道岔信息;

所述的车载设备根据从地面控制中心ROC接收的轨道电路占用信息、临时限速信息,结合自身存储的地图信息、定位信息,依据这些信息计算制动曲线,进行列车运行速度监控;

所述的车载设备根据运营计划信息,在安全授权的监控下,根据车载的定位信息和地图信息,实现自动驾驶功能;

当地面已设置有轨道电路设备时,本系统具备读取轨道电路发码信息的能力,以实现区段占用检查和列车完整性检查;

通过站场拓扑数据,结合在线道岔信息和地图数据,列车可对自身经过的路径进行推理,获知进入的股道和线路信息,列车可获取当前驶入的股道信息,进入的线路编号数据,通过地图数据,车载设备更精确的实现定位;

一个调度中心设备管辖范围内只部署一个地面控制中心;

车载设备从联锁设备读取轨道电路设备,从轨道电路设备处获得安全授权信息,得知线路中列车占用情况。

2. 根据权利要求1所述的一种面向中国重载铁路的轻量化列车自动控制系统,其特征在于,所述的地面控制中心ROC与车载设备通过GSM-R无线通道进行通信;

所述的地面控制中心ROC用于下发运营计划信息、临时限速信息、道岔信息、差分信息;同时,所述的地面控制中心ROC从车载设备获取当前列车位置信息、临时限速请求信息。

3. 根据权利要求1所述的一种面向中国重载铁路的轻量化列车自动控制系统,其特征在于,所述的地面控制中心ROC与联锁设备通过数字安全网进行通信;

所述的地面控制中心ROC从联锁设备接收道岔信息,供车载设备判定站内运行路径。

4. 根据权利要求1所述的一种面向中国重载铁路的轻量化列车自动控制系统,其特征

在于,所述的地面控制中心ROC通过数字专用通道与调度中心设备进行通信;

所述的地面控制中心ROC与调度中心设备通信,用于获取运营计划信息和临时限速信息,并周期性的与调度中心设备校验临时限速信息的一致性。

5.根据权利要求1所述的一种面向中国重载铁路的轻量化列车自动控制系统,其特征  
在于,所述的地面控制中心ROC与卫星定位差分设备通信,用于获取卫星定位差分信息。

6.根据权利要求1所述的一种面向中国重载铁路的轻量化列车自动控制系统,其特征  
在于,所述的地面控制中心ROC与车载设备周期性交互地图和临时限速信息,并根据车载设备请求,回复对应的信息。

7.根据权利要求1所述的一种面向中国重载铁路的轻量化列车自动控制系统,其特征  
在于,所述的地面控制中心ROC具有虚拟信号管理功能:

当现场不具备部署轨道电路条件时,地面控制中心ROC将线路划分成若干虚拟闭塞分区,每个闭塞分区对应一个虚拟信号机;地面控制中心ROC接收列车的车载位置报告信息,当虚拟闭塞分区中存在列车占用时,地面控制中心ROC可设置对应虚拟信号为关闭状态;

地面控制中心ROC同时支持对列车位置进行猜测,当列车失去位置或者与地面控制中心ROC通信中断时,对于没有设置轨道电路的区域,地面控制中心ROC根据信号开放、道岔位置信息,将列车可能进入的区域设置为封锁状态,并关闭对于的虚拟信号机,防止其他列车驶入虚拟闭塞分区。

8.根据权利要求1所述的一种面向中国重载铁路的轻量化列车自动控制系统,其特征  
在于,所述的车载设备有四种车载模式:

ATO模式,当列控车载设备具备列控所需的全部基本数据时,其中全部基本数据包括列车数据、行车许可、地图数据、道岔数据、定位信息完全且精度满足设定阈值,列控车载设备已具备生成目标距离连续速度控制模式曲线的能力,此时,按下ATO使能按钮,进入ATO自动驾驶模式;

降级模式,当ATO模式条件不具备的时候,且手柄隔离位不在“隔离”位,进入降级模式,当ATO模式条件满足后,应自动进入ATO模式,此时,可沿用LKJ控车的传统模式;

隔离模式,在车载设备需要被隔离,车载设备所在机车担当非本务牵引者或补机任务情况下,将隔离开关操作到“隔离”位,隔离车载设备的制动输出,车载设备仅显示部分人机界面信息和进行必要的信息记录,隔离模式下,车载设备不承担控车责任;

待机模式,当车载设备上电且开启驾驶台,车载设备执行自检和外部设备测试正确后,自动处于待机模式;进入待机模式后,在DMI上输入司机号/副司机号以及车次号、客/货类型、总重、量数、车长的列车数据,允许司机人工选择上/下行载频数据,待流程结束后,车载具备启车条件;待机模式下车载设备禁止列车移动;

当地面已设置有轨道电路设备时,本系统应具备读取轨道电路发码信息的能力,以实现区段占用检查和列车完整性检查,充分复用既有线路设备,降低建设和运营成本。

## 一种面向中国重载铁路的轻量化列车自动控制系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及自动列车运行装置ATO,尤其是涉及一种面向中国重载铁路的轻量化列车自动控制系统。

### 背景技术

[0002] 根据2005年国际重载运输协会对重载运输定义的修订:重载铁路是列车重量至少达到8000t、轴重(计划轴重)为27t及以上、在至少150km线路区段上单线年运量大于4000万吨三项条件中两项的铁路。发展重载铁路对提高中国铁路的运输能力、满足日益增长的运输需求具有重要现实意义。

[0003] 目前,中国重载铁路运输中自动化水平低,没有装备有自动驾驶设备,牵引制动依赖于司机控制,司机的劳动强度大,尤其是在拔起高度大的区域,需要司机长时间集中精力操纵列车,使得运营效率和系统安全性有较大的提升空间。同时,货物运输对运营成本和运营效率都有较高的要求,要求自动驾驶系统尽可能的降低成本。另一方面,中国是世界上少有的几个装备有30000吨重载列车的国家之一,根据中国铁路总公司预测,到2020年,中国货运量将达到47.9亿吨,对重载铁路运输效率提出了更高的要求。

[0004] 已有的解决方案,需要投入较多的轨旁定位和控制设备。且不考虑临时限速、运营计划等因素。也没有充分利用既有重载信号系统中可以复用的部分。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种面向中国重载铁路的轻量化列车自动控制系统。

[0006] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0007] 一种面向中国重载铁路的轻量化列车自动控制系统,该系统分别与调度中心设备、联锁设备、卫星定位差分站设备和应答器设备连接,所述的列车自动控制系统包括地面控制中心ROC和车载设备,所述的地面控制中心ROC分别与调度中心设备、联锁设备、卫星定位差分站设备和车载设备连接,所述的车载设备与应答器设备连接;

[0008] 所述的列车自动控制系统具有安全防护功能、运营计划管理功能、临时限速管理功能和自动驾驶功能。

[0009] 优选地,所述的地面控制中心ROC与车载设备通过GSM-R无线通道进行通信;

[0010] 所述的地面控制中心ROC用于下发运营计划信息、临时限速信息、道岔信息、差分信息;同时,所述的地面控制中心ROC从车载设备获取当前列车位置信息、临时限速请求信息。

[0011] 优选地,所述的地面控制中心ROC与联锁设备通过数字安全网进行通信;

[0012] 所述的地面控制中心ROC从联锁设备接收道岔信息,供车载设备判定站内运行路径。

[0013] 优选地,所述的地面控制中心ROC通过数字专用通道与调度设备进行通信;

[0014] 所述的地面控制中心ROC与调度中心设备通信,用于获取运营计划信息和临时限速信息,并周期性的与调度中心进行数据一致性校验。

[0015] 优选地,所述的地面控制中心ROC与卫星定位差分站设备通信,用于获取卫星定位差分信息。

[0016] 优选地,所述的地面控制中心ROC与车载设备周期性交互地图和临时限速信息,并根据车载设备请求,回复对应的信息。

[0017] 优选地,所述的地面控制中心ROC具有虚拟信号管理功能:

[0018] 当现场不具备部署轨道电路条件时,地面控制中心ROC将线路划分成若干虚拟闭塞分区,每个闭塞分区对应一个虚拟信号机;地面控制中心ROC接收列车的车载位置报告信息,当虚拟闭塞分区中存在列车占用时,地面控制中心ROC可设置对应虚拟信号为关闭状态;

[0019] 地面控制中心ROC同时支持对列车位置进行猜测,当列车失去位置或者与地面控制中心ROC通信中断时,对于没有设置轨道电路的区域,地面控制中心ROC根据信号开放、道岔位置信息,将列车可能进入的区域设置为封锁状态,并关闭对应的虚拟信号机,防止其他列车驶入虚拟闭塞分区。

[0020] 优选地,所述的车载设备包括主控单元、轨道电路信息接收单元、应答器信息接收单元、数据记录单元、无线传输单元、测速测距处理单元、GPS/北斗接口单元、车载DMI、GPS/北斗定位单元、车载电台、轨道电路天线、速度传感器、应答器天线和雷达,所述的主控单元分别与轨道电路信息接收单元、应答器信息接收单元、数据记录单元、无线传输单元、测速测距处理单元、GPS/北斗接口单元、车载DMI连接,所述的轨道电路信息接收单元与轨道电路天线连接,所述的应答器信息接收单元与应答器天线连接,所述的无线传输单元与车载电台连接,所述的测速测距处理单元分别与速度传感器和雷达连接,所述的GPS/北斗接口单元与GPS/北斗定位单元连接。

[0021] 优选地,所述的车载设备将高精测速测距单元与卫星定位一起用于定位计算,可采用卡尔曼滤波算法融合测速测距信息和卫星定位信息,得到更高精度的定位信息;

[0022] 所述的车载设备内部存储有电子地图数据,并实时与地面控制中心ROC校验,当发现地图数据与地面不一致时,应进行导向安全侧处理,并向地面控制中心ROC请求地图信息;

[0023] 所述的车载设备具备接收应答器信息的功能,车载设备从ROC设备接收道岔信息,或者通过在股道部署定位应答器取代从联锁接收道岔信息;

[0024] 所述的车载设备根据从地面控制中心ROC接收的轨道电路占用信息、临时限速信息,结合自身存储的地图信息、定位信息,依据这些信息计算制动曲线,进行列车运行速度监控;

[0025] 所述的设备根据运营计划信息,在安全授权的监控下,根据车载的定位信息和地图信息,实现自动驾驶功能。

[0026] 优选地,所述的车载设备有四种车载模式:

[0027] ATO模式,当列控车载设备具备列控所需的全部基本数据时,其中全部基本数据包括列车数据、行车许可、地图数据、道岔数据、定位信息完全且精度满足设定阈值,列控车载设备已具备生成目标距离连续速度控制模式曲线的能力,此时,按下ATO使能按钮,进入ATO

自动驾驶模式；

[0028] 降级模式,当ATO模式条件不具备的时候,且手柄隔离位不在“隔离”位,进入降级模式,当ATO模式条件满足后,应自动进入ATO模式,此时,可沿用LKJ控车的传统模式;

[0029] 隔离模式,在车载设备需要被隔离,车载设备所在机车担当非本务牵引者或补机任务情况下,将隔离开关操作到“隔离”位,隔离车载设备的制动输出,车载设备仅显示部分人机界面信息和进行必要的信息记录,隔离模式下,车载设备不承担控车责任;

[0030] 待机模式,当车载设备上电且开启驾驶台,车载设备执行自检和外部设备测试正确后,自动处于待机模式;进入待机模式后,在DMI上输入司机号/副司机号以及车次号、客/货类型、总重、量数、车长的列车数据,允许司机人工选择上/下行载频数据,待流程结束后,车载具备启车条件;待机模式下车载设备禁止列车移动;

[0031] 当地面已设置有轨道电路设备时,本系统应具备读取轨道电路发码信息的能力,以实现区段占用检查和列车完整性检查,充分复用既有线路设备,降低建设和运营成本。

[0032] 与现有技术相比,本发明具有以下创新点:

[0033] (1) 列车存储地图数据,尤其是存储有站场拓扑数据(CTCS-2、CTCS-3中,列车无需获知站场中道岔、区段、信号机等设备之间的拓扑关系,地面设备将相关数据处理成直线后控车运行)。基于此,本方案可以摆脱传统的通过真实或者虚拟的应答器束缚。

[0034] 列车行驶前,向发车测试服务器申请获得地图数据。由于车载存储有地图数据,所以,与既有方案相比,列车需新增周期性与ROC校验地图数据的功能。

[0035] 通过站场拓扑数据,结合地面的道岔位置信息(结合在线道岔信息和地图数据,列车可对自身经过的路径进行推理,获知进入的股道和线路信息,从而摆脱对应答器的依赖),列车可获取当前驶入的股道信息,进入的线路编号数据,弥补卫星定位的不足。通过地图数据,尤其是侧线地图描述数据,车载设备可更精确的实现定位。

[0036] (2) 将运营计划发送至车载设备。列车可根据运营计划行车。运营计划的发送方式可参考目前铁总的CTCS-2+ATO方案中临时限速服务器中运营计划的发送方式。

[0037] (3) 复用中国重载铁路中已部署的轨道电路资源,实现列车占用检查和完整性检查,充分保障安全性。降低对新增设备的成本要求。

[0038] (4) 复用了中国重载铁路已有的联锁设备,通过ROC设备将联锁设备提供的道岔信息发送至车载设备,车载可通过道岔位置,结合卫星定位,实现精准定位,减少了对应答器的依赖。

[0039] (6) 地面设置中心级的控制设备:ROC设备,负责将地面数据发送至车载设备,并接收车载数据。一个调度中心管辖范围内原则上只部署一个地面控制中心,减少地面控制设备部署量。ROC设备具备运营计划管理、临时限速管理、虚拟信号管理、道岔信息转发、差分信息转发的功能。

[0040] (7) 车载设备采用卡尔曼滤波算法融合测速测距单元与双模卫星定位数据(北斗+GPS),实现对列车位置的精准定位,应用于中国重载列车定位。

[0041] (8) 北斗、GPS双模定位功能。车载设备可同时接收北斗和GPS卫星信号并进行处理,通过差异化卫星定位数据来源,提高定位精度和安全性。

[0042] (9) 具备临时限速功能。现有中国重载列车控制方案中,临时限速,本方案在重载列车控制中,提出临时限速下发功能。列车可根据临时限速命令行车,提高突发情况下的行

驶安全性。

[0043] 考虑到重载既有的调度设备中心不具备临时限速拟制和相关管理功能,ROC还具备临时限速操作管理界面以及其他CTCS-2中调度中心临时限速管理功能,从而进一步降低了对既有调度中心设备改造成本。

[0044] (10) 具备ATO自动驾驶功能。重载铁路中,司机疲劳强度大,亟需自动驾驶功能。本系统可根据运营计划,由ATO设备控车运营,ATO设备对列车的控制完全处于ATP设备的速度控制曲线之下,通过ATP保证行车安全。

[0045] (11) 同时支持具备轨道电路条件的真实闭塞分区技术,以及没有轨道电路情况下的虚拟闭塞分区技术。没有轨道电路时,可在逻辑上,将线路划分为若干闭塞分区,并根据车载位置报告开放或者关闭虚拟信号机;当没有轨道电路时,列车完整性检查需借助于列尾设备完成。

[0046] 具体优点如下:

[0047] (1) 轻量化。本方案采用卫星定位技术,以及通过列车存储线路地图数据可减少定位应答器以及线路数据发送用应答器的部署量。本方案中的ROC设备为中心级设备,可同时多个站进行管理,并通过无线设备与车载进行通信。从而,减少了地面设备的部署量。

[0048] 本方案复用既有轨道电路设备,可降低地面设备的投入量。

[0049] 整个系统支持虚拟闭塞以及完整性自主检测设备,后续改造中,可以进一步简化轨道电路的设置。

[0050] (2) 安全。通过由设备自动驾驶,替代人工操作,本方案可大大提高系统的安全性。

[0051] 本方案通过接收地面轨道电路授权信息,避免列车相撞、地面设备发生破坏等危害的发生。同时,可通过轨道电路实现列车完整性检查。

[0052] 通过地图数据上车,列车可以更快捷的获知运行前方线路的坡度、弯度等线路固有属性信息,防止出现固定限速超速的情况。并通过与地面的周期性校验,及时获取地图数据的更新信息。

[0053] 通过完善的临时限速管理机制,由设备进行临时限速一致性校验、下发、管理,从而避免运行速度超出临时限速允许速度。

[0054] 对于安全数据通信,应采用符合欧洲安全标准以及铁总相关规定的通信协议进行通信。ROC设备与车载控制设备应满足铁路信号产品安全设备的要求。

[0055] (3) 高效。运营计划由调度中心,通过ROC设备,自动下达至车载设备。ATO设备根据运营计划自动驾驶列车运营。本方案与人控车相比,可以大幅度的提高运营效率。

## 附图说明

[0056] 图1为本发明的结构示意图;

[0057] 图2为本发明车载设备的结构示意图;

[0058] 图3为本发明正线接车场景的示意图;

[0059] 图4为本发明正线接车的控制示意图;

[0060] 图5为本发明侧线发车的控制示意图;

[0061] 图6为本发明ATP防护的控制示意图;

[0062] 图7为本发明综合定位的示意图。

## 具体实施方式

[0063] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都应属于本发明保护的范围。

[0064] 结合中国重载铁路信号系统现状,本方案能够提高自动化水平,操作效率,降低司机工作量解决司机劳动强度高,列车控制自动化水平低,运营效率较低等问题。本方案基于卫星定位技术、多模无线通信和线路数据地图等技术实现ATO按计划自动运行的功能,降低了司机的劳动强度。系统可以叠加在既有信号设备的基础上,在不影响现场运营的情况下平滑升级,节约成本,实现效率的提升。本方案可应用于中国重载铁路接车、发车、区间运行的运营场景中,并对ATO在世界重载铁路中的应用起到积极的示范作用。

[0065] 本方案由地面控制中心(ROC)、列车超速防护设备(ATP)、列车自动驾驶设备(ATO)组成。同时,需要借助于既有的调度中心设备(TDCS/CTC)、联锁设备、以及应答器设备(可选;如果选择了联锁发送道岔的方案,可不通过应答器实现股道和复线的定位)。另外,需要在ROC站处设置卫星定位差分设备,在线路中设置必要的应答器设备。ROC设备通过现有的数字专用通道与调度设备进行通信。ROC与车载设备通过GSM-R无线通道进行通信。与联锁设备通过数字安全网进行通信。

[0066] 本方案具备如下功能:

[0067] (1) 安全防护功能,ATP设备计算停车曲线,实现安全防护功能。

[0068] (2) 运营计划管理功能。应能从调度中心接收运营计划,并按运营计划控车运行。具备精准停车功能。

[0069] (3) 临时限速管理功能。应能从调度中心接收临时限速命令,并执行该临时限速命令。

[0070] (4) 自动驾驶功能。ATO设备综合安全授权信息、线路属性、临时限速信息、运营计划信息,输出牵引力,控制列车运行。替代司机驾驶。

[0071] 方案总体结构如图1所示:

[0072] 本方案中各个设备的设计如下:

[0073] (1) ROC为本方案中的地面控制中心设备。根据现场实际情况,一个ROC可管理多个集中站以及区间。ROC需与调度中心设备通信,用于获取运营计划信息和临时限速信息。并与调度中心周期性校验数据的一致性。

[0074] ROC需与联锁设备通信,用于获取道岔信息。

[0075] ROC需与差分设备通信,用于获取卫星定位差分信息。

[0076] ROC需通过无线网络与车载设备通信,用于下发运营计划信息、临时限速信息、道岔信息、差分信息。同时,ROC可从车载设备获取当前列车位置信息、临时限速请求信息。

[0077] ROC还应从联锁接收道岔信息,供车载设备判定站内运行路径。

[0078] ROC设备与车载设备周期性交互地图和临时限速信息,并根据车载请求,回复对应的信息。

[0079] ROC还具备虚拟信号管理。当现场不具备部署轨道电路条件时,ROC设备将线路划分成若干虚拟闭塞分区,每个闭塞分区对应一个虚拟信号机;ROC接收列车的车载位置报告

信息,当虚拟闭塞分区中存在列车占用时,ROC可设置对应虚拟信号为关闭状态。ROC同时支持对列车位置进行猜测,当列车失去位置或者与ROC通信中断时,对于没有设置轨道电路的区域,ROC应根据信号开放、道岔位置信息,将列车可能进入的区域设置为封锁状态,并关闭对于的虚拟信号机,防止其他列车驶入虚拟闭塞分区。

[0080] 上述信息中存在临时限速、道岔等影响安全的信息,因此,ROC应为安全设备,运行于满足EN50126、EN50129、EN50128等欧洲安全标准的安全计算机之上。ROC与上述设备通信时,应采用安全通信协议。ROC应校验输入信息的合法性,当发现非法数据时,应采取导向安全侧的措施。

[0081] (2) 车载设备。

[0082] 车载设备的结构示意图如图2所示:

[0083] 车载设备应具有GPS/北斗卫星定位信息接收设备,通过双模卫星信号提高定位准确度,高精度测速测距定位设备。

[0084] 车载设备将高精测速测距单元与卫星定位一起用于定位计算。可采用卡尔曼滤波算法融合测速测距信息和卫星定位信息,得到更高精度的定位信息。

[0085] 车载设备内部存储有电子地图数据,并实时与地面ROC设备校验,当发现地图数据与地面不一致时,应进行导向安全侧处理,并向ROC设备请求地图信息。

[0086] 考虑到在某些地区,卫星定位不稳定或者精度不满足要求(长大隧道、复线等场景),或者,在股道、复线出站处需提高车辆通过效率,需要应答器辅助定位,车载应具备接收应答器信息的功能。考虑到股道以及的岔区间距离不满足卫星定位的精确度要求,因此,需要ATP设备从ROC设备接收道岔信息(可根据工程实施特点,通过在股道部署定位应答器取代从联锁接收道岔信息)。

[0087] 车载设备根据从地面接收的轨道电路占用信息、临时限速信息,结合自身存储的地图信息、定位信息,依据这些信息计算制动曲线,进行列车运行速度监控。

[0088] ATO设备根据运营计划信息,在安全授权的监控下,根据车载的定位信息和地图信息,实现自动驾驶功能。

[0089] 设计有四种车载模式:

[0090] ATO模式。当列控车载设备具备列控所需的全部基本数据(包括列车数据、行车许可、地图数据、道岔数据、定位信息完全且精度足够)时,列控车载设备已具备生成目标距离连续速度控制模式曲线的能力,此时,司机按下ATO使能按钮,进入ATO自动驾驶模式。

[0091] 降级模式。当ATO模式条件不具备的时候,且手柄隔离位不在“隔离”位,应进入降级模式。当ATO模式条件满足后,应自动进入ATO模式。此时,可沿用LKJ控车的传统模式。

[0092] 隔离模式。在车载设备需要被隔离,车载设备所在机车担当非本务牵引者或补机任务情况下,将隔离开关操作到“隔离”位,隔离车载设备的制动输出,车载设备仅显示部分人机界面信息和进行必要的信息记录。隔离模式下,车载设备不承担控车责任。

[0093] 待机模式。当车载设备上电且开启驾驶室,车载执行自检和外部设备测试正确后,自动处于待机模式;进入待机模式后,司机在DMI上输入司机号/副司机号以及车次号、客/货类型、总重、量数、车长等列车数据,允许司机人工选择上/下行载频等数据,待流程结束后,车载具备启车条件;待机模式下车载设备禁止列车移动。

[0094] (3) 其他信号设备

[0095] 为了完成自动驾驶功能。需要线路中配置有调度中心设备,调度员可通过调度中心编辑、下发、管理临时限速命令和运营计划。

[0096] 需要设置有联锁设备(当进出站信号机处设置有应答器时,可不从联锁设备获取道岔信息)。车载可通过ROC从联锁设备获取道岔信息,从而得知站内的行进路线站内股道信息,以及区间的线路信息。

[0097] 考虑到GPS或者北斗的定位精度,针对复线线路,可在出站口设置定位应答器,用于获知线路编号信息。根据需要,也可在股道出站信号机处设置应答器,用于获取股道编号信息。与既有方案比,本方案的应答器数量大幅度下降,甚至依据现场实际情况,借助于道岔信息,获知行驶路径信息,可完全不需要部署应答器信息。根据实际情况,当从联锁设备读取轨道电路设备。本方案需从轨道电路设备处获得安全授权信息,得知线路中列车占用情况。上述“其他信号设备”均存在于当前重载铁路的信号系统中。

[0098] 机车综合定位系统(LZDX):本系统中,机车以GPS定位、里程计,加速度传感器设备进行融合定位,当遇到较长的隧道、区分复线线路等场景,GPS定位不适用时,可辅助采用应答器定位。当列车侧线进站时,需通过道岔位置,辅助定位出线路信息。当侧线发车时,需通过道岔辅助定位出将要进入的线路信息。

[0099] 在本系统中,ATP系统仅用于ATO运行的安全防护,系统无单独ATP模式可用。

[0100] LKJ行车作为ATO模式的后备模式,热备在线运行。

[0101] 当LZDX中任一信息缺失,或者,定位精度不够时,列车转入降级模式。待相关数据恢复正常后,可自动进入ATO模式。

[0102] 1、正线接车场景,如图3所示。

[0103] 车载设备在前一车站出发时通过无线方式接收线路信息及临时限速信息,以及完整的LZDX所需定位信息,此时,列车进入ATO控车模式。当机车信号为停车信号时,列车在该信号机前停车2分钟后,由司机操作解除停车控制,转入隔离模式,监控列车以不超过20km/h的速度越过该信号机。若因故障ATO模式所需的基本数据不完全时,则车载设备转入降级模式。

[0104] 2、正线接车,如图4所示。

[0105] 正线接车时,在进入本车站前通过无线方式从地面接收线路数据及临时限速信息,获取LZDX相关定位信息。出站信号机未开放,接车进路发HU码。车载设备可根据轨道电路发码信息、综合临时限速、线路属性等信息监控列车最高运行速度。

[0106] 3、侧线发车,如图5所示。

[0107] 列车与ROC校验,在地图数据、临时限速数据正常后,定位信息完整且精度足够,按ATO模式正常行驶,进入站场。其中,车载设备需要通过LZDX中应答器或者道岔信息,可以识别出进入的线路编号。

[0108] 4、地图数据说明

[0109] 本方案中,车载地图数据分如下两种:

[0110] (1)CTCS-2、CTCS-3应答器报文中所含的坡度、分相区等线路属性数据。

[0111] (2)站场拓扑数据。用于描述站场中区段、道岔、信号机设备之间的拓扑连接关系。这部分数据不被包含在CTCS-2、CTCS-3的应答器报文数据中。正是因为车载具备了这部分数据,使得车载设备在多股道和复线情况下也可以实现精确定位;摆脱了应答器这一概念

的束缚。

[0112] 5、ATP防护,如图6所示。

[0113] 本方案中ATP子系统用于在ATO条件下的安全防护实现,采用目标-距离制动算法相同,影响列车运算的信息有:

[0114] 轨道电路四显示发码数据,负责列车占用及完整性检查。

[0115] 临时限速数据。

[0116] 线路固有属性。线路固有限速、坡度、弯道、过岔速度等。

[0117] 列车属性。列车固有限速等。卡斯柯应充分考虑重载列车制动距离长等特性。

[0118] 6、综合定位功能,如图7所示。

[0119] 7、ATO功能

[0120] (1) 在ATP控车曲线下运行,可保障行车安全。

[0121] (2) 可处理经由ROC设备转发的来自调度中心的运营计划,实现按计划自动行车。

[0122] 8、临时限速场景

[0123] 当列车运行前方发生自然灾害,临时施工等状况时,由调度员通过调度中心拟制并下发临时限速命令至ROC,由ROC转发至车载设备。

[0124] 车载设备周期性与ROC校验限速命令对应的单向散列编码(如CRC或者MD5码)信息,当车载设备发现与ROC设备中存储的临时限速对应的不一致时,应制动,导向安全侧。

[0125] 调度员也可在ROC拟制限速命令,而不通过调度中心设备拟制,从而降低系统部署对既有设备的改动量。

[0126] ROC应与调度中心校验临时限速数据,当发现不一致时,应采取导向安全侧的措施,控制列车速度低于许可速度。

[0127] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到各种等效的修改或替换,这些修改或替换都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

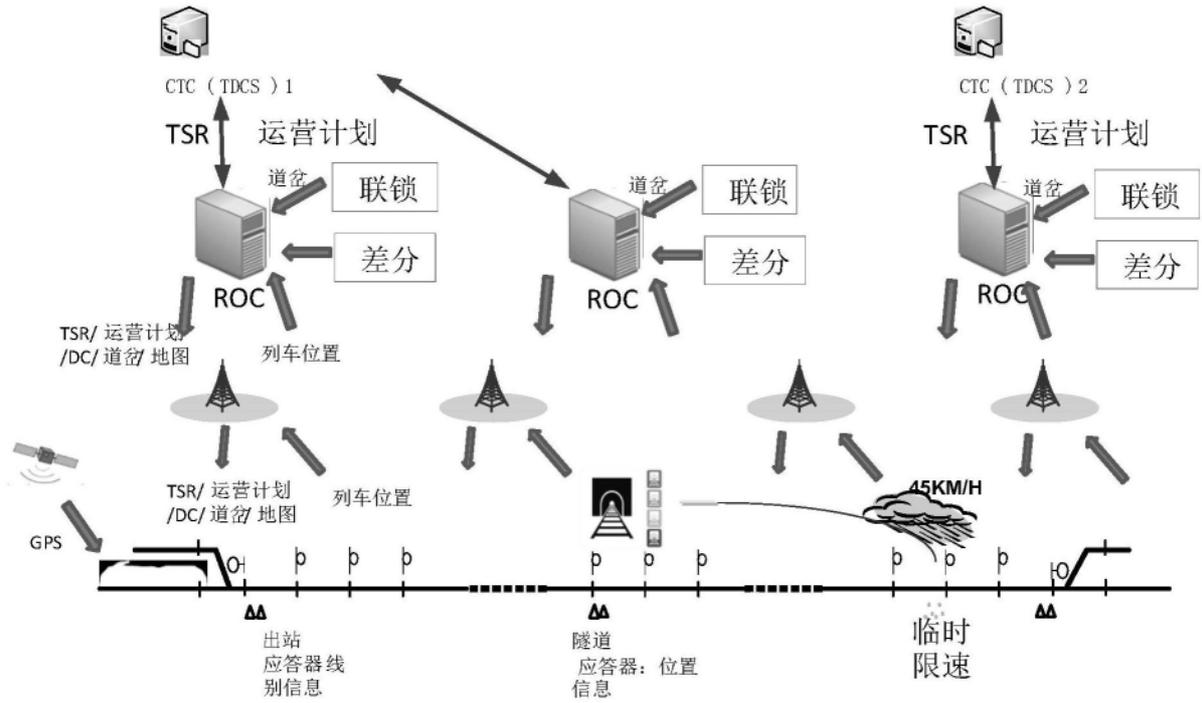


图1

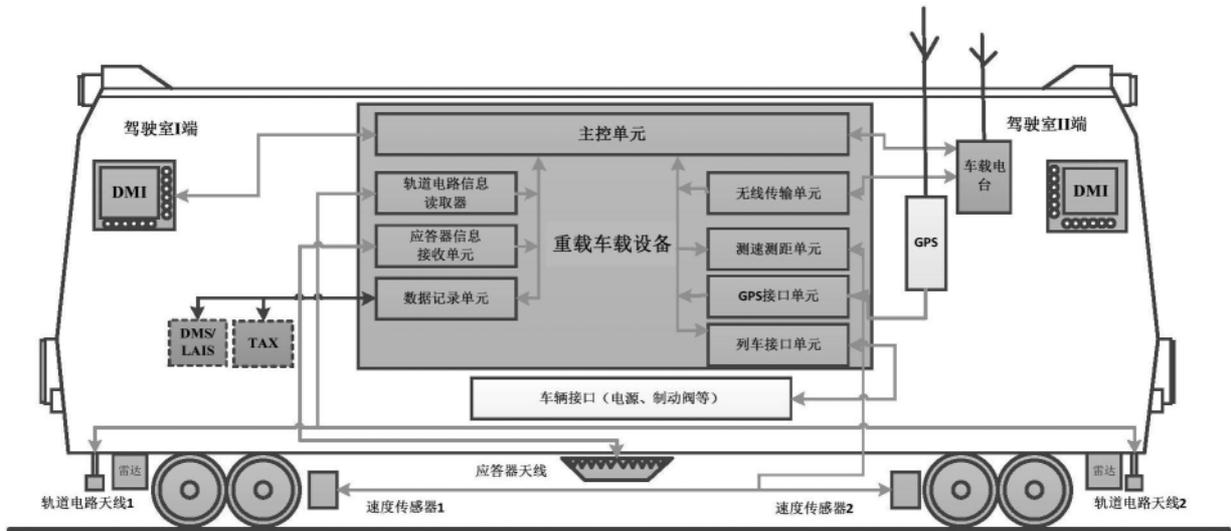


图2

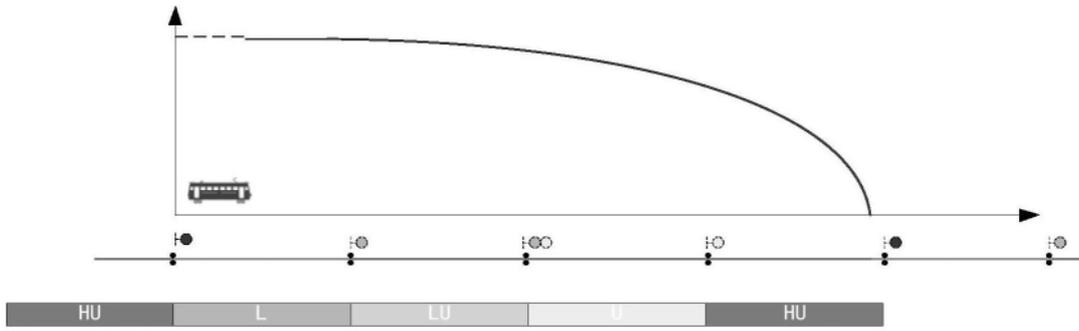


图3

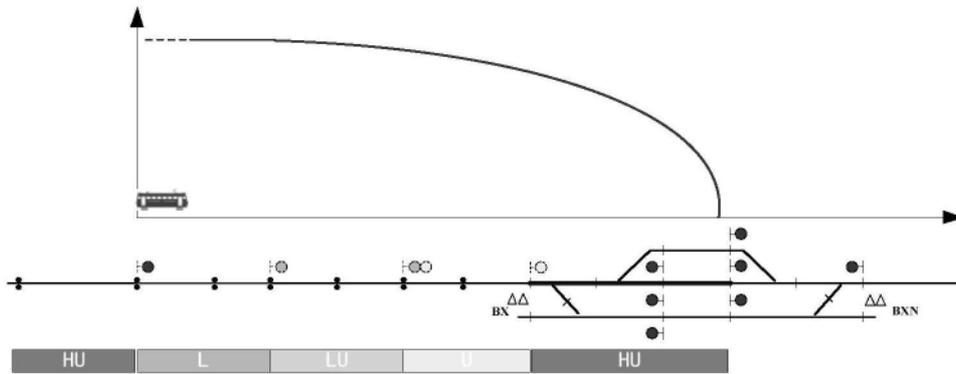


图4

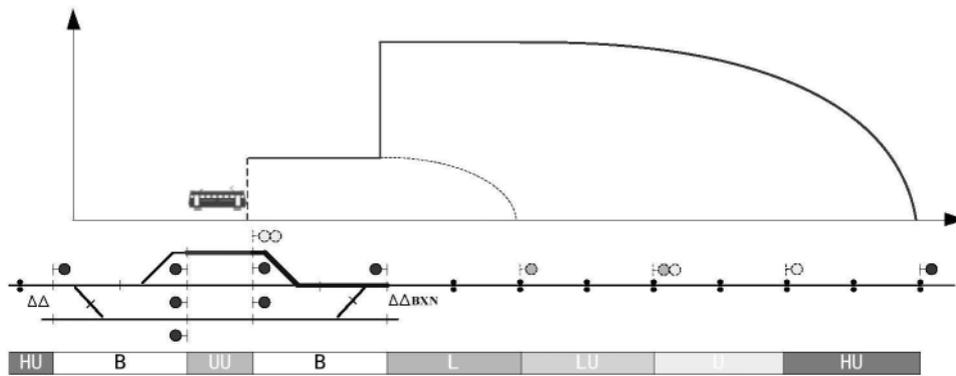


图5

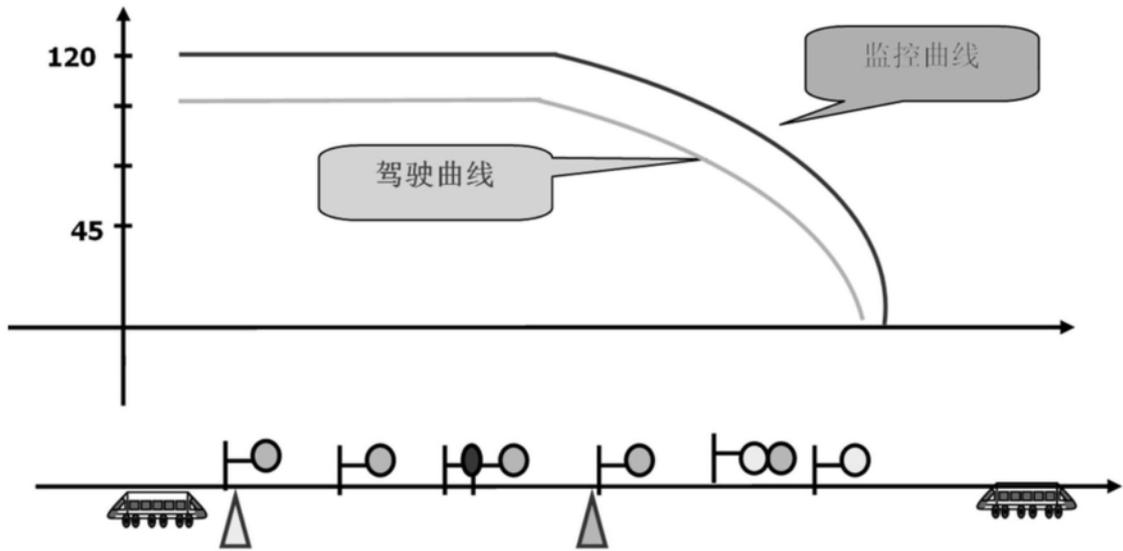


图6

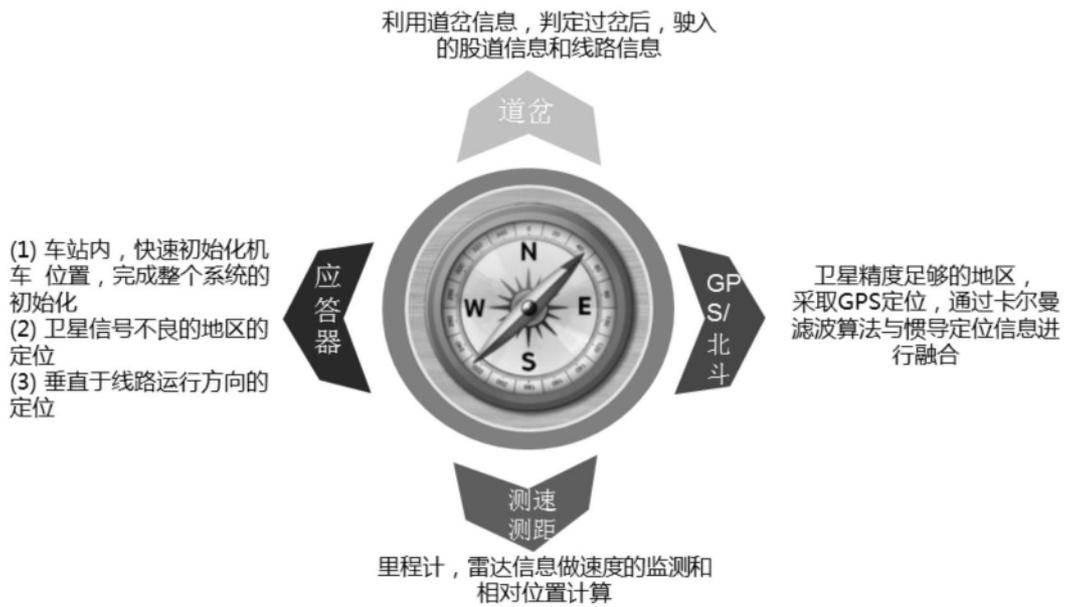


图7