



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107364434 A

(43)申请公布日 2017. 11. 21

(21)申请号 201710074449.6

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2014.09.03

B60T 8/17(2006.01)

(30)优先权数据

B61L 3/12(2006.01)

61/959,729 2013.09.03 US

B61L 25/02(2006.01)

(62)分案原申请数据

B61L 27/00(2006.01)

201480060045.6 2014.09.03

G06K 17/00(2006.01)

(71)申请人 梅特罗姆铁路公司

地址 美国伊利诺伊州

(72)发明人 理查德·C·卡尔森

库尔特·A·甘特尔

马克·W·塞戈纳斯

(74)专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理

有限公司 11291

代理人 黄志华 何月华

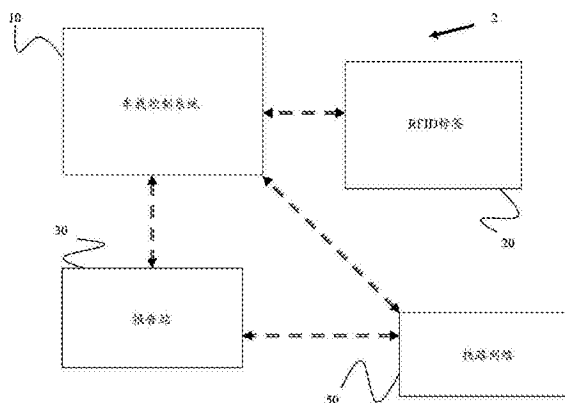
权利要求书3页 说明书25页 附图10页

(54)发明名称

铁路车辆信号执行和分离控制

(57)摘要

本发明涉及铁路车辆信号执行和分离控制。一种用于车辆管理的系统包括控制信号接口子系统和车载子系统。这些子系统中的每一者包括超宽带(UWB)通信部件。所述子系统通过超宽带通信部件彼此通信。所述车载子系统与车辆的刹车系统连接。所述车载子系统基于车载子系统和控制信号接口子系统之间的至少一次通信的飞行时间,确定车载子系统和控制信号接口子系统之间的距离。如果车载子系统和控制信号接口子系统之间的距离小于阈值,则所述车载子系统可使车辆的刹车系统启动。



1. 一种用于车辆管理的系统,其中,所述系统包括:  
包括超宽带 (UWB) 通信部件的控制信号接口子系统;和  
包括超宽带通信部件的车载子系统,其中,所述车载子系统被配置成:  
与所述车辆的刹车系统连接;  
经由所述车载子系统的所述超宽带通信部件而与所述控制信号接口子系统的所述超宽带通信部件进行通信;以及  
基于所述控制信号接口子系统的所述超宽带通信部件和所述车载子系统的所述超宽带通信部件之间的至少一次通信的飞行时间,确定所述车载子系统和所述控制信号接口子系统之间的距离。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述车载子系统还被配置成:如果所述车载子系统和所述控制信号接口子系统之间的距离小于阈值,则生成警报。
3. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述车载子系统还被配置成:如果所述车载子系统和所述控制信号接口子系统之间的距离小于阈值,则使所述车辆的所述刹车系统启动。
4. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述车载子系统还包括:  
射频识别 (RFID) 子系统,所述射频识别子系统被配置成扫描所述车辆外部的至少一个射频识别标签,以检索在所述至少一个射频识别标签上存储的信息;以及  
其中,所述车载子系统还被配置成:基于在所述至少一个射频识别标签上存储的信息,确定所述车载子系统和所述控制信号接口子系统之间的距离。
5. 根据权利要求4所述的系统,其中:  
所述车载子系统还被配置成:基本上连续地接收与所述车辆的速度有关的信息;以及  
所述车载子系统基于在所述至少一个射频识别标签上存储的信息以及所述与所述车辆的速度有关的信息确定在所述车载子系统和所述控制信号接口子系统之间变化的距离。
6. 根据权利要求1所述的系统,还包括:  
所述车辆外部的接入点;以及  
其中,所述车载子系统还被配置成:  
存储与所述车辆的先前行为有关的数据;以及  
向所述接入点传送所述与所述车辆的先前行为有关的数据。
7. 一种用于车辆管理的系统,其中,所述系统包括:  
包括超宽带 (UWB) 通信部件的控制信号接口子系统;  
包括超宽带通信部件的第一车载子系统,其中,所述第一车载子系统被配置成与所述车辆的刹车系统连接;  
包括超宽带通信部件的第二车载子系统,其中,所述第二车载子系统被配置成安装在另一车辆上;以及  
其中,所述第一车载子系统被配置成:  
经由所述第一车载子系统的所述超宽带通信部件而与所述控制信号接口子系统的所述超宽带通信部件进行通信;  
经由所述第一车载子系统的所述超宽带通信部件而与所述第二车载子系统的所述超宽带通信部件进行通信;  
基于所述控制信号接口子系统的所述超宽带通信部件和所述第一车载子系统的所述

超宽带通信部件之间的至少一次通信的飞行时间,确定所述第一车载子系统和所述控制信号接口子系统之间的距离;以及

基于所述第二车载子系统的所述超宽带通信部件和所述第一车载子系统的所述超宽带通信部件之间的至少一次通信的飞行时间,确定所述第一车载子系统和所述第二车载子系统之间的距离。

8. 根据权利要求7所述的系统,其中,所述第一车载子系统还被配置成:

如果所述第一车载子系统和所述控制信号接口子系统之间的距离小于第一阈值,则生成警报;以及

如果所述第一车载子系统和所述第二车载子系统之间的距离小于第二阈值,则生成警报。

9. 根据权利要求7所述的系统,其中,所述第一车载子系统还被配置成:

如果所述第一车载子系统和所述控制信号接口子系统之间的距离小于第一阈值,则使所述车辆的所述刹车系统启动;以及

如果所述第一车载子系统和所述第二车载子系统之间的距离小于第二阈值,则使所述车辆的所述刹车系统启动。

10. 根据权利要求7所述的系统,其中,所述第一车载子系统还包括:

射频识别(RFID)子系统,所述射频识别子系统被配置成扫描所述车辆外部的至少一个射频识别标签,以检索在所述至少一个射频识别标签上存储的信息;以及

其中,所述第一车载子系统还被配置成:基于在所述至少一个射频识别标签上存储的信息,确定所述第一车载子系统和所述控制信号接口子系统之间的距离。

11. 根据权利要求10所述的系统,其中:

所述第一车载子系统还被配置成基本上连续地接收与第一车辆的速度有关的信息;以及

所述第一车载子系统基于在所述至少一个射频识别标签上存储的信息以及所述与第一车辆的速度有关的信息确定在所述第一车载子系统和所述控制信号接口子系统之间变化的距离。

12. 根据权利要求7所述的系统,还包括:

所述车辆外部的接入点;以及

其中,所述第一车载子系统还被配置成:

存储与所述车辆的先前行为有关的数据;以及

向所述接入点传送所述与所述车辆的先前行为有关的数据。

13. 一种用于与车辆的刹车回路连接的车载系统,其中,所述车载系统包括:

开关,所述开关包括配置成连接至所述刹车回路的第一侧的第一触点和配置成连接至所述刹车回路的第二侧的第二触点;以及

至少一个处理器,所述至少一个处理器与所述开关电通信且被配置成:

在未接收到关于驾驶员控制的致动器的状态的信息的情况下自动地确定刹车事件;

当发生所述刹车事件时断开所述开关,从而使所述第一触点与所述第二触点的电连接断开;以及

当结束所述刹车事件时闭合所述开关,从而电连接所述第一触点与所述第二触点。

14. 根据权利要求13所述的车载系统,其中,所述至少一个处理器还被配置成:当发生所述刹车事件时使警报生成。

15. 根据权利要求13所述的车载系统,其中,所述至少一个处理器被配置成:基于驾驶员控制的输入的状态的变化确定所述刹车事件的结束。

16. 一种用于车辆速度管理的系统,其中,所述系统包括:

控制信号接口子系统;以及

车载子系统,所述车载子系统被配置成:

与所述控制信号接口子系统进行通信以接收与所述控制信号的状态对应的信息;

根据所述与所述控制信号的状态对应的信息确定用于所述车辆的行为的规则;以及

观察所述车辆的运行以评估对所述规则的遵守性。

17. 根据权利要求16所述的系统,其中,所述规则对应于所述控制信号的为红色、双红色、黄色、或双黄色中的至少一者的状态。

18. 根据权利要求16所述的系统,其中,所述规则规定用于所述车辆的停止时间持续期。

19. 根据权利要求18所述的系统,其中,所述规则规定用于所述车辆的速度。

20. 根据权利要求19所述的系统,其中,所述规则规定在所述停止时间期满后用于所述车辆的最大速度。

## 铁路车辆信号执行和分离控制

[0001] 本申请是申请日为2014年9月3日、申请号为“201480060045.6”、发明名称为“铁路车辆信号执行和分离控制”的发明专利申请的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请要求2013年9月3日递交的、标题为“Light Rail Control System”的美国临时专利申请No.61/959,729以及2014年9月3日递交的、标题为“Rail Vehicle Signal Enforcement and Separation Control”的美国专利申请No.14/476,338的优先权,这两个专利申请通过引用方式全部并入本文中。

[0004] 联邦资助的研究或开发

[0005] [不适用]

[0006] 共同研究协议

[0007] [不适用]

[0008] 序列表

[0009] [不适用]

### 背景技术

[0010] 当铁路车辆之间没有保持足够的间距时,铁路已经历数次严重的碰撞和其他事故,一些导致死亡。引起铁路碰撞的主要问题包括车辆驾驶员未能对控制点信号(例如停止信号)作出响应。例如,车辆驾驶员可能由于可见度问题、设备误差、驾驶员疾病、或疏忽而没有注意到控制点信号。在这样的情形下,铁路车辆会沿着行进不安全的轨道继续行进,从而潜在地导致灾难性的碰撞和/或事故。

[0011] 联邦铁路管理局(Federal Railroad Administration)建立了被称作主动列车控制(“PTC”)的铁路调控系统。PTC是用于监控和控制列车移动以提供更高的安全性的功能调控系统。然而,PTC是难于实现、尤其在目前可用的技术的条件下难于实现的昂贵系统。对于公共交通系统,PTC通常将增加行进时间、乘客等待时间和降低运载量。

[0012] 此外,当没有合适地保持铁路车辆之间的足够的间距时,在铁路上也可以出现问题。可使用在铁路车辆上安装的各种设备和传感器来监控和保持铁路车辆间距。例如,车辆之间的间距可使用追踪和跟随铁路车辆在铁路轨道上的位置的全球定位系统(“GPS”)进行监控。

[0013] 然而,目前的用于控制和执行铁路车辆分离的方法和系统可存在不足,尤其是在某些环境下。例如,在地下隧道中或者在地道中,铁路车辆可能不具有清晰的天空视野,因此不可以通过GPS方法进行跟踪。因此,对于这种铁路车辆的驾驶员来讲,以对于安全且有效地操作所必需的精确性得知铁路车辆相对于列车轨道上的其他车辆的位置、速度和方位可是困难的。另外,如果没有准确地得知各个铁路车辆的精确位置,则铁路车辆控制系统可能难于合适地执行铁路轨道上的铁路车辆之间的分离。例如,在非GPS区域,PTC可使用里程表进行“推算”,但是可存在准确度下降。该下降在通勤铁路应用中可是严重的,通勤铁路与货运铁路相比具有较小的列车间距。

## 发明内容

[0014] 本技术的一些实施方式提供了一种可安装在铁路车辆上的铁路车辆控制系统。所述铁路车辆控制系统可包括防撞系统,所述防撞系统包括应答器传感器模块。在一些实施方式中,所述应答器传感器模块可操作以与在一个或多个相邻的铁路车辆上和/或一个或多个信号控制点上安装的一个或多个应答器传感器模块通信,以检测所述铁路车辆和相邻的车辆和/或所述信号控制点之间的距离。例如,在本技术的一些方面,所述防撞系统可至少部分地基于信号在所述应答器传感器模块之间行进所花费的时间,检测所述铁路车辆和所述相邻的铁路车辆或信号控制点之间的距离。所述控制系统还可包括射频识别(“RFID”)读取器,该射频识别读取器适于检测在沿着铁路的位置处安装的序列化的RFID标签。在一些方面,所述车辆分离控制系统包括数据收集系统,该数据收集系统可操作以从所述防撞系统和所述RFID读取器获取铁路车辆信息。所述数据收集系统可包括例如数据存储装置。在一些实施方式中,所述铁路车辆控制系统包括与所述防撞系统、所述RFID读取器和所述数据收集系统通信的监督部件。所述监督部件例如可操作以将铁路车辆信息传送给铁路网络。

[0015] 本技术的一些实施方式提供了一种可操作以管理铁路轨道上的铁路车辆分离的铁路控制系统。所述铁路控制系统可包括铁路网络,所述铁路网络维护与所述铁路轨道上的铁路车辆的位置和速度有关的信息。在一些实施方式中,所述铁路控制系统包括在沿着所述铁路轨道的位置处安装的多个序列化的RFID标签。所述铁路控制系统还可包括沿着所述铁路轨道定位的至少一个信号控制点。每个信号控制点可操作以显示可被铁路车辆驾驶员看到的信号。在一些实施方式中,所述信号控制点包括可操作以发送和接收无线信号的车站应答器传感器模块。每个信号控制点也可操作以与所述铁路网络通信。一些实施方式还包括可在铁路车辆上安装的车载系统。所述车载系统可包括车辆应答器传感器模块,该车辆应答器传感器模块可操作以与在信号控制点中安装的车站应答器传感器模块通信进而检测所述铁路车辆和所述信号控制点之间的距离。所述车载系统还可包括RFID读取器,该RFID读取器适于检测沿着所述铁路轨道安装的序列化的RFID标签。在一些实施方式中,所述车载系统还包括与所述车辆应答器传感器模块和所述RFID读取器通信的数据收集系统。所述数据收集系统还可包括数据存储装置。在一些方面,所述车载系统还包括可操作以与所述铁路网络通信的监督部件。在本技术发明的一些实施方式中,所述车载系统基于通过所述RFID读取器所检测到的序列化的RFID标签获取与所述铁路车辆正在行进的所述铁路轨道、所述铁路车辆位置和所述铁路车辆速度有关的车辆信息。在一些实施方式中,所述车载系统也可将所述车辆信息传送给所述铁路网络。

[0016] 本发明还提供了一种用于确定正在铁路轨道上行进的铁路车辆的速度和位置的方法。所述方法可包括利用安装在所述铁路车辆上的RFID读取器检测沿着铁路轨道安装的第一序列化的RFID标签的步骤,其中,所述第一序列化的RFID标签在第一时间(例如,时间 $t_1$ )处被检测。所述方法还可包括利用所述RFID读取器检测沿着所述铁路轨道安装的第二序列化的RFID标签的步骤,其中,所述第二序列化的RFID标签在第二时间(例如,较早的或较晚的时间 $t_2$ )处被检测。所述方法还可包括查找数据库以获取与所述第一序列化的RFID标签和所述第二序列化的RFID标签的位置有关的信息的步骤。在一些实施方式中,所述方

法包括：至少部分地基于与所述第一序列化的RFID标签和所述第二序列化的RFID标签的位置有关的信息，确定车辆位置信息。所述方法的一些实施方式还可包括：至少部分地基于所述第一RFID标签的位置和所述第一时间、以及所述第二RFID标签的位置和所述第二时间，确定车辆速度信息。所述方法还可包括将所述车辆位置信息和所述车辆速度信息传送给铁路网络的步骤，例如经由沿着铁路轨道安装的报告站将所述信息传送给铁路网络。

[0017] 本发明的一些实施方式还提供了一种用于使铁路车辆遵守控制信号的方法。所述方法包括经由信号控制点传送控制信号的步骤。在一些方面，所述方法包括使用防撞系统检测铁路车辆和所述信号控制点之间的距离的步骤。在一些实施方式中，确定距离的步骤可例如至少部分地基于信号在所述铁路车辆上的应答器传感器模块和在所述信号控制点上的应答器传感器模块之间行进所花费的时间。所述防撞系统可包括例如在所述铁路车辆和所述信号控制点中的每一者上安装的一个或多个应答器传感器模块。在一些实施方式中，所述方法包括以下步骤：当所述防撞系统检测到所述铁路车辆接近正在传送停止信号的信号控制点时，经由警报系统对所述铁路车辆产生警报信号。在一些实施方式中，所述方法还可包括以下步骤：当所述防撞系统检测到所述铁路车辆未观察到由所述信号控制点所传送的停止信号时，自动地使所述铁路车辆刹车。

[0018] 本技术的一些实施方式提供了一种用于车辆管理的系统。所述系统包括控制信号接口子系统，所述控制信号接口子系统包括超宽带(UWB)通信部件。所述系统还包括车载子系统，所述车载子系统包括UWB通信部件。所述车载子系统配置成：与所述车辆的刹车系统连接；经由所述车载子系统的UWB通信部件而与所述控制信号接口子系统的UWB通信部件通信；以及基于所述控制信号接口子系统的UWB通信部件与所述车载子系统的UWB通信部件之间的至少一次通信的飞行时间，确定所述车载子系统和所述控制信号接口子系统之间的距离。

[0019] 根据一技术，所述车载子系统还配置成：如果所述车载子系统和所述控制信号接口子系统之间的距离小于阈值，则生成警报。根据另一技术，所述车载子系统还配置成：如果所述车载子系统和所述控制信号接口子系统之间的距离小于阈值，则使所述车辆的刹车系统启动。根据另一技术，所述车载子系统还包括：射频识别(RFID)子系统，该RFID子系统配置成扫描所述车辆外部的至少一个RFID标签，以检索在所述至少一个RFID标签上存储的信息。在该技术中，所述车载子系统还配置成：基于在所述至少一个RFID标签上存储的所述信息，确定所述车载子系统和所述控制信号接口子系统之间的距离。根据另一技术，所述车载子系统还配置成：基本上连续地接收与所述车辆的速度有关的信息。所述车载子系统基于在所述至少一个RFID标签上存储的信息以及与所述车辆的速度有关的信息确定在所述车载子系统和所述控制信号接口子系统之间变化的距离。根据另一技术，所述系统还包括所述车辆外部的接入点。在该技术中，所述车载子系统还配置成：存储与所述车辆的先前行为有关的数据；以及向所述接入点传送所述与所述车辆的先前行为有关的数据。

[0020] 本技术的一些实施方式提供了一种用于车辆管理的系统，包括：包括超宽带(UWB)通信部件的控制信号接口子系统；包括UWB通信部件的第一车载子系统，其中，所述第一车载子系统配置成与所述车辆的刹车系统连接；以及包括UWB通信部件的第二车载子系统，其中，所述第二车载子系统配置成安装在另一车辆上。所述第一车载子系统配置成：经由所述第一车载子系统的UWB通信部件而与所述控制信号接口子系统的UWB通信部件通信；经由所

述第一车载子系统的UWB通信部件而与所述第二车载子系统的UWB通信部件通信;基于所述控制信号接口子系统的UWB通信部件和所述第一车载子系统的UWB通信部件之间的至少一次通信的飞行时间,确定所述第一车载子系统和所述控制信号接口子系统之间的距离;以及基于所述第二车载子系统的UWB通信部件和所述第一车载子系统的UWB通信部件之间的至少一次通信的飞行时间,确定所述第一车载子系统和所述第二车载子系统之间的距离。

[0021] 根据一种技术,所述第一车载子系统还配置成:如果所述第一车载子系统和所述控制信号接口子系统之间的距离小于第一阈值,则生成警报;以及,如果所述第一车载子系统和所述第二车载子系统之间的距离小于第二阈值,则生成警报。根据另一技术,所述第一车载子系统还配置成:如果所述第一车载子系统和所述控制信号接口子系统之间的距离小于第一阈值,则使所述车辆的刹车系统启动;以及,如果所述第一车载子系统和所述第二车载子系统之间的距离小于第二阈值,则使所述车辆的刹车系统启动。根据一技术,所述第一车载子系统还包括:射频识别(RFID)子系统,该RFID子系统配置成扫描所述车辆外部的至少一个RFID标签,以检索在所述至少一个RFID标签上存储的信息;并且其中,所述第一车载子系统还配置成:基于在所述至少一个RFID标签上存储的所述信息,确定所述第一车载子系统和所述控制信号接口子系统之间的距离。所述第一车载子系统还配置成:基本上连续地接收与第一车辆的速度有关的信息;以及所述第一车载子系统可基于在所述至少一个RFID标签上存储的信息以及与所述第一车辆的速度有关的信息确定在所述第一车载子系统和所述控制信号接口子系统之间变化的距离。根据一种技术,所述系统包括所述车辆外部的接入点。所述第一车载子系统还配置成:存储与所述车辆的先前行为有关的数据;以及向所述接入点传送所述与所述车辆的先前行为有关的数据。

[0022] 本技术的一些实施方式提供了一种用于与车辆的刹车回路连接的车载系统,其中,所述车载系统包括:开关,所述开关包括配置成连接至所述刹车回路的第一侧的第一触点和配置成连接至所述刹车回路的第二侧的第二触点;和与所述开关电通信的至少一个处理器。所述至少一个处理器配置成:在未接收到关于驾驶员控制的致动器的状态的信息的情况下自动地确定刹车事件;当发生所述刹车事件时断开所述开关,从而使所述第一触点与所述第二触点的电连接断开;以及,当结束所述刹车事件时闭合所述开关,从而使所述第一触点与所述第二触点电连接。根据一种技术,所述至少一个处理器还配置成:当发生所述刹车事件时使警报生成。根据另一技术,所述至少一个处理器配置成:基于驾驶员控制的输入的状态的变化确定所述刹车事件的结束。

[0023] 本技术的一些实施方式提供了一种用于车辆速度管理的系统,其中所述系统包括:控制信号接口子系统和车载子系统。所述车载子系统配置成:与所述控制信号接口子系统通信以接收与所述控制信号的状态对应的信息;根据所述与所述控制信号的状态对应的信息确定用于所述车辆的行为的规则;以及,观察所述车辆的运行以评估对所述规则的遵守性。根据一种技术,所述规则对应于所述控制信号的为红色、双红色、黄色、或双黄色中的至少一者的状态。根据另一技术,所述规则规定了用于所述车辆的停止时间持续期。所述规则可规定用于所述车辆的速度。所述规则可规定在所述停止时间期满后用于所述车辆的最大速度。

## 附图说明



[0024] 图1为根据本技术的至少一个实施方式的用于执行铁路轨道上的铁路车辆的分离的铁路控制系统的框图。

[0025] 图2示出根据本技术的至少一个实施方式的在配备有分离控制系统的铁路线路上的铁路车辆的俯视图。

[0026] 图3示出根据本技术的至少一个实施方式的所使用的集成信号控制点的示例。

[0027] 图4为根据本技术的至少一个实施方式的所使用的车载控制系统的框图。

[0028] 图5为根据本技术的至少一个实施方式的所使用的防撞系统的框图。

[0029] 图6示出在铁路线路上行进的铁路车辆,该车辆配备有根据本技术的至少一个实施方式的控制系统。

[0030] 图7为根据本技术的至少一个实施方式的用于确定在铁路轨道上的铁路车辆的速度和位置的方法的流程图。

[0031] 图8为根据本技术的至少一个实施方式的用于使铁路车辆遵守控制信号的方法的流程图。

[0032] 图9示出根据本技术的至少一个实施方式的所使用的车载控制系统的框图。

[0033] 图10示出根据本技术的至少一个实施方式的控制信号接口子系统的框图。

[0034] 当结合附图阅读时,本申请的一些技术的上述概括以及下面的详细描述将得到更好的理解。出于说明的目的,一些技术在附图中示出。然而,应当理解,权利要求不限于附图中所示出的布置和机构。

### 具体实施方式

[0035] 本发明总体涉及铁路车辆控制系统和方法。更具体地,本发明描述了用于遵守铁路信号、执行铁路速度限制、控制和执行铁路线上的铁路车辆分离、或者对于铁路工作者或恶化的铁路条件的暂时限速执行的系统和方法,例如,在轻轨线上。

[0036] 本发明涉及控制铁路线的系统和方法。本发明还提出了提供关于铁路轨道上列车的位置和行进速度的信息的技术。例如,本技术提供了用于当铁路车辆以不合适的速率接近控制信号时警告车辆驾驶员并且自动地使这些车辆刹车的系统和方法。本发明可例如结合公共交通(例如轻轨线或通勤线)。然而,本发明绝不是限于公共交通,且可适于与车辆和/或控制信号的任意组合一起使用。本发明还提供了用于执行铁路速度限制(暂时的或永久的)且当铁路车辆超过铁路速度限度时警告车辆驾驶员的系统和方法。

[0037] 轻轨系统通常采用由位于驾驶室的驾驶员手动控制的铁路车辆。通过提供能够被铁路车辆驾驶员观察到的可视化提示、例如可视化信号,铁路可实现在这些铁路车辆之间的安全分离。例如,位于铁路轨道附近(例如,沿着铁路轨道边)的信号控制点和/或报告站可提供用于控制铁路车辆的操作和分离的视觉信号。所述信号控制点可例如通过产生变化颜色的光或可听见的声音来生成信号。例如,信号控制点可提供红灯、黄灯和绿灯,其发信号通知列车驾驶员行进到下一个信号是否是安全的、列车驾驶员是否应该停止(例如,通过显示红灯)、或者列车驾驶员是否应该小心行进或以较低的速度行进(例如,通过显示黄灯)。

[0038] 遗憾的是,人为失误、设备失误、和/或故障信号问题,可导致偶然的不能够恰当地传送和跟随重要的信号。例如,驾驶员可能不能够以及时的方式对铁路轨道上的信号或信

号变化做出响应。另外,能见度条件可导致车辆驾驶员误读、或者不能够读取沿着铁路轨道的信号。这种误读的信号可导致碰撞以及其他的可具有灾难性的后果的事故。因为铁路车辆是以高速度运行的大型物体,因此即使最轻微的冲击和碰撞也能够对于铁路轨道和车辆上以及附近地区的人和财产造成巨大的破坏。这在高人口密度的地区尤其如此,例如在采用非常接近步行区和其他建筑物的公共交通系统的城镇地区。

[0039] 为了解决这些和其他问题,本技术提出了提供针对这些潜在事故的保护措施的保护系统和特征。例如,本技术提供了能够检测何时铁路车辆正在接近或通过正在指示该车辆停止、减慢或者小心行进的信号控制点的系统、方法和特征。本技术还提供了能够自动地使这种车辆刹车或使这种车辆的速度减慢的系统。

[0040] 本发明还描述了检测在同一铁路轨道上铁路车辆的存在以及这些车辆之间的距离的系统和方法。以这样的方式,当车辆之间的距离已超过可接受的安全值时,本技术可有效地警告驾驶员或甚至自动地使车辆刹车。根据例如每个车辆的速度和车辆的相对靠近速度,安全分离距离可以是可变的。

[0041] 本发明还描述了确定铁路车辆是否正在超过铁路速度限度而运行的系统和方法。以这样的方式,本技术可有效地警告驾驶员、自动地使铁路车辆刹车、或者控制铁路车辆从而使得铁路车辆在铁路速度限度内运行。

[0042] 本技术还提供了允许铁路车辆(或铁路车辆驾驶员)确定铁路车辆的位置、运行轨道和速度并且将该信息传送给铁路网络的系统和方法。尤其,本技术提供了在不使用GPS技术的情况下允许确定铁路车辆位置和速度的系统和方法。该特征例如在地下的地铁隧道中可以是有效的,在地铁隧道中,列车不具有与发送GPS信号的卫星进行通信的能力。

[0043] 本技术利用各种各样的功能和技术以监控、控制和执行铁路轨道上铁路车辆之间的分离。例如,在一些实施方式中,本技术将测距技术(诸如超宽带(“UWB”)测距)、RFID标签和探测器、车辆和控制信号控制部分之间的自组织无线网络(ad hoc wireless network)、以及无线的或有线的的数据收集系统结合起来。

[0044] 在一些实施方式中,本技术可利用防撞系统,诸如美国专利申请No.13/474,428和No.14/252,987所公开的防撞系统。通过引用方式并入的美国专利申请No.13/474,428和No.14/252,987,描述了一种允许铁路车辆通信以确定车辆之间的分离距离的系统。

[0045] 本技术可提供应答器传感器模块和/或UWB系统,该应答器传感器模块和/或UWB系统安装在一个或多个列车或铁路车辆上且还可集成到沿着铁路轨道定位的信号控制点和/或报告站(例如,位于轨道旁边的信号控制点)中。以这样的方式,该应答器传感器模块可确定安装有该应答器传感器模块的对象与安装在另一对象(例如,另一铁路车辆或信号控制点)上的另一应答器传感器模块之间的距离。如果铁路车辆违反了预设的分离距离、或者如通过应答器传感器模块计算的在当前车辆速度和/或相对靠近速度的情况下连续计算的距离,则本技术可启动自动刹车功能,以减慢冒犯的一个车辆或多个车辆,从而保持在公共铁路轨道上的铁路车辆之间的安全距离。

[0046] 本技术可使用飞行时间技术,例如在美国专利申请No.13/474,428和No.14/252,987中描述的用以检测铁路车辆之间和/或铁路车辆和其他对象(诸如信号控制点和/或报告站)之间的距离的飞行时间技术。例如,在本技术的一些实施方式中,沿着铁路轨道定位的信号站和/或报告站可配备有防撞系统、应答器传感器模块、UWB系统和/或其他的测距技

术或者无线网络信号发送装置。以这样的方式,当铁路车辆正接近信号控制点时,铁路车辆可与信号控制点通信以警告车辆驾驶员报告站当前正指示的信号。例如,本技术可警告车辆驾驶员铁路车辆正接近指示“停止”信号的信号控制点,驾驶员应开始降低车辆的速度。

[0047] 一些实施方式还提供了RFID系统,其可包括安装在列车上的RFID读取器或者读取头。RFID系统还可包括RFID标签(例如,有源RFID标签和/或无源RFID标签),其可安装在铁路轨道上、沿着铁路轨道或者在铁路轨道附近的位置处。例如,RFID标签可安装在铁路轨道的铁轨或铺设枕木上,或者可替代地,安装在与轨道邻近的结构上。RFID标签可被单独地序列化以用于识别目的,且可用于在数据库中查阅或查找。另外,例如标签可利用特定的数据(诸如速度限度、轨道数目、或者到关联信号的距离)而被编程。以这样的方式,每个RFID标签可与位置相关联,使得当序列化的RFID标签被RFID读取器读取时,该系统能够得知安装有RFID读取器的铁路车辆的位置。而且,提供在铁路轨道上安装的多个RFID标签允许系统在连续读取的RFID标签之间的距离和时间来计算铁轨速度。用于计算速度的基于RFID的技术可以是补充的、备份的速度检测手段。其他潜在的速度确定的主要手段可以是GPS、车载式轮速传感器、和/或对于固定的测距传感器的距离和时间的变化。

[0048] 在一些方面,RFID系统还可识别或确定其正在运行于之上的特定铁路轨道。当铁路车辆正行进在非常接近并行的铁路轨道运行的铁路轨道上时,该特征可以是尤为有用的。例如,如果两辆列车配备有防撞系统且在并行的轨道上彼此靠近,则通过使用RFID系统,铁路车辆或控制系统可确定这两辆车辆不造成碰撞威胁,因此避免错误警报且可避免不必要的自动刹车。即,通过读取位于轨道本身上的单独地序列化或者单独编程的RFID标签,本技术允许识别车辆正在行进的特定的轨道或者路线,从而能够忽略或避开不必要的或无效的碰撞警报。

[0049] 通过使用RFID系统,本技术能够以比仅使用GPS方法容许的精度更高的精度追踪列车的位置。相反,GPS技术不具有用以确定车辆正在行进的特定铁路轨道所必需的分辨率或精度,尤其是当存在若干个定位成彼此非常接近的并行铁路轨道时。以这样的方式,本技术提供了一种能够确定和得知对于各个车辆的特定的运行铁路轨道的系统,从而可以确定真正的碰撞威胁,且可忽视其他的非威胁情形,如在并行的铁路轨道上即将来临的车辆。

[0050] 在一些实施方式中,当列车位于常规的GPS定位导航设备不起作用的区域(例如隧道和地道)时,RFID系统还可监控具体的列车位置。通过读取每个RFID标签的序列化代码,或者可替代地,编程的里程标记值,可确定列车的特定位置。该信息然后可例如经由有线通信网络或无线通信网络而以无线方式传输给监督部件用于进一步处理。

[0051] 数据收集系统可包括车载数据存储装置,该车载数据存储装置能够周期性地经由有线传输或无线传输将数据例如发送给监督部件或者通过监督部件发送。以这样的方式,该数据收集系统可与铁路网络通信以提供关于铁路车辆的位置和速度的信息以及获取与在该铁路轨道上的其他车辆的位置和速度有关的信息。该数据收集系统还可维护和传输与铁路车辆的警报(例如,碰撞警报)历史有关的信息、维护日志、以及其他的有关的车辆和轨道的信息。例如,该信息可通过与通信模块通信而被传输至铁路网络,该通信模块位于沿着铁路线路定位的报告站或信号控制点上。即,当铁路车辆经过轨道上的报告站时,铁路车辆可与报告站无线通信以发送和接收相关的车辆信息。该信息可被并入铁路网络上的数据库

中和/或铁路车辆数据收集系统中用于未来的分析。在一些实施方式中,该信息可被用作用于生成可通过蜂窝网络(cell network)发送出去的自动化警报或其他数据流的平台。

[0052] 在一些实施方式中,本技术通过独立地监控轨道块的状态和开关控制信号而起作用。例如,如果车辆正接近指示红色(即,停止)信号的信号控制点,则本技术可经由可听音、可视化指示通知车辆的驾驶员正在接近红色信号,和/或连续地提供更新的到红色信号的距离以帮助确保驾驶员意识到停止指示。在一些实施方式中,如果车辆驾驶员不能够相对于红色信号在合适的时间或距离处停止,则本技术可采用车辆制动以使车辆减慢或停止。

[0053] 本技术还提供了能够监控所配备的铁路车辆之间的分离距离以及采用保护措施以确保车辆驾驶员被警告潜在的碰撞威胁、和/或在可能即将发生碰撞的地点采用车辆的自动停止和刹车的系统和方法。例如,可接受的分离距离可通过该系统响应于车辆速度、轨道的等级、和/或轨道状况指令而自动地变化(例如,潮湿的铁轨状况会导致延长的停止距离)。

[0054] 本技术可适应在各种位置和环境下的不同范围的运行状况、天气状况和周围温度状况。例如,本技术可考虑各种天气状况(例如,结冰、下雨、极端温度等)和其他的对铁路行进增加可变性的位置和/或环境,例如日时或交通量。例如,本技术可利用在电车轨道上运行的铁路车辆来操作,该电车轨道必须考虑汽车交通和各种附近固定的障碍物。本技术还可利用地铁车辆来操作或者在具有能见度问题且不可以利用GPS技术的地下隧道中操作。本技术还可在包括急弯、密集的并行轨道和道岔、或者多个铁路交叉或者转线道岔(crossover switch)的铁路状况下操作。

[0055] 通过本申请包括的附图示出了本发明的一些实施方式。例如,图1为根据本技术的一个或多个实施方式的铁路车辆分离控制系统2的框图。铁路控制系统2可包括车载控制系统(“VMCS”)10,该VMCS 10例如可装载或安装在诸如列车或地铁车辆的铁路车辆上。在一些情况下,多于一个VMCS 10可安装在单个车辆(诸如铰接式车辆,其中控制系统之间的布线是存在问题的或昂贵的)上。在一些实施方式中,系统2可包括安装在若干铁路车辆上的多个VMCS 10。例如,在各种铁路车辆上安装的VMCS 10可配置成彼此通信以确定车辆的速度、以及车辆之间的相对距离。

[0056] 系统2还可包括沿着铁路定位的一个或多个报告站30。例如,报告站30可位于沿着铁路轨道在固定的位置处定位的信号控制点或其他对象处、或者与沿着铁路轨道在固定的位置处定位的信号控制点或其他对象一体化。报告站30可包括通信机构,该通信机构允许铁路车辆和/或安装在铁路车辆的VMCS 10交换数据和信息以及与报告站30通信。例如,报告站30可包括收发器,该收发器允许报告站经由蓝牙、WiFi、无线电信号、蜂窝信号、UWB、对等网络、微波、红外信号、激光、超声信号、电磁感应信号或者其他模式的无线通信来发送和接收信息。

[0057] 报告站30还可与铁路网络50通信和交换信息。例如,报告站可以与铁路网络50进行无线通信或有线通信,例如该铁路网络50管理和维护与连接至网络50的铁路车辆的速度和位置有关的信息、以及关于铁路轨道和目前天气状况的其他信息。铁路网络50可管理和控制在若干个位置或地理区域中的铁路和轨道。在一些实施方式中,铁路网络50可管理和维护例如与区域、州、国家、大陆或者世界中的全部铁路轨道有关的铁路信息。

[0058] 来自在铁路车辆上安装的VMCS 10的信息可经由报告站30与网络50进行通信,使

得各个车辆可知道沿着铁路行进的其他车辆的位置、它们的速度、天气状况、铁路状况或形势(例如,陡坡、接近的急弯、铁轨交叉口、或车站),以及其他的可被用于确保安全和有效的铁路运输的信息。在一些实施方式中,VMCS 10可不使用报告站而经由无线通信模式直接地与铁路网络50通信。

[0059] 铁路控制系统2还可包括在沿着铁路轨道的位置处安装的一个或多个RFID标签20。例如,RFID标签20可安装在铁路的铁轨上或者铺设枕木上。在一些实施方式中,RFID标签20可安装在其他位置处,例如安装在隧道的墙壁上、地面上、或者沿着铁路轨道定位的柱或桩上。以这样的方式,VMCS(其可包括RFID读取器)可读取沿着铁路轨道定位的RFID标签20,以获取关于车辆的位置、运行轨道、轨道速度限度和/或速度的信息。

[0060] 图2示出根据本技术的至少一个实施方式的配备有铁路车辆分离控制系统的铁路线路上的铁路车辆5的俯视图。图2描述了彼此并行运行的铁路轨道3和铁路轨道4、以及沿着一条铁路轨道3行进的铁路车辆5。轨道3和轨道4中的每一者具有多个位于轨道的铁路铺设枕木上的RFID标签20。如在图2中所示,大约每6个铺设枕木设置RFID标签20;然而,在一些实施方式中,RFID标签可按照需要以或多或少的频率出现以精确地确定铁路车辆5的速度、轨道和位置。在一些实施方式中,RFID标签可更为频繁地安装,例如每一个铺设枕木上安装一个RFID标签,或者每2个、每3个、每4个、或每5个铺设枕木上安装一个RFID标签。可替换地,RFID标签可不太频繁地安装,例如每10个、每20个、每30个、每50个或每100个铁路铺设枕木上安装一个RFID标签。又例如,RFID标签可位于在信号之前的一定的距离处,这允许如果在RFID标签处(加上一些安全裕度)开始刹车,则最高速度的列车在信号之前停止,以及RFID标签也可位于道岔的每一侧上以指示列车目前正在运行的轨道段。在那些位置处也可存在多余的标签。

[0061] 在RFID标签被定位成更靠近且以更大的频率出现的情况下,系统可以以更大的精度检测铁路车辆5的位置和速度。例如,在RFID标签放置得足够近使得较慢移动的铁路车辆每秒可检测到若干个RFID标签的情况下,分离控制系统可利用每个RFID标签的经过和检测来持续地确定和计算车辆的位置和速度。然而,极其靠近的RFID标签可能不能够被以高速行进的铁路车辆辨别出来,因此可以导致不太精确的速度确定。反过来,在RFID标签定位成间隔较远的情况下,系统可能不知道在RFID标签中间的铁路车辆5的精确位置和速度,而足够的分离可确保每个RFID标签可被合适地读取且与其他RFID标签辨别开。因此,在一些实施方式中,RFID标签被放置成充分地靠近以精确地提供铁路车辆的位置和速度信息,同时充分地间隔开以确保每个RFID标签可被铁路车辆5上的VMCS10合适地检测到且辨别出。

[0062] 图2还示出沿着铁路轨道4定位的报告站30。如所示,报告站30位于铁路轨道的非常靠近轨道的那侧。以这样的方式,报告站可被经过的铁路车辆上的车辆驾驶员看到。在一些实施方式中,例如,报告站30可经由VMCS 10发送和/或接收来自经过的铁路车辆5的信息。报告站30然后将铁路车辆信息和/或其他信息(例如,关于天气状况的信息)传送至铁路网络。例如,报告站30可包括应答器传感器模块,该应答器传感器模块适于与在铁路车辆5上安装的应答器传感器模块通信。

[0063] 报告站30还可例如为信号控制点,该信号控制点产生铁路车辆5的驾驶员能够看到的信号。例如,报告站30可提供各种颜色光的形式信号,该信号向经过的铁路车辆10的驾驶员提供信息和/或指令。报告站30还可将信息(例如,报告站30得知的信号状态或其他

类型的信息) 传送给VMCS 10。图3示出根据本技术的作为集成信号控制点40操作的报告站的示例。信号控制点40包括配线31, 该配线31可将信号控制点40连接至电源、处理器、和/或其他控制设备。信号控制点还包括一个或多个信号灯32, 该信号灯32可为例如LED信号灯。

[0064] 信号灯可作为这样的信号操作: 某些灯的点亮指示某个铁路轨道状态、指令或其他信息。例如, 当点亮红灯时, 信号控制点可指示经过的铁路车辆5的驾驶员应该停止车辆5。绿灯可指示铁路车辆5可以批准的速度沿着轨道继续行进。黄灯可指示例如铁路车辆驾驶员应小心行进, 或者准备在即将来临的信号处停止。在一些实施方式中, 信号控制点可包括其他信号, 例如双红色信号(或者叠加红色信号), 其可指示例如车辆应停止和停留。以这样的方式, 只有“授权的人员”(例如检查员或高级官员)可手持旗帜示意车辆穿过双红色信号。在一些实施方式中, 信号控制点还可显示双黄色(或者叠加黄色)信号, 指示驾驶员应停止且然后以限制的速度小心行进, 例如因为即将到来的车站可能被列车占用。

[0065] 信号控制点还可包括通信链路35, 该通信链路35允许与经过的铁路车辆和铁路网络50进行通信和/或信息交换。通信链路35可为例如由Metrom Rail提供的AURA™系统的部件, 其在通过引用方式并入的美国专利申请No. 13/474, 428和No. 14/252, 987中进行了描述。通信链路35可例如与在经过的铁路车辆5上安装的VMCS 10通信。以这样的方式, 通信链路35可用于: 当铁路车辆5正接近信号控制点40时执行警报信号, 和/或当铁路车辆5没有注意到信号控制点40的指令时执行其他的功能, 诸如自动刹车。在一些实施方式中, 通信链路35可为例如应答器传感器模块。

[0066] 再次参考图1, 铁路车辆分离控制系统2包括VMCS 10, 该VMCS 10安装在铁路车辆上且直接地或间接地与铁路网络50通信。VMCS 10还感测沿着铁路轨道定位的RFID标签20。在图4中更详细地描述了VMCS 10的一个实施方式。

[0067] 图4为可用于与本技术的铁路线路的车辆分离控制系统连接的VMCS 10的框图。VMCS 10可包括在铁路车辆上装载的、连接的或安装的一个或多个部件。例如, VMCS 10可为可安装在铁路车辆上的一个位置处的、包括一个或多个部件的单个模块。附加地和/或可替换地, VMCS 10可包括一个或多个模块, 每个模块包括一个或多个部件且可安装在铁路车辆上的一个或多个位置处。在一些实施方式中, VMCS 10适于与在同一铁路轨道上运行的另一铁路车辆上安装的一个或多个VMCS 10通信。

[0068] 在一些实施方式中, VMCS 10包括防撞系统100、RFID读取器200、数据收集系统300和监督部件500。VMCS 10可包括铁路网络50或者与铁路网络50无线通信, 该铁路网络50管理和维护关于各种铁路车辆和/或在铁路轨道上的车辆上安装的其他VMCS的信息。

[0069] 防撞系统100可适于确定铁路线路车辆和在同一铁路轨道上运行的另一铁路线路车辆之间的距离。例如, 防撞系统100可适于与在同一轨道上运行的附近的或邻近的铁路车辆通信。在一些实施方式中, 防撞系统100可至少与在同一铁路轨道上的在其正前方的铁路车辆以及在其正后方的铁路车辆通信。以这样的方式, 防撞系统100可确定铁路车辆和在同一轨道上的邻近的铁路车辆之间的距离。在一些实施方式中, 防撞系统100可包括或并入在美国专利申请No. 13/474, 428和No. 14/252, 987(该两个美国专利申请通过引用方式全部并入)中描述的AURA™系统的一个或多个部件和/或该AURA™系统。

[0070] 在图5中提供了防撞系统100的更为详细的视图。图5为防撞系统100的框图, 其可包括例如一个或多个应答器传感器模块110、一个或多个天线120、自动刹车系统130、警报

系统140和处理器150或中央控制单元。如文中所公开的,“处理器”可包括多于一个处理器,该多于一个处理器一起作用以实现给定的功能。根据一种技术,处理器150包括主处理器和安全处理器以使系统更为稳健和自动防止故障。

[0071] 一个或多个应答器传感器模块110可位于铁路车辆上。根据一种技术,一个应答器传感器模块110位于铁路车辆的前部或者靠近铁路车辆的前部,且另一应答器传感器模块110位于车辆的后部。根据另一技术,仅有一个应答器传感器模块110位于铁路车辆上的已知的位置处。

[0072] 在一些实施方式中,应答器传感器模块110适于发送信号和接收来自对应的在另一铁路车辆上安装的应答器传感器模块的反射信号或响应信号。应答器传感器模块110可使用一种或多种技术和方法来发送信号。例如,在一些实施方式中,应答器传感器模块110可为或可包括配置成发送UWB无线电波的UWB测距单元。附加地和/或可替代地,应答器传感器模块110可包括配置成利用另一通信技术的收发器,该另一通信技术包括但不限于可以以可确定的速度被反射或重新发送的无线电波、激光、超声波、雷达(RADAR)、或光信号(例如,红外信号)。应答器传感器模块110可用于与在邻近的铁路车辆上安装的其他应答器传感器模块通信,例如通过经由天线120或与应答器传感器模块110相关的其他收发器向外发送无线电波/脉冲。

[0073] 以这样的方式,各种应答器传感器模块110之间的距离(且因此其上安装有应答器传感器模块的铁路车辆之间的距离)可被确定。通过测量波/脉冲或信号在两个收发器之间行进耗费多少时间(通过反射和/或反跳、或者精确定时的响应),可精确地确定应答器传感器模块之间的距离。即,本技术可基于信号在应答器传感器模块之间行进的时间,检测两个铁路车辆之间的距离和/或铁路车辆和信号/报告站之间的距离。该技术可被称作“飞行时间”。处理器150或另一处理单元可用于基于飞行时间的结果来确定车辆之间的距离。

[0074] 考虑应答器传感器模块110位于第一铁路车辆的后部且另一应答器传感器模块110位于第二铁路车辆的前部的场景。第一铁路车辆位于第二铁路车辆的前方。在该场景中,飞行时间技术可用于确定两个应答器传感器模块110之间的距离,以及因此确定第一铁路车辆和第二铁路车辆之间的距离。

[0075] 可替代地,考虑在第一铁路车辆上只有一个应答器传感器模块110且在第二铁路车辆上只有一个应答器传感器模块110的场景。第一铁路车辆位于第二铁路车辆的前方。给定飞行时间以及已知的第一铁路车辆或第二铁路车辆中的一者或多者的长度,可确定车辆之间的距离。例如,如果应答器传感器模块110位于每个铁路车辆的前部,则车辆之间的距离将是应答器传感器模块110之间的距离和第一铁路车辆的长度的函数。又例如,如果应答器传感器模块110位于每个铁路车辆的后部,则车辆之间的距离将是应答器传感器模块110之间的距离和第二铁路车辆的长度的函数。

[0076] 在本技术的一些实施方式中,防撞系统100还包括GPS单元,该GPS单元可以用于与应答器传感器模块结合(或者作为应答器传感器模块的部件),以确定铁路车辆的位置(例如,绝对位置)。以这样的方式,本技术可将GPS功能与飞行时间技术结合以确定铁路车辆之间的分离距离。GPS和/或飞行时间技术可用作备用系统,该备用系统确保即使当系统之一未有效工作时铁路车辆之间的分离距离也是已知的。例如,GPS单元可用于确保飞行时间技术不提供由于反射的信号所引起的不正确的分离距离信息。而且,飞行时间技术可用于在

GPS单元例如由于卫星连接性的问题而不能接收位置信息的情况下观测分离距离。例如，对于在地下隧道（例如，地道）中行进的车辆，这可以是尤其有用的，在地下隧道中受限制地使用或者不能够使用GPS功能。GPS运行频率可以是1.575GHz。系统可包括两个GPS接收器，例如以提供冗余。GPS信息可提供速度数据和车辆的行进方向。这种数据可允许周期性的自我校正车载车辆速度测量系统。这可允许车轮磨耗的自动补偿（随着时间该车轮磨耗可引起夸大的速度测量）。VMCS 10可执行该自动补偿。

[0077] VMCS 10可具有与车辆的车速表（在安装VMCS 10之前）不同的速度测量系统。VMCS 10可接收关于车轮旋转速率的信息，并且可由此来计算速度。VMCS 10还能够从GPS信息和/或RFID标签扫描速率来确定速度信息。还可以使用UWB飞行时间数据测量速度，这是因为该数据提供了随着时间的基本上连续的位置信息。

[0078] 在本技术的一些实施方式中，在没有GPS技术的情况下，防撞系统100可充分地、有效地且安全地操作。这对于地道的铁路车辆是尤其真实的，该地道的铁路车辆通常可受限制地使用GPS功能或者不使用GPS功能。

[0079] 在一些实施方式中，防撞系统100和/或应答器传感器模块110可与报告站和/或信号控制点通信，诸如在图3中描述的信号控制点40（例如经由UWB通信）。以这样的方式，应答器传感器模块110可与信号控制点40的通信链路35或者另一类似部件通信以确定车辆和信号控制点40之间的距离。

[0080] VMCS 10还可实现第二无线网络或冗余无线网络。这样的网络可改善系统的稳健性。这样的网络可与第一网络具有不同的类型。例如，第二网络可为扩频网络（例如实现跳频的网络）。这样的网络可以以2.4GHz操作。该第二网络可传输与第一网络传输的信息类似的信息。

[0081] 当防撞系统100确定铁路车辆驾驶员未跟踪由信号控制点40提供的信号时，处理器150可操作防撞系统100的一个或多个其他功能。例如，处理器可使用自动刹车系统130以启动自动刹车功能从而自动地刹车或者减小铁路车辆的速度。在一些实施方式中，当防撞系统100确定铁路线路车辆和在同一铁路轨道上运行的邻近的铁路线路车辆之间的距离已经处于预定限度内时，防撞系统100可启动自动刹车功能以预防和/或减少碰撞的可能性。然后，该处理器可把自动刹车动作记录到例如VMCS 10的数据收集系统300中。

[0082] 在一些实施方式中，根据信号控制点40指示的信号，自动刹车系统130可适于基于车辆和信号控制点40之间的距离自动地使铁路车辆刹车。例如，当碰撞系统100检测到铁路车辆未观察到信号控制点所传送的停止信号时，防撞系统100可自动地使铁路车辆刹车。在一些实施方式中，防撞系统100可基于铁路车辆的速度以及在铁路车辆和信号控制点之间的距离来确定停止信号未被观察到。例如，在一些实施方式中，相对于信号控制点，在铁路轨道上可定位有安全点，该安全点表示当指示停止信号时铁路车辆可停留以确保安全的铁路轨道运行的最远位置。在一些实施方式中，该安全点可为例如在信号控制点的位置处或者在信号控制点的位置周围。当铁路车辆和信号控制点之间的距离达到或超过限度时，在该限度处不再可能使车辆在现有的状况期间在安全点之前完全停止，自动刹车系统130可自动地使车辆刹车。

[0083] 在本技术的一些方面，用于确定是否应用自动刹车系统130的速度和/或距离可根据状况而变化。例如，当轨道潮湿或结冰时，防撞系统100可确定在比正常干燥状况下更低



的速率和/或距信号控制点更近的距离处未观测到停止信号。在一些实施方式中,如果铁路车辆经过信号控制点,则防撞系统100可确定未观测到停止信号。在其他实施方式中,例如如果在预定的时间段内车辆驾驶员不能够对警告或其他命令做出响应,则防撞系统100可确定未观测到停止信号。

[0084] 自动刹车系统130不包括车辆制动器。反而,自动刹车系统130可配置成与制动器以及相关的车辆部件一起工作。自动刹车系统130可提供一个或多个输出,该一个或多个输出使得应用(以100%的制动力或以稍微较低的水平)或者释放现有的制动器。

[0085] 当铁路车辆接近信号控制点40或另一铁路车辆时,防撞系统100还可利用警报系统140以启动警报信号。警报系统140可操作以启动指示铁路车辆驾驶员应降低铁路车辆的速度的警报信号。在一些实施方式中,当铁路车辆接近或经过指示停止信号的信号控制点时,警报系统140可操作以启动警报信号。附加地和/或可替代地,当铁路车辆和相邻的铁路车辆之间的距离处于预定的限度内时,警报系统140可操作以启动警报信号。例如,该预定的限度可为这样的值:其确保铁路车辆能够安全地完全停止,而不会与相邻的车辆碰撞。该预定的限度可根据例如铁路状况、天气状况、铁路车辆的速度和相邻的铁路车辆而变化。

[0086] 例如,当铁路线路车辆正接近指示红灯的信号控制点40时,警报系统140可生成指示接近信号的可听见的和/或可视的警告。另外,警报系统140可配置成使得随着信号接近警报信号的强度变化、或者强度增加。在一些实施方式中,警报信号或警报可涉及对于车辆驾驶员连续的、交替的可听见的通知,以及紧急闪烁可视化指示。在一些实施方式中,警报信号可连续地发声直到驾驶员按下接口上的确认按钮、直到车辆已经停止、或者直到导致警报的状况已经消除。在一些实施方式中,在已经确认警报之后,防撞系统100可启动提醒警报,其将周期性地发声(例如,每5秒钟),直到车辆已经停止或者最初导致警报的状况已经消除。

[0087] 在一些实施方式中,防撞系统100可一起使用自动刹车系统130和警报系统140。例如,当车辆经过红色信号而没有停止时,防撞系统100可使用警报系统140警告车辆驾驶员,且记录事件描述、时间戳、信号状态、到信号的测量距离、以及当警报响起时的车辆运行状况。防撞系统100可配置成使得:如果车辆驾驶员按下确认按钮则警报信号可保持安静,但是发出周期性的警告声音直到车辆停止或者信号不再是红色。如果车辆没有在预定的距离或者预定的时间内(例如,经过信号控制点40后50英尺或两秒)开始刹车,则防撞系统100使用自动刹车系统130以使车辆减慢至停止或者使车辆停止。

[0088] 在一些实施方式中,防撞系统100可记录关于经过信号控制点的信息且将关于经过信号控制点的信息记入日志。例如,当车辆正经过指示绿色信号的信号控制点40时,可不使用自动刹车系统130。而是,事件可通过事件描述、时间戳、信号状态、以及当信号经过时的车辆运行状况被记录。此外,当车辆经过指示黄色信号的信号控制点40时,防撞系统100可警告车辆驾驶员;记录事件描述、时间戳、信号状态、到信号的测量距离、以及当警告响起时的车辆运行状况。

[0089] 再次参照图4,防撞系统100结合监督部件500操作,该监督部件500也与RFID读取器200和数据收集系统300通信。在一些实施方式中,RFID读取器200可连接至防撞系统100。数据收集系统300可包括例如数据存储装置,该数据存储装置能够存储可经由监督部件500访问的数据和信息。数据收集系统300可维护事件、状况和铁路车辆信息的日志,且将该数

据传送至铁路网络50。数据收集系统300还可包括关于铁路车辆、铁路轨道、以及与铁路网络50相关联的其他铁路车辆的信息的数据库。通过防撞系统100和/或RFID读取器200获取的信息可被传输至固定的防撞系统(例如,在控制信号点上安装的防撞系统),该固定的防撞系统又可将信息传输至铁路网络50(例如,有线网络)。

[0090] RFID读取器200可配置成检测沿着铁路轨道安装的或定位的RFID标签20。RFID读取器200可配置成检测有源标签、无源标签或有源标签和无源标签两者。RFID标签20可被序列化,使得RFID标签20可彼此辨别。以这样的方式,每个RFID标签20可与关于RFID标签的位置的信息相关联。RFID标签20还可包括或传递与关于给定的RFID标签20的具体信息有关的信息。这种信息包括工作区状态、速度限度、等级、地下轨道段、轨道变更路线、和/或增加的停止距离。暂时的标签20可被安装成暂时地向VMCS 10提供这种信息。这种信息可实际上被存储在标签20中,或者可被存储在数据库中。标签20的唯一标识可被用于在数据库中查找这种信息。这种数据库可被存储在VMCS 10中或者可被远程存储。VMCS 10数据库可经由铁路网络50进行更新,例如通过接入点或者报告站30进行更新。

[0091] 例如,每个序列化的RFID标签20一旦被RFID读取器200读取则可在数据库中被查找到。该数据库可为例如数据收集系统300的一部分。该数据库可包括关于与铁路车辆分离控制系统2相关联的每个RFID标签20的位置的信息。以这样的方式,每次RFID读取器200检测到RFID标签20,VMCS 10可经由数据收集系统300查询数据库以确定RFID标签20的位置、以及从而确定铁路车辆的位置。也可通过信号控制点30和地图(例如,在VMCS 10中存储的或远程存储的地图)之间的交互确定位置。如果信号控制点30是已知的且VMCS10距该信号控制点的距离是已知的,则可确定位置。

[0092] 在一些实施方式中,RFID读取器200和/或VMCS 10可记录每个RFID标签20被读取的具体时间。从而,基于两个或更多个RFID标签20之间的距离、以及RFID标签20检测之间流逝的时间,可确定铁路车辆的速度。在一些实施方式中,本技术可包括车辆上的速度测量系统(例如,车速表)、或者可与车辆上的速度测量系统配合。以这样的方式,本技术和现有的速度测量系统可用作冗余特征以提高车辆的速度计算。该系统还可包括车辆轮速传感器以独立地确定车辆的速度。这些其他的速度确定部件(车速表和/或轮速传感器)可与RFID标签扫描系统一起使用。来自速度确定部件的数据可经由自组织网络(ad hoc)、分散型网络被传输至其他系统部件。又例如,与RFID标签扫描数据如何被传输类似,通过这些其他速度感测部件生成的数据可被传送至铁路网络50。

[0093] RFID系统(包括RFID读取器200和RFID标签20)也可被用于确定铁路车辆正在行进的具体铁路轨道。即,每个序列化的RFID标签20可与特定的铁路轨道相关联,使得VMCS 10和铁路车辆分离控制系统2可知道每个铁路车辆正在行进在哪个轨道上。如果两个铁路轨道定位成彼此并行且非常靠近的话,则这可以是特别有用的。通过读取在轨道本身上定位的单独地序列化的RFID标签,本技术允许识别车辆正在行进的具体轨道或线路,从而能够忽略或避开不必要的碰撞警告或自动刹车过程。RFID标签20可在900MHz的ISM频段中操作。

[0094] 使用本技术的RFID读取器200和标签20系统,VMCS 10可在任何时间知道车辆的位置和速度,而不管其位置。即使当铁路车辆不能够访问卫星和/或GPS功能时,也可确定位置和速度信息。以这样的方式,本技术可用于地下隧道和/或地道中以使所有的车辆驾驶员和铁路控制系统在网络上获悉每个车辆的位置和速度,而不管其位置或利用GPS功能。

[0095] VMCS 10可实际上具有多个确定速度的方式。这些方式包括通过以下来确定速度：车轮旋转速率；GPS信息；RFID标签20扫描；和/或随着时间的距离测量（例如，使用随着时间的UWB飞行时间数据）。这可提供用于稳健性的冗余，且还可用于允许VMCS 10周期性地重新校准估算的车轮尺寸（其与车辆旋转速率结合使用以确定速度）。

[0096] 监督部件500可远程地和/或无线地连接至铁路网络50。例如，监督部件可经由一个或多个报告站30与铁路网络50通信，该一个或多个报告站30沿着铁路轨道安装或定位。例如，当铁路车辆经过报告站30时，监督部件500和/或VMCS 10可将信息传送至报告站30、从而无线地传送至铁路网络50。例如，报告站30和/或VMCS 10可包括一个或多个天线、接收器、发送器和/或收发器，其允许报告站经由蓝牙、WiFi、无线电信号、蜂窝信号、微波、红外信号、激光、超声信号、电磁感应信号或者其他模式的无线通信发送和接收信息。以这样的方式，VMCS 10可传送关于铁路车辆位置、速度、相邻车辆之间的分离、天气状况、轨道状况的信息和其他与铁路网络50有关的信息。铁路网络50可使用该信息以管理和维护完整的铁路系统，从而确保在铁路系统上的全部铁路车辆以彼此安全的距离运行和/或被合适地分布以用于及时交通运行。

[0097] 图6示出在铁路线路上行进的配备有本技术的VMCS 10的各种部件的铁路车辆5的图像。铁路车辆5可具有安装在铁路车辆5的前部的位置处的防撞系统100。RFID读取器200也可安装在铁路车辆5的前端，使得位于铁轨或铺设枕木上的RFID标签可被读取和检测。其他用于RFID读取器200的位置包括车辆5的侧面、后部或者底部。当RFID标签20位于铁路铺设枕木上时，将RFID读取器200设置在车辆的底部可以是特别有效的。如所示，VMCS 10可作为包括一个或多个彼此分离的部件的模块被安装在铁路车辆上。

[0098] 在操作中，本技术可用于控制和执行铁路车辆之间的分离。在一些实施方式中，本技术提供了一种可检测在铁路轨道上的铁路车辆和相邻铁路车辆之间的距离。在一些实施方式中，本技术的车辆分离控制系统适于：当铁路车辆位于地下隧道中时，检测铁路车辆的位置、铁路车辆的速度、以及铁路车辆和相邻的铁路车辆之间的距离。本技术可包括具有自动刹车系统130的系统，当在铁路轨道上的铁路车辆和相邻铁路车辆之间的距离在预定限度内时，该自动刹车系统130自动地减小铁路车辆的速度。该预定限度可至少部分地基于铁路车辆的速度来计算。例如，在铁路车辆以高速行进的情况下，将需要更长的距离使车辆停止。相应地，在这种情形下，预定的距离可相对高以确保在铁路车辆与另一车辆碰撞之前能够完全停止。

[0099] 本技术的一些实施方式涉及安装在铁路车辆上或者可在铁路车辆上安装的系统。此外，本技术的一些实施方式涉及铁路车辆分离控制系统，该铁路车辆分离控制系统包括或包含VMCS 10以及其他特征，该其他特征包括但不限于：维护与铁路轨道上的铁路车辆的位置和速度有关的信息的铁路网络50；在沿着铁路轨道的位置处安装的一个或多个序列化的RFID标签20；以及一个或多个沿着铁路轨道定位的报告站，该报告站可操作以与铁路网络50通信。基于GPS信息和/或通过RFID读取器200检测到的序列化的RFID标签20，VMCS 10可获取与铁路车辆正在行进的铁路轨道以及铁路车辆位置有关的车辆信息。通过这些子系统及/或通过车轮旋转速率可确定速度。VMCS 10然后可将该车辆信息传送至铁路网络50。在一些实施方式中，报告站可为信号控制点，该信号控制点可操作以显示能够被沿着铁路轨道行进的铁路车辆的驾驶员看到的信号。

[0100] 本技术的一些实施方式还提供执行铁路车辆分离的方法。在一些实施方式中,这些方法涉及确定沿着铁路轨道行进的铁路车辆的速度和位置。

[0101] 图7为描述根据本技术的至少一个实施方式的用于确定铁路车辆的速度和位置的方法的流程图700。该方法可使用文中描述的结构和功能来执行。在流程图700中示出的步骤可至少部分地通过一个或多个处理器、诸如VMCS中的一个或多个处理器来执行。另外,在流程图700中示出的步骤可以以不同的次序执行,或者一些步骤可根据设计和/或喜好被省略。在流程图700中示出的步骤或者其一部分,可通过软件、硬件和/或固件执行。在流程图700中示出的步骤或者其一部分,还可通过在一个或多个计算机可读存储装置上存储的一组指令表达,该一个或多个计算机可读存储装置诸如RAM、ROM、EPROM、EEPROM、闪存、光盘、磁盘、磁带和/或类似物。

[0102] 如在图7中所示,流程图700包括:在步骤710,检测沿着铁路轨道定位的第一序列化的RFID标签。第一序列化的RFID标签可例如利用在铁路车辆上安装的RFID读取器进行检测。第一序列化的RFID标签可具有序列化的标识符,例如该序列化的标识符对应于沿着铁路轨道的RFID标签的位置信息。以这样的方式,VMCS可在数据库中查找序列化的RFID标签以获取关于沿着铁路轨道的RFID标签的(以及从而铁路车辆的)位置的信息。在一些实施方式中,在步骤710,该方法可包括记录序列化的RFID标签被读取的时间(例如,第一时间 $t_1$ )。

[0103] 在步骤720,使用RFID读取器检测第二序列化的RFID标签。该第二RFID标签还可具有序列化的标识符,可在数据库中查找该序列化的标识符以获取关于沿着铁路轨道的RFID标签的位置的信息。在一些实施方式中,在步骤720,该方法可包括记录序列化的RFID标签被读取的时间(例如,第二时间 $t_2$ )。

[0104] 在步骤730,在数据库中查找第一序列化的RFID标签和/或第二序列化的RFID标签。以这样的方式,在步骤730,基于第一RFID标签和第二RFID标签被RFID读取器读取的时间,可获取关于在第一时间 $t_1$ 处的铁路车辆的位置以及在第二时间 $t_2$ 处的铁路车辆的位置的信息。在一些实施方式中,可通过经度和纬度坐标系统查找RFID标签。附加地和/或可替换地,在一些实施方式中,每个RFID标签可与查找到的相对于铁路轨道的位置信息相关联。例如,RFID标签可被识别为距参照点的一定距离(例如,5英里,2390.81英尺),该参照点诸如车站、报告站、铁路铺设枕木等。

[0105] 在步骤740,流程图700可包括确定车辆位置信息。例如,在步骤740,流程图700可基于与读取器近来读取的RFID标签相关联的位置信息、基于在数据库中查找到的信息确定精确的或者近似的车辆位置。在一些实施方式中,例如所述位置信息可基于地理坐标(例如,纬度坐标和经度坐标)或者相对于参照点的位置。又例如,位置信息可对应于里程标记值(例如,21.3英里)。

[0106] 在步骤750,流程图700确定车辆速度信息。车辆速度信息可基于被RFID读取器读取的RFID标签的位置、RFID标签之间的距离、以及读取RFID标签的时间。以这样的方式,通过将两个检测到的RFID标签之间的距离除以检测到该两个RFID标签的时间点之间流逝的时间,该方法可确定和连续更新铁路车辆的速度。在一些实施方式中,这可为车载速度测量系统(例如,车速表)提供验证或冗余。即,RFID读取器可被用作对车载速度测量系统的交叉检查。如果确定在多个测量循环的过程中存在显著的不一致,则本技术可记录故障并且通知铁路网络。以这样的方式,任何问题可被诊断和修复。

[0107] 铁路车辆位置和速度信息可被记录、存储在数据库中和/或在数据库中维护。例如,在一些实施方式中,铁路车辆速度和位置信息可作为铁路车辆信息被记录在作为VMCS的部件的数据收集系统中。

[0108] 在一些实施方式中,该方法还涉及确定铁路车辆和另一铁路车辆之间的距离。例如,在一些实施方式中,VMCS可用于发送信号以及接收来自在相邻的铁路车辆上安装的其他VMCS装置的信号。以这样的方式,飞行时间技术可用于确定铁路车辆之间的分离距离。在一些实施方式中,GPS单元可用于确定两个或更多个铁路车辆之间的分离距离。在一些实施方式中,该方法可使用飞行时间和GPS技术的组合以更精确地检测和确定在公共铁路轨道上运行的铁路车辆之间的距离。分离距离信息可作为铁路车辆信息被记录、存储在数据库中且在数据库中维护,该数据库例如为VMCS的数据收集系统部件。

[0109] 在一些实施方式中,可通过VMCS获取和记录其他信息。例如,可检测关于天气状况、铁路轨道状况、铁路轨道难题或问题、信号控制点状况、指令、或问题、和/或经过的铁路车辆问题的信息。该信息也可作为铁路车辆信息被记录、存储到VMCS的数据收集系统部件中且在其中进行维护。

[0110] 记录的信息可在VMCS处存储到非易失性存储器中。记录可包括两个事件类型:偶发事件和正常活动。偶发事件记录可记录灾难性的事件(例如,碰撞),然而正常活动记录可用于全部其他的事件(例如,警告生成事件或刹车事件)。

[0111] 在步骤760,该方法将铁路车辆信息传送至铁路网络。该信息可例如通过将信息从VMCS发送至沿着铁路轨道定位的报告站而被传送。

[0112] 在本技术的一些实施方式中,该方法可涉及生成信号以警告车辆驾驶员接近的停止信号、接近的车辆或者其他值得注意的事件,尤其是可能导致碰撞或者诸如超速的事故的事件。在一些实施方式中,本技术可自动地刹车或减小铁路车辆的速度。例如,在一些方面,方法可涉及启动自动刹车功能以自动地应用制动器从而减小铁路车辆的速度和/或使铁路车辆停止。

[0113] 图8为描述根据本技术的至少一个实施方式的用于使铁路车辆遵守铁路控制信号的方法的流程图800。该方法可使用文中描述的结构和功能来执行。在流程图700中示出的步骤可至少部分地通过一个或多个处理器、诸如VMCS中的一个或多个处理器来执行。另外,在流程图700中示出的步骤可以以不同的次序执行,或者一些步骤可根据设计和/或喜好被省略。在流程图700中示出的步骤或者其一部分,可通过软件、硬件和/或固件执行。在流程图700中示出的步骤或者其一部分,还可通过在一个或多个计算机可读存储装置上存储的一组指令表达,该一个或多个计算机可读存储装置诸如RAM、ROM、EPROM、EEPROM、闪存、光盘、磁盘、磁带和/或类似物。

[0114] 如在图8中所示,流程图800包括:在步骤810,经由信号控制点传送控制信号。例如,信号控制点可通过呈现红灯传送“停止”信号、通过呈现绿灯传送“继续行进”信号、或通过呈现黄灯传送“小心行进”信号。在一些实施方式中,控制信号可包括用于铁路车辆的速度限度。控制信号可例如经由无线通信装置被传送给经过的铁路车辆、铁路网络以及其他的信号控制点。

[0115] 在步骤820,流程图800检测铁路车辆和信号控制点之间的距离。例如,流程图800可采用防撞系统以使用飞行时间技术检测铁路车辆和信号控制点之间的距离。即,在一些

实施方式中,确定距离的步骤可基于信号在铁路车辆上的应答器传感器模块和信号控制点上的应答器传感器模块之间行进耗费的时间。例如,防撞系统可包括例如在铁路车辆和信号控制点中的每一者上安装的一个或多个应答器传感器模块。

[0116] 在一些实施方式中,在步骤830,流程图800可包括确定铁路车辆是否正接近指示或传送控制信号的信号控制点。控制信号可为“停止”信号或者为传送给用于铁路车辆的速度限度的信号。例如,流程图800可使用防撞系统以检测铁路车辆和信号控制点之间的距离,从而确定信号控制点是否正指示“停止”信号或其他信号。例如,铁路车辆可使用监督部件与信号控制点和/或铁路网络通信,以确定信号控制点当前正指示的信号。例如,如果在步骤830确定铁路车辆未接近信号,则方法可循环返回至步骤820,且继续检测铁路车辆和即将到来的信号控制点之间的距离。如果确定即将到来的信号控制点正指示“继续行进”信号,则流程图800可允许车辆继续行进经过该信号,而没有任何用于使车辆减慢的警告或建议。

[0117] 如果确定信号控制点正指示“停止”信号、或者建议铁路车辆降低其速度的任何其他信号(例如速度限制信号),则流程图800可进行至步骤840且生成警报信号。例如,步骤840可涉及经由铁路车辆上的防撞系统的警报系统部件生成警报信号。在一些实施方式中,警报系统可发出一系列的嘟嘟声或警报,该嘟嘟声或警报将继续直到车辆驾驶员确认信号,例如通过按压按钮或者发送信号确认来确认信号,或者直到车辆降低其速度或停止。在一些实施方式中,警报信号可为渐进的警报信号,随着信号控制点渐渐临近该渐进的警报信号的音量、持续时间、重复率和/或频率增加。以这样的方式,警报信号可被用作故障保护以确保车辆驾驶员认识到信号且从而采取步骤以使车辆减慢和/或停止。一个或多个警报信号还可以是可视的。

[0118] 在步骤850,流程图800确定车辆是否观测到控制信号。例如,在步骤850,流程图800可基于诸如车辆速度、车辆相对于铁路信号的位置、以及铁路轨道状况的因素来确定车辆是否可以以安全的方式停止。例如,在给定的车辆速度、轨道状况以及到信号控制点的距离的情况下,可确定合适的刹车距离或速度减小距离。这是允许到车辆到达信号控制点的时候实现安全刹车的距离。如果车辆没有一到达该距离就开始以合适的速率减速的话,则可确定车辆并未观测到控制信号。

[0119] 在一些实施方式中,当车辆以任何速度经过信号控制点(或者沿着铁路轨道的任意预定点)时,步骤850可确定车辆并未观测到停止信号。如果确定车辆确实观测到停止信号,则根据列车的位置和信号控制点的状况,流程图800可循环回到步骤830、步骤820、和/或步骤810。在一些实施方式中,当车辆经过信号控制点(或者沿着铁路轨道的任意预定点,诸如RFID标签)时,步骤850可确定车辆未观测到速度限制信号。

[0120] 根据一种技术,维护轨道旁RFID标签(每个RFID标签具有唯一ID)的数据库。每个RFID标签(或其一部分)具有在该数据库中存储的相关速度限度。当车辆到达RFID标签时,相对于由数据库所指示的用于给定的RFID标签的合适的速度检查车辆的速度。如果车辆速度超过对于该标签的给定的速度限度,则可确定车辆未观测到速度限度。数据库可根据其他的状况(诸如天气、建筑物或日时)存储对于每个RFID标签的不同限度。可替代地,数据库可存储对于每个RFID标签的一个或多个限度,该一个或多个限度可根据此类其他状况进行调节。例如,如果轨道是潮湿的或有雨,则对于RFID标签的速度限度可下降诸如20%的百分

数。数据库可本地存储在车辆上或远程存储在铁路控制系统处。

[0121] 根据另一技术,可确定接近的车辆(例如,在该车辆前方的另一车辆)的距离。也可确定距离的变化率。基于该距离、距离的变化率、车辆的速度、其他车辆的速度和/或轨道状况,可确定存在车辆碰撞的风险。相应地,可生成警报(警告可以是一种类型的警报)。

[0122] 如果生成警报,则车辆不能够观测到控制信号、速度限度、或者识别接近的车辆可升级警报的级别,例如,导致更大声的警报或更亮的、不同颜色的警报(例如从黄到红)。如果没有生成警报,则不能观测到控制信号或速度限度可导致启动警报信号。

[0123] 如果在步骤850确定铁路车辆未观测到控制信号、速度限度、或接近的车辆,则在步骤860,流程图800自动地使车辆刹车,例如使用自动刹车系统。在一些实施方式中,根据状况和情形,可应用自动刹车功能直到铁路车辆完全停止、或者直到车辆速度低于确定的阈值(例如低于每小时2英里或者低于对于轨道的那一部分的速度限度)。在一些实施方式中,一旦车辆已经停止或者已经遵守控制信号,则当前生成的任何警报信号(例如,通过步骤840)可终止或者可被改变为通知车辆驾驶员当前的事件状态。

[0124] 在VMCS自动停止车辆的事件中,制动器可被连续地应用直到驾驶员确认他或她准备再次控制车辆。该确认可通过按压在用户界面上的确认按钮来完成。当按压时,制动器可被释放且系统操作恢复正常。注意,刹车事件和确认事件和时间可被记录。

[0125] VMCS可提供一种用于状态信息上传至铁路网络的方式。接入点可沿着轨道进行周期性地定位(例如,车辆存放场或掉头点)。在这些点,信息可在车辆和铁路网络之间传输。

[0126] 当违反运行规则时,文中公开的系统和方法可通过警告车辆驾驶员而对交通运行提供额外的保护层。如果必需恢复安全的运行裕度,则VMCS可使用车辆的全常用制动来使车辆减速或停止。这些系统和方法提供的保护可包括信号遵守、速度限度遵守、车辆到车辆碰撞避免、运行和偶发事件记录、工作区暂时速度限度、车辆位置追踪、以及精准车站停止。文中所描述的技术可通过独立地监控运行状况而起作用,该运行状态诸如车辆速度、信号指示、和交通线路上的局部速度限度。

[0127] 通过使用在车辆上以及在战略性路旁位置处安装的多种感测和通信技术,可运行这些技术。系统的车辆侧部分可自动地运行以及做出内部运行决定,而无需中央服务器。这些技术可适于交通系统的现有的运行规则,且可以不需要添加限制区段控制或者另外的车辆间距,从而避免对现有的系统吞吐量的不良影响。这些技术可作为对现有的安全控制的叠加通过以非侵入的方式与传统的重要信号配合在交通系统中运行。该系统通过提供警报和/或动作增强安全性,该动作可包括在交通车辆驾驶员未能遵守运行规则和程序的情况下的自动刹车。这些技术可遵守IEC61508SIL 3。

[0128] 这些技术可用作安全增强措施以补充交通车辆驾驶员被训练以遵循的现有的程序和安全运行原理。为了避免折中利用已建立的运行行为而实现的现有的“安全网”,文中公开的技术可减小或消除驾驶员责任。例如,代替在车辆正接近显示红色(停止)指示的轨道信号时通知驾驶员,这些技术可不是简单地指示警报,这是因为车辆正接近红色信号。相反,这些技术可等待直到VMCS计算出至红色信号的接近速度超出已经被确认为合理的安全运行裕度的速度。只有当车辆运行已经超出建立的安全运行参数时,这些技术才将指示警报。如果因为驾驶员没有立即使车辆减速至停止、安全运行裕度继续恶化,则这些技术可通过自动地应用车辆制动器来升级干预,直到车辆停止。

[0129] 该方法可使车辆驾驶员习惯于安全运行的主要推动者。在可替代的实现方式中，这些技术用于每次车辆接近需要减速或停止的状况时警告驾驶员，驾驶员可最终变得不关心。适时地，在该可替代场景下，驾驶员可根据系统维持安全运行，而不是警惕的和严密注视的。该可替代方法可折中预期的安全增强。

[0130] 根据一种技术，为了确保驾驶员保持运行责任，方法和系统维持对每个事件的状况的记录，在每个事件中，通过指示警报或应用车辆制动器进行干预。该记录可包括干预的性质、干预的理由、日期、时间、车辆ID、车辆速度、车辆行进方向、运行轨道、位置、以及如果适用，至信号的距离、其他车辆、或者对于轨道段的速度限度。如果特定的驾驶员需要额外的培训或训导，则记录的稽查可进行强调。

[0131] 根据一技术，系统可使用车辆和信号之间的对等数据通信网络（例如，自组织网络）进行操作。作为进入通信范围的部件，它们进入网络。这种分散的方法可允许每个车辆仅仅使用来自信号和其他车辆的必要本地输入来确定其安全运行范围。

[0132] 图9示出车辆管理控制系统1000（或车载子系统）且可以与VMCS 10类似。例如，VMCS 1000或VMCS 10可适于执行文中所公开的技术。VMCS 1000可包括备用电源模块1001、电源/充电器1002、数据无线电1003，一个或多个测距无线电1004、GPS无线电1005、超控车门1006、用户界面1007、RFID读取器1008、RFID天线1009、控制电子模块1010、速度传感器1011、和/或车辆接口1012。控制电子模块1010可包括一个或多个处理器（或者出于简洁，一个处理器）和一个或多个存储器。控制电子模块1010可控制周围部件的操作且还接收来自周围部件的数据。

[0133] VMCS 1000可包括电源1002和/或充电器和可通过充电器1002充电的备用电源1001（例如，电池）。电源1002可向VMCS 1000的其余部件提供合适的电力。电源1002可从车辆接收电力。

[0134] 数据无线电1003可为对等体寻找器（peer finder）。数据无线电1003可以能够检测其他的对等体，例如另一VMCS 1000、信号控制子系统、暂时控制子系统、或接入点，全部这些在下文进行论述。一旦已经识别对等体，则可创建对等网络。对等网络可独立于中央网络而操作，该中央网络例如上文讨论的铁路网络。

[0135] 控制电子模块1010可确定或识别通过数据无线电1003所检测到的对等体的存在。数据无线电1003还可用于将数据传递给其他对等体以及传递来自其他对等体的数据。数据网络可为扩频网络且可采用跳频。这种技术可提高信号质量和网络的稳健性。数据网络可与其他对等体共享车辆的速度和位置。这可促进确定对等体（它们为其他的VMCS或信号控制子系统）之间的合适的分离距离。数据网络可允许例如利用接入点进行每日的运行记录和故障报告的无线数据上传。可通过另一对等体或直接地将信息传输给中央网络，该信息包括车辆的运行数据（例如，位置和速度）或者已经检测到的故障。

[0136] 一旦将另一对等体添加到网络，则控制电子模块1010可操作一个或多个测距无线电1004以与其他的对等体进行通信。无线电可被描述为“测距”，这是因为无线电可与控制电子模块1010结合操作以确定VMCS 1000和给定的对等体之间的距离。可通过与另一对等体通信的飞行时间确定距离。例如，信号可被发送给对等体且可被返回，以及飞行时间可被计算，从而将关于距离的信息提供给对等体。

[0137] 一种对于测距无线电1004特别有用的技术为UWB网络。UWB可提供宽带宽距离测量



信号,其可用于测量例如在英寸范围内的距离。UWB可抵抗多路失真。窄带飞行时间距离测量系统可遭受多路失真。UWB可与变化的运行环境(包括具有建筑和墙壁(其导致反射)的环境、弯曲的隧道和地下)兼容。除了确定测距信息外,UWB网络还可用于传送数据,该数据诸如VMCS的唯一ID、信号指示、轨道号码、轨道方向、车辆速度、车辆的行进方向、或者GPS信息(位置信息和/或GPS时钟值)。

[0138] GPS无线电1005可能从卫星接收GPS信息。该信息可通过控制电子模块1010翻译成位置。GPS操作频率可为1.575GHz(民用频率)。GPS信息可包括绝对的位置和时间/日期信息。位置信息可被用于导出车辆的速度。位置和速度信息可被用于文中所描述的防撞技术。位置/速度信息也可被传送至其他对等体或中央网络。当经由下文讨论的速度传感器1011确定速度时,速度数据可用于自动地补偿车轮磨损。时间信息可用于数据时间戳以及本地实时时钟校准以允许精确地记录事件时间。

[0139] VMCS 1000可包括超控电门1006以超驰控制VMCS 1000的操作。在超驰控制状态下,车辆可返回到其本来的功能(即,车辆在安装VMCS 1000之前的功能)。超控电门1006可为物理致动器或电子信号。

[0140] 用户界面1007可包括一个或多个显示器、输入装置或扬声器。用户界面可通过一个或多个输入装置接收来自驾驶员的输入。系统信息可在一个或多个显示器上显示。警报也可在一个或多个显示器上显示。一个或多个扬声器也可产生警报声音。

[0141] RFID读取器1008可与其天线1009一起操作(共同地,RFID子系统),以扫描位于车辆外侧(例如,轨道旁)的RFID标签。RFID网络可在900MHz的ISM频段中操作。这些标签可以是无源标签或有源标签。当RFID读取器1008接近标签时,通过控制电子模块1010可检索和处理标签的内容。RFID标签可包含唯一ID。控制电子模块1010可使用该唯一ID以从数据库(例如,在控制电子模块1010的一个或多个存储器中存储的数据库)中检索关于该标签的额外信息。这种信息(其也可直接地存储在RFID标签上)可包括位置、速度限度、轨道方向、到控制信号子系统的距离等。如果车辆的速度大于指示的速度限度,则可通过用户界面1007提供反馈(例如,在视觉上或者通过声音警告驾驶员已经超过速度限度)。

[0142] RFID子系统可被采用以允许VMCS 1000确定何时车辆处于远离沿着行进方向的即将来临的信号的预定距离。这可提供UWB子系统和GPS子系统的校准检查。通过将特定的RFID标签以在轨道信号之前的一致距离定位在轨道上,或者以在RFID标签中存储的数据中记录的距离定位在轨道上,可周期性地验证距离测量精度。如果RFID信息表明车辆正接近特定的信号,但该信号未被检测到(例如,通过无线电1003或无线电1004),则可确定存在问题,诸如VMCS 1000无线电的故障或者缺失的对等体的无线电的故障。这类信息可被记录或者通过用户界面报告给驾驶员或者报告给另一网络,诸如中央网络。

[0143] 速度传感器1011可感测车辆上的一个或多个车轮的号码和/或转速。该部件可增添到现有的车辆上(在安装VMCS 1000之前)、或者可已经安装在现有车辆上。速度传感器可为磁性传感器或者光学传感器,该磁性传感器或者光学传感器例如测量每次车轮旋转的给定数目的脉冲。速度传感器也可提供与车轮旋转的方向有关的信息。速度传感器可输出数字信号或模拟信号(例如,大小与速度成比例的电压)。

[0144] VMCS 1000可包括车辆接口1012,该车辆接口1012与现有的车辆控制和数据连接。车辆接口1012可与车辆的现有刹车系统连接。刹车系统接口可包括开关,该开关中断车辆

的刹车回路。车辆可包括故障防止特征,当刹车回路被中断时该故障防止特征自动地接合制动器。当通过控制电子模块1010确定刹车事件时,VMCS 1000可通过打开刹车回路利用该车辆特征。

[0145] 刹车系统接口可包括开关。示例性的开关可为例如继电器(固态或机械的)。所述开关的第一触点可连接至刹车回路的第一侧,且第二触点可连接至刹车回路的第二侧。为了安装开关,安装工可在刹车回路上找到合适的导体、切割导体、然后将开关的触点安装到切割后的导体的每一侧上。还可以通过其他技术安装开关。例如现有的连接器(例如,端子)可从现有的车辆上的触点中去除,且然后将该连接器移动至开关上的第一触点。来自开关的第二触点的跨接线可返回至现有的车辆上的原始触点。

[0146] 针对刹车事件,控制电子模块1010的处理器可使开关断开,从而使第一触点与第二触点断开连接。这将使车辆的刹车算法和实现启动。控制电子模块1010可使警报通过用户界面1007生成(视觉的和/或听觉的),该警报为已存在自动刹车事件(即,不是由驾驶员与刹车致动器的直接交互作用引起的刹车事件)。

[0147] 控制电子模块1010然后可以在结束刹车事件之后闭合开关。这种结束可在给定的时间段(例如,一分钟)之后发生或者当驾驶员控制的输入的状态变化时发生。例如,在合适的时间段后,控制电子模块1010可从用户界面1007接收指示刹车事件应当结束的输入。这可通过与用户界面1007交互经由驾驶员确认且结束刹车事件而发生。

[0148] 图10示出控制信号接口子系统1100,该控制信号接口子系统1100与信号控制系统2100连接。图10及其功能可与上文在信号控制点40的背景下所讨论的那些类似。控制信号接口子系统1100可被添加到现有的信号控制系统2100。该信号控制系统2100可包括信号控制2101和信号2102。信号控制2101可照亮合适的信号2102。信号控制子系统1100可通过一个或多个信号转换器1101与信号连接。该信息可通过一个或多个处理器1104接收。信号转换器1101中的一者或多者还可向处理器1104提供电力(未示出)。信号转换器1101还可包括隔离电路,例如以减小通过控制信号接口子系统1100的接地故障的风险。数据无线电1102可以与上文论述的VMCS 1000的数据无线电1003类似的方式进行操作。一个或多个测距无线电1103可以与上文论述的VMCS 1000的测距无线电1104类似的方式进行操作。信号信息还可通过数据无线电1102和/或一个或多个测距无线电1103被传送给对等体。

[0149] VMCS 1000和控制信号接口子系统1100可以以下列的方式操作。VMCS1000安装在朝向控制信号行进的车辆上,控制信号接口子系统1100安装在该控制信号上。VMCS 1000通过数据无线电1003(例如,扩频跳频数据网络)搜索对等体。控制电子模块1010检测且识别作为对等体的控制信号接口子系统1100且将其添加到VMCS 1000识别的对等体列表中。

[0150] VMCS 1000然后经由一个或多个测距无线电1004和1103(例如,UWB网络)与控制信号接口子系统1100通信。VMCS 1000经由一个或多个测距无线电1004、1103或者数据无线电1003、1102从控制信号接口子系统1100接收控制信号状态信息(例如,什么信号灯被显示)。VMCS 1000确定一个或多个通信(例如,单段通信或往返通信)的飞行时间。VMCS 1000的控制电子模块1010然后基于该飞行时间计算VMCS 1000和控制信号接口子系统1100之间的距离。该距离也可基于GPS数据进行计算(例如,冗余地)。该距离也可基于除了已知的车辆速度之外的RFID标签位置数据进行计算。例如,在给出已知的RFID标签位置的情况下,车辆的距离可通过连续地追踪车辆在经过RFID标签位置之后的速度来确定。

[0151] 如果VMCS 1000和控制信号接口子系统1100之间的距离小于阈值,则可通过控制电子模块1010经由用户界面1007生成警报。该距离阈值可根据许多因素变化(例如,实时变化),该许多因素诸如:车辆速度;车辆速度的变化率(加速或减速);轨道速度限度;轨道状况(例如,结冰的或潮湿的轨道);温度;轨道等级(例如,陡度);工作区状态;和/或类似因素。当VMCS 1000确定在给定相关因素的情况下该距离变得过于靠近控制信号接口子系统1100时,超出阈值。超过该阈值或者不同的阈值,可导致VMCS 1000使车辆刹车系统启动(例如,通过中断车辆刹车回路)。用于警报和/或自动刹车事件的阈值可以是相同的或不同的。例如,当车辆运行状况和位置逐渐靠近危险状况时,VMCS1000可仅引起警报。只有当所述状况和位置确实变得危险时,才可引起刹车事件。当自动刹车事件发生时,可生成不同类型的警报。根据一个技术,当超过第一阈值时可启动警报,且如果没有发生校正动作,该警报可随着时间继续升级严重性。该警报可升级直到形势变得足够危险,即车辆在控制信号之前不能够安全停止(或者这种能力的缺乏足够急迫)。一旦甚至发生自动刹车,该警报然后可进一步升级或者改变特征。

[0152] VMCS 1000可采用警报和/或自动刹车事件以促使遵守规则。规则可具有一个或多个部分。这些规则可与控制信号状态相关联。不同的控制信号状态可包括红色、黄色、绿色、双红色、或双黄色。每个控制信号状态可具有对于车辆观测这种状态所需的相关联的行为组。红色信号可意味着以下:停止车辆;使停止保持一段时间(例如,一分钟);和在停止后以受限的速度继续行进(例如每小时10英里或更少直到下一个信号)。黄色信号可意味着小心行进且准备在下一个信号处停止。绿色信号可意味着以批准的速度继续行进。双红色(或者叠加红色)可意味着只能停止且停留,直到被许可人员手动挥舞旗帜使车辆经过信号。双黄色(或者叠加黄色)可意味着停止且然后以受限的速度小心行进(例如,因为前方车站被列车占用)。

[0153] 除了颜色编码的信号外,其他信号也可报告系统问题。例如,“不完整显示”信号可指示一个或多个控制信号的灯是否出故障。例如,控制信号通常仅仅具有一个照亮的信号,不多也不少。如果没有信号被照亮,或者如果多于一个信号被同时照亮,则可存在不完整显示。对于这种信号的合理响应可取决于哪种类型的灯有缺陷。“在交叉处的不完整显示”可指示车辆必须停止且不应当继续行进,除非被许可人员所批准。“在自动闭塞信号处的不完整显示”可指示车辆应当停止、等待一段时间(例如,一分钟)、然后以受限的速度继续行进(例如,不大于每小时10英里)。

[0154] 相比于规则,VMCS 1000可通过监控车辆的行为而促进遵守这些信号。如果规则的一个或多个部分被违反,则VMCS 1000可引起警报和/或刹车事件。例如,如果信号是红色,则规则可包括以下部分:(1)在到达信号之前安全停止;(2)等待一分钟;和(3)在停止之后以每小时10英里或更低的速度继续行进。VMCS 1000执行遵守这些部分中的每一者。如上文所述,VMCS 1000可执行遵守第一部分,即在到达信号之前安全停止。然后,VMCS 1000可确保车辆保持停止一分钟(也可选择其他间隔)。如果在一分钟定时器期满前车辆开始移动,则VMCS 1000可引起警报和/或自动刹车事件。在停止一分钟,如果车辆未遵守规则的第三部分(即以每小时10英里或更低的降低速度继续行进),则VMCS1000然后可引起警报和/或自动刹车事件。因此,对于需要安全停止、停止持续时间、或者降低的车辆速度的规则,VMCS 1000可监控和执行复杂的车辆行为。规则还可涉及维持与其他车辆的安全分离距离。

例如,规则可调节安全分离距离。

[0155] VMCS 1000还可与接入点进行通信(例如,经由数据无线电1003和/或一个或多个测距无线电1004)。包括车辆偶发事件(例如,生成警报的偶发事件)和速度限度遵守性的数据记录可存储在控制电子模块1010中。该信息可与接入点通信然后转发至中央网络(例如,铁路网络)。该接入点还可将数据传送给VMCS 1000。这种数据可包括,例如轨道状况、天气和/或更新的RFID标签数据库(其可包括位置、工作区状况、速度限度等)。除了无线传送该信息外,该信息还可经由物理连接器(例如,连接至VMCS 1000上的访问端口)与接入点通信。

[0156] 除了与控制信号接口子系统1100通信之外,VMCS 1000也可与另一车辆上的另一VMCS进行通信。这种VMCS到VMCS通信可按照相对于VMCS到控制信号接口子系统通信所讨论的来实施。VMCS到VMCS通信可被采用以确定安全车辆分离距离。可以与如在VMCS 1000与控制信号接口子系统1100交互的背景下确定的方式类似的方式确定阈值和自动刹车事件。为了通过维持充分的车辆到车辆分离来避免碰撞,可通过考虑远程车辆的因素,诸如远程车辆的速度、速度变化率、方向等来确定刹车事件阈值。随着更多的对等体被添加到网络中(它们为其他的VMCS或控制信号接口子系统),对于每个新的对等体可确定新的安全运行阈值。

[0157] 其他类型的对等体也是可行的。例如,对等体可以是暂时的固定单元。示例为维修队的便携式单元或暂时的减速标记。这些类型的对等体可被构建且以与控制信号接口子系统1100类似的方式发挥作用,以及当超过安全运行阈值时可以上文讨论的方式使VMCS 1000发出警报和/或引起自动刹车事件。

[0158] 文中所描述的技术的方面可以数字电路、计算机软件、固件或硬件、或者以各种组合的方式实现,这些数字电路、计算机软件、固件或硬件包括文中所公开的结构及其等效结构。文中所描述的技术的方面可实现为一个或多个计算机程序,例如,位于计算机可读存储介质上或者在计算机可读介质中编码的一组或多组的程序指令,用于被一个或多个处理器执行或者用以控制一个或多个处理器的操作。可替代地或者附加地,所述指令可在人工生成的传播信号上进行编码,该人工生成的传播信号例如为机器生成的电子信号、光学信号或电磁信号,其可被生成以编码用于传输至合适的接收器设备的信息以供一个或多个处理器执行。计算机可读介质可为计算机可读存储设备、计算机可读存储基底、随机或串行存取存储器阵列或设备、及其各种组合;或者被包括在计算机可读存储设备、计算机可读存储基底、随机或串行存取存储器阵列或设备、及其各种组合中。此外,尽管计算机可读介质可以是或可以不是传播信号,但是计算机可读介质可为在人工生成的传播信号中编码的程序指令的源或目的地。计算机可读介质还可为一个或多个分离的物理部件或介质(例如,CD、盘、或其他存储设备),或者被包括在一个或多个分离的物理部件或介质(例如,CD、盘、或其他存储设备)中。

[0159] 在本说明书中描述的一些技术可实现为通过一个或多个处理器对在一个或多个计算机可读介质上存储的数据或者从其他源接收的数据执行的操作。术语“处理器”可涵盖各种类型的用于处理数据的装置、设备或机器,包括例如中央处理单元、微处理器、微控制器、数字信号处理器、可编程处理器、计算机、片上系统、或其各种组合。处理器可包括专用逻辑电路,例如现场可编程门阵列或者专用集成电路。

[0160] 程序指令(例如,程序、软件、软件应用程序、脚本、或代码)可以各种编程语言进行书写,包括编译语言或解释语言、声明性语言或程序语言;且可以各种形式进行部署,例如作为独立程序或作为模块、部件、子程序、对象或其他适于用在计算环境中的单元。程序指令可对应于文件系统中的文件。程序指令可被存储在保持其他程序或数据的文件的一部分中(例如,存储在标记语言文档中的一个或多个脚本)、存储在专用文件中、或存储在多个协调文件中(例如,存储一个或多个模块、子程序或部分代码的文件)。程序指令可部署成在一个或多个处理器上执行,该一个或多个处理器位于一个站点处或者分布在通过网络连接的多个站点上。

[0161] 本技术已以这种完整的、清晰的、简洁的或精确的术语进行了描述,以能够使任何本领域技术人员实施本技术。应理解,上文描述了本技术的优选的实施方式和示例,且在不偏离如权利要求所提出的本发明的精神或范围的情况下对其进行修改。而且,还应理解到,如果有的话在附图中示出以及在上文描述的实施方式仅仅出于说明的目的且不用于限制本发明的范围。如在本说明书中使用的,单数形式“一”、“一个”以及“该”包括诸如“多于一个”的复数形式,除非另有明确地说明。在术语“包括”出现的地方,可设想术语“基本上由…组成”或“由…组成”可用在其位置处以描述本技术的某些实施方式。另外,文中所引用的全部参考文献被全部并入。

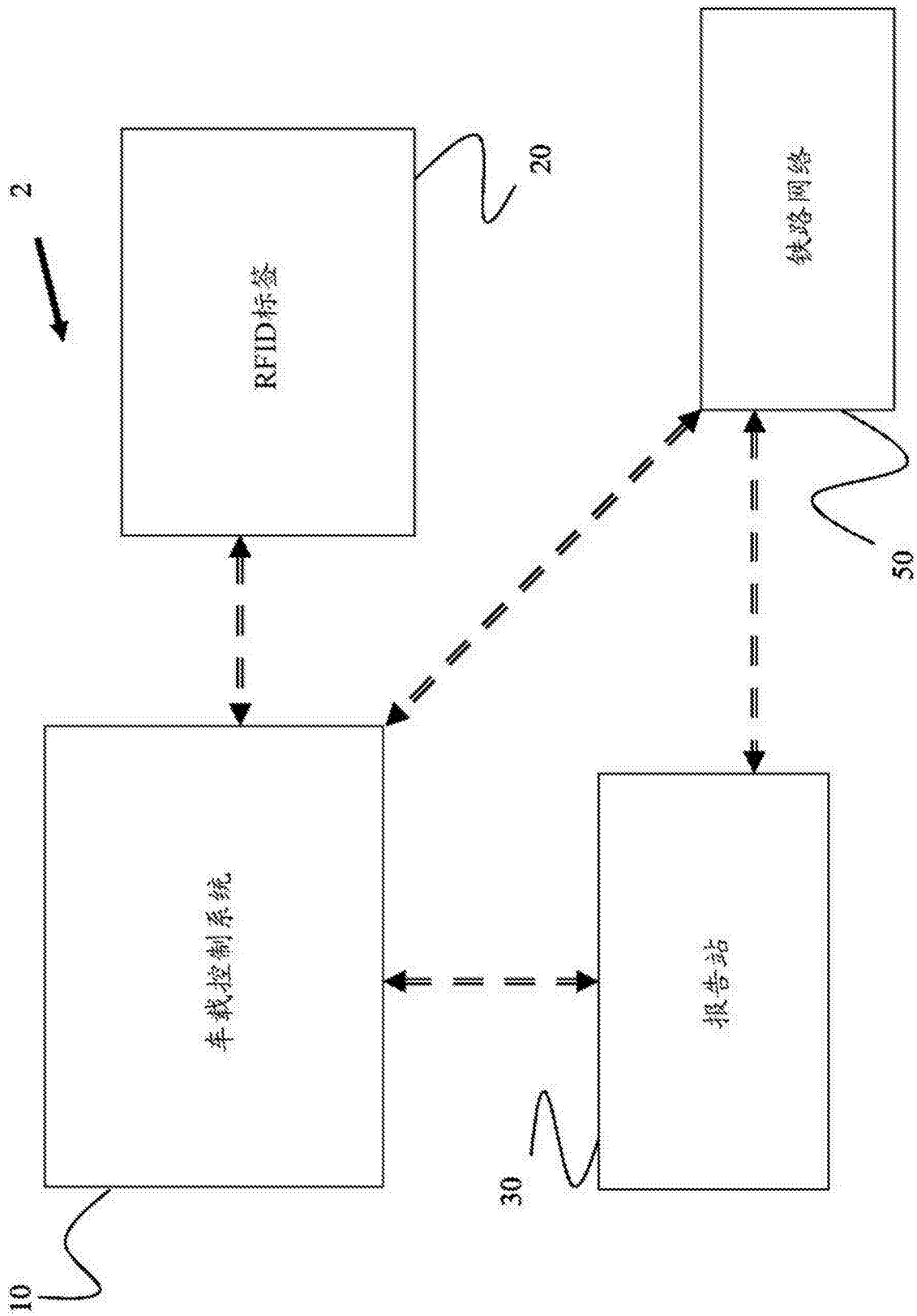


图1

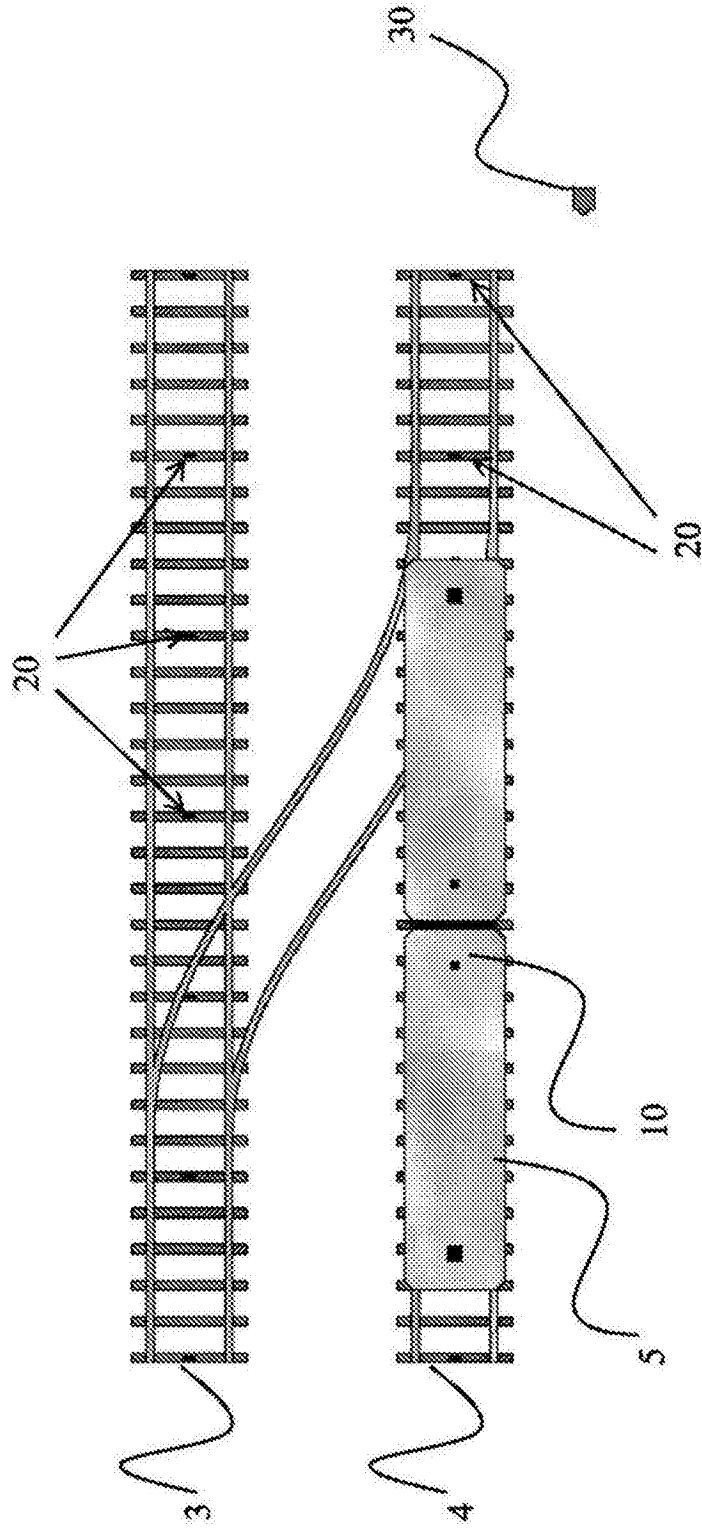


图2

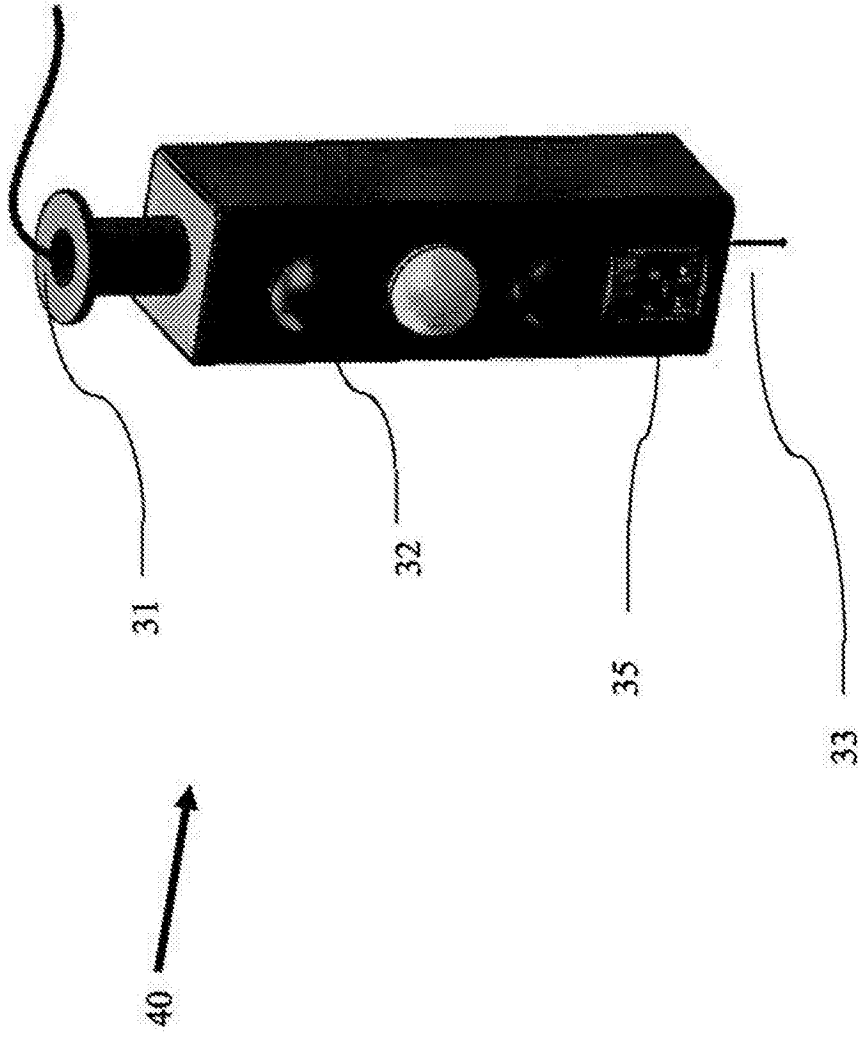


图3



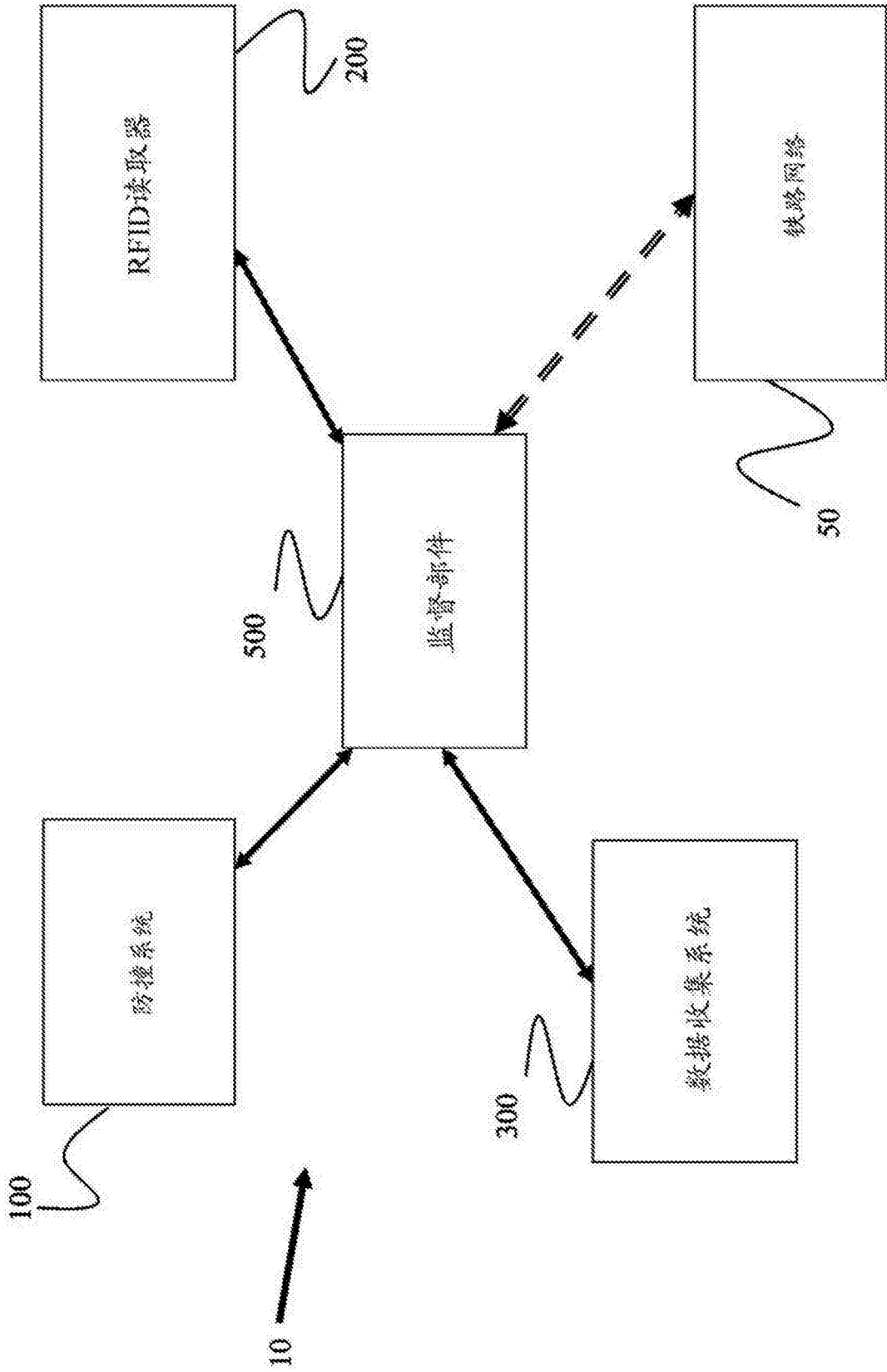


图4

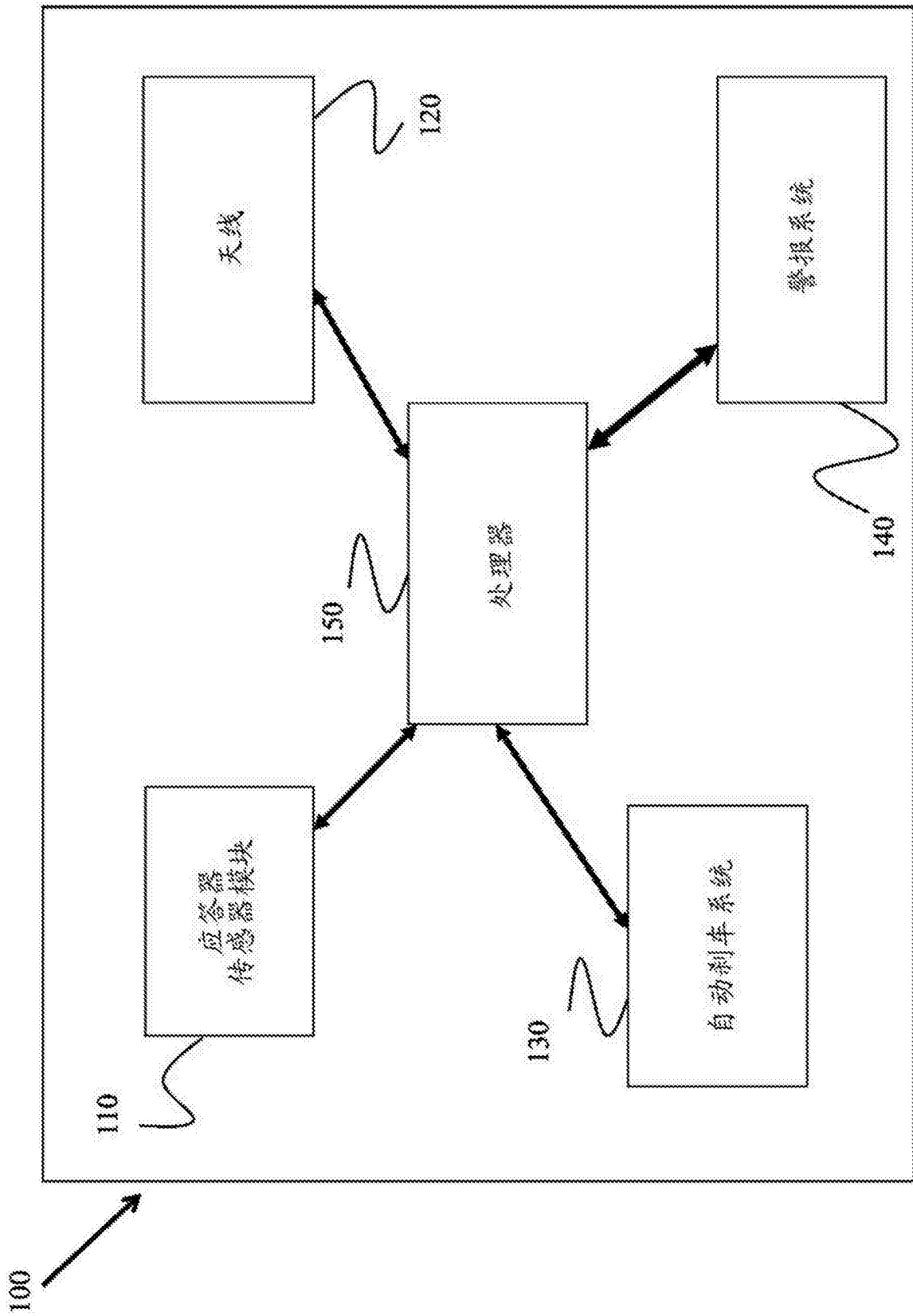


图5

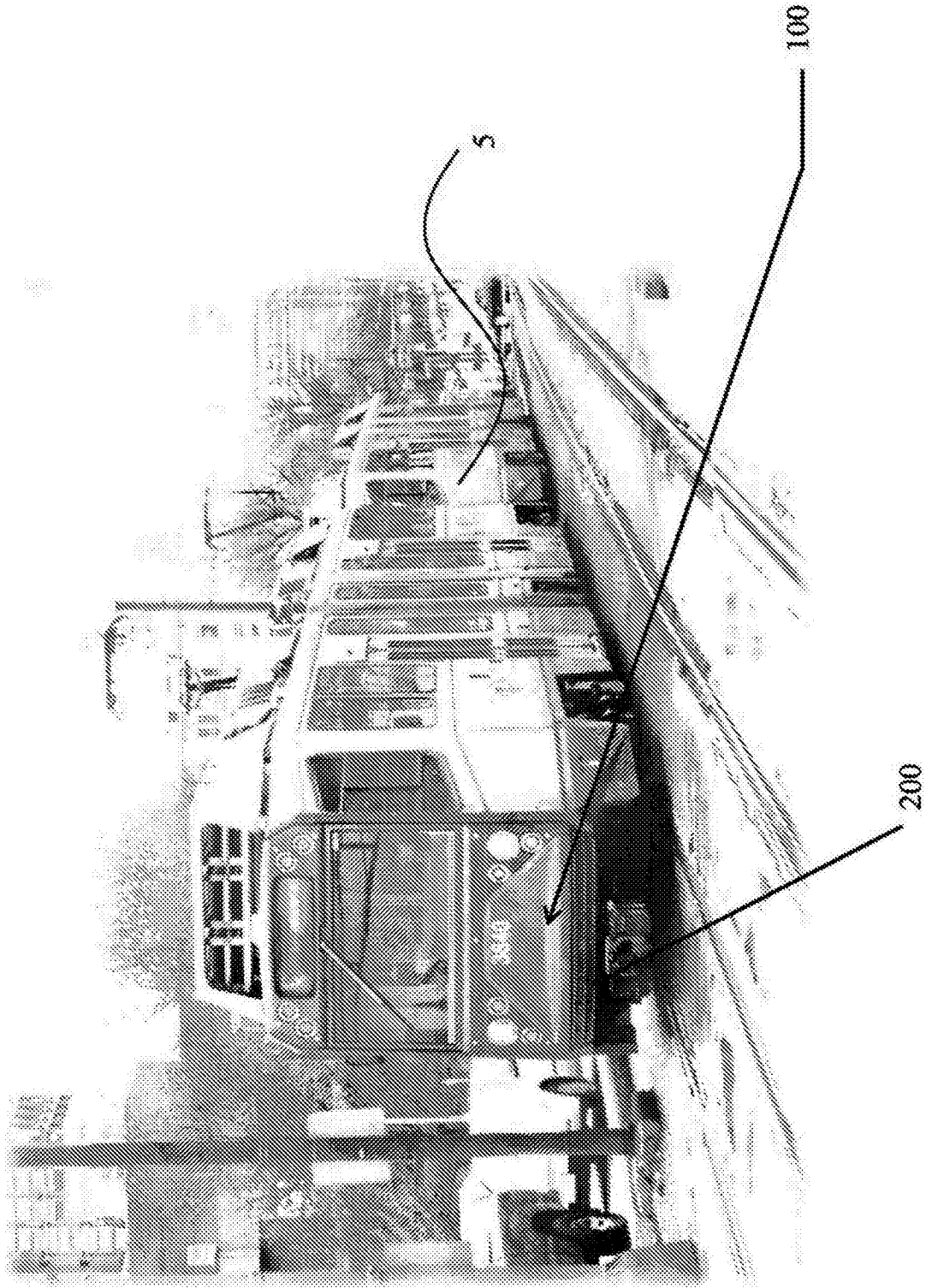


图6

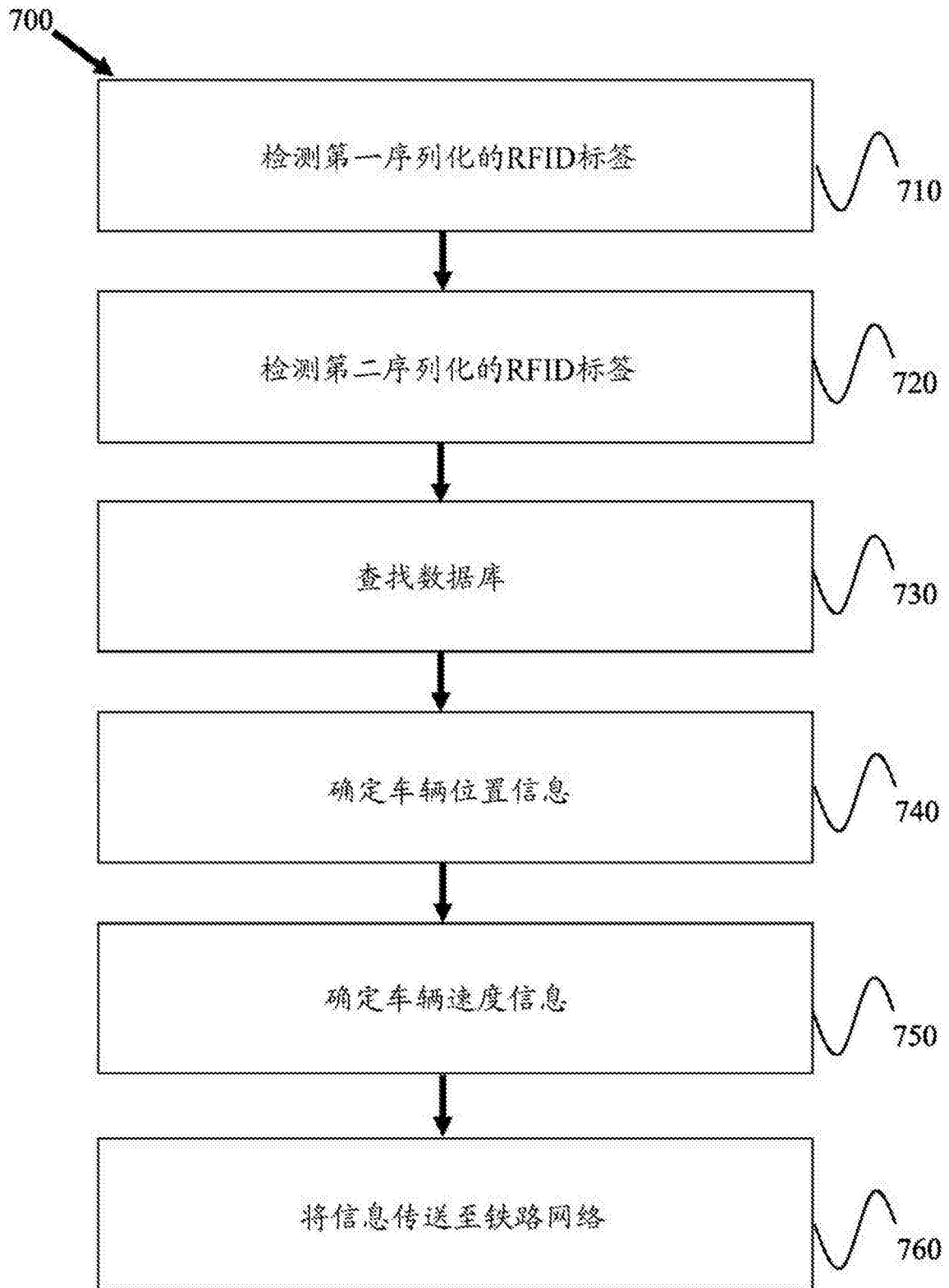


图7

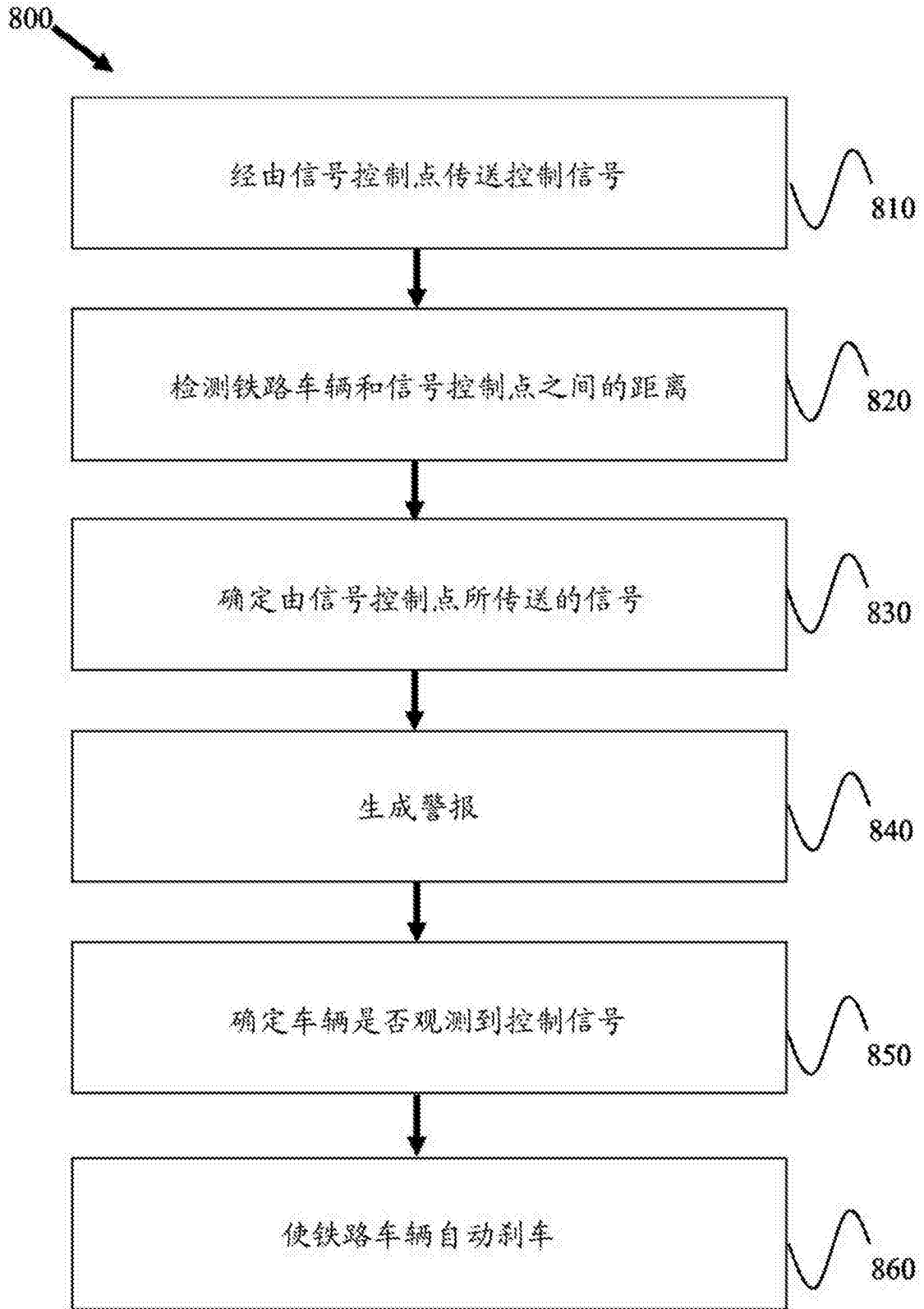


图8

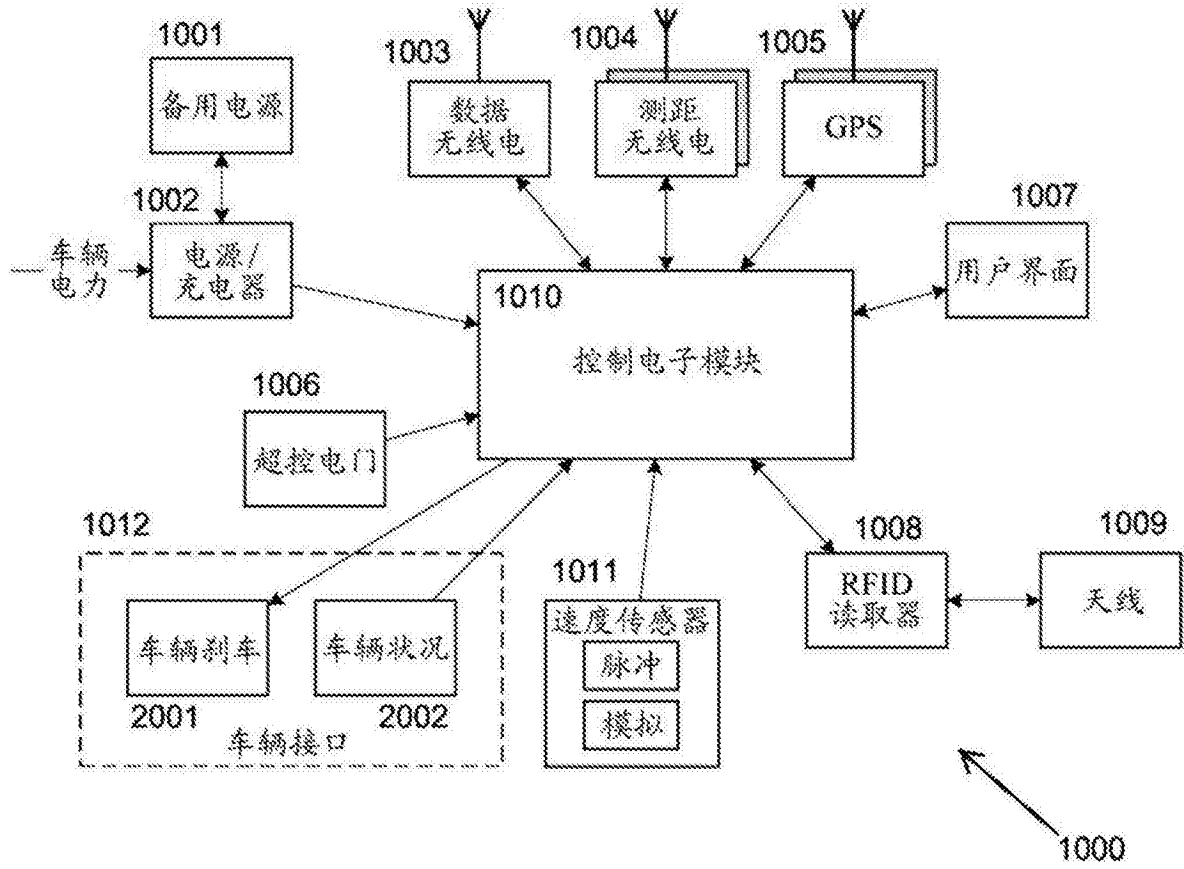


图9

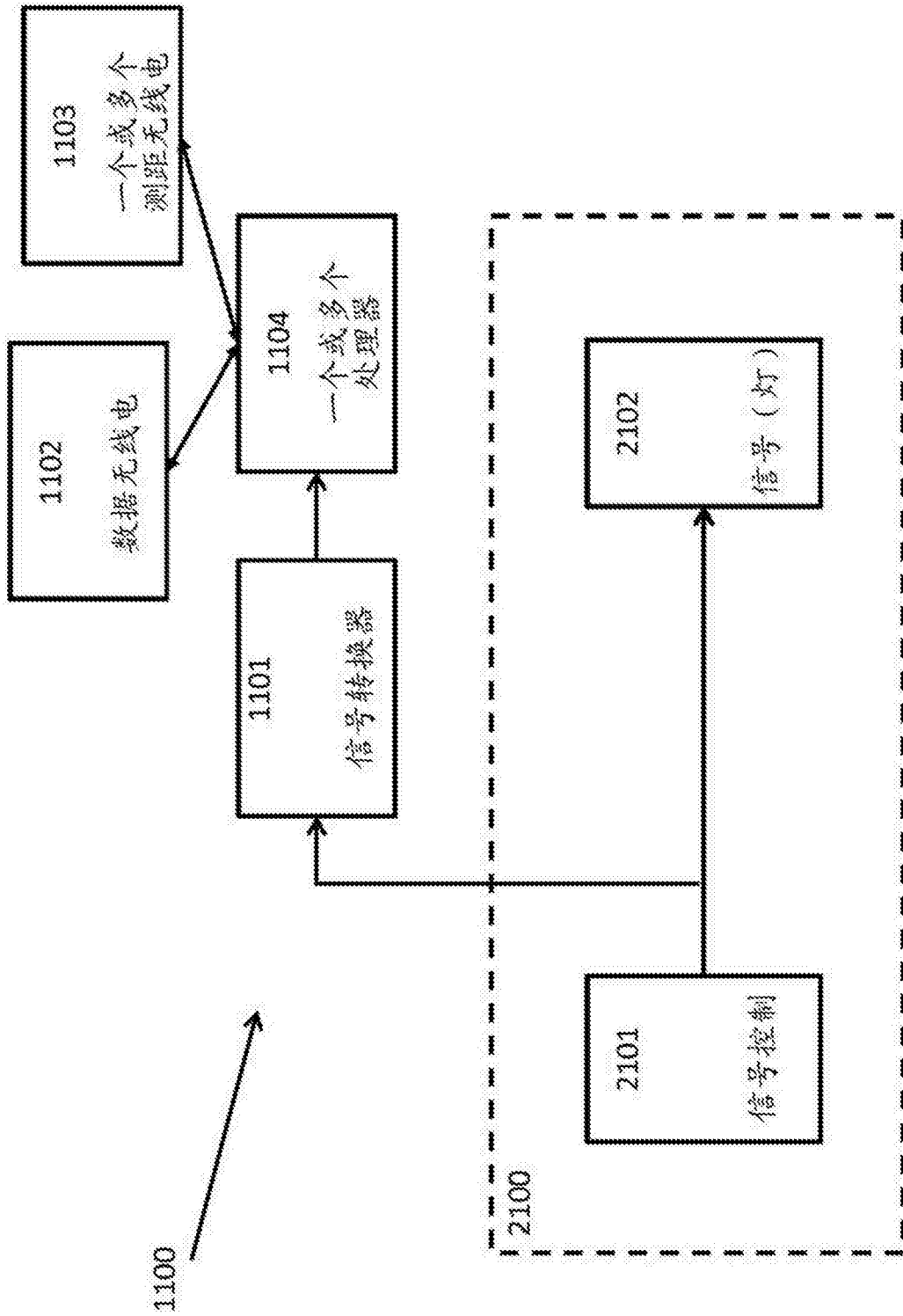


图10