



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106828542 A

(43)申请公布日 2017.06.13

(21)申请号 201611246443.4

(22)申请日 2016.12.29

(71)申请人 北京交通大学

地址 100044 北京市海淀区西直门外上园村3号

(72)发明人 步兵 滕昌敏

(74)专利代理机构 北京市商泰律师事务所 11255

代理人 黄晓军

(51)Int.Cl.

B61L 23/34(2006.01)

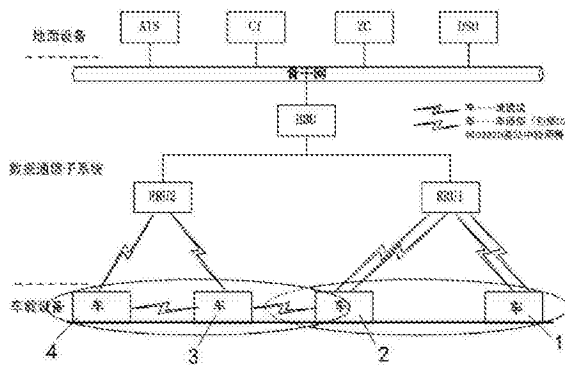
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

一种列车运行控制信息传输及信息融合使用方法

(57)摘要

一种列车运行控制信息传输及信息融合使用方法,属于城市轨道交通列车运行控制系统车地信息传输技术领域。针对车—车、车—地通信传输的信息内容、传输方式及信息融合使用问题,设计了两种可行方案。提出的车—车、车—地通信相结合的列控系统新的通信机制,通过合理用车—车、车—地通信传输的信息,不仅能够提升列控系统信息的传输性能、提高列控系统信息传输的可靠性及可用性;而且能够避免由于既有列控系统设备故障或控制中心失效等原因造成的列车碰撞事故的发生,达到提升列控系统的安全性和整体性能的目标。



1. 一种列车运行控制信息传输及信息融合使用方法,其特征在于包括如下步骤:

步骤1:在现有列控系统车—地通信的基础上引入车—车通信;

步骤2:区域控制器通过车—地通信将移动授权发送给列车;

步骤3:前车通过车—车通信将状态信息发送给后车;

步骤4:车载设备从前车状态信息中提取前车位置信息;

步骤5:车载设备根据接收到的MA和前车位置信息,计算防护速度/位置曲线。

2. 根据权利要求1所述一种列车运行控制信息传输及信息融合使用方法,其特征在于所述步骤1的车—车通信可以是列车之间的直接通信,也可以是列车之间通过基站中转的通信。

3. 根据权利要求1所述一种列车运行控制信息传输及信息融合使用方法,其特征在于所述的步骤3中的状态信息包括前车的位置信息、速度信息、工况信息。

4. 根据权利要求1所述一种列车运行控制信息传输及信息融合使用方法,其特征在于所述步骤5中车载设备根据传输丢包情况采用不同的信息融合方法,计算防护速度/位置曲线:

情况1:接收到MA,接收到前车状态信息;车载设备对比MA和前车位置信息,选取距离列车运行前方最近的位置作为新的MA,计算防护速度/位置曲线;

情况2:接收到MA,未接收到前车状态信息;车载设备对比MA和最近一次通过车—车通信接收到的前车位置信息,选取距离列车运行前方最近的位置作为新的MA,计算防护速度/位置曲线;

情况3:未接收到MA,接收到前车状态信息;车载设备对比前车位置信息和最近一次通过车—地通信接收到的MA,选取距离列车运行前方最近的位置作为新的MA,计算防护速度/位置曲线;

情况4:未接收到MA,未接收到前车状态信息;车载设备对比最近一次通过车—地通信接收到的MA和最近一次通过车—车通信接收到的前车位置信息,选取距离列车运行前方最近的位置作为新的MA,计算防护速度/位置曲线。

5. 一种列车运行控制信息传输及信息融合使用方法,其特征在于包括如下步骤:

步骤1:在现有列控系统车—地通信的基础上引入车—车通信;

步骤2:区域控制器通过车—地通信将所有列车的移动授权和所有列车的状态信息发送给列车;

步骤3:相邻列车通过车—车通信相互转发所有列车的移动授权和所有列车的状态信息;

步骤4:前车通过车—车通信将状态信息发送给后车;

步骤5:车载设备从所有列车的移动授权中提取本车的移动授权;

步骤6:车载设备从所有列车的状态信息中提取前车的位置信息;

步骤7:车载设备根据接收到的本车MA和前车位置信息,计算防护速度/位置曲线。

6. 根据权利要求5所述一种列车运行控制信息传输及信息融合使用方法,其特征在于所述步骤2中区域控制器将所有列车的移动授权和所有列车的位置信息按前后车顺序组成数据包,发给所有列车;如果某次因为丢包,区域控制器没有收到某列车的状态信息,则组包时数据包中该位置为空或全部置零。

7. 根据权利要求5所述一种列车运行控制信息传输及信息融合使用方法,其特征在于所述步骤3中的相邻列车包括前后列车乃至所有列车之间,两两相互转发所有车的移动授权和所有车的位置信息;所述步骤4中的状态信息包括前车的位置、速度和工况信息。

8. 根据权利要求5所述一种列车运行控制信息传输及信息融合使用方法,其特征在于所述步骤5中,车载设备根据列车ID提取本车的移动授权。

9. 根据权利要求5所述一种列车运行控制信息传输及信息融合使用方法,其特征在于所述步骤6中,车载设备根据列车ID提取前车的位置信息;如果由于前车发送状态信息时丢包,则所有列车的状态信息中不包含前车状态信息,前车ID后的状态信息为空。

10. 根据权利要求5所述一种列车运行控制信息传输及信息融合使用方法,其特征在于所述步骤7中,车载设备根据所有列车的移动授权和所有列车的状态信息、前车状态信息传输的丢包情况,采用不同的信息融合方法,计算防护速度/位置曲线:

情况1:车载设备收到所有列车的移动授权和所有列车的状态信息,车载设备收到前车发送的状态信息;车载设备根据列车ID提取本车移动授权和前车位置信息;车载设备对比提取的本车移动授权、提取的前车位置信息(不为空)和前车发送的位置信息,选取距离列车运行前方最近的位置作为新的移动授权,计算防护速度/位置曲线;如果提取的前车位置信息为空,则只对比提取的本车移动授权和前车发送的位置信息;

情况2:车载设备收到所有列车的移动授权和所有列车的状态信息,车载设备未收到前车发送的状态信息;车载设备根据列车ID提取本车移动授权和前车位置信息;车载设备对比提取的本车移动授权、提取的前车位置信息和最近一次接收到的前车发送的位置信息,选取距离列车运行前方最近的位置作为新的移动授权,计算防护速度/位置曲线;如果提取的前车位置信息为空,则只对比提取的本车移动授权和最近一次接收到的前车发送的位置信息;

情况3:车载设备未收到所有列车的移动授权和所有列车的状态信息,车载设备收到前车发送的状态信息;车载设备根据列车ID从最近一次接收到的所有列车的移动授权和所有列车的状态信息中提取本车移动授权和前车位置信息;车载设备对比提取的本车移动授权、提取的前车位置信息和前车发送的位置信息,选取距离列车运行前方最近的位置作为新的移动授权,计算防护速度/位置曲线;如果提取的前车位置信息为空,则只对比提取的本车移动授权和前车发送的位置信息;

情况4:车载设备未收到所有列车的移动授权和所有列车的状态信息,车载设备未收到前车发送的状态信息;车载设备根据列车ID从最近一次接收到的所有列车的移动授权和所有列车的状态信息中提取本车移动授权和前车位置信息;车载设备对比提取的本车移动授权、提取的前车位置信息和最近一次接收到的前车发送的位置信息,选取距离列车运行前方最近的位置作为新的移动授权,计算防护速度/位置曲线;如果提取的前车位置信息为空,则只对比提取的本车移动授权和最近一次接收的前车发送的位置信息。

## 一种列车运行控制信息传输及信息融合使用方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种列车运行控制信息传输及信息融合使用方法,属于城市轨道交通列车运行控制系统车地信息传输技术领域。

### 背景技术

[0002] 基于通信的列控(Communication Based Train Control,CBTC)系统是指在高精度列车定位的前提下,通过无线通信技术进行双向、连续、大容量的车地通信,从而实现对列车的精确、闭环控制。因此,采用何种通信方式,保证车地通信的可靠性、实时性至关重要。

[0003] 在CBTC系统中,基于无线局域网(Wireless Local Area Network,WLAN)的数据通信子系统(DataCommunication System,DCS)建立了车地之间双向、连续、大容量的数据传输通道,使得地面设备和车载设备的命令和状态信息能够在车地之间可靠的交换。

[0004] 现有CBTC的通信机制中,前行列车(简称前车)和追踪列车(简称后车)之间没有直接的信息传输通道,所有列车将实时的位置、速度、工况等状态信息发送给轨旁的区域控制器(zone controller,ZC)。ZC将前车的状态信息或距离后车运行前方最近的障碍物的状态信息发送给后车。

[0005] 2011年7月23日发生的甬温线D301次动车与D3115次动车追尾事故,以及2011年9月27日发生的上海地铁10号线列车追尾事故,使得信号专家开始反思以下问题:现有列控系统中,前车与后车之间没有直接的信息通道,后车通过轨旁设备间接地获得前车的状态信息,计算安全防护速度/位置曲线,由于设计错误和设备故障使得地面设备发送了错误的前车状态信息给后车,从而导致了甬温线“7·23”特别重大铁路交通事故的发生。也是因为后车无法获得前车的实时状态信息导致了上海地铁“9·27”追尾事故的发生。

### 发明内容

[0006] 为了克服现有技术的不足,本发明提供一种列车运行控制信息传输及信息融合使用方法。

[0007] 一种列车运行控制信息传输及信息融合使用方法,包括如下步骤:

[0008] 步骤1:在现有列控系统车—地通信的基础上引入车—车通信;

[0009] 步骤2:区域控制器通过车—地通信将移动授权发送给列车;

[0010] 步骤3:前车通过车—车通信将状态信息发送给后车;

[0011] 步骤4:车载设备从前车状态信息中提取前车位置信息;

[0012] 步骤5:车载设备根据接收到的MA和前车位置信息,计算防护速度/位置曲线。

[0013] 一种列车运行控制信息传输及信息融合使用方法,包括如下步骤:

[0014] 步骤1:在现有列控系统车—地通信的基础上引入车—车通信;

[0015] 步骤2:区域控制器通过车—地通信将所有列车的移动授权和所有列车的状态信息发送给列车;

[0016] 步骤3:相邻列车通过车—车通信相互转发所有列车的移动授权和所有列车的状态信息;

[0017] 步骤4:前车通过车—车通信将状态信息发送给后车;

[0018] 步骤5:车载设备从所有列车的移动授权中提取本车的移动授权;

[0019] 步骤6:车载设备从所有列车的状态信息中提取前车的位置信息;

[0020] 步骤7:车载设备根据接收到的本车MA和前车位置信息,计算防护速度/位置曲线。

[0021] 本发明的优点是:

[0022] 本发明针对城市轨道交通列车运行控制系统既有通信机制仅存在车—地通信,无法避免由于既有系统设备故障或控制中心失效等原因造成的列车碰撞事故的发生的问题,提出在既有列控系统中引入车—车直接通信,允许相邻列车之间通过车—车直通链路直接交互信息。针对车—车、车—地通信传输的信息内容、传输方式及信息融合使用问题,设计了两种可行方案。提出的车—车、车—地通信相结合的列控系统新的通信机制,通过合理用车—车、车—地通信传输的信息,不仅能够提升列控系统信息的传输性能、提高列控系统信息传输的可靠性及可用性;而且能够避免由于既有列控系统设备故障或控制中心失效等原因造成的列车碰撞事故的发生,达到提升列控系统的安全性和整体性能的目标。

## 附图说明

[0023] 当结合附图考虑时,通过参照下面的详细描述,能够更完整更好地理解本发明以及容易得知其中许多伴随的优点,但此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本发明的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定,如图其中:

[0024] 图1为本发明的车—车、车—地通信相结合的列控系统结构示意图;

[0025] 图2为本发明的车—车、车—地通信相结合的信息传输模型;

[0026] 图3为本发明的车—车、车—地通信信息使用方案一流程图;

[0027] 图4为本发明的车—车、车—地通信信息使用方案二流程图;

[0028] 图5为本发明的MAs、STs数据包组包示意图。

[0029] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

## 具体实施方式

[0030] 显然,本领域技术人员基于本发明的宗旨所做的许多修改和变化属于本发明的保护范围。

[0031] 本技术领域技术人员可以理解,除非特意声明,这里使用的单数形式“一”、“一个”、“所述”和“该”也可包括复数形式。应该进一步理解的是,本说明书中使用的措辞“包括”是指存在所述特征、整数、步骤、操作、元件和/或组件,但是并不排除存在或添加一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、元件、组件和/或它们的组。应该理解,当称元件、组件被“连接”到另一元件、组件时,它可以直接连接到其他元件或者组件,或者也可以存在中间元件或者组件。这里使用的措辞“和/或”包括一个或多个相关联的列出项的任一单元和全部组合。

[0032] 本技术领域技术人员可以理解,除非另外定义,这里使用的所有术语(包括技术术语和科学术语)具有与本发明所属领域中的普通技术人员的一般理解相同的意义。

[0033] 为便于对本发明实施例的理解,下面将做进一步的解释说明,且各个实施例并不构成对本发明实施例的限定。

[0034] 实施例1:如图1、图2、图3、图4、图5所示,一种列车运行控制信息传输及信息融合使用方法,在列车运行控制系统中引入车—车通信,采用车—地、车—车通信相结合的方式实现列控信息的传输,提出了两种车—地、车—车通信相结合的列控信息传输机制,并针对每种传输机制的不同传输丢包情况,设计了信息融合使用的方案。

[0035] 本发明有效解决了引入车—车通信后,车—地、车—车通信传输信息内容,以及传输信息使用方法的问题。

[0036] 车车通信的引入不仅能够提升列控信息传输的性能、提高信息传输的可靠性及可用性,而且能够有效降低由于列控系统轨旁设备故障或设计缺陷,地面向列车发送错误的前车位置信息而引发列车碰撞事故的可能,提高列控系统的安全性。

[0037] 一种列车运行控制信息传输及信息融合使用方法,包括如下步骤:

[0038] 步骤1:在现有列控系统车—地通信的基础上引入车—车通信;

[0039] 步骤2:区域控制器通过车—地通信将移动授权发送给列车;

[0040] 步骤3:前车通过车—车通信将状态信息发送给后车;

[0041] 步骤4:车载设备从前车状态信息中提取前车位置信息;

[0042] 步骤5:车载设备根据接收到的MA和前车位置信息,计算防护速度/位置曲线。

[0043] 所述步骤1的车—车通信可以是列车之间的直接通信,也可以是列车之间通过基站中转的通信;

[0044] 所述的步骤3中的状态信息包括前车的位置信息、速度信息、工况信息;

[0045] 所述步骤5中车载设备根据传输丢包情况采用不同的信息融合方法,计算防护速度/位置曲线:

[0046] 情况1:接收到MA,接收到前车状态信息。车载设备对比MA和前车位置信息,选取距离列车运行前方最近的位置作为新的MA,计算防护速度/位置曲线;

[0047] 情况2:接收到MA,未接收到前车状态信息。车载设备对比MA和最近一次通过车—车通信接收到的前车位置信息,选取距离列车运行前方最近的位置作为新的MA,计算防护速度/位置曲线;

[0048] 情况3:未接收到MA,接收到前车状态信息。车载设备对比前车位置信息和最近一次通过车—地通信接收到的MA,选取距离列车运行前方最近的位置作为新的MA,计算防护速度/位置曲线;

[0049] 情况4:未接收到MA,未接收到前车状态信息。车载设备对比最近一次通过车—地通信接收到的MA和最近一次通过车—车通信接收到的前车位置信息,选取距离列车运行前方最近的位置作为新的MA,计算防护速度/位置曲线。

[0050] 实施例2:如图1、图2、图3、图4、图5所示,一种列车运行控制信息传输及信息融合使用方法,包括如下步骤:

[0051] 步骤1:在现有列控系统车—地通信的基础上引入车—车通信;

[0052] 步骤2:区域控制器通过车—地通信将所有列车的移动授权和所有列车的状态

信息发送给列车；

[0053] 步骤3:相邻列车通过车—车通信相互转发所有列车的移动授权和所有列车的状态信息；

[0054] 步骤4:前车通过车—车通信将状态信息发送给后车；

[0055] 步骤5:车载设备从所有列车的移动授权中提取本车的移动授权；

[0056] 步骤6:车载设备从所有列车的状态信息中提取前车的位置信息；

[0057] 步骤7:车载设备根据接收到的本车MA和前车位置信息,计算防护速度/位置曲线。

[0058] 所述步骤2中区域控制器将所有列车的移动授权和所有列车的位置信息按前后车顺序组成数据包,发给所有列车。如果某次因为丢包区域控制器没有收到某列车的状态信息,则组包时数据包中该位置为空或全部置零；

[0059] 所述步骤3中的相邻列车包括前后列车乃至所有列车之间,两两相互转发所有车的移动授权和所有车的位置信息；

[0060] 所述步骤4中的状态信息包括前车的位置、速度和工况信息；

[0061] 所述步骤5中,车载设备根据列车ID提取本车的移动授权；

[0062] 所述步骤6中,车载设备根据列车ID提取前车的位置信息。如果由于前车发送状态信息时丢包,则所有列车的状态信息中不包含前车状态信息,前车ID后的状态信息为空；

[0063] 所述步骤7中,车载设备根据所有列车的移动授权和所有列车的状态信息、前车状态信息传输的丢包情况,采用不同的信息融合方法,计算防护速度/位置曲线；

[0064] 情况1:车载设备收到所有列车的移动授权和所有列车的状态信息,车载设备收到前车发送的状态信息。车载设备根据列车ID提取本车移动授权和前车位置信息。车载设备对比提取的本车移动授权、提取的前车位置信息(不为空)和前车发送的位置信息,选取距离列车运行前方最近的位置作为新的移动授权,计算防护速度/位置曲线。如果提取的前车位置信息为空,则只对比提取的本车移动授权和前车发送的位置信息；

[0065] 情况2:车载设备收到所有列车的移动授权和所有列车的状态信息,车载设备未收到前车发送的状态信息。车载设备根据列车ID提取本车移动授权和前车位置信息。车载设备对比提取的本车移动授权、提取的前车位置信息和最近一次接收到的前车发送的位置信息,选取距离列车运行前方最近的位置作为新的移动授权,计算防护速度/位置曲线。如果提取的前车位置信息为空,则只对比提取的本车移动授权和最近一次接收到的前车发送的位置信息；

[0066] 情况3:车载设备未收到所有列车的移动授权和所有列车的状态信息,车载设备收到前车发送的状态信息。车载设备根据列车ID从最近一次接收到的所有列车的移动授权和所有列车的状态信息中提取本车移动授权和前车位置信息。车载设备对比提取的本车移动授权、提取的前车位置信息和前车发送的位置信息,选取距离列车运行前方最近的位置作为新的移动授权,计算防护速度/位置曲线。如果提取的前车位置信息为空,则只对比提取的本车移动授权和前车发送的位置信息；

[0067] 情况4:车载设备未收到所有列车的移动授权和所有列车的状态信息,车载设备未收到前车发送的状态信息。车载设备根据列车ID从最近一次接收到的所有列车的移动授权和所有列车的状态信息中提取本车移动授权和前车位置信息。车载设备对比提取的本车移动授权、提取的前车位置信息和最近一次接收到的前车发送的位置信息,选取距离列车运

行前方最近的位置作为新的移动授权,计算防护速度/位置曲线。如果提取的前车位置信息为空,则只对比提取的本车移动授权和最近一次接收的前车发送的位置信息。

[0068] 实施例3:一种列车运行控制信息传输及信息融合使用方法,如图1所示,车1与车2由于相距较远,无法建立直接通信,因而车1与车2之间的信息交互通过RRU1进行中转;车2与车3分别位于两个小区,二者之间的直接通信需要受到两个小区基站的协调控制,基站与基站之间通过X2接口实现信令交互;车3与车4,满足车——车直接通信条件,在RRU2的控制下,实现直接信息交互。

[0069] 如图2所示,车载新增车车通信终端,用于实现相邻列车的之间通信,车——车通信交互的信息可以是前车的状态信息(位置、速度、运行方向、工况信息等);也可以是转发的MAs和STs数据包信息及前车位置信息等。

[0070] ZC根据列车ID按前后车顺利对所有列车的MA和所有列车的状态信息进行组包,如果某次ZC没有收到某列车的状态信息,则组包时数据包中该位置对应的列车状态信息为空或全部为0处理。

[0071] 在既有列车运行控制系统中引入车——车直接通信,首先研究分析新的车——车、车——地通信相结合的列控系统网络架构及信息传输模型。如图1和图2分别给出了车——车、车——地通信相结合的列控系统结构示意图和车——车、车——地通信相结合的信息传输模型示意图。

[0072] 如图1所示,车——车、车——地通信相结合的列控系统主要由三部分组成,车载设备、地面设备和数据通信子系统。与既有列控系统相同的是,地面设备仍由ATS、CI、ZC和DUS组成。不同的是,车载设备在原有基础上增加了车——车通信终端,使得相邻列车之间能够通过车——车直通链路直接交互信息。

[0073] 如图2所示为加入了车——车通信的列控系统信息传输模型示意图。线路上运行的列车实时的与轨旁设备交互信息,行车许可的计算由ZC完成并向管辖范围内的列车发送。与此同时,相邻列车之间周期性的通过直通链路进行信息交互。

[0074] DSU向车载设备和其他轨旁设备提供轨道参数和临时限速等信息;通过ATS车站设备采集轨旁及车载ATP提供的轨道占用状态、进路状态、列车运行状态及信号设备故障等控制和监督列车运行的基础信息。并且,ATS根据联锁表、计划运行图及列车位置自动生成并传输进路控制命令,命令CI根据计划时刻表设置列车运行路线;CI检查轨旁信号设备状态,根据进路需求将其设置到指定位置,进路成功设置并锁定后通知ZC进路的安全终端;ZC根据列车传来的实时位置、速度、运行方向等信息,考虑列车进路、道岔状态、ATS发送的临时限速及其它障碍物的条件,计算并向列车发送MA;应答器负责向列车传送定位信息、公里标及固定限速等信息。车载ATP、ATO根据接收到的可用MA为列车计算紧急制动曲线和常用制动曲线,实现安全控车运行。

[0075] 考虑相邻列车之间通过车——车直通链路实时交互信息,这些信息可以是前车的速度、位置、运行方向等状态信息,也可以是接收到的来自ZC的MAs数据包(所有列车的MA)信息及所有列车的STs等。根据交互信息不同,车——车、车——地通信传输的信息的使用方案不同。车载设备始终需要根据接收到的来自车——地通信链路的信息和来自车——车通信链路的信息,判断选择距离列车运行前方最近的距离作为行车许可MA,计算防护速度/位置曲线,控车运行。



[0076] 需要注意的是,当相邻列车之间的距离较大无法实现车—车直通链路的建立,或者由于直通链路信道质量较差无法保证通信质量时,车—车直接通信信息的传输将采取由基站中转的方式完成,该过程属于车—车通信的一种特殊情况。

[0077] 本发明根据车—车直通链路传输的信息的不同,设计的车—车、车—地通信信息的融合使用方案主要有两种,详细介绍如下:

[0078] 方案一:车—车、车—地通信相结合的列控系统信息融合使用方案一具体实施情况如流程图3所示。

[0079] 列车根据收到的ZC发送的MA和前车发送的位置信息,对比选择列车运行前方最近的位置作为新的MA,计算防护速度/位置曲线,分以下四种情况:

[0080] 情况1:车—地和车—车传输都没有丢包,车载设备接收到ZC通过车—地通信发送的MA,接收到前车通过车—车通信发送的前车状态信息。车载设备对比MA和前车位置,选取距离列车运行前方最近的位置作为新的MA,计算防护速度/位置曲线;

[0081] 情况2:车—地传输丢包,车—车传输没有丢包,车载设备接收到前车通过车—车通信发送的前车位置信息。车载设备比较前车位置信息和最近一次接收到的ZC通过车—地通信发送的MA,选取距离列车运行前方最近的位置作为新的MA,计算防护速度/位置曲线;

[0082] 情况3:车—地传输没有丢包,车—车传输丢包,车载设备接收到ZC通过车—地通信发送的MA。车载设备比较MA和最近一次接收到的前车通过车—车通信发送的位置信息,选取距离列车运行前方最近的位置作为新的MA,计算防护速度/位置曲线;

[0083] 情况4:车—地和车—车传输都丢包,车载设备比较最近一次接收到的前车通过车—车通信发送的位置信息和最近一次接收到的ZC通过车—地通信发送的MA,选取距离列车运行前方最近的位置作为新的MA,计算防护速度/位置曲线。

[0084] 对于以上4种情况,如果列车在指定的时间内未收到ZC发送的MA或前车发送的状态信息,则实施紧急制动。

[0085] 方案二:车—车、车—地通信相结合的列控系统信息融合使用方案二具体实施情况如流程图4所示。

[0086] 车载设备比较收到的ZC发送的或相邻列车转发的Mas中本车的MA、STs中的前车位置信息和前车发送的位置信息,选取距离列车运行前方最近的位置作为新的MA,计算防护速度/位置曲线,分为以下四种情况:

[0087] 情况1:车载设备接收到ZC通过车—地通信发送的或相邻列车通过车—车通信转发的所有列车的MA (MAs) 和所有列车的状态信息 (STs)。接收到前车通过车—车通信发送的位置信息。车载设备从MAs中提取本车MA,从STs中提取前车位置信息。如果STs中包含前车的位置信息,车载设备对比本车MA、从STs中提取的前车位置信息和接收到的前车通过车—车通信发送的位置信息,选取距离列车运行前方最近的位置作为新的MA,计算防护速度/位置曲线;如果STs中不包含前车位置信息(例如:前车通过车—地通信发送位置信息的数据包丢失,ZC未接收到前车的位置信息),车载设备对比本车MA和接收到的前车通过车—车通信发送的位置信息,选取距离列车运行前方最近的位置作为新的MA,计算防护速度/位置曲线;

[0088] 情况2:车载设备接收到ZC通过车—地通信发送的或相邻列车通过车—车通

信发送的MAs和STs。由于丢包,车载设备未接收到前车通过车——车通信发送的位置信息。车载设备从MAs中提取本车MA,从STs中提取前车位置信息。如果STs中包含前车的位置信息,车载设备对比本车MA、从STs中提取的前车位置信息和最近接收到的前车通过车——车通信发送的位置信息,选取距离列车运行前方最近的位置作为新的MA,计算防护速度/位置曲线;如果STs中不包含前车位置信息,车载设备对比本车MA和最近接收到的前车通过车——车通信发送的位置信息,选取距离列车运行前方最近的位置作为新的MA,计算防护速度/位置曲线;

[0089] 情况3:车载设备未接收到ZC通过车——地通信发送的或相邻列车通过车——车通信转发的MAs和STs,车载设备接收到前车通过车——车通信发送的位置信息。车载设备从最近一次接收到的ZC通过车——地通信发送的或相邻列车通过车——车通信转发的MAs和STs中分别提取本车MA和前车位置信息。如果STs中包含前车的位置信息,车载设备对比提取的本车MA、提取的前车位置信息和接收到的前车通过车——车通信发送的前车位置信息,选取距离列车运行前方最近的位置作为新的MA,计算防护速度/位置曲线;如果STs中不包含前车位置信息,车载设备对比提取的本车MA和接收到的前车通过车——车通信发送的前车位置,选取距离列车运行前方最近的位置作为新的MA,计算防护速度/位置曲线。

[0090] 情况4:车载设备未接收到ZC或相邻列车发送的MAs和STs,车载设备未接收到前车通过车——车通信发送的位置信息,列车选取最近一次使用的MA作为新的MA,计算防护速度/位置曲线。

[0091] 在方案二中,每个周期ZC将所有列车的MA和所有列车的ST按前后车顺序打包,发送给管辖范围内的每列车。列车收到ZC发送的或者相邻列车转发的MAs和STs数据包之后,根据本车的列车ID提取本车的MA,根据组包顺序判断提取前车位置。如果某个周期前车通过车——地通信向ZC发送状态信息的数据包丢失,ZC未接收到前车的位置信息,则ZC组包时,将数据包中该位置保留并全部置零。如图5给出了MAs和STs数据包的具体组包情况示意图。

[0092] 如上所述,对本发明的实施例进行了详细地说明,但是只要实质上没有脱离本发明的发明点及效果可以有很多的变形,这对本领域的技术人员来说是显而易见的。因此,这样的变形例也全部包含在本发明的保护范围之内。

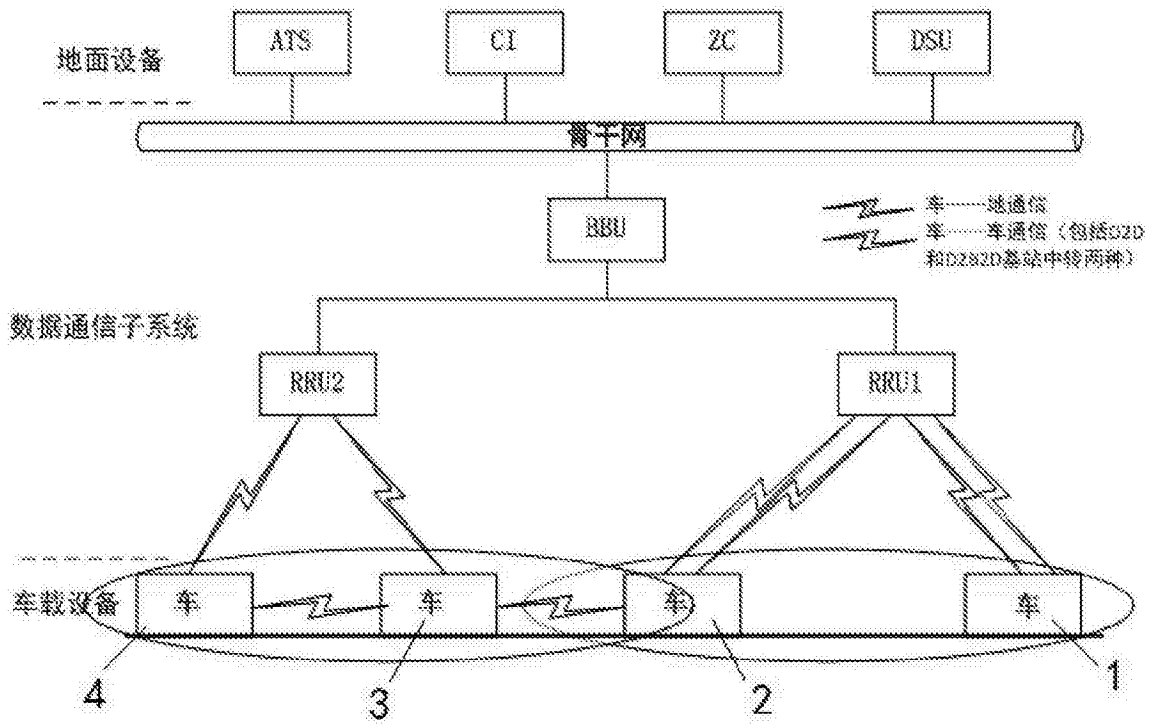


图1

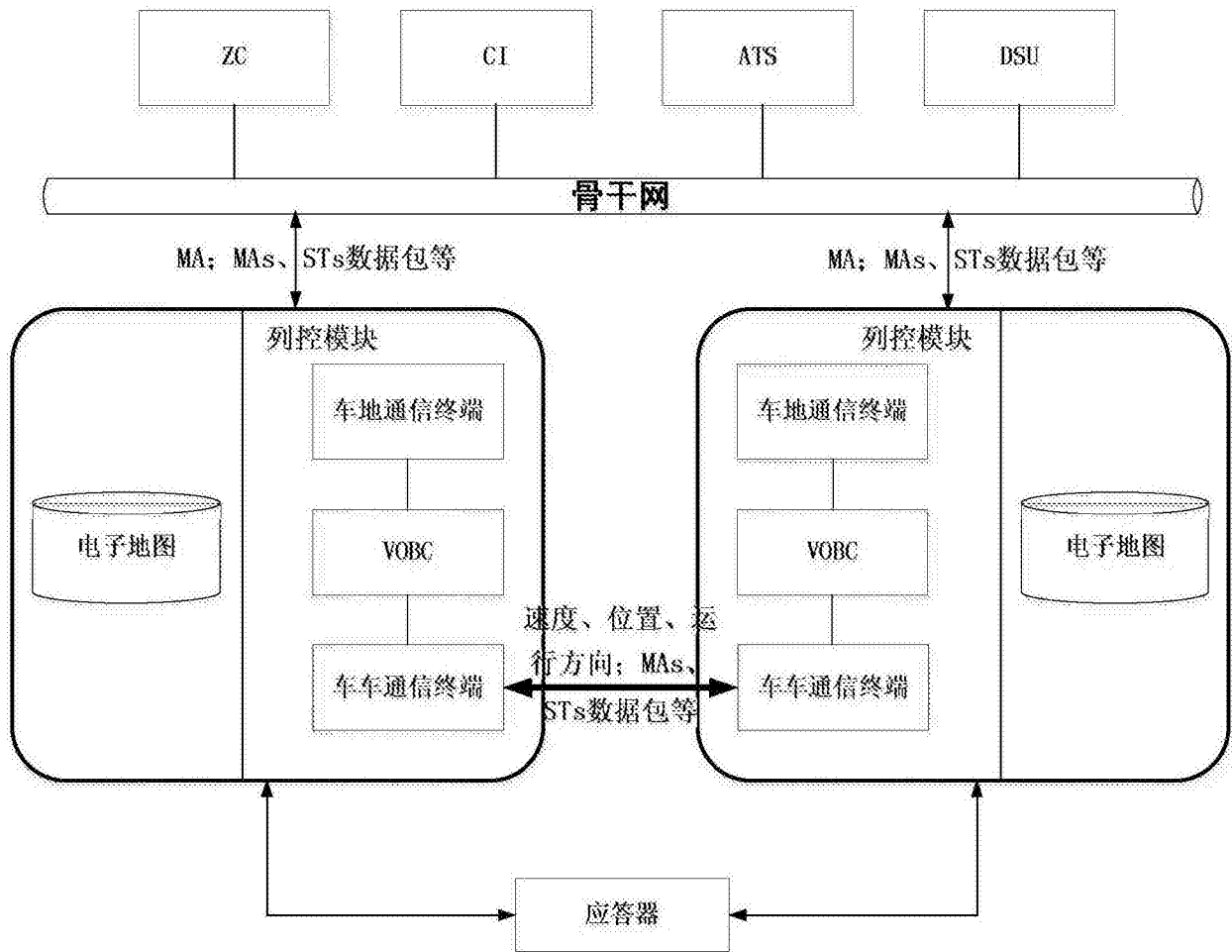


图2

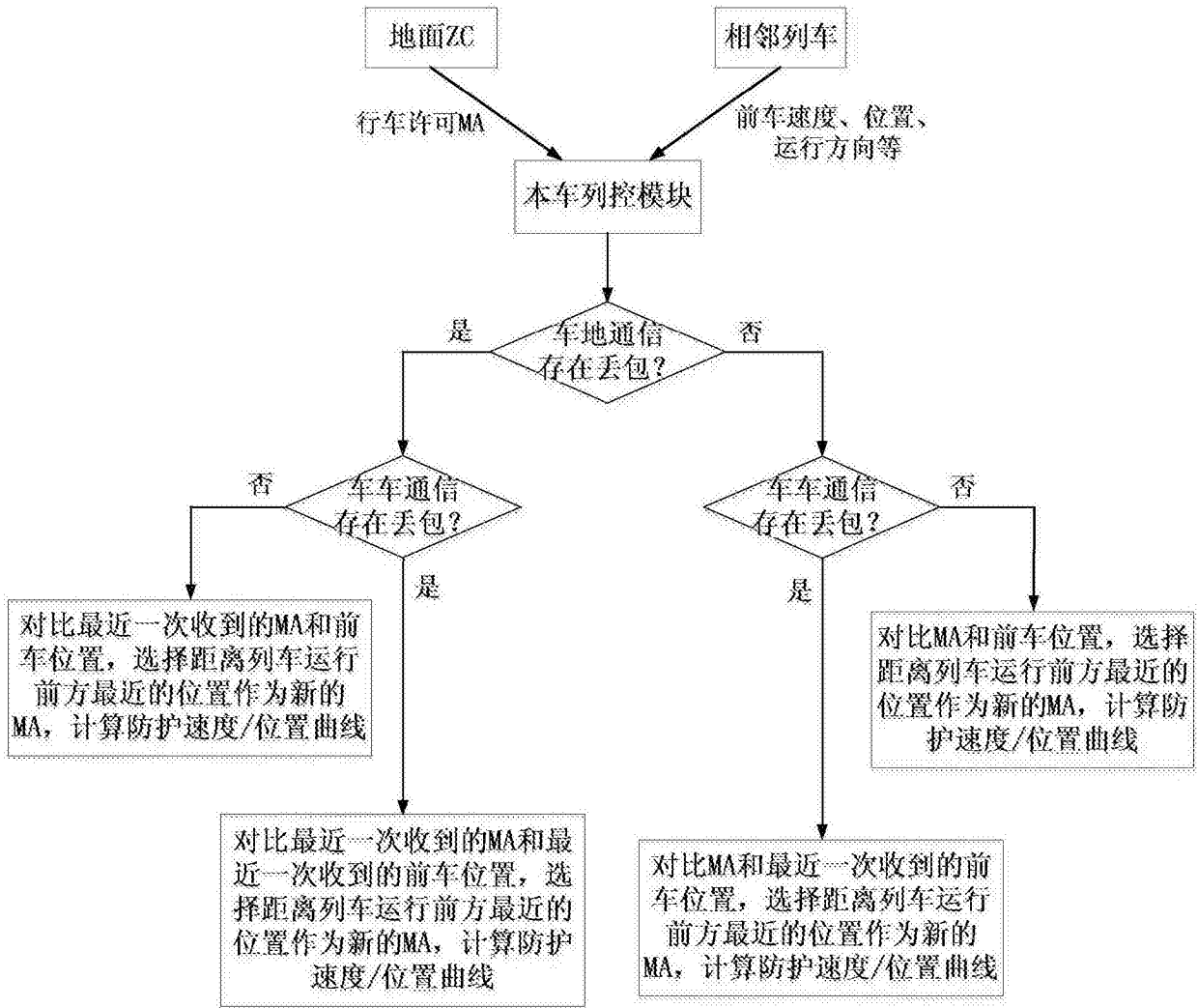


图3

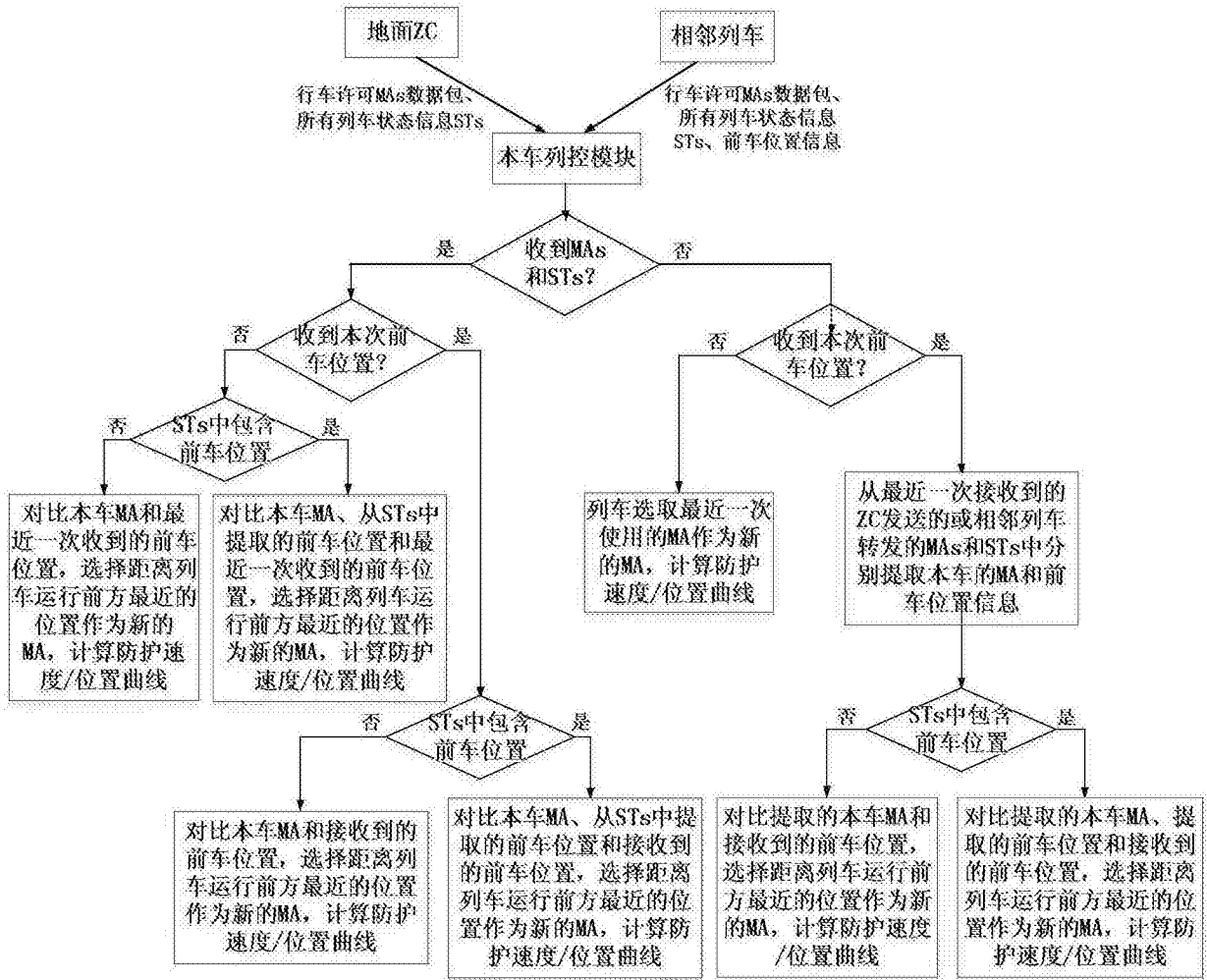


图4

ZC将计算好的所有列车的MA按前后车顺序组包

列车 ID	MA	列车 ID	MA	列车 ID	MA	...	...	列车 ID	MA	列车 ID	MA
-------	----	-------	----	-------	----	-----	-----	-------	----	-------	----

ZC将所有列车的状态信息按前后车顺序组包（ZC收到所有列车状态）

列车 ID	ST	列车 ID	ST	列车 ID	ST	...	...	列车 ID	ST	列车 ID	ST
-------	----	-------	----	-------	----	-----	-----	-------	----	-------	----

ZC将所有列车的状态信息按前后车顺序组包（存在列车状态丢失时）

列车 ID	ST	列车 ID	0	列车 ID	ST	...	...	列车 ID	ST	列车 ID	0
-------	----	-------	---	-------	----	-----	-----	-------	----	-------	---

图5