



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111629950 B

(45) 授权公告日 2024. 01. 09

(21) 申请号 201980009478.1

(22) 申请日 2019.01.22

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111629950 A

(43) 申请公布日 2020.09.04

(30) 优先权数据  
15/878,157 2018.01.23 US  
15/992,883 2018.05.30 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2020.07.21

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/IB2019/050531 2019.01.22

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02019/145856 EN 2019.08.01

(73) 专利权人 奥雅纳工程顾问创投有限公司  
地址 英国伦敦

(72) 发明人 肯尼思·加姆森

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

专利代理师 龚伟 李鹤松

(51) Int.Cl.  
B61L 3/12 (2006.01)  
B61L 3/00 (2006.01)  
B61L 15/00 (2006.01)  
B61L 23/08 (2006.01)  
B61L 25/02 (2006.01)  
B61L 25/04 (2006.01)  
B61L 27/00 (2022.01)

(56) 对比文件  
CN 109178039 A, 2019.01.11  
CN 109305196 A, 2019.02.05  
US 2008068164 A1, 2008.03.20  
CN 102673612 A, 2012.09.19  
CN 204506929 U, 2015.07.29  
US 8428798 B2, 2013.04.23

审查员 车沈云

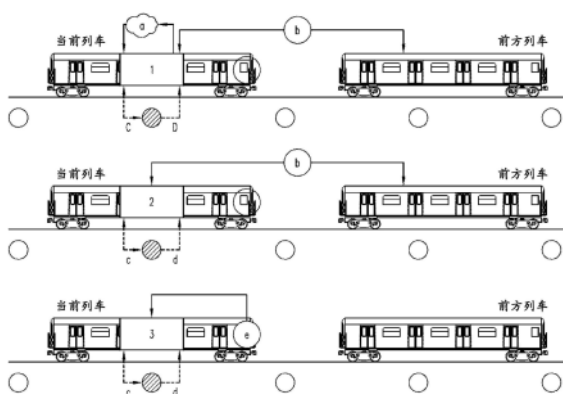
权利要求书3页 说明书9页 附图14页

(54) 发明名称

无线列车管理系统

(57) 摘要

提供了一种列车系统,该列车系统包括:包括至少一个铁路车厢的列车组;沿着所述列车组的路径定位的至少一个第一组两个轨道侧点;至少一个第二组两个轨道侧点;至少一个RFID标签,其定位于轨道侧点中的每一个处,所述至少一个RFID标签被配置为当所述列车组经过所述至少一个第一组两个轨道侧点时存储所述列车组的动态和静态特性;至少一个RFID标签,其定位于所述至少一个第一组两个轨道侧点和所述至少一个第二组两个轨道侧点中的每一个处,所述至少一个RFID标签被配置为当列车组经过所述至少一个第二组至少两个轨道点时存储所述列车组的特性;以及连接到网络的至少一个RFID标签读取器。



CN 111629950 B

1. 一种列车控制系统,其特征在于,其包括:

列车组,包括至少一个铁路车厢;

至少一个第一组两个轨道点,沿着所述列车组的路径定位;

至少一个第二组两个轨道点,沿着轨道道岔区段定位;

多个RFID标签;

其中,所述多个RFID标签中的至少两个RFID标签定位于所述至少一个第一组两个轨道点中的每一个处,所述多个RFID标签被配置为当列车组经过所述至少一个第一组两个轨道点时存储所述列车组的动态和静态特性;

并且其中,所述多个RFID标签中的另外的至少两个RFID标签定位于所述至少一个第一组两个轨道点和所述至少一个第二组两个轨道点中的每一个处,所述多个RFID标签被配置为当列车组经过所述至少一个第二组至少两个轨道点时存储所述列车组的动态和静态特性;以及

至少一个RFID标签读取器,定位于连接到网络的所述至少一个铁路车厢上;

其中,所述多个RFID标签还包括第一类型RFID标签或第二类型RFID标签;并且记录在标签上的最新列车传递第一类型RFID标签或第二类型RFID标签的速度、制动状态、列车ID、道岔状态、时间戳和时间表用下一列车传递第一类型RFID标签或第二类型RFID标签的信息重写;

其中,所述第一类型RFID标签和/或第二类型RFID标签为Acorn标签,沿着直的轨道区域,所述第一类型RFID标签被间隔放置;而在所述轨道道岔和交叉位置,采用模拟轨道电路的串联硬接线连接,间隔放置所述第二类型RFID标签。

2. 根据权利要求1所述的列车控制系统,其特征在于,其中,至少一个第二类型RFID标签通过RS485或串行数据传输电缆连接到第二类型RFID标签,其中,所述第二类型RFID标签包括I2C到RS485的转换器,所述I2C到RS485的转换器与通过I2C总线连接、并且通过与标签天线的并联连接而连接的RFID芯片连接。

3. 根据权利要求1所述的列车控制系统,其特征在于,其中,所述多个RFID标签读取器包括RF透明外壳,该RF透明外壳在内部包含有线连接到芯片读取器的至少一对读取器天线,所述读取器天线通过导线连接到至少一个领先铁路车厢或至少一个拖尾铁路车厢。

4. 根据权利要求1所述的列车控制系统,其特征在于,其中,所述第一类型RFID标签和所述RFID标签读取器具有在7英寸和40英寸之间的间隔。

5. 根据权利要求1所述的列车控制系统,其特征在于,其中,所述RFID标签读取器定位于领先铁路车厢的下侧或拖尾铁路车厢的下侧。

6. 根据权利要求1所述的列车控制系统,其特征在于,其中,至少一个列车第一类型RFID标签包括彼此间隔小于30英尺的多个第一类型RFID标签。

7. 根据权利要求1所述的列车控制系统,其特征在于,其中,通过蓝牙或Wi-Fi连接,将在领先铁路车厢上的网络数据库连接到在拖尾铁路车厢上的网络数据库。

8. 根据权利要求3所述的列车控制系统,其特征在于,其中,所述领先铁路车厢的网络还包括雷达。

9. 根据权利要求1所述的列车控制系统,其特征在于,其中,领先铁路车厢的网络或拖尾铁路车厢的网络在轨道点定位于开放轨道处的位置处连接到包括超宽带、LWIP、LWA、

WLAN、ADSL、线缆或LTE网络的无线通信网络,并且在所述轨道点定位于封闭轨道处的位置处连接到Wi-Fi网络。

10. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述系统还包括至少一个拖尾铁路车厢。

11. 一种控制列车系统的方法,其特征在于,所述方法包括以下步骤:

第一列车组的第一列车车厢经由集中式数据网络路由控制中心与第二列车组的第一车厢通信,该通信包括轨道数据库、时间表数据库和路线数据库;以及

所述第一列车组的所述第一列车车厢经由通信系统与所述第二列车组的所述第一车厢通信,所述通信系统包括:

至少一个第一组两个轨道点,沿着所述第一列车组的路径定位;

至少一个第二组两个轨道点,沿着轨道道岔定位;

多个第一RFID标签,所述多个第一RFID标签中的至少两个第一RFID标签定位于所述至少一个第一组两个轨道点和所述至少一个第二组两个轨道点中的每一个处,其中,所述至少一个第一RFID标签被配置为当列车组经过所述至少一个第一组两个轨道点时存储所述第一列车组的动态和静态特性;

多个第二RFID标签,所述多个第二RFID标签中的至少两个第二RFID标签定位于所述至少一个第一组两个轨道点和至少一个第二组两个轨道点中的每一个处,其中,至少一个第二RFID标签被配置为当列车组经过至少一个第二组两个轨道点时存储所述列车组的动态和静态特性;以及

定位于所述第一列车组上的至少一个RFID标签读取器和定位于所述第二列车组上的至少一个RFID标签读取器;

其中,所述RFID标签还包括第一类型RFID标签或第二类型RFID标签;并且记录在标签上的最新列车传递第一类型RFID标签或第二类型RFID标签的速度、制动状态、列车ID、道岔状态、时间戳和时间表用下一列车传递第一类型RFID标签或第二类型RFID标签的信息重写;

其中,所述第一类型RFID标签和/或第二类型RFID标签为Acorn标签,沿着直的轨道区域,所述第一类型RFID标签被间隔放置;而在所述轨道道岔和交叉位置,采用模拟轨道电路的串联硬接线连接,间隔放置所述第二类型RFID标签。

12. 根据权利要求11所述的方法,其特征在于,其中,所述第一列车组的所述第一列车车厢经由所述通信系统,向所述第二列车组的所述第一车厢传送所述第一列车的速度、位置、以及所述第一列车组与所述第二列车组之间的车头时距。

13. 根据权利要求11所述的方法,其特征在于,其中,所述通信系统包括备用或故障安全系统。

14. 根据权利要求13所述的方法,其特征在于,其中,所述备用或安全故障系统的所述第一类型RFID标签或所述第二类型RFID标签存储传递所述第一类型RFID标签或所述第二类型RFID标签的最近列车的速度、制动状态、列车ID、道岔状态、时间戳和时间表。

15. 根据权利要求11所述的方法,其特征在于,其中,基于前方列车的轨道视距和通过时间来调节列车的速度。

16. 根据权利要求11所述的方法,其特征在于,其中,所述第一类型RFID标签和所述第二类型RFID标签具有唯一的标识符。

17. 根据权利要求11所述的方法, 其特征在于, 其中, 重写步骤在10毫秒和30毫秒之间完成。

18. 根据权利要求11所述的方法, 其特征在于, 其中, 所述第一类型RFID标签和所述第二类型RFID标签包括非易失性存储器。

## 无线列车管理系统

[0001] 优先权声明

[0002] 本申请是要求2018年5月30日提交的美国专利申请15/992,883的优先权的PCT国际申请,该申请是2018年1月23日提交的非临时美国专利申请15/878,157的延续,其全部内容通过引用合并于此。

### 技术领域

[0003] 本发明的领域及其实施例涉及管理列车系统内的列车位置、距离、速度和位置的系统和方法。

### 背景技术

[0004] 基于通信的列车控制(CBTC)系统多年来一直在发展,在发布时实现了新版本的技术,尽管CBTC组件随着时间的推移而升级,但核心系统架构仍然与20世纪80年代末的成果相同。

[0005] 现在,数据存储和处理的进步使得更大的数字应用能够以更小的占用空间和更小的成本发生。随着硬件的进步和广泛的可用性,相邻的软件开发已经成为一种更加普遍的技能,并且正在接近与读和写技能相同的共性。随着这些技术和社会进步,提供了重新定义典型CBTC系统架构的机会,以提升列车控制解决方案并使该系统与当今世界相关。列车控制处理现在具有从大型集中控制设施移动到每列列车中的能力,在轨道上创建自主性,在功能、操作、维护、安装、成本等方面呈现优化的巨大机会。

[0006] 随着世界上许多工业化国家和城市不得不对其老化的公共交通系统,出现了监督这些系统的现代方法的需要和机会。近年来,多个公开已经尝试修复现有系统的各个方面。各种系统和方法在本领域中是已知的。然而,他们的结构和操作手段与本公开实质上不同。

[0007] 回顾相关技术:

[0008] 美国专利9,669,850涉及一种用于监测铁路运营和经由铁路运输商品的方法和系统,包括无线电接收器的监测装置被定位成监测感兴趣的铁路线路和/或列车。监测装置包括无线电接收器(或LIDAR),其被配置为从监测装置的范围内的列车、轨道或轨道侧位置接收无线电信号。监测装置接收无线电信号,无线电信号被解调成数据流。然而,本公开需要在中心位置而不是RFID标签上存储列车活动的存储器。

[0009] 美国专利2017/0043797涉及利用安装在轨道侧兴趣点(POI)处的射频识别(RFID)标签以及安装在列车末端(EOT)车厢上的RFID标签读取器的方法和系统。RFID标签读取器和RFID标签一起工作以提供能够以多种方式使用的信息,包括但不限于确定列车完整性、确定EOT车厢的地理位置以及确定EOT车厢已经沿着轨道清除了轨道侧POI。该专利公开了将存储器存储在RFID标签上,但是没有公开存储器是易失性的。

[0010] 美国专利9,711,046涉及一种控制系统,其呈现列车和相关联的列车资产的至少一部分的可配置虚拟表示,包括列车和沿着铁路行进的相关联的列车资产的实时位置、配

置和操作状态。控制系统可以包括列车位置确定系统(例如RFID)和列车配置确定系统。

[0011] 本文公开的列车控制系统建立虚拟列车到列车通信路径,结合车载处理,使得列车能够自主地操作并且与线路上的所有其他列车完全同步,从而减少传统CBTC系统中固有的通信开销和处理延迟。软件和硬件的开放来源使得现有的列车系统能够具有供应链的多个供应商,从而促进有竞争力的定价和安装灵活性。

## 发明内容

[0012] 通常,本发明及其实施例描述了一种管理列车系统内的列车位置、距离、速度和位置的系统和方法。本系统可以在任何现有列车系统上实现。

[0013] 根据实施例,提供了一种列车控制系统。该系统包括列车组,该列车组包括:至少一个铁路车厢;沿着所述列车组的路径定位的至少一个第一组两个轨道侧点;沿着轨道道岔段定位的至少一个第二组两个轨道侧点;至少一个RFID标签,其定位于所述至少第一组两个轨道侧点中的每一个处,所述至少一个RFID标签被配置为当所述列车组经过所述至少一个第一组两个轨道侧点时存储所述列车组的动态和静态特性;至少一个RFID标签,其定位于所述至少一个第一组两个轨道侧点和所述至少一个第二组两个轨道侧点中的每一个处,所述至少一个RFID标签被配置为当所述列车组经过所述至少一个第二组的至少两个轨道点时存储所述列车组的动态和静态特性;以及至少一个RFID标签读取器,其定位于连接到网络的所述至少一个铁路车厢上。

[0014] 本发明的目的是提供一种列车控制系统,其中,所述至少一个RFID标签还包括类型1RFID标签或类型2RFID标签。

[0015] 本发明的目的是提供一种列车控制系统,其中,所述至少一个类型2RFID标签通过RS485或串行数据传输电缆连接到第二类型2RFID标签,其中,所述类型2RFID标签包括I2C到RS485转换器,所述I2C到RS485转换器与通过I2C总线连接、通过与标签天线的并联连接而连接的RFID芯片连接。

[0016] 本发明的目的是提供一种列车控制系统,其中,所述至少一个RFID标签读取器包括RF透明外壳,该RF透明外壳在内部包含有线连接到芯片读取器的至少一对读取器天线,所述读取器天线通过导线连接到至少一个领先铁路车厢或至少一个拖尾铁路车厢。

[0017] 本发明的目的是提供一种列车控制系统,其中,所述类型1RFID标签和所述RFID标签读取器具有在大约7英寸和40英寸之间的间隔。

[0018] 本发明的目的是提供一种列车控制系统,其中,所述RFID标签读取器定位于领先铁路车厢的下侧或拖尾铁路车厢的下侧。

[0019] 本发明的目的是提供一种列车控制系统,其中至少一个列车类型1RFID标签包括彼此间隔开小于大约30英尺的多个类型1RFID标签。

[0020] 本发明的目的在于提供一种列车控制系统,其中,通过蓝牙或Wi-Fi连接,将在领先铁路车厢上的网络数据库连接到在拖尾铁路车厢上的网络数据库。

[0021] 本发明的一个目的是提供一种列车控制系统,其中,所述领先铁路车厢的网络还包括雷达。

[0022] 本发明的目的在于提供一种列车控制系统,其中,领先铁路车厢的网络或拖尾铁路车厢的网络在轨道侧点定位于开放轨道处的位置处连接到包括超宽带、LWIP、LWA、WLAN、

ADSL、线缆或LTE网络的无线通信网络,并且在轨道侧点定位于封闭轨道处的位置处连接到Wi-Fi网络。

[0023] 本发明的目的是提供一种列车控制系统,其中,该系统还包括至少一个拖尾铁路车厢。

[0024] 根据本发明的另一方面,提供了一种控制列车系统的方法。该方法包括第一列车组的第一列车车厢经由集中式数据网络路由控制中心与第二列车组的第一车厢通信,该通信包括轨道数据库、时间表数据库和路线数据库,并且所述第一列车组的所述第一列车车厢经由通信系统与所述第二列车组的所述第一车厢通信。所述通信系统包括:沿着所述第一列车组的路径定位的至少第一组两个轨道侧点;沿着轨道道岔定位的至少第二组两个轨道侧点;定位于至少一个第一组两个轨道侧点和至少一个第二组轨道侧点中的每一个处的至少一个第一RFID标签,其中,所述至少一个第一RFID标签被配置为在所述第一列车组经过所述至少一个第一组两个轨道侧点时存储所述第一列车组的动态和静态特性;至少一个第二RFID标签,其定位于所述至少一个第一组两个轨道侧点和所述至少一个第二组轨道侧点中的每一个处,其中,所述至少一个第二RFID标签被配置为当所述列车组经过至少一个第二组两个轨道点时存储所述列车组的动态和静态特性;以及定位于所述第一列车组上的至少一个RFID标签读取器和定位于所述第二列车组上的至少一个RFID标签读取器。

[0025] 本发明的目的是提供一种控制列车系统的方法,其中,所述第一列车组的第一列车车厢经由所述通信系统向所述第二列车组的第一车厢传送第一列车的速度、位置和车头时距。

[0026] 本发明的目的是提供一种控制列车系统的方法,其中,所述RFID标签还包括类型1RFID标签或类型2RFID标签。

[0027] 本发明的目的是提供一种控制列车系统的方法,其中,所述通信系统包括备用或故障安全系统。

[0028] 本发明的目的是提供一种控制列车系统的方法,其中,备用系统的类型1RFID标签或类型2RFID标签存储传递所述类型1RFID标签或所述类型2RFID标签的最新列车的速度、制动状态、列车ID、道岔状态、时间戳和时间表。

[0029] 本发明的目的是提供一种控制列车系统的方法,其中,该方法还包括重写传递所述类型1RFID标签或所述类型2RFID标签的最新列车的所述速度、所述制动状态、所述列车ID、所述道岔状态、所述时间戳和所述时间表,而下一列车传递所述类型1RFID标签或所述类型2RFID标签。

[0030] 本发明的目的是提供一种控制列车系统的方法,其中,由备用通信系统基于前方列车的轨道视距和通过时间来调节列车的速度。

[0031] 本发明的目的是提供一种控制列车系统的方法,其中,所述类型1RFID标签和所述类型2RFID标签具有唯一的标识符。

[0032] 本发明的目的是提供一种控制列车系统的方法,其中,重写步骤在大约10毫秒和大约30毫秒之间完成。

[0033] 本发明的目的是提供一种控制列车系统的方法,其中所述类型1RFID标签和所述类型2RFID标签包括易失性存储器。

## 附图说明

- [0034] 图1示出了系统的三种操作模式。
- [0035] 图2示出了列车设置的实施例。
- [0036] 图3示出了沿着轨道的系统的可能设置。
- [0037] 图4示出了系统的实施例的操作示意图的细节。
- [0038] 图5A至图5D示出了系统的实施例的操作示意图的另一细节。
- [0039] 图6A至图6B示出了系统的实施例的数据流图。
- [0040] 图7A至图7D示出了系统的实施例的数据验证。

## 具体实施方式

[0041] 现在将参照附图描述本发明的优选实施例。各图中相同的元件用相同的附图标记表示。

[0042] 现在将详细参考本发明的每个实施例。这些实施例是以解释本发明的方式提供的，本发明并不旨在限于此。事实上，本领域普通技术人员在阅读本说明书并查看本附图时可以理解，可以对其进行各种修改和变型。

[0043] 本发明在下文中称为“Acorn”系统，描述了一种系统，该系统已经被设计成允许列车组沿着铁路自主地操作，同时将轨道侧基础设施减少到最小。Acorn基于IEEE 1474.1：“基于通信的列车控制(CBTC)性能和功能要求的IEEE标准”中所述的原则和标准，但是，与使用轨道侧设备的传统系统不同，定位于列车上的设备用于控制列车的运动。在Acorn设计的中心是Acorn标签以典型地10-30英尺的间隔放置，但是优选地沿着轨道以25英尺的间隔放置。沿着笔直(或贯穿的)轨道区域，类型1Acorn标签以典型的间隔放置，没有硬线连接。在道岔和交叉位置，采用模拟轨道电路的串联硬接线连接，以典型的间隔部署类型2Acorn标签。这些模拟轨道电路可以与联锁控制器相接并与接近的列车通信，从而允许系统无缝运行。

[0044] 下面，在以90mph运行的系统中，仅需要一种Acorn标签和读取器接口方法来实现成功的读写循环，从而简化了安装。然而，如果部署需要支持大于90mph的速度，则系统可以按原样被配置成利用分离的读写周期来继续实现成功的读写周期。

[0045] Acorn系统是基于开放协议的系统，允许软件应用可从多个供应商和来源获得，并且该系统可适用于世界各地的各种系统，在不同平台上使用多个操作系统。与Acorn标签的供应一样，这种方法不会将Acorn系统锁定到系统的单个供应方中。此外，该方法消除了系统的软件和硬件中的常见故障模式。

[0046] 现在参照图1，示例性地描述了根据本发明的实施例的用于控制列车系统的方法。根据一个实施例，第一列车组的第一列车车厢使用无线电控制通信(RCC)经由集中式数据网络与第二列车组的第一列车车厢通信，其中，RCC包括轨道数据库、时间表数据库和路线数据库，其中，所述第一列车组的第一列车车厢经由备用通信系统与所述第二列车组的第一列车车厢通信。

[0047] 根据一个实施例，在本方法中使用的系统架构使得几个通信层能够发送和接收车上的关键数据以计算安全车头时距。这些通信层有助于形成三种操作模式(在图1中标记为1、2和3)，以确保列车持续安全运行。模式1使用所有技术层来提供系统最小车头时距，导致



模式1成为主要的且因此是正常的操作模式。根据一个实施例,在模式1下,正常操作利用以下冗余输入来计算车头时距:RCC广播的时间表更新和列车位置确认(a);列车到列车广播的列车位置确认(b);标签读取列车提前时间和速度(c);标签读取当前列车位置确认(d);以及LIDAR启用的轨道视觉范围感测前方净距离(e)。

[0048] 根据一个实施例,随后的操作模式(模式2)被减少并且当RCC通信丢失时启用,但是允许系统通过增加最小车头时距来继续运行。最后,模式3示出了自主操作,其通过仅依赖于标签和车载设备信息来实现总列车自主,强加了最严格的车头时距。

[0049] 根据一个实施例,备用通信系统包括沿着第一列车组的路径定位的至少第一组两个轨道侧点和定位于至少两个轨道侧点中的每一个处的至少一个RFID类型1标签,至少一个RFID类型1标签被配置成在第一列车组经过第一组至少两个轨道侧点和至少第二组两个轨道侧点时存储所述第一列车组的特性,所述至少第二组两个轨道侧点沿着轨道道岔定位,其中至少一个RFID类型2标签定位于所述至少两个轨道侧点中的每一个处,被配置为当列车组经过第二组至少两个轨道点时存储所述列车组的特性,并且至少一个RFID标签读取器定位于第一列车组上,并且至少一个RFID标签读取器定位于第二列车组。

[0050] 备用系统的RFID类型1标签或RFID类型2标签可以存储传递RFID类型1标签或RFID类型2标签的最新列车的速度、制动状态、列车ID、道岔状态、时间戳和时间表。记录在标签上的最新列车传递RFID类型1标签或RFID类型2标签的速度、制动状态、列车ID、道岔状态、时间戳和时间表可以用下一列车传递RFID类型1标签或RFID类型2标签的信息重写。读和写步骤通常可以在大约10毫秒和大约30毫秒之间完成,但是为了系统的安全操作,最好是20毫秒。

[0051] 每列列车可以在车上携带三个主要数据库,即轨道数据库、时刻表数据库和路线数据库。轨道数据库包含轨道网络的细节,并且利用标签唯一ID作为用于该位置的条目记录的密钥。临时速度字段是可变的,并且所有其它字段(文明速度、下一接近列车、可视范围、下一方向点)是固定的,除非维护已经更改了标签。

[0052] 时间表数据库允许列车确定其与系统中的其他列车的关系的位置。所有字段(列车ID、计划路线、计划时间和确认时间)可在整个行程中进行预加载更新。路线数据库可以包含导航轨道系统所需的信息。该数据库包含与单个列车相对于时间的预期位置有关的信息。该位置基于Tag UID。

[0053] 使用当前UID和列车ID,可以访问计划时间字段,以确定列车是在计划时间表之前还是之后。对于模式2和3期间的运行,可使用列车前方ID和时间确定计划位置。Acorn系统数据库可以被编程为具有超过100,000个记录。在初始启动时,搜索所有数据库以定位当前Tag UID条目和时间表位置可能花费高达一秒的时间来定位记录。此后将使用快速索引,因为记录将被顺序地访问,因此递增或递减。

[0054] 列车间距是通过从标签和惯性导航系统确定列车位置达到至少12.5英尺上下的精度来实现的。该数据将由车载网络地图存储并广播到沿该路线的所有列车。车载网络地图还用其它列车广播接收的列车位置来更新。允许汽车计算机计算前方列车的距离、目标速度和制动点,以保持安全的运行距离。标签具有最后列车时间、速度、运行状态的数据字段。在没有其它接收到的数据的情况下,如果列车已经施加了紧急制动,这使得车载计算能够确定列车前方的位置。当列车更新时,它将每100英尺向沿线的所有其他列车广播其

位置,或者根据列车的运行速度来确定。

[0055] 为了计算模式2和3中使用的列车组的目标速度和可用车头时距,车载处理器可以遵循以下过程:

[0056] 车头时距--从轨道数据库中预加载的标签序列数组可用于计算前方列车的距离(以清除的标签数表示)。这个值可以称为Clear Tags值。可以通过以下方法获得前方列车的标签位置:在模式1中,位置数据库保存前方列车的当前位置。可以通过来自前方列车的传输和来自路线控制中心的确认来确认位置。如果前方列车的位置已被接收但未被路线控制中心确认,则调用模式2。当列车在标签处时,使用前面列车的速度和时间,假定恒定速度,可以预测前面列车的位置。将该估计的前方列车位置与具有位置数据库的该列车的计划位置以及来自该列车的报告位置进行比较。两个数字中较低的数字用于设置Clear Tags字段中的值。如果列车未接收到任何列车状态更新超过500ms,则将调用模式3。在模式3中,列车根据接收到的标签数据计算前方清除标签的数量,并根据需要使用预定位置来修改标签清除值。铁路可视范围将用于修改允许的最大速度。从所获得的Tag Clear值中减去列车长度(转换为标签数量)。这就成为了列车的计划停车标志。然后,车头时距标签的数量被用于寻址车载数据库,以确定如果列车要通过停车标签停车,列车可以运行的最大速度。然后,将从车载数据库导出的最大速度与文明速度、临时速度进行比较,并选择最低值。接收到的数据允许列车计算前方列车的速度和制动曲线。

[0057] 为了确定列车组的速度,可以使用中断请求(IRQ)来启动定时器序列,该定时器序列将对标签读取之间的时间进行计数。计数器将是64位的,使用100 $\mu$ S间隔,使得能够使用标签之间的已知标签间隔来确定平均速度。在10mph的速度下,计数器将在标签间隔处的标签读数之间达到15,957的整数值,如通过以下公式计算的。该计数器值可用于基于在先前标签之间计算的平均速度来计算标签之间的列车位置。

$$[0058] \quad (\text{velocity}) \left[ \frac{\text{ft}}{\text{sec}} \right] = \frac{25(\text{tag distance})[\text{ft}]}{x(\text{integer count}) * 100[\mu\text{S}] * \frac{1,000,000}{1[\text{sec}]}}$$

$$[0059] \quad 10 \left[ \frac{\text{miles}}{\text{hour}} \right] = 15.667 \left[ \frac{\text{ft}}{\text{sec}} \right] = \frac{25}{1750} * 10,000$$

[0060] 例如,使用上面的等式,在列车组以10mph行进的情况下,每1,596mS发生精确的位置和速度计算,因此可以每1,596mS向RCC和其他列车组广播精确的位置和速度。随着列车组的速度增加,行进时间减少,从而允许精确位置和速度值的更高广播频率。例如,以25mph的平均速度,将每682mS发生位置更新,并且以每284mS 60mph发生位置更新。这些更新周期均在规定的IEEE标准值范围内。

[0061] 广域网(WAN)通信可以使用各种技术和网络来沿着不同类型的轨道区域提供各种级别的连接性。理想地,通信应当沿着整个轨道系统存在,以支持如上所述的广播列车组位置,尽管不需要连续的WAN通信来继续操作。广播的列车组位置仅需要1024比特用于数据传输和1024比特用于确认确认,因此沿着整个轨道系统需要最少的通信。

[0062] 除了列车组位置之外,WAN通信将需要支持从RCC到每个列车车厢的时间表更新。与列车组位置不同,时间表更新需要合理的带宽,并且需要高带宽网络的支持。应该存在高带宽通信的合理位置是站和道岔位置,也称为路点。

[0063] 在数据库内,每个记录小于256比特,并且对于单个路线,基于:

- [0064] • 最长12小时时间表
- [0065] • 包括本地和特快线路
- [0066] • 120英里总路线长度
- [0067] • 64列车运行

[0068] 则要更新的记录的数量大约是250kB。考虑到16CRC、数据验证和其它通信开销,更新单个列车的记录将是6Mb,并且对于完整的时间表更新400Mb(50MB)。注意,本发明的各种实施例,诸如通信和数据更新(图6A至图6B)和数据验证(图7A至图7D)目前可以在一个或多个当前附图(图1至图7D)中找到。

[0069] Acorn系统软件的复杂性显著低于典型的CBTC系统,因为对复杂编码的需要已经减少到如以上车头时距、速度和位置数据库描述中所描述的简单线性计算。单个类别结构被定义为使得单个类别的软件开发可以由不同的供应商作为头文件来进行,从而允许类别独立地而不是单个来源供应来验证。头文件内代码的SIL验证,如果需要,将更容易建立与CENELEC EN 50159标准、FRA要求和IEEE标准的符合性。

[0070] 这种编码的减少使得能够更快地验证SIL评级,因为代码行更少,并且可以与多个供应商合作来提供代码。

[0071] 在道岔位置,可安装Acorn类型2标签,典型距离为4,000英尺,引入实际道岔。类型2标签将允许联锁/ARS与车载系统通信,提供该位置的道岔位置和目标速度的状态。如果不可能在现有设备和Acorn标签之间进行动态通信,则接口将使用现有轨道侧信号或驾驶室内信号提供轨道电路仿真。

[0072] 现在参照图2,示例性地描绘了根据本发明的实施例的列车控制系统,其中,该系统包括具有至少一个领先车厢和至少一个拖尾车厢的列车组,以及定位于连接到网络的至少一个领先车厢和至少一个拖尾车厢上的至少一个RFID标签读取器。根据一个实施例,RFID标签读取器定位于列车上(如图2所示)可以包括RF透明外壳,该RF透明外壳在内部包含有线连接到芯片读取器的至少一对读取器天线,至少一对读取器天线通过导线连接到至少一个领先车厢和至少一个拖尾车厢。根据一个实施例,领先车厢上的网络数据库可以通过将诸如蓝牙和Wi-Fi连接之类的各种网络连接在一起的通信骨干连接到拖尾车厢上的网络数据库,并且领先车厢和/或拖尾车厢的网络可以包括雷达。

[0073] 根据一个实施例,领先车厢或拖尾车厢的网络还可以在轨道侧点处于开放轨道的位置处使用LTE网络连接到无线通信网络,并且在轨道侧点处于封闭轨道的位置处使用Wi-Fi网络连接到无线通信网络(如图4所示)。可替换地,通信网络可以使用超宽带(UWB)LWIP、LWA、WLAN、ADSL或有线网络用于通信。

[0074] 图3示出了沿着列车组的路径定位的至少第一组两个轨道侧点,至少一个RFID类型1标签(Acorn标签)可以连接到两个轨道侧点,并且该至少一个RFID类型1标签被配置为当列车组经过第一组至少两个轨道侧点时存储列车组的特性。图3还示出了沿着轨道道岔定位的第二组两个轨道侧点和定位于至少两个轨道侧点中的每一个处的至少一个RFID类型2标签(Acorn标签类型2),该至少一个RFID类型2标签被配置为当列车组经过第二组至少两个轨道点时存储列车组的特性。根据一个实施例,RFID类型2标签可以通过RS485电缆连接到第二RFID类型2标签。RFID类型2标签可以包括I2C到RS485转换器,该I2C到RS485转换器与通过I2C总线连接、通过与标签天线的并联连接而连接的RFID芯片连接。根据一个实施

例,RFID类型1标签和RFID标签读取器具有在大约7英寸和40英寸之间的间隔,RFID标签读取器可以定位于领先车厢的下侧和拖尾车厢的下侧。根据一个实施例,RFID类型1标签彼此间隔开约20至约30英尺,但最优地为25英尺,如图3所示。

[0075] 现在参照图4,根据本发明的实施例,说明性地描述了操作示意图的细节。

[0076] 在路线控制中心处的接口可以将由现有系统持有的当前列车时间表转换为Acorn数据库格式,添加每个位置处的目标时间的附加粒度。当列车报告其位置时,接口将模拟RCC当前使用的位置报告。现有系统的第二接口是自动路线设置系统。如果路线已经从计划的路线改变,则新路线被转换为Acorn兼容格式并且被发送到Acorn操作列车组。这些接口允许使用现有的和启用混合业务操作的操作,其也可以在图5A至图5D中示出。

[0077] 如图4中所示,系统内的所有列车车厢将包括安装在底侧的Acorn标签读取器、车厢之间的Wi-Fi和蓝牙连接、车厢内外的Acorn处理设备、车厢顶部的WAN天线、驾驶员车厢前部的雷达碰撞检测器以及驾驶员区域的驾驶员显示器。

[0078] Acorn系统的关键益处在于,其引入服务是通过覆盖原理,并且将轨道侧安装减少到最小,从而避免对系统的用户造成干扰,同时使时间和成本最小化。为了避免标签或通信路径的网络黑客攻击,对所有传输和存储的标签数据应用加密。

[0079] 根据一个实施例,Acorn系统的服务的引入将无缝地发生,因为转换几乎可以在一夜之间完成。

[0080] 比较行业标准CBTC解决方案,本发明是利用具有读写功能的RFID来从前方列车捕获信息的唯一系统。没有其他CBTC系统有“面包屑”的踪迹,这是一个独立的系统,当所有其他系统的无线通信失败时,Acorn可以用该独立的系统来操作列车。读/写标签创建具有等于标签间隔的块的虚拟块信令系统。

[0081] 此外,本发明的实施例包括列车控制系统,该列车控制系统包括列车组,该列车组包括至少一个领先车厢和至少一个拖尾车厢,沿着列车组的路径定位的至少第一组两个轨道侧点,至少一个RFID类型1标签(Acorn标签)可以连接到所述至少第一组两个轨道侧点,并且至少一个RFID类型1标签被配置为当列车组经过第一组至少两个轨道侧点时存储列车组的特性。本发明的实施例的另一目的是具有沿着轨道道岔定位的至少第二组两个轨道侧点和定位于至少两个轨道侧点中的每一个处的至少一个RFID类型2标签(Acorn标签2),该至少一个RFID类型2标签被配置成在列车组经过第二组至少两个轨道点时存储列车组的特性,以及定位于连接到网络的至少一个领先车厢和至少一个拖尾车厢上的至少一个RFID标签读取器。

[0082] 本发明的实施例的又一目的是提供一种控制列车系统的方法,该方法包括:通过使第一列车组的第一列车车厢经由集中式数据网络无线电控制通信(RCC)与第二列车组的第一车厢通信,该通信包含轨道数据库、时间表数据库和路线数据库。使第一列车组的第一列车车厢经由备用通信系统与第二列车组的第一车厢通信,备用通信系统(上文称为模式1)包括沿着第一列车组的路径定位的至少第一组两个轨道侧点和定位于至少两个轨道侧点中的每一个处的至少一个RFID类型1标签,至少一个RFID类型1标签被配置成在第一列车组经过第一组至少两个轨道侧点和至少第二组两个轨道侧点时存储所述第一列车组的特性,所述至少第二组两个轨道侧点沿着轨道道岔定位,其中至少一个RFID类型2标签定位于所述至少两个轨道侧点中的每一个处,被配置为当列车组经过第二组至少两个轨道点时存

储所述列车组的特性,并且至少一个RFID标签读取器定位于第一列车组上,并且至少一个RFID标签读取器定位于第二列车组。

[0083] 虽然已经以一定程度的特殊性描述了本发明,但是应当理解,本公开仅是以说明的方式进行的,并且在不脱离本发明的精神和范围的情况下,可以对部件的构造和布置的细节进行许多改变。

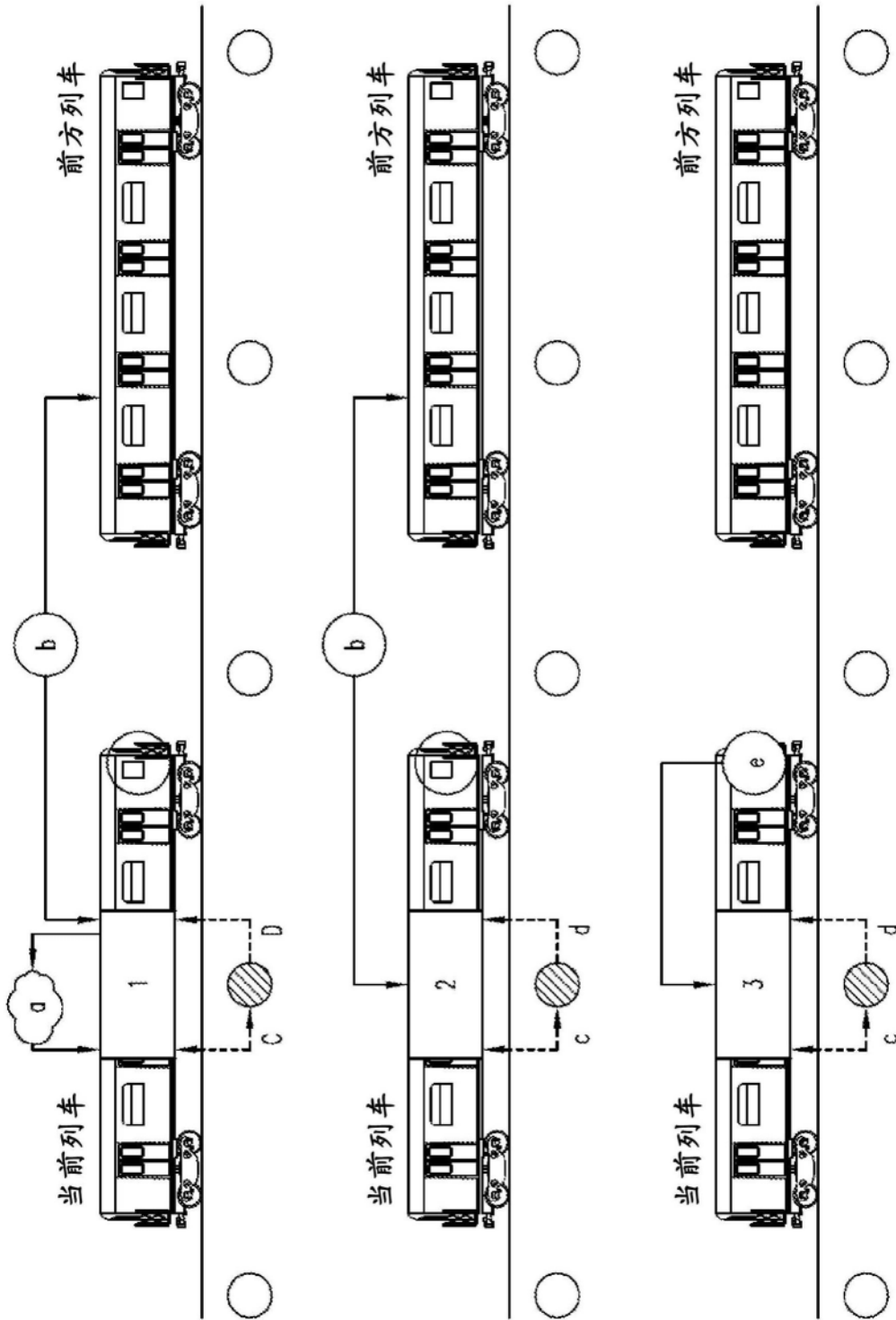


图1

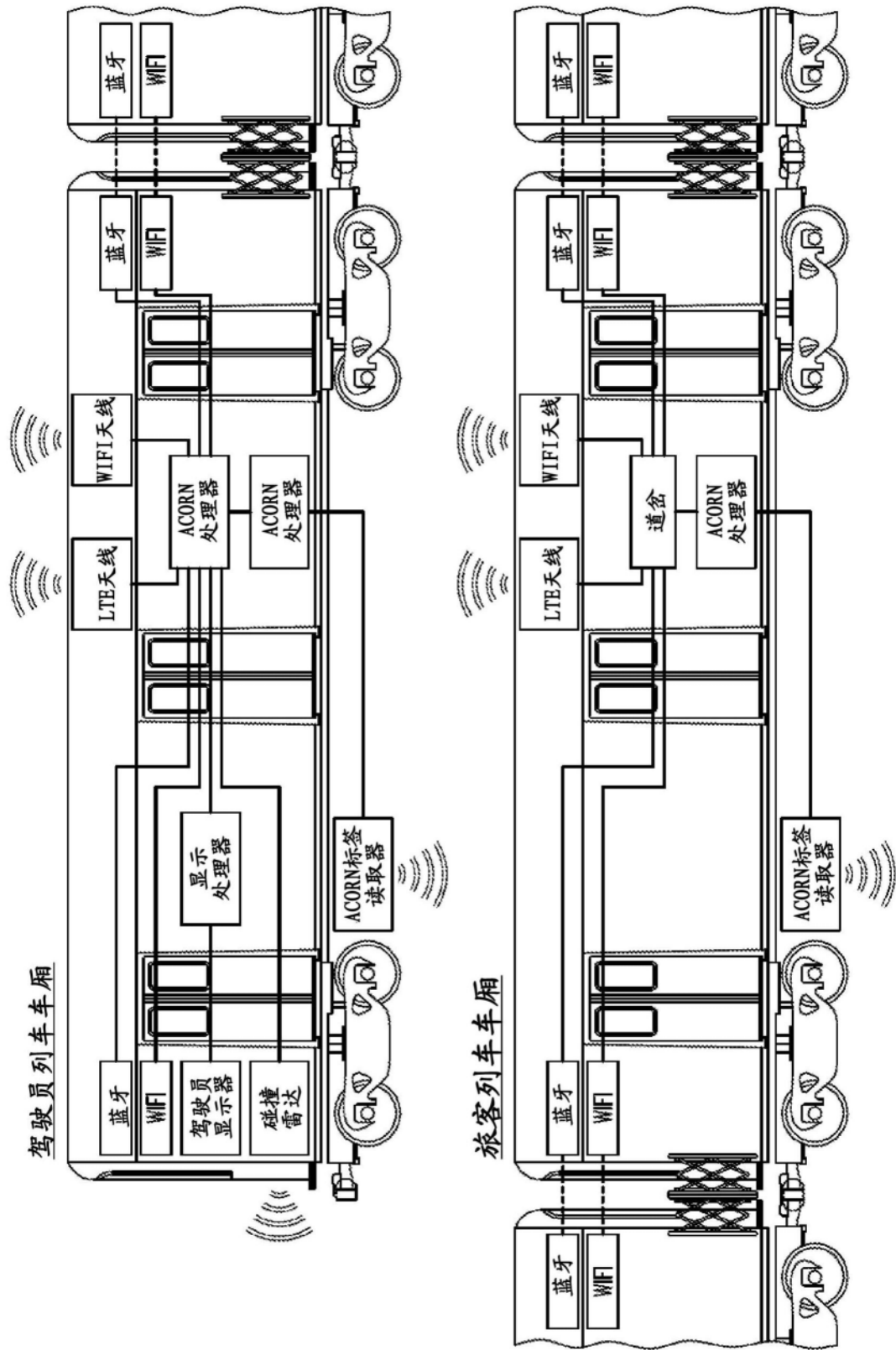


图2

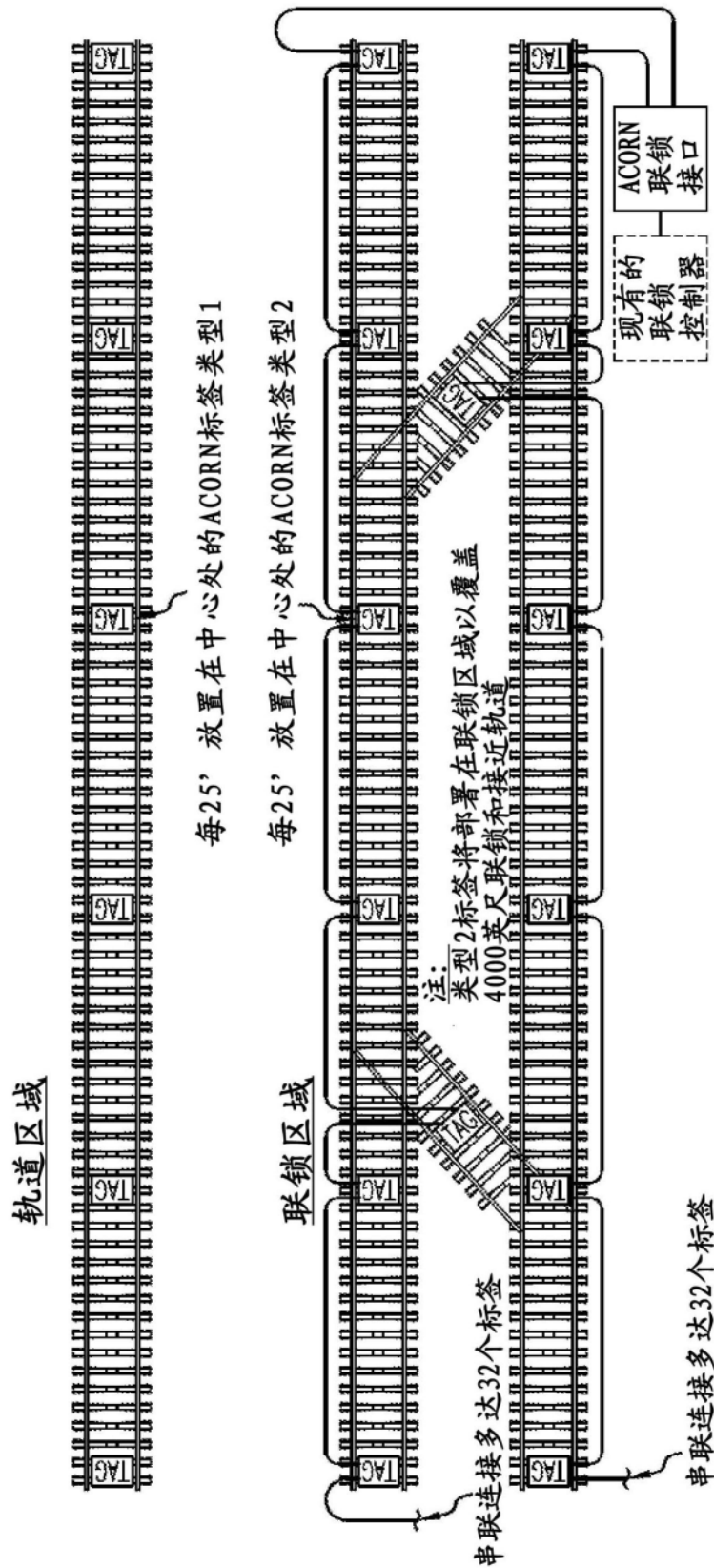


图3



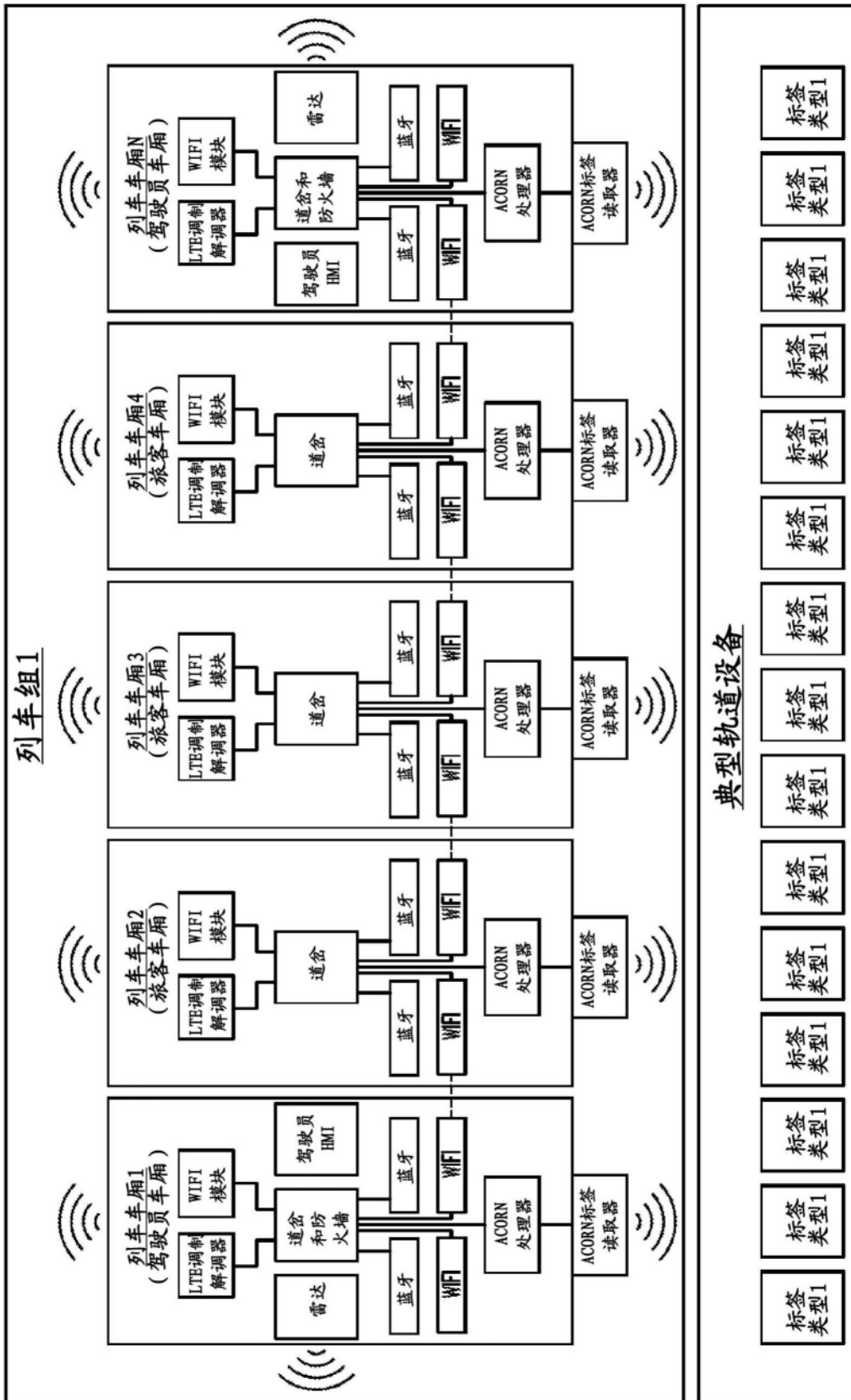


图4

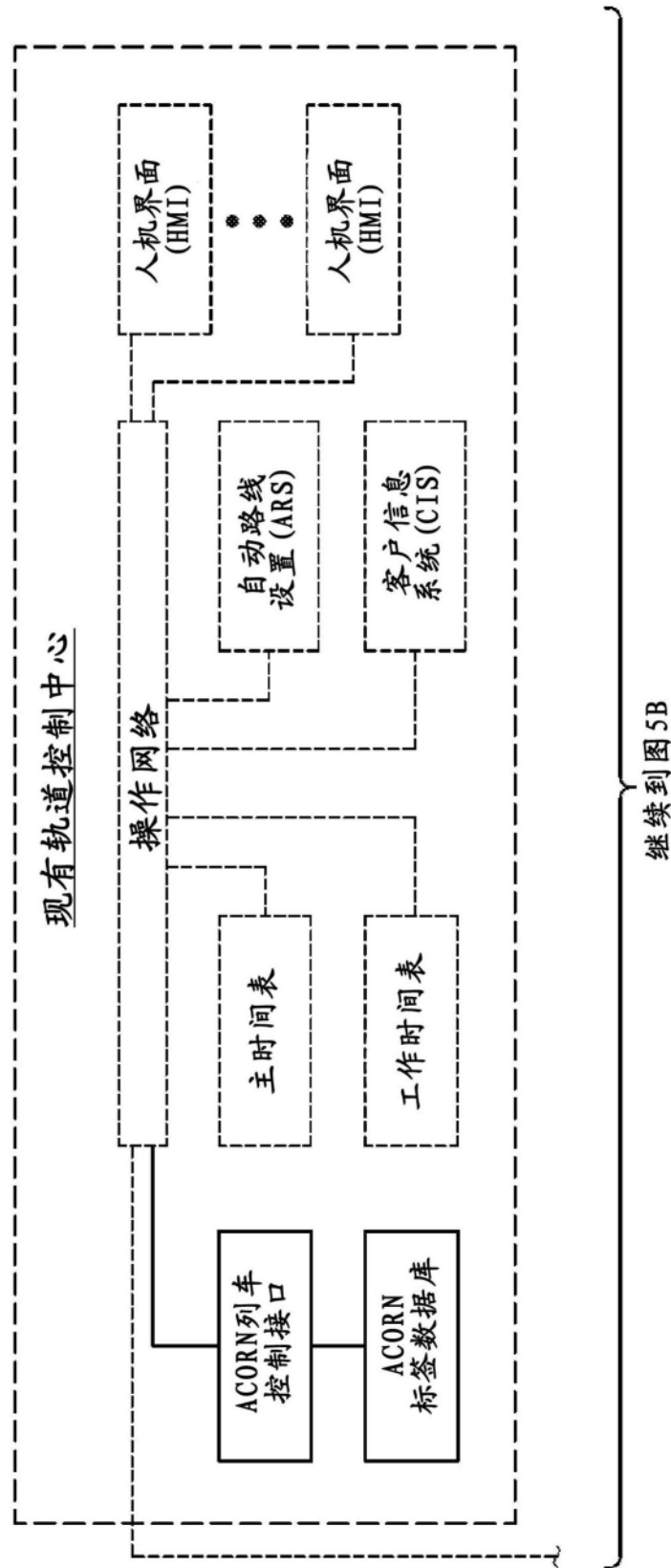


图5A

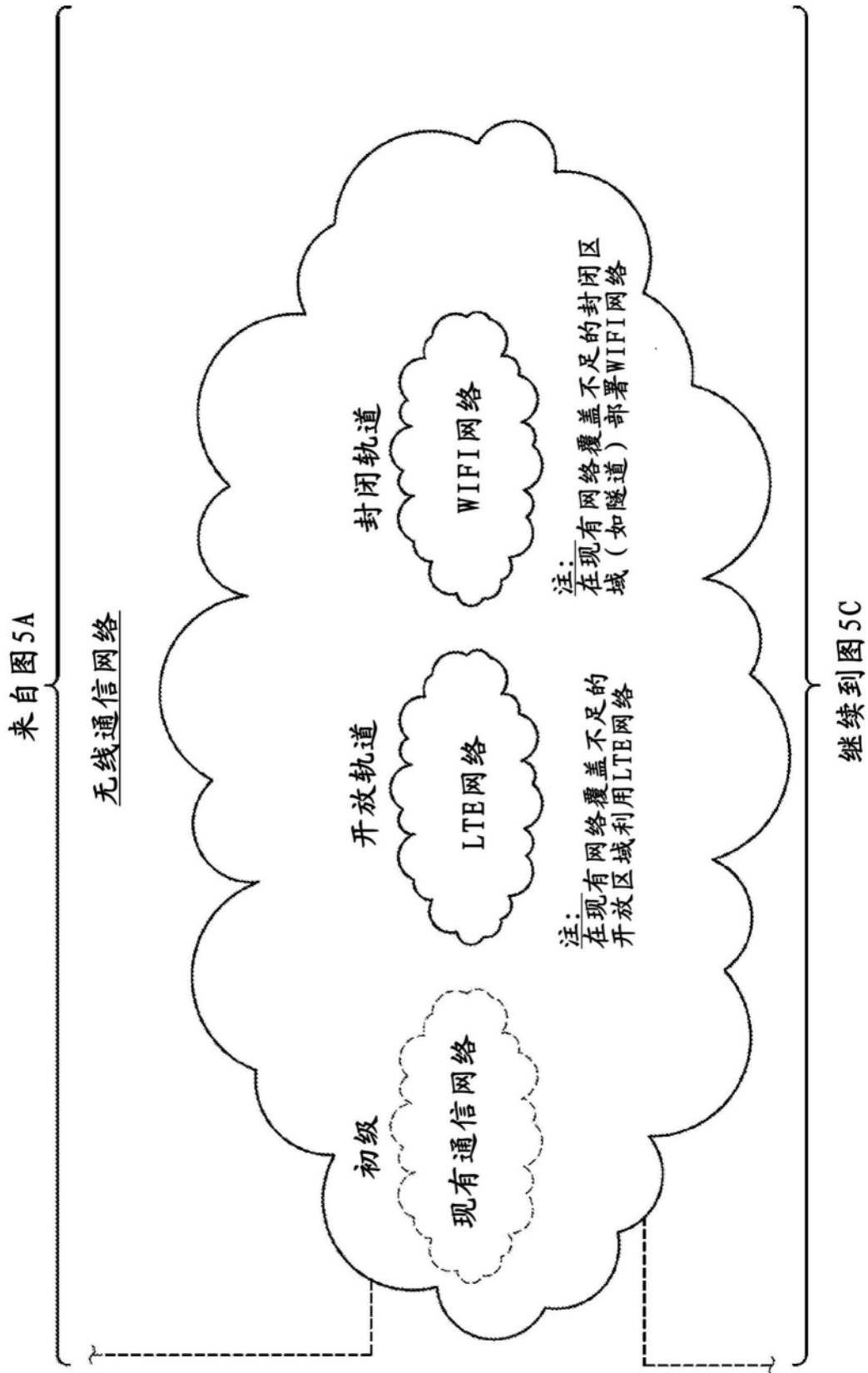
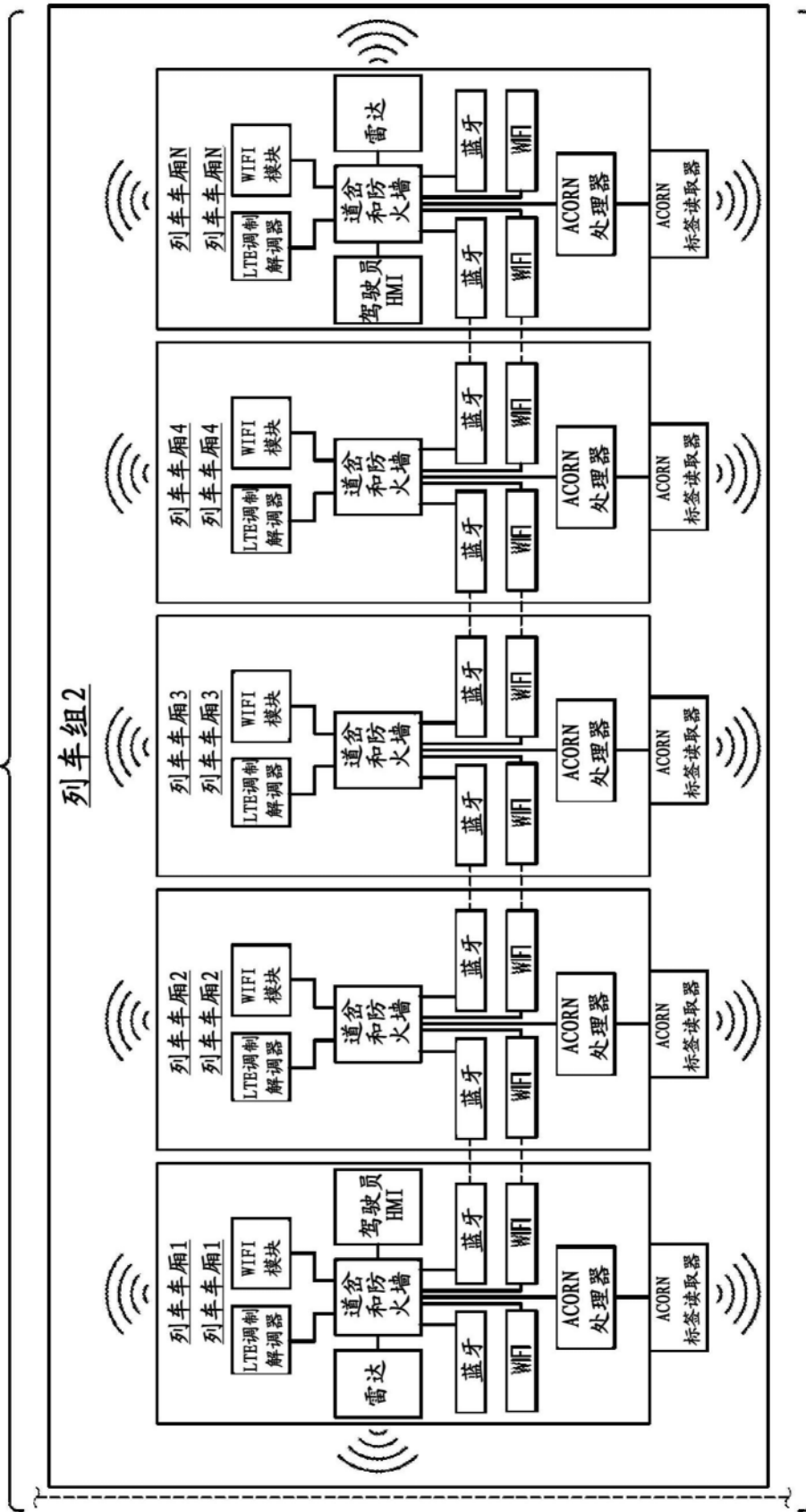


图5B

来自图 5B



继续到图 5D

图 5C

来自图 5C

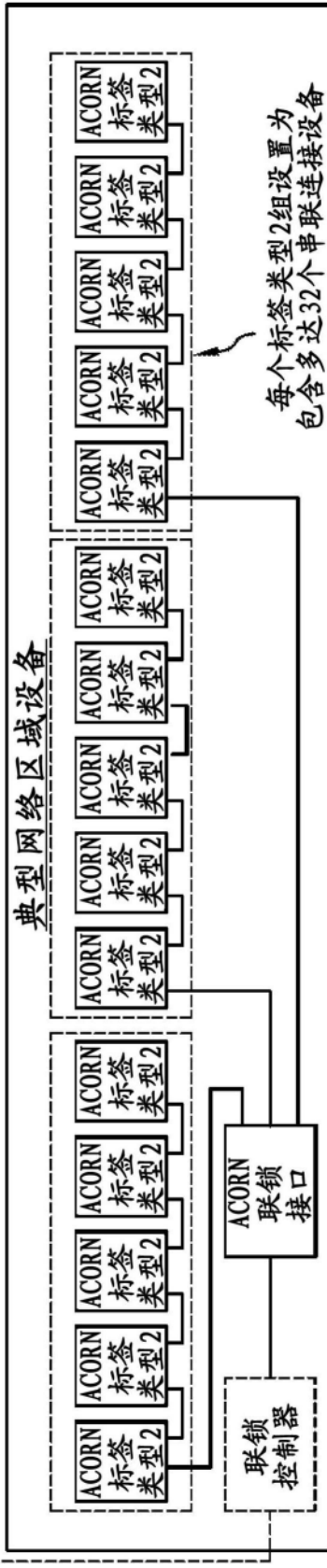


图5D

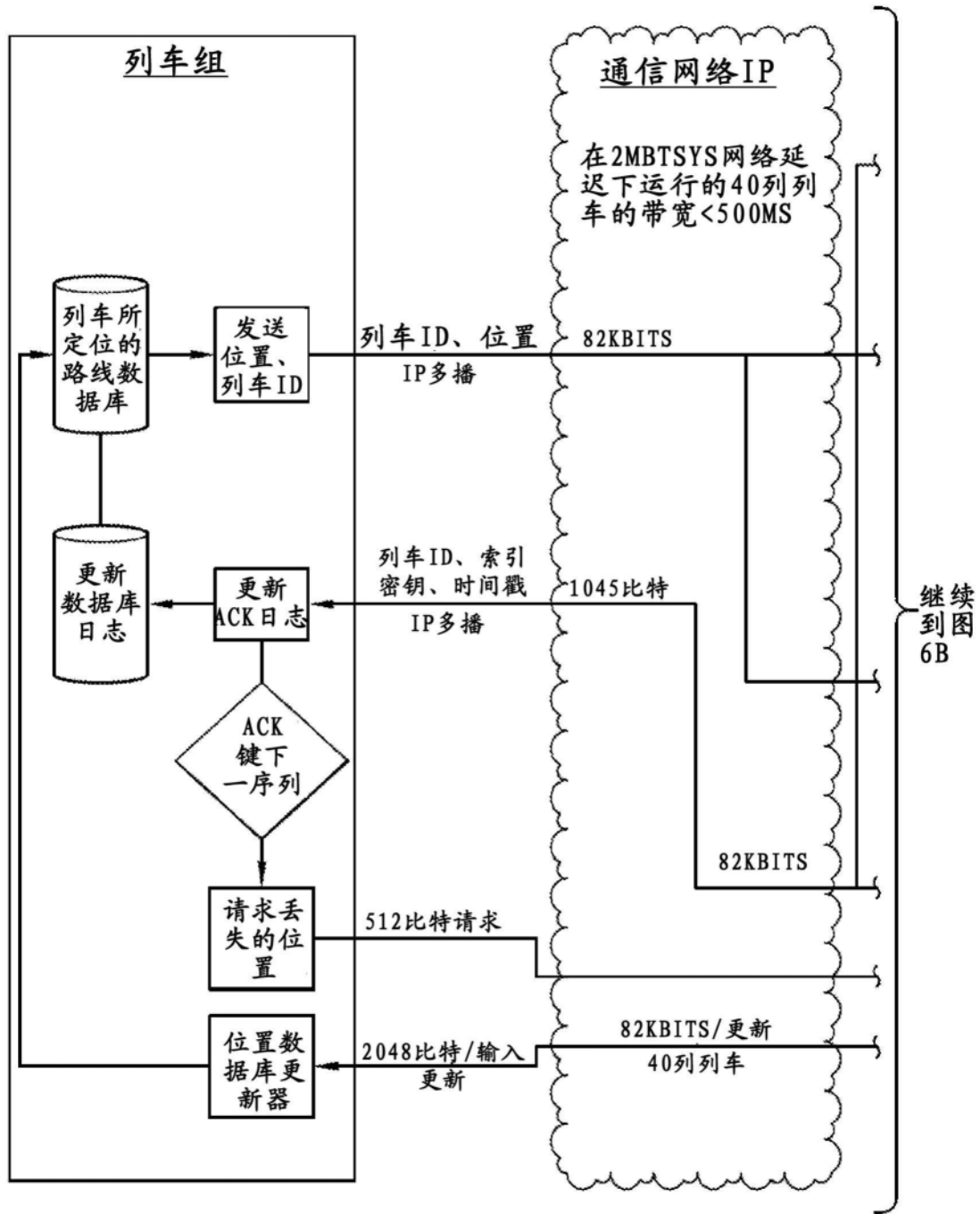


图6A

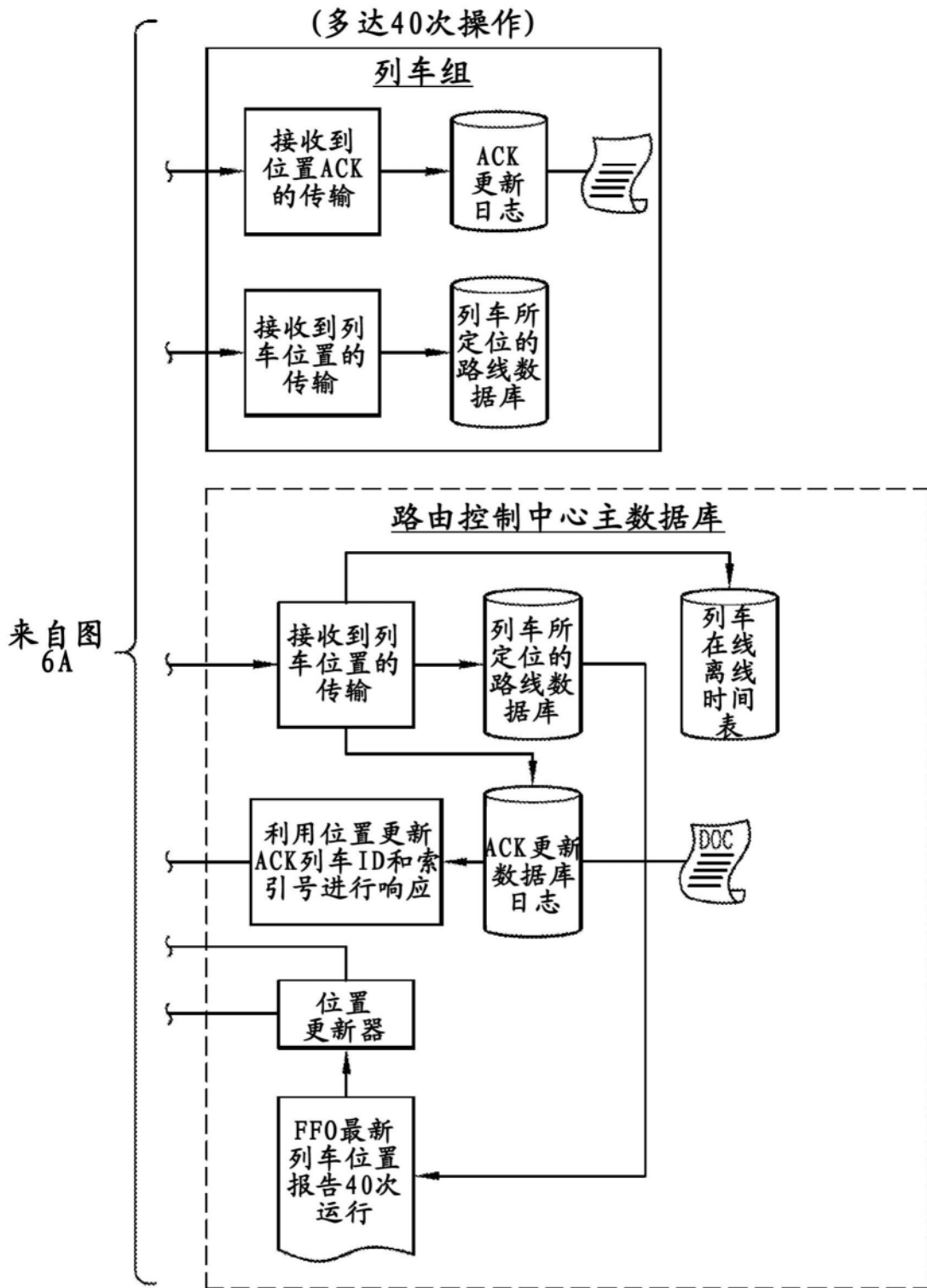


图6B

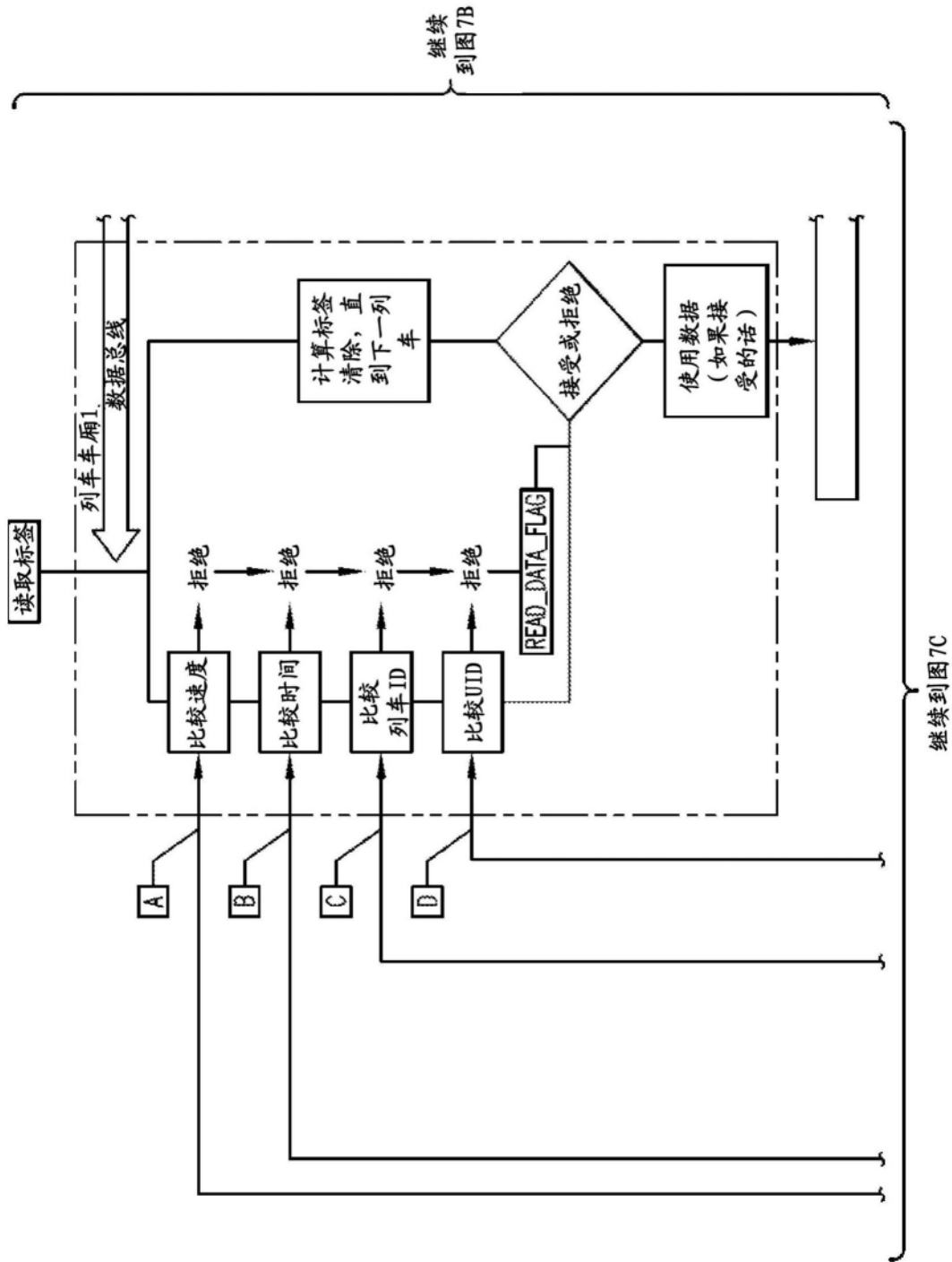


图7A



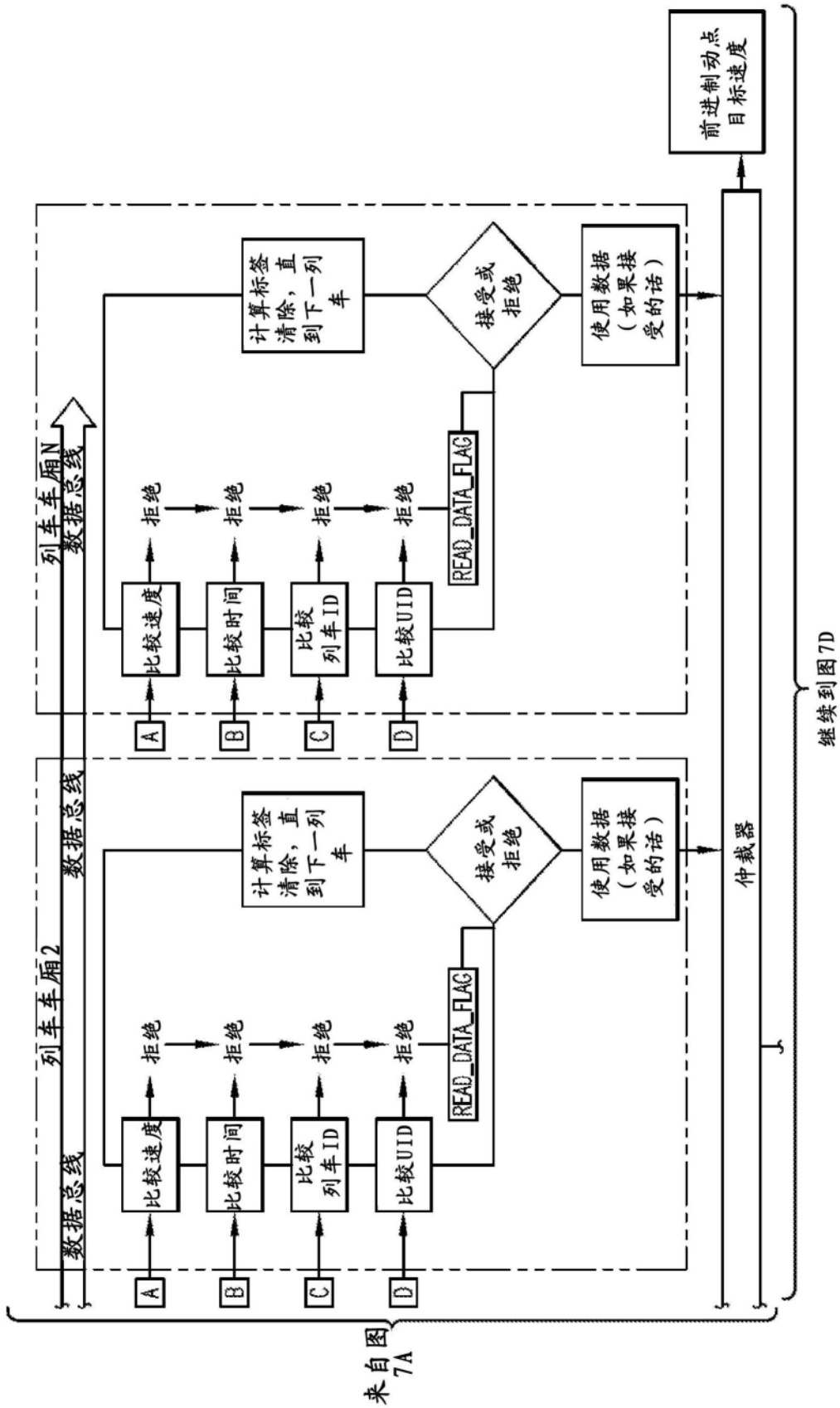


图7B

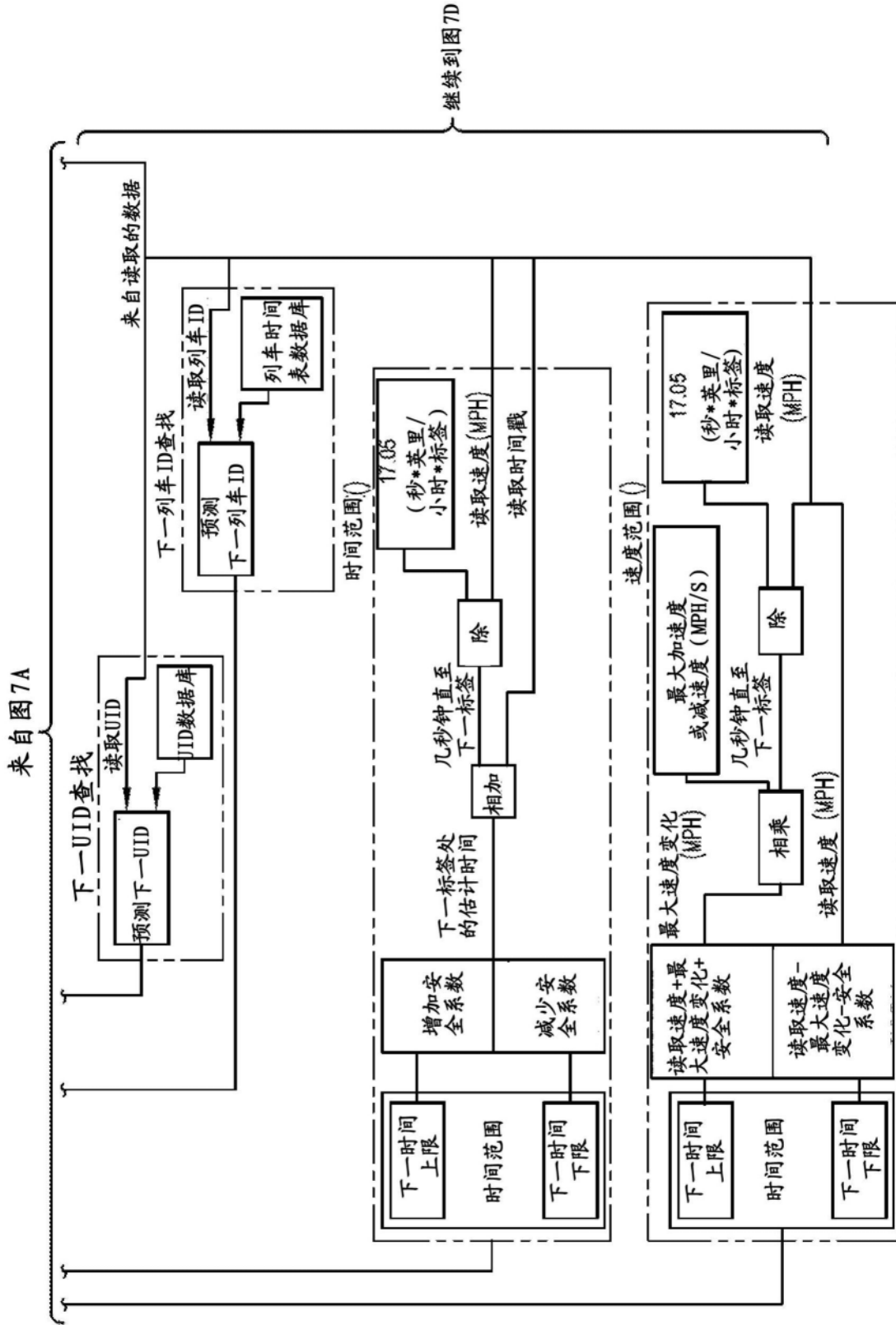


图7C

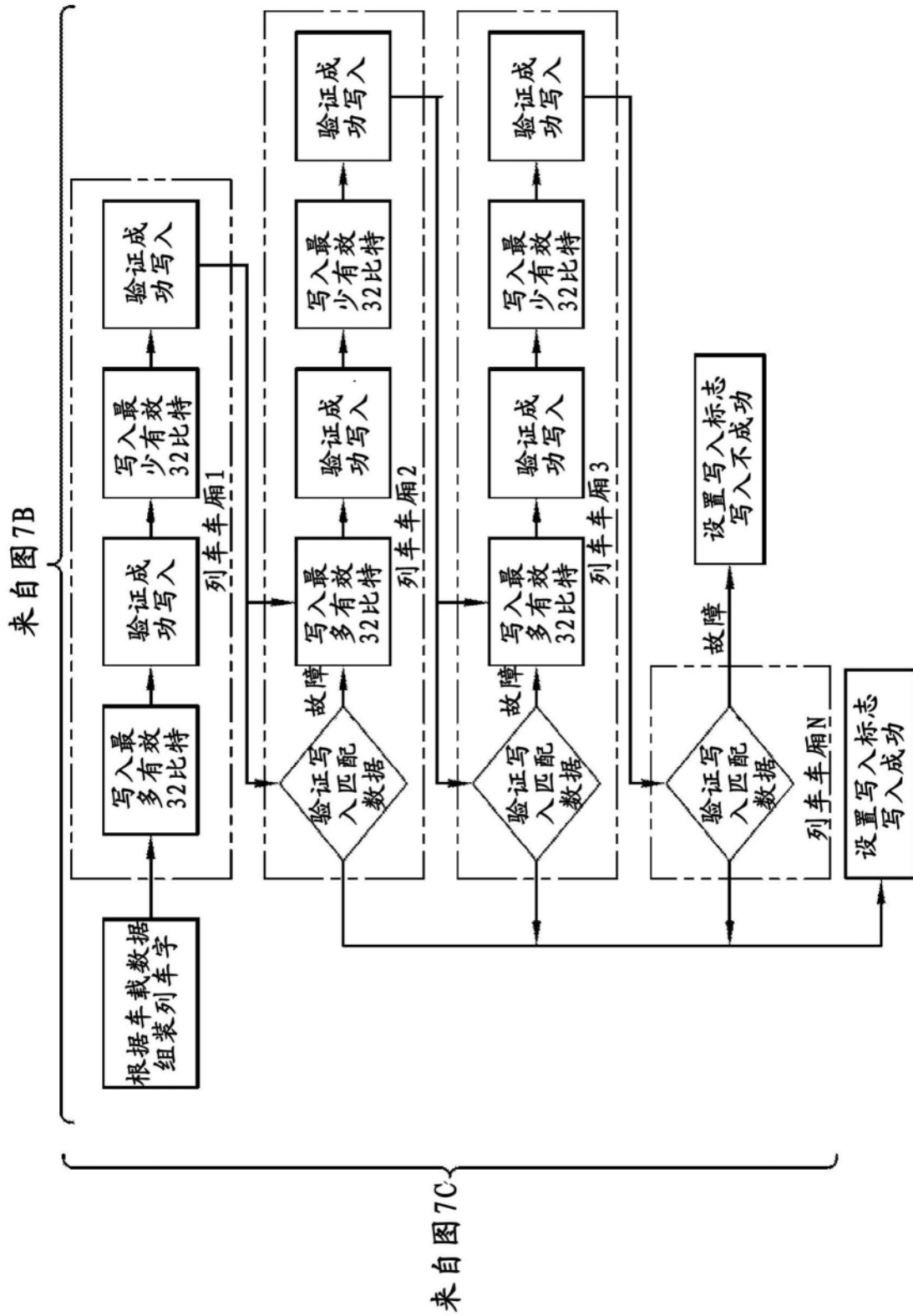


图7D