



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103192853 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 05

(21) 申请号 201310092586. 4

CN 201594092 U, 2010. 09. 29,

(22) 申请日 2013. 03. 21

GB 2222902 A, 1990. 03. 21,

CN 102759742 A, 2012. 10. 31,

(73) 专利权人 中国铁道科学研究院

地址 100081 北京市海淀区大柳树路 2 号

专利权人 中国铁道科学研究院通信信号研究所

北京市华铁信息技术开发总公司

北京锐驰国铁智能运输系统工程技术有限公司

张福隆. “基于二取二的列车组合定位系统设计”与实现”. 《万方学位论文》. 2012,

夏青. “应答器与测速组合定位在地铁中的应用”. 《铁路通信信号工程技术》. 2012, (第 02 期),

审查员 刘新旭

(72) 发明人 李博 郜洪民 尹逊政 贾学祥

李亮 王芑 孟军 陈宁宁 徐杰 贾鹏

(74) 专利代理机构 北京凯特来知识产权代理有限公司 11260

代理人 郑立明 赵镇勇

(51) Int. Cl.

B61L 25/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101949955 A, 2011. 01. 19,

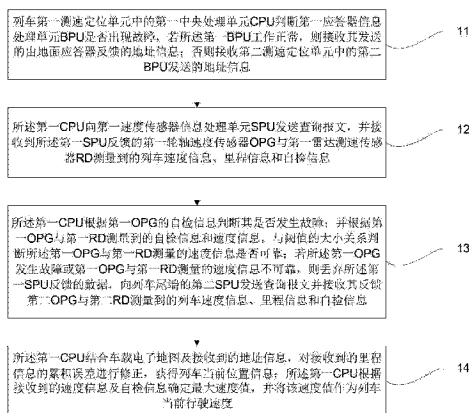
权利要求书3页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

基于网络分布式冗余架构的列车测速定位的方法及系统

(57) 摘要

本发明公开了基于网络分布式冗余架构的列车测速定位的方法及系统, 其中, 该方法包括: 通过列车首尾两端且具有相同物理结构的第一测速定位控制单元与第二测速定位控制单元并行工作, 获得并显示最终结果; 通过组合的方式对列车速度及位置信息进行测量, 有效的提高了测量的准确性; 另一方面, 在不增加测速定位传感器的条件下, 通过冗余网络的形式将列车首尾两端的传感器信息实现共享, 提高了系统的可靠性。



CN 103192853 B

1. 基于网络分布式冗余架构的列车测速定位的方法,其特征在于,该方法包括:通过列车首尾两端且具有相同物理结构的第一测速定位控制单元与第二测速定位控制单元并行工作,获得并显示最终结果,具体的:列车第一测速定位控制单元中的第一中央处理单元 CPU 判断第一应答器信息处理单元 BPU 是否出现故障,若所述第一 BPU 工作正常,则接收其发送的由地面应答器反馈的地址信息;否则接收第二测速定位控制单元中的第二 BPU 发送的地址信息;其中,所述第一 CPU 判断第一 BPU 是否出现故障的步骤包括:所述第一 CPU 按照车载电子地图中的应答器布置,对所经过的应答器设置距离窗口,如果在设置的距离窗口内没有收到应答器信息,则判定所述第一 BPU 出现故障;或者,所述第一 CPU 按照所述第一 BPU 心跳报文的发送周期,对所述第一 BPU 的心跳信息进行超时检测,如果在预设的时间内没有接收到心跳报文,则判定所述第一 BPU 出现故障

所述第一 CPU 接收到地址信息后,向第一速度传感器信息处理单元 SPU 发送查询报文,并接收到所述第一 SPU 反馈的第一轮轴速度传感器 OPG 与第一雷达测速传感器 RD 测量到的列车速度信息、里程信息自检信息;

所述第一 CPU 根据第一 OPG 的自检信息判断其是否发生故障;并根据第一 OPG 与第一 RD 测量到的自检信息和速度信息,与阈值的大小关系判断所述第一 OPG 与第一 RD 测量的速度信息是否可靠;若所述第一 OPG 发生故障或第一 OPG 与第一 RD 测量的速度信息不可靠,则丢弃所述第一 SPU 反馈的数据,向列车尾端的第二 SPU 发送查询报文并接收其反馈第二 OPG 与第二 RD 测量到的列车速度信息、里程信息和自检信息;

所述第一 CPU 结合车载电子地图及接收到的地址信息,对接收到的里程信息的累积误差进行修正,获得列车当前位置信息;所述第一 CPU 根据接收到的速度信息及自检信息确定最大速度值,并将该速度值作为列车当前行驶速度。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述第一 CPU 接收第一或第二 BPU 发送的由地面应答器反馈的地址信息的步骤包括:

车厢底部的第一或第二 BPU 天线发射无线电波来查询当前位置下方是否有应答器;

当第一或第二 BPU 天线经过按一定间隔设置于轨面的应答器时,应答器受到无线电波的激励向外反馈预先设置在应答器中的地址信息,并由第一或第二 BPU 天线接收后发送至对应的第一或第二 BPU;

所述第一或第二 BPU 解析应答器反馈的地址信息,并以报文的形式发送给所述第一 CPU。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述第一 CPU 根据第一 OPG 的自检信息判断其是否发生故障的步骤包括:所述第一 OPG 根据测量到的速度信息判断被测车轴是否发生空转打滑:当被测车轴测量的加速度 $|a_{OPG}|$ 大于阈值 A_c 时,判定被测车轴发生空转打滑;所述第一 OPG 将测量的所有车轴的发送空转打滑的结果作为自检信息发送至第一 CPU;所述第一 CPU 判断所述第一 OPG 测量的所有车轴发生空转打滑的结果是否一致,若是,则所述第一 OPG 工作正常,否则,判定其发生故障;

所述第一 CPU 根据第一 OPG 与第一 RD 测量到的自检信息和速度信息,与阈值的大小关系判断所述第一 OPG 与第一 RD 测量的信息是否可靠具体包括:当根据自检信息确定所述第一 OPG 测量的所有车轴均未发生空转打滑且第一 RD 工作正常时,则比较所述第一 OPG 测量的每一车轴速度值 V_{OPGn} 与第一 RD 测量的速度 V_{RD} 间的滑移率 $|r_{OPG-RD}|$ 与阈值 R_c 间的大小,

其中, $r_{\text{OPG-RD}} = \frac{V_{\text{OPG}} - V_{\text{RD}}}{V_{\text{RD}}}$; 若 $|r_{\text{OPG-RD}}| < R_a$, 则判定其测量的信息可靠, 否则判定其测量的信息不可靠。

4. 根据权利要求 3 所述的方法, 其特征在于, 所述第一 CPU 根据接收到的速度信息及自检信息确定最大速度值, 并将该速度值作为列车当前行驶速度包括:

当根据自检信息确定第一或第二 OPG 测量的所有车轴均未发生空转打滑, 且对应的第一或第二 RD 工作正常时, 若所述第一或第二 OPG 测量的每一车轴速度值 V_{OPG_n} , 与第一或第二 RD 测量的速度 V_{RD} 间的滑移率 $|r_{\text{OPG-RD}}|$ 小于阈值 R_a , 则将所述第一或第二 OPG 测量的所有车轴速度值, 与对应的第一或第二 RD 测量所得的速度值中的最大值作为列车当前行驶速度;

当根据自检信息确定所述第一或第二 OPG 测量的所有车轴均未发生空转打滑, 若所述对应的第一或第二 RD 测量的速度 V_{RD} 小于阈值 V_{min} , 则将所述第一或第二 OPG 测量的所有车轴速度值中的最大值作为列车当前行驶速度;

当根据自检信息确定所述第一或第二 OPG 测量的所有车轴均发生空转打滑, 且对应的第一或第二 RD 工作正常时, 将所述第一或第二 RD 测量的速度 V_{RD} 作为列车当前行驶速度。

5. 根据权利要求 3 所述的方法, 其特征在于, 所述第一 CPU 对接收到的里程信息的累积误差进行修正, 获得列车当前位置信息的步骤包括:

从接收到的第一或第二 SPU 发送的第一或第二 OPG, 以及对应的第一或第二 RD 测量到里程信息中确定可靠里程值; 具体的: 当第一或第二 OPG 测量的所有车轴均未发生空转打滑, 且对应的第一或第二 RD 工作正常时, 若所述第一或第二 OPG 测量的所有车轴里程值中的最大值与最小值之差小于阈值 S_a , 则所述第一或第二 OPG 测量的所有车轴里程值中的最大值作为可靠里程值; 当所述第一或第二 OPG 测量的所有车轴均发生空转打滑, 且对应的第一或第二 RD 工作正常时, 则将第一或第二 RD 测量的里程值 S_{RD} 作为可靠里程值;

结合车载电子地图及接收到的地址信息对所述可靠里程值的累积误差进行修正, 获得列车当前位置信息:

$$L = L_{\text{BPU}} + S_{\text{BPU}} + \Delta S_{\text{OPG}} + \Delta S_{\text{RD}};$$

其中 L_{BPU} 表示第一 BPU 天线到列车首端车钩的距离或第二 BPU 天线到列车尾端车钩的距离; S_{BPU} 表示当前应答器在电子地图中映射的位置; ΔS_{OPG} 表示未发生空转打滑时, 第一或第二 OPG 在经过应答器后测量得到的列车相对里程; ΔS_{RD} 表示发生空转打滑时, 第一或第二 RD 在经过应答器后测量得到的列车相对里程。

6. 根据权利要求 3-5 任一项所述的方法, 其特征在于, 该方法还包括判断所述第一或第二 RD 是否工作正常, 其包括:

若所述第一或第二 RD 的自检信息正常, 所述第一或第二 RD 的加速度 $|a_{\text{RD}}|$ 不超过阈值 A_β , 且所述第一或第二 RD 测量的速度 V_{RD} 不小于阈值 V_{min} 时, 则判定其工作正常。

7. 基于网络分布式冗余架构的列车测速定位的系统, 其特征在于, 该系统包括: 设置在列车首尾两端且具有相同物理结构的第一测速定位控制单元与第二测速定位控制单元;

其中, 每一测速定位控制单元均包括: 中央处理单元 CPU、速度传感器信息处理单元 SPU、应答器信息处理单元 BPU、轮轴速度传感器 OPG 与雷达测速传感器 RD; 所述 CPU 的输入

端与 SPU 及 BPU 的输出端相连;所述 SPU 输入端与 OPG 及 RD 的输出端相连;

所述第一测速定位控制单元中的第一 SPU 与第二测速定位控制单元中的第二 SPU 通过第一 RS485 总线相连,且该总线的两端分别与第一 CPU 与第二 CPU 的输入端连接;第一 BPU 与第二 BPU 通过第二 RS485 总线相连,且该总线的两端分别与第一 CPU 与第二 CPU 的输入端连接。

8. 根据权利要求 7 所述的系统,其特征在于,该系统还包括:

与所述 CPU 相连的人机显示界面 DMI;

以及设置在列车车厢底部的 BPU 天线,其输出端与 BPU 的输入端相连。

9. 根据权利要求 7 所述的系统,其特征在于,所述 OPG 为多通道传感器,安装于车轴轴端处。

基于网络分布式冗余架构的列车测速定位的方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及城市轨道交通领域,尤其涉及基于网络分布式冗余架构的列车测速定位的方法及系统。

背景技术

[0002] 列车控制系统是城市轨道交通保障行车安全、提高运输效率和运营管理水平的重要设施。其中列车的测速定位子系统是列车控制系统中的关键组成部分,其主要任务是向列车控制系统提供实时的列车速度和位置信息。

[0003] 目前国内外的城市轨道交通车载的测速定位系统多采用单一定位方式,但是其结构简单,测速定位可用性和精度较低,且仅适用于固定闭塞分区的信号系统。

[0004] 随着城市轨道交通朝着快捷、舒适的方向发展,基于通信的列车控制系统(CBTC)已经成为了信号系统发展的主流方向。由于CBTC采用移动闭塞模式,对列车测速定位的精度和可靠性提出了更高的要求,单一方式的测速与定位系统已不能满足该需求。

[0005] 从列车信息来源划分,现有城市轨道交通测速定位技术主要分为如下几种:

[0006] 1)从车轴获取列车运动信息:通过将测量转速的传感器(如光电式编码器、霍尔传感器等)安装于车轴上,测速定位系统通过处理车轴传感器输出数字信号,结合轮径值就能计算出列车的速度。但是,该方法由于不是直接测量车体的运动信息,会受车轮异常运动,如滑行、空转、抱死、蛇形等,以及轮径磨损等情况而产生误差。

[0007] 2)直接测量车体运动信息:雷达测速是一种直接测量车体运动信息的方法。根据多普勒效应的原理,利用发射波和反射波之间产生频差,通过测量频差就可以计算出列车的运行速度,再对速度进行积分滤波等处理就能得出位置信息。但是,由于雷达是直接测量的车体运动信息,其测量结果不受车轮异常运动情况,但由于受安装误差、电磁干扰和车体抖动等因素的影响,会造成测速测距性能的下降。

发明内容

[0008] 本发明的目的是提供基于网络分布式冗余架构的列车测速定位的方法及系统,提高了列车测速与定位的准确性及可靠性。

[0009] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的:

[0010] 基于网络分布式冗余架构的列车测速定位的方法,该方法包括:通过列车首尾两端且具有相同物理结构的第一测速定位控制单元与第二测速定位控制单元并行工作,获得并显示最终结果,具体的:列车第一测速定位控制单元中的第一中央处理单元CPU判断第一应答器信息处理单元BPU是否出现故障,若所述第一BPU工作正常,则接收其发送的由地面应答器反馈的地址信息;否则接收第二测速定位控制单元中的第二BPU发送的地址信息;

[0011] 所述第一CPU接收到地址信息后,向第一速度传感器信息处理单元SPU发送查询报文,并接收到所述第一SPU反馈的第一轮轴速度传感器OPG与第一雷达测速传感器RD测

量到的列车速度信息、里程信息自检信息；

[0012] 所述第一 CPU 根据第一 OPG 的自检信息判断其是否发生故障；并根据第一 OPG 与第一 RD 测量到的自检信息和速度信息，与阈值的大小关系判断所述第一 OPG 与第一 RD 测量的速度信息是否可靠；若所述第一 OPG 发生故障或第一 OPG 与第一 RD 测量的速度信息不可靠，则丢弃所述第一 SPU 反馈的数据，向列车尾端的第二 SPU 发送查询报文并接收其反馈第二 OPG 与第二 RD 测量到的列车速度信息、里程信息和自检信息；

[0013] 所述第一 CPU 结合车载电子地图及接收到的地址信息，对接收到的里程信息的累积误差进行修正，获得列车当前位置信息；所述第一 CPU 根据接收到的速度信息及自检信息确定最大速度值，并将该速度值作为列车当前行驶速度。

[0014] 基于网络分布式冗余架构的列车测速定位的系统，该系统包括：设置在列车首尾两端且具有相同物理结构的第一测速定位控制单元与第二测速定位控制单元；

[0015] 其中，每一测速定位控制单元均包括：中央处理单元 CPU、速度传感器信息处理单元 SPU、应答器信息处理单元 BPU、轮轴速度传感器 OPG 与雷达测速传感器 RD、人机显示界面 DMI；所述 DMI 与 CPU 输出端相连，CPU 的输入端与 SPU 及 BPU 的输出端相连；所述 SPU 输入端与 OPG 及 RD 的输出端相连；

[0016] 所述第一测速定位控制单元中的第一 SPU 与第二测速定位控制单元中的第二 SPU 通过第一 RS485 总线相连，且该总线的两端分别与第一 CPU 与第二 CPU 的输入端连接；第一 BPU 与第二 BPU 通过第二 RS485 总线相连，且该总线的两端分别与第一 CPU 与第二 CPU 的输入端连接。

[0017] 由上述本发明提供的技术方案可以看出，通过组合的方式对列车速度及位置信息进行测量，有效的提高了测量的准确性；另一方面，在不增加测速定位传感器的条件下，通过冗余网络的形式将列车首尾两端的传感器信息实现共享，提高了系统的可靠性。

附图说明

[0018] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域的普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他附图。

[0019] 图 1 为本发明实施例一提供的基于网络分布式冗余架构的列车测速定位的方法的流程图；

[0020] 图 2 为本发明实施例一提供的一种 CPU 与 SPU、BPU 的通信机制的示意图；

[0021] 图 3 为本发明实施例一提供的一种 RD 工作状态判定方法的流程图；

[0022] 图 4 为本发明实施例一提供的基于网络分布式冗余架构的列车测速定位的方法的流程图；

[0023] 图 5 为本发明实施例二提供的基于网络分布式冗余架构的列车测速定位的系统的示意图。

具体实施方式

[0024] 下面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,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明的保护范围。

[0025] 本发明由两套完全相同的冗余设备构成,分别安装于列车的首尾两端。按照安装端头不同,可以划分为第一测速定位控制单元与第二测速定位控制单元。每套测速定位控制单元均包括:中央处理单元(CPU)、速度传感器信息处理单元(SPU)、应答器信息处理单元(BPU)、轮轴速度传感器(OPG)、雷达测速传感器(RD)与人机显示界面(DMI)。系统结构如图5所示。在本发明实施例中,CPU负责完成速度和位置信息的安全处理以及传感器状态的监测。两端的CPU通过RS485总线分别与两端的SPU和BPU连接。为了保证各单元之间通信的实时性,SPU与BPU在两个不同的RS485总线上,如图中所示的第一网线和第二网线。RD安装于车厢底部,RD与SPU之间通过RS485总线连接。OPG安装于车轴轴端处,OPG与SPU之间通过屏蔽电缆连接。SPU负责完成RD和OPG所测量的列车运动状态信息的原始处理。DMI用于显示OPG、RD以及BPU的状态,其通过以太网和CPU连接。另外,本发明实施例中的测速定位控制单元中还包括BPU天线,其安装于车厢底部,BPU通过同轴电缆和BPU天线连接,BPU天线通过向下发射无线电波来查询当前安装位置下方是否有应答器,当BPU天线经过按一定间隔设置于轨面的应答器时,应答器会因受到无线电波的激励向外以无线电波的形式反馈预先设置在应答器中的信息,BPU通过BPU天线接收来自应答器的信息,并将其解析,最后以报文的形式发送给CPU处理。

[0026] 实施例一

[0027] 图1为本发明实施例一提供的基于网络分布式冗余架构的列车测速定位的方法的流程图。如图1所示,主要包括如下步骤:

[0028] 步骤11、列车第一测速定位控制单元中的第一中央处理单元CPU判断第一应答器信息处理单元BPU是否出现故障,若所述第一BPU工作正常,则接收其发送的由地面应答器反馈的地址信息;否则接收第二测速定位控制单元中的第二BPU发送的地址信息。

[0029] 本发明实施例中包括列车首尾两端且具有相同物理结构的第一测速定位控制单元与第二测速定位控制单元。每一测速定位控制单元均包括:中央处理单元(CPU)、速度传感器信息处理单元(SPU)、应答器信息处理单元(BPU)、轮轴速度传感器(OPG)、雷达测速传感器(RD)与人机显示界面(DMI)。

[0030] 所述第一测速定位控制单元与第二测试定位控制单元可并行工作,即当第一测速定位控制单元使用步骤11的方式进行工作时,第二测试定位控制单元也使用同样的方法工作。本发明实施例仅以第一测速定位控制单元中的第一CPU进行测速及定位的方法为例进行说明。

[0031] 在系统工作时,第一CPU可以通过采集所在端头的司机钥匙状态来决定是否被激活,如果采集到司机钥匙为开启,则该CPU处于在线状态,否则处于离线状态。第一SPU与BPU始终处于在线状态,根据第一SPU与第一BPU处理信息的特点(SPU为连续式,BPU为离散式),第一CPU与第一BPU之间采用事件触发的方式进行通信。即第一BPU在接受到应答器信息后,主动向第一CPU发送数据报文。第一BPU在状态正常的情况下应周期性的向第一CPU发送“心跳”报文,以便第一CPU进行状态监测。第一CPU与第一SPU、第一BPU的通信机制如图3所示,第一SPU与第一CPU之间采用查询-应答的方式进行通信,第一CPU周

期性的给第一 SPU 发送查询报文或者在收到第一 BPU 的应答器数据报文后给第一 SPU 发送查询报文,第一 SPU 在收到第一 CPU 的查询报文后,立刻响应,回传当前列车速度信息及里程信息。

[0032] 基于上述通信方式,第一 CPU 需确保在经过地面应答器时可顺利的接受到第一 BPU 发送的应答器中预先存储的地址信息,进而向第一 SPU 发送查询报文,再根据第一 SPU 返回的信息完成列车的测速与定位。

[0033] 通常情况下,第一 CPU 默认接收第一 BPU 发送的由地面应答器反馈的地址信息,但是,若第一 BPU 发生故障,所述第一 CPU 则将“地址信息”的来源切换至尾端的第二 BPU。

[0034] 第一 CPU 对第一 BPU 工作状态进行检测主要采用如下两种方法:1)所述第一 CPU 按照车载电子地图中的应答器布置,对所经过的应答器设置距离窗口,如果在设置的距离窗口内没有收到应答器信息,则判定所述第一 BPU 出现故障;2)所述第一 CPU 按照所述第一 BPU 心跳报文的发送周期,对所述第一 BPU 的心跳信息进行超时检测,如果在预设的时间内没有接收到心跳报文,则判定所述第一 BPU 出现故障。

[0035] 另外,本发明实施例中的第一测速定位控制单元还包括:第一 BPU 天线,它安装在车厢底部,用于接收并转发应答器发送的地址信息至第一 BPU;具体的:第一 BPU 可通过同轴电缆和第一 BPU 天线连接,第一 BPU 天线通过发射无线电波来查询当前安装位置下方是否有应答器,当第一 BPU 天线经过按一定间隔设置于轨面的应答器时,应答器会因受到无线电波的激励向外以无线电波的形式反馈预先设置在应答器中的地址信息,第一 BPU 接收第一 BPU 天线发送的来自应答器的地址信息,并将其解析,最后以报文的形式发送给第一 CPU 处理。

[0036] 步骤 12、所述第一 CPU 向第一速度传感器信息处理单元 SPU 发送查询报文,并接收到所述第一 SPU 反馈的第一轮轴速度传感器 OPG 与第一雷达测速传感器 RD 测量到的列车速度信息、里程信息和自检信息。

[0037] 当所述第一 CPU 接受第一或第二 BPU 发送的地址信息后,向本端的第一 SPU 发送查询报文,第一 SPU 将接收到的第一 OPG 与第一 RD 将测量到的列车速度信息与里程信息作为响应消息发送第一 CPU。

[0038] 下面详细介绍第一 OPG 与第一 RD 测量速度信息、里程信息和自检信息的方法。

[0039] 第一 RD 利用多普勒效应,通过计算其向轨面发射的射频无线电波和反射的无线电波的频率差来计算当前列车的运动速度,通过对速度求积分,从而计算出当前列车的运动距离。第一 RD 以报文的形式周期性的向第一 SPU 发送实时的测量结果。由于雷达测量结果受安装角度的影响较大,第一 SPU 需根据雷达校正因子对第一 RD 的测量结果进行修正,其中雷达校正因子由第一 CPU 以报文的形式发送给第一 SPU,同时,还发送自检信息至第一 SPU。

[0040] 第一 OPG 将测量到的列车车轴的转动信息以数字信号(方波)的发送给第一 SPU,第一 SPU 通过硬件接口电路,将其转化为第一 SPU 中央处理器能够处理的数字信号,中央处理器通过计算该数字信号的频率和方波个数结合被测车轮的轮径值计算出当前 OPG 所测量到的列车速度信息和里程信息,其中轮径值由第一 CPU 以报文的形式发送给第一 SPU。

[0041] 其中速度值的计算公式如下:

$$[0042] \quad v = \frac{\pi \times D \times f}{P};$$

[0043] 其中, P 为第一 OPG 每转动一圈输出的方波个数, f 为第一 SPU 所计算的该通道方波信号的频率。

[0044] 加速度值的计算公式如下:

$$[0045] \quad a = \frac{v_2 - v_1}{T};$$

[0046] 其中, v_2 为本周期速度值, v_1 为上周期速度值, T 为速度的计算周期。

[0047] 里程值的计算公式如下:

$$[0048] \quad s = \frac{\pi \times D \times n}{P};$$

[0049] 其中, n 为 SPU 所计算的该通道方波信号的个数。

[0050] 本发明实施例第一 OPG 发送的自检信息为被测车轴发生空转打滑的结果。第一 OPG 根据被测车轴的加速度判断当前车轴是否发生空转打滑: 当被测车轴测量的加速度 $|a_{\text{OPG}}|$ 大于阈值 A_a 时, 则判定被测车轴发生空转打滑。

[0051] 另外, 当被测车轴的加速度 $|a_{\text{OPG}}| \leq A_a$ 且当前车轴传感器速度 V_{OPG} 与雷达速度 V_{RD} 的滑移率 $|r_{\text{OPG-RD}}|$ ($r_{\text{OPG-RD}} = \frac{V_{\text{OPG}} - V_{\text{RD}}}{V_{\text{RD}}}$) 小于 R_a 阈值时, 则当前被测车轴空转打滑结束。

[0052] 进一步的, 所述第一 SPU 周期性更新第一 OPG 和第一 RD 信息, 当收到第一 CPU 的查询报文时, 实时将最新处理完的第一 OPG 和第一 RD 测量的信息反馈给第一 CPU。

[0053] 步骤 13、所述第一 CPU 根据第一 OPG 的自检信息判断其是否发生故障; 并根据第一 OPG 与第一 RD 测量到的自检信息和速度信息, 与阈值的大小关系判断所述第一 OPG 与第一 RD 测量的速度信息是否可靠; 若所述第一 OPG 发生故障或第一 OPG 与第一 RD 测量的速度信息不可靠, 则丢弃所述第一 SPU 反馈的数据, 向列车尾端的第二 SPU 发送查询报文并接收其反馈第二 OPG 与第二 RD 测量到的列车速度信息、里程信息和自检信息。

[0054] 当第一 CPU 接收到第一 OPG 的自检信息后, 判断第一 OPG 是否发生故障, 判断方法如下: 本发明实施例的 OPG 为多通道的传感器, 因此, 判断自检信息中所有车轴发生空转打滑的结果是否一致, 若是, 则所述第一 OPG 工作正常, 否则, 判定其发生故障。

[0055] 判断第一 RD 的工作状态, 本发明实施例中的第一 RD 可以包括三种工作状态: 故障状态、不可用状态与工作正常状态。故障状态可以直接根据自检信息与速度信息判断: 1) 自检信息异常; 2) 加速度 $|a_{\text{RD}}|$ 超过阈值 A_β 。不可用状态可根据速度信息判断: 当第一 RD 测量到的速度值 V_{RD} 不在有效测速范围之内 ($V_{\text{RD}} < V_{\text{min}}$) 则判定当前 RD 信息处于不可用状态。当第一 RD 不满足判定为故障或者不可用状态条件时, 则将第一 RD 判定为正常工作状态, 其判定流程可参考图 4。

[0056] 判断所述第一 OPG 与第一 RD 测量的信息是否可靠: 当所述第一 OPG 测量的所有车轴均未发生空转打滑且第一 RD 工作正常时, 则比较所述第一 OPG 测量的每一车轴速度值 V_{OPG_n} 与第一 RD 测量的速度 V_{RD} 间的滑移率 $|r_{\text{OPG-RD}}|$ 与阈值 R_a 间的大小, 若 $|r_{\text{OPG-RD}}| < R_a$, 则判定其测量的信息可靠, 否则判定其测量的信息不可靠。

[0057] 另外, 若第一 OPG 中被测车轴的空转打滑时间超过阈值, 或第一 OPG 所有车轴均发

生空转打滑且 RD 处于不可用状态,此时第一 CPU 同样丢弃所述第一 SPU 反馈的数据,向列车尾端的第二 SPU 发送查询报文并接收其反馈第二 OPG 与第二 RD 测量到的列车速度信息和里程信息。

[0058] 步骤 14、所述第一 CPU 结合车载电子地图及接收到的地址信息,对接收到的里程信息的累积误差进行修正,获得列车当前位置信息;所述第一 CPU 根据接收到的速度信息及自检信息确定最大速度值,并将该速度值作为列车当前行驶速度。。

[0059] 通过步骤 13 的方法可知,第一 CPU 获得的速度信息及里程信息可以来自与第一 SPU 也可以来自第二 SPU,为了便于说明,本发明实施例假设速度信息及里程信息来自第一 SPU。

[0060] 所述第一 CPU 根据接收到的自检信息确定第一 OPG 与第一 RD 的工作状态,再从正常工作的第一 OPG 和 / 或第一 RD 的速度信息中选择最大速度值作为列车当前行驶速度,可以分为下面几种情况:

[0061] 1)当第一 OPG 测量的所有车轴均未发生空转打滑,且第一 RD 工作正常时;若所述第一 OPG 测量的每一车轴速度值 V_{OPGn} ,与第一 RD 测量的速度 V_{RD} 间的滑移率 $|r_{OPG-RD}|$ 小于阈值 R_c ,则将所述第一 OPG 测量的所有车轴速度值,与第一 RD 测量所得的速度值中的最大值作为列车当前行驶速度;

[0062] 2)当所述第一 OPG 测量的所有车轴均未发生空转打滑,但所述第一 RD 测量的速度 V_{RD} 小于阈值 V_{min} (即第一 RD 处于不可用状态)时;则将所述第一 OPG 测量的所有车轴速度值中的最大值作为列车当前行驶速度;

[0063] 3)当所述第一 OPG 测量的所有车轴均发生空转打滑,但第一 RD 工作正常时;将所述第一 RD 测量的速度 V_{RD} 作为列车当前行驶速度。

[0064] 对里程信息进行修正之前,需要确定可靠里程值,分为以下几种情况:1)当第一 OPG 测量的所有车轴均未发生空转打滑,且对应的第一 RD 工作正常时,若所述第一 OPG 测量的所有车轴里程值中的最大值与最小值之差小于阈值 S_a ,则所述第一 OPG 测量的所有车轴里程值中的最大值作为可靠里程值;2)当所述第一 OPG 测量的所有车轴均发生空转打滑,且对应的第一 RD 工作正常时,则将第一 RD 测量的里程值 S_{RD} 作为可靠里程值。

[0065] 然后,第一 CPU 结合车载电子地图及接收到的地址信息对所述可靠里程值的累积误差进行修正,列车的实际位置计算公式如下:

[0066] $L=L_{BPU}+S_{BPU}+\Delta S_{OPG}+\Delta S_{RD}$;

[0067] 其中 L_{BPU} 表示第一 BPU 天线到列车首端车钩的距离; S_{BPU} 表示当前应答器在电子地图中映射的位置; ΔS_{OPG} 表示未发生空转打滑时,第一 OPG 在经过应答器后测量得到的列车相对里程; ΔS_{RD} 表示发生空转打滑时,第一 RD 在经过应答器后测量得到的列车相对里程。

[0068] 需要说明的是,当第一 CPU 接收的速度信息与里程信息来自于第二 SPU 时也可采用上述方法获取列车当前行驶速度及位置信息,不再赘述。

[0069] 当第一 CPU 通过上述方法进行处理后,得到列车当前行驶速度及位置信息,并将得到列车当前行驶速度及位置信息和传感器状态信息发送至列车控制系统的逻辑处理层和 DMI,其示意图可参考图 5。

[0070] 另外,列车尾端的第二测速定位控制单元中的工作方法可使用步骤 11- 步骤 14 进行,不再赘述。

[0071] 另一方面,为了避免首尾之间出现乒乓切换,本发明实施例中,系统在设定的时间窗口内最大的允许切换次数 $C=2$,如果出现第 3 次切换则向列车控制系统逻辑输出的速度信息和位置信息均为未定义。

[0072] 本发明实施例通过组合的方式对列车速度及位置信息进行测量,有效的提高了测量的准确性;另一方面,在不增加测速定位传感器的条件下,通过冗余网络的形式将列车首尾两端的传感器信息实现共享,提高了系统的可靠性。

[0073] 通过以上的实施方式的描述,本领域的技术人员可以清楚地了解到上述实施例可以通过软件实现,也可以借助软件加必要的通用硬件平台的方式来实现。基于这样的理解,上述实施例的技术方案可以以软件产品的形式体现出来,该软件产品可以存储在一个非易失性存储介质(可以是 CD-ROM, U 盘, 移动硬盘等)中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)执行本发明各个实施例所述的方法。

[0074] 实施例二

[0075] 图 5 为本发明实施例二提供的基于网络分布式冗余架构的列车测速定位的系统,如图 5 所示,该系统主要包括:设置在列车首尾两端且具有相同物理结构的第一测速定位控制单元与第二测速定位控制单元;

[0076] 其中,每一测速定位控制单元均包括:中央处理单元 CPU、速度传感器信息处理单元 SPU、应答器信息处理单元 BPU、轮轴速度传感器 OPG 与雷达测速传感器 RD;所述 CPU 的输入端与 SPU 及 BPU 的输出端相连;所述 SPU 输入端与 OPG 及 RD 的输出端相连;

[0077] 所述第一测速定位控制单元中的第一 SPU 与第二测速定位控制单元中的第二 SPU 通过第一 RS485 总线相连,且该总线的两端分别与第一 CPU 与第二 CPU 的输入端连接;第一 BPU 与第二 BPU 通过第二 RS485 总线相连,且该总线的两端分别与第一 CPU 与第二 CPU 的输入端连接。

[0078] 该系统还包括:与所述 CPU 相连的人机显示界面 DMI;以及设置在列车车厢底部的 BPU 天线,其输出端与 BPU 的输入端相连。

[0079] 所述 OPG 为多通道传感器,安装于车轴轴端处。

[0080] 需要说明的是,上述系统中包含的各个功能模块所实现的功能的具体实现方式在前面的各个实施例中已经有详细描述,故在这里不再赘述。

[0081] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,仅以上述各功能模块的划分进行举例说明,实际应用中,可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能模块完成,即将系统的内部结构划分成不同的功能模块,以完成以上描述的全部或者部分功能。

[0082] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,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披露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,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该以权利要求书的保护范围为准。

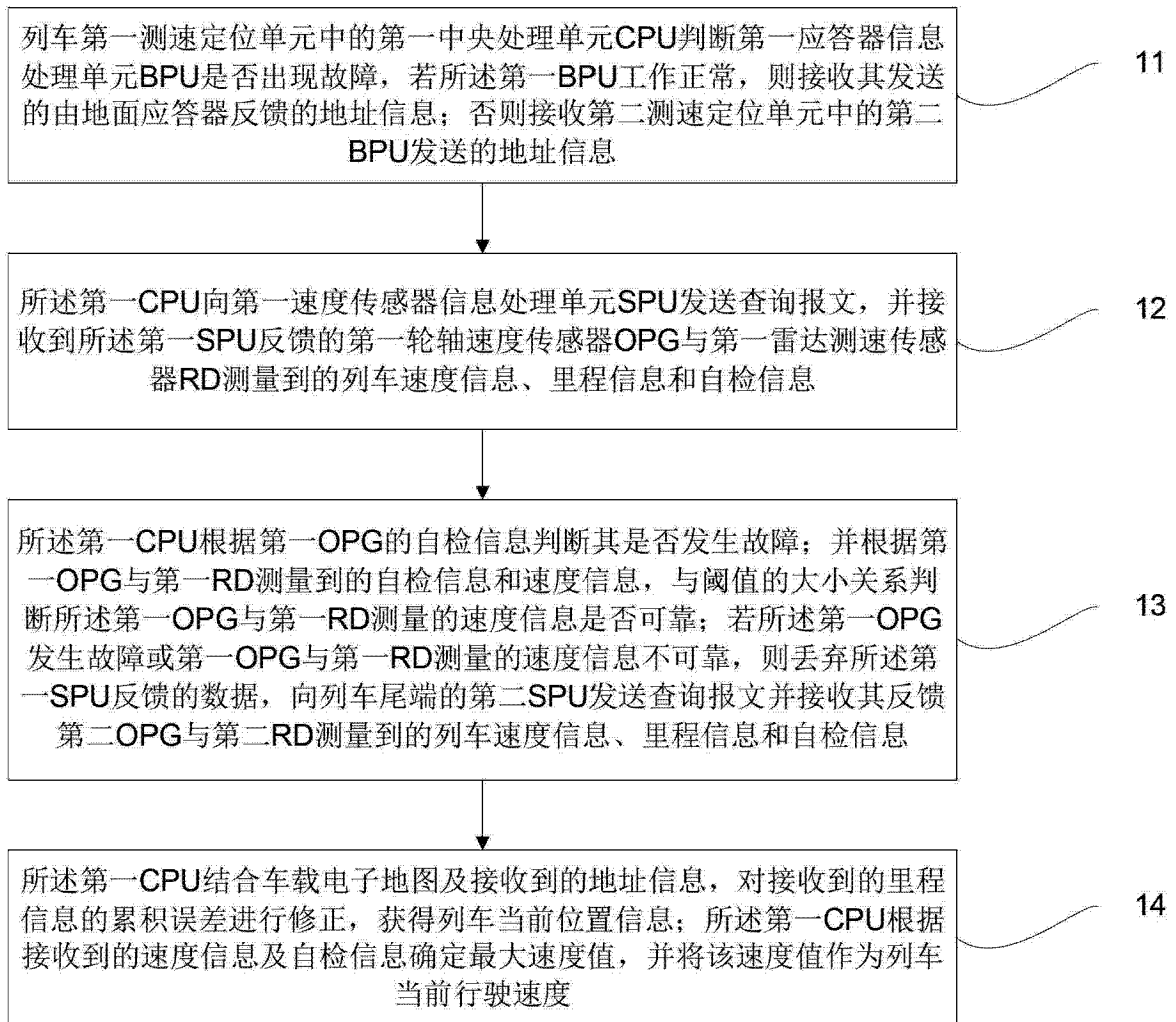


图 1

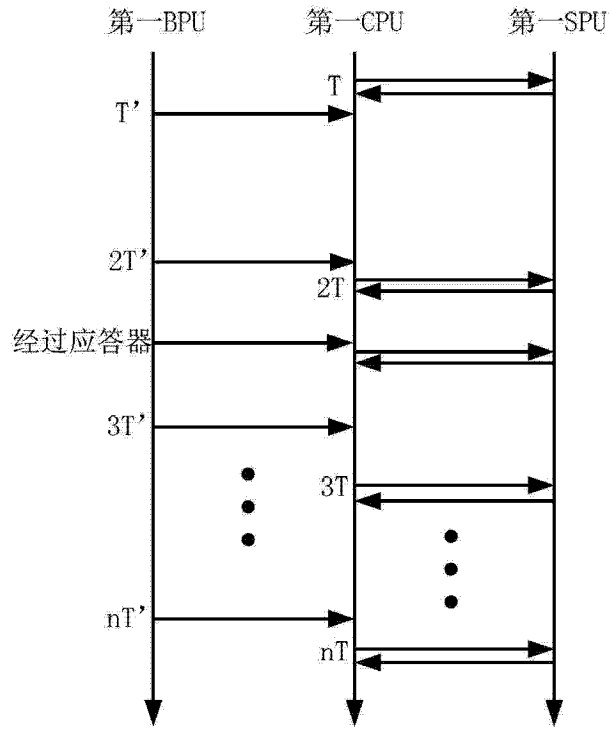


图 2

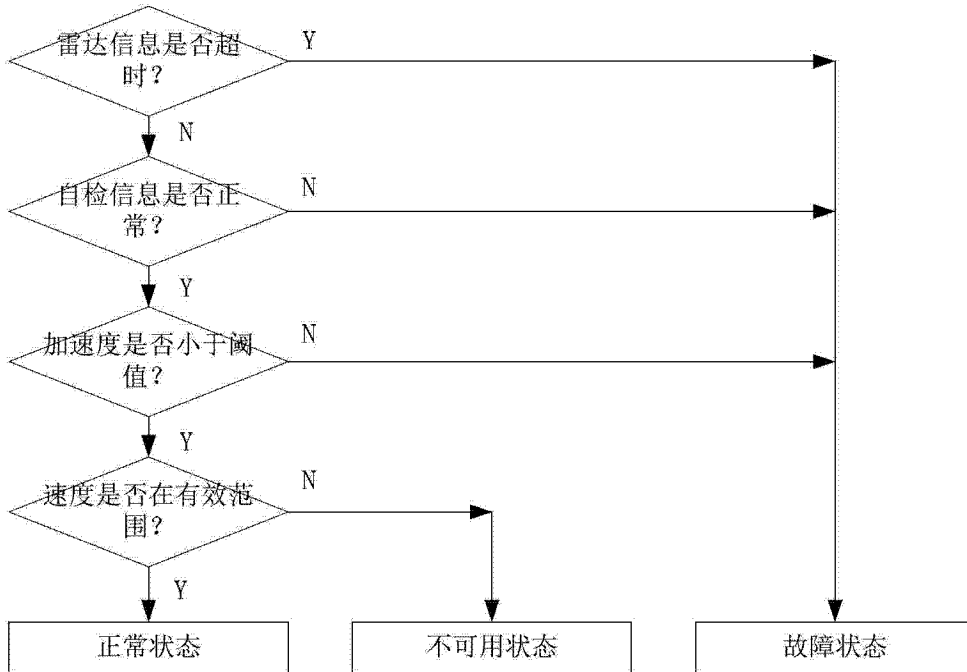


图 3

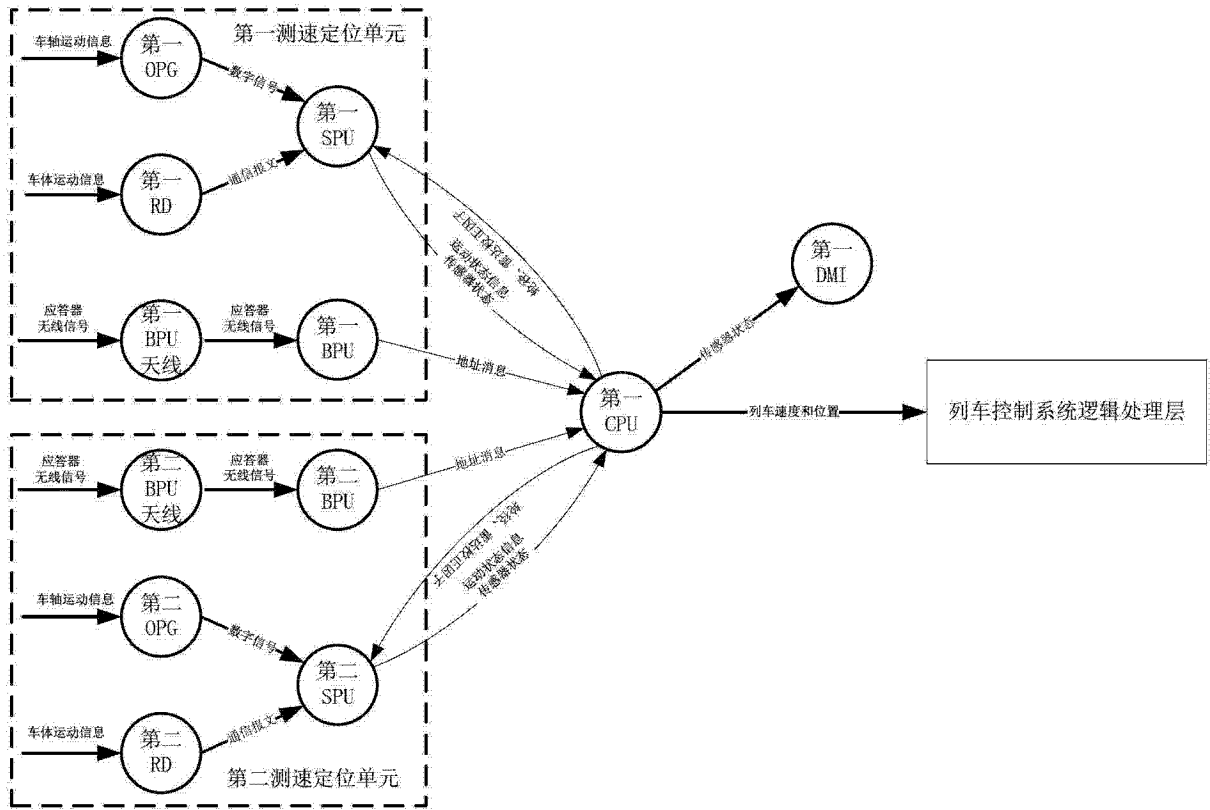


图 4

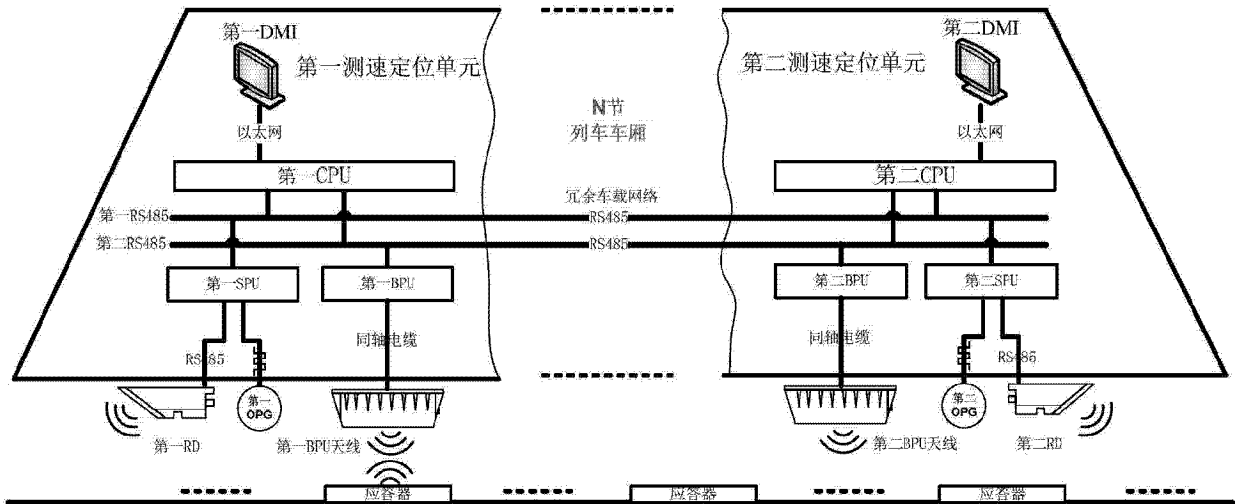


图 5