

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局



(43) 国际公布日
2018 年 12 月 27 日 (27.12.2018)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2018/233643 A1

(51) 国际专利分类号:

H04L 12/40 (2006.01)

中国广东省深圳市坪山新区比亚迪路 3009 号, Guangdong 518118 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/092048

(22) 国际申请日: 2018 年 6 月 20 日 (20.06.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:

201710476532.6 2017 年 6 月 21 日 (21.06.2017) CN

(71) 申请人: 比亚迪股份有限公司 (BYD COMPANY LIMITED) [CN/CN]; 中国广东省深圳市坪山新区比亚迪路 3009 号, Guangdong 518118 (CN)。

(72) 发明人: 磨俊生 (MO, Junsheng); 中国广东省深圳市坪山新区比亚迪路 3009 号, Guangdong 518118 (CN)。曾文晓 (ZENG, Wenxiao); 中国广东省深圳市坪山新区比亚迪路 3009 号, Guangdong 518118 (CN)。赵龙 (ZHAO, Long);

(74) 代理人: 北京清亦华知识产权代理事务所 (普通合伙) (TSINGYIHUA INTELLECTUAL PROPERTY LLC); 中国北京市海淀区清华园清华大学照澜院商业楼 301 室, Beijing 100084 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,

(54) Title: CANOPEN PROTOCOL-BASED TRAIN NETWORK DATA TRANSMISSION METHOD AND SYSTEM, AND APPARATUS THEREOF

(54) 发明名称: 基于CANopen协议的列车网络数据传输方法、系统及其装置

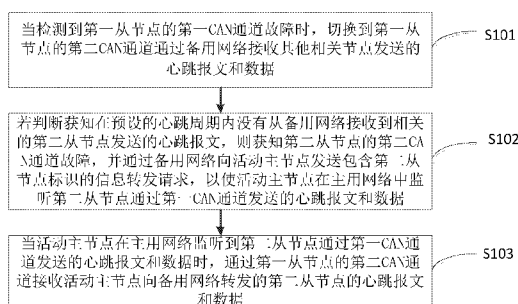


图 3

- S101 When a failure of a first CAN channel of a first slave node is detected, switch to a second CAN channel of the first slave node so as to receive, via a standby network, heartbeat packets and data sent by other relevant nodes
- S102 If it is determined and learnt that there is no relevant heartbeat packet, sent by a second slave node, received from the standby network within a pre-set heartbeat period, learn a failure of a second CAN channel of the second slave node, and send, via the standby network, an information forwarding request including an identifier of the second slave node to an active master node, so that the active master node monitors, in a main network, heartbeat packets and data sent by the second slave node via the first CAN channel
- S103 When the heartbeat packets and data sent by the second slave node via the first CAN channel are monitored by the active master node in the main network, receive, via the second CAN channel of the first slave node, the heartbeat packets and data of the second slave node forwarded by the active master node to the standby network

(57) Abstract: Disclosed are a CANopen protocol-based train network data transmission method and system, and an apparatus thereof, wherein the method applied to a first slave node comprises: when a failure of a first CAN channel of a first slave node is detected, switching to a second CAN channel of the first slave node so as to receive, via a standby network, heartbeat packets and data sent by other relevant nodes; if it is determined and learnt that there is no relevant heartbeat packet, sent by a second slave node, received from the standby network within a pre-set heartbeat period, enabling an active master node to monitor, in a main network, heartbeat packets and data sent by the second slave node via the first CAN channel; and when the heartbeat packets and data sent by the second slave node via the first CAN channel are monitored by the active master node in the main network, receiving, via the second CAN channel of the first slave node, the heartbeat packets and data of the second slave node forwarded by the active master node to the standby network. Therefore, good operation of the whole train is guaranteed, and the redundancy effect of a train network is improved.



NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：本公开公开了一种基于CANopen协议的列车网络数据传输方法、系统及其装置，其中，应用在第一从节点的方法包括：当检测到第一从节点的第一CAN通道故障时，切换到第一从节点的第二CAN通道通过备用网络接收其他相关节点发送的心跳报文和数据；若判断获知在预设的心跳周期内没有从备用网络接收到相关的第二从节点发送的心跳报文，则使活动主节点在主用网络中监听第二从节点通过第一CAN通道发送的心跳报文和数据；当活动主节点在主用网络监听到第二从节点通过第一CAN通道发送的心跳报文和数据时，通过第一从节点的第二CAN通道接收活动主节点向备用网络转发的第二从节点的心跳报文和数据。由此，保证了整车的良好运行，提高了列车网络的冗余效果。

基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法、系统及其装置

5 相关申请的交叉引用

本申请要求比亚迪股份有限公司于 2017 年 06 月 21 日提交的、公开名称为“基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法、系统及其装置”的、中国专利申请号“201710476532.6”的优先权。

10 技术领域

本公开涉及车辆通信技术领域，尤其涉及一种基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法、系统及其装置。

背景技术

15 目前列车通信网络应用比较广泛的是列车通信网络 TCN (Train Communication Network, 列车通信网络) 总线技术, TCN 涵盖了 MVB (Multifunction Vehicle Bus, 多功能车辆总线)、WTB (Wire Train Bus, 绞线式列车总线)、以太网、CAN (Controller Area Network, 现场总线) 这四种总线。在对于 MVB、WTB、以太网、CAN 这四种总线的设计要求中, 一个共同的要求是网络冗余设计。所谓的网络冗余, 指的是为每个通信网络都应再设立一个备用网络, 即网络上每个节点都会采用 A 线和 B 线的双线连接方式, 当网络出现故障时, 可以
20 通过备用网络实现通信, 确保网络上各产品数据交互畅通, 使列车通信网络的运行环境具备高可用性。

通常列车通信网络设计如果应用 CAN 总线进行数据交互, 多数情况都会基于 CANopen (一种基于 CAN 总线的高层通信协议, 是目前工业控制常用的一种现场总线) 设计, CANopen 的定义是基于 CAN 总线设计的标准化应用层协议, CANopen 协议为传统 CAN
25 支援了一套完善的网络管理机制, 以支撑冗余网络设计。目前基于 CANopen 的冗余网络设计都是要求所有网络节点双路同时发送数据, 但默认情况所有节点只从主用网络获取数据, 当某个或某些从节点在主用网络掉线时, 切换到备用网络接收该部分节点的数据, 接收该部分节点数据的统一切换到备用网络接收数据。

30

发明内容

本公开的目的旨在至少在一定程度上解决上述的技术问题之一。

为此,本公开的第一个目的在于提出一种基于CANopen协议的列车网络数据传输方法,该方法保证了整车的良好运行,提高了列车网络的冗余效果。

本公开的第二个目的在于提出另一种基于CANopen协议的列车网络数据传输方法。

本公开的第三个目的在于提出又一种基于CANopen协议的列车网络数据传输方法。

5 本公开的第四个目的在于提出还一种基于CANopen协议的列车网络数据传输方法。

本公开的第五个目的在于提出一种第一从节点。

本公开的第六个目的在于提出一种活动主节点。

本公开的第七个目的在于提出一种第二从节点。

本公开的第八个目的在于提出另一种活动主节点。

10 本公开的第九个目的在于提出一种基于CANopen协议的列车网络数据传输系统。

本公开的第十个目的在于提出另一种基于CANopen协议的列车网络数据传输系统。

本公开的第十一个目的在于提出一种计算机设备。

本公开的第十二个目的在于提出另一种计算机设备。

本公开的第十三个目的在于提出又一种计算机设备。

15 本公开的第十四个目的在于提出还一种计算机设备。

本公开的第十五个目的在于提出一种存储介质。

本公开的第十六个目的在于提出另一种存储介质。

本公开的第十七个目的在于提出又一种存储介质。

本公开的第十八个目的在于提出还一种存储介质。

20 为了实现上述目的,本公开第一方面实施例提出的一种基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法,包括以下步骤:当检测到所述第一从节点的第一 CAN 通道故障时,切换到所述第一从节点的第二 CAN 通道通过备用网络接收其他相关节点发送的心跳报文和数据;若判断获知在预设的心跳周期内没有从所述备用网络接收到相关的第二从节点发送的心跳报文,则获知所述第二从节点的第二 CAN 通道故障,并通过所述备用网络向活动主节点发送包含第二从节点标识的信息转发请求,以使所述活动主节点在主用网络中监听所述第二
25 从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据;当所述活动主节点在所述主用网络监听到所述第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据时,通过所述第一从节点的第二 CAN 通道接收所述活动主节点向所述备用网络转发的所述第二从节点的心跳报文和数据。

30 为了实现上述目的,本公开第二方面实施例提出的另一种基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法,包括以下步骤:在备用网络或主用网络接收第一从节点通过第二 CAN 通道发送的包含第二从节点标识的信息转发请求;在主用网络中监听与所述第二从节点标识

对应的第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据；当在所述主用网络监听到所述第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过所述备用网络向所述第一从节点转发所述第二从节点的心跳报文和数据，以使所述第一从节点通过第二 CAN 通道接收所述第二从节点的心跳报文和数据。

5 为了实现上述目的，本公开第三方面实施例提出的又一种基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法，包括以下步骤：若判断获知在预设的心跳周期内没有通过所述第二从节点的第一 CAN 通道从主用网络接收到相关的第一从节点发送的心跳报文，则获知所述第一从节点的第一 CAN 通道故障，并且检测到所述第二从节点的第二 CAN 通道故障；通过所述主用网络向活动主节点发送包含第一从节点标识的信息转发请求，以使所述活动主节点在备用网络中监听所述第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据；当所述活动主节点在所述备用网络监听到所述第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过所述第二从节点的第一 CAN 通道接收所述活动主节点向所述主用网络转发的所述第一从节点的心跳报文和数据。

10 为了实现上述目的，本公开第四方面实施例提出的还一种基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法，包括以下步骤：在主用网络接收第二从节点通过第一 CAN 通道发送的包含第一从节点标识的信息转发请求；在备用网络中监听与所述第一从节点标识对应的第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据；当在所述备用网络监听到所述第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过所述主用网络向所述第二从节点转发所述第一从节点的心跳报文和数据，以使所述第二从节点通过第一 CAN 通道接收所述第一从节点的心跳报文和数据。

20 为了实现上述目的，本公开第五方面实施例提出的第一从节点，包括：第一切换模块，用于在检测到第一从节点的第一 CAN 通道故障时，切换到所述第一从节点的第二 CAN 通道通过备用网络接收其他相关节点发送的心跳报文和数据；第一获知模块，用于在判断获知在预设的心跳周期内没有从所述备用网络接收到相关的第二从节点发送的心跳报文时，获知所述第二从节点的第二 CAN 通道故障；第一发送模块，用于通过所述备用网络向活动主节点发送包含第二从节点标识的信息转发请求，以使所述活动主节点在主用网络中监听所述第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据；第一接收模块，用于在所述活动主节点在所述主用网络监听到所述第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过所述第一从节点的第二 CAN 通道接收所述活动主节点向所述备用网络转发的所述第二从节点的心跳报文和数据。

25 为了实现上述目的，本公开第六方面实施例提出的一种活动主节点，包括：第二接收模块，用于在备用网络或主用网络接收第一从节点通过第二 CAN 通道发送的包含第二从节

点标识的信息转发请求；第一监听模块，用于在主用网络中监听与所述第二从节点标识对应的第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据；第一转发模块，用于在所述主用网络监听到所述第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过所述备用网络向所述第一从节点转发所述第二从节点的心跳报文和数据，以使所述第一从节点通过第二 CAN 通道接收所述第二从节点的心跳报文和数据。

为了实现上述目的，本公开第七方面实施例提出的一种第二从节点，包括：第三获知模块，用于在判断获知在预设的心跳周期内没有通过所述第二从节点的第一 CAN 通道从主用网络接收到相关的第一从节点发送的心跳报文时，获知所述第一从节点的第一 CAN 通道故障，并且检测到所述第二从节点的第二 CAN 通道故障；第四发送模块，用于通过所述主用网络向活动主节点发送包含第一从节点标识的信息转发请求，以使所述活动主节点在备用网络中监听所述第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据；第三接收模块，用于在所述活动主节点在所述备用网络监听到所述第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过所述第二从节点的第一 CAN 通道接收所述活动主节点向所述主用网络转发的所述第一从节点的心跳报文和数据。

为了实现上述目的，本公开第八方面实施例提出的另一种活动主节点，包括：第四接收模块，用于在主用网络接收第二从节点通过第一 CAN 通道发送的包含第一从节点标识的信息转发请求；第三监听模块，用于在备用网络中监听与所述第一从节点标识对应的第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据；第二转发模块，用于当在所述备用网络监听到所述第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过所述主用网络向所述第二从节点转发所述第一从节点的心跳报文和数据，以使所述第二从节点通过第一 CAN 通道接收所述第一从节点的心跳报文和数据。

为了实现上述目的，本公开第九方面实施例提出的一种基于 CANopen 协议的列车网络数据传输系统，包括本公开第五方面实施例所述的第一从节点，第六方面实施例所述的活动主节点，第七方面实施例所述的第二从节点。

为了实现上述目的，本公开第十方面实施例提出的一种基于 CANopen 协议的列车网络数据传输系统，包括本公开第五方面实施例所述的第一从节点，第八方面实施例所述的活动主节点，第七方面实施例所述的第二从节点。

为了实现上述目的，本公开第十一方面实施例提出的一种计算机设备，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序，其中，所述处理器执行所述计算机程序时实现如本公开第一方面实施例所述的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法。

为了实现上述目的，本公开第十二方面实施例提出的另一种计算机设备，包括存储器、

处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序，其中，所述处理器执行所述计算机程序时实现如本公开第二方面实施例所述的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法。

为了实现上述目的，本公开第十三方面实施例提出的又一种计算机设备，包括存储器、
5 处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序，其中，所述处理器执行所述计算机程序时实现如本公开第三方面实施例所述的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法。

为了实现上述目的，本公开第十四方面实施例提出的还一种计算机设备，包括存储器、
10 处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序，其中，所述处理器执行所述计算机程序时实现如本公开第四方面实施例所述的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法。

为了实现上述目的，本公开第十五方面实施例提出的一种存储介质，用于存储应用程序，所述应用程序用于执行如本公开第一方面实施例所述的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法。

15 为了实现上述目的，本公开第十六方面实施例提出的另一种存储介质，用于存储应用程序，所述应用程序用于执行如本公开第二方面实施例所述的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法。

为了实现上述目的，本公开第十七方面实施例提出的又一种存储介质，用于存储应用程序，所述应用程序用于执行如本公开第三方面实施例所述的基于 CANopen 协议的列车网
20 络数据传输方法。

为了实现上述目的，本公开第十八方面实施例提出的还一种存储介质，用于存储应用程序，所述应用程序用于执行如本公开第四方面实施例所述的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法。

本公开实施例提供的技术方案可以包括以下有益效果：

25 避免了从节点的 CAN 通道故障所在网络不同时，从节点之间无法正常通信，通过向活动主节点发送转发请求，以通过活动主节点进行心跳报文和数据的转发，保证了从节点之间的正常通信，保证了整车的良好运行，提高了列车网络的冗余效果。

本公开附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本公开的实践了解到。

附图说明

本公开上述的和/或附加的方面和优点从下面结合附图对实施例的描述中将变得明显和

容易理解，其中：

图 1 是根据现有技术的列车网络结构示意图；

图 2 是根据现有技术的列车网络结构数据传输存在风险示意图；

图 3 是根据本公开第一个实施例的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法的流程

5 图；

图 4 是根据本公开的列车网络结构数据传输克服风险示意图；

图 5 是根据本公开第二个实施例的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法的流程图；

图 6 (a) 是根据本公开一个实施例的数据交互示意图；

10 图 6 (b) 是根据本公开另一个实施例的数据交互示意图；

图 7 是根据本公开第三个实施例的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法的流程图；

图 8 是根据本公开第四个实施例的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法的流程图；

15 图 9 (a) 是根据本公开一个实施例的节点间数据交互示意图；

图 9 (b) 是根据本公开另一个实施例的节点间数据交互示意图；

图 10 是根据本公开第五个实施例的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法的流程图；

20 图 11 是根据本公开第六个实施例的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法的流程图；

图 12 是根据本公开一个实施例的第一从节点的结构示意图；

图 13 是根据本公开另一个实施例的第一从节点的结构示意图；

图 14 是根据本公开一个实施例的活动主节点的结构示意图；

图 15 是根据本公开另一个实施例的活动主节点的结构示意图；

25 图 16 是根据本公开又一个实施例的活动主节点的结构示意图；

图 17 是根据本公开一个实施例的第二从节点的结构示意图；

图 18 是根据本公开另一个实施例的第二从节点的结构示意图；

图 19 是根据本公开一个实施例的活动主节点的结构示意图；

图 20 是根据本公开另一个实施例的活动主节点的结构示意图；

30 图 21 是根据本公开又一个实施例的活动主节点的结构示意图；

图 22 是根据本公开一个实施例基于 CANopen 协议的列车网络数据传输系统的结构示意图；以及

图 23 是根据本公开另一个实施例基于 CANopen 协议的列车网络数据传输系统的结构示意图。

具体实施方式

下面详细描述本公开的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，旨在用于解释本公开，而不能理解为对本公开的限制。

下面参考附图描述本公开实施例的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法、系统及其装置。

具体地，由当前现有技术中的冗余网络设计方式可知，由于目前使用 CAN 总线作为通信网络的列车应用比较少，即以 CAN 总线搭建的网络架构较为简单，甚至现阶段已应用 CAN 总线的列车上都未妥善地考虑网络冗余设计，即使是有这方面考虑，很多车辆制造商由于技术条件有限，同时为了使网络节点软件逻辑处理简单，能快速地满足网络搭建，所以现有比较完善的策略就是所有节点同时在主用网络与备用网络都发送数据，但是只会选其中一个网络接收数据，不管主用网络上哪个节点已经掉线，跟其相关的节点统一切换到备用网络上接收处理掉线节点的数据以及其他关联节点的数据。

举例而言，如附图 1 示例所示，从节点 A 接收从节点 B、C、D 的数据，从节点 B 接收 A、E 的数据，从节点 C 接收从节点 B、D 数据，从节点 A、C 需要接收从节点 B 的数据，而从节点 D、E 不接收从节点 B 的数据，当从节点 B 的第一 CAN 通道故障时，从节点 A 与从节点 C 就切换到备用网络上去接收数据，这样就能保证正常接收到节点 B 的数据。

然而，这样的处理方式会存在一种风险，如附图 2 所示，节点从 B 需要接收从节点 C 的数据，从节点 C 也需要接收从节点 B 的数据，若是从节点 B 第一 CAN 通道故障且从节点 C 第二 CAN 通道故障时，从节点 B 或从节点 C 实际上已经属于物理隔绝状态，两个从节点都无法接收到相互的数据，进而影响整车运行。

为了解决现有技术中，多个节点不同通道故障时出现部分节点数据无法正常接收的技术问题，本公开提出的列车网络数据传输方法中，在现有列车网络冗余设计结构的基础上，提供一种列车冗余网络数据传输设计方案，可有效避免部分节点主用网络通道故障而部分节点备用网络通道故障时节点之间无法正常通信的故障现象，同时也提升了冗余设计的实际效果，很好地规避了一些车辆网络故障导致整车运行受阻的问题，能保证在一些异常情况下，网络各个节点依然可以正常通信。

其中，需要强调的是，本公开的列车网络数据传输方法是基于 CANopen 协议执行的，其中，CANopen 协议要求网络中有一个节点充当主节点的角色，以管理其他从节点的初始

化、启动、监管、复位或停止等工作。

为了更加清楚的对本公开的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法进行说明，下面结合具体实施例，集中在该方法应用在从节点侧进行描述，其中，从节点可以是任意一个发生通信故障的从节点，说明如下：

5 图 3 是根据本公开第一个实施例的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法的流程图，如图 3 所示，该方法包括：

S101，当检测到从节点的第一 CAN 通道故障时，切换到从节点的第二 CAN 通道通过备用网络接收其他相关节点发送的心跳报文和数据。

可以理解，本公开实施例的基于 CANopen 协议的列车网络的架构中，继续参照图 1，
10 网络设立两个主节点，一个为活动主节点，另一个为备份主节点，当活动主节点出现故障时，备份主节点才会替代之前活动主节点的功能，另外所有网络上的节点都采用 A、B 两对 CAN 线连接，A 线路定义为主用网络，B 线路定义为备用网络，所有节点在运行时，会同时往 A 线与 B 线上发送信息（包括各自的心跳报文），但在初始默认情况下只会在 A 线上接收信息，但节点必须支持同时在 A 线与 B 线中接收信息。

15 在本公开中，活动主节点与备份主节点都定义为网关，所以在默认状态下，需要传输到其他网络的数据，网关只会从主网上接收，然后再根据网关转发协议把数据转到相关网络（此处网络包含其他网络的主用网络与备用网络）上。

在本公开的一个实施例中，当检测到从节点的第一 CAN 通道故障时，比如在预设的周期内在第一 CAN 通道检测不到从节点发送的心跳报文，则表明此时从节点在
20 第一 CAN 通道不能接收到其他节点发送的心跳报文，从而为了保证从节点与其他节点的正常通信，切换到从节点的第二 CAN 通道通过备用网络接收其他相关节点发送的心跳报文和数据。

其中，上述其他相关从节点是从节点需要进行通信的其他从节点，即从节点需要接收数据的来源从节点。

25 S102，若判断获知在预设的心跳周期内没有从备用网络接收到相关的第二从节点发送的心跳报文，则获知第二从节点的第二 CAN 通道故障，并通过备用网络向活动主节点发送包含第二从节点标识的信息转发请求，以使活动主节点在主用网络中监听第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据。

其中，上述预设的心跳周期是根据大量实验标定的，通常在该预设周期内，可在对应
30 的网络中接收到相关从节点发送的心跳报文和数据，比如，为 5 个心跳周期等。

另外，第二从节点标识可以包括第二从节点的 Node-ID、位置信息等能唯一标识第二从节点的信息。

具体地，如果判断获知在预设的心跳周期内没有从备用网络接收到相关的第二从节点发送的心跳报文，则获知第二从节点的第二 CAN 通道故障，则为了接收到第二从节点的数据，通过备用网络向活动主节点发送包含第二从节点标识的信息转发请求，以使得活动主节点在主用网络中监听第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据。

- 5 S103，当活动主节点在主用网络监听到第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过第一从节点的第二 CAN 通道接收活动主节点向备用网络转发的第二从节点的心跳报文和数据。

具体地，当活动主节点在主用网络上监听到第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，表明第二从节点的第一 CAN 通道通信正常，从而通过第一从节点的第二
10 CAN 通道接收活动主节点向备用网络转发的第二从节点的心跳报文和数据。

也就是说，在本公开的实施例中，根据第一从节点要接收的第二从节点的 CAN 通道故障情况，接收第二从节点发送的心跳报文和数据，即使第二从节点故障的 CAN 通道与第一从节点故障的 CAN 通道不在同一个网络，仍能通过活动主节点的转发，实现第一从节点正常接收到第二从节点发送的心跳报文和数据。

- 15 为了更加清楚的说明，本公开基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法的控制流程，下面结合具体的应用场景进行说明，在该示例中，第一从节点为从节点 A，第二从节点为从节点 B：

如图 4 所示，当从节点 A 的第一 CAN 通道故障时，在主用网络上监听不到该从节点发送的心跳报文等，切换到第二 CAN 通道监听其所要监听的从节点 B 发送的心跳报文和
20 数据，然而，从节点 B 的第二 CAN 通道故障，且由于该从节点 A 的第一 CAN 通道故障，无法判断其在第一 CAN 通道是否能接收到从节点 B 发送的心跳报文和数据。

由此，请求活动主节点在第一 CAN 通道监听从节点 B 发送的心跳报文和数据，当活动主节点在主用网络监听到从节点 B 通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过从节点 A 的第二 CAN 通道接收活动主节点向备用网络转发的从节点 B 的心跳报文和数据，
25 由此，从节点 A 和从节点 B 的故障网络虽然不同但是仍能进行正常的数据通信。

综上所述，本公开实施例的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法，当第一从节点的第一 CAN 通道故障时，切换到第一从节点的第二 CAN 通道通过备用网络接收其他相关节点发送的心跳报文和数据，若判断获知在预设的心跳周期内没有从备用网络接收到相关的第二从节点发送的心跳报文，则获知第二从节点的第二 CAN 通道故障，并通过备用网络向活动主节点发送包含第二从节点标识的信息转发请求，以使活动主节点在主用网络中
30 监听第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据，当活动主节点在主用网络监听到第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过第一从节点的第二 CAN

通道接收活动主节点向备用网络转发的第二从节点的心跳报文和数据。由此，避免了从节点的 CAN 通道故障所在网络不同时，从节点之间无法正常通信，通过向活动主节点发送转发请求，保证了从节点之间的正常通信，保证了整车的良好运行，提高了列车网络的冗余效果。

- 5 基于以上实施例，应当理解的是，在实际应用中，有可能第二从节点的两个 CAN 通道均发生故障，因此，此时无法实现第一从节点和第二从节点的通信，此时，需要及时在第一从节点记录故障以便于上报并提示相关人员进行故障处理。

图 5 是根据本公开第二个实施例的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法的流程图，如图 5 所示，在上述步骤 S102 之后，该方法还包括：

- 10 S201，当活动主节点没有在主用网络监听到第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过第一从节点的第二 CAN 通道接收活动主节点向备用网络发送的包含第二从节点标识的节点掉线消息。

S202，记录第二从节点的节点掉线消息。

- 15 具体地，当活动主节点没有在主用网络监听到第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，则获知第二从节点的第一 CAN 通道故障，此时，第二从节点的第一 CAN 通道和第二 CAN 通道均发生了通信故障，无法与第一从节点进行正常的通信，因而，此时通过第一从节点的第二 CAN 通道接收活动主节点向备用网络发送的包含第二从节点标识的节点掉线消息，第一从节点记录第二从节点的节点掉线消息。

- 20 也就是说，本公开实施例的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法中，根据第二从节点故障的具体情况的不同，第一从节点接收到的活动主节点发送的信息不同，举例说明如下：

- 25 如图 6 (a) 所示，在本公开实施例的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法中，如果第一从节点检测不到第二从节点发送的心跳报文和数据，则表明第二从节点发生故障的 CAN 通道所在网络可能和第一从节点发生故障的 CAN 通道不同，在本示例中，第一从节点的第一 CAN 通道故障。

- 30 因而，此时第一从节点向活动主节点发送包含第二从节点标识的信息转发请求，以使活动主节点在主用网络中监听第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据。当活动主节点在对应网络监听到第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过第一从节点的第二 CAN 通道接收活动主节点向备用网络转发的第二从节点的心跳报文和数据。

如图 6 (b) 所示，如果活动主节点没有在主用网络监听到第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过第一从节点的第二 CAN 通道接收活动主节点向备用网

络发送的包含第二从节点标识的节点掉线消息，第一从节点记录第二从节点的节点掉线消息，停止获取第二从节点的心跳报文和数据的请求。

综上所述，本公开实施例的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法，在第二从节点故障时，向第一从节点发送包含第二从节点标识的节点掉线消息，第一从节点记录第二从节点的节点掉线消息。由此，提高了整车系统的稳定性和可靠性，便于相关操作人员根据从节点记录的信息及时进行故障修复等。

为了更加清楚的说明本公开实施例的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法，下面以该方法集中在主动主节点侧描述，其中，活动主节点集中于在第一从节点侧控制。

图 7 是根据本公开第三个实施例的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法的流程图，如图 7 所示，该方法包括：

S301，在备用网络或主用网络接收第一从节点通过第二 CAN 通道发送的包含第二从节点标识的信息转发请求。

可以理解，由于活动主节点默认从主用网络上接收第一从节点发送的心跳报文和数据，如果从节点的第一 CAN 通道，则会切换到备用网络上接收第一从节点发送的心跳报文和数据，而当第一从节点与其通信的第二从节点的故障不在同一个网络时，比如，此时可能第二从节点的第二 CAN 通道故障，从而，此时第一从节点为了与第二从节点通信，第一从节点向活动主节点发送包含第二从节点的节点标识的信息转发请求。

具体而言，如果活动主节点在备用网络上接收到第一从节点通过第二 CAN 通道发送的包含第二从节点标识的信息转发请求，则表明第一从节点在备用网络上无法与第二从节点进行通信。

S302，在主用网络中监听与第二从节点标识对应的第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据。

由于在实际操作过程中，第一从节点和第二从节点无法在备用网络上的原因，可能是第二从节点的第二 CAN 通道故障，而第一从节点的第一 CAN 通道故障，从而无法实现第一从节点和第二从节点的通信，也有可能是第二从节点的第一 CAN 通道和第二 CAN 通道均发生故障，从而无法实现第一从节点和第二从节点的通信。

因而，为了判断第二从节点的具体情况，在主用网络中监听与第二从节点标识对应的第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据。

S303，当在主用网络监听到第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过备用网络向第一从节点转发第二从节点的心跳报文和数据，以使第一从节点通过第二 CAN 通道接收第二从节点的心跳报文和数据。

具体地，当在主用网络监听到第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据

时，则表明第二从节点的第二 CAN 通道故障，第一 CAN 通道正常，通过备用网络向第一从节点转发第二从节点的心跳报文和数据，以使第一从节点通过第二 CAN 通道接收第二从节点的心跳报文和数据。

在本公开的一个实施例中，若在主用网络中没有监听到第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据，则通过备用网络向第一从节点发送包含第二从节点标识的节点掉线消息，向运行监控节点发送第二从节点的节点掉线消息，并显示给操作员，提示当前故障检修。由此，无论是第一从节点还是运行监控节点均获知第二从节点的故障消息，使得第一从节点可以停止相应的请求，且及时提醒相关操作人员，提高了整车网络的稳定性。

当然了，在一些应用场景下，有可能是主节点发生故障而导致第一从节点和第二从节点的通信无法进行，此时，当检测到活动主节点出现故障后，则切换到备用主节点与其他从节点或其他通信网络进行数据交互，由于备份主节点与活动主节点的工作原理类似，在此不再赘述。

综上所述，本公开实施例的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法，在备用网络或主用网络接收第一从节点通过第二 CAN 通道发送的包含第二从节点标识的信息转发请求，在主用网络中监听与第二从节点标识对应的第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据，从而，当在主用网络监听到第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过备用网络向第一从节点转发第二从节点的心跳报文和数据，以使第一从节点通过第二 CAN 通道接收第二从节点的心跳报文和数据。由此，避免了从节点的 CAN 通道故障所在网络不同时，从节点之间无法正常通信，通过活动主节点的转发，保证了从节点之间的正常通信，保证了整车的良好运行，提高了列车网络的冗余效果。

基于以上实施例，需要强调的是，本公开基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法，即可应用于同一个通信网络中的从节点，也同样适用于不同通信网络中的从节点。

图 8 是根据本公开第四个实施例的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法的流程图，如图 8 所示，该方法包括：

S401，根据预先配置的网络节点列表在主用网络上监听与活动主节点相关的各从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据。

在实际数据传输过程中，活动主节点根据拓扑图建立一个网络所有从节点列表（并可配置），而每个从节点根据拓扑图建立一个与其相关的网络节点列表（均须包含活动主节点，并可配置），默认情况下各个从节点根据网络节点列表在主网上监测相关节点的心跳包发送情况，并且从主用网络上获取自身所需数据。

具体而言，活动主节点在自身操作状态后，执行心跳报文监测机制，活动主节点可根据网络拓扑图建立一个所有网络节点列表（可配置的），即自定义 CANopen 的对象字典中

的一个对象索引以各节点独有的节点标识来标记各节点身份,把所有从节点的节点标识(比如从节点 ID)都包含在该对象存储空间内,活动主节点会为每个从节点都设置一个心跳计时器,活动主节点在进入操作状态后,每个心跳计时器就会进行倒计时,活动主节点把收到的心跳报文解析出相应的从节点标识,然后再与其自身对象字典中的节点列表匹配,再把匹配上的从节点对应的心跳计时器置位,重新计时,根据此特性要求,包含活动主节点在内所有从节点都会同时在主用网络与备用网络上以各自节点 ID 通过特定的周期循环发送心跳报文。

S402, 根据与各从节点对应设置的心跳计时器的计时情况和心跳报文的接收情况,判断各从节点的第一 CAN 通道是否故障。

举例而言,如果从节点的第一 CAN 通道通信良好,则在一定的时间内,活动主节点可以正常接收从节点发送的心跳报文,否则,从节点的第一 CAN 通道通信故障。

当然,在某些情况下,可能因为一些其他原因导致活动主节点没有正常接收从节点发送的心跳报文,比如,网络信号受到突然的干扰等,因而为了避免误判,准确确定各从节点的第一 CAN 通道是否故障,综合考量各从节点对应设置的心跳计时器的计时情况和心跳报文的接收情况,判断各从节点的第一 CAN 通道是否故障。

举例而言,当有三个心跳周期未监测到某个从节点的心跳报文时,活动主节点首先会通过网络控制的复位指令先使该从节点进行复位,之后再监听两个心跳周期,在两个心跳周期内可以收到从节点的心跳报文,活动主节点维持在主用网络处理该节点处理,否则判断该从节点的第一 CAN 通道可能故障。

需要强调的是,上述示例中的心跳计时器的计时情况仅仅是一种示例,根据具体应用需求的不同,也可采取其他心跳周期的组合判断各从节点的第一 CAN 通道是否故障,比如,当有 5 个心跳周期未检测到某个从节点的心跳报文时,则直接判断该从节点的第一 CAN 通道故障。

S403, 若判断获知在预设的心跳周期内没有从主用网络接收到第三从节点的心跳报文,则获知第三从节点的第一 CAN 通道故障,并切换到备用网络监听第三从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文。

其中,第三从节点为任意一个与其他通信网络进行信息交互的节点。

具体地,在预设的心跳周期内如果没有接收到第三从节点的心跳报文,则表明导致活动主节点接收不到第三从节点发送的心跳报文的原因,是第一 CAN 通道故障导致的,从而为了保证活动主节点可正常接收到第三从节点的数据,维持整车的正常运行,切换到备用网络监听第三从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文。

S404, 如果在预设的心跳周期内接收到第三从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报

文，则在备用网络上接收第三从节点发送的数据。

具体地，如果在预设的心跳周期内接收到第三从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文，则表明第二 CAN 通道功能正常，从而在备用网络上接收第三从节点发送的数据。

5 S405，根据预设的与目标通信网络之间的通信协议对第三从节点发送的数据进行协议转换发送给目标通信网络。

具体地，为了保证其他网络能正常接收到第三从节点发送的数据，根据预设的与目标通信网络之间的通信协议对第三从节点发送的数据进行协议转换发送给目标通信网络。

S406，若判断获知在预设的心跳周期内从主用网络接收到第三从节点的心跳报文，则在主用网络上接收第三从节点发送的数据。

10 具体地，若判断获知在预设的心跳周期内从主用网络接收到第三从节点的心跳报文，则表明第三从节点的的第一 CAN 通道通信正常，从而在主用网络上接收第三从节点发送的数据，并且，为了保证其他网络能正常接收到第三从节点发送的数据，执行步骤 S405，根据预设的与目标通信网络之间的通信协议对第三从节点发送的数据进行协议转换发送给目标通信网络。

15 为了更加清楚的说明上述实施过程，举例说明如下：

如图 9（a）所示，当整车列车网络中通信网络 1 和通信网络 2 中的从节点进行数据交互时，活动主节点作为中间数据转发的桥梁实现两个通信网络指间的信息交互，比如，如果通信网络 2 中的从节点 D 需要接收通信网络 1 中从节点 A 和从节点 B 的心跳报文和数据，则活动主节点接收从节点 A 和从节点 B 的心跳报文和数据后，根据预设的与目标通信网络
20 之间的通信协议将从节点 A 和从节点 B 的心跳报文和数据进行协议转换，通过通信网络 2 的网络(主用网络或备用网络)转发至从节点 D。

在一些应用场景下，如图 9（b）所示，当通信网络 1 中的从节点 A 的第一 CAN 通道故障，从节点 B 的第二 CAN 通道故障时，活动主节点在主用网络上接收从节点 B 发送的心跳报文和数据，在备用网络上接收从节点 A 发送的心跳报文和数据，根据预设的与目标
25 通信网络之间的通信协议将从节点 A 和从节点 B 的心跳报文和数据进行协议转换，通过通信网络 2 的主用网络转发至从节点 D。

综上所述，本公开实施例的基于CANopen协议的列车网络数据传输方法不但可以应用于一个通信网络指间从节点的通信，还可应用于不同通信网络指间从节点的通信，保证了不同通信网络之间从节点的正常通信，进一步保证了整车的良好运行，提高了列车网络的
30 冗余效果。

为了更加清楚的说明本公开实施例的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法，下面以该方法集中在第二从节点侧描述。由以上描述可知，第二从节点为与第一从节点通信

的任意从节点。

图 10 是根据本公开第五个实施例的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法的流程图, 如图 10 所示, 该方法包括:

S501, 若判断获知在预设的心跳周期内没有通过第二从节点的第一 CAN 通道从主用网络接收到相关的第一从节点发送的心跳报文, 则获知第一从节点的第一 CAN 通道故障, 并且检测到第二从节点的第二 CAN 通道故障。

具体地, 如果判断获知在预设的心跳周期内没有通过第二从节点的第一 CAN 通道从主用网络接收到相关的第一从节点发送的心跳报文, 比如连续五个心跳周期没有通过第二从节点的第一 CAN 通道从主用网络接收到相关的第一从节点发送的心跳报文, 则表明第一从节点可能无法从第一 CAN 通道发送相关数据, 从而获知第一从节点的第一 CAN 通道故障。

应当理解的是, 第一从节点此时从第二 CAN 通道发送数据, 而在本实施例中, 经检测, 第二从节点的第二 CAN 通道故障。

S502, 通过主用网络向活动主节点发送包含第一从节点标识的信息转发请求, 以使活动主节点在备用网络中监听第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据。

可以理解, 此时第二从节点只能在主用网络上进行通信, 而第一从节点的第一 CAN 通道故障, 无法在主用网络上发送相关数据, 从而, 第二从节点为了能够正常接收到第二从节点发送的数据, 第二从节点通过主用网络向活动主节点发送包含第一从节点标识的信息转发请求, 以使活动主节点在备用网络中监听第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据。

S503, 当活动主节点在备用网络监听到第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据时, 通过第二从节点的第一 CAN 通道接收活动主节点向主用网络转发的第一从节点的心跳报文和数据。

具体地, 在本公开的一个实施例中, 当活动主节点在备用网络监听到第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据时, 则表明此时第一从节点的第二 CAN 通道正常, 因而, 通过第二从节点的第一 CAN 通道接收活动主节点向主用网络转发的第一从节点的心跳报文和数据。

在本公开的另一个实施例中, 有可能第一从节点的两个 CAN 通道均发生故障, 因此, 此时无法实现第二从节点和第一从节点的通信, 此时, 需要及时在第二从节点记录故障以便于上报并提示相关人员进行故障处理。

在本实施例中, 当活动主节点没有在备用网络监听到第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据时, 通过第二从节点的第一 CAN 通道接收活动主节点向主用网络发送的包含第一从节点标识的节点掉线消息, 记录第一从节点的节点掉线消息, 停止获取第一

从节点的心跳报文和数据的请求。

需要说明的是，基于第二从节点侧描述的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法，与基于第一从节点侧描述的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法对应，对于第二从节点侧实施例中未披露的细节，在此不再赘述。

5 综上所述，本公开实施例的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法，在备用网络或主用网络接收第一从节点通过第二 CAN 通道发送的包含第二从节点标识的信息转发请求，在主用网络中监听与第二从节点标识对应的第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据，从而，当在主用网络监听到第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过备用网络向第一从节点转发第二从节点的心跳报文和数据，以使第一从节点
10 通过第二 CAN 通道接收第二从节点的心跳报文和数据。由此，避免了从节点的 CAN 通道故障所在网络不同时，从节点之间无法正常通信，通过向活动主节点发送转发请求，保证了从节点之间的正常通信，保证了整车的良好运行，提高了列车网络的冗余效果。

为了更加清楚的说明本公开实施例的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法，下面以该方法集中的活动主节点进行描述，其中，活动主节点集中于在第二从节点侧控制。

15 图 11 是根据本公开第六个实施例的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法的流程图，如图 11 所示，该方法包括：

S601，在主用网络接收第二从节点通过第一 CAN 通道发送的包含第一从节点标识的信息转发请求。

可以理解，由于活动主节点默认从主用网络上接收第一从节点发送的心跳报文和数据，
20 如果，第一从节点的第一 CAN 通道，则会切换到备用网络上接收第一从节点发送的心跳报文和数据，而当第二从节点与其通信的第一从节点的故障不在同一个网络时，比如，此时第二从节点的第二 CAN 通道故障，从而，此时第二从节点为了与第一从节点通信，第二从节点向活动主节点发送包含第一从节点的节点标识的信息转发请求。

具体而言，如果活动主节点在主用网络上接收到第二从节点通过第一 CAN 通道发送的
25 包含第一从节点标识的信息转发请求，则表明第二从节点在主用网络上无法与第一从节点进行通信。

S602，在备用网络中监听与第一从节点标识对应的第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据。

由于在实际操作过程中，第一从节点和第二从节点无法在备用网络上的原因，可能是
30 第一从节点的第一 CAN 通道故障，而第二从节点的第二 CAN 通道故障，从而无法实现第二从节点和第一从节点的通信，也有可能是第一从节点的第一 CAN 通道和第二 CAN 通道均发生故障，从而无法实现第一从节点和第二从节点的通信。

因而，为了判断第一从节点的具体情况，在备用网络中监听与第一从节点标识对应的第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据。

S603，当在备用网络监听到第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过主用网络向第二从节点转发第一从节点的心跳报文和数据，以使第二从节点通过第一 CAN 通道接收第一从节点的心跳报文和数据。

具体地，当在备用网络监听到第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，则表明第一从节点的第一 CAN 通道故障，第二 CAN 通道正常，通过主用网络向第二从节点转发第一从节点的心跳报文和数据，以使第二从节点通过第一 CAN 通道接收第一从节点的心跳报文和数据。

在本公开的一个实施例中，若在备用网络中没有监听到第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据，则通过主用网络向第二从节点发送包含第一从节点标识的节点掉线消息，向运行监控节点发送第一从节点的节点掉线消息，并显示给操作员，提示当前故障检修。由此，无论是第二从节点还是运行监控节点均获知第一从节点的故障消息，使得第二从节点可以停止相应的请求，且及时提醒相关操作人员，提高了整车网络的稳定性。

需要说明的是，基于控制第一从节点侧描述的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法，与基于控制第二从节点侧描述的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法对应，对于第二从节点侧实施例中未披露的细节，在此不再赘述。

当然了，在一些应用场景下，有可能是主节点发生故障而导致第一从节点和第二从节点的通信无法进行，此时，当检测到活动主节点出现故障后，则切换到备用主节点与其他从节点或其他通信网络进行数据交互，由于备份主节点与活动主节点的工作原理类似，在此不再赘述。

综上所述，本公开实施例的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法，在主用网络接收第二从节点通过第一 CAN 通道发送的包含第一从节点标识的信息转发请求，在备用网络中监听与第一从节点标识对应的第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据，进而，当在备用网络监听到第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过主用网络向第二从节点转发第一从节点的心跳报文和数据，以使第二从节点通过第一 CAN 通道接收第一从节点的心跳报文和数据。由此，避免了从节点的 CAN 通道故障所在网络不同时，从节点之间无法正常通信，通过活动主节点的转发，保证了从节点之间的正常通信，保证了整车的良好运行，提高了列车网络的冗余效果。

基于以上实施例，需要强调的是，本公开基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法，即可应用于同一个通信网络中的从节点，也同样适用于不同通信网络中的从节点。

需要说明的是，本实施例的执行方法和技术效果，与结合图 8 描述的本公开第四个实

实施例的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法的执行方法和技术效果相对应,在此不再赘述。

为了实现上述实施例,本公开还提出了一种第一从节点,图 12 是根据本公开一个实施例的第一从节点的结构示意图,如图 12 所示,该第一从节点包括第一切换模块 110、第一获知模块 120、第一发送模块 130 和第一接收模块 140。

其中,第一切换模块 110,用于在检测到第一从节点的第一 CAN 通道故障时,切换到第一从节点的第二 CAN 通道通过备用网络接收其他相关节点发送的心跳报文和数据。

第一获知模块 120,用于在判断获知在预设的心跳周期内没有从备用网络接收到相关的第二从节点发送的心跳报文时,获知第二从节点的第二 CAN 通道故障。

第一发送模块 130,用于通过备用网络向活动主节点发送包含第二从节点标识的信息转发请求,以使活动主节点在主用网络中监听第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据。

第一接收模块 140,用于在活动主节点在主用网络监听到第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据时,通过第一从节点的第二 CAN 通道接收活动主节点向备用网络转发的第二从节点的心跳报文和数据。

需要说明的是,前述集中在第一从节点侧描述的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法相对应,其实现原理类似,在此不再赘述。

综上所述,本公开实施例的第一从节点,当第一从节点的第一 CAN 通道故障时,切换到第一从节点的第二 CAN 通道通过备用网络接收其他相关节点发送的心跳报文和数据,若判断获知在预设的心跳周期内没有从备用网络接收到相关的第二从节点发送的心跳报文,则获知第二从节点的第二 CAN 通道故障,并通过备用网络向活动主节点发送包含第二从节点标识的信息转发请求,以使活动主节点在主用网络中监听第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据,当活动主节点在主用网络监听到第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据时,通过第一从节点的第二 CAN 通道接收活动主节点向备用网络转发的第二从节点的心跳报文和数据。由此,避免了从节点的 CAN 通道故障所在网络不同时,从节点之间无法正常通信,通过向活动主节点发送转发请求,保证了从节点之间的正常通信,保证了整车的良好运行,提高了列车网络的冗余效果。

图 13 是根据本公开另一个实施例的第一从节点的结构示意图,如图 13 所示,在如图 12 所示的基础上,该第一从节点还包括第一记录模块 150。

其中,第一接收模块 140,还用于在活动主节点没有在主用网络监听到第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据时,通过第一从节点的第二 CAN 通道接收活动主节

点向备用网络发送的包含第二从节点标识的节点掉线消息。

第一记录模块 150, 用于记录第二从节点的节点掉线消息。

需要说明的是, 前述集中在第一从节点侧描述的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法相对应, 其实现原理类似, 在此不再赘述。

5 综上所述, 本公开实施例的第一从节点, 在第二从节点故障时, 向第一从节点发送包含第二从节点标识的节点掉线消息, 第一从节点记录第二从节点的节点掉线消息。由此, 提高了整车系统的稳定性和可靠性, 便于相关操作人员根据从节点记录的信息及时进行故障修复等。

10 为了实现上述实施例, 本公开还提出了一种活动主节点, 图 14 是根据本公开一个实施例的活动主节点的结构示意图, 如图 14 所示, 该活动主节点包括: 第二接收模块 210、第一监听模块 220 和第一转发模块 230。

其中, 第二接收模块 210, 用于在备用网络或主用网络接收第一从节点通过第二 CAN 通道发送的包含第二从节点标识的信息转发请求。

15 第一监听模块 220, 用于在主用网络中监听与第二从节点标识对应的第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据。

第一转发模块 230, 用于在主用网络监听到第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据时, 通过备用网络向第一从节点转发第二从节点的心跳报文和数据, 以使第一从节点通过第二 CAN 通道接收第二从节点的心跳报文和数据。

20 图 15 是根据本公开另一个实施例的活动主节点的结构示意图, 如图 15 所示, 在如图 14 所示的基础上, 该活动主节点还包括: 第二发送模块 240、第一提示模块 250 和第二切换模块 260。

其中, 第二发送模块 240, 用于在主用网络中没有监听到第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据时, 通过备用网络向第一从节点发送包含第二从节点标识的节点掉线消息。

25 第一提示模块 250, 用于向运行监控节点发送第二从节点的节点掉线消息, 并显示给操作员, 提示当前故障检修。

第二切换模块 260, 用于在检测到活动主节点出现故障后, 切换到备用主节点与其他从节点或其他通信网络进行数据交互。

30 需要说明的是, 前述集中在控制第一从节点侧的活动主节点描述的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法, 与本公开实施例的活动主节点对应, 其实现原理类似, 在此不再赘述。

综上所述, 本公开实施例的活动主节点, 在备用网络或主用网络接收第一从节点通过

第二 CAN 通道发送的包含第二从节点标识的信息转发请求,在主用网络中监听与第二从节点标识对应的第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据,从而,当在主用网络监听到第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据时,通过备用网络向第一从节点转发第二从节点的心跳报文和数据,以使第一从节点通过第二 CAN 通道接收第二从节点的心跳报文和数据。由此,避免了从节点的 CAN 通道故障所在网络不同时,从节点之间无法正常通信,通过活动主节点的转发,保证了从节点之间的正常通信,保证了整车的良好运行,提高了列车网络的冗余效果。

图 16 是根据本公开又一个实施例的活动主节点的结构示意图,如图 16 所示,在如图 14 所示的基础上,该活动主节点还包括第二监听模块 270、第一判断模块 280、第二获知模块 290 和第三发送模块 2100。

其中,第二监听模块 270,用于根据预先配置的网络节点列表在主用网络上监听与活动主节点相关的各从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据。

第一判断模块 280,用于根据与各从节点对应设置的心跳计时器的计时情况和心跳报文的接收情况,判断各从节点的第一 CAN 通道是否故障。

第二获知模块 290,用于在判断获知在预设的心跳周期内没有从主用网络接收到第三从节点的心跳报文时,获知第三从节点的第一 CAN 通道故障。

在本公开的一个实施例中,第二监听模块 270,还用于切换到备用网络监听第三从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文,其中,第三从节点为任意一个与其他通信网络进行信息交互的节点。

第二接收模块 210,还用于在预设的心跳周期内接收到第三从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文时,在备用网络上接收第三从节点发送的数据;

第三发送模块 2100,用于根据预设的与目标通信网络之间的通信协议对第三从节点发送的数据进行协议转换发送给目标通信网络,以及,

在本公开的一个实施例中,若判断获知在预设的心跳周期内从主用网络接收到第三从节点的心跳报文,则第二接收模块 210 在主用网络上接收第三从节点发送的数据,第三发送模块 2100 根据预设的与目标通信网络之间的通信协议对第三从节点发送的数据进行协议转换发送给目标通信网络。

需要说明的是,前述集中在控制第一从节点侧的活动主节点描述的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法,与本公开实施例的活动主节点对应,其实现原理类似,在此不再赘述。

综上所述，本公开实施例的活动主节点，不但可以应用于一个通信网络指间从节点的通信，还可应用于不同通信网络指间从节点的通信，保证了不同通信网络之间从节点的正常通信，进一步保证了整车的良好运行，提高了列车网络的冗余效果。

5 为了实现上述实施例，本公开还提出了一种第二从节点，图 17 是根据本公开一个实施例的第二从节点的结构示意图，如图 17 所示，该第二从节点包括第三获知模块 310、第四发送模块 320 和第三接收模块 330。

其中，第三获知模块 310，用于在判断获知在预设的心跳周期内没有通过第二从节点的第一 CAN 通道从主用网络接收到相关的第一从节点发送的心跳报文时，获知第一从节点的第一 CAN 通道故障，并且检测到第二从节点的第二 CAN 通道故障。

10 第四发送模块 320，用于通过主用网络向活动主节点发送包含第一从节点标识的信息转发请求，以使活动主节点在备用网络中监听第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据。

第三接收模块 330，用于在活动主节点在备用网络监听到第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过第二从节点的第一 CAN 通道接收活动主节点向主用网络转发的第一从节点的心跳报文和数据。

图 18 是根据本公开另一个实施例的第二从节点的结构示意图，如图 18 所示，在如图 17 所示的基础上，该第二从节点还包括第二记录模块 340。

其中，第三接收模块 330，还用于在活动主节点没有在备用网络监听到第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过第二从节点的第一 CAN 通道接收活动主节点向主用网络发送的包含第一从节点标识的节点掉线消息。

第二记录模块 340，用于记录第一从节点的节点掉线消息。

需要说明的是，前述集中在第二从节点侧描述的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法，也适用于本公开实施例的第二从节点，其实现原理类似，在此不再赘述。

25 综上所述，本公开实施例的第二从节点，在备用网络或主用网络接收第一从节点通过第二 CAN 通道发送的包含第二从节点标识的信息转发请求，在主用网络中监听与第二从节点标识对应的第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据，从而，当在主用网络监听到第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过备用网络向第一从节点转发第二从节点的心跳报文和数据，以使第一从节点通过第二 CAN 通道接收第二从节点的心跳报文和数据。由此，避免了从节点的 CAN 通道故障所在网络不同时，从节点之间无法正常通信，通过向活动主节点发送转发请求，保证了从节点之间的正常通信，保证了整车的良好运行，提高了列车网络的冗余效果。

为了实现上述实施例，本公开还提出了一种活动主节点，图 19 是根据本公开一个实施例的活动主节点的结构示意图，如图 19 所示，该活动主节点包括：第四接收模块 410、第三监听模块 420 和第二转发模块 430。

其中，第四接收模块 410，用于在主用网络接收第二从节点通过第一 CAN 通道发送的包含第一从节点标识的信息转发请求。

第三监听模块 420，用于在备用网络中监听与第一从节点标识对应的第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据。

第二转发模块 430，用于当在备用网络监听到第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过主用网络向第二从节点转发第一从节点的心跳报文和数据，以使第二从节点通过第一 CAN 通道接收第一从节点的心跳报文和数据。

图 20 是根据本公开另一个实施例的活动主节点的结构示意图，如图 20 所示，在如图 19 所示的基础上，该活动主节点还包括第五发送模块 440、第二提示模块 450 和第三切换模块 460。

其中，第五发送模块 440，用于在备用网络中没有监听到第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过主用网络向第二从节点发送包含第一从节点标识的节点掉线消息。

第二提示模块 450，用于向运行监控节点发送第一从节点的节点掉线消息，并显示给操作员，提示当前故障检修。

第三切换模块 460，用于在检测到活动主节点出现故障后，切换到备用主节点与其他从节点或其他通信网络进行数据交互。

需要说明的是，前述集中在控制第二从节点侧描述的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法，也适用于本公开实施例的活动主节点，其实现原理类似，在此不再赘述。

综上所述，本公开实施例的活动主节点，在主用网络接收第二从节点通过第一 CAN 通道发送的包含第一从节点标识的信息转发请求，在备用网络中监听与第一从节点标识对应的第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据，进而，当在备用网络监听到第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过主用网络向第二从节点转发第一从节点的心跳报文和数据，以使第二从节点通过第一 CAN 通道接收第一从节点的心跳报文和数据。由此，避免了从节点的 CAN 通道故障所在网络不同时，从节点之间无法正常通信，通过活动主节点的转发，保证了从节点之间的正常通信，保证了整车的良好运行，提高了列车网络的冗余效果。

图 21 是根据本公开又一个实施例的活动主节点的结构示意图，如图 21 所示，在如图 19 所示的基础上，该活动主节点还包括：第四监听模块 470、第二判断模块 480、第四获

知模块 490 和第六发送模块 4100。

其中，第四监听模块 470，用于根据预先配置的网络节点列表在主用网络上监听与所述活动主节点相关的各从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据。

第二判断模块 480，用于根据与所述各从节点对应设置的心跳计时器的计时情况和所述心跳报文的接收情况，判断所述各从节点的第一 CAN 通道是否故障；

第四获知模块 490，用于判断获知在预设的心跳周期内没有从所述主用网络接收到第三从节点的心跳报文时，获知所述第三从节点的第一 CAN 通道故障。

第三监听模块 420，还用于切换到备用网络监听第三从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文，其中，第三从节点为任意一个与其他通信网络进行信息交互的节点；

第四接收模块 410，还用于在预设的心跳周期内接收到第三从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文时，在备用网络上接收第三从节点发送的数据；

第六发送模块 4100，用于根据预设的与目标通信网络之间的通信协议对第三从节点发送的数据进行协议转换发送给目标通信网络，以及，

在本公开的一个实施例中，在判断获知在预设的心跳周期内从主用网络接收到第三从节点的心跳报文时，第四接收模块 410 在主用网络上接收第三从节点发送的数据，第六发送模块 4100 根据预设的与目标通信网络之间的通信协议对第三从节点发送的数据进行协议转换发送给目标通信网络。

需要说明的是，前述集中在控制第二从节点侧描述的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法，也适用于本公开实施例的活动主节点，其实现原理类似，在此不再赘述。

综上所述，本公开实施例的活动主节点，不但可以应用于一个通信网络指间从节点的通信，还可应用于不同通信网络指间从节点的通信，保证了不同通信网络之间从节点的正常通信，进一步保证了整车的良好运行，提高了列车网络的冗余效果。

为了实现上述实施例，本公开还提出了一种基于 CANopen 协议的列车网络数据传输系统，图 22 是根据本公开一个实施例基于 CANopen 协议的列车网络数据传输系统的结构示意图，如图 22 所示，该基于 CANopen 协议的列车网络数据传输系统包括第一从节点 100、活动主节点 200 和第二从节点 300。

其中，第一从节点 100 包括本公开结合图 12 和图 13 描述的第一从节点，其实现原理类似，在此不再赘述。

活动主节点 200 包括本公开结合图 14-图 16 描述的活动主节点，其实现原理类似，在此不再赘述。

第二从节点 300 包括本公开结合图 17 和图 18 描述的第二从节点，其实现原理类似，

在此不再赘述。

综上所述，本公开实施例的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输系统，避免了从节点的 CAN 通道故障所在网络不同时，从节点之间无法正常通信，通过向活动主节点发送转发请求，保证了从节点之间的正常通信，保证了整车的良好运行，提高了列车网络的冗余效果。

为了实现上述实施例，本公开还提出了一种基于 CANopen 协议的列车网络数据传输系统，图 23 是根据本公开另一个实施例基于 CANopen 协议的列车网络数据传输系统的结构示意图，如图 23 所示，该基于 CANopen 协议的列车网络数据传输系统包括第一从节点 100、活动主节点 400 和第二从节点 300。

其中，第一从节点 100 包括本公开结合图 12 和图 13 描述的第一从节点，其实现原理类似，在此不再赘述。

活动主节点 400 包括本公开结合图 19-图 21 描述的活动主节点，其实现原理类似，在此不再赘述。

第二从节点 300 包括本公开结合图 17 和图 18 描述的第二从节点，其实现原理类似，在此不再赘述。

综上所述，本公开实施例的基于 CANopen 协议的列车网络数据传输系统，避免了从节点的 CAN 通道故障所在网络不同时，从节点之间无法正常通信，通过向活动主节点发送转发请求，保证了从节点之间的正常通信，保证了整车的良好运行，提高了列车网络的冗余效果。

在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本公开的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不必须针对的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外，在不相互矛盾的情况下，本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

尽管上面已经示出和描述了本公开的实施例，可以理解的是，上述实施例是示例性的，不能理解为对本公开的限制，本领域的普通技术人员在本公开的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

权利要求书

1、一种基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法，其特征在于，所述方法应用在活动主节点，包括以下步骤：

5 在备用网络或主用网络接收第一从节点通过第二 CAN 通道发送的包含第二从节点标识的信息转发请求；

在主用网络中监听与所述第二从节点标识对应的第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据；

10 当在所述主用网络监听到所述第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过所述备用网络向所述第一从节点转发所述第二从节点的心跳报文和数据，以使所述第一从节点通过第二 CAN 通道接收所述第二从节点的心跳报文和数据。

2、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，还包括：

若在上述主用网络中没有监听到所述第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据，则通过所述备用网络向所述第一从节点发送包含第二从节点标识的节点掉线消息；

15 向运行监控节点发送所述第二从节点的节点掉线消息，并显示给操作员，提示当前故障检修。

3、如权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，还包括：

当检测到所述活动主节点出现故障后，则切换到备用主节点与其他从节点或其他通信网络进行数据交互。

20 4、如权利要求 1-3 任一所述的方法，其特征在于，还包括：

根据预先配置的网络节点列表在主用网络上监听与所述活动主节点相关的各从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据；

根据与所述各从节点对应设置的心跳计时器的计时情况和所述心跳报文的接收情况，判断所述各从节点的第一 CAN 通道是否故障；

25 若判断获知在预设的心跳周期内没有从所述主用网络接收到第三从节点的心跳报文，则获知所述第三从节点的第一 CAN 通道故障，并切换到所述备用网络监听所述第三从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文，其中，所述第三从节点为任意一个与其他通信网络进行信息交互的节点；

30 如果在预设的心跳周期内接收到所述第三从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文，则在所述备用网络上接收所述第三从节点发送的数据；

根据预设的与目标通信网络之间的通信协议对所述第三从节点发送的数据进行协议转换发送给所述目标通信网络，以及，

若判断获知在预设的心跳周期内从所述主用网络接收到第三从节点的心跳报文，则在所述主用网络上接收所述第三从节点发送的数据，并根据预设的与目标通信网络之间的通信协议对所述第三从节点发送的数据进行协议转换发送给所述目标通信网络。

- 5、一种基于 CANopen 协议的列车网络数据传输方法，其特征在于，所述方法应用在活动主节点，包括以下步骤：

在主用网络接收第二从节点通过第一 CAN 通道发送的包含第一从节点标识的信息转发请求；

在备用网络中监听与所述第一从节点标识对应的第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据；

- 10 当在所述备用网络监听到所述第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过所述主用网络向所述第二从节点转发所述第一从节点的心跳报文和数据，以使所述第二从节点通过第一 CAN 通道接收所述第一从节点的心跳报文和数据。

6、如权利要求 5 所述的方法，其特征在于，还包括：

- 15 若在上述备用网络中没有监听到所述第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据，则通过所述主用网络向所述第二从节点发送包含第一从节点标识的节点掉线消息；

向运行监控节点发送所述第一从节点的节点掉线消息，并显示给操作员，提示当前故障检修。

7、如权利要求 5 或 6 所述的方法，其特征在于，还包括：

- 20 当检测到所述活动主节点出现故障后，则切换到备用主节点与其他从节点或其他通信网络进行数据交互。

8、如权利要求 5-7 任一所述的方法，其特征在于，还包括：

根据预先配置的网络节点列表在主用网络上监听与所述活动主节点相关的各从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据；

- 25 根据与所述各从节点对应设置的心跳计时器的计时情况和所述心跳报文的接收情况，判断所述各从节点的第一 CAN 通道是否故障；

若判断获知在预设的心跳周期内没有从所述主用网络接收到第三从节点的心跳报文，则获知所述第三从节点的第一 CAN 通道故障，并切换到所述备用网络监听所述第三从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文，其中，所述第三从节点为任意一个与其他通信网络进行信息交互的节点；

- 30 如果在预设的心跳周期内接收到所述第三从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文，则在所述备用网络上接收所述第三从节点发送的数据；

根据预设的与目标通信网络之间的通信协议对所述第三从节点发送的数据进行协议转

换发送给所述目标通信网络，以及，

若判断获知在预设的心跳周期内从所述主用网络接收到第三从节点的心跳报文，则在所述主用网络上接收所述第三从节点发送的数据，并根据预设的与目标通信网络之间的通信协议对所述第三从节点发送的数据进行协议转换发送给所述目标通信网络。

5 9、一种活动主节点，其特征在于，包括：

第二接收模块，用于在备用网络或主用网络接收第一从节点通过第二 CAN 通道发送的包含第二从节点标识的信息转发请求；

第一监听模块，用于在主用网络中监听与所述第二从节点标识对应的第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据；

10 第一转发模块，用于在所述主用网络监听到所述第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过所述备用网络向所述第一从节点转发所述第二从节点的心跳报文和数据，以使所述第一从节点通过第二 CAN 通道接收所述第二从节点的心跳报文和数据。

10、如权利要求 9 所述的活动主节点，其特征在于，还包括：

15 第二发送模块，用于在所述主用网络中没有监听到所述第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过所述备用网络向所述第一从节点发送包含第二从节点标识的节点掉线消息；

第一提示模块，用于向运行监控节点发送所述第二从节点的节点掉线消息，并显示给操作员，提示当前故障检修。

11、如权利要求 9 或 10 所述的活动主节点，其特征在于，还包括：

20 第二切换模块，用于在检测到所述活动主节点出现故障后，切换到备用主节点与其他从节点或其他通信网络进行数据交互。

12、如权利要求 9-11 任一所述的活动主节点，其特征在于，还包括：

第二监听模块，用于根据预先配置的网络节点列表在主用网络上监听与所述活动主节点相关的各从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据；

25 第一判断模块，用于根据与所述各从节点对应设置的心跳计时器的计时情况和所述心跳报文的接收情况，判断所述各从节点的第一 CAN 通道是否故障；

第二获知模块，用于在判断获知在预设的心跳周期内没有从所述主用网络接收到第三从节点的心跳报文时，获知所述第三从节点的第一 CAN 通道故障；

30 所述第二监听模块，还用于切换到所述备用网络监听所述第三从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文，其中，所述第三从节点为任意一个与其他通信网络进行信息交互的节点；

所述第二接收模块，还用于在预设的心跳周期内接收到所述第三从节点通过第二 CAN

通道发送的心跳报文时，在所述备用网络上接收所述第三从节点发送的数据；

第三发送模块，用于根据预设的与目标通信网络之间的通信协议对所述第三从节点发送的数据进行协议转换发送给所述目标通信网络，以及，

5 若判断获知在预设的心跳周期内从所述主用网络接收到第三从节点的心跳报文，则所述第二接收模块在所述主用网络上接收所述第三从节点发送的数据，所述第三发送模块根据预设的与目标通信网络之间的通信协议对所述第三从节点发送的数据进行协议转换发送给所述目标通信网络。

13、一种基于 CANopen 协议的列车网络数据传输系统，其特征在于，包括：如权利要求 9-12 任一所述的活动主节点；

10 第一从节点，所述第一从节点包括第一切换模块，用于在检测到第一从节点的第一 CAN 通道故障时，切换到所述第一从节点的第二 CAN 通道通过备用网络接收其他相关节点发送的心跳报文和数据；第一获知模块，用于在判断获知在预设的心跳周期内没有从所述备用网络接收到相关的第二从节点发送的心跳报文时，获知所述第二从节点的第二 CAN 通道故障；第一发送模块，用于通过所述备用网络向活动主节点发送包含第二从节点标识
15 的信息转发请求，以使所述活动主节点在主用网络中监听所述第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据；第一接收模块，用于在所述活动主节点在所述主用网络监听到所述第二从节点通过第一 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过所述第一从节点的第二 CAN 通道接收所述活动主节点向所述备用网络转发的所述第二从节点的心跳报文和数据；以及

20 第二从节点，所述第二从节点包括第三获知模块，用于在判断获知在预设的心跳周期内没有通过所述第二从节点的第一 CAN 通道从主用网络接收到相关的第一从节点发送的心跳报文时，获知所述第一从节点的第一 CAN 通道故障，并且检测到所述第二从节点的第二 CAN 通道故障；第四发送模块，用于通过所述主用网络向活动主节点发送包含第一从节点标识的信息转发请求，以使所述活动主节点在备用网络中监听所述第一从节点通过第二
25 CAN 通道发送的心跳报文和数据；第三接收模块，用于在所述活动主节点在所述备用网络监听到所述第一从节点通过第二 CAN 通道发送的心跳报文和数据时，通过所述第二从节点的第一 CAN 通道接收所述活动主节点向所述主用网络转发的所述第一从节点的心跳报文和数据。

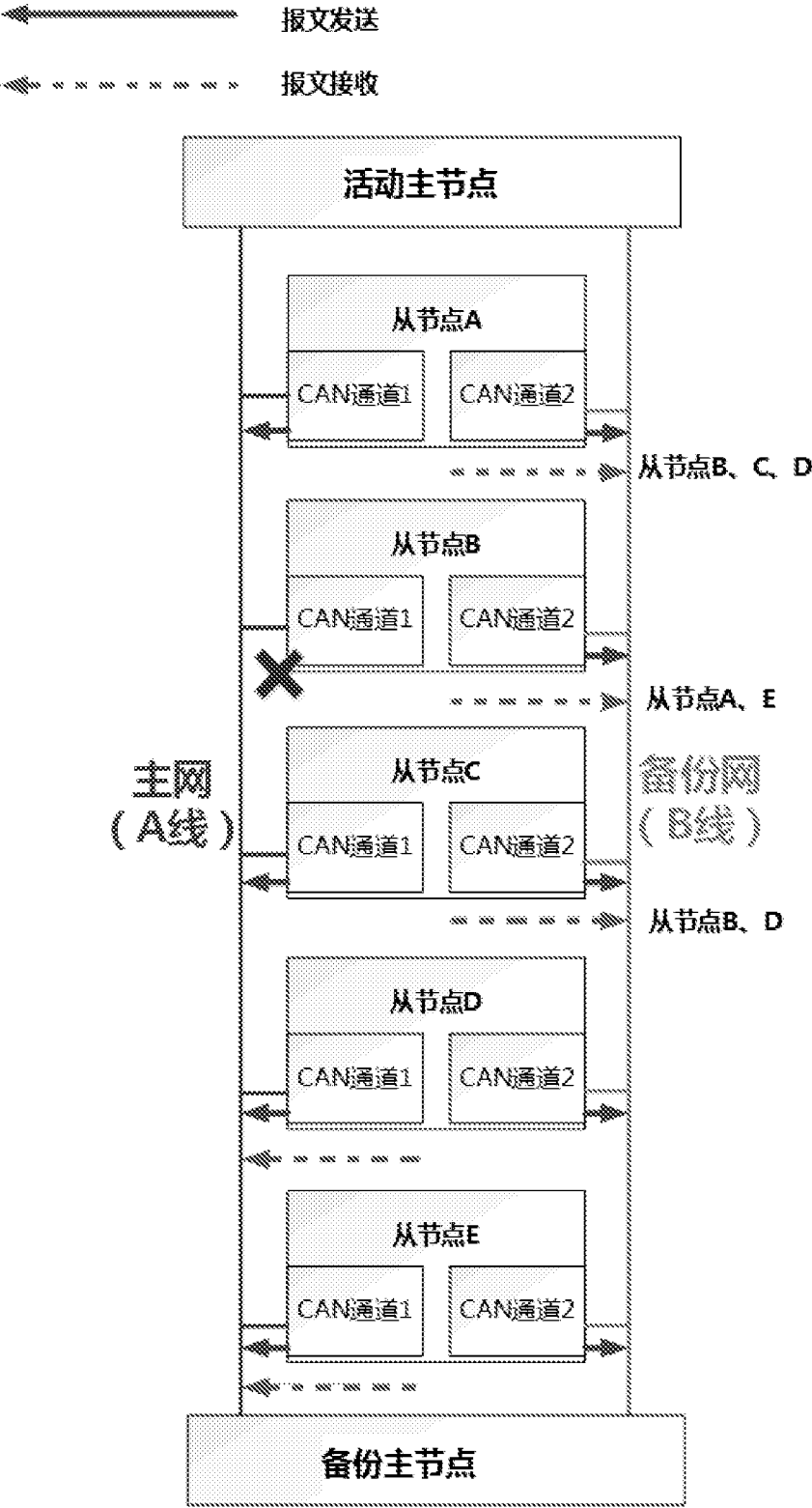


图 1

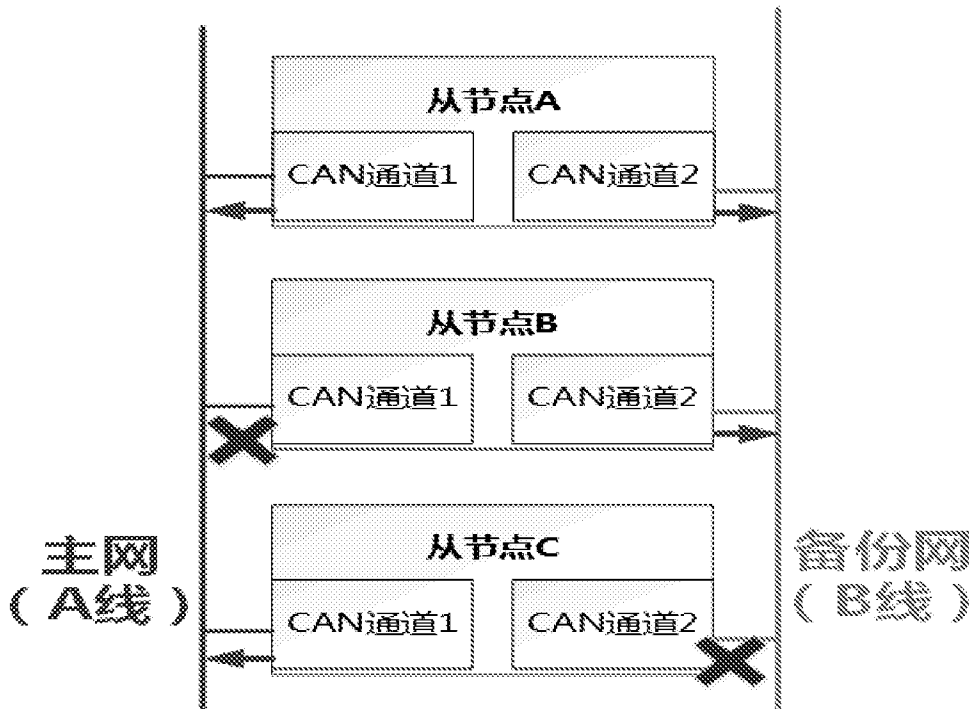


图 2

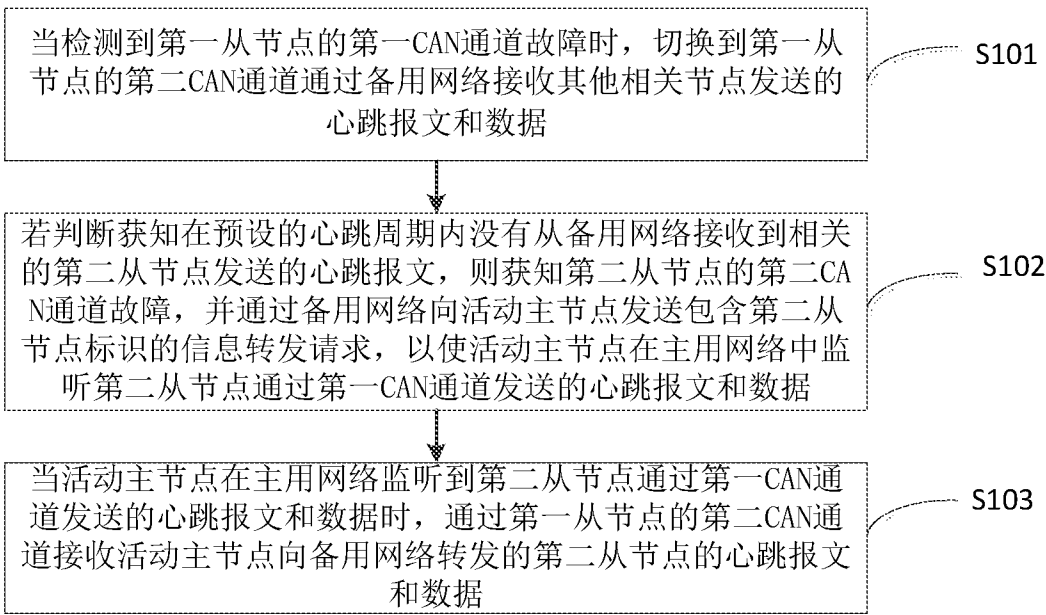


图 3

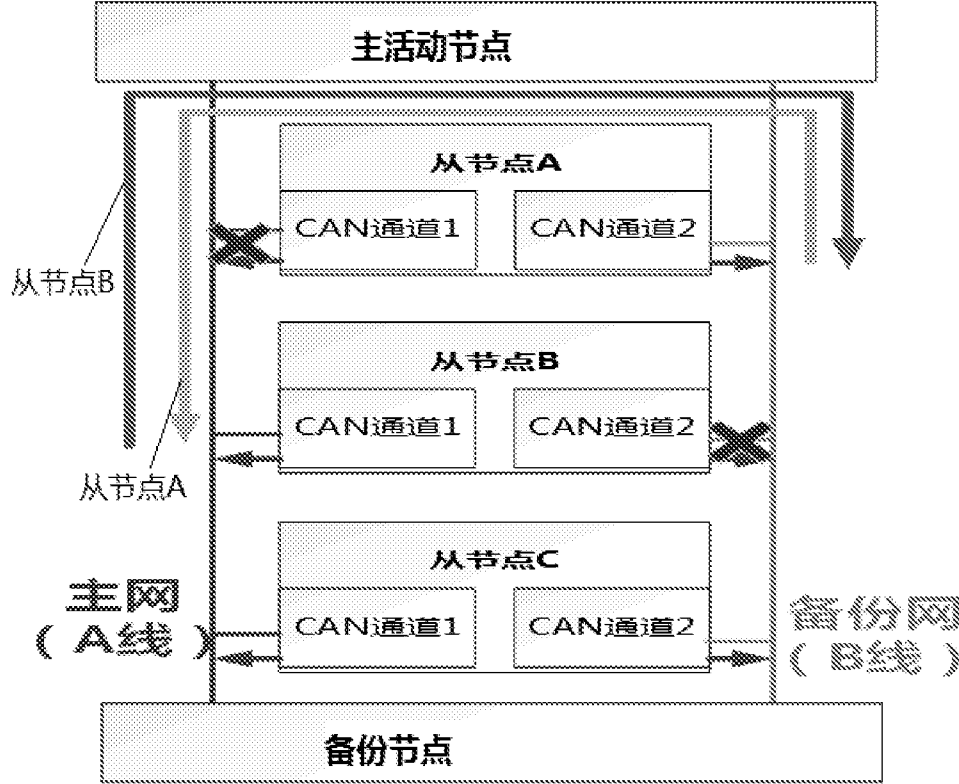


图 4

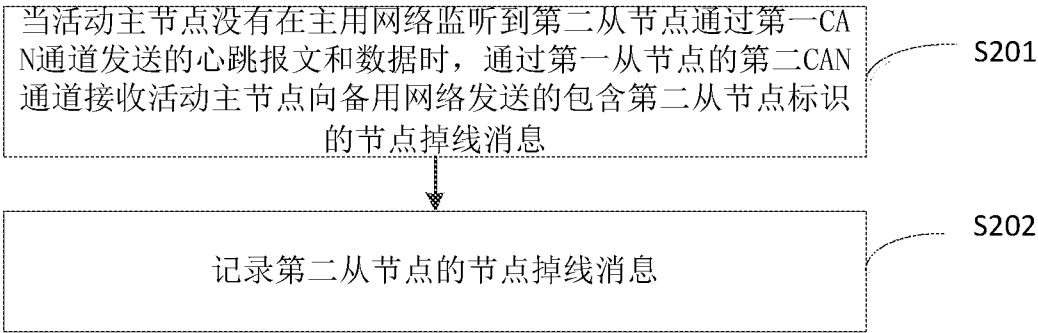


图 5

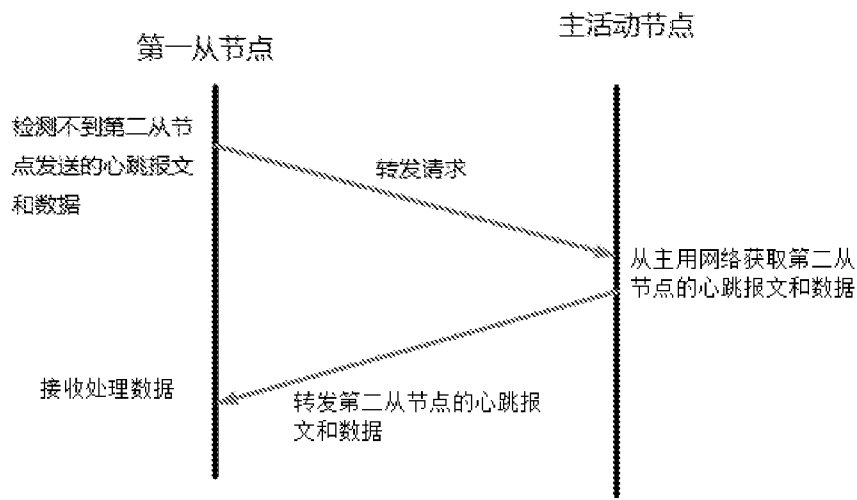


图 6 (a)

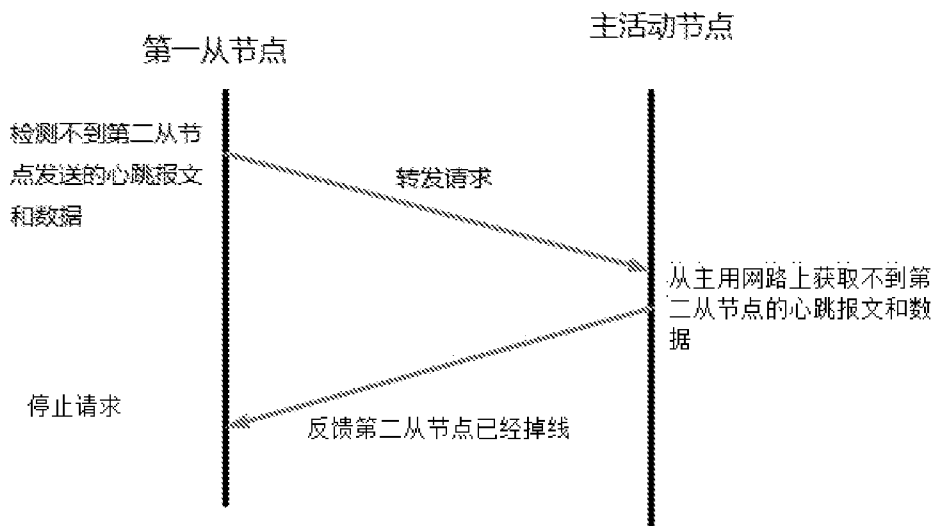


图 6 (b)

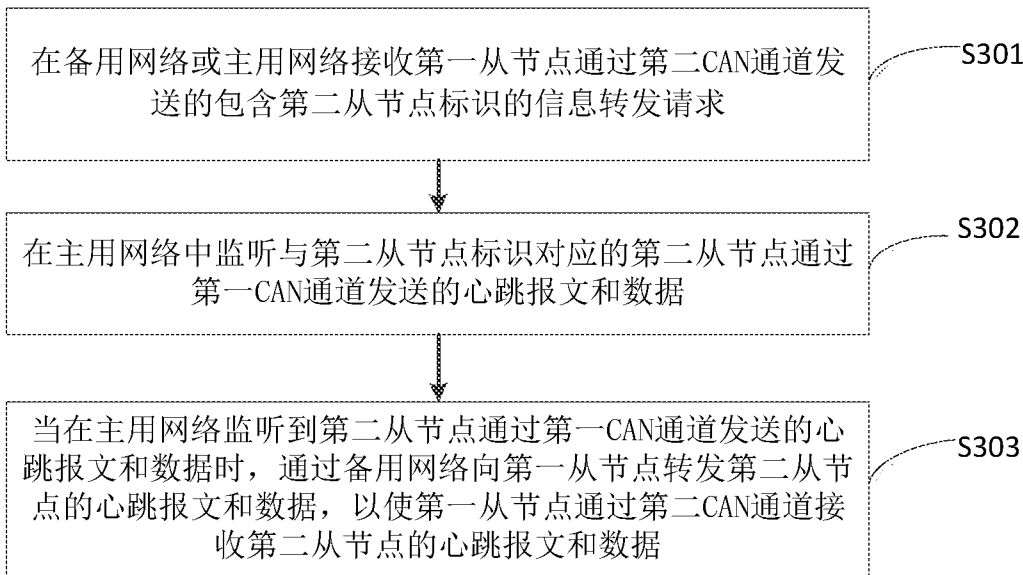


图 7

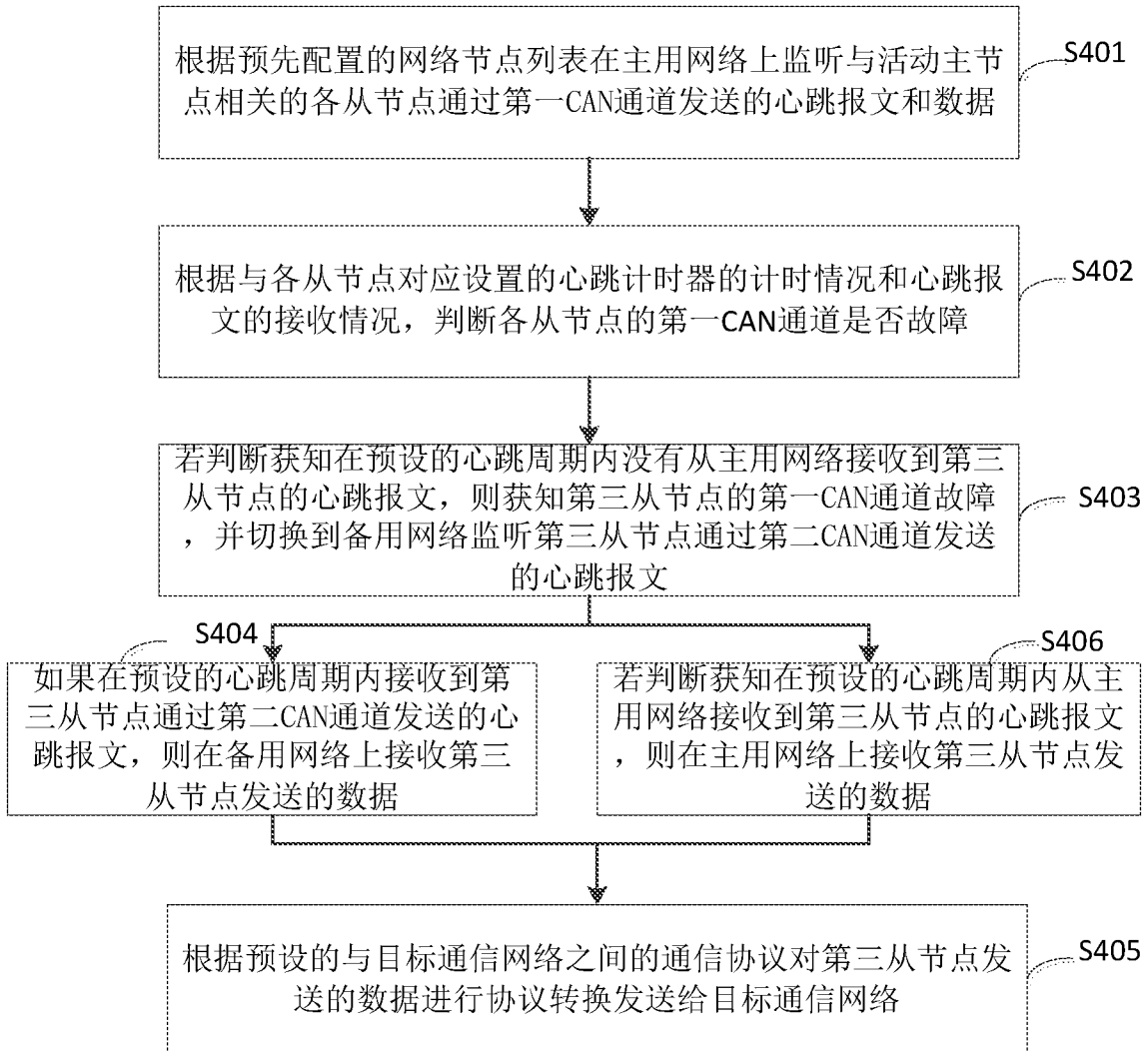


图 8

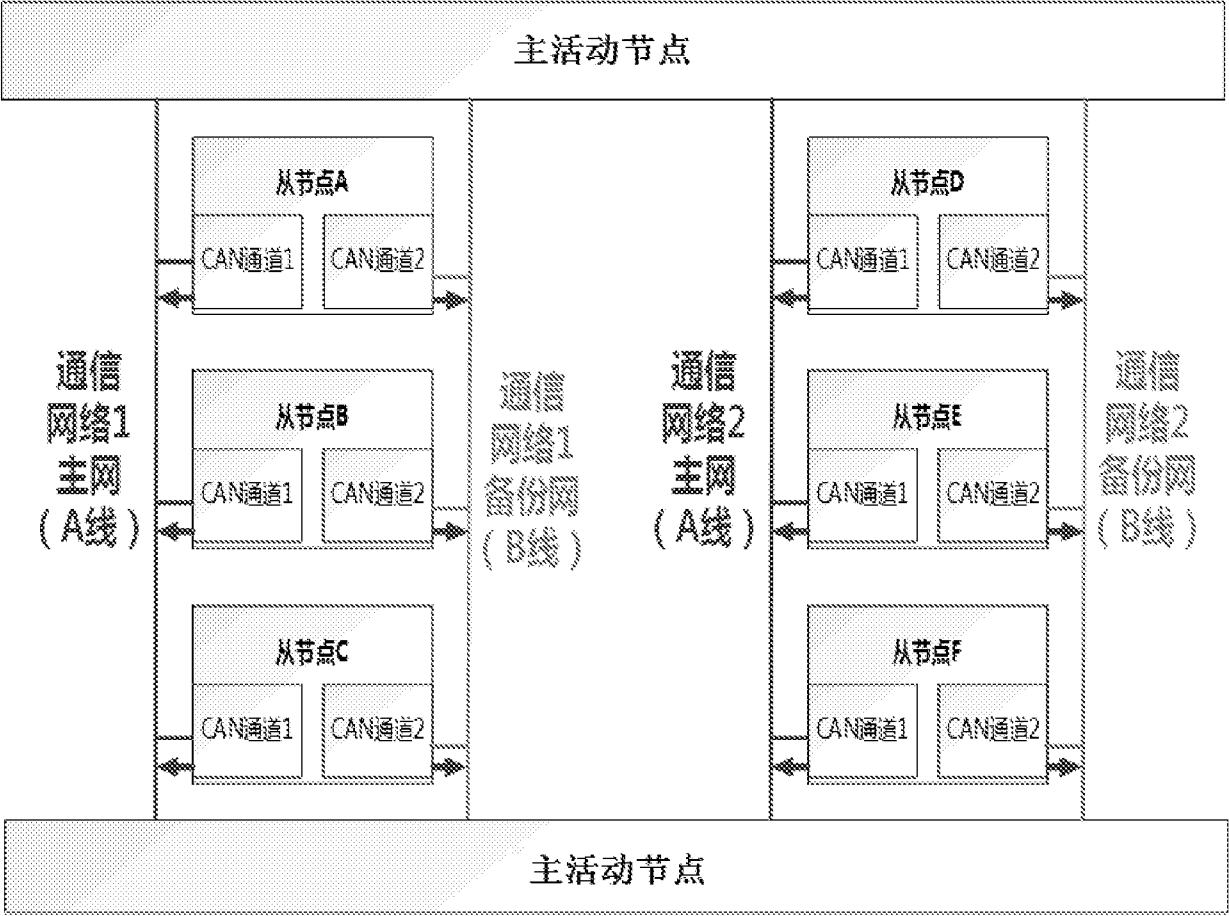


图 9 (a)

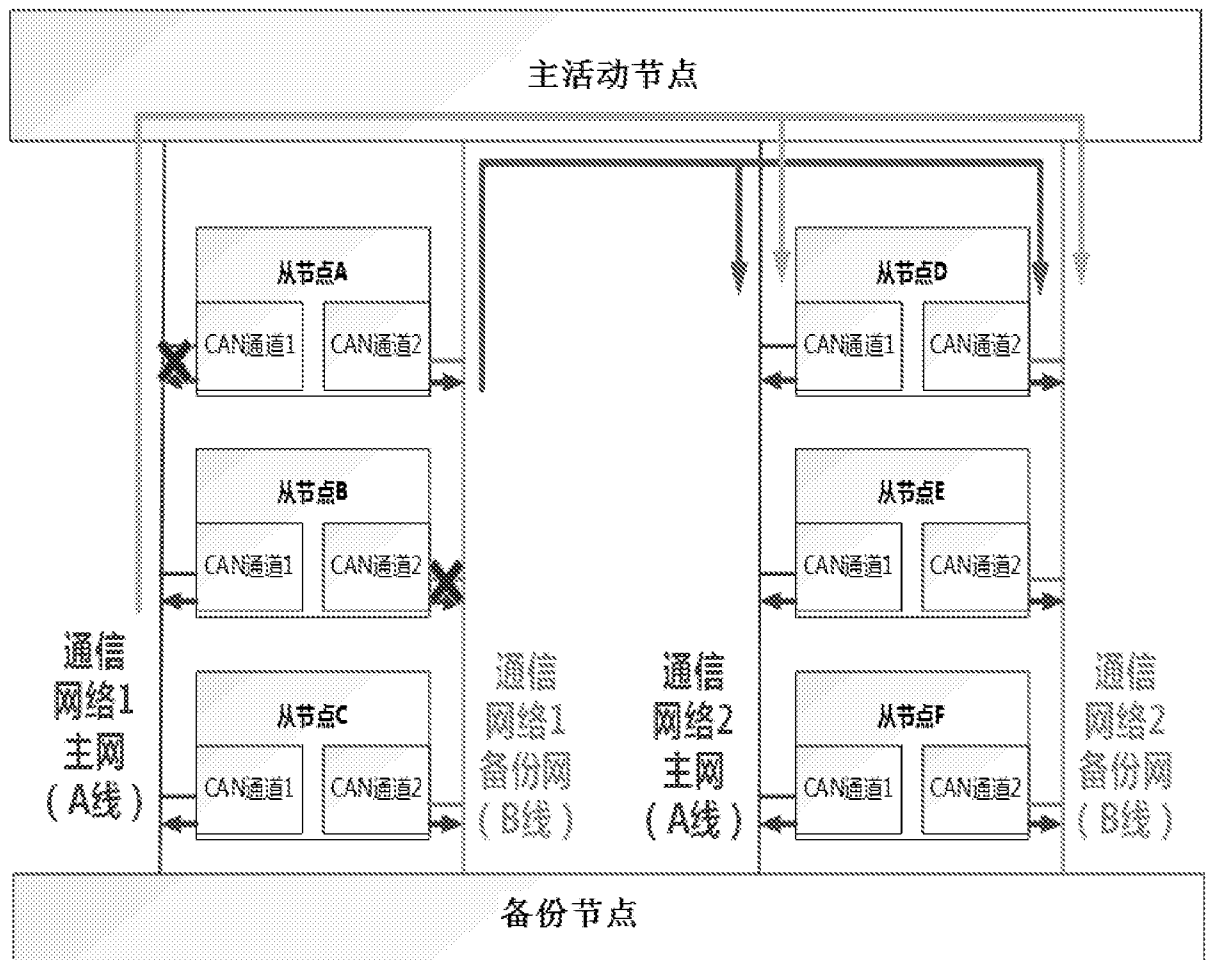


图 9 (b)

若判断获知在预设的心跳周期内没有通过第二从节点的第一CAN通道从主用网络接收到相关的第一从节点发送的心跳报文，则获知第一从节点的第一CAN通道故障，并且检测到第二从节点的第二CAN通道故障

S501

通过主用网络向活动主节点发送包含第一从节点标识的信息转发请求，以使活动主节点在备用网络中监听第一从节点通过第二CAN通道发送的心跳报文和数据

S502

当活动主节点在备用网络监听到第一从节点通过第二CAN通道发送的心跳报文和数据时，通过第二从节点的第一CAN通道接收活动主节点向主用网络转发的第一从节点的心跳报文和数据

S503

图 10

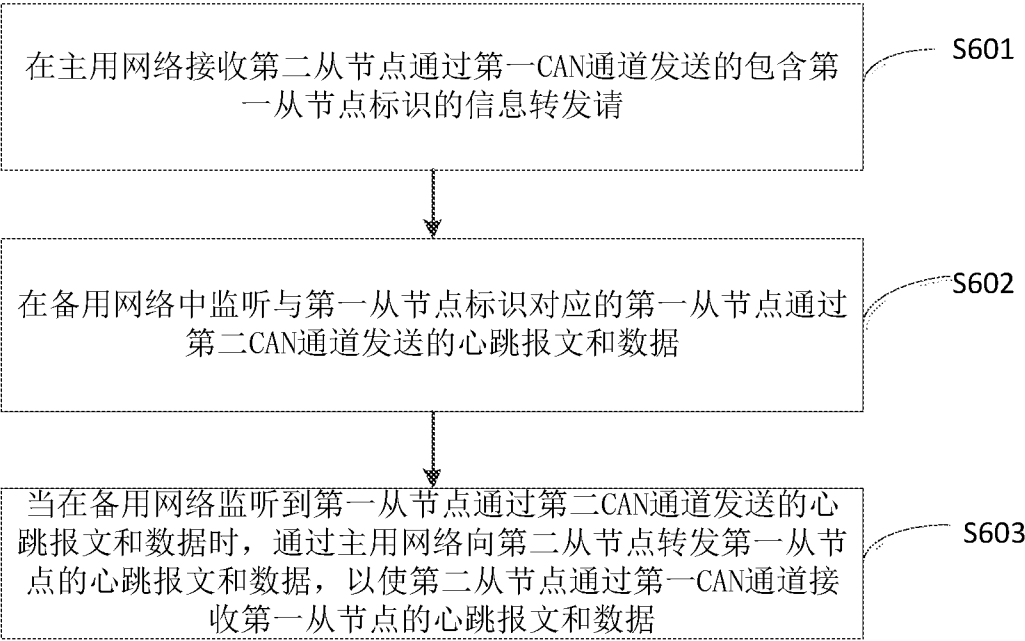


图 11

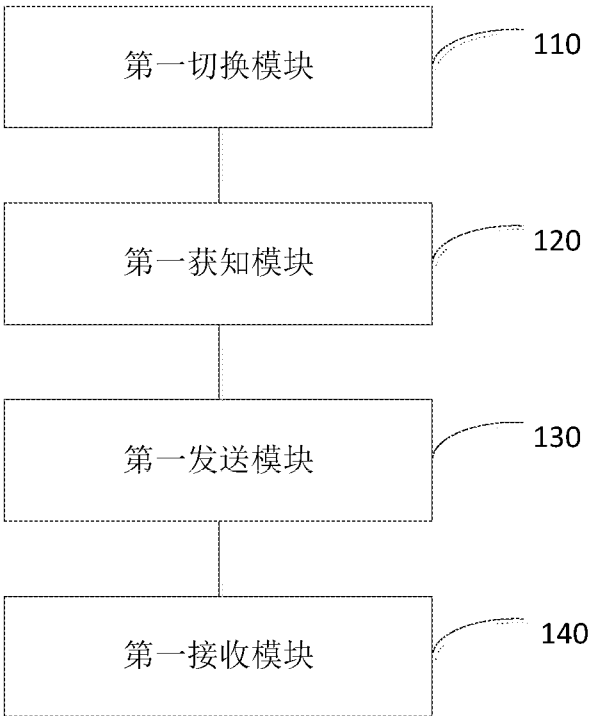


图 12

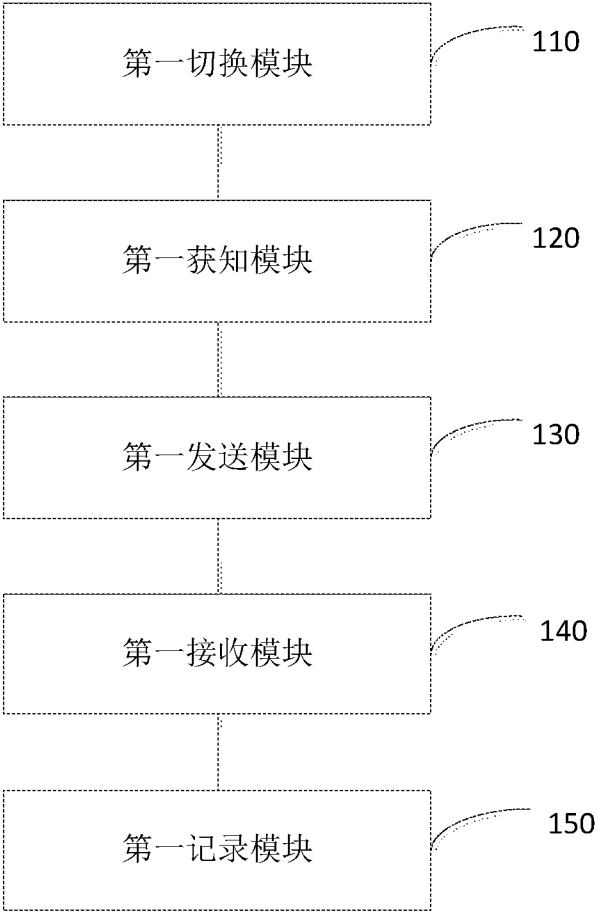


图 13

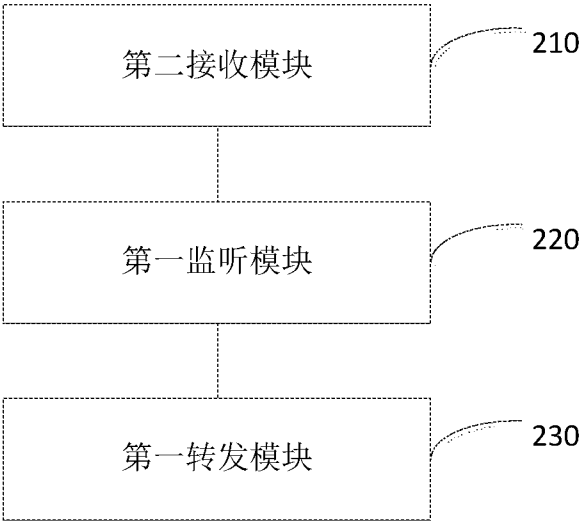


图 14

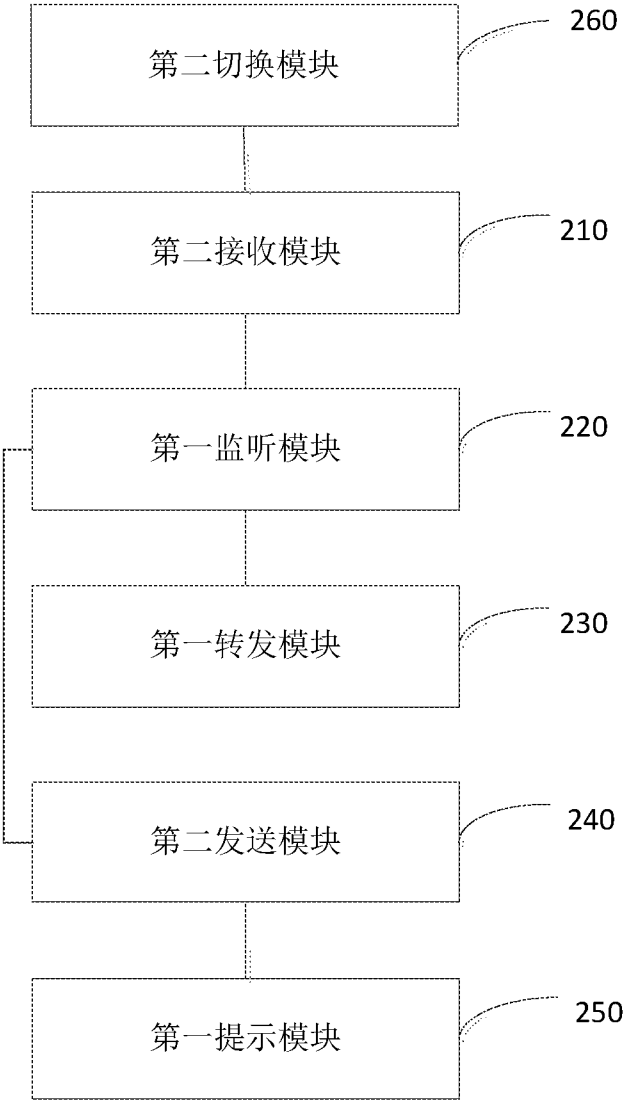


图 15

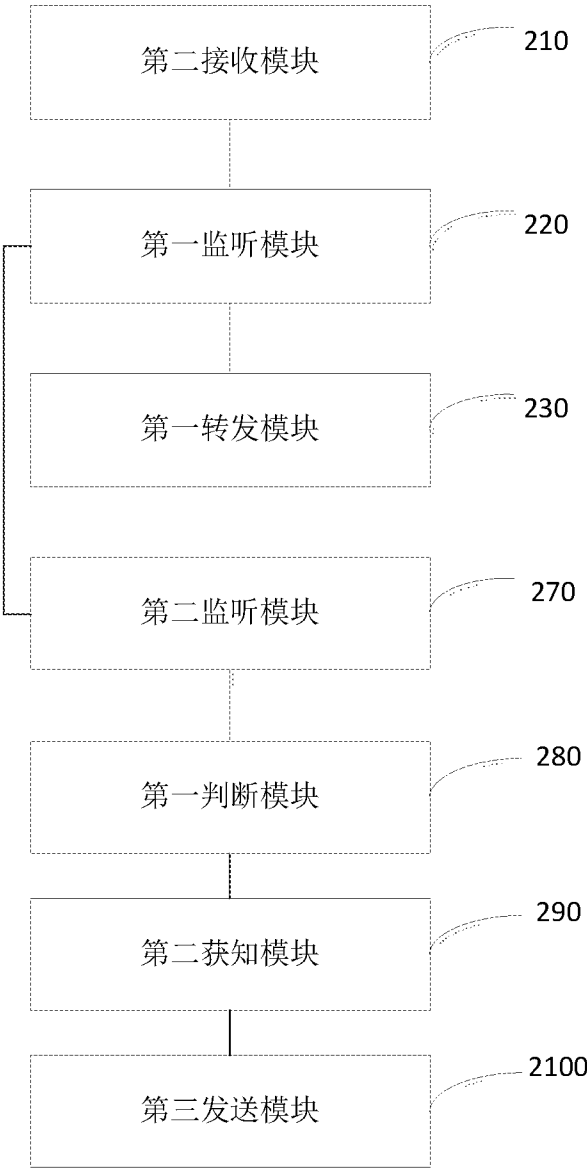


图 16

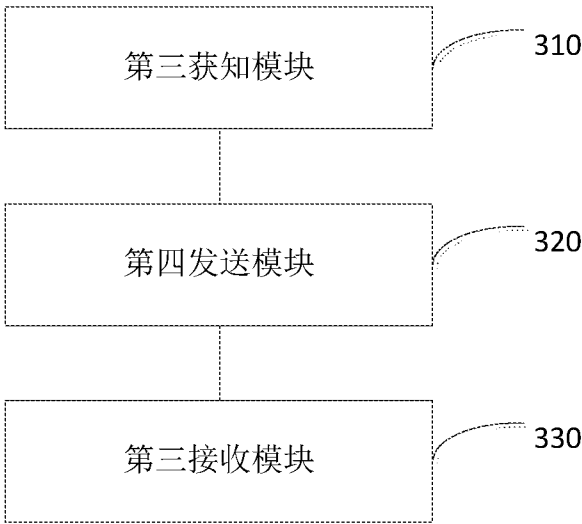


图 17

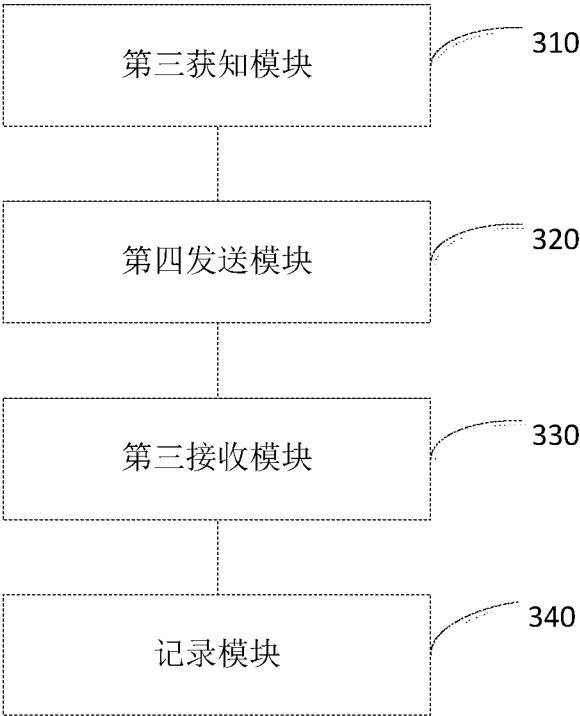


图 18

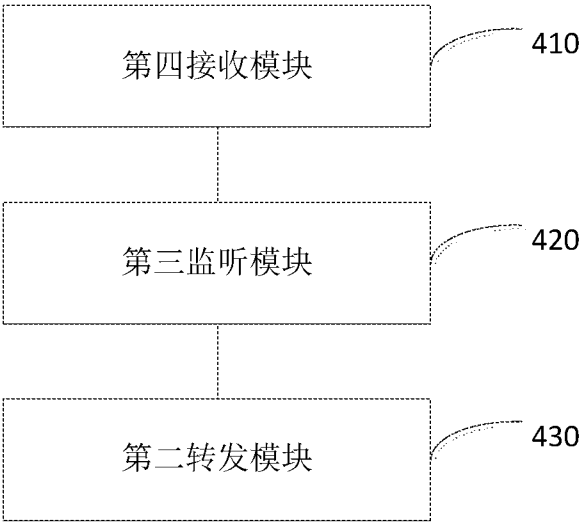


图 19

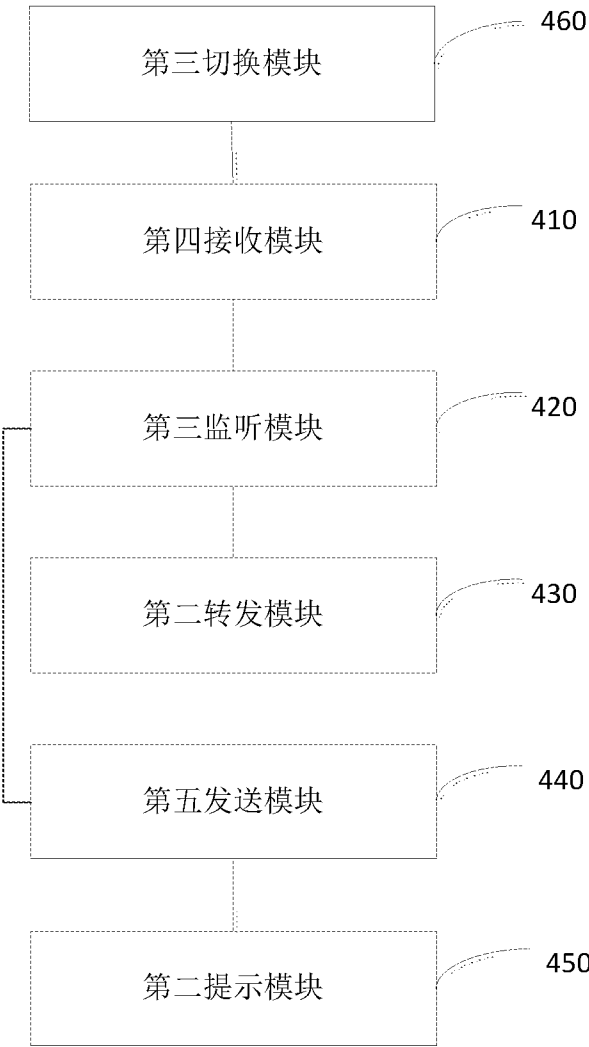


图 20

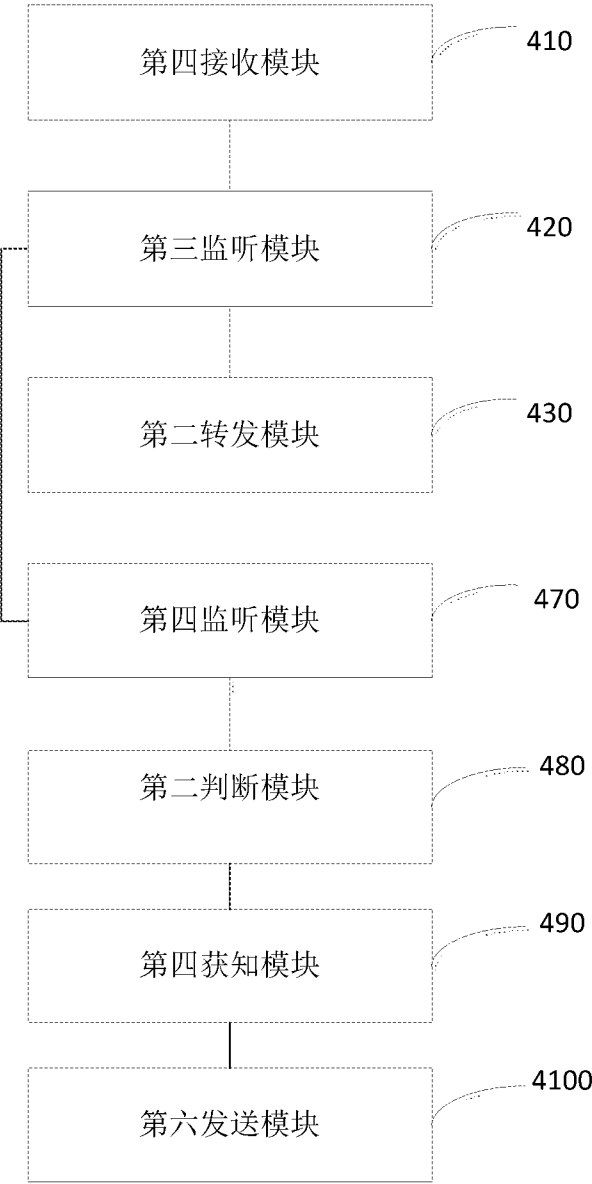


图 21

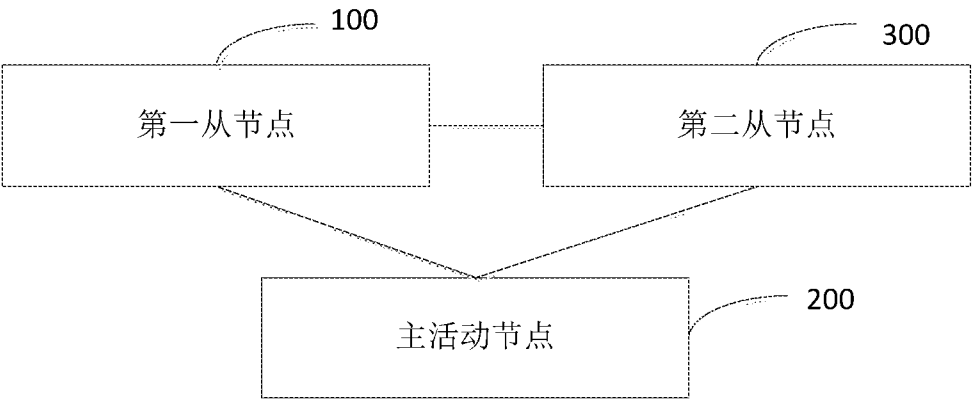


图 22

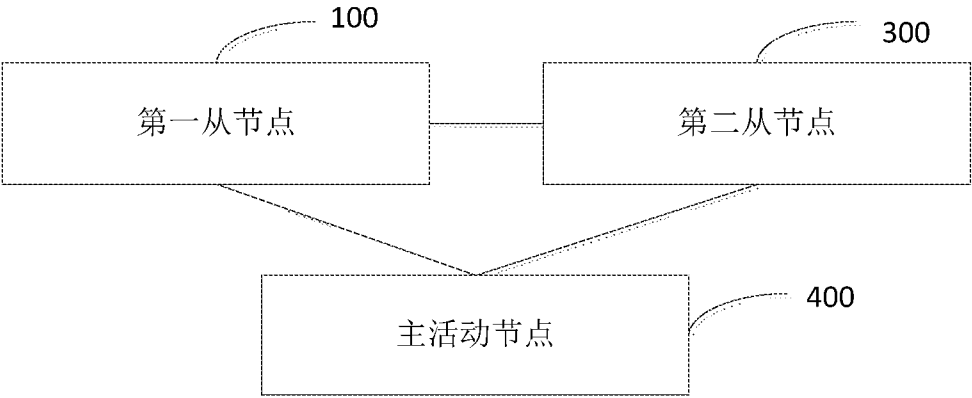


图 23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/092048

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 12/40(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT; CNKI; VEN; USTXT; EPTXT; WOTXT: 列车, 车, 故障, 转移, 切换, 转发, 主用, 备用, 备份, 路径, 通道, 链路, 网络, 检测, 监测, 心跳信息, 心跳报文, 双侧故障, 冗余, 双线冗余, CANopen, controller area network, vehicle, failure, fault, redundancy, standby, backup, slave

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 101908974 A (BEIJING INSTITUTE OF SPACE LAUNCH TECHNOLOGY) 08 December 2010 (2010-12-08) description, paragraph [0093]	1-13
A	CN 106302064 A (NEW UNITED GROUP) 04 January 2017 (2017-01-04) entire document	1-13
A	US 2013080585 A1 (SCHENIDER ELECTRIC AUTOMATION GMBH) 28 March 2013 (2013-03-28) entire document	1-13
A	US 2013332636 A1 (LSIS CO., LTD.) 12 December 2013 (2013-12-12) entire document	1-13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 August 2018

Date of mailing of the international search report

04 September 2018

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/092048

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	101908974	A	08 December 2010	CN	101908974	B	23 May 2012
CN	106302064	A	04 January 2017	None			
US	2013080585	A1	28 March 2013	WO	2011120999	A1	06 October 2011
				EP	2553590	B1	06 May 2015
				DE	102010016283	B4	15 December 2011
				DE	102010016283	A1	06 October 2011
				CN	102947813	A	27 February 2013
				CN	102947813	B	25 November 2015
				EP	2553590	A1	06 February 2013
				US	9667699	B2	30 May 2017
US	2013332636	A1	12 December 2013	CN	103491017	B	12 April 2017
				KR	20130138962	A	20 December 2013
				JP	2013258688	A	26 December 2013
				CN	103491017	A	01 January 2014
				US	9176914	B2	03 November 2015
				JP	5607784	B2	15 October 2014
				EP	2675113	A1	18 December 2013
				KR	101596078	B1	26 February 2016

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/092048

A. 主题的分类 H04L 12/40 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类																	
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) H04L 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNABS; CNTXT; CNKI; VEN; USTXT; EPTXT; WOTXT: 列车, 车, 故障, 转移, 切换, 转发, 主用, 备用, 备份, 路径, 通道, 链路, 网络, 检测, 监测, 心跳信息, 心跳报文, 双侧故障, 冗余, 双线冗余, CANopen, controller area network, vehicle, failure, fault, redundancy, standby, backup, slave																	
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 101908974 A (北京航天发射技术研究所) 2010年 12月 8日 (2010 - 12 - 08) 说明书第[0093]段</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106302064 A (新誉集团有限公司) 2017年 1月 4日 (2017 - 01 - 04) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2013080585 A1 (SCHENIDER ELECTRIC AUTOMATION GMBH) 2013年 3月 28日 (2013 - 03 - 28) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2013332636 A1 (LSIS CO LTD) 2013年 12月 12日 (2013 - 12 - 12) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 101908974 A (北京航天发射技术研究所) 2010年 12月 8日 (2010 - 12 - 08) 说明书第[0093]段	1-13	A	CN 106302064 A (新誉集团有限公司) 2017年 1月 4日 (2017 - 01 - 04) 全文	1-13	A	US 2013080585 A1 (SCHENIDER ELECTRIC AUTOMATION GMBH) 2013年 3月 28日 (2013 - 03 - 28) 全文	1-13	A	US 2013332636 A1 (LSIS CO LTD) 2013年 12月 12日 (2013 - 12 - 12) 全文	1-13
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
A	CN 101908974 A (北京航天发射技术研究所) 2010年 12月 8日 (2010 - 12 - 08) 说明书第[0093]段	1-13															
A	CN 106302064 A (新誉集团有限公司) 2017年 1月 4日 (2017 - 01 - 04) 全文	1-13															
A	US 2013080585 A1 (SCHENIDER ELECTRIC AUTOMATION GMBH) 2013年 3月 28日 (2013 - 03 - 28) 全文	1-13															
A	US 2013332636 A1 (LSIS CO LTD) 2013年 12月 12日 (2013 - 12 - 12) 全文	1-13															
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																	
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																	
国际检索实际完成的日期 2018年 8月 21日		国际检索报告邮寄日期 2018年 9月 4日															
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 谭美玲 电话号码 86-(20)-28950742															

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/092048

检索报告引用的专利文件				公布日 (年/月/日)		同族专利		公布日 (年/月/日)	
CN	101908974	A	2010年 12月 8日	CN	101908974	B	2012年 5月 23日		
CN	106302064	A	2017年 1月 4日	无					
US	2013080585	A1	2013年 3月 28日	WO	2011120999	A1	2011年 10月 6日		
				EP	2553590	B1	2015年 5月 6日		
				DE	102010016283	B4	2011年 12月 15日		
				DE	102010016283	A1	2011年 10月 6日		
				CN	102947813	A	2013年 2月 27日		
				CN	102947813	B	2015年 11月 25日		
				EP	2553590	A1	2013年 2月 6日		
				US	9667699	B2	2017年 5月 30日		
US	2013332636	A1	2013年 12月 12日	CN	103491017	B	2017年 4月 12日		
				KR	20130138962	A	2013年 12月 20日		
				JP	2013258688	A	2013年 12月 26日		
				CN	103491017	A	2014年 1月 1日		
				US	9176914	B2	2015年 11月 3日		
				JP	5607784	B2	2014年 10月 15日		
				EP	2675113	A1	2013年 12月 18日		
				KR	101596078	B1	2016年 2月 26日		