

(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
2024 年 9 月 26 日 (26.09.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/193302 A1

(51) 国际专利分类号:

H04J 3/06 (2006.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2024/078736

(22) 国际申请日:

2024 年 2 月 27 日 (27.02.2024)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(30) 优先权:

202310304598.2 2023年3月20日 (20.03.2023) CN

(71) 申请人: 中兴通讯股份有限公司 (**ZTE CORPORATION**) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。

(72) 发明人: 杜相文 (**DU, Xiangwen**); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 北京中博世达专利商标代理有限公司 (**BEIJING ZBSD PATENT & TRADEMARK AGENT LTD.**); 中国北京市海淀区交大东路 31 号 11 号楼 8 层, Beijing 100044 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,

(54) **Title:** TIME SYNCHRONIZATION METHOD, AND DEVICE AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 时间同步方法、设备及存储介质

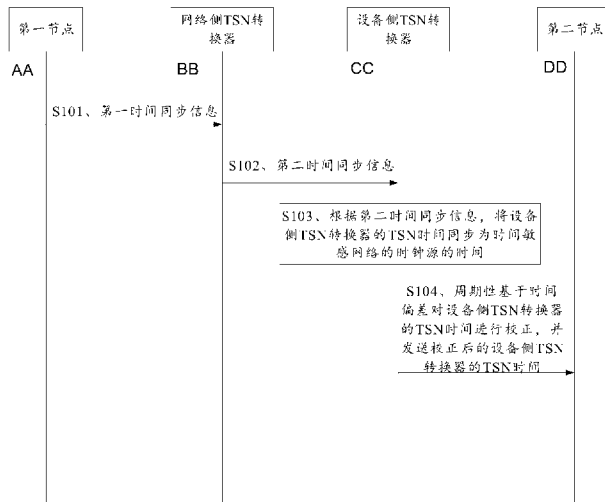


图 3

S101 First time-synchronization information
S102 Second time-synchronization information
S103 According to the second time-synchronization information, synchronize a time-sensitive network (TSN) time of the device-side TSN converter to be the time of a clock source of a TSN
S104 Periodically correct the TSN time of the device-side TSN converter on the basis of a time deviation, and send the corrected TSN time of the device-side TSN converter
AA First node
BB Network-side TSN converter
CC Device-side TSN converter
DD Second node

(57) **Abstract:** The present disclosure provides a time synchronization method, and a device and a storage medium. The time synchronization method comprises: receiving first time-synchronization information sent by a first node of a time-sensitive network (TSN); and in response to the first time-synchronization information, sending second time-synchronization information to a device-side TSN converter, wherein the second time-synchronization information comprises a time deviation between a TSN clock source and a clock source of a communication network where a network-side TSN converter is located.

(57) **摘要:** 本公开提供一种时间同步方法、设备及存储介质。该时间同步方法包括: 接收时间敏感网络TSN的第一节点发送的第一时间同步信息; 响应于第一时间同步信息, 向设备侧TSN转换器发送第二时间同步信息, 第二时间同步信息包括TSN时钟源与网络侧TSN转换器所在的通信网络的时钟源之间的时间偏差。

[见续页]

SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SC, 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, ME, 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))。

时间同步方法、设备及存储介质

本公开要求于 2023 年 03 月 20 日提交的、申请号为 202310304598.2 的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

5 技术领域

本公开涉及通信技术领域，尤其涉及一种时间同步方法、设备及存储介质。

背景技术

时间敏感网络（time sensitive network, TSN）是 IEEE802.1 工作组的时间敏感网络任务组制定的一组标准（IEEE 802.1Q），主要用于在以太网络上传输时间敏感的实时数据。TSN 将是未来汽车，工业 4.0 中的主要网络技术之一。TSN 系统通过第五代移动通信技术（5th-generation mobile communication technology, 5G）系统给 TSN 节点发送授时信息，以实现在相同时间域的 TSN 节点达到时钟同步的目的，通俗来讲即每个 TSN 节点的时钟时间一致。

发明内容

一方面，提供一种时间同步方法。该时间同步方法应用于网络侧 TSN 转换器，该时间同步方法包括：接收时间敏感网络 TSN 的第一节点发送的第一时间同步信息；响应于第一时间同步信息，向设备侧 TSN 转换器发送第二时间同步信息，第二时间同步信息包括 TSN 时钟源与网络侧 TSN 转换器所在的通信网络的时钟源之间的时间偏差。

又一方面，提供一种时间同步方法。该时间同步方法应用于设备侧 TSN 转换器，该时间同步方法包括：接收网络侧 TSN 转换器发送的第二时间同步信息，第二时间同步信息包括时间敏感网络的时钟源与网络侧 TSN 转换器所在的通信网络的时钟源之间的时间偏差；根据第二时间同步信息，将设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间同步为时间敏感网络的时钟源的时间；周期性基于时间偏差对设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间进行校正，并向时间敏感网络中的第二节点发送校正后的设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间。

又一方面，提供一种时间同步装置。该时间同步装置包括：接收单元，用于接收时间敏感网络 TSN 的第一节点发送的第一时间同步信息；发送单元，用于响应于第一时间同步信息，向设备侧 TSN 转换器发送第二时间同步信息，第二时间同步信息包括 TSN 时钟源与网络侧 TSN 转换器所在的通信网络的时钟源之间的时间偏差。

又一方面，提供一种时间同步装置。该时间同步装置包括：接收单元，用于接收网络侧 TSN 转换器发送的第二时间同步信息，第二时间同步信息包括时间敏感网络的时钟源与网络侧 TSN 转换器所在的通信网络的时钟源之间的时间偏差；处理单元，用于根据第二时间同步信息，将设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间同步为时间敏感网络的时钟源的时间；发送单元，用于周期性基于时间偏差对设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间进行校正，并向时间敏感网络中的第二节点发送校正后的设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间。

又一方面，提供一种电子设备。该电子设备包括：处理器和存储器；存储器存储有处理器可执行的指令；处理器被配置为执行指令时，使得电子设备实现上述任一方面所提供的方法。

又一方面，提供一种计算机可读存储介质。该计算机可读存储介质存储计算机指令，当该计算机指令在计算机上运行时，使得计算机执行上述任一方面所提供的方法。

又一方面，提供一种包含计算机指令的计算机程序产品，当该计算机指令在计算机上运行时，使得计算机执行上述任一方面所提供的方法。

附图说明

附图用来提供对本公开技术方案的进一步理解，并且构成说明书的一部分，与本公开的实施例一起用于解释本公开的技术方案，并不构成对本公开技术方案的限制。

图 1 为根据一些实施例的一种通信系统的架构示意图。

图 2 为根据一些实施例的一种 5G 系统的架构示意图。

5 图 3 为根据一些实施例的一种时间同步方法的流程示意图。

图 4 为根据一些实施例的一种时间同步方法的整体流程示意图。

图 5 为根据一些实施例的一种时间同步装置的组成示意图。

图 6 为根据一些实施例的另一种时间同步装置的组成示意图。

图 7 为根据一些实施例的一种电子设备的结构示意图。

10 具体实施方式

为使本领域的技术人员更好地理解本公开实施例的技术方案，下面将结合本公开实施例中的附图，对本公开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公开一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本公开中的实施例，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，都属于本公开保护的范围。

15 术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”等的特征可以明示或者隐含地包括一个或多个该特征。在本公开的描述中，除非另有说明，“多个”的含义是两个或两个以上。

在本公开实施例中，“示例性地”或者“例如”等词用于表示作例子、例证或说明。本公开实施例中被描述为“示例性地”或者“例如”的任何实施例或设计方案不应被解释为比其它实施例或设计方案更优选或更具优势。确切而言，使用“示例性地”或者“例如”等词旨在以具体方式呈现相关概念。

20 通信系统通过在用户设备（user equipment, UE）部署功能模块：设备侧 TSN 转换器（device side TSN translator, DS-TT），在用户面功能（user plane function, UPF）部署功能模块：网络侧 TSN 转换器（network side TSN translator, NW-TT），以适配外部的 TSN 系统。TSN 系统通过使用精确时间协议（precision time protocol, PTP）来实现时间同步。根据 3GPP（3rd generation partnership project, 第三代合作伙伴计划）协议，
25 通信系统精确时间同步是通过如下方式实现：首先外部 TSN 系统的上游节点周期性地发送时间同步报文以提供主时钟基准，各 PTP 从节点接收到时间同步报文后，根据时间同步报文中的字段，以及平均链路延迟（MeanLinkDelay）和驻留时间（residence time）进行修正后，就能够得到主时钟（grandmaster, GM）的当前时间，从而完成时间同步。

而目前上游节点一般是具有 TSN 功能的端站设备，例如可编程逻辑控制器（programmable logic controller, PLC），上游节点的本地时钟频率精度通常情况下要低于其他节点的本地时钟频率精度。当用上游节点的本地时钟作为主时钟时，在下游节点与主时钟进行时间同步后，下游节点的本地时钟与主时钟之间由于频率精度不同而形成时间偏差，并且该时间偏差随着时间的推移会不断累加，从而影响了时间同步精度。目前可以通过提高时间同步报文的发送频率来减小时间偏差，但由于上游节点发送时间同步报文的频率受限，所以不能有效提高时间同步精度。

30 基于此，本公开实施例提供一种时间同步方法，网络侧 TSN 转换器在接收到 TSN 的第一节点（也即，上游节点）发送的第一时间同步信息之后，根据第一时间同步信息确定 TSN 的主时钟的时间与网络侧 TSN 转换器的本地时钟的本地时间之间的时间偏差，进而向设备侧 TSN 转换器发送第二时间同步信息，第二时间同步信息包括该时间偏差，以便于设备侧 TSN 转换器基于该时间偏差对设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间

进行校正,并向 TSN 的第二节点(也即,下游节点)发送校正后的设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间,以完成时间同步。如此,无需提高上游节点发送时间同步报文的发送频率,通过设置第二时间同步信息中包括时间偏差即可完成时间同步,以便于在两个时间同步信息的发送间隔内,设备侧 TSN 转换器可以向第二节点多次发送校正后的设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间,也即多次更新设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间,以提高时间同步精度。

下面将结合附图对本公开实施例进行说明。

本公开实施例提供的技术方案可以应用于各种支持 TSN 的通信系统,例如,采用 5G 通信技术的新空口(New Radio, NR)通信系统、未来演进系统、长期演进(long term evolution, LTE)或者多种通信融合系统等,本公开实施例对此不作限定。

图 1 为本公开实施例提供的一种通信系统的结构示意图。如图 1 所示,该通信系统包括无线接入网(radio access network, RAN)设备 101、终端设备 102 和核心网设备 103,其中,终端设备 102 可以连接 TSN 节点,如 TSN 末端节点、TSN 网桥等。核心网设备 103 可以连接 TSN 节点,如 TSN 时钟源、TSN 网桥等。

无线接入网设备 101,可以是普通的基站(如 Node B 或 eNB),可以是新空口控制器(new radio controller, NR controller),可以是 5G 系统中的 gNode B (gNB)或 en-gNB,可以是集中式网元(centralized unit),可以是新无线基站,可以是射频拉远模块,可以是微基站,可以是中继(relay),可以是分布式单元(distributed unit),可以是接收点(transmission reception point, TRP)或传输点(transmission point, TP)或者任何其它无线接入设备等,本公开实施例对此不作限制。基站又可分为用于提供宏蜂窝(Macro cell)的宏基站、用于提供微蜂窝(Pico cell)的微基站和用于提供毫微微蜂窝(Femto cell)的毫微微基站。随着无线通信技术的不断演进,未来的基站也可以采用其他的名称。

在一些实施例中,终端设备 102 可以是一种具有无线收发功能的设备,例如手机、平板电脑、可穿戴设备、车载设备、增强现实(augmented reality, AR)/虚拟现实(virtual reality, VR)设备、笔记本电脑、超级移动个人计算机(ultra-mobile personal computer, UMPC)、上网本、个人数字助理(personal digital assistant, PDA)等。本公开实施例对终端设备 102 的种类不作限制。终端设备又称为用户设备(user equipment, UE)。

在一些实施例中,核心网设备 103,可以是用户面功能 UPF。

以通信系统为 5G 系统(5G system, 5GS)为例,如图 2 所示,5GS 通过在 UE 部署功能模块:DS-TT,在 UPF 部署功能模块:NW-TT,以适配外部的 TSN 系统。

在一些实施例中,5GS 作为 TSN 网桥(TSN Bridge)时,可以称为 5GS 虚拟 TSN 网桥(5GS Virtual TSN Bridge)。

由图 2 可以看出,UPF、RAN 和 UE 属于 5G 时钟域,上游 TSN 节点、NW-TT、DS-TT 和下游 TSN 节点属于 TSN 时钟域。而 TSN 时钟域中,上游节点 TSN 节点、下游 TSN 节点与 NW-TT、DS-TT 的时钟频率不同,而 5G 时钟域中各节点使用统一精度级别的时钟频率。

应理解,图 1 是示例性的结构图,图 1 示的通信系统包括的设备数量不受限制,例如无线接入网设备的数量不受限制以及终端设备的数量不受限制。并且,除图 1 所示的设备外,图 1 示的通信系统还可以包括其他设备,对此不予限定。

接下来,如图 3 所示,本公开实施例提供了一种时间同步方法,该方法可以应用于图 1 所示的通信系统,该方法包括如下 S101-S104。

S101、网络侧 TSN 转换器接收 TSN 的第一节点发送的第一时间同步信息。

网络侧 TSN 转换器也即上述图 2 中的 NW-TT,TSN 的第一节点也即上述图 2 中的上游 TSN 节点,第

一节点可以是 PLC。

在一些实施例中，为了进行时间同步，第一节点周期性向网络侧 TSN 转换器发送第一时间同步信息。相应地，网络侧 TSN 转换器接收到来自于第一节点发送的第一时间同步信息。

在一些实施例中，网络侧 TSN 转换器接收第一节点发送的第一时间同步信息，可以包括如下情形。

5 情形 1、第一节点通过一条报文向网络侧 TSN 转换器发送第一时间同步信息。

在一些实施例中，在第一节点具有较高硬件性能的情况下，第一节点可以向网络侧 TSN 转换器发送第一时间同步 (synchronization, Sync) 报文，第一 Sync 报文包括第一时间同步信息。相应地，网络侧 TSN 转换器接收第一节点发送的第一 Sync 报文，由于第一 Sync 报文包括第一时间同步信息，也即接收第一节点发送的第一时间同步信息。

10 情形 2、第一节点通过两条报文向网络侧 TSN 转换器发送第一时间同步信息。

在一些实施例中，第一节点向网络侧 TSN 转换器发送第一时间同步信息之前，第一节点可以先向网络侧 TSN 转换器发送第一 Sync 报文，然后向网络侧 TSN 转换器发送第一跟随 (follow up) 报文，第一 follow up 报文包括第一时间同步信息。相应地，网络侧 TSN 转换器接收第一节点发送的第一时间同步信息之前，接收第一节点发送的第一 Sync 报文，然后接收第一节点发送的第一 follow up 报文，由于第一 follow up 报

15 文包括第一时间同步信息，也即接收第一节点发送的第一时间同步信息。

在一些实施例中，第一时间同步信息包括基准时间戳和第一校正参数。基准时间戳和第一校正参数用于指示第一节点发送第一 Sync 报文的 TSN 时间。示例性地，可以将基准时间戳和第一校正参数之和作为第一节点发送第一 Sync 报文的 TSN 时间。通常情况下，第一校正参数的取值为 0。

在一些实施例中，第一时间同步信息中的基准时间戳用于指示 TSN 基准时间，TSN 基准时间为第一节点发送第一 Sync 报文的 TSN 时间。

在一些实施例中，第一时间同步信息还包括频率比值和发包间隔参数，频率比值为 TSN 时钟源与通信网络的时钟源的频率之间的比值，发包间隔参数用于确定连续两次第一 Sync 报文的发送时间间隔。

在一些实施例中，基准时间戳位于第一时间同步信息的 PreciseOriginalTimeStamp 字段中，第一校正参数位于第一时间同步信息的 CorrectionField 字段中，频率比值位于第一时间同步信息的 rateRatio 字段中，发包间隔参数位于第一时间同步信息的 SyncInterval 字段中。可以理解的，第一节点通过一条报文向网络侧 TSN 转换器发送第一时间同步信息，即第一节点根据一步法向网络侧 TSN 转换器发送第一时间同步信息，第一节点通过两条报文向网络侧 TSN 转换器发送第一时间同步信息，即第一节点根据两步法向网络侧 TSN 转换器发送第一时间同步信息。由于第一时间同步信息中包括基准时间戳，而发送基准时间戳需要一定的硬件性能去支持，所以在第一节点具有较高硬件性能的情况下，第一节点可以通过发送一条第一 Sync 报

25 文来完成对于第一时间同步信息的发送。在第一节点不具有较高硬件性能的情况下，第一节点可以通过发送一条第一 Sync 报文，再发送一条第一 follow up 报文来完成对于第一时间同步信息的发送。

S102、响应于第一时间同步信息，网络侧 TSN 转换器向设备侧 TSN 转换器发送第二时间同步信息。相应地，设备侧 TSN 转换器接收到网络侧 TSN 转换器发送的第二时间同步信息。

在一些实施例中，网络侧 TSN 转换器接收第一时间同步信息之后，响应于第一时间同步信息，对第一

35 时间同步信息进行修改，得到第二时间同步信息，然后向设备侧 TSN 转换器发送第二时间同步信息。

在一些实施例中，第二时间同步信息包括 TSN 时钟源与网络侧 TSN 转换器的通信网络的时钟源之间的时间偏差。

在一些实施例中，网络侧 TSN 转换器所在的通信网络为 5G 通信网络，网络侧 TSN 转换器所在的通信

网络的时钟源也就是 5G 通信网络的时钟源。

在一些实施例中，第二时间同步信息还包括以下至少之一：基准时间戳、入口时间戳、发包间隔参数、第二校正参数以及频率比值，基准时间戳和第二校正参数用于指示网络侧 TSN 转换器发送第二 Sync 报文的 TSN 时间，入口时间戳用于指示网络侧 TSN 转换器发送第二 Sync 报文的本地时间，发包间隔参数用于确定两次第二 Sync 报文的发送时间间隔，第二校正参数用于指示网络侧 TSN 转换器发送第二 Sync 报文的 TSN 时间与基准时间之间的差值。

在一些实施例中，基准时间戳位于第二时间同步信息的 PreciseOriginalTimeStamp 字段中，第二校正参数位于第二时间同步信息的 CorrectionField 字段中，频率比值位于第二时间同步信息的 rateRatio 字段中，发包间隔参数位于第二时间同步信息的 SyncInterval 字段中。

在一些实施例中，TSN 时钟源与网络侧 TSN 转换器所在的通信网络的时钟源之间的时间偏差根据以下 S1-S2 来得到。

S1、根据第一时间同步信息中的基准时间戳、第一校正参数和第一节点与网络侧 TSN 转换器之间的链路时延，确定第一 TSN 时间。

基准时间戳和第一校正参数用于指示第一节点发送第一 Sync 报文的 TSN 时间。

在一些实施例中，可以将基准时间戳、第一校正参数与网络侧 TSN 转换器之间的链路时延相加，以得到第一 TSN 时间。第一 TSN 时间为网络侧 TSN 转换器接收到第一 Sync 报文的 TSN 时间。

S2、根据第一 TSN 时间和第一本地时间，确定时间偏差。

第一本地时间为网络侧 TSN 转换器接收到第一 Sync 报文的本地时间。

需要说明的是，网络侧 TSN 转换器接收到第一 Sync 报文的本地时间包括本地 TSN 时间和本地 5GS 时间，第一本地时间为网络侧 TSN 转换器接收到第一 Sync 报文的本地 TSN 时间。

在一些实施例中，时间偏差为第一 TSN 时间与第一本地时间之间的差值。

在一些实施例中，网络侧 TSN 转换器对于第一时间同步信息的修改包括以下一项或多项：

1、更新第一时间同步信息的广义精确时间协议（general precise time protocol, gPTP）净荷中累计的 cumulative rateRatio 字段。

2、更新第一时间同步信息的 gPTP 净荷中的 CorrectionField 字段。

3、在第一时间同步信息的后缀（Suffix）字段中加上 TSi 时戳。TSi 时戳也即上述入口时间戳。

在一些实施例中，TSi 时戳采用 5GS 时间。

4、在第一时间同步信息的 Suffix 字段中加上时间偏差 TimeOffset 字段。

5、更新第一时间同步信息的报文长度字段。

可以理解的是，由于在第一时间同步信息中新增了 TSi 时戳和 TimeOffset 两个字段，所以需要同步修改第一时间同步信息的报文长度字段。

也就是说，网络侧 TSN 转换器接收第一时间同步信息后，对第一时间同步信息进行更新，得到第二时间同步信息。

在一些实施例中，网络侧 TSN 转换器向设备侧 TSN 转换器发送第二时间同步信息，可以包括如下情形。

情形 1、网络侧 TSN 转换器通过一条报文向设备侧 TSN 转换器发送第二时间同步信息。

示例性地，网络侧 TSN 转换器向设备侧 TSN 转换器发送第二 Sync 报文，第二 Sync 报文包括第二时间同步信息。相应地，设备侧 TSN 转换器接收到网络侧 TSN 转换器发送的第二 Sync 报文，由于第二 Sync 报

文包括第二时间同步信息，也即接收网络侧 TSN 转换器发送的第二时间同步信息。

情形 2、网络侧 TSN 转换器通过两条报文向设备侧 TSN 转换器发送第二时间同步信息。

在一些实施例中，网络侧 TSN 转换器向设备侧 TSN 转换器发送第二时间同步信息之前，网络侧 TSN 转换器可以先向设备侧 TSN 转换器发送第二 Sync 报文，然后向设备侧 TSN 转换器发送第二 follow up 报文，第二 follow up 报文包括第二时间同步信息。相应地，设备侧 TSN 转换器接收网络侧 TSN 转换器发送的第二时间同步信息之前，接收网络侧 TSN 转换器发送的第二 Sync 报文，然后接收网络侧 TSN 转换器发送的第二 follow up 报文，由于第二 follow up 报文包括第二时间同步信息，也即接收网络侧 TSN 转换器发送的第二时间同步信息。

S103、设备侧 TSN 转换器根据第二时间同步信息，将设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间同步为时间敏感网络的时钟源的时间。

设备侧 TSN 转换器也即上述图 2 所示的 DS-TT。

在一些实施例中，设备侧 TSN 转换器根据第二时间同步信息，将设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间同步为时间敏感网络的时钟源的时间，可以包括如下 A1-A2。

A1、基于第二时间同步信息，获取基准时间戳、入口时间戳、第二校正参数以及频率比值。

在一些实施例中，设备侧 TSN 转换器接收到第二时间同步信息之后，对第二时间同步信息进行解析，以获取基准时间戳、入口时间戳、第二校正参数以及频率比值。

A2、根据基准时间戳、入口时间戳、第二校正参数、频率比值以及第二本地时间，确定第二 TSN 时间。

第二本地时间为设备侧 TSN 转换器接收到第二 Sync 报文的本地时间，第二 TSN 时间为设备侧 TSN 转换器接收到第二 Sync 报文的 TSN 时间，基准时间戳和第二校正参数用于指示网络侧 TSN 转换器发送第二 Sync 报文的 TSN 时间，入口时间戳用于指示网络侧 TSN 转换器发送第二 Sync 报文的本地时间，第二校正参数用于指示网络侧 TSN 转换器发送第二 Sync 报文的 TSN 时间与基准时间之间的差值，频率比值为 TSN 时钟源的频率与通信网络的时钟源的频率之间的比值。

需要说明的是，设备侧换转换器接收到第二 Sync 报文的本地时间包括本地 5GS 时间和本地 TSN 时间，第二本地时间为设备侧换转换器接收到第二 Sync 报文的本地 5GS 时间。网络侧 TSN 转换器发送第二 Sync 报文的本地时间包括本地 5GS 时间和本地 TSN 时间，入口时间戳用于指示网络侧 TSN 转换器发送第二 Sync 报文的本地 5GS 时间。

作为一种示例，根据基准时间戳、入口时间戳、第二校正参数、频率比值以及第二本地时间，确定第二 TSN 时间，可以如下述公式所示：

$$\text{CurrentTSNtime} = \text{PreciseOriginalTimeStamp} + \text{CorrectionField} + (\text{CurrentTime}(5G) - \text{TSi}) * \text{rateRatio}$$

其中，CurrentTSNtime 为第二 TSN 时间，PreciseOriginalTimeStamp 为基准时间戳，CorrectionField 为第二校正参数，CurrentTime(5G) 为第二本地时间，TSi 为入口时间戳，rateRatio 为频率比值。

在得到第二 TSN 时间后，将设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间同步为第二 TSN 时间，也即将设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间同步为时间敏感网络的时钟源的时间。

S104、设备侧 TSN 转换器周期性基于时间偏差对设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间进行校正，并向时间敏感网络中的第二节点发送校正后的设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间。

在一些实施例中，设备侧 TSN 转换器周期性基于时间偏差对设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间进行校正，可以包括如下 B1-B3。

B1、根据时间敏感网络与通信网络之间的时间同步周期的时长和校正次数，确定校正时间间隔。

由上述描述可知，第二时间同步信息还包括发包间隔参数，发包间隔参数用于确定时间敏感网络与通信网络之间的时间同步周期的时长。

在一些实施例中，设备侧 TSN 转换器中存储有网络管理人员预先配置的校正次数，校正次数用于指示对时间偏差的划分粒度，例如，校正次数为 6。

5 在一些实施例中，设备侧 TSN 转换器接收到第二时间同步信息之后，设备侧 TSN 转换器可以根据第二时间同步信息中的发包间隔参数，确定时间敏感网络与通信网络之间的时间同步周期的时长，然后根据时间敏感网络与通信网络之间的时间同步周期的时长和预设的校正次数，确定校正时间间隔。

作为一种示例，根据时间敏感网络与通信网络之间的时间同步周期的时长和校正次数，确定校正时间间隔，可以如下述公式所示：

10
$$\text{deltaT} = (2^{\text{SyncInterval}})/(2^N)$$

其中，deltaT 为校正时间间隔， $2^{\text{SyncInterval}}$ 为时间敏感网络与通信网络之间的时间同步周期的时长，SyncInterval 为发包间隔参数，N 为校正次数。

B2、根据时间偏差和校正次数，确定校正值。

校正值用于对设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间进行校正。

15 作为一种示例，根据第二时间同步信息中的时间偏差和预设的校正次数，确定校正值，可以如下述公式所示：

$$Z = \text{TimeOffset}/(2^N)$$

其中，Z 为校正值，TimeOffset 为时间偏差。

20 B3、在将设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间同步为时间敏感网络的时钟源的时间之后，每经过校正时间间隔以校正值对设备侧的 TSN 时间进行校正，得到校正后的设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间。

在一些实施例中，设备侧 TSN 转换器可以每经过校正时间间隔将校正值插入至设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间中以进行插值补偿，得到校正后的设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间。

25 在一些实施例中，设备侧 TSN 转换器中预设有定时器，以便于在定时器每达到一个校正时间间隔之后，设备侧 TSN 转换器以校正值对设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间进行校正，得到校正后的设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间。

在一些实施例中，设备侧 TSN 转换器得到校正后的设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间时，向时间敏感网络中的第二节点发送校正后的设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间。相应地，第二节点接收到来自于设备侧 TSN 转换器发送的校正后的设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间。第二节点也即上述图 2 中所示的下游 TSN 节点。

30 在一些实施例中，第二节点接收到校正后的设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间后，读取校正后的设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间，以完成与第一节点的时间同步。

在一些实施例中，设备侧 TSN 转换器得到校正后的设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间时，可以向第二节点发送第三时间同步信息，第三时间同步信息包括校正后的设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间。设备侧 TSN 转换器向第二节点发送第三时间同步信息的实现方式，可以参照上述步骤 S101 中对于第一节点向网络侧 TSN 转换器发送第一时间同步信息的两种情形，在此不予赘述。

35 需要说明的是，上述实施例以本公开实施例提供的一种时间同步方法应用于 5GS 网桥的网络架构中以完成时间同步仅仅是示例性的，本公开实施例提供的一种时间同步方法还可以应用于其他确定性网络（例如 DetNet）架构中以完成相应确定性网络架构中的时间同步，本公开实施例对此不限定。

基于图 3 所示的实施例，网络侧 TSN 转换器接收到第一节点发送的第一时间同步信息后，根据第一时

间同步信息确定 TSN 时钟源与网络侧 TSN 转换器所在的通信网络的时钟源之间的时间偏差，然后向设备侧 TSN 转换器发送第二时间同步信息，第二时间同步信息中包括该时间偏差，以便于设备侧 TSN 转换器基于时间偏差周期性对设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间进行校正，进而周期性将校正后的设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间发送至第二节点，以完成时间同步。如此，无需提高第一节点发送时间同步报文的发送频率，
5 通过在时间同步信息中添加时间偏差，以使得在两个时间同步信息的发送间隔内，设备侧 TSN 转换器可以向第二节点多次发送校正后的设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间，以此来提高时间同步精度。

下面结合图 2 所示的 5G 系统的架构示意图对本公开实施例提供的一种时间同步方法进行介绍，参见图 4，为本公开实施例提供的一种时间同步方法的整体流程示意图。如图 4 所示，该方法整体包括如下 S301-S308。

10 S301、在 DS-TT 上预先配置校正次数 N。

关于校正次数的描述，可以参照上述实施例中对于校正次数的描述，在此不予赘述。

S302、上游 TSN 节点向 NW-TT 发送第一时间同步信息至 NW-TT。

在一些实施例中，上游 TSN 节点周期性向 NW-TT 发送第一时间同步信息以进行时间同步。发送第一时间同步信息可以基于一歩法发送，也即发送第一 Sync 报文，第一 Sync 报文中包括第一时间同步信息，
15 也可以基于两步法发送，也即先发送第一 Sync 报文，再发送 follow up 报文，follow up 报文包括第一时间同步信息，本公开实施例对此不作限制。第一时间同步信息包括 Cumulative rateRatio 和 correction filed。

S303、NW-TT 解析第一时间同步信息获取主时钟当前时间，并计算主时钟当前时间与 NW-TT 本地时钟当前时间之间的时间偏差（TimeOffset）。

NW-TT 本地时钟当前时间为 NW-TT 本地时钟的当前 TSN 时间。

20 S304、NW-TT 更新第一时间同步信息，得到第二时间同步信息。

更新包括：

1、更新第一时间同步信息净荷里的 Cumulative rateRatio 字段；

2、更新第一时间同步信息净荷里的 correction filed 字段；

3、在 Suffix 字段里加上入口 Tsi 时戳（用 5GS 时钟）；

25 4、在 Suffix 字段里加上时间偏差 TimeOffset；

5、更新第一时间同步信息的报文长度字段。

S305、NW-TT 向 DS-TT 发送第二时间同步信息。

发送第二时间同步信息可以基于一歩法发送，也即发送第二 Sync 报文，第二 Sync 报文中包括第二时间同步信息，也可以基于两步法发送，也即先发送第二 Sync 报文，再发送 follow up 报文，follow up 报文
30 包括第二时间同步信息，本公开实施例对此不作限制。第二时间同步信息包括的时间偏差、TSi 时戳、cumulative rateRatio 以及 correction filed。

S306、DS-TT 进行分段差值校正。

在一些实施例中，S306 可以包括如下步骤：

S3061、从第二时间同步信息中获取：基准时间戳、入口时间戳、第二校正参数、频率比值及发包间隔
35 参数。

S3062、计算 DS-TT 当前的 TSN 时间。

S3063、在 DS-TT 设置定时器，确定校正时间间隔。

S3064、在定时器到达的每个校正时间间隔内，基于时间偏差对 DS-TT 当前的 TSN 时间进行插值补偿，

得到校正后的 DS-TT 的 TSN 时间。

S307、DS-TT 向下游 TSN 节点发送校正后的 DS-TT 的 TSN 时间。

S308、下游 TSN 节点读取校正后的 DS-TT 的 TSN 时间，完成时间同步。

上述主要从各个节点之间交互的角度对本公开提供的方案进行了介绍。可以理解的是，各个节点，例如网络侧 TSN 转换器以及设备侧 TSN 转换器为了实现上述功能，其包含了执行各个功能相应的硬件结构和/或软件模块。本领域技术人员应该很容易意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的算法步骤，本公开能够以硬件或硬件和计算机软件的结合形式来实现。某个功能究竟以硬件还是计算机软件驱动硬件的方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本公开的范围。

图 5 所示为本公开实施例提供的一种时间同步装置的组成示意图。如图 5 所示，该时间同步装置 20 包括接收单元 201、处理单元 202 和发送单元 203。

该时间同步装置 20 可以为上述网络侧 TSN 转换器或者网络侧 TSN 转换器中的芯片。时间同步装置 20 用于实现上述实施例中网络侧 TSN 转换器的功能时，各个单元用于实现以下功能。

接收单元 201，用于接收时间敏感网络 TSN 的第一节点发送的第一时间同步信息。

发送单元 203，用于响应于第一时间同步信息，向设备侧 TSN 转换器发送第二时间同步信息，第二时间同步信息包括 TSN 时钟源与网络侧 TSN 转换器所在的通信网络的时钟源之间的时间偏差。

在一些实施例中，接收单元 201，用于接收第一节点发送的第一时间同步（Sync）报文，第一 Sync 报文包括第一时间同步信息。

在一些实施例中，在接收时间敏感网络 TSN 的第一节点发送的第一时间同步信息之前，接收单元 201，还用于接收第一节点发送的第一 Sync 报文。

接收单元 201，用于接收第一节点发送的第一跟随（follow up）报文，第一 follow up 报文包括第一时间同步信息。

在一些实施例中，第一时间同步信息包括基准时间戳和第一校正参数，基准时间戳和第一校正参数用于指示第一节点发送第一 Sync 报文的 TSN 时间；处理单元 202，用于根据第一时间同步信息中的基准时间戳、第一校正参数和第一节点与网络侧 TSN 转换器之间的链路时延，确定第一 TSN 时间，第一 TSN 时间为网络侧 TSN 转换器接收到第一 Sync 报文的 TSN 时间；根据第一 TSN 时间和第一本地时间，确定时间偏差，第一本地时间为网络侧 TSN 转换器接收到第一 Sync 报文的本地时间。

在一些实施例中，发送单元 203，用于向设备侧 TSN 转换器发送第二 Sync 报文，第二 Sync 报文包括第二时间同步信息。

在一些实施例中，在向设备侧 TSN 转换器发送第二时间同步信息之前，发送单元 203，还用于向设备侧 TSN 转换器发送第二 Sync 报文。

发送单元 203，用于向设备侧 TSN 转换器发送第二 follow up 报文，第二 follow up 报文包括第二时间同步信息。

在一些实施例中，第二时间同步信息还包括以下至少之一：基准时间戳、入口时间戳、发包间隔参数、校正参数以及频率比值，基准时间戳和第二校正参数用于指示网络侧 TSN 转换器发送第二 Sync 报文的本地时间，发包间隔参数用于确定连续两次第一 Sync 报文的发送时间间隔，第二校正参数用于指示网络侧 TSN 转换器发送第二 Sync 报文的 TSN 时间与基准时间之间的差值，频率比值为 TSN 时钟源的频率与通信网络的时钟源的频率之间的比值。

图 6 所示为本公开实施例提供的另一种时间同步装置的组成示意图。如图 6 所示，该时间同步装置 30 包括接收单元 301、处理单元 302 和发送单元 303。

该时间同步装置 30 可以为上述设备侧 TSN 转换器或者设备侧 TSN 转换器中的芯片。时间同步装置 30 用于实现上述实施例中设备侧 TSN 转换器的功能时，各个单元用于实现以下功能。

5 接收单元 301，用于接收网络侧 TSN 转换器发送的第二时间同步信息，第二时间同步信息包括时间敏感网络的时钟源与网络侧 TSN 转换器所在的通信网络的时钟源之间的时间偏差。

处理单元 302，用于根据第二时间同步信息，将设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间同步为时间敏感网络的时钟源的时间。

10 发送单元 303，用于周期性基于时间偏差对设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间进行校正，并向时间敏感网络中的第二节点发送校正后的设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间。

在一些实施例中，处理单元 302，用于：根据时间敏感网络与通信网络之间的时间同步周期的时长和校正次数，确定校正时间间隔；根据时间偏差和校正次数，确定校正值；在将设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间同步为时间敏感网络的时钟源的时间之后，每经过校正时间间隔以校正值对设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间进行校正，得到校正后的设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间。

15 在一些实施例中，接收单元 301，用于接收网络侧 TSN 转换器发送的第二 Sync 报文，第二 Sync 报文包括第二时间同步信息。

在一些实施例中，在接收网络侧 TSN 转换器发送的第二时间同步信息之前，接收单元 301，还用于接收网络侧 TSN 转换器发送的第二 Sync 报文。

20 接收单元 301，用于接收网络侧 TSN 转换器发送的第二 follow up 报文，第二 follow up 报文包括第二时间同步信息。

25 在一些实施例中，第二时间同步信息还包括以下至少之一：基准时间戳、入口时间戳、发包间隔参数、第二校正参数以及频率比值，基准时间戳和第二校正参数用于指示网络侧 TSN 转换器发送第二 Sync 报文的本地时间，发包间隔参数用于确定时间敏感网络与通信网络之间的时间同步周期时间的时长，第二校正参数用于指示网络侧 TSN 转换器发送第二 Sync 报文的 TSN 时间与基准时间之间的差值，频率比值为 TSN 时钟源的频率与通信网络的时钟源的频率之间的比值。

30 在一些实施例中，处理单元 302，用于：基于第二时间同步信息中，获取基准时间戳、入口时间戳、第二校正参数以及频率比值；根据基准时间戳、入口时间戳、第二校正参数、频率比值以及第二本地时间，确定第二 TSN 时间，第二本地时间为设备侧 TSN 转换器接收到第二 Sync 报文的本地时间，第二 TSN 时间为设备侧 TSN 转换器接收到第二 Sync 报文的 TSN 时间；将设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间同步为第二 TSN 时间。

要说明的是，图 5 和图 6 中的单元也可以称为模块，例如，发送单元可以称为发送模块。另外，在图 5 和图 6 所示的实施例中，各个单元的名称也可以不是图中所示的名称，例如，发送单元也可以称为通信单元，接收单元也可以称作通信单元。

35 图 5 和图 6 中的各个单元如果以软件功能模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本公开实施例的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，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）或处理器（processor）执行本公开各个实施例方法的全部或部分步骤。存储计算机软件产品的存储介质包括：

U 盘、移动硬盘、只读存储器 (read-only memory, ROM)、随机存取存储器 (random access memory, RAM)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

上述时间同步装置 20 或者时间同步装置 30 采用硬件的形式实现上述集成的模块的功能的情况下，本公开实施例提供一种电子设备的结构示意图。如图 7 所示，该电子设备 40 包括：存储器 401、处理器 402、通信接口 403、总线 404。

存储器 401，可以是只读存储器 (read-only memory, ROM) 或可存储静态信息和指令的其他类型的静态存储设备，可以是随机存取存储器 (random access memory, RAM) 或者可存储信息和指令的其他类型的动态存储设备，也可以是电可擦可编程只读存储器 (electrically erasable programmable read-only memory, EEPROM)、磁盘存储介质或者其他磁存储设备、或者能够用于携带或存储具有指令或数据结构形式的期望的程序代码并能够由计算机存取的任何其他介质，但不限于此。

处理器 402，可以是实现或执行结合本公开的公开内容所描述的各种示例性的逻辑方框、模块和电路。该处理器 402 可以是中央处理器、通用处理器、数字信号处理器、专用集成电路、现场可编程门阵列或者其他可编程逻辑器件、晶体管逻辑器件、硬件部件或者其任意组合。其可以实现或执行结合本公开的公开内容所描述的各种示例性的逻辑方框、模块和电路。所述处理器 402 也可以是实现计算功能的组合，例如包含一个或多个微处理器组合、DSP 和微处理器的组合等。

通信接口 403，用于与其他设备通过通信网络连接。该通信网络可以是以以太网、无线接入网、无线局域网 (wireless local area networks, WLAN) 等。

在一些实施例中，存储器 401 可以独立于处理器 402 存在，存储器 401 可以通过总线 404 与处理器 402 相连接，用于存储指令或者程序代码。处理器 402 调用并执行存储器 401 中存储的指令或程序代码时，能够实现本公开实施例提供的时间同步方法。

在一些实施例中，存储器 401 也可以和处理器 402 集成在一起。

总线 404，可以是扩展工业标准结构 (extended industry standard architecture, EISA) 总线等。总线 404 可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。为便于表示，图 7 中仅用一条粗实线表示，但并不表示仅有一根总线或一种类型的总线。

通过以上的实施方式的描述，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，即将时间同步装置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。

本公开实施例还提供一种计算机可读存储介质。上述方法实施例中的全部或者部分流程可以由计算机指令来指示相关的硬件完成，该程序可存储于上述计算机可读存储介质中，该程序在执行时，可包括如上述各方法实施例的流程。计算机可读存储介质可以是前述任一实施例提供的时间同步装置的内部存储单元，例如计算机设备的内存。上述计算机可读存储介质也可以是上述时间同步装置的外部存储设备，例如上述时间同步装置上配备的插接式硬盘，智能存储卡 (smart media card, SMC)，安全数字 (secure digital, SD) 卡，闪存卡 (flash card) 等。进一步地，上述计算机可读存储介质还可以既包括上述时间同步装置的内部存储单元也包括外部存储设备。上述计算机可读存储介质用于存储上述计算机程序以及上述时间同步装置所需的其他程序和数据。上述计算机可读存储介质还可以用于暂时地存储已经输出或者将要输出的数据。上述计算机可读存储介质包括非暂态计算机可读存储介质。

本公开实施例还提供一种计算机程序产品，该计算机产品包含计算机程序，当该计算机程序产品在计算机上运行时，使得该计算机执行上述实施例中所提供的任一项时间同步方法。

5 尽管在此结合各实施例对本公开进行了描述，然而，在实施所要求保护的本公开过程中，本领域技术人员通过查看附图、公开内容、以及所附权利要求书，可理解并实现公开实施例的其他变化。在权利要求中，“包括”（comprising）一词不排除其他组成部分或步骤，“一”或“一个”不排除多个的情况。单个处理器或其他单元可以实现权利要求中列举的若干项功能。相互不同的从属权利要求中记载了某些措施，但这并不表示这些措施不能组合起来产生良好的效果。

10 尽管结合具体特征及其实施例对本公开进行了描述，显而易见的，在不脱离本公开的精神和范围的情况下，可对其进行各种修改和组合。相应地，本说明书和附图仅仅是所附权利要求所界定的本公开的示例性说明，且视为已覆盖本公开范围内的任意和所有修改、变化、组合或等同物。显然，本领域的技术人员可以对本公开进行各种改动和变型而不脱离本公开的精神和范围。这样，倘若本公开的这些修改和变型属于本公开权利要求及其等同技术的范围之内，则本公开也意图包含这些改动和变型在内。

以上，仅为本公开的具体实施方式，但本公开的保护范围并不局限于此，任何在本公开揭露的技术范围内的变化或替换，都应涵盖在本公开的保护范围之内。因此，本公开的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求 书

1、一种时间同步方法，其中，所述方法应用于网络侧 TSN 转换器，并且包括：

接收时间敏感网络 TSN 的第一节点发送的第一时间同步信息；

响应于所述第一时间同步信息，向设备侧 TSN 转换器发送第二时间同步信息，所述第二时间同步信息包括所述 TSN 时钟源与所述网络侧 TSN 转换器所在的通信网络的时钟源之间的时间偏差。

5 2、根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述接收 TSN 的第一节点发送的第一时间同步信息，包括：

接收所述第一节点发送的第一时间同步 Sync 报文，第一 Sync 报文包括所述第一时间同步信息。

3、根据权利要求 1 所述的方法，其中，在所述接收 TSN 的第一节点发送的第一时间同步信息之前，所述方法还包括：

接收所述第一节点发送的第一 Sync 报文；

10 所述接收 TSN 的第一节点发送的第一时间同步信息，包括：

接收所述第一节点发送的第一跟随 follow up 报文，第一 follow up 报文包括所述第一时间同步信息。

4、根据权利要求 2 或 3 所述的方法，其中，所述第一时间同步信息包括基准时间戳和第一校正参数，所述基准时间戳和所述第一校正参数用于指示所述第一节点发送所述第一 Sync 报文的 TSN 时间；所述方法还包括：

15 根据所述第一时间同步信息中的所述基准时间戳、所述第一校正参数和所述第一节点与所述网络侧 TSN 转换器之间的链路时延，确定第一 TSN 时间，所述第一 TSN 时间为所述网络侧 TSN 转换器接收到所述第一 Sync 报文的 TSN 时间；

根据所述第一 TSN 时间和第一本地时间，确定所述时间偏差，所述第一本地时间为所述网络侧 TSN 转换器接收到所述第一 Sync 报文的本地时间。

20 5、根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述向设备侧 TSN 转换器发送第二时间同步信息，包括：

向所述设备侧 TSN 转换器发送第二 Sync 报文，所述第二 Sync 报文包括所述第二时间同步信息。

6、根据权利要求 1 所述的方法，其中，在所述向设备侧 TSN 转换器发送第二时间同步信息之前，所述方法还包括：

向所述设备侧 TSN 转换器发送第二 Sync 报文；

25 所述向设备侧 TSN 转换器发送第二时间同步信息，包括：

向所述设备侧 TSN 转换器发送第二 follow up 报文，所述第二 follow up 报文包括所述第二时间同步信息。

7、根据权利要求 5 或 6 所述的方法，其中，所述第二时间同步信息还包括以下至少之一：基准时间戳、入口时间戳、发包间隔参数、第二校正参数以及频率比值，所述基准时间戳和所述第二校正参数用于指示所述网络侧 TSN 转换器发送所述第二 Sync 报文的 TSN 时间。

30 8、一种时间同步方法，其中，所述方法应用于设备侧 TSN 转换器，并且包括：

接收网络侧 TSN 转换器发送的第二时间同步信息，所述第二时间同步信息包括时间敏感网络 TSN 的时钟源与所述网络侧 TSN 转换器所在的通信网络的时钟源之间的时间偏差；

35 根据所述第二时间同步信息，将设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间同步为所述时间敏感网络的时钟源的时间；

周期性基于所述时间偏差对所述设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间进行校正，并向所述时间敏感网络中的第二节点发送校正后的设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间。

9、根据权利要求 8 所述的方法，其中，所述周期性基于所述时间偏差对所述设备侧 TSN 转换器的 TSN

时间进行校正, 包括:

根据所述时间敏感网络与所述通信网络之间的时间同步周期的时长和校正次数, 确定校正时间间隔;

根据所述时间偏差和所述校正次数, 确定校正值;

- 5 在将所述设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间同步为所述时间敏感网络的时钟源的时间之后, 每经过所述校正时间间隔以所述校正值对所述设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间进行校正, 得到所述校正后的设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间。

10、根据权利要求 8 所述的方法, 其中, 所述接收网络侧 TSN 转换器发送的第二时间同步信息, 包括:

接收所述网络侧 TSN 转换器发送的第二 Sync 报文, 所述第二 Sync 报文包括所述第二时间同步信息。

- 10 11、根据权利要求 8 所述的方法, 其中, 在所述接收网络侧 TSN 转换器发送的第二时间同步信息之前, 所述方法包括:
- 接收所述网络侧 TSN 转换器发送的第二 Sync 报文;
- 所述接收网络侧 TSN 转换器发送的第二时间同步信息, 包括:
- 所述接收所述网络侧 TSN 转换器发送的第二 follow up 报文, 所述第二 follow up 报文包括所述第二时间同步信息。

- 15 12、根据权利要求 10 或 11 所述的方法, 其中, 所述第二时间同步信息还包括以下至少之一: 基准时间戳、入口时间戳、发包间隔参数、第二校正参数以及频率比值, 所述基准时间戳和所述第二校正参数用于指示所述网络侧 TSN 转换器发送所述第二 Sync 报文的 TSN 时间。

13、根据权利要求 12 所述的方法, 其中, 所述根据所述第二时间同步信息, 将设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间同步为所述时间敏感网络的时钟源的时间, 包括:

- 20 基于所述第二时间同步信息, 获取所述基准时间戳、所述入口时间戳、所述第二校正参数以及所述频率比值;

根据所述基准时间戳、所述入口时间戳、所述第二校正参数、所述频率比值以及第二本地时间, 确定第二 TSN 时间, 所述第二本地时间为所述设备侧 TSN 转换器接收到所述第二 Sync 报文的本地时间, 所述第二 TSN 时间为所述设备侧 TSN 转换器接收到所述第二 Sync 报文的 TSN 时间;

- 25 将所述设备侧 TSN 转换器的 TSN 时间同步为所述第二 TSN 时间。

14、一种电子设备, 包括: 处理器和存储器;

所述存储器存储有所述处理器可执行的指令;

所述处理器被配置为执行所述指令时, 使得所述电子设备实现根据权利要求 1 至 13 中任一项所述的时间同步方法。

- 30 15、一种计算机可读存储介质, 其中, 所述计算机可读存储介质上存储有计算机指令, 当所述计算机指令在电子设备上运行时, 使得所述电子设备执行根据权利要求 1 至 13 中任一项所述的时间同步方法。

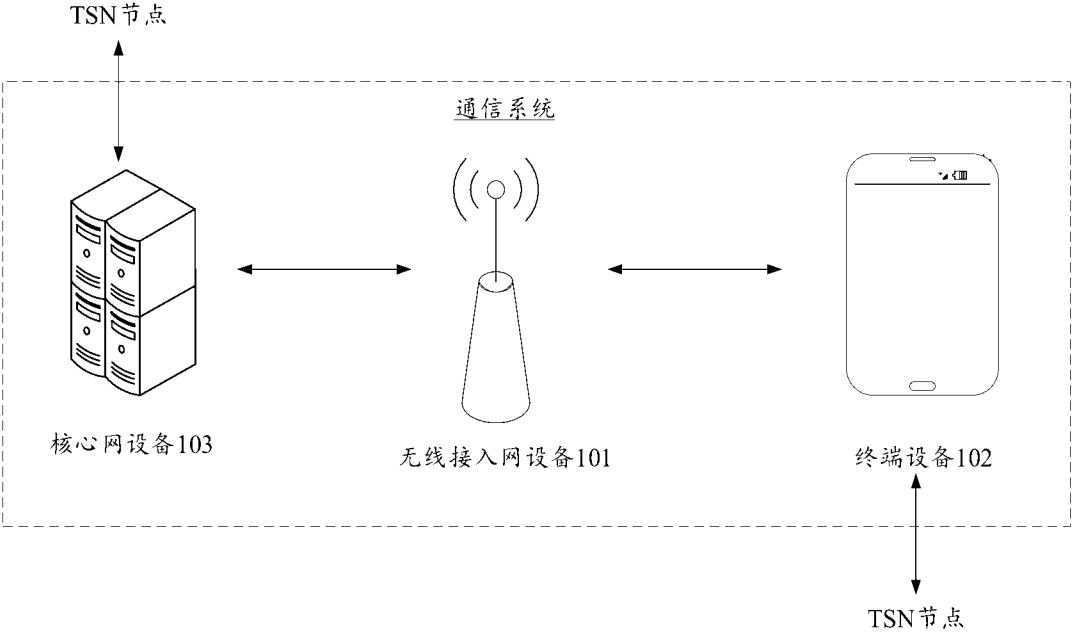


图 1

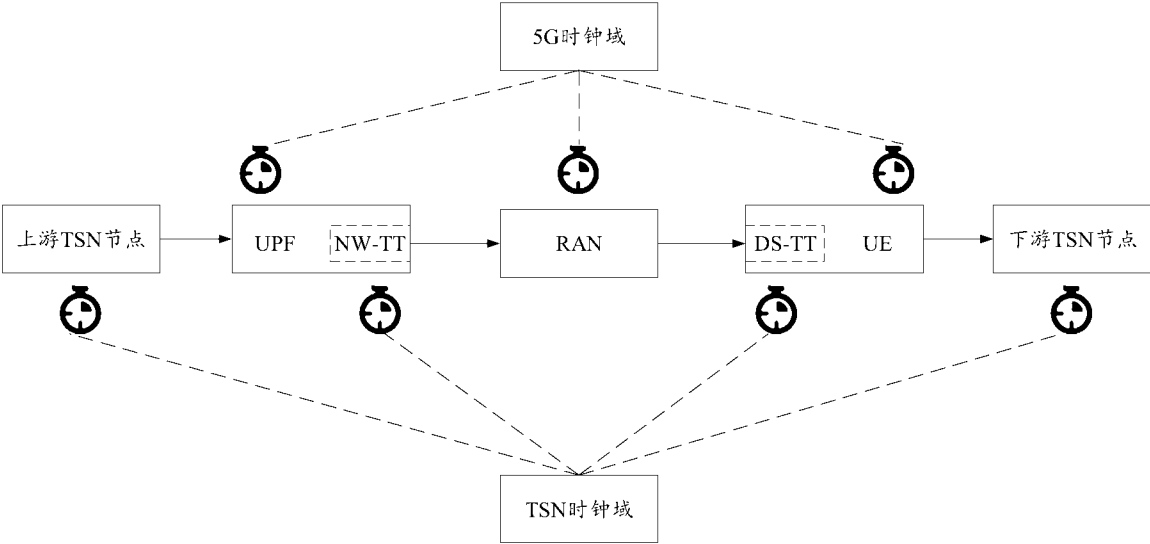


图 2

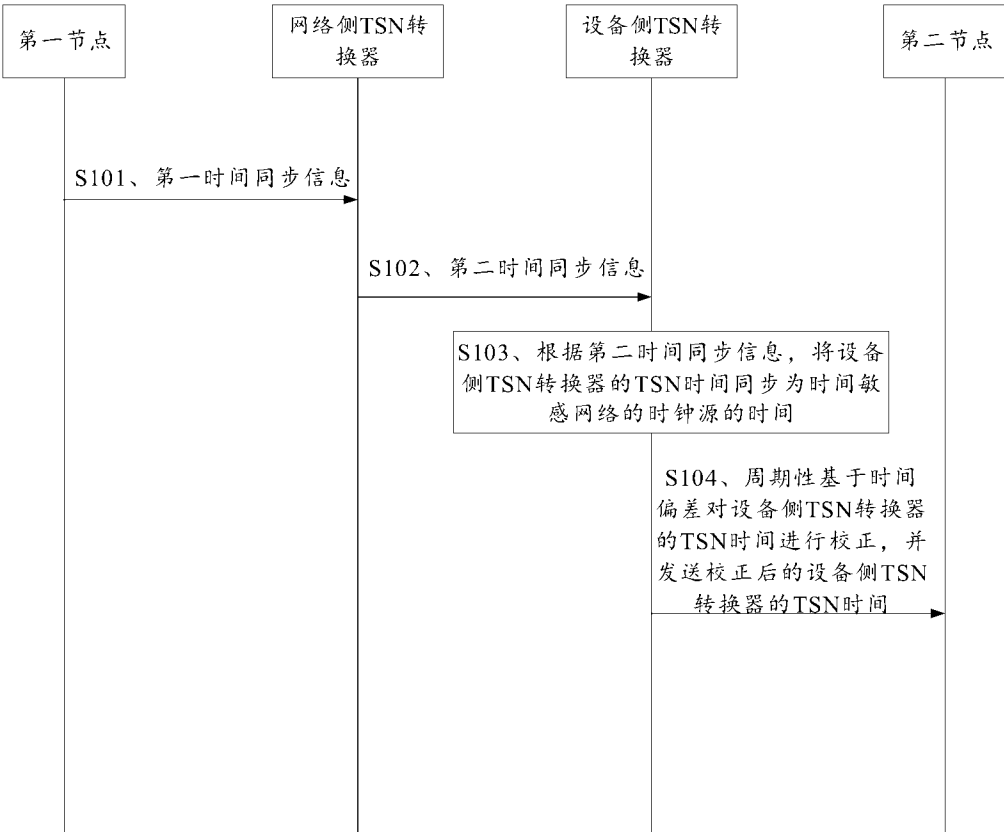


图 3

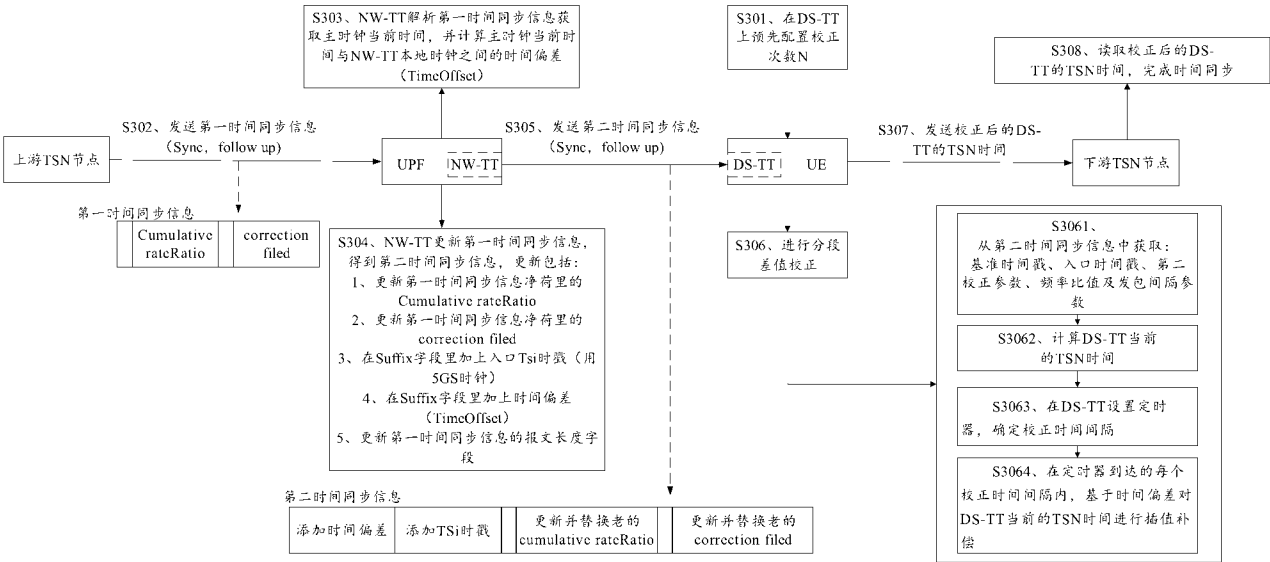


图 4

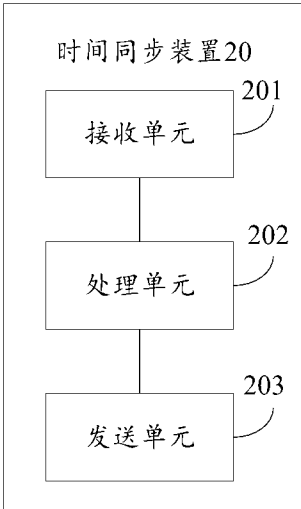


图 5

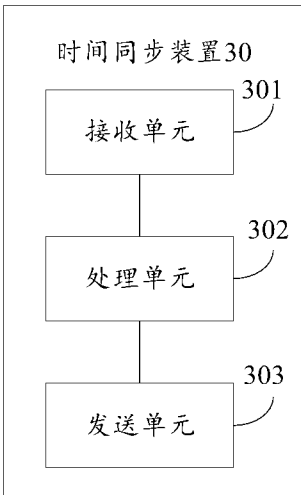


图 6

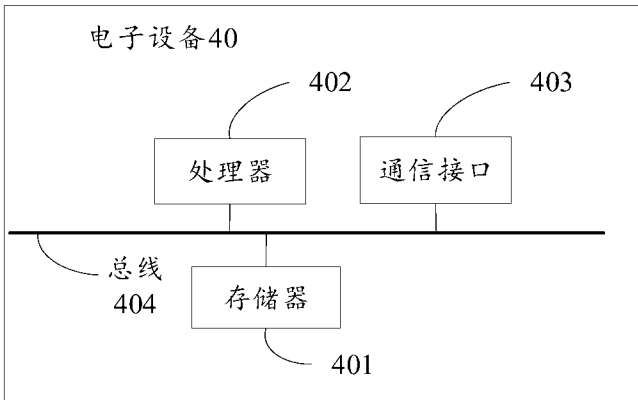


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/078736

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H04J3/06(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) IPC:H04J,H04W 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) CNTXT, CNKI, VCN, DWPI, ENTXT, 3GPP, IEEE: 时间敏感网络, 同步, 转换器, 网络侧, 设备侧, 时钟源, 时间差, 偏差, 偏移, 同步报文, 跟随报文, 时间戳, 校正参数, TSN, synchronization, translator, NW-TT, DS-TT, offset, difference, Sync, follow up		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2022176026 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 25 August 2022 (2022-08-25) description, paragraphs 0008-0009, 0014-0021, and 0026-0107, and figures 1 and 3	1-3, 5-8, 10-12, 14-15
A	CN 114827056 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY et al.) 29 July 2022 (2022-07-29) entire document	1-15
A	CN 114050884 A (CHONGQING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS) 15 February 2022 (2022-02-15) entire document	1-15
A	US 2022174625 A1 (TENCENT TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO., LTD.) 02 June 2022 (2022-06-02) entire document	1-15
A	WO 2020220747 A1 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 05 November 2020 (2020-11-05) entire document	1-15
☐ 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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 13 May 2024		Date of mailing of the international search report 17 May 2024
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2024/078736

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2022176026	A1	25 August 2022	TW	202234920	A	01 September 2022
				KR	20230121934	A	21 August 2023
				JPWO	2022176026	A1	25 August 2022

CN	114827056	A	29 July 2022	None			

CN	114050884	A	15 February 2022	WO	2023077760	A1	11 May 2023

US	2022174625	A1	02 June 2022	EP	4016881	A1	22 June 2022
				WO	2021190192	A1	30 September 2021
				CN	111490841	A	04 August 2020
				HK	40027919	A0	29 January 2021

WO	2020220747	A1	05 November 2020	CN	111865830	A	30 October 2020

A. 主题的分类

H04J3/06(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)

IPC:H04J,H04W

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))

CNTEXT,CNKI,VCN,DWPI,ENTXT,3GPP,IEEE:时间敏感网络,同步,转换器,网络侧,设备侧,时钟源,时间差,偏差,偏移,同步报文,跟随报文,时间戳,校正参数,TSN,synchronization, translator,NW-TT,DS-TT,offset,difference,Sync,follow up

C. 相关文件

类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	WO 2022176026 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 2022年8月25日 (2022 - 08 - 25) 说明书第0008-0009、0014-0021、0026-0107段, 附图1、3	1-3,5-8,10-12,14-15
A	CN 114827056 A (华南理工大学等) 2022年7月29日 (2022 - 07 - 29) 全文	1-15
A	CN 114050884 A (重庆邮电大学) 2022年2月15日 (2022 - 02 - 15) 全文	1-15
A	US 2022174625 A1 (TENCENT TECHNOLOGY (SHENZHEN) COMPANY LIMITED) 2022年6月2日 (2022 - 06 - 02) 全文	1-15
A	WO 2020220747 A1 (华为技术有限公司) 2020年11月5日 (2020 - 11 - 05) 全文	1-15

☐ 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

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“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

2024年5月13日

国际检索报告邮寄日期

2024年5月17日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

翟美玲

电话号码 (+86) 010-53961597

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/078736

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)
WO	2022176026	A1	2022年8月25日	TW 202234920 A	2022年9月1日
				KR 20230121934 A	2023年8月21日
				JPWO 2022176026 A1	2022年8月25日
CN	114827056	A	2022年7月29日	无	
CN	114050884	A	2022年2月15日	WO 2023077760 A1	2023年5月11日
US	2022174625	A1	2022年6月2日	EP 4016881 A1	2022年6月22日
				WO 2021190192 A1	2021年9月30日
				CN 111490841 A	2020年8月4日
				HK 40027919 A0	2021年1月29日
WO	2020220747	A1	2020年11月5日	CN 111865830 A	2020年10月30日