



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200720199448.6

[45] 授权公告日 2008 年 10 月 1 日

[11] 授权公告号 CN 201127028Y

[22] 申请日 2007.12.19

[21] 申请号 200720199448.6

[73] 专利权人 华东电网有限公司

地址 200002 上海市南京东路 201 号

共同专利权人 国网南京自动化研究院
上海涌能电力科技发展有限公司

[72] 发明人 焦 群 胡春阳 宋 平 张辉勇
黄 捷

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司
代理人 陈 亮

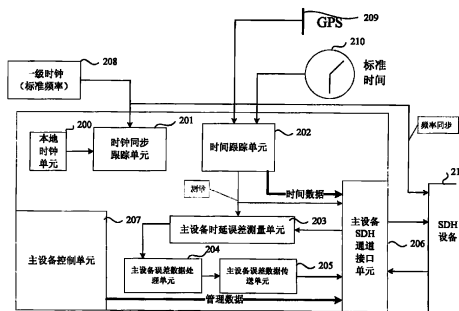
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 4 页

[54] 实用新型名称

通过同步数字体系光通信网络传递时间的
时间同步系统

[57] 摘要

本实用新型公开了时间同步系统，建立了高精度、高可靠性的标准时间网络。其技术方案为：该时间同步系统包括时间同步主设备和从设备。其中时间同步主设备进一步包括：时间跟踪单元、主设备时延误差测量单元、主设备误差数据处理单元、主设备误差数据传送单元、主设备同步数字体系通道接口单元、时钟同步跟踪单元和本地时钟单元、主设备控制单元。时间同步从设备进一步包括：本地守时单元、时间同步单元、从设备时延误差测量单元、从设备误差数据处理单元、从设备误差数据传送单元、时间分配单元、本地时钟和频率同步接口单元、从设备控制单元。本实用新型应用于电力系统领域。



1、一种通过同步数字体系光通信网络传递时间的时间同步系统，其特征在于，该系统包括位于该同步数字体系光通信网络的主节点的时间同步主设备以及位于该同步数字体系光通信网络的从节点的时间同步从设备，

该时间同步主设备进一步包括：

时间跟踪单元，提供时间源接口，接入外部标准时间以跟踪时间；

主设备时延误差测量单元，连接该时钟跟踪单元，测量时间传送过程中的信号传输时延；

主设备误差数据处理单元，连接该主设备时延误差测量单元，对测量到的时延数据进行处理，得到时间误差数据；

主设备误差数据传送单元，连接该主设备误差数据处理单元，向该时间同步从设备传送处理后的时间误差数据；

主设备同步数字体系通道接口单元，连接该主设备误差数据传送单元，提供业务通道的接口，针对各种同步数字体系光通信系统提供开销通道的接口；

时钟同步跟踪单元和本地时钟单元，产生该时钟同步主设备的所需的时钟；

主设备控制单元，控制该时钟同步主设备的运作、监视运作状态以及管理数据通信；

该时间同步从设备进一步包括：

本地守时单元，通过本地守时时钟或外接 GPS 接口实现守时，在授时通信中断时通过守时延续时间服务；

时间同步单元，通过调整输出的时间脉冲相位补偿传输时延，输出该时间同步从设备的时间；

从设备时延误差测量单元，测量时间传送过程中的信号传输时延；

从设备误差数据处理单元，处理测量的时延数据，计算时间调整和补偿数据；

从设备误差数据传送单元，接收该时间同步主设备发送的时间误差数据；

时间分配单元，在本地分配标准时间，提供时间分配接口；

本地时钟和频率同步接口单元，产生该时间同步从设备所需的时钟，接收主节点的频率同步；

从设备同步数字体系通道接口单元，提供业务通道的接口，针对各种同步数字体系系统提供开销通道的接口；

从设备控制单元，控制该时钟同步从设备的运作、监视运作状态以及管理数据通信。

2、根据权利要求1所述的通过同步数字体系光通信网络传递时间的时间同步系统，其特征在于，该时间同步从设备中的该时间同步单元通过该主节点和该从节点组成的闭环完成自适应补偿。

3、根据权利要求2所述的通过同步数字体系光通信网络传递时间的时间同步系统，其特征在于，该时间同步单元是应用双向脉冲法的时延补偿方法的单元。

4、根据权利要求2所述的通过同步数字体系光通信网络传递时间的时间同步系统，其特征在于，该主设备时延误差测量单元和该从设备时延误差测量单元还各自包括脉冲间隔时间测量单元，通过频率计数测时间间隔的方式进行时延测量。

5、根据权利要求2所述的通过同步数字体系光通信网络传递时间的时间同步系统，其特征在于，该时间同步单元还包括脉冲相位调整单元，通过调整相位实现时间补偿。

通过同步数字体系光通信网络传递时间的的时间同步系统

技术领域

本实用新型涉及一种时间同步系统，尤其涉及一种通过同步数字体系（SDH）光通信网络系统传递高精度时间的的时间同步系统。

背景技术

随着电力系统继电保护系统的发展，广域继电保护系统概念的提出，随着电力系统安全稳定系统的推广应用，随着电力系统大范围高精度测量系统的建立，例如，功角测量系统，广域电网同步状态监测系统，统一高精度标准时间问题的解决显得越来越重要。

因此，研究建立高精度、高可靠性的标准时间网络十分有意义。从我国电网和电力通信发展的现状来看，研究利用现有的 SDH 网络传递标准时间信号，保证其精度和稳定度相当于甚至超过 GPS，对解决电力系统控制和测量问题有实际的意义。

发明内容

本实用新型的目的在于提供一种时间同步系统，建立了高精度、高可靠性的标准时间网络，对解决电力系统控制和测量问题有实际意义。

本实用新型的技术方案为：本实用新型揭示了一种通过同步数字体系光通信网络传递时间的的时间同步系统，其特征在于，该系统包括位于该同步数字体系光通信网络的主节点的时间同步主设备以及位于该同步数字体系光通信网络的从节点的时间同步从设备，

该时间同步主设备进一步包括：

时间跟踪单元，提供时间源接口，接入外部标准时间以跟踪时间；

主设备时延误差测量单元，连接该时钟跟踪单元，测量时间传送过程中的信号传输时延；

主设备误差数据处理单元，连接该主设备时延误差测量单元，对测量到的时延数据进行处理，得到时间误差数据；

主设备误差数据传送单元，连接该主设备误差数据处理单元，向该时间同步从设备传送处理后的时间误差数据；

主设备同步数字体系通道接口单元，连接该主设备误差数据传送单元，提供业务通道的接口，针对各种同步数字体系光通信系统提供开销通道的接口；

时钟同步跟踪单元和本地时钟单元，产生该时钟同步主设备的所需的时钟；

主设备控制单元，控制该时钟同步主设备的运作、监视运作状态以及管理数据通信；

该时间同步从设备进一步包括：

本地守时单元，通过本地守时时钟或外接 GPS 接口实现守时，在授时通信中断时通过守时延续时间服务；

时间同步单元，通过调整输出的时间脉冲相位补偿传输时延，输出该时间同步从设备的时间；

从设备时延误差测量单元，测量时间传送过程中的信号传输时延；

从设备误差数据处理单元，处理测量的时延数据，计算时间调整和补偿数据；

从设备误差数据传送单元，接收该时间同步主设备发送的时间误差数据；

时间分配单元，在本地分配标准时间，提供时间分配接口；

本地时钟和频率同步接口单元，产生该时间同步从设备所需的时钟，接收主节点的频率同步；

从设备同步数字体系通道接口单元，提供业务通道的接口，针对各种同步数字体系系统提供开销通道的接口；

从设备控制单元，控制该时钟同步从设备的运作、监视运作状态以及管理数据通信。

上述的通过同步数字体系光通信网络传递时间的的时间同步系统，其中，该时间同步从设备中的该时间同步单元通过该主节点和该从节点组成的闭环完成自适应补偿。

上述的通过同步数字体系光通信网络传递时间的时间同步系统，其中，该时间同步单元是应用双向脉冲法的时延补偿方法的单元。

上述的通过同步数字体系光通信网络传递时间的时间同步系统，其中，该主设备时延误差测量单元和该从设备时延误差测量单元还各自包括脉冲间隔时间测量单元，通过频率计数测时间间隔的方式进行时延测量。

上述的通过同步数字体系光通信网络传递时间的时间同步系统，其中，该时间同步单元还包括脉冲相位调整单元，通过调整相位实现时间补偿。

本实用新型对比现有技术有如下的有益效果：本实用新型的时间同步系统包括时间同步主设备和时间同步从设备，通过 SDH 提供的通道（开销时隙 SOH 或业务通道 E1）传送时间信号。在现有的 SDH 系统的主节点上增加时间同步主设备以接收标准时间信号（例如 UTC 时间），在现有 SDH 系统的从节点上增加时间同步从设备以接收主节点的同步，时间信号经过这样的主从接力传递到整个网络。

附图说明

图 1 是本实用新型的系统在现有 SDH 系统中的结构示意图。

图 2 是本实用新型的时间同步主设备的较佳实施例的原理图。

图 3 是本实用新型的时间同步从设备的较佳实施例的原理图。

图 4 是本实用新型的时间同步主设备和时间同步从设备的功能框图。

图 5 是本实用新型的传输系统时延补偿的示意图。

图 6 是双向脉冲法时延计算原理图。

图 7 是双向脉冲时延补偿的原理图。

图 8 是时间测量的示意图。

图 9 是脉冲相位调整的原理图。

具体实施方式

下面结合附图和实施例对本实用新型作进一步的描述。

本实用新型的时间同步系统如图 1 所示的设置现有的 SDH 系统中。请参见图 1 中，细实箭头 \longrightarrow 表示业务信号，虚线箭头 $\cdots\cdots\blacktriangleright$ 表示开销 SOH，粗实箭头 \longrightarrow 表示时间数据加时间脉冲。在主节点中，时钟同步设备（TSE）12a

连接 SDH 终端设备 (STE) 11a, 时钟同步设备 12a 连接时间同步主设备 (TSE) 10a。业务终端 (TE) 13a 与 SDH 终端设备 11a 互连, 时间同步主设备 10a 与 SDH 终端设备 11a 互连。在从节点中, 业务终端 13b 与 SDH 终端设备 11b 互连, 时间同步从设备 (TSE) 10b 与 SDH 终端设备 11b 互连。SDH 终端设备 11b 连接时钟同步设备 12b, 时钟同步设备 12b 连接时间同步从设备 10b。另两个 SDH 终端设备 11c、11d 与时间同步从设备 10b 互连。这两个 SDH 终端设备 11c、11d 又连往下一级的节点。

本实用新型的通过 SDH 光通信网络传递时间的时间同步系统包括位于 SDH 光通信网络的主节点的时间同步主设备和位于 SDH 光通信网络的从节点的时间同步从设备。主从设备组成的时间同步系统可以同时通过 SDH 提供的通道 (开销时隙 SOH 或业务通道 E1) 以主从同步的方式传送时间信号, 包括表示高精度时间的脉冲信号和表示时间数据的时间报信号 (年、月、日、时、分、秒数据)。

图 2 示出了本实用新型的时间同步主设备 10a 的原理。请参见图 2, 时间同步主设备 10a 包括时间跟踪单元 202、主设备时延误差测量单元 203、主设备误差数据处理单元 204、主设备误差数据传送单元 205、主设备 SDH 通道接口单元 206、时钟同步跟踪单元 201 和本地时钟单元 200、主设备控制单元 207。其中时间跟踪单元 202 提供时间源接口, 接入外部标准时间 (例如标准时间 210 和 GPS209) 跟踪高精度时间。主设备时延误差测量单元 203 测量时间传送过程中的信号传输时延。主设备误差数据处理单元 204 对测量到的时延数据进行处理, 得到时间误差数据。主设备误差数据传送单元 205 向时间同步从设备 10b 传送处理后的时间误差数据。主设备 SDH 通道接口单元, 提供业务通道的接口, 针对各种型号的 SDH 系统提供开销通道的接口。时钟同步跟踪单元 201 接收本地时钟单元 200 和一级时钟 (标准频率) 208, 产生时钟同步主设备 10a 所需的时钟。主设备控制单元 207 控制时钟同步主设备 10a 的运作、监视其运作状态以及管理数据通信等。

时间同步主设备 10a 的主要功能包括: 产生或者跟踪本地高精度标准时间和频率信号; 作为时间网络中的主节点设备负责传递时间, 同步从节点; 与从节点配合, 测量和计算传输时延误差; 提供多种数据通道接口适应各种 SDH 系统; 实现管理节点功能, 实现管理网络通信功能。

图 3 示出了本实用新型的时间同步从设备 10b 的原理。请参见图 3，时间同步从设备 10b 包括本地守时单元 300、时间同步单元 305、从设备时延误差测量单元 302、从设备误差数据处理单元 303、从设备误差传送单元 304、时间分屏单元 306、本地时钟和频率同步接口单元 307、从设备 SDH 接口单元 301、从设备控制单元 308。

其中本地守时单元 300 通过本地守时时钟或外接守时时钟 310 或外接 GPS 接口 309 实现守时，在授时通信中断时通过守时延续时间服务。从设备时延误差测量单元 302 测量传送过程中的信号传输时延。从设备误差数据传送单元 304 接收时间同步主设备 10a 发送的时间误差数据。从设备误差数据处理单元 303 处理测量的时延数据，计算时间调整和补偿数据。时间同步单元 305 通过调整输出的时间脉冲相位补偿传输时延，输出时间同步从设备 10b 的时间。本地时钟和频率同步接口单元 307 产生时间同步从设备 10b 所需的时钟，接收主节点的频率同步。从设备 SDH 接口单元 301 提供业务通道的接口，针对各种 SDH 系统提供开销通道的接口。从设备控制单元 308 控制时钟同步从设备 10b 的运作、监视运作状态以及管理数据通信。

时间同步从设备 10b 的主要功能包括：接受主节点的时间同步；本地守时、接收 GPS 同步守时；接受主节点的频率同步；时间网络终端节点设备，负责在本地分发时间信号；提供多种数据通道接口适应各种 SDH 系统；实现管理节点功能，实现管理网络通信功能。

主从时间同步设备 10a、10b 的功能框见图 4，系统包括通信模块、频率合成模块 41、相位调整模块 42、处理器模块 43 和时间频率接口模块，系统包括时间总线 (Tbus)、脉冲信号 (sp)、频率信号 (fp) 等。主从设备的区别在于：1) 处理器模块配置的软件不同；2) 作为主设备时有外同步信号，秒脉冲信号和时间信号 (RS232) 输入，作为从设备时无外同步信号，秒脉冲和时间信号 (RS232) 输出，3) 作为主设备 J 跳在 1—2 位置，作为从设备 J 跳在 1—3 位置。

请继续参见图 4，通信模块包括业务通道接口 (CT E1) 40a 和开销通道接口 (CT V11) 40b。以业务通道接口 40a 为例，通信模块对应通信卡，包括 SDH 接口 400a、接收模块 401a、发送模块 402a、计时测量模块 403a。同样的，对

开销通道接口 40b, 包括 SDH 接口 400b、接收模块 401b、发送模块 402b、计时测量模块 403b。其中 E1 业务的 SDH 接口 400a 实现 E1G.703 2M 信号的接入、电平转换、分离同步信号、成帧和解帧, 输出 ST-BUS。V11 业务的 SDH 接口 400b 负责实现 64k V11 码元整形, 电平转换, 同步信号接收等功能, 输出 64k 信号和同步时钟。

接收模块 401a 接收 SDH 接口 400a 送来的串行数字信号, 提供判断时间脉冲信号的位置, 接收时间测量数据, 分离时间报文, 分离管理数据等功能, 输出脉冲位置信号, 时间测量数据, 时间报文, 管理数据等。接收模块 401b 亦是如此。

发送模块 402a 发送串行数据信号的 SDH 接口 400a, 提供发送时间脉冲信号、发送时间测量数据、插入时间报文、插入管理数据等功能, 输出脉冲位置信号, 输入时间测量数据, 输入时间报文, 输入管理数据。

计时测量模块 403a 测量发送脉冲时间, 接收时间脉冲数据, 输出测量数据。

数据总线功能包括测量数据、时间报文、管理数据输入输出总线等。时间同步模块对应时间卡, 包括: 本地时钟、频率合成、时标接口(外同步)、时间接口(秒脉冲)、受控调频和移相(APC)、数据处理、时间输出(秒脉冲输出)功能模块。各功能模块的功能如下: 本地时钟功能, 产生本地标准频率信号(10MHz)。频率合成模块, 通过频率合成产生各种时钟信号(FP)。时标输入接口(外同步), 输入高精度标准频率信号。时间输入接口, 输入高精度标准时间(秒脉冲和时间报)。受控调频和移相, 受控实时调整秒脉冲信号相位和调频。时间的分配输出(秒脉冲输出), 将时间信号转换成适合应用的形式发送到各个时间应用设备, 时间输出形式, 秒脉冲输出、IRIG-B、NTP。

管理模块对应管理卡, 包括管理 CPU、管理总线、管理数据通信功能。各功能模块的功能如下: 管理 CPU, 负责设备管理的中央处理器系统。管理总线, 管理的中央处理器系统与各个板卡、功能模块的连接总线, 包括数据总线和地址总线。管理数据通信功能, 负责管理远程管理数据通信, 转发多级主从设备之间的远程管理数据。

时间是不断流失的, 任何传送过程都会带来时延, 在接收端补偿传送时延

是有效的校正方法，而且时延补偿性能决定了时间传送系统的精度。任何通信系统在传送信号时都会引起信号的延迟和延时的变化（飘移，抖动），这些延时、漂移和抖动对标准时间信号来说都是致命的，要想获得高精度的时间就必须对延时和延时的变化进行实时补偿，通过补偿使得从节点中的时间与主节点的完全一致，排除信号传输通道的影响。

对于电力系统这样精度要求比较高的系统必须采用自适应时延补偿的方法。自适应时延补偿的原理是通过时延测试过程测量和计算传输系统的时延，在时间接收端对传输系统的时延进行补偿，参见图 5。测量、计算、补偿的过程如下：发送端 50 独立授时；发送端 50 或者发送端 50 和接收端 51 同时测量、计算；误差数据通过通信电路传送到接收端 51，在接收端 51 调整；自适应补偿过程通过发送端 50 和接收端 51 共同闭环完成；授时过程简单，授时调整的实时性强。时间同步从设备 10b 中的时间同步单元 305 通过主节点和从节点组成的闭环完成自适应补偿。

本实用新型采用目前流行的改进的双向脉冲法的时延补偿方法，其原理请参见图 6。调整过程如下：调整周期 T ；主节点 M 和从节点 S 同时通过通信系统互发测量脉冲，测量 T_M 和 T_S 值；对称传输系统时延补偿计算公式仍为 $(T_M - T_S) / 2$ ；在 APC 中立即调整时间脉冲的相位，调整后从节点 APC 输出的脉冲相位（时间）与主节点端 RTG 发出的时间脉冲完全一致，完成了时间的同步；测量、传输、计算全部动作在一个测量周期内完成。改进的双向脉冲法的时延补偿原理框图请参见图 7，标准脉冲时间产生器（RTG）70 连接第一方向信号传输时延单元 72 和主节点的脉冲间隔时间测量单元（M-TIC）71。第二方向信号传输时延单元 73 连接脉冲间隔时间测量单元 71。第一方向信号传输时延单元 72 连接脉冲相位调整单元（APC）74 和从节点的脉冲间隔时间测量单元（S-TIC）75。计算单元 76 接收主节点的脉冲间隔时间测量单元（M-TIC）71 和从节点的脉冲间隔时间测量单元（S-TIC）75，计算得到 $(T_M - T_S) / 2$ ，其中 T_M 是主节点侧 M-TIC 71 测量的时间值， T_S 是从节点侧 S-TIC 75 测量的时间值。计算结果输出至脉冲相位调整单元 74。本实用新型中的时间同步单元 305 是应用这种改进的双向脉冲法的时延补偿方法的单元。

在主设备时延误差测量单元 203 和从设备时延误差测量单元 302 中还各自

包括脉冲间隔时间测量单元，其工作原理参见图 8 所示，对 F_c 频率直接计数，测得时间间隔。测量的精度直接取决于 F_c 的周期， $F_c=100\text{MHz}$ ，测量的精度为 10ns 。

时间同步单元 305 还包括脉冲相位调整单元（亦即图 7 中的脉冲相位调整单元 74），通过该脉冲相位调整单元实现时间补偿。通过增加和减少分频脉冲数量 M 的方法实现调频；通过增加和减少移相脉冲数量 N 的方法实现移相。最终的目的都是通过调整相位实现时间补偿。时间补偿的精度取决于相位调整的颗粒度。脉冲相位调整单元的最小调整尺度为 $1/F_c$ ， $F_c=100\text{MHz}$ 时调整的颗粒度为 10ns 。

上述实施例是提供给本领域普通技术人员来实现或使用本实用新型的，本领域普通技术人员可在不脱离本实用新型的发明思想的情况下，对上述实施例做出种种修改或变化，因而本实用新型的保护范围并不被上述实施例所限，而应该是符合权利要求书提到的创新性特征的最大范围。

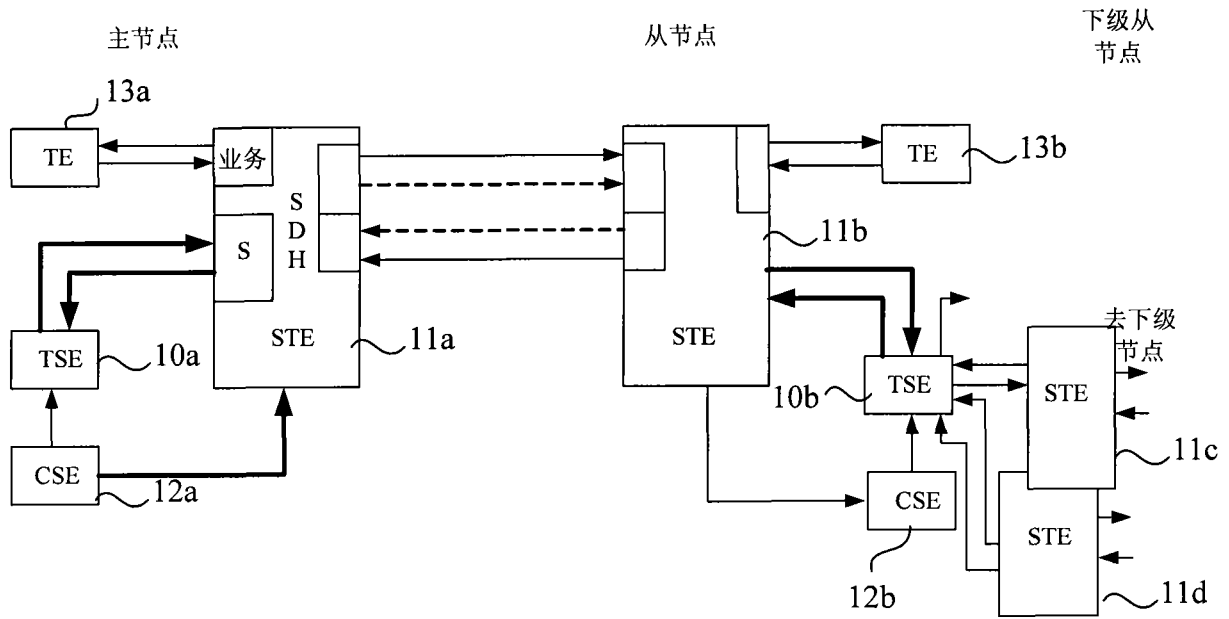
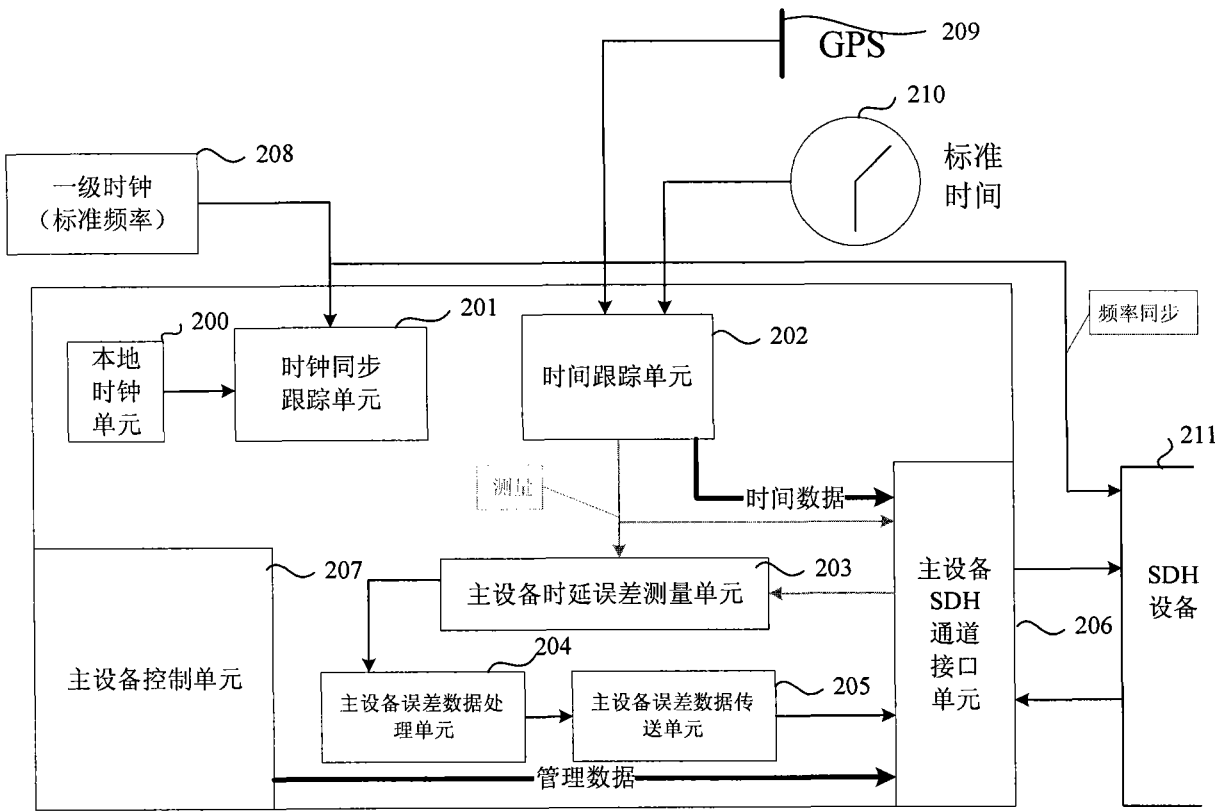


图 1



10a

图 2

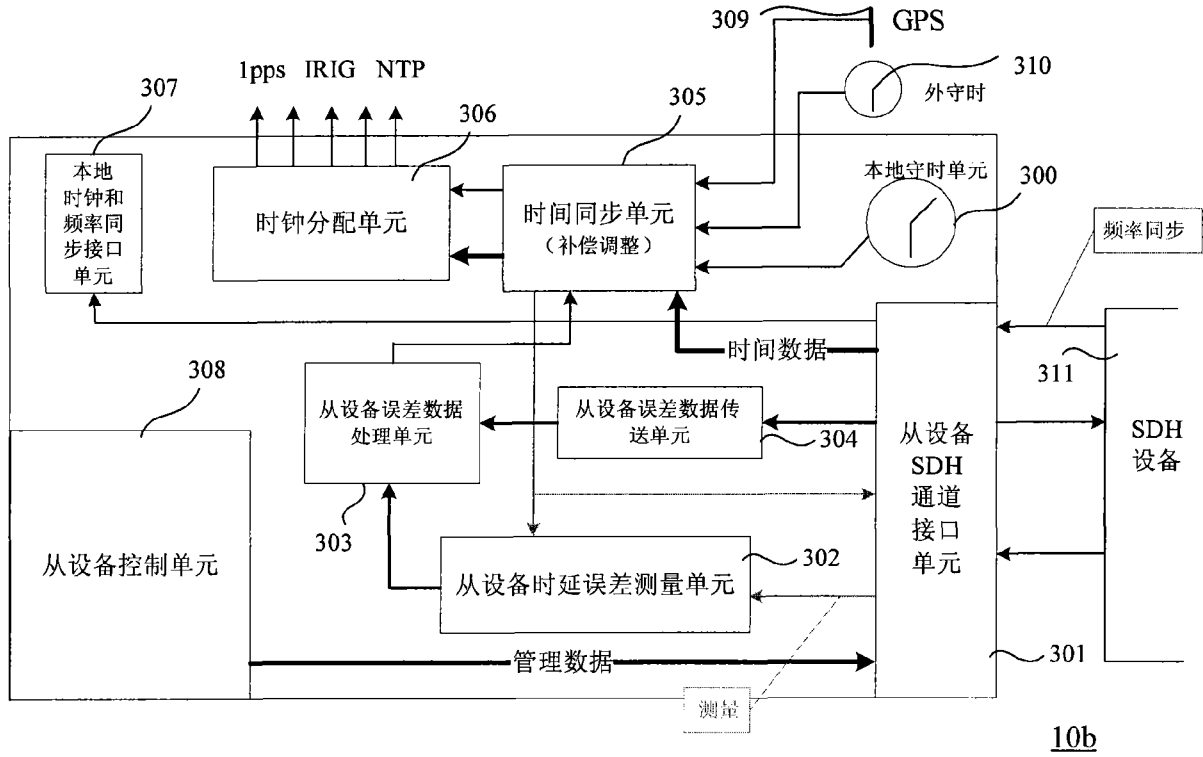


图 3

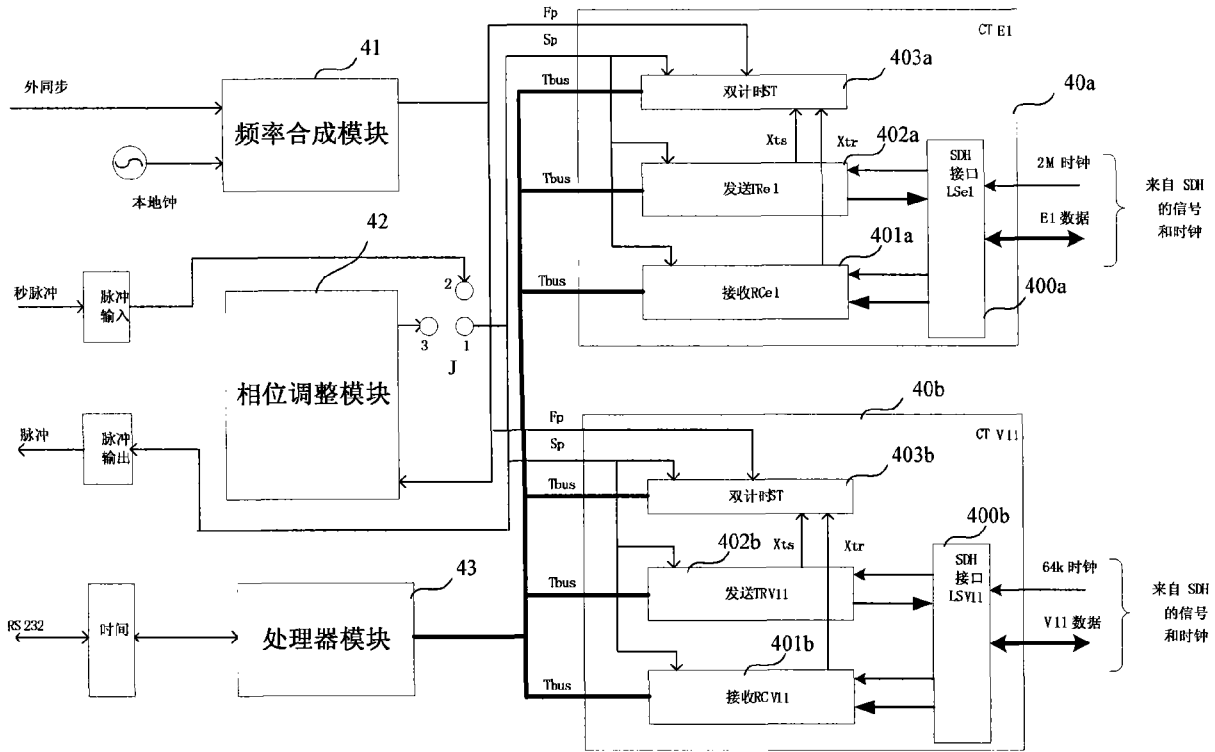


图 4

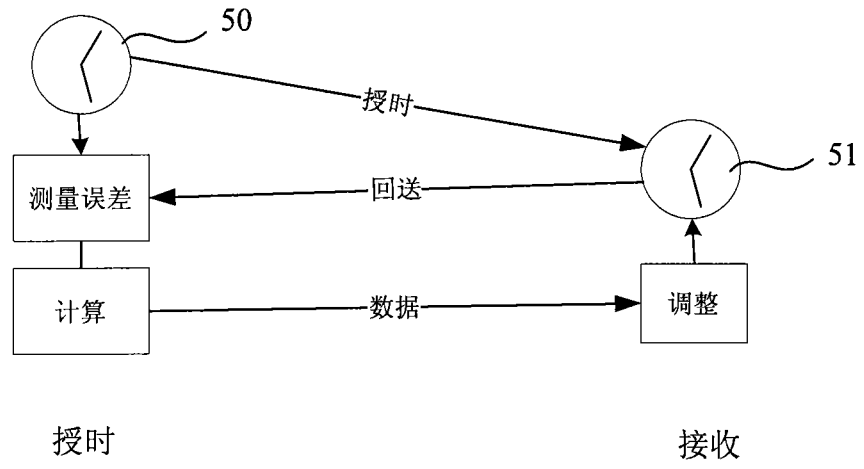


图 5

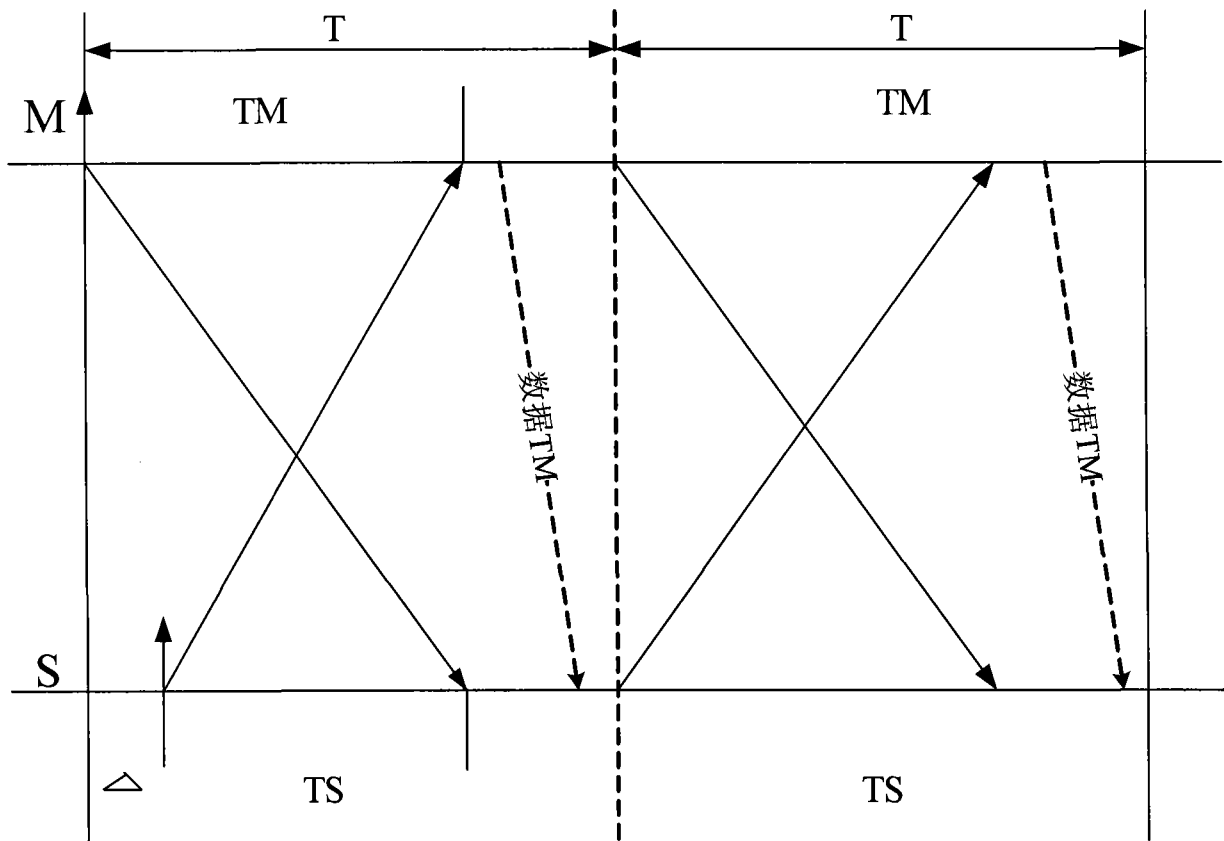


图 6

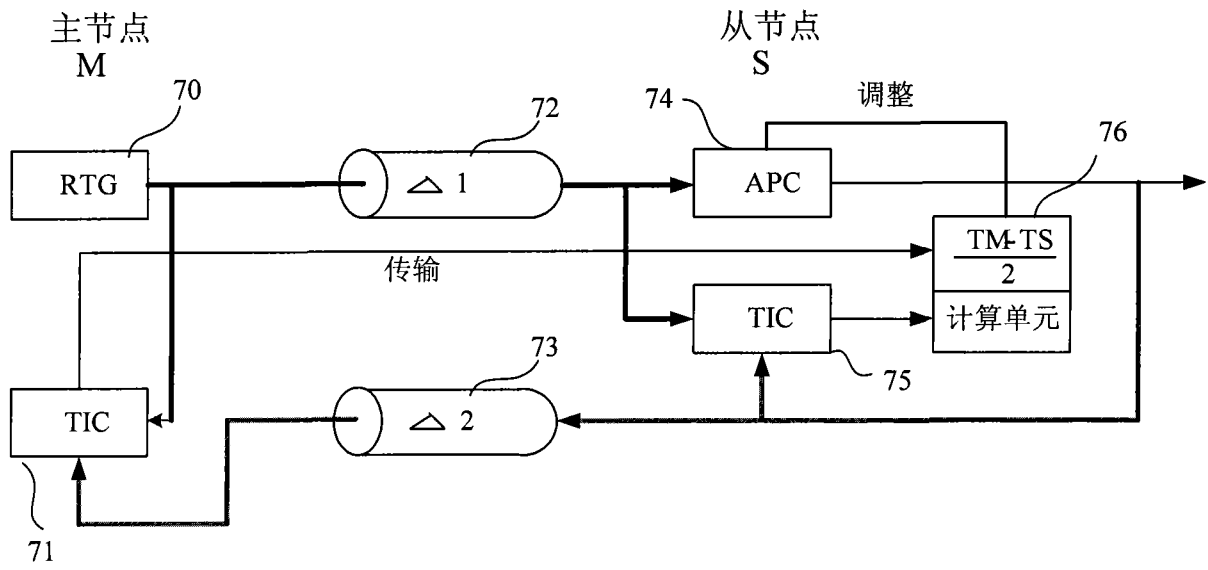
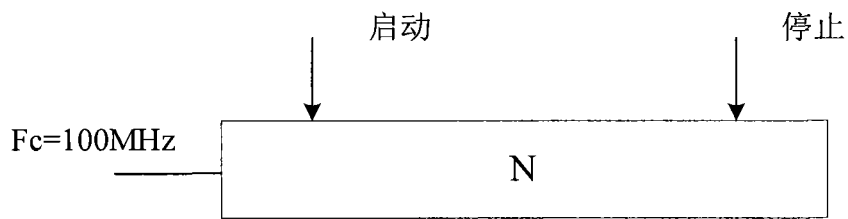
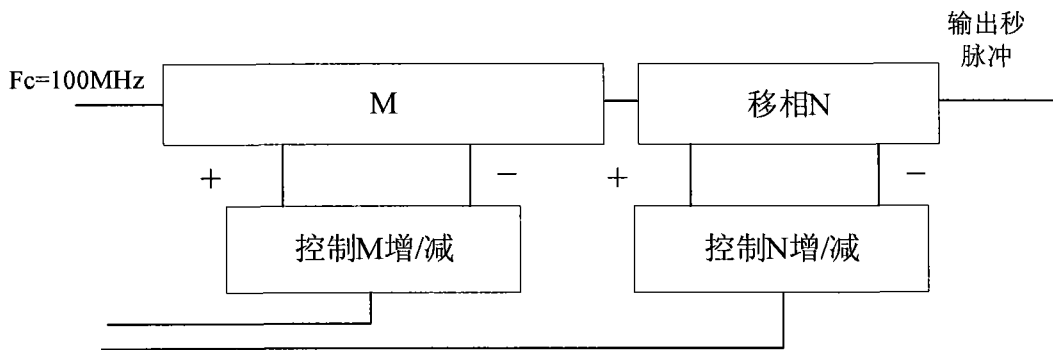


图 7



$$TM = 1/Fc \times N$$

图 8



时间调整精度 = $1/Fc$

图 9