

(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
2016 年 1 月 7 日 (07.01.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/000287 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04J 3/06 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2014/083164
- (22) 国际申请日: 2014 年 7 月 28 日 (28.07.2014)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201410320947.0 2014 年 7 月 4 日 (04.07.2014) CN
- (71) 申请人: 上海交通大学 (SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国上海市闵行区东川路 800 号, Shanghai 200240 (CN)。
- (72) 发明人: 吴龟灵 (WU, Guiling); 中国上海市闵行区东川路 800 号, Shanghai 200240 (CN)。 胡亮 (HU, Liang); 中国上海市闵行区东川路 800 号, Shanghai 200240 (CN)。 张浩 (ZHANG, Hao); 中国上海市闵行区东川路 800 号, Shanghai 200240 (CN)。 陈建平 (CHEN, Jianping); 中国上海市闵行区东川路 800 号, Shanghai 200240 (CN)。

- (74) 代理人: 上海新天专利代理有限公司等 (SHANGHAI XIN TIAN PATENT AGENCY CO., LTD. et al.) 等; 中国上海市黄浦区南昌路 59 号 1606 室, Shanghai 200020 (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, NA, RW, SD, SL, 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)。

[见续页]

(54) Title: HIGH-PRECISION OPTICAL FIBER BIDIRECTIONAL TIME COMPARISON METHOD AND SYSTEM

(54) 发明名称: 高精度光纤双向时间比对方法与系统

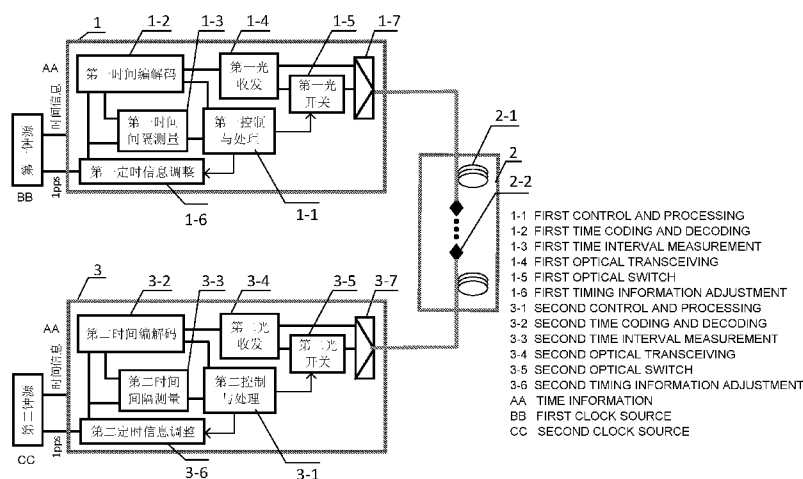


图 1 / FIG. 1

(57) Abstract: A high-precision optical fiber bidirectional time comparison method comprises: step S1, preset adjustment processing: calculating a delay adjustment quantity of local timing information of a first optical fiber time synchronization unit or a second optical fiber time synchronization unit, and performing adjustment; and steps S2, the two optical fiber time synchronization units perform bidirectional time comparison through optical fiber links in a manner of time division multiplexing. In the method, on the basis of bidirectional time comparison, high-precision optical fiber bidirectional time synchronization is implemented by combining with a bidirectional time division multiplexing technology.

(57) 摘要: 一种高精度光纤双向时间比对方法, 包括步骤 S1, 预调整处理, 包括: 计算第一光纤时间同步单元或者第二光纤时间同步单元的本地定时信息的延迟调整量并调整; 步骤 S2, 两个光纤时间同步单元通过光纤链路以时分复用的方式进行双向时间比对。上述方法在双向时间比对基础上, 通过结合双向时分复用技术, 实现高精度光纤双向时间同步。



WO 2016/000287 A1



本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

高精度光纤双向时间比对方法与系统

技术领域

本发明涉及光纤时间频率传递技术领域，具体是一种高精度光纤双向时间比对方法与系统。

背景技术

高精度的时间同步技术在卫星导航、航空航天、深空探测、地质测绘、通信、电力传输和科学研究与计量等领域有着重要的应用价值。目前传统高精度时间同步技术主要由 GPS 共视、卫星双向时间比对等。GPS 共视法所需的设备相对简单、成本低，但精度难以达到纳秒量级。卫星双向时间比对的精度可以达到亚纳秒量级，但利用专用卫星的自由空间链路的稳定性（尤其是短期稳定性）容易受到干扰，其精度很难进一步提高，而且存在安全性及设备昂贵等问题。

光纤通路具有稳定性高（特别是在短时间内尺度上）、损耗低、受外界环境影响小、带宽高等优点。上世纪八十年代就引起了研究者的关注。随着光纤通信、光网络技术的迅猛发展，以及对时间同步精度等要求的提高，基于光纤的时间同步引起了越来越多的研究者的关注，取得了相当大的进展，并已得到部分应用。

基于光纤通路的高精度时间传递主要有环回法（Round-trip）时间传递和双向时间比对两种方式。Round-trip 时间传递方式中，通过远端返回

的信号实现链路时延的锁定，再标定出传输链路的时延，从而实现时间的传递。波兰 AGH 理工大学报道了基于该方案的 420 公里光纤时间和频率传递实验，时间传递的精度分别达到 1ps/d [1]。基于类似方案，法国的激光物理实验室（LPL）报道了采用德国 TimeTech 公司卫星双向时间比对调制/解调器（SATRE）的 540 公里时间和光载波频率传递实验，时间传递的精度分别达到 50ps/s [1]。基于 WDM 全光通路的双向时间比对方式类似于卫星双向时间比对，通过两端同时向对方发送本地定时信息（1PPS），利用通路的对称性消除链路时延，得到两地的钟差。捷克教育科研网（CESNET）报道了基于该方案的 744 公里单纤双向时间比对实验，平均时间 500 秒的稳定度达 8.7ps [3]。瑞典 SP 技术研究所利用其国内的 WDM 光网络进行了 560 公里的双向时间比对，并与载波相位的同步结果进行了比较，相差 $<1\text{ns}$ 。

为了抑制后向瑞利散射和菲涅耳反射对传输信号的信噪比，上述两种方案均采用双向 WDM 传输方式（即两个方向采用不同的发送波长），存在光纤色散效应引起的双向不对称性，而且距离越长，不对称性越大，限制了基于长距离双向时间比对的精度。对于 round-trip 来说，由于实际网络中不同链路上的光纤色散特性的差异，当进行数千公里长距离时间传递时很难对链路延时进行准确的标定。德国 PTB 采用 TimeTech 公司的 SATRE 进行了 73 公里的双向时间比对实验[4]。该方法采用扩频编码技术，

可以实现同波长同纤双向时间比对。但高精度的扩频编码/解码技术复杂，成本很高。

- [1] Ł. Śliwczyński, P. Krehlik, A. Czubla, et al., Dissemination of time and RF frequency via a stabilized fibre optic link over a distance of 420 km, Metrologia, 50(2):133-145, 2013.
- [2] Lopez, Olivier, et al. "Simultaneous remote transfer of accurate timing and optical frequency over a public fiber network." Applied Physics B110.1 (2013): 3-6.
- [3] V. Smotlacha, A. Kuna and W. Mache, Time transfer using fiber links, Proc. 24th European Frequency and Time Forum, Noordwijk, The Netherlands, 2010.
- [4] D. Piester , M. Rost , M. Fujieda , et al., Remote atomic clock synchronization via satellites and optical fibers, Adv. Radio Sci., 9(1):1-7, 2011

发明内容

本发明的目的在于克服上述现有技术的不足，提供一种突破后向瑞利散射噪声和色散限制的高精度时分复用光纤双向时间比对方法，并在该方法的基础之上提出了一种实现该方法的高精度双向时间比对系统。

本发明原理如下：

一种高精度光纤双向同步比对方法，依次包括预调整、时分复用双向时间比对和动态同步。所述的预调整是指通过第一光纤时间同步单元与第二光纤时间同步单元分别进行单向时间传递，初步测得第一光纤时间同步单元发送时间码与接收到从第二光纤时间同步单元返回时间码之间的时间间隔以及第二光纤时间同步单元本地定时信息有效时与接收到从第一光纤时间单元接收到时间码之间的时间间隔。根据以上两个测得的值、预设的时间码长度与预设双向时分复用的余量，计算第一光纤时间同步单元

或者第二光纤时间同步单元本地定时信息的延迟调整量。如果需要调整第一光纤时间同步单元本地定时信息，第一光纤时间同步单元根据计算获得的延迟量调整本地定时信息；否则第一光纤时间同步单元将计算的调整量发送给第二光纤时间同步单元，第二光纤时间同步单元根据收到的延迟量调整本地定时信息。所述的双向时分复用时间比对是指第一光纤时间同步单元与第二光纤时间同步单元分别在本地发送定时信息有效时向对方发送包含本地定时信息的时间码，实现双向时分复用双向时间比对；动态同步是指第一光纤时间同步单元动态调整本地定时信息的发送时间，避免第一光纤时间同步单元和第二光纤时间同步单元同时有光信号在链路中传输。

本发明的技术解决方案如下：

一种基于时分复用高精度光纤时间同步方法，包括如下步骤：

步骤 S1，预调整处理，具体包括：

①当第一光纤时间同步单元检测到本地定时信息时，通过光纤链路向第二光纤时间单元发送时间码；

②第二光纤时间同步单元检测到从第一光纤时间同步单元发送过来的定时信息后，测量本地定时信息与从第一光纤时间同步单元接收到的定时信息之间的差值 τ'_{12} ，并在本地定时信息有效时，将该测量的差值 τ'_{12} 编码到时间码中，并通过光纤链路发送给第一光纤时间同步单元；

③第一光纤时间同步单元测量本地定时信息与从第二光纤时间同步单元接收到的定时信息之间的差值 τ'_{21} ，并从时间码中解码出第二光纤时间同步单元测量的差值 τ'_{12} ；

④为了满足双向时分复用的要求，第一光纤时间同步单元根据表 1 所示准则确定调整的时间同步单元及相应的定时信息的调整量，其中， Δ 为任意两个连续定时信息之间的长度（如果定时信息为 1PPS， Δ 等于 1 秒）； τ_B 为时间码的时长（ $< \Delta/2$ ）； τ_M 为预留的时分复用的冗余时间（ $< \Delta/2$ ，大于启动光信号发送的时间、关闭光信号发送的时间、时间间隔测量误差之和）。

表 1

条件 1	条件 2		调整单元	调整量 τ'_{adi}
$\tau'_{21} < \Delta$	$\Delta - \tau'_{12} > \tau_B + \tau_M$		第一光纤时间同步单元	$(\tau_B + \tau_M) - (\Delta - \tau'_{21})$
	其他情况		无需调整	
$\tau'_{21} \geq \Delta$	$\Delta - \tau'_{12} < \tau_B + \tau_M$		第二光纤时间同步单元	$(\tau_B + \tau_M) - (\Delta - \tau'_{12})$
	$\tau'_{12} < \tau_B + \tau_M$	$(\tau_B + \tau_M) - \tau'_{12} > (\tau_B + \tau_M) - (\tau'_{21} - \Delta)$	第一光纤时间同步单元	$(\tau_B + \tau_M) + \tau'_{21}$
		$(\tau_B + \tau_M) - (\tau'_{21} - \Delta) > (\tau_B + \tau_M) - \tau'_{12}$	第二光纤时间同步单元	$(\tau_B + \tau_M) + \tau'_{12}$
	其他情况		无需调整	

如果要调整的是第二光纤时间同步单元定时信息的发送时刻，第一光纤时间同步单元把调整量 $\Delta\tau'_{ad2}$ 发送给第二光纤时间同步单元；第二光纤时间同步单元根据接收到的调整量 $\Delta\tau'_{ad2}$ ，通过延时调整本地定时信息的

发送时刻，并记录该调整量。

如果需要调整的是第一光纤时间同步单元本地定时信息的发送时刻，第一光纤时间同步单元根据调整量 $\Delta\tau'_{ad1}$ ，通过延时调整本地的定时信息的发送时刻，并记录该调整量。

步骤 S2 两个光纤时间同步单元通过光纤链路以时分复用的方式进行双向时间比对，具体步骤如下：

步骤 S201 第一光纤时间同步单元测量本地定时信息与从第二光纤时间同步单元接收到的定时信息之间的差值 τ_{21} 、第二光纤时间同步单元测量本地定时信息与从第一光纤时间同步单元接收到的定时信息之间的差值 τ_{12} ；

步骤 S202 第一光纤时间同步单元在本地定时信号有效时，打开光信号发送，通过光纤链路向第二光纤时间同步单元发送携带本地定时信息、时间信息、测量的本地定时信息与从第二光纤时间同步单元接收到的定时信息之间的差值 τ_{21} 和第一光纤时间同步单元的本地定时信息调整量 $\Delta\tau_{ad1}$ 的时间码，其余时间关闭光信号发送；

第二光纤时间同步单元在本地定时信息有效时，打开光信号发送，通过光纤链路向第一光纤时间同步单元发送携带本地定时信息、时间信息、测量的本地定时信息与从第一光纤时间同步单元接收到的定时信息间的差值 τ_{12} 和第二光纤时间同步单元的本地定时信息调整量 $\Delta\tau_{ad2}$ 的时间码，

其余时间关闭光信号发送；

步骤 S203 第一光纤时间同步单元和第二光纤时间同步单元分别根据表 2 判断需要调整定时信息的光纤时间同步单元以及计算各自调整量：

表 2

条件	调整单元	调整量 τ_{adi}
$\Delta - \tau_{12} > \tau_B + \tau_M$	第二光纤时间同步单元	$(\tau_B + \tau_M) - (\Delta - \tau_{12})$
$\Delta - \tau_{21} > \tau_B + \tau_M$	第一光纤时间同步单元	$(\tau_B + \tau_M) - (\Delta - \tau_{21})$
其他情况	无需调整	

$\Delta\tau_{ad1}$ 为双向时间比对阶段第一光纤时间同步单元的定时信息调整量，

$\Delta\tau_{ad2}$ 为双向时间比对阶段第二光纤时间同步单元的定时信息调整量。

步骤 S204 当第一光纤时间同步单元判断出第一光纤时间同步单元需要调整本地定时信息，则第一光纤时间同步单元根据第一光纤时间同步单元的定时信息调整量 $\Delta\tau_{ad1}$ ，通过延时调整本地定时信息，更新预同步阶段的第一光纤时间同步单元的定时信息调整量 $\Delta\tau'_{ad1}$ ，并把该调整量 $\Delta\tau'_{ad1}$ 编码到时间码中发送给第二光纤时间同步单元；

当第二光纤时间同步单元判断出第二光纤时间同步单元需要调整本地定时信息，则第二光纤时间同步单元根据第二光纤时间同步单元的定时信息调整量 $\Delta\tau_{ad2}$ ，通过延时调整本地定时信息，更新预同步阶段的第一光纤时间同步单元的定时信息调整量 $\Delta\tau'_{ad2}$ ，并把调整量 $\Delta\tau'_{ad2}$ 编码到时间码中发送给第一光纤时间同步单元；

步骤 S205 第一光纤时间同步单元测量本地定时信息与从第二光纤

时间同步单元接收到的定时信息间的差值 τ_{21} ，根据该测量的差值、接收到的双向时间比对阶段第二光纤时间同步单元的定时信息调整量 $\Delta\tau_{ad2}$ 、接收到的第二光纤时间单元测量的差值 τ_{12} 、预同步阶段的调整量 $\Delta\tau'_{ad1}$ 和 $\Delta\tau'_{ad2}$ 、以及双向时间比对阶段第一光纤时间同步单元的本地定时信息的调整量 $\Delta\tau_{ad1}$ ，计算第一光纤时间同步单元与第二光纤时间同步单元的钟差 $\Delta\tau = \frac{1}{2}(\tau_{21} - \tau_{12}) - (\Delta\tau_{ad1} + \Delta\tau_{ad2})$ ；

第二光纤时间同步单元测量本地定时信息与从第一光纤时间同步单元接收到的定时信息间的差值 τ_{12} ，根据该测量的差值、接收到的双向时间比对阶段第一光纤时间同步单元的定时信息调整量 $\Delta\tau'_{ad1}$ 、接收到的第一光纤时间单元测量的差值 τ_{21} 、预同步阶段的调整量 $\Delta\tau'_{ad1}$ 和 $\Delta\tau'_{ad2}$ 、以及双向时间比对阶段第二光纤时间同步单元的本地定时信息的调整量 $\Delta\tau'_{ad2}$ ，计算第一光纤时间同步单元与第二光纤时间同步单元的钟差 $\Delta\tau = \frac{1}{2}(\tau_{21} - \tau_{12}) - (\Delta\tau_{ad1} + \Delta\tau_{ad2})$ 。

本发明另一方面提供了一种基于时分复用的高精度光纤双向时间比对系统，包括第一光纤时间同步单元、双向光纤链路、第二光纤时间同步单元；

所述的第一光纤时间同步单元由第一光纤时间编解码模块、第一收发模块、第一控制与处理模块、第一定时信息调整模块、第一光纤时间间隔测量模块第一光开关模块和双向复用模块（如：环形器、耦合器）组

成;

所述的第一控制与处理模块,用于控制第一光纤时间编解码模块完成时间码的编码与解码、控制第一光纤时间间隔测试模块测量本地定时信息与从第二光纤时间同步单元接收到的定时信息间的时间差、控制第一光开关模块开关发送到光纤链路中的光信号、控制第一定时信息调整模块调整本地定时信息的延时;第一光纤时间编解码模块,用于完成时间码的编码和解码;第一光纤时间间隔测试模块,用于测试第一光纤时间同步单元时间编解码模块解码输出的定时信号与第一光纤时间同步单元本地定时信号间的时延差;第一光收发模块,用于将来自光纤链路的光信号转换为电信号,传给第一光纤时间编解码模块;以及将第一光纤时间编解码模块输出的时间码调制到光信号上,并发送至第一双向复用模块;第一光开关模块,用于第一光收发模块发送到光纤链路中光信号的开关控制;第一双向复用模块,用于使第一光收发模块通过同一根光纤发送和接收光信号。

所述的第二光纤时间同步单元由第二光纤时间编解码模块、第二光收发模块、第二控制与处理模块、第二光纤时间间隔测量模块、第二定时信息调整模块、第二光开关模块和双向复用模块(如:环形器、耦合器)组成。第二控制与处理模块,用于控制第二光纤时间编解码模块、第二光纤时间间隔测试模块、第二光开关模块,完成与第一光纤时间同步单元的分时双向时间比对控制、以及钟差计算;第二光纤时间编解码模块,用于完

成时间码的编码和解码；第二光纤时间间隔测试模块，用于测试第二光纤时间编解码模块解码输出的定时信号与本地时频标准输出的定时信号间的时延差；第二光收发模块，用于将来自光纤通路的光信号转换电信号，传给时间编解码模块；以及将时间码调制到光信号上沿光纤链路发送；第二光开关模块，用于第二光收发模块发送到光纤链路中光信号的开关控制；第二定时信息调整模块，用于调整本地定时信息的时延；双向复用模块（如：环形器、耦合器）用于使第二光收发模块通过同一根光纤发送和接收光信号。

与现有技术相比，本发明的有益效果是，在双向时间比对的基础上，通过结合时分复用技术，有效的克服了光纤的后向散射对双向时间比对精度的影响，同时提高双向时间传递时延的对称性。

附图说明

图 1 是实施例的结构示意图；

图 2 是实施例的预调整和双向时间比对工作过程示意图；

图 3 是实施例的预调整和双向时间比对工作过程示意图；

图 4 是实施例的预调整和双向时间比对工作过程示意图；

图 5 是实施例的预调整和双向时间比对工作过程示意图；

图 6 是实施例的双向时间比对阶段动态调整工作过程示意图。

图 7 是实施例的双向时间比对阶段动态调整工作过程示意图。

具体实施方式

下面结合实施例和附图对本发明作进一步说明,本实施例以本发明的技术方案为前提进行实施,给出了详细的实施方式和和具体的工作流程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

图 1 为实施例的结构示意图,如图所示,双向光放大器和光纤构成光纤传递链路 2。第一光纤时间同步单元 1 位于光纤链路 2 的一端,第二光纤时间同步单元 3 位于光纤链路 2 的另一端。

当第一光纤时间同步单元的第一控制与处理模块 1-1 在检测到第一定时信息调整模块 1-6 输出的定时信息时,控制第一光纤时间编解码模块 1-2 进行时间码的编码,并打开第一光开关模块 1-5。编码后的时间码通过第一光收发模块 1-4 转换为光信号,传输至第一双向复用模块 1-7 发送端口,并经光纤链路 2 发送至第二光纤时间同步单元,发送完时间码后第一控制与处理模块 1-1 控制第一光开关模块 1-5 关闭光开关。第二光纤时间同步单元接收到第一光纤时间同步单元发送过来的光信号,经过 3-7 双向复用模块和 3-4 第二光收发模块转换为电信号,传递给 3-2 第二时间编解码模块,第二控制与处理模块 3-1 检测到 3-2 第二时间编解码模块解出的从第一光纤时间同步单元发送过来的定时信息后,第二控制与处理模块 3-1 控制第二光纤时间间隔测量模块 3-6,测量本地定时信息与从第一光纤时间同步单元接收到的定时信息的差值 τ'_{12} ,在第二定时信息调整模块

3-3 的输出定时信息有效时，控制第二光纤时间编解码模块 3-2 进行时间码的编码，并将本地测量的差值 τ'_{12} 编码到时间码中，打开第二光开关模块 3-5。编码后的时间码通过第二光收发模块 3-4 转换为光信号，传输至第二双向复用模块 3-7 发送端口，并经光纤链路 2 发送至第一光纤时间同步单元，发送完时间码后第二控制与处理模块 3-1 控制第二光开关模块 3-5 关闭光开关。第一光纤时间同步单元接收到第二光纤时间同步单元发送过来的光信号，经过 1-7 双向复用模块和 1-4 第二光收发模块转换为电信号，传递给 1-2 第二时间编解码模块，第二控制与处理模块 3-1 检测到 1-2 第二时间编解码模块解出的从第一光纤时间同步单元发送过来的定时信息后，第一控制与处理模块 1-1 控制第一光纤时间间隔测量模块 1-6，测量本地定时信息与从第二光纤时间同步单元接收到的定时信息的差值 τ'_{21} ，并控制第一光纤时间编解码模块 1-2 从时间码中解码出 τ'_{12} 。第一控制与处理模块 1-1 根据 τ'_{21} 、 τ'_{12} 、任意两个连续定时信息之间的长度为 Δ （如果定时信息为 1PPS， Δ 等于 1 秒）、时间码的时长为 τ_b （ $<\Delta/2$ ）和预留时分复用的冗余时间 τ_m （ $<\Delta/2$ ，大于启动光信号发送的时间、关闭光信号发送的时间、时间间隔测量误差之和），按照表 1 判断需要调整定时信息的光纤时间同步单元以及调整量。

表 1

条件 1	条件 2	调整单元	调整量 τ'_{adi}	示意图
------	------	------	-------------------	-----

$\tau'_{21} < l(s)$	$l(s) - \tau'_{12} > \tau_B + \tau_M$		第一光纤时间同步单元	$(\tau_B + \tau_M) - (l(s) - \tau'_{21})$	如图 2
	其他情况		无需调整		
$\tau'_{21} \geq l(s)$	$l(s) - \tau'_{12} < \tau_B + \tau_M$		第二光纤时间同步单元	$(\tau_B + \tau_M) - (l(s) - \tau'_{12})$	如图 3
	$\tau'_{12} < \tau_B + \tau_M$	$(\tau_B + \tau_M) - \tau'_{12} > (\tau_B + \tau_M) - (\tau'_{21} - l(s))$	第一光纤时间同步单元	$(\tau_B + \tau_M) + \tau'_{21}$	如图 4
		$(\tau_B + \tau_M) - (\tau'_{21} - l(s)) > (\tau_B + \tau_M) - \tau'_{12}$	第二光纤时间同步单元	$(\tau_B + \tau_M) + \tau'_{12}$	如图 5
	其他情况		无需调整		

$\Delta\tau'_{ad1}$ 为预同步阶段第一光纤时间同步单元的定时信息调整量, $\Delta\tau'_{ad2}$ 为预同步阶段第二光纤时间同步单元的定时信息调整量。

如果第一光纤时间同步单元的第一控制与处理模块 1-1 计算出第二光纤时间同步单元需要调整本地定时信息, 则第一控制与处理模块 1-1 控制第一光纤时间编解码模块 1-2 将 $\Delta\tau'_{ad2}$ 信息编码到时间码中, 并在本地定时信息有效时, 打开第一光开关模块 1-5。编码后的时间码通过第一光收发模块 1-4 转换为光信号, 传输至第一双向复用模块 1-7 发送端口, 并经光纤链路 2 发送至第二光纤时间同步单元, 发送完时间码后第一控制与处理模块 1-1 控制第一光开关模块 1-5 关闭光开关。第二控制与处理模块 3-1 检测到从第一光纤时间同步单元发送过来的 $\Delta\tau'_{ad2}$ 后, 根据定时信息调整量 $\Delta\tau'_{ad2}$, 控制第二定时信息调整模块 3-3 延时调整本地的定时信息, 并记录该调整量。

如果第一光纤时间同步单元计算出第一光纤时间同步单元需要调整本地定时信息, 第一控制与处理模块 1-1 根据定时信息调整量 $\Delta\tau'_{ad2}$, 控制第一定时信息调整模块 1-3 延时调整本地的定时信息, 并记录该调整量。

预调整完成之后第一光纤时间同步单元与第二光纤时间同步单元进行双向时间比对。

当第一光纤时间同步单元第一控制与处理模块 1-1 在检测到本地定时信息时,控制第一光纤时间编解码模块 1-2 编码携带定时信息、时间信息、测量的本地定时信息与从第二光纤时间同步单元接收到的定时信息之间的差值和第一光纤时间同步单元本地定时信息调整量 $\Delta\tau'_{ad1}$ 的时间码,并打开第一光开关模块 1-5。编码后的时间码通过第一光收发模块 1-4 转换为光信号,光信号通过光纤链路 2 向第二光纤时间单元发送时间码,发送完时间码后第一控制与处理模块 1-1 控制第一光开关模块 1-5 关闭光开关。

当第二光纤时间同步单元的第二控制与处理模块 3-1 检测到本地定时信息有效时,控制第二光纤时间编解码模块 3-2 编码携带定时信息、时间信息、测量的本地定时信息与从第一光纤时间同步单元接收到的定时信息之间的差值和第二光纤时间同步单元本地定时信息调整量 $\Delta\tau'_{ad2}$ 的时间码,并打开第二光开关模块 3-5。编码后的时间码通过第二光收发模块 3-4 转换为光信号,光信号通过光纤链路 2 向第一光纤时间单元发送时间码,发送完时间码后第二控制与处理模块 3-1 控制第二光开关模块 3-5 关闭光开关。

第一光纤时间同步单元第一光纤时间间隔测量模块 1-6 测量本地定

时信息与接收到的第二光纤时间同步单元发送过来定时信息间的差值 τ_{21} ，根据测量的差值、接收到的第二光纤时间同步单元定时信息发送时刻调整量 $\Delta\tau'_{ad2}$ 、接收到的第二光纤时间单元测量的差值 τ_{12} 、以及本地定时信息的调整量 $\Delta\tau'_{ad1}$ ，计算第一光纤时间同步单元与第二光纤时间同步单元的钟差 $\Delta\tau = \frac{1}{2}(\tau_{21} - \tau_{12}) - (\Delta\tau'_{ad1} + \Delta\tau'_{ad2})$ 。

第二光纤时间同步单元的第一光纤时间间隔测量模块 3-6 测量本地定时信息与从第一光纤时间同步单元接收到的定时信息间的差值 τ_{12} ，根据测量的差值、接收到的第一光纤时间同步单元定时信息发送时刻调整量 $\Delta\tau'_{ad1}$ 、接收到的第一光纤时间单元测量的 τ_{21} 、以及本地定时信息的调整量 $\Delta\tau'_{ad2}$ ，计算第一光纤时间同步单元与第二光纤时间同步单元的钟差 $\Delta\tau = \frac{1}{2}(\tau_{21} - \tau_{12}) - (\Delta\tau'_{ad1} + \Delta\tau'_{ad2})$ 。

第一光纤时间同步单元的第一控制与处理模块 1-1 根据测量本地定时信息与接收到的第二光纤时间同步单元发送过来定时信息间的差值 τ_{21} 、从第二光纤时间同步单元接收到的 τ_{12} 、时间码的时长 τ_B 、任意两个定时信息之间的长度 Δ （如果定时信息为 1PPS， Δ 等于 1 秒）和预留时分复用的冗余时间 τ_m ，根据表 2 判断需要调整定时信息的光纤时间同步单元以及调整量。

第二光纤时间同步单元的第二控制与处理模块 3-1 根据测量本地定时信息与从第一光纤时间同步单元接收到的定时信息间的差值 τ_{12} 、从第

一光纤时间同步单元接收到的 τ_{21} 、时间码的时长 τ_B 、任意两个定时信息之间的长度 Δ （如果定时信息为 1PPS， Δ 等于 1 秒）和预留时分复用的冗余时间 τ_M ，根据表 2 判断需要调整定时信息的光纤时间同步单元以及调整量。

表 2

条件	调整单元	调整量 τ_{adi}	示意图
$l(s) - \tau_{12} > \tau_B + \tau_M$	第二光纤时间同步单元	$(\tau_B + \tau_M) - (l(s) - \tau_{12})$	如图 6
$l(s) - \tau_{21} > \tau_B + \tau_M$	第一光纤时间同步单元	$(\tau_B + \tau_M) - (l(s) - \tau_{21})$	如图 7
其他情况	无需调整		

如果第一光纤时间同步单元计算出第一光纤时间同步单元需要调整本地定时信息，第一控制与处理模块 1-1 根据定时信息调整量 $\Delta\tau_{ad1}$ ，控制第一定时信息调整模块 1-3 延时调整本地的定时信息 $\Delta\tau_{ad1}$ ，更新预同步阶段的调整量 $\Delta\tau_{ad1}$ ，并把调整量 $\Delta\tau_{ad1}$ 编码到时间码中发送给第二光纤时间同步单元。

如果第二光纤时间同步单元计算出第二光纤时间同步单元需要调整本地定时信息，第二控制与处理模块 3-1 根据定时信息调整量 $\Delta\tau_{ad2}$ ，控制第一定时信息调整模块 3-3 延时调整本地的定时信息 $\Delta\tau_{ad2}$ ，更新预同步阶段的调整量 $\Delta\tau_{ad2}$ ，并把调整量 $\Delta\tau_{ad1}$ 编码到时间码中发送给第一光纤时间同步单元。

权利要求书

1、一种高精度光纤双向时间比对方法，其特征在于，该方法包括如下步骤：

步骤 S1，预调整处理，具体包括：

步骤 S101 当第一光纤时间同步单元检测到本地定时信息时，通过光纤链路向第二光纤时间单元发送时间码；

步骤 S102 第二光纤时间同步单元检测到从第一光纤时间同步单元发送过来的定时信息后，测量本地定时信息与从第一光纤时间同步单元接收到的定时信息之间的差值 τ'_{12} ，并在本地定时信息有效时，将该差值 τ'_{12} 编码到时间码中，并通过光纤链路发送给第一光纤时间同步单元；

步骤 S103 第一光纤时间同步单元测量本地定时信息与从第二光纤时间同步单元接收到的定时信息之间的差值 τ'_{21} ，并从时间码中解码出 τ'_{12} ；

步骤 S104 第一光纤时间同步单元判断需要调整本地定时信息的光纤时间同步单元并计算其本地定时信息的调整量；

如果需要调整的是第二光纤时间同步单元的本地定时信息，第一光纤时间同步单元把该调整量 $\Delta\tau'_{ad2}$ 编码到时间码中，通过光纤链路发送给第二光纤时间同步单元，第二光纤时间同步单元根据接收到的调整量 $\Delta\tau'_{ad2}$ ，通过延时调整第二光纤时间同步单元的本地定时信息，并记录该调整量；

如果需要调整的是第一光纤时间同步单元的本地定时信息，第一光纤时间同步单元根据调整量 $\Delta\tau'_{ad1}$ ，通过延时调整第一光纤时间同步单元的本地定时信息，并记录该调整量。

步骤 S2 两个光纤时间同步单元通过光纤链路以时分复用的方式进行双向时间比对，具体步骤如下：

步骤 S201 第一光纤时间同步单元测量本地定时信息与从第二光纤时间同步单元接收到的定时信息之间的差值 τ_{21} 、第二光纤时间同步单元测量本地定时信息与从第一光纤时间同步单元接收到的定时信息之间的差值 τ_{12} ；

步骤 S202 第一光纤时间同步单元在本地定时信号有效时，打开光信号发送，通过光纤链路向第二光纤时间同步单元发送携带本地定时信息、时间信息、测量的本地定时信息与从第二光纤时间同步单元接收到的定时信息之间的差值 τ_{21} 和第一光纤时间同步单元的本地定时信息调整量 $\Delta\tau_{ad1}$ 的时间码，其余时间关闭光信号发送；

第二光纤时间同步单元在本地定时信息有效时，打开光信号发送，通过光纤链路向第一光纤时间同步单元发送携带本地定时信息、时间信息、测量的本地定时信息与从第一光纤时间同步单元接收到的定时信息间的差值 τ_{12} 和第二光纤时间同步单元的本地定时信息调整量 $\Delta\tau_{ad2}$ 的时间码，其余时间关闭光信号发送；

步骤 S203 第一光纤时间同步单元和第二光纤时间同步单元分别判断需要调整定时信息的光纤时间同步单元以及计算各自调整量；

步骤 S204 当第一光纤时间同步单元判断出第一光纤时间同步单元需要调整本地定时信息，则第一光纤时间同步单元根据第一光纤时间同步单元的定时信息调整量 $\Delta\tau_{ad1}$ ，通过延时调整本地定时信息，更新预同步阶段的第一光纤时间同步单元的定

时信息调整量 $\Delta\tau'_{ad1}$ ，并把该调整量 $\Delta\tau'_{ad1}$ 编码到时间码中发送给第二光纤时间同步单元；

当第二光纤时间同步单元判断出第二光纤时间同步单元需要调整本地定时信息，则第二光纤时间同步单元根据第二光纤时间同步单元的定时信息调整量 $\Delta\tau_{ad2}$ ，通过延时调整本地定时信息，更新预同步阶段的第一光纤时间同步单元的定时信息调整量 $\Delta\tau'_{ad2}$ ，并把调整量 $\Delta\tau'_{ad2}$ 编码到时间码中发送给第一光纤时间同步单元；

步骤S205 第一光纤时间同步单元测量本地定时信息与从第二光纤时间同步单元接收到的定时信息间的差值 τ_{21} ，根据该测量的差值、接收到的双向时间比对阶段第二光纤时间同步单元的定时信息调整量 $\Delta\tau_{ad2}$ 、接收到的第二光纤时间单元测量的差值 τ_{12} 、预同步阶段的调整量 $\Delta\tau'_{ad1}$ 和 $\Delta\tau'_{ad2}$ 、以及双向时间比对阶段第一光纤时间同步单元的本地定时信息的调整量 $\Delta\tau_{ad1}$ ，计算第一光纤时间同步单元与第二光纤时间同步单元的钟差 $\Delta\tau = \frac{1}{2}(\tau_{21} - \tau_{12}) - (\Delta\tau_{ad1} + \Delta\tau_{ad2})$ ；

第二光纤时间同步单元测量本地定时信息与从第一光纤时间同步单元接收到的定时信息间的差值 τ_{12} ，根据该测量的差值、接收到的双向时间比对阶段第一光纤时间同步单元的定时信息调整量 $\Delta\tau'_{ad1}$ 、接收到的第一光纤时间单元测量的差值 τ_{21} 、预同步阶段的调整量 $\Delta\tau'_{ad1}$ 和 $\Delta\tau'_{ad2}$ 、以及双向时间比对阶段第二光纤时间同步单元的本地定时信息的调整量 $\Delta\tau'_{ad2}$ ，计算第一光纤时间同步单元与第二光纤时间同步单元的钟差 $\Delta\tau = \frac{1}{2}(\tau_{21} - \tau_{12}) - (\Delta\tau_{ad1} + \Delta\tau_{ad2})$ 。

2、根据权利要求1所述的高精度光纤双向时间比对方法，其特征在于，所述的步骤S104中第一光纤时间同步单元确定调整的时间同步单元及计算定时信息调整量方法如下：

I 当 $\tau'_{21} < \Delta$ ，且 $\Delta - \tau'_{12} > \tau_B + \tau_M$ 时，调整第一光纤时间同步单元，调整量为

$$(\tau_B + \tau_M) - (\Delta - \tau'_{21})；$$

II 当 $\tau'_{21} \geq \Delta$ ，且 $\Delta - \tau'_{12} < \tau_B + \tau_M$ 时，调整第二光纤时间同步单元，调整量为

$$(\tau_B + \tau_M) - (\Delta - \tau'_{12})；$$

当 $\tau'_{21} \geq \Delta$ ，且 $\tau'_{12} < \tau_B + \tau_M$ 、 $(\tau_B + \tau_M) - \tau'_{12} > (\tau_B + \tau_M) - (\tau'_{21} - \Delta)$ 时，调整第一光纤时间同步单元，调整量为 $(\tau_B + \tau_M) + \tau'_{21}$ ；

当 $\tau'_{21} \geq \Delta$ ，且 $\tau'_{12} < \tau_B + \tau_M$ 、 $(\tau_B + \tau_M) - (\tau'_{21} - \Delta) > (\tau_B + \tau_M) - \tau'_{12}$ 时，调整第二光纤时间同步单元，调整为 $(\tau_B + \tau_M) + \tau'_{12}$ ；

III 其他情况无需调整；

其中， Δ 为任意两个连续定时信息之间的长度、 τ_B 为时间码的时长（ $< \Delta/2$ ）、 τ_M

为预留的时分复用的冗余时间。

3、根据权利要求 1 所述的高精度光纤双向时间比对方法，其特征在于，所述的步骤 S203 第一光纤时间同步单元和第二光纤时间同步单元分别判断需要调整定时信息的光纤时间同步单元以及计算各自调整量方法如下：

当 $\Delta - \tau_{12} > \tau_B + \tau_M$ 时，需要调整第二光纤时间同步单元，调整量为： $\Delta\tau_{ad2} = (\tau_B + \tau_M) - (\Delta - \tau_{12})$ ；

当 $\Delta - \tau_{21} > \tau_B + \tau_M$ 时，需要调整第一光纤时间同步单元，调整量为： $\Delta\tau_{ad1} = (\tau_B + \tau_M) - (\Delta - \tau_{21})$ ；

其中， τ_B 为时间码的时长、 Δ 为任意两个定时信息之间的长度、 τ_M 为预留时分复用的冗余时间。

4、一种实施权利要求 1 所述的高精度光纤时间同步方法的高精度光纤时间同步系统，其特征在于，包括第一光纤时间同步单元（1）、光纤链路（2）和第二光纤时间同步单元（3）；

所述的第一光纤时间同步单元（1）由第一光纤时间编解码模块（1-2）、第一光收发模块（1-4）、第一控制与处理模块（1-1）、第一定时信息调整模块（1-6）、第一光纤时间间隔测量模块（1-3）、第一光开关模块（1-5）和第一双向复用模块（1-7）组成；

所述的第一控制与处理模块，用于控制第一光纤时间编解码模块完成时间码的编码与解码、控制第一光纤时间间隔测试模块测量本地定时信息与从第二光纤时间同步单元接收到的定时信息间的时间差、控制光收发模块第一光开关模块，用于发送到光纤链路中光信号的开关控制、控制第一定时信息调整模块，用于本地定时信息的调整；

所述的第一光纤时间编解码模块，用于完成时间码的编码和解码；

所述的第一光纤时间间隔测试模块，用于测试第一光纤时间同步单元时间编解码模块解码输出的定时信号与第一光纤时间同步中心时频标准定时信号间的时延差；

所述的第一光收发模块，用于将来自光纤链路的光信号转换为电信号，传给第一光纤时间编解码模块；以及将第一光纤时间编解码模块输出的时间码调制到光信号上，并发送至第一双向复用模块；

所述的第一光开关模块，用于第一光收发模块发送到光纤链路中光信号的开关控制；

所述的第一双向复用模块，使第一光收发模块通过光开关模块发送的光信号和从光纤链路中接收到的光信号复用在同一根光纤中传输；实现发送和接收光信号在同一根光纤上的双向传输；

所述的第一定时信息调整模块，在第一控制与处理模块的控制下调整本地定时信息的延时；

所述的第二光纤时间同步单元由第二光纤时间编解码模块（3-2）、第二光收发模块（3-4）、第二控制与处理模块（3-1）、第二光纤时间间隔测量模块（3-3）、第二光开关模块（3-5）、第二定时信息调整模块（3-6）和第二双向复用模块（3-7）组成；

所述的第二控制与处理模块，用于控制第二光纤时间编解码模块、第二光纤时间间隔测试模块、第二光开关模块，完成与第一光纤时间同步单元的分时双向时间比对控制、以及钟差计算；

所述的第二光纤时间编解码模块，用于完成时间码的编码和解码；

所述的第二光纤时间间隔测试模块，用于测试第二光纤时间编解码模块解码输出的定时信号与本地时频标准输出的定时信号间的时延差；

所述的第二光收发模块，用于将来自光纤通路的光信号转换电信号，传给时间编解码模块；以及将时间码调制到光信号上沿光纤链路发送；

所述的第二光开关模块，用于第二光收发模块发送到光纤链路中光信号的开关控制；

所述的第二定时信息调整模块，在第二控制与处理模块的控制下调整本地定时信息的延时；

所述的第二双向复用模块，用于实现发送和接收光信号在同一根光纤上的双向传输。

5、根据权利要求4所述的基于时分复用高精度光纤时间同步系统，其特征在于，所述的光纤链路主要由光纤和双向放大器组成。

6、根据权利要求4所述的基于时分复用高精度光纤时间同步系统，其特征在于，所述的第一光纤时间编解码模块完成时间码的编码是指将第一钟源的定时信号和时间信息、控制信息、双向比对测试结果以及第一光纤时间同步单元本地定时信息调整量编码到时间同步码中，并输出给光收发模块；

所述的第一光纤时间编解码模块完成时间码的解码是指从来自第二光纤时间同步单元的时间码中解码出相应的定时信号和时间信息，并将定时信号传输给第一光纤时间间隔测试模块。

7、根据权利要求4所述的基于时分复用高精度光纤时间同步系统，其特征在于，所述的第二光纤时间编解码模块完成时间码的编码是指将来自本地用户时钟的定时信号、时间信息、控制信息、第二光纤时间间隔测量模块测量结果编码到时间同步码中，并输出给光收发模块；

所述的第二光纤时间编解码模块完成时间码的解码是指从来自第一光纤时间同步单元的时间码中解码出相应的定时信号、时间信息、第一光纤时间同步单元测试的时延差和第一光纤时间同步单元本地定时信息调整量。

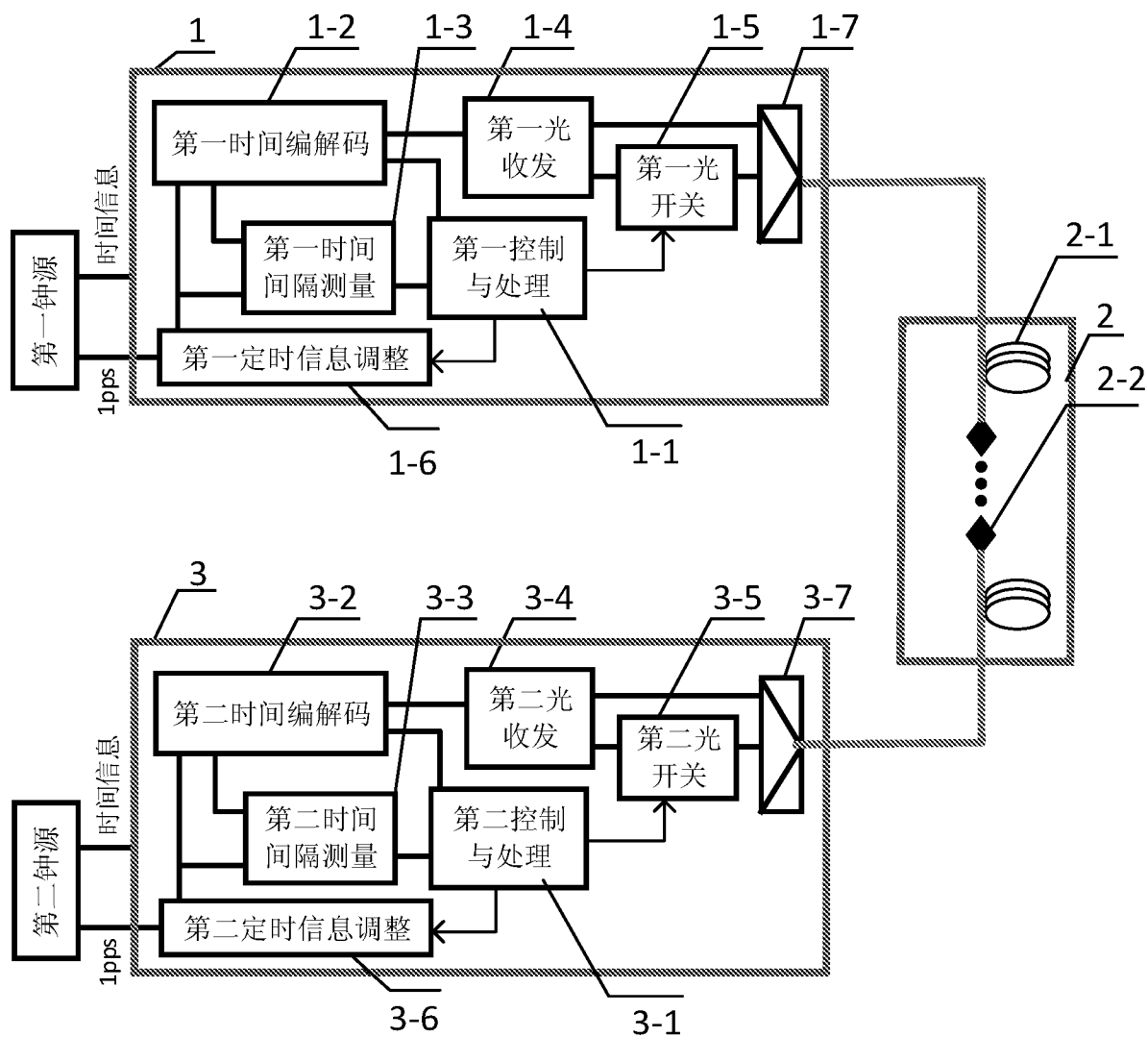


图 1

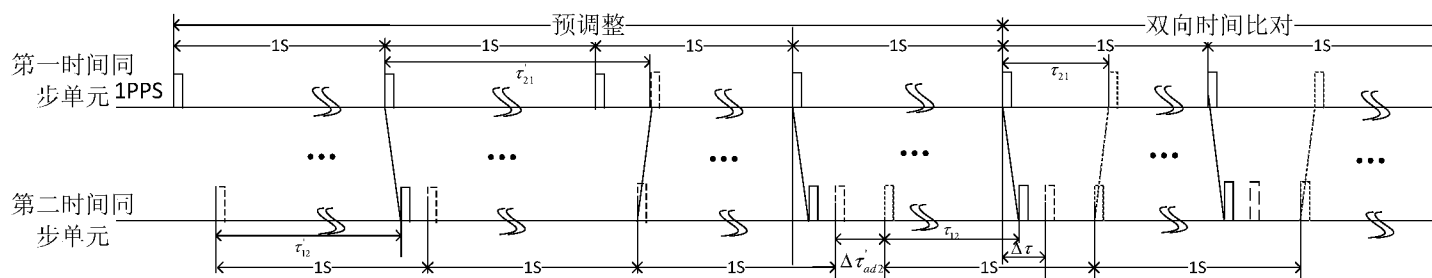


图 2

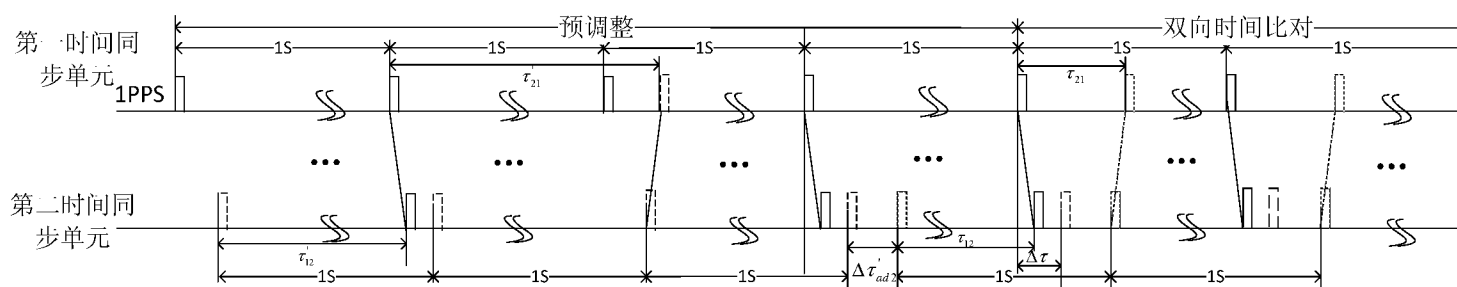


图 3

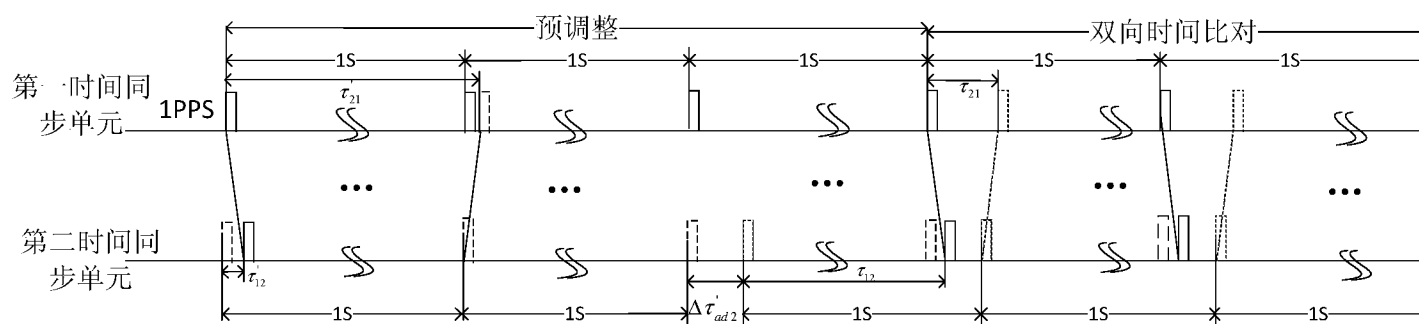


图 4

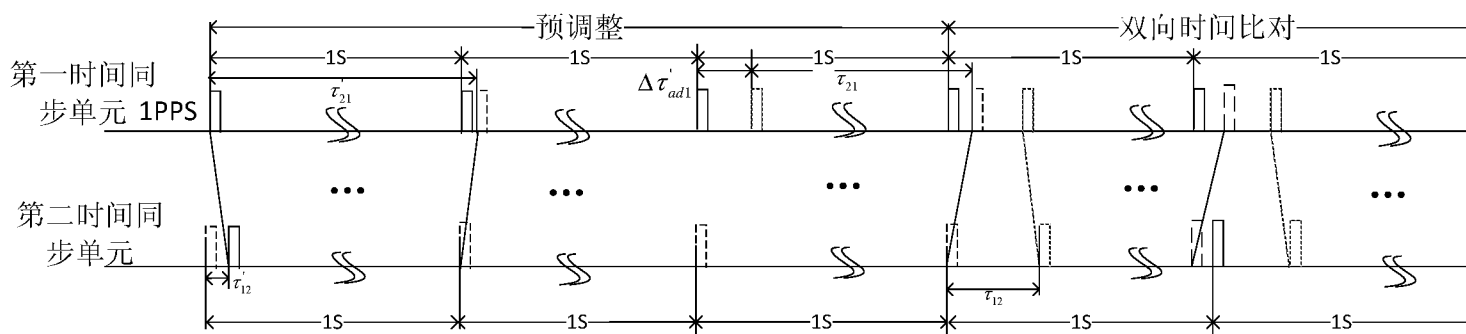


图 5

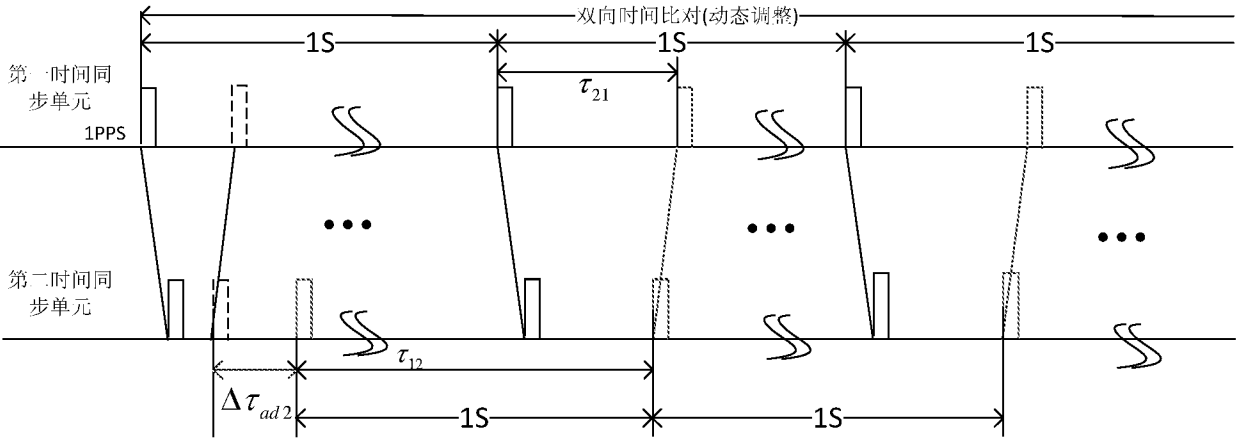


图 6

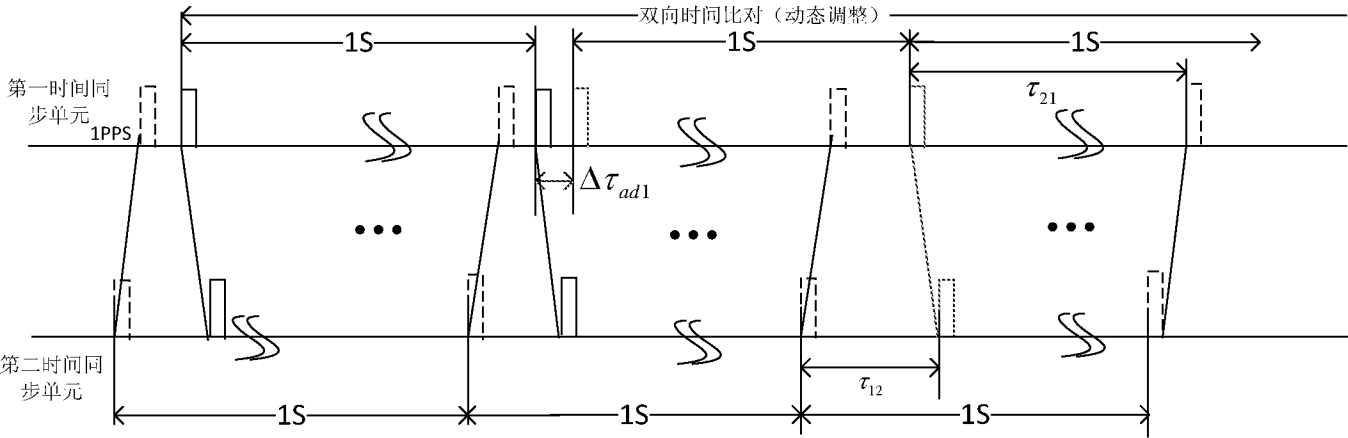


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2014/083164

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04J 3/06 (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)

H04J; H04L; H04B

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)

CNPAT, CNKI, EPODOC, WPI, ISI WEB OF KNOWLEDGE: comparison, time service, adjustment, clock error; WU, Guiling; CHEN, Jianping; fiber, fibre, time, timing, transfer+, two-way, bidirection, synchron+, SHD, synchronous digital hierarchy, TDM, time division multiplex, local, optical

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103812593 A (SHANGHAI JIAOTONG UNIVERSITY), 21 May 2014 (21.05.2014), the whole document	1-7
A	CN 102742190 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.), 17 October 2012 (17.10.2012), the whole document	1-7
A	CN 102638324 A (H3C TECHNOLOGIES CO., LIMITED), 15 August 2012 (15.08.2012), the whole document	1-7
A	CN 102340354 A (NATIONAL TIME SERVICE CENTER, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES), 01 February 2012 (01.02.2012), the whole document	1-7
A	US 7535931 B1 (SYMMETRICOM, INC.), 19 May 2009 (19.05.2009), the whole document	1-7
A	EP 0738055 A2 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION), 16 October 1996 (16.10.1996), the whole document	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 09 March 2015 (09.03.2015)	Date of mailing of the international search report 27 March 2015 (27.03.2015)
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 TANG, Chenguang Telephone No.: (86-10) 62413589

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2014/083164

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	IMAOKA, A. et al., "Accurate Time/Frequency Transfer Method Using Bidirectional WDM Transmission" IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT, vol. 47, no. 2, 30 April 1998 (30.04.1998), pages 537-542	1-7
A	SLIW CZYNSKI, U. et al., "Bidirectional Optical Amplification in Long Distance Two-Way Fiber-Optic Time and Frequency Transfer Systems" IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT, vol. 62, no. 1, 31 January 2013 (31.01.2013), pages 253-262	1-7
A	WANG, Subei et al., "Design and Verification of A Time Code for Fiber-Optic Two-Way Time Transfer" OPTICAL COMMUNICATION TECHNOLOGY, 2013, no. 1, 31 January 2013 (31.01.2013), pages 22-24	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2014/083164

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103812593 A	21 May 2014	None	
CN 102742190 A	17 October 2012	WO 2012092892 A2	12 July 2012
		WO 2012092892 A3	10 January 2013
		TW 201334437 A	16 August 2013
		US 2013195443 A1	01 August 2013
		EP 2555465 A2	06 February 2013
		TWI 456920 B	11 October 2014
		EP 2555465 A4	18 December 2013
		AR 089495 A1	27 August 2014
CN 102638324 A	15 August 2012	WO 2013143385 A1	03 October 2013
		CN 102638324 B	17 December 2014
CN 102340354 A	01 February 2012	None	
US 7535931 B1	19 May 2009	None	
EP 0738055 A2	16 October 1996	EP 0738055 B1	17 November 2004
		DE 69633842 T2	03 November 2005
		US 5673133 A	30 September 1997
		EP 0738055 A3	11 February 1998
		DE 69633842 D1	23 December 2004

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2014/083164

A. 主题的分类

H04J 3/06 (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)

H04J; H04L; H04B

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))

CNPAT, CNKI, EPODOC, WPI, ISI WEB OF KNOWLEDGE: 光纤, 时间, 双向, 比对, 传输, 授时, 定时, 同步, 时分复用, 调整, 钟差, 本地, 吴归零, 陈建平, fiber, fibre, time, timing, transfer+, two-way, bidirection, synchron+, SHD, synchronous digital hierarchy, TDM, time division multiplex, local, optical

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
A	CN 103812593 A (上海交通大学) 2014年 5月 21日 (2014 - 05 - 21) 全文	1-7
A	CN 102742190 A (华为技术有限公司) 2012年 10月 17日 (2012 - 10 - 17) 全文	1-7
A	CN 102638324 A (杭州华三通信技术有限公司) 2012年 8月 15日 (2012 - 08 - 15) 全文	1-7
A	CN 102340354 A (中国科学院国家授时中心) 2012年 2月 1日 (2012 - 02 - 01) 全文	1-7
A	US 7535931 B1 (SYMMETRICOM, INC.) 2009年 5月 19日 (2009 - 05 - 19) 全文	1-7
A	EP 0738055 A2 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 1996年 10月 16日 (1996 - 10 - 16) 全文	1-7

☒ 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

2015年 3月 9日

国际检索报告邮寄日期

2015年 3月 27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)
北京市海淀区蓟门桥西土城路6号
100088 中国

传真号 (86-10) 62019451

授权官员

汤晨光

电话号码 (86-10) 62413589

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
A	IMAOKA, Atsushi 等. "Accurate Time/Frequency Transfer Method Using Bidirectional WDM Transmission" 《IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT》, 第47卷, 第2期, 1998年 4月 30日 (1998 - 04 - 30), 537-542页	1-7
A	SLIWYCZYNSKI, ukasz 等. "Bidirectional Optical Amplification in Long-Distance Two-Way Fiber-Optic Time and Frequency Transfer Systems" 《IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT》, 第62卷, 第1期, 2013年 1月 31日 (2013 - 01 - 31), 253-262页	1-7
A	王苏北 等. "一种光纤双向时间比对时间码的设计与验证" 《光通信技术》, 第2013年第1期, 2013年 1月 31日 (2013 - 01 - 31), 22-24页	1-7

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/083164

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	103812593	A	2014年 5月 21日	无			
CN	102742190	A	2012年 10月 17日	WO	2012092892	A2	2012年 7月 12日
				WO	2012092892	A3	2013年 1月 10日
				TW	201334437	A	2013年 8月 16日
				US	2013195443	A1	2013年 8月 1日
				EP	2555465	A2	2013年 2月 6日
				TW	I456920	B	2014年 10月 11日
				EP	2555465	A4	2013年 12月 18日
				AR	089495	A1	2014年 8月 27日
CN	102638324	A	2012年 8月 15日	WO	2013143385	A1	2013年 10月 3日
				CN	102638324	B	2014年 12月 17日
CN	102340354	A	2012年 2月 1日	无			
US	7535931	B1	2009年 5月 19日	无			
EP	0738055	A2	1996年 10月 16日	EP	0738055	B1	2004年 11月 17日
				DE	69633842	T2	2005年 11月 3日
				US	5673133	A	1997年 9月 30日
				EP	0738055	A3	1998年 2月 11日
				DE	69633842	D1	2004年 12月 23日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)