

(10) 国际公布号
WO 2014/029253 A1

- 园东信路 5 号, Hubei 430074 (CN)。 **海增强 (HAI, Zengqiang)** [CN/CN]; 中国湖北省武汉市东湖开发区关东科技园东信路 5 号, Hubei 430074 (CN)。 **郑林 (ZHENG, Lin)** [CN/CN]; 中国湖北省武汉市东湖开发区关东科技园东信路 5 号, Hubei 430074 (CN)。 **魏明 (WEI, Ming)** [CN/CN]; 中国湖北省武汉市东湖开发区关东科技园东信路 5 号, Hubei 430074 (CN)。 **张睿 (ZHANG, Rui)** [CN/CN]; 中国湖北省武汉市东湖开发区关东科技园东信路 5 号, Hubei 430074 (CN)。 **李剑峰 (LI, Jianfeng)** [CN/CN]; 中国湖北省武汉市东湖开发区关东科技园东信路 5 号, Hubei 430074 (CN)。 **胡杰 (HU, Jie)** [CN/CN]; 中国湖北省武汉市东湖开发区关东科技园东信路 5 号, Hubei 430074 (CN)。 **郑哲文 (ZHENG, Zhewen)** [CN/CN]; 中国湖北省武汉市东湖开发区关东科技园东信路 5 号, Hubei 430074 (CN)。 **沈羽纶 (SHEN, Yulun)** [CN/CN]; 中国湖北省武汉市东湖开发区关东科技园东信路 5 号, Hubei 430074 (CN)。
- 代理人: 北京捷诚信通专利事务所 (普通合伙) (BEIJING PSCU PATENT OFFICE); 中国北京市西城区三里河一区 5-5, Beijing 100045 (CN)。

(57) Abstract: The present invention relates to a method for extracting a client service clock from an OTN network, employing statistical control and an externally connected digital frequency synthesizer. Step 1, using an OTN system clock to synchronously smoothen a client service deframed by an OTN network, so that the client service data is relatively smooth; step 2, collecting and comparing the smoothened data volume with the data volume transmitted by the client service, and controlling clock adjustment information by means of a weighting algorithm in conjunction with FIFO cache redundancy; and step 3, converting the clock adjustment information into precise frequency adjustment information required by the externally connected digital frequency synthesizer, and precisely controlling the externally connected digital frequency synthesizer to generate a service transmitting clock. The method of the present invention is less difficult and less expensive to realize, and the clock extraction process is mainly controlled by statistics without relying on the working state of a cache, thus being secure and reliable; filtering will be timely conducted in the statistical process in case of an abnormality, and no iteration effect will occur during device cascading, thus having a better quality for the extracted clock.

[见续页]

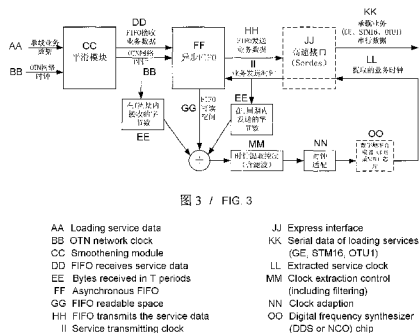


图 3 / FIG. 3

AA	Loading service data	JJ	Express interface
BB	OTN network clock	KK	Serial data of loading services
CC	Smoothing module		(GE, STM16, OTU1)
DD	FIFO receives service data	LL	Extracted service clock
EE	Bytes received in T periods	MM	Clock extraction control
FF	Asynchronous FIFO		(including filtering)
GG	FIFO readable space	NN	Clock adaptation
HH	FIFO transmits the service data	OO	Digital frequency synthesizer
II	Service transmitting clock		(DDS or NCO) chip



(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, 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, 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)。

根据细则 4.17 的声明:

— 关于申请人有权申请并被授予专利(细则 4.17(ii))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

本发明涉及一种 OTN 网络中客户业务时钟提取的实现方法, 采用统计控制加上外挂数字频率合成器, 第一步, 对 OTN 网络解帧出的客户业务在 OTN 系统时钟下进行同步平滑处理, 使客户业务数据比较均匀; 第二步, 统计并比较平滑后数据量与客户业务发送数据量, 通过加权算法结合 FIFO 缓存冗余度来控制时钟调整信息, 第三步, 将时钟调整信息转化为外挂数字频率合成器需要的精确频率调整信息, 精准控制外挂数字频率合成器产生业务发送时钟。本发明所述的实现方法, 实现难度小, 实施起来成本低; 时钟提取过程主要通过统计来控制, 不依赖于缓存工作状态, 安全可靠; 统计过程中遇到异常会及时过滤, 设备级联时不会引起迭代效应, 提取的时钟质量更好。

一种 OTN 网络中客户业务时钟提取的实现方法

技术领域

本发明涉及光传送网络（OTN, Optical Transport Network）通信技术领域，具体说是一种 OTN 网络中客户业务时钟（指客户业务的发送时钟）提取的实现方法。尤指 OTN 网络中承载 GE、STM16 和 OTU1 客户业务的发送时钟提取的实现方法。

背景技术

近年来，通信网络所承载的业务发生了巨大的变化，OTN 已是主要的光传送网技术。目前，国内外主流运营商都非常关注 OTN 技术的发展和应用，多数运营商的 WDM 传输接口已经实现 OTN 功能。OTN 概念涵盖了光层和电层两层网络，其关键技术特征之一体现为：多种客户信号封装和透明传输。基于 ITU-T G.709 的 OTN 帧结构可以支持多种客户信号的映射和透明传输，如 SDH、ATM、以太网等。为实现 OTN 承载客户业务的透明传输，在客户侧发送业务时必须提取出客户业务的发送时钟（简称客户业务时钟），其时钟频率要与 OTN 承载对应客户业务之前的业务接收时钟一致。

对于客户业务时钟的提取，目前主要通过两种方案来实现：FIFO 缓存冗余度控制加上高精度数字锁相环和 FIFO 缓存冗余度控制加上外挂数字频率合成器。

FIFO 缓存冗余度控制加上高精度数字锁相环方案实施起来难度大，时钟跟踪调整延时长，高精度数字锁相环工艺太复杂，实现成本过高。FIFO 缓存冗余度控制加上外挂数字频率合成器方案中仅靠 FIFO 缓存状态来调整时钟，其受到判断周期以及外挂数字频率合成器调整步长的限制。如判断周期短，缓存冗余度误差大，而且时钟调整频繁，会导致时钟抖动过大；调整步长设置过小或过大，跟踪过程

中缓存频繁空或满，此时缓存冗余度值不可用，无法提取有效时钟调整信息；设备级联过多时，缓存冗余度会引起迭代效应，导致时钟抖动过大。

发明内容

针对现有技术中存在的缺陷，本发明的目的在于提供一种 OTN 网络中客户业务时钟提取的实现方法，主要定位于 OTN 设备客户侧业务发送端的时钟提取，用于实现客户业务在 OTN 网络中透明传输，该方法能够从 OTN 帧中恢复出高性能的客户业务时钟，满足各种客户业务对抖动的要求。

为达到以上目的，本发明采取的技术方案是：

一种 OTN 网络中客户业务时钟提取的实现方法，其特征在于：采用统计控制加上外挂数字频率合成器，第一步，对 OTN 网络解帧出的客户业务在 OTN 系统时钟下进行同步平滑处理，使客户业务数据比较均匀；第二步，时钟提取控制处理：统计并比较平滑后数据量与客户业务发送数据量，通过加权算法结合 FIFO 缓存冗余度来控制时钟调整信息，第三步，时钟提取适配处理：通过时钟提取控制处理提供的时钟调整信息，将其转化为外挂数字频率合成器需要的精确频率调整信息，并通过串行控制接口精准控制外挂数字频率合成器产生业务发送时钟。

在上述技术方案的基础上，所述对客户业务的平滑处理，包括以下步骤：

步骤 1：设定一个平滑时间窗口，通常按照 OTN 线路接口的 OTN 帧周期来设定，

步骤 2：计算在一个平滑时间窗口内客户业务的标称数据量，

步骤 3：根据客户业务的容忍频偏和 OTN 接口容忍频偏，计算在一个平滑时间窗口平滑出客户业务可能出现的数据量，所述数据量包

括一个较大值、一个中间值和一个较小值，且该数据量为整数，

步骤4：检测同步 RAM 的缓存状态，计算本平滑时间窗口要读出的数据量，在一个平滑时间窗口起始位置进行检测 RAM 的可读空间在上限、下限还是在中心区域，如在上限，本平滑时间窗口要读出的数据量为步骤3计算的较大值；如在下限，本平滑时间窗口要读出的数据量为步骤3计算的较小值；如在中心区域或异常情况，本平滑时间窗口要读出的数据量为步骤3计算的中间值；

步骤5：按照计算好的一个平滑时间窗口要读出的数据量，产生比较均匀的缺口，将数据均匀的从同步 RAM 读出去，即可得到客户业务平滑数据。

在上述技术方案的基础上，第二步包括以下具体步骤：

步骤1：计算时钟调整周期 T，N 个平滑时间窗口为一个时钟调整周期 T，N 值可配置，N 值越大，统计的数据量更准，但也不能无限大，若 N 太大，时钟提取的跟踪时间会很长，而且需要更大的缓存；

步骤2：计算在一个时钟调整周期 T 内客户业务的标称数据量；

步骤3：统计计算一个时钟调整周期 T 内的平滑数据量，即 FIFO 接收数据量，FIFO 接收数据量应在标称值 $\times (1 \pm (\text{客户业务容忍最大频偏} + 20\text{ppm} + \text{冗余频偏}))$ 之内，否则 FIFO 接收数据量应设为标称值，其中，20ppm 为 OTN 线路容忍频偏；冗余频偏自行设置，用来吸收抖动和保证电路可以忍受更大的频偏，如入口数据量抖动太大，还需进行统计平均；

步骤4：统计计算一个时钟调整周期 T 内的 FIFO 读出数据量，即 FIFO 发送数据量；

步骤5：计算一个时钟调整周期 T 内的 FIFO 接收数据量和 FIFO 发送数据量的差值，差值应在标称值 $\times (+/- (\text{客户业务容忍最大频偏} + 20\text{ppm} + \text{冗余频偏}))$ 范围之内，差值不在此范围之内，表示线路速率或发送时钟频率出错，此时上报告警，并将差值设为零；

步骤6：时钟调整窗口设定，如果每个周期既有时钟调整又有进

行判决，会给判决造成误差，为避免这种情况，采用当前周期调整，下一周期判决交替进行的处理方式，保证判决时的前一个周期里时钟是稳定的；

步骤 7：时钟提取控制，时钟提取控制通过 FIFO 接收和发送的差值，以及 FIFO 的可读空间信息的加全算法计算出时钟调整方向和调整字节量。

在上述技术方案的基础上，FIFO 的可读空间信息用来产生时钟微调控制，用来保证 FIFO 工作在安全区域。

在上述技术方案的基础上，产生时钟微调控制的具体步骤为：

在 T0 周期判决位置判断 FIFO 可读空间，可读空间大于 256 时，给一个正调整微调信息；可读空间小于 256 时给一个负调整微调信息；可读空间为 256 时，如上个 T0 周期有正调整微调信息产生，则产生一个负微调信息，如上个 T0 周期有负调整微调信息产生，则产生一个正调整微调信息，否则，不产生任何微调调整信息。

在上述技术方案的基础上，时钟调整方向和调整字节量的产生包含以下步骤：

在 T0 周期判决位置 FIFO 接收数据量和 FIFO 发送数据量的差值 B 在标称值 $\times (+/-(\text{客户业务容忍最大频偏} + 20\text{ppm} + \text{冗余频偏}))$ 范围之外，时钟不作调整，调整字节量为 0；如果差值 B 在此范围之内，时钟调整如下：

当差值 B 为 0 时，如果有正调整微调信息，时钟调整方向为正调整，调整量为 1；如果有负调整微调信息，时钟调整方向为负调整，调整量为 1；如果无微调调整信息，则不调整，调整量为 0；

当差值 B 绝对值大于 1 时，如果接收字节量大于发送字节量，时钟调整方向为正调整，调整量为：接收字节量 - 发送字节量 + 正调整微调信息 - 负调整微调信息；如果接收字节量小于发送字节量，时钟

调整方向为负调整,调整量为:发送字节量-接收字节量-正调整微调信息+负调整微调信息;

当差值 B 等于 1 时,如果有正调整微调信息,时钟调整方向为正调整,调整量为 2;如果有负调整微调信息,时钟不调整,调整量为 0;如果无微调信息,时钟调整方向为正调整,调整量为 1;

当差值 B 等于-1 时,如果有负调整微调信息,时钟调整方向为负调整,调整量为 2;如果有正调整微调信息,时钟不调整,调整量为 0;如果无微调信息,时钟调整方向为负调整。

在上述技术方案的基础上,第三步包括以下具体步骤:

步骤 1: 将时钟提取控制的调整量转换成外挂数字频率合成器所需要的频率调整控制字或频偏偏移量的调整步长;时钟提取控制的调整量最小单位是字节,而频率调整控制字或频偏偏移量的调整步长很小,需要多次调整后逐步将时钟提取控制的调整量降到 0 附近;

步骤 2: 产生外挂数字频率合成器需要的精确频率调整信息: 首先设置一个客户业务标称的频率调整控制字或频偏偏移量,该频率调整控制字或频偏偏移量通过串行接口配置到外挂数字频率合成器会产生一个基准的客户业务时钟;然后,当有正调整信息时,输出的频率调整控制字或频偏偏移量为上一次配置的调整控制字或频偏偏移量+调整步长,当有负调整信息时,输出的频率调整控制字或频偏偏移量为上一次配置的调整控制字或频偏偏移量-调整步长;当无调整信息时,不更新输出的频率调整控制字或频偏偏移量;

步骤 3: 将计算好的频率调整控制字或频偏偏移量通过适合于外挂数字频率合成器的串行接口配置到外挂数字频率合成器芯片,外挂数字频率合成器芯片即可输出精准的客户业务发送时钟。

在上述技术方案的基础上,当时钟提取控制的调整量较大时,频率调整控制字或频偏偏移量的调整步长设置大一点;当时钟提取控制的调整量较小时,频率调整控制字或频偏偏移量的调整步长设置小一

点。

在上述技术方案的基础上，设置一个频率调整控制字或频偏偏移量最大值和一个最小值，在时钟调整计算时，如计算的频率调整控制字或频偏偏移量超过最大值或最小值时，输出的频率调整控制字或频偏偏移量为设定的最大值或最小值；

所述最大值和最小值按照客户业务容忍频偏加上 15ppm 的冗余频偏计算得到。

本发明所述的 OTN 网络中客户业务时钟提取的实现方法，采用统计方法来预测承载客户业务速率提取业务时钟，并辅以缓存冗余度进行微调时钟保证缓存工作在安全区域。本方法实现难度小，实施起来成本低；时钟提取过程主要通过统计来控制，不依赖于缓存工作状态，安全可靠；统计过程中遇到异常会及时过滤，设备级联时不会引起迭代效应，提取的时钟质量更好。

附图说明

本发明有如下附图：

图 1 为客户业务映射到 OTN 网络结构图；

图 2 为客户业务在 OTN 网络中的走向图；

图 3 为本发明提供的时钟提取系统设计功能图；

图 4 为时钟判决周期图；

图 5 为时钟微调流程图；

图 6 为时钟调整流程图。

具体实施方式

以下结合附图对本发明作进一步详细说明。

本发明所述的 OTN 网络中客户业务时钟提取的实现方法,适用于在 OTN 网络中透明传输的客户业务的时钟恢复,能有效滤除客户业务在映射和解映射过程中产生的抖动,产生精准的时钟控制信息,通过外挂数字频率合成器恢复出高性能的客户业务发送时钟。基于 ITU-T G. 709 的 OTN 帧结构可以支持多种客户信号的映射和透明传输,本发明主要支持 GE、STM16 和 OTU1 低速的客户业务。图 1 为客户业务映射到 OTN 网络结构图。客户业务经过各种映射路径后形成高阶 OTN 帧在 OTN 网络上透明传输,同时从 OTN 网络中解帧出各种客户业务。

图 2 为客户业务在 OTN 网络中的走向图。客户业务经过站点 A 通过各种映射路径后形成高阶 OTN 帧在 OTN 网络上透明传输,经过一级或多级站点 C 后到达站点 B,站点 B 从 OTN 网络中解帧出各种客户业务。从站点 B 解帧出的客户业务本身不带任何定时信息,为保证业务透明传输,必须恢复出站点 B 客户业务的发送时钟,使业务按照从站点 A 接收的速率发送出去。图 3 为本发明提供的系统设计功能图。

本发明所述的 OTN 网络中客户业务时钟提取的实现方法方案是:采用统计控制加上外挂数字频率合成器,第一步,对 OTN 网络解帧出的客户业务在 OTN 系统时钟下进行同步平滑处理,使客户业务数据比较均匀;第二步,时钟提取控制处理:统计并比较平滑后数据量与客户业务发送数据量,通过加权算法结合 FIFO 缓存冗余度来控制时钟调整信息,第三步,时钟提取适配处理:通过时钟提取控制处理提供的时钟调整信息,将其转化为外挂数字频率合成器需要的精确频率调整信息,并通过串行控制接口精准控制外挂数字频率合成器产生业务发送时钟。

在上述技术方案的基础上,所述对客户业务的平滑处理,包括以下步骤:

步骤 1: 设定一个平滑时间窗口,通常按照 OTN 线路接口的 OTN 帧周期来设定,如线路侧为 OTU1,则按照 OTU1 的系统时钟域下一个 OTU1 帧的时间来确定平滑时间窗口;如线路侧为 ODU2,则按照 ODU2

的系统时钟域下一个 ODU2 帧的时间来确定平滑时间窗口；

步骤 2：计算在一个平滑时间窗口内客户业务的标称数据量，如一个 OTU1 帧周期时间，GE 的标称数据量为 6121.4，STM16 的标称数据量为 7616；一个 ODU2 帧周期时间，GE 的标称数据量为 1523.9，STM16 的标称数据量为 1896；

步骤 3：根据客户业务的容忍频偏和 OTN 接口容忍频偏，计算在一个平滑时间窗口平滑出客户业务可能出现的数据量（要求为整数），所述数据量包括一个较大值、一个中间值和一个较小值，如一个 OTU1 帧周期时间，平滑处理后的 GE 数据量可能为 6120、6121 或 6122，STM16 的数据量可能为 7615、7616 或 7617；

步骤 4：检测同步 RAM 的缓存状态，计算本平滑时间窗口要读出的数据量，在一个平滑时间窗口起始位置进行检测 RAM 的可读空间在上限、下限还是在中心区域，如在上限，本平滑时间窗口要读出的数据量为步骤 3 计算的较大值；如在下限，本平滑时间窗口要读出的数据量为步骤 3 计算的较小值；如在中心区域或异常情况，本平滑时间窗口要读出的数据量为步骤 3 计算的中间值；

步骤 5：按照计算好的一个平滑时间窗口要读出的数据量，产生比较均匀的缺口，将数据均匀的从同步 RAM 读出去，即可得到客户业务平滑数据，

客户业务经过一级或多级映射上到 OTN 网络，客户业务在映射和解映射过程中会引入抖动，而且客户业务解帧后处于 OTN 的时钟域下，会有数据突发现象，这会造成客户业务时钟提取难度加大，时钟性能指标也不好。为解决此问题需要对 OTN 解帧出的客户数据进行平滑处理，平滑处理由一个同步缓存 RAM 和一个控制逻辑构成。

第二步所述统计并比较平滑后数据量与客户业务发送数据量，通过加权算法结合 FIFO 缓存冗余度来控制时钟调整信息，即时钟提取控制处理过程，时钟提取控制处理由一个异步缓存 FIFO 和一个时钟提取控制处理逻辑构成。

在上述技术方案的基础上，第二步包括以下具体步骤：

步骤 1：计算时钟调整周期 T ， N 个平滑时间窗口为一个时钟调整周期 T ， N 值可配置， N 值越大，统计的数据量更准，但也不能无限大，若 N 太大，时钟提取的跟踪时间会很长，而且需要更大的缓存；

步骤 2：计算在一个时钟调整周期 T 内客户业务的标称数据量；

步骤 3：统计计算一个时钟调整周期 T 内的平滑数据量，即 FIFO 接收数据量，FIFO 接收数据量应在标称值 $\times (1 \pm (\text{客户业务容忍最大频偏} + 20\text{ppm} + \text{冗余频偏}))$ 之内，否则 FIFO 接收数据量应设为标称值，其中，20ppm 为 OTN 线路容忍频偏；冗余频偏可以自行设置，用来吸收抖动和保证电路可以忍受更大的频偏，如入口数据量抖动太大，还需进行统计平均；

步骤 4：统计计算一个时钟调整周期 T 内的 FIFO 读出数据量，即 FIFO 发送数据量；

步骤 5：计算一个时钟调整周期 T 内的 FIFO 接收数据量和 FIFO 发送数据量的差值，差值应在标称值 $\times (+/- (\text{客户业务容忍最大频偏} + 20\text{ppm} + \text{冗余频偏}))$ 范围之内，差值不在此范围之内，表示线路速率或发送时钟频率出错，此时上报告警，并将差值设为零；

步骤 6：时钟调整窗口设定，如果每个周期既有时钟调整又有进行判决，会给判决造成误差，为避免这种情况，采用当前周期调整，下一周期判决交替进行的处理方式，保证判决时的前一个周期里时钟是稳定的；图 4 为时钟判决周期图， T_0 周期进行判决， T_1 周期的统计， T_0 周期也会统计，但不采用；

步骤 7：时钟提取控制，时钟提取控制通过 FIFO 接收和发送的差值，以及 FIFO 的可读空间信息的加全算法计算出时钟调整方向和调整字节量。

在上述技术方案的基础上，FIFO 的可读空间信息用来产生时钟微调控制，用来保证 FIFO 工作在安全区域。图 5 为时钟微调流程图。产生时钟微调控制的具体步骤为：在 T_0 周期判决位置判断 FIFO 可读

空间,可读空间大于 256 时,给一个正调整微调信息;可读空间小于 256 时给一个负调整微调信息;可读空间为 256 时,如上个 T0 周期有正调整微调信息产生,则产生一个负微调信息(回调机制),如上个 T0 周期有负调整微调信息产生,则产生一个正调整微调信息(回调机制),否则,不产生任何微调调整信息。

在上述技术方案的基础上,时钟调整方向和调整字节量的产生如图 6 所示。时钟调整方向和调整字节量的产生以下步骤:

在 T0 周期判决位置 FIFO 接收数据量和 FIFO 发送数据量的差值 B (见步骤 5) 在标称值 $\times (+/-(\text{客户业务容忍最大频偏}+20\text{ppm}+\text{冗余频偏}))$ 范围之外,时钟不作调整,调整字节量为 0;如果差值 B 在此范围之内,时钟调整如下:

当差值 B 为 0 时,如果有正调整微调信息,时钟调整方向为正调整,调整量为 1;如果有负调整微调信息,时钟调整方向为负调整,调整量为 1;如果无微调调整信息,则不调整,调整量为 0;

当差值 B 绝对值大于 1 时,如果接收字节量大于发送字节量,时钟调整方向为正调整,调整量为:接收字节量-发送字节量+正调整微调信息-负调整微调信息;如果接收字节量小于发送字节量,时钟调整方向为负调整,调整量为:发送字节量-接收字节量-正调整微调信息+负调整微调信息;

当差值 B 等于 1 时,如果有正调整微调信息,时钟调整方向为正调整,调整量为 2;如果有负调整微调信息,时钟不调整,调整量为 0;如果无微调调整信息,时钟调整方向为正调整,调整量为 1;

当差值 B 等于 -1 时,如果有负调整微调信息,时钟调整方向为负调整,调整量为 2;如果有正调整微调信息,时钟不调整,调整量为 0;如果无微调调整信息,时钟调整方向为负调整。

在上述技术方案的基础上,第三步包括以下具体步骤:

步骤 1: 将时钟提取控制的调整量转换成外挂数字频率合成器所

需要的频率调整控制字或频偏偏移量的调整步长；时钟提取控制的调整量最小单位是字节，而频率调整控制字或频偏偏移量的调整步长很小（调整步长大会引起时钟有很大的抖动），需要多次调整后逐步将时钟提取控制的调整量降到 0 附近；为加快时钟提取的跟踪时间，当时钟提取控制的调整量较大时，频率调整控制字或频偏偏移量的调整步长设置大一点；当时钟提取控制的调整量较小时，频率调整控制字或频偏偏移量的调整步长设置小一点；

步骤 2：产生外挂数字频率合成器需要的精确频率调整信息：首先设置一个客户业务标称的频率调整控制字或频偏偏移量，该频率调整控制字或频偏偏移量通过串行接口配置到外挂数字频率合成器会产生一个基准的客户业务时钟；然后，当有正调整信息时，输出的频率调整控制字或频偏偏移量为上一次配置的调整控制字或频偏偏移量+调整步长，当有负调整信息时，输出的频率调整控制字或频偏偏移量为上一次配置的调整控制字或频偏偏移量-调整步长；当无调整信息时，不更新输出的频率调整控制字或频偏偏移量；

为保证输出客户业务时钟的可靠，输出的频率调整控制字或频偏偏移量要保证在正常的范围之内；设置一个频率调整控制字或频偏偏移量最大值和一个最小值，在时钟调整计算时，如计算的频率调整控制字或频偏偏移量超过最大值或最小值时（最大值和最小值按照客户业务容忍频偏加上 15ppm 的冗余频偏计算得到），输出的频率调整控制字或频偏偏移量为设定的最大值或最小值；

步骤 3：将计算好的频率调整控制字或频偏偏移量通过适合于外挂数字频率合成器的串行接口配置到外挂数字频率合成器芯片，外挂数字频率合成器芯片即可输出精准的客户业务发送时钟。

综上所述，本发明提供的一种时钟提取方法能够有效提取 OTN 系统中客户业务发送时钟，以实现 OTN 承载客户业务的透明传输。上述实施例只是对 OTN 系统中客户业务发送时钟提取的实现方法作了说明，其他类似的业务时钟提取也可以采用此方法，本发明并不加以限

定。

以上所述仅为本发明的较佳实施例，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

本说明书中未作详细描述的内容属于本领域专业技术人员公知的现有技术。

权 利 要 求 书

1. 一种 OTN 网络中客户业务时钟提取的实现方法，其特征在于：采用统计控制加上外挂数字频率合成器，第一步，对 OTN 网络解帧出的客户业务在 OTN 系统时钟下进行同步平滑处理，使客户业务数据比较均匀；第二步，时钟提取控制处理：统计并比较平滑后数据量与客户业务发送数据量，通过加权算法结合 FIFO 缓存冗余度来控制时钟调整信息，第三步，时钟提取适配处理：通过时钟提取控制处理提供的时钟调整信息，将其转化为外挂数字频率合成器需要的精确频率调整信息，并通过串行控制接口精准控制外挂数字频率合成器产生业务发送时钟。

2. 如权利要求 1 所述的 OTN 网络中客户业务时钟提取的实现方法，其特征在于，所述对客户业务的平滑处理，包括以下步骤：

步骤 1：设定一个平滑时间窗口，通常按照 OTN 线路接口的 OTN 帧周期来设定，

步骤 2：计算在一个平滑时间窗口内客户业务的标称数据量，

步骤 3：根据客户业务的容忍频偏和 OTN 接口容忍频偏，计算在一个平滑时间窗口平滑出客户业务可能出现的数据量，所述数据量包括一个较大值、一个中间值和一个较小值，且该数据量为整数，

步骤 4：检测同步 RAM 的缓存状态，计算本平滑时间窗口要读出的数据量，在一个平滑时间窗口起始位置进行检测 RAM 的可读空间在上限、下限还是在中心区域，如在上限，本平滑时间窗口要读出的数据量为步骤 3 计算的较大值；如在下限，本平滑时间窗口要读出的数据量为步骤 3 计算的较小值；如在中心区域或异常情况，本平滑时间窗口要读出的数据量为步骤 3 计算的中间值；

步骤 5：按照计算好的一个平滑时间窗口要读出的数据量，产生比较均匀的缺口，将数据均匀的从同步 RAM 读出去，即可得到客户业务平滑数据。

3. 如权利要求 2 所述的 OTN 网络中客户业务时钟提取的实现方

法，其特征在于，第二步包括以下具体步骤：

步骤 1：计算时钟调整周期 T ， N 个平滑时间窗口为一个时钟调整周期 T ， N 值可配置， N 值越大，统计的数据量更准，但也不能无限大，若 N 太大，时钟提取的跟踪时间会很长，而且需要更大的缓存；

步骤 2：计算在一个时钟调整周期 T 内客户业务的标称数据量；

步骤 3：统计计算一个时钟调整周期 T 内的平滑数据量，即 FIFO 接收数据量，FIFO 接收数据量应在标称值 $\times (1 \pm (\text{客户业务容忍最大频偏} + 20\text{ppm} + \text{冗余频偏}))$ 之内，否则 FIFO 接收数据量应设为标称值，其中，20ppm 为 OTN 线路容忍频偏；冗余频偏自行设置，用来吸收抖动和保证电路可以忍受更大的频偏，如入口数据量抖动太大，还需进行统计平均；

步骤 4：统计计算一个时钟调整周期 T 内的 FIFO 读出数据量，即 FIFO 发送数据量；

步骤 5：计算一个时钟调整周期 T 内的 FIFO 接收数据量和 FIFO 发送数据量的差值，差值应在标称值 $\times (+/- (\text{客户业务容忍最大频偏} + 20\text{ppm} + \text{冗余频偏}))$ 范围之内，差值不在此范围之内，表示线路速率或发送时钟频率出错，此时上报告警，并将差值设为零；

步骤 6：时钟调整窗口设定，如果每个周期既有时钟调整又有进行判决，会给判决造成误差，为避免这种情况，采用当前周期调整，下一周期判决交替进行的处理方式，保证判决时的前一个周期里时钟是稳定的；

步骤 7：时钟提取控制，时钟提取控制通过 FIFO 接收和发送的差值，以及 FIFO 的可读空间信息的加全算法计算出时钟调整方向和调整字节量。

4. 如权利要求 3 所述的 OTN 网络中客户业务时钟提取的实现方法，其特征在于：FIFO 的可读空间信息用来产生时钟微调控制，用来保证 FIFO 工作在安全区域。

5. 如权利要求 4 所述的 OTN 网络中客户业务时钟提取的实现方法，其特征在于，产生时钟微调控制的具体步骤为：

在 T0 周期判决位置判断 FIFO 可读空间, 可读空间大于 256 时, 给一个正调整微调信息; 可读空间小于 256 时给一个负调整微调信息; 可读空间为 256 时, 如上个 T0 周期有正调整微调信息产生, 则产生一个负微调信息, 如上个 T0 周期有负调整微调信息产生, 则产生一个正调整微调信息, 否则, 不产生任何微调信息。

6. 如权利要求 5 所述的 OTN 网络中客户业务时钟提取的实现方法, 其特征在于, 时钟调整方向和调整字节量的产生包含以下步骤:

在 T0 周期判决位置 FIFO 接收数据量和 FIFO 发送数据量的差值 B 在标称值 $\times (+/-(\text{客户业务容忍最大频偏} + 20\text{ppm} + \text{冗余频偏}))$ 范围之外, 时钟不作调整, 调整字节量为 0; 如果差值 B 在此范围之内, 时钟调整如下:

当差值 B 为 0 时, 如果有正调整微调信息, 时钟调整方向为正调整, 调整量为 1; 如果有负调整微调信息, 时钟调整方向为负调整, 调整量为 1; 如果无微调信息, 则不调整, 调整量为 0;

当差值 B 绝对值大于 1 时, 如果接收字节量大于发送字节量, 时钟调整方向为正调整, 调整量为: 接收字节量 - 发送字节量 + 正调整微调信息 - 负调整微调信息; 如果接收字节量小于发送字节量, 时钟调整方向为负调整, 调整量为: 发送字节量 - 接收字节量 - 正调整微调信息 + 负调整微调信息;

当差值 B 等于 1 时, 如果有正调整微调信息, 时钟调整方向为正调整, 调整量为 2; 如果有负调整微调信息, 时钟不调整, 调整量为 0; 如果无微调信息, 时钟调整方向为正调整, 调整量为 1;

当差值 B 等于 -1 时, 如果有负调整微调信息, 时钟调整方向为负调整, 调整量为 2; 如果有正调整微调信息, 时钟不调整, 调整量为 0; 如果无微调信息, 时钟调整方向为负调整。

7. 如权利要求 2 所述的 OTN 网络中客户业务时钟提取的实现方法, 其特征在于, 第三步包括以下具体步骤:

步骤 1: 将时钟提取控制的调整量转换成外挂数字频率合成器所需要的频率调整控制字或频偏偏移量的调整步长; 时钟提取控制的调

整量最小单位是字节，而频率调整控制字或频偏偏移量的调整步长很小，需要多次调整后逐步将时钟提取控制的调整量降到 0 附近；

步骤 2：产生外挂数字频率合成器需要的精确频率调整信息：首先设置一个客户业务标称的频率调整控制字或频偏偏移量，该频率调整控制字或频偏偏移量通过串行接口配置到外挂数字频率合成器会产生一个基准的客户业务时钟；然后，当有正调整信息时，输出的频率调整控制字或频偏偏移量为上一次配置的调整控制字或频偏偏移量+调整步长，当有负调整信息时，输出的频率调整控制字或频偏偏移量为上一次配置的调整控制字或频偏偏移量-调整步长；当无调整信息时，不更新输出的频率调整控制字或频偏偏移量；

步骤 3：将计算好的频率调整控制字或频偏偏移量通过适合于外挂数字频率合成器的串行接口配置到外挂数字频率合成器芯片，外挂数字频率合成器芯片即可输出精准的客户业务发送时钟。

8. 如权利要求 7 所述的 OTN 网络中客户业务时钟提取的实现方法，其特征在于：当时钟提取控制的调整量较大时，频率调整控制字或频偏偏移量的调整步长设置大一点；当时钟提取控制的调整量较小时，频率调整控制字或频偏偏移量的调整步长设置小一点。

9. 如权利要求 7 所述的 OTN 网络中客户业务时钟提取的实现方法，其特征在于：设置一个频率调整控制字或频偏偏移量最大值和一个最小值，在时钟调整计算时，如计算的频率调整控制字或频偏偏移量超过最大值或最小值时，输出的频率调整控制字或频偏偏移量为设定的最大值或最小值；

所述最大值和最小值按照客户业务容忍频偏加上 15ppm 的冗余频偏计算得到。

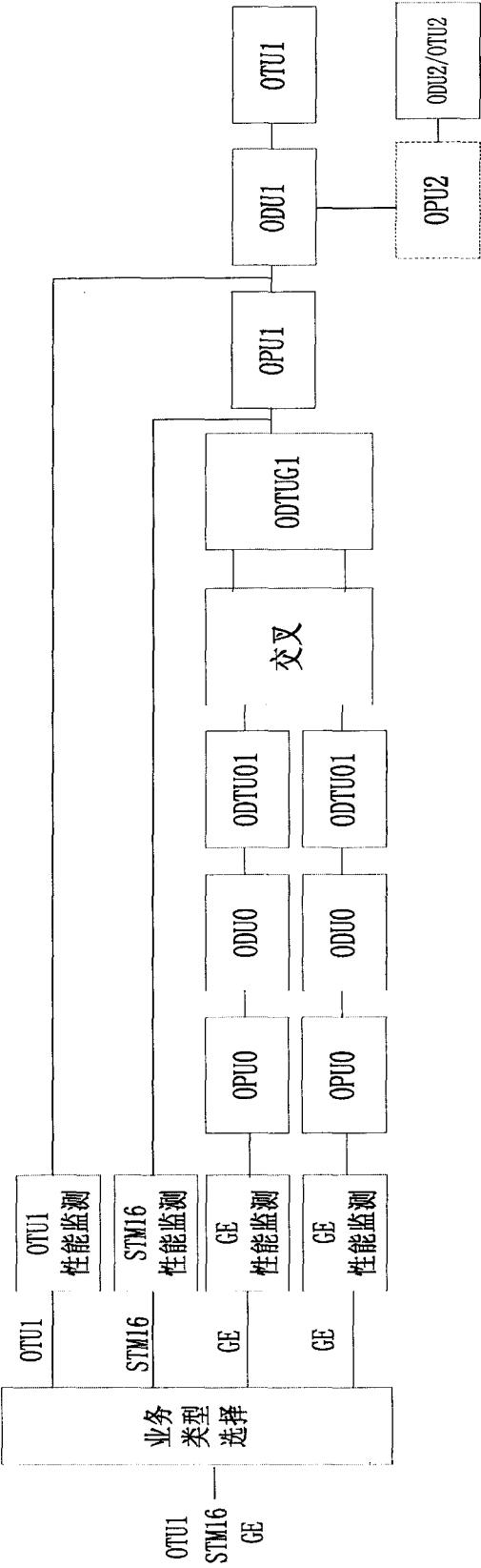


图 1

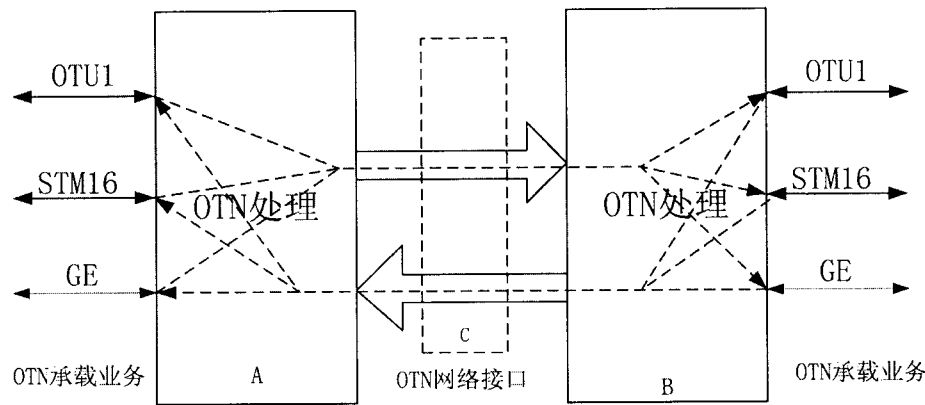


图 2

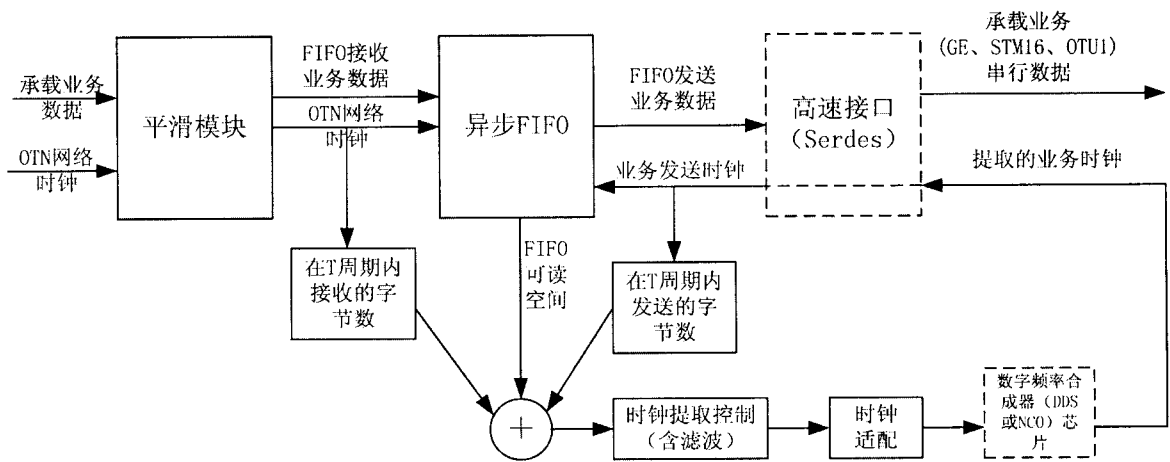


图 3

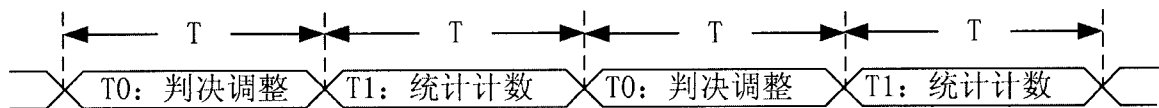


图 4

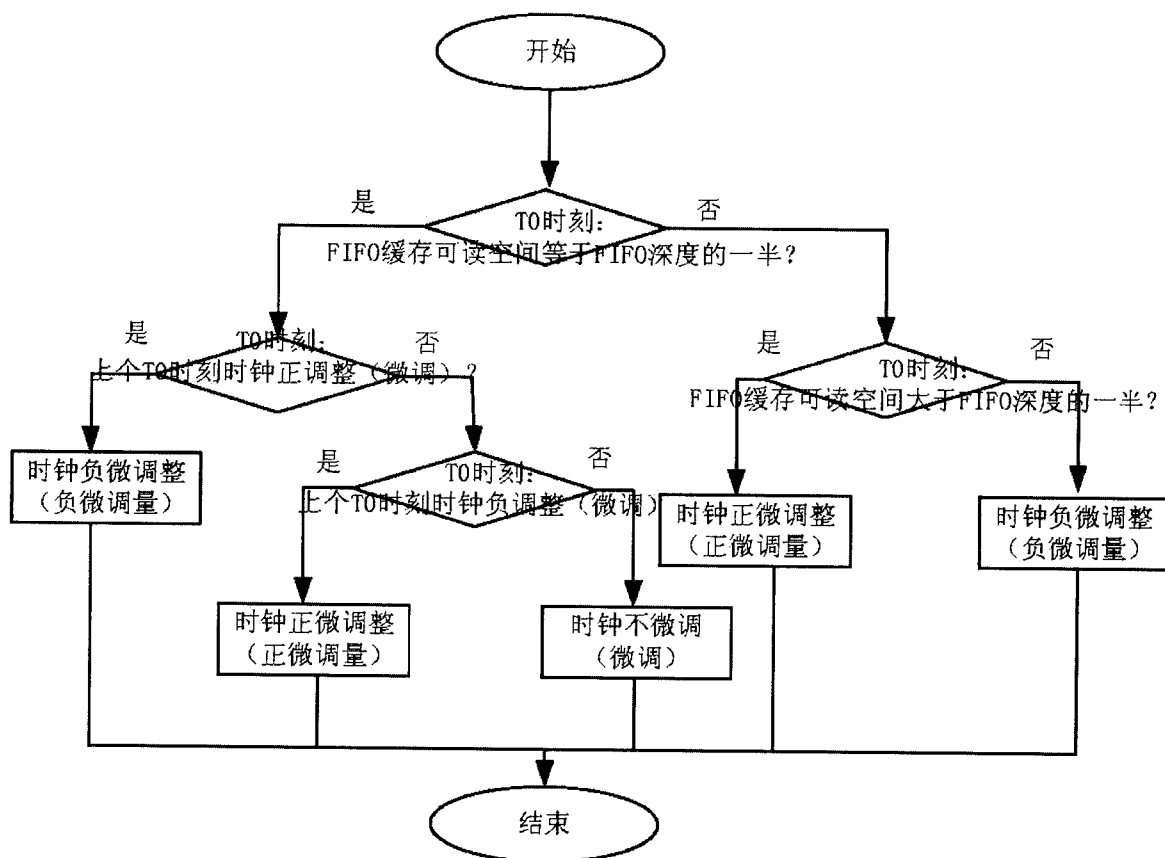


图 5

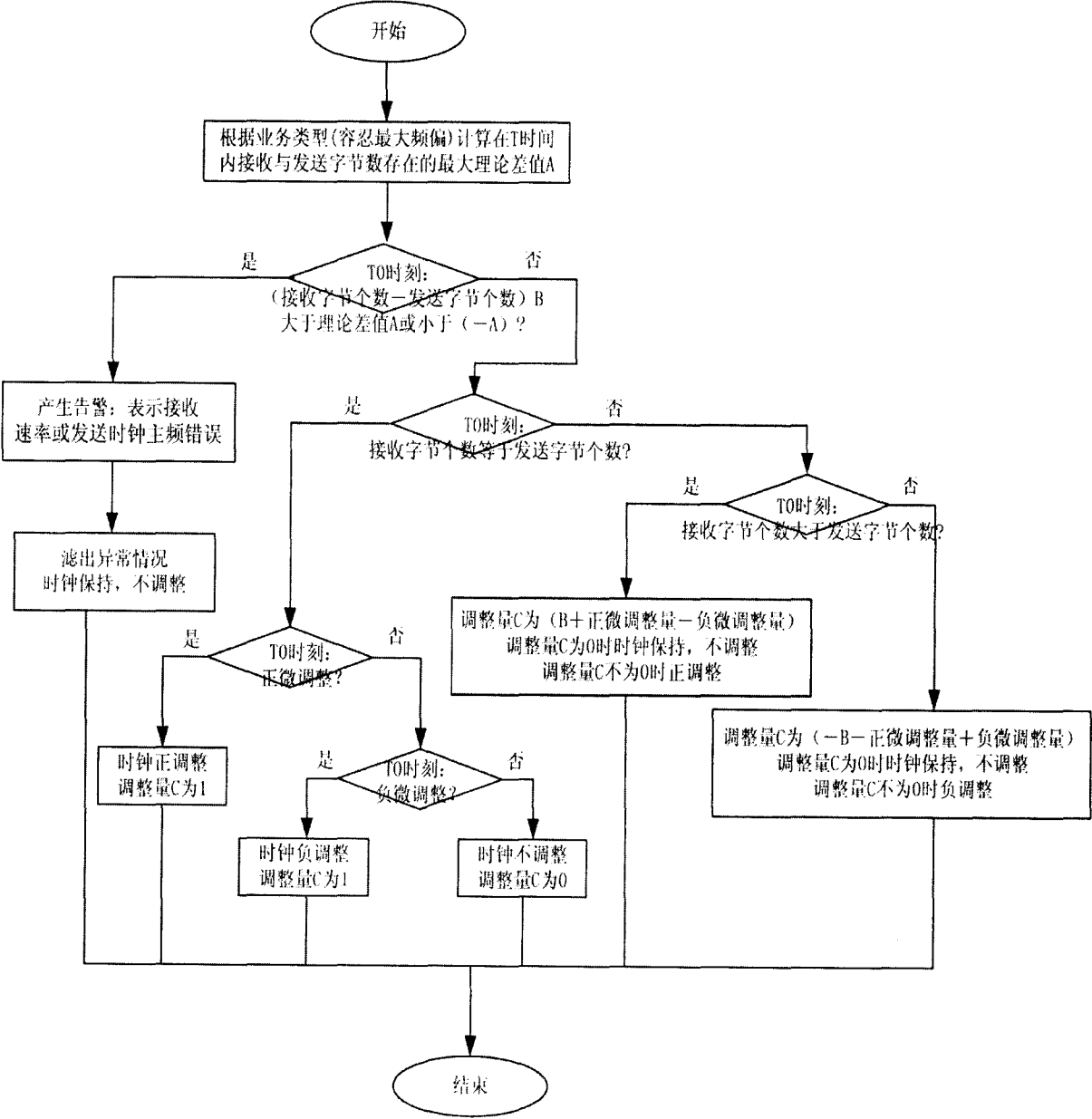


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2013/079967

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet

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: H04L; H04J

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, WPI, EPODOC: compos+, redundanc+, flat+, smooth+, weight, arithmetic, algorithmic, OTN, clock, cache, FIFO, optical, transport, network, extract, convert, adjust, digital, frequency, sync+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 102833063 A (FIBERHOME TELECOMMUNICATIONS TECHNOLOGIES CO., LTD.) 19 December 2012 (19.12.2012) the whole document	1-9
A	CN 102510321 A (FIBERHOME TELECOMMUNICATIONS TECHNOLOGIES CO., LTD.) 20 June 2012 (20.06.2012) description, page 2, line 1 to page 4, line 20	1-9
A	CN 1581845 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 16 February 2005 (16.02.2005) the whole document	1-9
A	CN 101252403 A (ZTE CORPORATION) 27 August 2008 (27.08.2008) the whole document	1-9
A	US 2010/0208752 A1 (TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON(PUBL)) 19 August 2010 (19.08.2010) the whole document	1-9

☐ 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 11 September 2013 (11.09.2013)	Date of mailing of the international search report 10 October 2013 (10.10.2013)
Name and mailing address of the ISA 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 LI, Kai Telephone No. (86-10) 62413305

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/079967

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102833063 A	19.12.2012	None	
CN 102510321 A	20.06.2012	None	
CN 1581845 A	16.02.2005	None	
CN 101252403 A	27.08.2008	None	
US 2010/0208752 A1	19.08.2010	WO 2010095103 A2	26.08.2010
		EP 2399355 A2	28.12.2011
		JP 2012518318 A	09.08.2012

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/079967

CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER:

H04J 3/06 (2006.01) i

H04L 7/027 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2013/079967

A. 主题的分类

见附加页

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: H04L, H04J

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,WPI,EPODOC: 合成, 同步, 冗余, 时钟, 频率, 平滑, 加权, 算法, 缓存, 转化, OTN, clock, cache, FIFO, optical, transport, network, extract, convert, adjust, digital, frequency, sync+

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
PX	CN102833063A(烽火通信科技股份有限公司)19.12 月 2012(19.12.2012) 全文	1-9
A	CN102510321A(烽火通信科技股份有限公司)20.6 月 2012(20.06.2012) 说明书第 2 页第 1 行-第 4 页第 20 行	1-9
A	CN1581845A(华为技术有限公司)16.2 月 2005(16.02.2005) 全文	1-9
A	CN101252403A(中兴通讯股份有限公司)27.8 月 2008(27.08.2008) 全文	1-9
A	US2010/0208752A1(TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON(PUBL))19.8 月 2010(19.08.2010) 全文	1-9



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

11.9 月 2013(11.09.2013)

国际检索报告邮寄日期

10.10 月 2013 (10.10.2013)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

授权官员

李凯

电话号码: (86-10) 62413305

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/079967

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN102833063A	19.12.2012	无	
CN102510321A	20.06.2012	无	
CN1581845A	16.02.2005	无	
CN101252403A	27.08.2008	无	
US2010/0208752A1	19.08.2010	WO2010095103A2	26.08.2010
		EP2399355A2	28.12.2011
		JP2012518318A	09.08.2012

主题的分类:

H04J 3/06 (2006.01)i

H04L 7/027 (2006.01)i