

跨区块链处理事务的方法、装置、计算机设备、计算机存储介质及计算机程序产品

相关申请的交叉引用

5 本申请基于申请号为 202111349928.7、申请日为 2021 年 11 月 15 日的中国专利申请提出，并要求以上中国专利申请的优先权，以上中国专利申请的全部内容在此引入本申请作为参考。

技术领域

本申请涉及计算机技术领域中的区块链领域，尤其涉及一种跨区块链处理事务的方法、装置、计算机设备、计算机存储介质及计算机程序产品。

10 背景技术

随着区块链技术的飞速发展，越来越多的用户或企业选择将数据存储至区块链网络，以防止数据被篡改。目前，区块链网络中是采用区块链来存储不同业务类型的数据；例如，区块链网络中可采用不同业务类型对应的业务分支链来存储不同业务类型对应的数据。在一些跨业务处理场景下，数据需要在不同的业务分支链之间进行跨链流转。

15 发明内容

本申请实施例提供一种跨区块链处理事务的方法、装置、计算机设备、计算机存储介质及计算机程序产品，能够实现待处理事务在不同业务分支链之间的跨链流转。

本申请实施例提供一种跨区块链处理事务的方法，应用于计算机设备，该方法包括：

20 响应于检测到事务流转事件，在第一业务分支链中为待处理事务生成预流转区块，事务流转事件用于将待处理事务从第一业务分支链转移至第二业务分支链；

基于预流转区块向第二业务分支链所在的业务共识节点发送预流转请求，预流转请求用于请求第二业务分支链所在的业务共识节点在第二业务分支链中生成待处理事务的预接收结果；

25 接收第二业务分支链所在的业务共识节点根据预接收结果返回的反馈消息，并在对反馈消息校验成功后，在第一业务分支链中生成待处理事务对应的已流转区块；

根据已流转区块向第二业务分支链所在的业务共识节点发送已流转通知，已流转通知用于通知第二业务分支链所在的业务共识节点在第二业务分支链中生成待处理事务的可操作区块。

30 本申请实施例提供一种跨区块链处理事务的方法，应用于计算机设备，该方法包括：

接收源共识节点发送的预流转请求，预流转请求用于请求在第二业务分支链中生成待处理事务的预接收结果；

若响应于预流转请求对待处理事务校验成功，则为待处理事务生成预接收结果；

35 向源共识节点返回根据预接收结果生成的反馈消息，以使源共识节点根据反馈消

息在源共识节点包含的第一业务分支链中生成待处理事务对应的已流转区块；

响应于源共识节点返回的已流转通知，在第二业务分支链中生成待处理事务的可操作区块，已流转通知是源共识节点根据已流转区块返回的，该已流转通知用于通知在第二业务分支链中生成待处理事务的可操作区块。

5 本申请实施例提供一种跨区块链处理事务的装置，该装置包括：

处理单元，配置为响应于检测到事务流转事件，在第一业务分支链中为待处理事务生成预流转区块，事务流转事件用于将待处理事务从第一业务分支链转移至第二业务分支链；

10 通信单元，配置为基于预流转区块的标识向第二业务分支链所在的第二业务分支链所在的业务共识节点发送预流转请求，预流转请求用于请求第二业务分支链所在的业务共识节点在第二业务分支链中生成待处理事务的预接收结果；

处理单元，还配置为在第一业务分支链中生成待处理事务对应的已流转区块；

15 通信单元，还配置为根据已流转区块的标识向第二业务分支链所在的业务共识节点发送已流转通知，已流转通知用于通知第二业务分支链所在的业务共识节点在第二业务分支链中生成待处理事务的可操作区块。

本申请实施例提供一种跨区块链处理事务的装置，该装置包括：

接收单元，配置为接收源共识节点发送的预流转请求，预流转请求用于请求在第二业务分支链中生成待处理事务的预接收结果；

20 处理单元，配置为若响应于预流转请求对待处理事务校验成功，则为待处理事务生成预接收结果；

处理单元，还配置为向源共识节点返回根据预接收结果生成的反馈消息，以使源共识节点根据反馈消息在源共识节点包含的第一业务分支链中生成待处理事务对应的已流转区块；

25 处理单元，还配置为响应于源共识节点返回的已流转通知，在第二业务分支链中生成待处理事务的可操作区块，已流转通知是源共识节点根据已流转区块返回的，该已流转通知用于通知在第二业务分支链中生成待处理事务的可操作区块。

本申请实施例提供一种计算机设备，该设备包括：

处理器，适于执行计算机程序；

30 计算机可读存储介质，计算机可读存储介质中存储有计算机程序，计算机程序被处理器执行时，实现如上述的跨区块链处理事务的方法。

本申请实施例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有计算机程序，计算机程序适于由处理器加载并执行如上述的跨区块链处理事务的方法。

35 本申请实施例提供了一种计算机程序产品或计算机程序，该计算机程序产品或计算机程序包括计算机指令，该计算机指令存储在计算机可读存储介质中。跨区块链处理设备的处理器从计算机可读存储介质读取该计算机指令，处理器执行该计算机指令，使得该跨区块链处理设备执行上述的跨区块链处理事务的方法。

40 本申请实施例中，响应于检测到的将待处理事务从第一业务分支链转移至第二业务分支链的事务流转事件，可将待处理事务从第一业务分支链流转至第二业务分支链，实现待处理事务在不同业务分支链之间的跨链流转。并且，在待处理事务流转的过程中每流转一步均在业务分支链上，为待处理事务设置对应的流转状态（如预流转状态、预接收状态及已流转状态等）；例如，在跨链流转时先在第一业务分支链中将待处理事务从可操作状态设置为预接收状态，以表示待处理事务准备流转至第二业务分支链，再在第二业务分支链上将待处理事务的状态设置为预接收状态，表示第二业务分支链已做好接收待处理事务的准备等等；这确保待处理事务在流转过程中的状态变化的一致性，保

证待处理事务在被流转过程中被操作的唯一性和安全性。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图进行介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1a 示出了本申请一个示例性实施例提供的一种区块链的结构示意图；

图 1b 示出了本申请一个示例性实施例提供的一种区块链网络的结构示意图；

图 1c 示出了本申请一个示例性实施例提供的一种树状结构链的结构示意图；

图 1d 示出了本申请一个示例性实施例提供的一种区块链网络的结构示意图；

图 1e 示出了本申请一个示例性实施例提供的一种待处理事务从第一业务分支链流转至第二业务分支链的跨链流转的流程示意图；

图 2 示出了本申请一个示例性实施例提供的一种跨区块链处理事务的方法的流程示意图；

图 3 示出了本申请一个示例性实施例提供的一种响应于事务流转事件在第一业务分支链上为待处理事务生成预流转区块的示意图；

图 4 示出了本申请一个示例性实施例提供的一种待处理事务在第一业务分支链上状态回滚的示意图；

图 5 示出了本申请一个示例性实施例提供的一种跨区块链处理事务的方法的流程示意图；

图 6 示出了本申请一个示例性实施例提供的一种响应于预接收结果在第二业务分支链上，为待处理事务生成预接收区块的示意图；

图 7 示出了本申请一个示例性实施例提供的一种第二业务分支链所在的业务共识节点周期性访问源共识节点的示意图；

图 8 示出了本申请一个示例性实施例提供的一种双层区块链网络的架构示意图；

图 9 示出了本申请一个示例性实施例提供的一种双层区块链网络的架构示意图；

图 10a 示出了本申请一个示例性实施例提供的一种双层区块链网络的架构示意图；

图 10b 示出了本申请一个示例性实施例提供的一种双层区块链网络下跨区块链处理方法的流程示意图；

图 11 示出了本申请一个示例性实施例提供的一种跨区块链处理事务的装置的结构示意图；

图 12 示出了本申请一个示例性实施例提供的一种跨区块链处理事务的装置的结构示意图；

图 13 示出了本申请一个示例性实施例提供的一种计算机设备的结构示意图。

具体实施方式

下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请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申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，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，都属于本申请保护的范围。

本申请实施例涉及区块链（Blockchain），区块链是区块链技术的基础，区块链是

分布式数据存储、点对点传输、共识机制、加密算法等计算机技术的新型应用模式。区块链本质上是一个去中心化的数据库，是一串使用密码学方法相关联产生的数据块，每一个数据块中包含了一批次网络交易的信息，用于验证其信息的有效性（防伪）和生成下一个区块。一种区块链的结构示意图可参见图 1a，如图 1a 所示，区块链 101 由多个区块组成，区块链的第一个区块称为创世区块（可简称为创世块），创世块中包括区块头和区块主体，区块头中存储有输入信息特征值、版本号、时间戳和难度值，区块主体中存储有输入信息；创世块的下一区块以创世块为父区块，下一区块中同样包括区块头和区块主体，区块头中存储有当前区块的输入信息特征值、父区块的区块头特征值、版本号、时间戳和难度值，并以此类推，使得区块链中每个区块中存储的区块数据均与父区块中存储的区块数据存在关联，保证了区块中输入信息的安全性。

区块链可由区块链网络所包含的区块链节点维护；其中，区块链网络可以理解为一个数据共享系统，是指用于进行区块链节点与区块链节点之间数据共享的系统，该数据共享系统的一种示例性结构可参见图 1b；如图 1b 所示，数据共享系统中可包括多个区块链节点 102，各个区块链节点 102 可以为接入至该区块链网络中的服务器，也可以为接入至该区块链网络中的用户终端（如客户端），这里对区块链节点 102 的形式不做限定。对于区块链网络中的每个区块链节点 102，均具有与其对应的节点标识，而且区块链网络中的每个区块链节点 102 均可以存储有区块链网络中其它区块链节点 102 的节点标识，以便后续根据其它区块链节点 102 的节点标识，将生成的区块广播至数据共享系统中的其它区块链节点 102。每个区块链节点 102 中可维护一个节点标识列表，将节点名称和节点标识对应存储至节点标识列表中；其中，节点标识列表可参见表 1：

表 1、节点标识列表

节点名称	节点标识
节点 1	117.114.151.174
节点 2	117.116.189.145
...	...
节点 X（X 为正整数）	XX.XXX.XXX.XXX

如表 1 所示，节点标识可为网络之间互联的协议（Internet Protocol，IP）地址以及其它任一种能够用于标识该节点的信息；例如，节点标识还可以是二进制序列码（如 110001110），表 1 中仅以 IP 地址为例进行说明。当区块链网络中产生待验证区块时，区块链网络中运行共识机制的区块链节点（或称为共识节点）对该待验证区块进行共识，并在共识成功后通过节点标识列表中的节点标识，将该待验证区块同步至区块链网络中的各个区块链节点，实现在区块链网络中对数据的分布式存储。

在一些实施例中，区块链网络中可以维护至少一条区块链，即区块链网络中可以维护多条区块链，每条区块链可以用于存储不同业务类型对应的业务数据。以税务场景为例，税务场景中涉及的业务可包括：发票业务、征信业务、进出亏业务、企业资质业务以及退税业务等等；为便于更好地管理不同业务类型对应的业务数据，可以在区块链网络中为每种业务类型创建一条区块链来存储对应的业务数据，从而能够对不同业务类型对应的业务数据的监管和维护。但实践发现，当区块链网络中维护多条区块链时，往往存在将一条区块链中存储的事务流转至另一条区块链中的跨链流转需求；此处的事务可以理解为用户数据或业务数据，事务的跨链流转可以是指：将事务的事务信息（如用于标志事务的标识、事务的描述信息、基于待处理事务生成的摘要信息等）以及能够对事务进行操作（如访问、下载、流转等）的操作权限从一条区块链转移至另一条区块链的过程。例如在税务场景中涉及事务的跨链流转需求，假设税务场景对应的区块链网络中维护有征信业务对应的第一业务分支链，以及发票业务对应的第二业务分支链；假设为

目标用户（如具有开票需求的任一用户）开具发票需要用到目标用户的征信证书，那么响应于目标用户的开票请求，首先在第一业务分支链对目标用户的征信证书进行签发，当目标用户的征信证书签发结束后，需要将目标用户的征信证书（如用于证明目标用户的征信的凭证）流转至第二业务分支链，以便于第二业务分支链基于目标用户的征信证书进行开具发票。

为实现事务在不同业务分支链之间的跨链流转，本申请实施例提出一种事务的跨区块链处理方案，该方案响应于将待处理事务（如任一事务）从第一业务分支链转移至第二业务分支链的事务流转事件，首先在第一业务分支链中将待处理事务设置为预流转状态，以表示待处理事务准备流转至第二业务分支链；再向第二业务分支链发送预流转请求，预流转请求用于请求第二业务分支链对待处理事务进行预接收；预接收可以是指预备接收，请求第二业务分支链对目标业务进行预接收可以是指请求第二业务分支链完成接收目标业务的准备工作，例如，对待处理事务进行跨链验证，并在验证成功后在第二业务分支链中为待处理事务生成预接收结果。此处的预接收结果可以包括在第二业务分支链中为待处理事务生成的预接收区块。当第一业务分支链根据第二业务分支链返回的预接收结果确定第二业务分支链已准备好接收待处理事务时，第一业务分支链将待处理事务设置为已流转状态，表明待处理事务以及能够对待处理事务进行操作的操作权限已流转至第二业务分支链，且第二业务分支链将待处理事务设置为可操作状态，这样其他业务分支链要流转至待处理事务时，只能从第二业务分支链中流转得到，而不能从第一业务分支链中流转得到。通过上述对待处理事务执行的流转步骤，可将待处理事务以及能够对待处理事务进行操作的操作权限从第一业务分支链流转至（或称为转移至）第二业务分支链，实现待处理事务在不同业务分支链之间的跨链流转；并且，通过在每步流转中设置待处理事务对应的状态（如预流转状态、预接收状态及已流转状态等）保持流转过程中待处理事务的状态变化的一致性，以及确保待处理事务被流转过程中被操作的唯一性和安全性。

应当说明的是，本申请实施例支持待处理事务的多级流转，即事务流转事件可以指示将待处理事务同时流转至至少两个业务分支链。举例来说，业务分支链1中存储有待处理事务，当欲将待处理事务同时流转至业务分支链2以及业务分支链3时，在业务分支链1中将待处理事务设置为预流转状态后，可将基于预流转状态的待处理事务生成的预流转请求，同时发送至业务分支链2所在的业务共识节点A，以及业务分支链3所在的业务共识节点B；并且业务分支链2所在的业务共识节点A和业务分支链3所在的业务共识节点B在各自对应的业务分支链将待处理事务的状态设置为预接收状态。若源共识节点在某个时间段内接收到业务分支链2所在的业务共识节点B根据预接收结果返回的反馈消息1，业务分支链3所在的业务共识节点B返回的反馈消息1中携带预接收结果，该预接收结果包括：待处理事务在业务分支链3中的状态信息，以及待处理事务对应的预接收签名信息，而未接收到业务分支链2所在的业务共识节点A根据预接收结果返回的反馈消息2，那么源共识节点可以在业务分支链1中生成待处理事务流转业务分支链3失败的区块，但源共识节点仍然执行将待处理事务流转至业务分支链2的流程。基于此，待处理事务可能被同时流转至业务分支链2和业务分支链3，表示业务分支链1和业务分支链3均具有对待处理事务的操作权限；当然，目标业务也可能只被成功流转至业务分支链2或业务分支链3。本申请实施例对待处理事务的流转级数（即待接收待处理事务的业务分支链的数量）不作限定，上述以流转级数分别为1和2为例进行介绍，并不会对本申请实施例提供的跨区块链方案产生限定。为便于阐述，后续均以将待处理事务从第一业务分支链流转至一个第二业务分支链为例进行介绍。

还需说明的是，本申请实施例提出的跨区块链方案可以应用于树状结构链，树状

结构链可以理解为：基于业务主链（或称为基础子链）以及根据业务主链派生（或称为分叉引申）的一个或多个业务分支链所形成的类似于树状的一种区块链结构。一种示例性的树状结构链的示意图可参见图 1c，如图 1c 所示，树状结构链中包括业务主链 103 以及由业务主链 103 中派生的业务分支链，如业务分支链 1031、业务分支链 1032、业务分支链 1033 等等。下面对业务主链 103 和业务分支链分别进行介绍：①业务主链 103 上可以包括各个业务分支链的注册信息，业务分支链的注册信息可包括但不限于：分支链的链标识、业务描述信息、监管节点的节点标识等信息；其中，链标识是业务分支链的唯一标识，通过该链标识可以在区块链网络中快速找到该业务分支链，业务描述信息是用于描述业务分支链对应的业务的相关信息，如业务的类型、业务的数据格式、业务的校验方式等等，监管节点的节点标识可是指具有对该业务分支链进行监管（如共识、存储等权限）的共识节点的节点标识。当然，根据实际应用场景不同，业务分支链的注册信息除包括上述描述内容外，还可以包括其他信息，本申请实施例对业务分支链的注册信息不作限定。②业务分支链是从业务主链的某个区块高度派生得到的，业务分支链的创世块位于业务主链中。例如图 1c 中，业务分支链 1031 的创世块为业务主链 103 中的区块 A1、业务分支链 1032 的创世块为业务主链 103 中的区块 A2、业务分支链 1033 的创世块为业务主链 101 中的区块 A3。通过上述描述的这种从业务主链中分叉引申出不同业务类型对应的业务分支链的方式，可以有效保证业务主链作为所有业务分支链的信任根，且汇总了每个业务分支链的业务配置等全局信息，为后续监管和审查提供了便利。

下面以基于业务主链派生业务分支链 1031 为例，来对派生业务分支链的实现方式进行说明：当存在新建（或派生）业务分支链 1031 的事件时，可调用业务主链中存储的注册业务分支链的智能合约来派生业务分支链 1031。首先，可基于待创建的业务分支链的业务配置信息（包括业务描述信息、存储分支链的其他共识节点的节点标识等）为业务分支链 1031 生成对应的链标识，并将业务分支链 1031 对应的链标识在业务主链中注册和公布；其次，基于链标识、业务描述信息、监管节点的节点标识生成业务分支链 1031 的创世块“区块 A1”；最后，将创世块“区块 A1”存储至业务主链，实现对业务分支链 1031 的派生。当成功派生业务分支链 1031 后，该业务分支链 1031 可运行自己的交易上链，如当后续存在业务类型属于业务分支链 1031 对应的业务类型的业务数据的上链请求时，可以将基于该业务数据生成的区块“区块 B2”链接至创世块“区块 A1”之后，实现将属于自己业务类型对应的交易数据（或称为业务数据）的上链。

上述描述的基于业务主链派生业务分支链的相关内容中，有如下几点需要说明：

① 如果区块链网络中的配置信息发生变化，那么区块链网络中的节点对变化后的配置信息进行上链，在一些实施例中，区块链网络中的节点将变化后的配置信息上链至业务主链和各个业务分支链，并只有该变化后的配置信息在业务主链和所有业务分支链均上链成功后，业务主链和各个业务分支链才运行各自的上链逻辑，如业务主链才执行派生业务分支链的逻辑，业务分支链才执行运行数据上链的逻辑。其中，区块链网络中的配置信息在不同应用场景中并不相同，例如，在税务场景中配置信息可包括但不限于：税务领域范畴的监管规则、计算法规改变、重要的区块链节点变化、链的证书颁发节点轮换等，本申请实施例对区块链网络中的配置信息的内容不作限定。

继续参见图 1c，假设当前业务主链 103 的最新区块高度为“区块 A2”对应的区块高度、业务分支链 1031 的最新区块高度为“区块 B4”对应的区块高度、业务分支链 1032 的最新区块高度为“区块 C4”对应的区块高度；那么响应于区块链网络的配置信息发生变化，暂停业务主链 103 以及各个业务分支链的运行逻辑（如业务主链中派生业务分支链的派生逻辑，或业务分支链中将数据上链的上链逻辑），而是先基于变化的配置信

息生成新的区块，并将该新的区块同步至业务主链和业务分支链 1031 以及业务分支链 1032，例如，新的区块同步至业务主链 103 后业务主链 103 的最新区块高度更新为“区块 A3”、业务分支链 1031 的最新区块高度更新为“区块 B5”对应的区块高度、业务分支链 1032 的最新区块高度更新为“区块 C5”对应的区块高度；在业务主链以及所有业务分支链均出块成功后，业务主链和各个业务分支链才继续执行各自的交易上链，如业务主链创建新的业务分支链 1033，再如业务分支链 1032 新增“区块 C6”。

②前述对区块链网络所包含的业务主链和业务分支链进行介绍，下面结合图 1d 对区块链网络中存储业务主链和业务分支链的节点进行介绍。如图 1d 所示，区块链网络中可以包括多个共识集群，每个共识集群可包括一个或多个共识节点，用于维护本集群内的链。为区分维护业务主链和业务分支链的共识集群，本申请实施例将区块链网络中包含的共识集群总体上划分为：主链共识集群和分链共识集群。其中，主链共识集群中包含的一个或多个核心共识节点用于维护业务主链，任一核心共识节点是具有业务主链的监管权限的共识节点，对业务主链的监管权限是指：能够对业务主链进行操作的权限等等，如从业务主链中派生业务分支链。分链共识集群中的包含一个或多个业务共识节点用于维护本集群内的业务分支链，任一业务共识节点是具有业务分支链的监管权限的共识节点，如业务共识节点 1 具有业务分支链 1031 的监管权限，业务共识节点 2 具有业务分支链 1032 的监管权限；具有业务分支链的监管权限是指：具有对待存储至业务分支链中的待验证区块进行共识的的权限等等。应当说明的是，核心共识节点中也可以维护全部或部分业务分支链，本申请实施例对此不作限定，且每个业务共识节点中除维护本集群内的业务分支链以外，还同步业务主链，只是不具有对业务主链的监管权限。

下面结合税务场景对区块链网络中存储业务主链和业务分支链的节点进行示例性介绍，假设税务场景中涉及发票业务、征信业务，且税务总局具有对所有税务业务的监管权限，那么在区块链网络中税务总局所使用的设备可以接入区块链网络中的主链共识集群，其中，主链共识集群中包含一个或多个核心共识节点，如税务总局所使用的设备可以作为主链共识集群中的一个核心共识节点；同理，具有发票业务的监管权限的发票税务局所使用的设备可以接入发票共识集群中，具有征信业务的监管权限的征信税务局所使用的设备可以接入征信共识集群。其中，发票共识集群和征信共识集群均为分链共识集群。通过上述这种树状结构链可以将税务场景中多种业务类型下的业务进行分链存储和监管，有效区分不同业务类型的业务数据，保持每个业务分支链的业务数据的专一性，提高对业务数据的监管效率，便于对业务数据的维护。

③当区块链网络中任一共识集群中产生待验证区块时，该待验证区块可以由该任一共识集群中的共识节点对该待验证区块进行共识；这样不同的共识集群可以并行地执行对各自集群内待验证区块的共识，提高共识效率。另外，任一共识集群对本集群内产生的待验证区块进行共识时，除了验证该任一共识集群所包含的业务分支链外，还可以根据业务分支链在业务主链中的创世块找到业务主链，并验证从业务分支链的创世块的区块高度到业务主链的创世块这段区块高度区间内所有的区块，能够提高区块验证的严谨性，从而确保链上存储的业务数据的安全性。当然，在业务分支链中历史上链的区块均已被验证成功的情况下，本申请实施例也支持只对新的待验证区块进行共识。

基于上述描述的树状结构链，本申请实施例提及的第一业务分支链和第二业务分支链可以是指：由业务主链派生出的两条不同的业务分支链。在树状结构链中，本申请实施例提出的待处理事务从第一业务分支链流转至第二业务分支链的跨链流转过程可参见图 1e，如图 1e 所示，假设待处理事务在业务分支链 1031（即第一业务分支链）中处于可操作状态，可操作状态是指当待处理事务处于可操作状态时，该待处理事务支持被流转至其他业务分支链，且事务流转事件指示将待处理事务从业务分支链 1031（即第

一业务分支链)流转至业务分支链 1032 (即第二业务分支链) 中, 则响应于事务流转事件可先在业务分支链 1031 中将待处理事务从可操作状态修改后预流转状态, 预流转状态是指待处理事务已准备好流转至业务分支链 1032, 并生成预流转区块 B6。

业务分支链 1031 所在的业务共识节点 (在本申请实施例中简称为“源共识节点”) 5
基于预流转区块向业务分支链 1032 所在的业务共识节点发送预流转请求; 业务分支链 1032 所在的业务共识节点响应于预流转请求在业务分支链 1032 中为待处理事务生成预接收区块, 此时待处理事务在业务分支链 1032 中处于预接收状态, 预接收状态是指业务分支链 1032 已接收待处理事务, 但不具有对待处理事务的使用权限, 即当待处理事务在业务分支链 1032 上处于预接收状态时, 待处理事务的事务信息不能被使用, 该使用 10
包括: 访问、处理、转移等; 再由业务分支链 1032 所在的业务共识节点基于预接收区块向源共识节点返回预接收结果。

源共识节点对预接收结果校验成功后, 在业务分支链 1031 中为待处理事务生成已流转区块, 此时待处理事务在业务分支链 1031 处于已接收状态, 表示待处理事务的事务信息以及能够操作待处理事务的操作权限已流转至业务分支链 1032 所在的业务共识 15
节点, 业务分支链 1031 不再具有对待处理事务进行流转的权限; 源共识节点再基于已流转区块向业务分支链 1032 所在的业务共识节点发送已流转通知, 以便于业务分支链 1032 所在的业务共识节点基于已流转通知在业务分支链 1032 中为待处理事务生成可操作区块, 表示业务分支链 1032 已成功接收到待处理事务以及能够操作待处理事务的操作权限。

20 上述以区块链结构为树状结构链为例, 对本申请实施例提出的跨区块链处理方案的流程进行了阐述; 可以理解的是, 当区块链结构不为树状结构链时, 如第一业务分支链和第二业务分支链是独立的而不是链接至业务主链的两条区块链, 并不会对本申请实施例提出的跨区块链处理方案产生影响和限定。

25 基于上述描述的事务的跨区块链处理方案, 本申请实施例提供一种跨区块链处理事务的方法, 下面将结合附图对本申请实施例提出的跨区块链处理事务的方法进行说明。

图 2 示出了本申请实施例提供的一种跨区块链处理事务的方法的流程示意图; 该跨区块链处理方法可以由计算机设备执行, 该计算机设备可以是具有第一业务分支链的 30
监管权限的源共识节点; 该跨区块链处理方法可包括但不限于步骤 S201 至 S204, 以下结合图 2 对各个步骤进行说明。

S201: 响应于检测到事务流转事件, 在第一业务分支链中为待处理事务生成预流转区块。

事务流转事件用于将待处理事务从第一业务分支链转移至第二业务分支链, 事务 35
流转事件中可携带: 处于可操作状态的待处理事务所在的第一业务分支链的链标识, 以及待接收待处理事务的第二业务分支链的链标识。事务流转事件用于触发将待处理事务 (如待处理事务的事务信息) 以及能够操作 (如流转) 待处理事务的操作权限从第一业务分支链流转至第二业务分支链。其中, 确定检测到事务流转事件的方式可包括: 检测到第一业务分支链中处于可操作状态的待处理事务的生命周期, 满足事务流转条件时确 40
定检测到事务流转事件。其中, 根据待处理事务的内容的不同, 待处理事务的生命周期的定义和周期长度, 以及待处理事务对应的事务流转条件并不相同; 例如, 在税务场景中假设待处理事务为开票事务, 那么待处理事务对应的事务流转条件为: 第一业务分支链完成开票; 待处理事务在第一业务分支链中的生命周期的周期长度可包括: 第一业务分支链接收到待处理事务开始, 直到第一业务分支链完成开票所经历的时间长度。当然, 45
待处理事务的事务流转条件以及生命周期还可以根据业务需求人为设置, 这满足业务人

员对待处理事务的自定义设置需求；本申请实施例对待处理事务对应的事务流转条件和生命周期不作限定。

示例性地，源共识节点响应于将待处理事务从第一业务分支链转移至第二业务分支链的事务流转事件，首先，在第一业务分支链中对待处理事务进行预流转处理，该预流转处理包括：将第一业务分支链中的待处理事务的状态设置为预流转状态，即在第一业务分支链中将待处理事务从可操作状态修改为预流转状态；其中，设置或修改待处理事务的状态可包括：为待处理事务打上状态标签，以指示待处理事务的当前状态。其次，对预流转处理后处于预流转状态的待处理事务进行签名，生成预流转签名信息；源共识节点可获取自己的节点私钥，并采用节点私钥对预流转状态的待处理事务进行签名，得到预流转签名信息。最后，对处于预流转状态的待处理事务和预流转签名信息进行打包处理，得到预流转区块。值得说明的是，上述只是对生成预流转区块的一种示例性实现方式，在其他实现方式中，还可以将源共识节点对应的节点证书打包进预流转区块，以证明源共识节点的节点身份；节点证书可以是由具有证书签发权限的机构签发的，该机构包含公钥基础设施（Public Key Infrastructure, PKI），能够将相关私钥对和证书持有者的身份相互绑定，以为用户提供方便的相关证书管理的功能。

一种示例性的响应于事务流转事件在第一业务分支链上为待处理事务生成预流转区块的流程示意图可参见图3，如图3所示，源共识节点301响应于将待处理事务从第一业务分支链1031转移至第二业务分支链的事务流转事件，在第一业务分支链1031中将待处理事务从可操作状态调整为预流转状态，并生成预流转区块B7；当维护第一业务分支链1031的分链共识集群所包含的全部或部分业务共识节点，对预流转区块B7的共识验证成功后，将预流转区块B7存储至第一业务分支链1031中，示例性地，可将预流转区块B7连接于可操作区块B6之后。

其中，维护第一业务分支链1031的分链共识集群所包含的全部或部分业务共识节点，可调用共识算法来实现对预流转区块的共识校验；下面给出几种示例性的共识算法：

1) 工作量证明（Proof-of-Work, Pow），是指系统（如前述的数据共享系统）为达到某一目标而设置的度量方法。Pow可以理解为是一份证明，用来确认工作量。本质是做的工作多，就更有机会获得额外奖励。

2) 权益证明（proof-of-stake, Pos），是Pow工作量证明的一种升级共识机制；示例性地，谁持有电子资源的时间越长（持有电子资源的时间长度=持有电子资源的数量*持有电子资源的时间），谁更有机会获取区块的记账权，其中，电子资源可以是指以电子形式存储于电子账户中、且能够通过互联网进行流通的资源；根据每个节点所占电子资源的比例和时间；等比例的降低挖矿难度，从而加快找随机数的速度。Pos权益证明在一定程度上缩短了共识达成的时间，但仍然需要挖矿。

3) 委托权益证明（Delegated Proof of Stake, DPos）股份授权证明机制，是类似于董事会投票，持有电子资源的人投出一定数量的节点，代理他们进行验证和记账。为了激励更多人参与竞选，系统会生成少量电子资源作为奖励。DPos股份授权证明机制是让每一个持有比特股的人进行投票，由此产生101位代表，我们可以将其理解为101个超级节点或者矿池，而这101个超级节点彼此的权利是完全相等的。从某种角度来看，DPos股份授权证明机制有点像是议会制度或人民代表大会制度。如果选出的代表不能履行他们的职责（当轮到他们时，没能生成区块），那么这些代表会被除名，网络会选出新的超级节点来取代他们。这使得DPos股份授权证明机制能够大幅缩小参与验证和记账节点的数量，可以达到秒级的共识验证，但整个共识机制还是依赖于电子资源。

4) 拜占庭容错算法（Practical Byzantine Fault Tolerance, PBFT），是一种基于消息传递的一致性算法，算法经过三个阶段达成一致，这些阶段可能因为失败而重复进

行。示例性地,假设节点总数为 $3f+1$, f 为拜占庭错误节点,首先,当节点发现 leader (如代表节点、记账节点或超级节点)作恶时,通过算法选举其他的节点(replica)为 leader。其次,leader 通过预准备(pre-prepare)消息把它选择的值(value)广播给其他 replica 节点,其他的 replica 节点如果接受则发送准备(prepare)消息,如果不接受则不发送。

5 其次,一旦 $2f$ 个节点接受 prepare 消息,则节点发送确认(commit)消息。最后,当 $2f+1$ 个节点接受 commit 消息后,代表该 value 值被确定。上述过程使得 pbft 拜占庭容错算法能够共识各节点由业务的参与方或者监管方组成,安全性与稳定性由业务相关方保证;并且,共识的时延大约在 2~5 秒钟,基本达到商用实时处理的要求,提高共识效率,可满足高频交易量的需求。

- 10 5) 一种分布式算法(Paxos)算法,是一种两阶段算法,主要有三类角色,提议者(proposer)、接受者(acceptor)、学习者(learner)。proposer 提出议案,acceptor 同意或拒绝,learner 则是获取达成共识后的最终值。Paxos 算法包括两个阶段,分别为:
- ①准备阶段: proposer 选择一个提案编号 n 并将 prepare 请求发送给 acceptors 中的一个多数派; acceptor 收到 prepare 请示后,如果提案的编号大于它已经回复的所有 prepare 请示,则 acceptor 将自己上次接受的提案回复给 proposer,并承诺不再回复小于 n 的提案。
- 15 ②批准阶段: 当一个 proposer 收到了多数 acceptors 对 prepare 请示的回复后,就进入批准阶段;它要向回复 prepare 请求的 acceptors 发送接受(accept)请求,包括编号 n 和 value (如果没有已经接受的 value,那么它可以自由决定 value);在不违背自己向其他 proposer 的承诺的前提下,acceptor 收到 accept 请求后即接受这个请求。
- 20

- 6) 复制和容错(Replicated And Fault Tolerant, Raft)算法,是一种分布式共识算法,该算法包含三种角色,分别是:跟随者(follower),候选人(candidate)和领导者(leader)。一个节点在某一时刻只能是这三种状态的其中一种,这三种角色是可以随着时间和条件的变化而互相转换的。所有的节点初始状态都为 follower,超时未收到心跳包的 follower 将变身 candidate 并广播投票请求,获得多数投票的节点将化身 leader,这一轮投票的过程是谁先发出谁有利,每个节点只会给出一次投票。leader 节点周期性给其他节点发送心跳包,leader 节点失效将会引发新一轮的投票过程。
- 25

本申请实施例对采用哪一种或多种共识算法不作限定。

- 通过上述实施过程,源共识节点可以在第一业务分支链中将待处理事务从可操作状态调整为预流转状态,表示待处理事务已经做好流转至第二业务分支链的准备;且待处理事务在第一业务分支链中的预流转状态被锁定,被锁定后的待处理事务不能被转移至转移至第三业务分支链,第三业务分支链与第二业务分支链不同。这种在待处理事务流转前后,只需将待处理事务的状态(如预流转状态)进行锁定,就可以保证待处理事务在流转过程中状态的一致性,而避免采用第三方中心服务来对流转过程中待处理事务的状态进行控制和管理,提高事务流转效率。
- 30
- 35

S202: 基于预流转区块的标识向第二业务分支链所在的第二业务分支链所在的业务共识节点发送预流转请求。

- 在一些实施例中,在第一业务分支链上为待处理事务生成预流转区块后,可基于预流转区块生成预流转请求,该预流转请求中可携带预流转区块的证明消息、待处理事务的事务信息等等,该预流转请求用于请求第二业务分支链所在的业务共识节点在第二业务分支链中生成待处理事务的预接收结果。这样第二业务分支链所在的业务共识节点可响应于预流转请求,对预流转区块跨链校验,并在校验成功后获取待处理事务的事务信息,以及在第二业务分支链上为待处理事务生成预接收区块,再基于预接收区块生成反馈消息。
- 40

S203: 在第一业务分支链中生成待处理事务对应的已流转区块。

在一些实施例中, 步骤 S203 在实现时, 首先接收第二业务分支链所在的业务共识节点返回的根据预接收结果生成的反馈消息, 然后在预接收结果校验成功后, 在第一业务分支链中生成待处理事务对应的已流转区块。

5 第二业务分支链所在的业务共识节点返回的反馈消息中携带预接收结果, 该预接收结果包括: 待处理事务在第二业务分支链中的状态信息, 以及待处理事务对应的预接收签名信息, 预接收签名信息是由第二业务分支链所在的业务共识节点采用第二业务分支链所在的业务共识节点的节点私钥对待处理事务进行签名生成的。当源共识节点接收到第二业务分支链所在的业务共识节点基于预接收结果返回的反馈消息后, 源共识节点
10 可对预接收结果进行校验, 是根据反馈消息对第二业务分支链上的待处理事务的状态进行校验, 并在校验成功后, 在第一业务分支链中为待处理事务生成已流转区块。需要说明的是, 此处在第一业务分支链中为待处理事务生成已流转区块的实现方式, 可参见前述描述的在第一业务分支链中为待处理事务生成预流转区块的实现方式的相关描述, 区别在于, 此处是将待处理事务的状态从预流转状态调整为已流转状态。

15 其中, 根据反馈消息对第二业务分支链上的待处理事务的状态进行校验的示例性实施过程可包括: ①获取第二业务分支链所在的业务共识节点的节点公钥, 如从第二业务分支链所在的业务共识节点处获取该业务共识节点的节点公钥, 或者, 从源共识节点的数据库中获取历史存储的该业务共识节点的节点公钥。②采用第二业务分支链所在的业务共识节点的节点公钥, 对预接收签名信息进行验签, 得到验签结果; 验签过程可概
20 括为采用第二业务分支链所在的业务共识节点的节点公钥对预接收签名信息进行解密, 得到待处理事务的摘要信息, 再采用与第二业务分支链所在的业务共识节点相同的摘要生成算法(如消息摘要(Message Digest, MD)、安全散列(Secure Hash Algorithm, SHA)、消息认证码(Message Authentication Code, MAC))生成待处理事务的摘要信息, 然后确定解密得到的待处理事务的摘要信息与生成的待处理事务的摘要信息是否相同, 若
25 相同则确定验证结果为验证成功, 否则确定验证结果为验证失败。③基于状态信息和验签结果生成预接收校验结果, 其中, 当状态信息指示待处理事务在第二业务分支链中为预接收状态, 且验签结果指示对预接收签名信息验签成功时, 预接收校验结果指示对预接收结果校验成功; 当状态信息指示待处理事务在第二业务分支链中不为预接收状态, 或者, 验签结果指示对预接收签名信息验签失败时, 均确定预接收校验结果为对预接收
30 结果校验成功。

需要说明的是, 本申请实施例还在待处理事务的流转状态变化过程中引入了超时回滚机制, 使得事务的跨链流转过程具有较好地容错性和稳健性, 便于在较为复杂或异构的区块链网络场景下进行事务的流转。超时回滚机制是指: 在源共识节点发送预流转请求后开启超时等待, 并根据在超时等待时长内是否接收到第二业务分支链所在的业务
35 共识节点返回的反馈消息来执行后续操作的一种机制。

下面对引入超时回滚机制后, 源共识节点接收第二业务分支链所在的业务共识节点根据预接收结果返回的反馈消息的过程进行介绍。在一些实施例中, 在发送预流转请求后的第一超时等待时长内, 检测是否接收到第二业务分支链所在的业务共识节点根据预接收结果返回的反馈消息; 若在第一超时等待时长内接收到反馈消息, 则根据反馈消
40 息对第二业务分支链上的待处理事务的状态进行校验, 得到预接收校验结果。同理, 若检测到待处理事务满足状态回滚条件, 该状态回滚条件包括: 在发送预流转请求之后的第一超时等待时长内未接收到反馈消息, 则响应于检测到待处理事务的状态回滚条件时, 对第一业务分支链中的待处理事务进行状态回滚处理; 该状态回滚处理包括: 将第一业务分支链中的待处理事务的状态设置为可操作状态; 换句话说, 当在第一超时等待

时长内未接收到反馈消息时，在第一业务分支链上对待处理事务进行状态回滚处理，并基于状态回滚处理后处于可操作状态的待处理事务生成可操作区块，并将可操作区块存储至第一业务分支链，表明此次将待处理事务从第一业务分支链转移至第二业务分支链的跨链流转失败。

5 其中，第二业务分支链所在的业务共识节点在第一超时等待时长内未向源共识节点返回反馈消息的原因是较多的；例如，第二业务分支链所在的业务共识节点和源共识节点之间断开通信连接，再如，第二业务分支链所在的业务共识节点由于自身原因（如设备故障等）对待处理事务的预接收状态设置失败，等等；本申请实施例对此不作限定。另外，状态回滚条件还可以包括：在第一超时等待时长内接收到反馈消息，且对反馈消息校验失败（如校验得到待处理事务在第二业务分支链中的状态不为预接收状态）；在
10 这种实现方式下，源共识节点也对第一业务分支链中的待处理事务进行状态回滚处理。

举例说明，假设为源共识节点设置的第一超时等待时长为 2 小时，那么当源共识节点发送预流转请求后，启动计时；若在计时时长为 1.5 小时，检测到接收到第二业务分支链所在的业务共识节点根据预接收结果返回的反馈消息，表示第二业务分支链所在的
15 的业务共识节点在第一超时等待时长内返回了反馈消息，则触发执行响应于持续流转条件的步骤；反之，若在计时时长达到 2 小时时，还未检测到接收到第二业务分支链所在的业务共识节点根据预接收结果返回的反馈消息，表示第二业务分支链所在的业务共识节点在第一超时等待时长内未返回反馈消息，则确定检测到待处理事务的状态回滚条件，则触发执行响应于状态回滚条件的步骤。一种示例性的待处理事务在第一业务分支
20 链上状态回滚的过程可参见图 4，如图 4 所示，源共识节点 301 向第二业务分支链所在的业务共识节点 302 发送预流转请求后，若在第一超时等待时长内未接收到第二业务分支链所在的业务共识节点 302 返回的反馈消息，则源共识节点 301 将待处理事务的状态设置为可操作状态，并在第一业务分支链 1031 中生成待处理事务的可操作区块 B8，表示待处理事务在第一业务分支链 1031 中的状态回滚至可操作状态。

25 S204：根据已流转区块的标识向第二业务分支链所在的业务共识节点发送已流转通知。

已流转通知用于通知第二业务分支链所在的业务共识节点在第二业务分支链中生成待处理事务的可操作区块。第二业务分支链所在的业务共识节点接收到源共识节点发送的已流转通知后，对根据已流转通知对第一业务分支链中的待处理事务进行跨链验证，并在验证成功后在第二业务分支链上为待处理事务生成可操作区块；这样就实现将
30 待处理事务从第一业务分支链转移至第二业务分支链。若后续存在其他业务分支链想要流转得到待处理事务，则其他业务分支链需向第二业务分支链请求流转待处理事务。

本申请实施例中，可将待处理事务以及能够对待处理事务进行操作的操作权限从第一业务分支链流转至（或称为转移至）第二业务分支链，实现待处理事务在不同业务分支链之间的跨链流转；并且，通过在每步流转中设置待处理事务对应的状态（如预流转状态、预接收状态及已流转状态等），能够保持流转过程中待处理事务的状态变化的一致性，并且能够确保待处理事务在被流转过程中被操作的唯一性和安全性。

图 5 示出了本申请一个示例性实施例提供的一种跨区块链处理事务的方法的流程示意图；该跨区块链处理方法可以由计算机设备，该计算机设备可以是具有第二业务分支链的监管权限的第二业务分支链所在的业务共识节点；该跨区块链处理方法可包括但不限于步骤 S501 至 S504，以下对各个步骤进行说明。

S501：接收源共识节点发送的预流转请求。

45 S502：若响应于预流转请求对待处理事务校验成功，则在第二业务分支链中为待处理事务生成预接收结果。

在步骤 S501 至 S502 中，源共识节点发送的预流转请求中携带待处理事务的事务信息，预流转请求用于请求在第二业务分支链中生成待处理事务的预接收结果。当第二业务分支链所在的业务共识节点接收到预流转请求后，可响应于预流转请求对待处理事务进行跨链验证，并在验证成功后在第二业务分支链中为待处理事务生成预接收结果。

5 此处的预接收结果可以包括在第二业务分支链中为待处理事务生成的预接收区块，或基于预接收区块生成的通知消息，该通知消息指示待处理事务在第二业务分支链中的状态。

其中，第二业务分支链所在的业务共识节点在第二业务分支链上生成预接收区块的实施过程，可参见图 2 所示实施例中描述的生成预流转区块或已流转区块的实施过程的相关描述；在此只进行说明：在第二业务分支链上将待处理事务的状态设置为预接收状态，表示第二业务分支链所在的业务共识节点已准备好接收待处理事务；第二业务分支链所在的业务共识节点已准备好接收待处理事务是指：第二业务分支链所在的业务共识节点已获得待处理事务的事务信息，但待处理事务在第二业务分支链中还处于不可用状态，换句话说，当待处理事务在第二业务分支链上处于预接收状态时，待处理事务的事务信息不能被使用，使用包括：访问、处理（如编辑、更新等）、转移等；然后，采用第二业务分支链所在的业务共识节点的节点私钥对预接收状态的待处理事务进行签名，得到预接收签名信息；最后对预接收状态的待处理事务和预接收签名信息进行打包处理，得到预接收区块；在预接收结果不为预接收区块的情况下，还需基于预接收区块生成预接收结果。

10 一种示例性的响应于预接收结果在第二业务分支链上，为待处理事务生成预接收区块的示意图可参见图 6；如图 6 所示，第二业务分支链所在的业务共识节点 302 响应于接收到的预流转请求后，先将待处理事务设置为预接收状态，再基于预接收状态的待处理事务生成预接收区块 C6；在具有第二业务分支链的共识权限的共识节点对预接收区块 C6 共识校验成功后，将预接收区块 C6 存储至第二业务分支链，如将预接收区块

15 C6 连接至区块 C5 之后。

值得说明的是，上述提及的第二业务分支链所在的业务共识节点响应于预流转请求对待处理事务进行跨链验证的过程可包括：验证待处理事务在第一业务分支链中的状态，以及验证待处理事务的流转是否符合第二业务分支链所在的业务共识节点的流转要求。其中：

20 ①验证待处理事务在第一业务分支链中的状态的实现方式可包括：预流转请求中可携带待处理事务在第一业务分支链中的状态信息；当该状态信息指示待处理事务在第一业务分支链中的状态为预流转状态时，表示待处理事务在第一业务分支链中成功从可操作状态流转至预流转状态，则确定对待处理事务在第一业务分支链中的状态验证成功；反之，当该状态信息指示待处理事务在第一业务分支链中的状态为预流转状态时，

25 表示待处理事务在第一业务分支链中状态流转失败，则确定对待处理事务在第一业务分支链中的状态验证失败。

②验证待处理事务的流转是否符合第二业务分支链所在的业务共识节点的流转要求可包括：验证待处理事务的待接收对象是否为第二业务分支链所在的业务共识节点，如可采用源共识节点的节点公钥来对待处理事务进行验签，当验签成功时，表示第二业务分支链所在的业务共识节点是待处理事务的待接收对象，反之，第二业务分支链所在的业务共识节点不是待处理事务的待接收对象。或者，对待处理事务进行合法性校验，合法性校验是指以下至少之一：校验待处理事务的数据格式是否满足第二业务分支链所在的业务共识节点对数据格式的要求、校验待处理事务是否为合法或符合道义道德的数据、校验待处理事务的发送方是否符合规则。当然，上述只是给出几种示例性的对待处

30

35

40

理事务的校验方式，可以理解的是根据业务需求不同对待处理事务的校验过程可能并不相同，本申请实施例对待处理事务的校验过程不限定。

S503：向源共识节点返回根据预接收结果生成的反馈消息。

第二业务分支链所在的业务共识节点基于步骤 S502 在第二业务分支链上为待处理事务生成预接收区块后，可基于预接收区块得到预接收结果，并根据预接收结果向源共识节点返回反馈消息，该反馈消息用于反馈待处理事务在第二业务分支链上的状态；以使源共识节点响应反馈消息在对预接收结果校验成功后，在第一业务分支链中生成待处理事务对应的已流转区块，并根据已流转区块返回已流转通知，已流转通知用于通知在第二业务分支链中生成待处理事务的可操作区块。需要说明的是，上述描述的源共识节点响应反馈消息的实现方式，可参见前述图 2 所示实施例中步骤 S203 所示的实现方式的相关描述。

S504：响应于源共识节点返回的已流转通知，在第二业务分支链中生成待处理事务的可操作区块。

在一些实施例中，第二业务分支链所在的业务共识节点接收到已流转通知后，可响应于已流转通知对待处理事务在第一业务分支链上的状态进行校验，校验待处理事务在第一业务分支链上的状态是否已流转状态；在对待处理事务在第一业务分支链上的状态校验成功后，可将待处理事务从预接收状态调整为可操作状态，处于可操作状态下的待处理事务支持被流转至其他业务分支链；再基于可操作状态下的待处理事务在第二业务分支链上为待处理事务生成可操作区块。

需要说明的是，本申请实施例中的第二业务分支链所在的业务共识节点与源共识节点类似的，同样支持超时回滚机制。下面对引入超时回滚机制后，第二业务分支链所在的业务共识节点接收源共识节点返回的已流转通知的过程进行介绍；其中：第二业务分支链所在的业务共识节点在发送反馈消息后的第二超时等待时长内，检测是否接收到源共识节点返回的已流转通知。若在第二超时等待时长内接收到已流转通知，则触发执行响应于源共识节点返回的已流转通知的步骤。若在第二超时等待时长内未接收到已流转通知，则第二业务分支链所在的业务共识节点会进入慢等待，以周期性访问源共识节点是否产生对预接收结果的已流转通知。其中，第二业务分支链所在的业务共识节点进入慢等待周期性访问源共识节点的过程可包括：获取用于访问源共识节点的访问周期，该访问周期可以是业务人员根据业务需求事先设置好的；根据访问周期向源共识节点发送访问请求，该访问请求用于请求源共识节点返回已流转通知，直至接收到源共识节点返回的已流转通知。当然，如果第二业务分支链所在的业务共识节点在预设时长内周期性访问源共识节点，但仍未接收到源共识节点返回的已流转通知，那么第二业务分支链所在的业务共识节点可以结束本次从第一业务分支链转移待处理事务至第二业务分支链的跨链流转过程，即本次待处理事务的跨链流转失败；本申请实施例对预设时长的时间长度不限定，例如预设时长可以是 3 个访问周期的时长总和。

下面结合图 7 对第二业务分支链所在的业务共识节点周期性访问源共识节点的过程进行介绍，如图 7 所示，第二业务分支链所在的业务共识节点 302 向源共识节点 301 发送反馈消息后，启动计时；若在计时时长等于第二超时等待时长时，第二业务分支链所在的业务共识节点 302 仍未接收到源共识节点 301 返回的已流转通知，则第二业务分支链所在的业务共识节点 302 每间隔访问周期向源共识节点 301 发送访问请求，以请求源共识节点 301 返回已流转通知；当第二业务分支链所在的业务共识节点 302 接收到源共识节点返回的已流转通知后，根据已流转通知对待处理事务在第一业务分支链上的状态进行校验，并在校验结果为待处理事务在第一业务分支链上为已流转状态时，在第二业务分支链上为待处理事务生成可操作区块 C7；并在对可操作区块 C7 共识校验成功后，

将可操作区块 C7 存储至第二业务分支链,进而实现将待处理事务以及能够操作待处理事务的操作权限从第一业务分支链转移至第二业务分支链。

本申请实施例中,响应于将待处理事务从第一业务分支链中转移至第二业务分支链的事务流转事件,可将待处理事务以及能够操作待处理事务的操作权限在不同业务分支链之间流转,实现待处理事务的跨链流转;并且,在流转待处理事务的过程中,每执行一次流转步骤均对待处理事务在业务分支链上的状态进行锁定,如在第一业务分支链中将待处理事务的状态设置为预流转状态时,锁定待处理事务在第一业务分支链上的预流转状态,使得处于预流转状态下的待处理事务不能流转至其他业务分支链(如与第二业务分支链不同的业务分支链),保证了待处理事务的状态变化的一致性,同时也不依赖于第三方服务中心来控制待处理事务的跨链过程,减小事务跨链流转的成本。另外,本申请实施例还引入超时回滚机制,提高事务跨链流转过程的容错性和稳健性,使得本申请实施例提供的跨区块链处理方案能够应用于较为复杂的区块链网络中的事务流转,提高方案对应的应用场景的可拓展性。

值得注意的是,区块链网络可以包括单层、双层或多层网络,此处的“层”是指区块链网络所包含的子网络的数量;子网络的划分可以是出于业务需求、通信连接、安全性等方面的考虑;属于同一子网络中的区块链节点之间的互相访问有共识机制保证安全,而不同子网络中的区块链节点之间的互相访问需要额外加入身份管理和/或网络控制。例如,图 1b 所示的区块链网络是一个单层区块链网络,该单层区块链网络中的各个区块链节点之间可通过共识机制实现安全访问和数据同步。在一种实现方式中,本申请实施例提出的跨区块链处理方法是应用于图 1b 所示的单层区块链网络中的,此实现方式下,本申请实施例提及的源共识节点和第二业务分支链所在的业务共识节点是属于该单层区块链网络中的共识节点。

在其他实现方式中,本申请实施例提出的跨区块链处理方法除应用于前述实施例描述的单层区块链网络(如只包含一个区块链网络)外,还可以应用于较为复杂的双层或多层区块链网络。举例来说,当区块链被应用于一些场景中时,例如:票据业务场景,政府或者商业机构等的数据存储场景等等;在这些场景下,区块链网络中并非所有的节点都有足够的资源和必要性成为参与区块链共识的节点。而出于对数据的安全性考虑,在区块链体系中涉及个人隐私或者国家安全的相关数据时,也不适用普遍的数据对等的区块链部署方式。为了适应业务需求(如内外网,业务网,办公网分隔等),并进一步提高数据的安全性和保密性,本申请实施例提供了一种双层链,通过点对点(Peer to Peer, P2P)网络形成“见证子网络-共识子网络”的双层网络架构,其中,P2P 网络是一种点对点连接的网络,点对点连接的各个节点称为对等节点。P2P 网络基于一类特定的网络协议,使得对等节点之间不需要一个中心节点来维护网络状态,每个节点通过和相邻节点之间的广播交互,来维护全网的节点状态及其与相邻节点的连接状态。

图 8 示出了本申请一个示例性实施例提供的一种双层区块链网络的架构图;如图 8 所示,该区块链网络包括见证子网络和共识子网络。其中:①见证子网络中包括一个或多个业务节点,即业务节点部署在处于公网的见证子网络中。见证子网络中的业务节点主要进行业务执行,不参与记账共识,并通过身份认证的方式从共识子网络中获得区块头数据和部分授权可见的区块数据。②共识子网络是区块链网络中的核心网络,用于对区块链网络进行记账共识。共识子网络中包括一个或多个共识节点(或称为记账节点),或者如前述图 1d 所示的共识子网络中包含一个或多个共识集群,共识集群中部署运行区块链共识协议的共识节点,包括源共识节点和第二业务分支链所在的业务共识节点;基于此,前述提及的第一业务分支链和第二业务分支链之间的跨链流转处理是在双层网络架构中的共识子网络中进行的。通常来说,见证子网络和共识子网络处在不同网络环

境下，见证子网络处于公有网络中，而共识子网络处于私有网络中。由于共识子网络处于相对安全的私有网络中，其互相访问本就有共识机制保证安全，不需要额外加入身份管理和网络控制。而业务节点处于公共网络中，可能会被其它不确定的网络终端访问，因此业务节点以及其它可能的节点接入共识子网络中的行为需要被严格控制。

5 进一步地，上述提及的见证子网络和共识子网络可以通过二者中间的路由代理网络（或称为路由边界网络）进行交互。在一些实施例，路由代理网络属于区块链网络，路由代理网络用于对见证子网络和共识子网络进行网络隔离；路由代理网络中包含一个或多个路由代理节点，这样可以通过路由代理节点将见证子网络中业务节点发送的数据转发给共识子网络中的共识节点，可提高共识子网络中数据的安全性。在此实现方式下，
10 本申请实施例提供的双层区块链网络的更为详细的架构示意图可参见图 9。

如图 9 所示，区块链网络包括：业务层、路由代理层以及核心共识网络层，业务层、路由代理层以及核心共识网络层组成了整个完整区块链业务体系；其中，①业务层处于见证子网络中，业务层包括至少一个业务节点，该业务节点可以是简单支付验证（Simplified Payment Verification, SPV）节点，SPV 节点维持正常的无结构 P2P 网络，
15 业务节点可以处理（地方税务局）税务、票据（企业开票）、支付（企业资金流动）等业务。②核心共识网络层处于共识子网络中，核心共识网络层包括多个具有共识功能的共识节点，如共识节点 901、共识节点 902、共识节点 903、……。③路由代理层中包括至少一个代理节点，代理节点可以提供路由服务、认证服务、证书缓存服务、点对点（P2P）服务等。业务层和核心共识网络层之间通过路由代理层进行信息交互，即业务层通过路由代理层向核心共识网络层提交业务操作交互，这样路由代理层对于业务层和核心共识网络层起到了隔离的作用。
20

正如前述对图 1d 所示的相关描述可知，核心共识网络层（即共识子网络）中还可以包括多个共识集群，如图 9 所示的核心共识网络层中可包括共识集群 904，该共识集群 904 中可包括共识节点 901 以及共识节点 902 来维护本集群内的核心链 1；本申请实施例对核心共识层是包含共识节点，还是包含共识集群不作限定。另外，在本申请实施例中根据共识集群维护的链是业务主链还是业务分支链，多个共识集群被划分为核心共识集群和分链共识集群，关于核心共识集群和分链共识集群的相关内容可参见前述图 1d 所示的实现的相关描述。
25

下面结合图 10a 对双层网络架构进行介绍；如图 10a 所示，区块链网络中包括见证子网络、路由代理网络以及共识子网络；其中，①见证子网络中的业务节点（如 SPV 节点）中动态配置有业务主链和/或一个或多个业务分支链的链标识，这样见证子网络中的业务节点可以通过链标识参与业务分支链的业务（如访问或存储与业务分支链同一业务类型的业务数据）。②同理，共识子网络中的业务主链还注册有见证子网络中业务节点的节点标识和地址，业务分支链可从业务主链中获取某个业务节点的节点标识和地址后，将业务分支链存储的业务数据同步至业务节点进行本地存储。③路由代理网络记录了共识子网络中共识节点的节点信息，节点信息可包括节点标识、存储的区块链（如业务主链或业务分支链）的链标识等信息；当路由代理网络中的路由代理节点遇到要向业务分支链发送业务数据时，可直接将业务数据转发至对应的业务共识节点；否则，路由代理节点还是将业务数据转发至维护业务主链的核心共识节点，并由核心共识节点根据业务主链上派生的各个业务分支链的链标识来对业务数据进行处理（如转发至对应的业务分支链等）。
30
35
40

基于图 10a 所示的对双层网络架构的描述，下面结合图 10a 和图 10b 对双层网络架构下本申请实施例提出的跨区块链处理方法的实现方式进行介绍，其中跨区块链处理方法可包括步骤 s11 至 s21，以下对各个步骤进行说明。

s11: 见证子网络中的业务节点向路由代理网络中的路由代理节点发送交易处理请求, 该交易处理请求可包括: 派生请求和事务流转请求。派生请求可用于请求从业务分支链上派生出新的业务分支链, 此实现方式下, 派生请求中可携带业务主链的链标识, 以及待创建的新的业务分支链的业务配置信息等。事务流转请求可用于请求将待处理事务从第一业务分支链转移至第二业务分支链的请求, 此实现方式下, 事务流转请求中携带待处理事务的事务标识 (如事务的 ID, 用于唯一标识该待处理事务)、第一业务分支链的链标识以及第二业务分支链的链标识。为便于阐述, 后续均以交易处理请求为事务流转请求为例进行说明。

s12: 路由代理网络将事务流转请求转发至共识子网络中。在一种实现方式中, 若见证子网络中业务节点发送事务流转请求给路由代理网络时, 已指定接收事务流转请求的共识节点, 则路由代理节点可以根据指定的接收对象, 将事务流转请求直接发送至共识子网络中指定的共识节点。一种指定接收事务流转请求的共识节点的方式为: 事务流转请求中携带共识节点的节点标识。另一种实现方式中, 路由代理节点还可以根据事务流转请求中携带的链标识, 将事务流转请求直接发送至共识子网络中维护链标识对应的链的共识节点。例如, 链标识为业务分支链 1031 的标识, 且业务分支链 1031 由分链共识集群 1001 (如图 10a 所示的) 维护, 则路由代理网络可以将事务流转请求直接发送至分链共识集群 1001 中的业务共识节点, 如业务共识节点 1 (在本申请中称为“源共识节点”)。在其他实现方式中, 路由代理网络可以将事务流转请求发送至共识子网络中固定的、维护业务主链的核心共识节点, 由核心共识节点响应事务流转请求并调用对应的业务分支执行待处理事务的跨链流转操作。

需要说明的是, 本申请实施例对路由代理网络采用哪种发送方式来转发事务流转请求不作限定。另外, 基于共识子网络的安全考虑, 本申请实施例引入路由代理网络来对见证子网络和共识子网络进行网络隔离, 但在实际应用中, 见证子网络和共识子网络之间还可以直接进行通信, 即不需要由路由代理网络来实现见证子网络和共识子网络之间的通信。

s13: 源共识节点接收路由代理网络转发事务流转请求, 并响应于事务流转请求在第一业务分支链中为待处理事务生成预流转区块。换句话说, 前述提及的事务流转事件除可包括检测到第一业务分支链中处于可操作状态的待处理事务的生命周期, 满足事务流转条件外; 事务流转事件还可以包括: 源共识节点接收到路由代理网络转发的针对待处理事务的事务流转请求时确定存在事务流转事件。需要说明的是, 源共识节点响应于事务流转事件在第一业务分支链中为待处理事务生成预流转区块的实现方式, 可参见图 2 所示实施例中步骤 S201 所示的实现方式的相关描述。

s14: 源共识节点基于预流转区块向第二业务分支链所在的第二业务分支链所在的业务共识节点发送预流转请求。

s15: 第二业务分支链所在的业务共识节点响应于预流转请求在第二业务分支链中生成待处理事务的预接收结果。

s16: 第二业务分支链所在的业务共识节点向源共识节点反馈根据预接收结果生成的反馈消息。

s17: 源共识节点响应于反馈消息, 在对预接收结果校验成功后, 在第一业务分支链中生成待处理事务对应的已流转区块。

s18: 源共识节点向第二业务分支链所在的业务共识节点发送已流转通知。

s19: 第二业务分支链所在的业务共识节点响应于已流转通知在第二业务分支链中生成待处理事务的可操作区块。

需要说明的是, 步骤 s14 至 s19 的实施过程可参见前述图 2 和/或图 5 所示实施例

的实现过程。

s20: 第二业务分支链所在的业务共识节点向路由代理节点发送流转通知消息, 该流转通知消息用于通知待处理事务流转成功或失败。

5 s21: 路由代理节点将流转通知消息转发至业务节点。值得注意的是, 第二业务分支链所在的业务共识节点中存储有业务节点(或SPV节点)的节点标识和地址, 因此, 第二业务分支链所在的业务共识节点也可以根据业务节点的节点标识和地址, 直接将流转通知消息发送至业务节点。本申请实施例对第二业务分支链所在的业务共识节点返回流转通知消息的实施方式不作限定。

10 综上所述, 一方面, 本申请实施例提出的双层网络架构, 通过路由代理网络将见证子网络和共识子网络进行网络隔离, 在一定程度上提高共识子网络中存储的业务数据的安全性。另一方面, 本申请实施例可将待处理事务以及能够对待处理事务进行操作的操作权限从第一业务分支链流转至(或称为转移至)第二业务分支链, 实现待处理事务在不同业务分支链之间的跨链流转; 并且, 通过在每步流转中设置待处理事务对应的状态(如预流转状态、预接收状态及已流转状态等)保持流转过程中待处理事务的状态变化的一致性, 以及确保待处理事务在被流转过程中被操作的唯一性和安全性。

上述详细阐述了本申请实施例的方法, 为了便于更好地实施本申请实施例的上述方法, 相应地, 下面提供了本申请实施例的装置。

20 图11示出了本申请一个示例性实施例提供的一种跨区块链处理事务的装置的结构示意图, 该跨区块链处理事务的装置可以是运行于源共识节点中的一个计算机程序(包括程序代码); 该跨区块链处理事务的装置可以用于执行图2及图10b所示的方法实施中的部分或全部步骤, 该跨区块链处理事务的装置包括如下单元:

25 处理单元1101, 配置为响应于检测到的事务流转事件, 在第一业务分支链中为待处理事务生成预流转区块, 事务流转事件用于将待处理事务从第一业务分支链转移至第二业务分支链; 通信单元1102, 配置为基于预流转区块的标识向第二业务分支链所在的第二业务分支链所在的业务共识节点发送预流转请求, 预流转请求用于请求第二业务分支链所在的业务共识节点在第二业务分支链中生成待处理事务的预接收结果; 处理单元1101, 还配置为在第一业务分支链中生成待处理事务对应的已流转区块; 通信单元1102, 还配置为根据已流转区块的标识向第二业务分支链所在的业务共识节点发送已流转通知, 已流转通知用于通知第二业务分支链所在的业务共识节点在第二业务分支链中生成待处理事务的可操作区块。

30 在一种实现方式中, 处理单元1101, 还配置为接收第二业务分支链所在的业务共识节点返回到根据预接收结果生成的反馈消息, 并在对反馈消息校验成功后, 在第一业务分支链中生成待处理事务对应的已流转区块。

35 在一种实现方式中, 处理单元1101, 配置为接收第二业务分支链所在的业务共识节点返回的根据预接收结果生成的反馈消息时, 还配置为: 响应于在发送预流转请求之后的第一超时等待时长内, 接收到第二业务分支链所在的业务共识节点根据预接收结果返回的反馈消息, 根据反馈消息对第二业务分支链上的待处理事务的状态进行校验, 得到预接收校验结果。

40 在一种实现方式中, 预接收结果包括: 待处理事务在第二业务分支链中的状态信息, 以及待处理事务对应的预接收签名信息, 预接收签名信息是由第二业务分支链所在的业务共识节点采用第二业务分支链所在的业务共识节点的节点私钥对待处理事务进行签名生成的; 处理单元1101, 配置为根据反馈消息对第二业务分支链上的待处理事务的状态进行校验, 得到预接收校验结果时, 还配置为: 获取第二业务分支链所在的业务共识节点的节点公钥; 采用第二业务分支链所在的业务共识节点的节点公钥, 对预接收

签名信息进行验签，得到验签结果；基于状态信息和验签结果生成预接收校验结果；其中，当状态信息指示待处理事务在第二业务分支链中为预接收状态，且验签结果指示对预接收签名信息验签成功时，预接收校验结果指示对预接收结果校验成功。

5 在一种实现方式中，处理单元 1101，还配置为：响应于检测到待处理事务的状态回滚条件时，对第一业务分支链中的待处理事务进行第一状态回滚处理，第一状态回滚处理包括：将第一业务分支链中的待处理事务的状态设置为可操作状态；状态回滚条件包括：在第一超时等待时长内未接收到预接收结果，或者，在第一超时等待时长内接收到预接收结果，且对预接收结果校验失败；基于状态回滚处理后处于可操作状态的待处理事务生成可操作区块，并将可操作区块存储至第一业务分支链。

10 在一种实现方式中，处理单元 1101，配置为在第一业务分支链中为待处理事务生成预流转区块时，还配置为：在第一业务分支链中对待处理事务进行预流转处理，预流转处理包括：将第一业务分支链中的待处理事务的状态设置为预流转状态；对预流转处理后处于预流转状态的待处理事务进行签名，生成预流转签名信息；对处于预流转状态的待处理事务和预流转签名信息进行打包处理，得到预流转区块。

15 在一种实现方式中，待处理事务在第一业务分支链中的预流转状态被锁定，被锁定后的待处理事务不能被转移至第三业务分支链，第三业务分支链与第二业务分支链不同。

20 在一种实现方式中，确定检测到事务流转事件的方式包括：接收到路由代理网络转发的针对待处理事务的事务流转请求时，确定检测到事务流转事件；其中，路由代理网络属于区块链网络，区块链网络包括见证子网络和共识子网络，见证子网络中包括一个或多个业务节点，共识子网络中包括一个或多个共识节点，所述路由代理节点用于将所述见证子网络和所述共识子网络进行网络隔离；或者，检测到第一业务分支链中处于可操作状态的待处理事务的生命周期满足事务流转条件时，确定检测到事务流转事件。

25 根据本申请的一个实施例，图 11 所示的跨区块链处理事务的装置中的各个单元可以分别或全部合并为一个或若干个另外的单元来构成，或者其中的某个（些）单元还可以再拆分为功能上更小的多个单元来构成，这可以实现同样的操作，而不影响本申请的实施例的技术效果的实现。上述单元是基于逻辑功能划分的，在实际应用中，一个单元的功能也可以由多个单元来实现，或者多个单元的功能由一个单元实现。在本申请的其它实施例中，该跨区块链处理事务的装置也可以包括其它单元，在实际应用中，这些功能也可以由其它单元协助实现，并且可以由多个单元协作实现。根据本申请的另一个实施例，可以通过在包括中央处理单元（Central Processing Unit, CPU）、随机存取存储介质（Random Access Memory, RAM）、只读存储介质（Read-Only Memory, ROM）等处理元件和存储元件的例如计算机的通用计算设备上运行能够执行如图 2 及图 10b 所示的相应方法所涉及的各步骤的计算机程序（包括程序代码），来构造如图 11 中所示的跨区块链处理事务的装置，以及来实现本申请实施例的跨区块链处理事务的方法。计算机程序可以记载于例如计算机可读记录介质上，并通过计算机可读记录介质装载于上述计算设备中，并在其中运行。

35 本申请实施例中，处理单元 1101 响应于检测到的将待处理事务从第一业务分支链转移至第二业务分支链的事务流转事件，可将待处理事务从第一业务分支链流转至第二业务分支链，实现待处理事务在不同业务分支链之间的跨链流转。并且，在待处理事务流转的过程中每流转一步均在业务分支链上，为待处理事务设置对应的流转状态（如预流转状态、预接收状态及已流转状态等）；例如，在跨链流转时先在第一业务分支链中将待处理事务从可操作状态设置为预接收状态，以表示待处理事务准备流转至第二业务分支链，再在第二业务分支链上将待处理事务的状态设置为预接收状态，表示第二业务

分支链已做好接收待处理事务的准备等等；这确保待处理事务在流转过程中的状态变化的一致性，保证待处理事务被流转过程中被操作的唯一性和安全性。

图 12 示出了本申请一个示例性实施例提供的一种跨区块链处理事务的装置的结构示意图，该跨区块链处理事务的装置可以是运行于第二业务分支链所在的业务共识节点中的一个计算机程序（包括程序代码）；该跨区块链处理事务的装置可以用于执行图 5 及图 10b 所示的方法实施例中的部分或全部步骤，该跨区块链处理事务的装置包括如下单元：

接收单元 1201，配置为接收源共识节点发送的预流转请求，预流转请求用于请求在第二业务分支链中生成待处理事务的预接收结果；处理单元 1202，配置为若响应于预流转请求对待处理事务校验成功，则为待处理事务生成预接收结果；处理单元 1202，还配置为向源共识节点返回根据预接收结果生成的反馈消息，以使源共识节点根据反馈消息在源共识节点包含的第一业务分支链中生成待处理事务对应的已流转区块；处理单元 1202，还配置为响应于源共识节点返回的已流转通知，在第二业务分支链中生成待处理事务的可操作区块，已流转通知是源共识节点根据已流转区块返回的，该已流转通知用于通知在第二业务分支链中生成待处理事务的可操作区块。

在一种实现方式中，处理单元 1202，还配置为：响应于第二超时等待时长内未接收到源共识节点返回的已流转通知，获取用于访问源共识节点的访问周期；每间隔访问周期向源共识节点发送访问请求，所述访问请求用于请求源共识节点返回已流转通知，直至接收到源共识节点返回的已流转通知。

在一种实现方式中，处理单元 1202，配置为在第二业务分支链中为待处理事务生成预接收结果时，还配置为：在第二业务分支链上将待处理事务的状态设置为预接收状态；

对预接收状态的待处理事务进行签名，得到预接收签名信息；对预接收状态的待处理事务和预接收签名信息进行打包处理，得到预接收结果。

在一种实现方式中，当待处理事务在第二业务分支链上处于预接收状态时，待处理事务的事务信息不能被使用，使用包括：访问、处理、转移。

根据本申请的一个实施例，图 12 所示的跨区块链处理事务的装置中的各个单元可以分别或全部合并为一个或若干个另外的单元来构成，或者其中的某个（些）单元还可以再拆分为功能上更小的多个单元来构成，这可以实现同样的操作，而不影响本申请的实施例的技术效果的实现。上述单元是基于逻辑功能划分的，在实际应用中，一个单元的功能也可以由多个单元来实现，或者多个单元的功能由一个单元实现。在本申请的其它实施例中，该跨区块链处理事务的装置也可以包括其它单元，在实际应用中，这些功能也可以由其它单元协助实现，并且可以由多个单元协作实现。根据本申请的另一个实施例，可以通过在包括中央处理单元（CPU）、随机存取存储介质（RAM）、只读存储介质（ROM）等处理元件和存储元件的例如计算机的通用计算设备上运行能够执行如图 5 及图 10b 所示的相应方法所涉及的各步骤的计算机程序（包括程序代码），来构造如图 12 中所示的跨区块链处理事务的装置，以及来实现本申请实施例的跨区块链处理事务的方法。计算机程序可以记载于例如计算机可读记录介质上，并通过计算机可读记录介质装载于上述计算设备中，并在其中运行。

本申请实施例中，处理单元 1202 响应于将待处理事务从第一业务分支链中转移至第二业务分支链的事务流转事件，可将待处理事务以及能够操作待处理事务的操作权限在不同业务分支链之间流转，实现待处理事务的跨链流转；并且，在流转待处理事务的过程中，每执行一次流转步骤均对待处理事务在业务分支链上的状态进行锁定，如在第一业务分支链中将待处理事务的状态设置为预流转状态时，锁定待处理事务在第一业务

分支链上的预流转状态,使得处于预流转状态下的待处理事务不能流转至其他业务分支链(如与第二业务分支链不同的业务分支链),保证了待处理事务的状态变化的一致性,同时也不依赖于第三方服务中心来控制待处理事务的跨链过程,减小事务跨链流转的成本。另外,本申请实施例还引入超时回滚机制,提高事务跨链流转过程的容错性和稳健性,使得本申请实施例提供的跨区块链处理方案能够应用于较为复杂的区块链网络中的事务流转,提高方案对应的应用场景的可拓展性。

图 13 示出了本申请一个示例性实施例提供的一种计算机设备的结构示意图。该计算机设备可以是接入区块链的节点,每个节点在物理层面由一个或多个计算机设备通过虚拟化技术映射形成。例如,计算机设备可以是其他实施例中的源共识节点或者第二业务分支链所在的业务共识节点。源共识节点可以是接入至区块链网络中的服务器,也可以为接入至区块链网络中的用户终端,同样地,第二业务分支链所在的业务共识节点可以是接入至区块链网络中的服务器,也可以为接入至区块链网络中的用户终端。请参见图 13,该计算机设备包括处理器 1301、通信接口 1302 以及计算机可读存储介质 1303。其中,处理器 1301、通信接口 1302 以及计算机可读存储介质 1303 可通过总线或者其它方式连接。其中,通信接口 1302 用于接收和发送数据。计算机可读存储介质 1303 可以存储在终端的存储器中,计算机可读存储介质 1303 用于存储计算机程序,计算机程序包括程序指令,处理器 1301 用于执行计算机可读存储介质 1303 存储的程序指令。处理器 1301 (或称 CPU) 是计算机设备的计算核心以及控制核心,其适于实现一条或多条指令,适于加载并执行一条或多条指令从而实现相应方法流程或相应功能。

本申请实施例还提供了一种计算机可读存储介质 (Memory), 计算机可读存储介质是计算机设备中的记忆设备,用于存放程序和数据。可以理解的是,此处的计算机可读存储介质既可以包括计算机设备中的内置存储介质,当然也可以包括计算机设备所支持的扩展存储介质。计算机可读存储介质提供存储空间,该存储空间存储了计算机设备的处理系统。并且,在该存储空间中还存放了适于被处理器 1301 加载并执行的一条或多条的指令,这些指令可以是一个或多个的计算机程序 (包括程序代码)。需要说明的是,此处的计算机可读存储介质可以是高速 RAM 存储器,也可以是非不稳定的存储器 (non-volatile memory), 例如至少一个磁盘存储器;可选的,还可以是至少一个位于远离前述处理器的计算机可读存储介质。

在一个实施例中,该计算机可读存储介质中存储有一条或多条指令;由处理器 1301 加载并执行计算机可读存储介质中存放的一条或多条指令,以实现上述跨区块链处理事务的方法实施例中的相应步骤;计算机可读存储介质中的一条或多条指令由处理器 1301 加载并执行如下步骤:

响应于检测到事务流转事件,在第一业务分支链中为待处理事务生成预流转区块;其中,事务流转事件用于将待处理事务从第一业务分支链转移至第二业务分支链,基于预流转区块的标识向第二业务分支链所在的第二业务分支链所在的业务共识节点发送预流转请求,预流转请求用于请求第二业务分支链所在的业务共识节点在第二业务分支链中生成待处理事务的预接收结果;在第一业务分支链中生成待处理事务对应的已流转区块;根据已流转区块的标识向第二业务分支链所在的业务共识节点发送已流通过知,已流通过知用于通知第二业务分支链所在的业务共识节点在第二业务分支链中生成待处理事务的可操作区块。

在一种实现方式中,计算机可读存储介质中的一条或多条指令由处理器 1301 加载并在执行在第一业务分支链中生成待处理事务对应的已流转区块时,执行如下步骤:接收第二业务分支链所在的业务共识节点返回的根据预接收结果生成的反馈消息,并在对反馈消息校验成功后,在第一业务分支链中生成待处理事务对应的已流转区块。

在一种实现方式中，计算机可读存储介质中的一条或多条指令由处理器 1301 加载并在执行接收第二业务分支链所在的业务共识节点根据预接收结果返回的反馈消息时，执行如下步骤：

- 5 响应于在发送预流转请求之后的第一超时等待时长内，接收到第二业务分支链所在的业务共识节点根据预接收结果返回的反馈消息，根据反馈消息对第二业务分支链上的待处理事务的状态进行校验，得到预接收校验结果。

- 10 在一种实现方式中，预接收结果包括：待处理事务在第二业务分支链中的状态信息，以及待处理事务对应的预接收签名信息，预接收签名信息是由第二业务分支链所在的业务共识节点采用第二业务分支链所在的业务共识节点的节点私钥对待处理事务进行签名生成的；计算机可读存储介质中的一条或多条指令由处理器 1301 加载并在执行根据反馈消息对第二业务分支链上的待处理事务的状态进行校验，得到预接收校验结果时，执行如下步骤：

- 15 获取第二业务分支链所在的业务共识节点的节点公钥；采用第二业务分支链所在的业务共识节点的节点公钥，对预接收签名信息进行验签，得到验签结果；基于状态信息和验签结果生成预接收校验结果；其中，当状态信息指示待处理事务在第二业务分支链中为预接收状态，且验签结果指示对预接收签名信息验签成功时，预接收校验结果指示对预接收结果校验成功。

在一种实现方式中，计算机可读存储介质中的一条或多条指令由处理器 1301 加载并还执行如下步骤：

- 20 响应于检测到待处理事务的状态回滚条件时，对第一业务分支链中的待处理事务进行第一状态回滚处理，第一状态回滚处理包括：将第一业务分支链中的待处理事务的状态设置为可操作状态；状态回滚条件包括：在第一超时等待时长内未接收到预接收结果，或者，在第一超时等待时长内接收到预接收结果，且对预接收结果校验失败；基于状态回滚处理后处于可操作状态的待处理事务生成可操作区块，并将可操作区块存储至
25 第一业务分支链。

在一种实现方式中，计算机可读存储介质中的一条或多条指令由处理器 1301 加载并在执行在第一业务分支链中为待处理事务生成预流转区块时，执行如下步骤：

- 30 在第一业务分支链中对待处理事务进行预流转处理，预流转处理包括：将第一业务分支链中的待处理事务的状态设置为预流转状态；对预流转处理后处于预流转状态的待处理事务进行签名，生成预流转签名信息；对处于预流转状态的待处理事务和预流转签名信息进行打包处理，得到预流转区块。

在一种实现方式中，待处理事务在第一业务分支链中的预流转状态被锁定，被锁定后的待处理事务不能被转移至第三业务分支链，第三业务分支链与第二业务分支链不同。

- 35 在一种实现方式中，确定检测到事务流转事件的方式包括：接收到路由代理网络转发的针对待处理事务的事务流转请求时，确定检测到事务流转事件；其中，路由代理网络属于区块链网络，区块链网络包括见证子网络和共识子网络，见证子网络中包括一个或多个业务节点，共识子网络中包括一个或多个共识节点，所述路由代理节点用于将所述见证子网络和所述共识子网络进行网络隔离；或者，检测到第一业务分支链中处于
40 可操作状态的待处理事务的生命周期满足事务流转条件时，确定检测到事务流转事件。

在另一个实施例，该计算机可读存储介质中存储有一条或多条指令；由处理器 1301 加载并执行计算机可读存储介质中存放的一条或多条指令，以实现上述跨区块链处理事务的方法实施例中的相应步骤；计算机可读存储介质中的一条或多条指令由处理器 1301 加载并执行如下步骤：

接收源共识节点发送的预流转请求，预流转请求用于请求在第二业务分支链中生成待处理事务的预接收结果；若响应于预流转请求对待处理事务校验成功，则为待处理事务生成预接收结果；向源共识节点返回根据预接收结果生成的反馈消息，以使源共识节点根据反馈消息在源共识节点包含的第一业务分支链中生成待处理事务对应的已流转区块；响应于源共识节点返回的已流转通知，在第二业务分支链中生成待处理事务的可操作区块，已流转通知是源共识节点根据已流转区块返回的，该已流转通知用于通知在第二业务分支链中生成待处理事务的可操作区块。

在一种实现方式中，计算机可读存储介质中的一条或多条指令由处理器 1301 加载并还执行如下步骤：

10 响应于第二超时等待时长内未接收到源共识节点返回的已流转通知，获取用于访问源共识节点的访问周期；每间隔访问周期向源共识节点发送访问请求，所述访问请求用于请求源共识节点返回已流转通知，直至接收到源共识节点返回的已流转通知。

在一种实现方式中，计算机可读存储介质中的一条或多条指令由处理器 1301 加载并在执行在第二业务分支链中为待处理事务生成预接收结果时，执行如下步骤：

15 在第二业务分支链上将待处理事务的状态设置为预接收状态；对预接收状态的待处理事务进行签名，得到预接收签名信息；对预接收状态的待处理事务和预接收签名信息进行打包处理，得到预接收结果。

在一种实现方式中，当待处理事务在第二业务分支链上处于预接收状态时，待处理事务的事务信息不能被使用，使用包括：访问、处理、转移。

20 本申请实施例中，源节点响应于检测到的将待处理事务从第一业务分支链转移至第二业务分支链的事务流转事件，可将待处理事务从第一业务分支链流转至第二业务分支链，实现待处理事务在不同业务分支链之间的跨链流转。并且，在待处理事务流转的过程中每流转一步均在业务分支链上，为待处理事务设置对应的流转状态（如预流转状态、预接收状态及已流转状态等）；例如，在跨链流转时先在第一业务分支链中将待处理事务从可操作状态设置为预接收状态，以表示待处理事务准备流转至第二业务分支链，再在第二业务分支链上将待处理事务的状态设置为预接收状态，表示第二业务分支链已做好接收待处理事务的准备等等；这确保待处理事务在流转过程中的状态变化的一致性，保证待处理事务在被流转过程中被操作的唯一性和安全性。

25 本申请实施例还提供一种计算机程序产品或计算机程序，该计算机程序产品或计算机程序包括计算机指令，该计算机指令存储在计算机可读存储介质中。计算机设备的处理器从计算机可读存储介质读取该计算机指令，处理器执行该计算机指令，使得该计算机设备执行上述跨区块链处理事务的方法。

30 本领域普通技术人员可以意识到，结合本申请中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，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，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申请的范围。

35 在上述实施例中，可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意组合来实现。当使用软件实现时，可以全部或部分地以计算机程序产品的形式实现。计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行计算机程序指令时，全部或部分地产生按照本发明实施例所述的流程或功能。计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程设备。计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中，或者通过计算机可读存储介质进行传输。计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线（例如，同轴电缆、光纤、数字用户线（Digital Subscriber Line，

- DSL))或无线(例如,红外、无线、微波等)方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。计算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者是包含一个或多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据处理设备。可用介质可以是磁性介质(例如,软盘、硬盘、磁带)、光介质(例如,数字化视频光盘(Digital Video Disc, DVD))、或者半导体介质(例如,固态硬盘(Solid State Disk, SSD))等。
- 5

以上所述,仅为本申请的实施方式,但本申请的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此,本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权利要求书

- 1、一种跨区块链处理事务的方法，应用于计算机设备，包括：
响应于检测到事务流转事件，在所述第一业务分支链中为待处理事务生成预流转区块，所述事务流转事件用于将所述待处理事务从第一业务分支链转移至第二业务分支链；
5 基于所述预流转区块的标识向所述第二业务分支链所在的业务共识节点发送预流转请求，所述预流转请求用于请求所述第二业务分支链所在的业务共识节点在所述第二业务分支链中生成所述待处理事务的预接收结果；
 在所述第一业务分支链中生成所述待处理事务对应的已流转区块；
 根据所述已流转区块的标识向所述第二业务分支链所在的业务共识节点发送已流
10 转通知，所述已流转通知用于通知所述第二业务分支链所在的业务共识节点在所述第二业务分支链中生成所述待处理事务的可操作区块。
 2、如权利要求 1 所述的方法，其中，所述在所述第一业务分支链中生成所述待处理事务对应的已流转区块，包括：
 接收所述第二业务分支链所在的业务共识节点返回的根据所述预接收结果生成的
15 反馈消息；
 在对所述反馈消息校验成功后，在所述第一业务分支链中生成所述待处理事务对应的已流转区块。
 3、如权利要求 2 所述的方法，其中，所述接收所述第二业务分支链所在的业务共识节点返回的根据所述预接收结果生成的反馈消息，包括：
20 在发送所述预流转请求后的第一超时等待时长内，响应于在所述第一超时等待时长内接收到所述反馈消息，根据所述反馈消息对所述第二业务分支链上的待处理事务的状态进行校验，得到预接收校验结果。
 4、如权利要求 3 所述的方法，其中，所述预接收结果包括：所述待处理事务在所述第二业务分支链中的状态信息，以及所述待处理事务对应的预接收签名信息，所述预
25 接收签名信息是由所述第二业务分支链所在的业务共识节点采用所述第二业务分支链所在的业务共识节点的节点私钥对所述待处理事务进行签名生成的；所述根据所述反馈消息对所述第二业务分支链上的待处理事务的状态进行校验，得到预接收校验结果，包括：
 获取所述第二业务分支链所在的业务共识节点的节点公钥；
30 采用所述第二业务分支链所在的业务共识节点的节点公钥，对所述预接收签名信息进行验签，得到验签结果；
 基于所述状态信息和所述验签结果生成预接收校验结果；其中，当所述状态信息指示所述待处理事务在所述第二业务分支链中为预接收状态，且所述验签结果指示对所述预接收签名信息验签成功时，所述预接收校验结果指示对所述预接收结果校验成功。
35 5、如权利要求 1 所述的方法，其中，在所述基于所述预流转区块的标识向所述第二业务分支链所在的第二业务分支链所在的业务共识节点发送预流转请求之后，还包括：
 响应于检测到所述待处理事务的状态回滚条件，对所述第一业务分支链中的所述待处理事务进行状态回滚处理，所述状态回滚处理包括：将所述第一业务分支链中的所述
40 待处理事务的状态设置为可操作状态；所述状态回滚条件包括：在第一超时等待时长内未接收到所述反馈消息，或者，在第一超时等待时长内接收到所述反馈消息，且对所述反馈消息校验失败；
 基于状态回滚处理后处于可操作状态的待处理事务生成可操作区块，并将所述可操作区块存储至所述第一业务分支链。

6、如权利要求 1 所述的方法，其中，所述在所述第一业务分支链中为所述待处理事务生成预流转区块，包括：

在所述第一业务分支链中对所述待处理事务进行预流转处理，所述预流转处理包括：将所述第一业务分支链中的所述待处理事务的状态设置为预流转状态；

- 5 对预流转处理后处于预流转状态的待处理事务进行签名，生成预流转签名信息；
对所述预流转处理后处于预流转状态的待处理事务和所述预流转签名信息进行打包处理，得到预流转区块。

- 7、如权利要求 6 所述的方法，其中，所述待处理事务在所述第一业务分支链中的预流转状态被锁定，被锁定后的待处理事务不能被转移至第三业务分支链，所述第三业务分支链与所述第二业务分支链不同。

8、如权利要求 1 所述的方法，其中，在所述响应于检测到的事务流转事件，在所述第一业务分支链中为待处理事务生成预流转区块之前，还包括：

- 当接收到路由代理网络转发的针对待处理事务的事务流转请求时，确定检测到事务流转事件；其中，所述路由代理网络属于区块链网络，所述区块链网络包括见证子网络和共识子网络，所述见证子网络中包括一个或多个业务节点，所述共识子网络中包括一个或多个共识节点，所述路由代理节点用于将所述见证子网络和所述共识子网络进行网络隔离；

或者，当检测到第一业务分支链中处于可操作状态的待处理事务的生命周期满足事务流转条件时，确定检测到事务流转事件。

- 9、一种跨区块链处理事务的方法，应用于计算机设备，包括：

接收源共识节点发送的预流转请求，所述预流转请求用于请求在第二业务分支链中生成待处理事务的预接收结果；

若响应于所述预流转请求对所述待处理事务校验成功，为所述待处理事务生成预接收结果；

- 25 向所述源共识节点返回根据所述预接收结果生成的反馈消息，以使所述源共识节点根据所述反馈消息在所述源共识节点包含的第一业务分支链中生成所述待处理事务对应的已流转区块；

- 响应于所述源共识节点返回的所述已流转通知，在所述第二业务分支链中生成所述待处理事务的可操作区块，所述已流转通知是所述源共识节点根据所述已流转区块返回的，该已流转通知用于通知在所述第二业务分支链中生成所述待处理事务的可操作区块。

10、如权利要求 9 所述的方法，其中，在所述向所述源共识节点返回根据所述预接收结果生成的反馈消息之后，还包括：

响应于第二超时等待时长内未接收到所述源共识节点返回的已流转通知，获取用于访问所述源共识节点的访问周期；

- 35 每间隔所述访问周期向所述源共识节点发送访问请求，所述访问请求用于请求所述源共识节点返回已流转通知，直至接收到所述源共识节点返回的已流转通知。

11、如权利要求 9 所述的方法，其中，所述在所述第二业务分支链中为所述待处理事务生成预接收结果，包括：

- 在所述第二业务分支链上将所述待处理事务的状态设置为预接收状态；

- 40 对所述预接收状态的待处理事务进行签名，得到预接收签名信息；

对所述预接收状态的待处理事务和所述预接收签名信息进行打包处理，得到预接收结果。

12、如权利要求 11 所述的方法，其中，当所述待处理事务在所述第二业务分支链上处于所述预接收状态时，所述待处理事务的事务信息不能被使用，所述使用包括：访

问、处理、转移。

13、一种跨区块链处理事务的装置，包括：

5 处理单元，配置为响应于检测到事务流转事件，在所述第一业务分支链中为待处理事务生成预流转区块，所述事务流转事件用于将所述待处理事务从第一业务分支链转移至第二业务分支链；

通信单元，配置为基于所述预流转区块的标识向所述第二业务分支链所在的业务共识节点发送预流转请求，所述预流转请求用于请求所述第二业务分支链所在的业务共识节点在所述第二业务分支链中生成所述待处理事务的预接收结果；

10 所述处理单元，还配置为在所述第一业务分支链中生成所述待处理事务对应的已流转区块；

所述通信单元，还配置为根据所述已流转区块向所述第二业务分支链所在的业务共识节点发送已流转通知，所述已流转通知用于通知所述第二业务分支链所在的业务共识节点在所述第二业务分支链中生成所述待处理事务的可操作区块。

14、一种跨区块链处理事务的装置，包括：

15 接收单元，配置为接收共识子网络中源共识节点发送的预流转请求，所述预流转请求携带所述待处理事务的事务信息，所述预流转请求用于请求在第二业务分支链中生成待处理事务的预接收结果；

处理单元，配置为若响应于所述预流转请求对所述待处理事务校验成功，则在所述第二业务分支链中为所述待处理事务生成预接收结果；

20 所述处理单元，还配置为向所述源共识节点返回根据所述预接收结果生成的反馈消息，以使所述源共识节点响应所述反馈消息在对所述预接收结果校验成功后，在所述源共识节点包含的第一业务分支链中生成所述待处理事务对应的已流转区块，并根据所述已流转区块返回已流转通知，所述已流转通知用于通知在所述第二业务分支链中生成所述待处理事务的可操作区块；

25 所述处理单元，还配置为响应于所述源共识节点返回的所述已流转通知，在所述第二业务分支链中生成所述待处理事务的可操作区块。

15、一种计算机设备，包括：

处理器，适于执行计算机程序；

30 计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质中存储有计算机程序，所述计算机程序被所述处理器执行时，实现如权利要求 1 至 8 任一项所述的跨区块链处理事务的方法，或者实现如权利要求 9 至 12 任一项所述的跨区块链处理事务的方法。

16、一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序适于被处理器加载并执行如权利要求 1 至 8 任一项所述的跨区块链处理事务的方法，或者实现如权利要求 9 至 12 任一项所述的跨区块链处理事务的方法。

35 17、一种计算机程序产品，所述计算机程序产品包括计算机指令，所述计算机指令被处理器执行时实现如权利要求 1 至 8 任一项所述的跨区块链处理事务的方法，或者实现如权利要求 9 至 12 任一项所述的跨区块链处理事务的方法。