

一种光传输网络规划中分配中继资源的计算方法

申请号 CN201710861439.7

申请日 2017.09.21

公开（公告）号 [CN107566926A](#)

公开（公告）日 2018.01.09

分类号 H04Q11/00(2006.01);H04J14/02(2006.01)

申请（专利权）人 烽火通信科技股份有限公司



(10)申请公布号 CN 107566926 A

(21)申请号 201710861439.7

(71)申请人 烽火通信科技股份有限公司

(72)发明人 万立波 马坤 刘锦秋 何峰

代理人 彭程程

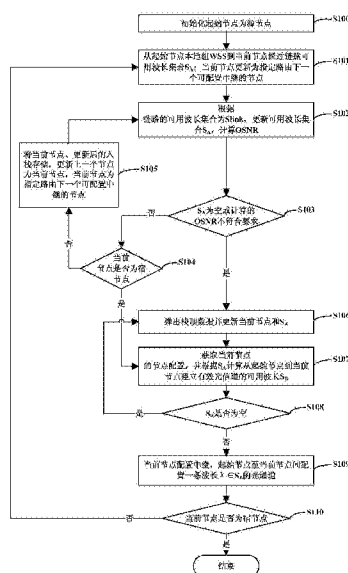
H04Q 11/00(2006.01)

H04J 14/02(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图3页

一种光传输网络规划中分配中继资源的计算方法

一种光传输网络规划中分配中继资源的计算方法,涉及路由规划算法领域,包括:以源节点作为起始节点,找到可建立有效光信道的最远节点,在该最远节点配置中继并为该通道分配波长,然后以该最远节点作为起始节点迭代,直到到达目标节点;其中,找到可建立有效光信道的最远节点的方式为:获取起始节点的可用波长集合,对经过相邻两节点间链路的可用波长集合依次求交集,直到结果为空或由起始节点到当前节点的路径光信噪比OSNR小于预设的阈值,则回溯到最近的用于配置中继的节点。本发明在不产生额外中继资源的情况下,提高计算效率。



1. 一种光传输网络规划中分配中继资源的计算方法,其特征在于,包括:以源节点作为起始节点,找到可建立有效光信道的最远节点,在该最远节点配置中继并为该通道分配波长,然后以该最远节点作为起始节点迭代,直到到达目标节点;

其中,找到可建立有效光信道的最远节点的方式为:获取起始节点的可用波长集合,对经过相邻两节点间链路的可用波长集合依次求交集,直到结果为空或由起始节点到当前节点的路径光信噪比OSNR小于预设的阈值,则回溯到最近的用于配置中继的节点。

2. 如权利要求1所述的光传输网络规划中分配中继资源的计算方法,其特征在于:所述有效光信道与其所经过的任何WDM链路已承载的其它光信道波长不冲突;有效光信道的源节点和宿节点均允许配置指定波长的上下话业务,同时不影响所在节点的其他业务;所述有效光信道的OSNR大于或等于预设的阈值。

3. 如权利要求1所述的光传输网络规划中分配中继资源的计算方法,其特征在于:预先设置每个节点的配置、每条链路配置和一个OSNR的阈值,节点配置包括节点本地组波长选择器WSS数量和每个WSS可用于上下话的波长;所述链路配置包括链路波长和链路光器件配置,定义大于或等于所述阈值的OSNR符合要求;设置由源节点到宿节点的方向为正方向。

4. 如权利要求3所述的光传输网络规划中分配中继资源的计算方法,其特征在于:获取起始节点的配置,包括起始节点所有本地组WSS可用于上下话波长集合 S_L ,获取正方向的远端组WSS可用于转发的波长集合 S_R ;当前可用波长集合初始化为 $S_A := S_R \cap S_L$;设置上一个节点为起始节点,当前节点为指定路由正方向下一个可用于中继的节点。

5. 如权利要求4所述的光传输网络规划中分配中继资源的计算方法,其特征在于:获取当前节点和上一个节点之间所经过链路的配置,其中链路的可用波长集合为 S_{Link} ,更新可用波长集合 $S_A := S_A \cap S_{Link}$,并根据起始节点至当前节点所经过链路的光器件配置计算OSNR。

6. 如权利要求5所述的光传输网络规划中分配中继资源的计算方法,其特征在于:当更新后的 S_A 非空、且计算的OSNR不小于阈值,且当前节点不是宿节点,将当前节点、更新后的 S_A 入栈存储,更新上一个节点为当前节点,重复获取当前节点和上一个节点之间所经过链路的配置并更新 S_A 。

7. 如权利要求5或6所述的光传输网络规划中分配中继资源的计算方法,其特征在于:当更新后的 S_A 为空或计算的OSNR小于阈值,则弹出栈顶数据并更新当前节点和 S_A 。

8. 如权利要求7所述的光传输网络规划中分配中继资源的计算方法,其特征在于:获取当前节点的节点配置,包括所有本地组可用于上下话波长集合 S_L (当前节点) 计算可用波长集合 $S_B = S_A \cap S_L$ (当前节点)。

9. 如权利要求8所述的光传输网络规划中分配中继资源的计算方法,其特征在于:若 S_B 为空,重复弹出栈顶数据并更新当前节点和 S_A ;若 S_B 不为空,则当前节点配置中继,起始节点至当前节点间配置一条波长 $\lambda \in S_B$ 的光通道。

10. 如权利要求7所述的光传输网络规划中分配中继资源的计算方法,其特征在于:当前节点为宿节点,算法结束;否则将该中继点作为起始节点迭代步骤。

一种光传输网络规划中分配中继资源的计算方法

技术领域

[0001] 本发明涉及路由规划算法领域,具体来讲涉及一种光传输网络规划中分配中继资源的计算方法。

背景技术

[0002] 现代通信核心网络中,波分复用(Wavelength Division Multiplexing,WDM)系统、光分插复用器(Optical Add-Drop Multiplexer,OADM)和光交叉连接器(Optical Cross-connect,OXC)构成的光传送网络(Optical Transport Network,OTN),实现了对大颗粒、多类型业务的灵活调度。随着通信技术的飞速发展,OTN引入了控制平面演进为自动交换光网络(Automatically Switched Optical Network,ASON),实现了网络功能的智能化。

[0003] 路由波长分配(Route and Wavelength Assignment,RWA)是指在给定的业务请求下,寻找从源节点到宿节点的路由,并为这些路由分配相应的波长。通过计算机程序算法实现的RWA可以达到合理利用网络资源、优化网络性能、降低网络业务阻塞率和减少网络设备需求的目的,是ASON控制平面的一项关键技术。

[0004] 中继是网络物理层上的连接设备,位于OTN中的一个OADM节点中,它连接两条光信道(Optical Channel,OCh),完成对数据信号的重新生成和再发送,以解决单条光信道光信噪比(Optical Signal Noise Ratio,OSNR)不符合要求或单波长波道无法直通的问题。在光传输网络规划中,中继资源的分配是RWA的一个重要环节。

[0005] 如果每个经过的节点都配置中继,则会大大的增加网络成本,因此,尽可能减少OTN中的中继资源量是RWA计算的目标之一。如果考虑最小化中继代价,可以对所有节点组合配置中继的情况进行遍历,但是对于单条路由经过节点数较多的时,分析情况过多会导致计算耗时十分严重。

发明内容

[0006] 针对现有技术中存在的缺陷,本发明的目的在于提供一种光传输网络规划中分配中继资源的计算方法,在不产生额外中继资源的情况下,提高计算效率。

[0007] 为达到以上目的,本发明采取一种光传输网络规划中分配中继资源的计算方法,包括:以源节点作为起始节点,找到可建立有效光信道的最远节点,在该最远节点配置中继并为该通道分配波长,然后以该最远节点作为起始节点迭代,直到到达目标节点;其中,找到可建立有效光信道的最远节点的方式为:获取起始节点的可用波长集合,对经过相邻两节点间链路的可用波长集合依次求交集,直到结果为空或由起始节点到当前节点的路径光信噪比OSNR小于预设的阈值,则回溯到最近的用于配置中继的节点。

[0008] 在上述技术方案的基础上,所述有效光信道与其所经过的任何WDM链路已承载的其它光信道波长不冲突;有效光信道的源节点和宿节点均允许配置指定波长的上下话业务,同时不影响所在节点的其他业务;所述有效光信道的OSNR大于或等于预设的阈值。

[0009] 在上述技术方案的基础上,预先设置每个节点的配置、每条链路配置和一个OSNR的阈值,节点配置包括节点本地组波长选择器WSS数量和每个WSS可用于上下话的波长;所述链路配置包括链路波长和链路光器件配置,定义大于或等于所述阈值的OSNR符合要求;设置由源节点到宿节点的方向为正方向。

[0010] 在上述技术方案的基础上,获取起始节点的配置,包括起始节点所有本地组WSS可用于上下话波长集合 S_L ,获取正方向的远端组WSS可用于转发的波长集合 S_R ;当前可用波长集合初始化为 $S_A := S_R \cap S_L$;设置上一个节点为起始节点,当前节点为指定路由正方向下一个可用于中继的节点。

[0011] 在上述技术方案的基础上,获取当前节点和上一个节点之间所经过链路的配置,其中链路的可用波长集合为 S_{Link} ,更新可用波长集合 $S_A := S_A \cap S_{Link}$,并根据起始节点至当前节点所经过链路的光器件配置计算OSNR。

[0012] 在上述技术方案的基础上,当更新后的 S_A 非空、且计算的OSNR不小于阈值,且当前节点不是宿节点,将当前节点、更新后的 S_A 入栈存储,更新上一个节点为当前节点,重复获取当前节点和上一个节点之间所经过链路的配置并更新 S_A 。

[0013] 在上述技术方案的基础上,当更新后的 S_A 为空或计算的OSNR小于阈值,则弹出栈顶数据并更新当前节点和 S_A 。

[0014] 在上述技术方案的基础上,获取当前节点的节点配置,包括所有本地组可用于上下话波长集合 S_L (当前节点) 计算可用波长集合 $S_B = S_A \cap S_L$ (当前节点)。

[0015] 在上述技术方案的基础上,若 S_B 为空,重复弹出栈顶数据并更新当前节点和 S_A ;若 S_B 不为空,则当前节点配置中继,起始节点至当前节点间配置一条波长 $\lambda \in S_B$ 的光通道。

[0016] 在上述技术方案的基础上,当前节点为宿节点,算法结束;否则将该中继点作为起始节点迭代步骤。

[0017] 本发明的有益效果在于:

[0018] 1、解决了多中继长链路网络规划中路由波长分配问题,能够在不产生额外中继资源的情况下,提高计算效率。一般情况下,本发明的算法通常是中继最少的方案。

[0019] 2、如果不考虑回溯,有多少个节点可配置中继,就会获取多少次链路可用波长集合为 S_{Link} ,并计算起始节点至当前节点所经过的链路光器件OSNR,由于中继节点的数量和链路节点数量 n 正相关,回溯长度与 n 没有直接关系,回溯次数等于输出的中继数量,小于 n ;因此时间复杂度为 $O(n)$ 。

[0020] 3、通过入栈存储的方式对当前节点、 S_A 进行存储,以及对已配置光通道进行存储,前者与链路节点数量 n 没有直接关系并肯定小于 n ,后者也小于 n ;因此空间复杂度为 $O(n)$ 。

附图说明

[0021] 图1为本发明光传输网络规划中分配中继资源的计算方法流程图;

[0022] 图2为本发明实施例中中继分配算法应用场景示意图。

[0023] 图3为节点数量为14时,不同方法得到的中继需求数量对计算时间影响的对比图;

[0024] 图4为中继数量为3时,不同方法得到的节点数量对计算时间影响的对比图。

具体实施方式

[0025] 以下结合附图及实施例对本发明作进一步详细说明。

[0026] 本发明光传输网络规划中分配中继资源的计算方法,以源节点作为起始节点,找到可建立有效光信道的最远节点,在该最远节点配置中继并为该通道分配波长,然后以该最远节点作为起始节点迭代,直到到达目标节点。其中,获取起始节点的可用波长集合,对相邻两节点之间链路的可用波长集合依次求交集,直到结果为空或者由起始节点到当前节点的路径光信噪比(OSNR)小于预设的阈值,则回溯到最近的用于配置中继的节点。

[0027] 所述有效光信道包括但不限于:

[0028] 有效光信道与其所经过的任何WDM链路已承载的其它光信道波长不冲突;

[0029] 有效光信道的源节点和宿节点均允许配置指定波长的上下话业务,同时不影响所在节点的其他业务;

[0030] 有效光信道的OSNR满足要求,即不小于OSNR预设的阈值。

[0031] 具体的,如图1所示,本发明光传输网络规划中分配中继资源的计算方法,包括如下步骤:

[0032] S100.预先根据实际网络设置每个节点的配置、每条链路配置和一个OSNR的阈值;节点配置包括节点本地组波长选择器(WSS)数量和每个WSS可用于上下话的波长。定义大于或等于所述阈值的OSNR符合要求,定义由源节点到宿节点的方向为正方向,设置源节点为起始节点。

[0033] S101.获取起始节点的配置。包括起始节点所有本地组WSS可用于上下话波长集合 S_L ,获取正方向的远端组WSS可用于转发的波长集合 S_R ,经过当前链路(两节点之间)的可用波长集合初始化为 $S_A := S_R \cap S_L$;设置上一个节点为起始节点,当前节点为指定路由下一个可配置中继的节点。

[0034] S102.获取当前节点和上一个节点之间所经过链路的配置。其中链路的可用波长集合为 S_{Link} ,更新可用波长集合 $S_A := S_A \cap S_{Link}$ (“:=”表示赋值),并根据起始节点至当前节点所经过链路的光器件配置计算OSNR。其中, S_A 是波长集合的临时变量,表示如果从起始节点到当前节点配置波道,并且不考虑当前节点本地组可用波长的情况下,可供选择的波长集合。

[0035] S103.通过判断找到最远可能配置中继的节点,判断依据为:是否 S_A 为空或计算的OSNR不符合要求(小于阈值),若否,进入S104;若是,进入S106。

[0036] S104.判断当前节点是否为宿节点,若是,进入S107;若否,进入S105。

[0037] S105.将当前节点、更新后的 S_A 入栈存储,更新上一个节点为当前节点,当前节点为指定路由下一个可配置中继的节点,转入S102。

[0038] S106.说明 S_A 为空或计算的OSNR不符合要求,弹出栈顶数据并更新当前节点和 S_A 。

[0039] S107.获取当前节点的节点配置,包括所有本地组可用于上下话波长集合 $S_{L(当前节点)}$,计算可用波长集合 $S_B := S_A \cap S_{L(当前节点)}$ 。其中, S_B 也是波长集合的临时变量,表示如果从起始节点到当前节点配置波道,可供选择的波长集合。

[0040] S108.判断 S_B 是否为空,若是,进入S106;若否,进入S109。

[0041] S109.当前节点配置中继,起始节点至当前节点间配置一条波长 $\lambda \in S_B$ 的光通道。

[0042] S110.判断当前节点是否为预先设置的宿节点,若是,结束;若否,转入S101。

[0043] 上述步骤中,S102~S105为循环1,目的是为了在不考虑待建光通道宿节点本地组

WSS的情况下,找到最远可能配置中继的节点。 $S_{107} \sim S_{108}$ 为循环2,目的是找到最远可配置中继的节点。 $S_{101} \sim S_{110}$ 为循环3,目的是完成整条路径的中继配置。其中,当前节点、上一个节点、起始节点以及终止节点,都是指向某个节点的临时变量;当前节点、上一个节点表示循环1的当前处理点和上次处理点的临时变量;起始节点、终止节点表示循环3的当前处理点和下次处理点的临时变量。

[0044] 如图3所示,为本发明一个实施例应用的中继分配算法应用场景,某光层业务经过节点1到节点5之间的链路,需要为其分配光信道来传输。由于光信道的传输会受到波长和光信噪比等多方面因素限制,因此该信道实际上是一条或多条光信道的组合,多条光信道两两之间经过了一次光-电-光的再生转换,该转换通过中继器来完成,经过转换的不同光信道可以拥有不同的波长,并分别计算光信噪比。同时,中继器存在于节点的本地组7,其连接的光信道也会占用本地组上下话的波道资源。图3中,实线和虚线代表两个不同的波道,1-2-3-4-5表示输入路径的一部分,节点4到节点6的虚线波道事先存在。如果链路波道占用或OSNR限制,使得待建立信道在这段链路上需要配置中继,由于节点4的虚线波长在本地已被完全占用,因此节点4是无法配置中继的。

[0045] 根据图3所示应用场景,具体步骤如下:

[0046] A100. 算法执行到当前节点为节点3的时候,上一个节点为节点2,此时计算SA和OSNR。

[0047] A101. 由于SA不为空并包含虚线所示通道,OSNR满足要求,所以此处的当前节点(节点3)和SA写入历史记录栈。更新当前节点为节点4,上一个节点为节点3。

[0048] A103. 根据 $SA := SA \cap S_{Link}$ 计算SA和OSNR。

[0049] A104. SA不为空并仅包含虚线所示波长,OSNR满足要求,所以此处的当前节点(节点4)和SA写入栈(历史记录栈)。更新当前节点为节点5,上一个节点为节点4。

[0050] A105. 根据 $SA := SA \cap S_{Link}$ 计算SA和OSNR。

[0051] A106. SA为空或OSNR不满足要求,弹出栈顶数据,即更新当前节点和SA为d步入栈的数据,此时当前节点为节点4,SA为仅包含虚线所示波长的集合。

[0052] A107. 根据 $S_B = SA \cap S_{L(当前节点)}$,计算SB。

[0053] A108. 由于虚线波道被其它光方向占用,所以SL不包含虚线波道,上一步计算结果SB为空,弹出栈顶数据,即更新当前节点和SA为A101中入栈的数据。

[0054] A109. 根据 $S_B = SA \cap S_{L(当前节点)}$,计算SB。

[0055] A110. SB不为空,在当前节点(节点3)上配置中继,起始节点至当前节点间配置一条波长 $\lambda \in S_B$ 的光通道。

[0056] A111. 节点3不为宿节点,因此将它作为起始节点开始下一次迭代。

[0057] 如图3所示,当节点数量为14时,相对于遍历组合算法,可以看出本发明中继分配算法耗时大幅缩短。

[0058] 如图4所示,当中继数量为3时,相对于遍历组合算法,本发明中继分配算法耗时相对缩短,在节点数量增加时运行时间相对上升幅度降低。

[0059] 本发明不局限于上述实施方式,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也视为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。

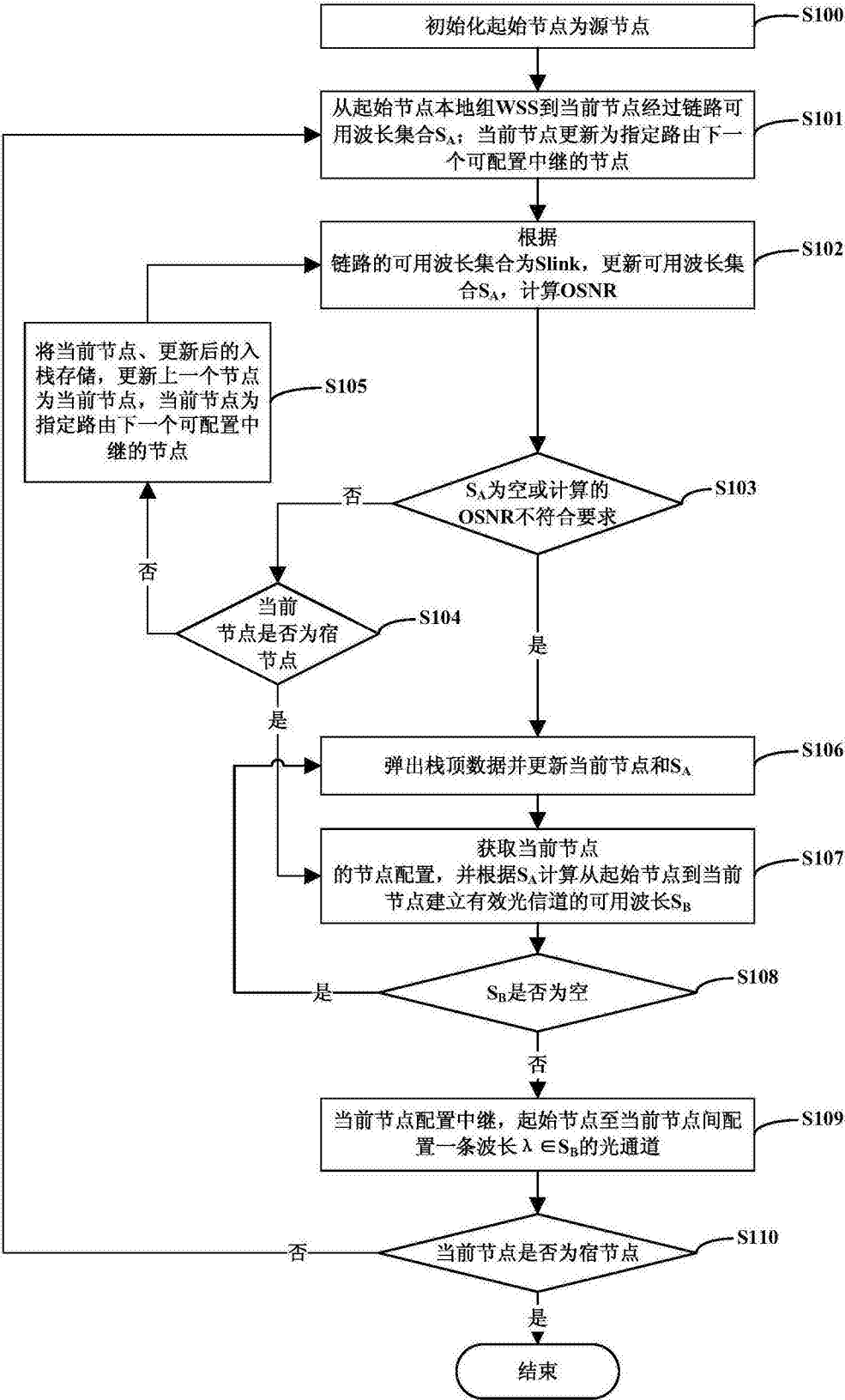


图1

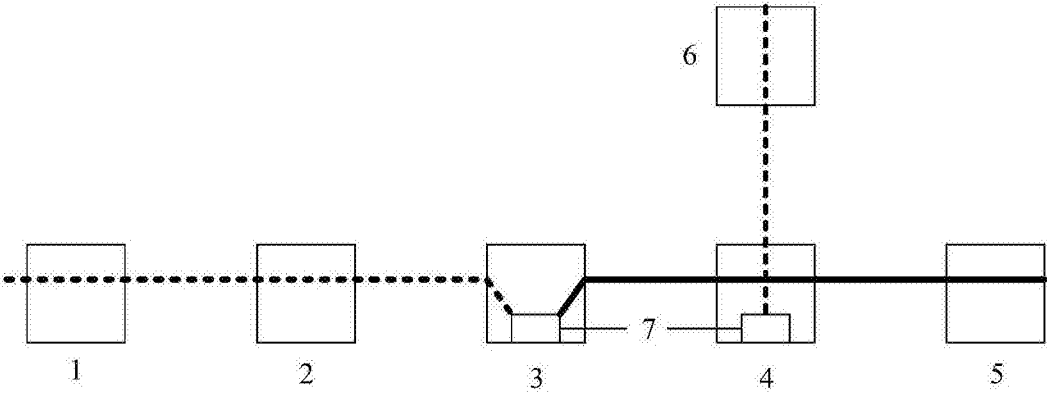


图2

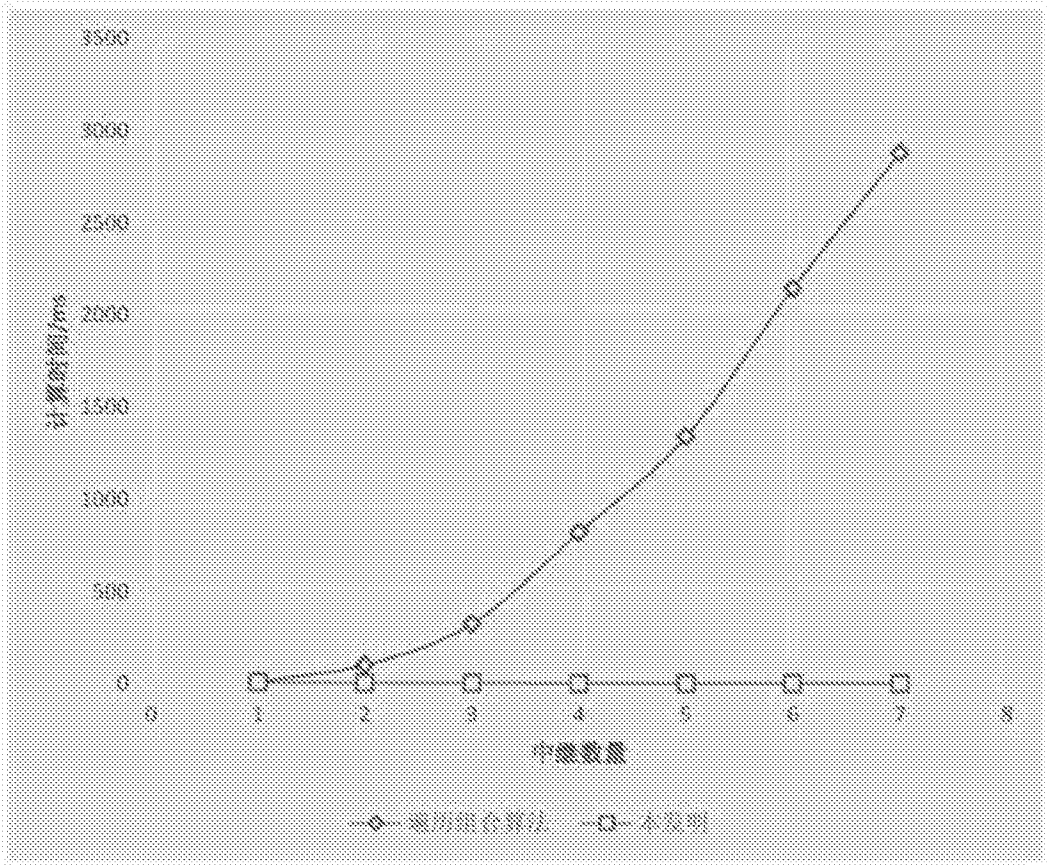


图3

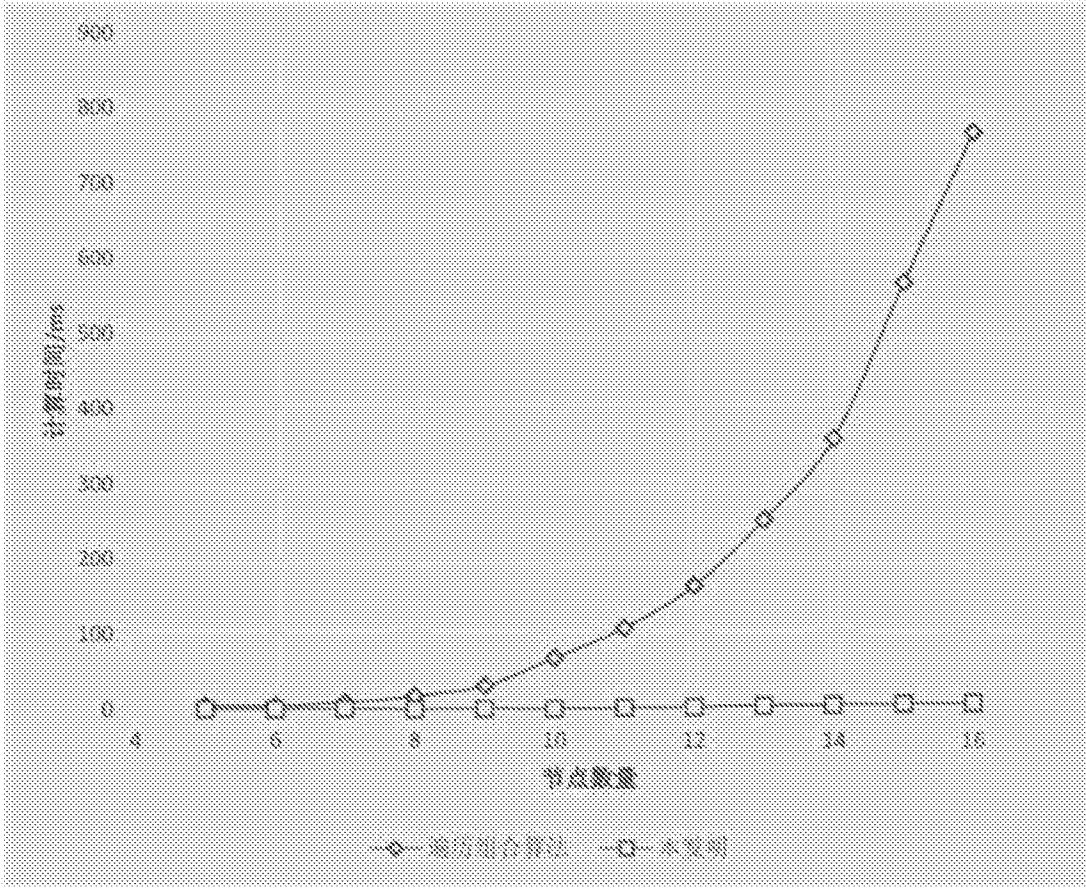


图4