



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103731357 B

(45)授权公告日 2018.02.27

(21)申请号 201210390870.5

审查员 程杰

(22)申请日 2012.10.15

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103731357 A

(43)申请公布日 2014.04.16

(73)专利权人 中兴通讯股份有限公司

地址 518057 广东省深圳市南山区科技南路55号

(72)发明人 张磊 郭锐 肖红运

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限责任公司 11240

代理人 余刚 梁丽超

(51)Int.Cl.

H04L 12/751(2013.01)

H04L 12/24(2006.01)

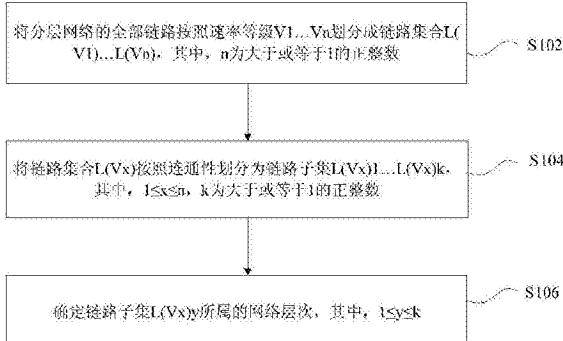
权利要求书4页 说明书17页 附图9页

(54)发明名称

网络拓扑结构的确定方法及装置

(57)摘要

本发明提供了一种网络拓扑结构的确定方法及装置,该方法包括:将网络的全部链路按照速率等级V1…Vn划分成链路集合L(V1)…L(Vn),其中,n为大于或等于1的正整数;将链路集合L(Vx)按照连通性划分为链路子集L(Vx)1…L(Vx)k,其中,1≤x≤n,k为大于或等于1的正整数;确定链路子集L(Vx)y所属的网络层次,其中,1≤y≤k。本发明解决了在网络规模较大的情况下,难以通过人工将所有链路(进而链路上的节点)划分到分层网络的各个网络层次的问题,能够自动计算出节点所属的网络层次,进而能够自动计算出各层网络的组网结构和节点数量,为后续网络拓扑结构优化提供基础数据。



B

CN 103731357 B

1. 一种网络拓扑结构的确定方法,其特征在于,包括:

将网络的全部链路按照速率等级V1…Vn划分成链路集合L(V1)…L(Vn),其中,n为大于或等于1的正整数;

将链路集合L(Vx)按照连通性划分为链路子集L(Vx)1…L(Vx)k,其中,1≤x≤n,k为大于或等于1的正整数;

确定链路子集L(Vx)y所属的网络层次,其中,1≤y≤k。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在将所述链路集合L(Vx)按照连通性划分为所述链路子集L(Vx)1…L(Vx)k之后,还包括:

确定所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述链路子集L(Vx)y对应的网络组网包含P个节点,且与一个节点相连的节点的数目记为所述节点的度数d,则确定所述链路子集L(Vx)y所属的所述组网类型包括:

当P≥2,所述网络组网中的2个节点的度数d=1且其它节点的度数d=2时,所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型为链型组网;

当P≥3,且所述网络组网中的每个节点的度数d=2时,所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型为环型组网;

当P≥4,所述网络组网中的N个节点的度数d=1,1个节点的度数d=N且其它节点的度数d=2时,所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型为星型组网;

当P≥5,所述网络组网中的1个节点的度数d=4且其它节点的度数d=2,所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型为相切环型组网;

当P≥6,所述网络组网中的2个节点的度数d=3且其它节点的度数d=2,所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型为相交环型组网;

当P≥4,且所述网络组网中的每个节点的度数d≥3,所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型为网状网型组网。

4. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,在确定所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型之后,还包括:

按照所述链路子集L(Vx)y对应的网络组网与其他链路子集对应的网络组网之间的关系,重新确定所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,按照所述链路子集L(Vx)y对应的网络组网与其他链路子集对应的网络组网之间的关系,重新确定所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型包括:

在所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型为链型组网的情况下,如果所述链路子集L(Vx)y对应的网络组网的两端节点是上层网络组网中的两个节点,则将所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型调整为环形组网,并将上层网络组网中的所述两个节点之间的节点和链路补充到所述链路子集L(Vx)y对应的网络组网中;

在所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型为星型组网的情况下,如果所述链路子集L(Vx)y对应的网络组网的两端节点是上层网络组网中的两个节点,则将所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型中星型组网的两个分枝调整为环形组网,并将上层网络组网中的所述两个节点之间的节点和链路补充到所述链路子集L(Vx)y对应的网络组网中。

6. 根据权利要求2-5中任一项所述的方法,其特征在于,在确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次的步骤,以及确定所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型或重新确定所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型的步骤之后,还包括:

计算所述网络的各网络层次的成环率,其中,所述各网络层次的成环率为各网络层次中成环节点的数量占该网络层次中全部节点的数量的比例,所述成环节点为预定组网类型的组网上的节点,所述预定组网类型包括以下之一:网状网型组网、环型组网、相交环型组网、相切环型组网。

7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次之前,还包括:

根据网络特征信息标记所述网络中的节点和/或链路所属的网络层次,其中,所述网络特征信息用于表征节点和/或链路与网络层次之间的关系。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述网络特征信息包括以下至少之一:节点的类型与所述节点所属的网络层次之间的对应关系,节点的设备型号与所述节点所属的网络层次之间的对应关系,链路的速率与所述链路和/或连接于所述链路的节点所属的网络层次之间的对应关系。

9. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次包括:

根据预定信息确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次,其中,所述预定信息包括以下至少之一:所述链路子集L(Vx)y对应的网络组网与其他链路子集对应的网络组网之间的邻接关系、用于表征节点和/或链路与网络层次之间的关系的网络特征信息、节点和/或链路所属的网络层次的标记信息。

10. 根据权利要求1-5、7-9中任一项所述的方法,其特征在于,确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次包括:

在所述链路子集L(Vx)y满足第一条件的情况下,确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次为接入层;

其中,所述第一条件包括以下至少之一:

所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网中含有接入层的链路;

所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网中含有接入层的节点且与所述节点相连接的链路速率都相同。

11. 根据权利要求1-5、7-9中任一项所述的方法,其特征在于,确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次包括:

在所述链路子集L(Vx)y满足第二条件的情况下,确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次为汇聚层;

其中,所述第二条件包括以下至少之一:

所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与接入层的第二网络组网相连,且所述第二网络组网的速率等级大于所述第一网络组网的速率等级;

所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与多个网络组网相连,所述多个网络组网中同时存在核心层的第二网络组网和接入层的第三网络组网,所述第一网络组网的速率等级大于所述接入层的第三网络组网的速率等级且小于或等于所述核心层的第二网络组网的速率等级。

速率等级；

所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与第二网络组网相邻，所述第一网络组网与接入层的第三网络组网相连，所述第二网络组网与接入层的第四网络组网相连，且所述第一网络组网的速率等级大于所述第三网络组网的速率等级、所述第二网络组网的速率等级大于所述第四网络组网的速率等级；

所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与第二网络组网相连，所述第一网络组网与接入层的第三网络组网相连，所述第二网络组网未与任何接入层的网络组网相连，所述第二网络组网的速率等级大于或等于所述第一网络组网的速率等级，所述第一网络组网的速率等级大于所述第三网络组网的速率等级。

12. 根据权利要求1-5、7-9中任一项所述的方法，其特征在于，确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次包括：

在所述链路子集L(Vx)y满足第三条件的情况下，确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次为核心层；

其中，所述第三条件包括：

所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与第二网络组网相连，所述第二网络组网与接入层的第三网络组网相连，所述第一网络组网未与任何接入层的网络组网相连，所述第一网络组网的速率等级大于或等于所述第二网络组网的速率等级，所述第二网络组网的速率等级大于所述第三网络组网的速率等级。

13. 根据权利要求1-5、7-9中任一项所述的方法，其特征在于，确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次包括：

在所述链路子集L(Vx)y满足第四条件的情况下，确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次为核心汇聚层；

其中，所述第四条件包括以下至少之一：

所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与接入层的第二网络组网相连，且所述第二网络组网的速率等级大于所述第一网络组网的速率等级；

所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与多个网络组网相连，所述多个网络组网中同时存在核心层的第二网络组网和接入层的第三网络组网，所述第一网络组网的速率等级大于所述接入层的第三网络组网的速率等级且小于或等于所述核心层的第二网络组网的速率等级；

所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与第二网络组网相邻，所述第一网络组网与接入层的第三网络组网相连，所述第二网络组网与接入层的第四网络组网相连，且所述第一网络组网的速率等级大于所述第三网络组网的速率等级、所述第二网络组网的速率等级大于所述第四网络组网的速率等级；

所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与第二网络组网相连，所述第一网络组网与接入层的第三网络组网相连，所述第二网络组网未与任何接入层的网络组网相连，所述第二网络组网的速率等级大于或等于所述第一网络组网的速率等级，所述第一网络组网的速率等级大于所述第三网络组网的速率等级；

所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与第二网络组网相连，所述第二网络组网与接入层的第三网络组网相连，所述第一网络组网未与任何接入层的网络组网相连，所述第

一网络组网的速率等级大于或等于所述第二网络组网的速率等级,所述第二网络组网的速率等级大于所述第三网络组网的速率等级。

14. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,将所述链路集合L(Vx)按照连通性划分为所述链路子集L(Vx)1…L(Vx)k包括:

基于连通性划分规则将所述链路集合L(Vx)划分为所述链路子集L(Vx)1…L(Vx)k,其中,所述连通性划分规则包括:划分出的每个链路子集中的各个节点能够通过该链路子集中的链路联通,且该链路子集中的任何节点与其它链路子集之间无链接。

15. 根据权利要求1或14所述的方法,其特征在于,在将所述链路集合L(Vx)按照连通性划分为所述链路子集L(Vx)1…L(Vx)k的过程中,如果一个节点同时对应第一速率等级和第二速率等级,则将所述链路集合L(Vx)以所述节点为边界分为两个链路子集。

16. 根据权利要求2-5、7-9中任一项所述的方法,其特征在于,还包括:

输出拓扑结构信息,其中,所述拓扑结构信息包括以下至少之一:各个所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次,各个所述链路子集L(Vx)y包含的节点,各个所述链路子集L(Vx)y包含的节点数量,各个所述链路子集L(Vx)y包含的链路,各个所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型,各个所述链路子集L(Vx)y对应的速率等级,所述网络的各网络层次的成环率,所述网络中无任何链路连接的节点,所述网络中无任何链路连接的节点数量。

17. 一种网络拓扑结构的确定装置,其特征在于,包括:

第一划分模块,用于将网络的全部链路按照速率等级V1…Vn划分成链路集合L(V1)…L(Vn),其中,n为大于或等于1的正整数;

第二划分模块,用于将链路集合L(Vx)按照连通性划分为链路子集L(Vx)1…L(Vx)k,其中,1≤x≤n,k为大于或等于1的正整数;

网络层次确定模块,用于确定链路子集L(Vx)y所属的网络层次,其中,1≤y≤k。

18. 根据权利要求17所述的装置,其特征在于,还包括:

组网类型确定模块,用于确定所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型。

19. 根据权利要求18所述的装置,其特征在于,还包括:

组网类型重新计算模块,用于按照所述链路子集L(Vx)y对应的网络组网与其他链路子集对应的关系,重新确定所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型。

20. 根据权利要求18或19所述的装置,其特征在于,还包括:

成环率计算模块,用于计算所述网络的各网络层次的成环率,其中,所述各网络层次的成环率为各网络层次中成环节点的数量占该网络层次中全部节点的数量的比例,所述成环节点为预定组网类型的组网上的节点,所述预定组网类型包括以下之一:网状网型组网、环型组网、相交环型组网、相切环型组网。

网络拓扑结构的确定方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及通信领域,具体而言,涉及一种网络拓扑结构的确定方法及装置。

背景技术

[0002] 分组传输网络(Packet Transport Network,简称为PTN)是一种面向连接的网络技术,其核心思想是面向分组的通用交换技术。PTN技术在组网方面与传统同步数字体系/多业务传送平台(Synchronous Digital Hierarchy/multi-service transfer Platform,简称为SDH/MSTP)在物理架构上有类似的地方,同样分为核心、汇聚和接入3个网络层面,可组织环网、链型、网状网等。

[0003] 根据网络规模不同,对于接入节点数量较小、业务量较小的网络,接入层可采用千兆以太网(Gigabit Ethernet,简称为GE)组环,汇聚层可采用万兆以太网(简称为10GE)组环,由于业务量相对较小,因此在核心层仍可采用10GE组织环网。个别网络可能只有两层:接入层和核心汇聚层;对于接入节点数量较大、业务量大的网络,接入层采用GE组环,汇聚层采用10GE组环,但由于业务量较大,在汇聚层的10GE组环容量已经很满,如果在核心层仍采用10GE组织环网,则无法对带宽进行收敛,在此情况下,可建设成直达方式,组织网状网架构。

[0004] 核心层负责提供核心节点间的局间中继电路,并负责各种业务的调度,核心层应具有大容量的业务调度能力和多业务传送能力。可采用10GE组环,节点数量2-6个;也可采用网状网组网。

[0005] 汇聚层负责一定区域内各种业务的汇聚和疏导,汇聚层应具有较大的业务汇聚能力及多业务传送能力,采用10GE组环,节点数量宜在4-8个。

[0006] 接入层应具有灵活、快速的多业务接入能力。采用GE组环或者链,环上节点数量不应多于15个,链上节点数量不应多于3个。

[0007] 在网络规划建设时,基本都能遵守上述组网规则,但在网络发展和演进的过程中,由于各种原因,经常会出现环(或者链)上节点数量过多的情况,所以网络结构优化是PTN网络优化很重要的一部分内容。当网络规模较大时,很难通过人工将所有链路(进而链路上的节点)划分到分层网络的各个网络层次,这使得后续很难计算各层网络的组网类型以及统计全网各个环(或者链)上节点数量,给网络优化工作带来了很大的困难。

[0008] 实际上,不仅仅是PTN网络,其他类型的分层网络也同样存在网络规模较大时,很难通过人工将所有链路(进而链路上的节点)划分到分层网络的各个网络层次的问题。然而,针对相关技术中在网络规模较大的情况下,难以通过人工将所有链路(进而链路上的节点)划分到分层网络的各个网络层次的问题,目前尚未提出有效的解决方案。

发明内容

[0009] 针对相关技术中在网络规模较大的情况下,难以通过人工将所有链路(进而链路上的节点)划分到分层网络的各个网络层次的问题,本发明提供了一种网络拓扑结构的确

定方法及装置,以至少解决上述问题。

[0010] 根据本发明的一个方面提供了一种网络拓扑结构的确定方法,包括:将网络的全部链路按照速率等级V₁…V_n划分成链路集合L(V₁)…L(V_n),其中,n为大于或等于1的正整数;将链路集合L(V_x)按照连通性划分为链路子集L(V_x)₁…L(V_x)_k,其中,1≤x≤n,k为大于或等于1的正整数;确定链路子集L(V_x)_y所属的网络层次,其中,1≤y≤k。

[0011] 优选地,在将所述链路集合L(V_x)按照连通性划分为所述链路子集L(V_x)₁…L(V_x)_k之后,还包括:确定所述链路子集L(V_x)_y所属的组网类型。

[0012] 优选地,所述链路子集L(V_x)_y对应的网络组网包含P个节点,且与一个节点相连的节点的数目记为所述节点的度数d,则确定所述链路子集L(V_x)_y所属的所述组网类型包括:当P≥2,所述网络组网中的2个节点的度数d=1且其它节点的度数d=2时,所述链路子集L(V_x)_y所属的组网类型为链型组网;当P≥3,且所述网络组网中的每个节点的度数d=2时,所述链路子集L(V_x)_y所属的组网类型为环型组网;当P≥4,所述网络组网中的N个节点的度数d=1,1个节点的度数d=N且其它节点的度数d=2时,所述链路子集L(V_x)_y所属的组网类型为星型组网;当P≥5,所述网络组网中的1个节点的度数d=4且其它节点的度数d=2,所述链路子集L(V_x)_y所属的组网类型为相切环型组网;当P≥6,所述网络组网中的2个节点的度数d=3且其它节点的度数d=2,所述链路子集L(V_x)_y所属的组网类型为相交环型组网;当P≥4,且所述网络组网中的每个节点的度数d≥3,所述链路子集L(V_x)_y所属的组网类型为网状网型组网。

[0013] 优选地,在确定所述链路子集L(V_x)_y所属的组网类型之后,还包括:按照所述链路子集L(V_x)_y对应的网络组网与其他链路子集对应的网络组网之间的关系,重新确定所述链路子集L(V_x)_y所属的组网类型。

[0014] 优选地,按照所述链路子集L(V_x)_y对应的网络组网与其他链路子集对应的网络组网之间的关系,重新确定所述链路子集L(V_x)_y所属的组网类型包括:在所述链路子集L(V_x)_y所属的组网类型为链型组网的情况下,如果所述链路子集L(V_x)_y对应的网络组网的两端节点是上层网络组网中的两个节点,则将所述链路子集L(V_x)_y所属的组网类型调整为环形组网,并将上层网络组网中的所述两个节点之间的节点和链路补充到所述链路子集L(V_x)_y对应的网络组网中;在所述链路子集L(V_x)_y所属的组网类型为星型组网的情况下,如果所述链路子集L(V_x)_y对应的网络组网的两端节点是上层网络组网中的两个节点,则将所述链路子集L(V_x)_y所属的组网类型中星型组网的两个分支调整为环形组网,并将上层网络组网中的所述两个节点之间的节点和链路补充到所述链路子集L(V_x)_y对应的网络组网中。

[0015] 优选地,在确定所述链路子集L(V_x)_y所属的网络层次的步骤,以及确定所述链路子集L(V_x)_y所属的组网类型或重新确定所述链路子集L(V_x)_y所属的组网类型的步骤之后,还包括:计算所述网络的各网络层次的成环率,其中,所述各网络层次的成环率为各网络层次中成环节点的数量占该网络层次中全部节点的数量的比例,所述成环节点为预定组网类型的组网上的节点,所述预定组网类型包括以下之一:网状网型组网、环型组网、相交环型组网、相切环型组网。

[0016] 优选地,在确定所述链路子集L(V_x)_y所属的网络层次之前,还包括:根据网络特征信息标记所述网络中的节点和/或链路所属的网络层次,其中,所述网络特征信息用于表征节点和/或链路与网络层次之间的关系。

[0017] 优选地,所述网络特征信息包括以下至少之一:节点的类型与所述节点所属的网络层次之间的对应关系,节点的设备型号与所述节点所属的网络层次之间的对应关系,链路的速率与所述链路和/或连接于所述链路的节点所属的网络层次之间的对应关系。

[0018] 优选地,确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次包括:根据预定信息确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次,其中,所述预定信息包括以下至少之一:所述链路子集L(Vx)y对应的网络组网与其他链路子集对应的网络组网之间的邻接关系、用于表征节点和/或链路与网络层次之间的关系的网络特征信息、节点和/或链路所属的网络层次的标记信息。

[0019] 优选地,确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次包括:在所述链路子集L(Vx)y满足第一条件的情况下,确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次为接入层;其中,所述第一条件包括以下至少之一:所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网中含有接入层的链路;所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网中含有接入层的节点且与所述节点相连接的链路速率都相同。

[0020] 优选地,确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次包括:在所述链路子集L(Vx)y满足第二条件的情况下,确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次为汇聚层;其中,所述第二条件包括以下至少之一:所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与接入层的第二网络组网相连,且所述第二网络组网的速率等级大于所述第一网络组网的速率等级;所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与多个网络组网相连,所述多个网络组网中同时存在核心层的第二网络组网和接入层的第三网络组网,所述第一网络组网的速率等级大于所述接入层的第三网络组网的速率等级且小于或等于所述核心层的第二网络组网的速率等级;所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与第二网络组网相邻,所述第一网络组网与接入层的第三网络组网相连,所述第二网络组网与接入层的第四网络组网相连,且所述第一网络组网的速率等级大于所述第三网络组网的速率等级、所述第二网络组网的速率等级大于所述第四网络组网的速率等级;所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与第二网络组网相连,所述第一网络组网与接入层的第三网络组网相连,所述第二网络组网未与任何接入层的网络组网相连,所述第二网络组网的速率等级大于或等于所述第一网络组网的速率等级,所述第一网络组网的速率等级大于所述第三网络组网的速率等级。

[0021] 优选地,确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次包括:在所述链路子集L(Vx)y满足第三条件的情况下,确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次为核心层;其中,所述第三条件包括:所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与第二网络组网相连,所述第二网络组网与接入层的第三网络组网相连,所述第一网络组网未与任何接入层的网络组网相连,所述第一网络组网的速率等级大于或等于所述第二网络组网的速率等级,所述第二网络组网的速率等级大于所述第三网络组网的速率等级。

[0022] 优选地,确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次包括:在所述链路子集L(Vx)y满足第四条件的情况下,确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次为核心汇聚层;其中,所述第四条件包括以下至少之一:所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与接入层的第二网络组网相连,且所述第二网络组网的速率等级大于所述第一网络组网的速率等级;所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与多个网络组网相连,所述多个网络组网中同时存在核心层的第二网络组网和接入层的第三网络组网,所述第一网络组网的速率等级大于所述

接入层的第三网络组网的速率等级且小于或等于所述核心层的第二网络组网的速率等级；所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与第二网络组网相邻，所述第一网络组网与接入层的第三网络组网相连，所述第二网络组网与接入层的第四网络组网相连，且所述第一网络组网的速率等级大于所述第三网络组网的速率等级、所述第二网络组网的速率等级大于所述第四网络组网的速率等级；所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与第二网络组网相连，所述第一网络组网与接入层的第三网络组网相连，所述第二网络组网未与任何接入层的网络组网相连，所述第二网络组网的速率等级大于或等于所述第一网络组网的速率等级，所述第一网络组网的速率等级大于所述第三网络组网的速率等级；所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与第二网络组网相连，所述第二网络组网与接入层的第三网络组网相连，所述第一网络组网未与任何接入层的网络组网相连，所述第一网络组网的速率等级大于或等于所述第二网络组网的速率等级，所述第二网络组网的速率等级大于所述第三网络组网的速率等级。

[0023] 优选地，将所述链路集合L(Vx)按照连通性划分为所述链路子集L(Vx)1…L(Vx)k包括：基于连通性划分规则将所述链路集合L(Vx)划分为所述链路子集L(Vx)1…L(Vx)k，其中，所述连通性划分规则包括：划分出的每个链路子集中的各个节点能够通过该链路子集中的链路联通，且该链路子集中的任何节点与其它链路子集之间无链接。

[0024] 优选地，在将所述链路集合L(Vx)按照连通性划分为所述链路子集L(Vx)1…L(Vx)k的过程中，如果一个节点同时对应第一速率等级和第二速率等级，则将所述链路集合L(Vx)以所述节点为边界分为两个链路子集。

[0025] 优选地，该方法还包括：输出拓扑结构信息，其中，所述拓扑结构信息包括以下至少之一：各个所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次，各个所述链路子集L(Vx)y包含的节点，各个所述链路子集L(Vx)y包含的节点数量，各个所述链路子集L(Vx)y包含的链路，各个所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型，各个所述链路子集L(Vx)y对应的速率等级，所述网络的各网络层次的成环率，所述网络中无任何链路连接的节点，所述网络中无任何链路连接的节点数量。

[0026] 根据本发明的另一个方面，提供了一种网络拓扑结构的确定装置，包括：第一划分模块，用于将网络的全部链路按照速率等级V1…Vn划分成链路集合L(V1)…L(Vn)，其中，n为大于或等于1的正整数；第二划分模块，用于将链路集合L(Vx)按照连通性划分为链路子集L(Vx)1…L(Vx)k，其中，1≤x≤n，k为大于或等于1的正整数；网络层次确定模块，用于确定链路子集L(Vx)y所属的网络层次，其中，1≤y≤k。

[0027] 优选地，该装置还包括：组网类型确定模块，用于确定所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型。

[0028] 优选地，该装置还包括：组网类型重新计算模块，用于按照所述链路子集L(Vx)y对应的网络组网与其他链路子集对应的网络组网之间的关系，重新确定所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型。

[0029] 优选地，该装置还包括：成环率计算模块，用于计算所述网络的各网络层次的成环率，其中，所述各网络层次的成环率为各网络层次中成环节点的数量占该网络层次中全部节点的数量的比例，所述成环节点为预定组网类型的组网上的节点，所述预定组网类型包括以下之一：网状网型组网、环型组网、相交环型组网、相切环型组网。

[0030] 通过本发明，采用将全部链路按照速率等级划分成链路集合，进而将链路集合按照连通性划分成链路子集，从而自动将各个链路划分到不同的集合/子集，便于将各个链路划归到不同的网络层次，解决了在网络规模较大的情况下，难以通过人工将所有链路(进而链路上的节点)划分到分层网络的各个网络层次的问题，能够自动计算出节点所属的网络层次，进而能够自动计算出各层网络的组网结构和节点数量，自动确定当前的网络拓扑结构，从而为后续网络拓扑结构优化提供基础数据。

附图说明

[0031] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解，构成本申请的一部分，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。在附图中：

- [0032] 图1是根据本发明实施例1的网络拓扑结构的确定方法的流程图；
- [0033] 图2是根据本发明实施例2的网络拓扑结构的确定方法的流程图；
- [0034] 图3是根据本发明实施例3的网络拓扑结构的确定方法的流程图；
- [0035] 图4是根据本发明实施例4的网络拓扑结构的确定方法的流程图；
- [0036] 图5是根据本发明实施例5的网络拓扑结构的确定方法的流程图；
- [0037] 图6是根据本发明实施例9的网络拓扑结构的确定方法的详细流程图；
- [0038] 图7 (a) 是根据本发明实施例9的链型组网示意图；
- [0039] 图7 (b) 是根据本发明实施例9的环型组网示意图；
- [0040] 图7 (c) 是根据本发明实施例9的网状网组网示意图；
- [0041] 图7 (d) 是根据本发明实施例9的星型组网示意图；
- [0042] 图7 (e) 是根据本发明实施例9的相切环组网示意图；
- [0043] 图7 (f) 是根据本发明实施例9的相交环组网示意图；
- [0044] 图8是根据本发明实施例10的PTN网络拓扑图；
- [0045] 图9是根据本发明实施例11的网络拓扑结构的确定装置的结构框图；
- [0046] 图10是根据本发明实施例12的网络拓扑结构的确定装置的结构框图；
- [0047] 图11是根据本发明实施例13的网络拓扑结构的确定装置的结构框图；
- [0048] 图12是根据本发明实施例14的网络拓扑结构的确定装置的结构框图；
- [0049] 图13是根据本发明实施例15的网络拓扑结构的确定装置的结构框图。

具体实施方式

[0050] 下文中将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。需要说明的是，在不冲突的情况下，本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0051] 实施例1

[0052] 图1是根据本发明实施例1的网络拓扑结构的确定方法的流程图，如图1所示，该方法包括：

[0053] 步骤S102，将网络的全部链路按照速率等级V₁…V_n划分成链路集合L(V₁)…L(V_n)，其中，n为大于或等于1的正整数；

[0054] 步骤S104，将链路集合L(V_x)按照连通性划分为链路子集L(V_x)₁…L(V_x)_k，其中，1≤x≤n，k为大于或等于1的正整数；

[0055] 步骤S106，确定链路子集L(Vx)y所属的网络层次，其中， $1 \leq y \leq k$ 。

[0056] 作为一种优选的实施方式，在划分链路子集的过程中，可以基于连通性划分规则将所述链路集合L(Vx)划分为所述链路子集L(Vx)1…L(Vx)k，其中，所述连通性划分规则包括：划分出的每个链路子集中的各个节点能够通过该链路子集中的链路联通，且该链路子集中的任何节点与其它链路子集之间无链接。

[0057] 在实际组网中，在将所述链路集合L(Vx)按照连通性划分为所述链路子集L(Vx)1…L(Vx)k的过程中，如果一个节点同时对应第一速率等级和第二速率等级，则将所述链路集合L(Vx)以所述节点为边界分为两个链路子集。

[0058] 在实际应用中，可以根据网络状况，通过多种方式来确定网络层次。步骤S106确定网络层次的优选实施方式将在实施例7中详细描述。

[0059] 通过该方法，将全部链路按照速率等级划分成链路集合，进而将链路集合按照连通性划分成链路子集，从而自动将各个链路划分到不同的集合/子集，便于将各个链路划归到不同的网络层次，解决了在网络规模较大的情况下，难以通过人工将所有链路（进而链路上的节点）划分到分层网络的各个网络层次的问题，能够自动计算出节点所属的网络层次，为后续网络拓扑结构优化提供基础数据。

[0060] 实施例2

[0061] 除了获得节点的网络层次，为了进一步获得更多的拓扑信息，还可以获取各链路子集所属的组网类型，因此，作为一种优选的实施方式，本实施例在实施例1的基础上，增加了确定组网类型的步骤。图2是根据本发明实施例2的网络拓扑结构的确定方法的流程图，如图2所示，该方法包括：

[0062] 步骤S202，将网络的全部链路按照速率等级V1…Vn划分成链路集合L(V1)…L(Vn)，其中，n为大于或等于1的正整数；

[0063] 步骤S204，将链路集合L(Vx)按照连通性划分为链路子集L(Vx)1…L(Vx)k，其中， $1 \leq x \leq n$ ，k为大于或等于1的正整数；

[0064] 步骤S206，确定所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型；

[0065] 步骤S208，确定链路子集L(Vx)y所属的网络层次，其中， $1 \leq y \leq k$ 。

[0066] 具体的组网类型的具体方式可以根据实际的网络应用场景来选择，步骤S206中确定组网类型的优选实施方式将在实施例6中详细描述。

[0067] 在实际应用中，可以根据网络状况，通过多种方式来确定网络层次。步骤S208中确定网络层次的优选实施方式将在实施例7中详细描述。

[0068] 需要说明的是，虽然本实施例中确定组网类型的步骤S206在确定网络层次的步骤S208之前进行，但是，两者之间的顺序可以随意指定，并不限于此。例如，可以先确定网络层次后确定组网类型，或者，先确定组网类型后确定网络层次，或者，在存在多个处理器的情况下也可以并行确定网络层次和组网类型，在此不作限定。

[0069] 通过该方法，在获取网络层次的基础上，还可以获取各网络层次的组网类型，从而为后续网络拓扑结构优化提供基础数据。

[0070] 实施例3

[0071] 在实际组网中，在实施例2的确定所述链路子集L(Vx)y所属的所述组网类型后，可能存在需要重新确定组网类型的情况。因此，本实施例在实施例2的基础上，提供了一种优

选的实施方式,在确定所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型之后,包括重新确定组网类型的步骤。图3是根据本发明实施例3的网络拓扑结构的确定方法的流程图,如图3所示,该方法包括:

[0072] 步骤S302,将网络的全部链路按照速率等级V1…Vn划分成链路集合L(V1)…L(Vn),其中,n为大于或等于1的正整数;

[0073] 步骤S304,将链路集合L(Vx)按照连通性划分为链路子集L(Vx)1…L(Vx)k,其中,1≤x≤n,k为大于或等于1的正整数;

[0074] 步骤S306,确定所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型;

[0075] 步骤S308:按照所述链路子集L(Vx)y对应的网络组网与其他链路子集对应的网络组网之间的关系,重新确定所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型;

[0076] 步骤S310,确定链路子集L(Vx)y所属的网络层次,其中,1≤y≤k。

[0077] 以下例举两种需要重新确定组网类型的情况,并给出了具体的调整过程。需要说明的是,根据不同的网络拓扑场景,可能存在其他的需要重新确定组网类型的情况,其判决方式及处理过程可以根据实际情况进行设定,并不限于使用此处例举的方式。在本优选实施方式中,步骤S308包括:

[0078] 在所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型为链型组网的情况下,如果所述链路子集L(Vx)y对应的网络组网的两端节点是上层网络组网中的两个节点,则将所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型调整为环形组网,并将上层网络组网中的所述两个节点之间的节点和链路补充到所述链路子集L(Vx)y对应的网络组网中;

[0079] 在所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型为星型组网的情况下,如果所述链路子集L(Vx)y对应的网络组网的两端节点是上层网络组网中的两个节点,则将所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型中星型组网的两个分支调整为环形组网,并将上层网络组网中的所述两个节点之间的节点和链路补充到所述链路子集L(Vx)y对应的网络组网中。

[0080] 需要说明的是,具体的组网类型的确立方式可以根据实际的网络应用场景来选择,步骤S306中确定组网类型的优选实施方式将在实施例6中详细描述。

[0081] 在实际应用中,可以根据网络状况,通过多种方式来确定网络层次。步骤S310中确定网络层次的优选实施方式将在实施例7中详细描述。

[0082] 需要说明的是,重新确定组网类型的步骤S308应当在确定组网类型的步骤S306之后执行。但是,虽然本实施例中确定网络层次的步骤S310在步骤S306/步骤S308之后执行,但是,步骤S310与步骤S306/步骤S308之间的顺序可以随意指定,并不限于此。例如,可以先确定网络层次后确定组网类型,或者,先确定组网类型后确定网络层次,或者,在存在多个处理器的情况下也可以并行确定网络层次和组网类型,在此不作限定。

[0083] 通过该方法,在获取网络层次的基础上,还可以获取各网络层次的组网类型,从而为后续网络拓扑结构优化提供基础数据。

[0084] 通过以上实施例2和3中提供的确定组网类型的方案,可以自动计算出各层网络的组网结构,从而使得后续统计各层网络的节点和/或链路的数量成为可能,为后续的网络结构优化提供基础数据。

[0085] 实施例4

[0086] 鉴于网络中可能存在单点的情况,因此,为了更加全面地了解整个网络的拓扑情

况,可以对单点进行统计。本实施例在实施例1的基础上,增加了统计单点的步骤。图4是根据本发明实施例4的网络拓扑结构的确定方法的流程图,如图4所示,该方法包括:

[0087] 步骤S402,将网络中无任何链路连接的节点划分为一个集合S,优选地,还可以统计集合S中节点的数量,以便为后续输出网络拓扑结构时提供基础数据;

[0088] 步骤S404,将网络的全部链路按照速率等级V1…Vn划分成链路集合L(V1)…L(Vn),其中,n为大于或等于1的正整数;

[0089] 步骤S406,将链路集合L(Vx)按照连通性划分为链路子集L(Vx)1…L(Vx)k,其中,1≤x≤n,k为大于或等于1的正整数;

[0090] 步骤S408,确定链路子集L(Vx)y所属的网络层次,其中,1≤y≤k。

[0091] 需要说明的是,集合S中每个节点分别为一个组网,组网类型为单点型,不参与后续的网络层次分层计算。

[0092] 需要说明的是,在实际应用中,可以根据网络状况,通过多种方式来确定网络层次。步骤S408中确定网络层次的优选实施方式将在实施例7中详细描述。

[0093] 鉴于单点的统计与网络层次的确定之间是独立的,因此,确定单点的步骤S402与其他三个步骤之间的处理顺序可以随意指定,并不限于本实施例中先确定单点再确定网络层次,也可以先确定网络层次再确定单点,或者两者并行进行。

[0094] 另外,本实施例以实施例1为基础加入了单点确定的步骤。然而,本领域技术人员应当理解,鉴于单点确定的步骤独立于网络层次确定和组网类型的确定步骤,为了获得更加完整的拓扑信息,也可以在确定网络层次和组网类型的基础上加入单点确定步骤,即在实施例2或3的基础上加入单点确定的步骤,在此不再赘述。另外,单点确定的步骤和组网类型确定的步骤之间也没有固定的执行顺序,可以随意指定。

[0095] 实施例5

[0096] 本实施例在实施例2的基础上,增加了计算每个网络层次的组网的成环率的步骤。图5是根据本发明实施例5的网络拓扑结构的确定方法的流程图,如图5所示,该方法包括:

[0097] 步骤S502,将网络的全部链路按照速率等级V1…Vn划分成链路集合L(V1)…L(Vn),其中,n为大于或等于1的正整数;

[0098] 步骤S504,将链路集合L(Vx)按照连通性划分为链路子集L(Vx)1…L(Vx)k,其中,1≤x≤n,k为大于或等于1的正整数;

[0099] 步骤S506,确定所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型;

[0100] 步骤S508,确定链路子集L(Vx)y所属的网络层次,其中,1≤y≤k;

[0101] 步骤S510,计算所述网络的各网络层次的成环率。

[0102] 其中,成环率的定义如下:当网络的某个节点属于任何环型组网(环型、相交环、相切环)或网状网组网中的一种,则该节点为成环节点,反之称其为未成环节点,某个网络层次中成环节点和该网络层次中节点的数目之比,称作该网络层次的成环率。

[0103] 在步骤S510中,具体可以采取以下计算方法计算某网络层次的成环率:在全网链路区分组网类型,并重新确定组网类型(可选,在不存在需要重新确定组网类型的情况下,可不进行该处理)和计算网络层次后,判断该网络层次中的每个节点是否属于环型、相交环、相切环或网状网组网类型中的一种,若是则参与计数,最后的计数结果和该网络层次中节点数目比,即为该网络层次的成环率。

[0104] 需要说明的是,具体的组网类型的确立方式可以根据实际的网络应用场景来选择,步骤S506中确定组网类型的优选实施方式将在实施例6中详细描述。

[0105] 在实际应用中,可以根据网络状况,通过多种方式来确定网络层次。步骤S508中确定网络层次的优选实施方式将在实施例7中详细描述。

[0106] 需要说明的是,对于包括各网络层次成环率计算步骤的网络拓扑结构的确立方法,本实施例是以实施例2为基础进行说明的,但不限于此,例如,也可以在实施例3的基础上进行各网络层次成环率的计算,在需要重新确定组网类型的情况下,计算各网络层次成环率的步骤可以在实施例3重新确定组网类型的步骤之后执行,其中各网络层次成环率计算过程中可以以重新确定的组网类型为基础进行计算。

[0107] 另外,计算各网络层次的成环率的步骤S510是在确定组网类型的步骤S506(或重新确定组网类型的步骤)和确定网络层次的步骤S508之后进行的。虽然本实施例中确定组网类型的步骤S506在确定网络层次的步骤S508之前进行,但是,两者之间的顺序可以随意指定,并不限于此。例如,可以先确定网络层次后确定组网类型,或者,先确定组网类型后确定网络层次,或者,在存在多个处理器的情况下也可以并行确定网络层次和组网类型,在此不作限定。

[0108] 实施例6

[0109] 在以上各实施例中涉及到的具体的组网类型的确立方式,可以根据实际的网络应用场景来选择,本实施例仅例举一种组网类型的确立方式,在实际应用中也可以采用其他的方式进行组网类型的确立,而不限于本优选实施例提供的方法。在本优选实施例中,假设链路子集L(Vx)y对应的网络组网包含P个节点,且与一个节点相连的节点的数目记为节点的度数d,则确定所述链路子集L(Vx)y所属的所述组网类型包括:

[0110] (1)当P≥2,所述网络组网中的2个节点的度数d=1且其它节点的度数d=2时,所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型为链型组网;

[0111] (2)当P≥3,且所述网络组网中的每个节点的度数d=2时,所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型为环型组网;

[0112] (3)当P≥4,所述网络组网中的N个节点的度数d=1,1个节点的度数d=N且其它节点的度数d=2时,所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型为星型组网;

[0113] (4)当P≥5,所述网络组网中的1个节点的度数d=4且其它节点的度数d=2,所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型为相切环型组网;

[0114] (5)当P≥6,所述网络组网中的2个节点的度数d=3且其它节点的度数d=2,所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型为相交环型组网;

[0115] (6)当P≥4,且所述网络组网中的每个节点的度数d≥3,所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型为网状网型组网。

[0116] 实施例7

[0117] 本实施例详细描述了几种优选的确定网络层次的方式。

[0118] 考虑到实际网络中,节点和/或链路的自身特征与其所处的网络层次之间可能存在一一对应的关系(这种关系可以是网络固有的,也可以是用户自定义的),因此,可以借助这种关系预先确定网络中部分节点和/或链路所处的网络层次,从而减少计算各个链路子集所属的网络层次的过程中所需要的计算量,提高处理速度。因此,作为一种优选的实施方

式,在确定网络层次的步骤之前,还可以包括:根据网络特征信息标记所述网络中的节点和/或链路所属的网络层次,其中,所述网络特征信息用于表征节点和/或链路与网络层次之间的关系。

[0119] 在确定网络层次的步骤中,可以根据实际应用情况,通过多种方式来确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次。例如,可以根据预定信息确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次,其中,所述预定信息包括以下至少之一:所述链路子集L(Vx)y对应的网络组网与其他链路子集对应的网络组网之间的邻接关系、用于表征节点和/或链路与网络层次之间的关系的网络特征信息、节点和/或链路所属的网络层次的标记信息。

[0120] 以上优选实施方式中的网络特征信息可以是网络固有的,也可以是用户自定义的,其包含的内容可以根据组网的实际应用场景来确定。例如,网络特征信息可以包括以下至少之一:节点的类型与所述节点所属的网络层次之间的对应关系,节点的设备型号与所述节点所属的网络层次之间的对应关系,链路的速率与所述链路和/或连接于所述链路的节点所属的网络层次之间的对应关系。

[0121] 以下通过一个优选的实施方式,给出三层网络场景下,确定各链路子集所属的网络层次的方法。需要说明的是,在实际应用中,也可以采用其他的方法来实现网络层次的确定,例如,上述实施例中通过已确定的标记信息来确定网络层次。在本优选实施例中,确定网络层次的步骤可以包括:

[0122] 在所述链路子集L(Vx)y满足第一条件的情况下,确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次为接入层;

[0123] 在所述链路子集L(Vx)y满足第二条件的情况下,确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次为汇聚层;

[0124] 在所述链路子集L(Vx)y满足第三条件的情况下,确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次为核心层;

[0125] 其中,

[0126] 所述第一条件包括以下至少之一:

[0127] 所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网中含有接入层的链路;

[0128] 所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网中含有接入层的节点且与所述节点相连接的链路速率都相同;

[0129] 所述第二条件包括以下至少之一:

[0130] 所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与接入层的第二网络组网相连,且所述第二网络组网的速率等级大于所述第一网络组网的速率等级;

[0131] 所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与多个网络组网相连,所述多个网络组网中同时存在核心层的第二网络组网和接入层的第三网络组网,所述第一网络组网的速率等级大于所述接入层的第三网络组网的速率等级且小于或等于所述核心层的第二网络组网的速率等级;

[0132] 所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与第二网络组网相邻,所述第一网络组网与接入层的第三网络组网相连,所述第二网络组网与接入层的第四网络组网相连,且所述第一网络组网的速率等级大于所述第三网络组网的速率等级、所述第二网络组网的速率等级大于所述第四网络组网的速率等级;

[0133] 所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与第二网络组网相连,所述第一网络组网与接入层的第三网络组网相连,所述第二网络组网未与任何接入层的网络组网相连,所述第二网络组网的速率等级大于或等于所述第一网络组网的速率等级,所述第一网络组网的速率等级大于所述第三网络组网的速率等级;

[0134] 所述第三条件包括:

[0135] 所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与第二网络组网相连,所述第二网络组网与接入层的第三网络组网相连,所述第一网络组网未与任何接入层的网络组网相连,所述第一网络组网的速率等级大于或等于所述第二网络组网的速率等级,所述第二网络组网的速率等级大于所述第三网络组网的速率等级。

[0136] 以下通过一个优选的实施方式,给出二层网络场景下,确定各链路子集所属的网络层次的方法。需要说明的是,在实际应用中,也可以采用其他的方法来实现网络层次的确定,例如,上述实施例中通过已确定的标记信息来确定网络层次。在本优选实施例中,确定网络层次的步骤可以包括:

[0137] 在所述链路子集L(Vx)y满足第一条件的情况下,确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次为接入层;

[0138] 在所述链路子集L(Vx)y满足第四条件的情况下,确定所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次为核心汇聚层;

[0139] 其中,

[0140] 所述第一条件包括以下至少之一:

[0141] 所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网中含有接入层的链路;

[0142] 所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网中含有接入层的节点且与所述节点相连接的链路速率都相同;

[0143] 所述第四条件包括以下至少之一:

[0144] 所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与接入层的第二网络组网相连,且所述第二网络组网的速率等级大于所述第一网络组网的速率等级;

[0145] 所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与多个网络组网相连,所述多个网络组网中同时存在核心层的第二网络组网和接入层的第三网络组网,所述第一网络组网的速率等级大于所述接入层的第三网络组网的速率等级且小于或等于所述核心层的第二网络组网的速率等级;

[0146] 所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与第二网络组网相邻,所述第一网络组网与接入层的第三网络组网相连,所述第二网络组网与接入层的第四网络组网相连,且所述第一网络组网的速率等级大于所述第三网络组网的速率等级、所述第二网络组网的速率等级大于所述第四网络组网的速率等级;

[0147] 所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与第二网络组网相连,所述第一网络组网与接入层的第三网络组网相连,所述第二网络组网未与任何接入层的网络组网相连,所述第二网络组网的速率等级大于或等于所述第一网络组网的速率等级,所述第一网络组网的速率等级大于所述第三网络组网的速率等级;

[0148] 所述链路子集L(Vx)y对应的第一网络组网与第二网络组网相连,所述第二网络组网与接入层的第三网络组网相连,所述第一网络组网未与任何接入层的网络组网相连,所

述第一网络组网的速率等级大于或等于所述第二网络组网的速率等级,所述第二网络组网的速率等级大于所述第三网络组网的速率等级。

[0149] 需要说明的是,在通过以上方式确定的链路子集的网络层次与标记的网络层次不相一致的情况下,可以按照系统设定,优先以计算结果为准或优先以标记结果为准,当然,也可以两种结果都输出给用户,由该用户自行进行判决。

[0150] 实施例8

[0151] 作为一种优选的实施方式,在按照以上实施例1-7进行了一种或多种网络拓扑信息的确定之后,还可以输出拓扑结构信息,其中,拓扑结构信息可以包括以下至少之一:

[0152] 各个所述链路子集L(Vx)y所属的网络层次;

[0153] 各个所述链路子集L(Vx)y包含的节点;

[0154] 各个所述链路子集L(Vx)y包含的节点数量;

[0155] 各个所述链路子集L(Vx)y包含的链路;

[0156] 各个所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型;

[0157] 各个所述链路子集L(Vx)y对应的速率等级;

[0158] 所述网络的各网络层次的成环率;

[0159] 所述网络中无任何链路连接的节点;

[0160] 所述网络中无任何链路连接的节点数。

[0161] 以上信息可以根据前述实施例1-7中确定的结果直接或间接获得,在此不再赘述。

[0162] 从以上的实施例1-8可以看出,通过以上网络拓扑结构的确定方案,能够自动计算出节点所属的网络层次,进而能够自动计算出各层网络的组网结构和节点数量,为后续网络拓扑结构优化提供基础数据。该方法不仅适用于PTN网络,也可适用于其他分层网络的拓扑结构分析。以下通过具体实施例详细描述该方法的处理过程。

[0163] 实施例9

[0164] 在优化PTN网络时,已知PTN网络的层次及其对应的速率等级,有些网络分为3层:接入层、汇聚层、核心层,有些网络分为2层:接入层、核心汇聚层。级别为接入层≤汇聚层≤核心层,或接入层≤核心汇聚层。同层网络的同一个网络组网的链路的速率是相同的,例如:一个汇聚环包含4条链路,4条链路的速率必须相同,如果链路速率不同,不能形成一个汇聚环。上层网络的容量应该大于等于下层网络容量,不能小于下层网络容量,核心层网络容量>=汇聚层网络容量>接入层网络容量。

[0165] PTN网络拓扑可以通过一个无向图G(N,L)表示。拓扑结构已根据实际应用已确定,节点间的链路已知,网络的层数已知。以下首先对相关参数的含义进行说明。

[0166] L:表示全网网络链路集合,节点间可以有多条链路;

[0167] L(Vx):表示速率等级为Vx的网络链路集合;

[0168] L(Vx)y:表示链路集合L(Vx)依据其连通性划分为不同的链路子集。

[0169] 在此基础上,本实施例详细描述了网络拓扑结构的自动确定方法。图6是根据本发明实施例9的网络拓扑结构的确定方法的详细流程图,如图6所示,包括以下步骤:

[0170] 步骤S601,将网络中无任何链路连接的节点划分为一个集合S,集合S中每个节点分别为一个组网,组网类型为单点型,不参与后续的网络层次分层计算。优选地,还可以统计集合S中节点的数量,以便为后续输出网络拓扑结构时提供基础数据。

[0171] 步骤S602,按照节点网元类型、链路速率及用户输入的基本信息,确定出部分网元和链路所属的层次并标记该层次。这种网元及链路信息与网络层次之间的关系,下文简称为网络特征信息。

[0172] 网络特征信息的类型有多种,例如:a)可以根据设备型号预先推断出某节点的所属网络层次(如PTN网络边界使用中兴设备时,ZX61XX型号的设备可以确定是接入层,其它厂商类似);b)若在一个网络中某链路速率确定是只属于某个网络层次所独有的,也可确定该链路的网络层次;c)若与一个节点连接的最高速率链路是属于某种网络层次独有速率的链路,那么这个节点也属于该网络层次;d)用户可确认设备类型或链路速率,各属于哪个或可能属于哪些网络层次,以便符合某些场合网络结构的特殊情况,且节省程序计算时间。

[0173] 步骤S603,将全网链路集合L按照速率等级划分为不同的链路集合L(V1)…L(Vn)；

[0174] 步骤S604,按照连通性依次将L(Vx)划分为不同的链路子集L(Vx)1…L(Vx)k,其中 $1 \leq x \leq n$ 。在该步骤中,按连通性分得的链路子集是这样一种链路子集,每个子集中的各个节点可以通过该子集中的链路联通,且这个子集中的任何节点与其它子集无链接。

[0175] 步骤S605,利用网络特征信息,依次计算L(Vx)y的组网类型,其中 $1 \leq y \leq k$ 。图3是根据本发明实施例1的组网类型示意图,其中,圆圈代表节点,线代表链路;如图7所示,在步骤S605中,组网类型包括链型(图7(a))、环型(图7(b))、网状网(图7(c))、星型(图7(d))、相切环(图7(e))、相交环(图7(f))等网络组网类型。组网类型的具体计算过程如下:

[0176] 对于一个网络组网,其必然是连通的,且在同一个网络层次之中。假定与一个节点相连的节点的数目叫做这个节点的度数,简写为d,一个网络组网的节点数简写为p。则组网类型的具体计算过程如下(以下步骤可以按顺序判断,当判断符合某个网络组网条件后,即可退出判断返回结果):

[0177] 步骤1,当一个网络组网的P ≥ 2 ,其中2个P的d=1,其它P的d=2,则该网络组网类型为链型;

[0178] 步骤2,当一个网络组网的P ≥ 3 ,每个P的d=2,则该网络组网类型为环型;

[0179] 步骤3,当一个网络组网的P ≥ 4 ,其中N个P的d=1,1个P的d=N,其它P的d=2,则该网络组网类型为星型;

[0180] 步骤4,当一个网络组网的P ≥ 5 ,其中1个P的d=4,其它P的d=2,则该网络组网类型为相切环型;

[0181] 步骤5,当一个网络组网的P ≥ 6 ,其中2个P的d=3,其它P的d=2,则该网络组网类型为相交环型;

[0182] 步骤6,当一个网络组网的P ≥ 4 ,其中每个P的d ≥ 3 ,则该网络组网类型为网状网型。

[0183] 步骤S606,按照L(Vx)y与其他网络组网的关系重新计算L(Vx)y的组网类型,其中 $1 \leq y \leq k$ 。在该步骤中,当下层的链型组网(或星型组网)的两端是上层的某类型组网中的两个节点,则该链型组网(或星型组网的两个分支)应该改为环形组网,同时补充上层这两个节点之间的节点和链路。

[0184] 步骤S607,按照L(Vx)y与其他网络组网的邻接关系依次计算L(Vx)y所属网络层次,其中 $1 \leq y \leq k$ 。组网所属网络层次确认方法如下:

[0185] a)首先确认出接入层的网络组网,即当某个组网中含有接入层的链路,或者含有

接入层的节点且与该节点相连接的链路速率都相同，则该组网为接入层组网。

[0186] b) 组网X与组网Y相连，如果组网Y为接入层组网，且组网X速率等级大于组网Y，则组网X为汇聚层组网；

[0187] c) 组网X存在多个相连的网络组网 $Y_1 \dots Y_n$ ，如果 $Y_1 \dots Y_n$ 中同时存在核心层网络组网 Y_i 、接入层网络组网 Y_j ，且X速率等级大于 Y_j 、X速率等级小于等于 Y_i ，则X的所属网络层次为汇聚层；

[0188] d) 组网X与组网Y相邻（相交或者相切），如果组网X与接入层网络组网M相连，组网Y与接入层网络组网N相连，且X速率等级大于M、Y速率等级大于N，则X与Y的所属网络层次均为汇聚层；

[0189] e) 组网X与组网Y相连，如果组网Y与接入层组网Z相连、组网X未与任何接入层网络组网相连，且组网X的速率等级大于等于组网Y、组网Y的速率等级大于组网Z，则组网X为核心组网、组网Y为汇聚层组网；

[0190] 有些简单网络没有核心层网络，则以上汇聚层的名称变为核心汇聚层，其判断方法不变。

[0191] 步骤S608，计算各网络层次的成环率。其中，成环率的定义如下：当网络的某个节点属于任何环型组网（环型、相交环、相切环）或网状网组网中的一种，则该节点为成环节点，反之称其为未成环节点，某个网络层次中成环节点和该网络层次中节点的数目之比，称作该网络层次的成环率。

[0192] 具体可以采取以下计算方法计算某网络层次的成环率：在通过以上实施例中的方法区分组网类型，并重新确定组网类型（可选，在不存在需要重新确定组网类型的情况下，可不进行该处理）和计算网络层次后，判断该网络层次中的每个节点是否属于环型、相交环、相切环或网状网组网类型中的一种，若是则参与计数，最后的计数结果和该网络层次中节点数目比，即为该网络层次的成环率。

[0193] 步骤S609，输出结果。

[0194] 实施例10

[0195] 图8是根据本发明实施例10的PTN网络拓扑图。该实施例以一个具体的PTN网络拓扑为例，结合图8详细描述了自动计算PTN网络中各网络层次组网结构的方法，包括以下步骤：

[0196] 步骤1，给出默认的网络特征信息和用户输入信息，这两个信息所包含的内容形式是一致的，都是描述某种类型的节点应属于哪个网络层次，和/或某种速率的链接属于哪个网络层次。（这一步骤是可选的，但若给出则可适应特殊的网络类型，并减少计算时间）。

[0197] 步骤2，根据上一步给出的信息，标记整个网络拓扑图，a) 如NE8、NE9、NE10均为ZX61XX系列设备，而由默认信息得知，这类设备均只能作为接入层设备，则会标记NE8、NE9、NE10网元节点为接入层节点。b) 若用户的输入信息：“GE速率为接入层速率”，则会将NE8、NE9、NE10、NE11、NE12均作为接入层网元，因为与其相连的链路中最大速率均为GE。

[0198] 步骤3，将图8中所有链路集合按照速率等级划分为2个链路集合 $L(10GE)$ 、 $L(GE)$ 。

[0199] 步骤4，按照连通性对链路集合进行划分：

[0200] 将链路集合 $L(10GE)$ 按照连通性细划分，可划分出一个链路组 $L(10GE)1$ ，（因为该链路组中所有的节点可以通过它们之间的链路所达到） $L(10GE)1$ 包含链路：NE1<->NE3、NE3

<->NE4、NE4<->NE2、NE2<->NE1、NE3<->NE5、NE5<->NE6、NE6<->NE7、NE7<->NE4。

[0201] 将链路集合L(GE)按照连通性细分为不同的链路组L(GE)1、L(GE)2,L(GE)1包含链路:NE5<->NE8、NE8<->NE9、NE9<->NE10、NE10<->NE6,L(GE)2包含链路:NE6<->NE11、NE11<->NE12、NE12<->NE7。注意:因为NE6有2种速率GE、10GE,因此其属于高层速率的边界网元,低层速率的连通性在高层速率的边界网元截止,因此NE6<->NE10和NE6<->NE11分属2个不同的链路组。

[0202] 步骤5,计算各链路子集的组网类型:

[0203] 计算L(10GE)1网络组网类型,结果为相交环,将相交环拆分为两个环RING1、RING2,RING1由NE1<->NE3<->NE4<->NE2<->NE1组成,RING2由NE3<->NE5<->NE6<->NE7<->NE4<->NE3组成。

[0204] 计算L(GE)1网络组网类型,结果为链LINK1,由NE5<->NE8<->NE9<->NE10<->NE6组成。

[0205] 计算L(GE)2网络组网类型,结果为链LINK2,由NE6<->NE11<->NE12<->NE7组成。

[0206] 步骤6,调整链路子集的组网类型:

[0207] LINK1的A、Z端点网元均在环RING2上,说明LINK1其实是环,将LINK1的组网类型改为环RING3,由NE5<->NE8<->NE9<->NE10<->NE6<->NE5。

[0208] LINK2的A、Z端点网元均在环RING2上,说明LINK2其实是环,将LINK2的组网类型改为环RING4,由NE6<->NE11<->NE12<->NE7<->NE6。

[0209] 步骤7,确定各链路子集所属的网络层次:

[0210] 通过已知的各网络层次对应的速率等级(核心层:10GE,汇聚层:10GE,接入层:GE),可识别出RING3、RING4所属网络层次为接入层。

[0211] RING2仅与RING3、RING4相邻,RING2的速率等级大于RING3、RING4,可识别出RING2所属网络层次为汇聚层。

[0212] RING1仅与RING2相邻,RING1的速率等级大于等于RING2,且RING1未与任何接入层网络组网相邻,可识别出RING1所属网络层次为核心层。

[0213] 步骤8,输出结果,见下表1。

[0214] 表1实施例10的PTN网络拓扑经计算输出的结果

[0215]

| 网络组网名称 | 所属网络层次 | 组网类型 | 速率等级 | 途径网元 | 节点数量 |
|----------------|--------|------|------|------------------------------------|------|
| 全网单点 | 无 | 单点 | 无 | NE13 | 1 |
| 核心层 10G 环 1 | 核心层 | 环 | 10GE | NE1<->NE2<->NE3<->NE4<->NE1 | 4 |
| 汇聚层 10G 环 1 | 汇聚层 | 环 | 10GE | NE3<->NE4<->NE5<->NE6<->NE7<->NE3 | 5 |
| 接入层 GE 环 1 | 接入层 | 环 | GE | NE5<->NE6<->NE8<->NE9<->NE10<->NE5 | 5 |
| 接入层 GE 环 2 | 接入层 | 环 | GE | NE6<->NE7<->NE11<->NE12<->NE6 | 4 |

[0216] 根据PTN网络的拓扑结构,自动分析各个网络层次的组网情况,能够输出各个网络层次包含的组网类型及其节点个数,为后续网络优化提供基础数据。该方法也同时适用于MSTP等分层网络,扩展了该方法的实用性。

[0217] 实施例11

[0218] 图9是根据本发明实施例11的网络拓扑结构的确定装置的结构框图,如图9所示,该装置包括:

[0219] 第一划分模块92,用于将网络的全部链路按照速率等级V1…Vn划分成链路集合L(V1)…L(Vn),其中,n为大于或等于1的正整数;

[0220] 第二划分模块94,耦合至第一划分模块92,用于将链路集合L(Vx)按照连通性划分为链路子集L(Vx)1…L(Vx)k,其中,1≤x≤n,k为大于或等于1的正整数;

[0221] 网络层次确定模块96,耦合至第二划分模块94,用于确定链路子集L(Vx)y所属的网络层次,其中,1≤y≤k。

[0222] 通过该装置,将全部链路按照速率等级划分成链路集合,进而将链路集合按照连通性划分成链路子集,从而自动将各个链路划分到不同的集合/子集,便于将各个链路划归到不同的网络层次,解决了在网络规模较大的情况下,难以通过人工将所有链路(进而链路上的节点)划分到分层网络的各个网络层次的问题,能够自动计算出节点所属的网络层次,为后续网络拓扑结构优化提供基础数据。

[0223] 实施例12

[0224] 图10是根据本发明实施例12的网络拓扑结构的确定装置的结构框图,如图10所示,在实施例11的基础上,该装置还可以包括:

[0225] 组网类型确定模块102,耦合至第二划分模块94,用于确定所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型。

[0226] 通过该装置,在获取网络层次的基础上,还可以获取各网络层次的组网类型,从而为后续网络拓扑结构优化提供基础数据。

[0227] 实施例13

[0228] 图11是根据本发明实施例13的网络拓扑结构的确定装置的结构框图,如图11所示,在实施例12的基础上,该装置还可以包括:

[0229] 组网类型重新确定模块112,耦合至组网类型确定模块102,用于按照所述链路子集L(Vx)y对应的网络组网与其他链路子集对应的网络组网之间的关系,重新确定所述链路子集L(Vx)y所属的组网类型。

[0230] 实施例14

[0231] 图12是根据本发明实施例14的网络拓扑结构的确定装置的结构框图,如图12所示,在实施例12的基础上,该装置还可以包括:

[0232] 成环率计算模块122,耦合至组网类型确定模块102,用于计算所述网络的各网络层次的成环率,其中,所述各网络层次的成环率为各网络层次中成环节点的数量占该网络层次中全部节点的数量的比例,所述成环节点为预定组网类型的组网上的节点,所述预定组网类型包括以下之一:网状网型组网、环型组网、相交环型组网、相切环型组网。

[0233] 实施例15

[0234] 图13是根据本发明实施例15的网络拓扑结构的确定装置的结构框图,如图13所示,在实施例13的基础上,该装置还可以包括:

[0235] 成环率计算模块122,耦合至组网类型重新确定模块112,用于计算所述网络的各网络层次的成环率,其中,所述各网络层次的成环率为各网络层次中成环节点的数量占该网络层次中全部节点的数量的比例,所述成环节点为预定组网类型的组网上的节点,所述预定组网类型包括以下之一:网状网型组网、环型组网、相交环型组网、相切环型组网。

[0236] 以上网络拓扑结构的确定装置用于实现前述网络拓扑结构的确定方法,其具体实施方式可以参照前述网络拓扑结构的确定方法的相应描述来实现,在此不再赘述。

[0237] 从以上的描述中,可以看出,本发明实现了如下技术效果:

[0238] 采用将全部链路按照速率等级划分成链路集合,进而将链路集合按照连通性划分成链路子集,从而自动将各个链路划分到不同的集合/子集,便于将各个链路划归到不同的网络层次,解决了在网络规模较大的情况下,难以通过人工将所有链路(进而链路上的节点)划分到分层网络的各个网络层次的问题,能够自动计算出节点所属的网络层次,进而能够自动计算出各层网络的组网结构和节点数量,自动确定当前的网络拓扑结构,从而为后续网络拓扑结构优化提供基础数据。

[0239] 显然,本领域的技术人员应该明白,上述的本发明的各模块或各步骤可以用通用的计算装置来实现,它们可以集中在单个的计算装置上,或者分布在多个计算装置所组成的网络上,可选地,它们可以用计算装置可执行的程序代码来实现,从而,可以将它们存储在存储装置中由计算装置来执行,并且在某些情况下,可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤,或者将它们分别制作成各个集成电路模块,或者将它们中的多个模块或步骤制作成单个集成电路模块来实现。这样,本发明不限制于任何特定的硬件和软件结合。

[0240] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

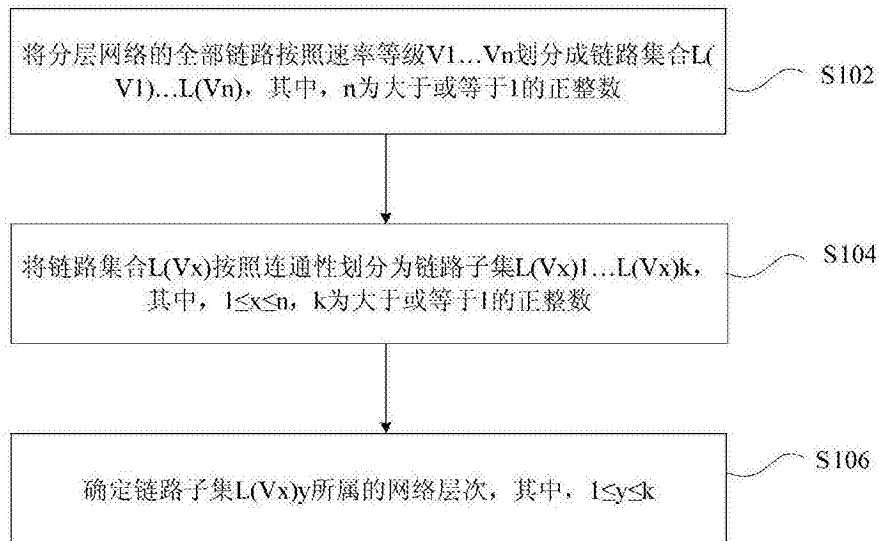


图1

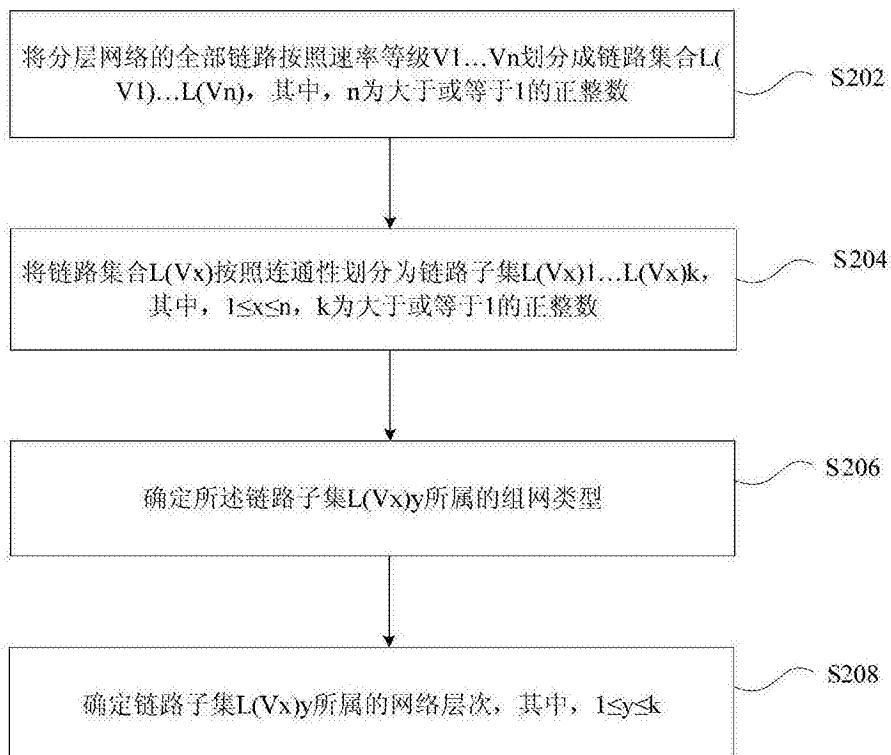


图2

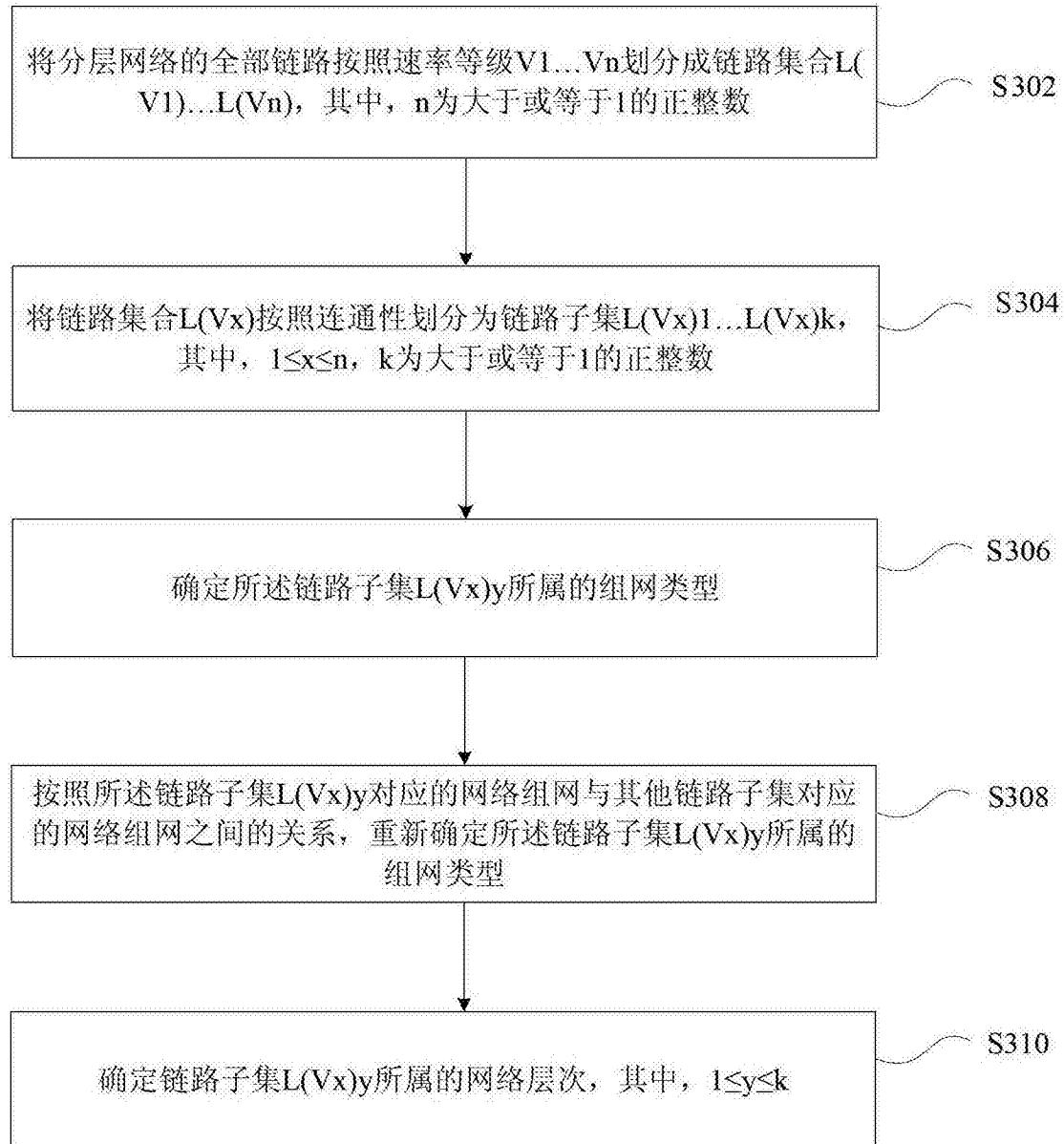


图3

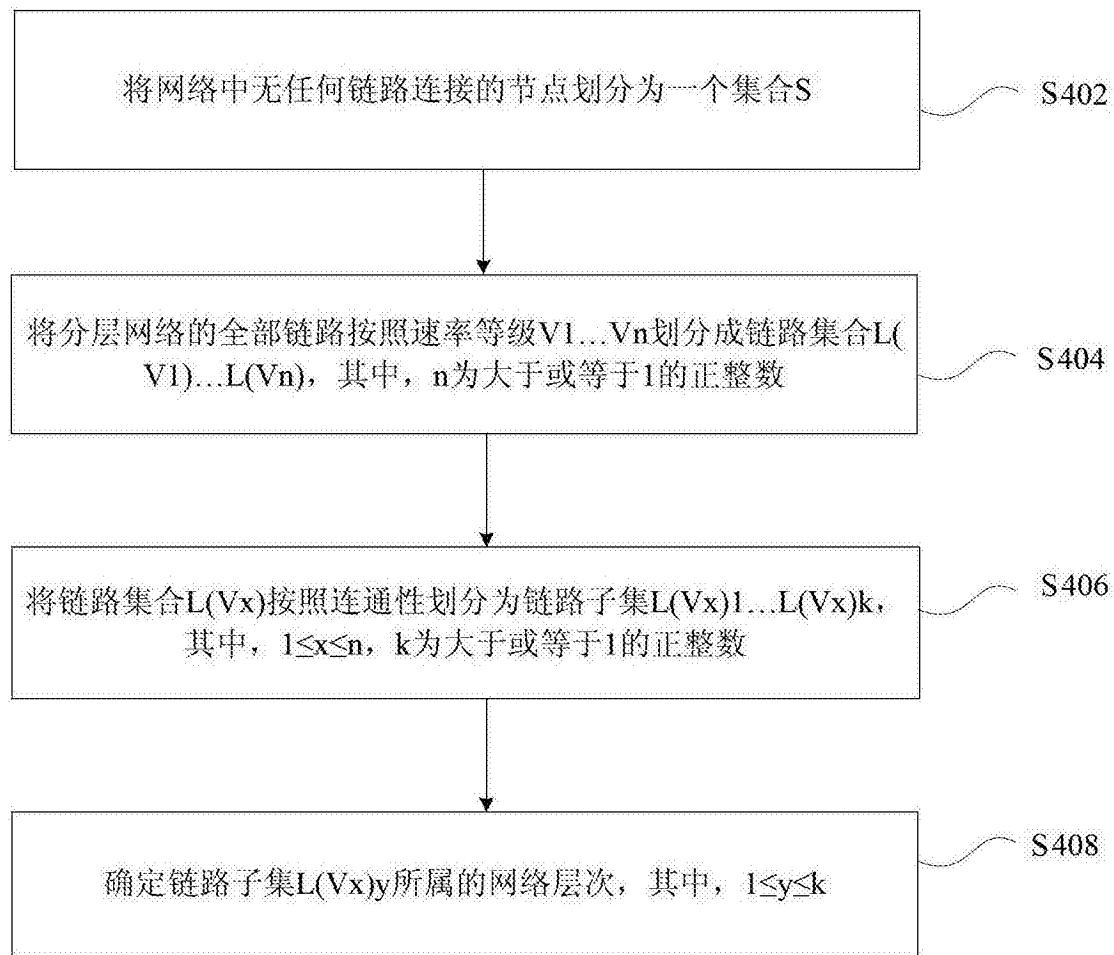


图4

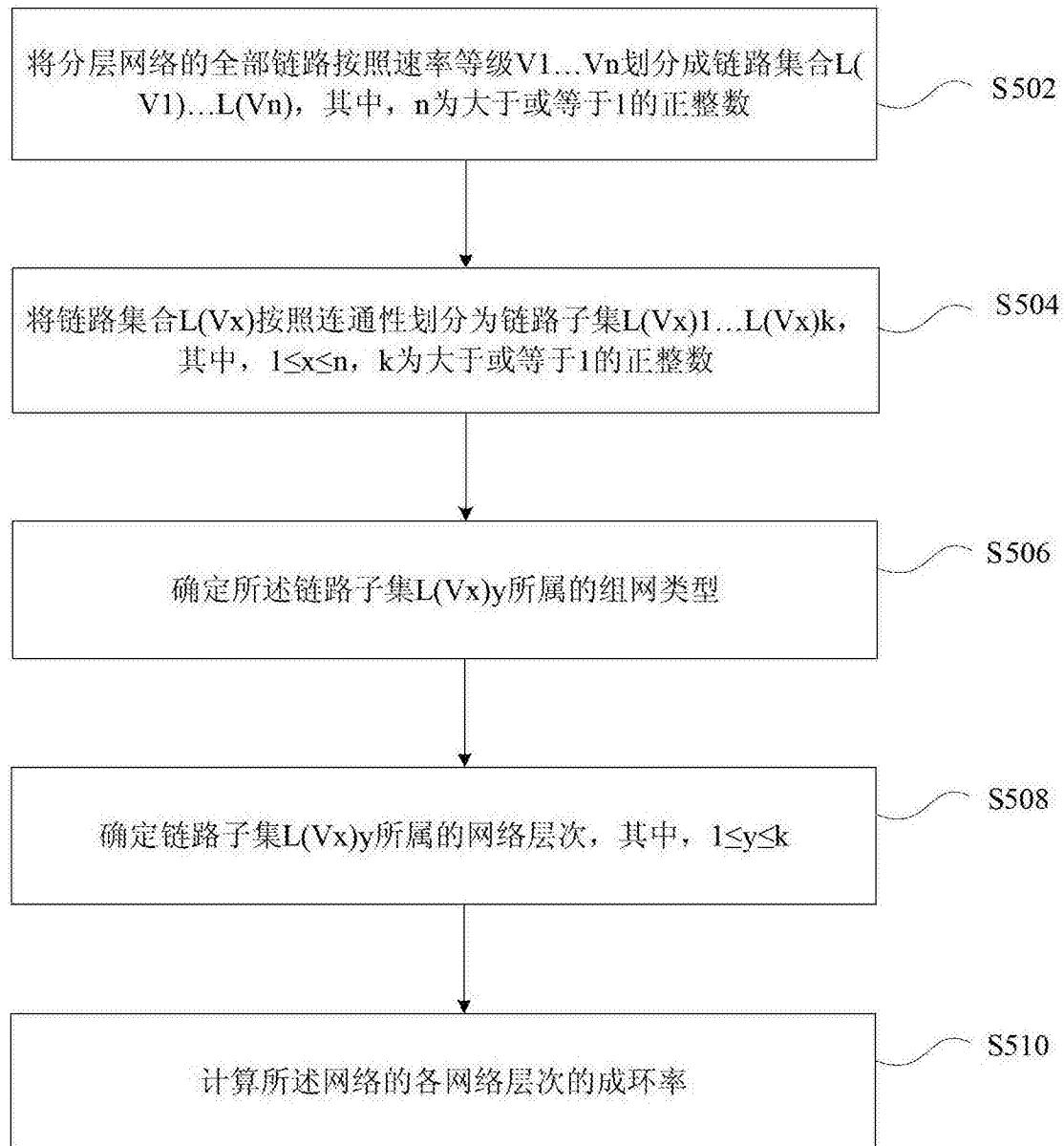


图5



图6



图7 (a)

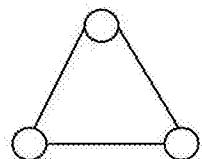


图7 (b)

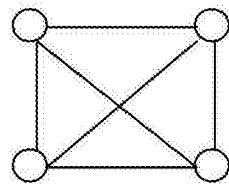


图7 (c)

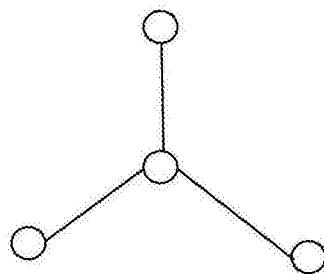


图7 (d)

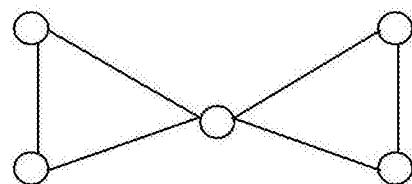


图7 (e)

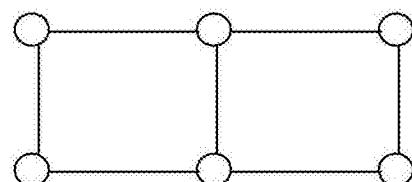


图7 (f)

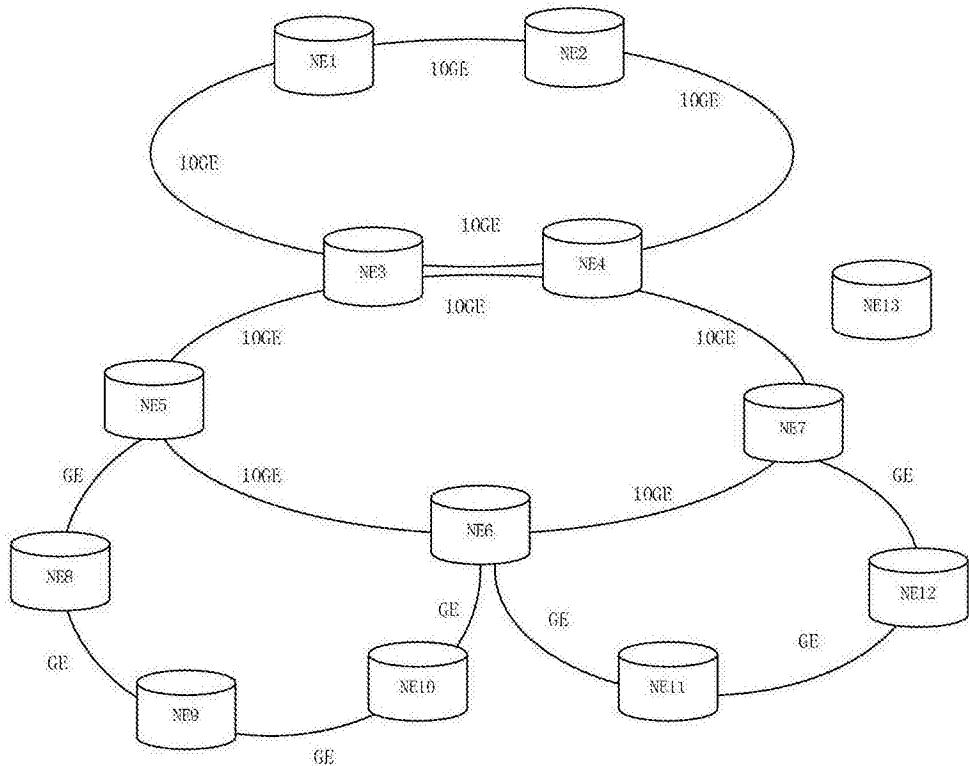


图8

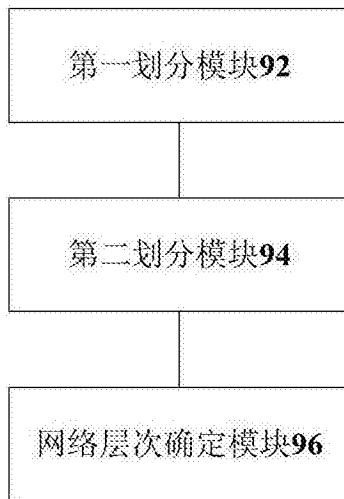


图9

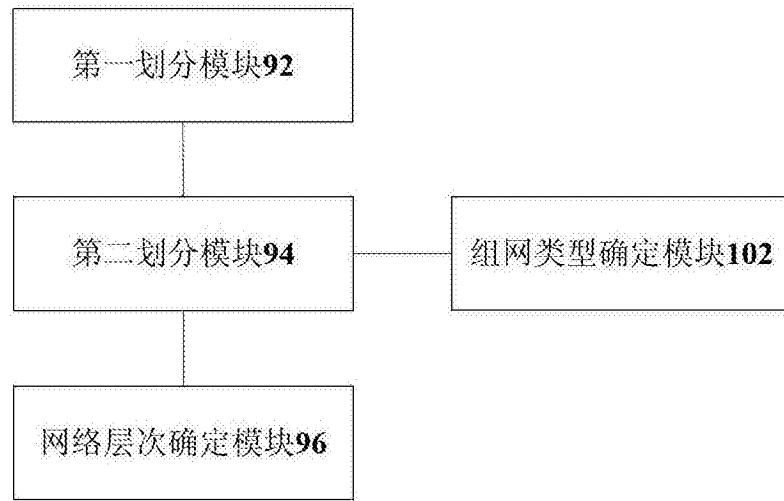


图10

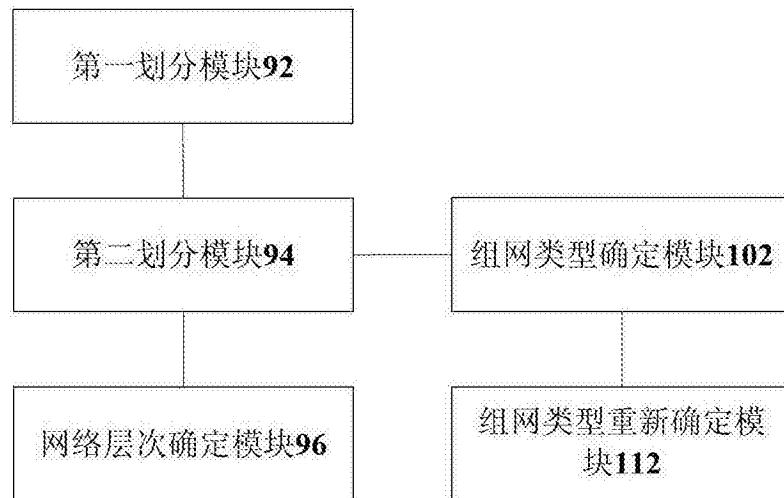


图11

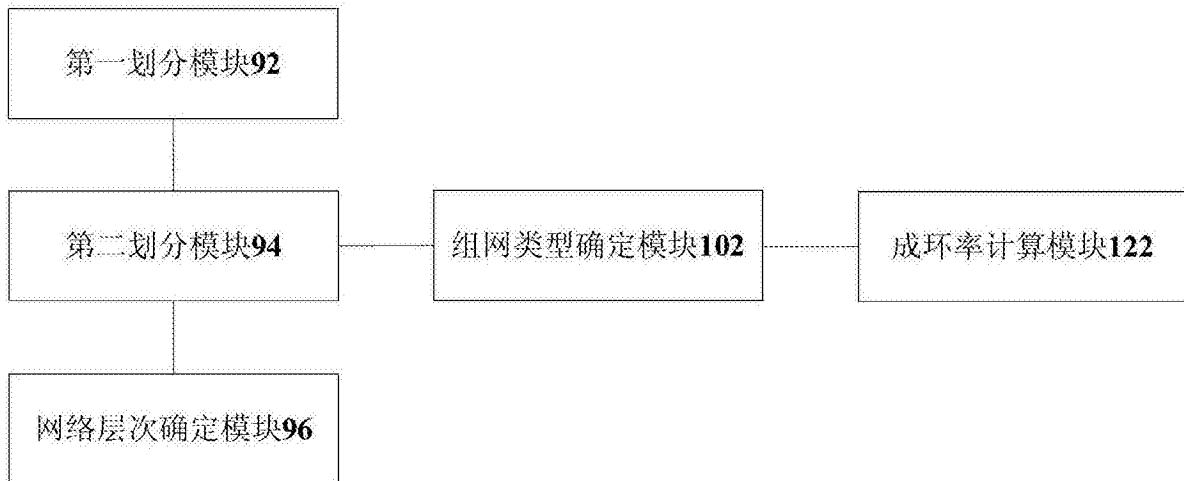


图12

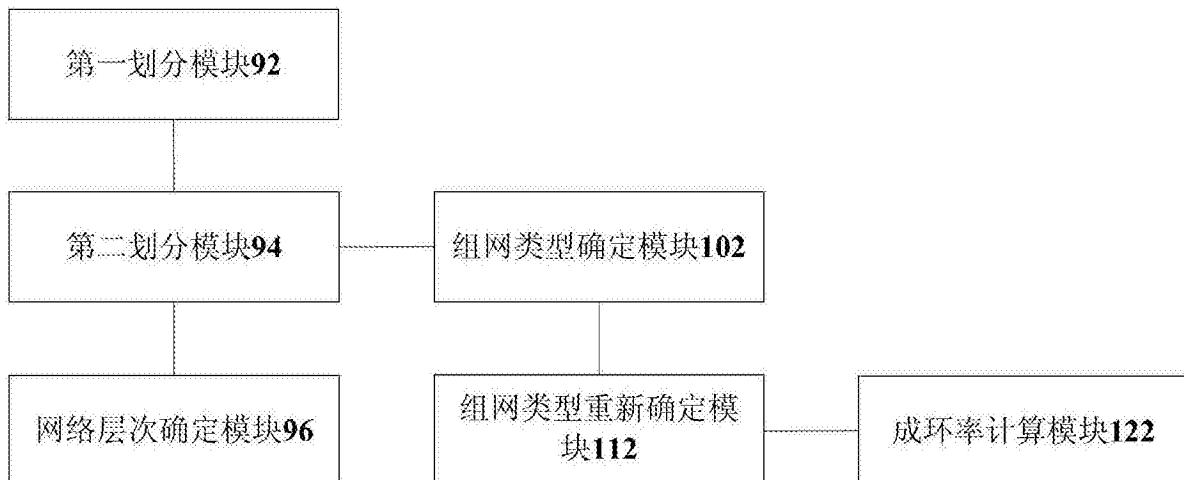


图13