



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102912852 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 24

(21) 申请号 201210397908. 1

RU 2416005 C1, 2011. 04. 10, 全文.

(22) 申请日 2012. 10. 18

US 20110315248 A1, 2011. 10. 29, 全文.

(73) 专利权人 东南大学

审查员 郑卡云

地址 211103 江苏省南京市江宁区润发路 5
号

(72) 发明人 陈耀 冯健

(74) 专利代理机构 南京天翼专利代理有限责任
公司 32112

代理人 黄明哲 朱芳雄

(51) Int. Cl.

E04B 1/344 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1779144 A, 2006. 05. 31, 全文.

WO 8100130 A1, 1981. 01. 22, 全文.

US 20110139202 A1, 2010. 06. 10, 全文.

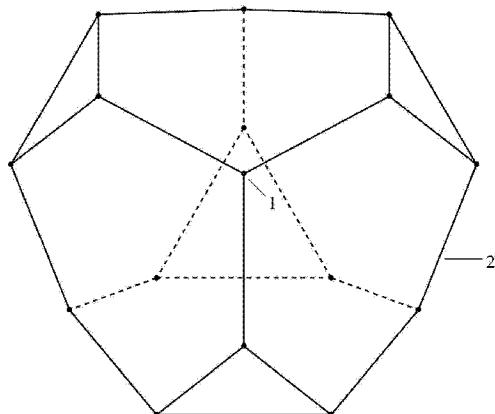
权利要求书1页 说明书3页 附图4页

(54) 发明名称

一种正四面体对称型可展机构单元

(57) 摘要

本发明公开了一种正四面体对称型可展机构单元，包括16个三杆相交连接节点和24根等长的连杆单元，每个三杆相交连接节点上均设置有三个转动副，三杆相交连接节点通过三个转动副分别与三根连杆单元连接，每个连杆单元的两端分别与不同的三杆相交连接节点通过转动副连接；每个三杆相交连接节点上的三个转动副的轴心线位于同一平面，且三个转动副的轴心线相交而成的三角形为等边三角形，转动副的连杆安装位置位于所在等边三角形边的中点处，连杆单元垂直于所连接的转动副的轴心线。本发明的可展机构单元仅由连杆和转动副构成，结构简单，造型美观，制作方便，便于折叠和展开。



1. 一种正四面体对称型可展机构单元，其特征在于，该机构单元包括 16 个三杆相交连接节点(1)和 24 根等长的连杆单元(2)，每个所述三杆相交连接节点(1)上均设置有三个转动副(3)，三杆相交连接节点(1)通过三个转动副(3)分别连接一根连杆单元(2)，每个所述连杆单元(2)的两端分别与不同的三杆相交连接节点(1)通过转动副(3)连接；

每个三杆相交连接节点(1)上的三个转动副(3)的轴心线位于同一平面，且三个转动副(3)的轴心线相交而成的三角形为等边三角形，转动副(3)的连杆安装位置位于所在等边三角形边的中点处，连杆单元(2)垂直于所连接的转动副(3)的轴心线。

2. 根据权利要求 1 所述的正四面体对称型可展机构单元，其特征在于，所述 16 个三杆相交连接节点(1)分别为第一节点(101)、第二节点(102)、……第十六节点(116)，24 根连杆单元(2)分别为第一连杆(201)、第二连杆(202)、……第二十四连杆(224)，所述第一节点(101)与第一连杆(201)、第二连杆(202)和第三连杆(203)连接，所述第二节点(102)与第四连杆(204)、第五连杆(205)和第六连杆(206)连接，所述第三节点(103)与第七连杆(207)、第八连杆(208)和第九连杆(209)连接，所述第四节点(104)与第十连杆(210)、第十一连杆(211)和第十二连杆(212)连接，所述第五节点(105)与第八连杆(208)、第十三连杆(213)和第十四连杆(214)连接，所述第六节点(106)与第十一连杆(211)、第十四连杆(214)和第十五连杆(215)连接，所述第七节点(107)与第二连杆(202)、第十三连杆(213)和第十五连杆(215)连接，所述第八节点(108)与第六连杆(206)、第十六连杆(216)和第十八连杆(218)连接，所述第九节点(109)与第三连杆(203)、第十六连杆(216)和第十七连杆(217)连接，所述第十节点(110)与第十二连杆(212)、第十七连杆(217)和第十八连杆(218)连接，所述第十一节点(111)与第四连杆(204)、第十九连杆(219)和第二十一连杆(221)连接，所述第十二节点(112)与第七连杆(207)、第十九连杆(219)和第二十连杆(220)连接，所述第十三节点(113)与第一连杆(201)、第二十连杆(220)和第二十一连杆(221)连接，所述第十四节点(114)与第五连杆(205)、第二十二连杆(222)和第二十四连杆(224)连接，所述第十五节点(115)与第九连杆(209)、第二十二连杆(222)和第二十三连杆(223)连接，所述第十六节点(116)与第十连杆(210)、第二十三连杆(223)和第二十四连杆(224)连接。

一种正四面体对称型可展机构单元

技术领域

[0001] 本发明涉及机构与可展结构,尤其涉及一种正四面体对称型可展机构单元。

背景技术

[0002] 可展结构可由紧凑的折叠状态快速展开成型,引起设计师和工程师的广泛关注,并已逐渐得到了工程应用。近年来,研究学者已提出了几种类型的可展结构单元,其中剪铰式单元是可展结构中较为常见的基本单元, Bennett 单元及所衍生的 Bricard 单元属于另一类经典的闭合环形机构。以上几类基本单元均具有单自由度运动特性,且结构的多自应力模态可提供额外的结构刚度,已在可展结构设计中发挥了重要作用。但是,现阶段的机构单元类型仍然较少,给新型可展结构的设计与工程应用带来了较大的困难。因此,设计一种新型的可展机构单元对于丰富可展结构的多样性将具有重要的意义。

发明内容

[0003] 技术问题:本发明的目的在于克服现有技术中的不足,提供一种运动过程连续、可逆,便于折叠和展开的正四面体对称型可展机构单元。

[0004] 技术方案:本发明的正四面体对称型可展机构单元,包括 16 个三杆相交连接节点和 24 根等长的连杆单元,每个三杆相交连接节点上均设置有三个转动副,三杆相交连接节点通过三个转动副分别与三根连杆单元连接,每个连杆单元的两端分别与不同的三杆相交连接节点通过转动副连接;每个三杆相交连接节点上的三个转动副的轴心线位于同一平面,且三个转动副的轴心线相交而成的三角形为等边三角形,转动副的连杆安装位置位于所在等边三角形边的中点处,连杆单元垂直于所连接的转动副的轴心线。

[0005] 本发明中,16 个三杆相交连接节点分别为第一节点、第二节点、……第十六节点,24 根连杆单元分别为第一连杆、第二连杆、……第二十四连杆,第一节点与第一连杆、第二连杆和第三连杆连接,第二节点与第四连杆、第五连杆和第六连杆连接,第三节点与第七连杆、第八连杆和第九连杆连接,第四节点与第十连杆、第十一连杆和第十二连杆连接,第五节点与第八连杆、第十三连杆和第十四连杆连接,第六节点与第十一连杆、第十四连杆和第十五连杆连接,第七节点与第二连杆、第十三连杆和第十五连杆连接,第八节点与第六连杆、第十六连杆和第十八连杆连接,第九节点与第三连杆、第十六连杆和第十七连杆连接,第十节点与第十二连杆、第十七连杆和第十八连杆连接,第十一节点与第四连杆、第十九连杆和第二十一连杆连接,第十二节点与第七连杆、第十九连杆和第二十连杆连接,第十三节点与第一连杆、第二十连杆和第二十一连杆连接,第十四节点与第五连杆、第二十二连杆和第二十四连杆连接,第十五节点与第九连杆、第二十二连杆和第二十三连杆连接,第十六节点与第十连杆、第二十三连杆和第二十四连杆连接。

[0006] 有益效果:本发明与现有技术相比,具有以下优点:

[0007] 目前工程应用中的可展机构主要来自于采用剪铰式单元构成的二维体系,而新型空间可展机构单元类型较少,且大多采用复杂的连接节点或单元方式,无法获得较理想的

收纳率,或不能保证单元折叠 - 展开过程中始终具有单一运动自由度。与之相比,本发明机构单元基于正四面体几何,属于三维可展结构体系,并具有单自由度运动特性,能够由紧凑的折叠状态转换为大体积完全展开状态,且整个运动过程具有连续性和可逆向性;本机构单元折叠 - 展开过程中,结构产生刚体平移及刚体转动,并始终保持正四面体型对称,其中第一节点、第二节点、第三节点、和第四节点之间的相对方位保持不变,所有连杆不产生非协调变形。此外,由于本机构单元仅由连杆和转动副构成,结构简单,造型美观,制作方便,便于折叠和展开。

附图说明

- [0008] 图 1 为本发明正四面体对称型可展机构单元的三维示意图。
- [0009] 图 2a 为本发明正四面体对称型可展机构单元的连接节点示意图。
- [0010] 图 2b 为本发明正四面体对称型可展机构单元的连杆示意图。
- [0011] 图 3 为本发明正四面体对称型可展机构单元的不同连接节点和连杆的示意图。
- [0012] 图 4a 为本发明正四面体对称型可展机构单元在第一、二、三、和四节点相交状态下的几何构型图。
- [0013] 图 4b 为本发明正四面体对称型可展机构单元在折叠 - 展开过程中的示意图。
- [0014] 图 4c 为本发明正四面体对称型可展机构单元在完全展开状态下的示意图。
- [0015] 图 4d 为本发明正四面体对称型可展机构单元在完全折叠状态下的示意图。
- [0016] 其中:1 为三杆相交连接节点,2 为连杆,3 为转动副,31 为转动副轴心线,101 为第一节点,102 为第二节点,103 为第三节点,104 为第四节点,105 为第五节点,106 为第六节点,107 为第 7 节点,108 为第 8 节点,109 为第 9 节点,110 为第 10 节点,111 为第十一节点,112 为第十二节点,113 为第十三节点,114 为第十四节点,115 为第十五节点,116 为第十六节点,201 为第一连杆,202 为第二连杆,203 为第三连杆,204 为第四连杆,205 为第五连杆,206 为第六连杆,207 为第七连杆,208 为第八连杆,209 为第九连杆,210 为第十连杆,211 为第十一连杆,212 为第十二连杆,213 为第十三连杆,214 为第十四连杆,215 为第十五连杆,216 为第十六连杆,217 为第十七连杆,218 为第十八连杆,219 为第十九连杆,220 为第二十连杆,221 为第二十一连杆,222 为第二十二连杆,223 为第二十三连杆,224 为第二十四连杆。

具体实施方式

- [0017] 下面结合具体的实施例,并参照附图,对本发明做进一步的说明:
- [0018] 图 1、图 2 分别为本发明一种正四面体对称型可展机构单元的结构示意图和主要组成部分的示意图。
- [0019] 本发明的正四面体对称型可展机构单元,它包括 16 个三杆相交连接节点 1 和 24 根等长的连杆单元 2,每个三杆相交连接节点 1 上均设置有三个转动副 3,三杆相交连接节点 1 通过三个转动副 3 分别与三根连杆单元 2 连接,每个连杆单元 2 的两端分别与不同的三杆相交连接节点 1 通过转动副 3 连接。如图 2 所示,本发明可展机构单元中每个连接节点 1 上均设置有三个转动副 3,三个转动副 3 的轴心线位于同一平面,且三个转动副 3 的轴心线相交而成的三角形为等边三角形,转动副 3 的连杆安装位置位于所在等边三角形边的

中点处，连杆单元 2 垂直于所连接的转动副 3 的轴心线。连杆 2 可由不锈钢等硬质材料制作而成。

[0020] 本发明可展机构单元完全展开后的结构几何构型为切割正四面体结构，具有正四面体结构相同的对称属性，因此该结构可称作正四面体对称型可展机构单元。本发明中，转动副的轴心线 31 不但垂直于与之相连接的连杆 2，且垂直于可展机构单元的结构中心点与连杆 2 中点间的连线。如图 3 所示，正四面体对称型可展机构单元的 16 个三杆相交连接节点中，第一节点 101、第二节点 102、第三节点 103、第四节点 104 分别为三个不同的六边形的共用顶点，而其余 12 个节点分别为一个等边三角形与两个六边形的共用顶点，六边形及三角形是指由不同的连杆 2 构成的闭合的几何构形。由第一节点 101、第二节点 102、第三节点 103、第四节点 104 所构成的正四面体与可展机构单元具有相同的结构中心点。

[0021] 按照图 3，具体描述本发明的可展机构单元结构如下：16 个三杆相交连接节点 1 分别为第一节点 101、第二节点 102、……，直至第十六节点 116，24 根连杆单元 2 分别为第一连杆 201、第二连杆 202、……，直至第二十四连杆 224，第一节点 101 与第一连杆 201、第二连杆 202 和第三连杆 203 连接，第二节点 102 与第四连杆 204、第五连杆 205 和第六连杆 206 连接，第三节点 103 与第七连杆 207、第八连杆 208 和第九连杆 209 连接，第四节点 104 与第十连杆 210、第十一连杆 211 和第十二连杆 212 连接，第五节点 105 与第八连杆 208、第十三连杆 213 和第十四连杆 214 连接，第六节点 106 与第十一连杆 211、第十四连杆 214 和第十五连杆 215 连接，第七节点 107 与第二连杆 202、第十三连杆 213 和第十五连杆 215 连接，第八节点 108 与第六连杆 206、第十六连杆 216 和第十八连杆 218 连接，第九节点 109 与第三连杆 203、第十六连杆 216 和第十七连杆 217 连接，第十节点 110 与第十二连杆 212、第十七连杆 217 和第十八连杆 218 连接，第十一节点 111 与第四连杆 204、第十九连杆 219 和第二十一连杆 221 连接，第十二节点 112 与第七连杆 207、第十九连杆 219 和第二十连杆 220 连接，第十三节点 113 与第一连杆 201、第二十连杆 220 和第二十一连杆 221 连接，第十四节点 114 与第五连杆 205、第二十二连杆 222 和第二十四连杆 224 连接，第十五节点 115 与第九连杆 209、第二十二连杆 222 和第二十三连杆 223 连接，第十六节点 116 与第十连杆 210、第二十三连杆 223 和第二十四连杆 224 连接。

[0022] 图 4 所示为本发明可展机构单元的运动过程示意图。图 4c 为本发明正四面体对称型可展机构单元在完全展开状态下的示意图，此时机构单元所占有的空间最大；当结构处于完全折叠状态时，如图 4d 所示，机构单元占用空间小，便于存储和运输，且此时与第一节点 101 相连的三根连杆相互接触，与第二节点 102、第三节点 103、或第四节点 104 相连的连杆亦相互接触，结构具有较好的安全性。当机构单元中第一节点 101、第二节点 102、第三节点 103、第四节点 104 相交于同一点时，如图 4a 所示，结构所占有的空间亦较小。图 4b 为可展机构单元在折叠 - 展开过程中的示意图，综合图 4a—图 4d 可以发现，可展机构单元的整个折叠 - 展开运动过程是连贯、可逆向的，即可由图 4a 所示状态依次运动到图 4d 所示状态，同样可由图 4d 所示状态运动到图 4a 所示状态，并且结构始终保持正四面体型对称，只产生刚体平移及转动，各连杆未产生变形。本发明机构单元仅由连杆和转动副构成，结构简单，由于具有正四面体型几何，造型美观，制作方便，便于折叠和展开，可应用于空间可展结构中，亦可作为可展结构中的基本组成单元，用于构建新型可展结构体系。

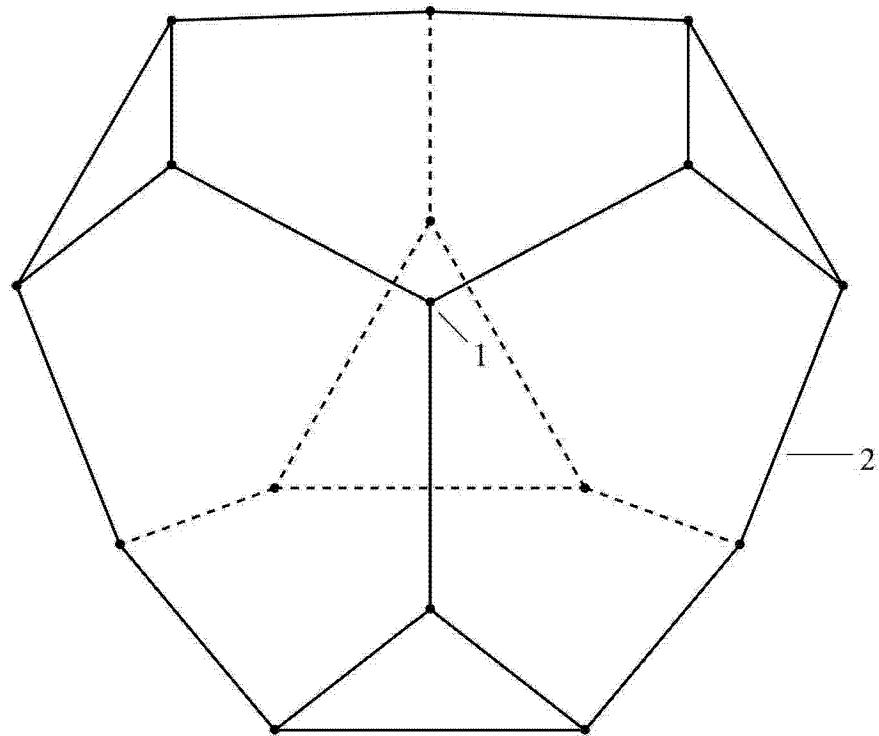


图 1

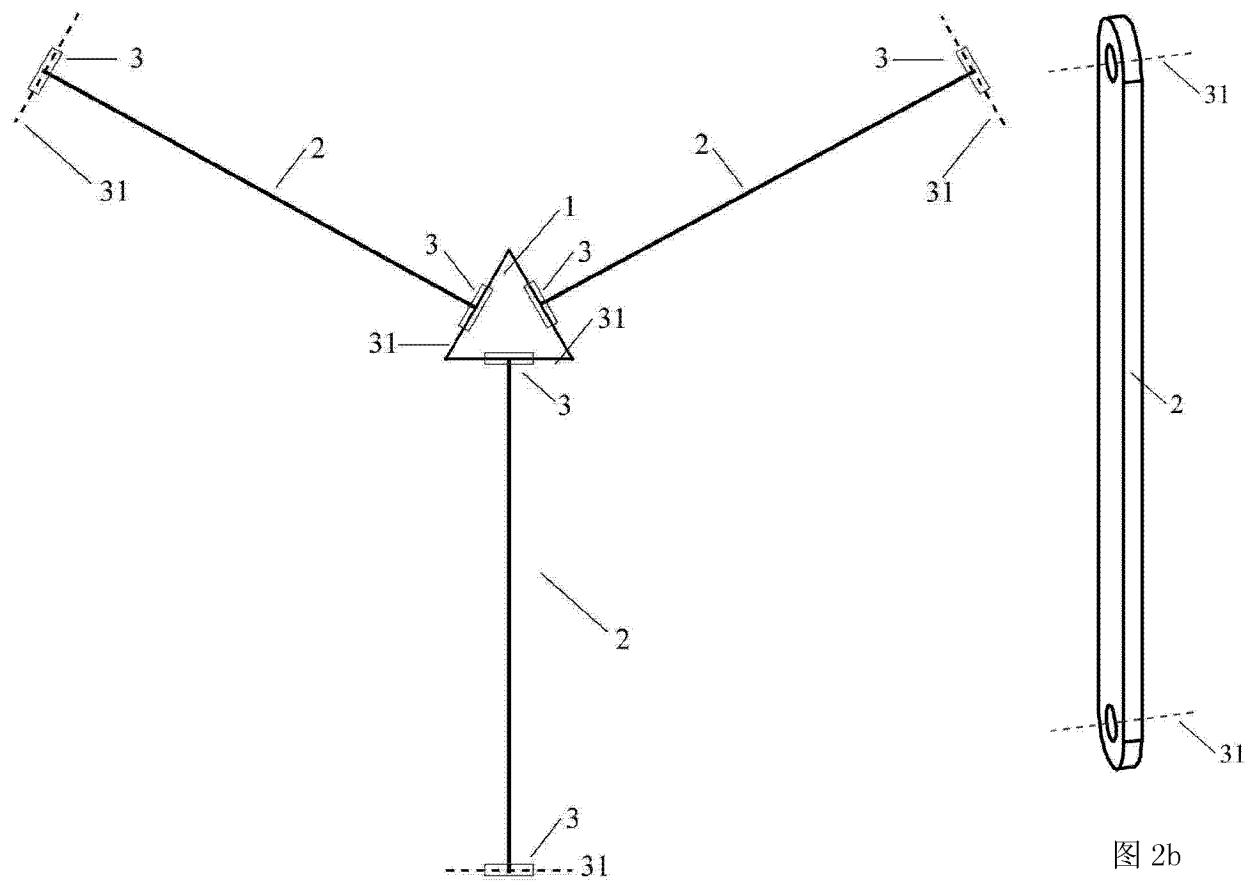


图 2a

图 2b

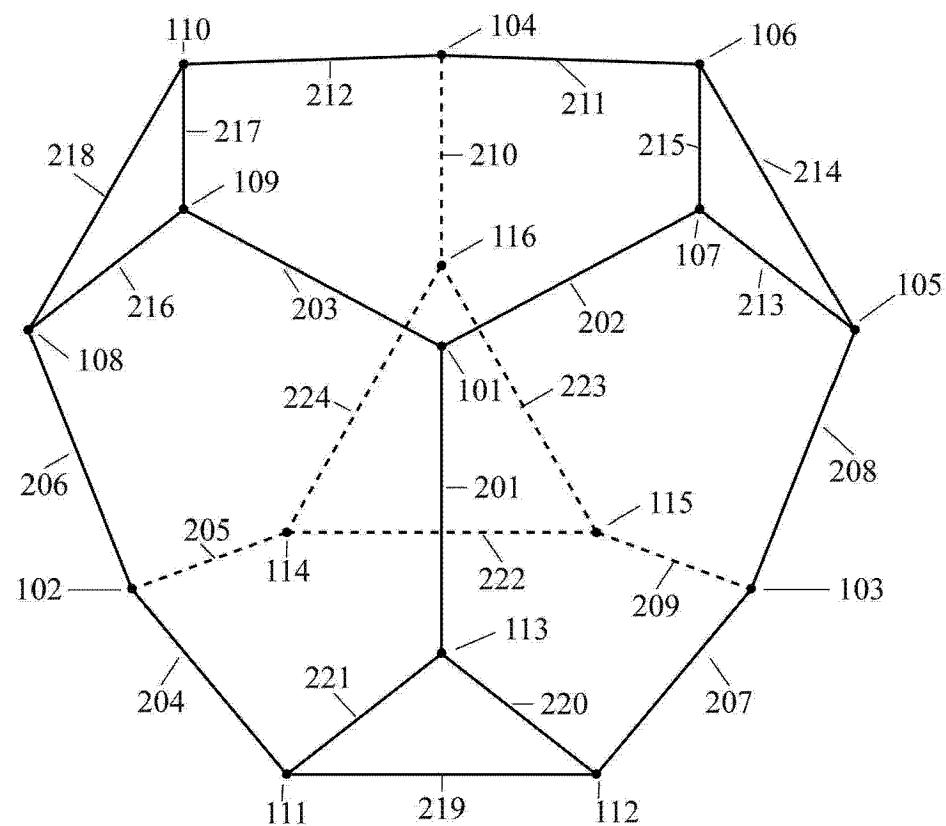


图 3

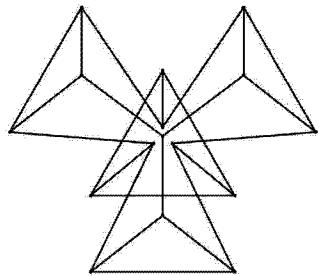


图 4a

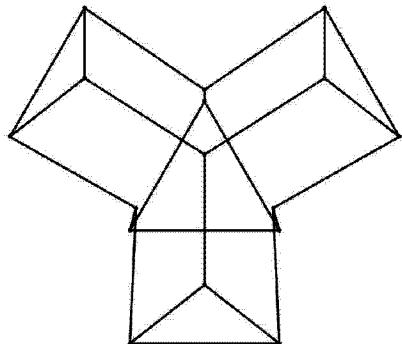


图 4b

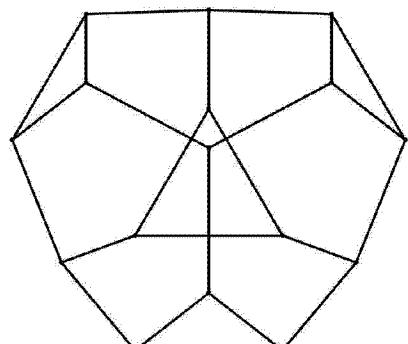


图 4c

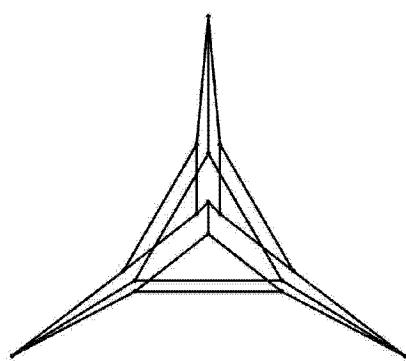


图 4d