



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117774399 A

(43) 申请公布日 2024. 03. 29

(21) 申请号 202311781794.5

(22) 申请日 2023.12.22

(71) 申请人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

(72) 发明人 袁武 杨佩新 杨文东 王睿星  
马特 宋宏伟

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11390  
专利代理师 席卷

(51) Int. Cl.

B29C 70/54 (2006.01)

D04C 1/06 (2006.01)

B64C 1/00 (2006.01)

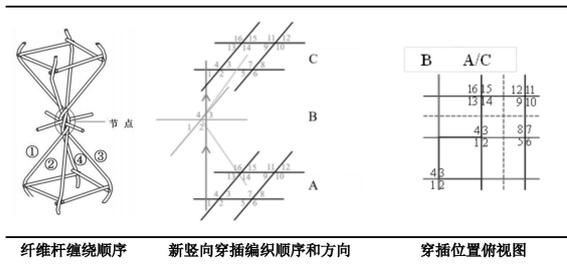
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种穿插竖向编织复合材料点阵的方法

(57) 摘要

本发明提供了一种穿插竖向编织复合材料点阵的方法,其先利用复合材料纤维编织第一、第二和第三中间板;再确定第二中间板需要移动到的四个相对位置;再制作移动工装;将第一底板、第一中间板、移动工装、第二中间板、移动工装、第三中间板进行竖向排列;再分别四次移动第二中间板至原位置的对应位置处,并分别对点阵部件每个节点处的四根纤维杆进行竖向编织,编织完成后,移动第二中间板至原位置并将四个纤维杆固定;最后对复合材料点阵浸渍固化并去除移动工装、第一和第二底板、第一、第二和第三中间板,以得到满足设计要求的复合材料点阵结构。本发明构思合理,可以在不影响结构力学性能的前提下,提高复合材料点阵的成形效率,降低制造成本。



1. 一种穿插竖向编织复合材料点阵的方法,其特征在於:先利用复合材料纤维编织第一中间板(A)、第二中间板(B)和第三中间板(C);然后确定第二中间板(B)需要移动到的四个相对位置;再制作移动工装(01);接着将第一底板(02)、第一中间板(A)、移动工装(01)、第二中间板(B)、移动工装(01)、第三中间板(C)按照位置顺序进行竖向排列;再分别四次移动第二中间板(B)至原位置的对应位置处,并分别对点阵部件每个节点处的四根纤维杆进行竖向编织,待每个节点处纤维杆竖向编织完成后,移动第二中间板(B)至原位置并将四个纤维杆固定;最后对复合材料点阵进行浸渍固化并去除移动工装(01)、第一底板(02)、第二底板(03)、第一中间板(A)、第二中间板(B)和第三中间板(C),以得到满足设计要求的复合材料点阵结构。

2. 如权利要求1所述的穿插竖向编织复合材料点阵的方法,其特征在於,所述方法具体包括以下步骤:

1) 根据点阵胞元和点阵结构试样的设计尺寸,利用复合材料纤维编织第一中间板(A)、第二中间板(B)和第三中间板(C);

2) 根据点阵胞元设计尺寸要求的点阵胞元尺寸计算1.5倍胞元宽度的尺寸,确定第二中间板(B)需要移动到的四个相对位置;

3) 制作可重复使用的移动工装(01);

4) 将第一底板(02)、第一中间板(A)、移动工装(01)、第二中间板(B)、移动工装(01)、第三中间板(C)按照位置顺序用定位杆(04)进行竖向排列安装;

5) 移动第二中间板(B)至原位置左下角1.5倍胞元位置处,对该点阵部件每个节点处的第一纤维杆(1)进行竖向编织,每个节点处第一纤维杆(1)竖向编织完成后,移动第二中间板(B)至原位置;

6) 移动第二中间板(B)至原位置右下角1.5倍胞元位置处,对该点阵部件每个节点处的第二纤维杆(2)进行竖向编织,每个节点处第二纤维杆(2)竖向编织完成后,移动第二中间板(B)至原位置;

7) 移动第二中间板(B)至原位置右上角1.5倍胞元位置处,对该点阵部件每个节点处的第三纤维杆(3)进行竖向编织,每个节点处第三纤维杆(3)竖向编织完成后,移动第二中间板(B)至原位置;

8) 移动第二中间板(B)至原位置左上角1.5倍胞元位置处,对该点阵部件每个节点处的第四纤维杆(4)进行竖向编织,每个节点处第四纤维杆(4)竖向编织完成后,移动第二中间板(B)至原位置;

9) 确认每个节点处的四根纤维杆即第一纤维杆(1)、第二纤维杆(2)、第三纤维杆(3)和第四纤维杆(4)都进行竖向编织完成后,固定四根纤维杆到底板上;

10) 对复合材料点阵进行浸渍固化,并且去除移动工装(01)、第一底板(02)、第二底板(03)、第一中间板(A)、第二中间板(B)、第三中间板(C)以及进行竖向排列用的定位杆(04),得到满足设计要求的复合材料点阵结构。

3. 如权利要求2所述的穿插竖向编织复合材料点阵的方法,其特征在於:所述步骤10)中是采用酚醛树脂或者环氧树脂对复合材料点阵进行浸渍固化。

4. 如权利要求2所述的穿插竖向编织复合材料点阵的方法,其特征在於,所述步骤4)的具体安装过程为:

- 4.1) 将所述第一底板(02)水平放置并在其上部四角位置竖直安装四根所述定位杆(04)；
- 4.2) 将所述第一中间板(A)的四角位置匹配与所述第一底板(02)上部的四根所述定位杆(04)的顶端对应安装；
- 4.3) 在所述第一中间板(A)的上部四角位置匹配安装所述移动工装(01)；
- 4.4) 将所述第二中间板(B)的四角位置匹配对应与所述第一中间板(A)上部四角位置上的所述移动工装(01)匹配安装；
- 4.5) 在所述第二中间板(B)的上部四角位置匹配安装所述移动工装(01)；
- 4.6) 将所述第三中间板(C)的四角位置匹配对应与所述第二中间板(B)上部四角位置上的所述移动工装(01)匹配安装；
- 4.7) 在所述第三中间板(C)的四角位置上部竖直安装四根所述定位杆(04)；
- 4.8) 将所述第二底板(03)水平放置在所述第三中间板(C)的四角位置处的四根所述定位杆(04)的顶端。

## 一种穿插竖向编织复合材料点阵的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及飞行器的结构设计技术领域,具体涉及一种穿插竖向编织复合材料点阵的方法。

### 背景技术

[0002] 复合材料点阵因为其具有较高的比刚度和比强度,且能够满足结构轻量化和多功能一体化需求的优点,在飞行器的结构设计中得到广泛应用。它的力学性能容易受制备工艺的影响,从而进一步影响飞行器结构的性能。复合材料点阵常用的制备工艺有模压成型、胞元组装、穿插编织和原位成形技术。其中穿插编织工艺更容易实现面芯一体成形,可以成形多层复杂结构并且结构设计相对自由,在复合材料曲面点阵结构的制备上有更大的工艺优势。然而其成形效率较低,尤其在点阵纤维进行竖向编织时会花费大量时间,进一步提高了制造成本。

### 发明内容

[0003] 针对上述背景技术中存在的技术问题,本发明提出了一种构思合理,可以在不影响结构力学性能的前提下,提高复合材料点阵的成形效率,降低制造成本,不仅适用于平板型复合材料点阵,对曲面型复合材料点阵的制备也可以发挥作用的穿插竖向编织复合材料点阵的方法。

[0004] 为解决上述技术问题,本发明提供一种穿插竖向编织复合材料点阵的方法,其先利用复合材料纤维编织第一中间板、第二中间板和第三中间板;然后确定第二中间板需要移动到的四个相对位置;再制作移动工装;接着将第一底板、第一中间板、移动工装、第二中间板、移动工装、第三中间板按照位置顺序进行竖向排列;再分别四次移动第二中间板至原位置的对应位置处,并分别对点阵部件每个节点处的四根纤维杆进行竖向编织,待每个节点处纤维杆竖向编织完成后,移动第二中间板至原位置并将四个纤维杆固定;最后对复合材料点阵进行浸渍固化并去除移动工装、第一底板、第二底板、第一中间板、第二中间板和第三中间板,以得到满足设计要求的复合材料点阵结构。

[0005] 所述穿插竖向编织复合材料点阵的方法,其中,所述方法具体包括以下步骤:

[0006] 1) 根据点阵胞元和点阵结构试样的设计尺寸,利用复合材料纤维编织第一中间板、第二中间板和第三中间板;

[0007] 2) 根据点阵胞元设计尺寸要求的点阵胞元尺寸计算1.5倍胞元宽度的尺寸,确定第二中间板需要移动到的四个相对位置;

[0008] 3) 制作可重复使用的移动工装;

[0009] 4) 将第一底板、第一中间板、移动工装、第二中间板、移动工装、第三中间板按照自下而上的位置顺序用定位杆进行竖向排列安装;

[0010] 5) 移动第二中间板至原位置左下角1.5倍胞元位置处,对该点阵部件每个节点处的第一纤维杆进行竖向编织,每个节点处第一纤维杆竖向编织完成后,移动第二中间板至

原位置；

[0011] 6) 移动第二中间板至原位置右下角1.5倍胞元位置处,对该点阵部件每个节点处的第二纤维杆进行竖向编织,每个节点处第二纤维杆竖向编织完成后,移动第二中间板至原位置；

[0012] 7) 移动第二中间板至原位置右上角1.5倍胞元位置处,对该点阵部件每个节点处的第三纤维杆进行竖向编织,每个节点处第三纤维杆竖向编织完成后,移动第二中间板至原位置；

[0013] 8) 移动第二中间板至原位置左上角1.5倍胞元位置处,对该点阵部件每个节点处的第四纤维杆进行竖向编织,每个节点处第四纤维杆竖向编织完成后,移动第二中间板至原位置；

[0014] 9) 确认每个节点处的四根纤维杆即第一纤维杆、第二纤维杆、第三纤维杆和第四纤维杆都进行竖向编织完成后,固定四根纤维杆到底板上；

[0015] 10) 对复合材料点阵进行浸渍固化,并且去除移动工装、第一底板、第二底板、第一中间板、第二中间板、第三中间板以及定位杆,得到满足设计要求的复合材料点阵结构。

[0016] 所述穿插竖向编织复合材料点阵的方法,其中:所述步骤10)中是采用酚醛树脂或者环氧树脂对复合材料点阵进行浸渍固化。

[0017] 所述穿插竖向编织复合材料点阵的方法,其中,所述步骤4)的具体安装过程为:

[0018] 4.1) 将所述第一底板水平放置并在其上部四角位置竖直安装四根所述定位杆；

[0019] 4.2) 将所述第一中间板的四角位置匹配与所述第一底板上部的四根所述定位杆的顶端对应安装；

[0020] 4.3) 在所述第一中间板的上部四角位置匹配安装所述移动工装；

[0021] 4.4) 将所述第二中间板的四角位置匹配对应与所述第一中间板上部四角位置上的所述移动工装匹配安装；

[0022] 4.5) 在所述第二中间板的上部四角位置匹配安装所述移动工装；

[0023] 4.6) 将所述第三中间板的四角位置匹配对应与所述第二中间板上部四角位置上的所述移动工装匹配安装；

[0024] 4.7) 在所述第三中间板的四角位置上部竖直安装四根所述定位杆；

[0025] 4.8) 将所述第二底板水平放置在所述第三中间板的四角位置处的四根所述定位杆的顶端。

[0026] 采用上述技术方案,本发明具有如下有益效果:

[0027] 本发明穿插竖向编织复合材料点阵的方法构思合理,为一种高效率、低成本的复合材料点阵纤维竖向穿插编织的新方式;相比于传统的湿法穿插编织技术竖向编织效率低且成本高的问题,本发明能够在满足复合材料力学性能的基础上,减少制备所需的时间;可重复使用的移动工装,不仅可以降低制造成本,更可以大幅度提高复合材料点阵制备的效率。本发明不仅适用于平板型复合材料点阵,对曲面型复合材料点阵的制备也可以发挥作用,所使用的点阵材料包含玻璃纤维和凯夫拉纤维。

[0028] 本发明通过改变纤维穿插编织时横向纤维板的位置,从而改变纤维的编织路径,使纤维可以竖向直接连接面板或者纤维的定位板,提高复合材料点阵竖向编织时的效率。本发明可以在不影响结构力学性能的前提下,提高复合材料点阵的成形效率降低制造成

本,对复合材料点阵结构标准化批量化制备提供新思路。

### 附图说明

[0029] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施方式,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。

[0030] 图1为本发明穿插竖向编织复合材料点阵的方法中涉及的复合材料点阵第一纤维杆1新竖向穿插编织顺序和方向示意图;

[0031] 图2为本发明穿插竖向编织复合材料点阵的方法中涉及的复合材料点阵中间板的移动工装的结构示意图;

[0032] 图3为本发明穿插竖向编织复合材料点阵的方法涉及的第一底板、第二底板、第一中间板、移动工装、第二中间板、第三中间板和定位杆的安装示意图;

[0033] 图4为本发明穿插竖向编织复合材料点阵的方法中涉及的点阵穿插的俯视图;

[0034] 图5为本发明穿插竖向编织复合材料点阵的方法中涉及的复合材料点阵纤维杆新竖向穿插编织顺序和方向的示意图;

[0035] 图6为本发明穿插竖向编织复合材料点阵的方法中涉及的复合材料点阵纤维杆竖向穿插编织顺序和方向对比示意图。

### 具体实施方式

[0036] 下面将结合附图对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,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,都属于本发明保护的范围。

[0037] 下面结合具体的实施方式对本发明做进一步的解释说明。

[0038] 如图1-6所示,本实施例提供一种穿插竖向编织复合材料点阵的方法,主要包括以下步骤:

[0039] 1) 根据点阵胞元和点阵结构试样的设计尺寸(点阵胞元的设计尺寸包括点阵胞元的宽度、长度和高度,点阵结构试样的设计尺寸包括长度、宽度和层数),利用复合材料纤维编织第一中间板A、第二中间板B和第三中间板C。

[0040] 2) 根据点阵胞元设计尺寸要求的点阵胞元尺寸计算1.5倍胞元宽度的尺寸,确定第二中间板B需要移动到的4个相对位置。

[0041] 3) 制作可重复使用的移动工装01;如图2所示,该移动工装01包括移动臂011、移动柱012和移动套013。

[0042] 4) 将第一底板02、第一中间板A、移动工装01、第二中间板B、移动工装01、第三中间板C按照自下而上的位置顺序用定位杆04进行竖向排列安装;该第一底板02和第一中间板A之间的距离一般要大于点阵胞元的设计高度;如图3所示,具体安装方法为:

[0043] 4.1) 将第一底板02水平放置并在其上部四角位置竖直安装四根定位杆04;

[0044] 4.2) 将第一中间板A的四角位置匹配与该第一底板02上部的四根定位杆04的顶端对应安装;

[0045] 4.3) 在第一中间板A的上部四角位置各匹配安装一对移动工装01,该一对移动工装01彼此之间通过移动柱012和移动套013配合连接;

[0046] 4.4) 将第二中间板B的四角位置匹配对应与第一中间板A上部四角位置上的移动工装01的移动柱012匹配安装;

[0047] 4.5) 再在第二中间板B的上部四角位置各匹配安装一对移动工装01,该一对移动工装01彼此之间通过移动柱012和移动套013配合连接;

[0048] 4.6) 将第三中间板C的四角位置匹配对应与第二中间板B上部四角位置上的移动工装01的移动柱012匹配安装;

[0049] 4.7) 在第三中间板C的四角位置上部竖直安装四根定位杆04;

[0050] 4.8) 将第二底板03水平放置在该第三中间板C的四角位置处的四根定位杆04的顶端。

[0051] 5) 移动第二中间板B至原位置左下角1.5倍胞元位置处,对该点阵部件每个节点处的第一纤维杆1进行竖向编织,每个节点处第一纤维杆1竖向编织完成后,移动第二中间板B至原位置;

[0052] 6) 移动第二中间板B至原位置右下角1.5倍胞元位置处,对该点阵部件每个节点处的第二纤维杆2进行竖向编织,每个节点处第二纤维杆2竖向编织完成后,移动第二中间板B至原位置;

[0053] 7) 移动第二中间板B至原位置右上角1.5倍胞元位置处,对该点阵部件每个节点处的第三纤维杆3进行竖向编织,每个节点处第三纤维杆3竖向编织完成后,移动第二中间板B至原位置;

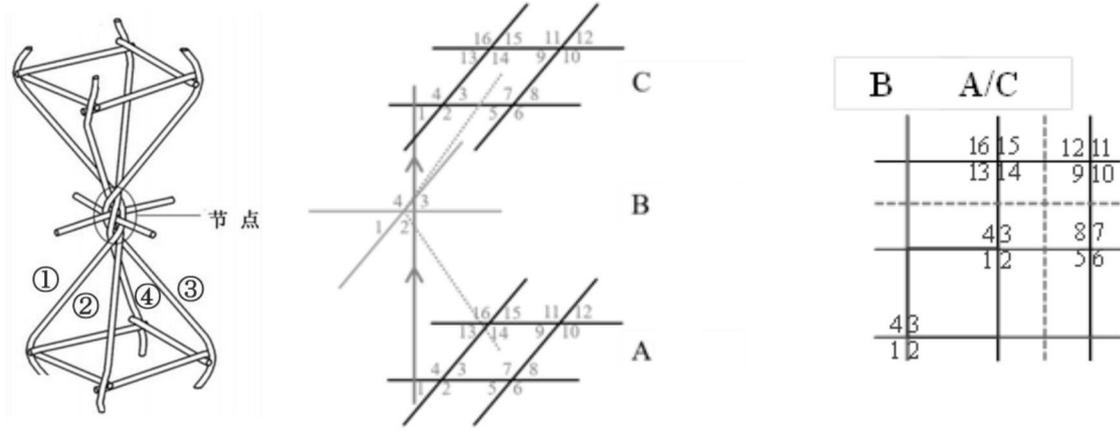
[0054] 8) 移动第二中间板B至原位置左上角1.5倍胞元位置处,对该点阵部件每个节点处的第四纤维杆4进行竖向编织,每个节点处第四纤维杆4竖向编织完成后,移动第二中间板B至原位置;

[0055] 9) 确认每个节点处的4根纤维杆都进行竖向编织完成后,固定四根纤维杆到第一底板02和第二底板03上;

[0056] 10) 对复合材料点阵采用酚醛树脂或者环氧树脂进行浸渍固化,并且去除移动工装01、第一底板02、第二底板03、该第一中间板A、该第二中间板B、该第三中间板C以及进行竖向排列用的定位杆04,得到满足设计要求的复合材料点阵结构。

[0057] 本发明构思合理,可以在不影响结构力学性能的前提下,提高复合材料点阵的成形效率,降低制造成本,不仅适用于平板型复合材料点阵,对曲面型复合材料点阵的制备也可以发挥作用。

[0058] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。



纤维杆缠绕顺序

新竖向穿插编织顺序和方向

穿插位置俯视图

图1

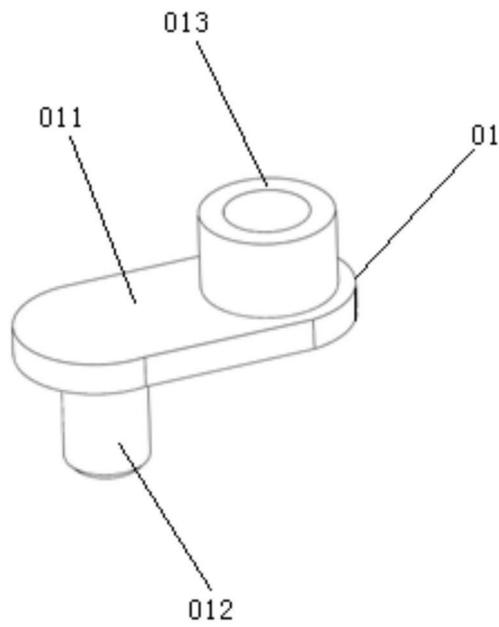


图2

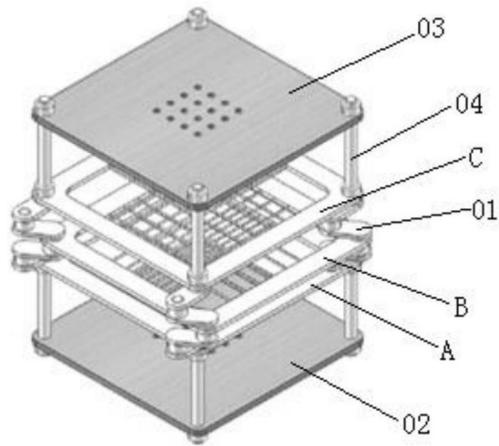


图3

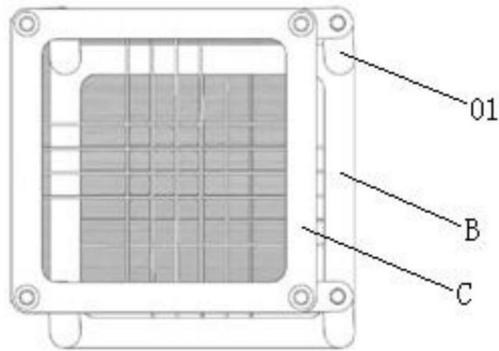


图4

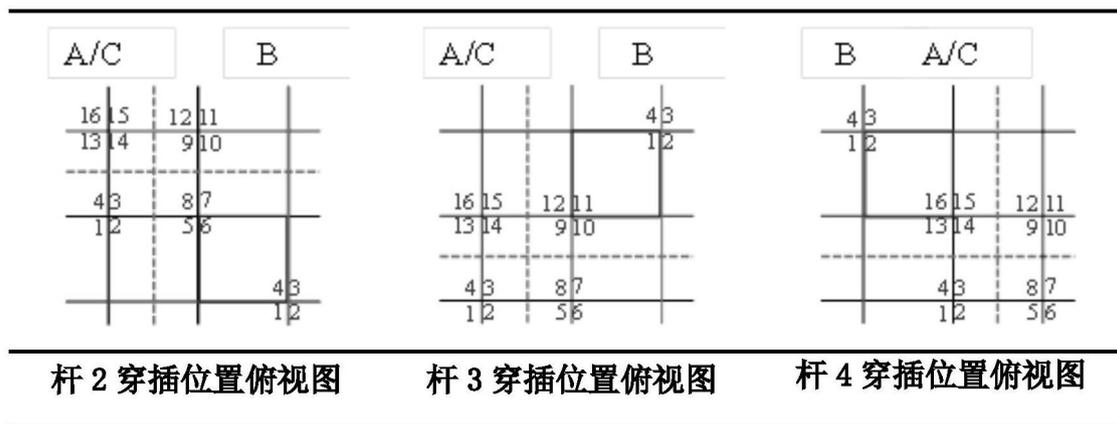


图5

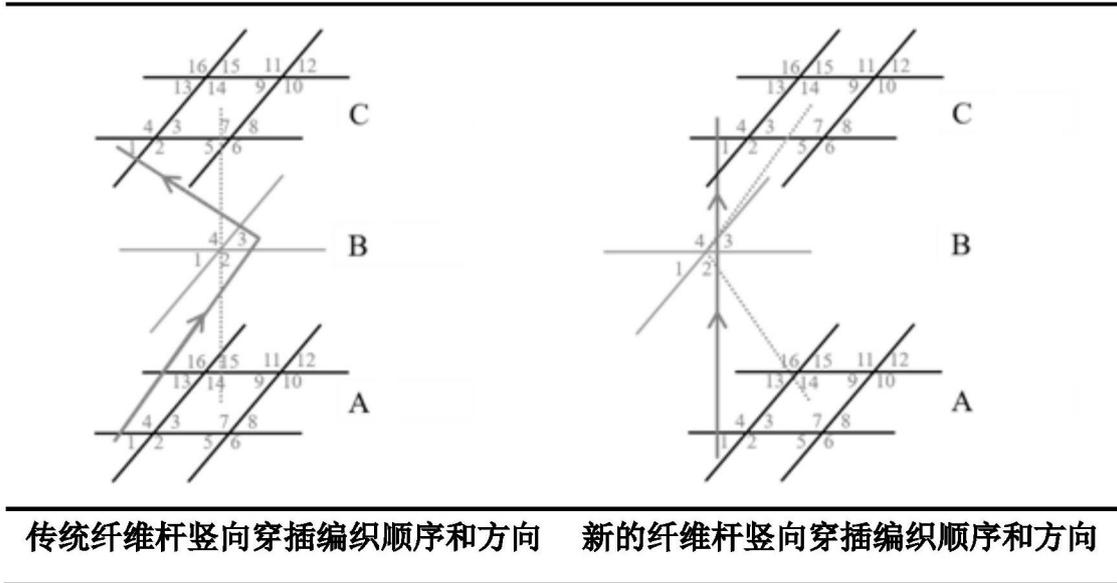


图6