



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107194079 B

(45) 授权公告日 2020.12.15

(21) 申请号 201710378361.3

(22) 申请日 2017.05.25

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107194079 A

(43) 申请公布日 2017.09.22

(73) 专利权人 中国商用飞机有限责任公司
地址 201210 上海市浦东新区张杨路25号
专利权人 中国商用飞机有限责任公司上海
飞机设计研究院

(72) 发明人 程攀 赵旸 谢萌 刘晓燕
于哲慧 汪君红 薛飞 俞金海
张淼 马涂亮 刘铁军

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100
代理人 丁晓峰

(51) Int.Cl.

G06F 30/15 (2020.01)

G06F 30/23 (2020.01)

G06F 119/14 (2020.01)

(56) 对比文件

CN 103699756 A, 2014.04.02

CN 105205293 A, 2015.12.30

CN 105512352 A, 2016.04.20

CN 104298804 A, 2015.01.21

CN 105183996 A, 2015.12.23

EP 3078586 A1, 2016.10.12

程兴华. 高超声速飞行器防热壁板气动热弹性耦合建模与分析.《中国博士学位论文全文数据库工程科技II辑》.2014,(第10期),C031-7.

审查员 游群霞

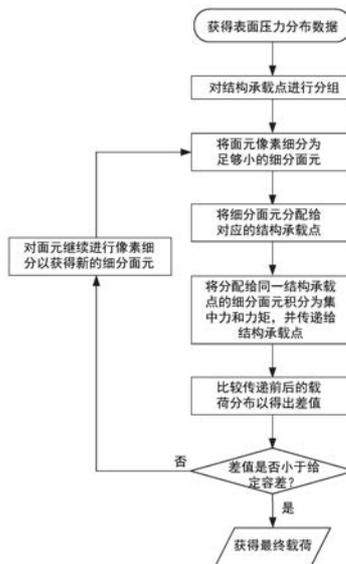
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

像素细分载荷传递方法和系统

(57) 摘要

本发明涉及像素细分载荷传递方法和系统。该像素细分载荷传递方法包括：获得表面压力分布数据，数据形式为面元及其对应的压力；将面元像素细分为足够小的细分面元；将细分面元分配给对应的结构承载点；将分配给同一结构承载点的细分面元积分为集中力和力矩，并传递给结构承载点；比较传递前后的载荷分布以得出差值，判断差值是否小于给定容差；倘若差值小于给定容差，则获得最终载荷；倘若差值大于或等于给定容差，则对面元继续进行像素细分，并重复后续步骤，直到获得最终载荷。本发明的像素细分载荷传递方法和系统能起到以下有益技术效果：实现将气动表面载荷传递到结构节点上，并且实现传递前后守恒性以及载荷分布的精确匹配。



1. 一种像素细分载荷传递方法,包括:

获得表面压力分布数据,数据形式为面元及其对应的压力;

将所述面元像素细分为足够小的细分面元,其中,所述像素细分是按照几何形心的像素化等分,等分数量取决于面元形状类型;

将所述细分面元分配给对应的结构承载点,其中,每个细分面元都分配给对应的结构承载点;

将分配给同一结构承载点的细分面元积分为集中力和力矩,并传递给结构承载点;

比较传递前后的载荷分布以得出差值,判断所述差值是否小于给定容差;

倘若所述差值小于给定容差,则获得最终载荷;

倘若所述差值大于或等于给定容差,则对面元继续进行像素细分,并重复后续步骤,直到获得最终载荷;

在将所述面元像素细分为足够小的细分面元之前,对结构承载点按距离就近原则分配部件分组。

2. 如权利要求1所述的像素细分载荷传递方法,其特征在于,所述表面压力分布数据通过计算流体力学分析或风洞试验获得。

3. 一种像素细分载荷传递系统,包括:

数据获得模块,所述数据获得模块构造成获得表面压力分布数据,数据形式为面元及其对应的压力;

像素细分模块,所述像素细分模块构造成将所述面元像素细分为足够小的细分面元,其中,所述像素细分是按照几何形心的像素化等分,等分数量取决于面元形状类型;

面元分配模块,所述面元分配模块构造成将所述细分面元分配给对应的结构承载点,其中,每个细分面元都分配给对应的结构承载点;

积分传递模块,所述积分传递模块构造成将分配给同一结构承载点的细分面元积分为集中力和力矩,并传递给结构承载点;

比较判断模块,所述比较判断模块构造成比较传递前后的载荷分布以得出差值,判断所述差值是否小于给定容差;倘若所述差值小于给定容差,则获得最终载荷;倘若所述差值大于或等于给定容差,则使用所述像素细分模块、面元分配模块和对积分传递模块对面元继续处理,直到获得最终载荷;

结构承载点分组模块,所述结构承载点分组模块构造成:在将所述面元像素细分为足够小的细分面元之前,对结构承载点按距离就近原则分配部件分组。

4. 如权利要求3所述的像素细分载荷传递系统,其特征在于,所述表面压力分布数据通过计算流体力学分析或风洞试验获得。

像素细分载荷传递方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及像素细分载荷传递方法和系统,属于飞机气动弹性领域。

背景技术

[0002] 在涉及到外形接受流体动力压力同时内部存在结构承载的产品设计前,需要评估内部结构各种可能承受的来自外部流体动力学载荷。飞机是该类型产品中的一种。

[0003] 对外部流体动力学进行计算流体力学评估通常采用计算流体力学分析或者风洞试验模型,形成用于流体力学分析的网格。每个网格单元上保存有力数据。

[0004] 对内部结构进行结构动力学建模,形成结构有限元模型。结构有限元的形式与流体力学分析使用的网格完全不匹配。载荷传递的作用是将气动面元上的力转换为结构有限元节点上的力,要求在转换前后保证力和力矩守恒,力和力矩分布保持基本一致。

[0005] 现有载荷传递过程中通常有如下几种方法。

[0006] 一、映射方法:按空间位置自动匹配结构单元和气动单元进行传递,缺点是对于结构和气动力界面网格差异较大时,难以保证能量守恒。

[0007] 二、插值方法:将全部结构单元和气动单元参与三维插值,自动化程度较高,在边界载荷传递过程中可以保证能量守恒,缺点是对于大展弦比飞机机翼的情况,难以保证力矩分布在传递前后保持一致。该方法可采用分区方法提高传递前后的一致性,但是在机翼上存在较多活动面时,难以仅仅通过平面分割进行部件载荷传递。

发明内容

[0008] 本发明的一个目的在于,克服现有载荷传递方法和系统的上述缺陷,提供一种新的载荷传递方法和系统,实现将气动表面载荷传递到结构节点上,并且实现传递前后守恒性以及载荷分布的精确匹配。

[0009] 本发明的以上目的通过一种像素细分载荷传递方法来实现,该像素细分载荷传递方法包括:

[0010] 获得表面压力分布数据,数据形式为面元及其对应的压力;

[0011] 将所述面元像素细分为足够小的细分面元;

[0012] 将所述细分面元分配给对应的结构承载点;

[0013] 将分配给同一结构承载点的细分面元积分为集中力和力矩,并传递给结构承载点;

[0014] 比较传递前后的载荷分布以得出差值,判断所述差值是否小于给定容差;

[0015] 倘若所述差值小于给定容差,则获得最终载荷;

[0016] 倘若所述差值大于或等于给定容差,则对面元继续进行像素细分,并重复后续步骤,直到获得最终载荷。

[0017] 根据上述技术方案,本发明的像素细分载荷传递方法能起到以下有益技术效果:实现将气动表面载荷传递到结构节点上,并且实现传递前后守恒性以及载荷分布的精确匹

配。

[0018] 较佳的是,所述表面压力分布数据通过计算流体力学分析或风洞试验获得。

[0019] 较佳的是,所述像素细分是按照几何形心的像素化等分。

[0020] 较佳的是,每个细分面元都分配给对应的结构承载点。

[0021] 较佳的是,像素细分载荷传递方法还包括:在将所述面元像素细分为足够小的细分面元之前,对结构承载点进行分组。

[0022] 本发明的以上目的还通过一种像素细分载荷传递系统来实现,该像素细分载荷传递系统包括:

[0023] 数据获得模块,所述数据获得模块构造成获得表面压力分布数据,数据形式为面元及其对应的压力;

[0024] 像素细分模块,所述像素细分模块构造成将所述面元像素细分为足够小的细分面元;

[0025] 面元分配模块,所述面元分配模块构造成将所述细分面元分配给对应的结构承载点;

[0026] 积分传递模块,所述积分传递模块构造成将分配给同一结构承载点的细分面元积分为集中力和力矩,并传递给结构承载点;

[0027] 比较判断模块,所述比较判断模块构造成比较传递前后的载荷分布以得出差值,判断所述差值是否小于给定容差;倘若所述差值小于给定容差,则获得最终载荷;倘若所述差值大于或等于给定容差,则使用所述像素细分模块、面元分配模块和对积分传递模块对面元继续处理,直到获得最终载荷。

[0028] 根据上述技术方案,本发明的像素细分载荷传递系统能起到以下有益技术效果:实现将气动表面载荷传递到结构节点上,并且实现传递前后守恒性以及载荷分布的精确匹配。

[0029] 较佳的是,所述表面压力分布数据通过计算流体力学分析或风洞试验获得。

[0030] 较佳的是,所述像素细分是按照几何形心的像素化等分。

[0031] 较佳的是,所述面元分配模块构造成将每个细分面元都分配给对应的结构承载点。

[0032] 较佳的是,像素细分载荷传递系统还包括结构承载点分组模块,所述结构承载点分组模块构造成:在将所述面元像素细分为足够小的细分面元之前,对结构承载点进行分组。

附图说明

[0033] 图1是本发明一实施例的像素细分载荷传递方法的流程图。

[0034] 图2是本发明一实施例的像素细分载荷传递系统的示意图。

[0035] 图3是本发明一实施例的机翼机构和气动外形的示意图。

[0036] 图4是本发明一实施例的像素细分载荷传递方法的分组匹配关系的示意图。

[0037] 图5是本发明一实施例的像素细分载荷传递方法的像素细分示意图。

[0038] 附图标记列表

[0039] 1、缝翼气动面

- [0040] 2、襟翼气动面
- [0041] 3、主翼气动面
- [0042] 4、缝翼结构部件
- [0043] 5、襟翼结构部件
- [0044] 6、主翼结构部件
- [0045] D、分配箭头

具体实施方式

[0046] 以下将描述本发明的具体实施方式,需要指出的是,在这些实施方式的具体描述过程中,为了进行简明扼要的描述,本说明书不可能对实际的实施方式的所有特征均作详尽的描述。应当可以理解的是,在任意一种实施方式的实际实施过程中,正如在任意一个工程项目或者设计项目的过程中,为了实现开发者的具体目标,为了满足系统相关的或者商业相关的限制,常常会做出各种各样的具体决策,而这也会从一种实施方式到另一种实施方式之间发生改变。此外,还可以理解的是,虽然这种开发过程中所作出的努力可能是复杂并且冗长的,然而对于与本发明公开的内容相关的本领域的普通技术人员而言,在本公开揭露的技术内容的基础上进行的一些设计、制造或者生产等变更只是常规的技术手段,不应当理解为本公开的内容不充分。

[0047] 除非另作定义,权利要求书和说明书中使用的技术术语或者科学术语应当为本发明所属技术领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本发明专利申请说明书以及权利要求书中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性,而只是用来区分不同的组成部分。“一个”或者“一”等类似词语并不表示数量限制,而是表示存在至少一个。“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现在“包括”或者“包含”前面的元件或者物件涵盖出现在“包括”或者“包含”后面列举的元件或者物件及其等同元件,并不排除其他元件或者物件。“连接”或者“相连”等类似的词语并非限定于物理的或者机械的连接,也不限于是直接的还是间接的连接。

[0048] 图1是本发明一实施例的像素细分载荷传递方法的流程图。图2是本发明一实施例的像素细分载荷传递系统的示意图。图3是本发明一实施例的机翼机构和气动外形的示意图。图4是本发明一实施例的像素细分载荷传递方法的分组匹配关系的示意图。图5是本发明一实施例的像素细分载荷传递方法的像素细分示意图。

[0049] 如图1所示,根据本发明的像素细分载荷传递方法包括:

[0050] 获得表面压力分布数据,数据形式为面元及其对应的压力;

[0051] 将面元像素细分为足够小的细分面元;

[0052] 将细分面元分配给对应的结构承载点;

[0053] 将分配给同一结构承载点的细分面元积分为集中力和力矩,并传递给结构承载点;

[0054] 比较传递前后的载荷分布以得出差值,判断差值是否小于给定容差;

[0055] 倘若差值小于给定容差,则获得最终载荷;

[0056] 倘若差值大于或等于给定容差,则对面元继续进行像素细分,并重复后续步骤,直到获得最终载荷。

[0057] 这样,本发明的像素细分载荷传递方法能实现将气动表面载荷传递到结构节点上,并且实现传递前后守恒性以及载荷分布的精确匹配。

[0058] 较佳的是,表面压力分布数据通过计算流体力学分析或风洞试验获得。

[0059] 较佳的是,像素细分是按照几何形心的像素化等分。等分数量取决于面元形状类型。

[0060] 较佳的是,每个细分面元都分配给对应的结构承载点。即,不能漏掉任何一个细分面元不参加载荷传递。

[0061] 较佳的是,像素细分载荷传递方法还包括:在将面元像素细分为足够小的细分面元之前,对结构承载点进行分组。

[0062] 如图2所示,根据本发明的像素细分载荷传递系统包括:

[0063] 数据获得模块,数据获得模块构造成获得表面压力分布数据,数据形式为面元及其对应的压力;

[0064] 像素细分模块,像素细分模块构造成将面元像素细分为足够小的细分面元;

[0065] 面元分配模块,面元分配模块构造成将细分面元分配给对应的结构承载点;

[0066] 积分传递模块,积分传递模块构造成将分配给同一结构承载点的细分面元积分为集中力和力矩,并传递给结构承载点;

[0067] 比较判断模块,比较判断模块构造成比较传递前后的载荷分布以得出差值,判断差值是否小于给定容差;倘若差值小于给定容差,则获得最终载荷;倘若差值大于或等于给定容差,则使用像素细分模块、面元分配模块和对积分传递模块对面元继续处理,直到获得最终载荷。

[0068] 这样,本发明的像素细分载荷传递系统能实现将气动表面载荷传递到结构节点上,并且实现传递前后守恒性以及载荷分布的精确匹配。

[0069] 较佳的是,表面压力分布数据通过计算流体力学分析或风洞试验获得。

[0070] 较佳的是,像素细分是按照几何形心的像素化等分。

[0071] 较佳的是,面元分配模块构造成将每个细分面元都分配给对应的结构承载点。

[0072] 较佳的是,本发明的像素细分载荷传递系统还包括结构承载点分组模块,结构承载点分组模块构造成:在将面元像素细分为足够小的细分面元之前,对结构承载点进行分组。

[0073] 本发明的像素细分载荷传递方法和系统可用于气动表面压力转换为结构载荷,可以用于气动弹性的分析。

[0074] 一般插值方法在载荷传递上具有一定的误差,即使通过平面分割后再进行插值,将插值关系限制在了一个较小的范围内,将插值的整体误差变为较小的局部误差,整体上减小了误差。但是仍然存在局部误差。

[0075] 本发明的像素细分载荷传递方法和系统可以保持插值方法所具有的守恒性和易于实现的优点的同时,消除了插值方法在局部载荷分布吻合效果不佳的问题。

[0076] 同时,本发明的像素细分载荷传递方法和系统不再对区域产生限制,区域可以是三维空间中任意承载点的集合,并且无需定义分割平面,减少了人工干预,提高了自动化。

[0077] 下面以机翼机构的载荷传递为例,具体说明了本发明的像素细分载荷传递方法和系统。首先,如图3所示,对机翼结构和气动外形进行建模,机翼结构和气动外形示意如图3

所示。机翼气动外形包括：缝翼气动面1、襟翼气动面2、主翼气动面3。相应的结构部件包括：缝翼结构部件4、襟翼结构部件5、主翼结构部件6。

[0078] 如图4所示，初始载荷传递过程中，初始气动面元分组按照与结构部件承载点以就近原则按照对应分配箭头D的匹配关系分配。若传递前后载荷分布的差值不满足要求（即，若差值大于或等于给定容差），则对较大的面元进行像素细分。

[0079] 如图5所示，假设某一面元需要分裂，存在两个部件分组分别为A组和B组。初始分配给了A组。在像素细分后，等分为4等分，从而原面元分裂为4个小面元。再次对4个面元重新按距离就近原则分配部件分组。4个面元中有1个面元分给了A组，3个面元分给了B组。再次进行载荷传递，若传递前后的载荷分布的差值仍不满足要求，则对面元继续细分，重复前述过程，直至满足要求（即，差值小于给定容差，获得最终载荷）。

[0080] 与现有技术一般的插值方法相比，本发明的像素细分载荷传递方法和系统有如下优点：

[0081] 保证了传递前后的载荷守恒性和分布一致性；

[0082] 能够处理任意几何形状的结构部件和气动外形的载荷传递；

[0083] 通过像素细分提高了传递准确度，实现精确匹配。

[0084] 上面已经描述了一些示例性实施例。然而，应该理解的是，可以做出各种修改。例如，如果所描述的技术以不同的顺序执行和/或如果所描述的系统、架构、设备或电路中的组件以不同方式被组合和/或被另外的组件或其等同物替代或补充，则可以实现合适的结果。相应地，其他实施方式也落入权利要求的保护范围内。

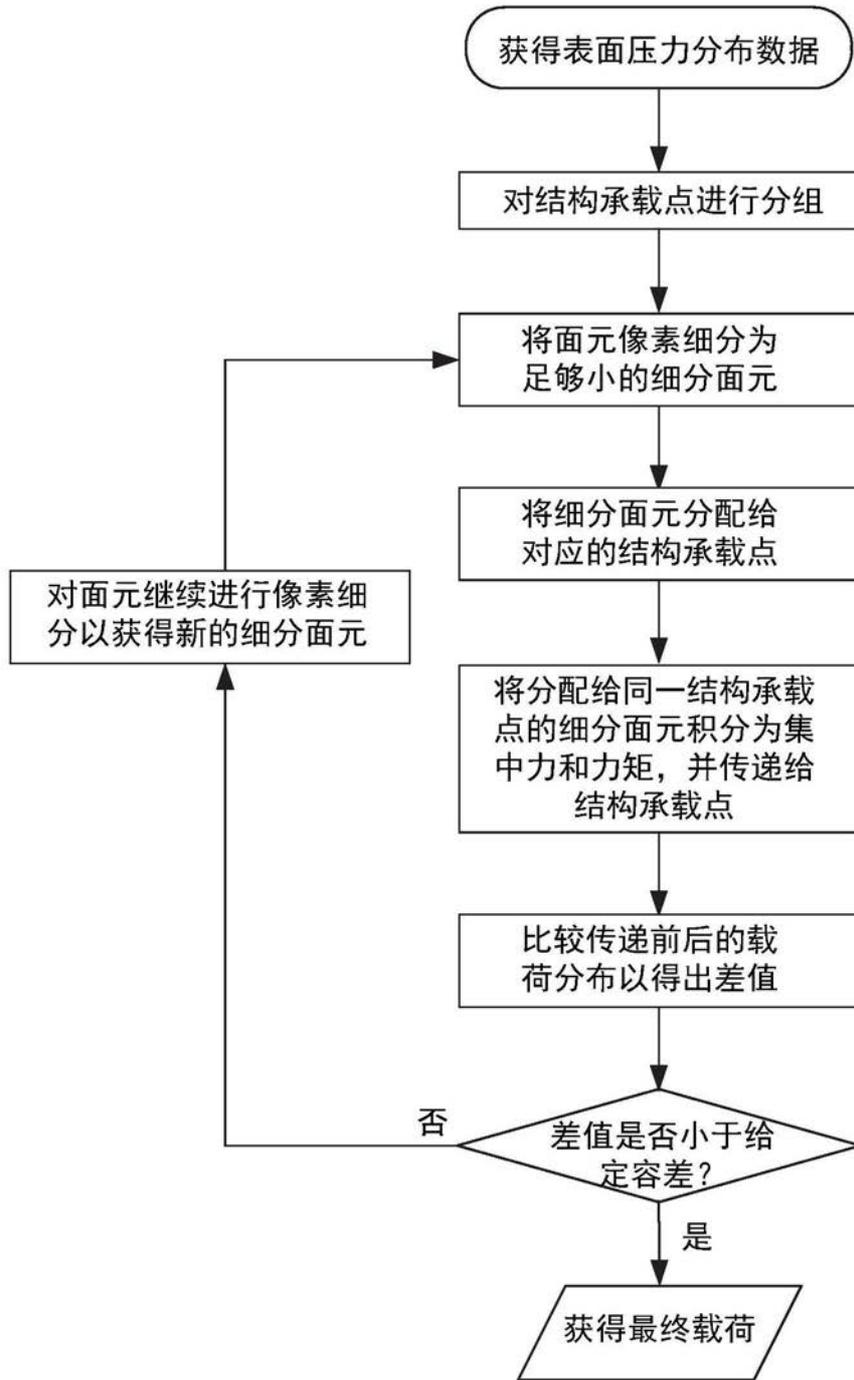


图1

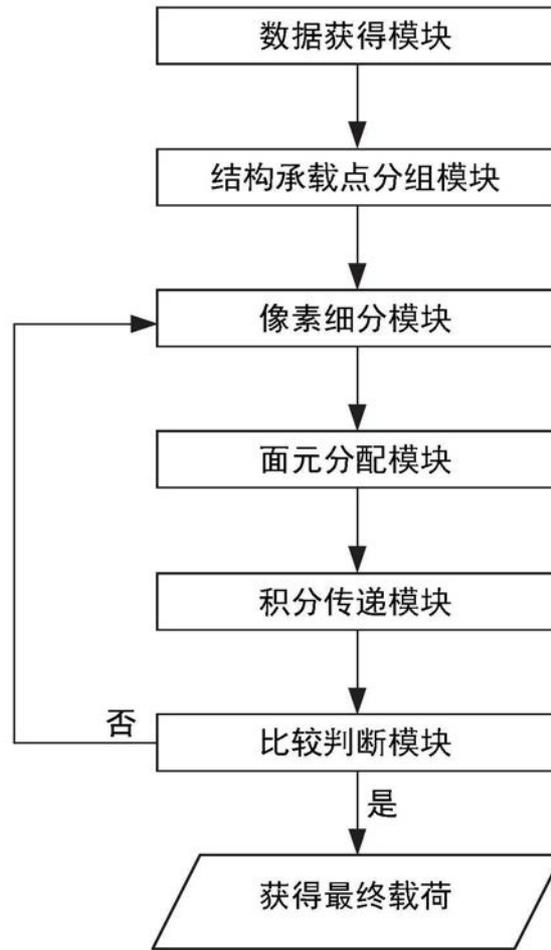


图2

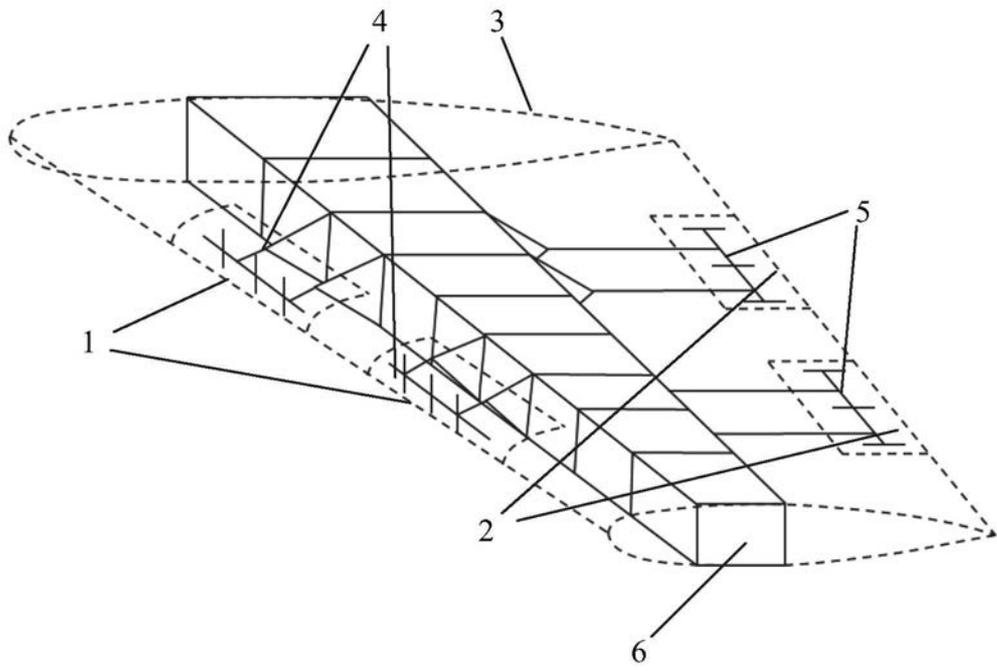


图3

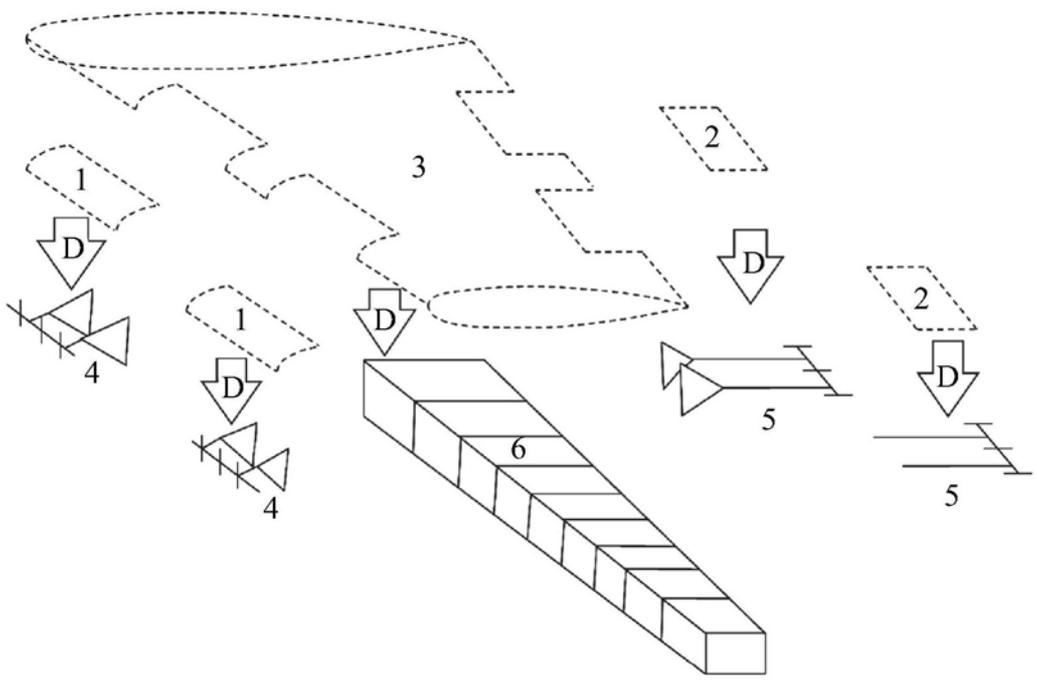


图4

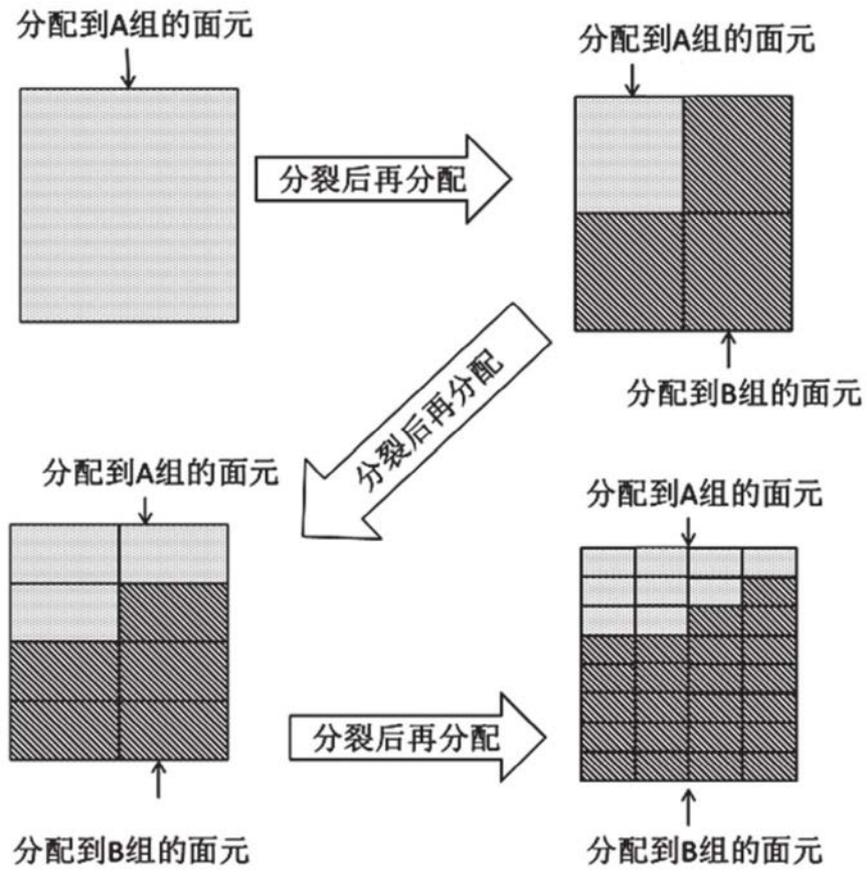


图5