



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113886982 A

(43) 申请公布日 2022.01.04

(21) 申请号 202111115520.3

G06F 119/14 (2020.01)

(22) 申请日 2021.09.23

(71) 申请人 中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所

地址 710089 陕西省西安市阎良区人民东路1号

(72) 发明人 殷黎 冯雅璐 王锦丽

(74) 专利代理机构 北京航信高科知识产权代理事务所(普通合伙) 11526

代理人 刘传准

(51) Int. Cl.

G06F 30/17 (2020.01)

G06F 30/23 (2020.01)

G06F 111/10 (2020.01)

G06F 111/04 (2020.01)

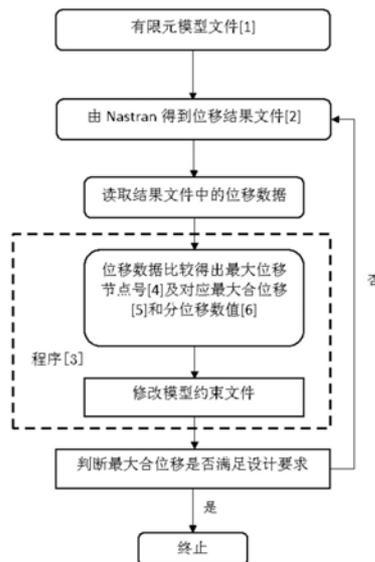
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于Isight优化平台的超静定约束方案寻优方法及装置

(57) 摘要

本申请属于结构静强度设计技术领域,特别涉及一种基于Isight优化平台的超静定约束方案寻优方法及装置。该方法包括:步骤S1、获取Nastran输出的位移结果文件;步骤S2、确定位移结果文件中合位移最大所对应的节点为约束节点;步骤S3、确定约束节点中最大的分位移及其所对应的方向;步骤S4、将该约束节点的最大的分位移及其所对应的方向作为约束力及约束力方向,获取包含约束节点、约束力及约束方向的约束调节文件;步骤S5、基于约束调节文件修正有限元模型文件,并返回步骤S1,循环迭代,直至位移结果文件中的位移值少于设定值。本申请在满足用户指定位移条件下,搜索最优超静定约束方案,并实现自动化约束寻优,大大提高了超静定约束方案寻优的工作效率。



1. 一种基于Isight优化平台的超静定约束方案寻优方法,其特征在于,包括:

步骤S1、获取Nastran输出的基于有限元模型文件计算的位移结果文件,所述位移结果文件中记载了各个节点的不同方向的位移值;

步骤S2、确定所述位移结果文件中合位移最大所对应的节点为约束节点,各节点的合位移是指该节点的多个分位移的矢量和;

步骤S3、确定所述约束节点中最大的分位移及其所对应的方向;

步骤S4、将该约束节点的最大的分位移及其所对应的方向作为约束力及约束力方向,获取包含约束节点、约束力及约束方向的约束调节文件;

步骤S5、基于所述约束调节文件修正有限元模型文件,并返回步骤S1,循环迭代,直至位移结果文件中的位移值少于设定值。

2. 如权利要求1所述的基于Isight优化平台的超静定约束方案寻优方法,其特征在于,所述超静定约束方案寻优方法在Isight平台中进行搭建,采用Fortran语言编写。

3. 如权利要求1所述的基于Isight优化平台的超静定约束方案寻优方法,其特征在于,所述有限元模型文件记载了由细网格模型构建的结构有限元模型。

4. 如权利要求1所述的基于Isight优化平台的超静定约束方案寻优方法,其特征在于,步骤S2进一步包括:

步骤S21、读取所述位移结果文件中的第一行节点号及对应的位移数据,由节点号变量记录该行的节点编号,计算该节点处各方向的合位移数值,将当前节点号赋值给最大位移节点号变量,将合位移数值赋值给最大合位移变量、各分位移变量赋值给各最大分位移变量;

步骤S22、继续读取所述位移结果文件中的后续行的新的节点号及位移数据,计算新节点的各方向的合位移数值,与最大合位移变量中的数值进行比较,若新的的合位移数值较大,则将该新的节点号、计算得出的合位移和读取的分位移分别赋值给最大位移节点号变量、最大位移节点号变量及各最大分位移变量;否则继续读取下一行数据,直至所述位移结果文件中所有行的位移数据全部处理完。

5. 如权利要求4所述的基于Isight优化平台的超静定约束方案寻优方法,其特征在于,所述各方向的合位移数值至少包括航向、侧向、垂向位移数值。

6. 一种基于Isight优化平台的超静定约束方案寻优装置,其特征在于,包括:

位移值获取模块,用于获取Nastran输出的基于有限元模型文件计算的位移结果文件,所述位移结果文件中记载了各个节点的不同方向的位移值;

最大合位移计算模块,用于确定所述位移结果文件中合位移最大所对应的节点为约束节点,各节点的合位移是指该节点的多个分位移的矢量和;

最大分位移计算模块,用于确定所述约束节点中最大的分位移及其所对应的方向;

约束调节文件获取模块,用于将该约束节点的最大的分位移及其所对应的方向作为约束力及约束力方向,获取包含约束节点、约束力及约束方向的约束调节文件;

循环迭代模块,用于基于所述约束调节文件修正有限元模型文件,并通过所述位移值获取模块重新获取位移结果文件,循环迭代,直至位移结果文件中的位移值少于设定值。

7. 如权利要求6所述的基于Isight优化平台的超静定约束方案寻优装置,其特征在于,所述超静定约束方案寻优方法在Isight平台中进行搭建,采用Fortran语言编写。

8. 如权利要求6所述的基于Isight优化平台的超静定约束方案寻优装置,其特征在于,所述有限元模型文件记载了由细网格模型构建的结构有限元模型。

9. 如权利要求6所述的基于Isight优化平台的超静定约束方案寻优装置,其特征在于,所述最大合位移计算模块包括:

赋值单元,用于读取所述位移结果文件中的第一行节点号及对应的位移数据,由节点号变量记录该行的节点编号,计算该节点处各方向的合位移数值,将当前节点号赋值给最大位移节点号变量,将合位移数值赋值给最大合位移变量、各分位移变量赋值给各最大分位移变量;

比较单元,用于继续读取所述位移结果文件中的后续行的新的节点号及位移数据,计算新节点的各方向的合位移数值,与最大合位移变量中的数值进行比较,若新的的合位移数值较大,则将该新的节点号、计算得出的合位移和读取的分位移分别赋值给最大位移节点号变量、最大位移节点号变量及各最大分位移变量;否则继续读取下一行数据,直至所述位移结果文件中所有行的位移数据全部处理完。

10. 如权利要求9所述的基于Isight优化平台的超静定约束方案寻优装置,其特征在于,所述各方向的合位移数值至少包括航向、侧向、垂向位移数值。

## 一种基于Isight优化平台的超静定约束方案寻优方法及装置

### 技术领域

[0001] 本申请属于结构静强度设计技术领域,特别涉及一种基于Isight优化平台的超静定约束方案寻优方法及装置。

### 背景技术

[0002] 在高刚度结构初步方案设计阶段,其约束方案往往无法直接给出,需要借助优化设计手段完成方案的给出。通常静定约束方案较难满足给出的位移指标,会造成结构的位移过大,若通过提高结构刚度来满足位移指标,则会造成重量代价过大。

[0003] 现有技术中,在进行超静定约束方案求解时,需要分步手动实现位移求解、最大位移挑选、约束设定的工作,其效率低下,时间成本高,且容易出错,不利于约束方案的设计提出。

### 发明内容

[0004] 为提高超静定约束方案的设计精度与效率,本发明基于Isight平台建立了超静定约束方案寻优算法,将超静定约束方案寻优计算程序嵌入其中,实现自动循环计算。

[0005] 本申请第一方面,提供了一种基于Isight优化平台的超静定约束方案寻优方法,主要包括:

[0006] 步骤S1、获取Nastran输出的基于有限元模型文件计算的位移结果文件,所述位移结果文件中记载了各个节点的不同方向的位移值;

[0007] 步骤S2、确定所述位移结果文件中合位移最大所对应的节点为约束节点,各节点的合位移是指该节点的多个分位移的矢量和;

[0008] 步骤S3、确定所述约束节点中最大的分位移及其所对应的方向;

[0009] 步骤S4、将该约束节点的最大的分位移及其所对应的方向作为约束力及约束力方向,获取包含约束节点、约束力及约束方向的约束调节文件;

[0010] 步骤S5、基于所述约束调节文件修正有限元模型文件,并返回步骤S1,循环迭代,直至位移结果文件中的位移值少于设定值。

[0011] 优选的是,所述超静定约束方案寻优方法在Isight平台中进行搭建,采用Fortran语言编写。

[0012] 优选的是,所述有限元模型文件记载了由细网格模型构建的结构有限元模型。

[0013] 优选的是,步骤S2进一步包括:

[0014] 步骤S21、读取所述位移结果文件中的第一行节点号及对应的位移数据,由节点号变量记录该行的节点编号,计算该节点处各方向的合位移数值,将当前节点号赋值给最大位移节点号变量,将合位移数值赋值给最大合位移变量、各分位移变量赋值给各最大分位移变量;

[0015] 步骤S22、继续读取所述位移结果文件中的后续行的新的节点号及位移数据,计算新节点的各方向的合位移数值,与最大合位移变量中的数值进行比较,若新的的合位移数

值较大,则将该新的节点号、计算得出的合位移和读取的分位移分别赋值给最大位移节点号变量、最大位移节点号变量及各最大分位移变量;否则继续读取下一行数据,直至所述位移结果文件中所有行的位移数据全部处理完。

[0016] 优选的是,所述各方向的合位移数值至少包括航向、侧向、垂向位移数值。

[0017] 本申请第二方面提供了一种基于Isight优化平台的超静定约束方案寻优装置,主要包括:

[0018] 位移值获取模块,用于获取Nastran输出的基于有限元模型文件计算的位移结果文件,所述位移结果文件中记载了各个节点的不同方向的位移值;

[0019] 最大合位移计算模块,用于确定所述位移结果文件中合位移最大所对应的节点为约束节点,各节点的合位移是指该节点的多个分位移的矢量和;

[0020] 最大分位移计算模块,用于确定所述约束节点中最大的分位移及其所对应的方向;

[0021] 约束调节文件获取模块,用于将该约束节点的最大的分位移及其所对应的方向作为约束力及约束力方向,获取包含约束节点、约束力及约束方向的约束调节文件;

[0022] 循环迭代模块,用于基于所述约束调节文件修正有限元模型文件,并通过所述位移值获取模块重新获取位移结果文件,循环迭代,直至位移结果文件中的位移值少于设定值。

[0023] 优选的是,所述超静定约束方案寻优方法在Isight平台中进行搭建,采用Fortran语言编写。

[0024] 优选的是,所述有限元模型文件记载了由细网格模型构建的结构有限元模型。

[0025] 优选的是,所述最大合位移计算模块包括:

[0026] 赋值单元,用于读取所述位移结果文件中的第一行节点号及对应的位移数据,由节点号变量记录该行的节点编号,计算该节点处各方向的合位移数值,将当前节点号赋值给最大位移节点号变量,将合位移数值赋值给最大合位移变量、各分位移变量赋值给各最大分位移变量;

[0027] 比较单元,用于继续读取所述位移结果文件中的后续行的新的节点号及位移数据,计算新节点的各方向的合位移数值,与最大合位移变量中的数值进行比较,若新的的合位移数值较大,则将该新的节点号、计算得出的合位移和读取的分位移分别赋值给最大位移节点号变量、最大位移节点号变量及各最大分位移变量;否则继续读取下一行数据,直至所述位移结果文件中所有行的位移数据全部处理完。

[0028] 优选的是,所述各方向的合位移数值至少包括航向、侧向、垂向位移数值。

[0029] 本申请在满足用户指定位移条件下,搜索最优超静定约束方案,并实现自动化约束寻优,大大提高了超静定约束方案寻优的工作效率。

## 附图说明

[0030] 图1是本申请基于Isight优化平台的超静定约束方案寻优方法的流程图。

## 具体实施方式

[0031] 为使本申请实施的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本申请实施方式

中的附图,对本申请实施方式中的技术方案进行更加详细的描述。在附图中,自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。所描述的实施方式是本申请一部分实施方式,而不是全部的实施方式。下面通过参考附图描述的实施方式是示例性的,旨在用于解释本申请,而不能理解为对本申请的限制。基于本申请中的实施方式,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施方式,都属于本申请保护的范围。下面结合附图对本申请的实施方式进行详细说明。

[0032] 本申请第一方面提供了一种基于Isight优化平台的超静定约束方案寻优方法,如图1所示,主要包括:

[0033] 步骤S1、获取Nastran输出的基于有限元模型文件计算的位移结果文件,所述位移结果文件中记载了各个节点的不同方向的位移值;

[0034] 步骤S2、确定所述位移结果文件中合位移最大所对应的节点为约束节点,各节点的合位移是指该节点的多个分位移的矢量和;

[0035] 步骤S3、确定所述约束节点中最大的分位移及其所对应的方向;

[0036] 步骤S4、将该约束节点的最大的分位移及其所对应的方向作为约束力及约束力方向,获取包含约束节点、约束力及约束方向的约束调节文件;

[0037] 步骤S5、基于所述约束调节文件修正有限元模型文件,并返回步骤S1,循环迭代,直至位移结果文件中的位移值少于设定值。

[0038] 本申请主要包含Isight优化平台、Nastran线性计算程序及自编的Fortran约束点寻优程序三个部分。使用该寻优算法,可实现线性分析位移结果的对比,自动确定下一步的约束点位置及约束方向,并完成约束的自动添加。该算法在满足用户指定位移条件下,搜索最优超静定约束方案,并实现自动化约束寻优,大大提高了超静定约束方案寻优的工作效率。

[0039] 本申请的结构细化有限元模型为细网格模型。Fortran约束寻优程序为使用Fortran语言编写的约束寻优程序,对位移结果文件f06中的所有节点的三向位移进行对比分析,得出最大位移对应的节点及对应的最大位移方向,并在模型中的约束文件中增加该节点所对应的约束方向。自动约束寻优循环程式架构在Isight平台中进行搭建,架构实现自动循环计算,直至位移结果满足设计要求。

[0040] 在一些可选实施方式中,步骤S2进一步包括:

[0041] 首先,约束寻优计算程序[3]读取run.f06[2]文件中的第一行节点号及对应的位移数据,由节点号变量记录该行的节点编号,并用3个分位移变量记录节点的航向、侧向、垂向位移数值,并计算3个方向的合位移数值,将当前节点号赋值给最大位移节点号变量[4],将合位移数值赋值给最大合位移变量[5]、3个分位移变量赋值给3个最大分位移变量[6];

[0042] 之后,程序[3]读取run.f06[2]文件后续行的位移数据,计算3个方向的合位移数值,与上述步骤中的合位移最大值变量[4]进行比较大小,若该步骤得出的合位移数值较大,则将该步骤记录的节点编号、计算得出的合位移和读取的分位移及赋值分别给最大位移节点号变量[4]、最大位移节点号变量[5]及3个最大分位移变量[6];若该步骤得出的合位移数值较小或相等,则重复本步骤直至整个run.f06[2]文件被读取-比较完毕。

[0043] 在步骤S3中,结束整个run.f06[2]文件的读取-比较操作后,得到了最大位移节点号变量[4]及最大合位移变量[5]、3个最大分位移变量[6];对3个最大分位移变量进行最大

值比较,得出分位移的最大值和最大值所对应的方向;之后根据上述步骤计算得出的最大位移节点号[4]及最大值所对应的方向,在模型约束文件中进行约束的定义(增加最大位移节点号处对应最大分位移对应方向上的约束);最后,对最大合位移变量[5]进行判断,如满足位移设计要求,则终止计算,如不满足,则重复上述步骤。

[0044] 本申请在满足用户指定位移条件下,搜索最优超静定约束方案,并实现自动化约束寻优,大大提高了超静定约束方案寻优的工作效率。

[0045] 本申请第二方面提供了一种与上述方法对应的基于Isight优化平台的超静定约束方案寻优装置,主要包括:位移值获取模块,用于获取Nastran输出的基于有限元模型文件计算的位移结果文件,所述位移结果文件中记载了各个节点的不同方向的位移值;最大合位移计算模块,用于确定所述位移结果文件中合位移最大所对应的节点为约束节点,各节点的合位移是指该节点的多个分位移的矢量和;最大分位移计算模块,用于确定所述约束节点中最大的分位移及其所对应的方向;约束调节文件获取模块,用于将该约束节点的最大分位移及其所对应的方向作为约束力及约束力方向,获取包含约束节点、约束力及约束方向的约束调节文件;循环迭代模块,用于基于所述约束调节文件修正有限元模型文件,并通过所述位移值获取模块重新获取位移结果文件,循环迭代,直至位移结果文件中的位移值少于设定值。

[0046] 在一些可选实施方式中,所述超静定约束方案寻优方法在Isight平台中进行搭建,采用Fortran语言编写。

[0047] 在一些可选实施方式中,所述有限元模型文件记载了由细网格模型构建的结构有限元模型。

[0048] 在一些可选实施方式中,所述最大合位移计算模块包括:赋值单元,用于读取所述位移结果文件中的第一行节点号及对应的位移数据,由节点号变量记录该行的节点编号,计算该节点处各方向的合位移数值,将当前节点号赋值给最大位移节点号变量,将合位移数值赋值给最大合位移变量、各分位移变量赋值给各最大分位移变量;比较单元,用于继续读取所述位移结果文件中的后续行的新的节点号及位移数据,计算新节点的各方向的合位移数值,与最大合位移变量中的数值进行比较,若新的的合位移数值较大,则将该新的节点号、计算得出的合位移和读取的分位移分别赋值给最大位移节点号变量、最大位移节点号变量及各最大分位移变量;否则继续读取下一行数据,直至所述位移结果文件中所有行的位移数据全部处理完。

[0049] 在一些可选实施方式中,所述各方向的合位移数值至少包括航向、侧向、垂向位移数值。

[0050] 以上所述,仅为本申请的具体实施方式,但本申请的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此,本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

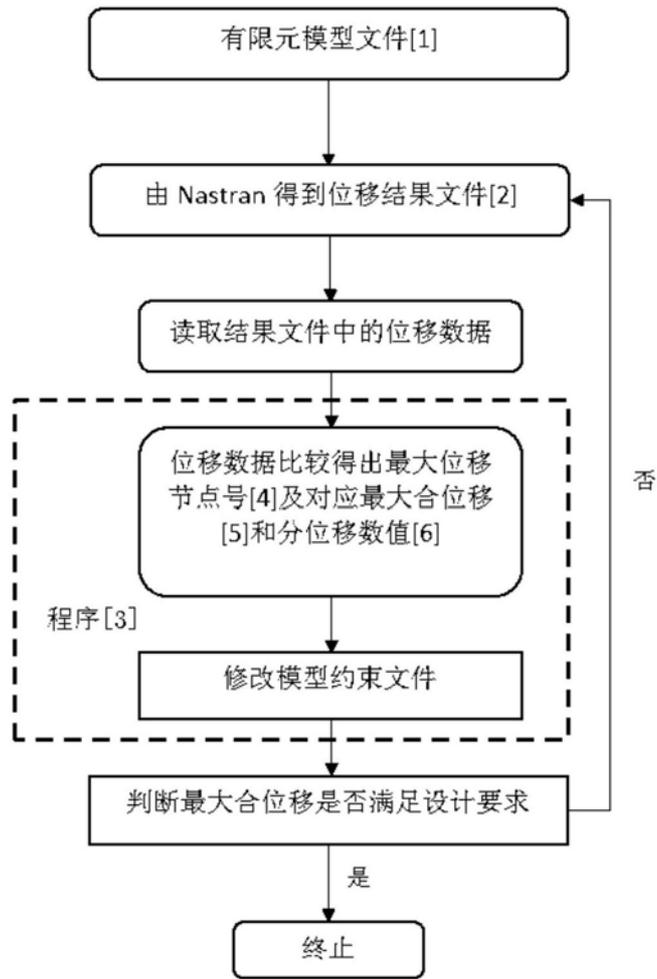


图1