



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110889254 A

(43)申请公布日 2020.03.17

(21)申请号 201911241205.8

(22)申请日 2019.12.06

(71)申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市长春经济技术开发区东南湖大路3888号

(72)发明人 郭亮 熊琰 胡日查 刘春龙 王洪亮

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 高勇

(51)Int.Cl.

G06F 30/23(2020.01)

G06F 119/08(2020.01)

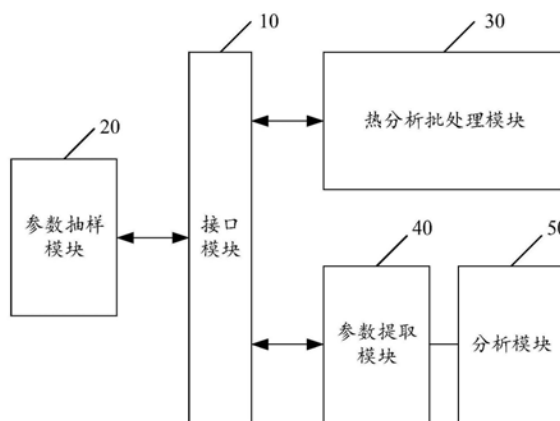
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种空间望远镜的智能热分析系统及方法

(57)摘要

本申请公开了一种空间望远镜的智能热分析系统,包括接口模块;参数抽样模块,用于抽样并生成空间望远镜的多组热设计参数;热分析批处理模块,用于经由所述接口模块接收所述热设计参数,并将所述热设计参数以文本文件的形式批量输入有限元仿真软件进行仿真;参数提取模块,用于经由所述接口模块提取所述有限元仿真软件的仿真结果并构建仿真结果数据集;分析模块,用于基于所述仿真结果数据集进行热设计参数的灵敏度分析。该智能热分析系统自动进行参数抽样、批量热分析以及参数提取,能够有效节省人力,降低时间消耗,提升热分析效率。本申请还公开了一种空间望远镜的智能热分析方法、设备以及计算机可读存储介质,均具有上述技术效果。



1. 一种空间望远镜的智能热分析系统,其特征在于,包括:
接口模块;
参数抽样模块,用于抽样并生成空间望远镜的多组热设计参数;
热分析批处理模块,用于经由所述接口模块接收所述热设计参数,并将所述热设计参数以文本文件的形式批量输入有限元仿真软件进行仿真;
参数提取模块,用于经由所述接口模块提取所述有限元仿真软件的仿真结果并构建仿真结果数据集;
分析模块,用于基于所述仿真结果数据集进行热设计参数的灵敏度分析。
2. 根据权利要求1所述的智能热分析系统,其特征在于,所述参数抽样模块具体用于基于拉丁超立方抽样算法抽样并生成多组所述热设计参数。
3. 根据权利要求1所述的智能热分析系统,其特征在于,所述热分析批处理模块包括:
稳态热分析宏录制单元,用于录制空间望远镜稳态热分析的所有操作流程并生成记载所有操作记录的稳态热分析文本文件,以及将所述稳态热分析文本文件输入所述有限元仿真软件;
瞬态热分析宏录制单元,用于录制空间望远镜瞬态热分析的所有操作流程并生成记载所有操作记录的瞬态热分析文本文件,以及将所述瞬态热分析文本文件输入所述有限元仿真软件。
4. 根据权利要求1所述的智能热分析系统,其特征在于,所述接口模块、所述参数抽样模块、所述热分析批处理模块以及所述参数提取模块基于C++语言构建得到。
5. 一种空间望远镜的智能热分析方法,其特征在于,包括:
通过参数抽样模块抽样并生成空间望远镜的多组热设计参数;
通过热分析批处理模块经由接口模块接收所述热设计参数,并将所述热设计参数以文本文件的形式批量输入有限元仿真软件进行仿真;
通过参数提取模块经由所述接口模块提取所述有限元仿真软件的仿真结果并构建仿真结果数据集;
通过分析模块基于所述仿真结果数据集进行热设计参数的灵敏度分析。
6. 根据权利要求5所述的智能热分析方法,其特征在于,通过参数抽样模块抽样并生成多组热设计参数,包括:
通过所述参数抽样模块,基于拉丁超立方抽样算法抽样并生成多组所述热设计参数。
7. 一种空间望远镜的热分析设备,其特征在于,包括:
存储器,用于存储计算机程序;
处理器,用于执行所述计算机程序时实现如权利要求5或6所述的空間望远镜的智能热分析方法的步骤。
8. 一种计算可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求5或6所述的空間望远镜的智能热分析方法的步骤。

一种空间望远镜的智能热分析系统及方法

技术领域

[0001] 本申请涉及空间热控技术领域,特别涉及一种空间望远镜的智能热分析系统;还涉及一种空间望远镜的智能热分析方法、设备以及计算机可读存储介质。

背景技术

[0002] 空间望远镜的热设计过程涉及材料属性、材料厚度、热光属性等热设计参数。各热设计参数对空间望远镜的热设计以及关键部位温度的影响程度不尽相同,且很多热设计参数无法准确设计。因此,为了找出其中对温度影响较大的热设计参数以进行热控系统的优化设计,通常要进行热设计参数的灵敏度分析。现有的灵敏度分析方法主要分为局部灵敏度分析与全局灵敏度分析。无论采用哪种灵敏度分析方法,均需要首先对热设计参数进行筛选和抽样,然后结合有限元仿真软件,仿真得到多组关键温度节点的温度数据,构成分析数据集,最后利用灵敏度分析方法对分析数据集进行分析研究与对比验证,从而分析各热设计参数的变化及其耦合作用对整个模型产生的共同影响。

[0003] 然而,目前在上述分析过程中由人工手动的进行热设计参数的抽样及热分析,有限元仿真软件的仿真结果的提取也是手动操作。随着深空探测技术的不断发展,空间望远镜的口径不断变大,其空间复杂度的增加会导致热设计参数随之增加。如果仍通过人工进行热设计参数的提取、热分析以及仿真结果的提取,势必要消耗大量的人力,也容易出现操作失误,且受限于人工操作,无法保证连续作业,这将大大增加时间成本,严重影响分析效率。

[0004] 有鉴于此,如何解决上述技术缺陷已成为本领域技术人员亟待解决的技术问题。

发明内容

[0005] 本申请的目的是提供一种空间望远镜的智能热分析系统,自动进行参数抽样、批量热分析以及参数提取,能够有效节省人力,降低时间消耗,提升热分析效率;本申请的另一目的是提供一种空间望远镜的智能热分析方法、设备以及计算机可读存储介质,均具有上述技术效果。

[0006] 为解决上述技术问题,本申请提供了一种空间望远镜的智能热分析系统,包括:

[0007] 接口模块;

[0008] 参数抽样模块,用于抽样并生成多组空间望远镜的热设计参数;

[0009] 热分析批处理模块,用于经由所述接口模块接收所述热设计参数,并将所述热设计参数以文本文件的形式批量输入有限元仿真软件进行仿真;

[0010] 参数提取模块,用于经由所述接口模块提取所述有限元仿真软件的仿真结果并构建仿真结果数据集;

[0011] 分析模块,用于基于所述仿真结果数据集进行热设计参数的灵敏度分析。

[0012] 可选的,所述参数抽样模块具体用于基于拉丁超立方抽样算法抽样并生成多组所述热设计参数。

[0013] 可选的,所述热分析批处理模块包括:

[0014] 稳态热分析宏录制单元,用于录制空间望远镜稳态热分析的所有操作流程并生成记载所有操作记录的稳态热分析文本文件,以及将所述稳态热分析文本文件输入所述有限元仿真软件;

[0015] 瞬态热分析宏录制单元,用于录制空间望远镜瞬态热分析的所有操作流程并生成记载所有操作记录的瞬态热分析文本文件,以及将所述瞬态热分析文本文件输入所述有限元仿真软件。

[0016] 可选的,所述接口模块、所述参数抽样模块、所述热分析批处理模块以及所述参数提取模块基于C++语言构建得到。

[0017] 为解决上述技术问题,本申请还提供了一种空间望远镜的智能热分析方法,包括:

[0018] 通过参数抽样模块抽样并生成空间望远镜的多组热设计参数;

[0019] 通过热分析批处理模块经由接口模块接收所述热设计参数,并将所述热设计参数以文本文件的形式批量输入有限元仿真软件进行仿真;

[0020] 通过参数提取模块经由所述接口模块提取所述有限元仿真软件的仿真结果并构建仿真结果数据集;

[0021] 通过分析模块基于所述仿真结果数据集进行热设计参数的灵敏度分析。

[0022] 可选的,通过参数抽样模块抽样并生成多组所述热设计参数,包括:

[0023] 通过所述参数抽样模块,基于拉丁超立方抽样算法抽样并生成多组所述热设计参数。

[0024] 为解决上述技术问题,本申请还提供了一种空间望远镜的热分析设备,包括:

[0025] 存储器,用于存储计算机程序;

[0026] 处理器,用于执行所述计算机程序时实现如上所述的空间望远镜的智能热分析方法的步骤。

[0027] 为解决上述技术问题,本申请还提供了一种计算可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现如上所述的空间望远镜的智能热分析方法的步骤。

[0028] 本申请所提供的空间望远镜的智能热分析系统,包括接口模块;参数抽样模块,用于抽样并生成空间望远镜的多组热设计参数;热分析批处理模块,用于经由所述接口模块接收所述热设计参数,并将所述热设计参数以文本文件的形式批量输入有限元仿真软件进行仿真;参数提取模块,用于经由所述接口模块提取所述有限元仿真软件的仿真结果并构建仿真结果数据集;分析模块,基于所述仿真结果数据集进行热设计参数的灵敏度分析。可见,本申请所提供的空间望远镜的智能热分析系统,热设计参数抽样、输入以及仿真结果提取与仿真结果数据集构建均由智能热分析系统自动实现,无需人工操作,从而可以有效节省人力,降低时间消耗,提升热分析效率。

附图说明

[0029] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案,下面将对现有技术和实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例,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为本申请实施例所提供的一种空间望远镜的智能热分析系统的示意图；

[0031] 图2为本申请实施例所提供的一种空间望远镜的智能热分析方法的流程示意图。

具体实施方式

[0032] 本申请的核心是提供一种空间望远镜的智能热分析系统,自动进行参数抽样、批量热分析以及参数提取,能够有效节省人力,降低时间消耗,提升热分析效率;本申请的另一核心是提供一种空间望远镜的智能热分析方法、设备以及计算机可读存储介质,均具有上述技术效果。

[0033] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中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申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,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,都属于本申请保护的范围。

[0034] 请参考图1,图1为本申请实施例所提供的一种空间望远镜的智能热分析系统的示意图;参考图1所示,该智能热分析系统包括:

[0035] 接口模块10;

[0036] 参数抽样模块20,用于抽样并生成空间望远镜的多组热设计参数;

[0037] 热分析批处理模块30,用于经由接口模块接收热设计参数,并将热设计参数以文本文件的形式批量输入有限元仿真软件进行仿真;

[0038] 参数提取模块40,用于经由接口模块提取有限元仿真软件的仿真结果并构建仿真结果数据集;

[0039] 分析模块50,用于基于仿真结果数据集进行热设计参数的灵敏度分析。

[0040] 具体的,智能热分析系统在工作模式下,参数提取模块40、热分析批处理模块30、参数提取模块40以及分析模块50依次运行。其中,接口模块10提供了参数抽样模块20、热分析批处理模块30以及参数提取模块40的接口,还提供了有限元仿真软件自动运行的接口,是对有限元仿真软件进行操作,并与参数抽样模块20及参数提取模块40进行通信的重要模块。

[0041] 参数抽样模块20负责在参数范围内抽样并自动生成多组所需的热设计参数。可以明白的是,对于不同材料,相应的参数范围可能存在差异。另外,对于热设计参数的具体组数以及每组所包含的热设计参数的具体个数,本申请不做唯一限定,可以根据实际需要进行差异性设置。例如,在参数范围 $[-1, 1]$ 内,抽取500组热设计参数,每组包括38个热设计参数。

[0042] 其中,在一种具体的实施方式中,参数提取模块40具体用于基于拉丁超立方抽样算法抽样并生成多组热设计参数。当然,可以明白的是,抽样算法不限于此,还可以根据实际需要选择其他的抽样算法。

[0043] 在参数抽样模块20抽样并生成多组热设计参数的基础上,热分析批处理模块30进一步将热设计参数以文本文件的形式批量输入有限元仿真软件进行仿真。具体而言,热分析批处理模块30通过接口模块10接收参数抽样模块20生成的热设计参数后,进行文本检索,查找每组热设计参数中各热设计参数在文本文件中的位置,进而将各热设计参数填至

文本文件中相应的位置,并将文本文件输入有限元仿真软件的求解器内核以使有限元仿真软件基于此文本文件进行仿真并得到仿真结果。另外,热分析批处理器模块还可对有限元仿真软件进行初始化。

[0044] 对于有限元仿真软件进行仿真得到仿真结果的具体实施过程,本申请在此不做赘述,参考现有技术即可。

[0045] 另外,在一种具体的实施方式中,热分析批处理模块30包括稳态热分析宏录制单元,用于录制空间望远镜稳态热分析的所有操作流程并生成记载所有操作记录的稳态热分析文本文件,以及将所述稳态热分析文本文件输入所述有限元仿真软件;瞬态热分析宏录制单元,用于录制空间望远镜瞬态热分析的所有操作流程并生成记载所有操作记录的瞬态热分析文本文件,以及将所述瞬态热分析文本文件输入所述有限元仿真软件。

[0046] 具体的,本实施例中,热分析批处理模块30包括稳态热分析宏录制单元与瞬态宏录制单元,从而实现空间望远镜稳态热分析与瞬态热分析的并行批处理。具体而言,稳态热分析宏录制单元负责录制空间望远镜稳态热分析的所有操作流程,生成记载所有操作记录的稳态热分析文本文件,并将该稳态热分析文本文件输入有限元仿真软件的求解器内核。后续在稳态热分析的热分析模式下,热分析批处理模块30将参数提取模块40生成的热设计参数填至该稳态热分析文本文件中的相应位置,以进行软件仿真。瞬态热分析宏录制单元负责录制空间望远镜瞬态热分析的所有操作流程,生成记载所有操作记录的瞬态热分析文本文件,并将该瞬态热分析文本文件输入有限元仿真软件的求解器内核。后续在瞬态热分析的热分析模式下,热分析批处理模块30将参数提取模块40生成的热设计参数填至此瞬态热分析文本文件中的相应位置,以进行软件仿真,得到预设时间后的温度数据,例如得到100s之后的温度数据。

[0047] 参数提取模块40用于提取有限元仿真软件的仿真结果并构建仿真结果数据集,以便后续基于仿真结果数据集进行热设计参数的灵敏度分析。具体而言,经由接口模块10将有限元仿真软件的仿真结果转换为参数提取模块40可识别的文本文件后,参数提取模块40通过文本检索,并利用智能化参数提取整合算法从文本文件中提取仿真结果数据,例如,从文本文件中提取ID为2552的各温度数据,并整合得到仿真结果数据集,供后期进行热设计参数灵敏度分析使用。

[0048] 在参数提取模块提取仿真结构并构建得到仿真结果数据集的基础上,分析模块50进一步基于此仿真结果数据集进行热设计参数的灵敏度分析。同样,对于基于仿真结果数据集进行热设计参数的灵敏度分析的实施过程,本申请不做赘述,参考现有技术即可。

[0049] 进一步,在一种具体的实施方式中,接口模块10、参数抽样模块20、热分析批处理模块30以及参数提取模块40基于C++语言构建得到。当然,除基于C++语言构建接口模块10、参数抽样模块20、热分析批处理模块30以及参数提取模块40外,还可基于其他计算机语言构建上述各模块,例如C语言、C#等。

[0050] 综上所述,本申请所提供的空间望远镜的智能热分析系统包括接口模块;参数抽样模块,用于抽样并生成空间望远镜的多组热设计参数;热分析批处理模块,用于经由所述接口模块接收所述热设计参数,并将所述热设计参数以文本文件的形式批量输入有限元仿真软件进行仿真;参数提取模块,用于经由所述接口模块提取所述有限元仿真软件的仿真结果并构建仿真结果数据集;分析模块,用于基于所述仿真结果数据集进行热设计参数的

灵敏度分析。可见,本申请所提供的空间望远镜的智能热分析系统,热设计参数抽样、输入以及仿真结果提取与仿真结果数据集构建均由智能热分析系统自动实现,无需人工操作,从而可以有效节省人力,降低时间消耗,提升热分析效率。

[0051] 本申请还提供了一种空间望远镜的智能热分析方法,下文描述的该方法可以与上文描述的系统相互对应参照。请参考图2,图2为本申请实施例所提供的一种空间望远镜的智能热分析方法的流程示意图;参考图2所示,该方法包括:

[0052] S101:通过参数抽样模块抽样并生成空间望远镜的多组热设计参数;

[0053] S102:通过热分析批处理模块经由接口模块接收所述热设计参数,并将所述热设计参数以文本文件的形式批量输入有限元仿真软件进行仿真;

[0054] S103:通过参数提取模块经由所述接口模块提取所述有限元仿真软件的仿真结果并构建仿真结果数据集;

[0055] S104:通过分析模块基于所述仿真结果数据集进行热设计参数的灵敏度分析。

[0056] 在上述实施例的基础上,可选的,通过参数抽样模块抽样并生成空间望远镜的多组热设计参数可以包括:

[0057] 通过参数抽样模块,基于拉丁超立方抽样算法抽样并生成多组热设计参数。

[0058] 本申请还提供了一种空间望远镜的热分析设备,该热分析设备包括:存储器与处理器;其中,存储器用于存储计算机程序;处理器用于执行该计算机程序时实现如下的步骤:

[0059] 通过参数抽样模块抽样并生成空间望远镜的多组热设计参数;通过热分析批处理模块经由接口模块接收所述热设计参数,并将所述热设计参数以文本文件的形式批量输入有限元仿真软件进行仿真;通过参数提取模块经由所述接口模块提取所述有限元仿真软件的仿真结果并构建仿真结果数据集;通过分析模块基于所述仿真结果数据集进行热设计参数的灵敏度分析。

[0060] 对于本申请所提供的设备的介绍请参照上述系统的实施例,本申请在此不做赘述。

[0061] 本申请还提供了一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质上存储有计算机程序,该计算机程序被处理器执行时实现如下的步骤:

[0062] 通过参数抽样模块抽样并生成空间望远镜的多组热设计参数;通过热分析批处理模块经由接口模块接收所述热设计参数,并将所述热设计参数以文本文件的形式批量输入有限元仿真软件进行仿真;通过参数提取模块经由所述接口模块提取所述有限元仿真软件的仿真结果并构建仿真结果数据集;通过分析模块基于所述仿真结果数据集进行热设计参数的灵敏度分析。

[0063] 该计算机可读存储介质可以包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(Read-Only Memory,ROM)、随机存取存储器(Random Access Memory,RAM)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0064] 对于本发明所提供的计算机可读存储介质的介绍请参照上述系统的实施例,本发明在此不做赘述。

[0065] 说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置、设

备以及计算机可读存储介质而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。

[0066] 专业人员还可以进一步意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现,为了清楚地说明硬件和软件的可互换性,在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各示例的组成及步骤。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

[0067] 结合本文中所公开的实施例描述的方法或算法的步骤可以直接用硬件、处理器执行的软件模块,或者二者的结合来实施。软件模块可以置于随机存储器(RAM)、内存、只读存储器(ROM)、电可编程ROM、电可擦写可编程ROM、寄存器、硬盘、可移动磁盘、CD-ROM、或技术领域内所公知的任意其它形式的存储介质中。

[0068] 以上对本申请所提供的技术方案进行了详细介绍。本文中应用了具体个例对本申请的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本申请的方法及其核心思想。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请原理的前提下,还可以对本申请进行若干改进和修饰,这些改进和修饰也落入本申请权利要求的保护范围。

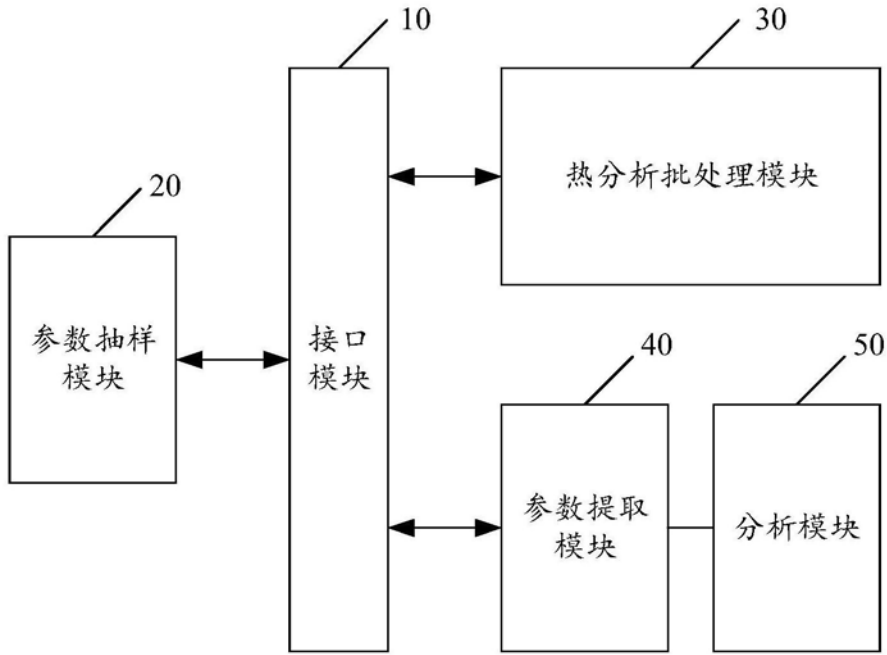


图1

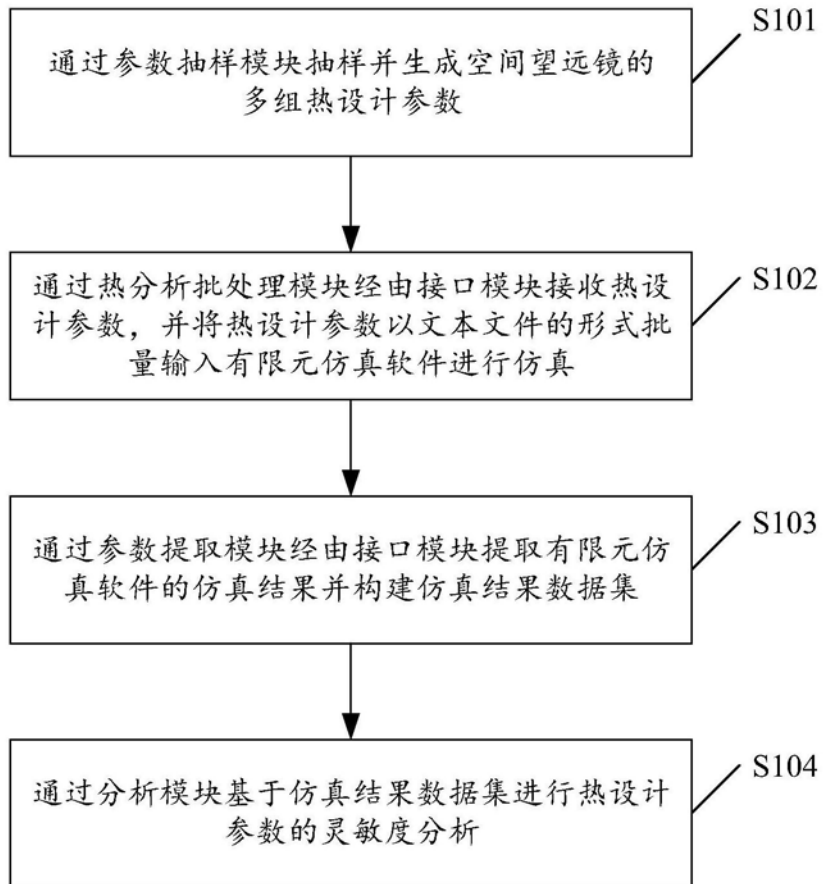


图2