



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113408070 A

(43) 申请公布日 2021.09.17

(21) 申请号 202110689579.7

(22) 申请日 2021.06.22

(71) 申请人 南方科技大学

地址 518055 广东省深圳市南山区西丽学苑大道1088号

申请人 中国航发四川燃气涡轮研究院

(72) 发明人 童浩 刘佳琳 吴锋 冯旭栋

(74) 专利代理机构 北京品源专利代理有限公司 11332

代理人 潘登

(51) Int. Cl.

G06F 30/17 (2020.01)

G06F 30/27 (2020.01)

G06N 3/08 (2006.01)

G06F 111/10 (2020.01)

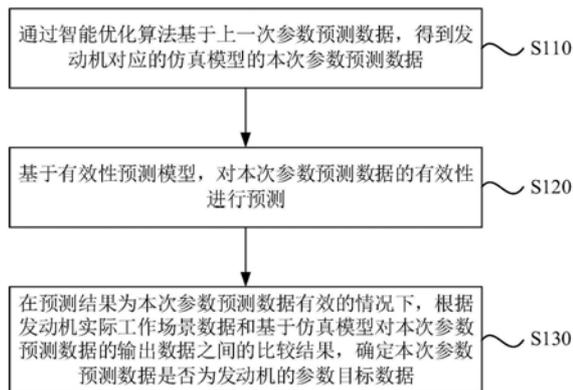
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

发动机参数的确定方法、装置、设备及存储介质

(57) 摘要

本发明公开了一种发动机参数的确定方法、装置、设备及存储介质,属于航空控制技术领域。该方法包括:通过智能优化算法基于上一次参数预测数据,得到发动机对应的仿真模型的本次参数预测数据;基于有效性预测模型,对所述本次参数预测数据的有效性进行预测;在预测结果为所述本次参数预测数据有效的情况下,根据所述发动机的实际工作场景数据和基于仿真模型对所述本次参数预测数据的输出数据之间的比较结果,确定所述本次参数预测数据是否为所述发动机的参数目标数据。上述技术方案,减少了评估不合法参数的次数,大大提升了发动机模型校对效率。



1. 一种发动机参数的确定方法,其特征在于,包括:

通过智能优化算法基于上一次参数预测数据,得到发动机对应的仿真模型的本次参数预测数据;

基于有效性预测模型,对所述本次参数预测数据的有效性进行预测;

在预测结果为所述本次参数预测数据有效的情况下,根据所述发动机的实际工作场景数据和基于仿真模型对所述本次参数预测数据的输出数据之间的比较结果,确定所述本次参数预测数据是否为所述发动机的参数目标数据。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述发动机的实际工作场景数据和基于仿真模型对所述本次参数预测数据的输出数据之间的比较结果,确定所述本次参数预测数据是否为所述发动机的参数目标数据,包括:

若所述预测结果,与基于所述仿真模型所确定的所述本次参数预测数据的有效性验证结果相同,则根据所述实际工作场景数据和基于仿真模型对所述本次参数预测数据的输出数据之间的比较结果,确定所述本次参数预测数据是否为所述发动机的参数目标数据。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述发动机的实际工作场景数据和基于仿真模型对所述本次参数预测数据的输出数据之间的比较结果,确定所述本次参数预测数据是否为所述发动机的参数目标数据,包括:

若所述实际工作场景数据和基于仿真模型对所述本次参数预测数据的输出数据之间的数值变化数量在设定范围内,则将所述本次参数预测数据作为所述发动机的参数目标数据。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述有效性预测模型通过如下方式确定:

基于所述仿真模型的参数取值范围,进行拉丁方采样,得到训练样本;

基于所述仿真模型,确定所述训练样本的有效性验证结果;

采用所述训练样本和所述训练样本的有效性验证结果,对神经网络模型进行训练,得到有效性预测模型。

5. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,还包括:

若所述预测结果,与基于所述仿真模型所确定的所述本次参数预测数据的有效性验证结果不相同,则采用所述本次参数预测数据的有效性验证结果,对所述本次参数预测数据的预测结果进行更新。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,还包括:

采用所述本次参数预测数据和所述本次参数预测数据的更新后的预测结果,以及历史参数预测数据和所述历史参数预测数据的更新后的预测结果,对所述有效性预测模型进行更新。

7. 一种发动机参数的确定装置,其特征在于,包括:

数据确定模块,用于通过智能优化算法基于上一次参数预测数据,得到发动机对应的仿真模型的本次参数预测数据;

有效性预测模块,用于基于有效性预测模型,对所述本次参数预测数据的有效性进行预测;

参数目标数据确定模块,用于在预测结果为所述本次参数预测数据有效的情况下,根据所述发动机的实际工作场景数据和基于仿真模型对所述本次参数预测数据的输出数据

之间的比较结果,确定所述本次参数预测数据是否为所述发动机的参数目标数据。

8. 根据权利要求7所述的装置,其特征在于,所述参数目标数据确定模块,具体用于:

若所述预测结果,与基于所述仿真模型所确定的所述本次参数预测数据的有效性验证结果相同,则根据所述实际工作场景数据和基于仿真模型对所述本次参数预测数据的输出数据之间的比较结果,确定所述本次参数预测数据是否为所述发动机的参数目标数据。

9. 一种电子设备,其特征在于,所述电子设备包括:

一个或多个处理器;

存储器,用于存储一个或多个程序;

当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行,使得所述一个或多个处理器实现如权利要求1-6中任一所述的发动机参数的确定方法。

10. 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,该程序被处理器执行时实现如权利要求1-6中任一所述的发动机参数的确定方法。

发动机参数的确定方法、装置、设备及存储介质

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及航空技术领域,尤其涉及一种发动机参数的确定方法、装置、设备及存储介质。

背景技术

[0002] 航空发动机模型校对是航空发动机设计中的一个重要问题。该问题主要通过调节一组参数的值,使发动机满足工作线上不同场景上的性能指标。

[0003] 现有方法在处理发动机模型校对问题时都存在一定的局限性,亟需改进。

发明内容

[0004] 本发明实施例提供了一种发动机参数的确定方法、装置、设备及存储介质,以实现发动机模型参数的准确校对,并提高校对效率。

[0005] 第一方面,本发明实施例提供了一种发动机参数的确定方法,包括:

[0006] 通过智能优化算法基于上一次参数预测数据,得到发动机对应的仿真模型的本次参数预测数据;

[0007] 基于有效性预测模型,对所述本次参数预测数据的有效性进行预测;

[0008] 在预测结果为所述本次参数预测数据有效的情况下,根据所述发动机的实际工作场景数据和基于仿真模型对所述本次参数预测数据的输出数据之间的比较结果,确定所述本次参数预测数据是否为所述发动机的参数目标数据。

[0009] 第二方面,本发明实施例还提供了一种发动机参数的确定装置,包括:

[0010] 数据确定模块,用于通过智能优化算法基于上一次参数预测数据,得到发动机对应的仿真模型的本次参数预测数据;

[0011] 有效性预测模块,用于基于有效性预测模型,对所述本次参数预测数据的有效性进行预测;

[0012] 参数目标数据确定模块,用于在预测结果为所述本次参数预测数据有效的情况下,根据所述发动机的实际工作场景数据和基于仿真模型对所述本次参数预测数据的输出数据之间的比较结果,确定所述本次参数预测数据是否为所述发动机的参数目标数据。

[0013] 第三方面,本发明实施例还提供了一种电子设备,该电子设备包括:

[0014] 一个或多个处理器;

[0015] 存储器,用于存储一个或多个程序;

[0016] 当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行,使得所述一个或多个处理器实现如本发明任意实施例所述的发动机参数的确定方法。

[0017] 第四方面,本发明实施例还提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时实现如本发明任意实施例所述的发动机参数的确定方法。

[0018] 本发明实施例的技术方案,通过智能优化算法基于上一次参数预测数据,得到发动机对应的仿真模型的本次参数预测数据,之后,基于有效性预测模型,对本次参数预测数

据的有效性进行预测,进而在预测结果为本次参数预测数据有效的情况下,根据发动机的实际工作场景数据和基于仿真模型对本次参数预测数据的输出数据之间的比较结果,确定本次参数预测数据是否为发动机的参数目标数据。通过上述技术方案,减少了评估不合法参数的次数,大大提升了发动机模型校对的效率。

附图说明

- [0019] 图1是本发明实施例一提供的一种发动机参数的确定方法的流程图;
[0020] 图2是本发明实施例二提供的一种发动机参数的确定方法的流程图;
[0021] 图3是本发明实施例三提供的一种发动机参数的确定装置的结构框图;
[0022] 图4是本发明实施例四提供的一种电子设备的结构示意图。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。可以理解的是,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明,而非对本发明的限定。另外还需要说明的是,为了便于描述,附图中仅示出了与本发明相关的部分而非全部结构。

[0024] 实施例一

[0025] 图1是本发明实施例一提供的一种发动机参数的确定方法的流程图;本实施例可适用于航空发动机模型校对的情况。该方法可以由发动机参数的确定装置来执行,该装置可以采用软件和/或硬件的方式实现,并可集成于承载发动机参数的确定功能的电子设备中,例如服务器中。

[0026] 如图1所示,该方法具体包括如下步骤:

[0027] S110、通过智能优化算法基于上一次参数预测数据,得到发动机对应的仿真模型的本次参数预测数据。

[0028] 其中,智能优化算法可以是遗传优化算法、交叉变异算法等。所谓仿真模型,即模拟发动机工作的模型;可选的,仿真模型中的参数,与实际场景中发动机本身所配置的参数相对应,可以包括但不限于压气机效率、风扇内涵压比、风扇外涵压比等等。进一步的,仿真模型中的参数是多维的,每个参数都有对应的取值范围。

[0029] 本实施例中,参数预测数据即为预测的一组仿真模型中参数的取值。可选的,在本实施例中通过将仿真模型的参数的取值调整为所预测的参数数据,并向仿真模型中输入发动机在不同工作场景中的输入数据,仿真模型即可在相应的参数数据下,输出不同工作场景下的输出数据,此外,仿真模型还可以对所预测的参数数据的有效性进行验证,并输出有效性验证结果。其中,发动机工作场景可以包括但不限于滑行、起飞和降落等;不同工作场景中的输入数据不同,比如起飞场景下的输入数据可以包括起飞高度和气压等;对应的,不同工作场景中的输出数据也不同,比如起飞场景的输出数据可以包括发动机功率、转速等。

[0030] 示例性的,参数目标数据的确定逻辑开始执行时(即首次执行本实施例所提供的逻辑时),上一次参数预测数据即为初始参数预测数据(或者说父代参数预测数据,可记为第0次参数预测数据),此时上一次参数预测数据可以是基于每个参数取值范围,随机选择每个参数的取值,进而组成的一组数据;或者此时上一次参数预测数据还可以是从预先预测的多组参数数据中随机选择的一组参数数据。需要说明的是,上一次参数预测数据

和预先预测的多组参数数据均是通过仿真模型进行验证有效的。

[0031] 相应地,本实施例中,在上一次参数预测数据为初始参数预测数据的情况下,通过智能优化算法,可得到发动机对应的仿真模型的本次参数预测数据,即第1次参数预测数据。

[0032] 进一步的,在上一次参数预测数据不是发动机的参数目标数据的情况下,上一次参数预测数据是指上一次执行完参数目标数据的确定逻辑后所保留下来的数据。例如,若通过智能优化算法基于初始参数预测数据,所得到的第1次参数预测数据不是发动机的参数目标数据,且基于仿真模型对第1次参数预测数据的输出数据与发动机的实际工作场景数据之间的相对误差,大于基于仿真模型对初始参数预测数据的输出数据与发动机的实际工作场景数据之间的相对误差,则用初始参数预测数据更新第1次参数预测数据,也就是说此时上一次参数预测数据实质为第0次参数预测数据。又如,若基于仿真模型对第1次参数预测数据的输出数据与发动机的实际工作场景数据之间的相对误差,小于基于仿真模型对初始参数预测数据的输出数据与发动机的实际工作场景数据之间的相对误差,则上一次参数预测数据为第1次参数预测数据。

[0033] 相应地,在上一次参数预测数据不是发动机的参数目标数据的情况下,通过智能优化算法基于上一次参数预测数据,得到发动机对应的仿真模型的本次参数预测数据。

[0034] S120、基于有效性预测模型,对本次参数预测数据的有效性进行预测。

[0035] 本实施例中,将本次参数预测数据输入至有效性预测模型中,对本次参数预测数据的有效性进行预测。

[0036] 示例性的,若预测结果为本次参数预测数据有效,则执行S130。若预测结果为本次参数预测数据无效,则淘汰本次参数预测数据,并返回继续执行S110,重新确定本次参数预测数据。

[0037] 例如,通过S110得到第1次参数预测数据,即本次参数预测数据,进而将第1次参数预测数据输入至有效性预测模型,对第1次参数预测数据的有效性进行预测。若第1次参数预测数据无效,则返回S110,重新对本次参数预测数据进行预测,即通过智能优化算法基于初始参数预测数据,对发动机对应的仿真模型的本次参数预测数据,即第1次参数预测数据,并继续执行S120。

[0038] 可选的,本实施例中有效性预测模型可通过如下方式确定:

[0039] 第一,基于仿真模型的参数取值范围,进行拉丁方采样,得到训练样本;其中,参数取值范围是本领域技术人员根据发动机的实际情况设定的。具体的,在仿真模型的参数取值范围内,采用拉丁方采用方法进行采样,构建训练样本。可以理解是,采用拉丁方采样,增加了模型的准确度,并且提升了模型的泛化能力。

[0040] 第二,基于仿真模型,确定训练样本的有效性验证结果。具体的,将训练样本输入至仿真模型,仿真模型输出训练样本的有效性验证结果。其中有效性验证结果包括有效和无效。

[0041] 第三,采用训练样本和训练样本的有效性验证结果,对神经网络模型进行训练,得到有效性预测模型。具体的,将训练样本的有效性验证结果作为训练样本的标签数据,进而将训练样本和训练样本的有效性验证结果,输入至神经网络模型进行训练,得到有效性预测模型。

[0042] 进一步的,本实施例中的有效性预测模型可在离线场景下构建,也可在在线场景下构建,并动态更新。

[0043] S130、在预测结果为本次参数预测数据有效的情况下,根据发动机实际工作场景数据和基于仿真模型对本次参数预测数据的输出数据之间的比较结果,确定本次参数预测数据是否为发动机的参数目标数据。

[0044] 其中,发动机的实际工作场景数据是指发动机在实际工作场景中的工作数据,本实施例中发动机的实际工作场景数据为发动机的实际输出数据。

[0045] 本实施例中,若仿真模型在不同场景下的输出数据,与发动机在对应的实际工作场景下的输出数据一致或者两者之间的误差在设定范围内,则将此时仿真模型的参数取值作为参数目标数据。

[0046] 可选的,本实施例中基于仿真模型对本次参数预测数据的输出数据可通过如下方式得到:将仿真模型的参数取值调整为本次参数预测数据,并向仿真模型中输入发动机在不同工作场景中的输入数据,仿真模型即可在本次参数预测数据下,输出不同工作场景下的输出数据。

[0047] 本实施例中,在预测结果为本次参数预测数据有效的情况下,若实际工作场景数据中的输出数据与基于仿真模型对本次参数预测数据的输出数据之间差值的绝对值小于或等于误差设定值,或者在设定范围内,则确定本次参数预测数据为发动机的参数目标数据。其中,误差设定值由本领域技术人员根据实际情况设定。

[0048] 可选的,在预测结果为本次参数预测数据有效的情况下,若实际工作场景数据中的输出数据与基于仿真模型对本次参数预测数据的输出数据之间差值的绝对值大于误差设定值,或者不在设定范围内,则确定本次参数预测数据不是发动机的参数目标数据。进而,将实际工作场景数据中的输出数据与基于仿真模型对上一次参数预测数据的输出数据之间差值的绝对值作为第一总误差,将实际工作场景数据中的输出数据与基于仿真模型对本次参数预测数据的输出数据之间差值的绝对值作为第二总误差;若第二总误差小于第一总误差,则将本次参数预测数据作为上一次参数预测数据,并返回执行S110,即基于更新后的上一次参数预测数据,通过智能优化算法,重新确定本次参数预测数据;若第二总误差大于或等于第一总误差,则保留上一次参数预测数据,并返回执行S110,即基于上一次参数预测数据,通过智能优化算法,重新确定本次参数预测数据。

[0049] 为了更加清楚的说明,给出一个具体的例子,假设本次参数预测数据是第5次参数预测数据,上一次参数预测数据是第4次参数预测数据。若实际工作场景数据中的输出数据与基于仿真模型对第5次参数预测数据的输出数据之间差值的绝对值大于误差设定值,则第5次参数预测数据不是发动机的参数目标数据。进而确定在第4次参数预测数据下,仿真模型的输出数据与实际工作场景数据中的输出数据之间差值的绝对值,即第一总误差;并确定在第5次参数预测数据下,仿真模型的输出数据与实际工作场景数据中的输出数据之间差值的绝对值,即第二总误差;若第二总误差小于第一总误差,则将第5次参数预测数据作为上一次参数预测数据,并返回执行S110,即基于更新后的上一次参数预测数据(第5次参数预测数据),通过智能优化算法,重新确定本次参数预测数据(第6次参数预测数据);若第二总误差大于或等于第一总误差,则保留上一次参数预测数据(第4次参数预测数据),并返回执行S110,即基于上一次参数预测数据(第4次参数预测数据),通过智能优化算法,重

新确定本次参数预测数据(第6次参数预测数据)。

[0050] 本发明实施例的技术方案,通过智能优化算法基于上一次参数预测数据,得到发动机对应的仿真模型的本次参数预测数据,之后,基于有效性预测模型,对本次参数预测数据的有效性进行预测,进而在预测结果为本次参数预测数据有效的情况下,根据发动机的实际工作场景数据和基于仿真模型对本次参数预测数据的输出数据之间的比较结果,确定本次参数预测数据是否为发动机的参数目标数据。通过上述技术方案,减少了评估不合法参数的次数,大大提升了发动机模型校对的效率。

[0051] 实施例二

[0052] 图2是本发明实施例二提供的一种方发动机参数的确定方法的流程图;在上述实施例的基础上,对“在预测结果为本次参数预测数据有效的情况下,根据实际工作场景数据和基于仿真模型对本次参数预测数据的输出数据之间的比较结果,确定本次参数预测数据是否为发动机的参数目标数据”进行优化,提供一种可选实施方案。

[0053] 如图2所示,该方法具体可以包括:

[0054] S210、通过智能优化算法基于上一次参数预测数据,得到发动机对应的仿真模型的本次参数预测数据。

[0055] S220、基于有效性预测模型,对本次参数预测数据的有效性进行预测。

[0056] S230、在预测结果为本次参数预测数据有效的情况下,判断若预测结果,与基于仿真模型所确定的本次参数预测数据的有效性验证结果是否相同,若相同,则执行S240;若不相同,则执行S250。

[0057] 可选的,由于仿真模型对参数预测数据的有效性验证结果的确定所花费的时间,比基于仿真模型对本次参数预测数据的输出数据所花费的时间短,为提高效率,作为本实施例的一种可选实施方案,若预测结果,与基于仿真模型所确定的本次参数预测数据的有效性验证结果不相同,则可以设置仿真模型停止对本次参数预测数据的输出数据的仿真运算。

[0058] S240、根据发动机的实际工作场景数据和基于仿真模型对本次参数预测数据的输出数据之间的比较结果,确定本次参数预测数据是否为发动机的参数目标数据。

[0059] 本实施例中,将实际工作场景数据和基于仿真模型对本次参数预测数据的输出数据分别输入至比较模型中,比较模型输出实际工作场景数据和基于仿真模型对本次参数预测数据的输出数据之间的比较结果,进而根据比较结果,确定本次参数预测数据是否为发动机的参数目标数据。其中,比较模型是本领域技术人员基于历史时间工作场景数据和历史参数预测数据的输出数据,采用统计方法训练得到的。

[0060] 可选的,若实际工作场景数据和基于仿真模型对本次参数预测数据的输出数据之间的数值变化数量在设定范围内,则将本次参数预测数据作为发动机的参数目标数据。设定范围是本领域技术人员根据实际情况设定的。具体的,若每一维度的实际工作场景数据和基于仿真模型对本次参数预测数据的输出数据之间的数值变化数量在设定范围内,则将本次参数预测数据作为发动机的参数目标数据。若存在某一维度的实际工作场景数据和基于仿真模型对本次参数预测数据的输出数据之间的数值变化数量不在设定范围内,则重新确定参数预测数据,进而基于新的参数预测数据采用仿真模型进行预测,输出对应的实际工作场景中的预测数据。

[0061] 可选的,还可以根据实际工作场景数据每一维度的数据确定出一个总的实际指标,进而根据基于仿真模型对本次参数预测数据的输出数据的每一维度的数据确定出一个总的仿真指标,若实际指标和仿真指标之间的差值在设定范围内,则将本次参数预测数据作为发动机的参数目标数据。

[0062] S250、采用本次参数预测数据的有效性验证结果,对本次参数预测数据的预测结果进行更新。

[0063] 本实施例中,若本次参数预测数据的有效性验证结果为有效,预测结果为无效,则将预测结果更新为有效;若本次参数预测数据的有效性验证结果为无效,预测结果为有效,则将预测结果更新为无效。

[0064] 进一步地,采用本次参数预测数据和本次参数预测数据的更新后的预测结果,以及历史参数预测数据和历史参数预测数据的更新后的预测结果,对有效性预测模型进行更新。

[0065] 具体的,采用本次参数预测数据和本次参数预测数据的更新后的预测结果,以及历史参数预测数据和历史参数预测数据的更新后的预测结果,重新构建训练样本,基于新的训练样本采用前述实施例中的方式对神经网络模型进行重新训练,得到更新后的有效性预测模型。

[0066] 本发明实施例的技术方案,在预测结果为本次参数预测数据有效的情况下,判断若预测结果,与基于仿真模型所确定的本次参数预测数据的有效性验证结果是否相同,若相同,则根据发动机的实际工作场景数据和基于仿真模型对本次参数预测数据的输出数据之间的比较结果,确定本次参数预测数据是否为发动机的参数目标数据;若不相同,则执行采用本次参数预测数据的有效性验证结果,对本次参数预测数据的预测结果进行更新。通过上述技术方案,减少了评估不合法参数的次数,大大提升了发动机模型校对的效率。

[0067] 实施例三

[0068] 图3是本发明实施例三提供的一种发动机参数的确定装置的结构框图;本实施例可适用于航空发动机模型校对的情况。该方法可以由发动机参数的确定装置来执行,该装置可以采用软件和/或硬件的方式实现,并可集成于承载发动机参数的确定功能的电子设备中,例如服务器中。

[0069] 如图3所示,该装置包括数据确定模块310,有效性预测模块320和参数目标数据确定模块330,其中,

[0070] 数据确定模块310,用于通过智能优化算法基于上一次参数预测数据,得到发动机对应的仿真模型的本次参数预测数据;

[0071] 有效性预测模块320,用于基于有效性预测模型,对本次参数预测数据的有效性进行预测;

[0072] 参数目标数据确定模块330,用于在预测结果为本次参数预测数据有效的情况下,根据发动机的实际工作场景数据和基于仿真模型对本次参数预测数据的输出数据之间的比较结果,确定本次参数预测数据是否为发动机的参数目标数据。

[0073] 本发明实施例的技术方案,通过智能优化算法基于上一次参数预测数据,得到发动机对应的仿真模型的本次参数预测数据,之后,基于有效性预测模型,对本次参数预测数据的有效性进行预测,进而在预测结果为本次参数预测数据有效的情况下,根据发动机的

实际工作场景数据和基于仿真模型对本次参数预测数据的输出数据之间的比较结果,确定本次参数预测数据是否为发动机的参数目标数据。通过上述技术方案,减少了评估不合法参数的次数,大大提升了发动机模型校对的效率。

[0074] 进一步地,参数目标数据确定模块330,具体用于:

[0075] 若预测结果,与基于仿真模型所确定的本次参数预测数据的有效性验证结果相同,则根据实际工作场景数据和基于仿真模型对本次参数预测数据的输出数据之间的比较结果,确定本次参数预测数据是否为发动机的参数目标数据。

[0076] 进一步地,参数目标数据确定模块330包括参数目标数据确定单元,该单元用于:

[0077] 若实际工作场景数据和基于仿真模型对本次参数预测数据的输出数据之间的数值变化数量在设定范围内,则将本次参数预测数据作为发动机的参数目标数据。

[0078] 进一步地,效性预测模型通过如下方式确定:

[0079] 基于仿真模型的参数取值范围,进行拉丁方采样,得到训练样本;

[0080] 基于仿真模型,确定训练样本的有效性验证结果;

[0081] 采用训练样本和训练样本的有效性验证结果,对神经网络模型进行训练,得到有效性预测模型。

[0082] 进一步地,参数目标数据确定模块330,还具体用于:

[0083] 若预测结果,与基于仿真模型所确定的本次参数预测数据的有效性验证结果不相同,则采用本次参数预测数据的有效性验证结果,对本次参数预测数据的预测结果进行更新。

[0084] 进一步地,参数目标数据确定模块330还包括更新单元,该单元用于:

[0085] 采用本次参数预测数据和本次参数预测数据的更新后的预测结果,以及历史参数预测数据和历史参数预测数据的更新后的预测结果,对有效性预测模型进行更新。

[0086] 上述发动机参数的确定装置可执行本申请任意实施例所提供的发动机参数的确定方法,具备执行方法相应的功能模块和有益效果。

[0087] 实施例四

[0088] 图4为本发明实施例四提供的一种电子设备的结构示意图,图4示出了适于用来实现本发明实施例实施方式的示例性电子设备的框图。图4显示的电子设备仅仅是一个示例,不应对本发明实施例的功能和使用范围带来任何限制。

[0089] 如图4所示,电子设备12以通用计算设备的形式表现。电子设备12的组件可以包括但不限于:一个或者多个处理器或者处理单元16,系统存储器28,连接不同系统组件(包括系统存储器28和处理单元16)的总线18。

[0090] 总线18表示几类总线结构中的一种或多种,包括存储器总线或者存储器控制器,外围总线,图形加速端口,处理器或者使用多种总线结构中的任意总线结构的局域总线。举例来说,这些体系结构包括但不限于工业标准体系结构 (ISA) 总线,微通道体系结构 (MAC) 总线,增强型ISA总线、视频电子标准协会 (VESA) 局域总线以及外围组件互连 (PCI) 总线。

[0091] 电子设备12典型地包括多种计算机系统可读介质。这些介质可以是任何能够被电子设备12访问的可用介质,包括易失性和非易失性介质,可移动的和不可移动的介质。

[0092] 系统存储器28可以包括易失性存储器形式的计算机系统可读介质,例如随机存取存储器 (RAM) 30和/或高速缓存存储器 (高速缓存32)。电子设备12可以进一步包括其它可移

动/不可移动的、易失性/非易失性计算机系统存储介质。仅作为举例,存储系统34可以用于读写不可移动的、非易失性磁介质(图4未显示,通常称为“硬盘驱动器”)。尽管图4中未示出,可以提供用于对可移动非易失性磁盘(例如“软盘”)读写的磁盘驱动器,以及对可移动非易失性光盘(例如CD-ROM, DVD-ROM或者其它光介质)读写的光盘驱动器。在这些情况下,每个驱动器可以通过一个或者多个数据介质接口与总线18相连。系统存储器28可以包括至少一个程序产品,该程序产品具有一组(例如至少一个)程序模块,这些程序模块被配置以执行本申请实施例各实施例的功能。

[0093] 具有一组(至少一个)程序模块42的程序/实用工具40,可以存储在例如系统存储器28中,这样的程序模块42包括但不限于操作系统、一个或者多个应用程序、其它程序模块以及程序数据,这些示例中的每一个或某种组合中可能包括网络环境的实现。程序模块42通常执行本申请实施例所描述的实施例中的功能和/或方法。

[0094] 电子设备12也可以与一个或多个外部设备14(例如键盘、指向设备、显示器24等)通信,还可与一个或者多个使得用户能与该电子设备12交互的设备通信,和/或与使得该电子设备12能与一个或多个其它计算设备进行通信的任何设备(例如网卡,调制解调器等等)通信。这种通信可以通过输入/输出(I/O)接口22进行。并且,电子设备12还可以通过网络适配器20与一个或者多个网络(例如局域网(LAN),广域网(WAN)和/或公共网络,例如因特网)通信。如图所示,网络适配器20通过总线18与电子设备12的其它模块通信。应当明白,尽管图中未示出,可以结合电子设备12使用其它硬件和/或软件模块,包括但不限于:微代码、设备驱动器、冗余处理单元、外部磁盘驱动阵列、RAID系统、磁带驱动器以及数据备份存储系统等。

[0095] 处理单元16通过运行存储在系统存储器28中的程序,从而执行各种功能应用以及数据处理,例如实现本申请实施例所提供的发动机参数的确定方法。

[0096] 实施例五

[0097] 本发明实施例五还提供一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序(或称为计算机可执行指令),该程序被处理器执行时可以用于执行本发明上述任一实施例所提供的发动机参数的确定方法,该方法包括:

[0098] 通过智能优化算法基于上一次参数预测数据,得到发动机对应的仿真模型的本次参数预测数据;

[0099] 基于有效性预测模型,对本次参数预测数据的有效性进行预测;

[0100] 在预测结果为本次参数预测数据有效的情况下,根据发动机的实际工作场景数据和基于仿真模型对本次参数预测数据的输出数据之间的比较结果,确定本次参数预测数据是否为发动机的参数目标数据。

[0101] 本发明实施例的计算机存储介质,可以采用一个或多个计算机可读的介质的任意组合。计算机可读介质可以是计算机可读信号介质或者计算机可读存储介质。计算机可读存储介质例如可以是但不限于电、磁、光、电磁、红外线、或半导体的系统、装置或器件,或者任意以上的组合。计算机可读存储介质的更具体的例子(非穷举的列表)包括:具有一个或多个导线的电连接、便携式计算机磁盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦式可编程只读存储器(EPROM或闪存)、光纤、便携式紧凑磁盘只读存储器(CD-ROM)、光存储器件、磁存储器件、或者上述的任意合适的组合。在本文件中,计算机可读存储介质可以

是任何包含或存储程序的有形介质,该程序可以被指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用。

[0102] 计算机可读的信号介质可以包括在基带中或者作为载波一部分传播的数据信号,其中承载了计算机可读的程序代码。这种传播的数据信号可以采用多种形式,包括但不限于电磁信号、光信号或上述的任意合适的组合。计算机可读的信号介质还可以是计算机可读存储介质以外的任何计算机可读介质,该计算机可读介质可以发送、传播或者传输用于由指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用的程序。

[0103] 计算机可读介质上包含的程序代码可以用任何适当的介质传输,包括但不限于无线、电线、光缆、RF等等,或者上述的任意合适的组合。

[0104] 可以以一种或多种程序设计语言或其组合来编写用于执行本发明实施例操作的计算机程序代码,所述程序设计语言包括面向对象的程序设计语言(诸如Java、Smalltalk、C++),还包括常规的过程式程序设计语言(诸如C语言或类似的设计语言)。程序代码可以完全地在用户计算机上执行、部分地在用户计算机上执行、作为一个独立的软件包执行、部分在用户计算机上部分在远程计算机上执行、或者完全在远程计算机或服务器上执行。在涉及远程计算机的情形中,远程计算机可以通过任意种类的网络,包括局域网(LAN)或广域网(WAN),连接到用户计算机,或者,可以连接到外部计算机(例如利用因特网服务提供商来通过因特网连接)。

[0105] 注意,上述仅为本发明的较佳实施例及所运用技术原理。本领域技术人员会理解,本发明不限于这里所述的特定实施例,对本领域技术人员来说能够进行各种明显的变化、重新调整和替代而不会脱离本发明的保护范围。因此,虽然通过以上实施例对本发明实施例进行了较为详细的说明,但是本发明实施例不仅仅限于以上实施例,在不脱离本发明构思的情况下,还可以包括更多其他等效实施例,而本发明的范围由所附的权利要求范围决定。

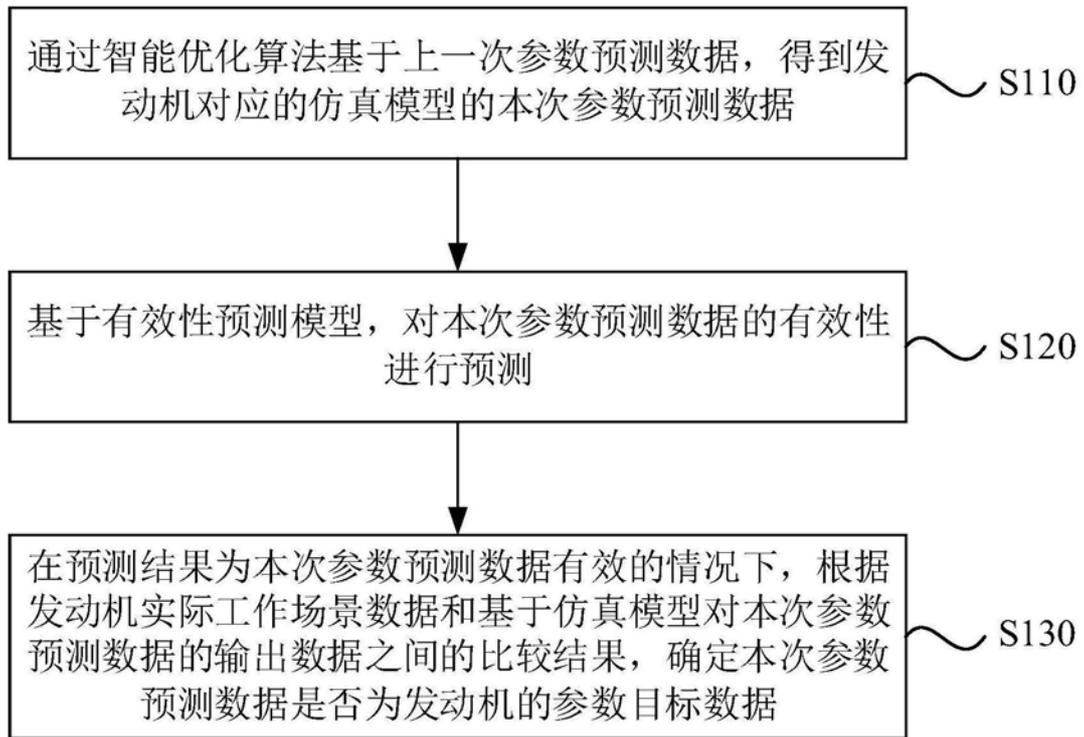


图1

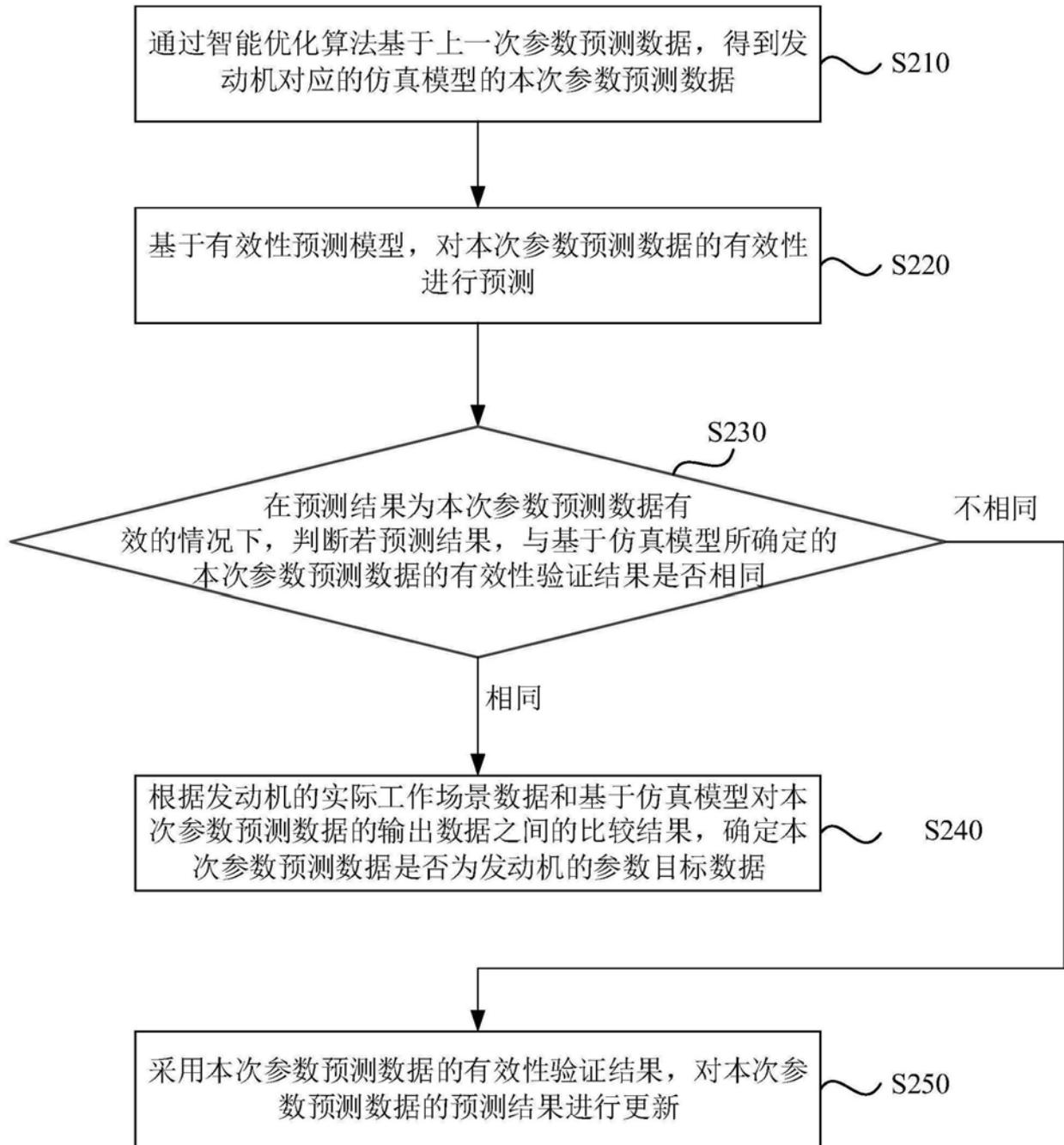


图2

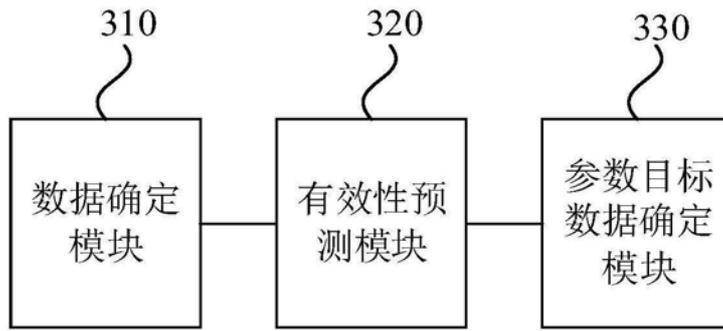


图3

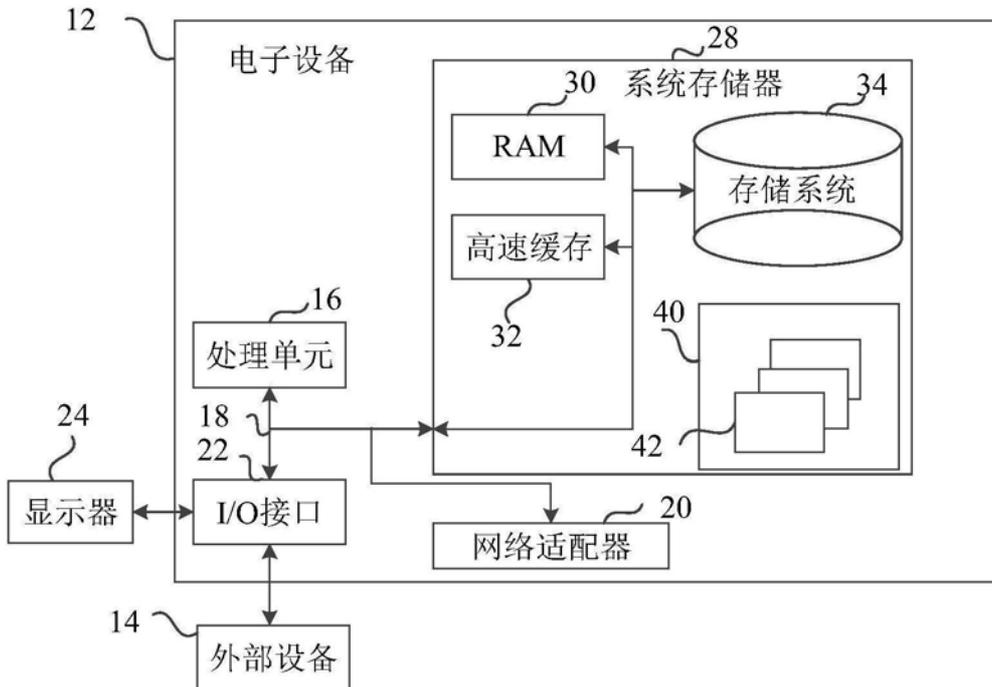


图4