



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106649923 A

(43)申请公布日 2017. 05. 10

(21)申请号 201610827461.5

(22)申请日 2016.09.14

(71)申请人 北京汽车股份有限公司

地址 100021 北京市顺义区顺通路25号5幢

(72)发明人 朱冬清 封云 张新义 张辉

陈雨

(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事务  
所(普通合伙) 11201

代理人 张大威

(51)Int. Cl.

G06F 17/50(2006.01)

F01N 11/00(2006.01)

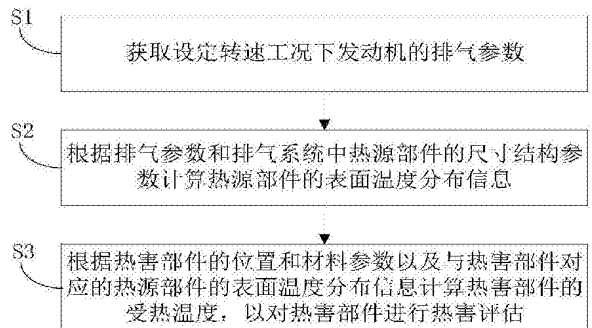
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

## (54)发明名称

发动机排气系统的热害评估方法和装置

## (57)摘要

本发明公开了一种发动机排气系统的热害评估方法和装置,所述方法包括以下步骤:获取设定转速工况下发动机的排气参数;根据排气参数和排气系统中热源部件的尺寸结构参数计算热源部件的表面温度分布信息;根据热害部件的位置和材料参数以及与热害部件对应的热源部件的表面温度分布信息计算热害部件的受热温度,以对热害部件进行热害评估。该方法简化了车辆热管理中复杂的三维CAE仿真分析,避免了无样车阶段的无法实验测量的矛盾,并且避免了高昂的实验费用。



1. 一种发动机排气系统的热害评估方法,其特征在于,包括以下步骤:

获取设定转速工况下发动机的排气参数;

根据所述排气参数和所述排气系统中热源部件的尺寸结构参数计算所述热源部件的表面温度分布信息;以及

根据热害部件的位置和材料参数以及与所述热害部件对应的热源部件的表面温度分布信息计算所述热害部件的受热温度,以对所述热害部件进行热害评估。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述排气参数包括所述排气系统入口处的排气温度、排气流量、排气压力和排气成分以及所述排气系统出口处的排气温度、排气流量、排气压力和排气成分。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述热源部件包括排气管、消声器、催化器、隔热罩、风扇中的一种或多种,所述热源部件的尺寸结构参数包括外形尺寸、内部结构尺寸、管壁厚度以及材料物性,所述热害部件包括吊耳、线束、制动防抱死系统ABS、油管、防火墙、护套、传动轴油封、转向机、拉线、油底壳中的一种或多种,所述热害部件的材料参数包括尺寸以及材料物性。

4. 如权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,通过热对流和热传导公式计算所述热源部件的表面温度分布信息,其中,所述热对流和热传导公式分别为:

$$q = h(t_f - t_w)$$

$$\phi = -\lambda_1 A_1 \frac{dt}{dx}$$

其中,q为排气与所述热源部件的对流换热量,h为所述热源部件的换热系数, $t_f$ 为排气温度, $t_w$ 所述热源部件的表面温度, $\phi$ 为所述热源部件的导热速率, $\lambda_1$ 为所述热源部件的导热系数, $A_1$ 为所述热源部件的导热面积, $\frac{dt}{dx}$ 为温度梯度。

5. 如权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,通过辐射受热量公式和强制对流放热公式计算所述热害部件的受热温度,其中,所述辐射受热量公式和所述强制对流放热公式分别为:

$$Q_1/A_2 = \frac{d_1}{d_2} * \frac{\sigma T_1^4 F_{12}}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1} - \frac{d_1}{d_2} \frac{\sigma T_2^4 F_{12}}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1},$$

$$Q_2/A_2 = 0.82 \frac{\lambda T_2}{d_2} \left( \frac{U_\infty d_2}{\nu} \right)^{0.47} - 0.82 \frac{\lambda T_\infty}{d_2} \left( \frac{U_\infty d_2}{\nu} \right)^{0.47}$$

其中, $Q_1$ 为辐射受热量, $A_2$ 为所述热害的表面积, $d_1$ 为所述热源部件的长度, $d_2$ 所述热害部件的长度, $\sigma$ 辐射常数, $T_1$ 所述热源部件的表面温度, $T_2$ 为所述热害部件的受热温度, $F_{12}$ 角系数, $\epsilon_1$ 为所述热源部件的发射率, $\epsilon_2$ 所述热害部件的发射率, $Q_2$ 为强制对流放热量, $\lambda$ 为空气导热系数, $U_\infty$ 为环境空气的对流速度, $T_\infty$ 为周围环境温度, $\nu$ 空气粘性系数。

6. 一种发动机排气系统的热害评估装置,其特征在于,包括:

获取模块,用于获取设定转速工况下发动机的排气参数;

第一计算模块,用于根据所述排气参数和所述排气系统中热源部件的尺寸结构参数计

算所述热源部件的表面温度分布信息;以及

第二计算模块,用于根据热害部件的位置和材料参数以及与所述热害部件对应的热源部件的表面温度分布信息计算所述热害部件的受热温度,以对所述热害部件进行热害评估。

7.如权利要求6所述的装置,其特征在于,所述排气参数包括所述排气系统入口处的排气温度、排气流量、排气压力和排气成分以及所述排气系统出口处的排气温度、排气流量、排气压力和排气成分。

8.如权利要求6所述的装置,其特征在于,所述热源部件包括排气管、消声器、催化器、隔热罩、风扇中的一种或多种,所述热源部件的尺寸结构参数包括外形尺寸、内部结构尺寸、管壁厚度以及材料物性,所述热害部件包括吊耳、线束、制动防抱死系统ABS、油管、防火墙、护套、传动轴油封、转向机、拉线、油底壳中的一种或多种,所述热害部件的材料参数包括尺寸以及材料物性。

9.如权利要求6-8中任一项所述的装置,其特征在于,所述第一计算模块通过热对流和热传导公式计算所述热源部件的表面温度分布信息,其中,所述热对流和热传导公式分别为:

$$q = h(t_f - t_w)$$

$$\phi = -\lambda_1 A_1 \frac{dt}{dx}$$

其中,q为排气与所述热源部件的对流换热量,h为所述热源部件的换热系数, $t_f$ 为排气温度, $t_w$ 所述热源部件的表面温度, $\phi$ 为所述热源部件的导热速率, $\lambda_1$ 为所述热源部件的导热系数, $A_1$ 为所述热源部件的导热面积, $\frac{dt}{dx}$ 为温度梯度。

10.如权利要求6-8中任一项所述的装置,其特征在于,所述第二计算模块通过辐射受热量公式和强制对流放热公式计算所述热害部件的受热温度,其中,所述辐射受热量公式和所述强制对流放热公式分别为:

$$Q_1 / A_2 = \frac{d_1}{d_2} * \frac{\sigma T_1^4 F_{12}}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1} - \frac{d_1}{d_2} \frac{\sigma T_2^4 F_{12}}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1}$$

$$Q_2 / A_2 = 0.82 \frac{\lambda T_2}{d_2} \left( \frac{U_\infty d_2}{\nu} \right)^{0.47} - 0.82 \frac{\lambda T_\infty}{d_2} \left( \frac{U_\infty d_2}{\nu} \right)^{0.47}$$

其中, $Q_1$ 为辐射受热量, $A_2$ 为所述热害的表面积, $d_1$ 为所述热源部件的长度, $d_2$ 所述热害部件的长度, $\sigma$ 辐射常数, $T_1$ 所述热源部件的表面温度, $T_2$ 为所述热害部件的受热温度, $F_{12}$ 角系数, $\epsilon_1$ 为所述热源部件的发射率, $\epsilon_2$ 所述热害部件的发射率, $Q_2$ 为强制对流放热量, $\lambda$ 为空气导热系数, $U_\infty$ 为环境空气的对流速度, $T_\infty$ 为周围环境温度, $\nu$ 空气粘性系数。

## 发动机排气系统的热害评估方法和装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及汽车技术领域,特别涉及一种发动机排气系统的热害评估方法和装置。

### 背景技术

[0002] 在车辆使用过程中,由于发动机的排气温度比较高,会对其周围的部件产生热害问题,严重影响车辆的使用寿命,所以在车辆开发阶段,需要对车辆排气系统周围的部件进行热害评估。

[0003] 相关技术中,通过CAE(Computer Aided Engineering,计算机辅助工程)进行仿真分析,但由于工作量大、时间周期长、计算复杂等因素无法满足对热害问题的快速分析,且测试实验样车受时效、成本、周期等限制无法满足车辆开发的工程要求。

### 发明内容

[0004] 本发明旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。

[0005] 为此,本发明的一个目的在于提出一种发动机排气系统的热害评估方法,该方法简化了车辆热管理中复杂的三维CAE仿真分析,避免了无样车阶段的无法实验测量的矛盾,并且避免了高昂的实验费用。

[0006] 本发明的另一个目的在于提出一种发动机排气系统的热害评估装置。

[0007] 为实现上述目的,本发明一方面实施例提出了一种发动机排气系统的热害评估方法,包括以下步骤:获取设定转速工况下发动机的排气参数;根据所述排气参数和所述排气系统中热源部件的尺寸结构参数计算所述热源部件的表面温度分布信息;以及根据热害部件的位置和材料参数以及与所述热害部件对应的热源部件的表面温度分布信息计算所述热害部件的受热温度,以对所述热害部件进行热害评估。

[0008] 根据本发明实施例的发动机排气系统的热害评估方法,首先,获取设定转速工况下发动机的排气参数,然后,根据排气参数和排气系统中热源部件的尺寸结构参数计算热源部件的表面温度分布信息,最后,根据热害部件的位置和材料参数以及与热害部件对应的热源部件的表面温度分布信息计算热害部件的受热温度,以对热害部件进行热害评估。该方法不仅能够实现对热害部件的可靠评估,而且简化了车辆热管理中复杂的三维CAE仿真分析,避免了无样车阶段的无法实验测量的矛盾,并且避免了高昂的实验费用。

[0009] 根据本发明的一个实施例,所述排气参数包括所述排气系统入口处的排气温度、排气流量、排气压力和排气成分以及所述排气系统出口处的排气温度、排气流量、排气压力和排气成分。

[0010] 根据本发明的一个实施例,所述热源部件包括排气管、消声器、催化器、隔热罩、风扇中的一种或多种,所述热源部件的尺寸结构参数包括外形尺寸、内部结构尺寸、管壁厚度以及材料物性,所述热害部件包括吊耳、线束、ABS(Antilock Brake System,制动防抱死系统)、油管、防火墙、护套、传动轴油封、转向机、拉线、油底壳中的一种或多种,所述热害部件

的材料参数包括尺寸以及材料物性。

[0011] 根据本发明的一个实施例,通过热对流和热传导公式计算所述热源部件的表面温度分布信息,其中,所述热对流和热传导公式分别为:

$$q = h(t_f - t_w)$$

$$[0012] \quad \phi = -\lambda_1 A_1 \frac{dt}{dx}$$

[0013] 其中,q为排气与所述热源部件的对流换热量,h为所述热源部件的换热系数,t<sub>f</sub>为排气温度,t<sub>w</sub>所述热源部件的表面温度,φ为所述热源部件的导热速率,λ<sub>1</sub>为所述热源部件的导热系数,A<sub>1</sub>为所述热源部件的导热面积, $\frac{dt}{dx}$ 为温度梯度。

[0014] 根据本发明的一个实施例,通过辐射受热量公式和强制对流放热公式计算所述热害部件的受热温度,其中,所述辐射受热量公式和所述强制对流放热公式分别为:

$$[0015] \quad Q_1 / A_2 = \frac{d_1}{d_2} * \frac{\sigma T_1^4 F_{12}}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1} - \frac{d_1}{d_2} \frac{\sigma T_2^4 F_{12}}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1}$$

$$Q_2 / A_2 = 0.82 \frac{\lambda T_2}{d_2} \left( \frac{U_\infty d_2}{\nu} \right)^{0.47} - 0.82 \frac{\lambda T_\infty}{d_2} \left( \frac{U_\infty d_2}{\nu} \right)^{0.47}$$

[0016] 其中,Q<sub>1</sub>为辐射受热量,A<sub>2</sub>为所述热害的表面积,d<sub>1</sub>为所述热源部件的长度,d<sub>2</sub>所述热害部件的长度,σ辐射常数,T<sub>1</sub>所述热源部件的表面温度,T<sub>2</sub>为所述热害部件的受热温度,F<sub>12</sub>角系数,ε<sub>1</sub>为所述热源部件的发射率,ε<sub>2</sub>所述热害部件的发射率,Q<sub>2</sub>为强制对流放热量,λ为空气导热系数,U<sub>∞</sub>为环境空气的对流速度,T<sub>∞</sub>为周围环境温度,ν空气粘性系数。

[0017] 为实现上述目的,本发明另一方面实施例提出的一种发动机排气系统的热害评估装置,包括:获取模块,用于获取设定转速工况下发动机的排气参数;第一计算模块,用于根据所述排气参数和所述排气系统中热源部件的尺寸结构参数计算所述热源部件的表面温度分布信息;以及第二计算模块,用于根据热害部件的位置和材料参数以及与所述热害部件对应的热源部件的表面温度分布信息计算所述热害部件的受热温度,以对所述热害部件进行热害评估。

[0018] 根据本发明实施例的发动机排气系统的热害评估装置,首先,通过获取模块获取设定转速工况下发动机的排气参数,然后,第一计算模块根据排气参数和排气系统中热源部件的尺寸结构参数计算热源部件的表面温度分布信息,最后,第二计算模块根据热害部件的位置和材料参数以及与热害部件对应的热源部件的表面温度分布信息计算热害部件的受热温度,以对热害部件进行热害评估。该装置不仅能够实现对热害部件的可靠评估,而且简化了车辆热管理中复杂的三维CAE仿真分析,避免了无样车阶段的无法实验测量的矛盾,并且避免了高昂的实验费用。

[0019] 根据本发明的一个实施例,所述排气参数包括所述排气系统入口处的排气温度、排气流量、排气压力和排气成分以及所述排气系统出口处的排气温度、排气流量、排气压力和排气成分。

[0020] 根据本发明的一个实施例,所述热源部件包括排气管、消声器、催化器、隔热罩、风

扇中的一种或多种,所述热源部件的尺寸结构参数包括外形尺寸、内部结构尺寸、管壁厚度以及材料物性,所述热害部件包括吊耳、线束、ABS、油管、防火墙、护套、传动轴油封、转向机、拉线、油底壳中的一种或多种,所述热害部件的材料参数包括尺寸以及材料物性。

[0021] 根据本发明的一个实施例,所述第一计算模块通过热对流和热传导公式计算所述热源部件的表面温度分布信息,其中,所述热对流和热传导公式分别为:

$$q = h(t_f - t_w)$$

$$[0022] \quad \phi = -\lambda_1 A_1 \frac{dt}{dx}$$

[0023] 其中,q为排气与所述热源部件的对流换热量,h为所述热源部件的换热系数,t<sub>f</sub>为排气温度,t<sub>w</sub>所述热源部件的表面温度,φ为所述热源部件的导热速率,λ<sub>1</sub>为所述热源部件的导热系数,A<sub>1</sub>为所述热源部件的导热面积, $\frac{dt}{dx}$ 为温度梯度。

[0024] 根据本发明的一个实施例,所述第二计算模块通过辐射受热量公式和强制对流放热公式计算所述热害部件的受热温度,其中,所述辐射受热量公式和所述强制对流放热公式分别为:

$$[0025] \quad Q_1 / A_2 = \frac{d_1}{d_2} * \frac{\sigma T_1^4 F_{12}}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1} - \frac{d_1}{d_2} \frac{\sigma T_2^4 F_{12}}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$$

$$Q_2 / A_2 = 0.82 \frac{\lambda T_2}{d_2} \left( \frac{U_\infty d_2}{\nu} \right)^{0.47} - 0.82 \frac{\lambda T_\infty}{d_2} \left( \frac{U_\infty d_2}{\nu} \right)^{0.47}$$

[0026] 其中,Q<sub>1</sub>为辐射受热量,A<sub>2</sub>为所述热害的表面积,d<sub>1</sub>为所述热源部件的长度,d<sub>2</sub>所述热害部件的长度,σ辐射常数,T<sub>1</sub>所述热源部件的表面温度,T<sub>2</sub>为所述热害部件的受热温度,F<sub>12</sub>角系数,ε<sub>1</sub>为所述热源部件的发射率,ε<sub>2</sub>所述热害部件的发射率,Q<sub>2</sub>为强制对流放热量,λ为空气导热系数,U<sub>∞</sub>为环境空气的对流速度,T<sub>∞</sub>为周围环境温度,ν空气粘性系数。

## 附图说明

[0027] 图1是根据本发明实施例的发动机排气系统的热害评估方法的流程图;

[0028] 图2是根据本发明一个实施例的发动机排气系统的热害评估的测试平台;

[0029] 图3是根据本发明一个实施例的热害部件受热温度计算程序的运行界面;

[0030] 图4是根据本发明一个实施例的热源部件与热害部件的示意图;

[0031] 图5是根据本发明一个实施例的消声器与吊耳之间加装隔热板的示意图;

[0032] 图6是根据本发明一个实施例的加装隔热板后进行验证的计算程序的运行界面;

以及

[0033] 图7是根据本发明实施例的发动机排气系统的热害评估装置的方框图。

[0034] 附图标记:发动机1、入口处的流量计2、入口处的温度传感器3、入口处的压力传感器4、出口处的温度传感器5、出口处的压力传感器6、出口处的流量计7、催化格栅8、出口处的烟气分析仪9、入口处的烟气分析仪10、排气测量箱11、连通管12、数据计算机13、吊耳14、消音器15、周围气流16、隔热板17。

## 具体实施方式

[0035] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其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。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0036] 下面参照附图来描述根据本发明实施例提出的发动机排气系统的热害评估方法和装置。

[0037] 图1是根据本发明实施例的发动机排气系统的热害评估方法的流程图。如图1所示,该发动机排气系统的热害评估方法包括以下步骤:

[0038] S1,获取设定转速工况下发动机的排气参数。

[0039] 在本发明的实施例中,排气参数可包括排气系统入口处的排气温度、排气流量、排气压力和排气成分以及排气系统出口处的排气温度、排气流量、排气压力和排气成分。

[0040] 具体地,可通过流量计、温度传感器、压力传感器以及烟气分析仪来采集烟气被催化前后的温度、流量、压力以及烟气成分。其中,流量计可采用可靠性和精确度比较高的涡流流量计,压力传感器可采用精确度比较高的压电传感器,烟气分析仪通过分析烟气中的CO、HC和NO<sub>x</sub>三种有害物质的含量来评估烟气催化反应前后的热量变化。

[0041] 需要说明的是,烟气催化反应可通过催化格栅完成,通过催化格栅可以将烟气中的CO、HC和NO<sub>x</sub>三种有害物质转化为无害物质,其结构为待有金属玻、铈、钯涂层的蜂窝状格栅载体。

[0042] 在实际应用中,如图2所示,可以将流量计、温度传感器、压力传感器、烟气分析仪以及催化格栅设置在一个排气测量箱内,并在排气测量箱内壁设置真空绝热层及隔热石棉层,以避免烟气能量损失,同时在排气测量箱上留有各个传感器的数据通信线口,以便数据可以通过通信线直接传输到数据计算机。在测试时,通过连通管将发动机与排气测量箱相连,然后,根据车辆行驶状态设置发动机的转速工况,排气测量箱内的各个传感器将获取该工况下的流量、温度、压力以及烟气成分,并通过通信线将数据传输到数据计算机。

[0043] S2,根据排气参数和排气系统中热源部件的尺寸结构参数计算热源部件的表面温度分布信息。

[0044] 根据本发明的一个实施例,热源部件可包括排气管、消声器、催化器、隔热罩、风扇中的一种或多种,由于每个排气系统中的部件是不同的,因此这里不做限制。热源部件的尺寸结构参数可包括外形尺寸、内部结构尺寸、管壁厚度以及材料物性(如表面粗糙度、发射率、导热率等)。

[0045] 具体地,可以根据气体热量到固体再到气体的传递关系,以及相应的热量公式: $Q = C * m * \Delta t$ 来评估烟气进入发动机排气系统后,各个热源部件的能量损失,并计算得出各个热源部件的表面温度,其中,Q为放热量,C为比热容,m为质量, $\Delta t$ 为温度变化量。

[0046] 进一步地,根据本发明的一个实施例,可通过热对流和热传导公式计算热源部件的表面温度分布信息,其中,热对流和热传导公式分别为:

$$q = h(t_f - t_w) \quad (1)$$

$$\phi = -\lambda_1 A_1 \frac{dt}{dx}$$

[0047]

[0048] 其中,  $q$  为排气与热源部件的对流换热量,  $h$  为热源部件的换热系数,  $t_f$  为排气温  
度,  $t_w$  热源部件的表面温度,  $\phi$  为热源部件的导热速率,  $\lambda_1$  为热源部件的导热系数,  $A_1$  为热源  
部件的导热面积,  $\frac{dt}{dx}$  为温度梯度。

[0049] 具体地, 以排气管为例。可以将排气管分为长度较小的多个小节, 在每一个小节内  
认为排气管的表面温度是相同的, 根据上述公式 (1) 计算出烟气传递到该小节排气管表面  
的温度, 然后对下一小节排气管的表面温度计算。由于烟气的热量会因上一小节排气管而  
散失掉一部分热量, 因此可以根据上一小节排气管的表面温度来计算下一小节排气管的表  
面温度。依次计算, 直至完成对整个排气管表面温度的计算。

[0050] 为了简化测试人员的测试任务, 可以预先根据上述公式 (1) 编译成窗口式的计算  
程序, 测试人员只需输入热源部件的尺寸结构参数和发动机的排气参数, 即可快速且方便  
的完成对热源部件表面温度的计算。可以理解的是, 也可以直接将发动机的排气参数直接  
导入计算程序, 而无需测试人员输入。

[0051] S3, 根据热害部件的位置和材料参数以及与热害部件对应的热源部件的表面温度  
分布信息计算热害部件的受热温度, 以对热害部件进行热害评估。

[0052] 根据本发明的一个实施例, 热害部件可包括吊耳、线束、ABS、油管、防火墙、护套、  
传动轴油封、转向机、拉线、油底壳中的一种或多种, 具体这里不做限制, 热害部件的材料参  
数可包括尺寸 (如与热源部件的间距、受热面积等) 以及材料物性 (如吸收率、导热率等)。

[0053] 根据本发明的一个实施例, 可通过辐射受热量公式和强制对流放热公式计算热害  
部件的受热温度, 其中, 辐射受热量公式和强制对流放热公式分别为:

$$Q_1/A_2 = \frac{d_1}{d_2} * \frac{\sigma T_1^4 F_{12}}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1} - \frac{d_1}{d_2} \frac{\sigma T_2^4 F_{12}}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1} \quad (2)$$

[0054]

$$Q_2/A_2 = 0.82 \frac{\lambda T_2}{d_2} \left( \frac{U_\infty d_2}{v} \right)^{0.47} - 0.82 \frac{\lambda T_\infty}{d_2} \left( \frac{U_\infty d_2}{v} \right)^{0.47}$$

[0055] 其中,  $Q_1$  为辐射受热量,  $A_2$  为所述热害的表面积,  $d_1$  为所述热源部件的长度,  $d_2$  所述  
热害部件的长度,  $\sigma$  辐射常数,  $T_1$  所述热源部件的表面温度,  $T_2$  为所述热害部件的受热温度,  
 $F_{12}$  角系数,  $\epsilon_1$  为所述热源部件的发射率,  $\epsilon_2$  所述热害部件的发射率,  $Q_2$  为强制对流放热量,  $\lambda$   
为空气导热系数,  $U_\infty$  为环境空气的对流速度,  $T_\infty$  为周围环境温度,  $v$  空气粘性系数。

[0056] 同样地, 也可以预先根据上述公式 (2) 编译成窗口式的计算程序, 测试人员只需输  
入热源部件的表面温度以及热害部件的位置和材料参数, 即可快速且方便的完成对热害部  
件受热温度的计算。

[0057] 实际测试时, 为了优化完全理论公式计算结果误差较大的缺陷, 可以结合相关实  
验数据进行计算, 具体如图3所示。其中, 工况一对应的参数为实验整理的数据库, 以此总结  
的相关热害部件的实验数据作为参考基准; 工况二对应的参数即为通过上述方法得到的输  
入参数, 最后计算的温度  $T_x$  为热害部件的表面温度。  $f$  为公式中形态系数比,  $e$  为公式中速度  
比系数。

[0058] 下面以热源部件消声器和热害部件吊耳 (如图4所示) 为例来进一步说明整个测试

过程。

[0059] 首先,将发动机(2.0L自然吸气)的排气口通过连通管与排气测量箱相连,搭建测试台架。然后,给发动机设定目标转速为3500rpm的工况,通过排气测量箱测量烟气被催化前的流量、温度、压力及成分,分别为0.5L/s、900℃、9.6bar,并测量烟气被催化格栅催化后的流量、温度、压力及成分,分别为0.4L/s、950℃、8bar。然后,数据计算机根据催化前后烟气中CO、HC、NO<sub>x</sub>三种有害物质的含量及以上参数评估出发动机排出的烟气的焓值,得到发动机排气所具备的热量为30kw。

[0060] 需要说明的是,可以根据气体焓值计算公式,以排气管周围环境空气的焓值为基准,计算出单位时间内烟气的焓值:

$$[0061] \quad h = (C_1 + C_2 d / 1000) t + Q * d / 1000 \quad (3)$$

[0062] 其中,h为单位时间内烟气的焓值,C<sub>1</sub>为周围环境空气平均定压比热容,C<sub>2</sub>为水蒸气的定压比热容,d为烟气湿度,t为烟气温度,Q为周围环境温度下水的气化潜热。

[0063] 当将此热量(30kw)下的烟气通进排气系统中时,依据热量从气体到管道固体再到外部空气的传递过程,参考传热学中热量传递方式,将以上参数及排气系统中各热源部件的尺寸结构参数输入自行编辑的能量流动分析程序,计算得出发动机的烟气在经过排气系统过程中能量的流动变化,从而计算出热源部件消音器的表面温度为300℃。

[0064] 在计算出热源部件消音器的表面温度后,将吊耳的位置、尺寸和材料物性,以及对应的热源部件的温度导入温度求解器软件,从而计算得出吊耳的表面温度为126℃。

[0065] 根据本发明实施例的发动机排气系统的热害评估方法,首先利用设计的排气测量箱完成对发动机排气参数(温度、流量、压力、成分)的采集,将以上参数输入自行编辑的能量流动分析程序,计算得出发动机排气在经过排气系统过程中能量的流动变化,完成对排气系统中各个热源部件(如排气管、消音器、催化器等)的表面温度分布的评估,然后依据自行编辑的热害温度求解器对整车状态下排气系统周围部件存在的热害问题进行快速的有效的计算,完成整车状态下的热害问题评估。该方法简化了车辆热管理中复杂的三维CAE仿真分析,相对于CAE仿真分析更加准确、简单和方便,并且计算周期短、运算速度快,有效避免了无样车阶段的无法实验测量的矛盾,以及高昂的实验费用,为车辆的使用寿命以及车辆设计提供参考。

[0066] 进一步地,在完成整车状态下的热害问题评估后,可以对评估结果提出优化措施并进行验证,例如,可以改变热害部件表面空气的对流速度(吹风量)、改变热害距离、替换成耐热材料或者加装隔热板来屏蔽热源部件等。另外在项目开发中,也会遇到更改部件结构、位置、加装隔热等,此时也可以进行验证。

[0067] 具体地,仍然以热源部件消声器和热害部件吊耳为例来进一步说明。

[0068] 如图5所示,可以在消声器与吊耳之间加隔热板以屏蔽消声器对吊耳的影响;也可以在吊耳上加装铝箔隔热罩;也可以将消声器与吊耳之间的间距从70mm调整到120mm;也可以将吊耳周围的空气流动速度调整从3m/s调整到5m/s。然后,可以通过自行编辑的验证软件来进行验证,如图6所示。经验证,加装铝箔隔热罩后,吊耳的表面温度为85℃;间距从70mm调整到120mm后,吊耳的表面温度为105℃;空气流动速度调整从3m/s调整到5m/s后,吊耳的表面温度为99℃。从而根据验证结果可以判断出该优化措施是否达到了理想结果。

[0069] 在本发明的一个实施例中,热源部件的表面温度和热害部件的受热温度如表1所

示。

[0070] 表1

[0071]

	热源部件—热害部件	热源℃	热害℃	间隙 mm
1	隔热罩—氧传线束、ABS 线束	400	120	200
2	隔热罩—ABS 及油管	400	91.2	200
3	隔热罩—防火墙	400	114.9	220
4	风扇	300	100	50
5	排气管—护套	300	120.2	75
6	排气管—传动轴油封	300	112	100
7	排气管—转向机	250	73.7	76
8	排气管—换挡拉线	250	102	45
9	主催化格栅—吊耳	200	144.1	90
10	副消声器—吊耳	230	128	90
11	排气管—油底壳	200	82.5	45

[0072]

12	排气管—手刹拉线	200	98	45
----	----------	-----	----	----

[0073] 综上所述,根据本发明实施例的发动机排气系统的热害评估方法,首先,获取设定转速工况下发动机的排气参数,然后,根据排气参数和排气系统中热源部件的尺寸结构参数计算热源部件的表面温度分布信息,最后,根据热害部件的位置和材料参数以及与热害部件对应的热源部件的表面温度分布信息计算热害部件的受热温度,以对热害部件进行热害评估。该方法不仅能够实现对热害部件的可靠评估,而且简化了车辆热管理中复杂的三维CAE仿真分析,避免了无样车阶段的无法实验测量的矛盾,并且避免了高昂的实验费用。

[0074] 图7是根据本发明实施例的发动机排气系统的热害评估装置的方框图。如图7所示,该发动机排气系统的热害评估装置包括:获取模块10、第一计算模块20和第二计算模块30。

[0075] 其中,获取模块10用于获取设定转速工况下发动机的排气参数。

[0076] 根据本发明的一个实施例,排气参数包括排气系统入口处的排气温度、排气流量、排气压力和排气成分以及排气系统出口处的排气温度、排气流量、排气压力和排气成分。

[0077] 第一计算模块20用于根据排气参数和排气系统中热源部件的尺寸结构参数计算热源部件的表面温度分布信息。

[0078] 根据本发明的一个实施例,热源部件可包括排气管、消声器、催化器、隔热罩、风扇中的一种或多种,热源部件的尺寸结构参数可包括外形尺寸、内部结构尺寸、管壁厚度以及材料物性。

[0079] 根据本发明的一个实施例,第一计算模块20可通过热对流和热传导公式计算热源部件的表面温度分布信息,其中,热对流和热传导公式如上述公式(1)所示。

[0080] 第二计算模块30用于根据热害部件的位置和材料参数以及与热害部件对应的热源部件的表面温度分布信息计算热害部件的受热温度,以对热害部件进行热害评估。

[0081] 根据本发明的一个实施例,热害部件可包括吊耳、线束、ABS、油管、防火墙、护套、传动轴油封、转向机、拉线、油底壳中的一种或多种,热害部件的材料参数可包括尺寸以及材料物性。

[0082] 根据本发明的一个实施例,第二计算模块30可通过辐射受热量公式和强制对流放热公式计算所述热害部件的受热温度,其中,辐射受热量公式和强制对流放热公式如上述公式(2)所示。

[0083] 需要说明的是,在本发明实施例的发动机排气系统的热害评估装置中未披露的细节,请参考本发明实施例的发动机排气系统的热害评估方法中所披露的细节,具体这里不再赘述。

[0084] 根据本发明实施例的发动机排气系统的热害评估装置,首先,通过获取模块获取设定转速工况下发动机的排气参数,然后,第一计算模块根据排气参数和排气系统中热源部件的尺寸结构参数计算热源部件的表面温度分布信息,最后,第二计算模块根据热害部件的位置和材料参数以及与热害部件对应的热源部件的表面温度分布信息计算热害部件的受热温度,以对热害部件进行热害评估。该装置不仅能够实现对热害部件的可靠评估,而且简化了车辆热管理中复杂的三维CAE仿真分析,避免了无样车阶段的无法实验测量的矛盾,并且避免了高昂的实验费用。

[0085] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0086] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是至少两个,例如两个,三个等,除非另有明确具体的限定。

[0087] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系,除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0088] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触,或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0089] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特

点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0090] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本发明的限制,本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

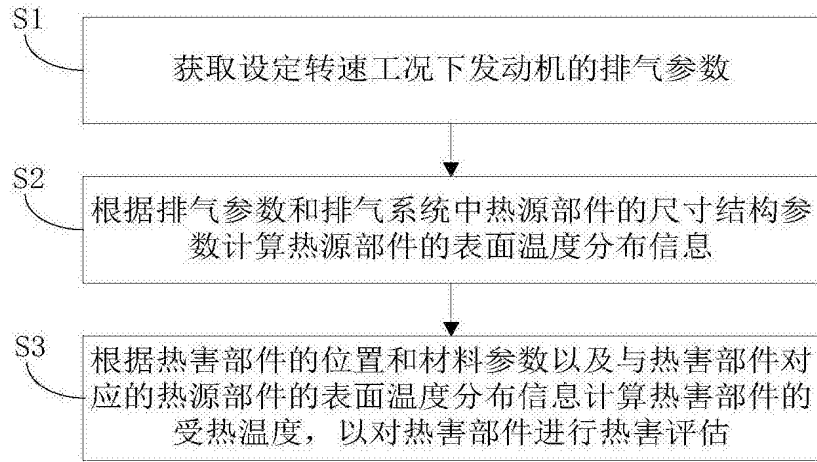


图1

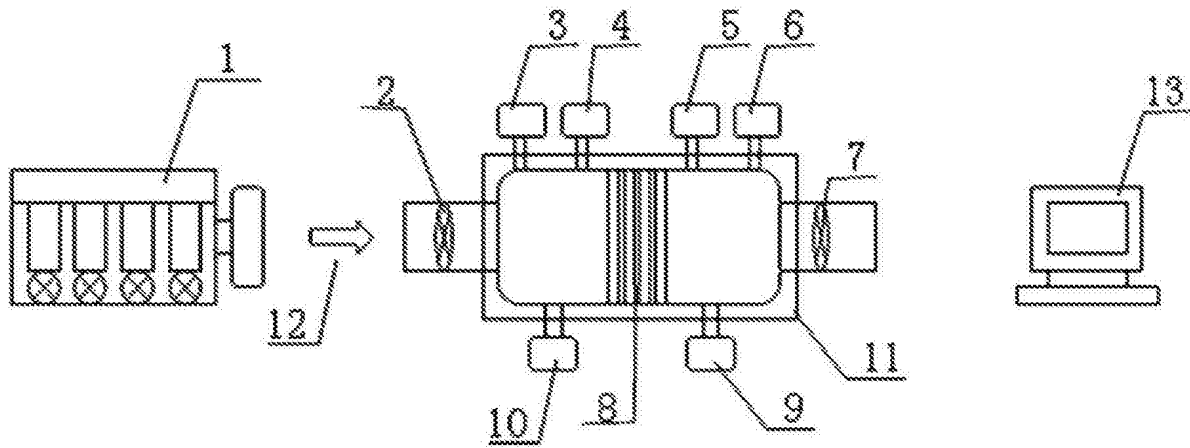


图2



图3

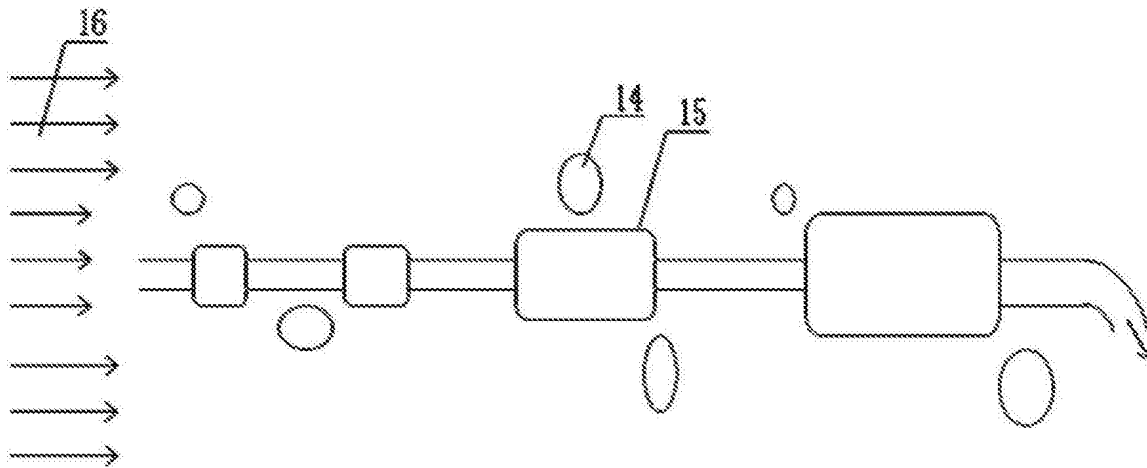


图4

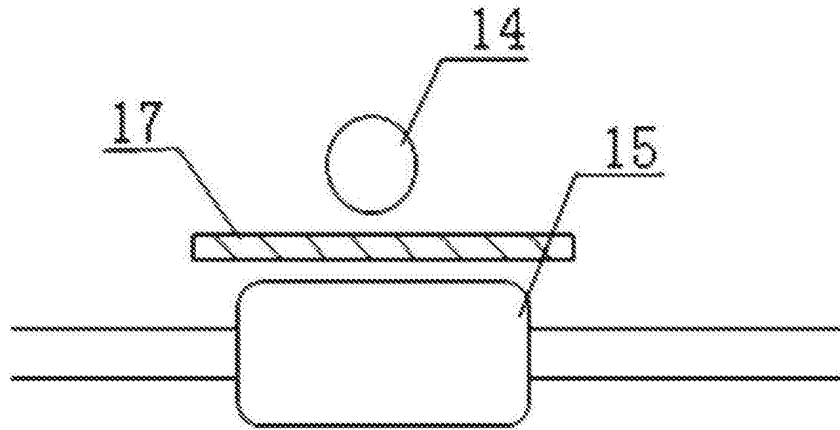


图5

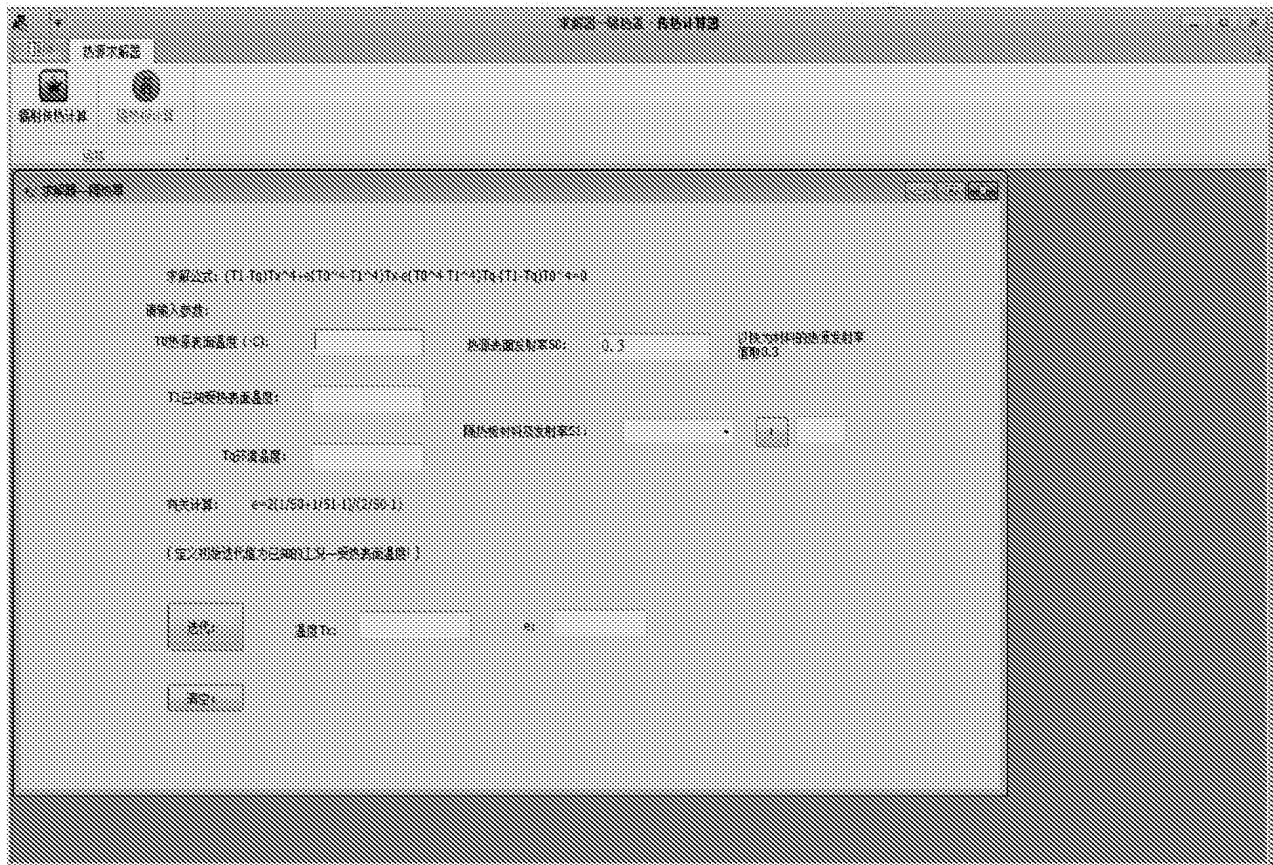


图6

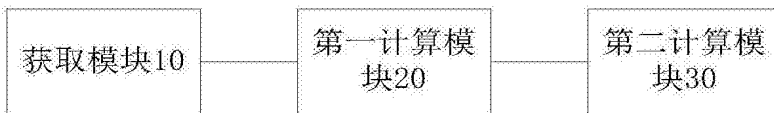


图7