



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113704871 B

(45) 授权公告日 2024.06.11

(21) 申请号 202110856858.8

(22) 申请日 2021.07.28

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113704871 A

(43) 申请公布日 2021.11.26

(73) 专利权人 岚图汽车科技有限公司

地址 430000 湖北省武汉市武汉经济技术
开发区人工智能科技园N栋研发楼3层
N3010号

(72) 发明人 郝明树 薛福元 杨建辉

(74) 专利代理机构 北京众达德权知识产权代理
有限公司 11570

专利代理师 梁凯

(51) Int. Cl.

G06F 30/15 (2020.01)

(56) 对比文件

CN 112163351 A, 2021.01.01

CN 105046012 A, 2015.11.11

CN 107014627 A, 2017.08.04

CN 107145663 A, 2017.09.08

CN 112051072 A, 2020.12.08

CN 112734203 A, 2021.04.30

CN 112818462 A, 2021.05.18

RU 50012 U1, 2005.12.10

US 2017350785 A1, 2017.12.07

刘春海. 铝合金车轮弯曲疲劳性能试验分析与评价.《黄金学报》.2000,第173-175页.

审查员 冯敏科

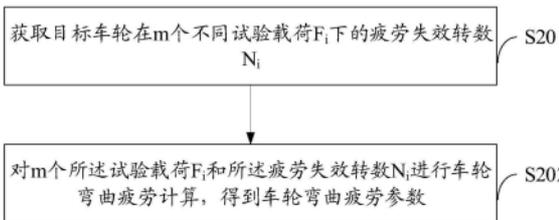
权利要求书2页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

车轮弯曲疲劳的确定方法、装置、终端设备及介质

(57) 摘要

本发明公开了一种车轮弯曲疲劳的确定方法、装置、终端设备及介质,其中所述方法包括:获取目标车轮在m个不同试验载荷 F_i 下的疲劳失效转数 N_i ,每个所述疲劳失效转数 N_i 均大于或等于预设的转数下限值;对m个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行车轮弯曲疲劳计算,得到车轮弯曲疲劳参数。采用本发明,能解决现有技术中车轮弯曲疲劳分析过于简单、精度较低等技术问题。



1. 一种车轮弯曲疲劳的确定方法,其特征在于,包括:

获取目标车轮在 m 个不同试验载荷 F_i 下的疲劳失效转数 N_i ,其中 i 为不超过 m 的正整数, m 为大于或等于2的正整数,每个所述疲劳失效转数 N_i 均大于或等于预设的转数下限值;

对 m 个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行车轮弯曲疲劳计算,得到车轮弯曲疲劳参数,所述车轮弯曲疲劳参数用于评价所述目标车轮的疲劳失效性能,所述车轮弯曲疲劳参数包括韦勒曲线斜率,所述对 m 个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行车轮弯曲疲劳计算,得到车轮弯曲疲劳参数,包括:

对 m 个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行对数标准差计算,得到第一标准差;

对 m 个所述试验载荷 F_i 进行对数标准差计算,得到第二标准差;

根据所述第一标准差和所述第二标准差,计算得到所述韦勒曲线斜率;

其中,所述韦勒曲线斜率用于反映所述试验载荷对所述目标车轮的疲劳失效转数的影响程度,所述韦勒曲线斜率为:

$$k = \frac{s_{xy}}{s_x^2}$$

其中, k 为所述韦勒曲线斜率, s_{xy} 为所述第一标准差, s_x 为所述第二标准差。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述车轮弯曲疲劳参数还包括对数标准偏差,所述对 m 个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行车轮弯曲疲劳计算,得到车轮弯曲疲劳参数,包括:

对 m 个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行对数标准差计算,得到第一标准差;

对 m 个所述试验载荷 F_i 进行对数标准差计算,得到第二标准差;

对 m 个所述疲劳失效转数 N_i 进行对数标准差计算,得到第三标准差;

根据所述第一标准差、所述第二标准差及所述第三标准差,计算得到所述对数标准偏差;

其中,所述对数标准偏差用于反映所述韦勒曲线斜率的概率分布。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

根据所述对数标准偏差,计算所述韦勒曲线斜率的置信度区间,所述置信度区间用于反映所述目标车轮在任一所述试验载荷下的疲劳失效转数的分布。

4. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述对数标准偏差为:

$$S_{\log} = \sqrt{\frac{1}{n-2} \left(s_y^2 - \frac{s_{xy}^2}{s_x^2} \right)}$$

其中, S_{\log} 为所述对数标准偏差, s_{xy} 为所述第一标准差, s_x 为所述第二标准差, s_y 为所述第三标准差。

5. 根据权利要求1-4中任一项所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

根据所述车轮弯曲疲劳参数,绘制对应的车轮弯曲疲劳图。

6. 一种车轮弯曲疲劳的确定装置,其特征在于,包括:获取模块和计算模块,其中:

所述获取模块,用于获取目标车轮在 m 个不同试验载荷 F_i 下的疲劳失效转数 N_i ,其中 i 为

不超过m的正整数,m为大于或等于2的正整数,每个所述疲劳失效转数 N_i 均大于或等于预设的转数下限值;

所述计算模块,用于对m个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行车轮弯曲疲劳计算,得到车轮弯曲疲劳参数,所述车轮弯曲疲劳参数用于评价所述目标车轮的疲劳失效性能,所述车轮弯曲疲劳参数包括韦勒曲线斜率,所述对m个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行车轮弯曲疲劳计算,得到车轮弯曲疲劳参数,包括:

对m个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行对数标准差计算,得到第一标准差;

对m个所述试验载荷 F_i 进行对数标准差计算,得到第二标准差;

根据所述第一标准差和所述第二标准差,计算得到所述韦勒曲线斜率;

其中,所述韦勒曲线斜率用于反映所述试验载荷对所述目标车轮的疲劳失效转数的影响程度,所述韦勒曲线斜率为:

$$k = \frac{s_{xy}}{s_x^2}$$

其中,k为所述韦勒曲线斜率, s_{xy} 为所述第一标准差, s_x 为所述第二标准差。

7.一种终端设备,其特征在于,包括:处理器、存储器、通信接口和总线;所述处理器、所述存储器和所述通信接口通过所述总线连接并完成相互间的通信;所述存储器存储可执行程序代码;所述处理器通过读取所述存储器中存储的可执行程序代码来运行与所述可执行程序代码对应的程序,以用于执行如上权利要求1-5中任一项所述的车轮弯曲疲劳的确定方法。

8.一种计算机可读存储介质,其特征在于,包括计算机指令,当其在终端设备上运行时,使得所述终端设备执行如上权利要求1-5中任一项所述的车轮弯曲疲劳的确定方法。

车轮弯曲疲劳的确定方法、装置、终端设备及介质

技术领域

[0001] 本发明涉及车辆技术领域,尤其涉及一种车轮弯曲疲劳的确定方法、装置、终端设备及介质。

背景技术

[0002] 车轮作为车辆行驶过程中的最重要部件之一,其质量的优劣直接关系到车辆运行的安全性和可靠性,因此在设计制造时对车轮的各种性能都有严苛的评价标准,以确保车轮具有良好的运用质量和可靠安全性能。

[0003] 对于车轮弯曲疲劳试验,目前已有一些比较完整的确定方法,但大多采用试验次数进行简单的比较分析,这种分析方式过于简单、其精度较低,不利于准确评估车轮的性能。

发明内容

[0004] 本申请实施例通过提供一种车轮弯曲疲劳的确定方法、装置、终端设备及介质,解决了现有技术中车轮弯曲疲劳分析过于简单、精度较低等技术问题。

[0005] 一方面,本申请通过本申请的一实施例提供一种车轮弯曲疲劳的确定方法,所述方法包括:

[0006] 获取目标车轮在 m 个不同试验载荷 F_i 下的疲劳失效转数 N_i ,其中 i 为不超过 m 的正整数, m 为大于或等于2的正整数,每个所述疲劳失效转数 N_i 均大于或等于预设的转数下限值;

[0007] 对 m 个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行车轮弯曲疲劳计算,得到车轮弯曲疲劳参数,所述车轮弯曲疲劳参数用于评价所述目标车轮的疲劳失效性能。

[0008] 可选地,所述车轮弯曲疲劳参数包括韦勒曲线斜率,所述对 m 个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行车轮弯曲疲劳计算,得到车轮弯曲疲劳参数包括:

[0009] 对 m 个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行对数标准差计算,得到第一标准差;

[0010] 对 m 个所述试验载荷 F_i 进行对数标准差计算,得到第二标准差;

[0011] 根据所述第一标准差和所述第二标准差,计算得到所述韦勒曲线斜率;

[0012] 其中,所述韦勒曲线斜率用于反映所述试验载荷对所述目标车轮的疲劳失效转数的影响程度。

[0013] 可选地,所述韦勒曲线斜率为:

$$[0014] \quad k = \frac{s_{xy}}{s_x^2}$$

[0015] 其中, k 为所述韦勒曲线斜率, s_{xy} 为所述第一标准差, s_x 为所述第二标准差。

[0016] 可选地,所述车轮弯曲疲劳参数还包括对数标准偏差,所述对 m 个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行车轮弯曲疲劳计算,得到车轮弯曲疲劳参数包括:

[0017] 对m个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行对数标准差计算,得到第一标准差;

[0018] 对m个所述试验载荷 F_i 进行对数标准差计算,得到第二标准差;

[0019] 对m个所述疲劳失效转数 N_i 进行对数标准差计算,得到第三标准差;

[0020] 根据所述第一标准差、所述第二标准差及所述第三标准差,计算得到所述对数标准偏差;

[0021] 其中,所述对数标准偏差用于反映所述韦勒曲线斜率的概率分布。

[0022] 可选地,所述方法还包括:

[0023] 根据所述对数标准偏差,计算所述韦勒曲线斜率的置信度区间,所述置信度区间用于反映所述目标车轮在任一所述试验载荷下的疲劳失效转数的分布。

[0024] 可选地,所述对数标准偏差为:

$$[0025] \quad S_{\log} = \sqrt{\frac{1}{n-2} \left(s_y^2 - \frac{s_{xy}^2}{s_x^2} \right)}$$

[0026] 其中, S_{\log} 为所述对数标准偏差, s_{xy} 为所述第一标准差, s_x 为所述第二标准差, s_y 为所述第三标准差。

[0027] 另一方面,本申请通过本申请的一实施例提供一种车轮弯曲疲劳的确定装置,所述装置包括:获取模块和计算模块,其中:

[0028] 所述获取模块,用于获取目标车轮在m个不同试验载荷 F_i 下的疲劳失效转数 N_i ,其中i为不超过m的正整数,m为大于或等于2的正整数,每个所述疲劳失效转数 N_i 均大于或等于预设的转数下限值;

[0029] 所述计算模块,用于对m个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行车轮弯曲疲劳计算,得到车轮弯曲疲劳参数,所述车轮弯曲疲劳参数用于评价所述目标车轮的疲劳失效性能。

[0030] 关于本申请未描述的内容具体可参见前述方法实施例中的相关介绍,这里不再赘述。

[0031] 另一方面,本申请实施例提供一种终端设备,所述终端设备包括:处理器、存储器、通信接口和总线;所述处理器、所述存储器和所述通信接口通过所述总线连接并完成相互间的通信;所述存储器存储可执行程序代码;所述处理器通过读取所述存储器中存储的可执行程序代码来运行与所述可执行程序代码对应的程序,以用于执行如上所述的车轮弯曲疲劳的确定方法。

[0032] 另一方面,本申请通过本申请的一实施例提供一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储了程序代码,当所述程序代码在终端设备上运行时用于执行如上所述的车轮弯曲疲劳的确定方法。

[0033] 本申请实施例中提供的一个或多个技术方案,至少具有如下技术效果或优点:本申请通过获取目标车轮在m个不同试验载荷 F_i 下的疲劳失效转数 N_i ,进而对m个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行车轮弯曲疲劳计算,得到车轮弯曲疲劳参数,这些参数用于评价目标车轮的疲劳失效性能,这样综合分析了多组试验载荷及其下的疲劳失效转数,能

有效解决现有技术中车轮弯曲疲劳分析过于简单、精度较低等技术问题,同时又能对车轮的疲劳失效转数进行评价,还能对疲劳失效转数的稳定性进行分析评价,有利于提升车轮弯曲疲劳分析的可靠性和准确性。

附图说明

[0034] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作一简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,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。

[0035] 图1是本申请实施例提供的一种车轮弯曲疲劳试验的场景示意图。

[0036] 图2是本申请实施例提供的一种车轮弯曲疲劳的确定方法的流程示意图。

[0037] 图3是本申请实施例提供的一种韦勒曲线斜率的示意图。

[0038] 图4是本申请实施例提供的一种车轮弯曲疲劳参数对应的车轮弯曲疲劳图。

[0039] 图5是本申请实施例提供的一种车轮弯曲疲劳的确定装置的结构示意图。

[0040] 图6是本申请实施例提供的一种终端设备的结构示意图。

具体实施方式

[0041] 申请人在提出本申请的过程中还发现:对于车轮弯曲疲劳试验,目前大多采用单一的韦勒曲线分析法来进行评价,但没有对具体情况有针对性分析评价。大多只采用试验次数的简单分析比较或韦勒曲线的简答计算进行评价。这种比较单一的确定方法,要么仅评价了试验次数,要么仅评价了数据的稳定性,而且更多地都是单纯地数据分析方法。可见,现有技术的分析确定方法比较单一,不够完整;且大多纯粹的数据分析,没有相关图形进行直观分析。因此,需要一种更加完整的确定方法,既要在试验次数上达到要求,而且也要在试验样品的稳定性也就是数据的离散度上进行综合评价。

[0042] 本申请实施例通过提供一种车轮弯曲疲劳的确定方法,解决了现有技术中车轮弯曲疲劳分析过于单一简单、精度较低等技术问题。

[0043] 本申请实施例的技术方案为解决上述技术问题,总体思路如下:获取目标车轮在 m 个不同试验载荷 F_i 下的疲劳失效转数 N_i ,其中 i 为不超过 m 的正整数, m 为大于或等于2的正整数,每个所述疲劳失效转数 N_i 均大于或等于预设的转数下限值;对 m 个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行车轮弯曲疲劳计算,得到车轮弯曲疲劳参数,所述车轮弯曲疲劳参数用于评价所述目标车轮的疲劳失效性能。

[0044] 为了更好的理解上述技术方案,下面将结合说明书附图以及具体的实施方式对上述技术方案进行详细的说明。

[0045] 首先说明,本文中出现的术语“和/或”,仅仅是一种描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,A和/或B,可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况。另外,本文中字符“/”,一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

[0046] 请参见图1,是本申请实施例提供的一种车轮弯曲疲劳试验的场景示意图。其中,车轮弯曲疲劳试验是检验车轮在曲线行驶时的疲劳性能。试验加载方式为车轮静止不动时在车轮上施加一个旋转变曲力矩(也可称为试验载荷)。其车轮弯曲疲劳试验加载方式如图

1所示,按照试验规范要求,将车轮安装到弯曲疲劳试验机上,即图示的安装面上。车轮在技术标准规定的试验载荷(即力矩或弯矩)下开始试验。当试验进行到技术标准要求的最低转数(即预设的转数下限值)时,将车轮卸下观察是否有疲劳裂纹产生。如果产生裂纹,则该车轮试验停止,将该车轮判定为不合格。否则,将车轮重新安装到安装面上,继续试验,直至车轮失效,不能承受试验载荷继续试验为止,记录此时该车轮的疲劳失效转数。

[0047] 在实际应用中,技术标准要求至少两个试验载荷水平,每一载荷下至少试验3件车轮,分别计算出其对应的对数标准偏差 S_{\log} 和韦勒曲线斜率 K 。关于对数标准偏差 S_{\log} 和韦勒曲线斜率 K 的计算具体在下文进行详述,这里不再赘述。

[0048] 请参见图2,是本申请实施例提供的一种车轮弯曲疲劳的确定方法的流程示意图。如图2所示的方法包括如下实施步骤:

[0049] S201、获取目标车轮在 m 个不同试验载荷 F_i 下的疲劳失效转数 N_i ,其中 i 为不超过 m 的正整数, m 为大于或等于2的正整数,每个所述疲劳失效转数 N_i 均大于或等于预设的转数下限值。

[0050] 本申请可将目标车轮安装到图1所示的车轮弯曲疲劳测试机上,在目标车轮上施加多组不同的试验载荷,并记录每组试验载荷下的疲劳失效转数。进一步从中筛选出满足测试技术标准最低的 m 个试验载荷 F_i 下各自的疲劳失效转数 N_i 。其中, i 为小于或等于(不超过) m 的正整数。每个试验载荷 F_i 下的疲劳失效转数 N_i 均大于或等于技术标准中规定的预设转数下限值,例如50等。 m 为大于或等于2的正整数,也即是在车轮弯曲疲劳试验中至少需要施加2组不同的试验载荷,以提升车轮弯曲疲劳试验次数的稳定性。

[0051] S202、对 m 个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行车轮弯曲疲劳计算,得到车轮弯曲疲劳参数,所述车轮弯曲疲劳参数用于评价所述目标车轮的疲劳失效性能。

[0052] 本申请可对获取的 m 个所述试验载荷 F_i 和 m 个所述疲劳失效转数 N_i 进行车轮弯曲疲劳计算,得到该目标车轮的车轮弯曲疲劳参数。所述车轮弯曲疲劳参数用于评价所述目标车轮的质量性能,即疲劳失效性能。所述车轮弯曲疲劳参数包括但不限于韦勒曲线斜率 k 和对数标准偏差 S_{\log} 。

[0053] 在一实施例中,本申请对 m 个所述试验载荷 F_i 和 m 个所述疲劳失效转数 N_i 进行对数标准差计算得到第一标准差;对 m 个所述试验载荷 F_i 进行对数标准差计算得到第二标准差;最后根据所述第一标准差和所述第二标准差计算得到所述韦勒曲线斜率 k ;其中,所述韦勒曲线斜率用于反映所述试验载荷对所述目标车轮的疲劳失效转数的影响程度。

[0054] 具体地,在韦勒曲线斜率 k 计算过程中,目标车轮的试验载荷和疲劳失效转数满足双对数(\log)坐标下的线性回归曲线(S-N曲线,也可称为韦勒曲线),即满足线性函数表达式如下公式(1)所示:

$$[0055] \quad y = a + k \times x \quad \text{公式(1)}$$

[0056] 其中, x 为试验载荷的对数(\log)值,即 $\log F$; y 为疲劳失效次数的对数(\log)值,即 $\log N$ 。

[0057] 本申请可对获取的 m 个试验载荷 $F_i(x)$ 和 m 个所述疲劳失效转数 $N_i(y)$ 进行对数标准差计算得到第一标准差,其具体计算如下公式(2)所示:

$$k = \frac{s_{xy}}{s_x^2}$$

$$[0058] \quad s_{xy} = \sum_{i=1}^m x_i y_i - \frac{1}{m} \left(\sum_{i=1}^m x_i \sum_{i=1}^m y_i \right) \quad \text{公式 (2)}$$

$$s_x^2 = \sum_{i=1}^m x_i^2 - \frac{1}{m} \left(\sum_{i=1}^m x_i \right)^2$$

[0059] 其中, k 为所述韦勒曲线斜率, s_{xy} 为所述第一标准差, s_x 为所述第二标准差, x_i 为试验载荷 F_i 的对数 (\log) 值, y_i 为疲劳失效转数 N_i 的对数 (\log) 值。

[0060] 其中, 上述公式 (1) 中 a 为 $x=0$ 时, 在 y 轴上的纵截距。其计算具体如下公式 (3) 所示:

$$[0061] \quad a = \frac{1}{m} \left(\sum_{i=1}^m y_i - k \sum_{i=1}^m x_i \right) \quad \text{公式 (3)}$$

[0062] 在一具体实施例中, 本申请可对 m 个所述试验载荷 F_i 和 m 个所述疲劳失效转数 N_i 进行对数标准差计算得到第一标准差; 对 m 个所述试验载荷 F_i 进行对数标准差计算得到第二标准差; 对 m 个所述疲劳失效转数 N_i 进行对数标准差计算得到第三标准差; 最后根据所述第一标准差、所述第二标准差及所述第三标准差计算得到所述对数标准偏差 S_{\log} ; 其中, 所述对数标准偏差用于反映所述韦勒曲线斜率的概率分布。

[0063] 具体地, 本申请可采用如下公式 (4) 所示计算对数标准偏差 S_{\log} :

$$S_{\log} = \sqrt{\frac{1}{n-2} \left(s_y^2 - \frac{s_{xy}^2}{s_x^2} \right)}$$

$$[0064] \quad s_{xy} = \sum_{i=1}^m x_i y_i - \frac{1}{m} \left(\sum_{i=1}^m x_i \sum_{i=1}^m y_i \right) \quad \text{公式 (4)}$$

$$s_x^2 = \sum_{i=1}^m x_i^2 - \frac{1}{m} \left(\sum_{i=1}^m x_i \right)^2$$

$$s_y^2 = \sum_{i=1}^m y_i^2 - \frac{1}{m} \left(\sum_{i=1}^m y_i \right)^2$$

[0065] 其中, S_{\log} 为所述对数标准偏差, s_{xy} 为所述第一标准差, s_x 为所述第二标准差, s_y 为

所述第三标准差。本申请中韦勒曲线和对数标准偏差拟合的准确率均为: $\left(\frac{s_{xy}}{s_x \times s_y} \right)^2$ 。

[0066] 在可选实施例中,本申请还可根据对数标准偏差 S_{\log} 计算韦勒曲线斜率 K 的置信度区间,该置信度区间用于反映目标车轮在任一试验载荷下的疲劳失效转数的分布状况。该置信度区间 T_N 的具体计算如下公式(5)所示:

$$[0067] \quad T_N = \frac{N_{90\%}}{N_{10\%}} = 1:10^{2.56 \times S_{\log}} \quad \text{公式(5)}$$

[0068] 请参见图3示出一种韦勒曲线和其置信度区间的示意图。如图3中,横坐标表示疲劳失效转数 N_i 的对数(\log)值, $\log N$;纵坐标表示试验载荷 F_i 的对数(\log)值, $\log F$ 。其中, $P_{50\%}$ 代表本申请拟合出的韦勒曲线,该曲线的斜率即为韦勒曲线斜率 k ; $P_{90\%} \sim P_{10\%}$ 代表置信度区间 T_N 。

[0069] 需要说明的是,本申请可根据疲劳失效转数(试验次数)可以计算出某一车轮(如目标车轮)的韦勒曲线,韦勒曲线斜率 K 反映了试验载荷对车轮疲劳失效转数影响的显著程度。当 k 越大,试验载荷减小时,车轮疲劳寿命显著增加。由于试验一般是在远高于车轮实际服役条件的试验载荷下进行以便加快试验进度,而车轮在实际服役条件下的疲劳性能由这些试验数据评价,如果 k 值较小或未知,车轮在试验载荷下虽然能够完成最低要求的转数而不产生裂纹失效,但是实际服役载荷下的疲劳转数有可能达不到要求,从而降低车轮的安全性。

[0070] 对数标准偏差 S_{\log} 表示在某一试验载荷下,车轮疲劳失效转数(疲劳寿命)的离散程度,也表示韦勒曲线的概率分布。 S_{\log} 值越大,则试验数据越分散,由试验数据评定车轮疲劳性能所得结论的可靠性越差,车轮的安全性越难保证。 S_{\log} 与不同车轮之间成分、组织、铸造缺陷及机械性能等的一致性有关,反映了车轮批量生产过程中工艺的稳定性。

[0071] 本申请还可根据试验数据(m 个试验载荷 F_i 和 m 个疲劳失效转数 N_i)或车轮弯曲疲劳参数绘制其对应的车轮弯曲疲劳图。请参见图4示出一种车轮弯曲疲劳图的示意图。如图4,本申请根据试验数据用excel绘制出韦勒曲线图和对数标准偏差,从图中可以直观的得出韦勒曲线斜率 k 和对数标准偏差 S_{\log} 。其中,直线1为试验标准所确定的试验载荷下的试验次数,直线2上的黑点为具体试验载荷下的试验次数(即疲劳失效转数),直线2为计算得到的韦勒曲线。从图中看出直线2的斜率 k 小于试验标准下直线1的斜率,则表示该车轮样件存在设计缺陷,有失效风险;若计算得出的 S_{\log} 值偏大,则可以得出该车轮样件的一致性较差,需要进行工艺改善,保证车轮样件的质量稳定性。

[0072] 通过实施本申请,获取目标车轮在 m 个不同试验载荷 F_i 下的疲劳失效转数 N_i ,进而对 m 个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行车轮弯曲疲劳计算,得到车轮弯曲疲劳参数,这些参数用于评价目标车轮的疲劳失效性能,这样综合分析了多组试验载荷及其下的疲劳失效转数,能有效解决现有技术中车轮弯曲疲劳分析过于简单、精度较低等技术问题,同时又能对车轮的疲劳失效转数进行评价,还能对疲劳失效转数的稳定性进行分析评价,有利于提升车轮弯曲疲劳分析的可靠性和准确性。

[0073] 请参见图5,是本申请实施例提供的一种车轮弯曲疲劳的确定装置,所述装置包括获取模块501和计算模块502,其中:

[0074] 所述获取模块501,用于获取目标车轮在 m 个不同试验载荷 F_i 下的疲劳失效转数 N_i ,其中 i 为不超过 m 的正整数, m 为大于或等于2的正整数,每个所述疲劳失效转数 N_i 均大于或

等于预设的转数下限值；

[0075] 所述计算模块502,用于对m个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行车轮弯曲疲劳计算,得到车轮弯曲疲劳参数,所述车轮弯曲疲劳参数用于评价所述目标车轮的疲劳失效性能。

[0076] 可选地,所述车轮弯曲疲劳参数包括韦勒曲线斜率,所述计算模块502具体用于:

[0077] 对m个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行对数标准差计算,得到第一标准差;

[0078] 对m个所述试验载荷 F_i 进行对数标准差计算,得到第二标准差;

[0079] 根据所述第一标准差和所述第二标准差,计算得到所述韦勒曲线斜率;

[0080] 其中,所述韦勒曲线斜率用于反映所述试验载荷对所述目标车轮的疲劳失效转数的影响程度。

[0081] 可选地,所述韦勒曲线斜率为:

$$[0082] \quad k = \frac{s_{xy}}{s_x^2}$$

[0083] 其中,k为所述韦勒曲线斜率, s_{xy} 为所述第一标准差, s_x 为所述第二标准差。

[0084] 可选地,所述车轮弯曲疲劳参数还包括对数标准偏差,所述计算模块502具体用于:

[0085] 对m个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行对数标准差计算,得到第一标准差;

[0086] 对m个所述试验载荷 F_i 进行对数标准差计算,得到第二标准差;

[0087] 对m个所述疲劳失效转数 N_i 进行对数标准差计算,得到第三标准差;

[0088] 根据所述第一标准差、所述第二标准差及所述第三标准差,计算得到所述对数标准偏差;

[0089] 其中,所述对数标准偏差用于反映所述韦勒曲线斜率的概率分布。

[0090] 可选地,所述计算模块502还用于:

[0091] 根据所述对数标准偏差,计算所述韦勒曲线斜率的置信度区间,所述置信度区间用于反映所述目标车轮在任一所述试验载荷下的疲劳失效转数的分布。

[0092] 可选地,所述对数标准偏差为:

$$[0093] \quad S_{\log} = \sqrt{\frac{1}{n-2} \left(s_y^2 - \frac{s_{xy}^2}{s_x^2} \right)}$$

[0094] 其中, S_{\log} 为所述对数标准偏差, s_{xy} 为所述第一标准差, s_x 为所述第二标准差, s_y 为所述第三标准差。

[0095] 可选地,所述装置还包括绘制模块503,所述绘制模块503用于:

[0096] 根据所述车轮弯曲疲劳参数,生成并绘制对应的车轮弯曲疲劳图。

[0097] 请参见图6,是本申请实施例提供的一种终端设备的结构示意图。如图6所示的终端设备包括:至少一个处理器601、通信接口602、用户接口603和存储器604,处理器601、通信接口602、用户接口603和存储器604可通过总线或者其它方式连接,本发明实施例以通过

总线605连接为例。其中，

[0098] 处理器601可以是通用处理器，例如中央处理器 (Central Processing Unit, CPU)。

[0099] 通信接口602可以为有线接口 (例如以太网接口) 或无线接口 (例如蜂窝网络接口或使用无线局域网接口)，用于与其他终端或网站进行通信。本发明实施例中，通信接口602具体用于获取发动机出水口的水温。

[0100] 用户接口603具体可为触控面板，包括触摸屏和触控屏，用于检测触控面板上的操作指令，用户接口603也可以是物理按键或者鼠标。用户接口603还可以为显示屏，用于输出、显示图像或数据。

[0101] 存储器604可以包括易失性存储器 (Volatile Memory)，例如随机存取存储器 (Random Access Memory, RAM)；存储器也可以包括非易失性存储器 (Non-Volatile Memory)，例如只读存储器 (Read-Only Memory, ROM)、快闪存储器 (Flash Memory)、硬盘 (Hard Disk Drive, HDD) 或固态硬盘 (Solid-State Drive, SSD)；存储器604还可以包括上述种类的存储器的组合。存储器604用于存储一组程序代码，处理器601用于调用存储器604中存储的程序代码，执行如下操作：

[0102] 获取目标车轮在 m 个不同试验载荷 F_i 下的疲劳失效转数 N_i ，其中 i 为不超过 m 的正整数， m 为大于或等于 2 的正整数，每个所述疲劳失效转数 N_i 均大于或等于预设的转数下限值；

[0103] 对 m 个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行车轮弯曲疲劳计算，得到车轮弯曲疲劳参数，所述车轮弯曲疲劳参数用于评价所述目标车轮的疲劳失效性能。

[0104] 可选地，所述车轮弯曲疲劳参数包括韦勒曲线斜率，所述对 m 个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行车轮弯曲疲劳计算，得到车轮弯曲疲劳参数包括：

[0105] 对 m 个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行对数标准差计算，得到第一标准差；

[0106] 对 m 个所述试验载荷 F_i 进行对数标准差计算，得到第二标准差；

[0107] 根据所述第一标准差和所述第二标准差，计算得到所述韦勒曲线斜率；

[0108] 其中，所述韦勒曲线斜率用于反映所述试验载荷对所述目标车轮的疲劳失效转数的影响程度。

[0109] 可选地，所述韦勒曲线斜率为：

$$[0110] \quad k = \frac{s_{xy}}{s_x^2}$$

[0111] 其中， k 为所述韦勒曲线斜率， s_{xy} 为所述第一标准差， s_x 为所述第二标准差。

[0112] 可选地，所述车轮弯曲疲劳参数还包括对数标准偏差，所述对 m 个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行车轮弯曲疲劳计算，得到车轮弯曲疲劳参数包括：

[0113] 对 m 个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行对数标准差计算，得到第一标准差；

[0114] 对 m 个所述试验载荷 F_i 进行对数标准差计算，得到第二标准差；

[0115] 对 m 个所述疲劳失效转数 N_i 进行对数标准差计算，得到第三标准差；

[0116] 根据所述第一标准差、所述第二标准差及所述第三标准差，计算得到所述对数标

准偏差；

[0117] 其中,所述对数标准偏差用于反映所述韦勒曲线斜率的概率分布。

[0118] 可选地,所述处理器601还用于:

[0119] 根据所述对数标准偏差,计算所述韦勒曲线斜率的置信度区间,所述置信度区间用于反映所述目标车轮在任一所述试验载荷下的疲劳失效转数的分布。

[0120] 可选地,所述对数标准偏差为:

$$[0121] \quad S_{\log} = \sqrt{\frac{1}{n-2} \left(s_y^2 - \frac{s_{xy}^2}{s_x^2} \right)}$$

[0122] 其中, S_{\log} 为所述对数标准偏差, s_{xy} 为所述第一标准差, s_x 为所述第二标准差, s_y 为所述第三标准差。

[0123] 可选地,所述处理器601还用于:

[0124] 根据所述车轮弯曲疲劳参数,生成并绘制对应的车轮弯曲疲劳图。

[0125] 由于本实施例所介绍的终端设备为实施本申请实施例中方法实施例所采用的终端设备,故而基于本申请实施例中介绍的方法,本领域所属技术人员能够了解本实施例的终端设备的具体实施方式以及各种变化形式,所以在此对于该终端设备如何实现本申请实施例中的方法不再详细介绍。只要本领域所属技术人员实施本申请实施例中方法所采用的终端设备,都属于本申请所欲保护的范围。

[0126] 通过实施本申请,获取目标车轮在m个不同试验载荷 F_i 下的疲劳失效转数 N_i ,进而对m个所述试验载荷 F_i 和所述疲劳失效转数 N_i 进行车轮弯曲疲劳计算,得到车轮弯曲疲劳参数,这些参数用于评价目标车轮的疲劳失效性能,这样综合分析了多组试验载荷及其下的疲劳失效转数,能有效解决现有技术中车轮弯曲疲劳分析过于简单、精度较低等技术问题,同时又能对车轮的疲劳失效转数进行评价,还能对疲劳失效转数的稳定性进行分析评价,有利于提升车轮弯曲疲劳分析的可靠性和准确性。

[0127] 本领域内的技术人员应明白,本发明的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此,本发明可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本发明可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

[0128] 本发明是参照根据本发明实施例的方法、设备(系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器,使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0129] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中,使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品,该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或

多个方框中指定的功能。

[0130] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上,使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理,从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

[0131] 尽管已描述了本发明的优选实施例,但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念,则可对这些实施例作出另外的变更和修改。所以,所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本发明范围的所有变更和修改。

[0132] 显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

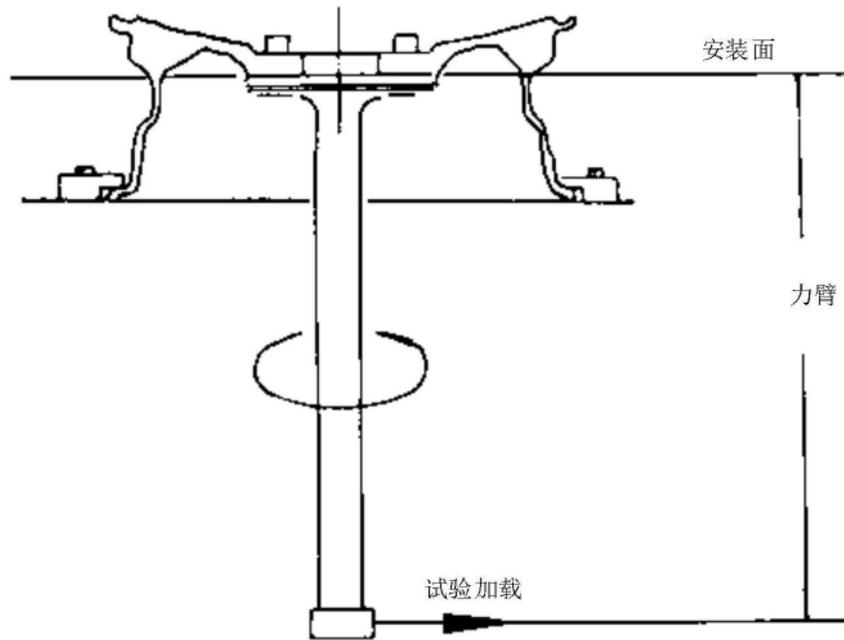


图1

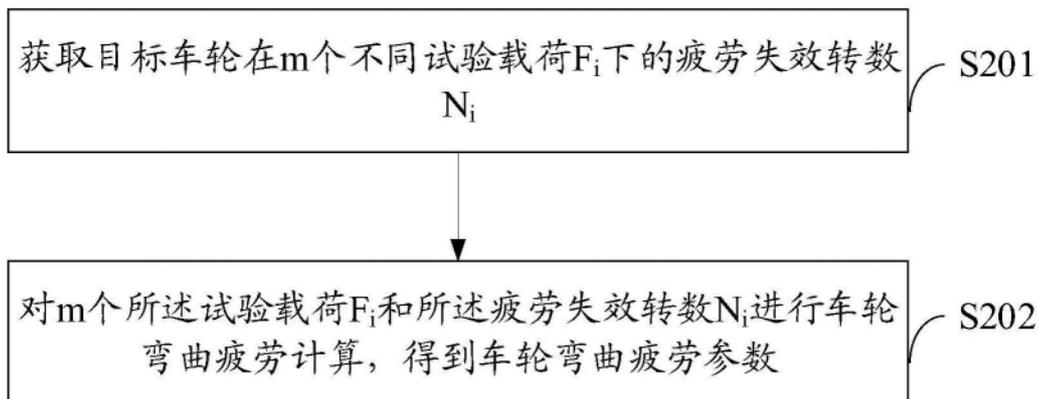


图2

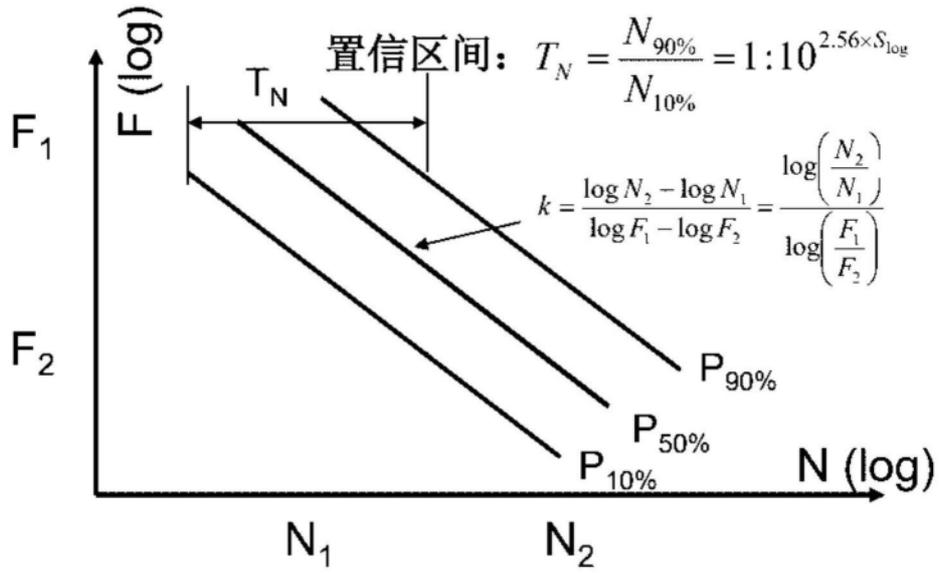


图3

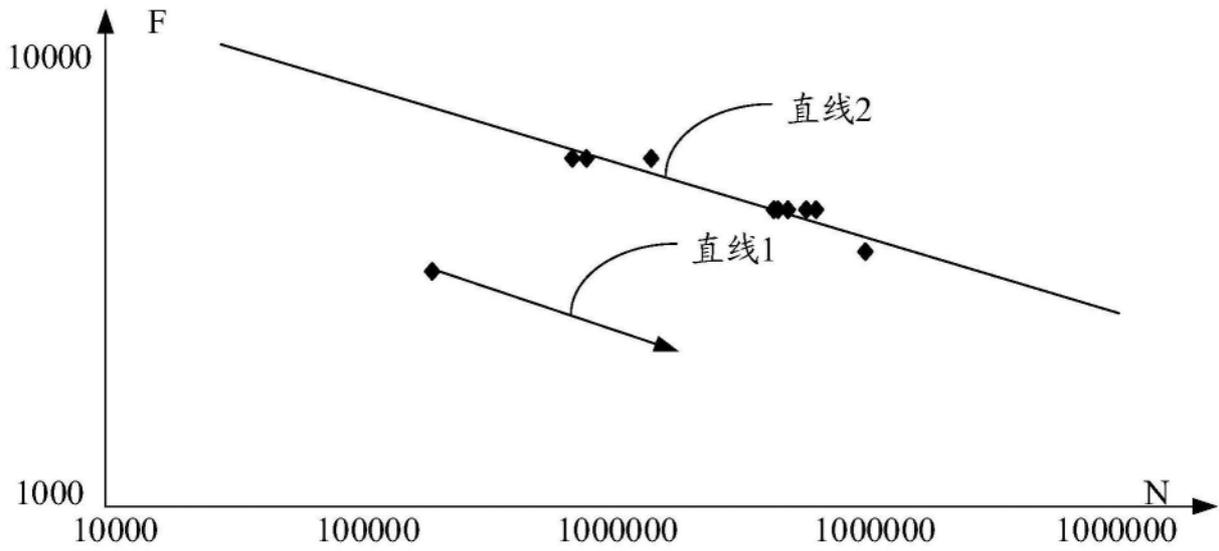


图4

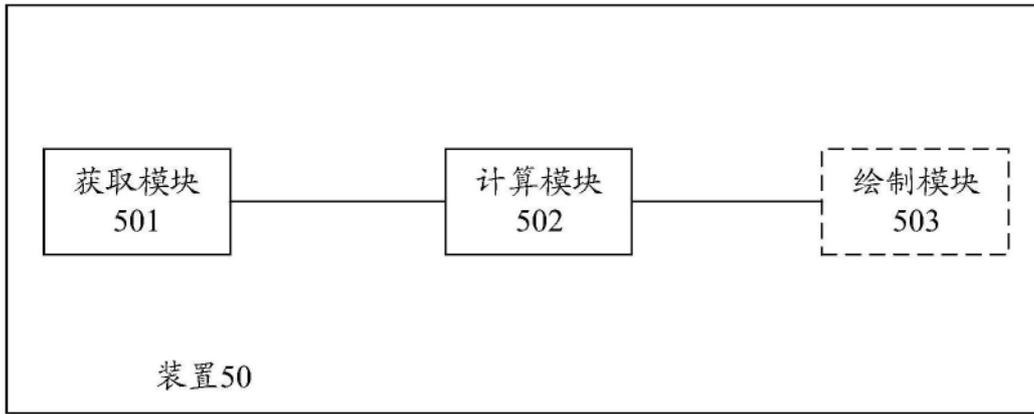


图5

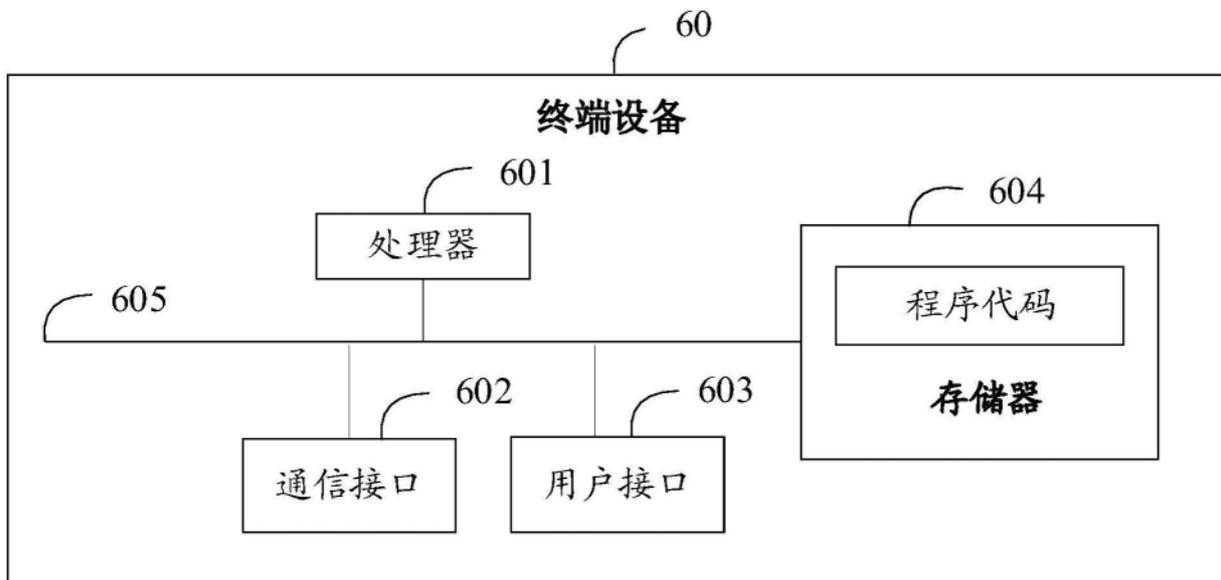


图6