



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108921305 B

(45) 授权公告日 2021.07.02

(21) 申请号 201810621885.5

G06Q 10/06 (2012.01)

(22) 申请日 2018.06.15

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 102567560 A, 2012.07.11

申请公布号 CN 108921305 A

审查员 何晟

(43) 申请公布日 2018.11.30

(73) 专利权人 李智彤

地址 510000 广东省广州市天河区华景北路38号901

专利权人 李达

(72) 发明人 李智彤 李达

(74) 专利代理机构 杭州杭诚专利事务有限公司 33109

代理人 尉伟敏 韩斐

(51) Int. Cl.

G06Q 10/00 (2012.01)

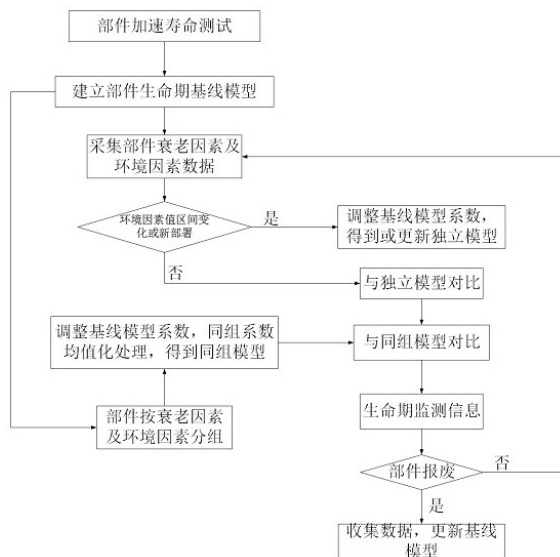
权利要求书3页 说明书9页 附图1页

(54) 发明名称

一种部件生命期监测方法

(57) 摘要

本发明涉及设备部件的健康管理与故障预测领域,具体涉及一种部件生命期监测方法。一种部件生命期监测方法,其特征在于,包括以下步骤:A)建立部件生命期的基线模型;B)根据每个部件的使用情况,调整基线模型,获得每个部件的独立模型;C)将部件的使用情况与部件的独立模型对比,获得部件的生命期监测信息。本发明的实质性效果是:与寿命压力测试相结合,获取有效数据样本的数量足、数据采集全面,用于生命期比对的模型建立更细致,因而能够对部件的生命期进行更全面和更准确的监测。



1. 一种部件生命期监测方法,其特征在于,包括以下步骤:

A) 建立部件生命期的基线模型;

B) 根据每个部件的使用情况,调整基线模型,获得每个部件的独立模型;

C) 将部件的使用情况与部件的独立模型对比,获得部件的生命期监测信息;

所述基线模型的建立方法包括以下步骤:

A1) 定义部件的衰老因素、环境因素和生命期反馈;

A2) 将工程理论模型和/或行业经验生命期模型作为基础模型;

A3) 对每个衰老因素进行加速寿命试验和/或模拟测试,获得单个衰老因素测试数据,代入基础模型获得单个衰老因素的生命期模型;

A4) 对每对单一环境因素以及单一衰老因素的组合进行加速寿命试验和/或模拟测试,获得单一环境因素和单一衰老因素组合的测试数据,代入基础模型获得单一环境因素及单一衰老因素组合的生命期模型;

A5) 对多个环境因素以及多个衰老因素进行加速寿命试验和/或模拟测试,获得多因素数据;

A6) 为单个衰老因素的生命期模型和单一环境因素及单一衰老因素组合的生命期模型人工设置带有初始权重值的函数关系组成初始基线模型,根据多因素数据建立权重值与衰老因素以及环境因素的拟合模型,将所述拟合模型与初始基线模型联立作为部件的生命期基线模型;

所述独立模型的建立方法包括以下步骤:

B1) 为每个环境因素划分区间;

B2) 当部件首次部署或者部件环境因素所处区间发生变化时,将之后收集的N1个数据代入基线模型,调整基线模型的权重参数值使所收集的N1个数据代入基线模型计算结果与检测结果差值均小于设定阈值,调整后基线模型作为部件的独立模型,其中N1由人工设定。

2. 根据权利要求1所述的一种部件生命期监测方法,其特征在于,

对衰老因素进行加速寿命试验,获取单个衰老因素测试数据的数据采集方法为:若衰老因素从环境状态到试验状态为瞬变过程,则在衰老因素处于试验状态时,每间隔时间 t_1 采集衰老因素数据和生命期反馈数据并与时间数据关联,反之,则在衰老因素从环境状态变化到试验状态过程中,每间隔时间 t_2 采集衰老因素数据和生命期反馈数据并经折算函数与时间数据关联,而后在衰老因素处于试验状态时,每间隔时间 t_1 采集衰老因素数据以及生命期反馈数并与时间数据关联;

对每对环境因素以及衰老因素的组合进行加速寿命试验,获得单一环境因素和单一衰老因素组合的测试数据的方法为:若衰老因素以及环境因素从环境状态到试验状态均为瞬变过程,则在衰老因素及环境因素均处于试验状态时,每隔时间 t_1 采集衰老因素数据、环境因素数据以及生命期反馈数据并与时间数据关联,反之,则在衰老因素以及环境因素从环境状态到均处于试验状态的过程中,每隔时间 t_2 采集衰老因素数据、环境因素数据以及生命期反馈数据并经折算函数与时间数据关联,而后在衰老因素以及环境因素均处于试验状态时,每间隔时间 t_1 采集衰老因素数据、环境因素数据以及生命期反馈数并与时间数据关联,其中间隔时间 t_1 与 t_2 由人工设定。

3. 根据权利要求1或2所述的一种部件生命期监测方法,其特征在于,
生命期反馈包括部件失效征兆和失效症状,通过因素数据建立部件的失效征兆模型和失效症状模型。

4. 根据权利要求1或2所述的一种部件生命期监测方法,其特征在于,
所述部件的衰老因素、环境因素和生命期反馈数据均包括传感器采样数据和人工检测设定数据。

5. 根据权利要求4所述的一种部件生命期监测方法,其特征在于,
所述衰老因素、环境因素和生命期反馈数据的人工检测设定数据,均由人工检测时上传设定,并在两次人工检测期间维持不变或按设定函数变化;

所述按设定函数变化的衰老因素以及环境因素的人工检测设定数据,均在人工检测后,计算检测值与由设定函数根据上次检测值计算所得值的差值,所述差值作为生命期反馈数据上传。

6. 根据权利要求1或2所述的一种部件生命期监测方法,其特征在于,
在步骤C中,所述将部件的使用情况与部件的独立模型对比,获得部件的生命期监测信息的方法为:

C1) 将采集到的部件衰老因素和环境因素数据代入部件独立模型,若独立模型计算所得生命期反馈数据与采集到的生命期反馈数据差值超过设定阈值,则发出警告和/或标记部件的维保项目;

C2) 当采集到的部件衰老因素、环境因素以及生命期反馈数据符合失效征兆模型时,则发出警告和/或标记部件的维保项目;

C3) 当采集到的部件衰老因素、环境因素以及生命期反馈数据符合失效症状模型时,则发出警告和/或自动发出召修。

7. 根据权利要求1或2所述的一种部件生命期监测方法,其特征在于,
在步骤C中,将部件的使用情况同时与部件的独立模型和同类模型对比,获得部件的生命期监测信息;

所述同类模型的建立方法为:

CC1) 将监测中的全部部件,按照使用情况和/或环境情况划分为若干个组;

CC2) 收集每组中每个部件的衰老因素、环境因素以及生命期反馈的N2个数据,剔除集合内衰老因素或环境因素数据值超出设定范围的数据,其中N2由人工设定;

CC3) 调整基线模型的权重参数值使每组所收集的N2个数据代入基线模型计算结果与检测结果差值均小于设定阈值,调整后基线模型作为每组部件的同类模型。

8. 根据权利要求7所述的一种部件生命期监测方法,其特征在于,
所述将部件的使用情况同时与部件的独立模型和同类模型对比的方法为:

将采集到的部件衰老因素和环境因素数据分别代入部件独立模型和同类模型,若独立模型或同类模型计算所得生命期反馈数据与采集到的生命期反馈数据差值超过设定阈值,则发出警告和/或标记部件的维保项目。

9. 根据权利要求1或2所述的一种部件生命期监测方法,其特征在于,
在步骤C之后进行步骤:D) 当收集到的同型号部件的衰老因素、环境因素以及生命期反馈数据的数量超过设定值后,修正基础模型,并在步骤A中更新部件生命期基线模型。

10. 根据权利要求9所述的一种部件生命期监测方法,其特征在于,
当部件进行维保作业时,收集用于修正基础模型的维保现场数据,上传部件的衰老因素、环境因素以及生命期反馈数据。

一种部件生命期监测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及设备部件的健康管理与故障预测领域，具体涉及一种部件生命期监测方法。

背景技术

[0002] 随着我国机械电子工业的发展，机械电子设备的功能愈来愈丰富和多样化，在为人们的生产及生活带来极大改善的同时，也出现了机械电子设备愈加趋于复杂和不可靠的问题。为了使包含众多零部件及电子器件的机电设备保持良好和安全的运行状态，运营方必须定期组织机电设备的维护和保养。目前机电设备的维护保养任务主要有原厂负责及第三方承包两种模式，采用的维保方法几乎全部是定期派遣维保人员进行现场维保作业。由于缺乏有效监管措施，维保人员现场维保存在维保品质不达标的问题，导致许多机电设备带病运行，存在极大的安全隐患。据业内统计，机电设备故障及事故的原因百分之八十是维保不到位造成的。目前我国经济发展迅速，机电设备部署量及增量均处于高位，维保人员数量增长跟不上，导致维保人员工作繁重以及维保人员存在普遍的培训不足和素质不齐的问题。而对维保人员的工资及培训费用的增长，导致部分维保承包单位压低用于维保设备采购的预算，进一步降低了定期现场维保的品质和可靠性。维保人员定期现场维保还存在一定的盲目性，“该修没修、不该修却修”的维修不平衡的缺点，缺乏针对性，效率低下。在维保任务日益繁重的今天，仅依靠人工定期现场维保模式，已显然不能满足机电设备安全稳定运行的需要。

[0003] 目前出现了一些提高维保现场监控效果的技术方案，能够缓解目前机电设备缺乏充分维保和维保资源不足且质量低的矛盾，但仍然不能为维保作业提供全方位的指导，不能监测机电设备及部件的生命期及健康情况。如果能够准确把握机电设备及部件的生命期及健康状态，则能够进行精准维保。大大减少维保任务量的同时，还能够提高维保质量。在部件即将损坏或故障前即可发现，并采取对应措施避免不良后果。然而目前对于机电设备及部件有故障预测和报警的方法存在以下问题：1) 建模理论依据不足，算法模型简单，目前业界通常采用历史故障库作为比对基础，仅能够在对频繁出现的主要故障做出报警，对没有出现过的或者小概率故障仍然无法判断，甚至是频繁误判；2) 数据共享困难，有效样本数量不足，由于需要积累故障数据，只有在设备出现故障后才能获取到样本数据，导致样本数据收集周期长，样本数据总量少，且业务系统之间缺乏统一标准，故障记录样本独立存放，难以形成共享；3) 存在伪衰老期预测方法，目前业界直接使用机电设备及部件的少量故障征兆或者主要传感器采集数据作为预警信息，这种片面的故障征兆判断，也带入了更多的不确定性并降低了监测结果的准确性；4) 误报率高，预测结果发散，由于缺乏建模理论依据、比较基础简陋、有效样本数据总量少以及衰老期预测模型粗糙，导致误报率高，预测结果收敛性差。

[0004] 中国专利CN 106952028 A，公开日2017年7月14日，机电装备故障预诊与健康管理办法及系统，包括：数据获取，获取机电装备的数据信息；自诊断，对某一台机电装备在不同

运行模式和健康状态下的历史数据信息进行特征提取和模型建立,再利用建立的模型将当前状态获取的数据信息与历史数据信息进行比较,自动识别该台机电装备的当前健康状态;健康状态预测,根据自诊断后获得的该台机电装备的当前健康状态及历史健康状态预测该台机电装备未来健康状态的变化;集群分析,根据单台机电装备的当前健康状态对机电装备集群中的多台机电装备的数据信息进行聚类和分析比较,得到多台机电装备的健康状态等级和风险分布。其技术方案仍然采用设备及部件历史故障库作为对比基准,存在有效样本数量少、对比模型粗糙的问题,导致监测结果不全面和准确性差。

[0005] 中国专利CN 103241658 B,公开日2015年9月23日,基于物联网的起重机金属结构健康监测与安全预警系统,包括:物联网感知层、物联网网络层和物联网应用层,所述物联网感知层,用于采集起重机金属结构健康参数的光信号,将光信号解调成电信号,并将传感数据电信号压缩封装后传输到物联网网络层;物联网网络层,用于接收电信号数据,对电信号进行识别处理,并将识别处理后的数据发送到物联网应用层;物联网应用层,将接收到的数据进行计算并判定是否发出报警信号。本发明基于物联网技术,可全天候对大型起重机金属结构进行全生命周期的实时健康监测与安全预警,具有无电磁干扰、精度高、量程宽、可靠性高、寿命长等特点。由于其针对机械结构采集应变信息,因而不存在数据采集不全面的问题,但是虽然其能采集到所需信息,却缺乏有效全面的对比基准,其对比基准仍然依靠历史故障的数据,因而仍然没有解决生命期监测结果不全面不准确的问题。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题是:目前机电设备及部件生命期监测不全面不准确的技术问题。提出了一种结合寿命压力测试数据和历史故障数据建立对比模型的生命期监测结果更全面更加准确的部件生命期监测方法。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明所采取的技术方案为:一种部件生命期监测方法,包括以下步骤:A)建立部件生命期的基线模型;B)根据每个部件的使用情况,调整基线模型,获得每个部件的独立模型;C)将部件的使用情况与部件的独立模型对比,获得部件的生命期监测信息。目前故障及生命期监测采用历史故障库作为对比基准,采用由加速寿命试验获得的部件生命期基线模型作为对比基准,可以获得更全面更准确的监测结果。在加速寿命试验过程中,可以统一实际应用中及加速寿命试验过程中所使用的传感器,使试验数据和实际采集数据匹配度更高,提高生命期监测的准确度。在基线模型中,会存在多个可调系数值,根据加速寿命试验可以确定全部系数的取值,形成基准系数;但在实际应用中,由于每个部件的部署环境不同,不同部件的生命期模型若归类到一个模型中则会导致该模型缺乏针对性,因而采用在生命期监测时先根据部件部署环境,将基准系数修正后,建立每个部件的独立模型,提高单个部件模式的适配度,进而提高生命期监测准确度和可靠度,降低误报率。

[0008] 作为优选,所述基线模型的建立方法包括以下步骤:A1)定义部件的衰老因素、环境因素和生命期反馈;A2)将工程理论模型和/或行业经验生命期模型作为基础模型;A3)对每个衰老因素进行加速寿命试验和/或模拟测试,获得单个衰老因素测试数据,代入基础模型获得单个衰老因素的生命期模型;A4)对每对单一环境因素以及单一衰老因素的组合进行加速寿命试验和/或模拟测试,获得单一环境因素和单一衰老因素组合的测试数据,代入

基础模型获得单一环境因素及单一衰老因素组合的生命期模型；A5)对多个环境因素以及多个衰老因素进行加速寿命试验和/或模拟测试,获得多因素数据；A6)为单个衰老因素的生命期模型和单一环境因素及单一衰老因素组合的生命期模型人工设置带有初始权重值的函数关系组成初始基线模型,根据多因素数据建立权重值与衰老因素以及环境因素的拟合模型,将所述拟合模型与初始基线模型联立作为部件的生命期基线模型。

[0009] 作为优选,对衰老因素进行加速寿命试验,获取单个衰老因素测试数据的数据采集方法为:若衰老因素从环境状态到试验状态为瞬变过程,则在衰老因素处于试验状态时,每间隔时间 t_1 采集衰老因素数据和生命期反馈数据并与时间数据关联,反之,则在衰老因素从环境状态变化到试验状态过程中,每间隔时间 t_2 采集衰老因素数据和生命期反馈数据并经折算函数与时间数据关联,而后在衰老因素处于试验状态时,每间隔时间 t_1 采集衰老因素数据以及生命期反馈数并与时间数据关联;对每对环境因素以及衰老因素的组合进行加速寿命试验,获得单一环境因素和单一衰老因素组合的测试数据的方法为:若衰老因素以及环境因素从环境状态到试验状态均为瞬变过程,则在衰老因素及环境因素均处于试验状态时,每隔时间 t_1 采集衰老因素数据、环境因素数据以及生命期反馈数据并与时间数据关联,反之,则在衰老因素以及环境因素从环境状态到均处于试验状态的过程中,每隔时间 t_2 采集衰老因素数据、环境因素数据以及生命期反馈数据并经折算函数与时间数据关联,而后在衰老因素以及环境因素均处于试验状态时,每间隔时间 t_1 采集衰老因素数据、环境因素数据以及生命期反馈数并与时间数据关联,其中间隔时间 t_1 与 t_2 由人工设定。在现有加速寿命试验过程中,将部件或设备置于测试状态下,仅在持续设定时间后取出检测部件或设备是否失效,对中间过程并没有进行数据采集,获得的生命期测试数据粗糙,本发明在整个过程中,全程采集数据,能够获得更加细致和准确的生命期数据。在加速寿命试验中,若测试因素不能瞬变,如温度下降不能瞬变,则需要有一个降温时间,在现有加速寿命试验中,不对降温过程的数据进行采集,浪费数据资源,本发明采用折算函数将降温过程中采集的数据折算成与生命期相关的数据,并与时间轴关联,从而将该部分数据有效利用起来。

[0010] 作为优选,生命期反馈包括部件失效征兆和失效症状,通过因素数据建立部件的失效征兆模型和失效症状模型。失效征兆模型指部件产生了不良状态,但仍然能够完成其功能时的数据表现,此时进行故障征兆报警,指派维保人员现场检查确认;失效症状指部件出现故障,无法完成其功能时的数据表现,此时进行故障报警,并自动召修。

[0011] 作为优选,所述部件的衰老因素、环境因素和生命期反馈数据均包括传感器采样数据和人工检测设定数据。如果部件存在需要人工干预的衰老因素或环境因素,则该部分衰老因素或环境因素的值,部分可以通过传感器采集(如润滑油液位),但有些情况下传感器难以采集(如润滑脂是否充足),则需要人工设定(如在添加润滑脂后设定润滑脂充足)。

[0012] 作为优选,所述衰老因素、环境因素和生命期反馈数据的传感器采样数据,均由安装在部件上的带有物联网功能的传感器采集并上传。

[0013] 作为优选,所述衰老因素、环境因素和生命期反馈数据的人工检测设定数据,均由人工检测时上传设定,并在两次人工检测期间维持不变或按设定函数变化;所述按设定函数变化的衰老因素以及环境因素的人工检测设定数据,均在人工检测后,计算检测值与由设定函数根据上次检测值计算所得值的差值,所述差值作为生命期反馈数据上传。所述设定函数由经验函数给出(如部件需要使用润滑脂,在维保时添加标准剂量的润滑脂,并设定

润滑脂充足并使用数字1表示,而后在下一次维保前润滑脂作为环境因素的值由1逐渐沿设定函数下降,该设定函数可以由人工进行多次试验后进行确定;在下次维保时,人工判断润滑脂余量,并计算余量与根据设定函数计算所得余量进行比较,其差值作为生命期反馈数据,如部件实际润滑脂余量低于根据设定函数计算所得余量,且差值超过阈值,则判断部件工作状态不佳,消耗润滑脂速度过快)。

[0014] 作为优选,所述独立模型的建立方法包括以下步骤:B1)为每个环境因素划分区间;B2)当部件首次部署或者部件环境因素所处区间发生变化时,将之后收集的N1个数据代入基线模型,更新部件的独立模型,其中N1是由人工设定的正整数。在部件通过验收新部署时,部件不太可能突变损坏,此时对部件的性能和可靠性最为信任,此时采集到的数据均认为是部件健康状态下的数据,将这部分数据用来修正基线模型是可靠的,得到独立模型后,则不再对独立模型进行修改,此时采集到的数据用来跟独立模型进行对比,差值作为判断部件是否健康工作的依据;若检测到环境因素区间发生变化,则需要调整独立模型中的参数,在检测到环境因素区间变化后对模型的前N1次采样用来修正独立模型,之后的采集数据作为判断部件是否健康运行的依据。N1取值应根据环境变化所涉及的全部系数的调整所需。作为推荐,N1取值为2~5,当涉及需要调整的系数多时去大值,涉及需要调整系数少时取小值。

[0015] 作为优选,在步骤C中,所述将部件的使用情况与部件的独立模型对比,获得部件的生命期监测信息的方法为:C1)将采集到的部件衰老因素和环境因素数据代入部件独立模型,若独立模型计算所得生命期反馈数据与采集到的生命期反馈数据差值超过设定阈值,则发出警告和/或标记部件的维保项目,反之,则更新部件的剩余寿命;C2)当采集到的部件衰老因素、环境因素以及生命期反馈数据符合失效征兆模型时,则发出警告和/或标记部件的维保项目;C3)当采集到的部件衰老因素、环境因素以及生命期反馈数据符合失效症状模型时,则发出警告和/或自动发出召修。

[0016] 作为优选,在步骤C中,将部件的使用情况同时与部件的独立模型和同类模型对比,获得部件的生命期监测信息;所述同类模型的建立方法为:CC1)将监测中的全部部件,按照使用情况和/或环境情况划分为若干个组;CC2)收集每组中每个部件的衰老因素、环境因素以及生命期反馈的N2个数据,剔除集合内衰老因素或环境因素数据值超出设定范围的数据,其中N2是由人工设定的正整数;CC3)将每组数据分别代入基础模型并进行均值化处理,得到每组部件的同类模型。单个部件均拥有其独立模型,独立模型建立的基础是基线模型和仅单个部件的采样数据,由于个体数据缺乏稳定性和准确性,因而本发明采用将相似工况下的部件分组,对组内的大量个体进行统计和规整,去除存在故障的数据样本,仅保留正常工作个体的数据,均值化后代入基线模型,求出同类模型,同类模型相比于基线模型具有更高的准确度,且其建立灵活,可以在设备投入后短期内采集的数据为基础进行建模,数据收集及建模周期短。

[0017] 作为优选,所述将部件的使用情况同时与部件的独立模型和同类模型对比的方法为:将采集到的部件衰老因素和环境因素数据分别代入部件独立模型和同类模型,若独立模型或同类模型计算所得生命期反馈数据与采集到的生命期反馈数据差值超过设定阈值,则发出警告和/或标记部件的维保项目。

[0018] 作为优选,在步骤C之后进行步骤:D)当收集到的同型号部件的衰老因素、环境因

素以及生命期反馈数据的数量超过设定值后,修正基础模型,并在步骤A中更新部件生命期基线模型。当获得大量实际数据后,即可进行人工分析,建立新的行业内的经验模型或理论模型,并据此更新基线模型,为后续部署的部件提供更准确的参考基线模型,进一步提高生命期监测准确度。

[0019] 作为优选,当部件进行维保作业时,收集用于修正基础模型的维保现场数据,上传部件的衰老因素、环境因素以及生命期反馈数据。在现场维保时,收集维保现场的声音数据和/或图像数据,声音数据和/或图像数据用作部件的生命期反馈数据,为建立新的基础模型提供数据支持。当现场数据积累足够多时,也可以将部件的生命期监测加入声音和/或图像作为生命期反馈数据,用于辅助验证生命期监测结果的准确性,提高监测准确度。

[0020] 本发明的实质性效果是:与寿命压力测试相结合,获取有效数据样本的数量足、数据采集全面,用于生命期比对的模型建立更细致,因而能够对部件的生命期进行更全面和更准确的监测。

附图说明

[0021] 图1为生命期监测方法流程框图。

具体实施方式

[0022] 下面通过具体实施例,并结合附图,对本发明的具体实施方式作进一步具体说明。

[0023] 如图1所示,生命期监测方法流程框图,包括以下步骤:A)建立部件生命期的基线模型;B)根据每个部件的使用情况,调整基线模型,获得每个部件的独立模型;C)将部件的使用情况与部件的独立模型对比,获得部件的生命期监测信息。

[0024] 作为说明:将紫外线强度和使用次数作为基线模型的自变量,二者均设置一个系数,根据加速寿命试验结果数据可以确定一组基准系数。在实际应用中,环境紫外线变化范围有限,因而基准系数能够符合环境紫外线变化对生命期变化的规律;但加速寿命试验不可能穷举全部环境状态,当部件部署在紫外线强度远高于加速寿命试验状态时,如在太空中使用,紫外线强度远高于地面使用时的强度,其对应系数也不再符合紫外线变化对生命期变化的规律,因而需要调高紫外线的系数,提高紫外线对生命期衰老的比重,系数调整后的基线模型作为部件监控的独立模型。

[0025] 基线模型的建立方法包括以下步骤:A1)定义部件的衰老因素、环境因素和生命期反馈;A2)将工程理论模型和/或行业经验生命期模型作为基础模型;A3)对每个衰老因素进行加速寿命试验和/或模拟测试,获得单个衰老因素测试数据,代入基础模型获得单个衰老因素的生命期模型;A4)对每对单一环境因素以及单一衰老因素的组合进行加速寿命试验和/或模拟测试,获得单一环境因素和单一衰老因素组合的测试数据,代入基础模型获得单一环境因素及单一衰老因素组合的生命期模型;A5)对多个环境因素以及多个衰老因素进行加速寿命试验和/或模拟测试,获得多因素数据;A6)为单个衰老因素的生命期模型和单一环境因素及单一衰老因素组合的生命期模型人工设置带有初始权重值的函数关系组成初始基线模型,根据多因素数据建立权重值与衰老因素以及环境因素的拟合模型,将拟合模型与初始基线模型联立作为部件的生命期基线模型。

[0026] 作为说明:设A、B及C为衰老因素,在步骤A3和步骤A4中分别建立单个衰老因素的

生命期模型 $W(A)$ 、 $W(B)$ 和 $W(C)$ ，以及单一环境因素及单一衰老因素组合的生命期模型 $W(AD)$ 、 $W(BE)$ 和 $W(CF)$ ，人工设置带有初始权重值的函数关系组成初始基线模型为 $W_{base}=aW(A)+bW(B)+cW(C)+dW(AD)+eW(BE)+fW(CF)$ ，其中 a, b, c, d, e 和 f 均为权重值，在步骤A5中获得大量 $[W, A, B, C, D, E, F]$ 格式的数据组，即多因素数据，将每组 $[W, A, B, C, D, E, F]$ 代入 $W_{base}=aW(A)+bW(B)+cW(C)+dW(AD)+eW(BE)+fW(CF)$ ，可以获得衰老因素以及环境因素数据 $[A, B, C, D, E, F]$ 与模型系数 $[a, b, c, d, e, f]$ 的映射关系，对该映射关系进行拟合，获得权重值与衰老因素以及环境因素的拟合模型 $Q([A, B, C, D, E, F], [a, b, c, d, e, f])$ ，应用时，将采集的衰老因素以及环境因素数据 $[A, B, C, D, E, F]$ 代入拟合模型 $Q([A, B, C, D, E, F], [a, b, c, d, e, f])$ 得出对应的 $[a, b, c, d, e, f]$ ，将得出的 $[a, b, c, d, e, f]$ 代入 $W_{base}=aW(A)+bW(B)+cW(C)+dW(AD)+eW(BE)+fW(CF)$ 即可求出基线模型求解值 W_{base} ，将实际采集到的生命期反馈数据 W 与 W_{base} 对比，若差值超过阈值则判断为不符合基线模型，反之，则判断符合基线模型。在此例中 W_{base} 的模型中将 $W(A)$ 、 $W(B)$ 、 $W(C)$ 、 $W(AD)$ 、 $W(BE)$ 和 $W(CF)$ 设为相加的计算关系，该计算关系也可为其他类型，如相乘关系、相乘与相加结合或者指数关系，该计算关系的设定仅影响模型建立的计算量及所需数据量，对模型精度没有必然影响，可以将相加关系作为初始关系建立模型，在实际应用过程中可以根据数据和经验积累调整计算关系。

[0027] 对衰老因素进行加速寿命试验，获取单个衰老因素测试数据的数据采集方法为：若衰老因素从环境状态到试验状态为瞬变过程，则在衰老因素处于试验状态时，每间隔时间 t_1 采集衰老因素数据和生命期反馈数据并与时间数据关联，反之，则在衰老因素从环境状态变化到试验状态过程中，每间隔时间 t_2 采集衰老因素数据和生命期反馈数据并经折算函数与时间数据关联，而后在衰老因素处于试验状态时，每间隔时间 t_1 采集衰老因素数据以及生命期反馈数并与时间数据关联；对每对环境因素以及衰老因素的组合进行加速寿命试验，获得单一环境因素和单一衰老因素组合的测试数据的方法为：若衰老因素以及环境因素从环境状态到试验状态均为瞬变过程，则在衰老因素及环境因素均处于试验状态时，每隔时间 t_1 采集衰老因素数据、环境因素数据以及生命期反馈数据并与时间数据关联，反之，则在衰老因素以及环境因素从环境状态到均处于试验状态的过程中，每隔时间 t_2 采集衰老因素数据、环境因素数据以及生命期反馈数据并经折算函数与时间数据关联，而后在衰老因素以及环境因素均处于试验状态时，每间隔时间 t_1 采集衰老因素数据、环境因素数据以及生命期反馈数并与时间数据关联，其中间隔时间 t_1 与 t_2 由人工设定。

[0028] 生命期反馈包括部件失效征兆和失效症状，通过因素数据建立部件的失效征兆模型和失效症状模型。失效征兆模型指部件产生了不良状态或与正常状态相比有明显差异，但仍然能够完成其功能时的数据表现，此时进行故障征兆报警，指派维保人员现场检查确认；失效症状指部件出现故障，无法完成其功能时的数据表现，此时进行故障报警，并自动召修。

[0029] 部件的衰老因素、环境因素和生命期反馈数据均包括传感器采样数据和人工检测设定数据。衰老因素、环境因素和生命期反馈数据的传感器采样数据，均由安装在部件上的带有物联网功能的传感器采集并上传。如果部件存在需要人工干预的衰老因素或环境因素，则该部分衰老因素或环境因素的值，部分可以通过传感器采集，例如润滑油液位，但有些情况下传感器难以采集，例如润滑脂是否充足，由于膏状的润滑脂不方便使用传感器检测，所以需要人工检查或添加后进行数据设定，例如在添加润滑脂后设定润滑脂充足。

[0030] 衰老因素、环境因素和生命期反馈数据的人工检测设定数据,均由人工检测时上传设定,并在两次人工检测期间维持不变或按设定函数变化;按设定函数变化的衰老因素以及环境因素的人工检测设定数据,均在人工检测后,计算检测值与由设定函数根据上次检测值计算所得值的差值,差值作为生命期反馈数据上传。其中,设定函数由经验函数给出。具体举例如部件需要使用润滑脂,在维保时添加标准剂量的润滑脂,并设定润滑脂充足并使用数字1表示,而后在下一次维保前润滑脂作为环境因素的值由1逐渐沿设定函数下降,该设定函数可以由人工进行多次试验后进行确定;在下一次维保时,人工判断润滑脂余量,并计算余量与根据设定函数计算所得余量进行比较,其差值作为生命期反馈数据,如部件实际润滑脂余量低于根据设定函数计算所得余量,且差值超过阈值,则判断部件工作状态不佳,消耗润滑脂速度过快。

[0031] 独立模型的建立方法包括以下步骤:B1)为每个环境因素划分区间;B2)当部件首次部署或者部件环境因素所处区间发生变化时,将之后收集的N1个数据代入基线模型,更新部件的独立模型,其中N1是由人工设定的正整数。在部件通过验收新部署时,部件不太可能突变损坏,此时对部件的性能和可靠性最为信任,此时采集到的数据均认为是部件健康状态下的数据,将这部分数据用来修正基线模型是可靠的,得到独立模型后,则不再对独立模型进行修改,此时采集到的数据用来跟独立模型进行对比,差值作为判断部件是否健康工作的依据;若检测到环境因素区间发生变化,则需要调整独立模型中的参数,在检测到环境因素区间变化后对模型的前N1次采样用来修正独立模型,之后的采集数据作为判断部件是否健康运行的依据。N1取值应根据环境变化所涉及的全部系数的调整所需。作为推荐,N1取值为2~5,当涉及需要调整的系数多时去大值,涉及需要调整系数少时取小值。

[0032] 在步骤C中,将部件的使用情况与部件的独立模型对比,获得部件的生命期监测信息的方法为:C1)将采集到的部件衰老因素和环境因素数据代入部件独立模型,若独立模型计算所得生命期反馈数据与采集到的生命期反馈数据差值超过设定阈值,则发出警告和/或标记部件的维保项目,反之,则更新部件的剩余寿命;C2)当采集到的部件衰老因素、环境因素以及生命期反馈数据符合失效征兆模型时,则发出警告和/或标记部件的维保项目;C3)当采集到的部件衰老因素、环境因素以及生命期反馈数据符合失效症状模型时,则发出警告和/或自动发出召修。

[0033] 在步骤B之后进行步骤:C)当收集到的同型号部件的衰老因素、环境因素以及生命期反馈数据的数量超过设定值后,修正基础模型形成新的经验生命期模型,并在步骤A中更新部件生命期基线模型。当获得大量实际数据后,即可进行人工分析,建立新的行业内的经验模型,并据此更新基线模型,为后续部署的部件提供更准确的参考基线模型,进一步提高生命期监测准确度。

[0034] 当部件进行维保作业时,收集维保现场数据,上传部件的衰老因素、环境因素以及生命期反馈数据。在现场维保时,收集维保现场的声音数据和/或图像数据,当现场数据积累足够多时,将为部件的生命期监测加入声音和/或图像作为监测依据提供数据基础。

[0035] 实施例一:采用本发明方法对按钮开关的生命期进行监测,包括以下步骤:

[0036] F1)分析按钮开关的功能、失效模式、失效症状和物理属性,按钮是具有自动回弹功能的触发装置,当按钮被按下时,极板接通,发出电信号,而后撤去外力按钮应当迅速回弹,极板恢复到断开状态。按钮包括两个极板和布置在两个极板直接起到回弹作用的橡胶

层,当橡胶层老化失去弹力时,按钮极板在撤去外力后回弹变慢,导致极板接通时间延长,降低按钮开关性能,当橡胶层继续老化,导致极板始终保持接通,即按钮失效,需要更换;结 合物理学知识可知开关按钮失效的主要原因是橡胶层的疲劳老化和氧化老化,在实际应用中影响橡胶层疲劳老化的主因是使用次数,影响橡胶层氧化老化的主因是温度和紫外线强度,(氧气浓度较为稳定,因而其影响是较为恒定的,不具备监测性),将人为因素使用次数作为衰老因素,将温度和紫外线强度作为环境因素,建立按钮开关设置理论模型为 $W_{k-b} = 60000 - a * n - b * T * e^{c * x}$,其中n为使用次数,x为紫外线强度指数,T为温度,a、b、c均为模型系数;

[0037] F2)对按钮开关进行加速寿命试验,仅进行使用次数影响下的按钮开关寿命结果,温度和紫外线强度保持不变,获得足够的 $[W_{k-b}, n]$ 格式的数据组,将 $[W_{k-b}, n]$ 格式的数据组代入 $W_{k-b} = 60000 - a * n - b * T * e^{c * x}$ 计算出与数据组数量相同的a、b、c的值,均值化后,得到按钮开关对使用次数单一衰老因素的衰老模型 $W(n)$;

[0038] F3)对按钮开关进行加速寿命试验,分别进行在高于环境紫外线强度、低于环境紫外线强度、温度高于环境温度或者温度低于环境温度的情况下,使用次数对按钮开关寿命结果的影响,得到 $[W_{k-b}, n, x]$ 以及 $[W_{k-b}, n, T]$ 格式的数据组,类似步骤F2,得到按钮开关关于使用次数和紫外线强度的衰老模型 $W(n, x)$ 以及使用次数和温度的衰老模型 $W(n, T)$;

[0039] F4)对按钮开关进行加速寿命试验,进行高于环境紫外线强度或低于环境紫外线强度以及温度高于环境温度或温度低于环境温度的情况下,使用次数对按钮开关寿命结果的影响,得到 $[W_{k-b}, n, x, T]$ 格式的数据组;

[0040] F5)建立初始基线模型: $W_{base} = qW(n) + rW(n, x) + sW(n, T)$,其中q、r、s为初始系数,将 $[W_{k-b}, n, x, T]$ 格式的数据代入初始基线模型可以求得一组值 $[q, r, s]$,建立 $[n, x, T]$ 与 $[q, r, s]$ 的映射关系,并拟合成函数 $F([n, x, T], [q, r, s])$,函数F作为系数模型,将系数模型关联初始基线模型后,作为按钮开关的基线模型;

[0041] F6)对紫外线强度分为高中低三档,同样将温度分为高温、常温和低温三档;

[0042] F7)在实际应用中,按钮开关部署后,间隔一天分3次对按钮开关进行数据采集,采集数据包括紫外线强度、使用次数以及环境温度,得到实测 $[n, x, T]$ 数据,通过系数模型的函数 $F([n, x, T], [q, r, s])$,计算得出 $[q, r, s]$,将 $[q, r, s]$ 代入基线模型 $W_{base} = qW(n) + rW(n, x) + sW(n, T)$ 得到被测按钮开关的独立模型 W_d ;

[0043] F8)在后续监测中,采集数据包括紫外线强度、使用次数以及环境温度,得到实测 $[n, x, T]$ 数据,代入独立模型 W_d 中计算,计算结果作为按钮开关剩余寿命结果;

[0044] F9)当检测到紫外线强度或者温度档别发生变化时,重新执行步骤F7,而后循环执行步骤F8-F9,直至完成按钮开关生命期监测任务;

[0045] F10)将所有被监测按钮开关的全部数据收集起来作为有效样本数据,由人工建立新的行业经验模型,而后为后续投入使用的按钮开关执行步骤F1-F10。

[0046] 作为本发明的扩展实施方式,在步骤B中,将部件的使用情况同时与部件的独立模型和同类模型对比,获得部件的生命期监测信息;同类模型的建立方法为:CC1)将监测中的全部部件,按照使用情况和/或环境情况划分为若干个组;CC2)收集每组中每个部件的衰老因素、环境因素以及生命期反馈的N2个数据,剔除集合内衰老因素或环境因素数据值超出设定范围的数据,其中N2是由人工设定的正整数;CC3)将每组数据分别代入基础模型并进

行均值化处理,得到每组部件的同类模型。单个部件均拥有其独立模型,独立模型建立的基础是基线模型和仅单个部件的采样数据,由于个体数据缺乏稳定性和准确性,因而本发明采用将相似工况下的部件分组,对组内的大量个体进行统计和规整,去除存在故障的数据样本,仅保留正常工作个体的数据,均值化后代入基线模型,求出同类模型,同类模型相比于基线模型具有更高的准确度,且其建立灵活,可以在设备投入后短期内采集的数据为基础进行建模,数据收集及建模周期短。

[0047] 将部件的使用情况同时与部件的独立模型和同类模型对比的方法为:将采集到的部件衰老因素和环境因素数据分别代入部件独立模型和同类模型,若独立模型或同类模型计算所得生命期反馈数据与采集到的生命期反馈数据差值超过设定阈值,则发出警告和/或标记部件的维保项目,反之,则更新部件的剩余寿命。

[0048] 实施例二:采用带有同类模型的生命期监测方法,进行滚动轴承剩余寿命监测的方法,包括以下步骤:H1)分析获得滚动轴承的衰老因素为使用次数 n ,环境因素包括负载 N 、冲击负载 N' 、粉尘 D 以及润滑状态 E ,其中负载 N 作为滚动轴承的工作环境纳入环境因素,类似于实施例一,建立滚动轴承关于使用次数 n 、负载 N 、冲击负载 N' 、粉尘 D 以及润滑状态 E 的基线模型 W_{base} 和独立模型 W_d ,在此不再赘述;H2)对足够数量的投入使用达到设定时间长度的滚动轴承进行数据收集,将负载划分为轻载和重载两个档别,根据滚动轴承投入使用的实际情况,按照负载档别、有无冲击负载、有无粉尘以及润滑状态是否良好,作为区分,将工作状态均相同的滚动轴承划分到同一组,如第一组中全部滚动轴承均为轻载、无冲击负载、无粉尘且润滑良好;H3)收集同组的滚动轴承使用次数 n 、负载 N 、冲击负载 N' 、粉尘 D 以及润滑状态 E 和生命期反馈数据,剔除存在故障滚动轴承的数据,仅保留正常工作个体的数据,将这些数据代入基础模型,得到不同滚动轴承的系数 $[k_1, k_2, \dots, k_s]$ (k_i 为基线模型系数, $i \in [1, s]$, s 为基线模型参数个数)与衰老因素及环境因素数据 $[n, N, N', D, E]$ 的映射关系,将不同滚动轴承的系数 $[k_1, k_2, \dots, k_n]$ 与 $[n, N, N', D, E]$ 数据对进行均值化处理后,再拟合成系数函数:

[0049] $F'([n, N, N', D, E], [k_1, k_2, \dots, k_n])$,而后将系数函数 F' 与基线模型关联后,作为同组模型 W_g ;H4)在实际应用中,采集滚动轴承使用次数 n 、负载 N 、冲击负载 N' 、粉尘 D 以及润滑状态 E ,代入独立模型 W_d 进行求解得出独立模型结果,而后代入使用情况划分相同的同组模型 W_g 进行求解,获得同组模型结果,二者取较小值作为被测滚动轴承的生命期监测结果,其余步骤类似于实施例一,可参照实施例一实施。

[0050] 以上所述的实施例只是本发明的一种较佳的方案,并非对本发明作任何形式上的限制,在不超出权利要求所记载的技术方案的前提下还有其它的变体及改型。

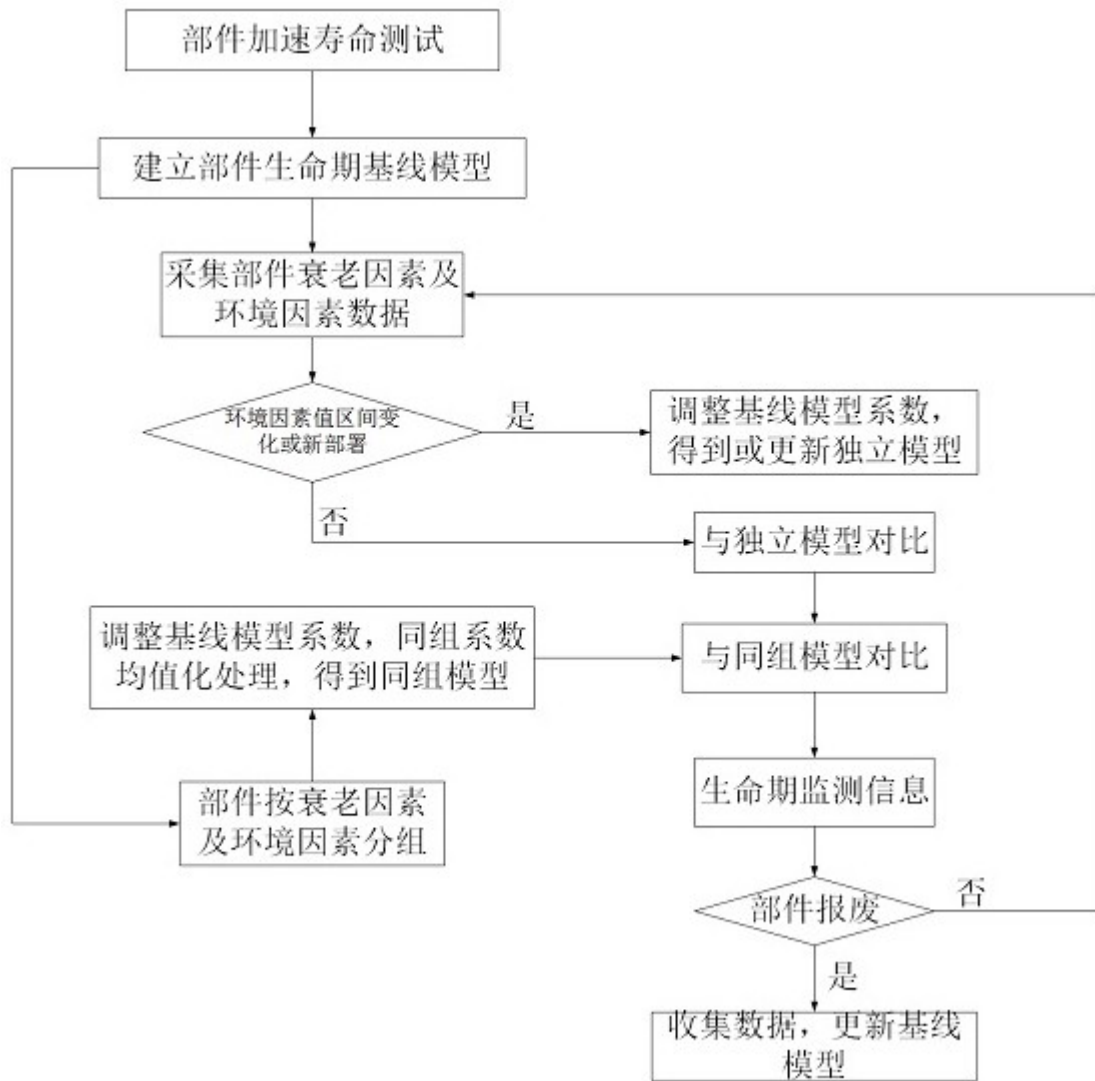


图1