



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 119247081 B

(45) 授权公告日 2025.06.20

(21) 申请号 202411392044.3

(56) 对比文件

(22) 申请日 2024.10.08

CN 117734522 A, 2024.03.22

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 魏程程

申请公布号 CN 119247081 A

(43) 申请公布日 2025.01.03

(73) 专利权人 赛米微尔半导体(上海)有限公司

地址 201100 上海市闵行区沈杜公路3387
号三幢

(72) 发明人 汪立勇 涂晓

(74) 专利代理机构 北京翔石知识产权代理事务
所(普通合伙) 11816

专利代理人 许丽花

(51) Int.Cl.

G01R 31/24 (2020.01)

G01D 21/02 (2006.01)

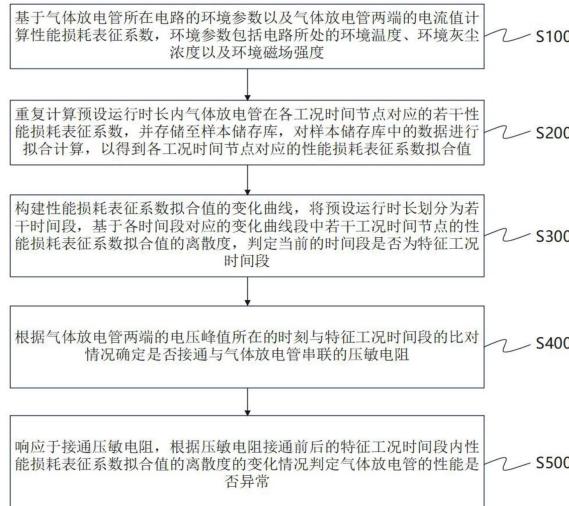
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

一种气体放电管的寿命检测方法及装置

(57) 摘要

本发明涉及防雷电路检测技术领域，尤其涉及一种气体放电管的寿命检测方法及装置，本发明通过重复计算预设运行时长内气体放电管在各工况时间节点对应的若干性能损耗表征系数，通过构建性能损耗表征系数拟合值的变化曲线，根据各变化曲线段中若干工况时间节点的性能损耗表征系数拟合值的离散度判定特征工况时间段，通过接通与气体放电管串联的压敏电阻，并根据压敏电阻接通前后的特征工况时间段内性能损耗表征系数拟合值的离散度的变化情况判定气体放电管的性能是否异常，进而，根据气体放电管的环境因素影响以及所在电路工况的变化建立个性化的样本数据并进行场景化的运行状态分析，提高气体放电管性能寿命检测的准确性。



1. 一种气体放电管的寿命检测方法,其特征在于,包括:

基于气体放电管所在电路的环境参数以及气体放电管两端的电流值计算性能损耗表征系数,所述环境参数包括所述电路所处的环境温度、环境灰尘浓度以及环境磁场强度;

所述性能损耗表征系数分别与所述环境温度、环境灰尘浓度、环境磁场强度以及气体放电管两端的电流值呈正相关关系;

所述性能损耗表征系数D可以通过如下公式进行计算:

$$D = \lambda \times (e^{\frac{T}{T_0}} + e^{\frac{C}{C_0}} + e^{\frac{B}{B_0}}) + \gamma \times e^{\frac{I}{I_0}};$$

其中,D为所述性能损耗表征系数,T为所述环境温度,C为所述环境灰尘浓度,C₀为预设的环境灰尘浓度参考值,B为所述环境磁场强度,B₀为预设的环境磁场强度参考值,I为所述电流值,I₀为预设的电流值参考值,λ为预设的环境参数影响因子,γ为预设的电流影响因子,λ+β=1,e为常数;

重复计算预设运行时长内所述气体放电管在各工况时间节点对应的若干性能损耗表征系数,并存储至样本储存库,对所述样本储存库中的数据进行拟合计算,以得到各工况时间节点对应的性能损耗表征系数拟合值;

其中,所述工况时间节点包括预设运行时长内气体放电管所在电路的通电时刻、断电时刻以及所述通电时刻与断电时刻之间的若干时刻;

构建所述性能损耗表征系数拟合值的变化曲线,将所述预设运行时长划分为若干时间段,基于各时间段对应的变化曲线段中若干工况时间节点的性能损耗表征系数拟合值的离散度,判定当前的时间段是否为特征工况时间段;

根据气体放电管两端的电压峰值所在的时刻与所述特征工况时间段的比对情况确定是否接通与所述气体放电管串联的压敏电阻;

确定是否接通与所述气体放电管串联的压敏电阻的过程包括:

若所述电压峰值所在的时刻在所述特征工况时间段内,则确定接通与气体放电管串联的压敏电阻;

响应于接通所述压敏电阻,根据所述压敏电阻接通前后的特征工况时间段内性能损耗表征系数拟合值的离散度的变化情况判定所述气体放电管的性能是否异常;

确定压敏电阻接通前后的特征工况时间段内性能损耗表征系数拟合值的离散度的变化情况的过程包括:

将压敏电阻接通前的特征工况时间段内性能损耗表征系数拟合值的离散度记录为第一离散度,将压敏电阻接通后的特征工况时间段内性能损耗表征系数拟合值的离散度记录为第二离散度;

计算所述第一离散度与所述第二离散度的差值绝对值;

判定所述气体放电管的性能是否异常的过程包括:

将所述差值绝对值与预设的离散度差值参考值进行对比;

若所述差值大于所述离散度差值参考值,则判定所述气体放电管的性能异常。

2. 根据权利要求1所述的气体放电管的寿命检测方法,其特征在于,计算各工况时间节点对应的性能损耗表征系数拟合值的过程包括:

获取在各工况时间节点重复计算所得的若干性能损耗表征系数;

计算若干性能损耗表征系数的平均值；

将所述平均值确定为对应的工况时间节点的性能损耗表征系数拟合值。

3. 根据权利要求2所述的气体放电管的寿命检测方法，其特征在于，构建所述性能损耗表征系数拟合值的变化曲线的过程包括：

以性能损耗表征系数拟合值为纵轴，以各工况时间节点与所述通电时刻的间隔时长为横轴建立直角坐标系，在所述直角坐标系内根据各工况时间节点以及各工况时间节点对应的性能损耗表征系数拟合值确定若干数据点，将若干数据点连接为所述变化曲线。

4. 根据权利要求3所述的气体放电管的寿命检测方法，其特征在于，基于各时间段对应的变化曲线段中若干工况时间节点的性能损耗表征系数拟合值计算离散度的过程包括：

根据各时间段对应的变化曲线段中若干工况时间节点的性能损耗表征系数拟合值以及性能损耗表征系数拟合值平均值计算所述离散度，所述离散度与拟合值差值呈正相关关系；

其中，所述拟合值差值为所述性能损耗表征系数拟合值和所述性能损耗表征系数拟合值平均值的差值。

5. 根据权利要求4所述的气体放电管的寿命检测方法，其特征在于，判定当前的时间段是否为特征工况时间段的过程包括：

将所述离散度与预设的离散度阈值进行比对；

若所述离散度大于所述离散度阈值，则判定计算所得的离散度对应的变化曲线段所在的时间段为特征工况时间段。

6. 一种气体放电管的寿命检测装置，用于执行上述权利要求1-5任一项所述的气体放电管的寿命检测方法，其特征在于，包括：

环境工况捕获模块，包括用以采集气体放电管所在电路的环境温度的测温单元，用以采集气体放电管所在电路的环境灰尘浓度的灰尘检测单元以及用以检测环境磁场强度的磁场强度检测单元；

电路监测模块，包括连接在气体放电管两端用以检测气体放电管两端的电流值的电流监测单元以及连接在气体放电管两端用以检测气体放电管两端的电压值的电压监测单元；

样本储存库，其分别与所述环境工况捕获模块以及所述电路监测模块连接，用以存储所述气体放电管在各工况时间节点对应的若干性能损耗表征系数；

性能寿命分析模块，其分别与所述环境工况捕获模块、所述电路监测模块以及样本储存库连接，包括特征提取单元以及评估单元，所述特征提取单元用以确定各工况时间节点对应的性能损耗表征系数拟合值、构建性能损耗表征系数拟合值的变化曲线以及判定当前的时间段是否为特征工况时间段的特征提取单元；

所述评估单元用以确定是否接通压敏电阻以及判定气体放电管的性能是否异常。

一种气体放电管的寿命检测方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及防雷电路检测技术领域,尤其涉及一种气体放电管的寿命检测方法及装置。

背景技术

[0002] 在电子电路保护领域,气体放电管是一种重要的过电压保护元件,其性能和寿命对电路的稳定运行至关重要,然而,目前对于气体放电管的寿命检测方法存在诸多不足,难以准确评估其在实际应用中的性能状态,一方面,气体放电管的性能和寿命受到多种环境因素的影响,电子电路应用场景的差异会对气体放电管的放电特性、绝缘性能等产生不同程度的影响,但现有的检测方法往往没有充分考虑这些环境因素的复杂性,无法建立起与实际环境相适应的检测模型,导致寿命检测结果的准确性不高,另一方面,气体放电管所在电子电路的工况也是随着设备运行工况的变换发生动态变化的,无法适应不同工况下的变化,难以全面准确地评估气体放电管的实际性能。

[0003] 例如,中国专利申请公开号:CN112946446A,该专利申请公开了一种气体放电管寿命检测装置,包括:光采集电路、控制电路;光采集电路与控制电路连接;光采集电路,用于采集气体放电管受到雷击时发出的光强信号,并转换为控制电路可采集的电信号;控制电路,用于对所述光采集电路产生的电信号进行处理,进而获得所述气体放电管的雷击次数以及雷击电流数值,该发明使用气体放电管在经过雷电流时会产生弧光/辉光的特性,通过光敏二极管采集气体放电管受雷击时的光强,统计放电管受雷击的次数,雷击的电流大小等信息,间接判定气体放电管的寿命。

[0004] 现有技术中还存在以下问题:

[0005] 现有技术对单一运行状态或固定的测试条件的气体放电管检测未考虑所处的环境条件随着设备运行工况的改变而发生变化,现有技术不能根据气体放电管的环境因素影响以及所在电路工况的变化建立个性化的样本数据并进行场景化的运行状态分析,影响气体放电管性能寿命检测的准确性。

发明内容

[0006] 为此,本发明提供一种气体放电管的寿命检测方法及装置,用以克服现有技术不能根据气体放电管的环境因素影响以及所在电路工况的变化建立个性化的样本数据并进行场景化的运行状态比对的问题。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供气体放电管的寿命检测方法,包括:

[0008] 基于气体放电管所在电路的环境参数以及气体放电管两端的电流值计算性能损耗表征系数,所述环境参数包括所述电路所处的环境温度、环境灰尘浓度以及环境磁场强度;

[0009] 重复计算预设运行时长内所述气体放电管在各工况时间节点对应的若干性能损耗表征系数,并存储至样本储存库,对所述样本储存库中的数据进行拟合计算,以得到各工

况时间节点对应的性能损耗表征系数拟合值；

[0010] 其中，所述工况时间节点包括预设运行时长内气体放电管所在电路的通电时刻、断电时刻以及所述通电时刻与断电时刻之间的若干时刻；

[0011] 构建所述性能损耗表征系数拟合值的变化曲线，将所述预设运行时长划分为若干时间段，基于各时间段对应的变化曲线段中若干工况时间节点的性能损耗表征系数拟合值的离散度，判定当前的时间段是否为特征工况时间段；

[0012] 根据气体放电管两端的电压峰值所在的时刻与所述特征工况时间段的比对情况确定是否接通与所述气体放电管串联的压敏电阻；

[0013] 响应于接通所述压敏电阻，根据所述压敏电阻接通前后的特征工况时间段内性能损耗表征系数拟合值的离散度的变化情况判定所述气体放电管的性能是否异常。

[0014] 进一步地，所述性能损耗表征系数分别与所述环境温度、环境灰尘浓度、环境磁场强度以及气体放电管两端的电流值呈正相关关系。

[0015] 进一步地，计算各工况时间节点对应的性能损耗表征系数拟合值的过程包括：

[0016] 获取在各工况时间节点重复计算所得的若干性能损耗表征系数；

[0017] 计算若干性能损耗表征系数的平均值；

[0018] 将所述平均值确定为对应的工况时间节点的性能损耗表征系数拟合值。

[0019] 进一步地，构建所述性能损耗表征系数拟合值的变化曲线的过程包括：

[0020] 以性能损耗表征系数拟合值为纵轴，以各工况时间节点与所述通电时刻的间隔时长为横轴建立直角坐标系，在所述直角坐标系内根据各工况时间节点以及各工况时间节点对应的性能损耗表征系数拟合值确定若干数据点，将若干数据点连接为所述变化曲线。

[0021] 进一步地，基于各时间段对应的变化曲线段中若干工况时间节点的性能损耗表征系数拟合值的离散度的过程包括：

[0022] 根据各时间段对应的变化曲线段中若干工况时间节点的性能损耗表征系数拟合值以及性能损耗表征系数拟合值平均值计算所述离散度，所述离散度与拟合值差值呈正相关关系；

[0023] 其中，所述拟合值差值为所述性能损耗表征系数拟合值和所述性能损耗表征系数拟合值平均值的差值。

[0024] 进一步地，判定当前的时间段是否为特征工况时间段的过程包括：

[0025] 将所述离散度与预设的离散度阈值进行比对；

[0026] 若所述离散度大于所述离散度阈值，则判定计算所得的离散度对应的变化曲线段所在的时间段为特征工况时间段。

[0027] 进一步地，确定是否接通与所述气体放电管串联的压敏电阻的过程包括：

[0028] 若所述电压峰值所在的时刻在所述特征工况时间段内，则确定接通与所述气体放电管串联的压敏电阻。

[0029] 进一步地，确定所述压敏电阻接通前后的特征工况时间段内性能损耗表征系数拟合值的离散度的变化情况的过程包括：

[0030] 将压敏电阻接通前的特征工况时间段内性能损耗表征系数拟合值的离散度记录为第一离散度，将压敏电阻接通后的特征工况时间段内性能损耗表征系数拟合值的离散度记录为第二离散度；

- [0031] 计算所述第一离散度与所述第二离散度的差值绝对值。
- [0032] 进一步地,判定所述气体放电管的性能是否异常的过程包括:
- [0033] 将所述差值绝对值与预设的离散度差值参考值进行对比;
- [0034] 若所述差值大于所述离散度差值参考值,则判定所述气体放电管的性能异常。
- [0035] 进一步地,本发明还提供一种气体放电管的寿命检测装置,包括:
- [0036] 环境工况捕获模块,包括用以采集气体放电管所在电路的环境温度的测温单元,用以采集气体放电管所在电路的环境灰尘浓度的灰尘检测单元以及用以检测环境磁场强度的磁场强度检测单元;
- [0037] 电路监测模块,包括连接在气体放电管两端用以检测气体放电管两端的电流值的电流监测单元以及连接在气体放电管两端用以检测气体放电管两端的电压值的电压监测单元;
- [0038] 样本储存库,其与分别与所述环境工况捕获模块以及所述电路监测模块连接,用以存储所述气体放电管在各工况时间节点对应的若干性能损耗表征系数;
- [0039] 性能寿命分析模块,其分别与所述环境工况捕获模块、所述电路监测模块以及样本储存库连接,包括特征提取单元以及评估单元,所述特征提取单元用以确定各工况时间节点对应的性能损耗表征系数拟合值、构建性能损耗表征系数拟合值的变化曲线以及判定当前的时间段是否为特征工况时间段的特征提取单元;
- [0040] 所述评估单元用以确定是否接通压敏电阻以及判定气体放电管的性能是否异常。
- [0041] 与现有技术相比,本发明的有益效果在于,本发明通过重复计算预设运行时长内气体放电管在各工况时间节点对应的若干性能损耗表征系数,并存储至样本储存库,通过计算各工况时间节点对应的性能损耗表征系数拟合值,构建性能损耗表征系数拟合值的变化曲线,根据各时间段对应的变化曲线段中若干工况时间节点的性能损耗表征系数拟合值的离散度判定特征工况时间段,根据气体放电管两端的电压峰值所在的时刻与特征工况时间段的比对情况确定是否接通与气体放电管串联的压敏电阻,并根据压敏电阻接通前后的特征工况时间段内性能损耗表征系数拟合值的离散度的变化情况判定气体放电管的性能是否异常,进而,实现了根据气体放电管的环境因素影响以及所在电路工况的变化建立个性化的样本数据并进行场景化的运行状态分析,提高气体放电管性能寿命检测的准确性。
- [0042] 尤其,本发明通过采集气体放电管所在电路的环境参数以及气体放电管两端的电流值计算性能损耗表征系数,本领域技术人员可以理解的是,电子电路所处环境的环境温度越高,会明显加剧气体放电管内部的气体分子运动,且较高的环境温度会加速气体放电管内部的化学反应和物理变化,从而缩短其寿命,高灰尘浓度的环境中,灰尘可能会沉积在气体放电管的表面,降低其绝缘性能,灰尘中的导电颗粒可能会在电极之间形成导电通路,导致电极间的放电,损坏放电管,同样地,较大的磁场可能会促进气体放电管内部的氧化反应、腐蚀过程或电极材料的老化,此外,气体放电管两端较大的电流会加速气体放电管的老化过程,电流产生的热量、电离效应以及对电极和填充气体的影响都会使放电管的性能下降和寿命衰减,本发明区别于传统单一运行状态或固定测试条件的检测方法,通过将影响放电管性能和寿命的环境因素以及工况因素结合考虑,建立起更加符合气体放电管应用场景的个性化样本数据。
- [0043] 尤其,本发明通过重复计算预设运行时长内各工况时间节点的性能损耗表征系

数,并构建变化曲线,可以实时监测气体放电管的性能变化趋势,能够在其性能出现异常表现的早期及时发现问题。

[0044] 尤其,本发明通过各时间段对应的变化曲线段中若干工况时间节点的性能损耗表征系数拟合值的离散度,判定当前的时间段是否为特征工况时间段,可以理解的是,各时间段对应的变化曲线段中若干工况时间节点的性能损耗表征系数拟合值的离散度越大,表征当前的时间段内各工况时间节点对应的性能损耗表征系数拟合值的波动越明显,间接判定当前的时间段内气体放电管的环境温度、环境灰尘浓度、环境磁场强度以及两端的电流值中的一个或多个参量在发生明显的变化,即气体放电管的环境条件以及工况条件有明显变化发生,进而,实现了根据气体放电管的环境因素影响以及所在电路工况的变化建立个性化的样本数据并进行场景化的运行状态分析,提高气体放电管性能寿命检测的准确性。

[0045] 尤其,本发明根据气体放电管两端的电压峰值所在的时刻与特征工况时间段的比对情况确定是否接通与气体放电管串联的压敏电阻,可以理解的是,电压峰值对应的时刻,放电电流越大,使得气体放电管内部的气体处于电离状态工况的可能性较大,当气体放电管两端的电压峰值所在的时刻不在判定的特征工况时间段内,则表征影响气体放电管出现特殊工况的因素不是气体放电管两端的电压峰值的直接影响,需要进一步进行分析,本发明通过将气体放电管两端的电压峰值所在的时刻与特征工况时间段的比对,实现了根据气体放电管的环境因素影响以及所在电路工况的变化建立个性化的样本数据并进行场景化的运行状态分析,提高气体放电管性能寿命检测的准确性。

[0046] 尤其,本发明根据压敏电阻接通前后的特征工况时间段内性能损耗表征系数拟合值的离散度的变化情况判定气体放电管的性能是否异常,在实际的电路中,压敏电阻与气体放电管的串联可以通过自身的电阻特性限制气体放电管的续流现象,气体放电管的续流现象越明显,会导致计算所得的性能损耗表征系数越大,在本发明中,如果压敏电阻接通前后的特征工况时间段内性能损耗表征系数拟合值的离散度发生超过预设参考值的波动变化,则表征压敏电阻的接入对于气体放电管产生了抑制续流的作用,即气体放电管本身的性能寿命衰减可能使充气放电管的击穿电压不稳定或者导致放电管从导通状态恢复到绝缘状态的时间变长,使得压敏电阻接通前后的特征工况时间段内的气体放电管所在电路的环境参数以及气体放电管两端的电流值发生波动,使得压敏电阻接通前后的特征工况时间段内性能损耗表征系数拟合值的离散度存在明显差异,进而,实现了根据气体放电管的环境因素影响以及所在电路工况的变化建立个性化的样本数据并进行场景化的运行状态分析,提高气体放电管性能寿命检测的准确性。

附图说明

- [0047] 图1为本发明实施例气体放电管的寿命检测方法的步骤图;
- [0048] 图2为本发明实施例计算各工况时间节点对应的性能损耗表征系数拟合值的步骤图;
- [0049] 图3为本发明实施例判定当前的时间段是否为特征工况时间段的逻辑流程图;
- [0050] 图4为本发明实施例气体放电管与压敏电阻串联的示意图;
- [0051] 图5为本发明实施例气体放电管的寿命检测装置的功能框图;
- [0052] 图中:气体放电管1,压敏电阻2,接通开关3。

具体实施方式

[0053] 为了使本发明的目的和优点更加清楚明白,下面结合实施例对本发明作进一步描述;应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明,并不用于限定本发明。

[0054] 下面参照附图来描述本发明的优选实施方式。本领域技术人员应当理解的是,这些实施方式仅仅用于解释本发明的技术原理,并非在限制本发明的保护范围。

[0055] 需要说明的是,在本发明的描述中,术语“上”、“下”、“内”、“外”等指示的方向或位置关系的术语是基于附图所示的方向或位置关系,这仅仅是为了便于描述,而不是指示或暗示所述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。

[0056] 此外,还需要说明的是,在本发明的描述中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体的连接;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。对于本领域技术人员而言,可根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0057] 请参阅图1所示,其为本发明实施例气体放电管的寿命检测方法的步骤图,本发明的气体放电管的寿命检测方法,包括:

[0058] 步骤S100,基于气体放电管1所在电路的环境参数以及气体放电管1两端的电流值计算性能损耗表征系数,所述环境参数包括所述电路所处的环境温度、环境灰尘浓度以及环境磁场强度;

[0059] 步骤S200,重复计算预设运行时长内所述气体放电管1在各工况时间节点对应的若干性能损耗表征系数,并存储至样本储存库,对所述样本储存库中的数据进行拟合计算,以得到各工况时间节点对应的性能损耗表征系数拟合值;

[0060] 其中,所述工况时间节点包括预设运行时长内气体放电管1所在电路的通电时刻、断电时刻以及所述通电时刻与断电时刻之间的若干时刻;

[0061] 步骤S300,构建所述性能损耗表征系数拟合值的变化曲线,将所述预设运行时长划分为若干时间段,基于各时间段对应的变化曲线段中若干工况时间节点的性能损耗表征系数拟合值的离散度,判定当前的时间段是否为特征工况时间段;

[0062] 步骤S400,根据气体放电管1两端的电压峰值所在的时刻与所述特征工况时间段的比对情况确定是否接通与所述气体放电管1串联的压敏电阻2;

[0063] 步骤S500,响应于接通所述压敏电阻2,根据所述压敏电阻2接通前后的特征工况时间段内性能损耗表征系数拟合值的离散度的变化情况判定所述气体放电管1的性能是否异常。

[0064] 具体而言,预设运行时长可以是本领域技术人员根据气体放电管1所处的具体设备进行设定,可以将具体设备电路的通电时刻与断电时刻之间的时长确定为预设运行时长,优选的,预设的运行时长的取值范围可以是[12, 24],区间单位为h。

[0065] 具体而言,所述性能损耗表征系数D分别与所述环境温度T、环境灰尘浓度C、环境磁场强度B以及气体放电管1两端的电流值I呈正相关关系;

[0066] 具体而言,环境磁场强度包括大小和方向,以磁场强度检测单元所在的位置为原点建立三维直角坐标系,将三维直角坐标系中x、y、z方向上磁场强度的最大值确定为环境

磁场强度B,进行性能损耗表征系数D的计算。

[0067] 具体而言,预设的环境温度参考值 T_0 ,预设的环境灰尘浓度参考值 C_0 ,预设的环境磁场强度参考值 B_0 以及预设的电流值参考值 I_0 可以是本领域技术人员根据若干次实验历史数据中各环境参数的测量值确定,计算若干次实验历史数据中环境温度的平均值,将环境温度的平均值确定为环境温度参考值 T_0 ,计算若干次实验历史数据中环境灰尘浓度的平均值,将环境灰尘浓度的平均值确定为环境灰尘浓度参考值 C_0 ,计算若干次实验历史数据中环境磁场强度的平均值,将环境磁场强度的平均值确定为环境磁场强度参考值 B_0 ,计算若干次实验历史数据中电流值的平均值,将电流值的平均值确定为电流参考值 I_0 。

[0068] 具体而言, λ 为预设的环境参数影响因子, γ 为预设的电流影响因子,可以理解的是,环境参数影响因子 λ 和电流影响因子 γ 可以根据历史数据中环境参数与电流对计算结果的影响程度选择影响因子的大小,提供一种 λ 和 β 的取值, $\lambda=0.4,\beta=0.6$ 。

[0069] 具体而言,本发明通过采集气体放电管所在电路的环境参数以及气体放电管两端的电流值计算性能损耗表征系数,本领域技术人员可以理解的是,电子电路所处环境的环境温度越高,会明显加剧气体放电管内部的气体分子运动,且较高的环境温度会加速气体放电管内部的化学反应和物理变化,从而缩短其寿命,高灰尘浓度的环境中,灰尘可能会沉积在气体放电管的表面,降低其绝缘性能,灰尘中的导电颗粒可能会在电极之间形成导电通路,导致电极间的放电,损坏放电管,同样地,较大的磁场可能会促进气体放电管内部的氧化反应、腐蚀过程或电极材料的老化,此外,气体放电管两端较大的电流会加速气体放电管的老化过程,电流产生的热量、电离效应以及对电极和填充气体的影响都会使放电管的性能下降和寿命衰减,本发明区别于传统单一运行状态或固定测试条件的检测方法,通过将影响放电管性能和寿命的环境因素以及工况因素结合考虑,建立起更加符合气体放电管应用场景的个性化样本数据。

[0070] 具体而言,请参阅图2,其为本发明实施例计算各工况时间节点对应的性能损耗表征系数拟合值的步骤图,计算各工况时间节点对应的性能损耗表征系数拟合值L的过程包括:

[0071] 步骤S201,获取在各工况时间节点重复计算所得的若干性能损耗表征系数D;

[0072] 步骤S202,计算若干性能损耗表征系数的平均值;

[0073] 步骤S203,将所述平均值确定为对应的工况时间节点的性能损耗表征系数拟合值L。

[0074] 具体而言,性能损耗表征系数拟合值L可以通过如下公式进行计算:

$$[0075] L = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n};$$

[0076] 其中,L为耗能表征系数的拟合值, D_i 为第i个工况时间节点的耗能表征系数,n为工况时间节点的个数,i为大于等于1的整数。

[0077] 具体而言,构建所述性能损耗表征系数拟合值的变化曲线的过程包括:

[0078] 以性能损耗表征系数拟合值L为纵轴,以各工况时间节点与所述通电时刻的间隔时长t为横轴建立直角坐标系,在所述直角坐标系内根据各工况时间节点以及各工况时间节点对应的性能损耗表征系数拟合值确定若干数据点,将若干数据点连接为所述变化曲线。

[0079] 具体而言,本发明通过重复计算预设运行时长内各工况时间节点的性能损耗表征系数,并构建变化曲线,可以实时监测气体放电管的性能变化趋势,能够在其性能出现异常表现的早期及时发现问题。

[0080] 具体而言,基于各时间段对应的变化曲线段中若干工况时间节点的性能损耗表征系数拟合值L计算离散度S的过程包括:

[0081] 根据各时间段对应的变化曲线段中若干工况时间节点的性能损耗表征系数拟合值L以及性能损耗表征系数拟合值平均值 L_0 计算所述离散度S,所述离散度S与拟合值差值 L_c 呈正相关关系;

[0082] 其中,所述拟合值差值 L_c 为所述性能损耗表征系数拟合值L和所述性能损耗表征系数拟合值平均值 L_0 的差值,其中, $L_c = L - L_0$ 。

[0083] 具体而言,计算各时间段对应的性能损耗变化拟合曲线的离散度S可以根据如下公式计算得出:

$$[0084] S = \frac{\sum_{k=1}^m |L_k - L_0|}{m};$$

[0085] 其中,S为各时间段对应的性能损耗变化拟合曲线的离散度, L_k 为第k个工况时间节点的性能损耗表征系数拟合值,k=1,2,3…m,m为工况时间节点的数量, L_0 为m个工况时间节点的性能损耗表征系数的拟合值的平均值。

[0086] 具体而言,请参阅图3,其为本发明实施例判定当前的时间段是否为特征工况时间段的逻辑流程图,判定当前的时间段是否为特征工况时间段的过程包括:

[0087] 将所述离散度S与预设的离散度阈值 S_0 进行比对;

[0088] 若所述离散度S大于所述离散度阈值 S_0 ,则判定计算所得的离散度对应的变化曲线段所在的时间段为特征工况时间段;

[0089] 若所述离散度S小于或等于所述离散度阈值 S_0 ,则判定计算所得的离散度对应的变化曲线段所在的时间段不是特征工况时间段。

[0090] 具体而言,预设的离散度阈值 S_0 可以是本领域技术人员根据气体放电管1所处电路的历史监测数据进行设定,离散度阈值 S_0 的取值越小,特征工况时间段的筛选精度越高,优选的,离散度阈值 S_0 的取值范围可以是[0.25,0.4]。

[0091] 具体而言,本发明通过各时间段对应的变化曲线段中若干工况时间节点的性能损耗表征系数拟合值的离散度,判定当前的时间段是否为特征工况时间段,可以理解的是,各时间段对应的变化曲线段中若干工况时间节点的性能损耗表征系数拟合值的离散度越大,表征当前的时间段内各工况时间节点对应的性能损耗表征系数拟合值的波动越明显,间接判定当前的时间段内气体放电管的环境温度、环境灰尘浓度、环境磁场强度以及两端的电流值中的一个或多个参量在发生明显的变化,即气体放电管的环境条件以及工况条件有明显变化发生,进而,实现了根据气体放电管的环境因素影响以及所在电路工况的变化建立个性化的样本数据并进行场景化的运行状态分析,提高气体放电管性能寿命检测的准确性。

[0092] 具体而言,确定是否接通与所述气体放电管1串联的压敏电阻2的过程包括:

[0093] 若所述电压峰值所在的时刻在所述特征工况时间段内,则确定接通与所述气体放电管1串联的压敏电阻2;

[0094] 若所述电压峰值所在的时刻不在所述特征工况时间段内，则不接通与所述气体放电管1串联的压敏电阻2。

[0095] 请参阅图4所示，其为本发明实施例气体放电管与压敏电阻串联的示意图，在本发明实施例中，可以通过控制接通开关3选择是否接通连接压敏电阻2的端子，实现接通与气体放电管1串联的压敏电阻2。

[0096] 具体而言，确定所述压敏电阻2接通前后的特征工况时间段内性能损耗表征系数拟合值的离散度S的变化情况的过程包括：

[0097] 将压敏电阻2接通前的特征工况时间段内性能损耗表征系数拟合值的离散度记录为第一离散度S1，将压敏电阻2接通后的特征工况时间段内性能损耗表征系数拟合值的离散度记录为第二离散度S2；

[0098] 计算所述第一离散度S1与所述第二离散度S2的差值绝对值 ΔS ，其中， $\Delta S = |S_1 - S_2|$ 。

[0099] 具体而言，其特征在于，判定所述气体放电管1的性能是否异常的过程包括：

[0100] 将所述差值绝对值 ΔS 与预设的离散度差值参考值 ΔS_0 进行对比；

[0101] 若所述差值绝对值 ΔS 大于所述离散度差值参考值 ΔS_0 ，则判定所述气体放电管1的性能异常；

[0102] 若所述差值绝对值 ΔS 小于或等于所述离散度差值参考值 ΔS_0 ，则判定所述气体放电管1的性能正常。

[0103] 具体而言，离散度差值参考值 ΔS_0 可以是本领域技术人员根据电路中气体放电管1性能的需求进行设定，离散度差值参考值 ΔS_0 的取值越小，气体放电管1性能的判定精度越高，优选的，离散度差值参考值 ΔS_0 的取值范围可以是[0.2, 0.5]。

[0104] 具体而言，本发明根据压敏电阻接通前后的特征工况时间段内性能损耗表征系数拟合值的离散度的变化情况判定气体放电管的性能是否异常，在实际的电路中，压敏电阻与气体放电管的串联可以通过自身的电阻特性限制气体放电管的续流现象，气体放电管的续流现象越明显，会导致计算所得的性能损耗表征系数越大，在本发明中，如果压敏电阻接通前后的特征工况时间段内性能损耗表征系数拟合值的离散度发生超过预设参考值的波动变化，则表征压敏电阻的接入对于气体放电管产生了抑制续流的作用，即气体放电管本身的性能寿命衰减可能使充气放电管的击穿电压不稳定或者导致放电管从导通状态恢复到绝缘状态的时间变长，使得压敏电阻接通前后的特征工况时间段内的气体放电管所在电路的环境参数以及气体放电管两端的电流值发生波动，使得压敏电阻接通前后的特征工况时间段内性能损耗表征系数拟合值的离散度存在明显差异，进而，实现了根据气体放电管的环境因素影响以及所在电路工况的变化建立个性化的样本数据并进行场景化的运行状态分析，提高气体放电管性能寿命检测的准确性。

[0105] 具体而言，请参阅图5所示，其为本发明实施例气体放电管的寿命检测装置的功能框图，本发明还提供一种气体放电管的寿命检测装置，包括：

[0106] 环境工况捕获模块，包括用以采集气体放电管1所在电路的环境温度的测温单元，用以采集气体放电管1所在电路的环境灰尘浓度的灰尘检测单元以及用以检测环境磁场强度的磁场强度检测单元；

[0107] 电路监测模块，包括连接在气体放电管1两端用以检测气体放电管1两端的电流值

的电流监测单元以及连接在气体放电管1两端用以检测气体放电管1两端的电压值的电压监测单元；

[0108] 样本储存库，其与分别与所述环境工况捕获模块以及所述电路监测模块连接，用以存储所述气体放电管1在各工况时间节点对应的若干性能损耗表征系数；

[0109] 性能寿命分析模块，其分别与所述环境工况捕获模块、所述电路监测模块以及样本储存库连接，包括特征提取单元以及评估单元，所述特征提取单元用以确定各工况时间节点对应的性能损耗表征系数拟合值、构建性能损耗表征系数拟合值的变化曲线以及判定当前的时间段是否为特征工况时间段的特征提取单元；

[0110] 所述评估单元用以确定是否接通压敏电阻2以及判定气体放电管1的性能是否异常。

[0111] 具体而言，本发明对测温单元的具体结构不作限定，优选的，其可以为红外测温仪，将红外测温仪设置在气体放电管1所在电路的周围环境中，通过接收红外辐射能量，将其转换为温度值来采集气体放电管1所在电路的环境温度，红外测温仪广泛应用于工业领域，为现有技术，此处不再赘述。

[0112] 具体而言，本发明对灰尘检测单元的具体结构不作限定，优选的，其可以为激光尘埃粒子计数器，根据接收到的散射光的强度和角度确定灰尘颗粒的大小和数量，通过仪器内部的微处理器计算出环境中的灰尘颗粒浓度，激光尘埃粒子计数器广泛应用于工业领域和环境监测领域，为现有技术，此处不再赘述。

[0113] 具体而言，本发明对磁场强度检测单元的具体结构不作限定，优选的，其可以为高斯计，利用霍尔效应来检测环境磁场强度，此处不再赘述。

[0114] 具体而言，本发明对电流监测单元的具体结构不作限定，优选的，其可以为数字电流表，采用数字显示方式，直接显示电流的数值，数字电流表在现代电子设备和精密测量仪器中得到了广泛应用，为现有技术，此处不再赘述。

[0115] 具体而言，本发明对电压监测单元的具体结构不作限定，优选的，其可以为数字电压表，采用数字显示方式，直接显示电压的数值，数字电压表广泛应用在自动化控制领域，为现有技术，此处不再赘述。

[0116] 具体而言，本发明对样本储存库的具体结构不做限定，优选的，其可以为存储器，用以存储气体放电管1在各工况时间节点对应的若干性能损耗表征系数，此处不再赘述。

[0117] 具体而言，本发明对性能寿命分析模块以及其内部的功能单元的具体结构不做限定，优选的，性能寿命分析模块以及其内部的功能单元可使用逻辑部件构成，逻辑部件可以为现场可编程逻辑部件、微处理器、计算机中使用的处理器等，此处不再赘述。

[0118] 至此，已经结合附图所示的优选实施方式描述了本发明的技术方案，但是，本领域技术人员容易理解的是，本发明的保护范围显然不局限于这些具体实施方式。在不偏离本发明的原理的前提下，本领域技术人员可以对相关技术特征做出等同的更改或替换，这些更改或替换之后的技术方案都将落入本发明的保护范围之内。

[0119] 以上所述仅为本发明的优选实施例，并不用于限制本发明；对于本领域的技术人员来说，本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

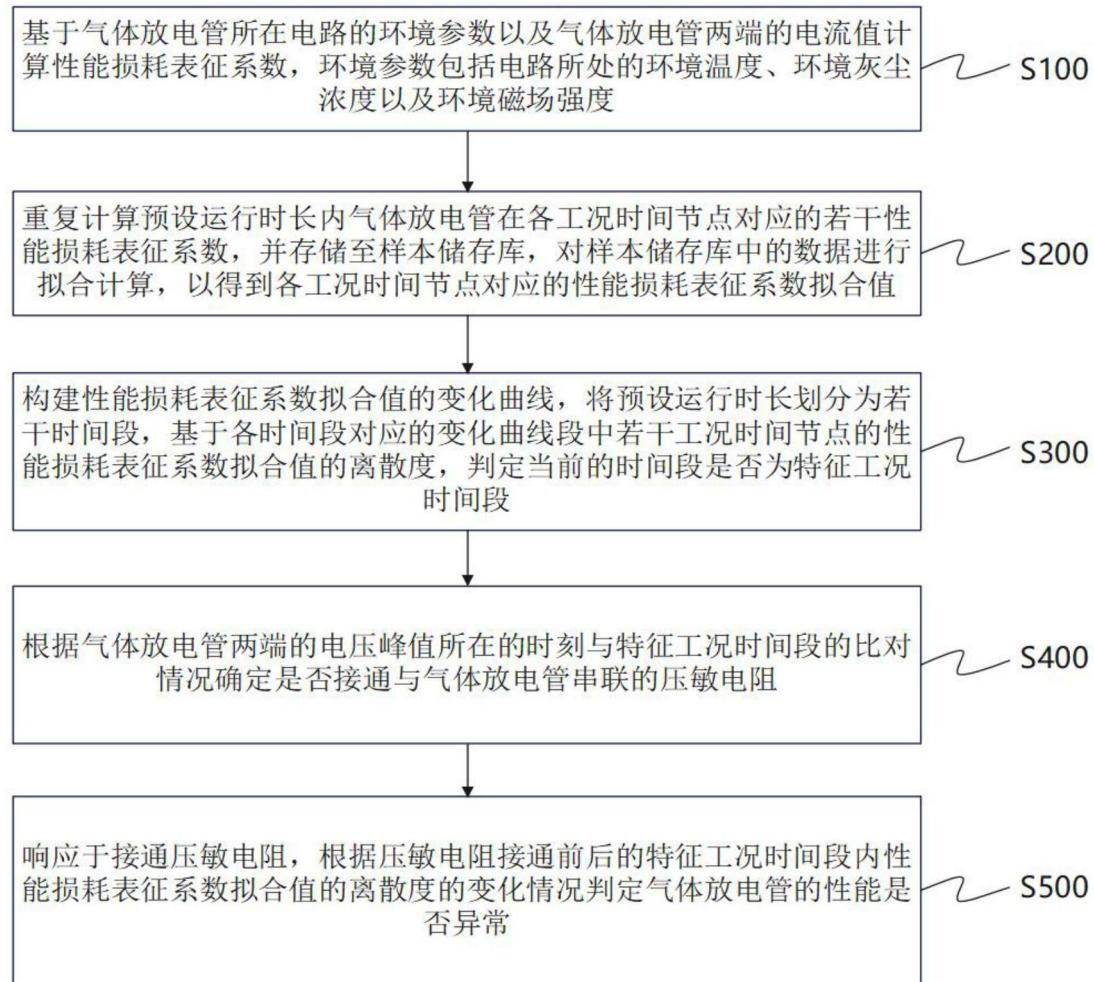


图1

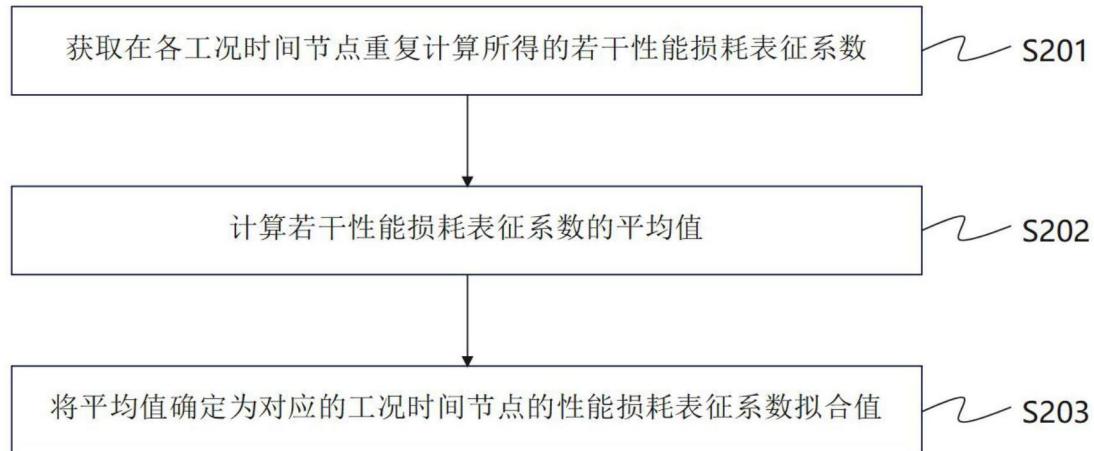


图2

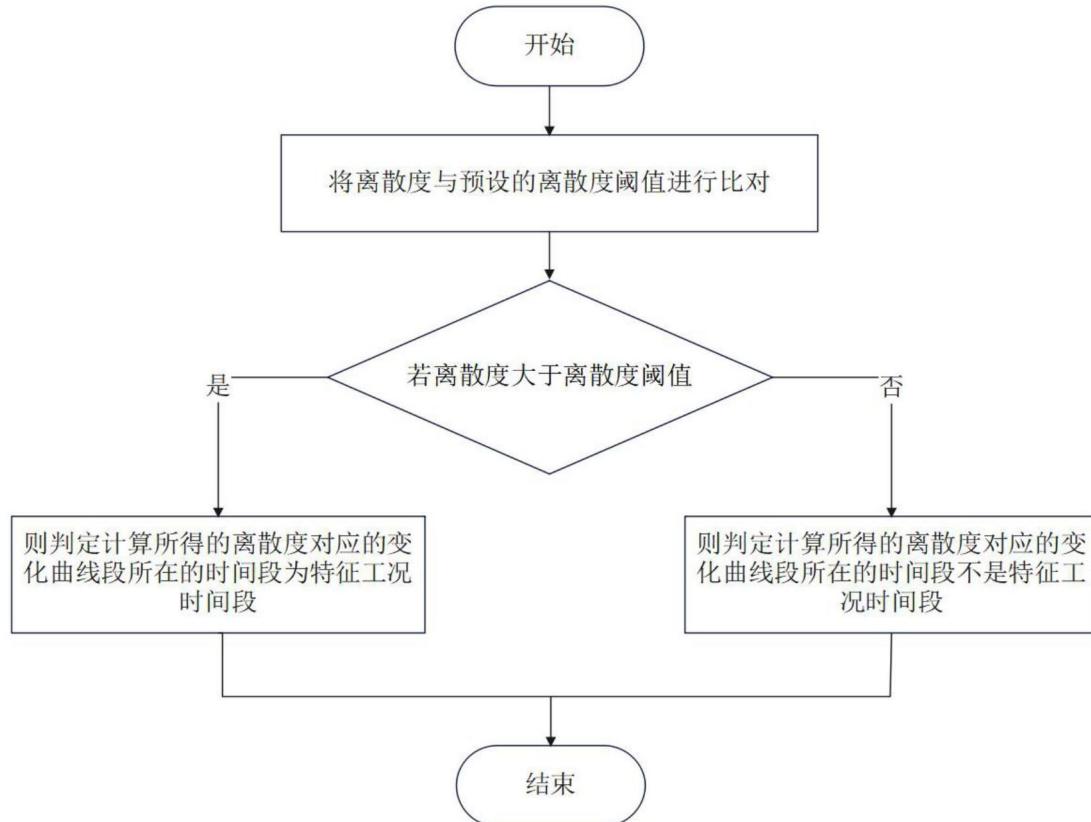


图3

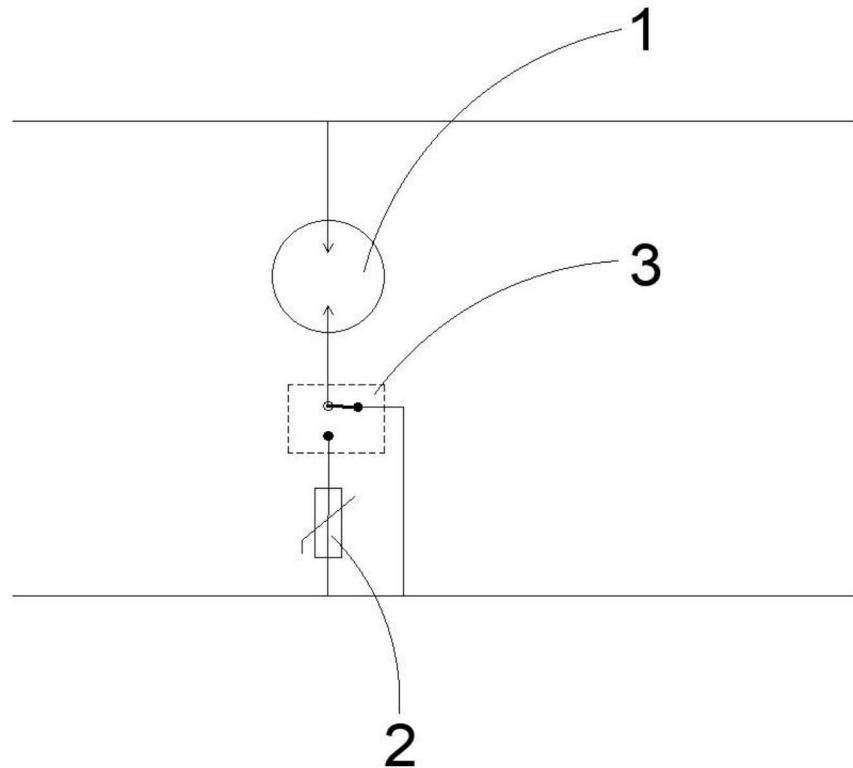


图4

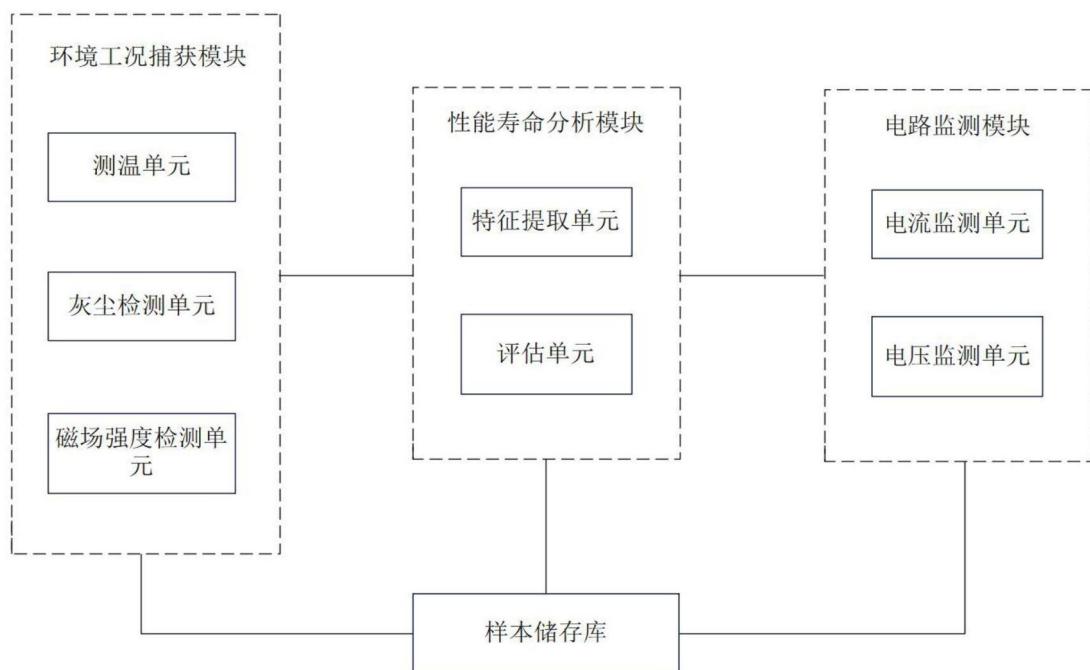


图5