



(21) 申请号 202410688453.1

G06T 7/00 (2017.01)

(22) 申请日 2024.05.30

G06V 10/764 (2022.01)

G06V 10/82 (2022.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 118243240 A

(56) 对比文件

CN 115824421 A, 2023.03.21

CN 116879683 A, 2023.10.13

(43) 申请公布日 2024.06.25

(73) 专利权人 湖南华菱线缆股份有限公司

地址 411104 湖南省湘潭市建设南路一号

审查员 秦玉珍

(72) 发明人 喻利娟 胡湘华 杨奇锋 马辽林

李桑蒿

(74) 专利代理机构 长沙大珂知识产权代理事务

所(普通合伙) 43236

专利代理师 王琼琦

(51) Int. Cl.

G01J 5/48 (2022.01)

G01J 5/03 (2022.01)

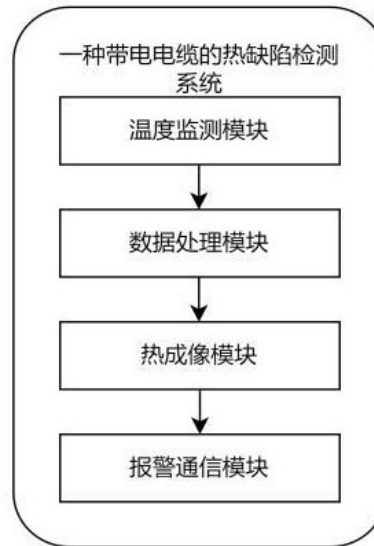
权利要求书4页 说明书12页 附图3页

(54) 发明名称

一种带电电缆的热缺陷检测系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种带电电缆的热缺陷检测系统及方法。该带电电缆的热缺陷检测系统,包括:温度监测模块;数据处理模块;热成像模块;报警通信模块。本发明通过实时监测预设时间段内带电电缆的温度并将温度信号转换为数字信号,然后根据温度阈值方法将数字信号转换为温度数据并进行数据处理得到第一温度数据,再根据第一温度数据生成带电电缆的热图像以获取温度分布图,最后在检测预设时间段内带电电缆热缺陷的具体位置时通过报警装置将报警信号转换为带电电缆的热缺陷信息并以通信形式输出,进而实现了热缺陷检测效率的提高,解决了现有技术中热缺陷检测效率低的问题。



1. 一种带电电缆的热缺陷检测系统,其特征在于,包括温度监测模块、数据处理模块、热成像模块和报警通信模块;

其中,所述温度监测模块用于实时监测预设时间段内带电电缆的温度并将温度信号转换为数字信号,所述温度信号包括测量精度、响应速度和耐温范围;

所述数据处理模块用于根据温度阈值方法将数字信号转换为温度数据并进行数据处理得到第一温度数据,所述温度阈值方法用于识别异常温度变化情况下预设时间段内带电电缆存在的热缺陷;

所述热成像模块用于根据第一温度数据生成带电电缆的热图像以获取温度分布图,所述温度分布图用于可视化带电电缆表面的温度分布情况,所述热图像用于定位预设时间段内带电电缆热缺陷的具体位置;

所述报警通信模块用于在检测预设时间段内带电电缆热缺陷的具体位置时通过报警装置发出报警信号并结合通信设备进行通信,所述通信设备用于将报警信号转换为带电电缆的热缺陷信息并以通信形式输出;

所述数据处理模块包括数据预处理单元、特征提取单元、异常检测单元和结果评估单元;

所述数据预处理单元:用于根据温度阈值方法中的温度阈值系数将数字信号转换为温度数据并进行一次处理,所述一次处理包括去除噪声、填充缺失值、错误校对、数据打包和数据标准化,所述温度阈值系数为识别温度变化情况下预设时间段内带电电缆热缺陷的准确度指标;

所述特征提取单元:用于从一次处理后的温度数据中提取出第一关键特征数据,所述第一关键特征数据包括第一温度变化数据、第一热梯度数据和第一异常温度峰值数据;

所述异常检测单元:用于根据第一关键特征数据并结合异常检测算法检测热缺陷以获取第一温度数据,所述异常检测算法包括温度阈值检测算法、测温统计学算法和热缺陷学习算法;

所述结果评估单元:用于根据第一温度数据对热缺陷的检测结果进行评估,并根据评估结果调整异常检测算法;

所述温度阈值系数采用以下公式进行计算:

$$\psi_g = \frac{\frac{|A_g - A_0|}{\Delta A} * \alpha_1 + \frac{|B_g - B_0|}{\Delta B} * \alpha_2 + \frac{|C_g - C_0|}{\Delta C} * \alpha_3 + \frac{|D_g - D_0|}{\Delta D} * \alpha_4}{(\sqrt{e+2})^{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}},$$

式中,g为预设时间段的编号, $g=1,2,\dots,K$ ,K为预设时间段的总数量, $\psi_g$ 表示第g个预设时间段的温度阈值系数,e为自然常数, $\Delta A$ 表示基准温度值与实际温度值的参考偏差, $A_0$ 表示参考温度值, $A_g$ 表示第g个预设时间段的实际温度值, $\alpha_1$ 表示实际温度值相对于温度阈值系数的权重, $\Delta B$ 表示最大温度允许参考偏差, $B_0$ 表示最大温度参考偏差, $B_g$ 表示第g个预设时间段的最大温度偏差, $\alpha_2$ 表示最大温度偏差相对于温度阈值系数的权重, $\Delta C$ 表示温度变化速率允许参考偏差, $C_0$ 表示温度变化参考速率, $C_g$ 表示第g个预设时间段的温度变化速率, $\alpha_3$ 表示温度变化速率相对于温度阈值系数的权重, $\Delta D$ 表示持续时间允许参考阈值, $D_0$ 表示持续时间参考阈值, $D_g$ 表示第g个预设时间段的持续时间阈值, $\alpha_4$ 表示持续时间阈值相对

于温度阈值系数的权重；

所述最大温度偏差为带电电缆表面温度相对于基准温度值的最大偏差值,所述温度变化速率为带电电缆表面温度在单位时间内的变化速率,所述持续时间阈值为带电电缆表面异常温度变化的参考持续时间。

2.如权利要求1所述一种带电电缆的热缺陷检测系统,其特征在于:所述热成像模块包括热图像生成单元、图像采集单元、图像处理单元和温度映射单元;所述热图像生成单元:用于根据第一温度数据生成预设时间段内带电电缆的热图像以获取温度分布图,并根据热成像分析法获取温度分布图中的温度变化情况;所述图像采集单元:用于将温度分布图中的温度变化情况转换为第二数字信号,所述第二数字信号用于显示温度分布图中带电电缆表面的温度;

所述图像处理单元:用于对第二数字信号进行二次处理以提取第二关键特征数据并对热图像进行调整,所述二次处理包括图像增强和温度标定,所述第二关键特征数据包括第二温度变化数据、第二热梯度数据和第二异常温度峰值数据;

所述温度映射单元:用于根据热成像系数将调整后的热图像中的像素值与实际温度值相对应并生成温度分布图,所述热成像系数为调整后的热图像中微温度系数变化的灵敏度指标,所述微温度系数为热图像中像素值转换为实际温度值的准确度指标。

3.如权利要求1所述一种带电电缆的热缺陷检测系统,其特征在于:所述报警通信模块包括报警触发单元、报警信号生成单元、通信接口单元和信息格式化单元;所述报警触发单元:用于根据数据处理模块提供的预设时间段内带电电缆热状态异常并结合异常温度缩小系数以判断是否触发报警装置,所述异常温度缩小系数为热图像中像素值转换为实际温度值的影响程度;

所述报警信号生成单元:用于根据报警装置触发结果生成相应的报警信号以显示预设时间段内带电电缆热缺陷的具体位置,所述报警信号包括声音、光信号和电信号;

所述通信接口单元:用于将报警信号传输到通信设备中以获取通信信号;

所述信息格式化单元:用于将通信信号格式化为预设格式以得到报警数据,所述报警数据包括报警时间、报警级别、报警类型和热像数据,所述热像数据用于反映预设时间段内带电电缆的热缺陷状态。

4.如权利要求1所述一种带电电缆的热缺陷检测系统,其特征在于,所述将温度信号转换为数字信号的具体流程为:

通过信号采集卡接收温度传感器采集的温度信号并进行实时监测;

根据实时监测的结果将温度信号转换为可视化图像信息并进行信息处理以获取数字信号,所述信息处理表示根据异常温度缩小系数将可视化图像信息转换为数字信号。

5.如权利要求2所述一种带电电缆的热缺陷检测系统,其特征在于,所述热成像系数的具体获取方法包括:

根据第一关键特征数据和第二关键特征数据获取热成像系数总修正因子和热成像总系数,所述热成像系数总修正因子包括第一修正因子、第二修正因子、第三修正因子和第四修正因子,所述热成像总系数包括温度变化数据系数、热梯度数据系数和异常温度峰值数据系数,所述温度变化数据系数为温度变化数据相对偏差与第二修正因子的乘积,所述温度变化数据相对偏差为第二温度变化数据与第一温度变化数据之差的绝对值与对应参考

偏差的比值,所述热梯度数据系数为热梯度数据相对偏差与第三修正因子的乘积,所述热梯度相对偏差为第二热梯度数据与第一热梯度数据之差的绝对值与对应参考偏差的比值,所述异常温度峰值数据系数为异常温度峰值数据相对偏差与第四修正因子的乘积,所述异常温度峰值数据相对偏差为第二异常温度峰值数据与第一异常温度峰值数据之差的绝对值与对应参考偏差的比值;

结合获取的热成像总系数和热成像系数总修正因子得到热成像系数,所述热成像系数为热成像总系数与第一修正因子的乘积。

6.如权利要求5所述一种带电电缆的热缺陷检测系统,其特征在于,所述微温度系数通过以下公式进行计算:

$$\zeta_g = \left( \frac{1}{e-1} \right)^{\frac{|\lambda_g - \lambda_0|}{\Delta\lambda} * \delta} * \frac{\log_2 \left( \frac{|H_g - H_0|}{\Delta H} * \varepsilon_1 + \frac{|L_g - L_0|}{\Delta L} * \varepsilon_2 + 1 \right)}{\sqrt{e+1}},$$

式中, $\zeta_g$ 表示第g个预设时间段的微温度系数, $\Delta\lambda$ 表示异常温度缩小系数的参考偏差, $\lambda_0$ 表示参考异常温度缩小系数, $\lambda_g$ 表示第g个预设时间段的异常温度缩小系数, $\delta$ 表示异常温度缩小系数相对于微温度系数的权重, $\Delta H$ 表示温度灵敏度系数的参考偏差, $H_0$ 表示参考温度灵敏度系数, $H_g$ 表示第g个预设时间段的温度灵敏度系数, $\varepsilon_1$ 表示温度灵敏度系数相对于微温度系数的权重, $\Delta L$ 表示温度线性度系数的参考偏差, $L_0$ 表示参考温度线性度系数, $L_g$ 表示第g个预设时间段的温度线性度系数, $\varepsilon_2$ 表示温度线性度系数相对于微温度系数的权重;所述异常温度缩小系数为热图像中像素值转换为实际温度值的影响程度,所述温度灵敏度系数为热图像中像素值转换为实际温度值的响应程度,所述温度线性度系数为衡量热图像中像素值与实际温度值之间的线性关系程度。

7.如权利要求1所述一种带电电缆的热缺陷检测系统,其特征在于,所述异常检测单元中获取第一温度数据的具体步骤包括:

从第一关键特征数据中提取出特征温度数据,所述特征温度数据包括温度分布图中温度空间分布数据、温度线性变化趋势数据以及带电电缆在预设环境中的运行数据;

选择对应的异常检测算法对提取的特征温度数据进行检测,根据检测的结果识别出异常温度区域以获取热缺陷区域;

从热缺陷区域中获取热缺陷温度数据并进行热缺陷处理以得到第一温度数据,所述热缺陷数据包括异常温度最值、异常环境数据和预设时间段内带电电缆异常运行数据,所述热缺陷处理用于对热缺陷区域中的热缺陷数据进行数据整合与数据分类。

8.一种应用于如权利要求1-7中任意一项所述的带电电缆的热缺陷检测系统的方法,其特征在于,包括以下步骤:

实时监测预设时间段内带电电缆的温度并将温度信号转换为数字信号,所述温度信号包括测量精度、响应速度和耐温范围;

根据温度阈值方法将数字信号转换为温度数据并进行数据处理得到第一温度数据,所述温度阈值方法用于根据温度阈值系数识别异常温度变化情况下预设时间段内带电电缆存在的热缺陷;

根据第一温度数据生成带电电缆的热图像以获取温度分布图,所述温度分布图用于可

视化带电电缆表面的温度分布情况,所述热图像用于定位预设时间段内带电电缆热缺陷的具体位置;

在检测预设时间段内带电电缆热缺陷的具体位置时通过报警装置发出报警信号并结合通信设备进行通信,所述通信设备用于将报警信号转换为带电电缆的热缺陷信息并以通信形式输出。

## 一种带电电缆的热缺陷检测系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及热缺陷检测技术领域,尤其涉及一种带电电缆的热缺陷检测系统及方法。

### 背景技术

[0002] 随着电力工业的快速发展,电缆作为电力传输的主要载体,其安全运行对于保障电力系统的稳定性至关重要。然而,由于电缆长期处于高电压、大电流的工作环境下,容易出现热缺陷,如接触不良、绝缘老化等问题,这些问题可能导致电缆温度升高,甚至引发火灾等安全事故。传统的电缆热缺陷检测方法主要依靠人工巡检和定期测温,存在着工作效率低、漏检率高、无法实时监测等问题。此外,随着红外技术的发展,红外热像仪等无损检测设备逐渐应用于电缆热缺陷检测中,但这些设备往往只能提供定性的温度分布信息,无法直接识别出热缺陷的类型和严重程度。因此,研发一种能够及时发现和诊断电缆热缺陷的检测系统及方法尤为重要。

[0003] 现有技术中,通过检测物体表面辐射的红外能量来生成热图像并实时传输到监控系统;通过设定阈值或应用异常检测算法来触发警报以收集电缆温度数据和图像数据;训练出自动识别和分类热缺陷的机器学习模型;根据机器学习模型自动提取关键特征,并判断电缆是否存在热缺陷。

[0004] 例如公告号为:CN113468841B的发明专利公告的配电电缆热缺陷检测方法、装置、计算机设备和存储介质,包括:确定配电电缆的断面温度单元并获取两个断面温度单元的热量数据以及当前时刻断面温度单元所处环境的环境温度;获取断面温度单元导体层与护层间的第一径向传热参数、第二径向传热参数和轴向传热参数;将环境温度、热量数据、第一径向传热参数、第二径向传热参数以及轴向传热数据输入至构建好断面温度单元的等效热路模型中,得到当前时刻断面温度单元中分布点温度,并确定配电电缆的热缺陷级别。

[0005] 例如公开号为:CN117454708A的专利申请公开的一种基于热感知神经网络的钢轨内部缺陷检测方法,包括:选取已知的无缺陷试样和有缺陷试样作为实验对象,并进行实验测试获取3D ECPT实验数据和仿真数据以构建实验仿真数据集;将物理信息神经网络与热感信息相耦合构建得到热感知神经网络并进行训练和优化;根据实验参数结合标准数据库得到温度时间序列数据并输入到热感知神经网络中,得到标准试样的内部温度分布以进行定量分析。

[0006] 但本申请在实现本申请实施例中发明技术方案的过程中,发现上述技术至少存在如下技术问题:

[0007] 现有技术中,由于红外热像仪通常只能提供定性的温度信息,导致温度信息漏报,并且在带电电缆的热缺陷检测过程中数据的处理速度缓慢,存在热缺陷检测效率低的问题。

## 发明内容

[0008] 本申请实施例通过提供一种带电电缆的热缺陷检测系统及方法,解决了现有技术中热缺陷检测效率低的问题,实现了热缺陷检测效率的提高。

[0009] 本申请实施例提供了一种带电电缆的热缺陷检测系统,包括:温度监测模块、数据处理模块、热成像模块和报警通信模块;其中,所述温度监测模块用于实时监测预设时间段内带电电缆的温度并将温度信号转换为数字信号,所述温度信号包括测量精度、响应速度和耐温范围;所述数据处理模块用于根据温度阈值方法将数字信号转换为温度数据并进行数据处理得到第一温度数据,所述温度阈值方法用于根据温度阈值系数识别异常温度变化情况下预设时间段内带电电缆存在的热缺陷;所述热成像模块用于根据第一温度数据生成带电电缆的热图像以获取温度分布图,所述温度分布图用于可视化带电电缆表面的温度分布情况,所述热图像用于定位预设时间段内带电电缆热缺陷的具体位置;所述报警通信模块用于在检测预设时间段内带电电缆热缺陷的具体位置时通过报警装置发出报警信号并结合通信设备进行通信,所述通信设备用于将报警信号转换为带电电缆的热缺陷信息并以通信形式输出。

[0010] 进一步的,所述数据处理模块包括数据预处理单元、特征提取单元、异常检测单元和结果评估单元;所述数据预处理单元:用于根据温度阈值方法中的温度阈值系数将数字信号转换为温度数据并进行一次处理,所述一次处理包括去除噪声、填充缺失值、错误校对、数据打包和数据标准化,所述温度阈值系数为识别温度变化情况下预设时间段内带电电缆热缺陷的准确度指标;所述特征提取单元:用于从一次处理后的温度数据中提取出第一关键特征数据,所述第一关键特征数据包括第一温度变化数据、第一热梯度数据和第一异常温度峰值数据;所述异常检测单元:用于根据第一关键特征数据并结合异常检测算法检测热缺陷以获取第一温度数据,所述异常检测算法包括温度阈值检测算法、测温统计学算法和热缺陷学习算法;所述结果评估单元:用于根据第一温度数据对热缺陷的检测结果进行评估,并根据评估结果调整异常检测算法。

[0011] 进一步的,所述热成像模块包括热图像生成单元、图像采集单元、图像处理单元和温度映射单元;所述热图像生成单元:用于根据第一温度数据生成预设时间段内带电电缆的热图像以获取温度分布图,并根据热成像分析法获取温度分布图中的温度变化情况;所述图像采集单元:用于将温度分布图中的温度变化情况转换为第二数字信号,所述第二数字信号用于显示温度分布图中带电电缆表面的温度;所述图像处理单元:用于对第二数字信号进行二次处理以提取第二关键特征数据并对热图像进行调整,所述二次处理包括图像增强和温度标定,所述第二关键特征数据包括第二温度变化数据、第二热梯度数据和第二异常温度峰值数据;所述温度映射单元:用于根据热成像系数将调整后的热图像中的像素值与实际温度值相对应并生成温度分布图,所述热成像系数为调整后的热图像中微温度系数变化的灵敏度指标,所述微温度系数为热图像中像素值转换为实际温度值的准确度指标。

[0012] 进一步的,所述报警通信模块包括报警触发单元、报警信号生成单元、通信接口单元和信息格式化单元;所述报警触发单元:用于根据数据处理模块提供的预设时间段内带电电缆热状态异常并结合异常温度缩小系数以判断是否触发报警装置,所述异常温度缩小系数为热图像中像素值转换为实际温度值的影响程度;所述报警信号生成单元:用于根据

报警装置触发结果生成相应的报警信号以显示预设时间段内带电电缆热缺陷的具体位置,所述报警信号包括声音、光信号和电信号;所述通信接口单元:用于将报警信号传输到通信设备中以获取通信信号;所述信息格式化单元:用于将通信信号格式化为预设格式以得到报警数据,所述报警数据包括报警时间、报警级别、报警类型和热像数据,所述热像数据用于反映预设时间段内带电电缆的热缺陷状态。

[0013] 进一步的,所述将温度信号转换为数字信号的具体流程为:通过信号采集卡接收温度传感器采集的温度信号并进行实时监测;根据实时监测的结果将温度信号转换为可视化图像信息并进行信息处理以获取数字信号,所述信息处理表示根据异常温度缩小系数将可视化图像信息转换为数字信号。

[0014] 进一步的,所述温度阈值系数采用以下公式进行计算:

$$[0015] \quad \Psi_g = \frac{\frac{|A_g - A_0|}{\Delta A} * \alpha_1 + \frac{|B_g - B_0|}{\Delta B} * \alpha_2 + \frac{|C_g - C_0|}{\Delta C} * \alpha_3 + \frac{|D_g - D_0|}{\Delta D} * \alpha_4}{(\sqrt{e+2})^{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}}, \text{ 式中, } g \text{ 为预设时间段的}$$

的编号,  $g=1,2,\dots,K$ ,  $K$  为预设时间段的总数量,  $\Psi_g$  表示第  $g$  个预设时间段的温度阈值系数,  $e$  为自然常数,  $\Delta A$  表示基准温度值与实际温度值的参考偏差,  $A_0$  表示参考温度值,  $A_g$  表示第  $g$  个预设时间段的实际温度值,  $\alpha_1$  表示实际温度值相对于温度阈值系数的权重,  $\Delta B$  表示最大温度允许参考偏差,  $B_0$  表示最大温度参考偏差,  $B_g$  表示第  $g$  个预设时间段的最大温度偏差,  $\alpha_2$  表示最大温度偏差相对于温度阈值系数的权重,  $\Delta C$  表示温度变化速率允许参考偏差,  $C_0$  表示温度变化参考速率,  $C_g$  表示第  $g$  个预设时间段的温度变化速率,  $\alpha_3$  表示温度变化速率相对于温度阈值系数的权重,  $\Delta D$  表示持续时间允许参考阈值,  $D_0$  表示持续时间参考阈值,  $D_g$  表示第  $g$  个预设时间段的持续时间阈值,  $\alpha_4$  表示持续时间阈值相对于温度阈值系数的权重;所述最大温度偏差为带电电缆表面温度相对于基准温度值的最大偏差值,所述温度变化速率为带电电缆表面温度在单位时间内的变化速率,所述持续时间阈值为带电电缆表面异常温度变化的参考持续时间。

[0016] 进一步的,所述热成像系数的具体获取方法包括:根据第一关键特征数据和第二关键特征数据获取热成像系数总修正因子和热成像总系数,所述热成像系数总修正因子包括第一修正因子、第二修正因子、第三修正因子和第四修正因子,所述热成像总系数包括温度变化数据系数、热梯度数据系数和异常温度峰值数据系数,所述温度变化数据系数为温度变化数据相对偏差与第二修正因子的乘积,所述温度变化数据相对偏差为第二温度变化数据与第一温度变化数据之差的绝对值与对应参考偏差的比值,所述热梯度数据系数为热梯度数据相对偏差与第三修正因子的乘积,所述热梯度相对偏差为第二热梯度数据与第一热梯度数据之差的绝对值与对应参考偏差的比值,所述异常温度峰值数据系数为异常温度峰值数据相对偏差与第四修正因子的乘积,所述异常温度峰值数据相对偏差为第二异常温度峰值数据与第一异常温度峰值数据之差的绝对值与对应参考偏差的比值;结合获取的热成像总系数和热成像系数总修正因子得到热成像系数,所述热成像系数为热成像总系数与



第一修正因子的乘积。

[0017] 进一步的,所述微温度系数通过以下公式进行计算:

$$[0018] \quad \zeta_g = \left( \frac{1}{e-1} \right)^{\frac{|\lambda_g - \lambda_0|}{\Delta\lambda} * \delta} * \frac{\log_2 \left( \frac{|H_g - H_0|}{\Delta H} * \varepsilon_1 + \frac{|L_g - L_0|}{\Delta L} * \varepsilon_2 + 1 \right)}{\sqrt{e+1}}, \text{ 式中, } \zeta_g \text{ 表示第 } g \text{ 个预}$$

设时间段的微温度系数,  $\Delta\lambda$  表示异常温度缩小系数的参考偏差,  $\lambda_0$  表示参考异常温度缩小系数,  $\lambda_g$  表示第  $g$  个预设时间段的异常温度缩小系数,  $\delta$  表示异常温度缩小系数相对于微温度系数的权重,  $\Delta H$  表示温度灵敏度系数的参考偏差,  $H_0$  表示参考温度灵敏度系数,  $H_g$  表示第  $g$  个预设时间段的温度灵敏度系数,  $\varepsilon_1$  表示温度灵敏度系数相对于微温度系数的权重,  $\Delta L$  表示温度线性度系数的参考偏差,  $L_0$  表示参考温度线性度系数,  $L_g$  表示第  $g$  个预设时间段的温度线性度系数,  $\varepsilon_2$  表示温度线性度系数相对于微温度系数的权重;所述异常温度缩小系数为热图像中像素值转换为实际温度值的影响程度,所述温度灵敏度系数为热图像中像素值转换为实际温度值的响应程度,所述温度线性度系数为衡量热图像中像素值与实际温度值之间的线性关系程度。

[0019] 进一步的,所述异常检测单元中获取第一温度数据的具体步骤包括:从第一关键特征数据中提取出特征温度数据,所述特征温度数据包括温度分布图中温度空间分布数据、温度线性变化趋势数据以及带电电缆在预设环境中的运行数据;选择对应的异常检测算法对提取的特征温度数据进行检测,根据检测的结果识别出异常温度区域以获取热缺陷区域;从热缺陷区域中获取热缺陷温度数据并进行热缺陷处理以得到第一温度数据,所述热缺陷数据包括异常温度最值、异常环境数据和预设时间段内带电电缆异常运行数据,所述热缺陷处理用于对热缺陷区域中的热缺陷数据进行数据整合与数据分类。

[0020] 本申请实施例提供了一种带电电缆的热缺陷检测方法,包括以下步骤:实时监测预设时间段内带电电缆的温度并将温度信号转换为数字信号,所述温度信号包括测量精度、响应速度和耐温范围;根据温度阈值方法将数字信号转换为温度数据并进行数据处理得到第一温度数据,所述温度阈值方法用于根据温度阈值系数识别异常温度变化情况下预设时间段内带电电缆存在的热缺陷;根据第一温度数据生成带电电缆的热图像以获取温度分布图,所述温度分布图用于可视化带电电缆表面的温度分布情况,所述热图像用于定位预设时间段内带电电缆热缺陷的具体位置;在检测预设时间段内带电电缆热缺陷的具体位置时通过报警装置发出报警信号并结合通信设备进行通信,所述通信设备用于将报警信号转换为带电电缆的热缺陷信息并以通信形式输出。

[0021] 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:

[0022] 1、通过实时监测预设时间段内带电电缆的温度并将温度信号转换为数字信号,然后根据温度阈值方法将数字信号转换为温度数据并进行数据处理得到第一温度数据,再根据第一温度数据生成带电电缆的热图像以获取温度分布图,最后检测预设时间段内带电电缆热缺陷的具体位置,通过报警装置发出报警信号并结合通信设备进行通信,从而实现了

热缺陷的更精准检测,进而实现了热缺陷检测效率的提高,有效解决了现有技术中热缺陷检测效率低的问题;

[0023] 2、通过信号采集卡接收温度传感器采集的温度信号并进行实时监测,然后根据实时监测的结果将温度信号转换为可视化图像信息,最后根据异常温度缩小系数将可视化图像信息转换为数字信号,从而实现了数字信号的更精准获取,进而实现了温度信号的更精准监测;

[0024] 3、通过从第一关键特征数据中提取出特征温度数据,并选择对应的异常检测算法对提取的特征温度数据进行检测,然后根据检测的结果识别出异常温度区域以获取热缺陷区域,最后从热缺陷区域中获取热缺陷温度数据并进行热缺陷处理以得到第一温度数据,从而实现了第一温度数据的精准获取,进而实现了特征温度数据的更精准检测。

### 附图说明

[0025] 图1为本申请实施例提供的一种带电电缆的热缺陷检测系统的结构示意图;

[0026] 图2为本申请实施例提供的一种带电电缆的热缺陷检测系统中数据处理模块的结构示意图;

[0027] 图3为本申请实施例提供的一种带电电缆的热缺陷检测系统中热成像模块的结构示意图;

[0028] 图4为本申请实施例提供的获取第一温度数据的流程图;

[0029] 图5为本申请实施例提供的一种带电电缆的热缺陷检测方法的流程图;

[0030] 图6为本申请实施例提供的电缆的温度分布图。

### 具体实施方式

[0031] 本申请实施例通过提供一种带电电缆的热缺陷检测系统及方法,解决了现有技术中热缺陷检测效率低的问题,通过温度监测模块对预设时间段内带电电缆的温度进行实时监测,并将温度信号转换为数字信号,然后通过数据处理模块根据温度阈值系数将数字信号转换为温度数据并进行一次处理后提取出第一关键特征数据,同时结合异常检测算法检测热缺陷以获取第一温度数据,其次根据第一温度数据生成预设时间段内带电电缆的热图像以获取温度分布图,并对温度分布图中的温度变化情况转换的第二数字信号进行二次处理获取第二关键特征数据,同时根据热成像系数生成温度分布图,最后通过报警通信模块根据温度分布图对预设时间段内带电电缆热缺陷的具体位置进行检测,并通过报警装置将报警信号转换为带电电缆的热缺陷信息同时以通信形式输出,实现了热缺陷检测效率的提高。

[0032] 本申请实施例中的技术方案为解决上述热缺陷检测效率低的问题,总体思路如下:

[0033] 通过对预设时间段内带电电缆的温度进行实时监测,并将温度信号转换为数字信号,然后根据数字信号并结合温度阈值系数识别异常温度变化情况下预设时间段内带电电缆存在的热缺陷,再对预设时间段内带电电缆热缺陷的具体位置进行检测,最后通过报警装置将报警信号转换为带电电缆的热缺陷信息并以通信形式输出,达到了提高热缺陷检测效率的效果。

[0034] 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。

[0035] 如图1所示,为本申请实施例提供的一种带电电缆的热缺陷检测系统的结构示意图,本申请实施例提供的一种带电电缆的热缺陷检测系统包括:温度监测模块、数据处理模块、热成像模块和报警通信模块;其中,温度监测模块用于实时监测预设时间段内带电电缆的温度并将温度信号转换为数字信号,温度信号包括测量精度、响应速度和耐温范围;数据处理模块用于根据温度阈值方法将数字信号转换为温度数据并进行数据处理得到第一温度数据,温度阈值方法用于根据温度阈值系数识别异常温度变化情况下预设时间段内带电电缆存在的热缺陷;热成像模块用于根据第一温度数据生成带电电缆的热图像以获取温度分布图,温度分布图用于可视化带电电缆表面的温度分布情况,热图像用于定位预设时间段内带电电缆热缺陷的具体位置;报警通信模块用于在检测预设时间段内带电电缆热缺陷的具体位置时通过报警装置发出报警信号并结合通信设备进行通信,通信设备用于将报警信号转换为带电电缆的热缺陷信息并以通信形式输出。

[0036] 在本实施例中,温度阈值方法的核心是根据预设的温度阈值系数来识别异常的温度变化,并基于预设时间段内带电电缆的正常运行温度和允许的最大温度来设定,其中,预设的温度阈值系数通常通过以下方法进行获取:根据电缆的制造标准和绝缘材质来确定其长期允许工作温度、过载温度和短路温度,例如,交联聚乙烯绝缘电缆的长期允许工作温度一般为90℃,短时过载最高温度不得超过130℃,短路时最高温度不得超过250℃(最长持续时间不超过5秒),这些标准值可以作为设定温度阈值的参考依据,进而确定预设的温度阈值系数;在实际应用中,通过实时监测电缆的温度变化,并利用智能算法对温度数据进行处理和分析,可以动态地调整温度阈值系数,以适应电缆运行状况的变化,当检测到温度超过预设阈值时,热缺陷检测系统认为改电缆存在热缺陷,而这些异常温度数据标记为第一温度数据,热缺陷用于描述带电电缆热状态异常的方式,通过温度监测模块、数据处理模块、热成像模块和报警通信模块的协同工作,有利于降低带电电缆因热缺陷而导致的潜在风险,实现了热缺陷检测效率的提高,如图6所示,为本申请实施例提供的带电电缆温度分布图,温度分布图的具体获取步骤为:将处理后的温度数据转换为可视化的图像(即热图像),热图像通常以颜色编码表示温度分布,温度越高,颜色越暖(如白色、橙色),温度越低,颜色越冷(如蓝色、紫色);通过颜色对比,可以直观地观察到电缆表面不同区域的温度差异,以快速识别出电缆中潜在的故障和问题,如接头过热、绝缘老化、电缆过载等。

[0037] 进一步的,如图2所示,为本申请实施例提供的一种带电电缆的热缺陷检测系统中数据处理模块的结构示意图,数据处理模块包括数据预处理单元、特征提取单元、异常检测单元和结果评估单元;数据预处理单元:用于根据温度阈值方法中的温度阈值系数将数字信号转换为温度数据并进行一次处理,一次处理包括去除噪声、填充缺失值、错误校对、数据打包和数据标准化,温度阈值系数为识别温度变化情况下预设时间段内带电电缆热缺陷的准确度指标;特征提取单元:用于从一次处理后的温度数据中提取出第一关键特征数据,第一关键特征数据包括第一温度变化数据、第一热梯度数据和第一异常温度峰值数据;异常检测单元:用于根据第一关键特征数据并结合异常检测算法检测热缺陷以获取第一温度数据,异常检测算法包括温度阈值检测算法、测温统计学算法和热缺陷学习算法;结果评估单元:用于根据第一温度数据对热缺陷的检测结果进行评估,并根据评估结果调整异常检

测算法。

[0038] 在本实施例中,温度变化数据为温度变化的速率和趋势,热梯度数据为温度在不同位置或时间点的差异,异常温度峰值数据为潜在热缺陷的异常高、低温度值;结果评估单元对热缺陷的检测结果进行评估通常涉及比较第一温度数据与实际热缺陷情况,计算准确率、召回率和F1分数,在带电电缆的热缺陷检测过程中F1分数通常用于评估热缺陷检测的精确率,一个较高的F1分数通常表示在比较第一温度数据与实际热缺陷情况时具有较高的精确率,此外,评估还可能包括分析误报和漏报的情况以及带电电缆在不同情况下的稳定性和可靠性,数据处理模块中的四个单元共同构成了带电电缆热缺陷检测系统的核心数据处理和分析流程,保证了电力系统的安全稳定运行,实现了带电电缆热缺陷识别效率的提高。

[0039] 进一步的,如图3所示,为本申请实施例提供的一种带电电缆的热缺陷检测系统中热成像模块的结构示意图,热成像模块包括热图像生成单元、图像采集单元、图像处理单元和温度映射单元;热图像生成单元:用于根据第一温度数据生成预设时间段内带电电缆的热图像以获取温度分布图,并根据热成像分析法获取温度分布图中的温度变化情况;图像采集单元:用于将温度分布图中的温度变化情况转换为第二数字信号,第二数字信号用于显示温度分布图中带电电缆表面的温度;图像处理单元:用于对第二数字信号进行二次处理以提取第二关键特征数据并对热图像进行调整,二次处理包括图像增强和温度标定,第二关键特征数据包括第二温度变化数据、第二热梯度数据和第二异常温度峰值数据;温度映射单元:用于根据热成像系数将调整后的热图像中的像素值与实际温度值相对应并生成温度分布图,热成像系数为调整后的热图像中微温度系数变化的灵敏度指标,微温度系数为热图像中像素值转换为实际温度值的准确度指标。

[0040] 在本实施例中,图像采集单元负责将温度分布图中的温度变化情况转换为第二数字信号,这一过程是通过模数转换器(ADC)实现的,它将连续的模拟信号转换为离散的第二数字信号,便于计算机进行分析和显示,转换后的第二数字信号能够准确反映出带电电缆表面的温度信息;通过温度映射,可以将热图像中的温度变化量化为实际的温度值,有利于操作人员能够更直观、准确地了解该电缆表面的温度情况,实现了带电电缆表面温度情况的更精准获取。

[0041] 进一步的,报警通信模块包括报警触发单元、报警信号生成单元、通信接口单元和信息格式化单元;报警触发单元:用于根据数据处理模块提供的预设时间段内带电电缆热状态异常并结合异常温度缩小系数以判断是否触发报警装置,异常温度缩小系数为热图像中像素值转换为实际温度值的影响程度;报警信号生成单元:用于根据报警装置触发结果生成相应的报警信号以显示预设时间段内带电电缆热缺陷的具体位置,报警信号包括声音、光信号和电信号;通信接口单元:用于将报警信号传输到通信设备中以获取通信信号;信息格式化单元:用于将通信信号格式化为预设格式以得到报警数据,报警数据包括报警时间、报警级别、报警类型和热像数据,热像数据用于反映预设时间段内带电电缆的热缺陷状态。

[0042] 在本实施例中,报警触发单元是报警通信模块的核心部分,它根据数据处理模块提供的预设时间段内带电电缆热状态异常信息来判断是否需要触发报警装置,当异常温度超过预设阈值,并且异常温度缩小系数达到一定程度时,报警触发单元会判定为热缺陷状

态,并启动报警程序,报警通信模块有利于提高电力系统运行的安全性和稳定性;信息格式化单元中的报警数据具体包括报警触发的具体时间、热缺陷的严重程度和热缺陷的来源,通过格式化的报警数据,相关人员能够全面了解热缺陷的情况,并作出相应的处理决策,实现了对带电电缆热缺陷的及时报警和信息传递。

[0043] 进一步的,将温度信号转换为数字信号的具体流程为:通过信号采集卡接收温度传感器采集的温度信号并进行实时监测;根据实时监测的结果将温度信号转换为可视化图像信息并进行信息处理以获取数字信号,信息处理表示根据异常温度缩小系数将可视化图像信息转换为数字信号。

[0044] 在本实施例中,将温度传感器附着在预设时间段内带电电缆表面获取温度信号,信号采集卡还可以根据采样频率、采样分辨率和信号调理参数捕捉温度信号的变化情况,其中,采样频率决定了每秒采集的数据点数,采样分辨率决定了每个数据点的精度,信号调理参数包括放大、滤波操作,以优化温度信号质量,确保从温度传感器获取的模拟温度信号能够准确和可靠地转换为数字信号,实现了带电电缆表面温度的更精准获取。

[0045] 进一步的,温度阈值系数除了可以通过机器学习算法获取外还可以通过更加精确的计算方法得到:

$$[0046] \quad \Psi_g = \frac{\frac{|A_g - A_0|}{\Delta A} * \alpha_1 + \frac{|B_g - B_0|}{\Delta B} * \alpha_2 + \frac{|C_g - C_0|}{\Delta C} * \alpha_3 + \frac{|D_g - D_0|}{\Delta D} * \alpha_4}{(\sqrt{e+2})^{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}}, \text{ 式中, } g \text{ 为预设时间段的}$$

的编号,  $g=1,2,\dots,K$ ,  $K$  为预设时间段的总数量,  $\Psi_g$  表示第  $g$  个预设时间段的温度阈值系数,  $e$  为自然常数,  $\Delta A$  表示基准温度值与实际温度值的参考偏差,  $A_0$  表示参考温度值,  $A_g$  表示第  $g$  个预设时间段的实际温度值,  $\alpha_1$  表示实际温度值相对于温度阈值系数的权重,  $\Delta B$  表示最大温度允许参考偏差,  $B_0$  表示最大温度参考偏差,  $B_g$  表示第  $g$  个预设时间段的最大温度偏差,  $\alpha_2$  表示最大温度偏差相对于温度阈值系数的权重,  $\Delta C$  表示温度变化速率允许参考偏差,  $C_0$  表示温度变化参考速率,  $C_g$  表示第  $g$  个预设时间段的温度变化速率,  $\alpha_3$  表示温度变化速率相对于温度阈值系数的权重,  $\Delta D$  表示持续时间允许参考阈值,  $D_0$  表示持续时间参考阈值,  $D_g$  表示第  $g$  个预设时间段的持续时间阈值,  $\alpha_4$  表示持续时间阈值相对于温度阈值系数的权重;最大温度偏差为带电电缆表面温度相对于基准温度值的最大偏差值,温度变化速率为带电电缆表面温度在单位时间内的变化速率,持续时间阈值为带电电缆表面异常温度变化的参考持续时间。

[0047] 在本实施例中,基准温度值通常基于带电电缆的设计规格、运行环境以及历史数据来确定,带电电缆表面温度的快速变化会导致电缆表面受外部因素的干扰,异常温度变化的持续时间越长,则持续的热缺陷问题就越长,通过计算温度阈值系数,可以综合评价带电电缆表面的温度状态,并根据设定的阈值判断是否触发警报装置或进行进一步的分析和处理,有助于及时发现潜在的热缺陷问题,实现了热缺陷检测过程中稳定性的提高。

[0048] 进一步的,热成像系数的具体获取方法包括:根据第一关键特征数据和第二关键

特征数据获取热成像系数总修正因子和热成像总系数,热成像系数总修正因子包括第一修正因子、第二修正因子、第三修正因子和第四修正因子,热成像总系数包括温度变化数据系数、热梯度数据系数和异常温度峰值数据系数,温度变化数据系数为温度变化数据相对偏差与第二修正因子的乘积,温度变化数据相对偏差为第二温度变化数据与第一温度变化数据之差的绝对值与对应参考偏差的比值,热梯度数据系数为热梯度数据相对偏差与第三修正因子的乘积,热梯度相对偏差为第二热梯度数据与第一热梯度数据之差的绝对值与对应参考偏差的比值,异常温度峰值数据系数为异常温度峰值数据相对偏差与第四修正因子的乘积,异常温度峰值数据相对偏差为第二异常温度峰值数据与第一异常温度峰值数据之差的绝对值与对应参考偏差的比值;结合获取的热成像总系数和热成像系数总修正因子得到热成像系数,热成像系数为热成像总系数与第一修正因子的乘积。

[0049] 在本实施例中,热成像系数除了可以通过机器学习算法获取外还可以通过更加精确的计算方法得到:

$$[0050] \quad \xi_g = \beta * \left( \frac{\frac{|P_g^1 - P_g^2|}{\Delta P} * \beta_1 + \frac{|Q_g^1 - Q_g^2|}{\Delta Q} * \beta_2 + \frac{|M_g^1 - M_g^2|}{\Delta M} * \beta_3}{\sqrt{e+1}} \right), \text{ 式中, } g \text{ 为预设时间段}$$

的编号,  $g=1,2,\dots,K$ ,  $K$  为预设时间段的总编号,  $\beta$  为第一修正因子,  $\xi_g$  表示第  $g$  个预设时间段的热成像系数,  $e$  为自然常数,  $\Delta P$  表示温度变化数据的参考偏差,  $P_g^1$  表示第  $g$  个预设时间段的第一温度变化数据,  $P_g^2$  表示第  $g$  个预设时间段的第二温度变化数据,  $\beta_1$  表示第二修正因子,  $\Delta Q$  表示热梯度数据的参考偏差,  $Q_g^1$  表示第  $g$  个预设时间段的第一热梯度数据,  $Q_g^2$  表示第  $g$  个预设时间段的第二热梯度数据,  $\beta_2$  表示第三修正因子,  $\Delta M$  表示异常温度峰值数据的参考偏差,  $M_g^1$  表示第  $g$  个预设时间段的第一异常温度峰值数据,  $M_g^2$  表示第  $g$  个预设时间段的第二异常温度峰值数据,  $\beta_3$  表示第四修正因子;热成像系数总修正因子是由第一修正因子、第二修正因子、第三修正因子和第四修正因子组成,这四个修正因子用于调整热成像数据的准确性和精度,在实际计算过程中这些修正因子的具体计算方式可能基于经验公式、历史数据和设备性能参数,根据热成像总系数对热成像数据进行综合评估,确定是否需要进一步修正或调整,可以根据修正因子的具体影响程度对热成像数据进行相应的修正,以通过数据的准确性和可靠性,实现了热成像系数的更精准获取。

[0051] 进一步的,微温度系数除了可以通过机器学习算法获取外还可以通过更加精确的计算方法得到:

$$[0052] \quad \zeta_g = \left( \frac{1}{e-1} \right)^{\frac{|\lambda_g - \lambda_0|}{\Delta\lambda} * \delta} * \frac{\log_2 \left( \frac{|H_g - H_0|}{\Delta H} * \varepsilon_1 + \frac{|L_g - L_0|}{\Delta L} * \varepsilon_2 + 1 \right)}{\sqrt{e+1}}, \text{ 式中, } \zeta_g \text{ 表示第 } g \text{ 个预}$$

设时间段的微温度系数,  $\Delta\lambda$  表示异常温度缩小系数的参考偏差,  $\lambda_0$  表示参考异常温度缩小系数,  $\lambda_g$  表示第  $g$  个预设时间段的异常温度缩小系数,  $\delta$  表示异常温度缩小系数相对于微温度系数的权重,  $\Delta H$  表示温度灵敏度系数的参考偏差,  $H_0$  表示参考温度灵敏度系数,  $H_g$  表示第  $g$  个预设时间段的温度灵敏度系数,  $\varepsilon_1$  表示温度灵敏度系数相对于微温度系数的权重,  $\Delta L$  表示温度线性度系数的参考偏差,  $L_0$  表示参考温度线性度系数,  $L_g$  表示第  $g$  个预设时间段的温度线性度系数,  $\varepsilon_2$  表示温度线性度系数相对于微温度系数的权重; 异常温度缩小系数为热图像中像素值转换为实际温度值的影响程度, 温度灵敏度系数为热图像中像素值转换为实际温度值的响应程度, 温度线性度系数为衡量热图像中像素值与实际温度值之间的线性关系程度。

[0053] 在本实施例中, 异常温度缩小系数、温度灵敏度系数和温度线性度系数描述了这三个系数是如何影响微温度系数的, 微温度系数具体为预设时间段内带电电缆表面温度的微小变化, 在实际应用中, 微温度系数也可以写成函数的形式, 而这个系数的函数具体形式以上三个系数如何相互作用以及它们对微温度系数的具体影响程度, 有利于提高微温度系数获取的准确性, 实现了带电电缆表面温度的更精准检测。

[0054] 进一步的, 如图4所示, 为本申请实施例提供的获取第一温度数据的流程图, 异常检测单元中获取第一温度数据的具体步骤包括: 从第一关键特征数据中提取出特征温度数据, 特征温度数据包括温度分布图中温度空间分布数据、温度线性变化趋势数据以及带电电缆在预设环境中的运行数据; 选择对应的异常检测算法对提取的特征温度数据进行检测, 根据检测的结果识别出异常温度区域以获取热缺陷区域; 从热缺陷区域中获取热缺陷温度数据并进行热缺陷处理以得到第一温度数据, 热缺陷数据包括异常温度最值、异常环境数据和预设时间段内带电电缆异常运行数据, 热缺陷处理用于对热缺陷区域中的热缺陷数据进行数据整合与数据分类。

[0055] 在本实施例中, 收集带电电缆在预设环境中的运行数据, 这可能包括环境温度、湿度和电缆负载, 带电电缆的异常运行数据还包括电压和电流的波动情况; 第一温度数据为一个综合指标, 反映了热缺陷的严重程度和对电缆运行的影响程度, 并且对于评估电缆的健康状态、预测潜在故障以及制定维护策略具有重要意义, 实现了第一温度数据的更精准获取。

[0056] 如图5所示, 为本申请实施例提供的一种带电电缆的热缺陷检测方法的流程图, 本申请实施例提供的一种带电电缆的热缺陷检测方法包括以下步骤: 实时监测预设时间段内带电电缆的温度并将温度信号转换为数字信号, 温度信号包括测量精度、响应速度和耐温范围; 根据温度阈值方法将数字信号转换为温度数据并进行数据处理得到第一温度数据, 温度阈值方法用于根据温度阈值系数识别异常温度变化情况下预设时间段内带电电缆存

在的热缺陷;根据第一温度数据生成带电电缆的热图像以获取温度分布图,温度分布图用于可视化带电电缆表面的温度分布情况,热图像用于定位预设时间段内带电电缆热缺陷的具体位置;在检测预设时间段内带电电缆热缺陷的具体位置时通过报警装置发出报警信号并结合通信设备进行通信,通信设备用于将报警信号转换为带电电缆的热缺陷信息并以通信形式输出。

[0057] 在本实施例中,温度阈值方法是一种基于预设温度阈值来判断预设时间段内带电电缆是否存在异常温度变化的方法,这种方法可以识别出超出正常范围的温度变化,同时,定位到热缺陷的具体位置时结合通信设备可以将报警信息及时传输给相关人员或带电电缆热缺陷检测系统,以便进行远程监控和故障处理,这种方法还提高了电缆故障预防和热缺陷检测的可靠性,实现了带电电缆热缺陷检测和定位效率的提高。

[0058] 上述本申请实施例中的技术方案,至少具有如下的技术效果或优点:相对于公告号为:CN113468841B的发明专利公告的配电电缆热缺陷检测方法、装置、计算机设备和存储介质,本申请实施例通过信号采集卡接收温度传感器采集的温度信号并进行实时监测,然后根据实时监测的结果将温度信号转换为可视化图像信息,最后根据异常温度缩小系数将可视化图像信息转换为数字信号,从而实现了数字信号的更精准获取,进而实现了温度信号的更精准监测;相对于公开号为:CN117454708A的专利申请公开的一种基于热感知神经网络的钢轨内部缺陷检测方法,本申请实施例通过从第一关键特征数据中提取出特征温度数据,并选择对应的异常检测算法对提取的特征温度数据进行检测,然后根据检测的结果识别出异常温度区域以获取热缺陷区域,最后从热缺陷区域中获取热缺陷温度数据并进行热缺陷处理以得到第一温度数据,从而实现了第一温度数据的精准获取,进而实现了特征温度数据的更精准检测。

[0059] 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。

[0060] 本发明是参照根据本发明实施例的系统、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。

[0061] 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。

[0062] 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。

[0063] 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。

[0064] 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。

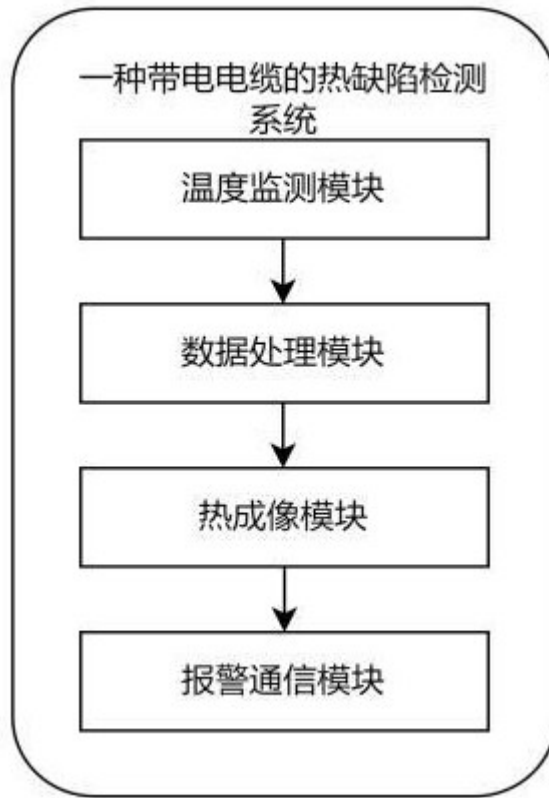


图 1

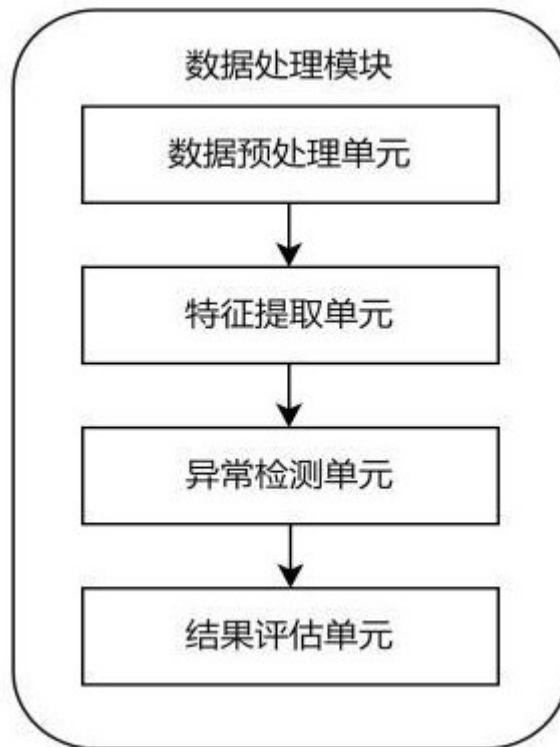


图 2

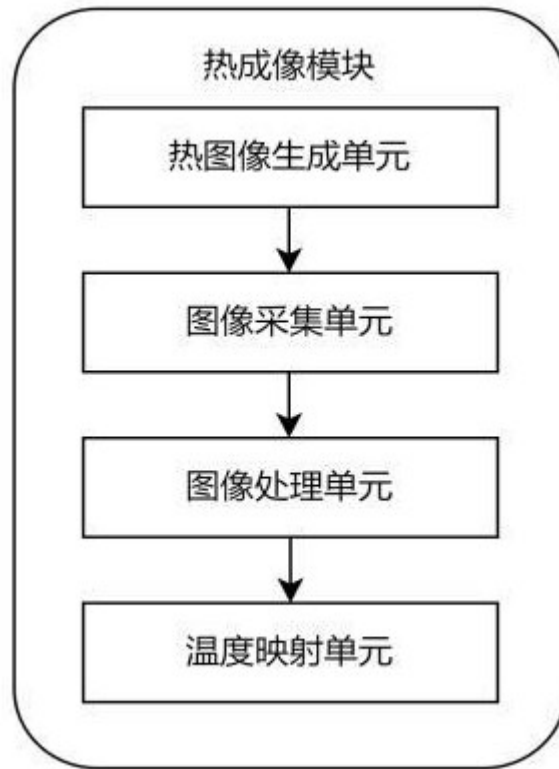


图 3

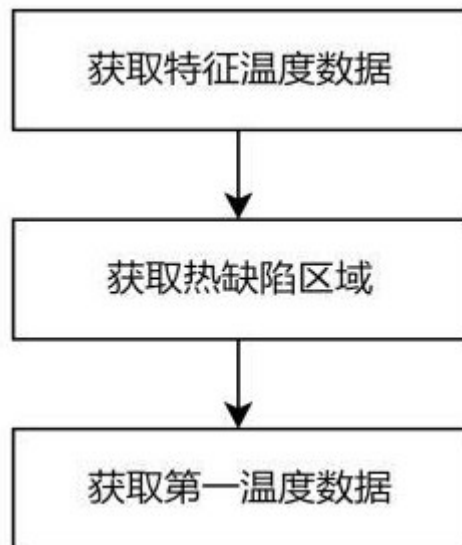


图 4

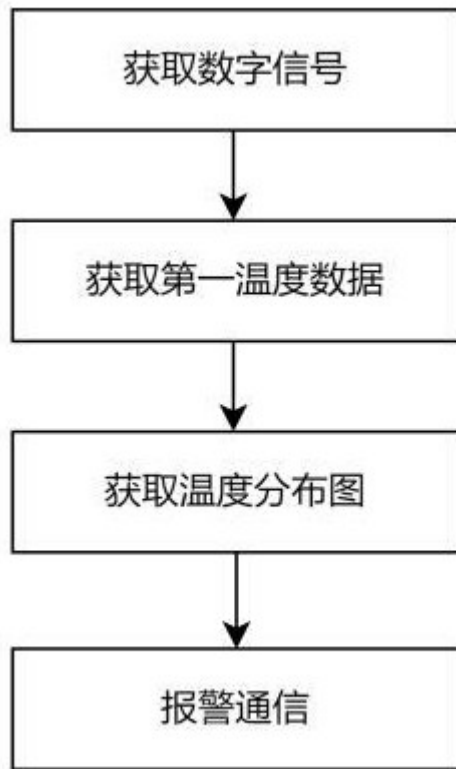


图 5

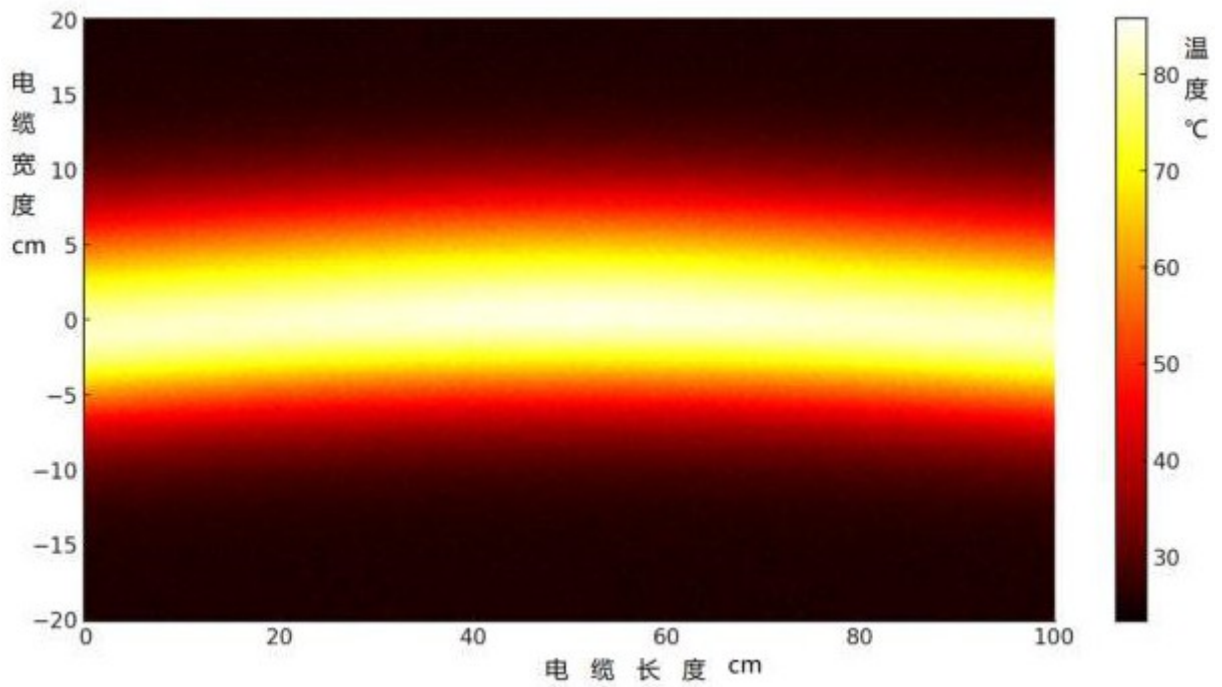


图 6