



(21) 申请号 202410659346.6	G06N 20/00 (2019.01)
(22) 申请日 2024.05.27	G06N 3/044 (2023.01)
(65) 同一申请的已公布的文献号 申请公布号 CN 118249295 A	G06N 5/04 (2023.01)
(43) 申请公布日 2024.06.25	G06N 5/022 (2023.01)
(73) 专利权人 希格玛电气(珠海)有限公司 地址 519000 广东省珠海市高新区金鼎科 技五路22号一至三层、五层	H02J 3/00 (2006.01)
(72) 发明人 李文勇 陈佳妍	G05B 19/05 (2006.01)
(74) 专利代理机构 广东省中源正拓专利代理事 务所(普通合伙) 44748 专利代理师 郭乐	(56) 对比文件 CN 112712205 A, 2021.04.27 CN 116914936 A, 2023.10.20 审查员 陈文达
(51) Int. Cl. H02H 7/22 (2006.01) H02H 1/00 (2006.01)	

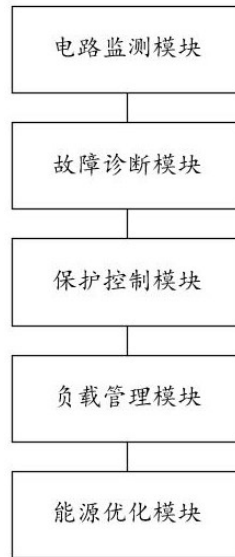
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

## (54) 发明名称

一种配电装置的智能保护系统

## (57) 摘要

本发明涉及配电装置保护技术领域,尤指一种配电装置的智能保护系统。包括依次通信连接地电路监测模块、故障诊断模块、保护控制模块、负载管理模块和能源优化模块。监测模块通过传感器网络收集电压、电流、温度等数据。故障诊断模块分析电气数据,识别潜在故障并生成报告。保护控制模块利用专家系统和深度学习,根据诊断报告自动制定保护策略。负载管理模块动态调整供电优先级。能源优化模块通过分析运行和负载数据,实施能源优化策略。本发明通过多模块的结合,实现了配电装置的高效监控、智能故障处理、灵活的负载管理和能源优化,显著提升了配电装置的安全性、可靠性和经济性。



1. 一种配电装置的智能保护系统,其特征在于,包括依次通信连接的电路监测模块、故障诊断模块、保护控制模块、负载管理模块和能源优化模块;

所述电路监测模块用于通过传感器网络对电路进行监测,并采集配电装置中的电气数据;所述电气数据包括电压、电流、温度、功率因数和频率;

所述故障诊断模块用于接收所述电路监测模块收集的电气数据,并利用故障诊断算法进行分析,识别配电网中的潜在故障和异常状态,并生成故障诊断报告;

所述保护控制模块用于基于所述故障诊断报告,结合专家系统和深度学习算法,自动制定应对措施或保护策略,采用控制技术和保护逻辑,对配电网进行保护;

所述负载管理模块用于根据配电装置的实时负载情况和所述保护控制模块的策略,动态调整各负载的供电优先级和运行状态;

所述能源优化模块用于分析配电装置的运行数据和负载数据,实施能源优化策略;

其中,所述故障诊断模块包括故障诊断单元和故障数据库单元,

所述故障诊断单元用于通过神经网络算法对所述电路监测模块接收到的数据进行故障诊断分析,并生成故障诊断报告;

所述故障数据库单元用于构建数据库存储历史故障数据及其对应的诊断结果和处理措施;

所述故障诊断单元的运行过程包括以下步骤:

通过通信接口实时接收所述电路监测模块采集的电气数据,对所述电气数据进行预处理操作,包括格式化处理、归一化和去噪;

将预处理后的电气数据输入循环神经网络模型进行分析,识别配电装置中的异常模式和潜在故障;

基于循环神经网络模型的输出结果,生成故障诊断报告,所述故障诊断报告包括配电装置的故障类型、潜在故障位置、故障原因以及建议的处理措施;

将故障诊断结果和相关故障数据存储于所述故障数据库单元中;

所述循环神经网络模型的公式如下:

$$y_t = W_{hy}(f(W_{xh}x_t + W_{hh}h_{t-1} + b_h)) + b_y;$$

其中, $y_t$ 表示循环神经网络模型的输出结果, $W_{hy}$ 表示隐藏层到输出层的权重矩阵; $W_{xh}$ 表示隐藏层的权重矩阵; $W_{hh}$ 表示隐藏层到隐藏层的权重矩阵; $f$ 表示激活函数; $x_t$ 表示在时间步 $t$ 输入的电气数据特征向量; $h_{t-1}$ 表示在时间步 $t-1$ 的隐藏状态; $b_h$ 表示隐藏层的偏置项,用于调整隐藏状态更新的阈值; $b_y$ 表示输出层的偏置项,调整输出层的激活阈值。

2. 根据权利要求1所述的一种配电装置的智能保护系统,其特征在于,所述保护控制模块包括保护策略单元、控制单元和故障隔离单元;

所述保护策略单元用于结合专家系统和故障诊断报告,生成配电装置的保护策略;所述保护策略包括过载保护、控制单元和故障隔离单元;

所述保护策略单元用于结合专家系统和故障诊断报告,生成配电装置的保护策略;所述保护策略包括过载保护、短路保护和接地保护策略;

所述控制单元用于接收所述保护策略单元制定的保护策略,采用控制技术和保护逻辑执行控制命令;

所述故障隔离单元用于接收所述控制单元的指令后,识别和隔离故障区域。

3. 根据权利要求2所述的一种配电装置的智能保护系统,其特征在于,所述专家系统具体采用知识库和推理机制,结合配电装置的运行规律和历史故障数据,通过逻辑推理和模式匹配,为配电装置提供专业的故障诊断支持和保护策略建议;

所述知识库包括配电网的结构信息、典型故障案例、故障诊断经验和保护策略;

所述推理机制采用规则推理和案例推理的结合,根据实时电气数据和故障诊断报告,生成保护策略。

4. 根据权利要求2所述的一种配电装置的智能保护系统,其特征在于,所述控制技术具体采用数字信号处理器和现场可编程门阵列为核心的控制算法;

所述数字信号处理器用于处理输入的电气数据和故障诊断报告,执行复杂的数学运算,支持故障分析和保护策略的生成;

所述现场可编程门阵列通过硬件逻辑处理能力,用于实时控制命令执行和故障隔离。

5. 根据权利要求1所述的一种配电装置的智能保护系统,其特征在于,所述负载管理模块包括负载预测单元和负载平衡单元;

所述负载预测单元用于通过机器学习算法对配电装置的负载需求进行预测和分析负载趋势;

所述负载平衡单元用于根据负载预测结果和实时负载情况,优化配电装置中各负载的供电安排。

6. 根据权利要求1所述的一种配电装置的智能保护系统,其特征在于,所述能源优化策略包括需求侧管理、可再生能源整合和峰谷电价利用;

需求侧管理用于对用户用电需求的智能分析和调控;

可再生能源整合用于对太阳能和风能的可再生能源的接入和管理;

峰谷电价利用用于分析电价波动情况,制定合理的用电策略。

## 一种配电装置的智能保护系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及配电装置保护技术领域,尤指一种配电装置的智能保护系统。

### 背景技术

[0002] 随着电力系统的快速发展和电力需求的不断增长,配电网的稳定性、可靠性及安全性变得尤为重要。传统的配电系统保护方案主要依靠过电流保护、短路保护等被动式保护方式,这些方法在处理复杂故障、实现快速故障隔离和系统恢复方面存在局限性。当前还存在以下问题:传统的故障诊断方法不够精确,无法及时识别配电网中的潜在故障和异常状态,导致无法有效预防故障的发生,增加了系统的不稳定性和安全隐患;现有的保护控制技术缺乏足够的智能化和自动化,无法基于复杂数据和实时诊断结果制定有效的应对措施或保护策略,导致对突发事件的响应不够迅速或有效。

### 发明内容

[0003] 为解决上述问题,本发明提供一种配电装置的智能保护系统,在配电网中实现更加精确的故障诊断和智能化的保护控制,以提高系统的稳定性、可靠性和安全性,解决传统被动式保护方法在处理复杂故障、快速故障隔离和系统恢复方面的局限性,并有效预防故障的发生,减少系统的不稳定性和安全隐患。

[0004] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案是:

[0005] 一种配电装置的智能保护系统,包括依次通信连接的电路监测模块、故障诊断模块、保护控制模块、负载管理模块和能源优化模块;

[0006] 所述电路监测模块用于通过传感器网络对电路进行监测,并采集配电装置中的电气数据;所述电气数据包括电压、电流、温度、功率因数和频率;

[0007] 所述故障诊断模块用于接收所述电路监测模块收集的电气数据,并利用故障诊断算法进行分析,识别配电网中的潜在故障和异常状态,并生成故障诊断报告;

[0008] 所述保护控制模块用于基于所述故障诊断报告,结合专家系统和深度学习算法,自动制定应对措施或保护策略,采用控制技术和保护逻辑,对配电网进行保护;

[0009] 所述负载管理模块用于根据配电装置的实时负载情况和所述保护控制模块的策略,动态调整各负载的供电优先级和运行状态;

[0010] 所述能源优化模块用于分析配电装置的运行数据和负载数据,实施能源优化策略。

[0011] 进一步的,所述故障诊断模块包括故障诊断单元和故障数据库单元,

[0012] 所述故障诊断单元用于通过神经网络算法对所述电路监测模块接收到的数据进行故障诊断分析,并生成故障诊断报告;

[0013] 所述故障数据库单元用于构建数据库存储历史故障数据及其对应的诊断结果和处理措施。

[0014] 更进一步的,所述故障诊断单元的运行过程包括以下步骤:

[0015] 通过通信接口实时接收所述电路监测模块采集的电气数据,对所述电气数据进行预处理操作,包括格式化处理、归一化和去噪;

[0016] 将预处理后的电气数据输入循环神经网络模型进行分析,识别配电装置中的异常模式和潜在故障;

[0017] 基于循环神经网络模型的输出结果,生成故障诊断报告,所述故障诊断报告包括配电装置的故障类型、潜在故障位置、故障原因以及建议的处理措施;

[0018] 将故障诊断结果和相关故障数据存储于所述故障数据库单元中。

[0019] 更进一步的,所述循环神经网络模型的公式如下:

$$[0020] \quad y_t = W_{hy}(f(W_{xh}x_t + W_{hh}h_{t-1} + b_h)) + b_y;$$

[0021] 其中, $y_t$ 表示循环神经网络模型的输出结果, $W_{hy}$ 表示隐藏层到输出层的权重矩阵; $W_{xh}$ 表示隐藏层的权重矩阵; $W_{hh}$ 表示隐藏层到隐藏层的权重矩阵; $f$ 表示激活函数; $x_t$ 表示在时间步t输入的电气数据特征向量; $h_{t-1}$ 表示在时间步t-1的隐藏状态; $b_h$ 表示隐藏层的偏置项,用于调整隐藏状态更新的阈值; $b_y$ 表示输出层的偏置项,调整输出层的激活阈值。

[0022] 进一步的,所述保护控制模块包括保护策略单元、控制单元和故障隔离单元;

[0023] 所述保护策略单元用于结合专家系统和故障诊断报告,生成配电装置的保护策略;所述保护策略包括过载保护、短路保护和接地保护策略;

[0024] 所述控制单元用于接收所述保护策略单元制定的保护策略,采用控制技术和保护逻辑执行控制命令;

[0025] 所述故障隔离单元用于接收所述控制单元的指令后,识别和隔离故障区域。

[0026] 更进一步的,所述专家系统具体采用知识库和推理机制,结合配电装置的运行规律和历史故障数据,通过逻辑推理和模式匹配,为配电装置提供专业的故障诊断支持和保护策略建议;

[0027] 所述知识库包括配电网的结构信息、典型故障案例、故障诊断经验和保护策略;

[0028] 所述推理机制采用规则推理和案例推理的结合,根据实时电气数据和故障诊断报告,生成保护策略。

[0029] 更进一步的,所述控制技术具体采用数字信号处理器和现场可编程门阵列为核心的控制算法;

[0030] 所述数字信号处理器用于处理输入的电气数据和故障诊断报告,执行复杂的数学运算,支持故障分析和保护策略的生成;

[0031] 所述现场可编程门阵列通过硬件逻辑处理能力,用于实时控制命令执行和故障隔离。

[0032] 进一步的,所述负载管理模块包括负载预测单元和负载平衡单元;

[0033] 所述负载预测单元用于通过机器学习算法对配电装置的负载需求进行预测和分析负载趋势;

[0034] 所述负载平衡单元用于根据负载预测结果和实时负载情况,优化配电装置中各负载的供电安排。

- [0035] 进一步的,所述能源优化策略包括需求侧管理、可再生能源整合和峰谷电价利用;
- [0036] 需求侧管理用于对用户用电需求的智能分析和调控;
- [0037] 可再生能源整合用于对太阳能和风能的可再生能源的接入和管理;
- [0038] 峰谷电价利用用于分析电价波动情况,制定合理的用电策略。
- [0039] 本发明的有益效果在于:
- [0040] 本发明通过电路监测模块的实时监控和故障诊断模块的高效分析,能够快速识别配电网中的潜在故障和异常状态。这种早期识别和故障诊断报告的生成,为采取必要的保护措施提供了依据,极大地提高了配电网的可靠性和安全性。保护控制模块结合了专家系统和深度学习算法,可以根据故障诊断报告自动制定出最合适的应对措施或保护策略。这种智能化的处理方式,不仅提高了响应速度,也增强了配电网对复杂故障状态的处理能力。
- [0041] 本发明中负载管理模块能够根据实时的负载情况和保护控制模块提出的策略,动态调整各负载的供电优先级和运行状态。能源优化模块通过分析配电装置的运行数据和负载数据,实施能源优化策略,旨在提高能源使用效率。这不仅有助于降低能源消耗,还可以优化配电网的运行状态,进而降低运营成本。
- [0042] 本发明各个模块的紧密配合和连续通信连接,实现了从电气数据的采集、故障的诊断与分析,到保护措施的制定和执行,再到负载管理和能源优化的全方位智能化网络管理。这种整体的优化不仅提升了配电网的性能,还提高了运营效率和能源利用率。

## 附图说明

- [0043] 图1 是本发明一种配电装置的智能保护系统的模块示意图。
- [0044] 图2 是本发明中故障诊断单元运行过程的流程示意图。

## 具体实施方式

- [0045] 请参阅图1-2所示,本发明关于一种配电装置的智能保护系统。
- [0046] 实施例1
- [0047] 一种配电装置的智能保护系统,包括依次通信连接的电路监测模块、故障诊断模块、保护控制模块、负载管理模块和能源优化模块;
- [0048] 所述电路监测模块用于通过传感器网络对电路进行监测,并采集配电装置中的电气数据;所述电气数据包括电压、电流、温度、功率因数和频率;
- [0049] 具体地,在配电装置中部署传感器网络,确保数据的实时采集和传输。采用互感器或霍尔效应传感器,用于精确测量电路中的电流大小,能够捕捉瞬时电流变化,对短路故障等有快速响应。利用电容式或压电式传感器测量电路电压,关键在于高精度和高稳定性,确保电压监测数据的准确性。通过热敏电阻或红外传感器监测配电设备和电缆的温度,温度异常上升是配电装置故障的重要预警信号。通过数字滤波器去除电气信号中的噪声,保留有用的信号成分,这对于提高数据质量至关重要。从原始监测数据中提取有助于故障诊断和分析的关键特征,如突变点、异常趋势等。整合来自不同传感器的数据,提高监测的准确性和可靠性。通过算法分析多源数据,可以更准确地判断电网状态。
- [0050] 所述故障诊断模块用于接收所述电路监测模块收集的电气数据,并利用故障诊断

算法进行分析,识别配电网中的潜在故障和异常状态,并生成故障诊断报告;

[0051] 其中,所述故障诊断模块包括故障诊断单元和故障数据库单元,

[0052] 所述故障诊断单元用于通过神经网络算法对所述电路监测模块接收到的数据进行故障诊断分析,并生成故障诊断报告;

[0053] 所述故障数据库单元用于构建数据库存储历史故障数据及其对应的诊断结果和处理措施。

[0054] 具体地,故障数据库单元是故障诊断模块的重要组成部分,负责存储历史故障数据及其对应的诊断结果和处理措施。这个数据库不仅为故障诊断提供训练数据,还为操作人员提供了一个宝贵的知识库,用于查阅历史故障案例和解决方案。数据库设计考虑到数据的多样性和复杂性,包括但不限于故障时间、故障类型、影响范围、故障处理时间、处理措施等。数据库需要定期更新和维护,以纳入最新的故障数据和诊断信息,确保故障诊断算法的有效性和适应性。

[0055] 所述保护控制模块用于基于所述故障诊断报告,结合专家系统和深度学习算法,自动制定应对措施或保护策略,采用控制技术和保护逻辑,对配电网进行保护;

[0056] 其中,所述保护控制模块包括保护策略单元、控制单元和故障隔离单元;

[0057] 所述保护策略单元用于结合专家系统和故障诊断报告,生成配电装置的保护策略;所述保护策略包括过载保护、短路保护和接地保护策略;

[0058] 进一步地,所述专家系统具体采用知识库和推理机制,结合配电装置的运行规律和历史故障数据,通过逻辑推理和模式匹配,为配电装置提供专业的故障诊断支持和保护策略建议;

[0059] 所述知识库包括配电网的结构信息、典型故障案例、故障诊断经验和保护策略;

[0060] 所述推理机制采用规则推理和案例推理的结合,根据实时电气数据和故障诊断报告,生成保护策略。

[0061] 需要说明的是,知识库存储有关配电装置结构信息、典型故障案例、故障诊断经验和保护策略的详细信息。这些信息来源于多年的电网运营经验和历史故障数据分析。

[0062] 结合规则推理(Rule-Based Reasoning)和案例推理(Case-Based Reasoning),根据实时电气数据和故障诊断报告生成保护策略。规则推理依赖于明确的逻辑规则来模拟专家的判断过程,而案例推理通过匹配新的故障情况与历史故障案例来提出解决方案。

[0063] 更进一步地,规则推理基于明确定义的逻辑规则,模拟专家的决策过程。例如,如果监测到电流超过某一阈值,则触发过载保护策略。规则推理在结构化和预定义情况下表现良好,可以快速提供解决方案。案例推理通过查找和比较新的故障情况与知识库中存储的历史案例,找到相似案例并采用其解决方案。

[0064] 具体地,知识库构建通过收集广泛的配电网结构信息和历史故障数据,包括不同类型的故障(如过载、短路、接地等)和相应的响应措施。与领域专家合作,将其经验和推荐的保护策略转化为可编程的规则或模式。采用适当的数据结构和编程语言将这些信息编码,形成可查询、可更新的知识库。保护策略单元的推理机制采用规则推理和案例推理的结合来生成保护策略。结合专家系统的推荐和故障诊断报告,保护策略单元能够生成针对具体故障情况的保护策略。生成过程涉及以下步骤:评估故障诊断报告中的数据,确定故障类型和严重程度;根据故障类型和知识库的信息,通过推理机制选择合适的保护策略;根据当

前配电网的运行状态和可能的操作限制,调整选定的保护策略,确保既有效又可行;将最终制定的保护策略传递给控制单元,用于后续的执行和操作。

[0065] 所述控制单元用于接收所述保护策略单元制定的保护策略,采用控制技术和保护逻辑执行控制命令;

[0066] 进一步地,所述控制技术具体采用数字信号处理器和现场可编程门阵列为核心的控制算法;

[0067] 所述数字信号处理器用于处理输入的电气数据和故障诊断报告,执行复杂的数学运算,支持故障分析和保护策略的生成;

[0068] 所述现场可编程门阵列通过硬件逻辑处理能力,用于实时控制命令执行和故障隔离。

[0069] 需要说明的是,数字信号处理器(DSP)是控制单元的核心,负责处理输入的电气数据和故障诊断报告,执行复杂的数学运算。DSP的高速处理能力使其能够快速分析数据,支持实时故障分析和保护策略的生成。它可以处理信号滤波、傅里叶变换等操作,以提取关键信号特征,为故障判定和保护策略执行提供精确的数学基础。

[0070] 现场可编程门阵列(FPGA)以其硬件逻辑处理能力,在控制单元中发挥关键作用,特别是在需要实时控制命令执行和故障隔离时。与传统微处理器不同,FPGA可以被编程来执行特定的逻辑操作,这使得它能够并行处理大量数据和控制逻辑,实现快速响应和高效率的控制策略执行。

[0071] 指令执行逻辑定义了如何根据保护策略生成相应的控制指令,例如切断故障线路、调整电网配置或激活备用线路等。这些逻辑基于DSP的计算结果和FPGA的硬件实现,确保指令能够被迅速且准确地执行。

[0072] 在检测到故障时,系统必须迅速识别并隔离故障区域,以防止故障扩散。故障隔离逻辑包括故障检测、故障区域确定和隔离指令的生成与执行。FPGA的并行处理能力在此环节尤为重要,因为它能够确保在极短的时间内完成故障隔离操作。控制单元还具备在运行时根据实时数据和系统状态动态调整保护策略的能力。这意味着系统可以根据当前的网络负荷、环境条件和预测信息,实时更新其保护逻辑,以适应不断变化的运行条件。

[0073] 所述故障隔离单元用于接收所述控制单元的指令后,快速识别和隔离故障区域。

[0074] 具体地,通过阻抗测量法或基于人工智能的模式识别技术,分析传感器数据,精确定位故障点。这些技术能够根据故障信号的传播特性或配电装置的电气特性,快速准确地确定故障位置。故障定位后,故障隔离单元会根据预设的或动态生成的隔离策略执行隔离操作。隔离策略的实施通常包括:根据故障类型、位置、电网负荷情况和系统重要性等因素,系统会计算出最优的隔离方案,以最小化故障对电网和用户的影响。通过自动化设备,如自动断路器、隔离开关等,快速执行隔离指令。这些设备通常与控制单元密切协作,能够在毫秒级别响应控制命令,确保故障区域被迅速隔离。

[0075] 所述负载管理模块用于根据配电装置的实时负载情况和所述保护控制模块的策略,动态调整各负载的供电优先级和运行状态;

[0076] 其中,所述负载管理模块包括负载预测单元和负载平衡单元;

[0077] 所述负载预测单元用于通过机器学习算法对配电装置的负载需求进行预测和分析负载趋势;

[0078] 所述负载平衡单元用于根据负载预测结果和实时负载情况,优化配电装置中各负载的供电安排。

[0079] 具体地,负载预测单元通过收集历史负载数据和用户行为模式。这些数据经过预处理,以去除噪声和异常值,确保输入数据的质量。选用适合的机器学习模型,如随机森林或支持向量机等,根据历史数据进行训练。模型训练旨在发现数据之间的潜在关系和模式,以便于准确预测未来的负载需求。使用训练好的模型对短期和长期负载需求进行预测。短期预测支持日常运营决策,而长期预测有助于电网规划和容量升级的决策。通过与实际负载数据比较,评估预测模型的准确性,并根据需要对模型进行调整和优化,以提高预测精度。

[0080] 负载平衡单元持续监测配电装置的实时负载情况,包括总负载量和各个负载点的具体负载情况。这一步骤是负载平衡决策的基础。根据负载的重要性和紧急性,为各负载设置优先级。在需求高峰时,系统可优先保障关键负载的电力供应,同时对非关键负载进行调整或暂时切断。采用需求响应策略和其他负载管理技术,如负载转移、负载限制等,动态调整配电装置的负载分配,从而减少系统压力,提高电能利用效率。

[0081] 所述能源优化模块用于分析配电装置的运行数据和负载数据,实施能源优化策略;所述能源优化策略包括需求侧管理、可再生能源整合和峰谷电价利用;需求侧管理用于对用户用电需求的智能分析和调控;可再生能源整合用于对太阳能、风能等可再生能源的接入和管理;峰谷电价利用用于分析电价波动情况,制定合理的用电策略。

[0082] 在本实施例中,通过部署传感器网络,实现对配电装置的实时监测,确保电气数据的实时采集和传输。采用先进的传感器技术,如互感器、霍尔效应传感器、电容式或压电式传感器、热敏电阻或红外传感器等,能够精确测量和监测电流、电压、温度等关键参数,及时发现和预警潜在的故障和异常状态。

[0083] 通过故障诊断模块,结合神经网络算法和故障数据库单元,实现对收集到的电气数据的深度分析,快速准确地识别配电网中的潜在故障和异常状态。故障数据库的建立,提供了丰富的历史故障数据和诊断结果,为故障诊断提供强大的数据支持和参考。保护控制模块利用专家系统和深度学习算法,基于故障诊断报告自动制定应对措施和保护策略。这些策略和措施能够根据具体情况动态调整,以最有效地保护配电网,减少故障对电网和用户的影响。

[0084] 保护控制模块利用专家系统和深度学习算法,基于故障诊断报告自动制定应对措施和保护策略。这些策略和措施能够根据具体情况动态调整,以最有效地保护配电网,减少故障对电网和用户的影响。能源优化模块实施需求侧管理、可再生能源的有效整合和峰谷电价利用等策略,优化配电装置的运行效率。这有助于降低运营成本,提升能源使用效率,促进可持续发展。

[0085] 实施例2

[0086] 根据实施例1所述的一种配电装置的智能保护系统,其中,所述故障诊断单元的运行过程包括以下步骤:

[0087] 通过通信接口实时接收所述电路监测模块采集的电气数据,对所述电气数据进行预处理操作,包括格式化处理、归一化和去噪;

[0088] 将预处理后的电气数据输入循环神经网络模型进行分析,识别配电装置中的异常

模式和潜在故障；

[0089] 基于循环神经网络模型的输出结果,生成故障诊断报告,所述故障诊断报告包括配电装置的故障类型、潜在故障位置、故障原因以及建议的处理措施；

[0090] 将故障诊断结果和相关故障数据存储于所述故障数据库单元中；

[0091] 进一步地,所述循环神经网络模型的公式如下：

$$[0092] \quad y_t = W_{hy}(f(W_{xh}x_t + W_{hh}h_{t-1} + b_h)) + b_y;$$

[0093] 其中, $y_t$ 表示循环神经网络模型的输出结果,根据模型分析,可能包含故障类型、潜在故障位置、故障原因以及建议的处理措施等信息; $W_{hy}$ 表示隐藏层到输出层的权重矩阵,根据模型分析,可能包含故障类型、潜在故障位置、故障原因以及建议的处理措施等信息; $W_{xh}$ 表示隐藏层的权重矩阵,决定了输入数据如何影响隐藏状态的更新,这些权重通过学习电路监测数据与故障之间的关系而自动调整; $W_{hh}$ 表示隐藏层到隐藏层的权重矩阵; $f$ 表示激活函数; $x_t$ 表示在时间步t输入的电气数据特征向量; $h_{t-1}$ 表示在时间步t-1的隐藏状态; $b_h$ 表示隐藏层的偏置项,用于调整隐藏状态更新的阈值; $b_y$ 表示输出层的偏置项,调整输出层的激活阈值。

[0094] 在本实施例中,通过采用循环神经网络(RNN)模型,能够更准确地识别配电装置中的异常模式和潜在故障。RNN的设计使其特别适合处理时间序列数据,因此,对于电气数据这种随时间变化的序列,RNN能够捕捉到其中的动态变化和潜在的模式,从而提高故障检测的准确性和效率。通过自动化的故障诊断流程,从实时接收和预处理电气数据到通过RNN模型进行分析,并生成包含故障类型、潜在故障位置、故障原因及处理建议的故障诊断报告,大幅度减少了人工干预的需求,提高了故障诊断的速度和效率。RNN模型中的权重矩阵(如隐藏层的权重矩阵、隐藏层到输出层的权重矩阵等)通过学习电路监测数据与故障之间的关系而自动调整,这意味着模型具有动态学习和适应的能力,随着时间的推移和数据积累,其故障诊断的性能将进一步提升。通过对配电装置中的异常模式和潜在故障的识别,该系统不仅能够进行实时的故障诊断,还能够实现故障的预防和早期预警。及时发现潜在故障并采取预防措施,可以有效避免故障的发生,减少故障带来的损失和影响。

[0095] 以上实施方式仅仅是对本发明的优选实施方式进行描述,并非对本发明的范围进行限定,在不脱离本发明设计精神的前提下,本领域普通工程技术人员对本发明的技术方案作出的各种变形和改进,均应落入本发明的权利要求书确定的保护范围内。



图1

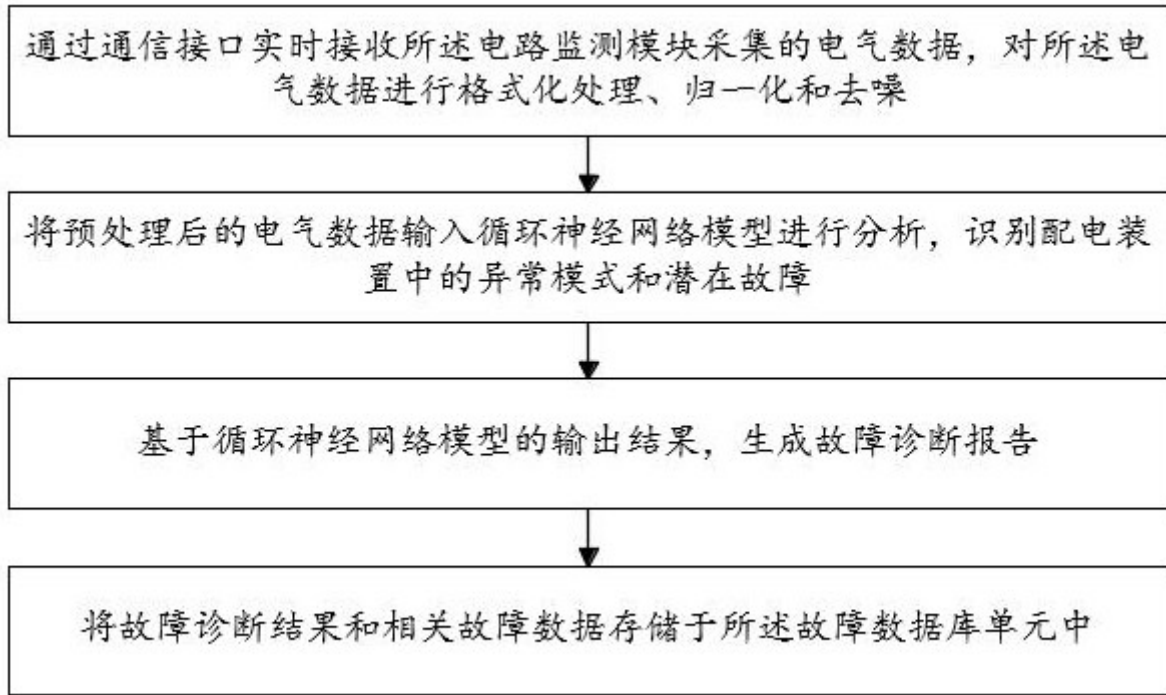


图2