



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110401262 A

(43)申请公布日 2019.11.01

(21)申请号 201910521218.4

(22)申请日 2019.06.17

(71)申请人 北京许继电气有限公司

地址 100085 北京市海淀区上地信息产业
基地信息中路3号

申请人 国家电网有限公司

(72)发明人 胡钢中 刘念浩 吕志来 喻宜
周初南(74)专利代理机构 北京立成智业专利代理事务
所(普通合伙) 11310

代理人 张江涵

(51)Int.Cl.

H02J 13/00(2006.01)

H04L 12/24(2006.01)

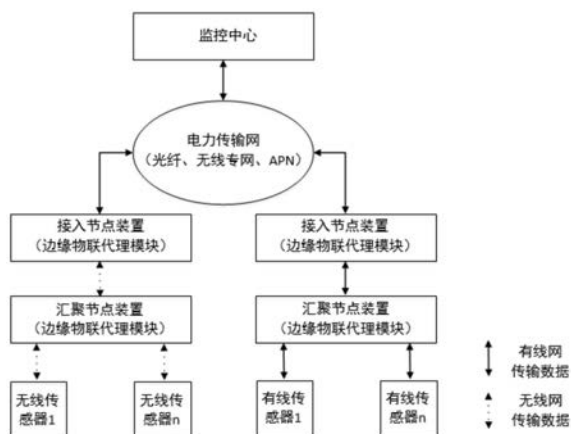
权利要求书3页 说明书9页 附图2页

(54)发明名称

基于边缘计算技术的GIS设备状态智能监控系统及方法

(57)摘要

一种基于边缘计算技术的GIS设备状态智能监控系统及方法,所述系统包括状态传感器终端、数据节点装置和智能监控中心,状态传感器终端将采集到的状态数据汇集到数据节点装置开展电力物联网边缘计算,并通过传输网路连接到智能监控中心;状态监测传感器终端用于实时数据采集相关状态参量,接受并执行有限的边缘计算任务;所述数据节点装置用于数据的汇集,接受并执行边缘计算任务;所述智能监控中心用于对GIS设备状态进行设备物联管理、智能评估分析及高级应用,并将优化的边缘计算算法模型和SG-CIM数据模型配置到数据节点装置。本发明构建变电站的断路器GIS设备物联网系统,能提高设备状态评价诊断的自动化、信息化和智能化水平。



1. 基于边缘计算技术的GIS设备状态智能监控系统,其特征是包括状态传感器终端、数据节点装置和智能监控中心,状态传感器终端将采集到的状态数据汇集到数据节点装置开展电力物联网边缘计算,数据节点装置通过传输网路连接到智能监控中心;其中所述状态监测传感器终端用于通过传感器实时采集变电站断路器GIS设备运行的相关状态参量,接受并执行有限的采样频率和数据上传策略的边缘计算任务;所述数据节点装置包括汇聚节点装置和接入节点装置,每一断路器GIS为一节点,所述汇聚节点装置内置边缘物联代理模块,用于对其连接的传感器的数据汇集,接受并执行数据越限告警、数据趋势告警等简单边缘计算任务;所述接入节点装置内置边缘物联代理模块,用于将各级传感器和各节点设备的数据整体汇聚接入传输网络,接受并执行同步计算和复杂算法边缘计算任务;所述智能监控中心用于为变电站断路器GIS设备提供物联网管理、智能评估分析及运检业务高级应用,并将优化的边缘计算算法模型和SG-CIM数据模型配置到数据节点装置用于计算任务。

2. 根据权利要求1所述的基于边缘计算技术的GIS设备状态智能监控系统,其特征是状态传感器终端包括:安装于断路器GIS设备的超声局放传感器单元、特高频局放传感器单元、SF6微水含量传感器单元、声响声纹传感器单元、开关分合闸电气特性传感器和设备机械特性传感器单元;所述设备状态传感器终端用于实时数据采集变电站断路器GIS设备运行状态的相关环境量、物理量、状态量和电气量的状态参量。

3. 根据权利要求1所述的基于边缘计算技术的GIS设备状态智能监控系统,其特征是所述传输网络包括:现场传感器传输网络和电力传输网络;其中现场传感器传输网络包括无线传感网和有线传输网络,用于实现无线/有线传感器数据上传至网络节点、网络节点设备间的无线/有线组网以及节点设备对传感数据开展边缘计算;所述电力传输网络包括接入控制器和接入网关设备,基于电力网络提供数据传输通道。

4. 根据权利要求1所述的基于边缘计算技术的GIS设备状态智能监控系统,其特征是智能监控中心具体包括:物联管理层、应用平台层和数据分析层;

所述物联管理层用于对物联网各类传感器及节点设备进行全域设备管理、协调和监控、以及边缘计算配置;支持MQTT、Modbus、OPC、BACnet、HTTP、TCP/IP主流通信协议方式连接各类传感器终端及节点设备,所述各类传感器终端及节点设备设有独立的设备ID;物联管理层还用于实现网络节点设备边缘计算算法和SG-CIM模型信息远程配置;

所述应用平台层用于管理数据模型、算法模型、各业务管理及高级应用系统,提供微服务的应用服务器软件;提供业务功能及大数据智能分析高级应用,执行大数据量并发计算任务,所述业务功能及高级应用包括以下至少一种:传感器设备数据管理和展示、监测数据展示、断路器GIS设备运行状态分析、大数据智能分析应用及统计报表、报警信息推送;

所述数据分析层用于提供存储数据库、外部数据接入共享平台,其中所述存储数据库包括以下至少一种:GIS设备信息的属性数据库、GIS设备图形信息数据库、依据基础数据构建的设备数字化模型库、存储设备状态在线监测数据的监测库;其中所述外部接入数据共享平台包含在线监测设备、通信设备、通信协议、通信规约、前置数据接收设备等共享内容,以及电网SG-CIM数据模型信息、电网PMS系统信息、设备缺陷信息、故障案例样本数据集、ERP资源信息、SCADA信息通过数据交换平台提供的数据集内容。

5. 根据权利要求1所述的基于边缘计算技术的GIS设备状态智能监控系统,其特征是所述断路器GIS设备的状态传感器终端内置通讯模块和控制模块,其中通讯模块用于实现信

号采样、信号编码/解码、信号发射/接收的功能,通过基于低功耗蜂窝无线传感网、有线传感网络连接至汇聚节点设备;控制模块用于基于接受的边缘计算配置模型,执行有限的采样频率和数据上传策略的边缘计算任务。

6.根据权利要求1所述的基于边缘计算技术的GIS设备状态智能监控系统,其特征在于,所述汇聚节点装置采用基于低功耗微控制单元MCU的硬件架构,汇聚节点装置内置通讯模块和边缘物联代理模块,其中通讯模块实现信号发射/接收、信号编码/解码、及数据中继上传的功能;边缘物联代理模块基于接受的边缘计算配置模型,执行实现数据越限告警、数据趋势告警等简单边缘计算任务。

7.根据权利要求1所述的基于边缘计算技术的GIS设备状态智能监控系统,其特征是所述接入节点装置采用基于嵌入式系统的软硬件架构,接入节点装置内置通讯模块、边缘物联代理模块、及设备接入管理模块;其中通讯模块实现信号发射/接收、信号编码/解码、及数据上传的功能;边缘物联代理模块基于配置的计算算法、SG-CIM数据模型和数据的计算配置模型,通过配置边缘计算模型并就地运算,实现同步计算、复杂算法计算任务;设备接入管理模块实现整体接入区域设备管理,实现与传输网络层的链路连接。

8.根据权利要求1所述的基于边缘计算技术的GIS设备状态智能监控系统,其特征是所述智能监控中心将边缘计算算法配置到数据节点装置,具体流程包括:智能监控中心平台应用层部署数据算法模型模块,通过统一算法I/O接口,实现神经网络等算法模型模块标准化调用,支持边缘计算APP化就地搭载和远程配置。

9.一种基于权利要求1-8任一项所述的基于边缘计算技术的GIS设备状态智能监控系统进行监测分析的方法,其特征是包括以下步骤:

步骤1、完成状态传感器终端、数据节点装置、智能监控中心的边缘计算的参数设置和模型配置;状态传感器终端设置的参数包括采样频率和数据上传策略;汇聚节点装置配置参数包括状态参量预警阈值和简单算法模型数据集;接入节点装置配置参数包括状态偏移预警参量值、复杂算法模型数据集和SG-CIM数据模型数据集;智能监控中心配置复杂神经网络算法模型和SG-CIM数据模型数据集;

步骤2、状态传感器终端依据采样频率完成数据采集,基于数据上传策略将采集数据分别上传至数据汇聚节点装置、数据节点装置、及智能监控中心,完成数据存储任务;

步骤3、汇聚节点装置将状态传感器终端实时采集到的状态参量进行阈值判断,如异常将设备ID、阈值越限信息通过接入节点装置发送到远端的智能监控中心;智能监控中心通过接收到的设备ID、阈值越限信息获取该设备的操作次数履历、带电检测、停电试验、不良工况等数据以及同类同型设备信息,并发送到汇聚节点装置的边缘物联代理模块,边缘物联代理模块基于算法模型数据集进行综合分析,对设备缺陷严重程度和类型进行初步诊断,对于异常设备,主动推送数据越限告警、数据趋势告警等预警信息,并上传至远端的智能监控中心进行更为精确的诊断和分析;

步骤4、接入节点装置将状态传感器实时采集到的SF6微水含量、开关分合闸线圈电流幅值、超声局放幅值和相位等状态参量进行状态偏移异常判断,如异常将设备ID、状态量异常信息发送到远端的智能监控中心;智能监控中心通过接收到的设备ID、状态量异常信息获取断路器GIS设备信息、历史试验数据及带电检测结果等信息以及同类同型设备信息,并发送到接入节点装置的边缘物联代理模块,边缘代理模块基于融合电网SG-CIM数据模型、

复杂算法模型数据集进行多源数据融合计算分析,与上述状态量计算分析结果进行历史数据纵向比较,各相设备和同类同型设备横向比较,进一步验证分析结果是否可靠合理,实现对断路器GIS缺陷的主动识别,对内部绝缘缺陷、开关机械缺陷等进行智能研判,对于异常状态每日生成分析报告,主动推送预警至设备运行人员,并上传至远端的智能监控中心进行更为精确的诊断和分析;

步骤5、智能监控中心根据接收到数据节点装置发送的异常设备ID和异常信息,结合设备历史负荷曲线、温度曲线状态、状态评估信息、及同类同型设备信息,依托基于机器学习、深度学习、神经网络等计算模型开展大数据分析,预测设备状态变化趋势;在融合电网SG-CIM数据模型信息、电网PMS系统信息、设备缺陷信息、及故障案例样本数据集的基础上,基于声纹识别、图像识别、设备状态大数据分析等智能分析技术,建立多个设备状态与缺陷之间的关联规则,生成精确的设备状态预告警信息、设备缺陷诊断分析报告、处理策略信息并主动推送设备运行人员;

步骤6、智能监控中心调整状态监控策略,优化神经网络算法模型和SG-CIM数据模型数据集,将阈值调整、状态量调整、边缘计算算法模型、SG-CIM模型数据集远程配置到数据节点装置。

基于边缘计算技术的GIS设备状态智能监控系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于电力技术领域,涉及物联网及人工智能技术,为一种基于边缘计算技术的GIS设备状态智能监控系统及方法。

背景技术

[0002] 随着电力技术发展,需要充分应用“大、云、物、移、智”等信通新技术,实现与新一代电力系统相互渗透和融合,实现电力系统各个环节万物互联、人机交互,打造状态全面感知、信息高效处理、应用便捷灵活的泛在电力物联网,全面承载并贯通电网生产运行、经营管理、客户服务等业务,支撑能源互联网高效、经济、安全运行。

[0003] 随着智能电网的建设发展,电网35KV以上变电站中大量使用气体绝缘组合电器设备GIS设备,包括断路器、隔离开关、接地开关、电压互感器、电流互感器、避雷器、母线、电缆终端、进出线套管等组合电气设备数量庞大,涉及众多厂家和众多型号,对设备状态监测以及智能化运维提出了更高的要求。根据设备投运年限统计,断路器GIS设备的大部分缺陷原因为产品质量不良,主要体现在SF6气体压力异常、断路器GIS设备运行后6-10年内出现漏气故障发生较多、以及元器件损坏缺陷,多起加热器损坏缺陷等,电网公司GIS设备断路器运行10年及以上的设备所占比重较大,对GIS设备运行状态监测、缺陷隐患的监测及预警能力不强。亟需通过电力传感器、无线传感器、人工智能、边缘计算等技术,提高SF6气体泄露监测、断路器GIS设备的运行状态监控与智能诊断水平。

发明内容

[0004] 针对现有技术中对于野外变电站的断路器GIS设备的状态监控能力不足、大数据分析应用滞后的问题,本发明提供一种有效且高效的基于边缘计算技术的GIS设备状态智能监控系统及方法。

[0005] 本发明的技术方案为:基于边缘计算技术的GIS设备状态智能监控系统,包括状态传感器终端、数据节点装置和智能监控中心,状态传感器终端将采集到的状态数据汇集到数据节点装置开展电力物联网边缘计算,数据节点装置通过传输网路连接到智能监控中心;其中所述状态监测传感器终端用于通过传感器实时采集变电站断路器GIS设备运行的相关状态参量,接受并执行有限的采样频率和数据上传策略的边缘计算任务;所述数据节点装置包括汇聚节点装置和接入节点装置,每一断路器GIS为一节点,所述汇聚节点装置内置边缘物联代理模块,用于对其连接的传感器的数据汇集,接受并执行数据越限告警、数据趋势告警等简单边缘计算任务;所述接入节点装置内置边缘物联代理模块,用于将各级传感器和各节点设备的数据整体汇聚接入传输网络,接受并执行同步计算和复杂算法边缘计算任务;所述智能监控中心用于为变电站断路器GIS设备提供物联网管理、智能评估分析及运检业务高级应用,并将优化的边缘计算算法模型和SG-CIM数据模型配置到数据节点装置用于计算任务。

[0006] 进一步的,状态传感器终端包括:安装于断路器GIS设备的超声局放传感器单元、

特高频局放传感器单元、SF6微水含量传感器单元、声响声纹传感器单元、开关分合闸 电气特性传感器和设备机械特性传感器单元;所述设备状态传感器终端用于实时数据采集变电站断路器GIS设备运行状态的相关环境量、物理量、状态量、电气量的状态参量。

[0007] 进一步的,所述传输网络包括:现场传感器传输网络和电力传输网络;其中现场传感器传输网络包括无线传感网和有线传输网络,用于实现无线/有线传感器数据上传至 网络节点、网络节点设备间的无线/有线组网以及节点设备对传感数据开展边缘计算;所述电力传输网络包括接入控制器和接入网关设备,基于电力网络提供数据传输通道。

[0008] 进一步的,智能监控中心具体包括:物联管理层、应用平台层和数据分析层;

[0009] 所述物联管理层用于对物联网各类传感器及节点设备进行全域设备管理、协调和监 控、以及边缘计算配置;支持MQTT、Modbus、OPC、BACnet、HTTP、TCP/IP主流通信协 议方式连接各类传感器终端及节点设备,所述各类传感器终端及节点设备设有独立的设 备ID;物联管理层还用于实现网络节点设备边缘计算算法和SG-CIM模型信息远程配置;

[0010] 所述应用平台层用于管理数据模型、算法模型、各业务管理及高级应用系统,提供微服务的应用服务器软件;提供业务功能及大数据智能分析高级应用,执行大数据量并 发计算任务,所述业务功能及高级应用包括以下至少一种:传感器设备数据管理和展示、监测数据展示、断路器GIS设备运行状态分析、大数据智能分析应用及统计报表、报警 信息推送;

[0011] 所述数据分析层用于提供存储数据库、外部数据接入共享平台,其中所述存储数 据 库包括以下至少一种:GIS设备信息的属性数据库、GIS设备图形信息数据库、依据基 础数据构建的设备数字化模型库、存储设备状态在线监测数据的监测库;其中所述外部 接入数据共享平台包含在线监测设备、通信设备、通信协议、通信规约、前置数据接收 设备等共享内容,以及电网SG-CIM数据模型信息、电网PMS系统信息、设备缺陷信息、故障案例样本数据集、ERP资源信息、SCADA信息通过数据交换平台提供的数据集内容。

[0012] 作为优选方式,所述断路器GIS设备的状态传感器终端内置通讯模块和控制模块,其中通讯模块实现信号采样、信号编码/解码、信号发射/接收的功能,通过基于低功耗 蜂窝无线传感网、有线传感网络连接至汇聚节点设备;控制模块基于接受的边缘计算配 置模型,执行有限的采样频率和数据上传策略的边缘计算任务。

[0013] 作为优选方式,汇聚节点装置采用基于低功耗微控制单元MCU的硬件架构,汇聚节点装置内置通讯模块和边缘物联代理模块,其中通讯模块实现信号发射/接收、信号编 码/解码、及数据中继上传的功能;边缘物联代理模块基于接受的边缘计算配置模型, 执行实现数据越限告警、数据趋势告警等简单边缘计算任务。

[0014] 作为优选方式,所述接入节点装置采用基于嵌入式系统的软硬件架构,接入节点装 置内置通讯模块、边缘物联代理模块、及设备接入管理模块;其中通讯模块实现信号发 射/接收、信号编码/解码、及数据上传的功能;边缘物联代理模块基于配置的计算算法、SG-CIM数据模型和数据的计算配置模型,通过配置边缘计算模型并就地运算,实现同 步计算、复杂算法计算任务;设备接入管理模块实现整体接入区域设备管理,实现与传 输网络层的链路连接。

[0015] 作为优选方式,所述智能监控中心将边缘计算算法配置到数据节点装置,具体流 程 包括:智能监控中心平台应用层部署数据算法模型模块,通过统一算法I/O接口,实现

神经网络等算法模型模块标准化调用,支持边缘计算APP化就地搭载和远程配置。

[0016] 本发明还提出一种基于上述的基于边缘计算技术的GIS设备状态智能监控系统进行监测分析的方法,包括以下步骤:

[0017] 步骤1、完成状态传感器终端、数据节点装置、智能监控中心的边缘计算的参数设置和模型配置;状态传感器终端设置的参数包括采样频率和数据上传策略;汇聚节点装置配置参数包括状态参量预警阈值和简单算法模型数据集;接入节点装置配置参数包括状态偏移预警参量值、复杂算法模型数据集和SG-CIM数据模型数据集;智能监控中心配置复杂神经网络算法模型和SG-CIM数据模型数据集;

[0018] 步骤2、状态传感器终端依据采样频率完成数据采集,基于数据上传策略将采集数据分别上传至数据汇聚节点装置、数据节点装置、及智能监控中心,完成数据存储任务;

[0019] 步骤3、汇聚节点装置将状态传感器终端实时采集到的状态参量进行阈值判断,如异常将设备ID、阈值越限信息通过接入节点装置发送到远端的智能监控中心;智能监控中心通过接收到的设备ID、阈值越限信息获取该设备的操作次数履历、带电检测、停电试验、不良工况等数据以及同类同型设备信息,并发送到汇聚节点装置的边缘物联代理模块,边缘物联代理模块基于算法模型数据集进行综合分析,对设备缺陷严重程度和类型进行初步诊断,对于异常设备,主动推送数据越限告警、数据趋势告警等预警信息,并上传至远端的智能监控中心进行更为精确的诊断和分析;

[0020] 步骤4、接入节点装置将状态传感器实时采集到的SF6微水含量、开关分合闸线圈电流幅值、超声局放幅值和相位等状态参量进行状态偏移异常判断,如异常将设备ID、状态量异常信息发送到远端的智能监控中心;智能监控中心通过接收到的设备ID、状态量异常信息获取断路器GIS设备信息、历史试验数据及带电检测结果等信息以及同类同型设备信息,并发送到接入节点装置的边缘物联代理模块,边缘代理模块基于融合电网SG-CIM数据模型、复杂算法模型数据集进行多源数据融合计算分析,与上述状态量计算分析结果进行历史数据纵向比较,各相设备和同类同型设备横向比较,进一步验证分析结果是否可靠合理,实现对断路器GIS缺陷的主动识别,对内部绝缘缺陷、开关机械缺陷等进行智能研判,对于异常状态每日生成分析报告,主动推送预警至设备运行人员,并上传至远端的智能监控中心进行更为精确的诊断和分析;

[0021] 步骤5、智能监控中心根据接收到数据节点装置发送的异常设备ID和异常信息,结合设备历史负荷曲线、温度曲线状态、状态评估信息、及同类同型设备信息,依托基于机器学习、深度学习、神经网络等计算模型开展大数据分析,预测设备状态变化趋势;在融合电网SG-CIM数据模型信息、电网PMS系统信息、设备缺陷信息、及故障案例样本数据集的基础上,基于声纹识别、图像识别、设备状态大数据分析等智能分析技术,建立多个设备状态与缺陷之间的关联规则,生成精确的设备状态预告警信息、设备缺陷诊断分析报告、处理策略信息并主动推送设备运行人员;

[0022] 步骤6、智能监控中心调整状态监控策略,优化神经网络算法模型和SG-CIM数据模型数据集,将阈值调整、状态量调整、边缘计算算法模型、SG-CIM模型数据集远程配置到数据节点装置。

[0023] 本发明基于边缘计算技术,针对GIS设备的状态监控提出了一种智能监控系统,本发明依托两种节点装置:汇聚节点装置和接入节点装置,开展两类边缘协同计算,提出了

一种新的边缘计算模型,采用“计算算法+SG-CIM数据模型+大数据”的边缘式大数据处理模式,对应完成“实时+历史+关联”的计算,采用融合电网拓扑+智能设备+状态评估业务的数据模型三合一的诊断评估方法,将传统配置在智能监控云中心的计算算法模型、SG-CIM数据模型的部分计算任务迁移到数据节点装置,即汇聚节点装置和接入节点装置上,在数据节点装置上配置计算、内存、存储及网络资源,通过数据节点装置调用智能监控云中心的部分业务分析相关数据,增加数据节点执行任务计算和数据分析的处理能力,有效地降低智能监控云计算中心的计算负载,减缓网络带宽的压力,提高泛在电力物联网时代数据的处理效率,实现就地数据采集、就地控制、预警前置和云边协同计算。

[0024] 本发明的技术方案的有益效果如下:本发明技术方案将提升电网安全和智能化运检效益为目标,构建变电站的断路器GIS设备物联网系统,融入物联网边缘计算和人工智能技术,融合设备信息、运检业务、环境信息、电网生产系统等多源数据,建立动态评价、预测预警、故障研判等分析模型,实现变电设备信息互联互通,实现GIS设备状态感知、状态分析无缝连接,实现异常及故障状态的前置预警和报警,提高智能决策应用,大幅减少运维检修的工作量,提高设备状态评价诊断的自动化、信息化、智能化水平,同时,本发明通过系统结构及其配置,对数据处理计算任务进行划分,有效降低计算负载,减缓数据传输给网络带宽的压力,提高数据处理效率。

附图说明

[0025] 图1是本发明实施例的基于边缘计算技术的GIS设备状态智能监控系统的结构示意图;

[0026] 图2是本发明实施例的基于边缘计算技术的GIS设备状态智能监控方法的流程示意图。

具体实施方式

[0027] 为使本发明要解决的技术问题、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图及具体实施例进行详细描述。

[0028] 本发明实施例提出了一种如图1、图2所示的基于边缘计算技术的GIS设备状态智能监控系统及方法,所述系统如图1所示,包括状态传感器终端、数据节点装置、传输网络、智能监控中心;所述方法的流程如图2所示。

[0029] 状态传感器终端将采集到的状态数据汇集到数据节点装置开展电力物联网边缘计算,并通过接入传输网路连接到智能监控中心。

[0030] 1、状态传感器终端

[0031] 状态传感器终端种类包括:安装断路器GIS设备的超声局放传感器单元、特高频局放传感器单元、SF6微水含量传感器单元、声响声纹传感器单元、开关分合闸电气特性传感器、设备机械特性传感器单元;设备状态传感器终端用于实时数据采集变电站断路器GIS设备运行状态的相关环境量、物理量、状态量、电气量的状态参量。

[0032] 状态传感器终端设备包括内置通讯模块和控制模块,其中通讯模块实现信号采样、信号编码/解码、信号发射/接收的功能,通过基于低功耗蜂窝无线传感网(包括NB-IoT、LoRa、ZigBee、WIFI等)、有线传感网络连接至汇聚节点设备;控制模块基于接受边缘

计算配置模型,执行有限的采样频率和数据上传策略的边缘计算任务,这里所述“有限的”是指仅限于执行完成状态传感器终端的采样频率设置和数据上传策略设置的两项任务,数据采集时设置的采样频率是确定的。

[0033] 2、数据节点装置

[0034] 数据节点装置包括:汇聚节点装置、接入节点装置。

[0035] 所述汇聚节点装置内置通讯模块和边缘物联代理模块,用于进行一定范围内传感器数据的汇集、简单边缘计算与数据上传,采用基于低功耗微控制单元MCU的硬件架构,其中通讯模块实现信号发射/接收、信号编码/解码、数据中继上传的功能;边缘物联代理模块根据接收到的状态传感器终端的数据进行简单边缘计算,包括阈值判断,根据阈值判断结果进行监控前置预警,基于配置模型执行数据越限告警、数据趋势告警等。

[0036] 所述接入节点装置包括内置的通讯模块、边缘物联代理模块和设备接入管理模块,用于各级传感器和各节点设备的整体汇聚接入、复杂边缘计算和区域设备管理;所述数据接入节点装置采用基于嵌入式系统的软硬件架构,其中通讯模块实现信号发射/接收、信号编码/解码、数据上传的功能;边缘物联代理模块接收到状态传感器终端的数据进行复杂边缘计算,包括依据状态偏移异常判断,执行同步计算和复杂算法模型的边缘计算任务,接入节点装置对异常状态参量数据进行智能研判与前置预警,基于配置的计算算法+SG-CIM数据模型+数据的处理策略配置模型,实现就地运算、同步计算、复杂算法计算任务;设备接入管理模块实现整体接入区域设备管理,实现与传输网络层的链路连接。

[0037] 3、传输网络

[0038] 传输网络包括:现场传感器传输网络、电力传输网络;其中所述现场传感器传输网络包括低功耗无线传感网、有线传输网络,用于实现无线/有线传感器数据上传至网络节点、网络节点设备间的无线/有线组网、节点设备对传感数据开展边缘计算;其中所述电力传输网络包括接入控制器、接入网关等设备,采用成熟的电力无线专网、电力光纤网、电力APN通道技术,提供长远程、高可靠、高安全、高宽带的数据传输通道;

[0039] 4、智能监控中心

[0040] 智能监控中心整合SCADA、PMS生产管理、在线监测、ERP、电网GIS图形、SG-CIM数据模型、环境气象、智能巡检等信息,采用多源数据融合、多维关联等大数据分析手段,对设备运行状态进行智能诊断和评估,为科学安排设备巡视、检修、试验等计划提供依据,实现由“状态管理”向“精确管理”的转变。

[0041] 智能监控中心运行于复杂网络环境中,需要与众多的业务系统进行交互才能对变电站断路器GIS设备进行物联网管理、智能状态评估和运检业务高级应用;保证系统良好的适应性和扩展性,本系统采用分层设计思路,包括:物联管理层、应用平台层、数据分析层;

[0042] 1) 物联管理层:

[0043] 物联管理层用于对物联网各类传感器及节点设备进行全域设备管理、协调和监控、边缘计算配置;支持MQTT、Modbus、OPC、BACnet、HTTP、TCP/IP主流通信协议方式连接各类传感器终端及节点设备,所述各类传感器终端及节点设备设有独立的设备ID;可实现网络节点设备边缘计算算法和SG-CIM模型信息远程配置;

[0044] 2) 应用平台层

[0045] 应用平台层用于管理数据模型、算法模型、各业务管理及高级应用系统,提供微服务的应用服务器软件,例如:建模平台、ArcGIS Server和三维图形平台,Web Service 等;执行大数据量并发计算任务,提供业务功能及大数据智能分析高级应用,例如:传感器设备数据管理和展示、监测数据展示、断路器GIS设备运行状态分析、大数据智能分析应用及统计报表、报警信息推送;

[0046] 3) 数据分析层

[0047] 数据分析层用于提供存储数据库、外部数据接入共享平台,

[0048] 存储数据库包括:GIS设备信息的属性数据库、GIS设备图形信息数据库、依据基础数据构建的设备数字化模型库、存储设备状态在线监测数据的监测库;

[0049] 外部接入数据共享平台包含在线监测设备、数据节点设备、通信设备、通信协议、通信规约、节点设备组网协议、边缘计算应用软件接口标准、系统网络管理协议等共享内容,以及电网SG-CIM数据模型信息、电网PMS系统信息、设备缺陷信息、故障案例样本数据集、ERP资源信息、SCADA信息通过数据交换平台提供的数据集内容。

[0050] 智能监控中心可实现网络节点设备边缘计算算法远程配置;具体流程包括:智能监控中心平台应用层部署数据算法模型模块,通过统一算法I/O接口,实现神经网络等算法模型模块标准化调用,支持边缘计算APP化就地搭载和远程配置。

[0051] 如图2所示的,所述基于边缘计算技术的GIS设备状态智能监控系统进行监测分析方法的工作流程为:

[0052] 步骤1、完成状态传感器终端、数据节点装置、智能监控中心的边缘计算的参数设置和模型配置;状态传感器设置参数包括采样频率和数据上传策略;汇聚节点装置配置参数包括状态参量预警阈值和简单算法模型数据集;接入节点装置配置参数包括状态偏移预警参量值、复杂算法模型数据集和SG-CIM数据模型数据集;智能监控中心配置复杂神经网络算法模型和SG-CIM数据模型数据集;

[0053] 步骤2、状态传感器依据采样频率完成数据采集,基于数据上传策略将采集数据分别上传至数据汇聚节点装置、数据节点装置、智能监控中心,完成数据存储任务;

[0054] 步骤3、汇聚节点装置将状态传感器实时采集到的状态参量进行阈值判断,如异常将设备ID、阈值越限信息通过接入节点发送到远端的智能监控中心;远端的智能监控中心通过接收到的设备ID、阈值越限信息获取该设备的操作次数履历、带电检测、停电试验、不良工况等数据以及同类同型设备信息,并发送到汇聚节点装置的边缘代理模块,边缘代理模块基于简单算法模型数据集进行综合分析,对设备缺陷严重程度和类型进行初步诊断,对于异常设备,主动推送数据越限告警、数据趋势告警等预警信息,并上传至远端的智能监控中心进行更为精确的诊断和分析。

[0055] 步骤4、接入节点装置将状态传感器实时采集到的SF6微水含量、开关分合闸线圈电流幅值、超声局放幅值和相位等状态参量进行状态偏移异常判断,如异常将设备ID、状态量异常信息发送到远端的智能监控中心;远端的智能监控中心通过接收到的设备ID、状态量异常信息获取断路器GIS设备信息、历史试验数据及带电检测结果等信息以及同类同型设备信息,并发送到接入节点装置的边缘代理模块,边缘代理模块基于融合电网SG-CIM数据模型、复杂算法模型数据集进行多源数据融合计算分析,与上述状态量计算分析结果进行历史数据纵向比较,各相设备和同类同型设备横向比较,进一步验证分析结果是否可

靠合理,实现对断路器GIS缺陷的主动识别,对内部绝缘缺陷、开关机械缺陷等进行智能研判,对于异常状态每日生成分析报告,主动推送预警至设备运行人员,并上传至远端的智能监控中心进行更为精确的诊断和分析。

[0056] 步骤5、智能监控中心接收到节点装置发送的异常设备ID、异常信息,结合设备历史负荷曲线、温度曲线状态、状态评估信息、同类同型设备信息,依托基于机器学习、深度学习、神经网络等复杂计算模型开展大数据分析,预测设备状态变化趋势;在融合电网SG-CIM数据模型信息、电网PMS系统信息、设备缺陷信息、故障案例样本数据集的基础上,基于声纹识别、图像识别、设备状态大数据分析等智能分析技术,建立多个设备状态与缺陷之间的关联规则,生成精确的设备状态预告警信息、设备缺陷诊断分析报告、处理策略信息并主动推送设备运行人员。

[0057] 步骤6、智能监控中心调整状态监控策略,优化神经网络算法模型和SG-CIM数据模型数据集,将阈值调整、状态量调整、边缘计算算法模型、SG-CIM模型数据集远程配置到数据节点装置。

[0058] 上述步骤3和步骤4进行了两次异常判断,本发明分别在汇聚节点装置和接入节点装置中分别进行,是本发明方案的重要特征,两个装置中的两个异常判断是完全不同的内容和边缘计算内容,汇聚节点装置只针对状态参量的阈值进行判断,可理解为对告警极限值的判断,开展数据越限告警、数据趋势告警的边缘计算,接入节点装置是针对状态参量偏移状况是否异常进行判断,可以理解为对状态参量是否偏移正常合理范围值百分比%或区间的判断,这一判断用于开展基于SG-CIM数据模型和复杂算法模型数据集的边缘计算。本发明分两个装置进行异常判断,可以提高监控的实时性,合理分担计算任务,提高监控系统的工作效率。汇聚节点装置的状态参量阈值和接入节点装置的状态偏移量都是在后台的智能监控中心经过大数据统计分析计算后得出的分析结果和经验值,将大数据分析的结果前置到数据节点装置中开展边缘计算,实现预警前置。

[0059] 本发明实施例所涉及的技术及优势包括:

[0060] 1) 边缘计算技术

[0061] 边缘计算是在靠近电力设备或数据源头的网络边缘侧,融合网络、计算、存储、应用核心能力的分布式开放平台,将原来的集中式主站系统的部分功能逐步下沉,开展更多的本地就近控制和边缘计算,就近提供前置预警、数据分析等边缘智能服务,满足智能电网数字化、电力企业智能化转型在敏捷联接、实时业务、数据优化、应用智能、安全与隐私保护等方面的关键需求。具有低时延、轻量级、高效能、高安全的优势特点。

[0062] 本项目发明的边缘计算模型,就是采用计算算法+SG-CIM数据模型+大数据(实时、历史、关联)的边缘式大数据处理模式,采用融合电网拓扑+智能设备+状态评估业务的数据模型三合一的诊断评估方法,将原有的智能监控云中心的计算算法模型、SG-CIM数据模型的部分计算任务迁移到数据节点设备(汇聚节点、接入节点)上,在数据节点设备上配置计算、内存、存储及网络资源,通过数据节点设备调用智能监控云中心的部分业务分析相关数据,增加数据节点执行任务计算和数据分析的处理能力,有效地降低智能监控云计算中心的计算负载,减缓网络带宽的压力,提高泛在电力物联网时代数据的处理效率,实现就地数据采集、就地控制、预警前置和云边协同计算。

[0063] 边缘计算平台通过集成开发平台和工具库、集成边缘计算算法模型库、电网设备

缺陷库、故障案例样本库等行业模型库,提供模型与应用的开发、集成、仿真、验证和发布服务。

[0064] 2) 传感器一体化融合设计技术

[0065] 状态传感器终端采用基于低功耗微控制单元MCU的硬件架构,实现智能传感器件与电气设备本体的一体化融合设计制造;其中超声局放传感器、特高频局放传感器、SF₆微水含量传感器的电气量和状态量采用面向高精度高可靠的专用传感器抗电磁耐高压设计;声响声纹传感器、开关分合闸电气特性传感器、设备机械特性传感器的环境量和物理量采用面向强磁、高压、取能、稳定性等要求基于通用传感器定制开发;

[0066] 3) 智能终端接入技术

[0067] 变电站断路器GIS设备监测业务的复杂性和多样化,决定了接口种类的多样化与接入协议的多样化。智能状态传感终端、数据采集终端、视频终端、供电终端、移动巡检终端等终端设备具备多种有线、无线数据接口,具备模拟量、开关量接口,覆盖多种业务数据采集终端的接入能力。智能终端采用模块一体化设计,各硬件模块与处理交互单元之间采用统一的功能接口设计,实现终端功能易扩展,提升终端泛在接入能力。

[0068] 4) 无线/有线自适应灵活组网传输技术

[0069] 根据变电站现场组网环境及GIS设备情况,可以选择安装低功耗无线传感器(mW级)、有线传感器;低功耗无线传感器、汇聚节点、接入节点之间的通信组网兼容LoRa、ZigBee、WIFI通信协议,采用自适应调整和灵活组网方式;

[0070] 现场传感器传输网络主要采用LTE 230M电力无线专网+低功耗无线LoRa为主,辅以电力光纤+电力线载波+无线公网等技术混合组网。电力传输网络主要采用以LTE 230M/LOT230M电力无线专网+光纤通信网的方式进行数据通信。无线专网可根据后续5G商用进程从当前230MHz无线专网逐渐向5G进行过渡演进;无线公网主要采用5G/4G/3G/GPRS;

[0071] 5) 多源异构数据融合技术

[0072] 系统完成现场传感数据、采集数据、声纹、图像与视频的接入与展示,综合状态监测信息多源,需要通过建立统一的数据模型、标准化接口和模块化功能,融合这些多源异构数据,增强数据模型的可维护性和扩展性,提高多源异构数据的利用效率。

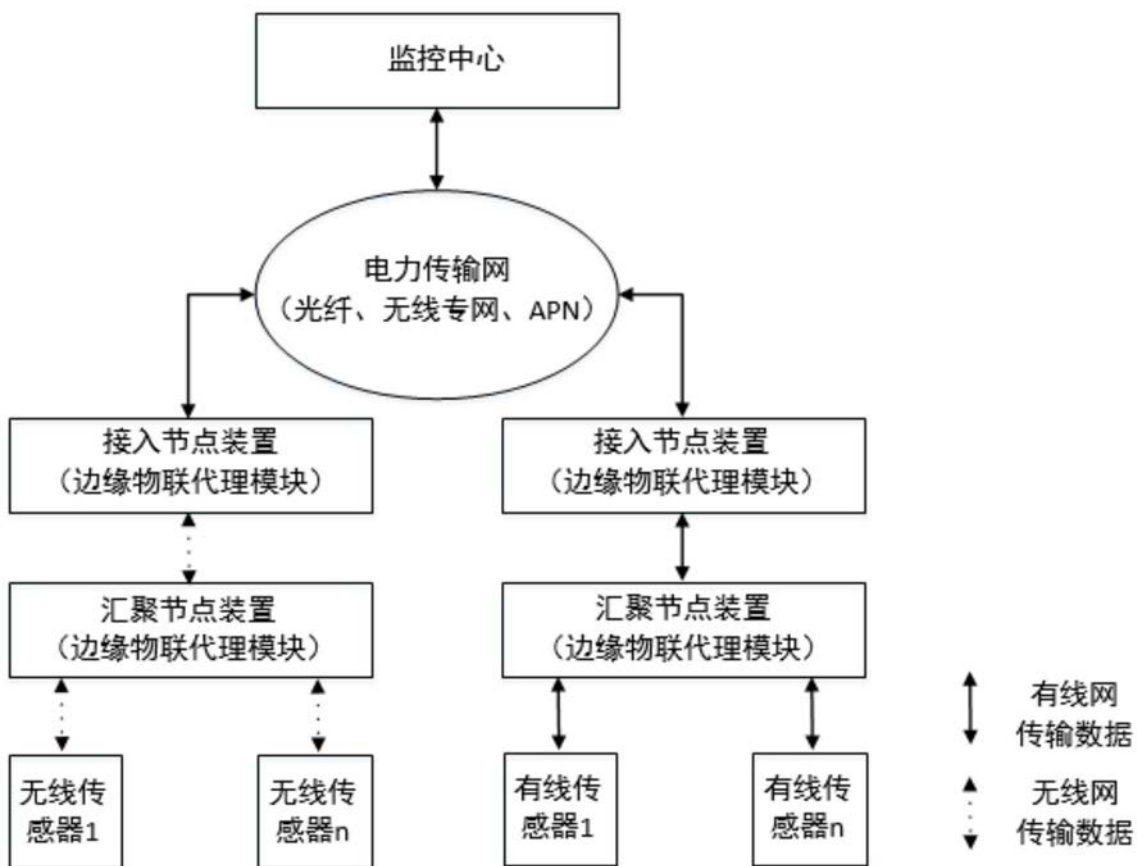
[0073] 6) 状态评估与智能诊断技术;

[0074] 实现基于SG-CIM模型的断路器GIS设备状态故障信息的多元信息综合分析模型,实现冗余信息的筛选过滤,对不符合设备状态的信息进行修正。通过对设备各类状态数据的历史纵向、同类横向对比、趋势分析等方法,自动识别设备关键信息。并能根据设备缺陷信息的发生规律,判别潜在的设备共性缺陷。

[0075] 对断路器GIS设备故障信息进行特征识别和判断,自动向运检人员推送故障类型及故障设备定位,实现故障与诊断决策库快速匹配、故障处理策略自动生成,自动向运检人员推送故障处理策略。其中,智能诊断方法有模糊逻辑、神经网络、人工智能和专家系统等;诊断方法有阈值诊断、图谱图像诊断、频域特征诊断和声纹诊断等。

[0076] 本发明在所构建的监控系统架构基础上,结合上述技术进行了融合应用,每一项技术根据实际情况进行了新调整和再开发,本发明构建的系统提出了计算算法+SG-CIM数据模型+大数据的边缘式大数据处理边缘计算模型,实现“实时+历史+关联”的数据处理模式,保证监控状态实时、精确,监控系统响应速度快,对计算资源要求低。

[0077] 以上所述是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明所述原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。



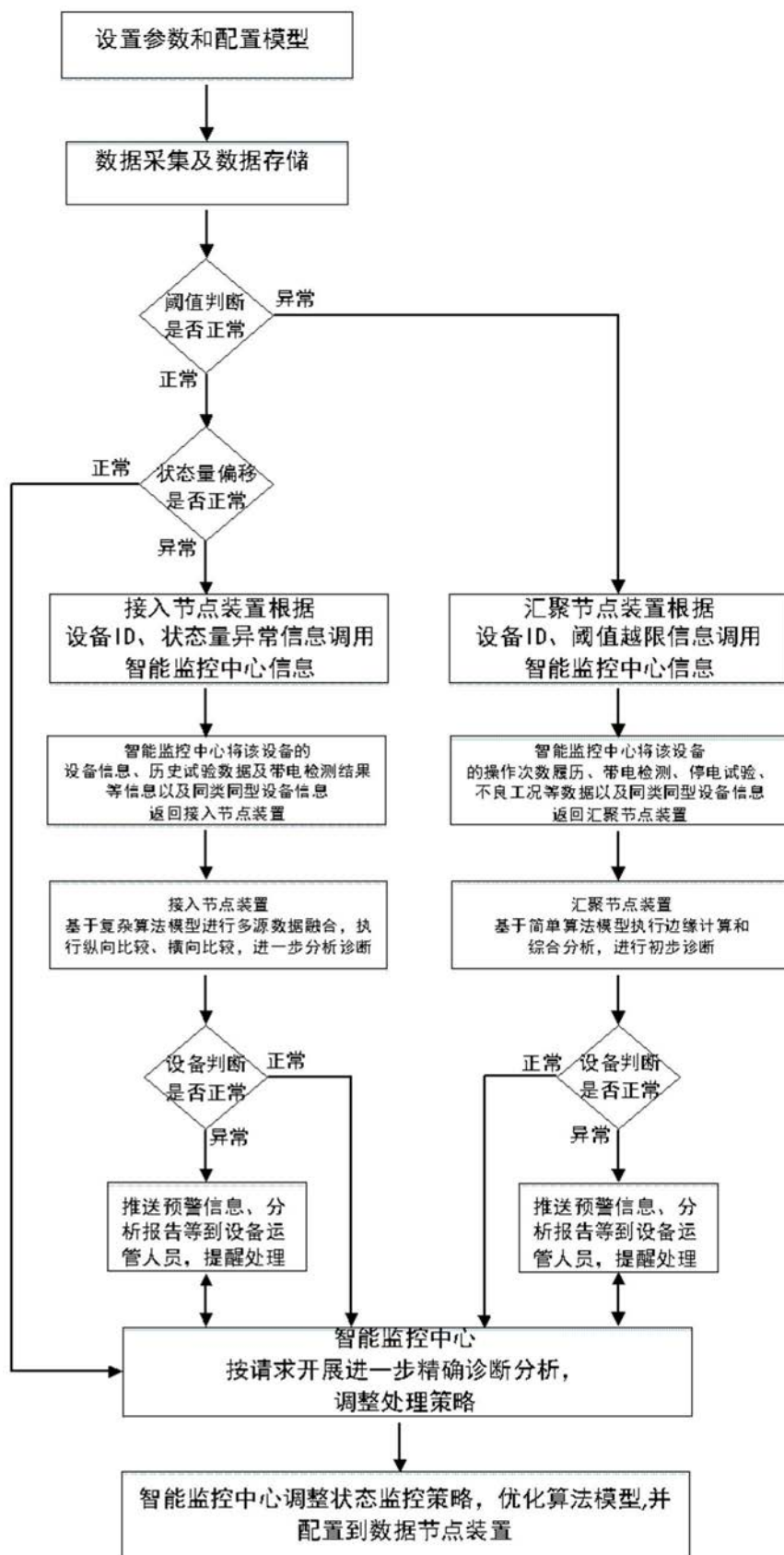


图2