



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105242128 A

(43) 申请公布日 2016. 01. 13

(21) 申请号 201510537287. 6

(22) 申请日 2015. 08. 26

(71) 申请人 芜湖市凯鑫避雷器有限责任公司

地址 241000 安徽省芜湖市长江路合南工业园

(72) 发明人 陈波

(51) Int. Cl.

G01R 31/00(2006. 01)

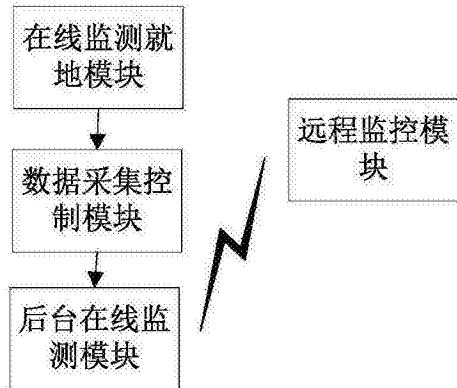
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

基于模糊神经网络的避雷器在线监测系统

(57) 摘要

本发明涉及一种基于模糊神经网络的避雷器在线监测系统，包括在线监测就地模块、数据采集控制模块和后台在线监测模块，在线监测就地模块采集各相避雷器的泄漏电流和放电次数，数据通过总线方式传给数据采集控制模块，将数据汇总处理后上传至后台在线监测模块，后台在线监测模块根据上传数据进行避雷器的在线监测与故障诊断。通过传感器获取设备电压、电流信号，经电缆传送至前置处理箱，在单片机进行转换后，根据不同设备类型的特点和要求进行数据分析、处理，得到监测结果，进而存数据，显示结果，做出各种判断。



1. 一种基于模糊神经网络的避雷器在线监测系统，其特征在于，包括在线监测就地模块、数据采集控制模块和后台在线监测模块，在线监测就地模块采集各相避雷器的泄漏电流和放电次数，数据通过总线方式传给数据采集控制模块，将数据汇总处理后上传至后台在线监测模块，后台在线监测模块根据上传数据进行避雷器的在线监测与故障诊断；所述在线监测就地模块包括电流取样单元、电压取样单元、温度采集单元、湿度采集单元和信号处理单元，电流取样单元安装在接地线上进行泄流电流采样，电压取样单元经过电压互感器输出电阻两端的电压，信号处理单元将所有信号量都转化成数模线性度高的信号；所述监测系统包括如下方法：首先选定系统电压、温度和阻性电流为模糊神经网络的确定特征因素，相对湿度为不确定输入因素，对于确定性因素，首先按照线性函数 $\sigma_1(X_1) = W_1 X_1$ 对其所有的样本值进行规范化处理，处理后的结果构成精确分量子空间 X_1 ，直接输入组合模糊神经网络，对于特征因素集中的模糊因素 X_2 ，建立描述各因素的模糊子集，以 $\sigma_2(X_2) = e^{-(W_2 X_2 + B)}$ 为模糊特征因素的激活函数， W_1 、 W_2 为由输入层到规则层的网络权值矩阵， B 矩阵为模糊子集隶属函数的参数。

2. 根据权利要求 1 所述的避雷器在线监测系统，其特征在于，所述在线监测就地模块还包括放电计数单元，放电计数单元通过 DSP 进行数据处理，根据脉冲原理实现放电次数计数。

3. 根据权利要求 1 所述的避雷器在线监测系统，其特征在于，所述后台在线监测模块包括用户管理单元、通讯管理单元、故障分析诊断单元、数据管理单元，用户管理单元用于用户权限管理功能，通讯管理单元用于管理通讯类型、通讯方式、路由信息和通讯指示，故障分析诊断单元用于分析年月度统计报表、设备趋势曲线、综合诊断结论，数据管理单元包括数据库管理功能、实时历史数据编辑功能、各种数据记录处理功能、数据维护导入导出功能、以及数据模拟仿真测试功能。

4. 根据权利要求 1 所述的避雷器在线监测系统，其特征在于，所述在线监测就地模块、数据采集控制模块和后台在线监测模块之间采用 CAN 总线作为数据传输方式。

5. 根据权利要求 4 所述的避雷器在线监测系统，其特征在于，所述的监测系统包括两路 CAN 总线通信线路，系统在同一个时间节点上有且仅有其中一路 CAN 通道工作，另一路为监听状态，若主 CAN 总线线路发生故障，从 CAN 总线则自动切入运行。

6. 根据权利要求 1 所述的避雷器在线监测系统，其特征在于，所述监测系统还包括远程监控模块，远程监控模块与后台在线监测模块通过 3G 通信方式进行数据传输，所述远程监控模块运行于 Web 服务器上。

7. 根据权利要求 6 所述的避雷器在线监测系统，其特征在于，所述远程监控模块包括安全访问控制单元、实时情况监测单元、数据查询单元和故障分析报告单元，安全访问控制单元是对登录系统 IP 的人员进行身份认证，实时情况监测单元是将通过 3G 网络上传的避雷器的状态参数和周围环境的参数，通过后台程序录入数据库并显示在系统的界面上，数据查询单元是提供给授权用户避雷器运行状态、环境数据等有关记录的查询，故障分析报告单元是根据数据库内的避雷器和环境监测的数据进行分析和往期数据预计可能出现故障时及时向有关用户组报警提示。

8. 根据权利要求 2 所述的避雷器在线监测系统，其特征在于，所述在线监测就地模块

还包括电源单元，所述电源单元使用电源芯片 LM1117 转换，使用 3.3V 和 1.8V 两路电源供电。

9. 根据权利要求 2 所述的避雷器在线监测系统，其特征在于，所述电流取样单元使用单匝穿芯式结构，外壳采用铝合金结构。

基于模糊神经网络的避雷器在线监测系统

技术领域

[0001] 本发明属于供电系统技术领域，涉及到一种跌落式避雷器，具体涉及一种基于模糊神经网络的避雷器在线监测系统。

背景技术

[0002] 跌落式（可投式、可卸式）避雷器是将配电型氧化锌避雷器改装后巧妙地安装在跌落式熔断器的跌落式机构上，达到在不断电的情况下，可以借助绝缘拉闸操纵杆方便地对避雷器进行检测、维修与更换，不但保证了线路的畅通，而且大大地减少了电力维护人员的工作强度和时间，特别适合于不宜停电的场所如通信、机场、车站、医院、繁华商业区等。

[0003] 由于目前采用的氧化锌避雷器大多不带间隙，这样氧化锌阀片长期承受工频电压，运行期间总有电流流过阀片，另外再加上冲击电压及内部受潮等因素的作用，会引起避雷器阀片的老化，阻性泄露电流增加和功耗加剧，导致避雷器阀片温度升高直至发生热奔溃，从而引发电网事故。因此，对氧化锌避雷器的长期在线监测是保证其安全运行的重要手段。

发明内容

[0004] 为了克服现有技术的不足，本发明提供一种基于模糊神经网络的避雷器在线监测系统，通过传感器获取设备电压、电流信号，经电缆传送至前置处理箱，在单片机进行转换后，根据不同设备类型的特点和要求进行数据分析、处理，得到监测结果，进而存数据，显示结果，做出各种判断。

[0005] 本发明的技术方案是：一种基于模糊神经网络的避雷器在线监测系统，包括在线监测就地模块、数据采集控制模块和后台在线监测模块，在线监测就地模块采集各相避雷器的泄漏电流和放电次数，数据通过总线方式传给数据采集控制模块，将数据汇总处理后上传至后台在线监测模块，后台在线监测模块根据上传数据进行避雷器的在线监测与故障诊断；所述在线监测就地模块包括电流取样单元、电压取样单元、温度采集单元、湿度采集单元和信号处理单元，电流取样单元安装在接地线上进行泄漏电流采样，电压取样单元经过电压互感器输出电阻两端的电压，信号处理单元将所有信号量都转化成数模线性度高的信号；所述监测系统包括如下方法：首先选定系统电压、温度和阻性电流为模糊神经网络的确定特征因素，相对湿度为不确定输入因素，对于确定性因素，首先按照线性函数 $\sigma_1(X_1) = W_1 X_1$ 对其所有的样本值进行规范化处理，处理后的结果构成精确分量子空间 X_1 ，直接输入组合模糊神经网络，对于特征因素集中的模糊因素 X_2 ，建立描述各因素的模糊子集，以 $\sigma_2(X_2) = e^{-(W_2 X_2 + B)}$ 为模糊特征因素的激活函数， W_1, W_2 为由输入层到规则层的网络权值矩阵， B 矩阵为模糊子集隶属函数的参数。所述在线监测就地模块还包括放电计数单元，放电计数单元通过 DSP 进行数据处理，根据脉冲原理实现放电次数计数。

[0006] 所述后台在线监测模块包括用户管理单元、通讯管理单元、故障分析诊断单元、数据管理单元，用户管理单元用于用户权限管理功能，通讯管理单元用于管理通讯类型、通讯

方式、路由信息和通讯指示，故障分析诊断单元用于分析年月度统计报表、设备趋势曲线、综合诊断结论，数据管理单元包括数据库管理功能、实时历史数据编辑功能、各种数据记录处理功能、数据维护导入导出功能、以及数据模拟仿真测试功能。所述在线监测就地模块、数据采集控制模块和后台在线监测模块之间采用 CAN 总线作为数据传输方式。所述的监测系统包括两路 CAN 总线通信线路，系统在同一个时间节点上有且仅有其中一路 CAN 通道工作，另一路为监听状态，若主 CAN 总线线路发生故障，从 CAN 总线则自动切入运行。所述监测系统还包括远程监控模块，远程监控模块与后台在线监测模块通过 3G 通信方式进行数据传输，所述远程监控模块运行于 Web 服务器上。所述远程监控模块包括安全访问控制单元、实时情况监测单元、数据查询单元和故障分析报告单元，安全访问控制单元是对登录系统 IP 的人员进行身份认证，实时情况监测单元是将通过 3G 网络上传的避雷器的状态参数和周围环境的参数，通过后台程序录入数据库并显示在系统的界面上，数据查询单元是提供给授权用户避雷器运行状态、环境数据等有关记录的查询，故障分析报告单元是根据数据库内的避雷器和环境监测的数据进行分析和往期数据预计可能出现故障时及时向有关用户组报警提示。所述在线监测就地模块还包括电源单元，所述电源单元使用电源芯片 LM1117 转换，使用 3.3V 和 1.8V 两路电源供电。所述电流取样单元使用单匝穿芯式结构，外壳采用铝合金结构。

[0007] 本发明有如下积极效果：本发明系统通过传感器获取设备电压、电流信号，经电缆传送至前置处理箱，在单片机进行转换后，根据不同设备类型的特点和要求进行数据分析、处理，得到监测结果，进而存数据，显示结果，做出各种判断。

附图说明

[0008] 图 1 为本发明具体实施方式的系统结构图。

[0009] 图 2 为本发明具体实施方式的神经网络结构图。

具体实施方式

[0010] 下面对照附图，通过对实施例的描述，本发明的具体实施方式如所涉及的各构件的形状、构造、各部分之间的相互位置及连接关系、各部分的作用及工作原理、制造工艺及操作使用方法等，作进一步详细的说明，以帮助本领域技术人员对本发明的发明构思、技术方案有更完整、准确和深入的理解。

[0011] 本发明的避雷器在线监测系统包括避雷器在线监测就地模块、数据采集控制模块、后台在线监测模块和远程监控模块，在线监测就地模块采集各相避雷器的泄漏电流和放电次数，数据通过总线方式传给数据采集控制模块，将数据汇总处理后上传至后台在线监测模块，后台在线监测模块根据上传数据进行避雷器的在线监测与故障诊断。在线监测就地模块是本发明的数据采集模块，它由传感节点和传感网关组成，具体的，在线监测就地模块包括电流取样单元、电压取样单元、信号处理单元、放电计数单元和电源单元。提供两路光纤接，用于装置间通讯、装置与后台包括通讯。当装置采用光纤以太网通讯时，使用多模光纤作为通讯物理媒介。单路光口可以支持个 10 个 TCP 连接，以保证多个监测后台或能够对装置数据进行监测。数据采集控制模块实现对感知数据的管理与处理功能，可以对采集的数据进行存储、分析、发掘、处理等，是本发明的数据处理中心。通过数据线或者网络传

送到后台在线监测模块,对数据进行分析处理后,对于设备已经出现、可能出现的故障进行报警,同时,调用历史数据和相关问题的解决方案,为维修、巡检提供依据。

[0012] 可将电流取样单元安装在接地线上进行泄流电流采样,并采用运算放大器进行信号协调,运算放大器同相输入端电压作为参考电压。电压取样单元的被测电压经过 50 千欧姆电阻限流,产生微小的电流信号,经过电压互感器可以感应出对应范围内的电流信号,经过放大器结合电阻输出被测电压。信号处理单元将所有信号量都转化成数模线性度很好的信号。放电计数单元通过 DSP 进行数据处理,根据脉冲原理实现放电次数计数,通常一个典型的雷电放电包括二次、三次或多次持续时间较短、脉冲幅值较高的闪电,雷电流不稳定,波长约 50us。

[0013] 电流取样单元具备动补偿功能,不受温度、振动及磁滞回线的影响;使用单匝穿芯式结构,不影响被侧设备的安全性;外壳采用铝合金结构设计,能防雨、防潮、防锈、抗电磁干扰等。

[0014] 本发明的电源单元使用 3.3V 和 1.8V 两路电源供电,输入输出和编程使用 3.3V 电源,CPU 内核使用 1.8V 电源,因一般电路都使用 5V 电源,所以这里使用电源芯片 LM1117 转换。

[0015] 后台在线监测模块包括用户管理单元、通讯管理单元、故障分析诊断单元、数据管理单元,用户管理单元用于用户权限管理和各种操作功能,通讯管理单元用于管理通讯类型、通讯方式、路由信息和通讯指示,故障分析诊断单元用于分析年月度统计报表、设备趋势曲线、综合诊断结论,数据管理单元包括数据库管理功能、实时历史数据编辑功能、各种数据记录处理功能、数据维护导入导出功能、以及数据模拟仿真测试功能。

[0016] 本发明系统用户管理单元设置了多个安全访问级别,从系统管理员到操作工级别依次降低,使用树形结构管理界面,其中系统管理员级别可以设置其他各级别使用者的访问权限,可以添加、删除、修改数据信息;操作工级别仅可以进行部分操作。访问者可以通过各自的用户名和密码进入应用系统。

[0017] 另外,后台在线监测模块还包括对感知数据的存储功能,将数据文件保存在本地局域网中,以免由于网络故障导致数据丢失,既起到备份数据的作用,也可以用于设备状态的本地诊断。

[0018] 具体的,本发明的在线监测就地模块、数据采集控制模块、后台在线监测模块之间采用 CAN 总线作为数据传输方式,CAN 总线作为一种先进的控制总线,具有较强的检错和纠错能力,但在复杂工况条件下,难免出现传输介质损坏、插头松动以及 CAN 控制器或收发器故障等现象,从而造成系统通信暂时中断或无法正常工作的局面,为了提高系统通信的可靠性和稳定性,有效的办法是采用通信冗余机制,即系统采用 2 套总线,每套均包含总线电缆、驱动器和控制器,在物理层、数据链路层以及应用层实现全系统的冗余,与部分冗余方法相比,不需采用判断切换电路,大大降低了系统的故障率。在底层管理节点正常复位或上电工作后,将其中一个 CAN 总线控制器默认为主 CAN 总线(主 CAN A);另外一个作为系统的备用 CAN(从 CAN B),作为主 CAN 的冗余。换言之,系统在同一个时间节点上有且仅有其中一路 CAN 通道工作,另一路为监听状态或处于故障状态(当发生故障时)。系统正常运行时,主 CAN 总线(CAN A)投入使用。若主 CAN 总线线路发生故障,从 CAN 总线(CAN B)则自动切入运行。若在上电检测时主 CAN 总线已经发生故障,则从 CAN 总线也会自动切入

运行。因此,无论哪一套总线发生故障,另一套总线均能自动保持系统正常继续工作,大大提高了整个系统的通信可靠性。CAN 总线采用屏蔽双绞线,避免很强的电磁干扰从而影响信号在线检测与控制系统的工作正常。两套总线用于系统故障时,提高系统稳定性,特别是雷电等其它恶劣环境损坏的情况。

[0019] 本发明的远程监控模块运行于 Web 服务器上,面向互联网授权用户,具有远程监测、数据历史查询、故障诊断和数据管理等功能。本发明的远程监控模块与后台在线监测模块通过 3G 通信方式进行数据传输,远程监控模块包括安全访问控制单元、实时情况监测单元、数据查询单元和故障分析报告单元,安全访问控制单元主要是对登录系统 IP 的人员进行身份认证,对不同的用户组授予不同的权限。对认证地址非法、认证失败进行信息记录并留存,多次失败限制用户帐号或 IP ;对认证成功进入系统的人员的全部操作进行记录表并留存,以保护数据资料的安全和系统的稳定。实时情况监测单元主要是将通过 3G 网络上传的避雷器的状态参数和周围环境的参数,通过后台程序录入数据库并显示在系统的界面上。数据查询单元的功能是提供给授权用户避雷器运行状态、环境数据等有关记录的查询,并对需要的数据以 excel 的格式导出。故障分析报告单元主要功能是根据数据库内的避雷器和环境监测的数据进行分析和往期数据进行比较,绘制避雷器运行趋势图,当发现实时数据异常或经分析预计可能出现故障时及时向有关用户组报警提示。

[0020] 由于电流取样单元和电压取样单元采集的初始信号含有白噪声、正负脉冲、以及混合噪声污染,并且,避雷器的绝缘性能还受到其他因素的影响,本发明采用模糊神经网络对初始采样数据进行处理,神经网络分析法与模糊技术之间相互紧密结合,利用模糊数学知识对各类传感器进行识别,模仿人类的思维方式,并结合行业专家分析系统诊断,从而可以大幅提高处理问题的能力,较为准确的判断出避雷器的绝缘性能。

[0021] 如图 2,为本发明模糊神经网络的结构图,包括输入层、规则层、推理层和输出层,其中输入层:

[0022] 记 $X = (X_1, X_2)$, 其中 $X_1 = (x_1, x_2, \dots, x_k)$ 为输入向量的前 k 个精确分量, $X_2 = (x_{k+1}, \dots, x_n)$ 为输入向量的后 n-k 个模糊分量。该层的输出表示为:

$$[0023] f^{(1)} = (X_1, X_2) = (x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1)$$

[0024] 规则层:该层实现模糊子空间的划分,即每一条 If-Then 规则确定一个模糊子空间;If-Then 规则的数量既是该层神经元的数目。该层的神经元的激活函数分成两类,一类是精确输入量的激活函数,取线性函数:

$$[0025] \sigma_1(X_1) = W_1 X_1 \quad (2)$$

[0026] 另一类是模糊输入量的激活函数(亦是模糊子集的隶属函数),取 Gaussian 型函数:

$$[0027] \sigma_2(X_2) = e^{-(W_2 X_2 + B)} \quad (3)$$

[0028] 于是该层的输出为:

$$[0029] f^{(2)} = \sigma(f^{(1)}) = \sigma_1(X_1) + \sigma_2(X_2) \quad (4)$$

[0030] 式中(2)、(3)中的 W_1, W_2 为由输入层到规则层的网络权值矩阵, W_2, B 矩阵亦为模糊子集隶属函数的参数,调节 W_2, B 意味着调节模糊子集隶属函数的形状,达到调节模糊规则的目的。

[0031] 推理层:每一条 If-Then 规则实际上可以表示成模糊积空间上的一个模糊蕴涵关

系,模糊蕴涵有多种运算方式,每一种运算又可以选择不同的模糊算子,因此产生了多种不同的模糊推理规则,常用推理规则有“最小最大规则”、“乘机规则”,本文中采用乘积规则。

[0032] 记 T 为模糊算子,则经过模糊推理该层的输出可以表示为: $f^{(3)} = T(f^{(2)})$ (5)

[0033] 输出层:记由推理层到输出层的网络权值矩阵为 V ,则由推理层的输入经过解模糊运算得到网络的总输出为: $f^{(4)} = V(f^{(3)})$ (6)

[0034] 通过对一定数量的样本数据进行分析,本发明选出影响避雷器绝缘性能的主要特征因素集为: $X = \{\text{温度}, \text{相对湿度}, \text{系统电压}, \text{阻性电流}\}$,其中,系统电压、温度和阻性电流为确定因素,其余为模糊因素,对于确定性因素,首先按照式(2)对其所有的样本值进行规范化处理,处理后的结果构成精确分量子空间 X_1 ,直接输入组合模糊神经网络。对于特征因素集中的模糊因素 X_2 ,首先建立描述各因素的模糊子集。各因素模糊子集的建立具有较大的主观性。模糊子集划分的细,有利于充分挖掘避雷器影响因子,建立完整的模糊子空间,从而使非线性映射更加精确,但同时也使网络结构变得复杂,网络的训练时间和样本数据也将大大增加。

[0035] 本发明认为:当输出大于 0.85 时,认为避雷器出现故障,当输出小于 0.01,认为避雷器的运行都是正常的,绝缘情况是良好的,如果输出介于这两者之间,要实时的进行跟踪,以观察结果,并且存储数据,使模糊分析的精度更高。

[0036] 上面结合附图对本发明进行了示例性描述,显然本发明具体实现并不受上述方式的限制,只要采用了本发明的方法构思和技术方案进行的各种非实质性的改进,或未经改进将本发明的构思和技术方案直接应用于其它场合的,均在本发明的保护范围之内。

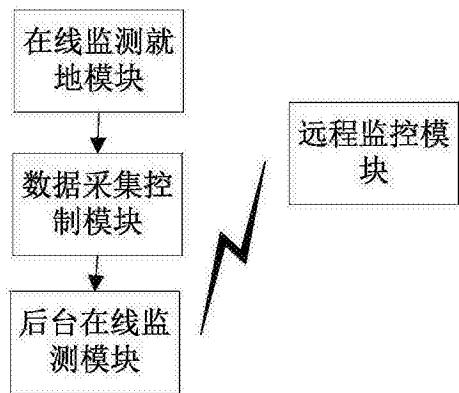


图 1

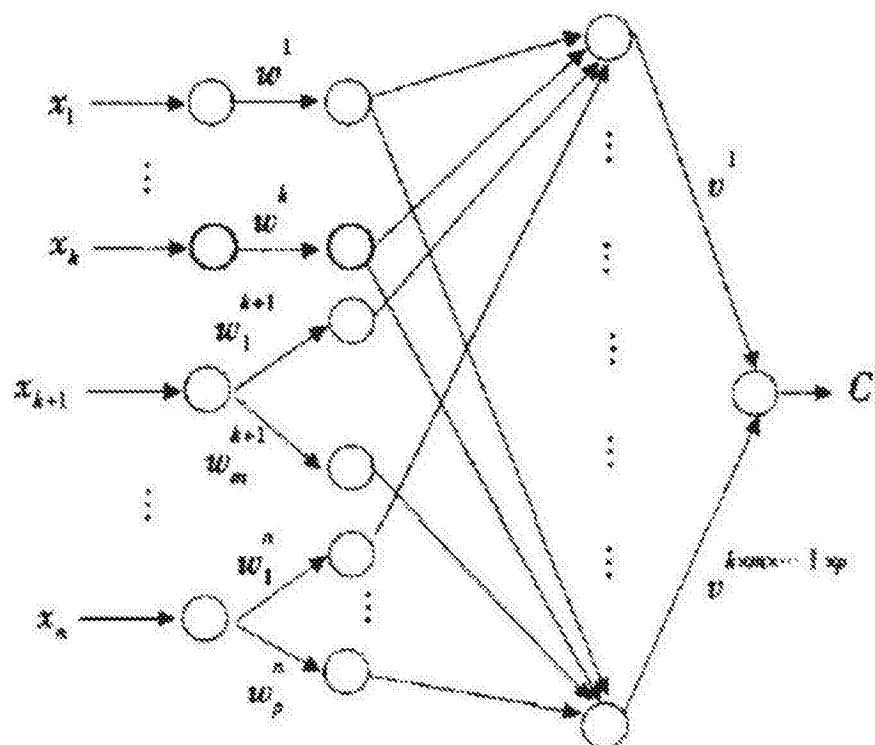


图 2