

配网设备状态评估验证系统的研制

吴晓飞¹, 尹飞²

(1.淮安供电公司,江苏 淮安 223001; 2.江苏方天电力技术有限公司,江苏 南京 211102)

摘要:文中以在线监测技术为基础,开发了一套配网设备状态评估验证系统。该系统具有数据采集和算法评估两大模块,并重点介绍了配网设备在线监测系统的搭建和设备状态评估方法。

关键词:配网;设备状态评估;在线监测

中图分类号: TM73

文献标志码: B

文章编号: 1009-0665(2012)00-0065-03

目前,我国现行电力设备的检修模式大多是以故障检修和预防性计划检修为主的检修模式,这种检修模式存在着检修频繁,检修费用高,盲目维修,检修过剩和检修不足同时存在等多重弊端。状态检修以设备当前的实际工作状况为依据,通过先进的状态监测手段,判断设备的状态,识别故障的早期征兆,对故障部位及其严重程度、故障趋势作出判断,并根据分析诊断结果主动实施维修。这种先进的检修模式已广泛应用于欧美等发达国家的电力系统的检修实践中,取得了良好的经济效益和社会效益^[3]。

1 系统结构

本文以设备状态监测技术为基础,结合神经网络、专家系统,开发配网设备状态评估验证系统,其物理结构如图1所示。

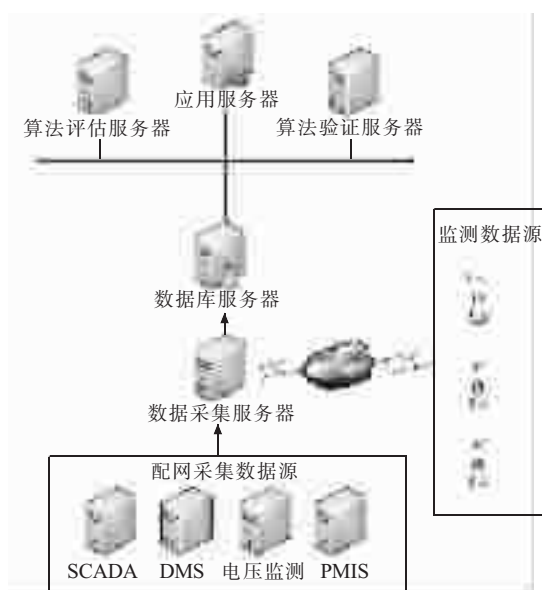


图1 配网设备状态评估验证系统物理结构图

系统包括数据采集服务器、数据库服务器、算法评估服务器、算法验证服务器、应用服务器。数据

采集服务器负责从其他业务系统和监测设备上采集各种配网设备的状态信息,并对数据进行清洗、转换;数据库服务器负责存储设备基本数据、设备状态数据及知识库;算法评估服务器负责设备状态评估,并将设备状态评估结果存入数据库服务器;算法验证服务器对算法进行验证,将结果存入数据库服务器;应用发布服务器为设备状态展示提供平台支持。如图2所示,系统主要包括两大模块:数据采集和状态评估。数据采集模块主要是从远程监测设备或其他业务系统获取设备的状态信息,并通过数据采集、转换,形成状态评估可用的数据。状态评估模块主要是根据状态数据自动选择算法和评估方式,对设备状态进行评估,状态不良则会提示用户。

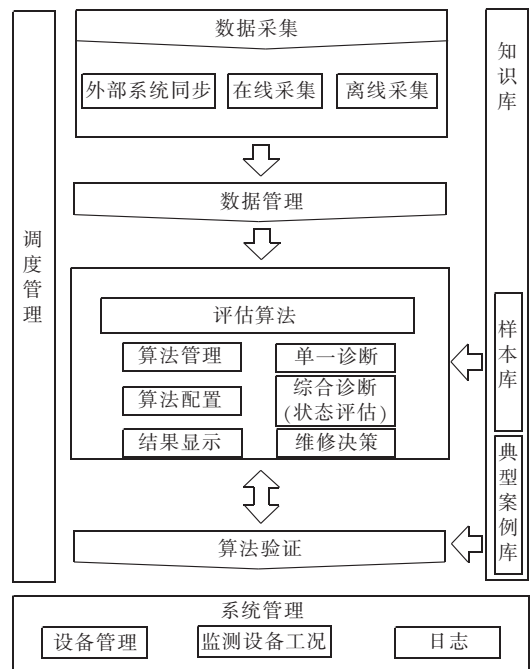


图2 配网设备状态评估验证系统软件结构图

2 数据采集模块

数据采集模块主要包括在线数据采集、业务系统数据集成、数据 ETL。

2.1 在线数据采集

在运行电压下测量的特征量比离线试验的同一特征参数正确度高,更能真实地反映设备运行的实时状态。因此,本系统以设备在线监测数据为判断设备状态的主要依据,辅以其他业务系统的设备状态数据。在线数据采集子系统采用 WSN(无线传感器网络)技术构建,主要由无线数据传输基站(主机)、无线温度传感器(测温模块)、无线温湿度传感器和无线避雷器泄漏电流传感器(测量互感器)组成,其结构如图 3 所示。

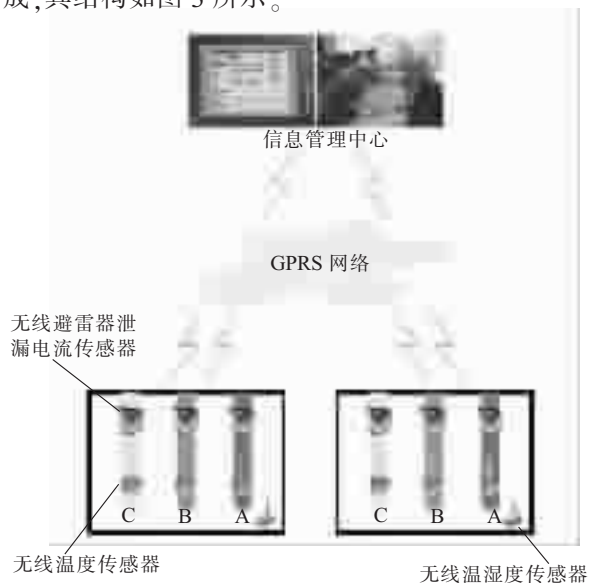


图 3 在线数据采集结构示意图

在线数据采集主要采集以下数据。

(1) 变压器局部放电。本文采用超高频检测法(UHF 法),通过传感局部放电所激励的超高频(300~3 000 MHz)电磁波信号,可实现局部放电的检测和定位。该方法能避开常见的电晕等干扰,因而抗干扰性能好,灵敏度高。监测的结果(局部放电量)通过无线方式发送到数据采集服务器。

(2) 电缆头温度。红外测温技术作为一种先进的检测手段,具有远距离、不接触、不取样、不解体,又具有准确、快速、直观等特点,能在运行中有效监测和诊断电力设备的过热缺陷,对电气设备的早期故障缺陷及绝缘性能作出可靠地预测,为设备的状态评价提供有效依据,是实现设备状态监测的有效手段^[4]。本文采用无线温度传感器对电缆头进行测温,结果通过无线方式发送到数据采集服务器。

(3) 避雷器泄漏电流。在电力系统中,金属氧化物避雷器是重要的过电压防护设备,其安全、稳定运行为电力系统提供保障。对于避雷器,由于其故障发展速度快,传统的每年一次的预防性试验是不能完全发现其缺陷的。监测运行电压下通过避雷器的持续电流,可以有效检测出避雷器内部受潮或电阻片

老化等中晚期异常情况。本系统采用无线电流传感器,将其卡在进出线分相电缆上,监测全电流和阻性电流,并将监测的结果通过无线方式发送到数据采集服务器。

2.2 业务系统数据集成

现有的 DMS 系统、SCADA 系统、故障报修系统、停电管理系统、营销系统、配网 GIS 系统等,均含有部分设备的状态信息。本文通过 WebService 的方式,直接获取这部分数据,作为评估设备状态的一种数据来源。

2.3 数据 ETL

数据 ETL 功能是将在线和其他业务系统数据进行一定的筛选和加工,形成状态评估模块可以使用的数据。该功能在数据采集后自动执行。

3 状态评估模块

状态评估模块根据采集到的设备状态量数据,结合神经网络、专家系统,分析数据特征,智能选择诊断算法和诊断方式,对设备状态进行诊断,主要评估方式有单一诊断和综合诊断两种。

3.1 单一诊断

单一诊断是指对一种检测方法所取得的数据进行处理和判断,得出故障征兆或有关设备状态的初步结论。检测的数据通过与规程、历史检修和故障数据、实验数据、同类设备检测数据比较,并考虑当前系统的运行状况,通过专家系统建立配网主设备状态的单一诊断规则,并将这些知识保存在专家系统的规则库中,作为下次诊断的依据。

3.1.1 局部放电

采用超高频信号幅值(mV 值)表征局部放电水平,通过比较局部放电试验时的放电起始电压与现场变压器实际运行电压,将出厂、交接或大修时试验电压下的超高频局部放电信号最大幅值作为变压器局部放电在线监测初始值,并以此作为运行电压下的局部放电的“注意值”。在变压器局部放电检测超标的情况下,可对变压器进行油中色谱分析(离线检测数据)。

3.1.2 电缆头温度

目前,温度检测的判断方法主要有以下 3 种。

(1) 表面温度判断法。根据测得的设备表面温度值,对照 GB/T 11022—1999《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》的规定,凡温度超过标准的可根据设备超标的程度、设备负荷率的大小、设备的重要性及设备承受的机械应力的大小来确定设备缺陷的性质,对在小负荷率下温升超标或承受机械应力较大的设备要从严定性。

(2) 相对温差判断法。当环境温度低,尤其是负荷电流小的情况下,设备的温度值并没有超过规定要求,但大量事实证明此时的温度值并不能说明该设备没有缺陷或故障存在,往往在负荷增长之后,或环境温度上升后,就会引发设备事故。故对电流型设备还可采用“相对温差”法来判别故障。

(3) 同类比较法。在同一电器回路里,当三相电流对称和三相(或两相)设备相同时,比较三相或两相电流致热型设备对应部位的温升值,可判断设备是否正常。若三相设备同时出现异常,可与同回路的同类设备比较。当三相负荷电流不对称时,应考虑负荷电流的影响。根据同类设备在正常状态和异常状态下的热谱图差异来判断设备是否正常。综合应用各种故障诊断方法,对设备的热状况进行全面分析,从而得到较为准确全面的设备状态信息。

鉴于以上的方法都有自己的优点以及不足,故本系统结合直接温度、相对温差法、同类比较法进行综合考虑判断。先利用层次分析法确定3种方法的比值权重,利用模糊数学的思想将阈值边界模糊化,再通过打分的方式得出结论。

3.1.3 避雷器泄漏电流

通过在线泄漏电流的测量能够发现已发生有较大故障或老化较严重的避雷器,但对其早期的老化或受潮反应不灵敏。这是因为全电流峰值由容性和阻性电流组成,阻性电流所占成分很小,所以全电流对阻性电流的变化反映不灵敏,因此须通过阻性泄漏电流分量来评估避雷器状态。一般来说,判断准则为:在线的电阻性泄漏电流分量/在线全泄漏电流测量值 >0.25 时,应加强监测,当阻性泄漏电流分量值增加1倍时,应建议停电检查。检测的结果(泄漏电流)通过系统的相关判法(阈值)可以根据检测情况给出设备正常、注意和严重故障的结论。

3.2 综合诊断

综合诊断运用神经网络在故障征兆与故障位置之间建立起数学模型,将综合诊断知识存储在知识库中,输入故障征兆经过模型的处理后得到准确

故障定位。首先,以预防性试验为基础,综合考虑工作环境、运行资料、检修记录情况,建立层次型评估指标体系。引入了相对劣化度来表征变压器实际状态向故障转化的相对劣化程度。利用模糊统计试验法和模糊分布法分别建立了定性指标和其余定量指标相对劣化度的隶属函数。在此基础上,基于模糊综合评判思想建立电力变压器运行状态评估模型,利用模糊迭代自组织数据分析算法(ISODATA)对油中5种气体($H_2, CH_4, C_2H_6, C_2H_4, C_2H_2$)进行聚类分析,分析结果可以得出5类故障,即发热、中低温过热、高温过热、低能放电和高能放电。

4 结束语

电力设备检修技术的研究具有良好的经济效益和社会效益,电力设备的维修由过去的计划检修向状态检修发展势在必行。本系统在设备状态在线监测系统的部署和检修计划优化等方面做了一定的探索和实践,但仍然有许多问题需要进一步研究,如建立准确的设备可靠性模型,建设设备故障诊断的专家系统等。

参考文献:

- [1] 国家电网公司, Q/GDW 644—2011 配网设备状态检修导则[S].
- [2] 国家电网公司, Q/GDW 645—2011 配网设备状态评价导则[S].
- [3] 许婧,王晶,高峰,等. 电力设备状态检修技术研究综述[J]. 电网技术, 2000(8).
- [4] 王春海,牛凤丽. 红外线测温仪在配电设备状态检修中的应用[J]. 中国设备工程, 2009(11).
- [5] 李党. 基于改进遗传算法的供电设备检修计划的优化[J]. 广东输电与变电技术, 2009(04).

作者简介:

吴晓飞(1973),男,江苏涟水人,工程师,从事信息系统开发和电力科技信息管理工作;
尹飞(1978),男,安徽巢湖人,工程师,从事电网信息化相关信息系统设计、开发工作。

Development on Distribution Equipment Condition Evaluation System

WU Xiao-fei¹, YIN Fei²

(1. Huai'an Power Grid Co. Ltd., Huai'an 223001, China;

2. Jiangsu Frontier Electric Technologies Co.Ltd., Nanjing 211102, China)

Abstract: A set of distribution network equipment condition evaluation system is developed based on online monitoring technology in this paper. This system has two modules including data acquisition and algorithm for assessment. The building of distribution network equipment on-line monitoring system and the method of equipment condition evaluation is focused on.

Key words: distribution network; equipment condition evaluation; on-line monitoring