

[变电站]

以提升自动化运维水平为导向的变电站环境管控系统

文/国网山东省电力公司淄博供电公司 胡新刚 刘故帅 包强 吕越群 祁宗岳

提出一种变电站环境管控新思路，通过对高压室内风机、百叶窗、空调系统和除湿机进行合理化改造，加装数字化监控单元，并建立联动控制单元。实现变电站高压室环境自动就地管控，为开展变电站环境评价、新建变电站规划设计中温湿度优化控制以及运行变电站污秽处理方案优化等提供技术支持和理论依据。

随着信息时代的持续发展，自动运维已经成为智能变电站的重要组成部分。面对越来越复杂的业务和越来越多样化的运行环境，需要越来越合理的模式来保障运维工作更灵活便捷、安全稳定的进行，这种模式中的保障因素就是自动化运维。

目前，国内外变电站环境监测方面的专家从不同的方面进行了不同深度的研究。以变电站舒适度为目标的环境监测系统能够采集现场不同设备区域的不同类型的环境参数，以单一端子箱为研究对象的环境监测系统可以实现端子箱内温湿度自动采集传输等功能。但是，并没有文献研究变电站高压室内环境监测数据变化后如何实现自动调节，即变电站高压室内环境仍无法根据监测数据实现实时控制，所有变电站皆为无人值守变电站，均需运维人员到现场手动调节风机、空调和除湿机等高压室环境控制设施，造成人力物力的极大浪费。

因此，亟需研制一套高压室环境控制系统，能够在变电站高压室内规模化安装，实时监测、控制高压室内环境情况，将高压室内温湿度始终控制在最佳范围内，提高开关柜设备的电气绝缘强度水平，杜绝因开关柜设备受潮导致的故障，确保变电站安全运行。

环境管控系统设计方案

1. 总体设计思路

首先，对高压室进行全密闭改造，通过通风口内侧的电动百叶窗实现通风口的密闭，通过门窗处的位置检测器实时监测门窗的开关状态，在电缆沟进入室内处设置沙墙，从而实现高压室的全密闭运行；然后，利用在线监测单元实时采集室内外温度、湿度、灰尘、开关柜设备温度和局部放电等数据，并上传至联动控制单元。最后，联动控制单元对采集到的信息与动作阈值（温度35℃、湿度60%、污秽度B级）进行比较分析，联动风机、百叶窗和空调等环境控制设施，实时调节高压室内温湿度，确保开关柜运行环境始终在最佳范围内。

2. 逻辑组成简介

“变电站高压室环境管控系统”包括：环境控制设施、在线监测单元和联动控制单元3个部分，系统组成如图1所示。



图1 环境管控系统的3个组成部分

在线监测单元包括：温湿度传感器、开关柜设备在线监测装置。在高压室内外各安装两路温湿度传感器（如图2所示），在开关柜三相上下静触头、电缆接头等9处安装温度在线监测装置（如图3所示），在后下柜安装特高频、暂态地电压和超声波3种局部放电在线监测装置。将室内外温湿度信息及开关柜设备温度、局部放电信息实时采集并上传至联动控制单元。



图2 传感器

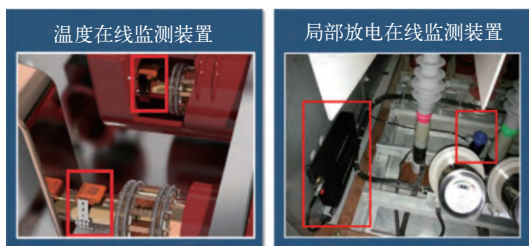


图3 在线监测装置

联动控制单元：接收在线监测单元采集的环境信息与设备信息，根据设定的逻辑阈值自动进行动作判断，向环境控制设施的控制器发出动作指令，环境管控系统的逻辑方案如图4所示。

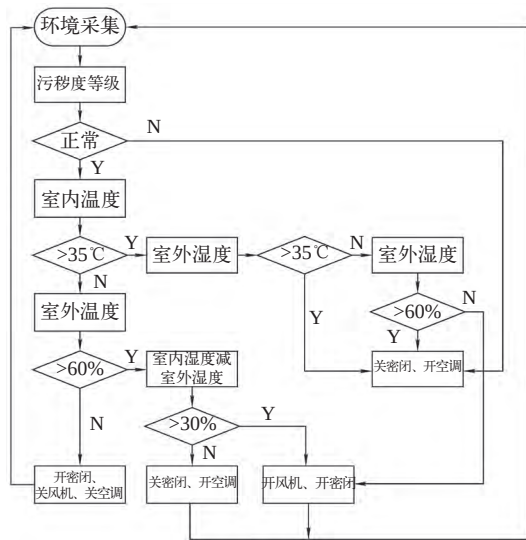


图4 环境管控系统逻辑方案

环境控制设施包括：风机、电动百叶窗空调和除湿机等，并在这些设施上加装控制器，根据联动控制单元的指令进行动作。

3. 系统通信方式

本系统提出一种基于ZigBee的环境监测系统方案，采用CC2530射频芯片搭载Z-Stack协议完成变电站温湿度及污秽信息的无线传输，使用Lab-VIEW软件实现变电站环境信息在PC机上的实时显示。环境管控系统分层示意图如图5所示。

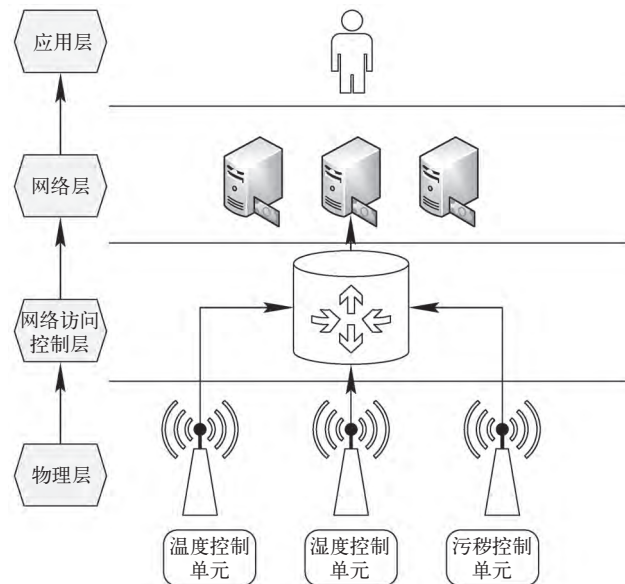


图5 环境管控系统分层示意图

环境管控系统特性分析

1. 物理特性分析

变电站高压室的内部构造紧凑，每个部件应满足各个电压等级的安全距离要求，运行环境多样。此外，各个变电站主要采用无人值守的运维方式，各类警示标志较多，运行及待用间隔相距较近，所以，环境管控系统除要完成特定的功能外，还应以不影响高压室内设备正常运行作为必要条件，变电站高压室环境管控系统应满足要求如下。

- 1) 鉴于变电站高压室的结构特点，监控点占用的物理空间应足够小，操作维护应方便。
- 2) 变电站房间较多，为实现在不同环境下均能正常工作，要保证装置价格便宜、通用性强且可靠性好。
- 3) 为适应变电站特殊的电磁环境，要求系统具有一定的抗干扰能力，确保环境管控系统正常运行。

4) 上位机需要具有温度、湿度和污秽程度的实时监控、超限报警及历史数据查询等人机对话功能。

2. 网络特性分析

使用无线传感器网络进行环境监测与传统的环境监测手段相比，具备以下显著的优势。

1) 传感器节点体积很小, 可以认为对监测环境没有影响, 采集数据准确, 针对特定环境整个传感器网络只需部署一次, 且灵活性较高。

2) 传感器网络可以采集大量的数据且准确度和精度高。传感器节点数量庞大, 分布密度相对较高, 每个节点均可监测到周围环境的详细信息并汇总到中心节点。

3) 无线传感器网络节点是可以进行计算储存的, 它能够复杂地监测显示周围环境的变化。传感器节点还可以进行无线通信, 可以实现节点与节点间的协同监测。

4) 组网方便, 在监测节点数量或位置变动时无须人工干预即可自动组网。

3. 系统优势分析

本文所述变电站环境管控系统具有: 室内“全密闭”、设施“全联动”和状态“全掌控”的优势。

(1) 室内“全密闭”

在通风口内侧及风机口处装设电动百叶窗, 每个窗叶边缘加装密封胶条, 实现通风口的密闭。当风机启动时, 百叶窗自动开启, 形成空气对流。当风机停止时, 百叶窗自动关闭, 保持室内密闭, 防止室外雨水、潮气和灰尘进入。在高压室门窗边缘加装密封胶条, 并安装位置检测器, 实时监测门窗的开关状态。在电缆沟进入室内处砌防水砖墙, 中间填充细沙作为沙墙, 防止室外电缆沟潮气进入室内。

(2) 设施“全联动”

对绝缘强度与温度、湿度和污秽进行关联性数据挖掘, 分析出绝缘强度的环境最优控制值, 设定环境控制设施的阈值(温度35℃、湿度60%、污秽度B级), 制定设施联动的控制逻辑。

根据室内外环境信息实时联动环境控制设施, 将室内湿度、温度控制在最佳范围内, 有效规避开关柜内凝露点, 防止开关柜设备的绝缘介质表面发生凝露现象。

(3) 状态“全掌控”

实时监测室内外温湿度及开关柜设备温度、局部放电等数据(如图6所示), 并在数据越限前, 及时发出告警信息, 实现环境、设备状态有效掌控, 隐患早发现, 为主动运维提供决策依据。

试例验证

国家电网公司出台的《十八项电网重大反事故措施》要求35 kV开关柜设备各相之间最小空气绝缘净距离不小于300 mm。目前, 某省公司物资



图6 数据监测界面

采购标准中仅有1 200 mm和1 400 mm两种柜宽的35 kV开关柜, 受到尺寸限制, 绝缘净距离分别为230 mm和270 mm, 不满足反措的要求。虽然厂家采用加装绝缘隔板或热缩护套等措施来提高柜内导体间的绝缘强度, 由于高压室尚无有效的环境控制措施, 室外灰尘、潮气通过通风口进入室内, 导致开关柜绝缘隔板和热缩护套脏污、受潮, 造成绝缘强度降低, 易发生局部放电、闪络和绝缘击穿等故障。目前, 全省此类问题的35 kV开关柜问题高达3 747面, 存在较大的设备安全隐患, 严重影响电网安全运行。

该变电站环境管控系统成果已在该省某市境内24座220 kV变电站、33座110 kV变电站的35 kV高压室安装应用, 自2017年底至2018年12月, 环境设施动作68 400余次, 通过温度、湿度和污秽的控制, 将高压室内温度控制在35℃、湿度在60%内, 优于《变电五项通用规定》中对于高压室温度45℃、湿度75%的要求, 极大优化了运行环境, 提高了开关柜设备的电气绝缘强度, 全部消除了存在的25面开关柜局部放电缺陷, 杜绝了因开关柜受潮造成母线、变压器损坏的风险, 提高了变电站的安全运行水平, 安全效益显著。

结束语

①在高压室温湿度及污秽程度发生变化时, 该系统可以自动判断并执行逻辑指令, 保证了高压室环境维持在较优水平; ②该系统提高了变电站自动运维水平, 减轻了运维人员的工作量, 具有一定经济效益; ③该系统为开展变电站环境评价、新建变电站规划设计中温湿度优化控制以及运行变电站污秽处理等提供了一定的技术支持。

在变电站环境治理方面, 需进一步完善自动运维体系, 增加居民噪声监测、电磁干扰监测和SF₆泄露监测等方面, 提高本文所述系统的兼容性和全面性。EA

(收稿日期: 2018.12.26)

(编辑: 朱金凤)