

矿井变电所故障分析及监测研究

王 磊 (大同市焦煤矿, 山西 朔州 038300)

摘 要: 变电所是矿井机电设备运行的主要动力来源, 变电所运行可靠性及稳定性直接关系矿井生产效率以及安全保障能力。为提高变电所故障应对能力以及故障维护效率, 文中在分析变电所常见故障基础上提出通过故障监测系统对变电所内主要设备运行进行监测, 以便实现故障排查以及定位目的。对故障监测系统结构以及现场布置等进行阐述, 现场应用后故障监测系统可实现变电所设备运行监测以及故障预警, 可在一定程度上提升矿井供电系统可靠性。

关键词: 变电所; 故障监测; 机电设备; 供电系统; 在线监测

供电是实现矿井综合机械化生产的基础, 变电所起到接收电力、电压转换并为各类机电设备分配电能等作用, 变电所运行可靠性以及稳定性会直接影响矿井生产以及安全^[1-2]。在实际生产过程中, 变电所故障时有发生而且故障类型多样, 给故障检修以及后期维护等带来一定影响^[3]。变电所故障中常见类型包括有绕组结构老化导致匝间绝缘故障或者主绝缘故障, 在遇短路冲击时极易出现绝缘击穿问题; 避雷器操作不当或者受潮等导致阀片受损, 在运行过程中发生温度过高甚至爆炸; SF₆ 由于漏气出现拒动作或者由于绝缘失效导致击穿发生; 隔离开关受触头位置发热或者接触不良影响, 导致出现高压电弧; 局部放电导致漏电伤人或者设备故障等。变电所设备出现的各类故障均会给矿井正常生产以及生产安全带来威胁^[4-7]。为此, 文中根据现场监测需要设计一种变电所故障监测系统, 该系统可在线对变电所运行实时监测, 同时可减少变电所值守人员数量甚至实现无人值守, 当监测发现变电所有潜在故障时可及时进行预警, 为后续设备针对性维护提供指导。

1 矿井变电所监测总体方案

矿井地面布置的变电所等级一般为 35kV, 双回路进线 (一主一备), 从而为矿井省提供可靠的电力供应。由于变电所内设备种类繁多, 笔者就参考相关研究成果以及矿井地面变电所内实际情况, 对变电所监测系统进行设计。监测系统结构包括有数据采集器、传感器、计算机、通信网络以及软件系统等。由于矿井变电所内设备种类以及数量等较多, 因此在监测系统设计时应重点针对变电所内故障发生率高或者重要程度较高的设备进行监测, 例如电流互感器、变压器、避雷器等。监测时使用的传感器类型包括有电流传感器、电压传感器、UHF 传感器以及温度传感器等。传感器获取到温度、电流以及电压等模拟信号经过模/数转换后生成数字信号, 数字信号经预处理及调理模块处理后, 通过数据采集器传输给监控软件, 监控软件内各功能模块对各个传感器监测结果进行分析, 并判断变电所内变压器、电流互感器、避雷器以及电压互感器等设备是否正常运行, 当发现异常时会发出预警信息并在显示屏上标注异常位置。具体变电所监测系统结构见图 1 所示。

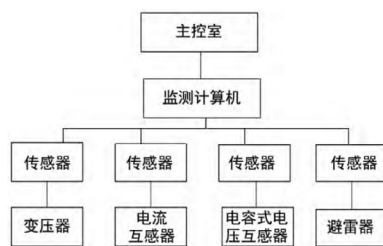


图 1 变电所监测系统结构

2 监测系统硬件结构

综合考虑成本以及监测系统结构功能, 监控系统硬件采用模块化结构, 具体结构见图 2 所示。系统硬件结构主要为传感器监测模块、计算机模块、数据采集模块等。监测系统采用的计算机为工控机, 具有稳定性好、适应性强等优点; 数据采集模块采用 USB 数据采集卡 (型号 USB5621A), 该数据采集卡有以太网双口通讯模拟量输入 (16 路) 以及 USB 输入, 8 路数字量输出、2 路模拟量输出。

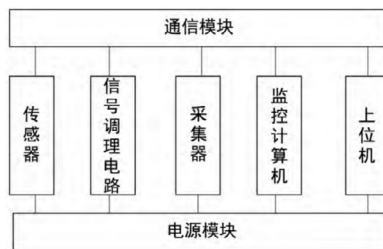


图 2 监测系统硬件结构

2.1 变压器监测

具体变压器监测子系统结构见图 3 所示。



图 3 变压器监测子系统结构

变压器是变电所内的核心设备, 变压器出现故障会给矿井正常生产带来较大影响, 严重时会导致井下出现安全事故。为此, 设计的变压器监测子系统结构模块包括有铁芯接地电流监测、局部放电监测以及温度监测等构成。铁芯接地电流监测通过电流传感器监测泄漏电流

实现,并依据监测到的泄漏电流变化情况及早识别变压器内部异常情况;将泄漏电流范围确定为0~5A,当电流传感器监测到泄漏电流异常时则监测系统会发出预警信息。局部放电监测通过UHF局部放电传感器实现,UHF局部放电传感器监测带宽为0.3~2GHz、监测灵敏度10PC,可灵敏的探知局部放电伴生的高频电磁信号,监测结果可靠性高,将该传感器布置在变压器周边即可实现局部放电监测。温度传感器为抗干扰能力强、精度高的光纤温度传感器,可对变压器温度变化进行实时监测,监测系统内设定温度阈值,当发现变压器温度超过阈值范围时系统会自动发出预警。

2.2 容性互感器监测

电流以及电压互感器是变电所内常见电气元件,一般为电容式绝缘结构,对此类互感器监测可通过对测量介质损耗实现。采用电流以及电压传感器测量结果计算得到介质损耗引起的设备总电流、有功电流,并得知电容值以及介质损耗因数,由此对绝缘结构状态进行判断。当电容值以及介质损耗因数超过正常设定阈值后,表面容性电器设备绝缘结构已出现变化,存在绝缘失效风险,监测系统会发出预警。选用的电流传感器型号为P030A、电压传感器型号为G150V,具体变电所内容性互感器监测子系统结构见图4所示。

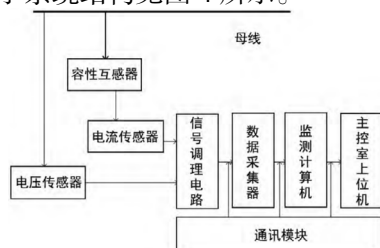


图4 容性互感器监测子系统结构

2.3 避雷器监测

现阶段矿井变电所内常用的避雷器结构类型为氧化锌结构,此类避雷器可等效为串联的电阻片。通过在避雷器位置安装电流及电压传感器即可实现电流、电压信号提取,通过傅里叶变换即可得到阻性电流。阻性电流可直接表征避雷器内部工作状态,避雷器正常工作面时阻性电流很小,占总电流比值在10%以内。同时对三相漏电电流变化情况进行监测,若阻性电流占总电流比值在20%以上或者某一项电流增幅超过30%时,监测模块即会发出预警信号。

2.4 通信网络

监测系统获取各个位置传感器监测数据并对监测信号进行预处理,信号采集设备采用RS-485串口通信方式将结果传输给监控计算机。监控计算机与上位机间通过以太网方式进行通信。

3 故障监测系统软件

故障监测系统软件对传感器获取到的数据进行分析处理,并按照内嵌的控制流程判断监测设备的运行状态,针对性给出控制指令。故障监测系统软件基于PLC编制,综合考虑编制难度以及时间,选择采用梯形图编程语言

进行编程。具体监测系统软件运行流程见图5所示。

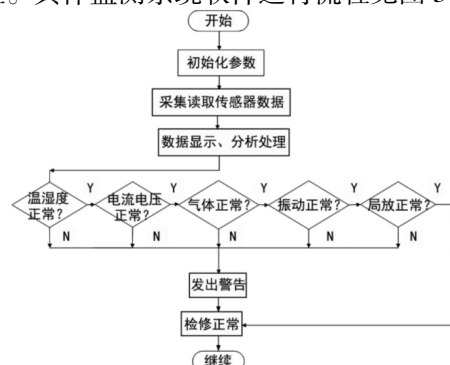


图5 监测系统软件运行流程

4 现场应用效果分析

依据矿井变电所实际情况对故障监测系统进行设计并于2019年7月开始应用。在后续使用过程中监测到2#变压器存在局部放电(放电量为140pc)且持续时间长。对2#变压器三相局部放电量分别检测,发现A相、B相局部放电相对较低,而C相中高压局部放电量分别可达到160pc、230pc,根据以往经验判断C相分解开关可能存在故障。为此,对C相分接开关表面油污清理后,中高压局部放电量分别降至45pc、51pc。现场应用表明,文中所提的变电所故障监测系统可实现设备运行故障的及时监测,指导维修及保养人员精准排除故障,提升矿井生产保障能力。

5 总结

文中根据矿井变电所工作特点以及故障监测需要,提出一种故障监测系统,该系统主要通过传感器对电流互感器、变压器、避雷器等进行实时监测,依据监测结果对各个设备潜在的故障进行判定。

现场应用实践表明,监测系统在实际运行过程中故障监测及预警等功能完备,可在上位机显示屏上显示故障点位置以及潜在的故障类型。通过采用故障监测系统可为变电所维修人员故障排除以及维护提供指导,同时提高矿井供电系统可靠性。

参考文献:

- [1] 王海滨. 电网络和矩阵理论在变电所接地故障诊断中的应用[J]. 河南科技, 2021,40(07):96-98.
- [2] 段花利. 35kV 变电所运行常见故障维修策略[J]. 中国设备工程, 2021(03):46-47.
- [3] 孙国栋. 煤矿变电所故障诊断与监测系统设计[J]. 机电工程技术, 2020,49(10):230-231.
- [4] 尚清菊, 袁愈盛. 变电所直流系统的运行维护及故障处理[J]. 冶金动力, 2019(12):23-27.
- [5] 韩超. 煤矿地面 35 kV 变电所故障监控系统[J]. 机械管理开发, 2018,33(01):106-107.
- [6] 张培龙. 变电所的常见故障处理分析[J]. 计算机产品与流通, 2017(11):70.

作者简介:

王磊(1986-),男,汉族,山西怀仁人,本科,助理工程师,技术员。