

[在线监测]

智能变电站在线监测系统设计

文/国网上海浦东供电公司 弥 潇 曹 炆
北京电力公司客户服务中心 肖 亮

智能变电站通过科学精准的智能装置，实现信息自动收集、整理和审核，自主完成动态监控、调节和分析。总结系统要具备的作用，通过相关技术，完成智能变电站在线检测整合系统的设计。

智能变电站在线监测系统是对变电设备的工作状态进行动态的监控，整理统计的环境参数，监控的同时对监测和收集到的数据进行研究，根据研究结果分析和预测变电站可能会出现的故障，识别到故障风险后自主进行警报。

过去对变电站的检测修理是通过人工检修和故障检修相结合的模式，这种方法有两种弊端：一方面加大了人力和财力成本；另一方面无法保证检修的质量。我国电力设备的检测技术在不断完善和发展，推进了智能变电站系统工作的稳定化和高效化的发展。

智能变电站技术的特点

1. 设备智能化

智能变电站中，智能断路器和电子式互感器的结合，实现对信号源的更新和完善。过去的控制电缆和模拟信号逐渐被光纤和数字光信号所替代，实现了对数据信息动态的监控和对数据信息的整理，在技术方面促进信息之间的交流和共享。

2. 通信网络化

智能变电站技术推进一体化信息平台的构建和完善，远程控制技术完成对问题的发现和收集整理的工作，增进线上用户与用户之间的沟通和联系，推进智能变电站的通信网络化的发展。

3. 信息数字化

在一二次设备的帮助下，智能变电站技术实现

对信息网络实行高效率的管理和监控工作，经过一系列技术处理后，基本实现信息数字化，实现变电站管理更高效。

4. 信息共享化

一般情况下，智能变电站的间隔层和站控层设备帮助变电站在不同平台之间建立平等的信息交流制度，一方面促进数据信息之间的共享和整合，另一方面促进智能变电站技术的进步。

5. 应用互动化

智能化变电站增强变电站之间、变电站和用户之间以及用户之间的沟通和交流，凸显出智能化技术的作用。

智能变电站在线监测系统目标设定

为了更好地研究高效高质的智能变电站保护在线检测系统，实际工作中，从变电站需要具备的功能作用的角度考虑，智能变电站保护在线检测系统要满足以下几点。

1. 智能化

对在线保护状态进行评估，能够发现保护的固有问题，并对这些固有问题进行检测，尽可能地减少保护检修的次数以及检修时的停役几率。

2. 识别率

继电保护装置的二次虚回路应具备较高的识别率，同时尽可能提高正确率和稳定性，完成识别模拟量、开入量和开出量的工作。

3. 时效性

在线保护监测系统要具备一定的时效性，尽可能在第一时间对问题做出反应，如发生故障，具备第一时间将故障上传系统的能力。另外智能变电站要达到装置和技术成本的相关要求和标准。

软件系统整体设计

1. 系统层次设计

本文的在线监测整合系统完成了对过去的原有系统的完善和更新，设计原则主要在于便捷以及高质高效，完善了过去系统的操作流程及不同环节，更加突显了系统的功能；并对主IED和子IED功能进行融合，完成原系统的工作内容。

系统结构的设计主要考虑简洁的设计理念，在确保符合标准的前提下，最大化降低了操作的繁琐性及设备的投入量，提高了数据传输的便捷性，降低了系统的故障点，促进系统稳定工作。

根据通信标准完善了数据通信程序，方便对数据的接收和发送，简化了日后的故障排查工作。

系统设计涉及的操作流程较少，降低通信总线和电缆的长度，在一定程度上对成本进行控制，提高控制系统电磁兼容性。

2. 软件系统功能模块设计

1) 设备状态管理模块。主要包括针对智能变电站主线路以及系统绝缘性能的报警系统。系统主线路分为CVT绝缘状态参数、主接线图、主变压器铁心绝缘性能和避雷器绝缘参数。

2) 设备数据管理模块。对数据报表进行管理、曲线查询以及历史记录，不同环节实现对数据的整理、打印以及清除的工作。

3) 设备配置管理模块。管理系统新增设备以及删除设备。

4) 系统管理模块。登录管理分为管理用户账号信息、变电站名称、查询参数以及对数据的擦除工作。账号信息管理包括管理用户增减、用户权限以及登录等。用户在登录系统子模块时，要输入用户名和密码。

5) 系统维护管理模块。用户登录系统，整理和分析不同种类的故障清除方式，解决系统出现的问题，提高系统的维护效率。

6) 系统调试管理模块。测试在线监测系统，包

括对系统通信功能、扫描设备、系统参数配置和运行测试等模块的调试。对通信进行测试时，首先确定基本的通信参数，通信调试软件对系统进行通信测试。

3. 状态监测信息

利用智能变电站继电保护设备的状态检测信息，实现设备信息和计算机之间的信息共享和交流，完成分析和监测数据的工作。智能变电站继电保护状态的检修检测可分为：

1) 电源信息。指电源的输出电平。

2) 温度信息。包括运行时的设备温度、装置过程层的光纤衔接处的温度。

3) 光强信息。包括装置过程层光纤接口的传输光强以及光纤结构的接收光强。

4) 统计信息。包括实际运行无故障时间、SV统计信息和GOOSE统计信息等。

5) 自检信息。包括对装置硬件以及回路信息的自检。

合并单元和智能终端输出的可用于状态检测的信息有：

1) 温度信息。包括设备在运营时的内部温度以及装置过程层光纤接口的温度。

2) 光强信息。装置过程层光纤接口的发送和接收光强等。

4. 系统实时在线监测

在线检测是对现场运行中的设备状态进行动态的检测，统计和掌握设备和计量装置的故障情况，在终端事件以及主站软件的电压等基础数据的基础上，对产生原因模糊的故障进行分析。为实现这一目标，需要进行以下工作：

1) 将电流互感器、电压互感器和合并单元等数据信息进行汇总整合在数字式电能表中。

2) 对数字电能表中的电量数据以及状态信息等进行收集和整理。

3) 后台对收集统计的数据进行整合，并将数据提供给用户。

5. 继电保护操作回路状态监测

通过以下两个方面对直流电源进行测量：

1) 从欧姆定律出发，被检测对象在电阻确定的电路中，电压和电流已知，进行测量，例如分流器。

2) 以电磁场定律为依据, 在被测电流的基础上建立电磁场, 将电流问题转变为磁场问题, 获取其磁密、磁通或磁动势等信息, 通过相关公式计算电流大小。

3) 根据电热效应和电化效应的原理计算, 但缺乏准确性, 环境变化对其影响较大, 导致误差产生, 所以这一方式使用率较低。

现阶段我国针对直流电流的测量主要有核磁共振原理、分流器原理、霍尔效应原理、磁光效应原理、直流互感器原理以及直流比较仪原理等。

6. 变电站的二次设备监测

状态检修首先对设备状态进行监测, 判断变电站内的二次设备能否科学合理的工作, 估算可供使用的时间。变电站内的二次设备状态检测包括交流测量系统、直流操作、逻辑判断系统、通信系统和屏蔽接地系统。

交流系统的测量包含判断电流互感器、电压互感器二次回路的绝缘性、回路的完整性和测量元件的完整度等。

直流系统分为直流电源、操作及信号回路的绝缘性和完整性; 逻辑判断系统分硬件逻辑判断回路和软件功能。

7. 智能化变压器的在线监测

实际工作中, 变电站中的电力变压器出现问题, 一方面对变压器本身造成损耗, 另一方面可能会由于蝴蝶效应, 导致大面积用电故障。变压器故障包括外部和内部故障。内部故障包括放电故障和过热性故障。

相较于放电故障, 过热性故障带来的影响更大。固定绝缘处的热点可能会造成绝缘处的损坏, 很大程度上影响了其绝缘性。热点的温度呈现递增的发展趋势, 可能最终演变成电弧性热点, 对变压器造成不利的影响。过热性故障的产生原因分为异物、铁心片和绕组相间短路等。

导致放电故障的主要原因是绝缘内部的电场分布问题, 分布不均导致局部电场过大, 在局部发生固体绝缘击穿的情况。

另外, 金属部件本身存在或大或小的质量问题, 影响电场形态, 导致场强变化, 影响局部的放电。

智能变电站在线监测系统功能的实现

1. 数据采集模块

数据采集模块对运行中的智能变电设备进行参数检测, 通过通信协议和智能变电站的中心机房之间实现信息数据共享, 经预处理及集中处理后的数据传送到不同的地方中心机房, 针对这些数据进行研究和分析。不同电力设备的数据分析确定投入使用的数据类型, 提高数据的兼容性, 推进工作拓展和功能完善。

2. 变电站数据库的设计

智能变电站在线检测整合系统的工作中心在于数据库程序, 监测系统完成传输数据到数据库, 数据库对数据进行整理和保存, 以便随时整理和使用, 减轻了工作人员的工作负担。为了更好地满足数据的储存需要, 对在线监测整合系统数据进行保存, 达到变电站3~5年内的数据保存标准, 提高数据的综合管理能力。

3. 报警功能模块

在线监测环节最核心的部分在于设计的系统报警功能模块, 在设置系统参数最大值的标准下, 将监测的数据和设置的最大限值进行比较, 如果实际数据超过了设定的最大值, 报警系统做出反应, 第一时间将数据信息传递到智能变电站管理工作站, 管理人员对数据进行分析得出故障原因。

故障原因确定后, 根据具体情况采取科学合理的措施, 如需要人工进行解决, 就下达检修指令, 提供故障信息, 并委托专业人员进行检修。

结束语

落实智能变电站继电保护状态检修研究工作, 很大程度上降低停电问题的发生频率, 更好地使用电力设备; 减少误碰、误接线以及误整定等事件的发生次数, 加强变电站保护系统的安全性, 推进电网的高效稳定运行; 此外, 减少检修环节人力、物力和财力的消耗, 增加企业的经济效益。根据传统变电站的继电保护评价的标准和规范, 提高智能变电站继电保护状态检修能力和效率, 对行业的进步和经济效益的提高有重要的意义。EA

(收稿日期: 2021-06-29)