

# 智能变电站二次设备状态监测研究

杨 刚

(河南省电力公司信阳供电公司, 河南 信阳 464000)

**摘要:** 随着当代信息化数字技术和网络通信技术的不断发展和成熟, 变电站和网络技术相结合, 催生了智能变电站。本文以智能变电站设备状态监测为研究内容, 在探究智能变电站系统构成的基础上, 分析了智能变电站二次设备的状态监测过程, 最后对智能变电站二次设备状态监测过程中的故障诊断进行研究, 旨在为我国智能变电站二次设备状态监测水平的快速提升带来更多思路。

**关键词:** 智能变电站; 二次设备; 状态监测; 故障诊断

**中图分类号:** TM63

**DOI:** 10.12230/j.issn.2095-6657.2022.32.041

**文献标识码:** A

随着我国经济社会的快速发展和电力产业的不断进步, 电力应用范围越来越广, 而当代社会互联网通信技术以及数字化共享技术的发展, 使得电力产业逐步迈向智能化和数字化, 尤其是智能变电站的出现, 为社会各行业的快速发展提供了更有利的条件。但在智能变电站的实践应用过程中, 由于二次设备因连接不畅或程序设置存在漏洞等原因, 造成了变电站故障, 进而影响了整个智能变电站的应用价值。二次设备的状态监测和智能化控制, 能够尽可能地降低变电站设备在运转过程中出现安全故障的频率, 将变电站出现故障的原因扼杀在摇篮之中, 或者是在智能变电站出现问题后, 通过故障排查机制, 快速找到出现故障的地方, 采取针对性措施补救, 以降低变电站的经济损失, 确保智能变电站的正常运行, 从这个角度看, 二次设备的监测必不可少, 是有效保障智能变电站经济价值和社会效益的重要工具<sup>[1]</sup>。

效地完成数据信息的标准化传递, 也有利于智能变电站对数据信息进行高效率监控和采集。过程层和间隔层之间出现通信链路时, 为了保障传输的数据信息更高效和更精确, 必须使用质量更优良的互感器, 以达到两层级之间的通信要求<sup>[2]</sup>。

## 1 智能变电站二次设备状态监测系统的构成分析

智能变电站系统主要包括站控层、间隔层和过程层三大部分内容, 图1即为其架构示意图。站控层是指智能变电站实际运行过程中, 包括通信自动化甚至是数据链式管理等一系列内容的控制层级, 该层级的设置, 主要对智能变电站系统起到统领作用。针对智能变电站设备系统中的个别设备进行全过程监控, 对整个智能变电站进行监测控制, 保证相关参数信息能够在变电站正常运行的过程中得到更高效的传递, 使相关数据信息能够快速、及时地被收集和使用, 挖掘其中的潜在价值, 进而为智能变电站工作过程的优化奠定扎实基础。同时, 站控层具备操作闭锁和监控相关数据信息的功能, 能够保证该类数据信息被准确使用, 使所有的参数信息实现全过程及时更新, 使通过智能变电站设备的相关数据信息能够被及时采集, 有利于对智能变电站设备系统中的电气设备和电力系统进行高效率管理和维护, 避免出现线路故障。间隔层主要是借助传感器设备进行的智能变电站监管模块, 是在数据链路传输过程中实现信息共享。过程层主要涵盖了智能变电站系统中的部分一次电气设备, 包括了智能化电气设备, 甚至是终端智能设备等, 该层级的设置能对智能变电站起到关键性支撑作用, 有利于科学高

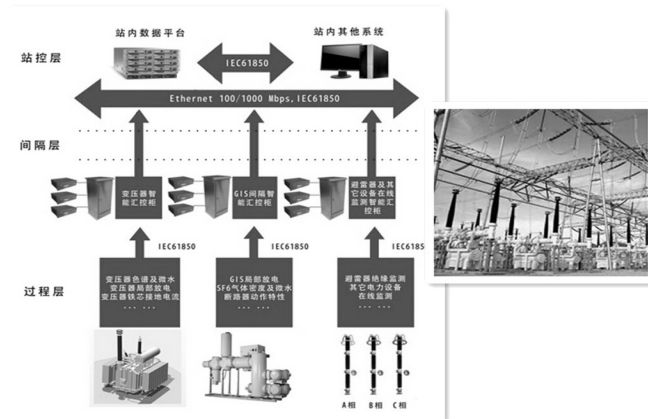


图1 智能变电站架构示意图

在智能变电站二次设备状态监测过程中, 二次设备部分的施工包括保护柜就位、电缆敷设、电缆接线、保护调试及整体传动和后台信号、遥测及远动调试五个部分。在保护柜就位过程中, 二次设备屏柜按照图纸设计顺序安装, 管子搬运两端露出约30cm, 以便调节转向, 注意防止手指压伤, 防止碰撞盘面损坏元器件、碰伤人员。同时, 保护测控柜接地端子以截面不小于4mm<sup>2</sup>的多股铜线与柜内接地铜排相连, 接地铜排应用截面不小于50mm<sup>2</sup>的铜缆与二次设备室等电位接地网。在电缆敷设过程中, 电缆敷设应摆放整齐, 横平竖直, 在电缆夹层、电缆沟拐弯处挂电缆牌及标记。不同电压的二次回路应避免共用同一根电缆, 二次电缆与一次电缆分开敷设。在电缆接线过程中, 校号头、接线要细心, 不得出错。如发现图纸与实际不符时, 应停止工作, 查明原因后再进行工作。二次回路控制电缆均采用屏蔽电缆、屏蔽层良好接地, 控制电缆的两端可靠接地, 微型保护装置屏柜内的交流供电电源(照明灯)的中性线不应接入等电位接地网。在保护调试及整体传动过程中, 应防止一次设备在传动中出现故障、防止试验设备损伤。在后台信号、遥测及远动调试过程中, 应防止直直接地<sup>[3]</sup>。

## 2 二次设备状态监测

### 2.1 计算机监测技术

随着当代数字化、信息化技术的飞速发展，计算机网络信息技术成为各行各业的重要技术组成，智能变电站同样如此，计算机监测技术探究智能变电站系统的数据测量，是智能变电站二次设备过程监控的重要内容，能够简化相关操作程序和操作步骤。总体来看，智能变电站二次设备状态监测过程中的计算机监测技术主要包括了数据收集模块、处理模块、监控模块、判断模块以及计算机高效测量监控模块等。图2即为基于计算机的数据监测系统架构示意图，其中收集模块主要对相关信息进行收集，保证数据传递的准确性和真实性，并对数据信息进行加工处理，使数据的收集能够作为智能变电站后续流程优化甚至是结构优化的基础依据，核算出更加正确的结果。同时，收集模块还能够对二次设备进行全过程实时监控，及时发现监控设备在运行中出现的故障并报警，计算机网络通信系统的数据信息涉及范围较大，内容较为全面，整个数据信息模块都能够达到管理和控制要求。处理模块主要是对计算机监控技术中二次设备的数据参数进行测量和控制，其数据处理结果和二次设备的运转情况紧密相连，从而保证了智能变电站中相关设备运转的准确性和高效率性。

例如，近年来智能变电站设备中的绝大部分电气设备采取蓄电池方式进行能量供应，不同设备对电流参数值和电压参数值的需求并不相同，这就需要数据处理模块获得不同设备的数据信息，并将该数据信息传递给数据处理中心，完成所有设备的过程监控和数据更新，及时发现不合格的数据，以避免出现安全事故。监测模块主要是智能变电站相关设备的数据传输，以数字化形式进行相关电气设备的数据信息传递，通过有限的链路通信模式实现，而监测模块则是在计算机监测过程中对上述数据信息进行全过程监测，进而使相关技术人员能够有根据地对相关数据进行核查，及时发现错误信息并更换。判断模块可以确保所有数据信息的准确性，使技术人员能够对智能变电站的相关参数信息进行科学考评，确保数据核查的正确率，同时还可借助该模块判断部分二次设备的运转状态，使其能够在智能化技术的支撑下更高效地运行<sup>[4]</sup>。

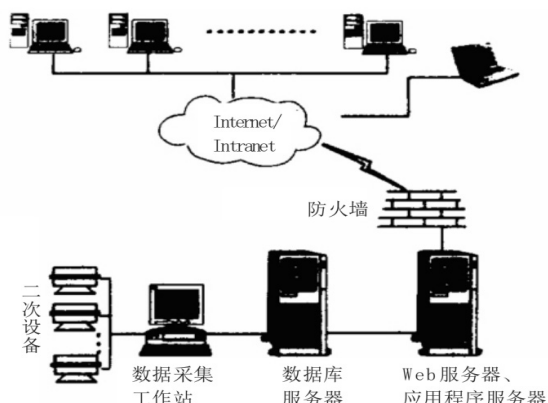


图2 基于计算机的数据监测系统架构示意图

### 2.2 在线检测监控技术

智能变电站二次设备监测系统中在线监测控制技术，是智能变电站发展过程中的重要帮手，能够引导智能变电站工作人员对

其中不合理的部分进行二次优化和改良，使得整个智能变电站的运转结构更加科学高效，提升其整体使用效率，图3即为在线逻辑链路监测示意图。在整个在线监测监控技术的使用过程中，系统的整体运行情况都能得到有效监测，进而完善控制系统的不足之处，其中包括了系统监测、设备监测和线路监测三大部分内容。以线路监测为例进行分析可知，智能变电站系统中的线路作为整个电力系统运行的重要组成部分，基本功能是传输电能，该线路质量是否合格将直接影响智能变电站整个电路系统的运转情况，因此，过程测量和检查控制是有效保障智能变电站系统平稳运行的关键。在电路的监测过程中，主要借助升降两方面的检查，保障电路的连接状态符合运行要求、电压值运行过程处于正确可接受范围之内，升压检测则能够检测到整个电路运转系统中的电流值和电压值是否处于标准范围之内。

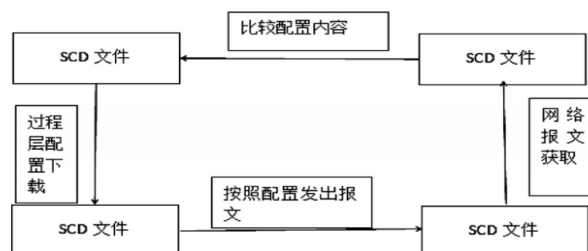


图3 在线逻辑链路监测示意图

### 2.3 分布式数字化保护装置的状态监测

分布式数字化保护装置的状态监测，是基于当代社会智能变电站运行、开发、使用所采取的全新数据信息传输架构模式而引进的电子互感器，该模式下的所有操作信息以数字化形式存在，上述数据信息能够直接传输到保护装置中，这就需要对相关参数进行加工，保证参数完全符合电子互感器的传输标准，能够使用以太网光纤作为其数据传输的基本载体，完成继电保护等诸多程序，图4即为该模式监测示意图。在此过程中，分布式保护装置的单位为间隔，能够充分发挥所有电子互感器的使用功能，通过一对一的监测方式，使其能够在多样化的监测空间装置内独立使用任意保护系统和过程衔接系统，保证其在间隔处能得到双重化的功能设置，从而使其能在特定条件下和智能变电站的二次设备相连接，保证智能变电站二次设备的数字化和智能化过程。

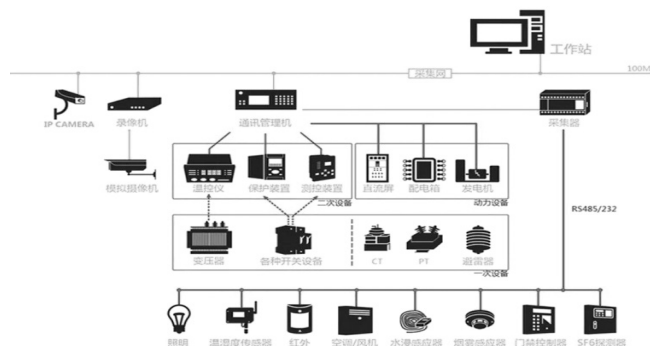


图4 状态监测示意图

### 2.4 对集中式数字化保护装置进行的状态监测

对集中数字化保护装置进行状态监测，主要是为了充分发挥智能变电站中多led的使用功能，使无数条链路能够完善其

测量监控功能。在智能变电站系统中，为了最大限度提高装置维护过程的合理性与科学性，往往使用继电保护装置保护其集中式数字化内容，该类双套保护结构模式，能够减少智能变电站工作人员的基本工作量和核查量。

### 3 智能变电站二次设备状态监测故障诊断

#### 3.1 故障诊断的模型

智能变电站的使用采取更加数字化、智能化的应用方式，一旦发现智能变电站运行系统中出现的问题，立马在全变电站系统中查找故障信息，快速处理存在的问题，最重要部分即在线监测系统和故障诊断系统。在智能变电站二次设备发生故障后，设备的任意地方都会出现大量的报警参数信息，无论是智能设备本身还是智能变电站通信电路的通报文中，都会出现大量的参数信息，而智能变电站所具备的在线监测系统和故障诊断系统，会对上述报警信息做出快速响应，使在线监测系统能够收集到上述报警信息，并将其发送给故障诊断系统分条处理，图5即为智能变电站链路故障定位示意图。也就是说，智能变电站在线监测系统和故障诊断系统之间相互联系，以各自不同的功能进一步划分为四个不同的层级。其中，第一个层级为数据信息的基础筛选和诊断，将智能变电站系统中存在的问题以遍历形式全部筛选出来，对问题进行统一筛选；第二个层级为诊断方法的筛选，按照不同的诊断方式进行综合性评判；第三个层级是数据结果对比分析，将不同诊断方法得到的数据信息汇总、分析、对比，得到综合性的判断；第四个层级是将最终诊断成果以报告形式输出，便于智能变电站工作人员有针对性地采取解决方案。

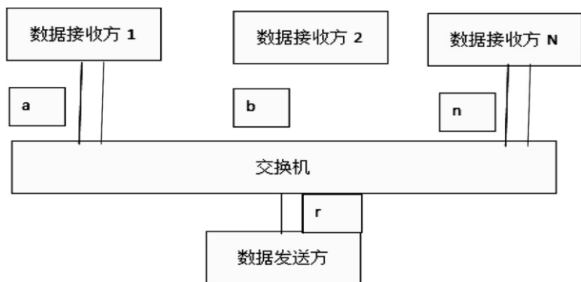


图5 智能变电站链路故障定位示意图

#### 3.2 故障诊断系统具有的功能

在智能变电站的运行过程中，故障诊断系统必须针对不同类型的故障做出不同的反馈特征，采取相适应的措施进行处理。一般情况下，智能变电站二次设备的故障诊断系统应该具备自检信息诊断、定时信息诊断、综合诊断和通信报文诊断四种类型。

自检信息的诊断，按照诊断目标的不同进行分类，可分为智能变电站诊断对象的设备诊断以及智能变电站诊断对象的通信过程诊断。对设备进行诊断，造成故障的因素主要包括智能变电站的检修板故障、回路故障，甚至是继电保护装置故障等任意设备的装置问题，这些问题一旦出现都会影响整个智能变电站系统的整体运转，因此，使用自检信息诊断，能够找到设备自身所存在的不足，进行精确判断。智能变电站功能性的诊断则主要是靠前方链路信息传递来实现的，包括智能变电站中设备的测量数据信

息、安全保护信息及控制信息等，上述的所有参数信息以数字化的形式传递到智能变电站系统中，以采样甚至是闭锁、跳闸的形式传导，而想要将站内的报文数据信息精确发送，就必须保证智能变电站设备处于完全正常的运转状态，一旦设备出现通信故障或通讯中断，将会导致整个智能变电站装备出现故障，设备的自检功能在此时就难以发挥重要作用，不能借助其精确的光纤链路端口的检查功能实现收发工作，更遑论提高工作效率。同时，检查数据报文传递通道是否出现故障，一旦出现故障，快速发出警报信息，从而判断通信电路终端的情况。

定时信息的诊断，主要是针对智能变电站设备出现的定时方向上的故障，该类故障出现的原因主要包括定时服务、时间变化等方面的异常，将上述信息进行整合分析后，能够确定出现故障的设备。

通信报文的诊断，则是在智能变电站在线监测系统中，当检测到通信报文中出现较高的误码率甚至是不正常的流量和丢包数时，就会发出相应的报警信号，如果技术人员不能够在第一时间处理上述通信报文故障，将会导致整个智能变电站通信系统网络瘫痪，甚至对链路系统造成巨大影响，进而对变电站的运行过程造成巨大经济损失。

第四种是综合诊断，该种诊断方式主要依靠在线监测系统，该系统将会收集一系列报警数据信息，包括定时报警参数信息、通信报文参数、报警信息等，进而对智能变电站，包括继电保护装置、测控装置甚至是智能终端装置等一系列的二次设备进行故障分析。

### 4 结语

本文着重研究了智能变电站二次设备的状态监测，在详细分析智能变电站系统架构的基础上，进一步分析了智能变电站故障诊断依赖的计算机监测技术、在线检测监控技术、分布式数字化保护装置状态监测技术、集中式数字化保护装置状态监测技术等重点内容，最后对智能变电站二次设备的故障进行了诊断分析，论述了智能变电站二次设备的故障诊断模型和故障诊断系统应该具备的基本功能，为我国智能变电站在未来的广阔应用提供了更多思路和启迪。

#### 参考文献：

- [1] 伟戈山, 杨杰. 智能变电站二次设备状态监测技术研究[J]. 互联网+安全, 2019, (11): 133-134.
- [2] 李清, 吴奇, 余妍, 等. 智能变电站二次设备在线监测与故障诊断技术[J]. 电力电子, 2017, (11): 246-248.
- [3] 胡定林, 陈飞建, 周世兴, 等. 智能变电站二次设备在线监测与故障诊断[J]. 电子技术与软件工程, 2019, (32): 208-212.
- [4] 陈思红. 智能变电站二次设备的状态监测技术研究[J]. 企业技术开发, 2018, (25): 20-22.

作者简介：杨刚（1964-），男，河南固始人，大学本科，工程师，主要从事电力系统输配电及用户工程建设施工及管理研究。