

# 110kV智能变电站设计及其可靠性分析

杨麒琨

国网西藏电力有限公司拉萨供电公司

**摘要:** 智能变电站的运行模式和管理模式与常规变电站存在较大的差异,采用传统的运营方式,难以满足新技术、新设备的要求。在物联网高速发展的基础上,产生了大数据、云计算等新型的人工智能化技术,新型的智能电网处理方式电力系统的自动控制和智能调节,为其提供了技术性的支撑,能够为管理人员提供进行分析决策的数据基础,进而提升了其与用户之间的协作互动能力。本文就针对110kV智能变电站设计及可靠性进行分析。

**关键词:** 110kV智能变电站;设计;可靠性

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2023.04.222

## 引言

智能变电站的设计将信息化、自动化、智能化技术结合起来。以规范化的数据共享,数据化平台和整站的数据信息作为基本前提,从最基础上达成了二次的设备数据信息化的内容传送,其主要通过采用220kV智能变电站的相关参数信息,让其达到高度集中的状态,从基本上完善自动化运行的管理状态。同时建立了程序化的操控系统,并在自动化设置下,程序化管理监控系统和站内数据信息决策分析系统。

### 一、智能变电站概述

传统变电站在通信传输上,是以电缆接入微机进行各设备的信号采集,未统一各个设备的通信规约,导致不同厂家的设备兼容性低,需要配置大量的规约转化设备进行信息汇集。在设备智能化上,未有智能化的设备,变电站数据监测匮乏,设备多依靠人工进行控制或维护,效率低下。智能变电站采用先进可靠的智能设备,以全站信息数字化、通信平台网络化、信息共享标准化为基本要求,自动完成信息采集、测量、控制、保护、计量和监测等基本功能,并可根据需要支持电网实时自动控制、智能调节、在线分析决策、协同互动等高级功能的变电站。与传统变电站不同,智能变电站是以通信网络为媒介,通信报文为传输方式,取代了传统的电缆的模拟信号传输,传输速度大大提高,同时更加便于实现数据交换,资源共享。与传统变电站相比,智能变电站还应用了许多高级的智能化设备,包括电子式传感器、智能网关、智能数据监测终端、无人机、机器人、带安防功能的摄像头、测控保护装置和智能远动机等。这些智能化设备的应用,使得智能变电站可以在全面透明的数据监测基础上,实现智能化运行、分析与控制。

### 二、智能变电站需求设计

#### 1. 智能变电站检测与诊断平台的需求

自国家电网第一批试点智能变电站投运后,智能变电站的雏形已显现出来。智能变电站对设备运行进行监测,实现设备的智能化运行。但由于系统较杂、功能单一,而且光电式互感器在运行过程中经常出现误发信号、链路中断等问题,有的智能变电站又被改造为传统变电站。如济宁地区的110kV微湖变电站,是2009年使用光电互感器的数字化变电站,由于光电互感器设备可靠性得不到保障,变电站故障频发,且光电互感器及其配套设备的厂商已停产其系列产品,因此该单位运检部决定将微湖变电站改造为传统变电站。

#### 2. 电站架构

以物联网为基础的智能变电站,按照终端层、网络层、平台层和应用层的层次进行体系结构的划分。

(1) 通过使用传感技术,从多个方面控制变电所的外部环境,内部电气量,状态量,行为量等,从而获得状态的感知。(2) 通过光纤网,电力无线专用网,4G/5G网络,广域窄带式物联网等,在网络层面上对变电站的资料进行了平台层面上的访问。(3) 通过云计算、大数据中心和物联管理中心的多种方式,在系统层面上进行信息的交流和分享。(4) 在使用层面上,建立变电站运行检查管理平台,变电站主设备监视系统,变电站副设备监视系统,实现电网故障预警,决策方案处理,以及后续的平稳运行。

#### 3. 设计方案

变电站一次设备智能化是智能变电站建设的第一步,由于变电站一次设备的自身绝缘难题,国家电网多次提出了建设智能变电站的新方案。截至目前,智能变电站的建设都是提升二次系统的智能化,即智能终端、合并单元以及合智一体设备,例如电子式互感器+合并单元→电磁式互感器+模拟量输入式合并单元、智能断路器→传统断路器+开关量输入式智能终端。

### 三、智能变电站设计现状

### 1. 接入方式问题

在变电站的电力线路内部，其元件和设备的种类是非常繁多的。其在运行的过程中，由于电回路采用的是次级相应的相关访问模式，然后利用调控电缆的手段，通过利用电压互感器、电流互感器的二次侧电流以及电压，共同链接到录波测控的装置和继电保护仪器内部，然后再对其开展对应的采样工作，在此基础上，再通过A/D转换器，把其电压以及相关的电流，逐渐转变为能够识别的数字信息参数等内容。在这个过程中，一定程度上受到相关的干扰，并且，在这个过程中，其所具备的信号的信噪，也会有相对显著的改变，这就对变电站核心设施以及相关的设备保护动作造成了很大的干扰。

### 2. 互感器运行问题

在电子互感器手册中，其主要是由电流互感器和电压互感器两部分构成。在它的变流器里有一个合并的单位项，但是，在一般的条件下，大部分的智能变电站所用的变压器和该站中所标明的变压器并不完全一样。各种互感器的输出量都受到其本身专用条款的约束。它并不能完全满足FT3格式的有关内容，这就导致不同的厂商在真实应用的过程中出现了许多不足。最后导致了电压和电流互感器的有关设计出现了不够科学的现象。

## 四、110kV智能变电站设计可靠性措施

### 1. 主变压器改造

正确选用传感器和组网方式，按照安全效益的原则确定需要监测的主变压器功能，选择可以真实灵敏地反映主变压器状态的监测项目，选用成熟可靠的传感器系统。目前，将主变压器的智能组件分为以下几种。1) 主变压器油气色谱及微量水元素监测组件。在主变压器本体增设双管道与油气色谱及微量水元素监测组件主机相连，采用基于非分散性红外技术(NDIR)的油气传感器，实现对多种指标气体和微量水元素的准确快速监测，且无须储气瓶，减少设备体积和后期维保工作量。2) 在主变压器本体的二次控制室设置内部油状态监测组件。将温度光纤传感器与主变压器绕组一起绕制。设置光栅串式温度传感器和点式温度传感器组合模式，对主变压器绕组各热点温度和内部纵向温度场分布进行连续监测，对主变压器的纵向温度场分布进行监测。3) 在主变压器本体端子箱设置内部机械监测组件，采用光纤传感器，将压力传感器安装在主变压器的每相绕组的上下压板的相对位置，用来监测绕组发生的相对位移，判断绕组轴向受力的情况，对变压器内部机械状态进行监测。

### 2. 电气回路接入方法设计

智能变电站，能够为这两种类型的变压器提供最基础的保护。如果一次设备不能达成其智能变电站的相关设计要求时，那么就可以利用电流以及电压互感器，通过二次绕组的手段，将其相互链接在相同的保护装置中，然后采用串联的方式，把电气回路接入其中。另外，为了实现智能变电站主开关的智能化处理工作，需要对其进行模拟。在接下来的工作中，与光互感有关的设备能够利用光纤电路，实现与智能变电站相关的数据信息的综合传输工作，使得回路以及多点接地和电压回路这三个关键问题，都得到很好的解决。在单元合并的过程中，需要接收到不一样的信号参数，之后，要根据计量装置、测量操控仪器和继电保护装置的相关需求，来对组织中的信号数据等进行合理的分配，再通过不同的数字参数，将二次设备的数字信号开展整体的传输工作，从而减少整个变电站的电线路的安全隐患。另外，智能变电站还可以利用光缆线路，将融合单元与远程模块进行相关的连接处理，将数字化的取样数据一起传输到两点相对的网络环路中，从而获得相关的电流和电压等参数。

### 3. 巡视管理

(1) 对合并单元的巡视和检查主要是对其外观、运行状态、通道状态等进行检查，查看其指示灯是否只是正常，故障灯是否处在熄灭状态。查看母线合并单元指示灯是否正常，相应标识是否指示正确，电流端子排测温检查是否正常。在检查合并单元的过程中，需要注意合并单元运行过程中，禁止拉开合并单元电源，检修压板严禁操作。(2) 对继电保护及安全自动装置的巡检，需要严格按照标准，确保继电保护和安全自动装置的外壳清洁，零部件不存在松动情况，外部结构无损坏；保护装置在正常运行的过程中，各项指示灯的显示正常，不存在异常响动。保护装置面板显示的运行参数正常，显示时间正常；定期完成测温检查，对光纤接口等重点位置的温度进行检验，在正常运行过程中要求其温度低于60℃。不存在异常告警，如果发现异常报文情况需要立即汇报，通知检修人员进行处理。测量继电保护及安全自动装置运行环境的温度和湿度，环境温度不得高于30℃，不宜低于5℃，湿度不应超过65%，如出现湿度过高的情况，应采取除湿措施，利用除湿机等降低环境湿度。定期对光纤回路进行清洁，清洁过程中需要做好安全防护措施，避免因清洁不当出现通信故障的情况。(3) 对监控系统的巡视应当重点检测其主备机

信息是否一致,检查网络通信状态,检测其遥感信息是否准确且实时传输,在观测过程中是否存在监测主机工作异常的情况,检查监控主机同步定时是否正常。网络交互机的巡检需要检查其告警灯是否亮起,如若亮灯则应对交换机连接的智能终端、测控、合并单元等进行检查,寻找告警灯亮起的原因。检查交换机端口的光纤标识、接地端子的标识,检查监控系统中变电站网络的通信状态。在线监测装置的巡检需要重视其无线网络、现场总线的检测,同时观察检测装置的外观是否存在腐蚀损坏的情况,装置是否连接牢固,管道接口是否存在上游泄漏。

#### 4. “有线”集成化技术

(1) 冗余自愈环网技术。在建立一个基于多个组件的结构模型时,必须将其与冗余自愈环技术相融合,使其在多个组件中高效地完成对分布式二次装置的防护,从而获得更好的防护作用。通过对多个组件间的协同作用,来提高系统的安全性和可靠性,并利用多个组件协同工作,以提高系统的可靠性。多组件协同工作方式,对多在此基础上,提出了一种适用于环形网络的备用自愈机制,并利用备用的备用机制MRP来克服环形网络的失效开关问题。(2) 三网融合通信技术。在早期,在智能变电站内网络通信中,最重要的是利用了分割虚拟局部区域(VLAN)的方式来完成对智能变电站网络信息内部处理的模式,从而构成了三网合一的通信方式。从三网融合的实时、可靠的角度来看,利用千兆以太网与PRP/HSR相结合的通信技术,可以实现智能化变电站的网络架构的高效整合。(3) EPON+定延时通信技术。EPON是一种利用无源光网技术,它具备高速、大容量、高带宽、高抗干扰等诸多优势,但目前尚缺乏有效的解决方案。采用“网采网跳”的网络化架构,即EPON+的一种改良技术,可以很好地克服这个困难的问题。

#### 5. 自身状态监测信息

在运行情况下,二次设备的自检信息主要有如下几个方面:1) 二次设备运行异常类信息,包括定值数据错误、定值区错误、采样模块异常、保护出口异常、存储扇区健康状况、闪存擦写次数、软件看门狗动作和RAM存储出错。2) 对装置电源板件输出装置的电源电平进行数据采集,当采集电压不在额定工作电压范围时,二次设备将发出电源电平警告。3) 对元件运行的环境参数进行采集,比如二次设备容器的温湿度、系统处理器板件温度、光口板温度和光口模块温度等。4) 远动管理机与网络分析类装置需要利用内存储存并分析大量

信息数据,运算频率高,对装置的处理器利用率、内存使用率和软盘响应时间进行监测。

#### 6. 开关柜的二次优化设计

智能变电站的开关柜是电力系统中的重要组成部分,它的二次优化设计是为了提高开关柜的性能和效率。这个过程包括以下步骤。具体来讲,需要确定开关柜的工作环境和负载情况,包括电流、电压、频率等参数。然后,选择合适的电力电子器件和控制技术,如IGBT、MOSFET等,以及先进的控制算法,如PID控制、模糊控制等。接下来,需要优化开关柜的电路结构和参数,包括电容、电感、电阻等。这样可以提高开关柜的性能和效率。同时,为了提高开关柜的智能化水平,需要采用先进的通信技术,如CAN、Ethernet等,实现开关柜的远程监测和控制。同时,采用可编程控制器(PLC)等技术,实现开关柜的自动化控制和故障诊断,提高开关柜的可靠性和安全性。此外为了评估和优化开关柜的性能和效果,需要进行仿真和实验验证。总之,开关柜的二次优化设计需要充分考虑电力电子器件、控制技术、通信技术、自动化控制和安全性等因素,以提高开关柜的性能和效率。

#### 五、结束语

本文详细阐述了智能变电站的定义、结构和主要特征,详细分析了物联网技术和智能电网之间的内在联系以及智能变电站中物联网技术的运用前景。研究基于物联网的智能变电站检测与诊断平台,对智能变电站进行完整监测,完成一次设备的监测和二次智能设备的故障诊断,为进一步研究提供理论依据。将各类一次设备的监测数据提供给智能变电站的网络,在站控层搭建设备故障诊断系统,实现一次设备的全面感知、故障分析告警,并结合预设的一次设备数据自动生成检修建议,实现电力物联网环境下一次设备的检测与诊断。

#### 参考文献

- [1] 刘晓瑞. 110kV智能变电站设计及监控系统研究[D]. 曲阜师范大学, 2020.
- [2] 王珂. 110kV智能化变电站电气系统设计研究[J]. 科技创新导报, 2020, 17(07): 9+11.
- [3] 王凯. 110千伏智能变电站设计及实施研究[D]. 中国石油大学(华东), 2019.
- [4] 张洁. 110kV模块化智能变电站二次系统的设计与研究[D]. 南昌大学, 2019.
- [5] 朱建. 500kV智能变电站的设计思路和建设模式[J]. 通信电源技术, 2018, 35(08): 63-64+70.