

[智能变电站]

220 kV智能变电站数字继电保护系统研究

文/重庆旗能电铝有限公司 蒲 素

社会经济快速发展，民众物质生活水平日益提升，对于电的需求也在日益增长，为了满足这些需求，就需要智能变电站。传统变电站经过多年发展积累了丰富的经验；与此同时，相关技术不断进步，为智能变电站的建设奠定了坚实的基础。数字继电保护系统是保障智能变电站稳定运行的关键，围绕智能变电站以及数字继电保护系统的定义与特征，对220 kV智能变电站数字继电保护系统的设计进行研究，以期能够保障220 kV智能变电站能够稳定、高效运行。

对于变电设备而言，电压超标的保护装置是其稳定、安全及高效运行的重要前提。通过保护装置能够及时发现电压故障，针对异常运行情况能够自动且及时断开断路器，将故障设备及时分离，将事故范围缩小，为用户连续、安全地供电。数字化继电保护系统能够将机器的运行状态进行一定程度的改变；智能变电站虽然采用的是智能管理系统，但是在电压保护方面还有完善的空间，因此研究220 kV智能变电站数字继电保护系统具有非常重要的现实意义，有利于保障变电设备安全、稳定及高效运行。

智能变电站继电保护系统分析

1. 智能变电站

(1) 定义

智能变电站是一种智能设备，具有低碳、先进、可靠、环保及应用集成等特点，整个变电站的信息能够实现操作数字化、共享标准化及平台网络化，能够对信息进行自动采集、计量、测量、监测及保护，并结合配电网实际情况进行在线分析、协同互动以及智能调节等。智能变电站具体指的是按

照IEC 61850标准，变电站内数字化一次设备、二次智能装置及一次电气设备均实现数字化通信以及数据建模；并在这个平台上完成各项操作，保障变电站安全、稳定及高效运行。

(2) 特征

1) 标准化。智能变电站数据交换具有标准化的特点，整个智能变电站按照IEC 61850的标准完成信息采集、传输及交互。

2) 网络化。具体指的是二次设备全面网络化，采用光纤替代控制电缆，依托网络方式对信息进行传输，同时还增加了合并单元设备、智能终端设备以及过程层交换机。

3) 智能化。指的是一次设备初步智能化，包括智能电子互感器等在内的各种智能设备。

2. 数字继电保护系统

与传统变电站相比，数字继电保护系统增加了电路保护系统等更多的功能，主要功能是保护电路系统。关于新型智能变电设备与传统变电设备的对比，如图1与图2所示。

对于智能变电站的继电保护系统而言，主要优化了网组方式，每一个层次都有一些改变。

1) 过程层。数字化继电保护系统采用并联模式的网络,能够结合实际情况灵活组合不同网络。一方面,能够最大限度保障不同网络的独立性;另一方面,能够充分提高各种设备的运行效率以及保障数据信息的完整性、真实性及时性。

2) 间隔层。数字化继电保护系统通过优化网组方式,确保国家电网系统之内的各种操作有序进行,例如,结合实际情况按照指令及时调节配电网。硬件设备,因为优化了网组方式,所以硬件设备随之优化,智能化设备能够有效摆脱笨重的传统硬件设备,不仅减少设备的占地面积,而且提升安装效率以及维修质量。在硬件设备的基础上,配置相应的软件,并结合智能变电站的需求对软件进行优化,对硬件进行试验,确保软硬件协调工作之后,才正式投入运行,达到节约成本、保障智能变电站稳定运行的目标。

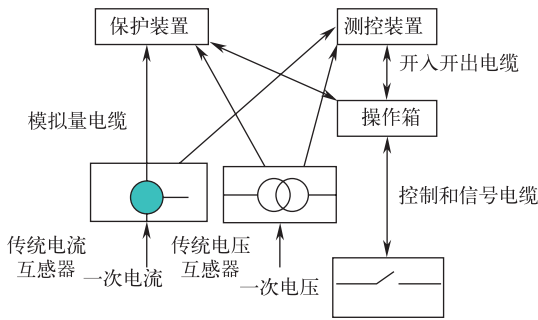


图1 传统变电站继电保护系统

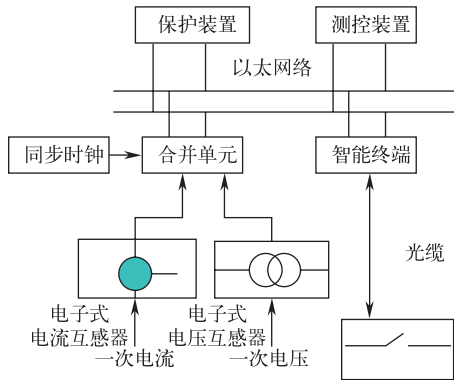


图2 智能变电站继电保护系统

220 kV智能变电站数字继电保护系统设计

1. 电气设备

结合数字继电保护系统的特点以及智能变电站的需求,在设计系统工程中,需要确定电气设备。几种电气主设备对比见表1。

表1 智能变电站数字化继电保护系统主设备对比

设备	HGIS	GIS	AIS敞开式
适用范围	比较小	非常小	比较广泛
用途	一般	小	大
成本投入	非常多	比较多	较少
维护成本	较少	较少	较高
故障情况	容易出现故障	不容易出现故障	容易出现故障
运行情况	高效、稳定	比较稳定	运行情况有待优化

智能变电站的相关设备基本上都在内部,室外露出部分几乎没有,因此HGIS的优势在于可以最大化减少外来因素的干扰。GIS的优点是成本低,而设备占用面积属于可控范围。HGIS是一种绝缘体,也可以认作是没有母线的GIS,通过对比,HGIS灵活性较强,如果电路出现危险,HGIS会结合电路系统实际情况及时预警,确保相关工作人员能够及时了解电路故障、故障地点及具体原因。AIS敞开式及GIS控制系统受到外部因素的干扰程度比较大,特别是温度,例如冬季,设备外部的温度很低,虽然可以通过加热设备完成加热,保障设备稳定运行,但是成本比较高,且技术实现保障程度较低,执行起来比较困难,不利于变电站长远发展。因此,智能变电站数字化继电保护系统采用HGIS。

2. 电子式互感器配置

电子式互感器配置将电作为主要能源开展工作,与传统传感器不同,传统传感器主要采用的是传统能源,电子式互感器通常不会发生爆炸及火灾。有源式HGIS电子互感器属于直流供电模式,这种传感器需要的电压很低,安全性很有保障。如果传感器出现故障,通常是小故障,不会出现爆炸、火灾等大型故障。对于220 kV智能变电站而言,必须高度重视安全性。

综合考虑相关因素,220 kV智能变电站继电保护系统必须严格按照IEC 61850标准采用电子式互感器配置,并在每个合并单元的电路保护系统中,按照IEC 60044-8的保护方式对网络信号进行传输。在电路实际工程过程中,每一个环节必须满足相关规定要求。完成之后,需要经过试验,试验不能低于日常正常电压数值0.2,才能保障电量测量的准确度。为了进一步保障220 kV电压能够稳定、高效输出,还需要执行独立的单线运行,不仅能够

保障线路能够独立运行，而且能够对电源进行更好保护。

3. 智能终端设备配置

智能终端设备配置需要按照相关标准进行。

1) 智能终端与传统终端不同。传统终端主要采用的是人工控制方式，整个操作比较繁琐，而智能终端控制系统操作更具有便捷性，能够满足电路控制的各种需求；同时，需要配置安全防护系统，有利于避免电路故障造成的危险因素。

2) 配置信息通信功能。确保每一个环节都能够达到高效通信的目的。首先应在箱的外部安装智能终端设备，为工作人员后续控制、维修及保养提供便利。设备上应配置多种接口，尽可能满足不同功能需求，接口需要包括信息通信系统、安全管理系统等。例如信息通信系统需要连接各种设备，并确保信号能够稳定传输，包括信息联系、信息交换以及信息传递上下行开关量的输入、输出等。智能终端设备包括以下功能。

(1) 智能操作箱功能

智能操作箱功能是电路保护类功能，依托智能系统，有效保护电路。智能终端接收到感应器所发送的指令之后，按照指令开展工作，以电路故障为例，智能终端可以结合故障的实际情况，决定是否将电闸开关关闭，这样才能保障整个变电站的安全。

(2) 智能I/O功能

智能终端设备依托GOOSE网络，管理自身开关系统、间隔断路器开关，因此，智能I/O功能应具备间隔断路器的接口节点。同时，智能终端要全面检测机器运行状态，利用网络传输系统，将相关信息上传到系统的信息量处理区，由系统判断发出指令，然后结合实际情况进行调节。

(3) 顺序控制

传统顺序工作采用的是人工操作方式，因技术人员的能力不同，顺序控制质量无法得到保障，而终端智能可以避免这样的问题。例如，在检修开关时，需要考虑到人工操作最大的影响因素是工作人员的技术能力与经验，如果技术人员技术能力比较低，就可能导致顺序控制出现失误，造成生命危险。因此，采用智能化管理进行顺序控制，由工作人员输入代码到智能终端中，系统按照代码进行顺序工作，达到安全控制设备的目的。此外，要注意

在输入程序代码时，必须严格按照相关规定以及说明执行，建议由经验丰富的技术人员或者是程序人员完成。

(4) 一次设备状态监测与诊断

随着社会经济的快速发展，我国大型变电设备的建设日益完善，从硬件来看，较完善且有一定的处理效率，但是整体上还有不足，其中比较突出的是系统监控问题。如果系统监控能够稳定、高效运作，将有利于工作人员及时发现问题并解决问题。基于智能终端设备的数字化继电保护系统具有监控功能，能够及时收集电路所有信息，并汇集到系统之中，而工作人员能够根据信息判断变电站的实际情况；同时，智能终端能够全面记录设备各种情况，并生成日志，维修人员可以调用相关日志，从而快速解决各种故障。

结束语

综上所述，通过设计220 kV智能变电站数字继电保护系统，可以进一步提高信号传输的稳定性与可靠性，有利于降低投资成本，减少变电站事故，提升整个变电站的自动化、智能化管理水平。该系统采用的是户外HGIS、电子式电流互感器及电压互感器远端模块，达到就地采集以及控制信号的目标。对所有设备进行统一管理，不仅能够提升管理效率，而且有利于220 kV智能变电站更加长远的使用。EA

(收稿日期：2022-04-18)

参考文献

- [1] 李天龙. 220 kV智能变电站数字继电保护系统的研究与设计[J]. 电力设备管理, 2021(9): 92-94.
- [2] 杨元威. 220 kV智能变电站技术改造与新技术应用[J]. 科技经济市场, 2021(9): 40-41.
- [3] 王兴桥. 220 kV智能变电站运维解析[J]. 智能城市, 2021, 7(15): 65-66.
- [4] 李旭阳, 李大鹏, 李勇杰, 等. 220 kV智能变电站模块化建设中HGIS与GIS技术经济对比分析[J]. 电气应用, 2020, 39(7): 67-73.
- [5] 田宇, 赵恒阳, 柯艳国, 等. 智能变电站智能控制柜散热策略研究[J]. 电气应用, 2020, 39(6): 40-45.