

智能变电站二次系统双重化配置技术应用分析

彭志强, 张小易, 高磊, 卜强生, 宋亮亮, 袁宇波
(江苏省电力公司电力科学研究院, 江苏南京 211003)

摘要: 基于 500 kV 智能变电站工程应用对智能变电站二次系统双重化配置的实现方案进行了探讨, 分析了过程层、间隔层、站控层内双重化信息流, 其中对双测控技术进行了重点分析, 给出合理的监控后台解决方案, 通过分析全站二次系统冗余配置与双重化设备信息流, 对基于 IEC 61850 通信协议智能变电站的全过程信息流进行了较为清晰的梳理。

关键词: 智能变电站; IEC 61850; 合并单元; 智能终端; 双测控

中图分类号: TM76

文献标志码: B

文章编号: 1009-0665(2013)05-0038-04

Q/GDW441-2010^[1]技术规范要求 220 kV 及以上电压等级的继电保护及与之相关的设备、网络等应按照双重化原则进行配置, 本着这一要求, 对 220 kV 及以上等级的智能变电站二次系统应进行双重化冗余配置。通过对智能变电站二次系统进行双重化配置, 可以大大提高二次系统的可靠性, 适应坚强智能电网的要求。在智能变电站的二次回路中, 光纤取代了传统的硬接线, 这对系统可靠性提出了更高要求。智能变电站改变了传统二次设计方式, 装置的开入开出、交流输入及开关的操作回路被过程层设备所涵盖, 各种硬接线由光纤替代, 保护测控装置信息交互被 ICD 文件所描述, 对整个系统信息流的掌握有一定的难度。结合 500 kV 智能变电站工程应用, 探讨了智能变电站二次系统双重化配置的实现方案, 着重分析了双测控技术, 并对双重化配置的信息流进行梳理, 从而为工程应用提供参考。

1 二次系统双重化配置总体方案

智能变电站中二次系统包括电子式互感器的二

次转换器(A/D 采样回路)、合并单元、光纤连接、智能终端、过程层网络交换机、继电保护装置、测控装置、站控层交换机、监控后台服务器等设备^[2]。智能变电站二次系统双重化配置结构如图 1 所示, 由于文中着重分析双重化设备配置, 故图 1 略去了非双重化设备。

2 过程层设备重化

2.1 电子式互感器双 A/D 采样

电子式互感器是由连接到传输系统和二次转换器的一个或多个电流或电压传感器组成, 用于传输正比于被测量的量, 以供给测量仪器、仪表和继电保护或控制装置, 它使变电站二次回路由光纤取代了传统的硬接线^[3]。电子式互感器内由两路独立的采样系统进行采集, 每路采样系统采用双 A/D 系统接入合并单元, 每个合并单元输出两路数字采样值由同一通道进入一套保护装置, 以满足双重化保护相互完全独立的要求。保护装置为防止输入的双 A/D 数据之一异常时误动作而应加入判断双 A/D 采样不一致的判断。如图 2 所示, 传感元件的输出信号进行双 A/D 采样, 经过转换器输

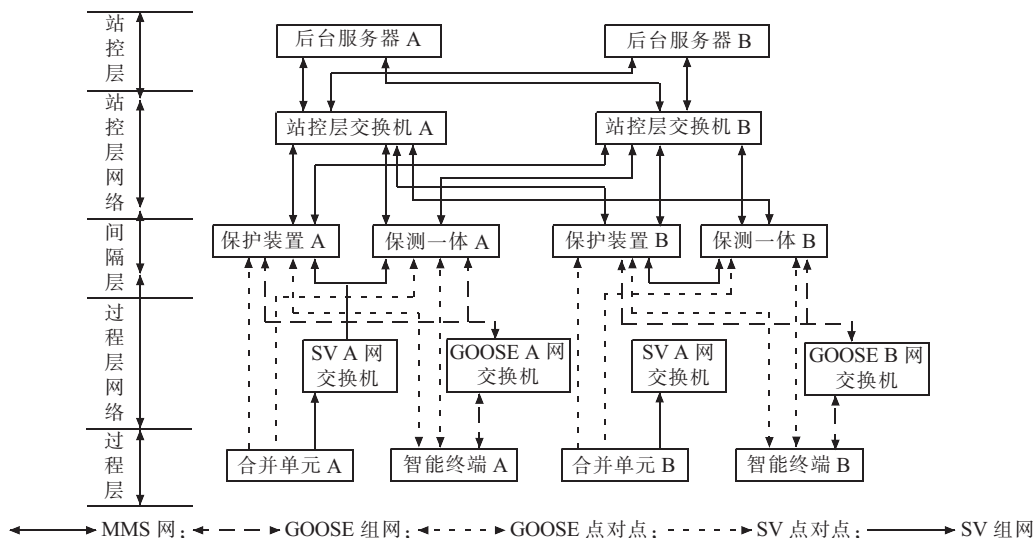


图 1 智能变电站二次系统双重化配置结构示意图

入到合并单元。由图 2 可以清晰地表达经由电子式互感器的双重化采样值由光纤通道传输到继电保护装置的信息流,对于保护装置接收合并单元的两路采样值,对两路采样值进行比较,若两路采样值偏差超过设定的阈值,就会报双 A/D 不一致告警,闭锁保护功能,这样提高了系统的可靠性。

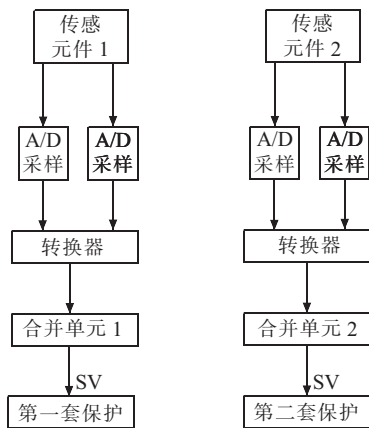


图 2 双 A/D 采样和双合并单元与双保护信息流示意图

2.2 合并单元双重化

合并单元是实现电子式互感器与保护、测控及录波等二次设备接口的关键装置,具有数据合并发送与数据同步的功能。双重化配置的合并单元应与电子式互感器 2 套独立的二次采样系统一一对应。双重化配置保护所采用的电子式互感器一、二次转换器及合并单元应双重化配置,2 套保护的电压(电流)采样值应分别取自相互独立的合并单元。由图 2 可清晰看出双合并单元与保护装置及电子式互感器的关系,合并单元通过发出 IEC 61850-9-2 标准规定的 SV 报文向继电保护装置点对点(P2P)的传输采样值。

2.3 智能终端双重化

智能终端是一种智能组件,它与一次设备采用电缆连接,与保护、测控等二次设备采用光纤连接,实现对一次设备(如:断路器、刀闸、主变压器等)的测量、控制等功能。国网标准规定 220 kV 及以上电压等级智能

终端按断路器应进行双重化配置,每套智能终端包含完整的断路器信息交互功能。双重保护的跳闸回路应与 2 个智能终端分别一一对应,2 个智能终端应与断路器的 2 个跳闸线圈分别一一对应。双重化智能终端信息流如图 3 所示,保护装置与智能终端通过 IEC 61850 标准规定 GOOSE 协议点对点的进行信息交互。

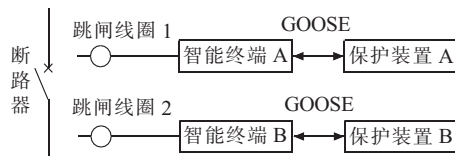


图 3 双重化智能终端信息流

2.4 过程层组网双重化

过程层网络是过程层与间隔层信息交互的纽带,它包括过程层 SV 网络、过程层 GOOSE 网络,通过过程层交换机双重化组网通信。根据国网标准,110 kV 及以上电压等级的过程层 SV 网络、过程层 GOOSE 网络应完全独立。双重化配置的继电保护装置的 GOOSE、SV 网络应遵循相互独立的原则,当一个网络异常或退出时不应影响另一个网络的运行,所以继电保护装置采用双重化配置时对应的过程层网络也应要进行双重化配置。过程层网络双重化结构如图 4 所示,第一套保护接入 A 网,第二套保护接入 B 网。

3 间隔层设备双重化

3.1 保护装置双重化

Q/GDW441-2010 中规定 220 kV 及以上电压等级的继电保护系统应遵循双重化配置原则,每套保护装置功能应独立完备和安全可靠。其中双重化的 2 套保护装置及其相关设备含电子式互感器、合并单元、智能终端、交换机、跳闸线圈等的直流电源也要应一一对应。双重化配置的继电保护装置要求使用主、后一体化的保护装置,并且双重化配置的保护之间不直接进行信息交换,而是通过过程层交换机经由 GOOSE 网络交

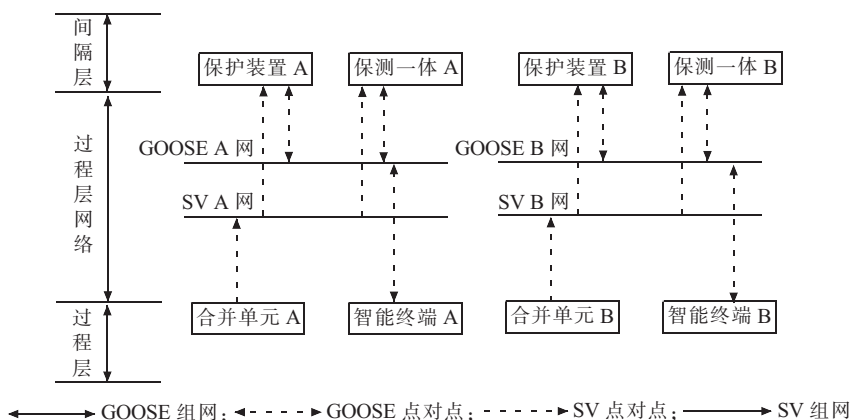


图 4 双重化智能终端信息流

互信息。双重化保护系统的保护装置应能够完整独立处理所有类型的故障。保护装置 A 与保护装置 B 之间没有任何电气联系,当一套保护装置异常或退出时而不影响另一套保护装置的正常运行。由图 1、图 2、图 3 和图 4 可以看出保护系统与其他装置之间信息交互的信息流,包括合并单元通过 SV 报文发送采样值给保护装置,智能终端以 GOOSE 报文传输开关的位置信号并接受保护 GOOSE 报文跳闸信号。

3.2 双测控及监控后台处理方案

继电保护设计规范要求 220 kV 及以上电压等级的保护装置需双重化配置,因此采用保护测控一体化装置,测控随保护也要进行双重化配置,即双测控^[4]。如图 4 所示,保测装置与过程层的信息交互是保护装置与测控装置的累加,与其他 IED 的信息交互没什么大的不同,但是与监控后台的信息交互与单测控有很大的不同。由于间隔层采用了双测控系统,所以监控后台和远动系统必须处理双测控系统数据,在这里选择厂站监控系统分析,远动系统处理方案类似。监控系统的信息流可分为上行信息和下行信息,对上行信息和下行信息处理方案分别如下:

上行信息包括遥测与遥信信息,对于监控后台来说,有 2 个上行信息,称之为多源数据,即同时接受同一间隔内的 2 个不同测控装置的上行数据。监控后台根据数据源的健康情况判断采用哪个测控装置的数据,数据源根据一定的规则设定优先等级,在健康情况相同时,采用优先等级较高的数据源来反映一次设备运行信息。

下行信息包括遥控与遥调命令,监控后台下发的控制命令只能发送到其中的一个测控装置执行。在监控后台应首先根据数据源的健康情况来判断控制命令采用哪个装置执行,在健康情况相同时,采用优先等级较高的数据源来执行控制命令。

具体处理方案中,在监控后台定义一个虚装置,它包含 A、B 装置的公有信息,私有信息(如 A、B 装置本身的装置告警信息等)分别独自展示。虚装置信息根据 A、B 装置的健康情况与事先设定的优先级来决定。

首先根据数据源的健康情况来判断,虚装置是为 A 装置还是 B 装置。A、B 装置先设定个优先级,在 A、B 装置健康状况相同时,虚装置即为优先级高的装置。判定虚装置的算法程序流程如图 5 所示,该算法在监控后台完成,这样即可在监控后台通过程序算法进行双测控的上行数据与下行数据的判断处理。对于双测控的信息处理,在间隔层不作任何处理,只是在站控层加入数据源的判断选择,此方案既简化了信息的处理流程,又大大提高了系统对测量数据与控制命令的可靠性。

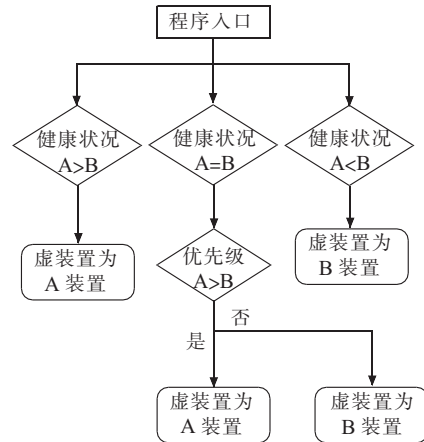


图 5 判定虚装置算法程序流程

4 站控层设备双重化

4.1 双后台服务器

监控后台服务器是智能变电站一体化信息平台的核心,对整个变电站安全运行起着至关重要的作用^[5]。为了加强系统的冗余性,应采用双服务器的模式,如图 1 与图 6 所示,服务器 A 与服务器 B 互为热备用。双后台服务器通过站控层交换机接入到站控层网络与间隔层设备进行信息交互,信息交互的通信协议遵循 IEC 61850 标准,以 C/S 通信模式进行信息传输,即后台服务器为客户端(Client),间隔层装置为服务端(Server)。2 台服务器的数据库及相关配置应进行定时同步或自动同步,在一台服务器瘫痪或检修时,另一台服务器能自行启动并正常运行。双后台服务器的冗余配置,大大提高了系统的可靠性。

4.2 站控层网络双重化

根据国网标准要求 110kV 及以上电压等级的站控层 MMS 网络应双重化配置^[6]。如图 6 所示,间隔层设备应提供 2 个以太网口分别连至 MMS A 网与 MMS B 网,监控后台服务器应与站控层中心交换机 A 与站控层中心交换机 B 相连。正常数据通信时,优先与 A 网相连,一旦 A 网出现故障断开,系统能自动切换到 B 网。通过站控层网络双重化大大提高了系统站控层网络通信的可靠性。

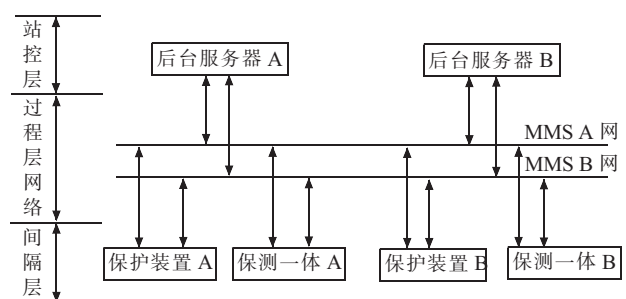


图 6 站控层网络双重化结构示意图

5 结束语

目前智能变电站对二次系统的配置与组网形式未有统一的认识,找到一种最合适的方案有待于在工程实践中去探究与证明。文中分析的智能变电站二次系统双重化配置技术提高了系统的冗余度,增强了系统的可靠性,其在超高压等级的智能变电站将会得到越来越广泛的应用。

文中给出的智能变电站二次系统双重化配置方案已成功应用于江苏某 500 kV 变电站中,结合 500 kV 智能变电站工程实践,对二次系统双重化配置技术进行了完整分析,对其信息流进行了良好的梳理,对工程应用具有参考意义。

参考文献:

- [1] Q/GDW 441—2010,智能变电站继电保护技术规范[S].
- [2] Q/GDW 383—2009,智能变电站技术导则[S].
- [3] Q/GDW 678—2009,智能变电站技术导则[S].
- [4] 胡绍谦,熊慕文,王文龙.数字化变电站双测控实现方案探讨[J].广东电力,2011,24(10):45-48.
- [5] Q/GDW 678—2011,智能变电站一体化监控系统功能规范[S].
- [6] Q/GDW 428—2010,智能变电站智能终端技术规范[S].

作者简介:

- 彭志强(1986),男,江西上饶人,工程师,从事电力系统调度自动化与智能变电站研究工作;
- 张小易(1978),男,河南许昌人,高级工程师,从事电力系统调度自动化与智能变电站研究工作;
- 高磊(1982),男,山东青岛人,工程师,从事电力系统继电保护与智能变电站研究工作;
- 卜强生(1983),男,江苏无锡人,工程师,从事电力系统继电保护与智能变电站研究工作;
- 宋亮亮(1985),男,江苏南通人,工程师,从事电力系统继电保护与智能变电站研究工作;
- 袁宇波(1975),男,江苏丹阳人,高级工程师,从事电力系统继电保护与智能变电站研究工作。

Analysis on the Implementation of Secondary Systems' Double Configuration Technology in Intelligent Substation

PENG Zhi-qiang, ZHANG Xiao-yi, GAO Lei, BU Qiang-sheng, SONG Liang-liang, YUAN Yu-bo
(Jiangsu Electric Power Company Research Institute, Nanjing 211103, China)

Abstract: In this paper, the secondary systems' double configuration technology used in 500 kV intelligent substation engineering is discussed. We analyzed the double devices' information flow of process level, bay level and substation level, particularly studied the technology of double supervising and control. Based on the analysis, a proper backstage monitoring scheme is proposed. By analyzing the information flow of redundant configuration, the entire information flow in IEC 61850 communication protocols based intelligent substation is elaborated.

Key words: intelligent substation; IEC 61850; merged unit; intelligent terminal; double supervising and control devices

什么是智能诊断与智能维修

现代科学技术的高度发展使得自动化生产系统的应用日益广泛,设备库存维护系统(GIMS)、地球信息处理系统(GIPS)的蓬勃发展使自动化生产系统进入了一个崭新的阶段,也使得这些系统日益趋向于高性能、大型化和复杂化。根据可靠性工程理论,系统的性能越优良,结构越复杂,组成系统的各类部件数量越多,系统发生故障的可能性便越大。系统结构复杂,集成度高,系统各部件之间相互关联、紧密结合,在生产中形成统一的整体。系统一旦发生故障,就可能引起链式反应,若不能快速找到故障的部位及原因,并及时进行排除,轻者会影响整个生产过程的进行,重者可能造成设备的损伤或破坏,甚至发生严重的灾难性事故,给企业和社会造成难以挽回的经济损失。

据美国制造工程杂志报道,美国 FMS 由于故障引起的停机率大约在 25.5%~36%之间,并且由于故障造成停机费用和损失极其昂贵。因此诊断与维修技术成为日趋重要的自动化技术中关键技术之一。有人预言,20 世纪末乃至 21 世纪将是智能化时代,伴随智能控制研究的勃勃生机、智能管理应用程度的高涨,智能诊断与维修技术也会成为科研和实际应用的热点。

智能诊断与智能维修是人工智能与人工诊断维修方法、知识工程、计算机与通信技术、软件工程、传感与检测技术等学科的相互交叉、相互渗透而产生的学科和技术。智能诊断与智能维修系统是在状态监测系统、故障简易诊断系统、故障精确诊断系统、故障专家诊断系统、故障维修决策系统的功能集成基础上,引用人工智能专家系统、知识工程、模式识别、人工神经网络、模糊推理等现代科学方法和技术,进行集成化、智能化、自动化设计,实现新一代计算机诊断与维修相结合的系统,已不再是传统的单纯计算机辅助诊断系统。