

# 智能变电站二次系统双重化配置技术应用分析

彭志强，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 210000)

**摘 要：**本文基于500kV智能变电站工程应用对智能变电站二次系统冗余配置的实现方案进行了分析，分别对过程层、间隔层、站控层内双重化信息流进行了阐述，其中对双测控技术及解决方案进行了重点介绍。通过分析全站二次系统冗余配置与双重化设备信息流，使对智能变电站基于IEC 61850通信协议传输的信息有了较清晰的梳理。

**关键词：**智能变电站；IEC 61850；合并单元；智能终端；双测控

## 0 引言

按照国家标准GB/T 14285要求“除出口继电器外，装置内的任一元件损坏时，装置不应误动作跳闸”，本着这一要求智能变电站二次系统应进行双重化进行冗余配置。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（MU）、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、后台服务器等设备。如图1所示，清晰了描述了智能变电站二次系统双重化配置结构，由于本文着重分析双重化设备，故图1略去非双重化设备。智能变电站二次回路由光纤取代传统的硬接线，这对系统可靠性提出了更高的要求，本文结合500kV智能变电站工程应用，对二次系统双重化技术在智能变电站的应用进行分析。

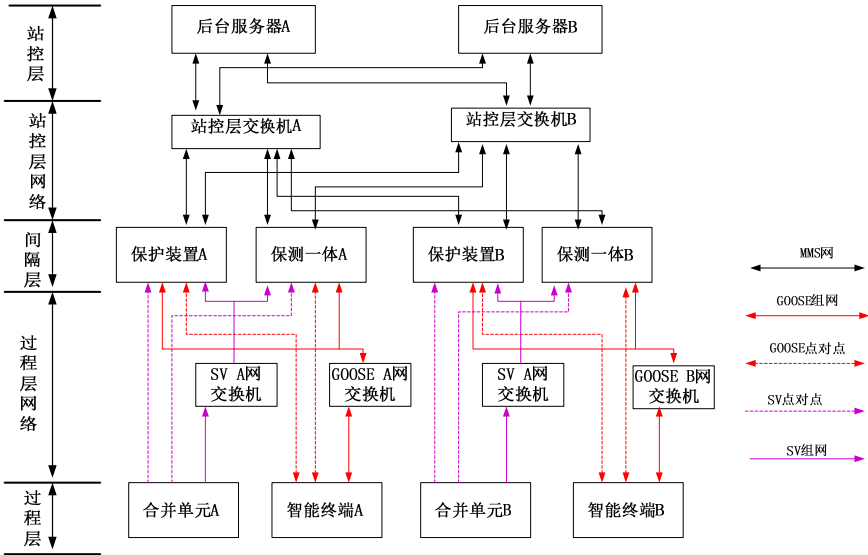


图 1 智能变电站二次系统双重化配置结构示意图

## 1 过程层设备双重化

### 1.1 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。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MU，每个MU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。保护装置应采取措施，防止输入的双A/D数据之一异常时误动作。如图2所示描述了传感

元件的输出信号进行双A/D采样，经过转换器输入到合并单元。

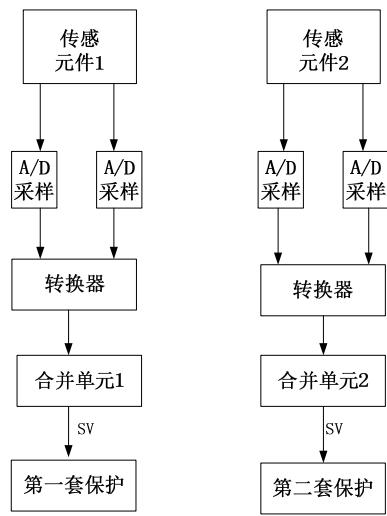


图2 双A/D采样、双合并单元与保护信息流示意图

1.2 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MU应与电子式互感器两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电流互感器一、二次转换器及合并单元应双重化配置，两套保护的电压（电流）采样值应分别取自相互独立的MU。由图2可清晰的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SV向保护装置传输采样值。

1.3 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。220kV 及以上电压等级智能终端按断路器进行双重化配置，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两个智能终端分别一一对应，两个智能终端应与断路器的两个跳闸线圈分别一一对应。如图3所示为双重化智能终端信息流，保护装置与智能终端通过GOOSE交互信息。

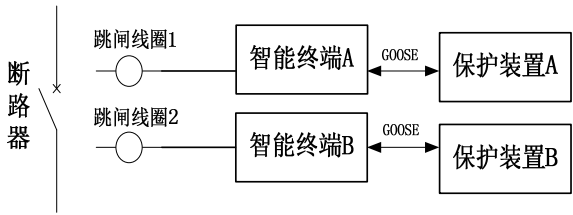


图3 双重化智能终端信息流

1.4 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。根据国网标准，110kV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。双重化配置的保护应使用的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，对应的过程层网络亦应双重化配置。如图4所示为过程层网络双重化结构示意图，第一套保护接入A网，第二套保护接入B网。

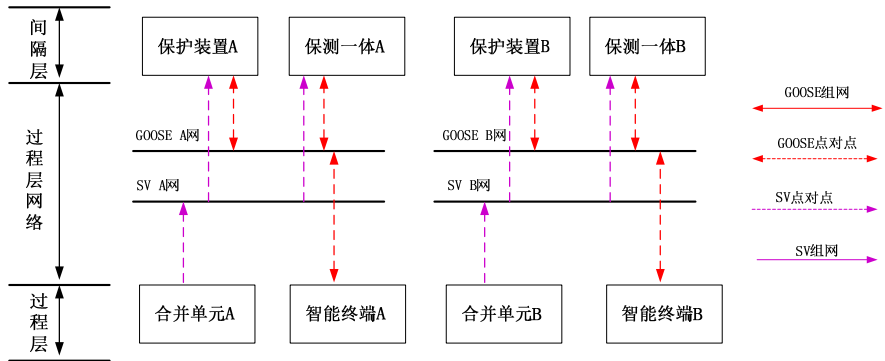


图4 过程层组网双重化结构示意图

## 2 间隔层设备双重化

### 2.1 保护双重化

《智能变电站继电保护规范》中规定220kV及以上电压等级继电保护系统应遵循双重化配置原则，每套保护系统装置功能独立完备、安全可靠。双重化的两套保护及其相关设备（电子式互感器、MU、智能终端、网络设备、跳闸线圈等）的直流电源应一一对应。双重化配置的保护应使用主、后一体化的保护装置。双重化配置的保护之间不直接交换信息，通过GOOSE网络传输。每套完整、独立的保护装置应能处理可能发生的所有类型的故障。两套保护之间不应有任何电气联系，当一套保护异常或退出时不应影响另一套保护的运行。由上图1、2、3、4可以看出保护装置的信息流，包括合并单元通过SV发送采样值给保护装置，智能终端以GOOSE传输开关的位置信号并接受保护的跳闸信号。

### 2.2 双测控及处理方案

继电保护设计规范要求220kV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的装置，测控随保护也要进行双重化，即双测控。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，所以监控、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。监控系统信息流分为上行信息与下行信息，对两者信息处理分别如下：

上行信息：采用多源数据模式处理，同时接受同一间隔不同测控装置的上行数据，根据数据源的健康程度判断采用哪个装置的数据源，数据源预设优先等级，在健康程度相同的情况下，采用优先等级高的数据源反映一次设备运行信息。

下行命令：控制命令只发送到其中的一个数据源执行，首先根据数据源的健康程度来判断控制命令采用哪个装置来执行，数据源预设优先等级，在健康程度相同的情况下，采用优先等级高的数据源执行。

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装置的健康装置与事先设定的优先级来决定。首先根据数据源的健康程度来判断，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装置健康状况相同的情况下，虚装置即为优先级高的装置。如图5所示，为判定虚装置的算法程序流程图，该算法在监控后台完成，这样即可在监控后台通过算法进行双测控的上行数据与下行数据的处理。

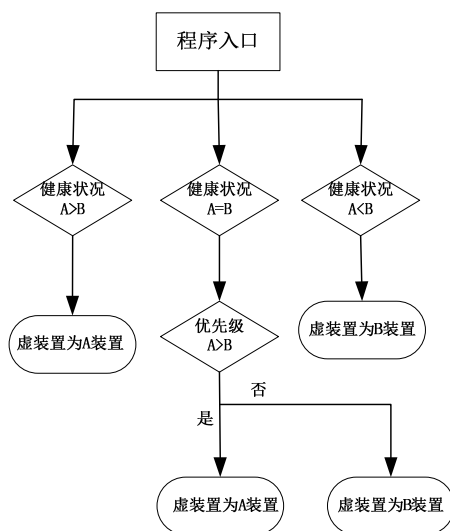


图5 判定虚装置算法程序流程图

## 3 站控层设备双重化

### 3.1 双后台服务器

监控后台服务器是SCADA的核心，它对整个变电站安全运行起着至关重要的作用。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。两服务器的数据库及相关配置应定时同步，在一台服务器瘫痪或检修时，另一台仍能正常运行。

### 3.2 站控层网络双重化

根据国网标准110kV及以上电压等级的站控层MMS网络应双重化配置。如图6所示，间隔层设备应提供两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。

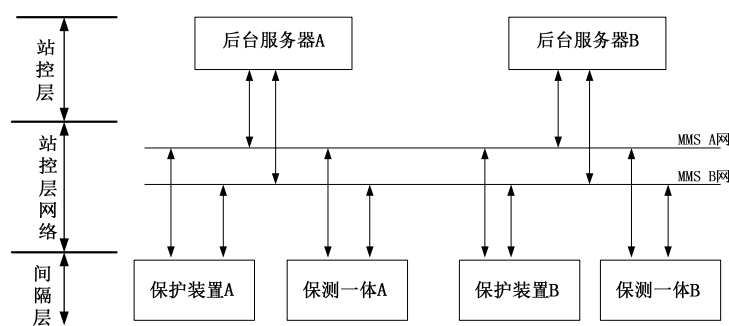


图6 站控层网络双重化结构示意图

## 4 结论

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。本文分析的智能变电站二次系统双重化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。同时本文结合工程实践,对二次系统双重化配置技术进行了分析,对其信息流进行了梳理,对工程应用具有参考意义。

参考文献:

- [1] 国家电网公司.Q/GDW 441-2010 智能变电站继电保护技术规范[Z]. 北京: 国家电网公司, 2010.
- [2] 国家电网公司.Q/GDW 383-2009 智能变电站技术导则[Z]. 北京:国家电网公司, 2009.
- [3] 国家电网公司. Q /GDW 678-2009. 智能变电站技术导则[Z]. 北京: 国家电网公司, 2009.
- [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] 国家电网公司. Q/GDW 678-2011 智能变电站一体化监控系统功能规范[Z]. 北京: 国家电网公司, 2011.
- [6] 国家电网公司. Q/GDW 428-2010 智能变电站智能终端技术规范[Z]. 北京:国家电网公司, 2010.

## Technology Analysis on Implementation of Double Secondary Equipment in Intelligent Substation

PENG Zhiqiang,GAO Lei,BU Qiangsheng,SONG Liangliang,YUAN Yubo

(Jiang su Electric Corporation Electric Power Reserch Institute)

**Abstract:**In this paper ,intelligent substation secondary system redundancy configuration is analyed based on the implementation of 500 kV intelligent substation engineering applications.It is introduced that double devices' information flow of process level, bay level and substation level.Especially,the technology of double supervising and control devices is introduced in detail.By analyzing the information flow of the redundant configuration,it is clear to know how to transmit information based on IEC 61850 communication protocol.

**Key Words:**intelligent substation;IEC 61850;merged unit;intelligent terminal.double supervising and control devices