

智能变电站中合并单元设置与否的技术经济比较

鲁东海, 苏麟, 姜悦

(江苏省电力设计院, 江苏南京 211102)

摘要:智能变电站中合并单元设置与否应根据工程实际情况进行分析比较,以求整个设计方案更加合理、经济、资源利用最大化。针对智能变电站采用常规互感器的设计方案,对合并单元设置与不设置2种方式的优缺点进行了比较,并根据合并单元安装位置的不同,阐述了合并单元设置与否的影响因素。结合智能变电站工程建设实例,给出了2种方式下详细的技术、经济指标比较,提出了智能变电站合并单元是否设置的合理建议。

关键词:智能变电站;合并单元;技术指标;经济指标

中图分类号:TM63

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2013)01-0026-04

目前,在国家电网公司(以下简称国网公司)主导的智能变电站试点站建设中,关于保护、测控、计量等装置的电压电流输入有电子式互感器+合并单元输入^[1]、常规互感器+合并单元输入^[2]及直接由常规互感器输入^[3]3种模式。在试点站建设过程中,电子式互感器暴露出较多的问题^[4,5],变电站设计与运行人员越来越倾向于采用后2种方式。国网公司《智能变电站通用设计》中推荐采用常规互感器+合并单元的设计方案^[6],但在实际建设过程中,合并单元设置与否与一次配电装置形式、二次设备布置方式等因素密切相关。根据智能变电站实际工程建设经验,对采用常规互感器的智能变电站中合并单元设置与不设置的优缺点进行分析和比较,并提出了智能变电站合并单元是否设置的合理建议。

1 智能变电站合并单元设置与否的设计方案

当智能变电站采用常规互感器+合并单元(即设置合并单元)的设计方案时,根据国网公司《智能变电站继电保护技术规范》以及目前智能变电站的实现方式,合并单元至保护按点对点采样,至测控、计量、故障录波等按网络模式采样^[7]。智能变电站为户内站时,合并单元通常安装在配电装置智能控制柜内或断路器端子箱内;智能变电站为户外站时,合并单元可安装在配电装置智能控制柜内或断路器端子箱内,也可集中组屏安装在继电器小室内。智能变电站不设置合并单元时,保护、测控、计量、故障录波等装置模拟量输入与常规变电站相同。

2 合并单元设置与否的优缺点分析

2.1 设置合并单元的优缺点

合并单元就地安装时,有如下主要优点:

(1) 互感器与合并单元距离较近,不必用铠装电

缆连接,可采用电缆穿保护套管,减少控制电缆用量。

(2) 互感器二次容量可减小为 $10\text{V}\cdot\text{A}$,减小了互感器体积,节省了互感器布置空间。

合并单元继电器小室安装时,有如下主要优点:

(1) 在同一控制室或继电器小室内,设备之间可采用带ST头的室内尾缆或尾纤连接,施工方便,避免了使用长距离的光缆,且减少了光缆熔接的施工量。

(2) 保护装置、合并单元均位于同一面屏或同一小室,保护装置的校验十分方便。

(3) 合并单元集中组屏安装在继电器小室内,运行环境优越,可配置液晶显示器显示较大的信息量,无需借助PC机及相应软件即可查看信息,合并单元的使用寿命较长。

无论合并单元就地安装还是继电器小室安装,还有一个优点,即线路保护与母线保护可共用一个电流互感器保护次级,减少了电流互感器次级数量。

当合并单元就地安装时,其缺点如下:

(1) 按目前智能变电站的实现方式,户外就地安装的合并单元需通过铠装光缆熔接至室内的所有接收装置(如保护、测控、交换机等)。由于接收端二次设备的物理位置较为分散,在室内熔接端光纤需考虑多个走向,光纤熔接及相关的布线工作较为繁琐,熔接工作量较大。

(2) 在目前的智能变电站中,从合并单元端输入数据校验保护装置较为合理,可校验从合并单元至保护、测控、计量、故障录波等所有合并单元后端装置通信回路的正确性。目前虽有数字化校验器,但均为基于接收端设计,绕过了合并单元,直接从保护接入,这种方式仅能验证保护,不能对整个采样值回路进行校验。如需从合并单元端输入数据,由于保护在主控室,合并单元在就地,保护试验至少需室内外两人配合进行。

(3) 合并单元就地安装,为延长合并单元的使用寿命,对于在冬季寒冷地区和夏季炎热地区控制柜的

材料及结构、温湿度调节性能、温湿度告警功能、机械性能、绝缘性及防护等级等的技术要求较高。智能控制柜应能适应各种气候环境,其内部的温度、湿度应可调,其造价将升高。

当合并单元继电器小室安装,其缺点如下:

(1) 互感器与合并单元距离较远,二者需用铠装电缆接至小室内,使用的控制电缆较长。

(2) 合并单元与保护测控等二次设备集中组屏,安装在继电器小室内,若合并单元单独组屏,则使二次设备屏柜的数量增加,建筑面积增大;若合并单元与其他二次设备共同组屏,则由于生产厂家的不同而存在设备安装配合问题,增加协调工作量。

2.2 不设置合并单元的优缺点

不设置合并单元的优点如下:

(1) 保护、测控、录波、计量所需模拟量采用传统电缆接线回路,减少了模拟量传输中间环节,减少了设备安装、调试、维护工作。

(2) 减少了合并单元安装位置,节省了布置空间。

不设置合并单元的缺点如下:

(1) 采用传统电缆接线回路,每个装置都要使用较长的控制电缆与互感器连接,且电压电流回路所用控制电缆截面一般需采用 4 mm^2 和 6 mm^2 高规格的铠装电缆,增加了电缆用量及铜等有色金属用量。

(2) 由于电缆增加,相应电缆沟规格也需恢复到传统的 $1\ 100\text{ mm}\times 1\ 000\text{ mm}$ 规格的电缆沟,电缆支架规格亦相应增加。

(3) 对于母线保护、故障录波等需接入多个间隔模拟量的装置来说,柜内电缆接线较采用合并单元时明显增加,且电缆集中,增加了施工难度。

(4) 取消合并单元后,模拟量的传输仍采用传统的铠装屏蔽控制电缆,若电缆屏蔽出现问题,则可能把高压场地的电磁干扰传导至二次设备,导致保护误动或二次设备故障。

(5) 目前,采用 GOOSE 网输入的产品尚不成熟,许多工程都要临时定制、研发,工程周期长,产品质量、性能不稳定,型号种类多,后期升级、改造、维护困难。

(6) 与设置合并单元相比较,增加了电流互感器保护次级数量,同时增加了互感器二次容量伏安数。

通过上述分析可以看出,当变电站为全户内 GIS 变电站时,配置合并单元较合理;当变电站为敞开式 AIS 变电站时,不配置合并单元较合理;当变电站为户外 GIS 或 HGIS 变电站时,需要根据工程实际情况进行比较确定是否配置合并单元。

3 工程实例综合比较

以某 500 kV 变电站中户外 220 kV GIS 建设方案

为例,对合并单元设置与不设置 2 种方式下的技术和经济指标进行比较。

该 500 kV 智能变电站户外 220 kV GIS 电气一次接线及规模如下:2 台主变,220 kV 出线 12 回,220 kV 采用双母双分段接线;远景规模 4 台主变,220 kV 出线 12 回,220 kV 系统采用常规互感器。

全站采用基于 DL/T 860(IEC 61850)标准的自动化系统。当设置合并单元时,每个间隔合并单元按双重化配置,保护装置采样采用点对点方式,测控、录波、计量装置采样采用网络方式。保护、测控、录波、计量及对时装置均集中布置于二次设备室,合并单元、智能终端下放布置于户外智能控制柜内。当不设置合并单元时,保护、测控、录波、计量装置采样直接由互感器输入,二次设备布置方式同设置合并单元。技术指标比较如表 1 所示,经济指标比较如表 2~4 所示。

表 1 合并单元设置与不设置方式的技术指标比较

技术指标	设置合并单元	不设置合并单元
维护工作量	较大	无需维护
小室内二次屏位数量及建筑面积	合并单元户外布置,小室内二次屏位数量及建筑面积均不需增加	间隔较多,母线保护、故障录波等柜数量略有增加,建筑面积有所增加
厂家协调配合工作量	合并单元由二次厂家提供,智能控制柜由 GIS 厂家提供,配合协调量大	较小
户外智能控制柜大小及防护等级	控制柜大,防护等级高	控制柜较小,防护等级一般
至户外智能控制柜光缆、电缆消耗量	光缆较多,电缆较少	电缆较多,光缆较少
至二次设备采样接线	长距离的铠装光缆,采用光纤熔接方式	长距离的铠装电缆,采用传统端子排接线方式
二次电缆沟	可采用 $800\text{ mm}\times 600\text{ mm}$ 小沟	需采用传统 $1\ 100\text{ mm}\times 1\ 000\text{ mm}$ 沟

在经济指标中,主要设备及材料价格参考了电力规划设计总院限额设计控制指标及某二次设备生产厂的报价^[8]。另外,为解决合并单元至户内接收端二次设备物理位置较分散,合并单元至户内光纤需考虑多个走向,光纤熔接、布线工作较为繁琐的问题,该工程采用从合并单元敷设 1 根 12 芯光缆至户内过程层交换机柜,小室内保护(含线路保护和母线保护)、测控、计量、故障录波所需数据由户内过程层交换机柜单元转接,同时合并单元的对时亦从户内过程层交换机柜转接再通过该光缆下方的方案,该方案优点有二:一是户内转接可采用带 ST 头的室内尾缆或尾纤连接,施工方便,减少了熔接工作量;二是户内至户外只需敷设 2 根 12 芯光缆(A、B 网各 1 根),接线清晰,施工维护方便。表 2 中至户外智能控制柜光缆的数量比较即是基于上述方案做出的。

表 2 1 个典型 220 kV 间隔的经济指标比较

万元

经济指标	设置合并单元			不设置合并单元		
	技术参数及单价	数量	价格	技术参数及单价	数量	价格
线路保护装置	采用 SV 点对点,跳闸采用 GOOSE 点对点,其余采用组网,12 万元/台	2 台	24	采用模拟量输入,跳闸采用 GOOSE 点对点,其余采用组网,12 万元/台	2 台	24
线路测控装置	采用 SV 网络/GOOSE,6 万元/台	1 台	6	采用模拟量输入,开关量采用 GOOSE 网,6 万元/台	1 台	6
合并单元	3 万元/台	2 台	6		0	0
至户外智能控制柜光缆	12 芯非金属加强型多模阻燃光缆,平均每根约 110 m	2 根	0.54	芯非金属加强型多模阻燃光缆,平均每根约 110 m	2 根	0.49
光缆熔接点		36 个	6.6		20 个	3.6
至户外智能控制柜电缆		0	0	铠装屏蔽控制电缆,平均每根约 110 m	12 根	4.65
智能控制柜	控制柜大,防护等级高,需采取温湿度控制措施,3 万元/面	2 面	6	控制柜较小,防护等级高,需采取温湿度控制措施,2 万元/面	2 面	4
二次电缆沟	可采用 800 mm × 600 mm 小沟	150 m	4.8	采用传统 1 100 mm × 1 000 mm 沟	150 m	10.8
电缆沟支架	沟架-3-250(双)	200 套	2.2	沟架-6-300(双)	200 套	5.1
电流互感器	5P/5P/0.2S/0.2S,10/10/10/10V·A	3 台	10.5	5P/5P/5P/5P/0.2S/0.2S,15/15/15/15/10/10V·A	3 台	11.4
合计			57.64			70.04

表 3 母线保护与故障录波及母线 PT 的经济指标比较

万元

经济指标	设置合并单元			不设置合并单元		
	技术参数及单价	数量	价格	技术参数及单价	数量	价格
母线保护柜	采用 SV 点对点,跳闸采用 GOOSE 点对点,其余采用组网,12.5 万元/面	4 面	50	采用模拟量输入,跳闸采用 GOOSE 点对点,其余采用组网,12.5 万元/面	4 面	50
故障录波器柜	采用 SV 网络/GOOSE,12.5 万元/面	2 面	25	采用值采用模拟量输入,开关量采用 GOOSE 网,10 万元/面	4 面	40
母线电压互感器	0.2/0.5(3P)/0.5(3P)/6P,10/10/10/10VA	3 台	9.6	0.2/0.5(3P)/0.5(3P)/6P,75/50/50/100VA	3 台	10.5
合计			84.6			100.5

表 4 总经济指标比较

万元

经济指标	配置合并单元	不设置合并单元	差价
18 个 220 kV 间隔合计	1037.52	1260.72	223.2
母线保护、故障录波、母线 PT 合计	84.6	100.5	15.9
总计	1122.12	1361.22	239.1

由表 1 可以看出,以该变电站 220 kV 一、二次设备的布置方式,不设置合并单元在技术指标上有较多优势,其劣势主要是使用电缆较多,母线保护、故障录波屏内接线较多,及电缆沟规格相应变大。由表(2—4)

可以看出,设置合并单元在经济指标上较有优势,虽然在合并单元装置、光缆熔接施工上增加了费用,但在电缆、电缆沟及支架、母线保护、故障录波等方面节约了费用和工程量。综合以上因素该工程不设置合并单元,虽然在投资上有所增加,但技术上更加可靠合理,因此建议该工程采用不设置合并单元的方式。

4 结束语

智能变电站中合并单元设置与不设置 2 种方式各有优缺点,影响合并单元设置与否的主要因素有:一次配电装置形式,如敞开式还是 GIS,户内布置还是户外布置等;二次设备布置方式,如保护、测控等装置就地

布置还是集中布置;合并单元就地布置还是继电器小室布置;安装、调试、维护的合理性及方便性;经济性,如投资费用、节约占地、减少耗材及环保节能等。

结合工程实际情况,经过技术经济比较提出了符合该站的方案,为今后类似工程提供了很好的借鉴。

参考文献:

- [1] 兰金波,钱国明,季玮,等.无锡 220 kV 西泾智能变电站关键技术[J].江苏电机工程,2012,31(2):26-29.
- [2] 刘琳,王向平,沈斌.常规变电站智能化改造的技术探讨[J].华东电力,2011,39(8):1288-1290.
- [3] 范金华,卢波.500 kV 海宁变电站数字化方案研究与工程应用[J].华东电力,2009,37(6):907-909.
- [4] 葛遗莉,葛慧,鲁大勇.数字化变电站设计、运行中面临的问题[J].电力自动化设备,2010,30(12):113-116.
- [5] 黄建华,王佳.光学电流互感器的关键技术[J].电力自动化设

备,2009,29(12):94-97.

- [6] 刘震亚主编.国家电网公司输变电工程通用设计 110(66)~750 kV 智能变电站部分(2011 年版) [M].北京:中国电力出版社,2011.
- [7] Q/GDW 441—2010,智能变电站继电保护技术规范[S].
- [8] 电力规划设计总院.电网工程限额设计控制指标(2009 年水平) [M].北京:中国电力出版社,2010.

作者简介:

鲁东海(1981),男,湖北襄阳人,工程师,从事智能变电站设计工作;

苏麟(1980),男,四川泸州人,高级工程师,从事智能变电站设计工作;

娄悦(1983),女,江苏南京人,工程师,从事智能变电站设计工作。

Technical and Economic Comparison of With or Without Merging Unit in Smart Substations

LU Dong-hai, SU Lin, LOU Yue

(Jiangsu Electric Power Design Institute, Nanjing 211102, China)

Abstract: It is necessary for analyzing and comparing the configuration scheme of with or without merging unit in smart substations based on practical engineering situation. Good energy efficiency and low engineering cost can be achieved because of a good configuration scheme. Due to the smart situation which applied conventional mutual inductors to sample, the advantage and shortage of the two schemes for merging unit are compared. According to the different locations of merging unit in smart substation, the influencing factors of with or without merging unit are illuminated. Finally, the detailed technical and economic index comparison of the two schemes are given based on a construction project of smart substation, and the reasonable suggestions on the choices of with or without merging unit are put forward.

Key words: smart substation; merging unit; with or without; technical index; economic index

(上接第 25 页)

作者简介:

王云洁(1988),女,江苏金坛人,硕士研究生,研究方向为电力系统

稳定分析;

胡弢(1986),男,江苏盐城人,硕士,从事电力系统运行控制工作。

Interaction Study of SVC Voltage Stability Control and Inhibiting of Low-frequency Oscillation

WANG Yun-jie¹, HU Tao²

(1. College of Electric Engineering of Southeast University, Nanjing 210096, China;

2. Yancheng Power Supply Company, Yancheng 224005, China)

Abstract: Static Var Compensator (SVC) can provide voltage support and improve voltage stability of power system. The additional damping control of SVC can improve the system's damping state to inhibit low-frequency oscillation. But there may be certain interaction between the two functions. The interaction between SVC voltage stability control and inhibiting of low-frequency oscillation in the one machine - infinity bus system is studied theoretically in this paper. Research shows that contradiction exist between SVC damping control and voltage control, enhance the system damping oscillation ability will sacrifice voltage quality. At last, a simulation using two-area four-machine system as an example, which verifies the SVC can effectively improve the voltage stability, adding additional controllers to effectively improve the system damping ratio, but the voltage stability becomes worse. The results and the theoretical analysis are consistent.

Key words: SVC; voltage stability; low-frequency oscillation; interaction