

doi:10.3969/j.issn.1673-9833.2018.01.010

某 110 kV 变电站的二次系统设备集成优化

曹 慧¹, 凌志勇^{1, 2}, 谷湘文², 胡宗耀²

(1. 湖南工业大学 电气与信息工程学院, 湖南 株洲 412007;
2. 国网湖南省电力公司株洲供电分公司, 湖南 株洲 412011)

摘 要: 针对某 110 kV 智能变电站的电气设备配置特点, 为加强该变电站二次设备配置的功能, 对该变电站二次设备进行了优化整合。所提优化整合方案主要包括: 应用一体化业务平台对站控层设备的优化整合, 保护、测控、计量方案的整合, 故障录波与网络分析仪的整合, 智能终端与合并单元的整合等。技术、经济分析结果表明, 所提整合方案提高了设备的集成度, 减少了装置配置数量, 节约了二次设备舱面积, 突出了“两型一化”的建设理念。

关键词: 智能变电站; 二次设备; 集成化; 一体化业务平台

中图分类号: TM641

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2018)01-0055-05

Integrated Optimization of the Secondary System Equipment in a 110 kV Substation

CAO Hui¹, LING Zhiyong^{1, 2}, GU Xiangwen², HU Zongyao²

(1. College of Electrical and Information Engineering, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China;
2. State Grid Zhuzhou Power Supply Company, Zhuzhou Hunan 412011, China)

Abstract: Based on the characteristics of electrical equipment configuration of a 110 kV intelligent substation, an optimized integration has been made of the secondary system equipment to strengthen its configuration function. The proposed integration scheme mainly includes: the optimized integration of the station control layer equipment, namely the application of integrated business platform; the integration of protection, controlling, measurement scheme; the integration of fault recorded data and the network analyzer; the integration of the intelligent terminal and merging units. Technical and economic analysis results show that the proposed integration scheme helps to improve the integration degree of the equipment, reduce the number of device configuration, and save the cabin area of the secondary system equipment, thus highlighting “resource saving, environment-friendly and industrialization-oriented” construction concept.

Keywords: intelligent substation; secondary equipment; integration; integrated service platform

0 引言

从 2009 年第一批智能变电站试点工程的投运发展到现在, 我国智能变电站已经进入全面建设阶段。新一代智能变电站的特点主要体现在一次设备的智能化和二次设备的网络化 2 个方面^[1]。

国际电工委员会 (International Electro Technical Commission) 于 2004 年颁布了 IEC 61850 标准, 这是应用于变电站通信网络和系统的国际标准, 该标准的制定与实施为变电站数据共享与信息交换提供了便捷, 从而加速了变电站二次设备的集成化。

二次设备集成化是智能变电站发展的重要方向

收稿日期: 2017-04-08

作者简介: 曹 慧 (1989-), 男, 湖南耒阳人, 湖南工业大学硕士生, 主要研究方向为智能变电站二次系统设计优化,
E-mail: 673302105@qq.com

之一。目前，我国变电站的发展受技术和管理等因素影响，部分二次设备存在功能重复、配置冗余等现象，这会造成设备所占空间增大、资源浪费、投资增加及变电站运行维护工作量增大等影响。为节省变电站建设空间与建设成本，同时减少变电站运行维护工作量，本文以某 110 kV 变电站建设为背景，针对其二次系统的特点，对二次设备进行集成优化。

1 站控层设备优化整合方案

1.1 一体化业务平台整合方案

根据智能变电站一体化业务平台应用功能类别进行分类：1) 运行监控类，可实现变电站内电能数据及设备运行状态监视，为变电站安全稳定运行提供

可视化手段的运行监控；2) 操作与控制类，可实现智能变电站内设备的操作和控制功能^[2]及站内设备操作和调度远程控制的操作与控制^[3]；3) 信息综合分析类，可收集数据服务器的各项运行数据，并对这些数据进行信息综合分析，数据异常时可进行智能告警；4) 应用管理类，可对收集的智能变电站数据、在线监测等进行应用管理；5) 辅助类，可用于监控、安防、照明等的辅助应用。

智能变电站一体化业务平台系统的应用功能框架包含应用类、应用和功能 3 个层次。其中，应用类层用于完成某一类业务集合，应用层用于完成某一方面业务的集合，功能层用于完成某一特定业务需求。该系统 3 个层次的关系如图 1 所示。

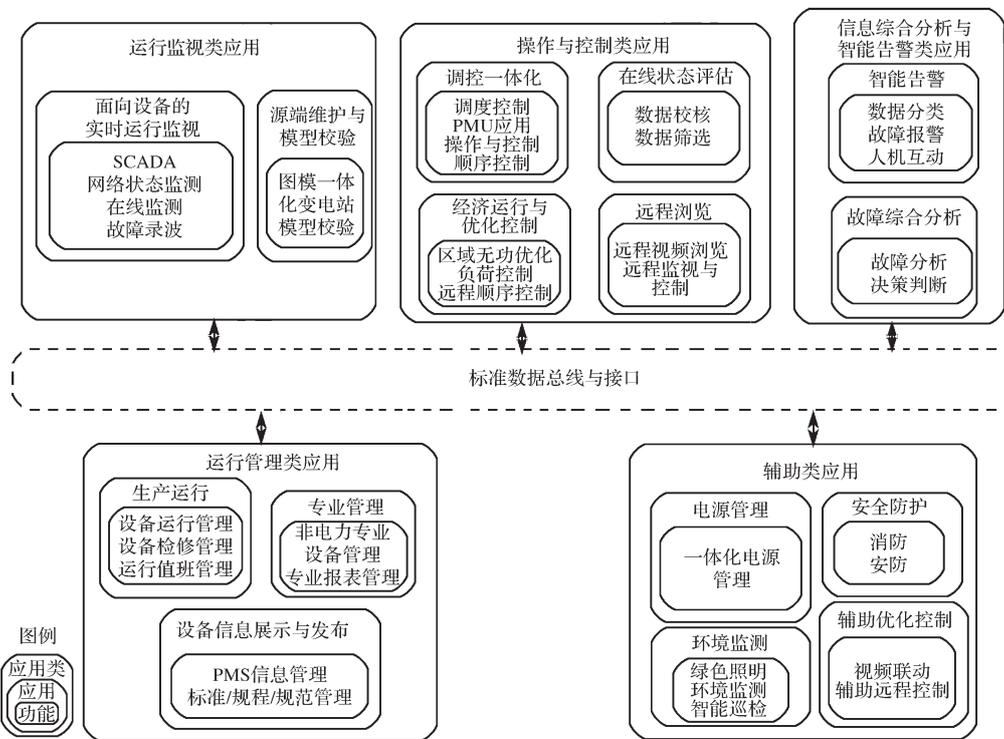


图 1 智能变电站一体化业务平台应用功能结构示意图

Fig. 1 A schematic diagram of the function structure of the integrated service platform of the intelligent substation

在智能变电站发展初期，一体化业务平台就得以提出，并试点应用。但是在各试点工程的实际应用中出现了不少问题，这使得一体化业务平台的实现受到了制约，主要体现在技术和管理（尤其是安全分区管理）方面。总的来说，一体化业务平台还处于发展阶段，离全面实现一体化还存在着一定的差距。

《智能变电站监控一体化系统总体建设技术规范》的制定，推动了一体化业务平台的应用。这得益于二次安全分区调整，主要体现在将站内状态监测信息、智能辅助系统信息升入 I 区。因二者恰好与一体化业务平台服务于同一区，导致数据信息可共享。

因一体化业务平台自身具有相关功能，故可将二者与一体化业务平台进行整合，在系统功能不受影响的前提下，节省设备摆放空间，节约投资。

1.2 监控主机、图形网关机、数据服务器整合

监控主机、图形网关机和数据服务器均位于 I 区。其中，监控主机主要用于完成对 I 区实时数据的采集、分析和处理，同时将数据存入数据服务器；图形网关机主要是将接收到的数据转换为图形等直观符号，并上传至调度；数据服务器主要用来保存全站数据。

随着计算机技术的高速发展，监控服务器可采用

多核服务器模式, 其性能逐渐同时满足上述三者功能的整合。监控服务器不但具有强大的主机处理能力, 而且伴随着云技术的发展, 监控主机可实现强大的数据运算与数据存储功能。换言之, 监控服务器已经整合了前三者的基本功能。同时, 变电站已实现安全分区, 服务器可对各信息进行分区处理与上传, 将同为 I 区的上述三者整合到一个监控服务器。这样不但可节省设备配置, 且其运行原理也相对简单明了。优化整合前后站控层后台系统配置对比见表 1。从表 1 所示优化整合前后的设备配置对比可知, 优化整合后方案无论从数量上还是造价上都得到了明显优化。

表 1 优化整合前后站控层设备配置对比

Table 1 Table of the comparison between the equipment configurations of the station control layer before and after the optimized integration

| 优化整合前 | | 优化整合后 | | 节省投资 / 万元 |
|-----------------|--------|-------|--------|-----------|
| 设备名称 | 数量 / 台 | 设备名称 | 数量 / 台 | |
| 主机 (兼操作员站、工程师站) | 1 | — | — | 10 |
| 数据服务器 | 1 | — | — | 10 |
| 图形网关机 | 1 | 监控服务器 | 1 | — |
| 合计 | 3 | | 1 | 20 |

2 间隔层设备优化整合方案

2.1 保测一体化配置方案

1) 110 kV 电压等级。因其是单重化配置, 测控信息简单, 故本站采用保护测控计量一体化装置。

2) 35 kV/10 kV 电压等级。通常以 10 kV 配置保护测控一体化装置, 完成本间隔的保护、测控功能 (含合并单元功能); 每个间隔配置一台电度表, 完成本间隔的计量。

对电能计量, 按各相关部门的相关规定, 10 kV 电压等级必须配备电能计量装置。电能计量方式现今主要分为两种: 一种是配备专门的电能计量装置; 另一种是使用带有内置计量功能的测控装置。目前专用的计量表使用比较广泛, 因其不但计量精度较高, 且有较强的耐磁干扰能力、损耗低等特点。若将电量作为经济指标的衡量标准, 则务必要求其精度较高, 从而必需配备单独的电量计量装置。

本站 35 kV/10 kV 无功馈线回路和站用变回路的计量点是为了实现对站内设备运行情况进行分析和损耗计算, 并非着重经济利益, 因而保护测控装置内置的计量功能足以满足对本站 10 kV 侧的电能计量。故本工程采用 10 kV 保护测控装置 (含计量功能) 实现 10 kV 测控、保护、计量功能的优化整合, 可减少

测控保护装置、电能计量表的数量及屏柜占地面积, 一次投资略有减少, 运行维护工作量降低。因此推荐 10 kV 电压等级采用保护、测控、计量^[4]一体化装置。

2.2 故障录波整合方案

随着智能变电站的发展及二次系统的高度集成化, 故障录波装置与网络分析仪这两个功能相似、数据相通的装置, 必然会被整合到一起, 且发展趋势良好。故障录波器与网络分析仪两者既有共性又有不同。故障录波器主要用来监视系统故障时各电气量的波动情况, 它只在系统故障时工作; 网络分析是对整个通信网络进行实时监控, 它是全程工作的。即故障录波器侧重于对故障处理分析, 而网络分析仪却是对整个通信记录全程跟踪记录, 侧重于信息的记录与分析, 为故障的查找与评估提供便捷。故障录波器与网络分析仪二者的功能单元组成相似, 单元内容的采集一致, 故多数信息二者可以共享, 这也为两者的整合提供了可能。整合后不仅节省了空间与投资, 同时信息的利用也更为便捷, 故障的查找与定位也更为准确, 报文的提取也更为方便。

故障录波、网络记录优化整合后, 一体化装置可共享电源模块、数据采集模块、GPS 时间基准模块^[5]、人机接口模块、数据远传模块, 数据处理和存储功能单元按报文记录、故障录波分别设置独立模块^[6]。

目前国内故障录波与网络记录仪一体化装置在各智能变电站中的应用日益普遍, 其逻辑结构见图 2。

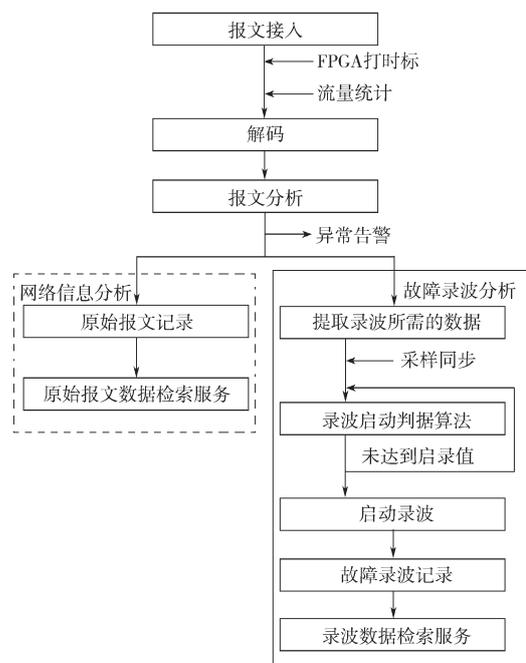


图 2 故障录波及网络记录分析一体化装置逻辑图

Fig. 2 Logic diagram of the integrated device for recording and analyzing faults

本站作为一个新型智能变电站,有必要对站内信息进行实时监控,并对各报文进行收集与处理,故配备网络分析仪是有必要的。通过上述分析可知,将网络记录分析功能整合到故障录波装置上,这一设想在技术层面上是可行的,且在实际应用中也已实现。故本站推荐将故障录波及网络分析功能进行整合,整合前后仪器对比如表2。

表2 录波与网络分析装置优化整合对比

Table 2 Comparison of optimization and integration between the recording and the network analysis device

| 设备 | 优化整合前 | | 优化整合后 | |
|----------|------------|-----------------|-------|------------------|
| | 录波装置 | 网络分析仪 | 录波装置 | 网络分析仪 |
| 110 kV系统 | 线路故障录波装置1台 | 网络报文记录仪1台,分析仪1台 | 1台 | 网络报文记录仪0台,分析主机1台 |
| 主变 | 主变故障录波装置1台 | 主机1台 | | |

由表2可知,优化整合后,故障滤波装置减少网络报文记录仪1台,节省屏柜1个,其相关的运行维护费用将由于硬件设备的减少而相应减少。

3 过程层设备优化整合方案

3.1 同一间隔合并单元、智能终端整合方案

对于110 kV电压等级的合并单元与智能终端的整合,相关部门已经有了明确的规定。故两者整合的技术可行性无需论证。针对本工程,仅从其他角度对其进行补充论述。

1) 开关柜内的安装问题

现行通用设备设计和应用中,主变35 kV/10 kV侧开关柜二次设备可使用的空间大体为800 mm*800 mm*500 mm(高*宽*深),若同时安装2个合并单元、1个智能终端以及1个通信配线架,空间基本不够,加上还有开关柜带电显示装置等设备。通常情况下,一次设备尺寸比较固定,难以修改,当实际操作中出现类似冲突问题时,总是以二次“迁就”一次,最终在开关柜内形成一种1台合并单元加1台合并单元智能终端一体化装置的配置模式,为系统的运行与维护带来困难。

2) 装置数量多的维护问题

智能变电站的发展对各地区的经济发展和人民生活质量的提高起着重要作用。因此,不仅对智能变电站的安全运行要求较高,而且对其运行维护的要求较高。将合并单元与智能终端进行整合后,变电站的设备将减少,设备的减少会使得各接口、接线、光缆等相应减少,从而简化变电站的结构,降低变电站的维护难度。

3) 技术经济性分析

本工程110 kV线路、分段间隔、母线TV间隔^[7]、主变进线采用合并单元、智能终端一体化装置。按合并单元3万/台、智能终端3万/台、一体化组件4万/台进行计算,全站本期和远期的经济效益分析如表3所示。

表3 智能终端、合并单元及一体化装置配置经济效益分析
Table 3 An analysis of economic benefit of intelligent terminal, merging units and the integrated device

| 设备分类 | 常规方案 | | 本工程方案 |
|------------------|---------|---------|---------|
| | 合并单元 | 智能终端 | 一体化装置 |
| 主变110 kV侧(本期/远期) | 2台/4台 | 1台/2台 | 2台/4台 |
| 主变35 kV侧(本期/远期) | 2台/4台 | 1台/2台 | 2台/4台 |
| 主变10 kV侧(本期/远期) | 2台/4台 | 1台/2台 | 2台/4台 |
| 主变本体侧(本期/远期) | — | 1台/2台 | 1台/2台 |
| 110 kV线路(本期/远期) | 1台/4台 | 1台/4台 | 1台/4台 |
| 110 kV分段(本期/远期) | 0台/1台 | 0台/1台 | 0台/1台 |
| 110 kV母线(本期/远期) | 2台/2台 | 1台/2台 | 2台/3台 |
| 合计 | 9台/19台 | 6台/15台 | 10台/22台 |
| | 27万/57万 | 18万/45万 | 40万/88万 |

由表3可知,采用一体化装置后,设备的本期数量减少为原来的2/3,可以节省投资5万元;设备的远期数量减少为原来的1/2,可以节省投资14万元。

综合上述3个原由,可见在110 kV智能变电站中,使用合并单元智能终端一体化装置,具有较强的现实意义。

3.2 电流、电压合并单元整合方案

目前,国内大部分厂家对合并单元提供的模拟量均为12路,至于12路模拟量中的电流、电压量的分配则根据实际情况灵活配置。同一间隔内CT、PT合并单元整合的优点,在于整合后能够减少合并单元装置的数量、节省空间、降低投资。表4为对该变电站的电流、电压模拟量进行统计,以判别同一间隔电流、电压合并单元整合方案是否可行。

表4 本110 kV变电站间隔内电流、电压模拟量统计
Table 4 Statistics of the current and voltages of the 110 kV substation

| 设备 | 电流模拟量/路 | 电压模拟量/路 | 共计/路 |
|------------|---------|---------|------|
| 110 kV线路 | 6 | 3 | 9 |
| 主变110 kV进线 | 6 | 3 | 9 |
| 主变中性点合并单元 | 2 | 0 | 2 |

由表4所示统计数据可知,该110 kV变电站具备同一间隔电流、电压合并单元整合的条件。

综上,推荐该110 kV变电站采用同一间隔电流、电压合并单元整合,且本期工程不上主变中性点合并单元;主变零序电流互感器及间隙电流互感器电流的采集,均由110 kV线路1间隔的合并单元采集,待

主变为高压侧间隔上时, 改由主变高压侧合并单元采集。如此, 可节省合并单元 8 台, 节约的经济效益较为可观。

4 结论

通过对某变电站二次设备的优化整合, 提高了该变电站设备的集成度, 精简了设备装置, 节约了建设投资, 具体如下:

1) 站控层。站控层进行一体化业务平台与变电站状态监测系统、智能辅助系统之间的信息整合^[8], 监控服务器与图形网关机及数据服务器整合。通过优化集成, 实现了站内全景数据的采集与汇总分析, 为站内各子系统数据的交互与各类高级应用功能提供了统一的数据源基础, 有利于今后对高级应用功能的开发与完善。

2) 间隔层。110 kV 主变保护双套单独配置, 测控、计量采用集中式测控计量装置。110 kV 电压等级采用保护、测控、非关口计量一体化装置。10 kV 采用保护、测控、计量多合一装置^[9-10], 并采用了故障录波与网络分析仪一体化装置。整合后, 减少了相关设备, 其相关的运行维护费用将由于硬件设备的减少而相应减少。

3) 过程层。通过采用合并单元智能终端一体化装置, 减少了装置数量。同时, 实现了数据的共网口传输, 各装置端口数量能够相应减少, 为设备的布置争取了空间, 提高了设备的散热效果。

参考文献:

- [1] 陈伟利. 智能变电站新技术的研究与应用 [D]. 北京: 华北电力大学, 2013.
CHEN Weili. Research on and Application of New Technology for Intelligent Substations[D]. Beijing: North China Electric Power University, 2013.
- [2] 黄少雄, 黄太贵, 程 栩. 智能变电站信息一体化平台建设方案研究 [J]. 东北电力技术, 2012, 33(2): 21-24.
HUANG Shaoxiong, HUANG Taigui, CHENG Xu. Research on Building Integration Information Platform in Intelligent Substations[J]. Northeast Electric Power Technology, 2012, 33(2): 21-24.
- [3] 鲁春华, 肖 凡. 新一代智能变电站二次设备集成研究 [J]. 电气开关, 2016, 54(1): 72-74.
LU Chunhua, XIAO Fan. Research on the Secondary Equipment Integration of a New Generation of Intelligent Substation [J]. Electric Switcher, 2016, 54(1), 72-74.
- [4] 蒋明洁. 110 kV 桥口变电站智能化改造关键技术研究 [D]. 衡阳: 南华大学, 2014.
JIANG Mingjie. 110 kV Substation Intelligent Transformation of Key Technology Research of Qiaokou [D]. Hengyang: University of South China, 2014.
- [5] 陈晓捷, 汤惠芳. 智能变电站故障录波及网络记录仪的优化整合 [J]. 电力与电工, 2012, 32(3): 36-37, 65.
CHEN Xiaojie, TANG Huifang. Optimization and Integration for Fault Recorder and Network Recorder for Smart Substations[J]. Electric Power and Electrical Engineering, 2012, 32(3): 36-37, 65.
- [6] 张晓慧. 智能站二次设备集成设计分析 [J]. 低碳世界, 2016(13): 33-34.
ZHANG Xiaohui. Secondary Equipment Integrated Design of Intelligent Substations[J]. Low Carbon World, 2016(13): 33-34.
- [7] 庄文柳, 蒋传文. 智能变电站二次设备的整合方案 [J]. 电力与能源, 2013, 34(2): 167-169, 173.
ZHUANG Wenliu, JIANG Chuanwen. Integrated Scheme of Smart Substation Secondary Equipment[J]. Power and Energy, 2013, 34(2): 167-169, 173.
- [8] 杨 洋, 李祥飞, 王 星. 株洲茶陵城关 110 kV 变电站优化设计 [J]. 湖南工业大学学报, 2016, 30(3): 37-42.
YANG Yang, LI Xiangfei, WANG Xing. Optimized Design of 110 kV Substations in Chengguan District of Chafing County[J]. Journal of Hunan University of Technology, 2016, 30(3): 37-42.
- [9] 王 涛. 浅谈智能变电站二次设备的优化整合 [J]. 黑龙江科技信息, 2014(32): 3.
WANG Tao. Optimization and Integration of the Secondary Equipment in an Intelligent Substation[J]. Heilongjiang Science and Technology Information, 2014 (32): 3.
- [10] 朱金摇, 凌志勇, 胡宗耀, 等. 基于 LCC 的电子式互感器选型经济性分析 [J]. 湖南工业大学学报, 2016, 30(4): 10-15.
ZHU Jinyao, LING Zhiyong, HU Zongyao, et al. An Economic Analysis of Type Selection of Electronic Transformers Based on LCC[J]. Journal of Hunan University of Technology, 2016, 30(4): 10-15.

(责任编辑: 廖友媛)