

浅谈数字化变电站电气二次架构设计

汪熙珍

(四川电力设计咨询有限责任公司, 四川 成都 610016)

摘要:通过对数字化变电站架构的论证,设计出基于 IEC 61850 通信协议构建的信息采集、传输、处理、输出过程全部数字化的变电站,实现数字化变电站的技术创新。

关键词:数字化变电站电气设计;全部数字化;效益

Abstract: Through the demonstration to the frame of digital substation, the fully digital substation with information gathering, transmission, handling and output is designed based on IEC 61850 Communications Protocol, which realizes the technical innovation of digital substation.

Key words: electrical design of digital substation; fully digital; benefit

中图分类号: TM752 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-6954(2009)03-0068-03

1 数字化变电站与常规综自站之比较

变电站自动化技术经过十多年的发展已经达到一定的水平,目前各新建的变电站基本都采用计算机监控系统、微机型的继电保护及安全自动装置,装置和系统之间可通过串口或网口交换信息,构成变电站综合自动化系统。

常规的综合自动化系统在逻辑结构上为“两层一网”结构,两层即“站控层”、“间隔层”,一网即“站控层”网络。常规的综合自动化系统实现了信号处理的数字化、从间隔层到站控层信息传输的数字化,但一次设备仍为传统设备,间隔层到一次设备之间仍采用电气回路通过电缆连接,接线复杂,控制电缆用量较大。

数字化变电站是指变电站的信息采集、传输、处理、输出过程全部数字化,基本特征为设备智能化、通信网络化、模型和通信协议统一化、运行管理自动化等。数字化变电站建设的理想目标为“同一个世界,同一个标准”,智能设备可在变电站通信网络上“即插即用”。

数字化变电站在逻辑结构上为“三层两网”结构,三层即“站控层”、“间隔层”、“过程层”,两网即“站控层”网络和“过程层”网络。

数字化变电站与常规综自站相比:

①增加了过程层,这是数字化变电站最显著的特

点,即将一次设备纳入了变电站通信网络,是变电站自动化技术发展的重大变革。

②间隔层设备网络化,直接接到站控层交换机,取消了串口转以太网的接口装置,信息交换速率大大提高。

2 数字化变电站设计

2.1 数字化变电站设计特点

(1)采用计算机监控系统,间隔层与站控层通过以太网通信。

(2)全站采用电子式互感器,配置微机型的保护、测控装置及数字式电能表,互感器的合并单元与保护、测控及电能表之间通过光纤通信,采用 IEC61850 协议。

(3)间隔层和一次设备均配置智能终端,智能终端之间通过光纤通信,取代了开关场至保护、测控柜之间的电缆连接,保护、测控装置与智能终端之间通过传统电气回路连接。示意图见图 1。

2.2 数字化变电站架构设计目标

设计出基于 IEC61850 通信协议构建的信息采集、传输、处理、输出过程全部数字化的变电站,实现数字化变电站的技术创新。

2.3 数字化变电站架构设计的实现

数字化变电站架构设计包括智能设备、通信规约的选择和网络结构的设计见框图 2。

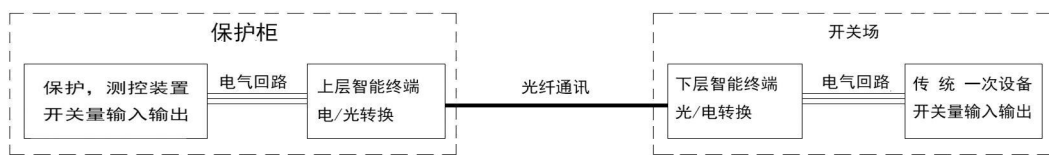


图 1 电气回路连接

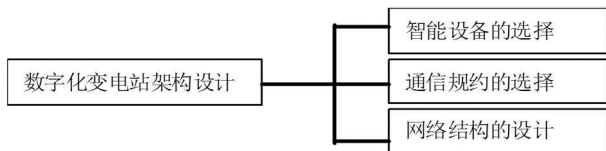


图 2 数字化变电站架构设计

2.3.1 智能设备的选择

数字化变电站的智能设备包括智能开关、电子式互感器及二次设备。网络化的二次设备是数字化变电站的必然选择,但智能开关和电子式互感器的选择却存在不同方案。见框图 3。



图 3 智能设备的选择

(1)智能开关的选择分析(表 1)

表 1 智能开关的选择分析

智能开关	理想的智能开关	传统开关 + 智能终端
设备特点	具有智能控制、在线监测及自诊断功能;机构的电子化操动;具有数字接口,可接入过程总线,智能化程度高	常规的控制及操动方式,无在线监测及自诊断功能;具有数字接口,可接入过程总线,智能化程度低
应用业绩	国内没有	较多
可靠性	未知	较高
设备费用	很高	一般
可实施性	差	好
结论:	选择传统开关 + 智能终端作为智能开关的实现方案	

(2)电子式互感器的选择分析(表 2)

(3)二次设备

选择网络化的二次设备。

2.3.2 通信规约的选择

数字化变电站的网络分为站控层网络和过程层网络,不同的网络有不同规约选择见图 4。

表 2 电子式互感器的选择分析

电子式互感器	无源电子式互感器	有源电子式互感器
构成原理	基于 Faraday 磁光效应电流互感器及 Pockels 电光效应电压互感器	基于 Rogowski 线圈或低功率线圈的电子式电流互感器;电阻、电容、电感分压的电压互感器。
设备特点	基于有关光学传感技术,一次侧光学电流、电压传感器无需工作电源,是独立安装的理想互感器的理想解决方案,正在进行实用化研究。	互感器传感头部分具有需用电源的电子电路,采用激光供能的办法,能较好的解决电源问题,已获得较多应用
应用业绩	少	较多
可靠性	差	较高
设备费用	高	较高
可实施性	差	好
结论:	选择有源式电子互感器	



图 4 网络通信规约的选择

(1)站控层网络规约的选择分析

(2)过程层网络规约的选择分析(表 3)

2.3.3 网络结构的设计

网络结构的设计分为站控层网络方案和过程层网络方案设计,见图 5。

数字化变电站站控层网络方案比较成熟,一般采用星型以太网,不需论证分析(见图 6)。

过程层网络是数字化变电站特有的网络,目前没有成熟的方案。

为实现“设计出信息采集、传输、处理、输出过程全部数字化的变电站”这一目标,数字化变电站架构

2.4 数字化变电站架构设计的结论

分析架构设计方案可以看出:① 变电站计算机监控系统基于 IEC61850 通信协议构建;② 信息处理:

表 3 站控层网络规约的选择分析

站控层网络通信规约	网络化的 103	IEC61850
特点	IEC60870-5-103 规约的网络版, 采用传统的面向功能的设计方式	基于通用网络通信平台的变电站自动化系统唯一国际标准, 面向对象设计, 是构建数字化变电站的理想平台。
应用业绩	较少	较少
接口类型	以太网	以太网
互操作性	较差	好
适用范围	对实时性要求不高的以太网通信	基于网络平台的各种实时和非实时通信
软件费用	较低	较高
可实施性	好	较好

结论: 选择 IEC61850 规约

表 4 过程层网络规约的选择分析

过程层网络通信规约	IEC60044-8	IEC61850
特点	电子式互感器传输采样值的国际标准, 采用 FT3 帧格式, 实时性极好, 传输延时固定	基于通用网络通信平台的变电站自动化系统唯一国际标准, 面向对象设计, 是构建数字化变电站的理想平台。
应用业绩	较多	较少
接口类型	串行口	以太网
互操作性	差	好
适用范围	实时性要求好的串口通信, 如三相电流电压数据之间的同步, 差动保护数据之间的同步等。可采用插值法实现自同步, 可靠性高	基于网络平台的各种实时和非实时通信。传输延时不固定, 用于采样数据同步时需依赖于外部同步器, 不能自同步, 可靠性较差。
软件费用	较低	较高
可实施性	好	好

结论: 采用 IEC61850 与 IEC60044-8 相结合的方式, 各取所长。对于单间隔不需要数据同步的二次设备, 采用 IEC61850 规约传输, 对于跨间隔需进行数据同步的二次设备, 采用

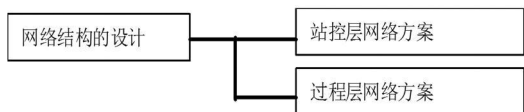


图 5 网络结构的设计

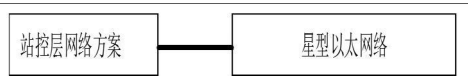


图 6 站控层网络方案

IEC60044-8 规约传输。

设计的最佳方案见框图 7。

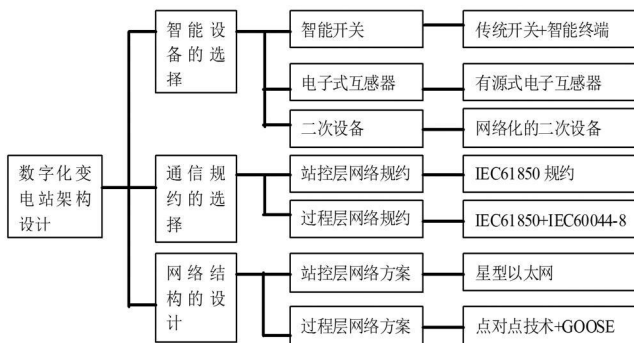


图 7 数字化变电站架构设计的最佳方案

全站配置微机型保护、测控等智能设备, 信息的处理实现数字化; ③采样信息的采集、传输: 采用了电子式互感器, 采样值就地数字化后以光纤送给各二次设备, 实现了采样信息采集、传输的数字化; ④控制命令的输出、传输: 保护、测控设备的跳合闸控制命令直接以数字编码形式通过光纤传送到智能终端, 实现了控制命令输出、传输的数字化; ⑤开关量采集、传输、输出: 一次设备的开关量信号通过智能终端就地数字化后通过光纤上送给二次设备, 二次设备的开关量输出同样以数字信号通过光纤下到智能终端对开关进行控制, 实现了开关量信息的采集、传输、输出数字化。

2.5 数字化变电站设计的效益

2.5.1 技术效益

(1) 实现了数字化变电站的技术创新。

(2) 提高变电站信息共享和自动化水平: 数字化变电站将互感器和一次设备纳入变电站通信网络, 且二次设备网络化, 大大提高了信息共享水平和自动化水平。

(3) 提高变电站运行的可靠性: 数字化变电站基本取消了复杂的二次回路接线, 代之以光纤或网线通信, 大大提高了系统的可靠性, 有利于检修、运行; 且大大降低了土建构支架, 减少了钢材量。

(4) 简化了二次设备装置的结构: 数字化变电站二次设备取消了采样保持、多路转换开关、A/D 变换等环节, 提高了装置的可靠性。

(5) 摆脱了电磁兼容的难题, 实现了一次设备和二次系统之间的电气隔离。常规综合自动化为解决电缆传输信息时对二次设备带来的各种干扰问题, 对电缆、保护装置的接地、屏蔽有着严格的要求, 需二次设计及施工重点考虑; 而数字化变电站通过光纤传输数字信号可从根本上解决变电站的电磁兼容问题。

(下转第 81 页)

使用寿命。

4 存在的问题

1)老工艺生产的绝缘子仍大量挂网运行。1997、1998、1999年生产的复合绝缘子大量在电网上使用,共计有 8 570支,其中 110 kV有 6 063支、220 kV有 2 015支、500 kV有 492支。

2)对绝缘子的检测手段有限。由于复合绝缘子内部故障的监测手段有限,很难提前发现复合绝缘子的内部故障,特别是复合绝缘子的端部密封试验开展难度较大。

3)在运复合绝缘子的抽检工作难度较大。四川省电力公司已出台复合绝缘子运行规程,但复合绝缘子按规程的抽检工作开展较少,目前没有形成一套完善的抽检机制。

5 复合绝缘子运行维护工作思考

1)安排更换挂网运行的早期复合绝缘子产品。对采用淘汰工艺生产的早期绝缘子逐步安排进行更

换。

2)开展复合绝缘子抽检工作。开展全省复合绝缘子样品抽检工作,特别是端部密封试验。

3)加强对质量可疑厂家运行产品的跟踪监测。四川省在运复合绝缘子生产厂家较多,部分厂家已经倒闭,部分厂家生产能力较小,应加强对此类厂家的产品进行加量抽检,以便及时发现问题。

4)加强在运复合绝缘子单改双工作。对大档距、大高差、重要跨越点、居民区的复合绝缘子实施单改双工作,以避免掉串导致的不良后果。

5)开展红外成像仪检测复合绝缘子研究。根据复合绝缘子出现缺陷后,可能产生热成像图像突变的情况,着手研究红外成像仪检测复合绝缘子。

6)开展在运复合绝缘子运行情况研究与分析。进一步摸清四川省在运复合绝缘子情况,针对不同厂家、不同运行条件、不同运行环境,开展早期复合绝缘子运行情况分析,抽取一定样品开展分析工作,对早期各厂家的复合绝缘子进行全面、正确的评估,特别是要加大对耐张和大档距杆塔复合绝缘子的运行情况研究。

(收稿日期:2008-12-01)

(上接第 70 页)

(6)完全不受负载影响,消除了测量数据传输过程中的系统误差。数字化的电流电压信号在传输到二次设备和二次设备处理的过程中均不会产生附加误差,提升了保护系统、测量系统和计量系统的系统精度。

(7)简化了二次系统的试验:①一次和二次无直接电联系,不存在 TV 短路, TA 开路问题,提高了现场试验接线安全性;②数字信号替代了传统模拟量输入信号,无需进行模拟量输入准确度校验;③无需校验互感器的极性,无需进行二次回路接线检查;④无需回路绝缘电阻测试,回路压降测试,回路接地的检查。

2.5.2 经济效益

(1)常规的综合自动化变电站仍存在复杂的二次回路,控制电缆用量较大,且电压等级越高,控制电缆用量越大。

数字化变电站中大量采用光纤和网线作为信息交换的介质,控制电缆用量将明显降低,体现了一定的经济效益。

(2)全站按照 IEC 61850通信标准构建,体现了国际自动化技术发展最新潮流和理念。基于 IEC 61850构建的自动化系统具有良好的互操作性和长期稳定性,降低了改建、扩建的系统升级、调试成本,保护了用户的投资。

2.5.3 社会效益

(1)电子式互感器的应用解决了传统互感器的饱和、铁磁谐振、绝缘油爆炸、六氟化硫泄漏等问题,体现了环保、节能、以人为本的理念。

(2)控制电缆用量大大减少,降低了有色金属消耗,有利于社会的可持续性发展。

参考文献

- [1] 李九虎,郑玉平,古世东,须雷.电子式互感器在数字化变电站的应用[J].电力系统自动化,2007(7):94-98.
- [2] 杨奇逊.变电站综合自动化技术发展趋势[J].电力系统自动化,1995,(10):7-9.
- [3] 高翔.数字化变电站应用展望[J].华东电力,2006,(8)47-53.

(收稿日期:2009-01-04)