

# 数字化变电站自动化系统方案探讨

孙司正<sup>1</sup>, 王晋<sup>2</sup>, 盛本云<sup>3</sup>, 都洪基<sup>4</sup>

(1. 江苏省黄海农场供电中心, 江苏 盐城 224634; 2. 安阳师范学院电气电信工程系, 河南 安阳 455002;  
3. 江苏省电力公司, 江苏 南京 210015; 4. 南京理工大学, 江苏 南京 210094)

**摘要:** 在变电站自动化领域中, 智能化使电气设备的发展, 特别是智能化开关、光电式互感器等机电一体化智能设备的出现, 使变电站综合自动化技术进入了数字化发展的新阶段。论述了数字化变电站自动化系统的意义, 并对数字化变电站综合自动化系统方案进行了初步探讨。

**关键词:** 数字化; 变电站自动化; IEC61850

## Discussion on the digital schemes of substation automation system

SUN Si-zheng<sup>1</sup>, WANG Jin<sup>2</sup>, SHENG Ben-yun<sup>3</sup>, DU Hong-ji<sup>4</sup>

(1. Jiangsu Huanghai Farm Power Supply Centre, Yancheng 224634, China; 2. Department of Electricity and Electronic Information Engineering, Anyang Teachers College, Anyang 455002, China; 3. Jiangsu Electric Power Company, Nanjing 210015, China; 3. School of Power, Nanjing University of Science & Technology, Nanjing 210094, China)

**Abstract:** During the automation development of transformer stations, the emergence of intelligent electrical devices and that of electromechanical devices in particular such as intelligent switch and photoelectric mutual inductor promotes the automation technology of transformer station into a digital stage. This paper discusses the meaning of digital substation automation system and the digital schemes of substation automation system is introduced.

**Key words:** digital substation; automation system; IEC61850

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2007)22-0072-03

## 0 引言

变电站自动化技术经过10多年的发展已经达到了一定的水平, 在我国城乡电网改造与建设中不仅中低压变电站采用了自动化技术, 实现无人值班, 而且在220 kV及以上的超高压变电站建设中也大量采用综合自动化新技术。从而提高了电网建设的现代化水平, 增强了输配电的可能性, 降低了变电站建设的总造价。随着智能化开关、光电式互感器等机电一体化智能设备的出现, 以及计算机高速网络在实时监控系统中的开发, 变电站自动化系统全面数字化已经成为可能。

## 1 实现数字化变电站的意义

变电站是数字电力系统的主要信息源, 因此实现数字化变电站是实现理想数字电力系统的必要条件。数字电力系统有助于实现电力系统的科学化管理和决策, 有助于对系统状态进行实时评估, 改善

系统的安全稳定性, 制定和实施经济运行策略, 有助于电力系统实施紧急控制和反事故控制。

### 1.1 数字化变电站特点

1) 智能化的一次设备的应用。在数字化变电站中, 智能一次设备的信号输出和控制输入采用了数字技术, 变电站二次回路设计中常规的继电器及其逻辑回路被可编程软件代替, 常规的模拟信号被数字信号代替, 常规的控制电缆被光缆代替, 简洁的二次回路设计使变电站自动化系统的可靠性得到了进一步提高。

2) 智能设备的互操作性。数字化变电站的智能设备采用了对象建模技术、抽象通信接口技术和设备自描述规范, 智能设备之间实现了通信协议和通信接口的一致性, 具有比现在更好的互操作性。

3) 变电站信息共享。数字化变电站对一次设备进行统一建模, 变电站站内及变电站与控制中心之间实现了无缝通信体系, 真正实现了信息共享。

4) 支持系统与运行系统协调工作。数字化变

电站中, 基于信息共享的各种运行支持系统(如一次设备运行状态检测系统等)可以功能优化并与变电站的运行系统协调工作。

### 1.2 技术和经济意义

1) 实现数字化变电站对于我国变电站的自动化运行和管理将带来深远的影响和变革, 具有非常重大的技术和经济意义。

2) 在技术上, 实现数字化变电站可以减少设备的退出次数和退出时间, 提高设备的使用效率; 减少自动化设备数量, 简化二次接线, 提高系统的可靠性; 设备具有互操作性, 方便了设备的维护和更新, 减少投运时间, 提高工作效率; 可以方便变电站的扩建及自动化系统的扩充。

3) 在经济上, 可以实现信息在运行系统和其他支持系统之间的共享, 减少重复建设和投资; 减少占地面积, 从而减少建设投资; 减少变电站寿命周期内的总体成本, 包括初期建设成本和运行维护成本。

## 2 数字化变电站方案

数字化变电站的基本概念为变电站的信息采集、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关键是实现能满足上述特征的通信网络和系统。IEC61850标准包括变电站通信网络和系统的总体要求、功能建模、数据建模、通信协议、项目管理和一致性检测等一系列标准。按照IEC61850标准建设通信网络和系统的变电站, 可符合数字化变电站的要求。

### 2.1 数字化变电站系统结构

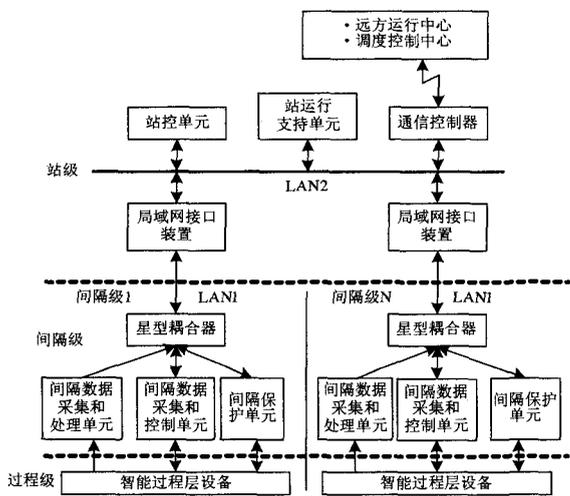


图 1 数字化变电站的系统结构设计

Fig.1 System structure of digitalized substation

从物理上看, 数字化变电站仍然是一次设备和二次设备(包括保护、测控、监控和通信设备)两个层面。由于一次设备的智能化, 数字化变电站一次设备和二次设备之间的结合比现在更加紧密。从逻辑上看, 数字化变电站的结构可以分为三层, 即过程层、间隔层和变电站层, 如图1所示。

### 2.2 变电站数字化方案

针对变电站现有条件, 考虑兼容性、过渡性, 初步确定有三种改造方案:

1) 第1方案(见图2): 仅采用 IEC61850 协议的过渡型数字化变电站。过程层单元和间隔层单元之间关系保持原样, 在间隔层单元与站级单元之间实现 IEC61850 连接。这种方案的优点是相比现有的变电站, 数字化程度高, 信息和通信符合最新国际标准, 具有很好的互操作性。二次设备可通过在现有成熟的设备基础上完成, 具有较高的实用性, 便于现阶段在变电站推广和老站改造; 缺点是变电站的间隔层和站控层实现数字化, 过程层仍是模拟信号设备, 数字化不完整。

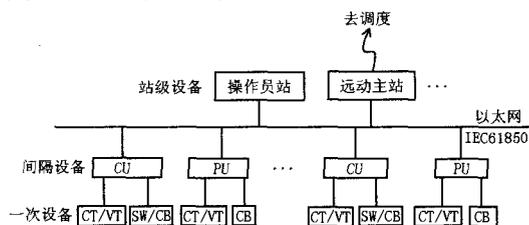


图 2 数字化变电站的改造方案 1

Fig.2 Reform scheme 1 for digitalized substation

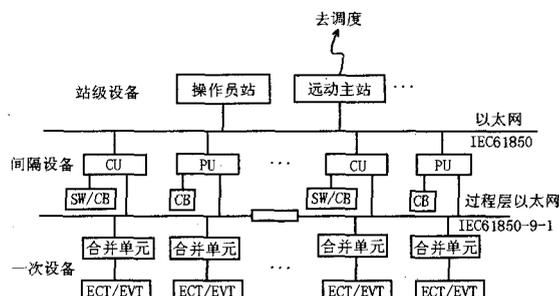


图 3 数字化变电站的改造方案 2

Fig.3 Reform scheme 2 for digitalized substation

2) 第2方案(见图3): 采用 IEC61850 协议与数字化 CT/PT 的实用型数字化变电站。这种方案的优点是采用 ECT/EVT, 变电站的间隔层和站控层全部数字化、过程层基本实现数字化。过程层的采样数据实现共享, 节省电缆; ECT/EVT 采用先进的光测量原理, 抗电磁干扰和线性变换性能好。ECT/EVT 在国内外的运行成功, 是目前推广数字化变电站最热点关注的焦点, 具有示范价值; 缺点是

过程层的开关(SW/CB)控制仍是单独的信号回路。目前ECT/EVT在国内还不完全成熟,成本较高。

3)第3方案(见图4):采用IEC61850协议、数字化CT/PT、智能一次设备的完全型数字化变电站。这种方案的优点是变电站的间隔层和站控层、过程层全部实现数字化。过程层的测量、监视和控制全部实现数字化、网络化。最终降低成本和提高可靠性,是今后变电站数字化的发展方向;缺点是数字式的开关(ESW/ECB),目前技术上还没成熟到试运行阶段,此方案目前无法实施。

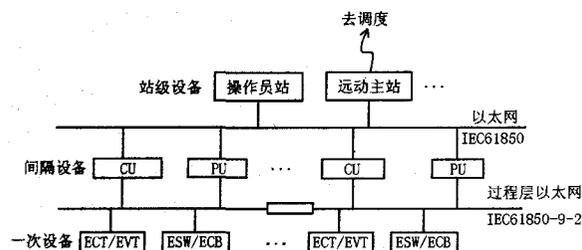


图4 数字化变电站的改造方案3

Fig.4 Reform scheme 3 for digitalized substation

### 3 数字化变电站系统的安全问题

由于原来的SCADA和其他的控制系统都是一个独立系统,是厂家的专有产品。它们的安全性来自于它们的硬件平台和逻辑结构与外界不同。随着数字化变电站系统走向基于开放的、标准的网络技术之上的开放式系统,所有的供应商都可以开发基于因特网的应用程序来监测、控制或远方诊断,但是带来的问题是可能导致计算机控制系统的安全性降低。对于电力系统这样一个要求高可靠性和安全稳定性的系统而言,安全问题尤其突出。因此对于数字化变电站系统的具体设计和实施而言安全问题十分重要。

可采用的技术措施分为两类:加密技术与防火墙。前者对网络中传输的数据进行加密处理,到达目的地后再解密还原为原始数据,从而防止非法用户对信息的截取和盗用。防火墙技术通过对网络的隔离和限制访问等方法,来控制网络的访问权限,从而保证数字化变电站系统的网络安全。

#### 3.1 数据加密技术

加密型网络安全技术是通过在网络中传输的信息进行数据加密来保障网络资源的安全性,加密技术是保证网络资源安全的技术基础,是一种主动安全防御策略。常用的加密方法有对称密钥加密和非对称密钥加密两种。从加密技术应用的逻辑位置来看,有面向网络和面向应用的两种。前者工作在网络层或传输层,它对网络链路上传输的所有数据都进行加密,因而对网络的性能会有一些影响。面向

应用层的加密技术实现较为简单,它允许用户对加密对象进行选择。

#### 3.2 防火墙技术

防火墙是一种访问控制技术,它用于加强两个或多个网络间的边界防卫能力。其工作方法是在公共网络和专用网络之间设立一道隔离墙,在此检查进出专用网络的信息是否被准许通过,或用户的服务请求是否被允许,从而阻止对信息资源的非法访问和非授权用户的进入,它属于一种被动型防卫技术。建立防火墙时要求网络具有明确的边界和服务类型,这样才能够隔离内外网络,达到防护目的。由于防火墙只能够对跨越网络边界的信息进行监测、控制,而对网络内部人员的攻击不具备防范能力。因此单纯依靠防火墙来保护网络的安全性是不够的,还必须与其它安全措施(如前面介绍的加密技术等)综合使用,才能达到目的。

### 4 结束语

综上所述,建立数字化变电站自动化系统是电力系统现代化的必然趋势。但结合各个变电站现有的实际条件,并考虑到国内目前的技术现状,实现数字化进程,可以按方案考虑系统结构分三步走,工期分三个阶段进行。

总之,数字化变电站自动化是一个系统工程,要实现全面数字化变电站自动化的功能还有许多技术问题需要攻关解决,但相信在不太远的将来,数字化变电站自动化系统将会迎来一个蓬勃的发展期。

#### 参考文献

- [1] IEC 61850, Communication Networks and Systems in Substations[Z].
- [2] 谭文恕.变电站通信网络和系统协议IEC61850介绍[J].电网技术,2001,25(9):8-11.  
TAN Wen-shu.An Introduction to Substation Communication Network and System IEC61850[J].Power System Technology,2001,25(9):8-11.
- [3] 吴在军,胡敏强.基于IEC61850标准的变电站自动化系统研究[J].电网技术,2003,27(10):61-65.  
WU Zai-jun,HU Min-qiang.Research on a Substation Automation System Based on IEC61850[J].Power System Technology,2003,27(10):61-65.

收稿日期:2007-04-05;

修回日期:2007-06-21

作者简介:

孙司正(1963-),男,工程师,主要从事用电管理方面研究;E-mail:crystalzxp@163.com

王晋(1963-),男,本科,讲师,从事电工学和电气控制技术的教学和研究;

盛本云(1962-),男,高级工程师,主要从事新技术应用方面研究。