

一种智能变电站断路器状态监测方案

李刚, 王晓锋, 周水斌, 张克元

(许继电气股份有限公司, 河南 许昌 461000)

摘要: 从一个智能变电站的实际工程应用出发, 介绍了一种智能变电站实现断路器状态监测的系统方案, 及断路器状态监测装置的设计思路及实现方法。该监测系统由前置采集器、后端处理器以及状态监测主站构成, 监测系统及装置具有 IEC 61850 数字接口, 支持 SMV 和 GOOSE 信息接入。采用合理的系统设计解决了智能变电站内不同设备厂家的装置互联的问题, 实现了基于 IEC61850 标准的智能变电站的断路器状态监测。

关键词: IEC61850; 智能变电站; 断路器; 状态监测; 互联

Design scheme of circuit breakers state monitoring in intelligent substation

LI Gang, WANG Xiao-feng, ZHOU Shui-bin, ZHANG Ke-yuan

(XJ Electric Co.Ltd., Xuchang 461000, China)

Abstract: The design scheme of circuit breakers state monitoring system for intelligent substation is presented briefly. The design idea and implement method of circuit breakers state monitoring device is especially emphasized in detail in this design scheme. The system is made up of front sampling device, hinder processor device and mainframe device which can receive the SMV and GOOSE information with IEC 61850 digital interfaces. The system has adopted a reasonable design method to solve the issue that interlinkage would occur as devices are from different manufacturers in application, and has also realized the circuit breakers state monitoring function for intelligent substation based on IEC 61850.

Key words: IEC 61850; intelligent substation; circuit breaker; state monitoring; interlinkage

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2010)14-0140-04

0 引言

随着微电子技术、信息技术、网络通讯技术、光电技术的发展及 IEC61850 标准的推广应用, 变电站综合自动化系统进入数字化时代^[1]。

智能断路器技术的应用是智能变电站的重大技术特征之一^[2]。采样值、开关位置信息、跳合闸命令的数字化、网络化传输, 带来了变电站系统方案的重大变革, 随之对变电站的断路器状态监测系统方案也产生了很大的影响^[3]。

1 智能变电站工程情况

该变电站是一个基于 IEC 61850 技术的全智能变电站。电压等级为 110 kV, 主变压器远期规划 3×50 MVA, 6回 110 kV 出线。本期工程为 1×50 MVA 主变, 采用户外架空方式的出线 2 回。

一次设备方面, 出线均采用 SF6 弹簧操动机构的户外支柱式断路器, 并在断路器本体附近安装智

能终端, 实现开关的智能化, 智能终端采用 GOOSE 标准实现对断路器信息的数字化采集和智能控制。互感器均采用 Rogowski 原理的电流互感器、电感分压原理的电压互感器, 互感器采集的采样值经合并器合并处理后输出基于 DL/T 860.91-2006 标准的 SMV 报文。

该智能变电站有以下几个技术特点:

1) 二次系统的设备包含电子互感器、合并器、断路器智能接口单元等均采用国内 A 厂家设备, 而状态监测系统则由 B 厂家提供;

2) 断路器智能接口单元安装在户外柜中, 而合并器安装在主控室内, 工程设计上必须考虑状态监测装置安装地点及系统的组网方案;

3) 采样值、开关位置信息全部实现了网络化数据传输, 状态监测装置必须支持网络数据接入。

2 系统方案

该工程要求断路器状态监测设备具备以下功

能: 1) 电寿命统计; 2) 燃弧时间统计; 3) 开断电流计算; 4) 机械动作时间统计; 5) 断路器动作类型判断。要实现这些功能, 状态监测系统需要的输入量有: 一次 A、B、C 三相电流、分闸线圈电流、合闸线圈电流、断路器合位及断路器跳位。

根据该数字化站的技术特点和用户制定的状态监测项目, 采用的断路器状态监测系统方案为: 断路器状态监测功能的实现由前置采集器、后端处理器以及状态监测主站共同完成。

前置采集器主要负责采集断路器本体信息, 包括断路器弹簧操作机构的分闸线圈电流、合闸线圈电流以及断路器的位置。分、合闸线圈电流经过采样后, 接入合并器, 按 DL/T 860.91-2006 (同时也支持 DL/T 860.92 标准) 标准转换成以太网数据, 再通过光纤输出到后端处理器; 同理, 断路器的位置也经采集后, 按 DL/T 860.81-2004 中通用变电站事件 (GSE) 模型转换成以太网数据, 再通过光纤输出到后端处理器。

另外断路器三相电流由该站的二次系统集成商 A 厂家的合并器提供。

后端处理器提供两个光纤以太网口, 光口 1 接收来自 A 厂家合并器发出的 DL/T 860.91 采样值报文, 光口 2 接收来自 B 厂家合并器发出的 DL/T 860.91 (或 DL/T 860.92) 采样值报文和 GOOSE 报文。后端处理器完成各种信息的解析处理后, 实现断路器的状态监测功能。与状态监测主站采用 IEC61850 或 103 标准互联。

该方案的系统组成原理图如图 1 所示。

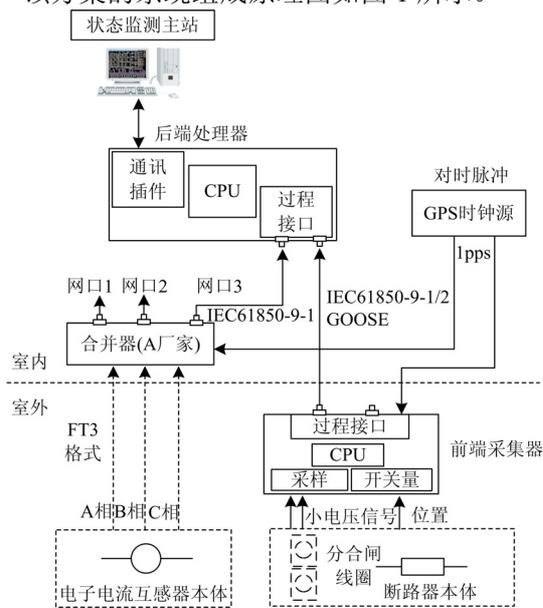


图 1 系统组成原理图

Fig 1 Principle diagram of the system

该方案的技术特点:

1) 由于系统中的智能设备分属不同的设备提供商, 该工程充分体现了 IEC61850 的特点, 状态监测设备实现了无缝接入和不同厂家设备的互操作性。

2) 该系统中的三相电流通过 A 厂家合并器接入后端处理器的光口 1, 而分、合闸线圈电流则由前端采集器采集合并后接入后端处理器的光口 2, 两个厂家设备数据采样的同步问题至关重要。A 厂家合并器和 B 厂家的前端采集器通过同步秒脉冲保证了三相电流和分、合闸线圈电流采样的一致性。

3) 本系统方案中前置采集器放置在就地, 后端处理器安装在主控室, 采用这种模式既保证了断路器本体信息的实时可靠采集, 又解决了状态监测装置和合并器、状态监测主站连接组网的问题, 在不降低系统通讯可靠性的同时降低了电缆及光纤的敷设投资。

3 断路器状态监测装置的设计

断路器状态监测功能的实现由前置采集器和后端处理器两台装置共同完成。

3.1 前置采集器的设计

前置采集器在实际工程中的型号为: DTI-801 综合智能接口装置, 是一个采集器+合并器+智能单元的功能集为一体的产品, 其结构框图如图 2 所示。

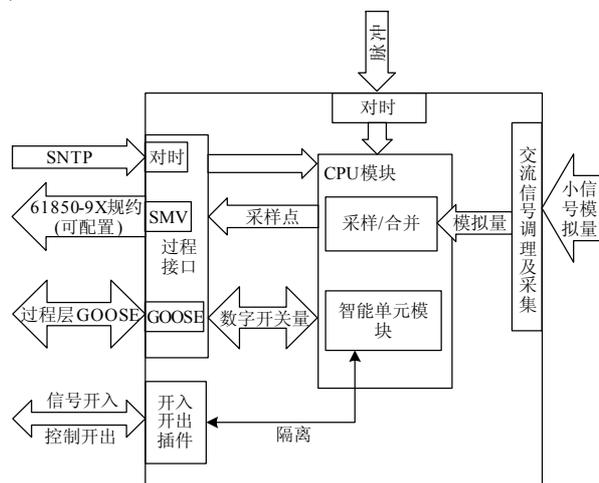


图 2 前端采集器结构框图

Fig.2 Structural diagram of the front collection device

前端采集器的主要功能如下:

1) 采样功能。采集 ECT 与 EVT 最多 12 路小信号模拟量通道 (额定值符合 GB/T 20840.7/8-2007 标准), 采样频率固定为 4 k/s (80 点/周)。

2) 合并功能。将 12 路采样值进行合并和处理后,按 DL/T 860.91 或 92-2006 标准转换成以太网数据,通过光纤输出到过程层网络。

3) 智能接口功能。提供 30 路经光电隔离的空触点开入用于本间隔内断路器、刀闸的位置和一次设备告警信息的采集;提供 32 路开出触点作为断路器和刀闸的控制。以上信息均遵循 DL/T 860.81-2004 中通用变电站事件(GSE)模型。

4) 其他辅助功能。包含事件记录、对时、自检等功能。

3.2 后端处理器的实现

后端处理器在实际工程中的型号为:DSM-801 断路器状态监测装置,适用于 500 kV 及以下断路器的在线运行状态监测。满足智能变电站基于 IEC61850 通讯数据采集传输要求,其结构框图如图 3 所示。

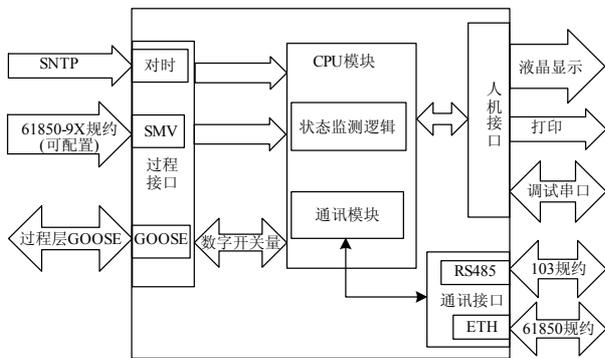


图 3 状态监测装置结构框图

Fig.3 Structural diagram of the state monitoring device

断路器状态监测装置的主要功能如下:

1) 采集数据功能。适用于符合 IEC61850 规范的全智能变电站,能满足 IEC61850-9-1 点对点组网方式或 IEC61850-9-2 交换机网络组网方式,开关量的采集基于通用变电站事件(GSE)。提供 2 对光纤以太网。

2) 状态监测功能。完成一个断路器的在线运行状态监测功能,包括开关磨损计算、累积磨损统计、燃弧时间计算、重燃弧判别、开断电流计算、机械动作时间等。

3) 与监测主站通讯功能。与主站的信息传输支持 DL/T 860.81-2004 或 DL/T 667-1999 (IEC-60870-5-103)。

4) 其他辅助功能。包含事件记录、录波、对时、打印、自检等功能。

4 监测内容

DSM801 中所有参数计算基于断路器变位启动

信号和分/合闸线圈的波形分析。分闸线圈波形及分闸时序图如图 4 所示,合闸线圈波形及合闸时序图如图 5 所示。

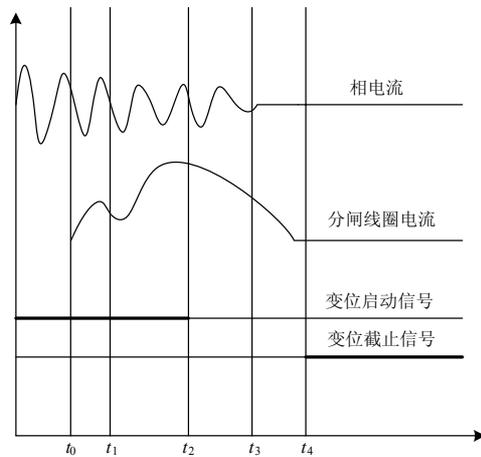


图 4 分闸动作时序图

Fig.4 Scheduling diagram of trip

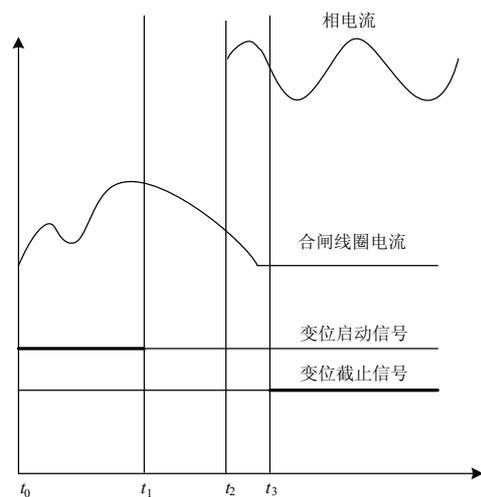


图 5 合闸动作时序图

Fig.5 Scheduling diagram of close

基于状态监测系统接入的各个信息量及上述分合闸动作时序图,DSM801 装置实现了以下项目的实时计算和监测。

4.1 动作类型判断

断路器动作类型包括分闸动作、合闸动作,其中分闸动作具有重燃弧判别功能。重燃弧判别依据 ANSI C37.100 标准,如果一个电弧熄灭,并且在大于 1/4 周期的时间以后重新点燃,就被认为是一次重燃;如果在电弧熄灭之后 1/4 周期之内发生了重新点燃,就不认为是一次重燃,而相当于原电弧的继续。

断路器的每一次动作,将产生一次动作报告,

装置记录本次动作类型并存储、打印, 同时将这些信息及时上送监控主站。

4.2 燃弧时间

记录断路器分闸过程中的电弧持续时间, 当分闸线圈启动后, 通过设定的燃弧记录的偏置定值, 确定燃弧开始时刻, 当检测到线路电流为零时记录停止。

4.3 断路器动作时间统计

通过采集断路器分位位置和合位位置的辅助触点, 当断路器分闸时, 取合位下跳沿和分位上升沿的时间差, 作为分闸时的动作时间; 当断路器合闸时, 取分位下跳沿和合位上升沿的时间差, 作为合闸时的动作时间。

4.4 开断电流有效值

记录断路器分开时刻的断路器一次电流的有效值。计算时取分闸线圈启动后至断路器分开时间段电流的最大有效值作为开断电流的有效值。

4.5 分合闸线圈电流波形

当开关分/合闸时, 启动分合闸线圈电流的录波, 每次动作均记录启动信号 (t_2) 前四个周波、后六个周波的数据, 并以 COMTRADE 格式存储, 同时支持波形上传至监控主站, 便于分析。

4.6 单次电寿命统计

断路器主触点的磨损来自于电弧期间出现的发热。在正常情况下, 断路器的额定值是 dI/dT 的函数, 它可以被简化为一个表达式 I^2T 。当断路器的故障启动跳开后, 计算整个燃弧时间的 ΣI^2T , 作为单次断路器触点的磨损。

$$I^2T = \sum_{n=1}^N I_n^2 \Delta t \quad (\text{分相进行计算})$$

式中: Δt 为采样步长; I_n 为采样值; N 为总采样点数。

起始时间如图 4 所示的 t_1 时刻, 如果有重燃, 累计到第一次重燃结束为止。

单次磨损量 I^2T 作为每次分闸动作报告的参数值上送监控主站。

4.7 累积电寿命统计

DSM801 装置累积计算断路器单次分闸电寿命

之和, 作为断路器累计电寿命统计的参数, 并根据设置的极限磨损量, 计算断路器触点累积磨损 I^2T 相对于极限磨损 I^2T 的比例, 以此来估算断路器的使用情况。

累积 I^2T : 累积 $I^2T = \text{初始 } I^2T + I^2T_1 + \dots + I^2T_n$;
将每次分闸时的 I^2T 进行累加, 同时加上初始 I^2T 。

累积电寿命值支持设置初值及清除累积统计功能, 该数据具有掉电保持功能, 即使装置掉电该数据也不会丢失。

累积磨损量 I^2T 作为每次分闸动作报告的参数值上送监控主站。

5 结语

智能变电站实现断路器状态监测的核心在于监测的采集及系统组网方案。本文介绍的系统方案实现了状态监测的目的, 系统网络清晰, 解决了不同厂家设备互联的问题, DSM801 装置结构简单, 抗干扰能力强, 可靠性高, 针对目前智能变电站推广日益广泛的现实, 具有良好的应用前景。

参考文献

- [1] 高翔, 张沛超. 数字化变电站的主要特征和关键技术[J]. 电网技术, 2006, 30(23): 67-71.
GAO Xiang, ZHANG Pei-chao. Main features and key technologies of digital substation[J]. Power System Technology, 2006, 30(23): 67-71.
- [2] 吴广宁. 电气设备状态监测的理论与实践[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
- [3] 徐国政, 张节容, 钱家骊, 等. 高压断路器原理和应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000.

收稿日期: 2009-09-02; 修回日期: 2010-01-04

作者简介:

李 刚 (1979-), 男, 工程师, 从事智能变电站过程层智能设备研发工作; E-mail: ligang@xjgc.com

王晓锋 (1977-), 男, 工程师, 从事智能变电站过程层智能设备研发工作;

周水斌 (1975-), 男, 工程师, 从事智能变电站研究及过程层设备研发工作。