

故障录波装置中 IEC61850 标准的研究与应用

李俊刚¹, 王皖豫², 崔岱³, 丁辉⁴, 狄军峰¹

(1. 许继电气股份有限公司, 河南 许昌 461000; 2. 许昌供电公司, 河南 许昌 461000;
3. 辽宁省电力调度中心, 辽宁 沈阳 110014; 4. 常州供电公司, 江苏 常州 213000)

摘要:以故障录波装置为例,系统地阐述了传统故障录波装置的功能,分析了故障录波装置数字化的需求,进而采用 IEC61850 标准,在 IEC61850 协议规范的基础上,研究故障录波装置的系统设计,实现故障录波装置的数字化,同时深入讨论了其技术方案、建模方法。通过分析通信需求,最终实现其 IEC61850 通信服务功能。该故障录波装置已通过国网 IEC61850 一致性试验,取得了满意的测试效果,完全达到了电力系统对故障录波装置的要求,在工程中具有良好的应用前景。

关键词: IEC61850; 故障录波; 建模; 通信服务

Research and application on IEC61850 in fault recording device

LI Jun-gang¹, WANG Wan-yu², CUI Dai³, DING Hui⁴, DI Jun-feng¹

(1. XJ Electric Corporation Limited, Xuchang 461000, China; 2. Xuchang Power Supply Company, Xuchang 461000, China;
3. Power Dispatching Center of Liaoning, Shenyang 110014, China; 4. Power Supply Company of Changzhou, Changzhou 213000, China)

Abstract: This paper introduces functions of traditional fault recorder and analyzes its digital demand. At the same time, it researches the design of fault recorder device system based on IEC61850, discusses the technical program and modeling method to achieve its 61850 communication service. The fault recorder device has passed the national grid IEC61850 consistency test, gotten a satisfactory test results, and met the needs of power system. In the project, it has a good application prospects.

Key words: IEC61850; fault recorder; modeling; communication service

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2010)08-0097-03

0 引言

故障录波装置是研究现代电网的基础,它可以记录因短路故障、系统震荡、电压崩溃等大扰动引起的系统电流、电压以及系统频率的全过程变化现象。是评价继电保护动作行为及分析设备故障性质和原因的重要依据,对于保证电力系统安全运行及提高电能质量起到了重要的作用。

传统的故障录波装置与保护信息子站等后台通信采用比较常见的 103 协议,对模拟量和开关量的采集需要通过硬接线接入装置,不能满足变电站对数字化的要求。而基于 IEC61850 协议的数字化故障录波装置,通过订阅的方式实现全站数据对象的自由记录,并且当系统扩容或者需要更改采集对象时,只需改订阅的参数。同时也满足了通信多样性的要求。因此,基于 IEC61850 标准的故障录波装置具有很好的应用前景和价值^[1]。

1 系统设计

本文所述的故障录波装置采用嵌入式系统设

计,基于 IEC61850 协议标准,是一款典型的数字化故障录波装置。其系统结构如图 1 所示。主要包括以下独立的模块:报文处理模块、数据同步模块、数据处理与录波启动模块、通信服务模块、故障数据分析模块,同时在本装置的设计思想中,把数据库作为一个独立的模块,进行功能接口上的封装,并与其他模块进行联接。

9-1 与 GOOSE 报文处理模块负责接收和解析模拟合并单元与数字合并单元发送的 IEC61850 报文,提取采样值数据;接收和解析保护控制单元的面向通用对象的变电站事件(GOOSE)报文。数据同步模块根据同步采样合并策略,实现开关量数据和采样值数据的同步。数据处理与录波启动模块是装置的核心,根据相应的判据,实时计算电力系统接入的电压、电流、频率等,判别故障录波的启动条件,生成录波文件。数据通信模块主要实现与保护信息子站等后台的 IEC61850 通信,同时负责与其他模块进行信息交互。在整个系统中,通信服务模块是系统信息交互的基础。故障数据分析模块采用

嵌入式 Intel Pentium II 处理器结构。进而实现设计上的先进性和操作上的方便性。

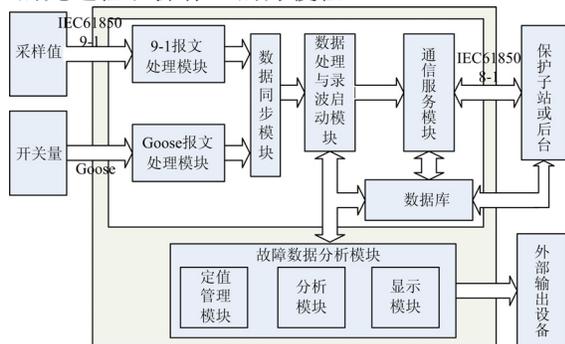


图1 故障录波装置系统结构

Fig.1 Fault recorder device system structure

2 IEC61850 建模

信息交换机制主要依赖于准确定义的信息模型。这些信息模型和建模方法是 IEC61850 的核心^[2]。能否对 IED 模型进行确切、有效的定义是能否对外提供标准服务的关键。下面以故障录波装置的数据信息模型为例，详细说明故障录波装置的建模过程。

2.1 逻辑节点

故障录波装置主要根据国标相关要求对电力参数进行记录，其主要包括一下指标：电压、电流、组实时量以及开关量的测量；电压、电流、变压器、组的录波；装置告警记录。因此不同的故障信息就构成了逻辑节点。在 IEC61850 7-4 中定义了 88 个逻辑节点。其中，以下节点可以用于描述故障录波的相应信息：如图 2 所示，测量逻辑节点 (MMXN)，该逻辑节点用于描述基本的监测线路信息，如电流、电压、频率；通用逻辑节点 (GGIO)，用于开关量的实时测量记录；模拟量录波节点 (RADR)，主要用来描述模拟量扰动的记录；开关量录波节点 (RBDR)，主要用于描述开关量扰动的记录；通用录波节点 (RDRE)，主要用于描述一些通用扰动的记录^[3]。

统一的数据对象模型可保证不同设备之间的互相理解、交换信息和协同操作。在完成 LN 的建模后，就可以将故障录波装置的测量、录波信息、参数定值一一对应到相应的逻辑节点下的数据对象中。每个 LN 由具有特定数据属性的数据组成，数据具有结构和定义好的语义，包含在具有专门数据属性的数据表中。数据对象模型由逻辑设备名、逻辑节点名、数据名、数据属性名描述。

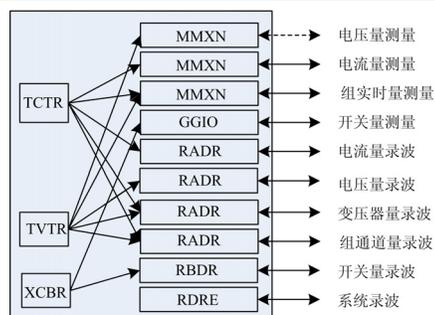


图2 数据对象模型图

Fig.2 Object model of IEC data

2.2 逻辑装置

在 IEC61850 标准中，并没有规定逻辑设备的类型，因此，在考虑故障录波装置的逻辑设备建模时有很强的灵活性^[4]。

一台故障录波装置可以完成多个电流、电压、组、变压器通道的实时量测量与录波，因此可以根据功能需求划分逻辑设备。依据 IEC61850 建模原则与故障录波装置的要求，故障录波装置的信息模型主要有服务访问点、逻辑设备、客户关联和文件服务等要素组成^[5]。如表 1 所示，为了简化模型，特建模如下：建立三个逻辑装置，分别描述告警、实时量和录波数据。

表1 逻辑装置定义

Tab.1 The definition of logic devices

| 名称 | 描述 |
|------|----------|
| LD0 | 装置自检告警 |
| Meas | 各通道实时测量值 |
| Rcd | 录波启动与定值 |

IEC61850 标准不要求将装置的内特性公开，装置必须提供的内特性操作相关的服务主要包含：测量实时值的读取，录波定值的读写，录波启动和投退的电流通道实时量。为避免 LN 过大给通信上带来的不便，可以根据数据库通道信息柔性的定义 MMXNC1-WGL 中包含的电流个数，所组成的故障录波设备模型结构如图 3 所示。每一个逻辑装置所属的逻辑节点可根据实际应用要求进行添加和删除。

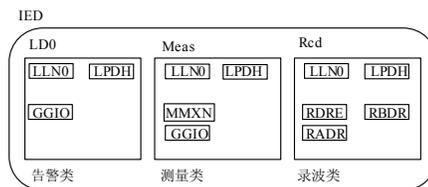


图3 设备模型结构图

Fig.3 Structure of device model

3 IEC61850 通信服务模块

在 IEC61850 模型文件建立之后, IEC61850 模块有三个通信需求: 具体如图 4 所示, IEC61850 通信服务、与故障录波装置的 mysql 数据库通信、与故障录波装置服务程序通信。故障录波装置与信息子站或监控等变电站层通信的 IEC61850 通信关系如图 4 所示。

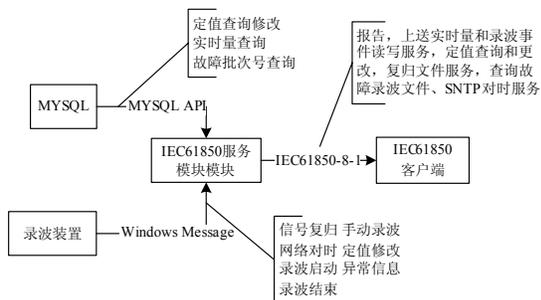


图 4 系统通信结构图

Fig.4 Structure of system communication

3.1 通信流程

IEC61850 通信服务模块程序主流程如图 5 所示, 在初始化成功之后, 连接装置数据库, 以及装置通信服务模块, 解析 ICD 与映射文件, 创建 IEC61850 对象空间和服务运行环境。映射文件中包含 IEC61850 对象到数据库数据单元或消息类型的映射, 收到 IEC61850 请求时, 便可访问数据库或发送消息, 由装置通信服务模块作出应答; 相应地在收到装置发送的消息时也可根据映射关系, 直接找到对应的 IEC61850 对象。因此整个 IEC61850 通信服务流程就是接收 IEC61850 请求、转换数据、根据映射关系读写数据库或发送消息、同时扫描 IEC61850 对象变化, 发送报告等。

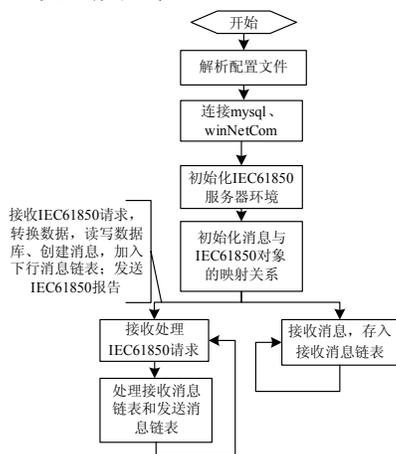


图 5 通信服务流程

Fig.5 Communication service process

3.2 消息处理

IEC61850通信服务模块与录波装置数据之间通信通过消息来实现, 消息接收处理模块主要功能为处理接收的消息。根据业务需要, 需处理这么几种消息: 判据录波启动、手动录波、录波结束、异常告警, IEC61850通信服务模块在接收到录波装置发送消息后, 相应的处理措施如图6所示, 判别消息类型, 进而完成相应的消息要求。

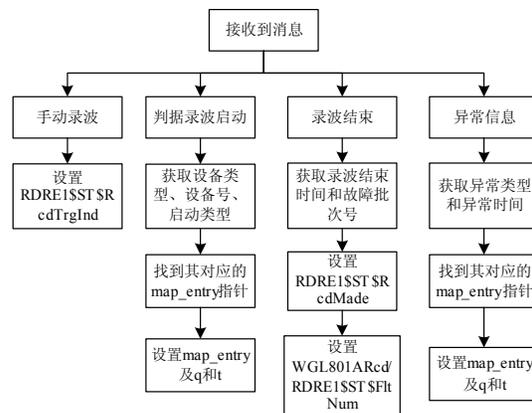


图 6 消息处理

Fig.6 Message processing

3.3 IEC61850 请求处理

录波装置在接受到 IEC61850 请求之后, 通信程序流程如图 7 所示, 根据服务参数中对象的特点确定应用处理方式, 总的来说, 只有两种服务, 写服务和读服务, 根据服务的参引判别服务需求。当为写服务时: 如服务参引中包含“\$SPS\$”时, 表示写定值, 要修改数据库和下发定值修改消息; 参引中有 \$COS\$LED\$R\$Oper 时, 表示复归, 下发复归命令; 参引中有 \$COS\$Rcd\$Trg\$Oper 时, 表示手动录波命令, 下发录波消息; 为保证安全性, 整个写服务决策权交由录波装置内部数据库程序处理。

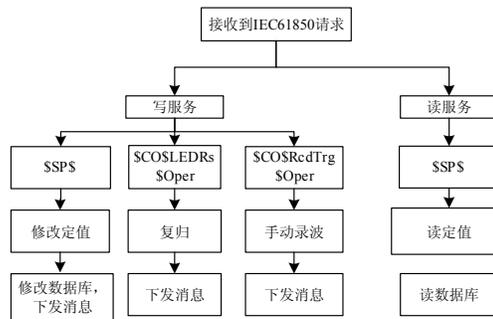


图 7 IEC61850 通信处理

Fig.7 IEC61850 communication processing

(下转第 114 页 continued on page 114)

2) 所需数据记录, 测量和事故信息植入本地微机继电保护装置和远程检索, 使得解决方案标准化。对多级继电器的继电保护整定计算和错误检查模块化。

3) 继电器设定或编程更为灵活, 系统具有更多先进的功能。如遥感探测, 远程控制, 自动控制, 实时控制, 负载数据记录, 系统测量, 器件测量, 持续数据记录等。

尽管已经实现多功能的继电保护装置, 但新型的集成保护和控制系统还面临很多问题。如, 直流电源电压波动, 继电器触点反弹时机等。同时对于集成化的设计还可能带来一些实际问题, 如设计的复杂度增加使得维修工作难度增多, 同时连锁反应的处理也面临挑战。

随着不断的发展和改进, 集成化保护和控制系统必将实现功能的全面化, 控制的智能化, 装置的节能化, 保护更为快速, 系统更为可靠。

参考文献

[1] Thompson M. The Power of Modern Relays Enables Fundamental Changes in Protection and Control System

Design[J]. Schweitzer Engineering Laboratories, Inc, 2007.

[2] Vaziri M, Brojeni F, Shulman E, et al. Innovative Distribution Feeder Protection and Control Schemes Using New Capabilities of Microprocessor Relays[A]. in: 59th Annual Conference for Protective Relay Engineers[C]. 2006.

[3] 张保会, 尹项根. 电力系统继电保护[M]. 北京: 中国电力出版社, 2008.
ZHANG Bao-hui, YIN Xiang-gen. Relay Protection in the Electrical Power System[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2008.

[4] 董新洲, 丁磊. 数字化集成保护与控制系统结构设计方案研究[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(1): 1-5.
DONG Xin-zhou, DING Lei. Research on Design of Digital Integrated Protection and Control System[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(1): 1-5.

收稿日期: 2009-05-26; 修回日期: 2009-08-15

作者简介:

兰 岚 (1988-), 女, 本科, 研究方向为电力系统稳定、分析与控制等; E-mail: lanlanziyu@126.com

万伟民 (1988-), 男, 本科, 研究方向为电力系统稳定、分析与控制等。

(上接第 99 页 continued from page 99)

当为读服务时, 服务参引中有\$SP\$时, 表示读定值, 直接由映射信息读数据库。为增强时效性, 读服务可以由IEC61850通信模块直接读录波装置数据库。

4 结语

基于 IEC61850 协议的故障录波装置能完全满足数字化变电站的要求, 通过高速网络通信, 实现数据与资源共享^[6]。本文所述的故障录波装置已通过国网 IEC61850 一致性试验, 取得了满意的测试效果, 完全达到了电力系统对故障录波装置的要求, 在工程中具有良好的应用前景。

参考文献

[1] 杨永标. 基于 IEC61850 的数字化故障录播器的研制[J]. 电力系统自动化, 2008, 32 (13): 58-61.
YANG Yong-biao. Development of a Digital Fault Recorder Based on IEC61850[J]. Automation of Electric Power Systems, 2008, 32 (13): 58-61.

[2] 王玲. 基于 IEC61850 的高压线路间隔的建模研究[J]. 继电器, 2007, 35 (24): 33-35.
WANG Ling. Analysis on High Voltage Line Bay Based on IEC61850[J]. Relay, 2007, 35 (24): 33-35.

[3] 徐振明. 基于 IEC61850 标准的电力系统的两种建模方式[J]. 继电器, 2008, 36 (6): 58-61.

XU Zhen-ming. Two Modeling Methods of Power System Based on IEC61850 Standard[J]. Relay, 2008, 36 (6): 58-61.

[4] 徐敏. 基于 IEC61850 标准的电抗器保护建模方法[J]. 电网技术, 2008, 32 (1): 84-86.

XU Min. IEC61850 Based Modeling Method for Shunt Reactor Protective Functions[J]. Power System Technology, 2008, 32 (1): 84-86.

[5] 陆岩. IEC61850 信息模型的反思与变通[J]. 电力自动化设备, 2008, 28 (10): 68-70.

LU Yan. Reconsideration and Compromise of IEC61850 Information Modeling[J]. Electric Power Automation Equipment, 2008, 28 (10): 68-70.

[6] 窦晓波. 基于 IEC61850 的新型数字化变电站通信网络的研究与实践 (博士学位论文) [D]. 南京: 东南大学, 2006.

DOU Xiao-bo. Research and Application on Communication Network of Digital Substation Based on IEC 61850, Doctoral Dissertation[D]. Nanjing: Southeast University, 2006.

收稿日期: 2009-05-18; 修回日期: 2009-06-24

作者简介:

李俊刚 (1981-), 男, 硕士, 研究方向为数字化变电站系统及相关产品研发; E-mail: aogusdu@gmail.com

王皖豫 (1962-), 男, 大专, 研究方向为电力系统; 崔 岱 (1982-), 男, 硕士, 研究方向为电力系统。