

组件化的IEC 61850通信接口在二次设备动态重构系统中的应用

介绍了一种组件化的IEC 61850通信接口在二次设备动态重构系统中的应用实例。重构IED是智能变电站自动化系统中间隔层设备的整合型应用，作为备用设备用于在某一IED或IED的某些功能失效时进行功能补偿和替代。IEC 61850通信接口以软件组件的思想进行设计和实施，建立可灵活裁剪和配置的组件库，提供统一接口供应用功能模块调用。通过对工程调试中遇到的实际问题的分析和解决，验证了其独立性、可复用性和稳定性。

张 弓 苏 瑞 万 博 鹿洪刚/南瑞集团有限公司

0 引言

2012年，国家电网公司提出建设新一代智能变电站的要求，通过采用集成化的智能设备和一体化的业务体系等途径，达到占地少、造价省及可靠性高的目的。新一代智能变电站具有系统高度集成、结构布局合理、装备先进适用、经济节能环保和支撑调控一体的特征^[1-4]。

为实现上述目标，电力系统各大厂家开展了新一轮的设备集成和功能整合的工作，加大了研发力度。实际上，这也是与技术的进步和产品发展的方向相一致的。比如文献[5]提出了基于IEC 61850标准开发间隔层集中式IED的方案；文献[6]提出了以IEC 61850通信架构以及高集成度处理器平台为基础，整合间隔层的多种应用功能，实现用于三态数据监控的新一代多功能IED的设计方

案；文献[7]研究了过程层合并单元和智能终端功能整合的可行性，并进行了效益分析。

在IED的集成和整合过程中，不可避免地带来软硬件资源的竞争和分配、程序间的数据交互和接口管理等问题，处理不当则容易产生设备运行的稳定性和可靠性降低、系统开发和维护难度增大等后果。因而，提高各软件模块的独立性、可复用性，降低耦合度，提供简洁高效的信息交互手段就显得尤为必要。

本文介绍了一种组件化的IEC 61850通信接口在二次设备动态重构系统（以下简称重构系统）中的应用实例。重构IED是一种在间隔层的整合型应用，用于在检测到某一IED或IED的某些功能失效时，切换重构IED的工作状态，启动相应的功能，起到功能替代和热备用、减少总体设备数量、缩短设备停运时间的作用。

IEC 61850通信接口以软件组件的思想进行设计和实施^[8]，建立可灵活裁剪和配置的IEC 61850组件库，提供统一接口供应用功能调用。通过对工程调试中遇到的实际问题的分析和解决，验证了通信模块的独立性、可复用性和稳定性。

1 组件化的IEC 61850通信接口

1.1 IEC 61850通信库结构

IEC 61850通信接口功能通过软件库来实现，由通信组件和应用接口组件构成，如图1所示。



张 弓/高级工程师

关键词/Keywords

组件化 ·
IEC 61850 ·
动态重构系统 ·

国家电网公司科技项目：基于IEC 61850标准的网络处理器关键技术研究（SGRI-WD-71-13-008）。



图1 IEC 61850通信库结构

通信组件包括：①抽象通信服务和映射模块，用于完成从核心服务映射ACSI到通信协议的转换，包括IEC 61850信息和通信模型的建立，并映射到制造报文规范协议MMS、简单网络时间协议SNTP、面向通用对象的变电站事件GOOSE和采样值传输SV；②XML配置文件解析模块，用于打开并解析XML格式文件、自定义的与接口和服务相关的配置文件；③制造报文规范协议栈模块，基于TCP/IP协议栈，用于完成包括制造报文规范协议MMS、关联控制服务元素ACSE以及面向连接的表示层协议编解码等的处理；④ASN.1编解码模块，用于完成依据编码规则，对于基本数据类型、标记的编解码处理。

应用接口组件包括：①应用模型映射模块，用于完成IEC 61850通信模型与应用功能模型的转换，IEC 61850通信模型为树形结构信息，应用功能模型通常为表结构的点表信息；②实时库接口模块，提供轻量级的实时数据库和进程间的访问接口，实时数据库位于共享内存中。

1.2 构造和实现方法

IEC 61850通信库组件的构造和实现，使用集成开发工具来进行，流程如图2所示。

软件库组件开发包括数据标识、接口文件和数据结构定义、接口规范，以及编译生成可执行代码；测试与集成包括：合格性检验、适应性修改、组装和集成测试，主要步骤涉及导入规格说明、配置和软件库源码等文件，进行功能选择、参数配置、合法性校验，执行编译、链接和下装，并进行功能检验。由不同的交叉编译工具链生成的软件库可适用于不同的处理器架构平台，如x86、PowerPC、ARM和MIPS等。

1.3 部署到重构系统中

以110 kV变压器保护测控功能重构为例，描述

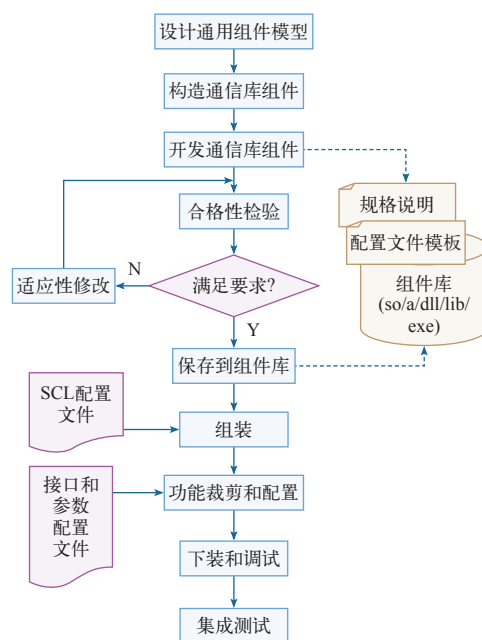


图2 IEC 61850通信库组件实施流程图

重构系统中的IEC 61850的通信实现。

重构系统由位于变电站层的重构管理后台和位于间隔层的重构IED组成，在变电站自动化系统中的位置如图3所示。

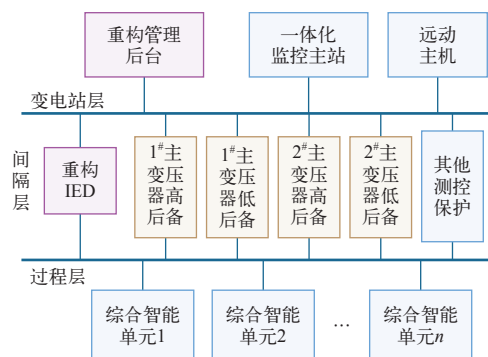


图3 二次设备动态重构系统配置图

重构管理后台配备变电站自动化监控系统软件，支持IEC 61850 Client/Server方式通信，作为Client端，与间隔层各测控保护IED、重构IED通信；实时采集和显示测量信息，监测和评估二次设备运行状态，按照预设的重构控制策略，发起重构IED运行状态切换和定值、参数传递等操作。

重构IED配备重构平台功能和保护测控一体化功能，支持IEC 61850 Client/Server方式通信，作为Server端，与变电站层IED（一体化监控主机、

远动主机和重构管理后台)通信,通过GOOSE和SV服务与间隔层和过程层IED交换数据;由重构相关软压板设置/切换情况,确定当前运行于哪一种状态(平台或测控保护状态)。

根据不同的平台架构、操作系统和功能需求,选取相应的IEC 61850通信库组件,部署到各IED中去。

重构管理后台为工控机,使用Windows操作系统,集成IEC 61850客户端功能,因而需选择Client相关dll或lib型代码,并不需包含GOOSE和SV组件;重构IED为POWEPC架构平台,采用VxWorks实时操作系统,集成IEC 61850服务器端功能,同时提供GOOSE收发和SV接收功能,需选择相对应的so或a型代码。

不同的组件集合经集成开发工具组装后,分别装载到重构管理后台和重构IED中,与其他应用功能软件一起合作完成整体功能。

2 重构系统中的IEC 61850通信实现

2.1 信息模型建立和管理

参照国家电网公司企业标准《IEC 61850工程继电保护应用模型》^[9],建立重构装置的信息模型。主要模型如表1所示。

假设重构装置配置为对主变压器1和主变压器2保护测控功能进行备用替代,则根据压板设置/切换状态,重构装置会运行于三种状态之一,如表2所示。三种状态所对应的IED由表1中不同的LD组合而成,在重构平台IED状态时,包含LD0、PIGO和PISV;在重构主变压器1或重构主变压器2 IED状态时,包含LD0、PROT、MeasCtrl、RCD、PIGO和PISV。

上述IED的模型文件,分别存放于三个目录下,程序根据当前压板状态选择相应的模型文件进行加载和解析,并将模型信息映射到应用功能指定的内存空间位置。

2.2 重构切换机制

通过控制服务实现对重构装置的状态切换,控制对象为重构平台压板、重构主变压器1压板和重

表1 重构IED信息模型

功能	逻辑节点类	逻辑设备LD
重构管理	重构参数和压板	LLN0
	重构切换压板	GAPC
	监测、告警和监测信息	GGIO
主保护	差动保护	PDIF
	差速断保护	PDIF
	比率制动	PDIF
	二次谐波制动	PDIF
高后备保护	复合电压闭锁方向过电流	PVOC
	零序方向过电流	PTOC
	间隙过电流	PTOC
	零序过电压	PTOV
	过负荷	PTOC
	起动机风冷	PTOC
	闭锁调压	PTOC
低后备保护	复合电压闭锁方向过电流	PVOC
	电流限时速断	PTOC
	充电保护	PTOC
	零序过电压	PTOV
	过负荷	PTOC
	消弧零流保护	PTOC
高压侧测控	略	略
低压侧测控	略	略
本体测控	略	略
保护录波	略	略
GOOSE接口	略	略
SV接口	略	略

表2 重构IED运行状态

运行状态	重构平台 压板状态	重构主变压器1 压板状态	重构主变压器2 压板状态
1 重构平台IED	投入	退出	退出
2 重构主变压器1IED	退出	投入	退出
3 重构主变压器2IED	退出	退出	投入

构主变压器2压板,控制模式采用先选择再执行的方式。由重构管理后台手动或自动发送切换命令。

重构装置收到切换命令,并确认切换后,挂起通信等任务,清除当前内存模型,加载相关配置文件,建立新的IED模型,待全部初始化就绪后,恢复挂起的任务,进入切换后的运行状态。

为重构平台、重构主变压器1和重构主变压器2分配固定的IP地址IP1、IP2和IP3。

系统正常运行时,装置为重构平台状态,地

址为IP1；当判断主变压器1相关IED故障时，切换为重构主变压器1状态，地址改变为IP2；之后若主变压器1相关IED恢复正常，则退出重构主变压器1状态，IP、模型都恢复为重构平台状态；对主变压器2相关IED的功能重构机制与主变压器1相同。

变电站层IED（一体化监控主站、远动主机和重构管理后台等）预先导入三种IED模型，配置模型、图形和数据库的关联，在需要进行通信连接、数据交互。

3 工程调试

3.1 模型文件导入和模型建立

导入过程层综合智能单元的配置信息，重点是高/低压侧综合智能单元的14个、本体智能单元的8个GOCB控制块信息，对应到本地对象，导入开入、告警和模拟量对象的dU描述。

现场遇到重构IED中直流量输入预留不足的情况，增加LN实例、数据集和引用、报告控制块，同时扩充应用存储和点表后，满足接入需求。

经初始化建模测试，通过调用通信库接口所建立的模型与配置文件一致，参数初值设置正确。

3.2 通信连接和报告上送

变电站层各IED与重构IED建立连接后，有个别主站收不到报告，经检查发现，是由于使用了相同的BRCB/URCB实例号导致的，调整相关主站参数设置后，报告上送正常。

现场一体化监控主站要求BRCB引用的部分数据不能周期上送（比如保护动作信息定时送零值），故将重构IED配置文件中BRCB的周期上送触发位置零，周期上送时间也写为零，并重新提交配置文件给主站，这样做一方面是项目管理中一致性的要求，另一方面是因为有的主站在建立连接后，会将从配置文件中获取的BRCB/URCB参数值通过服务写回装置中。

3.3 遥测和遥信

通过GOOSE接收的开入、告警状态量和油温等直流量，经通信库解析报文后直接放入数据库，应用程序在显示和转存时，应注意检查相应的

配置，并正确加工处理，避免对数据的异常改变。

重构IED自身产生的虚遥信，尤其是压板状态这类信息，在上电初始化和重构切换后，应确保先于通信程序的数据上送，尽早写入数据库，否则会引起主站遥信更新不及时，干扰重构管理软件的判断。

3.4 控制和闭锁

现场操作档位合分时，出口动作为分合，此外主站控制命令携带数值3、1、2分别代表停、降、升（而不是标准中的0、1、2），应用程序在调用通信接口前，调整相应参数赋值即可适应。

开出传动时，注意区分通信接口的调用。开关分合等控制操作，应使用遥控（Ctrl/DO）接口；起动风冷、闭锁备自投等保护操作，应使用跳闸（Trip）接口，错误的调用会导致相关操作时装置没反应。

3.5 定值和参数

监控主站要求定值引用为SG型、参数为SP型，否则不能区分，且不是通过定值和参数数据集进行读写时的顺序和名称控制。为适应这一需求，更改装置的参数配置，模型更改为SP型引用。

3.6 录波文件传输

录波文件存放于/COMTRADE目录下，可通过主站召唤或应用触发两种方式传送。

3.7 重构切换

在现有配置（主后备一体、高低压侧一体及测控保护一体）情况下，切换到重构主变压器IED状态需要约1 min，切换到重构平台约30 s。

主站和装置配置文件的不一致，有时会引发比较难以定位的错误，比如调试过程中曾出现在重构管理后台进行定值或压板等操作时，信息栏刷屏显示一些召唤定值超时失败等无关信息，可见配置文件一致性的维护也是至关重要的。

4 结束语

经过近些年的工程实践，智能变电站中IEC 61850的通信模式已大体固定，各大厂家之间对互

操作时的一些细节处理也已达成一致，并且已经熟悉和适应了某些特色或者限制，加上IEC 61850本身所强调的配置的作用，使得现场发生的很多问题都是在配置层面即可解决，基本不需更改底层代码。

经两个工程项目的现场系统联调验证，所描述的组件化IEC 61850通信接口的独立性、可复用性和稳定性均能满足应用需求，达到预期目标，降低了程序模块间的耦合度，规范了接口方式，缩短了系统集成时间，提高了设备运行稳定性和可靠性。

参考文献

- [1] 黄益庄. 智能变电站是变电站综合自动化的发展目标 [J]. 电力系统保护与控制, 2013, 41 (2): 45-48.
- [2] 何大愚. 关于未来智能电网的特征 [J]. 中国电力, 2012, 45 (2): 9-11.
- [3] 宋璇坤, 李敬如, 肖智宏, 等. 新一代智能变电站整体设计方案 [J]. 电力建设, 2012, 33 (11): 1-6.
- [4] 史京楠, 胡君慧, 黄宝莹, 等. 新一代智能变电站平面布置优化设计 [J]. 电力建设, 2014, 35 (4): 31-37.
- [5] 易永辉, 曹一家, 张金江, 等. 基于IEC 61850标准的新型集中式IED [J]. 电力系统自动化, 2008, 32 (12): 36-40.
- [6] 万博, 苏瑞. 用于三态监控的多功能IED的研究 [J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37 (22): 111-115.
- [7] 束娜, 任万荣, 孙鹏, 等. 智能变电站合并单元、智能终端功能整合的可行性研究及效益分析 [J]. 电气应用, 2013, 32 (13): 82-85.
- [8] 苏瑞, 万博, 李刚, 等. 组件技术在智能变电站自动化系统中的应用 [J]. 电网技术, 2011, 35 (增刊2): 362-366.
- [9] Q/GDW 396—2012 IEC 61850工程继电保护应用模型 [S].

(收稿日期: 2017-06-21) **EA**

广告 | AD



Weidmüller

魏德米勒Energy Meter电力参数测量仪 —— 高效透明的生产电能监测

魏德米勒Energy Meter电力参数测量仪不仅能监测电能的消耗，它还能监测电能质量的基本参数和分析来自不同导体的电流的细微差别，使电力行业用户能够快速地了解生产设备中电能参数的变化情况，保证其稳定和高效地使用。具有综合功能的Energy Meter电力参数测量仪使您可以将生产点的能源网络分块测量，尽可能精确地进行监测，配备有一体的液晶显示屏，重要的监测数据如电压、电流、功率和能耗都能一目了然。

扫一扫，关注魏德米勒官方微信



Let's connect.

魏德米勒电联接(上海)有限公司
电话: 86 21-22195008 网址: www.weidmueller.com.cn