

DOI: 10.7667/PSPC171020

基于 IEC61850 逻辑设备管理层次结构的就地化 保护装置建模研究与应用

董贝^{1,2}, 薛钟^{1,2}, 张尧^{1,2}, 张云^{1,2}, 葛雅川^{1,2}, 赵谦^{1,2}

(1. 国电南京自动化股份有限公司, 江苏 南京 210003; 2. 南京国电南自电网自动化有限公司, 江苏 南京 211153)

摘要: 针对智能管理单元对就地化保护装置的远程显示和控制, 提出了一种基于 IEC61850 第二版的装置建模方案。在模型 ICD 中逻辑设备管理层次结构体现装置菜单的层级结构, 通过数据集成员定义菜单中包含的具体数据。对管理 LD 中需要上送报告的数据集建立非缓冲的报告控制块, 最后将生成的模型文件导入智能管理单元, 生成相应的装置菜单。基于以上方案, 智能管理单元具备了原有的装置液晶功能, 实现了不同厂家装置的菜单展示, 并通过 MMS 对就地化保护装置进行查看和控制。

关键词: 就地化保护; 智能管理单元; IEC61850; 装置建模; 逻辑设备管理层次结构

Research and application of modeling for on-site installation protection based on IEC61850 logical devices management hierarchy

DONG Bei^{1,2}, XUE Zhong^{1,2}, ZHANG Yao^{1,2}, ZHANG Yun^{1,2}, GE Yachuan^{1,2}, ZHAO Qian^{1,2}

(1. Guodian Nanjing Automation Co., Ltd., Nanjing 210003, China;

2. Nanjing Guodian Nanzi Grid Automation Co., Ltd., Nanjing 211153, China)

Abstract: In terms of remote display and control of the smart management unit to on-site installation protection device, a new menu modeling is proposed based on the second version of IEC61850. Menu hierarchical structure is manifested by logical devices management hierarchy, the specific data contained in the menu is defined by FCDA. URCB is set up on the dataset that required to send report in management LD, then device menu will be created by importing the generated model files to the smart management unit. Based on the above model, the smart management unit possesses device HMI function and achieves the menu display of devices from different manufacturers, in addition, on-site installation protection will be checked and controlled by smart management unit through MMS.

Key words: on-site installation protection; smart management unit; IEC61850; device modeling; logical devices management hierarchy

0 引言

当前国内坚强智能电网建设正初步展开, 一系列“六统一”标准和规范的实施, 使得保护装置的输入输出量、压板、端子、报告和定值已经统一, 同时规范了保护装置的对外接口、内部逻辑和输出信息。进一步简化装置接口, 将接口的物理实现形式由端子排转变为专用连接器。在此基础上, 就地化无防护继电保护装置应运而生^[1-3]。

就地化无防护继电保护装置安装在户外, 受环境地域等影响, 装置没有液晶面板, 对装置的操作只能通过远程实现, 相应的装置界面菜单也只能通

过远程计算机查看和控制。已有的实现方式是装置将液晶显示的内容通过点阵图或者矢量图的方式周期性地传送到远程主机, 远程主机进行查看装置信息, 如果需要对装置进行控制, 远程主机通过命令或者模拟液晶点击来完成, 装置收到控制后, 执行相应的行为, 最终再把执行结果界面送往远程主机, 主机刷新远程界面^[4-6]。

国网信息规范对装置界面的一级、二级、三级菜单有了明确的定义。不同的菜单包含不同类型的数据, 在这种模式下, 所有厂家的装置应该在远程通过一个统一的界面进行显示和控制, 如果采用点阵图或者私有数据的模式进行界面传输, 各个厂家

的装置界面在远程就无法统一，针对每个厂家需要一个专用的工具用于装置界面显示，其次，不同的界面也会增加用户的学习成本，不利于变电站的维护和运行，最后，私有数据在变电站内没有一个标准的传输通道，只能借用已有的 MMS 通道或者过程层通道，这种做法并不可取^[7]。

本文提出了一种基于 IEC61850 第二版^[8]的就地化保护装置^[9-10]建模方案，从理论和实现的角度对此方案进行了阐述和论证，最后通过实际应用，验证了此方案的有效性和可行性。

1 研究背景

国网信息规范对装置界面菜单及每个菜单内显示的内容进行了明确的定义。装置的界面分为三级菜单，第一级菜单装置总体目录，分为“信息查看”、“运行操作”、“报告查询”、“定值整定”、“调试菜单”、“装置设定”六个菜单项。“信息查看”用来查看装置的状态，“运行操作”用来对装置进行设定，“报告查询”查看装置的各种事件、告警、变为报告及录波，“定值整定”用于定值整定和分区复制，“调试菜单”用于传动、对点等功能，“装置设定”用于始终、对时、通信参数的设定。

在一级目录下，根据装置的具体功能性质进行分类，形成二级菜单，以“信息查看”为例，二级菜单包括“保护状态”、“查看定值”、“压板状态”、“版本信息”和“装置设置”。在二级菜单再根据数值性质分类构成装置的三级菜单，三级菜单包含装置的有效数据。

装置的菜单界面已经有了有效的统一，但是后台不同的厂家的后台界面不尽相同，给运行维护带来了额外负担，尤其在就地化保护时，保护在一次开关场安装，没有液晶界面，对就地化保护装置的查看和控制都高度依赖于智能管理单元。智能管理单元作为就地化保护装置的后台查看和控制，针对不同厂家的装置采用统一有效的菜单就变得尤为重要。

本文研究的核心内容为基于 IEC 61850 第二版的就地化继电保护装置建模方法，通过 IEC 61850 模型描述就地化保护装置的所有数据和菜单结构，将厂家的私有界面描述在一套公共的模型规范内，最终，就地化保护装置通过已有的变电站站控层网络和远程管理单元交互^[11-16]，如图 1 所示。

2 建模方案

基于 IEC61850 的就地化建模方案核心包含两个方面：一是对于包含实际数据内容的菜单即三级菜单通过数据集包含数据 DO 的方式体现菜单内容，

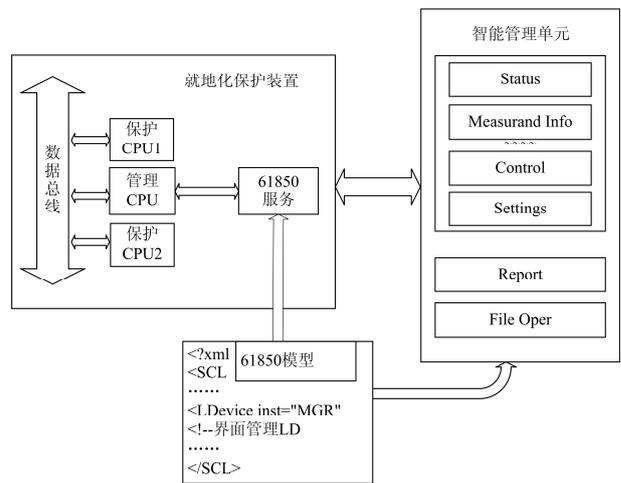


图 1 就地化保护装置和智能管理单元交互图

Fig. 1 Interaction diagram of on-site installation protection device and smart management unit

二是对于一级、二级菜单对下级菜单的引用关系通过逻辑设备管理层次结构的方式实现。

2.1 三级菜单建模方案

三级菜单为包含实际数据内容的菜单，具体的建模过程包含以下几个步骤：

首先在装置原有 IEC61850 模型中，为装置界面的三级菜单建立相应的数据集，数据集的描述名称与三级菜单名称相同。

接着为数据集增加数据成员。数据集成员与装置界面菜单的内容一一对应，数据集成员个数根据菜单中数据项个数确定。对于数据集 DataSet 中数据成员，分析装置原有 IEC61850 模型中各 LD 中是否有此数据，若有，则数据集成员引用已有数据 DO，若没有，则需要新建 DO；分析新建的 DO 是否在模板中已有 LN 类型可以直接使用，若没有，则需要新建 LNodeType，对新增的 LNodeType，判断其使用的 DO 类型是否已存在，若不存在，则需要新建 DOType。

最后，对需要生成报告的数据集建立报告控制块，如图 2 所示。

2.2 菜单层级关系方案

多级菜单层级关系通过 LD 引用 LD 的模式实现。IEC61850 第二版支持逻辑设备管理层次结构，因此，便可将 LD 作为菜单进行多级菜单的配置。具体包含以下几个步骤：

首先在装置原有 61850 模型中的站控层服务器下建立界面管理 LD，LD 的实例名称为“MGR”。

其次，建立三级菜单，三级菜单的数据集和数据内容的建立方式已在 2.1 节中进行了详细的描述。

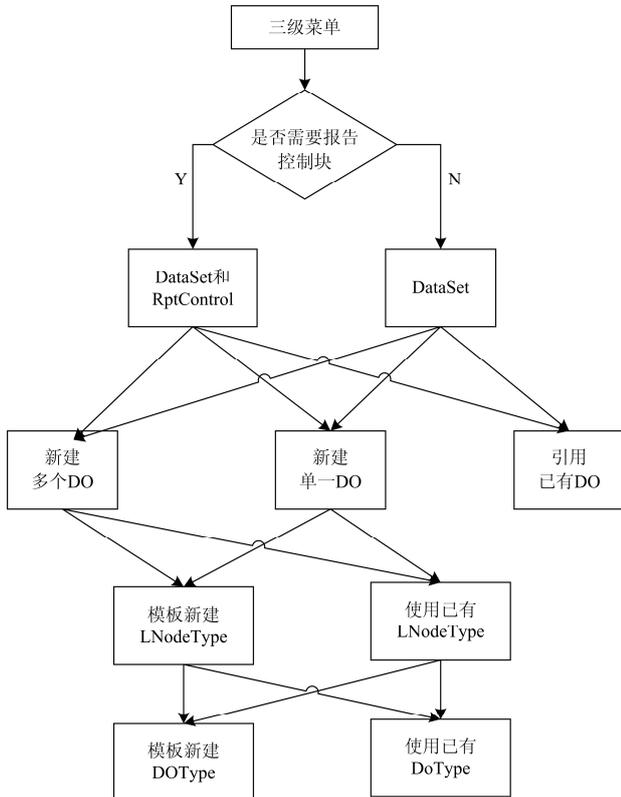


图 2 三级菜单建模流程

Fig. 2 Flow chart of three-level menu modeling

接着, 在 S 访问点下增加二级菜单 LD, LD 的个数和二级菜单的个数一致, 并且和所有的二级菜单一一对应, LD 的描述和二级菜单的名称相同。三级菜单的所有数据集、报告控制块及数据均建立在所属二级菜单的 LD 下。

最后, 增加一级菜单 LD, LD 的个数和一级菜单的个数一致, 并且和所有的一级菜单一一对应, LD 的描述和一级菜单的名称相同。在每个二级菜单的 LLN0 中的 GrRef 中填写一级菜单 LD, 此 LD 为该二级菜单所属一级菜单的 LD。所有一级菜单的 LLN0 中的 GrRef 中填写 “MGR”, 这样便形成了基于 “MGR” 的菜单层次结构。

如果一级或者二级菜单包含自身的数据, 那么可以在该 LD 下建立数据集, 包含需要显示的数据即可, 整个方案如图 3 所示。

3 建模实现

在站控层服务器访问点 S1 下增加管理 LD, 实例名称为 “MGR”, 在 S1 下增加对应一级菜单的所有 LD, LD 的 desc 分别为 “信息查看”、“运行操作”、“报告查询”、“定值整定”、“调试菜单”、“装置设定”, 这些 LD 的 LLN0 中 GrRef 的 setSrcRef 填写 “MGR”。

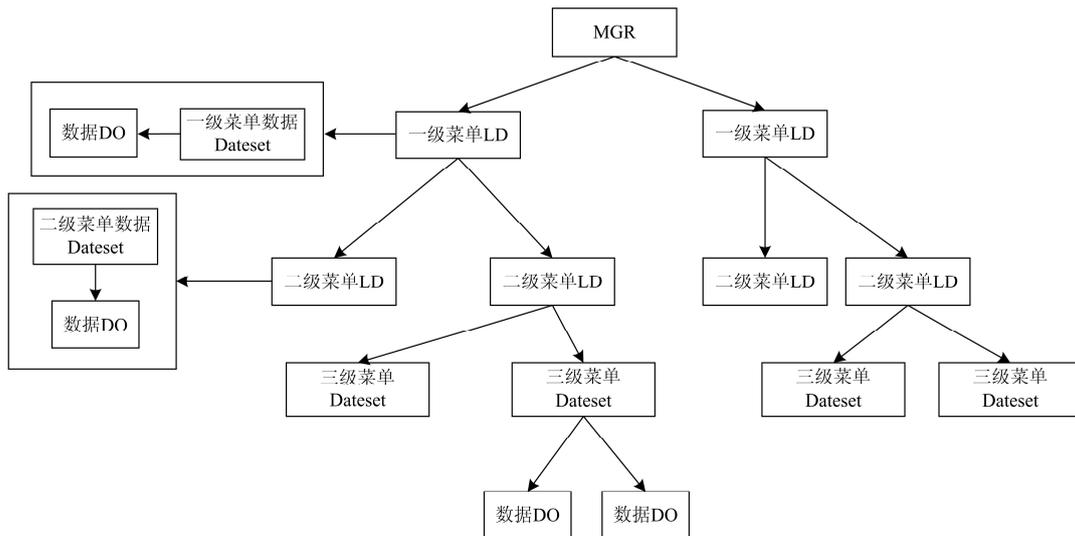


图 3 菜单层级关系流程图

Fig. 3 Flow chart of menu hierarchical structure

在站控层访问点 S1 下增加所有二级菜单 LD, 以一级菜单的信息查看为例, 说明二级菜单对一级菜单的引用关系。增加 desc 分别为 “保护状态”、“查看定值”、“压板状态”、“版本信息”、“装

置设置”的 LD, 这些 LD 的 LLN0 中 GrRef 的 setSrcRef 中填写一级菜单 “信息查看”的 LD 名称, 这样便建立了一级菜单和二级菜单的关联关系。

三级菜单的建立按照和数据集对应的模式, 见

2.1 节。三级菜单直接建立在所属二级菜单的 LD 下。菜单名称为数据集的描述名称。以就地化继电保护装置界面菜单“保护状态”为例来具体描述。该菜单的三级菜单包括模拟量、开关量、告警信息、保护定值、通信参数和厂家调试，在 IEC 61850 模型的保护状态 LD 下为各菜单内容创建对应的数据集，数据集名称 name 分别为 dsMgrRelayAin、dsMgrRelayDin、dsMgrGOSat、dsMgrMon、dsMgrChlInfo、dsMgrAlarm、dsMgrRelayFun，其中前缀 ds 代表 dataset(数据集)、Mgr 代表界面管理 LD，数据集描述(desc)与三级菜单名称相同。

为三级菜单创建数据集时，数据集成员个数根据菜单中数据项个数而定，若数据集成员个数超过 256，那么分为多个数据集，这种情况下，多个数据集对应同一个菜单，即管理单元中只有一个菜单与之对应。

对数据集中数据成员，即保护装置的某个界面中的条目，分析装置原有 IEC61850 模型中各 LD 是否有此数据成员。若有，则数据集成员引用现有数据 DO；若没有，则需要新建 DO，新建时根据界面中该条目的特性建立 DO 与之对应，一般单一条目需要一个 DO 即可。有复合条目的，根据复合特性

确定条目个数，如界面一栏有多项内容，根据内容个数确定新增 DO 的个数。

对于扩展的 DO，分析其是否在模板中已有 LN 类型(LNodeType)，若有，可以直接使用，若没有，则需要新建 LNodeType；对于新增的 LNodeType，判断其使用的 DO 类型(DOType)是否已存在，若不存在，则需要新建 DOType。

在该模式下，对需要上送报告的数据集建立相应的报告控制块，反之则不建立。由于所有需要必须上送和存储的数据已经在其他的 LD 中定义，界面管理 LD 中的数据大部分引用自其他的 LD。所以，如果某个数据需要上送报告，则采用非缓存的报告控制块，非缓存报告是指产生报告就转发出去，不用缓存在装置本地，减少装置开销。最终形成装置的 ICD 模型，见图 4 所示。

最后，将装置的 IEC 61850 模型文件 ICD 下入装置，并导入智能管理单元。智能管理单元通过读取装置的 IEC 61850 模型，便可得到装置的菜单结构，菜单内的数据来自于数据集的数据成员。通过显示数据集内的数据来展示菜单的内容，通过对数据集中数据的操作来完成界面对装置的控制。

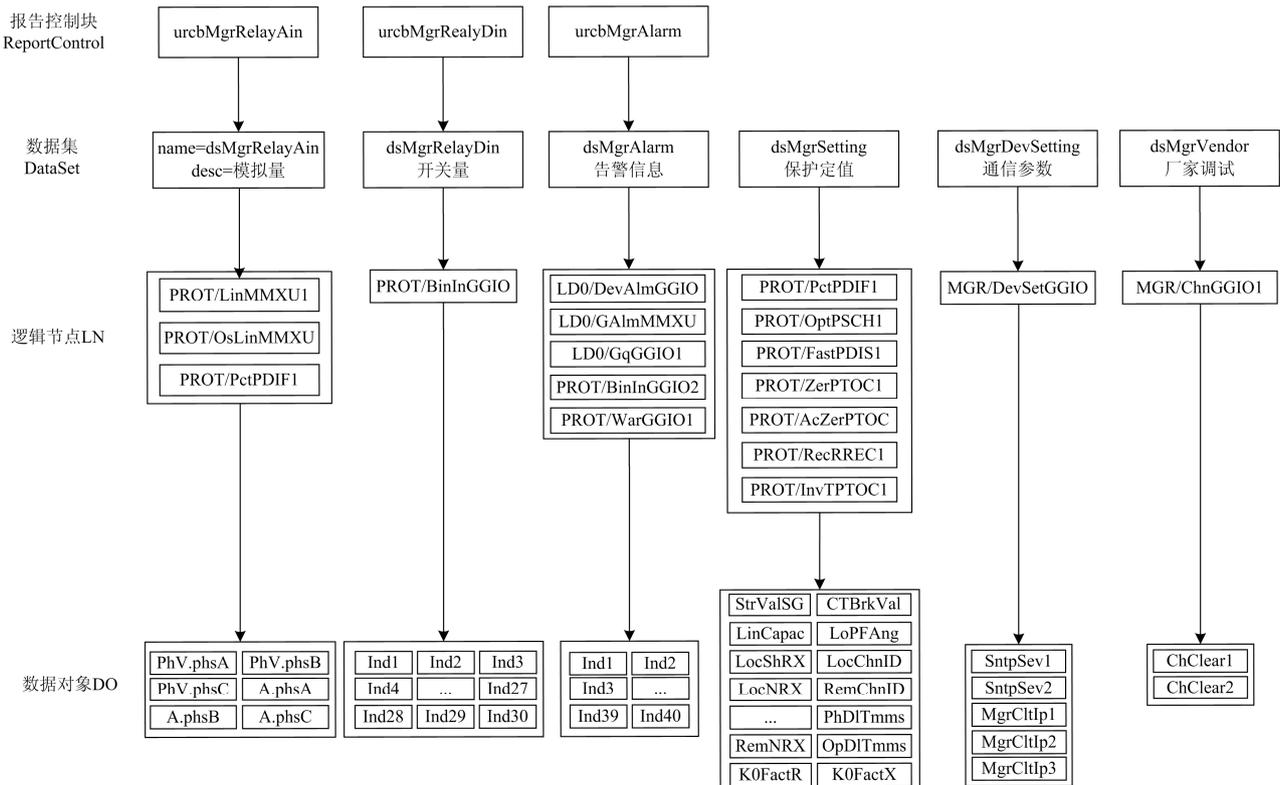


图 4 模型数据及报告控制块
Fig. 4 Model data and ReportControl

4 实际应用

根据本文方案实现的就地化保护装置和智能管理单元在浙江某 220 kV 变电站已经投运, 站内使用了多个厂家的就地化保护装置, 智能管理单元通过 IEC 61850 模型建立相应的装置菜单, 通过 MMS 实现对装置的查看和控制, 如图 5、图 6 所示。

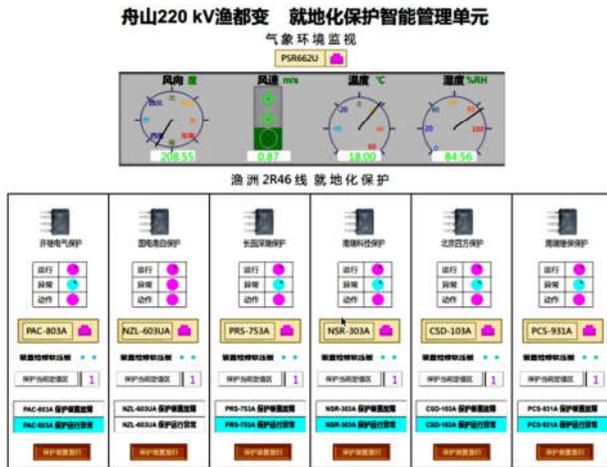


图 5 智能管理单元连接多厂家就地化保护

Fig. 5 Smart management unit connecting multiple on-site installation protection of different manufacturers

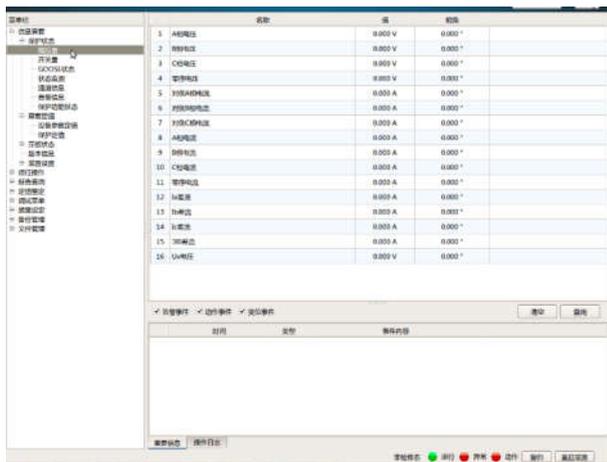


图 6 智能管理单元显示装置菜单

Fig. 6 Smart management unit display the menu of on-site installation protection

5 结论

本文提出了一种基于 IEC61850 的就地化保护装置建模方案, 装置数据和菜单结构都通过 IEC61850 模型体现, 智能管理单元根据模型显示装置界面菜单和数据, 并通过 MMS 对就地化保护装置显示和控制。本方案具有经济、高效、统一的特

点, 具体表现如下:

(1) 高效性, 用户无需针对不同的厂家学习操作和使用, 使用统一的界面来查看和操作不同厂家的装置。

(2) 可靠性, 智能管理单元通过 IEC61850 通信服务获得菜单数据, 更加安全和可靠。

(3) 通用性, 不同厂家的菜单都可以通过模型体现, 界面和界面内的数据不再是厂家的私有信息。

(4) 灵活性, 通过 IEC61850 模型改变界面菜单名称和菜单下的数据内容。

(5) 开放性, 厂家根据自身特点建立相应模型, 管理单元根据厂家提供的模型生成装置菜单。

参考文献

- [1] 刘宏君, 裘愉涛, 徐成斌, 等. 一种新的智能变电站继电保护架构[J]. 电网与清洁能源, 2015, 31(3): 49-51. LIU Hongjun, QIU Yutao, XU Chengbin, et al. A new architecture of relay protection in smart substation[J]. Power System and Clean Energy, 2015, 31(3): 49-51.
- [2] 裘愉涛, 王德林, 胡晨, 等. 无防护安装就地化保护应用与实践[J]. 电力系统保护和控制, 2016, 44(20): 1-5. QIU Yutao, WANG Delin, HU Chen, et al. Application and practice of unprotected outdoor installation protection[J]. Power System Protection and Control, 2016, 44(20): 1-5.
- [3] 周小波, 唐治国. 基于 MapReduce 架构的就地化分布式母线保护研究[J]. 电力系统保护与控制, 2018, 46(6): 128-135. ZHOU Xiaobo, TANG Zhiguo. Research on outdoor installation distributed busbar protection based on MapReduce architecture[J]. Power System Protection and Control, 2018, 46(6): 128-135.
- [4] 杨志宏, 周斌, 张海滨, 等. 智能变电站自动化系统新方案的探讨[J]. 电力系统自动化, 2016, 40(14): 1-7. YANG Zhihong, ZHOU Bin, ZHANG Haibin, et al. Discussion on novel scheme of smart substation automation system[J]. Automation of Electric Power Systems, 2016, 40(14): 1-7.
- [5] 李岩军, 艾淑云, 王兴国, 等. 继电保护就地化及测试研究[J]. 智能电网, 2014, 2(3): 16-21. LI Yanjun, AI Shuyun, WANG Xingguo, et al. Locally installed mode and test research of relay protection[J]. Smart Grid, 2014, 2(3): 16-21.
- [6] 陈德辉, 杨志宏, 高翔. 基于 IEC61850 的继电保护功能时序可视化研究与实现[J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44(22): 16-23. CHEN Dehui, YANG Zhihong, GAO Xiang. Research and implementation on function sequence visualization of

relay protection based on IEC61850[J]. Power System Protection and Control, 2016, 44(22): 16-23.

[7] 牛强, 钟加勇, 陶永健, 等. 智能变电站二次设备就地化防护技术[J]. 电力建设, 2014, 35(9): 76-81.
NIU Qiang, ZHONG Jiayong, TAO Yongjian, et al. In-site secondary equipment protection of smart substation[J]. Electric Power Construction, 2014, 35(9): 76-81.

[8] 段斌, 刘艳, 谭成. IEC61850 控制块服务追踪的实现策略[J]. 电力系统保护与控制, 2013, 41(18): 126-131.
DUAN Bin, LIU Yan, TAN Cheng. Realization strategy of IEC 61850 control block service tracking[J]. Power System Protection and Control, 2013, 41(18): 126-131.

[9] 邓茂军, 樊占峰, 倪传坤, 等. 就地化分布式变压器保护方案研究[J]. 电力系统保护与控制, 2017, 45(9): 95-100.
DENG Maojun, FAN Zhanfeng, NI Chuankun, et al. Research on scheme of outdoor installation distributed transformer protection[J]. Power System Protection and Control, 2017, 45(9): 95-100.

[10] 方学智, 杨帆, 肖彬, 等. 基于 IEC61850 和 Web Services 服务的中性点小电阻接地系统接地保护装置的研发[J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44(19): 144-149.
FANG Xuezhi, YANG Fan, XIAO Bin, et al. Research and development of protective device in neutral grounding via low resistance based on IEC 61850 and Web Services[J]. Power System Protection and Control, 2016, 44(19): 144-149.

[11] 梅德冬, 周斌, 黄树帮, 等. 基于 IEC 61850 第二版变电站配置描述的集成配置解耦[J]. 电力系统自动化, 2016, 40(11): 132-136.
MEI Dedong, ZHOU Bin, HUANG Shubang, et al. Decoupling integrated configuration of substation configuration description based on IEC 61850 edition 2.0[J]. Automation of Electric Power Systems, 2016, 40(11): 132-136.

[12] 陈德辉, 杨志宏, 高翔. 基于 IEC61850 的继电保护功能时序可视化研究与实现[J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44(22): 182-186.
CHEN Dehui, YANG Zhihong, GAO Xiang. Research and implementation on function sequence visualization of relay protection based on IEC61850[J]. Power System Protection and Control, 2016, 44(22): 182-186.

[13] 倪益民, 杨宇, 樊陈, 等. 智能变电站二次设备集成方案讨论[J]. 电力系统自动化, 2014, 38(3): 194-199.
NI Yimin, YANG Yu, FAN Chen, et al. Discussion on integration of secondary devices in smart substations[J]. Automation of Electric Power Systems, 2014, 38(3): 194-199.

[14] 韩国政, 徐丙垠, 张海台. IEC61850 在高级配网自动化中的应用[J]. 电力自动化设备, 2011, 31(5): 99-102.
HAN Guozheng, XU Bingyin, ZHANG Haitai. Application of IEC61850 in advanced distribution automation[J]. Electric Power Automation Equipment, 2011, 31(5): 99-102.

[15] 房领峰, 周德生, 刘建峰. 基于 IEC 61850 标准的变电站设备分布式在线监测系统的研究[J]. 华东电力, 2013, 41(5): 1085-1089.
FANG Lingfeng, ZHOU Desheng, LIU Jianfeng. On-line monitoring system of substation power equipment based on IEC61850 standard[J]. East China Electric Power, 2013, 41(5): 1085-1089.

[16] 贾德顺, 张勇, 邹国惠, 等. 基于 IEC61850 标准的远动保信一体化平台开发与实践[J]. 电力系统保护与控制, 2014, 42(18): 116-121.
JIA Deshun, ZHANG Yong, ZOU Guohui, et al. Development and practice of the telecontrol & relay integration platform based on IEC 61850[J]. Power System Protection and Control, 2014, 42(18): 116-121.

收稿日期: 2017-07-10; 修回日期: 2017-08-16

作者简介:

董 贝(1982—), 男, 工程师, 研究方向为电力系统自动化、IEC 61850 通信。E-mail: weah-bei.dong@sac-china.com

(编辑 张爱琴)