

## 基于 IEC61850 的智能断路器 IED 建模及 SCL 描述\*

连兵兵<sup>1</sup>, 方瑞明<sup>1</sup>, 洪欣<sup>2</sup>

(1. 华侨大学 信息科学与工程学院, 福建 厦门 361021;

2. 厦门市电业局, 福建 厦门 361004)

**摘要:** 智能电子设备 IED 间互操作的核心是其信息模型, 为实现智能断路器 IED 间互操作, 需要对智能断路器保护和控制功能进行分解, 建立其基本信息模型。针对低压断路器频繁操作的特点, 自定义剩余电压保护、剩余电流保护等逻辑节点, 以构造完整的 IED 信息模型。最后利用 IED 配置工具实现 SCL 对模型的描述, 将断路器配置信息上传到变电站, 实现变电站与断路器的配置信息互换, 为后续 IED 间互操作做好铺垫。

**关键词:** IEC61850; 智能断路器; 建模; SCL

中图分类号: TM764

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)02-0074-03

Information modeling and SCL description  
for intelligent circuit breaker IED based on IEC61850Lian Bingbing<sup>1</sup>, Fang Ruiming<sup>1</sup>, Hong Xin<sup>2</sup>

(1. College of Information Science and Engineering, Huaqiao University, Xiamen 361021, China;

2. Electric Power Bureau, Xiamen 361004, China)

**Abstract:** The core of IED interoperability is the information model. In order to realize the interoperability of IED for the intelligent circuit breaker, its functions of protection and control are decomposed and basic information model is built. According to the characteristic of frequent operation of low voltage circuit breaker, in order to construct a complete information model, logic nodes, such as the protection of residual voltage, the protection of residual current, are self-defined. Finally IED configuration tool are used to describe SCL configuration, and the configuration information of circuit breaker is uploaded to substation to realize information interchange between transformer substation and circuit breaker so as to foreshadow well for subsequent interoperability among IEDs.

**Key words:** IEC61850; intelligent circuit breaker; modeling; SCL

IEC61850 标准是目前电力系统中最完善的通信标准, 它采用面向对象的方法描述变电站及设备信息, 旨在实现不同厂家生产的智能电子设备 IED (Intelligent Electronic Device) 之间的互操作。该标准将变电站通信体系分为 3 层: 变电站层、间隔层和过程层, 智能断路器属于过程层, 层内的 IED 间通信采用 IEC61850 协议。

国内外学者对 IED 间互操作问题十分关注, 并从多方面进行了相关试验<sup>[1]</sup>。IED 间互操作的核心是建立其 IED 信息模型, 目前研究主要集中在 IED 的在线监测功能模块<sup>[2]</sup>, 对 IED 整体结构研究得较少。

本文以某公司生产的智能断路器为例, 分析智能断

路器的结构和功能, 搭建完整的信息模型, 并对模型进行描述, 为实现 IED 间互操作奠定基础。

## 1 智能断路器 IED 建模方法

## 1.1 智能断路器建模技术

实现智能断路器 IED 间互操作的核心是其 IED 信息模型, IEC61850 定义信息模型层次结构依次为服务器、逻辑设备、逻辑节点、数据和数据属性, 如图 1 所示。



图 1 IED 分层信息模型

智能断路器 (IED) 相当于一个服务器 (Server), 由若干个逻辑设备 LD 组成, 逻辑设备反映设备本身的信息和功能单元共享的信息; 将设备功能分解成若干逻辑节

\* 基金项目: 福建省自然科学基金项目 (2012J01223); 厦门重大科技创新平台项目 (3502Z2011008)

## 技术与方法 Technique and Method

点 LN, 逻辑节点是协议中能实现具体功能的最小抽象单位, 逻辑节点间通过逻辑连接 LC 来完成数据交接<sup>[3-4]</sup>。逻辑节点包含数据对象 DO 和数据属性 DA, 数据对象由数据属性组成, 是网络交换信息的基础, 通过对数据的操作实现网络交互。

### 1.2 智能断路器建模规则

对智能断路器 IED 进行建模时, 首先要确定 IED 具有的功能。依据面向对象思想分析设备的逻辑构成, 对断路器系统包含的功能进行解耦分析, 抽象出设备所含有的逻辑节点以及每个逻辑节点所含的参数和属性, 再利用统一建模语言工具作进一步分析。

由于标准侧重于保护与控制方面的功能, 智能断路器在建模时必须对标准规定的基本信息模型进行扩展, 以保证将断路器所有功能包括在内。具体扩展规则如图 2 所示。

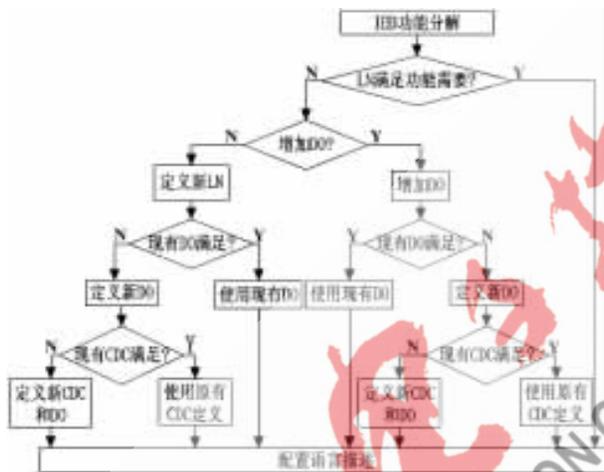


图 2 智能断路器建模流程

## 2 智能断路器 IED 模型

### 2.1 功能分析

本文根据某公司生产的智能断路器产品, 对智能断路器系统主要功能进行分解。智能断路器系统主要功能归为 4 类:

(1) 保护功能: 过载保护、选择性短路保护、自动重合闸保护、瞬时短路保护、接地故障保护、过/欠压保护、断路器失灵保护、剩余电压保护、过/欠频保护、逆功率保护、负载保护、相平衡电压/电流保护、过热保护等;

(2) 测量功能: 电压、电流、功率、频率及峰值系数、电能、谐波等电网参数的测量;

(3) 报警控制功能: 断路器运行模式、断路器工作模式、试验模式、负载控制、故障定位、操作次数、产生报警、触头磨损情况及寿命计算等运行维护参数的储存和显示;

(4) 与主站通信功能: 多种电网参数和运行参数的远程监测、智能断路器当前运行状态的远程监视(如触头位置、闭锁情况、通信状态等)、各种保护限值参数的远程调整和察看(如延时电流整定值、瞬时电流整定、开

合闸时间调整等)、智能断路器的远程分合闸操作等。

### 2.2 信息模型

根据上述分解的功能和建模规则, 本文构造了一个物理设备——智能断路器 ICB(Intelligent Circuit Breaker), 它包括 4 个逻辑设备: 保护断路器正常运行的保护功能装置 LD1; 测量断路器电压、电流等参数的测量功能装置 LD2; 记录储存含超出限定值、通信失败和操作在内的报警控制功能装置 LD3; 实现与远方通信和人机界面控制的远方通信功能装置 LD4。如图 3 所示。



图 3 智能断路器信息模型结构

#### (1) 逻辑设备 LD 模型

逻辑设备 LD 是虚拟设备, 由逻辑节点组成, 每个逻辑设备至少包含 3 个逻辑节点: 逻辑节点零逻辑节点(LN0)、物理设备逻辑节点(LPHD)和功能逻辑节点。功能逻辑节点包含: ①保护逻辑设备包含 XCBR 等逻辑节点; ②测量逻辑设备包含 MMXU 等逻辑节点; ③报警控制设备包含 CSW 等逻辑节点; ④远方通信逻辑设备包含 ITMI 等逻辑节点。具体定义见标准 IEC61850-5、7 逻辑节点定义。表 1 所示为保护逻辑设备 LD1 的详细说明。

#### (2) 逻辑节点模型

根据图 2 的建模流程, 针对低压智能断路器剩余电流保护的功能特点, 本模型对相应的逻辑节点和数据进行扩展, 以构造完整的数据模型。自定义剩余电流保护逻辑节点 PTR, 如表 2 所示。

#### (3) 数据及数据属性模型

逻辑节点包含若干数据(Mode、Beh 等), 数据又包含数据属性(ctlVal、operTim 等)。以 XCBR 中的数据 DPL 为例, 智能断路器的产品名称 model 属性和安装位置 location 属性, 如表 3 所示。

## 3 智能断路器配置描述

### 3.1 IED 配置描述工程步骤

IEC61850-6 定义了一种通过不同配置描述文件的配置与传递, 实现 IED 间互操作的变电站配置描述语言(SCL)。SCL 包含 4 类文件: 变电站配置描述文件 SCD、IED 出厂配置信息 ICD、配置 IED 功能描述文件 CID 和

表 1 保护逻辑设备 LD1 列表

逻辑设备名	功能描述
保护功能逻辑设备 LD1	保护智能断路器能够正常运行
XCBR (断路器)	实际断路器的公共信息
RREC (自动重合闸)	故障断开后自动合闸并闭锁
PIOC (瞬时过流保护)	当电流过大时实现保护
PTOV/ PTUV (过/欠压保护)	当输入电压值大/小于设定值时动作
PTRA/PTRV (剩余电流/电压保护)	剩余电流/电压值超过基准值时动作 (自定义)
PFRQ (频率保护)	当频率或频率变化量超过或小于设定值时动作
PDPR (逆功率保护)	当给定方向上功率超过预定值或如丧失原动力造成功率反向方向时动作
GAPC (负载保护)	减负荷, 过负荷环境下有选择地切除部分负荷
PPBV (相平衡电压保护)	多相电压不平衡或负序电压超出给定值而动作
PPBR (相平衡电流保护)	当多相电流反相序或多相电流不平衡而动作
PTTR (过热保护)	断路器的温度超出给定值时起作用

表 2 剩余电流保护逻辑节点 (PTRA)

属性名	属性类型	说明	T	M/O
PTRA 类 剩余电流保护				
数据				
Mod	INC	模式		M
Beh	INS	性能		M
Health	INS	健康		M
NamPlt	LPL	铭牌		M
OpCntRs	INC	可复位动作计数		O
状态信息				
Str	ACD	启动	T	M
Op	ACT	动作		M
定值				
StrVal	ASG	启动值		O

表 3 设备铭牌 DPL 模型

属性名	属性类型	功能约束	M/O/C
数据名			
Vendor	VISIBLE STRING2555	DC	M
model	VISIBLE STRING2555	DC	O
location	VISIBLE STRING2555	DC	O

变电站结构信息 SSD。其工程步骤如图 4 所示。



图 4 智能断路器的 SCL 配置流程

图 4 中,ICD 文件描述智能断路器 IED 的能力,由 IED 配置工具生成,向主站传递 IED 的详细配置信息;系统配置工具结合 ICD 文件和 SSD 文件生成 SCD 文件;CID 文件用来对 IED 各参量进行功能配置,由 IED 配置工具下载到智能断路器 IED 中,从而得到包括 IP 地址在内的智能断路器 IED 实例化系统信息。

### 3.2 智能断路器配置描述

IEC61850-6 定义的 SCL 文件包含 5 个部分:头 (Header)、变电站 (Sbustation)、智能电子设备 (IED)、通信系统 (Communication) 和逻辑节点类型定义 (DataTypeTemplates)<sup>[5]</sup>。断路器配置文件的结构如图 5 所示。变电站对

ICD 文件解析后,通过对配置文件的读取、编辑和浏览,保存修改后的配置文件,实现对断路器配置信息的操作。



图 5 智能断路器配置描述文件

智能断路器配置描述采用 IED 设备对象模型,由 Server、LDevice、LNnode 等对象描述逻辑节点的数据结构和功能来构建,在智能断路器 IED 配置工具内完成。另外配置工具还可以对生成的 SCL 文件进行解析和有效性校验,使之成为结构良好并且有效的配置描述文件。

IED 间互操作的核心是 IEC61850 信息模型。本文对智能断路器系统结构和保护控制进行分解,构造完整的信息模型,结合低压断路器通常作为开关设备频繁操作的特点,自定义剩余电流保护等逻辑节点,最后利用 IED 配置工具实现智能断路器的配置描述,实现通过变电站层浏览、修改断路器的配置信息,对后续实现智能断路器 IED 间互操作有一定的指导意义。

### 参考文献

- [1] 辛耀中,王永福,任雁铭.中国 IEC 61850 研发及互操作试验情况综述[J].电力系统自动化,2007,31(12):1-6,72.

## 技术与方法 Technique and Method

- [2] 邬航杰,盛戈峰,崔荣花,等.基于 IEC61850 的变压器状态监测 IED 的信息建模及 SCL 描述[J].华东电力,2011,39(12):2012-2016.
- [3] IEC.IEC61850-5 communication networks and systems in substations Part5:communication equipments for functions and device models[S].2003.
- [4] IEC.IEC61850-7-1 communication networks and systems in substations Part7-1:basic communication structure for substations and feeder equipment Principles and models[S].2003.
- [5] IEC.IEC61850-6 communication networks and systems in substations Part5:configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs[S].2003.  
(收稿日期:2012-09-28)

### 作者简介:

连兵兵,男,1989年生,硕士研究生,主要研究方向:智能化变电站。

方瑞明,男,1972年生,教授,硕士生导师,主要研究方向:智能化变电站,电气装置在线监测与故障诊断等。

洪欣,男,1966年生,工程师,主要研究方向:智能用电与电能计量。

