

文章编号: 1000-582X(2012)12-046-05

智能变电站保护数据模型配置的应用

罗建¹, 马泽菊^{1,2}, 黄益华², 钟加勇³, 马世龙⁴

(1. 重庆大学输配电装备及系统安全与新技术国家重点实验室, 重庆 400044;

2. 重庆电力高等专科学校, 重庆 400053;

3. 重庆电力科学研究院, 重庆 401123; 4. 江津供电局, 重庆 402260)

摘要: IEC61850 标准及现有母线保护数据模型缺少对母联死区和母联充电保护数据模型的定义。结合智能变电站相关技术规范, 分析了母联死区保护和母联充电保护的输入、输出及定值等数据, 并建立了 PCS915 母联死区保护和母联充电保护的数据模型, 完善了母线保护的逻辑建模, 对智能变电站保护数据模型配置及相关工作具有一定的参考意义。

关键词: 保护数据模型; 智能变电站; IEC61850

中图分类号: TM764.1

文献标志码: A

Research on application of data model configuration for protection in smart substations

LUO Jian¹, MA Zeju^{1,2}, HUANG Yihua², ZHONG Jiayong³, MA Shilong⁴

(1. State Key Laboratory of Power Transmission Equipment & System Security and New Technology, Chongqing University, Chongqing 400044, China;

2. Chongqing Electric Power College, Chongqing 400053, China;

3. Chongqing Electric Power Research Institute, Chongqing 401123, China;

4. Jiangjin Power Supply Bureau, Chongqing 402260, China)

Abstract: The IEC61850 standard and the existing bus protection data model are limited in the definition of data-model about dead-zone protection and charge protection for bus-tie. The paper analyzes the dead-zone protection and charge protection for bus-tie, and the data of input, output and setting based on the latest issued technical specifications intelligent substation. The data models of dead-zone protection and charge protection of bus-tie are developed for PCS915 bus protection. It improves the logic node modeling of bus protection and can provide useful information for the protection data-model configuration of intelligent substations.

Key words: protection data model; smart substation; IEC61850

智能变电站是智能电网的重要组成部分, 智能变电站的一个重要特征是采用 IEC61850 通信标准。IEC61850 标准采用面向对象思想对物理设备进行了抽象, 建立了一、二次设备及其相互关系的数据模型, 从而实现对整个变电站的数据建模。因此, 使用

IEC61850 标准进行设备数据建模是智能变电站的核心内容之一。随着智能变电站的推广应用, 基于 IEC61850 的数据建模已进入应用阶段。由于早期 IEC61850 标准还不够完善, 同时其约定的保护逻辑节点类与国内使用习惯存在较大的差距, 缺少一些

收稿日期: 2012-06-08

基金项目: 国家重点实验室基金资助项目(2007DA10512710203)

作者简介: 罗建(1960-), 男, 重庆大学教授, 从事继电保护和电力系统自动化研究, (E-mail)luojian10000@x263.net。

国内保护逻辑节点类和数据类的定义,无法表达保护深层次语义的差别^[1],这样致使国内各研究人员和厂家在理解与实现这些未定义的逻辑节点类和数据类上存在差异。国家电网公司在《IEC61850 工程继电保护应用模型》标准中对 IEC61850 的数据建模进行了基本模型、服务及扩展规则的统一规范^[2],但仍然有少数保护数据模型在标准中未提及或建立的数据不够完善,例如缺少母联“死区保护”和“充电保护”的详细数据模型。笔者运用 IEC61850 建模思想和 SCL 配置方法,以某智能变电站为例,针对保护建模时所遇到的缺少“死区保护”、“充电保护”两个问题在工程应用中展开分析并给予解决。

1 智能变电站保护数据模型存在问题

IEC61850-7-4 标准对于保护功能节点的规范与我国国情结合得不紧密,也未兼顾不同厂家的实现,使保护装置信息模型的建模工作面临重重困难。这些问题主要集中在保护控制字设置、保护闭锁逻辑的定义、保护投退功能的实现、保护事件数据的扩充以及保护测量值传输等方面^[3]。目前国内智能变电站采用的数字式保护模型与 IEC61850 标准中现有数据模型不匹配,同时需配置的保护数据模型在 IEC61850 标准中无相应数据模型。在有双母接线的国内智能变电站中,母线保护装置中基本上配置有母联死区保护和母联充电保护,但母联死区保护和充电保护数据模型并未在 IEC61850 标准中定义,而且国网公司 2010 最新发布的 IEC61850 工程继电保护应用模型中也无母联死区保护逻辑节点的规范和补充;而充电保护仅在标准的注释中简单提到为过电流保护逻辑节点 PTOC 的不同实例,使用逻辑节点名“ChaPTOC”^[2],但充电保护的数据并未补充和细化,因此有必要研究这些特殊保护数据模型的配置。

2 特殊保护数据模型配置研究

2.1 保护数据模型相关的逻辑节点和数据

与保护逻辑节点相关的逻辑节点包括有用于系统服务的物理信息节点 LPHD 和系统服务节点 LLN0,用于测量的基本测量节点 MMXU 和序分量计算节点 MSQI,用于输入输出的状态信息输入节点 GGIO 和跳闸输出节点 PTRC,闭锁逻辑节点 GGIO,保护控制字逻辑节点 GGIO,用于事故分析的扰动记录节点 RDRE。与保护相关的数据有装置系统参数定值、保护定值、控制字、功能软压板、GOOSE 软压板等。

在保护定值建模时,保护定值按面向 LN 对象分散放置,一些多个 LN 公用的启动定值和功能软

压板放在 LN0 下。定值单采用装置 ICD 文件中定义固定名称的定值数据集的方式。数据集包括装置参数数据集 Parameter、定值数据集 dsSetting、保护动作事件数据集 dsTripInfo、保护告警事件数据集 dsWarning、保护自检事件数据集 dsAlarm、保护测量信息数据集 dsRelayAin、保护开入信息数据集 dsRelayDin、保护录波信息数据集 dsRelayRec、保护软压板数据集 dsRelayEna 等。

2.2 逻辑节点及数据对象实例化建模

参照厂家经验,给出配置方法研究。在 LN 实例化建模时,同一种保护的不同段分别建不同实例,同一种保护的不同测量方式分别建不同实例。逻辑节点实例化表现为前缀(Prefix)+逻辑节点类(LNCLASS)+逻辑节点的实例名,如用“ChaPTOC1”来表示充电过流 I 段保护,逻辑节点实例前缀 Prefix 可以由多组约定的标识代码构成,以补充逻辑节点的语义,通过“Prefix+LNCLASS”形式的逻辑节点能表达保护信息的深层次语义。当一个 LN 中的 DO 若需要重复使用时,应按加阿拉伯数字后缀的方式扩充。软压板在 LLN0 中统一加 Ena 后缀扩充。需要统一扩充的逻辑节点类和数据类的定义需符合 DL/T 860.74 要求;按照 IEC61850 标准扩充的数据对象应包含数据的命名空间 dataNs 数据属性,非扩充的数据则可以不包含该数据属性。根据国网最新标准《IEC 61850 工程继电保护应用模型》扩充信号和定值的命名空间为“SGCC:2009”,并在装置的 ICD 模型的 dataNs 中应标明;统一扩充的数据用 E 表示,国网标准化中定义的定值用 ESG 表示,各厂家统一规范的自定义定值用 EO 表示。

2.3 特殊保护数据模型配置

下面以南京南瑞母线保护装置的母联死区保护和母联充电保护为例,讨论保护数据模型配置在国内智能变电站的应用。

根据 IEC 61850 标准,微机母线保护装置 IED 的母联死区保护和充电保护逻辑设备 LD 接收电流互感器逻辑节点(TCTR)、电压互感器逻辑节点(TVTR)上传的电流、电压采样值,通过运算及逻辑判断,当此数值超过保护的整定值时,母联死区保护逻辑节点和充电保护逻辑节点动作,经保护跳闸逻辑节点 PTRC 的 Tr 跳闸出口信号将向断路器逻辑节点(XCBR)发出跳闸信号,同时将该事件上报到人机接口。为更好地理解母联死区保护和母联充电保护的配置,需先了解与母线保护相关的逻辑节点,共有 LLN0、LPHD、TVTR、TCTR、MMXU、PTRC、RDRE、GGIO,如表 1 所示。

表 1 母线保护相关的逻辑节点

逻辑节点	逻辑节点类	M/O
基本逻辑节点		
管理逻辑节点	LLN0	M
物理设备逻辑节点	LPHD	M
母线相关逻辑节点		
电流互感器	TCTR	M
母线电压互感器	TVTR	O
母线电压测量	MMXU	O
母线大差电流测量	MMXU	O
母线失灵动作	RBRF	M
辅助功能		
保护动作	PTRC	M
故障录波	RDRE	M
保护自检		
保护自检告警	GGIO	M
GOOSE 和 SV 接口		
间隔位置输入	GGIO	O
间隔其他开入	GGIO	O
采样值输入	GGIO	O
间隔跳闸、闭重、起失灵出口	PTRC	M

2.3.1 母联死区保护数据模型配置

由母联死区保护的原理和逻辑框图可知,母联死区保护是由母联过流元件、复合电压闭锁元件、时间元件等构成,其出口跳 I 母或 II 母上的各连接元件,为防止母联在跳位时发生死区故障将母线全切除,当两母线都处运行状态且母联在跳位时母联电流退出小差计算。分析母联死区保护的输入输出量及事故记录可知输入信号有母联电流、1 母电压、2 母电压、母联 TWJ、大差比率差动元件、1 母比率差动元件、2 母差比率差动元件、母差跳 1 母、母差跳 2 母;输出信号有死区跳 1 母、死区跳 2 母、母联电流退出小差;故障录波信号有故障序号、暂态录波状态等,如表 2 所示的母联死区保护信号部分。

表 2 母联死区保护和母联充电保护相关信号

功能	母联死区保护信号	母联充电保护信号
输入信号	母联电流	
	1 母电压	
	2 母电压	
	母联 TWJ	母联电流
	大差比率差动元件	1 母电压
	1 母比率差动元件	2 母电压
	2 母差比率差动元件	母联 TWJ
	母差跳 1 母	
母差跳 2 母		

续表 2

功能	母联死区保护信号	母联充电保护信号
输出信号	母联电流退出小差	
	死区跳 1 母	充电闭锁母差
	死区跳 2 母	充电跳母联
故障录波	故障序号	故障序号
	暂态录波状态	暂态录波状态

在对比国网公司《IEC 61850 工程继电保护应用模型》中各保护逻辑节点数据与母联死区保护的输入输出和定值数据后,发现母联死区保护和 61850 标准中复合电压闭锁过流逻辑节点模型数据相似,因此可应用母联死区保护逻辑节点为复压闭锁过流数据模型逻辑节点 PVOC 的不同实例,例如使用逻辑节点名“DedZnPVOC”(全称 DeadZonePVOC)表示死区保护。通过使用 IEC61850 标准的通用数据建模方法和遵守国网标准对国内保护的本土化建模约定,文中建立了逻辑节点母联死区保护 DedZnPVOC 的数据模型,其中包括公用逻辑节点信息、定值信息、状态信息、功能软压板、GOOSE 软压板。其中公用逻辑节点信息包括模式 Mod、行为 Beh、健康状态 Health、逻辑节点铭牌点信息 NamPlt,其他数据在表 3 中详细列出。

表 3 逻辑节点母联死区保护 DedZnPVOC

中文描述	属性名	属性类型
定值信息		
死区保护电流定值	StrValSG	ASG
死区保护时间定值	OpDI Tmms	ING
CT 断线告警定值	TAWrnSet	ASG
CT 断线电流定值	TABlkSet	ASG
母线低电压闭锁定值(线电压)	BlkValVpp	ASG
母线负序电压闭锁定值(相电压)	BlkValV2	ASG
母线零序电压闭锁定值	V0BlkVal	ASG
经复压闭锁投入	BlkVolEna	SPG
经其他侧复压闭锁	BlkOthVolEna	SPG
投死区保护	Enable	SPG
状态信息		
启动	Str	ACD
动作	Op	ACT

续表 3

中文描述	属性名	属性类型
功能软压板		
远方修改定值	RemSetEna	SPS
投死区保护软压板	DedZnPVOC Ena	SPC
母联间隔投入软压板	BusTieEna	SPC
间隔投入软压板	BayEna	SPC
投母联分列运行软压板	BusTieAptEna	SPC
支路刀闸位置强制使能	LnkEna	SPC
支路母线 1 强制刀闸位置	SetBus1LnkEna	SPC
支路母线 2 强制刀闸位置	SetBus2LnkEna	SPC
GOOSE 软压板		
远方控制 GOOSE	RemGoEna	SPS
母联退出小差计算软压板	ExLtDifEna	SPC
支路 GOOSE 联跳出口软压板	GoTrEna	SPC

续表 4

中文描述	属性名	属性类型
投充电保护	Enable	SPG
加速段投入	SpdEna	SPG
零序反时限永跳投入	OCBlkRec	SPG
状态信息		
启动	Str	ACD
动作	Op	ACT
功能软压板		
远方修改定值	RemSetEna	SPS
投充电保护软压板	ChaPTOCEna	SPC
GOOSE 软压板		
母联 GOOSE 跳闸出口软压板	BusTieGoTrEna	SPS
充电闭锁母差软压板	SetOCBlkEna	SPC
母联启动失灵软压板	BusTieStrBFEna	SPC

2.3.2 母联充电保护数据模型配置

由母联充电保护的原理和逻辑框图可知,母联充电保护由母联过流元件及时间元件构成,其出口作用于跳母联断路器,同时闭锁母差。分析母联充电保护的输入输出量及事故记录可知输入信号有母联电流、1 母电压、2 母电压、母联 TWJ;输出信号有充电跳母联、充电闭锁母差;故障录波信号有故障序号、暂态录波状态等,如表 2 所示的母联充电保护信号部分。

由于国内相关标准已说明逻辑节点母联充电保护采用名为“ChaPTOC”的逻辑节点,使用同母联死区保护建模相同的方法,建立逻辑节点母联充电保护逻辑节点 ChaPTOC 数据模型,除公用逻辑节点信息外,母联充电保护逻辑节点 ChaPTOC 的定值信息、状态信息、功能软压板、GOOSE 软压板如表 4 所示。

表 4 逻辑节点母联充电保护 ChaPTOC

中文描述	属性名	属性类型
定值信息		
充电保护相电流定值	StrValA	ASG
充电保护零序电流定值	StrVal3I0	ASG
充电保护时间定值	OpDI Tmms	ING
反时限特性	InvertMod	ING
反时限指数	InvertExp	ASG
反时限曲线类型	TmACrv	ING
反时限基准值	TmStrVal	ASG

3 应用分析

在实际应用中,以某智能变电站配置的南瑞继保 PCS-915 母线保护保护装置为例,同时参照国网公司智能变电站相关标准和厂家经验,对母联死区保护和母联充电保护工程化建模时所遇到的问题给予解决。为检验保护整定值及保护动作的正确性,需做保护整组调试试验。整组调试时,投入保护压板及控制字,电流电压均通过光纤加入。调试母联充电保护时,投入母联充电保护压板及控制字,短接母联 TWJ 开入(TWJ=1),向母联 TA 通入大于母联充电保护定值的电流,母联充电保护动作跳母联。调试母联死区保护时分 2 种情况,一种是母联开关处于合位时的死区故障,用母联跳闸接点模拟母联跳位开入接点,投入母联死区保护压板及控制字,模拟母线区内故障,保护发母线跳令后,继续通入故障电流,经整定延时母联死区保护动作将另一条母线切除。二是母联开关处于跳位时的死区故障,短接母联 TWJ 开入(TWJ=1),故障前两母线电压均应正常,按上述试验步骤模拟母线区内故障,保护应只跳死区侧母线。目前母联充电保护在工程中的建模调试效果可行,母联死区保护模型因国网标准尚未补充,本文所提的逻辑节点母联死区保护 DedZnPVOC 数据模型可作为参考。

4 结 论

根据 IEC 61850 建模思想,结合国网《IEC 61850 工程继电保护应用模型》和 IEC61850 标准,

解决了智能变电站 IEC61850 工程中保护建模和配置需要注意的一些问题。针对南瑞继保微机母线保护装置进行了建模研究,提出了用“DedZnPVOC”逻辑节点表示母联死区保护逻辑节点,并详细配置了母联死区保护和母联充电保护的数据模型。通过相应的建模使得装置和变电站的数据变得透明化,增加了数据的确定性,满足数据读取和互操作的要求。

参考文献:

- [1] 高湛军,陈青,程婷婷,等. 应用于电网故障诊断的统一信息模型[J]. 电力系统自动化,2010,34(9):49-52.
GAO Zhanjun, CHEN Qing, CHENG Tingting, et al. A uniform information model for power grid fault diagnosis[J]. Automation of Electric Power Systems, 2010, 34(9):49-52.
- [2] 中国电力出版社. Q/GDW 396-2009-IEC 61850 工程继电保护应用模型[M]. 北京:中国电力出版社,2010.
- [3] 孙一民,陈远生. 母线保护装置的 IEC61850 信息模型[J]. 电力系统自动化,2007,31(2):51-54.
SUN Yimin, CHEN Yuansheng. An IEC 61850 standard communication model for bus protection[J]. Automation of Electric Power Systems, 2007, 31(2):51-54.
- [4] 罗四倍,黄润长,崔琪,等. 基于 IEC61850 标准面向对象思想的 IED 建模[J]. 电力系统保护与控制,2009,37(17):88-92.
LUO Sibe, HUANG Runchang, CUI Qi, et al. IED modeling based on object-oriented technology of IEC61850 standard[J]. Power Systems Protection and Control, 2009, 37(17):88-92.
- [5] 韩法玲,黄润长,张华,等. 基于 IEC61850 标准的 IED 建模分析[J]. 电力系统保护与控制,2010,38(19):219-222.
HAN Falang, HUANG Runchang, ZHANG Hua, et al. IED modeling analysis based on IEC61850 standard[J]. Power Systems Protection and Control, 2010, 38(19):219-222.
- [6] 王丽华,江涛,盛晓红,等. 基于 IEC61850 标准的保护功能建模分析[J]. 电力系统自动化,2007,31(2):55-59.
WANG Lihua, JIANG Tao, SHENG Xiaohong, et al. Analysis on protection function based on IEC61850 standard[J]. Automation of Electric Power Systems, 2007, 31(2):55-59.
- [7] 张沛超,高翔. 数字化变电站系统结构[J]. 电网技术,2006,30(24):73-77.
ZHANG Peichao, GAO Xiang. System architecture of digitized substation[J]. Power System Technology, 2006, 30(24):73-77.
- [8] 王照,任雁铭. IEC61850 数据集模型的应用[J]. 电力系统自动化,2005,29(2):61-63.
WANG Zhao, REN Yanming. Application of a data-set model in IEC 61850[J]. Automation of Electric Power Systems, 2005, 29(2):61-63.
- [9] IEC. FDIS IEC 61850-7-2 Communication networks and systems in substations, part 7-2: basic communication structure for substation and feeder equipment-abstract communication service interface (ACSI) [S]. Geneva: IEC, 2003.
- [10] Apostolov A, Tholomier D, Richards S. Simplifying the configuration of multifunctional protection relays[C]// Proceedings of the 58th Annual Conference for Protective Relay Engineers, April 5-7, 2005, College Station, TX, USA. Piscataway: IEEE Press, 2005: 281-286.
- [11] Kim G S, Lee H H. A study on IEC 61850 based communication for intelligent electronic devices[C]// Proceedings of the 9th Russian-Korean International Symposium on Science and Technology, June 26-July 2, 2005, Novosibirsk State Technical University, Russia. Piscataway: IEEE Press, 2005: 765-770.
- [12] IEC. IEC 61850-7-4 Communication networks and systems in substations, part 7-4: basic communication structure for substation and feeder equipment-compatible logical node classes and data classes[S]. Geneva: IEC, 2003.
- [13] IEC. IEC 61850-9-2 Communication networks and systems in substation, part 9-2: specific communication service mapping (SCSM): sampled analogue values over ISO 8802-3[S]. Geneva: IEC, 2005.
- [14] Rausand M, Høyland A. System reliability theory: models, statistical methods, and applications[M]. 2nd ed. New York, USA: John Wiley Sons, 2004.
- [15] Wu Y Q, Hadjicostis C N. Algebraic approaches for fault identification in discrete-event systems[J]. IEEE Transactions on Automatic Control, 2005, 50(12): 2048-2053.
- [16] IEC. IEC61850 part 8-1 specific communication service mapping (SCSM): mapping to MMS (ISO 9506-1 and ISO9506-2) and to ISO/IEC 8802-3 [S]. Geneva: IEC, 2004.
- [17] Apostolov A, Vandiver B. Functional testing of IEC 61850 based IEDs and systems[C]// Proceedings of IEEE PES Power Systems Conference and Exposition, October 10-13, 2004, New York, NY. Piscataway: IEEE Press, 2004, 2: 640-645.