

基于 IEC 61850 标准的微机保护数据通信模型

高湛军¹, 潘贞存¹, 卞 鹏¹, 黄德斌², 唐 毅²

(1. 山东大学电气工程学院, 山东省济南市 250061; 2. 山东电力集团公司调度中心, 山东省济南市 250001)

摘要:以超高压线路成套微机保护装置为例,探讨了如何采用 IEC 61850 标准的数据建模概念建立微机保护数据通信的模型,给出了距离保护元件的数据对象定义。该方法同样适用于其他类型的微机保护。

关键词:微机保护; 数据通信; IEC 61850; 面向对象技术

中图分类号: TM771

0 引言

计算机和现代数据通信技术的应用,使电力系统智能电子装置(IED)的集成度越来越高,构建无缝的电力系统通信体系和电力系统综合自动化系统已成为可能^[1]。其关键技术是基于 LAN/WAN 的微机保护装置和控制设备通用平台的发展。

微机保护装置功能强大、配置灵活、集成度高,可集成多种类型保护和辅助功能,因此,它是变电站自动化系统中主要的 IED。但由于各生产厂家制造的微机保护设备都采用自己的通信协议,不同厂家的设备不能兼容,需要进行协议转换,增加了工程 and 培训费用,影响了电力系统综合自动化的发展。故而,必须建立电力系统的通用协议以取代各生产厂家的通信协议^[2]。

IEC 61850 通信协议对变电站自动化系统中的数据对象统一建模,采用面向对象技术和独立于网络结构的抽象通信服务接口(ACSI),并支持 TCP/IP 协议,是一个开放的、面向未来的新一代变电站自动化系统通信协议。应用该协议可以很好地解决上述问题。

1 IEC 61850 标准

IEC 61850 标准将变电站通信体系分为 3 层:变电站层、间隔层、过程层。在变电站层和间隔层之间的网络采用 ACSI 映射到制造报文规范(MMS)^[3]和基于以太网或光纤网的 TCP/IP 协议。在间隔层和过程层之间的网络采用多点传输的单向传输以太网结构。IEC 61850 标准中,变电站内的 IED、测控单元和继电保护均采用统一的协议,通过网络进行信息交换^[4]。

IEC 61850-7-3 和 IEC 61850-7-4 提供了 80 多种逻辑节点名代码和 350 多种数据对象代码,23 个

公共数据类(CDC),涵盖了变电站所有功能和数据对象,提供了扩展新的逻辑节点的方法,并规定了由一套数据对象代码组成的方法,IEC 61850-7-2 还定义了一套面向对象的服务,即 ACSI。这 3 部分有机地结合在一起,完全解决了面向对象自我描述的问题^[5]。

2 超高压线路保护装置的对象模型

采用 IEC 61850 协议构建线路保护装置模型的首要任务是对保护的各种功能进行描述和定义。

不同厂家生产的超高压线路保护装置,其功能不完全相同。典型的线路保护一般包括以下主要功能:

- a. 保护功能:多段接地和相间距离元件保护,多段零序和相间过流元件保护,纵联保护,断路器失灵保护,振荡闭锁保护等。
- b. 测量功能:各相电压、电流的测量,有功和无功及功率因数的测量,电压和电流的相角差测量。
- c. 控制功能:自动重合闸,断路器控制,定值整定,继电器输入和输出控制。
- d. 事故后分析功能:故障定位,事故顺序记录,扰动记录。
- e. 监视功能:跳闸回路监视,断路器状态监视,电压互感器监视,电流互感器监视。

保护配置一般包括以纵联故障分量方向和零序方向为主体的快速主保护,由距离元件构成的快速 I 段保护,由三段式相间和接地距离及若干段零序方向过流构成的后备保护。

为了达到继电保护的通信技术要求,首先需要建立通信数据的结构。在 IEC 61850 中,数据的描述用服务器(server)、逻辑设备(LD)、逻辑节点(LN)、数据对象(DO)、数据对象属性(attribute)来构建。

从 IEC 61850 标准得知,线路保护装置中的各

种功能(保护功能和各种辅助功能)可以用逻辑节点定义,实际设备的每一个功能都定义为功能逻辑节点的一个实例。所有逻辑节点的集合再加上辅助服务(如 Goose, 采样, 定值整定)就构成了逻辑设备(logical device)。逻辑设备可以定义为被保护线路,每一条线路就是逻辑设备的一个实例。线路保护装置的所有功能和数据可通过服务器提供和访问,在实际设备中,服务器就是物理保护装置的通信接口,它有相应的通信地址^[6]。图1是超高压线路保护装置的对象模型(只列出部分主要功能)。图中,设备ID包括保护装置的描述、生产商、拥有人以及铭牌信息,由逻辑节点0(LLN0)定义。



图1 超高压线路保护装置的对象模型
Fig.1 Object model of transmission line multifunctional protection

在逻辑节点层还应定义一个通用数据变量(GGIO)的对象模型,这是保护装置中通用的数据属性的集合。它定义了一些用于控制和访问保护装置配置参数的数据对象。GGIO用于复制、保存和激活保护装置的配置参数以及决定保护的运行方式等。由量测值测量单元所测量的相电压、相间电压、相电流、各序电压和电流以及有功功率、无功功率的值,都可以在该对象模型中定义,供用户检索。此外,一些开关量如断路器和功能元件投/退的状态等,也可由该数据对象定义。

量测值的测量是大部分保护装置都具有的功能,测量功能由量测值逻辑节点MMXU和序分量逻辑节点MSQI实现,可以定义其逻辑节点的实例用于测量。在MMXU中测量值可分为3种不同的

公共数据类(CDC):①星形类(WYE),包括单相对地的电流、电压、单相有功功率、单相无功功率等;②三角形类(Delta),包括相间电流、相间电压和相间功率(AB、BC、CA)等;③量测值类(measured value),包括复合电流、复合功率、总功率、平均功率因数等测量值(未在图1中列出)。在量测值测量单元中还定义了一个实现序分量测量功能的逻辑节点实例(MSQI),该单元用于测量正序、负序和零序电压、电流分量。

测量单元中定义的电压、电流、功率等参数以幅值和相角来表示并加入测量时标和质量标志位。用户可以通过IEC 61850的ACSI并按照其对象命名方法读取测量单元中的任意参数,例如:

Line1/MMXU0.A₁将返回线路1的电流测量值 I_A, I_B, I_C 。

Line1/MMXU0.A.PhA₁将返回线路1的A相电流测量值。

Line1/MMXU0.V.PhBC₁将返回线路1的BC相电压测量值。

Line1/MSQI0.SeqV.PhBC₁将返回线路1的BC相各序电压测量值 $U_{BC1}, U_{BC2}, U_{BC3}$ 。

接地距离保护和相间距离保护元件可以采用逻辑节点PDIS构建。零序方向过流I段是瞬时过流保护,可以采用瞬时过流保护逻辑节点PIOC构建。其余各段零序过流可以采用时限过流逻辑节点PTOC构建。过流保护的方向元件可由逻辑节点PDIR构建。需要注意的是,保护装置中的距离保护和零序过流保护由于采用多段保护,每一段保护需要定义为保护逻辑节点的一个实例。

3 距离保护元件的数据对象定义

在超高压线路成套保护装置中,距离保护功能是其核心功能,现以距离保护功能为例介绍其数据对象的定义方法。在IEC 61850-7-4中,距离保护配置参数的定义主要由距离保护逻辑节点PDIS完成。表1列出了在逻辑节点PDIS中,单段距离保护典型的整定值参数描述和命名方法。

距离保护节点中包含了距离保护通用的整定数据对象参数,用户可以选择自己所需的数据参数来构造不同类型的单段接地距离和相间距离元件,不同类型的各段保护相互配合,以实现线路距离保护复杂的多段保护功能。在这些整定参数中包括了阻抗继电器保护范围、四边形阻抗继电器保护范围、零序补偿因数以及动作延时等参数。若考虑方向,则可通过方向判断元件来监视。方向元件由方向逻辑节点PDIR构建。这样,通过PDIS逻辑节点的多个实例的相互配合就可以实现一个多段的距离保护功能。

表 1 距离保护整定值数据对象
Table 1 PDIS setting data objects

描述	数据名
运行方式	Mode
铭牌	Name
保护范围	PoRch
以百分比表示的保护范围	PctRch
相间距离动作值	PhsStart
接地距离动作值	GndStart
方向判断	DirMode
偏移量	Ofs
以百分比表示的偏移量	PctOfs
阻抗角	SlpAng
接地距离保护电阻范围(四边形)	ResGndRch
相间距离保护电阻范围(四边形)	ResPhsRch
零序补偿因数	KFact
零序补偿因数角	KFactAng
动作延时	OpTimDel
复归延时	ReTimDel

距离继电器的类型由数据对象 Name 定义, 对该数据对象选择不同的数据参数设置值就可构建不同动作特性的圆阻抗继电器和四边形阻抗继电器。图 2 和图 3 分别说明了如何将 PDIS 逻辑节点的数据对象映射到圆阻抗继电器和四边形相间阻抗继电器。

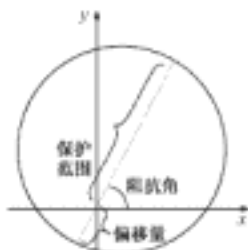


图 2 PDIS 映射到偏移圆阻抗特性继电器
Fig. 2 PDIS mapping to offset-mho characteristic

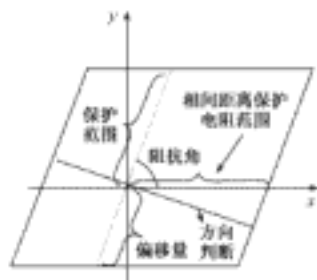


图 3 PDIS 映射到四边形阻抗特性继电器
Fig. 3 PDIS mapping to quadrilateral characteristic

每段距离保护的动作延时由数据对象 OpTimDel 定义。若需要方向判断可由 DirMode 完成。变电站的管理机或控制中心还可读取每个保护元件的状态信息: 动作(started)和启动(operated), 这样, 就可对线路距离保护装置的状态进行监视。

图 4 是另一种单段距离保护的对象模型, 图中逻辑设备可定义为被保护线路, PDIS0 代表 I 段距离保护, 数据对象 SG 代表整定值, 在整定值中定义了所有要整定的数据对象, 这里采用了数据对象的嵌套结构。数据对象的属性在 IEC 61850-7-3 的 CDC 中进行了详细定义。



图 4 单段距离保护的对象模型
Fig. 4 Object model components for a single zone distance element

保护装置与变电站层的控制中心和间隔层的对等设备之间的通信采用 IEC 61850 的 ACSI, 这种接口不依赖于下层的通信系统, 可以通过特殊通信服务映射(specific communication service mapping)的方法映射到不同的通信协议和通信网络, 灵活性很高。在 IEC 61850 中还定义了一种用于高速、稳定地传输信息的通信服务, 即面向对象的变电站通用事件(GOOSE), 应用这种通信服务可以构建基于 LAN/WAN 的高速光纤保护(限于篇幅不再详述)。

4 结语

微机保护对象建模的基本目标是为设备建立一个标准的通信机制, 使其达到较高的互操作性。本文采用 IEC 61850 标准定义了微机保护的基本对象模型的框架。这种虚拟的设备模型只用于描述网络通信的可见部分, 设备生产厂家和应用软件的开发人员应对设备运行至关重要的“细节”参数进行隐藏, 以保证设备和系统的安全。线路成套保护是综合多种功能的装置, 应使用 IEC 61850 标准对其功能进行描述并构建通信数据对象的模型。用 PDIS 逻辑节点建立单段距离保护对象模型的多个实例, 就可以构建各种复杂特性的线路距离保护。采用上述方法建模的保护装置数据对象可以被任何基于 IEC 61850 的对象浏览器访问, 这大大简化了不同厂家设备之间的通信。

参考文献

- 谭文彪(Tan Wenshu), 运动的无线通信系统体系结构(Seamless Telecontrol Communication Architecture), 电网技术(Power System Technology), 2001, 25(8): 8~10

- 2 Shephard B, Janasen M C, Schubert M. Standardised Communications in Substations. In: Seventh International Conference on Development in Power System Protection (IEE Conf Publ No. 479), London (UK); 2001. 270~274
- 3 ISO/IEC 9506. Industrial Automation Systems——Manufacturing Message Specification. 1990
- 4 谭文彬(Tan Wenshu). 变电站通信网络和系统协议 IEC 61850 介绍(An Introduction to Substation Communication Network and System——IEC 61850). 电网技术(Power System Technology), 2001, 25(9), 8~11
- 5 IEC 61850 (Committee Draft). Communication Networks and Systems in Substations. 1999
- 6 Apostolov A P. Modeling of Legacy Intelligent Electronic Devices for UCA Based Substation Integration Systems. In: LESCOPE '01, 2001 Large Engineering Systems Conference on Power Engineering. Piscataway (NJ); 2001. 38~43

高湛军(1974—),男,博士研究生,主要从事微机保护和电力系统通信协议的研究。E-mail: jacob-gao@sdu.edu.cn

潘贞存(1962—),男,教授,博士生导师,主要从事微机保护和电力系统自动化的研究。

卞 鹏(1979—),男,硕士研究生,主要从事微机保护和电力系统通信协议的研究。

A DATA COMMUNICATION MODEL FOR MICROPROCESSOR BASED PROTECTION BASED ON IEC 61850 STANDARD

Gao Zhanjun¹, Pan Zhencun¹, Bian Peng¹, Huang Debin², Tang Yi²

(1. Shandong University, Jinan 250061, China; 2. Shandong Electric Power Group Control Center, Jinan 250001, China)

Abstract: Taking the extra-high voltage whole set of microprocessor-based protection as an example, this paper discusses the development of a model for data communication of microprocessor-based protection with the concept of data modeling of IEC 61850 standard. The data object definition of the distance protection component is given. The method proposed is also applicable to other types of microprocessor-based protection.

Key words: microprocessor-based protection; data communication; IEC 61850; object-oriented techniques