

DOI: 10.7500/AEPS201211240

智能变电站配置文件版本管理方法

王 松, 宣晓华, 陆承宇

(国网浙江省电力公司电力科学研究院, 浙江省杭州市 310014)

摘要: 智能变电站遵循 IEC 61850 标准及其系统配置流程,但其配置文件却存在版本管理难题。文中分析 IEC 61850 标准第 2 版中有关配置文件版本的规定,提出虚端子连接配置循环冗余校验码(CRC)的生成方法。基于标准文件版本和虚端子连接 CRC,提出智能变电站配置文件管理方法,实现智能变电站虚端子配置的简单管理。

关键词: 智能变电站; 变电站配置描述(SCD); 虚端子; 配置文件; 版本管理

0 引言

智能变电站基于 IEC 61850 标准^[1],遵循标准的系统配置流程和方法。然而,系统配置流程和配置文件也带来众多技术和管理问题,例如:配置文件版本如何控制及管理、虚端子连接配置如何管理等。另外,对于早已习惯于管理图纸及电缆连接的一般运行和维护人员来说,阅读和管理基于变电站配置描述语言(SCL)的配置文件依然十分复杂,急需一种更简单有效的手段对虚端子连接配置等重要信息进行管理和维护。

IEC 61850 标准已描述了关于配置版本的规定,并在第 2 版中进行了修订和补充^[2-3]。但虚端子连接配置是中国工程应用的特有规范^[4],因而标准不考虑虚端子连接配置版本。

1 标准规范配置版本

IEC 61850 标准第 6 部分在头(Header)部分定义了历史(History)元素用于记录配置文件版本(version)、修订版本(revision)以及生成版本作者(who)、时间(when)、内容(what)、原因(why);另外还在标准第 2 版 7-3 部分附录 C 中明确了 4 个版本参数用于配置版本跟踪,分别是模型配置版本(configRev, 字符串类型)、定值参数版本(paramRev, 32 位整形)、配置(CF)属性变量版本(valRev, 32 位整形)和通信配置版本(confRev, 无符号 32 位整形),具体用途见表 1。History 元素仅用于配置文件版本或修订版本的历史记录,不能在线获取;4 个版本参数可通过标准服务在线获取实时跟踪。

表 1 配置版本跟踪
Table 1 Tracking of configuration revisions

范围	问题描述	修改地方		模型配置版本	定值参数版本	CF 变量版本	通信配置版本
		配置文件	仅 IED				
模型和语义	模型语意改变	IED 配置工具	—	✓			
	数据模型改变		—	✓			
通信行为	控制块相关数据集改变	系统配置工具 或 IED 配置 工具(预配置)	通信服务或 本地人机界面				✓
	控制块参数改变						✓
定值和定值组	修改整定值				✓		
	定值区改变				✓		
配置属性	CF 属性值改变					✓	

注:“✓”表示该版本在此处有效(发生变化)。

标准还规定,通过通信服务或本地人机界面修改定值或 CF 属性值时,定值参数版本或 CF 变量版本应加 1;通过系统配置工具、智能电子设备(IED)配置工具修改定值或 CF 属性值时,定值参数版本

或 CF 变量版本应加 10 000;修改控制块参数或相关数据集时(无论在线或离线),通信配置版本应增加。通过规范使用表 1 所定义的 4 个版本参数可以让客户端、订阅者或用户在线获取配置、定值参数的修改,及时跟踪版本变化情况或发出告警信息。

然而,这些版本信息并不能适应中国实际工程

中的需求,主要原因如下。

1)CF 属性值并没有在工程中实际配置或修改,CF 变量版本也没有应用。

2)定值一般为在线和人机界面修改,但定值参数版本没有实际应用。

3)以上所提 4 个版本信息不包括虚端子及其连接配置。

2 虚端子及其连接配置

虚端子及其连接配置是中国特有的应用规范,

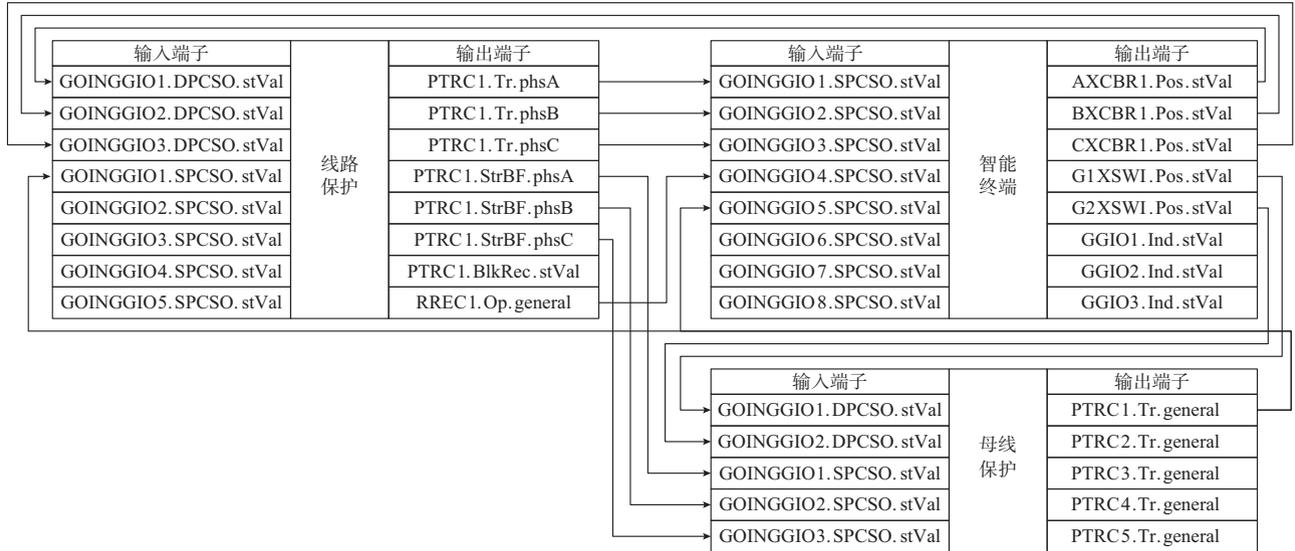


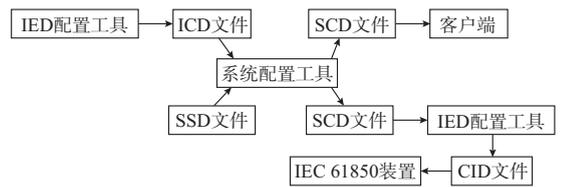
图 1 虚端子连接示意图
Fig.1 Diagram of virtual terminator connection

虚端子并不违背 IEC 61850 标准,只是在其基础上作了特殊的规定,也不影响中国装置与其他国家装置互操作^[6-7]。严格意义上讲,只是定义了装置输入虚端子模型和虚端子连接方式。因为,IEC 61850 标准对于发送通用面向对象变电站事件(GOOSE)和采样值(SV)报文服务的配置定义是十分明确的,即可以传输关联数据集的数据成员(一般认为是输出虚端子)。

虚端子与实际端子有一些区别,但这些区别并不影响对虚端子的理解和应用。由于采用组播通信方式,虚端子可以一发多收,但实际开关量端子通常只能一发一收。为了便于信号确认和诊断,规定虚端子只能一收一发,即一个接收端子只能连接一个信号,而实际端子可能一收多发,即多个接点并联接入。因此,虚端子及其连接配置对于智能变电站工程,尤其是继电保护和计算机监控系统具有很高的重要性。

智能变电站采用 IEC 61850 标准的系统配置流程和方法如图 2 所示。

有鲜明的中国特色^[5]。实际智能变电站工程中,一根通信光缆中可能有多个信号同时高速传输。每个信号发挥什么特定作用在 IEC 61850 标准中并没有规定,由接收方在工程中确定。这一点与中国实际工程应用不同,用户更习惯接受传统意义上的端子图设计。虚端子是为了便于智能变电站设计、配置和检修,模拟传统概念端子的产物,是虚拟出来的端子。图 1 是一个典型 220 kV 线路保护与母线保护及智能终端的虚端子连接示意图。



ICD: IED能力描述; CID: 配置IED描述

图 2 智能变电站系统配置流程
Fig.2 Flow diagram of system configuration in smart substation

变电站配置描述(SCD)文件对全站配置至关重要,它包含了整站 IED 命名、通信参数、数据集、各类控制块、CF 及描述(DC)属性值等,还包含了装置虚端子连接配置。实际智能变电站工程中,虚端子连接相当于传统装置的电缆接线,对于继电保护、测控装置、智能终端、合并单元等运行维护十分重要,但全站 SCD 文件却可能因信号描述等变更而经常修改,非常不利于虚端子连接配置的管理。另外,装置虚端子连接配置对于运行维护人员来说完全不可见,也不方便管理。

3 虚端子配置循环冗余校验码

考虑到用户维护的便利性,虚端子配置循环冗余校验码(CRC)由系统配置工具统一生成并存入SCD文件中供下装使用。虚端子配置CRC只与虚端子配置相关。其他配置(如信号描述)修改不会改变CRC。虚端子配置CRC对智能变电站继电保护、测控等装置的运行维护十分重要。能否正确从SCD文件中提取相关虚端子内容并按一定的规则计算出特定的CRC非常关键,必须保证每次提取内容一致,每次计算规则及方法一致。

虚端子配置CRC分为IED虚端子配置CRC(简称IEDCRC)和全站虚端子配置CRC(简称SCDCRC),分别用于装置配置管理和SCD文件配置管理。IEDCRC每个IED一个,只与本装置有关的虚端子连接配置及通信参数配置相关,其他不相关的装置虚端子连接配置发生变化时,本装置虚端子配置CRC不变。SCDCRC与全站所有IED虚端子配置相关,任意IED虚端子配置发生变化时该CRC都会发生变化。虚端子配置CRC关系见图3。

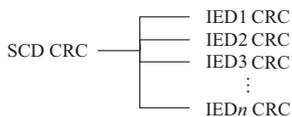


图3 虚端子配置CRC关系

Fig.3 Relationship among virtual terminator configuration CRCs

通过对SCDCRC和IEDCRC的简单备案管理,可以清楚地知道哪些装置虚端子配置发生了变化,哪些装置没有变化,是否需要重新下装调试等。IED配置工具在下装虚端子配置时自动提取SCDCRC和IEDCRC,下装到装置并通过人机界面查看,方便运行维护人员管理。IEDCRC可从SCD文件相关部分提取并计算出来;SCDCRC则比较简单,可按一定规则排序所有的IEDCRC并计算出来。

为保证提取内容一致,应规定提取IED虚端子配置相关内容覆盖所有厂家虚端子配置,包含厂家私有元素、短地址定义等,但又不能包含与虚端子配置无关的内容。同时,为了保证提取内容一致,还应规定所有提取元素的子元素应与SCD文件中的顺序一致、所有提取元素的属性按从字母a到z顺序排列等规则。提取内容包含过程层通信GOOSE和SV的全部发送、接收参数。需要注意的是发送参数中私有Private元素可能包含了厂家内部私有定义的信息,必须包含在内,而接收参数中则不需要这部分内容。

根据形成的IED虚端子配置内容,为了保证计算结果一致,剔除元素间及属性间的空格、换行符、回车符、列表符后转换成ASCII码序列计算四字节CRC-32校验码。

4 配置文件及虚端子配置管理方案

依据标准定义的配置文件版本记录及配置版本参数,结合本文提出的虚端子配置CRC,可对智能变电站配置文件及虚端子连接配置进行管理。

4.1 工具配置

配置文件管理工作必须依赖相关工具和系统等配置,用户不必精通基于SCL的配置文件。智能变电站文档管理系统和功能完善的系统配置工具对于智能变电站配置文件管理至关重要。文档管理系统用于文件存储和跟踪管理;系统配置工具用于SCD文件修改、查看和管理。

文档管理系统必须在每个变电站设置终端,通过授权的用户可方便地上传和下载各变电站SCD文件。文档管理系统还应自动记录各用户上传下载文件等操作,自动备份旧的SCD文件便于文件出错时查询历史版本。文档管理系统可纳入用户生产管理系统。

系统配置工具必须具备配置文件版本、修订版本、修改时间自动生成功能,修改作者、内容、原因可提示用户输入。系统配置工具还需要按标准自动管理和生成模型配置版本、定值参数版本、CF属性变量版本和通信配置版本用于装置在线自动核对或记录相关配置版本。另外,系统配置工具还应该具备自动生成虚端子配置CRC的功能。系统配置工具必须经过入网测试,相关功能、性能和可靠性满足IEC 61850标准和国内相关标准的要求。

4.2 文件管理

SCD文件主要涵盖了变电站继电保护和自动化专业,应统一这两个专业管理部分对SCD文件进行统一管理。变电站SCD文件可按区域(地市公司)划分管理,由区域二次专业管理部门统一管理,负责区域内智能变电站SCD文件的合法性检查、版本和虚端子CRC确认及文件更新批准等工作。上级管理单位对区域管理部分工作进行定期监督。

变电站新建时,设计单位或建设单位完成SCD文件配置工作,建设单位完成全站装置调试及虚端子版本核对工作。在变电站投运前移交运行部门上传配置文件管理系统进行备份,备份完成后汇报区域管理部门。管理部门对SCD文件进行文件合法性检查,确认版本后批准变电站投产。

变电站运行时,运行检修人员从配置文件管理

系统上下载最新的 SCD 文件用于装置检修、消缺、核对版本和虚端子 CRC 等工作。如因缺陷需要对 SCD 文件进行修改,完成工作后及时上传配置文件管理系统并汇报区域管理部门。管理部门对 SCD 文件进行核查后批准相关装置或后台配置文件下装消缺工作。

变电站改扩建时,设计单位或建设单位从配置文件管理系统上下载最新的 SCD 文件用于增加、修改相关装置及其虚端子配置关系。完成修改工作后下装并调试完成新增装置,上传生成的新 SCD 文件并汇报区域管理部门。管理部门对 SCD 文件进行核查确认新文件版本后批准相关运行装置或后台配置文件下装。

5 结语

智能变电站配置文件管理是数字化变电站开始建设以来一直存在的问题。IEC 61850 标准第 2 版明确地提出了 4 个版本参数用于配置版本跟踪,但在实际工程中,这些版本信息并不能满足中国的实际需求,最主要的原因是虚端子连接配置是中国制定的特殊应用,符合中国现有设计、安装、运行和维护的习惯。

通过系统配置工具依据一定的提取规则和计算方法自动计算校验码,生成 IED 虚端子配置 CRC 和全站虚端子配置 CRC,用于装置虚端子配置管理和 SCD 文件虚端子配置管理,结合配置文件版本记录及配置版本参数,使用户不需要关注复杂的 SCL 文件具体内容,简化了配置文件的管理难度,使虚端子连接配置管理更具备可操作性。然而,确保虚端子 CRC 的唯一性和有效性需要明确更多详细的规则,需要制定相关标准进一步规范和测试。

参考文献

- [1] 国家电网公司.配网生产抢修指挥平台功能规范[S].2012.
- [1] 国家电网公司.Q/GDW 383—2009 智能变电站技术导则[S].北京:中国电力出版社,2009.
- [2] IEC 61850-6 Edition 2.0 Communication networks and systems for power utility automation; Part 6 configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs[S]. 2009.
- [3] IEC 61850-7-3 Edition 2.0 Communication networks and systems for power utility automation; Part 7-3 basic communication structure—common data classes[S]. 2010.
- [4] 国家电网公司.Q/GDW 396—2009 IEC 61850 工程继电保护应用模型[S].北京:中国电力出版社,2010.
- [5] 胡道徐,沃建栋.基于 IEC 61850 的智能变电站虚回路体系[J].电力系统自动化,2010,34(17):78-82.
HU Daoxu, WO Jiandong. Virtual circuit system of smart substations based on IEC 61850 [J]. Automation of Electric Power Systems, 2010, 34(17): 78-82.
- [6] 徐成斌,孙一民.数字化变电站过程层 GOOSE 通信方案[J].电力系统自动化,2007,31(19):91-94.
XU Chengbin, SUN Yimin. A communication solution of process layer GOOSE in digitized substation[J]. Automation of Electric Power Systems, 2007, 31(19): 91-94.
- [7] 朱炳铨,王松,李慧,等.基于 IEC 61850 GOOSE 技术的继电保护工程应用[J].电力系统自动化,2009,33(8):104-107.
ZHU Bingquan, WANG Song, LI Hui, et al. Application of IEC 61850 GOOSE technology on protective relaying [J]. Automation of Electric Power Systems, 2009, 33(8): 104-107.

王松(1977—),男,通信作者,硕士,高级工程师,主要研究方向:电力系统继电保护和计算机自动化。E-mail: 317473479@qq.com

宣晓华(1965—),男,硕士,高级工程师,主要研究方向:电力系统继电保护和计算机自动化。

陆承宇(1973—),男,硕士,高级工程师,主要研究方向:电力系统继电保护和计算机自动化。

(编辑 代长振)

Version Management Method of Smart Substation Configuration File

WANG Song, XUAN Xiaohua, LU Chengyu

(Electric Power Research Institute of State Grid Zhejiang Electric Power Company, Hangzhou 310014, China)

Abstract: The smart substation does follow the IEC 61850 standard and its system configuration process, but there exists the problem of version management with its configuration file. By analyzing the relevant provisions of configuration version in IEC 61850 Ed. 2.0, a method of generating the cyclic redundancy check (CRC) code for the virtual terminal connection configuration is put forward. Based on the standard file version and CRC code, a smart substation configuration file management scheme is put forward to realize simple management of virtual terminal configuration.

Key words: smart substation; substation configuration description (SCD); virtual terminal; configuration file; version management