

DOI: 10.7500/AEPS20130813003

智能变电站 SCD 文件管控策略完备性分析

孙一民¹, 刘宏君¹, 姜健宁², 杨漪俊²

(1. 长园深瑞继保自动化有限公司, 广东省深圳市 518057; 2. 国网浙江省电力公司, 浙江省杭州市 310007)

摘要:综合运用装置过程层配置循环冗余校验(CRC)码在线管控、变电站配置描述(SCD)文件虚回路配置信息比对和 SCD 文件虚回路可视化校验等方法,可有效确定 SCD 文件升级时需同步升级配置的装置。对比分析了变电站二次系统硬回路和虚回路的特点,提出并论证了 SCD 文件管控策略的完备性。以母线保护为例,分析了智能变电站扩建工程中 SCD 文件的管控方案。

关键词:变电站配置描述文件;智能电子设备能力描述文件;过程层配置;循环冗余校验码管控;虚回路;可视化校验

0 引言

建立在 IEC 61850 通信规范基础上的智能变电站,采用三层两网的架构体系^[1],以过程层网络替代大量的二次回路电缆。在过程层采用合并单元和智能终端实现信息数字化,为基于网络平台的信息共享奠定基础。二次回路的硬端子转变为基于采样值(SV)和通用面向对象变电站事件(GOOSE)通信协议的虚端子,通常采用虚端子映射表来反映二次回路的连接关系^[2-4]。变电站配置描述(SCD)文件作为智能变电站的配置描述文件,是二次系统运行配置的重要依据。在智能变电站的调试、验收、维护、检修和改扩建环节中,SCD 文件的管控非常重要,目前面临很多亟待解决的问题,例如:①系统调试时需要频繁升级 SCD 文件,导致站控层和过程层难以并行作业;②IEC 61850 标准规定智能电子设备(IED)配置描述(CID)文件是装置的运行配置文件,但 CID 文件中发送装置的过程层通信参数不完整;③现有的 SCD 文件版本控制方法过于粗放,不能完整描述升级的细节;④改扩建环节中 SCD 文件的升级难以界定,需要同步升级的装置。本文以 SCD 文件管控策略的完备性为目标,以 IEC 61850 标准为准则,深入分析上述问题,借鉴已有的相关研究成果,提出切实可行的 SCD 文件管控方案。

1 SCD 文件管控系统

智能变电站内 SCD 文件管控系统由离线和在线两部分组成,离线管控部分包括:系统配置工具、IED 配置工具、管控单元和所有的二次设备,在线管

控部分包括管控单元及所有的二次设备。图 1 描述了 SCD 文件管控系统结构,管控单元是系统的核心功能模块,可部署于一体化监控系统的综合应用服务器^[5-6]。管控单元通过过程层 GOOSE 网在线获取所有二次设备的虚回路配置循环冗余校验(CRC)码、虚回路配置下装时间、装置过程层通信链路状态、过程层装置运行状态、装置检修态等实时信息;通过站控层制造报文规范(MMS)网在线获取保护功能软压板状态、SV/GOOSE 压板状态、GOOSE 出口软压板状态和母差专用软压板状态。CRC 码的计算内容和定义详见本文 3.1 节,GOOSE 出口软压板包括跳闸、启动失灵、闭锁重合、合闸、远传等重要信号的软压板,母差专用软压板包括间隔软压板、GOOSE 失灵开入软压板、刀闸强制位置软压板、SV 接收软压板等。

1.1 管控单元离线功能

管控单元的离线功能以 SCD 文件的可视化为核心,从 SCD 文件中提取虚端子和虚端子的连接关系,按继电保护二次回路的展示规范,可视化全站装置过程层通信链路图和间隔虚回路信号图^[4];对不同版本 SCD 文件的虚回路配置信息,以报告方式输出虚回路通信参数、虚端子连接关系、虚端子排容量及序号的变化;以 FTP 文件服务方式,为各厂家的 IED 配置工具提供校验正确的 SCD 文件^[7]。

1.2 管控单元在线功能

装置用 GOOSE 心跳报文在线发送虚回路配置 CRC 码,即本文 3.3 节所描述的数据对象 IEDCRC,此 CRC 码来自于 SCD 文件,非装置自己产生。管控单元接收并判断装置上传的 CRC 码与当前 SCD 文件中该装置的虚回路配置 CRC 码是否一致,不一致时产生配置升级告警报告;在线记录装置虚回路

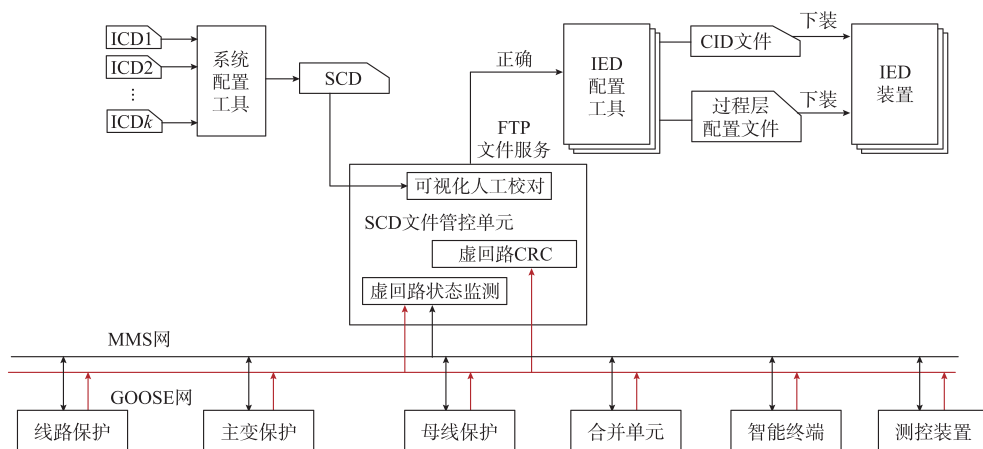


图1 智能变电站SCD文件管控系统图
Fig.1 System diagram of SCD file control in smart substation

配置下装时间,若虚回路配置CRC码与SCD对于CRC码一致的情况下,则一次以上的下装将产生告警记录;管控单元界定SCD文件升级需同步升级的装置的范围;在线显示全站装置过程层通信链路图、间隔虚回路信号图,实时刷新装置运行状态、检修状态和压板位置(见附录A图A1的界面图)。

2 虚回路与硬回路的对比分析

以SCD文件中与虚回路^[4]相关信息内容为出发点,对比分析智能变电站的虚回路和常规变电站的硬回路的差异,是保证SCD文件管控策略完备性的基础。分析的结果见附录A表A1。回路要素是生成装置虚回路配置CRC码必须完整包含的信息内容,母线保护扩建是最复杂的SCD文件管控案例,本文利用它来论证SCD文件管控策略的完备性,详见3.4节母线保护扩建管控方案。

3 SCD文件管控策略的完备性

对于虚回路的配置,SCD管控采用了装置的虚回路配置CRC码结合信息比对校验的方法。装置虚回路配置CRC码校验方法以虚回路配置信息的完整性为基础,对于直采直跳模式下装置的多插件、多端口组态方式,定义了明确的自描述规范(参见3.1节),避免了因缺乏规范而造成的配置信息私有化。虽然《Q/GDW 396—2009 IEC 61850工程继电保护应用模型》^[7]的修订版尚未颁布,但其虚回路配置信息的CRC码管控方法,因已被主流二次设备供应商接受,在已组织的互操作试验中,部分厂家已证明仅通过SCD文件就可以产生IED完整的过程层配置信息。

3.1 CRC管控方法简介

提取每个IED过程层虚端子配置相关内容形成可扩展标记语言(XML)文件并对XML文件的美国信息交换标准代码(ASCII)序列计算四字节CRC-32校验码。提取的虚端子联系内容包括四个回路配置要素,分别是:①GOOSE发送提取内容;②GOOSE接收提取内容;③SV发送提取内容;④SV接收提取内容。图2描述了以装置过程层配置信息为最小的CRC计算内容,为每个装置产生CRC码,并将此CRC码保存于SCD文件的CRC管控结构图。装置过程层配置信息包括装置自身,以及与其有通信关联的其他装置的全部过程层通信信息。某个装置过程层配置CRC码的改变表明,参与该CRC码计算的信息内容发生了改变。

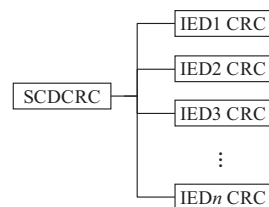


图2 虚端子配置CRC码结构
Fig.2 Structure of CRC code for configuration of virtual terminal

关于物理端口的描述,补充了如下描述规则^[8]:
①明确采用“PhysConn”元素定义物理端口描述;
②GOOSE和SV接收访问点物理端口关联。明确采用在“ExtRef”元素“intAddr”属性中增加物理端口描述的方式。Connection定义第1个物理网口,RedConn为其他冗余物理连接网口定义,端口号描述应为“板卡号-端口号”,如果一个物理端口支持多个访问点,该物理端口描述应出现在多个访问点中。

3.2 等价配置过程

虽然很难用可逆的方法来证明装置过程层配置信息与 SCD 文件中装置虚回路配置信息的一致性,但保护试验构成了两者等价关系验证的闭环。

在私有配置修正量为 0 的情况下,图 3 是目前厂家普遍采用的不等价配置过程,图 4 是 SCD 管

方案要求的等价配置过程。在 SCD 文件作为 IED 配置工具唯一输入源的情况下,图 4 中 SCD 文件中所包含的装置过程层配置信息等价于装置的过程层配置文件,等价配置过程要求私有配置信息的修正应包含于 ICD 文件,由系统配置工具产生含有私有配置信息的 SCD 文件。

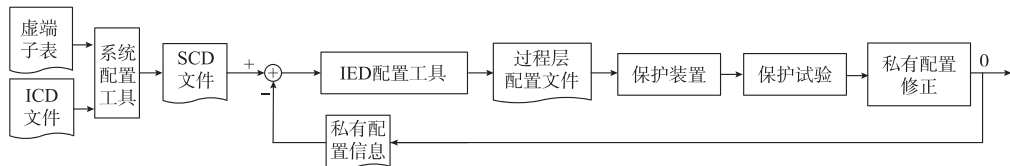


图 3 不等价配置过程
Fig.3 Procedure of non-equivalent configuration

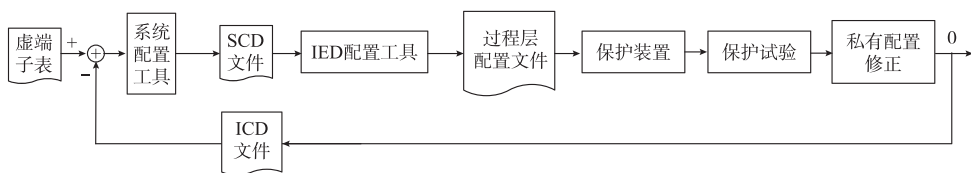


图 4 等价配置过程
Fig.4 Procedure of equivalent configuration

3.3 CRC 管控方法的完善

在 SCD 文件作为 IED 配置工具唯一输入源的情况下,如图 1 所示管控单元获取的装置过程层配置 CRC 码,来自于 SCD 文件,可以被认为是对 SCD 文件版本的细化。SCD 管控策略要求装置在过程层某个逻辑设备(LD)的 LLN0 逻辑节点中扩充公用数据类为 INS^[9]的数据对象 IEDCRC,要求 IEDCRC.stVal 存放该装置的过程层配置 CRC, IEDCRC.t 存放该装置最新一次过程层配置下装时间。装置通过 GOOSE 心跳报文上传 IEDCRC.stVal 和 IEDCRC.t。

SCD 文件为每个装置提取了完整的过程层配置信息,并用 CRC 码将它们保护起来。当某个装置的过程层配置 CRC 码发生变动时,则表示与该装置相关的虚回路发生了改变,通过此原理就可以界定 SCD 文件升级时需要同步升级的装置。文献[7]所示修订稿的 CRC 码管控方法在应用于多间隔保护(如母线保护)时,由于 GOOSE 和 SV 接收部分没有针对每个发送装置生成独立的 CRC 码,使得母线保护在过程层配置 CRC 码改变时,无法确定是哪个装置的发送信息改变导致的,从而不能确定试验间隔。为此需要进一步采取信息比对校验才能确定。为了提高信息比对的效率,本文提出了对于多间隔保护装置采取对外部关联装置的发送信息分别独立生成 CRC 码,简称 SUBCRC 码的解决方案。

3.4 母线保护扩建管控方案

母线保护的 GOOSE 发送部分,要求按最大间隔数配置发送数据集,并在改扩建时保持该部分不变。母线保护 GOOSE 和 SV 接收部分要求按最大间隔数配置,并进行母线保护通信能力和处理能力的型式试验。通信能力测试包括:智能终端发送数据集个数和大小限制;外部关联保护发送数据集个数和大小限制。处理能力测试包括:基于通信能力测试的指标测试。

如图 5 所示,管控单元导入基建 SCD 文件,为母线保护装置的 GOOSE 和 SV 接收部分每个关联的外部装置分别产生 SUBCRC 码,并保存于基建 SCD 文件中。管控单元导入扩建 SCD 文件,为母线保护装置的 GOOSE 和 SV 接收部分每个关联的外部装置独立产生 SUBCRC 码,并保存于扩建 SCD 文件中。

管控单元检查基建 SCD 文件和扩建 SCD 文件中某个母线保护装置的所有 SUBCRC 码,每个 SUBCRC 码对应一个与该母线保护装置关联的装置。当某个 SUBCRC 码在两个文件中不相等时,则进行 SUBCRC 不一致告警,并输出其所属母线保护的 SUBCRC 告警报告。母线保护的 SUBCRC 告警报告包含了与该母线保护关联的所有 SUBCRC 发生改变的装置,以及导致 SUBCRC 改变的信息细节。

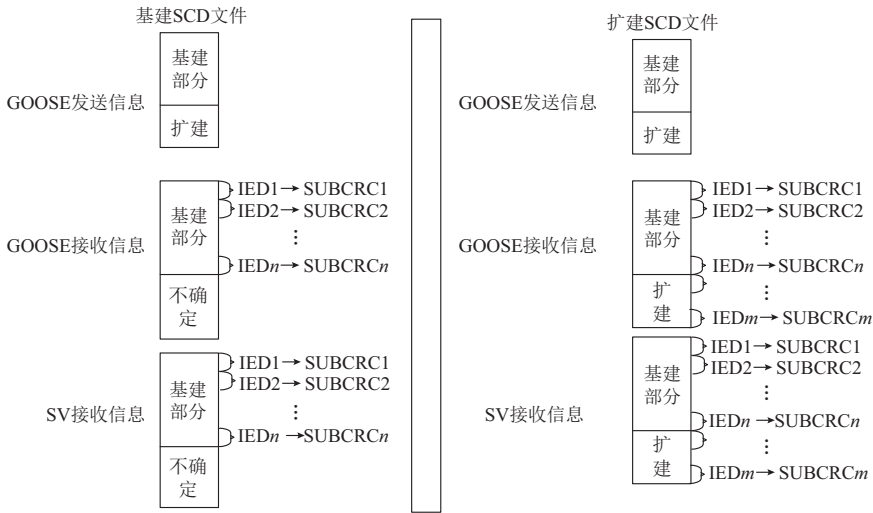


图 5 母线保护扩建工程的 SUBCRC 码校验方法图
Fig.5 Graph of SUBCRC check method for busbar protection expansion project

在扩建 SCD 文件的虚回路配置正确的情况下,配置升级告警报告应只包含母线保护装置和扩建间隔的装置,因为基建间隔装置的 IEDCRC 未改变,母线保护的 GOOSE 发送也未改变。SUBCRC 告警报告应为空。此种情况下,虽然此时母线保护装置的虚回路配置 CRC 码已经改变,但原有间隔的虚回路配置信息没有任何改变,故原有的基建间隔不

用重新做试验, SUBCRC 告警报告不为空的情况下,可利用升级信息比对报告和虚回路可视化检查^[10],修正虚回路的配置错误。只有 SUBCRC 告警报告为空时,扩建 SCD 文件才能转化为运行版。

智能变电站 SCD 管控策略完备性验证进行了 3 次互操作试验,试验系统如图 6 所示。

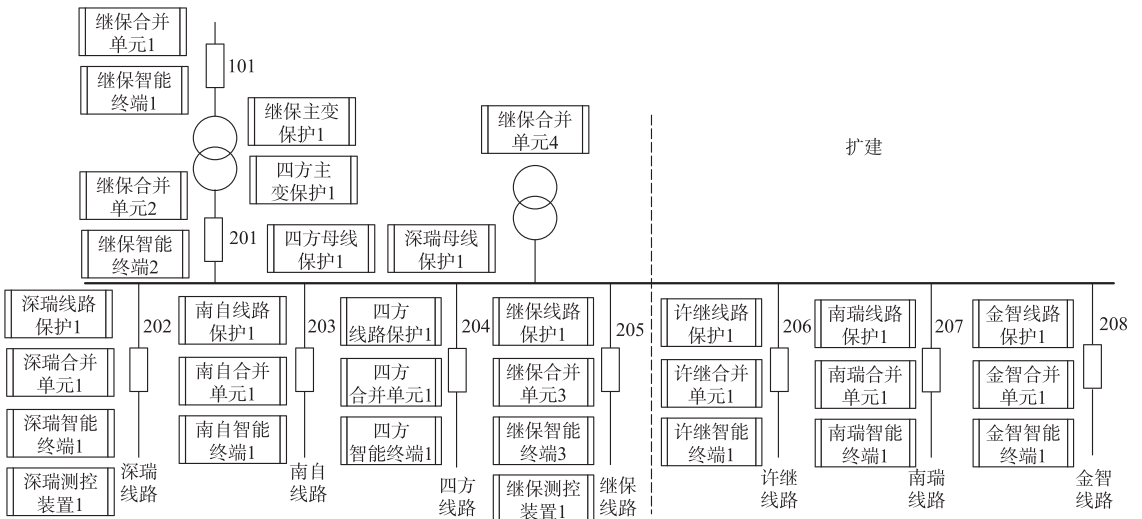


图 6 SCD 文件管控试验二次系统图
Fig.6 Secondary system diagram for SCD file control test

SCD 管控策略综合运用了装置过程层配置 CRC 码管控、多间隔保护装置 SUBCRC 码管控、SCD 文件虚回路配置信息比对和 SCD 文件虚回路可视化校验等方法,可有效确定需要配置升级的装置,以及需要做试验的间隔。虚回路可视化可有效支撑继电保护的运行维护,提高检修作业的效率。

4 结语

试验结果证明图 1 所示管控系统可有效解决目前智能变电站 SCD 文件管控方面的问题,实现 SCD 文件过程层配置信息的管控,可以提高 SCD 文件升级的安全性,并提高出厂试验、现场试验、验收,以及检修作业的效率。

附录见本刊网络版 (<http://www.aeps-info.com/aeps/ch/index.aspx>)。

参考文献

- [1] 国家电网公司.Q/GDW 383—2009 智能变电站技术导则[S]. 2009.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 国家电网公司.Q/GDW 679—2011 《智能变电站一体化监控系统建设技术规范》[S].2011.
- [6] 国家电网公司.Q/GDW 678—2011 《智能变电站一体化监控系统功能规范》[S].2011.
- [7] 国家电网公司.Q/GDW 396—2009 《IEC61850 工程继电保护应用模型》[S].2009.
- [8] IEC 61850-6 Communication networks and systems in substations; Part 6 configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs [S]. 2003.
- [9] IEC 61850-7-3 Communication networks and systems in substations; Part 7-3 basic communication structure for substation and feeder equipment—common data classes [S]. 2003.
- [10] 孙一民,裴愉涛,等.智能变电站设计配置一体化系统:中国,102611199[P].2012-07-25.

孙一民(1965—),男,通信作者,高级工程师,主要研究方向:电力系统自动化。E-mail: sunym@sznari.com

刘宏君(1974—),男,高级工程师,主要研究方向:电力系统继电保护。E-mail: liuhj@sznari.com

姜健宁(1955—),男,高级工程师,主要研究方向:继电保护设备的运行与管理。E-mail: zjdsjnn@163.com

(编辑 孔丽蓓)

Analysis on Completeness of Substation Configuration Description File Control Strategy for Smart Substation

SUN Yimin¹, LIU Hongjun¹, JIANG Jianning², YANG Yijun²

(1. CYG SUNRUI Co. Ltd., Shenzhen 518057, China;

2. State Grid Zhejiang Electric Power Company, Hangzhou 310007, China)

Abstract: By comprehensive use of online cyclic redundancy check (CRC) code control, comparative analysis for configuration of the virtual circuit and visual check for the virtual circuit of substation configuration description (SCD) file, the devices whose configuration should be upgraded synchronously with SCD file can be determined. Through comparative analysis of the characteristics of hardware circuit and the virtual circuit of the secondary system in the substation, the completeness of the SCD file control strategy is proposed and proved. In the case of the busbar protection expansion project, the control scheme for the SCD file is analyzed.

Key words: substation configuration description (SCD) file; intelligent electronic device capability description (ICD) file; process layer configuration; cyclic redundancy check (CRC) code control; virtual circuit; visual check



Journal of Modern Power
Systems and Clean Energy



<http://www.mpce.info>

<http://www.springer.com/40565>

Sponsored by : State Grid Electric Power Research Institute, China

For further information, please contact:

State Grid Electric Power Research Institute Press

No.19 Chengxin Avenue, Nanjing 211106, Jiangsu Province, China

Tel: 86-25-81093060 Fax: 86-25-81093040 E-mail: mpce.edit@gmail.com

