

## 基于SCD的二次回路监测主要技术方案介绍与分析

高翔<sup>1</sup>, 杨漪俊<sup>2</sup>, 姜健宁<sup>3</sup>, 吴振杰<sup>2</sup>

(1. 上海毅昊自动化有限公司, 上海 201204; 2. 国网杭州供电公司, 浙江 杭州 310009;

3. 国网浙江省电力公司, 浙江 杭州 310007)

**摘要:** 基于智能变电站技术背景, 分析了SCD文件的特征, 在智能变电站工程应用中的作用及SCD管控的本质性需求。分析了基于SCD二次回路的“离线、在线、实时”监测技术方案的前提条件及效用。分析了组态型IED装置与定制式IED装置在基于IEC61850标准工程应用中的主要差异。通过对于不同保护装置实现机制的解析, 分析了不同SCD监测技术方案的基本特征, 及现阶段智能变电站SCD应用所需要采取的辅助措施。最后提出了实现智能变电站SCD“设计、配置、运行”一体化监测的技术思路。

**关键词:** 智能变电站; IEC61850; SCD; 继电保护; 二次回路

### Analysis of secondary circuit monitoring methods based on SCD

GAO Xiang<sup>1</sup>, YANG Yi-jun<sup>2</sup>, JIANG Jian-ning<sup>3</sup>, WU Zhen-jie<sup>2</sup>

(1. Shanghai Yihao Automation Co., LTD, Shanghai 201204, China; 2. State Grid Hangzhou Power Supply Company, Hangzhou 310009, China; 3. State Grid Zhejiang Electric Power Company, Hangzhou 310007, China)

**Abstract:** With the development of smart substation project, the feature & role of SCD in the implemented smart substation and the essential requirement of SCD management are illustrated. The paper analyzes the precondition and utility of “offline, online and real time” secondary circuit monitoring of SCD, and the main difference of configurable IED and specified IED in the implemented project based on IEC61850. The characteristic of different SCD monitoring methods based on the different kinds of relays are analyzed, and the assistant approaches are mentioned. Finally, this paper proposes the technical scheme of SCD “design, configuration, operation” integrated monitoring in the future.

**Key words:** smart substation; IEC61850; SCD; relay; secondary circuit

中图分类号: TM76      文献标识码: A      文章编号: 1674-3415(2014)15-0149-06

## 0 引言

智能电网是促进可再生能源发展、实现低碳经济的核心。作为衔接智能电网“发电、输电、变电、配电、用电和调度”六大环节的关键, 智能变电站是智能电网中变换电压、接受和分配电能、控制电力流向和调整电压的重要电力设施, 是智能电网“电力流、信息流、业务流”“三流汇集的焦点, 对建设坚强智能电网具有极为重要的作用<sup>[1-5]</sup>。

国家电网公司明确提出了实施2020坚强智能电网的战略目标, 组织制定了一系列的标准规范<sup>[6-11]</sup>。

**基金项目:** 国网杭州供电公司科技项目(ZDK059-2012); 《智能变电站配置描述SCD全过程管理与标准化研究》科技项目的研究成果

2011年国家电网公司又下达了58号文《国家电网公司2011年新建变电站设计补充规定》进一步明确了智能变电站应遵循“安全可靠、成熟适用、经济合理”的基本原则。

在上述背景下大量的智能变电站进入试点运行, 作为智能变电站应用的典型特征是采取了SCD文件描述变电站自动化系统, 构成了与常规综自系统技术实现方案的重大差异, 也带来了一系列新的问题和挑战。

本文将分析现阶段智能变电站工程实践过程中SCD应用所反映的问题, 探索基于SCD的二次回路监测本质需求, 解析保护装置不同实现机制的差异, 分析不同SCD监测技术方案的特点, 提出满足IEC61850标准的SCD监测技术思路。



子”的话,现阶段智能变电站整个二次系统成为了“黑匣子”,尤其运行管理的关键环节二次回路“不可见”,演变为“虚端子”、“虚回路”形态<sup>[15]</sup>。

基于SCD的二次回路监测本质是实现变电站自动化系统二次回路的可被管理。IEC61850体系下传统的二次回路、端子排被“虚端子”、“虚回路”替代,原本可见的保护装置管理边界模糊了,如无有效的技术、管理措施,变电站的可靠性将大大下降。虚端子特征可用图3表示。

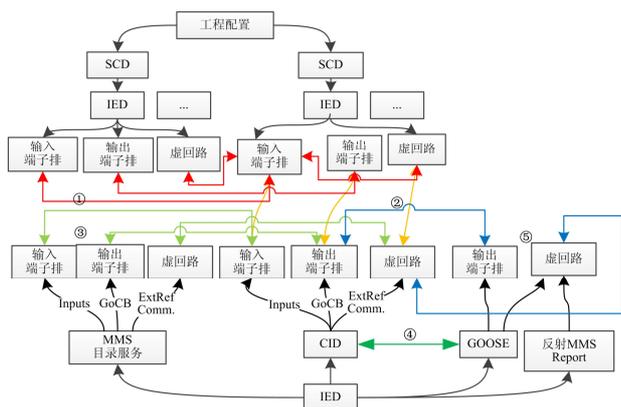


图3 IED端子信息示意图

Fig. 3 Schematic diagram of IED terminal information

由图3可知,MMS目录服务可提供保护输入虚端子(Inputs),输出虚端子(GoCB),及虚回路(Ext. Ref Comm)的完整信息,同样,CID文件也包含“虚端子”和“虚回路”完整信息,但是GOOSE报文仅反映输出端子信息。

### 3.2 组态型保护技术特征

由于组态型装置可以输出CID文件,该文件包含保护装置“虚端子”及“虚回路”的完整信息。由此,可以实现“设计SCD、配置CID、运行GOOSE”一体化监测,而无需人为干预,见图4。

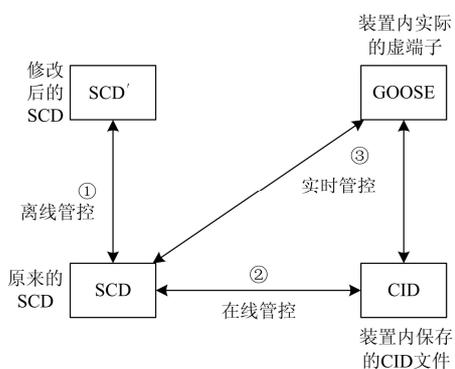


图4 组态型装置SCD一体化监测示意图

Fig. 4 Schematic diagram of integrated management configurable device SCD

这种模式的关键在于通过在线运行时读取保护装置CID配置文件,获取保护装置虚端子和虚回路完整信息,与来自SCD文件的二次回路信息进行比对。同时,实时获取GOOSE报文,经解析后作为与CID配置文件进行实时比对的依据。由此,完成“设计SCD文件、配置CID文件、运行GOOSE报文”一体化监测,而无需任何人为干预。

### 3.3 定制式保护技术特征

由于定制式装置没有按照IEC61850配置流程产生CID文件,装置不具备CID文件送出能力,鉴于现阶段保护装置的实现机制,结合工程、运行管理实际需求,文献<sup>[16]</sup>提出了一种基于CRC的二次回路配置文件管理办法。

其实现机理是将全站SCD文件解析出两个子文件,即站控层SCD配置文件和过程层SCD配置文件。对于每个装置的过程层SCD配置文件生成一个CRC校验码。通过IED配置工具导入过程层SCD,IED配置工具输出CRC列表文件(包含本厂家所有运行装置的二进制配置文件的CRC),以及所有运行装置的二进制配置文件(含CRC校验码),并下装配置文件和CRC信息。下装之后,确认装置正常运行,在SCD管控主机上接收CRC,并确认上传的各装置CRC码正确,参见图5。

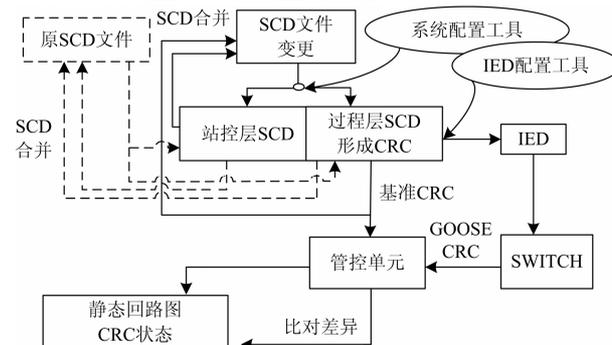


图5 CRC实现机理示意图

Fig. 5 Schematic diagram of CRC management method

这种技术方案体现为对于“虚端子”配置文件的静态管理,或版本管理,而非“虚端子”对象的直接管理。可以定位具体IED的二次回路是否正常,但不能定位到具体端子。可以实现智能变电站设计、配置环节SCD文档的静态管理<sup>[17]</sup>。

## 4 不同技术方案分析

### 4.1 过程层信息比对方案

如前所述,基于SCD二次回路监测的本质是保护二次回路的管理,因此,属于过程层信息范畴。可以通过不同的过程信息比对模式,实现SCD的有效监测。具体来讲有:文件比对,MMS服务比对

及过程层报文比对三种模式，具体分析见表 1。

表 1 过程层配置信息在线比对技术方案

Table 1 Online matching scheme based on the configuration information of the process layer

技术手段	说明	实施条件
离线方式	(一)离线文件对比 将工程前、后的 SCD 文件进行对比，在全站范围内找出所有虚端子、虚回路的变化。	仅在工程化后进行，属于离线方式。
在线方式	(二)MMS 在线文件比对 从装置中读取 relay.cid 文件，与 relay.scd 文件进行比对	①装置必须确保内部保存的 relay.cid 文件与其实际过程层配置信息始终一致； ②装置应提供 MMS 文件服务
	(三)MMS 在线服务比对 利用 MMS 服务在线读取 GOOSE、SMV 的详细配置（如组播地址等），并与 relay.scd 进行比对	①装置必须支持通过 MMS 在线读取 GOOSE、SMV 详细配置的能力。目前在 IEC 61850-7-2 Ed1.0 中，部分配置信息不能通过 MMS 读取。这个问题在 Ed2.0 中得到解决，但目前尚无装置支持 Ed2.0； ②装置应确保通过 MMS 读取的配置信息与装置实际一致。
实时方式	(四)CRC 实时比对 由系统配置工具统一生成各 IED 的虚回路 CRC 并下载到 IED 中；IED 实时发送包含 CRC 校验码的 GOOSE 报文。	①对 CRC 生成算法做严格、统一规定； ②通过严格的管理，杜绝绕过系统配置工具直接修改 CRC 校验码； ③通过严格管理，解决装置和装置属性彼此分离可能带来的问题； ④实施严格版本管理，解决 CRC 本身并不包含回路信息的问题。
	(五)过程层报文实时比对 利用报文记录装置，从过程层周期性抓取实际 GOOSE、SMV 报文，并与 relay.scd 进行比对	需要具备直接访问过程层网络的条件。

MMS 服务比对方案是最完整的方案，但是需要保护装置支持 IEC61850 标准的 Ed2.0 版<sup>[18]</sup>，现

阶段尚不具备条件。现阶段可以采取 CID 文件比对与报文比对相结合的方式。

#### 4.2 基于 CID 与基于 CRC 的技术方案比较

如前所述，基于 CID 的技术方案是对“虚端子”及“虚回路”的对象直接比对，可覆盖设计、运行环节；基于 CRC 的技术方案仅仅实现对于设计过程所形成的“虚端子”及“虚回路”配置文件的版本管理，两者的主要区别见表 2。

表 2 基于 CID 与基于 CRC 的技术方案比较

Table 2 Comparison between CID based and CRC based technical method

序号	基于 CID 的技术方案	基于 CRC 的技术方案
1	支持从装置读出原始 CID，直接反应虚端子连接关系。	由 SCD 配置工具分解的 CID 文件，通过 IED 配置工具将 CID 转换为私有格式文件，从装置仅能读取私有格式文件，不能还原成原始 CID 文件。
2	SCD 不需要分成过程层和站控层两个子文件。不需要再合并过程层和站控层两个子文件为统一的 SCD 文件。	SCD 需要分成过程层和站层两个文件。需要验证合并前后 SCD 文件的一致性。
3	可以实现“设计 (SCD)、配置 (CID)、运行 (GOOSE)”一体化管理无需人为干预。	一体化管理，需要人为管理规定配合。
4	需要保护装置支持 CID 文件的输出。	符合国内产品的现状，实现容易。
5	装置虚端子与 CID 完全一致。	装置虚端子与 CID 关联性弱，不能确保一致性。
6	可检查任何原因引起的 IED 虚端子变更	用 IED 配置工具直接变更 IED 虚端子，不能发现。
7	直接管理虚端子对象	通过版本管理，实现虚端子间接管理。

#### 4.3 其他需采取的辅助措施

现阶段由于国产保护不支持 CID 文件送出，由此，必须采取 CRC 效验码作为现阶段的管理手段。但是，由于基于 CRC 的技术方案是一种“虚端子”配置文件的静态版本管理机制，而非对于“虚端子”的对象管理。因此，无法实现二次回路运行状态的在线监测。

但这种机制下的可视化管理属于静态可视化管理，且只能实现正向管理，不能实现反向推演。即根据基于 SCD 的可视化图对应于某 IED 装置所形成的 CRC。但在装置 IED 变更后不能发现“虚端子”和“虚回路”的缺陷，只能通过依据原 CRC 所对应的图纸，进行人工测试查找缺陷。但在装置 IED 变更后必须通过可视化比对、辅助监测等方法发现“虚端子”和“虚回路”的缺陷。

同时,基于CRC的技术方案需要增加人为管理规定,如配置工具的规范应用,配置流程的固化等,所谓“七分管理、三分技术”。

对于母差等跨间隔设备的CRC技术方案可能出现设备属性与设备分离的情况,因为,需要对于每个与母差保护关联的IED生成一个CRC,而这个CRC不能与该IED原有的CRC共存于保护(智能终端)装置中,因此,依旧存在管控措施复杂化的问题,不利于设备的统一管理。

## 5 基于SCD二次回路监测展望

### 5.1 可视化手段

由于基于CRC的技术方案是一种软件版本管理技术,不能准确定位CRC变化的根本原因,或者说这种技术无法实现缺陷定位。因此,辅之以二次回路的可视化管理就显得尤为必要,但这种技术方案只能实现二次回路的静态可视化管理,即设计环节所形成的配置文件可视化管理。

### 5.2 管理流程

基于CRC的技术方案需要有严格的管理规定来推进,首先需要规范SCD配置工具,以便于所产生的CID通过IED配置工具下载至保护装置,并形成该保护装置涉及二次回路信息的CRC。

### 5.3 未来发展方向

在IEC61850体系下:变电站自动化“系统”由若干“功能”(如保护、测量、控制等)构成,“功能”可以进一步划分为若干子功能,直至“逻辑节点”。“逻辑节点”代表可以交换数据的最小功能单元。见示意图6。

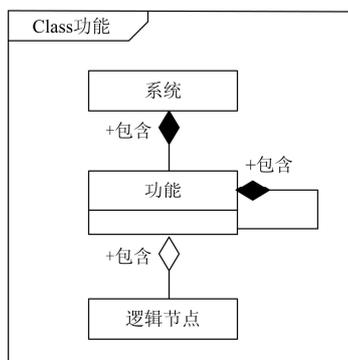


图6 IEC 61850 系统→功能→逻辑节点示意图

Fig. 6 Schematic diagram of IEC 61850 system and functional and logic node

基于IEC61850标准体现为:“逻辑节点本身并不实现功能,但它可以让与功能实现相关的输入、输出、定值、参数等在通信上是可见的,即逻辑节

点使得:“功能”的所有输入和定值都是可控、可设置的;“功能”的所有输出都是可测量的。

因此,任何基于IEC61850的应用都应该是确定性的,同样,对于保护二次回路的管理也应该基于CID文件或MMS服务,确保基于SCD的二次回路监测无需人为干预。

## 6 结论

未来智能变电站技术发展过程中,需要推进IED的规范化应用,即保护装置(含智能终端)支持CID文件的送出。这样,才可能达到“设计、配置、运行”一体化管理,使得基于IEC61850标准的智能变电站实现管理的“透明化”,提高整个系统的可观性、可控性。

## 参考文献

- [1] 高翔. 智能变电站技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2012: 1-14.  
GAO Xiang. Intelligent substation technology[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2012: 1-14.
- [2] 张沛超, 高翔. 智能变电站[J]. 电气技术, 2010, 30(8): 4-10.  
ZHANG Pei-chao, GAO Xiang. Intelligent substation[J]. Electrical Technology, 2010, 30(8): 4-10.
- [3] 黄益庄. 智能变电站是变电站综合自动化的发展目标[J]. 电力系统保护与控制, 2013, 41(2): 88-92.  
HUANG Yi-zhuang. Smart substation is the further objective of SAS[J]. Power System Protection and Control, 2013, 41(2): 88-92.
- [4] 李孟超, 王允平, 李猷伟. 智能变电站及技术特点分析[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(18): 50-56.  
LI Meng-chao, WANG Yun-ping, LI Xian-wei. Smart substation and technical characteristic analysis[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(18): 50-56.
- [5] 李瑞生, 李燕斌, 周逢权. 智能变电站功能架构及设计原则[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(21): 30-38.  
LI Rui-sheng, LI Yan-bin, ZHOU Feng-quan. The functional frame and design principles of smart substation[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(21): 30-38.
- [6] Q/GDW383—2009 智能变电站技术导则[S].  
Q/GDW383—2009 intelligent substation technology guidelines[S].
- [7] Q/GDW393—2009 110(66)kV~220kV 智能变电站设计规范[S].

- Q/GDW393—2009 110 (66) kV~ 220kV intelligent substation design specifications[S].
- [8] Q/GDW394—2009 330~750 kV 智能变电站设计规范[S].  
Q/GDW394—2009 330 kV~ 750 kV intelligent substation design specifications[S].
- [9] Q/GDWZ410—2010 高压设备智能电网智能化技术导则[S].  
Q/GDWZ410—2010 high voltage apparatus intelligent network intelligent technology guidelines[S].
- [10] Q/GDWZ414—2010 变电站改造智能化技术规范[S].  
Q/GDWZ414—2010 substation intelligent technical specifications[S].
- [11] Q/GDWZ441—2010 智能变电站继电保护技术规范[S].  
Q/GDWZ441—2010 intelligent substation relay protection technical specifications[S].
- [12] IEC61850 communication networks and systems in substations[S].
- [13] 高磊. IEC 61850 SCL 配置文件比对工具的研究与实现[J]. 电力系统自动化, 2013, 46(37): 21-29.  
GAO Lei. Research and implementation of IEC61850 SCL comparer[J]. Automation of Electric Power Systems, 2013, 46(37): 21-29.
- [14] 马杰, 李磊, 黄德斌. 智能变电站二次系统全过程管控平台研究与实践[J]. 电力系统保护与控制, 2013, 41(2): 77-90.  
MA Jie, LI Lei, HUANG De-bin. Research and practice on the whole process management platform of the secondary system in smart substation[J]. Power System Protection and Control, 2013, 41(2): 77-90.
- [15] 胡道徐, 沃建栋. 基于 IEC61850 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 Dao-xu, WO Jian-dong. Virtual circuit system of smart substation based on IEC 61850[J]. Automation of Electric Power Systems, 2010, 34(17): 78-82.
- [16] 王松, 宣晓华, 陆承宇. 智能变电站配置文件版本管理方法[J]. 电力系统自动化, 2013, 37(17): 1-4.  
WANG Song, XUAN Xiao-hua, LU Cheng-yu. Version management method of smart substation configuration file[J]. Automation of Electric Power Systems, 2013, 37(17): 1-4.
- [17] 孙一民, 裘愉涛, 杨庆伟. 智能变电站设计配置一体化技术及方案[J]. 电力系统自动化, 2013, 37(14): 70-74.  
SUN Yi-min, QIU Yu-tao, YANG Qing-wei. Configuration design integration technology and scheme for smart substation[J]. Automation of Electric Power Systems, 2013, 37(14): 70-74.
- [18] IEC61850 communication networks and systems in substations[S].
- 
- 收稿日期: 2013-10-25; 修回日期: 2013-11-11  
作者简介:  
高翔(1962-), 男, 通信作者, 博士, 高级工程师, 研究方向为继电保护; E-mail: xiang\_gao@syhpower.com  
杨漪俊(1972-), 男, 本科, 高级工程师, 长期从事变电站继电保护运行管理工作;  
姜健宁(1955-), 男, 本科, 高级工程师, 长期从事变电站继电保护运行管理工作。