

# 智能变电站SCD文件管控系统的研究与实现

林波<sup>1</sup> 李凯<sup>2</sup> 杨康<sup>1</sup> 刘明忠<sup>2</sup> 童晓阳<sup>3</sup> 郑永康<sup>2</sup>

(1. 四川通源电力科技有限公司, 四川 成都 610072;

2. 国网四川省电力公司电力科学研究院, 四川 成都 610072;

3. 西南交通大学电气工程学院, 四川 成都 610031)

**摘要:** SCD 配置文件在智能变电站调试、运行、维护等环节起到至关重要的作用。通过分析 SCD 文件在系统集成技术方面和管理方面的现状, 提出了对 SCD 文件的全过程控制管理流程, 研究了智能变电 SCD 文件管控系统及其实现。该管控系统通过对智能变电站二次系统集成业务进行深度分析, 针对智能变电站的技术形态, 遵循全过程管理思路, 提供智能变电站二次系统集成过程的业务协同和数据共享的支持平台, 通过管控系统对 SCD 文件语法和语义校验、SCD 文件过程层 CRC 计算、SCD 文件对比、SCD 文件的虚端子图形化展示等多个模块加以集成, 提供了专业的管控支持工具。

**关键词:** 智能变电站; SCD 配置文件; 管控流程; SCD 文件管控系统

**Abstract:** SCD configuration files play an important role in the commissioning, operation and maintenance of smart substations. The situation of SCD files in terms of integration technology and control is analyzed, the control and management of the whole process of SCD files are put forward, and the management control system of SCD files and its implementation in smart substation are studied. The depth analysis for management control system based on secondary system integration business of smart substation is done. Aiming at the technical forms of smart substation and following the ideas of whole process management, the support platform for business collaboration and data sharing in the process of secondary system integration is provided. Through the integration of several modules by the management control system, such as SCD file syntax and semantic checking, CRC calculation for process layer of SCD file, SCD file comparison and the subgraph display of virtual terminal of SCD file, the professional management control support tools are provided.

**Key words:** smart substation; SCD configuration file; management control process; management control system of SCD files

中图分类号: TM63 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2017)03-0073-05

DOI:10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2017.03.016

## 0 引言

智能变电站系统配置描述文件简称为 SCD (system configured description) 文件, 该文件描述了智能变电站全部智能电子设备 IED (intelligent electronic device) 的实例配置和通信参数信息、IED 之间的联系信息及变电站一次系统结构等配置信息。智能变电站 SCD 文件配置正确与否、有无变动直接影响继电保护功能的正确性、IED 之间信息通信正确性、监控信息正确性等, 因此 SCD 文件是智能变电站实现顺利投运、可靠稳定运行的基础。由于各个厂家模型文件不一致, 设计能力不一致, 设计虚端子没有统一规范, IED 设备厂家的私有协议等原因导

致配置文件需要反复的修改验证, 对形成的 SCD 离散管理, 版本众多, 当运维和改扩建需要更改 SCD 文件时, 不知在哪一个 SCD 文件进行更新更改, 对其他没有更改更新的 SCD 内容存在很大的安全隐患, 同时也影响智能变电站的可靠、稳定运行<sup>[1]</sup>。

下面对配置文件管理现状进行分析, 提出配置文件全过程管理流程, 对配置文件管控系统进行研究并得以运用, 有效实现了配置文件的全过程管控, 保证了配置文件的安全性、完整性、一致性、唯一性。

## 1 配置文件管理现状

配置文件是指描述通信相关的智能电子设备 (IED) 配置和参数、通信系统配置、开关场(功能)结

构及它们之间关系的文件。规定文件格式的主要目的是:以兼容的方式,在不同厂家提供的 IED 配置工具和系统配置工具间,交换智能电子设备能力描述和变电站自动化系统描述<sup>[2]</sup>。

### 1.1 配置文件分类

系统应具备的配置文件包括 ICD、SCD、CID、SSD 4 类。

ICD 文件: IED 能力描述文件。由装置厂商提供给系统集成厂商,该文件描述了 IED 提供的基本数据模型及服务,但不包含 IED 实例名称和通信参数。

SCD 文件: 全站系统配置文件, 全站唯一。该文件描述了所有 IED 的实例配置和通信参数、IED 之间的通信配置以及变电站一次系统结构,由系统集成厂商完成。

CID 文件: IED 实例配置文件,每个装置一个。由装置厂商根据 SCD 文件中与特定的 IED 的相关配置生成。

SSD 文件: 系统规范定义文件, 全站唯一。该文件描述了变电站一次系统结构以及相关逻辑节点,最终包含在 SCD 文件中。

### 1.2 配置文件管理现状分析

目前 SCD 文件在调试阶段形成的版本众多,在很多不知情的情况下集成厂家进行随意修改,导致运行、维护环节的 SCD 并不是最终提交的 SCD。调试完成后各智能变电站的 SCD 文件单独分散管理,且离线管理 SCD 版本众多,很难确保检修时运用的 SCD 文件的正确性。SCD 文件的变动主要依靠人工修改管理,文件正确性和唯一性很难得到保证。由于设计单位、系统集成商、各 IED 厂家工具不统一,有关配置文件的提交和信息修改需要反复比较多次后方趋于稳定,问题定位和修正较为困难,且由于装置的虚回路配置信息包含了厂家部分私有信息,因此系统集成商在完成 SCD 组态配置后,由各设备厂家利用自身系统配置工具对自身装置插件、端口进行单独配置,私有信息配置处于 SCD 文件之外<sup>[3]</sup>。

### 1.3 配置文件管理难点

#### 1.3.1 设计阶段

设计单位对智能变电站的认知程度不同,设计能力不同以及图纸设计模式无法实现二次虚拟回路的设计和配置的有机结合;设计和配置工作重复且

无法自动关联,需要大量人力验证配置文件的正确。

#### 1.3.2 调试阶段

智能变电站调试期间二次调试范围广,涉及的二次设备众多,且设计过程缺乏统一管理手段;基建环节和设计之间配置描述信息沟通不顺畅;二次系统集成厂家主导配置,维护混乱,导致 SCD 配置繁琐、管理难度大;集成商与各分系统厂家配置工具及配置方法不统一,SCD 文件随调试过程改动频繁。

#### 1.3.3 验收阶段

光纤数字量二次回路验收检查无法直观可视,验收时通过大量试验验证虚回路的正确性;验收发现问题及整改需要依靠配置文件检查,问题定位难度大;验收新发现问题需通过 SCD 配置文件改动实现,无法保证全站功能不受影响。

#### 1.3.4 运维阶段

继电保护二次回路关键信息分散在全站 SCD 文件内,这对 SCD 文件的正确性有极高的要求,按回路检查配置正确性缺乏有效手段,发现寄生回路的难度大大增加;虚拟二次回路使得传统继电保护管理模式难以适应智能变电站技术需求;各专业单位较难独立开展专业工作,需要集成厂家支持。

#### 1.3.5 改、扩建阶段

由于 SCD 文件离散,在改、扩建时无法准确定位运行版本 SCD 文件,在修改 SCD 文件上有很大的风险;同时 SCD 文件至装置配置参数生成过程不直观可视,难以判断全站配置变更影响到的 IED 设备范围;配置文件改动有效性的验证涉及全部关联运行设备停役,对系统持续供电影响大。

## 2 配置文件全过程管控

### 2.1 配置文件管控流程

集成厂家收集变电站各厂家 IED 装置 ICD 模型文件,根据设计的图纸及虚端子表进行系统组态集成,形成配置调试期 SCD 文件。调试中更改更新,形成竣工板 SCD 文件,投运前用户上传至配置文件管控系统,管控系统在线校验初步审核,审核不通过时,形成不通过事件原因文件返回至调试期并继续修改,修改后再次上传。

在线审核通过的 SCD 文件视为上传成功,上传成功后用户登录管控系统可进行 SCD 文件功能查询及应用,运用管控系统的在线技术工具,分析确认

SCD文件中的配置信息与设计图纸设计虚端子表一致,现场IED装置配置文件信息与管控系统生成的配置信息一致,程序版本及CRC效验一致等,形成运行版SCD并带版本号并将SCD文件及相关数据压缩存储存档。

后期变电站运行维护及改、扩建时,首先获得管控系统登录权限,下载相关智能变电站运行版本SCD文件,按照改、扩建图纸设计及虚端子表更改后形成新版本SCD上传至管控系统,根据SCD比对等功能,确认更改后SCD比对结果与改、扩建变更的图纸虚端子等一致,形成新一版SCD运行文件进行存储归档。

通过对智能变电站集中管控,按地区、电压等级等方式形成树状管理对象,用户可追溯各个地区某一智能站的任意版本的SCD文件,有效保证SCD文件的安全性、完整性、一致性、唯一性<sup>[4-5]</sup>。

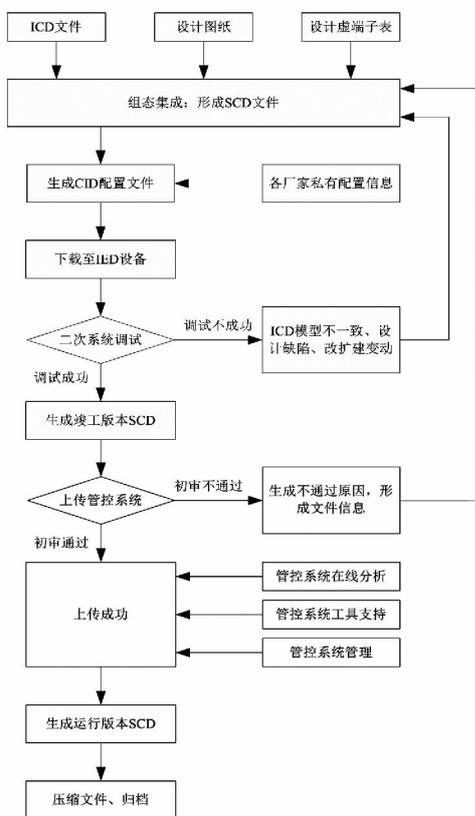


图1 配置文件管控流程图

## 2.2 配置文件管控系统功能

### 2.2.1 对SCD及其相关文件进行数据库管理

1) 新增、删除、修改SCD记录。

2) 以某SCD为中心,将该SCD、与该SCD相关的SCD有效性校验结果文件、虚端子表文件、2个SCD比较结果文件,导入到数据库。

3) 从数据库中解压后导出SCD、SCD有效性校验结果、虚端子表、2个SCD比较结果等文件;

4) 对存入数据库的各类文件进行压缩存储,压缩率达到90%~95%。

5) 浏览与显示某变电站的各SCD记录的相关信息。

6) 直接打开查看SCD有效性校验结果、虚端子表、2个SCD比较结果等文件。

### 2.2.2 集成多个工具

采用SCD有效性校验、SCD图形化查看、SCD比较等工具,分别完成单个SCD有效性校验、SCD图形化查看、2个SCD比较等处理,形成对应的SCD有效性校验结果、2个SCD比较结果等文件,将这些处理结果文件与原SCD挂钩,一起存入SCD记录<sup>[6-7]</sup>。

1) 采用SCD图形化查看工具,以图形化多视角展示某SCD的虚端子信息。

2) 采用SCD有效性校验工具,对某SCD的有效性进行检验。

3) 采用SCD比较工具,对2个SCD进行差异性比较。

### 2.2.3 浏览各级电力公司基本信息

采用树与表格相结合方式,浏览共用电压等级、省级电力公司、市级电力公司、变电站等各类基本信息。

### 2.2.4 维护各级电力公司基本信息

对共用电压等级、省级电力公司、市级电力公司、变电站进行信息维护,辅助SCD文档的管理。

1) 对共用电压等级进行新增、删除、修改等操作。

2) 对省级电力公司进行新增、删除、修改等操作。

3) 对市级电力公司进行新增、删除、修改等操作。

4) 对市级电力公司下变电站进行新增、删除、修改等操作。

## 3 配置文件管控系统模块组成

配置文件管控系统的内核包括4个模块:SCD文件语法和语义校验、SCD文件过程层CRC计算、SCD文件对比、SCD文件的虚端子图形化展示。

### 3.1 SCD 文件语法和语义校验

本模块的目的是只有正确的 SCD 文件才能进入配置文件管控系统。存在错误的 SCD 文件,可参考返回的结果报告,继续完善修订才能提交到配置文件管控系统。

语法和语义校验模块主要是对输入的 SCD 文件,做 Schema 语法校验,依据 IEC 61850 - 6 和 Q/GDW 396 进行语义校验。输入的 SCD 通过校验或者没有通过校验,本模块都会输出一个检测的结果报告。

### 3.2 SCD 文件过程层 CRC 计算

本模块的目的是进入管控系统的 SCD 文件,获得 CRC 校验码。用户依据此校验码,可快速管理影响保护跳合闸和采样的关键过程层信息。

过程层 CRC 计算模块主要是对输入的 SCD 文件(不论解耦的过程层 SCD 还是完整的 SCD 都可输入),依据 Q/GDW 396 - 2012 计算出全站的 CRC 和各个 IED 的 CRC。本模块会输出一个 CRC 计算结果的列表,通过 Web Service 技术返回给外部应用。

### 3.3 SCD 文件对比

本模块的目的是进入管控系统的 SCD 文件,可与任意一个版本的 SCD 文件作对比,快速定位改变的装置列表。

SCD 文件对比模块主要是对输入的两个版本 SCD 文件作内容对比,重点关注的是 Inputs 部分的改动。本模块会输出一个站控层配置改变的装置列表和过程层配置改变的装置列表,通过 Web Service 技术返回给外部应用。



图2 SCD 比较分析图

### 3.4 SCD 文件的虚端子图形化展示

本模块的目的是进入管控系统的 SCD 文件,在职能部门例如设计的审核阶段,将设计图纸与本模块的输出图纸作对比,校核虚端子的连接正确性。

虚端子图形化模块主要是对输入的 SCD 文件,

依据 Inputs 部分的信息以及输入和输出虚端子模型信息,以图形化多视角展示出各装置之间的虚端子连接关系。本模块会为每个 IED 输出一个虚回路端子图,通过 Web Service 技术返回给外部应用。

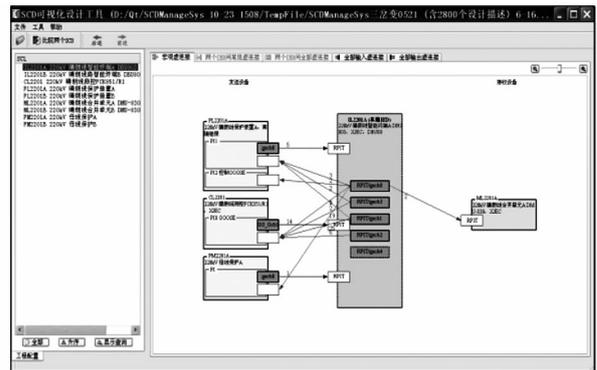


图3 SCD 图形化查看图

## 4 配置文件管控系统的应用

### 4.1 对 SCD 及其相关文件的管控与多个工具的处理

对 SCD 及其相关文件如 SCD 有效性校验结果、虚端子表、2 个 SCD 比较结果等文件进行新增、删除、修改、压缩等处理的数据库管理。

#### 1) 新增、删除、修改 SCD 记录。

新增 1 个 SCD 记录,首先选择 1 个 SCD 文件对话框界面如 4 所示。



图4 新增 SCD 图

导入某 SCD 后的 SCD 记录查看界面如图 5 所示。中间的表格为安宁 110 kV 变电站拥有的各 SCD 的列表。

2) 针对某 SCD,将 SCD、与该 SCD 相关的 SCD 有效性校验结果文件、虚端子表文件、2 个 SCD 比较结果文件,导入到数据库。

图 5 界面中上方为 SCD 记录列表,下方为某 SCD 记录对应的详细信息。

点击图 5 界面下方的“导入 SCD 有效性校验结



图5 SCD记录查看图

果”、“导入SCD比较结果”、“导入虚端子表”3个按钮,可分别导入SCD有效性校验结果文件(Excel)、SCD比较结果文件(Excel)、虚端子表文件(Excel)到数据库。

3) 能够从数据库中导出SCD、SCD有效性校验结果、虚端子表、2个SCD比较结果等文件。

点击图5界面下方的“导出SCD有效性校验结果”、“导出SCD比较结果”、“导出虚端子表”3个按钮,可分别导出SCD有效性校验结果文件(Excel)、SCD比较结果文件(Excel)、虚端子表文件(Excel)到本地文件夹中,在导出时会提示用户输入导出后的文件名。

4) 浏览与显示某变电站的各SCD记录。

用户可点击界面左边的树,选择不同变电站浏览与显示某变电站的各SCD记录,如图5所示。并能够对SCD记录的SCD修改说明、备注、录入人等信息进行修改。

5) 直接打开查看SCD有效性校验结果、虚端子表、2个SCD比较结果等文件。

当用户点击图5界面下方的SCD有效性校验结果文件、SCD比较结果文件、虚端子表文件3个文本框右边的3个打开按钮,可用Excel软件打开SCD有效性校验结果、虚端子表、2个SCD比较结果等文件,直接查看这些文件的内容。

#### 4.2 对SCD有效性校验并形成记录文件

1) 采用SCD图形化查看工具,该工具以图形化查看某SCD的虚端子信息。

当用户点击图5上方的“图形化查看SCD”按钮,本系统将带着当前SCD记录的SCD文档名,调用SCD图形化查看工具,查看该SCD中各设备虚端子信息。

2) 采用SCD有效性校验工具,对某SCD的有效性进行检验,包括:Schema检查、语义检查、虚端子检查。

当用户点击图5上方的“SCD有效性校验”按钮,本系统将带着当前SCD记录的SCD文档名,调用SCD有效性校验工具,对该SCD进行有效性校验。如图6所示。

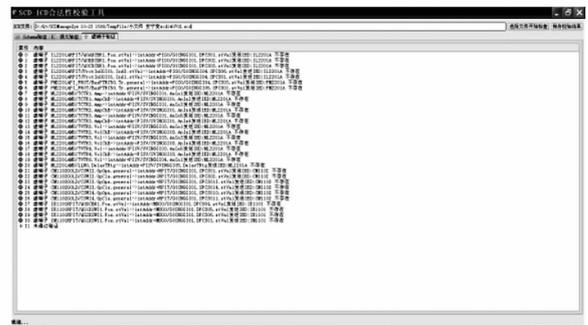


图6 校验工具图

该软件的运行界面中,在校验之后分别给出了Schema检查、语义检查、虚端子检查等校验工作,并把校验结果保存到Excel文件中。

3) 采用SCD比较工具,对2个SCD进行差异性比较。

当用户选中2个SCD,点击图5上方的“SCD比较”按钮,本系统将带着当前SCD记录的SCD文档名,调用SCD有效性校验工具,对该SCD进行有效性校验。

该软件的运行界面中,在校验之后分别给出了2个SCD的比较结果,并把比较结果保存到Excel文件中。

#### 4.3 浏览基本信息

采用树与表格相结合方式,浏览省级电力公司、市级电力公司、变电站等各类基本信息。

#### 4.4 信息维护及辅助SCD文档的管理

1) 对共用电压等级进行新增、删除、修改等维护操作。

2) 对省级电力公司进行新增、删除、修改等维护操作。

### 5 结 语

从SCD配置文件在智能变电站配置管理中的重要地位出发,分析了SCD文件管控在技术方面、

(下转第94页)

容易造成 NO<sub>x</sub> 排放产生较大波动。

运行过程中,建议通过调整一次风量等参数严格控制平均运行床温 < 910℃,有效避免变负荷过程 NO<sub>x</sub> 排放产生较大波动。结合府谷煤燃尽特性、NO<sub>x</sub> 和 SO<sub>2</sub> 排放,协调控制运行床温、SNCR 脱硝喷氨量、炉内投入石灰石量和运行氧量等参数,实现府谷煤的洁净、经济和高效燃烧。

参考文献

[1] 岑可法. 循环流化床锅炉理论与运行[M]. 北京: 中国电力出版社, 1998.

[2] 刘行磊, 宋刚, 徐国辉, 等. 东方锅炉 300 MW 机组 CFB

锅炉混煤燃烧试验研究[J]. 东方电气评论, 2015(1): 32 - 36.

[3] 刘德昌, 阎维平. 流化床燃烧技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 1998.

作者简介:

彭北松(1961), 工程师, 从事循环流化床锅炉调试工作;

刘行磊(1984), 硕士研究生、工程师, 从事循环流化床锅炉研制工作;

丁芸(1968), 从事循环流化床机组调试、运行优化及生产技术管理工作。

(收稿日期: 2017 - 01 - 13)

(上接第 55 页)

[4] 胡毅, 王力农, 刘凯, 等. 750 kV 输电线路带电作业安全防护研究[J]. 高电压技术, 2006, 32(10): 1 - 4.

[5] 班连庚, 王晓刚, 白宏坤, 等. 同塔架设的 220 kV/500 kV 输电线路感应电流与感应电压仿真分析[J]. 电网技术, 2009, 33(6): 45 - 49.

[6] 马爱清, 徐东捷, 王海波, 等. 500 kV 同塔双回输电线路下平行运行 0.38 kV 线路时的感应电压和感应电荷[J]. 高电压技术, 2015, 41(1): 306 - 312.

[7] 李长益, 魏旭, 张劲松. 上河变电所 500 kV 隔离开关操作中感应过电压事故分析[J]. 电力自动化设备, 2003, 23(4): 85 - 88.

[8] GB/T 13870.1 - 2008 / IEC / TS60479 - 1: 2005, 电流对人和家畜的效应[S].

[9] GB/T 16895.11 - 2011, 低压电气装置对暂时过电压和高压系统与地之间的故障的防护[S].

[10] 刘振亚. 国家电网公司输变电工程通用设计 110(66) kV 输电线路分册(2011年版)[M]. 北京: 中国电力出版社, 2011.

作者简介:

史华勃(1987), 硕士、工程师, 主要从事电力系统稳定分析与控制的研究。

(收稿日期: 2017 - 01 - 24)

(上接第 77 页)

管理方面的现状和存在困难,提出了配置文件的全过程管控流程,研究了以 SCD 文件语法和语义校验、SCD 文件过程层 CRC 计算、SCD 文件对比、SCD 文件的虚端子图形化展示 4 个方面为核心的配置文件管控系统。实现了配置文件的全过程管控,保证了配置文件的安全性、完整性、一致性、唯一性。

其成果已经运用在实际工程调试中。此应用缩短了实际智能变电站工程投运周期,增加了 SCD 文件的正确率和时效性,从而提升了 SCD 文件的规范度。

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].

[2] 陈安伟. IEC 61850 在变电站中的工程应用[M]. 北

京: 中国电力出版社, 2012.

[3] 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.

[4] 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.

[5] 张沛超, 姜健宁, 杨漪俊, 等. 智能变电站配置信息的全生命周期管理[J]. 电力系统自动化, 2014, 38(10): 85 - 89.

[6] 刘明忠, 童晓阳, 郑永康, 等. 智能变电站配置描述虚端子多视角图形化查看系统[J]. 电力系统自动化, 2014, 39(22): 104 - 109.

[7] 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, 37(20): 88 - 91.

作者简介:

林波(1987), 助理工程师, 主要研究方向为智能电网技术、继电保护及自动化技术。

(收稿日期: 2017 - 01 - 13)