

基于六统一规范的智能变电站虚端子设计相关技术方案

针对当前智能变电站需要在SCD中设计虚端子的需求,分析了当前智能变电站虚端子设计方面需要解决的问题,在对电网“六统一”规范关于虚端子方面规范做了介绍与剖析的基础上,提出了对SCD中虚端子的有效性检查、SCD中虚连接的图形化查看和SCD中虚端子的快速生成的技术方案。并采用Qt设计了SCD图形化查看工具,在多个变电站运用了该SCD图形化查看工具,取得了良好的效果,大大提高了系统调试的效率与准确性。

尹 笋¹ 苟旭丹¹ 郑永康² 蔡刚林¹ 董晓阳³/1. 国网四川省电力公司经济技术研究院 2. 国网四川省电力公司电力科学研究院 3. 西南交通大学电气工程学院



尹 笋/高级工程师

近几年来,我国的智能变电站得到了快速发展,基于IEC 61850的智能变电站的建设逐步在推进。智能变电站的设计变成了以变电站配置描述(System Configuration Description, SCD)文件为核心的虚端子的设计。自动化系统的设计与调试的主要工作在于SCD中虚端子的设计与检查,以保证站内各设备正常工作^[3-8]。

我国近几年来采用虚端子概念,文献[3]针对前期工程的虚端子表的不足之处,结合传统变电站的设计思路,提出了虚端子表格设计方法。但是表格的列数较多,不能完全显示于界面中,需要横向滚动查看信息,操作较为复杂。文献[6]论述了两个IED之间的数据交互关系及其虚端子连线,只是画出了网络拓扑结构,但是两个IED之间各输入虚端子之间的关系没有描述清楚。

目前智能变电站SCD的设计过程首先由各厂家提供ICD文件,导出为虚端子源头表,提供给设计院,设计院再在虚端子表上给出各设备的虚端子的关联设计,即为某输入虚端子指定来自发送设备的输出虚端子,再将虚端子表交给集成商,完成SCD的虚端子的设计。在该过程中,由于ICD文件中虚端子描述与引用设计得不规范、虚端子表中虚端子关联不够合理,使得导入到SCD中的虚端子的设计不够理想。而目前各设计院的虚端子表文件格式与内容各不相同,各个厂家关于虚端子引用、虚端子描述等不规范、不统一,很难实现虚连接的快速生成,给虚端子的配置工作带来多次反复。

SCD文件的内容庞大,通常有几十万行到几百万行不等,语法较为复杂。一般的设计与调试人员,没有IEC 61850、XML等知识,很难看懂SCD文档的内容,因此需要设计SCD图形化查看工具来帮助设计与调试人员快速查看SCD中各设备的虚连接。

国家电网公司推出了“六统一”规范,对于线路、变压器和母线等装置的虚端子,对虚端子的引用路径、描述和关联等给出了一些规定,尝试让各厂家在虚端子的设计方面加以遵循,以提高SCD配置的自动化、SCD配置的效率。

本文对电网“六统一”规范关于虚端子方面的规定进行深入解析,在此规范的基础上提出了对于SCD中虚端子有效性检查、SCD图形化查看和SCD中虚

国家电网公司2014年科技项目资助(52199613000F)。

关键词/Keywords

智能变电站·
“六统一”规范·
SCD·
虚端子·
图形化·

端子的快速生成的技术方案。

“六统一”对虚端子的有关规定及其理解

在SCD中各IED下属每个逻辑设备(Logical Device, LD)的Inputs节点下属输入虚端子节点ExtRef保存各个输入虚端子节点,它包含了以下属性:①数据属性名daName;②数据对象名doName;③发送设备名iedName;④发送LD名ldInst;⑤发送LN名lnClass;⑥发送LN实例名lnInst;⑦发送LN前缀prefix;⑧内部虚端子数据引用intAddr。

由于各厂家对GOOSE、SV的引用的路径深度不够统一,对输入虚端子所在逻辑节点的前缀与名称定义都不太一致,带来一些混乱。为此,电网“六统一”规范对虚端子引用格式做出了几点重要规定:

1) 要求GOOSE、SV输入虚端子统一采用GGIO逻辑节点,GOOSE类型的GGIO节点应加“GOIN”前缀;SV类型的GGIO节点应加“SVIN”前缀。

2) 要求GOOSE虚端子信息应配置到DA层次,SV虚端子信息应配置到DO层次。规定了GOOSE虚端子引用路径的格式为“LD/LN.DO.DA”,SV虚端子引用路径的格式为“LD/LN.DO”。虚端子引用路径格式如图1所示。



图1 引用路径格式

3) “六统一”规范要求虚端子采用Excel (*.csv)、CAD (*.dwg)格式的文件。并且文件中关于虚端子描述不能有重复名称,必要时可在末尾添加数字加以区分。例如:备用1,备用2。

在“六统一”规范中,对常用虚端子的描述及其引用路径给出了统一、规范的命名。如虚端子描述(即信号名称)为“路边断路器A相”,其引用路径为“PIGO/*PTRC*.Tr.phsA”^[1-2]。

针对以上“六统一”对虚端子的规定,可以

得到以下的几点启发与指导方向:

1) 既然“六统一”规定了GOOSE、SV的引用、它所在的LN的前缀与名称,那么虚端子的设计就应当遵循这些规定,就应依据这些虚端子规定对SCD/ICD进行相应的有效性检查。

2) “六统一”对虚端子的信号给出了信号名称,它们可作为设计人员参考的虚端子描述。各厂家如果均参考这些推荐性建议,则会使得虚端子的描述变得规范化。

3) “六统一”给出了线路、母线和变压器等设备与外部设备之间的虚端子连接关系,它也可成为设计虚端子时的参考模板,设计人员根据实际情况增加额外的虚连接。

“六统一”规范在虚端子引用、描述所做出的规定,可以规范不同厂家按照其要求设计虚端子,使得在对于SCD中虚端子的有效性检查、虚端子的设计和虚端子的快速生成等有着指导作用。

基于“六统一”规范虚端子的技术方案

1. SCD中虚端子有效性检查的技术方案

(1) 问题的提出

目前SCD的内容庞大,各厂家和集成商在设计SCD时没有遵循“六统一”的规定,存在一些问题,造成SCD包含的虚端子的信息不一致或错误,需要进行相应的有效性检查。

(2) SCD中虚端子的有效性检查内容

1) 检查GOOSE虚端子信息是否配置到DA层次,SV虚端子信息是否配置到DO层次。

2) 检查内部虚端子数据引用intAddr是否存在。

3) 检查配置的输入虚端子与输出虚端子是否存在错位现象。如:描述为A相的输入虚端子配置的必须是描述为A相的输出虚端子,若配置的是B相(或C相)的输出虚端子,则存在错位。

4) 检查一个输入虚端子是否只配置了一个相应的输出虚端子(一个输出虚端子可以有多个输入虚端子相对应)。

5) 其他有关通信、数据模板方面的检查。

IED通信参数唯一性检查:检查SCD文件中IP

地址、GOOSE报文MAC地址、GOID和APPID 等参数是否重复。

IED通信参数引用有效性检查：检查Communication部分的iedName、apName、GSE cbName及GSE IdInst等参数和IED部分的配置是否一致。

数据类型模板是否重复定义：检查SCD文件DataTypeTemplates部分是否有不同名字（即id属性）但相同内容的LNType、DOType、DAType和EnumType。

数据类型模板是否未被实例化：检查SCD中是否有未被实例化的数据类型模板。

数据类型模板检查：检查配置文件数据类型模板中的DOType、DAType和EnumType是否符合标准的统一定义。

模板与实例是否匹配：检查SCD文件IED部分的逻辑节点/数据对象/数据属性实例和它们所引用的数据类型模板是否匹配。

数据集索引有效性检查：检查SCD数据集中的索引和它们所引用的数据/数据属性是否匹配，检查索引路径是否有效。

GOOSE连线索引有效性检查：检查SCD文件Inputs部分中的GOOSE连线索引和它们所引用的数据/数据属性是否匹配。

逻辑设备LD的inst名是否符合标准规定：检查配置文件中各逻辑设备名是否符合标准的规定，如保护逻辑设备名是否是PROT。

报告控制块名称、数据集名是否符合标准的规定：检查配置文件中预定义的数据集名、报告控制块名是否符合标准的统一定义。

（3）虚端子有效性检查的技术方案

1) 读取和解析一个SCD，获得该SCD中各IED的相关信息。

2) 对读取SCD中各设备的虚连接进行上述前4项的虚端子有效性检查，若不满足上述中任一项，给出告警信息，并指明是哪一项不满足要求。

3) 分别读取SCD中通信Communication、数据类型模板DataTypeTemplates等部分的内容，分别对有关通信、数据模板进行检查，读取IED中LN、控制块和数据集等内容，分别对IED的LN控制块、报告控

制块名称和数据集名等进行相应的有效性检查，并检查各虚端子是否符合数据模板的定义。

4) SCD虚端子有效性检查结果以表格显示在界面上，并存入一个有效性检查结果文件（Excel文件）。

2. SCD图形化查看的技术方案

（1）问题的提出

虽然用户可通过SCD辅助软件获得当前接收设备的每条虚连接及其输入、输出虚端子描述，但是已有软件未能很好地表达这些输出虚端子来自哪些发送设备、各虚连接之间的关系，未能从宏观上给出各个设备之间的虚连接的去向与联系（甚至包括某些设备之间的双向交互关系），不能以图形化直观地展示各虚连接的细节。目前已有的SCD辅助软件均不能很好地满足不了解SCD语法结构与含义的设计与调试人员查看与检查SCD虚端子的需求，未能提供良好的SCD图形化查看功能。

（2）技术方案

在SCD中，每个设备的LN的Inputs节点来存放该LN接收外部设备发送来的虚端子。同时，每个LN能通过其控制块GSEControl对应的数据集DataSet存储输出的虚端子。

SCD图形化查看系统的思路是通过其每个IED下LN的Inputs中的虚连接，首先找到其发送设备，得到发送设备集，然后再检查其他设备是否接收到该设备发送的虚连接，如果有，就找到了该设备的接收设备。然后把这些关系宏建模，从宏观上进行表达，形成宏连接，再显示各发送设备的输出虚端子的细节。

SCD图形化查看系统的技术方案是遍历SCD中每个IED节点，找到其拥有的虚连接信息，组装与构造每个设备的各宏连接对象的数据结构，宏连接包含的一组虚连接对象及其细节等链表。形成每个设备的发送设备集、接收设备集。

采用图形化显示技术，先显示每个IED与其各发送设备、各接收设备之间的宏观联系，用箭头显示宏连接，宏连接箭头上的数字表示其拥有的虚连接的条数。

当用户单击宏连接对应的箭头时，就切换到

本地IED与对应发送设备或接收设备之间的某组虚连接,即来自同一个发送设备的一组虚连接。还可以图形化查看本地IED的全部输入虚端子、图形化查看本地IED的全部输出虚端子,能够从一个IED切换到另外一个IED的宏观图。这样,可以从不同角度显示每个设备的输入与输出虚端子的来源、细节及其去向,并通过图形化操作,在各个子图之间、不同设备进行快速切换。

3. 对SCD中虚端子的快速生成的技术方案

(1) 问题的提出

SCD的代码复杂,文件庞大,单靠人工查找各设备的虚端子信息,耗时耗力,且准确性差,工作效率低。

目前国内各厂家配置SCD中虚端子的主要做法是用表格的形式进行配置,表格的一行表示一条虚连接,每一行显示输入虚端子描述与引用、发送设备描述和输出虚端子描述与引用等。需要配置虚连接,则从一个包含虚端子的多级树形控件分别拖放输入虚端子、输出虚端子到该表格,形成一条虚连接。表格中虚连接包含的列数较多,不能完全显示整条虚连接的信息,需横向滚动,很不方便,操作较复杂,并且此方法没有显示输出虚端子的发送源信息。

针对以表格形式配置虚端子的不足,本文提出了SCD中虚端子的快速生成技术方案,以图形化的方式显示已关联与待关联输入虚端子,再采用拖放的操作来指定发送设备的输出虚端子,快速生成虚端子。

(2) 技术方案

SCD中虚端子的快速生成的原理是读取与解析SCD,获取SCD中各IED的相关信息,选取一个IED作为本地IED,罗列出本地IED的各输入虚端子的描述与引用,找出没有配置的输入虚端子作为待关联输入虚端子。

然后选取一个IED作为发送IED,并以树形方式显示发送IED下属LD节点的输出数据集,读出与构造该数据集拥有的输出虚端子,作为候选输出虚端子,再选取一个及以上的输出虚端子,通过拖放的方式与待关联输入虚端子进行虚端子的

配置与设计。

在虚端子配置成功后,获取已生成的各虚连接的8个分项信息,即:daName、doName、iedName、IdInst、InClass、InInst、prefix和intAddr,再加上用户给出的该虚连接的设计描述。然后到SCD对象中,找到对应IED的对应LD的Inputs节点,新生成一个虚端子ExtRef节点,加入到Inputs节点,并在该ExtRef节点下生成一个私有节点,它包含属性type="desc",其值来保存该虚连接的设计描述。最后再保存该SCD,完成对某IED的SCD快速配置工作。

为了实现相似间隔相似设备的虚端子快速复制,需要按间隔来管理全站的设备,其好处是,通过管理各间隔设备,便于快速形成虚端子。

方案实例

本文采用Qt设计了一个SCD图形化查看工具,实现了上述各部分功能。

实现了虚端子图形化查看功能。用户使用该软件能够迅速、直观及准确地获取与查看SCD文档中每个设备的各虚端子信息,避免了传统人工手动查找所带来的烦琐、低效率、易出错与易遗漏等问题,极大地提高了智能变电站的设计与调试的工作效率、准确性。该软件此项功能在一个实际变电站的部分运行界面如图2所示。

图2中,中间矩形框表示所选取的本地IED,其左侧矩形框表示该本地IED的各发送设备,并显示出该发送设备的发送LD及其各控制块。发送设备与本地IED之间的箭头表示它们之间的虚连接,并在箭头上显示虚连接的条数。本地IED的右侧矩形框表示其接收设备,并显示出接收设备的接收LD。本地IED与接收设备之间的箭头表示它们之间的虚连接,并在箭头上显示虚连接的条数。

如图2所示,选取的本地IED为IL2203A 220 kV林安线266断路器智能终端A,它的发送设备有PL2203A 220 kV林安线266断路器1号保护、PM2201A 220 kV 1#母差失灵保护和CL2203 220 kV林安线266断路器测控,它的接收设备有ML2203A 220 kV林安线266断路器合并单元A。

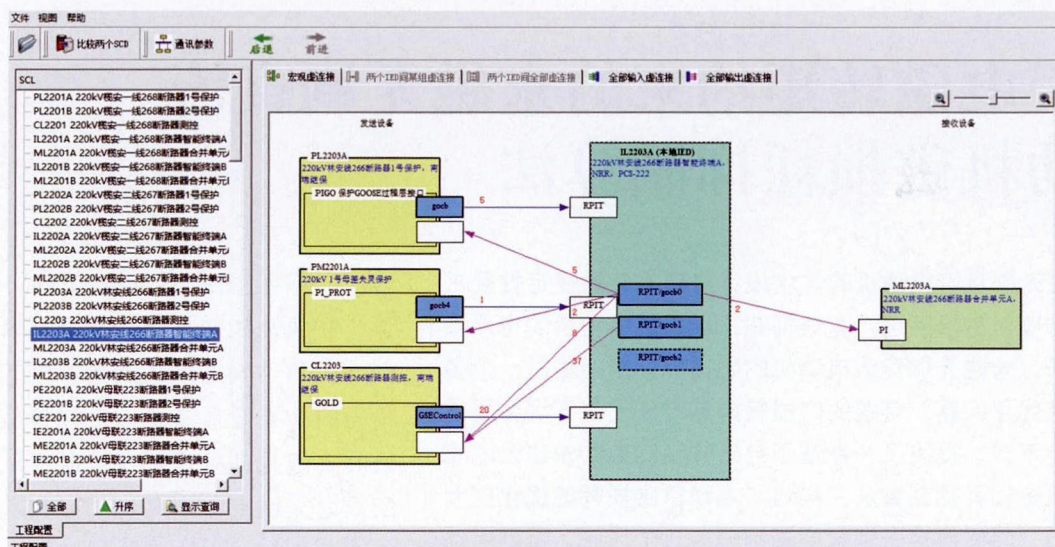


图2 SCD图形化查看的部分运行界面

该本地IED的接收LD RPIT接收来自发送设备PL2203A控制块gocb的虚端子，形成5条虚连接。同时，该本地IED的控制块RPIT/gocb0向发送设备PL2203A回送输出虚端子，形成5条虚连接。同理可以通过宏观图直观地看到其余发送设备与本地IED之间的虚连接关系。由图2亦能直观地看到本地IED IL2203A与接收设备ML2203A之间的虚连接关系，即为该本地IED的控制块RPIT/gocb0向接收设备ML2203A发送虚端子，形成了2条虚连接。

结束语

本文首先对电网“六统一”规范中有关虚端子方面的规定进行了解析，然后针对目前智能变电站对SCD的虚端子校验、查看和生成等方面的需求，提出了对SCD中虚端子的有效性检查、SCD中虚端子的图形化查看和SCD中虚端子的快速生成的技术方案。采用Qt设计了一种SCD图形化查看工具，实现了上述功能。本文设计的方案提高了SCD文件中虚端子生成与配置的工作效率、虚端子生成的准确性，有力促进了智能变电站中设备的正确配置与运行。

本文提出的SCD中虚端子的快速生成方案，虽然在很大程度上提高了虚端子的生成效率，但是在虚端子的自动匹配上还有所欠缺，实现虚端子

的自动化设计需要进一步的深入。

参考文献

- [1] Q/GDW 161—2013线路保护及辅助装置标准化设计规范[S].
- [2] Q/GDW 175—2013 变压器、高压并联电抗器和母线保护及辅助装置标准化设计规范[S].
- [3] 孟正华. 智能变电站虚端子设计初探[J]. 科技情报开发与经济, 2012, 22(7): 138-139.
- [4] 郭健生, 吴文宣, 王云茂, 等. 基于TinyXML的智能变电站SCD文件的解析[J]. 电力与电工, 2011(3): 7-10.
- [5] 胡广林. 智能变电站系统配置器虚端子技术的研究[D]. 北京: 华北电力大学, 2013.
- [6] 张亚非. 智能变电站SCD配置文件图形化展示方法: 中国, CN201310051796.9[P]. 2013-05-15.
- [7] 苗斌, 童晓阳, 郑永康, 等. 基于IEC 61850的变电站图形化系统配置器原型设计[J]. 电力系统自动化, 2013, 37(7): 82-87.
- [8] 王洪炼. 基于IEC 61850的IED配置器设计与实现[D]. 成都: 西南交通大学, 2006.
- [9] 何磊, 田霞. IEC 61850SCL配置文件测试工具的设计与实现[J]. 电力自动化设备, 2012, 32(4): 134-137.

(收稿日期: 2015-03-20) EA