

# 基于智能变电站SCD文件的虚端子图形化展示方法

智能变电站采用GOOSE和SV传输开入、开出和采样数据，GOOSE和SV的组播特征，使得IED之间的点对点 and 组网物理网络连接关系更加复杂。基于智能变电站的SCD配置文件，采用设备连接图和端子排连接图方式图形化展示SCD文件的虚端子，尤其全站SCD文件中虚端子以及虚端子连接关系，以直观、易阅读的方式展示给用户，便于智能变电站的校验，提高了智能变电站运行维护能力。介绍了基于SCD配置文件的虚端子图形化展示思路，提出了虚端子图形化设计的三要素：GOOSE信息图、虚端子图及虚端子逻辑联系表，并最终给出了虚端子图形化展示步骤。

刘 曦 奚洪磊 钱碧甫/国网浙江省电力公司温州供电公司



刘 曦/高级工程师

## 关键词/Keywords

智能变电站 ·  
SCD文件 ·  
虚端子 ·  
图形化展示 ·

智能变电站与传统变电站相比，全站所有装置的信息均为数字信息，保护及测控装置之间均采用光缆联系；二次计算机装置之间无传统变电站的电缆连接，之间的联系采用DL/T 860 (IEC 61850) 规约进行通信，通过DL/T 860建模，实现装置之间的信息交互、共享，以达到与传统变电站装置之间用电缆点对点连接的效果。对于智能变电站保护设备来说，虽然用于点对点连接的电缆取消了，但是所有需要实现的保护功能仍是必不可少的，保护设备之间、保护与测控等其他二次设备之间仍旧需要进行信息交互<sup>[1-5]</sup>。

智能变电站通过GOOSE方式实现各保护装置之间信息的交互、跳合闸出口，传统的端子逐渐不复存在，取而代之的是虚端子，原有点对点的电缆连接也被网络化的光缆连接所取代。保护设备的GOOSE开入、GOOSE开出以及SV开入虚端子的正确配置，对于保证智能

变电站继电保护设备的正确动作、保护一次设备的安全和电网的稳定运行起着至关重要的作用。

由于智能变电站二次回路发生了根本性变化，导致变电站二次设计流程有所改变，二次专业图样内容变化很大。由于系统集成商调试人员对其他厂家设备的输入、输出功能不熟悉，仅根据各设备厂家提供的虚端子表进行简单的连接设计，造成监控系统SCD配置文件与保护厂家SCD配置文件对应不上情况发生。因时间紧迫，各方都准备不足，在联调过程中发现各种情况，如数据集属性描述（开出一开入）错位，装置内部数据集定义缺失等情况，这给联调带来许多不便。因此缩短调试时间、保证调试的可靠性成为迫切需要解决的问题<sup>[6-9]</sup>。

针对智能变电站带来的新变化，解决由于智能设备信息无接点、无端子和无接线带来的GOOSE配置难以体现的问题，本文旨在提供一种基于SCD的虚端子连接图形化展示方法。利用该图形化方法，智能变电站重要的虚端子连接关系以直观、易阅读的方式展示给用户，便于智能变电站的校验，提高智能变电站运行维护能力。

## 设计总体思路

常规变电站的二次设备都配置有输入、输出端子排，模拟量、开关量、分合闸出口和告警等都对应于具体的端子，二次设计时通过电缆将端子与端子进行连接以实现设备间的联系和配合。

智能变电站二次设计流程有所改变, 智能变电站用SCD文件来描述二次回路连接, SCD文件将代替传统的二次图样。

基于SCD虚端子构建的图形化展示系统支持各个厂家SCD文件的导入、解析、校验和展示, 虚端子连接图形化展示方法支持设备连接图和端子排图两种展示方式。包括三个核心模块: SCD解析模块、SCD语法和语义校验模块及图形化展示模块, 如图1所示。

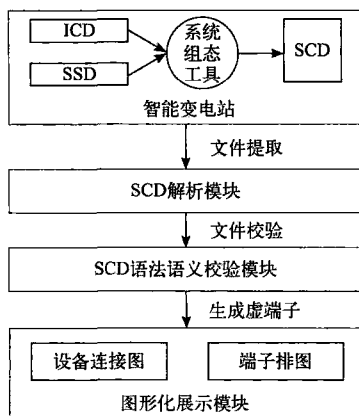


图1 智能变电站虚端子设计思路

SCD解析模块负责从SCD文件中提取出用以描述单个IED装置虚端子连接配置信息。为实现智能变电站过程层配置信息的提取, 首先需要以IED装置为单位提取出与该IED装置相关的过程层配置信息。

SCD语法和语义校验模块负责上传的智能变电站SCD文件的完整性检查, 同时基于CRC等校验算法再对提交的系统配置文件进行语法、语义校验。无论文件是否校验正确, 都可以提交给图形化展示模块显示, 并且直观表述校验的情况。

图形化展示模块用直观的图形对SCD文件的连接关系进行展示。可以支持设备连接图和端子排图两种展示方式, 支持一个IED的全部GOOSE和SV的输入和输出的虚端子展示。其中设备连接图展示方式采用智能装置块+虚端子引脚的形式, 通过带方向箭头的连接线条标识输入/输出虚端子的关联关系。端子排图展示方式采用智能装置块+虚端子引脚的形式, 不使用连接线条标志虚端子的关联关系。

## 虚端子设计

在基于SCD的虚端子图形化展示设计中, 离不开GOOSE信息图、虚端子图和虚端子逻辑联系表三要素, 这是开展虚端子设计的前提。

### 1. GOOSE信息图

智能变电站中虚端子之间通过虚导线互连, 虚导线则代表了装置之间的GOOSE数据流。GOOSE信息图是根据变电站电气主接线以及各电压等级设备的保护原理, 反映某一间隔各保护装置间逻辑联系的原理图, 即装置之间的GOOSE数据流。智能变电站典型间隔的保护GOOSE信息流程图如图2所示。

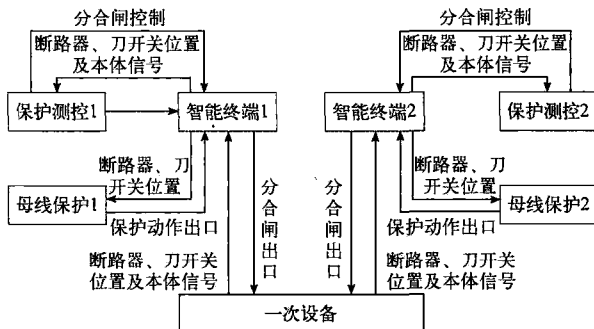


图2 母联间隔保护GOOSE信息图

### 2. 虚端子图

GOOSE虚端子是一种虚拟端子, 反映保护装置的SV开入、GOOSE开入及GOOSE开出信号, 是网络上传递的GOOSE变量的起点或终点。虚端子分为GOOSE开入、开出及SV输入等部分, 其组成包括虚端子编号、虚端子描述以及内部数据属性。另外, 虚端子图中还能表示保护装置的GOOSE软压板设置。

虚端子连接图形化展示的效果有两种。图形化表达采用智能装置块+虚端子引脚的形式, 通过带方向箭头的连接线条标志输入/输出虚端子的关联关系, 如图3所示。

虚端子连接图形化展示同时可以采用智能装置块+虚端子引脚的形式, 不使用连接线条标志虚端子的关联关系, 如图4所示。

以智能装置的虚端子为基础, 根据继电保护原理及二次设备间的电气联系, 将各智能装置

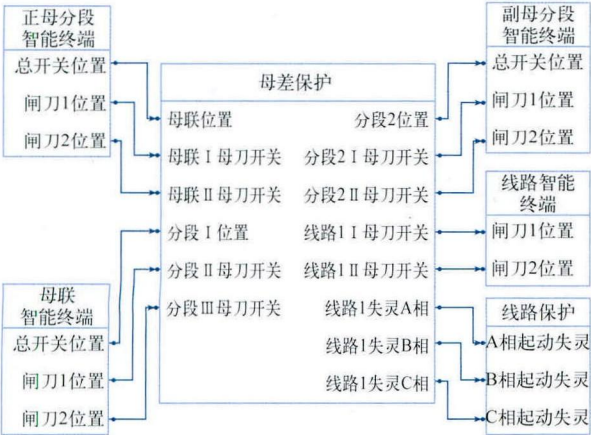


图3 虚端子展示——设备连接图



图4 虚端子展示——端子排连接图

GOOSE信息以连线的方式加以表示，就形成虚端子图。虚端子逻辑连线可以直观地反映不同智能装置之间GOOSE联系的全貌，将基于网络传输的GOOSE数字信号以虚端子的形式一一表达，使得设计、施工、调试以及运维人员能够直观地阅读智能装置的开入、开出以及出口逻辑等。

3. 虚端子逻辑联系表

虚端子逻辑联系表以虚端子逻辑连线为基础，将保护装置间GOOSE配置、信息名称和信息传输等相关信息系统化地加以整理，以表格的形式体现出来。虚端子逻辑联系表可以作为施工调试时的图样依据。

虚端子逻辑联系表中包括逻辑连线编号、信息名称、信息发布装置和信息订阅装置的内容。逻辑连线编号类似于传统变电站设计中的二次电缆编号、电缆芯编号等。信息名称类似于传统变电站设计中的回路说明。信息发布装置包括起点的智能装置名称、虚端子OUT*i*以及虚端子的内部数据属性；信息订阅装置的内容包括终点的智能装置名称、虚端子IN*i*以及虚端子的内部属性。虚端子关系如下表所示。

表 虚端子关系表

| 信息描述      | 发送端     | 数据集属性          | 虚端子号  | 接收端    | 数据集属性                 | 虚端子号 |
|-----------|---------|----------------|-------|--------|-----------------------|------|
| I 母A相电压1  | I 母合并单元 | MU/TVTR10.Vol1 | OUT2  | 线路合并单元 | MU/SVINTVTR1\$MX\$Vol | IN1  |
| I 母B相电压1  | I 母合并单元 | MU/TVTR11.Vol1 | OUT4  | 线路合并单元 | MU/SVINTVTR2\$MX\$Vol | IN2  |
| I 母C相电压1  | I 母合并单元 | MU/TVTR12.Vol1 | OUT6  | 线路合并单元 | MU/SVINTVTR3\$MX\$Vol | IN3  |
| II 母A相电压1 | I 母合并单元 | MU/TVTR14.Vol1 | OUT8  | 线路合并单元 | MU/SVINTVTR4\$MX\$Vol | IN4  |
| II 母B相电压1 | I 母合并单元 | MU/TVTR15.Vol1 | OUT10 | 线路合并单元 | MU/SVINTVTR5\$MX\$Vol | IN5  |
| II 母C相电压1 | I 母合并单元 | MU/TVTR16.Vol1 | OUT12 | 线路合并单元 | MU/SVINTVTR6\$MX\$Vol | IN6  |

设计步骤

虚端子图形化实施流程图如图5所示。在虚端子连接图形化的技术实施中，首先是SCD中三个预配置虚端子的过程：一个是发送虚端子的预配置；一个是接收虚端子的预配置；一个是虚端子连接关系的预配置。

对于发送虚端子的预配置，ICD文件中预先定义访问点M1（SV访问点）或G1（GOOSE访问点），并配置采样值发送数据集dsSV或GOOSE发

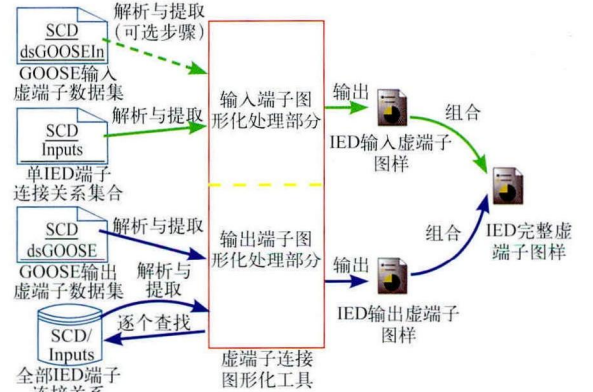


图5 虚端子图形化实施流程图

送数据集dsGOOSE。

对于接收虚端子的预配置，在ICD文件中预先定义访问点M1或G1，并配置采样值输入数据集dsSVIn或GOOSE输入数据集dsGOOSEIn。本步骤是可选工程预配置步骤，不影响虚端子连接图形化的实施。

采样值或GOOSE发送数据集的一个FCDA（功能约束数据属性）成员就是一个采样值或GOOSE的输出虚端子。

采样值或GOOSE输入数据集的一个FCDA成员就是一个采样值或GOOSE输入虚端子。保护装置根据应用需要，定义全部的输入虚端子，并集中到输入数据集中管理。

对于虚端子连接关系的预配置，智能变电站系统配置工具从输出数据集和输入数据集中选择虚端子，同时在输出虚端子和输入虚端子间作逻辑连线，逻辑连线关系保存在SCD的Inputs部分。

虚端子连接图形化工具导入上述SCD文件后，分两步完成图形化展示，如图5上下两个分支的流程所示。

第一步，即输入虚端子的图形化。图形化工具定位到某个IED模型，解析GOOSE和SV的输入数据集，提取输入端子的信息；解析此IED模型下的Inputs信息，提取出外部IED输出端子和本IED输入端子的连接信息。

若SCD文件中没有GOOSE和SV的输入数据集，图形化工具直接依据此IED的Inputs中的IntAddr（内部连接地址）属性获取输入虚端子。输入数据集的可选配置，保证本科技项目对SCD文件的向前兼容性。

第二步，即输出虚端子的图形化。图形化工具定位到某个IED模型，解析GOOSE和SV的输出数据集，提取输出端子的信息；搜索全部IED模型下的Inputs信息，提取出外部IED输入端子和本IED输出端子的连接信息。

## 结束语

本论文旨在提供一种基于SCD的虚端子连接图形化展示方法。利用该图形化方法，智能变电站

重要的虚端子连接关系以直观、易阅读的方式展示给用户，便于智能变电站的校验，满足运行维护需求。

智能变电站二次回路发生了根本性的变化，二次图样设计内容与常规变电站不再相同。介绍了智能变电站二次设计的流程，并介绍了目前在智能变电站设计中得到广泛应用的虚端子图及虚端子逻辑联系表的设计方案。通过GOOSE逻辑连线图，可视化地反映了GOOSE信息的配置和联系，开拓了智能变电站的二次设计的新思路。同时对智能变电站IED的命名及设备IP地址的配置提出建议，为工程应用起到指导和借鉴作用。

## 参考文献

- [1] 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）：95-98．
- [2] 陈爱林，耿明志，张海东，等．智能变电站和主站共享建模的关键技术[S]．电力系统自动化，2012，36（9）：72-76．
- [3] 王计林，黄晓雨．智能变电站信息提取的研究与实现[J]．电力通信技术，2014，12（1）：17-21．
- [4] 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）：88-91，96．
- [5] 秦建松，傅三川，俞永军，等．智能变电站二次施工图设计的标准化技术[J]．浙江电力，2013（6）：61-63．
- [6] 查晓毅，陈俊．面向智能变电站工程的统一配置管理平台[J]．电力信息化，2012（12）：29-31．
- [7] 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，2011，31（3）：7-10．
- [8] 苗斌，童晓阳，郑永康，等．基于IEC 61850的智能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．

（收稿日期：2014-10-25）EA