

基于标准功能编码的智能变电站虚端子自动关联技术研究

陈 盼

(中国电建集团福建省电力勘测设计院有限公司, 福州 350003)

摘要: 以智能变电站二次系统功能回路为核心, 提出了基于标准功能编码的虚端子自动关联技术, 通过对二次设备的对外功能回路进行编码, 得到与设备类型对应但与厂家类型无关的标准虚端子, 再参照已创建的标准虚端子关联模板库完成二次设备虚端子的自动关联。所提方法可有效规避国内各个厂家虚端子定义难以统一的问题, 显著提升了虚端子自动关联匹配率。

关键词: 智能变电站; 虚端子; 自动关联; 功能编码

Research on automatically correlation technology of virtual terminals in intelligent substation based on standard function coding

CHEN Pan

(China Power Construction Group Fujian Electric Power Survey and Design Institute Co., Ltd., Fuzhou 350003, China)

Abstract: Centering on the function loop of secondary systems in the intelligent substations, a virtual terminals automatically correlation technology based on standard function coding is proposed. By coding the external function loop of the secondary device, the standard virtual terminals which are independent of the manufacturers are obtained. And then referring to the standard virtual terminals associating template library, the automatic correlation of the virtual terminals of secondary devices could be completed. The proposed method can effectively solve the problem that the definition of virtual terminals is difficult to unified among the domestic manufacturers, and significantly improve the matching rate of the virtual terminals automatically correlation.

Key words: intelligent substations; virtual terminals; automatically correlation; function coding

0 引言

智能变电站虚端子关联是变电站二次系统设计的主要内容之一^[1-2], 由此导出的变电站配置描述文件 (Substation Configuration Description, SCD) 包含了全站配置信息, 对智能变电站的后期调试、运行和检修等至关重要^[3-4]。SCD文件、智能电子设备能力描述文件

(IED Capability Description, ICD) 等均采用可扩展标记语言 (XML) 的表达方式^[5]。以此为基础, 一些研究提出可通过相关辅助设计工具实现虚端子的自动关联^[6-7], 从而提升智能变电站二次设计的工作效率和准确性。

目前对于虚端子自动关联的研究主要思路可分为两类: 一是通过字符匹配; 二是通过固化虚

端子排列顺序匹配。文献[8]提出通过对装置虚端子排序标准化,从即插即用的角度上实现虚端子自动关联;文献[9]提出基于已有模板查找与定位相似目标设备等方法提升虚端子关联效率;文献[10]提出基于变电站系统规范描述(System Specification Description, SSD)关键元素的二次设备自动关联实现方法,提高了虚端子自动关联的鲁棒性。以上方法存在一些共同点,如需要基于ICD文件标准化技术,需要建立标准模板库等,这在实际工程应用中可能存在如下问题。

1) 对原始数据的标准化程度依赖过高,可能影响虚端子的自动匹配率。尽管国网公司已出台相关的智能变电站模型文件规范,但不能保证国内大量的二次厂家都按规范执行,不同厂家的模型文件难免存在格式差异。

2) 对于模板库的建设规则不够详尽或不够科学,而模板库的正确与否直接影响到自动关联的效果。

针对上述问题,本文以二次系统功能回路为核心,提出了基于标准功能编码的虚端子自动关联技术,通过对二次设备的对外功能回路进行编码,得到与设备类型对应但与厂家类型无关的标准虚端子,再参照已建立的标准虚端子关联模板库完成自动关联。

1 系统设计

基于标准功能编码的虚端子自动关联系统框架如图1所示。

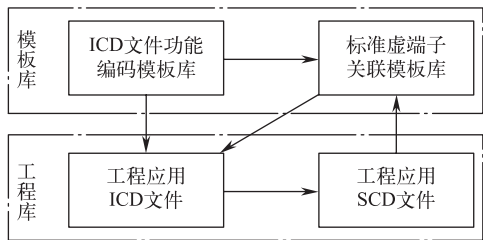


图1 基于标准功能编码的虚端子自动关联系统框图

Fig. 1 Diagram of virtual terminals automatically correlation system based on standard function coding

系统数据包含模板库和工程库。模板库中包含按特定规则进行标准化功能编码的不同设备

的ICD文件,以及由此编辑生成的标准虚端子关联模板文件;工程库中包含工程应用ICD文件和SCD文件。

系统具备虚端子自动编码和自动关联功能,即通过提取工程应用ICD文件的相关信息,与模板库中ICD文件进行比对,完成自动编码,并参照虚端子关联模板,完成虚端子自动关联。工程库中文件经处理后可存为模板,供其他工程应用。

具体实现流程如图2所示。

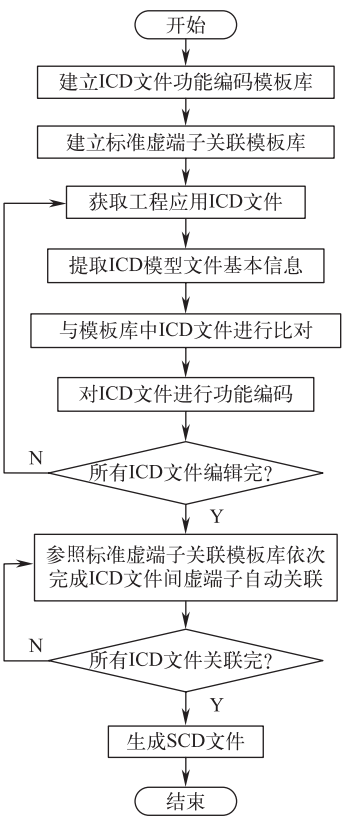


图2 基于标准功能编码的虚端子自动关联方法总体流程图

Fig. 2 Overall flow chart of virtual terminals automatically correlation based on standard function coding

1) 按厂家、设备类型建立ICD文件功能编码模板库,包含完成功能编码的不同厂家、不同类型设备的ICD文件。

2) 在步骤1)基础上按变电站类型组建标准虚端子关联库。

3) 收集工程应用的ICD模型文件。

4) 提取ICD模型文件的基本信息,主要包

括厂家类型、设备类型和设备型号等。

5) 以步骤4) 提取的ICD模型文件基本信息为依据, 查找与其相似的ICD功能模板文件并进行比对。

6) 通过字符匹配自动完成所有工程应用ICD文件的虚端子功能编码。

7) 参照标准虚端子关联模板中功能编码间的逻辑对应关系, 自动完成ICD文件虚端子关联, 并生成工程应用SCD文件。

2 功能编码规则分析

简单、合理的编码规则是建立ICD文件功能编码模板库、标准虚端子关联模板库的关键。编码规则应在满足可读性、全面性的基础上尽可能精简, 据此原则, ICD模型文件编码如图3所示。

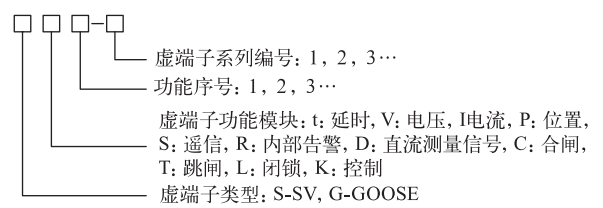


图3 ICD模型文件编码
Fig. 3 Coding of ICD model file

第一个字母表示虚端子类型, 用S (SV)、G (GOOSE) 表示。

第二个字母表示虚端子功能模块, 分别用t (延时)、V (电压)、I (电流)、P (位置)、S (遥信)、R (内部告警)、D (直流测量信号)、C (合闸)、T (跳闸)、L (闭锁) 和K (控制) 等表示不同功能类型的虚端子。

第三个字母表示功能序号, 采用1、2、3、…依次表示。

第四个字母表示相同功能的虚端子系列编号, 用1、2、3、…表示。

依据上述规则, 对设备ICD文件进行编码时, 还应遵循如下原则:

- 1) 不同厂家同一类型的ICD文件功能编码应完全相同。
- 2) 只对需要用到的虚端子进行编码, 对于备用回路, 不需要编码。

3) 同一设备应按功能最大化原则编码, 即所编功能码应满足不同规模、不同运行方式和不同组网方式变电站的需要。

以距离保护装置为例, 功能编码见表1。

表1 距离保护装置功能编码示意
Tab. 1 Function coding of distance protective devices

序号	虚端子引用路径	虚端子定义	功能编码
SIN01	PISV/SVINGGIO1.DelayTRtg	MU 额定延时	St1
SIN04	PISV/SVINGGIO4.AnIn1	保护 A 相电压 U_{a1}	SV1-1
SIN05	PISV/SVINGGIO4.AnIn2	保护 A 相电压 U_{a2}	SV1-2
SIN06	PISV/SVINGGIO4.AnIn3	保护 B 相电压 U_{b1}	SV2-1
SIN07	PISV/SVINGGIO4.AnIn4	保护 B 相电压 U_{b2}	SV2-2
	⋮		
SIN12	PISV/SVINGGIO5.AnIn1	保护 A 相电流 I_{a1}	SI1-1
SIN13	PISV/SVINGGIO5.AnIn2	保护 A 相电流 I_{a2}	SI1-2
SIN14	PISV/SVINGGIO5.AnIn3	保护 B 相电流 I_{b1}	SI2-1
SIN15	PISV/SVINGGIO5.AnIn4	保护 B 相电流 I_{b2}	SI2-2
	⋮		
GOIN1	PIGO/GOINGGIO1.DPCSO1.stVal	断路器分相跳闸位置 TWJa	GP1
GOIN2	PIGO/GOINGGIO1.DPCSO2.stVal	断路器分相跳闸位置 TWJb	GP2
	⋮		
GOOUT01	PIGO/PTRC3.Tr.phsA	跳断路器 A 相	GT1
GOOUT02	PIGO/PTRC3.Tr.phsB	跳断路器 B 相	GT2
	⋮		

3 模板库设计

3.1 ICD文件功能编码模板库

ICD文件功能编码模板库是对虚端子的功能回路进行编码, 实现功能回路的命名标准化, 屏蔽不同厂家虚端子间的差异性。它是建立标准虚端子关联库的基础, 同时可用于与工程应用ICD文件进行比对, 实现ICD文件自动编码。

工程应用ICD文件的自动编码主要基于与标准ICD模板的字符匹配^[11], 考虑到不同厂家设备的ICD模型文件中“虚端子引用路径”有所区别, 为保证自动匹配率, 标准模板库中的编码应按设备类型、厂家类型分类, 同时为减少标准虚端子关联模板类型, 不同厂家同一类型的设备功能编码应保持一致。

模板库按“电压等级/设备类型/设备名称”以便查找，ICD文件功能编码模板库目录结构如图4所示。

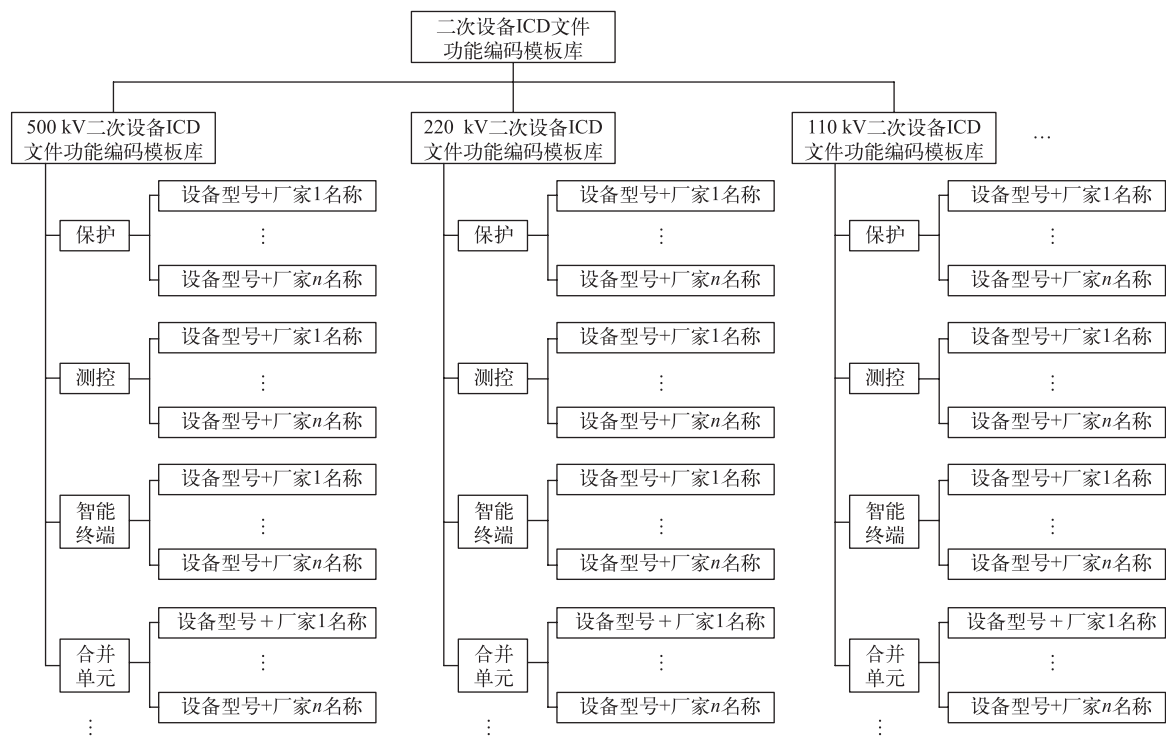


图 4 ICD 文件功能编码模板库目录结构图
Fig. 4 Structure of template library of ICD file coding

3.2 标准虚端子关联模板库

3.2.1 虚端子关联模板库结构

标准虚端子关联模板库体现的是不同类型设备间功能回路的相互联系，即不同设备ICD文件的虚端子的关联关系。经过功能编码后，虚端子关联应具备与厂家类型无关性，而仅与设备类型、组网方式、运行方式和工程规模等相关。

因此，以变电站为单位，在确定的组网及运行方式下，将工程规模作为可变量，建立变电站二次设备虚端子关联模板库。结构框架如图5所示。

3.2.2 虚端子关联模板创建步骤

虚端子关联模板的创建应以设备为基本单位。

- 1) 首先根据工程经验对已编码的二次设备虚端子进行功能模块分区。
- 2) 按功能分区依次完成与本间隔内二次设

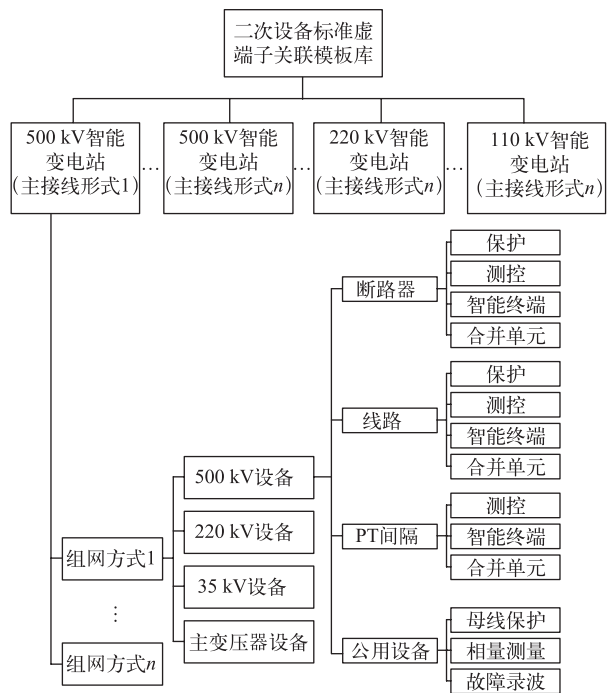


图 5 标准虚端子关联库结构框架图
Fig. 5 Structure of standard virtual terminals correlation library

备的SV、GOOSE虚端子关联。

3) 按功能分区依次完成与跨间隔二次设备的SV、GOOSE虚端子关联。

关联流程及模板结构如图6和图7所示。

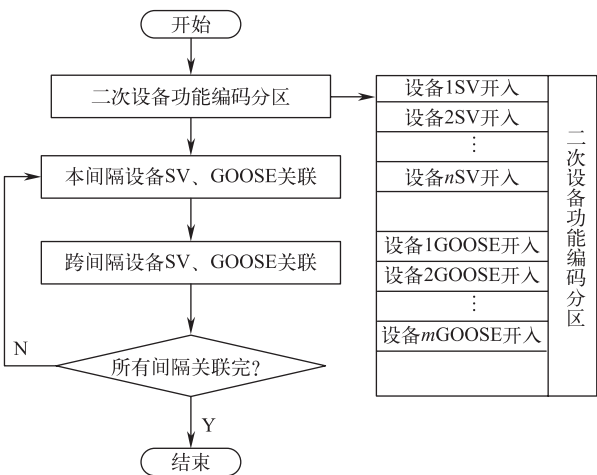


图 6 关联模板建立流程图

Fig. 6 Flow chart of establishing correlation template

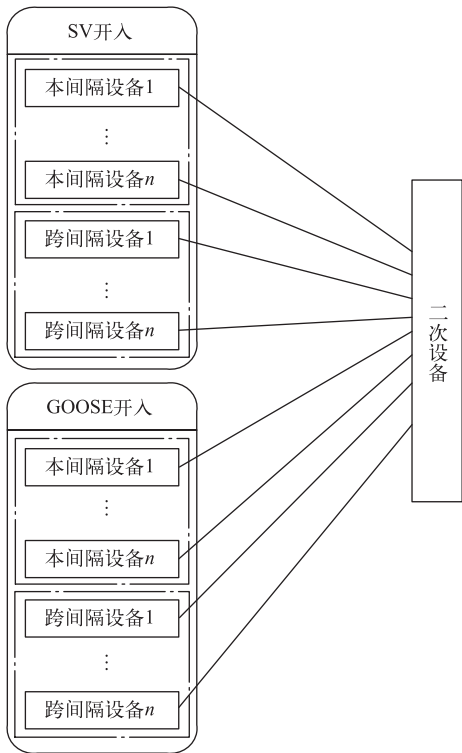


图 7 关联模板结构图

Fig. 7 Structure of correlation template

以220 kV线路距离保护装置为例，其虚端子标准关联模板见表2。

表 2 220 kV 距离保护装置标准虚端子关联模板

Tab. 2 The standard virtual terminals correlation template for 220 kV distance protective devices

功能描述	设备名称	输出功能编码	输入功能编码	设备名称
MU 额定延时	合并单元	St1	St1	线路保护
保护 A 相电压 U_{a1}	合并单元	SV1-1	SV1-1	线路保护
保护 A 相电压 U_{a2}	合并单元	SV1-2	SV1-2	线路保护
保护 B 相电压 U_{b1}	合并单元	SV2-1	SV2-1	线路保护
保护 B 相电压 U_{b2}	合并单元	SV2-2	SV2-2	线路保护
保护 C 相电压 U_{c1}	合并单元	SV3-1	SV3-1	线路保护
保护 C 相电压 U_{c2}	合并单元	SV3-2	SV3-2	线路保护
同期电压 U_{x1}	合并单元	SV4-1	SV4-1	线路保护
同期电压 U_{x2}	合并单元	SV4-2	SV4-2	线路保护
保护 A 相电流 I_{a1}	合并单元	SI1-1	SI1-1	线路保护
保护 A 相电流 I_{a2}	合并单元	SI1-2	SI1-2	线路保护
保护 B 相电流 I_{b1}	合并单元	SI2-1	SI2-1	线路保护
保护 B 相电流 I_{b2}	合并单元	SI2-2	SI2-2	线路保护
保护 C 相电流 I_{c1}	合并单元	SI3-1	SI3-1	线路保护
保护 C 相电流 I_{c2}	合并单元	SI3-2	SI3-2	线路保护
断路器分相跳闸位置 TWJa	智能终端	GP4	GP1	线路保护
断路器分相跳闸位置 TWJb	智能终端	GP5	GP2	线路保护
断路器分相跳闸位置 TWJc	智能终端	GP6	GP3	线路保护
闭锁重合闸	智能终端	GS1	GL1	线路保护
低气压闭锁重合闸	智能终端	GS2	GL2	线路保护
远跳	母线保护	GT5	GT1	线路保护

4 结束语

本文分析了目前智能变电站虚端子自动关联技术存在的问题，针对性地提出了基于标准功能编码的智能变电站虚端子自动关联方法，通过对二次设备的对外功能回路进行编码，得到与设备类型对应但与厂家类型无关的标准虚端子，再参照已建立的标准虚端子关联模板库，完成二次设备虚端子自动关联。主要创新点：

1) 提出以二次系统功能回路为核心的虚端子标记方法，使后续创建的虚端子关联模板与厂家无关，有效规避了国内各个厂家虚端子定义难以统一的问题。

2) 提出虚端子功能编码规则和编码原则，精简了对外关联虚端子数量，屏蔽了不同厂家虚

端子间的差异性。

3) 提出按设备和厂家类型创建“ICD文件功能编码模板库”，按变电站类型创建“标准虚端子关联模板库”，细化了库的结构、创建流程和模板方案等，减少了模板的组合数量，显著提升了自动编码匹配率和自动关联的成功率。

参考文献

[1] 王增华, 窦青春, 王秀莲. 智能变电站二次系统施工图设计表达方法[J]. 电力系统自动化, 2014, 38(6): 112-116.

[2] 修黎明, 高湛军, 黄德斌. 智能变电站二次系统设计方法研究[J]. 电力系统保护与控制, 2012, 40(22): 124-128.

[3] 蔡玉朋, 于同伟, 金世鑫. 基于智能变电站SCD文件的二次虚回路的检测方案及应用[J]. 电气应用, 2015 (1): 201-204.

[4] 郑文彬, 王瑞彪. 基于控制虚端子修改的智能变电站SCD 版本权限管理技术[J]. 智能电网, 2015, 3(9): 792-796.

[5] 邓洁清, 车 勇, 单 强. 基于标准中间过程文件的SCD 版本比对的优化研究[J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44(14): 95-99.

[6] 笃峻, 叶翔, 王长瑞. 智能变电站设计配置一体

化功能规范研究及工具开发[J]. 电力系统自动化, 2014, 38(20): 85-89.

[7] 刘曦, 奚洪磊, 钱碧甫. 基于智能变电站文件的虚端子图形化展示方法[J]. 电气应用, 2015 (2): 97-100.

[8] 申泉, 赵谦. 智能变电站全生命周期内IED 即插即用技术[J]. 电力自动化设备, 2014, 34(8): 162-168.

[9] 陈桥平, 纪陵, 李一泉. 智能变电站二次设备自动关联技术研究与应用[J]. 广东电力, 2015, 28(12): 74-79.

[10] 尹笋, 杨德培, 郑永康. 智能变电站SCD中设备虚端子图形化生成系统的设计与实现[J]. 中国电力, 2016, 49(5): 129-135.

[11] 陈盼, 林传伟, 汤惠芳, 等. 基于关键字符匹配的虚端子自动关联方法[J]. 电力系统保护与控制, 2013, 41(18): 132-137.

作者简介

陈盼（1985—），女，硕士，工程师，从事电力系统继电保护、电气二次设计工作。
(收稿日期：2022-08-01)