

# 智能变电站 二次设备调试 实用技术

ZHINENG BIANDIANZHAN  
ERCI SHEBEI TIAOSHI  
SHIYONG JISHU

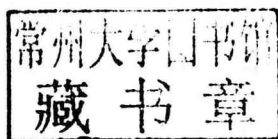
宋福海 邱碧丹 主编 陈清凉 陈灵根 副主编

 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



# 智能变电站二次设备调试实用技术

主 编 宋福海 邱碧丹  
副主编 陈清谅 陈灵根



机械工业出版社

本书是针对二次检修人员的智能变电站调试技术技能培训的教材,全书共7章,主要包括二次系统配置、二次装置调试及系统联调等内容。二次系统配置部分重点介绍了智能变电站SCD文件集成、ICD及过程配置文件生成和下装的流程及方法,以及配置文件的内容及相关要求、虚端子表的设计及通信参数配置、SCD管控技术等。二次设备调试部分介绍了线路保护、母线保护、主变保护、断路器保护、合并单元、智能终端、故障录波等装置的调试,涉及5个厂家3个电压等级共30个型号的二次设备。系统联调部分主要从间隔配置、SV信息流联系、GOOSE信息流联系、光纤回路检查等详细介绍线路联调、主变联调、母差联调的具体调试要求及调试方法,并从监控后台、远动等方面介绍了站控层设备联调的具体内容。

本书可作为从事智能变电站检修、运维和管理人员的专业参考书和培训教材,也可供相关专业技术人员和高校智能变电站相关专业的师生参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

智能变电站二次设备调试实用技术/宋福海,邱碧丹主编. —北京:机械工业出版社,2018.5

ISBN 978-7-111-59399-7

I. ①智… II. ①宋… ②邱… III. ①智能系统-变电所-二次系统-调试 IV. ①TM63

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第048560号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:任鑫 责任编辑:闫洪庆 朱林 吕潇 任鑫

责任校对:张晓蓉 封面设计:马精明

责任印制:常天培

北京机工印刷厂印刷

2018年5月第1版第1次印刷

184mm×260mm·24.75印张·666千字

0001—2600册

标准书号:ISBN 978-7-111-59399-7

定价:99.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88361066

读者购书热线:010-68326294

010-88379203

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

金书网:www.golden-book.com

教育服务网:www.cmpedu.com

## 本书编写组

主 编：宋福海 邱碧丹

副主编：陈清谅 陈灵根

参 编：陈月卿 陈佑健 鞠 磊 侯 晨 胡 琳 胡炳杰

李炳煌 林海源 林若寅 林 浩 林 炜 邱梓峰

邱建斌 石吉银 许丹烽 许津津 叶东华 王锦坤

翁先福 吴 宇 翟博龙 郑建芳 张春欣 周晨晖

张孝乾 张振兴

# 前言

近年来,随着智能变电站的快速发展,传统的微机装置调试技术已无法适用智能变电站的二次设备调试,各电力公司没有足够的技术力量支撑智能变电站规模化投产的矛盾日益突出。现在市场上关于智能变电站书籍大多注重理论培训,满足智能变电站现场大二次设备及系统调试方法的书籍相对较为匮乏,现阶段专门介绍涵盖实际现场中各典型型号保护装置调试方法的图书并不多,同时针对实际SCD文件及厂家过程层配置文件的详细介绍也偏少,使得现阶段二次检修人员技术技能水平成长缓慢,从业人员智能变电站调试技术水平普遍偏低,无法适应电网技术的发展。

为解决以上问题,有效指导智能变电站大二次设备及系统调试,提高智能变电站从业人员检修技术,国网福建省电力有限公司组织全省在智能变电站大二次检修领域的权威专家及人才,编写了针对智能变电站典型设备的核心调试技巧方法和常见故障现象及分析排查等内容,希望能有效提高智能变电站大二次检修技能培训效率,进一步提升智能变电站二次检修人员的从业水平。

本书较为系统地介绍了智能变电站二次系统配置流程及方法,详细且全面地介绍了实际现场中各型号保护装置调试技巧,涉及5个厂家3个电压等级共30个型号的二次设备,从智能变电站中SCD集成、保护装置配置生成机下装、调试的试验接线及配置方法、保护常规逻辑调试和针对智能变电站中采用SV采样、GOOSE跳闸的保护特有逻辑验证以及仪器配置等进行了详细说明。本书有助于二次设备调试技术人员快速掌握仪器使用及智能变电站调试和配置技能,具有较高的实用价值。

本书由宋福海、邱碧丹担任主编,陈清谅、陈灵根担任副主编。全书共分7章,第1章由宋福海、翟博龙编写;第2章由叶东华、郑建芳、许津津、林若寅、侯晨、张春欣、李炳煌、王锦坤编写;第3章由林海源、翁先福、鞠磊、许丹烽、陈灵根编写;第4章由陈佑健、周晨晖、邱碧丹、张孝乾编写;第5章由侯晨、胡琳、张振兴、陈清谅编写;第6章由陈月卿、胡炳杰编写;第7章由吴宇、石吉银、邱梓峰、邱建斌、张春欣、林浩、林炜编写。依章节顺序分别由宋福海、张春欣、林海源、陈佑健、胡琳、陈月卿、吴宇统稿并审核。全书由邱碧丹统稿,由宋福海、陈清谅、邱碧丹主审。

在编写过程中,国网福建省电力有限公司领导高度重视并给予了大力支持。同时,本书得到了南瑞继保、长园深瑞、国电南自、北京四方、许继等公司的大力支持与帮助,编写期间还参考了有关标准、资料 and 材料,在此谨向以上单位及相关作者表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和不足之处,恳请广大读者批评指正。

编者

# 目 录

前言	
第 1 章 智能变电站二次系统配置及应用	1
1.1 智能变电站 SCD 配置	1
1.1.1 ICD 文件	1
1.1.2 虚端子连接表设计	8
1.1.3 通信参数设置	12
1.1.4 SCD 集成过程	13
1.1.5 IED 配置文件介绍	30
1.2 SCD 管控技术	33
1.2.1 智能变电站二次系统配置文件 全过程管控平台	34
1.2.2 智能变电站二次系统配置文件 全过程管控工作流程	41
1.2.3 智能变电站二次系统配置文件 全过程管控的后期应用	44
第 2 章 智能变电站的线路保护调试	45
2.1 CSC 103A 调试方法	45
2.1.1 概述	45
2.1.2 试验调试方法	47
2.1.3 纵联保护检验	47
2.1.4 距离保护检验	50
2.1.5 零序保护检验	53
2.1.6 远方跳闸	57
2.2 PCS 931 线路保护调试方法	58
2.2.1 概述	58
2.2.2 试验调试方法	60
2.2.3 距离保护试验	64
2.2.4 零序电流保护检验	67
2.2.5 手合加速试验	69
2.2.6 重合闸后加速试验	70
2.3 PCS 902GD 调试方法	70
2.3.1 概述	70
2.3.2 试验调试方法	73
2.4 CSC-101B 线路保护调试	83
2.4.1 概述	83
2.4.2 试验调试方法	85
2.5 WXH-803G 型微机线路保护装置	97
2.5.1 概述	97
2.5.2 保护装置逻辑校验	99
2.6 PSL 602UI 线路保护调试	115
2.6.1 概述	115
2.6.2 试验调试方法	117
2.7 PCS 943A 线路保护调试	129
2.7.1 概述	129
2.7.2 试验调试方法	131
2.8 线路保护逻辑校验	142
2.8.1 测试仪器接线及配置	142
2.8.2 GOOSE 检修逻辑检查	142
2.8.3 GOOSE 断链逻辑检查	144
2.8.4 SV 检修逻辑检查	144
2.8.5 SV 无效逻辑检查	145
第 3 章 智能变电站的主变保护装置 调试	147
3.1 500kV 的 PST1200 主变保护调试	147
3.1.1 概述	147
3.1.2 保护装置常规校验	149
3.1.3 调试方法	150
3.2 220kV 的 PCS-978 主变保护调试	163
3.2.1 概述	163
3.2.2 试验调试方法	166
3.3 220kV 的 CSC-326T 主变保护调试	177
3.3.1 概述	177
3.3.2 保护调试	180
3.4 220kV 的 WBH-801 主变保护调试	188
3.4.1 概述	188
3.4.2 试验调试方法	190
3.5 220kV 的 PST-1200U 主变保护调试	201
3.5.1 概述	201
3.5.2 装置交流回路及开入量检查	205
3.5.3 保护装置实用调试方法与技巧	206
3.6 主变保护逻辑校验	216
3.6.1 GOOSE 检修逻辑检查	216
3.6.2 GOOSE 断链逻辑检查	217
3.6.3 SV 检修逻辑检查	218
3.6.4 SV 无效逻辑检查	219
3.6.5 SV 断链逻辑检查	219
3.6.6 SV 双 AD 不一致逻辑检查	219
第 4 章 智能变电站的母线保护装置 调试技巧	221

4.1	500kV 的 BP-2CC 母线保护调试	221	6.1	PCS-222CG 合并单元单体调试	317
4.1.1	概述	221	6.1.1	光功率测试	317
4.1.2	试验调试方法	223	6.1.2	合并单元 MU 精度测试	318
4.2	220kV 的 BP-2CA 母线保护调试	232	6.1.3	守时功能检查	321
4.2.1	概述	232	6.1.4	通道延时检测	321
4.2.2	试验调试方法	238	6.2	PSMU-602 合并单元单体调试	323
4.3	220kV 的 PCS-915 母线保护调试	248	6.2.1	光功率测试	323
4.3.1	概述	248	6.2.2	电压合并单元 MU 精度测试	323
4.3.2	调试方法	253	6.2.3	守时功能检查	325
4.4	110kV 的 CSC-150AL 母线保护调试	265	6.2.4	通道延时检测	325
4.4.1	概述	265	6.2.5	电压并列功能检验	325
4.4.2	试验调试方法	269	6.3	PRS-7393-1 合并单元单体调试	328
4.5	母线保护逻辑校验	280	6.3.1	光功率测试	328
4.5.1	测试仪器接线及配置	280	6.3.2	合并单元 MU 精度测试	328
4.5.2	GOOSE 检修逻辑检查	281	6.3.3	守时功能检查	329
4.5.3	GOOSE 断链逻辑检查	283	6.3.4	通道延时检测	329
4.5.4	SV 检修逻辑检查	284	6.3.5	电压切换功能检验	329
4.5.5	SV 无效逻辑检查	285	6.4	PCS-222 智能终端单体调试	331
4.5.6	SV 断链逻辑检查	286	6.4.1	尾纤及光功率检查	331
<b>第 5 章 智能变电站的断路器保护</b>			6.4.2	直流量检验	332
<b>装置调试技巧</b>		288	6.4.3	开入及开出检查	332
5.1	CSC-121A-DG-G 断路器保护装置		6.4.4	控制试验 (远方控制命令及动作	
	调试技巧	288		时间)	335
5.1.1	装置介绍	288	6.4.5	回路逻辑功能检查	336
5.1.2	调试方法	290	6.5	PSIU-601 智能终端单体调试	337
5.2	PCS-921A 断路器保护装置调试技巧	298	6.5.1	尾纤及光功率检查	337
5.2.1	装置介绍	298	6.5.2	直流量检验	337
5.2.2	保护装置逻辑校验	300	6.5.3	开入及开出检查	337
5.3	PCS 923A 母联保护调试技巧	307	6.5.4	控制试验 (远方控制命令及动作	
5.3.1	装置介绍	307		时间)	339
5.3.2	调试方法	308	6.5.5	回路逻辑功能检查	339
5.4	PRS-723A 母联保护调试技巧	309	6.6	PRS-7789 智能终端单体调试	340
5.4.1	装置介绍	309	6.6.1	尾纤及光功率检查	340
5.4.2	调试方法	311	6.6.2	直流量检验	340
5.5	断路器保护装置特有保护逻辑检验		6.6.3	开入及开出检查	340
	技巧	312	6.6.4	控制试验 (远方控制命令及动作	
5.5.1	GOOSE 检修逻辑检查	312		时间)	341
5.5.2	GOOSE 断链逻辑检查	314	6.6.5	回路逻辑功能检查	342
5.5.3	SV 检修逻辑检查 (针对数字		6.7	SDL-9001 故障录波及网络分析装置	
	采样)	314		单体调试	342
5.5.4	SV 无效逻辑检查 (针对数字		6.7.1	外观及光功率检查	342
	采样)	314	6.7.2	定值整定说明	343
5.5.5	SV 断链逻辑检查 (针对数字		6.7.3	输入量启动校验	345
	采样)	315	6.7.4	GOOSE 启动量检测	345
5.5.6	SV 采样双 AD 不一致逻辑检查		<b>第 7 章 系统联调</b>		347
	(针对数字采样)	316	7.1	线路间隔联调	347
<b>第 6 章 合并单元、智能终端</b>		317	7.1.1	联调准备	347

7.1.2	光纤回路检查 .....	350	7.3.2	光纤回路检查 .....	368
7.1.3	逻辑调试 .....	351	7.3.3	逻辑调试 .....	370
7.1.4	整组传动 .....	353	7.3.4	整组传动 .....	374
7.2	主变间隔联调 .....	356	7.4	系统联调 .....	377
7.2.1	联调准备 .....	356	7.4.1	联调准备 .....	377
7.2.2	光纤回路检查 .....	360	7.4.2	交换机系统联调 .....	378
7.2.3	逻辑调试 .....	361	7.4.3	同步时钟设备联调 .....	381
7.2.4	整组试验 .....	363	7.4.4	与主站系统联调 .....	383
7.3	母差间隔联调 .....	366	<b>参考文献</b> .....		387
7.3.1	联调准备 .....	366			



随着近些年来国网公司智能电网战略的全面实施，我国已建成上千座智能变电站。智能变电站有别于常规变电站的最大特征是二次系统深度依赖于变电站系统配置描述（System Configuration Description, SCD）文件。随着智能变电站的大范围推广，智能变电站前期设计、调试、运维的问题也逐渐暴露，给二次技术人员带来了很大的挑战，如用光缆替代电缆连接，整个二次系统基于 SCD 文件，对于运行检修人员，二次回路（虚端子、虚回路）变成了“黑匣子”，无法直观查看二次设备之间的连接关系，同时缺乏明显的隔离点，不易确认安全措施是否执行到位。因此，理解和掌握二次系统配置对二次技术人员是十分重要和必要的。

国内早期投运的智能变电站验证了基于“虚回路”装置互操作的可行性，并在早期工程基础上形成了国网系统的技术标准 Q/GDW 1396—2012《IEC 61850 工程继电保护应用模型》（简称 1396 标准），为后续智能变电站的工程配置应用奠定了基础。

### 1.1 智能变电站 SCD 配置

SCD 文件描述了：①变电站一次设备模型与电气拓扑信息；②通信配置信息；③IED（智能电子设备）能力描述（ICD 文件）；④功能视图：自动化功能在各间隔内的自由分配；⑤产品视图，IED 视图中的 LN（逻辑节点）与功能视图中的 LN 的映射；⑥数据流，IED 之间的水平通信与垂直通信。

为了完整地描述上述内容，SCD 有一个完整的配置流程，实际工程中具体实施流程如图 1-1 所示。

目前，实际工程应用中 SCD 应用还不够规范，仅停留在满足互联互通的基本要求，如无一次元件的应用规范，无一、二次关联模型，缺乏交换机模型，以及没有逻辑通道（端口）与物理通道（端口）的对应关系等，无法完全支持 IEC 61850 面向对象的应用，实现面向对象的电网故障智能分析等。从工程应用效果来说，现阶段的智能变电站二次系统仅仅实现了过程层二次回路的连接关系。

基于以上流程，集成商在制作 SCD 前要完成以下工作。

#### 1.1.1 ICD 文件

ICD 文件是 IED 装置的能力描述文件，在 Q/GDW 1396—2012 标准中定义的配置流程中，是作为集成 SCD 的基础文件之一，各设备制造商应提供满足工程需要的 ICD 文件给工程集成商或者设计院。

##### 1. ICD 建模相关要求

Q/GDW 1396—2012《IEC 61850 工程继电保护应用模型》标准中规定了智能变电站中继

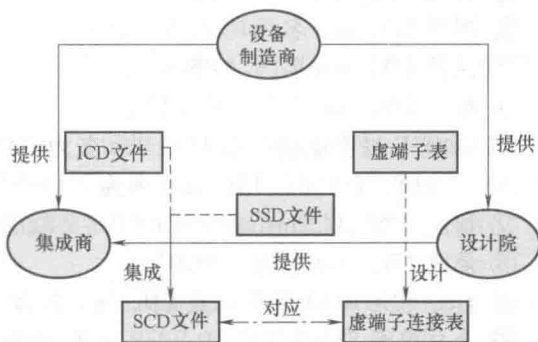


图 1-1 SCD 配置具体实施流程图

电保护、测控、合并单元、智能终端装置详细的建模方式和要求，结合 Q/GDW 1161—2014《线路保护及辅助装置标准化设计规范》及 Q/GDW 1175—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》的设计要求，共同构成了设备制造商建立装置 ICD 模型文件的依据。具体对 ICD 建模的相关要求如下：

(1) 对 ICD 文件的要求

1) ICD 文件应包含模型自描述信息，如 LD（逻辑设备）和 LN 实例应包含中文“desc”属性。

2) ICD 文件中数据对象实例 DOI（数字对象标识）应包含中文的“desc”描述和 dU 属性赋值，两者应一致并能完整表达该数据对象具体意义，其中 dU 是用于描述的数据属性，功能约束为 DX。

(2) 对建模的要求

1) 一个物理设备，应建模为一个 IED 对象。该对象是一个容器，包含 server 对象，server 对象中至少包含一个 LD 对象，每个 LD 对象中至少包含 3 个 LN 对象：LLN0、LPHD、其他应用逻辑接点。装置模型 ICD 文件中 IED 名应为“TEMPLATE”。实际工程系统应用中的 IED 名由系统配置工具统一配置。

2) 服务器描述了一个设备外部可见（可访问）的行为，每个服务器至少应有一个访问点，支持过程层的间隔层设备，对上与站控层设备通信，对下与过程层设备通信，应采用 3 个不同访问点分别与站控层、过程层 GOOSE、过程层 SV 进行通信。所有访问点，应在同一个 ICD 文件中体现。

3) 逻辑设备建模原则，应把某些具有公用特性的逻辑节点组合成一个逻辑设备。LD 不宜划分过多，保护功能宜使用一个 LD 来表示。SGCB 控制的数据对象不应跨 LD，数据集包含的数据对象不应跨 LD。逻辑设备的划分宜依据功能进行，按以下几种类型进行划分：

- ① 公用 LD，inst 名为“LD0”；
- ② 测量 LD，inst 名为“MEAS”；
- ③ 保护 LD，inst 名为“PROT”；
- ④ 控制 LD，inst 名为“CTRL”；
- ⑤ GOOSE 过程层访问点 LD，inst 名为“PIGO”；
- ⑥ SV 过程层访问点 LD，inst 名为“PISV”；
- ⑦ 智能终端 LD，inst 名为“RPIT”（Remote Process Interface Terminal）；
- ⑧ 录波 LD，inst 名为“RCD”；
- ⑨ 合并单元 GOOSE 访问点 LD，inst 名为“MUGO”；
- ⑩ 合并单元 SV 访问点 LD，inst 名为“MUSV”。

若装置中同一类型的 LD 超过一个可通过添加两位数字尾缀，如 PIGO01、PIGO02。

4) LN 实例建模原则：

- ① 分相断路器和互感器建模应分相建不同的实例；
- ② 同一种保护的不同段分别建不同实例，如距离保护 I 段和距离保护 II 段；
- ③ 同一种保护的不同测量方式分别建不同实例，如相过电流 PTOC 和零序过电流 PTOC，分相电流差动 PDIF 和零序电流差动 PDIF 等；

④ 涉及多个时限，动作定值相同，且有独立的保护动作信号的保护功能应按照面向对象的概念划分成多个相同类型的逻辑节点，动作定值只在第一个时限的实例中映射，如主变保护中的各侧后备保护建模等；

⑤ 保护模型中对应要跳闸的每个断路器各使用一个 PTRC 实例。如母差保护按间隔建 PTRC 实例，变压器保护按每侧断路器建 PTRC 实例，3/2 接线线路保护则建 2 个 PTRC 实例；

⑥ 保护功能软压板宜在 LLN0 中统一加 Ena 后缀扩充。停用重合闸、母线功能软压板与硬压板采用或逻辑，其他均采用与逻辑；

⑦ GOOSE 出口软压板应按跳闸、启动失灵、闭锁重合、合闸、远传等重要信号在 PTRC、RREC、PSCH 中统一加 Strp 后缀扩充出口软压板，从逻辑上隔离相应的信号输出；

⑧ GOOSE、SV 接收软压板采用 GGIO.SPCSO 建模；

⑨ 站控层和过程层存在相关性的 LN 模型，应在两个访问点中重复出现，且两者的模型和状态应关联一致，如跳闸逻辑模型 PTRC、重合闸模型 RREC、控制模型 CSWI、联闭锁模型 CILO；

⑩ 常规交流测量使用 MMXU 实例，单相测量使用 MMXN 实例，不平衡测量使用 MSQI 实例；

⑪ GOOSE、SV 输入虚端子采用 GGIO 逻辑节点，GOOSE 输入 GGIO 应加“GOIN”前缀；SV 输入 GGIO 应加“SVIN”前缀。

### (3) 对系统配置工具的要求

- 1) 系统配置工具导入 ICD 文件时不应修改 ICD 文件模型实例的任何参数；
- 2) 系统配置工具导入 ICD 文件时应能检测模板冲突；
- 3) 系统配置工具导入 ICD 文件时保留厂家私有命名空间及其元素；
- 4) 系统配置工具应支持数据集及其成员配置；
- 5) 系统配置工具应支持 GOOSE 控制块、报告控制块、采样值控制块、日志控制块及相关配置参数配置；
- 6) 系统配置工具应支持 GOOSE 和 SV 虚端子配置；
- 7) 系统配置工具应支持 ICD 文件中功能约束为 CF 和 DC 的实例化数据属性值配置。

## 2. ICD 模型构成及描述示例

下面以线路保护模型为例介绍具体的模型构成：

线路保护装置访问点包括：G1 (GOOSE)、M1 (SV)、S1 (MMS)。

逻辑设备包括：LD0 (公用)、PROT (保护)、RCD (录波)、PIGO (GOOSE 过程层接口)、PISV (SV 过程层接口)。

数据集包括：dsTripInfo (保护事件)、dsRelayDin (保护遥信)、dsRelayEna (保护压板)、dsRelayRec (保护录波)、dsRelayAin (保护遥测)、dsAlarm (故障信号)、dsWarning (报警信号)、dsCommState (通信工况)、dsParameter (装置参数)、dsSetting (保护定值)、dsGOOSE (GOOSE 输出信号)、dsSV (采样输出值)。

逻辑节点包括：LLN0 (管理逻辑节点)，LPHD (物理设备逻辑节点)，PDIF (纵联差动、零序差动、分相差动、突变量差动)，PDIS (纵联距离)，PDIR (纵联方向)，PTOC (纵联零序)；通道：PSCH (纵联通道、远传、远传命令输出)，PDIS (快速距离、接地距离 I、II、III 段、相间距离 I、II、III 段、距离加速动作)，PTOC (零序过电流 I、II、III、IV 段、零序过电流加速定值、PT 断线相电流、PT 断线零序过电流、零序反时限过电流)，RPSB (振荡闭锁)，PTOV (过电压保护、过电压起动远跳)，PTOC (远跳有判据、远跳无判据)，PTRC (跳闸逻辑、边断路器出口、中断断路器出口)，RREC (重合闸、重合闸出口)，RFLO (故障定位)，TVTR (线路或母线电压互感器)，TCTR (线路电流互感器)，GGIO (保护开入、位置输入、其他输入)，GGIO (保护自检告警)，MMXU (保护测量)，STMP (温度监测)，SCLI (通道光强监测)，SPVT (电源电压监测)，RDRE (故障录波)。实际应用中快速距离、接地距离 I、II、III 段、相间距离 I、II、III 段、距离加速动作都是逻辑节点类 PDIS 的实例，通过 inst 实例号等来区分。

上述具体描述是通过 IEC 61850 标准定义的变电站配置描述语言 SCL 来实现的，使得所有

符合 IEC 61850 标准的智能电子装置都能使用这种语言实现自我描述，对整个变电站自动化系统的配置描述同样也基于 SCL。SCL 基于可扩展标记语言（eXtensible Markup Language, XML），XML 具有面向对象、跨平台以及可扩展等优点，而 IEC 61850 对 SCL 的扩展规则做了详细的规定。这样，当新的产品加入到系统中时，系统配置工具就能够识别该产品所提供的功能及其特性，并进行系统自动配置。

XML 中的标记不固定，可以建立任何需要的标记，它适用于定义特定领域有关的、语义结构化的标记语言，如化学中的化学标记语言 CML，通信中的无线标记语言 WML，都是 XML 与特定行业相结合形成的特定标记语言，SCL 是 XML 在电力行业中的具体应用，这些标记语言具有各自的语法和语义，脱离了本行业就不具有实际意义。XML 使用文档类型定义（DTD）或者模式（Schema）来描述 XML 的文档格式。XML 也是一种简单的数据存储语言，使用一系列简单的标记描述数据，XML 的文档结构具有灵活性、可扩展性。另外，从数据处理的角度看，简单且易于掌握与阅读。

SCL 定义了一种用来描述与通信相关的智能电力设备结构和参数、通信系统结构、开关间隔（功能）结构及它们之间关系的文件格式。SCL 以 XML 为基础，由于 XML 独立于平台之间，从而使得文件中的数据能够在不同厂家的智能电子设备工程工具和系统工程工具间以某种兼容的方式进行交换。

为了让大家更直观地理解模型实例及其含义，本节截取了实际线路保护部分的 ICD 模型文件，具体如下，其中#号后面的是对 SCL 语言所描述内容的注释。

```
<SCL xmlns = " http://www.iec.ch/61850/2003/SCL" xmlns:xsi = " http://www.w3.org/2001/
XMLSchema-instance" xsi:schemaLocation = " http://www.iec.ch/61850/2003/SCL SCL.xsd"
xmlns:ext = " http://nari-relays.com" >#所有元素/属性命名空间
<Header id = " PCS-902Z-DA-G-D" toolID = " NRRConfig" nameStructure = " IEDName" />#
<Communication> #通信配置
  <SubNetwork name = " Subnet_MMS" type = " 8-MMS" >#MMS 网
    <BitRate unit = " b/s" multiplier = " M" >10</BitRate>#以太网速率
    <ConnectedAP iedName = " TEMPLATE" apName = " S1" >#站控层访问点 S1,iedName 在装置
未实例化之前为 TEMPLATE
    </ConnectedAP>
  </SubNetwork>
  <SubNetwork name = " Subnet_GOOSE" type = " IECGOOSE" > #GOOSE 网
    <BitRate unit = " b/s" multiplier = " M" >10</BitRate> #以太网速率
    <ConnectedAP iedName = " TEMPLATE" apName = " G1" >#站控层访问点 G1,
    <GSE IdInst = " PIGO" cbName = " gocb0" >#对应的数据集和控制块
    <Address>
      <P type = " MAC-Address" >01-0C-CD-01-00-00</P>#MAC 地址
      <P type = " VLAN-ID" >000</P>#VLAN 地址,
      <P type = " VLAN-PRIORITY" >4</P>#优先级,默认为 4
      <P type = " APPID" >3000</P>>#应用标识,范围从 0000 到 3FFF
    </Address>
    <MinTime unit = " s" multiplier = " m" >2</MinTime>#首次触发时间
    <MaxTime unit = " s" multiplier = " m" >5000</MaxTime>#稳态心跳时间
  </GSE>
```

```

<PhysConn type = " Connection" >#物理端口配置
  <P type = " Port" >7-A</P>>#端口号,7 为板卡号,A 为本板卡端口序号
  <P type = " Plug" >LC</P>#插头类型
  <P type = " Type" >FOC</P>#接口类型
  <P type = " Cable" >1</P>#物理连接类型
</PhysConn>
</ConnectedAP>
</SubNetwork>
<SubNetwork name = " Subnet_SMV" type = " IECSMV" >#SV 网
  <BitRate unit = " b/s" multiplier = " M" >10</BitRate>#以太网速率
  <ConnectedAP iedName = " TEMPLATE" apName = " M1" >#过程层访问点 M1
  </ConnectedAP>
</SubNetwork>
</Communication>
<IED name = " TEMPLATE" desc = " 超高压输电线路成套保护装置" type = " PCS-902Z-DA-G-D"
manufacturer = " 南瑞继保" configVersion = " V2.00" >#IED 的相关信息,包括型号、厂家及版本等
  <Private type = " NR_Board" >Type:NR1102D,Slot:B01,Fiber:2</Private>#厂家私有元素
  <Private type = " NR_Board" >Type:NR1136A,Slot:B07,Fiber:8</Private>#厂家私有元素
  <Private type = " IED virtual terminal conection CRC" >B69126D3</Private>#厂家私有元素
  <Private type = " NR_MainCpu" >Type:NR1102D,Slot:B01</Private>#厂家私有元素
  <Private type = " TPLInfo" >version:2.00,revision:1.16,tool:PCS-Explorer_1.1.2,cidRuleVer-
sion:1.1.2</Private>#厂家私有元素
S<Services>#IED 提供的服务
  <DynAssociation/>
  <SettingGroups>
  <SGEdit/>
  <ConfSG/>
</SettingGroups>
<GetDirectory/>#读服务目录
<GetDataObjectDefinition/>#读逻辑设备目录
<DataObjectDirectory/>#数据目录
<GetDataSetValue/>#读数据值
<SetDataSetValue/>#写数据值
<DataSetDirectory/>#
<ConfDataSet max = " 160" maxAttributes = " 512" />#
<ReadWrite/>#
<ConfReportControl max = " 160" />#
<GetCBValues/>#读日志控制块值
<ConfLogControl max = " 2" />#
  <ReportSettings cbName = " Conf" datSet = " Conf" rptID = " Dyn" optFields = " Dyn" bufTime =
"Dyn" trgOps = " Dyn" intgPd = " Dyn" />#

```

```

<LogSettings cbName="Fix" datSet="Fix" logEna="Dyn" trgOps="Fix" intgPd="Conf"/>#
<GOOSE max="64"/>#
<FileHandling/>#
<ConflNs fixPrefix="true" fixLnInst="true"/>#
</Services>
<AccessPoint name="S1" desc="超高压输电线路成套保护装置" router="false" clock="false">
<Server timeout="30"> #站控层访问点
    <Authentication none="true"/>
    <LDevice inst="LD0" desc="公用">#“公用”逻辑设备
        <LN0 desc="管理逻辑节点" lnType="NRR_LLNO_V2.01__931__V1.00" lnClass="LLNO" inst="">#管理逻辑节点;lnType 属性代表应用了哪一种逻辑节点类型,对应逻辑节点类型的 id;lnClas 为对应的逻辑节点类;inst 为实例号,这里为空
            <DataSet name="dsRelayDin" desc="保护遥信">#保护遥信数据集
                <FCDA ldInst="LD0" lnClass="GGIO" lnInst="3" doName="Ind1" fc="ST"/>#功能约束为状态的数据
                <FCDA ldInst="LD0" lnClass="GGIO" lnInst="3" doName="Ind2" fc="ST"/>#
                <FCDA ldInst="LD0" lnClass="GGIO" lnInst="3" doName="Ind3" fc="ST"/>
            </DataSet>
            <DataSet name="dsTripInfo" desc="保护事件">#保护事件数据集
            <DataSet name="dsAlarm" desc="故障信号">#故障信号数据集
            <DataSet name="dsWarning" desc="告警信号">#告警信号数据集
            <DataSet name="dsCommState" desc="通信工况">#通信工况数据集
            <DataSet name="dsAin" desc="遥测">#遥测数据集
            <DataSet name="dsLog" desc="日志记录">#日志记录数据集
                <ReportControl name="brcbRelayDin" datSet="dsRelayDin" intgPd="0" rptID="NULL" confRev="1" buffered="true" bufTime="0">#保护遥信控制块,与相应的数据对应
                <ReportControl name="brcbTripInfo" datSet="dsTripInfo" intgPd="0" rptID="NULL" confRev="1" buffered="true" bufTime="0">#保护事件控制块,缓存
                <ReportControl name="brcbAlarm" datSet="dsAlarm" intgPd="0" rptID="NULL" confRev="1" buffered="true" bufTime="0">#故障信号控制块,缓存
                <ReportControl name="brcbWarning" datSet="dsWarning" intgPd="0" rptID="NULL" confRev="1" buffered="true" bufTime="0">#通信工况控制块,缓存
                <ReportControl name="brcbCommState" datSet="dsCommState" intgPd="0" rptID="NULL" confRev="1" buffered="true" bufTime="0">#通信工况控制块,缓存
                <ReportControl name="urcbAin" datSet="dsAin" intgPd="30000" rptID="NULL" confRev="1" buffered="false" bufTime="0">#遥测控制块,非缓存
                <LogControl name="logState" desc="Log" datSet="dsLog" intgPd="5000" logName="LD0" logEna="true" reasonCode="true">#日志记录控制块,缓存
            <DOI name="Mod" desc="Mode">#实例化数据对象“模式”
            <DOI name="NamPlt" desc="Name Plate">#实例化数据对象“逻辑节点铭牌”
            <DOI name="LEDRs" desc="信号复归">#实例化数据对象“复归 IED”

```

```

    <DOI name="FuncEna1" desc="Function 1 enabled">#实例化数据对象“保护功能压板 1”
    <DOI name="FuncEna2" desc="Function 2 enabled">#实例化数据对象“保护功能压板 2”
    <SettingControl numOfSGs="10" actSG="1"/>#
  </LN0>
  <LN desc="物理设备逻辑节点" lnType="NRR_LPHD_V2.00_931_V1.00" lnClass="
LPHD" inst="1">#物理设备逻辑节点;lnType 属性代表应用了哪一种逻辑节点类型,对应逻辑
节点类型的 id;lnClas 为对应的逻辑节点类;inst 为实例号
  <LN desc="保护报警 1" lnType="NRR_GGIO_ALM_V2.00__NR_V1.00" lnClass="
GGIO" inst="1">#逻辑节点“保护报警”;lnType 属性代表应用了哪一种逻辑节点类型,对应
逻辑节点类型的 id;lnClas 为对应的逻辑节点类;inst 为实例号
  <LN desc="动作元件 1" lnType="NRR_GGIO_ACT_V2.00__NR_V1.00" lnClass="
GGIO" inst="2">
  <LN desc="通信 1" lnType="NRR_GGIO_IND_V2.00__NR_V1.00" lnClass="GGIO"
inst="3">
  <LN desc="故障信号 1" lnType="NRR_GGIO_ALM_V2.00__NR_V1.00" lnClass="
GGIO" inst="4">
  <LN desc="报警信号 1" lnType="NRR_GGIO_ALM_V2.00__NR_V1.00" lnClass="
GGIO" inst="12">
  <LN desc="通信工况 1" lnType="NRR_GGIO_ALM_V2.00__NR_V1.00" lnClass="
GGIO" inst="14">
  <LDevice inst="PROT" desc="超高压输电线路成套保护装置">#保护逻辑设备
  <LDevice inst="RCD" desc="录波">#录波逻辑设备
  </Server>
</AccessPoint>
  <AccessPoint name="G1" desc="超高压输电线路成套保护装置" router="false" clock="
false">#过程层访问点 G1
  <Server timeout="30">
  <Authentication none="true"/>
  <LDevice inst="PIGO" desc="保护 GO">#GOOSE 过程层逻辑设备
  </Server>
</AccessPoint>
  <AccessPoint name="M1" desc="超高压输电线路成套保护装置" router="false" clock="
false">#过程层访问点 M1
  <Server timeout="30">
  <Authentication none="true"/>
  <LDevice inst="PISV" desc="保护 SV">#SV 过程层逻辑设备
  </Server>
</AccessPoint>
</IED>
  <DataTypeTemplates>
</SCL>

```

通过 SCL 层次化的结构描述,实现了 IED 装置的建模。在 SCD 集成之前,各设备制造商

必须预先提供符合规范要求的 ICD 文件。

### 1.1.2 虚端子连接表设计

如图 1-1 所示，智能变电站中设计和集成存在一定的对应关系，二次设备供应商在智能变电站建设过程中需要提供两个资料，一个是 ICD 模型文件，一个是虚端子表，其中 ICD 文件用来集成 SCD 文件，而虚端子表用来设计虚端子连接表，两者中的连接关系一一对应，设计人员基于虚端子表，结合具体工程完成“虚回路”的设计。

目前，智能变电站中设计与集成的关系有两种模式：一种是设计与集成一体，设计和集成统一由设计院负责，只用一个设计系统工具，同时生成 SCD 文件和虚端子连接表，这样的优势在于 SCD 文件中的连接关系与虚端子表中的连接关系总是一一对应；另一种是设计与集成分开，设计院先完成虚端子连接表设计，集成商（二次设备供应商）在根据虚端子连接表集成 SCD 文件，这样的优势是目前各厂家集成工具较成熟，同时集成商一般由监控系统厂家担任，兼容性较强，缺点是设计和集成不同步，集成商与设计人员沟通不利时容易造成 SCD 文件中的连接关系与虚端子表中的连接关系不对应。目前由于统一的设计工具不够成熟，主要采用第二种方式。

目前，国网公司相继出版了 Q/GDW 1175—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》、Q/GDW 1161—2014《线路保护及辅助装置标准化设计规范》等标准对虚端子的设计做了统一规定，下面结合规范中的 220kV 线路的虚端子表，来具体介绍虚端子连接表的设计。

#### 1. 虚端子表

继电保护新“六统一”对各二次设备制造商的装置虚端子表等信息进行了规范，统一了信号名称、软压板及应用路径的要求，本书以 220kV 线路保护来介绍具体的虚端子连接，220kV 线路保护（双母线接线）对应的虚端子表见表 1-1~表 1-3。

表 1-1 220kV 线路保护装置 SV 输入虚端子表（双母线接线）

序号	信号名称	软压板	序号	信号名称	软压板
1	MU 额定延时	SV 接收软压板	9	同期电压 Ux2	SV 接收软压板
2	保护 A 相电压 Ua1		10	保护 A 相电流 Ia1	
3	保护 A 相电压 Ua2		11	保护 A 相电流 Ia2	
4	保护 B 相电压 Ub1		12	保护 B 相电流 Ib1	
5	保护 B 相电压 Ub2		13	保护 B 相电流 Ib2	
6	保护 C 相电压 Uc1		14	保护 C 相电流 Ic1	
7	保护 C 相电压 Uc2		15	保护 C 相电流 Ic2	
8	同期电压 Ux1				

220kV 线路保护和母差保护共用同一组保护电流绕组，采用双 AD 通道接入保护装置，电压和电流通道共用同一个 SV 接收软压板。

表 1-2 220kV 线路保护装置 GOOSE 输入虚端子表（双母线接线）

序号	信号名称	软压板	备注
1	断路器分相跳闸位置 TWJa	无	同一 LN
2	断路器分相跳闸位置 TWJb	无	
3	断路器分相跳闸位置 TWJc	无	
4	闭锁重合闸-1	无	
5	闭锁重合闸-2	无	
6	闭锁重合闸-3	无	
7	闭锁重合闸-4	无	
8	闭锁重合闸-5	无	
9	闭锁重合闸-6	无	



(续)

序号	信号名称	软压板	备注
10	低气压闭锁重合闸	无	
11	远传 1-1	无	同一 LN
12	远传 1-2	无	
13	远传 1-3	无	
14	远传 1-4	无	
15	远传 1-5	无	
16	远传 1-6	无	
17	远传 2-1	无	同一 LN
18	远传 2-2	无	
19	远传 2-3	无	
20	远传 2-4	无	
21	远传 2-5	无	
22	远传 2-6	无	
23	其他保护动作-1	无	同一 LN
24	其他保护动作-2	无	
25	其他保护动作-3	无	
26	其他保护动作-4	无	
27	其他保护动作-5	无	
28	其他保护动作-6	无	

220kV 线路保护接收断路器位置统一以“分相跳闸位置”命名，闭锁重合闸主要用于接收来自智能终端的闭重信号（含母差动作、手跳闭重等）。

表 1-3 线路保护装置 GOOSE 输出虚端子表（双母线接线）

序号	信号名称	典型软压板	引用路径	备注
1	跳断路器 A 相	跳闸	PIGO/*PTRC*.Tr.phsA	同一 LN
2	跳断路器 B 相		PIGO/*PTRC*.Tr.phsB	
3	跳断路器 C 相		PIGO/*PTRC*.Tr.phsC	
4	启动 A 相失灵	启动失灵	PIGO/*PTRC*.StrBF.phsA	
5	启动 B 相失灵		PIGO/*PTRC*.StrBF.phsB	
6	启动 C 相失灵		PIGO/*PTRC*.StrBF.phsC	
7	永跳	永跳	PIGO/*PTRC*.BlkRecST.stVal	
8	闭锁重合闸	闭锁重合闸	PIGO/*PTRC*.BlkRecST.stVal	
9	重合闸	重合闸	PIGO/*RREC*.Op.general	
10	三相不一致跳闸	三相不一致	PIGO/*PTRC*.Tr.general	
11	远传 1 开出	无	PIGO/*PSCH*.ProRx.stVal	
12	远传 2 开出	无	PIGO/*PSCH*.ProRx.stVal	
13	过电压远跳发信	无	PIGO/*GGIO*.Ind*.stVal	
14	保护动作	无	PIGO/*GGIO*.Ind*.stVal	
15	通道一报警	无	PIGO/*GGIO*.Ind*.stVal	
16	通道二报警	无	PIGO/*GGIO*.Ind*.stVal	
17	通道故障	无	PIGO/*GGIO*.Ind*.stVal	可选,运行通道均退出时,发此报警信号
18	过负荷报警	无	PIGO/*GGIO*.Ind*.stVal	

220kV 线路保护包括分相跳闸、启动失灵回路，压板分开设置。PIGO/\*PTRC\*.Tr.phsA 等为虚端子的引用路径，\* 代表实例号和前缀等。

上述虚端子表是设计院设计“虚回路”的基础。