

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T XXXXX—XXXX

智能变电站配置文件虚端子回路自动校核 技术规范

Technical specification for the SCD virtual terminal circuit automatic verification in
smart substation

（征求意见稿）

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

国家能源局 发布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 2

5 总体要求 2

6 技术要求 2

 6.1 校核依据 2

 6.2 校核流程 3

 6.3 配置文件解析与信息识别 3

 6.4 自动校核 3

 6.5 校核结果可视化 3

 6.6 校核报告输出 4

7 测试 4

 7.1 测试方法 4

 7.2 测试用例 4

附录 A（资料性） 校核依据示例 6

附录 B（资料性） 智能变电站配置文件虚端子回路自动校核流程..... 10

附录 C（资料性） 虚端子识别示例 11

附录 D（资料性） 虚端子回路校核结果可视化 12

附录 E（资料性） 虚端子回路自动校核报告示例..... 15

附录 F（资料性） 虚端子回路自动校核测试用例..... 17

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的输出机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电器工业协会提出。

本文件由全国量度继电器和保护设备标准化技术委员会（SAC/TC154）归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

引 言

虚端子回路作为智能变电站配置文件的重要组成部分，是实现全站保护及控制功能的桥梁纽带，因此保证虚端子回路正确尤为重要。虚端子回路自动校核技术可应用于智能变电站工程设计、施工调试和运维检修等业务中的虚端子回路审查工作，能够提高配置文件现场检验、二次设备试验及工程验收的效率和质量。

为规范智能变电站虚端子回路自动校核总体要求、技术要求、测试等内容，确保该技术能够高效、精准地查找出智能变电站配置文件中错误虚端子回路，特制定本标准。

智能变电站配置文件虚端子回路自动校核技术规范

1 范围

本文件规定了实现智能变电站配置文件虚端子回路自动校核的总体要求、技术要求和测试内容。

本文件适用于智能变电站新（改、扩）建工程调试、验收和运维过程中配置文件虚端子回路校核工作，包括人工配置、组态工具配置和免配置等方式生成的虚端子回路。是智能变电站配置文件虚端子回路自动校核系统功能设计、开发、检测和工程应用的依据。发电厂、新能源电站交流升压站的虚端子回路校核工作可参照本文件执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 32890—2016 继电保护 IEC 61850 工程应用模型

GB/T 32901 智能变电站继电保护通用技术条件

GB/T 34121 智能变电站继电保护配置工具技术规范

DL/T 860（所有部分）电力自动化通信网络和系统

DL/T 1146 DL/T 860实施技术规范

DL/T 1873 智能变电站系统配置描述（SCD）文件技术规范

DL/T 1874 智能变电站系统规格描述（SSD）建模工程实施技术规范

3 术语和定义

GB/T 32890、GB/T 32901、GB/T 34121、DL/T 860、DL/T 1146、DL/T 1873、DL/T 1874界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

虚端子 **virtual terminator**

描述IED设备的GOOSE、SV输入、输出信号连接点的总称，用以标识过程层、间隔层及其之间联系的二次回路信号，等同于传统变电站的屏端子。

[来源：GB/T 32890—2016，3.1.1]

3.2

虚端子回路 **virtual terminal circuit**

利用GOOSE、SV实现IED设备之间信息输入、输出的连接关系，用以标识IED虚端子之间的连接逻辑，简称虚回路。

3.3

校核依据 **basis of verification**

在确定的电压等级、主接线形式、间隔类型和一二次设备配置下的标准虚端子回路连线。

3.4

虚端子回路自动校核 **virtual terminal circuit automatic verification**

一种确保SCD文件中虚端子回路连接正确性的校验方法，相对于传统人工检查方式，利用计算机、信息处理技术等，根据虚端子回路校核依据，实现智能变电站配置文件中虚端子回路的自动校核。

3.5

配置文件解析与信息识别 SCD analysis and information recognition

根据变电站配置文件解析的数据识别变电站电气结构信息和IED属性信息，用于准确匹配到校核依据。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

IED	智能电子设备 (Intelligent Electronic Device)
ICD	IED能力描述文件 (IED Capability Description)
GOOSE	面向通用对象的变电站事件 (Generic Object Oriented Substation Events)
SV	采样值 (Sampled Value)
SCD	全站系统配置文件 (Substation Configuration Description)
SSD	系统规格文件 (System Specification Description)
TUT	被测工具 (Tool Under Test)

5 总体要求

- 5.1 本文件规定的智能变电站配置文件虚端子回路自动校核技术，应用中可作为独立的校核工具，也可作为功能子模块嵌入到现有智能变电站配置文件管控等系统。
- 5.2 被校核 SCD 宜配套相关联的 SSD 信息，SSD 信息应符合 DL/T 1874 要求。
- 5.3 应支持对智能变电站配置文件中与继电保护及安全自动装置相关联的 GOOSE、SV 虚端子回路的连接关系校核。
- 5.4 对于采用虚回路免配置技术的二次设备，应支持基于免配置参数形成校核依据，实现基于免配置参数生成配置文件虚端子回路的自动校核。
- 5.5 虚端子回路自动校核过程中不应对待校核配置文件文件进行任何编辑、修改。
- 5.6 应支持智能变电站内不同电压等级、不同接线方式、不同规模（如本期/远期）下的虚端子回路自动校核。
- 5.7 应支持不同地区差异化设计条件下的虚端子回路自动校核。
- 5.8 应支持包含不同技术标准、不同制造商或型号装置模型的虚端子回路自动校核。
- 5.9 应支持 IED Name 命名、IED 所对应的 ICD 版本信息不规范的情况下虚端子回路自动校核。
- 5.10 应具备校验虚端子回路层级、类型等语法类连接错误功能。
- 5.11 应支持所有输入虚端子回路冲突性校验，即一个输入虚端子最多配置一条虚端子回路。
- 5.12 应支持配置文件虚端子回路校核结果的输出，至少包括校核结果可视化展示和校核报告自动生成。
- 5.13 宜具备对错误配置文件虚端子回路连接的影响分析功能。

6 技术要求

6.1 校核依据

- 6.1.1 校核依据应覆盖不同电压等级、不同主接线形式、不同间隔类型和不同一二次设备配置下的标准虚端子回路连线，相关示例参见附录 A。
- 6.1.2 校核依据应定义其适用的约束条件，约束条件包括但不限于：
 - a) 电压等级；
 - b) 主接线方式；
 - c) 间隔类型；
 - d) 二次设备配置：如设备类型、采样方式、保护装置的母线电压选取方式、套数；
 - e) 一次设备配置：如主变压器类型、断路器储能方式。
- 6.1.3 校核依据应适应：
 - a) 各地区的标准虚端子回路设计；

- b) 不同地区的差异化设计;
 - c) 变电站临时过渡性方案;
 - d) 通过免配置参数实现的虚端子回路设计方案;
 - e) 其它现场可能存在的特殊设计。
- 6.1.4 应支持可视化展示、查询、追溯校核依据,同时展示校核依据所适用的场景。
- 6.1.5 应支持校核依据的扩展和维护,对于新增、删除或修改的校核依据,应记录日志。

6.2 校核流程

6.2.1 应基于校核依据实现智能变电站配置文件虚端子回路自动校核,基本步骤包括读取配置文件、配置文件解析与信息识别、数据与信息可视化展示、校核依据匹配、虚端子回路自动校核、校核结果可视化展示、校核报告输出。

6.2.2 智能变电站配置文件虚端子回路自动校核流程示意图参见附录 B。

6.3 配置文件解析与信息识别

6.3.1 电气结构信息识别

电气结构信息识别要求:

- a) 应支持读取 SCD 文件识别电气结构信息,包括但不限于:变电站内电压等级、各电压等级下的主接线类型、各电压等级下的一次设备模型信息(间隔类型、间隔编号、间隔描述、间隔对应母线段等)、主变压器类型;
- b) 应支持读取装置免配置参数识别电气结构信息;
- c) 应支持读取 SSD 文件综合识别变电站电气结构信息;
- d) 应支持人工确认、修正所识别的变电站电气结构信息。

6.3.2 IED 属性信息识别

IED属性信息识别要求:

- a) 应支持识别 IED 属性信息,包括但不限于:IED 设备类型、电压等级、间隔类型、间隔编号、套别、IED 采样方式(常规采样、数字采样)等属性信息;
- b) 应支持基于 IEDName、IED 描述、IED 模型等综合识别 IED 属性信息;
- c) 应支持人工确认、修正所识别的 IED 属性信息。

6.3.3 IED 虚端子识别

IED虚端子识别要求:

- a) 应支持读取待校核配置文件中 IED 设备的模型信息,准确识别 IED 所使用的 ICD 版本及虚端子,并适配校核依据中的标准虚端子。虚端子识别示意图见附录 C;
- b) 应支持不同技术标准的装置虚端子识别。

6.4 自动校核

6.4.1 应根据电气结构信息和 IED 属性信息匹配校核依据。

6.4.2 应支持二次设备配置正确性的校核,包括但不限于:

- a) 同一电气间隔内 IED 匹配连接正确性校验;
- b) 跨间隔保护与其相关联的间隔 IED 虚端子连线的支路对应性校验;
- c) 双套或多套保护配置时套别一致性校验。

6.4.3 应支持虚端子回路正确性的校核,校核结果宜按照错误虚回路、多余虚回路、缺失虚回路和待确认进行分类。

6.4.4 宜支持分析错误虚端子回路可能造成的影响,同时给出修改或补充的正确连接建议。

6.5 校核结果可视化

6.5.1 配置文件虚端子回路校核结果应支持表格化或图形化方式展示。

6.5.2 应支持校核结果的总览,应支持按间隔、IED 查看错误分布,应支持对存在错误的间隔、IED 及

虚端子回路依次做醒目标识，宜按间隔、IED、虚端子回路层次化展示，具体展示方式参见附录 D.1。

6.5.3 应支持展示错误虚端子回路的详细信息，具体展示方式参见附录 D.2。

6.6 校核报告输出

6.6.1 应支持虚端子回路自动校核结果报告输出，具体示例如附录 E 所示。

6.6.2 校核报告应包含被校核配置文件的版本信息。

6.6.3 校核报告应包含校核结果总览，包括参与校核 IED、虚回路数量和所校核出的正确、错误、缺失、待确认虚回路的数量统计。

6.6.4 校核报告应包含错误虚端子回路详情，包括虚端子回路两侧的虚端子描述与索引、虚端子回路两侧 IED 名称与描述。

7 测试

7.1 测试方法

虚端子回路自动校核软件测试需要使用系统配置工具或XML文件编辑器生成正确的（肯定）或错误的（否定）SCD文件供TUT测试用，虚端子回路自动校核工具测试流程图见图1：

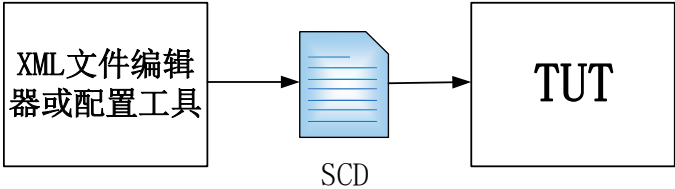


图1 虚端子校核工具测试流程

7.2 测试用例

7.2.1 适应性功能测试

虚端子回路自动校核工具适应性功能测试用例见表1，测试步骤可参考附录F。

表1 适应性功能测试用例

测试用例	用例描述
Apt1	测试 TUT 具备适应不同电压等级、不同接线方式下的虚端子回路自动校核功能
Apt2	测试 TUT 具备适应不同地区差异化设计条件下的虚端子回路自动校核功能
Apt3	测试 TUT 具备适应包含不同技术标准、不同制造商或型号装置模型的虚端子回路自动校核功能
Apt4	测试 TUT 具备适应 IED Name 命名、IED 的 ICD 版本信息不规范情况下虚端子回路自动校核功能

7.2.2 校核功能测试

虚端子回路自动校核工具校核功能测试用例见表2，测试步骤可参考附录F。

表2 校核功能测试用例

测试用例	用例描述
Cek1	测试 TUT 对被测 SCD 进行电气结构信息识别功能
Cek2	测试 TUT 对被测 SCD 中 IED 属性信息识别功能
Cek3	测试 TUT 对被测 SCD 中 IED 虚端子信息识别功能
CekN4	测试虚端子同一间隔内错接、跨间隔装置错接、双重化保护装置错接时，TUT 校核功能
CekN5	测试虚端子回路错接（错误虚连接、多余虚连接、缺失虚连接）时，TUT 校核功能
CekN6	测试 GOOSE、SV 虚端子回路层级、类型等语法类连接错误时，TUT 校核功能

7.2.3 可视化功能测试

虚端子回路自动校核工具可视化测试用例见表3，测试步骤可参考附录F。

表3 可视化功能测试用例

测试用例	用例描述
Vis1	测试 TUT 具备校核依据可视化展示功能
Vis2	测试 TUT 具备校核依据扩展和维护功能
Vis3	测试 TUT 具备校核结果表格化或图形化方式展示功能
Vis4	测试 TUT 具备按间隔、IED 查看错误分布的功能
Vis5	测试 TUT 具备标识错误间隔、IED 及虚端子回路功能
Vis6	测试 TUT 具备在错误的虚端子回路上展示回路详细信息的功能

7.2.4 导出功能测试

虚端子回路自动校核工具导出功能测试用例见表4，测试步骤可参考附录F。

表4 导出功能测试用例

测试用例	用例描述
Out1	测试 TUT 具备虚端子回路自动校核结果报告输出功能
Out2	测试 TUT 具备导出的校核报告中包含被校核配置文件的版本信息的功能
Out3	测试 TUT 具备导出的校核报告中包含校核结果总览，参与校核 IED、虚回路数量和所校核出的正确、错误、缺失、待确认虚回路的数量统计功能
Out4	测试 TUT 具备导出的校核报告中包含错误虚端子回路详情，包括虚端子回路两侧的虚端子描述与索引、虚端子回路两侧 IED 名称与描述信息的功能

附录 A
(资料性)
校核依据示例

本示例给出典型220 kV线路间隔的校核依据。其中校核依据的约束条件可基于具体需求进行扩展，标准虚端子回路以相关设计规范或不同地区用户要求为准。

A.1 校核依据的约束条件

表 A.1 校核依据的约束条件

名称	工程赋值
电压等级	220 kV
主接线方式	双母双分
间隔类型	线路
二次设备配置	采样方式：数字采样/常规采样
	保护装置的母线电压选取方式：母线PT/线路PT
	套数：单套/双套/三套
一次设备配置	断路器储能方式：弹簧机构、液压机构
注： 电压等级工程赋值：1 000 kV/750 kV/500 kV/330 kV/220 kV/110 kV/66 kV/35 kV/10 kV 主接线方式工程赋值：二分之三/双母/双母双分/双母单分/单母/单母分段/单母双分段/单母三分段/内桥/扩大内桥/外桥/线变组/角型/四边形/三分之四 间隔类型工程赋值：线路/主变/分段/母联/母线/断路器/电抗器/电容器/站用变/短引线/T区/公共	

表 A.2 校核依据包含的二次设备间标准虚端子回路 1

220 kV线路保护（P_L22）与220 kV线路合并单元（M_L22）的标准虚端子回路			
220 kV线路保护（P_L22）		220 kV线路合并单元（M_L22）	
本侧标准虚端子描述	本侧IED的虚端子类型	对侧IED标准虚端子描述	对侧IED的虚端子类型
MU额定延时	SV采样输入	MU额定延时	SV采样输出
保护A相电流Ia1	SV采样输入	保护A相电流Ia1(正)	SV采样输出
保护A相电流Ia2	SV采样输入	保护A相电流Ia2(正)	SV采样输出
保护B相电流Ib1	SV采样输入	保护B相电流Ib1(正)	SV采样输出
保护B相电流Ib2	SV采样输入	保护B相电流Ib2(正)	SV采样输出
保护C相电流Ic1	SV采样输入	保护C相电流Ic1(正)	SV采样输出
保护C相电流Ic2	SV采样输入	保护C相电流Ic2(正)	SV采样输出
保护A相电压Ua1	SV采样输入	保护A相电压Ua1	SV采样输出
保护A相电压Ua2	SV采样输入	保护A相电压Ua2	SV采样输出
保护B相电压Ub1	SV采样输入	保护B相电压Ub1	SV采样输出
保护B相电压Ub2	SV采样输入	保护B相电压Ub2	SV采样输出
保护C相电压Uc1	SV采样输入	保护C相电压Uc1	SV采样输出

保护C相电压Uc2	SV采样输入	保护C相电压Uc2	SV采样输出
同期电压Ux1	SV采样输入	同期电压Ux1	SV采样输出
同期电压Ux2	SV采样输入	同期电压Ux2	SV采样输出

表 A. 3 校核依据包含的二次设备间标准虚端子回路 2

220 kV线路保护（P_L22）与220 kV线路智能终端（I_L22）的虚端子回路			
220 kV线路保护（P_L22）		220 kV线路智能终端（I_L22）	
本侧标准虚端子描述	本侧IED的虚端子类型	对侧IED标准虚端子描述	对侧IED的虚端子类型
断路器分相跳闸位置TWJa	GOOSE输入	断路器A相位置	GOOSE输出
断路器分相跳闸位置TWJb	GOOSE输入	断路器B相位置	GOOSE输出
断路器分相跳闸位置TWJc	GOOSE输入	断路器C相位置	GOOSE输出
低气压闭锁重合闸	GOOSE输入	低气压闭锁重合闸	GOOSE输出
闭锁重合闸	GOOSE输入	闭锁重合闸	GOOSE输出
保护A相跳闸出口	GOOSE输出	保护A相跳闸	GOOSE输入
保护B相跳闸出口	GOOSE输出	保护B相跳闸	GOOSE输入
保护C相跳闸出口	GOOSE输出	保护C相跳闸	GOOSE输入
重合闸出口	GOOSE输出	重合闸	GOOSE输入

表 A. 4 校核依据包含的二次设备间标准虚端子回路 3

220 kV线路保护（P_L22）与220 kV母线保护（P_M22）的虚端子回路			
220 kV线路保护（P_L22）		220 kV母线保护（P_M22）	
本侧标准虚端子描述	本侧IED的虚端子类型	对侧IED标准虚端子描述	对侧IED的虚端子类型
其他保护动作/启动远跳	GOOSE输入	支路**跳闸出口	GOOSE输出
启动A相失灵	GOOSE输出	支路**A相失灵开入	GOOSE输入
启动B相失灵	GOOSE输出	支路**B相失灵开入	GOOSE输入
启动C相失灵	GOOSE输出	支路**C相失灵开入	GOOSE输入

表 A. 5 校核依据包含的二次设备间标准虚端子回路 4

220 kV母线保护（P_M22）与220 kV线路智能终端（I_L22）的虚端子回路			
220 kV母线保护（P_M22）		220 kV线路智能终端（I_L22）	
本侧标准虚端子描述	本侧IED的虚端子类型	对侧IED标准虚端子描述	对侧IED的虚端子类型
支路**跳闸出口	GOOSE输出	永跳	GOOSE输入
支路**正母闸刀位置	GOOSE输入	1G闸刀位置	GOOSE输出
支路**正母闸刀位置	GOOSE输入	2G闸刀位置	GOOSE输出

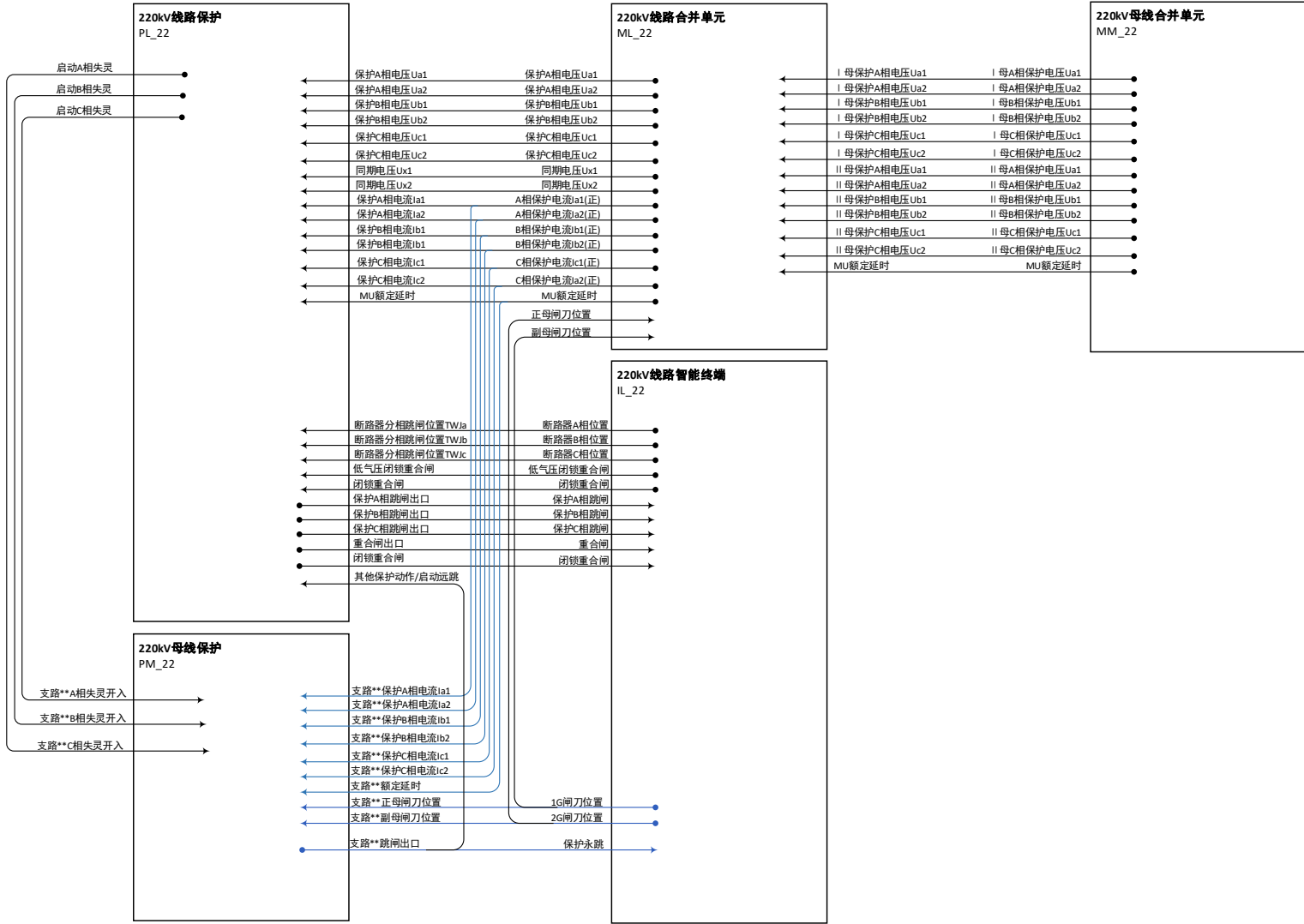
表 A. 6 校核依据包含的装置间虚端子回路 5

220 kV线路合并单元（M_L22）与220 kV线路智能终端（I_L22）的虚端子回路			
220 kV线路合并单元（M_L22）		220 kV线路智能终端（I_L22）	
本侧标准虚端子描述	本侧IED的虚端子类型	对侧IED标准虚端子描述	对侧IED的虚端子类型
正母闸刀位置	GOOSE输入	1G闸刀位置	GOOSE输出

副母闸刀位置	GOOSE输入	2G闸刀位置	GOOSE输出
--------	---------	--------	---------

表 A. 7 校核依据包含的二次设备间标准虚端子回路 6

220 kV线路合并单元（M_L22）与220 kV母线合并单元（M_M22）的虚端子回路			
220 kV线路合并单元（M_L22）		220 kV母线合并单元（M_M22）	
本侧标准虚端子描述	本侧IED的虚端子类型	对侧IED标准虚端子描述	对侧IED的虚端子类型
MU额定延时	SV采样输入	MU额定延时	SV采样输出
I母A相电压1	SV采样输入	I母A相电压1	SV采样输出
I母A相电压2	SV采样输入	I母A相电压2	SV采样输出
I母B相电压1	SV采样输入	I母B相电压1	SV采样输出
I母B相电压2	SV采样输入	I母B相电压2	SV采样输出
I母C相电压1	SV采样输入	I母C相电压1	SV采样输出
I母C相电压2	SV采样输入	I母C相电压2	SV采样输出
II母A相电压1	SV采样输入	II母A相电压1	SV采样输出
II母A相电压2	SV采样输入	II母A相电压2	SV采样输出
II母B相电压1	SV采样输入	II母B相电压1	SV采样输出
II母B相电压2	SV采样输入	II母B相电压2	SV采样输出
II母C相电压1	SV采样输入	II母C相电压1	SV采样输出
II母C相电压2	SV采样输入	II母C相电压2	SV采样输出



图A.1 校核依据的可视化展示

附录 B
(资料性)

智能变电站配置文件虚端子回路自动校核流程

B.1 智能变电站配置文件虚端子回路自动校核流程

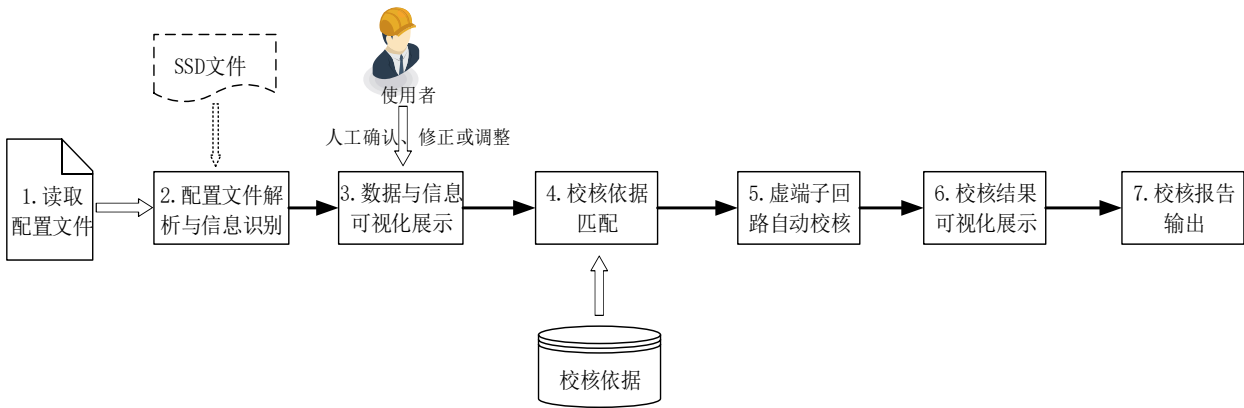


图 B.1 智能变电站配置文件虚端子回路自动校核流程示意图

注：配置文件解析与信息识别环节可通过输入SSD、人工确认等方式确保所识别的电气结构信息的准确性。

附 录 C
(资料性)
虚端子识别示例

C.1 虚端子识别示例

表 C.1 虚端子识别示例

SN	Input/Output	ICD_Virtual_Terminal	ICD_Virtual_Terminal_Path	Standard_Virtual_Terminal
序号	接收/发送	ICD 虚端子	ICD 虚端子路径	标准虚端子
1	I	额定延时	PISV01/SVINGGIO1.DelayTRtg	MU 额定延时
2	I	保护电流 Ia1	PISV01/SVINGGIO3.AnIn1	保护 A 相电流 Ia1
3	I	保护电流 Ia2	PISV01/SVINGGIO3.AnIn2	保护 A 相电流 Ia2
4	I	保护电流 Ib1	PISV01/SVINGGIO3.AnIn3	保护 B 相电流 Ib1
5	I	保护电流 Ib2	PISV01/SVINGGIO3.AnIn4	保护 B 相电流 Ib2
6	I	保护电流 Ic1	PISV01/SVINGGIO3.AnIn5	保护 C 相电流 Ic1
7	I	保护电流 Ic2	PISV01/SVINGGIO3.AnIn6	保护 C 相电流 Ic2
8	O	跳闸出口	PIG001/PTRC1.Tr.general	保护跳闸
注：本示例为某智能变电站配置文件中某IED设备所对应的ICD版本为PCS-923A-DA-G-C-V3.60-XXXXXXXX的示意，最后一组信息代表ICD校验码，当模型文件无校验码时，以XXXXXXXX代替				

附录 D
(资料性)

虚端子回路校核结果可视化

D.1 校核结果可视化展示

D.1.1 校核结果的总览按照电气主接线图形式显示，按照间隔区分全站IED设备，并以特定形式标注存在异常连线的间隔及IED对象。

D.1.2 对于存在错误的虚端子回路应依次做醒目标识，如：装置之间的虚端子回路存在错误使用“！”标识，错误虚连接在相应回路上使用“X”标识，缺失虚连接在相应回路上使用“+”标识，多余虚连接在相应回路上使用“-”标识。

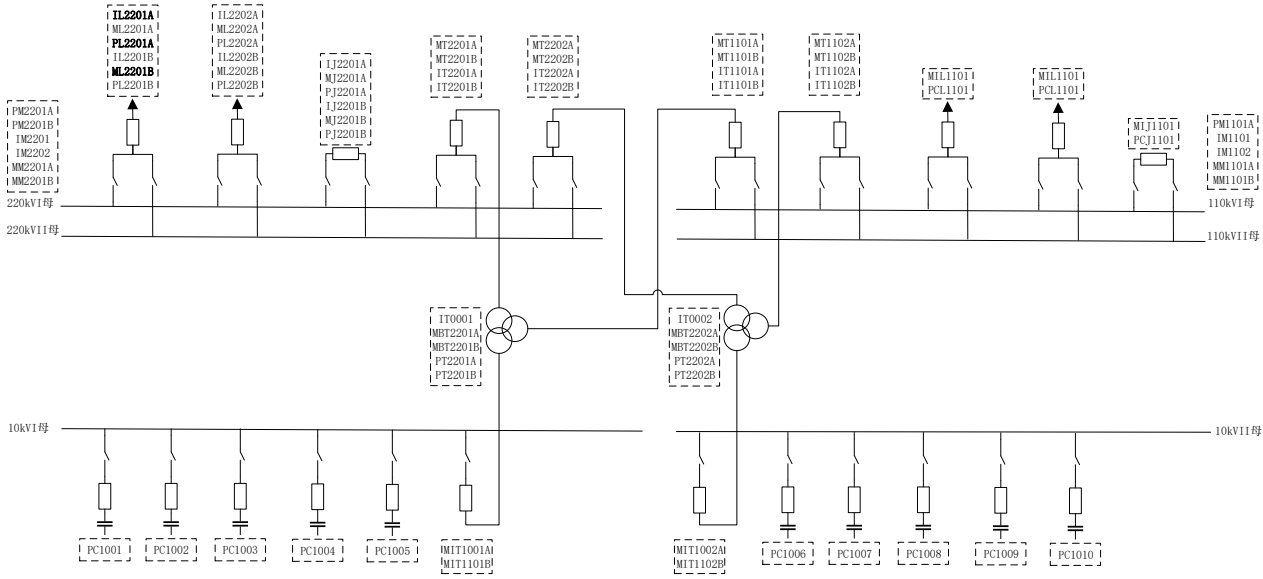


图 D.1 全站校核结果总览示意图

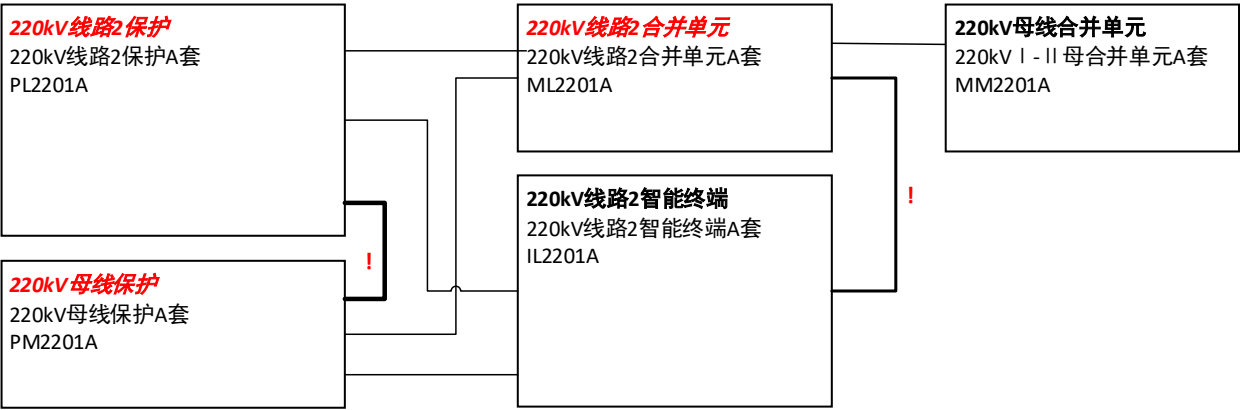


图 D.2 线路间隔校核结果可视化示意图 1

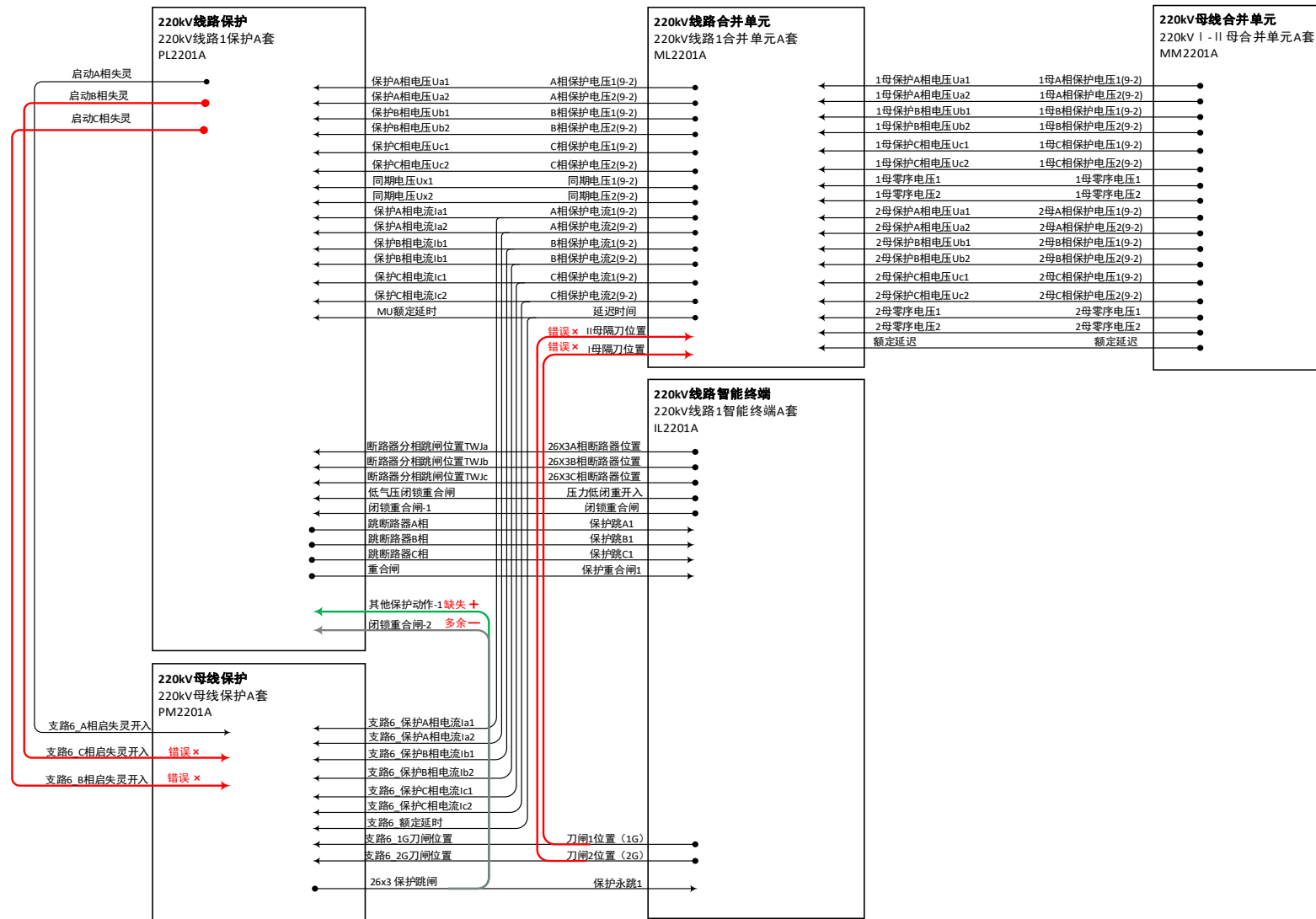


图 D.3 线路间隔校核结果可视化示意图 2

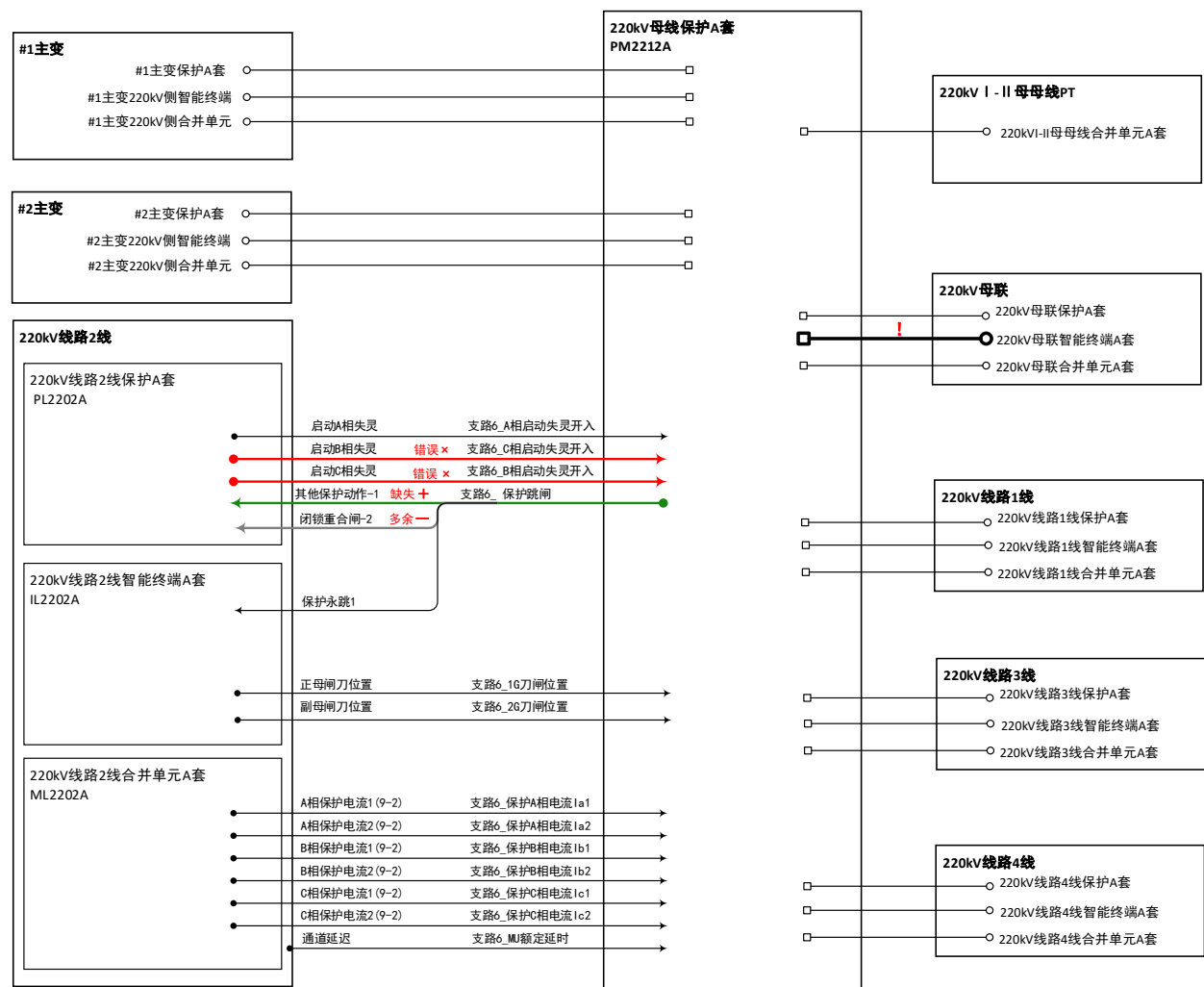


图 D. 4 母线间隔装置校核结果可视化示意图

D. 2 错误虚端子回路详细信息展示

在校核结果图形化输出的回路标识上显示异常回路的详细信息，如表D.1所示，包括输出端子、输入端子信息。输出或输入端子包括IEDName、IED描述、端子索引、端子名称、间隔描述信息。

表 D. 1 错误虚端子回路详细信息展示示意图

输出端子		输入端子	
IEDname	I_L2202A	IEDname	M_L2202A
IED描述	220kV线路2线第一套智能终端	IED描述	220kV线路2线第一套合并单元
端子索引	RPIT/QGXSW11.Pos.stval	端子索引	RPIT/GOINGGIO2.DPCSO.stVal
端子名称	刀闸1位置	端子名称	间隔II母刀闸位置
间隔描述	****线间隔	间隔描述	****线间隔
分析及建议	220kV线路2线第一套智能终端正母闸刀位置错误接至本间隔第一套线路合并单元副母闸刀位置，应将该线正母闸刀位置接至该线路第一套合并单元正母闸刀位置处。		

附 录 E
(资料性)
虚端子回路自动校核报告示例

二次虚端子回路自动校核报告由校核结果总览和校核详情两部分构成，示例见表E.1。

表 E.1 二次虚端子回路自动校核报告

一、校核结果总览				
SCD 文件名称		**220 kV 变电站	SCD 文件版本	1.1
SCD 文件生成时间		2023-09-30 15:58:56.000	全站虚连接 CRC	DDE40760
校核日期		2023-10-12	校核工具	×××
校核人员		×××		
总 IED 数目		245	参与校核 IED 数目	142
总虚回路数目		9365	参与校核虚回路数目	2492
无校核虚回路数目		6873	正确虚回路数目	2482
错误虚回路数目		4	缺失虚回路数目	2
多余虚回路数目		3	待确认	1
二、校核详情				
2.1 错误虚端子回路				
序号	对侧 IED	输出信号	本侧 IED	输入信号
1	PL2202A:****线第一套保护 CSC-103A-DA-G-L	断路器失灵 PIGO/goPTRC2.StrBF.phsC	PM2212A:220 kV 第一套母差保护 PCS-915D-DA-G	支路 6_B 相启动失灵开入 PIGO/GOINGGI014.SPCS02.stVal
2	PL22021A:****线第一套保护 CSC-103A-DA-G-L	断路器失灵 PIGO/goPTRC2.StrBF.phsB	PM2212A:220 kV 第一套母差保护 PCS-915D-DA-G	支路 6_C 相启动失灵开入 PIGO/GOINGGI014.SPCS03.stVal
3	I_L2202A:****线第一套智能终端 PCS-222ILA-G	刀闸 1 位置 RPIT/XSWI1.Pos.stVal	M_L2202A:：****线第一套合并单元	间隔 II 母刀闸位置 RPIT/GOINGGI02.DPCS0.stVal
4	I_L2202A:****线第一套智能终端 PCS-222ILA-G	刀闸 2 位置 RPIT/XSWI2.Pos.stVal	M_L2202A:：****线第一套合并单元	间隔 I 母刀闸位置 RPIT/GOINGGI01.DPCS0.stVal
2.2 缺失虚端子回路				
序号	对侧 IED	输出信号	本侧 IED	输入信号
1	PM2212A:220 kV 第一套母差保护 PCS-915D-DA-G	支路 6_保护跳闸 PIGO/PTRC6.Tr.general	PL2202A:****线第一套保护 CSC-103A-DA-G-L	其他保护动作-1 PIGO/GOINGGI023.SPCS01.stVal
2	IE2201A:220 kV 母联第一套智能终端 APCS-222ILA-G	SHJ 信号 RPIT/GGI01/Ind7.stval	PM2212A:220kV 第一套母差保护 PCS-915D-DA-G	母联 1_手合 PIGO/GOINGGI010.SPCS03.stVal
2.3 多余虚端子回路				
序	对侧 IED	输出信号	本侧 IED	输入信号

号				
1	PM2212A:220 kV 第一套母差保护 PCS-915D-DA-G	支路 6_保护跳闸 PIGO/PTRC6. Tr. general	PL2202A:***线第一套保护 CSC-103A-DA-G-L	闭锁重合闸-2 PIGO/GOINGGIO23. SPCS02. stVal
2	IE2201A:220 kV#1 母联第一套智能终端 PCS-222ILA-G	I 母闸刀位置 RPIR/XSWI1. Pos. stVal	ME2201A:220kV#1 母联第一套合并单元 PCS-221MJB-A-G	间隔 I 母闸刀位置 MUGO/GOINGGIO1. DPCS01. stVal
3	IE2201A:220 kV#1 母联第一套智能终端 PCS-222ILA-G	II 母闸刀位置 RPIR/XSWI2. Pos. stVal	ME2201A:220kV#1 母联第一套合并单元 PCS-221MJB-A-G	间隔 II 母闸刀位置 MUGO/GOINGGIO1. DPCS02. stVal

附 录 F
(资料性)
虚端子回路自动校核测试用例

F.1 适应性测试用例

表 F.1 不同电压等级、不同接线方式下的虚端子回路自动校核功能测试

Apt1	测试 TUT 具备适应不同电压等级、不同接线方式下的虚端子回路自动校核功能	☐ 通过 ☐ 不通过 ☐ 无法判断
参考条款如下： 5.6		
期望结果如下： a) TUT 具备不同电压等级、不同接线方式的虚端子回路自动校核功能。		
执行步骤如下： a) 用 TUT 打开一个包含 500kV 3/2 接线、220kV 双母线或双母单分段接线或双母双分段接线、110kV 单母线或单母分段接线的 SCD 文件，执行虚端子回路校核操作。		

表 F.2 不同地区差异化设计条件下的虚端子回路校核功能测试

Apt2	测试 TUT 具备适应不同地区差异化设计条件下的虚端子回路自动校核功能	☐ 通过 ☐ 不通过 ☐ 无法判断
参考条款如下： 5.7		
期望结果如下： a) TUT 具备不同地区差异化设计条件下的虚端子回路自动校核功能。		
执行步骤如下： a) 用 TUT 打开一个包含 A 地区设计条件下的虚端子的配置文件，执行虚端子回路校核操作； a) 用 TUT 打开一个包含 B 地区设计条件下的虚端子的配置文件，执行虚端子回路校核操作。		

表 F.3 不同技术标准、不同制造商或型号装置模型的虚端子回路校核功能测试

Apt3	测试 TUT 具备适应包含不同技术标准、不同制造商或型号装置模型的虚端子回路自动校核功能	☐ 通过 ☐ 不通过 ☐ 无法判断
参考条款如下： 5.8		
期望结果如下： TUT 具备不同技术标准、不同制造商或型号装置模型的虚端子回路自动校核功能。		
执行步骤如下： 用 TUT 打开一个包含不同技术标准、不同制造商、不同型号装置模型的配置文件，执行虚端子回路校核操作。		

表 F.4 IED Name 命名、IED 的 ICD 版本信息不规范的情况下虚端子回路校核功能测试

Apt4	测试 TUT 具备适应 IED Name 命名、IED 的 ICD 版本信息不规范的情况下虚端子回路自动校核功能	☐ 通过 ☐ 不通过 ☐ 无法判断
参考条款如下： 5.9		
期望结果如下： TUT 具备 IED Name 命名、IED 的 ICD 版本信息不规范的情况下虚端子回路自动校核功能。		
执行步骤如下： 用 TUT 打开一个包含 IED Name 命名、IED 的 ICD 版本信息不规范的配置文件，执行虚端子回路校核操作。		

F.2 校核功能测试用例

表 F.5 变电站电气结构信息识别功能

Cek1	测试 TUT 对被测 SCD 进行变电站电气结构信息识别功能	☐ 通过 ☐ 不通过 ☐ 无法判断
参考条款如下： 6.3.1		
期望结果如下： 导入 SCD 文件并可解析识别变电站电气结构信息。		
执行步骤如下： a) 用 TUT 导入被测 SCD 文件； b) 用 TUT 解析 SCD 文件； c) 检查解析结果中是否包含 6.3.1 a)中所描述的信息； d) 用 XML 文件编辑工具打开 a) 中的 SCD 文件； e) 对比 TUT 解析的变电站电气结构信息与 d) 中 XML 文件编辑工具打开的 SCD 文件中相关信息是否一致。		

表 F.6 IED 属性信息识别功能

Cek2	测试 TUT 对被测 SCD 中 IED 属性信息识别功能	☐ 通过 ☐ 不通过 ☐ 无法判断
参考条款如下： 6.3.2		
期望结果如下： 导入 SCD 文件并可识别 IED 的属性信息。		
执行步骤如下： a) 用 TUT 导入被测 SCD 文件； b) 用 TUT 解析 SCD 文件； c) 检查解析结果中是否包含 6.3.2 中所描述的 IED 属性信息； d) 用 XML 文件编辑工具打开 a) 中的 SCD 文件； e) 对比 TUT 解析的 IED 属性信息与 d) 中 XML 文件编辑工具打开的 SCD 文件中的 IED 相关属性信息是否一致。		

表 F.7 IED 虚端子信息识别功能

Cek3	测试 TUT 对被测 SCD 中 IED 虚端子信息识别功能	☐ 通过 ☐ 不通过 ☐ 无法判断
参考条款如下： 6.3.3		
期望结果如下： 导入 SCD 文件并可识别 IED 虚端子信息。		
执行步骤如下： a) 用 TUT 导入被测 SCD 文件； b) 用 TUT 解析 SCD 文件； c) 检查解析结果中是否包含 IED 虚端子信息； d) 用 XML 文件编辑工具打开 a) 中的 SCD 文件； e) 对比 TUT 解析的 IED 虚端子信息与 d) 中 XML 文件编辑工具打开的 SCD 文件中的 IED 相关虚端子信息是否一致。		

表 F.8 同一间隔内错接、跨间隔装置错接、双重化保护装置错接时校核功能

CekN4	测试虚端子同一间隔内错接、跨间隔装置错接、双重化保护装置错接时，TUT 校核功能	☐ 通过 ☐ 不通过 ☐ 无法判断
-------	--	--

参考条款如下： 5.3 和 6.4.2
期望结果如下： TUT 应能校核出同一间隔内虚端子回路匹配错误、跨间隔装置匹配错误、双重化保护装置的支路错接。
执行步骤如下： a) 用 XML 或 SCD 配置工具编辑生成仅存在跨间隔虚端子回路匹配错误的 SCD 文件、用 TUT 打开该 SCD 文件； b) 执行虚端子回路校核操作； c) 比对校核结果与预设结果是否一致； d) 重复步骤 a)~c)，且步骤 a) 替换为：用 XML 或 SCD 配置工具编辑生成仅存在双重化套别匹配错误的 SCD 文件，用 TUT 打开该 SCD 文件； e) 重复步骤 a)~c)，且步骤 a) 替换为：用 XML 或 SCD 配置工具编辑生成仅存在同一间隔内虚端子回路匹配错误的 SCD 文件，用 TUT 打开该 SCD 文件； f) 重复步骤 a)~c)，且步骤 a) 替换为：用 XML 或 SCD 配置工具编辑生成跨间隔虚端子回路匹配错误、双重化套别匹配错误、同一间隔内虚端子匹配错误共存的 SCD 文件、用 TUT 打开该 SCD 文件。

表 F.9 虚端子回路错接（错误虚连接、多余虚连接、缺失虚连接）时校核功能

CekN5	测试虚端子回路错接（错误虚连接、多余虚连接、缺失虚连接）时，TUT 校核功能	☐ 通过 ☐ 不通过 ☐ 无法判断
参考条款如下： 5.3、5.11 和 6.4.3		
期望结果如下： TUT 应能校核出采样、刀闸位置等回路错位，刀闸位置、跳闸、启动失灵等回路缺失，刀闸位置、跳闸等回路冗余等虚端子回路错接。		
执行步骤如下： a) 用 XML 或 SCD 配置工具编辑生成仅存在采样、刀闸位置等回路错位错误的 SCD 文件，用 TUT 打开该 SCD 文件； b) 执行虚端子回路校核操作； c) 比对校核结果与预设结果是否一致； d) 重复步骤 a)~c)，且步骤 a) 替换为：用 XML 或 SCD 配置工具编辑生成仅存在双重化套别匹配错误的 SCD 文件，用 TUT 打开该 SCD 文件； e) 重复步骤 a)~c)，且步骤 a) 替换为：用 XML 或 SCD 配置工具编辑生成仅存在刀闸位置、跳闸、启动失灵等回路缺失错误的 SCD 文件，用 TUT 打开该 SCD 文件； f) 重复步骤 a)~c)，且步骤 a) 替换为：用 XML 或 SCD 配置工具编辑生成仅存在刀闸位置、跳闸等回路冗余错误的 SCD 文件，用 TUT 打开该 SCD 文件； g) 重复步骤 a)~c)，且步骤 a) 替换为：用 XML 或 SCD 配置工具编辑生成采样、刀闸位置等回路错位，刀闸位置、跳闸、启动失灵等回路缺失，刀闸位置、跳闸等回路冗余等错接共存的 SCD 文件，用 TUT 打开该 SCD 文件。		

表 F.10 虚端子回路层级、类型等语法类连接错误时检验功能测试表

CekN6	测试 GOOSE、SV 虚端子回路层级、类型等语法类连接错误时，TUT 校核功能	☐ 通过 ☐ 不通过 ☐ 无法判断
参考条款如下： 5.3、5.10 和 6.4.3		
期望结果如下： TUT 应能校核出 GOOSE、SV 虚端子回路层级、类型等语法类连接错误。		
执行步骤如下： a) 用 XML 或 SCD 配置工具编辑生成一个仅存在内部端子模型为 D0，外部端子模型为 DA 的虚端子关联类型不一致的 SCD 文件，用 TUT 打开该 SCD 文件（含 4 种情况）； b) 执行虚端子校验操作； c) 比对校核结果与预设结果是否一致；		

d)	重复步骤 a)~c)，且步骤 a) 替换为：用 XML 或 SCD 配置工具编辑生成一个仅存在若干内部端子模型为 DA，外部端子模型为 DO 虚端子关联类型不一致连线的 SCD 文件，用 TUT 打开该 SCD 文件；
e)	重复步骤 a)~c)，且步骤 a) 替换为：用 XML 或 SCD 配置工具编辑生成一个仅存在若干 GOOSE 虚端子连接内部端子与外部端子模型均为 DA 但 BType 不一致连线的 SCD 文件，用 TUT 打开该 SCD 文件；
f)	重复步骤 a)~c)，且步骤 a) 替换为：用 XML 或 SCD 配置工具编辑生成一个仅存在若干 SV 虚端子连接内部端子与外部端子模型均为 DO 但 CDC 类型不一致连线的 SCD 文件，用 TUT 打开该 SCD 文件；
g)	重复步骤 a)~c)，且步骤 a) 替换为：用 XML 或 SCD 配置工具编辑生成一个内部端子模型为 DO，外部端子模型为 DA；内部端子模型为 DA，外部端子模型为 DO；GOOSE 虚端子连接内部端子与外部端子模型均为 DA 但 BType 不一致；SV 虚端子连接内部端子与外部端子模型均为 DO 但 CDC 类型不一致连线共存的 SCD 文件，用 TUT 打开该 SCD 文件。

F.3 可视化功能测试用例

表 F.11 校核依据可视化功能用例表

Vis1	测试 TUT 具备校核依据可视化展示功能	☐ 通过 ☐ 不通过 ☐ 无法判断
参考条款如下： 6.1.4		
期望结果如下： 虚端子连线校核依据应能可视化展示。		
执行步骤如下： 用 TUT 打开一个被测 SCD 文件，选择不同的校核依据，检查校核依据可视化展示		

表 F.12 校核依据的扩展维护功能用例表

Vis2	测试 TUT 具备校核依据的扩展维护功能	☐ 通过 ☐ 不通过 ☐ 无法判断
参考条款如下： 6.1.5		
期望结果如下： TUT 校核依据具备扩展维护功能。		
执行步骤如下： a) 用 TUT 打开某一个校核依据； b) 对 a) 中打开的校核依据进行新增操作； c) 检查 TUT 相关日志，是否记录 b) 中的新增操作内容； d) 重复步骤 a)~c)，且步骤 b) 替换为：对 a) 中打开的校核依据进行删除操作； e) 重复步骤 a)~c)，且步骤 b) 替换为：对 a) 中打开的校核依据进行修改操作。		

表 F.13 校核结果图形化展示功能用例表

Vis3	测试 TUT 具备校核结果图形化方式展示功能	☐ 通过 ☐ 不通过 ☐ 无法判断
参考条款如下： 5.14 和 6.5.1		
期望结果如下： 虚端子连线校核结果应以图形化方式展示。		
执行步骤如下： 用 TUT 打开一个存在若干虚端子连线错误的 SCD 文件，执行虚端子校核操作，检查校核结果图形化展示。		

表 F. 14 按间隔、IED 查看错误分布功能用例表

Vis4	测试 TUT 具备按间隔、IED 查看错误分布的功能。	☐ 通过 ☐ 不通过 ☐ 无法判断
参考条款如下： 6. 5. 2		
期望结果如下： 虚端子连线校核结果应能按间隔、按 IED 查看错误分布。		
执行步骤如下： 用 TUT 打开一个存在若干虚端子连线错误的 SCD 文件，执行虚端子校核操作，按间隔、按 IED 查看错误分布。		

表 F. 15 标识错误间隔、IED 及虚端子回路功能用例表

Vis5	测试 TUT 具备标识错误间隔、IED 及虚端子回路功能。	☐ 通过 ☐ 不通过 ☐ 无法判断
参考条款如下： 6. 5. 2		
期望结果如下： 虚端子连线校核结果应能标识出错误间隔、IED 及虚端子回路。		
执行步骤如下： 用 TUT 打开一个存在若干虚端子连线错误的 SCD 文件，执行虚端子校核操作，按间隔、按 IED 查看错误分布。		

表 F. 16 在错误的虚端子回路上展示回路连接详情功能用例表

Vis6	测试 TUT 具备在错误的虚端子回路上展示回路连接详情的功能	☐ 通过 ☐ 不通过 ☐ 无法判断
参考条款如下： 6. 5. 3		
期望结果如下： 虚端子连线校核结果应能在错误的虚端子回路上展示回路连接详情。		
执行步骤如下： 用 TUT 打开一个存在若干虚端子连线错误的 SCD 文件，执行虚端子校核操作，查看错误的虚端子回路上回路连接详情。		

F. 4 导出功能测试用例

表 F. 17 虚端子回路校核结果报告输出功能用例表

Out1	测试 TUT 具备虚端子回路校核结果报告输出功能	☐ 通过 ☐ 不通过 ☐ 无法判断
参考条款如下： 5. 14 和 6. 6. 1		
期望结果如下： TUT 支持导出校核报告。		
执行步骤如下： 用 TUT 打开一个存在若干虚端子连线错误的 SCD 文件，执行虚端子校核操作，执行校核报告导出操作。		

表 F. 18 校核报告中包含 SCD 文件版本信息功能用例表

Out2	测试 TUT 具备导出的校核报告中包含 SCD 文件版本信息的功能	☐ 通过 ☐ 不通过 ☐ 无法判断
参考条款如下： 5. 14 和 6. 6. 2		
期望结果如下：		

TUT 支持导出的校核报告中包含 SCD 文件版本信息		
执行步骤如下：		
a) 用 TUT 打开一个存在若干虚端子连线错误的 SCD 文件，执行虚端子校核操作，执行校核报告导出操作；		
a) 查看校核报告中是否包含 SCD 文件版本信息，且与 a) 中的 SCD 文件版本信息比对，是否一致。		

表 F. 19 校核报告包含校核结果总览，正确、错误虚端子回路数量信息统计功能用例表

Out3	测试 TUT 具备导出的校核报告中包含校核结果总览，正确、错误虚端子回路数量信息统计功能	☐ 通过 ☐ 不通过 ☐ 无法判断
参考条款如下： 5. 14 和 6. 6. 3		
期望结果如下： TUT 支持导出的校核报告中包含校核结果总览，正确、错误虚端子回路数量信息统计。		
执行步骤如下：		
a) 用 TUT 打开一个存在若干虚端子连线错误的 SCD 文件，执行虚端子校核操作，执行校核报告导出操作；		
b) 查看校核报告中是否包含校核结果总览，正确、错误虚端子回路数量信息统计。		

表 F. 20 校核报告包含错误虚端子回路详情，包括虚端子回路两侧的虚端子描述与索引、虚端子回路两侧 IED 名称与描述信息功能用例表

Out4	测试 TUT 具备导出的校核报告中包含错误虚端子回路详情，包括虚端子回路两侧的虚端子描述与索引、虚端子回路两侧 IED 名称与描述信息的功能。	☐ 通过 ☐ 不通过 ☐ 无法判断
参考条款如下： 5. 14 和 6. 6. 4		
期望结果如下： TUT 支持导出的校核报告中包含错误虚端子回路详情，包括虚端子回路两侧的虚端子描述与索引、虚端子回路两侧 IED 名称与描述信息		
执行步骤如下：		
a) 用 TUT 打开一个存在若干虚端子连线错误的 SCD 文件，执行虚端子校核操作，执行校核报告导出操作；		
b) 查看校核报告中是否包含错误虚端子回路详情，包括虚端子回路两侧的虚端子描述与索引、虚端子回路两侧 IED 名称与描述信息。		