

ICS 29.240
CCS K45

T/CEC_X

中国电力企业联合会标准

T/CECXXXXX—202X

继电保护智能运维检修

第2部分：高级应用功能

Intelligent operation and maintenance of relay protection
——Part 2: Advanced application features

（征求意见稿）

（在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上）

202X - XX - XX 发布

202X - XX - XX 实施

中国电力企业联合会发布

目 次

前 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总体要求 1

5 智能运行功能要求 2

6 智能检修功能要求 3

7 系统技术要求 4

前 言

本文件依据 GB/T1.1—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》的规则起草。

本文件是 T/CEC XXXXX《继电保护智能运维检修》的第2部分。T/CEC XXXXX 已经发布了以下部分：

- 第1部分：管控系统检验；
- 第2部分：高级应用功能；
- 第3部分：网络安全要求；
- 第4部分：远方操作；
- 第5部分：在线监测站端信息描述；
- 第6部分：保护异常分析与处理；
- 第7部分：设备台账信息采集与应用；
- 第8部分：移动终端技术规范。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由电力行业继电保护标准化技术委员会（DL/TC 15）归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次制定。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化中心（北京市白广路二条一号，100761）。

引 言

传统的以人工为主的继电保护运检模式，其技术和方法已无法适应智能变电站继电保护二次系统“数字化、网络化、信息化”发展的新特点。随着智能电网的建设和变电站自动化技术的发展，电网规模不断迅速扩大，继电保护运维业务的快速增长，电网运维人员数量并没有得到有效的增加。运维人员数量的严重不足，且电网保护类设备种类、数量众多，电网设备检修时间集中，传统检验模式工作量大、工作强度高的问题日益突出，导致设备安全运行压力在不断增大。因此，需要推进继电保护智能运维检修技术的应用，构建变电站继电保护智能运检架构和体系，推动继电保护运检模式的新变革，保障设备和电网安全稳定运行。

电力行业继电保护标准化技术委员会组织制定了“继电保护智能运维检修体系”。该体系由导则、运行管理及检修规程和支撑辅助标准三个层级的标准构成：

第一层：导则。《继电保护智能运维检修导则》，作为智能运检的纲领性文件，规定智能运检的一般性技术要求、功能要求和技术支持系统等。

第二层：运维管理、检修规程层。包括《继电保护和安全自动装置运行管理规程》、《继电保护和电网安全自动装置检验规程》、《继电保护装置状态检修导则》和《继电保护装置修理与退役要求》，承接导则的一般性要求，规定继电保护的运行管理要求、检修流程、检验项目等。

第三层：技术支持层。从装置研制、调试检测、定值管理、运维管控等方面，全面承接导则和运检规程所规定的实施条件、功能要求、实现方法和管控要求。

T/CEC XXXXX《继电保护智能运维检修》系列标准处于“继电保护智能运维检修体系”的第三层，该系列标准的制定，规范开展继电保护智能运维检修所需的设备要求和设计、检测、调试、验收、运行维护等全生命周期环节的要求，并能对变电站继电保护智能运检系统的设计、检测、调试、验收、运行维护等各个环节形成指导，提高变电站继电保护运维检修的标准化、规范化、智能化水平。系列文件由以下部分构成：

- 第 1 部分：管控系统检验；
- 第 2 部分：高级应用功能；
- 第 3 部分：网络安全要求；
- 第 4 部分：远方操作；
- 第 5 部分：在线监测站端信息描述；
- 第 6 部分：保护异常分析与处理；
- 第 7 部分：设备台账信息采集与应用；
- 第 8 部分：移动终端技术规范。

随着继电保护智能运维检修技术的不断发展，《继电保护智能运维检修》所包含的部分有可能进行相应的补充或扩展。

继电保护智能运维检修 第2部分：高级应用功能

1 范围

本文件规定了继电保护智能运行、智能检修相关的高级应用功能要求。
本文件适用于继电保护主厂站端智能运维高级应用功能产品设计、开发和部署。

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，凡是注日期的引用文件，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 7261 继电保护和安全自动装置基本试验方法
GB/T 37755 智能变电站光纤回路建模及编码技术规范标准
GB/T 40599-2021 继电保护及安全自动装置在线监视与分析技术规范
DL/T 623 电力系统继电保护及安全自动装置运行评价规程
DL/T 860 变电站通信网络和系统
DL/T 995 继电保护和电网安全自动装置检验规程
DL/T 1663 智能变电站继电保护在线监视和智能诊断技术导则
DL/T 2378 变电站继电保护综合记录与智能运维装置通用技术条件

3 术语和定义

GB/T 40599、DL/T 1663 和 DL/T 2378 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智能巡视

利用综合记录与智能运维装置、巡检机器人、智能传感单元等设备，开展继电保护的外观和内部信息巡视，对巡视结果综合分析并生成巡视报告，满足主站端和移动端的巡视场景需求。

3.2

智能诊断

利用规则识别、专家库检索、人工智能分析等手段，对继电保护的告警信息、自检信息、运行信息等综合判断，推断出可能的缺陷位置并给出相应处理方法。

3.3

智能校验

具备智能校验模块软件和校验终端硬件，采用自动校验的手段，开展现场继电保护功能校验并自动生成校验报告，校验结果用于继电保护状态分析和评价。

4 总体要求

4.1 继电保护智能运维高级应用功能通过多源数据采集、融合分析、有效交互，实现设备智能运行和智能检修工作。

4.2 继电保护智能运维高级应用功能应在线可靠获取变电站内设备的实时运行数据和历史数据，包括

但不限于配置信息、采样值信息、开关量信息、定值信息、告警信息、自检信息、动作波形、外观信息等。

4.3 变电站二次设备状态信息应支持变化上送和主动召唤方式。

4.4 不同类型二次数据跨安全分区、跨终端传输应符合信息安全防护的要求。

5 智能运行功能要求

5.1 二次系统可视化

5.1.1 继电保护运行状态监测功能采集并记录装置版本参数、定值、软压板、采样值、差流、开关量、告警信息、录波信息、配置文件校验码等功能状态信息，以及光口光强、网络状态、工作温度、工作电压、自检信息、对时等工作状态信息。

5.1.2 二次回路状态监测功能采集物理链路和虚拟回路状态信息，并对虚回路连接状态、软压板状态、虚回路与光纤回路对应关系、光纤回路两侧端口物理连接信息等可视化展示，支持按设备、按间隔、按回路等不同的查看方式。

5.1.3 二次回路可视化宜根据交换机和装置端口物理连接信息，自动构建网络拓扑模型。

5.1.4 宜具备交换机端口通信状态、端口流量等信息的可视化展示。

5.1.5 应能根据告警信息进行异常状态定位并直观展示。

5.1.6 设备及回路状态监视信息应支持通过移动运维终端进行查询。

5.2 设备智能巡视

5.2.1 二次设备智能巡视应能自动检查 5.1 节在线监视的当前状态，并按周期记录各设备采样值、差流、零序电流/电压等运行信息。

5.2.2 支持开展对同一间隔两套不同装置自检信息、告警信息、动作信息，及保护装置和合并单元的信息进行多维度校核。

5.2.3 对多台保护装置之间，以及同一装置的不同时期状态监测信息进行校核分析，并通过饼图、棒图、曲线方式展示状态变化趋势。

5.2.4 对保护装置的定值、压板状态与电网一次设备状态校核，当出现状态不一致时应告警。

5.2.5 支持驱动机器人或摄像头开展对空开状态、压板状态、回路状态等的巡视，并识别巡视结果。

5.2.6 支持手动触发和自动触发模式，巡视周期和点位可配置。

5.2.7 支持生成运行巡视报告功能，以 pdf、XML 等文件格式导出。

5.2.8 支持巡视结果数据记录和统计分析功能，以曲线、棒图等方式展示巡视结果，支持按照厂站、装置类型、间隔等多个维度查询和统计。

5.2.9 支持多终端、跨生产区的巡视命令和多类型结果数据高效安全交互。

5.3 健康状态评价

5.3.1 评价模块应具备根据装置实时或历史数据进行评价，和依据管理信息开展评价两部分组成。

5.3.2 评价指标分类宜包含检测型状态量、可靠性状态量、实效风险状态量、改进型状态量等组成。

5.3.3 评价方法参考 DL/T 623 内容，评价的结果应用于指导继电保护设备检修、退役。

5.4 缺陷智能诊断

5.4.1 应能根据监测信息实现装置硬件异常的故障定位，故障宜定位到板卡级、模块级。

5.4.2 应能根据告警结果实现缺陷自动定级，包括危急、严重、一般。

5.4.3 应能根据缺陷现象，结合知识库或人工智能方法，给出影响范围和处理措施。

5.4.4 应能实现缺陷信息的模板化自动录入和归档，并支持统计分析。

5.4.5

5.5 故障智能分析

5.5.1 电网故障分析管理应用主要包括：电网故障简报、波形分析、故障推送、故障归档查询等功能。

5.5.2 故障简报包含：根据故障录波、保信信息、SOE 事件等综合分析，生成包含设备名称、故障性质、故障相别、故障电流、故障电压、故障测距、开关跳闸/重合闸时间、故障位置、保护动作行为、典型波形的报告。

- 5.5.3 应支持将波形与一次设备关联，对相关变电站、间隔的波形统一自动收集和分析。
- 5.5.4 宜支持对波形特征进行多维度识别，以基于故障波形相似性开展电网故障智能判断。
- 5.5.5 具备电网故障归档功能，支持按一次设备、二次设备、故障位置、故障类型等信息检索。
- 5.5.6 具备根据故障波形进行保护定值和电网参数校核功能。
- 5.5.7 支持过渡电阻计算和故障精准测距功能，支持运维人员对故障位置进行判断。
- 5.5.8 具备自动收集继电保护故障和启动波形的功能，并开展双套保护之间、不同变电站之间暂态波形的比对。
- 5.5.9 具备远程定期启动站内录波功能，并对波形特征进行分析，以发现装置及二次回路可能存在的隐患。

5.6 远方控制

- 5.6.1 远方控制功能不应影响继电保护装置、变电站监控系统及主站系统的安全运行。
- 5.6.2 远方控制应能实现继电保护功能投入退出及状态转换。
- 5.6.3 应具备远方投退软压板、远方切换定值区、远方修改定值、远方复归信号、远方启动录波等功能。
- 5.6.4 应采取可靠的技术措施防范部分定值（如时间定值、跳闸矩阵等）因通信传输及转换等因素导致主站与装置显示不一致。

5.7 配置文件在线管控

- 5.7.1 应支持装置过程层配置文件的导出和下装。
- 5.7.2 配置文件管控主站应能在线获取继电保护过程层配置校验码信息，在线获取厂站端的校核结果和站内 SCD、CCD 等配置文件，当出现配置不一致时应能及时告警。
- 5.7.3 具备配置文件规范性校核、正确性校核、版本校核及可视化展示等功能。

5.8 图档电子化

- 5.8.1 支持对已有工程的二次回路图、保护原理图等进行识别，并进行全回路可视化展示。
- 5.8.2 对于新建工程的二次回路图纸采用数字化设计方法进行移交，支持高级应用功能。
- 5.8.3 图元的设计标准及展示应符合标准规范要求。
- 5.8.4 光纤二次回路的建模规范应遵循 GB/T 37755 的要求。

6 智能检修功能要求

6.1 智能校验

- 6.1.1 智能校验宜采用自动校验的模式，以实现从工单下发、现场执行、报告生成、结果归档等业务流程自动闭环。
- 6.1.2 智能校验应方便的用于不同类型、不同型号继电保护的现场校验，应支持差动测试、定值校核、动作特性扫描、整组时间测试等不同的测试方式，校验内容和方法参照 GB/T 7261、DL/T 995 要求。
- 6.1.3 智能校验模块应能接收主站下发的校验任务，根据校验模板自动生成测试实例，并下发给校验终端执行。测试过程中，应能实时展示测试进度和结果，自动生成测试报告并反馈至主站。
- 6.1.4 校验终端支持模拟量和数字量混合输出，具备蓝牙、无线等通信模块，支持与智能校验模块间的通信接口。
- 6.1.5 校验过程中应具备必要的安全措施提示功能。
- 6.1.6

6.2 智能安措

- 6.2.1 智能安措包括安措生成、安措可视化、安措预警、安措校核等功能。
- 6.2.2 智能安措分为主站端功能和厂站端应用，主站端负责典型安措票的维护管理，厂站端负责安措的实施和执行过程中给运维检修人员提供可视化、预警和校核功能。
- 6.2.3 安措生成功能指利用典型运行检修操作安措知识库，生成保护安全运行必须安措票的功能。
- 6.2.4 安措可视化包括执行进度可视化、投入或退出装置软压板可视化、检修硬压板可视化、智能终端出口硬压板可视化、光纤可视化、停用相关一次设备可视化。
- 6.2.5 在安全措施执行过程中提取安全隔离状态，并同安全措施知识库或规则库进行实时自动比对，

实现操作顺序的在线监视与预警。

6.2.6 在操作完成后实时提取各安全隔离状态，并同安全措施知识库或规则库进行自动比对并提示预警，实现安全措施结果校核。

6.2.7 智能安措应具备各种典型运行检修操作安全措施知识库或规则库，以保证继电保护安全运行最基本的要求即必须要采取的安全隔离手段。

6.2.8 根据各种典型运行检修操作安全措施知识库或规则库，具备每种操作安全措施一键式预演功能，使得操作人员预先掌握安全措施内容及顺序。

6.2.9 支持用户根据管理要求新增安全措施知识库或规则库。

7 系统技术要求

7.1 主站端

7.1.1 主站端数据平台、监视、分析、管理、发布等功能应符合 GB/T 40599-2021 第 8 节的要求。

7.2 厂站端

7.2.1 厂站端信息采集，模型维护功能应符合 GB/T 40599-2021 第 6 节的要求。

7.3 数据交互

7.3.1 主厂站之间信息传输应符合 GB/T 40599-2021 第 7 节的要求。

7.4 移动运维终端

7.4.1 移动终端应具备高级应用相关功能的结果查看、信息采集等功能，并支持语音输入、拍照、扫码等交互功能。

7.4.2 移动运维数据与安全内网系统之间应通过可靠的安全防护模块，确保信息有效、安全传输。

7.4.3 移动终端宜具备配置文件下载/查看、波形分析、设备在线状态查看、设备评价结果查看、校验任务执行、台账信息查看/更新等、图纸查看、知识点检索等功能。