

ICS 29.240

CCS K45

T/CEC

中国电力企业联合会标准

T/CEC ...— 202X

变电站二次设备统一监测与运维技术导则

Technical guidelines for unified monitoring and maintenance of secondary equipment
in substation

（征求意见稿）

202 - - 发布

202 - - 实施

中国电力企业联合会发布

目 次

前 言..... 1

引 言..... 2

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 技术架构..... 3

7 功能要求..... 4

8 与其他系统数据交互..... 9

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。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

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管理中心（北京市白广路二条 1 号，100761）

引 言

随着智能变电站到自主可控新一代变电站技术推广应用，二次系统整体架构越来越优化、功能越来越强大，各种新技术大量应用，但变电站现场运维技术支撑手段少，继电保护、自动化专业已分别在变电站站控层安全 II 区/I 区建设运维系统，两套系统功能需求类似，仍存在设备状态感知能力不足、设备监控覆盖不全、隐患诊断手段匮乏、调试自动化程度低、模型参数管控不严等问题。

为适应国网公司新一代变电站二次系统建设需要，结合原调继（2014）80 号文精神，亟需构建变电站二次设备统一监测与运维技术体系，在主站端及厂站端安全 I 区部署二次系统实时统一在线监测功能与智能运维网关机，强化现场自主运维能力，深化应用智能运维手段，实现机器替代人工诊断、作业、管控的运维检修新模式。

本标准从现场运维检修需求出发，在新一代变电站体系架构基础上，以多元信息融合智能分析为思路，全面系统地明确了二次系统在线监测与智能运维技术总体框架，明确了二次系统全景可视化在线监视、自动巡视与管控、智能诊断、智能预警、工况评估、远程运维与管理等六大总体功能，全面提高整个二次系统全景运行感知能力、设备健康水平的智能辨识能力和二次系统安全运行管控水平，提升设备缺陷处理调试效率和电网事故处置能力，推进运行、检修、管理业务向自动化、规范化、远程化与智能化方向发展，支撑新一代变电站二次系统安全可靠运行。

变电站二次设备统一监测与运维技术导则

1 范围

本文件规定了变电站二次设备统一监测与运维的总体要求、功能要求、信息传输和性能指标等通用技术要求。

本文件适用于变电站二次设备统一监测与运维相关功能的设计、研制及工程应用。

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。

DL/T 634.5104 运动设备及系统 第 5104 部分：传输规约 采用标准传输协议子集的 IEC60870-5-101 网络访问

DL/T 1455 电力系统控制类软件安全性及其测评技术要求

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 2176-2020 变电站自动化设备远程运行维护技术规范

DL/T 2378-2021 变电站继电保护综合记录与智能运维装置通用技术条件

DL/T 2531-2022 继电保护远程智能运行管控技术导则

3 术语和定义

3.1

二次设备运维网关机 secondary equipment operating-maintenance gateway

装设于变电站站控层 I 区的一台二次设备专用数据网关机，采用电力通用服务协议与远方主站通讯，以实现关键数据分析、处理、诊断和应用等二次系统统一在线监测与智能运维功能。

3.2

配置文件 configured file

从智能设备导出的配置描述文件，包含端口配置、回路配置以及其他私有设置数据，用于更换设备时快速恢复到原设置。

3.3

同源数据比对 homology alignment

同一来源、相同意义的模拟量或开关量经过不同采集路径取得的数据称为同源数据。基于同源数据的比对分析即同源数据比对，在一、二次系统平稳运行情况下进行的同源数据比对称为稳态同源比对，在一、二次系统故障或扰动等情况下进行的同源数据比对称为暂态同源比对。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

- CCD: 回路实例配置文件 (Configured Circuit Description)
 CID: IED 实例配置文件 (Configured IED Description)
 CSD: 交换机配置描述文件 (Configured Switch Description)
 SCD: 变电站系统配置描述文件 (Substation Configuration Description)
 RCD: 远动配置描述文件 (Remote Configuration Description)
 SOE: 事件顺序记录 (Sequence Of Event)
 PMU: 同步相量测量装置 (Phasor Measurement Unit)

5 总体要求

5.1 运维网关机变电站二次设备统一监测与运维的范围涵盖继电保护及安全自动装置、测控装置、监控主机、数据通信网关机、故障录波器、保信运维网关机、合并单元、智能终端、交换机、同步相量装置、时间同步装置等全站二次设备。

5.2 变电站二次设备统一监测与运维功能包括但不限于全景感知、自动巡视、在线管控、智能诊断、在线运维、智能预警和工况评估，功能架构示意图如图 1 所示。

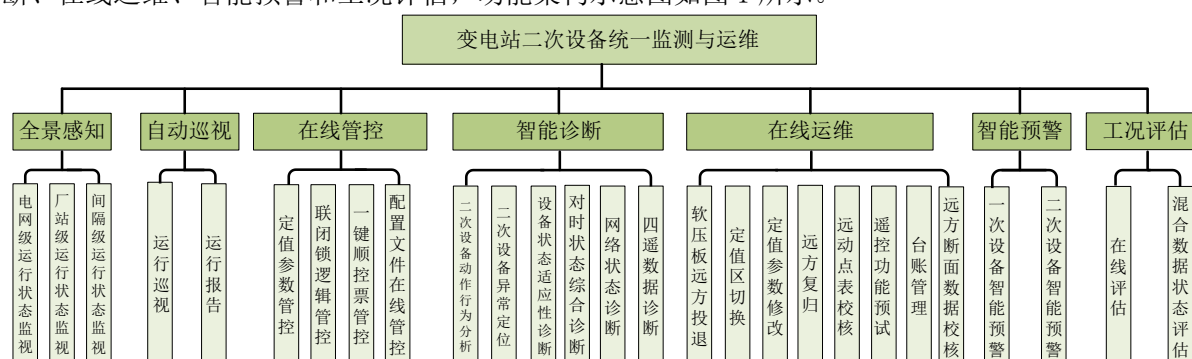


图 1 变电站二次设备统一监测与运维功能架构示意图

- 5.3 变电站二次设备运维网关机应作为二次设备监测与运维的统一入口。
- 5.4 各业务功能应利用统一访问接口实现数据访问。
- 5.5 应采用可扩展的架构设计，满足数据存储和运算需求。
- 5.6 应具备友好的中文人机界面，如菜单栏、工具条、右键操作、快捷键、帮助菜单等元素，应满足稳定性高、操作流畅的要求。
- 5.7 应提供用户权限设置功能，用户的所有操作应受预设权限的控制。
- 5.8 应对用户的编辑操作进行记录，并可按权限提供相应的操作记录查阅功能。
- 5.9 应具备数据备份、导出及恢复的功能。
- 5.10 应满足国家和行业规定的电力网络安全防护要求，采用符合网络安全要求的操作系统，对网络安全不产生影响。
- 5.11 在身份鉴别、访问控制、安全审计、数据完整性、数据保密性、抵赖性、软件容错、资源控制等网络安全及数据安全方面，应满足 DL/T 1455 的要求。

6 技术架构

6.1 二次设备统一监测与运维功能宜部署于调度（调控）中心或集控站的安全 I 区，采用面向服务的体系架构构建一个服务于主站与运维网关机之间的服务管理系统，通过服务的注册、审批、定位和调用等服务应用，实现变电站二次设备的统一监测与运维功能。技术架构如图 2 所示。

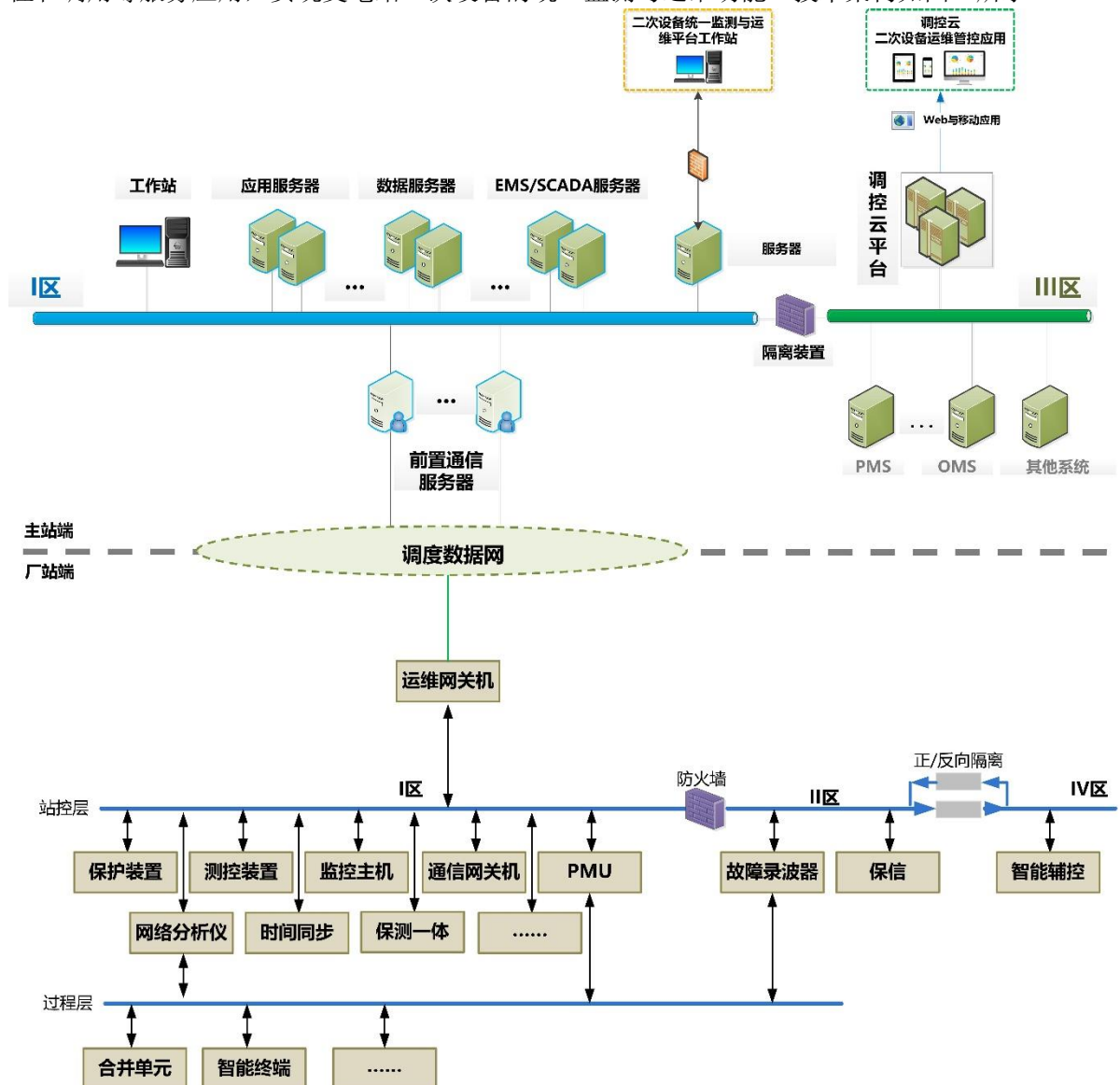


图 2 变电站二次设备统一监测与运维功能技术架构示意图

6.2 二次设备统一监测与运维功能具备全景感知、自动巡视、在线管控、智能诊断、在线运维、智能预警和工况评估等功能，变电站运维网关机与主站进行数据交互，实现二次设备远方在线监测与运维。

6.3 运维网关机部署于变电站站控层网络安全 I 区，实现二次设备信息采集与控制命令的执行。

6.4 信息采集主要包括运行信息、动作信息、告警信息、监测信息、诊断维护信息等；控制命令执行主要包括二次设备压板投退、定值修改、定值区切换、信号复归等。

6.5 主站端二次设备统一监测与运维前置采集服务器与变电站端运维网关机之间信息交互宜遵循 GB/T 33602 标准。

7 功能要求

7.1 二次设备全景感知

7.1.1 一般要求

二次设备全景感知具备设备运行工况监视、物理网络状态监视和设备通信工况监视等功能，覆盖变电站站控层设备、间隔层设备、过程层设备及网络设备。

7.1.2 电网级运行状态监视

7.1.2.1 应基于地理图对各变电站站级通信工况进行监视。

7.1.2.2 应实现变电站站级二次设备运行状态的监视，分为运行、异常、检修、闭锁、跳闸五种，分别为绿色、黄色、蓝色、橙色、红色显示，状态显示的优先级由高到低为跳闸、闭锁、异常、检修、运行。

7.1.3 厂站级运行状态监视

7.1.3.1 应具备基于一次设备接线图的全站所有二次设备运行状态（设备运行/退出、正常/告警状态以及通信正常/中断状态）可视化全景展示，厂站接线图中二次设备装置的运行工况分为运行、异常、检修、闭锁、跳闸五种运行状态，分别以绿色、黄色、蓝色、橙色、红色显示。

7.1.3.2 应具备全站二次设备过程层物理连接网络拓扑图可视化展示，并与相关实时监测信息进行关联，实现全站物理连接在线监视及链路异常告警可视化展示，正常运行光纤及有关端口颜色为绿色、异常告警光纤及有关端口颜色为红色。

7.1.4 间隔级运行状态监视

7.1.4.1 应具备对间隔及单装置光纤连接、虚回路、虚端子图形化监视等功能。

7.1.4.2 应能显示光纤标识信息，如光强、通信状态、所属 IED 端口号、链路状态、APPID 等信息，应与虚回路信息自动对应及虚实回路可视化展示。虚回路的颜色应按功能分类:模拟量回路采用蓝色、跳合闸及与失灵相关回路采用红色、其他回路采用黄色，以方便运维人员查看二次装置与其他 IED 设备之间的连接关系。

7.1.4.3 应实现对二次设备运行状态的可视化全景虚拟在线监视，包括功能压板投退状态、出口压板状态、面板指示灯等展示。

7.2 二次设备自动巡视

7.2.1 二次设备自动巡视应充分利用二次设备实时和历史信息，自动检查二次设备是否存在异常，及时、准确地发现异常情况，实现支撑运维、检修单位减少或者代替人工巡检的目的。

7.2.2 巡视结论应通过严密的、可验证的因果逻辑保证准确、科学、可信。

7.2.3 支持周期性自动或人工手动召唤参数、定值，并与数据库中保存的标准参数、定值进行核对，若二者存在差异则给出告警提示。

7.2.4 宜对变电站内各类二次设备进行定期巡视，巡视时间可设置。宜每天生成一次巡视报告，缺省时间为每天八点，包括：

- a) 保护装置差流实时报告；
- b) 装置压板投退实时报告；
- c) 巡视时刻前24小时内动作报告；

d) 巡视时刻前24小时内告警报告。

7.2.5 支持巡视报告的展示，展示巡视项目的结果和以曲线、棒图等方式展示历史统计结果（统计时间可设置），且支持报告预览打印和导出。

7.3 二次设备在线管控

7.3.1 二次设备在线管控具备定值参数管控、联闭锁逻辑管控、一键顺控票管控、配置文件管控等功能。

7.3.2 具备对二次装置参数定值的自动召唤（召唤周期可设定）和核对功能，当发现当前参数定值与本地已存储的标准信息不对应时，应输出告警文件。

7.3.3 具备上召变电站联闭锁逻辑配置文件的版本与校验码的功能，当发现当前参数定值与本地已存储的标准信息不对应时，应输出告警文件。

7.3.4 具备上召变电站一键顺控操作票的版本与校验码，当发现当前参数定值与本地已存储的标准信息不对应时，应输出告警文件。

7.3.5 配置文件管控包括变电站全站保护装置、测控装置、通信网关机、交换机等二次设备配置文件的在线校核管控。

- a) 运维网关机应能存储全站SCD、CID、CCD、RCD、CSD模型文件版本与校验码标准值。
- b) 全站SCD配置文件管控：手动/周期从综合应用服务器读取变电站SCD文件对比结果、版本与校验码。
- c) CID、CCD配置文件管控：手动/周期获取二次装置的CID、CCD文件版本、校验码，与本地存储的标准信息比对，实现CID、CCD模型变化校验，校验异常时输出模型异常告警及模型异常运维文件。
- d) RCD配置文件管控：手动/周期获取数据通信网关机的RCD文件版本、校验码与本地存储的标准信息比对，实现运行RCD变更校验，校验异常时输出告警文件。
- e) CSD配置文件管控：手动/周期获取交换机的CSD文件版本、校验码与本地存储的标准信息比对，实现运行CSD变更校验，校验异常时输出告警文件。

7.4 二次设备智能诊断

7.4.1 二次设备动作行为分析

7.4.1.1 电网故障分析

电网故障分析应满足如下要求：

- a) 在保护装置支持的情况下，能召唤所有保护出口标识的录波；
- b) 应能对故障录波文件进行波形详细分析；
- c) 应能自动收集厂站内单次故障的相关信息，整合为站级故障报告。内容包括一二次设备名称、故障时间、故障序号、故障位置、故障相别、录波文件名称等；
- d) 应能自动收集单次故障两侧的相关信息，整合为电网级故障报告。内容包括一二次设备名称、故障时间、故障序号、故障位置、故障相别、录波文件名称等。

7.4.1.2 电网故障反演

电网故障反演应满足如下要求：

- a) 宜支持一键式自动选定故障区域（可人工干预），收集故障区域内录波等信息，实现从故障初到故障彻底切除过程中所有相关二次装置的动作过程、异常告警的全时序和全过程可视化演示，动作过程包含装置启动、动作元件、开关量变位等情况；
- b) 宜基于录波文件中电流电压、开关量时序变位等信息对单装置的动作过程以图形化方式自动回放；
- c) 宜支持调用设备制造厂家提供的专用中间节点信息解析软件，实现对装置动作过程的展示与回放。

7.4.1.3 动作行为智能诊断

宜基于大数据分析技术、专家库或录波推演等手段实现二次设备动作行为的智能诊断。

7.4.2 异常定位

异常定位应具备如下功能：

- a) 能够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；
- b) 应能够根据保护装置、测控装置、交换机等设备的光纤接口监测信息，以及链路异常告警信息进行网络异常故障定位；
- c) 应能根据保护装置、测控装置、智能终端的跳/合闸报文及接点返校报文信息，实现二次跳/合闸回路诊断功能；
- d) 应能根据网络分析仪报文，实现远方遥控失败数据流可视化诊断；
- e) 异常、故障定位不确定时，应列出各可能异常的所有装置、回路信息，可支持自定义优先级。

7.4.3 一、二次设备状态适应性诊断

宜建立对应关系知识库或规则库，并通过站控层网络或过程层网络获取一次设备运行状态以及对应二次设备功能软压板、SV/GOOSE 软压板、检修压板等实时状态，自动比对一、二次设备状态对应关系，如不满足设定的逻辑规则时则给出告警提示，告警文件满足 DL/T 2378 要求。

7.4.4 对时诊断

宜结合授时装置、测控装置、保护装置上送的对时状态，实现全站二次设备对时状态综合诊断，如不满足设定的技术要求时则给出告警提示。

7.4.5 网络诊断

具备网络全路径可视化展示功能，应综合运行监视信息实现变电站二次设备网络状态异常诊断、故障定位及故障原因分析。

7.4.6 四遥数据诊断

四遥数据比对要求如下：

- a) 应实现数据通信网关机实时数据与调控主站实时数据在线比对，根据比对偏差给出告警；
- b) 应实现双套数据通信网关机实时数据在线比对，对于不一致的情况应给出告警；
- c) 宜实现数据通信网关机数据异常原因分析。

7.5 二次设备在线运维

7.5.1 应支持对二次装置的远方操作，符合下列要求：

- a) 具备远方投退二次装置软压板的功能，操作应按照限定的“选择-返校-执行”步骤或者“选择-返校-取消”步骤进行；
- b) 具备远方切换装置定值区功能；
- c) 具备远方修改装置定值功能；
- d) 具备远方复归功能；
- e) 具备远方操作监护功能，实现双人双机监护，紧急情况下支持具备权限的人员解锁后实现单人操作功能；
- f) 具备远方操作记录保存、分类查询及审计功能，操作记录包括操作员/监护员姓名、操作对象、操作内容、操作时间、操作结果等。

7.5.2 应支持对数据通信网关机内信息点表的召唤、配置、校核和下装功能，下装生效后应返回成功表示。

7.5.3 应支持对数据通信网关机 RCD 文件遥控点单个及批量预试功能，运维网关机上送遥控功能预试告警、运维报告及报告展示。

7.5.4 应支持数据通信网关机的双机、单机及多调度配置文件的手动核对、自动周期核对，运维网关机周期上送数据通信网关机信息核对告警、运维报告及报告展示。

7.5.5 应支持二次设备台账管理的源端维护。

7.5.6 远方断面数据校核，应满足如下要求：

- a) 支持二次设备运维网关机人工或定期（周期可设定）召唤变电站数据通信网关机断面数据文件，通过解析断面数据文件与主站端实时四遥数据、EMS 系统的同时段断面数据的进行偏差校验；
- b) 可展示可查看不一致的异常项数据或者全部项数据，不一致的异常数据应采用颜色区分。

7.6 智能预警

7.6.1 一般要求

智能预警应通过二次装置和一次设备在线/离线运行数据比对分析，应实现二次设备多元数据预警，宜实现基于一二次设备数据的一次设备预警与二次设备预警，并能提供缺陷处置辅助决策。

7.6.2 二次设备多元数据预警

二次设备多元数据预警应具备如下功能：

- a) 应具备装置温度、装置电源电压、过程层端口发送/接收光强和光纤纵联通道光强监测信息的统计和历史数据查询功能，可根据同期数据比对、变化趋势、突变监测等手段进行故障预警，预警值可设定；
- b) 应具备不同装置的温度、过程层链路本/对侧端口发送/接收光强监测信息的差异比对功能，可根据同期数据比对、变化趋势、突变监测等手段进行故障预警，预警值可设定；
- c) 应具备装置差流的越限告警和历史数据查询功能，并以图形形式展示，预警值可设定；
- d) 可根据现场一次设备同源数据比对，实现采样数据正确性辨识及隐性故障智能预警功能；
- e) 可通过保护装置、测控装置的采样值（宜根据电流大小分段设置门槛值进行预警）、差流值比对实现采样数据正确性的判断；

- f) 可通过双AD的采样数据比对实现采样回路数据正确性的判断；
- g) 可通过保护装置与测控装置开入量比对，实现开入数据正确性的判断；
- h) 可通过全站潮流反校验各间隔电量，对电量异常间隔进行预警。

7.6.3 基于一二次设备数据的一次设备预警

包括但不限于一下一次设备的预警：

a) 互感器：

- 1) 对电流互感器末屏电流进行跟踪，结合实时电流信息结合，对异常相流变进行预警；
- 2) 比对电流互感器的三相电流幅值、相角、谐波含量，对异常相流变进行预警；
- 3) 比对同一电流互感器中不同绕组之间的电流幅值/相角，对采样异常进行预警；
- 4) 比对电压互感器的三相电压幅值、相角，对异常相压变进行预警；
- 5) 比对单间隔的相电压与其他间隔同相电压，对采样异常等进行预警；
- 6) 跟踪开口三角电压，对开口三角电压回路异常进行预警。

b) 避雷器：

具备避雷器泄漏电流实时跟踪、避雷器动作次数统计功能，对避雷器异常进行预警。

c) 断路器：

- 1) 具有断路器动作行为分析功能，通过保护跳闸时间与一次开关开断时间的时间差判别开关动作的特性，当时间差大于开关开断时间阈值（默认 60ms，可设置），判为开关慢分、慢合动作；
- 2) 具有断路器开断电流预警功能，宜通过故障录波提取故障电流，当故障电流大于断路器开断电流时进行预警；
- 3) 具有断路器分合闸次数统计功能，宜通过 SOE 信息统计开关分合闸次数，接近设计寿命时进行预警。

d) 变压器：

- 1) 具有有载开关调档次数统计功能，接近设计寿命时进行预警；
- 2) 具备区外故障对主变的冲击次数统计功能；
- 3) 具备对主变承受的故障能量分析功能，通过故障录波计算故障能量，并与设置的阈值进行比对；
- 4) 具备接入辅控系统中主变运行信息，对主变本体绝缘、箱体异物、套管等预警。

7.6.4 基于一二次设备数据的二次设备预警

- a) 电网发生故障后，能够对全站二次设备的采样、差流等分析，异常时应输出告警文件。
- b) 根据主站端实时潮流和拓扑关系，对变电站的遥信、遥测进行反校，异常时应输出告警文件。

7.6.5 辅助决策

宜能提供缺陷处置辅助决策。

7.7 二次设备工况评估

7.7.1 在线评估

运行工况在线评估方法要求如下：

- a) 支持周期性检查，定时对二次设备采样值、开入量等进行检验，给出运行实时数据指标值；

- b) 支持周期性检查，定时对二次设备历史运行情况进行综合分析，给出历史数据指标值；
- c) 实时接收二次设备自检告警数据，根据自检告警的类型进行功能影响分析，给出实时告警指标值；
- d) 支持综合以上各指标值，进行二次设备运行工况评估并得出结果。

7.7.2 混合数据状态评估

混合数据状态评估应具备以下功能：

- a) 支持综合二次设备在线运行信息、历史运行信息、动作信息、缺陷信息、检修信息、验收信息等全业务运行信息，建立设备混合数据评价指标体系，采用设备健康状态评估方法，实现对设备健康状态评估。
- b) 评价结果包括正常、注意、异常、严重四种状态，并支持查看每台设备状态详细评价依据信息。
- c) 宜对单装置评价结果进行整合，形成变电站站级评价报告，并支持查询、打印。
- d) 宜根据评估结果支持二次设备状态检修辅助决策相关应用。

8 与其他系统数据交互

主站端与其他系统交互要求如下：

- a) 支持从继电保护整定计算系统或调控云系统获取并导入保护装置的定值单、线路参数等信息；
 - b) 支持从调度自动化系统EMS获取电力系统一次模型、主接线SVG图形、线路参数，支持从EMS获取一次开关/刀闸的断面数据、SOE及遥信变位信息。支持从EMS获取一次设备检修信息；
 - c) 支持向其他系统提供电网故障数据，包括电网故障报告及故障相关录波数据，电网故障报告宜以xml文件方式提供，故障录波数据宜直接提供comtrade文件。
-