T/EJCCCSE

ICS 29.240.30

CCS F 24

团 体 标 准

发 布

中国商业股份制企业经济联合会

20XX-XX-XX实施

20XX-XX-XX发布

油浸式变压器状态监测

 Condition monitoring of oil-Immersed transformers

（征求意见稿）

T/EJCCCSE XXXX-XXXX

目 次

前言 II

1 范围 3

2 规范性引用文件 3

3 术语和定义 4

4 功能组成及基本要求 5

5 配置要求 6

6 试验方法 9

7 检验规则 11

8 标志、包装、运输和贮存 12

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。

本文件由广东科源电气股份有限公司提出。

本文件由中国商业股份制企业经济联合会归口。

本文件起草单位：广东科源电气股份有限公司。

本文件主要起草人：×××

油浸式变压器状态监测

1. 范围

本文件规定了油浸式变压器状态监测的术语和定义、功能组成及基本要求、配置要求、试验方法、检验规则、包装、运输和贮存。

本文件适用于 66 ㎸ ～ 750 ㎸ 油浸式变压器状态监测智能化装置的设计、生产、检验和使用。

1. 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 1094.1 电力变压器 第1部分：总则

GB/T 1094.2 电力变压器 第2部分：液浸式变压器的温升

GB/T 1094.3 电力变压器 第3部分：绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙

GB/T 1094.4 电力变压器 第4部分：电力变压器和电抗器的雷电冲击和操作冲击试验导则

GB/T 1094.7 电力变压器 第7部分：油浸式电力变压器负载导则

GB/T 1094.10 电力变压器 第10部分：声级测定

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温

GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db：交变湿热（12 h ＋ 12 h 循环）

GB/T 2900.95 电工术语 变压器、调压器和电抗器

GB/T 4109 交流电压高于 1 000 V 的绝缘套管

GB/T 6451 油浸式电力变压器技术参数和要求

GB/T 7252 变压器油中溶解气体分析和判断导则

GB/T 7354 局部放电测量

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验

GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度

GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

GB/T 17626.9 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验

GB/T 17626.10 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡磁场抗扰度试验

GB/T 30155 智能变电站技术导则

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 191 包装储运图示标志

DL/T 860 变电站通信网络和系统

DL/T 1411 智能高压设备技术导则

JB/T 10088 6㎸ ～ 1 000 ㎸ 级电力变压器声级

1. 术语和定义

GB/T 1098.1和GB/T 2900.15界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

 油浸式变压器状态监测 Condition monitoring of oil-immersed transformers

由内置或外置于变压器本体的传感器和智能化组件组成，实现对变压器的状态监测和控制等功能的状态监测装置。

 传感器 Sensor

一种将特定状态信息转化为可采集电信息的器件或装置。

 智能组件 Intelligent component

由多个智能电子装置集合而成,具有变压器的状态信号采集、状态监测、运行控制、故障识别、非电量保护等全部或部分功能的组件。

 智能电子装置 Intelligent electronic device IED

一种带有处理器并具有采集或处理数据、接收或发送数据、接收或发送控制指令和执行控制指令全部或部分功能的装置。

 监测 IED Monitoring IED

智能组件的组成部分之一,通过采集变压器状态信息,以实现对其运行状态、控制状态、负载能力状态的评估。

 控制IED Controlling IED

智能组件的组成部分之一,用于变压器或其组(部)件的网络化和智能化控制,通常兼有对受控组(部)件的监测功能。

 主IED Main IED

智能组件的组成部分之一,用于集合智能组件内各IED信息,对变压器的运行可靠性、控制可靠性及负载能力等做出评估,以支持电网运行控制和状态检修。

 非电量保护IED Non electric protection IED

智能组件的组成部分之一,用于变压器的非电量保护。

 合并单元 Merging unit

对一次互感器传输过来的电气量进行合并和同步处理,并将处理后的数字信号按照特定格式转发给间隔层设备使用的装置。简称MU。

 控制可靠性 Control reliability

在允许的工作条件下,响应控制指令并实现全部操作目标的几率。

 负载能力 Loading capability

在给定持续运行时长下,变压器可承受的最大负载,或在给定负载下,变压器可持续运行的最大时长。一般由变压器的热点温度限值确定。

 监测数据 Monitoring data

由监测IED或兼有监测功能的其他IED采集、反映变压器运行状态的数据或数据集合。

 格式化信息 Formatted data

监测IED及承担监测功能的控制IED将监测数据文件按生产管理信息系统的数据完整性要求生成的监测数据集。

 电流指纹 Fingerprint current

电流信号的特征信息,如幅值、时间、波形等。通常通过与相同或相近工作条件的初始电流信号进行比对,发现设备缺陷。

 服务器 Server

通信网中的一个功能节点,向其他功能节点提供数据,或允许其他功能节点访问其资源。也可以是软件算法或硬件结构中逻辑上的一个子部分,其运行独立控制。

 报警 Alarm

参量值达到危及设备安全的状态，应立即或尽快处置。

1. 功能组成及基本要求
	1. 基本功能

智能化基本功能(参见GB/T 30155的相关规定)包括以下内容：

1. 通过传感器及智能组件，实现对变压器的状态监测；
2. 通过对监测数据的评估，形成结果信息，基于站内通信网络报送至监控主机及调度(调控)中心，支撑电网的安全运行；
3. 通过对监测信息的处理，形成格式化信息，基于站内通信网络报送到综合应用服务器及生产管理信息系统，支撑状态检修；
4. 实现受控组(部)件的智能化控制。
	1. 主要特征
		1. 测量一体化

变压器的基本状态信息，如开关位置及各种预警或报警信息等，实现就地数字化测量。

* + 1. 控制网络化

变压器或其组(部)件实现基于远方通信网络的控制，包括接收控制指令、响应控制指令和反馈控制状态等。

* + 1. 功能一体化

功能一体化包括以下三个方面：

1. 传感器安装应纳入变压器本体或其组(部)件的设计；
2. 智能组件及其各IED信息流应统一设计；
3. 一体化设计应满足传感器安装要求，同时确保变压器的安全运行要求。
	* 1. 信息互动化

智能组件内各IED之间、智能组件与其他设备之间应能按需进行信息交互，以支持实现4.1规定的智能化功能。

按照GB/T 30155的规定，结果信息和格式化信息由主IED向站控层设备报送。如有支持实时控制的信息，则宜接入安全I区，否则接入安全Ⅱ区。

未设主IED的监测IED，其格式化信息可直接报送到综合应用服务器。

* + 1. 状态信息共享

设备状态以结果信息的形式向调度(调控)及检修中心展示。

* 1. 变压器本体

变压器本体应满足下列要求：

1. 满足变压器已有技术规范；
2. 满足 4.2.3的要求，同时变压器本体的绝缘水平、密封性能、机械强度应不受影响，运行可靠性、控制可靠性和经济寿命不应降低。
	1. 传感器及安装

应符合4.2.3的要求,并满足下列要求：

1. 传感器应满足相关标准及要求；
2. 安装和失效后应对变压器运行无不利影响；
3. 应与变压器本体相兼容；
4. 应能够耐受安装位置处的电磁、温度、湿度及振动等环境；
5. 宜安装在地电位部位；
6. 有接地电流取样需求时，宜采用穿心式电流传感器，同时应确保接地引线具有连续、一致的通流能力；
7. 从控制回路、驱动回路进行电流取样时，应采用穿心式电流传感器。
	1. 智能组件

智能组件应遵循以下原则：

1. 各IED应功能清晰，以利于互换性和互操作性的要求；
2. 监测IED可按监测项目独立配置，也可集成配置；
3. 各IED通信应遵循DL/T 860(所有部分)的规定；
4. 各IED应支持实现4.2所述的技术特征，实现4.1所述功能；
5. 各IED可安装于专用的智能组件柜内，也可根据工程设计，与站内其它二次设备统一布置。如有智能组件柜，则其电源及内部环境等应符合各IED的运行要求。
6. 配置要求
	1. 智能组件配置原则

三相智能变压器宜配置一套智能组件。由单相智能变压器组成的三相组，宜配置一套智能组件。智能组件宜置入柜内，或与其他二次设备共享柜(仓、室)空间。

* 1. 智能组件IED的配置

变压器用智能组件IED的配置见表1，其中控制IED可配置独立装置，也可由主IED实现其基本功能。

* 1. 智能监测项目及IED配置

| 功能分类 | IED名称 | 应用采纳建议 | 技术要求 |
| --- | --- | --- | --- |
| 基本状态量采集及非电量保护 | 合并单元 | 应采用 | 5.3 |
| 非电量保护IED | 应采用 | 5.4 |
| 控制 | 冷却装置控制IED | 应采用（自然冷却除外） | 5.5 |
| 有载分接开关控制IED | 应采用（无励磁调压除外） | 5.6 |
| 监测 | 油中溶解气体监测IED | 220 ㎸ / 180 MVA 及以上宜采用 | 5.7.2 |
| 铁心及夹件接地电流监测IED | 5.7.3 |
| 局部放电监测IED | 根据用户要求采用（绕组热点温度监测IED仅适合新制造的变压器） | 5.7.4 |
| 绕组热点温度监测IED | 5.7.5 |
| 电容式套管监测IED | 5.7.6 |
| 汇集监测信息并分析 | 主IED | 应采用 | 5.8 |

* 1. 合并单元

合并单元用于采集变压器本体套管式电流互感器输出的模拟信号,并与时间进行组合,其配置原则如下：

1. 系统标称电压为 220 ㎸ ～ 750 ㎸ 变压器的合并单元,宜按2套配备1组互感器的配置；
2. 系统标称电压为 66 ㎸ ～ 110 ㎸ 变压器的合并单元,宜按1套配备1组互感器的配置；
3. 对于保护双重化配置的主变压器，合并单元应按2套配备1组互感器的配置。
	1. 非电量保护IED

非电量保护IED和本体智能终端可由一台装置实现,具备直流量采集、闭锁调压、启动风冷、启动充氮灭火等功能的接口。宜使用非电量保护IED集成本体智能终端功能。非电量保护IED应符合下列规定：

1. 本体气体继电器油流速保护接点信号、有载分接开关油流速保护接点信号等用于非电量保护跳闸,其他接点信号按相关标准或规范执行；
2. 单相变压器的A、B、C三相非电量保护信号分相输人,用于保护跳闸的非电量保护三相共用一个功能压板；
3. 接入站内通信网络,向测控装置或监控系统报送非电量预警或报警信息，向测控装置或监控系统、动态记录装置报送保护动作信息。
	1. 冷却装置控制IED

冷却装置控制IED应能接收或采集与控制有关的信息,一般由顶层油温与负载电流控制冷却装置运行,当有光纤测温功能时,应基于优先满足绕组温度控制要求并兼顾节能运行的原则,设定控制策略,控制冷却装置的运行,接收冷却装置的控制反馈信息,通过站内通信网络报送冷却装置全停等报警信息。

冷却装置控制IED可兼有监测冷却装置运行状态的功能,监测参量应根据用户要求进行确定。根据监测数据应形成冷却装置“运行可靠性”的结果信息。

冷却装置控制IED一般为自主控制。

* 1. 有载分接开关控制IED

有载分接开关控制IED(简称OLTC IED)应具有通过站内通信网络接收、响应控制指令的能力,并对控制状态进行反馈。其中,“恒定电压”为一种控制方式,由OLTCIED自主控制,使电压恒定在一定范围。有主、从控制(同步控制)需求时OLTC IED应支持主、从控制。

为保证有载分接开关安全运行,OLTCIED宜支持智能闭锁功能,并将闭锁信息报送至测控装置。其中,高油黏稠度闭锁依据OLTC油箱油温等确定。

OLTC IED应具有报警功能,报警信息通过站内通信网络报送至测控装置。应用主从控制时,应包括并列运行异常报警,包括多主机、无主机、从机多重控制、档位信息不一致、主机与从机通信中断等。

OLTC IED可兼有监测有载分接开关状态的功能,同时也宜具有自主分析功能,基于采集、接收的各类信息,对有载分接开关的运行可靠性和控制可靠性做出评估,形成“运行可靠性、控制可靠性”的结果信息。

* 1. 监测IED
		1. 一般要求

监测IED应根据工程实际需求选用。监测IED的格式化信息和结果信息应通过站内通信网络报送到主IED。报送周期可为2 h 。若自上一次报送以来监测量的变化超过5%,则追加报送1次。各监测IED应配置足够的存储空间,选择适宜的数据存储策略,以满足趋势分析和深度分析的需要。

* + 1. 油中溶解气体监测IED

油中溶解气体监测IED用于监测变压器油中溶解气体。可监测全部关注气体，包括 H2 、CH4 、C2H2等关键气体。基于监测数据应形成“运行可靠性、控制可靠性”的结果信息。

* + 1. 铁心及夹件接地电流监测IED

铁心及夹件接地电流监测IED用于监测变压器铁心和夹件接地电流,及时发现变压器铁心和夹件多点接地故障。测量范围为1 ㎃ ～ 10 A ,测量不确定度为 1 ㎃ 或 3％ (应取较大者)。根据监测数据,应形成“测量电流值”的格式化信息和“运行可靠性”的结果信息。

* + 1. 局部放电监测IED

局部放电监测IED用于监测变压器内部放电信号。可监测达到一定强度的局部放电信号,并跟踪其发展态势。监测值可用 pC 或 ㏈ 表示,此外,宜通过站内通信网络接收相关合并单元采样值,作为分析参考。应以连续50个工频周期的监测数据为依据,形成“放电强度、放电频率(超过注意值强度的次数)”格式化信息和“运行可靠性”结果信息。

* + 1. 绕组热点温度监测IED

正常采用光纤测温传感器直接测量绕组热点温度。测温点数由用户和制造方协商确定,通常为 4 ～20个。测点位置应根据内部温度场计算或实测结果决定,见GB/T 1094.2。温度测量范围应能覆盖 － 40 ℃ ～ 200 ℃ ,测量不确定度不大于 2 ℃ 。此外,应通过站内通信网络接收相关合并单元的采样值,作为分析参考数据。根据监测数据,应形成“测点1温度、测点2温度、……测点n温度、环境温度、负载率(当前负载/额定负载)”的格式化信息和“热点温度、可持续运行时间(可参照GB/T 1094.7)”结果信息。

* + 1. 电容式套管监测IED

用于监测电容式套管的电容量。一般仅监测 220 ㎸ 及以上电容式套管,测量不确定度应不大于1％ 。也可同时监测介质损耗因数,测量不确定度应不大于千分之一。根据监测数据,应形成“电容量变化率、介质损耗因数、环境温度”的格式化信息和“运行可靠性”的结果信息。

* 1. 主IED

主IED通过站内通信网络接收全部监测IED的结果信息和格式化信息、相关合并单元采样值,以及控制IED的监测信息,经过综合分析,形成“运行可靠性(整体)、控制可靠性(有载分接开关)、当前负载水平可持续时间”的结果信息,并将该结果信息及格式化信息按4.1中b)项、c)项的要求发送至相关设备,同时也可兼有采集铁心接地电流、油位、油压等基本状态量的连续监测信息的辅助功能。

1. 试验方法
	1. 一般试验

各IED应按DL/T 860进行一致性、互操作性检测。

智能监测组件应进行环境和抗扰度等试验。应逐项检测所有IED的功能和性能,结果应符合以下要求：

1. 各IED应能承受GB/T 17626.2第5章规定的严酷等级为4级的静电放电抗干扰试验；
2. 各IED应能承受GB/T 17626.3第5章规定的严酷等级为3级的射频电磁场辐射抗干扰度试验；
3. 各IED应能承受GB/T 17626.4第5章规定的严酷等级为4级的电快速瞬变脉冲群抗扰度试验；
4. 各 IED应能承受GB/T 17626.5第5章规定的严酷等级为4级的浪涌(冲击)抗扰度试验；
5. 各IED应能承受GB/T 17626.6第5章规定的严酷等级为3级的射频场感应的传导骚扰度试验；
6. 各IED应能承受GB/T 17626.8第5章规定的严酷等级为5级的工频磁场抗扰度试验；
7. 各IED应能承受GB/T 17626.9第5章规定的严酷等级为5级的脉冲磁场抗扰度试验；
8. 各IED应能承受GB/T 17626.10第5章规定的严酷等级为5级的阻尼振荡磁场抗扰度试验。

检查各IED允许的运行环境,应与实际放置智能组件的仓、室内部的环境控制目标相一致。

室温环境下的功能和性能检测。

连续通电试验。

1. 智能组件试验方法按相关标准执行。
	1. 变压器本体和智能组件的联合调试
		1. 一般要求

电力变压器本体的型式试验及相关特殊试验应在传感器和智能组件安装后进行,同时应开展智能化功能的联合调试。调试过程中所有的传感器和智能组件应处于与实际工作一致的状态,智能控制柜与电力变压器本体的距离不应远于现场实际布置情况,包含在基准发射面内,应采用单独的电源和接地,试验期间智能组件应处于正常运行状态,试验应符合相关标准规定。

* + 1. 短路阻抗和负载损耗测量

应按GB/T 1094.1和GB/T 6451规定执行。试验过程中所有传感器与智能组件应工作正常,无损坏,IED测量的电压和电流方均根值与试验室经过校准的测试设备所测量的方均根值之差不应大于IED最大量程或试验室测试设备测量结果的 ± 2％ 。

* + 1. 有载分接开关试验

应按GB/T 1094.1规定执行。试验过程中，有载分接开关控制IED显示的档位值应与实际有载分接开关档位值相同，通过有载分接开关控制IED可连续无误地实现有载分接开关档位的升档、降档操作。

* + 1. 空载试验

应按GB/T 1094.1和GB/T 6451规定执行。所有智能组件均应处于正常运行状态,不应有任何损坏,铁心接地电流监测IED测量到的铁心接地电流应不大于 100 ㎃ ,油中溶解气体监测IED的测量结果与试验室离线油中溶解气体分析结果(DGA)的趋势应相同。

* + 1. 声级测定

应按GB/T 1094.10和JB/T 10088规定执行。

* + 1. 感应电压试验

应按GB/T 1094.3和GB/T 7354规定执行。

* + 1. 绝缘油中溶解气体分析

应按GB/T 7252规定执行。油中溶解气体监测IED的测量结果与试验室(DGA)的趋势应相同。

* + 1. 操作冲击试验

应按GB/T 1094.3和GB/T 1094.4规定执行。试验过程中所有传感器与智能组件应无损坏、死机和重启现象。

* + 1. 雷电冲击试验

应按GB/T 1094.3和GB/T 1094.4规定执行。试验过程中所有传感器与智能组件应无损坏、死机和重启现象。

* + 1. 温升试验

应按GB/T 1094.2规定执行。

* + 1. 压力密封试验

应按GB/T 1094.1规定执行。在整体联调试验中传感器安装造成的开孔,例如传感器、取油管、光纤贯通板、局放的安装法兰等,不能漏油、变形,变压器本体原有密封部位不应渗漏。

* + 1. 套管电容和介质损耗因数（tanδ）测量

应按GB/T 4109规定执行。在同一温度、频率和电压下,电容式套管监测IED测量的套管电容值和介质损耗因数与试验室经过校准的测试设备的测量结果应无明显差异,介质损耗因数的绝对误差不应超过千分之一，电容量相对误差不应超过 ± 2％ 。

* + 1. 通讯功能试验

应按DL/T 1411规定执行。在联调试验期间,各控制IED应能接收站控层模拟系统发送的所有控制指令,并成功控制受控组(部)件的操动或运行,正确反馈控制状态。通过手动方式,测试非电量保护IED,要求动作输出信号正常,信息流正常。在联调试验期间,各监测IED及承担监测功能的各控制IED应至少采集一组完整的数据,并完成一次完整的信息交互流程,要求信息交互功能正常、监测参量的技术指标符合DL/T 1411的要求。

* 1. 外壳防护试验

应按GB/T 4208规定执行，不同环境所使用的装置，应符合相关外壳防护等级要求。

1. 检验规则
	1. 检验项目

检验分为出厂检验、型式检验和例行检验。油浸式变压器状态监测装置检验项目按表2进行。

* 1. 油浸式变压器状态监测装置检验项目

| 序号 | 检验项目 | 出厂检验 | 型式检验 | 例行检验 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 一般性检验 | - | √ | √ |
| 2 | 短路阻抗和负载损耗测量检验 | √ | √ | - |
| 3 | 有载分接开关检验 | √ | √ | - |
| 4 | 空载检验 | √ | √ | - |
| 5 | 声级检验 | √ | √ | - |
| 6 | 感应电压检验 | √ | √ | - |
| 7 | 绝缘油中溶解气体分析检验 | √ | √ | - |
| 8 | 操作冲击检验 | √ | √ | - |
| 9 | 雷电冲击检验 | √ | √ | - |
| 10 | 温升检验 | √ | √ | - |
| 11 | 压力密封检验 | √ | √ | - |
| 12 | 套管电容和介质损耗因数（tanδ）测量 | √ | √ | - |
| 13 | 通讯功能检验 | √ | √ | - |
| 14 | 外壳防护检验 | √ | √ | - |
| 15 | 环境和抗扰度检验 | - | √ | √ |
| 1. “√”表示必须检验的项目，“-”表示无需检验的项目。
 |

* 1. 出厂检验

每台装置出厂前，必须由制造厂的检验部门进行出厂检验，检验项目按表2中规定的检验项目进行。全部检验合格后，应附有合格证方可允许出厂。

* 1. 例行检验

例行检验项目按表2进行。

* 1. 型式检验

当出现下列条件之一时，应进行型式检验：

1. 在新产品投入生产前；
2. 产品转移生产场地时；
3. 正常生产时，例如设计、材料、工艺、结构有较大的改变可影响产品合格性时；
4. 正常批量生产时（每年一次）；
5. 产品停产后恢复生产时；
6. 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

型式检验的项目按表2的检验项目。检验结果全部符合本文件的要求后，则判定合格。

1. 标志、包装、运输和贮存
	1. 标志
		1. 铭牌

每台装置应有明晰的铭牌，铭牌应包括以下内容：

1. 产品型号及名称；
2. 制造商名称；
3. 额定参数；
4. 出厂日期及编号。
	* 1. 产品标签

包装箱应符合GB/T 191的要求，外部应贴有产品标签，标签内容包括：

1. 产品名称及型号；
2. 设备数量；
3. 包装箱外形及毛重；
4. 生产厂名称；
5. 包装日期。
	1. 包装
		1. 包装检查

产品包装前检查应符合以下要求：

1. 产品合格证；
2. 产品使用说明书；
3. 附件等齐全。
	* 1. 包装

产品应包括内包装和外包装，应有防尘、防雨、防水等措施。

* 1. 运输

在运输过程中，应避免出现颠簸、撞击等情况，避免和易燃、易爆和含有腐蚀性的物体一起运输。

* 1. 贮存

应在有防雨、防雪、防潮等措施的仓库内贮存，仓库内无腐蚀性、爆炸性等气体。

**━━━━━━━━━━━**