

ICS 29.040.10

E 38

备案号: 53918-2016

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1498.2 — 2016

变电设备在线监测装置技术规范 第2部分：变压器油中溶解气体 在线监测装置

Technical specification for on-line monitoring device of transformation equipment
-Part 2: on-line monitoring device of gases dissolved in transformer oil

杭州高电
专业高试铸典范

Professional high voltage test

高压测量仪器智造 | 电力试验工程服务

2016-01-07 发布

2016-06-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 变压器油中溶解气体在线监测装置组成	2
4.1 油样采集与油气分离部分	2
4.2 气体检测部分	2
4.3 数据采集与控制部分	2
4.4 通信部分	2
4.5 辅助部分	2
5 变压器油中溶解气体在线监测装置分类	2
5.1 多组分在线监测装置	2
5.2 少组分在线监测装置	2
6 技术要求	2
6.1 通用技术要求	2
6.2 接入安全性要求	3
6.3 油样采集部分要求	3
6.4 取样管路要求	3
6.5 功能要求	3
6.6 性能要求	3
7 试验项目及要求	5
7.1 试验环境	5
7.2 功能及性能试验	5
8 检验规则	6
8.1 检验类别	6
8.2 型式试验	7
8.3 出厂试验	7
8.4 交接试验	7
8.5 现场试验	7
9 标志、包装、运输和贮存	8
9.1 标志	8
9.2 包装	8
9.3 运输	8
9.4 贮存	8

前 言

DL/T 1498《变电设备在线监测装置技术规范》分为5个部分：

- 第1部分：通则；
- 第2部分：变压器油中溶解气体在线监测装置；
- 第3部分：电容型设备及金属氧化物避雷器绝缘在线监测装置；
- 第4部分：气体绝缘金属封闭开关设备特高频局部放电在线监测装置；
- 第5部分：变压器铁心接地电流在线监测装置。

本部分为第2部分。

本部分由中国电力企业联合会提出。

本部分由全国电力设备状态维修与在线监测标准化技术委员会归口。

本部分主要起草单位：中国电力科学研究院。

本部分主要参加单位：国网安徽省电力公司、国网河北省电力公司、广东电网有限责任公司电力科学研究院、宁波理工监测科技股份有限公司、河南中分仪器股份有限公司、思源电气股份有限公司。

本部分主要起草人：袁帅、阎春雨、高克利、毕建刚、是艳杰、刘明、王峰、彭江、吴立远、杨圆、弓艳朋、杨宁、常文治、焦飞、祁炯、张利燕、付强、赵勇、张洪波、李刚、孟楠、邓彦国、张维。

本部分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（北京市白广路二条一号，100761）。

变电设备在线监测装置技术规范

第2部分：变压器油中溶解气体 在线监测装置

1 范围

本部分规定了变压器油中溶解气体在线监测装置的术语和定义、组成、分类、技术要求、试验项目及要求、检验规则以及标志、包装、运输和贮存。

本部分适用于变压器油中溶解气体在线监测装置的设计、生产、选型、运行、维护等。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 191 包装储运图示标志

GB/T 17623 绝缘油中溶解气体组分含量的气相色谱测定法

DL/T 722—2014 变压器油中溶解气体分析和判断导则

DL/T 1498.1—2016 变电设备在线监测装置技术规范 第1部分：通则

DL/T 1432.2 变电设备在线监测装置检验规范 第2部分：变压器油中溶解气体在线监测装置

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

变压器油中溶解气体在线监测装置 **on-line monitoring device of gases dissolved in transformer oil**

安装在充油电气设备本体上或附近，可对变压器油中溶解气体组分含量进行连续或周期性自动监测的装置。一般由油样采集与油气分离、气体检测、数据采集与控制、通信与辅助等部分组成。

3.2

变压器油中溶解气体 **gases dissolved in transformer oil**

由各种原因形成的溶解于变压器油中的气体。

3.3

特征气体 **characteristic gases**

对判断充油电气设备内部故障有价值的气体，即氢气（ H_2 ）、甲烷（ CH_4 ）、乙烷（ C_2H_6 ）、乙烯（ C_2H_4 ）、乙炔（ C_2H_2 ）、一氧化碳（CO）、二氧化碳（ CO_2 ）。

[DL/T 722—2014，定义 3.1]

3.4

总烃 **total hydrocarbon**

烃类气体含量的总和，即甲烷（ CH_4 ）、乙烷（ C_2H_6 ）、乙烯（ C_2H_4 ）、乙炔（ C_2H_2 ）含量的总和。

[DL/T 722—2014，定义 3.2]

3.5

油气分离 **gas-oil separation**

将溶解于油中的气体脱离出来的过程。

3.6

相对标准偏差 **relative standard deviation; RSD**

σ_R

标准偏差与计算结果算术平均值的比值,可用于描述在线监测装置对同一被测信号连续测量所得结果之间的精密度及重复性。

4 变压器油中溶解气体在线监测装置组成

4.1 油样采集与油气分离部分

油样采集部分与被监测设备的油箱阀门相连,完成对变压器油的取样。油气分离部分实现油中溶解气体与变压器油的分离。

4.2 气体检测部分

气体检测部分完成油气分离后的混合气体组分含量检测。

4.3 数据采集与控制部分

完成信号采集与数据处理,实现分析过程的自动控制等。

4.4 通信部分

通信部分用于实现其他设备与本装置的通信,应采用满足监测数据和控制指令传输要求的标准通信接口和规约。

4.5 辅助部分

辅助部分是用于保证装置正常工作的其他相关部件,例如恒温控制、载气瓶、管路等。

5 变压器油中溶解气体在线监测装置分类

5.1 多组分在线监测装置

监测变压器油中溶解气体组分 6 种及以上的监测装置,用于缺陷或故障预警和故障类型诊断。监测量应包括氢气 (H_2)、甲烷 (CH_4)、乙烷 (C_2H_6)、乙烯 (C_2H_4)、乙炔 (C_2H_2)、一氧化碳 (CO)。常用的是包含二氧化碳 (CO_2) 在内的 7 种特征气体的监测装置。氧气 (O_2) 和氮气 (N_2) 为可选监测量。

5.2 少组分在线监测装置

监测变压器油中溶解气体组分少于 6 种的监测装置,用于缺陷或故障预警。监测量为特征气体中的一种或多种,应至少包括氢气 (H_2) 或者乙炔 (C_2H_2)。

6 技术要求

6.1 通用技术要求

变压器油中溶解气体在线监测装置的基本功能、绝缘性能、电磁兼容性能、环境适应性能、机械性能、外壳防护性能、可靠性及外观和结构等通用技术要求应符合 DL/T 1498.1—2016 的规定。

6.2 接入安全性要求

变压器油中溶解气体在线监测装置的接入不应使被监测设备或邻近设备出现安全隐患，如绝缘性能降低、密封破坏等；油样采集与油气分离部件应能承受油箱的正常压力，对变压器油进行处理时产生的正压与负压不应引起油渗漏；应不破坏被监测设备的密封性，采样部分不应引起外界水分和空气的渗入。

6.3 油样采集部分要求

油样采集部分要求如下：

- 循环油工作方式：油气采集部分需进行严格控制，应满足不污染油、循环取样不消耗油等条件。所取油样应能代表变压器中油的真实情况，取样方式和回油不影响被监测设备的安全运行。
- 非循环油工作方式：分析完的油样不允许回注主油箱，应单独收集处理，一次排放油量不大于100mL。所取油样应能代表变压器中油的真实情况，取样方式不影响被监测设备的安全运行。

6.4 取样管路要求

油管应采用不锈钢或紫铜等材质，油管外可加装管路伴热带、保温管等保温部件及防护部件，以保证变压器油在管路中流动顺畅。

6.5 功能要求

变压器油中溶解气体在线监测装置应满足的基本功能如下：

- 在线监测装置应具备长期稳定工作能力，装置应具备油样校验接口和气样校验接口，装置生产厂家应提供校验用连接管路及校验方法；
- 在线监测装置的最小检测周期不大于表3和表4要求，且检测周期可通过现场或远程方式进行设定；
- 具有故障报警功能（如数据超标报警、装置功能异常报警等）；
- 多组分在线监测装置分析软件应能对检测结果进行分析，并具有相应的常规综合辅助诊断功能；
- 多组分在线监测装置应具有独立的油路循环功能，用于清洗管路；
- 多组分在线监测装置应具有恒温、除湿等功能；
- 少组分在线监测装置至少应监测氢气（ H_2 ）或乙炔（ C_2H_2 ）等关键组分含量。

6.6 性能要求

6.6.1 测量误差

宜根据在线监测装置测量误差限值要求的严苛程度不同，从高到低将测量误差性能定义为A级、B级和C级，合格产品的要求应不低于C级。具体各级测量误差限值的要求见表1、表2。若产品说明书中标称的检测范围超出表1、表2的，应以说明书的指标检验。

表1 多组分在线监测装置测量误差要求

检测参量	检测范围 ($\mu\text{L/L}$)	测量误差限值 (A级)	测量误差限值 (B级)	测量误差限值 (C级)
氢气（ H_2 ）	2~20	$\pm 2\mu\text{L/L}$ 或 $\pm 30\%$ ^a	$\pm 6\mu\text{L/L}$	$\pm 8\mu\text{L/L}$
	20~2000	$\pm 30\%$	$\pm 30\%$	$\pm 40\%$

表 1 (续)

检测参量	检测范围 ($\mu\text{L/L}$)	测量误差限值 (A 级)	测量误差限值 (B 级)	测量误差限值 (C 级)
乙炔 (C_2H_2)	0.5~5	$\pm 0.5\mu\text{L/L}$ 或 $\pm 30\%$ ^a	$\pm 1.5\mu\text{L/L}$	$\pm 3\mu\text{L/L}$
	5~1000	$\pm 30\%$	$\pm 30\%$	$\pm 40\%$
甲烷(CH_4)、乙烯(C_2H_4) 乙烷 (C_2H_6)	0.5~10	$\pm 0.5\mu\text{L/L}$ 或 $\pm 30\%$ ^a	$\pm 3\mu\text{L/L}$	$\pm 4\mu\text{L/L}$
	10~1000	$\pm 30\%$	$\pm 30\%$	$\pm 40\%$
一氧化碳 (CO)	25~100	$\pm 25\mu\text{L/L}$ 或 $\pm 30\%$ ^a	$\pm 30\mu\text{L/L}$	$\pm 40\mu\text{L/L}$
	100~5000	$\pm 30\%$	$\pm 30\%$	$\pm 40\%$
二氧化碳 (CO_2)	25~100	$\pm 25\mu\text{L/L}$ 或 $\pm 30\%$ ^a	$\pm 30\mu\text{L/L}$	$\pm 40\mu\text{L/L}$
	100~15 000	$\pm 30\%$	$\pm 30\%$	$\pm 40\%$
总烃	2~20	$\pm 2\mu\text{L/L}$ 或 $\pm 30\%$ ^a	$\pm 6\mu\text{L/L}$	$\pm 8\mu\text{L/L}$
	20~4000	$\pm 30\%$	$\pm 30\%$	$\pm 40\%$
^a 低浓度范围内, 测量误差限值取两者较大值。				

表 2 少组分在线监测装置测量误差要求

检测参量	检测范围 ($\mu\text{L/L}$)	测量误差限值 (A 级)	测量误差限值 (B 级)	测量误差限值 (C 级)
氢气 (H_2)	5~50	$\pm 5\mu\text{L/L}$ 或 $\pm 30\%$ ^a	$\pm 20\mu\text{L/L}$	$\pm 25\mu\text{L/L}$
	50~2000	$\pm 30\%$	$\pm 30\%$	$\pm 40\%$
乙炔 (C_2H_2)	1~5	$\pm 1\mu\text{L/L}$ 或 $\pm 30\%$ ^a	$\pm 3\mu\text{L/L}$	$\pm 4\mu\text{L/L}$
	5~200	$\pm 30\%$	$\pm 30\%$	$\pm 40\%$
一氧化碳 (CO)	25~100	$\pm 25\mu\text{L/L}$ 或 $\pm 30\%$ ^a	$\pm 30\mu\text{L/L}$	$\pm 40\mu\text{L/L}$
	100~2000	$\pm 30\%$	$\pm 30\%$	$\pm 40\%$
复合气体 (H_2 , CO , C_2H_4 , C_2H_2)	5~50	$\pm 5\mu\text{L/L}$ 或 $\pm 30\%$ ^a	$\pm 20\mu\text{L/L}$	$\pm 25\mu\text{L/L}$
	50~2000	$\pm 30\%$	$\pm 30\%$	$\pm 40\%$
^a 低浓度范围内, 测量误差限值取两者较大值。				

6.6.2 其他指标

多组分在线监测装置、少组分在线监测装置的其他技术指标见表 3 和表 4。

表 3 多组分在线监测装置其他技术指标要求

参 量	要 求
最小检测周期	$\leq 4\text{h}$
取油口耐受压力	$\geq 0.6\text{MPa}$
载气瓶使用时间	≥ 400 次
测量重复性	在重复性条件下, 6 次测试结果的相对标准偏差 $\sigma_R \leq 5\%$

表 4 少组分在线监测装置其他技术指标要求

参 量	要 求
最小检测周期	$\leq 36\text{h}$
取油口耐受压力	$\geq 0.6\text{MPa}$
测量重复性	在重复性条件下, 6 次测试结果的相对标准偏差 $\sigma_R \leq 5\%$

7 试验项目及要求

7.1 试验环境

试验环境要求应符合 DL/T 1432.2 的相关规定。

7.2 功能及性能试验

7.2.1 通用技术条件试验

通用技术条件试验项目包括: 基本功能检验、绝缘性能试验、电磁兼容性能试验、环境适应性性能试验、机械性能试验、外壳防护性能试验、可靠性评定以及结构和外观检查。这些项目的试验方法、试验后监测装置应满足的性能要求应符合 DL/T 1498.1—2016 的相关规定。

7.2.2 测量误差试验

受试装置处于正常工作状态, 试验期间不允许进行任何设置。试验采集的油样按所含气体组分含量划分应满足下列要求:

a) 多组分在线监测装置检验:

- 1) 总烃含量小于 $10\mu\text{L/L}$ 的油样 1 个, 其中乙炔 (C_2H_2) 接近最低检测限值 (允许偏差 $\leq 0.5\mu\text{L/L}$);
- 2) 总烃含量介于 $10\mu\text{L/L}$ 和 $150\mu\text{L/L}$ 之间的油样不少于 3 个;
- 3) 总烃含量介于 $150\mu\text{L/L}$ 和最高检测限值之间的油样不少于 3 个。

b) 少组分在线监测装置检验: 介于最低检测限值和最高检测限值之间的油样不少于 3 个。

油中溶解气体组分含量由实验室气相色谱仪确定, 试验方法应符合 GB/T 17623。试验时, 应配制含多气体组分的油样, 必要时也可配制含单一气体组分的油样。各油样中气体组分的测量误差均需符合 6.6.1 中测量误差要求。

7.2.3 测量重复性试验

对于多组分在线监测装置, 针对总烃不小于 $50\mu\text{L/L}$ 的混合油样, 在线监测装置连续进行 6 次油中溶解气体分析, 重复性以总烃测量结果的 σ_R 表示, σ_R 应不大于 5%。

对于少组分在线监测装置, 针对氢气或乙炔不小于 50 μ L/L 的油样, 在线监测装置连续进行 6 次油中溶解气体分析, σ_R 应不大于 5%。

σ_R 的计算公式为

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C})^2}{n-1}} \times \frac{1}{\bar{C}} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

n ——测量次数;

C_i ——第 i 次测量结果;

$\bar{C}$ —— n 次测量结果的算术平均值;

i ——测量序号。

7.2.4 最小检测周期试验

最小检测周期指正常工作条件下, 在线监测装置从本次检测进样到下次检测进样所需的最短时间。最小检测周期应满足表 3 和表 4 的要求。

7.2.5 数据传输试验

将在线监测装置与计算机进行通信连接, 应能够进行数据就地导出。

7.2.6 数据分析功能检查

将在线监测装置与计算机进行通信连接, 检查上传的数据和谱图应满足以下要求:

- 多组分监测装置应提供组分含量, 能计算绝对产气速率、相对产气速率, 并可采用报表、趋势图、单一组分显示、多组分同时显示等多种显示方式, 并具有预警和故障诊断功能。
- 少组分监测装置应至少可以监测氢气 (H_2) 或乙炔 (C_2H_2) 等关键气体组分含量, 并具有故障预警功能。

8 检验规则

8.1 检验类别

装置检验分型式试验、出厂试验、交接试验和现场试验四类。变压器油中溶解气体在线监测装置检验项目按表 5 中的规定进行。

表 5 变压器油中溶解气体在线监测装置检验项目

序号	检验项目	依据标准	条款	型式试验	出厂试验	交接试验	现场试验
1	结构和外观检查	DL 1498.1—2016	5.3	●	●	●	●
2	基本功能检验	DL 1498.1—2016	5.4	●	●	●	●
3	绝缘电阻试验	DL 1498.1—2016	5.6.1	●	●	●	*
4	介质强度试验	DL 1498.1—2016	5.6.2	●	●	*	*
5	冲击电压试验	DL 1498.1—2016	5.6.3	●	●	*	○
6	电磁兼容性能试验	DL 1498.1—2016	5.7	●	○	○	○
7	低温试验	DL 1498.1—2016	5.8.2	●	○	○	○

表 5 (续)

序号	检验项目	依据标准	条款	型式试验	出厂试验	交接试验	现场试验
8	高温试验	DL 1498.1—2016	5.8.3	●	○	○	○
9	恒定湿热试验	DL 1498.1—2016	5.8.4	●	○	○	○
10	交变湿热试验	DL 1498.1—2016	5.8.5	●	○	○	○
11	振动试验	DL 1498.1—2016	5.9.1	●	○	○	○
12	冲击试验	DL 1498.1—2016	5.9.2	●	○	○	○
13	碰撞试验	DL 1498.1—2016	5.9.3	●	○	○	○
14	防尘试验	DL 1498.1—2016	5.10.1	●	○	○	○
15	防水试验	DL 1498.1—2016	5.10.2	●	○	○	○
16	测量误差试验	本标准	7.2.2	●	●	*	●
17	测量重复性试验	本标准	7.2.3	●	●	●	●
18	最小检测周期试验	本标准	7.2.4	●	●	●	○
19	数据传输试验	本标准	7.2.5	●	*	●	*
20	数据分析功能检查	本标准	7.2.6	●	*	●	○

注：●表示规定必须做的项目；○表示规定可不做的项目；*表示根据客户要求做。

8.2 型式试验

型式试验是制造厂将装置送交具有资质的检测单位，由检测单位依据试验条目完成试验，试验项目按表 5 中的检验项目逐项进行，并出具型式试验报告。

有以下情况之一时，应进行型式试验：

- 新产品定型；
- 连续批量生产的装置每 4 年一次；
- 正式投产后，如设计、工艺材料、元器件有较大改变，可能影响产品性能时；
- 产品停产一年以上又重新恢复生产时；
- 出厂试验结果与型式试验有较大差异时；
- 国家技术监督机构或受其委托的技术检验部门提出型式试验要求时；
- 合同规定进行型式试验时。

8.3 出厂试验

每台装置出厂前，应由制造厂的检验部门进行出厂试验，检验项目按表 5 中规定的检测项目逐项进行，全部检验合格后，附有合格证方可允许出厂。

8.4 交接试验

在装置安装完毕后、正式投运前，由运行单位开展试验，装置试验合格后，方可运行。测量误差试验方法与现场试验相同。

8.5 现场试验

现场试验是现场运行单位或具有资质的检测单位对现场待测装置性能进行的测试。现场试验一般分

两种情况:

- a) 定期例行校验, 校验周期为 1 年~2 年;
- b) 必要时。

检验项目按表 5 中规定的检测项目逐项进行。

现场试验时, 测量误差试验可采用以下两种方式:

- a) 采集被监测设备本体油样进行试验, 与实验室气相色谱仪检测结果进行比对;
- b) 配制一定气体组分含量的油样进行试验, 与实验室气相色谱仪检测结果进行比对。测量误差试验一般测取 1 个~3 个测试点, 检验结果应能满足表 1 和表 2 中测量误差限值要求。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

9.1.1 每台装置应有明晰的铭牌, 且应包含以下内容:

- a) 装置型号;
- b) 装置全称;
- c) 制造厂全称及商标;
- d) 出厂年月及编号。

9.1.2 装置的包装储运图示标志应符合 GB/T 191 的要求。包装箱上应有如下标记:

- a) 发货厂名、装置名称、型号;
- b) 包装箱外形及毛重;
- c) 包装箱外面书写“防潮”“小心轻放”“不可倒置”等字样。

9.2 包装

9.2.1 装置包装前的检查

装置包装前应进行下列检查:

- a) 装置的合格证书、产品说明书、出厂检测报告、装箱清单、附件、备品备件齐全;
- b) 装置外观无损伤;
- c) 装置表面无灰尘。

9.2.2 包装的一般要求

装置应有内包装和外包装, 包装应有防尘、防雨、防水、防潮、防震等措施。

9.3 运输

装置应适用于陆运、空运、水(海)运, 运输装卸应按包装箱上的标准进行操作。

9.4 贮存

包装好的装置应存贮在环境温度为 $-25^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$ 、湿度不大于 85% 的库房内, 室内无酸、碱、盐及腐蚀性、爆炸性气体, 不受灰尘雨雪的侵蚀。

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
变电设备在线监测装置技术规范
第 2 部分：变压器油中溶解气体
在线监测装置

DL/T 1498.2—2016

*

中国电力出版社出版、发行
(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)
北京九天众诚印刷有限公司印刷

*

2016 年 7 月第一版 2016 年 7 月北京第一次印刷
880 毫米×1230 毫米 16 开本 0.75 印张 18 千字
印数 0001—1000 册

*

统一书号 155123·3084 定价 9.00 元

敬 告 读 者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

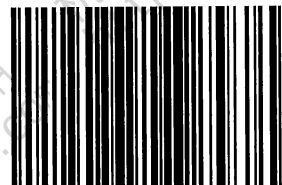
版 权 专 有 翻 印 必 究



中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



155123.3084