

ICS 29.040.10

E 38

备案号: 53907-2016

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1432.2 — 2016

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

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

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 检验条件 1

4 检验项目 1

5 仪器设备和材料 2

 5.1 气相色谱仪、脱气装置及其附件 2

 5.2 变压器油 2

 5.3 标定用标准混合气体 2

 5.4 配油样用气体 2

 5.5 其他气体 2

 5.6 油样制备装置 3

 5.7 气路、油路系统的管材 3

 5.8 温度计、气压表 3

6 检验内容及要求 3

 6.1 测量误差试验 3

 6.2 测量重复性试验 5

 6.3 最小检测周期试验 5

 6.4 数据传输试验 5

 6.5 数据分析功能检查 5

7 检验结果处理和检验周期 6

 7.1 检验结果处理 6

 7.2 检验周期 6

附录 A（资料性附录） 测量误差试验结果记录表 7

前 言

DL/T 1432《变电设备在线监测装置检验规范》分为5个部分：

- 第1部分：通用检验规范；
- 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。

本标准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检验规范
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检验条件、检验项目、仪器设备和材料、检验内容及要求、检验结果处理和检验周期等。

本部分适用于变压器油中溶解气体在线监测装置专项检验项目的检验。

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 2536 电工流体 变压器和开关用的未使用过的矿物绝缘油
- GB/T 7597 电力用油（变压器油、汽轮机油）取样方法
- GB/T 17623—1998 绝缘油中溶解气体组分含量的气相色谱测定法
- DL/T 722 变压器油中溶解气体分析和判断导则
- DL/T 1432.1—2015 变电设备在线监测装置检验规范 第 1 部分：通用检验规范
- 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

3 检验条件

检验条件如下：

- a) 环境温度 15℃～35℃；
 - b) 相对湿度 25%～75%；
 - c) 大气压力 86kPa～106kPa；
 - d) 电源电压及功率应符合变压器油中溶解气体在线监测装置说明书的要求。
- 注：基于某种原因，设备不能在上述条件下进行试验时，应把实际气候条件记录在检验报告中。

4 检验项目

变压器油中溶解气体监测装置检验分型式试验、出厂试验、交接试验和现场试验四类，通用项目的检验要求按照 DL/T 1432.1—2015《变电设备在线监测装置检验规范 第 1 部分：通用检验规范》执行，专项项目按照本标准执行，具体检验项目见表 1。

表 1 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/T 1432.1—2015	4.2	●	●	●	●
2	基本功能检验	DL/T 1432.1—2015	4.3	●	●	●	●
3	绝缘电阻试验	DL/T 1432.1—2015	4.6.1	●	●	●	*

表 1（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
4	介质强度试验	DL/T 1432.1—2015	4.6.2	●	●	*	*
5	冲击电压试验	DL/T 1432.1—2015	4.6.3	●	●	*	○
6	电磁兼容性能试验	DL/T 1432.1—2015	4.7	●	○	○	○
7	低温试验	DL/T 1432.1—2015	4.5.2	●	○	○	○
8	高温试验	DL/T 1432.1—2015	4.5.3	●	○	○	○
9	恒定湿热试验	DL/T 1432.1—2015	4.5.4	●	○	○	○
10	交变湿热试验	DL/T 1432.1—2015	4.5.5	●	○	○	○
11	振动试验	DL/T 1432.1—2015	4.8.1	●	○	○	○
12	冲击试验	DL/T 1432.1—2015	4.8.2	●	○	○	○
13	碰撞试验	DL/T 1432.1—2015	4.8.3	●	○	○	○
14	防尘试验	DL/T 1432.1—2015	4.9.1	●	○	○	○
15	防水试验	DL/T 1432.1—2015	4.9.2	●	○	○	○
16	测量误差试验	本标准	6.1	●	●	*	●
17	测量重复性试验	本标准	6.2	●	●	●	●
18	最小检测周期试验	本标准	6.3	●	●	●	○
19	数据传输试验	本标准	6.4	●	*	●	*
20	数据分析功能检查	本标准	6.5	●	*	●	○
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的项目。							

专项项目检验时，被检装置连续运行时间不应低于 72h，同时进行表 1 中试验项目的检验，检验间隔时间不小于产品的最小检测周期。采用油样进行检验时，以 GB/T 17623 和 DL/T 722 中规定的实验室气相色谱方法作为比对依据。

5 仪器设备和材料

5.1 气相色谱仪、脱气装置及其附件

应符合 GB/T 17623 中仪器设备的配置要求。

5.2 变压器油

应符合 GB 2536 的要求。

5.3 标定用标准混合气体

应由国家计量部门授权的单位配制，具有组分含量、检验合格证及有效使用期，主要用于标定实验室气相色谱仪。

5.4 配油样用气体

配油样用气体应为包含以下组分的单组分气体和多组分混合气体：氢气（H₂）、甲烷（CH₄）、乙烷（C₂H₆）、乙烯（C₂H₄）、乙炔（C₂H₂）、一氧化碳（CO）和二氧化碳（CO₂）。

5.5 其他气体

检验时用到的其他气体应符合下列要求：

- a) 氮气（或氩气）：纯度不低于 99.99%。
- b) 氢气：纯度不低于 99.99%。
- c) 空气：纯净无油。

5.6 油样制备装置

装置应具有控温、搅拌等功能，同时应有气体进样口、油样取样口、在线监测装置接口等。

5.7 气路、油路系统的管材

应使用不锈钢管、紫铜管或壁厚不小于 1mm 的耐油高分子聚合管作为采样管。

5.8 温度计、气压表

检验用温度计、气压表应符合下列要求：

- a) 温度计的测量范围为 $-20^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，测量精度应不大于 0.1°C 。
- b) 气压表的测量范围为 $80\text{kPa}\sim 110\text{kPa}$ ，测量精度应不大于 0.2kPa 。

6 检验内容及要求

6.1 测量误差试验

6.1.1 制备油样

6.1.1.1 向油样制备装置中注入变压器油，然后通入一定量的配油样用气体并与变压器油充分混合，配制出一定组分含量的油样。制备的油样中各气体组分含量由实验室气相色谱仪检测。

6.1.1.2 油样按所含气体组分含量划分应满足下列要求：

- a) 多组分监测装置检验：
 - 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 $150\mu\text{L/L}$ 和最高检测限值两者之间的油样不少于 3 个。
- b) 少组分监测装置检验：介于最低检测限值和最高检测限值两者之间的油样不少于 3 个。

6.1.1.3 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。

6.1.2 油样分析

6.1.2.1 将油样接入变压器油中溶解气体在线监测装置进行分析测试，取相同油样用实验室气相色谱仪进行分析测试，且实验室气相色谱仪测量数据的重复性应满足 GB/T 17623—1998 中 9.1 的要求。

6.1.2.2 应按式（1）和式（2）对在线监测装置测量数据与实验室气相色谱仪测量数据进行分析比对，计算其测量误差。宜根据测量误差限值要求的严苛程度不同，从高到低将在线装置的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。各级测量误差满足表 2、表 3 的要求。

$$\text{测量误差 (绝对)} = \text{在线监测装置测量数据} - \text{实验室气相色谱仪测量数据} \quad (1)$$

$$\text{测量误差 (相对)} = \frac{\text{在线监测装置测量数据} - \text{实验室气相色谱仪测量数据}}{\text{实验室气相色谱仪测量数据}} \times 100\% \quad (2)$$

表2 多组分在线监测装置技术指标

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	$\pm 30\%$	$\pm 30\%$	$\pm 40\%$
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 (C_1+C_2)	2~20	$\pm 2\mu\text{L/L}$ 或 $\pm 30\%$ ^a	$\pm 6\mu\text{L/L}$	$\pm 8\mu\text{L/L}$
	20~4000	$\pm 30\%$	$\pm 30\%$	$\pm 40\%$
^a 低浓度范围内, 测量误差限值取两者较大值。				

表3 少组分在线监测装置技术指标

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。				

6.1.2.3 油样的采集、脱气，油中溶解气体的分离、检测等步骤，应按照 GB/T 7597 和 GB/T 17623 的有关规定执行。

6.2 测量重复性试验

6.2.1 多组分监测装置

针对总烃 $\geq 50\mu\text{L/L}$ 的油样，对同一油样连续进行 6 次在线监测装置油中气体分析，重复性以总烃测量结果的相对标准偏差 RSD 表示，依式 (3) 计算。

$$RSD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C})^2}{n-1}} \times \frac{1}{\bar{C}} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

RSD —— 相对标准偏差；

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。

6.2.2 少组分监测装置

针对氢气或乙炔 $\geq 50\mu\text{L/L}$ 的油样，对同一油样连续进行 6 次在线监测装置油中气体分析，重复性以测量结果的相对标准偏差 RSD 表示，依式 (3) 计算。

6.2.3 合格判据

相对标准偏差 RSD 不应大于 5%。

6.3 最小检测周期试验

6.3.1 按照厂家提供的装置技术说明书所给出的最小检测周期，设定为连续工作方式，参数设置应与“测量误差试验”和“测量重复性试验”保持一致。启动装置开始工作，待在线监测数据平稳后，记录仪器从本次检测进样到下次检测进样所需的时间，记录 3 次试验时间，计算平均值，作为最小检测周期。

6.3.2 合格判据：装置的最小检测周期工作不应超过 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》中表 3 和表 4 所规定时间。

6.4 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。

6.5 数据分析功能检查

- a) 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，并具有报警和故障诊断功能。
- b) 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，并具有故障报警功能。
- c) 合格判据：在线监测装置处于正常工作状态时，装置应具备以上功能。

7 检验结果处理和检验周期

7.1 检验结果处理

满足上述标准要求，给出变压器油中溶解气体在线装置“合格”的检验结论，否则给出“不合格”的检验结论。对于合格的变压器油中溶解气体在线装置，还应给出“A级或B级或C级”测量误差等级。测量误差试验结果记录表参见附录A。

7.2 检验周期

检验周期应根据变压器油中溶解气体在线装置现场运行情况，在必要时进行检验。

附 录 A
(资料性附录)

测量误差试验结果记录表

测量误差试验结果记录表见表 A.1。

表 A.1 测量误差试验结果记录表

试验单位名称									
装置名称						装置制造厂			
装置型号/编号						实验室气相色谱仪型号			
环境温度		℃				相对湿度		%	
气压		kPa				试 验 日 期			
分析仪器	时间	氢气 (H ₂) μL/L	一氧化 碳 (CO) μL/L	二氧化 碳 (CO ₂) μL/L	甲烷 (CH ₄) μL/L	乙烯 (C ₂ H ₄) μL/L	乙烷 (C ₂ H ₆) μL/L	乙炔 (C ₂ H ₂) μL/L	总烃 μL/L
在 线 监 测 装 置									
实 验 室 色 谱 仪									
备注									

试验人员：

审核：

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
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

DL/T 1432.2 — 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>)

北京博图彩色印刷有限公司印刷

*

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 16 千字
印数 0001—1000 册

*

统一书号 155123 · 3040 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

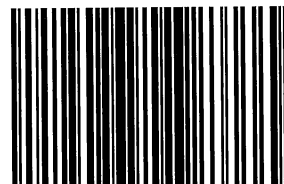
版 权 专 有 翻 印 必 究



中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



155123.3040