

Q / G D W

# 国家电网公司企业标准

Q / GDW 540.2 — 2010

---

## 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

2011-01-28 发布

2011-01-28 实施

---

国家电网公司 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
6 检验内容及要求	2
7 检验结果处理和检验周期	4
附录 A (资料性附录) 比对试验分析结果记录表格	5
编制说明	7

## 前 言

为了规范和保证变压器油中溶解气体在线监测装置的质量，提高其运行可靠性，统一检验标准，正确、合理地评估在线监测装置的性能，特编制本标准。

本标准 of 变压器油中溶解气体在线监测装置专项检测项目的检验规范，需与《变电设备在线监测装置检验规范 第一部分 通用检验规范》标准结合使用。本标准包含除在线监测装置通用检测项目与检测方法之外的，变压器油中溶解气体在线监测装置专项检测项目及检测方法。

本标准由国家电网公司生产技术部提出并解释。

本标准由国家电网公司科技部归口。

本标准主要起草单位：中国电力科学研究院

本标准主要参加单位：安徽省电力公司、辽宁省电力有限公司

本标准主要起草人：毕建刚、高克利、阎春雨、是艳杰、毛光辉、彭江、袁帅、焦飞、王峰、祁炯、周志强、鞠登峰、李忠晶、王献丽、杨圆、姚巍

# 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

本标准规定了变压器油中溶解气体在线监测装置的检验条件、专项检验项目、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。

本标准适用于变压器油中溶解气体在线监测装置的出厂试验、型式试验、入网检测试验、现场试验和特殊试验。

本标准适用于变压器油中溶解气体在线监测装置专项检测项目的检验。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本标准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标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB 2536 变压器油

GB 7252 变压器油中溶解气体分析和判断导则

GB/T 7597 电力用油（变压器油、汽轮机油）取样方法

GB/T 17623 绝缘油中溶解气体组分含量的气相色谱测定法

JJG 700 气相色谱仪检定规程

Q/GDW 536 变压器油中溶解气体在线监测装置技术规范

Q/GDW 540 变电设备在线监测装置检验规范 第 1 部分：通用检验规范

### 3 检验条件

a) 环境温度  $+15^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$ ；

b) 相对湿度 45% ~ 75%；

c) 大气压力 80kPa ~ 110kPa；

d) 检验前，被检装置及配套设备应在上述环境条件下放置 12h 以上；

e) 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。当有关标准要求严格控制环境条件时，应在该标准中另行规定。

### 4 检验项目

被检装置连续运行时间不低于 72 小时，同时进行下列检验项目的检验，检验间隔时间不小于产品的最小检测周期。

a) 测量误差；

b) 测量重复性；

c) 最小检测周期；

d) 交叉敏感性；

e) 数据传输；

f) 数据分析功能。

## 5 仪器设备和材料

### 5.1 气相色谱仪、脱气装置及其附件

符合 GB/T 17623 《绝缘油中溶解气体组分含量的气相色谱测定法》中仪器设备的配置要求。

### 5.2 变压器油

应符合《GB2536 变压器油》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，具有组分浓度含量、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 配油样用标准气体

准备高、中、低三种浓度油中溶解气体 7 组分混合气，同时应准备 7 种单组分的纯气。7 组分包括氢气 (H<sub>2</sub>)、甲烷(CH<sub>4</sub>)、乙烷(C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)、乙烯(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)、乙炔(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)、一氧化碳(CO)和二氧化碳 (CO<sub>2</sub>)。

### 5.5 其他气体 (压缩钢瓶或气体发生器)

- 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、在线装置接口等。

### 5.7 气路、油路系统的管材

可以使用不锈钢管、紫铜管或壁厚不小于 1mm 的聚四氟乙烯管、聚丙烯管作为采样管。不允许使用乳胶管、普通橡胶管和薄壁塑料管。

### 5.8 温度计、气压表

- a) 温度计的测量范围 -30 ~ +50 ，测量不确定度 0.3
- b) 气压表的测量范围 60kPa ~ 110kPa ，测量不确定度 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

a) 向油样制备装置中注入新变压器油；对装置中变压器油进行真空脱气或者高纯氮洗脱气，制备空白油；通入一定量的配油样用气体并与空白油充分混合，配制出一定浓度的“油样”。制备的油样中各气体成分浓度由实验室气相色谱仪标定。

b) 油样中所含气体成分浓度应该符合下列要求：

- 1) 最低检测限值 (允许偏差 -10% ~ 30%) 最高检测限值 (允许偏差 -30% ~ 10%)；
- 2) 烃类气体小于 10μL/L 油样 1 个，10μL/L 至 150 μL/L 大致成等差关系的不少于 4 个；
- 3) 介于 150 μL/L 和最高检测限值两者之间、气体含量大致成等差关系的不少于 4 个。

c) 油样主要包括多气体成分，必要时也可以配制单气体成分。

#### 6.1.2 油样分析

a) 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，且实验室测量数据的重复性满足 GB/T17623 中 § 9.1 的要求，以实验室气相色谱仪测量结果为基准。

b) 合格判据：按下式计算测量误差，偏差值应满足表 1、表 2 的要求。

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

c) 油样采集、脱出油样中的溶解气体、用实验室气相色谱仪分离、检测气体组分等各步骤，应严格按照《GB17623 绝缘油中溶解气体组分含量的气相色谱测定法》的有关规定执行。

表 1 多组分在线监测装置技术指标

检测参量	最低检测限值 μL/L	最高检测限值 μL/L	测量误差要求
氢气 H <sub>2</sub>	2	2000	最低检测限值或 ± 30% ， 测量误差取两者最大值
乙炔 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	0.5	1000	
甲烷 CH <sub>4</sub>	0.5	1000	
乙烷 C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0.5	1000	
乙烯 C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0.5	1000	
一氧化碳 CO	25	5000	
二氧化碳 CO <sub>2</sub>	25	15000	

表 2 少组分在线监测装置技术指标

检测参量	最低检测限值 μL/L	最高检测限值 μL/L	测量误差要求
氢气 H <sub>2</sub>	5	2000	最低检测限值或 ± 30% ， 测量误差取两者最大值
乙炔 C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	1	200	
一氧化碳 CO	25	2000	

## 6.2 测量重复性检验

a) 针对同一油样（以单一组分乙烯 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>，浓度 50μL/L 配制），连续进行 5 次在线监测装置油中气体成分分析，比较 5 次测量结果。

b) 合格判据：最大与最小测量结果之差不超过 5 次平均值的 10%，且各次测量结果的测量误差均符合表 1、表 2 的要求。

## 6.3 最小检测周期检验

a) 按照厂家技术说明书给出的最小检测周期指标，设定参数值并启动油中溶解气体在线监测装置开始工作，检查装置在规定时间内完成每次检测的时间以及检测结果。

b) 合格判据：装置应能按照所设定的最小检测周期工作，完成每次检测的时间与设定时间一致，且每次检测结果应符合 § 6.1 中对于测量误差的要求。

## 6.4 交叉敏感性检验

交叉敏感性即某一气体含量的测量不应受到其它气体成分的大小影响。

a) 配制一油样，其中一氧化碳 CO 含量 > 1000μL/L、二氧化碳 CO<sub>2</sub> 含量 > 10000μL/L，氢气 H<sub>2</sub> 含量 < 50μL/L，进行在线监测装置油中气体成分分析。

合格判据：氢气 H<sub>2</sub> 测量结果应仍然能满足表 1、表 2 误差限值要求。

b) 配制一油样，其中一氧化碳 CO 含量 > 1000μL/L、二氧化碳 CO<sub>2</sub> 含量 > 10000μL/L，氢气 H<sub>2</sub> 含量 > 500μL/L，烃类气体含量 < 10μL/L，进行在线监测装置油中气体成分分析。

合格判据：烃类气体的测量结果应仍然能满足表 1 误差限值要求。

#### 6.5 数据传输检验

将计算机与待测在线监测装置通过 USB 或其他通信方式进行连接，应能够进行数据就地导出及保存。

#### 6.6 数据分析功能检查

a) 被检装置应提供浓度、绝对产气速率、相对产气速率多种数据指标，并采用报表、趋势图、实时数据直方图、单一组份显示、多组份同时显示等多种显示方式。

b) 合格判据：被检装置处于正常工作状态，检查监测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

按本标准要求，检验合格的填发检验合格证书，检验不合格的填发检验结果通知书，并指出不合格项目。

#### 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)  
比对试验分析结果记录表格

单位名称									
样品名称									
环境温度 ( )				油温 ( )					
在线监测装置型号				色谱分析仪型号					
试验日期				报告日期					
分析仪器	分析时间	CH <sub>4</sub> μL/L	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> μL/L	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> μL/L	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> μL/L	总烃 μL/L	H <sub>2</sub> μL/L	CO μL/L	CO <sub>2</sub> μL/L
在线监测装置									
实验室色谱仪									
备注									

试验人员：

审核：

批准：



# 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

编 制 说 明

## 目 次

一、 编制背景.....	9
二、 编制主要原则.....	9
三、 与其他标准文件的关系.....	9
四、 主要工作过程.....	9
五、 标准结构和内容.....	10
六、 条文说明.....	10

## 一、编制背景

分析油中溶解气体的组分和含量是监视充油电气设备安全运行的最有效的措施之一。随着输变电设备状态检修策略的全面推进，越来越多的油中溶解气体在线监测装置将用于变电设备的状态监测中，油中溶解气体在线监测装置的安全性、可靠性、稳定性以及测量结果的准确性直接影响状态检修策略的有效开展。目前，国内外关于油中溶解气体在线监测装置相关检验工作尚没有统一标准，缺乏标准层面的有效检验规范，部分不合格产品挂网运行，影响了状态监测的应用效果。为规范变电设备在线监测装置的检验规范，统一技术标准，促进变压器油中溶解气体在线监测技术的应用，提高电网的运行可靠性，由国家电网公司生产技术部提出，中国电力科学研究院负责起草了本标准。

本标准依据《关于下达 2010 年度国家电网公司技术标准制(修)订计划的通知》(国家电网科〔2010〕320 号)文的要求编写。

## 二、编制主要原则

《变电设备在线监测装置检验规范 第二部分：变压器油中溶解气体在线监测装置》遵循全面性、适用性和可靠性的原则，在总结以往油中溶解气体在线监测技术应用经验的基础上，从公司生产运行部门的实际出发，对变压器油中溶解气体在线监测装置的检验条件、检验项目、检验内容及要求、检验结果处理和检验周期等方面的内容提出了要求。

《变电设备在线监测装置检验规范 第二部分：变压器油中溶解气体在线监测装置》作为公司在线监测标准体系的一部分，是公司系统各单位有序、有效、规范地开展变压器油中溶解气体在线监测相关工作的重要指导性文件。变压器油中溶解气体在线监测装置的设计、生产、购置、检验、验收和运行管理等标准的制定均应依据本标准。

## 三、与其他标准文件的关系

《变电设备在线监测装置检验规范 第二部分：变压器油中溶解气体在线监测装置》是“变电设备在线监测系统”标准体系中的一部分，是变压器油中溶解气体在线监测装置的专用检验规范，应与《变电设备在线监测装置检验规范 第一部分：通用检验规范》结合使用。由于国际和国内尚未颁布类似标准，因此，本标准属于原创性标准。对于实际工程实施，还应结合《变电设备在线监测系统技术导则》、《变电设备在线监测装置通用技术规范》等相关技术标准使用。

## 四、主要工作过程

2010 年 2 月，根据国家电网公司生技部标准编制计划要求，成立了标准编写组。

2010 年 3 月至 4 月，收集各生产厂家的产品技术资料，并进行技术调研，同时吸取了有关专家的意见，编制《变电设备在线监测装置检验规范 第二部分：变压器油中溶解气体在线监测装置》的初稿。

2010 年 5 月 10 日至 16 日，编写组集中封闭，着重对变压器油中溶解气体在线监测装置的检验内容及要求、检验结果处理和检验周期等问题进行了研讨，并修改初稿。

2010 年 6 月 18 日，在北京召开了标准初稿审查会，讨论了变压器油中溶解气体在线监测装置的检验仪器设备和材料、检验内容及要求、检验结果处理和检验周期等问题，并提出了修改意见。

2010 年 6 月 21 日至 25 日根据审查会专家意见修改标准初稿形成征求意见稿。

2010 年 7 月 27 日，标准的征求意见稿上报到公司生技部。

2010 年 8 月 30 日，公司生技部发文对标准进行征求意见（国家电网公司便函〔2010〕59 号）。

2010 年 9 月 1 日至 9 月 10 日，收集、整理回函意见，提出征求意见汇总处理表，根据反馈意见完成标准修改，形成标准送审稿。

2010 年 11 月 1 日，标准的送审稿上报到公司生技部。

2010 年 12 月 15 日至 17 日，由国家电网公司生产技术部在北京主持召开了标准送审稿审查会，邀请了高校、运行单位、电力试验院、生产厂家等业内专家，对中国电力科学研究院牵头编写的《变电设备在线监测装置检验规范 第二部分：变压器油中溶解气体在线监测装置》送审稿进行了评审。评审顺利通过。

2010年12月19日至24日，中国电力科学研究院根据专家提出的意见对标准送审稿进行修改，形成了《变电设备在线监测装置检验规范 第二部分：变压器油中溶解气体在线监测装置》报批稿。

## 五、标准结构和内容

本技术规范的标准结构和内容如下：

a) 目次

b) 前言

c) 规范内容共设7章：范围、规范性引用文件、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。

## 六、条文说明

### 1 范围

本节规定了本规范的适用范围。

确定本标准适用于变压器油中溶解气体在线监测装置的出厂试验、型式试验、入网检测试验、现场试验和特殊试验，对其检验条件、专项检验项目、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进行了详细规定。

### 2 规范性引用文件

本节列出了与本规范内容相关的标准。引用的原则为：对本规范内容有关的主要 GB、JJG 以及国家电网公司企业标准均逐条列出。

### 3 检验条件

对试验项目的环境条件，如环境湿度、相对湿度及大气压力等范围进行了规定。

### 4 检验项目

对变压器油中溶解气体在线监测装置的检验项目进行了规定，主要包括：测量误差、测量重复性、最小检测周期、交叉敏感性、数据传输以及数据分析功能。

### 5 仪器设备和材料

#### 5.1 气相色谱仪、脱气装置及其附件

符合 GB/T 17623《绝缘油中溶解气体组分含量的气相色谱测定法》中仪器设备的配置要求。

#### 5.2 变压器油

应符合《GB2536 变压器油》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，具有组分浓度含量、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 配油样用标准气体

准备高、中、低三种浓度油中溶解气体7组分混合气，同时应准备7种单组分的纯气。7组分包括氢气(H<sub>2</sub>)、甲烷(CH<sub>4</sub>)、乙烷(C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)、乙烯(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)、乙炔(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)、一氧化碳(CO)和二氧化碳(CO<sub>2</sub>)。

#### 5.5 其他气体(压缩钢瓶或气体发生器)

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、在线装置接口等。

### 5.7 气路、油路系统的管材

可以使用不锈钢管、紫铜管或壁厚不小于 1mm 的聚四氟乙烯管、聚丙烯管作为采样管。不允许使用乳胶管、普通橡胶管和薄壁塑料管。

### 5.8 温度计、气压表

a) 温度计的测量范围-30 ~ +50 ，测量不确定度 0.3

b) 气压表的测量范围 60kPa ~ 110kPa ，测量不确定度 0.2kPa。

## 6 检验内容及要求

### 6.1 测量误差试验

对测量误差试验中制备油样、油样分析、需要满足的技术指标进行了详细规定。

### 6.2 测量重复性检验

给出了测量重复性检验的检验方法和试验结果评判依据。

### 6.3 最小检测周期检验

给出了最小检测周期的检验方法和技术参数值。

### 6.4 交叉敏感性检验

对交叉敏感性的定义进行了阐述，给出了试验方法和要求。

### 6.5 数据传输检验

给出了数据传输功能的检验方法和评判依据。

### 6.6 数据分析功能检查

给出了数据分析功能的检查方法和评判依据。

## 7 检验结果处理和检验周期

### 7.1 检验结果处理

按本标准的要求，检验合格的填发检验合格证书，检验不合格的填发检验结果通知书，并指出不合格项目。

### 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。