



# 中华人民共和国电力行业标准

DL / T 1432.3 — 2016

---

## 变电设备在线监测装置检验规范 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

Testing specification for on-line monitoring device of transformation equipment  
Part 3: On-line insulation monitoring device of capacitive  
equipment and metal-oxide surge arrester

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 检验内容及要求 ..... 2

    5.1 电容型设备绝缘在线监测装置 ..... 2

    5.2 金属氧化物避雷器绝缘在线监测装置 ..... 5

    5.3 接入安全性检查 ..... 7

6 检验结果处理 ..... 8

附录 A（资料性附录） 现场条件下的测量误差试验方法 ..... 9

## 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3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：广东电网公司电力科学研究院、吉林省电力科学研究院、宁夏电力科学研究院、北京圣泰实时电气技术有限公司、福建和盛高科技产业有限公司、上海龙源智光电力技术有限公司。

本部分主要起草人：杨圆、阎春雨、高克利、毕建刚、吴立远、是艳杰、刘明、弓艳朋、彭江、袁帅、王峰、杨宁、焦飞、常文治、张博文、王红斌、王朔、吴旭涛、王圣、郑贤桢、杜剑光、邓彦国、孟楠、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检验规范

## 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

### 1 范围

本部分规定了电容型设备及金属氧化物避雷器绝缘在线监测装置的检验项目、检测条件、检验内容及要求和检验结果处理。

本部分适用于电容型设备及金属氧化物避雷器绝缘在线监测装置型式试验、出厂试验、交接试验和现场试验。

### 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，仅所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。

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 1498.3—2016 变电设备在线监测装置技术规范 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

### 3 检验条件

3.1 除环境影响试验和抗谐波干扰试验之外，其他试验项目应在如下试验环境中进行：

- a) 环境温度：15℃～35℃（户外试验不做要求）；
- b) 相对湿度：25%～75%；
- c) 大气压力：86kPa～106kPa；
- d) 电源电压：单相 220V，具有±5%的相对误差；
- e) 电源频率：50Hz±0.2Hz；
- f) 电源波形：正弦波，波形失真度不大于 5%。

3.2 对于高压检验试验，还应满足以下试验条件：

- a) 试品的温度与环境温度应无显著差异；
- b) 试验场所不得有显著的交流或直流外来磁场影响；
- c) 试验场地必须具有单独工作接地和保护接地，设置保护栅栏；
- d) 试品与接地体或邻近物体的距离，应大于试品高压部分与接地部分的最小空气距离的 1.5 倍。

### 4 检验项目

电容型设备及金属氧化物避雷器绝缘在线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 电容型设备及金属氧化物避雷器绝缘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	●	●	●	*
4	介电强度试验	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	5.1.2 5.2.2	●	●	●	●
17	抗谐波干扰试验	本标准	5.1.4 5.2.4	●	●	○	○
18	测量重复性检验	本标准	5.1.3 5.2.3	●	●	●	●
19	接入安全性检查	本标准	5.3.1 5.3.2	○	○	●	●

注：●表示规定必须做的项目；○表示规定可不做的项目；\*表示根据客户要求选做的项目。

## 5 检验内容及要求

### 5.1 电容型设备绝缘在线监测装置

#### 5.1.1 性能要求

电容型设备绝缘在线监测装置性能要求应满足表 2 要求。

表 2 电容型设备绝缘在线监测装置技术指标

检测参量	测量范围	测量误差要求	测量重复性要求	抗干扰性能要求
全电流有效值	2mA~200mA	$\pm (\text{标准读数} \times 1\% + 0.1\text{mA})$	$RSD < 0.2\%$	—
	100mA~1000mA	$\pm 1\%$	$RSD < 0.2\%$	—
电容量	100pF~50000pF	$\pm (\text{标准读数} \times 1\% + 1\text{pF})$	$RSD < 0.2\%$	在检测电流信号中依次施加 3、5、7 次谐波电流时，测量误差仍能满足要求
介质损耗因数	0.001~0.3	$\pm (\text{标准读数} \times 1\% + 0.001)$	$RSD < 3\%$ (在介质损耗因数 $\geq 0.005$ 时)	

5.1.2 测量误差试验

5.1.2.1 高压模拟法试验电路

利用高压介损模拟装置进行电容型设备绝缘在线监测装置测量误差试验的试验电路，可分为以电压为参考量和以电流为参考量两种，如图 1 及图 2 所示。

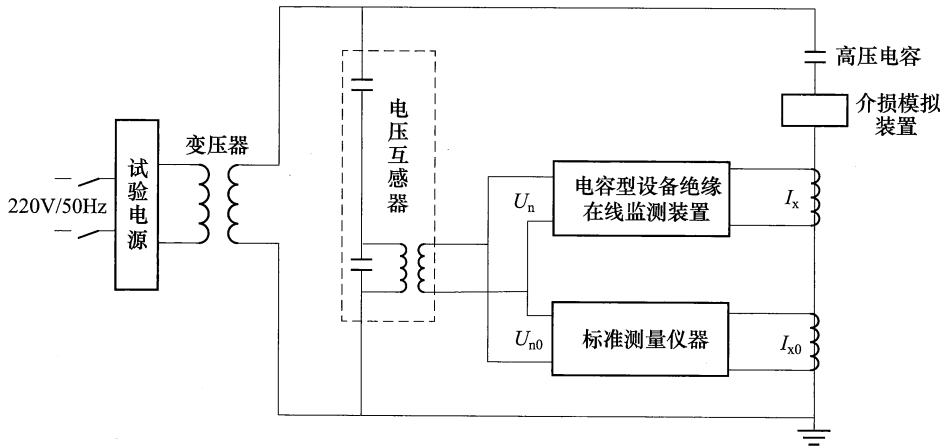


图 1 以电压为参考量的高压模拟法试验电路图

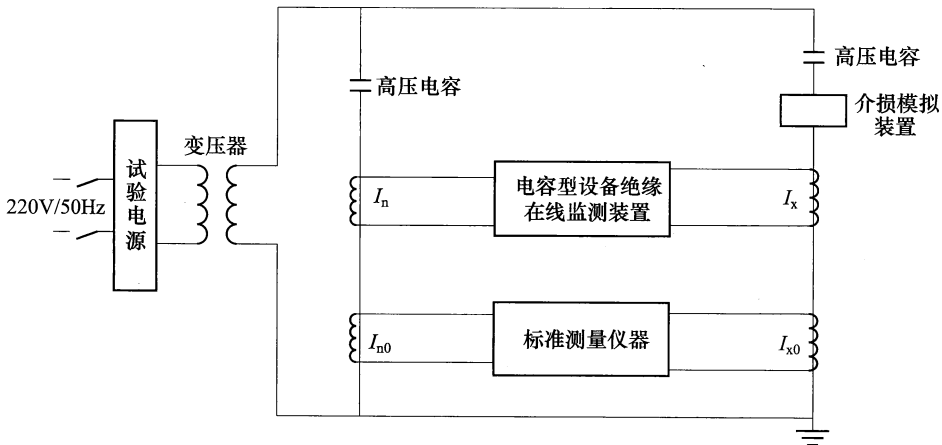


图 2 以电流为参考量的高压模拟法试验电路图

高压模拟试验电路由试验电源、变压器、高压电容、介损模拟装置及电压互感器等构成（见图 1 及图 2）。其中，介损模拟装置可通过阻容电路或移相电路等方式实现，用于模拟不同的介质损耗因数，并可通过调整试验电压改变其输出的电流。

测量回路的电压参考量可通过电压互感器或高压电容器获得。被检验的在线监测装置和标准测量仪器同时测量，并以标准测量仪器的测量值作为标准读数，计算出在线监测装置测量介质损耗因数、电容容量及全电流的误差。

标准测量仪器测量结果的总不确定度不应大于被检装置的 1/3。电容型设备绝缘在线监测装置的测量误差应符合表 2 要求。

5.1.2.2 低压模拟法试验电路

利用低压模拟法进行电容型设备绝缘在线监测装置测量误差试验的试验电路，可分为以电压为参考量和以电流为参考量两种，如图 3 及图 4 所示。

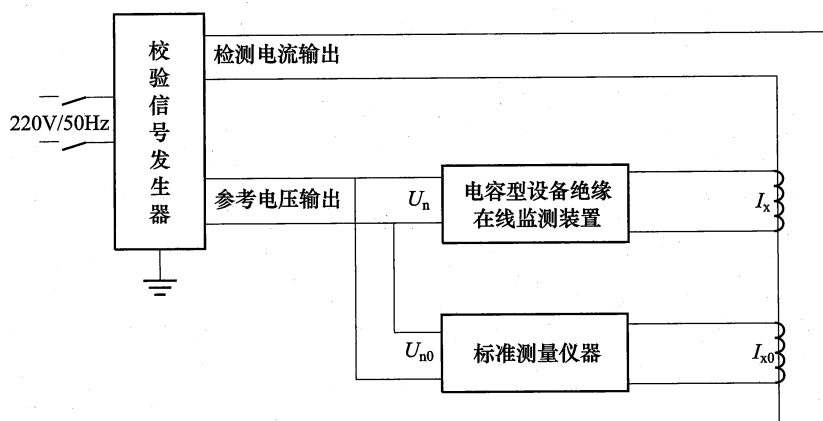


图3 以电压为参考量的低压模拟法试验电路图

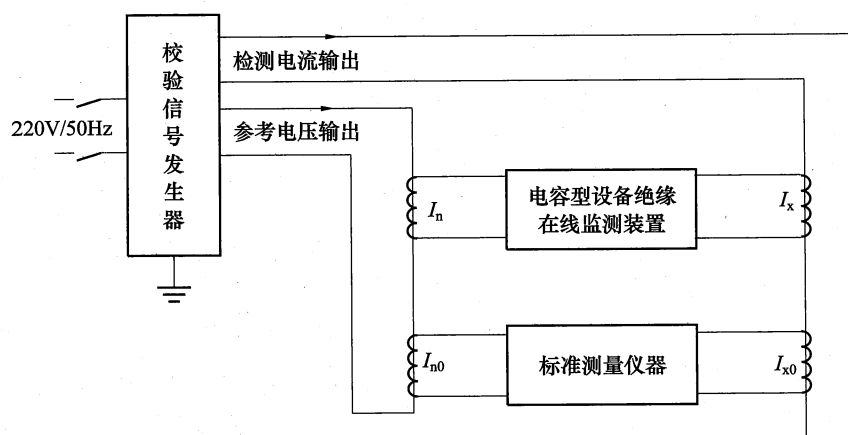


图4 以电流为参考量的低压模拟法试验电路图

低压模拟法试验电路由校验信号发生器和标准测量仪器构成（见图3及图4）。其中，校验信号发生器可输出幅值及相位可调的参考电压或参考电流及检测电流信号，并可通过计算得到等效的介质损耗因数及电容量。

试验时，被检验的在线监测装置和标准测量仪器同时测量，并以标准测量仪器的测量值作为标准读数，计算出在线监测装置测量全电流有效值、电容量及介质损耗因数的误差。

标准测量仪器测量结果的总不确定度不应大于被检装置的 1/3。电容型设备绝缘在线监测装置的测量误差应符合表2要求。

### 5.1.2.3 测量点选取原则

测量点应包括（但不限于）0.001、0.005、0.01、0.05、0.1 和 0.3 的介质损耗因数。使用高压模拟法时，在 10mA~100mA 选定一个全电流值测量点；使用低压模拟法时，应在测量范围内选定包括最高和最低检测电流值在内的共 6 个全电流值测量点。高压模拟法下的 6 个测试点和低压模拟法下的 36 个测试点下，各检测参量测量误差应满足表1要求。

### 5.1.3 测量重复性试验

按图3或图4所示的试验电路，在全电流有效值 100mA~200mA 范围内且介质损耗因数值 0.005~0.1 范围内的某一稳定测量点，读取在线监测装置连续测得的 6 组测量数据，依式（1）分别计算出 RSD 值。介质损耗因数、电容量及全电流的相对标准偏差 RSD 值及测量误差值应符合表2要求。

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

式中：  
*RSD* —— 相对标准偏差；  
*n* —— 测量次数；  
*C<sub>i</sub>* —— 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。

5.1.4 抗谐波干扰试验

按图 3 或图 4 所示的试验电路，选取 3mA~100mA 之间的某个全电流值，在检测电流信号中依次施加 3 次（含有率为 6%）、5 次（含有率为 10%）和 7 次（含有率为 14%）谐波干扰电流，电容型设备绝缘在线监测装置的介质损耗因数及电容量测量误差仍应符合表 2 要求。

5.1.5 现场试验

现场条件下的测量误差试验方法参照附录 A。

5.2 金属氧化物避雷器绝缘在线监测装置

5.2.1 性能要求

金属氧化物避雷器绝缘在线监测装置性能要求应满足表 3 要求。

表 3 金属氧化物避雷器绝缘在线监测装置技术指标

检测参量	测量范围	测量误差要求	测量重复性要求	抗干扰性能要求
全电流有效值	100μA~50mA	±（标准读数×2%+5μA）	<i>RSD</i> <0.5%	—
阻性电流基波峰值	10μA~10mA	±（标准读数×5%+2μA）	<i>RSD</i> <2%	在检测电流信号中依次施加 3、5、7 次谐波电流时，测量误差仍能满足要求
阻容比值	0.05~0.5	±（标准读数×2%+0.01）	<i>RSD</i> <2%	

5.2.2 测量误差试验

5.2.2.1 高压模拟法试验电路

利用高压模拟法进行金属氧化物避雷器绝缘在线监测装置测量误差试验的试验电路如图 5 及图 6 所示。

高压模拟试验电路由试验电源、变压器、电压互感器、高压电容及阻性电流模拟装置构成（见图 5 及图 6）。其中，阻性电流模拟装置可通过阻容电路或移相电路等方式实现，用于模拟不同的阻性电流值，并可通过调整试验电压改变其输出的全电流值。

测量回路的电压参考量通过电压互感器获得。试验时，被检验的在线监测装置和标准测量仪器同时测量，并以标准测量仪器的测量值作为标准读数，计算出在线监测装置测量全电流有效值、阻性电流基波峰值及阻容比值的误差。



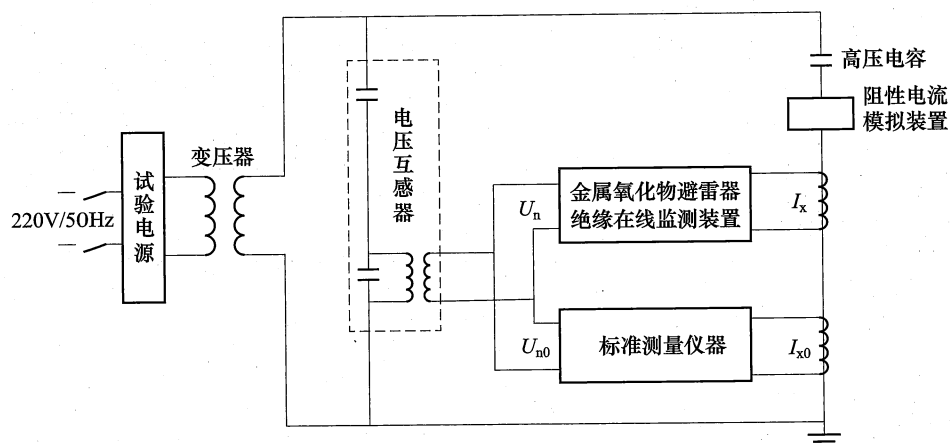


图5 以电压为参考量的高压模拟法试验电路图

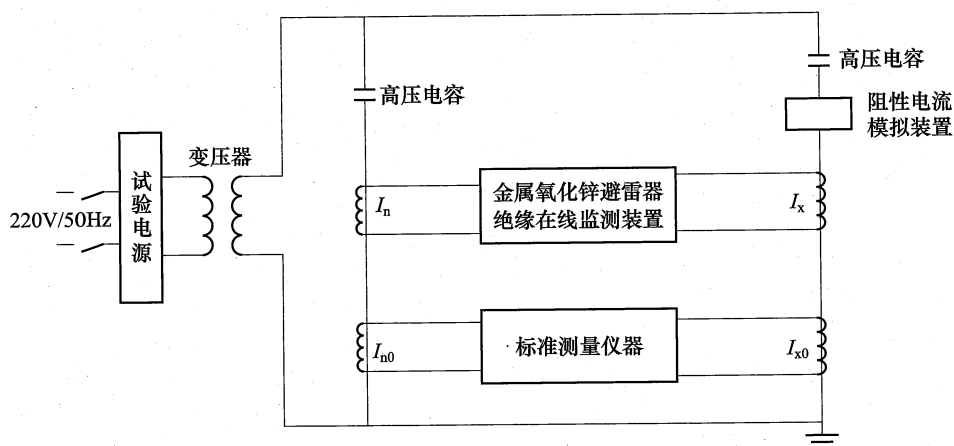


图6 以电流为参考量的高压模拟法试验电路图

标准测量仪器测量结果的总不确定度不应大于被检装置的 1/3。金属氧化物避雷器绝缘在线监测装置的测量误差应符合表 3 要求。

#### 5.2.2.2 低压模拟法试验电路

低压模拟法试验电路由校验信号发生器和标准测量仪器构成，如图 7 及图 8 所示。

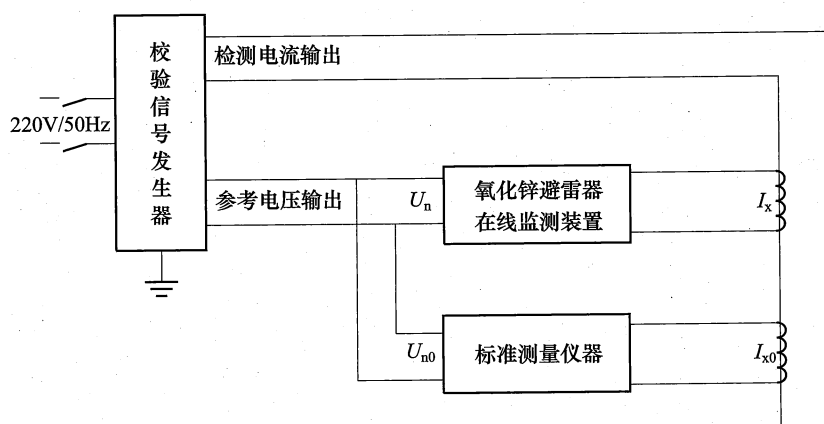


图7 以电压为参考量的低压模拟法试验电路图

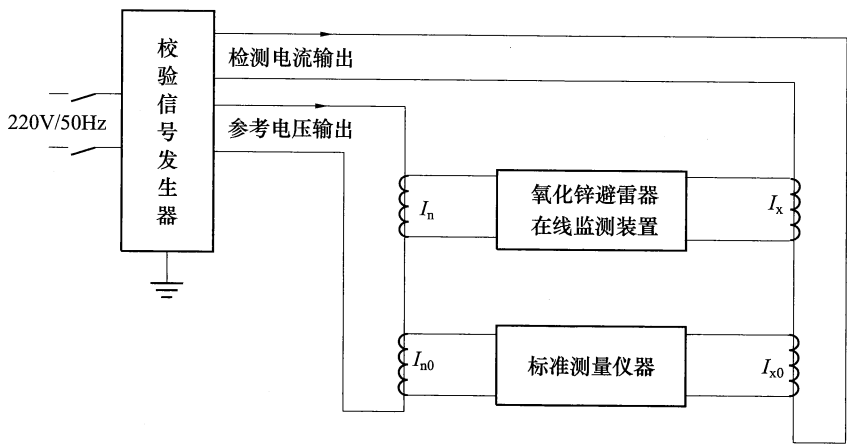


图 8 以电流为参考量的低压模拟法试验电路图

其中，校验信号发生器可输出幅值及相位可调的参考电压、参考电流及检测电流信号，并可通过计算得到等效的阻性电流和阻容比值。

试验时，被检验的在线监测装置和标准测量仪器同时测量，并以标准测量仪器的测量值作为标准读数，计算出在线监测装置测量全电流有效值、阻性电流基波峰值及阻容比值的误差值。

标准测量仪器测量结果的总不确定度不应大于被检装置的 1/3。金属氧化物避雷器绝缘在线监测装置的测量误差应符合表 3 要求。

5.2.2.3 测量点选取原则

测量点应包括（但不限于）0.05、0.1、0.15、0.2、0.3 和 0.5 的阻容比值。使用高压模拟法时，在 1mA~10mA 选定一个全电流值测量点；使用低压模拟法时，应在测量范围内选定包括最高和最低检测电流值在内的共 6 个全电流值测量点。高压模拟法下的 6 个测试点和低压模拟法下的 36 个测试点下，各检测参量测量误差应满足表 3 要求。

5.2.3 测量重复性试验

按图 7 或图 8 所示的试验电路，在阻容比值在 0.1~0.2 范围内的某一稳定测量点，读取在线监测装置连续测得的 6 组测量数据，依式（1）分别计算出 *RSD* 值。阻容比值、阻性电流基波峰值、全电流有效值的相对标准偏差 *RSD* 值及测量误差值应符合表 3 要求。

5.2.4 抗谐波干扰试验

按图 4 所示的试验电路，选取 0.1mA~10mA 之间的某个检测电流值，在检测电流信号中依次施加 3 次（含有率为 6%）、5 次（含有率为 10%）和 7 次（含有率为 14%）谐波干扰电流，金属氧化物避雷器在线监测装置的阻性电流基波峰值及阻容比值测量误差仍应符合表 3 要求。

5.2.5 现场试验

现场条件下的测量误差试验方法参照附录 A。

5.3 接入安全性检查

5.3.1 电容型设备绝缘在线监测装置

电容型设备绝缘在线监测装置应进行下列接入安全性检查：

- a) 电容型设备在线监测装置的取样单元应选用穿芯式电流传感器，对于就近安装传感器的，增加的

多芯软导线长度不宜超过 1m；对于远离设备末屏引出端的传感器，应使用截面积不低于  $2 \times 2.5\text{mm}^2$  的铠装双绞屏蔽电缆，屏蔽电缆应保证可靠接地，被监测设备的末屏引出端还应有防开路保护装置。

- b) 带有结合滤波器的耦合电容器安装的穿芯式电流传感器，其穿芯导线的截面积不低于原引下线。
- c) 对于电容型套管，末屏抽头应使用套管末屏适配器引出，适配器应连接可靠、密封良好，提供试验用测量接口，并有防开路保护装置。
- d) 从电压互感器的二次端获取电压信号时，应有防短路保护装置。

### 5.3.2 金属氧化物避雷器绝缘在线监测装置

金属氧化物避雷器绝缘在线监测装置取样单元应选用穿芯式电流传感器，对于在接地线上取样的，传感器应串接在避雷器底座与计数器上端之间，穿芯导线增加的长度不宜超过 1m；对于在计数器两端取样的，应使用截面积不低于  $2 \times 2.5\text{mm}^2$  的铠装双绞屏蔽电缆，并应在取样回路中加装高频阻尼装置，不影响避雷器计数器正常功能。

## 6 检验结果处理

按本部分要求，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。

## 附录 A (资料性附录)

### 现场条件下的测量误差试验方法

#### A.1 电容型设备绝缘在线监测装置

交接试验和现场试验用于对现场安装的在线监测装置的测量精确度进行检验，具体试验电路如图 A.1 和图 A.2 所示，需使用标准测量仪器，并要求在线监测装置能提供安全可靠的信号校验接口。

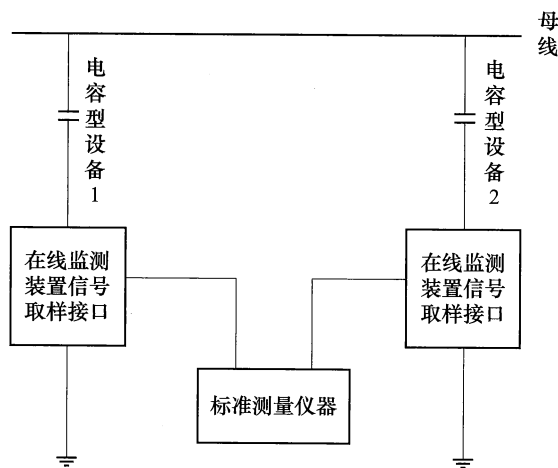


图 A.1 以电流为参考量的相对值测量试验电路图

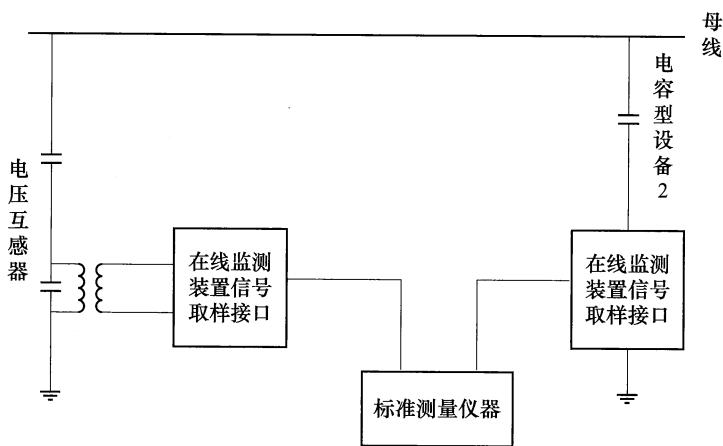


图 A.2 以电压为参考量的绝对值测量试验电路图

如果在相同母线下或者母联状态时存在 2 组及以上电容型设备，推荐采用图 A.1 所示的方式，即选取相同运行电压下（同母线或母联）的 2 组电容型设备，通过标准测量仪器检测介质损耗差值、电容量比值等参量，同时读取在线监测装置在该时间段内的监测数据，得到这两组电容型设备的介质损耗差值和电容量比值。然后以标准测量仪器的测量值作为标准读数，计算出在线监测装置测量介质损耗差值的绝对误差和电容量比值的相对误差。

如果在相同母线下或者母联状态时仅有 1 组电容型设备，可采用图 A.2 所示的测量方式，即利用该母线上的电压互感器提供参考电压信号，通过标准测量仪器检测电容型设备的介质损耗、电容量等参量，同时读取在线监测装置在该时间段内的监测数据，然后以标准测量仪器的测量值作为标准读数，计算出

在线监测装置测量介质损耗因数和电容量的误差。

电容型设备绝缘在线监测装置的测量误差应符合表 2 要求。

A.2 金属氧化物避雷器绝缘在线监测装置

交接试验和现场试验用于对现场安装的在线监测装置的测量精确度进行检验，具体试验电路如图 A.3 和图 A.4 所示，需使用标准测量仪器，并要求在线监测装置能提供安全可靠的信号校验接口。

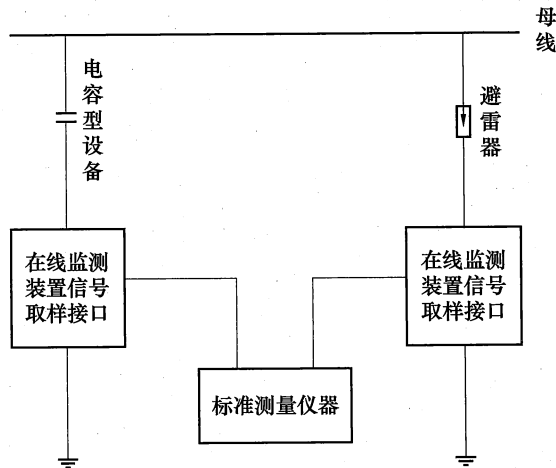


图 A.3 以电流为参考量的试验电路图

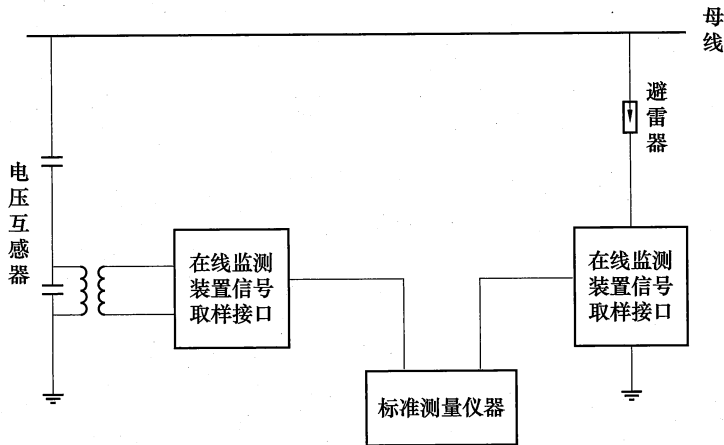


图 A.4 以电压为参考量的试验电路图

如果被测现场不具备电压互感器（或 CVT），则可采用图 A.3 所示试验电路，即利用该母线上的电容型设备（需预知其电容量和介质损耗值）提供参考电压信号，通过标准测量仪器检测金属氧化物避雷器的全电流、阻性电流及阻容比等参量，同时读取在线监测装置数据，以标准测量仪器的测量值作为标准读数，计算出在线监测装置测量全电流、阻性电流及阻容比值的误差值。

如果被测现场具备电压互感器（或 CVT），推荐采用图 A.4 所示试验电路，即利用该母线上的电压互感器提供参考电压信号，通过标准测量仪器检测金属氧化物避雷器的全电流、阻性电流及阻容比等参量，同时读取在线监测装置数据，以标准测量仪器的测量值作为标准读数，计算出在线监测装置测量全电流、阻性电流及阻容比的误差值。

金属氧化物避雷器在线监测装置的测量误差应符合表 3 的要求。

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 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  
DL/T 1432.3 — 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 22 千字  
印数 0001—1000 册

\*

统一书号 155123 · 3039 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

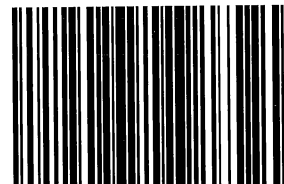
版 权 专 有 翻 印 必 究



中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



155123.3039