ICS 27.100
F 24
备案号：42616-2014

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL / T 1256 — 2013

变压器空、负载损耗测试仪通用技术条件

General specification of transformer tester for no-load loss and load loss

2013-11-28发布　　2014-04-01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　技术要求 …… 2
5　试验方法 …… 4
6　检验规则 …… 7
7　标志、包装、运输和贮存 …… 8
8　供货成套型 …… 9
附录 A（规范性附录）　校验接线图 …… 10

前　言

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由全国高电压试验技术标准化分技术委员会归口。

本标准主要起草单位：中国电力科学研究院、河北省电力科学研究院、浙江省电力科学研究院、四川省电力科学研究院、湖南省电力科学研究院、安徽省电力科学研究院。

本标准主要起草人：张军、陈习文、潘瑾、张礼莉、袁恒、詹洪炎、刘红、朱琦。

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）。

变压器空、负载损耗测试仪通用技术条件

1 范围

本标准规定了测量变压器空载损耗和负载损耗的变压器空、负载损耗测试仪的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等内容。

本标准适用于变压器空、负载损耗测试仪（简称“测试仪”）的生产、使用和检验。

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/T 191 包装储运图示标志（GB/T 191—2008, ISO 780: 1997, MOD）

GB/T 6587 电子测量仪器通用规范

GB 11463—1989 电子测量仪器可靠性试验

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 17626.2—2006, IEC 61000-4-2: 2001, IDT）

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 17626.3—2006, IEC 61000-4-3: 2002, IDT）

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 17626.4—2008, IEC 61000-4-4: 2004, IDT）

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 17626.5—2008, IEC 61000-4-5: 2005, IDT）

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 17626.6—2008, IEC 61000-4-6: 2006, IDT）

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 17626.8—2006, IEC 61000-4-8: 2001, IDT）

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 17626.9—2011, IEC 61000-4-9: 2001, IDT）

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 17626.10—1998, IEC 61000-4-10: 1993, IDT）

GB/T 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验（GB/T 17626.11—2008, IEC 61000-4-11: 2004, IDT）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

空载电流 no-load current

当额定频率下的额定电压（分接电压）施加到一个绕组的端子，其他绕组开路时，流经该绕组线路端子电流的方均根值。

3.2

空载损耗　no-load loss

当额定频率的额定电压（分接电压）施加到一个绕组的端子，其他绕组开路时所吸取的有功功率。

3.3

负载损耗　load loss

在一对绕组中，当额定电流（分接电流）流过一个绕组的线路端子，且另一个绕组短路时，变压器在额定频率及参考温度下所吸取的有功功率。

3.4

短路阻抗（一对绕组的）　short-circuit impedance (of a pair of windings)

在额定频率和参考温度下，一对绕组中某一绕组端子间的等效串联阻抗。确定此值时，另一绕组的端子短路，其余绕组（如果有）开路。

对于三相变压器，表示为每一相的阻抗（等值星形连接）。

对于带有分接绕组的变压器，是指在指定分接位置上的。如无另外规定，则是指在主分接上。

注：此参数可用无量纲的相对值表示，即表示为该绕组中同一绕组的参考阻抗 Z_{rel} 的分数值 z，若用百分数表示，则有

$$z = \frac{100Z}{Z_{rel}} \tag{1}$$

$$Z_{rel} = \frac{U}{S_r} \tag{2}$$

式中：

U ——Z 和 Z_{rel} 所属的绕组的电压（额定电压或分接电压）；

S_r ——额定容量基准值。

3.5

阻抗电压　impedance voltage at rated current (for the principal tapping)

当一个绕组短路，以额定频率的电压施加于另一个绕组的线路端子上，并使其流过额定电流时的施加电压值。

注：绕组的阻抗电压是指相应的参考温度下的数值且用施加电压绕组的额定电压值的百分数来表示。

4　技术要求

4.1　工作条件

测试仪的工作条件至少应满足以下要求：

a）　环境温度：0℃～40℃；

b）　环境湿度：相对湿度不大于 80%；

c）　电源电压：AC 220V（1±10%）；

d）　电源频率：（50±5）Hz。

4.2　外观

测试仪的外观应符合下列规定：

——表面应无划伤、裂纹和变形；

——各按键及开关操作应灵活，无卡涩；

——显示部分应显示清晰，无缺陷；

——铭牌标志应清晰完整。

4.3 安全性能

4.3.1 绝缘电阻

测试仪电源输入端对机壳的绝缘电阻应不小于20MΩ。

4.3.2 介电强度

测试仪的电源输入端与机壳间应能承受 1500V、50Hz 正弦波电压，历时 1min 的耐压试验，无闪络或击穿现象。

4.4 基本性能

4.4.1 电压测量

测试仪的电压测量应满足以下要求：

——测量范围：量程下限不大于 10V，量程上限不小于 100V；

——测量误差：不大于±0.5%。

4.4.2 电流测量

测试仪的电流测量应满足以下要求：

——测量范围：量程下限不大于 0.5A 量程上限不小于 5A；

——测量误差：不大于±0.5%。

4.4.3 频率测量

测试仪的频率测量应满足以下要求：

——测量范围：45Hz～65Hz；

——测量误差：不大于±0.2%。

4.4.4 空载损耗测量

测试仪的空载损耗测量误差应不大于±1%。

4.4.5 负载损耗测量

测试仪的负载损耗测量误差应不大于±1%。

4.4.6 阻抗电压（短路阻抗）测量

测试仪的阻抗电压（短路阻抗）测量误差应不大于±0.5%。

4.5 电磁兼容试验

4.5.1 静电放电抗扰度

测试仪应能承受 GB/T 17626.2 规定的严酷等级为 4 级的静电放电干扰。

4.5.2 射频电磁场辐射抗扰度

测试仪应能承受 GB/T 17626.3 规定的严酷等级为 3 级的射频电磁场辐射干扰。

4.5.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度

测试仪应能承受 GB/T 17626.4 规定的严酷等级为 4 级的电快速瞬变脉冲群干扰。

4.5.4 浪涌（冲击）抗扰度

测试仪应能承受 GB/T 17626.5 规定的严酷等级为 4 级的浪涌（冲击）干扰。

4.5.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度

测试仪应能承受 GB/T 17626.6 规定的严酷等级为 3 级的射频场感应的传导骚扰干扰。

4.5.6 工频磁场抗扰度

测试仪应能承受 GB/T 17626.8 规定的严酷等级为 5 级的工频磁场干扰。

4.5.7 脉冲磁场抗扰度

测试仪应能承受 GB/T 17626.9 规定的严酷等级为 5 级的脉冲磁场干扰。

4.5.8 阻尼振荡磁场抗扰度

测试仪应能承受 GB/T 17626.10 规定的严酷等级为 5 级的阻尼振荡磁场干扰。

4.5.9 电压暂降、短时中断抗扰度

测试仪应能承受 GB/T 17626.11 规定的电压暂降和短时中断为 60%U_T，并持续 10 个周期的电压暂降和短时中断干扰。

4.6 环境适应性

4.6.1 电源适应性

在 GB/T 6587 规定的条件下，测试仪应符合本标准 4.4 的要求。

4.6.2 温度试验

测试仪应能承受 GB/T 6587 组别为 II 温度试验的要求。

4.6.3 湿度试验

测试仪应能承受 GB/T 6587 组别为 II 湿度试验的要求。

4.6.4 振动试验

测试仪应能承受 GB/T 6587 组别为 II 振动试验的要求。

4.6.5 冲击试验

测试仪应能承受 GB/T 6587 组别为 II 冲击试验的要求。

4.6.6 运输试验

测试仪应能承受 GB 6587 组别为 II 运输试验的要求。

4.7 可靠性

测试仪的平均无故障工作时间（MTBF）应不小于 1000h。

5 试验方法

5.1 试验条件

测试仪的试验条件应满足以下要求：

——环境温度：（20±5）℃；

——环境湿度：相对湿度不大于 80%；

——电源频率：50×（1±10%）Hz；

——电源电压：220×（1±10%）V。

5.2 外观检查

用目测方法检查，结果应满足本标准 4.2 的要求。

5.3 安全性能试验

5.3.1 绝缘电阻

用 500V 绝缘电阻表测量电源输入端对机壳的绝缘电阻，结果应符合本标准 4.3.1 的要求。

5.3.2 介电强度试验

在电源输入端与机壳间施加 1500V 工频电压，历时 1min，结果应满足本标准 4.3.2 的要求。

5.4 基本性能试验

5.4.1 电压测量

用标准电源法（其允许误差应优于被检测试仪允许误差的 1/5），对测试仪的每相分别进行试验。在测试仪的每个量程范围内均匀选择 5 个测试点，按附录 A 所示接线，分别读取标准表的示值 U_0 和测试仪的示值 U_X，按式（3）计算电压的测量误差

$$\delta_U = \frac{U_X - U_0}{U_0} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

U_X——电压测试示值，单位为伏特（V）；

U_0——标准电压值，单位为伏特（V）；

δ_U ——电压测量误差。

5.4.2 电流测量

用标准电源法（允许误差应优于被检测试仪允许误差的 1/5），对测试仪的每相分别进行试验。在测试仪的每个量程范围内均匀选择 5 个测试点，按附录 A 所示接线，分别读取标准表的示值 I_0 和测试仪的示值 I_X，按式（4）计算电流的测量误差

$$\delta_I = \frac{I_X - I_0}{I_0} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

I_X ——电流测试示值，单位为安培（A）；

I_0 ——标准电流值，单位为安培（A）；

δ_I ——电流测量误差。

5.4.3 频率测量

用标准电源法（其允许误差应优于被检测试仪允许误差的 1/5），对测试仪的每相分别进行试验。在 45Hz～65Hz 之间均匀选择 5 个测试点，按附录 A 所示接线，分别读取标准表的示值 f_0 和测试仪的示值 f_X，按式（5）计算频率的测量误差

$$\delta_f = \frac{f_X - f_0}{f_0} \times 100\% \quad (5)$$

式中：

f_X ——频率测试示值，单位为赫兹（Hz）；

f_0 ——标准频率值，单位为赫兹（Hz）；

δ_f ——频率的测量误差。

5.4.4 空载损耗测量

用标准电源法。在测试仪的测试范围内，根据表 1 规则选取测试点，读取标准表示值 W_0 和测试仪示值 W_X，按式（6）计算空载损耗测量误差

$$\delta_W = \frac{W_X - W_0}{W_0} \times 100\% \quad (6)$$

式中：

W_X——空载损耗测量值；

W_0——空载损耗标准值；

δ_W ——空载损耗的测量误差。

表 1 空载损耗测试点

条　件	测　试　点			
	1	2	3	4
20%U_N（功率因数：0.1）	20%I_N	50%I_N	80%I_N	100%I_N
100%U_N（功率因数：0.1）	20%I_N	50%I_N	80%I_N	100%I_N
20%U_N（功率因数：0.5）	20%I_N	50%I_N	80%I_N	100%I_N
100%U_N（功率因数：0.5）	20%I_N	50%I_N	80%I_N	100%I_N
20%U_N（功率因数：1.0）	20%I_N	50%I_N	80%I_N	100%I_N
100%U_N（功率因数：1.0）	20%I_N	50%I_N	80%I_N	100%I_N
注：I_N 为测试仪满量程电流，U_N 为测试仪满量程电压。				

5.4.5 负载损耗测量

用标准电源法。在测试仪的测试范围内，根据表 2 规则选取测试点，读取标准表示值 P_0 和测试仪示值 P_X，按式（7）计算负载损耗测量误差

$$\delta_P = \frac{P_X - P_0}{P_0} \times 100\% \tag{7}$$

式中：

P_X ——负载损耗测量值；

P_0 ——负载损耗标准值；

δ_P ——负载损耗的测量误差。

表 2 负载损耗测试点

条　件	测　试　点			
	1	2	3	4
20%I_N（功率因数：0.1）	20%U_N	50%U_N	80%U_N	100%U_N
100%I_N（功率因数：0.1）	20%U_N	50%U_N	80%U_N	100%U_N
20%I_N（功率因数：0.5）	20%U_N	50%U_N	80%U_N	100%U_N
100%I_N（功率因数：0.5）	20%U_N	50%U_N	80%U_N	100%U_N
20%I_N（功率因数：1.0）	20%U_N	50%U_N	80%U_N	100%U_N
100%I_N（功率因数：1.0）	20%U_N	50%U_N	80%U_N	100%U_N
注：I_N 为测试仪满量程电流，U_N 为测试仪满量程电压。				

5.4.6 阻抗电压（短路阻抗）测量

用标准电源法，对测试仪的每相分别进行试验。按附录 A 所示接线，设置测试仪满量程电压为测试对象额定电压，选择测试点为额定电压的 5%、10%、20%、50%、100%，分别读取测试仪的示值 Z_X 和标准表的电压值，并根据设置额定电压计算标准阻抗电压值 Z_0，按式（8）计算阻抗电压（短路阻抗）测量误差

$$\delta_Z = Z_X - Z_0 \tag{8}$$

式中：

Z_X ——阻抗电压（短路阻抗）测量值；

Z_0 ——阻抗电压值；

δ_Z ——阻抗电压（短路阻抗）测量误差。

5.5 环境适应性

5.5.1 电源频率与电压试验

测试仪的电源频率与电压试验按 GB/T 6587 规定的试验要求和方法进行，结果应符合本标准 4.6.1 的规定。

5.5.2 温度试验

测试仪的温度试验按 GB/T 6587 规定的试验要求和试验方法进行，结果应符合本标准 4.6.2 的要求。

5.5.3 湿度试验

测试仪的湿度试验按 GB/T 6587 规定的试验要求和试验方法进行，结果应符合本标准 4.6.3 的要求。

5.5.4 振动试验

测试仪的振动试验按 GB/T 6587 规定的试验要求和试验方法进行，结果应符合本标准 4.6.4 的要求。

5.5.5 冲击试验

测试仪的冲击试验按 GB/T 6587 规定的试验要求和试验方法进行，结果应符合本标准 4.6.5 的要求。

5.5.6 运输试验

测试仪的运输试验按 GB/T 6587 规定的试验要求和试验方法进行，结果应符合本标准 4.6.6 的要求。

5.6 电磁兼容试验

5.6.1 静电放电抗扰度试验

测试仪的静电放电抗扰度试验应按 GB/T 17626.2 规定的试验要求和试验方法进行，严酷等级为 4 级，试验点应覆盖整个装置人体可触及的部位，在施加干扰的情况下，结果应满足本标准 4.5.1 的要求。

5.6.2 射频电磁场辐射抗扰度试验

测试仪的射频电磁场辐射抗干扰度试验应按 GB/T 17626.3 规定的试验要求和试验方法进行，严酷等级为 3 级，试验点应覆盖整个装置人体可触及的部位，在施加干扰的情况下，结果应满足本标准 4.5.2 的要求。

5.6.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

测试仪的电快速瞬变脉冲群抗扰度试验应按 GB/T 17626.4 规定的试验要求和试验方法进行，严酷等级为 4 级，试验回路为装置的电源端口及数据端口，在施加干扰的情况下，结果应满足本标准 4.5.3 的要求。

5.6.4 浪涌冲击抗扰度试验

测试仪的浪涌冲击抗扰度试验应按 GB/T 17626.5 规定的试验要求和试验方法进行，严酷等级为 4 级，试验回路为装置的电源，在施加干扰的情况下，结果应满足本标准 4.5.4 的要求。

5.6.5 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验

测试仪的射频场感应的传导骚扰抗扰度试验应按 GB/T 17626.6 规定的试验要求和试验方法进行，严酷等级为 3 级，试验点应覆盖整个装置，在施加干扰的情况下，结果应满足本标准 4.5.5 的要求。

5.6.6 工频磁场抗扰度试验

测试仪的工频磁场抗扰度试验应按 GB/T 17626.8 规定的试验要求和试验方法进行，严酷等级为 5 级，试验点应覆盖整个装置，在施加干扰的情况下，结果应满足本标准 4.5.6 的要求。

5.6.7 脉冲磁场抗扰度试验

测试仪的脉冲磁场抗扰度试验应按 GB/T 17626.9 规定的试验要求和试验方法进行，严酷等级为 5 级，试验点应覆盖整个装置，在施加干扰的情况下，结果应满足本标准 4.5.7 的要求。

5.6.8 阻尼振荡磁场抗扰度试验

测试仪的阻尼振荡磁场抗扰度试验应按 GB/T 17626.10 规定的试验要求和试验方法进行，严酷等级为 5 级，试验点应覆盖整个装置，在施加干扰的情况下，结果应满足本标准 4.5.8 的要求。

5.6.9 电压暂降和短时中断抗扰度试验

测试仪的电压暂降和短时中断抗扰度试验应按 GB/T 17626.11 规定的试验要求和试验方法进行，严酷等级为 60%U_T，并持续 10 个周期，试验点为装置的电源，在施加干扰的情况下，结果应满足本标准 4.5.9 的要求。

5.7 可靠性试验

测试仪的可靠性试验按照 GB/T 11463—1989 表 1 中定时定数截尾试验方案的规定进行，结果应符合本标准 4.7 的要求。

6 检验规则

6.1 总则

测试仪的检验分为型式试验和出厂试验。

6.2 型式试验

6.2.1 试验条件

下列情况之一的，测试仪应进行型式试验：

a） 新产品投产前，以后每五年进行一次；

b） 在生产中当设计、材料、工艺或结构等改变，且其改变可能影响产品的性能时，亦应进行型式试验，此时的型式试验可以只进行与各项改变有关的检验项目；

c） 停产一年以上恢复生产时；

d） 国家质量监督机构要求进行质量一致性检验时。

6.2.2 抽样和合格判定规则

测试仪型式试验的抽样和合格判定规则应按照以下方法进行：

a） 从出厂检验合格的产品中随机抽取三台为样品；

b） 经过型式试验，全部样品都合格的，则判定该产品本次型式试验合格；

c） 经过型式试验，有两台以上（包括两台）样品不合格的，则判定该产品本次型式试验不合格；

d） 经过型式试验，有一台样品不合格的，则应加倍抽样，重新进行型式检验；如全部样品都合格，仍判定该产品本次型式检验合格，如第二次抽样样品仍存在不合格，则判定本次型式检验不合格。

6.3 出厂试验

每台测试仪均应进行出厂试验，并在产品出厂时附产品检验合格证。

6.4 检验项目

测试仪的型式试验和出厂试验项目见表 3。

表 3 检 验 项 目

序号	检测项目	型式检验	出厂检验
1	外观检查	√	√
2	安全性能检查	√	√
3	基本性能试验	√	√
4	环境适应性试验	√	—
5	电磁兼容试验	√	—
6	可靠性试验	√	—
注：“√”为必须做试验项目，“—”为不做试验项目。			

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

7.1.1 铭牌

测试仪铭牌应有下列明显标志：

a） 产品名称；

b） 产品型号；

c） 出厂编号；

d） 出厂日期；

e） 制造厂名；

f） 测量范围；

g） 允许误差；

h） 执行标准号。

7.1.2 外包装箱上的标记

测试仪外包装箱上应有下列标记：

a） 产品名称及型号；

b） 标明“小心轻放”、“向上”、“防雨”等标志。包装箱应符合 GB/T 191 有关标志的规定。

7.2 包装

测试仪应有内包装及外包装箱，可动部分应锁紧扎牢，并应有防尘、防潮、防振等措施。

7.3 运输

包装完好的测试仪应可用任何方式运输，运输过程中应防雨、防尘、防机械损伤。

7.4 贮存

测试仪的贮存应满足以下环境要求：

——环境温度为-5℃～+50℃；

——相对湿度不大于 90%；

——室内无腐蚀性气体，不受灰尘、雨雪侵害的库房内。

8 供货成套型

随同测试仪供货应有的附件：

a） 产品检验合格证；

b） 装箱单；

c） 使用说明书；

d） 随机备件、附件；

e） 其他有关的技术资料。

附 录 A
（规范性附录）
校 验 接 线 图

校验接线如图 A.1 所示。

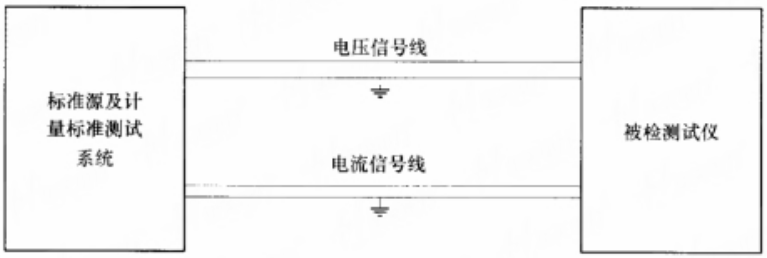

图 A.1 校验接线