

ICS 27.100

F 24

备案号: 13587-2004

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 848.4 — 2004

高压试验装置通用技术条件 第 4 部分: 三倍频试验变压器装置

General technical specification of high voltage test devices
Part 4: triple-frequency test transformer

2004-03-09 发布

2004-06-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

前言	40
1 范围	41
2 规范性引用文件	41
3 术语和定义	41
4 分类和命名	42
5 技术要求	42
6 试验方法	44
7 检验规则	45
8 产品标志、包装、运输和贮存	46
附录 A（规范性附录） 测量绕组平均温度的电阻测量法	48

NANR 武汉南倍电气有限公司
<http://www.whnanrui.com>

前 言

本标准是根据原国家经济贸易委员会电力司《关于下达 2000 年度电力行业标准制、修定计划项目的通知》（电力〔2000〕70 号文）下达的《高压试验装置通用技术条件》制定标准项目进行的。

DL/T848《高压试验装置通用技术条件》本次发布以下 5 个部分。

- 第 1 部分：直流高压发生器；
- 第 2 部分：工频高压试验装置；
- 第 3 部分：无局放试验变压器；
- 第 4 部分：三倍频试验变压器装置；
- 第 5 部分：冲击电压发生器。

本部分为 DL/T848《高压试验装置通用技术条件》的第 4 部分。

本部分的附录为 A 规范性附录。

本部分由中国电力企业联合会提出。

本部分由全国高压电气安全标准化技术委员会归口。

本部分起草单位：武汉高压研究所、湖北电力试验研究所、上海群慕特种电气有限公司。

本部分主要起草人：郭克勤、蔡崇积、靖晓平、李裕培、田凤梅。

本标准由武汉高压研究所负责解释。

NANR 武汉南倍电气有限公司
http://www.whnanrui.com

高压试验装置通用技术条件

第 4 部分：三倍频试验变压器装置

1 范围

DL/T848 的本部分规定了三倍频试验变压器装置的术语、分类、技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输储存条件。

本部分适用于电压互感器、中小型变压器类设备进行绝缘性能试验用 150Hz 电源的三倍频试验变压器装置（以下简称装置）的设计、制造和使用。电子式调频电源装置可参照本部分有关内容。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 DL/T848 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于部分，然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

GB 191 包装储运图示标志 EQV ISO 780: 1997

GB/T 16927.1—1997 高电压试验技术 第 1 部分：一般试验要求

JB 8749 调压器通用技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于 DL/T848 的本部分。

3.1

三倍频变压器装置 triple-frequency transformer

一个三相五柱变压器或由三个单相变压器组成，其一次侧接成星形，二次侧接成开口三角形，在合适的磁路饱和状态下工作时，变压器二次侧开口三角输出电压频率为 150Hz 的电源装置（包括滤波、无功补偿单元、调压单元、控制保护单元）。

3.2

空载特性 no-load characteristic

装置输出端开路状态下施加规定的输入电压，与其输入电流和输出端电压的相关关系。

3.3

负载特性 load characteristic

装置输出端接入规定负载状态下，施加规定的输入电压与其输入电流的相关关系。

3.4

输出电压波形畸变率 distortion factor of the output voltage waveform

在规定负载范围内输出电压相对于 150Hz 时的正弦波波形畸变率。

3.5

等值阻性额定负载 equivalence resistant rated load

为提高装置的输出能力和改善输出电压波形对负载进行无功补偿使其接近阻性负载，此时对应的额定负载电阻值。

3.6

特性参数 characteristic parameter

一组反映装置输入、输出相关特性的参数。

3.7

额定输出电流 rated output current

满足装置热容量要求所对应的输出电流。

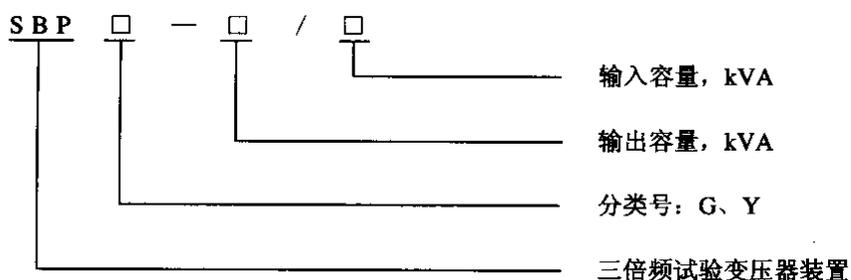
4 分类和命名

4.1 分类

装置按绝缘介质分类可分为干式（G类）和油浸式（Y类）。干式（G类）以复合绝缘固体材料或某种单一绝缘固体材料作为绝缘介质，油浸式（Y类）以变压器油作为绝缘介质。

4.2 型号命名

装置的型号命名方式如下：



5 技术要求

5.1 正常使用条件

5.1.1 环境条件

正常使用的环境条件要求：

- 环境温度：最高气温+40℃，最低气温-5℃；
- 空气最大相对湿度：当空气温度为+25℃时，相对湿度不超过90%；
- 使用场所无严重影响变压器绝缘的气体、蒸气、化学性沉积灰尘、污垢及其他爆炸性介质及严重振动。

5.1.2 电源条件

电源条件要求：

- 电源电压的波形为实际上的正弦波；
- 输入的三相电源电压应大致对称。

注：当上述正常使用条件不能满足使用要求时，由用户与制造厂协商。

5.2 外观

装置表面应光洁平整，不应有凹凸痕及划伤、裂缝、变形现象，漆或镀层不应起泡、脱落，字迹应清晰明了。金属件不应有锈蚀及机械损伤，油浸式产品应无渗漏，接插件应牢固可靠，开关按钮均应动作灵活。装置应在装置的明显部位设置铭牌及端子接线图，应有明显的接地标识。

5.3 额定输出标准值

在满足输出电压波形要求和热容量要求的前提下，额定输出容量优选值0.5、1、2、3、5、10、25、30kVA，输出电压范围由产品标准规定。

5.4 允许运行时间及温升

在额定容量下，从环境温度开始，应允许连续运行60min，根据客户要求可确定其他允许时间。

绕组温升受其本身绝缘或被包围的介质的最低绝缘等级的限制。在额定容量下允许时间内，各种绝缘等级的温升限值如表1所列。

表 1 绕组允许温升

绝缘等级	温升限值 K
浸于油中的所有绝缘等级	60
充填沥青胶的所有绝缘等级	50
不浸油或不填充沥青胶的 Y、A、E、B、F、H 级绝缘	45, 60, 75, 85, 110, 135
注：对某些材料（如树脂），制造厂应指明其相应的绝缘等级。	

绕组出头或接触连接处的温升为 50K。在铁心及相关组件表面所测得的温升值应不超过 80K。

5.5 装置配置

5.5.1 调压和补偿

装置额定输入电压一经设定，使用中不允许改变。且由于三倍频变压器漏抗大，输出端空载电压与额定负载下的电压相差甚大，为控制输出电压，宜在变压器输出端设置自耦调压器以保证负载所需工作电压。

当装置输出波形畸变率不满足小于 5% 要求时，应加装滤波单元。滤波单元可采用电感、电容串联构成，并接在装置的输出端。为提高装置的无功负载能力，宜在输出回路配置无功补偿单元。补偿单元可根据容性无功负荷范围配置可调电抗器。

5.5.2 测量仪表

用于装置工况监视的测量指示仪表准确度应满足 1.5 级要求。

测量指示仪表设置至少应有输入和输出电流、电压参数显示，并设置输出回路功率因数表或相位计。

装置应配置过流保护装置以及其他限位保护措施。

5.6 绝缘性能

5.6.1 绝缘电阻

装置外部可触及导电部分和机壳之间及各导电部分之间的绝缘电阻应不小于 10MΩ。

5.6.2 绝缘强度

装置外部可触及导电部分和机壳之间及各导电部分之间应能承受 3kV 工频电压持续 1min，应不出现电压突然下降或明显放电声等异常现象。

5.6.3 油浸式变压器单元密封特性

在充气压力为 0.04MPa 下，维持 3h 后，其剩余压力应不小于 0.025MPa，产品应无渗漏，无损坏。

5.7 特征参数

5.7.1 空载特性

输入额定电压下输出为空载时所测得输入电流有效值与铭牌标称值偏差应不大于 30%。

5.7.2 负载特性

输入额定电压下输出接有阻性额定负载时，所测得输入电流有效值与铭牌标称值偏差应不大于 30%。

5.7.3 负载特性曲线

生产厂应按 6.8 条的试验方法提供特性曲线，输出电流、电压（V-I）曲线和输出电压与对应输出负载 S_{out} 的关系曲线。

5.8 波形

装置在规定的负载范围内，输出电压波形应为实际的正弦波且示波图中不应有明显的 50Hz 拍频现象，频率为 150Hz 正弦波的峰值与有效值之比应在 $\sqrt{2} \pm 0.07$ 范围内。

5.9 一般结构要求

装置结构的一般要求：

- a) 出线端子应有足够的截面，并且有防止端子轴自旋措施；
- b) 充油产品应装有注油、放油用的阀门；
- c) 应有可靠的接地螺栓，接地螺栓直径不小于 8mm，接地处应有明显的接地符号；
- d) 应有供起吊用的吊拌（环），容量较大的装置，其底部宜配置滚轮；
- e) 外表面应涂漆保护；
- f) 应保证正常运输后各部件相互位置不变，紧固件不松动，附件的布置及结构不妨碍吊装、运输及运输中紧固定位。

5.10 使用的组件

装置所使用的调压器应符合 JB 8749 的要求，测量系统应符合 GB/T 16927.1 的要求，控制保护单元、滤波补偿单元应符合其相应标准或技术条件的规定。

6 试验方法

6.1 外观检查

用目测及手感法检查外观，应满足 5.2 及 5.9 条的要求。

6.2 绝缘电阻测定

用 500V 兆欧表分别测量各导电部分与机壳之间的绝缘电阻，其值不小于 10MΩ。

6.3 绝缘强度试验

在各导电部分与机壳之间施加工频电压 3kV，持续 1min，应满足 5.6.2 条的要求。

6.4 空载特性试验

在输出端开路时，施加对称的三相额定电压，并分别测量其各相输入电流有效值，该值与铭牌标称值偏差不大于 30%。

6.5 负载特性试验

在二次侧输出接一个经补偿后的等值阻性额定负载，对一次侧施加对称的三相额定电压，分别测量其各相电流有效值，该值与铭牌标称值偏差不大于 30%。

6.6 油浸式变压器密封试验

试品安装充气装置后，用单向阀对产品充入干燥气体，在充气压力为 0.04MPa、维持 3h 后，应满足 5.6.3 条的要求。

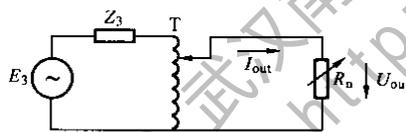
6.7 输出电压波形畸变测量

在额定输入电压下调节输出电压，使其输出容量在规定的负载范围内变化，分别用峰值电压表和有效值电压表同时读取数值或采用多功能数字示波器的相应功能，峰值和有效值之比应满足 5.8 条要求。

6.8 负载特性曲线试验

6.8.1 试验接线图

试验接线图如图 1 所示。



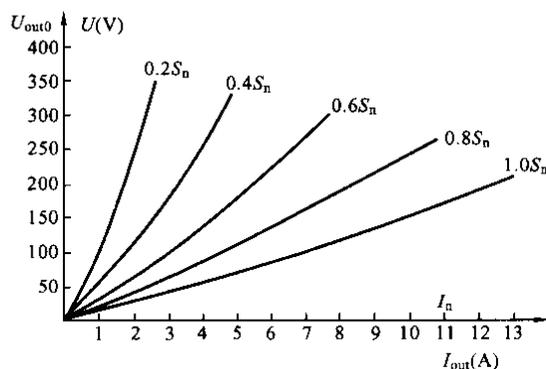
E_3 —三倍频装置等效电动势； Z_3 —三倍频装置等效内阻；

T—单相调压器； R_a —经补偿后的等值电阻

图 1 试验线路图

6.8.2 试验

分别在 (0.2、0.4、0.6、0.8、1.0) S_n 下调节 T 刻度值全程的 (0.2、0.4、0.6、0.8、1.0)，调节范围内测量输出电压 U_{out} 和输出电流 I_{out} ，并在直角坐标上做出关于 S_{out} 对应的 5 条 $U_{out}-I_{out}$ 曲线。如图 2 所示。

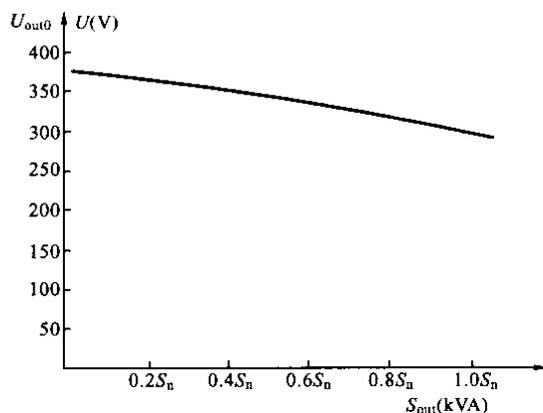


S_n —额定输出视在功率 (kVA)； I_n —额定输出电流 (A)；

U_{out0} —二次空载时调压器置于最大输出时的电压 (V)

图 2 不同负载的输出特性曲线

保持 T 在最大输出电压位置时，调节负载 S_{out} 分别在 (0.2、0.4、0.6、0.8、1.0) S_n 时测量输出电压 U_{out} ，并在直角坐标上做出 $U_{out}-S_{out}$ 曲线。如图 3 所示。



S_{out} —额定输出视在功率 (kVA)； U_{out} —输出电压 (V)

图 3 装置的输出电压特性曲线

6.9 额定容量下的温升试验

采用直接负荷法取额定负荷且负载功率因数取 $\cos\varphi = 1.0$ ，此时，装置中相关的补偿单元应与实际工作状态相符，进行允许运行时间下的温升试验，测量绕组平均温度采用电阻法（见附录 A）。铁心及相关组件采用点温测量计直接测量。

测量结果必须满足表 5.4 条的要求。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分型式试验和出厂试验两类。型式试验和出厂试验项目如表 2 所列。

表 2 试验项目和方法

序号	试验项目	技术要求条款	试验方法	例行试验	型式试验
1	外观检查	5.2	6.1	√	√
2	绝缘电阻测定	5.6.1	6.2	√	√
3	绝缘强度试验	5.6.2	6.3	√	√
4	空载特性	5.7.1	6.4	√	√
5	负载特性	5.7.2	6.5	√	√
6	油浸式产品密封试验	5.6.3	6.6	0	√
7	温升试验	5.4	6.9	0	√
8	输出电压波形畸变率测量	5.8	6.7	√	√
9	负荷特性曲线测量	5.7.3	6.8	√	√

注：“√”表示应进行的试验项目，“0”表示不需进行的试验项目。

7.2 型式试验

型式试验应按表 2 规定的项目进行，试验的数量为一台。有下列情况之一需进行型式试验：

- a) 新产品鉴定投产前；
- b) 更改产品结构；
- c) 变更主要原材料后；
- d) 法定产品质量监督部门认为需要时。

7.3 出厂试验

出厂试验应按表 2 规定的项目逐台进行。

8 产品标志、包装、运输和贮存

8.1 产品标志

装置应有耐久而不易腐蚀的铭牌，装置的外部接线端子应有标志，标出相应绕组端子标号，其标志应清晰、耐久、牢固并防腐蚀。

每台装置的铭牌应有下列内容：

- a) 产品名称、型号及产品代号；
- b) 本标准代号；
- c) 制造厂名；
- d) 出厂编号；
- e) 额定频率，Hz；
- f) 绕组连接图；
- g) 输入容量，kVA/额定输出容量，kVA；
- h) 输入电压，V/输出电压范围，V；
- i) 输入电流，A/额定输出电流，A；
- j) 空载电流，A；
- k) 无功补偿电感值范围，H；
- l) 允许运行时间，min；
- m) 总质量，kg；
- n) 制造年月。

8.2 包装

产品包装应符合 GB 191 的规定。出厂资料应妥善包装，防止受潮及损坏。

8.3 运输和贮存

油浸式应在充满变压器油的情况下运输，运输过程中应无严重振动、颠簸及冲击现象，保证所有附件不受损坏。干式产品保证在运输和贮存期间应防止潮湿和雨淋。

产品应附有全套的（包括附件）安装使用说明书、产品合格证书、出厂试验记录、产品外形尺寸图、运输尺寸图、拆卸一览表、铭牌或铭牌标志图、备件表及装箱单。

根据用户要求，制造厂应提供本部分规定的有关型式试验结果。

NANR 武汉南倍电气有限公司
<http://www.whnanrui.com>

附录 A
(规范性附录)

测量绕组平均温度的电阻测量法

测量所用仪器应有足够的灵敏度和准确度。绕组的冷态和热态电阻应用同一接线、同一仪器测量。

在温升试验结束，切断电源之后，立即测量绕组的直流电阻，由停电到测得第一个读数的时间间隔一般不应超过 1min~2min。然后在 8min~10min 内每隔相等的时间 (30s~60s) 测定一个电阻值，并依次记录为 R_1 、 R_2 、 R_3 、 \dots 、 R_k 。其后再隔 5min~10min 补充测量一个参考值 R_n 。与此同时，记录各个测定时间 t_1 、 t_2 、 t_3 、 \dots 、 t_k ，以切断电源瞬间为 $t=0$ 在对数线性坐标纸上，将 (R_1-R_n) 、 (R_2-R_n) 、 (R_3-R_n) 、 \dots 、 (R_k-R_n) 和 t_1 、 t_2 、 t_3 、 \dots 、 t_k 的相应各点绘出，用一直线连接，其与 R 坐标轴的交点即为 $t=0$ 时的 (R_0-R_n) 值，由此可得切断电源瞬间的绕组电阻 R_0 (见图 A.1)。

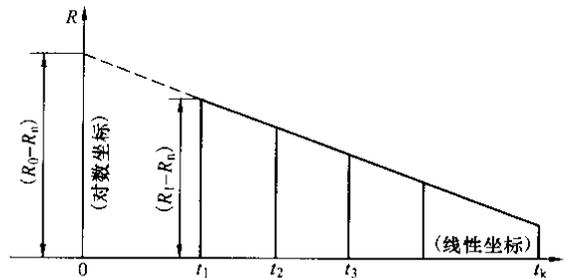


图 A.1 绕组温升测量计算 R_0 图

绕组平均温升 ($\Delta\theta$) 按下式计算:

$$\Delta\theta = \frac{R_0}{R_N} (235 + \theta_1) - (235 + \theta_2) \quad (\text{A.1})$$

式中:

R_0 —— 切断电源瞬间绕组热态电阻, Ω ;

R_N —— 冷态下, 温度为 θ_1 时的绕组电阻, Ω ;

θ_1 —— 绕组冷态温度 (与环境温度相同), $^{\circ}\text{C}$;

θ_2 —— 温升试验后期, 确定温升的环境温度, $^{\circ}\text{C}$;

235 —— 铜导体温度系数的倒数。