

T/CWDPA

团 体 标 准

T/CWDPA XXX—XXXX

10kV 油浸式非晶合金铁心配电变压器

10kV oil-immersed amorphous alloy core distribution transformer

（征求意见稿）

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国西部开发促进会 发 布

目 次

前 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 产品分类 2

 4.1 产品型号 2

 4.2 产品型式 2

 4.3 调压方式 2

 4.4 联结组标号 2

5 性能要求 2

 5.1 额定容量及电压组合 2

 5.2 空载损耗、负载损耗、空载电流及短路阻抗 3

 5.3 绝缘水平 4

 5.4 声级 4

 5.5 温升限值 4

6 技术要求 4

 6.1 使用条件 4

 6.2 铁心 5

 6.3 绕组 5

 6.4 器身 5

 6.5 油箱 5

 6.6 绝缘油 5

 6.7 组件和部件 5

 6.8 铭牌 6

 6.9 能效等级 6

7 试验方法 6

 7.1 性能试验 6

 7.2 铁心试验 7

 7.3 绕组试验 7

 7.4 器身试验 7

 7.5 油箱试验 7

 7.6 绝缘油试验 8

 7.7 组件和部件检查 8

 7.8 铭牌检查 8

 7.9 能效等级测定 8

8 检验规则 8

 8.1 检验分类 8

 8.2 出厂检验 9

 8.3 型式检验 9

8.4 判定规则.....	9
9 标志、包装、运输和贮存.....	9
9.1 标志.....	9
9.2 包装.....	9
9.3 运输.....	9
9.4 贮存.....	10

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由提出。

本文件由中国西部开发促进会归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

10kV 油浸式非晶合金铁心配电变压器

1 范围

本文件规定了10kV油浸式非晶合金铁心配电变压器（以下简称“变压器”）的术语和定义、产品分类、性能参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于额定频率为50Hz、电压等级为10kV、额定容量为30kVA~2500kVA的三相油浸式非晶合金铁心无励磁调压配电变压器。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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/T 191 包装储运图示标志
GB/T 1094.1 电力变压器 第1部分：总则
GB/T 1094.2 电力变压器 第2部分：液浸式变压器的温升
GB/T 1094.3 电力变压器 第3部分：绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙
GB/T 1094.5 电力变压器 第5部分：承受短路的能力
GB/T 1094.10 电力变压器 第10部分：声级测定
GB/T 2900.15 电工术语 变压器、调压器和电抗器
GB/T 6451 油浸式电力变压器技术参数和要求
GB/T 7252 变压器油中溶解气体分析和判断导则
GB/T 7595 运行中变压器油质量
GB/T 11022 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求
GB/T 25446 油浸式非晶合金铁心配电变压器技术参数和要求
GB 20052 电力变压器能效限定值及能效等级
JB/T 501 电力变压器试验导则
JB/T 3837 变压器类产品型号编制方法
JB/T 10088 6kV~1000kV级电力变压器声级

3 术语和定义

GB/T 1094.1、GB/T 2900.15界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

非晶合金 amorphous alloy

以铁、硼、硅等元素为主要原料，采用急速冷却工艺使内部原子呈现无序化排列的软磁合金材料。

3.2

非晶合金铁心 amorphous alloy core

采用非晶合金带材制成的变压器铁心。

3.3

空载损耗 no-load loss

变压器在额定频率、额定电压下，二次绕组开路时，一次绕组中所吸收的有功功率。

3.4

负载损耗 load loss

变压器在额定频率、额定电流下，二次绕组短路时，一次绕组中所吸收的有功功率。

3.5

短路阻抗 short-circuit impedance

变压器在额定频率、参考温度下，一对绕组中某一绕组端子之间的等效串联阻抗。

3.6

声级 sound level

在规定测量条件下，变压器运行时所产生的A计权声压级。

4 产品分类

4.1 产品型号

变压器的产品型号应按照JB/T 3837的规定进行编制。

4.2 产品型式

变压器按铁心结构型式可分为：

- a) 三相三柱式非晶合金铁心；
- b) 三相五柱式非晶合金铁心。

4.3 调压方式

变压器采用无励磁调压方式，调压范围为额定电压的 $\pm 2 \times 2.5\%$ 或 $\pm 5\%$ 。

4.4 联结组标号

变压器的联结组标号宜采用Dyn11，根据用户要求也可采用Yyn0。

5 性能要求

5.1 额定容量及电压组合

变压器的额定容量及电压组合应符合表1的规定。

表1 额定容量及电压组合

额定容量 kVA	电压组合及分接范围 kV	联结组标号	额定频率 Hz
30	$10 \pm 2 \times 2.5\% / 0.4$ 或 $10 \pm 5\% / 0.4$	Dyn11 或 Yyn0	50
50	$10 \pm 2 \times 2.5\% / 0.4$ 或 $10 \pm 5\% / 0.4$	Dyn11 或 Yyn0	50
80	$10 \pm 2 \times 2.5\% / 0.4$ 或 $10 \pm 5\% / 0.4$	Dyn11 或 Yyn0	50
100	$10 \pm 2 \times 2.5\% / 0.4$ 或 $10 \pm 5\% / 0.4$	Dyn11 或 Yyn0	50
125	$10 \pm 2 \times 2.5\% / 0.4$ 或 $10 \pm 5\% / 0.4$	Dyn11 或 Yyn0	50
160	$10 \pm 2 \times 2.5\% / 0.4$ 或 $10 \pm 5\% / 0.4$	Dyn11 或 Yyn0	50

200	10±2×2.5%/0.4 或 10±5%/0.4	Dyn11 或 Yyn0	50
250	10±2×2.5%/0.4 或 10±5%/0.4	Dyn11 或 Yyn0	50
315	10±2×2.5%/0.4 或 10±5%/0.4	Dyn11 或 Yyn0	50
400	10±2×2.5%/0.4 或 10±5%/0.4	Dyn11 或 Yyn0	50
500	10±2×2.5%/0.4 或 10±5%/0.4	Dyn11 或 Yyn0	50
630	10±2×2.5%/0.4 或 10±5%/0.4	Dyn11 或 Yyn0	50
800	10±2×2.5%/0.4 或 10±5%/0.4	Dyn11 或 Yyn0	50
1000	10±2×2.5%/0.4 或 10±5%/0.4	Dyn11 或 Yyn0	50
1250	10±2×2.5%/0.4 或 10±5%/0.4	Dyn11 或 Yyn0	50
1600	10±2×2.5%/0.4 或 10±5%/0.4	Dyn11 或 Yyn0	50
2000	10±2×2.5%/0.4 或 10±5%/0.4	Dyn11 或 Yyn0	50
2500	10±2×2.5%/0.4 或 10±5%/0.4	Dyn11 或 Yyn0	50

注：根据用户需要，可提供其他电压组合和分接范围的产品。

5.2 空载损耗、负载损耗、空载电流及短路阻抗

变压器的空载损耗、负载损耗、空载电流及短路阻抗应符合表 2 的规定。

表2 空载损耗、负载损耗、空载电流及短路阻抗

额定容量 kVA	空载损耗 W	负载损耗 W	空载电流 %	短路阻抗 %
30	33	600	1.8	4.0
50	43	870	1.6	4.0
80	60	1230	1.4	4.0
100	75	1470	1.3	4.0
125	85	1740	1.2	4.0
160	100	2100	1.1	4.0
200	120	2520	1.0	4.0
250	140	2940	0.9	4.0
315	170	3570	0.9	4.0
400	200	4200	0.8	4.0
500	240	5100	0.8	4.0

630	320	6150	0.7	4.5
800	380	7500	0.7	4.5
1000	450	10300	0.6	4.5
1250	530	12000	0.6	4.5
1600	630	14500	0.6	4.5
2000	750	17400	0.5	5.0
2500	900	20200	0.5	5.0

注1：负载损耗为参考温度75℃时的数值。

注2：空载损耗和负载损耗的允许偏差应符合GB/T 1094.1的规定。

注3：短路阻抗的允许偏差为±10%。

5.3 绝缘水平

变压器的绝缘水平应符合 GB/T 1094.3 的规定，额定绝缘水平应符合表 3 的规定。

表3 额定绝缘水平

电压等级 kV	额定短时工频耐受电压 kV（方均根值）	额定雷电冲击耐受电压 kV（峰值）
10（高压侧）	35	75
0.4（低压侧）	3	—

5.4 声级

变压器的声级（A 计权声压级）应符合表 4 的规定。

表4 声级限值

额定容量 kVA	声级 dB（A）	测量方法
30~200	≤48	GB/T 1094.10
250~500	≤50	GB/T 1094.10
630~1000	≤53	GB/T 1094.10
1250~2500	≤56	GB/T 1094.10

5.5 温升限值

变压器在额定容量、额定频率及环境温度符合 6.1 规定的条件下，各部位的温升限值应符合 GB/T 1094.2 的规定，并应符合表 5 的规定。

表5 温升限值

部位	温升限值 K	测量方法
顶层油	55	温度计法
绕组（平均）	65	电阻法
绕组热点	78	计算法
铁心表面	75	温度计法或红外测温法
油箱及结构件表面	80	温度计法或红外测温法

6 技术要求

6.1 使用条件

变压器应在下列使用条件下正常运行：

a) 海拔高度：不超过 1000m；

- b) 环境温度：最高气温+40℃，最高日平均气温+30℃，最高年平均气温+20℃，最低气温-25℃（户外式）或-5℃（户内式）；
 - c) 相对湿度：日平均不大于95%，月平均不大于90%；
 - d) 安装地点：无火灾、爆炸危险、严重污秽、化学腐蚀及剧烈振动；
 - e) 电源电压波形：近似于正弦波；
 - f) 三相电源电压对称：对于三相变压器，三相电源电压应大致对称。
- 注：当使用条件与上述规定不符时，应由制造方与用户协商确定。

6.2 铁心

6.2.1 铁心应采用非晶合金带材制造，非晶合金带材的性能应满足以下要求：

- a) 饱和磁感应强度： $\geq 1.56\text{T}$ ；
- b) 单位铁损（1.3T，50Hz）： $\leq 0.20\text{W/kg}$ ；
- c) 带材厚度： $0.025\text{mm} \pm 0.003\text{mm}$ ；
- d) 叠片系数： ≥ 0.80 。

6.2.2 铁心应采用卷铁心结构，铁心截面宜为矩形。铁心应进行退火处理，以消除内应力，恢复非晶合金的软磁性能。

6.2.3 铁心应可靠接地，接地装置应有防松措施。铁心对地绝缘电阻应不小于 $100\text{M}\Omega$ （测试电压500V）。

6.2.4 铁心装配后应采取有效措施防止非晶合金带材在运行中发生振动和噪声放大。

6.3 绕组

6.3.1 高压绕组宜采用缩醛漆包圆铜线或扁铜线绕制，低压绕组宜采用铜箔或扁铜线绕制。

6.3.2 绕组应采用矩形结构，与矩形铁心截面相适配。

6.3.3 绕组应具有良好的机械强度和抗短路能力，应能承受GB/T 1094.5规定的短路试验。

6.3.4 绕组出头应采用冷压焊接或钎焊，焊接处应搪锡处理，确保接触良好。

6.3.5 绕组层间、匝间绝缘应采用耐热等级不低于A级的绝缘材料。

6.4 器身

6.4.1 器身装配应牢固可靠，引线应采用层压木或绝缘支架固定，确保在运输和运行中不发生位移。

6.4.2 器身与油箱之间应采取可靠的定位措施，防止运输过程中器身移动。

6.4.3 器身干燥后应进行真空浸油处理，确保绝缘性能。

6.5 油箱

6.5.1 油箱应采用全密封结构，宜采用波纹式油箱或弹性片式油箱，以适应变压器油体积随温度变化而产生的膨胀和收缩。

6.5.2 油箱应能承受50kPa的正压力试验，持续时间1h，无损伤和不允许的永久变形。

6.5.3 油箱及附件表面应进行防锈处理，涂层应均匀、牢固，无气泡、流痕等缺陷。

6.5.4 油箱应设置可靠的接地装置。

6.5.5 油箱应设置起吊装置，起吊装置应能承受变压器总重的重量。

6.6 绝缘油

6.6.1 变压器应注入符合GB/T 7595要求的矿物绝缘油，也可根据用户要求注入天然酯绝缘油或其他环保型绝缘液。

6.6.2 绝缘油应经过真空滤油处理，注入变压器前油中水分含量应不大于10mg/L。

6.6.3 变压器应采用真空注油工艺，注油后应进行真空脱气处理，确保油中无气泡。

6.7 组件和部件

6.7.1 变压器应配备以下组件和部件：

- a) 无励磁分接开关；
- b) 气体继电器（容量630kVA及以上）；
- c) 压力释放阀（容量630kVA及以上）；

- d) 油位计或油位指示器;
- e) 测温装置;
- f) 放油阀和取油样阀;
- g) 接地装置;
- h) 铭牌;
- i) 起吊装置。

6.7.2 各组件和部件应符合相应标准的规定，并经检验合格后方可装配。

6.8 铭牌

6.8.1 每台变压器应装有耐久且易读的清漆铭牌，铭牌应固定在油箱的明显位置。

6.8.2 铭牌上应标出下列内容：

- a) 制造单位名称;
- b) 产品型号及名称;
- c) 标准编号;
- d) 制造日期（年、月）;
- e) 相数;
- f) 额定容量，kVA;
- g) 额定频率，Hz;
- h) 各绕组的额定电压及分接范围，V 或 kV;
- i) 各绕组的额定电流，A;
- j) 联结组标号;
- k) 短路阻抗，%;
- l) 冷却方式;
- m) 总重，kg;
- n) 绝缘油重，kg;
- o) 器身重，kg;
- p) 绝缘油牌号;
- q) 绝缘水平;
- r) 空载损耗，W;
- s) 负载损耗，W;
- t) 空载电流，%;
- u) 声级，dB（A）。

6.9 能效等级

变压器的能效等级应符合GB 20052的规定。

7 试验方法

7.1 性能试验

7.1.1 空载损耗和空载电流试验

空载损耗和空载电流测量应按GB/T 1094.1和JB/T 501的规定执行。试验应在额定频率、额定电压下进行，测量结果应符合表2的规定。

7.1.2 负载损耗和短路阻抗试验

负载损耗和短路阻抗测量应按GB/T 1094.1和JB/T 501的规定执行。试验应在额定频率、额定电流下进行，测量结果应换算至参考温度75℃，并符合表2的规定。

7.1.3 外施耐压试验

外施耐压试验应按GB/T 1094.3和JB/T 501的规定执行。高压绕组应施加35kV工频电压，低压绕组应施加3kV工频电压，持续时间1min，无击穿、无闪络。

7.1.4 感应耐压试验

感应耐压试验应按GB/T 1094.3和JB/T 501的规定执行。试验电压为额定电压的两倍，试验频率应不小于额定频率的两倍，持续时间按GB/T 1094.3的规定计算，无击穿、无闪络。

7.1.5 温升试验

温升试验应按GB/T 1094.2和JB/T 501的规定执行。试验应在额定容量、额定频率下进行，各部位温升应符合表5的规定。

7.1.6 声级测定

声级测定应按GB/T 1094.10和JB/T 10088的规定执行。测量应在额定电压、额定频率下进行，背景噪声应低于被试变压器声级至少10dB(A)，测量结果应符合表4的规定。

7.1.7 承受短路的能力试验

承受短路的能力试验应按GB/T 1094.5和JB/T 501的规定执行。试验后应进行绕组电阻测量、电压比测量、空载试验和油中溶解气体分析，结果应与试验前无明显差异。

7.2 铁心试验

7.2.1 非晶合金带材的饱和磁感应强度、单位铁损、带材厚度及叠片系数应由供方提供质量保证书或第三方检测报告。如需复验，应按GB/T 3658或相应材料标准进行。

7.2.2 铁心退火工艺应通过空载损耗试验间接验证。退火后的铁心空载损耗应符合表2的规定，试验方法按GB/T 1094.1和JB/T 501的规定执行。

7.2.3 铁心对地绝缘电阻应使用500V兆欧表测量，测量值应不小于100MΩ。

7.2.4 铁心接地检查应在器身装配完成后进行，确认接地连接可靠、防松措施有效。

7.3 绕组试验

7.3.1 绕组电阻测量应按GB/T 1094.1和JB/T 501的规定执行。测量时应记录绕组温度，并将结果换算至参考温度75℃。

7.3.2 电压比测量和联结组标号检定应按GB/T 1094.1和JB/T 501的规定执行，验证其符合4.4和5.1的规定。

7.3.3 绕组短路承受能力试验应按GB/T 1094.5的规定执行，验证绕组能承受规定的短路电流和热稳定、动稳定要求。

7.3.4 绕组出头焊接质量应通过外观检查和拉力试验验证，焊接处应无裂纹、虚焊，搪锡层应均匀完整。

7.4 器身试验

7.4.1 器身装配质量应通过外观检查和振动试验验证，引线固定应牢靠，器身各部件应无松动。

7.4.2 器身与油箱定位可靠性应通过运输试验验证，运输后器身位移量应不大于2mm。

7.4.3 真空浸油效果应通过绝缘电阻测量和介质损耗因数测量验证，试验方法按JB/T 501的规定执行。

7.5 油箱试验

7.5.1 油箱密封性试验应按JB/T 501的规定执行。全密封油箱应能承受50kPa的正压力试验，持续时间1h，无渗漏、无损伤。

7.5.2 油箱机械强度试验应按JB/T 501的规定执行。油箱应能承受50kPa的正压力试验，持续时间1h，无不允许的永久变形。试验后变形量应不大于壁厚的2倍。

7.5.3 油箱表面涂层质量应通过外观检查和划格法附着力试验验证，涂层应无气泡、流痕、脱落等缺陷。

- 7.5.4 油箱接地装置应通过导通性试验验证，接地电阻应不大于 0.1Ω 。
- 7.5.5 起吊装置强度应通过 1.25 倍总重的静载荷试验验证，持续时间 10min，无变形、无裂纹。

7.6 绝缘油试验

- 7.6.1 绝缘油击穿电压试验应按 GB/T 7595 的规定执行，新油击穿电压应不小于 35kV (2.5mm 间隙)。
- 7.6.2 绝缘油水分含量测定应按 GB/T 7600 或 GB/T 7601 的规定执行，注入变压器前油中水分含量应不大于 10mg/L。
- 7.6.3 绝缘油介质损耗因数测定应按 GB/T 5654 的规定执行，90℃时介质损耗因数应不大于 0.5%。
- 7.6.4 真空注油工艺效果应通过油中含气量测量验证，油中含气量应不大于 1%。

7.7 组件和部件检查

- 7.7.1 无励磁分接开关应进行操作试验和接触电阻测量，操作应灵活，各档位接触电阻应不大于 $500\mu\Omega$ 。
- 7.7.2 气体继电器、压力释放阀应进行动作性能试验，动作值应符合相应产品标准的规定。
- 7.7.3 测温装置应进行精度校验，示值误差应不大于 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。
- 7.7.4 各组件和部件的型号、规格应通过外观检查和资料核查验证，确认符合相应标准及订货要求。

7.8 铭牌检查

- 7.8.1 铭牌内容应通过目视检查核对，确认符合 6.8.2 的规定，字迹应清晰、耐久。
- 7.8.2 铭牌固定应牢固，在运输和运行中不应脱落或损坏。

7.9 能效等级测定

- 7.9.1 变压器能效等级应按 GB 20052 的规定进行判定。空载损耗和负载损耗的实测值应不大于 GB 20052 中相应能效等级的限定值。
- 7.9.2 能效测定应在例行试验的空载试验和负载试验基础上进行，试验方法按 GB/T 1094.1 和 JB/T 501 的规定执行。

8 检验规则

8.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验，检验项目见表6

表6 检验项目

序号	试验项目	出厂检验	型式检验
1	电压比测量和联结组标号检定	√	√
2	空载损耗和空载电流测量	√	√
3	短路阻抗和负载损耗测量	√	√
4	外施耐压试验	√	√
5	感应耐压试验	√	√
6	铁心接地电阻测量	√	√
7	油箱密封性试验	√	√
8	绝缘油试验（击穿电压、水分含量）	√	√
9	铭牌检查	√	√
10	温升试验	—	√
11	声级测定	—	√

12	承受短路的能力 试验	-	√
13	油箱机械强度试 验	-	√
14	非晶合金带材性 能验证	-	√
15	绝缘油中溶解气 体分析	-	√

8.2 出厂检验

- 8.2.1 每台变压器均应进行出厂检验，出厂检验项目为表 6 中规定的例行试验项目。
- 8.2.2 出厂检验由制造方质量检验部门按 7.1~7.9 规定的试验方法进行，检验合格并附合格证明后方可出厂。
- 8.2.3 出厂检验中，若有一项不合格，则判定该台产品不合格，应返工后重新进行全部出厂检验。

8.3 型式检验

- 8.3.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：
- a) 新产品试制或老产品转厂生产时；
 - b) 产品正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
 - c) 产品停产一年以上，恢复生产时；
 - d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
 - e) 国家质量监督机构提出型式检验要求时。
- 8.3.2 型式检验项目为表 6 中规定的型式试验项目。
- 8.3.3 型式检验应从出厂检验合格的产品中抽取一台进行，若型式检验不合格，允许加倍抽样进行复检。

8.4 判定规则

- 8.4.1 出厂检验中，若有一项不合格，则判定该台产品不合格。
- 8.4.2 型式检验中，若有一项不合格，则判定该型式产品不合格。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

- 9.1.1 变压器铭牌标志应符合 6.8 的规定。
- 9.1.2 变压器油箱上应有明显的接地标志、起吊标志和运输标志。
- 9.1.3 变压器包装箱外壁的文字和标志应清晰、整齐，并应包括以下内容：
- a) 单位名称及地址；
 - b) 产品型号、名称及出厂编号；
 - c) 包装箱外形尺寸（长×宽×高），mm；
 - d) 包装箱总重，kg；
 - e) “小心轻放”“向上”“防潮”等图示标志，图示标志应符合 GB/T 191 的规定。

9.2 包装

- 9.2.1 变压器应进行整体包装或拆卸包装。拆卸包装时，器身、油箱、储油柜、散热器、套管、阀门及附件等应分别包装。
- 9.2.2 包装应牢固可靠，确保在正常运输过程中不受损伤。
- 9.2.3 变压器内部应充入干燥空气或氮气，压力为 20kPa~30kPa，并应装有压力监视装置。
- 9.2.4 随机文件应包括：产品合格证、产品说明书、试验报告、装箱单及必要的图样资料。

9.3 运输

- 9.3.1 变压器在运输过程中应固定牢靠，防止滑动、倾倒和碰撞。

9.3.2 变压器运输时倾斜角不应超过 15° 。

9.3.3 运输过程中应防雨、防潮、防震，不得与腐蚀性物质混装。

9.4 贮存

9.4.1 变压器应贮存在通风、干燥、无腐蚀性气体的场所。

9.4.2 变压器在贮存期间应定期检查内部气体压力，压力不足时应及时补充。

9.4.3 变压器若长期贮存，应每隔 6 个月检查一次绝缘状况，必要时应进行干燥处理。
