

T/ACCEM

团 体 标 准

T/ACCEM XXXX-XXXX

有载调容调压电力变压器

On-load capacity and voltage regulating power transformer

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国商业企业管理协会

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 基本规定 2

5 技术要求 3

6 试验方法 6

7 检验规则 7

8 标志、包装、运输和贮存 8

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。

本文件由广东科源电气股份有限公司提出。

本文件由中国商业企业管理协会归口。

本文件起草单位：广东科源电气股份有限公司。

本文件主要起草人：×××

有载调容调压电力变压器

1 范围

本文件规定了有载调容调压电力变压器（以下简称调容调压变压器）有关基本规定、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等方面的内容。

本文件适用于电压等级为 6 kV 和 10 kV 级、三相、油浸式、额定频率为 50 Hz，采用“Dy（Yy）转换”、“Dy（Yz）”转换、“Dy（Dy）”转换调容方式，且额定高容量为 160 kVA ~ 630 kVA、额定低容量为 40 kVA ~ 200 kVA 的有载调容调压电力变压器。

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 191-2008 包装储运图示标志
- GB/T 1094.1-2013 电力变压器 第1部分：总则
- GB/T 1094.2-2013 电力变压器 第2部分：液浸式变压器的温升
- GB/T 1094.3-2017 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 1094.4-2005 电力变压器 第4部分：电力变压器和电抗器的雷电冲击和操作冲击试验导则
- GB/T 1094.5-2008 电力变压器 第5部分：承受短路的能力
- GB/T 1094.10-2022 电力变压器 第10部分：声级测定
- GB/T 2521.2-2016 全工艺冷轧电工钢第2部分：晶粒取向钢带(片)
- GB 2536-2011 电工流体 变压器和开关用的未使用过的矿物绝缘油
- GB/T 6451-2023 油浸式电力变压器技术参数和要求
- GB/T 7595-2017 运行中变压器油质量
- GB/T 17626.2-2018 电磁兼容试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3-2023 电磁兼容试验和测量技术第3部分：射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.4-2018 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 17626.5-2019 电磁兼容试验和测量技术浪涌(冲击)抗扰度试验
- GB/T 17626.6-2017 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 17626.8-2006 电磁兼容试验和测量技术工频磁场抗扰度试验
- GB/T 17626.9-2011 电磁兼容试验和测量技术脉冲磁场抗扰度试验
- GB/T 17626.10-2017 电磁兼容试验和测量技术阻尼振荡磁场抗扰度试验
- GB 20052-2024 电力变压器能效限定值及能效等级
- JB/T 501-2021 电力变压器试验导则
- JB/T 3837-2025 变压器类产品型号编制方法

3 术语和定义

GB/T 1094.1-2013 界定的术语和定义适用于本文件。

4 基本规定

4.1 产品型号

调容调压变压器产品型号应按 JB/T 3837-2025 中规定的方法进行编制，并将低容量的额定容量写在括号中，其余型号编制方法应按 JB/T 3837-2025 的规定。

4.2 设计要求

4.2.1 应具备采用专用程序进行电磁计算，具备有限元方法分析产品的电磁场和温度场分布、模拟短路时产品的受力情况，得出满足要求的绝缘、散热和受力结构的能力。

4.2.2 调容开关和调压分接开关应优先采用零件少结构简单的永磁操动机构作为动力源，并且在寿命周期内免维护；调容开关应采用扁平化、卧式设计。

4.3 原材料

4.3.1 铁心材料应选用冷轧取向硅钢片，且单位损耗的铁损 $\leq 90 \text{ W/kg}$ ，应符合 GB/T 2521.2-2016 中的要求。

4.3.2 导电材料应选用无氧铜，高压绕组应采用缩醛漆包铜线；低压绕组均采用铜箔。

4.3.3 高压绕组层间绝缘应选用场强达到 $2000 \text{ V} / 0.075 \text{ mm}$ 的高性能绝缘纸。

4.3.4 变压器油应选用符合 GB 2536-2011 和 GB/T 7595-2017 中规定要求的环烷基油。

4.4 工艺及设备

4.4.1 产品铁心生产工序应采用全自动硅钢片剪切线剪切工序，并采用五级及以上步进阶梯叠片技术。

4.4.2 高压绕组应采用全自动绕线机绕制，低压绕组应采用双箔恒张力箔绕机绕制。

4.4.3 产品器身干燥工序应采用变压法真空干燥设备。

4.4.4 油箱表面处理应采用抛丸工艺。

4.4.5 生产过程应至少具有包括但不限于下列各项设备：

- a) 铁心裁剪需全自动硅钢片纵剪线、横剪线；
- b) 铁心装配需叠装（翻转）台；
- c) 线圈绕制需全自动卧式绕线机、箔式绕线机；
- d) 器身干燥需变压法真空干燥设备；
- e) 油品处理需真空滤油设备；
- f) 油箱表面处理需自动抛丸设备。

4.5 检测能力

4.5.1 制造商需配备独立的检测中心，应具备产品过程检验、出厂检验能力。

4.5.2 制造商应具备包括但不限于下列各项检测设备：

- a) 绝缘电阻测量用绝缘电阻测试仪（准确度 5%）；
- b) 绕组电阻及三相不平衡率测量用直流电阻测试仪（0.2 级）；
- c) 电压比及偏差测量、联结组标号检定用变压比电桥（0.2 级）；
- d) 性能参数测量中，短路阻抗和负载损耗测量需调压器、微机控制变压器试验台，空载损耗和空载电流测量需损耗测试仪（0.2 级），互感器（0.1 级）；

- e) 绝缘性能试验中,外施耐压试验用耐压测试仪(±3%),感应耐压试验用中频发电机组(±3%),雷电冲击试验用冲击电压发生器(±3%),油品试验需绝缘油色谱仪、绝缘油绝缘强度测试仪(±3%)、绝缘油介质损耗测试仪;
- f) 噪音测量用声级计(1级)。

4.6 使用环境条件

4.6.1 调容调压变压器的正常使用条件应符合 GB/T 1094.1-2013 中的规定。

4.6.2 调容调压变压器使用环境参数应符合下列各项:

- a) 海拔高度不超过 1 000 m;
- b) 环境最高温度应 $\leq 40\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- c) 环境最低温度应 $\geq -25\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- d) 最高日平均温度应为 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- e) 最高月平均温度应为 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- f) 最高年平均温度应为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- g) 相对湿度不超过 90%(环境温度 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- h) 安装地点倾斜度应 $< 3^{\circ}$, 无明显污秽和腐蚀、可燃性气体。

4.6.3 户外运行调容调压变压器的外部接线装置(瓷套管、电缆附件、环氧套管等),应满足防雨雪、防污闪、防开裂、防紫外线等要求,明确变压器长期安全运行。

4.6.4 户外运行调容调压变压器的控制箱应带有防凝露装置,防护等级 IP54。

4.6.5 调容调压变压器有特殊规定使用条件的,应根据实际情况进行明确。

5 技术要求

5.1 一般技术要求

5.1.1 调容调压型式

调容调压型式应为有载调容调压。

5.1.2 容量转换方式

调容调压变压器容量转换方式应包括下列各项:

- a) Dy(Yy)转换;
- b) Dy(Yz)转换;
- c) Dy(Dy)转换。

5.2 通用技术要求

应符合 GB/T 6451-2023 中的规定。

5.3 外观

应符合下列各项要求:

- a) 变压器外观应整洁、无油污、无杂物;
- b) 变压器各部件应连接紧密、无松动现象;
- c) 变压器表面涂层应均匀、光滑,无气泡、裂纹、剥落等缺陷;
- d) 变压器应设有明显的标识和铭牌;

T/ACCEM XXX-XXXX

- e) 变压器各配件应安装正确，油色均匀，色泽一致；
- f) 铭牌应采用不锈钢或其他耐腐蚀材料制作，并牢固地固定在变压器上。

5.4 绝缘电阻

出厂时需提供铁心-地，高压-低压、地，低压-高压、地的绝缘电阻实测值供用户参考。

5.5 绕组电阻及三相不平衡率

三相变压器的绕组直流电阻的不平衡率相间 $\leq 4\%$ ，线间 $\leq 2\%$ 。

5.6 电压比及偏差

变压器各分接的电压比偏差取下列值中较低者：

- a) 规定电压比的 $\pm 0.5\%$ ；
- b) 主分接上实际阻抗百分数的 $\pm 1/10$ 。

5.7 性能参数

应符合表 1 中的要求。

表 1 调容调压变压器性能参数

额定容量 (kVA)	电压组合及分接范围			联结组标号	空载损耗 (W)	负载损耗 (W)	短路阻抗 (%)	空载电流 (%)
	高压 (kV)	高压分接范围 (%)	低压 (kV)					
160 (50)	6、6.3、10、 10.5	±3×2.5 或 ±2×5	0.4	Dyn11 (Yyn0/Yzn11)	200 (70)	2 310 (770)	4.0	1.0 (0.5)
200 (63)					240 (80)	2 730 (910)		1.0 (0.5)
250 (80)					290 (100)	3 200 (1 070)		0.9 (0.5)
315 (300)					340 (115)	3 830 (1 280)		0.9 (0.5)
400 (125)					410 (140)	4 520 (1 510)		0.8 (0.4)
500 (160)					480 (160)	5 410 (1 810)		0.8 (0.4)
630 (200)					570 (190)	6 200 (2 070)	4.5	0.6 (0.3)
注1：括号内为小容量时的性能参数。 注2：对于其他联结组别及相应技术参数为非优选参数，应由用户与制造厂协商。 注3：高压分接范围可根据实际需求，由用户与制造厂协商进行明确。 注4：根据用户需要，可提供低压绕组电压为 0.69 kV 变压器。								

5.8 能效等级

调容调压变压器的能效等级应符合 GB 20052-2024 中的规定。

5.9 噪声水平

应符合表 2 中的规定。

表 2 调容调压变压器噪声水平

变压器容量（kVA）	噪声水平（dB）
160（50）	≤ 54
200（63）、250（80）	≤ 56
351（100）、400（125）	≤ 58
500（160）	≤ 60（54）
630（200）	≤ 60（56）
注：括号内为小容量运行方式下的参数值。	

5.10 抗扰度

5.10.1 静电放电抗干扰

应能承受 GB/T 17626.2-2018 中第 5 章规定的严酷等级为 4 级的静电放电抗干扰试验。

5.10.2 射频电磁场辐射抗干扰度

应能承受 GB/T 17626.3-2023 中第 5 章规定的严酷等级为 3 级的射频电磁场辐射抗干扰度试验。

5.10.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度

应能承受 GB/T 17626.4-2018 中第 5 章规定的严酷等级为 4 级的电快速瞬变脉冲群抗扰度试验。

5.10.4 浪涌(冲击)抗扰度

应能承受 GB/T 17626.5-2019 中第 5 章规定的严酷等级为 4 级的浪涌(冲击)抗扰度试验。

5.10.5 射频场感应的传导骚扰度

应能承受 GB/T 17626.6-2017 中第 5 章规定的严酷等级为 3 级的射频场感应的传导骚扰度试验。

5.10.6 工频磁场抗扰度

应能承受 GB/T 17626.8-2006 中第 5 章规定的严酷等级为 5 级的工频磁场抗扰度试验。

5.10.7 脉冲磁场抗扰度

应能承受 GB/T 17626.9-2011 中第 5 章规定的严酷等级为 5 级的脉冲磁场抗扰度试验。

5.10.8 阻尼振荡磁场抗扰度

应能承受 GB/T 17626.10-2017 中第 5 章规定的严酷等级为 5 级的阻尼振荡磁场抗扰度试验。

5.11 有害物质限量

应符合表 3 中的要求。

表 3 有害物质限量

序号	项目名称	限量指标	单位	检测方法	检测仪器
1	铅（Pb）	≤ 1 000	ppm	原子吸收光谱法	原子吸收光谱仪
2	镉（Cd）	≤ 100	ppm	紫外可见分光光度法	分光光度计
3	六价铬（Cr（VI））	≤ 1 000	ppm	电感耦合等离子体质谱法	电感耦合等离子体质谱仪
4	汞（Hg）	≤ 1 000	ppm	原子荧光光谱法	原子荧光光谱仪
5	多溴联苯（PBBs）	≤ 1 000	ppm	气相色谱-质谱联用法	气相色谱-质谱联用仪
6	多溴二苯醚（PBDEs）	≤ 1 000	ppm	气相色谱-质谱联用法	气相色谱-质谱联用仪
7	石棉类	禁止使用	—	X 射线衍射法或显微镜法	X 射线衍射仪/光学显微镜
8	偶氮染料、颜料	≤ 30	ppm	高效液相色谱法	高效液相色谱仪
注：本表中“—”项表示此项无内容。					

6 试验方法

6.1 通用技术要求

应按 GB/T 1094. 1-2013、GB/T 1094. 2-2013、GB/T 1094. 3-2017、GB/T 1094. 5-2008、GB/T 6451-2023、中的规定进行。

6.2 外观

应采用目测的方法进行。

6.3 绕组电阻测量

应按 JB/T 501-2021 中规定的方法，应采用直流电阻测试仪进行测量，测量准确度为 0.2 级。

6.4 电压比测量和联结组标号检定

应按 JB/T 501-2021 中规定的方法，应采用变压比电桥进行测量和检定，测量准确度为 0.2 级。

6.5 短路阻抗和负载损耗测量

应按 JB/T 501-2021 中规定的方法，应采用调压器、微机控制变压器试验台进行测量。

6.6 空载损耗和空载电流测量

应按 JB/T 501-2021 中规定的方法，应采用损耗测试仪进行测量，测量准确度为 0.2 级，互感器准确度为 0.1 级。

6.7 绝缘性能试验

6.7.1 外施耐压试验

应按 GB/T 1094. 3-2017 中规定的方法，应采用耐压测试仪进行试验，试验电压允许偏差为 ± 3%。

6.7.2 感应耐压试验

应按 GB/T 1094. 3-2017 中规定的方法，应采用中频发电机组进行试验，试验电压允许偏差为 ± 3%。

6.7.3 雷电冲击试验

应按 GB/T 1094.4-2005 中规定的方法,应采用冲击电压发生器进行试验,试验电压允许偏差为 $\pm 3\%$ 。

6.7.4 油品试验

应按 GB/T 7595-2017 中规定的方法,应采用绝缘油色谱仪、绝缘油绝缘强度测试仪、绝缘油介质损耗测试仪进行油品试验。绝缘油绝缘强度测试仪准确度为 $\pm 3\%$ 。

6.8 噪音测量

应按 GB/T 1094.10-2022 中规定的方法,应采用声级计进行测量,声级计精度为 1 级。

6.9 抗扰度

6.9.1 静电放电抗干扰

应按 GB/T 17626.2-2018 中规定的进行。

6.9.2 射频电磁场辐射抗干扰度

应按 GB/T 17626.3-2023 中规定的进行。

6.9.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度

应按 GB/T 17626.4-2018 中规定的进行。

6.9.4 浪涌(冲击)抗扰度

应按 GB/T 17626.5-2019 中规定的进行。

6.9.5 射频场感应的传导骚扰度

应按 GB/T 17626.6-2017 中规定的进行。

6.9.6 工频磁场抗扰度

应按 GB/T 17626.8-2006 中规定的进行。

6.9.7 脉冲磁场抗扰度

应按 GB/T 17626.9-2011 中规定的进行。

6.9.8 阻尼振荡磁场抗扰度

应按 GB/T 17626.10-2017 中规定的进行。

6.10 有害物质限量

应按本文件 5.11 中规定的进行。

7 检验规则

7.1 检验分类

调容调压变压器的产品检验应分为出厂检验和型式检验。

7.2 组批

以同一工艺、同一原辅材料生产的同一规格产品为一组批。

7.3 出厂检验

7.3.1 出厂检验应进行全数检验。

7.3.2 每台产品须经制造厂质量检验部门检验合格，并附有证明产品质量合格的文件后，方可出厂。

7.3.3 出厂检验项目应包括下列各项：

- a) 通用技术要求测量；
- b) 外观检查；
- c) 绕组电阻测量；
- d) 电压比测量和联结组标号检定；
- e) 短路阻抗和负载损耗测量；
- f) 空载损耗和空载电流测量；
- g) 绝缘电阻测量；
- h) 外施耐压试验。

7.4 型式检验

7.4.1 正常生产时每年进行一次型式检验，有下列情况之一时也应进行型式检验：

- a) 新产品定型鉴定时；
- b) 产品转厂生产时；
- c) 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；
- d) 产品长期停产后，恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- f) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

7.4.2 型式检验项目应包括本文件规定的全部技术要求项目。

7.4.3 型式检验的样品应从出厂检验合格的产品中随机抽取，抽样数量为2台；若2台样品均通过型式检验，则判定该批产品型式检验合格；若有1台样品未通过型式检验，可再抽取2台样品进行复检，若复检的2台样品均通过型式检验，则仍判定该批产品型式检验合格；若复检的2台样品中仍有1台未通过型式检验，则判定该批产品型式检验不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 应在变压器油箱的醒目位置设置警示标志。

8.1.2 应在变压器上适当且明显的位置设置标志，应采用铭牌的形式。

8.1.3 铭牌内容应符合 GB/T 1094.1-2013 中的规定，应包括但不限于以下内容：

- a) 变压器名称；
- b) 变压器参数；
- c) 规格型号；
- d) 执行标准编号；
- e) 出厂检验合格证；

f) 生产日期;

g) 生产地址。

8.1.4 包装箱上的包装储运图示标志按 GB/T 191-2008 的规定选择使用。

8.1.5 标志应清晰、牢固, 不应因运输条件和自然条件而褪色、变色、脱落。

8.2 包装

8.2.1 包装箱内应有合格证及变压器其他相关文件。

8.2.2 包装箱应能保证变压器不受自然损坏。

8.2.3 包装箱内应有防尘、防震、防雨、防潮装置。

8.2.4 包装箱应有软性衬垫等装置, 防止磕碰、划伤和污损。

8.2.5 运输包装的形式由制造厂商自行设计, 但应保证变压器经过一般运输方式和正常装卸后完好无损。

8.2.6 包装箱内应有装箱单。

8.2.7 包装箱上应有明显的注意标识和装箱方向等信息。

8.2.8 包装宜使用可降解材料或可回收材料。

8.2.9 在包装箱外壁的醒目位置, 宜用文字清晰地标明下列内容:

a) 变压器名称、型号;

b) 件数和毛重;

c) 变压器外形尺寸(长、宽、高);

d) 制造商名称;

e) 装箱日期;

8.2.10 包装箱与运输包装应符合 GB/T 191-2008 的规定。

8.3 运输

8.3.1 变压器在运输途中应平整堆放, 应加遮盖物和进行必要的防护, 避免冲击、局部重压、锈蚀、曝晒、雨淋及化学品的腐蚀。

8.3.2 变压器内部结构应在经过正常的铁路、公路及水路运输后相互位置不变, 紧固件不松动。

8.4 贮存

8.4.1 在拆卸、运输、贮存直至安装前, 应保证变压器本体及其所有的组件、部件不损坏和不受潮。

8.4.2 变压器应贮存在干燥、清洁、通风的库房内。

8.4.3 变压器应存放在平整的地面上。

8.4.4 变压器堆放时应加衬垫物, 以防挤压或变形。