

110kV 级三相环氧树脂浇注绝缘干式电力变压器  
技术参数和要求  
(报批稿)

编制说明

二〇二二年三月

# 《110kV 级三相环氧树脂浇注绝缘干式电力变压器技术参数和要求》

## 团体标准 报批稿编制说明

### 1. 工作简况，包括任务来源、协作单位、主要工作过程、团体标准主要起草人及其所做的工作等

#### 1.1 任务来源

《110kV 级三相环氧树脂浇注绝缘干式电力变压器技术参数和要求》由中国电器工业协会变压器标准化专业委员会提出，项目编号为：CEEIA2021041。

#### 1.2 协作单位

本文件主要起草单位：江苏瑞恩电气股份有限公司、中国电器工业协会、沈阳变压器研究院、电能（北京）认证中心有限公司、特变电工山东沈变电气设备有限公司、中国矿业大学。

#### 1.3 主要工作过程

标准编制期间，其主要工作过程如下：

1) 2020 年 1 月~6 月，标准主要牵头单位江苏瑞恩电气股份有限公司（以下简称“瑞恩股份”）进行市场调研、可行性分析，并邀请中国电器工业协会、沈阳变压器研究院、电能（北京）认证中心有限公司和特变电工山东沈变电气设备有限公司等专家学者来工厂指导、研讨，确立制定《110kV 级三相环氧树脂浇注绝缘干式电力变压器技术参数和要求》标准的必要性，组织收集国内外相关标准及文献资料；

2) 2020 年 6 月~9 月，瑞恩股份负责编制《110kV 级三相环氧树脂浇注绝缘干式电力变压器技术参数和要求》标准草案，主要包括试验（验证）样机的型号规格、性能参数、技术要求、检测规则及方法等内容。并在 2020 年 12 月 21 日由瑞恩股份组织召开标准起草工作组第一次标准工作会议，本次会议主要讨论本标准相关技术内容等，中国电器工业协会、沈阳变压器研究院、电能（北京）认证中心有限公司等专家对标准草案相关条款内容提出了 16 条建议和修改意见，重点商定：空载损耗、负载损耗、空载电流、短路阻抗及声功率级等参数，

确定绝缘水平/试验电压水平，包括修改标准草案中“规范性引用文件”、语句描述，增加术语等，形成标准草案初稿。

3) 2020年9月~2021年4月，瑞恩股份按照《110kV级三相环氧树脂浇注绝缘干式电力变压器技术参数和要求》标准草案初稿，设计开发SC12-10000/110干式电力变压器样机图纸，采购主材/关键组配件，生产零部件，试制样机，对关键工序、特殊过程（包括进货、过程、出厂各个重要环节）实施有效控制，确保样机质量。并将SC12-10000/110样机送国家变压器质量监督检验中心进行例行试验、型式试验和特殊试验，包括短路承受能力试验和短路重合闸试验，14项试验项目全部合格，符合本标准草案要求，取得检验报告编号：CTQC/B-21.020。标准草案初稿进入试验（验证）分析阶段。

4) 2021年4月底由瑞恩股份向中国电器工业协会标准化工作委员会提出书面申请：立项中电协团体标准计划，5月19日获准，见批文——中电协标（2021）10号“关于发送2021年第二批拟立项中电协团体标准计划征求意见的通知”；随后5月31日中国电器工业协会发文，获准，见批文——中电协（2021）95号“关于下达2021年第二批中电协团体标准制定计划的通知”，项目编号为：CEEIA2021041，并由瑞恩股份牵头认真落实和组织实施计划。

5) 2021年9月25日，在海安由瑞恩股份组织召开标准起草工作组第二次标准工作会议，10多家单位、科研院所，共计20多名行业专家参加了此次会议，会议线上线下同步举行。与会专家对标准草案初稿的具体条款进行了讨论，并对相关内容提出了9条建议和修改意见，包括：使用计量单位标准化/统一、字体大小规范化、条款内容粗略应细化、术语和定义的一致性以及文字描述有错/笔误等，最后形成标准草案一稿。

6) 2021年10月13日~15日，分别在北京和沈阳，由瑞恩股份组织召开标准起草工作组第三次标准工作会议，逐条讨论标准草案一稿，提出了6条关键建议和修改意见，包括：规范性引用文件需注明年代号（包括引用的JB/T 501标准已更新）；第4章“性能参数”（包括文字表达）应与试验报告（检验报告）一致；第5章“技术要求”的条款和内容要补充完善，并和第6章“检测规则及方法”的条款和内容前后呼应，顺序调整，条款清晰化、一目了然；编辑格式按团标要求规范化；删除无价值的参考文献等，会后对标准草案一稿进行了修改，形成标准草案二稿，即征求意见稿。

7) 2021年11月~2022年3月,为了保证项目的进度、质量和水平,按照中国电器工业协会标准化工作委员会的要求,又将标准草案二稿/征求意见稿发至中国电器工业协会、沈阳变压器研究院、电能(北京)认证中心有限公司等标准主要起草人,逐条逐项进行核对、审查,收集、听取建议和意见,主要修改完善了三个方面——一是:标题英文翻译有误、编写不规范,正确译文应为: Specification and technical requirements for 110kV three-phase cast resin insulated dry-type power transformers; 二是:原语句表达不明确、模糊,见表1备注的内容,现改为→注1表中未包括的其他绝缘系统温度下的负载损耗,需根据各自的参考温度以“180°C(H)”绝缘系统温度的数据作为参考进行相应的折算,意思一清二楚,可操作性强;注2“性能参数”→“空载损耗和负载损耗”,更确切、具体;三是:用词不当,如6.1条款“应符合……试验项目外”→“应进行……试验项目外”等。并准备选择适当时机/地点,由瑞恩股份组织召开标准起草工作组最后一次标准工作会议,对再次发现的问题,讨论、商定、纠正,修改完善,确认标准最终版本稿送检。

8) 2022年3月~4月,目前根据标准试验(验证)分析结果及标准草案初稿→标准草案一稿→标准草案二稿/征求意见稿→最终版本稿修订、形成过程,由标准起草工作组负责编制标准草案情况说明,向中国电器工业协会标准化工作委员会汇报团体标准项目计划进展、完成情况(备注:受疫情影响,计划拖延),并由其布置后续的工作。

#### 1.4 标准主要起草人及其所做的工作

江苏瑞恩电气股份有限公司负责了本标准的架构制定工作,主导了标准的会议讨论和标准的整体审核工作。中国电器工业协会、沈阳变压器研究院、电能(北京)认证中心有限公司、特变电工山东沈变电气设备有限公司、中国矿业大学、中电联电力发展研究院、南京工程学院、国网电力科学研究院、国家变压器质量监督检验中心、国网江苏省电力公司、国网南通供电公司和国网海安供电公司等专家积极参与了标准起草工作组会议和过程讨论,并提出建议和修改意见。

2. 标准编制原则和确定标准主要内容（如技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则等）的论据（包括试验、统计数据），修订标准时，应增列新旧标准水平的对比

### 2.1 标准制订的原则

本标准编写是执行 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》。遵循“统一性、适用性、一致性、规范性”的原则，注重标准的可操作性。

### 2.2 标准的主要内容

本文件规定了 110kV 级三相环氧树脂浇注绝缘干式电力变压器的性能参数、技术要求、检测规则及方法、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于 110kV 电压等级、无励磁调压、额定频率为 50Hz、额定容量为 6300kVA~20000kVA 的三相环氧树脂浇注绝缘干式电力变压器。

除了标准的规范性要素（范围、规范性引用文件、术语和定义）外，本标准的正文部分主要包括：

a) 第4章 性能参数——110kV 级三相环氧树脂浇注绝缘干式电力变压器的额定容量、电压组合、联结组标号、空载损耗、负载损耗、空载电流及短路阻抗应符合表 1 的规定（表中为“12”型数据）；性能参数的确定：以 10000kVA 技术参数为基准，其它容量损耗按下式计算：

$$P_0 = P_1 \times (\text{计算容量} / \text{基准容量})^{0.75}$$

$P_0$ ：计算容量损耗值，

$P_1$ ：基准容量（10000kVA）损耗值。

表1 6300kVA~20000kVA 三相双绕组无励磁调压环氧树脂浇注绝缘干式电力变压器

额定容量 kVA	电压组合及分接范围			联结组 标号	空载损耗 kW	负载损耗 kW 180°C (H) (145°C)	空载电流 %	短路阻抗 %	声功率级 $L_{WA,SN}$ dB(A)
	高压 kV	高压分接范围 %	低压 kV						
6300	110	$\pm 2 \times 2.5$	6	YNd11	15.56	49.50	0.6	10.5	83
8000			6.3		18.61	59.21	0.6		84
10000			6.6		22.00	70.00	0.5		84
12500			10		26.01	82.75	0.5		84
16000			10.5		31.30	99.58	0.4		86
20000			11		37.00	117.73	0.4		86

注1: 表中未包括的其他绝缘系统温度下的负载损耗, 需根据各自的参考温度以“180°C (H)”绝缘系统温度的数据作为参考进行相应的折算。

注2: 允许偏差按GB/T 1094.1-2013标准中第10条款表1的规定;  
节能产品的空载损耗和负载损耗应无正偏差(即:  $\leq$ 指标值)。

- b) 第5章 技术要求——包含了总则、绝缘电阻、绕组电阻、电压比和联结组标号、短路阻抗和负载损耗、空载损耗和空载电流、外施耐压/试验电压、线端交流电压/线端试验电压、感应耐压、带有局部放电测量的感应耐压、高压绕组/低压绕组温升、声级水平、短路承受能力、短路重合闸、雷电冲击等内容。

备注: 为了提高110kV级三相环氧树脂浇注绝缘干式电力变压器的绝缘水平, 高压绕组/低压绕组的试验电压、线端试验电压和雷电全波冲击试验电压依据110kV级三相油浸式电力变压器高压绕组/低压绕组的试验电压、线端试验电压和雷电全波冲击试验电压标准, 即执行GB/T 1094.3-2017标准。见表2:

表2 110kV级三相环氧树脂浇注绝缘干式电力变压器的绝缘水平(kV)

系统标称电压 (方均根值)	设备最高电压 $U_m$ (方均根值)	外施耐压 (AV) 或线端交流耐压 (LTAC) (方均根值)	雷电全波冲击 (LI) (峰值)
110	126 (HV)	200	480
	52 (HVN)	95	250
10	12 (LV)	35	75

- c) 第6章 检测规则及方法——包含了总则、绝缘电阻测量、绕组电阻测量、

电压比测量和联结组标号检定、短路阻抗和负载损耗测量、空载损耗和空载电流测量、外施耐压试验、线端交流耐压试验、感应耐压试验、带有局部放电测量的感应耐压试验、温升试验、声级测定、短路承受能力试验、短路重合闸试验、雷电冲击试验等内容。

d) 第 7 章 标志、包装、运输和贮存。

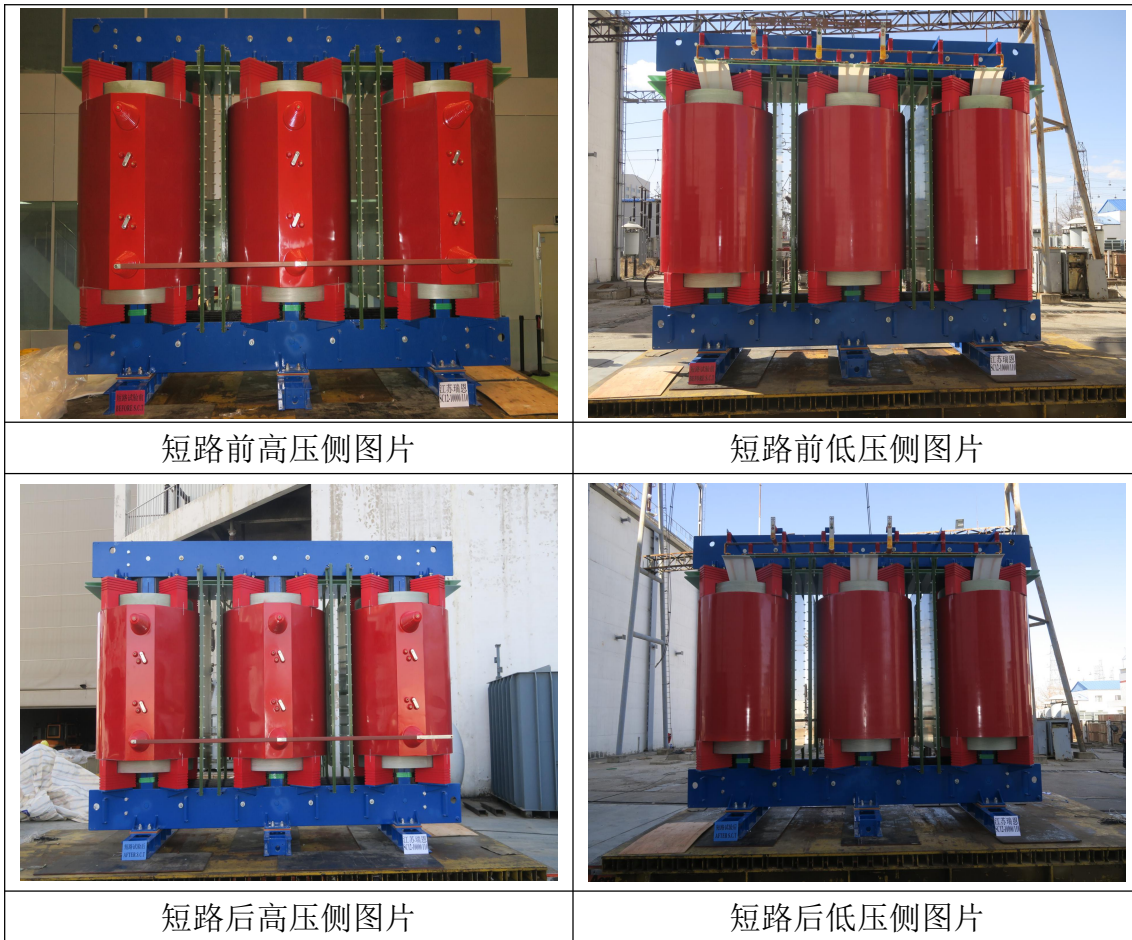
### 3. 主要试验（或验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果

#### 3.1 试验验证分析

SC12-10000/110 三相环氧树脂浇注绝缘干式电力变压器，按照标准草案进行试验或验证，数据分析如下：

根据第 4 章“性能参数”和第 5 章“技术要求”，重点对空载损耗、空载电流、负载损耗、局部放电量和高压/低压绕组温升进行测量以及对声级水平进行测定。SC12-10000/110 样机空载损耗实测 20.30kW，下降 7.73%（标准草案值  $\leq 22.00\text{kW}$ ）；空载电流实测 0.28%，下降 44.0%（标准草案值 0.50%）；负载损耗实测 69.82kW，下降 0.3%（标准草案值  $\leq 70.00\text{kW}$ ）；局部放电量 HV < 50pC、LV < 10pC；高压绕组温升 99.3K/低压绕组温升 60.5K，分别下降 25.7K/64.5K（高压/低压绕组温升限值 125K）；声功率级  $L_{WA,SN}dB(A)$  实测 75dB，降低 9dB（标准草案值  $\leq 84\text{dB}$ ），由此可验证制定标准性能参数的正确性、可操作性（见 CTQC/B-21.020 检验报告）。

根据第 5 章“技术要求”和第 6 章“检测规则及方法”，对 SC12-10000/110 样机的绝缘水平和短路承受能力进行考核，均一次性通过外施耐压试验、线端交流耐压试验、感应耐压试验、带有局部放电测量的感应耐压试验和雷电冲击试验，从而验证其标准草案值的可靠性（见 CTQC/B-21.020 检验报告）。尤其是进行短路承受能力试验和短路重合闸试验，每相试验次数：3 次；持续时间（s）：0.25 ± 10%和每相试验次数：3 次；持续时间（s）：0.25-0.5-0.25 ± 10%，SC12-10000/110 样机经过短路承受能力试验和短路重合闸试验后，试验波形应无异常、器身实体检查无显著变化、重复例行试验/出厂试验合格，达到标准草案预计策划的效果（见 CTQC/B-21.020 检验报告和短路前后图片）。



### 3.2 综述报告

2021年4月份瑞恩股份将SC12-10000/110三相环氧树脂浇注绝缘干式电力变压器送国家变压器质量监督检验中心进行例行试验、型式试验和特殊试验（包括短路承受能力试验、短路重合闸新增试验项目），共14项。试验结果符合本标准草案要求，检验结论：合格，取得检验报告编号：CTQC/B-21.020。其技术性能参数优于本标准草案规定。

本标准结合“110kV级三相环氧树脂浇注绝缘干式电力变压器”的特点，规定了110kV级三相环氧树脂浇注绝缘干式电力变压器的性能参数、技术要求、检测规则及方法、标志、包装、运输和贮存，填补国内外变压器行业空白，其技术水平处于国内外领先地位，提高110kV级干式电力变压器国际市场的竞争能力，符合国家技术政策和产业政策，对促进行业研制输变电系统、建设工程项目/其它类变压器装备的科学技术进步，将发挥更大的推动作用，相信一定会取得显著的经济效益和社会效益。



本文件主要章节如第4章“性能参数”、第5章“技术要求”和第6章“检测规则及方法”，参考了现行有效的GB/T 1094.11-2007《电力变压器 第11部分：干式变压器》，包括GB/T 10228-2015《干式电力变压器技术参数和要求》和JB/T 10088-2016《6kV~1000kV级电力变压器声级》等标准，本文件在编制过程中所规范引用的标准是经过工作组的多次讨论后形成的。同时，对于本文件形成的主要章节如第4章“性能参数”、第5章“技术要求”和第6章“检测规则及方法”的先进性、正确性及适用性，工作组也组织相关单位参与了标准的试验（验证）分析工作，包括中国电器工业协会、沈阳变压器研究院、电能（北京）认证中心有限公司和特变电工山东沈变电气设备有限公司等单位，并请江苏省科技查新咨询中心进行科技查新，结论：在国内外已检文献中未见报道（见《科技查新报告》由江苏省科技查新咨询中心提供，报告编号：202132B2513236，查新完成日期：2021年7月22日）。

因此，综上所述：本文件基本完整、正确、统一、规范，能够指导生产。符合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》标准要求，试验（验证）的结果表明：本文件具有“先进性、正确性、适用性、统一性”，同时，也证实本文件的可操作性。

#### 4. 采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

目前，国内外干式电力变压器制造行业执行的有效标准是IEC 60076-11:2004，即GB/T 1094.11-2007《电力变压器 第11部分：干式变压器》，包括GB/T 10228-2015《干式电力变压器技术参数和要求》和JB/T 10088-2016《6kV~1000kV级电力变压器声级》等，但适用范围局限于电压等级35kV及以下，均与“110kV级三相环氧树脂浇注绝缘干式电力变压器技术参数和要求”无关，还是个空白。

JB/T 10088-2016《6kV~1000kV级电力变压器声级》标准中表8、表9只规定：电压等级为6kV、10kV和35kV的干式电力变压器的声功率级的限值，没有规定110kV级干式电力变压器的声功率级的限值，缺少进行110kV级干式电力变压器声级水平的测试和评定工作的依据。还好JB/T 10088-2016《6kV~

1000kV 级电力变压器声级》标准中表 9 给出了电压等级为 35kV、额定容量为 25000kVA 及以下的干式电力变压器的声功率级的限值，为确定 110kV 级干式电力变压器（容量：6300kVA~20000kVA）的声功率级的限值，起到了一定的参考、指导作用。

GB/T 10228—2015《干式电力变压器技术参数和要求》标准规定：电压等级为 6kV、10kV、20kV 和 35kV 的干式电力变压器的额定容量、电压组合、联结组标号、空载损耗、负载损耗、空载电流及短路阻抗等性能参数、技术要求、检验规则及方法、标志、包装、运输和贮存，未包括《110kV 级三相环氧树脂浇注绝缘干式电力变压器技术参数和要求》的内容，但为编制《110kV 级三相环氧树脂浇注绝缘干式电力变压器技术参数和要求》团体标准奠定基础，提供了一个框架/模板/格式。

GB/T 1094.11—2007《电力变压器 第 11 部分：干式变压器》标准适用范围：设备最高电压为 40.5kV 及以下，对于各种结构、工艺的干式变压器具有普适性，但未涉及《110kV 级三相环氧树脂浇注绝缘干式电力变压器技术参数和要求》。主要局限性表现在两方面：一是没有给出“110kV 级三相环氧树脂浇注绝缘干式电力变压器”绝缘水平、绝缘试验的要求（见 GB/T 1094.11—2007《电力变压器 第 11 部分：干式变压器》标准表 3）；二是没有规定“短路重合闸试验（特殊试验）”的检验规则及方法。当然，该标准还是能为编制《110kV 级三相环氧树脂浇注绝缘干式电力变压器技术参数和要求》标准中第 5 章“技术要求”和第 6 章“检测规则及方法”的内容提供依据，可以按产品特征进行调整和补充。

本标准提出了《110kV 级三相环氧树脂浇注绝缘干式电力变压器技术参数和要求》，国内外尚无该领域的标准，具有创新性（见《科技查新报告》由江苏省科技查新咨询中心提供，报告编号：202132B2513236，查新完成日期：2021 年 7 月 22 日）。

## 5. 与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

与现行相关的法律、法规、规章及相关标准无矛盾。

6. 重大分歧意见的处理经过和依据

无。

7. 标准的建议

建议作为团体标准实施。

8. 贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容）

本标准发布后，标准起草组将作为标准应用推广的主体，组织科研院所、相关企业、第三方检测认证机构等进行标准的宣贯工作。同时，起草组对标准的核心内容进行解读，方便后续的推广应用。

9. 废止现行有关标准的建议

无。

10. 其他应予说明的事项

无。

标准起草工作组

2022年3月