

# 《固态变压器用碳化硅半导体器件》征求意见稿 团体 标准编制说明

## 一、任务来源

固态变压器在新型电力电网、新能源发电、轨道交通、数据中心供配电等高端能源装备领域的规模化快速落地，对其核心配套的碳化硅半导体器件提出了严苛的性能与可靠性要求。传统硅基功率半导体器件在高压、高频、大功率固态变压器的工况应用中，存在耐压等级不足、开关损耗过高、高频热损耗集中、工作频率受限、高温稳定性差等突出问题，难以兼顾固态变压器小型化、高效率、高功率密度、长寿命服役的核心需求，极易造成设备转换效率偏低、热失控风险升高、运行稳定性不足、服役周期缩短等缺陷，直接制约固态变压器在高压并网、功率动态调度、极端温变工况下的规模化推广应用，是当前高端电力电子装备升级迭代的核心技术瓶颈。

固态变压器专用碳化硅半导体器件技术正是在此产业背景下形成的核心解决方案。该器件依托碳化硅宽禁带半导体材料的优异特性，具备高击穿场强、高热导率、低导通损耗、高频响应快等核心优势，技术体系融合宽禁带半导体芯片设计、精密制程制造、器件封装集成与可靠性调控技术。通过精准优化芯片沟槽结构、掺杂工艺、栅极参数、封装散

热结构、动态载流控制等核心参数，结合多物理场仿真建模与全工况可靠性在线监测技术，严格把控器件的耐压性能、开关特性、损耗指标、热稳定性与疲劳寿命，有效解决传统器件的高频损耗、高压失效、高温衰减等痛点，充分满足大功率固态变压器在高低温交变、高压强电、高频连续工作、复杂电磁干扰等极端工况下的高效、稳定、长周期安全运行需求，为新型电力系统高效组网、新能源高效消纳、电气装备轻量化集成提供核心器件支撑。

当前，固态变压器用碳化硅半导体器件的国产化研发、工艺迭代、批量生产与工程应用仍存在显著行业短板，行业统一的制造工艺规范缺失，器件性能分级标准、可靠性评价体系、质量检测规范不完善，产品一致性、工况适配性参差不齐，严重制约了我国固态变压器核心器件自主化替代进程与高端电力装备产业的高质量升级。

通过团体标准的制定与实施，能够有效规范固态变压器专用碳化硅半导体器件的设计、制造、封装、检测全流程工艺，统一器件性能指标、工况适配标准与质量评定依据，加速国产碳化硅芯片制程、先进封装技术与专用配套材料的迭代升级，推动电力半导体、固态变压器整机、新型电力系统等产业链上下游的技术协同与产业化联动。综上所述，《固态变压器用碳化硅半导体器件》团体标准的编制是电力电子

与宽禁带半导体行业的重要基础性工作，对于规范行业市场秩序、统一产品质量标准、突破核心器件技术瓶颈、推动产业创新升级与规模化高质量发展具有重要的现实意义与行业价值。根据《团体标准管理规定》、《中国西部开发促进会团体标准管理办法》有关规定，特立项本标准。本标准项目计划编号为 2026-304-CWDPA。

## 二、起草单位

本标准由中国西部开发促进会提出，由中国西部开发促进会归口。本标准由龙腾半导体股份有限公司、安徽工程大学共同起草。

## 三、标准的编制原则

标准起草小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前的固态变压器行业现状，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》的规定及相关要求编制。

## 四、标准编制过程

### 1、项目调研阶段

2026年4月，开展全方位深入的技术摸排与行业研讨工作，多方汇总固态变压器用碳化硅半导体器件的核心工艺参数，同时搜集数据中心、光伏等各类应用场景的实际制造诉

求与运行实测反馈信息。结合国内高端装备制造产业技术升级节奏与重大工程战略下的技术演进方向，依托行业头部企业的产品试制与批产应用经验，以现行国内外固态变压器用碳化硅半导体器件相关标准作为参照，做好调研信息的系统归纳汇总、多维度研判剖析与标准化体系梳理，为固态变压器用碳化硅半导体器件团体标准的编撰筑牢可靠技术根基。

## **2、项目立项阶段**

2026年5月9日，中国西部开发促进会正式立项《固态变压器用碳化硅半导体器件》团体标准，明确标准立项获批，正式启动该团体标准的规范化编制流程。

## **3、标准起草阶段**

立项后，成立标准编制工作起草小组，全面统筹标准编制组织工作，同步开展标准起草单位的筹备与征集，经严格征集、评审与筛选，确定标准起草工作组核心成员单位。工作组基于前期调研成果，于2026年5月完成《固态变压器用碳化硅半导体器件》团体标准草案稿编写。

## **4、意见征集阶段**

2026年6月，中国西部开发促进会发布通知，面向行业公开征集《固态变压器用碳化硅半导体器件》团体标准修改意见，广泛吸纳各方专业建议，对标准内容进行全面优化完善。

后续，标准起草工作组将结合意见征集阶段收集的反馈建议，对标准草案稿进行修订完善，并按流程进行送审及报批等工作。

## 五、标准主要内容

### 1、范围

本文件规定了固态变压器（Solid State Transformer, SST）用碳化硅（Silicon Carbide, SiC）半导体器件（包括SiC MOSFET、SiC Schottky势垒二极管等）的技术要求、测试方法、检验规则、标识、包装、运输和贮存等内容。

本文件适用于中压（10kV及以下）、高压（10kV以上至110kV）固态变压器中SiC半导体器件的选型、设计、应用及验证，可供固态变压器研发、生产、测试及运维相关单位使用。

### 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 2423.3 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验

GB/T 2423.10 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）

GB/T 2423.22 环境试验 第2部分：试验方法 试验 N：  
温度变化

GB/T 2900.1 电工术语 基本术语

GB/T 2900.33 电工术语 电力电子技术

SJ/T 11465 碳化硅肖特基势垒二极管测试方法

IEC 60747-14:2020 半导体器件 第14部分：碳化硅  
器件

JEDEC JESD47 集成电路的应力测试方法

JEDEC JESD51-1 半导体器件热阻测试方法 第1部分：  
稳态法

JESD22-A108E/F：集成电路基于应力测试的鉴

IEC 60747-17:2020 半导体器件 第17部分：分立器件  
沟槽栅碳化硅场效应晶体管

IEC 61800-5-1:2022 调速电气传动系统 第5-1部分：  
安全要求 电气、热和能量 (Safety requirements)

JEP183:2022 宽禁带半导体电容测试指南  
(Guidelines for WBG Semiconductor Capacitance)

JEP194:2022 宽禁带半导体开关损耗与波形测试指南  
(Guidelines for Switching Loss and Waveforms)

JESD24-4 半导体器件热测试环境标准 (环境定义)

AQG 324 04.1/2025 功率半导体模块的资格认证  
(Power Semiconductor Modules)

AEC-Q101 分立半导体器件的应力测试标准 (Stress  
Test Driven Qualification)

### 3、术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

固态变压器 solid state transformer; SST

采用电力电子变换技术与高频隔离技术相结合，具备模块化、智能化、可在中高压工作等特征，能够实现电能的高效变换、并网控制及电能质量综合治理的电力电子装置。

#### 3.2

碳化硅半导体器件 SiC device

以碳化硅为衬底材料制造的半导体器件，包括SiC MOSFET、SiC Schottky势垒二极管（SBD）等，具有宽禁带、高击穿场强、高导热率等特性。

#### 3.3

可靠性 reliability

SiC器件在规定的条件下和规定的时间内，完成规定功能的能力。

#### 3.4

应力 stress

SiC器件在工作过程中承受的电应力、热应力和机械应力的总称。

#### 4、技术要求

给出固态变压器用碳化硅半导体器件的技术要求。

#### 5、测试方法

给出固态变压器用碳化硅半导体器件技术要求对应的测试方法。

#### 6、检验规则

规定出厂检验、型式检验、判定规则的详细要求。

#### 7、标识、包装、运输与储存

给出固态变压器用碳化硅半导体器件的标识、包装、运输与储存。

### 六、标准水平分析

#### 6.1 采用国际标准和国外先进标准的程度

经查，国内外无相同类型的标准，故没有相应的国内外标准可采用。

#### 6.2 与国际标准及国外标准水平对比

本标准达到国内先进水平。

#### 6.3 与现有标准及制定中的标准协调配套情况

本标准的制定与现有的标准及制定中的标准协调配套，无重复交叉现象。

#### 6.4 设计国内外专利及处置情况

经查，本标准没有涉及国内外专利。

### 七、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准及相关标准协调配套情况

本标准的制定过程、技术指标的选定、检验项目的设置符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

### 八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

### 九、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

### 十、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）

由于本标准首次制定，没有特殊要求。

### 十一、废止现有有关标准的建议

无。

《固态变压器用碳化硅半导体器件》

团体标准起草组

2026年6月