

“基于 IGBT 和 SiC 二极管混合技术在储能变流器中的研究与应用”成果登记公示信息

| | |
|---------|---|
| 成果名称: | 基于 IGBT 和 SiC 二极管混合技术在储能变流器中的研究与应用 |
| 完成单位: | 深圳市恩玖科技有限公司 |
| 完成人员: | 吴建华, 姜洪立, 魏鹏飞, 何 鸣, 刘远涛, 安永如, 赵东争, 丁越乙, 徐海鹏, 罗 勤, 肖 球 |
| 研究起止日期: | 2022-11-06 至 2023-12-30 |
| 主要应用行业: | 制造业 |
| 高新技术领域: | 先进制造 |
| 评价单位: | 深圳市科技中介同业公会 |
| 评价日期: | 2025-04-16 |
| 成果简介: | <p>一、产品简介</p> <p>储能变流器系统对功率半导体器件的性能有着严苛要求, 而 IGBT 与 SiC 二极管的混合技术, 技术结合了 IGBT 的高耐压、低成本特性和 SiC 二极管的高频、低损耗特性, 利用 IGBT 作为主开关器件, 同时在续流回路中采用 SiC 肖特基势垒二极管(SBD), 形成一种高性能的混合型功率模块。该模块采用多芯片并联和低电感封装技术, 以确保电流分布的均匀性和开关过程的稳定性。模块内部集成 NTC 温度传感器和驱动保护电路, 形成完整的功率子系统。这种高度集成的设计不仅简化了外围电路, 在效率、热管理、功率密度等多个维度展现出显著优势。这种创新设计不仅保留了 IGBT 在大电流处理能力和成本效益方面的长处, 还通过引入 SiC 二极管解决了传统方案中的关键瓶颈问题, 为储能变流器的性能提升开辟了新路径。</p> <p>二、主要技术优势</p> |

1、效率提升与损耗优化。混合技术的效率优势主要来自三个方面：首先，SiC 二极管几乎无反向恢复特性，消除了传统硅 FRD 在关断过程中的能量损耗(Err)；其次，由于不再需要处理二极管的反向恢复电流，IGBT 的开启损耗(Eon)也显著降低；最后，SiC 材料的高温稳定性使得系统在高温环境下仍能保持优异性能，而传统 IGBT 方案在高温下性能会明显劣化。而 SiC 材料因其宽禁带特性(约 3.2eV，是硅的 3 倍)，使得基于 SiC 的肖特基二极管几乎没有反向恢复效应，从根本上解决了反向恢复电流和能量损耗这一难题。

2、功率密度与体积优化。紧凑设计：SiC 二极管的高频特性使得储能变流器可以采用更小的无源器件（如电感和电容），从而缩小整体体积，简化了外围电路，还提高了系统的可靠性和功率密度。

3、高频运行能力。SiC 二极管支持 40kHz 以上的高频开关，这使储能变流器可以采用更小的无源元件(电感、电容)，进一步减小系统体积和重量。高频化还带来动态响应速度的提升，使变流器能够更快跟踪电网调度指令或应对负载突变。

4、热管理优化。SiC 材料的高热导率(约硅的 3 倍)和混合模块采用的先进封装技术共同改善了系统的散热性能。

5、可靠性增强。SiC 器件本身具有优异的抗辐射和抗温度循环能力，在混合模块中，由于开关损耗降低和散热改善，器件的工作结温得以降低，这进一步延长了模块寿命。

三、主要技术性能指标

(1) 额定功率输出，1.3 倍过载 > 30min

| | |
|--|--|
| | <p>(2) 在 30%电压谐波背景下，三相最大电流总谐波畸变率 THDi < 1.6%;</p> <p>(3) 最大效率 98.82%;</p> <p>(4) 功率可单相控制，可单相 100%带载;</p> <p>(5) 三相三线三相四线软件兼容;</p> <p>(6) 支持-40~60℃范围内运行（45℃以上允许降额）;</p> <p>(7) 可以配合 STS 进线快速并离网切换，切换时间小于 ≤ 4.76ms;</p> <p>(8) 支持最大 4000m 海拔下运行;</p> <p>(9) 满足 GB/T 34120、GB/T 34133 技术规范及检测规范； 满足全球并网标准；满足欧盟环保要求：RoHS，REACH；</p> <p>(10) 支持防孤岛保护、直流反接保护、绝缘检测、交流过流保护、交流短路保护、交流过压保护、电能治理。</p> |
|--|--|