

“基于 SiC 器件的三电平有源电能质量治理模块研究与应用” 成果登记公示信息

成果名称:	基于 SiC 器件的三电平有源电能质量治理模块研究与应用
完成单位:	深圳市恩玖科技有限公司
完成人员:	吴建华, 魏鹏飞, 姜洪立, 刘远涛, 安永如, 赵东争, 吴惠松, 徐泳涛, 张勇迁
研究起止日期:	2021-07-01 至 2022-12-31
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>本模块采用碳化硅 (SiC) 功率器件和三电平拓扑结构, 专为高效电能质量治理设计, 适用于电网谐波抑制、无功补偿、电压波动治理等场景, 具有高效率、高功率密度、快速动态响应等特点。该项目研究与应用, 旨在解决传统技术的不足, 满足电网高效、紧凑、多功能治理的需求。</p> <p>二、主要技术优势</p> <p>1、SiC 功率器件应用: (1) 采用 SiC MOSFET 或 SiC 二极管, 开关频率可达 50kHz 以上, 降低开关损耗 30%~50%; (2) 耐高温 (>175°C)、高耐压 (1200V/1700V), 提升系统可靠性。</p> <p>2、三电平拓扑: (1) 高效补偿: 动态响应时间$\leq 10\text{ms}$, 总谐波补偿率$\geq 95\%$, 输出电平数增加, 谐波含量 (THD<3%), 显著优于传统两电平拓扑。(2) 器件电压应力降低 50%, 适合中高压 (380V~1140V) 应用。</p>

3、高效散热设计：低导通损耗结合低热阻封装，支持自然冷却或强制风冷。

4、智能控制算法：能预测控制或重复控制，将动态响应时间缩短至 $\leq 10\text{ms}$ 。

5、紧凑设计：高频特性减少了无源器件的体积，设备功率密度提升 25%。

6、多功能集成：可同时实现谐波抑制、无功补偿、三相平衡调节等功能，满足复杂电网需求。

三、主要技术性能指标

1、额定输出 35~100kvar 无功功率，可 1.2 倍长期过载，1.3 倍过载 30s，三相最大电流畸变率 $\text{THDi} \leq 1.22\%$ ；

2、装置的损耗不大于自身容量的 $\leq 1\%$ ；

3、在额定负载和周围噪声不大于 40dB 的条件下，强制风冷和自然冷却时，装置噪声 $\leq 54.7\text{dB}$ ；

4、无功补偿功能：

装置可在额定容性无功和额定感性无功之间连续运行，稳态时实际输出的无功功率和设定值之间最大允许偏差在 0.5%之内；装置阶跃响应时间不大于 5ms；装置具有过载保护功能，自动限流在 100%额定输出，当系统中的无功需求长期超过装置的额定输出能力时，装置能在自己的额定容量范围内最大限度地对无功进行补偿，维持正常工作，不会出现过载烧毁等故障。

5、谐波滤除功能：

同时滤除 2~50 次谐波，可选择或剔除 2~50 次内的任意次数谐波补偿，单次谐波补偿率可达到 98.04%；响应时间为 5ms，

对阶跃变化的谐波完全补偿时间为 10ms（1/2 周波）；自动消除谐振，不受电网阻抗和系统阻抗变化影响；当负载需求大于滤波装置补偿额定输出电流时，自动限定输出至额定输出电流；

6、负荷不平衡补偿功能：

不平衡电流补偿率 $\geq 98.04\%$ ；无功功率补偿率 $\geq 98.51\%$ ；

7、装置输入端设置可靠的雷击浪涌保护装置，在雷电操作波发生时，保护装置，不损坏设备，自身的控制装置也要求设置防浪涌的措施；自身高频载波不能回馈到电网，对其它系统和设备没有干扰。

8、上电回路、滤波回路、检测回路、IGBT 功率变换模块、驱动电路、跟踪控制电路、辅助电源系统、监控显示液晶屏等应在一个模块内实现，储能元件采用电容或电感元件以提高能效。

9、采用多芯片控制方式，为保证装置的运算速度和抗干扰能力，控制器采用 DSP+FPGA 芯片。

10、具有 RS485 接口和 modbus 标准接口协议，以方便用户将设备运行状况、测量数据和故障报警等信息接入到监控系统。