



华中科技大学电气与电子工程学院 成果推介 | 航空混合动力系统兆瓦级电机控制器项目

所属领域

航空混合动力系统 电力电子与电力传动等

I 痛点问题

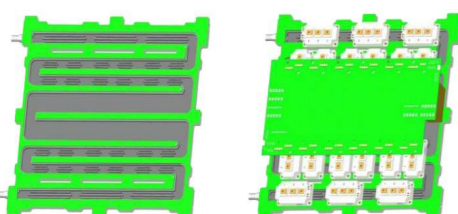
◎以美国空客公司A380、波音公司B787和F-35战斗机为代表的多电飞机已经开始逐步推广应用大功率内置直驱式电机系统，与其相应的电机设计及其控制技术对我国仍处于严密封锁状态。

1. 严苛环境下高效热管理：高温环境与高功率密度导致散热困难，需开发超高散热性能的紧凑型热管理方案。
2. 高功率密度与高容错性的协同优化：多相电机提升容错能力，需临动态功率分配及逆变器同步控制等挑战。
3. 千伏兆瓦级SiC控制器的高性能设计：需解决超低杂感功率回路、载波同步确保高功率密度下的稳定运行。

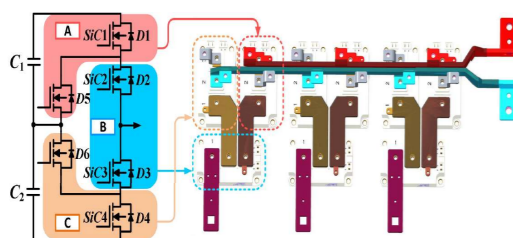


图一：兆瓦电机控制系统难点：散热困难、可靠性不足、效率受限

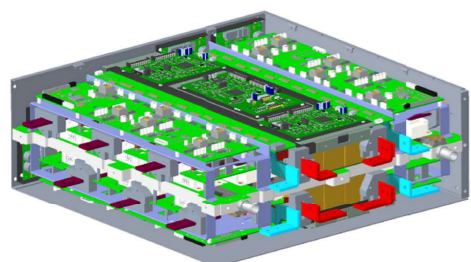
解决方案



图二：SiC功率模块与母线电容优化散热设计



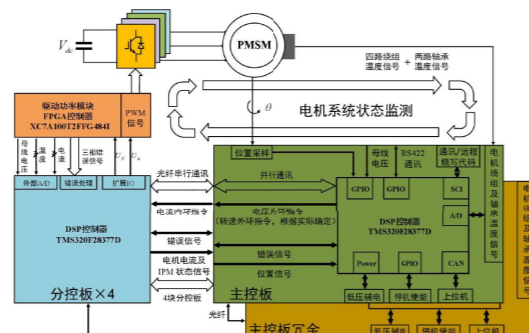
图三：母线回路杂感优化与门级信号自调空



图四：控制器紧凑化模块化布局

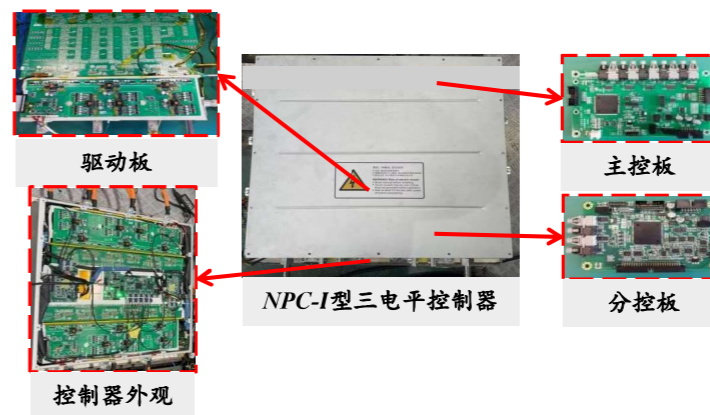
基于SiC的1200V中高压NPC型十二相三电平电机控制器，优化母线电容与功率器件散热、极低母线回路杂感、采用模块化与紧凑化设计、通过主从控制架构实现1MW功率变换

- ◎ 母线电容的轻量化与热优化设计翅片流道、铜基板和导热硅脂全覆盖多方案协同散热。
- ◎ 优化门级驱动参数，解决串扰问题；优化铜排、SiC模块结构布局，将换流回路电感减小至nH级；采用宽禁带半导体SiC，借助其快动作、低损耗、耐高温提高控制器性能。
- ◎ 整套控制器采用紧凑化与单元化设计、控制板、电容板、门级板、驱动板、电源板各部分各司其职，便于故障查询与维护方便；同时内部设计钣金件对各电路板进行支撑，加固控制器抗振性能。
- ◎ 主控采用热备份保障主控故障实现平滑切换，DSP+FPGA主控架构实现多接口和同步控制。



图五：主从控制架构实现同步控制

技术指标



- ◎ 控制器体积：568mm*557mm*200mm；
- ◎ 控制器重量：56.2kg(不含冷却介质)；
- ◎ 控制器电气参数：1200V、250Arms；
- ◎ 控制器控制参数：开关频率20kHz；
- ◎ 控制器功率密度：15.8MW/m³；
- ◎ 控制器额定效率：满载长时运行99.2%；
- ◎ 与目前千伏兆瓦级IGBT控制器对比：体积缩小7.8%，重量减轻8.1%，功率密度提升11.3%，发热量下降57.9%，

完成国内首台kV MW级航空混合动力系统电机控制器的制造与测试。

竞争优势

产品为解决航空混合动力系统难题而生，强散热、高可靠性、高效率，应用场景贯穿所有混合动力系统，极具竞争力。

产业化应用

项目的多项成果解决了航空混合动力系统散热困难、可靠性不足、效率受限的难题。



技术成熟度

目前尚无成熟产品，仍在性能测试阶段。



知识产权

该成果已申请/授权多项中国发明专利。



合作方式

业务合作、联合技术开发、技术服务等。

电话：17621898677

联系人：孙伟

地址：武汉市洪山区珞喻路1037号华中科大新电气大楼