



远宽能源实时仿真器助力日风电气
开发储能和全系列风电变流器产品

"在产品方面，外形美观，软件简洁灵活，使用方便，新手容易上手；在服务方面，技术支持较及时，每次都能很好且快速的解决问题，比较好。"

——日风电气研发部门

项目挑战

产品开发难点



故障工况下 软件功能验证

开机电网电压软起同步
电网过电压持续时间
过电流保护



引入新功能 预研验证

重复控制
电机参数诊断



整机功能 进行测试

验证系统响应时间等各项指标
和规格书是否一致

产品开发的前期预研过程中需要验证多种故障工况下软件的功能，比如开机电网电压软起同步，电网过电压持续时间，过电流保护等；同时会引入新功能，例如引入重复控制，电机参数诊断等。

产品开发后期时需要对整机功能进行测试，验证系统响应时间等各项指标和规格书是否一致。

实物测试和离线仿真均有缺陷

实物测试 花费时间长

搭建实物台架、修改硬件参数均需要较多时间

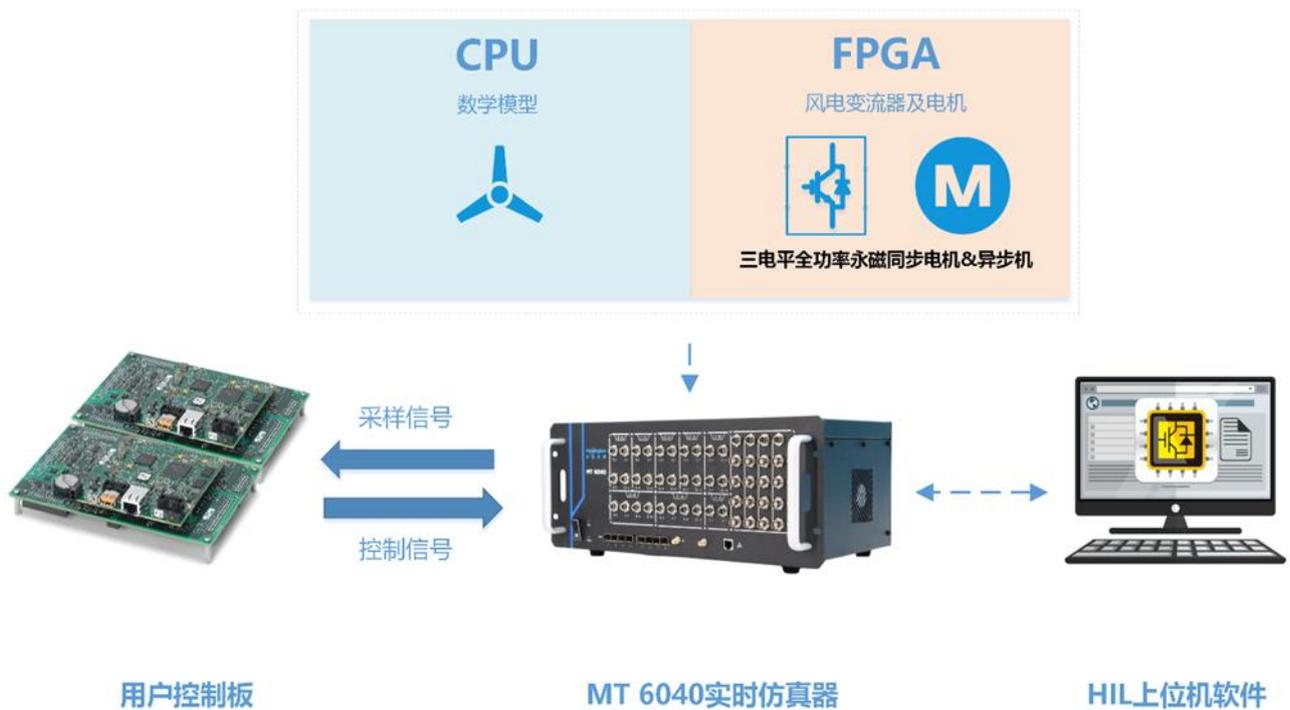
离线仿真验证 与实际存在偏差

仅能验证代码功能性，无法复刻实际中的延时等问题

传统的实物测试和产品最终测试结果比较一致，但是测试花费时间长，搭建实物台架，修改硬件参数需要一定时间；而使用离线仿真时难以引入控制器，仅能验证代码功能性，无法验证在考虑延时等因素时的功能。

解决方案

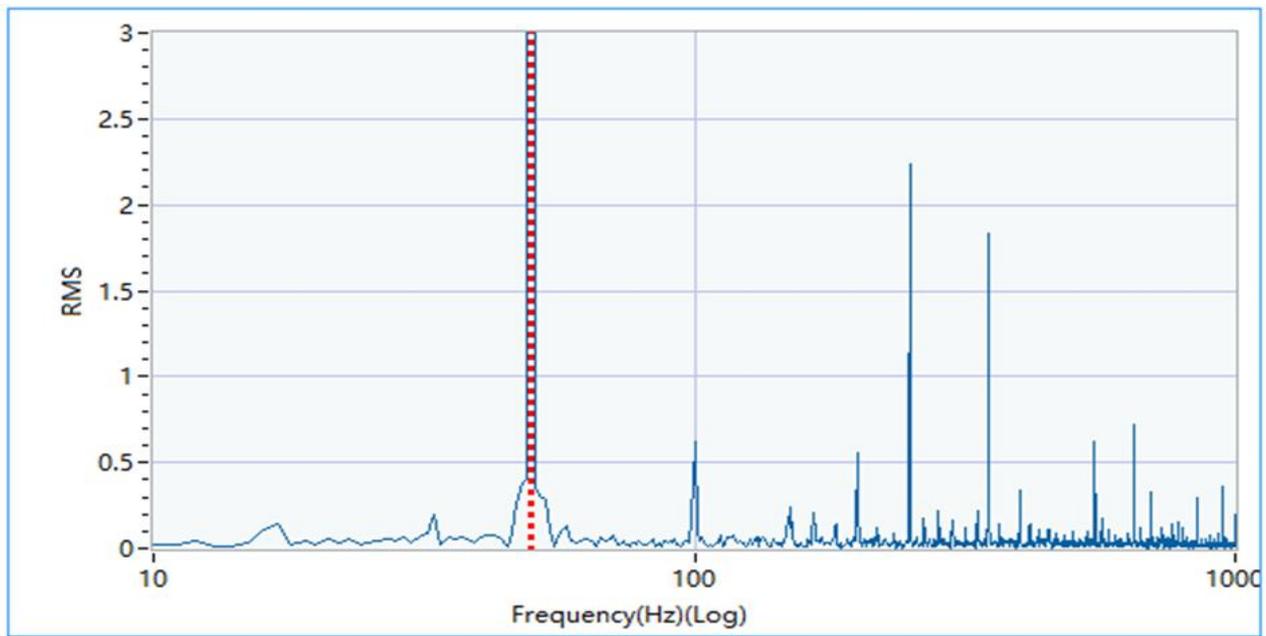
将半实物仿真器引进到产品的开发，测试过程中时，可以实现控制器和被控对象的闭环连接。由于具有真实的电压电流信号连接，控制器的延时、采样干扰等因素都在闭环系统测试内，对比离线仿真结果更加准确；在修改被控对象参数时，仅需修改模型的值然后重新加载即可改变参数，相较于实物平台测试更加快捷安全。



远宽能源的 MT6040 产品上位机的 HIL Scope 功能可以实现信号高速采样。在三电平逆变器的开发中，触发过流等保护时对 IGBT 关断的顺序有着严格的要求，使用 HIL Scope 可以采样保护瞬间各个开关管驱动信号的波形，验证关断保护的逻辑。另一方面更高的采样速率可以支持分析采样波形更高频率的谐波值，结合 StarSim Analyzer 可以快速分析电压电流的谐波分布。



在控制代码开发的过程中往往需要对一些控制参数进行诊定,使用半实物仿真验证时即使参数不具有鲁棒性也不会导致硬件设备的损坏,极大的提高了实验的安全性和经济性。并且实验过程中的波形数据可以记录回放,便于后期整理对比不同参数的实验结果,加快了功能的验证。



远宽能源推出的自动化测试 StarSim Auto Test 功能支持使用 python 脚本编程启动 HIL 测试,这在我们产品后期的功能指标验证过程中起到了极大的帮助作用。我们的测试工程师可以通过编程测试不同工况,模型参数离散时(比如电感电容值往往是有一定容差的)的测试;并且可以分析实验结果数据,验证待测指标是否通过!

项目成果

远宽能源的 MT6040 成功应用于日风电气产品研发前期多种故障工况下的软件测试以及后期整机功能测试，加快了产品研发、测试和迭代的速度！

