



远宽能源实时仿真器助力瑞能电气 变频器和储能系统研发测试

“远宽的 HIL 上位机界面十分友好，容易上手，在加载完待测试拓扑后配置 IO 口就可以进行仿真。并且在仿真的过程中还可以对波形进行录制便于捕捉瞬态的变化，结合 CPU 的使用可以方便的在线计算功率，幅值等数据。在高开关频率下的应用场景下可以使用混合建模方法。受到了试用工程师的一致好评！”

——瑞能电气研发部

项目挑战

在传统的产品研发测试过程中一般从离线仿真直接转移到实物测试，离线仿真由于缺少 IO 接口无法接入控制器；实物测试中修改电路参数，搭建实验工况例如电网电压升高或者降低较为费时，且测试安全系数低。所以瑞能电气考虑采用半实物仿真测试的方式，完成控制器和仿真机的硬件闭环。

瑞能电气产品包括风电变流器，风电主控，变桨控制等。在进行仿真测试时需要多物理模型建模仿真，如电池，变桨，逆变器等等；还需要验证主控的通讯功能，研发测试人员希望半实物仿真器能对多域模型建模，并且可以按照实际需求进行修改。另外仿真器还需要有通讯功能和物理 IO，便于和主控和逆变器控制器对联。

风电变流器入网测试挑战



建设周期长

测试平台搭建过程慢，
建设周期长



变更拓扑参数难

拓扑参数不易修改
器件重复替换烦琐



测试人力成本高

测试人力成本高且需要较大场地



测试安全系数低

高电压、故障工况下测试安全系数低

◆ 解决方案

基于用户面临的如上测试难题，远宽能源为其提出半实物仿真测试解决方案，采用 HIL 半实物仿真平台测试模型代码，接入真实控制器到测试系统中，实现“离线模型验证”-“半实物测试”-“整机实物测试”的流程；通过丰富的 IO 接口，实现控制器的闭环完整测试；HIL 半实物仿真平台使用便捷，工程师经过学习可迅速掌握半实物测试方法；且通过快速修改拓扑参数和自行搭建的 CPU 模型，短时间内即可完成多次重复测试，迅速获得实验数据。



远宽能源基于 FPGA 加 CPU 架构的半实物仿真器可以完成多域模型的仿真。基于 FPGA 的电力电子小步长 solver 用于逆变器拓扑、电机模型的仿真：FPGA solver 支持仿真任意逆变器拓扑，多逆变器并联仿真，电机模型支持永磁同步电机，双馈电机等。结合高速 DI、AO 接口可以在 1 微秒以内仿真全功率和双馈变流器平台。在半实物仿真平台上，控制器的高低电压穿越，电网电压不平衡控制，以及电网电流谐波抑制等算法均可得到验证。

基于 CPU 的大步长仿真可以仿真电池，变桨等物理模型，从而验证电池的充放电控制，风机变桨模型的桨距调整等工况。结合 CPU 编程还可实现谐波扰动注入，对波形录制分析逆变器输出阻抗。远宽半实物仿真机具有 Modbus，CAN 等通讯接口，还可以完成控制器和仿真机的通讯仿真。控制器通过 Modbus 等通讯协议，读取电池的电压 SOC 等状态信息或者在变桨模型中读取桨距角度信息。



项目成果

远宽能源的 MT 6040 成功应用于瑞能电气主控系统、变频器开发测试等多领域产品机型的预研和开发测试，如高低电压穿越、无功补偿调节和电网适应性调节等测试中，加快了产品研发、测试和迭代的速度！

