

产品手册 · PRODUCT MANUAL

风电机组功率曲线 测试系统

功率性能现场测试 · 数据采集 · 分析 · 报告全流程

风电测试为核心业务 ·

功率定制化领域扩展： 太阳能 / 航空航天 / 轨道交通 / 汽车

北京华诺创新科技有限公司

符合 GB/T 18451.2-2021 · IEC 61400-12-1:2017 测试标准



产品简介与系统组成

产品简介

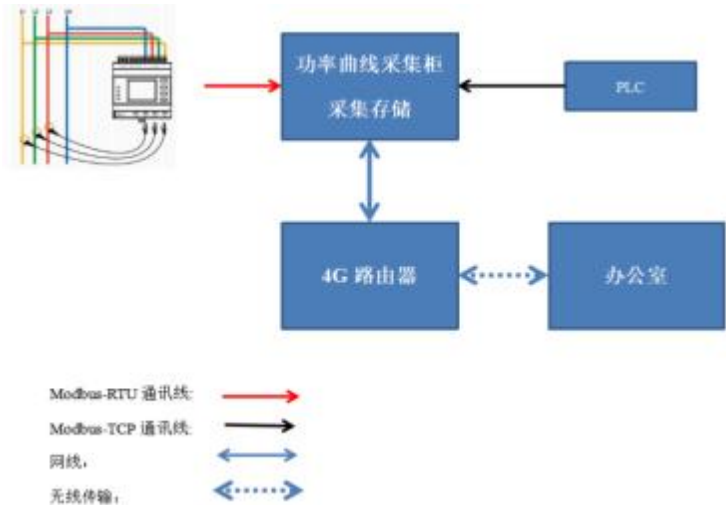
本系统是公司自主研发的标准化风电测试产品，严格依据国标与IEC标准设计开发，完整覆盖功率性能现场测试、数据采集、数据分析、性能核算及报告生成全流程，保障测试结果的精准与合规。适用于机组验收、性能复核、技改验证及科研教学等多类场景。

核心应用场景

- 机组验收：验证新机组实际性能是否达到设计与交付标准
- 性能复核：评估在运机组的性能衰减，开展机型能效对标
- 技改验证：科学量化叶片优化、主控升级等改造的收益效果
- 科研教学：为高校与科研院所提供高精度实测数据支撑



系统一体化采集终端：集成数据采集、存储与传输功能的工业级测试机柜



系统架构与数据传输流程示意图：展示从现场采集到云端分析的全链路

系统硬件组成

序号	设备名称	技术说明
1	功率采集仪ME431	核心处理单元，功率测量精度0.5S级，支持Modbus协议，内置8GB存储，宽温适应-20~+60℃。
2	工控机	现场计算与存储核心，无风扇防尘设计，适应高温、高湿等恶劣工业现场环境。
3	罗氏柔性电流环	非侵入式测量方式，无需断开电缆即可安装，安全便捷，适配多种线缆规格。
4	GL20S 模拟量输入模块	16位高精度采集，提供8通道电压/电流输入，精度±0.2%，兼容4-20mA等工业信号。 GL20-8ADC
5	工业级4G/5G路由器	远程通讯枢纽，支持全网通网络，建立加密安全通道，实现数据双向实时传输。
6	智能防护供电系统	集成电源稳压、电气隔离及浪涌保护功能，确保设备在复杂电网环境下稳定运行。
7	IP54 户外防护机柜	高防护等级设计，防尘防水，适应户外无人值守场景，保障内部设备安全可靠。



数据采集器ME431



GL20S 模拟量输入模块

硬件采用模块化架构设计，核心部件具备高可靠性与抗干扰能力，支持远程运维与云端同步，实现无人值守自动化监测。

注：所有硬件均采用工业级标准选型，支持扩展接入气象传感器、环境监测等外设模块。

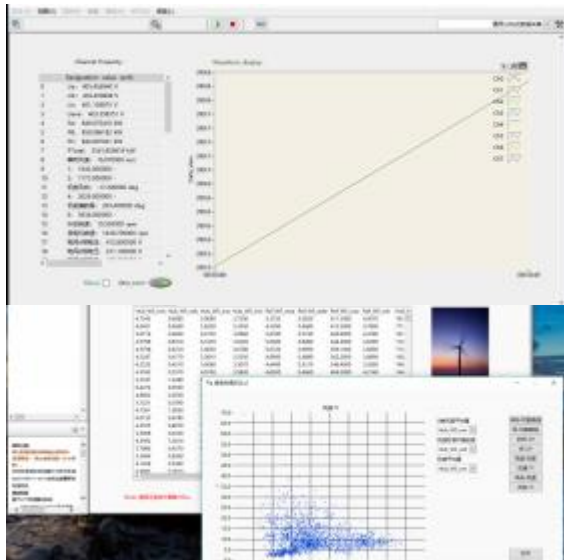
系统软件组成

现场采集与监控软件

- 多协议并发采集：同时支持Modbus RTU和Modbus TCP协议。
- 多工业总线接入：支持 CAN、Modbus-RTU、Modbus-TCP，总线参数配置与报文调试。
- 工程数据管理：工程参数可复用，实时波形展示，自动清理过期数据，内置时间校对。
- 边缘采集能力：边缘计算 + 本地缓存；同步 / 非同步采集，支持预测试。

数据分析与报告软件

- 智能数据导入与管理：支持批量导入，自动识别汇总参数。
- 自动化数据筛选：依据标准自动剔除无效数据。
- 标准空气密度修正：自动计算并修正风速。
- 精细化统计分析：0.5m/s风速分仓，生成散点图和功率曲线。
- 一键化报告生成：自动生成包含所有分析图表和计算结果的标准化Word测试报告。



上图：现场采集与监控软件
下图：数据分析与报告软件

核心特点 · 安装要点 · 案例服务

01 宽温无人值守

-20℃~+60℃宽温工作，IP54防护，适应严苛环境

02 全自动化测试

自动采集、存储、上传，支持远程监控与故障诊断

03 多传输通道

RS-485 / 光纤 / Modbus / 4G，通讯灵活

04 高精度测量

功率精度0.5S级，电压电流精度优于±0.2%

05 无损接入设计

罗氏线圈非侵入式测量，不改原有电气回路

06 CNAS校准溯源

所有计量设备均可提供CNAS认可校准证书

现场安装关键点

- 罗氏线圈安装：套于箱变低压侧三相电缆外侧，每相单独穿套，严禁接地或混穿
- 设备布置：采集箱与存储柜并排安放，AC220V供电，确保Modbus与4G通讯通畅
- 调试核查：安装后需验证信号完整性、数据上传状态及接地可靠性，确保无误



现场罗氏线圈安装实景示意

设备技术参数

数据采集器 ME431

01 高精度电参数测量

功率测量符合IEC 62053-22标准0.5S级精度，电压/电流测量精度达±0.2%，频率测量精度±0.05Hz，确保数据精准溯源。

02 强环境适应性与防护

工作温度-20℃~-+70℃，耐受-40℃~-+85℃存储温域；具备IP20防护等级，通过多项EMC抗干扰测试。

03 权威认证与质保

符合IEC 61010-1电气安全标准，质保12个月，具备完善计量校准体系。

精度		接口	
电流测量精度	0.1%+ 电流传感器精度	以太网	Modbus-TCP、Web、FTP 服务
电压测量精度	±0.2%(60V-600VAC)	电流互感器输入	RJ45x4(X1/X2/X3/X4), 0~900mVAC peak
功率测量精度	±0.5%(45-65Hz)		
电网频率	±0.01% (45-65Hz)	电压输入	插拔端子，0-600VAC相电压，最大耐受720VAC
无功功率	IEC62053-21 等级1S		
有功电能	IEC62053-22 等级 0.5S	电源接口	240VAC
无功电能	IEC62053-23 等级 2S		

GL20S 模拟量输入模块

01 16 位高精度采集

8 通道 AD，分电流、电压型号；16bit 分辨率，支持量程配置、滤波、断线及超限故障检测。

02 多总线通信

支持 Modbus-RTU、Moubus-TCP、CAN总线，实现过程数据交互与故障实时上报。

项目	规格	项目	规格
端子输入电源 额定电压	24VDC(DC20.4VD~28.8VDC)	电压输入范围	±10V、0V~10v、±5V、0V~5V、1V~5V
		电压输入阻抗	> 100kΩ
输入类型	模拟量输入	电压输入（25℃）	±0.2%（全量程）
输入方式	8ADV:电压输入	电压输入（全精度范围）	±0.4%（全量程）
输入通道	8	电压输入极限	±15V
分辨率	16位	电压输入诊断	仅当电压输入配置为1V~5V时，支持断线检测
是否隔离		接口通道间不隔离，电源与接口隔离，接口与总线隔离	

现场实测项目案例

项目概况与测试背景

本次测试针对某风电场2.5MW型风力发电机组开展功率曲线验证，测试周期历时2个月，累计有效测试时长1440小时。测试严格遵循国标与IEC标准规范，旨在验证机组实际输出功率是否达到设计保证值，为项目验收提供科学依据。

交付成果

项目最终交付了包含完整原始数据、趋势分析图表及符合IEC 61400-12-1规范的正式测试报告，为客户的机组验收与性能评估提供了权威的数据支撑。

注：测试数据经第三方计量机构校准，确保数据真实可靠。

功率曲线阶段测试结果表

测量功率曲线，测试地点平均空气密度							
		参考空气密度:	1.042	kg/m³			
编号	轮毂高度风速 (m/s)	上网功率 (kW)	Cp	10分钟均值	A类标准不确定度 (kW)	B类标准不确定度 (kW)	C类标准不确定度 (kW)
3	2.05	-20.66	0.00	6	1.38	34.64	34.67
4	2.51	-15.79	0.00	8	5.29	34.65	35.05
5	3.01	4.88	0.02	13	7.02	34.79	35.49
6	3.47	62.40	0.20	27	9.50	36.26	37.48
7	4.00	157.86	0.33	32	7.51	38.96	39.68
8	4.43	220.19	0.34	25	7.86	37.96	38.76
9	4.94	347.18	0.39	33	15.43	45.38	47.93
10	5.47	480.46	0.39	30	13.17	48.07	49.84
11	5.98	656.42	0.41	37	17.26	59.39	61.85
12	6.48	867.39	0.43	35	15.39	73.40	74.99
13	7.03	1092.23	0.42	45	17.87	77.06	79.10
14	7.50	1327.69	0.42	43	16.85	95.02	96.50
15	8.04	1557.35	0.40	43	21.65	87.67	90.30

图：功率曲线阶段测试结果数据表（节选）

04 现场实测项目案例

年发电量（AEP）评估结果

基于实测功率曲线与机位威布尔分布参数，对机组年发电量进行多维度评估。结果显示，在4-11m/s等关键风速段，项目完成度符合验收标准。

实测数据充分验证了机组在实际风况下的发电性能，为风电场的投资回报分析、运营效益评估提供了精准的实测依据，也体现了测试系统的高可靠性与数据准确性。

项目指标：2.5MW风电机组 · 威布尔分布拟合 · 覆盖全风速段 · 实测周期2个月 · 有效数据1440h+

年发电量表

估计的年发电量，测试地点平均空气密度					
		参考空气密度: 1.042 kg/m³			
		切出风速: 20.00 m/s			
轮毂高度年平均风速 (瑞利分布)	AEP测量值 (测量功率曲线)	AEP标准不确定度		AEP-外推值 (外推功率曲线)	当实测AEP至少为外推AEP的95%时，即视为完成
m/s	MWh	MWh	%	MWh	
4	2,879.5	303.8	10.6%	2,879.8	完成
5	5,144.9	391.3	7.6%	5,160.1	完成
6	7,375.4	444.4	6.0%	7,507.8	完成
7	9,149.6	466.4	5.1%	9,627.8	完成
8	10,289.2	465.5	4.5%	11,354.0	未完成
9	10,828.2	449.7	4.2%	12,607.6	未完成
10	10,900.7	425.3	3.9%	13,385.9	未完成
11	10,654.3	396.8	3.7%	13,743.2	未完成
AEP测量值假设最高频段与截断点之间的功率为零。					
AEP外推法假设测量最高风速至切出风速的功率值为常数。该功率为测量最高风速对应的功率					

评估价值：验证机组发电能力 · 支撑项目投资回报测算 · 满足风场验收标准 · 优化运维策略

04 现场实测项目案例

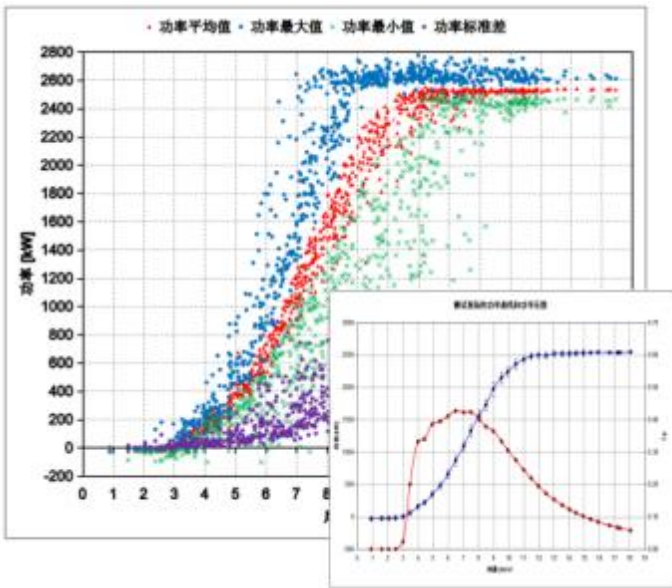
案例数据分析 · 功率曲线散点图

本图直观展示了实测功率随风速变化的散点分布特征，通过多维度数据呈现机组在不同风速工况下的输出特性：

- 红色散点代表各风速区间的功率平均值，反映机组稳定输出水平；
- 蓝色与绿色点分别呈现功率最大值与最小值，体现功率波动范围；
- 紫色点展示功率标准差，反映输出稳定性；
- 右下角子图进一步关联湍流强度与功率系数变化，为性能评估提供深度支撑。

实测概况：风速区间 3-15m/s · 有效样本 1100+组 · 测试周期 60天

- 覆盖湍流强度分析与功率系数评估



技术支持：专业工程师驻场测试 · 数据实时采集与监控 · 出具权威性能评估报告 · 提供机组优化建议方案

应用价值：助力风电场性能验收 · 验证机组设计指标 · 优化发电量预测模型 · 支撑科研课题研究与教学实践 · 满足第三方认证检测标准

携手共进 共创绿色未来

专注新能源测试解决方案，助力资产价值评估与运营效率提升

以专业技术为核心，打造高效、可靠、精准的新能源测试服务体系

北京华诺创新科技有限公司

<http://hktechhn.com>

期待与您携手合作，共创清洁能源产业的美好明天！

