

# 新能源发电并网前电气调试关键环节与故障诊断技术探讨

戴谋钧

中国能源建设集团华南电力试验研究院有限公司 广东 广州 510000

**【摘要】**新能源发电并网前的电气调试过程直接关系到电力系统的安全与稳定。针对风电、光伏等新能源电站在并网前常见的电气问题，通过分析调试阶段的关键环节，构建了一套包含参数校验、保护试验、系统联调的全过程控制思路。结合故障诊断技术，对设备绝缘、接地保护、谐波抑制等环节进行重点分析，提出基于实时监测与智能算法的诊断策略。研究结果表明，完善的调试体系与高效的故障诊断手段能显著提升新能源发电系统的并网安全性与可靠性。

**【关键词】**新能源发电；电气调试；并网稳定；故障诊断；智能监测

DOI:10.12417/2811-0528.26.02.021

随着新能源装机容量的快速增长，电力系统结构正由集中化向分布式转变，电气调试的重要性愈发凸显。并网前调试不仅是验证设备性能的过程，更是确保新能源系统安全接入电网的关键技术环节。由于新能源电源具有波动性、间歇性和复杂的控制特性，其电气系统易出现参数不匹配、保护失灵及信号干扰等问题。通过对调试关键环节的系统分析与故障诊断方法的优化，可有效提升系统的稳定性和运行效率，为新能源电力系统的安全运行奠定坚实技术基础。

## 1 新能源发电并网前电气调试的关键问题分析

新能源发电系统在并网前的电气调试过程中，存在多种技术性与系统性问题，直接影响到电网的安全稳定和设备运行的可靠性。由于风电、光伏等新能源电源具有间歇性与随机性特征，电压、电流波动明显，易造成系统参数失衡与保护装置误动作。调试阶段中常见的关键风险包括保护定值不匹配、继电保护联动逻辑错误、接地系统阻抗异常以及谐波干扰过高等，这些问题往往由设计偏差、设备老化或现场施工误差引起。电气设备在投入运行前若未进行严密的参数校验，可能导致系统在并网瞬间产生电压冲击、频率偏移甚至短时失步，威胁整个电网的稳定运行。

在实际工程中，新能源电站的电气调试面临多环节协同复杂的特点。电气主接线、母线保护、开关设备、测控单元以及通信系统之间的配合度直接决定了并网试验的成功率。调试过程中，若数据采集系统存在信号延迟，或电压互感器、互感器极性接反，均可能引发保护拒动与误动现象。部分新能源场站因采用不同厂家的设备，通讯协议兼容性差，造成二次回路调试困难，系统信号传输中断。与此同时，电能质量问题愈发突出，谐波畸变率、无功波动和闪变等现象在并网前测试中频繁出现，对电气调试环节提出更高要求。

除了设备本身的问题，新能源电站并网区域的电网结构复杂度也对调试工作构成挑战。电网短路容量较小、运行模式频

繁切换，使电气参数变化迅速，常规调试方法难以及时反映系统动态特性。若调试环节忽略短路电流计算与暂态稳定分析，将可能导致系统在高负荷条件下出现保护动作延时或设备过热。与此同时，电气调试中对自动化监控系统（如SCADA）的参数设定不当，也会在并网初期引发控制逻辑紊乱，导致功率波动与频率扰动加剧。因此，新能源发电并网前的电气调试关键在于构建系统化、精细化的技术验证机制，以保障每一环节的协调运行与安全衔接。

## 2 电气调试核心环节优化与故障诊断技术应用

电气调试的核心环节优化是新能源发电系统并网前实现高效、安全运行的关键技术基础。针对传统调试流程中存在的环节分散、数据不统一与响应滞后的问题，应构建以数字化控制与实时监测为核心的综合调试体系。通过引入数字化调试平台，将保护装置、自动化系统、测控单元以及通信接口统一纳入集中监控框架，实现电气量、逻辑信号与系统状态的同步采集与动态分析。在此基础上，建立参数自检与模型比对机制，对保护定值、短路电流计算值及母线负荷分配进行自动校核，以减少人工误差。关键环节如继电保护校验、同期并网测试、断路器分合闸特性检测等应采用高精度数据记录与趋势分析技术，确保调试结论具备可追溯性与稳定性。

在新能源场站中，电气调试需面向多电源、多控制单元和复杂的通信结构进行系统优化。针对光伏逆变器与风电变流器的控制特性差异，可通过设定动态无功调节与电压支撑策略来协调各单元输出。并网点的短路容量计算、继电保护动作曲线匹配及通信延时检测应在同一平台中完成，实现调试过程的闭环管理。为应对现场环境多变与数据量庞大的特点，调试流程可引入人工智能辅助决策模型，通过算法识别电气异常信号并进行趋势预警。采用基于模糊逻辑与神经网络的自学习算法，可对故障特征进行分类识别，对接地故障、保护拒动、相间短路等现象实现快速诊断，提高处理精度与响应速度。

故障诊断技术的应用是电气调试优化的重要延伸。利用局部放电检测、红外热成像、暂态录波分析等手段，可在调试阶段发现潜在的绝缘老化、接触不良或过热隐患。通过在关键节点布置在线监测装置，实现对电压、电流、频率及谐波的实时追踪，结合专家系统的规则库判断，形成智能诊断链路。当系统出现异常波形或保护误动作时，诊断系统能自动定位故障源并生成分析报告，为工程人员提供精确的技术依据。在此过程中，通信协议的统一与数据接口标准化是保障诊断系统高效运行的前提。综合运用数字化调试与智能诊断技术，不仅能显著提升调试阶段的效率与准确性，也为新能源发电系统并网的长期稳定运行奠定技术保障。

### 3 系统运行验证与并网稳定性提升策略

系统运行验证是新能源发电并网前后确保电网稳定与设备协调运行的重要环节，其核心目标在于通过多维度的参数检验与动态响应测试，验证系统在各种运行状态下的稳定性与安全裕度。在并网调试完成后，应通过实负荷条件下的动态运行验证，对功率因数、无功调节能力、频率响应特性以及电压稳定区间进行全面评估。运行验证过程需结合实时监测系统与暂态仿真技术，对电网扰动、负荷波动和气象变化等因素引发的系统响应进行建模分析，以确保新能源电源在不同运行工况下能够保持同步运行与稳定输出。对于具备储能单元的电站，还应进行充放电协调测试与能量平衡验证，防止功率冲击对电网造成电压骤变或频率波动。

在运行验证阶段，应强化系统参数的闭环反馈控制，通过监测母线电压波动、功率反送比例以及逆变器输出特性，判断

控制策略的有效性。为提升系统动态稳定性，可采用分层分区的控制结构，将主控系统与子模块控制单元通过高可靠通信网络连接，保证调度命令的时效性与一致性。电网扰动情况下的低电压穿越（LVRT）和高电压穿越（HVRT）测试是验证新能源电站抗干扰能力的重要手段，通过仿真与现场验证结合的方式，确保控制系统具备在电压突变时的自动限流与无功补偿能力。为防止谐波叠加引起的电能质量问题，系统运行中应持续监测谐波畸变率与电压偏移，利用有源滤波装置与动态无功补偿设备维持波形质量。

在稳定性提升策略方面，可通过构建自适应控制算法实现电气设备的协调运行。基于大数据分析与预测控制模型，对风速变化、光照强度波动及负荷变化进行提前响应调节，减少新能源发电功率的不确定性。通过电网侧相量测量单元（PMU）的广域同步监测，实现跨区域系统动态状态感知，提升调度中心对新能源电站运行状态的掌控能力。为进一步提高系统的鲁棒性，应在控制策略中引入动态阈值调整机制，使系统在突发性扰动下仍能维持频率与电压的稳定。

### 4 结语

新能源发电并网前的电气调试与故障诊断技术构成了系统安全运行的核心环节。通过建立数字化、智能化的调试体系，优化关键流程并引入实时诊断机制，能够有效提升电气系统的稳定性与响应速度。系统运行验证的精细化与控制策略的动态优化，使新能源发电在并网运行中实现高效、可靠与可持续的技术支撑。

### 参考文献：

- [1] 王志强.新能源发电并网系统电气调试技术研究[J].电力系统自动化,2021,45(8):112-119.
- [2] 刘海涛.基于智能诊断的新能源电站电气调试优化方法[J].电网技术,2022,46(5):1682-1690.
- [3] 陈国栋.光伏与风电并网电气系统运行稳定性分析[J].中国电机工程学报,2023,43(10):2574-2583.