

# 并网光伏发电对-电网电能质量的影响及-安科瑞电能质量在线监测解决方案

产品名称	并网光伏发电对-电网电能质量的影响及-安科瑞电能质量在线监测解决方案
公司名称	安科瑞电气股份有限公司
价格	.00/件
规格参数	品牌:安科瑞 型号:电能质量在线监测 产地:江苏江阴
公司地址	上海市嘉定区育绿路253号
联系电话	19821750213 19821750213

## 产品详情

摘要：光伏发电作为当今一种新型、无污染的发电方式，对传统电能的需求起到了很大缓解作用。但对于并网光伏发电系统而言，由于其本身随机性、波动性、间歇性的特点，且并网光伏发电系统中含有大量的非线性电力电子元器件，相比传统发电方式，光伏发电对电网电能质量产生了很大影响。本文分析了并网光伏发电对电网产生的谐波、电压波动和闪变、直流注入、孤岛效应等问题，并研究探讨了改善电能质量的可行性措施。

### 0引言

随着国际化进程的不断加快，世界经济得到飞速发展，能源的消耗也随之增加，而传统能源的逐渐枯竭及环境问题日益严重，太阳能作为一种清洁、无污染的可再生能源受到人们的密切关注。近年来光伏发电装机容量不断扩大，上网电量也逐年增加，但由于其装机容量规模一般较小、场址布置相对比较分散、输出功率浮动较大的特点，也给电网电能质量造成了很大的影响。因此研究光伏发电对电能质量的影响，对促进电力生产及电网安全稳定运行具有重要意义。

### 1光伏发电的基本原理

光伏发电利用半导体表面存在的光生伏效应，通过光照在半导体材料两端发出直流电流。当太阳光照在半导体P-N结上时，新的电子-空穴对就会形成，光子将电子从共价键中激发后，电子流向N区，空穴流向P区，从而半导体两端产生电势差。PN结两端的电路一旦接通，就会形成电流，从P区经外电路流向N区，对负载输出电功率。

### 2并网光伏发电的结构和分类

并网光伏发电系统主要由太阳能电池板(组件)、大功率跟踪(MPPT)控制器、DC-AC逆变器几部分组成，采用绝缘栅双极晶体管(IGBT)作为光伏逆变器的开关元件。太阳能电池输出的直流电经过DC-DC变换器将

电压等级升高，再通过DC-AC逆变器将直流电转换为与电网电压幅值、频率、相位相同的交流电，以实现并入电网或给交流负载供电，光伏发电系统结构如图1所示。

### 图1并网光伏发电系统结构

依照并网运行方式，光伏发电系统可分为有逆流并网、无逆流并网和切换型并网三种形式。并网光伏发电系统直接与电网连接，不需要储能电池，节约了占地面积，大大降低了配置成本，负荷功率缺额由电网补充。因此，并网光伏发电系统是太阳能发电主要发展方向，也是现阶段具潜力的新能源发电方式。

### 3并网光伏发电对电网电能质量的影响

光伏发电作为新兴能源发电的一种，光照、温度等外部条件随机性、波动性、间歇性的变化是光伏发电对电网产生影响的主要因素。其中DC-AC逆变器是并网光伏发电系统主要的器件之一，光伏逆变器质量的优劣在一定程度上决定光伏发电的电能质量能否达到并网要求。光伏发电并网运行时会产生谐波、电压波动和闪变、直流注入、孤岛效应等问题，使电网电能质量下降，对电网造成不利影响，严重时会影响供用电系统及光伏发电设备自身的安全稳定运行。

#### 3.1谐波影响

光伏发电是通过光伏组件将太阳能转化为直流电，再经过并网型逆变器将直流电转换成交流电实现并网。在光伏发电系统中，逆变器是产生谐波的主要设备。并网逆变器内部电力电子元件的大量应用，提升了系统的信息化和智能化处理，但也增加了大量的非线性负载，造成波形失真，给系统带来大量谐波。逆变器开关切换速度的延迟，也会影响电网系统内部整体动态性能的输出，产生小范围的谐波。如果在天气(辐照度、温度)变化较大的情况下，谐波的波动范围也会随之变大。尽管单台并网逆变器输出电流谐波较小，但是多台并网逆变器并联后输出电流的谐波会产生叠加，从而形成输出电流谐波超标现象。此外，逆变器并联容易产生并联谐振，进而导致耦合谐振现象，造成特定次并网谐波电流扩大，产生并网电流谐波含量超标问题。

针对光伏接入后的电能质量问题，提出抑制谐波的有效方法：1)从谐波产生的源头入手，对谐波源进行改造，减少谐波注入。2)装置有源或无源滤波器，以吸收某些特定次数的谐波电流。3)装设附加的谐波补偿装置。

#### 3.2电压波动和闪变

在传统配电网中，有功功率、无功功率随时间变化才会引起系统电压波动。而对于光伏发电而言，光伏发电系统有功功率的变化是引起接入点电压波动和闪变的主要因素。光伏发电系统核心部件光伏电池板的大功率点与辐照强度、天气、季节、温度等因素密切相关，这些自然因素的随机变化引起输出功率变化较大，致使负载功率在一定范围内变化频繁，从而引起并网用户负载端电压波动和闪变。

目前针对光伏电压波动和闪变问题的解决方法主要有：1)优化光伏并网逆变器控制策略，提高电压的稳定性；2)加大变电站母线短路容量；3)在光伏电站容量确定的情况下，提高其功率因数，以增加有功功率总量，从而降低无功功率变化量，满足电压波动的限值要求。

#### 3.3直流注入问题

并网光伏发电系统中另一亟待解决的关键问题：直流注入。直流注入影响了电网电能质量，同时也给电网中的其他设备带来不利影响。IEEEStd929-2000与IEEEStd547-2000明确规定，并网发电装置向电网注入的直流电流分量不能超过装置额定电流的0.5%。直流注入产生的主要原因有：1)电力电子器件自身分散性及驱动电路不一致不对称等；2)大功率控制器内部测量器件存在的零点漂移和非线性；3)各开关器件线路阻抗的不对称，寄生参数和寄生电磁场的影响等。

目前抑制直流注入的主要方法包括：1)检测补偿法；2)优化设计逆变器并网结构；3)电容隔直；4)虚拟电容法；5)装置隔离变压器等。

### 3.4 孤岛效应的影响

孤岛效应是指由于人为因素或自然因素造成电网中断供电，但各个并网光伏发电系统没能及时检测出电网停电状态，从而光伏发电系统与其相连的负载仍独立运行的现象。随着并网光伏发电接入渗透率的不断扩大，孤岛效应发生的几率也逐渐增加。孤岛效应的形成对整个配电网电能质量造成不利影响，主要包括：1)在孤岛效应发生位置，其电压和频率波动性较大，降低了电能质量，且孤岛中的电压和频率不受电网控制，可能会造成系统电气设备损坏和重合闸故障等，同时可能会对电网维修人员造成个人安全隐患。2)在供电恢复过程中，由于电压相位之间不同步将会产生浪涌电流，有可能导致电网波形瞬间下跌。3)光伏发电系统出现孤岛效应之后，如果原供电模式为单相供电模式，有可能使配电网发生三相负荷不对称的问题，进而降低其余用户的用电整体质量。4)当配电网切换至孤岛方式，仅仅依靠光伏发电系统供应电能，若该供电系统容量太小或未安装储能装置，均有可能造成用户负荷出现电压不稳定和闪变问题。

针对孤岛效应产生的影响，主要有以下解决方法：

优化并网光伏发电系统孤岛检测方法，分析光伏发电对配电网故障电流大小、方向及分布的影响，提高故障情况下负荷切除速度和孤岛划分的选择技术。

2)提高孤岛检测技术的可靠性，配置快速有效的反孤岛保护功能，在异常情况下准确判断孤岛状态并迅速有效中断并网。

## 4 安科瑞的解决方案

### 4.1 电能质量在线监测

APView500 电能质量在线监测装置采用了高性能多核平台和嵌入式操作系统，遵照IEC61000-4-30《测试和测量技术-电能质量测量方法》中规定的各电能质量指标的测量方法进行测量，集谐波分析、波形采样、电压暂降/暂升/中断、闪变监测、电压不平衡度监测、事件记录、测量控制等功能为一体。装置在电能质量指标参数测量方法的标准化和指标参数的测量精度以及时钟同步、事件标记功能等各个方面均达到了IEC61000-4-30 A级标准，能够满足110kV及以下供电系统电能质量监测的要求。

### 4.2 防孤岛保护装置

防孤岛保护装置检测到并网点有逆功率、频率突变、等异常数据时，即发生孤岛现象时，装置可配合断路器快速切除并网点，使本站与电网侧快速脱离，保证整个电站和相关维护人员的生命安全。

### 4.3 产品介绍

名称	型号	图片	功能

			<p>、22路有源开关量输入通道，2路RS485接口，4路以太网接口；1路GPS对时接口，支持IRIG-B对时方式；</p> <p>1路RS232接口</p> <p>1路USB接口</p>
电能质量在线监测装置	APV50E500		<p>三段式过流保护，低电压跳变流零序电流保护（跳变流告警）无源继电器保护，频率保护（低频减载/高频保护），后加速过流保护，控制回路断线告警，FC</p> <p>回路配合的过流闭锁功能，CT断线告警</p>
多回路汇流箱	APV-M4		4路光伏汇流监测
	APV-M8		8路光伏汇流监测
	APV-M10		10路光伏汇流监测
	APV-M12		12路光伏汇流监测
	APV-M16		16路光伏汇流监测

光伏汇流采集装置	AGF-T		监测光电池阵列中电池板运行状态，组串电流测量，汇流箱中防雷器状态采集、直流断路器状态采集
逆流检测仪表	AGF-AE		<p>额定电压线对N：120V</p> <p>额定电压线对线：208/240V</p> <p>支持的网络：L1/L2/N/PE</p> <p>通信：RS485</p>
逆流检测仪表	ACR10R		集成全部电力参数的测量以及电能监测和考核管理，并可实现断路器开关的“遥信”和“遥控”功能

			波功能、事件记录功能
			精度：0.5S级

电能质量监测仪表 APM830 网络：三相三线，三相四

随着我国光伏发电产业的快速发展，并网光伏装机容量和数量的不断增加，致使电网电能质量受到很大影响。因此，研究并网光伏发电对电网电能质量的影响非常必要。本文分析了光伏发电的工作基本原理和结构特点，阐述了并网光伏发电中谐波、电压波动和闪变、直流注入、孤岛效应产生的原因，提出了改善电能质量的可行性措施，对于进一步提高光伏发电电能质量具有一定的借鉴意义。

功能：全电量测量、电能

### 参考文献

李海龙,黄红兵,谭晓东.并网光伏发电对电网电能质量的影响分析[J].电气技术与经济,2019:73-75.

王云国.光伏发电并网对电能质量影响的分析 [J]. 农业科技与装备 , 2012,(08):53-54.

徐文丽, 鲍伟, 王巨波, 等.分布式电源并网对电能质量的影响研究综述 [J]. 电源技术, 2016, (12):2799-2801.

丁明, 王伟胜, 王秀丽, 等.大规模光伏发电对电力系统影响综述 [J]. 中国电机工程学报, 2014, (01):1-7.

包党泉.分布式光伏发电并网对配电网的影响及 对策 [J]. 中国新技术新产品, 2017, (06)71-72.

郭宇航.分布式光伏并网对配电网的影响及对策探讨 [J]. 科技创新导报, 2017,(03):27-29.

周星宇.大规模光伏发电对电力系统影响综述 [J]. 中国设备工程, 2017,(01):157-158.

企业微电网设计与应用手册.2022.05版.