



中华人民共和国国家标准

GB/T 31999—2015

光伏发电系统接入配电网特性评价 技术规范

Technical specification of evaluation of integration characteristics for
connecting photovoltaic power system to distribution network

2015-09-11 发布

2016-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国电力企业联合会提出并归口。

本标准主要起草单位：中国电力科学研究院、国网电力科学研究院、国家能源太阳能发电研发(实验)中心。

本标准主要起草人：张梅、李庆、贺敬、秦世耀、张利、王莹莹、张元栋、陈子瑜、唐建芳、朱琼锋。



光伏发电系统接入配电网特性评价 技术规范

1 范围

本标准规定了接入配电网的光伏发电系统并网特性评价的基本内容和方法。

本标准适用于通过 380 V 电压等级线路接入电网,以及通过 10(6) kV 电压等级线路接入用户侧的新建、改建和扩建光伏发电系统。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 12326 电能质量 电压波动和闪变

GB/T 24337 电能质量 公用电网间谐波

GB/T 29319 光伏发电系统接入配电网技术规定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

光伏发电系统 photovoltaic (PV) generation system

利用光伏电池的光生伏特效应,将太阳辐射能直接转换成电能的发电系统。

3.2

光伏发电系统并网点 point of interconnection of PV generation system

对于有升压站的光伏发电系统,指升压站高压侧母线或节点;对于无升压站的光伏发电系统,指光伏发电系统的输出汇总点。

3.3

公共连接点 point of common coupling

光伏发电系统并网点和公共电网连接的第一落点。

4 总则

4.1 目的

光伏发电系统并网特性评价的目的是为了判定光伏发电系统并网特性与 GB/T 29319 要求的符合性。

4.2 基本要求

光伏发电系统并网特性评价工作的开展应满足以下基本要求:

- a) 光伏发电系统应在其并网检测报告提供给电网企业后 3 个月内开展并网特性评价工作。
- b) 开展并网特性评价工作前,光伏发电系统应具备如下条件:
 - 1) 光伏发电系统内所有型号的并网逆变器均具有型式试验检测报告;
 - 2) 光伏发电系统完成 GB/T 29319 要求的并网检测项目,具有并网检测报告。

5 评价项目和流程

5.1 评价项目

光伏发电系统并网特性评价项目应包括:

- a) 无功功率与电压调节;
- b) 电网适应性;
- c) 电能质量;
- d) 保护配置。

对于通过 380 V 电压等级线路接入电网的光伏发电系统,若采用单个逆变器并网发电,且其光伏逆变器型式试验检测结果满足技术要求,则认为光伏发电系统满足 GB/T 29319 的要求。若采用多个逆变器并网发电,则应按照本标准的规定开展并网特性评价工作。

5.2 评价流程

光伏发电系统并网特性评价流程包括:

- a) 资料收集。包括光伏发电系统所接入电网数据、光伏发电系统数据、光伏逆变器检测报告、光伏发电系统检测报告等,具体内容参见附录 A。
- b) 现场核查。核查光伏发电系统与提供资料的一致性。
- c) 光伏发电系统并网特性指标计算。
- d) 光伏发电系统并网符合性评价,编写评价报告,内容要求参见附录 B。

6 评价内容和方法

光伏发电系统并网特性的评价内容和评价方法见表 1。

表 1 光伏发电系统并网特性评价内容和方法

序号	评价项目	评价内容	标准要求	评价方法
1	无功功率与电压调节	功率因数运行范围	$-0.95 \sim +0.95$	根据光伏发电系统并网检测报告,判定光伏发电系统功率因数运行范围与 GB/T 29319 要求的符合性
		电压调节能力	满足 GB/T 29319 的要求	根据光伏发电系统并网检测报告,判定光伏发电系统电压调节能力与 GB/T 29319 要求的符合性



表 1 (续)

序号	评价项目	评价内容	标准要求	评价方法
2	电网适应性	电压偏差适应能力	满足 GB/T 29319 的要求	根据光伏发电系统并网检测报告，查看光伏发电系统并网点的电压偏差、闪变、谐波、间谐波、三相电压不平衡度和频率适应性与GB/T 29319要求的符合性
		闪变适应能力		
		谐波适应能力		
		间谐波适应能力		
		三相电压不平衡度适应能力		
		频率适应能力		
3	电能质量	闪变	满足 GB/T 29319 的要求	根据光伏发电系统并网检测报告，核查光伏发电系统引起的闪变，闪变允许值计算方法见 C.1
		谐波		根据光伏发电系统并网检测报告，核查光伏发电系统的谐波电流注入，谐波电流允许值计算方法见 C.2
		间谐波		根据光伏发电系统并网检测报告，核查光伏发电系统的间谐波，允许值参见 GB/T 24337
		直流分量	不超过交流额定值的 0.5％	根据光伏发电系统并网检测报告，核查光伏发电系统向公共连接点注入的直流电流分量值与GB/T 29319要求的符合性
4	保护配置	低/高电压保护	满足 GB/T 29319 的要求	根据光伏发电系统并网检测报告，查看低/高电压保护、频率保护、防孤岛保护、逆功率保护和恢复并网的测试曲线和记录，判定光伏发电系统保护配置与 GB/T 29319 要求的符合性
		频率保护		
		防孤岛保护		
		逆功率保护		
		恢复并网		
注：对于采用不可逆方式并网的光伏发电系统，进行逆功率保护评价。				

附录 A
(资料性附录)
评价资料内容

A.1 电网数据

光伏发电系统所接入地区电网的电源装机规模及电源结构、供电负荷、电网接线方式、公共连接点短路容量和所有接入设备容量、光伏发电系统周边的变电站规模、相关电压等级、线路型号和长度等。

A.2 光伏发电系统数据



光伏发电系统基本信息：运营商、地理位置、装机容量、接入电压等级、光伏逆变器数量(台)、并网点数据信息等。

光伏并网逆变器技术参数：制造商、型号、数量、额定功率、额定电压等。

光伏发电系统变压器技术参数：制造商、型号、额定电压(高/低压侧)、电压分接范围、接线组别、阻抗电压、负载损耗、空载电流、空载损耗等。

光伏发电系统接入系统设计报告。

无功补偿设备的技术参数：制造商、类型、型号、额定容量、额定电压、额定电流、输出容量范围、控制方式、安装位置等。

A.3 并网检测报告

光伏并网逆变器型式试验检测报告、光伏发电系统并网检测报告。

附 录 B
(资料性附录)
报 告 格 式

B.1 项目概况

光伏发电系统接入系统情况简述。包括项目地址、运营商、装机容量和接入电压等级等。

B.2 评价依据

给出评价所依据的标准和文件。

B.3 评价结果**B.3.1 无功功率和电压调节评价**

给出光伏发电系统的无功功率和电压调节评价表,如表 B.1 所示。

表 B.1 无功功率和电压调节能力评价表

评价内容	实际运行能力	是否满足技术要求
功率因数运行范围		
电压调节能力		

B.3.2 电网适应性评价

给出光伏发电系统的电网适应性评价表,如表 B.2 所示。

表 B.2 电网适应性评价表

评价内容	实际运行能力		是否满足技术要求
	运行条件	能否正常运行	
电压偏差适应性	并网点电压 在 90%~110%标称电压之间		
闪变适应性	并网点的闪变值 满足 GB/T 12326 的要求		
谐波适应性	并网点谐波值 满足 GB/T 14549 的要求		
间谐波适应性	并网点间谐波值 满足 GB/T 24337 的要求		

表 B.2 (续)

评价内容	实际运行能力		是否满足技术要求
	运行条件	能否正常运行	
三相电压不平衡度适应性	并网点三相电压不平衡度 满足 GB/T 15543 的要求		
频率适应性	并网点频率 在 49.5 Hz~50.2 Hz 范围之内		

B.3.3 电能质量评价

给出光伏发电系统的电能质量评价表,如表 B.3 所示。

表 B.3 电能质量评价表

评价内容	实际运行能力			是否满足技术要求
闪变	$P_{lt,PV}$			
	$P_{lt,PCC}$			
	E_{PV}			
谐波	谐波次数	并网点谐波电流 A		
		实测值	允许值	
	2			
	3			
	4			
			
	24			
	25			
间谐波	间谐波电压含有率 %			
	实测值		允许值	
直流分量	光伏发电系统向公共连接点注入的直流电流分量 %			
注 1: $P_{lt,PV}$ 为光伏发电系统并网点上的长时间闪变值。				
注 2: $P_{lt,PCC}$ 为光伏发电系统并网运行在其所接入电网公共连接点引起的闪变。				
注 3: E_{PV} 为光伏发电系统的闪变限值。				

B.3.4 保护配置评价

给出光伏发电系统的保护配置评价表,如表 B.4 所示。

表 B.4 保护配置评价表

评价内容	实际运行能力			是否满足技术要求
低/高电压保护	电压范围	分闸时间 s		
	$U<0.5\ U_n$			
	$0.5\ U_n\leqslant U<0.85\ U_n$			
低/高电压保护	电压范围	分闸时间 s		
	$0.85\ U_n\leqslant U<1.10\ U_n$			
	$1.10\ U_n\leqslant U<1.35\ U_n$			
	$U\geqslant 1.35\ U_n$			
频率保护	频率范围	分闸时间 s		
	47.5 Hz~50.2 Hz			
防孤岛保护	保护动作时间/s			
逆功率保护	逆向电流 超过额定输出的 5%	分闸时间 s		
恢复并网	运行条件 (系统发生扰动)	是否 恢复并网	延时时间 s	
	电网电压和频率未恢复正常		—	
	电网电压和频率恢复正常			

附录 C

(规范性附录)

闪变和谐波判定方法

C.1 闪变

按照式(C.1)计算光伏发电系统并网点长时间闪变值 $P_{lt,PV}$ 传递后,在其所接入公共连接点上引起的长时间闪变值 $P_{lt,PCC}$ 。

$$P_{lt,PCC} = T_k \cdot P_{lt,PV} = \frac{S'_{sc,PCC}}{S_{sc,PCC} - S'_{sc,PV}} \cdot P_{lt,PV} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

- $P_{lt,PCC}$ ——光伏发电系统并网点长时间闪变值传递到公共连接点,在公共连接点引起的长时间闪变值;
- T_k ——光伏发电系统并网点长时间闪变值传递到公共连接点的传递系数;
- $P_{lt,PV}$ ——光伏发电系统并网点上的长时间闪变值;
- $S'_{sc,PCC}$ ——光伏发电系统并网点短路时公共连接点流向光伏发电系统并网点的短路容量,单位为兆伏安(MV·A);
- $S_{sc,PCC}$ ——公共连接点的短路容量,单位为兆伏安(MV·A);
- $S'_{sc,PV}$ ——公共连接点短路时光伏发电系统并网点流向公共连接点的短路容量,单位为兆伏安(MV·A)。

若 $P_{lt,PV} < 0.25$,则可以不经闪变核算允许接入电力系统;若 $P_{lt,PV} \geq 0.25$,则按照以下方法计算光伏发电系统在其所接入公共连接点引起的长时间闪变限值:

- a) 首先求出接于公共连接点的全部负荷产生闪变的总限值 G :

$$G = \sqrt[3]{L_P^3 - T^3 \cdot L_H^3} \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

- L_P ——公共连接点对应电压等级的长时间闪变值 P_{lt} 限值;
- L_H ——上一电压等级的长时间闪变值 P_{lt} 限值;
- T ——上一电压等级对下一电压等级的闪变传递系数,推荐为 0.8。不考虑超高压(EHV)系统对下一级电压系统的闪变传递。各电压等级的闪变限值见 GB/T 12326。

- b) 光伏发电系统在其所接入公共连接点引起的长时间闪变限值 E_{PV} 为:

$$E_{PV} = G \sqrt[3]{\frac{S_{PV}}{S_t} \cdot \frac{1}{F}} \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

- S_{PV} ——光伏发电系统装机容量,单位为兆伏安(MV·A);
- S_t ——公共连接点接入设备总容量,单位为兆伏安(MV·A);
- F ——波动负荷的同时系数,其典型值 $F = 0.2 \sim 0.3$ (但应满足 $S_{PV}/F \leq S_t$)。

C.2 谐波

当公共连接点处的最小短路容量不同于基准短路容量时,谐波电流允许值按照式(C.4)进行修正。

$$I_{h,\text{PCC}} = \frac{S_{\text{k1}}}{S_{\text{k2}}} \cdot I_{h\text{p}} \quad \dots\dots\dots (\text{C.4})$$

式中:

$I_{h,\text{PCC}}$ ——短路容量为 S_{k1} 时的第 h 次谐波电流允许值,单位为安(A);

S_{k1} ——公共连接点的最小短路容量,单位为兆伏安(MV·A);

S_{k2} ——基准短路容量,单位为兆伏安(MV·A);

$I_{h\text{p}}$ ——第 h 次谐波电流允许值,单位为安(A)。

光伏发电系统向电力系统注入的谐波电流允许值按照式(C.5)计算:

$$I_{h,\text{PV}} = \left(\frac{S_{\text{PV}}}{S_{\text{t},h}} \right)^{1/a} \cdot I_{h,\text{PCC}} \quad \dots\dots\dots (\text{C.5})$$

式中:

$I_{h,\text{PV}}$ ——光伏发电系统第 h 次谐波电流允许值,单位为安(A);

$S_{\text{t},h}$ ——公共连接点接入设备总容量,单位为兆伏安(MV·A);

$I_{h,\text{PCC}}$ ——公共连接点第 h 次谐波电流允许值,单位为安(A);

a ——相位叠加系数,按表 C.1 取值。

表 C.1 谐波的相位叠加系数

h	3	5	7	11	13	9 >13 偶次
a	1.1	1.2	1.4	1.8	1.9	2