



国家电网  
STATE GRID

国网电力科学研究院  
STATE GRID ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

# 光伏电站接入电网技术规定

国网电力科学研究院

2009.10

朱凌志 ([zhulingzhi@sgepri.com](mailto:zhulingzhi@sgepri.com))

## 汇报内容

### ■ 技术规定编制背景

- 光伏发电对电网的影响
- 相关并网标准介绍
- 编制原则
- 主要内容介绍
- 后继工作



国网电力科学研究院  
STATE GRID ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

## 1. 技术规定编制背景

### 国内太阳能发电发展形势逼人

- 近10年全球太阳能光伏产业年均增长41.3%，近5年为49.5%。中国已经为世界上最大的光伏电池组件生产国，2008年产量达到了2540.7MW，约占世界产量的40%。
- 3月26日颁布光电建筑应用财政补助政策、7月26日颁布“金太阳示范工程”政策，敦煌10MW光伏项目成功招标，将大力推动建筑光电和大规模光伏电站的建设。
- 即将出台的《新能源振兴规划》也将明确指出，到2020年中国光伏发电的装机总量将达到2000万千瓦。

## 1. 技术规定编制背景

### 国内太阳能发电发展形势逼人

- 《可再生能源法》明确指出国家鼓励和支持可再生能源并网发电，要求电网企业全额收购其电网覆盖范围内可再生能源并网发电项目的上网电量。
- 国家《可再生能源发展“十一五”规划》提出，到2010年初步建立可再生能源技术创新体系，具备较强的研发和技术集成能力；制定建筑物光伏并网、大型光伏并网、太阳能热发电并网的技术标准。
- 国家电网公司积极响应国家新能源的发展战略，促进光伏发电大规模应用。

## 1. 技术规定编制背景

### 现有技术标准不能满足光伏电站大规模并网的需要

- 现有并网标准缺少电网的规划、安全运行和可靠性等重要内容；
- 尚未建立光伏并网的检测标准和管理体系；
- GB/Z 19964-2005《光伏发电站接入电力系统技术规定》已超使用期限；
- 现有标准  
GB/T 19939-2005《光伏系统并网技术要求》  
GB/T 20046-2006《光伏(光伏发电)系统电网接口特性》仅针对小型光伏电站电能质量和基本安全性提出了要求。

## 1. 技术规定编制背景

### 标准的欠缺不利于光伏发电在国内的推广应用

- 不利于光伏逆变器厂商设计开发与电网要求相适应的并网逆变器产品。
- 不利于光伏电站进行规范化的光伏系统设计和设备选型。
- 不利于电网进行技术升级提升接纳光伏发电的能力。
- 不利于光伏电站与电网的协调控制和安全稳定运行。

## 1. 技术规定编制背景

结合我国新能源发展战略，并根据国家能源局的要求、国家电网公司组织编制了《光伏电站接入电网技术规定》

- 5月16日，国家电网公司组织内部专家在南京召开了对技术规定的第一次讨论会
- 6月16日，国家能源局组织相关行业专家在北京召开了第二次讨论会
- 6月27日，国家电网公司组织相关行业专家在北京召开了第三次讨论会
- 7月21日，《光伏电站接入电网技术规定（试行）》上报国家能源局

## 汇报内容

- 技术规定编制背景
- **光伏发电对电网的影响**
- 相关并网标准介绍
- 编制原则
- 主要内容介绍
- 后继工作

## 2. 光伏发电对电网的影响

- 我国的太阳能光伏发电呈现出“大规模集中开发、中高压接入”与“分散开发、低电压就地接入”并举的发展趋势。
  - ◆ 大型电站形式
  - ◆ 分布式电源形式
- 光照资源的随机性、间歇性、周期性是光伏电站对电网产生影响的最主要因素
- 与常规电源相比光伏发电的自身特点
  - ◆ 通过电力电子器件并网
  - ◆ 没有旋转部件：没有惯性、没有阻尼……

## 2. 光伏发电对电网的影响

### 电能质量问题

- 光伏发电通过电力电子逆变器并网，易产生谐波、三相电流不平衡；输出功率随机性易造成电网电压波动、闪变
- 建筑光伏直接在用户侧接入电网，电能质量问题直接影响用户的电器设备安全。

#### 浙江示范工程

在10kV接入、400V接入、220V接入系统中，都检测到谐波电流总畸变率偏高的问题。随着容量的增大，谐波电流对电网的影响将进一步加大。

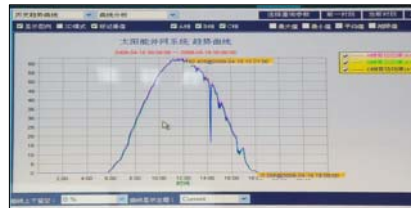


## 2. 光伏发电对电网的影响

### 电网调频与经济运行问题

- 太阳能资源具有间歇性、周期性、波动性、周期性等特点。当光伏发电在电源中的比例不断增大的时候，对电网调峰的影响将愈加显著。
- 光伏电源只在白天发电，具有一定的正调峰特性
  - ◆ 解决光伏发电的短期功率波动问题、
  - ◆ 如何利用光伏发电的正调峰特性进行合理的经济调度
  - ◆ 解决输电通道的利用率问题。

- ◆ 西藏羊八井100kW电站：最大功率变化率每分钟70%；
- ◆ 浙江示范工程（运行3个月）：
  - 250kW屋顶工程实测最大功率变化率为每分钟20%
  - 60kW屋顶工程实测最大功率变化率为每分钟25%



## 2. 光伏发电对电网的影响

### 大电网稳定控制问题

- 采用“集中开发、高压送出”模式开发的大规模光伏电站多集中在西北、华北等日照资源丰富的荒漠/半荒漠地区，而这些地区一般地域范围广而本地负荷小，光伏电站的电力需要进行远距离输送。
- 随着光伏电站数量和规模的不断加大，光照短期波动和周期性变化引起的线路电压超限现象将逐步出现，长距离输电的电压稳定性问题将成为制约大规模光伏电站建设开发的主要因素之一。
- 光伏发电的运行控制特性完全由电力电子逆变器决定，没有转动惯量和阻尼特性，与常规发电机组有较大的区别。光伏发电的大规模接入对电网的安全稳定分析提出了新的挑战。

## 2. 光伏发电对电网的影响

### 配电网的运行控制问题

#### 根本原因：

- 我国的中、低压配电网主要是中性点不接地(或经消弧线圈接地)系统，采用单侧电源辐射型供电网络。
- 光伏电源接入配电网，使配电系统从放射状结构变为多电源结构，潮流和短路电流大小、流向以及分布特性均发生改变。

## 2. 光伏发电对电网的影响

### 配电网的运行控制问题

#### 电压调节问题

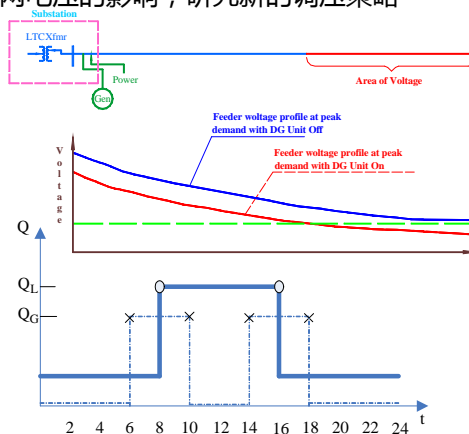
- 原有的调压方案不能满足接入分布式电源后的配电网电压调节要求。因此必须评估分布式电源对配电网电压的影响，研究新的调压策略

#### 对有载调压分接头动作影响

- 高电压：DG接入馈线，变压器一次电压接近上限时
- 低电压：DG安装在LTC或者电压调节器侧

#### 对VQC影响

- DG启停，无功变化造成VQC动作次数越界



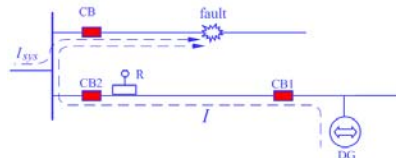
## 2. 光伏发电对电网的影响

### 配电网的运行控制问题

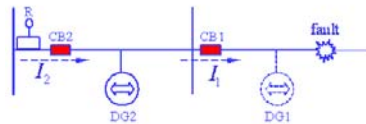
#### 继电保护问题

- 在线路发生故障后，继电保护以及重合闸的动作行为都会受到光伏发电系统的影响。对基于断路器的三段式电流保护的影响最为显著。

- ◆ 导致本线路保护的灵敏度降低及拒动；
- ◆ 导致本线路保护误动
- ◆ 导致相邻线路的瞬时速断保护误动并失去选择性
- ◆ 导致重合闸不成功
- ◆ .....



- ◆ 日本2.2MW太阳城项目：大量配电网保护更换；
- ◆ 浙江示范工程：加装低周、低压解列、过流等保护；校核和调整10kV电流速断、延时电流速断、过流保护、反向故障保护定值。

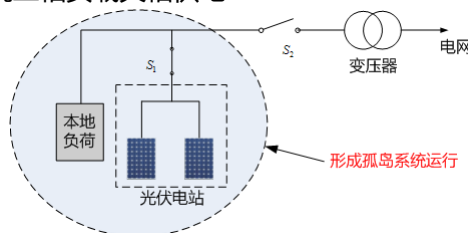


## 2. 光伏发电对电网的影响

### 配电网的运行控制问题

#### 孤岛引起的安全问题

- 线路维护人员人身安全受到威胁
- 与孤岛地区相连的用户供电质量受影响（频率和电压偏出正常运行范围）
- 孤岛内部的保护装置无法协调
- 电网供电恢复后会造成相位不同步
- 孤岛电网与主网非同步重合闸造成操作过电压
- 单相分布式发电系统会造成系统三相负载欠相供电



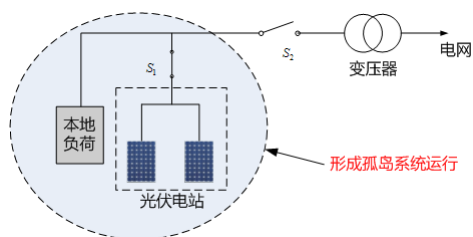


## 2. 光伏发电对电网的影响

### 配电网的运行控制问题

#### 配电网的监控通信

- 我国配电网的信息自动化水平相对落后
- 10kV及以下低压线路一般不具备通信通道
- 光伏发电带来的双向计量计费问题
- .....



## 2. 光伏发电对电网的影响

### 配电网的规划设计

- 大量分布式光伏发电的接入使配电网对大型发电厂和输电网的依赖逐步减少，使得如何在配电网中确定合理的电源结构、如何协调和有效地利用各种类型的电源、在配电网规划中如何考虑分布式光伏发电的影响等问题的研究，成为迫切需要解决的课题。
- 电网的损耗主要取决于系统的潮流，分布式光伏发电系统影响系统的潮流分布，也必然影响配网的损耗。光伏系统晚上不能发电，需要大电网作为备用，所以并不能降低配电网的建设和改造费用。而系统网损的大小、配电网建设改造投资多少都直接决定着电网的效益。
- 传统的配电网计算分析和规划设计方法已经不适用于包含大量分布式光伏发电的配电网，因此，必须针对新型的电源结构和供电方式，研究适合分布式光伏系统接入的配网分析理论和规划设计方案。

## 汇报内容

- 技术规定编制背景
- 光伏发电对电网的影响
- **相关并网标准介绍**
- 编制原则
- 主要内容介绍
- 后继工作

## 3. 相关并网技术标准介绍

### 主要的与光伏相关的并网技术标准

- 我国
  - ◆ GB-T 19939-2005 光伏系统并网技术要求
  - ◆ GB-T 20046-2006 光伏(PV)系统电网接口特性
  - ◆ GB-Z 19964-2005 光伏电站接入电力系统技术规定
- 国外
  - ◆ IEC 61727-2004 光伏 ( PV ) 系统-电网接口特性
  - ◆ IEEE 929-2000 光伏系统电网接口推荐标准
  - ◆ IEEE 1547-2003 分布式电源并网接口标准
  - ◆ Technische Richtlinie Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz  
Richtlinie für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen  
am Mittelspannungsnetz  
(德国-发电厂接入中压电网的技术导则)

### 3. 相关并网技术标准介绍

#### 我国几个现行的针对小型光伏电站的标准

GB-T 19939-2005 光伏系统并网技术要求

GB-T 20046-2006 光伏(PV)系统电网接口特性

IEC 61727-2004 光伏 ( PV ) 系统-电网接口特性

- 主要针对380V的小型光伏电站
- 仅在电能质量、安全保护方面作了规定

### 3. 相关并网技术标准介绍

#### 我国针对大规模光伏电站的指导性文件

GBZ 19964-2005 光伏发电站接入电力系统技术规定

- 在电能质量、有功控制、电压/无功调节、系统测试、通信与信号方面进行了简单的要求。
  - ◆ 要求光伏电站能够控制输出的有功功率
  - ◆ 要求光伏电站能够限制最大有功变化率 ( 包括起停时 )
  - ◆ 要求光伏电站能够在一定程度上参与电网电压调节
- 仅给出了基本原则。
- 已经失效!!!

### 3. 相关并网技术标准介绍

#### 美国针对分布式发电的并网标准 - IEEE 1547

##### IEEE 1547 Series of Interconnection Stds

- 是一个针对分布式发电的并网标准，不限于光伏。
- 主要部分：
  - ◆ ANSI/IEEE Std 1547 (2003): interconnection system & interconnection test requirements for interconnecting DR with Electric Power Systems (EPS)
  - ◆ P1547.1 standard for interconnection test procedures
  - ◆ P1547.2 guide to 1547 standard
  - ◆ P1547.3 guide for information exchange for DR interconnected with EPS
  - ◆ P1547.4 guide for DR island systems

### 3. 相关并网技术标准介绍

#### 美国针对分布式发电的并网标准 - IEEE 1547

##### IEEE Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems

- 一些典型的技术要求：
  - ◆ The DR shall not actively regulate the voltage at the PCC
  - ◆ Each DR unit of 250 kVA or more or DR aggregate of 250 kVA or more at a single PCC shall have provisions for monitoring its connection status, real power output, reactive power output, and voltage at the point of DR connection.
  - ◆ When required by the Area EPS operating practices, a readily accessible, lockable, visible-break isolation device shall be located between the Area EPS and the DR unit.
  - ◆ the DR interconnection system shall detect the island and cease to energize the Area EPS within two seconds of the formation of an island.

### 3. 相关并网技术标准介绍

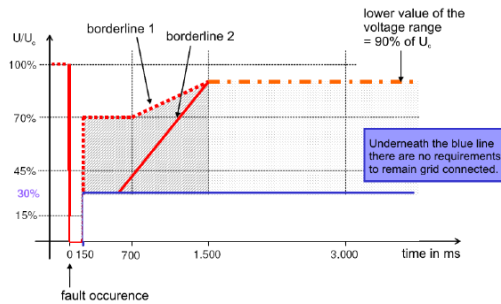
#### 德国针对接入中压电网分布式电源的并网标准

Technische Richtlinie Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz Richtlinie für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz

##### ■ 典型技术要求 – 对电网的支撑能力

- ◆ to stay connected during a fault (故障时保持并网)

- ◆ 在电压跌落到0时，至少要坚持150ms不脱网。
- ◆ 在红实线以下的区域，可以脱网运行，当然能并网运行也是可以的。



### 3. 相关并网技术标准介绍

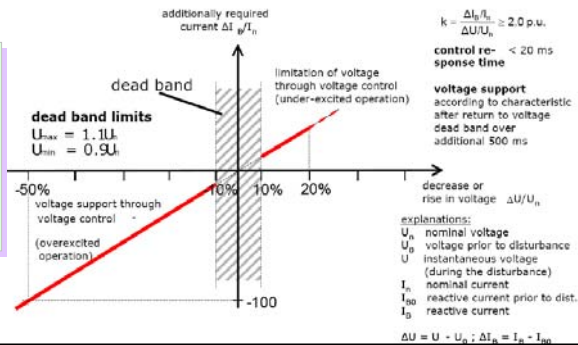
#### 德国针对接入中压电网分布式电源的并网标准

Technische Richtlinie Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz Richtlinie für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz

##### ■ 典型技术要求 – 对电网的支撑能力

- ◆ to support the voltage by providing reactive power during the fault (故障时通过发出无功支撑电网电压)

- ◆ 当电压跌落超过10%时，每1%的电压跌落，至少要提供2%的无功电流。
- ◆ 响应速度应在20ms之内，必要时，必须能够提供100%的无功电流。



### 3. 相关并网技术标准介绍

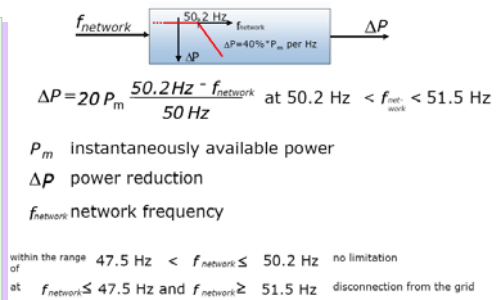
#### 德国针对接入中压电网分布式电源的并网标准

##### Technische Richtlinie Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz Richtlinie für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz

###### ■ 典型技术要求 – 对电网的支撑能力

###### ◆ Active Power Control (有功功率控制)

- ◆ 电站必须能够以10%的步长限制其有功出力 (目前常用的设置点有100%, 60%, 30%, 和0%)
- ◆ 频率高于50.2Hz时, 功率必须以40%额定功率/Hz的速率降低
- ◆ 仅当频率恢复到50.05Hz以下时, 才允许提高输出功率
- ◆ 频率高于51.5Hz或低于47.5Hz时必须脱网



### 3. 相关并网技术标准介绍

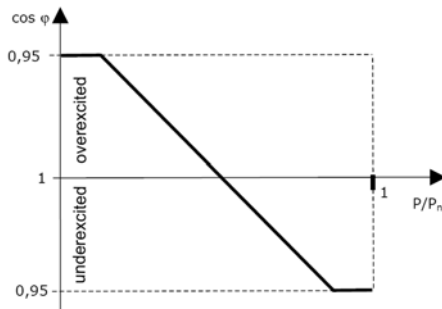
#### 德国针对接入中压电网分布式电源的并网标准

##### Technische Richtlinie Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz Richtlinie für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz

###### ■ 典型技术要求 – 对电网的支撑能力

###### ◆ Static Grid Support by Reactive Power Control (通过无功功率控制为电网提供静态支撑)

- 电站的功率因数必须能够在0.95 (感性) 至0.95 (容性) 之间任意可调。
- The generating plant must be able to traverse the agreed area of reactive power within a few minutes and as often as required.
- If the network operator provides a characteristic, each value resulting from this has to be automatically set within 10 seconds.



Example of a  $\cos\phi(P)$ -characteristic

### 3. 相关并网技术标准介绍

#### 德国针对接入中压电网分布式电源的并网标准

Technische Richtlinie Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz Richtlinie für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz

##### ■ 该标准

- ◆ 2008年6月颁布
- ◆ 导则中的技术条款，从2009年正式开始执行（对于光伏电站，从2010年开始执行）
- ◆ 关于故障穿越（低电压穿越）的条款，从2010年开始正式执行（对于光伏电站，从2011年开始执行）

### 汇报内容

- 技术规定编制背景
- 光伏发电对电网的影响
- 相关并网标准介绍
- **编制原则**
- 主要内容介绍
- 后继工作

## 2. 技术规定编制原则

### 充分借鉴已有的国际国内标准

技术规定的编制应充分利用现有的国际国内标准，与现行标准不冲突、不抵触。

	标准号	名称
国 外	IEC 61727-2004	光伏（PV）系统-电网接口特性
	IEC 61173-1992	光伏发电系统过压保护导则
	IEC 62116-2008	并网光伏逆变器防孤岛测试标准
	IEEE 1373-1999	并网光伏系统测试方法和规程推荐标准
	IEEE 929-2000	光伏系统电网接口推荐标准
	IEEE 1547-2003	分布式电源并网接口标准
	UL 1741-2001	应用于电力系统的逆变器、控制器标准
	VDE 0126.1.1-2006	低压配电网用逆变器规范
国 内	GB-Z 19964-2005	光伏电站接入电力系统技术规定
	GB-T 19939-2005	光伏系统并网技术要求
	GB-T 20046-2006	光伏（PV）系统电网接口特性



国网电力科学研究院  
STATE GRID ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

## 2. 技术规定编制原则

### 综合考虑我国光伏发电发展的特点和趋势

- 长远来看，太阳能发电在2030年后具备成为战略能源的资源、技术、成本和环境优势，2050年后可能成为重要的能源供应来源。
- 我国的太阳能光伏发电与欧洲等国家以“分散开发、低电压就地接入”的发展方式不同，呈现出“大规模集中开发、中高压接入”与“分散开发、低电压就地接入”并举的发展趋势。
- 为应对光伏发电在电网电源中的比例快速提高，必须考虑其对电网电压频率控制的影响，对光伏电站进行科学合理的调度运行控制。



国网电力科学研究院  
STATE GRID ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE



## 2. 技术规定编制原则

### 结合光伏发电并网技术现状，考虑一定的前瞻性

- 目前，我国并网光伏电站的建设尚处于试验示范阶段，缺乏统一的设计规范和接入标准。技术规定条款的可实现性充分考虑了国内光伏发电的现有技术水平。
- 对于由于技术和成本因素导致难以实现的技术需要（如小型电站的远程通信、大型光伏电站的功率预报等），在本技术规定中暂不作要求。
- 针对国际上已经开始关注的光伏并网新问题，在标准中考虑了一些具有前瞻性且易于实现的技术要求（如光伏电站的低电压耐受能力等）。

## 2. 技术规定编制原则

### 有利于引导光伏企业和集成商进行产品和系统设计

- 技术规定的编制和实施，应有利于光伏逆变器厂商规范其逆变器性能指标，开发适应电网要求的产品。
- 技术规定的编制和实施，应有利于光伏电站的合理设计（包括容量、接入电压等级、保护配置、监控通信等）和关键设备选型。

## 2. 技术规定编制原则

### 有利于电网进行科学的接入规划和技术升级

- 技术规定的编制和实施，应有利于电网掌握光伏电站的运行状态和运行规律，进行稳定控制、继电保护、调度运行等方面的技术升级，进行合理的接入电网规划设计，提升电网接纳光伏发电的能力。

## 汇报内容

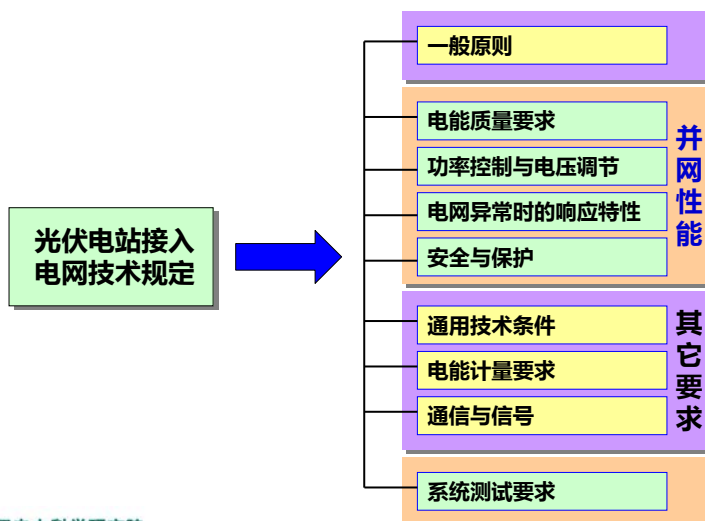
- 技术规定编制背景
- 光伏发电对电网的影响
- 相关并网标准介绍
- 编制原则
- **主要内容介绍**
- 后继工作

## 汇报内容

- 技术规定编制背景
- 编制原则
- **主要内容介绍**
- 后继工作

## 《光伏电站接入电网技术规定》主要内容

### 整体内容介绍



# 《光伏电站接入电网技术规定》主要内容

## 3.1 一般原则

### 按照电压等级对光伏电站进行分类

小型光伏电站 - 接入电压等级为0.4kV低压电网的光伏电站

中型光伏电站 - 接入电压等级为10~35kV电网的光伏电站

大型光伏电站 - 接入电压等级为66kV及以上电网的光伏电站

小型光伏电站安装容量一般不大于200kWp

### 定义了可逆和不可逆接入方式

根据是否允许通过公共连接点向公用电网送电，可分为可逆和不可逆的接入方式

# 《光伏电站接入电网技术规定》主要内容

## 3.2 电能质量要求

### 在线监测要求- 需加装在线监测装置

大中型光伏电站 数据能够远传

小型光伏电站 具备一年及以上的存储能力

### 具体要求 - 参照现有相关国家和国际标准

谐波 GB/T 14549-1993 《电能质量 公用电网谐波》

电压偏差 GB/T 12325-2008 《电能质量 供电电压偏差》

电压波动和闪变 GB/T 12326-2008 《电能质量 电压波动和闪变》

电压不平衡度 GB/T 15543-2008 《电能质量 三相电压不平衡》

直流分量 IEEE-1547

# 《光伏电站接入电网技术规定》主要内容

## 3.3 功率控制和电压调节

**基本原则：**大中型光伏电站应具备相应电源特性，能够在一定程度上参与电网的电压和频率调节

### 有功功率调节

需要安装有有功功率控制系统，具备限制最大功率输出以及限制输出功率变化率的能力

具备根据电网频率、调度部门指令等信号自动调节电站的有功功率输出的功能，确保输出功率及变化率不超过给定值

光伏电站的起停操作需考虑最大功率变化率的约束

# 《光伏电站接入电网技术规定》主要内容

## 3.3 功率控制和电压调节

**基本原则：**大中型光伏电站应具备相应电源特性，能够在一定程度上参与电网的电压和频率调节

### 无功电压调节

大中型光伏电站电压调节方式包括调节光伏电站的无功功率、无功补偿设备投入量以及调整变压器的变比等。在接入设计时，应重点研究其无功补偿类型、容量以及控制策略。

大中型光伏电站的功率因数应能够在0.98（超前）~0.98（滞后）范围内连续可调

在其无功输出范围内，大中型光伏电站应具备根据并网点电压水平自动调节无功输出的能力，其调节方式和参数应由电网调度机构远程设定

## 《光伏电站接入电网技术规定》主要内容

### 3.3 功率控制和电压调节

**基本原则：**小型光伏电站当做负荷看待，应尽量不从电网吸收无功或向电网发出无功。

小型  
光伏  
电站

有功功率调节性能 暂不作要求

输出有功功率大于其额定功率的50%时，功率因数应不小于0.98（超前或滞后）。

输出有功功率在其额定功率的20%-50%之间时，功率因数应不小于0.95（超前或滞后）

## 《光伏电站接入电网技术规定》主要内容

### 3.4 电网异常时的响应特性

**基本原则：**小型光伏电站当做负荷看待，在电网频率和电压发生异常时应尽快切除

小型光伏电站在电网电压异常的响应要求

并网点电压	最大分闸时间
$U < 0.5 U_N$	0.1秒
$50\% \times U_N \leq U < 85\% \times U_N$	2.0秒
$85\% \times U_N \leq U \leq 110\% \times U_N$	连续运行
$110\% \times U_N < U < 135\% \times U_N$	2.0秒
$135\% \times U_N \leq U$	0.05秒

参照GB/T 19939-2005 《光伏系统并网技术要求》

## 《光伏电站接入电网技术规定》主要内容

### 3.4 电网异常时的响应特性

**基本原则：**小型光伏电站当做负荷看待，在电网频率和电压发生异常时应尽快切除

小型光伏电站在电网频率异常的响应要求：

对于小型光伏电站，当并网频率超过49.5~50.2赫兹的范围时，应在0.2秒内停止向电网线路送电。如果在指定的时间内频率恢复到正常的电网持续运行状态，则无需停止送电。

## 《光伏电站接入电网技术规定》主要内容

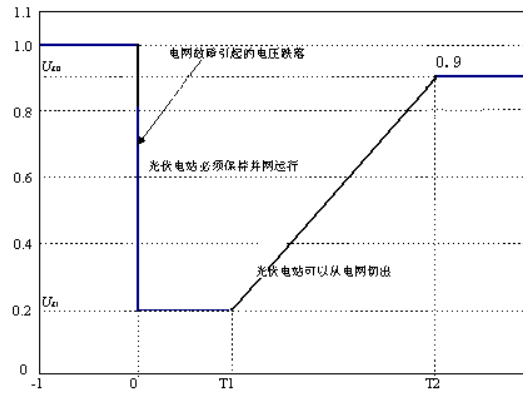
### 3.4 电网异常时的响应特性

**基本原则：**大中型光伏电站应当做电源看待，应具备一定的耐受电网频率和电压异常的能力，能够为保持电网稳定性提供支撑。

当并网点电压在右图中电压轮廓线及以上的区域时，光伏电站必须保证不间断并网运行

并网点电压在右图电压轮廓线以下时，允许光伏电站停止向电网线路送电。

推荐 $U_{Li}$ 设定为0.2倍额定电压，T1设定为1秒、T2设定为3秒（参数选择主要考虑与电网继电保护配合）



大中型光伏电站的低电压耐受能力要求

## 《光伏电站接入电网技术规定》主要内容

### 3.4 电网异常时的响应特性

**基本原则：**大中型光伏电站应当做电源看待，应具备一定的耐受电网频率和电压异常的能力，能够为保持电网稳定性提供支撑。

大中型光伏电站在电网异常频率下的允许运行时间

频率范围	运行要求
低于48Hz	根据光伏电站逆变器允许运行的最低频率或电网要求而定
48Hz-49.5Hz	每次低于49.5Hz时要求至少能运行10分钟
49.5Hz-50.2Hz	连续运行
50.2Hz-50.5Hz	每次频率高于50.2Hz时，光伏电站应具备能够连续运行2分钟的能力，实际运行时间由电网调度机构决定；此时不允许处于停止状态的光伏电站并网。
高于50.5Hz	在0.2秒内停止向电网线路送电，且不允许停运状态的光伏电站并网。

## 《光伏电站接入电网技术规定》主要内容

### 3.5 安全与保护

**基本原则：**光伏电站或电网异常、故障时，为保证设备和人身安全，应具有相应继电保护功能，保证电网和光伏设备的安全运行，确保维修人员和公众人身安全

**基本要求：**

- 符合可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求。

**总断路器**

- 在逆变器输出汇总点必须设置易于操作、可闭锁、且具有明显断开点的并网总断路器



# 《光伏电站接入电网技术规定》主要内容

## 3.5 安全与保护

### 过流与短路保护

在120%倍额定电流以下，光伏电站连续可靠工作时间应不小于1分钟

在120%~150%额定电流内，光伏电站连续可靠工作时间应不小于10秒

当检测到电网侧发生短路时，光伏电站向电网输出的短路电流应不大于额定电流的150%。

#### 编制说明：

- ◆ 参照现有的国家标准GB/T 19939-2005 《光伏系统并网技术要求》
- ◆ 光伏电站应具备一定的过载（过电流）能力
- ◆ 光伏电站的输出短路电流应有限制，以便在接入电网设计时进行继电保护整定校核计算

# 《光伏电站接入电网技术规定》主要内容

## 3.5 安全与保护

### 防孤岛保护

光伏电站必须具备快速监测孤岛且立即断开与电网连接的能力，其防孤岛保护应与电网侧线路保护相配合

光伏电站的防孤岛保护必须同时具备主动式和被动式两种，应设置至少各一种主动和被动防孤岛保护

#### 编制说明：

- ◆ 参照现有的国家标准GB/T 19939-2005 《光伏系统并网技术要求》
- ◆ 防孤岛保护必须与电网继电保护密切配合

## 《光伏电站接入电网技术规定》主要内容

### 3.5 安全与保护

其它部分

#### 逆功率保护

当光伏电站设计为不可逆并网方式时，应配置逆向功率保护设备。当检测到逆向电流超过额定输出的5%时，光伏电站应在0.5~2秒内停止向电网线路送电。

#### 恢复并网

系统发生扰动后，在电网电压和频率恢复正常范围之前光伏电站不允许并网，且在系统电压频率恢复正常后，光伏电站需要经过一个可调的延时时间后才能重新并网，这个延时一般为20秒到5分钟，取决于当地条件。

编制说明：

- ◆ 参照现有的国家标准GB/T 19939-2005 《光伏系统并网技术要求》



国网电力科学研究院  
STATE GRID ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

## 《光伏电站接入电网技术规定》主要内容

### 3.6 通用技术条件

主要内容

**防雷和接地：**参照SJ/T11127《光伏（PV）发电系统过电压保护-导则》、IEC 60364-7-712《建筑物电气装置 第7-712部分：特殊装置或场所的要求 太阳光伏（PV）发电系统》

**电磁兼容：**光伏电站应具有符合相关标准的抗电磁干扰的能力，同时，设备本身产生的电磁干扰不应超过相关设备标准。

**耐压要求：**光伏电站的设备必须满足相应电压等级的电气设备耐压标准

**抗干扰要求：**并网点电能质量符合国标时应能够保持正常运行

**安全标识（小型光伏电站）：**GB 2894《安全标志（neq ISO 3864:1984）》和GB 16179《安全标志使用导则》

编制说明：参照现有相关标准



国网电力科学研究院  
STATE GRID ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

# 《光伏电站接入电网技术规定》主要内容

## 3.7 电能计量

主要内容

**明确计量点：**并网前应明确上网电量和用电网电量计量点，原则上设置在产权分界的光伏电站并网点

**采用符合标准的计量装置：**

DL/T448 《电能计量装置技术管理规程》  
GB/T 17883 《0.2S和0.5S级静止式交流有功电度表》  
DL/T 614 《多功能电能表》  
DL/T 645 《多功能电能表通信协议》

**电能表需具备多种功能：**双向有功和四象限无功计量功能、事件记录功能，配有标准通信接口，具备本地通信和通过电能信息采集终端远程通信的功能

**大中型光伏电站需配置主副两套电能表**

**电能计量装置需进行检测和验收**

# 《光伏电站接入电网技术规定》主要内容

## 3.8 通信与信号

**基本原则：**大中型光伏电站的通信系统应以满足电网安全经济运行对电力通信业务的要求为前提，满足继电保护、安全自动装置、调度自动化及调度电话等业务对电力通信的要求

**通信协议：**一般可采用基于IEC-60870-5-101和104的通信协议

**正常运行信号：**

- ◆光伏电站并网状态、辐照度
- ◆光伏电站有功和无功输出、发电量、功率因数
- ◆并网点的电压和频率、注入电力系统的电流
- ◆变压器分接头档位、主断路器开关状态等

**故障信息：**

- ◆大型光伏电站中应装设专用故障录波装置
- ◆记录故障前10秒到故障后60秒的情况
- ◆故障录波装置应该包括必要数量的通道

## 《光伏电站接入电网技术规定》主要内容

### 3.9 系统测试

#### 基本原则：

- 测试点为光伏电站并网节点，必须由具备相应资质的单位或部门进行
- 光伏电站应当在并网运行后6个月提交测试报告
- 光伏电站更换逆变器或变压器等主要设备时需重新提交测试报告

#### 主要测试内容：

- 电能质量，包括电压不平衡度、谐波、直流分量、电压波动和闪变等；
- 通用技术条件测试，包括接地、电磁兼容、耐压、抗电网扰动等；
- 有功输出特性（有功输出与辐照度、温度的关系特性）；
- 有功和无功控制特性；
- 电压与频率异常时的响应特性
- 安全与保护功能；
- 光伏电站启停时对电网的影响。

## 汇报内容

- 技术规定编制背景
- 光伏发电对电网的影响
- 相关并网标准介绍
- 编制原则
- 主要内容介绍
- 后继工作

## 4. 后继工作

- 参照技术规定，研究光伏电站的并网技术指标的测试方法和测试标准，并建设相应的检测能力。
- 配合光伏电站项目管理规定，做好技术规定的贯彻实施工作。
- 加强光伏电站并网技术研究，结合技术规定的推行，基于研究成果和运行实践，对技术规定的内容进行改进和完善。

# 报告结束

## 谢谢!



**国家电网公司  
光伏电站接入电网技术规定**

(试行)

二〇〇九年七月

# 目 次

1	范围.....	1
2	规范性引用文件 .....	1
3	术语和定义 .....	2
4	一般原则 .....	3
5	电能质量 .....	4
6	功率控制和电压调节 .....	6
7	电网异常时的响应特性 .....	7
8	安全与保护 .....	9
9	通用技术条件 .....	10
10	电能计量 .....	11
11	通信与信号 .....	11
12	系统测试 .....	12

# 光伏电站接入电网技术规定

## 1 范围

本规定内所有光伏电站均指并网光伏电站，本规定不适用于离网光伏电站。

本规定规定了光伏电站接入电网运行应遵循的一般原则和技术要求。

本规定适用于通过逆变器接入电网的光伏电站，包括有变压器与无变压器连接。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规定的引用而成为本规定的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本规定，但鼓励根据本规定达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本规定。

GB/T 2297-1989	太阳光伏能源系统术语
GB/T 12325-2008	电能质量 供电电压偏差
GB/T 12326-2008	电能质量 电压波动和闪变
GB/T 14549-1993	电能质量 公用电网谐波
GB/T 15543-2008	电能质量 三相电压不平衡
GB/T 18479-2001	地面用光伏（PV）发电系统 概述和导则
GB/T 19939-2005	光伏系统并网技术要求
GB/T 20046-2006	光伏（PV）系统电网接口特性
GB 2894	安全标志（neq ISO 3864:1984）
GB 16179	安全标志使用导则
GB/T 17883	0.2S 和 0.5S 级静止式交流有功电度表
DL/T 448	电能计量装置技术管理规定
DL/T 614	多功能电能表
DL/T 645	多功能电能表通信协议
DL/T 5202	电能量计量系统设计技术规程
SJ/T 11127	光伏（PV）发电系统过电压保护-导则
IEC 61000-4-30	电磁兼容 第 4-30 部分 试验和测量技术-电能质量
IEC 60364-7-712	建筑物电气装置 第 7-712 部分：



### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本规定：

#### 3.1 光伏电站 photovoltaic(PV) power station

包含所有变压器、逆变器（单台或多台）、相关的 BOS（平衡系统部件）和太阳能电池方阵在内的发电系统。

#### 3.2 峰瓦 watts peak

指太阳能电池组件方阵，在标准测试条件下的额定最大输出功率。

注：标准测试条件为： $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，用标准太阳能电池测量的光源辐照度为  $1000\text{W}/\text{m}^2$  并具有 AM1.5 标准的太阳光谱辐照度分布。

#### 3.3 并网光伏电站 grid-connected PV power station

接入公用电网（输电网或配电网）运行的光伏电站。

#### 3.4 逆变器 inverter

光伏电站内将直流电变换成交流电的设备。用于将电能变换成适合于电网使用的一种或多种形式的电能的电气设备。最大功率跟踪控制器、逆变器和控制器均可属于逆变器的一部分。

注 1：具备控制、保护和滤波功能，用于电源和电网之间接口的任何静态功率变换器。有时被称作功率调节子系统、功率变换系统、静态变换器、或者功率调节单元。

注 2：由于其整体化的属性，在维修或维护时才要求逆变器与电网完全断开。在其他所有的时间里，无论逆变器是否在向电网输送光伏能源，控制电路保持与电网的连接，以监测电网状态。“停止向电网线路送电”的说法在本规定中普遍使用。应该认识到在发生跳闸时，例如过电压跳闸，逆变器不会与电网完全断开。逆变器维护时可以通过一个电网交流断路器来实现与电网完全断开。

#### 3.5 公共连接点 point of common coupling (PCC)

电力系统中一个以上用户的连接处。

#### 3.6 并网点 point of interconnection (POI)

对于通过升压变压器接入公共电网的光伏电站，指与电网直接连接的升压变高压侧母线。对于不通过变压器直接接入公共电网的光伏电站，指光伏电站的输出汇总点，并网点也称为接入点（point of integration）。

### 3.7 孤岛现象 **islanding**

电网失压时，光伏电站仍保持对失压电网中的某一部分线路继续供电的状态。孤岛现象可分为非计划性孤岛现象和计划性孤岛现象。

#### 非计划性孤岛现象 **unintentional islanding**

非计划、不受控地发生孤岛现象。

#### 计划性孤岛现象 **intentional islanding**

按预先配置的控制策略，有计划地发生孤岛现象。

### 3.8 防孤岛 **anti-islanding**

禁止非计划性孤岛现象的发生。

注：非计划性孤岛现象发生时，由于系统供电状态未知，将造成以下不利影响：

①可能危及电网线路维护人员和用户的生命安全；②干扰电网的正常合闸；③电网不能控制孤岛中的电压和频率，从而损坏配电设备和用户设备。

### 3.9 功率因数 **power factor**

由发电站输出总有功功率与总无功功率计算而得的功率因数。功率因数(PF)计算公式为：

$$PF = \frac{P_{out}}{\sqrt{P_{out}^2 + Q_{out}^2}}$$

式中：

$P_{out}$ ——电站输出总有功功率；

$Q_{out}$ ——电站输出总无功功率。

## 4 一般原则

综合考虑不同电压等级电网的输配电容量、电能质量等技术要求，根据光伏电站接入电网的电压等级，可分为小型、中型或大型光伏电站。

**小型光伏电站** — 接入电压等级为 0.4kV 低压电网的光伏电站。

**中型光伏电站** — 接入电压等级为 10~35kV 电网的光伏电站。

**大型光伏电站** — 接入电压等级为 66kV 及以上电网的光伏电站。

小型光伏电站的装机容量一般不超过 200 千峰瓦。

根据是否允许通过公共连接点向公用电网送电，可分为可逆和不可逆的接入方式。

## 5 电能质量

### 5.1 一般性要求

光伏电站向当地交流负载提供电能和向电网发送电能的质量，在谐波、电压偏差、电压不平衡度、直流分量、电压波动和闪变等方面应满足国家相关标准。

光伏电站应该在并网点装设满足 IEC 61000-4-30《电磁兼容 第 4-30 部分 试验和测量技术-电能质量》标准要求的 A 类电能质量在线监测装置。对于大型或中型光伏电站，电能质量数据应能够远程传送到电网企业，保证电网企业对电能质量的监控。对于小型光伏电站，电能质量数据应具备一年及以上的存储能力，必要时供电网企业调用。

### 5.2 谐波和波形畸变

光伏电站接入电网后，公共连接点的谐波电压应满足 GB/T 14549-1993《电能质量 公用电网谐波》的规定，如表 1 所示：

表 1 公用电网谐波电压限值

电网标称电压 (kV)	电压总畸变率 (%)	各次谐波电压含有率 (%)	
		奇次	偶次
0.38	5.0	4.0	2.0
6	4	3.2	1.6
10			
35	3	2.1	1.2
66			
110	2	1.6	0.8

光伏电站接入电网后，公共连接点处的总谐波电流分量（方均根）应满足 GB/T 14549-1993《电能质量 公用电网谐波》的规定，应不超过表 2 中规定的允许值，其中光伏电站向电网注入的谐波电流允许值按此光伏电站安装容量与其公共连接点的供电设备容量之比进行分配。

表 2 注入公共连接点的谐波电流允许值

标称电 压(kV)	基准短路 容量 (MVA)	谐波次数及谐波电流允许值 (A)											
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0.38	10	78	62	39	62	26	44	19	21	16	28	13	24

6	100	43	34	21	34	14	21	11	11	8.5	16	7.1	13
10	100	26	20	13	20	8.5	15	6.4	6.8	5.1	9.3	4.3	7.9
35	250	15	12	7.7	12	5.1	8.8	3.8	4.1	3.1	5.6	2.6	4.7
66	300	16	13	8.1	13	5.1	9.3	4.1	4.3	3.3	5.9	2.7	5
110	750	12	9.6	6	9.6	4	6.8	3	3.2	2.4	4.3	2	3.7
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0.38	10	11	12	9.7	18	8.6	16	7.8	8.9	7.1	14	6.5	12
6	100	6.1	6.8	5.3	10	4.7	9	4.3	4.9	3.9	7.4	3.6	6.8
10	100	3.7	4.1	3.2	6	2.8	5.4	2.6	2.9	2.3	4.5	2.1	4.1
35	250	2.2	2.5	1.9	3.6	1.7	3.2	1.5	1.8	1.4	2.7	1.3	2.5
66	300	2.3	2.6	2	3.8	1.8	3.4	1.6	1.9	1.5	2.8	1.4	2.6
110	750	1.7	1.9	1.5	2.8	1.3	2.5	1.2	1.4	1.1	2.1	1	1.9

### 5.3 电压偏差

光伏电站接入电网后，公共连接点的电压偏差应满足 GB/T 12325-2008《电能质量 供电电压偏差》的规定，即：

35kV 及以上公共连接点电压正、负偏差的绝对值之和不超过标称电压的 10%。

20kV 及以下三相公共连接点电压偏差为标称电压的 $\pm 7\%$ 。

**注：**如公共连接点电压上下偏差同号（均为正或负）时，按较大的偏差绝对值作为衡量依据。

### 5.4 电压波动和闪变

光伏电站接入电网后，公共连接点处的电压波动和闪变应满足 GB/T 12326-2008《电能质量 电压波动和闪变》的规定。

光伏电站单独引起公共连接点处的电压变动限值与变动频度、电压等级有关，见表 3：

表 3 电压变动限值

$r, h^{-1}$	$d, \%$	
	LV, MV	HV
$r \leq 1$	4	3
$1 < r \leq 10$	3	2.5
$10 < r \leq 100$	2*	1.5*
$100 < r \leq 1000$	1.25	1

注：1 很少的变动频度  $r$ （每日少于 1 次），电压变动限值  $d$  还可以放宽，但不在本标准中规定；

2 对于随机性不规则的电压波动，依 95% 概率大值衡量，表中标有“\*”的值为其限值；

3 本标准中系统标称电压  $U_N$  等级按以下划分：

低压 (LV)	$U_N \leq 1 \text{ kV}$
中压 (MV)	$1 \text{ kV} < U_N \leq 35 \text{ kV}$
高压 (HV)	$35 \text{ kV} < U_N \leq 220 \text{ kV}$

光伏电站接入电网后，公共连接点短时间闪变  $P_{st}$  和长时间闪变  $P_{lt}$  应满足表 4 所列的限值。

表 4 各级电压下的闪变限值

系统电压等级	LV	MV	HV
$P_{st}$	1.0	0.9 (1.0)	0.8
$P_{lt}$	0.8	0.7 (0.8)	0.6

注：1 本标准中  $P_{st}$  和  $P_{lt}$  每次测量周期分别取为 10min 和 2h；  
2 MV 括号中的值仅适用于 PCC 连接的所有用户为同电压级的场合。

光伏电站在公共连接点单独引起的电压闪变值应根据光伏电站安装容量占供电容量的比例、以及系统电压，按照 GB/T 12326-2008《电能质量 电压波动和闪变》的规定分别按三级作不同的处理。

## 5.5 电压不平衡度

光伏电站接入电网后，公共连接点的三相电压不平衡度应不超过 GB/T 15543-2008《电能质量 三相电压不平衡》规定的限值，公共连接点的负序电压不平衡度应不超过 2%，短时不得超过 4%；其中由光伏电站引起的负序电压不平衡度应不超过 1.3%，短时不超过 2.6%。

## 5.6 直流分量

光伏电站并网运行时，向电网馈送的直流电流分量不应超过其交流额定值的 0.5%，对于不经变压器直接接入电网的光伏电站，因逆变器效率等特殊因素可放宽至 1%。

## 6 功率控制和电压调节

### 6.1 有功功率控制

大型和中型光伏电站应具有有功功率调节能力，并能根据电网调度部门指令控制其有功功率输出。为了实现对光伏电站有功功率的控制，光伏电站需要安装有功功率控制系统，能够接收并自动执行电网调度部门远方发送的有功出力控制信号，根据电网频率值、电网调度部门指令等信号自动调节电站的有功功率输出，确保光

光伏电站最大输出功率及功率变化率不超过电网调度部门的给定值，以便在电网故障和特殊运行方式时保证电力系统稳定性。

大型和中型光伏电站应具有限制输出功率变化率的能力，但可以接受因太阳光辐照度快速减少引起的光伏电站输出功率下降速度超过最大变化率的情况。

## 6.2 电压/无功调节

大型和中型光伏电站参与电网电压调节的方式包括调节光伏电站的无功功率、调节无功补偿设备投入量以及调整光伏电站升压变压器的变比等。在进行接入系统方案设计时，应重点研究其无功补偿类型、容量以及控制策略等。

大型和中型光伏电站的功率因数应能够在 0.98（超前）~0.98（滞后）范围内连续可调，有特殊要求时，可以与电网企业协商确定。在其无功输出范围内，大型和中型光伏电站应具备根据并网点电压水平调节无功输出，参与电网电压调节的能力，其调节方式、参考电压、电压调差率等参数应可由电网调度机构远程设定。

小型光伏电站输出有功功率大于其额定功率的 50% 时，功率因数应不小于 0.98（超前或滞后），输出有功功率在 20%-50% 之间时，功率因数应不小于 0.95（超前或滞后）。对于具体的工程项目，必要时应根据实际电网进行论证计算，确定光伏电站合理的功率因数控制范围。

## 6.3 启动

大型和中型光伏电站启动时需要考虑光伏电站的当前状态、来自电网调度机构的指令和本地测量的信号。

光伏电站启动时应确保输出的有功功率变化不超过所设定的最大功率变化率。

## 6.4 停机

除发生电气故障或接受到来自于电网调度机构的指令以外，光伏电站同时切除的功率应在电网允许的最大功率变化率范围内。

# 7 电网异常时的响应特性

## 7.1 电压异常时的响应特性

为了使当地交流负载正常工作，小型光伏电站输出电压应与电网相匹配。正常运行时，小型光伏电站在并网点处的电压允许偏差应符合 GB/T 12325—2008《电能质量 供电电压允许偏差》的规定。

对于小型光伏电站，当并网点处电压超出表 5 规定的电压范围时，应停止向电网线路送电。此要求适用于多相系统中的任何一相。

表 5 小型光伏电站在电网电压异常时的响应要求

并网点电压	最大分闸时间*
$U < 0.5 U_N$	0.1 秒
$50\% \times U_N \leq U < 85\% \times U_N$	2.0 秒
$85\% \times U_N \leq U \leq 110\% \times U_N$	连续运行
$110\% \times U_N < U < 135\% \times U_N$	2.0 秒
$135\% \times U_N \leq U$	0.05 秒

注：1  $U_N$  为光伏电站并网点的电网额定电压。  
 2 最大分闸时间是指异常状态发生到逆变器停止向电网送电的时间。主控与监测电路应切实保持与电网的连接，从而继续监视电网的状态，使得“恢复并网”功能有效。主控与监测的定义参见 GB/T 18479-2001《地面用光伏（PV）发电系统概述和导则》。

大型和中型光伏电站应具备一定的耐受电压异常的能力，避免在电网电压异常时脱离，引起电网电源的损失。当并网点电压在图 1 中电压轮廓线及以上的区域时，光伏电站必须保证不间断并网运行；并网点电压在图中电压轮廓线以下时，允许光伏电站停止向电网线路送电。

图 1 中， $U_{Lo}$  为正常运行的最低电压限值，一般取 0.9 倍额定电压。 $U_{Li}$  为需要耐受的电压下限，T1 为电压跌落到  $U_{Li}$  时需要保持并网的时间，T2 为电压跌落到  $U_{Lo}$  时需要保持并网的时间。 $U_{Li}$ 、T1、T2 数值的确定需考虑保护和重合闸动作时间等实际情况。推荐  $U_{Li}$  设定为 0.2 倍额定电压，T1 设定为 1 秒、T2 设定为 3 秒。

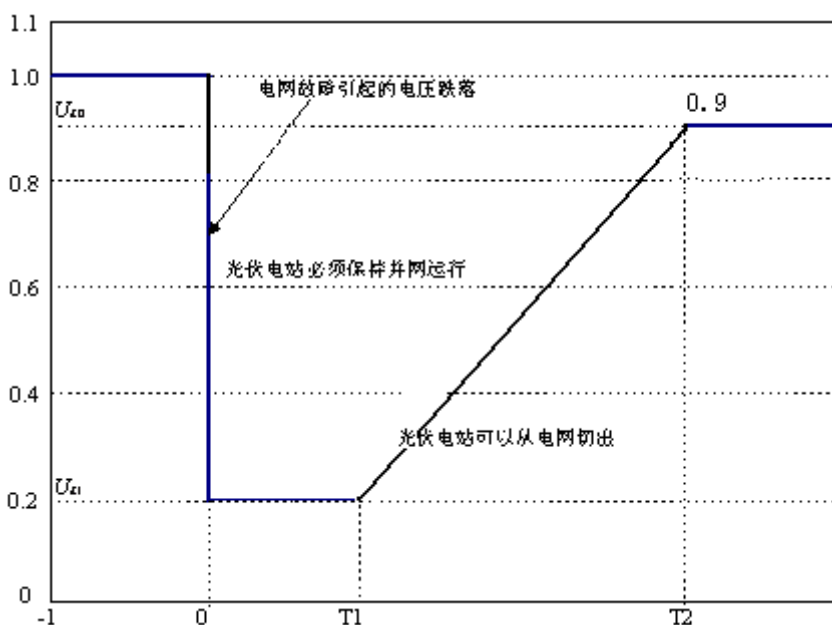


图 1 大型和中型光伏电站的低电压耐受能力要求

## 7.2 频率异常时的响应特性

光伏电站并网时应与电网同步运行。

对于小型光伏电站，当并网点频率超过 49.5~50.2 Hz 范围时，应在 0.2s 内停止向电网线路送电。如果在指定的时间内频率恢复到正常的电网持续运行状态，则无需停止送电。

大型和中型光伏电站应具备一定的耐受系统频率异常的能力，应能够在表 6 所示电网频率偏离下运行：

**表 6 大型和中型光伏电站在电网频率异常时的运行时间要求**

频率范围	运行要求
低于 48Hz	根据光伏电站逆变器允许运行的最低频率或电网要求而定
48Hz-49.5Hz	每次低于 49.5Hz 时要求至少能运行 10 分钟
49.5Hz-50.2Hz	连续运行
50.2Hz-50.5Hz	每次频率高于 50.2Hz 时，光伏电站应具备能够连续运行 2 分钟的能力，但同时具备 0.2 秒内停止向电网线路送电的能力，实际运行时间由电网调度机构决定；此时不允许处于停运状态的光伏电站并网。
高于 50.5Hz	在 0.2 秒内停止向电网线路送电，且不允许处于停运状态的光伏电站并网。

## 8 安全与保护

光伏电站或电网异常、故障时，为保证设备和人身安全，应具有相应继电保护功能，保证电网和光伏设备的安全运行，确保维修人员和公众人身安全。

光伏电站的保护应符合可靠性、选择性、灵敏性和速动性的要求。

光伏电站必须在逆变器输出汇总点设置易于操作、可闭锁、且具有明显断开点的并网总断路器，以确保电力设施检修维护人员的人身安全。

### 8.1 过流与短路保护

光伏电站需具备一定的过电流能力，在 120% 倍额定电流以下，光伏电站连续可靠工作时间应不小于 1 分钟；在 120%~150% 额定电流内，光伏电站连续可靠工作时间应不小于 10 秒。

当检测到电网侧发生短路时，光伏电站向电网输出的短路电流应不大于额定电流的 150%。



## 8.2 防孤岛

光伏电站必须具备快速监测孤岛且立即断开与电网连接的能力，其防孤岛保护应与电网侧线路保护相配合。

光伏电站的防孤岛保护必须同时具备主动式和被动式两种，应设置至少各一种主动和被动防孤岛保护。主动防孤岛保护方式主要有频率偏离、有功功率变动、无功功率变动、电流脉冲注入引起阻抗变动等；被动防孤岛保护方式主要有电压相位跳动、3次电压谐波变动、频率变化率等。

注：光伏电站与电网断开不包括用于监测电网状态的主控和监测电路。

## 8.3 逆功率保护

当光伏电站设计为不可逆并网方式时，应配置逆向功率保护设备。当检测到逆向电流超过额定输出的5%时，光伏电站应在0.5~2秒内停止向电网线路送电。

## 8.4 恢复并网

系统发生扰动后，在电网电压和频率恢复正常范围之前光伏电站不允许并网，且在系统电压频率恢复正常后，光伏电站需要经过一个可调的延时时间后才能重新并网，这个延时一般为20秒到5分钟，取决于当地条件。

# 9 通用技术条件

## 9.1 防雷和接地

光伏电站和并网点设备的防雷和接地，应符合SJ/T11127《光伏（PV）发电系统过电压保护-导则》中的规定，不得与市电配电网共用接地装置。

光伏电站并网点设备应按照IEC 60364-7-712《建筑物电气装置 第7-712部分：特殊装置或场所的要求 太阳光伏（PV）发电系统》的要求接地/接保护线。

## 9.2 电磁兼容

光伏电站应具有适当的抗电磁干扰的能力，应保证信号传输不受电磁干扰，执行部件不发生误动作。同时，设备本身产生的电磁干扰不应超过相关设备标准。

## 9.3 耐压要求

光伏电站的设备必须满足相应电压等级的电气设备耐压标准。

## 9.4 抗干扰要求

当并网点的闪变值满足GB 12326-2008《电能质量 电压波动和闪变》、谐波值满足GB/T 14549-1993《电能质量 公用电网谐波》、三相电压不平衡度满足GB/T 15543-2008《电能质量 三相电压不平衡》的规定时，光伏电站应能正常运行。

## 9.5 安全标识

对于小型光伏电站，连接光伏电站和电网的专用低压开关柜应有醒目标识。标识应标明“警告”、“双电源”等提示性文字和符号。标识的形状、颜色、尺寸和高度参照 GB 2894 《安全标志（neq ISO 3864:1984）》和 GB 16179 《安全标志使用导则》执行。

## 10 电能计量

光伏电站接入电网前，应明确上网电量和用网电量计量点。计量点原则上设置在产权分界的光伏电站并网点。

每个计量点均应装设电能计量装置，其设备配置和技术要求符合 DL/T448 《电能计量装置技术管理规程》，以及相关标准、规程要求。

电能表采用静止式多功能电能表，技术性能符合 GB/T 17883 《0.2S 和 0.5S 级静止式交流有功电度表》和 DL/T 614 《多功能电能表》的要求。电能表至少应具备双向有功和四象限无功计量功能、事件记录功能，配有标准通信接口，具备本地通信和通过电能信息采集终端远程通信的功能，电能表通信协议符合 DL/T 645 《多功能电能表通信协议》。采集信息应接入电网调度机构的电能信息采集系统。

大型和中型光伏电站的同一计量点应安装同型号、同规格、准确度相同的主、副电能表各一套。主、副表应有明确标志。

电能计量装置由光伏电站产权归属方负责在并网前，按要求安装完毕，并结合电能信息采集终端与主站系统进行信道、协议和系统调试；由经双方认可，具有相应资质的电能计量检测机构对电能计量装置完成相关检测，出具完整检测报告，施加封条、封印或其他封固措施；电能计量装置投运前，应由电网企业和光伏电站产权归属方共同完成竣工验收。

## 11 通信与信号

### 11.1 基本要求

大型和中型光伏电站必须具备与电网调度机构之间进行数据通信的能力。并网双方的通信系统应以满足电网安全经济运行对电力通信业务的要求为前提，满足继电保护、安全自动装置、调度自动化及调度电话等业务对电力通信的要求。

光伏电站与电网调度机构之间通信方式和信息传输由双方协商一致后作出规定、包括互相提供的模拟和开断信号种类提供信号的方式和实时性要求等。一般采用基于 IEC-60870-5-101 和 IEC-60870-5-104 通信协议

## 11.2 正常运行信号

在正常运行情况下，光伏电站向电网调度机构提供的信号至少应当包括：

- 1) 光伏电站并网状态、辐照度；
- 2) 光伏电站有功和无功输出、发电量、功率因数；
- 3) 并网点的电压和频率、注入电力系统的电流；
- 4) 变压器分接头档位、主断路器开关状态等。

## 11.3 故障信息

为了分析光伏电站事故和安全自动装置在事故过程中的动作情况，使电网调度机构能全面、准确、实时地了解系统事故过程中继电保护装置的动作行为，在大型光伏电站中应装设专用故障录波装置。故障录波装置应记录故障前 10 秒到故障后 60 秒的情况。故障录波装置应该包括必要数量的通道。

光伏电站故障动态过程记录系统大扰动如短路故障、系统振荡、频率崩溃、电压崩溃等发生后的有关系统电参量的变化过程及继电保护与安全自动装置的动作行为。

光伏电站并网点交流电压、电流信号需要接入光伏电站的故障录波装置。保护动作信号、电能质量监测装置触发输出信号可接入故障录波装置的外部触发节点。

## 12 系统测试

### 12.1 测试要求

光伏电站接入电网的测试点为光伏电站并网点，必须由具备相应资质的单位或部门进行，并在测试前将测试方案报所接入电网企业备案。

光伏电站应当在并网运行后 6 个月内向电网企业提供有关光伏电站运行特征的测试报告，以表明并网光伏电站满足接入电网的相关规定。

当并网光伏电站更换逆变器或变压器等主要设备时，需要重新提交测试报告。

### 12.2 测试内容

测试应按照国家或有关行业对光伏电站并网运行制定的相关标准或规定进行，必须包括但不限于以下内容：

- 1) 电能质量，包括电压不平衡度、谐波、直流分量、电压波动和闪变等；
- 2) 通用技术条件测试，包括接地、电磁兼容、耐压、抗电网扰动等；
- 3) 有功输出特性（有功输出与辐照度、温度的关系特性）；
- 4) 有功和无功控制特性；

- 5) 电压与频率异常时的响应特性
- 6) 安全与保护功能;
- 7) 光伏电站启停时对电网的影响。