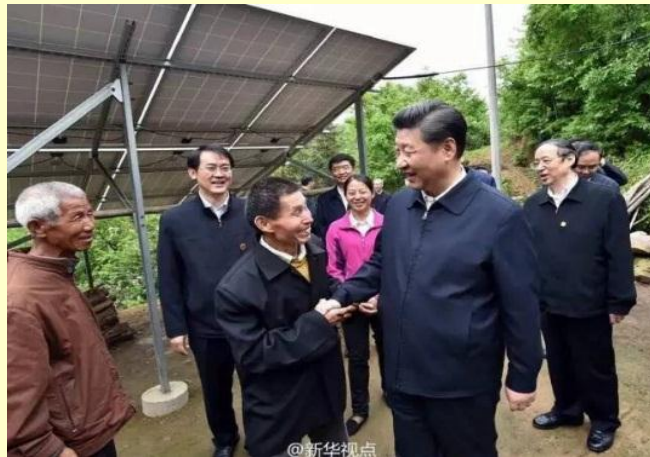


## 分布式光伏的技术标准



王斯成 国家发改委能源所

2017年12月21日 杭州

# 分布式光伏定义

# 分布式发电的定义

IEEE1547 (分布式电源接入电力系统技术标准) : 通过公共连接点与区域电网并网的发电系统 (公共连接点一般指电力系统与电力负荷的分界点) 。即仅限于接入具有用户界面配电网的分布式电源, 在中国就是接入400V以下配电网的分布式电源。

德国通过“技术标准”划分分布式发电和公共电站: bdew发布的“发电站接入中压电网技术导则”和VDE发布的“发电站接入低压电网技术导则”。接入1kV以下低压配电网的属于分布式发电。

“光伏发电系统接入配电网技术规定” : GB/T 29319-2012  
本标准适用于通过380V电压等级接入电网以及通过10 (6) kV电压等级接入用户侧的光伏系统。

在补贴政策上又分为2类:

1) 并入10kV、35kV全部卖给电网的定义为“分布式光伏电站”与集中大型光伏电站政策一致, 享受标杆电价, 需要排队等补贴;

2) 建筑光伏和自发自用光伏电站均享受“分布式光伏”的补贴政策, 可以是全额上网, 享受标杆电价; 也可以“自发自用”享受自发自用补贴政策。

# 分布式发电的定义

## 国家电网公司文件

国家电网办〔2012〕1560号

### 国家电网公司关于印发分布式光伏发电并网方面相关意见和规定的通知

总部各部门、各分部，公司各单位：

为促进和支持分布式光伏发电持续健康发展，公司编《关于做好分布式光伏发电并网服务工作的意见（暂行）》、《关于促进分布式光伏发电并网管理工作的意见（暂行）》和《分布式光伏发电接入配电网相关技术规定（暂行）》，现予以印发，请认真贯彻落实。

国家电网公司

2012年10月26日

（此件发至收文单位所属各级单位）

## 1、电压等级和单点接入容量

电压等级	单点接入容量
35kV	20MW
10kV	6MW
380V	200kW (40kW/60A)
220V	8kW(15kW)

## 2、电压等级和单点接入容量

### 二、适用范围

2. 分布式光伏发电是指位于用户附近，所发电能就地利用，以10千伏及以下电压等级接入电网，且单个并网点总装机容量不超过6兆瓦的光伏发电项目。

3. 以10千伏以上电压等级接入、或以10千伏电压等级接入但需升压送出的光伏发电项目，执行国家电网公司常规电源相关管理规定。

电网公司的文件：**10kV,6MW**

# 分布式发电的定义

## 国家能源局文件

国能新能[2014]406号

国家能源局关于进一步落实分布式光伏发电

有关政策的通知 微信号: PVTechCN

国家能源局“关于进一步落实分布式光伏发电有关政策的通知” 国能新能（2014）406号

在地面或利用农业大棚等无电力消费设施建设、以35千伏及以下电压等级接入电网（东北地区66千伏及以下）、单个项目容量不超过2万千瓦且所发电量主要在并网点变电台区消纳的光伏电站项目，纳入分布式光伏发电规模指标管理，执行当地光伏电站标杆上网电价，电网企业按照《分布式发电管理暂行办法》的第十七条规定及设立的“绿色通道”，由地级市或县级电网企业按照简化程序办理电网接入并提供相应并网服务。

## 国家发展改革委 国家能源局关于开展分布式发电市场化交易试点的通知 发改能源[2017]1901号

参与分布式发电市场化交易的项目应满足以下要求：接网电压等级在35千伏及以下的项  
目，单体容量不超过20兆瓦（有自身电力消费的，扣除当年用电最大负荷后不超过20兆  
瓦）。单体项目容量超过20兆瓦但不高于50兆瓦，接网电压等级不超过110千伏且在该  
电压等级范围内就近消纳

# 集中光伏电站和分布式光伏的定义

国家能源局“完善太阳能发电规模管理和实施竞争方式配置项目指导意见”（发改能源〔2016〕1163号）中给出了光伏电站和分布式发电的概念：

- 1) 不限规模的光伏发电项目：屋顶分布式光伏和地面完全自发自用的分布式光伏电站，均享受“分布式光伏”的补贴政策，可以是全额上网，享受标杆电价；也可以“自发自用，余电上网”享受自发自用补贴政策。
- 2) 以35kV（东北地区66kV）及以下电压等级接入电网，单个项目容量不超过20MW，且全额上网的地面光伏电站定义为“分布式光伏电站”，与集中大型光伏电站政策一致，需要“配额”和电站指标，享受标杆电价，需要排队上目录等补贴；大部分“光伏+”项目属于“分布式光伏电站”。

三大优势：1) 不受配额限制，不限规模；2) 补贴及时到位；3) 具有“天然优先”的特点，没有“弃光”问题。

# 分布式光伏发电的补贴政策和 技术特点

# 光伏电价和补贴政策

2016年12月26日，发改委价格司发布：发改价格[2016]2729号

太阳能资源 分区	光伏电站	分布式光伏-用户侧并网	
	FIT (元/kWh)	自用电度电补贴 (元/kWh)	富余上网电量度电补贴 (元/kWh)
I	0.65	电网销售电价 +0.42	脱硫标杆电价 + 0.42
II	0.75		
III	0.85		

要点如下：

- (1) 大型地面光伏电站和分布式光伏电站享受光伏上网电价(FIT)；
- (2) 建筑光伏和用户侧分布式可以有2种选择；
- (3) “自发自用”的项目可以变更为“全额上网”项目一次；
- (4) 执行期原则上20年。



# 分布式光伏发电的特点

- 1、**屋面情况**非常复杂，与屋面的结合是关键；
- 2、**安全问题**需要更加重视（城市中，人口密集，人可以接触）：建筑安全，电网安全，人身安全，设备安全，抗风，防雷接地，防火防电弧。。。；
- 3、**商业模式**不单一：全额上网，全部自用，自发自用-余电上网；
- 4、**交易模式**不单一：自建自用，**第三方建设**。全部卖给电网，合同能源管理模式（向建筑业主收取电费）；
- 5、**收益测算**复杂：标杆电价，自发自用的收益，余电上网的收益，屋面租赁费用，电费让利；
- 6、**并网特性**的评估：除了电能质量和电网适应性外，还有：渗透率，逆功率流，防孤岛；
- 7、**户用系统**很多**地处农村**：建筑质量差，电网质量更差，如何适应；
- 8、**高渗透率**的实现：储能，微电网，能量管理系统（EMS）等。技术更为复杂。

# 分布式光伏发电 相关技术标准

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC

61727

Deuxième édition  
Second edition  
2004-12

---

---

Systèmes photovoltaïques (PV) –  
Caractéristiques de l'interface  
de raccordement au réseau

Photovoltaic (PV) systems –  
Characteristics of the utility interface



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 61727:2004

## IEC国际电工协会技术标准 ：光伏发电系统电网接口特 性。2004

适用于接入配电网的**10kVA**及  
以下系统。

主要技术要求：

◆与电网的匹配特性：电压、  
谐波、闪变、频率、直流分量  
、功率因数等；

◆防孤岛；

◆安全要求等。

# 1547™

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

Standards Coordinating Committee 21

Sponsored by the  
Standards Coordinating Committee 21 on  
Fuel Cells, Photovoltaics, Dispersed Generation, and Energy Storage



Published by  
The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.  
3 Park Avenue, New York, NY 10016-5997, USA

28 July 2003

Print: SH95144  
PDF: SS95144

美国电气电子工程师协会技术标准：分布式发电接入电力系统技术标准。2003

适用于在公共连接点接入10MVA及以下系统。

主要技术要求：

- ◆ 电能质量：电压、谐波、频率等；
- ◆ 防孤岛；
- ◆ 检测方法。



VDE-AR-N 4105:2011-08  
Power generation systems connected  
to the low-voltage distribution network  
Technical minimum requirements for the  
connection to and parallel operation with  
low-voltage distribution networks

English translation of the  
VDE application rule VDE-AR-N 4105

Note: In case of doubt the  
German version will be valid.

德国VDE（德国电气工程师协会）2008年6月发布“发电站接入低压电网技术导则”。

低压电网电压等级：1 kV以下

适用于：光伏、水电、CHP、燃料电池发电

主要技术要求：

- ◆ 电站接入申报程序；
- ◆ 初次并网及并网检测
- ◆ 电能质量：电压、谐波、频率等；
- ◆ 有功功率调节；
- ◆ 无功功率调节；
- ◆ 电网支撑：稳态支撑，不需要动态支撑；
- ◆ 电站建设和电网/系统保护（防孤岛）；
- ◆ 电能计量；
- ◆ 电站运行；
- ◆ 电站性能检测。



# 中华人民共和国国家标准

GB/T —2012

回避了2个重要的技术问题：1) 渗透率（总装机）；2) 逆功率流。

## 光伏发电系统接入配电网技术规定

Technical requirements for connecting photovoltaic power system to distribution network

### 8.5 逆功率保护

当光伏发电系统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，光伏发电系统应在2s内自动降低出力或停止向电网线路送电。

20 -- 发布

20 -- 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

中电联组织起草的光伏系统配电网接入技术规定。

## GB/T 29319-2012

适用于接入380V以及10kV(6kV)配电网的光伏系统。

主要技术要求：

- ◆电能质量：电压、谐波、闪变、频率、三相不平衡、等；
- ◆无功功率调节；
- ◆防孤岛；
- ◆逆功率保护；
- ◆恢复并网；
- ◆其它通用要求：接地、电磁兼容等。

## 以下为榆林电力分公司分布式光伏发电项目并网服务补充办法（试行）的文件全文：

各县（区）分公司：

为进一步做好分布式光伏发电并网服务工作，促进光伏产业协调有序发展，依据国家相关法规、政策，根据《陕西省地方电力（集团）有限公司分布式光伏发电并网服务指导意见》，结合榆林电网实际情况，制定补充办法。现印发你们，请贯彻执行。

### 榆林电力分公司分布式光伏发电项目并网服务补充办法（试行）

为进一步做好分布式光伏发电并网服务工作，促进光伏产业协调有序发展，依据国家相关法规、政策，根据《山西省地方电力（集团）有限公司分布式光伏发电并网服务指导意见》，结合榆林电网实际情况，作出补充办法如下：

#### 第一章 总则

第一条分布式光伏发电项目原则上要求就地消纳、平衡，不允许送至上级电源点。要求“防逆流”（金太阳工程时普遍要求）。



Impacts of power  
penetration from  
photovoltaic power systems  
in distribution networks

Task V  
Report IEA-PVPS T5-10: 2002  
February 2002

**PVPS**  
PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEMS PROGRAMME

PHOTOVOLTAIC POWER SYSTEMS PROGRAMME

光伏发电系统穿透率  
对低压配电网的影响

**% Penetration = AC  
output of PV / peak  
load capacity**

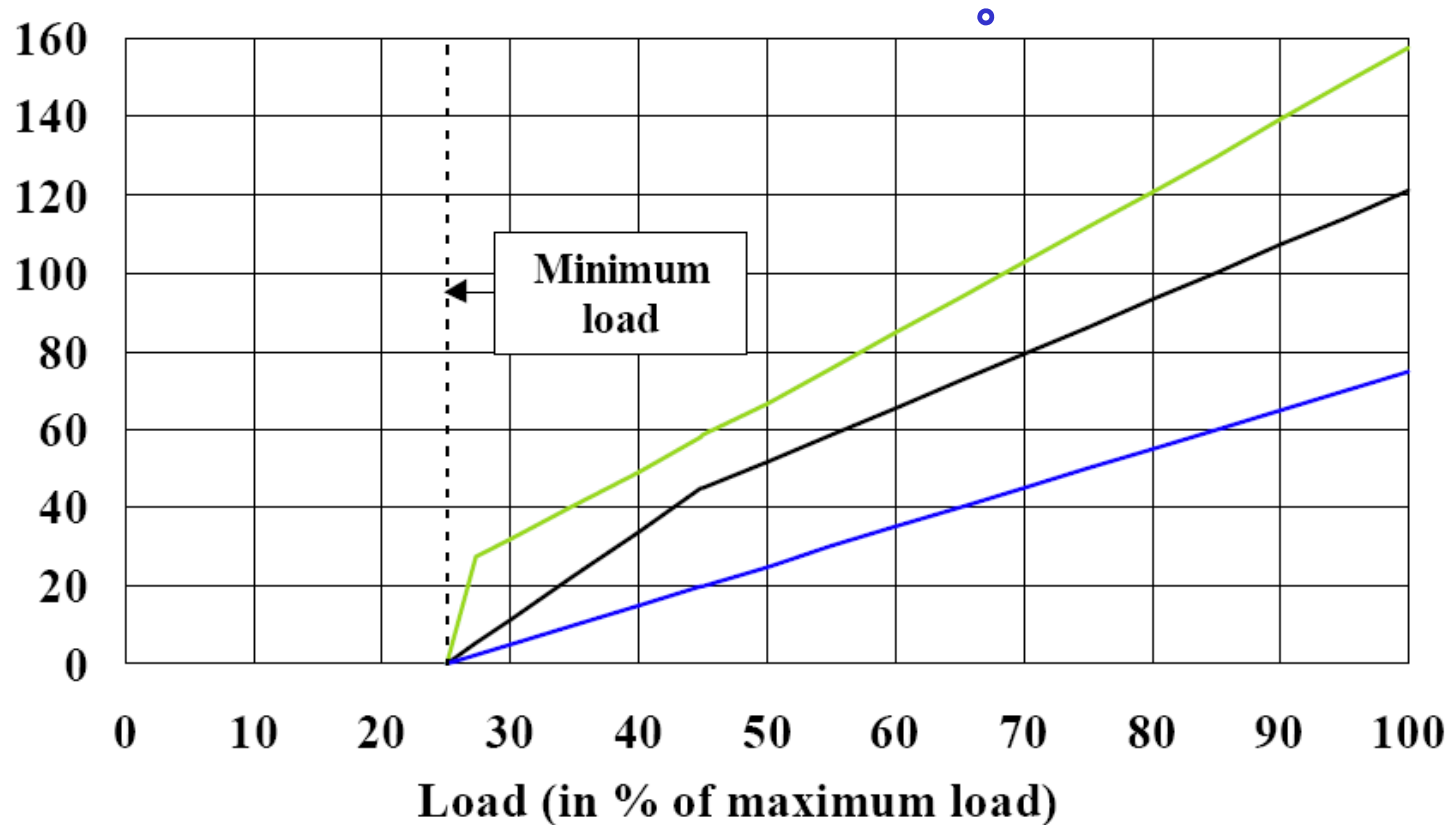
穿透率 (%) = 光伏交  
流输出功率/峰值负荷功  
率



Maximum PV  
penetration  
(in % of max. load)

## Overall results

应当调查实际负荷情况，尤其是白天的最低负荷



- PV from a single LV line
- PV from all LV lines on a single MV/LV transformer
- PV from all MV/LV transformers on an MV ring

# 国家电网公司企业标准

## Q/GDW 480-2010

Q/GDW

国家电网公司企业标准

Q /GDW 480-2010

### 光伏电站接入电网 技术规定

Technical rule for photovoltaic power station  
connected to Power Grid

201X-X-XX 发布

201X -X-XX 实施

国家电网公司 发布

## 4.3 接入容量

4.3.1 小型光伏电站（接入**0.4kV**低压电网）总容量原则上不宜超过上一级变压器供电区域内的最大负荷的**25%**。

4.3.2 T接于公用电网的中型光伏电站总容量宜控制在所接入的公用电网线路最大输送容量的**30%**内。



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 33342—2016

## 户用分布式光伏发电并网接口技术规范

Technical specification of utility interface of residential distributed  
photovoltaic power system

2016-12-13 发布

2017-07-01 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

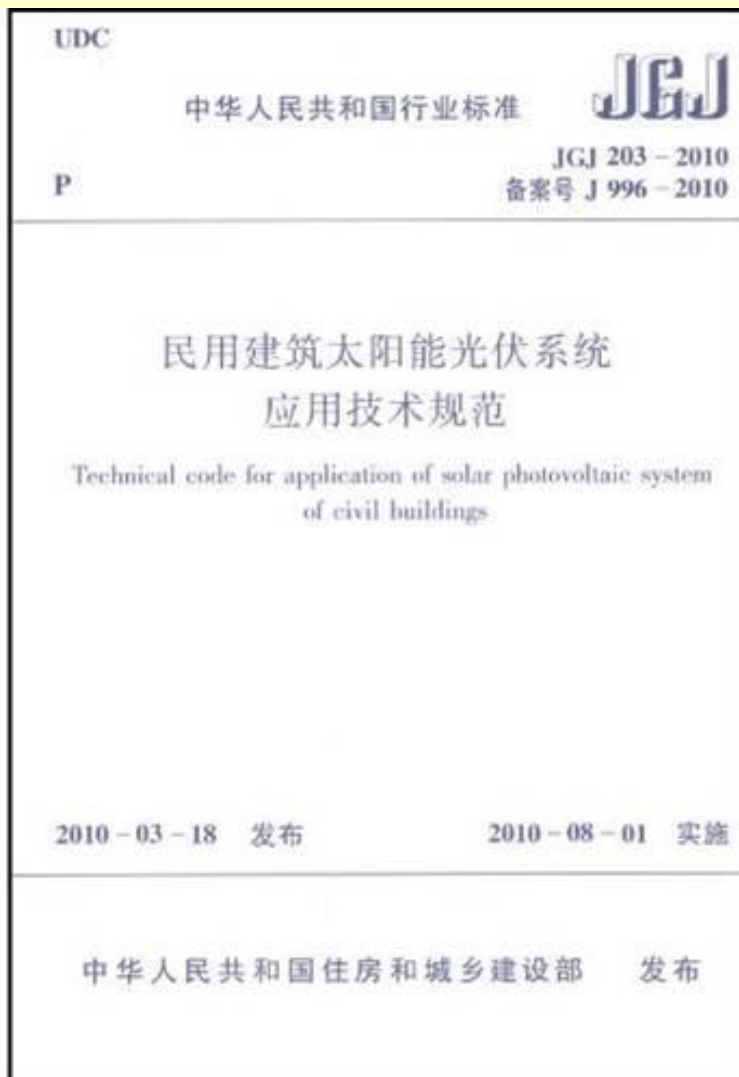


4.4 光伏发电系统接入容量**超过**本配电台区变压器额定容量**25%**时，配电变压器低压侧应配置总开关，并装设反孤岛装置，低压总开关与反孤岛装置间具备操作闭锁功能。（**逆功率流和网压升高**）

5.4.2 光伏系统逆变器的电压、频率和防孤岛保护，应符合**GB/T 29319**的相关要求。（**多台、多型号**）

- ① **农村电网**电压波动性大，如何处理？
- ② 剩余电流保护：民用标准**30mA**是否适用？（**频繁跳闸**）
- ③ **三相进户线**，是否允许接入单相逆变器？
- ④ **多个屋面**安装的光伏系统是否允许采用**集中逆变器**？
- ⑤ 既有“**自发自用**”，也有“**全额上网**”，并网点和计量不一样。

# 建筑光伏是分布式光伏的主要应用形式



UDC

**JGJ**

P

中华人民共和国行业标准

JGJ/T ××××—××××

光伏建筑一体化系统运行与维护规范

Code for operation and maintenance of building mounted photovoltaic system

(征求意见稿)

(本稿完成日期: 2010. 01. 14)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

# 2017年户用光伏市场大爆发，到年底50万套！



全国户用光伏的发展潜力：3300万套！

# 户用光伏市场“潜力很大，问题很多”！

北方：在光伏板上晒白薯干



南方：在光伏板上晒辣椒



虽然地方不同，但想到一块儿去了！



# 户用光伏问题 - 运行维护问题

[www.cd-class.com/](http://www.cd-class.com/)

坎德拉

## 小而普遍的问题---污秽



# 光伏系统引发火灾的情况并不少见



目前国内外还没有光伏防火、防电弧的技术标准，制定当中。  
光伏系统引发火灾的主要原因是直流拉弧，**直流拉弧**占火灾起因的**52%!**



# 光伏系统被风吹毁的现象亦不少见



# 关于户用光伏系统—应尽快出台项目准入和技术标准

- 1、常规的安装质量和系统缺陷的检查（18项，只观察不测试）；
- 2、常规的电气安全要求；
- 3、电网接入要求：光伏渗透率（安装功率比），逆功率流（逆变器需要有调节功能），防孤岛（逆变器），开关/线缆的载流量，漏电保安器的安装，三相平衡，电网适应性等等；
- 4、结构安全要求：屋面情况复杂多样，如瓦屋顶。应注意：承重，防渗漏，绝缘特性等；
- 5、防雷接地：防直击雷，线路防雷等。可靠接地是关键！
- 6、防火防电弧：施工接线，电气间隙/爬电距离，阻燃材料（组件/电缆/开关/端子），快速关断开关，防火通道等；
- 7、数据采集和数据传输：不同于大型光伏电站，也不同于工商业建筑；
- 8、抗风设计：目前引用建筑结构抗风设计，是否适用？
- 9、项目验收：不同于大型光伏电站，根本就没有气象和辐射数据。
- 10、运行维护？
- 11、外观要求？高低、距离、尺寸、美观等。违规建筑



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 32512—2016

## 光伏电站防雷技术要求

Technical requirements for protection of  
photovoltaic power station against lightning

2016-02-24 发布

2016-09-01 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

坎德拉学院

## 主要技术要求:

- 1) 光伏方阵支架和组件边框硬进行等电位连接;
- 2) 光伏方阵支架至少应在2端接地, 接地电阻小于等于10欧姆 (开放系统4欧姆);
- 3) 镀锌钢引下线最小截面积:  $50\text{mm}^2$ ;
- 4) 屋面安装的光伏方阵的金属支架应就近与屋面接闪带连接。

户用光伏系统没有现成的接闪器和接地网, 需要重新设计和安装。

# 中国光伏行业协会正紧锣密鼓地推进 户用并网光伏发电系统的系列标准

- 1、户用分布式光伏发电并网接口技术规范（电科院）；
- 2、户用并网光伏发电系统现场勘查与屋面评估技术规范；
- 3、户用并网光伏系统设计规范；
- 4、户用并网光伏系统电气安全设计标准；
- 5、户用并网光伏系统安装规范；
- 6、户用并网光伏系统数据采集和数据传输技术规范；
- 7、户用并网光伏系统验收标准；
- 8、户用并网光伏系统运行维护技术规范。

# 光伏+



农业光伏：光伏+水稻

农业光伏：光伏+油牡丹

光伏大棚：蔬菜/药材/茶叶



水上光伏：水面/鱼塘

林业光伏：山地/宜林地

公路铁路沿线

**绝大部分的光伏+项目属于“分布式光伏电站”，受配额限制，补贴需要排队。**

# 微电网和带储能的分布式光伏

- 1) 独立微电网和联网微电网
- 2) 直流总线和交流总线)

# 《微电网管理办法（征求意见稿）》

2017年2月9日 国家能源局

- 1、定义：**微电网是指由分布式电源、用电负荷、配电设施、监控和保护装置等组成的小型发配用电系统（必要时含储能装置）。微电网分为并网型微电网和独立型微电网，可实现自我控制和自治管理。 $\leq 35\text{kV}$ ， $< 20\text{MW}$ ；
- 2、实现高比例发展：**功率渗透率 $> 50\%$ ，与电网交换电量 $< 50\%$ ；
- 3、电网友好：**减少对电网的冲击，与电网的交换功率和时段可控；接受电网调度，具有调峰、负荷侧响应和应急功能；
- 4、多能互补、综合利用：**主要是发电：光伏和燃气机组。风力和生物质无政策；
- 5、促进电力体制改革：**1) 鼓励微电网项目运营主体在具备售电公司准入条件、履行准入程序后，开展售电业务。支持微电网项目运营主体获得供电资质，依法取得电力业务许可证（供电类），开展配售电业务，并承担微电网内的保底供电服务。2) 鼓励建立购售双方自行协商的价格体系，构建冷、热、电多种能源市场交易机制。
- 6、政策支持：**示范项目实行优先并网，优先纳入政策性资金支持。微电网内可再生能源项目执行现有补贴政策。智能电网等专项基金。

# 国家发展和改革委员会 国家能源局 文件

发改能源[2017]870号

## 国家发展改革委 国家能源局关于 印发新能源微电网示范项目名单的通知

各省、自治区、直辖市发改委(能源局)、物价局,国家能源局派出能源监管机构,国家电网公司、南方电网公司、电力规划设计总院、水电水利规划设计总院:

按照《关于推进新能源微电网示范项目建设的指导意见》(国能新能[2015]265号),经组织专家对各地区报送的新能源微电网示范项目方案进行审核,确定了一批示范项目。现将示范项目名单予以公布并就相关事项通知如下。

一、新能源微电网示范项目重点在于技术集成应用和运营管

- 1 -

2017年5月5日,发改委和能源局联合发布“新能源微电网示范项目名单”:

- 1、微电网示范重点:系统集成应用,运营管理模式和市场化交易创新;
- 2、共28个示范项目:功率渗透率不低于50%,可再生能源自给率不低于50%;
- 3、微电网内RE发电系统,按照程序享受现行分布式发电补贴政策;
- 4、微电网由单一主体投资、建设和经营管理;能源局发放电力许可证(供电类)对网内用户供能,价格不高于微电网外同类用户;
- 5、微电网主体对微电网内用户承担保底供电责任。电网企业对微电网承担供电保底责任;
- 6、鼓励地方政府给予补贴,贷款优惠等政策。没有提对储能的特殊补贴政策;
- 7、文件没有提微电网的自立运行和无缝切换等技术特点,但在项目清单的技术指标中有:孤网运行和无缝切换能力指标。



# IEEE 联网微电网技术标准

IEEE STANDARDS ASSOCIATION



## IEEE Guide for Design, Operation, and Integration of Distributed Resource Island Systems with Electric Power Systems

IEEE 电力系统中分布式电源  
孤岛系统的设计、运行和集成

IEEE Standards Coordinating Committee 21

Sponsored by the  
IEEE Standards Coordinating Committee 21 on  
Fuel Cells, Photovoltaics, Dispersed Generation, and Energy Storage

IEEE  
3 Park Avenue  
New York, NY 10016-5997  
USA

IEEE Std 1547.4™-2011

20 July 2011

## 具体内容

- ◆ 电力系统中孤岛的分类
- ◆ 从电力系统脱离进入孤岛
- ◆ 孤岛再接入电力系统
- ◆ 孤岛内的负荷匹配
- ◆ 孤岛运行时的电压/频率控制
- ◆ 监测、信息采集/传输和控制

## 不足之处

其实就是联网微电网的技术标准。仅仅从电力系统安全运行的角度对“联网微电网”的电气特性提出了要求，但没有根据资源条件和负荷需求的系统配置设计，没有储能系统容量设计原则，没有能量管理系统的设计原则等。不能指导联网微电网的项目设计。

UDC



# 中华人民共和国国家标准

P

GB/T \*\*\*\*-2017

## 微电网接入系统设计技术规范

Design code for Micro-grid connecting to  
power system

(征求意见稿)

2017-X-XX 发布

2017-X-XX 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部

联合发布

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

# 分布式光伏的发展潜力

## 中国光伏发展路线图（2013年12月）

表3-3、中国建筑可利用屋面面积预测（2012-2050）

年	2012	2015	2020	2030	2050
建筑总面积（亿平方米）	500	600	700	750	800
可利用面积（亿平方米）	230	260	300	320	380
光伏可利用面积（亿平方米）	100	130	150	160	190
光伏可装机容量（亿kW）	5.0	6.5	7.5	10.0	15.0

说明：2020年以前按照20平方米安装1kW，2030和2050按照大约15平方米安装1kW。

资料来源：国家住宅与居住环境工程技术研究中心

- 1) 仅建筑光伏的潜力就有**15亿kW**，屋顶资源不是分布式光伏规模化发展的障碍；
- 2) 上述潜力还不包括光伏+项目，也不包括光伏“移动电源”，这2类应用潜力也有**5亿kW**以上；
- 3) 分布式光伏具有“天然优先”的特点，可以**倒逼能源革命**！

# 分布式发电市场化交易

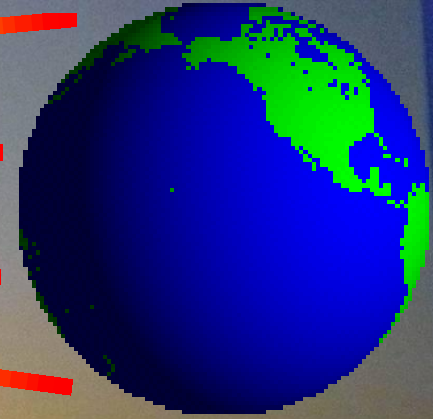
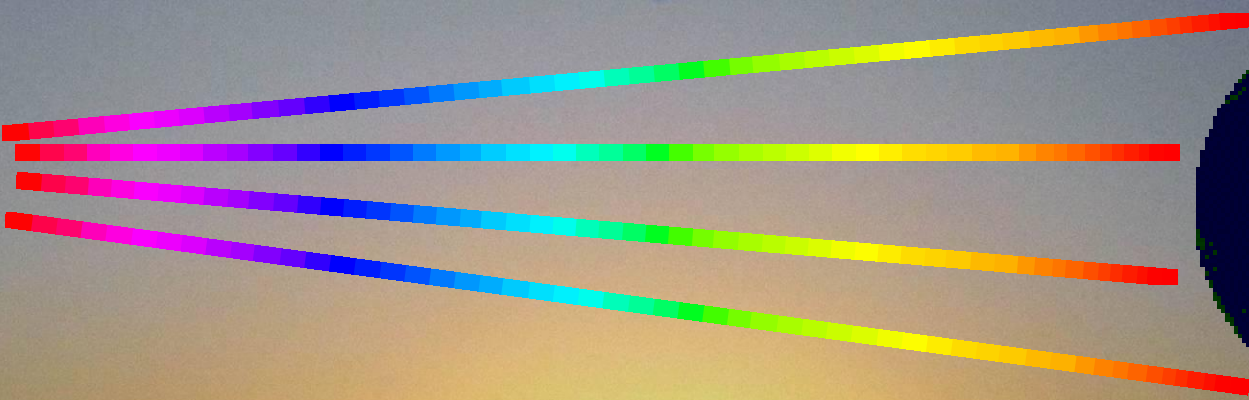
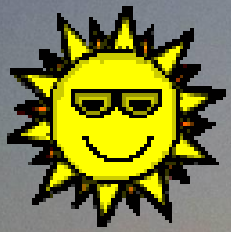
国家发展改革委 国家能源局关于开展分布式发电市场化交易试点的通知  
发改能源[2017]1901号

几个重要信息：

- 1、纳入分布式发电市场化交易试点的可再生能源发电项目建成后自动纳入可再生能源发展基金补贴范围，按照全部发电量给予度电补贴。电网企业负责计量，补贴资金由电网企业转付；可以拿补贴，但对于“分布式光伏电站”是否需要排队没有说。
- 2、试点地区在报送试点方案时预测到2020年时建设规模，。。。国家发展改革委、国家能源局在回复试点方案论证意见时将一次性确定到2020年底前的总建设规模及分年度新增建设规模。对于“分布式光伏电站”另外分配指标（配额）。

对于光伏分布式在操作层面上还存在如下问题：

- 1、对于“自发自用，余电上网”项目，全部光伏电量可以拿到0.42元/kWh的补贴，但是还有多少余电？值不值得再去找用户？
- 2、对于全额上网的不限规模的分布式，如果全部卖给电力用户，而不是卖给电网，收益水平=协议电价+差额补贴-过网费，电网负责转付补贴资金。即然收入水平一样甚至偏低，为什么不直接卖给电网呢？
- 3、对于受年度规模控制的分布式光伏电站，可以拿到“配额”，具有一定的吸引力；
- 4、除非国家明确：凡是分布式光伏都给固定电价补贴（2018年估计在0.3元/kWh左右），对于“全额上网”的项目才有吸引力，才能够推动分布式光伏进入市场化交易。



谢谢！ 问题？

*wangsc@eri.org.cn*