

# 光伏发电并网技术、难点及破解办法

昌金铭

浙江省杭州市文二路 212 号 changjm6@126.com

**摘要：**为发展低碳经济，优化能源结构和可持继发展，改变我国光伏产业长期依赖国外市场的现状，国家出台了光伏发电上网电价政策，实施金太阳示范工程、太阳能光电建筑应用示范工程，但都遇到了“上网”的难题。本文简述了光伏电站的运行特点和运行方式，接入方式和接入原则，光伏电站电能质量和技术要求。从不同角度分析了光伏电站上网的难点，提出了解决上网难点的建议。

**关键词：**光伏电站；并网技术；电力系统

## 1 引言

太阳能取之不尽、用之不竭，没有污染，太阳能光伏发电具有光电直接转换、无需运输、环境友好、使用寿命长等一系列的特有优势，现已成为世界各国普遍关注和重点发展的新兴产业。

我国光伏电池的产量已连续六年居世界第一。2011 年全国光伏电池产量已达 8GWp，累计装机 3GWp。目前，由于世界经济低迷，有关国家光伏政策的调整，我国以出口为主的光伏产业受到较大的冲击，这是光伏产业前进中产生的困难，从能源资源、环境保护和发展低碳经济的要求看，太阳能光伏发电是重要的替代能源，国家已出台“可再生能源法”“光伏发电上网电价”、“实施金太阳工程”等政策措施，国内市场正在迅速启动，光伏产业一定会克服各种困难，快速而正常的发展，成为国家新兴的朝阳产业，光伏发电成为优质的可再生能源，重要的替代能源。

2006 年国家实施“可再生能源法”，2009 年以来为促进光伏发电产业技术进步和规模化发展，培育战略性新兴产业，发展可再生能源，国家制定了光伏发电上网电价政策，启动金太阳示范工程和光电建筑应用示范工程，这些示范工程是利用大型工矿、商业企业以及公益事业单位、开发区和城市现有的屋顶，建设用户侧并网的光伏发电示范项目。根据国家的要求，这些项目所发的电量以企业自用为主。多余电量可送入国家电网，因此，这些项目建成后必须就近并入电网，可将多余电量源源不断的输入国家电网。

## 2 光伏发电的并网技术

### 2.1 光伏电站的运行特点和并网逆变器

光伏电站依靠阳光照射产生直流电流，

必须依靠逆变装置变换为交流电，因此逆变器是光伏电站的重要装备，其主要功能是将光伏电站所发的直流电变为交流电，同时应具有相应的保护功能，并网能力和最大功率跟踪能力。

保证光伏电站的电能质量，选择技术性能优良的逆变器是关键，逆变器输出的正弦波电流其所含的直流分量和高次谐波必须低于国家电网的规定指标，减少谐波时对电网造成的污染；光伏电站输出的功率与日照、温度、负载变化较大时，逆变器应具有最大的功率跟踪功能。

### 2.2 光伏电站的分类

国家电网对接入电网的光伏电站，以接入的电压等级分为大中小三种类型，由于光伏电站供电区域内最大负荷不同，确定光伏电站大中小容量也不一定相同。

大型光伏电站——通过 66KV 及以上电压等级接入电网的光伏电站。

中型光伏电站——通过 10KV—35KV 电压等级接入电网的光伏电站。

小型光伏电站——通过 380V 电压等级接入电网的光伏电站。

### 2.3 光伏电站接入方式和原则

光伏电站接入公用电网一般有三种方式：

(1) 大型光伏电站以专线接入电力系统的变电站，进入公用电网，电压等级通常在 66KV 以上。

(2) 中型光伏电站以 T 接方式接入公用电网，原则是光伏电站的容量应小于公用电网线路最大输送容量的 30%。

(3) 小型光伏电站的容量等于或小于上一级变压器供电区域内最大负荷的 25%，可

直接接入 380V 配电网。

#### 2.4 光伏电站电能质量要求

光伏电站经逆变器后的电能质量应符合国家电网的有关规定。其主要电能质量指标包括电压偏差、电压波动和闪变、电压不平衡度、特别是高次谐波和直流分量等等，国家都有相关标准，应予满足。

#### 2.5 光伏电站的技术要求

(1) 功率要求：大中型光伏电站应具有有功功率的调节能力，根据系统指令可以调频、调峰和备用。同时还应具备无功功率和电压控制的能力，对于专线接入公用电网的大型光伏电站，还应配置无功补偿设备。小型光伏电站不需具备无功功率和电压调节的能力，但功率因数在不同负荷时应分别大于 0.95—0.98。

(2) 电压要求：大中型光伏电站应具备一定的低电压穿越能力。

(3) 安全与保护技术方面：光伏电站在并网内侧设置可操作，可闭锁、灵敏可靠的保护装置。如过电流保护、防孤岛效应、逆功率保护（专指不可逆的并网方式）及相应的继电保护装置等。

(4) 防雷和接地：光伏电站是室外发电设备，必须具有符合规定的防雷接地装置。

(5) 通信和电能计量：大中型光伏电站与电力调度部门应设置通信信号装置。在明确上网电量和用电电量的计量点设置电能计量装置。

### 3 光伏电站并网的难点

#### 3.1 电力部门的难点

光伏发电系统并网要求，国家已有法律上的明文规定，国家可再生能源法就明确规定，电网企业应当依法全额收购其电网覆盖范围内可再生能源并网发电项目上的电量，并为可再生能源提供上网服务。

国家电网公司 2011 年 5 月 6 日发布了 Q/GDW617—2011《光伏电站接入电网技术规定》，取代了在 2009 年 7 月发布过的《光伏电站接入电网技术规定（试行）》。说明光伏电站接入电网的规定已列入国家法律，有法可依；在技术上有国家电网公司的技术标准可循。为什么有些地区电力部门对光伏电站接入电网却久拖不办呢！？电力部门的难点

究竟在何处？

(1) 出于安全的原因，电力部门采取慎之又慎的做法。电力系统运行，安全第一，光伏电站容量小，即使数千瓦的小型光伏电站，对电力系统来说也是一个电源，或者说是一个小型发电厂，显然，光伏电站是否能安全运行，是电力系统关注的重点，同时，由于光伏发电装置输出功率随光照强度变化而变化，不能稳定输出电能，还有谐波问题、无功平衡等问题，对系统的运行、调度、通信和保护都增加了一些麻烦，这种不是传统的电源，打破了电力系统长期形成的运行方式，电力部门是很不习惯的，也会有一定的压力。

(2) 光伏电站是一种全新的发电技术，而电力系统长期以来积累了常规电厂的运行技术和经验，对光伏电站接入电力系统后稳定运行缺乏经验，在当地又无先例可行，只能多设一些门槛，电力部门往往给光伏业主提出一些超过国家电网公司规定的要求，如可接入 380V 用户低压侧的光伏电站，要求业主接入 10KV 以上的高压侧；可在用户侧就近接入配电网或厂用配电房的光伏电站，要求业主增加数百万投资，敷设数公里电力电缆接入电力部门的变电所。如此一来，增加了光伏电站的资金投入，也不一定就是最安全的接入方式。对于大型光伏电站的接入，还必须考虑光伏电站的规模与用电负荷的协调、与电网规划和电网运行的协调，由于光伏电站日出而作，日落而息的运行特点，电网必须考虑足够的系统备用容量。

(3) 认识上的问题，电力系统长期来是独家经营方式，对火电、水电、核电等主力电源形成了一套安全完善行之有效的运行调度和管理模式，光伏发电容量有的不到系统的 1%，基本可以忽略不计，也许认为这些星星点点的网外电源，既不能解决电网容量不足的大问题，又为调度、安全带来一些“隐患”。没有认识到应用可再生能源是国家发展低碳经济、改善环境、节能减排、优化能源结构和可持续发展的战略选择。

(4) 经济上光伏电站联网发电后，会减少电网供电量，使电网公司减少了部份经济收入，以及线损承担等等问题。

### 3.2 光伏电站业主的难点

(1) 技术、审批上的困难：大型光伏电站有不少国电公司涉足外，中小型光伏电站的业主往往是光伏组件制造商和非电力行业的投资者，缺乏电力系统的设计、安装、调试和运行经验，对电力系统安全运行要求体会不深，技术上又不熟悉，为了找有资质的光伏电站接入设计单位，大型设计单位不屑一顾，小型设计部门又缺乏能力，又要层层审核，一个几百千瓦的光伏电站，电力部门一审核就是数月甚至一年以上。

(2) 经济上存在的问题：国家出台了光伏发电的上网电价政策，从 2009 年开始，又相继“实施金太阳工程“和”光电建筑应用工程“等计划。这些计划国家财政给予了较大的支持力度，但对于光伏业主要收回投资并取得盈利还是需要较长的时间。而电力部门对接入的要求，又设置一些不尽合理的门槛。如对可接入低压侧的小型光伏电站，一定要业主升压接至 10KV 系统，能就近接入用户侧的光伏电站一定要业主升压后铺设数公里输电线路接入系统的变电站，以一个 1 兆瓦的光伏电站计算，投资往往要增加 2—3 百万元，使光伏电站业主难以承受。

## 4 解决光伏电站接入电网难题的建议

### 4.1 发展光伏发电是国家能源发展战略

首先要提高市县电力部门对光伏发电是优质可再生能源的认识，深入了解应用可再生能源是国家长期的能源发展战略，是国家法律规定。市县电力部门应将光伏电站接入电网纳入日常的工作议程，指定专人负责，并及时了解辖区内新建的光伏电站，主动帮助光伏电站业主完善电站接入的规定要求，认真执行国家电网公司发布的 Q/GDW617—2011《光伏电站接入电网的技术规定》，不得擅自提高并网标准。

### 4.2 建立电网企业考核制度

建立可再生能源考核体系，对电网企业实行可再生能源配额制，确保实现国家规划目标。制定电网公司可再生能源配额标准，每年由国家下达一定的可再生能源配额指标，即本地区可再生能源必须达到的装机容量和发电量，并将这一指标纳入电力系统的考核体系，使电力部门能主动积极地吸纳光

伏电站，完成配额指标的电网企业给予一定的奖励。电网企业应优先调度光伏电站电量，全额收购其电网覆盖范围内光伏电站电量，并按国家和省核定的光伏发电上网电价，及时、足额结算款项。

### 4.3 进一步完善光伏发电的并网技术

并网光伏电站在电能质量、安全保护、通信系统等方面必须达到国网公司光伏电站接入电网的技术规定。特别是西部地区光伏电站的规模与用电负荷协调，与电网规划，电网运行协调，使光伏电站达到可调控性，能满足电网灵活调度运行的需要。电网企业应提高电网智能和储能水平，增强吸纳光伏电站电力的能力。

## 5. 结语

经过有关部门的协调，电力系统和光伏发电业主的共同努力，光伏电站并网不应该再成为难事，发达国家光伏电站并网已经成为常态性的工作。我国也有法可依，有技术规定可行，相信只要电网企业积极一些，开放一些，光伏发电并网的难题一定会迎刃而解，成绩斐然。