

家庭太阳能分布式并网发电系统

刘芃伶^{1,2}, 郭薇³, 马燕峰¹, 蔡琨⁴

(1. 华北电力大学 电气与工程学院, 河北 保定 071003; 2. 国网河北衡水市桃城区供电有限责任公司, 河北 衡水 053000; 3. 国网山东省电力公司 德州供电公司, 山东 德州 253008; 4. 河北省衡水市发展和改革委员会, 河北 衡水 053000)

摘要: 介绍了国内外太阳能光伏发电技术的发展现状, 分析了太阳能发电的推动因素。对家庭太阳能分布式并网发电系统的结构组成和技术原理进行了论述, 通过建立投资收益模型, 得出成本回收年限, 并对不同规模系统的实际运行情况进行了具体分析。研究了该分布式发电系统并网对电网产生的影响, 并提出解决方案。

关键词: 分布式发电; 太阳能发电; 投资收益; 规模化应用

中图分类号: TM732 文献标识码: A DOI: 10.3969/j.issn.1672-0792.2014.05.004

0 引言

发展太阳能既符合国家产业政策, 又能调整电源结构, 改善自然环境。目前离网的分布式发电系统已在某些大城市或电力供应不足的地区有所应用, 但并网的家庭太阳能分布式发电系统尚未呈现规模化发展。然而, 该系统的发展意义是很明显的, 也是能源利用多元化的一个必然趋势^[1]。

本文中的家庭太阳能分布式发电系统是可分别安装在每户独立住宅建筑上的并网光伏发电系统, 发电量可以全部上网、全部自用或自发自用余电上网, 由用户自行选择, 用户不足电量由电网提供。

1 太阳能发电的推动因素

1.1 环境能源因素

能源对全球经济发展和文明进步起着举足轻重的作用, 石油、煤炭、天然气等化石能源的大规模开采使用, 使这些不可再生能源趋于匮

乏, 全球气温的持续上升, 极端气候现象的增加, 自然灾害的频发, 海平面上升等已经威胁到人类的生存和安全, 减少二氧化碳排放、减缓气候变暖, 特别是维护人类共同生存的生态环境, 已经成为社会各个层面共同努力的方向。在这种背景下, 人们对低碳经济这一概念逐渐形成共识。而低碳发展的主要技术选择, 除了改变经济发展模式、大幅度提高能源效率之外, 就是大力发展以太阳能为代表的低碳能源技术^[2]。

1.2 经济因素

近些年由于煤炭价格的不断上升, 电价也在不断提高, 使得生产、生活成本都在不断攀升。随着人们生活水平的提高, 家用电器的急速普及, 供电压力在城网和农网中显现的越来越明显, 而电网改造的速度有时跟不上用电负荷的增长速度, 尤其是在用电高峰期, 这一矛盾尤为显著。一方面, 百姓需求的电器越来越多, 用电量越来越大, 而电价也在不断上涨, 同时供电质量却由于未能及时进行电网改造而在某些时段不能尽如人意, 该系统的投入能够在一定程度上缓解当地的用电

收稿日期: 2013-12-01。

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目 (12MS106)。

作者简介: 刘芃伶 (1985-), 女, 硕士研究生, 研究方向为电力系统分析、运行与控制, E-mail: liupengling@126.com。

紧张状况。

1.3 太阳能产业发展迅速

太阳能是取之不尽用之不竭的清洁能源，由于技术的进步，太阳能产业的商业化前景看好。目前全球光伏组件产能超过 50 GW，其中中国的产能就高达 40 GW，近日欧盟对中国太阳能电池板征收反倾销税，严重制约了我国太阳能电池板的出口，也是对我国光伏产业的严重打击，这势必会推动政府推出新的政策来应对外部经济的寒冬，但是如果国内对家庭太阳能分布式发电系统进行规模化的推广，相信必将是太阳能电池板的另一发展途径。

太阳能光伏发电系统规模可大可小，并且是投资后长期受益的一项技术，把该技术推广应用到普通家庭，发挥其就地发电就地使用、削峰填谷、减少输电损失、故障就地解决等优点，将更能体现光伏发电技术的综合经济效益。如能大力推广并网型家用太阳能发电系统，将对建设资源节约型和环境友好型社会起到极大的推动作用。

2 国内外发展现状

当前几乎所有欧盟国家正在建立自己的分布式能源系统以及与之配套的相关计划，这种背景下将会带来最优的分布式能源解决方案。以欧洲的太阳能电池板为例，其中 93% 是建立在德国，而其他 7% 的太阳能电池板则建立在其他阳光充沛的欧盟国家（如西班牙等）。欧洲家庭的电力设备，几乎都与所在地电网相连。这样，每个家庭等于一座迷你发电厂，白天家里耗电量低的时候，透过太阳所发的电可输送给市电系统，等到晚上再免费使用电力^[3]。

对于家庭发电的技术，德国能源专家罗伦茨教授认为已经成熟。根据研究，太阳照射在地球上 45 min，足供人类活动 1 年所需的所有能量。这些技术对太阳能的开发利用有 2 种基本途径：一是太阳光发电，通过光电器件将太阳光转换为电能；二是太阳热发电，先把太阳辐射能转换为热能，热能既可供人们直接利用，也可继续用来发电^[4]。

在德国，很多家庭都安装了太阳能发电装置。从 20 世纪 90 年代起率先推出推广家庭太阳能发电的计划。

日本政府于 2007 年 2 月底设定目标，到 2030 年所有家庭设置太阳能电池板将占 30%，以此作为应付全球变暖努力的一部分。据此目标，采用太阳能电池发电的家庭数量将从 2007 年底 40 万户增加到 1 400 万户。发电能力将从 2007 年 130 万 kW 增加 30 倍。

近几年我国太阳能光伏发电领域在政府的支持和推动下也得到了快速的发展，我国光伏系统成本每年下降约 3%~5%，据专家预测，至 2050 年，全球太阳能光伏发电系统装机容量将达到全社会总装机容量的 15% 左右，至 2100 年，将达到 60% 左右^[5]。

3 家庭太阳能分布式并网发电系统的技术原理

家庭太阳能分布式并网发电系统（以下简称系统）主要由太阳能电池组、控制器、并网逆变器、蓄电池、电能表等组成，如图 1 所示，其中的核心元件是太阳能电池组。

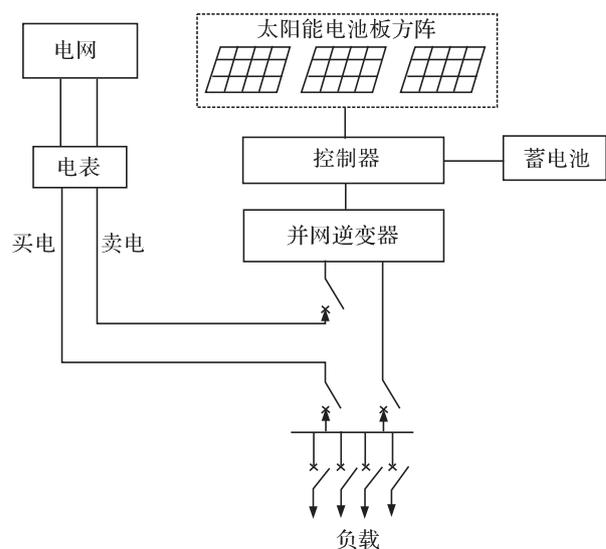


图 1 家庭太阳能分布式并网发电系统结构示意图

各部件在系统中的作用是^[6 7]：

(1) 光伏电池组件：将太阳的光能直接转化

为电能。

按基本材料主要分为: 晶体硅太阳能电池, 非晶体硅太阳能电池, 化合物太阳能电池和有机半导体太阳能电池。

(2) 控制器: 控制整个系统的工作状态, 并对蓄电池起到过充电保护、过放电保护的作用。

温差较大的地方, 合格的控制器还应具备温度补偿的功能。其他附加功能如光控开关、时控开关都应当是控制器的可选项

(3) 并网逆变器: 将直流电转换为交流电。

并网逆变器是并网光伏系统的重要电力电子设备, 将来自太阳能电池方阵输出的直流电转换为符合电网电压和频率要求的交流电, 并把电力输送给负载。

同时具有最大功率点跟踪功能、防孤岛运行功能、自动稳压和改善光伏发电系统的供电质量等功能。

(4) 蓄电池: 储存电能并向负载供电。

蓄电池主要分为铅酸蓄电池和镉镍蓄电池。对其基本要求是: 自放电率低、使用寿命长、深放电能力强、充电效率高、少维护或免维护、工作温度范围宽、价格低廉。

(5) 智能电表: 计量卖给电网和向电网买入的电量。此电表应可计量系统向电网输送的电量, 和用户在系统供应电量不足时从电网购得的电量, 并保证计量误差在允许范围之内。

如用户需要在白天用电量较少的情况下存储下电能, 而在晚上或其他用电高峰时使用, 则可在系统中加装蓄电池和充放电控制器。

以上的地区占国土面积的五分之三以上。绝大多数地区年平均日辐射量在 $4 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{m}^2$ 以上, 西藏最高达 $7 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{m}^2$ 。

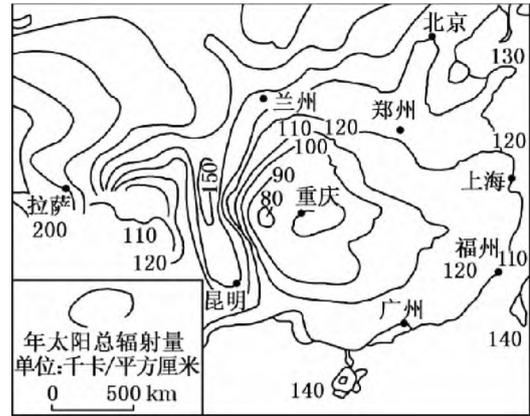


图2 我国年太阳总辐射量分布图

全国各地太阳能总辐射量与年均日照当量如表1所示。

表1 全国各地太阳能总辐射量与年均日照当量

地区类别	年辐射量 /(MJ· (m ² Y) ⁻¹)	年辐射量 /(kW·h· (m ² Y) ⁻¹)	年日照时间 /(h·Y ⁻¹)	年标准光照 当量时/h	日标准光照 当量时/h
一类地区	6680~8400	1855~2333	3200~3300	1854~2300	5.08~6.3
二类地区	5852~6680	1625~1855	3000~3200	1624~1854	4.45~5.08
三类地区	5016~5852	1393~1625	2200~3000	1387~1624	3.8~4.45
四类地区	4190~5016	1163~1393	1400~2200	1132~1387	3.1~3.8
五类地区	3344~4190	928~1163	1000~1400	913~1132	2.5~3.1

4 系统规模化应用的可行性和政策鼓励

4.1 太阳能资源丰富

影响太阳能电池板发电效率的主要因素在于接收太阳辐射量的强弱程度, 这又与纬度位置、天气状况、海拔高低、日照长短有关。

我国是太阳能资源相当丰富的国家, 与同纬度的其他国家相比, 和美国类似, 比欧洲、日本优越得多^[8]。如图2所示, 90%以上的地区所辐射总量大于 $4500 \text{ MJ}/\text{m}^2$, 年日照时数超过2200 h

按接受太阳能辐射量的大小, 全国大致上可分为5类地区。

(1) 一类地区为我国太阳能资源最丰富的地区, 年太阳辐射总量 $6680 \sim 8400 \text{ MJ}/\text{m}^2$, 相当于日辐射量 $5.1 \sim 6.4 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{m}^2$, 年日照时数 $3200 \sim 3300 \text{ h}$, 等量热量所需标准燃煤 $225 \sim 285 \text{ kg}$ 。这些地区包括宁夏北部、甘肃北部、新疆东部、青海西部和西藏西部等地。尤以西藏西部最为丰富, 最高达 $2333 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{m}^2$ (日辐射量 $6.4 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{m}^2$), 居世界第二位, 仅次于撒哈拉大沙漠。

(2) 二类地区为我国太阳能资源较丰富地区,年太阳辐射总量为 $5\ 850\sim 6\ 680\ \text{MJ}/\text{m}^2$,相当于日辐射量 $4.5\sim 5.1\ \text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$,年日照时数 $3\ 000\sim 3\ 200\ \text{h}$,等量热量所需标准燃煤 $200\sim 225\ \text{kg}$ 。这些地区包括河北西北部、山西北部、内蒙古南部、宁夏南部、甘肃中部、青海东部、西藏东南部和新疆南部等地。

(3) 三类地区为我国太阳能资源中等类型地区,年太阳辐射总量为 $5\ 000\sim 5\ 850\ \text{MJ}/\text{m}^2$,相当于日辐射量 $3.8\sim 4.5\ \text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$,年日照时数 $2\ 200\sim 3\ 000\ \text{h}$,等量热量所需标准燃煤 $170\sim 200\ \text{kg}$ 。这些地区主要包括山东、河南、河北东南部、山西南部、新疆北部、吉林、辽宁、云南、陕西北部、甘肃东南部、广东南部、福建南部、苏北、皖北、台湾西南部等地。

(4) 四类地区是我国太阳能资源较差地区,年太阳辐射总量为 $4\ 200\sim 5\ 000\ \text{MJ}/\text{m}^2$,相当于日辐射量 $3.2\sim 3.8\ \text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$,年日照时数 $1\ 400\sim 2\ 000\ \text{h}$,等量热量所需标准燃煤 $140\sim 170\ \text{kg}$ 。这些地区包括湖南、湖北、广西、江西、浙江、福建北部、广东北部、陕南、苏北、皖南以及黑龙江、台湾东北部等地。

(5) 五类地区主要包括四川、贵州两省,是我国太阳能资源最少的地区,年太阳辐射总量为 $3\ 350\sim 4\ 200\ \text{MJ}/\text{m}^2$,相当于日辐射量只有 $2.5\sim 3.2\ \text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$,年日照时数 $1\ 000\sim 1\ 400\ \text{h}$,等量热量所需标准燃煤 $115\sim 140\ \text{kg}$ 。

若将太阳能年辐照总量的1%转化为可利用能源,就能满足我国全部的能源需求,但是太阳能市场目前开发的还远远不够,其巨大的发展潜力,是解决能源短缺、大气污染的最佳途径。因此,家庭太阳能发电系统具有非常广阔的推广价值,而且目前大城市已经在学校、医院和政府等公用或商用建筑采用了太阳能发电系统供给建筑物自身的电力需求,并且应用效果非常好,值得向家庭屋顶、阳台推广。

4.2 投资收益模型

对于普通百姓而言,一套系统的安装,除了要考虑它的社会环境因素外,更多的还是投入和产出是否达到用户的心理预期,即系统的成本投

入和回收年限,以及成本回收以后的盈利情况。如果单单是自给自足,已经不能满足人们的要求,将多余的电能卖出去,换成钱,更能加快系统投入资金的回收周期。因此,家庭太阳能发电系统实现并网势在必行。

系统的投资主要包括太阳能电池组件、控制器、并网逆变器、蓄电池、连接线路、支撑配件等。不同型号的组件可以组成不同功率的发电系统,其中的核心元件是太阳能电池组,它也是投资比重最大的部分,约占总投资的85%~95%。

假设太阳能电池方阵具有 M 个电池组件,每个组件的面积为 A_m ,光电转换效率为 η_m , $m=1, 2, \dots, M$,则可以建立该系统的投资收益模型。

系统总投资为:

$$T_{\text{总}} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5$$

式中: $T_{\text{总}}$ 为总投资; T_1 为太阳能电池组的投资; T_2 为控制器的投资; T_3 为逆变器的投资; T_4 为蓄电池的投资; T_5 为其他配件的投资。

太阳能电池方阵的年发电量为:

$$W_{\text{年}} = \eta RA$$

式中: η 为方阵总的光电转换效率, $\eta = \sum_{m=1}^M A_m \eta_m / A$; R 为该地区年太阳辐射总量; A 为方阵总面积, $A = \sum_{m=1}^M A_m$ 。

系统的年收入为:

$$F_{\text{年}} = \frac{\sum_{m=1}^M A_m \eta_m}{A} R \sum_{m=1}^M A_m D = \frac{RD}{A} \sum_{m=1}^M A_m^2 \eta_m$$

式中: D 为上网电价。

成本回收时间:

$$N = T_{\text{总}} / F_{\text{年}}$$

太阳能电池板使用寿命一般为25年,只要在此年限内收回成本,即可实现盈利。

4.2.1 较大功率系统的运行情况

2006年,上海电力学院太阳能研究所所长赵春江在自家屋顶架起22块太阳能电池板,建起了全国第一家个人家庭发电站。2012年他在新家又建立起一个新的屋顶发电站,并实现与国家电网的并网,将自家用不完的电卖给国家电网。赵春江家这套太阳能发电机组功率是3.5 kW,也就是

每小时的理论发电量为 $3.5 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。一年来, 这套系统发电 $4\ 100 \text{ kW} \cdot \text{h}$, 除了自己家用掉的, 剩余的 $2\ 000 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 电还能输入国家电网。

而另一位客户陈继霖的家庭发电站建在自家3层小楼的阳台上, 由11块太阳能电池板串联组成, 经过逆变器调整稳定后, 最大输出功率是 2.5 kW , 也就是每小时 $2.5 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。这套光伏发电装置采购的时候是1万元, 加上逆变器组件一共15000元左右, 造价并不高, 现在很多家庭都能接受。2013年3月19日, 陈继霖和上海电力公司签订了《居民分布式光伏发电项目发用电合同》, 拿到每度电一元钱的上网电价, 这样他就可以用7年的时间收回全部投资, 而光伏发电站的使用寿命要超过25年, 余下的18年将是纯收益。

以上是有独立屋顶或较大面积阳台的用户, 可以装设大功率的发电系统以实现成本的快速回收和较大数额的产出。

4.2.2 较小功率系统的安装情况

对于城市的高层建筑, 如果阳台面积较小, 用户可以通过装设小容量的系统来减少电费的支出。

目前太阳能电池板的型号众多, 以 240 W 的电池板为例, 它的尺寸约 $1.5 \times 0.8 \times 0.035 \text{ m}$, 单片面积约 1.2 m^2 。对于家庭用电, 我国实行阶梯电价, 第一档可基本满足普通家庭用电需求, 为平均月用电量 $180 \text{ kW} \cdot \text{h}$, 年用电量 $2\ 160 \text{ kW} \cdot \text{h}$, 若以此为目标理论发电量, 可计算所需电池板数量和面积。

假设用户所在地为第二类太阳能资源较丰富的地区, 年太阳辐射总量为 $1\ 625 \sim 1\ 855 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{m}^2$, 相当于日辐射量 $4.5 \sim 5.1 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{m}^2$, 年日照时数 $3\ 000 \sim 3\ 200 \text{ h}$, 取最高值进行计算。输出功率可选择 $2\ 160 \div 1\ 800 = 1.2 \text{ m}^2$ 。

只需要安装1块电池板, 所发出的电量即可以达到第一档。

如果考虑温度、灰尘、太阳辐射的不均匀性以及配件线路等因素对太阳能电池板输出功率的影响, 实际发电量应在理论发电量的 $85\% \sim 90\%$ 左右, 可取2块电池组成系统, 一般普通家庭都能接受。

4.3 政策鼓励行业发展

据统计至2005年底, 已有大约75万套家用太阳能光伏发电系统进入用户家庭, 与此同时, 国家也一直在通过各种形式推动太阳能产业的发展。比如在2006年《上海市10万个太阳能屋顶计划》可行性调研完成初稿; 自2009年开始, 财政部、国家发展改革委等部门推出“太阳能屋顶计划”、“金太阳工程”; 2011年, 国务院机关事务管理局向财政部申请了总装机容量 10 MW 的“中央国家机关光伏屋顶发电示范项目”; 2011年7月, 国家发改委发文对非招标太阳能光伏发电项目实行全国统一的标杆上网电价, 根据文件, 2011年7月1日及以后核准的太阳能光伏发电项目, 除西藏外, 其余省(区、市)上网电价均按 $1 \text{ 元}/\text{kW} \cdot \text{h}$ 执行。2013年7月中旬国务院发布《关于促进光伏产业健康发展的若干意见》明确提出, 要大力开拓分布式光伏发电市场。鼓励各类电力用户按照“自发自用, 余量上网, 电网调节”的方式建设分布式光伏发电系统。国家财政部在2013年7月24日发布《关于分布式光伏发电实行按照电量补贴政策等有关问题的通知》, 国家对分布式光伏发电项目按电量给予 $0.4 \sim 0.6 \text{ 元}/\text{kW} \cdot \text{h}$ 的补贴, 补贴资金通过电网企业转付给分布式光伏发电项目单位。

从2013年8月起, 中欧光伏贸易争端划上句号, 但量价齐限势必迫使中国光伏产业转型升级, 加之一系列的光伏产业的扶持政策必将带动光伏技术的快速发展, 家用太阳能发电系统的成本也将随之快速的下降。

5 系统并网对电网的影响及解决方案

离网的太阳能分布式发电系统已经被很多工商业所采用, 并网的家庭太阳能分布式发电系统在全国虽有个别案例出现, 但是仍未大规模发展。光伏发电的功率输出受环境影响很大, 在微网中通过低压配电网接入互联电网, 如果大规模投入将给电网带来很多方面的影响^[9, 10]。

5.1 电网短期负荷预测准确性降低

随着家庭太阳能分布式发电系统接入公共电

网的数量、容量不断增大,使电网中电源点增加,而且电源点分散、规模小,这就增加了电源协调控制的难度,对无功调度、电压控制、电网调峰、电压频率稳定方面带来一定影响。

所以,合理的规划设计对将来电网布局和稳定运行起着至关重要的作用。当客户需要安装此系统时,应提前到国家电网营业网点提出申请,由工作人员现场勘查后,详细分析用户所在变压器、变电站等电网情况,并提出电压、频率等质量指标,全程跟踪,从而充分发挥该电源点的加入对电网的积极作用。

5.2 孤岛效应

孤岛效应是指当电网供电因计划检修或故障停电而中断时,各个用户端的太阳能并网发电系统未能及时检测出停电状态而将自身脱离电网,从而形成一个由太阳能并网发电系统向其周围的负载供电,且电力公司无法掌握的自给供电现象^[11]。

若没有防止孤岛效应的保护装置,当电网停电之后,检修人员进行检修或维护时,可能出现触电的情况,危及工作人员的安全,也会危害到用电设备的安全运行。当电网恢复供电时,还有可能出现系统与电网的相位有偏差,对电网的电能质量也会产生一定的影响。

孤岛检测装置作为家庭太阳能光伏发电并网系统的一种重要的、必不可少的保护设备,需要检测并网系统输出端电压和频率,通过电压、频率保护即可达到保护的效果^[12,13]。

6 结论

家庭太阳能分布式并网发电系统虽然还没有普及到每家每户,但是已经得到了很多家庭的关注和认可。正如手机一样,10年前手机还是普通家庭的奢侈品,而现在手机的持有量已达到每百人82.5部,几乎人手一部。将来家庭太阳能发电系统也会走进千家万户,使老百姓只需要购买设备,就可以什么也不做,在家里等着收钱,与此同时还能向社会提供清洁绿色的能源。

参考文献:

- [1] 孟浩,陈颖健.我国太阳能利用技术现状及其对策[J].中国科技论坛,2009,5(5):96-100.
- [2] 梁宜.21世纪电力前沿技术的现状及发展[J].水利电力科技,2002,28(4):1-8.
- [3] Barker P P, Demello R W. Determining the impact of distributed generation on power systems: Part1-Radial distribution systems [C]. //IEEE Power Engineering Society Summer Meeting. New York, USA: IEEE, 2000 (3): 1645-1656.
- [4] 余昆,陈星莺,陈楷,等.计及分布式发电的城市电网潮流变化规律研究[J].电网与清洁能源,2013,29(2):5-10.
- [5] 梁有伟,胡志坚,陈允平.分布式发电及其在电力系统中的应用研究综述[J].电网技术,2003,27(12):71-75,88.
- [6] 陈仕军,文贤馗,杨通江.典型屋顶光伏太阳能发电系统设计[J].贵州电力技术,2011,14(10):25-28.
- [7] 宋卓然,陈国龙,赫金,等.光伏发电的发展及其对电网规化的影响研究[J].电网与清洁能源,2013,29(7):92-96.
- [8] 刘剑锋,刘学锋,刘芳圆,等.气候干湿状况变化特征分析[J].地理与地理信息科学,2007,11(2):9-13.
- [9] 魏辉,曾令全,含分布式电源的配电网络的重构[J].华北电力大学学报,2012,39(2):23-27.
- [10] 李永华,袁超,蒲亮.屋顶式太阳能光伏发电系统经济性分析[J].电力科学与工程,2013,29(9):29-33.
- [11] 魏晓光,汤广福,魏晓云,等.光伏并网发电系统孤岛检测技术[J].电工技术学报,2007,22(4):157-162.
- [12] 禹华军,潘俊民.并网发电逆变系统孤岛检测新方法的研究[J].电力系统及其自动化学报,2005,17(5):55-59.
- [13] Kobayashi H, Takigawa K, Hashimoto E, et al. Method for preventing islanding phenomenon on utility grid with a number of small scale PV systems [C]. Proc. 22nd IEEE Photovoltaic Specialists Conf. Las Vegas, NV: IEEE, 1991: 695-700.

(下转第55页)

- CAD 计算方法 [J]. 中山大学学报 (自然科学版), 2008, 47 (增刊2): 165-169.
- [14] 匡堯, 杨昭宇, 周永云. 关于定向光伏电池阵列布置间距的探讨 [J]. 太阳能学报, 2004, 25 (5): 633-636.
- [15] 丁明, 陈中. 遮阳影响下的光伏阵列结构研究 [J]. 电力自动化设备, 2011, 31 (10): 1-5.
- [16] GB50797-2012. 光伏电站设计规范 [S].

PV Array Spacing Determination of Slope Layout

Zhang Chaohui^{1 2}, Bai Yongxiang³, Jiao Cuiping², Wang Baoli², Li Peng¹

- (1. School of Electrical and Electronic Engineering, North China Electric Power University, Baoding 071003, China; 2. Tianwei Solution (Beijing) Co., Ltd., Beijing 100089, China; 3. State Grid Henan Electric Power Company Sanmenxia Power Company, Sanmenxia 472000, China)

Abstract: In this paper PV array was introduced and the influence of PV array spacing to the power plant was analyzed. By analysing the related parameters and formulae, the calculating process for the south-north slope PV array minimum distance was derived and the influence of latitude, slope and angle of the array to the PV array spacing were analyzed. For the design of PV array on ground, the principles and methods to determine the PV array spacing on south-north slope were summarized and it can be used in engineering practice.

Keywords: south-north slope; PV array; spacing; angle; slope

(上接第22页)

Home Solar Energy Distributed Grid-connected System

Liu Pengling^{1 2}, Guo Wei³, Ma Yanfeng¹, Cai Kun⁴

- (1. School of Electrical and Electronic Engineering, North China Electric Power University, Baoding 071003, China; 2. State Grid Hebei Hengshui Power Supply LLC of Taochengqu, Hengshui 053000, China; 3. Pezhou Electric Power Corporation of Shandong Province, State Grid, Dezhou 253008, China; 4. Hebei Hengshui Development and Reform Commission, Hengshui 053000, China)

Abstract: Reported the situation of the development of solar photovoltaic technology at home and abroad, analysed the promoting factor of the solar power. Discussed structure and technical principles of the Household distributed solar power system of making common electricity, through the establishment of investment income model, the cost recovery period is obtained, and detailed analyzed the practical operation of different scale systems. Studied the impact of this system interconnection of power grid, and put forward the solutions.

Keywords: distributed generation; solar power generation; investment income; large-scale application