

# 分布式光伏电站接入调度自动化系统的方案探讨

尹永昌, 史文萍

(宿迁供电公司, 江苏 宿迁 223800)

**摘要:**持续发展分布式光伏电站一定程度上提高了绿色能源在我国电能消费结构中的比例,降低了对化石能源的依赖,促进了我国环境和社会的和谐发展,但大规模的光伏电厂建设也给电网调度自动化运维人员带来了一定的挑战。当前光伏电站并网发电需通过实时交换机、纵向加密装置和路由器将厂站端实时信号传给调度EMS系统,其电量业务需通过电量采集终端服务器、非实时交换机、防火墙装置和路由器传到省地县一体化电能量采集系统。这一方式不仅设备成本高昂,而且后期维护成本也较高,一定程度上削弱了资本进入光伏发电市场的积极性。本文立足实际情况,针对光伏电站规模小、分散性强和投资高昂的特点,探讨了一种通过GPRS (General Packet Radio Service, 通用分组无线服务) 技术采集措施将光伏电站侧实时、非实时信号传到自动化系统的方案。理论分析表明该方案不仅可有效降低光伏电站在厂站自动化设备方面的投入和后期维护工作量,节约相应的成本,而且可行性很强,具有一定的实用性和推广应用价值。

**关键词:**分布式光伏电站; 并网; 分散性; GPRS; 实时信号; 电量业务; 自动化系统

## 0 引言

我国国民经济的快速发展,一方面有效提高了国民的生活水平,另一方面也消耗了大量的电能,给电网的发展带来了巨大的挑战,经过长期的持续发展我国的电网规模和电能消耗水平均处于世界第二位。因当前我国80%左右的电能为火电,大量的电力消耗不仅耗费了大量的一次能源,而且也给环保工作带来了巨大的压力,因此加大对可再生能源发电的开发利用,减少一次能源在电能结构中的比例很有必要。

我国幅员辽阔,地理面积广阔,蕴藏着丰富的太阳能资源,太阳能具有清洁、无污染、可再生的特点,利用太阳能开展光伏发电不仅可以减少对一次能源的消耗,提高绿色能源在终端消费中的比例,而且可以一定程度上缓解当前困扰我国政府的阴霾气候,因此加大对太阳能光伏发电的研究具有现实意义。

宿迁地区当前共建有9个光伏电站,且有数个光伏电站处在规划筹建阶段,截止2012年底光伏机组总装机容量已达44.68MW。目前国内学者对光伏发电的研究大多集中在光伏电站并网发电电能质量<sup>[1-2]</sup>、并网稳定性控制策略<sup>[3-4]</sup>和产业发展展望等方面<sup>[5-7]</sup>,而对光伏电站如何接入调度自动化系统方面的研究较少。本文针对光伏电站发电规模小、分散性强和投入高的特点,探讨了一种通过GPRS无

线技术接入调度自动化系统的方案,通过实际理论分析和对比表明该方案的有效性和可行性。

## 1 我国光伏资源分布



图1 我国太阳能资源分布图

我国太阳能资源丰富,图1给出了我国太阳能资源的大致分布图,该图中按每平方米年太阳辐射总量大小将我国分为I、II、III和IV等四类地区。由图1中可看出我国的青海、西藏等地区太阳能资源最为丰富,为I类地区,其年太阳辐射总量达到 $6700\text{MJ}/\text{m}^2$ ;我国的新疆、甘肃、青海和华北地区太阳能资源较为丰富,属于II类地区,其年太阳辐射总量介于 $5400\text{MJ}/\text{m}^2$ 和 $6700\text{MJ}/\text{m}^2$ 之间;我国的东北、华东、华南和中部部分地区太阳能资源相对丰

富，属于Ⅲ类地区，其年太阳辐射总量介于 $4200\text{MJ}/\text{m}^2$ 和 $5400\text{MJ}/\text{m}^2$ 之间；我国的四川和重庆地区太阳能资源较为贫乏，属于Ⅳ类地区，其年太阳辐射总量低于 $4200\text{MJ}/\text{m}^2$ 。

由以上分析可知我国大部分地区年太阳辐射总量超过 $4200\text{MJ}/\text{m}^2$ ，这为大规模开展光伏电站并网发电提供了可行性支撑。为充分利用这些太阳能资源，一定程度上完善我国的能源消耗结构，我国政府也出台了相关政策鼓励光伏产业的发展，其中《国家能源发展规划》在2010-2020年的中长期规划中明确将太阳能光伏电站的大规模建设作为我国重点发展的领域之一，经过近几年的持续发展取得了显著的效果，且今后的发展空间更为广阔。

2 宿迁光伏发电情况

宿迁位于华东地区，地处江苏省北部，地理面积大约为 $8555\text{km}^2$ ，太阳能资源分布较为丰富，在全国属于太阳能资源分布的Ⅲ类地区。近几年分布式光伏发电发展速度较快，为简明直观地说明光伏电站利用太阳能发电及并网的过程，本文绘制了某光伏电站并网发电流程图，如图2。

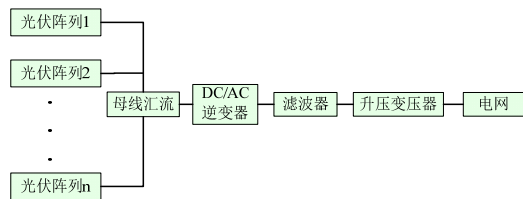


图2 光伏电站并网原理图



图3 宿迁某光伏电站现场图

为有效促进宿迁地区光伏产业的发展，提高宿迁地区可再生能源的利用水平，宿迁供电公司积极响应国家政策为光伏电站并网发电提供便利条件，调度自动化运维人员主动作为，为地区光伏电站的

并网发电提供了可靠技术支撑。经过近几年的发展，宿迁光伏电站的容量和规模均有所提高，全市当前共建有9个光伏电站，其中图3为宿迁地区某光伏电站的现场生产图。

为更加具体地说明宿迁地区光伏电站的发展情况，本文给出了全市光伏电站分布情况和装机容量表，表中详细统计了市区和所辖各县光伏电站的个数和装机容量信息，具体如表1所示。

表1 宿迁地区太阳能光伏电站情况统计

地区	光伏电站个数	最大装机容量/MW	最小装机容量/MW	总装机容量/MW
市区	3	9.3	0.45	16.18
泗阳县	3	9.8	1.5	15.3
沭阳县	1	8.9	8.9	8.9
泗洪县	2	2.9	1.4	4.3
合计	9	9.8	0.45	44.68

表1给出了当前宿迁地区光伏电站数量和装机容量等信息，但缺少具体的年发电量信息，为进一步说明宿迁地区光伏电站发电量情况，本文给出了宿迁地区各个县区2012年的光伏发电量统计情况，具体如表2所示。

表2 各县区2012年光伏电站发电量

地区	市区	泗阳县	沭阳县	泗洪县	合计
发电量/万kWh	1482	1851	897	422	4652

由表1中可以看出，宿迁地区各个光伏电站的装机容量差异较大，全市光伏电站中装机容量最小的为0.45MW，最大的为9.8MW。由表2汇总可知宿迁地区2012年太阳能光伏发电量达到4652万kWh，按照每度电需耗费340克标准煤来计算可节约1.58万吨标准煤。假若2020年宿迁地区的光伏电站装机容量达到2012年的10倍，则届时每年可节约大约15.8万吨标准煤，而且可大大减少温室气体、二氧化硫和氮氧化合物的排放量，有效减少和消除近期困扰全社会的阴霾天气，对建设资源节约型和环境友好型的生态宿迁具有重大意义。

3 传统接入自动化系统的方案

非统调电厂不仅要向地调上传遥测、遥信信息，而且需要将其现场的发电量通过Ⅱ区传给省地县一体化电量采集系统。按照《江苏电网调度技术支持系统厂站自动化设备接入规范》规定，非统调电厂现场的自动化设备需配备双套数据处理及通信（远动）装置、双套调度数据网接入路由器、双套

二次安全防护设备和一套电量采集终端服务器,图4给出某厂站这些设备接入调度自动化系统的示意图。

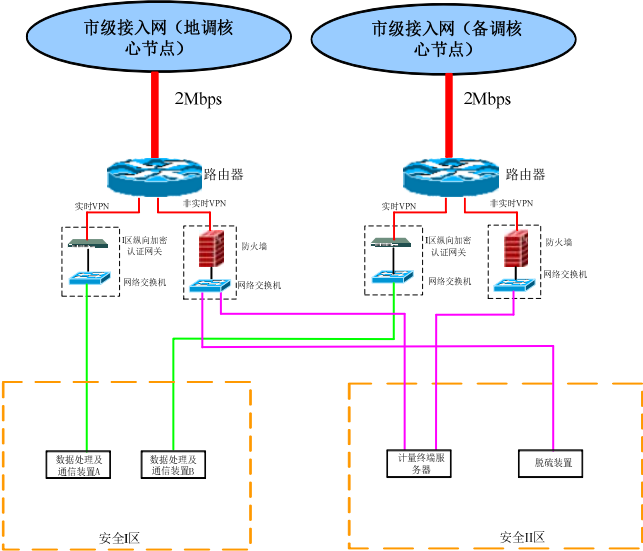


图4 光伏电厂自动化设备与调度数据网连接图

该方案的优点为：厂站端的路由器、实时业务加密装置、非实时业务防火墙和数据处理通信装置等均采用冗余配置，通过两套路由器分别接入市级接入网地调核心节点和备调核心节点。现场采用双总控配置，可大大提高该厂站业务的可靠性，对于接入调度自动化系统的实施业务均采用纵向加密认证措施，非实时电量业务采用防火墙装置，现场安全防护水平很高；因此这一方案不仅安全可靠，而且相当于双套系统，有效降低了业务中断的概率。

该方案的不足之处为：该方案采用的设备均为高技术含量设备，这些设备不仅价格昂贵，而且后期维护成本也较高，需要专业的技术人员进行维护。按照概率理论来分析，设备越多其发生故障的可能性就越高，因设备均属于高科技设备，非专业人员无法对其进行即时消缺维护，一定程度上无法保证消缺的及时性和有效性；另一方面增加了光伏电厂建设和维护成本，某种意义上降低了资本进入光伏发电产业的积极性。

目前宿迁地区所有光伏电厂均采用此方案接入调度数据网，其中图5为该方案下泗阳国信光伏电厂接入调度数据网后，该厂站现场实时信号传到I区的实时接线图；图6给出了该方案下某日泗阳国信光伏电厂I区的上网负荷曲线，由图中可看出该光伏电厂只有在白天6点-18点期间才有上网负荷，夜间不发电；图7给出了II区省地县一体化电量采集系统

中大唐沐阳光伏电厂某日的具体发电量数据，由图中可以看出中午10点至15点期间发电量数据较大，其峰值出现在中午12点-13点之间。

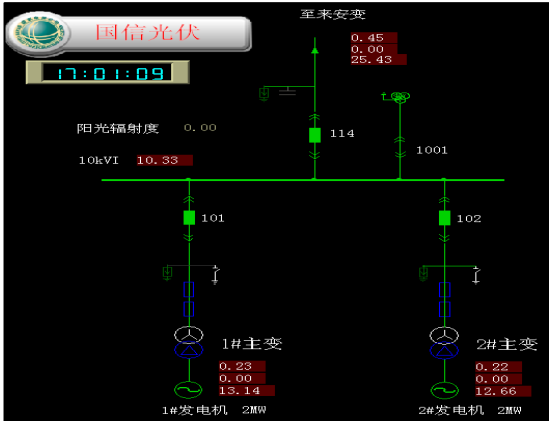


图5 I区国信光伏电厂一次信号图

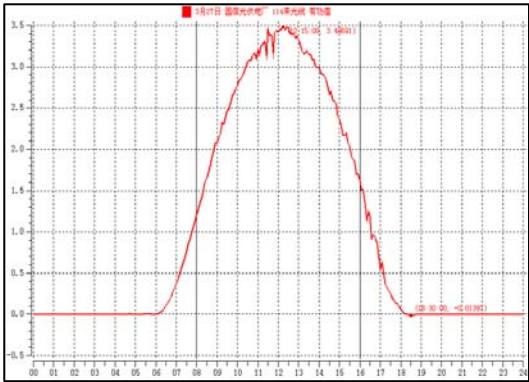


图6 I区国信光伏电厂某日上网负荷曲线

电量数据	
大唐沐阳光伏电厂 电量数据查询	
<< 2013-03-27 >>	主表 一次增量
06:00	0.00
07:00	238.80
08:00	1,561.20
09:00	3,499.20
10:00	5,128.80
11:00	6,290.40
12:00	6,835.20
13:00	6,903.60
14:00	6,342.00
15:00	5,281.20
16:00	3,782.40
17:00	2,026.80

图7 II区大唐沐阳光伏电厂某日发电量

#### 4 GPRS 接入方案

当前厂站端接入调度数据网普遍采用的光纤通信的方式，该方式不仅投资较大，而且后期维护工作量较为繁重<sup>[8]</sup>。GPRS作为全球数字移动电话系统高速发展的产物，可以为广大移动用户提供快速、



安全和可靠的数据服务业务。与传统通信方式相比，GPRS具有的独特优势如下：

- 1) 采用分组交换技术，且市场应用相当成熟；
- 2) 支持双向通信且数据传输率高，其理论传输速率达到114kbs，且接入系统响应时间短；
- 3) 合理利用网络资源，可满足用户永远在线的需求；
- 4) 收费方案采用按流量收费，不产生额外费用，合理公道；
- 5) 初期投资较少、后期维护量简单，而且具有很好的安全可靠性能。

综上所述GPRS方案优势明显，因光伏电厂侧仅需向调度主站传送开关遥信、相关测量值的遥测值和上网计量关口的电表数据，信息量较少，需产生的GPRS流量也较少，因此每月的流量费用较低。为说明光伏电厂采用该方案接入自动化系统的原理图，本文给出了厂站端某光伏电厂采用GPRS方案向自动化系统上传实时信号和非实时信号的流程图，具体如图8所示。

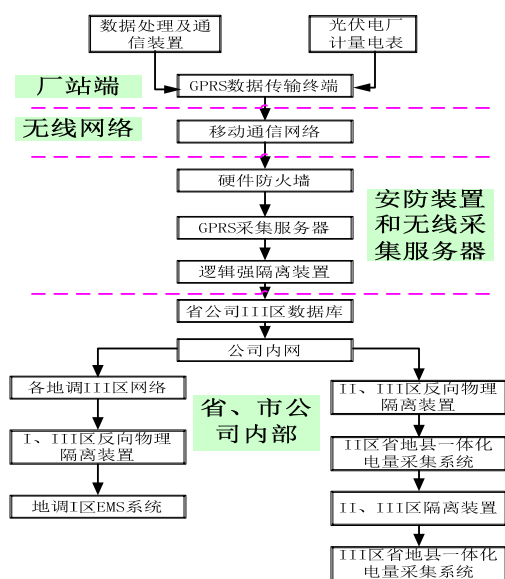


图8 GPRS方案下光伏电厂接入流程图

该方案的优点为：光伏电厂侧设备较少，且设备成本较低。利用了移动无线网络，一定程度上减少了用户在自动化和通信设备上的投入，同时平时维护工作量也较少。该方案一方面降低各个地市公司自动化运维人员的工作量，另一方面可以实现省公司对这些非统调光伏电厂的集中管理。

该方案的不足为：光伏电厂侧相关设备未采用冗余配置，现场的安全防护能力和可靠性指标相对较差。

## 5 结论

太阳能光伏电厂作为一项高技术含量的资本密集型产业，为其发展提供一种节约成本的方案可一定程度上响应国家关于大力发展新能源发电的号召，同时也可彰显国家电网“奉献清洁能源 建设和谐社会”的公司使命。本文针对光伏发电厂具有的容量小、分散性强和投资高昂的特点，从节约厂站端建设成本和减少维护量的角度出发探讨了一种采用GPRS方案接入自动化系统的方式，并经与传统接入方式比较和实际的理论分析表明具有很强的实用性。该方案下自动化系统不仅可以可靠采集到光伏电厂的实时数据和电能量计量数据，而且可以有效降低光伏电厂在自动化设备方面的投资成本和维护费用，为光伏电厂信号接入调度数据网提供了一种新的思路，具有一定的实际推广应用价值。

### 参考文献：

- [1] A.E. Curtright, J. Apt. The character of power output from utility-scale pv systems. Progress in pvs: Research and Applications.2008(16), pp. 241-247.
- [2] S. Favuzza, et al., Comparison of power quality impact of different pv inverters: the viewpoint of the grid. Industrial Technology, 2004. IEEE ICIT '04.2004 IEEE International Conference on, 2004, pp. 542-547.
- [3] 周德佳,赵争鸣,袁立强,等.300kW光伏并网系统优化控制与稳定性分析[J].电工技术学报,2008, 23(11): 116-122.
- [4] 王岩.光伏发电系统MPPT控制方法的研究[D].保定: 华北电力大学, 2008.
- [5] 李文婷, 刘宏, 陈慧玲. 国内外太阳能光伏发电发展综述[J]. 青海电力, 2004, 23(4): 3-6.
- [6] 黄讯. 我国光伏发电的现状与市场展望[J]. 中国环保产业, 2003 (5) : 20-21.
- [7] 赵玉文. 我国太阳能光伏产业发展形式和思考[J]. 世界科技研究与发展, 2003, 25(4): 31-38.
- [8] 周林,孟婧,徐会亮,等. GPRS在电力系统中的应用现状与展望[J]. 2008,29 (3): 8-13.

### 作者简介：

尹永昌（1987-），男，江苏泗阳人，从事工作：电能量采集系统运行与管理、EMS系统维护、PAS维护；

史文萍（1977-），女，江苏盐城人，高级工程师，研究方向：调度自动化运维管理、EMS系统维护、调度数据网和二次安防。