

# 对我国光伏发电发展前景的思考

卿 羊

(成都七中,四川成都 611139)

**摘要:**针对目前传统能源利用带来的环境污染及其所面临的消耗殆尽的危机,对作为新能源之一的光伏发电的原理、光伏发电的趋势以及我国光照分布情况进行了分析与阐述。通过分析我国光伏发电的优缺点并对发电需求量进行了计算,同时对近年来国家支持光伏行业的政策进行了梳理,得出了我国在光伏发电方面潜力非常大、发展空间十分广阔的认识。如果国家再提供更多的扶持政策,光伏发电将具有十分良好的发展前景。

**关键词:**环境保护;光伏发电原理;光伏发电趋势;光伏行业政策;思考

**中图分类号:**TK519;TK51;TK511;[TK514]

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2014)01-0099-05

## 1 概述

众所周知,近年来我国的环境景况日益恶化,中央气象台连续发布大雾黄色预警和霾黄色预警,我国已有多达25个省(自治区、直辖市)不同程度地出现过雾霾天气。面对如此窘态,笔者作为一名科普爱好者心急如焚,迫切想找出环境恶化的原因并尽己所能寻找解决的办法,为早日实现“中国梦”尽一份薄力。

笔者通过查阅相关资料并进行认真分析了解后认为:在形成“霾”的原因中,无疑利用煤炭发电、取暖以及汽柴油车所产生的尾气已成为对空气质量造成恶化的最大的人为条件。在人们享受以煤炭和石油为主的传统能源所带来的舒适生活的同时,其对环境的危害日趋明显。

随着人类生产、生活水平的不断提高,能源需求量急剧上升,已出现供不应求的局面;同时,煤炭、石油、天然气等不可再生能源的大量开采,资源存储量已逐年减少,已对子孙后代造成威胁。因化石燃料过度消耗产生的温室效应亦已成为世界范围内的关注焦点,世界各国正在各个领域大力发展低碳策略,但这一问题可能会随着化石燃料开采和使用的增加而持续恶化<sup>[1]</sup>。目前,中国已经位列世界上第一大二氧化硫排放国,同时也是世界上继美国之后的第二大二氧化碳排放国。面对这种局面,无不令人痛心疾首。

笔者通过学习、了解后对太阳能光伏发电这一新能源产生了浓厚的兴趣,认为既然是不可再

生能源愈用愈少且污染严重,为何国家不下大力气发展可再生能源,诸如光伏发电。笔者深究其精髓并将其优缺点、发电原理等阐述于后,供大家参考,期望共同为我国整治环境污染尽力。

太阳能光伏发电作为可再生能源的重要组成部分,相比于其他新能源,太阳能具有其独特的优势。据计算,太阳1s内发出的能量相当于1.3亿t标准煤燃烧时所放出的热量,而到达地球表面的太阳能大约相当于目前全世界所有发电能力总和的20万倍;地球每天接收的太阳能相当于全球一年所消耗的总能量的104倍。基于此,世界各国纷纷大力发展太阳能光伏产业。据测算,安装1MW光伏系统至少要比现有同样规模最“干净”的燃煤电厂减少二氧化碳(CO<sub>2</sub>)排放量2万t、减少二氧化氮(NO<sub>2</sub>)排放量25t<sup>[2]</sup>。有机构预测:如果我们把人类1/100的建筑物上都安装配备太阳能光伏发电装置,以目前太阳光能利用率的1/7计算,其所发的能源供应量就足以满足目前人类总耗能的需求。

## 2 太阳能光伏发电原理

### 2.1 太阳能光伏产业链

光伏产业链包括硅料(多晶硅)、硅棒/晶片、电池片、电池组件、应用系统及安装等5个环节。上游为硅料/晶片环节;中游为电池片、电池组件环节;下游为应用系统环节。从全球范围看,该产业链5个环节所涉及到的企业数量依次大幅增加,光伏市场产业链呈金字塔形结构。

### 2.2 太阳能光伏发电原理

收稿日期:2013-11-10

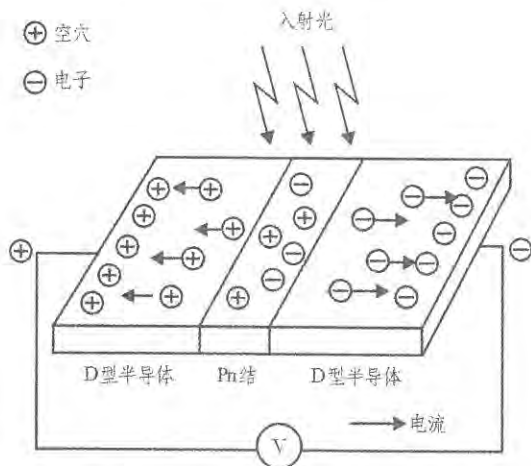


图1 太阳能光伏发电原理示意图

如图1所示,当光线照射在太阳能电池上并且光在界面层被吸收后,具有足够能量的光子就能够在P型硅和N型硅中将电子从共价键中激发,以致产生电子——空穴对。界面层附近的电子和空穴在复合之前,将通过空间电荷的电场作用被相互分离。电子向带正电的N区以及空穴向带负电的P区运动。通过界面层的电荷分离,将在P区和N区之间产生一个向外的、可测试的电压,此时,可在硅片的两边加上电极并接入电压表。通过光照在界面层产生的电子——空穴对越多,电流越大。界面层吸收的光能越多,界面层即电池面积越大,在太阳能电池中形成的电流亦越大。利用这种光生伏特效应,辅以精确的控制系统,大于全球发电能力总和20万倍的太阳能就能转化为电能而被人类所利用,这是多么令人欢欣鼓舞的一件事情啊!

### 3 光伏发电的发展现状与趋势

#### 3.1 全球光伏发电的现状与趋势

有关资料显示,目前全世界已有上百个国家投入到普及应用太阳能电池的热潮中并正在大规模地进行新型高效太阳能电池的研制开发。彭博社的报告显示,预计2013年全球太阳能发电新装机容量将首次超过风能发电装机容量。2013年,全球光伏发电装机容量将新增36.7GW,比2012年高20%;而风能装机容量仅新增35.5GW,比去年降低25%。在美国,截止2013年10月,太阳能发电装机容量为2.528GW,是同期风能发电装机容量1.027GW的两倍多。

根据世界能源组织(IEA)对太阳能光伏发电

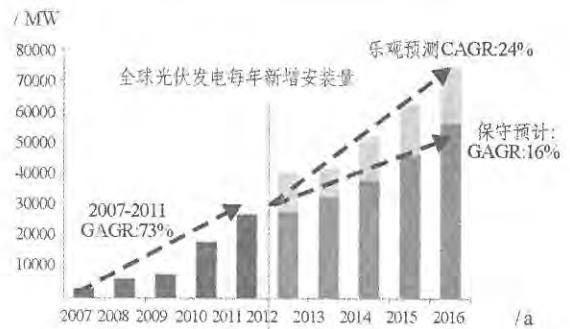


图2 全球光伏市场增长趋势图(2012年开始为预测数据)

未来发展的预测,2020年世界光伏发电量占总发电量的1%,2040年占总发电量的20%(图2);根据欧洲联合研究中心(JRC)及欧洲光伏工业协会(EPIA)对未来可再生能源和太阳能发电的预测,到2030年,可再生能源在总能源结构中占到30%以上,太阳能光伏发电在世界总电力供应中将达到10%以上;2040年,可再生能源将在总能源结构中占到50%以上,太阳能光伏发电将占总电力的20%以上;到本世纪末,可再生能源在能源结构中占到80%以上,太阳能发电占到60%以上<sup>[3]</sup>。以上数据无不显示出太阳能所具有的、重要的战略地位。

#### 3.2 我国光伏发电的现状与趋势

中国国家能源局(NEA)日前预计,到2013年年底,中国并网的太阳能装机容量将达到10GW(该数据为累计数据)。中国到2015年,太阳能发电的装机容量目标为35GW。2013年10月,国家能源局局长吴新雄表示:到2015年,分布式太阳能装机容量目标将拓展到20GW(图3)。

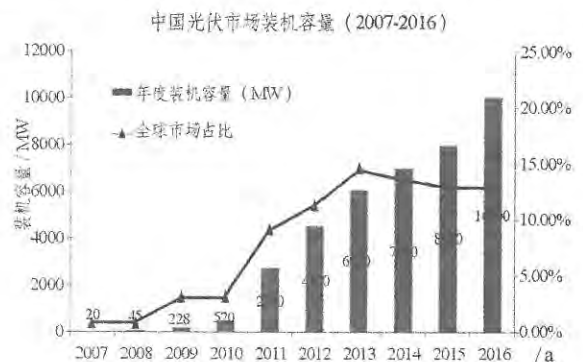


图3 中国光伏市场增长趋势图

### 4 我国太阳能资源概况及分布情况

我国幅员辽阔,有着十分丰富的太阳能资源。据估算,我国陆地表面每年接受的太阳辐射能约

为  $50 \times 10^{18}$  kJ, 全国各地太阳年辐射总量达  $335 \sim 837$   $\text{kJ}/\text{cm}^2 \cdot \text{a}$ , 中值为  $586$   $\text{kJ}/\text{cm}^2 \cdot \text{a}$ 。太阳能资源的分布与各地的纬度、海拔高度、地理状况和气候条件有关。我国太阳能资源分布的主要特点为: 太阳能的高值中心和低值中心均处于北纬  $22^\circ \sim 35^\circ$  一带。青藏高原是高值中心, 四川盆地为低值中心, 而四川西部地区的资源值则是高值; 太阳年辐射总量的具体情况是西部地区高于东部地区。除西藏和新疆两个自治区外, 基本上都是南部低于北部; 由于南方多数地区云雾及雨水较多, 在北纬  $30^\circ \sim 40^\circ$  地区, 太阳能的分布情况与

一般的太阳能随纬度而变化的规律相反, 太阳能不是随着纬度的增加而减少, 而是随着纬度的增加而增长的。

需要说明的是: 不是太阳能资源越好的地区越适合建设光伏电站。根据《国家发展改革委关于发挥价格杠杆作用促进光伏产业健康发展的通知》(发改价格[2013]1638号), 根据各地太阳能资源条件和建设成本, 将全国分为三类太阳能资源区, 相应制定了光伏电站标杆上网电价, 并且载明西藏自治区光伏电站标杆电价另行制定(表1)。

表1 全国光伏电站标杆上网电价表(2013年发布)

资源区	光伏电站标杆上网电价 /元·(kW·h) <sup>-1</sup> (含税)	各资源区所包括的地区
I类资源区	0.9	宁夏, 青海海西, 甘肃嘉峪关、武威、张掖、酒泉、敦煌、金昌, 新疆哈密、塔城、阿勒泰、克拉玛依, 内蒙古除赤峰、通辽、兴安盟、呼伦贝尔以外地区
II类资源区	0.95	北京, 天津, 黑龙江, 吉林, 辽宁, 四川, 云南, 内蒙古赤峰、通辽、兴安盟、呼伦贝尔, 河北承德、张家口、唐山、秦皇岛, 山西大同、朔州、忻州, 陕西榆林、延安, 青海、甘肃、新疆除I类资源区以外的其他地区
III类资源区	1	除I类、II类资源区以外的其他地区

## 5 我国发展太阳能光伏发电的优、缺点

### 5.1 我国太阳能光伏发电的优点

第一, 我国光伏产业起步早, 光伏组件、系统技术逐步成熟, 为国内光伏发电的发展提供了前提; 第二, 可以充分利用我国丰富的太阳能辐射资源, 解决在经济社会发展过程中能源供应的资源瓶颈问题; 第三, 太阳能光伏发电的过程, 不排放包括温室气体和其他废气在内的任何物质, 不污染空气, 不产生噪声, 对环境友好, 不会遭受能源危机或燃料市场不稳定而造成的冲击; 第四, 通过近几年的技术进步, 我国太阳能光伏发电的成本在逐年降低, 每  $\text{kW} \cdot \text{h}$  电的成本逐步与传统能源接近。

### 5.2 我国太阳能光伏发电的缺点

第一, 目前我国光伏电站系统还以低发电效率的多晶硅电池系统为主, 衰减现象严重且普遍; 第二, 目前的光伏发电成本高于传统能源发电(火电)一倍左右, 产业的发展依靠国家补贴, 没有能够实现自身良性发展; 第三, 光伏电站占地面积大, 如果不与建筑、农牧业相结合, 则存在土地资源浪费严重的问题; 第四, 此前的政策引导以安装量作为补贴的依据, 部分地区出现了抢装不能并网的问题; 第五, 光伏发电并网瓶颈问题突出。

由于太阳能资源受昼夜更替和季节变化影响较大, 光伏发电系统单独并网对电网的影响与风电系统单独并网类似, 其波动的功率给电网调度及运行增加复杂性<sup>[4]</sup>。光伏发电的“间歇性”特征明显, 其并网发电后发生“脱网”现象的可能性较大, 对电网的冲击程度高。而现有电网体系的输配电能力还不足以应对大规模的光伏电站“脱网”现象, 因此, 技术因素成为限制光伏电站并网的重要因素。

## 6 我国光伏发电可能的装机容量

国家能源局的数据显示, 截至2012年底, 2012年我国全社会用电量为4.9万亿  $\text{kW} \cdot \text{h}$ 。如果按照5%为光伏发电, 那么, 光伏发电需要贡献2450亿  $\text{kW} \cdot \text{h}$  的发电量, 则我国需要约184.5 GW的光伏电站。而2013年, 我国累计太阳能发电装机容量仅为10 GW。由此可见, 中国光伏发电的总装机量还有很大的市场空间。

我国地大物博, 自然资源储量丰富, GDP总量排名全球第二, 但一旦计算人均占有量, 中国总是排在世界的中下位置, 淡水资源还不到世界人均水量的1/4, 煤炭、石油等自然资源人均占有量远小于世界平均水平。国土资源部曾指出, 我国是人均占有量较低的资源小国。中国是光伏装机

小国,也是在新能源发展方面的小国。因为我们的光伏装机容量在总用电量中的占比还不到0.1%,与欧洲部分国家动辄超过10%的占比差距非常大。

### 7 光伏发电的技术进步及趋势

(1) 光伏发电产业开始逐步进入到“成熟期”,光伏电站投资者的财务模型也已从“瓦特价格模型(Per Watt)”转变到“系统度电成本模型(Per Kwh)”。土地成本上升和环境友好的要求使光伏电池及发电系统的效率取代产业规模和增长速度成为竞争的关键。

(2) 从产业链制造方面分析,光伏发电的产业链成本重心已经完成向产业链后端的转移,成本已从重量的函数演变为面积的函数。在电池组件转化率方面,国内多晶硅电池组件平均转化率为15%,单晶硅电池组件平均转化率接近17%,个别企业的高效单晶硅电池组件转化率已达到20%以上甚至更高。晶体硅产业中不同路径(浇铸多晶硅、普通单晶硅和高效单晶硅)的竞争实际上是低技术门槛企业采用的速度——效益型竞争和高技术企业采用差异化的效率——效益型竞争的比较。

### 8 国家近年来出台的光伏产业扶持政策

我国在2006年颁布并实施了《可再生能源法》,鼓励使用太阳能光伏发电系统。2009年以来,我国连续发布了《太阳能光电建筑应用财政补助资金管理暂行办法》、《关于加快推进太阳能光电建筑应用的实施意见》,支持开展光伏建筑应用示范,实施“太阳能屋顶计划”。2009年7月,国家有关部门又印发了《关于实施金太阳示范工程的通知》,计划在2到3年内,财政补助不低于500 MW的光伏发电示范项目,并采取多种方式加快国内光伏发电的产业化和规模化发展。2012年9月,国家能源局发布《太阳能发电发展“十二五”规划》,提出到2015年底我国太阳能发电装机容量将达到2100万kW(21 GW)以上,这意味着未来3年中国光伏发电装机容量有望扩大6倍以上。

2013年7月,国务院印发了《关于促进光伏产业健康发展的若干意见》(国发[2013]24号,以下简称《若干意见》)。为贯彻落实《若干意见》中的有关要求,国家发展改革委、工业和信息化部

部、财政部、国家能源局等有关部门,从光伏发电补贴、标杆电价、企业增值税以及分布式发电管理等方面制定了一系列政策措施用以在国内大力促进光伏发电发展并已取得较好效果。

这些政策措施有利于加快启动我国的光伏发电市场,促进光伏发电项目合理布局,发挥价格杠杆作用,激励光伏企业提高技术水平,缓解光伏设备制造上游企业生产经营困难,为我国光伏产业健康可持续发展创造良好的环境。

### 9 结语

笔者针对目前传统能源的利用所带来的环境污染及所面临其消耗殆尽的危机,通过学习、了解,对光伏发电原理、优势和缺点、我国光照分布情况以及光伏发电趋势与相关补贴政策进行了分析,通过分析我国光伏发电需求量、光伏发电经济模型并对近年来国家支持光伏发电行业的政策进行了梳理,得出了我国在光伏发电方面的潜力非常大、发展空间十分广阔的结论。

光能是一种清洁、可再生能源,并且太阳能资源在我国广泛分布。鉴于我国是一个能源消耗大国,太阳能光伏发电系统对于我国的可持续发展、保持能源供给的独立性和安全性具有重要意义。光伏发电的发展离不开政府的大力支持,并且光伏电站的建设要与环境保护相结合,只有国家与企业联手,光伏发电才有可能有大的发展,期望笔者的思考能对光伏发电的发展有所帮助。最后,笔者对如何更好地发展我国的光伏发电事业提出了几点建议:

(1) 完善“上网电价法”(FIT)实施细则,按照不同资源制定不同的上网电价,在电价上体现各利益攸关方的权益,使法规在全国有效、普遍实施;加强和完善“FIT”的实施监管制度,依照“依法治国”原则使“FIT”得到切实地贯彻实施。

(2) 国家应明确电网企业的并网义务,要通过制定“上网电价法”等法律法规来敦促电网企业积极并网购电;国家电网、南方电网等电网企业及相关科研院所应在智能电网技术和规模储能技术等的研发和推广方面加大力度,破解接纳光伏电力并网的技术瓶颈。

(3) 疏通光伏电站企业融资渠道。鉴于光伏电站项目投资巨大,只有建立健全银行等金融市场主体特别是国家开发银行等政策性银行对光伏

电站项目的贷款政策支持支撑,才能解决融资难题。

(4) 除分布式光伏电站以外,支持并保护在边远地区、少数民族地区建设高效率大型光伏电站。土地是不可再生资源,光伏电站项目占地面积大,应大力支持能与农业、畜牧业相结合的高效光伏电站,对于防止草场的沙化具有积极意义,同时亦能为当地财政收入的改善、农牧民就业、维持少数民族地区稳定做出有益贡献。

参考文献:

[1] 刘伟,朱继柱. 光伏产业的“中国梦”——从美国的“双反”说起(上接第87页)

水泵以保证当大量洪水流入集水井时可以迅速排放,以保证厂房设备安全。

5 结语

斐济南德瑞瓦图再生能源电站针对环保要求,对渗漏排水系统进行了合理规划并采取了有

(上接第89页)



图3 弧段浇筑效果图

- 起. 科技创新导报,2013,8(8):71-76.
- [2] 何钟,何枫,孙丽雅. 循环经济视角下我国太阳能光伏产业发展问题对策研究[J]. 西北工业大学学报(社会科学版),2011,31(4):24-26.
- [3] 周四清,马超群,李林. 太阳能光伏产业可持续发展理论研究思考[J]. 科技进步与对策. 2007,24(7):88-90.
- [4] 蔡国伟,孔令国,等. 大规模风光互补发电系统建模与运行特性研究[J]. 电网技术,2012,36(1):65-71.

作者简介:

卿羊(1997-),男,四川成都人,在读高中生,科普爱好者.

(责任编辑:李燕辉)

效的处理措施,对电站产生的废水排放进行了行之有效的处理,确保了当地生态的可持续发展和电站的安全稳定运行。

作者简介:

席伟(1966-),男,四川广安人,工程师,从事水电站、变电站电气设备试验工作.

(责任编辑:李燕辉)

5 结语

中、低强度的骨料通过外加剂的合理选择,亦可配制出稳定、高强度的硅粉混凝土。根据硅粉混凝土特性,在高温、干燥地区,采用盖模法施工更容易解决表层裂缝问题。

作者简介:

宁俊云(1962-),男,湖南邵东人,副总经理,高级工程师,学士,从事国际工程管理工作;

李秋石(1975-),男,河北抚宁人,副总工程师,高级工程师,学士,从事水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

### 2014年国家能源局将新核准水电装机2000万千瓦

1月26日,能源局发布《2014年能源工作指导意见》(以下简称《意见》)。2014年,将新核准水电装机2000万千瓦。《意见》指出,在做好环境保护和移民安置的前提下,加快金沙江、澜沧江、大渡河、雅砻江等大型水电基地建设,抓紧外送输电工程建设。研究制定抽水蓄能发展政策,完善抽水蓄能电站建设运行管理。研究优化流域水电站运行管理,提高水能资源梯级利用效能。推动完善水电环境影响评价标准,探索移民土地补偿费用入股和流域梯级效益补偿机制,研究制定龙头水库征地补偿机制和利益共享机制。通知要求,2014年,能源消费总量要控制在38.8亿吨标准煤左右,同比增长3.2%;用电量5.72万亿千瓦时,同比增长7%。2014年,新核准水电装机2000万千瓦,新增风电装机1800万千瓦,新增光伏发电装机1000万千瓦(其中分布式占60%),新增核电装机864万千瓦。煤电基地开工和启动前期工作规模7000万千瓦,占全国煤电总装机比重达8%。

### 全球光伏发电新装机量或超风电

彭博社于2013年12月1日发布的最新年度新能源发电报告预测,2013年全球光伏发电装机容量将新增36.7千兆瓦,比去年同期增加20%;风能发电装机容量将新增35.5千兆瓦,比去年同期降低25%。全球太阳能发电新装机容量将首次超过风能发电装机容量。彭博报告表示,以发电量计算,截至三季度末,全球太阳能发电量比去年同期增加6.407千兆瓦时,月均增长率为17%;风能发电量月均增长率为0。美国太阳能行业协会数据显示,截至三季度末,美国太阳能发电新装机容量为2.528千兆瓦,超过同期风能发电新装机容量1.027千兆瓦的2倍。