

光伏发电的现状&我国的差距

Present State of PV Technology and China's Gap

王斯成

(机电部六所,高级工程师, 北京 100083)

光伏发电是新能源的重要分支。光伏发电系统安全可靠,无噪声,无污染,不需消耗燃料,无需架设高压输电线路,建设周期短,规模大小随意。由于光伏发电系统无机械转动部件,不但故障率极低,而且维护简单;此外,光伏发电又较少受地区资源的限制,阳光资源在全球分布的均一性比起其它可再生资源(如水力、风能、地热、海洋能等)要好得多。正因为如此,光伏发电受到各国的普遍的重视,发展很快。1980 年全世界太阳电池的产量仅 2.5 兆瓦,1992 年已高达近 60 兆瓦(见表 1)。

美国在 1973 年首先制定了政府级的阳光发电计划,1975~1987 年投入 6.5 亿美元,此后平均每年不少于 4000 万美元。近年来又在向电力规模的应用发展,1988 年制定 PVUSA 计划,正式将光伏发电列入公共电力规划;1992 年底,又发布了一项新的支持光伏事业发展的计划,定名为 Solar 2000,目标是到 2000 年美国的太阳电池总产量达到 1 400 兆瓦,是目前全世界累计用量的 10 倍。更为重要的是,除了政府的支持,美国各大电力集团正积极地

参与光伏发电工业的发展,除 PVUSA 计划外,美国 13 家电力公司自发成立了光伏电力集团(UPXG)。IDAHO 电力公司投资 500 万美元的光伏供电计划,美国联合电力公司(IPC)的光伏并网电站计划和 SMUD PV 计划,以及纽约电力集团的偏僻住户光伏供电计划等都正在实施。日本从 1974 年开始实行“阳光计划”,投资 5 亿美元,现已发展成为生产太阳电池的世界第一大国(已连续 3 年总产量超过美国)。日本的 Kyocera 公司已在美国圣地亚哥建立分公司,计划将现有的年产 6 兆瓦太阳电池的产量提高到 12 兆瓦(1993 年),并在 1995 年扩大到 30 兆瓦。德国政府更是雄心勃勃,近年来连续发布一些新的光伏计划,如 GTZ 的光伏水泵计划,政府的“5000 屋顶”计划,以及向世界市场进军的“ELDURADO”计划等。Siemens 公司以其强大的经济实力买下了美国最大(也是世界最大)的太阳电池生产厂 ARCO SOLAR(现已更名为 Siemens Solovr)。

表 1 世界太阳电池历年产量

年代	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
年产量 (兆瓦)	0.2	0.5	1.0	1.5	3.3	5.4	8.4	20.8	21.6	23.7	27.3	28.6	35.2	42.2	53.0	55.3	58.6
累计用量 (兆瓦)	0.2	0.7	1.7	3.2	6.5	11.9	20.3	41.1	62.7	86.4	113.7	142.3	177.5	219.7	272.7	328.0	386.6

为了使光伏发电工业稳步发展,各发达国家都投入了大量资金,改进电池工艺和开发新型太阳电池,以降低太阳电池的成本。如英国的 BP SOLAR 和德国的 Telefunken 公司都买下了澳大利亚格林教授的高效单晶硅电池技术,现已在生产线上生产出效率高达 18%的太阳电池(采用一般工艺的工业

化生产的太阳电池效率仅 12~14%);德国的 NUKEM 公司建起了一条年生产能力 1 兆瓦的 MIS 电池生产线,电池效率达 16%,成本降低 30%;美国的 TI 公司在 1992 年建立了小球太阳电池生产线,成本降低了 50%。此外,开发的新型太阳能电池还有各种薄膜电池,如非晶硅电池、多晶薄膜电池、

CdTe 电池, CuInSe 电池等。除了在太阳电池上的努力, 各发达国家还十分重视光伏电池市场的开发。近期的光伏电池市场主要是通讯部门和边远地区, 包括微波中继站、卫星地面站、农村电话系统、边远地区照明、独立光伏电站、混合电站系统、光电水泵系统等, 大约占太阳电池总用量的 62%。其他的民用电, 包括太阳能手表、太阳能计算器、太阳能充电器、便携式电源等, 大约占太阳电池总用量的 31%。此外, 光伏发电并网系统发展较快, 已占光伏市场的约 7%。事实证明, 光伏发电并网系统可以明显提高电网末端的供电质量。这样的系统已经被电力部门认可, 并购买光伏系统向电网输送的电力。美国的 PVUSA 计划和德国的“5000 屋顶”计划都属此类。由于光伏发电并网系统不需储能蓄电池, 运行寿命长达 20 年以上, 发电成本在目前已能达到每千瓦时 0.18 美元, 在美国南部的一些州已可以和电网电价相竞争。预计到 2000 年, 太阳电池的成本将达到每千瓦 1 美元以下, 光伏电价则可降到每千瓦时 0.06 美元, 达到完全可与常规电力竞争的水平。除此之外, 各发达国家还特别注意对光伏发电远期市场的开发, 如海水淡化、电瓶车充电系统等。总之, 他们已将光伏发电作为 21 世纪的重要电力来源之一, 而且已经具有了适应未来市场的成熟技术。

我国的光伏发电应用始于 70 年代, 但直到 1982 年以后才真正得到发展。在 1983~1987 年短短的几年内先后从美国、加拿大等国引进了七条太阳电池生产线, 使我国太阳电池的生产能力从 1984 年以前的 200 千瓦跃到 1988 年的 4.5 兆瓦。但由于财力所限, 市场开拓十分艰难, 几年来太阳电池生产开工率严重不足, 大约只有生产能力的 1/10 (见表 2)。

从研究水平上看, 虽然高效电池、化合物电池, 以及非晶硅电池的实验室水平与国外相差不大, 但在向生产力转化方面却差得很多。在一些新型太阳电池, 如球状电池、MIS 电池、多晶薄膜电池等方面, 国内几乎还是空白。

在应用方面, 我国目前太阳电池主要用于通讯系统和边远地区。很多应用领域, 如光伏水泵、民用电器等都有待开拓; 而对于远期市场, 如光伏发电并网系统、电瓶车充电系统以及海水淡化系统等的开发和示范甚至还没有列入日程。

总之, 我国在光伏发电的研究、开发、生产、应用等方面都与发达国家有很大的差距, 也存在不少问题。

光伏发电属于系统工程, 涉及到不同的工业领域。太阳电池的原材料硅属冶金行业; 封装材料如低铁钢化玻璃、EVA、银、铝浆等属化工行业; 配套用蓄电池属蓄电池行业; 光伏电站和光伏水泵用逆

表 2 我国太阳电池历年产量及售价

年 代	项 目	年产量 (千瓦)	售 价 (元/瓦)	累计用量 (千瓦)
1976		0.5	400	0.5
1977		1	200	1.5
1978		2	120	3.5
1979		5	100	8.5
1980		8	80	16.5
1981		15	75~80	31.5
1982		20	70	51.5
1983		30	60	81.5
1984		50	50	131.5
1985		70	45~50	~200
1986		80	40~45	~280
1987		100	40	~380
1988		晶体硅电池:150 非晶硅电池:200	晶体硅电池:35~45 非晶硅电池:21~23	~700
1989		单晶硅电池:190 多晶硅电池:90 非晶硅电池:200	单晶硅电池:38~45 多晶硅电池:35~48 非晶硅电池:21~25	~1000

1990—1992 基本维持在同一水平, 现累计用量已超过 2 兆瓦
变器属电力电子行业; 电站控制系统、专用仪器设备以及设计软件属于电子及计算机行业; 高效节能负载如灯具、冰箱、电视等又属于民用电。因此, 真正质优价廉的光伏产品取决于整个国家的工业基础和水平。为了发展我国的光伏发电工业, 应当强调如下几点:

1. 我国光伏发电工业的兴起不是市场需求的结果, 而是被引进风刮起来的。目前, 各生产厂家处境困难, 希望国家能给以一定的投入, 促进这一行业的技术进步, 鼓励科研部门有的放矢地去解决厂家现存的生产问题, 如原材料辅助材料的国产化、成品率的提高、太阳电池转换效率的提高等, 最终达到降低成本, 提高质量的目的, 推动光伏发电工业的产业化进程。

2. 应注意建立光伏发电系统的开发和试验基地, 兼有技术开发、产品开发、承接工程、人员培训、工程试验, 以及产品质量检测、控制的内容, 以保证光伏产品的质量, 巩固现有的市场。

3. 大力开拓市场, 在具有市场潜力的应用领域建立示范性项目, 如光伏水泵、海水淡化站、电网末端的并网系统等。通过示范取得技术上的突破和设计、运行经验, 并为今后光伏发电的规模应用打下基础。
(责任编辑 宋义荣)