

美国太阳能研究的新进展和动向

Progress and Trend of Solar Energy Research in U. S. A.

江建民

(甘肃省科学院,高级工程师 兰州 730000)

毛荫秋

(甘肃省科学院能源研究所,高级工程师 兰州 730000)

据世界能源保护委员会预测,到2000年和2020年世界能源消费和生产结构中新能源的比重至少将分别达到约2.5%和5.5%。今年,几位著名能源专家在《再可生能源:燃料和电力的源泉》这本新书中也断言:“如果给以有力的支持,可再生能源将以低于传统能源的价格满足日益增长的能源需求。到21世纪中叶前,可再生能源将占据世界电力市场的60%及直接应用燃料的40%。”新能源,主要是太阳能,作为能源的重要供应者,减轻环境污染和创造就业机会的重要手段潜力很大,因此各发达国家竞相投入巨资,以求在这场国际竞争中领先。就太阳能研究开发的整体水平而言,美国仍处于领先地位。

美国太阳能工业界一直抱怨政府投入太少,告诫政府不要重犯“录相机综合症”(指录相机研究开发的初期不投资,因而失去了几十亿美元的市场及几十万就业机会)。实际上近四年中美国能源部的太阳能研究拨款就增加了40%,1992和1993财政年度都超过1亿美元(见表1);政府拨款的太阳能计划也从过去的纯粹研究模式转变为应用性研究与工业界分摊费用的商品化模式。1992年美国国会通过了能源政策法案(即能源混合同议案),对增加可再生能源研究开发费用、与工业界合作的风险投资项目、技术转化及国际市场促销等问题都作了有力的规定。

在美国太阳能计划中,能源部所属以可再生能源实验室(NREL)和桑迪亚国家实验室(SNL)为代表的研究机构是核心,除了纯粹研究和与工业界合作进行应用性研究外,还承担资源对策评估以及策划、监测和法定认证等任务。一批大学在维持太阳能研究势头,以及为工业界提供人才方面起着至关重要的作用。而以美国太阳能工业协会(SEIA)为代表的工业界在吸引私人投资、参与分摊费用的合作

附表1 能源部太阳能研究拨款 单位:百万美元

	1992 财政年度	1993 财政年度	1994 财政年度
1. 光电	60.40	65.50	155.50
其中:基础研究	8.95	10.50	22.50
先进材料及组件	21.30	20.30	36.40
集光器研究	15.00	17.90	28.00
系统开发	13.50	15.80	5.00
商品化		3.60	53.60
重要设备	1.50	1.00	10.00
2. 光热**	29.10	27.00	62.00
a. 光热发电	21.00	22.00	40.00
其中:集热和贮能技术	8.70	7.80	16.90
系统开发	12.30	14.10	22.10
重要设备	0.10	0.10	1.00
b. 工业加工	8.00	5.00	17.00
其中:太阳能脱毒	4.60	2.75	6.20
工业加工	3.10	2.25	10.00
商品化			5.00
3. 太阳能建筑	8.50	6.30	17.00
其中:太阳能采暖研究	1.50	1.50	1.50
太阳能建筑系统	1.10	1.20	7.00
重要设备	0.50	0.30	0.25
采光和被动式太阳能	3.00	2.30	7.75
被动式降温	2.40	1.00	0.50
4. 其它	(4.00)	(35.725)	(168.25)
其中:贮能(蓄电池/氢能)		11.00	50.00
燃料电池		12.50	35.50
国际活动	2.00	2.00	10.00
合作风险项目	0.00	4.00	25.00
资源评估	1.00	2.00	10.00
转移技术	1.00	3.00	25.00
全国适用技术辅助服务		1.20	2.50
(合计)	102.00	134.525	394.50

* (94 财政年度)为 SEIA 建议数

研究开发项目、接受技术转移、扩大生产规模和降低生产成本、进行市场渗透和开拓最终实现技术的商品化方面的作用也不容抹煞。

一、光电技术

在美国能源部的太阳能拨款中,光电部分约占一半。多年来美国政府共投资 10 亿美元,加上 20 亿美元私人投资,使太阳电池效率和组件可靠性不断改善,组件和系统成本下降了 90%。独立式光电电源系统已在成本上有竞争力,最终定可与传统发电方式竞争。今天,美国的光电技术在世界领先,无论作为国内应用或出口,它都已成为美国安全和竞争力的基础之一。

1. 基础研究

基础研究和先进材料与装备是美国能源部战略研究计划的两个关键环节,也是推进光电技术前沿和维持美国科技领先地位的基础。这方面的研究重点是:NREL 的光电装置性能测试,太阳辐射研究,固态理论(特别是创新性的晶体生长技术)研究,布鲁海文(Brookhaven)国家实验室的环境、安全与健康研究,以及一些大学进行的先进薄膜材料研究。

2. 先进材料和组件

在光电研究经费中约 $\frac{1}{3}$ 是关于先进材料和组件的。目前美国在光电技术的几乎每个领域都保持有效的世界纪录,如先进的薄膜材料(非晶和多晶硅、铜铟硒、碲化镉)和高效率材料(硅,砷化镓,多结组件)。这方面研究的重点是提高电池效率,改善可靠性及开发先进的沉积工艺。

3. 集光器研究

目标是改善集光器的性能和可靠性,降低成本,达到市场可接受的水平;关键是改进工业制造技术。1992 财政年度开始在六家公司开展集光器特定制造工艺的研究。另外,在 SNL 开展的光电集光器研究,最终可能发展成一项与工业界分摊 330 万美元费用的商用集光器样机研制计划。此外,以 30 年工作寿命为目标的封装材料与技术的研究也是个热点。

4. 系统开发

近几年对系统开发给予了足够重视,今后这方面的研究拨款可能会适当减少而转移到元器件上去。

5. 商品化研究

目标是促使无电地区(独立式系统)和有电网地区(联网系统)的最终用户使用。关键研究领域是系统的现场性能评价和认证,近期和长远市场的界定,以及旨在促进用户接受光电技术的教育和鼓励措施。

二、光热技术(发电和工业加工)

1992 和 1993 财政年度能源部拨款分别为 2 910 万和 2 700 万美元,但联邦政府累计投资已超过 10 亿美元,加上 20 亿美元私人投资,使光热系统的性能成本比持续改善。太阳能光热发电和工业加工技术对美国的能源多样化和环境保护起了积极作用。

1. 光热发电

在能源部太阳能研究拨款中,光热发电占光热研究总经费的 70~80%。目前全美光热发电能力已达 350 兆瓦。

中央接收器发电系统是太阳能光热发电的两大主流之一。目前的研究开发集中在建设太阳 2 号(Solar II)工厂。设在南加州的太阳 1 号光热发电厂从 1982 年开始运行。现在太阳 1 号(水—蒸汽接收器和油—岩石储能系统)正改建成太阳 2 号(熔盐接收器和储能系统),发电能力可由原来的 10 兆瓦提高三分之一。相应进行了长寿命低成本反射材料和薄膜定日镜、硝酸盐熔盐器件和先进接收器(如内膜式设计可显著改善接收系统性能成本比,容积和微粒/空气式设计可提高运行温度,扩大应用范围)的研究开发。项目总费用约 4 850 万美元,由能源部、南加州爱迪生公司等八家电业公司、各级地方政府机构和太阳能工业企业分摊,目标是为今后第一个商用中央接收器发电系统减小技术和经济上的风险。预计完成设计制造和设备安装及一年的试验评估期后,太阳 2 号将在 1996 年正式发电。

太阳能光电发电的另一主流是碟式/斯特林发电机组。目前的主要研究内容包括:聚光器,高光通接收器(包括容积和黑气(dark-gas)式设计),布莱通(Brayton)和自由活塞斯特林发动机的可靠性、寿命和抗热冲击性研究,以及 5 千瓦(7.5 千瓦)样机的研制。

2. 太阳能工业加工

这方面的两大进展是太阳能脱毒和高通量材料加工处理。

太阳能脱毒是指在催化剂存在时利用太阳辐射中的高能光子反应形成羟基活性物质将有毒有害物质分解成 CO_2 、 H_2O 及矿物酸等无毒或可进一步处理的物质。美国 1988 年有害废物达 2.8 亿吨,其中 2.4 亿吨通过各种途径进入地表水和地下水中,因此研究重点首先是污水处理。污染包括常用工业溶剂(如三氯乙烯)、染料、杀虫剂,以及其它有机混合物和重金属。目前还须加强催化剂脱毒性能改进的基础研究。由 NREL 和 SNL 负责的试验性污水处理工厂可望在 1993 年内投入运转。此项技术预计 90 年代中可投放市场。另外太阳能脱毒亦可

用于处理含有毒有害组份的土壤。美国国防部和环保署对此均很感兴趣,正共同评估其替代传统焚烧处理方法的潜力,并由美国军队有毒有害物署参与研究。此外,佛罗里达太阳能中心还开发了一种太阳能空气脱毒技术。

在太阳能工业加工方面,NREL 的研究表明,高通量阳光可用来加工处理材料。例如,陶瓷经处理后硬度、抗腐蚀性和抗热性均有显著提高。这种创新的材料加工技术所蕴含的技术进步潜力,目前还难以估量。这重又燃起了人们对太阳炉的兴趣。

此外,在光热技术领域还在进行太阳能(碟式—斯特林发动机机组)/石油燃料混合系统的研制。在传统概念的太阳能光热利用方面,由政府、工业界和最终用户分摊费用的示范、监测项目也在扩大和进行市场渗透。另外,工业致冷的起步计划也在酝酿中。

三、太阳能建筑

全美现有 150 万幢建筑物采用太阳能热水采暖系统,节电 1 500 兆瓦。但近几年能源部对此拨款逐年下降,1993 财政年度在太阳能研究拨款中的比重不足 5%。目前重点在联邦机构内部及与工业界、电业界的协调活动,并在国有财产的非居住型建筑物及需方管理的示范应用项目中鼓励采用主动和被动式太阳能技术,以及少量改进太阳能热水技术中材料(保温、盖层和涂层)和控制系统元器件(电或液力式)性能的研究。典型示范的重点仍在能源高价地区、高太阳辐射地区和要求空气质量高的场合,其主要目的是用可靠的监测数据来澄清太阳能的真实使用效果,并提供确切数据用于计算机模拟程序的效能验证。目前,太阳能建筑技术应用仍侧重在采光和被动式采暖技术,用于降温的比重不大。

(上接第 38 页)

部因素的负面影响。当科学之外的,如政治、经济、文化的需求强烈地作用于科学选择时,决策者不应抛弃科学的基本价值及科学的特点和规律,不应当为了短期行为盲目追求某一方面的效益,而忽视基础科学、后备科学的研究,造成科学发展中的短期行为,使得科学的后续资源枯竭。政府在科学家作出选择时,应当起正确的导向作用,而不应在世俗环境中推波助澜,助长不健康的力量。科学是一种非服务性行业。服务性职业,包括法律和医疗是直接以收费服务为基础的社会服务并直接卷入经济体制。科学研究,特别是基础研究,是不能以与服务性行业同样的方式出卖其成果的。况且,实用价值在大多情况下并不是科学家的直接目标,知识的应

四、其它技术

在美国能源部的可再生能源计划拨款中,还有相当部分用于储能(蓄电池和氢能)及燃料电池的研究。新型蓄电池的研制除在光电技术中已有安排外,本部分拨款主要是电动车辆及复合能源车辆的研究开发。氢能和燃料电池的研究也主要考虑它们与太阳能(光电或光热发电)的一体化系统用作发电或车辆动力的需要,分别由 NERL、佛罗里达太阳能中心和夏威夷自然能源研究所等机构进行。

目前,1994 财政年度的可再生能源拨款方案还未公布,但着重于应用性研究开发,致力于太阳能技术商品化,以加强美国国际竞争能力这一大趋势看来不会有大的变化。虽是出于自身利益的考虑,美国太阳能工业界要求尽早介入政府拨款的研究计划,愿意分摊费用参与应用性研究开发,加快国家实验室和大学技术的转移进程,促进先进技术和产品的商品化。这应是美国太阳能技术进步的一个重要原因。

美国太阳能研究计划强调一切与可再生能源有关的政府部门的参与、配合和协调。在市场渗透中强调联邦财产和政府采购单中首先应用太阳能技术,是抓住国内市场的第二步;而在开拓国际市场时更强调联邦机构的协调合作,并借助于国际多边机构,在东亚和拉美市场上站住脚。在计划实施中,强调通过各种努力(如宣传教育,信息收集和传布分享)积极鼓励和资助需方(使用者)管理的项目。

另外,善于抓住技术上的新概念、新设想、新苗头(如高通量加工处理材料、太阳能脱毒等),强调利用其它学科的新技术来推进和提高太阳能技术水平,扩大其应用领域(如太阳能与其它能源的复合系统的研究),也是美国太阳能研究计划的一个重要特点。

(责任编辑 宋义荣)

用并不是从事基础研究的科学家最关心的事。科学职业由于非服务的性质,故而往往需要通过财政拨款、基金会和捐赠的形式,得到政府或企业的资助。这主要是因为基础研究最终会有应用价值,而且基础研究的重大成果与国家声望也直接相关。因此,政府在制定政策推动社会变革的时候,应充分认识和重视科学自身的特点和规律。否则,科学和科学精神将不可避免地遭受折损。

科学的发展,社会的发展,需要一种能使科学精神健康发展和充分发挥作用的社会机制,在科学界的共同努力和政府决策不断向合理化趋近的情况下,科学精神一定能重新在科学界弘扬,并在社会上得到尊敬和尊重。

(责任编辑 孙立明)