

太阳能薄膜发电高技术

张有谟

(化工部规划院,教授级高级工程师)

直流电源是发展化学工业中氯碱生产及有机电解、有色金属工业炼制铜铝镁等、长输管线阴极保护、电力拖车、电焊、边远地区的通讯中继站、自动气象站、民用等许多部门必不可少的原动力。目前国际上直流电力主要是通过交流电经整流机组后而获得,一般整流效率仅为90~97%,且必须首先花费巨资,建立起长距离的高压输电线路,这对发展广阔的边远地区经济,将增加负担。第三世界许多地区电力能源缺乏,严重制约了其经济发展,但大多日照充沛,有极为丰富的太阳能能源可供开发利用。如能采用一种转换效率高、价廉的太阳能发电技术,则必将推动上述广大地区和部门的经济。而会带来颇为可观的效益。

目前所常用的硅、锗等半导体太阳能电池,在理想状况下的能量转换率仅约20%,而实际应用中,其效率还远较此为低。且其单位功率造价高昂,一般为(1990年初):单晶硅太阳能电池,40~50元/瓦,转换率约13%;多晶硅太阳能电池,30~40元/瓦,转换率约10%;非晶硅太阳能电池,约22元/瓦,转换率约7%。非晶硅太阳能电池老化衰减快,使用一年后,能量转换效率下降近20%。

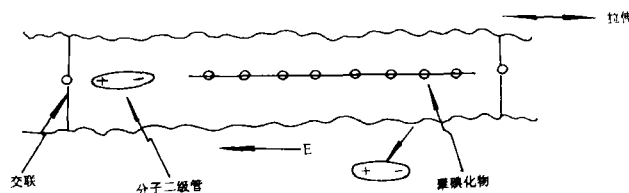
正由于上述技术的转换率低和造价高(国际太阳能电池每峰瓦约为7美元),故很难作为大功率电源加以推广应用。

美国光热公司(Phototherm)的高级专家马克斯(Alvin M. Marks)博士,正在开发一种全新的名为Lumeloid的太阳能电池,它利用一种特种“薄膜”将光子转换成直流电,转换效率可高达80%,造价低廉。1991年10月马克斯先生应中国石油和石化工程研究会之邀请访华。据介绍,该项技术之电力成本,按其本国条件测算,仅2美分/度。这是一项以几种已获得成功的高技术作为基础的全新光电子技术,已于1986年取得美国专利(专利号:4445050, 4574161)。

机 理

Lumeloid采用了类似于微波传递及其能量转换原理,但它根本不同于硅、锗等半导体太阳能电池。Lumeloid是在一种“基膜”上复合上一种特种8~9微米厚、呈橡胶状物质的膜片层,作为大面积接受光子的天线。其

中新加入的分子二极管(molecular diode)及聚碘化物微粒。在光照射条件下,再于膜外加一个电场作为“导向”,分子二极管会被比较规整地排列起来,待溶剂挥发后,相串组成的分子二极管即被非常稳定地固定下来,电力可从薄膜之左右侧集输出去,成为人们可以利用的直流电源,形成了薄膜太阳能电池,图示如下:



很显然,要做出长度仅约100埃的超微米级聚合分子二极管,是有较大难度的关键所在。

以超微米级整流天线单元串联构成微型整流天线阵,这种天线中的自由电子可以吸收入射阳光的光子能量,将其转换成电能。分子二极管起整流作用。天线阵逐级增压到形成人们可以利用的常规电压值。这一过程与植物中的光合作用之前一半过程相似,也与微波能量传递和转换类同。

从对极化导电薄膜和微波天线阵的研究成果可知,Lumeloid的能量转换率可达80%。由于极化天线的方向性及入射光电磁场由互成90°的两个分矢量组成,在用两层极化方向互成90°的薄膜相叠,至少可将72%的光能转换成电能。效率之高低,还取决于和线路中负载的匹配情况。

据称,上述超微米级天线是由在薄膜材料中加入的含碘聚合物分子极化而成,分子二极管有的由聚合的酞和卟啉组成。

技术经济可行性

1. Lumeloid法的技术基础

用谐振天线将微波能量转换成电能的技术已比较

(下转第46页)

品种,提高生产效率。目前他们主要的品种有美国的“杜洛克”、丹麦的“伦得勒斯”等。我向他们推荐我们的太湖猪。太湖猪成熟早,产仔率高(一胎15到20个,而一般猪为10个)且味道鲜美,在国外很受欢迎。另外,他们还进行营养、饲料管理、环境、疫病防治等一系列配套方面的研究。比如料比,他们为1:2.9(肉/料的比率),是比较高的。现在,如何提高猪的饲料报酬率全世界都很重视。猪的胃里没有纤维分解细菌,所以它要吃粮食。现在英国正在开展研究,设法将纤维分解细菌移植到猪的胃里面,使得它也能吃一部分草。我们现在的饮食结构中,肉食品中猪肉占80%,而台湾是猪肉占50%,鸡肉占30%。台湾养猪研究所的种猪场搞得很好,卫生条件很严格。

关于台湾农业的发展方向。在参观中看到了台湾十年(1985~1996)农业发展规划,代表了他们总的想法。这几年他们不断提高水稻、小麦、蔬菜、谷物、果品和鱼、肉的质量,取得显著成效。但是由于国民收入的提高,人民对食物的需求不断地多样化,因而农业产品结构要全面调整。虽然台湾农业的产值在GNP里由13%降到6%,但其重要性并没有改变。特别是面临环境污染,人口增加,资源紧缺日趋严重的局面,如何提高农业技术水平,谋求合理分配农业土地的应用,改善农产品的品质,提高产品的附加值,进一步改善人民生活等将是台湾农业下一步的发展方向。

生物科学。我参观了台湾植物研究所。该所有研究人员150名,年经费为400万美元。正在筹备的分子生物研究所,设备比较先进,人数还要少,年经费为700万美元。这里我想特别介绍一下台湾生物技术开发中心。这个中心的口号是,开发生物技术,达到国际水平,推动台湾生物技术,以促进产业升级,富民强国。台湾生物技术开发中心分为生物技术、生物工程、资源保护等几个研究组。研究内容属于应用技术范畴,重点解决农业生物技术和作物品种的育种改良,开发组织培养技术,研究新农药配方,解决农产品的污染问题,开发作物遗传技术等。总的看起来,台湾农业方面的基础研究大部分是在农学院及中央研究院的植物所里进行。而开发中心是独立的、民间资助的机构,是一个促进成果转化的中间环节。这点与新竹工业园类似。台湾这种地方很多,而我们这方面前几年有些忽视,现在已开始注意,并准备把中间环节充实起来。从台湾农业科学的总体水平来看,稻米改进、蔬菜、瓜果、花卉的育种栽培,特别是无土栽培,塑料大棚,温室,食品工业等方面还是比较先进的,但资源短缺是一个缺陷。台湾现在迫切需要野生资源,野生稻和野生大豆,因为他们现在的品种抗病虫害的能力较差,而野生植物具有很强的抗病虫能力。另外他们希望跟我们联合开发海南岛,以及福建南部、广东南部地区。这些地区与台湾一样都是亚热带气候。

通过对台湾与农业有关的研究部门的访问,给我的总的印象是,台湾中央研究院的研究所基础研究搞得不错,农业部门的研究所偏重应用研究,大学的研究所偏重基础研究。而农业要发展应该注意应用基础研究,因为,遗传学是基础,而农业是以生命科学为基础的;生理学属于基础,与农业相关的要研究作物遗传育种,作物生理,作物生态学,植物病理学,农业昆虫学等应用基础研究。台湾这方面还重视不够。我想如果这方面不加强

的话,下一步就很难突破。现在,我们国家自然科学基金委员会不仅资助基础研究,而且也资助应用基础研究工作的作法是非常明智的。

(彭晓雪整理,责任编辑 蔡德诚)

(上接第64页)

成熟。

分子二极管可用化学合成方法制得,目前美国已在实验室中完成,正进一步筛选、优化。超微整流天线的形成与分子二极管密切相关。

极化导电薄膜制造技术已有几十年工业应用经验。在分子二极管解决后,超微整流天线的形成与极化导电薄膜中的极化导电分子链的形成方式类同。马克斯博士已掌握薄膜拉伸和极化设备。

将约每百条微型整流天线用一根总线予以并联,引出电能。这方面可借鉴目前微电子领域的相关技术。由于主要技术构成均有较好的基础,故此项技术在一定程度上更接近“开发”阶段,成功的可能性是较大的。

2. 经济性评估

按照已有之“极化导电薄膜”经验估算,Lumeloid太阳能薄膜电池的造价近每平方米5美元,输出功率不会低于400瓦/平方米,也就是说其功率一价格比约为2美分/瓦。这一技术经济指标是当前任何一种太阳能电池无法与之相比的。如核能发电为4美元/瓦,且存在放射性废料的处理问题;化学燃料发电为1~1.5美元/瓦,但其废气CO₂影响大气温度;现有的一般太阳能电池5~6美元/瓦,将来可望降至2~3美元/瓦。可见Lumeloid光电转换法不仅成本低廉,而且无污染。显然这项高技术将对核电、石油火电等具有很大的竞争力。当我们站在人类历史的高度来描述“电力”发展前景时,显然Lumeloid太阳能薄膜发电高技术的地位是极为令人注目的。

前景展望

1. 这项新型太阳能高技术中的关键是“分子二极管”的化学研究与优化,目前正在一家美国大学中加速进行。

2. 拟建立Lumeloid薄膜电池的试验室原型,并加以试验。据马克斯估计再有2~3年的有效研究即可达到工业化的水平。

3. Lumeloid太阳能薄膜的寿命估计为6~12月,寿命较短,但造价低廉,可以定期更换。据称

(1) 单层极化膜成本为1美元/平方米。

(2) 基膜可外购,包括基膜在内才为1美元/平方米;

(3) 膜两侧的集输电极为1美元/平方米;

(4) 双膜重叠,可大大提高效率,则膜总成本为5美元/平方米

笔者同意下述见解:提高薄膜寿命是可以做到的。例如,美国杜邦公司的全氟Nafion膜,有一种可用于燃料电池,寿命可长达6年以上,但成本较贵。这方面还须从经济效益上加以研究。Lumeloid薄膜本身的质量也还大有改进之可能。

据了解,“Lumenoid太阳能发电技术将首先用于发展中国家”。(责任编辑 特约编辑刘永培)