

太阳能材料发展新动向——夹层和多层复合材料

当前无论是哪一种利用方式(光—电转换、光热转换或光—化学转换),太阳能的利用效率和总量都不太理想,这和太阳能材料本身的转换效率及其价格有关。如光—热转换材料,通常存在散热和热反射损失,效率很低。光—电转换材料近年来有很大发展,如砷化镓(GaAs)和单晶硅转换效率最高已达20%以上,但大规模生产一般仅能达12~16%。非晶硅的光—电转换效率在理论上虽可达到24%,但实际上只能达到12%左右,而且存在稳定性差,寿命短的问题。无论是单晶硅和非晶硅,因生产工艺较严格,价格都较高。多晶硅是价格便宜使用寿命较高的光—电转换材料,但转换效率只有10%左右。因此,探索新型材料和新型太阳能收集方法成为许多科学家的研究课题。近年来,这方面已取得新的进展。其中,多层或夹层太阳能转换材料很有独到之处。

夹层发电玻璃

1991年10月,瑞士联邦技术研究所化学部的化学家迈克尔·格拉蔡(Michael Gratzel)为推广太阳能的广泛应用,经过多年研究,成功地制造出一种透明的太阳能玻璃板。这种玻璃板安在各种建筑物上,既可采光,又可以同时发电,而且得到的电能价格要比现在通常用的硅太阳能电池便宜80~90%。这种太阳能玻璃板外表很漂亮,用普通材料制成,是一种多层夹心面包式结构。

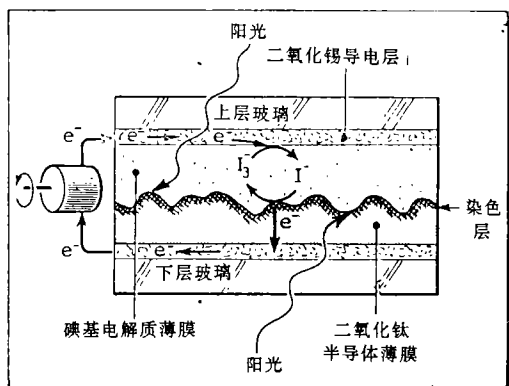


图1

多层夹心玻璃板有许多层,上下两面是玻璃,在玻璃的里面涂有一层薄薄的二氧化锡导电层,中间还有一种以碘为基础的电解质层和一种类似植物中的叶绿素的染色层及一层二氧化钛半导体薄膜(见图1)。

当光线穿过上层玻璃、二氧化锡层、电解质层到达染色层时,染色层就吸收阳光中的光子。光子是带有能量的粒子,一个光子能从染色层中轰击出一个电子,轰击出来的电子进入到二氧化钛半导体薄膜中。然后,二氧化钛层把吸收的电荷又转移到紧挨着它的二氧化锡导电薄膜中,形成电子流。这样就在这上下两层玻璃上的二氧化锡导电膜之间形成了一个电势差,连接上下两

层二氧化锡导电膜后,电子就通过电解质层回到染色层形成一个完整的回路,只要在上下两层二氧化锡导电膜之间安上一个插座,就可以和灯泡、家用小电器(如收音机等)接通,用以照明或收听广播。

这种夹层玻璃中的夹层非常薄,仅10纳米,所以看起来仍是透明的。它接收阳光发电的原理和硅太阳能电池的原理不太一样,因为硅既吸收电子又传导电子,而太阳玻璃板中,二氧化钛半导体薄膜是吸收电子,二氧化锡导电层和电解质层是传导电子。

这种太阳玻璃板制作的关键是加大二氧化钛陶瓷半导体薄膜层的显微不平度。显微不平度越高,它的实际表面积就越大,收集来自染色层的电子的效率就越高。据计算,二氧化钛薄膜由于存在显微外形的凹凸不平和显微裂纹,它的实际表面积比用肉眼能看到的几何表面积要高1000倍。因此,太阳玻璃板可以把照射到它上面的太阳光的7.1~7.9%转变成电力,每平方米玻璃板可产生150瓦的电能。现在的硅太阳能电池的成本约为每平方米40~80镑,是比较高的。

多层夹心太阳玻璃板之所以成本低,是因为二氧化钛和二氧化锡是很便宜的原材料。一旦各种建筑物朝阳的窗户都能装上这种玻璃,那么其发电总量是惊人的。目前,需要解决大规模生产中保证夹层中的各种薄膜质量的问题。

高效太阳能收集器

目前,世界上各种太阳能收集器的光热转换效率都不太高,其中关键除收集器的设计欠佳外,光热转换材料吸收热量和保存热量的性能不高也是重要原因。

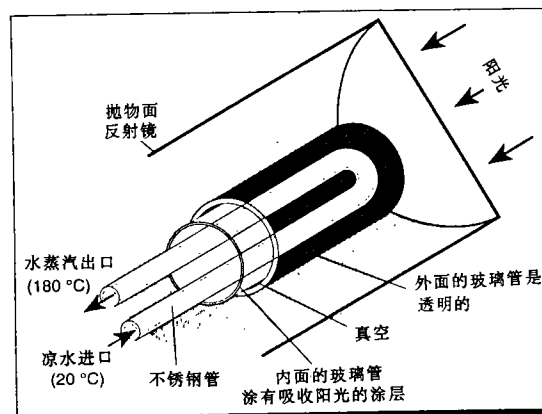


图2

为增加太阳能收集器的效率,澳大利亚悉尼大学的物理学家戴维·米尔斯(David Mills)和张启初(Qi-Chu Zhang)于1991年11月完成了两项研究,一是研制出一种吸收太阳能的多层涂料,一是设计出一种精巧的阳光收集结构,从而使收集器可以将接收到的阳光的98%变成热能,使水变成蒸汽,然后用蒸汽驱动涡轮发电机发电。使光转变成热再使热变成电能的总效率达到20%,

使太阳能发电的成本可以和传统的火力发电厂竞争,甚至更为便宜。

米尔斯所用的表面涂料是一种多层涂料。第一层是防阳光反射层,对照射到涂料上的阳光只吸收不反射,防止阳光反射损失热量。防反射层是用透明又隔热的氧化硅制成。第二层是吸收阳光热量的金属陶瓷层。第三层则是由铜、金、镍等导热性良好的金属层,通过它把吸收的热量传到和水接触的水管上。这三层材料的总厚度为100纳米左右。

这种多层涂料对来自太阳的辐射能具有极高的吸收能力,而且能限制吸收的能量向外做第二次红外线辐射,其热损失比现有的太阳能收集器的辐射损失低 $1/5 \sim 1/3$,且在室温至 500°C 的温度范围保持这一性能。

米尔斯为进一步增加阳光热的利用,在收集器的结构上也作了独特的设计。收集器的中心是两个玻璃圆

管,一个套在另一个的里面,在两个圆管之间抽成真空。吸收阳光的多层涂料(黑色)涂在内管的外层,这种设计和保温瓶的设计有异曲同工之妙。然后,把这个套在一起的、中间有真空间隙的双层玻璃管装在一根不锈钢管上,不锈钢管内是水,水流经过这个装置后,就被太阳能从室温加热到沸腾。

在这个装置的背面一侧,还有一个柱形的抛物面反射镜,把太阳光全部反射到高效的黑色多层涂料上。因此,能把凉水迅速加热到 180°C ,成为高温高压水蒸汽,推动涡轮发电机(见图2)。

米尔斯发明的这个高效太阳能收集器的实验机型,整体尺寸大约为 $2\text{米} \times 1\text{米}$ (长 $\times$ 直径)。他们计算,这个装置发出的电力成本约为每千瓦小时0.04美元,而当前用煤和核发电的成本平均为 $0.05 \sim 0.06$ 美元。

(本刊记者 刘先曙编译)

(上接第27页)

定论。从中倒是可以看出两个问题:一是不同特点的决策进动,其优缺点不是固定不变的。在一定条件下,可显示其特殊的优越性;而相对于另一条件,则显露出明显的缺陷。因而,不同情况下可以选用不同的决策进动方式,以求最佳决策;二是决策进动的特点、方式最能显示决策者的风格与艺术。决策者可从自身特点出发,挖掘潜力,形成自己的独特的决策特色。

6. 由于强耦合复杂社会系统中决策误差三维振荡影响的存在,决策周期因层级加大而加大,因而其社会反映能力、应变能力、适应能力都较差,降低了其生存发展能力。相反,小层级自在型社会系统往往具有较大灵活性、反应力、应变力与适应力。

从决策科学化角度分析,这类社会系统是有利的。但因其体系小,规模不大,效益差,故社会大系统内对这类小系统的协调任务将变得极其复杂。因此,如从决策科学化和整体规模效益及社会调控角度出发,复杂社会系统内部关联性的适度弱化是个发展趋势。我国中央与地方财政分灶、美国杜邦公司内管理权限分散化的变革等都属此例。但是,这类弱耦合社会系统如何组建?其决策的宏观规律如何?是很值得再深入研究的问题。这应当是动态决策论需要开拓的新领域。

总之,决策是个具有无穷魅力和深邃奥妙的课题,值得人们去不断地思考和反复的实践。

(责任编辑 蔡德诚)

(上接第64页)

新被肯定。但对于脑体倒挂问题,由于已积累了20年又未给予有力的扭转,以至它仍在沿着历史的“惯性”在发展,终于在1977年完全暴露在全社会面前。总之,作为一种社会现象的“脑体倒挂”,从1957年算起,应该说经历了两个阶段:前20年的隐性发展阶段和后17年的显性发展阶段。

解决“脑体倒挂”问题必须克服 极左和“官本位”

如我们所看到的,尽管导致“脑体倒挂”的最初的政治动因——“左”的思想政治路线已经被否定了,但由它导致的直接产物却相对独立地在继续发展,而且在持续17年后的今天尚不知何时结束。为什么在否定了极左路线17年后的今天,它的直接后果却难以消除呢?为什么17年来不乏强有力的呼吁却未能使之缓解呢?看来澄清它与“左”的关系确实是关键所在。因为只有弄清两者的因果关系,才能把这一影响中华民族未来发展的大“梗疾”看作是“左”的组成部分,从而彻底地清除它。从这方面讲,我同意朱文的最后看法“关键在克服极左”。

我还想提出,在解决“脑体倒挂”问题上实际上还存

在着另一阻碍因素,就是“官本位”。目前尚在执行着的、1987年推出的工资改革方案就是“官本位”思想的反映。当该方案未出台前,人们曾抱以某种缓解“脑体倒挂”的希望。而出台后,人们发现不单原来的指望落空,而且知识分子更加降价、更不值钱了。该方案里,把知识分子领域性质完全不同的职务工资同行政上的各种职务级别相对应,尤其是把最高技术级别的职务工资与局级干部相吻合,这不能不说是“官本位”思想作祟的结果。试问,在一定的科学技术领域作出系统性研究并作出突出贡献的人,其社会贡献怎能与一般局级干部等同,从而来确定其应得的报酬呢?对其中那些作出杰出贡献的人(如邓稼先、袁隆平等)难道就非当官才可以享受相当部级或副总理级的工资待遇吗?从这个工资制度方案以及其它情况,既可以看到,尽管社会主义制度已经确立40多年了,而作为封建糟粕的“官本位”思想在我国还是根深蒂固的;同时又可以看到,“官本位”和极左路线对于“脑体倒挂”的形成来讲是互为补充、相互配合的。因此,要把“倒挂”正过来,就既要克服极左又要克服“官本位”思想。只有认真彻底地清理这两方面的障碍,“脑体倒挂”这个危害中华民族根本前途的“梗疾”才有希望逐步地获得解决。

(责任编辑 王宏章)