

光伏建筑一体化系统中光伏组件封装工艺探讨

摘要 为了实现光伏和建筑一体化，太阳能电池组件需要被制作成夹层产品和中空产品直接应用于建筑幕墙、屋顶上。目前大部分组件封装厂家采用传统层压机生产，不仅效率低、产品品质差，还易造成破损。本文结合汽车和建筑夹层玻璃工艺对该类型组件封装工艺进行探讨，相对于传统的封装工艺，新型封装技术不但使太阳能电池组件具有长寿命，不易受损等优点而且能实现规模化、产业化制造，大幅度降低太阳能电池组件成本。

1 引言

太阳能作为一种分布广泛、取之不尽、用之不竭的绿色能源，是人类社会可持续发展的重要能源之一。太阳能的利用，特别是太阳能光伏发电，在世界范围内得到了高度重视。而实现光伏建筑一体化（简称BIPV），将光伏模块既作为建筑外壳如屋顶、外墙阳面，又作为能发电的电源，由于发电成本较低、对环境破坏小、增加建筑功能等优点，日益得到运用，这就需要将太阳能电池组件制作成夹层和中空产品，通过幕墙或屋面直接运用到建筑上。

目前在太阳能光伏组件上广泛运用的是单晶硅片、多晶硅片和非晶硅薄膜电池片。无论是制作成多层夹胶还是中空产品，都必须解决电池片和玻璃的夹胶工艺，也就是说要实现双层玻璃或者多层玻璃中间夹电池片封装。该行业普遍采用层压机进行封装，存在封装效率低、电池片易破损，品质差等缺陷。作者提出将汽车夹层玻璃工艺应用到太阳能光伏封装行业，并对两个工艺进行了对比分析，提出了自己的看法。

2 层压机封装

层压机见图1，是太阳能电池板封装广泛使用的主体设备。层压机由油加热机、真空泵、上腔室、下腔室组成。工作时，通过油加热机和热油泵的循环，使下腔室的加热板温度升到设定的温度。将组件放到加热板上，上下腔室合拢形成密闭腔，一方面通过热传导给组件升温，一方面开启真空泵，使密闭腔处于真空状态达到抽出组件空气的目的。一段时间后，上腔室开始充气，通过上腔室的橡胶板压住组件，达到给组件加压的目的，经过保温保压阶段后，光伏组件即可成型取出。



图1 层压机

3 抽真空预压、气压釜终压封装

该工艺通过预压和终压两个步骤实现夹胶玻璃的成型；将组件套好真空环后，开启真空泵，抽出夹在两块玻璃间残留气体，在常温下抽空气20min；然后边加热边抽空气直至温度达到110~120℃，保温一段时间后即完成了预压工序。

终压采用气压釜设备见图2。经预压好的组件装入蒸压车，送入釜内，关上釜门，经过升温加压、保温保压、降温降压三个阶段完成终压工序。



图2 气压釜

4 两者工艺对比分析

从两者的工作过程来看，区别见表1。

表1 层压机和预压 + 终压工艺对比。

类别	层压机	预压+终压
真空参数	<ul style="list-style-type: none"> 1) 采用真空泵，抽取组件所处密闭腔的空气，从而达到抽取组件合片所残留的空气。 2) 真空度在 - 0.085 MPa以上 3) 全过程抽取空气 	<ul style="list-style-type: none"> 1) 采用真空泵和真空环，可以直接抽取组件合片所残留的空气。 2) 真空度在 - 0.085 MPa 以上 3) 仅在预压过程中抽取空气
温度参数	<ul style="list-style-type: none"> 1) 采用油加热机和热油泵循环，对下腔加热板加热，从而传递给组件。 2) 组件开始放入密闭腔体所处的温度环境就是高温状态。 3) 设备无降温装置，组件成型后直接从高温状态取出。 	<ul style="list-style-type: none"> 1) 采用电加热直接对组件所处的空气环境进行加热。 2) 每个过程，组件和空气环境都是从常温被加热到高温状态。 3) 气压釜有降温控制系统，组件成型后被冷却到常温取出。
压力参数	<p>通过给上腔室的气囊充气加压，气囊压住组件的上表面从而实现 对组件加压。</p>	<p>直接对组件所处的空气环境充气 加压。</p>

两者的工艺曲线分别见图3、图4。

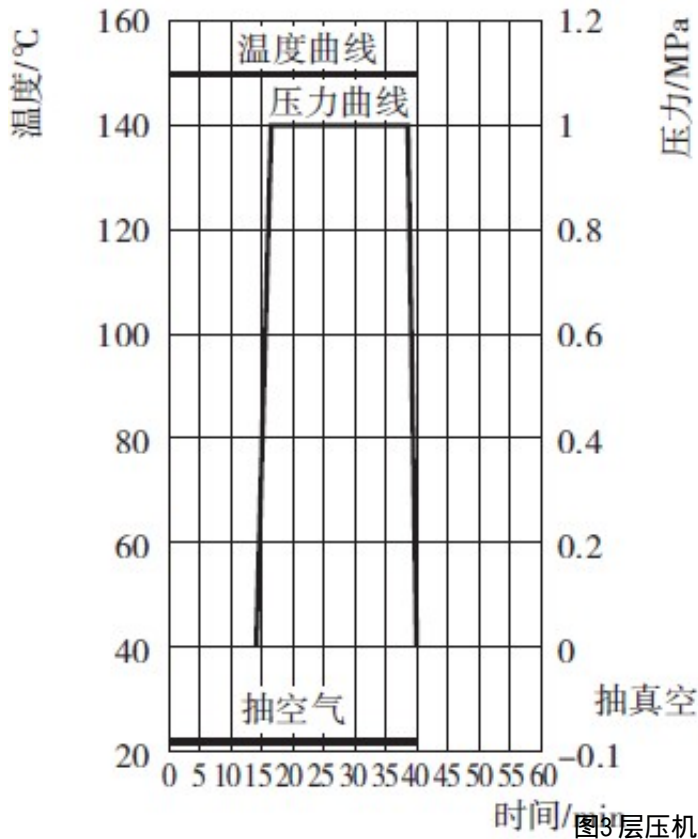


图3 层压机工艺参数

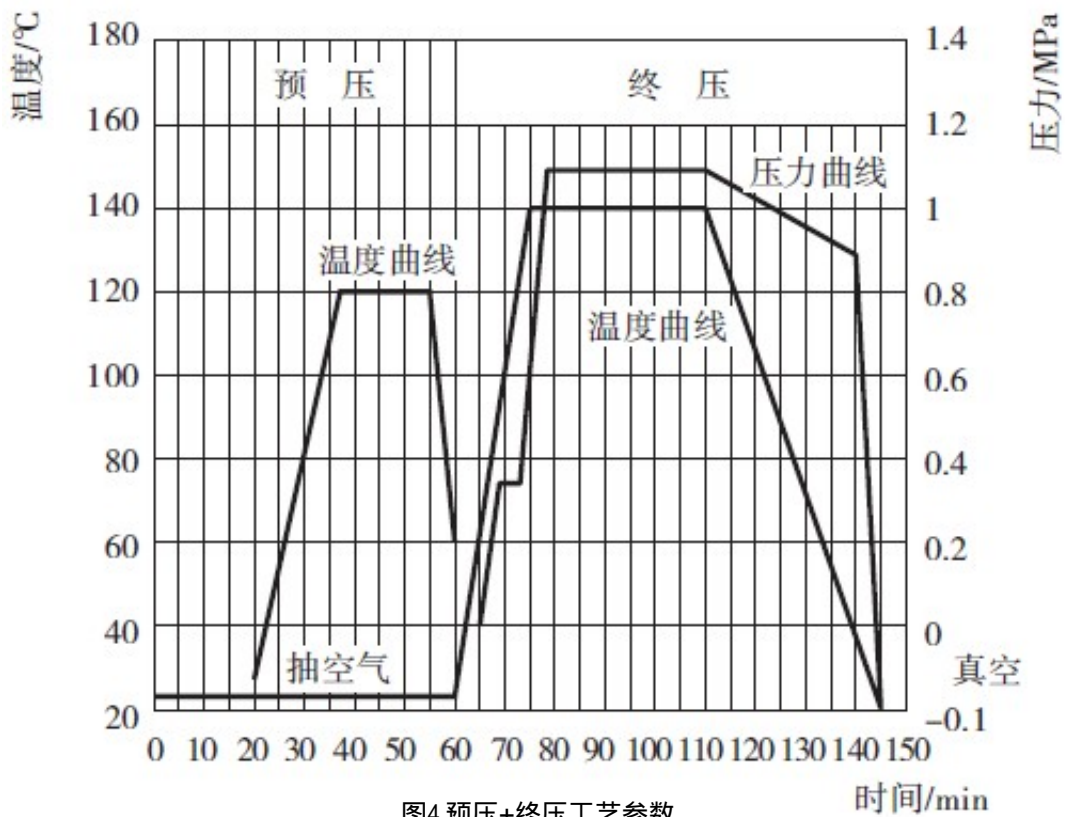


图4 预压+终压工艺参数

从图3、4可以看出：首先，层压机一步成型，单片耗时短，整个工作过程处于真空环境，可以有效防止组件内部气泡的形成；其次，由于组件从一开始就被置身于高温环境，很容易形成PVB过早封边，玻璃在此环境下周边翘曲变形，

气囊加压的不均匀性也易导致组件出现局部未融和破损；第三，该设备没有冷却系统，成型后的组件直接在高温加压状态被泄压取出，组件四角容易开裂形成边缘气泡。

预压+终压工艺采用两步成型，单片耗时长，对预压工序抽空气要求严格，虽然该阶段分为常温抽空气和加热抽空气，可以避免PVB过早封边，但如果在过程中真空环出现漏气，上下玻璃吻合度不好，组件就会达不到预压效果，终压会导致组件内部形成气泡等缺陷。对气压釜而言，我们可以很好的控制加压时间、泄压时间和温度参数之间的关系，从而对制作高品质的夹胶组件创造了条件。

5 制造成本

分析目前国内光伏组件封装企业普遍采用的层压机见表2。

表2 目前国内光伏组件封装企业普遍采用的层压机

类别	型号	加热板尺寸
装机功率 设备估价		
标准型层压机	TDCT-Y-9	2200 mm × 2200 mm
		35 kW
		20万元

按照光伏组件每块85W，尺寸1300mm × 1100mm的双玻璃夹胶封装，标准型层压机每次最多只能放置1块组件，全自动层压机每次最多可以放置3块组件，每次至少需要40min才能成型，由此可以估算每班最大产量分别为：12块和36块。

根据以上参数指标,笔者选用了下列设备使用预压加终压的工艺制作双玻璃夹胶的光伏组件(见表3)。

表3 简易预压机和气压釜

类别	型号	利用尺寸	装机功率	设备估价
简易预压机	FC-20	2000 mm × 2000 mm	55 kW	5万元
气压釜	YF-20	2000 mm × 6500 mm	128 kW	37万元

同样按照光伏组件每块85W，尺寸1300mm × 1100mm的双玻璃夹胶封装，简易预压机每次放入15块，每班可以制作5次，即预压生产75块后一次性放入气压釜，气压釜循环时间为120min左右。这样每班的一般产量在75块。如采用连续预压机每班产量将会得到很大提升。

根据设备的特点：层压机需要一直保持加热状态和真空系统运行状态，而简易预压机和气压釜属于间歇式工作状态，特别是气压釜按上述产量每班只需开启一次。这样表面上看后者装机功率大，但实际上折算到每块光伏组件的耗电量后者约为前者的40%左右。而对人员数量的要求两者却没多大的区别。由此在制造成本上后者的优势是不言而喻的。

6 光伏建筑一体化系统光伏组件的发展趋势及对封装工艺的要求

由于晶体硅太阳能电池光电转换效率高，与环境友好，无毒无污染，工艺成熟而且稳定，目前在太阳能电池中以晶体硅太阳能电池为主，然而晶体硅太阳能电池遇到了来自原材料的严重挑战。成本的急剧上升限制了晶体硅太阳能电池的快速发展，而且与人们所期望的太阳能电池进入千家万户的最终目的背道而驰。

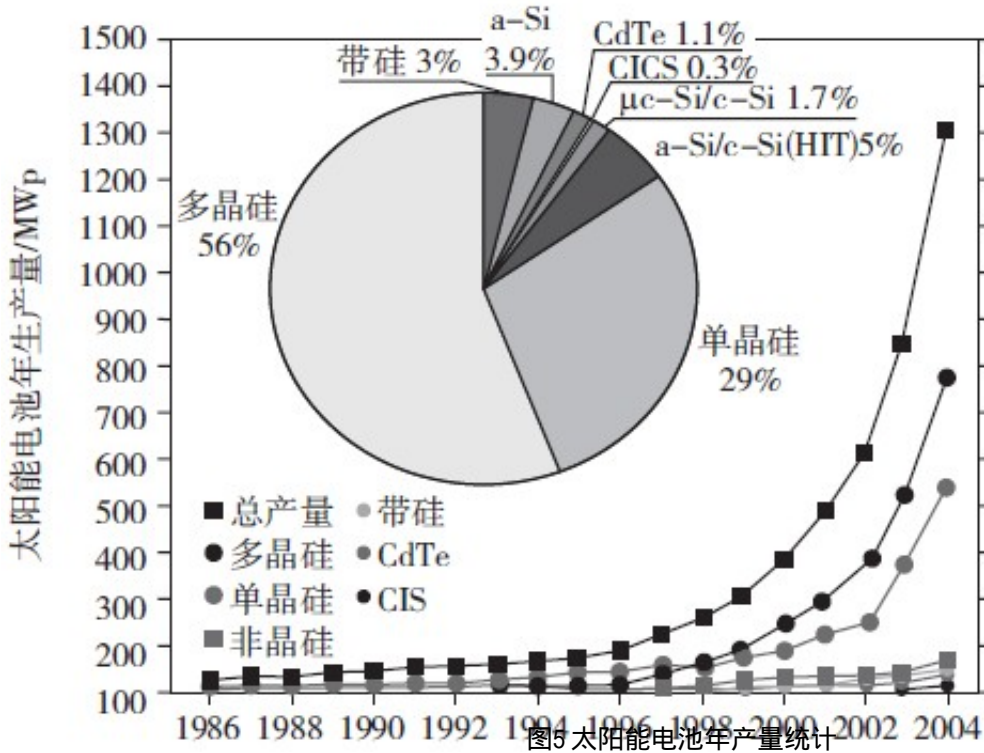


图5 太阳能电池年产量统计

非晶硅薄膜电池以廉价的玻璃为衬底制造, 由于成本的优势、弱光性能好必将得到很大的发展。国际上非晶硅太阳能电池生产商纷纷制定扩展计划, 中国非晶硅太阳能电池的发展势头方兴未艾见图5。由于非晶硅薄膜电池类似于Low-E玻璃, 更便于制作成多层夹胶玻璃, 或者先夹胶再进一步制成中空玻璃。这就为建筑光伏一体化的推广应用带来了便利。

为了实现光伏屋顶结构和光伏幕墙结构, 在光伏组件封装上就要求组件外形尺寸大、外观品质好、安全性能高、生产效率快, 而这些要求用层压机工艺封装就为很困难, 预压加终压的封装工艺就很容易实现。

7 结束语

(1) 将汽车、建筑夹层玻璃生产工艺运用到光伏建筑一体化光伏组件的封装工艺上, 必将推动BIPV产业的快速发展。但由于该行业的特殊性, 不能照搬照抄, 需要对相关设备进行必要的改进, 对相关工序进行优化。

(2) 根据相关资料介绍: 林洋新能源有限公司于2006年中期, 从美国GT Solar公司引进了BIPV光伏玻璃生产线一条。该生产线全世界只有两条, 另外一条在英国。该生产线主体设备仍采用层压机见图6, 价格昂贵。而笔者通过预压结合终压的工艺已经投入了BIPV光伏组件的生产中, 取得了很高的产品合格率和较好的产品品质, 在该行业推广可以为国家节省大量的外汇, 意义重大。

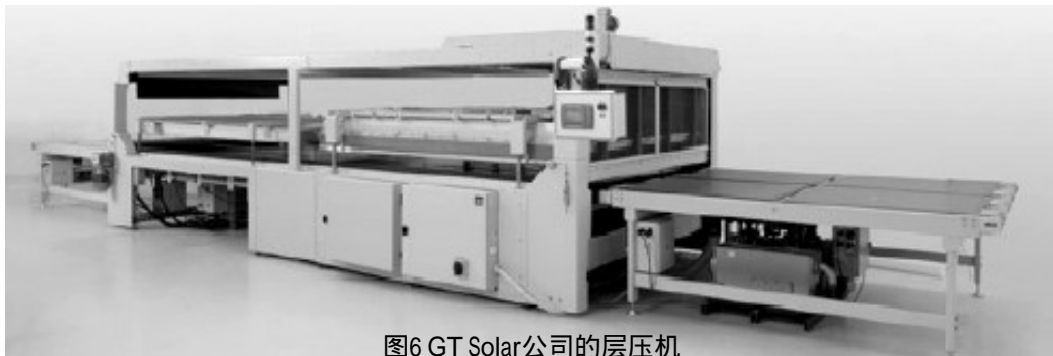


图6 GT Solar公司的层压机

(3) 我国是能耗大国, 其中建筑能耗每年达5亿吨标准煤左右, 占全社会能源消耗总量的27%, 并以年平均5.84%

以上的速度增长，大大超过国家能源生产的增长速度。而在建筑能耗中，通过玻璃门窗造成的能耗占到了建筑总能耗的40%左右，其中通过玻璃的损失又在门窗中占到75%。提高玻璃的节能性能，已经成为实现建筑节能的关键所在。对于高楼林立的大中城市，新节能革命的重点是建筑能耗，而30%的建筑能耗在玻璃，玻璃节能的消极方法是Low-E和中空，玻璃节能的积极方法则是做成光伏建筑一体化，因此该工艺在光伏行业广泛运用有很重要的现实意义。（陈志强 武汉日新科技有限公司）

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/58782.html>