

什么叫 BIPV?

BIPV 的定义

BIPV 即 Building Integrated PV, PV 即 Photovoltaic。BIPV (光伏建筑一体化) 技术是将太阳能发电(光伏)产品集成到建筑上的技术。光伏建筑一体化(BIPV)不同于光伏系统附着在建筑上(BAPV: Building Attached PV)的形式。

现代化社会中,人们对舒适的建筑热环境的追求越来越高,导致建筑采暖和空调的能耗日益增长。在发达国家,建筑用能已占全国总能耗的 30%—40%,对经济发展形成了一定的制约作用。

BIPV 在国外的发展现状

美国是世界上能量消耗最大的国家,国会先后通过了“太阳能供暖降温房屋的建筑条例”和“节约能源房屋建筑法规”等鼓励新能源利用的法律文件。在经济上也采取有效措施,不仅在太阳能利用研究方面投入大量经费,而且由国会通过一项对太阳能系统买主减税的优惠办法。因此,美国太阳能建筑的发展极为迅速,无论是对太阳能建筑的研究、设计优化,还是材料、房屋部件结构的产品开发、应用,以及真正形成商业运作的房地产开发,美国均处于世界领先地位,并在国内形成了完整的太阳能建筑产业化体系。

美国于上个世纪 80 年代初就由新墨西哥州的洛斯阿拉莫斯科学实验室编制出版了被动式太阳房设计手册。此外,美国还出版了许多实用的被动式太阳房建筑图集,既介绍成功的设计实例,也有对太阳房原理、构造的详细说明。这些工具书的发行和一些样板示范房屋的建立,对美国公众接受太阳房起到了很好的促进作用。比较著名的示范建筑有:位于新泽西州普林斯顿的凯尔布住宅;位于新墨西哥州科拉尔斯的贝尔住宅;位于新墨西哥州圣塔菲的圣塔菲太阳房;位于加利福尼亚州阿塔斯卡德洛的阿塔斯卡德洛住宅,以及位于新墨西哥州科拉尔斯的戴维斯住宅。这些建筑采用壁炉或电散热器作辅助热源,但太阳能供暖率均在 75%以上,有的已达到 100%,例如阿塔斯卡德洛住宅。

早在上个世纪 40 年代,美国麻省理工学院就开始利用太阳能集热器作为热源的供暖、空调系统研究,先后建成了 w 号实验太阳房。这些实验太阳房,即是最早的主动式太阳房。到 70 年代以后,又有华盛顿近郊的托马森太阳房和科罗拉多州丹佛市的洛夫太阳房等主动式太阳房的示范建筑建成。这些太阳房的成功运行,说明太阳能供热、空调系统在技术上是完全可行的,但由于投资较大,推广普及程度不及被动式太阳房。直到进入 90 年代,由于开发出更加高效的太阳集热器和吸收式制冷机、热泵机组,应用范围才得以扩大。

日本在主动式太阳房的研究应用领域也处于世界前列。1974 年日本通产省制定了“阳光计划”,并按此计划建造了数幢典型太阳能采暖空调试验建筑,如矢崎实验太阳房。而且多年来日本的太阳能采暖、空调建筑一直稳步发展,并已应用于大型建筑物上。

此外,法国、德国、澳大利亚、英国等发达国家也拥有相当先进的太阳能建筑应用技术。著名的集热蓄热墙采暖方式即是法国人菲利克斯·特朗勃的专利,法国的奥代洛太阳房是该采暖理论转化为实际应用的第一个样板房。英国利物浦附近的沃拉西的圣乔治郡中学,则是直接受益式太阳房最大和最早的样板之一。尽管英国的太阳能资源并不丰富,该所中学安装的常规采暖系统却从未使用过。

最后值得一提的是近几年来在发达国家已有相当发展水平的“零能房屋”,即完全由太阳能光电转换装置提供建筑物所需要的全部能源消耗,真正做到清洁、无污染,它代表了 21 世纪太阳能建筑的发展趋

势。由于许多国家的政府（如美国、德国）都制定了太阳能在国家总能源消耗中的所占比例应超过 20% 的计划，相信这种“零能房屋”将会有十分良好的发展前景。

BIPV 在国内的发展动态

1、绿色健康住宅根据国家有关部门的要求，已进入了试点应用研究的重点阶段，而作为可再生能源的太阳能热利用技术也同时进入了快速发展时期，太阳能热水器真成为广大民众绿色家电的首选。建设部相继召开了“太阳能与建筑结合应用研讨会”，国家有关部门对这项课题十分重视并抓得很紧，建设部、科技部、经贸委先后分别下发了《建设部建筑节能“十五”计划纲要》、《科技型中小企业技术创新基金若干重点项目指南》、《新能源和可再生能源产业发展“十五”规划》、《关于组织实施资源节约与环境保护重大的通知》等文件，强调并提出课题开发应用的目标，明确了发展的重点和重点支持的具体项目。为此，中国建筑标准设计研究所承担了编制建筑工程行业标准、建筑施工工法、标准设计图集等“太阳能供热制冷成套技术开发与示范”的课题，为太阳能与建筑一体化事业的健康稳步发展，也为我们设计单位承担这项课题的专项设计提供有利条件。福州康安康合太阳能公司 2002 年在“湖前兰庭”9 幢别墅做了第一个太阳能与建筑一体化示范工程，接着又在福州武警消防大厦、泉州“中远名城”，马尾“时代广场”商住楼等多处做了多例大型的太阳能集中供热系统工程，已全部通过验收投入使用，节能效果显著。

2、据了解，目前太阳能利用与建筑一体化这项新课题主要是科研、院校在研究开发，一些能源技术开发公司承担施工安装，福州康安康合太阳能技术开发公司经过多年的研究、试验和开发，拥有“太阳能吸热瓦片”、“真空管太阳能中央热水器”、“不对称太阳能集热板”等多项国家实用型专利，该公司利用多项成果，专业从事太阳能集中供热建设，在解决太阳能与建筑一体化上取得很大突破，已经设计、安装了上述介绍的几项大工程，积累了很多的实践经验，取得了可喜的成绩。

BIPV 的发展方向

目前建筑物空气温度调节消耗着大量的能量。在我国，它要占到建筑物总能耗的约 70%。用空调机和燃煤来控制室温不仅消耗能量，带来外界的环境污染，而且并不能给室内人员带来健康的环境（虽然暂时它是舒适的）。在太阳能用于采暖方面，除造价较高的被动式太阳房有一些示范型建筑外，还没有大规模的采用。主动式太阳能供暖由于成本更高，与我国的经济发展也是远不相适应。因此，建筑供暖的主动与被动相结合的思想及太阳能与常规能源相结合的思想。按照房间的功能，采用不同方案的配合及交叉，这样可以大大降低太阳能用于建筑供暖的一次投资和运行成本，使得整个方案在商业化的意义下具有可操作性。

被动采暖与降温的意义在于使建筑本身能量负荷大大降低（节能率约 70%），使其所要求主动供暖装置提供的能量大大降低。也就是说，它将对昂贵装置的要求降低。另外，被动供暖是巧妙利用自然条件的变化来调节室内温度。我们认为，建筑物内空气温度调节技术发展方向不应当是改变自然环境来满足人的要求，而是应当尽量巧妙地利用并顺应自然界来满足人们对健康和舒适的要求。研究空调的目的应当是尽量减少人工环境，而不是相反。

主动供暖的意义在于保障建筑室内的舒适性增加。

在主动与被动供暖相互配合组成供暖系统的情况下，整套建筑供暖系统的设备性能将会提高，而尺寸和造价将会降低。

BIPV 建筑设计中需注意的几个问题

一、光伏组件的力学性能

作为普通光伏组件，只要通过 IEC61215 的检测，满足抗 130km/h (2, 400Pa) 风压和抗 25mm 直径冰雹 23m/s 的冲击的要求。用做幕墙面板和采光顶面板的光伏组件，不仅需要满足光伏组件的性能要求，同时要满足幕墙的三性实验要求和建筑物安全性能要求，因此需要有更高的力学性能和采用不同的结构方式。例如尺寸为 1200mm×530mm 的普通光伏组件一般采用 3.2mm 厚的钢化超白玻璃加铝合金边框就能达到使用要求。但同样尺寸的组件用在 BIPV 建筑中，在不同的地点，不同的楼层高度，以及不同的安装方式，对它的玻璃力学性能要求就可能是完全不同的。南玻大厦外循环式双层幕墙采用的组件就是两块 6mm 厚的钢化超白玻璃夹胶而成的光伏组件，这是通过严格的力学计算得到的结果。

二、建筑的美学要求

BIPV 建筑首先是一个建筑，它是建筑师的艺术品，就相当于音乐家的音乐，画家的一幅名画，而对于建筑物来说光线就是他的灵魂，因此建筑物对光影要求甚高。但普通光伏组件所用的玻璃大多为布纹超白钢化玻璃，其布纹具有磨砂玻璃阻挡视线的作用。如果 BIPV 组件安装在大楼的观光处，这个位置需要光线通透，这时就要采用光面超白钢化玻璃制作双面玻璃组件，用来满足建筑物的功能。同时为了节约成本，电池板背面的玻璃可以采用普通光面钢化玻璃。

一个建筑物的成功与否，关键点就是建筑物的外观效果，有时候细微的不协调都是不能容忍。但普通光伏组件的接线盒一般粘在电池板背面，接线盒较大，很容易破坏建筑物的整体协调感，通常不为建筑师所接受，因此 BIPV 建筑中要求将接线盒省去或隐藏起来，这时的旁路二极管没有了接线盒的保护，要考虑采用其他方法来保护它，需要将旁路二极管和连接线隐藏在幕墙结构中。比如将旁路二极管放在幕墙骨架结构中，以防阳光直射和雨水侵蚀。

普通光伏组件的连接线一般外露在组件下方，BIPV 建筑中光伏组件的连接线要求全部隐藏在幕墙结构中。

三、建筑结构与光伏组件电学性能的配合

在设计 BIPV 建筑时要考虑电池板本身的电压、电流是否方便光伏系统设备选型，但是建筑物的外立面有可能是一些大小、形式不一的几何图形组成，这会造成组件间的电压、电流不同，这个时候可以考虑对建筑立面进行分区及调整分格，使 BIPV 组件接近标准组件电学性能，也可以采用不同尺寸的电池片来满足分格的要求，以最大限度地满足建筑物外立面效果。另外，还可以将少数边角上的电池片不接入电路，以满足电学要求。

四、巧妙利用太阳能的建筑

太阳能为保护环境创造了有利条件，于是许多建筑学家巧妙利用太阳能建造太阳能建筑。

1、太阳能墙：美国建筑专家发明太阳能墙，是在建筑物的墙体外侧装一层薄薄的黑色打孔铝板，能吸收照射到墙体上的 80% 的太阳能。被吸入铝板的空气经预热后，通过墙体內的泵抽到建筑物内，从而就能节约中央空调的能耗。

2、太阳能窗：德国科学家发明了两种采用光热调节的玻璃窗。一种是太阳能温度调节系统，白天采集建筑物窗玻璃表面的暖气，然后把这种太阳能传递到墙和地板的空间存储，到了晚上再放出来；另一种是自动调整进入房间的阳光量，如同变色太阳镜一样，根据房间设定的温度，窗玻璃或是变成透明或是变成不透明。

3、太阳能房屋：德国建筑师塞多·特霍尔斯建造了一座能在基座上转动跟踪阳光的太阳能房屋。该房屋安装在一个圆盘底座上，由一个小型太阳能电动机带动一组齿轮，使房屋底座在环形轨道上以每分钟转动3厘米的速度随太阳旋转。这个跟踪太阳的系统所消耗的电力仅为该房太阳能发电功率的1%，而该房太阳能发电量相当于一般不能转动的太阳能房屋的两倍。