

国外生态智能建筑的发展及对我国的借鉴意义

柳国楠

同济大学建筑城规学院

【摘要】 本文从生态智能建筑的定义入手，介绍了国外生态智能建筑的成功案例和发展趋势，并结合我国实际情况，提出了推进我国生态建筑发展的可行性建议。

【关键词】 生态智能建筑，发展趋势，节能技术

一、生态智能建筑的定义

生态建筑在技术层面上可以划分为三个层次，即低技术（Low-tech）、轻技术（Light-tech）及高技术（High-tech）。低技术生态建筑通过精确的技术分析，不用或用很少的现代技术手段来达到建筑生态化的目的；而轻技术生态建筑则通过最新的建筑技术来使建筑物更轻、更灵活，从而节省建筑材料和运输费用；高技术生态建筑也叫生态智能建筑则积极地运用当代最新的“高技术”来提高建筑的能源使用效率、营造舒适宜人的建筑环境，以更有效地保护生态环境。

目前，欧洲的生态智能建筑技术走在了世界前列。国际上生态智能建筑发展有两个大的趋势，一是调动一切技术构造手段达到低能耗，减少污染，并可持续性发展的目标。二是在深入研究室内热功环境和人体工程学的基础上，依据人体对环境生理、心理的反映，创造健康舒适而高效的室内办公环境。生态智能办公建筑因其高舒适度和低能耗的特点，具有很高的价值。

二、国外生态智能建筑的实践

在德国，20 世纪 90 年代利用高新技术设计建造了一座“旋转式太阳能房屋”。这是 1994 年建筑师特多 特霍把自己的住房设计成和向日葵一样，能在基座上转动跟踪阳光。房屋安装在一个圆形底座上，由一个小型太阳能电动机带动一组齿轮。该房屋底座在环行轨道上以每分钟转动 3cm 的速度随着太阳旋转，当太阳落山以后该房屋便反向转动，回到初始位置。屋顶太阳能电池产生的电能仅 1.3% 被旋转电机消耗掉，而它所获得的太阳能能量相当于一般不能转动的两倍。这是欧洲第一座由计算机控制的划时代的太阳追踪住宅。德国还有一栋由太阳能研究所设计的建在弗赖堡的零能耗住宅，投入使用两年多来，能源完全自给供

通风，热水需用电，0.5kW h 供取暖。在这栋住宅中，科学家综合采用了各种措施，如太阳能发电、热泵、氢气贮能器以及种种隔热建筑材料和建造方法。

伦敦行政大楼由建筑大师福斯特设计，建筑采用比较独特的体型，没有常规意义上的正面和背面，高约 50m，共分 10 层。它的造型是一个变形的球体。设计过程中采用了实验模型，通过对全年的阳光照射规律的分析得到了建筑表面的热量分布图。这一研究结果成为建筑外表面装饰工程设计的重要依据。建筑外表面积的减少可以促进能源效率的最大化。经过计算的这一类似于球体的形状比起同体积的长方体来，表面积减少了 25%。建筑采用自然通风，所有办公室间的窗户都可以打开。供暖系统由计算机系统控制，这一系统将通过传感器收集室内各关键点的温度等数据，然后协调供暖；建筑内部的热量将在中心汇集起来，加以循环利用；通过这些措施以最大限度地减少不必要地能耗。



图1 托马斯 赫尔佐格 汉诺威世博会 26 号馆

位于唐卡斯特市（Doncaster）的“地球公园（Earth

Centre)”是在两座废弃煤矿场上修建起来的郊野主题公园。通过认真设计建筑的通风、采暖、制冷和采光系统以降低能源的消耗量,并使用可再生能源来满足这部分由于精良的设计而大大压缩的能源需求,而常规能源仅作为可再生能源的一种有效补充。

三、国外生态建筑技术纵览

(一) 建材方面

1. IM 材料

在建材方面,20 世纪 90 年代国际上已采用一种透明绝热材料(Transparent Insulated Material,简称 TIM)。它是一种透明的绝热塑料,可将 TIM 与外墙复合成透明隔热墙(Transparent Insulated Wall,简称 TIW)。TIW 的前身是在漆成黑色的墙壁外再加一层玻璃,主要作用是减少因对流造成的热量损失,但热损失依然很高。TIW 由保护玻璃、遮阳卷帘、TIM 层、空气间层、吸热面层和结构墙体组成。TIM 层做成透明蜂窝状,圆形的蜂窝状可最大限度地节约材料,蜂窝两侧粘有透明隔片,使蜂窝成密闭的透明孔,这样吸热面层不仅可以得到太阳辐射热,还可以得到 TIM 的反射能。TIM 层在黑色吸热面外侧,在冬季可阻止吸热面向室外散热,在夏季可避免室外过多的热量进入室内。玻璃内的遮阳卷帘(卷帘外表面为高反射面)可调节抵达墙面的太阳辐射量。使用 TIM 的建筑据统计每年可节约能耗的 2kW h/m^2 ,已能完全或部分地取消常规采暖。

2. 玻璃材料

(1) 吸热中空玻璃或热反射中空玻璃

吸热玻璃或热反射玻璃都是以吸收或反射的方式遮蔽太阳辐射热,但传热系数却很高,将这两种玻璃与普通玻璃组合,中间封入特种气体做成中空玻璃,其传热系数大大降低。这种复合玻璃既能使太阳辐射的进入得到适当控制,又有较好的保温性能。

(2) 低辐射—热反射中空玻璃

将热反射玻璃放置在外侧,低辐射玻璃放置在内侧复合而成。它既能极好地遮蔽太阳的辐射热,又有极低的传热系数,是一种理想的组合。

(3) 硅气凝胶特种玻璃

硅气凝胶是一种聚合物,外观如同有机玻璃,轻质透明而坚硬,是一种效能特别高的保温隔热材料,其保温性能比同样厚度的泡沫塑料大四倍,在未来的玻璃产品中掺入硅气凝胶,可使门窗的保温性能大幅度提高。

(二) 空调技术

1. 排风余热回收系统

夏季,白天排风温度低于室外新风温度,室内含湿量也低于室外新风含湿量。利用热回收对排风和新风进行热交换,可以降低新风温度和湿度。冬季,排风温度高于室外新风温度,排风含湿量高于室外新风含湿量,全热回收可以利用排风热量预热和加湿新风。具体做法为,在排风出口安装热交换器,排风和新风分别通过各自的通道进行间接接触换热;利用排风余热来预热新风(或者利用余冷来预冷新风),从而达到回收排风余热的目的。目前可以采用的热回收设备分为显热回收型和全热回收型两种。

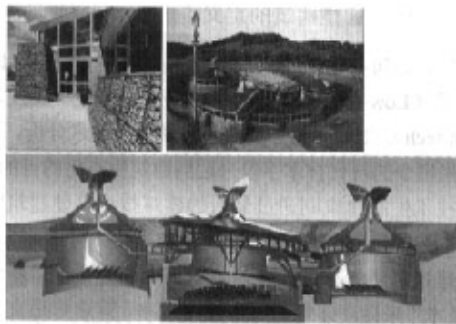


图2 英国唐卡斯特地球会议中心
使用了风驱动余热回收空调系统

2. 水蓄冷系统

蓄能技术是一种通过峰谷电价差来降低空调、电采暖电费支出的技术。整个城市的用电高峰期间,电网的负荷较大;而在夜间,整个城市的用电低谷时间段,电网负荷小。因此政府鼓励在低谷电的时间段用电,其有力的调节手段便是价位低廉的“低谷”电价政策。利用广泛存在的大厦消防水箱,蓄存低谷电价时段制取的冷量,用于白天高峰电价时使用,降低高峰电价,提高冷机效率和出力能力,具有很好的经济性。

3. 冷冻/冷却水泵变频节能

在空调系统设计过程中,泵的选型是根据系统的最大负荷来选择的,泵的额定功率往往要大于设计的最大功率,这样就导致了设备选型所造成的能量浪费。另外,由于受到内、外界干扰等不定因素的影响,系统的实际负荷总是不断变化的,大部分时间系统都工作在部分负荷状态。为使循环水量与负荷变化相适应,该系统摒弃传统的采用阀门节流调节流量,避免大量能量被阀门消耗,而是充分考虑建筑负荷状况、管网状况、室外气象参数等多种变化的因素,对水泵采用

变频处理,调节水泵转速,使水泵的流量与实际负荷相适应,达到降低泵耗、提高空调品质的目的。可节省40%~60%的水泵能耗,节省的泵耗主要包括设备选型过大引起的泵耗和变频后减少的流量所消耗的泵耗。

4. 免费冷却热回收系统

过渡季免费冷却系统(FREE-Cooling)是利用过渡季节较低的室外气温,通过特殊的换热机组,将室内冷冻水冷却至10~12℃之间,以极低的代价供应空调。由于使用FREE-COOLING减少了开启冷机的时间,利用的是室外自然冷源,所以能节省大量能源消耗,尤其在需要提前供应空调和冬季仍需要供冷的建筑内。该系统在夏季制冷机开启季节,利用免费冷却的换热机组,回收冷却水的冷凝热,加热生活热水或者蒸汽锅炉的进水,大幅提高整个系统的用能效率,在热力学角度达到更优,具有极佳经济性。在目前建筑节能领域具领先水平。

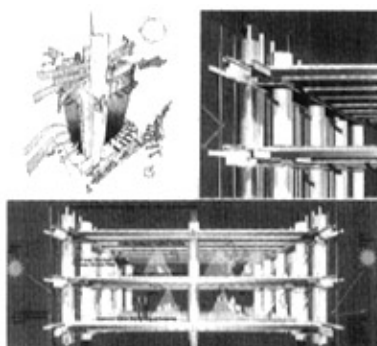


图3 节能型玻璃幕墙系统

(三) 可再生能源

随着技术的日新月异,太阳能电池可与建筑材料和构件融为一体,形成一种崭新的建筑材料,成为建筑材料整体的一部分,如太阳能光电屋顶、太阳能电力墙(Powerwall)以及太阳光电玻璃。这三种材料有很多优点:它们可以获取更多的阳光,产生更多的能量,还不会影响建筑的美观,同时集多个功能于一身,如装饰、保温、发电、采光等等,是未来生态建筑生命型材料。

1. 太阳能光电屋顶

这是由于太阳能瓦板、空气间隔层、屋顶保温层、结构层构成的复合屋顶。太阳能光电瓦板是太阳能光电瓦板与屋顶瓦板相结合形成一体化的产品,它由安全玻璃或不锈钢薄板做基层,并用有机聚合物将太阳能电池包起来。这种瓦既能防水,又能抵御撞击,且有多种规格尺寸,颜色多为黄色或土褐色。在建筑向阳

的屋面上装上太阳能光电瓦板,既可得到电能,同时也可得到热能,但为了防止屋顶过热,在光电板下留有空气间隔层,并设热回收装置,以产生热水和供暖。美国和日本的一些示范型太阳能住宅的屋顶上都装有太阳能光电瓦板,所产生的电力不仅可以满足住宅自身的需要,而且将多余的电力送入电网。

2. 太阳能电力墙

电力墙是将太阳能光电瓦板与建筑材料相结合,构成一种可用来发电的外墙贴面,既有装饰作用,又可为建筑提供电力能源,其成本与花岗石一类的贴面材料相当。这种高新技术在建筑中已经开始应用,如在瑞士斯特克波思有一座42m高的钟塔,两面覆盖着光电瓦板组件构成的电力墙,墙面发出的部分电力用来运转钟塔巨大的时针,其余电力被送入电网。

3. 太阳能光电玻璃

在建筑中,当今最先进的太阳能技术就是创造透明的太阳能光电瓦板,用以取代窗户和天窗上的玻璃。世界各国的试验室中正在加紧研制和开发这类产品,并取得可喜的进展。日本的一些商用建筑中,已试验采用半透明的太阳能电池将窗户变成微型发电站,将保温、隔热技术融入太阳能光电玻璃,预计10年后将取代普通玻璃成为未来生态建筑主流。随着现代科技不断发展,太阳能发电系统将在技术上取得突破,从而大大提高太阳能发电效率,拥有无限广阔的前景,将成为未来生态建筑不可或缺的一部分。今天的高新技术也许就是未来的普及技术。

除了太阳能,在世界的范围内探讨的可再生能源利用还包括风能、地热能、潮汐能、生物质能等等。例如在丹麦,由于对利用风能、生物有机物及太阳能等的研究起步较早,可再生能源技术已发展较为成熟,开始有可能性与传统能源进行竞争。丹麦《可再生能源发展技术(DPRE)》有力地促进了各种可再生能源利用,这使得1980年可再生能源在其整个能源构成中仅占3%上升到目前的12%。预计到2030年,这个比例将达到35%。其中,风能总装机容量达790MW,发电量现在已占消耗量的7%,到2030年,预计将达到50%。

四、对推进我国生态建筑发展的启示

(一) 全社会的生态意识教育与提倡和宣传绿色消费的生活方式

首先是加强对建筑师的可持续发展的生态意识教育,建筑师的创作不能脱离时代和当前的社会认识水平,否则就不会被接受。但是,建筑师要有引导建筑

进步的责任。20 届国际建协对建筑教育的讨论指出,过去的学校的建筑教育,对引导学生在建筑物的体型设计方面倾注极大的精力,现在,应更加关心历史、社会人文和生态环境。对于执业的建筑师,我国已经建立了建筑师的注册制度,对于继续教育也有了明确的规定,2002 年已经将《建筑设计的生态策略》作为继续教育的必修课程,开始得到应有的重视。其次是要在全社会普及生态教育,提倡绿色消费。



图4 诺曼福斯特伦敦市政大楼

(二) 建立我国的绿色建筑评估体系

绿色建筑体系标准应该是一系列建筑法规和技术标准所组成,是使用行政手段推动绿色设计强制实施的措施。政府部门应组织力量研究绿色建筑体系的标准,并逐年不断地进行修订。可持续发展的方法是多种多样的,我们很难指出你要如何做,但是,要告诉你哪些事情不能做。这是政府部门要积极开展的工作。在当前技术经济条件下,对所能认识到的建筑设计中的不可可持续发展的行为,材料与设备,从技术标准,法规上加以限制或淘汰。比如,北京市建委和规划委

除了已经限制使用粘土实心砖外,还定期公布淘汰一批耗能大、耗水量大和有污染的落后建筑材料;又如北京地区在市区城市规划范围内对 20 000m² 以上公共建筑、50 000m² 以上的住宅小区必须建设中水设施(即废水处理用于卫生设备用水)等,这些政府的规定都有力推动了绿色设计的开展。

(三) 调整建筑业与房地产业的产业政策,建立绿色税收制度

产业政策是国家对产业发展的规定和执行的行动准则,它利用金融、财政以及计划等作为调控手段,弥补市场机制的缺陷,引导和推动产业结构的演进,绿色建筑体系是建筑业和房地产业追求的目标,也必须对其产业政策重新审视,政策改革要配套,通过政府投资、价格和税收等政策予以诱导,逐步建立起对绿色建筑灵活有效的支持机制。

可喜的是现在我国已经有越来越多的建筑师开始注意到这个问题,如北京建筑设计研究院设计的香山植物园,清华大学建筑设计研究设计的清华大学中心楼和济南高等交通专科图书馆等,都在绿色建筑体系的目标下,进行建筑艺术的创作,对绿色设计做了有益的探索。

总之,推动绿色建筑设计要依靠全社会生态意识的提高,依靠市场机制的驱动,靠政府政策法规的规范与诱导,但建筑师的先觉无疑是重要的关键。

参考文献

- 1 中国统计年鉴. 北京: 中国统计出版社出版, 2002
- 2 中国发展报告. 北京: 中国统计出版社出版, 2002
- 3 “生态住宅专题研究”. [Http://www.hvacr.com.cn/](http://www.hvacr.com.cn/)
- 4 21 世纪生态建筑与可持续发展. [Http://www.green65.com/](http://www.green65.com/)