

# 节能减排——会呼吸的建筑

**摘要：**为了解决环境问题并减少能量损耗，使我们从现代建筑的玻璃蒸笼中解放出来，我们可以从建筑外部的各种幕墙入手，通过利用热双金属的弯曲特性，使得整个建筑处在一种智能的空气流动和光照分布下，从而解决了由空调的大幅运转造成的能量巨大耗散以及建筑内部的热量分布不均衡等问题，使建筑学会自主“呼吸”，节能减排。

**关键字：**热双金属 节能减排 幕墙呼吸

## 0. 引言

我的创新理念来源于生活，在当今社会，随着技术的发展，人类的建筑也越来越复杂美观，玻璃幕墙和金属幕墙覆盖着一栋栋擎天大楼，使人望之便目眩神迷。然而，在城市变得绚丽闪亮的同时，能量损耗和环境污染这两大问题也成为了热岛效应和全球变暖的催化剂。

众所周知，在过去有空调之前，我们要在建筑外面砌一层很厚的墙。厚墙是个很好的隔热材料，它可以保持墙的内部冬暖夏凉，一些小窗子也是当时不错的设计，因为它限制了热量在墙内与墙外之间的传递。然而自 20 世纪 30 年代以来，随着平板玻璃的到来和冷轧钢技术的出现以及大规模的生产，我们可以从天花板到地板都是玻璃，而没有任何阻挡视线的东西，还有我们逐渐依赖的机电冷却系统来降低那些晒烫了的房间。随着时间的推移，房屋越建越高，我们的工程学应用更好了，所以这些机械系统被大规模运用，而它们需要大量的能源去运转它们向空气排出大量的热，因而出现了城市中的热岛效应。然而当我们失去了能源之后，这些不能开窗的建筑将不再适合人类居住，必须空置出来直到空调系统重新启动方能解决这种问题。更差的是，当我们想要让这些建筑变成一个没有能量流入或者流出的状态时，我们无法通过提高系统运转效率而达到目的。

因此，为了解决环境问题并减少能量损耗，使我们从现代建筑的玻璃蒸笼中解放出来，我们可以从建筑外部的各种幕墙入手，通过利用热双金属的弯曲特性，使得整个建筑处在一种智能的空气流动和光照分布下，从而解决了由空调的大幅运转造成的能量巨大耗散以及建筑内部的热量分布不均衡等问题，使建筑学会“呼吸”。

## 1. 研究现状

### 1.1 国内



图 1

图 1 是由国内的一名开发者设计的建筑，实际上它是一个四层的玻璃盒子，但它被热双金属层护套所包围，形成了一个保护的屏幕环绕，并且那层热双金属层可以根据太阳移动进行开关。

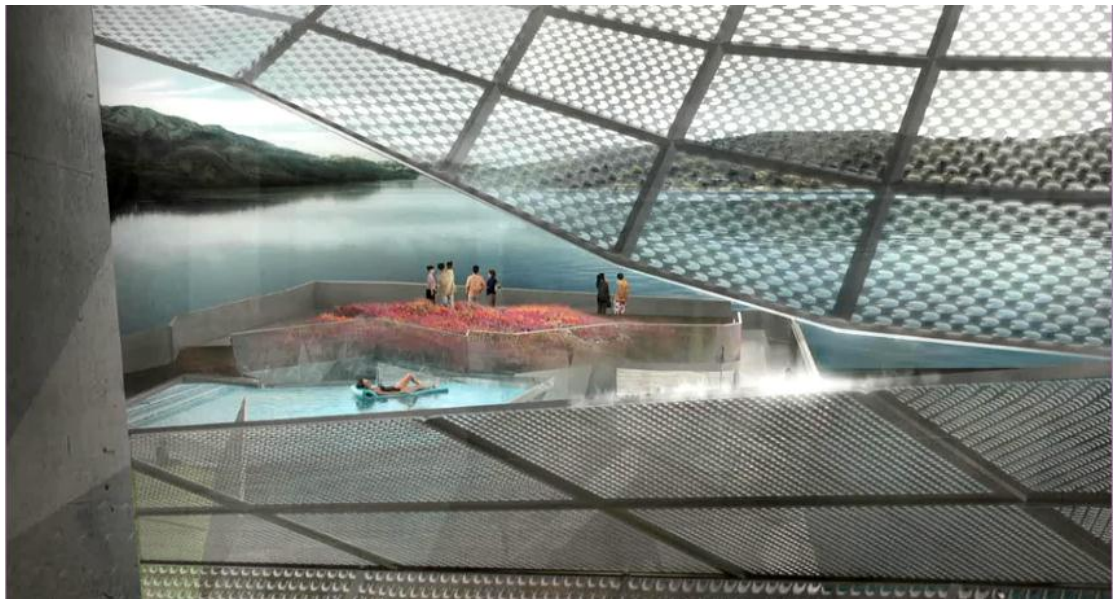


图 2

此外，如图 2 所示，该房子也可以遮挡隐私区域，这样可以把私人空间和公共空间在一天不同的时间区别开来。也就是说，在类似这个房子一样的建筑中，我们不再需要窗帘和百叶窗了，因为我们可以直接在这栋建筑上挡住一些东西，并能够管理室内的空气清新的状况。

## 1.2 国外



图 3

Doris Kim Sung 在人体皮肤呼吸的生物基础上，认为建筑的外表应该也跟人体皮肤相似，根据不同的位置，使建筑外部做出更加动态、反应更加迅速、更加具有针对性的反馈。因此她找到了一些不同于现代普遍使用的材料面板——热双金属，它由两种不同的金属薄膜组成，具有不同的热膨胀系数。当处于被加热的状态时，一边会比另一边延展得快，然后变成有一个弯曲的效果。在早期的原型中她建了些热双金属的小块曲面来了解卷曲是如何对温度做出反应的，而后在改进的原型中（图 3 所示）实现了将多块热双金属绑在一起使得在受热的情况下出现更大的移动，从而提出让空气在系统中循环通风的模型——“bloom”。



图 4



如图 4 所示，“bloom”的表面全是热双金属做的，能够实现两个功能：  
第一，做成一个遮太阳的装置。当太阳光射在它的表面时，它可以限制太阳光通过装置的量。  
第二，它是一个通风系统。这样被它困在下面的热空气可以在有需要的时候穿过或者离开这个装置。

这个材料是由大约一万四千片组成的，并且没有两块是一样的，因此我们可以校正每一片使其精确到它最理想的位置，从而使它面向太阳的角度和材料的弯曲达到最佳效果。

## 2. 论文核心创意

这个创意是我在姥姥住院时在病房里陪护而产生的。为了保持采光充足，医院的病房里都装上了落地窗，看起来亮敞干净，但是到了中午的时候，日照当头，临窗的病人要被太阳热辣辣地烤上两三个小时，难免焦躁心烦。若是要开窗户通风，又担心临窗的患者受凉病情加重，若是要开电扇空调，远离窗户的患者又会觉得阴冷，以致于无法调和使整个病房的患者都感到舒适。因此我想，若是落地窗能够随着阳光的强度而适当地进行遮挡，再根据外界温度而从窗户内部通风，这样便能解决病房里的难题从而给病人提供更好的环境安心养病了。

当然，这样的设计同样可以应用在其他建筑上，对于那些电力昂贵或是经常断电的地区来说，这个设计可谓贴心之至。既不必将宝贵的电力浪费在室内通风和温度设置上，又可以享受到一个更加亲近自然的舒适环境，而且达到了绝对的智能化，完全不需要人工调节，使室内的人们心情更加愉悦，工作效率也会因此而提高。

此外，这样的设计对于那些旅游爱好者以及一天到晚大门不出一步的宅男宅女来说，也有着相应的惊喜。它自动通风换热的功能使得旅游爱好者可以放心大胆地走遍大江南北，而不必担心在逛过大半个地球之后回到家看见的只有潮湿和灰尘混合而成的满目霉菌；而那些天天困在家里的宅男宅女更是需要这样的设计给他们的房间消消毒，通通风，使他们的生活更加健康，为他们增添一些阳光。

### 2.1 创意构想的实现

20 世纪 70 年代，玻璃幕墙随着现代建筑的发展在全世界得到普及。近年来随着世界范围内环境、能源问题凸现，人们对于玻璃幕墙由于保温性差而造成的能源过度消耗等种种弊端更加重视起来。因而双层玻璃幕墙成为了国内外许多建筑师的设想，然而在当今社会出现的多种双层玻璃幕墙中，几乎少有建筑能够靠其智能运行从而调节建筑内部环境状态。

然而 Doris Kim Sung 却为我们提供了另外一种设想，即不再局限于对于系统本身电力节约等方面的设想，而是不依赖电力的作用，完全依靠智能热双金属材料本身的物理特性，通过精心设计和巧妙构建，充分利用可再生的自然资源，满足建筑内部人却在供热、制冷和通风等方面的需求，从而打造节能型、智能型的建筑——使建筑学会“呼吸”。

要实现这个构想，其重点在于以下三方面：

### 2.1.1 金属材料的选择

目前市场上常用的金属幕墙所使用的材料主要有以下几种：铝复合板、单层铝板、铝蜂窝板、防火板、钛锌塑铝复合板、夹芯保温铝板、不锈钢板、彩涂钢板、珐琅钢板等等。这些材料都只是为了减少建筑的负荷，美化建筑的外观而精心选择的，但是却严丝合缝地将整个建筑内部都牢牢封锁起来，连空气流动都需要依赖空调的帮助，既增大了能量的耗损，又阻碍了热量的流动。

因此 Doris Kim Sung 研究了某些智能材料和一些智能热双金属。它是由两种不同的金属薄膜组成的薄板，有两种不同系数的延展，当被加热的时候，一边会比另一边延展得快，然后形成一个弯曲的效果。Doris Kim Sung 特意建了些曲面来了解卷曲会如何对温度做出反应，以及让空气在系统中循环通风，从而确定了智能热双金属材料的使用。

为了确定该材料的灵敏程度和使用效果，Doris Kim Sung 还构建了“bloom”这个模型，并对其进行了一天的测试，观测了热双金属在温度和阳光的双重作用下发生的改变。在该视频中可以看见“bloom”上的所有热双金属片在阳光的阴影里一片一片地闭合，从而遮挡阳光的效果，可以说做到了完全的光智能化。如下图所示，即为下午两点时，阳光照不到的阴影下，热双金属片已经处于即将闭合的状态，而仍享有日照的热双金属片依然保持着原有的弯曲状态。而且，据 Doris Kim Sung 的介绍，每一片金属的角度都可以自行设计，从而达到用户的需求。



图 5

### 2.1.2 控制建筑的光照强度

当今市场最常见的建筑外部是各种不同风格的幕窗，所以为了建筑外部的美

观性，也可以设计一个典型的双层玻璃窗，在两层玻璃之间做一个热双金属式的系统。这样当太阳光照射到外层时，它会加热两层玻璃中间的空隙，然后热双金属就会使其弯曲，从而挡住该栋建筑某些区域的所有太阳光。在这样的应用中，随着太阳光照射频率的不同，一栋高楼从一楼一直到三四十楼，整个建筑的表面可能会在一天的不同时间保持不同温度，从而获得适当的光照强度。（当然，这是设计师需要考虑的问题了~~）

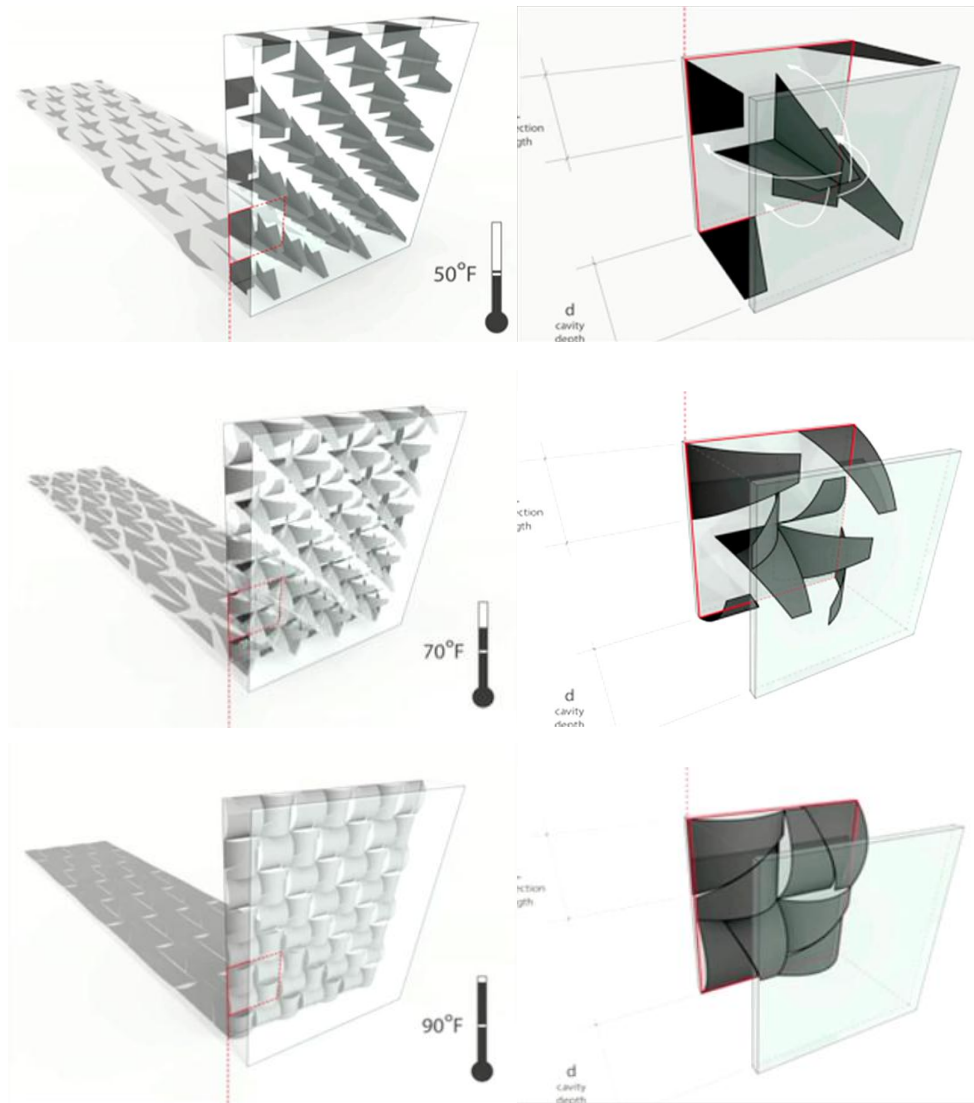


图 6

### 2. 1. 3 最后是如何让空气从建筑的侧面进入到建筑内部

让空气从建筑的侧面进入到建筑内部，这个想法源于蚱蜢的身体构造。蚱蜢有一套完全不同与人类的呼吸系统，它们通过身体侧面的呼吸孔进行呼吸，这些呼吸孔让空气进入并且通过系统从而达到降温的目的（如图 7 所示）。所以在建筑中也可以采用生物学上的原理，保留这样的做法使得空气的流动更加智能化。



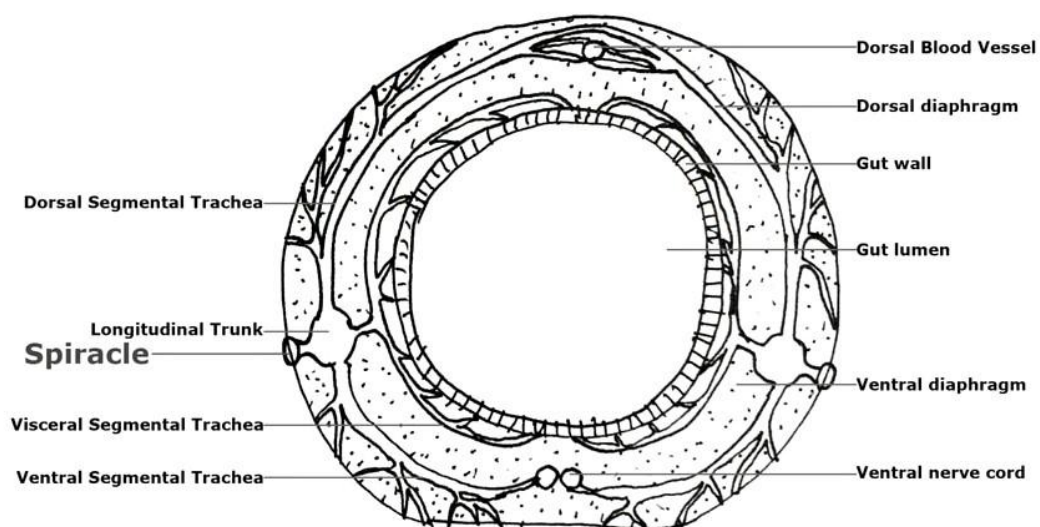


图 7

如下图所示，当空气是冷的时候（左图），热双金属是平的，所以它将限制空气从每层中间穿过，从而阻挡了空气的流动，使得室内保持在一个较为舒适的温度下；而当空气是热的时候（右图），热双金属将会弯曲，让空气从中间穿过，从而进行适当的通风和散热。

总而言之，就是空气在双层玻璃幕墙的内部流动，从而使空气在整个建筑体的外部形成一个隐形的温度转换器，带走屋内的热量从而进行温度的智能调节。

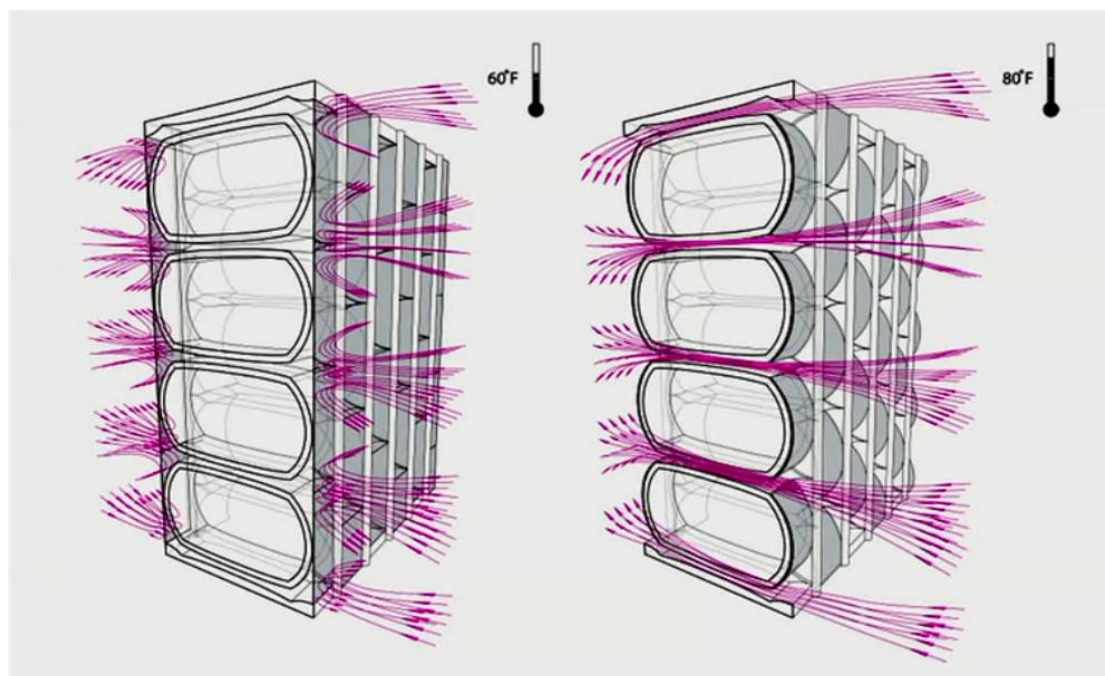


图 8

## 2.2 创意可行性分析

使建筑外部学会“呼吸”的技术难点主要有以下两个：

### (1) 金属板块的固定方式

热双金属块的固定方式对整个建筑外部幕墙的通风以及光照强度起着决定性的作用。初步的想法是将热双金属块安置在双层玻璃之中，使其在光照和温度的控制下进行相应的弯曲从而实现智能遮挡阳光并控制气流通过的效果，然而如何将热双金属块固定在玻璃之中以及留出每块热双金属弯曲的空间都是亟待解决的问题。

### (2) 成本问题

会呼吸的建筑现在还是一个美好的设想，虽然国内外已经有了会“呼吸”的幕墙，但是在技术方面是截然不同的。现在的设计是在玻璃内部安装排气通风装置和用以遮挡阳光的金属帘，需要人工操控并提供能量，而我所设想的会呼吸的建筑则是通过热双金属对温度和阳光的智能弯曲特性而实现的。如今热双金属的价位虽不高（上海力积伟合金材料有限公司的价格是 126 元/公斤），但要将这些热双金属块一一制成特定的形状并固定在双层玻璃之中，设计展开之后的形态等都是大量的工程，在目前看来还需要进一步的实验和研究。

## 2.3 创意应用前景

为了追求节能和舒适的办公环境，“呼吸”幕墙已成为国内外部分高档办公楼宇首选的围护系统。但是现在的“呼吸”幕墙并不智能，只是在原来的基础上增加了双层玻璃中间的通风口，以及用于遮挡阳光的金属帘，仍然需要人工进行调整，在一天的不同时段控制金属帘的遮光程度。此外，在双层玻璃中装载的进风和排风装置仍需要能量的供应，无法做到在停电或是电力供应不足时继续工作。

相反，当你对一天又一天地重复开关百叶窗厌烦时，或者是你在度假时没有人可以去开窗通风换气，或者在停电甚至是你没有可用的电力能源的时候，我所设想的这种由热双金属构建幕墙的建筑还是会继续呼吸畅通，精确地随着太阳角度的变化以及温度的差异进行调整，使建筑内部保持在一个舒适安静的状态中，一直高效工作直到永远。我想，少了来来回回对空调温度的调整，少了一年四季电力循环系统发出的嗡嗡声，少了一栋栋排放大量废气污染的建筑群，生活也必然会变得更美好。相信在以环境和发展为中心的今天，会呼吸的建筑会越来越茂盛，人类的居住环境也会越来越舒服。

### [参考文献]

[1]参考文献 1: Doris Kim Sung, Ted Talk: *Metal that breathes*

[2]参考文献 2: 蔡平海. 热双金属. 上海钢研, 1988, (4)

[3]参考文献 3: 何天荣. 国外热双金属的发展概况和趋势. 功能材料, 1980, (6)