

# 建筑幕墙节能与创新

2006 年上海幕墙门窗节能环保技术交流论坛讲演稿

建设部幕墙门窗标准化技术委员会专家组长

龙 文 志

(一) 上海正站在一个新的历史起点上。

1.1 城市化是当前我国的一个热点问题。2000 年，美国经济学家、诺贝尔经济学奖获得者斯蒂格利茨 (Stiglitz) 曾经说过：影响二十一世纪人类社会进程两件最深刻的事情：

第一是以美国为首的新技术革命，

第二是中国的城市化。

新技术革命对人类社会进程的影响可以理解，中国的城市化为什么将影响全人类二十一世纪的社会进程呢？

西方所有发达国家总的劳动力不到 4 亿，但中国农村的剩余劳动力就超过了 4 亿，而且每年新增劳动力 2000 万。在中国高速的城市化进程的三十年时间内，有这么多的剩余劳动力中的 80%以上要从农村转移到城市，也就是说总量超过西方劳动力总和的这样一支劳动力大军，要从低生产力水平转移向高生产力水平，这是对人类社会进程的一个巨大促进。正因为如此，斯蒂格利茨认为，中国的城市化不仅决定

中国的未来，而且也决定着世界的发展进程。所以，把城市化问题看得如此地尖锐、复杂和紧迫，是不足为奇的。中央领导反复告诫，中国能不能屹立于世界民族之林、获得一流强国的位置，决定于本世纪的前二十年。而这二十年恰恰就是城市化高速发展的时期，而且这个高速发展期是史无前例、空前绝后的。高速城市化对一个国家、一个民族来说，在历史上只有一次机会，抓住机遇，并以最小的代价获得最大的成功，那就是国家的成功，民族的成功，也是人类的成功。所以，把城市化的问题提到这样一个高度，是有理由、有历史背景的。

上海是中国最大城市，在中国城市化建筑中过去和今后都将起到代头和示范作用，从这个意义上讲，上海和全国都正站在一个新的历史起点上。

## 1.2 新起点面临的挑战. 一创新与节能。

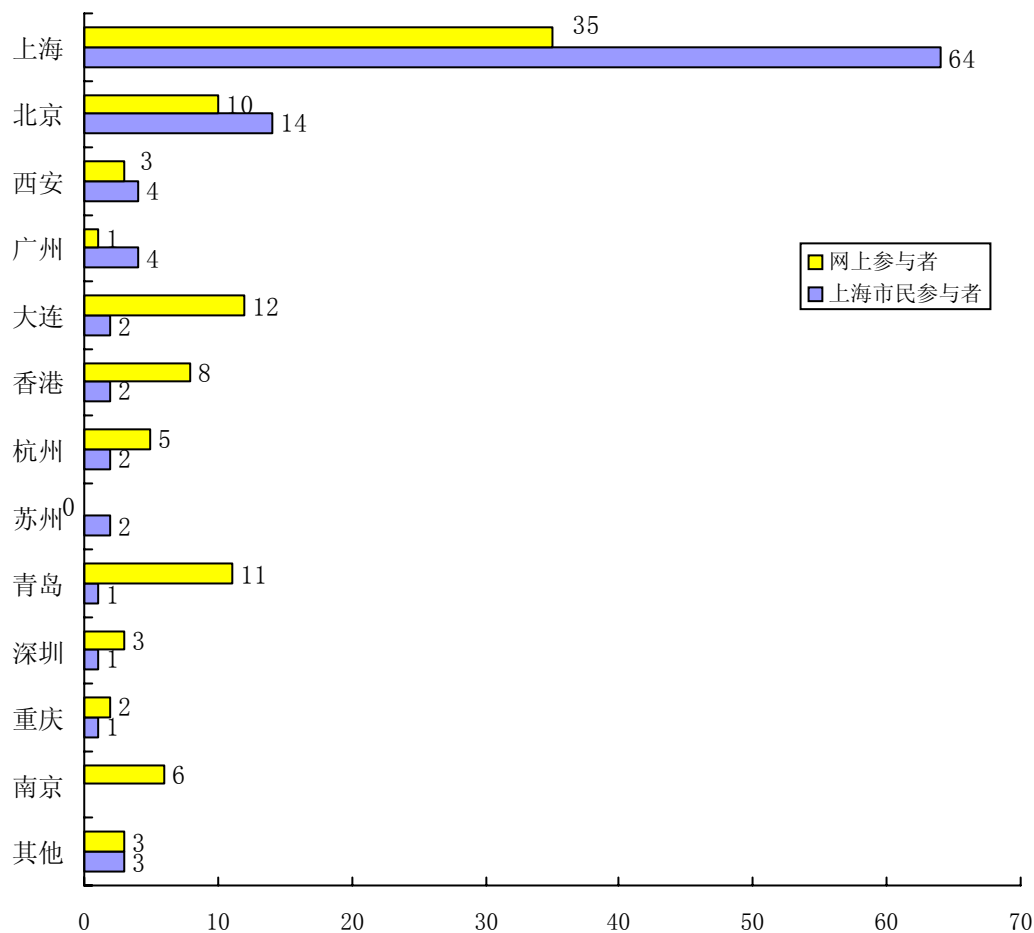
以大量消耗原材料和能源为特征的传统经济正在逐渐失去昔日的荣耀。由资源依赖型转向创新驱动型，真正实现经济增长方式的转变，已成为正处于快速城镇化的中国经济发展面临的非常迫切的重大战略选择。近年来，在经济快速增长的同时，多数领域由于我们没有掌握核心技术而在国际产业分工中仍处于低端位置。我们一直提倡科学技术是第一生产力，但是经过 20 多年的发展，我们在这一方面做得并不十分到位。

由此可见，我们这些年费尽心机的高速增长实际上是付出了极大的能耗成本和承担了极大的技术安全风险的。“十一五”规划建议中指出，实现中国经济增长方式根本转变，最重要的就是大力推进科技进步和创新，提高产业结构的层次，以自主创新提升产业技术水平，并重视节能增效。简要的说就是‘创新和节能’。

从 2006 年开始，中国经济能否实现结构调整，中国的产业经济能否持续、协调地发展，中国的城市化能否健康发展，就要看我们能否把“创新与节能”的主旋律真正唱响，而不仅仅是停留在口号上。

### 1.3 上海是万国建筑博览

每座城市都有属于她的独特的建筑，这是城市创造力和城市精神的表现。城市建筑体现了城市和社会的理想、信仰、制度、伦理和价值观。建筑是城市发展的记载和缩影。到上海，无不惊叹这座城市瑰丽多姿的建筑风采。上海建筑中的传世之作，有些是我们的先祖遗留下的，更多的则远涉重洋，从古罗马、古希腊时代走来，跨越中世纪、文艺复兴时期和古典主义、现代主义的漫漫岁月，又兼容英国、法国、西班牙、德国、意大利、挪威、俄罗斯、日本、印度、阿拉伯、犹太民族等不同风格。一次网民调查表明：35%网民和 64%上海市民最喜欢上海都市建筑。



网民最喜欢的都市建筑风格 (%)

上海城市的发展与上海的建筑是一个整体，如果上海失去了城市赖以自豪的历史建筑，我们对上海城市发展的认识就会缺乏形态的佐证。如果没有陆家嘴那些高层建筑，改革开放的记录也许就不那么完整。陆家嘴高层建筑和幕墙的发展，是上海城市发展的缩影，在某种意义上讲也是中国高层建筑和幕墙发展的缩影。上海的历史建筑和改革开放以来的新建建筑相互辉映，可以这样说：上海建筑是万国建筑博览，上海建筑幕墙是万国建筑幕墙博览。

下面的一组照片是东方明珠高塔上,用同一各角度、不同

的年份拍摄的，真实的记录了陆家嘴地区的变迁

















未来的上海城市应当是什么样的呢？世博会将是上海城市发展的一个里程碑，上海作为以城市为主题的 2010 年世界博览会的举办城市，有着特殊的意义。未来上海城市建筑、上海建筑幕墙是什么样的呢？我们不能走西方老路，也不能按美国新都市主义的模式。那些都是适合别国的社会经济条件的产物。我们应该寻找自己的发展模式，任何西方模式都不可能解决我们中国的问题，我看也不能解决上海的问题，要避免重复西方社会曾经走过的弯路。我们必须结合中国的国情、结合上海的地情，以节能和创新建造更多的优秀建筑、优秀建筑幕墙，创建面向未来的住宅区和相适应的建筑门窗，丰富城市发展的理念，完善并提升城市功能，创造城市未来发展的模式，推动中国城市化进程。这是上海建筑面临

的严峻挑战，也是上海建筑幕墙、门窗行业面临的严峻挑战。

## （二）上海建筑幕墙、门窗行业面临的严峻挑战：

2.1 自 1949 年以来，据不完全统计，上海建造了大约 6 亿平方米的各类建筑。从统计数字上看，建设量相当于 15 个解放前的上海，自 1952 年至 2001 年建造了 3 亿 6 千万平方米的住宅。这些建筑主要是在 1985 年至 2001 年期间建造的，这些年，上海一共建造了 4.68 亿平方米的各类建筑，其中大约 59.8% 是住宅。上海从 20 世纪 90 年代起建筑进入高速发展期，“九五”期间住宅的竣工总量 7650 万平方米，平均每年 1530 万平方米，公共建筑竣工量 3289 万平方米，平均每年 658 万平方米。到 2003 年新建住宅建筑超过 2000 万平方米，新建公共建筑超过 1500 万平方米。

上海 18 层高的大楼已经有 4000 座，在 2010 年前还要建成 1000 幢，而在纽约这个数字也不过就是 1000 幢。上海的摩天大楼不但超过了纽约，而且比整个美国东海岸的大厦加起来还要多。上海是我国玻璃幕墙工程最多的城市，据不完全统计，目前全市约有 8 层以上玻璃幕墙建筑 1 3 0 0 多幢。1984 年至 2001 年底设计使用建造玻璃幕墙建筑约 1000 幢以上（包括近年来部份建筑设计使用玻璃、石材、金属板组成的幕墙），幕墙总面积超过 700 万 m<sup>2</sup>，这样建筑数量和建设速度都属于世界城市发展史上所罕见。然而，静心思考一

下的话，就会发现，如此大规模的城市建设，在量与质（建筑能耗）的关系上并不协调。

## 2.2. 上海建筑能耗状

2.2.1 改革开放以来，上海国民经济以年均 12.3% 的速度向前发展，至 2003 年本市 GDP 总值已达 6250.8 亿元，人均已突破 5600 美元，成为全国经济最发达的地区之一。

2.2.2 随着经济的高速发展，人们对居住舒适性要求也不断提高，致使建筑能耗迅速上升。2003 年全市社会能源消费总量为 6295.7 万 tce，人均能耗达 4.69tce，已接近中等发达国家的能耗水平。

2.2.3. 近 5 年来，上海夏季最高用电负荷平均增长率达到 10% 左右 2003 年上海夏季最高用电负荷达到 1362 万千瓦，目前则已突破 1500 万千瓦，用电缺口有 540 万千瓦之多。若能进一步加强建筑节能工作，则可有效地改善上海地区高峰用电短缺的现状。

### 2.2.4. 上海建筑发展趋势

上海从 20 世纪 90 年代起建筑进入高速发展期，“九五”期间住宅的竣工总量 7650 万平方米，平均每年 1530 万平方米，公共建筑竣工量 3289 万平方米，平均每年 658 万平方米。到 2003 年新建住宅建筑超过 2000 万平方米，新建公共建筑超过 1500 万平方米。根据标准，目前上海普通建筑的外墙、屋面和门窗的热工性能均不满足要求，随着人民

生活水平的提高与建筑体量的不断增加，建筑能耗将呈急剧增加趋势，作为资源和能源都十分匮乏的上海，能耗的急剧增长势必会影响能源的安全与社会的稳定，上海建筑节能任务艰巨。

## 2.3 上海建筑节能的特点与进展

### 2.3.1、上海的气候特征

在我国建筑气候区划中，上海处于第 III 建筑气候区。气候特点是夏季闷热，冬季湿冷，气温日差小，年降水量大，日照偏小（44%）。气象资料统计数据表明，近 10 年比前 30 年气温有升高的趋势，如 1951—1980 年日平均温度 $\leq 5$  度为 54d，现为 31.8 d；夏季极端最高温度原为 38.9 度，现为 39.4C，而且夏季平均气温 $>26.5$ C 达 54.7 d。所以，上海开展建筑节能，既要考虑建筑物的夏季防热，又要考虑冬季防寒，以夏季防热为主，兼顾冬季防寒。

### 2.3.2、建筑总量大，建筑围护结构热工性能差

据统计，上海现有建筑总量为 2.6 亿平方米，其中住宅为 1.5 亿平方米，其它建筑为 1.1 亿平方米。新建建筑面积为 2555 万平方米，其中住宅为 1684 万平方米。建筑幕墙和门窗的传热系数，也均不能完全满足节能设计规定要求。在建筑保温状况上，与气候条件相近的发达国家相比，差距甚远，上海多层住宅单位能耗为他们的 4—5 倍，屋顶为 2.5—5.5 倍，外窗为 1—2.5 倍，门窗空气渗透为 3—6 倍。

### 2.3.3、建筑使用能耗逐年增加

上海建筑耗能占全市总能耗的比例已从1995年的11.2%上升到近几年的25.4%左右，建筑能耗及电耗年均增速比全市能耗增速高出8个百分点，新建建筑符合50%节能标准的仅占10%。其中建筑使用能耗占建筑总能耗的52.7%，占上海总能耗的13.4%。

提高建筑幕墙、门窗等维护结构的节能性能，这必定会增加相应的造价。因此，以创新、节能理念为指导，结合上海的实际，采用适用、先进、经济的技术，降低建筑幕墙、门窗围护结构传热系数，提高气密性，在经济性、舒适性和节能之间找到一个平衡点。使幕墙、门窗的节能达到或者优于发达国家的水平，是目前上海建筑幕墙、门窗行业面临的严峻挑战！

### （三）上海建筑幕墙和门窗节能和创新的思考。

3.1 坚持跨越式发展 根据上海建筑节能现状，要达到节能50%目标，借鉴国内、外成功经验，坚持跨越式发展。着重从围护结构中提高墙体、门窗和屋面的保温隔热性能，提高采暖空调降温的效率以及在照明节电、太阳能或地热利用等方面采取措施。

加强技术创新，发展高科技，实现产业化 大力开发和推广工业化生产与应用技术，实现工业化生产，专业化施工，走产业化道路。

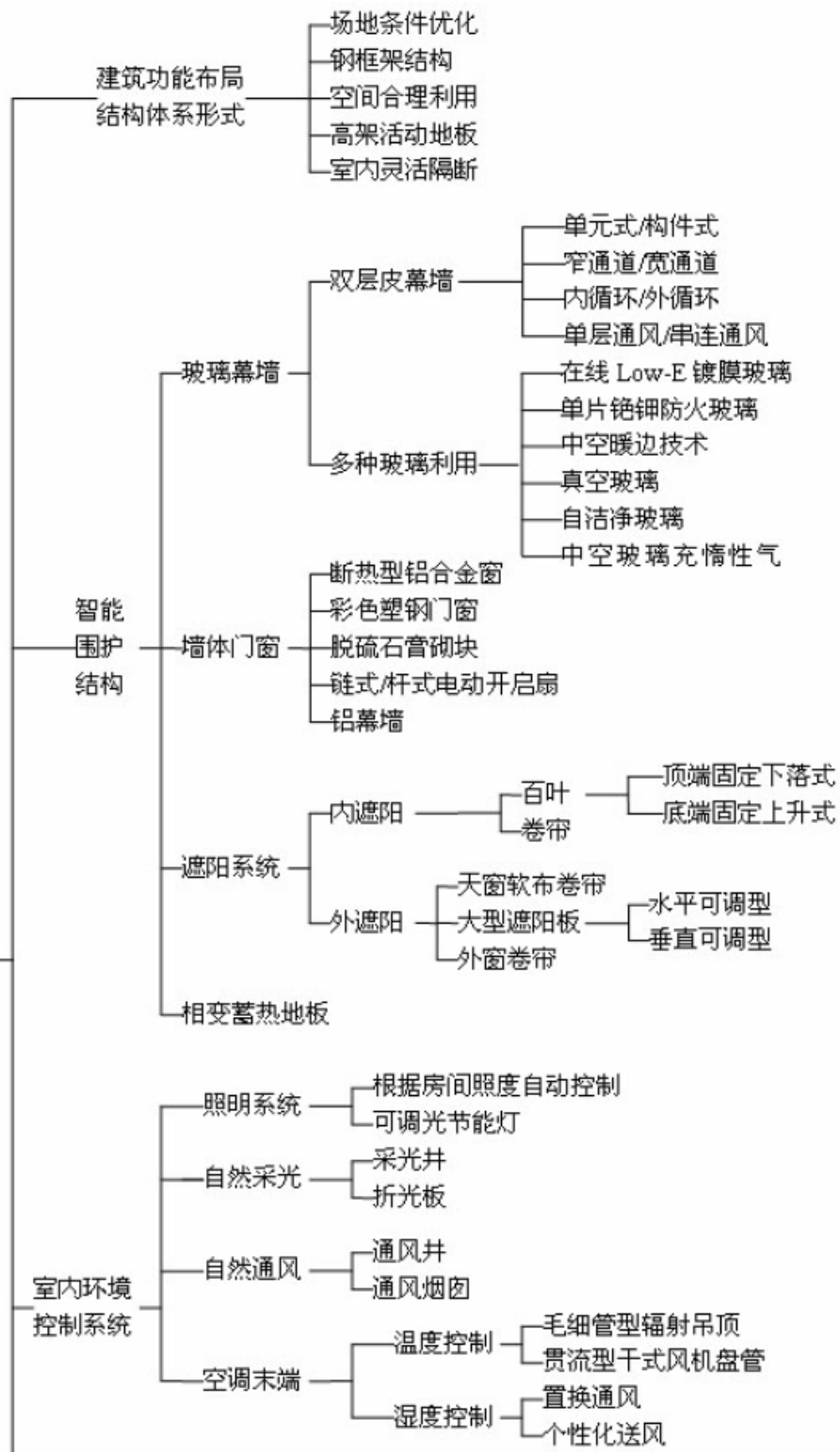
3.2 坚持可持续发展战略 建筑幕墙、门窗节能工作是一项长期工作，必须树立可持续发展观念，分阶段实施建筑节能计划。

坚持因地制宜的原则 应根据上海气候特征、经济技术水平、工作基础等情况，制定符合实际的工作计划，并认真付诸实施，最终实现建筑节能的目标。

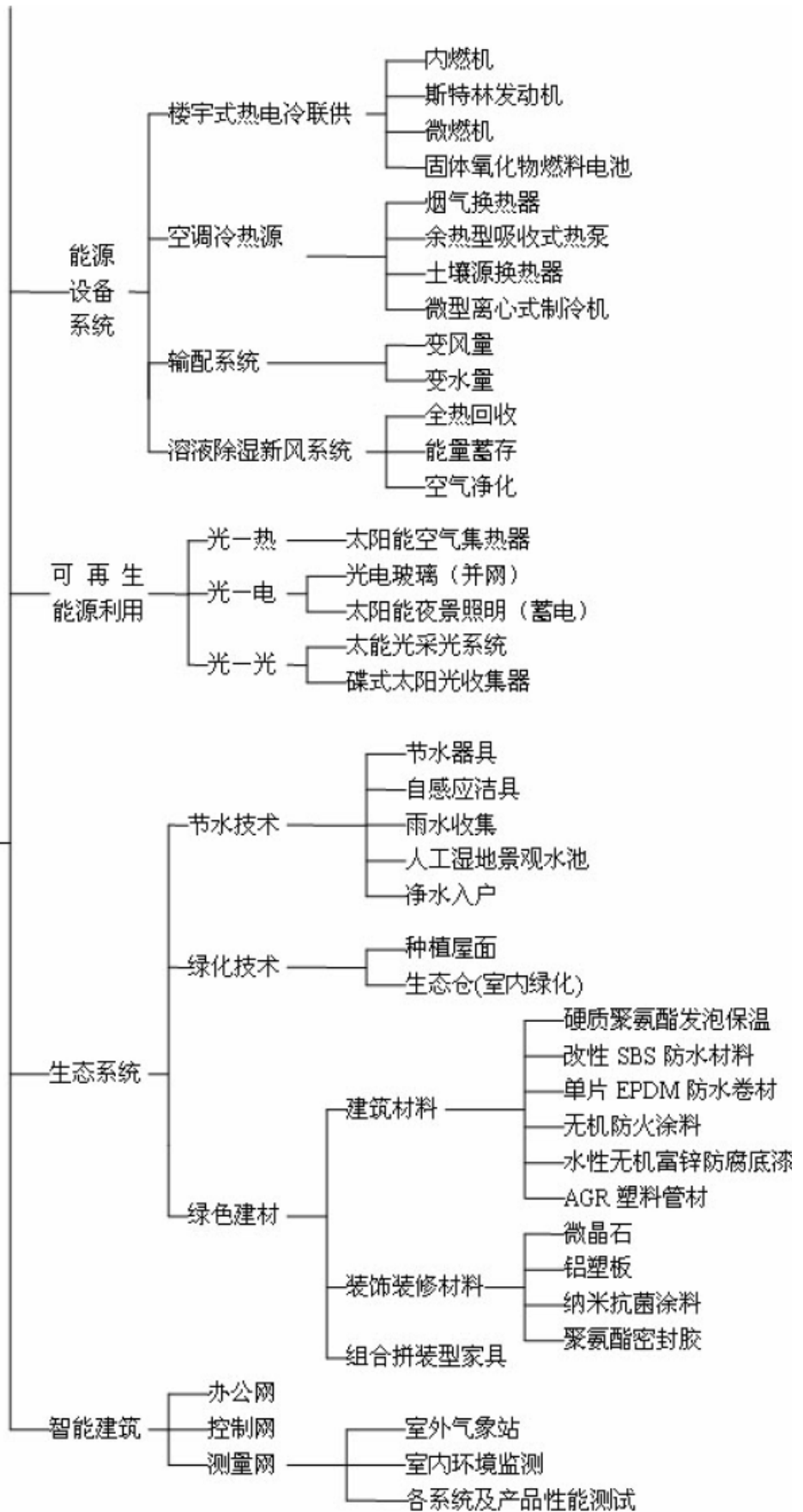
3.3 全面、系统、科学的运用多种节能技术。如下表、下图示意：



# 超低能耗建筑技术



# 超低能耗建筑技术



### 3.4 提升设计理念。

从科学节能理念上来讲，既要防止外围护不利一面，称为被动节能；又要积极开发利用有利一面，称为主动节能。就玻璃幕墙而言：即不是局限于防护玻璃幕墙的透明耗能的不利一面，而又利用玻璃幕墙的透明可以采用太阳能有利一面。以双层结构玻璃幕墙为例：双层玻璃幕墙与普通单层玻璃幕墙相比，有两方面区别，一是双层结构比单层结构降低了幕墙的平均传热系数，从而减少了能耗；这是防护玻璃幕墙的透明耗能的不利一面，二是通过外层玻璃幕墙的通透性，利用太阳能在两层玻璃热通道产生的‘温室效应’和‘烟囱效应’，增添了冬季和夏季节能的效果。所以双层玻璃幕墙的外层玻璃大多采用点式超白玻璃，尽量提高通透性，增强热通道节能效应。因而双层玻璃幕墙不是局限于传统传热系数的被动节能，而又利用玻璃通透特性开发了主动节能。从达到上述目标的阶段性过程看，也不应将围护结构节能技术和产品的理解过于狭隘。围护结构的节能是对于建筑周边的自然环境，如光线、温度、风压、气候状况等充分分析和了解的基础上，针对建筑本身的朝向、高度、室内功能等特点，通过有效地系统技术和产品对室内环境起到适应和调整的过程。这个过程需要综合多种因素考虑，需要处理多种关系，诸如隔热和得热、采光和遮阳、通风和热交换的关系，处理好气密性、水密性和传热、隔声的关系等等。这个过程

不应仅仅依据于单一的状态指标，如传统K值就能够说明和解决的。“节能型”建筑和幕墙不能片面地理解为“低标准”和“简易房”。建筑节能作为一种开发理念和政策取向，它不是、也不应该是牺牲必要舒适度和降低综合性能为代价来换取能源的节约，而是保障人民基本居住权益，并满足不同消费群体对建筑的多元化需求条件下，不断提高能源利用率。玻璃幕墙的大量发展，恰恰表明其确实能够满足城市发展的某种需求，甚至可以说，开放透明的玻璃幕墙是为城市而生。不能因为节能，而要我们现有建筑外围护结构都回到‘秦砖汉瓦’的时代，我们现在不是笼统呼喊‘叫停玻璃幕墙’，正确的是：叫停能耗高的玻璃幕墙，积极开发节能的玻璃幕墙。这也不是简单的将一些技术累加或附加就能够实现的，而应结合中国实际研究、开发先进适用的新型节能玻璃幕墙。例如，镀膜玻璃、Low-E玻璃、热反射玻璃、中空玻璃、真空玻璃及隔热断桥铝型材等，降低空气渗透热损失、提高其密封性等。同时提升设计理念：变被动设防的设计为主动设防的设计。例如，双层幕墙、光电幕墙、智能幕墙等。

### 3.5 上海幕墙门窗尽快实现三大转变：

上海的建筑设计和幕墙、门窗大多还停留在对国外建筑的“复制”、“模仿”阶段，缺乏创意和内涵。十余年来，上海一批知名的大型公共建筑，十有七八出自境外设计师的手

笔：法国夏邦杰设计了上海大剧院，美国 SOM 设计了金茂大厦，经历了数次开基典礼的环球金融中心是出自美国著名的设计事务所 KPF 之手，至于浦东国际机场和东方艺术中心，则浸透着法国设计大师安德鲁的智慧……在上海图书馆、上海博物馆、上海体育馆等新落成的大型建筑中，已经可以发现不少原创元素。东方明珠是上海自主创新成功之作，但总的来看，上海幕墙门窗尽管也有一些创新，但原始创新及整合创新少，主要是学习、引进、消化国外技术，还是国外技术依赖型。今后在学习、引进、消化国外技术同时，上海幕墙门窗尽快实现三大转变：即“由主要依靠物质要素投入带动发展向更多依靠科技进步带动发展的转变；从资源依赖型向创新驱动型的转变；从国外技术依赖型向国内自主创新型战略转变。”

#### **（四） 综合应用各种技术，以创新促节能。**

4.1 目前，可应用的新技术、新材料越来越多，如何综合应用适用的高新技术提高幕墙热工性能？运用高科技技术的目的，是通过科学技术手段的应用而达到建筑的高舒适度低能耗以至零能耗。现在有一些楼盘幕墙宣传自己运用了很多高科技产品和技术，大大提高了幕墙热工性能，冠以科技地产等名头，而不去仔细分析所采用的技术是否合适，能否真正达到节能的目的，很可能为了寻找一些卖点。科学技术是手段而不是目的，高新技术的运用，不求最新、最贵，

重在系统化的配合与互动。高新技术的运用能够促进产品更新换代，创造产品差异化，满足不同层次的社会需求

4.2 高新技术的运用应当是成系统地去考虑，各单项技术之间应当互相配合，形成一个有机的整体，这样才能达到目的。目前，有一些幕墙宣传自己采用了很多高新技术，甚至形成了一种攀比的风气，好像高新技术运用越多越节能，但却没有深入分析系统之间的有机搭配，由于一两项技术的不合理运用造成了“短板效应”的出现，虽然有较高的投入，却达不到高舒适度低能耗的目的。

4.3 技术系统的采用不在多少与高低，而在于是否有针对性，是否能够解决问题。在有限的资金和技术的投入下取得最大效果。也不能一味的追求高科技，也只有针对性的选择运用，才会达到事半功倍的效果。一些低技术或常规技术的巧妙运用恰恰能达到最好的效果。

4.4 提高幕墙热工性能也要和经济性相匹配。高舒适度并不是一味追求奢侈，低能耗也不是只讲究节能效果，而是在保证一定足够舒适度的条件下尽可能节能减耗，在节能、舒适和经济之间寻求平衡。

4.5 针对传统设计模式很难适应节能建筑设计要求的现状，借鉴国外经验，建议引入了“整合设计”（IDP）理念，即在设计最初方案阶段节能的专业人员就开始介入，提出初步

的节能方案，并在后续的设计中综合建筑、规划景观、结构、暖通空调、给排水、建筑电气与楼宇控制、幕墙及屋顶外围护设计、室内设计等各个专业，通过有机整合和密切协作，综合采用成熟的高新技术及产品，整合设计形成节能体系

在这一过程中很重要的一个环节就是建筑整体能量平衡系统的设计，设计人员用计算机软件系统对未来建筑的室内、外热工环境、能量平衡进行模拟计算，为幕墙、门窗下一步深化设计提供依据。达到多管齐下、整体推进的结果。

#### 4.6 避免错误的建筑节能技术导致建筑垃圾。

例如：近些年为了降低造价，一些建筑师选择了不正确围护结构的保温技术，将建筑物的围护结构分别形成两个不同的温度环境，引发了不同温度环境的不同形变，这种建筑结构不同部位发生不同形变的结果最终会使墙体多处发生裂缝，破坏建筑物主体结构，使建筑物处于不安定的状态并反复引发的众多现象，产生“保温技术综合症”，导致建筑垃圾。

例如：在进行保温层的结构和材料设计时，如果不遵循“逐层渐变，柔性释放应力”的原则，将会导致保温层耐候能力不够，寿命短。这样不仅浪费了资源，也会在建筑物几十年的使用过程中和维修过程中产生大量的建筑垃圾。

例如：某些中空离线 LOE 玻璃，有些是国外快要淘汰的技术和产品，尽管价格低，但 LOE 层耐久性差，中空玻璃密封寿命不长，尽管初期、短期有一定节能效果，但使用一段时间之后，不仅节能效果明显降低，而且玻璃变色难看。

因此，开发适合我国国情的、具有自主知识产权的建筑节能技术和节能产品是当务之急！而片面地引进国外技术和产品很可能将中国变成国外淘汰技术和产品的倾销市场。

#### （五）幕墙节能和幕墙安全共融。

5.1 中国建筑装饰协会受建设部委托，先后组织了 29 名有经验的资深幕墙专家，在各城市有关部门的大力支持和配合下历时两个多月对北京、上海、天津、重庆、西安、武汉、深圳、哈尔滨、厦门、温州十个城市进行了既有幕墙安全状况调查，调查中发现重要隐患的幕墙工程，占调查项目总数的 9.38%。上海市共调查 15 项幕墙工程，其中运行正常 9 项，所占比例为 60%；一般故障和隐患 5 项，所占比例为 34%；重大安全隐患 6 项，所占比例为 6%。这是一个不容忽视的数字。

上海市有关部门高度重视建筑幕墙的安全，着力采取一系列的措施，得到建设部的肯定和好评。上海市装饰装修行业协会早在 2002 年就向上海市建设和管理委员会呈交了《关于开展对上海市在用玻璃幕墙安全性能检查、检测、维修的建议（沪装协[2002]第 039 号）》，2004 年上海市建筑装饰行业协会向市政府报告了发生在上海的四起幕墙坠落伤人事件，



引起了市政府的高度重视，随即委托上海市装饰装修行业协会在市建设行政主管部门的指导下对全市建筑幕墙工程进行了检查，结果是 10% 的幕墙工程存在不同程度的安全隐患。全国和上海的调查的结果都表明上海同全国一样：既有建筑幕墙安全已成为城市公共安全新的隐患。因而，幕墙和门窗节能千万不能降低使用年限内的可靠度，千万要保证幕墙、门窗的安全，要在保证安全前提下进行创新和节能，最理想是把既有建筑幕墙的安全改造和既有建筑幕墙的节能改造相结合，幕墙节能和幕墙安全共融。遗憾的是，在这方面当前有些注意不够的倾向。也值得上海幕墙门窗的同仁重视。举例如下：

6.2 隔热型材是不同材料构件，用于幕墙立柱和横梁等受力构件时，不是目前幕墙规范中的单一材质梁，要按组合梁进行设计计算，目前不少幕墙立柱和横梁断热型材的强度和刚度计算没有进行，或者没有按组合梁进行设计计算。

6.3 自 2000 年以来作为门窗主受力杆件的框扇断桥隔热铝型材得到迅速发展，行业标准也已颁布执行。由于断桥隔热铝型材是由隔热条联结两侧的铝型材形成完整的受力杆件，组成框扇时组角部分的连接强度就显得至关重要。而目前市场上众多的断桥隔热铝合金门窗的组角仍然沿用传统的单组角方式。角连接强度的不稳定性导致框扇变形，框扇变形

必然导致框扇之间、玻璃与框、玻璃与扇之间的缝隙，由此气密性失效、水密性失效、隔热隔声性能也随之降低。

6.4 隔热材料的力学性能不全面、不明确，市面上有一些隔热材料往往只注意热阻指标，没有或者很少注意力学指标，不合格材料、低级产品较多，对提高幕墙热工性能留下安全隐患，造成负面影响。

6.5 一些深层次力学问题需要加强，例如：幕墙断热型材力学性能的时效性，风荷载及断热型材室内外温差等所致的疲劳性，断热型材的整体及局部稳定性，铝材和隔热材料组合工艺对力学性能的影响。

……等等。

## （六）设计创新促进幕墙节能。

6.1 提高幕墙热工性能的设计较为复杂，但是目前国内的建筑设计，大多还是采用传统的设计模式，在方案阶段基本上仅有建筑师参与。而后续的设计中，各专业常常各自为政，而到了设备招标、施工、验收等阶段，设计人员又较少参与，因此在整个节能建筑的实施过程中，就形成了很多断档，无法保证最终产品的质量。因此，传统的操作模式显然无法胜任，因为很多技术体系是在方案阶段就应当考虑，否则在后续设计中很难加入，并且在设计施工时要求各专业密切配

合，这样才能体现设计意图。保证最终效果。

6.2 采用的是“整合设计”的理念，在设计的最初方案阶段就有各专业人员介入，综合考虑各方面因素，提出初步节能方案，并在后续的设计中综合各个专业，形成一整套可行的、适合的、内部有机相连的生态节能体系。通过有机整合和密切协作，综合采用成熟的高新技术及产品，整合设计形成节能体系。在后续的设备招标、施工、验收、调试等环节，相关设计人员都会积极参与，提供专业意见以保证系统的正确实施。在这一过程中很重要的一个环节就是建筑整体能量平衡系统的设计，设计人员用计算机软件系统对未来建筑的室内、外热工环境、能量平衡进行模拟计算，为幕墙、门窗进一步深化设计提供依据。达到多管齐下、整体推进的结果。

幕墙节能设计既有分工，又需要各专业协作，建筑师在节能设计上应发挥龙头作用，统筹协调各专业设计。建筑师提高幕墙热工性能的设计中以定性设计为主，同时由暖通工程师和幕墙工程师给予定量测算支持。尤其是在万不得已，窗墙比必须大于 0.7、天窗超过 20% 或者体型系数大于 0.4 时，需要进行性能化设计（即幕墙结构热工性能的权衡判断）时，更需要建筑师与暖通工程师、幕墙工程师的协作。

6.3 运用先进的操作程序和工具。

幕墙节能仅依靠一些常规的技术手段和经验是不够的。尤其是国内的一些传统计算方式、设计理念已经过时，运用高技术含量工具和先进的操作程序十分必要。例如在常规计算方法上，采用动态全年复合分析，以决定系统容量和运行工况，利用先进的 CFD 计算机模拟软件对设计效果进行充分的模拟与验证，以确保对幕墙节能的可预知性。

#### 6.4 量化数据标准

幕墙节能应当是可以量化的，幕墙、门窗和其它建筑整合一起，应当可以明确的说出整个建筑的能源消耗、资源消耗、二氧化碳排放量、投资额度、回收年限等。而这些，就要求设计师进行设计时心中有数，并采用必要的手段进行计算、验算，提出数据，这样才可以为业主提供充分的决策依据和将来施工结束后的验收标准。

### 结束语

幕墙节能要以创新为基础；幕墙创新要以节能为目的，节能和创新要以保证幕墙安全为前提。注重高技术、成熟的中间技术及适用低技术的深度发掘和巧妙结合和利用，利用幕墙节能之契机进行深层次幕墙的技术创新，使建筑幕墙和门窗节能策略在哲学意义上的升华。才可能真正寻到中国建筑

幕墙的‘节能和创新’适宜之路，这正是构成建设广义节能和创新型建筑幕墙的有效思考及新探索。

汪光焘部长指出：“立足现有工作基础. 借鉴国际经验，深入研究思考建筑“四节”问题，用新的理念研究思考。我们要开阔思路，以科学发展观为指导，用城乡统筹和循环经济的理念来研究思考。节能，不仅要重视建设时的节能，更重要的是长期使用时的总能耗下降。重点要研究建筑使用过程中的能源结构和供应方式，提高能源利用效率，特别是新型和可再生能源的开发利用。研究建筑节能不能局限于建筑单体的墙体与门窗等围护结构的保温隔热问题”。本文学习建设部汪光焘部长《建设节约型社会必须抓好建筑“四节”》和仇保兴付部长《我国城镇化高速发展期面临的若干挑战》的论述，对“建筑幕墙节能和创新”作一些探讨性思考。仅供参考，不妥之处，敬请指正。

衷心祝愿上海的建筑幕墙门窗行业在未来高速城市化的历史进程中，抓住机遇，并以最小的代价获得最大的成功，为全国建筑幕墙门窗行业的节能和创新起到示范和代头的作用。为影响二十一世纪人类社会进程的中国城市化的发展做出新贡献！

龙 文 志 2006/08/06