

# 低碳视角下铝门窗及幕墙的节能设计要素

Energy saving design elements of aluminum doors and windows and curtain wall in low carbon perspective

罗涛 (广东工业大学, 广东 广州 510090)

**摘要:** 当前铝合金门窗与建筑幕墙已成为建筑的重要外墙围护表现形式, 对其节能技术的探讨体现了现代建筑低碳节能的发展要求。本文结合作者的实际经验, 对影响铝门窗和建筑幕墙节能的主要设计要点进行了简单的探讨和分析, 并提出提高铝合金门窗与建筑幕墙热工性能应该采取的方法和措施, 期待门窗建筑幕墙节能技术得到进一步提升。

**关键词:** 低碳; 铝门窗; 幕墙; 建筑能耗; 节能

**Abstract:** The current aluminum alloy doors and windows and building curtain wall has become an important form of external wall envelope, its energy-saving technology embodies the modern building energy-saving low-carbon development requirements. This paper will combine the author's practical experience, to the aluminum doors and windows and building curtain wall energy-saving design of the main points of a simple discussion and analysis, and proposed to improve the aluminum alloy doors and windows and thermal performance of building curtain wall methods and measures should be taken, Curtain wall energy-saving technology has been further improved.

**Keywords:** low carbon; aluminum windows and doors; curtain wall; building energy consumption; energy saving

中图分类号: TU201.5 文献标识码: B 文章编号: 1003-8965(2017)02-0011-02

## 1 研究的背景

现代工业文明对自然无休止的索取和非理性的征服, 造成人类与自然的尖锐对立, 使人类正面临着人口危机、能源短缺和环境恶化的多重威胁。气候变化、CO<sub>2</sub> 排放与城市化过程相交织, 人们需要改变过去高消耗、高增长的模式来应对当前所面临的一系列生态环境问题, 加快推进生态文明建设。具体来说, 追求绿色、循环、低碳发展模式来化解 18 世纪中叶开始的工业革命的“高碳”给人类带来的灾难风险。在全球变暖、霾等极端天气气候事件多发重发的背景下, 发展低碳经济逐渐成为各级决策者的共识。绿色发展、循环发展、低碳发展、节能减排, 促进低碳经济发展, 既是保护全球气候环境的关键, 也是开启生态文明建设、科学发展的重要措施。

## 2 提高建筑门窗、幕墙节能的重要性、迫切性

中国是世界上最大的能源消耗国, 目前我国的能源消耗量约占全球总消耗量的 23%, 其中建筑方面的能耗约占全社会总能耗的 33%, 而门窗、建筑幕墙作为建筑重要的组成部件, 其面积虽然只占到建筑物建筑面积的 20% 到 30%, 但能源损失却占到整个建筑物的 50% 左右, 特别是公共建筑, 部分建筑物的窗墙比高达 70%, 更增加了能量的流失, 因此控制门窗、建筑幕墙的能源消耗, 提升门窗、建筑幕墙热工性能才是建筑节能的关键。而门窗、建筑幕墙的节能, 关键是设计。

## 3 提高门窗、幕墙热工性能的设计措施

铝合金门窗、建筑幕墙的节能, 主要是指通过门窗、

幕墙产品的设计、材料选用等措施, 使建筑物在使用过程中, 以尽可能低的能量消耗而获得理想的温度环境和光环境的过程。

众所周知, 热传递主要有三种方式, 即热传导、对流和热辐射。铝门窗与建筑幕墙传热方式也不例外。铝门窗与建筑幕墙主要是由铝合金型材与玻璃面板等组合而成, 铝合金型材与玻璃面板的热传导系数都比较高、热穿透率也比较大。因而, 铝门窗和建筑幕墙节能技术的关键和核心是对热传导、对流与热辐射这几种热传递方式的控制、减少热量传递。

### 3.1 因气候制宜

铝合金门窗、建筑幕墙的节能, 在冬天要尽可能使更多的太阳光进入到室内, 从而减低室内的供暖损耗; 在夏天要充分利用遮阳系统, 尽可能使室外的太阳光、热量不进入到室内, 从而降低空调制冷系统的耗能, 这是似乎矛盾的两个要求, 但只要通过采取适当的技术措施, 可以在不同地区得到行之有效的平衡。

在以取暖为能耗主体的寒冷及严寒地区的建筑, 以门窗、建筑幕墙的热传导系数 U 值为主要控制目标; 在制冷空调为能耗主体的夏热冬暖的地区建筑, 则以遮阳系数 SC 为主要控制目标; 而处于中间过渡地带夏热冬冷地区的建筑则两者需要兼顾。

### 3.2 严格控制窗墙比

某一朝向的建筑外窗 (包括透明幕墙) 总面积, 与同朝向墙面总面积 (包括建筑外窗面积在内) 之比, 简称窗墙比, 一般来说, 建筑外窗的传热系数远远大于同面积、同朝向的建筑实体外墙的传热系数, 因此采暖、制冷的能耗会随着窗墙面积比例的增加而增加, 在通风采光允许的前提下, 控制窗墙面积比例, 比设计保温窗帘和保温窗板更有效。《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2005) 规定的窗墙面积比的上限为 0.7, 这是从科学、客观层面

表 1 常用建筑玻璃的技术参数

玻璃品种		可见光透射比 $\tau_v$	太阳光总透射比 $g_g$	遮阳系数 SC	传热系数 $U_g$ [W/( $m^2 \cdot K$ )]
透明玻璃	6mm 透明玻璃	0.77	0.82	0.93	5.7
单片 Low-E 玻璃	6mm 中等透光 Low-E 玻璃	0.55	0.44	0.51	3.5
中空玻璃	6 透明 +12 空气 +6 透明	0.71	0.75	0.86	2.8
	6 中透光 Low-E+12 空气 +6 透明	0.62	0.37	0.50	1.8

集中考虑的体现。

### 3.3 尽可能采用节能型的玻璃面板

玻璃是铝合金门窗与幕墙的主要材料，建筑玻璃是热良好的导体与太阳辐射的良好透过体，据统计，门窗上玻璃的面积一般占到整个门窗面积的 70%–80% 左右，所以玻璃的选用就成为了设计节能门窗、幕墙的关键。

当前，铝合金门窗与建筑幕墙所使用的玻璃品种有很多，比如浮法透明玻璃、光致变色玻璃、光电玻璃、低辐射镀膜玻璃、中空 LOW-E 玻璃、夹层中空玻璃等，都各有侧重、不同程度地降低建筑能耗。因而，要根据建筑物设计与节能的需要，科学合理选择玻璃。一方面，可采用 Low-E 玻璃处理技术，LOW-E 玻璃具有辐射率低，红外线反射率高，吸热少、升温低、二次辐射热量低的特点。在夏季，这种玻璃的 LOW-E 涂层可把来自太阳的红外线辐射反射出去，从而防止太阳热量进入室内。这可减少进入建筑物内部的太阳热增量 (Solar heat gain)。而在冬季，该涂层可把较温暖的室内的热量反射回室内，防止它们流失。另一方面，可采用中空玻璃处理技术。中空玻璃在两层或多层之间充以干燥的空气、惰性气体等，使玻璃与玻璃之间形成空隔以达到减少热量的损耗和阻挡声音的传递，可起到良好的节能、隔热、隔音效果。再一方面可以采用光致变色玻璃，光致变色玻璃是一种新型的功能玻璃，这种由基础玻璃和光致变色系统组成的装置，利用光致变色材料在温度作用下而引起的透光（或吸收）性能的可调性，可实现按人的意愿调节光照度的目的。同时，光致变色系统通过选择性地吸收或反射外界热辐射和阻止内部热扩散，可使建筑物在夏季保持凉爽、冬季保持温暖，从而达到节省能源消耗的目的。

通过对比表 1，我们发现中空 Low-E 玻璃的 U 值最低和遮阳系数最好。

### 3.4 选用断桥隔热铝型材

铝合金型材在门窗及建筑幕墙系统中，不但起到龙骨支撑的作用，而且对门窗幕墙的节能效果也有比较大的影响。一般情况下，铝合金型材断面要比玻璃面积小很多，因此，其导热的效果对节能的影响较大，为此，产生了断桥隔热铝合金型材，即室内、室外层由铝合金型材组成，中间层由导热系数比较低的 PA66 尼龙材料连接而成，简称隔热型材。断桥隔热型材目前主要有两种生产方式，一是采用铝合金型材与隔热条材料，通过机器开齿、穿条、滚压等工序形成“隔热条”，称作“穿条式”断桥隔热型材；另一种是把隔热材料浇注注入铝合金型材的隔热腔内，经过冷却、固化，再去除断桥金属等工序形成“隔热条”，

称作“浇注式”隔热型材。

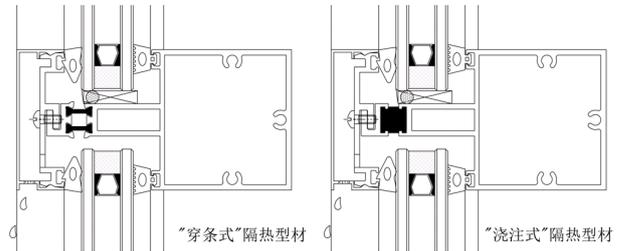


图 1 穿条式隔热型材及“浇注式”隔热型材示意图

断桥隔热铝合金型材主要优点是刚性好、热阻大、装饰性能好。通过隔音、隔热、达到节能环保的要求，断桥隔热铝合金型材能有效降低室内外的热量交换，可节省 45% 以上能源。并且由于门窗内表面温度与室温相接近，还能降低室内门窗结露的风险。

断桥隔热铝合金型材的多腔体结构，有效降低声波的共振现象的产生，可以阻隔声音的传递，制造一个宁静、舒适的室内环境。同时在夏季减少了空调损耗，在冬季减少了采暖设备的使用，铝合金型材完全可回收、能够再循环利用，利于环境的保护。

### 3.5 采取有效的遮阳措施

设计合理的建筑遮阳产品可以有效的遮挡阳光辐射，防止眩光，使室内照度分布比较均匀，抑制室内温度的大幅上升，从而降低室内空调能耗，实现建筑节能。遮阳系统的设置形式有多种，根据位置分为外遮阳、中间遮阳、内遮阳。根据固定方式又可分为固定式遮阳及活动式遮阳。就遮阳形式来分，通常可分为四类：水平遮阳、垂直遮阳、综合式遮阳和挡板式遮阳。现实中可通过一种或综合多种的遮阳装置来降低建筑的遮阳系数。

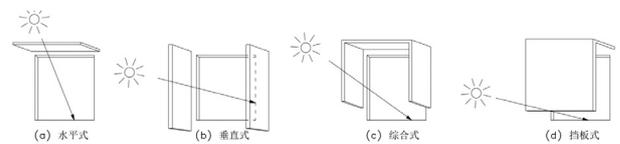


图 2 各种类型遮阳系统示意图

### 3.6 合理选用门窗五金配件

长期以来人们往往被“五金配件”的“配”所误导，内心里认为五金配件是门窗中的一个配角，不起关键性作用，实质上是一个误解。五金配件作为门窗的核心部件，不但与建筑门窗的气密性、水密性以及抗风压性能息息相关，而且与安全等性能也紧密联系在一起。选择材质好的

(下转第 19 页)

仅能够使我们在海上以最快的速度获得武器，而且可以有效延长武器储存寿命。假设某装备价值为  $N$ ，普通舰载储存寿命为  $M$ ，由于半潜式或下潜式海洋武器库密封保存而延长  $X$  年，则节省的费用为  $NX/M$ 。现代海军装备大多比较昂贵，研发此类海洋建材所带来的战略效益及经济效益远远超过海洋建材本身的价值。

海洋潜、浮标材料对于研发海洋建材的启发。由于获取海洋水文环境剖面资料的需要，浮标、潜标系统的重要性越来越受到世界各海洋国家的重视。浮标总体技术的发展离不开新技术和新材料的使用。我们研究常常处于海水中的它们以帮助我们研发海洋建筑材料。通常浮标体采用泡沫塑料、钢壳、铝筒或玻璃钢混合结构。用泡沫塑料填充浮标，是为了支撑桅杆及其所载电子装置、太阳能电池电源组件等的重量。锚泊浮标的锚体通常采用钢、铝和玻璃纤维材料，这些材料通常都比较耐受海水腐蚀。深海潜标通常由玻璃浮球、主浮球、锚碇重块等组成。

海上渔村建筑对研发海洋建材的启发。在我国沿海地区，比较有名的海上渔村有福建连江海上渔村、福建霞浦东安岛海上渔村、福建宁德三都澳海上渔村、浙江洞头列岛海上渔村、广东南澳岛海上渔村等等。其中福建霞浦东安岛的海上渔村最为有名，被人誉为“海上威尼斯”，这里有几十万个海产品养殖网箱，有上千座鳞次栉比的建在海上的房屋。为了便于分辨和交往，渔民们对木屋进行了编号，通常一座木屋加上一片养殖网箱为一户人家。社会交往基本上在船和渔排之间。渔排上有小超市、小饭馆及

淡水引流设施。黄昏来临，渔事间歇，小屋倒影于海面，静谧得如江南水乡。天黑以后渔民们会来到饭馆小聚、喝酒、吃饭。那么这些海上房屋是用什么材料以及如何建造的？海上房屋以海水为地基的载体，同时水也是地基材料的一部分。这些渔村在水面上用的最多的漂浮材料是圆柱形聚苯乙烯泡沫 (EPS)，其次是塑料空心漂浮桶，也有用空心铁皮桶的，但不多见。这些间隔放置的漂浮物通常用直条状木材或竹竿固定，表面满铺一层木材或竹竿，铺成正方形或长方形的较多，这就是渔排。人就可以在上面走路了。渔排是连一起的都是用拳头大的绳子连的固定在海底。在上面生活不会怎么摇摇晃晃的。建了渔排再建房子，当地人称渔家连排，房子主要用木板或竹材建成，屋顶用油毡。

大力研发适应海洋经济、海洋军事、海洋工程设施的建筑材料，建材行业将在实施海洋强国战略的过程中大有作为。

## 参考文献

- [1] 梁芳.《海上战略通道论》[M], 北京, 时事出版社 2011 年版. P172、173
- [2] 中国水泥网. 海工水泥 助推我国海洋工程建设高速发展. <http://www.ccement.com/zhuanti/ht/20160804/>, 2017-02-18
- [3] 建筑畅言网. 荷兰水上漂浮房屋. <http://www.archcy.com/focus/mobile/40689f1fd7fe1513>, 2017-02-18

(上接第 12 页)

门窗五金配件是节能门窗的基本保证。材质差的门窗配件容易老化、碎裂。采用材质差的五金配件门窗在使用一段时间后，就有可能出现门窗开关不灵活或者无法开关的情形，从而使门窗失去功能。这样的门窗五金配件不但不能保证建筑门窗的气密性能，而且还会给人们的生命安全带来严重的危害，导致意外的发生。这就要求设计师在选择门窗五金配件时一定要选择有质量保证的品牌产品，不能够贪图便宜，因小失大。

在门窗五金配件的合理选择上面，要挑选密封性能好、开关灵活好的五金配件产品，对于开启扇系统，一定要根据开启扇的尺寸，风荷载的大小，合理设计传动器锁闭系统，不能未经计算，单凭经验设计锁点个数。因为在风压作用下，锁点作为框、扇之间的传力装置，对开启扇的结构安全和密封性起到至关重要的作用，如果锁点数量不够，开启扇在受到正、负压时，没有布置锁点的框、扇位置就有可能发现较大的变形，出现缝隙，使得冷热空气通过框、扇之间的缝隙流动，形成对流，消耗能量，使门窗达不到节能效果。锁闭良好的锁点系统，在风荷载的作用下，框、扇挠度变形同步，密封条能随时保持良好的密封效果。阻隔冷热空气流动。

## 4 结语

在当前全球气候变暖、世界走向低碳的大背景下，发展以低能耗、低污染为基础的低碳经济成为中国经济可持续发展的方向，做好铝门窗与幕墙的节能工作，对促进建筑节能、低碳发展的作用不言而喻。建设资源节约型、环境友好型社会，这是时代赋予能耗产业的使命和责任，对于门窗幕墙的节能，应在因地制宜、科学合理的基础上设计铝合金门窗与建筑幕墙产品，选择节能型的玻璃、节能型铝型材以及优质五金配件，并充分考虑遮阳的影响，加强铝门窗与建筑幕墙的密封性能，综合考虑各个方面因素，才能提高铝门窗与建筑幕墙产品的节能性能。

## 参考文献

- [1] 陈武文. 玻璃幕墙的遮阳节能技术 [N], 方大集团股份有限公司网站;
- [2] 陈海辉. 一种新型幕墙的节能原理及设计经验, 重庆建筑大学学报, 2005(1)。
- [3] 《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规范》JGJ/T151-2008