

关于门窗五金件对建筑节能作用的讨论

深圳市坚朗建材有限公司 陈 平 朴永日 杜万明

一、前 言

现代人在工作和生活中都离不开窗户,随着科技的发展和人们生活水平的提高,人们对窗户的要求也越来越高,随着国际能源的紧张,对窗户节能的要求也越来越高。

门窗是建筑外围护结构的开口部位,是抵御风雨尘虫,实现建筑热、声、光环境等物理性能的极其重要的功能性部件,并且具有建筑外立面和室内环境两重装饰效果,直接关系到建筑的使用安全、舒适节能和人民生活水平的提高。

门窗必须具有采光、通风、防风雨、保温、隔热、隔声、防尘、防虫、防火、防盗等多种使用功能,才能为人们提供安全舒适的室内居住环境;同时作为建筑外墙和室内装饰的一部分,其结构形式、材料质感、表面色彩等外观效果,对建筑物内外的美观协调起着十分重要的功能和装饰作用。

窗户是薄壁的轻质构件,是建筑保温、隔热的薄弱环节。普通单层玻璃窗的能量损失约占建筑物冬季保温或夏季降温能耗的一半以上,因此,窗户是改善室内冷、热环境和建筑节能的重中之重。

门窗节能已是我国国策,也成了普通百姓的话题。我国建筑能耗(包括建造能耗和使用能耗)约占总能源消耗的1/4;建筑使用能耗又占建筑能耗的1/2以上;而采暖、空调能耗是建筑使用能耗的1/2左右;按正常的比例,门窗面积占建筑面积的20%以上;从能源的流失比例看,整个建筑的能量损失中的70%是从门窗流失的。大量的能源通过门窗白白流失,造成极大的浪费。因此我国在大力提倡节能门窗。

门窗五金配件是门窗的“心脏”,所以关注门窗节能要从门窗的结构和配件方面着手。

二、门窗节能的关键

门窗是由玻璃、型材、五金件及密封胶条组成一个有机的系统,它被要求抗风压性、气密性、水密性、保温、隔热性、隔声性等物理性能,而且其节能性已经越来越被国人所重视。

表1是北京地区20世纪80年代的一组检测数据。

北京地区20世纪80年代有关指标 表1

序号	项目	传热系数 ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)	热损失
1	外墙(37砖墙)	1.57	25.6
2	外窗(单玻钢窗)	6.4	23.7
3	楼梯间墙	1.83	10.8
4	屋顶	1.26	8.6
5	阳台门	6.40	3.0
6	户门	2.91	2.8
7	地面	0.30	2.3
8	空气渗透		23.2

从表1中我们可以看出,在锁闭的窗中,热损失:外墙、外窗、空气渗透占前三位。经过20年的发展,现在外墙的传热系数已经降低到 $1.0\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$,单玻的钢窗现在也都改为中空玻璃的铝合金隔热断桥窗和塑料窗。现在,主要的能源损失是外窗和空气渗透。这里的空气渗透主要是指外门窗的缝隙的空气渗透。

所以,现在锁闭的门窗中,起关键节能作用的主要是门窗的传热系数K值和气密性能。

1. 从K值来看,我国早在1993年颁布了相应的规范《民用建筑热工设计规范》,1996年颁布了《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》,2001年颁布了《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》。2005年7月1日颁布实施了《公共建筑节能设计标准》,其中对公共建筑门窗的K值的叙述有了详细的说明。同时,2004年5月1日,北京市开始执行首部针对百姓住宅工程的门窗技术标准—北京市工程建设技术标准《住宅建筑门窗应用技术规范》,其中将外窗的传热系数(K值)由过去的 $3.5\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ 限制到了 $2.8\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ 以内。

2. 气密性是指外窗在关闭状态下,阻止空气渗透的能力,主要指标为单位缝长空气渗透量 q_1 (单位: $\text{m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$)和单位面积空气渗透量 q_2 (单位: $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$)。国家标准GB/T8484-2002《建筑外窗保温性能分级及检测方法》中规定了建筑外窗保温性能以整窗传热系数K值作为分级指标。并在检测原理中说明“对试件缝隙进行密封处理”,在检测方法中要求“试件开启缝应采用塑料胶带双面密封,然后进行整窗的K值检测。”因此,该方法得出的建筑外窗的传热系数K值是整窗材料的传热系数。而实际使用中,因建筑门窗气密性能不良造成能源的大量浪费,可以从以下分析中看出:

$$q=c \times p \times v$$

式中:q为建筑外窗单位面积缝隙热损失($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)。

C为空气比热($\text{KJ}/\text{kg} \cdot \text{K}$)

P为空气密度(kg/m^3)

V为空气渗透量($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{秒}$)

工程上常采用 $C \times P$ 值取 $1.2\text{KJ}/\text{m}^3 \cdot \text{K}$ 。

按照国家标准GB/T7107-2002《建筑外窗气密性能分级及检测方法》,建筑外窗为4级时,即在室内外10Pa压差下其空气渗透量为 $\leq 4.5\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$, $> 1.5\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$,则建筑外窗缝隙的热量损失最大为 $q=1.2 \times 10^3 \times 4.5/3600=1.5\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$,这就意味着在实际使用时(室内外10Pa压差条件下)整个建筑外窗实际传热系数K值将增加 $1.5\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$,若原整窗采用良好的节能材料制作,传热系数K值是 $2.5\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$,建筑外窗

4 级气密性能时的真实传热系数 K 值最大为 $2.5+1.5=4\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$, 实际保温性能将降低 60%。

因此, GB/T8478-2003《铝合金门》、GB/T8479-2003《铝合金窗》GB/T50189-2005《公共建筑节能设计标准》中也对气密性能和保温性能都作了具体规定。

从以上可以看出, 门窗节能的关键在于:

一是如何使五金件适合用保温、隔热材料制作的门窗, 使门窗能保证其保温、隔热节能性;

二是根据门窗的具体尺寸, 如何配置五金件, 使之合理化, 使整个门窗的气密性达到最佳。

很长一段时间以来, 我们对门窗气密性的认识不足, 包括现有的国家对建筑外门窗气密性的检测标准都只是对锁闭的门窗进行检测, 而对由于五金件引起的开启门窗的气密性的影响却没有引起足够的重视。

那么, 下面我们对此做一个分析。

三、门窗五金件对门窗节能的效果

五金件对门窗的气密性的影响

对门窗密封性能产生影响的门窗五金件种类很多; 按照对门窗密封性能来分类, 大体可分为两类: 多锁点五金件和单锁点五金件;

多锁点五金件的锁点和锁座分布在整個门窗的四周; 当门窗锁闭后, 锁点、锁座牢牢地扣在一起, 与铰链(合叶)或滑撑配合, 共同产生强大的密封压紧力, 使密封条弹性变形, 从而提供给门窗足够的密封性能, 使扇、框形成一体; 因此, 多锁点五金件对门窗的密封有很多好处, 可以大大提高门窗的密封性能。

而单锁点五金件所产生的密封性能相对来说就要差很多, 由于单锁点只能在门窗开启侧提供单点锁闭, 与铰链(合叶)或滑撑配合只能产生 3、4 处锁闭点, 致使门窗有 4 个角处于无约束状态, 因此, 从两个无约束角到锁点之间的缝隙, 严重降低了门窗的密封性能。

以执手侧锁点布置为例:

设窗宽为 B , 窗高为 H , 窗扇抗弯刚度 $E \times I$, 分为单锁点、两锁点、三锁点三种情况(锁点距扇边不小于 0.1mm), 按力学公式分别给出窗扇执手侧在密封方向的最大变形值 f 。

单锁点:

$$f_1 = \frac{q_d \times H \times (H/2)^3}{8 \times E \times I} = \frac{q_d \times H \times (H/2)^3}{8 \times E \times I}$$

$$= \frac{q_d \times H^4}{64 \times E \times I} = 0.0156 \frac{q_d \times H^4}{E \times I}$$

两锁点:

$$f_2 = \frac{5 \times q_d \times (H-0.2)^4}{384 \times E \times I} = 0.013 \frac{q_d \times (H-0.2)^4}{E \times I};$$

三锁点(均匀分布):

$$f_3 = 0.00521 \frac{q_d \times ((H-0.2)/2)^4}{E \times I}$$

$$= 0.00033 \frac{q_d \times (H-0.2)^4}{E \times I};$$

式中: q_d —执手侧线荷载为。

为对上式做一个概念性的比较, 忽略 f_2 、 f_3 式中锁点边距的影响, 可得:

$$f_1 : f_2 : f_3 = 47.3 : 39.3 : 1$$

由此可见: 采用三锁点后已可大大减少门窗扇的变形, 提高密封性能。

当然在满足强度和密封要求的条件下, 不宜采用过多的锁点; 否则会造成浪费。

同样, 在门窗中使用的合页, 大部分在使用过程中都需要把合页位置的密封胶条割去, 才能使用; 而这部分由于安装合页造成的对气密性的影响大家有没有考虑? 事实上由于割去密封胶条(而且是至关重要的密封位置)而产生的缝隙渗透对节能产生的负面效果基本上大家都视而不见。

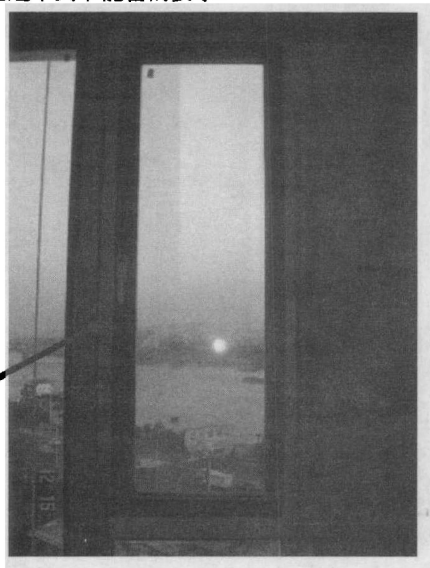
门窗五金件对门窗气密性产生的作用应该引起我们足够的重视。

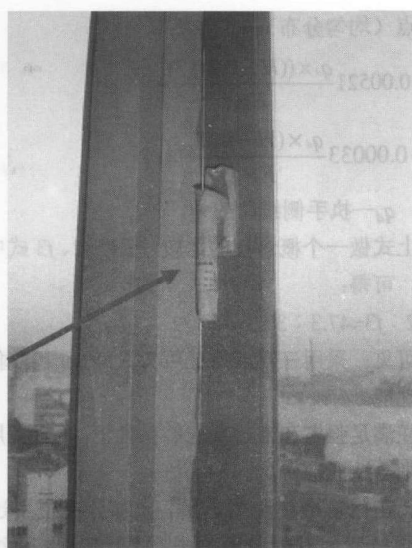
五金件的优劣对门窗的影响

上面的观点是在五金件正常起作用来考虑的。而建筑门窗如选用了质量低劣的五金件或五金件选用不合理, 也将给建筑门窗的气密性能大打折扣。

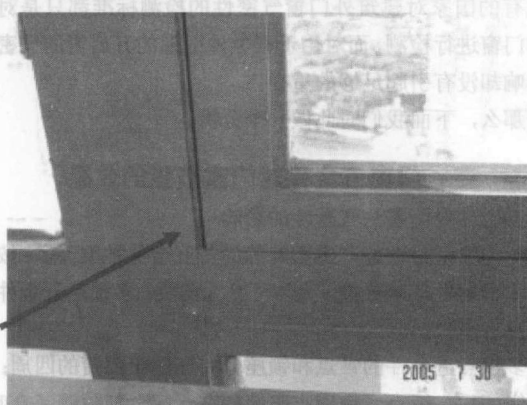
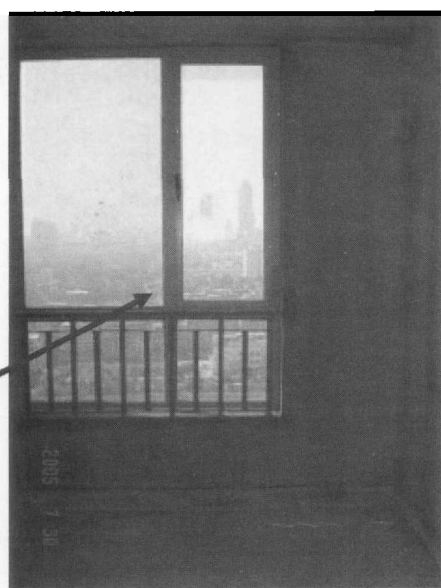
请看以下案例:

案例一: 外平开窗执手设计、选用错误, 必须将窗扇做窄 $5 \sim 6\text{mm}$, 窗扇开启时, 执手柄才不会碰窗框, 而这样, 执手侧窗扇与窗框几乎无搭接量, 窗扇关闭时, 光线仍能从窗扇与窗框配合部位进入室内, 虽然采用了中空玻璃等节能材料, 也达不到节能窗的要求。

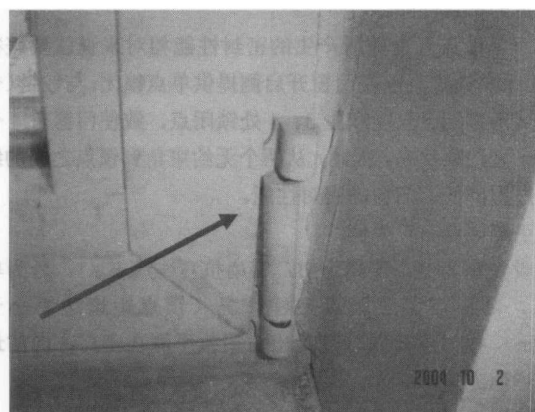




案例二：将承载能力低、质量较差的滑撑用在外平开窗上，造成窗扇关闭后，窗扇执手侧掉角严重，使窗扇与窗框四周不能达到合理的密封配合，也将无法保证整个窗的气密性能。



案例三：内平开下悬窗用劣质的五金件，安装后，下合页部位变形严重，窗扇合页侧扇框搭接量由设计的 $5.5 \sim 6 \text{ mm}$ 减少到 $1 \sim 2 \text{ mm}$ ，整窗气密性能也将无法保证。



还有，如果门窗采用的是质量低劣的锁闭五金件时，当门窗锁闭后，锁点、锁座无法紧扣在一起，无法产生密封压紧力，导致门窗密封性能大大降低；此时，门窗设计的再好，玻璃、型材都采用了最好的材料，但由于低劣的五金件的质量原因，节能门窗根本谈不上节能。

不可否认，我国的五金件企业数量多，但大部分规模小、集中度低、设备落后，仍是小作坊形式的生产企业。低劣的五金件采用价廉的、不符合施工要求的材料来制作，工艺落后，只进行简单的加工。可悲的是，这样的五金件还大有市场。

由于我们现有的建筑门窗五金件的标准滞后于现有的中国建筑门窗市场中的五金配件，所以应该加快标准的制订、颁布和落实的步伐。（新的《建筑门窗五金件标准》从2004年开始编制，现在还在修编中）

只有我们从根本上加大对中国市场的门窗五金件的控制力度，才能更有效地完成现有的建筑节能65%的目标。

四、五金件的配置对门窗节能的作用

有些人认为，我用了高档隔热型材、Low-E中空玻璃，就能作出一个有效节能的门窗。是这样吗？不是的！门窗系统的效果等级是对其整体性能的评判，是型材、玻璃、五金件的协调匹配。中空玻璃仅解决了玻璃面积上的能耗问题，而占到门窗面积30%的框扇型材上的节能课题却一直是一个颇受争议与困扰的问题。我们来看一个同结构的窗型，在配置不同的五金件时的效果是不一样的。

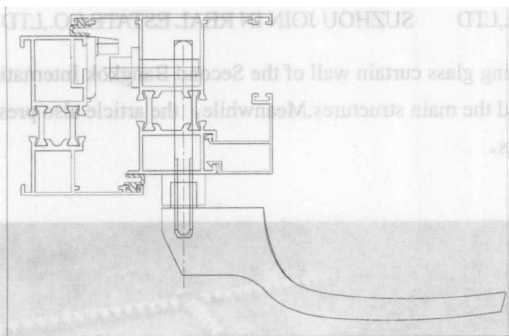


图 1

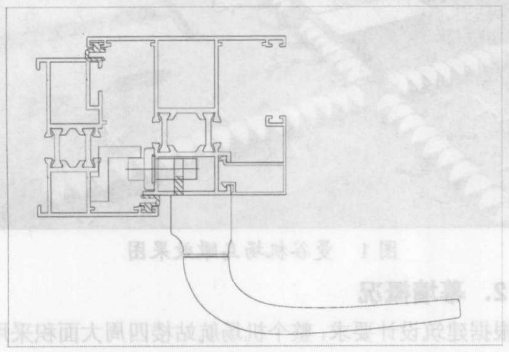


图 2

图1是将传动部件放在隔热条的外侧，执手的方钢部分不得不要穿过隔热条，还损伤了隔热条，使整窗的刚度降低；并且执手部分穿过两个本来用隔热条隔开的腔体，使传热系数K值非常低的隔热条隔开的两个腔体之间形成了“冷桥”，造成隔热型材隔热条不能形成环行连续隔断，没有起到断桥的作用，降低了门窗的保温、隔热性能，造成整窗的节能性能降低。

图2是将传动部件放在隔热条的内侧，执手的拨叉部分不需要穿过隔热条，没有损伤隔热条，两个独立腔体之间没有形成冷桥；型材隔热条形成环行连续隔断，保证了断桥的

作用，使整窗的节能设计得到了有效发挥。

由此可见，随着使用者的不同选择，门窗的节能效果是完全不一样的。如何配置好五金配件，使断桥隔热型材发挥作用，这是很关键的。往往我们的使用者，很多时候忽略了门窗五金件的重要性、配置使用是多样化，使节能门窗不能节能。这样的例子真是屡见不鲜。

五、五金件对整窗的影响

门窗是靠五金件来完成开启、关闭的功能的。如果没有五金件，那么就是用最好的保温、隔热材料的门窗本身自己是根本谈不到什么气密性、水密性、保温、隔热等性能指标的。

试想一下，门窗在没有气密性保证的情况下，去谈什么保温、隔热等节能措施是毫无意义的。一个优质的门窗一定是合理的门窗五金件配置、优质的五金件和型材及玻璃、合理的门窗设计、优良的门窗工艺等各项指标的最佳综合反映。

五金件决定着整窗的密封性能，如果没有五金件的作用，那么从门窗缝隙中失掉的能源浪费恐怕是一个让人吃惊的数字。

六、结 语

从以上的分析我们完全可以得出，门窗五金件对建筑节能的作用是非常重要的。我国是一个能源缺乏国家，同时也是能源浪费大国。我国建筑用能已超过全国能源消费总量的1/4，并将随着人民生活水平的提高逐步增加到1/3以上，而这其中又至少有一半是被浪费掉的。从节能的角度看，这几年兴建的大小楼房“问题不少”。这些楼房每平方米每年的耗能在43千瓦以上；其实只要在设计 and 建筑的时候注意一下节能的问题，追加对建筑业来说很少的成本，这些楼房的能耗就可以减掉一半。

当高精度的五金件与高精度的型材结合到一起，并不一定完全出一个节能的优秀门窗。

好的五金配件和好的型材组合到一起，是要门窗公司花大力气进行系统工程设计和制作；并与各个有关方面，尤其是五金件的协调合作，才能得到的。

门窗五金件是静态和动态两种效果并存，而且必须同时满足；这从本质上已经决定了门窗技术的细腻化；门窗的质量是由一系列完整的质量保证体系来决定的，所以建筑门窗节能一定要重视每一个制作环节的系统工程，尤其要从根本上改变对五金件的轻视。

参考文献：

1. 李之毅：严密地区塑料门窗的设计探讨 2005年第10期《中国建筑金属结构》
2. 尹昌波：配套件与幕墙门窗可靠度适应性初探 2005年第5期《中国建筑金属结构》
3. 郎四维：我国居住建筑节能设计标准的现况与进展 第40期《建筑节能》