玻璃钢门窗与建筑节能效果

何水清　石常军　郑　新

摘　要：本文就玻璃钢门窗与铝合金门窗、塑钢门窗性能进行了对比，并且作了简要的分析，提出玻璃钢节能要素，实现节能效果。

关键词：玻璃钢窗；性能比较；节能要素

1　前言

随着以不饱和聚酯树脂为基体的玻璃纤维增强复合材料的发展，玻璃钢门窗应运而生。由于玻璃钢门窗既有钢、铝门窗的坚固性，又有塑钢门窗的保温、节能、隔音性能，因而逐渐成为建筑门窗市场的一个新兴品种，越来越受到用户的青睐。

2　铝合金、塑钢、玻璃钢窗性能比较

本文将玻璃钢窗与目前在市场占主导地位的铝合金窗、塑钢窗的性能、特点进行比较，评孰优劣，见表1、表2。

表1　铝合金、塑钢、玻璃钢型材性能比较

项目	型材		
	铝合金型材	PVC塑料型材	玻璃钢型材
材质牌号	6063-T5 高温(500℃)挤压成型后快速冷却及人工时效，再经阳极氧化、电泳涂漆、喷涂等表面处理。	硬聚氯乙烯热塑性塑料 以PVC树脂为主要原料与其他15种助剂和填料混合(185℃)经挤出机挤出成型。	玻璃纤维增强塑料(FRP) 是玻璃纤维浸透树脂后在牵引机牵引下通过加热模具高温固化成型。
密度	2.7g/cm³	1.4g/cm³	1.9g/cm³
抗拉强度	≥157N/cm²	≥50N/cm²	≥420N/cm²
屈服强度	≥108N/cm²	≥37N/cm²	≥221N/cm²
热膨胀系数	21×10^{-6}/℃	85×10^{-6}/℃	8×10^{-6}/℃
导热系数	203.5W/(m·K)	0.43W/(m·K)	0.3W/(m·K)
抗老化性	优	良	优
耐热性	不变软	维卡软化温度≥83℃	不变软
耐冷性	无低温脆性	脆化温度-40℃	无低温脆性
吸水性	不吸水	0.8%(100℃, 24h)	不吸水
导电性	良导性	电绝缘体	电绝缘体
燃烧性	不燃	可燃	难燃
耐腐蚀性	耐大气腐蚀性好，但应避免直接与某些其他金属接触时的电化学腐蚀	耐潮湿、盐雾、酸雨，但应避免与发烟硫酸、硝酸、丙酮、二氯乙烷、四氯化碳及甲苯等直接接触	耐潮湿、盐雾、酸雨

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 2　铝合金窗、塑钢窗、玻璃钢窗的性能比较

项目	铝合金型材窗	塑钢型材窗	玻璃钢型材窗
抗风压	2500Pa~3500Pa Ⅲ~Ⅰ级	1500Pa~2500Pa Ⅴ~Ⅲ级	3500Pa Ⅰ级
水密性	150Pa~350Pa Ⅳ~Ⅱ级	50Pa~150Pa Ⅴ~Ⅵ级	150Pa~350Pa Ⅳ~Ⅱ级
气密性	Ⅲ级	Ⅰ级	Ⅰ级
隔声性	良	优	优
使用寿命	20 年	15 年	30 年
防火性	防火性能好	防火性差，燃烧后放氯(毒)气	防火性能好
装饰性	多种质感色彩装饰性好	单一白色装饰性较差	多种质感色彩装饰性好
耐久性	无机材料高度稳定不老化	有机分子材料会老化	复合材料高度稳定不老化
稳定性	结构形状尺寸稳定性好	易变形尺寸稳定形差	结构形状尺寸稳定性好
保温效果	差	好	好

3　玻璃钢窗与铝合金窗、塑钢窗性能分析

评价门窗的使用效果应以门窗的综合性能指标为准，应考虑整窗、长期的技术经济综合效果。从表1和表2可以看出，玻璃钢窗与铝合金窗、塑钢窗相比具有下列优势。

3.1　轻质高强

玻璃钢型材的密度1.9g/cm³左右，约为铝密度的2/3，比塑钢型材略大，属轻质材料。而玻璃钢型材抗拉强度大约是420N/cm²，拉伸强度与普通碳钢接近，弯曲强度及弯曲弹性模量是塑钢型材8倍左右，是铝合金的2~3倍。而抗风压能力达到国标GB/T 7106—2002《建筑外窗抗风压性能分级及其检测方法》Ⅰ级水平，与铝合金窗相当，比塑钢窗要高约两个等级。

3.2　密封性好

在密封性方面，玻璃钢窗在组装过程中角部处理采用胶粘加螺接工艺，同时全部缝隙均采用橡胶条和毛条密封，玻璃钢型材为空腹结构，因此密封性能好。其气密性达GB/T 7017—2002《建筑外墙气密性能分级及其方法》Ⅴ级水平。塑钢窗的气密性与它相当，铝合金窗则要差一些。在水密性方面，塑钢窗由于材质强度和刚性低，水密性要比玻璃钢窗和铝合金窗低两个等级。

3.3　隔热保温、节能

玻璃钢型材导热系数低，室温下为：0.3W/(m·K)~0.4W/(m·K)，与塑钢窗相当，远远低于铝合金型材，是优良的绝热材料。玻璃钢型材的热膨胀系数为8×10⁻⁶/℃，与墙材、玻璃的线膨胀系数相当，在冷热差变化较大的环境下，不易与建筑物及玻璃之间产生缝隙，更是提高了其密封性，加之玻璃钢型材为空腹结构，所有的缝隙均有胶条、毛条密封，因此隔热保温效果显著。保温性达国标GB 8482—1987Ⅱ级水平。对于冬季比较寒冷的北方，夏季比较炎热的南方(装空调)，玻璃钢门窗都是最好的选择，其保温、节能性能与塑钢窗大致相当，好于铝合金窗。

国内外建筑围护结构传热系数的比较，见表3。表3数据表明，无论国内还是国外，窗户的传热系数在建筑维护结构中是最大的，可见，建筑物的窗户是传热耗热的主要部位。就北京地区而言，其中通过门窗缝隙的空气渗透耗热量约占23%~27%，在传热耗热量所占的份额中，窗户约占23%~25%，门口约占2%~3%，地面约占2%，阳台门约占2%~3%，窗户的传热耗热量与空气渗透耗热量相加约占全部耗热量的57.7%。由此可见，改善建筑物门窗(包括阳台门)的保温性能和加强窗户的气密性是节能的关键措施。

3.4　尺寸稳定

玻璃钢窗的热胀系数为21×10⁻⁶/℃，约为铝合金的1/3，塑钢的1/10，不会因昼夜或冬夏温差变化而产生挤压变形问题。在耐热性、耐冷性、吸水性方面，玻璃钢型材和铝合金型材相当，遇热不变形，无

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 3　国内外建筑围护结构传热系数的比较　　单位：W/(㎡·K)

	国家或地区	屋顶	外墙	窗户
中国	北京地区	1.26	1.70	6.40
	哈尔滨地区	0.80, 0.60	1.16, 0.82	4.00
加拿大	度日数相当于北京地区	0.23(可燃的)	-	-
		0.40(不燃的)	0.38	2.86
	度日数相当于哈尔滨地区	0.17(可燃的)	-	-
		0.31(不燃的)	0.27	2.22
丹麦		0.20	0.30(密度≤100kg/㎡) 0.35(密度>100kg/㎡)	2.90
瑞典，南部地区(含斯德哥尔摩)		0.12	0.17	2.00
英国		0.45	0.45	-
德国		0.22	0.50	-
日本	北海道	0.23	0.42	2.33
	青森、岩手县等	0.51	0.77	3.49
	宫城、山形县等	0.66	0.77	4.65
	东京都	0.66	0.87	6.51

注：表内国外数字来源于该国标准规定的限值，国内北京地区数字来源于热工规范，哈尔滨地区数字来源于国标。

低温冷脆性，不吸水，窗框尺寸及形状的稳定性好。而塑钢窗易受热变形、遇冷变脆及形状稳定性差，往往需要利用玻璃的刚性来防止窗框的变形。

3.5　耐腐蚀、耐老化

在耐腐蚀方面，玻璃钢窗是优良的耐腐蚀材料，对酸、碱、盐、大部分有机物、海水以及潮湿都有较好的抵抗力，对于微生物的作用也有抵抗的性能，适合使用多雨、潮湿和沿海地区以及化工场所。铝合金窗耐大气腐蚀性好，但应避免直接与某些其他金属接触时的电化学腐蚀，塑钢窗耐潮湿、盐雾、酸雨，但应避免与发烟硫酸、硝酸、丙酮、二氯乙烷、四氯化碳及甲苯等有机溶剂直接接触。在耐老化方面，玻璃钢型材为复合材料，铝合金型材是高度稳定的金属材料，二者的耐老化性能优良，而塑钢型材为有机高分子材料，在紫外线的作用下，大分子链断裂，使材料表面失去光泽，变色粉化，型材的机械性能下降。

3.6　装饰性好

玻璃钢和铝合金型材硬度高，经磨砂抛光后表面光滑细腻易涂装。可涂装各种涂料，颜色丰富，耐擦洗、不褪色，观感舒适。而塑钢窗作为建筑外窗，只能以白色为主。因为白色或浅灰色塑钢型材耐候性和光照稳定性好，不宜吸热。着色上各种颜色的塑钢型材耐热性、耐候性大大降低，只能适于室内使用。

3.7　防火性好

相比而言，玻璃钢窗加入了无机阻燃材料，属难燃材料，铝合金窗完全不燃，而塑钢窗的防火性与二者相比是差的，在火灾中，遇到明火后可进行缓慢的燃烧，并且在燃烧时释放氯气(毒气)。

3.8　使用寿命长

在正常使用条件下，玻璃钢窗的使用寿命达 20 年、塑钢窗是 15 年，使用寿命相比较，是长的，大大减少了更换门窗的麻烦。

4　住宅建筑要从资源消耗型模式走出来，迫切需要开发新型建筑节能门窗

外窗(包括阳台门的透明部分)是围护结构各部分中热工性能最差的部位。普通窗的传热阻较之墙体的传热阻要小得多，以铝、钢为窗框的单层窗，其传热系数为 6.4W/(㎡·K)，以木、塑料为窗框的单层窗，其传热系数为 4.7W/(㎡·K)，均远远大于普通墙体的传热系数。为了减少通过窗户的热损失，首先应注意窗墙面积比要适当，其次要提高窗户的保温隔热性能，最后还要保证窗户的密闭性能。

4.1　窗墙面积比

适当加大南窗面积，可使冬季太阳射入房间深

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

处，获得尽可能的太阳能，提高室内温度。而北墙上的窗户在冬季得不到充足的太阳照射，应尽可能减少窗口面积。若采用保温性能较好的塑料单框双玻璃窗，空气层厚度12mm，则窗墙面积比可控制在0.30~0.35范围内。

4.2 窗户的保温

窗户的保温性能主要取决于窗框和玻璃扇的热工性能。木窗框、塑钢窗框、玻璃钢窗框的传热系数比钢窗和铝合金窗框都低，双层玻璃的传热系数比单层玻璃的约低40%。因此，采用塑钢窗、玻璃钢窗框及双层玻璃（或中空玻璃）能提高窗户的保温能力。

4.3 窗户的隔热

夏季空调负荷的很大一部分是来自于透过窗户直接进入室内的太阳辐射，隔热是窗户节能的重点。在玻璃内侧加铝箔隔热窗户，能大大提高玻璃的热阻值。另外，可设置外遮阳，减少玻璃表面的太阳辐射，从而减少玻璃传热。

4.4 窗户的气密性

为减少窗户缝隙带来供暖、制冷的能量消耗，应重视窗户的气密性。如在缝隙内设橡胶、毡片等制成的密封条，以提高窗户的气密性。一般平开窗的气密性要优于推拉窗。

5 玻璃钢门窗的节能要素分析

5.1 切断热对流

玻璃钢型材与窗用玻璃和建筑物主体的热膨胀系数一致，避免了热冷缩造成的门窗与玻璃和建筑主体之间的缝隙。采用不干胶带与软硬共挤塑料卡条的新型玻璃钢固定结构和创新型多点阶梯密封结构设计，可有效地切断热对流。

5.2 降低热传导

为了降低热传导，可充填高分子保温材料，并选用优质中空玻璃和热阻较高的框材。

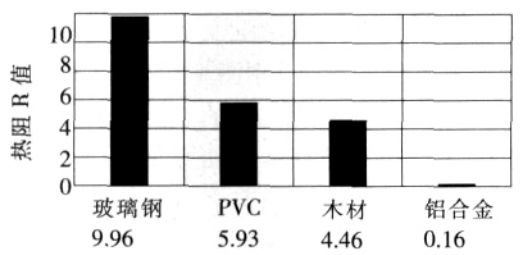


图1 各种门窗框材热阻R值

各种门窗框材热阻值见图1。显而易见，玻璃钢材料具有较高的热阻值和较低的导热系数。采用玻璃钢型材制作门窗可有效降低门窗的热传导。

5.3 减少热辐射

玻璃钢门窗可使用低辐射玻璃（Low-E玻璃），进而可减少80%辐射热损失。

综合上述措施以后，玻璃钢门窗的节能效果约提高80%以上。

6 玻璃钢型材以其诸多优势成为门窗界人士的首选

6.1 玻璃钢型材与铝合金型材隔热保温性能对比

玻璃钢型材与铝合金型材、PVC塑料型材及普通碳钢型材的热膨胀系数、导热系数、耐热性、耐冷性能等指标对比见表4。

表4 四种型材的隔热性能指标对比

项目	型材			
	玻璃型材	铝合金型材	PVC塑料型材	普通碳钢型材
热膨胀系数 $10^{-6}/℃$	8	21	85	11
导热系数 W/(m·K)	0.3	203.5	0.43	46.5
耐热性	不变软	不变软	维卡软化温度≥83℃	不变软
耐冷性	无低温脆性	无低温脆性	脆化温度为-40℃	无低温脆性

表4数据表明，玻璃钢型材导热系数室温下只有0.3W/(m·K)~0.4W/(m·K)，与PVC塑钢型材相当，均较低，其他热性能远远低于铝合金型材和普通碳钢型材，说明玻璃钢型材是一种优良的绝热材料。此外，玻璃钢型材的热膨胀系数仅为$8\times10^{-6}/℃$，与墙体材料和玻璃的线膨胀系数相当。在冷热差变化较大的恶劣环境下，它不易与建筑及玻璃之间产生缝隙，这一特征更是提高了其密封性能，加上玻璃钢型材本身久是空腹结构，所有的缝隙均有胶条、毛条密封，因此，其隔热保温效果非常显著。实测结果表明，玻璃钢型材的保温性能可达到GB/T 8484—1987Ⅱ级水平。对于冬季比较寒冷的北方地区和夏季比较炎热的南方地区，用玻璃钢型材制作门窗都是最好的选择。

6.2 玻璃钢型材门窗以其优越的性能和卓越的环保节能效果成为新一代建筑门窗产品

据统计，建筑能耗约占社会总能耗的30%，经门窗散失的热量要占建筑总能耗的50%左右，传统

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

简便易行、效益显著的既有住宅节能改造 DIY

徐米甘　　北京维拓时代建筑设计有限公司

摘　要：本文分析了既有住宅建筑节能改造的重要性和艰难性，提出了一种成本低、效益高、可由住户自己动手实现的旧住宅节能改造措施—中间设遮阳帘的双层外窗改造。

关键词：建筑节能；改造；遮阳；百叶窗；DIY

相对于按现行节能标准建造的新建建筑，严格来说所有不满足该标准要求的建筑均为需要进行节能改造的‘既有建筑’。据统计，2004 年末全国城市共有房屋建筑面积 149 亿 ㎡，其中按节能 30%（对于上世纪八十年代建造的 80 式住宅的能耗水平而言）标准建造的节能建筑仅有约 5 亿 ㎡，按节能 50%标准建造的节能建筑仅有约 1 亿 ㎡，而按节能 65%标准建造的节能建筑基本属于空白；此外，全国农村共有房屋建筑面积 271 亿 ㎡，均为非节能建筑。如此算来，按节能 30%标准建造的节能建筑仅占全国城乡建筑总量的约 1.12%，按节能 50%标准建造的节能建筑仅占全国城乡建筑总量的约 0.24‰。

既有建筑的节能改造对于建设节约型社会是一件意义巨大、急待开展又难度极大的工作。主要难点除了经济、技术方面的问题外，一个重要问题是大规模的节能改造将影响建筑物的正常使用，尤其是建成时间未超过 30 年的建筑，很难下决心进行彻底的节能改造。但是，为了节能而拆除尚有使用价值的高能耗建筑，会造成大量建材的浪费，也是得不偿失的。

为尽快开展既有建筑的节能改造，并尽早见效，就必须寻找适用于大多数新旧既有建筑，并且实施的功耗比高（节能功效大，各方面损耗、影响小）的关键点和突破点。

如何来寻找这样的突破点呢？既有建筑的节能改造，从大的方面来说，分围护结构提高保温性能、降低负荷和供暖系统提高效率、降低能耗两大方面。供暖的木、钢及铝制门窗因其材质本身的制约，保温性能差，为达到预定的采暖效果，弥补热散失，只能靠高能耗来解决。这种无奈的热散失不但浪费能源，加大采暖成本，而且造成 SO_2、CO_2 等有害气体的过量排放，严重污染了大气环境。随着社会的进步，人们对建筑门窗的造型及其采光、保温、隔音、防尘、防水、防腐和强度等性能要求越来越高。目前，市场上符合国家节能环保综合标准的门窗品种主要有带隔热桥的铝合金门窗、塑料门窗和玻璃钢门窗。但是，带隔热桥的铝合金门窗价格偏高，使人们望而却步；塑钢门窗则由于强度不够或者不足，刚性差、冷脆性及线膨胀系数大等缺撼而先天不足，‘盛名之下，其实难负。’而玻璃钢门窗产品由于本身是玻璃纤维增强的优质复合塑料，尤以强度高、冷热差变化较大环境下尺寸稳定、密封性能好、使用寿命长等优点见长，可与中空玻璃、镀膜玻璃、夹层玻璃及低辐射玻璃（Low-E）等功能化玻璃配套组成中、高档建筑门窗，节能效果非常显著。据测算，与带有隔热桥的铝合金门窗相比，玻璃钢门窗的节能效果可提高60%以上，不但使传统门窗品种相形见拙，更可以弥补 PVC 门窗的不足，成为兼有多种优势于一体、集环保节能效果之大成的门窗产品。以玻璃钢为型材的门窗被世界公认为‘第五代’门窗产品，具有很高的技术附加值，被国际建筑界普遍看好，被称之为 21 世纪建筑门窗的‘绿色产品’，成为我国鼓励生产和重点推广的产品。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net