

隔热槽对铝合金推拉门窗节点传热系数的影响

孟凡东 成洪波

【摘要】本文通过 Therm 热工模拟软件，对比分析了有无隔热槽对节点 K 值的影响和隔热槽分别应用在普通铝合金推拉门窗和断桥铝合金推拉门窗上对节点 K 值的影响，并进一步对比分析了隔热槽不同形状对节点 K 值的影响。通过模拟分析可知，使用隔热槽能够有效降低节点 K 值，隔热槽应用在断桥铝合金推拉门窗上，保温隔热效果更好，节能效果更佳；通过对隔热槽四种形状的分析，得出使用形状 4 隔热槽的节点 K 值最低，隔热槽的底部不应与下框接触面积过大，宜设置两个支撑脚，并且在安装使用时支撑脚宜与隔热条接触。

【关键词】隔热槽；Therm 软件；铝合金推拉门窗；K 值；节能

1. 前言

作为建筑外围护结构的重要组成部分，建筑门窗是建筑节能中的薄弱环节，通过门窗流失的能量是墙体的 5 ~ 6 倍、地面的 20 多倍、屋面的 5 倍，在建筑围护部件总能耗中约占 40% ~ 50% [1]。相比平开门窗，推拉门窗由于构造、密封性差等原因致使气密性能、保温性能不佳，由此导致的建筑能耗更多。如何提高推拉门窗的传热系数 (K 值) 一直是门窗节能的难点。隔热槽作为推拉门窗的附配件，得到越来越多的应用。

2. 条件设定

在框计算截面中，应用一块导热系数 $\lambda = 0.03 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ 的板材替代实际的玻璃厚度，板材的厚度与所替代面板的厚度相等，嵌入框的深度按照面板嵌入的实际尺寸，可见部分的板材宽度 b_p 不应小于 200mm (如图 1) [2]。传热系数计算应采用冬季标准计算条件，计算环境边界条件 [2] 以及材料条件如表 1 所示。

3. 有无隔热槽对 K 值的影响分析

隔热槽的材质一般是 PVC，选用的典型隔热槽横截面如图

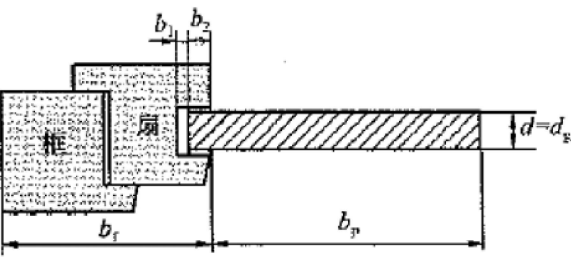


图 1 框传热系数计算节点示意图

表 1 计算环境边界条件及材料条件

项 目		参数值
计算环境边界条件	室内空气温度 (°C)	20
	室内对流换热系数 (W/ m ² · K)	3.6
	室外空气温度 (°C)	-20
	室外型材对流换热系数 (W/ m ² · K)	8
	室外玻璃边缘对流换热系数 (W/ m ² · K)	12
	室外玻璃中心对流换热系数 (W/ m ² · K)	16
材料设定	型材导热系数 (W/m · k)	160
	隔热条 (PA66+25%GF) 导热系数 (W/m · k)	0.3
	扇密封胶条 (EPDM) 导热系数 (W/m · k)	0.25
	框扇密封毛条导热系数 (W/m · k)	0.22
	隔热槽 (PVC) 导热系数 (W/m · k)	0.17
	不锈钢导轨导热系数 (W/m · k)	17

2 所示，选取铝合金推拉门窗扇靠室内侧的下框扇节点作为计算模型，并且替代实际玻璃的板材厚度统一为 22mm。铝合金推拉门窗下框扇节点分为使用普通铝合金型材和断桥铝合金两种，断桥铝合金推拉门窗下框扇节点中框断桥铝型材隔热条宽度为 20mm，扇断桥铝型材中隔热条宽度为 15mm。铝合金推拉门窗下框扇节点计算模型分为不安装隔热槽和安装隔热槽两种。处理后的普通铝合金推拉门窗下框扇节点计算模型如图 3 所示，断桥铝合金推拉门窗下框扇节点计算模型如图 4 所示。

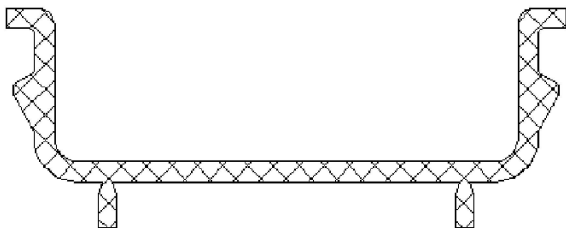
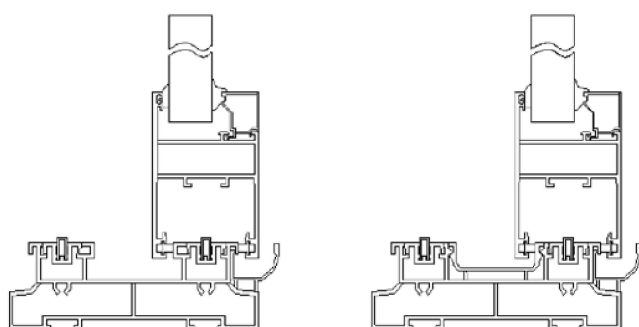


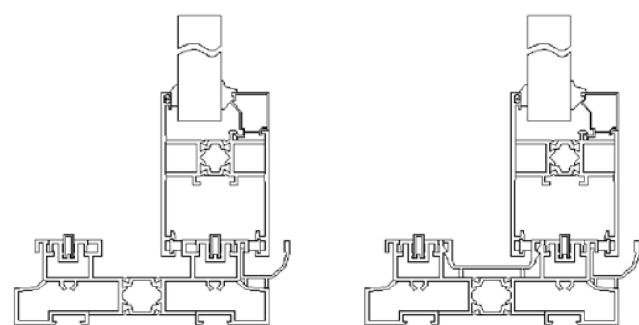
图 2 一种隔热槽



无隔热槽

有隔热槽

图3 普通铝合金推拉门窗下框扇节点计算模型



无隔热槽

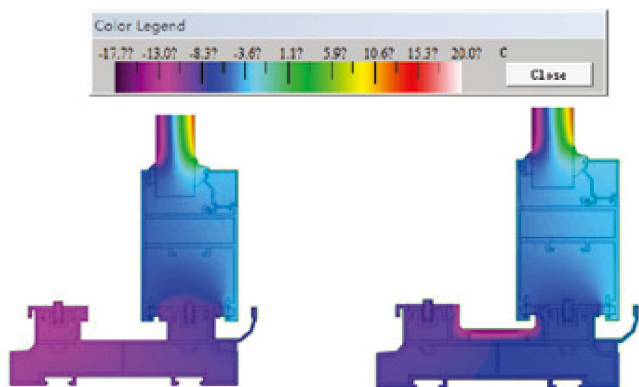
有隔热槽

图4 断桥铝合金推拉门窗下框扇节点计算模型

通过 Therm 软件对普通铝合金推拉门窗下框扇节点计算模型和断桥铝合金推拉门窗下框扇节点计算模型分别模拟计算, 计算 K 值如表 2 所示, 温度云图如图 5、图 6 所示, 计算结果如图 7 所示。

表 2 有无隔热槽不同节点 K 值

铝合金节点类型	节点 K 值 ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)	
	无隔热槽	有隔热槽
普通	7.4675	7.0983
断桥	5.1202	4.4237



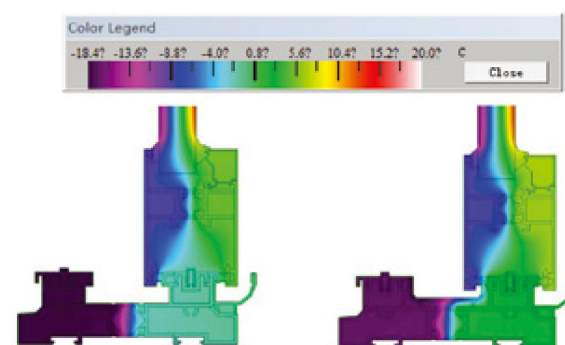
无隔热槽

有隔热槽

图5 普通铝合金推拉门窗下框扇节点温度云图

从图 5、图 7 和表 2 可知, 对于普通铝合金推拉门窗下框扇节点, 无隔热槽的 K 值为 $7.4675 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$, 有隔热槽的 K 值为 $7.0983 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$, 有隔热槽节点 K 值比无隔热槽降低了 $0.3692 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ 。

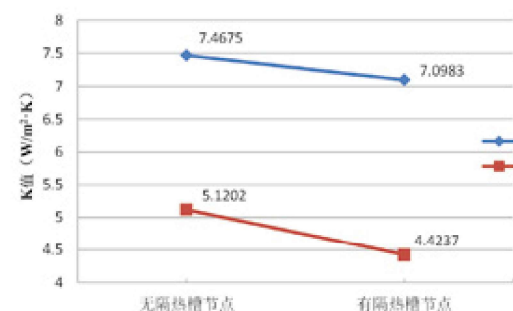
从图 6、图 7 和表 2 可知, 对于断桥铝合金推拉门窗下框扇节点, 无隔热槽的 K 值为 $5.1202 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$, 有隔热槽的 K 值为 $4.4237 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$, 有隔热槽节点 K 值比无隔热槽降低了 $0.6965 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$, 降低幅度是普通铝合金推拉门窗下框扇节点中有隔热槽节点 K 值与无隔热槽之间降低幅度的两倍左右。这说明了在断桥铝合金推拉门窗上使用隔热槽能有效降低节点 K 值, 保温效果更好。在断桥铝合金型材上使用隔热槽, 能在节点上从玻璃替代板材、扇隔热条、隔热槽、框隔热条之间形成一条完整的等温线, 有效降低了节点的 K 值。



无隔热槽

有隔热槽

图6 断桥铝合金推拉门窗下框扇节点温度云图



计算结果

图7 不同铝合金类型有无隔热槽节点

断桥铝合金推拉门窗下框扇节点使用隔热槽的 K 值是 $4.4237 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$, 而普通铝合金推拉门窗下框扇节点使用隔热槽的 K 值是 $7.0983 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$, 降低了 $2.6746 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$, 节能效果显著。隔热槽应用在断桥铝合金推拉门窗上, 节能效果更佳。

4. 隔热槽形状对 K 值的影响分析

推拉门窗的框型材确定之后, 隔热槽的长度就基本上确定了, 但是隔热槽的形状可以结合成本和隔热保温效果来设计选用。选取四种形状的隔热槽, 分别为形状 1、形状 2、形状 3、形状 4, 如图 8 所示。

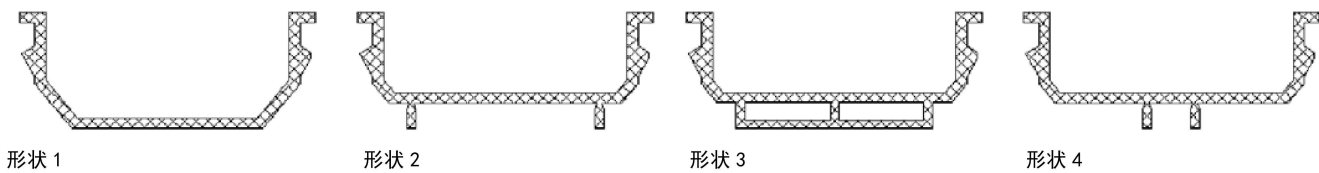


图8 不同形状的隔热槽

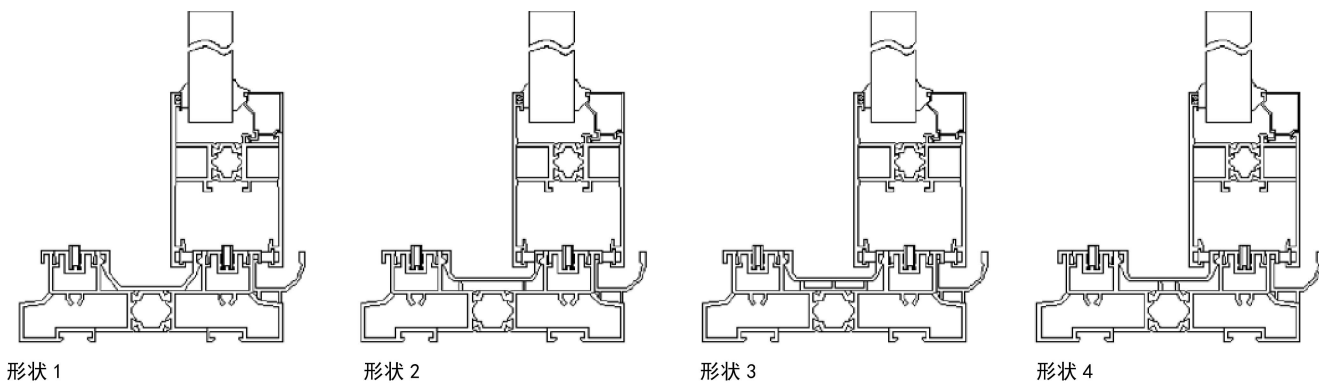


图9 使用不同形状隔热槽的下框扇节点计算模型

将这四种形状的隔热槽分别安装在断桥铝合金推拉门窗下框扇节点上。除了隔热槽，下框扇节点是完全一样的，处理后的计算模型如图9所示。

通过 Therm 软件对使用不同形状隔热槽的断桥铝合金推拉门窗下框扇节点分别模拟计算，计算 K 值如表3所示，温度云图如图10所示，节点 K 值随不同形状隔热槽变化图如图11所示。

表3 使用不同形状隔热槽的节点 K 值

形状类型	形状 1	形状 2	形状 3	形状 4
节点 K 值 (W/m ² ·K)	4.5611	4.4237	4.4234	4.3726
形状 1	形状 2	形状 3	形状 4	

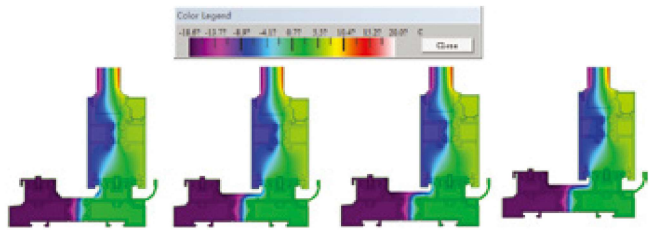


图10 使用不同形状隔热槽的节点温度云图

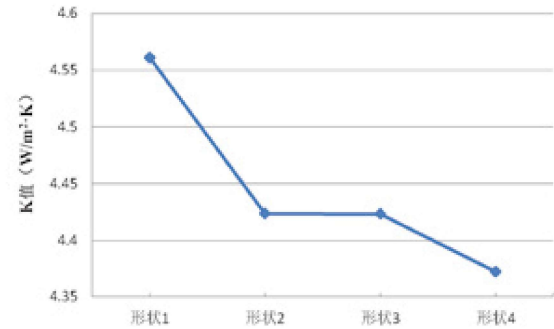


图11 节点 K 值随不同形状隔热槽变化图

由表3和图10、图11可知，对比形状1，隔热槽形状2、3、4的节点 K 值比形状1分别降低了 0.1374 W/m²·K、0.1377 W/m²·K、0.1885 W/m²·K，隔热槽形状4的节点 K 值降低幅度最大。隔热槽不宜设置成形状1，形状1安装在断桥铝合金型材上，隔热槽平整的底部会与隔热条和铝型材直接大面积接触。铝型材热导率为 160 W/m·K，隔热槽热导率为 0.17 W/m·K。铝型材热导率偏高，隔热槽与铝型材大面积直接接触，会导致隔热槽温度偏低，不利于在节点上形成从玻璃替代板材、扇隔热条、隔热槽到框隔热条的完整等温线，导致安装形状1隔热槽的节点 K 值偏高。

安装形状2隔热槽和形状3隔热槽的节点 K 值基本上一样，形状3虽然设置了空腔结构，但是下底部与型材大面积接触，导致节能性能没有提升，还增加了材料成本。

安装形状4隔热槽的节点 K 值比安装形状2隔热槽的节点降低了 0.0511 W/m²·K。从图9可以看出，形状4的两个支撑脚与下框的隔热条接触，没有与铝型材接触，而形状2的两个支撑脚相距较远，与下框中的铝型材直接接触，但是接触面积不大。铝型材热导率偏高，隔热槽与铝型材直接接触，会导致隔热槽温度偏低，不利于在节点上形成从玻璃替代板材、扇隔热条、隔热槽到框隔热条的完整等温线，但是形状2的两个支撑脚与铝型材直接接触的面积不大，所以安装形状4隔热槽的节点 K 值与安装形状2隔热槽的节点相比降低了 0.0511 W/m²·K，降低幅度并不是很大。

5. 结论

通过 Therm 软件对铝合金推拉门窗下框扇各节点进行热工模拟计算，由以上分析可知，对于断桥铝合金推拉门窗下框扇

节点,有隔热槽节点K值比无隔热槽降低了 $0.6965\text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$,降低幅度是普通铝合金推拉门窗下框扇节点有隔热槽节点K值与无隔热槽之间降低幅度的两倍左右。在断桥铝合金型材上使用隔热槽,能在节点上形成从玻璃替代板材、扇隔热条、隔热槽到框隔热条的完整等温线,有效降低了节点的K值。隔热槽应用在断桥铝合金推拉门窗上,保温隔热效果更好,节能效果更佳。

对于隔热槽四种形状,使用形状4隔热槽的节点K值最低,并且隔热槽形状2、3、4的节点K值与形状1相比降低幅度都在 $0.13\text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ 以上。对于隔热槽结构设计,隔热槽若设置平整的底部,这样在安装使用时会与下框型材大面积直接接触,不利于在节点上形成从玻璃替代板材、扇隔热条、隔热槽到框隔热条的等温线,导致节点K值偏高。隔热槽在底部宜设置两个支撑脚,并且两个支撑脚相距不宜过长,保证在安装使用时支撑脚与隔热条接触。将隔热槽设置成空腔结构,虽然能够降低节点K值,但是降低幅度不大,还会增加隔热槽的材料成本。对于隔热槽的设计和选用,要结合成本和节能效果综合考虑,使隔热槽的应用价值得到最大程度的体现。

参考文献

[1] 杨辉, 杨闯等. 建筑节能门窗及技术研究现状[J]. 新型建筑材料, 2012(9): 84-89.

[2] JGJ/T 151-2008, 建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.

(作者单: 广东贝克洛幕墙门窗系统有限公司)

【中图分类号】TU228

【文献标识码】A

【文章编号】1671-3362(2019)01-0056-04

低相变温度温致变色玻璃

林改 郦江东 徐松辉

【摘要】本文按激励方式对智能窗进行了简单分类,详细阐述了温致变色智能窗的变色机理与结构,找出了影响温致变色智能窗相变温度的因素,分析了低相变温度温致变色玻璃的性能及应用,从而为低相变温度温致变色玻璃的市场推广做了铺垫。

【关键词】低相变温度;温致变色; W^{6+} 掺杂;性能及应用

世界经济快速发展带来了对能源不断增长的需求,并已成为能源领域最严峻的挑战,因此,迫切需要合理提高能效。据统计,中国的建筑能耗约占全社会能源消耗的40%^[1],因此建筑节能意义非凡。而传统的节能玻璃即使代表目前最高水平的三银LOW-E玻璃也只能被动节能,也就是一旦玻璃安装后将无法主动调节节能效果,这使得这种被动节能玻璃受纬度限制的使用有相当的局限性,需针对不同纬度地区开发不同的节能玻璃,且不能同时满足冬、夏季的节能需求。

变色玻璃可自动调节可见光及红外光线的透过率,满足了上述节能需求。温致相变 VO_2 薄膜由于具有独特的相变性能而受到越来越多学者及企业的关注。由于未掺杂的 VO_2 薄膜相变温度为 68°C ,不能满足舒适度的要求,需要对其进行掺杂,实现相变温度从 68°C 下降到室温。

1. 变色玻璃分类

变色玻璃按其激励方式可分为:温致变色、光致变色、电致变色等。

1.1 温致变色

温致变色是指通过改变环境温度变化来改变入射光的透过或吸收特性的现象。目前国内外的研究大多集中在 VO_2 上,研究焦点在于如何降低其相变温度,

使其超过室温即可自动开启红外线阻隔窗口,阻挡红外线进入室内。

1.2 光致变色

光致变色是指化合物通过在特定波长下的化学反应产生具有不同结构和光谱性质的另一种化合物的反应,该化合物在用另一波长的光照射时可逆地产生前一种化合物。按变色材料种类可分为无机光致变色和有机光致变色两种。然而,不管是哪种化合物制成的光致变色玻璃安装后,受环境的影响,不同位置会产生不同的光强度,会出现不同颜色的色差,这会破坏幕墙颜色的一致性。

1.3 电致变色

电致变色是指材料在外加电场的作用下,材料的可见光透过率和反射率及红外光透过率发生相应变化的现象,表现在材料的外观看起来颜色或透明度会发生可逆变化。按材料种类可分为无机电致变色材料和有机电致变色材料。由电致变色材料制成玻璃称为电致变色玻璃,在大面积玻璃上使用的以无机的为主。无机电致变色玻璃的典型代表是 WO_3 ,通常它配合对电极材料 NiO 使用。

1.4 其它

目前用电场作用来调光的还有液晶玻璃、悬浮量子玻璃等,但它们各自都有其缺陷,很难像上述三种激励方式成