

Study on Thermal Performance and Energy-Saving Marking Method of Building Exterior Window

Deye Wang, Yongan Li

School of Thermal Engineering, Shandong Jianzhu University, Jinan Shandong
Email: 1393142860@qq.com

Received: Jul. 14th, 2017; accepted: Jul. 30th, 2017; published: Aug. 2nd, 2017

Abstract

The energy saving labeling of building exterior window is the product of the era of energy efficiency labeling. In this paper, mainly from the external window of the heat transfer coefficient, shading coefficient, air permeability and visible light transmission ratio of the four performance parameters, the main contents of the development of energy saving logo are described. The preliminary scheme assumptions are made on the classification of the energy saving logo of the outer window. This will have a certain reference value for research of Ultra-low Energy Buildings.

Keywords

Energy Saving Labeling of the Outer Window, The Four Performance Parameters, Expected Results

建筑外窗的热工性能及其节能标识方法的研究

王德晔, 李永安

山东建筑大学热能工程学院, 山东 济南
Email: 1393142860@qq.com

收稿日期: 2017年7月14日; 录用日期: 2017年7月30日; 发布日期: 2017年8月2日

摘要

建筑外窗节能标识是能效标识时代下的产物。本文主要从外窗的传热系数、遮阳系数、空气渗透率以及可见光透射比四大性能参数入手, 阐述了外窗节能标识的主要内容, 并对外窗节能标识的等级划分作出了初步构想, 这于超低能耗建筑的研究有一定的参考价值。

关键词

外窗节能标识, 四大性能参数, 预期成果

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

为加强节能管理, 推动节能技术进步, 提高能源效率, 2004年8月, 国家发改委、国家质检总局联合制定并发布《能源效率标识管理办法》, 并于2005年3月1日开始实施。这是我国首次对终端用能产品的能源利用率进行了能效标准的等级划分。至今, 已涉及家用电器、办公用品、工业设备、照明设备及商用设备共5大领域的25类产品[1], 大大提高了用能产品的节能潜力。据统计, 2015年全年节电量可达135.6亿千瓦时, 2020年全年节电量可达198.7亿千瓦时, 2010年至2020年10年累计节电量为1559.57亿千瓦时, 折合5.27亿吨标准煤[2]。

而相对于终端用能产品的能效标识, 社会对民用建筑外窗的节能标识的认识程度还处于较低水平。由于外窗能耗占建筑总能耗的30%左右[3], 可见其具有节能潜力巨大的特点。因此, 在家用电器能效标识的基础上, 对山东民用建筑外窗节能标识进行研究与探索, 将对提高居民生活质量, 节约建筑能源消耗, 建设生态文明新山东具有重要的意义。

2. 建筑外窗的热工性能

2.1. 传热系数 K

传热系数 K 值, 是指在稳定传热条件下, 围护结构两侧空气温差为 1 度(K, °C), 1 s 内通过 1 平方米面积传递的热量, 单位是瓦/(平方米·度) ($W/m^2 \cdot K$, 此处 K 可用 °C 代替)。

它是影响外窗性能的重要参数, 其大小直接决定了外窗的节能程度。现已规定, 自 2016 年开始, 外窗传热系数不得大于 $2.0 W/m^2 \cdot K$ [4]。

以济南为例, 根据 $Q = KA\Delta t$, 分别计算 2015 年和 2016 年夏季外窗给房间带来的冷负荷量来分析传热系数 K 对外窗节能性能的影响。参数选取: 夏季室外计算干球温度 $t_w = 34.7^\circ C$, 室内温度 $t_n = 26^\circ C$, 外窗尺寸为 $2.0 \times 1.8 m$ (假设布置 5 个外窗), 2015 年外窗传热系数 K 值选取 $K_{15} = 2.5 W/m^2 \cdot K$, 同理, $K_{16} = 2.0 W/m^2 \cdot K$ (规定最大值)。

通过对表 1 数据分析可得: 只考虑外窗冷负荷的情况下, 2016 年与 2015 年相比之下, 通过改变外窗传热系数 K 值(K_{16} 取最大的情况下), 外窗节能率可达 20%。因此, 要想提高外窗的节能性能, 必须降低其传热系数 K 值, 这也是在研究制定外窗节能标识方面所要考虑的重要影响因素之一。

2.2. 遮阳系数

遮阳系数 S_c , 是在给定的太阳辐射投射角度和太阳辐射波段内, 通过某测试窗户系统的太阳得热系数与通过标准单层平板白玻璃的得热系数的比值。表征玻璃遮挡或抵御太阳光能的能力。其中, 遮阳系数越小, 阻挡阳光热量向室内辐射的性能越好。

在不计太阳辐射波长的影响前提下, 遮阳系数 SC 的计算公式如下。

Table 1. Effect of different heat transfer coefficients to the window outside the room cooling load
表 1. 不同传热系数对房间外窗冷负荷的影响

	年份					
	2015			2016		
	传热系数 K (W/m ² ·K)	温差 Δt (K)	外窗面积 m ²	传热系数 K (W/m ² ·K)	温差 Δt (K)	外窗面积 m ²
	2.5	8.7	18	2	8.7	18
冷负荷 Q(W)	391.5			313.2		

$$Sc = \frac{SHGC(\theta)_{\text{控制}}}{SHGC(\theta)_{\text{标准}}}$$

其中：Sc——遮阳系数；

$SHGC(\theta)_{\text{控制}}$ ——通过某测试窗户系统的太阳得热系数；

$SHGC(\theta)_{\text{标准}}$ ——通过标准单层平板白玻璃的得热系数；

就目前我国对外窗性能研究现状来看，可通过标准单层平板白玻璃的得热系数看作常数，只针对不同型材的玻璃进行得热量分析，比较二者的比值，作为考量外窗节能性能的标准之一。而在降低外窗玻璃遮阳系数方面较容易实现，并已取得显著成绩，如现今较为提倡的中空玻璃、热反射玻璃、低辐射玻璃等，都在节能方面起到重要作用。因此，降低外窗玻璃遮阳系数，是提高外窗节能性能的有效途径，在制定外窗节能标识方面应被着重考虑。

2.3. 空气渗透率

空气渗透是由于室内外空气的压强不同而产生的压差使气流通过缝隙而产生流动。而空气渗透率表示外窗允许空气透过的能力。由于空气渗透引起的热负荷变化对热负荷总量计算的影响不可无忽略，反而成为计算热负荷的三大组成部分之一。

在冬季热负荷的计算过程中，由于透过门窗缝隙而产生的冷风渗透负荷如下：

$$Q_l = 0.28 \cdot C_p \cdot p_{wn} \cdot V \cdot (t_n - t_{wn})$$

其中：

Q_l ——通过门窗冷风渗透耗热量，W；

C_p ——干空气的定压质量比热容 = 1.0056 kJ/(kg·°C)；

p_{wn} ——采暖室外计算温度下的空气密度，kg/m³；

V ——渗透冷空气量，m³/h；

t_n ——冬季室内设计温度，°C；

t_{wn} ——采暖室外计算温度，°C。

通过对冷风渗透理论计算公式分析，冷风渗透空气量的多少直接影响这部分热负荷占热负荷总值的比例。可见，一方面，建筑外窗框架内本身的连接(或密封)方式对外窗的能耗量有一定影响；另一方面，建筑外窗与墙体的密封方式对空气渗透带来的不必要热负荷也有一定影响。因此，选取最佳的连接和密封方式，最大限度地减少空气渗透量，将对外窗节能性能的提高创造有利条件。

2.4. 可见光透射比

可见光透射比是指透过透明材料的可见光光通量与投射在其表面可见光光通量之比。之所以将可见

光透射比考虑在影响外窗节能标识研制的众多因素之内, 原因如下:

一方面, 太阳辐射光谱的 99% 以上在波长 0.15~4.0 微米之间。研究表明, 大约 50% 的太阳辐射能量在可见光谱区(波长 0.4~0.76 微米), 7% 在紫外光谱区(波长 < 0.4 微米), 43% 在红外光谱区(波长 > 0.76 微米), 最大能量在波长 0.475 微米处。即太阳辐射能量主要集中在波长较短的可见光波段, 约占总能量的 50%。

另一方面, 太阳辐射的影响具有两面性。其一, 在夏季计算房间冷负荷时, 太阳辐射带来的冷负荷量占较大比例, 必须消耗一部分功量来抵消太阳辐射引起的冷负荷; 其二, 在冬季计算房间热负荷时, 通过太阳辐射传递给房间的热量减轻了供热系统的能耗负担, 对调节室内热环境有一定作用。由于在制造人工冷量方面比制造人工热量方面要复杂且昂贵, 因此, 研究重点侧重于夏季减少太阳辐射带来的冷负荷方面。

可见, 为了减少夏季太阳辐射能, 降低能源消耗量, 提高外窗节能率, 尽可能地减少可见光透射到房间的透射量, 即合理降低可见光透射比, 是优化外窗节能性能的重要手段。

3. 建筑外窗节能标识的构想

通过对可能影响外窗节能效果因素的研究与分析, 得出各影响因素对外窗节能的影响程度, 对这些影响因素进行不同方式的组合, 划分出外窗节能等级排序(一般为 3~5 个等级)。

预期成果假设方案一: 将影响程度相同的因素归为同等级(表 2)。

预期成果假设方案二: 将影响程度不同的因素合理搭配归为同等级(表 3)。

Table 2. Outer window energy saving identification grade table

表 2. 外窗节能标识等级表

	影响因素				
	传热系数 K (W/m ² ·K)	遮阳系数 Sc	空气渗透率	可见光透射比%	其它
等级一	1.2	0.4	小	30	
等级二	1.4	0.5	较小	40	
等级三	1.6	0.6	比较大	50	待定
等级四	1.8	0.7	较大	60	
等级五	2.0	0.8	大	70	

Table 3. Outer window energy saving identification grade table

表 3. 外窗节能标识等级表

	影响因素				
	传热系数 K (W/m ² ·K)	遮阳系数 Sc	空气渗透率	可见光透射比%	其它
等级一	1.2	0.5	较小	30	
等级二	1.6	0.4	小	40	
等级三	1.4	0.6	比较大	60	待定
等级四	1.8	0.8	较大	50	
等级五	2.0	0.7	大	70	

对以上两种假设方案比较可得：方案一的设计构想体现了建筑外窗各项热工性能的指标阶梯化，等级越高，代表建筑外窗各项参数指标处于最佳取值。因此，在研究超低能耗建筑方面，推荐采用方案一；方案二的设计构想体现了建筑外窗各项热工性能的指标分配化，是将影响程度不同的因素合理搭配，等级高并不代表各项性能参数均处于最佳状态，而是参数整合后的相对状态。由于其不是按照阶梯划分，在设计方案、生产成本以及市场需求方面具有较大优势，因此，在民用建筑设计方面，推荐采用方案二。

4. 结语

能效标识引领下的节能管理办法，自 2005 年实施至今，推动了暖通空调行业的发展[5]，取得了优异成绩。而这种管理方法不仅仅只在终端用能产品上起重要作用，在一些耗能建筑结构上仍然发挥其巨大优越性。因此，将研究对象从家用电器转移到了建筑外窗。

建筑外窗作为一种极其耗能的建筑围护结构，具有相当大的节能潜力。因此，对外窗节能性能做出适当的等级划分，最大限度地提高外窗的能源利用率，将在降低能耗方面产生深远影响。考虑到影响外窗节能因素的多样性，本文着重分析了其传热系数、遮阳系数、空气渗透率以及可见光透射比对节能效果的影响。并将因素对外窗节能影响的程度作为等级划分的依据，初步假定了两种外窗节能标识等级划分方案。这不仅对今后外窗节能标识的探讨及研制具有一定参考价值，还为降低能源消耗，提高生活质量，建设生态文明提供了优越的管理方法。

参考文献 (References)

- [1] 贺婷婷, 曹宁, 卢业, 等. 我国制冷空调产品能效标识制度实施概况[J]. 制冷与空调, 2012, 12(1): 78-83.
- [2] 徐风. 依据标准算出节能账 15 种典型用能产品未来节能巨大潜力[J]. 商品与质量, 2010(31): 9.
- [3] 王鹏. 建筑门窗节能性能标识[J]. 广东建筑, 2010, 38(4): 29-32.
- [4] 山东省住房和城乡建设厅. DB37/T5016-2014 民用建筑外窗工程技术规范[S]. 北京: 中国建材工业出版社, 2014.
- [5] 夏玉娟, 田建国, 吴能旺, 等. 能效标识深入实施推动行业快速发展[J]. 制冷与空调, 2016, 16(1): 72-75.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: jlce@hanspub.org