

# Discussion on the Ageing Trend of the Fourth Generation Foaming Agent LBA Polyurethane Foam

Bin Li<sup>1</sup>, Chunhua Tang<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Hisense Ronshen (Guangdong) Refrigerator Co., Ltd., Foshan Guangdong

<sup>2</sup>Sinopharm Group Guangdong Medi-World Pharmaceutical Co., Ltd., Foshan Guangdong

Email: \*270098847@qq.com

Received: Dec. 12<sup>th</sup>, 2018; accepted: Dec. 22<sup>nd</sup>, 2018; published: Dec. 29<sup>th</sup>, 2018

---

## Abstract

The fourth generation environmental blowing agent LBA Ozone depletion potential (ODP) is zero, and Global Warming Potential (GWP) is 5, which has been widely used in the refrigerator industry. This paper focuses on the normal temperature aging and accelerated aging test of polyurethane foam produced by LBA foaming agent to discuss the changing trend of its thermal conductivity.

## Keywords

Polyurethane Foam, Foaming Agent, LBA, GWP

---

# 第四代发泡剂LBA泡沫老化趋势探讨

李 彬<sup>1</sup>, 汤春花<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>海信容声(广东)冰箱有限公司, 广东 佛山

<sup>2</sup>国药集团广东环球制药有限公司, 广东 佛山

Email: \*270098847@qq.com

收稿日期: 2018年12月12日; 录用日期: 2018年12月22日; 发布日期: 2018年12月29日

---

## 摘 要

第四代环保型发泡剂LBA臭氧消耗潜值(ODP)为零, 全球变暖潜能值(GWP)为5, 已在冰箱行业得到广泛应用, 本文着重对LBA发泡剂制得的聚氨酯泡沫进行常温老化和加速老化试验, 以探讨其导热系数的变化趋势。

\*通讯作者。

## 关键词

聚氨酯泡沫, 发泡剂, LBA, GWP

Copyright © 2019 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

随着环保法规要求的日趋严格, 以及家电能效标准的日益提高, 现有发泡体系环戊烷体系(导热系数高, 整机能耗高)及第三代发泡剂 HCFC (以 HFC-245fa 为代表, GWP 值高, 为 1030)难以满足需求, 而新一代硬泡发泡剂 Solstice TM LBA (HFO-1233zd, 以下简称 LBA)具有高效节能、不燃、不含可挥发性有机物(VOC)、低 GWP、安全环保等特点[1] [2], 同时具有更为优异的导热系数和整机能耗水平, 目前在冰箱各行业硬质聚氨酯泡沫发泡剂升级换代中已大量应用, 但对于该发泡剂制作的门体长期存放时泡沫的导热系数变化趋势还未报道(泡沫导热系数影响冰箱整机能耗), 本文着重分析探讨冰箱门体泡沫老化趋势。

## 2. 实验部分

### 2.1. 主要原料和设备

发泡剂 Solstice LBA, 美国 Honeywell 公司; 异氰酸酯(M20S), 巴斯夫; 组合聚醚, 陶氏。

高压发泡机, 意大利 Cannon 公司; EKO HC-074 热导率仪器, 北京五洲东方科技发展有限公司。

### 2.2. 聚氨酯泡沫制备

组合聚醚及发泡剂按照 POL:CP:LBA = 100:(11~13):(5~7)质量配比进行混合, 搅拌 1 小时。设定发泡参数料比(黑料/白料 = 1.2)、料温(黑料 20℃, 白料 20℃)、流量(黑料 + 白料 = 350 g/s)、压力(黑料 110 bar, 白料 110 bar)、脱模时间(240 s), 型号 BCD-410W 冷冻门体, 利用高压发泡机, 压力泡芯密度按 32 Kg/m<sup>3</sup> 制作发泡门体, 将制作好的发泡门体常温放置 24 小时, 然后进行常温老化或高温加速老化试验。

### 2.3. 分析和测试方法

泡沫导热系数按 GB-T 26689-2011 [3]标准测定, 泡沫样品尺寸为 200 mm × 200 mm × 25 mm。

常温老化方法: 将发泡门体(图 1)或从发泡门体取出的去皮泡沫样品(见图 2)放在敞开的空间中, 常温放置老化, 并取泡沫测试导热系数。

高温加速老化: 将发泡门体或从发泡门体取出的去皮泡沫样品放在封闭的空间中, 试验周期参考 GB-T 26689-2011 [3]高温循环试验方法, 一个试验周期为温度(-30 ± 2)℃、24 小时, 温度(55 ± 2)℃、24 小时, 并取泡沫测试导热系数。

## 3. 结果与讨论

### 3.1. 常温老化

#### 3.1.1. 发泡门体内泡沫常温老化

制作发泡门体 6 个, 常温放置在敞开的空间里, 随着时间的推移, 解剖取泡沫制成样品, 测试其导热系数。

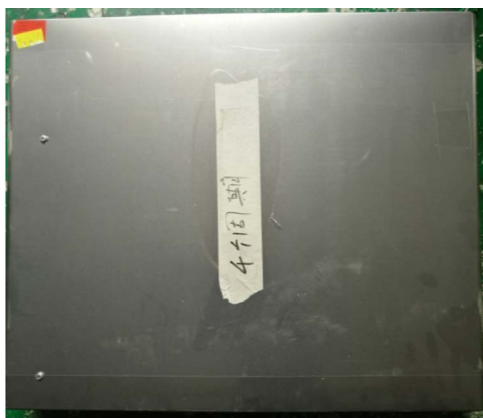


Figure 1. Sample of foaming door body

图 1. 发泡门体样品

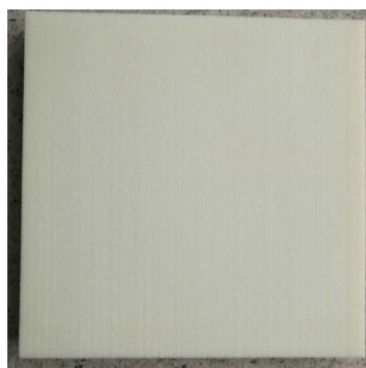


Figure 2. Foam samples

图 2. 泡沫样品

以上图 3 可知, 泡沫在发泡门体内, 由于门体侧板(钢板)和内胆(HIPS)将泡沫隔绝在一个封闭的空间内, 泡沫泡孔内的发泡剂等气体基本保持稳定, 泡沫导热系数变化不大, 其导热系数在国标( $\leq 19.5 \text{ mW/m}\cdot\text{K}$ )范围内。

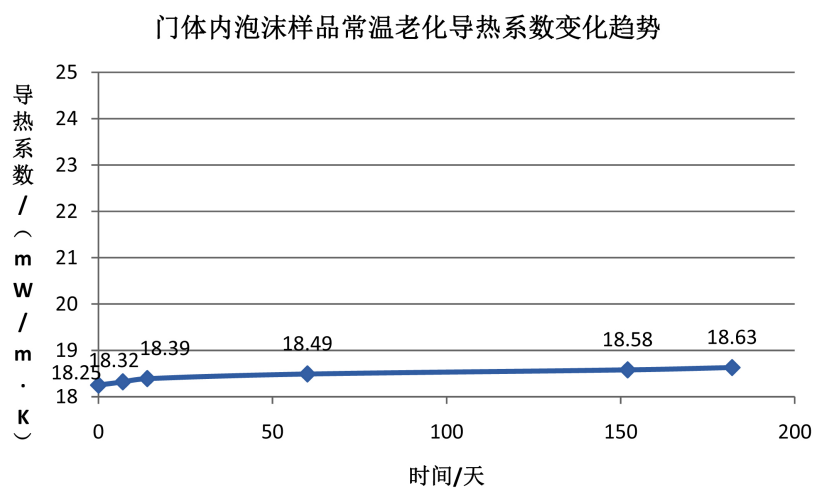


Figure 3. Trends in thermal conductivity of foam ageing at room temperature in foaming door body

图 3. 发泡门体内泡沫常温老化导热系数变化趋势图

### 3.1.2. 泡沫样品

将 2.1.1 第一台门体泡沫样品测完导热系数后, 在敞开空间中常温放置, 随着时间推移测试该泡沫导热系数变化趋势如下图 4:

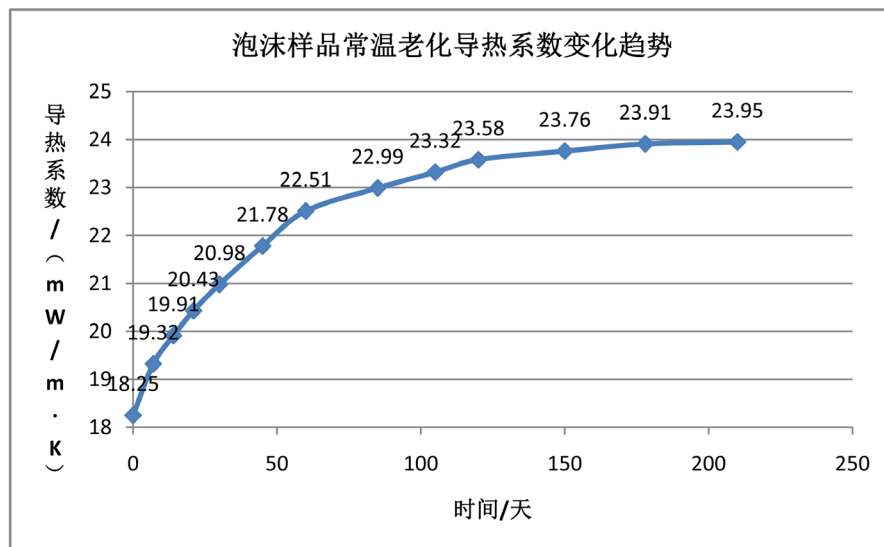


Figure 4. Trends in thermal conductivity of foam samples aged at room temperature  
图 4. 泡沫样品常温老化导热系数变化趋势图

由图可知, 泡沫去皮制成样品以后, 随着泡沫的衰减, 泡沫导热系数不断上升, 但上升趋势随着时间推移由快至慢并逐渐趋于平缓, 达到一定值后基本保持稳定, 这是由于泡沫样品在没有外界隔绝的情况下, 泡沫泡孔(泡沫闭孔率大于 90%)内的发泡剂等气体不断渗透并与外界空气进行交换, 而 LBA 气体导热率为 10.2 mW/m·K, 环戊烷气体导热率为 16.3 mW/m·K, 空气气体导热率为 23.3 mW/m·K, 因此泡沫导热系数会不断上升, 很快超出国标范围, 当泡孔内气体交换到一定程度, 即泡孔内气体成分基本稳定并与外界空气达成一个动态平衡时, 泡沫导热系数保持恒定。

## 3.2. 加速老化

### 3.2.1. 门体内泡沫加速老化

加速老化能在短周期内反应出泡沫的老化情况, 下图为发泡门体不同加速老化周期的导热系数测试情况。

图 5 趋势与 2.1.1 门体内泡沫常温老化趋势基本相同, 前几个加速老化周期, 其导热系数有所上升, 最终趋于稳定, 但稳定后的导热系数值要较常温老化稍大, 其差异的原因可能是加速老化剧烈突变的温差, 而门体面板、内胆和泡沫收缩率不同, 致使泡沫的泡孔受到伸缩挤压, 部分泡孔存在破泡塌陷现象, 从而影响导热系数值, 但导热系数仍在国标范围内。

### 3.2.2. 泡沫样品加速老化

下图 6 为泡沫样品的加速老化导热系数测试情况。

图 6 可知, 前 4 个加速老化周期, 由于高低温的剧烈变化, 泡沫衰减快, 泡孔内发泡剂气体快速渗透并与空气中的气体进行交换, 导热系数上升很明显, 明显超出国标范围, 到第八个加速老化周期后, 导热系数基本趋于稳定。

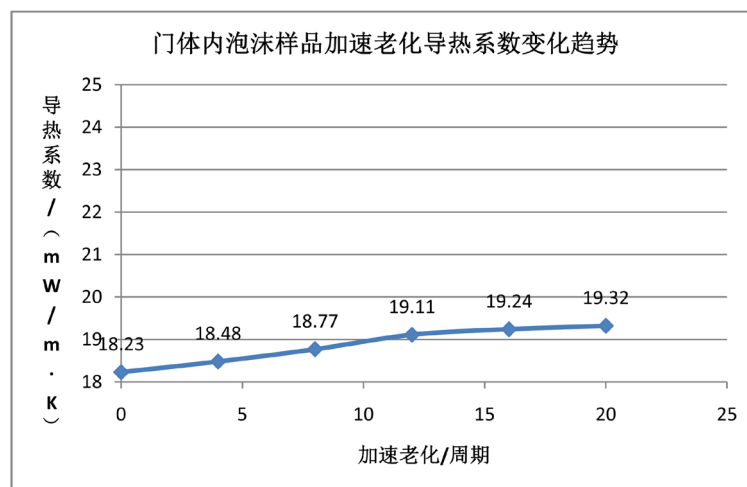


Figure 5. Trends in thermal conductivity of accelerated ageing of foams in foaming door body  
图 5. 门体内泡沫加速老化导热系数变化趋势图

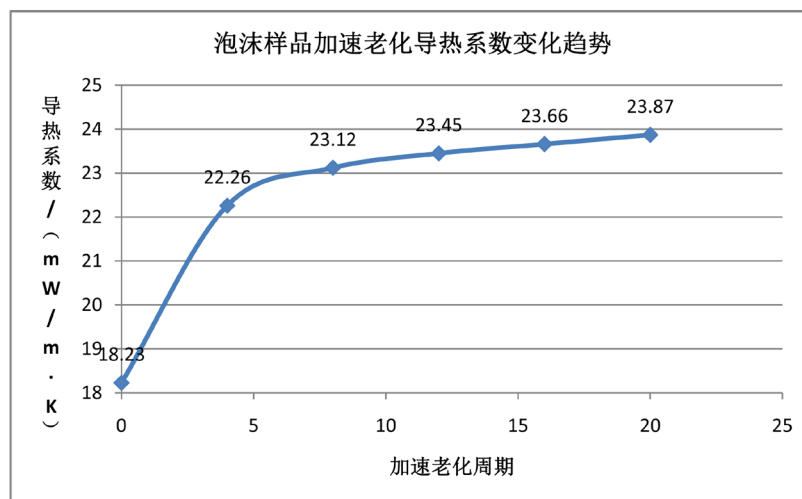


Figure 6. Trends in thermal conductivity of foam accelerated ageing  
图 6. 泡沫加速老化导热系数变化趋势图

#### 4. 结论

通过泡沫的常温老化和加速老化试验, 我们可以看出, 泡沫在隔绝空气的封闭空间, 泡沫的导热系数基本保持恒定不变, 能满足国标要求, 而暴露在空气中的去皮泡沫样品其导热系数会上升很快, 超出国标范围, 但最终也将达到稳定平衡。因此冰箱在家庭室内环境中使用, 在冰箱内部的保温层聚氨酯泡沫导热系数不会出现明显的上升变化。

#### 参考文献

- [1] 郑冬芳, 吴克安, 钱跃言, 等. 《蒙特利尔议定书》HFCs 修正提案浅析[J]. 浙江化工, 2016(47): 1-5.
- [2] 潘榕伟, 秦桑路, 林云. 新一代高效节能环保家电发泡剂技术的开发与应用[J]. 电器, 2012(z1): 83-86.
- [3] GB-T 26689-2011. 冰箱、冰柜用硬质聚氨酯泡沫塑料[S].

**知网检索的两种方式：**

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2161-8844，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

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

期刊邮箱：[hjcet@hanspub.org](mailto:hjcet@hanspub.org)