

# 高抗冲聚苯乙烯低发泡挤出工艺的研究

陈正年<sup>a,c\*</sup> 程镭时<sup>a,b</sup>

( a. 南京大学化学化工学院, 高分子科学与工程系, 南京, 210093 )

( b. 华南理工大学材料学院高分子研究所, 广州, 510640 )

( c. 南京工程学院材料工程系, 南京, 210008 )

**关键词** 高抗冲聚苯乙烯; 挤出发泡; 低发泡; 泡孔结构

## 1. 问题的提出

近年来装饰市场对化学建材需求的增长给泡沫材料的开发提供了很好的机遇, 低发泡 PVC、PE、PP 等制品已在建筑领域得到了广泛的应用。

聚苯乙烯泡沫塑料大多采用物理发泡制得, PS 低发泡制品采用化学发泡剂制得。高抗冲聚苯乙烯(HIPS)的低发泡挤出成型是利用化学发泡方法, 在 HIPS 树脂中加入适当的发泡剂、成核剂等, 进行熔融挤出使其自由发泡。

高抗冲聚苯乙烯(HIPS)泡沫塑料具有优异的物理、化学和力学性能, 其发泡制品品质轻、耐腐蚀、隔热、绝缘, 具有一定的韧性, 并且价格低, 制造工艺简单, 可进行钉、锯等机械加工, 在化工、建材等领域将有潜在的应用前景。HIPS 的低发泡挤出成型是利用化学发泡方法, 在 HIPS 树脂中加入适当的发泡剂、成核剂等, 进行挤出使其自由发泡, 可制得表观密度在  $0.4 \sim 0.8 \text{g/cm}^3$  范围的全类制品<sup>[1-7]</sup>。

目前, 对 PS 挤出低发泡的研究主要集中在配方的选择上, 而对其工艺条件的探索研究并不太深入。通过试验设计方法, 研究了成型工艺条件, 即挤出温度和螺杆转速对发泡制品表观密度、泡孔结构及制品强度的影响。

## 2. 试验部分:

2.1 试验原料: HIPS 镇江大港塑料化工公司, AC 发泡剂 镇江化工厂, 氧化锌(化学纯, 市售), 超细碳酸钙(1200 目, 市售)

2.2 样品的制备: 采用双螺杆挤出机(长径比 L/D: 38:1, 自制挤出机模口)挤出发泡样条。

配方: HIPS 500份 AC 5份 ZnO 1.5份 CaCO<sub>3</sub> 25份 挤出温度为: 180, 185, 190, 195, 200 主机转速为: 100, 150, 200, 250, 300, 400rpm/min

## 2.3 试样的表征:

表观密度按照 GB/T 1033-1986 测定。

---

### 3. 结果与讨论：

#### 3.1 挤出温度对表观密度的影响

根据表 1 的结果可知，随着挤出温度的提高，制品发泡体的表观密度增大。这是由于 HIPS 在熔融状态下粘度随温度的提高而下降，发泡剂分解产生的气体容易聚积在一起，最终慢慢的积聚成较大的气泡，致使发泡不均匀；或在高温下发泡剂分解产生的气体体积聚成较大的气泡，大气泡再进一步成长为更大的泡，最终逸出熔体从排气孔排出，从而使得发泡剂的有效发泡率下降，因而保留在制品内的气体量就越少，泡体制品的表观密度增大。

由图 1、图 2 可知：在温度分别为 195 、 200 下，温度的变化对泡孔尺寸的影响不太大，但却使泡孔尺寸的标准偏差增大，即泡孔尺寸均匀度下降，这是因为温度升高，使熔体的粘度下降，气泡在熔体内的扩散阻力变小，气泡合并使泡孔直径增大；而且温度提高气体扩散系数增大，也会使泡孔直径增大，但由于大量成核点的存在，只有少量的泡孔直径增大，结果使泡孔直径的分散度增大，而整体的平均值并没有明显的增大。在相同配方条件下，随着转速提高制品密度下降，并且转速过高会导致泡孔结构变差。

#### 3.2 螺杆转速对表观密度的影响

由表 2 可见：在 180 温度下，泡体制品表观密度先随转速的提高而降低，当转速大于 200rpm/min 时，泡体制品表观密度随转速的提高而增加。这是由于在转速较低时，HIPS 的非牛顿指数在挤出的速率范围内为 0.12 左右，相对较小，所以熔体的粘度对剪切速率的依赖性较小，在一定范围内，螺杆转速对熔体的粘度影响不大。螺杆的转动越快，发泡剂与基体材料混合越均匀，发泡的泡孔尺寸均匀分布在基体材料中，随螺杆的转速的增大，泡体制品表观密度下降。但当螺杆转速大于 300rpm/min 时，螺杆转速对熔体的粘度影响明显，这时 HIPS 在熔融状态下粘度随剪切速率的提高而下降，发泡剂分解产生的气体容易聚积在一起，致使发泡不均匀；在高温下发泡剂分解产生的气体体积聚成较大的气泡，大气泡再进一步成长为更大的泡，最终逸出熔体从排气孔排出，从而使得发泡剂的有效发泡率下降，因而保留在制品内的气体量就越少，泡体制品的表观密度逐渐增大。因此，要得到发泡均匀且表观密度小的制品，选择合理的转速非常重要。

对比图3、图4可知，当主机转速相同时，泡孔的尺寸偏差不大，但单位面积上

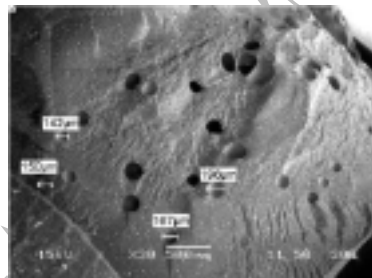
的泡孔数在温度较低时明显多。

**Data 1.** Effects on apparent density of low-ratio expansion of extrusion HIPS

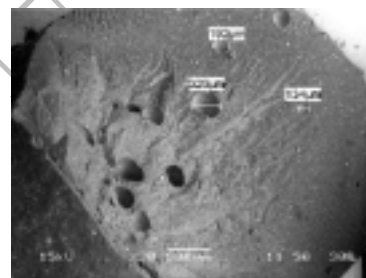
Extrusion Temperature /	Rotate speed of Screw /rpm·mi n <sup>-1</sup>	apparent density /g·cm <sup>-3</sup>
180	300	0.8657
185	400	0.9695
190	150	0.7878
195	250	1.0248
200	250	0.9835

**Data 2.** Effects on apparent density of low-ratio expansion of extruding HIPS

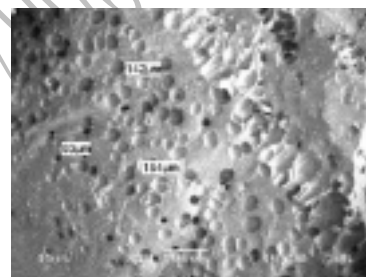
Extrusion Temperature /	Rotate speed of Screw /rpm·mi n <sup>-1</sup>	apparent density /g·cm <sup>-3</sup>
180	100	0.9417
180	150	0.9221
180	200	0.5696
180	300	0.8657
180	400	0.9692



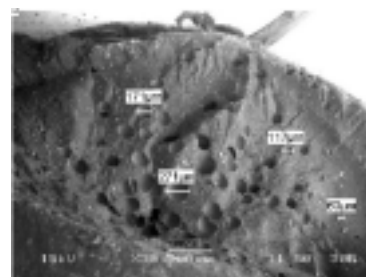
**Fig.1** SEM graph of the sample at 150rpm/min, 180



**Fig.2** SEM graph of the sample at 200rpm/min, 180



**Fig.3** SEM graph of the sample at 250rpm/min, 195



**Fig.4** SEM graph of the sample at 250rpm/min, 200

---

## 参 考 文 献

- [1] 顾书英,任杰. [J] *化学建材* 2002, (5): 10-13  
[2] 冯绍华,刘忠杰等. [J] *塑料* 1999, 28(3): 22-25  
[3] 王兰,王佩璋等. [J] *中国塑料* 2001, 15(1): 53-561  
[4] 黄兆阁,李荣勋等. [J] *塑料工业* 1998, 26 (3): 115-116  
[5] COLTON J. S, SUH N. P. . [J] *Polym. Eng. & Sci.* 1987, 27(7): 485-492  
[6] COLTON J. S, SUH N P. . [J] *Polym. Eng. & Sci.* 1987, 27(7): 493-499  
[7] PARK CHUL B, CHEUNG L. , et al..[J] *Polym. Eng. & Sci.* 1997, 37(1): 1-10

### Study of Extrusion Process of Low-Ratio Expansion HIPS

Zhengnian chen<sup>a \*</sup> Rongshi Cheng<sup>a, b\*</sup>

( a. Key Laboratory for Mesoscopic Chemistry of Ministry of Education,  
Department of Polymer Science & Engineering, College of Chem. & Chem. Eng.,  
Nanjing University, Nanjing 210093 )

( b. College of Material Science and Engineering, Polymer Institute, South China  
University of Technology, Guangzhou 510640 )

( c. Department of Material Engineering, Nanjing institute of technology, nanjing,  
210008)

**Abstract:** Effects of extrusion temperature and screw revolution speed on apparent density, cell structure and tensile strength of low-expanding high impact polystyrene (HIPS) are studied by design of experiments. The results show that apparent density increases with the increasing of extrusion temperature. There is an interaction between extrusion temperature and screw revolution speed. On higher temperature, screw revolution speed has little effect on apparent density. While at lower temperature, the apparent density increases with the increasing of screw revolution speed. Moreover, screw revolution speed has significant effect on cell structure and tensile strength. With the increasement of screw revolution speed, cell diameters decrease, standard deviation of diameter decreases, and tensile strength increases. Therefore, lower extrusion temperature and higher screw revolution speed will lead to low ratio expansion HIPS products with good performance.

**Keywords :** high impact polystyrene, low-ratio expansion, extruding expansion