

氯化聚乙烯/聚氯乙烯共混发泡性能的研究

夏立建, 李文博, 辛振祥, 张振秀*

(青岛科技大学 橡塑材料与工程教育部重点实验室, 山东 青岛 266042)

摘要:采用模压法进行发泡, 研究氯化聚乙烯橡胶(CM)与聚氯乙烯(PVC)的共混比和发泡剂 AC 用量对发泡体的性能和泡孔结构的影响。结果表明:随着 CM 用量的增大, CM/PVC 发泡材料的发泡密度逐渐减小, 泡孔体积和发泡倍率逐渐增大, 当 CM/PVC 共混比为 50/50 时, 发泡材料具有较好的综合性能;随着发泡剂 AC 用量的增大, 发泡材料的发泡密度减小, 拉伸强度和撕裂强度逐渐减小。

关键词:氯化聚乙烯橡胶; 聚氯乙烯; 发泡剂; 发泡性能

中图分类号: TQ333.92 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-890X(2015)11-0656-04

氯化聚乙烯橡胶(CM)是一种环保高分子弹性体材料, 其化学键稳定, 因而具有优异的耐热、耐臭氧、耐油、耐化学药品和阻燃等性能, 且可作为海绵橡胶的基体材料^[1-2]。CM 发泡产品具有优良的性能, 包括制品成型、泡孔结构、弹性、柔顺性、压变性等, 因此 CM 发泡产品应用前景广泛。聚氯乙烯(PVC)发泡板材多用于建筑、建材、装饰、家具、汽车等行业^[3-4], 然而与其并用发泡制品的研究报道较少。PVC 具有非晶性和热塑性, 很容易与橡胶进行共混; CM 分子结构中不含对热、化学性不稳定的双键, 与 PVC 相容性较好, PVC 中加入 CM 可提高制品的柔顺性及耐候性^[5-6]。本工作采用模压法进行发泡, 研究 CM 与 PVC 的共混比和发泡剂 AC 用量对发泡体的泡体性能和泡孔结构的影响。

1 实验

1.1 主要原材料

CM, 牌号 135B, 氯化聚乙烯质量分数为 0.36; 邻苯二甲酸二辛酯(DOP), 青岛海晶化工集团有限公司产品。PVC, 浙江华泰塑胶股份有限公司产品。发泡剂 AC, 瑞安市中威橡塑助剂

有限公司产品。硫化剂 DCP, 湖北盛宝祥化工有限公司产品。

1.2 主要设备和仪器

X(S)K-160B 型开炼机, 上海双翼橡塑机械有限公司产品; XLB-300×300×1/0.25 MN 型平板硫化机, 青岛鑫城一鸣橡胶机械有限公司产品; GT-AI-7000M 型电子拉力机、HT6510C 型硬度计和 GT-XB 320M 型密度计, 中国台湾高铁检测仪器有限公司产品; XSS-300 型转矩流变仪, 上海科创橡塑机械设备有限公司产品; UR-2030 型无转子硫化仪, 中国台湾优肯科技股份有限公司产品; 体视显微镜, 日本尼康公司产品。

1.3 测试分析

(1)硫化特性采用无转子硫化仪进行测试(测试温度为 160℃)。硫化在平板硫化机上进行, 硫化条件为 160℃×20 min。

(2)体视镜分析: 裁剪约 20 mm×10 mm 的发泡试样, 用双面胶粘在载玻片上, 然后用体视镜观察断面泡孔结构, 放大倍数为 50。

(3)其他性能均按照相应国家标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 CM/PVC 共混比对发泡材料性能的影响

2.1.1 硫化特性

CM/PVC 共混比对发泡材料硫化特性的影响如表 1 所示。

从表 1 可以看出: 在 CM/PVC 共混发泡材料

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51273098)

作者简介:夏立建(1988—), 男, 山东潍坊人, 青岛科技大学在读硕士研究生, 主要从事高分子材料共混、改性以及发泡等方面的研究。

* 通信联系人

表 1 CM/PVC 共混比对发泡材料硫化特性的影响

项 目	CM/PVC 共混比			
	25/75	50/50	75/25	100/0
$M_L/(\text{dN} \cdot \text{m})$	0.73	0.65	0.35	0.35
$M_H/(\text{dN} \cdot \text{m})$	0.94	0.98	1.00	1.11
$M_H - M_L/(\text{dN} \cdot \text{m})$	0.21	0.33	0.65	0.76
t_{10}/min	1.98	1.73	1.90	2.23
t_{90}/min	11.08	10.05	8.67	7.93
V_c/min^{-1}	0.11	0.09	0.15	—
最大压力指数	715	721	740	769

注:基本配方为 CM/PVC 100,氧化锌 3.5,氧化镁 1.3,硬脂酸 1,防老剂 4020 1,发泡剂 AC 4,增塑剂 DOP 10,复合铅盐 2.3,硫化剂 DCP 3; $V_c=1/(t_{90}-t_{10})$ 。

中,随着 CM 用量的增大, M_H 逐渐增大,这是因为 PVC 不易与过氧化物发生反应,而 CM 可以很好地被过氧化物硫化,因此 CM 相所占的比例越大,其 M_H 就越大; t_{90} 逐渐缩短,可能是因为 CM 越多,其分散性越好,使硫化速度加快;最大压力指数逐渐增大,这是因为 CM 用量越大,泡孔的孔径越大,发泡倍率也越大,因此其可承受的最大压力值增大。

2.1.2 物理性能

CM/PVC 共混比对发泡材料物理性能的影响如表 2 所示。

从表 2 可以看出,橡塑发泡材料的发泡收缩率随着 CM 用量的增大而增大,这是由于 CM 含量越高,其泡孔直径就越大,分子链伸张就越剧

表 2 CM/PVC 共混比对发泡材料物理性能的影响

项 目	CM/PVC 共混比			
	25/75	50/50	75/25	100/0
长度/cm	10	10	10	10
3 d 后长度/cm	9.30	9.25	9.20	9.15
发泡收缩率/%	70	75	80	85
发泡前密度/($\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	1.266	1.231	1.192	1.166
发泡后密度/($\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	0.171	0.160	0.154	0.133
发泡倍率	7.406	7.694	7.740	8.767
发泡后				
邵尔 C 型硬度/度	52	38	21	10
100%定伸应力/MPa	0.87	0.49	0.19	0.11
拉伸强度/MPa	1.50	1.14	0.75	0.63
拉断伸长率/%	201	263	410	544
撕裂强度/($\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$)	3	5	5	3
C_{25}/kPa	65	47	22	20
C_{40}/kPa	119	104	44	39

注: C_{25} 为发泡体压缩 25%时的强度; C_{40} 为发泡体压缩 40%时的强度。

烈,因此其收缩程度就越大;随着 CM 用量的增大,发泡倍率呈增长趋势,这是因为 PVC 的粘度高于 CM,当 PVC 为主要成分时,由于粘度较大使得气体不易在基体间扩散,因此泡体泡孔较小,孔壁较厚;而当 CM 为主要成分时,由于泡体粘度较低,更容易发生膨胀,可形成较大的泡孔结构,因此发泡倍率变大;随着 CM 用量的增大,100%定伸应力和拉伸强度呈减小趋势,这是因为 CM 含量越高,基体粘度越小,材料的泡孔越大,泡孔壁越薄,且泡孔缺陷越多,导致拉伸强度减小;拉断伸长率随着 CM 用量的增大而增大,这是因为 CM 为橡胶相,韧性大,PVC 是塑料相,强度高,所以 CM 对 PVC 起到增韧作用,从而导致拉断伸长率增大;从压缩强度的角度分析, C_{25} 和 C_{40} 随着 CM 用量的增大而减小,这是由于 CM 用量越大,材料的发泡倍率越大,泡孔孔壁越薄,越难以承受较大的压力负荷。

2.1.3 泡孔结构

不同 CM 用量的 CM/PVC 发泡材料的断面照片如图 1 所示。

从图 1 可以看出,随着 CM 用量的增大,发泡材料的发泡倍率增大,泡孔直径越来越大,泡孔孔壁变薄,然而当 CM 用量增大到一定程度时,发泡倍率过大导致部分泡孔破裂,发泡体内部结构受到破坏。因此 CM 用量为 50 份时,发泡材料的泡孔结构最佳。

2.2 发泡剂 AC 用量对 CM/PVC 共混发泡材料性能的影响

2.2.1 物理性能

发泡剂 AC 用量对发泡材料物理性能的影响如表 3 所示。

从表 3 可以看出,泡体的发泡倍率随着发泡剂 AC 用量的增大而增大,这是因为发泡剂用量越大,释放的气体越多,形成的泡孔就越大;而且随着发泡剂 AC 用量的增大,发泡材料的尺寸收缩率逐渐增大,这是由于发泡剂用量越大,泡孔尺寸越大,孔壁越薄,分子链伸展越剧烈,分子内部的张力就越强,因此其收缩趋势就越大。发泡材料的硬度随着发泡剂 AC 用量的增大而减小,这是由于过高的发泡倍率会导致孔壁变薄,基体强度变低,从而导致硬度下降;拉伸强度和撕裂强度

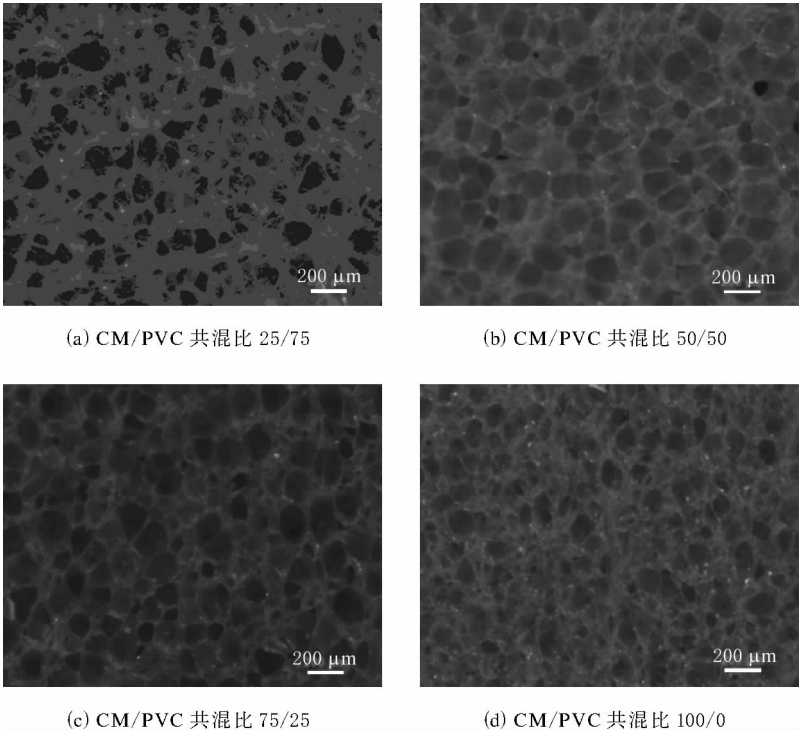


图 1 不同 CM/PVC 共混比的 CM/PVC 发泡材料的断面照片

项 目	发泡剂 AC 用量/份			
	2	3	4	5
长度/cm	10	10	10	10
3 d 后长度/cm	9.33	9.30	9.25	9.00
发泡收缩率/%	67	70	75	100
发泡后密度/(Mg·m ⁻³)	0.385	0.249	0.160	0.136
发泡倍率	2.753	4.129	7.694	9.125
发泡后				
邵尔 C 型硬度/度	65	52	38	26
100%定伸应力/MPa	0.82	0.69	0.49	0.37
拉伸强度/MPa	1.74	1.50	1.14	0.82
拉断伸长率/%	294	283	273	262
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	9	8	5	4
C ₂₅ /kPa	86	56	38	30
C ₄₀ /kPa	196	124	80	65

注：配方其他组分和用量为 CM/PVC 50/50，氧化锌 3.5，氧化镁 1.3，硬脂酸 1，防老剂 4020 1，增塑剂 DOP 10，复合铅盐 2.3，硫化剂 DCP 3。

随着发泡剂 AC 用量的增大而减小，这是由于随着发泡剂用量增大，泡孔尺寸变大，孔壁变薄，并可能出现穿孔现象，从而产生大量泡孔缺陷，大大降低了拉伸强度。拉断伸长率随着 AC 用量的增大而逐渐减小，这可能是由于发泡倍率增大的同时，其分子链伸张度较大，使分子链进一步的伸长

受到阻碍，同时泡孔缺陷的存在会产生应力集中，从而导致试样容易断裂。压缩强度随着发泡剂 AC 用量的增大而减小，这是由于发泡倍率越大，孔壁越薄，基体强度就越低，其抗压能力就越小。

2.2.2 泡孔结构

不同发泡剂 AC 用量的 CM/PVC 发泡材料的断面照片如图 2 所示。

从图 2 可以看出：随着发泡剂 AC 用量的增大，发泡体发泡倍率增大，泡孔密度增大，泡孔壁变薄；当发泡剂 AC 用量为 4 份时，泡孔致密均匀，发泡质量较好；当发泡剂 AC 用量为 5 份时，泡孔容易破裂，发泡效果差。

3 结论

(1)综合 CM 发泡体的硫化性能及泡体结构,CM 用量为 50 份时发泡体的性能较好。

(2)当 PVC 为主要成分时,由于粘度较大使得气体不易在基体间扩散,不易形成泡孔结构;随着 CM 用量的增大,泡体粘度降低,气体易于扩散形成泡孔结构。

(3)随着发泡剂 AC 用量的增大,发泡材料的发泡密度减小,但其相应的物理性能如拉伸强度、

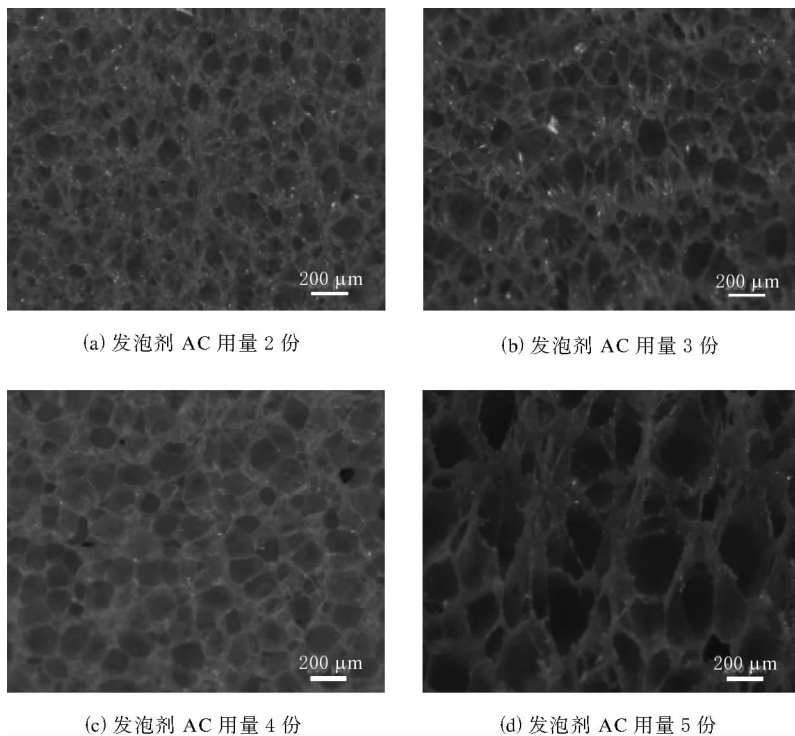


图 2 不同发泡剂 AC 用量的 CM/PVC 发泡材料的断面照片

撕裂强度逐渐减小。

(4)当 CM 用量为 50 份、发泡剂 AC 用量为 4 份时,所制得的发泡材料泡孔结构最完整、致密、均匀。

参考文献:

- [1] 傅政. 橡胶材料性能与设计应用[M]. 北京:化学工业出版社,2003:341-345.
- [2] 赵瑞时. 橡胶海绵的配合和加工[J]. 世界橡胶工业,2004,31

(2):28-33.

- [3] 牧保文. PVC 发泡板材生产工艺和配方探讨[J]. 聚氯乙烯, 2008,36(3):25-27.
- [4] 何继敏. 新型聚合物发泡材料应用[M]. 北京:化学工业出版社,2007:276-280.
- [5] 岳学海,崔斌,冯命华,等. 动态硫化 PVC/CM 热塑性弹性体的制备及性能[J]. 弹性体,2010,20(4):22-24.
- [6] 刘莉,李荣勋,陈燕鲁,等. PVC/CM 热塑性弹性体的开发研究[J]. 聚氯乙烯,2011,39(1):23-26.

收稿日期:2015-05-10

Properties of CM/PVC Microcellular Foam

XIA Li-jian, LI Wen-bo, XIN Zhen-xiang, ZHANG Zhen-xiu

(Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266042, China)

Abstract: The microcellular foam of CM/PVC blend was prepared by molding method. The effect of blending ratio and addition level of foaming agent on the properties and microcellular structure of CM/PVC microcellular foam was investigated. The results showed that, as the addition level of CM increased, the density of CM/PVC microcellular foam decreased, and the volume of cell and foaming ratio increased. When the blending ratio of CM/PVC was 50/50, the foam material possessed better properties. As the addition level of foaming agent AC increased, the foam density, tensile strength and tear strength of the foam material decreased.

Key words: CM; PVC; foaming agent; foaming property