

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2012.08.017

硬质泡沫塑料耐热性测试方法研究

米星宇,张广成,张乐,燕子,潘恒太

(西北工业大学理学院,西安 710072)

摘要: 在分析泡沫塑料受热行为的基础上,对硬质聚甲基丙烯酸酯(PMI)、聚氨酯(PUR)、酚醛(PF)及交联硬质聚氯乙烯(PVC)泡沫塑料进行了差示扫描量热(DSC)、热失重(TG)、静态热机械分析(TMA)、马丁耐热温度、热变形温度(HDT)、尺寸稳定性、高温压缩蠕变、均匀受压时高温体积收缩率等热性能测试。研究表明, DSC, TG, TMA等热分析仅反映了硬质泡沫塑料中聚合物部分的耐热性,不能反映硬质泡沫塑料的整体耐热性,也不能反映密度对耐热性的影响;依照GB/T 1699-2003测试马丁耐热温度的方法和依照GB/T 1634-2004测试HDT的方法不适用于硬质泡沫塑料耐热性的测试;依照GB/T 8811-2008测试的尺寸稳定性和依照DIN 53424-1978测试的HDT可以初步作为硬质泡沫塑料耐热性的表征方法;依照GB/T 15048-1994测试高温压缩蠕变的方法以及依据固化工艺条件测试均匀受压时的体积收缩率的方法能够更加准确地表征硬质泡沫塑料的实际耐热性。

关键词: 硬质泡沫塑料;耐热性;测试;分析

中图分类号: TQ328.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2012)08-0071-06

Heat Resistance Testing Methods of Rigid Foam Plastics

Mi Xingyu, Zhang Guangcheng, Zhang Le, Yan Zi, Pan Hengtai

(School of Science, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China)

Abstract: Based on the thermal behavior analysis of foam plastics, several thermoanalysis methods (DSC, TG, TMA) and standard testing methods for the Martin heat resistance temperature, heat distortion temperature(HDT), dimensional stability, high-temperature compression creep and shrinkage rate at uniform pressure of the rigid PMI, PUR, PF and cross-linked PVC foams plastics were analyzed. The results indicated that the several thermoanalysis methods (DSC, TG, TMA) just represented the heat resistance of polymer matrix in foam, rather than the whole foam, and those methods also could not response the influence of density factor on heat resistance. The national standard GB/T 1699-2003 for Martin heat resistance temperature and GB/T 1634-2004 for HDT could not apply to heat resistance of the rigid foams. The national standard GB/T 8811-2008 for dimensional stability and DIN 53424-1978 for HDT could preliminary represent heat resistance of the rigid foams, while the national standard GB/T 15048-1994 for high-temperature compression creep and volume shrinkage rate at uniform pressure according to the curing process was more accurate and practical for heat resistance of the rigid foams.

Keywords: rigid foam plastics; heat resistance; testing; analysis

相对于软质和半硬质泡沫塑料,硬质泡沫塑料具有更高的力学性能和耐热性能,因而能够作为夹层结构承载件的芯材被广泛应用于航空、航天及风电等领域^[1-3]。随着夹层结构复合材料的成型温度以及使用温度的提高,对硬质泡沫塑料的耐热性要求也逐渐提高^[4]。

一般情况下,硬质泡沫塑料为闭孔结构,当密度小于200 kg/m³时,其气体占有74%以上的体积。在无载荷以及无面板或蒙皮条件下,随着温度的升高,闭孔内的气体会发生膨胀,使泡沫塑料出现膨胀现象^[5]。当温度继续升高时,泡沫塑料的聚合

物部分达到玻璃化转变温度(T_g),此时膨胀现象加速,气体通过泡壁溢出,泡沫塑料出现收缩现象,失去继续承载的能力;当温度进一步升高时,热塑性泡沫塑料中的聚合物达到熔融温度或流动温度,热固性泡沫塑料中的聚合物达到分解温度,泡沫塑料完全失去使用价值。在有载荷以及有面板或蒙皮条件下,硬质泡沫塑料受热后的变化更加复杂^[6]。

由此可见,在升温环境中,硬质泡沫塑料中的

联系人:米星宇,硕士,主要从事高性能聚合物泡沫塑料材料的研究

收稿日期:2012-05-17

聚合物部分(泡棱和泡壁),不仅要经历一般聚合物的热变化,而且受到泡孔内气体膨胀的作用力,其承载能力将会下降。因此在测试硬质泡沫塑料的耐热性时,必须充分考虑泡沫塑料中聚合物以及泡沫结构的特点。目前对硬质泡沫塑料耐热性的测试方法并不健全,大多借用聚合物的热分析和耐热性测试方法表征硬质泡沫塑料的耐热性,存在很大的误区。

不同测试方法表征出的耐热性含义不同,其结果不具可比性,使设计和应用部门感到十分困惑。笔者从耐热性定义出发,以硬质聚甲基丙烯酸酯(PMI)泡沫塑料为主,并结合硬质聚氨酯(PUR)、交联硬质聚氯乙烯(PVC)和酚醛(PF)等泡沫塑料,对现有硬质泡沫塑料耐热性测试方法的原理和实验结果进行了分析,提出了硬质泡沫塑料耐热性应采用的测试方法。

1 实验部分

1.1 原材料

硬质 PMI 泡沫塑料: PMI JH 系列,密度分别为 $(52 \pm 5) \text{ kg/m}^3$ 和 $(75 \pm 7) \text{ kg/m}^3$,保定美沃科技开发有限公司;

交联硬质 PVC 泡沫塑料: Divinycell H 系列,密度分别为 52 kg/m^3 和 75 kg/m^3 ,戴铂复合材料科技(昆山)有限公司;

硬质 PUR 泡沫塑料: 密度为 75 kg/m^3 ,分别采用模压发泡和自由发泡制备,自制^[7];

硬质 PF 泡沫塑料: 密度分别为 52 kg/m^3 和 75 kg/m^3 ,自制。

1.2 主要仪器与设备

差示扫描量热(DSC)仪: DSC-2910 型,美国 TA 仪器公司;

同步热失重(TG)分析仪: TGA/DSC 1 型,瑞士 Mettler Toledo 公司;

热机械分析(TMA)仪: TMA/SDTA840 型,瑞士 Mettler Toledo 公司;

电热恒温鼓风干燥箱: DHG9078A 型,上海精宏试验设备有限公司;

压力加热釜: SHW30L-00 型,上海盛海威电气仪表有限公司;

马丁耐热箱: 110A 型,西北工业大学;

高低温试验箱: GDX300 型,深圳新三思计量技术有限公司;

高精度控温器: WK650 型,深圳新三思计量技术有限公司;

高温引伸计: ZYS-2 型,西安世纪测控技术研究所。

1.3 实验方法

所有材料在测试前均按照相应条件进行后处理,排出表面水分。

(1) 尺寸稳定性

按照 GB/T 8811-2008^[8] 测试。将尺寸为 $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$ 的试样在无载荷状态下,于 180°C 下放置 48 h,取出试样并测试试样各方向的尺寸变化率。

(2) 热变形温度(HDT)

按照 DIN 53424-1978^[9] 测试,加载方式选用压缩载荷。在马丁耐热箱中,按照 50°C/h 等速升温环境,对尺寸为 $40 \text{ mm} \times 40 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$ 的试样施加 0.025 MPa 的压缩载荷,记录当试样厚度减小 2 mm 时的温度,并以此温度表示材料的 HDT。笔者设计的 HDT 实验夹具如图 1 所示。

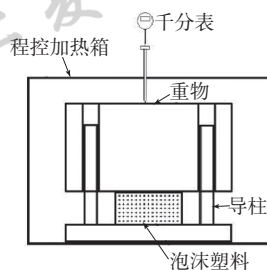


图1 HDT实验夹具示意图

(3) 高温压缩蠕变

按照 GB/T 15048-1994^[10] 测试。在高低温试验箱中装入压缩蠕变装置并加载,在 180°C 下,对尺寸为 $50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$ 的试样施加 0.15 MPa 的压缩载荷,利用 2 支高温引伸计测试压缩应变在 48 h 内随时间的变化情况。笔者设计的压缩蠕变装置如图 2 所示。

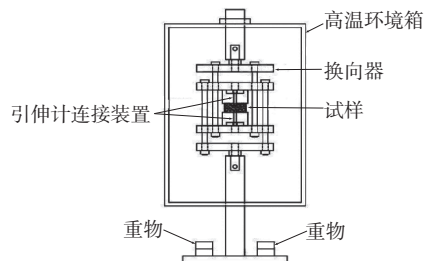


图2 压缩蠕变实验装置示意图

(4) 均匀受压时的体积收缩率

在压力加热釜中进行测试。将尺寸为 $300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$ 的试样放入反应釜中,

在 180℃ / 0.65 MPa 条件下放置 2 h, 测试并计算加压前后的体积收缩率。

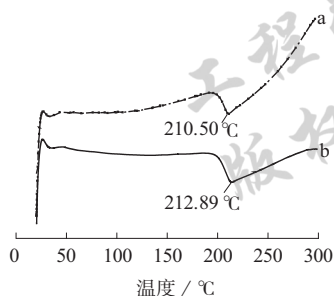
2 结果与讨论

2.1 不适用于测试硬质泡沫塑料耐热性的方法

(1) DSC 方法

DSC 方法可以很方便地研究聚合物的转变温度, 如 T_g 、熔融温度、分解温度等^[11], 但在 DSC 测试过程中, 泡沫试样用量通常只有 5~15 mg, 这就意味着测试时泡沫的整体结构在制备试样时遭到破坏, 测试结果只能表征聚合物部分(泡棱与泡壁)的热性能, 而忽略了闭孔泡沫中泡孔及泡孔内气体对泡沫耐热性的影响。因此用 DSC 方法测试硬质泡沫塑料的耐热性能的实际意义不大。

对密度分别为 52 kg/m³ 和 75 kg/m³ 的闭孔硬质 PMI 泡沫塑料进行 DSC 测试, 结果如图 3 所示, 其中 T_g 分别为 210.50℃ 和 212.89℃, 说明 DSC 测试并不能反映同种材料不同密度之间的耐热性差异, 因此 DSC 方法不能用于测试硬质泡沫的耐热性能。

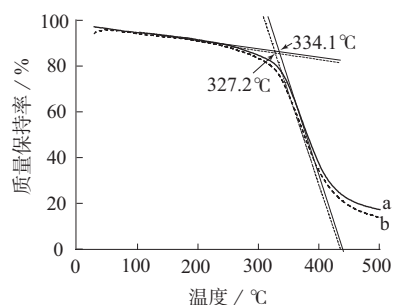


硬质 PMI 泡沫塑料密度: a—52 kg/m³; b—75 kg/m³

图 3 硬质 PMI 泡沫塑料 DSC 测试结果

(2) TG 方法

TG 方法一般用来测试物质的质量损失率与温度的关系^[12], 对于闭孔硬质泡沫塑料, 若用 TG 方法测试泡沫材料的耐热性, 泡孔中气体的挥发会严重干扰测试的结果, 并最终影响对泡沫耐热性的评定。对于大多数硬质泡沫塑料, 其分解温度往往远大于泡沫的最高使用温度, 在到达分解温度前, 硬质泡沫塑料作为结构件早已失去其使用价值。对密度分别为 52 kg/m³ 和 75 kg/m³ 的硬质 PMI 泡沫塑料进行 TG 测试, 结果如图 4 所示。由图 4 可以看出, 不同密度的硬质 PMI 泡沫塑料的 TG 曲线基本相同, 测得的两种硬质 PMI 泡沫塑料的分解温度分别 327.2℃ 和 334.1℃, 远高于 PMI 泡沫塑料的最高使用温度。所以 TG 测试不能准确表征硬质泡沫塑料的耐热性能。

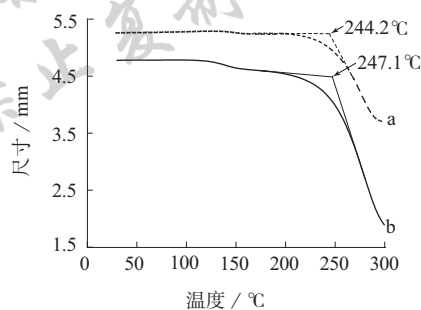


硬质 PMI 泡沫塑料的密度: a—75 kg/m³; b—52 kg/m³

图 4 硬质 PMI 泡沫塑料的 TG 测试结果

(3) TMA 方法

TMA 方法一般用来测量材料的 T_g , 但该方法所用针头和试样的尺寸都很小, 对试样的切割及泡沫的泡孔均匀性都十分敏感, 因此可能导致分析结果偏离实际。对密度分别为 52 kg/m³ 和 75 kg/m³ 的硬质 PF 泡沫塑料进行 TMA 分析, 结果如图 5 所示。



硬质 PF 泡沫塑料的密度: a—52 kg/m³; b—75 kg/m³

图 5 硬质 PF 泡沫塑料 TMA 测试结果

由图 5 可以看出, 两种硬质 PF 泡沫塑料的 T_g 分别为 244.2℃ 和 247.1℃, 说明 TMA 测试不能反映不同密度泡沫之间耐热性的差异, 因此 TMA 方法不能用于测试硬质泡沫塑料的耐热性。

(4) 马丁耐热温度

马丁耐热温度是根据 GB/T 1699-2003^[13] 测试塑料耐热性的方法, 在等速升温环境中, 对试样加载一定的弯曲力矩进行实验, 加载的弯曲应力为 4.9 MPa, 当试样弯曲指示器下降至 6 mm 时的温度即为马丁耐热温度。但对于绝大多数作为结构件的硬质泡沫塑料而言, 其弯曲强度都远小于加载的弯曲载荷, 例如, 对于硬质泡沫塑料中力学性能最好的硬质 PMI 泡沫塑料, 当密度为 80 kg/m³ 时, 测得其弯曲强度为 2.97 MPa, 而试样在加载状态下会直接被压弯甚至折断。因此该方法不适用于硬质泡沫塑料耐热性的测试。

(5) 依据 GB/T 1634-2004^[14] 测试 HDT 的方

法

HDT 依据 GB/T 1634-2004 进行测试。对试样施加三点弯曲恒定载荷,使其产生标准规定的应力,在特定的热浴装置中等速升温,测试达到与规定弯曲应变量相对应的标准挠度时的温度。该方法规定给定的 3 种应力中最小应力为 0.45 MPa,与硬质泡沫塑料的弯曲应力为同一数量级,例如,密度为 70 kg/m^3 的硬质 PF 泡沫塑料,实验测得的弯曲强度为 0.24 MPa,在到达 HDT 前,泡沫塑料可能因为承载过大而提前达到规定的标准挠度,使得无法得到有效的测试结果,而且该测试需要油浴加热,加热介质油会浸入硬质泡沫塑料的切割面,并对其力学性能产生影响,使测得的最终结果偏低。该方法与马丁耐热方法类似,都是因为载荷过大而不适合用于测试硬质泡沫塑料的耐热性。

2.2 适用于测试硬质泡沫塑料耐热性的方法

(1) 尺寸稳定性方法

按 GB/T 8811-2008 测试尺寸稳定性的方法,反映了泡沫塑料在无载荷高温条件下,闭孔泡沫内气体压力与泡沫树脂部分(泡壁和泡棱)强度的关系。随着温度的升高,气体不断膨胀并作用于泡棱和泡壁,且泡棱和泡壁不断软化,当温度升至某一区间时,气体膨胀力大于泡棱和泡壁的承受能力,即产生尺寸变形。

图 6 是密度为 75 kg/m^3 的几种硬质泡沫塑料的尺寸变化率随温度变化的曲线。由图 6 可以看出,随着温度的升高,硬质泡沫塑料的尺寸稳定性逐渐变差。相比而言,PMI 具有最高的尺寸稳定性,其次为 PF 和 PUR。

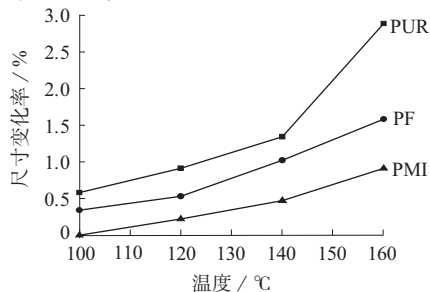


图 6 几种硬质泡沫塑料的尺寸变化率与温度的关系

对于一些未充分发泡的硬质泡沫塑料,泡沫中的发泡剂未完全发泡或发泡气体被冷却凝固在闭孔结构中,当温度升高时,由于继续发泡或气体膨胀就会产生尺寸变形。

表 1 列出了不同发泡形式的硬质 PUR 泡沫塑料(密度为 75 kg/m^3) 在 $150^\circ\text{C} / 2 \text{ h}$ 下的尺寸稳

定性。由表 1 可以看出,对于同一配方,在 150°C 下,模具发泡的硬质 PUR 泡沫塑料的尺寸稳定性比自由发泡的硬质 PUR 泡沫塑料的尺寸稳定性差,而模具发泡的硬质 PUR 泡沫塑料的 HDT 却比自由发泡的硬质 PUR 泡沫塑料的 HDT 高。这是因为在模具中制备的硬质 PUR 泡沫塑料的泡孔内的气体存留的压力比自由发泡的硬质 PUR 泡沫塑料的泡孔内的气体存留的压力大,因此在高温尺寸稳定性实验时,在模具中制备的硬质 PUR 泡沫塑料的泡孔内的气体膨胀更剧烈,对泡棱和泡壁的压力更大,尺寸变化率高;同样在 HDT 实验时,模具中发泡的硬质 PUR 泡沫塑料因泡孔内的气体压力导致膨胀力增加,在受压时厚度不容易下降。

表 1 不同发泡形式的硬质 PUR 泡沫塑料
在 $150^\circ\text{C} / 2 \text{ h}$ 下的尺寸稳定性

发泡形式	初始长度 / mm	实验后长度 / mm	尺寸变化率 / %	HDT / °C
模具发泡	55.41	57.54	3.8	240
自由发泡	49.44	49.64	0.4	164

因此对于大部分需要在高温环境下使用的硬质泡沫塑料,高温尺寸稳定性是考核其耐热性的一项重要指标。

(2) 依据 DIN 53424-1978 测试 HDT 的方法

依据 DIN 53424-1978,在一定的压缩加载条件下,等速升温,硬质泡沫塑料试样的形变为 2 mm 时的温度即为泡沫塑料的 HDT。对几种密度为 75 kg/m^3 的硬质泡沫塑料进行 HDT 测试,结果如图 7 所示。

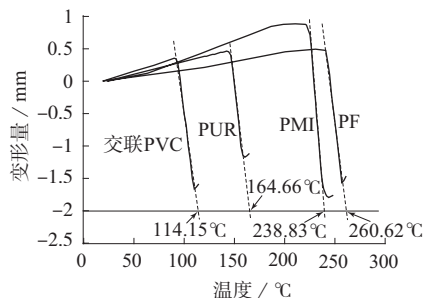


图 7 几种硬质泡沫塑料的 HDT 实验曲线

对图 7 中的硬质 PMI 泡沫塑料进行分析发现:在第 1 阶段,即 220°C 前,泡沫塑料泡孔内的气体发生热膨胀,压缩载荷小于泡沫塑料的膨胀力,厚度略有上升;在第 2 阶段,即 220°C 时,泡壁和泡棱达到 T_g 并处于高弹态,其泡孔中的气体通过泡壁溢出,泡沫塑料的厚度迅速下降;在第 3 阶段,即当温度达到 230°C 后,泡沫塑料的厚度又由减小变为缓慢增大趋势,这可能与泡壁和泡棱在高温下长时间进

一步交联环化,强度增加,使泡孔中的气体不能溢出而产生膨胀有关。大量实验表明,PMI, PUR, PF 及交联 PVC 泡沫塑料均存在第 3 阶段,可能无法达到压缩载荷下厚度下降 2 mm,因此笔者建议将下降线延伸至变形量 2 mm 处,得到 HDT。

该方法对硬质泡沫塑料具有普适性,可以用来比较不同种类硬质泡沫塑料承受载荷时的耐热性高低。

图 8 给出了硬质 PMI 泡沫塑料的 HDT 随密度变化的曲线。

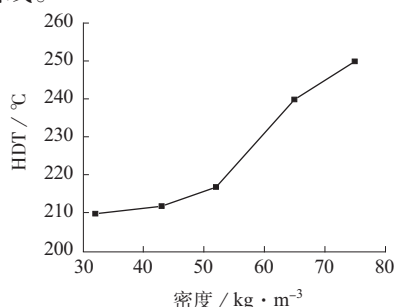


图 8 PMI 泡沫塑料的 HDT 随密度变化的曲线

由图 8 可以看出,对于同种硬质泡沫塑料,其 HDT 随密度的增大而升高。因此在比较不同类型的硬质泡沫塑料的 HDT 时,应注明其密度,并在同一密度下进行比较。

(3) 高温压缩蠕变方法

对于需要长期在高温环境下应用的硬质泡沫塑料,仅根据上述方法测试材料的耐热性是不可靠的。因为大部分聚合物材料在经受长时间加载后会出现蠕变现象,尤其在高温环境下,蠕变现象会加剧,可能导致泡沫塑料的尺寸严重变化或失效。因此,测试硬质泡沫塑料的高温压缩蠕变性能对于考察泡沫塑料长期承载能力具有重要意义^[15]。

图 9 为密度为 75 kg/m³ 的硬质 PMI 泡沫塑料在 180℃ / 0.15 MPa 下加载 48 h 后得到的压缩蠕变曲线。

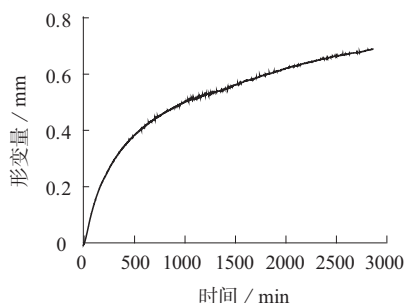


图 9 硬质 PMI 泡沫塑料高温压缩蠕变曲线

由图 9 可见,硬质 PMI 泡沫塑料的蠕变曲线符

合典型交联聚合物的蠕变行为^[16],但其压缩蠕变已超过 2% (试样原始厚度为 25 mm),不能满足一些特殊领域的尺寸指标要求。

(4) 均匀受压时的高温体积收缩率方法

在航空、航天工业中,硬质泡沫塑料作为结构芯材往往需要满足特殊的制造工艺要求。目前先进的制备泡沫塑料夹层结构的固化成型方法主要有树脂传递模塑(RTM)热成型和热压罐成型方法,在成型过程中,泡沫塑料必须能经受住一段时间的高温、高压综合作用^[17],因此均匀受压时的高温体积收缩率是评价泡沫塑料在夹层结构件制造过程中可靠性与重复性的重要指标。

表 2 给出了几种不同类型硬质泡沫塑料均匀受压时的高温体积收缩率。

表 2 几种不同类型硬质泡沫塑料均匀受压时的高温体积收缩率

材料	密度 / kg · m ⁻³	固化工艺	体积收缩率 / %
PUR	75	150℃ / 0.3 MPa / 2 h	严重收缩
交联 PVC	52		压溃
PMI	70		0.64
PUR	75	180℃ / 0.65 MPa / 2 h	压溃
PMI	70		2.48
PMI	80		0.54

由表 2 可以发现,均匀受压时高温体积收缩率和泡沫塑料的种类及密度相关。对于同一种材料,其密度越大,压缩强度也越大,抗蠕变性能就越好。同时可以看出,针对热压罐成型工艺,由于交联 PVC 泡沫塑料和 PUR 泡沫塑料的高温耐蠕变性能的局限性,其工艺温度不能高于 150℃,而密度为 70 kg/m³ 和 80 kg/m³ 的 PMI 泡沫能够满足 180℃ / 0.65 MPa / 2 h 的高温高压固化要求。

3 结论

(1) DSC, TG, TMA 等热性能测试仅反映了泡沫塑料中聚合物部分的耐热性,不能反映泡沫塑料的整体耐热性,也不能反映泡沫塑料密度对耐热性的影响;依照 GB/T 1699-2003 测试马丁耐热温度的方法和依照 GB/T 1634-2004 测试 HDT 的方法不适用于硬质泡沫塑料耐热性的测试。

(2) 依照 GB/T 8811-2008 测试硬质泡沫塑料高温尺寸稳定性的方法及依照 DIN 53424-1978 测试硬质泡沫塑料 HDT 的方法,能够表征和评定硬质泡沫塑料的耐热性能。

(3) 硬质泡沫塑料的耐热性与其密度有关,密度增加,高温尺寸稳定性和 HDT 提高。在相同密度的硬质 PMI, PUR, PF 和交联 PVC 泡沫塑料中,

PMI 泡沫塑料的高温尺寸稳定性最好,PF 泡沫塑料 HDT 最高。

(4) 在测试硬质泡沫塑料高温尺寸稳定性和 HDT 的基础上,还应该测试高温蠕变性能,建议根据 GB/T 15048-1994 并按产品标准要求的条件测试其高温蠕变性能。

(5) 当硬质泡沫塑料作为夹层结构的芯材时,还应根据预浸料的固化成型工艺条件对泡沫塑料进行均匀受压时高温体积收缩率的测试。在 PMI, PUR, 交联 PVC 泡沫塑料中,只有 PMI 泡沫塑料能够满足 180℃/0.65 MPa/2 h 的高温高压固化要求。

参考文献

- [1] Seibert H. PMI foam cores find further applications [J]. Reinforced Plastics, 2000, 44 (1): 36-38.
- [2] 刘琴,李胜,龚浏澄. 结构泡沫塑料的开发与应用[J]. 塑料科技, 2009, 37 (8): 50-55.
- [3] 马瑛剑,曲春燕. PMI 硬质泡沫塑料的研究与应用[J]. 经济技术协作信息, 2008, 983 (36): 80.
- [4] 胡培,陈志东,薛元德,等. 泡沫夹层结构的模压共固化成型工艺及参数选定[J]. 工程塑料应用, 2007, 35 (8): 27-30.
- [5] Lorna J G, Michael F A. 多孔固体结构与性能[M]. 2版. 北京: 清华大学出版社, 2003: 174-175.
- [6] Yourd R A. Compression creep and long-term dimensional stability in appliance rigid foam [J]. Journal of Cellular Plastics, 1996, 32 (6): 601-616.
- [7] 礼嵩明,张广成,米星宇. 大型模胎用硬质聚氨酯泡沫塑料的制备研究[J]. 应用化工, 2010, 39 (11): 1703-1712.
- [8] GB/T 8811-2008 硬质泡沫塑料尺寸稳定性试验方法[S].
- [9] DIN 53424-1978 Testing of Rigid Cellular Materials: Determination of Dimensional Stability at Elevated Temperatures with Flexural Load and with Compressive Load [S].
- [10] GB/T 15048-1994 硬质泡沫塑料压缩蠕变试验方法[S].
- [11] 焦剑,雷渭媛. 高聚物结构、性能与测试[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003: 346, 437-444.
- [12] 张红,刘鸿. 热分析技术在高分子材料研究中的应用[J]. 广州化工, 2001, 29 (4): 39-42.
- [13] GB/T 1699-2003 硬质橡胶马丁耐热温度的测试[S].
- [14] GB/T 1634-2004 塑料负荷变形温度的测试[S].
- [15] 毛快,张俊彦. 聚苯乙烯泡沫(EPS)压缩蠕变实验研究[J]. 材料导报, 2007, 11 (21): 468-470.
- [16] Andrews E W, Gibson L J, Ashby M F. The creep of cellular solids [J]. Acta Mater, 1999, 46 (9): 3109-3123.
- [17] 颜鸿斌,孙红卫,凌英,等. 树脂基复合材料/泡沫塑料夹层结构成型技术研究进展[J]. 宇航材料与工艺, 2004 (1): 12-15.

2015 年我国塑料管道产量将超 1 320 万 t

中国塑料加工工业协会塑料管道专业委员会日前公布的《中国塑料管道行业“十二五”期间(2011-2015)发展建议》显示,“十二五”期间,塑料管道生产量将保持 10% 左右的增长速度,到 2015 年,我国塑料管道产量将超过 1 320 万 t。塑料管道在我国各类管道中市场占有率超过 50%。

发展建议提出,近期一些业外企业正在或准备进入塑料管道行业,还有一些业内企业在增加生产能力、扩大规模。我国目前的总体产能已经供大于求,相关企业不宜盲目扩大产能。

近年来,建筑工程、市政工程、水利工程、农业和工业等行业对塑料管道的需求不断加大,拉动我国塑料管道行业高速发展,我国已成为最大的塑料管道生产和应用国家。目前国内较大规模的塑料管道生产企业 3000 家以上,产能超过 1 500 万 t。

产业布局方面,塑料管道生产企业主要集中在沿海和经济发达地区,目前广东、浙江、山东的生产量之和已超过全国总量的 1/3。一些骨干企业在天津、东北、中部、西部等地区投资新建或扩建生产基地,增加生产能力以适应当地需求的逐步扩大。新增产能向中西部分流迹象明显。(慧聪网)

《工程塑料应用》杂志开设“技术转让与合作”、“企业风采”栏目

为做好广大作者、读者单位最新科研成果及新产品、新技术的推广服务,《工程塑料应用》杂志和“工程塑料网”(www.epa1973.com)网站已开设“技术转让与合作”栏目,以方便买卖双方的有效交流与沟通。栏目内容可涉及科研成果及专利技术的转让,公司新产品、新技术简介等方面。另外,为了全方位宣传塑料行业精英企事业单位形象,《工程塑料应用》杂志增设“企业风采”栏目。报道内容主要是企业发展历史、企业文化、企业管理、研发创新能力、新产品发布、攻关项目介绍,人物专访等。来稿字数控制在 5000 字以内,可以附带图片。

《工程塑料应用》为中文核心期刊,是中国工程塑料工业协会会刊,国内外公开发行,屡获国家期刊奖,是中国塑料行业的权威媒体,知名度高,发行量大,可确保您发布的信息有足够的浏览量。欢迎各有关企事业单位踊跃投稿!

投稿时请加盖单位公章。具体刊登事宜请与编辑部直接联系。

地址: 济南市天桥区田庄东路 3 号 邮编: 250031

联系电话: 0531-85878057