

HIPS 的阻燃及增韧研究^{*}

崔文广¹ 郭 奋^{1,2} 陈建峰^{1,2} 庞利萍¹

(1. 北京化工大学纳米材料先进制备技术与应用科学教育部重点实验室, 北京 100029;

2. 北京化工大学教育部超重力工程研究中心, 北京 100029)

摘要 用纳米改性氢氧化铝 (CG-ATH) 和红磷母粒对高抗冲聚苯乙烯 (HIPS) 进行协同阻燃, 用(苯乙烯/丁二烯/苯乙烯) 共聚物 (SBS) 对所得的阻燃 HIPS 进行增韧, 研究了阻燃剂和增韧剂对复合材料力学性能和阻燃性能的影响。结果表明, CG-ATH 与红磷母粒之间有很好的协同阻燃作用, 当 CG-ATH 用量为 20%、红磷母粒用量为 12% 时, HIPS 的垂直燃烧等级达到 FV-0 级, 但 CG-ATH 和红磷母粒的加入使复合材料的冲击强度大幅度降低; SBS 用量为 15% 时, 可以使复合材料的冲击强度提高 1 倍左右, 并且不影响复合材料的阻燃性能。

关键词 高抗冲聚苯乙烯 阻燃 增韧 纳米改性氢氧化铝 红磷母粒 (苯乙烯/丁二烯/苯乙烯) 共聚物

随着合成材料在各个领域的应用越来越广泛, 对材料的阻燃性能要求也越来越高。近年来, 许多国家都对各种材料和制品制定了相应的阻燃要求, 以确保国家和人民的生命财产安全。高抗冲聚苯乙烯 (HIPS) 是最重要的通用塑料之一, 具有优良的加工性能、力学性能和电气特性, 并且尺寸稳定、成型制品外观良好、价格低廉, 因而广泛用于家用电器、办公设备、仪器仪表、汽车零部件、日用器具及包装材料等。但是 HIPS 遇火容易燃烧, 为了拓宽其应用范围, 必须进行阻燃改性^[1,2]。

在众多的阻燃剂中, 反应型阻燃剂虽然热稳定性好、毒性低且对高聚物的其它性能影响较小, 但其工艺复杂、成本较高; 有机添加型阻燃剂往往又会带来阻燃制品的发烟、毒气释放等环境和使用安全性问题; 无机添加型阻燃剂虽然相比之下存在一定的不足, 但其具有热稳定性好、毒性低甚至无毒、不产生腐蚀气体、储存过程中不挥发、不易析出、阻燃效果持久等优点, 并且原料来源丰富、价格低廉, 在解决大量易燃高聚物的阻燃及低烟、低毒问题上, 仍然是一种既简单而又富有实效的方法^[3]。

纳米改性氢氧化铝 (CG-ATH) 是先将含有二氧化碳的气体与合适浓度的偏铝酸钠溶液进行碳化反应得到前驱体水合氧化铝凝胶, 再将其在高温高压下用特定改性剂改性, 然后冷却到常温进行过滤、洗涤、干燥得到的。CG-ATH 的分解温度在 340℃ 以上, 最大失重率为 50% 左右^[4]。

CG-ATH 的分解温度与 HIPS 的分解温度 (300℃ 以上) 比较接近, 在 HIPS 分解的同时, CG-ATH 也开始分解, 需要吸收大量的热量, 这在一定程度上可以抑制 HIPS 的分解, 并且 CG-ATH 分解

时放出的水蒸气和二氧化碳等不燃性气体可以稀释可燃性气体和氧气的浓度, 发挥阻燃性能。但在 HIPS 中如果单独使用 CG-ATH 作阻燃剂, 需要较大添加量 (约 50%) 才能使 HIPS 的阻燃性能达到要求, 而添加量太大时 HIPS 的力学性能会变得很差。红磷是一种常用无机阻燃剂, 它比较适用于含氧高聚物, 而对聚烯烃的阻燃效果不太理想, 必须与氢氧化铝和氢氧化镁等阻燃剂协同使用才能达到较好的阻燃效果^[5,6]。笔者将 CG-ATH 与红磷母粒复配对 HIPS 进行阻燃, 得到了垂直燃烧等级为 FV-0 级的复合材料, 但是所得复合材料的韧性较差, 不能满足使用要求。因此, 在此基础上, 用(苯乙烯/丁二烯/苯乙烯) 共聚物 (SBS) 对复合材料进行增韧, 在不影响阻燃性能的前提下, 使冲击强度提高了 1 倍左右。

1 实验部分

1.1 原材料

HIPS: 476L, 扬子石化巴斯夫有限责任公司;

SBS: YH-801, 岳阳石化总厂;

CG-ATH: 自制;

抗氧剂: 1010, 北京化工二厂;

红磷母粒: 磷含量 40%, 中蓝晨光化工研究院工程塑料公司;

偶联剂: DB-231, 市售。

1.2 主要设备、仪器

双螺杆挤出机: TE-20 型, 南京科亚塑料机械有限公司;

^{*} 国家 863 计划资助项目 (2002AA302605)

收稿日期: 2005-10-19

单螺杆挤出机: SJ-25 型, 北京塑料工业联合开发公司;

简支梁冲击试验机: XJJ-5 型, 承德金建检测仪器有限公司;

万能材料试验机: 4706 型, 美国 Instron 公司;

氧指数测定仪: HC-2 型, 南京江宁分析仪器厂;

水平垂直燃烧测定仪: CZF-1 型, 南京江宁分析仪器厂。

1.3 试样制备

(1) CG-ATH 的表面处理

将 CG-ATH 与水配成一定浓度的浆料, 在搅拌条件下加热至一定温度, 然后将用无水乙醇稀释的偶联剂(体积比 1:1)加入浆料中, 持续搅拌 25 min, 得到表面改性 CG-ATH。

(2) 复合材料试样的制备

将表面改性的 CG-ATH 与 HIPS、SBS、抗氧剂和红磷母粒按一定比例充分混合后, 在双螺杆挤出机上挤出造粒, 将所得粒料用单螺杆挤出机挤成宽 10 mm、厚 4 mm 的样条, 然后按要求机械加工成测试试样。

1.4 性能测试

冲击强度按 GB/T 1043-1993 测试;

拉伸强度按 ASTM D638-81 测试;

氧指数按 GB/T 2406-1993 测试;

垂直燃烧按 GB/T 2408-1996 测试。

2 结果与讨论

2.1 CG-ATH 用量对复合材料性能的影响

保持红磷母粒的用量不变, 考察 CG-ATH 用量对复合材料阻燃性能的影响, 结果列于表 1。

表 1 CG-ATH 用量对复合材料阻燃性能的影响

项目	CG-ATH 用量 / %				
	0	5	10	15	20
氧指数 / %	24	24.3	25.1	25.8	27
垂直燃烧等级	通不过	通不过	通不过	FV-1	FV-0

由表 1 可以看出, 随着 CG-ATH 用量的增加, 复合材料的氧指数呈现出增大的趋势, 当 CG-ATH 的用量为 20% 时, 氧指数达到 27%。随着 CG-ATH 用量的增大, 复合材料的垂直燃烧等级有了明显的提高, 其用量为 15% 时, 垂直燃烧等级达到 FV-1 级, 用量为 20% 时, 垂直燃烧等级达到最高级 FV-0 级。

在 CG-ATH 与红磷母粒的协同阻燃体系中,

CG-ATH 的阻燃性能主要来自以下几方面: ①CG-ATH 在受热的条件下可以进行吸热分解反应, 放出的水蒸气、一氧化碳和二氧化碳^[7]可以抑制高聚物的温升; ②CG-ATH 分解产生的水蒸气和二氧化碳可以稀释可燃性气体和氧气的浓度, 抑制燃烧; ③CG-ATH 分解后可以在高聚物表面生成 Al_2O_3 保护膜, 阻止燃烧的继续进行; ④CG-ATH 的填充降低了可燃性高聚物的浓度; ⑤CG-ATH 受热分解产生的水蒸气可以和红磷氧化生成的氧化磷反应生成磷酸, 磷酸脱水缩合生成的聚偏磷酸玻璃状物质覆盖在高聚物表面, 对燃烧起到阻止作用。

图 1 示出 CG-ATH 用量对复合材料力学性能的影响。

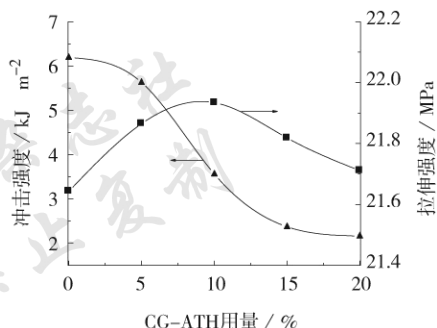


图 1 CG-ATH 用量对复合材料力学性能的影响

由图 1 可以看出, 随着 CG-ATH 用量的增加, 复合材料的冲击强度不断降低。当 CG-ATH 用量从 0 增加到 15% 时, 冲击强度从 $6.19 kJ/m^2$ 降低到 $2.37 kJ/m^2$ 。继续增大 CG-ATH 用量时, 冲击强度进一步降低, 但降低幅度变小。

由图 1 还可看出, 复合材料的拉伸强度随着 CG-ATH 用量的增加, 呈现出先提高后降低的趋势, 但是变化幅度不大。当 CG-ATH 用量小于 10% 时, 拉伸强度不断提高, 当 CG-ATH 用量为 10% 时拉伸强度达到最高, 接近 22 MPa。之后随着 CG-ATH 用量的增加, 拉伸强度不断降低。但是添加 CG-ATH 的复合材料拉伸强度均比未添加 CG-ATH 的复合材料大, 这说明 CG-ATH 对复合材料有一定的增强作用。有学者认为^[8,9], 利用纳米粒子对高分子材料进行改性, 可以使材料的刚性和强度得到提高。笔者所用的 CG-ATH 为大小均一的菱形片状纳米颗粒, 其厚度为 80~100 nm, 经偶联剂改性处理后降低了表面能, 削弱了自聚倾向, 易于分散, 增加了与基体的界面相容性, 改善了两者的界面粘结状况, 使应力易于传递和均化。所以, 当 CG-ATH 用量较小时, 拉伸强度不断提高。而 CG

-ATH 用量超出某一范围后,由于其在高聚物中的分散性变差,团聚现象严重,从而在基体中引入更多的缺陷,使复合材料的拉伸强度降低。

综合表 1 和图 1 可以看出,当 CG-ATH 用量为 20% 时,复合材料的垂直燃烧等级达到最高级 FV-0 级,力学性能与 CG-ATH 的用量为 15% 时相差不多,所以 CG-ATH 的用量以 20% 比较合适。

2.2 红磷母粒用量对复合材料性能的影响

保持 CG-ATH 的用量不变,考察红磷母粒用量对复合材料阻燃性能的影响,结果列于表 2。

表 2 红磷母粒用量对复合材料阻燃性能的影响

项目	红磷母粒用量 / %				
	0	3	6	9	12
氧指数 / %	22.4	23	24.7	25.9	27
垂直燃烧等级	通不过	通不过	通不过	FV-1	FV-0

由表 2 可以看出,随着红磷母粒用量的增加,复合材料的氧指数不断增大,当其用量为 12% 时,氧指数达到 27%。红磷母粒可以使复合材料的垂直燃烧等级得到明显的改善,其用量为 9% 时,垂直燃烧等级已达到 FV-1 级,用量为 12% 时,垂直燃烧等级可以达到 FV-0 级。这是因为红磷燃烧时生成的氧化磷可以与 CG-ATH 分解放出的水蒸气反应,促进 CG-ATH 的吸热分解,阻止燃烧的进行。而 CG-ATH 分解速度的加快又为生成磷酸的反应提供了足够的水蒸气,加快了磷酸的生成速度,磷酸可进一步脱水生成偏磷酸,进而聚合成聚偏磷酸玻璃状物质,该物质覆盖在高聚物表面,起到隔绝氧气与可燃性气体的作用,从而有效地阻止了燃烧的进行。因此,红磷与 CG-ATH 有协同阻燃作用。另外,含有红磷母粒的复合材料燃烧时,其中的磷转化成了磷酸、偏磷酸和聚偏磷酸,这些酸性物质能催化树脂固化物的脱水成炭反应,有利于其裂解产物炭化成难燃的焦炭,磷大部分残留于炭层中,这种石墨状炭层难燃、隔热、隔氧,使燃烧窒息,同时,焦炭层导热性能差,使传递至基材的热量减少,基材的热分解减缓。从而发挥凝聚相阻燃作用^[10,11]。再者,羟基脱水反应既吸收大量的热,使燃烧物质降温,又稀释了空气中的氧气及可燃性气体的浓度,也有助于燃烧的中断。

图 2 示出红磷母粒用量对复合材料力学性能的影响。由图 2 可看出,随着红磷母粒用量的增大,复合材料的冲击强度不断降低。尤其是红磷母粒用量低于 6% 时,复合材料的冲击强度急剧降低,从 4.41

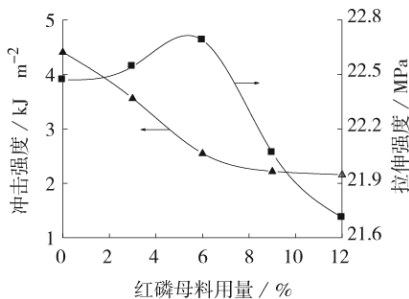


图 2 红磷母粒用量对复合材料力学性能的影响

kJ/m² 降至 2.55 kJ/m², 下降幅度达到 42.2%。红磷母粒用量超过 6% 后,其用量变化对冲击强度的影响变小。这是因为红磷母粒与 HIPS 的相容性差,它的加入会使 HIPS 基体中产生无数个应力集中点,在外力作用下,相界面处极易剥离,再加上红磷颗粒粗大,因剥离产生的空穴也大,从而引发裂纹,导致材料脆性断裂。

由图 2 还可看出,随着红磷母粒用量的增加,复合材料的拉伸强度先提高后降低,其用量为 6% 时达到最高。这是因为用量较小时,红磷母粒可以在复合材料中均匀分散,对基体材料进行了有效的填充,提高了材料的致密度,进而提高了材料的拉伸强度,而当添加量进一步增加时,红磷母粒在基体中很难分散均匀,在剪切应力作用下,材料表面很容易产生裂纹,导致材料破坏。

综合表 2 和图 2 可以看出,当红磷母粒用量为 12% 时,复合材料的垂直燃烧等级达到最高级 FV-0 级,力学性能与红磷母粒用量为 9% 时相差不多,所以红磷母粒的用量以 12% 比较合适。

2.3 SBS 用量对复合材料性能的影响

CG-ATH 和红磷母粒的加入使 HIPS 的冲击强度大幅度降低,必须对其进行增韧改性。故以 SBS 为增韧剂,探讨其用量对复合材料性能的影响。

表 3 列出 SBS 用量对复合材料阻燃性能的影响。

表 3 SBS 用量对复合材料阻燃性能的影响

项目	SBS 用量 / %				
	0	6	9	12	15
氧指数 / %	27	26.9	27	27	26.8
垂直燃烧等级	FV-0	FV-0	FV-0	FV-0	FV-0

由表 3 可以看出, SBS 用量的变化不会对复合材料的阻燃性能产生不良影响。随着其用量的增加,复合材料的氧指数基本保持在 27% 左右,垂直燃烧等级也未见降低,都可以满足 FV-0 级的要求。这可能是因为 SBS 与 HIPS 结构相似,相容性

好,分散均匀,燃烧性能也相当。

图3示出SBS用量对复合材料力学性能的影响。

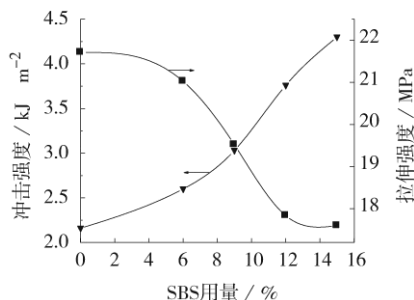


图3 SBS用量对复合材料力学性能的影响

由图3可以看出,随着SBS用量的增加,复合材料的冲击强度不断提高。与未添加SBS的复合材料相比,SBS的用量为15%时,复合材料的冲击强度几乎提高了1倍。SBS为嵌段共聚物,且S链段(苯乙烯)在大分子的两端,它同PS基体形成一相,B链段(丁二烯)同S链段则是以化学键相联结。因此,SBS中的B链段与基体有很好的界面粘结,它被牢固地锚在基材中。当复合材料受到外力作用时,B链段同HIPS中的蜂窝状粒子同样有引发和终止银纹的作用。同时,B链段本身能产生弹性形变,使得外力作用能在体系中获得很好的传递和分散,并且B链段的弹性形变也会吸收一定的能量。因此,以SBS为增韧剂时,可以获得具有较高冲击强度的复合材料。

SBS的拉伸强度小于HIPS的拉伸强度,所以随着其用量的增加复合材料的拉伸强度呈现出不断降低的趋势。而SBS与HIPS的结构相似性在一定程度上弥补了SBS拉伸强度小的负面影响,因此,当SBS用量较小(小于6%)时,拉伸强度下降比较缓慢。继续增大其用量时,SBS拉伸强度小的缺点充分暴露出来,导致复合材料拉伸强度的降低幅度增大。而SBS用量超过12%后,复合材料的拉伸强度

降低趋势变缓,越来越接近SBS的拉伸强度。

为了使复合材料具有较高的冲击强度,并且不过多地降低其拉伸强度,SBS用量以15%比较合适。

3 结论

(1) CG-ATH与红磷母粒之间有很好的协同阻燃作用,当CG-ATH用量为20%,红磷母粒用量为12%时,HIPS的垂直燃烧等级达到FV-0级。

(2) CG-ATH和红磷母粒的加入会使复合材料的韧性降低,导致冲击强度大幅度降低。SBS与HIPS结构相似,相容性好,对复合材料有很好的增韧作用,其用量为15%时,可以使复合材料的冲击强度提高1倍左右,并且不影响复合材料的阻燃性能。

参考文献

- 王秀芬,陈大军,周政懋,等.无卤抗冲阻燃材料研究.工程塑料应用,1997,25(4):7
- 肖望东.阻燃HIPS及其耐候性的研究.工程塑料应用,2003,31(7):5
- 陈妍,张鹏远,段国萍,等.纳米改性氢氧化铝与包覆红磷协效阻燃尼龙66的研究.北京化工大学学报,2004,31(5):18
- 马淑花,郭奋,陈建峰.化学改性氢氧化铝的反团聚研究.高校化学工程学报,2005,19(2):244
- 陈海群,朱俊武,杨绪杰,等.微胶囊化红磷及其在阻燃工程塑料中的应用.工程塑料应用,2003,31(10):67
- 叶红卫,刘玲.红磷/氢氧化镁高效阻燃体系研究.石化技术与应用,2000,18(6):338
- 欧育湘.实用阻燃技术.北京:化学工业出版社,2002.168
- Vaia R A, Vasudevan S, Wlodzimierz K. New polymer electrolyte nanocomposites: Melt intercalation of poly(ethylene oxide) in mica-type silicate. Adv Mater, 1995, 7(2): 154
- Ruiz H E, Arabda P, Casal B. Nanocomposite materials with controlled ion mobility. Adv Mater, 1995, 7(2): 180
- 肖卫东,何培新,王长旺,等.P-ATH阻燃环氧树脂的阻燃耐热性研究.高分子材料科学与工程,1999,15(3):105
- 李晓丽,李斌.阻燃ABS树脂及其合金的研究进展.高分子材料科学与工程,2005,21(2):48

STUDY ON INFLAMING RETARDING AND TOUGHENING OF HIGH IMPACT POLYSTYRENE

Cui Wenguang¹, Guo Fen^{1,2}, Chen Jianfeng^{1,2}, Pang Liping¹

(1. Key Lab for Nanomaterials, Ministry of Education, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China;

2. Research Center of the Ministry of Education for High Gravity Engineering and Technology, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

ABSTRACT High impact polystyrene (HIPS) was retarded by CG-ATH and red phosphorus masterbatch and toughened by styrene/butadiene/styrene copolymer (SBS). The effects of flame retardant and toughening agent on mechanical properties and flame retardance of composite were studied. The results showed that synergetic effect between CG-ATH and red phosphorus masterbatch was well. Vertical combustion grade of HIPS could reach FV-0, but impact strength was evidently reduced. When CG-ATH amount was 20% and red phosphorus masterbatch amount was 12%, composite could be toughened well by SBS. The impact strength could be doubled, and

flame retardance was not influenced when SBS amount was 15%.

KEYWORDS high impact polystyrene, flaming retarding, toughening, CG-ATH, red phosphorus masterbatch, styrene/butadiene/styrene copolymer

Victrix 投资 PEEK 计划

英国 Victrix 公司将在今后 3 年内投资 7500 万英镑 (1.3 亿美元), 其中约 2 900 万英镑将用于在 Thornton Cleveleys 建设第二套聚醚醚酮 (PEEK) 装置, 能力为 1 450 t/a, 定于 2007 年下半年投产。该公司还将改造其 2 800 t/a 的 PEEK 装置并在亚洲开拓分销设施网络, 该公司于 2006 年夏在上海投资 150 万英镑的技术服务中心将开业。(钱伯章)

德国聚氨酯工业反弹

据德国贸易组织 FSK (Fachverband Schaumkunststoffe) 预计, 尽管竞争继续加剧, 德国聚氨酯 (PUR) 工业仍将强劲增长。据了解, 建筑业使用 PUR 泡沫可以节能, 故发展前景看好。FSK 管理总监 Hans - W. Scholz 预期汽车行业的应用会增多, 但这取决于德国和欧洲汽车生产的发展。虽然制鞋业转向亚洲, 尤其是中国, 竞争趋于激烈, 但仍有发展空间。德国有超过 700 家的 PUR 加工公司, 销售额约 60 亿欧元, 德国仍是最大的 PUR 市场。在西欧总计 270 万 t PUR 中, 有约 80 万 t PUR 在德国加工, 而在东欧国家的加工量为 50 万 t。家具和褥垫在德国是最大的 PUR 用户, 其销售额为 17 亿欧元; 建筑和保温为第二位用户, 销售额为 12 亿欧元; 再其次是汽车工业, 销售额为 6 亿欧元。(钱伯章)

塑料复合管行业指导价出笼

中国建筑金属结构协会给水排水设备分会管道委员会不久前发布公告, 首次公布了 2005 年第四季度钢塑复合管行业产品指导价, 旨在为生产商和用户共同维护市场秩序提供参考依据。

本次出台的指导价是针对符合 CJ/T 120 《给水涂塑复合钢管》和 CJ/T 136 《给水衬塑复合钢管》标准的钢塑复合管。依据目前全国焊管价格水平和钢塑管生产技术水平, 钢塑管行业指导价定为: 外镀锌内涂塑自来水管 7 900 元/t, 外镀锌内衬塑自来水管 8 100 元/t, 外镀锌内衬塑热水管 8 900 元/t。

据中国建筑金属结构协会给水排水设备分会管道委员会负责人介绍, 钢塑管的应用领域主要是城市公有建筑 and 高层建筑。我国钢塑管行业发展很快, 目前生产企业已超过 60 家, 年产能力超过 30 万 t。钢塑管占我国高层建筑主管道的份额正在逐年提升。但我国钢塑复合管开发时间不长, 在原材料、工艺技术、制造设备等方面与国际先进产品相比还有较大差距, 特别是目前的价格水平存在较多问题, 不计成本的低价竞争, 使产品质量得不到保障, 给消费者及行业发展带来极大危害, 损害了钢塑管行业的声誉。

该指导价是参照当前产品标准和国内生产技术水平、行业质量管理水平和实物质量水平制定的。该指导价公布后, 在规范行业内会员企业生产和经营行为的同时, 也可使广大

用户能够及时了解产品的价格水平, 增强识别伪劣产品的能力。指导价格根据市场变化每 3 个月修正一次。

中国建筑金属结构协会给水排水设备分会管道委员会指出, 保证产品质量十分重要, 涂塑钢管和衬塑钢管生产企业应具备完善的生产和检测设备, 严格执行生产工艺, 力争在两年内实现钢塑复合管使用行业标识的质量认证工作, 两年后没有行业标识的钢塑管产品将不能在建筑给水领域推广。(李闻芝)

生物塑料推广迎来好时机

由于石油树脂价格的上扬和生物塑料性能的提高, 生物塑料的推广应用迎来发展好时机, 并开始受到青睐。这是从不久前结束的 2005 年生物原料树脂商业化生产国际会议上传出的消息。与会者同时认为, 生物塑料的需求是进一步扩大还是仅限于小范围的环保市场, 将取决于未来一两年的情况。

与会者一致看好全球生物树脂产品市场。据总部位于柏林的国际生物塑料制造和消费行业协会 (IBAW) 主席 Harald Kaeb 透露, 目前全球生物塑料树脂的产量约为 36.3 万 t, 但是根据已公布的项目计划, 到 2008 年产量将超过 59 万 t。IBAW 的会员包括材料生产商德国巴斯夫公司和美国 PolyOne 公司、材料消费巨头法国达能集团、美国宝洁公司和卡夫食品公司。据 Harald Kaeb 透露, 索尼公司和雀巢公司也正在把生物塑料应用到其产品中。

SRI 咨询公司有关负责人 Greg Bohlmann 表示, 聚乳酸酯和脂肪族——芳香族共聚酯这两种主要的生物树脂的价格自 1999 年以来下跌了很多, 已十分接近通用塑料的价格。自 2003 年石油和天然气价格大幅上涨以来, 通用树脂的价格一直处于平衡上升中。Greg Bohlmann 还说, 价格因素历来是应用推广的最大障碍, 采用新技术能进一步帮助生物树脂生产商降低成本, 利用玉米、小麦和稻谷收割后留下的秸秆作为树脂原料, 还可以提高生产率和经济效益。已获批准的生物树脂环保产品可用于聚氨酯屋顶涂料、水箱面漆、床垫、床上用品和毛巾的制造。

美国加州一家投资公司最近对 100 多家美国投资者和分析师进行了一项调查显示, 风险资本和私人股权投资公司对这一行业的兴趣日渐增长。2005 年第二季度, 投入生物树脂和其它“无污染技术”企业的风险资本额达到 3.7 亿美元, 约占全美风险投资总额的 6%。目前, 生物树脂产品成功的例子在欧洲较多。比如, 对荷兰包装经销商 NNZ 公司的 Okopack 系列生物保鲜膜、托盘和水果网袋的需求在不断增长, 有的客户选择 Okopack 产品是因为它来源于生物材料, 还有些客户选择它是看中保鲜期延长这一优点。

(饶兴鹤)