

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2015.07.013

# EP/CF 预浸料热熔法制备工艺及其性能研究

于倩倩,陈刚,王启芬,崇琳,吴忠泉,王志远,王忠,刘成阳

(中国兵器工业集团第五三研究所,济南 250031)

**摘要:**通过对环氧树脂(EP)基体黏温特性和凝胶时间的测定,并结合热熔胶膜法预浸料实际制备过程中温度、黏度以及其它因素对树脂成膜性和纤维浸渍效果的影响,制定了合理的热熔法预浸料制备工艺。试验表明,该EP体系适用于热熔法制备工艺。最后还分别对热熔法和溶液法制备的预浸料的物理性能和力学性能进行了比较。结果表明,热熔法制备的预浸料质量一致性好,挥发份含量低,而且在预浸料力学性能方面也优于溶液法。

**关键词:**预浸料;热熔胶膜法;物理性能;力学性能;溶液法

**中图分类号:** TB332 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2015)07-0062-05

## Study on Manufacturing Technology and Properties of Epoxy/Carbon Fiber Prepreg with Hot-Melt Method

Yu Qianqian, Chen Gang, Wang Qifen, Chong Lin, Wu Zhongquan, Wang Zhiyuan, Wang Zhong, Liu Chengyang  
(CNGC Institute 53, Jinan 250031, China)

**Abstract :** The reasonable manufacturing technology of EP/CF prepreg with hot-melt adhesive film method were established, according to the tests of viscosity-temperature characteristic and gel time of EP matrix, and combining the influence of temperature, viscosity and other factor on forming property of EP and dipping result of CF. The test result show that the resin is appropriate for manufacturing technology of hot-melt method. At last, the physical properties and mechanical properties of prepreg prepared by hot-melt method and solution method were compared. The results indicate that the quality of prepreg prepared by hot-melt method is more identical, content of volatiles is lower, and the comprehensive mechanical properties are better than those of prepreps prepared by solution method.

**Keywords :** prepreg ; hot-melt adhesive film method ; physical property ; mechanical property ; solution method

在复合材料的应用过程中,预浸料是最主要的一种应用形式<sup>[1]</sup>。根据浸渍树脂的状态,预浸料制备通常分为热熔法(干法)和溶液法(湿法)<sup>[2-3]</sup>。溶液法制备预浸料存在制备工序繁杂、制备效率低、树脂含量控制难度大等缺点。另外,溶液法制备预浸料时,在树脂中加入了大量溶剂,容易造成环境污染,给工作人员健康造成危害,所以溶液法在国外已逐步被淘汰<sup>[4-7]</sup>。

热熔法是在溶液浸渍法的基础上发展起来的,这一方法是预浸料制备工艺的一大进步,正迅速得到推广和应用。热熔法因其工艺步骤的不同,又可分为直接热熔法和热熔胶膜法。后者是目前广泛采用的方法,是生产预浸料的第一选择。该法一般包括制膜和预浸两个步骤,一般由4个基本操作单元组成:①均匀稳定的树脂膜的制备;②树脂熔融浸渍纤维;③预浸料冷却;④预浸料收卷。该方法制备预浸料具有树脂含量控制精度高、挥发份含量低、

无环境污染等优点<sup>[8-9]</sup>。另外,近年也有学者对这两种制备方法制备的预浸料的性能进行了研究,研究发现热熔胶膜法制备的预浸料在整体力学性能和耐湿热性能方面优于溶液法<sup>[10-14]</sup>。

笔者以自制增韧改性的环氧树脂(EP)为基体,分别以国产T300级3K碳纤维(CF)织物为增强体,对其采用热熔胶膜法制备预浸料的工艺进行了研究;并与溶液法制备的预浸料的物理性能和力学性能进行了比较,为预浸料制备工艺的选择以及国产碳纤维复合材料的大规模应用提供依据。

### 1 试验材料及方法

#### 1.1 试验材料

CF布:CF3011型,单位面积质量 $(200 \pm 10)\text{g}/\text{m}^2$ ,幅宽1.0 m,威海拓展碳纤维公司;

联系人:于倩倩,硕士,工程师,主要从事碳纤维增强环氧树脂基复合材料研究

收稿日期:2015-04-16

EP: TDE-85 改性树脂体系, 自制。

## 1.2 设备及仪器

热熔胶膜机: 日本平野株式会社;

热熔预浸机: 日本平野株式会社;

数字式黏度计: SNB-3 型, 上海尼润智能科技有限公司;

液压式万能试验机: WE-10B 型, 长春试验机厂;

万能试验机: RGT-10A 型, 深圳市瑞格尔仪器有限公司。

## 1.3 EP/CF 预浸料热熔胶膜法制备过程

### (1) 树脂基体黏度-温度特性的测定。

由于热熔胶膜法工艺的特殊性, 并非所有树脂都能满足这一工艺要求。一般使用热熔胶膜法制备预浸料的树脂必须满足以下条件<sup>[15]</sup>: ①能在成膜温度下形成稳定的胶膜; ②具有一定的黏性, 以便预浸料的铺贴; ③熔融的最低黏度不能太高, 以便树脂浸渍纤维。因此, 根据以上条件首先对树脂基体的黏温特性进行测定。由于树脂基体配制过程中, 加入固化剂时需要先用少量溶剂溶解, 因此考察了不同溶剂含量时树脂基体的黏温特性, 如图 1 所示。

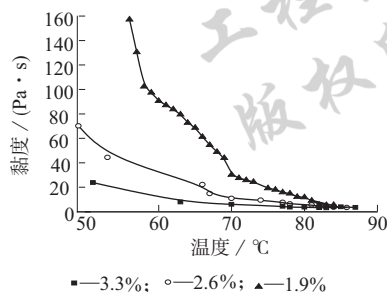


图 1 不同溶剂含量时树脂基体的黏度-温度特性

图 1 为不同溶剂含量时树脂基体的黏度和温度的关系。从图 1 可以看出, 溶剂含量对树脂基体黏度影响较大, 溶剂含量越大树脂基体黏度越低, 且温度越低时表现越明显。但是不同溶剂含量的树脂基体的黏度-温度曲线变化趋势大致相同, 低于 70℃ 时, 温度升高树脂基体黏度急剧降低; 70℃ 之后, 黏度降低趋势变缓; 当温度超过 80℃, 树脂黏度进入一个平台区。根据文献<sup>[15]</sup>, 树脂的成膜性主要取决于树脂在环境下的状态和熔融黏度, 最佳的熔融黏度为 34~90 Pa·s。另外, 热熔胶膜法制备预浸料预浸时要求树脂黏度要低, 以便树脂能够完全浸润纤维, 一般要求黏度要低于 12 Pa·s。从图 1 可以看出, 3 种溶剂含量的树脂基体黏度在一定温度范围内都满足成膜最佳熔融黏度的要求, 而且当温

度超过 80℃ 时, 树脂黏度降低幅度很小, 此时 3 种不同溶剂含量的树脂基体黏度已很接近, 且都低于 12 Pa·s, 这非常有利于制备预浸料时树脂基体对增强纤维的浸润。

### (2) 凝胶时间的测定。

温度的升高会使 EP 发生固化反应, 即影响树脂基体的凝胶时间, 从而影响到预浸料的黏性、储存时间、固化工艺和力学性能等, 因此, 树脂的凝胶时间是预浸料制备和使用性能的一个重要参数。图 2 为 EP 基体在不同温度下的凝胶时间。

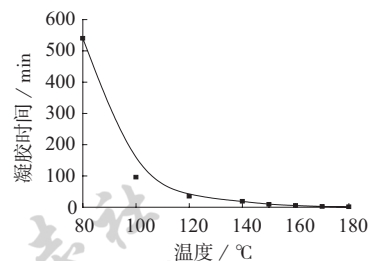


图 2 EP 基体在不同温度下的凝胶时间

从图 2 可以看出, 当温度小于 100℃ 时, EP 基体反应活性较低, 具有较长的凝胶时间, 在此温度区间内制备胶膜和预浸料都具有较长的操作时间, 有利于胶膜和预浸料的制备和贮存。温度大于 100℃ 时, 此时树脂基体反应活性大, 固化较为迅速, 不宜制备和贮存胶膜和预浸料。

### (3) EP 胶膜的制备。

由以上分析可知, 由于在预浸料的制备过程中, 配制树脂时溶解固化剂必须加入溶剂, 但树脂基体中溶剂含量过高, 会导致预浸料挥发份含量增加, 从而导致成型后复合材料孔隙率增加, 力学性能下降。因此, 在树脂基体配制时, 将溶剂质量分数控制为 1.9%。利用胶膜机制备了多批次胶膜, 辊子间隙 50 μm, 收卷线速度为 (5~10) m/min。EP 成膜性如表 1 所示。

表 1 树脂基体在不同温度下的成膜性

| 胶膜制备温度 / °C | 树脂状态                  | 成膜性                   |
|-------------|-----------------------|-----------------------|
| 70 ± 1      | 黏胶状, 能流动, 树脂中有部分颗粒未融化 | 可以成膜, 但是膜厚度较大, 膜中有小颗粒 |
| 75 ± 1      | 黏胶状, 较易流动             | 可以成膜, 且膜厚度适中          |
| 80 ± 1      | 黏胶状, 树脂稀薄, 易流动        | 可以成膜, 厚薄不均, 不连续       |

根据图 1 和图 2, 胶膜制备温度选取 70, 75, 80℃ 3 个温度进行试验, 涂胶辊温度皆为 70℃。首先选取 70℃ 作为胶膜制备温度, 此时树脂黏度为 30.5 Pa·s, 已低于文献<sup>[15]</sup>中下限, 但是发现此时

树脂虽然可以成膜,由于流动性过小,导致形成膜的厚度较大。又选取 75℃ 浇注,此时发现树脂流动性较好,形成的胶膜厚度均匀且具有一定韧性。继续提高胶膜制备温度至 80℃,此时黏度已很小,约为 11.9 Pa·s,在制备胶膜时,树脂易向两端流动,形成的胶膜厚度很小,此时树脂离开热源后不能将热量很快散去导致树脂在流动状态下收缩,从而制出的胶膜厚薄不匀,甚至由于收缩而导致膜不连续。

最后确定胶膜制备温度为  $(75 \pm 1)^\circ\text{C}$ , 辊子间隙为 50~60  $\mu\text{m}$ , 收卷线速度为 5~10 m/min, 制备的树脂胶膜如图 3 所示, 胶膜宽  $(1015 \pm 2)$  mm, 单面涂膜量 51 g/m<sup>2</sup>。从图 3 可以看出, 此工艺条件下制备的胶膜呈半透明状, 厚度均匀平整, 无打折、破损现象。另外, 经测试胶膜黏性适中, 可顺利与离型纸脱离, 具有一定韧性和强度。

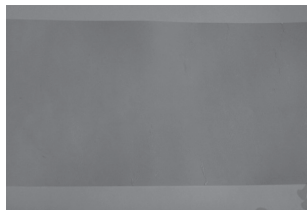


图 3 胶膜试样照片

#### (4) 热熔胶膜法 EP/CF 预浸料的制备

热熔浸胶工艺是在一定速度、压力和温度下, 将树脂胶膜熔化后浸渍到纤维中去, 因此温度、压力及牵引速度都会影响预浸料的质量。

① 预浸温度。温度控制着树脂的黏度, 在浸渍过程中, 必须使树脂达到足够高的温度, 从而使树脂黏度足够低, 在一定压力下树脂才能将纤维完全浸润。压辊的压力虽然有助于树脂浸渍纤维, 但是如果压力过大, 在受压过程中纤维受到剪切力, 使纤维受到的张力不均, 这会导致预浸料中纤维发生弯曲, 因此, 在纤维浸渍过程中要尽可能地减小压力。这就要求在允许的浸渍温度下树脂的黏度足够低, 从图 1 可以看出, 80℃ 以后, 树脂基体黏度已经很低, 而且较稳定, 降低幅度很小, 说明此时黏度较易控制, 而且浸渍温度区间大。另一方面从图 2 可以看出, 在 80~85℃ 区间内, 树脂基体反应活性很低, 操作时间长, 因此将纤维的浸渍温度设定在 80~85℃ 内, 制备的预浸料如图 4 所示。

从图 4 可以看出, 在此温度区间内浸渍纤维可以很好地被树脂浸润, 无干纱, 而且保持平直不弯曲。

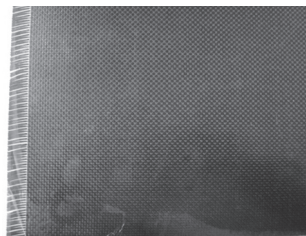


图 4 热熔胶膜法制备预浸料样品图

② 牵引速度。牵引速度控制着预浸料在浸渍区的停留时间, 在固定的温度和压力下, 牵引速度越小, 预浸料运行速度越慢, 树脂和纤维接触时间长, 浸渍充分, 浸透性好; 反之, 牵引速度过快, 树脂和纤维接触时间短, 浸渍相对不充分。表 2 是在不同的牵引速度下制备预浸料的状态。

表 2 不同牵引速度下预浸料的状态

| 牵引速度 / (m·min <sup>-1</sup> ) | 预浸料状态                 |
|-------------------------------|-----------------------|
| 2.0~2.5                       | 完全浸透, 无干纱             |
| 3.0~3.5                       | 基本浸透, 织物中经纬纤维搭接处有少量干纱 |

从表 2 可以看出, 在热熔胶膜法纤维的预浸过程中, 为保证纤维的浸润性, 应将牵引速度控制在 2.5 m/min 内, 同时考虑到预浸料的生产效率, 将牵引速度定为 2.5 m/min 较为合适。

按照上述工艺制备了 EP/CF 预浸料, EP 质量分数为 34%。同时, 选取相同规格的 CF 和 EP 利用溶液法制备了预浸料。

#### 1.4 性能测试

预浸料树脂含量: 在制备过程中测量热熔胶膜法制备预浸料的树脂含量, 具体方法是先用 10 cm×10 cm 大小金属板作为模板尺寸裁割预浸料, 称量试样, 然后小心揭掉试样的上下保护膜并称其质量, 计算出预浸料质量  $M_1$ , 称同等尺寸 CF 布质量  $M_2$ , 计算树脂含量  $R_1$ ,  $R_1 = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100\%$ 。

树脂黏度-温度曲线: 树脂黏度-温度特性采用数字式黏度计测定, 升温速率为 1℃/min。

拉伸性能按 GB/T 1447—2005 测试, 拉伸速率为 2 mm/min。

弯曲性能按 GB/T 1449—2005 测试, 速率为 2 mm/min, 弯曲跨距根据试样厚度调节。

压缩性能按 GB/T 3856—2005 测试, 速率为 2 mm/min。

复合材料层间剪切性能按 JC/T 773—1996 测试, 速率为 1 mm/min。

## 2 结果与讨论

### 2.1 预浸料物理性能

预浸料的物理性能主要包括树脂含量、预浸料面密度和挥发份含量等。热熔胶膜法和溶液法制备的预浸料物理性能如表3所示。

表3 EP/CF 预浸料物理性能

| 制备方法  | 预浸料面密度 / (g · m <sup>-2</sup> ) | EP 质量分数 / % | 挥发份质量分数 / % | 存放条件    |
|-------|---------------------------------|-------------|-------------|---------|
| 热熔胶膜法 | 300 ± 5                         | 34 ± 1      | 0.505       | 常温, 1 d |
| 溶液法   | 300 ± 20                        | 34 ± 6      | 0.603       | 常温, 7 d |

由表3可以看出,相对于溶液法,热熔胶膜法制备的预浸料性能更稳定,可以更精确控制预浸料面密度和树脂含量,质量一致性好。另外,虽然两种工艺生产的预浸料挥发份含量都较小,满足一般生产要求,但从表3可以看出,溶液法制备预浸料放置一周后挥发份含量仍高于热熔胶膜法制备预浸料,这对预浸料的使用以及复合材料的力学性能都有不利影响。

### 2.2 复合材料力学性能

为了考察热熔胶膜法制备的预浸料的力学性能,并与溶液法制备预浸料力学性能相比较,分别利用热熔胶膜和溶液法制得的预浸料制备了复合材料层合板,并对其力学性能进行了测试。复合材料力学性能结果如表4所示。

表4 EP/CF 复合材料力学性能

| 性能           | 制备方法  |      |
|--------------|-------|------|
|              | 热熔胶膜法 | 溶液法  |
| 拉伸强度 / MPa   | 828   | 828  |
| 拉伸弹性模量 / GPa | 74.8  | 69.3 |
| 弯曲强度 / GPa   | 1.16  | 1.18 |
| 弯曲弹性模量 / GPa | 64.6  | 64.1 |
| 压缩强度 / MPa   | 803   | 764  |
| 压缩弹性模量 / GPa | 62.2  | 64.9 |
| 层间剪切强度 / MPa | 81.9  | 80.7 |

从表4可以看出,与溶液法制备的预浸料复合材料性能相比,热熔胶膜法制备的预浸料复合材料拉伸强度和弯曲强度基本没有变化,压缩强度和层间剪切强度分别提高了5.1%和2.4%,其综合力学性能明显高于溶液法制备的预浸料。这主要是因为,一方面,溶液法制备的预浸料挥发份含量高于热熔胶膜法,预浸料中的挥发份会导致复合材料中孔隙率增加,而高的孔隙率必然会降低复合材料的力学性能;另一方面,溶液法制备预浸料时由于树脂溶液黏度低,流动性强,会导致纤维歪斜,表面平整性不如热熔胶膜法制备的预浸料,这也会降低复合材料的力学性能。

## 3 结论

(1) 此EP体系在75℃附近时具有较好的成膜性,温度到达80℃附近时黏度较低且趋于稳定,而且在此温度下凝胶时间长,非常适用于热熔胶膜法制备预浸料。

(2) 此EP体系利用热熔胶膜法制备预浸料时,胶膜制备温度为(75 ± 1)℃,纤维预浸温度为(80 ± 1)℃,预浸料收卷速度为2.5 m/min,此工艺条件制备的预浸料浸渍性好、表面平整、纤维无屈曲。

(3) 热熔胶膜法和溶液法制备的预浸料相比较,EP含量易精确控制,质量一致性好,挥发份含量低。

(4) 热熔胶膜法较溶液法制备的预浸料力学性能优异。

### 参考文献

- [1] 李树茂,董鹏,王明寅. 90℃固化环氧预浸料的研制与性能[J]. 纤维复合材料, 2014, 34(1):34-39.  
Li Shumao, Dong Peng, Wang Mingyin. The study of 90℃ curing epoxy prepreg[J]. Fiber Composites, 2014, 34(1):34-39.
- [2] 陈祥宝,包建文,娄葵阳. 树脂基复合材料制造技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2000:130-138.  
Chen Xiangbao, Bao Jianwen, Lou Kuiyang. Manufacture technology for polymer matrix composites[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2000:130-138.
- [3] 杨涛,高殿斌,杨公源. 宽幅预浸料用胶膜制备工艺研究[J]. 玻璃钢/复合材料, 2008(4):33-35.  
Yang Tao, Gao Dianbin, Yang Gongyuan. Manufacture process of wide tape resin film for prepreg[J]. Fiber Reinforced Plastics / Composites, 2008(4):33-35.
- [4] 徐燕,李玮. 国内外预浸料制备方法[J]. 玻璃钢/复合材料, 2013(9):3-8.  
Xu Yan, Li Wei. Manufacturing methods of prepreg material[J]. Fiber Reinforced Plastics / Composites, 2013(9):3-8.
- [5] 刘宝峰,李佩兰. 热熔法制备大丝束碳纤维预浸料工艺研究[J]. 材料工程, 2004(4):46-48.  
Liu Baofeng, Li Peilan. Study on the manufacture technology of large tow carbon fiber prepreg with hot-melt method[J]. Journal of Materials Engineering, 2004(4):46-48.
- [6] 康海霞,高殿斌. 预浸机的总体设计及实现[D]. 天津: 天津工业大学, 2006.  
Kang Haixia, Gao Dianbin. The general design and realization of prepreg machine[D]. Tianjin: Tianjin Polytechnic, 2006.
- [7] 常处辛,徐东亮. 热熔法预浸料制备及其关键技术和研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2012.  
Chang Chuxin, Xu Dongliang. Research on prepreg preparation equipment and key techniques of hot-melt method[D].

Wuhan:Wuhan University of Technology,2012.

- [8] 刘宝锋,李佩兰,张凤翻.热熔法预浸料制备工艺研究[J].高科技纤维与应用,2000,25(4):3 840-3 845.
- Liu Baofeng, Li Peilan, Zhang Fengfan. Study on the technology of hot-melt prepregs[J]. Hi-Tech Fiber & Application, 2000, 25(4):3 840-3 845.
- [9] 李明,李峰,李建伟.热熔法预浸料生产过程中的工业控制[C]//第十三届全国复合材料学术论文集.成都:中国航空学会,2004.
- Li Ming, Li Feng, Li Jianwei. The control of technology of the prepreg manufacture with hot-melt method[C]//The 13th National Conference on Composite Materials.Chengdu:Chinese Society of Aeronautics and Astronautics,2004.
- [10] 乌云其其格,廖子龙.中温固化树脂/碳布复合材料工艺性能研究[J].航空材料学报,2006,26(5):65-71.
- Wuyun Qiqige, Liao Zilong. Study on processability properties of resin /carbon cloth composite curing at moderate temperature[J]. Journal of Aeronautical Materials, 2006, 26(5):65-71.
- [11] 刘东勋,魏刚,孙超英,等.预浸方法和环境对3234树脂复合材料耐湿热性能的影响[C]//第十三届全国复合材料学术论文.成都:中国航空学会,2004.
- Liu Dongxun, Wei Gang, Sun Chaoying, et al. Effects of impregnation process and humidity on the "hot-melt" performance of 3234 resin matrix composite[C]//The 13th National Conference on Composite Materials.Chengdu:Chinese Society of

Aeronautics and Astronautics,2004.

- [12] 张旭坡,李勇,肖军,等.热熔法制备NY9200G树脂基复合材料性能研究[C]//全国首届青年复合材料学术交流会.北京:中国复合材料学会,2007:235-242.
- Zhang Xupo, Li Yong, Xiao Jun, et al. Study on properties of NY9200G composite with hot-melt method[C]//The First National Youth Composites Symposium.Beijing:Chinese Society for Composite Materials, 2007:235-242.
- [13] 刘宝峰,李佩兰,廖子龙.两种预浸工艺对玻璃布预浸料性能的影响[J].热固性树脂,2006,21(4):18-21.
- Liu Baofeng, Li Peilan, Liao Zilong. The effects of two impregnating technology on the properties of the 5231 / 823 glass cloth prepreg[J]. Thermosetting Resin, 2006, 21(4):18-21.
- [14] 过梅丽,杨桦.预浸料制备方法影响复合材料湿热稳定性的原因分析[J].航空学报,2000(S1):81-84.
- Guo Meili, Yang Hua. Analysis on the reasons why the prepreg making method influences the hygrothermal stability of composites [J]. Journal of Aeronautics, 2000(S1):81-84.
- [15] 刘东勋,沈超.树脂的热熔预浸性研究[C]//航空复合材料技术文集.[出版地不详]:[出版者不详],1993.
- Liu Dongxun, Shen Chao. The study on impregnating process of resin[C]//Proceedings of Aviation Composite Materials.[S.l.]:[s. n.], 1993.

### PVC的常用改性助剂种类

聚氯乙烯(PVC)的改性助剂主要分为加工改性助剂和冲击改性助剂。

加工改性助剂是可以改善树脂加工性能的助剂,其主要作用方式有3种:促进树脂熔融,改善熔体流变性能及赋予润滑功能。PVC常用的加工改性助剂为甲基丙烯酸甲酯-丙烯酸酯-苯乙烯共聚物(ACR)。ACR除可用作加工助剂外,也可用作冲击改性剂。ACR分为ACR201, ACR301, ACR401, ACR402等,国外的牌号有:K120N, K125, K175, P530, P501, P551, P700等。

ACR加工改性助剂的重要作用是促进PVC塑化,缩短塑化时间,提高熔体塑化的均匀性,降低塑化温度。在PVC塑料门窗型材中一般使用ACR201或ACR401。PVC是极性非结晶性高聚物,分子之间有较强的作用力,是坚硬而脆的材料,冲击强度较低。加入冲击改性剂后,冲击改性剂的弹性体粒子可以降低总的银纹引发应力,并利用粒子自身的变形和剪切带,阻止银纹扩大和增长,吸收传入材料体内的冲击能,从而达到抗冲击的目的。改性剂的颗粒很小,以利于增加单位质量或单位体积中改性剂的数量,使其有效体积分数提高,从而增强了分散应力的能力。

PVC冲击改性剂的种类:①预定弹性体(PDE)型冲击改性剂。它属于核-壳结构的聚合物,其核为软状弹性体,赋予制品较高的冲击性能,壳为具有高玻璃化转变温度的聚

合物,主要功能是使改性剂微粒子之间相互隔离,形成可以自由流动的组分颗粒,促进其在聚合物中均匀分散,增强改性剂与聚合物之间相互作用和相容性。此类结构的改性剂有:甲基丙烯酸甲酯-丁二烯-苯乙烯共聚物, ACR、甲基丙烯酸甲酯-丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物等,这些都是优良的冲击改性剂。②非预定弹性体(NPDE)冲击改性剂。它属于网状聚合物,其改性机理是以溶剂化作用(增塑作用)机理对塑料进行改性。因此, NPDE必须形成一个包覆树脂的网状结构。此类结构的改性剂有:氯化聚乙烯(PE-C), 乙烯-乙酸酯共聚物等。③过渡型冲击改性剂。其结构介于核-壳结构和网状结构两种结构之间,如丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料。④橡胶类冲击改性剂。其是性能优良的冲击改性剂,主要品种有乙丙橡胶(EPR)、三元乙丙橡胶(EPDM)、丁腈橡胶(NBR)及丁苯橡胶、天然橡胶、顺丁橡胶、氯丁橡胶、聚异丁烯、丁二烯橡胶等。(工程塑料网)

### 杜邦扩大聚酰胺产能

为应对全球市场需求增长,杜邦将把其德国哈姆Uentrop生产基地的Zytel聚酰胺(PA)66和PA6的产能提高20%。来自全球汽车行业的需求尤为强劲,汽车制造商们希望用PA材质的零部件来替代沉重的金属件。杜邦高性能聚合物尼龙全球业务总监表示,PA胜在其多用途、可塑性和在严酷环境下出色的长期表现,因此获得产品设计师们的关注。(工程塑料网)