

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2017.07.024

抗老化助剂对尼龙6耐老化性能的影响

武海花,李迎春,蔡智奇

(中北大学材料科学与工程学院,太原 030051)

摘要:通过热氧老化评估了不同抗氧剂对尼龙6 (PA6) 耐黄变性能的影响,优选一组效果较好的抗氧剂作为基础抗氧剂配方。通过 QUV 340 nm 加速老化实验,分别评估了添加不同光稳定剂的 PA6 样品老化后其色差 (ΔE)、黄色指数变化值 (ΔYI) 及拉伸强度保留率随时间的变化情况;通过长期热氧老化实验分别评估了样品在不同温度下,其 ΔE 、 ΔYI 及拉伸强度保留率随时间的变化情况。结果表明: Sunox508 / Sunox626 抗氧体系中加入光稳定剂会降低抗氧剂效果,其中加入 Sunovin 5524 / Sunovin 770 影响最小。

关键词: 尼龙6; 光稳定性; 长期热氧老化; 色差; 黄度指数

中图分类号: TQ323.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2017)07-0124-05

Effects of Anti-Aging Additives on Anti-Aging Resistance of PA6

Wu Haihua, Li Yingchun, Cai Zhiqi

(College of Material Science and Engineering, North University of China, Taiyuan 030051, China)

Abstract: The influence of the addition of different antioxidants for the yellowness resistance of polyamide 6 (PA6) through the thermal aging test was studied, and the best antioxidant formula as the basis antioxidant was chosen. Secondly, through QUV-340 accelerated weathering test, the changes of chromatic aberration (ΔE), yellowing index (ΔYI) and tensile strength retention following time of PA6 samples which were added difference UV light stabilizer were separately analyzed. Through the long term thermal stability test, the changes of ΔE , ΔYI and tensile strength retention following time during the different temperature were separately evaluated. The results show that the addition of light stabilizer will reduce the effect of antioxidants system of Sunox508 / Sunox626, and the Sunovin 5524 complex with Sunovin 770 shows the less negative effect than other light stabilizers.

Keywords: PA6; light stability; long term thermal stability; chromatic aberration; yellowing index

尼龙6 (PA6) 具有优异的力学性能和加工性能,大量应用于汽车行业和电子电气行业。PA6 主链含有酰胺基团 ($-\text{NHCO}-$), 亲水性较强, 且极易受到自由基、氧、催化剂残余物等影响发生断链反应, 其耐候性及耐热氧老化性能较差, 尤其是含水率较高情况下, 在热加工和使用过程中易受到光氧、热氧等环境因素的影响, 造成性能下降^[1-3]。对于色泽要求严格的浅色尼龙制品, 老化导致的颜色变化可以直接作为老化评估指标, 同时也须评估力学老化前后的力学性能变化来评估其老化前后的使用性能^[4-6]。

受阻酚类抗氧剂所含有的酚羟基可以与过氧化自由基或烷氧自由基反应, 形成稳定的化合物, 从而保护高分子链免受此类自由基的攻击; 亚磷酸酯类和无机磷酸盐的抗氧剂可以分解氢过氧化物, 使之成为无反应活性的羟基化合物, 因此该类抗氧剂可以与受阻酚类抗氧剂复配使用可以产生很好地协同效应; 吸收剂的基本作用机理是吸收剂分子吸收一定波段的紫外光, 发生分子内结构互转, 并将光能

转化为热能释放出来的一个过程; 受阻胺类光稳定剂所含有的哌啶胺官能团可以转化为氮氧自由基, 并发生 Denisov 循环反应, 不断与各种类型自由基反应, 使之失活^[7-13]。

在光稳定剂和抗氧剂应用中, 往往是两种助剂复配使用, 以提高高分子制品光稳定性和长期热氧老化 (LTTS) 性能, 但是在目前研究过程中很少考虑光稳定剂对热氧老化性能影响。笔者首先通过 ΔE (色差) 和 ΔYI (黄色指数变化值) 评估了不同抗氧剂在不同温度下对 PA6 耐热氧老化性能影响, 从中优选出性能优异的复配体系; 然后在优选出抗氧体系中, 通过 ΔE 和 ΔYI 以及拉伸性能变化评估了受阻胺类光稳定剂和吸收剂对 PA6 LTTS 性能的影响, 同时也评估了不同光稳定剂搭配对 PA6 在紫外加速老化 (QUV) 340 nm 条件下光稳定性的影响。

联系人: 蔡智奇, 浙江大学工学博士, 美国俄亥俄州立大学 NSEC 博士后, 中北大学客座教授, 主要从事耐候老化助剂研究

收稿日期: 2017-05-03

1 实验部分

1.1 主要原材料

PA6:M-2800,广州新会美达锦纶股份有限公司;

受阻酚抗氧剂:Sunox 508,新秀化学(烟台)有限公司;

亚磷酸酯抗氧剂:Sunox 575, Sunox 168, Sunox 626,新秀化学(烟台)有限公司;

受阻酚/无机磷酸盐复配抗氧剂:Sunox 542,新秀化学(烟台)有限公司;

硫代酯类抗氧剂:Sunox 512,新秀化学(烟台)有限公司;

紫外线吸收剂:Sunovin 5524, Sunovin 5519, Sunovin 5522,新秀化学(烟台)有限公司;

受阻胺光稳定剂:Sunovin 770, Sunovin 944,新秀化学(烟台)有限公司。

1.2 主要设备及仪器

注塑机:UL/90BA型,宁波威力仕高科技机械有限公司;

鼓风热烘箱:DHG-9075A型,上海慧泰仪器制造有限公司;

色差仪:CM-2600D型,柯尼卡美能达(中国)投资有限公司;

电子万能材料试验机:XJ830型,上海湘杰仪表科技有限公司;

QUV试验机:SPRAY型,美国QLAB公司。

1.3 试样制备

将PA6颗粒干燥后和抗氧剂、紫外光吸收剂、光稳定剂等助剂按照配方混合均匀,挤出造粒后,再通过注塑机制得样条。

1.4 性能测试

LTTS测试:按GB/T 7141-2008(引用ASTM D3045-2010),将试样置于150,170℃的鼓风热烘箱中,每隔2 h测试试样的 ΔE 以及 ΔYI 值;将试样置于150℃的鼓风热烘箱中500,1 000 h,测试试样的拉伸性能。

耐候性能测试:按照ASTM G154,将试样置于QUV(340 nm)加速老化试验机中,每隔500 h测试试样的 ΔE , ΔYI 值及拉伸性能。

外观及物理性能测试:25℃下,按ASTM-E313-73测试试样 ΔYI ;25℃下,根据国际照明协会(CIE)推荐的公式测试 ΔE ;25℃下,根据国标GB/T 1040-2006测试试样老化前后的拉伸强度。

2 结果与讨论

2.1 抗氧剂的筛选

筛选不同的抗氧剂用于改性PA6,表1为加入不同牌号的抗氧剂及其复配后PA6材料的配方。

表1 抗氧剂筛选配方

试样编号	PA6	g	Sunox 508	Sunox 575	Sunox 168	Sunox 626	Sunox 542	Sunox 512
1 [#]	1 000							
2 [#]	1 000	2	2					
3 [#]	1 000	2		2				
4 [#]	1 000	2			2			
5 [#]	1 000	2				2		
6 [#]	1 000	2					2	

测试了150℃和170℃条件下PA6热氧老化的 ΔE 值和 ΔYI 值,如下所示:

(1) 150℃条件下PA6热氧老化的 ΔE 值和 ΔYI 值。

表2为150℃条件下,加入抗氧剂的PA6热氧老化后 ΔE 值和 ΔYI 值。

表2 150℃下PA6热氧老化后 ΔE 值、 ΔYI 值

试样编号	ΔE		ΔYI	
	2 h	4 h	2 h	4 h
1 [#]	6.88	12.0	11.48	21.80
2 [#]	4.30	7.80	5.75	11.35
3 [#]	3.80	7.34	5.89	11.57
4 [#]	3.02	3.92	3.53	6.10
5 [#]	2.74	4.12	3.70	7.09
6 [#]	8.88	14.60	14.50	26.01

通过上表可以看到,在150℃条件下,分别经过2 h和4 h老化后,4[#],5[#]样品的 ΔE 值和 ΔYI 值较小,其中4[#]样品 $\Delta E < 4.0$, $\Delta YI < 6.1$,5[#]样品 $\Delta E < 4.2$, $\Delta YI < 7.1$ 。说明受阻酚/亚磷酸酯、受阻酚/无机磷酸盐有协同作用。

(2) 170℃条件下PA6热氧老化的 ΔE 值和 ΔYI 值。

表3为170℃条件下,加入抗氧剂的PA6热氧老化后 ΔE 值和 ΔYI 值。

表3 170℃下PA6热氧老化后 ΔE 值、 ΔYI 值

试样编号	ΔE		ΔYI	
	2 h	4 h	2 h	4 h
1 [#]	6.88	12.0	11.48	21.80
2 [#]	4.30	7.80	5.75	11.35
3 [#]	3.80	7.34	5.89	11.57
4 [#]	3.02	3.92	3.53	6.10
5 [#]	2.74	4.12	3.70	7.09
6 [#]	8.88	14.60	14.50	26.01

170℃条件下,加入抗氧剂的PA6热氧老化后 ΔE 值和 ΔYI 值比150℃明显增大,其中4[#]样品的 ΔE 值和 ΔYI 值降低最明显,Sunox 626是一种双

官能团亚磷酸酯类抗氧化剂,单分子含有两个有效官能团,因此其作用效率高。

综上所述,在受阻酚/亚磷酸酯类抗氧化剂中,Sunox508/Sunox626复配效果最好。

2.2 光稳定剂对PA6耐热氧化性能的影响

根据上述实验,本次配方选择在Sunox508/Sunox626复配抗氧化剂基础上,评估添加不同光稳定剂对PA6耐热氧化影响。表4为在4#样品的基础上,加入不同光稳定剂后PA6材料筛选配方。

表4 加入不同光稳定剂后PA6材料筛选配方 g

组别	PA	Sunox 508	Sunox 626	Sunovin 5524	Sunovin 5519	Sunovin 522	Sunovin 770	Sunovin 944
A	1000	2	2					
B	1000	2	2	2				
C	1000	2	2		2			
D	1000	2	2			2		
E	1000	2	2				2	
F	1000	2	2					2
G	1000	2	2	1			1	
H	1000	2	2	1				1
I	1000	2	2	2				2

测试了150℃和170℃条件下加入不同光稳定剂的PA6材料热氧化后 ΔE 值和 ΔYI 值,如下所示:

(1)150℃条件下加入不同光稳定剂的PA6材料热氧化后 ΔE 值和 ΔYI 值。

表5为150℃条件下,加入抗氧化剂的PA6材料热氧化后 ΔE 值和 ΔYI 值。

表5 150℃下加入不同光稳定剂PA6热氧化后 ΔE 值、 ΔYI 值

组别	ΔE		ΔYI	
	2 h	4 h	2 h	4 h
A	3.02	3.92	4.13	7.1
B	2.48	4.96	5.2	9.98
C	2.4	5.26	7.1	12.4
D	3.82	6.72	7.13	12.1
E	3.89	6.69	6.73	11.89
F	3.6	6.51	5.08	10.02
G	2.01	4.12	4.12	7.84
H	2.78	4.09	5.23	8.03
I	2.27	3.83	4.45	7.89

通过表5可以看到,在150℃条件下,分别经过2 h和4 h老化后,与A组相比,B组~F组为单独加入一种光稳定剂后, ΔE 值和 ΔYI 值较高,说明在Sunox508/Sunox626体系中,光稳定剂的加入会降低其热氧化性能;G组和I组为两种光稳定剂的复配, $\Delta E < 4.2$, $\Delta YI < 7.9$,与A组接近,说明Sunovin5524/Sunovin 770和Sunovin 5524/Sunovin 944的复配使用效果对其热氧化性能几

乎没有影响。

(2)170℃条件下加入不同抗氧化剂的PA6热氧化后的 ΔE 值和 ΔYI 值。

表6为170℃条件下,加入抗氧化剂的PA6材料热氧化后 ΔE 值和 ΔYI 值。

表6 170℃下加入不同光稳定剂PA6热氧化后 ΔE 值、 ΔYI 值

组别	ΔE		ΔYI	
	2 h	4 h	2 h	4 h
A	7.93	13.5	13.08	22.94
B	11.23	17.90	22	33
C	10.47	17.04	18.6	30
D	13.25	19.10	25	36
E	10.72	21.02	19	37
F	13.49	19.88	26	35
G	7.18	14.74	14	27
H	10.71	15.16	21	28.5
I	7.8	14.13	15	27

通过表6可以看到,在170℃条件下,分别经过2 h和4 h老化后, ΔE 值和 ΔYI 值明显提高。G组、I组数值与A组较接近。在Sunox508/Sunox626体系中,Sunovin5524/Sunovin 770和Sunovin 5524/Sunovin 944的复配使用效果对其热氧化性能几乎没有影响。Sunovin 5524的加入使得复配效果好,主要原因是Sunovin 5524在分子结构中引入氯原子,使其热稳定性提高,因此在使用过程中有较高的稳定性。

2.3 长期热氧化拉伸强度保留率变化

将样品置于120℃鼓风干燥箱中分别老化500 h,1000 h,测试其拉伸强度,计算得到拉伸强度保留率,结果如图1所示。

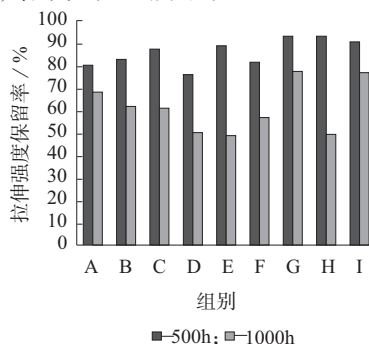


图1 120℃下PA6热氧化后拉伸强度保留率

从图1可以看出,500 h热氧化后试样各组拉伸强度保留率均高于75%,1000 h后有不同程度的下降,其中G组力学保留率最高为77.3%,I组次之为76.6%,拉伸强度保留率比H组有所增加,说明在一定范围内,光稳定剂的含量与长期热氧化性能成正比。

综上所述,在 Sunox508 / Sunox626 体系中加入光稳定剂,热氧老化条件下,单独使用光稳定剂,效果不佳; Sunovin 5524 / Sunovin 770、Sunovin 5524 / Sunovin 944 复配, ΔE 值和 ΔYI 值均较低,对其热氧老化性能几乎没有影响且具有较好的拉伸强度保留率。

2.4 光稳定剂对 PA6 耐候老化性影响

(1) 光稳定剂对 PA6 材料 ΔE 值及 ΔYI 值的影响。

将样品置于 QUV 340 nm 分别老化 100 h, 500 h, 1000 h, 测试并计算其 ΔE 值和 ΔYI 值, 结果如表 7 所示。

在 QUV 340 nm 条件下, 加入光稳定剂后 ΔE 值和 ΔYI 值较小, 样品光稳定性得到明显提高, 其中 B 组 ΔE 值和 ΔYI 值较小, G 组即 Sunovin 5524 / Sunovin 770 复配效果较好, 1000 h 后, $\Delta E < 4.3$, $\Delta YI < 7.6$ 。说明加入 Sunovin5524 对抗紫外光效果很好。这是因为 Sunovin5524 引入氯原子可以使紫外光的吸收波段发生红移, 吸收范围变宽, 效率提高。

其中 B 组 ΔE 值和 ΔYI 值较小, G 组即 Sunovin 5524 / Sunovin 770 复配效果较好, 1000 h 后, $\Delta E < 4.3$, $\Delta YI < 7.6$ 。说明加入 Sunovin5524 对抗紫外光效果很好。这是因为 Sunovin5524 引入氯原子可以使紫外光的吸收波段发生红移, 吸收范围变宽, 效率提高。

表 7 UVA340 nm 老化后 PA6 材料 ΔE 值、 ΔYI 值

组别	ΔE			ΔYI		
	100 h	500 h	1000 h	100 h	500 h	1000 h
A	1.1	3.51	5.3	5.78	7.65	10.72
B	1.02	1.65	3.64	0.36	2.7	7.09
C	2.82	5.66	7.89	7.61	10.69	14.51
D	1.98	3.59	5.09	0.66	3.55	8.2
E	2.22	3.51	5.47	7.55	6.4	9.09
F	2.45	3.76	7.51	7.2	6.9	13.7
G	0.55	2.01	4.26	2.74	4.17	7.51
H	1.62	2.74	4.82	3.37	4.24	8.97
I	1.54	2.71	4.36	5.67	3.98	7.88

(2) 光稳定剂对 PA6 材料拉伸强度保留率的影响。

将样品置于 QUV 340 nm 分别老化 500 h、1000 h, 测试其拉伸强度, 计算得到拉伸强度保留率, 结果如图 2 所示。

从图 2 可以看出, G 组力学保留率最高, Q-UVA340 nm 老化 1000 h 后为 63%, 与长期热氧老化的结果保持一致。这是因为, Sunovin 5524 是苯并三唑类紫外线吸收剂, 在 PA 树脂达到激发

态前吸收太阳光的能量, 通过化学结构的转变将热能消耗掉, 阻止 PA 树脂达到激发态, 与 Sunovin 770 一起使用效果最佳。H 组与 I 组力学保留率接近, 说明光稳定剂含量的增加对其性能优势不明显。

综上所述, 在 Sunox508 / Sunox626 抗氧体系中, 加入光稳定剂对其耐候性有影响。其中加入 Sunovin 5524 / Sunovin 770, 复配使用具有较好的拉伸强度保留率, 耐候性能大大提高。

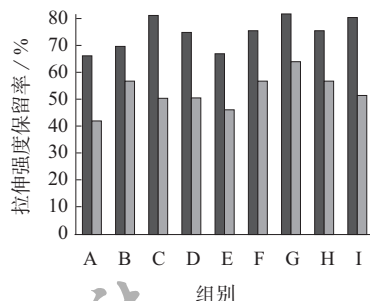


图 2 UVA340 nm 光照下 PA6 的拉伸强度保留率

3 结论

(1) 从筛选抗氧剂出发, 筛选出在受阻酚 / 亚磷酸酯类抗氧剂中, Sunox508 / Sunox626 耐黄变效果最好。在 150℃ 热氧老化 4 h 后 $\Delta E < 4$, $\Delta YI < 7$ 。

(2) 在 Sunox508 / Sunox626 抗氧体系中加入光稳定剂会降低抗氧剂效果, 其中加入 Sunovin 5524, Sunovin 770 对其热氧性能几乎没有影响。在 150℃ 热氧老化 4 h 后 $\Delta E < 4.2$, $\Delta YI < 7.9$; 120℃ 鼓风干燥箱中老化 1000 h 后拉伸强度保留率为 77.3%。

(3) 在 Sunox508 / Sunox626 抗氧体系中加入光稳定剂会影响其耐候性能。加入 Sunovin 5524, Sunovin 770, Q-UVA340 nm 老化 1000 h 后, $\Delta E < 4.3$, $\Delta YI < 7.6$, 拉伸强度保留率为 63%, 耐候性能大大提高。

参考文献

- [1] 王海利, 黄仁军, 吴盾, 等. 热氧老化对尼龙 6 结晶行为与性能的影响[J]. 高分子材料科学与工程, 2013, 8(29):88-92.
Wang Haili, Huang Renjun, Wu Dun, et al. Effect of thermal oxidative aging on the crystallization behavior and properties of Nylon-6[J]. Polymer Materials Science And Engineering, 2013, 8(29):88-92.
- [2] 杨涛, 叶林, 舒颖. 丙烯酸酯类抗氧剂对聚酰胺的热氧稳定作用[J]. 高分子材料科学与工程, 2008, 24(3):98-101.
Yang Tao, Ye Lin, Shu Ying. The thermal stabilization effect of acrylate antioxidant on polyamide[J]. Polymer Materials Science & Engineering, 2008, 24(3):98-101.

- [3] 赵万金. PA6 / DNP 工业丝的制备、结构以及老化研究 [D]. 上海: 东华大学, 2011.
Zhao Wanjin. Preparation, structure and aging properties of polyamide-6 / DNP industrial yarns[D]. Shanghai: Donghua University, 2011.
- [4] 梁惠霞, 张东红, 张云霄, 等. 汽车用增韧尼龙 6 的热氧老化研究 [J]. 工程塑料应用, 2009, 37(9): 71-74.
Liang Huixia, Zhang Donghong, Zhang Yunxiao, et al. Study on thermal oxidative aging of toughening polyamide and applied to automobile[J]. Engineering Plastics Application, 2009, 37(9): 71-74.
- [5] 赵万金, 蒋汉雄, 陶净. 受阻酚抗氧化剂对 PA6 工业丝热氧老化性能的研究 [J]. 合成纤维工业, 2011, 34(1): 1-4.
Zhao Wanjin, Jiang Hanxiong, Tao Jing. Influence of hindered amine antioxidant on thermal-oxidative aging properties of PA6 industrial yarn[J]. Synthetic Fiber Industry, 2011, 34(1): 1-4.
- [6] 王义亮, 朱春林, 张勇, 等. 聚邻苯二甲酰胺高温尼龙的耐黄变研究 [J]. 工程塑料应用, 2013, 41(1): 81-85.
Wang Yiliang, Zhu Chunlin, Zhang Yong, et al. Study on anti-yellowing property of heat-resisting polyamide polyphthalamide[J]. Engineering Plastics Application, 2013, 41(1): 81-85.
- [7] 李兰艳, 李光吉, 李超, 等. 尼龙 6 在热氧老化中的性能与结构变化 [J]. 塑料科技, 2009, 37(12): 36-41.
Li Lanyan, Li Guangji, Li Chao, et al. Changes in the properties and structures of PA6 during the course of thermal-oxidative aging[J]. Plastics Science and Technology, 2009, 37(12): 36-41.
- [8] 陆园, 张晓璐, 蔡智奇, 等. ABS 的耐候老化研究 [J]. 工程塑料应用, 2016, 55(4): 87-90.
Lu Yuan, Zhang Xiaolu, Cai Zhiqi, et al. Study on weather resistance of ABS[J]. Engineering Plastics Application, 2016, 55(4): 87-90.
- [9] 湛继宗. 耐热抗氧化尼龙 6 切片的制备与性能研究 [J]. 化纤与纺织技术, 2011, 40(3): 5-8.
Zhan Jizong. Synthesis and property of thermostable and antioxidant nylon6 resins[J]. Chemical Fiber & Textile Technology, 2011, 40(3): 5-8.
- [10] 龙俊元, 李光吉, 李超, 等. PA6 在紫外光老化中的变色与结构变化 [J]. 塑料工业, 2010, 38(12): 47-51.
Long Junyuan, Li Guangji, Li Chao, et al. Changes in the discoloration and structures of PA6 during the course of ultraviolet aging[J]. China Plastics Industry, 2010, 38(12): 47-51.
- [11] 张燕珠, 刘四委, 黄爱萍, 等. 热处理对尼龙 6 及其与聚酰胺嵌段共聚物共混体系晶体熔融行为和结晶结构的影响 [J]. 高分子学报, 2010(2): 231-235.
Zhang Yanzhu, Liu Siwei, Huang Aiping, et al. Influence of thermal treatment on crystal melting behavior and crystal structure of nylon-6 and polyamide block copolymer / nylon-6 blends[J]. Acta Polymerica Sinica, 2010(2): 231-235.
- [12] Bernstein R, Gillen K T. Nylon 6.6 accelerating aging studies: II-Long-term thermal-oxidative and hydrolysis results[J]. Polymer Degradation and Stability, 2010, 95(9): 1471-1479.
- [13] Li Rongfu, Hu Xingzhou. Study on discoloration mechanism of polyamide6 during thermo-oxidative degradation[J]. Polymer Degradation and Stability, 1998, 62(3): 523-528.

朗盛推出两种新高度强化的尼龙 6 化合物

特殊化学品公司朗盛的 Durethan 品牌阻燃尼龙 6 产品列表中最近加入了两种新的高玻璃纤维强化的产品牌号。除了出色的阻燃性能,两个牌号都具有高强度、硬度和韧性。这两种复合物都是耐高载荷件的理想材料,比如工业机械上需要耐火性能的结构件或塑料外壳式断路件 (MCCB) 等。“而且即使在不需要高硬度的用途中,这两种材料也都能用作压铸金属或热塑材料的代替品,”朗盛高性能材料 (HPM) 业务单元应用开发专家 Alexander Radeck 说。“由于能运用注塑工艺加工这两种材料,加工商可以从中获得更高的设计自由度和性价比。”Durethan BKV45FN04 含有 45% 的短玻璃纤维。其阻燃剂组合不含卤族或红磷,因而这种高模量材料能随意染色。其高阻燃性能已被美国检测机构保险商实验室 (UL) 的 UL 94 测试所证实。该材料通过了测试,并取得了最好的 V-0 分类,即试样厚度仅为 0.4 mm。“而在要求更严格的 UL 94-5V 测试中,材料也取得了最好的 5VA 评级,即 1 mm 厚度。评级都是按照 UL 黄卡标准所作,”Radeck 说。

材料的相对漏电起痕指数 (CTIA, IEC60112) 达到 600 V,因而有高抗起痕性能。也就是说电子元器件能被排

布得更密集而不用担心断路或因漏电引起的设备损坏。该材料的另一优势是 DIN EN 60587 标准和 ASTM D2303 (倾斜平面起痕, IPT) 标准下的高电压起痕抗性。测试能够模拟该材料在室外潮湿和脏污环境下的表面绝缘能力有多强。“按照黄卡标准表,我们的材料在 IPT 电压值非常高,在 1 kV 下起痕时间达到 60 min。也就是说该材料可以用在电动汽车的高压电池中,”Radeck 解释说。

朗盛的另一种含 50% 玻璃纤维的尼龙 6 产品即将推入市场。这种材料使用卤族基阻燃剂组合,也在 UL 94 测试 (UL 黄卡) 达到 V-0 (0.75 mm) 和 5VA 评级。这种高阻燃性能也在 IEC 60695-2-12 / 13 标准下的灼热丝测试中得到验证,即 775℃ 的燃点,轻松满足灼热丝燃烧温度 (GWIT) 的相应要求。“这些结果说明材料可以用以制造承受高机械压力的部件,比如家用电器中的相应配件 (IEC 60335-1); 也能用在家具或断路器上,”Radeck 说。材料的 CTIA 起痕抗性在 575℃ 环境下也很高 (UL 黄卡标准的 PLC0)。

两种工程材料因为高玻璃纤维含量都具有高硬度和韧性。不过虽然玻璃纤维含量高,两种热塑材料的融化液体具有极佳的流动性。
(中塑在线)