

火焰喷涂尼龙 1010/n-ZrO₂ 复合涂层的力学性能^{*}

李亚东¹ 马亿珠² 白宝丰¹ 强克刚¹ 张治军³

(1. 郑州轻工业学院材料工程系, 郑州 450002; 2. 国家建筑装饰材料质量监督检验中心, 郑州 450004;
3. 河南大学特种功能材料重点实验室, 开封 475001)

摘要 研究了纳米 ZrO₂ (n-ZrO₂) 对火焰喷涂尼龙 1010(PA1010) 涂层力学及热性能的影响。结果表明, n-ZrO₂ 具有明显的异相成核作用, 当 n-ZrO₂ 用量为 1.5 份时, 复合涂层的过冷度由 23.69℃下降为 22.71℃, 复合涂层的结晶速率及结晶度明显提高; 涂层自拉伸强度达到 66.84 MPa; 涂层与基材的粘结强度达到 24.62 MPa; 复合涂层与 PA1010 涂层相比, 耐腐蚀性有所提高; n-ZrO₂ 能明显提高复合涂层的耐磨性能。

关键词 火焰喷涂 纳米 ZrO₂ 尼龙 1010 复合涂层 力学性能

聚酰胺(PA) 是一类分子主链重复结构单元中含有酰胺基团(—CO—NH—) 的高分子材料, 具有优异的耐磨、耐腐蚀、自润滑等性能, 已被广泛应用于军工、机械、交通运输、仪器仪表等领域。PA1010 是我国独创的长碳链 PA 品种, 作为涂层材料可以改善被涂件的表面性能, 实施材料的维修及预保护。

热喷涂技术是表面工程领域十分重要的技术, 是包括材料学、表面物理化学、机械学等多学科的边缘交叉学科, 是近年来发展极为迅速的一项表面技术, 广泛应用于各行各业。火焰喷涂聚合物粉末技术是一种高效低耗的材料表面预保护和维修技术, 具有广阔的应用前景。利用该技术可在各种固体材料表面喷涂聚合物粉末, 改善固体表面性能, 制备出基体与表面性能各异的复合材料, 将聚合物材料诸多的优异性能赋予基体。纳米材料由于其独特的表面效应、体积效应、量子尺寸效应及一些奇异的光、电、磁等性质, 使得纳米材料在涂料中的应用受到关注, 如纳米耐老化涂料、纳米抗菌涂料、纳米导电涂料、纳米隐身涂料等^[1]。但关于纳米材料在火焰喷涂聚合物涂层中的应用研究报道还较少^[2-5]。笔者以纳米 ZrO₂ (n-ZrO₂) 作为填料, 研究其对火焰喷涂 PA1010 涂层的力学及热性能的影响。

1 实验部分

1.1 主要原材料

PA1010: Q/GHPF 3, 上海赛璐璐厂;
n-ZrO₂: 河南大学特种功能材料重点实验室;
无水乙醇: 天津市德恩化学试剂有限公司。

1.2 主要仪器、设备

火焰喷涂机: CMD - PS 型, 北京新迪表面工程技术有限公司;
超声波分散仪: KQ218 型, 昆山超声仪器有限

公司;
万能电子拉力机: CMI5104 型, 深圳市新三思计量技术有限公司;
扫描电子显微镜(SEM): JSM - 5600LV 型, 日本电子株式会社;
差示扫描量热(DSC) 仪: Q100 型, 美国 TA 公司;
傅立叶变换红外光谱(FTIR) 仪: TENSOR27 型, 德国 BRUKER 公司;
高速环块摩擦磨损试验机: MRH - 3 型, 济南试验机总厂;
真空干燥箱: DZF - 6051 型, 上海精宏实验设备有限公司。

1.3 涂层制备

火焰喷涂 PA1010/n-ZrO₂ 复合涂层材料配方见表 1。

表 1 火焰喷涂 PA1010/n-ZrO₂ 复合涂层材料配方

材料	编号					
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]	6 [#]
PA1010	100	100	100	100	100	100
n-ZrO ₂	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5

将 PA1010 粉末过 150 μm 筛, 80℃恒温干燥 24 h 后备用。将 n-ZrO₂ 于 80℃恒温干燥 24 h 后与 PA1010 进行超声混合(混合介质是无水乙醇) 30 min, 抽滤, 于 80℃恒温干燥 24 h 后, 采用火焰喷枪将其喷涂到经除油、除锈和砂纸打磨处理并已预热到 100℃左右(基材温度由红外测温仪测量) 的基材(45[#] 钢) 上。喷涂层(0.20 ~0.35 mm 厚) 在空气中自然冷却 24 h 后进行性能测试。喷涂工艺参数: 压

^{*} 河南省高校杰出科研人才创新工程项目(0311022400)
收稿日期: 2007-04-28

缩空气总压力为 0.6 ~1.2 MPa, 乙炔压力为 0.1 ~ 0.2 MPa, 幕帘与送粉空气压力为 0.4 ~0.6 MPa, 喷涂距离为 120 ~180 mm。

1.4 涂层性能测试

用万能电子拉力机测试涂层与基材的粘结强度及涂层的自拉伸强度, 涂层与基材粘结强度及涂层自拉伸强度按文献^[6-7]所述方法测试;

- 利用 SEM 观察涂层表面形貌;
- 利用 FTIR 仪(ATR 模式) 分析涂层的结构;
- 利用 DSC 仪测试涂层(涂层经超声波清洗干燥后进行 DSC 测试) 的结晶及熔融行为。测试条件: 氮气保护, 以 10℃/min 的升温速率从室温升到 250℃, 保温 5 min 消除热历史, 再以相同的降温速率降温至 40℃, 再升温至 250℃;

用高速环块摩擦磨损试验机评价涂层的摩擦学性能, 涂层的对偶件为标准的 TMK 试验环(GCr15) (硬度 58 ~61HRC, 表面粗糙度 $Ra = 0.02\ \mu\text{m}$), 试验条件为室温, 滑动速度为 0.39 m/s, 载荷 250 N, 磨损时间 60 min。所有试样在摩擦磨损试验前后均经丙酮和无水酒精清洗。摩擦系数和磨损质量损失均取 3 ~4 次平行试验的平均值。用 0.01 mg 感量的电子天平测量磨损质量损失;

采用浸泡法测试涂层的耐腐蚀性能。

2 结果与讨论

2.1 火焰喷涂 PA1010/n-ZrO₂ 复合涂层与基材的粘结强度

涂层与基材的粘结强度是判断涂层实用性能的基本指标^[8]。在涂层的有效期内, 涂层必须牢固地附着在基材表面。粘结强度是判定涂层性能的关键因素, 涂层粘结强度高, 涂层表面致密, 则能有效地起到保护作用。火焰喷涂 PA1010/n-ZrO₂ 复合涂层与 45# 钢基材的粘结强度测试结果如表 2 所示。从表 2 可以看出, n-ZrO₂ 用量为 0.5 ~2.5 份(PA1010 : n-ZrO₂ 为 100 0.5 ~2.5, 下同) 时, 能明显提高涂层与基材的粘结强度。当 n-ZrO₂ 用量在 0.5 ~1.5 份时, 涂层与基材剥离时基本上是完全剥离状态, 即断裂发生在界面; 当 n-ZrO₂ 用量为 2.0 ~2.5 份时, 涂层有时呈半剥离状态, 即断裂发生在涂层内, 原因可能是随着 n-ZrO₂ 用量增加, 涂层中极性基团增加, n-ZrO₂ 团聚加剧, 导致涂层断裂发生在涂层内。当 n-ZrO₂ 用量为 1.5 份时, 涂层与基材的粘结强度较佳, 这可能是 n-ZrO₂ 的比表面积大并含有大量的极性基团, 极性基团之间的相互作用使涂层与基材的

粘结强度增加。而当 n-ZrO₂ 用量较大时, 由于 n-ZrO₂ 的表面能高而难以分散, 从而造成应力集中, 使涂层强度下降。

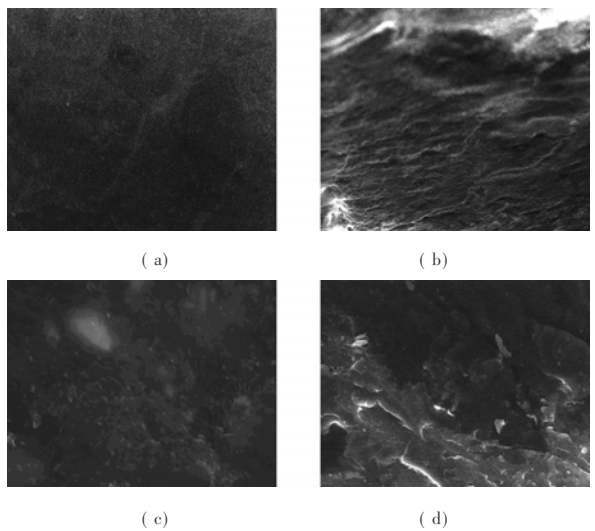
表 2 PA1010/n-ZrO₂ 复合涂层力学性能测试结果

试样	粘结强度(MPa) 及 样本标准偏差	自拉伸强度(MPa) 及 样本标准偏差
1 [#]	17.33(s=2.18)	58.23(s=1.89)
2 [#]	20.93(s=3.45)	61.84(s=3.32)
3 [#]	21.04(s=4.32)	62.20(s=4.12)
4 [#]	24.62(s=3.48)	66.84(s=4.67)
5 [#]	21.38(s=2.98)	63.06(s=3.17)
6 [#]	21.16(s=4.18)	59.60(s=2.63)

注: 表中每组数据为 6 ~8 个平行试样的平均值

2.2 火焰喷涂 PA1010/n-ZrO₂ 复合涂层自拉伸强度

涂层自拉伸强度是指涂层自身的强度, 即涂层自身的凝聚力。涂层自拉伸强度也是衡量涂层质量的一个重要指标。涂层自拉伸强度测试结果见表 2。由表 2 可知, n-ZrO₂ 的加入可提高涂层的自拉伸强度, 当 n-ZrO₂ 的用量为 1.5 份时, 涂层自拉伸强度较高, 为 66.84 MPa。这是由于 n-ZrO₂ 在涂层中可起到成核剂或物理结点的作用, 促进了 PA1010 分子的结晶或彼此的缠结, 使涂层的凝聚力提高, 自拉伸强度增加。当 n-ZrO₂ 用量大于 2.0 份时, 由于 n-ZrO₂ 的表面能高而难以分散, 从而造成应力集中, 使涂层的自拉伸强度下降, 但仍高于 PA1010 涂层。从 PA1010 涂层及复合涂层表面和断面 SEM 照片(见图 1) 可以看出, 复合涂层结构密实, 应具有很



a—PA1010 涂层自然表面; b—PA1010 涂层自拉伸断面
c—复合涂层自然表面; d—复合涂层自拉伸断面

图 1 PA1010 涂层及复合涂层(n-ZrO₂ 用量为 1.5 份) 自然表面和断面的 SEM 照片

好的防护性能。

2.3 n-ZrO₂对PA1010涂层结构及热性能的影响

图2为PA1010粉末、PA1010涂层、PA1010/n-ZrO₂(ZrO₂用量为1.5份)复合涂层及PA1010/n-ZrO₂粉末的FTIR谱图。从图2可以看出,PA1010粉末和PA1010涂层的吸收峰位置基本相同,如N—H、C=O的伸缩振动吸收峰(3300.58、1637.15 cm⁻¹)及—CH₂的变形振动吸收峰和伸缩振动吸收峰(1466.50、2921.50、2851.39 cm⁻¹)均没有发生偏移,说明PA1010粉末在火焰喷涂过程中没有发生氧化或其它化学变化。从图2中的曲线3、4可以看出,除了PA1010的特征吸收峰外,明显出现了ZrO₂的伸缩振动吸收峰(1019.35 cm⁻¹),而PA1010/n-ZrO₂粉末与PA1010粉末的红外谱图相似,并没有出现ZrO₂的伸缩振动吸收峰,这说明喷涂之后n-ZrO₂与PA1010分子之间形成了良好的复合体系^[9]。

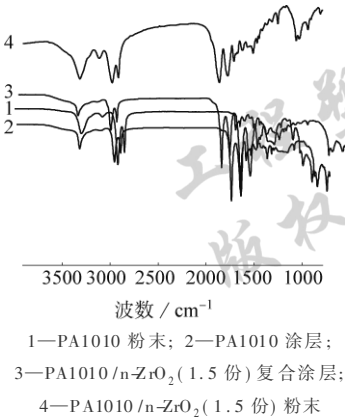
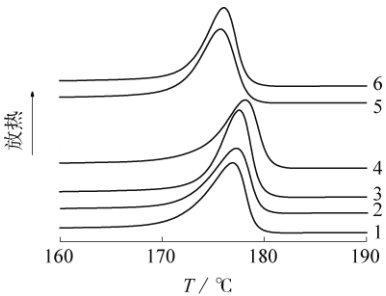


图2 PA1010粉末、PA1010涂层及PA1010/n-ZrO₂复合涂层及PA1010/n-ZrO₂粉末的FTIR谱图

DSC法是在控温条件下测定聚合物材料结晶和熔融热焓变化的有效且广泛采用的方法。过冷度是指聚合物结晶熔融峰温度与其结晶峰温度之差。过冷度越小,说明其结晶速率快,材料越容易结晶。因此,在材料成型加工过程中,减小过冷度有助于缩短成型周期,提高生产效率^[4,10-12]。

图3和表3为PA1010及PA1010/n-ZrO₂复合涂层的等速降温DSC曲线及DSC热行为参数。从图3、表3可以看出,PA1010涂层和复合涂层的DSC降温曲线大体一致,涂层结晶峰为单峰,说明n-ZrO₂的加入没有改变PA1010涂层的结晶行为本质,但n-ZrO₂的加入使复合涂层的结晶温度有所提高,熔融焓增大,过冷度降低,且峰形变窄,说明结晶变得容易且结晶速率加快,结晶度增大。这表明

n-ZrO₂有明显的异相成核作用,使复合涂层能在较高温度下结晶,结晶速率加快,结晶完善程度及结晶度提高,有利于提高复合涂层的力学等性能^[13-14]。



1—PA1010涂层; 2—PA1010/n-ZrO₂(0.5份)复合涂层;
3—PA1010/n-ZrO₂(1份)复合涂层;
4—PA1010/n-ZrO₂(1.5份)复合涂层;
5—PA1010/n-ZrO₂(2份)复合涂层;
6—PA1010/n-ZrO₂(2.5份)复合涂层

图3 PA1010涂层、PA1010/n-ZrO₂复合涂层的等速降温DSC曲线

表3 PA1010涂层、PA1010/n-ZrO₂复合涂层的DSC测试结果

涂层材料	$T_c/^\circ\text{C}$	$T_m/^\circ\text{C}$	$\Delta T/^\circ\text{C}$	$\Delta H_m/\text{J}\cdot\text{g}^{-1}$
纯PA1010	176.8	200.49	23.69	43.49
PA1010/n-ZrO ₂ (100 0.5)	177.36	200.79	23.43	46.83
PA1010/n-ZrO ₂ (100 1.0)	177.58	200.66	23.08	56.49
PA1010/n-ZrO ₂ (100 1.5)	178.14	200.85	22.71	60.82
PA1010/n-ZrO ₂ (100 2.0)	176.64	199.55	22.91	52.96
PA1010/n-ZrO ₂ (100 2.5)	176.02	199.36	23.34	48.87

注: T_m —熔融峰温度; T_c —结晶峰温度; ΔT —过冷度; ΔH_m —熔融热焓。

2.4 涂层耐腐蚀性能

耐腐蚀试验采用室温浸泡法,腐蚀介质(体积分数)分别为30% NaCl、30% HCl、30% HNO₃、30% NaOH溶液,每项腐蚀时间均大于250 h。涂层的耐腐蚀试验结果如表4所示。

表4 PA1010及PA1010/n-ZrO₂涂层的耐腐蚀试验结果

腐蚀介质	腐蚀结果(径向尺寸变化)	
	PA1010涂层	PA1010/n-ZrO ₂ 涂层 (100 1.5)
30% NaCl	<0.5% 没变化	<0.5% 没变化
30% HCl	<1.0% 溶胀	<1.0% 稍微溶胀
30% HNO ₃	<1.0% 溶胀	<1.0% 稍微溶胀
30% NaOH	<0.5% 没变化	<0.5% 没变化

PA内聚能和结晶度较高,可耐弱酸、弱碱、醇、酯、烃、卤烃、酮、润滑油、油脂和汽油等多种化学药品。由表4可知,两种涂层在长时间浸泡后,其径向

尺寸变化很小;复合涂层由于 $n\text{-ZrO}_2$ 的加入, 结晶度及结晶完善程度的提高, 耐腐蚀性能较 PA1010 涂层有所提高。

2.5 涂层摩擦磨损试验

PA1010 具有良好的韧性、较高的化学稳定性、耐疲劳、抗振及耐磨减摩性能, 是一类传统的固体润滑材料, 在摩擦学领域获得了广泛应用。为了改善或赋予其更好的摩擦学性能, 一般需加入 WC、 Al_2O_3 等硬质耐磨相和 MoS_2 、石墨等固体润滑剂作为填充颗粒^[15-16]。

图 4、图 5 示出 $n\text{-ZrO}_2$ 用量对 PA1010 涂层摩擦系数及磨损量的影响。从图 4、图 5 可以看出, 随着 $n\text{-ZrO}_2$ 用量的增加, 复合涂层的摩擦系数、磨损量均呈先降低后提高趋势, 当 $n\text{-ZrO}_2$ 用量为 1.5 份时, 摩擦系数、磨损量达到最小值, 摩擦系数由纯涂层的 0.26 减小到 0.07, 磨损量由纯涂层的 1.3 mg 减小到 0.6 mg。这是因为 $n\text{-ZrO}_2$ 的比表面积大, 当其用量适当时, 与 PA1010 分子之间能形成相互作用良好的复合体系, 且起到成核剂的作用, 促进大分子结晶, 提高结晶度, 从而加强弥散强化作用, 使涂层的摩擦系数及磨损量明显降低。但当 $n\text{-ZrO}_2$ 用量较大时, 由于其发生团聚, 基材对其固定能力减弱, 弥散强化作用减弱而容易剥落, 磨损量及摩擦系数又有所升高。

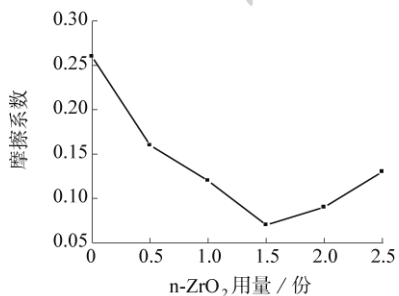


图 4 $n\text{-ZrO}_2$ 用量与摩擦系数的关系曲线

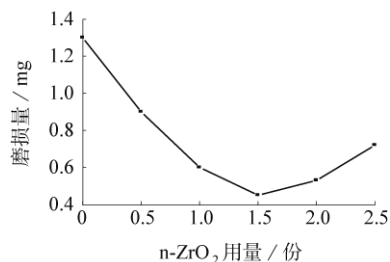


图 5 $n\text{-ZrO}_2$ 用量与磨损量的关系曲线

3 结论

(1) 火焰喷涂 PA1010/ $n\text{-ZrO}_2$ 复合涂层具有较高的力学性能。其中当 $n\text{-ZrO}_2$ 的用量为 1.5 份时,

涂层的综合性能较好, 涂层的自拉伸强度及涂层与基材的粘结强度分别为 66.84 MPa 和 24.62 MPa。

(2) $n\text{-ZrO}_2$ 具有成核剂作用, 提高了复合涂层的结晶速率及结晶度, 降低了复合涂层的过冷度。当 $n\text{-ZrO}_2$ 用量为 1.5 份时, 复合涂层的过冷度最小, 由 PA1010 涂层的 23.69℃ 下降为 22.71℃; 结晶熔融热焓由 PA1010 涂层的 43.49 J/g 提高到 60.82 J/g。

(3) $n\text{-ZrO}_2$ 的加入没有降低涂层的耐腐蚀性能, 复合涂层与 PA1010 涂层有相似的耐蚀性能, 并且在耐酸方面还有所提高。

(4) $n\text{-ZrO}_2$ 能明显改善火焰喷涂 PA1010 涂层的摩擦磨损性能, 当 $n\text{-ZrO}_2$ 用量为 1.5 份时, 复合涂层的摩擦磨损性能最佳, 摩擦系数由 PA1010 涂层的 0.26 降为 0.07; 涂层的磨损量由 PA1010 涂层的 1.3 mg 降为 0.6 mg。

参考文献

- [1] 刘福春, 韩恩厚, 柯伟. 纳米复合涂料的研究进展[J]. 材料保护, 2001, 34(2): 1-4.
- [2] Cai H, Yan F Y, Xue Q, et al. Investigation of tribological properties of Al_2O_3 -polyimide nanocomposites[J]. Polymer Testing, 2003, 22: 875-882.
- [3] Petrovicova E, Knight R, Schadler L S, et al. Nylon11/silica nanocomposite coatings applied by the HVOF process: Microstructure and morphology[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2000, 77: 1684-1699.
- [4] Petrovicova E, Knight R, Schadler L S, et al. Nylon11/silica nanocomposite coatings applied by the HVOF process: II. Mechanical and barrier properties[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2000, 78: 2272-2289.
- [5] 李亚东, 白宝丰, 马亿珠, 等. 纳米 SiO_2 对火焰喷涂 PA1010 涂层力学性能的影响. 材料保护, 2006, 39(6): 15-17.
- [6] 李亚东, 杜庆柏, 冯孝中, 等. 火焰喷涂 PA1010 涂层强度测量方法研究[J]. 表面技术, 2004, 33(1): 23-24.
- [7] 李亚东, 杜庆柏, 冯孝中, 等. 火焰喷涂 PA1010 涂层自拉伸强度测量模具[J]. 材料保护, 2004, 37(8): 51-52.
- [8] 宋玉苏, 姚树人. 涂层与基体金属附着力的研究进展[J]. 材料保护, 1999, 32(9): 21-22.
- [9] Petrovicova E, Knight R, Schadler L S, et al. Nylon11/silica nanocomposite coatings applied by the HVOF process. I. Mechanical and barrier properties[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2000, 77: 1684-1699.
- [10] 李宏涛, 宋晓秋, 宁志刚, 等. 纳米粒子对 PET 结晶过程的效应[J]. 吉林工学院学报, 2002, 23(6): 1-3.
- [11] 艾舒琪, 马敬红, 梁伯润. 成核剂对 PA66 等温结晶行为的影响[J]. 聚酯工业, 2004, 17(2): 34-37.
- [12] 冯嘉春, 称鸣才, 张秀菊, 等. 一种新型 β 成核剂及其对聚丙烯结晶性能的影响[J]. 塑料工业, 2004, 33(2): 35-37.
- [13] 李亚东, 胡卉, 白宝丰, 等. 火焰喷涂 PA1010/纳米 TiO_2 复合

涂层性能研究[J].材料保护,2005,38(5):21-22.

[14] 李亚东,杜娟,谢冰,等.纳米 TiO₂对火焰喷涂 PA1010 涂层性能的影响研究[J].中国表面工程,2005,18(5):34-37.

[15] Wang J X, Gu M Y, Bai S H, et al. Investigation of the influence of MoS₂ filler on the tribological properties of carbon fiber

reinforced nylon1010 composites[J]. Wear, 2003, 225: 774 - 779.

[16] Jia X, Ling X M. Influence of Al₂O₃ reinforcement on the abrasive wear characteristic of Al₂O₃/PA1010 composite coatings [J]. Wear, 2005, 258: 1342 - 1347.

MECHANICAL PROPERTIES OF FLAME SPRAYED PA1010 /n-ZrO₂ COMPOSITE COATING

Li Yadong¹, Ma Yizhu², Bai Baofeng¹, Qiang Kegang¹, Zhang Zhijun³

(1. Department of Material Engineering of Zhengzhou Institute of Light Industry, Zhengzhou 450002, China;

2. National Center for Quality Supervision and Inspection of Building Decoration Materials, Zhengzhou 450004, China;

3. Provincial Key Laboratory of Special Functional Materials, Henan University, Kaifeng 475001, China)

ABSTRACT Effects of nano-ZrO₂ (n-ZrO₂) on the mechanical and thermal properties of composite coatings were studied. The results showed that n-ZrO₂ was of heterogeneous nucleation clearly when the composite coating contained 1.5wt% n-ZrO₂, the super-cooling of the composite coating decreased from 23.69℃ to 22.71℃, the tensile strength and adhesion to the substrate were 66.84 MPa and 24.62 MPa, respectively. The results of corrosion resistance tests showed that the corrosion behaviors of composite was better than that of the pure coating. Nano-ZrO₂ particles could improve the wear resistance of the composite coatings.

KEYWORDS flame spray, n-ZrO₂, PA1010, composite coatings, mechanical properties

“聚合物动态流变测试与表征系统”顺利 通过新产品新技术鉴定

6月8日上午,由东华机械有限公司(大同机械有限公司子公司)和华南理工大学联合承担的广东省经贸委2004年粤港关键领域重点突破项目“面向高分子及其复合材料开发的测试关键技术平台”中的“聚合物动态流变测试与表征系统”新产品新技术鉴定会在东莞会展国际大酒店举行。本次鉴定会委员包括一位中国科学院院士和两位中国工程院院士在内的9位著名专家参加。经鉴定委员会鉴定,一致认为该产品“技术创新性显著,达到国际先进水平,对提高我国塑料制品生产和塑料加工设备的技术含量,提高我国塑料加工工业整体科学技术水平具有重要意义”。

“聚合物流变测试与表征系统”是研究聚合物熔体的变形和流动特性的加工仪器,是从事高分子加工领域的科研机构和企业研发部门常用的实验设备。目前我国有实力的研究机构和企业研发部门多是引进国外此类型仪器设备,广东省的高校就拥有20多套,每套价格大约250万到300万元。价格高和维护费用昂贵远远超过了我国许多科研机构 and 企业的购买能力,因此,开发具有自主知识产权、功能齐全、质量可靠、价格适中的聚合物及其复合材料加工性能的仪器设备是许多科研机构和企业共同呼声。本次研制成功的“聚合物动态流变测试与表征系统”是将振动力场引入挤出、混炼、注射、吹塑等加工单元,实现聚合物及其复合材料的广义流变学表征。所谓广义流变学表征就是当振动的振幅为零时,“聚合物流变测试与表征系统”就是常规的聚合物流变仪。当振动的振幅不为零时,“聚合物流变测试与表征系统”就是在振动力场的作用下测试聚合物及其复合材料加工性能的一种仪器设备。因此,“聚合物动态流变测试与表征系统”功能增加了,但其价格却只有进口产品的三分

之二。

历时两年合作开发的“聚合物动态流变测试与表征系统”,不仅具有国际知名品牌流变工作站的所有功能,而且在设计中凝结了4项世界首创技术和十余项专利技术、加入了许多新的功能、注入新颖的设计元素。比如,“聚合物动态流变测试与表征系统”所集成的动态注射功能是目前世界上唯一一家在此方面有所突破的流变系统;聚合物加工过程的在线视频可视化功能是具有多年的自主知识产权的专利技术;世界首创的广义流变测试功能的实现,使产品从开始就具有了技术上的制高地位。通过与国外知名品牌在测试精度、测试重复性以及便利性等方面的对比,“聚合物动态流变测试与表征系统”丝毫不亚于国外昂贵的流变系统。

“聚合物动态流变测试与表征系统”将产品目标定位为“功能齐全、自主创新、替代进口”的一套具有对高分子及其复合材料加工性能进行测试、表征和分析的综合仪器。产品名称定为“聚合物动态流变测试与表征系统”,充分表现出产品“技术新、功能全、专业性”的技术特征。“聚合物动态流变测试与表征系统”的研制成功与产业化推广将从根本上提高我国塑料制品生产和塑料加工设备的科技含量,提高我国塑料加工工业整体科技水平,形成相应的先进仪器制造高新技术产业,完善高分子材料研究开发的关键测试平台,从而满足我国的科研机构与企业的迫切需要。

(华南理工大学)

Lati 公司推出配对塑料韧性齿轮

通过配对聚合物,注塑齿轮的摩擦和磨损问题得到控制。Lati 公司的新材料 Latilub 66-10 r/15——填充 15% 芳基酰胺纤维的尼龙 66 用作驱动齿轮, Latamid 66 用作从动齿轮,该设计可提供长期使用寿命,且噪音低,磨损少。加工芳基酰胺纤维填充尼龙时模具上不会留下积垢。这种注塑齿轮与金属齿轮相比价格更便宜。(中尼网)