

聚酰亚胺光固化涂料的研究进展

王振华, 杨剑挥, 陈友志, 冷良祯

深圳市志邦科技有限公司 广东深圳

【摘要】随着社会的不断发展与进步,人们的安全意识与环保意识不断加强,绿色发展的理念深入人心,聚酰亚胺光固化涂料的研究得以迅速发展。光固化涂料因其具有高能源利用率、安全无污染、固化速度快、生产效率高、涂装基材适应性好、涂抹质量高等优点,不断被关注,被重视,同时被广泛研究并应用于生活中。作为一种环境友好型涂料,聚酰亚胺光固化涂料具有广阔的发展前景与应用领域。无论是将粉末涂料与紫外光固化技术结合,形成新型涂装技术,克服传统粉末涂料与 UV 固化涂料技术的缺点;还是形成 UV 固化涂料,结合涂料与光固化涂料的优点,被不断应用。聚酰亚胺光固化涂料都是今后光固化涂料的主要发展方向之一。

【关键词】涂料;聚酰亚胺(PI);光固化涂料

Research Progress of Polyimide Light-Curing Coatings

Zhenhua Wang, Jianhui Yang, Youzhi Chen, Liangzhen Leng

Shenzhen Zhibang Technology Co., LTD., Shenzhen, Guangdong

【Abstract】With the continuous development and progress of society, people's increasing awareness of safety and environmental protection, the concept of green development, and the research of polyimide light curing coatings has developed rapidly. Light curing coating has the advantages of high energy utilization rate, safety and no pollution, fast curing speed, high production efficiency, good adaptability of coating substrate, high quality of coating substrate, continuous attention, attention, and is widely studied and applied in life. As an environmentally friendly coating, polyimide light curing coating has broad development prospects and application field. Whether combining powder coating and UV curing technology, form a new coating technology, overcome the shortcomings of traditional powder coating and UV curing coating technology, or form UV curing coating, combining the advantages of coating and light curing coating, is constantly applied. Polyimide light curing coatings are one of the main development directions of light curing coatings in the future.

【Keywords】Coating; Polyimide (PI); Light curing coating

引言

随着社会的不断发展,科学技术的不断进步,绿色发展、可持续发展理念不断深入人心,我们在涂料的研发与使用中也遵循着这一理念,不断对其进行改进与研究。聚酰亚胺光固化涂料作为一种环境友好型涂料,在其研究与发展过程中不断被完善。光固化涂料因其具有高能源利用率、安全无污染、固化速度快、生产效率高、涂装基材适应性好、涂抹质量高等优点,不断被关注,被重视,同时被广

泛研究并应用于生活中。

聚酰亚胺(PI)作为一种被广泛应用于航空、航天、微电子、纳米等领域的重要工程材料,受到国内外广泛关注与研究,虽然起步较晚,但是在不断的研究与探索中取得了许多突破与进展。聚酰亚胺不论是作为结构材料,还是作为功能性材料,都有其独特优势,在各个领域都有广阔的应用前景。

聚酰亚胺因其诸多特点而受到人们的关注和广泛的使用。

作者简介:王振华(1994-)男,汉族,湖北黄冈,本科,研发工程师,研究方向:聚酰亚胺材料。

(1) 对温度的抗性。TGA 的 TGA 分析结果显示, 该聚酰胺在 500-600 摄氏度的高温下, 是最稳定的。

(2) 高的容忍度。在超低温条件下, 聚酰亚胺不会产生脆性, 且具有较好的机械特性。

(3) 具有良好的力学特性。均苯类的聚酰亚胺薄膜 (Kapton) 的抗张强度为 170 MPa, 而联苯类的聚酰亚胺 (Upilex) 的抗张强度为 400MPa, 拉伸模量为 3~4GPa, 加固后的抗张能力可以大于 200 GPa。

(4) 具有良好的大小稳定性。PAK 具有较低的热膨胀率, 一般在 2×10^{-5} - 3×10^{-5} /摄氏度之间, 而在 1×10^{-6} /摄氏度范围内, 在单个的情况下, 其热膨胀率在 1×10^{-7} /摄氏度之间, 与金属的相似。PI 的热胀性很小, 可以用于制造软 PCB。

(5) 良好的绝热及绝热特性。聚酰亚胺的介电常数一般在 3.0~3.6 之间, 如果添加了氟化物或者将纳米级的气体分散到该物质中, 它的介电常数可以减少到 2.5-2.7。介电损耗在 1×10^{-3} 至 3×10^{-3} 之间, 介质强度在 100 至 300KV/mm 之间, 并且具有 1×10^{17} 欧姆的容积电阻。这种低介电系数的聚酰亚胺可以用作微电子领域的封装和绝缘体。由于其优良的性能, PPS 涂料在各种恶劣的工况下都表现出良好的耐腐蚀性, 因此广泛应用于航海、航天等领域。

(6) 耐辐射性能良好。在高温、高真空、高辐照等环境中, PAF 材料挥发率很小。具有良好的粘结力、高强度、高弹性、抗水性、抗化学物质、能阻止多种离子通过涂层, 并具有膨胀收缩的特性。

(7) 具有良好的化学稳定性。聚酰亚胺不能溶解于常规的有机溶液中, 而常规的水溶性聚酰亚胺仅在特定的有机溶液中溶解, 而对浓硫酸、浓硝酸、卤代烃则没有任何作用。对稀酸水解效果良好, 对氧化剂、还原剂均有良好的稳定作用, 特别是在较高温度下。而一般的水稻品种则对其不太灵敏, 尤其是在碱环境中。

(8) 具有良好的防火特性。聚酰亚胺是一种极小的自灭型聚合物, 其在高温下的残余炭化速率一般超过 50%, 是一种极好的耐火性和耐火性的物质。另外, 在机械性能、加工性能等方面, 对其阻燃性能也有较大的提高。聚对苯二甲酸乙烯基 (PET) 因其优异的化学、机械性能和成型性能而受到世界

各国的普遍重视。

(9) 无毒性及生物相容性。这些聚酰亚胺中的一些不会对人类造成伤害, 还有一些和它的生物相容性很好。可以用来制造食具和医用器械, 它能承受上千次消毒。对各种塑料, 纸张, 金属, 陶瓷等具有良好的粘合性能, 无毒性, 可以在食品、医药等领域中广泛应用。该产品在医用人体机能、纺织品、环境友好、包装物等方面具有广阔的应用前景。

光固化涂料虽然发展时间还不足四十年, 但是其迅猛的发展势头让我们看到其具有广阔的发展空间。聚酰亚胺光固化涂料由于合成简单, 溶解性好, 光固化效率高, 再加上其结合了涂料与光固化涂料的优点, 对传统涂料进行了优化, 使其应用范围不断拓展, 成为涂料领域不断发展的新型涂料。

1 聚酰亚胺光固化涂料研究进展

1.1 有机硅改性聚氨酯涂料

聚氨酯 (WPU) 是一种以水作为分散介质, 替代有机溶剂的高分子材料, 具有成膜性好、粘接强度大、光泽度高、抗腐蚀性强、力学性能优异、安全环保等特点。

由于聚氨酯 (WPU) 与传统溶剂型聚氨酯相比, 具有安全环保等诸多优势, 正在逐渐发展并替代传统溶剂型聚氨酯在生活中各个领域的应用。聚氨酯材料自身具有独特的天然优势, 例如其拥有优秀的力学性能, 拥有耐曲挠性、耐化学品性等杰出性能, 但是由于聚氨酯容易水解, 储存的稳定性也比较差, 导致聚氨酯材料耐差。然而耐差这一特性, 导致其在诸多领域中的应用受到限制, 为了改变这一特性, 有机硅改性聚氨酯 (WPU) 这一技术手段应运而生。^[1]

有机硅改性 PU 一般是聚硅氧烷和聚氨酯等嵌段共聚物。有机硅改性聚氨酯即在保证内外交联程度一定条件下, 通过共聚或共混引入具有良好等低表面性能、耐高低温性、耐候性、透气性等特点的有机硅对聚氨酯进行改性, 达到提高耐对目的, 并且使其手感更佳。

有机硅改性聚氨酯涂料, 改善了聚氨酯涂料存在的耐热性低、活化温度高的问题, 并提高了其原本的交联密度, 使其在优化性能, 具有耐温性、高透光率、耐磨性的同时, 保持其具有高硬度以及高回弹柔韧性, 最终形成光泽感优异, 硬度高, 耐磨, 耐热的有机硅改性聚氨酯涂料。

1.2 丙烯酸酯改性聚氨酯 (WPU)

由于 PU 自身耐热性差、耐热性差等问题, 除了对 PU 进行改性之外, 还出现了以丙烯酸为主要原料的 PU。

通过对 PU 与 PA 的比较分析, 认为 PA 和 PU 具有很好的互补关系。由于 PU (PA) 的优良性能,

耐久性和抗溶剂性、保光性等优良的性能, 而不像 PU (PU) 那样的高强度、高的弹力和优良的粘合性, 使得两者在应用中能够达到相辅相成的效果。^[2] 因而, 对 PU (WPU) 进行改性后, 可以明显地改善其耐腐蚀性、耐溶剂性和耐候性, 使其在实际应用中的性能更加完善, 因而也就更有广阔的应用前景。

编号	固含量/%	粘度/ mpa. s	硬度	耐热性能	光泽度	耐磨性	储存稳定性
1#	41.6	270	2H	通过	98	通过	通过
2#	45.6	370	2H	通过	101	通过	通过
3#	54.6	810	2H	通过	106	通过	通过

表 1 有机硅改性聚氨酯涂料进行性能测试

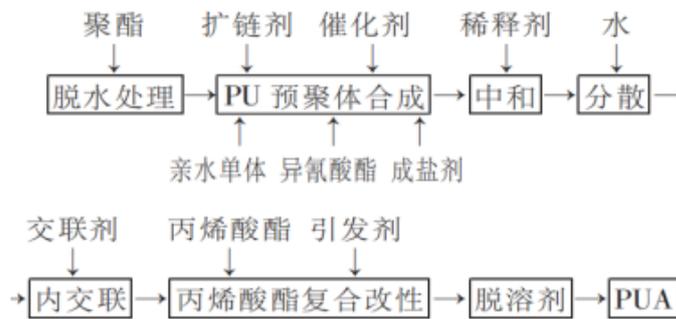


图 1 PUA 复合乳液的合成工艺流程

目前的研究来看, 丙烯酸酯改性聚氨酯 (WPU) 的主要制备方法有嵌段共聚、接枝共聚、核-壳乳液聚合和互穿聚合物网络 (IPN)。

嵌段共聚。用丙烯酸树脂嵌段共聚改性 PU, 其工艺有两种: 双预聚体法和饱和组分封端法。双预聚体工艺是一种早期用丙烯酸酯改性聚氨酯 (WPU) 的工艺, 它先制得含有羧基和羟基的 PU, 再用-NCO 封端的聚氨酯预聚体溶液, 再与 PU 进行反应, 最后进行扩链, 从而获得嵌段共聚物。不饱和化合物封闭工艺是将不饱和碳的不饱和化合物在聚氨酯预聚体上进行封闭, 然后与丙烯酸酯单体进行共聚合。

接枝共聚。丙烯酸的接枝法有三类:

(1) 将具有相似共聚体系的丙烯酸酯和聚氨酯水性乳液通过化学法制备, 将含有双键的活性基引入到聚氨酯的分子末端;

(2) 在含有-NCO (或-COOH) 的聚丙烯酸酯中, 制备含有-NCO 的亲水性聚氨酯;

(3) 将所制得的聚氨酯水分散体用丙烯酸单体取代共溶剂, 将单体包裹在聚氨酯内, 经羟基中和, 再经乳液聚合, 形成具有核-壳结构的 Hybrid 体系。

核-壳乳液聚合。核-壳乳液聚合是指先合成 PU 聚合物分散体, 以此为种子分散体再进行丙烯酸酯分散体聚合, 形成具有核-壳结构的 PUA 复合分散体。王平华等对几种具有不同构型的核-壳型 PU 型、IPN 型、A/A-g-U 型三种类型进行了比较, 并对它们的性质进行了比较全面的综述。探讨了核壳间的化学键交联构型和互穿式网络对乳液的粒径、稳定性和耐水性和耐溶剂的作用。

交叉高分子网路 (IPN)。互穿高分子网状结构是两个以上的交联高分子, 通过几个高分子之间的几个共价分子结合, 构成一个永久性的网状结构, 如细胞状结构、界面互穿、双相连续等结构形式, 使得其在性能和功能性上有着特别的协调效应。

1.3 含氟聚氨酯涂料

由于材料在环境作用下, 容易受到环境影响,

造成材料腐蚀, 即材料受到破坏或发生变质。材料腐蚀是一种不可逆的现象, 并且会因此带来直接或间接的经济损失。因此, 如何减少甚至避免材料服饰带来的损失是一个很重要的问题。目前的研究方法表明, 在材料表面涂抹仿佛材料是当前科技发展状态下, 最经济有效, 也是最普遍的防腐蚀方法。

含氟聚氨酯涂料就是基于防腐蚀的目的被广泛应用于各个领域的。在各种各样的环境下, 在具有防腐蚀功能的同时, 还要达到保护环境, 避免环境污染, 节省能源, 降低资源消耗与浪费, 并且兼顾节省维护费用等要求, 这就使得具有优异的耐腐蚀性, 耐久性好的含氟聚氨酯涂料受到广泛欢迎。无论是露天环境, 还是极端的恶劣环境下, 亦或者在海洋盐雾、海水潮气、高温、高热、潮湿的霉菌环境, 都可以起到防腐蚀作用。

2 聚酰亚胺光固化涂料的应用领域

2.1 粉末涂料

聚酰亚胺光固化粉末涂料具有不含毒性, 并且不换溶剂以及不挥发有毒物质的特性, 因此属于环境友好型涂料。聚酰亚胺的光固性粉体涂层的使用效率很高, 可以将其完全的利用起来, 不管是直接使用, 还是循环使用。另外, 聚酰亚胺的光固性粉体涂层具有操作简便、制造速度快、节约成本等优点。粉末涂料的贮存和运输都非常安全和便利, 因而得到了人们的青睐。^[3]

目前, 国内粉体涂层的发展主要集中在: 航运行业和管线行业。本公司现有的钢管防腐涂层在储运稳定性和涂层可操作性上均有较大的发展空间和发展前景。

2.2 涂料

该漆是一种环保的水性漆, 也叫水性漆。聚酰亚胺光固化粉末剂是一种高饱满、高涂层强度、高耐磨、耐用年限长、颜色搭配更为便捷等优点聚酰亚胺光固化粉末漆因其环保性较强, 具有较高的环保性, 且具有较高的硫化速度; 无需使用反应稀释

液调整粘性, 无刺激; 容易地对镀膜厚度进行调节; 同时还考虑到了涂层的强度和柔韧程度, 使得 PAF 涂层在诸多涂层中独树一帜, 在诸多行业中备受青睐。^[4]

3 结束语

聚酰亚胺光固化粉末涂料是一种环保的涂层, 其发展潜力和广泛的使用范围。通过将粉体涂层和紫外线固化技术相融合, 从而达到一种全新的涂层工艺。或者是紫外光固化漆, 综合了油漆和光固性漆的优势, 得到了广泛的使用。聚酰亚胺树脂是未来光固性涂层发展的重要趋势。

参考文献

- [1] 唐建振, 余栋才, 吴光飞, 彭派潜, 丁小卫. 有机硅改性聚氨酯树脂、涂料及其制备方法[P]. 中国发明专利, CN111072881A, 2020.04.28.
- [2] 孙启龙 黄少蝉 李建宗 吴伟卿 涂伟萍, 有机硅改性聚氨酯[P]. 中国发明专利, CN1854165A, 2006-11-1.
- [3] 于海深, 丙烯酸酯改性聚氨酯的合成及应用研究[J]. 中国胶粘剂, 2009, 11, 18-11.
- [4] 冉岚, 丙烯酸酯改性聚氨酯的研究进展[J]. 2014, 08.

收稿日期: 2022年5月20日

出刊日期: 2022年6月30日

引用本文: 王振华, 杨剑挥, 陈友志, 冷良祯, 聚酰亚胺光固化涂料的研究进展[J]. 化学与化工研究, 2022, 2(1): 13-16
DOI: 10.12208/j.jccr.20220004

检索信息: 中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS