

# 电子产品窄边框粘接的生物基聚氨酯结构胶的应用

杨徐

(厦门联达兴技术有限公司, 福建 厦门 361026)

**【摘要】**随着 5G、人工智能、物联网技术的快速发展, 电子产品正不断趋于微型化、轻量化和多功能化。窄边框粘接作为电子产品组装的关键环节, 对粘合剂提出了更高的要求。本文介绍了生物基聚氨酯结构胶在电子产品窄边框粘接中的应用, 并探讨了其适应未来技术发展的潜力。结果表明, 生物基聚氨酯结构胶具有优良的超薄、超窄边框点胶工艺适应性, 能够有效满足电子元器件微型化、集成化的粘接需求, 为电子产品生产工艺的进一步优化提供了可能。

**【关键词】**电子产品; 窄边框粘接; 生物基聚氨酯结构胶; 应用

在 5G、人工智能、物联网等技术飞速发展的背景下, 电子产品正经历着一场前所未有的微型化、轻量化和多功能化变革。这一变革不仅体现在产品的外观和性能上, 更深入到每一个元器件和生产工艺的细节中。电子元器件的集成化使得组装过程需要更为精密的操作, 对粘合剂的超薄、超窄边框点胶工艺提出了更高的要求<sup>[1]</sup>。在这一趋势下, 生物基聚氨酯结构胶因其独特的性能和环保特性, 逐渐受到业界的关注。因此, 重点探讨生物基聚氨酯结构胶在电子产品窄边框粘接中的应用, 并分析其未来的发展趋势, 对于推动行业发展具有重要价值<sup>[2]</sup>。

## 一、电子产品窄边框粘接胶发展现状

在科技的迅猛发展下, 电子产品不断追求更轻、更薄、更小的设计。这一变革对电子制造中的粘合剂技术提出了更高的要求。窄边框设计作为这一趋势的关键技术, 需要特殊的粘接胶来满足其严苛的粘接要求。下面将详细论述电子产品窄边框粘接胶的发展历史、现状以及未来发展方向。自 21 世纪初以来, 随着电子产品的微型化和集成化程度不断提高, 窄边框设计逐渐成为主流。这使得传统的粘接胶无法满足新的粘接要求, 因此需要研发具有优异性能的新型粘接胶。在这个背景下, 聚合物材料成为研究的热点, 具有较高的粘接强度和耐温性能。然而, 由于聚合物材料的生产工艺复杂, 成本较高, 因此其在实际应用中受到限制<sup>[3]</sup>。目前, 生物基聚氨酯结构胶作为一种新型的窄边框粘接胶, 正逐渐受到市场的关注。相较于传统的硅胶和环氧树脂, 生物基聚氨酯结构胶具有环保、高性能的特点。据市场调研数据显示, 生物基聚氨酯结构胶的市场份额逐年增长, 预计未来几年将保持高速增长。这主要得益于其优异的粘接性能、耐候性和生物相容性。

然而, 生物基聚氨酯结构胶也存在一些问题, 例如, 生产成本较高, 限制了其广泛应用, 某些生物基聚氨酯结构胶的固化速度较慢, 影响了生产效率等<sup>[4]</sup>。

未来发展方向方面, 电子产品窄边框粘接胶将呈现以下趋势: 1. 高性能化。随着电子产品的不断升级换代, 对窄边框粘接胶的性能要求也将不断提高。未来的研究将致力于开发出具有更高粘接强度、更优良的耐温性能以及更广泛适用范围的新型粘接胶。2. 环保化。随着环保意识的日益增强, 无毒、环保的粘接胶将成为未来的主流。通过使用生物基材料、水性体系等环保原料, 降低生产过程中的环境污染。3. 自动化与精细化。为了满足电子产品组装工艺的日益精密, 对窄边框粘接胶的点胶工艺提出了更高的要求。未来的研究将更加注重开发高效、精准的点胶设备, 实现自动化与精细化的生产需求, 提高生产效率和产品质量。4. 新材料、新技术的应用。利用新材料如纳米材料、碳纤维等提高窄边框粘接胶的性能。例如, 结合新技术如 3D 打印、纳米制造等在生产工艺上进行创新, 优化产品结构。

## 二、电子产品窄边框粘接的生物基聚氨酯结构胶的应用价值

### (一) 提高粘接性能

生物基聚氨酯结构胶具有高粘接强度和良好的耐温性能, 可在各种复杂环境下保持稳定的粘接效果。其粘附力强, 能够满足窄边框设计的严苛要求, 有效提高电子产品的使用寿命和稳定性。与传统的硅胶和环氧树脂相比, 生物基聚氨酯结构胶在粘接强度和耐温性能方面表现更优异。这一特点使其成为电子产品制造中窄边框粘接的理想选择, 为产品提供了更可靠的粘接解决方案, 进一步提高了产品的质量和可靠性。

## （二）促进环保可持续发展

生物基聚氨酯结构胶采用生物基材料作为主要成分，生产过程中无毒无害，且可降解。这一环保特性使得生物基聚氨酯结构胶成为电子产品制造行业可持续发展的理想选择。随着全球环保意识的不断增强，电子产品制造行业对环保材料的需求持续增长。使用生物基聚氨酯结构胶有助于减少电子产品制造过程中的环境污染，降低碳排放，符合绿色制造的发展趋势。这不仅有利于企业的可持续发展，也为整个社会的环境保护做出了贡献，推动了行业的绿色发展。

## （三）优化生产工艺

生物基聚氨酯结构胶具有优良的流变性能和触变性，易于实现精确的点胶和施胶工艺。这为电子产品窄边框粘接提供了更大的灵活性，有助于实现自动化生产，提高生产效率。企业可以利用生物基聚氨酯结构胶的这一特性优化生产工艺，提高产能和降低能耗。通过自动化生产，企业可以减少人为因素对产品质量的影响，提高产品的一致性和可靠性。这为企业提供了竞争优势，使其在竞争激烈的市场环境中脱颖而出。

## （四）拓宽应用领域

除了在传统的电子领域中应用外，生物基聚氨酯结构胶在医疗器械、航空航天、汽车制造等领域也展现出广阔的应用前景。随着技术的不断创新和市场需求的不断扩大，生物基聚氨酯结构胶有望在更多领域得到应用。其优良的粘接性能和环保特性为各行业的创新发展提供了有力支持。在医疗器械领域，生物基聚氨酯结构胶可用于制造要求高强度粘接和耐久性的医疗设备。在航空航天领域，由于其优异的耐温性能和粘接强度，生物基聚氨酯结构胶可用于飞机和航天器的制造。在汽车制造领域，生物基聚氨酯结构胶可用于提高汽车零部件的粘接强度和耐久性，从而提高汽车的安全性和可靠性。

## 三、电子产品窄边框粘接的生物基聚氨酯结构胶结构分析及生产流程

### （一）电子产品窄边框粘接的生物基聚氨酯结构胶结构分析

生物基聚氨酯结构胶主要由聚合物树脂、填料、溶剂和交联剂等组成。其中，聚合物树脂是胶粘剂的主要成分，提供粘附力和柔韧性。常见的聚合物树脂包括聚酯、丙烯酸酯和环氧树脂等。填料的作用是增加胶粘剂的机械强度和耐热性，常用的填料包括玻璃纤维、碳纤维和陶瓷颗粒等。溶剂则用于溶解和稀释树脂和其他组分，使其易于施胶和涂布。

交联剂则通过与树脂发生化学反应，提高胶粘剂的内聚力和耐热性。

生物基聚氨酯结构胶的化学结构式如下：



其中，R 表示聚合物主链，可以是聚酯、丙烯酸酯或环氧树脂等；NHC00 表示氨基甲酸酯基团，是聚氨酯结构中的重要组成部分；R1 表示连接剂，可以是芳香族或脂肪族烃基等。

生物基聚氨酯结构胶在粘接过程中表现出优异的性能。它能够承受较大动负荷、静负荷并能长期使用，是一种理想的受力结构件胶接场合的胶粘剂。因其粘接力强、固化速度快、耐热性好、耐疲劳等特性使得它在电子产品窄边框粘接等领域得到广泛应用。

### （二）电子产品窄边框粘接的生物基聚氨酯结构胶生产流程

1. 原料准备（以每批产量 1 吨为例）。多元醇（ $C_nH_{2n+2}O$ ） $n=200-300$ kg，其中 n 值根据具体配方确定。

异氰酸酯  $R(NCO)_x$  150-250kg，其中 R 代表脂肪烃或芳香烃，x 代表异氰酸酯基团的数量。

交联剂 50-100kg，常用的是多胺类化合物，如乙二胺、三乙烯四胺等，化学式为  $H_2N(CH_2)_nNH_2$ ，其中 n 值根据具体配方确定。

填料 10-30kg，常用的填料有碳酸钙、滑石粉、玻璃纤维等，化学式根据具体物质而定。

催化剂适量，例如有机锡、胺类等化合物，化学式根据具体配方确定。

溶剂适量，常用的溶剂有醇类、醚类和酮类等，化学式根据具体物质而定。

2. 聚合反应。聚合温度 120-180℃，具体的聚合温度根据反应釜的工艺要求和配方确定；压力 2-5Bar，保持一定的反应压力有助于控制聚合反应的进行；聚合反应时间一般为 2-4 小时，确保聚合物分子链充分增长；转化率通常控制在 95% 以上，确保原料充分反应。

3. 混合与研磨。使用高效混合机，确保各组分均匀分散。研磨时，要使用砂磨机或球磨机进行研磨，使聚合物粒径分布均匀。粒径分布：经过混合与研磨后，胶粘剂的粒径分布通常控制在 1-5 μm 范围内。粘度一般控制在 2000-5000cps 之间，根据应用需求进行调整。

4. 包装与储存。包装容器要清洁干燥的塑料桶或铁桶，容量一般为 25kg 或 50kg。在使用过程中，要确保包装容器的密封性良好，防止胶粘剂受

表 1 本公司设计的生物基聚氨酯结构胶应用效果考核指标

| 指标名称        | 对应课题<br>(任务)   | 考核指标细节                                                                                                            |                                                                                                                   |                                                                                                              |
|-------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             |                | 立项时指标数据                                                                                                           | 中期评估指标数据                                                                                                          | 验收指标                                                                                                         |
| 某指标         | 课题 1 的<br>任务 2 | 90%                                                                                                               | 92%                                                                                                               | 95%                                                                                                          |
| 超薄、超窄<br>边框 |                | 厚度达到 7mm，左右显示黑<br>边达到 7.5mm                                                                                       | 厚度达到 7mm，左右显示黑<br>边达到 7.5mm                                                                                       | 厚度达到 7mm，左右显示黑边<br>达到 7.5mm                                                                                  |
| 显示漏光        |                | 使用 $\geq$ ND6% 进行判定通过                                                                                             | 使用 $\geq$ ND5% 进行判定通过                                                                                             | 使用 $\geq$ ND3% 进行判定通过                                                                                        |
| 显示异物点       |                | $D \leq 0.6\text{mm}$ ，且最多允许 5<br>点间距 $\geq 15\text{mm}$                                                          | $D \leq 0.5\text{mm}$ ，且最多允许 5 点<br>间距 $\geq 15\text{mm}$                                                         | $D \leq 0.4\text{mm}$ ，且最多允许 4 点间<br>距 $\geq 15\text{mm}$                                                    |
| 粘接强度        |                | 高温 $60 \pm 2^\circ\text{C}$ ，湿度<br>90%，高温状态下储存 24H<br>之后，使用拉拔测试仪，对<br>进行边框与背板粘胶处，长<br>度 50mm 的点位进行拉拔，<br>5kg 不脱落。 | 高温 $60 \pm 2^\circ\text{C}$ ，湿度<br>90%，高温状态下储存 48H<br>之后，使用拉拔测试仪，对<br>进行边框与背板粘胶处，长<br>度 50mm 的点位进行拉拔，<br>5kg 不脱落。 | 高温 $60 \pm 2^\circ\text{C}$ ，湿度<br>90%，高温状态下储存 48H<br>之后，使用拉拔测试仪，对进行<br>边框与背板粘胶处，长度 50mm<br>的点位进行拉拔，8kg 不脱落。 |

潮和污染。储存过程中，一般储存温度保持在 20-30℃，相对湿度不大于 70%，避免阳光直射和高温环境。在良好的储存条件下，生物基聚氨酯结构胶的保质期一般为 6 个月至 1 年。

四、电子产品窄边框粘接的生物基聚氨酯结构胶应用实践

常规的液体胶或其他固定方式厚度最小只能做到 10mm，边框显示黑边只能做到 11mm。且常规的液体胶无法满足细、小的空间需求，使用 Mylar 也会面临着工序繁琐、凝固时间久漏液影响外观等问题。因此，本公司产品改变以往的生产工艺，选择了创新生产方式。

1. 使用生物基热熔胶替代传统贴遮光 Mylar 和手工填补填缝剂。本项目创新结合生物基热熔胶特性，通过自行设计全自动点胶设备及辅助治具可以实现细小的点胶，助于窄边框设计，节约人工贴胶和填缝的手工成本。传统的工艺因受材料特性限制，产品密闭性差，容易造成外界灰尘、水汽等杂质侵入，影响产品的显示效果。本项目拟采用生物基热熔胶可实现粘结区域的 100% 的高效填充，提供产品零件的整体贴合度及密闭性，保持了屏幕的洁净度，从而可实现显示效果的异物点由常规的国标提升到超越常规的国标。同时，本项目采用生物基热熔胶的特性，大幅提升边框和背板之间的粘接强度，从而使最终的成品的强度提升一倍。

2. 自制全自动点胶设备，相比传统垂直点胶设计，可实现细小直径 0.3mm 以内的胶量，实现小面积内部的胶量粘结和暗场漏光的解决。传统的点胶设备

/ 工艺，产品缝隙主要在侧边，无法达到针对胶的加热、小胶量以及倾斜角的点胶工艺。本项目自制全自动点胶设备具有胶的加热、胶量控制、X/Y/Z 三轴行程及速度控制、点胶阀 45° 斜角的创新性，可以实现细小及多角度的高效点胶工艺，实现小空间的点胶工艺。本公司设计的生物基聚氨酯结构胶应用效果详情见表 1。

本文根据合格的高端生物基聚氨酯热熔胶在实际壳体中进行小批量测试，并积极开展产品批次稳定性验证，最终得出了可靠的结果。由表 1 中的粘接强度、超薄、超窄边框等指标来看，本公司的生物基聚氨酯热熔胶符合使用要求，应该大力推广应用。

参考文献：

[1] 世晨材料技术（上海）有限公司. 生物基双组分聚氨酯结构胶 :CN202210639377.6[P].2022-11-01.  
[2] 张诚诚,杨涛,许伟春,等. 生物基自修复聚氨酯的制备及其性能表征 [J]. 工程塑料应用,2023,51(3):7-14.  
[3] 王岩森,侯丹丹,祁丽亚,等. 水性聚氨酯增强聚乙烯醇凝胶材料的制备及性能 [J]. 石油化工,2023,52(4):498-506.  
[4] 黄劭,冯兆华,陈容爱,等. 生物基丙烯酸酯改性水性聚氨酯的制备及对液体车衣性能的影响 [J]. 中国涂料,2023,38(6):13-18,34.

作者简介：杨徐（1978.07—），男，汉族，福建厦门人，本科，研发，从事电子产品研发工作。