

丙烯酸结构胶

丙烯酸结构胶的特点和最新进展

在各种工业应用中，结构胶可以取代焊接、螺栓、螺钉、点焊和其他传统零部件。环氧结构胶历来被用于这些类型的应用，因为它们具有高强度和出色的耐用性能。然而，由于许多原因，使它们更容易在生产环境中使用，丙烯酸结构胶正在成为许多永久粘合组件的首选。本文讨论了丙烯酸与环氧胶粘剂的特点和优点，描述了丙烯酸结构胶的三种主要类型，并介绍了一系列相对较新的丙烯酸胶粘剂（基于专利固化技术），与传统丙烯酸结构胶相比，这些胶粘剂具有显著的优势。

与传统机械连接技术（如焊接、铆钉、螺钉、点焊和螺栓）相比，结构胶有很多潜在的优势。该列表包括以下特点：(1) 在整个粘合区域提供均匀的负载分布，以尽量减少应力集中，(2) 无需钻孔、在扭曲的基材上进行返工、去除保护层或以其他方式修复机械连接在一起的受损材料；(3) 允许使用重量较轻的材料，(4) 减少总劳动成本，提供密封，防止水分侵入，(6) 粘合不同的材料，(7) 减少电化学腐蚀的可能性，以及(8) 由于粘合线较为隐蔽，允许独特设计和改进外观。下图显示了与具有相同粘合面积的几种机械零部件相比，结构粘胶剂可能具有更高的搭接剪切强度。

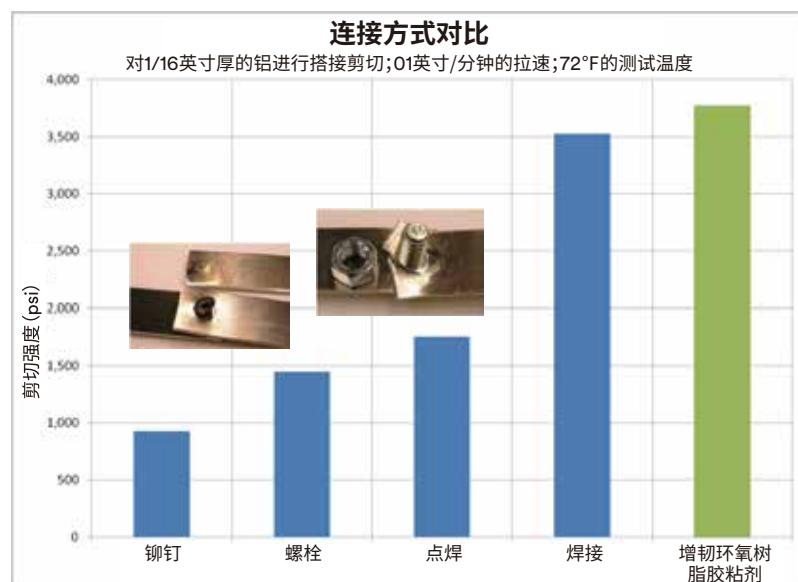


图1:总粘合强度的比较

实际上,有几种不同类型结构胶都可提供出色的持粘性和出色的长期耐久性,但对于大多数工业粘合应用来说,迄今为止最常见的类型还是双组分环氧树脂和丙烯酸结构胶。这些胶粘剂有两种成分(B部分=基质和A部分=促进剂),将它们混合在一起后,可启动室温下固化。它们的使用范围可以从低粘度(便于流动和润湿表面)到糊状粘度(在应用过程中保持高的非凝固性)。它们通常也有多种固化速度、颜色和机械性能可供选择,这可能会影响它们对某些材料的粘附程度。这些胶粘剂的应用包括:(1) 粘合卡车和轨道车的侧板和地板材料;(2) 将家具的框架和表面组装在一起;(3) 粘合大型空气处理装置的地板和排水盘;(4) 组装笔记本电脑外壳;以及(5) 组装体育设备,如高尔夫球杆、棒球棒和滑雪板。

环氧树脂和丙烯酸结构胶均可用于这些应用,但这两种胶粘剂的化学性质在使用特性和最终性能上也有显著差异。环氧树脂胶粘剂通常有以下好处。

1. 粘合强度和整体性能极高
2. 最佳耐用性(耐高温、耐溶剂、耐恶劣环境)
3. 具有最广泛的性能(操作时间、固化速度、粘度、灵活性、韧性)
4. 对金属、玻璃和木材有优异的粘接能力
5. 可在室温储存,保质期长

如果环氧树脂结构胶与给定表面处理材料的粘接良好,那么环氧树脂产品通常能提供任何结构胶中最高性能和耐久性。下图显示了铝搭接剪切粘合在暴露于各种溶剂和环境条件后的强度保持率,可以看到环氧树脂胶粘剂的耐受性比丙烯酸结构胶更好(并且都优于聚氨酯胶粘剂)。

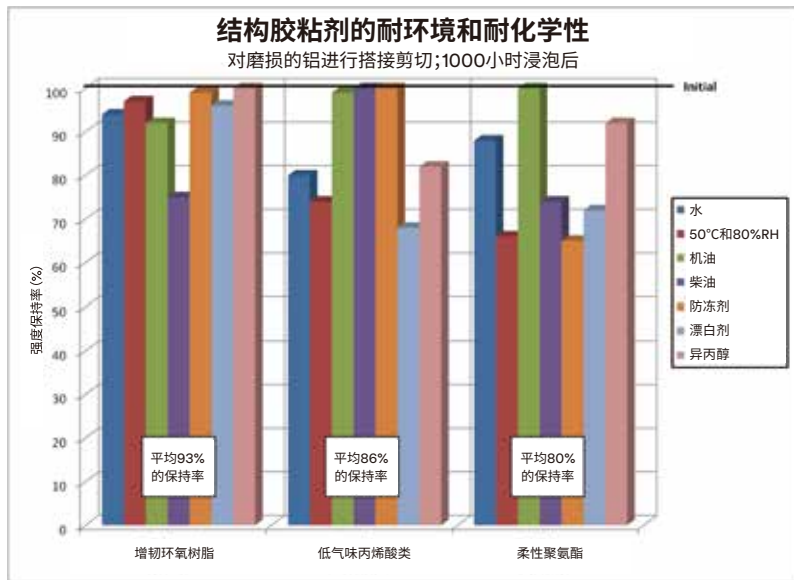


图2: 在暴露于各种溶剂和环境后仍能保持的强度

但是, 使用环氧树脂结构胶时, 有几个细节是这种胶粘剂化学的缺点, 特别是与丙烯酸胶粘剂相比:

1. 需要清洁、粗糙、干燥的表面 (精细的表面处理)
2. 固化速度慢得多 (对于相同的操作时间)
3. 对普通塑料和油漆系统的附着力较低

在大多数工业应用中, 环氧树脂胶粘剂的典型表面处理方法包括 (1) 使用丙酮或异丙醇 (IPA) 进行溶剂清洁, 以去除油、污染物和指纹, (2) 用砂纸或Scotch-Brite™垫进行喷砂或轻度研磨, 然后用溶剂擦拭以去除研磨碎屑。相反, 丙烯酸结构胶通常无需或只需极少的表面处理即可提供相同水平的粘合强度, 包括粘合到轻微油性的表面, 如使用磨光油的冷轧钢上。下一页的图表显示了表面处理效果的显著差异。使用环氧树脂胶粘剂后, 收到的铝部件搭接剪切强度效果大大增加, 从没有表面处理的约1,000 psi, 到对铝件表面进行化学蚀刻的近5,500 psi。另一方面, 在所有的表面处理技术中, 与丙烯酸胶粘剂的粘合力 and 粘合强度基本上是恒定的, 在测试过程中, 所有理想的胶粘剂都出现了内聚破坏。虽然最终用户在使用胶粘剂之前应始终清洁和准备良好表面, 但如果没有进行适当的表面处理, 丙烯酸胶粘剂将拥有更加良好的兼容性。

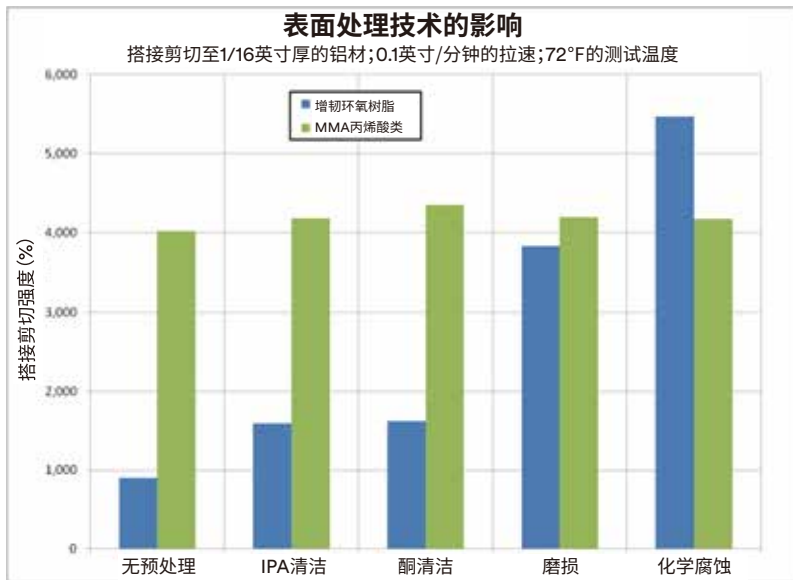


图3: 表面处理对粘合强度的影响

对于具有相同操作时间或活性期（混合和涂抹胶粘剂并将部件组装在一起的时间）的结构胶，环氧树脂胶粘剂的固化速度比丙烯酸胶粘剂慢得多。典型的“5分钟环氧树脂”可提供大约5分钟的操作时间，但通常需要大约20分钟才能达到“操作强度”= 50 psi搭接剪切强度，大约需要2-3小时才能达到“结构强度”= 1,000 psi搭接剪切强度。有一些丙烯酸结构胶具有相同的5分钟操作时间，其固化速度更快，只需10-15分钟即可提供所需的结构强度。下图显示了自混合两种成分并将其粘合在一起后，搭接剪切强度的建立与固化时间的关系，从而证明了固化速度的巨大差异。

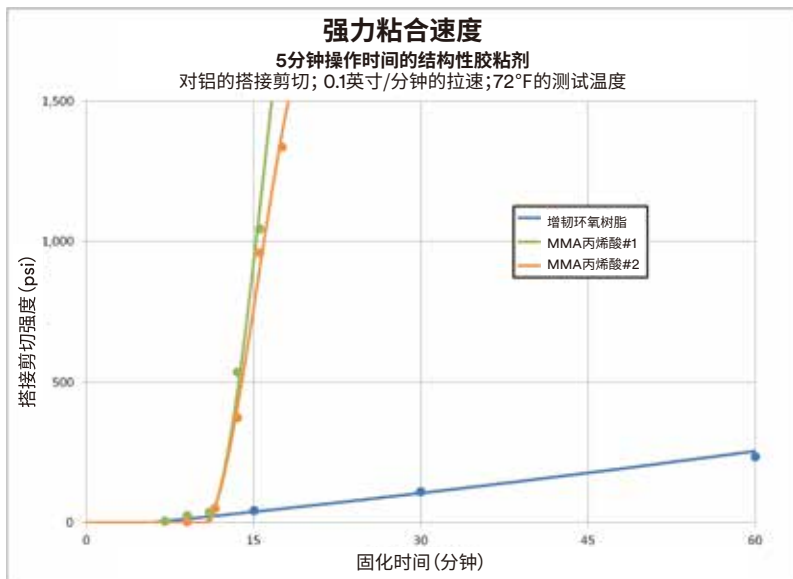


图4: 丙烯酸结构胶与环氧树脂结构胶的强力粘合速度通过适当的表面处理, 环氧结构胶通常会对裸露的金属、玻璃和某些类型的复合材料、塑料、粉末涂层和油漆提供优异的粘接能力。然而, 丙烯酸结构胶通常会粘合所有这些以及更多类型的聚合物材料。甚至有一些独特的配方可以粘合低表面能 (LSE) 的塑料, 如聚乙烯、聚丙烯和聚四氟乙烯, 而不需要特殊的表面处理技术。丙烯酸胶粘剂还可以粘合更多类型的粉末涂料和涂料系统, 这些涂料越来越常见, 也越来越难以粘合。唯一有时会对丙烯酸胶粘剂产生问题的材料是裸露的木材、柔性橡胶和混凝土--环氧树脂胶粘剂在这些特定的表面上通常表现更好。

虽然目前市场上几乎所有丙烯酸结构胶都含有相同的活性单体, 但终端用户应该认识到, 实际上有三大系列的丙烯酸胶粘剂具有截然不同的特性:

1. MMA (甲基丙烯酸甲酯) 丙烯酸

- a. 优异的粘接能力和冲击强度, 特别是在金属上
- b. 气味强烈, 易燃

2. 低气味丙烯酸类

- a. 优异的粘接能力和冲击强度, 特别是在塑料上
- b. 低气味, 不易燃

3. 低表面能丙烯酸材料

对低表面能 (LSE) 塑料 - 聚乙烯、聚丙烯、热塑性烯烃 (TPO) 和聚四氟乙烯具有优异的粘接能力

所有这些丙烯酸结构胶类型都提供了卓越的粘合强度和耐用性——几乎与环氧树脂胶粘剂相同——但其优点是固化速度更快、对表面处理不太敏感, 而且可以粘接更多类型的材料。下一页的两张图显示了几种不同材料的典型搭接剪切强度, 在金属和环氧树脂复合材料上有很高的粘合强度值和所有的内聚破坏失效模式 (固化的胶粘剂裂开), 而在塑料和聚酯复合材料上所有的基材破坏失效模式 (测试板破裂)。测量值的任何差异都是由于胶粘剂本身的内聚强度或机械性能造成的, 但所有结果都显示出胶粘剂对所有材料都有优异的粘接能力。

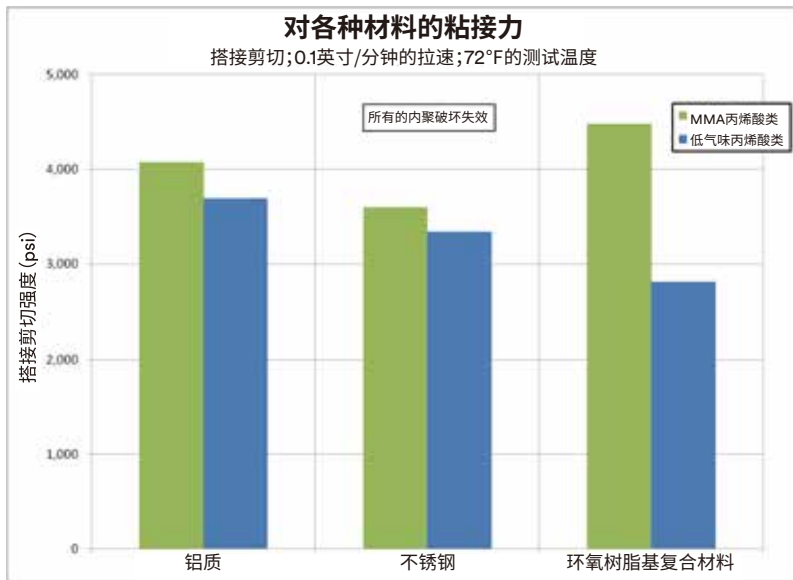


图5: 金属和环氧树脂基复合材料的粘合强度

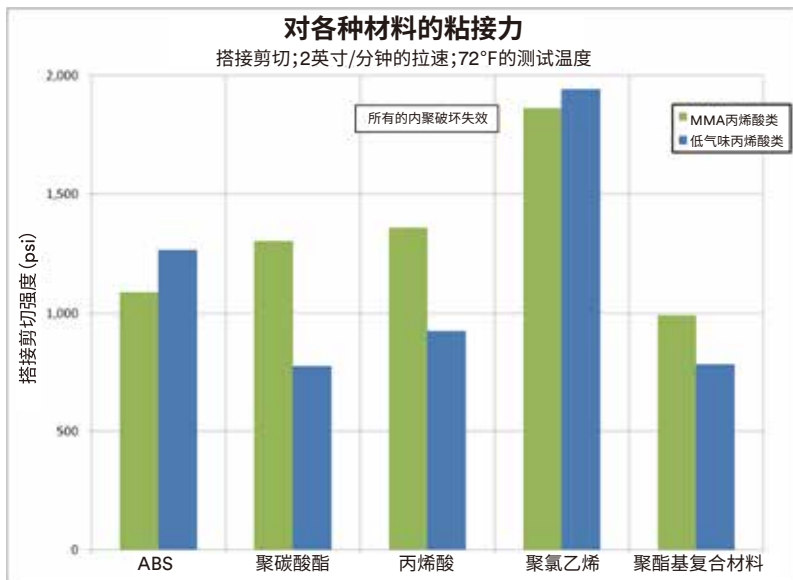


图6: 对塑料和聚酯基复合材料的粘合强度

当然, 丙烯酸胶粘剂也不是完美的, 这些产品也存在一些缺陷, 尤其是MMA丙烯酸系列。这些潜在的缺陷包括:

1. 强烈的气味 (需要更多的通风; 可能出现工人健康问题)
2. 易燃 (应存放在易燃储物柜中)
3. 固化后的胶粘剂特性是刚性 (需要增韧)
4. 较低的高温限制 (丙烯酸树脂为200-250°F, 环氧树脂为300-350°F)
5. 冷藏 (需要或推荐)

保质期更短 (丙烯酸树脂为6-12个月, 环氧树脂为15-24个月)

下图显示了这些限制的示例，与环氧树脂胶粘剂相比，典型的丙烯酸结构胶的最高操作温度限制较低。

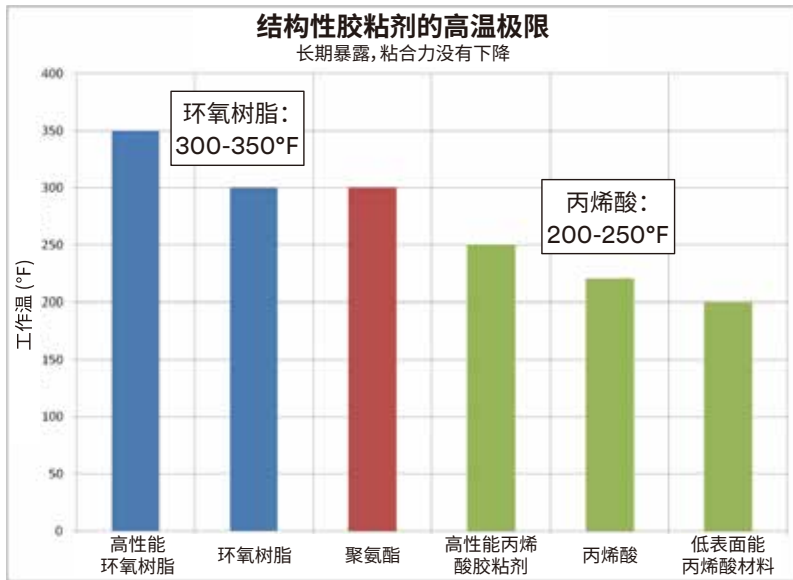


图7: 不同胶粘剂化学成分的最大连续工作温度限制

为了解决标准丙烯酸胶粘剂的这些问题，提高它们的整体性能，并使这些胶粘剂在生产环境中更加方便使用，3M™发明了一个创新性的世界性“下一代结构性丙烯酸胶粘剂”系列。这些丙烯酸胶粘剂使用基于牙科修复产品中使用的固化系统的促进剂 - 但针对工业级应用进行了改进。这种固化剂促进剂为这些新的丙烯酸结构胶赋予了许多独特的功能，包括：

1. 高韧性、剥离强度和抗冲击性
2. 更好的耐高温性（最高工作温度可达300°F）
3. 室温存储
4. 18个月的保质期
5. 适当混合比例和两种组分充分混合的颜色指示
6. 包含玻璃间隔珠，以控制粘合线的厚度

这一创新的胶粘剂系列产品包括“MMA丙烯酸”和“低气味丙烯酸”两个系列，但不包括“LSE丙烯酸”产品，这些产品仍然具有独特的粘合聚烯烃和聚四氟乙烯的能力，并无需进行额外的表面处理。下一页的图表展示了这些胶粘剂的一些独特性能属性。这两项测试都是衡量固化胶粘剂的“韧性”--即在冲击或剥离负荷下吸收能量的能力，以及内部内聚力强度。

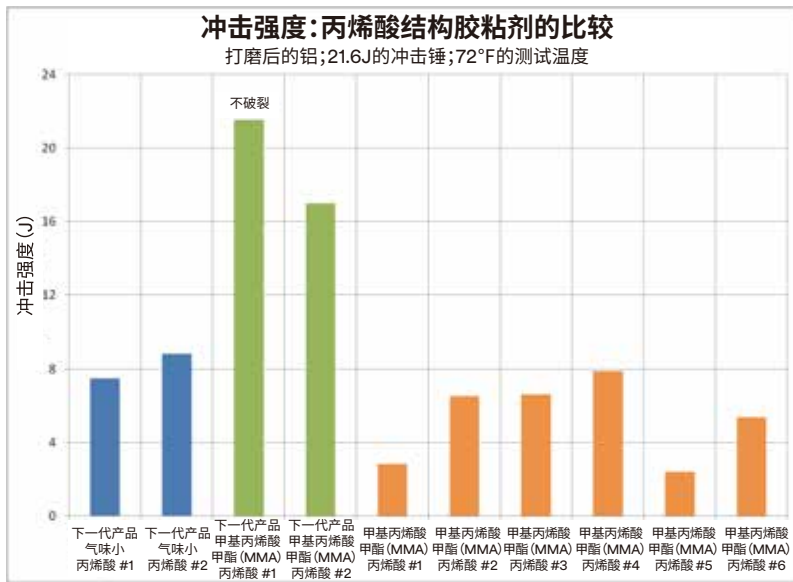


图8: 各种丙烯酸结构胶抗冲击性能比较

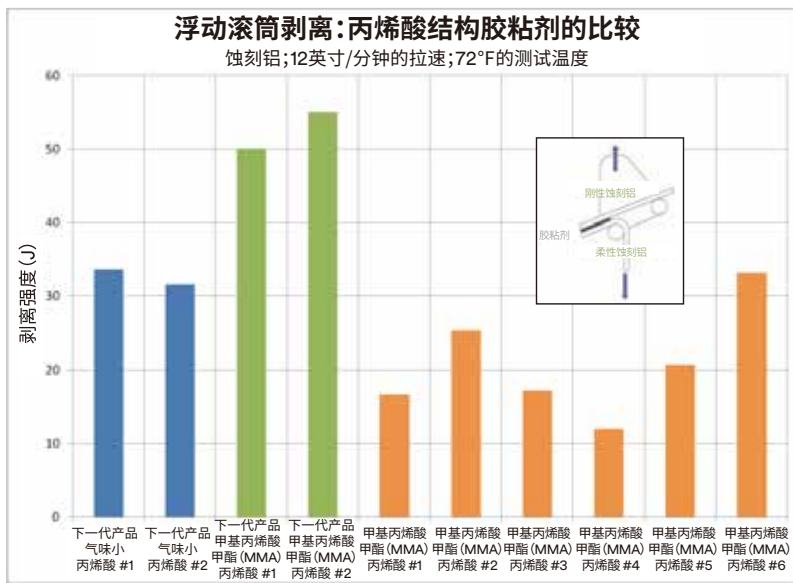


图9: 各种丙烯酸结构胶的剥离强度比较

无论是研究固化胶粘剂的抗冲击性还是剥离强度性能, 新型“低气味丙烯酸酯胶粘剂”的性能几乎等同于或优于所有竞争性丙烯酸结构胶, 而新型“MMA丙烯酸”胶粘剂与同类产品相比, 具有更强的韧性。事实上, 经受摆锤式冲击试验的粘合铝搭接剪切试样通常会导致铝板变形, 但胶粘剂仍然结构完整。

除了出色的性能外, 这些下一代结构性丙烯酸胶粘剂还具有出色的耐久性和对各种环境条件优异的耐环境性能。下图显示了铝板和PVC板的搭接剪切强度保持率, 在将固化的胶粘剂连续暴露在恶劣环境中1,000小时(约6周), 然后从这些条件下取出后立即拉动样品, 实验发现在几乎所有情况下粘接材料都具有出色的强度保持率。除了极少数情况(如连续暴露在丙酮、MEK或高温水中), 新的丙烯酸胶粘剂对溶剂、化学品和高温/湿度都具有出色的抗性。

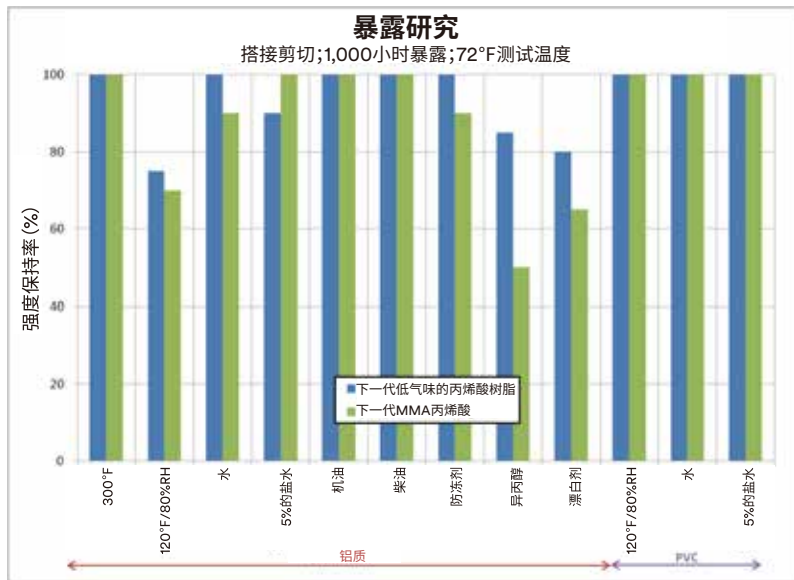


图10: 长期暴露在各种条件下的搭接剪切强度保持率

丙烯酸结构胶的产品易于使用, 有多种包装选择。它们通常有小尺寸和大尺寸的双组分滤芯, 并配有手动或气动的手持式涂抹器, 以及固定在筒体末端的静态混合喷嘴, 以确保在分配时彻底混合两种成分。滤芯系统可以最大限度地减少了胶粘剂的浪费, 而且结构紧凑, 便于携带。

除此之外, 也可以使用合格的设备供应商提供的计量混合分配器, 将丙烯酸胶粘剂装在散装容器中, 用于大批量应用。

概要

丙烯酸结构胶是能力极强的永久性粘接产品，其性能和耐久性接近于环氧树脂胶。随着下一代结构性丙烯酸胶粘剂的推出，它们现在具有很多独特的功能，使它们更易于在制造过程中使用：

1. 对是否需要适当的表面处理不太敏感
2. 更快的固化速度
3. 可与更多类型的材料粘合
4. 更长的保质期
5. 室温存储
6. 低气味的选择

技术信息：本文包含的技术信息、建议和其他声明均基于3M认为可靠的测试或经验，但3M不确保这些信息的准确性和完整性。

产品用途：许多超出3M控制范围，以及属于用户所了解与控制范围内的因素，都会影响3M产品在某一用途中的使用和性能。考虑到存在影响3M产品的使用和性能的各种因素，用户应自行负责评估3M产品，并决定其是否适用于某一特定用途以及是否适合用户的应用方法。

保修、有限补救和免责声明：除非在适用的3M产品包装或产品手册中另有明确表述的额外保修条款，3M仅保证每件3M产品在发货时满足适用的3M产品规格。3M不作任何明示或暗示的保证或条件，包括但不限于任何隐含的适销性或适用特定用途的保证或条件，或因交易过程、习惯或贸易惯例而产生的任何隐含保证或条件。若3M产品无法满足该保修条款，则唯一的补偿是由3M决定，更换该3M产品或返还该3M产品的花费。

赔偿责任的限制：除非法律禁止，否则3M公司不承担因使用3M产品而造成的任何直接、间接、特别、偶然或必然性损失或损害责任，无论法理如何定性，包括担保、合同、疏忽或严格责任。

3M

3M中国有限公司

总办事处

上海市上海市虹桥开发区兴义路8号万都中心38楼

邮编：200336 电话：86-21-62753535

传真：86-21-62752343

网址：www.3M.com.cn

3M, Scotch-Weld和Scotch-Brite是3M公司的商标。

© 3M 2015