



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104371632 B

(45) 授权公告日 2016.06.29

(21) 申请号 201410596584.3

C08G 18/10(2006.01)

(22) 申请日 2014.10.30

(56) 对比文件

(73) 专利权人 苏州天山新材料技术有限公司
地址 215100 江苏省苏州市吴中经济开发区
旺山工业园友翔路 40 号

CN 102559126 A, 2012.07.11,
CN 102504708 A, 2012.06.20,

审查员 刘琼琼

(72) 发明人 罗志 郑小瑰

(74) 专利代理机构 南京众联专利代理有限公司
32206

代理人 周新亚

(51) Int. Cl.

C09J 175/08(2006.01)

C09J 11/04(2006.01)

C08G 18/76(2006.01)

C08G 18/66(2006.01)

C08G 18/48(2006.01)

C08G 18/36(2006.01)

权利要求书1页 说明书6页

(54) 发明名称

粘接纤维增强塑料的双组份聚氨酯胶粘剂及其使用方法

(57) 摘要

本发明公开了一种粘接纤维增强塑料的双组份聚氨酯胶粘剂及其使用方法,包括树脂 A 组份及固化剂 B 组份, A 组分的组成及质量百分比为: 40 ~ 70% 的多异氰酸酯化合物、2 ~ 20% 的聚氨酯预聚物、0 ~ 10% 的除水剂、0 ~ 30% 的填料以及 0 ~ 15% 的增塑剂; B 组分的组成及质量百分比为: 5 ~ 40% 的聚醚多元醇、20 ~ 70% 的疏水性多元醇、1 ~ 5% 的硅烷偶联剂、2 ~ 15% 的树脂、0.05 ~ 0.5% 的催化剂、0 ~ 10% 的分子筛、0 ~ 20% 的填料。该胶粘剂对玻璃纤维增强塑料有良好的粘接, 在无表面处理(打磨、底涂、等离子、火焰等)的条件下, 对 SMC 基材的粘接能达到高度的 ($\geq 80\%$) 纤维撕裂破坏。

1. 一种粘接纤维增强塑料的双组份聚氨酯胶粘剂,包括两组分开包装的树脂A组份及固化剂B组份,其特征是所述的A组份的组成成份及质量百分比为:40~70%的多异氰酸酯化合物、5~10%的聚氨酯预聚物、0~10%的除水剂、0~30%的填料以及0~15%的增塑剂;所述的B组份的组成成份及质量百分比为:5~40%的至少一种聚醚多元醇、20~70%的至少一种疏水性多元醇、1~5%的至少一种硅烷偶联剂、2~15%的树脂、0.05~0.5%的催化剂、0~10%的分子筛、0~20%的填料,所述树脂A组份和固化剂B组份使用时按比例混合,A组份和B组份中NCO/OH比例为1.2:1~1.35:1。

2. 根据权利要求1所述的粘接纤维增强塑料的双组份聚氨酯胶粘剂,其特征是A组份中多异氰酸酯化合物包括甲苯二异氰酸酯、二甲苯甲烷二异氰酸酯、1,6-己二异氰酸酯,异佛尔酮二异氰酸酯,聚合MDI,碳二亚胺改性MDI,是其中一种或者多种的混合物。

3. 根据权利要求1所述的粘接纤维增强塑料的双组份聚氨酯胶粘剂,其特征是其中所述的多异氰酸酯化合物包括至少一种芳香族异氰酸酯化合物。

4. 根据权利要求1至3任一项所述的粘接纤维增强塑料的双组份聚氨酯胶粘剂,其特征是A组份中聚氨酯预聚物是二异氰酸酯与异氰酸酯反应性化合物反应得到的端异氰酸酯产物。

5. 根据权利要求4所述的粘接纤维增强塑料的双组份聚氨酯胶粘剂,其特征是所述的二异氰酸酯是甲苯二异氰酸酯、二甲苯甲烷二异氰酸酯、1,6-己二异氰酸酯,异佛尔酮二异氰酸酯中的一种或多种混合物。

6. 根据权利要求1所述的粘接纤维增强塑料的双组份聚氨酯胶粘剂,其特征是B组份中的聚醚多元醇为二官能度以上、1000分子量以下的聚醚多元醇。

7. 根据权利要求1所述的粘接纤维增强塑料的双组份聚氨酯胶粘剂,其特征是B组份中的聚醚多元醇为三官能度、500分子量以下的聚醚多元醇。

8. 根据权利要求1所述的粘接纤维增强塑料的双组份聚氨酯胶粘剂,其特征是B组份中的疏水多元醇的官能度为2-6,是聚碳酸酯多元醇、聚丁二烯多元醇或油脂多元醇中的一种或混合物。

9. 根据权利要求1所述的粘接纤维增强塑料的双组份聚氨酯胶粘剂,其特征是其特征是所述的A组份的组成成份及质量百分比为:55%的多异氰酸酯化合物、10%的聚氨酯预聚物、3%的除水剂、20%的填料以及12%的增塑剂;所述的B组份的组成成份及质量百分比为:20%的聚醚多元醇、55%的疏水性多元醇、2%的硅烷偶联剂、5%的树脂、0.1%的催化剂、5%的分子筛、12.9%的填料。

10. 一种如权利要求1或2或3或6或7或8或9所述的粘接纤维增强塑料的双组份聚氨酯胶粘剂的使用方法,其特征是所述方法包括:

- a) 在车辆装配时,先用酒精把顶棚、车身板件清洗干净,确保基材干燥、无尘、无油脂;
- b) 然后用施胶设备在样件上打上一层连续的胶条,利用工装把基材固定,施加压力于夹具上确保一个紧密的接头;
- c) 压出多余的残胶,室温固化30min后将多余的胶清理,待固化强度生成后,车辆重回生产线进行下一步工序。

粘接纤维增强塑料的双组份聚氨酯胶粘剂及其使用方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种粘接纤维增强塑料的双组份聚氨酯胶粘剂,属于聚氨酯胶粘剂技术领域,该胶粘剂对玻璃纤维增强塑料具有良好的粘接效果。

背景技术

[0002] 汽车工业发展的趋势要求汽车构件轻量化,使用高性能轻质材料是重要途径。近年来,汽车上用复合材料和塑料代替钢板的技术发展很快,特别是高强度的玻璃纤维增强塑料(FRP),例如片状模塑复合材料(SMC)、树脂转移模塑复合材料(RTM)等被广泛应用于汽车上。然而SMC和RTM材料不便使用传统的焊接技术与车身构架组装,这些零部件需要用聚氨酯胶粘剂进行粘接装配。

[0003] 早在1967年美国Goodyear公司就将双组分PU胶用于载重汽车的SMC发动机罩的粘接。随后美国通用汽车公司、福特汽车公司等相继用PU胶对大型载重卡车的SMC部件进行粘接,接着又推广到FRP部件的粘接。1977年福特汽车公司又采用聚氨酯系列胶粘剂用于轿车的发动机盖、驾驶室顶盖、车门板等零部件的粘接。日本20世纪70年代从美国引进聚氨酯胶粘剂技术,应用于丰田汽车公司轿车的生产中。

[0004] 目前,用于汽车零部件(SMC等基材)的粘接一般都是双组份PU胶粘剂,它能承受较大的动态负荷和静态负荷。在玻璃纤维增强复合材料的生产中,一般会加入少量脱模剂便于脱模成型,这类小分子的脱模剂容易渗析到基材表面,对粘接造成不利影响。国内厂家通常的粘接工艺是先对纤维增强塑料表面打磨,或者用等离子体/火焰处理,表面清洗干净后再进行粘接。然而,打磨会产生大量的粉尘,不利于车间生产环境,对作业工人造成健康危害;等离子体/火焰处理会消耗大量的能源,需要额外增加设备投资。

[0005] 另一个经常遇到的问题是聚氨酯胶粘剂在常温下固化慢,为了满足生产节拍,一般会加温加速胶粘剂的固化;然而聚氨酯胶粘剂在高温下固化容易产生气泡,影响到粘接强度并且有可能导致界面破坏,而不是理想的胶粘剂内聚破坏或基材破坏。加温固化也会消耗大量的能源,需要额外增加设备投资。

[0006] 国外已有专利报道双组份聚氨酯胶粘剂可用于纤维增强塑料的粘接。例如美国专利US3714127中介绍了一种双组份聚氨酯胶粘剂,配合底涂施工,对纤维增强塑料有很好的粘接效果。中国专利CN 103261252 A中介绍了一种双组份聚氨酯胶粘剂,在加热到65℃或更高时迅速固化,与纤维增强塑料(SMC),即使在无底涂漆应用中使用的情况下,粘接破坏倾向期望的纤维撕裂模式。

[0007] 现有技术粘合剂具有下列缺点:需要对纤维增强塑料基材进行一定的表面处理(机械打磨、底涂、等离子、火焰等)后,才能确保有效粘结。即使无需表面处理,需要经过热处理固化来促进粘合贴合。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于提供一种用于粘接纤维增强复合塑料的双组份聚氨酯胶粘剂,

所述胶粘剂由异氰酸酯组成的树脂A组份和多元醇组成的固化剂B组份构成。A和B组份分开储存,使用时按照一定比例混合均匀施胶。

[0009] 树脂A组份是包含多异氰酸酯化合物的混合物,包含40~70 wt.%的多异氰酸酯化合物、2~20 wt.%的聚氨酯预聚物,并具有14%~21 wt.%的平均NCO含量,还包含0~10 wt.%的除水剂、0~30 wt.%的填料、0~15 wt.%的增塑剂。所述异氰酸酯化合物的混合物平均NCO含量优选17~19 wt.%。

[0010] 固化剂B组份是包含多元醇的混合物,所述多元醇包含5~40wt.%的至少一种聚醚多元醇、20~70 wt.%的至少一种疏水性多元醇、1~5 wt.%的至少一种硅烷偶联剂、2~15 wt.%的树脂、0.05~0.5 wt.%的催化剂、0~10 wt.%的分子筛、0~20 wt.%的填料。

[0011] 所述胶粘剂A和B组份分开储存,具有优异的储存稳定性。A组分以及B组份中的NCO/OH比例均为1.05:1~1.5:1,过量的异氰酸酯在无底涂粘合体系中提供良好的粘接力。该胶粘剂对玻璃纤维增强塑料有良好的粘接,在无表面处理(打磨、底涂、等离子、火焰等)的条件下,对SMC基材的粘接能达到高度的($\geq 80\%$)纤维撕裂破坏。本发明的双组份聚氨酯胶粘剂是可流动的,具有良好的触变性,在纤维增强塑料上有很好的粘接。该胶粘剂还具有几个理想的性质,在常温下A/B组份混合后可快速固化,快速生成一定的强度;施胶过程中压合的多余量残胶容易清除;A/B组份分开储存,具有良好的储存稳定性。

[0012] 本发明提供所述双组份聚氨酯胶粘剂在粘接纤维增强塑料,特别适用于载重车/卡车等商用车SMC发动机罩、顶棚和车身板上复合材料的粘接应用,乘用车车身板件复合材料的粘结。

[0013] 本发明还提供该胶粘剂对纤维增强塑料粘合的方法,所述方法包括:a)在车辆装配时,先用酒精把顶棚、车身板件清洗干净,确保基材干燥、无尘、无油脂;b)然后用施胶设备在样件上打上一层连续的胶条,利用工装把基材固定,施加压力于夹具上确保一个紧密的接头;c)压出多余的残胶,室温固化30min后将多余的胶清理,待固化强度生成后,车辆重回生产线进行下一步工序。

[0014] A组份中所述异氰酸酯混合物包括至少一种多异氰酸酯单体和至少一种聚氨酯预聚物。聚氨酯预聚物是由异氰酸酯化合物和异氰酸酯反应性化合物反应得到的端异氰酸酯产物。

[0015] 多异氰酸酯单体是指每分子至少含有2个异氰酸酯基(-NCO)的化合物,并且没有氨基甲酸酯或脲键。多官能团异氰酸酯单体可以是芳香族或者脂肪族多异氰酸酯化合物,例如甲苯二异氰酸酯(TDI)、4,4-二甲苯基甲烷二异氰酸酯(MDI)、六亚甲基二异氰酸酯(HDI)、异佛尔酮二异氰酸酯(IPDI)、六亚甲基二异氰酸酯三聚体、多亚甲苯多亚甲基多异氰酸酯(PMDI)、间苯二甲基二异氰酸酯。

[0016] 所述多异氰酸酯单体优选聚合MDI,它实际上是一种含有不同官能度的多亚甲基多苯基多异氰酸酯的混合物。优选聚合MDI占A组份中至少40 wt.%。

[0017] 所述异氰酸酯混合物至少包括一种或多种聚氨酯预聚物,是二官能团异氰酸酯与异氰酸酯反应性化合物的反应产物。二异氰酸酯可以是甲苯二异氰酸酯(TDI)、4,4-二甲苯基甲烷二异氰酸酯(MDI)、六亚甲基二异氰酸酯(HDI)、异佛尔酮二异氰酸酯(IPDI)中的一种或混合物。

[0018] 所述聚氨酯预聚物至少包括一种二异氰酸酯与聚醚多元醇或硅烷偶联剂反应的

端异氰酸酯反应产物。其中优选分子量为2000至5000的聚醚多元醇；硅烷偶联剂是 γ -巯基丙基三甲氧基硅烷、 γ -巯基丙基三乙氧基硅烷、 γ -氨基丙基三甲氧基硅烷、 γ -氨基丙基三乙氧基硅烷、氨基乙基三甲氧基硅烷、苯胺丙基三甲氧基硅烷中的一种或混合物，优选 γ -氨基丙基三甲氧基硅烷。

[0019] A组份中异氰酸酯混合物可以通过以下方法制得：先将异氰酸酯反应性化合物(包括分子量为2000至5000的聚醚多元醇或硅烷偶联剂)与二异氰酸酯单体反应，制备聚氨酯预聚物；然后将得到的预聚物与多异氰酸酯单体混合均匀，得到A组份中异氰酸酯最终混合物。

[0020] 固化剂B组份是包含多元醇的混合物，至少包含两种组份：至少一种聚醚多元醇和至少一种疏水多元醇。选择多种多元醇，可以保证胶粘剂有稳定的粘合，高的机械稳定性，还使胶粘剂具备足够的疏水性。

[0021] 聚醚多元醇通常以多羟基、含伯胺基化合物或醇胺为起始剂，以氧化丙烯、氧化乙烯等环氧化合物为聚合单体，开环聚合而成。所述聚醚多元醇可以是氧化乙烯、1,2-氧化丙烯、1,2-氧化丁烯、1,4-氧化丁烯或其混合物的聚合物。聚醚多元醇优选二官能度以上1000分子量以下的聚醚多元醇，并更优选三官能度500分子量以下的聚醚多元醇。该聚醚多元醇占B组份中5至40 wt.%，并优选占B组份中10至25 wt.%。

[0022] 所述的疏水多元醇可以是聚碳酸酯多元醇、聚丁二烯多元醇或油脂化学品多元醇中的一种或者混合物。聚碳酸酯多元醇是碳酸和低分子量脂肪族二元醇的酯，其中碳酸是通过使碳酸衍生物(例如光气或碳酸二苯酯)进行反应而获得的。油脂化学品多元醇包括基于天然油和脂肪的多元醇，或低级醇的环氧化脂肪酸酯的开环和酯交换反应产物。比如环氧乙烷或环氧丙烷在甘油上的加成产物，和菜籽油、棉籽油、豆油、葵花油和亚麻子油的酯交换反应而获得。疏水多元醇优选官能度为2~6，每分子平均羟值为50至400 mg KOH/g，分子量大于300g/mol的油脂多元醇；并更优选羟值为100~350 mg KOH/g的多元醇。该疏水性的多元醇占B组份中20至70 wt.%，并优选占B组份中40至60 wt.%。

[0023] 所述固化剂B中还包括硅烷偶联剂。可以是 γ -缩水甘油醚氧基丙基三甲氧基硅烷、 γ -巯基丙基三甲氧基硅烷、 γ -巯基丙基三乙氧基硅烷、 γ -氨基丙基三甲氧基硅烷、 γ -氨基丙基三乙氧基硅烷、氨基乙基三甲氧基硅烷、苯胺丙基三甲氧基硅烷中的一种或混合物，优选 γ -缩水甘油醚氧基丙基三甲氧基硅烷。占B组份中1至5 wt.%。

[0024] 所述固化剂B中还包括少量树脂，包含常用的增粘树脂，例如萘烯酚树脂、萘烯-酚醛树脂、芳烃改性萘烯树脂、松香树脂中的任一种；或是添加含有-OH基团的树脂，其可以和异氰酸酯反应，如羟基丙烯酸树脂、环氧树脂、多羟基超支化聚酯树脂。树脂的添加量占B组份的2至15 wt.%，优选2%至5 wt.%的含量。

[0025] 所述固化剂B中还包括至少一种锡类催化剂，可以是二氯化二丁基锡、二月桂酸二丁基锡、辛酸亚锡、二乙酸二丁基锡中的任一种。催化剂含量占B组份中的0.05至0.5 wt.%。

[0026] B组份中可以包含其它的添加剂，例如除水剂、触变剂等。氧化钙、分子筛等是常用的除水剂，可以与体系中的水分结合，减少异氰酸酯基团与水反应释放二氧化碳，对粘接形成不利影响。常用的触变剂有气相二氧化硅、炭黑、有机膨润土等，优选气相二氧化硅为触变剂。

[0027] 所述树脂A组份和固化剂B组份使用时按一定比例混合，A和B组份中NCO/OH比例为

1.05:1至1.5:1,优选体系中NCO/OH比例为1.2:1至1.35:1。

[0028] 本发明中的双组份聚氨酯胶粘剂中的树脂A组份和固化剂B组份各自配制,分开包装和储存,以避免它们之间接触反应。施胶时可以利用手工或者适当的设备混合,A/B组份混合后有足够的操作时间,能满足施工要求。同时在室温下,A/B反应在很短时间内能形成一定的初始强度,能够满足快速的工艺节拍。

[0029] A/B组份混合后快速固化,在不需高温加热的条件下,很短时间内就能形成初始强度;过量的异氰酸酯基团(-NCO)能够提供良好的粘接力;选用多种多元醇复配,确保足够的机械强度和具备良好的疏水性;另外在体系中加入功能性树脂能够促进粘接。因此,本发明可用于纤维增强塑料的粘接,特别是SMC与SMC基材的粘接,在无表面处理(打磨、底涂、等离子、火焰等)的条件下,对纤维增强塑料的粘接能够达到高度纤维撕裂的效果($\geq 80\%$ 基材破坏)。具体的应用包括载重车/卡车SMC发动机罩、顶棚和车身上复合材料的粘接、乘用车车身板件复合材料的粘接等。另外,该胶粘剂在常温下也能快速固化,加快工艺节拍,缩短组装周期。

具体实施方式

[0030] 为方便理解,结合实例对本发明做进一步的说明,但本发明不局限于此。

[0031] 所述A组份中多异氰酸酯单体和聚氨酯预聚物:A1:聚合MDI,平均官能度约为2.7(PM-200,烟台万华聚氨酯股份有限公司);A2:聚氨酯预聚物,由甲苯二异氰酸酯(TDI,Desmodur T80,Bayer公司)与聚醚三元醇(GEP 330N,Mn=5000,上海高桥石油化工公司)反应制得,控制反应终点NCO含量为3%~5%;A3:聚氨酯预聚物,由异佛尔酮二异氰酸酯(IPDI,Bayer公司)与 γ -氨丙基三甲氧基硅烷反应制得,控制反应终点NCO含量为8%~10%。

[0032] 树脂A组份的制备:先将二异氰酸酯单体加入反应容器,然后加入异氰酸酯反应性化合物(聚醚多元醇或硅烷偶联剂),于氮气保护下在60~80℃搅拌反应4~5小时,制备聚氨酯预聚物;将得到的预聚物与多异氰酸酯单体(聚合MDI)混合,加入除水剂、填料等,在真空条件下分散均匀,将制备的A组份填充到胶管,充氮气密封保存。树脂A组份的组要成分见表1。

表1 树脂A组份的主要成分

成分	实例例			
	A-1	A-2	A-3	A-4
聚合MDI (A1)	55%	55%	55%	55%
聚氨酯预聚物 (A2)	0	10%	0	5%
聚氨酯预聚物 (A3)	0	0	10%	5%
除水剂	3%	3%	3%	3%
填料	30%	20%	20%	20%
增塑剂	12%	12%	12%	12%
总共	100%	100%	100%	100%

[0034] 所述B组份中多元醇:B1:聚醚三元醇(分子量为350g/mol,上海高桥石油化工公

司),B2:疏水多元醇(蓖麻油衍生物多元醇,牌号Polycastor,官能度为5,平均羟值约为160~165 mgKOH/g),B3:疏水多元醇(油脂多元醇,羟值310-330 mgKOH/g,平均官能度为3,Cognis公司)。硅烷偶联剂:γ-缩水甘油醚氧基丙基三甲氧基硅烷(KH-560,湖北武大有机硅新材料股份有限公司)。树脂:芳烃改性萘烯树脂(温州市瓯林树脂厂)。

[0035] 固化剂B组份的制备:将三种多元醇(B1、B2、B3)加入反应容器,加热到100~120℃,并在真空状态下搅拌脱水1~2小时,再冷却至常温;然后在容器中加入分子筛、填料、树脂、偶联剂和催化剂等助剂,真空条件下搅拌均匀,出胶到胶管,充氮气密封保存。固化剂B组份的组要成分见表2。

表2 固化剂B组份的主要成分

成分	对比例		
	B-1	B-2	B-3
聚醚多元醇 (B1)	20%	20%	20%
疏水多元醇 (B2)	35%	35%	35%
疏水多元醇 (B3)	20%	20%	20%
分子筛	5%	5%	5%
填料	19.9%	17.9%	12.9%
硅烷偶联剂	0	2%	2%
树脂	0	0	5%
催化剂	0.1%	0.1%	0.1%
总共	100%	100%	100%

[0036] 剪切强度实验:按照标准GB/T7124在SMC基材(100mm×25mm)上进行剪切强度实验。在23℃/50%RH的标准环境中制样,剪切样件宽度为12.5mm,厚度约为0.5mm。样件在标准环境中放置3d后用拉力机测试剪切强度,测试速度为5mm/min。

[0037] 破坏形式:按照剪切强度实验测试方法,观察断裂后的SMC样件在胶层粘接部分是界面破坏(AF)还是纤维撕裂(FT),破坏结果用百分比表示。

[0038] 树脂A组份中聚氨酯预聚物和固化剂B组份中助剂(偶联剂、树脂)对胶粘剂的剪切强度及粘接破坏的影响如表3所示。从下表可以发现,以A-1/B-1为对比例,实施例A-2/B-1、A-3/B-1、A-4/B-1实验结果表明,在A组份中加入聚氨酯预聚物,剪切强度提高,胶粘剂对SMC基材的粘接效果得到显著改善,能够达到纤维撕裂的破坏效果。此外。随着胶粘剂A/B体系中NCO/OH比例增大,粘接效果更好,过量的NCO在无底涂粘合体系中提供良好的粘接力。实施例A-1/B-2和A-1/B-3实验结果表明,在B组份中添加偶联剂和树脂有利于改善粘接效果。

[0040]

表3 胶粘剂中各组分对粘接结果的影响

	对比例	实施例				
	A-1/B-1	A-2/B-1	A-3/B-1	A-4/B-1	A-1/B-2	A-1/B-3
表面处理	酒精清洗表面					
NCO/OH	1.13:1	1.19:1	1.35:1	1.27:1	1.13:1	1.10:1
剪切强(MPa)	7.52	8.01	7.92	8.23	8.18	8.64
基材破坏率	AF	50%FT	80%FT	100%FT	80%FT	95%FT

[0041] 不同优化配方的双组份聚氨酯胶粘剂的粘接实验结果见表4所示。以A-1/B-1为对比例,本发明中A-2、A-3、A-4与B-2、B-3互相复配的双组份聚氨酯胶粘剂在SMC基材上粘接强度高,破坏形式为 $\geq 80\%$ 的纤维撕裂破坏,具有很好的粘接效果。

[0042]

表4 双组份聚氨酯胶粘剂在SMC基材上粘接结果

	对比例	实施例					
	A-1/B-1	A-2/B-2	A-3/B-2	A-4/B-2	A-2/B-3	A-3/B-3	A-4/B-3
表面处理	酒精清洗表面						
NCO/OH	1.13:1	1.17:1	1.25:1	1.22:1	1.15:1	1.24:1	1.20:1
剪切强(MPa)	7.52	8.13	8.32	8.65	8.25	8.47	8.82
基材破坏率	AF	85%FT	90%FT	100%FT	95%FT	95%FT	100%FT

[0043] 本发明得到的双组份聚氨酯胶粘剂在无表面处理(打磨、底涂、等离子、火焰等)的条件下,对玻璃纤维增强塑料有很好的粘接效果,尤其是SMC基材,粘接强度高,粘接结果能达到高度纤维撕裂的破坏效果($\geq 80\%$ 基材破坏)。