



(21) 申请号 202311139555.X

(22) 申请日 2023.09.06

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 116879110 A

(43) 申请公布日 2023.10.13

(73) 专利权人 道生天合材料科技(上海)股份有限公司

地址 201400 上海市奉贤区自由贸易试验区临港新片区平达路308号1-3幢

(72) 发明人 林珊珊 吉明磊 宋丽媛 陈翠萍 胡文军

(74) 专利代理机构 上海恒锐佳知识产权代理有限公司  
专利代理师 黄海霞

(51) Int.Cl.

G01N 11/00 (2006.01)

G01N 11/14 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 114563308 A, 2022.05.31

CN 110333163 A, 2019.10.15

CA 2854825 A1, 2013.05.16

CN 106442220 A, 2017.02.22

CN 109370496 A, 2019.02.22

CN 111995977 A, 2020.11.27

CN 112442288 A, 2021.03.05

CN 115851059 A, 2023.03.28

US 5652376 A, 1997.07.29

胡小娟, 朱雪荣. 流变仪在环氧结构胶黏剂工艺性能评价中的应用.《化学推进剂与高分子材料》.2017, 第15卷卷(第6期期), 第86-87页.

陈健聪; 彭勃. 纳米SiO<sub>2</sub>改性环氧树脂结构胶的性能研究. 热固性树脂. 2006, (第05期), 全文.

审查员 屈海京

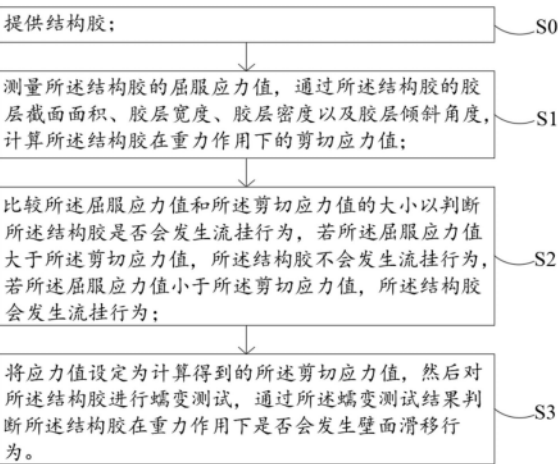
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

结构胶施胶后发生滑落行为的风险评估方法

(57) 摘要

本发明提供了一种结构胶施胶后发生滑落行为的评估方法, 涉及结构胶技术领域, 方法包括以下步骤: 测量所述结构胶的屈服应力值, 通过结构胶的胶层截面面积、宽度和密度以及倾斜角度, 计算结构胶在重力作用下的剪切应力值, 比较屈服应力值和剪切应力值的大小以判断结构胶是否会发生流挂行为, 若屈服应力值大于剪切应力值, 结构胶不会发生流挂行为, 若屈服应力值小于剪切应力值, 结构胶会发生流挂行为; 将应力值设定为计算得到的剪切应力值, 然后对结构胶进行蠕变测试, 通过蠕变测试结果判断结构胶在重力作用下是否会发生壁面滑移行为。本发明解决了现有技术中结构胶的抗流挂性和在粘接界面处是否发生滑移行为, 以及缺少有效表征方法的问题。



1. 一种结构胶施胶后发生滑落行为的风险评估方法,其特征在于,包括以下步骤:

S0:提供结构胶;

S1:测量所述结构胶的屈服应力值,通过所述结构胶的胶层截面面积、胶层宽度、胶层密度以及胶层倾斜角度,计算所述结构胶在重力作用下的剪切应力值;

S2:比较所述屈服应力值和所述剪切应力值的大小以判断所述结构胶是否会发生流挂行为,若所述屈服应力值大于所述剪切应力值,所述结构胶不会发生流挂行为,若所述屈服应力值小于所述剪切应力值,所述结构胶会发生流挂行为;

S3:将应力值设定为计算得到的所述剪切应力值,然后对所述结构胶进行蠕变测试,通过所述蠕变测试结果判断所述结构胶在重力作用下是否会发生壁面滑移行为,所述蠕变测试的具体步骤包括:将旋转流变仪的应力值设为所述剪切应力值,然后对所述结构胶进行蠕变测试,以得到所述结构胶的剪切速率随时间的变化曲线,根据所述结构胶的剪切速率随时间的变化曲线来判断所述结构胶是否在重力作用下发生壁面滑移行为,若所述结构胶的剪切速率随时间的变化曲线呈下降趋势,则所述结构胶在重力作用下不发生壁面滑移行为,若所述结构胶的剪切速率随时间的变化曲线呈现上升趋势,则所述结构胶在重力作用下发生壁面滑移行为。

2. 根据权利要求1所述的结构胶施胶后发生滑落行为的风险评估方法,其特征在于,步骤S1中,所述测量所述结构胶的屈服应力值的步骤还包括:对所述结构胶进行应力扫描测试以得到所述结构胶的屈服应力值的范围,然后对所述结构胶进行蠕变测试以确定所述结构胶的屈服应力值。

3. 根据权利要求2所述的结构胶施胶后发生滑落行为的风险评估方法,其特征在于,采用旋转流变仪对所述结构胶进行所述应力扫描测试和所述蠕变测试。

4. 根据权利要求1所述的结构胶施胶后发生滑落行为的风险评估方法,其特征在于,步骤S1中计算所述结构胶在重力作用下的剪切应力值的步骤,计算公式为:

$$\sigma = \frac{s}{w} \cdot \rho \cdot g \cdot \cos \alpha$$

其中, $\sigma$ 为剪切应力值, $s$ 为结构胶的胶层截面面积, $w$ 为结构胶的胶层宽度, $g$ 为重力常数, $\rho$ 为结构胶的密度, $\alpha$ 为结构胶的胶层倾斜角度。

5. 根据权利要求1所述的结构胶施胶后发生滑落行为的风险评估方法,其特征在于,步骤S3中所述蠕变测试的具体步骤包括:将旋转流变仪的应力值设为所述剪切应力值,然后对所述结构胶进行蠕变测试,以得到所述结构胶的应变随时间的变化曲线。

6. 根据权利要求5所述的结构胶施胶后发生滑落行为的风险评估方法,其特征在于,根据所述结构胶的应变随时间的变化曲线来判断不同所述结构胶在重力作用下发生壁面滑移行为的难易程度。

7. 根据权利要求1所述的结构胶施胶后发生滑落行为的风险评估方法,其特征在于,步骤S0中,所述提供结构胶的步骤包括:提供树脂组分和固化剂组分,将所述树脂组分和所述固化剂组分进行混合处理以得到所述结构胶。

8. 根据权利要求7所述的结构胶施胶后发生滑落行为的风险评估方法,其特征在于,所述树脂组分和所述固化剂组分的质量比为100:(30-150)。

9. 根据权利要求7所述的结构胶施胶后发生滑落行为的风险评估方法,其特征在于,所

述混合处理的时间为1-6分钟,所述混合处理的转速为500-3000rpm。

## 结构胶施胶后发生滑落行为的风险评估方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及结构胶技术领域,尤其涉及一种结构胶施胶后发生滑落行为的风险评估方法。

### 背景技术

[0002] 结构胶一般用于具有拉伸、剪切、冲击及振动等受力状况部位的结构粘接,不受制于被粘接的材料属性,并且能起到密封作用,可有效地提高连接部件的刚度和模量等。

[0003] 粘接时,结构胶需要具有一定的粘接面积和粘接强度,以保证各连接部件间的有效粘接,在粘接过程中,结构胶用量不足会导致粘接界面出现缺胶的问题,但是结构胶用量过多又会导致粘接界面出现富胶的问题;结构胶用量不足或过多不仅会引入额外的工序还会影响粘接强度,甚至影响最终整体部件的使用性能。结构胶的黏度对粘接制造工艺影响重大,结构胶不仅要适应在线自动涂胶机的打胶工序,还要有较好的流动性,而且打胶后要有较强的抗流挂性以适应堆积填缝的要求,同时还要求结构胶在倾斜或垂直面施工时,可长时间保持不变形、不滑移、不流淌。为了同时满足这些应用要求,就需要通过配方设计制备出具有一定屈服应力值,出胶后能快速恢复,且能够抵抗重力作用下形变的结构胶。

[0004] 连接部件的粘接区是整体结构中最薄弱的环节,粘结质量受结构胶本身的重量、流变性质及实际的粘接工艺等多因素的影响,其中结构胶的滑落行为是导致缺胶等粘接缺陷最主要的原因。

[0005] 发明人发现结构胶施胶后,在粘接界面发生滑落主要是两方面原因所引起的,一方面是结构胶的抗流挂性较差,结构胶施胶后在重力的作用下发生垂流或塌陷,另一方面是结构胶与待粘接表面的界面粘附性较差,从而在粘接界面处发生滑移行为。但是,目前缺少针对结构胶施胶后在粘接面的抗流挂性、在粘接界面处滑移行为及滑移速率有效的表征方法,无法有效预测结构胶施胶后是否会发生滑落行为。

[0006] 因此,有必要开发一种结构胶施胶后发生滑落行为的风险评估方法以解决现有技术中存在的上述问题。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种结构胶施胶后发生滑落行为的风险评估方法,解决了现有技术中结构胶的抗流挂性和在粘接界面处是否发生滑移行为,以及缺少有效表征方法的问题。

[0008] 为实现上述目的,本发明提供了一种结构胶施胶后发生滑落行为的风险评估方法,包括以下步骤:

[0009] S0:提供结构胶;

[0010] S1:测量所述结构胶的屈服应力值,通过所述结构胶的胶层截面面积、胶层宽度、胶层密度以及胶层倾斜角度,计算所述结构胶在重力作用下的剪切应力值;

[0011] S2:比较所述屈服应力值和所述剪切应力值的大小以判断所述结构胶是否会发生

流挂行为,若所述屈服应力值大于所述剪切应力值,所述结构胶不会发生流挂行为,若所述屈服应力值小于所述剪切应力值,所述结构胶会发生流挂行为;

[0012] S3:将应力值设定为计算得到的所述剪切应力值,然后对所述结构胶进行蠕变测试,通过所述蠕变测试结果判断所述结构胶在重力作用下是否会发生壁面滑移行为。

[0013] 可选的,步骤S1中,所述测量所述结构胶的屈服应力值的步骤还包括:对所述结构胶进行应力扫描测试以得到所述结构胶的屈服应力值的范围,然后对所述结构胶进行蠕变测试以确定所述结构胶的屈服应力值。

[0014] 可选的,采用旋转流变仪对所述结构胶进行所述应力扫描测试和所述蠕变测试。

[0015] 可选的,步骤S1中,所述通过所述结构胶的胶层截面面积、胶层宽度和密度计算所述结构胶的剪切应力值的步骤还包括,计算所述结构胶在重力作用下的剪切应力值,计算公式为:

$$[0016] \quad \sigma = \frac{s}{w} \cdot \rho \cdot g \cdot \cos \alpha$$

[0017] 其中, $\sigma$ 为剪切应力值, $s$ 为结构胶的胶层截面面积, $w$ 为结构胶的胶层宽度, $g$ 为重力常数, $\rho$ 为结构胶的密度, $\alpha$ 为结构胶的胶层倾斜角度。

[0018] 可选的,步骤S3中所述蠕变测试的具体步骤包括:将旋转流变仪的应力值设为所述剪切应力值,然后对所述结构胶进行蠕变测试,以得到所述结构胶的剪切速率随时间的变化曲线以及所述结构胶的应变随时间的变化曲线。

[0019] 可选的,根据所述结构胶的剪切速率随时间的变化曲线来判断所述结构胶是否在重力作用下发生壁面滑移行为,若所述结构胶的剪切速率随时间的变化曲线呈下降趋势,则所述结构胶在重力作用下不发生壁面滑移行为,若所述结构胶的剪切速率随时间的变化曲线呈现上升趋势,则所述结构胶在重力作用下发生壁面滑移行为。

[0020] 可选的,根据所述结构胶的应变随时间的变化曲线来判断不同所述结构胶是在重力作用下发生壁面滑移行为的难易程度。

[0021] 可选的,步骤S0中,所述提供结构胶的步骤包括:提供树脂组分和固化剂组分,将所述树脂组分和所述固化剂组分进行混合处理以得到所述结构胶。

[0022] 可选的,所述树脂组分和所述固化剂组分的质量比为100:(30-150)。

[0023] 可选的,所述混合处理的时间为1-6分钟,所述混合处理的转速为500-3000rpm。

[0024] 本发明的结构胶施胶后发生滑落行为的风险评估方法的有益效果在于:测试与计算结构胶的屈服应力值和剪切应力值,通过比较屈服应力值和剪切应力值的大小以判断结构胶是否会发生流挂行为,能够快速准确地判断结构胶的抗流挂性,通过将应力值设定为计算得到的剪切应力值,然后对结构胶进行蠕变测试,通过蠕变测试结果判断结构胶在重力作用下是否会发生壁面滑移行为,能够快速判断结构胶在粘接界面处是否会发生壁面滑移行为,因此本发明解决了现有技术中结构胶的抗流挂性和在粘接界面处是否发生滑移行为,以及缺少有效表征方法的问题,建立了一种仅需流变测试就可快速评价结构胶坡面或立面施胶后是否发生滑落行为的评估方法。同时本发明建立的结构胶的抗流挂性的快速评价方法还可用于指导结构胶配方的优化,实现根据测试过程中结构胶的状态及缺陷改善程度来调整结构胶的配方及优化工艺。

## 附图说明

- [0025] 图1为本发明实施例的结构胶施胶后发生滑落行为的风险评估方法的流程示意图；
- [0026] 图2为本发明一些实施例的结构胶施胶后形成的第一形状示意图；
- [0027] 图3为图2的结构胶在倾斜粘接面施胶后形成第一形状的侧视图；
- [0028] 图4为本发明一些实施例的结构胶施胶后形成的第二形状示意图；
- [0029] 图5为本发明实施例的结构胶样品的剪切速率随时间的变化曲线示意图；
- [0030] 图6为本发明实施例的结构胶样品的应变随时间的变化曲线示意图。

## 具体实施方式

[0031] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0032] 粘接界面缺胶是最为常见的粘接失效现象,经文献查阅及以往的相关工作总结,粘接界面缺胶主要受结构胶的形变和流动两方面因素的影响,而在实际粘接过程中,对待粘接界面进行涂胶后,结构胶的形变和流动是流挂行为与壁面滑移共同作用的结果。为了避免粘接界面出现缺胶现象,首先,通常需要保证结构胶的胶层宽度及厚度;其次,还要考虑到在立面或斜坡面施胶过程,或施胶后的壳体翻转过程中,可能会发生的结构胶受重力影响而变形或流淌,造成结构胶的胶层出现上部薄、下部厚的流挂现象,导致结构胶的胶层厚薄不均,从而产生粘接界面缺胶的问题。最后,即使结构胶能够具有良好的形状保持能力,但也常常会在固体边界出现滑移现象而导致粘接界面缺胶的问题。

[0033] 目前没有能够有效预测结构胶在施胶后形状保持能力的方法,只能通过施胶后对结构胶进行长时间观察来判断结构胶的形状保持能力,即使结构胶能够具有良好的形状保持能力,但是结构胶也常常会在固体边界出现滑移行为,这种滑移行为的发生也是导致缺胶现象即粘接缺陷的主要影响因素。结构胶在待粘接表面出现的滑移行为,往往也只能通过对结构胶进行长时间观察来进行判断。研究人员也较少会去开展关于结构胶滑移的影响因素及滑移速率测量的相关工作,粘接界面缺胶通常采用超声无损检测手段进行判断,对检测出的缺胶粘接界面修复通常伴随着对粘接界面的二次破坏,因此,建立一种能够有效表征已知胶层宽度及厚度的结构胶是否会发生流挂行为及在粘接界面处是否会发生整体滑移行为的方法,评估防范粘接面缺胶风险,对研发生产,尤其是大型件的粘接制造至关重要。

[0034] 对此,本发明采用流变学方法,通过瞬态剪切应力扫描测试及蠕变测试表征了结构胶的屈服应力值,建立一种具有普适性的分析方法,先根据结构胶的胶层厚度、与垂直面角度及结构胶的密度,对结构胶进行受力分析,通过对比结构胶在重力作用下的剪切应力值与屈服应力值以评价结构胶的抗流挂性;然后,通过蠕变测试表征结构胶的壁面滑移行为;最后,从结构胶的抗流挂性及壁面滑移行为两方面出发,对结构胶施胶后是否发生滑落行为进行风险评估。本发明建立的流变学表征方法还可用于指导配方的优化,实现根据测试过程中结构胶是否发生滑落行为来调整配方及优化工艺。



[0035] 图1为本发明实施例的结构胶施胶后发生滑落行为的风险评估方法的流程示意图。

[0036] 本发明提供了一种结构胶施胶后发生滑落行为的风险评估方法,参照图1,包括以下步骤:

[0037] S0:提供结构胶;

[0038] S1:测量所述结构胶的屈服应力值,通过所述结构胶的胶层截面面积、胶层宽度、胶层密度以及胶层倾斜角度,计算所述结构胶在重力作用下的剪切应力值;

[0039] S2:比较所述屈服应力值和所述剪切应力值的大小以判断所述结构胶是否会发生流挂行为,若所述屈服应力值大于所述剪切应力值,所述结构胶不会发生流挂行为,若所述屈服应力值小于所述剪切应力值,所述结构胶会发生流挂行为;

[0040] S3:将应力值设定为计算得到的所述剪切应力值,然后对所述结构胶进行蠕变测试,通过所述蠕变测试结果判断所述结构胶在重力作用下是否会发生壁面滑移行为。

[0041] 具体的,通过比较所述屈服应力值和所述剪切应力值的大小以判断所述结构胶是否会发生流挂行为,能够快速准确地判断结构胶的抗流挂性,通过将应力值设定为所述剪切应力值,然后对所述结构胶进行蠕变测试,通过所述蠕变测试结果判断所述结构胶在重力作用下是否会发生壁面滑移行为,能够快速判断结构胶在粘接界面处是否会发生壁面滑移行为,因此本发明解决了现有技术中结构胶的抗流挂性和在粘接界面处是否发生滑移行为,以及缺少有效表征方法的问题。同时本发明建立的结构胶的抗流挂性的快速评价方法还可用于指导结构胶配方的优化,实现根据测试过程中结构胶的状态及缺陷改善程度来调整结构胶的配方及优化工艺。

[0042] 本发明的一些实施例,通过比较所述屈服应力值和所述剪切应力值的大小,以及所述结构胶在重力作用下是否发生壁面滑移行为来综合评价施胶后所述结构胶是否发生滑落行为。

[0043] 本发明的一些实施例,步骤S1中,所述测量所述结构胶的屈服应力值的步骤还包括:对所述结构胶进行应力扫描测试以得到所述结构胶的屈服应力值的范围,然后对所述结构胶进行蠕变测试以确定所述结构胶的屈服应力值。

[0044] 本发明的一些实施例,所述结构胶在重力作用下不发生流挂行为并不意味着所述结构胶在待粘接界面不会发生壁面滑移行为,需要同时评估所述结构胶是否发生流挂行为和所述结构胶是否发生壁面滑移行为,以真实的评估所述结构胶的性质。一些具体实施例,通过所述壁面滑移行为测试得到的剪切速率随时间的变化曲线和应变随时间的变化曲线,来对比不同配方的所述结构胶的壁面滑移行为的差异。

[0045] 本发明的一些实施例,所述屈服应力值的测试方法包括稳态剪切方法、瞬态剪切方法和动态振荡剪切方法,所述稳态剪切方法可采用控制剪切速率和控制剪切应力两种模式,然后使用剪切应力与剪切速率作图,通过流变模型对剪切应力与剪切速率曲线进行拟合,计算屈服应力值,所述瞬态剪切方法包括阶跃剪切速率、阶跃应力、瞬态剪切速率扫描和瞬态剪切应力扫描,所述屈服应力值的测试方法还包括动态振荡剪切方法,所述动态振荡剪切方法包括将储能模量与损耗模量的交点、损耗模量峰值、偏离线性弹区的临界点、应力振幅和应变振幅曲线切线交点等定义为屈服点。所述阶跃应力又称蠕变。

[0046] 本发明的一些实施例,所述屈服应力值的测试方法包括所述应力扫描测试和所述

蠕变测试,因为屈服应力值具有时间依赖性,可先根据不同扫描时间的所述应力扫描测试测得结构胶的屈服应力值范围,再根据所述蠕变测试得到更准确的所述结构胶的屈服应力值。

[0047] 本发明的一些实施例,采用旋转流变仪对所述结构胶进行所述应力扫描测试和所述蠕变测试。另一些实施例,所述蠕变测试的时间为1-120分钟,所述应力扫描测试的应力值为1-3000Pa,所述应力扫描测试的时间为1-120分钟。一些具体实施例,采用旋转流变仪,选取瞬态剪切的方法来表征结构胶的屈服应力值,测试所述屈服应力值之前,需要在流变测试的夹具上贴150目的砂纸,以消除壁面滑移行为对测试结果的影响。

[0048] 本发明的一些实施例,步骤S1中计算所述结构胶在重力作用下的剪切应力值,计算公式为:

$$[0049] \quad \sigma = \frac{s}{w} \cdot \rho \cdot g \cdot \cos\alpha$$

[0050] 其中, $\sigma$ 为剪切应力值, $s$ 为结构胶的胶层截面面积, $w$ 为结构胶的胶层宽度, $g$ 为重力常数, $\rho$ 为结构胶的密度, $\alpha$ 为结构胶的胶层倾斜角度。

[0051] 所述剪切应力值的计算公式推导过程如下:

$$[0052] \quad \text{剪切应力值} \cdot \text{长度} \cdot \text{胶层宽度} = \text{密度} \cdot \text{长度} \cdot \text{胶层截面面积} \cdot \text{重力常数} \cdot \cos\alpha,$$

$$\text{剪切应力值} = \frac{\text{密度} \cdot \text{长度} \cdot \text{胶层截面面积} \cdot \text{重力常数} \cdot \cos\alpha}{\text{长度} \cdot \text{胶层宽度}}$$

[0053]

$$= \frac{\text{密度} \cdot \text{胶层截面面积} \cdot \text{重力常数} \cdot \cos\alpha}{\text{胶层宽度}}$$

[0054] 剪切应力值 $\sigma$ 的计算公式如下:

$$[0055] \quad \sigma = \frac{s}{w} \cdot \rho \cdot g \cdot \cos\alpha,$$

[0056] 其中, $\sigma$ 为剪切应力值, $s$ 为结构胶的胶层截面面积, $w$ 为结构胶的胶层宽度, $g$ 为重力常数, $\rho$ 为结构胶的密度, $\alpha$ 为结构胶的胶层倾斜角度。

[0057] 不考虑胶层倾斜角度时,剪切应力值 $\sigma$ 的计算公式即为:  $\sigma = \frac{s}{w} \cdot \rho \cdot g$ ,其中, $\sigma$

为剪切应力值, $s$ 为结构胶的胶层截面面积, $w$ 为结构胶的胶层宽度, $g$ 为重力常数, $\rho$ 为结构胶的密度。

[0058] 将所述结构胶涂抹在粘接区后所述结构胶会形成各种形状。图2为本发明一些实施例的结构胶施胶后形成的第一形状示意图;图3为图2的结构胶在倾斜粘接面施胶后形成的第一形状的侧视图;图4为本发明一些实施例的结构胶施胶后形成的第二形状示意图。

[0059] 参照图2,所述结构胶2粘接在基底1上形成第一形状,所述第一形状的正视图和侧视图均为长方形,所述结构胶的长度为 $L_1$ ,所述结构胶的胶层高度为 $h_1$ ,所述结构胶的胶层

宽度为 $w_1$ ,此时剪切应力值 $\sigma$ 的计算公式为:  $\sigma = \frac{s}{w} \cdot \rho \cdot g = h \cdot \rho \cdot g$ 。



[0060] 参照图3,A为剪切应力值 $\sigma$ 的方向,B为重力方向,图2与图3的区别在于:所述基底1与所述结构胶2相对于重力B方向倾斜设置, $\alpha$ 为所述结构胶的胶层倾斜角度,即胶层倾斜角度为剪切应力值 $\sigma$ 的反向延长线与重力方向的延长线之间的夹角,此时剪切应力值 $\sigma$ 的计算

公式为:  $\sigma = \frac{s}{w} \cdot \rho \cdot g \cdot \cos \alpha$ 。

[0061] 参照图4,所述结构胶2粘接在基底1上形成第二形状,所述第二形状的侧视图为三角形,所述第二形状的正视图为长方形,所述结构胶的长度为 $L_2$ ,所述结构胶的胶层高度为

$h_2$ ,所述结构胶的胶层宽度为 $w_2$ ,此时剪切应力值 $\sigma$ 的计算公式为:  $\sigma = \frac{s}{w} \cdot \rho \cdot g$ 。

[0062] 本发明的一些实施例,步骤S3中所述蠕变测试的具体步骤包括:将旋转流变仪的应力值设为所述剪切应力值,然后对所述结构胶进行蠕变测试,以得到所述结构胶的剪切速率随时间的变化曲线以及所述结构胶的应变随时间的变化曲线。

[0063] 本发明的一些实施例,根据所述结构胶的剪切速率随时间的变化曲线来判断所述结构胶是否在重力作用下发生壁面滑移行为,若所述结构胶的剪切速率随时间的变化曲线呈下降趋势,则所述结构胶在重力作用下不发生壁面滑移行为,若所述结构胶的剪切速率随时间的变化曲线呈现上升趋势,则所述结构胶在重力作用下发生壁面滑移行为。一些具体实施例,所述结构胶的剪切速率随时间的变化曲线呈现上升趋势包括剪切速率随时间的变化曲线先降低后上升,也包括剪切速率随时间的变化曲线直接上升,剪切速率随时间的变化曲线最终的趋势都是上升的。

[0064] 本发明的一些实施例,所述屈服应力值小于所述剪切应力值,同时所述结构胶的剪切速率随时间的变化曲线呈现上升趋势,所述结构胶会在粘接界面发生流挂行为,同时所述结构胶会在粘接界面发生壁面滑移行为,最终所述结构胶施胶后会在粘接界面发生滑落行为;所述屈服应力值小于所述剪切应力值,同时所述结构胶的剪切速率随时间的变化曲线呈现下降趋势,所述结构胶会在粘接界面发生流挂行为,最终所述结构胶在施胶后会在粘接界面发生坍塌,所述结构胶在粘接界面发生滑落行为;所述屈服应力值大于所述剪切应力值,同时所述结构胶的剪切速率随时间的变化曲线呈现上升趋势,所述结构胶在粘接界面不会发生流挂行为,同时所述结构胶会在粘接界面发生壁面滑移行为,最终所述结构胶施胶后会在粘接界面发生滑落行为;所述屈服应力值大于所述在重力作用下的剪切应力值,同时所述结构胶的剪切速率随时间的变化曲线呈下降趋势,所述结构胶在粘接界面不会发生流挂行为,同时所述结构胶在粘接界面不会发生滑移行为,最终所述结构胶在粘接界面不会发生滑落行为。

[0065] 本发明的一些实施例,根据所述结构胶的应变随时间的变化曲线来判断不同所述结构胶在重力作用下发生壁面滑移行为的难易程度。若所述结构胶的应变随时间的变化曲线增长缓慢,则所述结构胶在重力作用下难于发生壁面滑移行为,若所述结构胶的应变随时间的变化曲线呈现明显上升趋势,则所述结构胶在重力作用下易于发生壁面滑移行为。

[0066] 本发明的一些实施例,步骤S0中,所述提供结构胶的步骤包括:提供树脂组分和固化剂组分,将所述树脂组分和所述固化剂组分进行混合处理以得到所述结构胶。

[0067] 本发明的一些实施例,所述树脂组分和所述固化剂组分的质量比为100:(30-150)。

[0068] 本发明的一些实施例,所述混合处理的时间为1-6分钟,所述混合处理的转速为500-3000rpm。

[0069] 实施例

[0070] 本发明的实施例中所用仪器的生产厂家及其型号或者牌号如表1所示。

[0071] 表1 仪器的生产厂家及其型号或者牌号

	生产厂家	型号或者牌号
[0072] 旋转流变仪	美国TA仪器 (沃特世科技 (上海) 有限公司)	DHR-20
混样机	FlackTek Inc 公司	DAC 300-100 SE

[0073] 树脂组分选自道生天合材料科技(上海)股份有限公司,牌号为TS380-G1、TS380-G2、TS380-G3、TS380-G4,固化剂组分选自道生天合材料科技(上海)股份有限公司,牌号为TS385。

[0074] 分别将树脂组分TS380-G1、TS380-G2、TS380-G3、TS380-G4与固化剂组分TS385按照质量比100:45进行称量并放入四个60毫升的混样杯中,然后将四个混样杯放入混样机中,混样机在2000rpm转速下混合2min以得到第一结构胶样品、第二结构胶样品、第三结构胶样品和第四结构胶样品,采用旋转流变仪对第一结构胶样品、第二结构胶样品、第三结构胶样品和第四结构胶样品进行应力扫描测试以得到第一结构胶样品、第二结构胶样品、第三结构胶样品和第四结构胶样品的屈服应力值的范围,然后采用旋转流变仪对第一结构胶样品、第二结构胶样品、第三结构胶样品和第四结构胶样品进行蠕变测试以确定第一结构胶样品、第二结构胶样品、第三结构胶样品和第四结构胶样品的屈服应力值,测得的屈服应力值见表2;根据第一结构胶样品、第二结构胶样品和第三结构胶样品的胶层截面面积、胶层宽度、密度和胶层倾斜度计算立面施胶重力作用下的剪切应力值,第一结构胶样品、第二结构胶样品和第三结构胶样品的胶层侧面的形状均为长方形,计算得到的剪切应力值见表2。

[0075] 剪切应力值的计算公式为:  $\sigma = \frac{s}{w} \cdot \rho \cdot g \cdot \cos\alpha$ ,  $\sigma$ 为剪切应力值,  $s$ 为结构胶的胶层截面面积,  $w$ 为结构胶的胶层宽度,  $g$ 为重力常数,  $g=10\text{N/kg}$ ,  $\rho$ 为结构胶的密度,  $\alpha$ 为结构胶的胶层倾斜角度。

[0076] 表2 测试结果以及计算结果

	胶层截面面积	胶层宽度	密度	胶层倾斜角度	屈服应力值	剪切应力值
[0077] 第一结构胶样品	600mm <sup>2</sup>	20mm	1.32g/cm <sup>3</sup>	0°	630Pa	397Pa
第二结构胶样品	600mm <sup>2</sup>	20mm	1.21g/cm <sup>3</sup>	0°	560Pa	362Pa
第三结构胶样品	600mm <sup>2</sup>	20mm	1.11g/cm <sup>3</sup>	0°	420Pa	332Pa
第四结构胶样品	600mm <sup>2</sup>	20mm	1.37g/cm <sup>3</sup>	0°	370Pa	412Pa

[0078] 通过表2可知,第一结构胶样品的屈服应力值最大为630Pa,抗流挂性最优,而第四结构胶样品的屈服应力值为370Pa,抗流挂性最差。通过比较屈服应力值和在重力作用下的

剪切应力值可知,第四结构胶样品的屈服应力值小于其在重力作用下的剪切应力值,因此第四结构胶样品在施胶后无法稳定保持形状,会出现流挂行为,且越流越快;而第一结构胶样品的屈服应力值大于其在重力作用下的剪切应力值,第二结构胶样品的屈服应力值大于其在重力作用下的剪切应力值,第三结构胶样品的屈服应力值大于其在重力作用下的剪切应力值,因此,第一结构胶样品、第二结构胶样品和第三结构胶样品能够在施胶后保持较好的形状。

[0079] 采用旋转流变仪对第一结构胶样品、第二结构胶样品和第三结构胶样品进行蠕变测试,蠕变测试在流变测试光滑Peltier板上进行。图5为本发明实施例的结构胶样品的剪切速率随时间的变化曲线示意图,参照图5,横坐标为时间,单位为秒,纵坐标为剪切速率,单位为 $s^{-1}$ 。

[0080] 将应力值设定为第一结构胶样品在重力作用下的剪切应力值397Pa,参照图5,第一结构胶样品的剪切速率随时间的变化曲线呈现下降趋势,第一结构胶样品的蠕变测试结果表明即使在流变测试光滑Peltier板上,第一结构胶样品也不会发生明显的滑移行为;

[0081] 将应力值设定为第二结构胶样品在重力作用下的剪切应力值362Pa,参照图5,第二结构胶样品的剪切速率随时间的变化曲线先呈现下降趋势,3s后第二结构胶样品的剪切速率随时间的变化曲线又呈现上升趋势;

[0082] 将应力值设定为第三结构胶样品在重力作用下的剪切应力值332Pa,参照图5,第三结构胶样品的剪切速率随时间的变化曲线呈现下降趋势,10s后第三结构胶样品的剪切速率随时间的变化曲线又呈现上升趋势;与第二结构胶样品相比,第三结构胶样品的滑移行为发生的时间更晚,第三结构胶样品的剪切速率随时间的变化曲线增加的幅度也更低,这表明第二结构胶样品相比第三结构胶样品更易发生壁面滑移行为。

[0083] 图6为本发明实施例的结构胶样品的应变随时间的变化曲线示意图,参照图6,横坐标为时间,单位为秒,纵坐标为应变,单位为%。通过比较第一结构胶样品、第二结构胶样品和第三结构胶样品的应变随时间的变化曲线,第一结构胶样品的应变随时间的变化曲线的倾斜度最小,第二结构胶样品的应变随时间的变化曲线的倾斜度最大,因此,第二结构胶样品相比第一结构胶样品和第三结构胶样品更容易发生壁面滑移行为,第三结构胶样品相比第一结构胶样品更容易发生壁面滑移行为。

[0084] 综上,第一结构胶样品既不会发生流挂行为也很难发生壁面滑移行为,因此第一结构胶样品即使立面施胶也不会有滑落的风险;第四结构胶样品会发生流挂行为,因此第四结构胶样品在施胶后无法保持形状,会出现坍塌;而第二结构胶样品与第三结构胶样品虽然不会发生流挂行为,但可能会沿着界面处发生壁面滑移行为,有滑落风险,其中第二结构胶样品发生壁面滑移行为的可能性更高。

[0085] 虽然在上文中详细说明了本发明的实施方式,但是对于本领域的技术人员来说显而易见的是,能够对这些实施方式进行各种修改和变化。但是,应理解,这种修改和变化都属于权利要求书中所述的本发明的范围和精神之内。而且,在此说明的本发明可有其它的实施方式,并且可通过多种方式实施或实现。

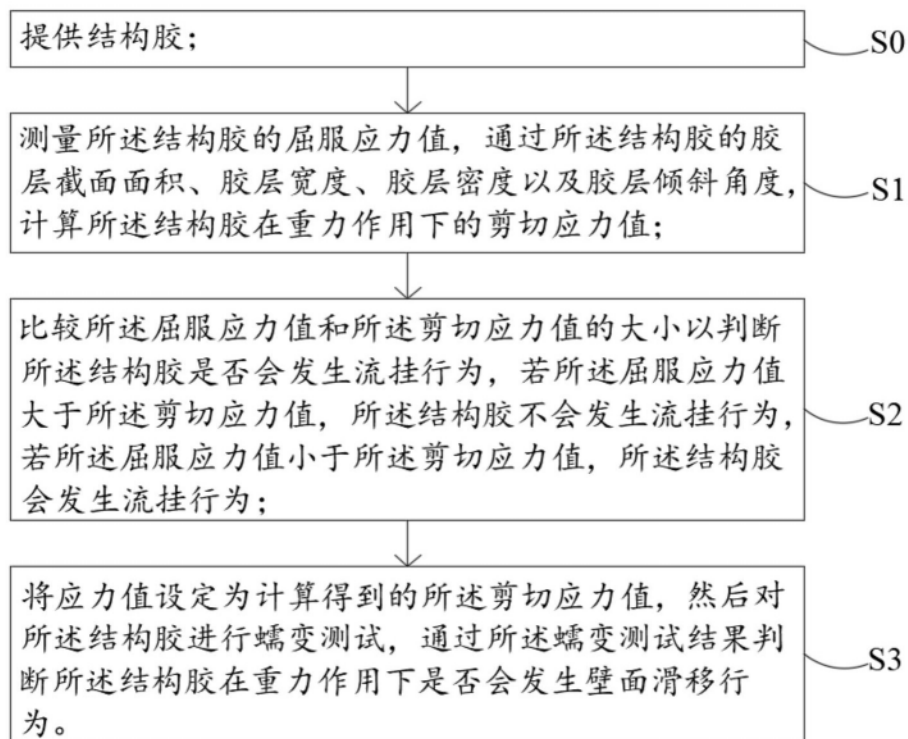


图1

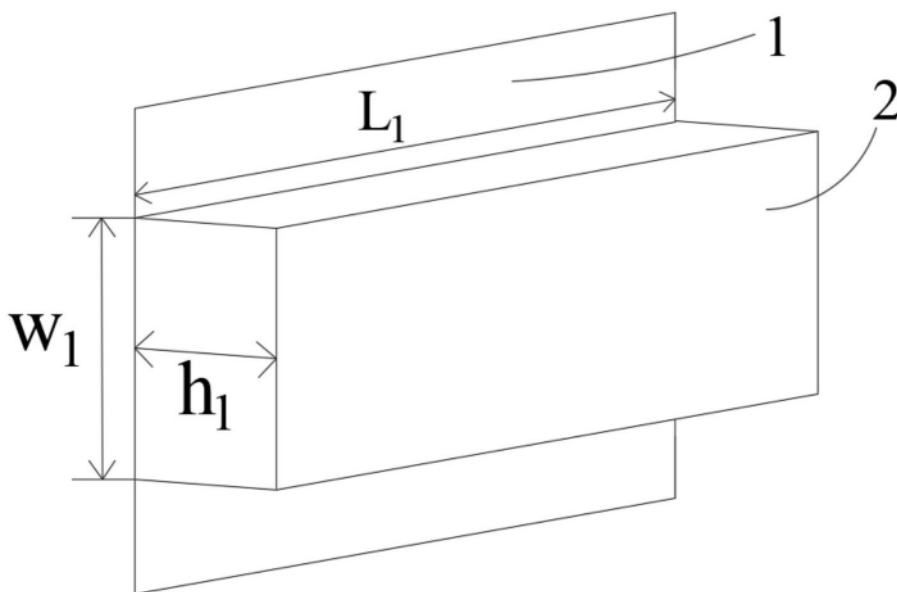


图2

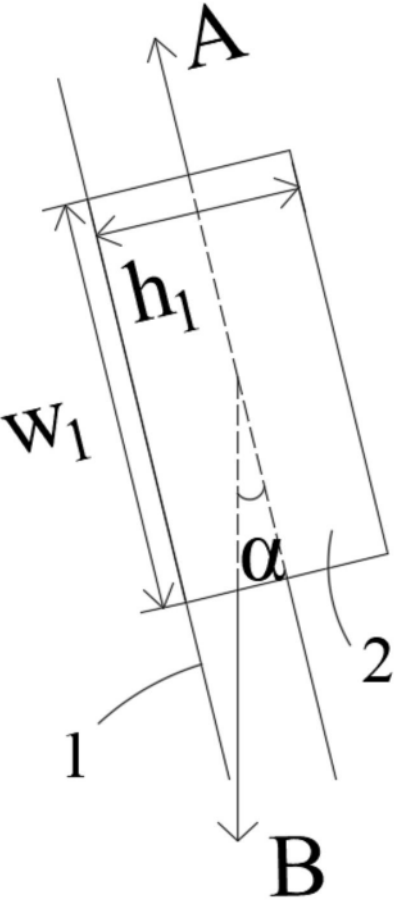


图3

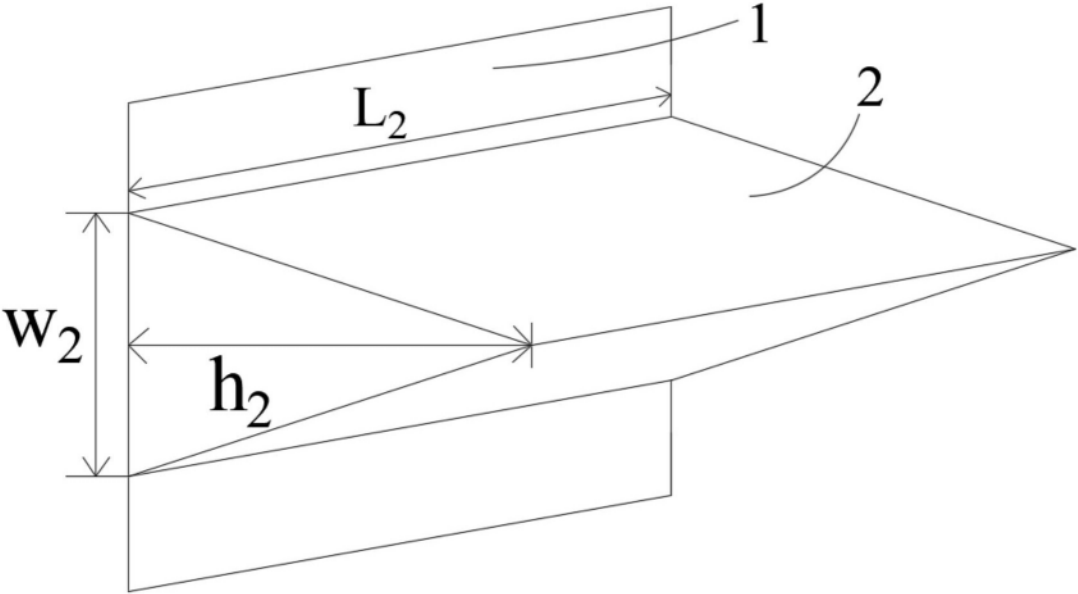


图4

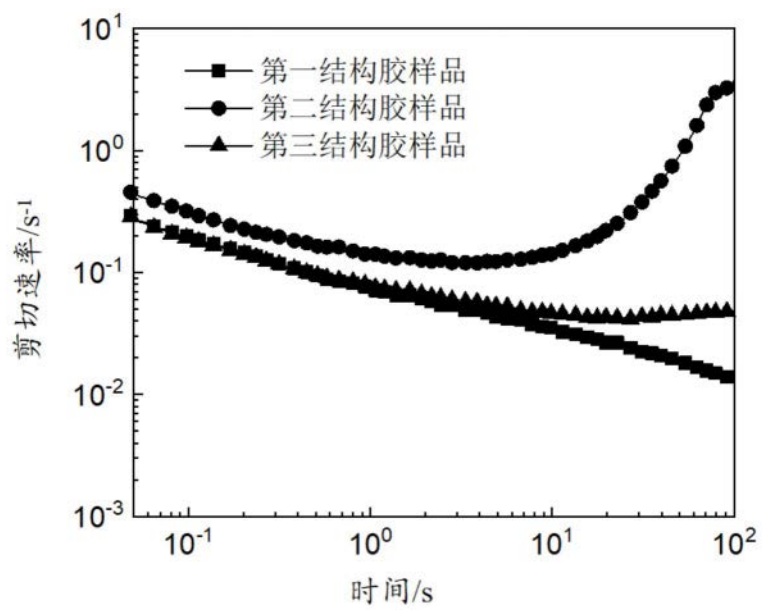


图5

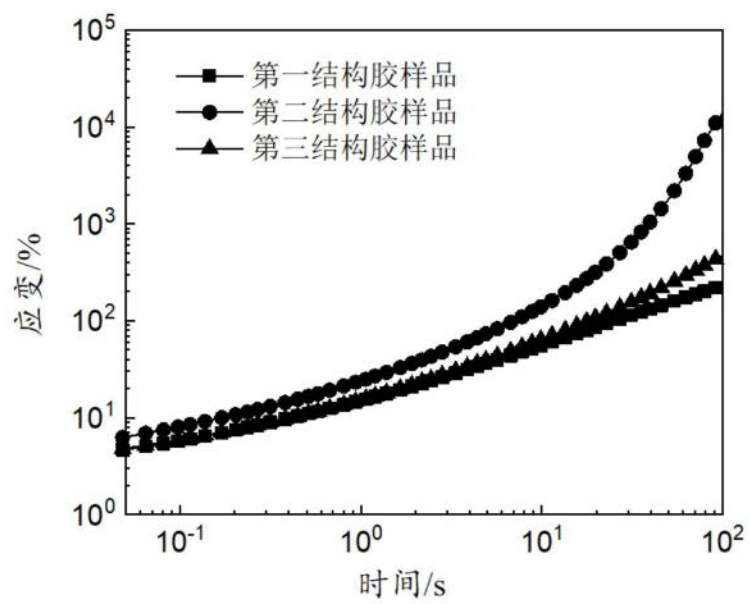


图6