

环氧改性导电导热胶粘剂 测试报告

目 录

1. 产品介绍	1
1.1 概述.....	1
1.2 产品特性.....	1
1.3 产品应用.....	1
1.4 存储及使用.....	1
2. 产品测试项目	2
2.1.固化前外观状态及分层测试.....	2
2.2 刷涂工艺性及垂流测试.....	4
2.3 硬度/密度测试.....	8
2.4 导热系数测试.....	10
2.5 热阻抗测试.....	12
2.6 粘度测试.....	13
2.7 固含量测试.....	15
2.8 室温固化&老化电阻测试.....	16
2.9 室温固化&高温老化拉伸剪切强度测试.....	20
2.10 可操作时间测试.....	23

1 产品介绍

1.1 概述

CR TM-Eputty-101 系列产品为靶材绑定专用双组分环氧改性导电导热胶粘剂，以环氧改性胶粘剂为主要原料，添加耐热、导热、导电性能优异的粉末材料，制成的导电导热型环氧改性胶粘剂，可室温和高温固化。主要应用于没有电绝缘要求的场合，起到电导通和热传导的作用。其中 CR TM-Eputty-101-30-2-1 采用 Ag/Cu 为填料，CR TM-Eputty-101-30-2-23 采用混合碳系材料为填料。其独特的粉体晶粒取向和结构使得本系列产品能紧密地顺应不同的接触面，因而得到最大化的热传导功能。与多种金属及非金属表面具有非常高的附着力。该系列产品属于绿色环保产品，符合环保 RoHS 要求。

1.2 产品特性

- ✓ 可使用点胶、涂刷等工艺
- ✓ 电导通功能
- ✓ 良好的传热功能
- ✓ 与铝基材、铜基材、不锈钢及各种靶材等均有优异的附着力
- ✓ 化学性能和机械性能稳定

1.3 产品应用

- ✓ 靶材绑定
- ✓ 便携式测试和校准设备
- ✓ 卫星无线电收发器

1.4 存储及使用

CR TM-Eputty-101 系列产品是一致性很好的双组分环氧改性导电导热产品，用 1000ml 或 500ml 的胶桶包装后运输。未混和的情况下，在-20℃保质期至少 3 个月。把混合好的导电导热胶粘剂，混合比例范围 A:B=(7-10):1，使用毛刷或抹刀进行施工操作。在室温下可固化，加热情况下会加快固化速度。使用过程中，要保证材料表面的清洁，混和后胶最好在 2 小时内使用完。

2.产品测试项目

2.1 固化前外观状态及分层测试

2.1.1 目的

对 CR TM-EPutty-101-30-2-1 和 CR TM-EPutty-101-30-2-23 环氧导电导热胶粘剂产品固化前的外观状态及恒温静置沉淀情况提供技术认证的依据。

2.1.2 测试产品

环氧导电导热胶 CR TM-EPutty-101-30-2-1A&CR TM-EPutty-101-30-2-1B , CR TM-EPutty-101-30-2-23A&CR TM-EPutty-101-30-2-23B。



图 2.1-1 101-30-2-1A 外观



图 2.1-2 101-3-2-1B 外观



图 2.1-3 101-30-2-23A 外观



图 2.1-4 101-3-2-23B 外观

2.1.3 相关标准

目测

2.1.4 使用仪器或治具

500ml 玻璃量杯、游标卡尺、电热真空干燥箱、粘度测试仪、高速分散机



图 2.1-5 500ml 玻璃量杯



图 2.1-6 游标卡尺



图 2.1-7 电热真空干燥箱



图 2.1-8 粘度测试仪



图 2.1-9 高速分散机

2.1.5 测试方法

- 1) 取 CR TM-EPutty-101-30-2-1A 和 CR TM-EPutty-101-30-2-23A 各约 1500 克，分别装入 500ml 玻璃量杯中，胶量位置在 450ml 处；
- 2) 将经过步骤 1) 的玻璃量杯放入恒温室 (23±2℃) 恒温静置 60 分钟，同时根据表 2.1-1 测试两种样品不同时间对应的粘度；
- 3) 将经过步骤 2) 的两种样品，盖上盖子用胶带密封好后放入设定温度为 30℃ 的电热真空干燥箱中继续进行恒温静置存放；
- 4) 将步骤 3) 的两种样品按照表 2.1-1 的时间时拿出来进行观察油粉分层情况，如果分层，记录油层厚度；
- 5) 将经过步骤 4) 的两种样品，用高速分散机重新搅拌均匀，并记录搅拌难易；
- 6) 将经过步骤 5) 的两种样品用粘度计进行粘度测试，并记录。

2.1.6 测试结果

表 2.1-1 环氧改性导电导热胶粘剂外观状态及恒温静置分层情况

产品型号	产品外观状态	样品数量, ml	静置条件		油层厚度, mm	360h 后 搅拌难易	粘度, cps				触变性	
			℃/h				转子	6RPM	10RPM	60RPM		
101-30-2-1A	米色 半流体	450	恒温前料温	25.4	---	---	93#	252000	141600	72000	3.5	
			恒温 30min	25.1	---			224000	148800	71870	3.1	
			恒温 60min	25.0	---			260000	137600	62530	4.2	
				30/20		3	---	---	---	---	---	---
				30/46		9						
				30/72		10						
				30/94		11						
				30/111		12						
				30/151		15						
				30/192		17						
				30/240		17						
	30/360	28.3	17	较困难	93#	208000	107200	70530	2.9			
101-30-2-23A	黑色 膏状体	450	恒温前料温	27.8	---	---	93#	300000	166400	40400	7.4	
			恒温 30min	24.8	---			306700	170400	39600	7.7	
			恒温 60min	23.7	---			330700	178800	66130	5.0	
				30/20		0	---	---	---	---	---	---
				30/46		0						
				30/72		0						
				30/94		0						
				30/111		0						
				30/151		0						
				30/192		0						
				30/240		0						
	30/360	28.0	0	较易	93#	328000	216800	54530	6.0			

注：触变指数=6 转速粘度/60 转速粘度

结论：

1. 静置 15 天后，101-30-2-1A 发生沉淀现象，可以搅拌均匀，粘度基本没有发生变化，室温静置前后的触变性变化不大；
2. 101-30-2-1B 为浅黄色液体；
3. 静置 15 天后，101-30-2-23A 没有发生沉淀现象，并较易搅拌，粘度基本没有变化，室温静置前后的触变性变化不大；
4. 101-30-2-23B 为浅黄色液体；
5. 101-30-2-23A 的触变性好于 101-30-2-1A。

2.2 刷涂工艺性及垂流测试

2.2.1 目的

对 CR TM-EPutty-101-30-2-1 和 CR TM-EPutty-101-30-2-23 环氧导电导热胶粘剂产品混合后的刷涂操作性和垂流性能提供技术认证的依据。

2.2.2 测试产品

CR TM-EPutty-101-30-2-1和CR TM-EPutty-101-30-2-23导电导热胶粘剂。



图 2.2-1 101-30-2-1A/B (10:1)



图 2.2-2 101-30-2-23A/B (10:1)

2.2.3 相关标准

目测

2.2.4 使用仪器或治具

涂刷治具(不锈钢片、靶材片、毛刷、不锈钢抹刀)、电热真空干燥箱、垂流治具、高速分散机、鼓风干燥箱



图 2.2-3 涂刷治具



图 2.2-4 电热真空干燥箱

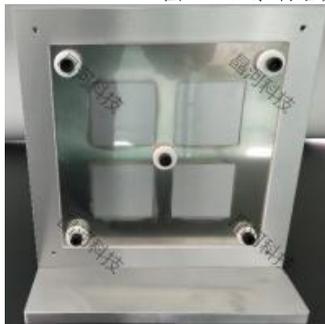


图 2.2-5 垂流治具



图 2.2-6 高速分散机



图 2.2-7 鼓风干燥箱

2.2.5 测试方法

- 1) 分别取 40 克 CR TM-EPutty-101-30-2-1A 和 4 克 CR TM-EPutty-101-30-2-1B 混合，用高速分散机搅拌 10 分钟后待用，并把混合后的样品取部分，装入 30CC 胶管中待用；
- 2) 分别取 30 克 CR TM-EPutty-101-30-2-23A 和 3 克 CR TM-EPutty-101-30-2-23B 混合，用高速分散机搅拌 10 分钟后待用，并把混合后的样品取部分，装入 30CC 胶管中待用；

- 3) 将经过步骤 1) 和步骤 2) 混合后的样品, 用毛刷和不锈钢抹刀分别在不锈钢片和靶材片上进行涂刷操作, 涂刷厚度约为 0.6mm, 并对比涂刷的难易和涂刷后的效果, 记录在表 2.2-1 中;
- 4) 取步骤 1) 和步骤 2) 中装满 30CC 样品的胶管, 使胶管出口垂直对准垂流治具的金属板中心进行点胶, 胶的状态为圆形小堆;
- 5) 用垂流治具中的玻璃板中心对准经过步骤 4) 的样品中心, 限位片为 0.6mm, 用五个压紧螺母进行锁紧, 环氧导电导热胶粘剂被压成圆形, 然后用黑色记号笔, 在玻璃板上描绘出导电导热胶粘剂的轮廓, 并拍照记录导电导热胶粘剂的边缘位置, 所做数量及编号按照表 2.2-2 进行;
- 6) 将经过步骤 5) 的垂流治具按照表 2.2-2 分别放入 30°C 电热真空干燥箱和 50°C 的鼓风干燥箱中;
- 7) 按照表 2.2-2 实验方案, 将经过步骤 6) 的环氧导电导热胶粘剂定期拿出来进行拍照, 观察并记录导电导热胶粘剂的形状变化及位置上的变化;
- 8) 按照表 2.2-2 实验方案, 对于到时间的样品, 进行拆除, 并用手感觉胶体的固化程度, 并记录。

2.2.6 测试结果



图 2.2-8 101-30-2-1A/B 不锈钢片涂刷状态
(毛刷左, 不锈钢抹刀右)

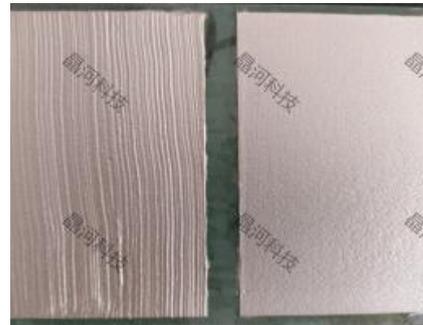


图 2.2-9 101-30-2-1A/B 靶材片涂刷状态
(毛刷左, 不锈钢抹刀右)

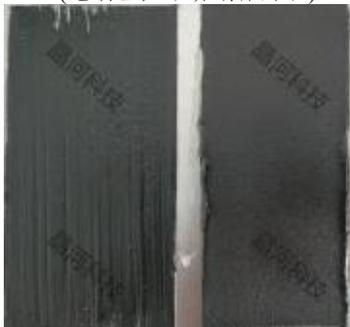


图 2.2-10 101-30-2-23A/B 不锈钢片涂刷状态
(毛刷左, 不锈钢抹刀右)

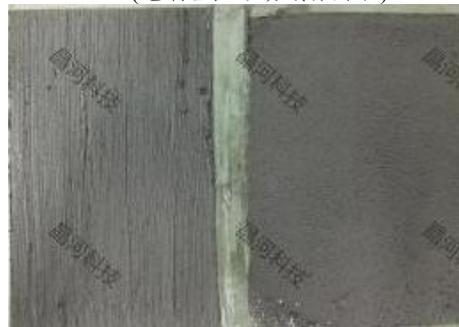
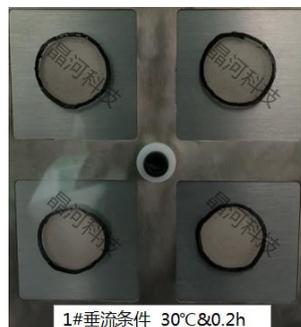


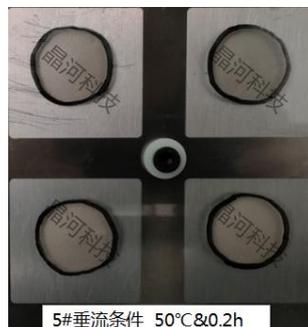
图 2.2-11 101-30-2-23A/B 靶材片涂刷状态
(毛刷左, 不锈钢抹刀右)



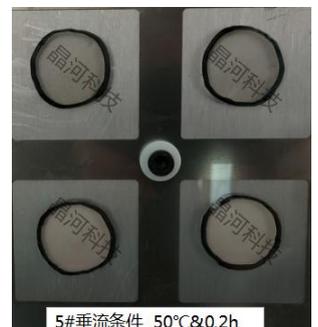
1#垂流条件 30°C&0.2h
图 2.2-12 30°C 老化前状态
101-30-2-1A/B (10:1)



1#垂流条件 30°C&0.2h
图 2.2-13 30°C/0.2h 老化状态
101-30-2-1 A/B (10:1)



5#垂流条件 50°C&0.2h
图 2.2-14 50°C 老化前状态
101-30-2-1 A/B (10:1)



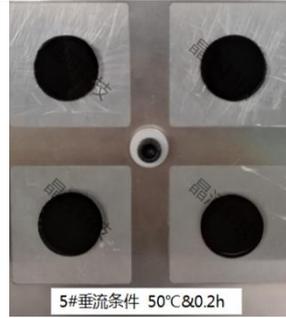
5#垂流条件 50°C&0.2h
图 2.2-15 50°C/0.2h 老化状态
101-30-2-1 A/B (10:1)



1#垂流条件 30°C&0.2h
图 2.2-16 30°C老化前状态
101-30-2-23 A/B (10:1)



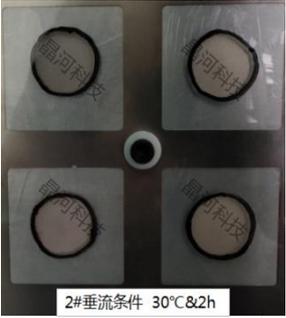
1#垂流条件 30°C&0.2h
图 2.2-17 30°C/0.2h 老化状态
101-30-2-23 A/B (10:1)



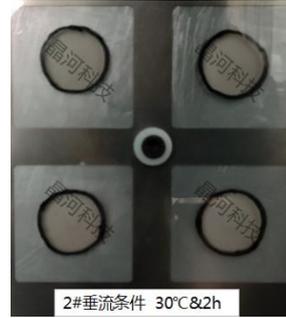
5#垂流条件 50°C&0.2h
图 2.2-18 50°C老化前状态
101-30-2-23 A/B (10:1)



5#垂流条件 50°C&0.2h
图 2.2-19 50°C/0.2h 老化状态
101-30-2-23 A/B (10:1)



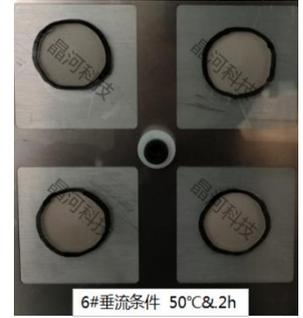
2#垂流条件 30°C&2h
图 2.2-20 30°C老化前状态
101-30-2-1 A/B (10:1)



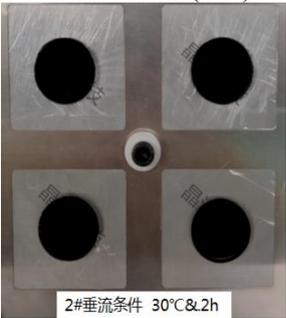
2#垂流条件 30°C&2h
图 2.2-21 30°C/2h 老化状态
101-30-2-1 A/B (10:1)



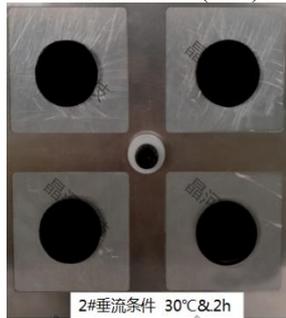
6#垂流条件 50°C&2h
图 2.2-22 50°C老化前状态
101-30-2-1 A/B (10:1)



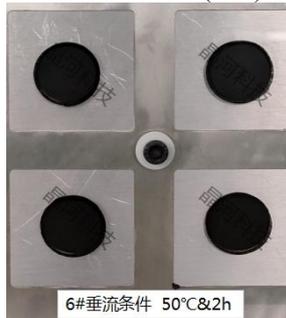
6#垂流条件 50°C&2h
图 2.2-23 50°C/2h 老化状态
101-30-2-1 A/B (10:1)



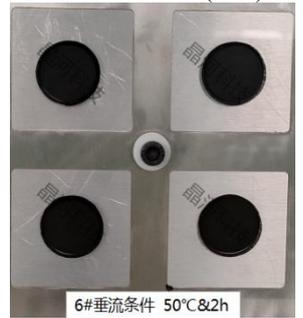
2#垂流条件 30°C&2h
图 2.2-24 30°C老化前状态
101-30-2-23 A/B (10:1)



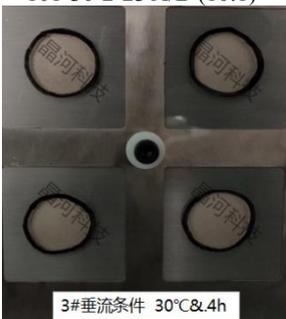
2#垂流条件 30°C&2h
图 2.2-25 30°C/2h 老化状态
101-30-2-23 A/B (10:1)



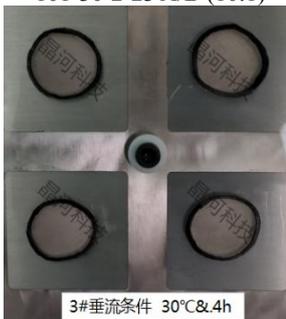
6#垂流条件 50°C&2h
图 2.2-26 50°C老化前状态
101-30-2-23 A/B (10:1)



6#垂流条件 50°C&2h
图 2.2-27 50°C/2h 老化状态
101-30-2-23 A/B (10:1)



3#垂流条件 30°C&4h
图 2.2-28 30°C老化前状态
101-30-2-1 A/B (10:1)



3#垂流条件 30°C&4h
图 2.2-29 30°C/4h 老化状态
101-30-2-1 A/B (10:1)



7#垂流条件 50°C&4h
图 2.2-30 50°C老化前状态
101-30-2-1 A/B (10:1)



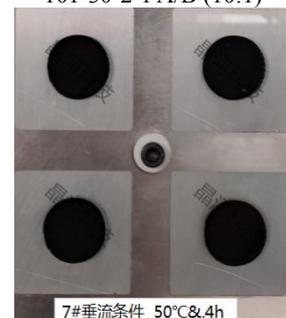
7#垂流条件 50°C&4h
图 2.2-31 50°C/4h 老化状态
101-30-2-1 A/B (10:1)



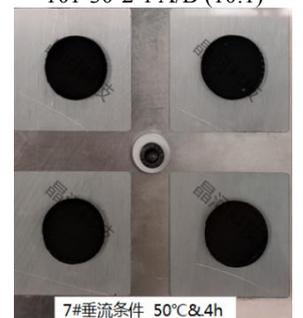
3#垂流条件 30°C&4h
图 2.2-32 30°C老化前状态
101-30-2-23 A/B (10:1)



3#垂流条件 30°C&4h
图 2.2-33 30°C/4h 老化状态
101-30-2-23 A/B (10:1)



7#垂流条件 50°C&4h
图 2.2-34 50°C老化前状态
101-30-2-23 A/B (10:1)



7#垂流条件 50°C&4h
图 2.2-35 50°C/4h 老化状态
101-30-2-23 A/B (10:1)

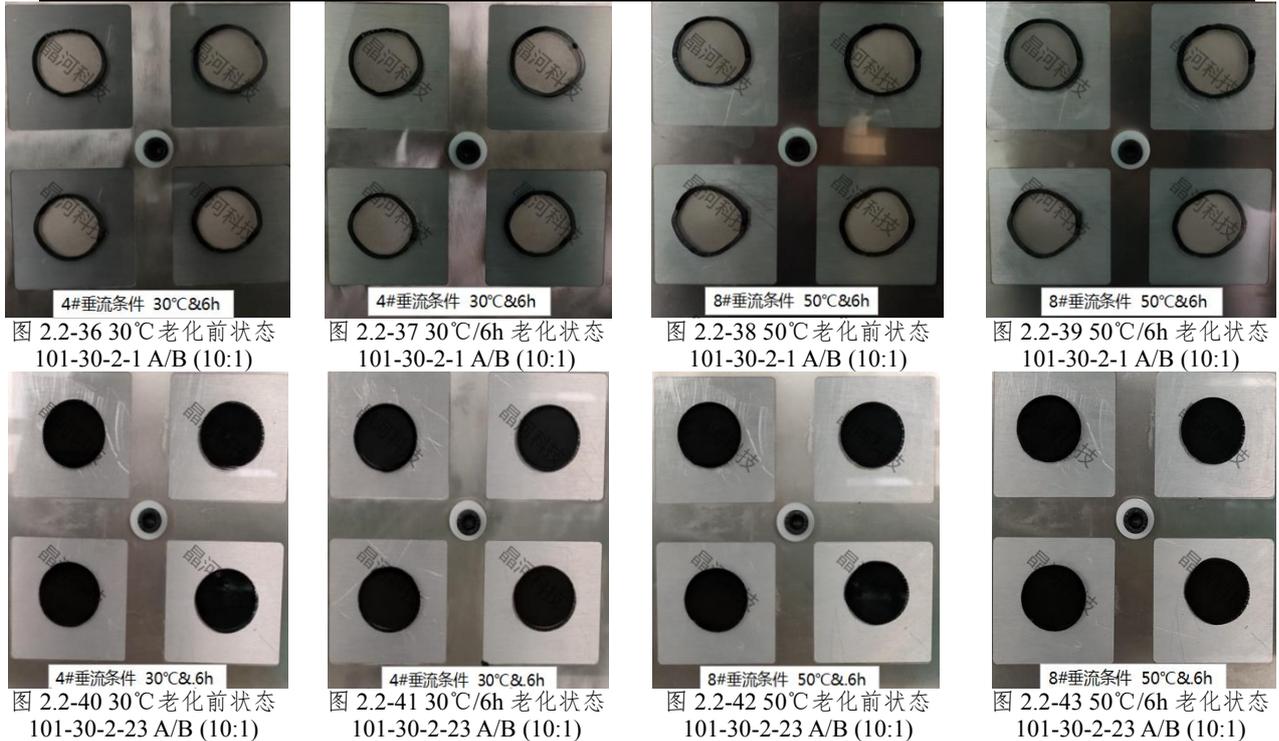


表 2.2-1 环氧导电导热胶粘剂涂刷状态

产品型号	涂刷介质	胶层厚度 mm	涂刷难易		涂刷效果	
			毛刷	抹刀	毛刷	抹刀
101-30-2-1 (A:B=10:1)	不锈钢片	0.6	容易	容易	轻微刷痕	平整
	靶材片	0.6	容易	容易	明显刷痕	平整
101-30-2-23 (A:B=10:1)	不锈钢片	0.6	容易	容易	轻微刷痕	平整
	靶材片	0.6	容易	容易	明显刷痕	平整

表 2.2-2 环氧导电导热胶粘剂垂流&固化程度测试结果

产品型号	垂流治具 编号	样品厚度 mm	实验温度 °C	实验时间 h	是否 滑移	滑移程度 mm	固化程度
101-30-2-1 (A:B=10:1)	1#	0.6	30	0.2	否	/	未固化
	2#	0.6	30	2	否	/	未固化
	3#	0.6	30	4	否	/	未固化
	4#	0.6	30	6	否	/	未固化
	5#	0.6	50	0.2	否	/	未固化
	6#	0.6	50	2	否	/	未固化
	7#	0.6	50	4	否	/	固化 70%
	8#	0.6	50	6	否	/	固化 90%
101-30-2-23 (A:B=10:1)	1#	0.6	30	0.2	否	/	未固化
	2#	0.6	30	2	否	/	未固化
	3#	0.6	30	4	否	/	未固化
	4#	0.6	30	6	否	/	未固化
	5#	0.6	50	0.2	否	/	未固化
	6#	0.6	50	2	否	/	未固化
	7#	0.6	50	4	否	/	20%固化
	8#	0.6	50	6	否	/	50%固化

结论:

1. 101-30-2-1 和 101-30-2-23 均按照 A:B=10:1 混和后, 刷涂 0.6mm 厚的垂流治具, 在 30°C 和 50°C 条件下, 101-30-2-1 和 101-30-2-23 均未发生垂流下滑现象;
2. 101-30-2-1 和 101-30-2-23 均按照 A:B=10:1 混和后, 刷涂 0.6mm 厚的垂流治具, 在 30°C/6h 条件后, 两种产品均未有固化现象, 在 50°C/4h 时, 两种产品均发生固化, 6 小时固化程度更大, 101-30-2-1 的固化程度高于 101-30-2-23。

2.3 硬度/密度测试

2.3.1 目的

对 CR TM-EPutty-101-30-2-1 和 CR TM-EPutty-101-30-2-23 环氧导电导热胶产品固化前的密度/固化后的硬度&密度提供技术认证的依据。

2.3.2 测试产品

CR TM-EPutty-101-30-2-1 和 CR TM-EPutty-101-30-2-23 环氧导电导热胶。



图 2.3-1 101-30-2-1A/B 固化前密度测试样品(10:1)

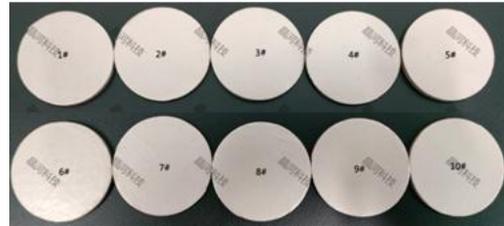


图 2.3-2 101-30-2-1A/B 固化后密度&硬度测试样品(10:1)



图 2.3-3 101-30-2-23A/B 固化前密度测试样品(10:1)



图 2.3-4 101-30-2-23A/B 固化后密度&硬度测试样品(10:1)

2.3.3 相关标准

ASTM D1475 、ASTM D2240、ASTM D792

2.3.4 使用仪器或治具



图 2.3-5 电子天平



图 2.3-6 真空箱



图 2.3-7 振实治具



图 2.3-8 游标卡尺



图 2.3-9 固体密度计



图 2.3-10 鼓风干燥箱



图 2.3-11 Shore D 硬度计



图 2.3-12 高速分散机

2.3.5 测试方法

■ 固化前密度测试步骤

- 1) 分别取 200 克 CR TM-EPutty-101-30-2-1A & 20 克 CR TM-EPutty-101-30-2-1B , 130 克 CR TM-EPutty-101-30-2-23A & 13 克 CR TM-EPutty-101-30-2-23B , 分别用高速分散机充分搅拌 10 分钟后待用;
- 2) 把振实治具用无尘布擦洗干净, 用游标卡尺测量内径 D 及内部的深度 H, 并记录;

- 3) 将经过步骤 2) 的振实治具在天平上进行去皮操作;
- 4) 将经过步骤 1) 混合后的 CR TM-EPutty-101-30-2-1A/B 和 CR TM-EPutty-101-30-2-23A/B 分别放入振实治具内, 使样品处于溢出状态, 平行做三个样品, 并按照表 2.3-1 进行编号;
- 5) 将经过步骤 4) 的振实治具放入真空箱中抽真空 5 分钟, 取出后进行敦实操作约 2 分钟;
- 6) 使用压舌板将经过步骤 5) 敦实后的溢出的样品刮掉, 保证样品完全充满振实治具, 并保证振实治具表面干净且无额外样品附着;
- 7) 将经过步骤 6) 的振实治具放在经过步骤 3) 的天平上, 称量三个样品的净重 M, 并记录;
- 8) 按照下面的公式计算其密度。 $\rho=4*M/(3.14*D^2*H)$
 其中: ρ : 密度, g/cm^3
 M: 导电导热胶粘剂净重, g
 D: 振实治具内径, cm
 H: 振实治具深度, cm

■ 固化后硬度测试步骤

- 1) 分别取 500 克 CR TM-EPutty-101-30-2-1A&50 克 CR TM-EPutty-101-30-2-1B 和 350 克 CR TM-EPutty-101-30-2-23A &35 克 CR TM-EPutty-101-30-2-23B, 分别用高速分散机充分搅拌 10 分钟后待用;
- 2) 将经过步骤 1) 的样品分别倒在 PET 膜的光滑面上, 周围用泡棉胶带, 每种样品各制作两张, 尺寸均为 150mm*100mm*1.8mm, 通过抽真空和摔打, 保证里面无空气;
- 3) 将经过步骤 2) 的样品分为两组, 每组包含两种样品试片, 其中一组室温固化 24 小时, 另一组放入鼓风干燥箱中, 50℃烘烤 2 小时固化;
- 4) 将经过步骤 3) 的室温固化 24 小时的试片使用内径 45mm 的圆形裁刀进行裁切成直径 45mm 的圆形试片, 共 5 片, 按照表 2.3-2 进行编号, 50℃固化 2 小时的试片使用内径 45mm 的圆形裁刀进行裁切成直径 45mm 的圆形试片, 共 5 片, 按照表 2.3-2 进行编号;
- 5) 将经过步骤 4) 的圆形试片按照表 2.3-2 的固化条件进行固化;
- 6) 在表 2.3-2 的固化条件结束时, 观察每个编号的样品状态, 并按照表 2.3-2 的编号顺序叠在一起, 然后用 Shore D 硬度计测试硬度, 每个样品测试五个点, 并记录。

2.3.6 测试结果

表 2.3-1 导电导热胶粘剂固化前密度测试结果

产品型号	样品编号	振实治具内径 D, cm	振实治具深度 H, cm	净重 M, g	密度, g/cm^3	
					计算值	中值
101-30-2-1 (A:B=10:1)	a#	3.00	3.50	66.774	2.70	2.69
	b#	3.00	3.50	66.417	2.69	
	c#	3.00	3.50	66.460	2.69	
101-30-2-23 (A:B=10:1)	1#	3.00	3.50	41.273	1.67	1.66
	2#	3.00	3.50	40.819	1.65	
	3#	3.00	3.50	41.137	1.66	

表 2.3-2 导电导热胶粘剂固化后硬度测试结果(5 片叠加)

产品型号	固化条件 ℃/h	样品编号	硬度, Shore D					中值
			1	2	3	4	5	
101-30-2-1 (A:B=10:1)	23/24	1#~5#	0	0	0	0	0	0
	23/48	1#~5#	39	40	39	40	42	40
	23/72	1#~5#	52	52	53	53	54	53
	23/96	1#~5#	64	65	65	66	66	65
	23/120	1#~5#	68	68	67	67	67	67
	23/120&150/1	1#~5#	70	71	70	70	71	70
	50/2	6#~10#	0	0	0	0	0	0
	50/2&150/1	6#~10#	63	63	64	65	64	64
101-30-2-23 (A:B=10:1)	23/24	1#~5#	10	10	12	12	11	11
	23/48	1#~5#	34	34	34	35	35	34
	23/72	1#~5#	42	42	42	43	43	42
	23/96	1#~5#	50	50	51	51	50	50
	23/120	1#~5#	66	66	67	67	66	66
	23/120&150/1	1#~5#	70	70	69	69	69	69
	50/2	6#~10#	0	0	0	0	0	0
	50/2&150/1	6#~10#	58	58	58	60	60	58

结论:

1. 按照 A:B=10:1 混和, 101-30-2-1 的密度大于 101-30-2-23;
2. 室温下, 101-30-2-1 和 101-30-2-23 的硬度均随着固化时间延长而增大, 固化完全情况下, 两者硬度相关不大。

2.4 导热系数测试

2.4.1 目的

对 CR TM-EPutty-101-30-2-1A&CR TM-EPutty-101-30-2-1A/B, CR TM-EPutty-101-30-2-23A&CR TM-EPutty-101-30-2-23A/B 的环氧导电导热胶粘剂产品的混和前和混和后的导热系数性能提供技术认证的依据。

2.4.2 测试产品

CR TM-EPutty-101-30-2-1A&CR TM-EPutty-101-30-2-1A/B, CR TM-EPutty-101-30-2-23A&CR TM-EPutty-101-30-2-23A/B 环氧导电导热胶粘剂。



图 2.4-1 101-30-2-1A



图 2.4-2 101-3-2-1B

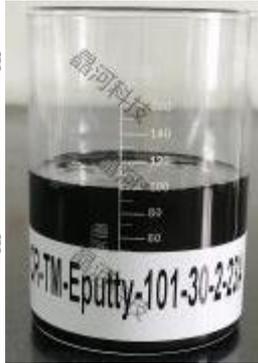


图 2.4-3 101-30-2-23A



图 2.4-4 101-3-2-23B

2.4.3 相关标准

ASTM D5470

2.4.4 使用仪器或治具



图 2.4-5 L9389 导热系数测试仪



图 2.4-6 石英玻璃治具

2.4.5 测试方法

- 1) 取 20 克 CR TM-EPutty-101-30-2-1A 和防止固化的溶剂 2 克, 将两者充分混合搅拌后待用(加入防止固化的溶剂模拟 CR TM-EPutty-101-30-2-1B 的作用);
- 2) 取 10 克 CR TM-EPutty-101-30-2-23A 和防止固化的溶剂 1 克, 将两者充分混合搅拌后待用(加入防止固化的溶剂模拟 CR TM-EPutty-101-30-2-23B 的作用);
- 3) 取 CR TM-EPutty-101-30-2-1A、CR TM-EPutty-101-30-2-23A, 经步骤 1)和步骤 2)混合后的样品各 15 克备用, 取样过程中注意保持干净;
- 4) 打开 L9389 导热系数测试仪, 选择第四项“Grease Thermal Conductivity”测试模式;
- 5) 把导热系数测试仪热极与冷极擦拭干净, 放上石英玻璃治具;
- 6) 设置测试条件: 压力 20psi, 热极温度 80°C, 测试时间 10min;
- 7) 将步骤 2)的待测试样品, 用压舌板取够厚度为 0.1mm、0.2mm、0.3mm 的量, 使样品填满热极, 并避免气泡带入;

8) 开始导热系数测试, 每次测试结束后刮掉热极上的样品, 重新放入样品, 按厚度 0.1mm、0.2mm、0.3mm 重复测试 3 次, 系统自动计算导热系数。

2.4.6 测试结果

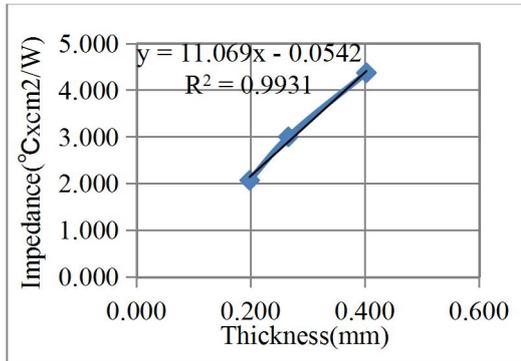


图 2.4-7 101-30-2-1A 导热系数测试结果

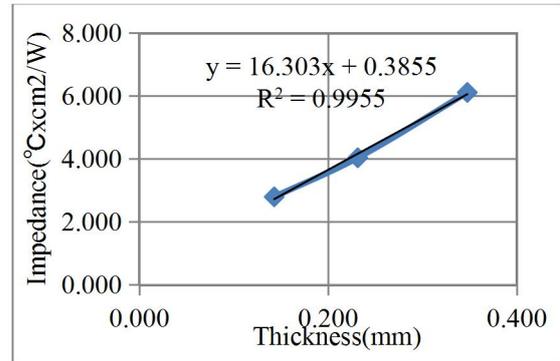


图 2.4-8 101-30-2-1A/B 导热系数测试结果

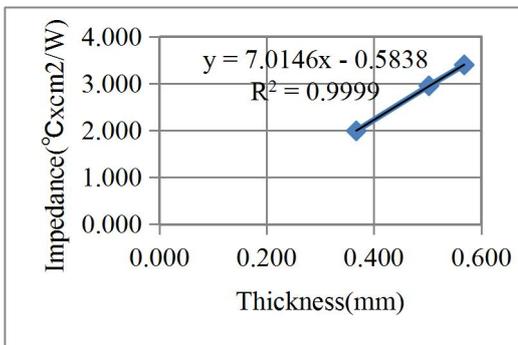


图 2.4-9 101-30-2-23A 导热系数测试结果

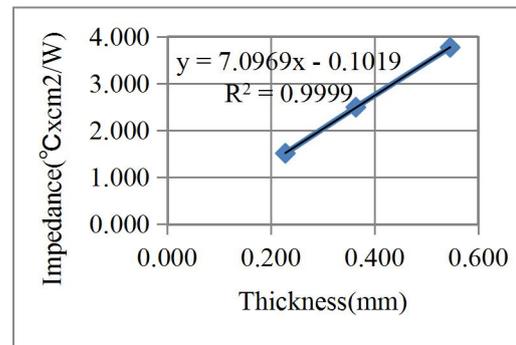


图 2.4-10 101-30-2-23A/B 导热系数测试结果

表 2.4-1 导电导热胶粘剂导热系数测试结果

产品型号	厚度 mm	热阻抗		导热系数 W/m·°C	R ² 趋势线	拟合导热系数 W/m·°C
		°C·cm ² /W	°C·in ² /W			
101-30-2-1A	0.198	2.068	0.321	0.96	0.9931	0.903
	0.266	2.999	0.465	0.89		
	0.403	4.369	0.677	0.92		
101-30-2-1 (A:B=10:1)	0.143	2.790	0.432	0.51	0.9955	0.613
	0.232	4.031	0.625	0.57		
	0.348	6.109	0.947	0.57		
101-30-2-23A	0.367	1.988	0.308	1.85	0.9999	1.426
	0.503	2.950	0.457	1.70		
	0.568	3.396	0.526	1.67		
101-30-2-23 (A:B=10:1)	0.228	1.510	0.234	1.51	0.9999	1.409
	0.364	2.493	0.386	1.46		
	0.546	3.770	0.584	1.45		

注: 根据导电导热胶粘剂在靶材中实际使用情况, 正常导热系数应该是按照 A :B=10:1 混合后安装在热极上使其充分跟冷极进行润湿, 在 80°C 下发生固化, 这时情况跟导电导热胶粘剂正常绑定并固化后的状态相似, 但因为混合后导电导热胶粘剂在 80°C 下会发生固化, 从而把冷热极粘连导致损坏导热系数测试仪, 如果采用先固化后再进行导热系数测试, 在冷热极与固化后的测试片表面存在很大的界面热阻而降低材料的导热系数。而采用未固化的 A 组分或 B 组分进行导热系数测试, 虽然可以充分润湿冷热极, 但材料本身因为未固化, 而造成材料内粉体和胶体之间的界面热阻要远大于固化后的界面热阻而降低材料的导热系数。本实验中采用未固化的 A 组分和 B 组分进行导热系数的测试, 所测得结果要低于材料的本身导热系数。

2.5 热阻抗测试

2.5.1 目的

对 CR TM-EPutty-101-30-2-1A&CR TM-EPutty-101-30-2-1A/B, CR TM-EPutty-101-30-2-23A&CR TM-EPutty-101-30-2-23A/B 的环氧导电导热胶粘剂产品的混和前和混和后的热阻抗性能提供技术认证的依据。

2.5.2 测试产品

CR TM-EPutty-101-30-2-1A&CR TM-EPutty-101-30-2-1A/B, CR TM-EPutty-101-30-2-23A&CR TM-EPutty-101-30-2-23A/B 环氧导电导热胶粘剂。



图 2.5-1 101-30-2-1A



图 2.5-2 101-3-2-1B

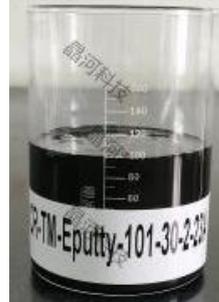


图 2.5-3 101-30-2-23A



图 2.5-4 101-3-2-23B

2.5.3 相关标准

ASTM D5470

2.5.4 使用仪器或治具



图 2.5-5 L9389 导热系数测试仪

2.5.5 测试方法

- 1) 打开 L9389 导热系数测试仪, 选择“Pad/Grease Thermal Impedance Test”模式;
- 2) 把导热系数测试仪热极与冷极擦拭干净;
- 3) 取 10 克 CR TM-EPutty-101-30-2-1A 和防止固化的溶剂 1 克, 将两者充分混合搅拌后待用(加入防止固化的溶剂模拟 CR TM-EPutty-101-30-2-1B 的作用);
- 4) 取 10 克 CR TM-EPutty-101-30-2-23A 和防止固化的溶剂 1 克, 将两者充分混合搅拌后待用(加入防止固化的溶剂模拟 CR TM-EPutty-101-30-2-23B 的作用);
- 5) 分别取 10 克 CR TM-EPutty-101-30-2-1A、CR TM-EPutty-101-30-2-23A, 经步骤 3) 和步骤 4) 混合后的样品, 分别用压舌板把每种样品均匀的薄涂在热极上, 并使样品填满热极且表面抹平, 避免气泡带入;
- 6) 设置测试条件: 压力 40psi, 热端温度 80℃, 测试时间 30min;
- 7) 开始测试, 并记录实验数据。

2.5.6 测试结果

表 2.5-1 导电导热胶粘剂热阻抗测试结果

产品型号	测试次数	Th ℃	Tc ℃	Tave ℃	P psi	Q W	R ℃/W	Icm ℃·cm ² /W	Iin ℃·in ² /W	Thickness mm	K W/m·℃
101-30-2-1A	1	80.29	70.00	75.14	39.98	75.64	0.136	0.878	0.136	0.153	1.52
	2	80.00	70.37	75.18	39.98	76.17	0.126	0.816	0.126	0.147	1.57
	3	79.98	70.63	75.30	40.02	76.74	0.122	0.786	0.122	0.143	1.58
101-30-2-1 (A:B=10:1)	1	80.20	72.22	76.21	39.91	79.66	0.100	0.646	0.100	0.098	1.01
	2	80.00	72.54	76.27	40.02	80.04	0.093	0.601	0.093	0.094	0.92
	3	79.98	72.75	76.37	39.98	80.47	0.090	0.580	0.090	0.092	0.91
101-30-2-23A	1	79.73	58.34	69.03	39.93	54.27	0.394	2.543	0.394	0.611	2.40
	2	80.00	58.62	69.31	40.00	54.58	0.392	2.528	0.392	0.607	2.40
	3	80.01	58.69	69.35	40.02	54.44	0.392	2.527	0.392	0.604	2.39
101-30-2-23 (A:B=10:1)	1	79.99	68.50	74.25	39.95	71.42	0.161	1.038	0.161	0.198	1.91
	2	80.00	68.50	74.25	39.98	72.18	0.159	1.028	0.159	0.196	1.91
	3	80.01	68.53	74.27	39.98	71.92	0.160	1.030	0.160	0.194	1.88

2.6 粘度测试

2.6.1 目的

对 CR TM-EPutty-101-30-2-1 和 CR TM-EPutty-101-30-2-23 导电导热胶粘剂产品的混合前后的粘度性能提供技术认证的依据。

2.6.2 测试产品

CR TM-EPutty-101-30-2-1A&CR TM-EPutty-101-30-2-1B&CR TM-EPutty-101-30-2-1A/B(10:1), CR TM-EPutty-101-30-2-23A&CR TM-EPutty-101-30-2-23B&CR TM-EPutty-101-30-2-23A/B(10:1) 导电导热胶粘剂。



图 2.6-1 101-30-2-1A



图 2.6-2 101-3-2-1B

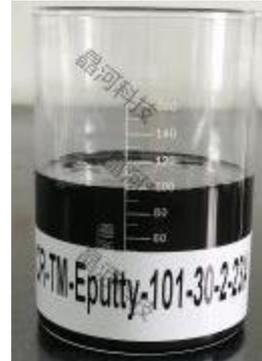


图 2.6-3 101-30-2-23A



图 2.6-4 101-3-2-23B

2.6.3 相关标准

ASTM D2196

2.6.4 使用仪器或治具



图 2.6-5 Brookfield 粘度测试仪

2.6.5 测试方法

- 1) 从冰箱取 CR TM-EPutty-101-30-2-1A 和 CR TM-EPutty-101-30-2-1B 各约 100ml 装入量杯，并通过敲击量杯的侧壁排出空气，整个过程应在 2 分钟内完成后待用；
- 2) 从冰箱取 CR TM-EPutty-101-30-2-23A 和 CR TM-EPutty-101-30-2-23B 各约 100ml 装入量杯，并通过敲击量杯的侧壁排出空气，整个过程应在 2 分钟内完成后待用；
- 3) 将经过步骤 1) 和步骤 2) 的待测样品放入恒温室 ($23\pm 2^{\circ}\text{C}$) 中进行恒温；
- 4) 开启粘度计并等待仪器自动校准完成；
- 5) 选择合适的转子，并安装在粘度计上；
- 6) 分别设置 6、10、60 转速&50、100、200 转速，根据表 2.6-1 和表 2.6-2 时间测试样品粘度，并记录；
- 7) 将上面测试过粘度的 CR TM-EPutty-101-30-2-1A 和 CR TM-EPutty-101-30-2-1B 按照重量比 10:1 混合，并使用高速分散机搅拌 6 分钟后待用；

- 8) 将上面测试过粘度的 CR TM-EPutty-101-30-2-23A 和 CR TM-EPutty-101-30-2-23B 按照重量比 10:1 混合, 并使用高速分散机搅拌 6 分钟后待用;
- 9) 分别取经过步骤 7) 和步骤 8) 的样品各 100ml;
- 10) 将经过步骤 9) 的样品进行粘度测试, 并记录料温和相应的粘度值。

2.6.6 测试结果

表 2.6-1 组分 A 粘度测试结果(选用冰箱存储的料)

产品型号	胶量 ml	恒温室恒温时间, h	料温 °C	转子号	粘度, cps			触变指数
					6rpm	10rpm	60rpm	
101-30-2-1A	100	0	-1.6	96	2200000	1296000	346700	6.35
		0.5	14.9	94	402700	257600	138400	2.91
		1	18.8	94	328000	198400	93330	3.51
		3	23.2	93	244000	148800	85200	2.86
		5	24.3	93	246700	137600	84400	2.92
		6	24.6	93	238700	132800	85870	2.78
		7	24.5	93	233300	124800	81330	2.87
101-30-2-23A	100	0	10.3	94	405300	289600	135200	3.00
		0.5	22.6	94	406700	224000	66000	6.16
		1	24.9	94	469300	273600	67730	6.93
		3	25.4	94	464000	286400	67470	6.88
		5	25.3	94	462700	275200	62400	7.42
		6	24.8	94	462700	281600	63470	7.29
		7	24.3	94	469300	273600	64530	7.27

表 2.6-2 组分 B 粘度测试结果(选用冰箱存储的料)

产品型号	胶量 ml	恒温室恒温时间, h	料温 °C	转子号	粘度, cps			触变指数
					50rpm	100rpm	200rpm	
101-30-2-1B	100	0	-4.3	64	1836	1398	960	1.91
		1	16.4	62	111.6	120.3	129.2	0.86
		3	22.4	62	94.2	75.6	86.4	1.09
		5	23.9	62	91.8	71.4	80.85	1.14
		6	24.4	62	91.2	70.2	80.25	1.14
		7	24.3	62	91.2	70.2	80.85	1.13
		101-30-2-23B	100	0	-4.3	64	1836	1398
1	16.4			62	111.6	120.3	129.2	0.86
3	22.4			62	94.2	75.6	86.4	1.09
5	23.9			62	91.8	71.4	80.85	1.14
6	24.4			62	91.2	70.2	80.25	1.14
7	24.3			62	91.2	70.2	80.85	1.13

表 2.6-3 组分 A 和组分 B 按照 10:1 混合后的粘度测试结果

产品型号	胶量 ml	测试次数	料温 °C	转子号	粘度, cps			触变指数
					6rpm	10rpm	60rpm	
101-30-2-1 (A:B=10:1)	100	1	28.2	64	21500	15840	5070	4.24
		2	29.2	64	20800	16080	5510	3.77
		3	30.6	64	21500	16860	5810	3.70
101-30-2-23 (A:B=10:1)	100	1	28.2	91	48000	33600	17360	2.76
		2	28.5	91	45870	35200	17710	2.59
		3	29.1	91	47730	36800	19440	2.46

注: 触变指数=6 转速粘度/60 转速粘度

2.7 固含量测试

2.7.1 目的

对 CR TM-EPutty-101-30-2-1A/B 和 CR TM-EPutty-101-30-2-23A/B 导电导热胶粘剂产品固化后的固含量提供技术认证的依据。

2.7.2 测试产品

CR TM-EPutty-101-30-2-1A/B 和 CR TM-EPutty-101-30-2-23A/B 导电导热胶粘剂。



图 2.7-1 101-30-2-1A/B (10:1) 固含量测试样品



图 2.7-2 101-30-2-23A/B (10:1) 固含量测试样品

2.7.3 相关标准

晶河实验室

2.7.4 使用仪器或治具



图 2.7-3 电子天平



图 2.7-4 高速分散机



图 2.7-5 振实治具



图 2.7-6 鼓风干燥箱



图 2.7-7 真空箱

2.7.5 测试方法

- 1) 取 200 克 101-30-2-1A 和 20 克 101-30-2-1B，混合后用高速分散机搅拌 10 分钟后待用；
- 2) 取 130 克 101-30-2-23A 和 13 克 101-30-2-23B，混合后用高速分散机搅拌 10 分钟后待用；
- 3) 取 6 个振实治具，按照表 2.7-1 编号后，用无尘布擦拭干净待用；
- 4) 把经过步骤 3) 的振实治具在鼓风干燥箱 100℃ 烘烤 10 分钟；
- 5) 将经过步骤 4) 的振实治具在天平上进行称重 M_1 ，并记录；
- 6) 将经过步骤 1) 和步骤 2) 的混合样品，分别放入经过步骤 4) 的振实治具内敦实，然后放入真空箱中抽真空 3 分钟，取出后再进行敦实操作约 2 分钟并擦去溢出部分；
- 7) 将经过步骤 6) 的振实治具放在天平上，称量振实治具和样品的总重量 M_2 ，并记录；
- 8) 将经过步骤 7) 的振实治具按照表 2.7-1 进行固化，并按照时间点进行称重 M_3 ，并记录；
- 9) 按照公式计算不同固化条件下的固含量 X ： $X=(M_3-M_1)/(M_2-M_1)$ 。

其中：

X ：固含量，%

M_1 ：振实治具重量，g

M_2 ：振实治具+初始样品重量，g

M_3 ：振实治具+不同固化条件固化后的样品重量，g

2.7.6 测试结果

表 2.7-1 导电导热胶粘剂固含量测试结果

产品型号	样品编号	治具重量 M_1 , g	样品重量 M_2-M_1 , g	振实治具+不同老化时间样品重量 M_3 , g				
				23℃/0h	23℃/24h	23℃/48h	23℃/96h	23℃/96h&150℃/24h
101-30-2-1 (A:B=10:1)	1#	69.658	66.774	136.432	136.428	136.431	136.430	136.379
	2#	70.461	66.417	136.878	136.874	136.877	136.876	136.825
	3#	70.207	66.46	136.667	136.665	136.667	136.666	136.617
	固含量, %(平均值)					99.995	99.999	99.997
101-30-2-23 (A:B=10:1)	4#	70.411	41.273	111.684	111.679	111.683	111.685	111.630
	5#	70.501	40.819	111.320	111.316	111.320	111.321	111.267
	6#	69.666	41.137	110.803	110.796	110.801	110.802	110.744
	固含量, %(平均值)					99.987	99.998	100.001

注：由于不能完全避免治具内的空气且无法做到全程干燥，所以放凉过程中会产生水汽，导致一直有轻微差额。

- 结论：**
1. 两种材料室温下的失重很小，处于所用电子天平的测量误差范围；
 2. 两种材料经室温后再高温老化后的失重较明显，但最大不超过 0.2%。

2.8 室温固化&老化电阻测试

2.8.1 目的

对 CR TM-EPutty-101-30-2-1 和 CR TM-EPutty-101-30-2-23 导电导热胶粘剂产品室温固化后的电阻及老化后的电阻性能提供技术认证的依据。

2.8.2 测试产品

CR TM-EPutty-101-30-2-1, CR TM-EPutty-101-30-2-23 导电导热胶粘剂。



图 2.8-1 不锈钢片 101-30-2-1A/B(10:1)



图 2.8-2 玻璃片 101-30-2-1A/B (10:1)



图 2.8-3 靶材片上 101-30-2-1A/B (10:1)



图 2.8-4 不锈钢片与靶材片之间体积电阻测试样品 101-30-2-1A/B (10:1)



图 2.8-5 不锈钢片 101-30-2-23A/B (10:1)



图 2.8-6 玻璃片 101-30-2-23A/B (10:1)



图 2.8-7 靶材片 101-30-2-23A/B (10:1)

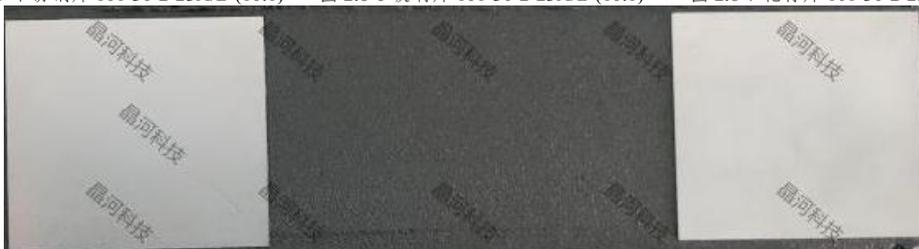


图 2.8-8 不锈钢片与靶材片之间体积电阻测试样品 101-30-2-23A/B (10:1)

2.8.3 相关标准

晶河实验室

2.8.4 使用仪器或治具

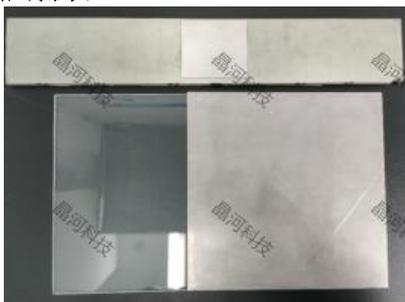


图 2.8-9 不锈钢片+AZO 靶材片+玻璃片



图 2.8-10 高速分散机



图 2.8-11 马弗炉

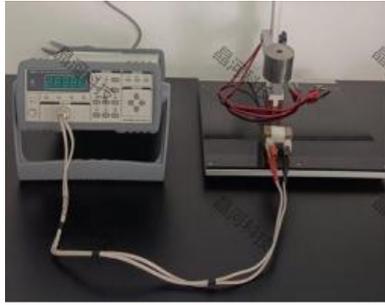


图 2.8-12 直流低电阻测试仪&表面电阻测试装置



图 2.8-13 万用表

2.8.5 测试方法

- 1) 取 150 克 101-30-2-1A&15 克 101-30-2-1B 和 100 克 101-30-2-23A&10 克 101-30-2-23B, 搅拌 10 分钟后待用;
- 2) 表面电阻测试: 取步骤 1) 和步骤 2) 混合后的样品用抹刀分别涂刷在不锈钢片、靶材片、玻璃片上, 涂抹面积: 75*105*0.1mm;
- 3) 将经步骤 3) 的样品按照表 2.8-1 的固化条件及高温老化条件进行室温固化&老化, 并测试记录每个时间段的表面电阻; 测试时电极表面放置 1kg 砝码, 10 秒后读取电阻值, 并记录, 测试完后继续进行室温固化, 不同时间测试电阻时避免同一位置进行电阻测试;
- 4) 体积电阻测试: 分别取步骤 1) 和步骤 2) 的环氧导电导热胶粘剂用抹刀刷在靶材片上, 涂抹面积: 45*50*0.1mm, 然后再把不锈钢片贴合在环氧导电导热胶粘剂上, 形成三明治结构;
- 5) 将经过步骤 4) 的样品使用万用表测试不同固化条件下的体积电阻, 即不锈钢片+环氧导电导热胶粘剂+靶材片之间的体积电阻, 测试时万用表的两个探针分别接触上下的不锈钢片和靶材片, 保证两探针处于同一垂直线上, 不同位置测试五个点, 并记录, 测试完后继续进行室温固化, 不同时间测试电阻时避免同一位置进行电阻测试。

2.8.6 测试结果

表 2.8-1 导电导热胶粘剂室温固化电阻&高温老化后电阻测试结果

产品型号	实验条件 ℃/h	测试 仪器	涂胶基材	电阻, Ohm					
				1	2	3	4	5	均值
101-30-2-1 (A:B=10:1)	25/24	表面 电阻仪	不锈钢片	1.03	2.10	1.24	1.53	1.50	1.48
	25/48		不锈钢片	1.09	0.98	0.84	1.10	1.26	1.05
	25/72		不锈钢片	0.87	1.15	0.74	0.69	0.96	0.88
	25/72&200/24		不锈钢片	0.19	0.39	0.32	0.176	0.25	0.27
	25/24		不锈钢片	2.05	2.50	1.60	1.10	1.03	1.66
	25/48		不锈钢片	2.10	1.60	1.40	1.10	1.60	1.56
	25/72		不锈钢片	0.90	1.60	1.28	1.70	1.55	1.41
	25/72&250/24		不锈钢片	0.69	1.13	0.99	0.81	1.90	1.10
	25/24		不锈钢片	2.30	3.40	3.80	2.60	2.60	2.94
	25/48		不锈钢片	5.20	4.80	4.40	3.50	4.70	4.52
25/72	不锈钢片	0.62	0.81	0.80	0.90	0.54	0.73		
25/72&300/6	不锈钢片	1.36	1.20	3.90	0.65	4.50	2.32		
101-30-2-23 (A:B=10:1)	25/24	表面 电阻仪	不锈钢片	120.40	115.60	107.60	101.70	105.80	110.22
	25/48		不锈钢片	118.30	116.30	134.40	116.70	125.70	122.28
	25/72		不锈钢片	115.40	104.30	144.80	120.80	118.60	120.78
	25/72&200/24		不锈钢片	9.20	8.50	8.30	7.40	5.90	7.86
	25/24		不锈钢片	105.70	115.40	112.30	116.50	107.80	111.54
	25/48		不锈钢片	115.30	105.60	106.10	118.50	120.60	113.22
	25/72		不锈钢片	93.80	122.80	119.60	110.40	107.60	110.84
	25/72&250/24		不锈钢片	4.90	5.10	4.30	5.60	4.60	4.90
	25/24		不锈钢片	117.90	114.80	116.50	105.80	114.80	113.96
	25/48		不锈钢片	127.70	128.60	121.20	134.80	129.60	128.38
25/72	不锈钢片	134.60	124.60	123.70	123.80	127.50	126.84		
25/72&300/6	不锈钢片	65.70	61.10	60.80	51.80	52.70	58.42		
101-30-2-1 (A:B=10:1)	25/24	表面 电阻仪	玻璃片	1.28	2.31	1.25	1.04	1.75	1.28
	25/48		玻璃片	1.67	1.02	1.14	1.04	1.12	1.12
	25/72		玻璃片	1.13	1.26	1.12	1.05	0.96	1.12
	25/72&200/24		玻璃片	0.39	0.30	0.27	0.31	0.26	0.30
	25/24		玻璃片	2.10	7.50	5.50	3.10	3.40	3.40
	25/48		玻璃片	2.80	3.20	1.90	2.20	3.20	2.80
	25/72		玻璃片	2.30	1.70	1.51	2.10	1.90	1.90
	25/72&250/24		玻璃片	1.36	1.58	1.82	1.97	2.63	1.82
	25/24		玻璃片	36.70	18.50	21.30	15.80	27.10	21.30
	25/48		玻璃片	6.10	6.90	5.80	5.70	5.10	5.80
25/72	玻璃片	0.91	1.02	1.25	1.10	1.09	1.09		
25/72&300/6	玻璃片	0.96	0.49	0.48	1.06	1.24	0.49		

表 2.8-1 导电导热胶粘剂室温固化电阻&高温老化后电阻测试结果(续)

产品型号	实验条件 ℃/h	测试 仪器	涂胶基材	电阻, Ohm					
				1	2	3	4	5	均值
101-30-2-23 (A:B=10:1)	25/24	表面 电阻仪	玻璃片	390.00	440.00	360.00	390.00	380.00	392.00
	25/48		玻璃片	330.00	320.00	340.00	320.00	350.00	332.00
	25/72		玻璃片	290.00	310.00	290.00	360.00	300.00	310.00
	25/72&200/24		玻璃片	14.20	16.20	10.20	17.50	13.20	14.30
	25/24		玻璃片	390.00	430.00	380.00	350.00	310.00	372.00
	25/48		玻璃片	410.00	310.00	340.00	280.00	320.00	332.00
	25/72		玻璃片	430.00	370.00	390.00	400.00	380.00	394.00
	25/72&250/24		玻璃片	8.30	9.30	9.30	7.80	10.10	9.00
	25/24		玻璃片	420.00	390.00	360.00	430.00	440.00	408.00
	25/48		玻璃片	440.00	400.00	330.00	360.00	340.00	374.00
	25/72		玻璃片	420.00	330.00	320.00	350.00	430.00	370.00
	25/72&300/6		玻璃片	55.60	61.90	56.60	70.50	62.30	61.40
101-30-2-1 (A:B=10:1)	25/24	表面 电阻仪	靶材片	0.78	0.81	0.46	0.40	0.38	0.46
	25/48		靶材片	0.55	0.78	0.60	0.53	0.56	0.53
	25/72		靶材片	0.51	0.71	0.66	0.58	0.60	0.60
	25/72&200/24		靶材片	0.21	0.22	0.77	0.71	0.51	0.51
	25/24		靶材片	0.34	0.72	0.58	0.35	0.32	0.35
	25/48		靶材片	0.25	0.34	0.28	0.30	0.27	0.28
	25/72		靶材片	0.43	0.25	0.24	0.53	0.44	0.43
	25/72&250/24		靶材片	2.10	1.36	1.40	1.48	1.33	1.40
	25/24		靶材片	12.50	18.50	16.10	13.50	10.90	13.50
	25/48		靶材片	4.40	6.10	3.30	3.70	4.00	4.00
	25/72		靶材片	1.14	1.40	0.64	0.90	0.57	0.90
	25/72&300/6		靶材片	1.00	1.51	0.45	2.27	5.62	1.51
101-30-2-23 (A:B=10:1)	25/24	表面 电阻仪	靶材片	370.00	340.00	300.00	390.00	300.00	340.00
	25/48		靶材片	350.00	330.00	300.00	310.00	400.00	338.00
	25/72		靶材片	300.00	320.00	320.00	280.00	330.00	310.00
	25/72&200/24		靶材片	13.10	9.90	11.60	9.60	12.20	11.30
	25/24		靶材片	220.00	173.00	200.00	220.00	290.00	220.60
	25/48		靶材片	192.80	210.80	194.20	207.40	204.90	202.00
	25/72		靶材片	183.90	183.10	182.40	204.20	205.70	191.90
	25/72&250/24		靶材片	4.10	3.60	4.80	4.40	4.40	4.30
	25/24		靶材片	120.90	126.80	87.80	102.70	100.00	107.60
	25/48		靶材片	96.80	139.40	123.40	120.80	89.90	114.10
	25/72		靶材片	127.30	119.40	114.80	112.50	111.70	117.10
	25/72&300/6		靶材片	61.40	62.50	58.70	62.90	60.10	61.10
101-30-2-1 (A:B=10:1)	25/24	万用表	不锈钢片&靶材片	3.20	2.50	2.20	2.10	2.20	2.44
	25/48		不锈钢片&靶材片	1.80	2.40	2.00	1.80	2.30	2.06
	25/72		不锈钢片&靶材片	2.50	2.00	2.30	1.70	1.80	2.06
	25/72&200/24		不锈钢片&靶材片	4.40	4.30	3.20	2.30	4.60	3.76
	25/24		不锈钢片&靶材片	4.10	2.70	2.80	3.00	2.60	3.04
	25/48		不锈钢片&靶材片	2.70	2.50	2.80	3.20	2.60	2.76
	25/72		不锈钢片&靶材片	2.70	3.00	3.10	2.80	3.20	2.96
	25/72&250/24		不锈钢片&靶材片	9.80	5.30	6.80	9.50	4.60	7.20
	25/24		不锈钢片&靶材片	3.80	4.10	3.60	4.00	3.50	3.80
	25/48		不锈钢片&靶材片	3.20	3.60	2.90	3.80	3.30	3.36
	25/72		不锈钢片&靶材片	3.00	2.40	2.10	2.80	2.00	2.46
	25/72&300/6		不锈钢片&靶材片	5.10	4.90	5.00	4.50	5.10	4.92
101-30-2-23 (A:B=10:1)	25/24	万用表	不锈钢片&靶材片	35.30	30.90	35.00	30.50	33.70	33.08
	25/48		不锈钢片&靶材片	21.50	22.70	23.20	25.10	22.30	22.96
	25/72		不锈钢片&靶材片	19.00	18.30	20.10	18.90	18.80	19.02
	25/72&200/24		不锈钢片&靶材片	10.20	10.80	11.10	10.60	10.70	10.68
	25/24		不锈钢片&靶材片	29.60	33.60	28.40	28.60	29.00	29.84
	25/48		不锈钢片&靶材片	18.70	16.50	16.10	17.50	16.00	16.96
	25/72		不锈钢片&靶材片	13.00	14.10	12.90	12.70	12.50	13.04
	25/72&250/24		不锈钢片&靶材片	22.20	22.70	22.40	22.40	22.50	22.44
	25/24		不锈钢片&靶材片	91.00	130.00	86.00	180.00	76.00	112.60
	25/48		不锈钢片&靶材片	63.80	64.60	65.70	62.20	65.40	64.34
	25/72		不锈钢片&靶材片	17.80	18.20	15.10	13.80	13.50	15.68
	25/72&300/6		不锈钢片&靶材片	122.70	118.30	129.80	121.60	131.60	124.80

结论:

实验条件 ℃/h	涂胶基材	电阻均值, Ohm		结论
		101-30-2-1	101-30-2-23	
25/24	不锈钢片	2.03	111.91	1. 101-30-2-1 在 200℃/24h 老化后电阻降低 4 倍, 其它两个老化条件下, 电阻升高最大 2 倍多; 2. 101-30-2-23 在前两个老化后电阻急剧降低, 降低约 15-24 倍, 与 101-30-2-1 的电阻值处于同一数量级水平; 300℃/6h 老化后电阻降低约 2 倍。
25/48	不锈钢片	2.38	121.29	
25/72	不锈钢片	1.01	119.49	
25/72&200/24	不锈钢片	0.27	7.86	
25/72&250/24	不锈钢片	1.10	4.90	
25/72&300/6	不锈钢片	2.32	58.42	
25/24	玻璃片	8.66	390.67	1. 101-30-2-1 在 200℃/24h 老化后电阻降低 4.5 倍, 在 250℃/24h 老化后电阻略有增大, 在 300℃/6h 老化后电阻降低约 2.8 倍; 2. 101-30-2-23 在前两个老化后电阻急剧降低, 降低约 25-40 倍, 与 101-30-2-1 的电阻值处于同一数量级水平; 300℃/6h 老化后电阻降低约 6 倍。
25/48	玻璃片	3.24	346.00	
25/72	玻璃片	1.37	358.00	
25/72&200/24	玻璃片	0.30	14.30	
25/72&250/24	玻璃片	1.82	9.00	
25/72&300/6	玻璃片	0.49	61.40	
25/24	靶材片	4.77	222.73	1. 101-30-2-1 在 200℃/24h 老化后电阻略有降低, 在其它两个老化条件后电阻略有增大, 增加约 2 倍; 2. 101-30-2-23 在前两个老化后电阻急剧降低, 降低约 18-48 倍, 与 101-30-2-1 的电阻值处于同一数量级水平; 300℃/6h 老化后电阻降低约 3.4 倍。
25/48	靶材片	1.60	218.03	
25/72	靶材片	0.64	206.33	
25/72&200/24	靶材片	0.51	11.30	
25/72&250/24	靶材片	1.40	4.30	
25/72&300/6	靶材片	1.51	61.10	
25/24	不锈钢片&靶材片	3.09	58.51	1. 101-30-2-1 在三个老化条件后电阻均略有增大, 增大约 1-3 倍; 2. 101-30-2-23 在 200℃/24h 老化后电阻降低 1.5 倍, 在 250℃/24h 老化后电阻增加约 1.5 倍, 与 101-30-2-1 的电阻值处于同一数量级水平; 300℃/6h 老化后电阻增加较大, 增加约 8 倍。
25/48	不锈钢片&靶材片	2.73	34.75	
25/72	不锈钢片&靶材片	2.49	15.91	
25/72&200/24	不锈钢片&靶材片	3.76	10.68	
25/72&250/24	不锈钢片&靶材片	7.20	22.44	
25/72&300/6	不锈钢片&靶材片	4.92	124.80	

2.9 室温固化&高温老化拉伸剪切强度测试

2.9.1 目的

对 CR TM-EPutty-101-30-2-1A/B 和 CR TM-EPutty-101-30-2-23A/B 导电导热胶粘剂产品的室温固化&高温老化拉伸剪切强度性能提供技术认证的依据。

2.9.2 测试产品

CR TM-EPutty-101-30-2-1A/B 和 CR TM-EPutty-101-30-2-23A/B 导电导热胶粘剂。

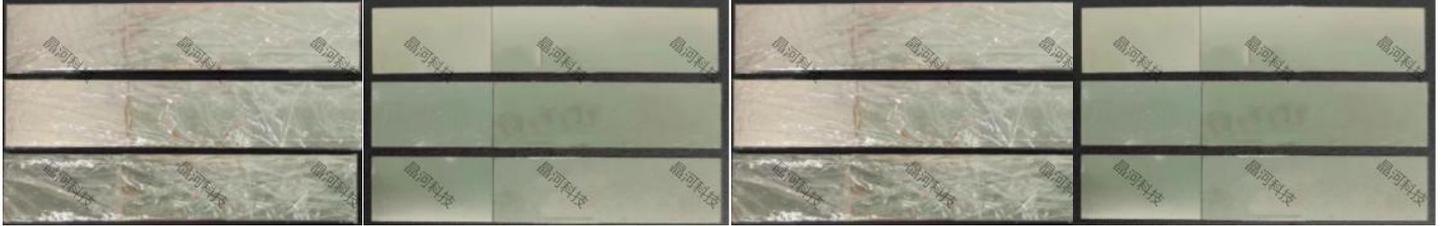


图 2.9-1 101-30-2-1 包裹样品

图 2.9-2 101-30-2-1 未包裹样品

图 2.9-3 101-30-2-23 包裹样品

图 2.9-4 101-30-2-23 未包裹样品

2.9.3 使用仪器或治具



图 2.9-5 不锈钢片



图 2.9-6 高速分散机



图 2.9-7 电子拉力机



图 2.9-8 马弗炉

9.4 相关标准

晶河实验室

2.9.5 测试步骤

- 1) 选取 126 对长 70mm*宽 20mm*厚 0.3mm 的不锈钢片，用酒精清洗干净，晾干后待用；
- 2) 取 120 克 101-30-2-1A 和 12 克 101-30-2-1B，混合后用高速分散机搅拌 10 分钟后待用；
- 3) 取 100 克 101-30-2-23A 和 10 克 101-30-2-23B，混合后用高速分散机搅拌 10 分钟后待用；
- 4) 用经过步骤 2) 和步骤 3) 的样品粘接两片不锈钢片，粘接尺寸为 30*20mm，每种样品 63 对，共 126 对；
- 5) 取经步骤 4) 的 126 对已粘接完成的不锈钢片样品，用缠绕膜完全密封包裹，其中 36 对包裹层数为 5 层，36 对包裹层数为 10 层，54 对不进行包裹；
- 6) 将经过步骤 5) 的不锈钢片，按照表 2.9-1 和表 2.9-2 的固化条件进行室温固化和高温老化；
- 7) 将经过步骤 6) 的不锈钢片取出后，用电子拉力机进行拉力测试，记录断裂时最大拉力，并计算拉伸剪切强度。

2.9.6 测试结果

表 2.9-1 导电导热胶粘剂室温固化拉伸剪切强度测试结果

产品型号	样品编号	是否包裹	固化条件 °C/h	不锈钢片粘接尺寸			最大拉断力 F, N		拉伸剪切强度, MPa
				长度, mm	宽度, mm	粘接面积 S, mm ²	实测值	平均值	
101-30-2-1 (A:B=10:1)	1#	包 5 层	25/24	30	20	600	1406	1378	2.30
	2#	包 5 层		30	20	600	1409		
	3#	包 5 层		30	20	600	1320		
	4#	包 10 层		30	20	600	1653	1544	2.57
	5#	包 10 层		30	20	600	1541		
	6#	包 10 层		30	20	600	1438		
	7#	否		30	20	600	1224	1246	2.08
	8#	否		30	20	600	1310		
	9#	否		30	20	600	1203		
101-30-2-23 (A:B=10:1)	1-1#	包 5 层	25/24	30	20	600	855	852	1.42
	2-1#	包 5 层		30	20	600	836		
	3-1#	包 5 层		30	20	600	865		
	4-1#	包 10 层		30	20	600	800	838	1.40
	5-1#	包 10 层		30	20	600	840		
	6-1#	包 10 层		30	20	600	873		
	7-1#	否		30	20	600	811	809	1.35
	8-1#	否		30	20	600	828		
	9-1#	否		30	20	600	788		

表 2.9-1 导电导热胶粘剂室温固化拉伸剪切强度测试结果(续)

产品型号	样品编号	是否包裹	固化条件 ℃/h	不锈钢片粘接尺寸			最大拉力 F, N		拉伸剪切强度, MPa	
				长度, mm	宽度, mm	粘接面积 S, mm ²	实测值	平均值		
101-30-2-1 (A:B=10:1)	10#	包 5 层	25/48	30	20	600	2307	2212	3.69	
	11#	包 5 层		30	20	600	2183			
	12#	包 5 层		30	20	600	2147			
	13#	包 10 层		30	20	600	3054	3106	5.18	
	14#	包 10 层		30	20	600	3257			
	15#	包 10 层		30	20	600	3008			
	16#	否		30	20	600	1959	2158	3.60	
	17#	否		30	20	600	2213			
18#	否	30		20	600	2301				
101-30-2-23 (A:B=10:1)	10-1#	包 5 层		25/72	30	20	600	1742	1699	2.83
	11-1#	包 5 层			30	20	600	1647		
	12-1#	包 5 层			30	20	600	1708		
	13-1#	包 10 层			30	20	600	1523	1518	2.53
	14-1#	包 10 层			30	20	600	1538		
	15-1#	包 10 层			30	20	600	1494		
	16-1#	否			30	20	600	1666	1653	2.75
	17-1#	否			30	20	600	1569		
18-1#	否	30			20	600	1723			
101-30-2-1 (A:B=10:1)	19#	包 5 层	25/72		30	20	600	3271	3444	5.74
	20#	包 5 层			30	20	600	3890		
	21#	包 5 层			30	20	600	3170		
	22#	包 10 层			30	20	600	4923	4855	8.09
	23#	包 10 层			30	20	600	4444		
	24#	包 10 层			30	20	600	5197		
	25#	否			30	20	600	3468	3485	5.81
	26#	否			30	20	600	3482		
27#	否	30			20	600	3505			
101-30-2-23 (A:B=10:1)	19-1#	包 5 层		25/72	30	20	600	2391	2270	3.78
	20-1#	包 5 层			30	20	600	2145		
	21-1#	包 5 层			30	20	600	2274		
	22-1#	包 10 层			30	20	600	2339	2251	3.75
	23-1#	包 10 层			30	20	600	2096		
	24-1#	包 10 层			30	20	600	2319		
	25-1#	否			30	20	600	1733	1748	2.91
	26-1#	否			30	20	600	1799		
27-1#	否	30			20	600	1713			
101-30-2-1 (A:B=10:1)	28#	包 5 层	25/96		30	20	600	4189	4016	6.69
	29#	包 5 层			30	20	600	3917		
	30#	包 5 层			30	20	600	3941		
	31#	包 10 层			30	20	600	5610	5433	9.06
	32#	包 10 层			30	20	600	5664		
	33#	包 10 层			30	20	600	5026		
	34#	否			30	20	600	4320	4207	7.01
	35#	否			30	20	600	4208		
36#	否	30			20	600	4094			
101-30-2-23 (A:B=10:1)	28-1#	包 5 层		25/96	30	20	600	2401	2510	4.18
	29-1#	包 5 层			30	20	600	2474		
	30-1#	包 5 层			30	20	600	2656		
	31-1#	包 10 层			30	20	600	2596	2672	4.45
	32-1#	包 10 层			30	20	600	2781		
	33-1#	包 10 层			30	20	600	2638		
	34-1#	否			30	20	600	2567	2595	4.32
	35-1#	否			30	20	600	2527		
36-1#	否	30			20	600	2690			
101-30-2-1 (A:B=10:1)	37#	包 5 层	25/120		30	20	600	4950	4926	8.21
	38#	包 5 层			30	20	600	5071		
	39#	包 5 层			30	20	600	4757		
	40#	包 10 层			30	20	600	6843	6880	11.47
	41#	包 10 层			30	20	600	6829		
	42#	包 10 层			30	20	600	6968		
	43#	否			30	20	600	5081	5333	8.89
	44#	否			30	20	600	5150		
45#	否	30			20	600	5767			

表 2.9-1 导电导热胶粘剂室温固化拉伸剪切强度测试结果(续)

产品型号	样品编号	是否包裹	固化条件 ℃/h	不锈钢片粘接尺寸			最大拉断力 F, N		拉伸剪切强度, MPa
				长度, mm	宽度, mm	粘接面积 S, mm ²	实测值	平均值	
101-30-2-23 (A:B=10:1)	37-1#	包 5 层	25/120	30	20	600	4208	4325	7.21
	38-1#	包 5 层		30	20	600	4301		
	39-1#	包 5 层		30	20	600	4467		
	40-1#	包 10 层		30	20	600	3430	3438	5.73
	41-1#	包 10 层		30	20	600	3438		
	42-1#	包 10 层		30	20	600	3445		
	43-1#	否		30	20	600	3313	3427	5.71
	44-1#	否		30	20	600	3402		
45-1#	否	30	20	600	3567				
101-30-2-1 (A:B=10:1)	46#	包 5 层	25/144	30	20	600	7032	7099	11.83
	47#	包 5 层		30	20	600	7153		
	48#	包 5 层		30	20	600	7112		
	49#	包 10 层		30	20	600	6968	6928	11.55
	50#	包 10 层		30	20	600	7016		
	51#	包 10 层		30	20	600	6801		
	52#	否		30	20	600	6962	6993	11.66
	53#	否		30	20	600	7065		
54#	否	30	20	600	6951				
101-30-2-23 (A:B=10:1)	46-1#	包 5 层	25/144	30	20	600	4249	4271	7.12
	47-1#	包 5 层		30	20	600	4352		
	48-1#	包 5 层		30	20	600	4213		
	49-1#	包 10 层		30	20	600	4343	4313	7.19
	50-1#	包 10 层		30	20	600	4278		
	51-1#	包 10 层		30	20	600	4318		
	52-1#	否		30	20	600	3343	3406	5.68
	53-1#	否		30	20	600	3388		
54-1#	否	30	20	600	3487				

表 2.9-2 导电导热胶粘剂高温老化后拉伸剪切强度测试结果

产品型号	样品编号	固化条件 ℃/h	不锈钢片粘接尺寸			最大拉断力 F, N		拉伸剪切强度, MPa
			长度, mm	宽度, mm	粘接面积 S, mm ²	实测值	平均值	
101-30-2-1 (A:B=10:1)	55#	25/72& 200/24	30	20	600	3553	3407	5.68
	56#		30	20	600	3541		
	57#		30	20	600	3129		
	58#	25/72& 250/24	30	20	600	2549	2220	3.70
	59#		30	20	600	2080		
	60#		30	20	600	2030		
	61#	25/72& 300/6	30	20	600	592	667	1.11
62#	30		20	600	697			
63#	30		20	600	712			
101-30-2-23 (A:B=10:1)	55-1#	25/72& 200/24	30	20	600	3327	3019	5.03
	56-1#		30	20	600	3552		
	57-1#		30	20	600	2179		
	58-1#	25/72& 250/24	30	20	600	1691	1884	3.14
	59-1#		30	20	600	1931		
	60-1#		30	20	600	2031		
	61-1#	25/72& 300/6	30	20	600	82	100	0.17
62-1#	30		20	600	94			
63-1#	30		20	600	124			

结论:

- 103-30-2-1A/B 和 103-30-2-23A/B, 分别涂刷在不锈钢片之间, 包裹 5 层, 包裹 10 层和未包裹的状态下, 在室温固化 24 小时后已开始固化, 时间越长拉伸剪切强度越大, 在室温固化 144 小时后基本固化完全;
- 103-30-2-1A/B 和 103-30-2-23A/B, 分别涂刷在不锈钢片之间, 包裹 5 层, 包裹 10 层和未包裹的状态下, 其包裹 10 层的拉伸剪切强度优于未包裹的, 包裹 10 层的拉伸剪切强度最好;
- 室温下, 相同的固化时间, 103-30-2-1A/B 的拉伸剪切强度优于 103-30-2-23A/B;
- 101-30-2-1A/B 的拉伸剪切强度试片, 经过 72 小时室温固化后, 经过 200℃/24 小时的拉伸剪切强度与室温固化 72 小时的相比, 变化不大, 经过 250℃/24 小时的拉伸剪切强度均比室温固化 72 小时的拉伸剪切强度降低, 拉伸剪切强度降低约 1.5 倍, 经过 300℃/6 小时的拉伸剪切强度均比室温固化 72 小时的拉伸剪切强度急剧降低, 拉伸剪切强度降低约 30 倍。
- 101-30-2-23A/B 的拉伸剪切强度试片, 经过 72 小时室温固化及 200℃/24 小时的拉伸剪切强度比室温固化 72 小时的高约 1.5 倍, 经过 250℃/24 小时的拉伸剪切强度均比室温固化 72 小时的拉伸剪切强度处于同一水平, 经过 300℃/6 小时的拉伸剪切强度均比室温固化 72 小时的拉伸剪切强度急剧降低, 拉伸剪切强度降低约 5 倍。

2.10 可操作时间测试

2.10.1 目的

对 CR TM-EPutty-101-30-2-1A/B 和 CR TM-EPutty-101-30-2-23A/B 导电导热胶粘剂产品的可操作时间性能提供技术认证的依据。

2.10.2 测试产品

CR TM-EPutty-101-30-2-1A/B 和 CR TM-EPutty-101-30-2-23A/B 导电导热胶粘剂。



图 2.10-1 101-30-2-1A/B (10:1)



图 2.10-2 101-30-2-23A/B (10:1)

2.10.3 相关标准

晶河实验室

2.10.4 使用仪器或治具



图 2.10-3 不锈钢片+毛刷+不锈钢抹刀



图 2.10-4 高速分散机



图 2.10-5 电热真空干燥箱



图 2.10-6 Brookfield 粘度仪

2.10.5 测试步骤

- 1) 用量杯取 500 克 CR TM-EPutty-101-30-2-1A&200 克 CR TM-EPutty-101-30-2-1B , 500 克 CR TM-EPutty-101-30-2-23A&200 克 CR TM-EPutty-101-30-2-23B 在室温下进行恒温, 并分别测试恒温 0 分钟, 恒温 30 分钟, 60 分钟后的粘度, 并记录;
- 2) 称取 180 克经过步骤 1) 的 CR TM-EPutty-101-30-2-1A 和 18 克 CR TM-EPutty-101-30-2-1B, 称取两份, 分别用高速分散机搅拌 10 分钟, 测试粘度, 并记录;
- 3) 把经过步骤 2) 的其中一份放入室温恒温室中进行恒温, 另一份放入 30°C 的电热恒温干燥箱中, 按照表 2.10-1 和表 2.10-2 中的静置时间进行静置, 在相应的时间拿出后, 取出适量胶体, 使用毛刷和抹刀进行操作, 并观察难易程度, 如果易于操作, 则立即进行粘度测试, 测试后并继续在室温恒温室进行静置, 如果不易于操作, 则终止实验, 并记录;
- 4) 称取 150 克经过步骤 1) 的 CR TM-EPutty-101-30-2-23A 和 15 克 CR TM-EPutty-101-30-2-23B, 称取两份, 分别用高速分散机搅拌 10 分钟, 测试粘度, 并记录;
- 5) 把经过步骤 4) 的其中一份放入恒温室中进行恒温, 另一份放入 30°C 的电热恒温干燥箱中, 按照表 2.10-1 和表 2.10-2 中的时间进行静置, 在相应时间拿出后, 在室温恒温室进行操作, 取出适量胶体, 使用毛刷和抹刀进行操作, 并观察难易程度, 如果易于操作, 则进行粘度测试, 测试后并继续置于 30°C 的电热恒温干燥箱中进行静置, 如果不易于操作, 则终止实验, 并记录;
- 6) 可操作时间标准: 前一时间不崩皮, 毛刷和抹刀均可涂刷且容易; 下一时间内如果出现崩皮, 毛刷和抹刀涂刷出现较难, 则取前一时间为可操作时间。

2.10.6 测试结果

表 2.10-1 导电导热胶粘剂室温可操作时间测试结果室(室温 25±2℃)

产品型号	静置条件 ℃/min	料温 ℃			是否 崩皮	不锈钢片				转子 #	粘度/10RPM cps	可操作 时间
						是否可刷涂		刷涂难易				
						毛刷	抹刀	毛刷	抹刀			
101-30-2-1 (A:B=10:1)	室温/0	恒温室 恒温前	A	27.6	---	---	---	---	---	93	142400	1.5h
			B	24.3	---	---	---	---	62	100/60.6		
		恒温 30 分钟	A	26.1	---	---	---	---	93	128800		
			B	24.2	---	---	---	---	62	100/66		
		恒温 60 分钟	A	25.1	---	---	---	---	93	136000		
			B	24.1	---	---	---	---	62	100/65.4		
	混合后	A&B	27.1	---	---	---	---	64	14640			
	室温/60	混合后	A&B	30.1	否	是	是	容易	容易	91	25120	
	室温/90	混合后	A&B	30.3	否	是	是	容易	容易	91	46240	
	室温/120	混合后	A&B	31.5	否	是	是	较难	容易	94	510400	
	室温/150	混合后	A&B	30.7	否	是	是	较难	容易	94	320000	
室温/180	混合后	A&B	29.5	否	否	是	---	容易	95	856000		
室温/210	混合后	A&B	28.3	否	否	是	---	较难	96	1136000		
101-30-2-23 (A:B=10:1)	室温/0	恒温室 恒温前	A	27.8	---	---	---	---	---	94	166400	2.5h
			B	24.3	---	---	---	---	62	100/60.6		
		恒温 30 分钟	A	24.8	---	---	---	---	93	170400		
			B	24.2	---	---	---	---	62	100/66		
		恒温 60 分钟	A	23.7	---	---	---	---	93	178800		
			B	24.1	---	---	---	---	62	100/65.4		
	混合后	A&B	28.7	---	---	---	---	91	30080			
	室温/60	混合后	A&B	26.8	否	是	是	容易	容易	92	49920	
	室温/90	混合后	A&B	26.8	否	是	是	容易	容易	92	65280	
	室温/120	混合后	A&B	26.8	否	是	是	容易	容易	93	119200	
	室温/150	混合后	A&B	26.7	否	是	是	容易	容易	93	168000	
室温/180	混合后	A&B	27.1	否	是	是	较难	容易	93	220000		
室温/210	混合后	A&B	27.3	否	是	是	较难	较难	94	302400		
室温/240	混合后	A&B	26.2	否	否	是	---	较难	95	556000		

表 2.10-2 导电导热胶粘剂 30±2℃可操作时间测试结果

产品型号	静置条件 ℃/min	料温, ℃			是否 崩皮	不锈钢片				转子 #	粘度/10RPM cps	可操作 时间
						是否可刷涂		刷涂难易				
						毛刷	抹刀	毛刷	抹刀			
101-30-2-1 (A:B=10:1)	30/0	恒温室恒 温前	A	27.6	---	---	---	---	---	93	142400	1.0h
			B	24.3	---	---	---	---	62	100/60.6		
		恒温 30 分钟	A	26.1	---	---	---	---	93	128800		
			B	24.2	---	---	---	---	62	100/66		
		恒温 60 分钟	A	25.1	---	---	---	---	93	136000		
			B	24.1	---	---	---	---	62	100/65.4		
	混合后	A&B	27.1	---	---	---	---	64	14640			
30/60	混合后	A&B	41.0	否	是	是	容易	容易	94	595200		
30/90	混合后	A&B	39.0	否	是	是	较难	容易	94	491200		
30/120	混合后	A&B	35.2	否	否	是	---	较难	96	1904000		
101-30-2-23 (A:B=10:1)	30/0	恒温室恒 温前	A	27.8	---	---	---	---	---	94	166400	2.0h
			B	24.3	---	---	---	---	62	100/60.6		
		恒温 30 分钟	A	24.8	---	---	---	---	93	170400		
			B	24.2	---	---	---	---	62	100/66		
		恒温 60 分钟	A	23.7	---	---	---	---	93	178800		
			B	24.1	---	---	---	---	62	100/65.4		
	混合后	A&B	28.7	---	---	---	---	91	30080			
	30/60	混合后	A&B	29.5	否	是	是	容易	容易	92	50560	
	30/90	混合后	A&B	30.4	否	是	是	容易	容易	93	96800	
	30/120	混合后	A&B	30.0	否	是	是	容易	容易	93	162400	
	30/150	混合后	A&B	30.6	否	是	是	较难	容易	93	267200	
30/180	混合后	A&B	30.4	否	否	是	---	容易	94	416000		
30/210	混合后	A&B	29.0	否	否	是	---	较难	95	892000		

结论:

- 101-30-2-1A/B 在室温下的操作时间为 1.5 小时, 在 30℃下的操作时间为 1.0 小时;
- 101-30-2-23A/B 在室温下的操作时间为 2.5 小时, 在 30℃下的操作时间为 2.0 小时。