

# 中空玻璃用热熔丁基密封胶配方 及新生产工艺研究报告

杭州之江有机硅化工有限公司 刘明 陈有志

**摘要:**合理的使用丁基密封胶是保证中空玻璃单元密封寿命的关键。本文通过对中空玻璃用热熔丁基密封胶的不同配方、工艺研究,采用JC/T 914-2003 标准对其性能进行对比,通过引进的先进生产线,提高工艺水平。研究生产高性能的中空玻璃用热熔丁基密封胶。

**关键词:** 热熔 丁基 密封胶

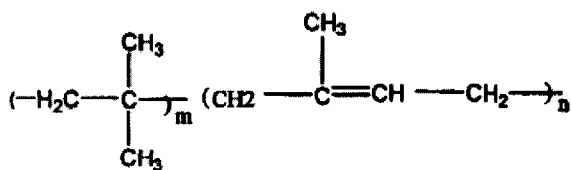
## 1 前言

1.1 中空玻璃用热熔丁基密封胶实质上是由聚异丁烯为主配合丁基橡胶及其它原料通过密闭混合包装工艺生产的产品。在中空玻璃制造中的主要用途有以下三种:

- (1)第一道密封,为非固化塑性热熔丁基;
- (2)熔丁基边部密封用物理固化热熔丁基;
- (3)熔丁基边部密封用化学固化热熔丁基。

后二者一般用于使用超级间隔条 (super spacer) 的中空玻璃。在用于弹性边部密封的一道密封时热熔丁基密封胶主要功能在于阻隔中空玻璃内外层气体的流通,在中空玻璃组装过程中提供必要的初粘力与抗剪切力,并保证与中空玻璃使用寿命相当的耐老化性。当然后二者还具有二道密封必需的保证中空玻璃结构稳定的粘接功能。

以上性能由材料本身的优良特性所决定。聚异丁烯、丁基橡胶的分子结构极为相似。以丁基橡胶为例,它是异丁烯与少量异戊二烯( $\leq 3\%$ )在低温( $-95^{\circ}\text{C}$ )条件下的共聚物。分子结构式如下:



丁基橡胶的结构式

其不饱和度仅为 0.5~3.3%(mol), 而分子链中的绝大部分饱和结构是不起化学作用的惰性链段,使其具有优良的耐氧、耐臭氧和耐化学介质等性能;分子链中侧甲基排列密集,限制了聚合物分子的热运动,因此透气率极低。

合理的使用丁基密封胶是保证中空玻璃单元密封寿命的关键。

## 1.2 国内外丁基胶产品比较

### 1.2.1 产品技术性能方面

产品性能上杭州之江生产的 JS-301 自投放市场以来,受到用户的广泛欢迎,并出口到欧洲、美国及东南亚等地区。主要技术参数见下表 1。

现有 JS301 丁基胶各项指标均符合 JC/T 914-2003 标准规定,总体技术指标接近国外著名产品。

表 1

序号	项 目	标准规定	检验结果	Kommerling GD 115
1	针入度 1/10mm	25℃	45	35
		130℃	301	251
2	剪切强度,MPa $\geq$	0.10	0.11	0.13
3	紫外线照射发雾性	无雾	无雾	无雾
4	热失重,% $\leq$	0.50	0.10	0.15
5	水蒸气透过率,g/m <sup>2</sup> .d $\leq$	1.1	1.0	0.84

1.2.2 生产工艺方面

国内的丁基热熔胶产品与 Koemmerling ADCO Henkel 等国外公司相比较仍存在一些微小差别。如在生产和灌装工序中产生的气泡、胶品的均匀细腻度、密实程度以及产品包装的美观程度等。

国内外丁基热熔胶性能的微小差别必然与生产工艺及设备密切相关。因此,杭州之江进一步提高现有 JS-301 丁基热熔胶品质,引进 SCHWERDTEL 先进生产线成为必然之举。

2 热熔丁基密封胶产品配方、工艺研究

自从使用胶接法生产中空玻璃发展到现在,使用丁基热熔胶作为中空玻璃第一道密封已经将近半个世纪。目前国内大量的采用低分子量的矿物油、沥青等作为生产丁基热熔胶产品的添加物,产品较混乱。我们根据各种专利文献和多年的产品经验,瞄准国际先进的产品对现有丁基热熔胶的配方、工艺进行研究。

2.1 配方研究

在研究工艺不变的情况下,通过对不同配方设计的产品进行性能对比研究。

2.1.1 试样检测依据标准及检测方法

(1) 依据标准: JC/T 914-2003

(2) 检测方法:

密度 GB/T 1033-1986 塑料密度和相对密度的试验方法

针入度 GJB/T 785.3-1989 不硫化橡胶密封性能试验方法

热失重 JC/T 914-2003

剪切强度 JC/T 914-2003

水蒸气透过率 GB/T 1037-1988 塑料薄膜和片材透水蒸气性实验方法

耐热流变性 在 120℃下、48h, 考察丁基胶保持固定形态的能力(自加项目)

2.1.2 主要原材料

(1) 聚异丁烯:

低分子量 国产

高分子量 国产

PIB 5T 进口

PIB B-15N 进口

(2) 丁基橡胶 国产

(3) 橡胶油 进口

(4) EPDM 橡胶 进口

(5) 树脂 进口

(6) 功能性材料 进口

2.1.3 试验结果及分析

2.1.3.1 试验结果

(1) 试验一

试样 A 使用聚异丁烯 低分子量 粘均分子量:6200。试样 B 至 E 与之相同;

试样 B 加入功能性材料

试样 C 加入橡胶油

试样 D 加入树脂塑性粒子

试样 E 加入 EPDM 橡胶

试验结果见表 2,耐热流变性见图 1。

表 2

项目		试样 A	试样 B	试样 C	试样 D	试样 E	标准值
密度 g/cm <sup>3</sup>		1.36	1.35	1.35	1.25	1.24	—
针入度 1/10mm	25℃	44	40	35	55	28	30~50
	130℃	320	300	310	187	240	230~330
热失重 %	≤	0.15	0.55	0.45	0.33	0.20	0.50
水蒸气透过率 g/m <sup>2</sup> . d	≤	0.92	1.01	1.30	1.40	1.12	1.10
剪切强度 Mpa,	≥	0.12	0.10	0.07	0.15	0.13	0.10



图 1 试验一试样的耐热流变性

(2) 试验二

试样 A<sup>2</sup> 使用聚异丁烯 国产及日本 5T 配合。  
 试样 B<sup>2</sup> 至 E<sup>2</sup> 同。  
 试样 B<sup>2</sup> 加入功能性材料

试样 C<sup>2</sup> 加入橡胶油  
 试样 D<sup>2</sup> 加入树脂塑性粒子  
 试样 E<sup>2</sup> 加入 EPDM 橡胶  
 试验结果见表 3, 耐热流变性见图 2。

表 3

项 目		试样 A <sup>2</sup>	试样 B <sup>2</sup>	试样 C <sup>2</sup>	试样 D <sup>2</sup>	试样 E <sup>2</sup>	标准值
密度 g/cm <sup>3</sup>		1.34	1.31	1.29	1.15	1.16	—
针入度 1/10mm	25℃	45	42	38	60	29	30~50
	130℃	310	300	312	170	246	230~330
热失重 % ≤		0.10	0.51	0.45	0.33	0.12	0.50
水蒸气透过率 g/m <sup>2</sup> . d ≤		0.88	1.20	1.00	1.36	1.06	1.10
剪切强度 Mpa, ≥		0.12	0.11	0.09	0.14	0.16	0.10



图 2 试验二试样的耐热流变性

(3) 试验三

试样 A<sup>3</sup> 使用聚异丁烯 国产高分子、日本 5T  
 及 B-15N。试样 B<sup>3</sup> 至 E<sup>3</sup> 同。  
 试样 B<sup>3</sup> 加入功能性材料

试样 C<sup>3</sup> 加入橡胶油  
 试样 D<sup>3</sup> 加入树脂塑性粒子  
 试样 E<sup>3</sup> 加入 EPDM 橡胶  
 试验结果见表 4, 耐热流变性见图 3。

表 4

项 目		试样 A <sup>3</sup>	试样 B <sup>3</sup>	试样 C <sup>3</sup>	试样 D <sup>3</sup>	试样 E <sup>3</sup>	Kommerling GD 115	标准值
密度 g/cm <sup>3</sup>		1.23	1.28	1.27	1.06	1.11	1.09	—
针入度 1/10mm	25℃	47	45	42	62	31	35	30~50
	130℃	310	290	318	190	234	251	230~330
热失重 % ≤		0.05	0.16	0.48	0.20	0.08	0.15	0.50
水蒸气透过率 g/m <sup>2</sup> . d ≤		1.00	1.15	1.08	1.24	0.86	0.84	1.10
剪切强度 Mpa, ≥		0.16	0.11	0.08	0.20	0.18	0.13	0.10

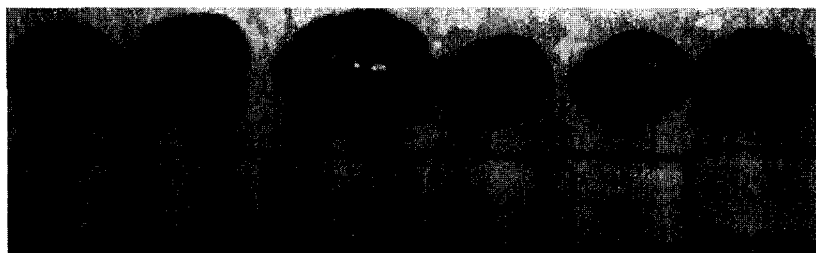


图 3 试验三试样的耐热流变性

## 2.1.3.2 结果分析

(1)在 PIB 基础料相同的各组试样中添加不同助剂,其胶体性能发生了很大改变。

a. 加入功能性材料、橡胶油等低分子量助剂,虽然可以显著提高热熔胶的加工性能,但其热性能不理想。如热失重、耐热流变性等达不到规定要求。因此,与此二者性能相近的添加物如低分子量的矿物油、沥青等将对丁基热熔胶性能产生严重影响。这类热熔胶生产的 IG 单元存在质量隐患,在一定的因素诱导下,可能产生结雾、结露以及边框丁基热熔胶流淌等恶劣现象。极大地破坏 IG 单元的美观,严重的可导致 IG 单元在短期时间即失效。

b. 加入树脂、EPDM 橡胶等物质,可以使热熔胶的某些性能大幅提高,如剪切强度,并可一定程度上降低胶体比重。但存在严重缺陷即针入度测试远远达

不到标准要求。尤为重要的是除试样 E<sup>3</sup> 外,几乎所有样品的水蒸气透过率测试均不合格。采用此类热熔胶密封的 IG 单元的水汽阻隔效果差,造成 IG 露点降低,缩短中空玻璃的使用寿命。

(2)其他组分不变的情况下,采用不同聚异丁烯的各试样的检测结果。其中 A<sup>4</sup> 为单纯使用日本 5T, A<sup>5</sup> 单纯使用巴斯夫 B-15N。试验结果见下表 5。

a. 使用不同催化工艺生产的不同 PIB 进行混合作为基础料的热熔胶表现出更好的性能。

b. 值得注意的是采用较高分子量 B-15N 的试样 A<sup>5</sup> 的各项检测指标都非常优秀,尤其是其剪切强度大大超过一般丁基热熔胶,加以调整可以专用于幕墙用大板块 IG 单元。因为大板块 IG 生产时使用剪切强度更大的丁基热熔胶可以有效地防止玻璃板块因自重而产生错位等质量问题。

表 5

项 目	试样 A <sup>4</sup>	试样 B <sup>4</sup>	试样 C <sup>4</sup>	试样 D <sup>4</sup>	试样 E <sup>4</sup>	Kommerling GD 115	标准值	
密度 g/cm <sup>3</sup>	1.36	1.33	1.23	1.25	1.15	1.09	—	
针入度 1/10mm	25℃	44	45	47	46	35	47	30~50
	130℃	320	310	310	305	251	315	230~330
热失重 %	≤	0.15	0.10	0.05	0.08	0.05	0.50	0.15
水蒸气透过率 g/m <sup>2</sup> ·d	≤	0.92	0.88	1.00	0.80	0.70	0.84	1.10
剪切强度 Mpa,	≥	0.12	0.12	0.16	0.13	0.17	0.13	0.10

## (3)配方研究结论

a. 加入功能性材料、橡胶油等低分子量助剂,虽然可以显著提高热熔胶的加工性能,但其热性能不理想。如热失重、耐热流变性等达不到规定要求。因此,与此二者性能相近的添加物如低分子量的矿物油、沥青等将对丁基热熔胶性能产生严重影响。这类热熔胶生产的 IG 单元存在质量隐患,在一定的因素诱导下,可能产生结雾、结露以及边框丁基热熔胶流淌等恶劣现象。极大地破坏 IG 单元的美观,严重的可导致 IG 单元在短期时间即失效。

b. 加入树脂、EPDM 橡胶等物质,可以使热熔胶的某些性能大幅提高,如剪切强度,并可一定程度上降低胶体比重。但存在严重缺陷即针入度测试远远达不到标准要求。尤为重要的是除试样 E<sup>3</sup> 外,几乎所有样品的水蒸气透过率测试均不合格。采用此类热熔胶密封的 IG 单元的水汽阻隔效果差,造成 IG 露点降低,缩短中空玻璃的使用寿命。

c. 值得注意的是试样 E<sup>3</sup> 的各项检测指标都非常

优秀,尤其是其剪切强度大大超过一般丁基热熔胶,加以调整可以专用于幕墙用大板块 IG 单元。因为大板块 IG 生产时使用剪切强度更大的丁基热熔胶可以有效地防止玻璃板块因自重而产生错位等质量问题。

d. 使用不同分子量的聚异丁烯混合作为基础料的热熔胶表现出更好的性能。尤其是采用不同催化工艺生产的不同 PIB 进行混合,效果更佳。

## 2.2 生产工艺研究

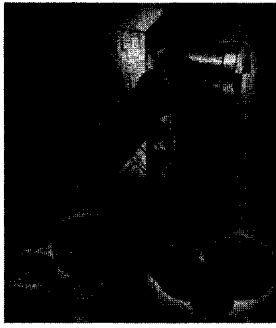
通过引进德国施沃德(SCHWERDTEL)全自动设备的整体解决方案解决工艺问题。具体解决方案如下。

## (1)搅拌装置

采用 Z 形双桨强力捏合,可投入高黏度原材料螺杆输出,出料稳定顺畅,并可全程监控出料压力捏合过程,螺杆反转抬升物料,保证无搅拌死角。

## (2)过滤装置

自清洗过滤系统:用于过滤热熔胶生产过程中混入的杂质,保护齿轮泵及灌装机。保证物料细腻均匀。



搅拌装置



过滤装置

### (3) 齿轮泵

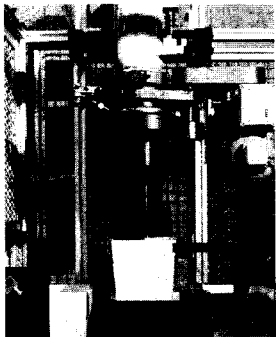
将混合机中生产出来的产品泵送到灌装机中。输出压力为输入压力 50 倍，很大程度上消除生产过程中，抽真空等因素对高分子材料造成的不良影响，保证产品的密实程度。

### (4) 带有特殊切断装置的装填管

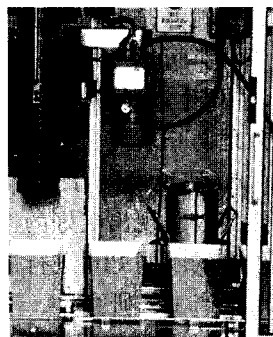
当物料达到重量时，旋转切断每次物料的灌装循环。允许很容易地移动这装置，当操作工移动连接链时，系统联动有计量平衡单元，对这个装置称重。当因为物料重量产生的压力到达设定值时，这个装置下降，可以移走灌成品。

### (5) 带有称重装置的升、降装置

升降台带有称重装置，安装在独立的机架上，带有特殊的阻尼装置，上升装置由液压驱动，带有比例阀，包括位置控制。



齿轮泵



称重的升、降装置

### (6) 装填站的操作模式

空桶由传送装置移动到升降台上，在此，空桶的位置由一个装置检测，以确保当空桶到位之前不会开始灌装，意思就是说：没有空桶，就不灌装。

机器开始对空桶称皮重，在开始灌装之前，空桶上升到预定位置，产品流出和产量由 SCHWERDTEL 的模拟信号控制。桶的下降与灌装速度同步，同时，随

着灌装量的增加，料桶内压力增加，并传导到称重装置。

### (7) 计量系统

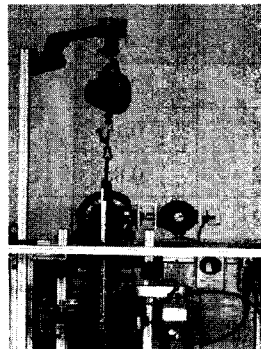
为自学习系统，灌装过程的控制基于适配的控制系統，自动调节灌装精度、灌装速度，根据产品的不同物理特性调节，比如：温度、粘度、密度等。

不管是高粘度的产品，还是假设的重量，在灌装过程中，自学习系统都将会控制最好的灌装精度和灌装速度。

当一批料完成罐装时，或机器停机时，机器会自动位移一个额外的工位，确保下一个空桶可以到位，并且保护设备不会连续向外泄漏物料。

### (8) 大桶灌装系统

采用列斜式灌装，以确保灌装盘与供料管之间最短距离。表面压平装置采用压盘。特殊的表面切断装置，以保证快速切断物料，并防止物料表面出现拉丝现象。配备大桶称重装置，具有自学习功能，以确保连续灌装的称量精度。



装填站的操作及计量



大桶灌装系统

## 3 结论

通过配方研究使杭州之江有机硅热熔丁基密封胶产品的物理力学性能达到国外先进水平。

通过生产工艺全自动生产线设备的引进，消除热熔丁基胶由于生产工艺引起的在生产和灌装工序中产生的气泡、胶品的均匀细腻度、密实程度以及产品包装的美观程度等问题的最根本因素，并结合之江公司不断调整改进的配方工艺，杭州之江有机硅化工有限公司生产的热熔丁基密封胶整体水平已达到了国外同类先进水平。