

常温固化耐高温的7号粘接剂

庄文媛

摘 要

7号胶粘剂是以聚氨酯胶为基础添加耐热助剂和填料配制而成的常温固化胶粘剂,可在 $-50\sim +250^{\circ}\text{C}$ 范围内使用。用于氟橡胶布和金属之间的粘接,经十多年使用,证明符合设计要求,并早已通过技术鉴定。本文就该胶粘剂的工艺、性能、应用范围以及评定方法进行了阐述。

一、前 言

新型飞机后机身高温区域中所有电缆都需装保护套管,以保证电缆连接的仪表正常工作。保护套管的材料为高温氟橡胶涂在玻璃布上制成的氟橡胶玻璃布,牌号是B501。将胶布成型为套管时,需要一种粘接剂。该粘接剂的技术要求是:可常温固化又必须耐高低温($-50\sim +200^{\circ}\text{C}$);和惰性的氟橡胶布粘接强度必须达到 $14.7\text{N}/2.5\text{cm}$, $200^{\circ}\text{C}\times 50\text{h}$ 老化后达 $9.8\text{N}/2.5\text{cm}$;产品成型工艺上要求粘接剂具有高的初粘强度;此外还应具有耐油、耐水、耐湿热、耐老化、防腐等综合性能。

美国F-16飞机和苏联米格-23飞机所用包复管仍旧用缝纫的办法缝成套管,在缝制针眼处常常由于飞机震动引起开裂,失去保护电缆的作用,必须经常更换,而更换却是不容易的事。我国新机急需解决此种粘接剂,以保证仪表安全、可靠地工作,这就是本课题研究之目

✕ ✕ ✕ ✕ ✕

命为125小时。由于铸造材料的薄壁效应,从叶片上所测性能一般都比标准试样低,尤其直径仅为 1.5mm 的微型试样更是如此。DZ38G合金定向凝固叶片所实测的持久寿命,仍可达到等轴晶合金标准试样平均值的2倍。

四、结 语

DZ38G合金性能在保留K38合金优良的抗热腐蚀性能条件下,具有较高的热强性能,优越的高、中温力学性能和塑性,良好的疲劳性能和蠕变特性,较好的横向力学性能,使用温

的。粘接剂的研究工作始于1973年。在选材方面,若用一般橡胶材料——天然、氯丁、丁腈的粘接剂(如市面上销售的XY401, FN305氯丁胶粘接剂, XY502丁腈胶粘接剂等)均难以胜任 200°C 的温度;而硅、氟胶虽耐高温,但粘接强度不好,常温固化困难。我国生产的聚氨酯胶来源丰富,价格比硅氟胶便宜。它具有常温固化、初粘性能好、耐低温(-60°C)、防腐、耐油、耐大气老化等优点。1969年我们首先采用聚氨酯胶研制了常温固化耐 150°C 的6号胶液,并成功地用于飞机座舱隔热系统的粘接。在这个基础上,又进一步对耐热问题进行研究,在配方中添加耐热助剂和填料,从而使材料耐温性提高到 200°C ,短时(24h)达到 250°C ,其它性能指标也符合要求,命名为7号胶液。该胶液性能良好,满足设计和使用要求,于1979年通过技术鉴定。1980年获得航空工业部重大科技成果三等奖,1981年获原国防科委四等奖。

✕ ✕ ✕ ✕ ✕

度比K38合金高 $40\sim 45^{\circ}\text{C}$,适于制造长寿命的海上和工业用燃气轮机的叶片材料。

该工作得到朱耀霄研究员的支持与指导,王素坤、张玉生同志做了部分工作。

参考文献

- [1] 金属研究所等,《机械工程材料》,1978.4.
- [2] Northwood, J.E. and Homewood, T.,《Metallurgia and Metal Forming》Sept, 1974, No.9.
- [3] 航空材料研究所、上海交通大学,《航空材料》,1981,5.
- [4] Leverant, E.R, et al, Metall. Trans. 2(1971).

二、7号胶粘剂的性能评定

7号胶粘剂是由甲、乙组分配制而成,并模拟飞机使用的被粘材料作试片:有B501胶布与B501胶布;有B501胶布与镀锌钢件。阳极化件粘接试片规格均采用标准试片(长160mm×宽25mm×厚0.3~0.5mm)。工艺试验和性能评定如下。

1.工艺性能试验

工艺性能是评定材料的重要组成部分,如粘接剂的活性期、初粘强度、涂胶厚度、异型零件的工艺试验及粘接剂粘度对工艺影响等。

(1) 活性期

7号胶粘剂由甲、乙二组分组组成。当甲乙组分混合后的存放期成为操作中的主要问题时,活性期过短影响成型工艺而造成浪费;而活性期过长又影响成型后零件的组装时间,延长生产周期,且影响性能。甲乙组分混合后活性期最好达8小时,这样可以供一个工作班使用。作为固化剂的乙组分用量选取是控制粘接剂活性期的关键。将甲乙组分以不同比例进行配制,其中一种比例的胶液性能试验见表1。

试验结果表明,选取的混合比在密封条件下可以保证8小时的使用期限(即满足一个工作班的使用期)。同时,混合液随停放时间

(0~24h)的延长,粘接强度有所提高,能够满足设计粘接强度的需要。然而,甲乙组分混合后的7号胶粘剂,随着温度、湿度升高,活性期缩短,因此混合液应尽快用完,以免影响性能。

(2) 初粘强度试验

初粘强度的高低是成型小直径($\phi 6$)管子的关键。初粘强度低,一边粘一边张开,无法成型。一般认为,我国市场上以氯丁为主体的胶粘剂的初粘强度最好。我们选用FN303胶粘剂与7号胶粘剂进行对比,采用试片型式测定抗剥离强度,结果是:7号胶为19.6N/2.5cm, FN303为15.7N/2.5cm。测试后被拉开的7号胶试片马上又重新粘贴,再停放24h测其粘接强度为24.5N/2.5cm,粘接 $\phi 6$ 管子接缝不张开,而且粘接后不经停放就可以进行套装电缆,接缝经折叠不移位不脱开,粘错位置撕开后重粘也能达到24.5N/2.5cm的良好强度(试片停放24h)。说明本粘接剂初粘性优于FN303,也能满足大小套管的成型和缩短生产周期的要求。

(3) 胶粘剂涂胶层数和浓度的试验

在满足初粘胶接要求的条件下,应尽量简化涂胶工艺。我们选取25%固体含量的胶粘剂作涂胶层数的试验,同时又进行不同固体含量(17%、25%、33%)的胶粘剂的涂胶试验,以了解涂胶量对胶接强度的影响(见表2)。

表1 甲乙组分混合后停放不同时间后涂胶试样的抗剥离强度

甲乙组分混合后放置时间, h	0		5	18	24		72
被 粘 接 材 料	B501 -B501	B501 -铝	B501-铝		B501 -B501	B501 -铝	胶液还能流动
抗剥离强度, N/2.5cm	28.4	30.4	30.4	40.2	35.3	40.2	

注:1. 胶粘剂在常温15°C下存放;

2. 试片涂胶后停放72h进行测试。

表2 涂胶层数和不同固体含量的胶粘剂对胶接强度的影响

试 验 条 件	涂 胶 层 数			固 体 含 量 , %		
	1 层	2 层	3 层	17	25	33
抗剥离强度, N/2.5cm	21.6	27.5	35.3	18.6	27.5	53.0 (布断)
试片破坏情况	铝板剥光	铝板有部分胶	胶全粘于铝板	铝板剥光	铝板上有部分胶	氟胶与玻璃布脱开

试验表明,随着涂胶层数增加、胶液浓度的增大,胶接强度显著提高;而随固体含量的增加,粘接强度也提高。固体含量为17%时,含胶量少;33%时胶接强度好,但粘度大,不易涂刷;选取25%为佳,用25%固体含量的胶成型 $\phi 6$ 管子时,涂一层也不张开,这说明涂胶工艺简单。

2.不同试验条件下的性能

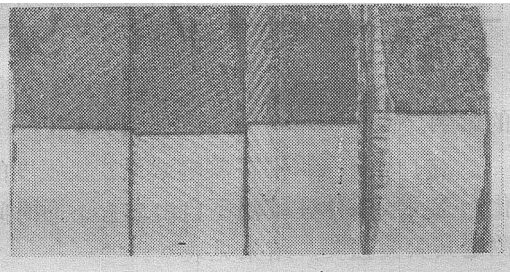
(1)耐油试验

将常温固化好的试片分别浸于国产1号煤油和12号液压油中,在常温下(室温12℃左右)经不同时间的浸泡作用后,取出一部分试片立即测试,另一部分试片浸入磷酸酯油中两个月,结果见表3及图1。

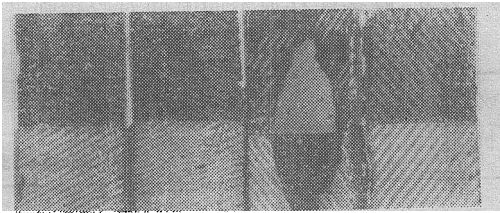
表3 油介质对7号胶抗剥离强度(N/2.5cm)的影响

试验 条件 浸泡 时间, h	1 号 煤 油				12 号 液 压 油				磷酸 酯油
	试片取出后立即测		取出后晾干24 h测		试片取出后立即测		取出后晾干24h测		布-布
	布-布	布-铝	布-布	布-铝	布-布	布-铝	布-布	布-铝	
浸油前	—	—	34.3	35.3	—	—	34.3	35.3	—
24	29.4	30.4	26.5	34.3	22.6	36.3	25.5	34.3	—
72	—	26.5	—	—	—	38.2	—	—	—
120	—	26.5	—	—	—	38.2	—	—	—
168	—	26.5	24.5	30.4	—	34.3	22.6	32.4	—
1440	—	—	—	—	—	—	—	—	良好

注:试片破坏大部分是氟橡胶膜与玻璃布脱开。



a. 浸煤油168h



b. 浸液压油168h

图1 耐油试验

试验表明,试片在煤油中浸泡后,胶接强度稍有降低,而在液压油中却无明显变化。但浸两种油的试片,取出后晾干与不晾干,其胶接强度变化不大;浸油时间不同,胶接强度差

别也不大。

7号粘接剂还具有耐磷酸酯油的性能。

(2)耐水和耐湿热试验

耐水试验是将试片泡在室温水槽(11~15℃)内进行的,耐湿热试验是在潮湿箱中进行,箱底部放入蒸馏水,恒温到40℃,箱内相对湿度为45%。以上试片经不同时间试验后,分别从水槽及潮湿箱中取出,一半试片立即进行抗剥离强度测定,另一半试片则在室温(11~15℃)下晾干24h后进行测定,结果见表4及图2。

试验表明,泡水24h以后胶接强度几乎下降一半,经晾干24h后胶接强度有所回升,但仍比浸水前略低。泡水24h与120h的胶接强度差别不大。湿热环境试验结果稍好一些,试片晾干以后的胶接强度也有所回升,24h与168h的结果差别不大。泡水和湿热试验时,试片的破坏大多出现在B501氟橡胶膜与玻璃布之间。我们也将人造革用7号胶贴合在阳极化铝板上泡水一年,胶接仍然良好,说明该胶有耐水

表4 水和湿热对7号胶抗剥离强度(N/2.5cm)的影响

试验条件 试验时间, h	浸水试验				湿热试验			
	取出后立即拉		取出后晾干24 h拉		取出后立即拉		取出后晾干24 h拉	
	布-布	布-铝	布-布	布-铝	布-布	布-铝	布-布	布-铝
0	—	—	34.3	35.3	—	—	34.3	35.3
24	11.8	16.7	23.5	29.4	14.7	18.6	29.4	24.5
120	11.8	11.8	—	—	—	—	—	—
168	—	—	—	—	13.7	17.7	14.7	28.4

的特点。

(3) 耐热试验

耐热对本粘接剂来说是一项重要的指标,尤其是常温硫化要达到200℃更为苛刻,但经过一系列的配方调整 and 不同温度(150℃、200℃、250℃)的试验,获得的结果令人满意——不仅

达到技术要求的200℃, 还可达250℃(试验结果见表5和图3), 用于聚酰亚胺薄膜的粘接部位为270℃左右。

表5 不同温度老化后的抗剥离强度

试验条件	抗剥离强度, N/2.5cm	
	布-布	布-铝
常温下	34.3	35.3
150℃×100h老化后	31.4	40.2
200℃×50h老化后	18.6	28.4
200℃×100h老化后	—	22.6
250℃×24h老化后	16.7	41.2(布断)

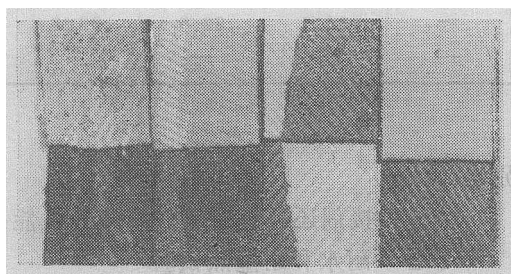
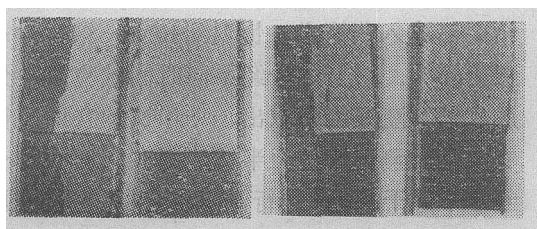
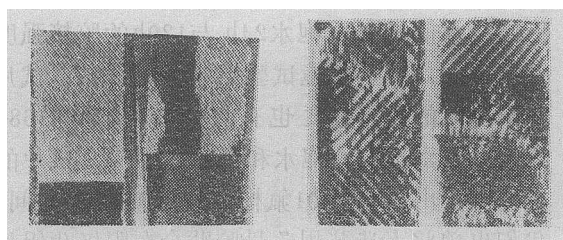


图2 耐湿热试验168h



a. 常温

b. 200℃×50h



c. 200℃×100h

d. 250℃×24h

图3 耐热试验后抗剥离试样破坏情况

(4) 胶接件存放不同时间后对胶接强度的影响

为了考察在长期存放中试片胶接强度的变化,需将胶接件在室温下自由放置不同时间后测定其胶接强度,结果见表6。

表6 胶接件存放不同时间对胶接强度的影响

放置时间, d	0	1	2	4	14	180
抗剥离强度 N/2.5cm	19.6	23.5	35.3	41.2	33.3	32.4

试验结果表明,胶接件放置2天已能达到良好性能。试片停放时间的长短对胶接强度影响不大。在飞机上实际使用14年以后粘接仍然良好,说明7号胶的耐老化性能是良好的。

7号胶粘剂储存两年半以后,仍具有良好的性能,试片剥离面见图4。

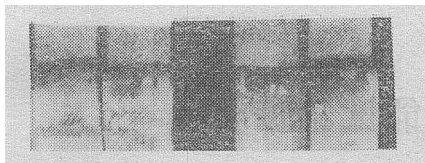


图 4 胶液储存一年三个月(左)和二年半(右)后粘接试片的破坏情况

三、7号胶粘剂的应用

本材料除用于 B501 胶布的粘接外(如电缆包复套管的粘接,见图 5),还用于硫化的氟橡胶与铝金属的粘接,常温下抗扯强度达 2.5~2.9MPa;氯磺化聚乙烯硫化胶片与铝板粘接良好;用于橡胶与银件的粘接,不但牢固,而且不腐蚀;尤其粘接聚酰亚胺薄膜于新机后机身电缆结头代替氯磺化聚乙烯管,使用温度

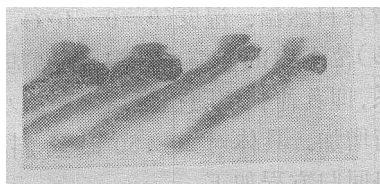


图 5 电缆包复套管的粘接

先进的碳/碳复合材料

近年来,碳/碳复合材料(C/C)在航空和航天领域的应用取得较大进展。在飞机上的使用实例是碳/碳刹车盘,在一架实验军用飞机上,碳/碳刹车盘的止动时间为 20 秒,距离 700 米,而铍刹车盘为 27 秒和 1040 米。碳/碳刹车盘还具有重量轻和寿命长的优点。不久前,碳/碳喷管已在 F-100 发动机的加力燃烧室内通过试验。在高速燃气冲刷下,它具有很高的抗应力和磨蚀能力。在航天飞机上,碳/碳复合材料用于头锥和前缘,可以经受空间的酷寒(-153°C)至重返大气层的酷热(约 1650°C),而保持其强度和刚度。

为了解决 M11 高超音速飞机的动力问题,美国 Courtesy 公司研制成功一种直径 38 厘米的涡轮盘,全部使用先进碳/碳复合材料(AC

达 270°C 左右,已使用 13 年多未出现问题,还在继续使用中。

使用在新机上的部位有:74C-B01/II 插头处,47 和 50 框燃烧室周围电缆处,垂直尾翼左侧根部及液压活门口盖内粘接处,发动机左右侧的 $\phi 6\sim\phi 38$ 全部电缆等等。已装机几十架,使用 13 年多未见异常,说明耐老化性能很好。从保护电缆的角度来看,比国外的米格-23 和 F-16 飞机还要优越。

四、结 论

用高粘度聚氨酯胶、固体含量为 25% 的胶液与固化剂乙组分和耐热填料配制而成的 7 号胶粘剂,可用于 B501 氟橡胶布与金属(阳极化铝和镀锌钢)、B501 与 B501 胶布之间的胶接,胶接性能良好,并具有耐煤油、液压油、磷酸酯油和耐水、耐湿热、耐热老化等性能,可在 $-50\sim+250^{\circ}\text{C}$ 范围内使用。经几十架装机和长时间使用证明,7 号胶粘剂能够满足新机高温电缆保护套管和异形零件的使用要求,还可以推广应用到其他材料的粘接上。

C) 制成,重量仅 3.4 公斤,为高温合金盘重量的 1/4。在性能试验中,转速超过每分钟 40000 转。先进碳/碳复合材料是用连续聚丙烯腈纤维增强,其强度和刚度都超过普通碳/碳复合材料。先进碳/碳复合材料的纤维用树脂浸渍后经过四次高温碳化制成,而普通碳/碳复合材料只经过三次高温碳化。先进碳/碳复合材料的抗拉强度高达 210 公斤/毫米²,为普通钢的五倍,弹性模量达到 350 公斤/毫米²,超过了钛合金。因此采用先进碳/碳复合材料制造发动机,在保持相同功率的情况下,尺寸和重量都将减少。而且可以制出带叶片的整体盘,降低了制造费用。

此外,高超音速飞机的骨架也可采用先进碳/碳复合材料制造。在 1900°C 时它的强度和刚度超过了室温的铝合金,而重量仅为 1/2。

(郝摘自《Metal Progress》1986 11 增刊)