

# 脂肪族聚氨酯飞机蒙皮

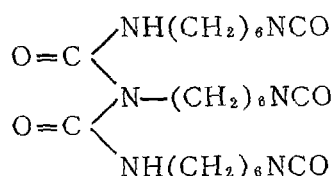
## 磁漆的性能研究

赵宗礼 李桂荣

### 一、前言

聚氨酯作为表面漆使用,在世界上至今已有三十年历史,经历了从芳香族聚氨酯到脂肪族聚氨酯的发展过程。由于后者具有突出的保光、保色和抗粉化性能,因此作为飞机蒙皮漆已得到广泛应用,特别是在要求装饰性较高的民航客机上。

芳香族聚氨酯作为涂料,我国在六十年代才开始研究和使用,而用作飞机蒙皮涂料(即13号蒙皮磁漆)则是1976年通过鉴定批准使用的,在使用中暴露出泛黄和抗粉化性能差的弊病。有人认为泛黄是由于芳香族聚氨酯中与苯核相连接的氮原子受到紫外光冲击而引起的。所以研究用脂肪族聚氨酯涂料取代。这一类涂料品种很多,普遍采用的是缩二脲,一般表示为



另外一个带羟基的组份有聚酯、带羟基的丙烯酸树脂、环氧树脂等。脂肪族聚氨酯涂料先后由兰州涂料所,上海涂料所,天津油漆厂等单位进行研制,有的产品已经鉴定,有的正在试用。为了比较国内研制的几种脂肪族聚氨酯涂料的性能,以及与国外同类产品对比,以便为设计选材提供数据,我们做了性能研究。试验所用的国内产品有:兰州涂料所的聚酯缩二脲磁

漆,天津油漆厂的丙烯酸缩二脲磁漆(即13-2磁漆);国外产品有美国的聚酯缩二脲飞机蒙皮磁漆(MIL-C-83286B),英国的聚酯缩二脲飞机蒙皮磁漆(DTD5560)。这两种国外样品都是比较新的,被认为是质量高的产品。我们考虑选用国外这两个样品与国内同类产品进行性能对比试验具有一定的代表性,能反映出我国脂肪族聚氨酯涂料的质量和现有水平。

试验方案系参考美国和英国样品标准,并结合我国飞机蒙皮磁漆技术要求制定的。试验项目有:涂料的工艺性能,漆膜的物理机械性能,漆膜的耐介质性能以及耐热和人工老化性能等。

### 二、试验结果

样品代号:

US—美国聚酯缩二脲飞机蒙皮磁漆(深绿色);

ES—英国聚酯缩二脲飞机蒙皮磁漆(白色);

CS-1—兰州涂料所聚酯缩二脲飞机蒙皮磁漆(白色);

CS-2—天津油漆厂丙烯酸缩二脲飞机蒙皮磁漆(蛋青色);

EP—英国环氧聚酰胺镉黄底漆;

CP<sup>1</sup>—六二一所环氧聚酰胺镉黄底漆。

#### 1. 物理机械性能

漆膜的物理机械性能见表1。

表 1 试验涂层的物理机械性能

涂层系统	柔韧性 毫 米	冲击强度 公斤·厘米	附 着 力	
			划圈法 (级)	扯离强度 公斤/厘米 <sup>2</sup>
U S	1	<50	2	—
CP+US	—	50	1~2	167
ES	1	<50	5	—
EP+ES	—	50	1~2	>157
CS-1	1	<30	5	—
CP+CS-1	—	50	1~2	168
CS-2	1	<50	1	—
CP+CS-2	—	50	1~2	164

从表 1 可以看出四种面漆的柔韧性都通过 1 毫米, 单层面漆的附着力以 CS-2 最好, 其他面漆与底漆配套后附着力明显提高。面漆的冲击强度均小于 50 公斤·厘米, 同样与底漆配套后冲击强度明显提高。由此可见, 一种面漆一定要有一种合适的底漆配套, 才能满足使用要求和充分发挥面漆的作用。

## 2. 耐介质性能

(1) 耐蒸馏水 样品喷涂在黄色阳极化铝板上, 室温干燥 7 天后, 浸于蒸馏水中, 其结果见表 2。从表 2 看出, 四种涂层系统 15 天的耐蒸馏水性能没有明显差别, 经 24 天 CP+US, CP+CS-2, EP+ES 较好, CP+CS-1 较差。尽管 24 天的结果有差异, 但其稳定性超过美国军用标准规定的 4 天, 我国蒙皮漆规定的

表 2 涂层系统的耐蒸馏水性能

涂层系统	时 间 , 天			
	3	7	15	24
CP+US	无明显变化	无明显变化	无明显变化	无明显变化
EP+ES	无明显变化	无明显变化	无明显变化	无明显变化
CP+CS-1	无明显变化	无明显变化	无明显变化	一块板起小泡, 另一块板气泡较大
CP+CS-2	无明显变化	无明显变化	无明显变化	无明显变化

3 天, 英国国防部规定的 1 天, 所以说这四种涂层系统的耐蒸馏水性能都是符合要求的。

(2) 耐人造海水<sup>2</sup> 样品喷涂在打磨和清洗过的 45# 钢片上, 室温放置 7 天后, 在试片中央纵向用刀片划破漆膜见底为止, 然后将试片<sup>2/3</sup>

浸入人造海水中。结果见表 3。从表 3 看出, 四种涂层系统在人造海水中的稳定性没有明显差别, 并且防锈能力都是相当好的。这是由于底漆选用了防锈性能强的镉铬黄的缘故。镉铬黄作为铝、镁零件底漆中的防锈颜料是比较合适的。

表 3 涂层系统耐人造海水

涂层系统	时 间 , 天			
	1	3	10	20
CP+US	无明显变化	刻痕处露黄锈不明显	刻痕处黄锈不明显	试片有几处有小气泡, 锈蚀不明显
EP+ES	无明显变化	刻痕处露黄锈	刻痕处黄锈没有扩大	试片有几处有小气泡, 锈蚀痕迹没有扩大
CP+CS-1	无明显变化	刻痕处露黄锈	刻痕处黄锈没有扩大	刻痕边缘有几处有小气泡, 锈蚀痕迹没有扩大
CP+CS-2	无明显变化	刻痕处露黄锈	锈蚀产物没有扩大	刻痕处有几处有小气泡, 锈蚀产物没有扩大

(3)耐潮湿 喷于黄色阳极化铝板上的涂层,室温干燥7天后,置于温度 $47\pm1^{\circ}\text{C}$ 、湿度为96%以上的潮湿箱内20天,四种涂层系统均无明显变化。这也证实了资料中所介绍的聚氨酯涂层有优良的耐湿热性能的特点。

(4)耐4109滑油、4611磷酸酯液压油性能在室温干燥7天的试片,浸在4109滑油及4611磷酸酯液压油中。耐 $150^{\circ}\text{C}$ 4109滑油试验是将4109滑油浇在试片漆膜上,涂滑油的一面朝上,水平放置在 $150^{\circ}\text{C}$ 烘箱中,结果见表4。从

表4结果看出,四种涂层系统常温下20天的耐油结果是令人满意的。耐 $150^{\circ}\text{C}$ 4109滑油性能有显著差异,EP+ES、CP+US、CP+CS 2较好,CP+CS-1次之,特别是EP+ES $150^{\circ}\text{C}$ 保色性能好。就这一点来讲,CP+CS 1差距较大。这说明同样是聚酯缩二脲白色飞机蒙皮磁漆,我国的不如英国的耐热滑油性能好。对4611磷酸酯液压油,四种涂层系统经24天都是稳定的,可以用作使用磷酸酯液压油的飞机的蒙皮磁漆。

表 4 涂层系统耐油性能

涂层系统	4109油		4611油	
	常温经20天	$150^{\circ}\text{C}$ 经1.5天	常温经2小时	常温经24天
CP+US	无明显变化	无明显变化	无明显变化	无明显变化
EP+ES	无明显变化	无明显变化	无明显变化	无明显变化
CP+CS-1	无明显变化	漆膜由白色变为棕黄色	无明显变化	无明显变化
CP+CS-2	无明显变化	无明显变化	无明显变化	无明显变化

3. 人工综合老化性能

试验在改装的苏联人工气候箱(ИП-1)内进行,用6000W长弧水冷式氙灯代替原来的碳弧灯,老化条件是每小时喷水10分钟,光源是长弧式氙灯连续照射,温度 $60^{\circ}\text{C}$ ,湿度随意。经300小时试验结果见表5。可以看出,四种涂层系统的耐候性都很好,证实了脂肪族聚氨酯涂料以保光保色性能著称的特点,其中特别是英国的EP+ES。我们的试验结果与该产品技术要求中规定的指标相吻合。

表 5 涂层的人工综合老化性能

涂层系统	50小时	300小时
CP+US	漆膜无明显变化	漆膜无明显变化
EP+ES	漆膜无明显变化	漆膜极轻微失光
CP+CS-1	漆膜轻微失光	漆膜轻微失光
CP+CS-2	漆膜无明显变化	漆膜轻微失光

4. 涂料的工艺性能

每种样品按规定稀释到工作粘度,用喷枪喷涂,观察漆料雾化性能、流平性能和漆膜外观等,结果见表6。可以看出ES、US、CS-2的工艺性能比较好,CS-1工艺性能较前三者差些。US、ES喷涂性能较好主要是选择了合适的流平剂和溶剂。

表 6 涂料的工艺性能

涂 料	试 验 结 果
ES	涂料容易雾化,流平性好,漆膜平整光滑
US	涂料雾化性能好,流平性好,漆膜平整光滑
CS-1	涂料雾化性能好,喷涂表面处理要求高,易产生麻坑
CS-2	涂料雾化性能好,流平性好,漆膜平整光滑

5. 耐热性

涂漆试片置于 $150^{\circ}\text{C}$ 烘箱内,按规定时间,

检查漆膜外观、柔韧性和冲击强度, 结果见表7, 可以看出US和CP+US、ES和EP+ES、CS-2和CP+CS-2耐热性能较好, CS-1和CP+CS-1次之。在前三种耐热性能较好的面漆及其涂层系统中, ES在150℃温度下的保色性能特别突出, 是CS-1聚酯缩二脲白色面漆所不及的。我们认为这与聚酯树脂的生产工艺、原材料规格、缩二脲纯度以及白色颜料类型有

关。US是聚酯缩二脲绿色平光磁漆, 作飞机伪装用。聚氨酯漆本身是光泽强的涂料, 制成平光漆后, 还具有较好的耐热性, 这说明美国在消光剂方面有较深入的研究; 而目前国内制造平光漆, 主要靠加入大量滑石粉和提高粉料比例实现的, 因此漆膜机械性能差; 在做成黑色平光漆时, 稍一碰撞, 漆膜就会出现白道, 影响漆膜外观。多年来这个问题尚未完全解决。

表7 涂层耐热性能

涂层系统	性能							
	耐热前		25小时		50小时	100小时	150小时	
	外观	冲击强度 公斤·厘米	外观	冲击强度 公斤·厘米	外观	外观	外观	柔韧性 毫米
US	深绿色平光	<50	无明显变化	<50	泛黄	泛黄	暗绿色稍失光	—
CP+US	深绿色平光	50	无明显变化	50	泛黄	泛黄	暗绿色稍失光	—
ES	白色有光	<50	无明显变化	50	极轻微泛黄	泛黄加深	白色带黄头, 稍失光	3
EP+ES	白色有光	50	无明显变化	50	极轻微泛黄	泛黄加深	白色带黄头, 稍失光	3
CS-1	白色有光	<30	轻微泛黄	50	米黄色	米黄色加深	浅黄色稍失光	1
CP+CS-1	白色有光	50	轻微泛黄	50	米黄色	米黄色加深	浅黄色稍失光	1
CS-2	蛋青色有光	<50	极轻微泛黄	50	明显泛黄	明显泛黄	略带黄头稍失光	1
CP+CS-2	蛋青色有光	50	极轻微泛黄	50	明显泛黄	明显泛黄	略带黄头稍失光	1

注: 1. 涂层柔韧性: 耐热前及分别经50、100小时均为1毫米;

2. 冲击强度: 分别经50、100、150小时均为50公斤·厘米。

### 三、几点看法

1. 试验结果表明, US、ES是综合性能较好的飞机蒙皮漆。ES在150℃耐热和耐油试验的保光保色性比较突出。US是平光漆, 又是深色, 其保光保色性难以与国内浅色有光涂料比较, 但是它的颜料细度小, 漆膜平整光滑, 机械性能良好, 这些是国内同类平光漆所不及的。2. 国产CS-2(13-2)全面性能达到了US、ES水平, 而且毒性小, 成本低, 可作为第二代聚氨酯飞机蒙皮磁漆, 以取代正在使用的13号蒙皮磁漆。3. CS-1与US、ES的差距主

要是耐热和老化后的保色性和工艺性能较差。其他性能比较接近。4. 在研究聚氨酯漆的同时, 应对辅助材料(如流平剂、溶剂和稀释剂等)进行研究, 以利于提高聚氨酯漆的质量和今后的推广使用。

#### 附注

1. CP—环氧聚酰胺黄底漆在MIL-C-83286B中规定作US的配套底漆, 六二一所研制的配方与其接近。

2. 人造海水配方:

MgCl<sub>2</sub> 256克 CaCl<sub>2</sub> 27克

NaCl 540克 KCl 20克

蒸馏水 20000毫升