

TH-33 防热涂层热老化性能的研究

严伟兴 郑 佩 李晓奋 周一博 马天信

(西安长峰机电研究所, 西安 710065)



摘要: 在 90℃ 的条件下, 对 TH-33 防热涂层进行了前期加速热老化试验。试验以涂层的粘接剪切试样性能随老化时间变化为依据, 以老化经验公式进行外推计算, 结果表明, 本试验共进行的 10 个老化周期下 (240h), 剪切试样性能没有明显的下降, 保守计算, 试样常温 (20℃) 室内贮存寿命至少为 12 年。

关键词: TH-33; 防热涂层; 热老化; 剪切强度

Study on Thermal Aging Properties of Heat-resistant Coating

Yan Weixing Zheng Pei Li Xiaofeng Zhou Yibo Ma Tianxin

(Xi'an Changfeng Research Institute of Mechanism and Electricity, Xi'an 710065)

Abstract: Basal accelerating tests of heat-protection coat of TH-33 were finished at 90℃, which are based on the change of shear strengths with aging time, according to aging experience formula. Tests results show that there are no evident reduction of shear strengths under the condition of 10 aging cycles. Storage life of the samples is at least 12 years at 20℃ by calculation.

Key words: TH-33; heat-resistant coating; thermal aging; shear strength

1 引言

有机非金属材料在制备、使用及储存过程中, 因空气中的氧化及环境的内外综合因素, 使得材料容易发生老化, 性能变差^[1]。影响高分子材料老化外在因素主要有光照辐射、湿热、酸碱盐、霉菌等。材料老化实验方法大致可分为两种, 一种为自然老化试验方法; 另一种就是人工加速老化实验方法, 即在实验室采用种类不同老化箱进行模拟自然环境条件的某些因素, 加以提升, 可以较快得到材料的实验结果。此次试验就是采用人工加速热老化试验的方法测试^[2-3]。本文介绍了某固体火箭发动机外防热使用的 TH-33 防热涂层进行的加速热老化试验。

2 实验

2.1 试样尺寸

剪切试件采用 45# 钢材料, 粘接前对试片剪切面进行磷化和除油处理。试件形状、尺寸及搭接方法如图 1。

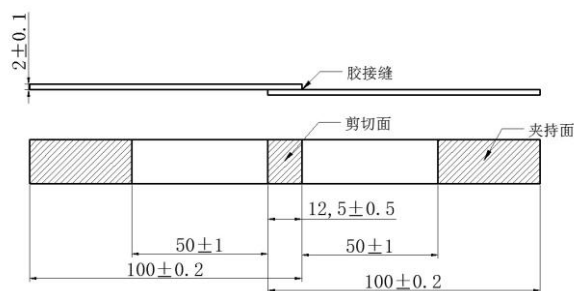


图 1 剪切试件

2.2 试样制备

按照 TH-33 防热涂料的配制要求, 配备涂料 150g, 放置 6~8h, 使其溶剂自然挥发并预固化, 当涂料变粘稠 (相当胶粘剂) 时, 将涂料涂抹在 45# 钢

作者简介: 严伟兴 (1987-), 助理工程师, 高分子材料与工程专业; 研究方向: 防热隔热材料的研究与应用。

收稿日期: 2013-12-12

试样搭接面处，凉置 30min，搭接粘接，用专用夹具固定。在常温放置 24h，然后在 80℃加热 24h。

2.3 热老化试验

在 90℃下(预留一组试样作为原始值),对 TH-33 隔热涂层的剪切试样以不同的试验周期进行热加速老化试验。本试验将剪切试样 10 组放入湿热试验箱，升温（升温速率 1℃/min）至 90±2℃并稳定后，每 24h 取出一组试样，每组平行 5 件，10 个老化周期，总计 240h，待试样全部取出后，分组进行剪切强度的测试，记录试验结果。

2.4 主要测试设备

表 1 设备技术状态

项 目	型 号	功 用	状 态
高低温交变湿热试验箱	SDJ-705	加速老化试验	完好
微机控制电子万能试验机	CMT5204	测拉伸强度、扯断伸长率、扯离强度	完好

2.5 试验标准及贮存外推算依据

TH-33 涂层老化试样依据 GB7124—86《胶粘剂—

高强度胶粘剂拉伸搭接剪切强度的测定》（这里借用胶粘剂强度的测试方法）执行。

贮存期外推计算数据处理依据为有机高分子材料寿命估算经验公式：“90℃以下工作（或较长时间储存）的有机聚合物材料，温度每提高 8℃，材料寿命减半”的方法推算，老化试验的时间和温度公式如下：

$$t=2^n t'$$
 (1)

$$T=T_0+n8$$
 (2)

式中：t——工作（长贮）时间，h；t'——老化时间，h；n——提高温度 8℃的倍数；T₀——工作（长贮）温度，℃；T——老化温度，℃。

3 结果与讨论

3.1 老化试验过程及样品的测试数据

TH-33 隔热涂层在 90℃下的老化周期及其性能测试情况见表 2，剪切强度随老化周期变化情况见图 2。

表 2 90℃下 TH-33 隔热涂层老化性能测试数据

老化时间	未处理		24h		48h		72h		96h		120h		144h		168h		192h		216h		240h	
剪切强度/MPa	0-1	5.64	1-1	7.67	2-1	9.31	3-1	7.49	4-1	9.39	5-1	8.15	6-1	9.91	7-1	9.16	8-1	9.72	9-1	7.24	10-1	9.25
	0-2	5.11	1-2	8.50	2-2	8.28	3-2	10.02	4-2	10.13	5-2	9.03	6-2	9.60	7-2	9.47	8-2	6.52	9-2	10.45	10-2	9.07
	0-3	5.75	1-3	7.51	2-3	8.59	3-3	9.07	4-3	9.57	5-3	9.55	6-3	9.00	7-3	8.79	8-3	9.19	9-3	9.28	10-3	10.24
	0-4	5.45	1-4	7.95	2-4	9.12	3-4	9.89	4-4	11.01	5-4	8.43	6-4	8.36	7-4	9.28	8-4	7.99	9-4	9.54	10-4	8.98
	0-5	5.55	1-5	8.33	2-5	8.35	3-5	9.81	4-5	9.29	5-5	8.55	6-5	8.92	7-5	8.23	8-5	7.27	9-5	10.58	10-5	9.16
平均值/MPa		5.50		7.99		8.72		9.26		9.88		8.74		9.16		8.99		8.14		9.42		9.34

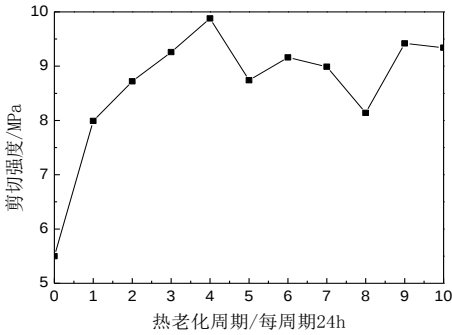


图 2 TH-33 隔热涂层剪切强度随热氧老化周期变化情况

图 2 表明，TH-33 外隔热涂层剪切试样性能在本试验的老化周期内有如下规律：

a 老化周期 1 为剪切试样初始值，未经热老化处理，平均值为 5.50MPa，之后的 10 个老化周期均在 90℃下进行；

b. 老化试样在本试验的 0~4 老化试验周期内剪切强度由 5.50MPa 递增至 9.88MPa，5~10 老化周期内在 8~10MPa 之间波动。这一结果表明，试样在热老化前，涂层固化可能并不完全，主要是试样搭接，限制了涂料中溶剂的挥发，导致涂料固化速度减慢，但剪切强度大于 5.50MPa，满足设计提出的 3MPa 要求，不影响最终分析结果；

3.2 试验结果分析

（下转第 53 页）

