

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2013.12.021

J-188 结构胶膜对聚醚醚酮复合材料胶接性能研究

代晓瑛,雷兴平

(中航飞机有限责任公司西安飞机分公司测试处,西安 710089)

摘要:研究了 J-188 胶膜胶接聚醚醚酮 (PEEK), 炭黑增强 PEEK, 20% 碳纤维增强 PEEK 及 20% 玻璃纤维增强 PEEK 材料在不同条件 (低温、高温、热老化、介质处理以及湿热处理) 下的剪切强度。结果表明, J-188 胶膜胶接的四种 PEEK 复合材料均具有较好的耐高低温、耐介质及耐湿热性能, 可以在 200℃ 以上长期使用。J-188 胶膜对 20% 碳纤维增强 PEEK 复合材料的胶接性能最好。

关键词: 双马来酰亚胺; 聚醚醚酮; 复合材料; 高温结构胶膜; 胶接

中图分类号: TQ326.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2013)12-0091-03

Study on J-188 Structural Film Adhesive for Bonding of PEEK Matrix Composite

Dai Xiaoying, Lei Xingping

(Test Department of Xi'an Aircraft Branch, AVIC Aircraft Co. Ltd., Xi'an 710089, China)

Abstract : The lap shear properties of different PEEK materials such as pure PEEK, carbon black enhanced PEEK, 20% carbon fiber enhanced PEEK 20% glass fiber enhanced PEEK bonded by J-188 film adhesive under the conditions of low temperature, high temperature, heat aging resistance, medium resistance and moisture resistance were studied. The results show that PEEK materials bonded by J-188 film adhesive all have good durability, which can be used for long-term above 200℃. The bonding performance of J-188 film adhesive to carbon fiber enhanced PEEK composite is the best.

Keywords : bismaleimide ; PEEK ; composite ; high temperature structural film adhesive ; bonding

J-188 是一种改性双马来酰亚胺树脂胶膜, 可在 -55 ~ 200℃ 长期使用, 能粘接铝合金、钛合金等多种金属构件, 亦适用于各种耐高温复合材料的胶接与共固化。由于其突出的耐高温性, 该产品已在多种型号的歼击机以及直升机复合材料结构件制造中大量使用, 效果良好。目前, 国内外采用双马来酰亚胺树脂胶膜胶接的大多为双马来酰亚胺树脂基复合材料和环氧树脂基复合材料^[1-5]。

聚醚醚酮 (PEEK) 作为一种综合性能优良的热塑性特种工程塑料, 具有高强度、高模量、高断裂韧性以及较高的尺寸稳定性^[6], 优异的热稳定性, 低的吸水率, 优良的阻燃性和可加工性, 在航空航天、汽车零部件、半导体、核电、轨道交通、石化、机械、医疗、电子电器等领域得到广泛的应用^[7-12]。

某飞机环控系统高温管路拟将高温结构胶膜用于 PEEK 管的胶接、管路系统泄漏探测设备支座的安装等。由于管路系统长期工作温度达 200℃ 以上, 因此, 采用的胶粘剂要求具有优异的耐高温性能。PEEK 和 J-188 胶膜虽然都具有突出的耐高温性能, 然而对 PEEK 复合材料与 J-188 的胶接性能

研究较少, 在飞机上的使用经验不足。因此, 应该针对 J-188 胶膜胶接 PEEK, 开展材料性能评定及应用性能研究, 验证材料全面性能及适用性, 为设计材料选用提供可靠的性能数据。笔者选用纯 PEEK 树脂、炭黑共混 PEEK (PEEK/C) 板材、20% 碳纤维增强 PEEK (PEEK/CF) 板材和 20% 玻璃纤维增强 PEEK (PEEK/GF) 板材四种材料, 用 J-188 胶膜进行胶接试验, 通过研究 J-188 胶膜胶接 PEEK 复合材料在不同条件 (低温、高温、热老化、介质处理以及湿热处理) 下的剪切强度, 考察 J-188 胶膜对 PEEK 复合材料的粘接性能。

1 实验部分

1.1 主要原材料

纯 PEEK 树脂、PEEK/C 板材、PEEK/CF 板材和 PEEK/GF 板材均由吉林长春吉大高新材料有限责任公司提供, 纯 PEEK 采用注塑机注塑成板材。

联系人: 代晓瑛, 硕士研究生, 工程师, 主要从事非金属材料性能的研究

收稿日期: 2013-09-15

1.2 主要仪器及设备

电子拉力机: 1185 型, 最大负载 100 kN, 精度 0.5%, 美国 Instron 公司。

1.3 试样处理及固化条件

试验板材胶接之前用 80[#] 砂纸打磨。胶接后固化工艺条件如下: 固化压力 (0.4 ± 0.1) MPa, 固化温度 200℃, 固化时间 3 h; 升温速率 1.0 ~ 2.0℃ / min; 试样在保压状态下自然降温至 60℃ 以下泄压。

1.4 性能测试

剪切强度按 GB/T 7124-2008 测试, 加载速度为 5 mm/min。每个试验条件下测量 6 个试样, 取 5 个有效数据的平均值作为试验结果。

2 结果与讨论

2.1 试验环境温度对 J-188 胶膜胶接 PEEK 复合材料剪切强度的影响

表 1 示出 J-188 胶膜胶接的 PEEK 复合材料在不同试验温度下的剪切强度。从表 1 可知, 四种胶接 PEEK 复合材料的低温剪切性能均较好。随着试验温度的升高, 四种胶接 PEEK 复合材料的剪切强度均逐渐下降。胶接 PEEK/CF 在不同试验温度下的剪切强度均高于其它三种, PEEK/GF 次之, 纯 PEEK 与 PEEK/C 相差不大。

表 1 J-188 胶膜胶接复合材料不同试验温度下的剪切强度 MPa

试验温度 / ℃	复合材料种类			
	PEEK	PEEK/C	PEEK/CF	PEEK/GF
-55	3.49	3.68	5.50	4.29
23	3.28	3.39	6.12	4.25
100	3.31	2.99	5.42	3.46
150	2.79	2.63	4.99	3.43
200	1.22	1.66	3.19	2.30
250	0.84	1.24	1.90	1.40

2.2 热老化温度对 J-188 胶膜胶接 PEEK 复合材料剪切强度的影响

表 2 示出 J-188 胶膜胶接的 PEEK 复合材料在不同热老化条件下的剪切强度。从表 2 可知, 与未老化处理的材料相比, J-188 胶膜胶接的四种 PEEK 复合材料在不同老化温度下处理 7 d 后的剪切强度略微有所变化, 但总体变化不大。说明这四种用 J-188 胶膜胶接的材料均具有较好的耐高温老化性能。

表 2 J-188 胶膜胶接复合材料不同老化条件下的剪切强度 MPa

热老化 条件	复合材料种类			
	PEEK	PEEK/C	PEEK/CF	PEEK/GF
未老化, 23℃	3.28	3.39	6.12	4.25
100℃ × 7 d	3.66	3.34	5.40	4.06
150℃ × 7 d	3.04	3.44	5.54	4.14
200℃ × 7 d	2.78	3.18	4.80	3.52
250℃ × 7 d	3.06	3.24	5.02	3.56

能。不同老化温度下的剪切强度顺序为: PEEK/CF > PEEK/GF > PEEK/C > PEEK。

2.3 J-188 胶膜胶接 PEEK 复合材料耐介质性能

表 3 示出 J-188 胶膜胶接 PEEK 复合材料经不同介质浸泡处理后的剪切强度试验数据。由表 3 可知, 与未在介质中浸泡处理的材料相比, J-188 胶膜胶接的四种 PEEK 材料无论是在 JP-3 燃油还是在 15[#] 液压油中浸泡 14 d 后的剪切强度相差不大。说明这四种用 J-188 胶膜胶接的材料均具有较好的耐介质性能。胶接材料 PEEK/CF 在 JP-3 燃油和 15[#] 液压油中的耐介质性能均好于其它三种。

表 3 J-188 胶膜胶接复合材料经介质浸泡处理的剪切强度 MPa

试验项目	复合材料种类			
	PEEK	PEEK/C	PEEK/CF	PEEK/GF
未处理 23℃	3.28	3.39	6.12	4.25
23℃ 用 JP-3 燃油 浸泡 14 d	3.36	3.22	5.92	4.44
23℃ 用 15 [#] 液压 油浸泡 14 d	3.40	3.24	5.34	4.36

2.4 J-188 胶膜胶接 PEEK 复合材料耐湿热性能

表 4 示出 J-188 胶膜胶接 PEEK 复合材料湿热处理前后的剪切强度试验数据。由表 4 可知, 与未进行湿热处理的材料相比, J-188 胶膜胶接的四种 PEEK 材料在 50℃ 和 100% 相对湿度的恒温恒湿条件下放置 15 d 后的剪切强度变化均不大。说明这四种材料均具有较好的耐湿热性能。胶接材料 PEEK/CF 的耐湿热性能好于其它三种。

表 4 J-188 胶膜胶接复合材料湿处理前后的剪切强度 MPa

试验项目	复合材料种类			
	PEEK	PEEK/C	PEEK/CF	PEEK/GF
未处理 23℃	3.28	3.39	6.12	4.25
50℃, 100% 相对湿度 放置 15 d	3.62	3.20	6.56	4.72

2.5 J-188 胶膜胶接 PEEK 复合材料的性能比较

从上述分析可看出, J-188 胶膜胶接的 PEEK/CF 在不同条件下的剪切强度均最好。这说明 J-188 胶膜对 PEEK/CF 的胶接性能最好。这一方面是由于 CF 增强的 PEEK 复合材料克服了普通热塑性塑料抗溶剂性差、软化温度低、树脂/纤维粘结强度低等缺点, 可以增强基体材料的力学性能、耐热性能以及耐溶剂性能等; 另一方面, J-188 胶膜和 PEEK/CF 的共固化胶接工艺较好。

3 结论

J-188 胶膜胶接的四种 PEEK 复合材料均具有较好的耐高低温、耐介质及耐湿热性能。其中胶接的 20% CF 增强 PEEK 在各个条件下的剪切性

能最为突出。J-188 胶膜对 PEEK 复合材料的胶接性能满足其共固化的胶接工艺要求,胶接材料可在 200℃ 以上长期使用。

参考文献

- [1] Meador M A. High temperature polymer matrix composites for aeropropulsion application[C]. 40th SAMPE Symp, 1995:268.
- [2] 王德志,曲春艳,张杨,等. 耐热 200℃ 双马来改环氧结构胶膜的研究[J]. 中国胶粘剂, 2005, 14 (4):6-9.
Wang Dezhi, Qu Chunyan, Zhang Yang, et al. Study on a bismaleimide modified epoxy structural film adhesive for heat-stability at 200℃ [J]. China Adhesives, 2005, 14 (4):6-9.
- [3] 曲春艳,王德志,冯浩,等. 双马来酰亚胺基碳纤维复合材料胶接用结构胶膜[J]. 航空制造技术, 2007(z1):128-121.
Qu Chunyan, Wang Dezhi, Feng Hao, et al. Structural adhesive film for bonding of carbon fibers reinforced bismaleimide matrix composites[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2007(z1):128-121.
- [4] 曲春艳,王德志,冯浩. J-188 双马来酰亚胺基复合材料胶接用结构胶膜[J]. 材料工程, 2007(z1):15-19.
Qu Chunyan, Wang Dezhi, Feng Hao. J-188 structure film adhesive for bonding of BMI matrix composite[J]. Journal of Material Engineering, 2007(z1):15-19.
- [5] 乔海涛,邹贤武. 复合材料胶接技术的研究进展[J]. 宇航材料工艺, 2010(2):12-14.
Qiao Haitao, Zhou Xianwu. Study on bonding technology of composites[J]. Aerospace Materials & Technology, 2010(2):12-14.
- [6] 林有希,高成辉. PEEK 的改性及应用[J]. 工程塑料应用, 2005, 33(9):64-67.
Li Youxi, Gao Chenghui. Modification and application of PEEK[J]. Engineering Plastics Application, 2005, 33(9):64-67.
- [7] Kurokawa M, Uchiyama Y, Nagai S. Performance of plastic gear made of carbon fiber reinforced poly-ether-ether-ketone:Part 2[J]. Tribology International, 2000, 33(10):7.
- [8] 王宝成,李鲲,周海鸥. 高性能工程塑料聚醚醚酮的开发研究[J]. 化工科技, 2006, 14 (5):46-48.
Wang Baocheng, Li Kun, Zhou Haiou. Development and research of high performance plastics polyether ether ketone (PEEK)[J]. Science & Technology in Chemical Industry, 2006, 14(5):46-48.
- [9] 吴新明,齐署华,贺捷,等. 长玻纤增强注塑聚醚醚酮复合材料加工工艺与力学性能的研究[J]. 航空材料学报, 2009, 29 (6):98-101.
Wu Xinming, Qi Shuhua, He Jie, et al. Processing conditions and mechanical property of long glass fiber reinforced injection-moulded PEEK composites[J]. Journal of Aeronautical Materials, 2009, 29 (6):98-101.
- [10] 张阳,邵春光,张瑞静,等. 聚醚醚酮增强改性及其应用[J]. 高分子通报, 2012(9):56-62.
Zhang Yang, Shao Chunguang, Zhang Ruijing, et al. Reinforced modification of PEEK and its application[J]. Polymer Bulletin, 2012(9):56-62.
- [11] 张为,吴岷峰. 聚醚醚酮特性及应用[J]. 天津化工, 2013, 27 (2):60-62.
Zhang Wei, Wu Minfeng. Properties and application of PEEK[J]. Tianjin Chemical Industry, 2013, 27(2):60-62.
- [12] 李恩重,郭伟玲,王海斗. 聚醚醚酮摩擦学性能改性及其应用研究进展[J]. 材料工程, 2013(1):91-94.
Li Enzhong, Guo Weiling, Wang Haidou. Progress of tribological modification and application of polyetheretherketone[J]. Journal of Material Engineering, 2013(1):91-94.

霍尼韦尔助力中国的石化工厂实现现代化

霍尼韦尔公司近日宣布与中国石油化工股份有限公司茂名分公司达成协议,将为其位于广东省的石化厂提供商业管理以及自动化技术,帮助其进一步提升生产效率和运营表现。

霍尼韦尔 Profit Suite R400 先进控制软件将被应用于茂名石化两套乙烯裂解装置,通过提升能源效率,改进生产运营灵活性,最大化高价值产品产出来提升工厂运营表现。茂名石化已经有超过 50 年的历史,目前每年生产 100 万 t 左右石化产品。

霍尼韦尔过程控制部中国副总裁兼总经理王春文谈到:“尽管新的石化厂还在兴建,但是石化行业是一个成熟的行业,许多工厂已经投运了数十年。霍尼韦尔流程优化解决方案通过提升产出,提高产品质量,以及降低成本,帮助这些老工厂提升利润,焕发青春。”

乙烯作为重要的化工原料,主要用于生产聚乙烯,进而

应用于包装、清洁剂,合成润滑剂和合成橡胶。在中国,约 70% 的聚乙烯应用于包装行业。

中国石油化工股份有限公司茂名分公司副总工程师何立建表示:“我们希望能建立一个标杆项目,中石化其它相似的工厂都可以借鉴。通过应用霍尼韦尔解决方案,茂名公司生产量将有所提升,预计每年可以增加 600 万美元利润。霍尼韦尔在先进流程控制和技术服务支持方面有丰富的经验,在中国很多工业项目都有成功应用。这些都是我们选择霍尼韦尔的原因,我们也相信它会成为我们最为信赖的合作伙伴。”

Profit Suite R400 先进控制软件综合了霍尼韦尔先进流程控制和优化技术产品组合的优势,并可以集成来自多个制造商的不同分布式控制系统及遗留系统。

霍尼韦尔目前在全世界现已安装了超过 30 000 套控制系统,其技术在炼油厂、化工厂、制浆造纸工厂、管线、电厂以及其它工业设施的关键任务中应用。(环聚网)