

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2015.11.011

SiC 陶瓷复合板热压罐成型工艺研究^{*}

辛培训, 李宁, 王玲, 汪得功, 王吉辉, 郭雁, 黄玉松, 郑威

(中国兵器工业集团第五三研究所, 济南 250031)

摘要: 用热压罐成型方法, 以 SiC 陶瓷片、玻璃纤维织物、聚乙烯基树脂、聚酯薄膜为基材, 制备了 SiC 陶瓷复合板, 考察了不同温度、压力和保温保压时间对产品结构性能的影响。结果表明, 采用热压罐成型的方法, 成型温度、成型压力、保温保压时间分别控制在 140℃, 1.5 MPa, 60 min 可以获得具有良好结构和粘接性能的 SiC 陶瓷复合板, 其剥离强度可达 2.81 kN/m。

关键词: SiC 陶瓷复合板; 热压罐; 成型工艺

中图分类号: TQ327.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2015)11-0048-03

Study on Preparation of SiC Ceramic Composite Panel by Autoclave Molding

Xin Peixun, Li Ning, Wang Ling, Wang Degong, Wang Jihui, Guo Yan, Huang Yusong, Zheng Wei

(CNGC Institute 53, Jinan 250031, China)

Abstract: SiC ceramic composite panel was fabricated by autoclave molding based on SiC ceramic plate, glass fiber fabric, resin and polyester film as substrate. The influence of different temperature, pressure and holding time on the structure and properties of products were investigated. The results show that by using autoclave molding method, molding temperature, molding pressure, holding pressure holding time were controlled at 140℃, 1.5 MPa, 60 min, SiC ceramic composite plate can be obtained with good structure and bonding properties, and its peel strength can reach 2.81 kN/m.

Keywords: SiC ceramic composite plate; autoclave; molding process

SiC 陶瓷复合板是由 SiC 陶瓷、纤维织物、树脂等多种材料通过热压复合而成的防护用产品, 目前的 SiC 陶瓷复合板大多采用平板硫化机制备, 但由于受设备条件及其工艺条件影响, 复合板生产效率相对较低, 不利于复合板的批量化生产^[1-7]。

热压罐成型工艺是生产高质量树脂基复合材料制品的主要方法之一, 热压罐成型工艺的最大优点在于温度和压力条件几乎能满足所有的树脂基复合材料的成型工艺要求, 而且采用热压罐成型的制品具有尺寸大、性能稳定、生产效率高等特点, 笔者通过热压罐成型方法制备了 SiC 陶瓷复合板, 并对其成型工艺的温度、压力、保温保压时间等主要参数进行了研究^[8-9]。

1 实验部分

1.1 主要原材料

SiC 陶瓷片: 厚度 6.0 mm, 福州奇岳陶瓷有限公司;

玻璃纤维织物: 方格布, 山东泰山玻璃纤维有限公司;

聚乙烯基树脂: 自制;

真空袋薄膜: 厚度 0.05 mm, 北京科拉斯复合

材料公司;

密封胶条: 200Y, 北京科拉斯复合材料公司;

聚酯薄膜: 厚度 0.05 mm, 市售。

1.2 主要设备及仪器

热压罐: Ø2 000 mm × 3 000 mm, 中航工业集团;

真空烘箱: ZKH- II 型, 大连仪器厂;

旋片式真空泵: 2X-8 型, 淄博真空泵厂;

微机控制电子万能试验机: RGT-10A 型, 美特斯工业系统(中国)有限公司生产。

1.3 样品制备

SiC 陶瓷复合板制备流程图见图 1。

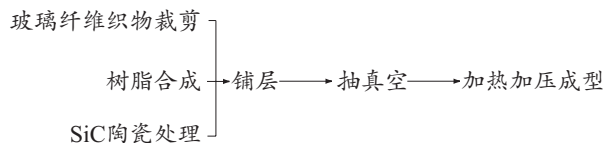


图1 SiC 陶瓷复合板制备流程图

首先将玻璃纤维织物裁剪成预定尺寸的坯料

^{*} 国防基础科研项目(A0920132020)

联系人: 辛培训, 研究员, 主要从事复合材料及其工艺研究

收稿日期: 2015-08-29

备用,然后将经过热处理的 SiC 陶瓷片^[10],玻璃纤维织物,树脂等主要原材料按照一定的铺层顺序铺放在平板模具上,用预先制备的真空袋将要制备的样品密封,抽真空后将平板模具放入热压罐中,加热,加压,最后成型 SiC 陶瓷复合板, SiC 陶瓷复合板热压罐成型材料铺放示意图见图 2。

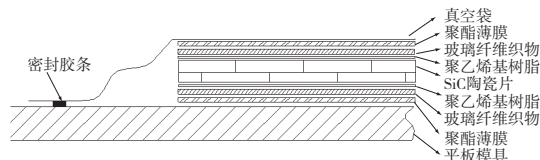


图2 热压罐成型 SiC 陶瓷复合板材料铺放示意图

本研究以平板硫化机制备 SiC 陶瓷复合板工艺参数为基础,对成型工艺温度、压力和保温保压时间进行相应调节,分别采用两种不同的工艺参数用热压罐制备了相应的 SiC 陶瓷复合板。

1.4 性能测试及表征

SiC 陶瓷复合板的结构性能,即产品中陶瓷与复合材料之间的粘接强度是影响复合板抗弹性能的关键因素,而陶瓷与复合材料之间剥离强度是考核 SiC 陶瓷复合板产品中陶瓷与复合材料之间的粘接强度的主要方法之一,所以笔者采用测试陶瓷与复合材料剥离强度的方法考核成型的 SiC 陶瓷复合板的结构性能。

测试标准和方法:陶瓷与复合材料之间的剥离强度采用 GJB 2790-1995 进行测定。

2 结果与讨论

2.1 成型工艺参数的确定

为了对比不同成型工艺参数对 SiC 陶瓷复合板产品结构性能的影响,在综合考虑树脂的熔体流动速率、树脂流动压力等参数指标的基础上,笔者设计了以下两种成型工艺参数,分别用热压罐制备 SiC 陶瓷复合板,具体的工艺参数见表 1。

表1 SiC 陶瓷复合板热压罐成型工艺参数

工艺参数序号	成型温度 / ℃	成型压力 / MPa	保温保压时间 / min
工艺一	120	1.0	30
工艺二	140	1.5	60

图 3 和图 4 分别为两种工艺的成型温度-时间曲线和成型压力-时间曲线。

由图 3 可知,工艺一的温度从 20℃ 开始升温,经过 30 min 升温到 100℃,再经过 20 min 升温到 120℃,在 120℃ 状态下保温 30 min,然后开始降温,经过 30 min 温度降到 20℃。

工艺二的温度从 20℃ 开始升温,经过 30 min 升

温到 100℃,再经过 20 min 升温到 140℃,在 140℃ 状态下保温 60 min,然后开始降温,经过 30 min 温度降到 20℃。

由图 4 可知,工艺一的压力在开始状态下为零,30 min 后开始加压,经过 20 min 压力加到 1.0 MPa,在 1.0 MPa 状态下保持压力 60 min,然后开始降压,经过 10 min 压力降为零。

工艺二的压力在开始状态下为零,30 min 后开始加压,经过 20 min 压力加到 1.5 MPa,在 1.5 MPa 状态下保持压力 120 min,然后开始降压,经过 10 min 压力降为零。

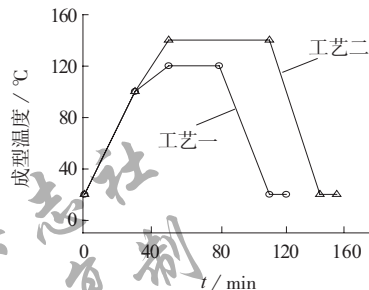


图3 两种工艺的成型温度-时间曲线

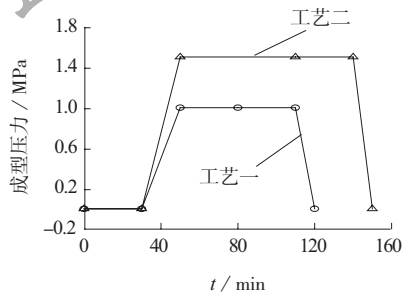


图4 两种工艺的成型压力-时间曲线

2.2 陶瓷与复合材料的剥离强度比较

表 2 为采用不同工艺参数成型的 SiC 陶瓷复合板产品陶瓷与复合材料的剥离强度。

表2 不同工艺参数成型的产品陶瓷与复合材料的剥离强度

工艺参数序号	剥离强度 / (kN · m ⁻¹)
工艺一	0.98
工艺二	2.81

从表 2 可以看出,采用工艺二成型产品的剥离强度为 2.81 kN/m,采用工艺一成型产品的剥离强度为 0.98 kN/m。由此可见,采用工艺二制备的 SiC 陶瓷复合板产品陶瓷与复合材料粘接的性能明显要好于工艺一。

图 5 为采用不同工艺参数成型的 SiC 陶瓷复合板产品陶瓷与复合材料粘接性能对比照片。从图 5 的照片可以看出,采用工艺二成型产品的陶瓷表面上保留有大量树脂,而采用工艺一成型产品的陶瓷

表面上则几乎没有树脂残留,也说明了采用工艺二制备的 SiC 陶瓷复合板产品陶瓷与复合材料粘接的性能要好于工艺一。以上分析也说明采用热压罐成型 SiC 陶瓷复合板产品的成型温度、成型压力和保温保压时间等工艺参数对产品的结构性能有较大影响。

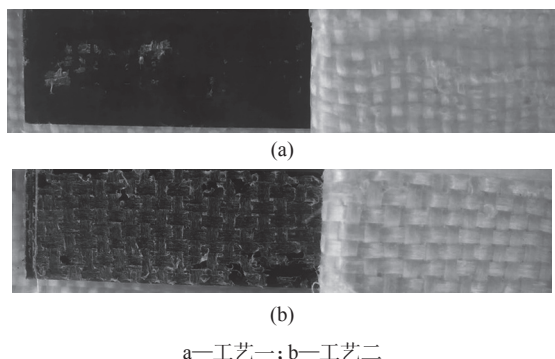


图5 不同工艺参数成型的产品陶瓷与复合材料粘接性能对比照片

3 结论

(1) 采用热压罐成型 SiC 陶瓷复合板产品的成型温度、成型压力和保温保压时间等工艺参数对产品的结构性能有较大的影响。

(2) 采用热压罐成型工艺可以制备性能良好的 SiC 陶瓷复合板,其成型温度、成型压力、保温保压时间分别控制在 140℃, 1.5 MPa, 60 min 为宜。

参考文献

- [1] Medvedovski E. Ballistic performance of armour ceramics: Influence of design and structure. Part1[J]. Ceramics International, 2010, 36: 2 103-2 115.
- [2] Medvedovski E. Ballistic performance of armour ceramics: Influence of design and structure. Part2[J]. Ceramics International, 2010, 36: 2 117-2 127.
- [3] 邵磊. 某型军车装甲防弹材料的选择与结构设计 [D]. 南京: 东

南大学, 2008.

Shao Lei. Armor material's structure design and selection for a given military vehicle [D]. Nanjing: Southeast University, 2008.

- [4] Nastic A, Merati A, Bielawski M, et al. Instrumented and vickers indentation for the characterization of stiffness, hardness and toughness of zirconia toughened Al_2O_3 and SiC armor[J]. Journal of Materials Science & Technology, 2015, 31: 773-783.
- [5] Liu Cheyuan, Tuan Weihsing, Chen Shihchieh. Ballistic performance of liquid-phase sintered silicon carbide[J]. Mics International, 2013, 39: 8 253-8 259.
- [6] Stephen R B, Timothy J H, Gordon R J. Influence of the third invariant in the ballistic impact of silicon carbide[J]. International Journal of Impact Engineering, 2012, 45: 52-59.
- [7] 卢兴国. 基于实例的复合材料热压罐成型工艺设计与仿真 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2010.
- Lu Xingguo. Design and simulation of composite autoclave process based on cases [D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2010.
- [8] 马军. 热压罐法 FRP 构件实用制造技术研究 [D]. 南昌: 南昌大学, 2007.
- Ma Jun. The practical manufacturing technique research of FRP production by autoclave moulding [D]. Nanchang: Nanchang University, 2007.
- [9] Harris A J, Vaughan B, Yeomans J A, et al. Surface preparation of silicon carbide for improved adhesive bond strength in armour applications[J]. Journal of the European Ceramic Society, 2013, 33: 2 925-2 934.
- [10] 童鹤. SiC 陶瓷复合装甲的制备与研究 [D]. 南京: 南京理工大学, 2012.
- Tong He. Design and fabrication of a SiC composite armour-plate [D]. Nanjing: Nanjing University of Science & Technology, 2012.

杜邦新加坡东盟商业和研发总部

将于 2016 年正式运营

杜邦近日宣布将在新加坡建立一个新的创新和业务总部。占地 11 000 平方米的设施将于 2016 年正式开放, 将汇聚 200 名科学、工程师和商业领袖。

鉴于杜邦在农业与营养、先进材料和生物基工业方面所取得的成就, 新的杜邦新加坡东盟总部将专注于创新, 以满足东盟市场的独特需求。

“杜邦强大的创新体系是由我们独特的科学与工程结合, 强大的执行力和全球影响力所推动的。杜邦新加坡东盟总部将使我们比以往任何时候更接近东盟客户, 让我们可以更迅速地发展, 为该地区和世界提供创新解决方案,” 杜邦高级副总裁和首席科技官道格拉斯·慕泽卡 (Douglas Muzyka)

说。

“我们很高兴杜邦选择了新加坡作为基地, 为东盟地区的合作伙伴和客户提供服务”, 新加坡经济发展局能源与化工处主任 Cindy Koh 说, “杜邦将能够在公共资助的研究机构和大学中进行跨学科研究, 实现新产品和解决方案的创新, 以满足日益复杂的东盟市场需求。杜邦新加坡工厂也将为新加坡人创造令人兴奋的工作机会, 让他们能够站在科学的前沿。”

东盟市场持续发展, 是杜邦公司日益重要的战略区域。东盟地区拥有超过 6.2 亿人口, 中产阶级快速增长, 是迅速发展的知识库。东盟商业和研发总部的成立, 将快速增加杜邦在新加坡的劳动力。预计该总部的员工人数到 2020 年将增加至 300 名。

(中塑在线)