

玻璃纤维增强复合材料人工加速老化研究

刘亚平 李 晖 张 霞 李树虎 张录平

(中国兵器工业集团第五三研究所, 济南 250031)

摘要 对玻璃纤维增强复合材料(GFRP)进行了热空气老化、光加速老化试验,研究了GFRP的拉伸强度、弯曲强度、压缩强度等随老化时间、老化温度等的变化情况。结果表明,GFRP具有优异的耐热老化和耐光老化性能。

关键词 玻璃纤维增强复合材料 老化 力学性能

热空气老化和光加速老化作为目前人工加速老化试验中最重要的试验手段^[1-3],通过检测高分子材料在热、光老化前后的性能变化,可评估高分子材料的耐热、耐光老化性能^[4]。

目前,玻璃纤维增强复合材料(GFRP)由于具有比强度高、比模量高、性能可设计和易于整体成型等优异特性,在各个领域都获得了广泛的应用。笔者对GFRP进行了热空气老化、光加速老化试验,并研究了其拉伸强度、弯曲强度、压缩强度等随老化时间、老化温度的变化情况。

1 实验部分

1.1 主要原材料

GFRP: 自制。

1.2 主要仪器、设备

万能材料试验机: Instron 型,美国 Instron 公司;

电子拉力试验机: Sintech2/DL 型,美国 MTS 公司;

液压万能试验机: WE-10B 型,上海试验机厂;

热老化试验箱: 401B、402 型,上海试验机厂;

光老化试验机: Ci65/DMCA 双光源气候仪,美国 Atlas 电气公司。

1.3 试样制备

将 GFRP 按相关标准制成试样。

1.4 性能测试

热空气老化试验按 GB/T 7141-1992 进行,试验温度分别为 80、120℃,试验时间最长为 1 800 h。具体取样周期为: 24、72、144、240、360、600、840、1 080、1 440、1 800 h。

光加速老化试验按 GB/T 16422.2-1999 进行,采用氙弧灯光源,辐射强度为 0.50 W/m^2 (340 nm),降雨周期为 18 min/120 min,黑板温度为 $(63 \pm 3)^\circ\text{C}$,相对湿度(RH)为 $(50 \pm 5)\%$ 。取样周期: 50、80、150、300、500、720、960、1 200、1 500、1 800 h。

拉伸强度按 GB/T 1447-2005 测试,加载速率

为 2 mm/min;

弯曲强度按 GB/T 1449-2005 测试,加载速率为 2 mm/min;

压缩强度按 GB/T 1448-2005 测试,加载速率为 5 mm/min。

2 结果与讨论

2.1 热空气老化分析

图 1 示出 GFRP 在 80℃热空气中力学性能随老化时间的变化情况。由图 1 可以看出,GFRP 的各项力学性能起初均有所提高,这主要是由于 GFRP 发生了后固化反应,从而导致力学性能呈上升趋势。随着老化时间的延长,力学性能保留率有一定程度的下降,但变化趋势并不明显。当老化时间为 1 080 h 时,拉伸强度保留率为 98%。当老化时间为 1 800 h 时,拉伸强度保留率降至 96%,总体变化不大。

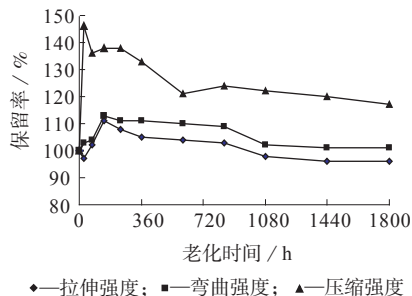


图 1 GFRP 在 80℃热空气中力学性能随老化时间的变化

GFRP 的弯曲强度保留率始终高于 100%，GFRP 的压缩强度保留率也始终高于 100%，当老化时间为 24 h 时,压缩强度保留率最高达 146%，随着老化时间的延长,总体呈现下降趋势。综上所述,热老化试验对 GFRP 的力学性能有一定的影响,但由于试验温度较低(80℃),因此各项力学性能的保留率下降幅度不大。

图 2 示出 GFRP 在 120℃热空气中力学性能随老化时间的变化情况。由图 2 可知,GFRP 的拉伸

强度保留率随着老化时间的增加,总体呈下降趋势,当老化时间为1 800 h时,GFRP的拉伸强度保留率降至86%。GFRP的弯曲强度和压缩强度保留率均高于100%。综上所述,可将拉伸强度作为评价GFRP实验室人工加速老化的重要评价指标。

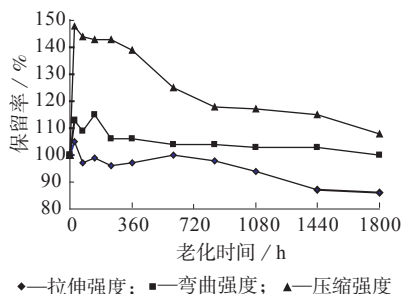
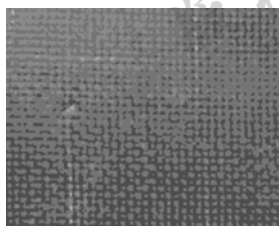
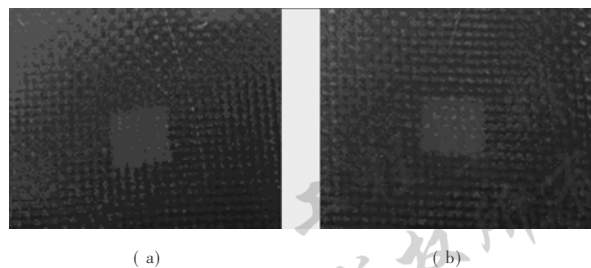


图2 GFRP在120℃热空气中力学性能随老化时间的变化

图3为GFRP试样在120℃热空气中老化不同时间的外观图。由图3可以发现,随着老化时间的增加,试样颜色逐渐变浅。



老化时间为: a—360 h; b—1 080 h; c—1 800 h

图3 试样在120℃热空气中老化不同时间的外观图

2.2 光加速老化分析

图4示出GFRP的力学性能随光加速老化时间的变化情况。由图4可以看出,刚开始老化时GFRP的力学性能总体明显提高,这可能是GFRP处于受固化的影响所致。随着老化时间的增加,光照辐射对GFRP的破坏程度加剧,力学性能保留率呈现明显的下降趋势。当光加速老化时间为1 800 h时,GFRP的拉伸强度保留率降至82%,降幅明显。

而弯曲强度和压缩强度的保留率在整个试验过程中,保留率均高于100%。

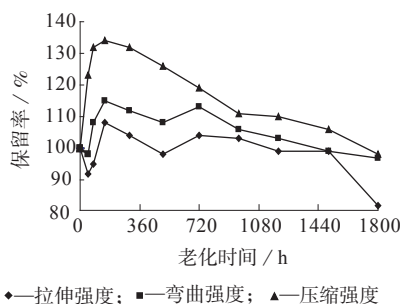


图4 GFRP光加速老化时间-力学性能变化曲线

图5为光加速老化试验10个取样点试样的外观图(自左到右依次光老化时间分别为50、80、150、300、500、720、960、1 200、1 500、1 800 h)。由图5可见,随着光加速老化时间的延长,试样表面颜色逐渐加深。到试验后期,外表面的短小纤维外露,GFRP部分开始脱落,有的试样颜色变化严重,这与试样力学性能随老化时间的变化情况一致。

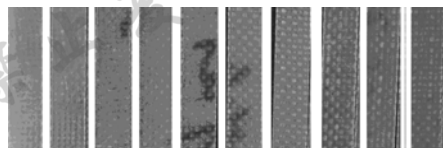


图5 光老化试验10个取样点试样外观图

3 结论

GFRP具有优异的抗热空气老化、光加速老化的性能。随着热空气老化时间的增加,GFRP的拉伸强度受到的影响较大,温度越高,拉伸强度的保留率下降越大。当在120℃的热空气中老化1 800 h时,GFRP的拉伸强度保留率降至86%。光加速老化试验对GFRP的性能影响比热空气老化试验要大。当光加速老化时间为1 800 h时,GFRP的拉伸强度保留率降至82%。

参考文献

- [1] 张留成. 高分子材料导论[M]. 北京: 化学工业出版社, 1993: 18-19.
- [2] 张德庆. 高分子材料科学导论[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 1999: 33-35.
- [3] 韩冬冰, 王慧敏. 高分子材料概论[M]. 北京: 中国石化出版社, 2003: 51-53.
- [4] 谭晓倩, 史鸣军. 高分子材料的老化性能研究[J]. 山西建筑, 2006, 32(1): 179-180.

STUDY ON THE MANUAL ACCELERATED AGING GLASS FIBER REINFORCED PLASTICS

Liu Yaping, Li Hui, Zhang Xia, Li Shuhu, Zhang Luping

(CNGC Institute 53, Jinan 250031, China)

ABSTRACT The hot air aging and light accelerate aging properties of the glass fiber reinforced plastics(GFRP) were test. The

changes of the tensile strength, bending strength, compressive strength with aging time, aging temperature, etc was researched. The results showed that GFRP had excellent heat aging and light aging properties.

KEYWORDS glass fiber reinforced plastic, aging, mechanical property

PPG 工业公司获跨国公司中国贡献奖
在北京举行的 2009 跨国公司高层论坛上, 组委会正式发布了“2009(第二届) 跨国公司中国贡献榜”, PPG 工业公司名列第 26 位。
PPG 一直不断致力于在本地投资和业务增长。即使去年全球性的经济衰退也没能阻挡贵公司在华发展的脚步。在 2009 年, PPG 在中国进行了两项重点投资, 即在天津兴建

航空材料应用支援中心和在张家港兴建 PPG 在华的首家树脂厂。”
PPG 在中国已拥有 14 家工厂。其中, 张家港的树脂厂因具有极高环保水平, 将成为 PPG 的“绿色模范工厂”, 工厂的建设将使用 PPG 公司的绿色建筑材料, 如低挥发性有机化合物(VOC) 涂料和低辐射玻璃等, 并采用最先进的污染控制措施。
(工塑网)

欢迎订阅 2010 年《工程塑料应用》、《化学分析计量》及合订本光盘
邮发代号 24-42, 24-138 全国各地邮局均可订阅
也可直接通过邮局或银行汇款向《工程塑料应用》杂志社订阅《工程塑料应用》、《化学分析计量》及合订本光盘, 请注明订阅期刊/光盘的名称、收件人、邮编及地址。

《工程塑料应用》 国内外公开发行的全国性塑料专业技术类刊物, 月刊, 大 16 开本, 每月 10 日出版。本刊为中文核心期刊, 是中国工程塑料工业协会会刊, 荣获首届、第二届、第三届国家期刊奖等 26 项国家、省部级优秀期刊奖, 入选美国化学文摘(CA) 千种表。2010 年定价 13 元/期, 全年 156 元。1986 年以来的期刊价目见表 1。欢迎读者来函(附名片) 免费索取样刊。

《化学分析计量》 国内外公开发行的全国性分析、计量专业技术类刊物, 双月刊, 大 16 开本, 单月 20 日出版。本刊为中国科技核心期刊, 荣获 6 项省部委优秀期刊奖, 被美国化学文摘(CA) 收录。2010 年定价 13 元/期, 全年 78 元。创刊号以来的期刊价目见表 2。欢迎读者来函(附名片) 免费索取样刊。

《工程塑料应用》、《化学分析计量》合订本光盘 我社已将《工程塑料应用》自创刊号(1973 年) 至 2009 年底共 37 卷 242 期的期刊电子化, 并制成合订本光盘, 现公开发售; 同时也将《化学分析计量》自创刊号(1992 年) 至 2009 年底共 18 卷 71 期的期刊电子化, 并制成合订本光盘, 现公开发售。分别利用这两种合订本光盘既可按作者、文题、关键词、年、期等分类查阅各期刊已发表的所有科技文章和科技信息的全文, 又可根据读者自定义的关键词进行全文检索, 非常方便、实用。

《工程塑料应用》合订本光盘优惠售价 500 元; 《化学分析计量》合订本光盘优惠售价 200 元。

邮局汇款:
收款单位: 山东省济南市 108 信箱杂志社
邮编: 250031 传真: (0531) 85947355 85878057
电话: (0531) 85878057 85878223 85878278

银行汇款:
户 名: 中国兵器工业集团第五三研究所
开户银行: 济南市工商银行经十一路支行
帐 号: 1602001229014425546

网上订阅: <http://www.epa1973.com>

表 1 《工程塑料应用》单册期刊、合订本价格表

年 份	期 数	每册单价/元	全年定价/元	合订本/元
1986 ~1989	16	0. 825	13. 2	19
1990 ~1992	12	1. 4	16. 8	23
1993、1994	10	2. 4	24	30
1995	6	2. 8	16. 8	23
1996	6	3	18	24
1997	6	3. 5	21	27
1998	12	3. 5	42	48
1999	12	4	48	54
2000	12	5	60	66
2001	12	5. 5	66	78(两本)
2002	12	6	72	84(两本)
2003	12	6. 5	78	90(两本)
2004	12	7	84	96(两本)
2005	12	7. 5	90	102(两本)
2006	13	8	104	116(两本)
2007	12	9	108	120(两本)
2008	12	10	120	132(两本)
2009	12	12	144	156(两本)
2010	12	13	156	156(单册)
合计	213		1000(优惠)	1100(优惠)

表 2 《化学分析计量》单册期刊、合订本价格表

年 份	期数	每册单价/元	全年定价/元	合订本/元
创刊号 ~1998	9	3	27	33
1999 ~2001	14	4	56	62
2002	6	5	30	72
2003	6	6	36	
2004	6	7	42	93
2005	6	7. 5	45	
2006	6	8	48	108
2007	6	9	54	
2008	6	10	60	66
2009	6	12	72	78
2010	6	13	78	78(单册)
合计	77		450(优惠)	500(优惠)