

软木及其主要产品的耐候性研究

郝齐凤, 雷亚芳*

(西北农林科技大学 机械与电子工程学院, 陕西杨陵 712100)

摘要:采用紫外灯耐候试验箱模拟自然环境对软木原材料及其制品进行耐候性试验,通过对紫外灯耐候试验箱照射过的试件进行物理性能、力学性能的分析,对软木及其产品的耐候性进行客观评价。试验确定的试验参数为:辐照时间 4 和 8 h;黑暗时间 4 h;试验时间为 80、160 和 240 h。随着试验时间的增加,软木及其制品的密度、亨特白度、回弹率、断裂强度呈现下降趋势;压缩率呈现上升趋势。

关键词:软木;试验时间;辐照时间;耐候性

中图分类号:S781.7

文献标志码:A

文章编号:1001-7461(2012)01-0246-05

Weatherability of Cork and Its Main Products

HAO Qi-feng, LEI Ya-fang*

(College of Mechanical and Electronic Engineering, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract:Ultraviolet lamp test chamber was adopted to do examine the weatherability of cork and its main products by simulating natural enviroment. After irradiation, physical and mechanical properties were analyzed to objectively evaluate the weatherability of the materials tested. The test parameters included irradiation time 4 h and 8 h, dark time 4 h, test time 80, 160 and 240 h. With the test time increasing, density, hunter whiteness, resilient rate, breaking strength declines, and compression ratio increased.

Key words:cork; experimental time; irradiation time; weatherability

软木,又叫栓皮,是由栓皮栎和栓皮櫟树干枝的木栓形成层发展形成的木栓薄壁组织^[1]。栓皮树种主要有 4 种:产于欧洲和非洲的栓皮櫟、西部栓皮櫟、冲栓皮櫟,以及我国常见的栓皮栎^[2]。

软木产品从家具行业到建筑行业再到航天工业,从室内用材料到室外用材料。被越来越广泛的应用,对其性能的要求也越来越高,耐候性就是应该考虑的一个重要性能。所谓耐候性就是材料在自然气候环境下曝露时经受各种气候如光照、冷热、风雨、细菌等造成的综合破坏,其耐气候老化能力叫耐候性^[3]。气候老化是高分子材料的固有特性之一,不能完全消除,但如果采取有效措施,可以大大延缓。根据不同的老化路径,找出老化的机理,就可采取相应措施防止老化的发生。本试验对软木材料及

其制品的耐候性进行测试,分析试验时间、辐照时间对试件的密度、亨特白度、压缩率、回弹率和断裂强度的影响。

1 材料与方法

1.1 材料

软木原材料:100 mm×50 mm×7.0 mm,来自陕西省安康市宁陕县。

软木橡胶制品:100 mm×50 mm×1.3 mm,其中软木粒子与橡胶粒子的比例为 4:1。

软木地板:100 mm×50 mm×5.0 mm,表面涂异氰酸酯。

1.2 仪器设备

紫外灯耐候试验箱、压缩回弹试验机

收稿日期:2010-12-15 修回日期:2011-03-01

基金项目:引进国际先进农业科技技术“948 计划”(2005-4-68)

作者简介:郝齐凤,女,硕士研究生。主要从事木材科学与加工研究。

* 通讯作者:雷亚芳,女,教授,博士。主要从事木材科学与加工的研究和教学工作。

(JF3100)、DXLL-3000 电子拉力试验机、SC-80C 全自动色差计、水浴锅、精密分析天平。

1.3 试验方法

1.3.1 紫外灯耐候试验箱辐照工艺 紫外光是造成户外产品性能下降的主要光照因素。因此,在模拟阳光对材料的破坏影响时,在许多时候只需要模拟短波的紫外辐射^[4]。本试验使用 UVA-340 紫外灯耐候试验箱模拟自然环境的光照、温度、湿度等对软木及其主要产品进行耐候性试验。UVA-340 可以很好地模拟临界短波波长范围的阳光光谱,即波长范围为 295~360 nm 的光谱只产生在阳光中能找到的紫外光。试验过程中主要考虑以下三个因素:辐照时间、黑暗时间(冷凝时间)和试验总时间,其中黑暗时间根据标准 GB/T16422.3-1997 定为 4 h,试验因素与水平见表 1。

表 1 软木及其主要产品试验因素水平表

Table 1 Experimental factors and levels of the experiment

水平	A	B	C
	试验总时间/h	辐照时间/h	黑暗时间/h
1	80	4	4
2	160	8	
3	240		

1.3.2 性能检测 参照标准 ISO7322 对辐照后的

软木及其主要产品的密度、颜色、压缩回弹性和抗拉强度进行检测。

2 结果与分析

2.1 试件密度的变化

随着试验时间的增加,试件的密度随之下降(图 1)。当辐照时间为 4 h 时,随着试验时间从 80 h 增加到 240 h,原材料的下降率为 18.9%;软木橡胶的下降率为 14.8%;软木地板的下降率为 7.5%;当辐照时间为 8 h 时,随着试验时间从 80 h 增加到 240 h,原材料的下降率为 21.9%;软木橡胶的下降率为 16.6%;软木地板的下降率为 9.7%;随试验时间增加,原材料的下降幅度较大,其次为软木橡胶制品,软木地板的下降幅度较小。试验时间相同时,辐照 8 h 比 4 h 的下降幅度大。

试件密度随着试验时间的增加呈下降趋势。在试验过程中,试件体积基本不变化。在紫外灯的照射下,试件中的水分不断蒸发,表面发生热氧化降解,热氧化的反应速率加速光解和水解的老化反应速率,导致试件质量下降^[5]。试验时间越长,水分蒸发、物质降解越多,表现出随试验时间增加而密度随之下降。

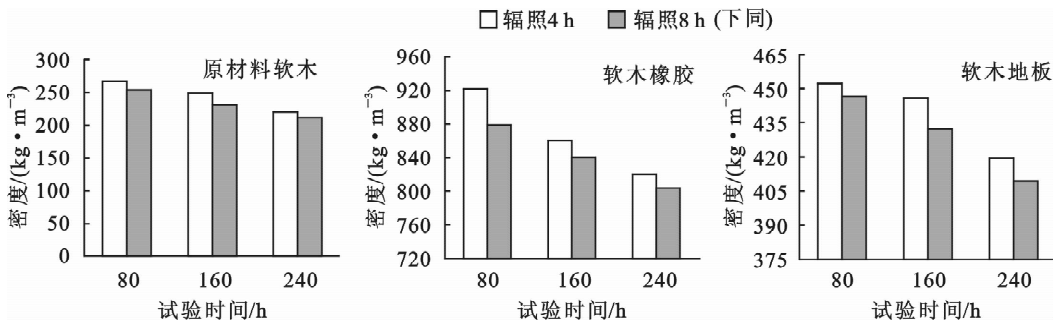


图 1 辐照时间对密度的影响

Fig. 1 Influence of irradiation time on density

2.2 试件亨特白度的变化

试件的亨特白度随着试验时间的增加随之下降(图 2)。当辐照时间为 4 h 时,随着试验时间从 80 h 延长至 240 h,原材料的下降率为 17.0%;软木橡胶的下降率为 29.8%;软木地板的下降率为 10.0%;当辐照时间为 8 h 时,随着试验时间的增加,原材料的下降率为 22.0%;软木橡胶的下降率为 33.5%;软木地板的下降率为 11.8%。软木橡胶制品的下降幅度最大,软木地板下降幅度最小。

试验时间为 80 h 时,随着辐照时间从 4 h 增加到 8 h,软木原材料、软木橡胶以及软木地板的亨特白度分别从 41.09 下降到 39.6,从 23.11 下降到 19.95,从 32.21 下降到 32.77;试验时间为 160 h

时,随着辐照时间从 4 h 增加到 8 h,软木原材料、软木橡胶以及软木地板的亨特白度分别从 39.43 下降到 37.99,从 18.95 下降到 17.98,从 32.37 下降到 32.05;试验时间为 240 h 时,随着辐照时间从 4 h 增加到 8 h,软木原材料、软木橡胶以及软木地板的亨特白度分别从 36.52 下降到 35.52,从 17.15 下降到 16.24,从 31.2 下降到 30.02;即试验时间相同时,辐照 8 h 比 4 h 的下降幅度大。

从理论上说,太阳光 300~400 nm 的短波能量是引起高分子材料老化的主要因素。如果增加这部分能量,就能达到加速老化试验的效果。荧光紫外灯的光谱分布主要集中在紫外光部分,因此,可以达到较高的加速倍率^[6]。试验过程中,试件受到光、热

及水蒸气等因素的作用,产生光化学反应,试件随之失光,变色^[5]。

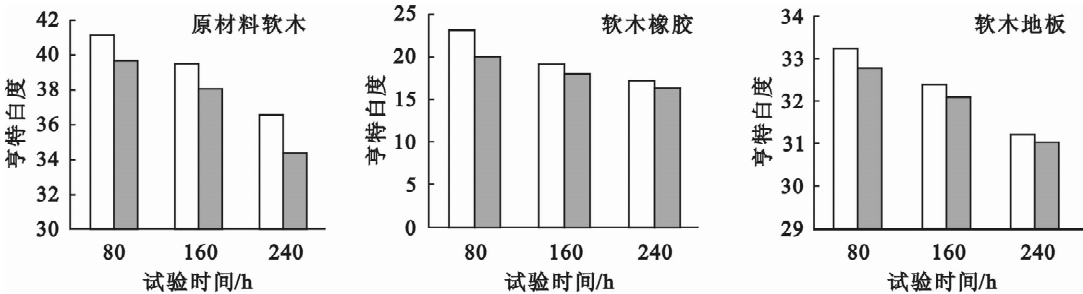


图 2 辐照时间对亨特白度的影响

Fig. 2 Influence of irradiation time on Hunter Whiteness

软木橡胶制品是由软木粒子和橡胶粒子组成,两者共同决定了试件的亨特白度。光老化是一种化学过程,荧光紫外灯的紫外光部分在橡胶的老化过程中,具有激烈的活化作用。在有氧的参与下,光会加速橡胶的氧化作用。光氧化还表现有所谓“光后效作用”,即是橡胶在光照停止后仍有继续氧化的现象^[7],导致橡胶软木制品的亨特白度下降幅度较大。

软木地板上涂有异氰酸酯,异氰酸酯具有良好的耐老化性能,对地板具有一定的保护作用。

2.3 试件压缩率的变化

辐照时间相同时,试验时间从 80 h 延长至 240 h,试件的压缩率随之上升(图 3)。当辐照时间为 4 h 时,随着试验时间从 80 h 延长至 240 h,原材料的上升率为 25.4%;软木橡胶的上升率为 37.1%;软木地板的上升率为 40.9%;当辐照时间为 8 h 时,随着试验时间从 80 h 延长至 240 h,原材料的上升

率为 30.1%;软木橡胶的上升率为 40.9%;软木地板的上升率为 46.0%。试验时间为 80 h 时,随着辐照时间从 4 h 增加到 8 h,原材料的压缩率从 10.25% 上升到 10.88%;软木橡胶的压缩率从 14.99% 上升到 15.59%;软木地板的压缩率从 11.35% 上升到 11.74%。试验时间为 160 h 时,随着辐照时间从 4 h 增加到 8 h,原材料的压缩率从 10.95% 上升到 11.68%;软木橡胶的压缩率从 16.06% 上升到 18.71%;软木地板的压缩率从 11.79% 上升到 13.35%。试验时间为 240 h 时,随着辐照时间从 4 h 增加到 8 h,原材料的压缩率从 12.06% 上升到 12.52%;软木橡胶的压缩率从 19.32% 上升到 19.85%;软木地板的压缩率从 13.66% 上升到 14.15%,即试验时间相同时,辐照 8 h 比 4 h 的上升幅度大。

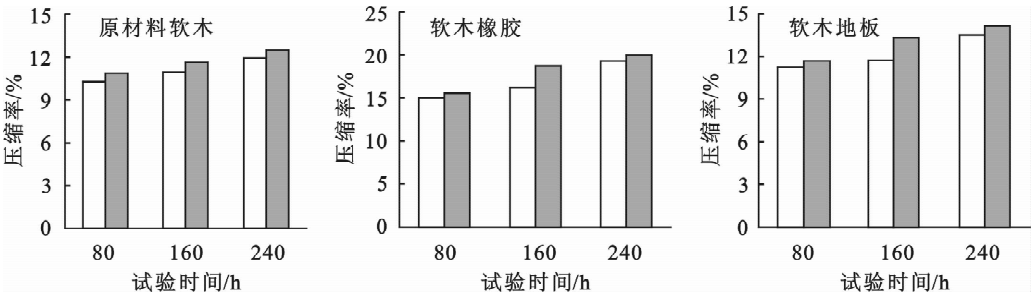


图 3 辐照时间对压缩率的影响

Fig. 3 Influence of irradiation time on compression ratio

随着试验时间的增加试件的压缩率呈现上升趋势,回弹率呈现下降趋势。软木材料具有多孔性^[8],材料压缩回弹率的大小是由多孔材料的压缩回弹机制所决定的^[9]。压缩的过程实际上是孔壁(由木栓脂/木质素/多糖复合组成)受力弯曲变形或屈曲。当部分孔壁发生较大的塑性变形,造成孔隙被破坏后,相对的孔壁开始相互接触,此时这部分孔壁的变形会转变为材料的压缩,使得应力-应变曲线斜率上升。如果孔壁被破坏,则孔隙无法恢复(回弹),因此材料孔壁破坏强度就在一定意义上决定了材料的

回弹率。同时,材料孔壁的抗弯刚度(以下简称为孔壁刚度)和发生失稳时的临界应力(以下简称为塌陷强度)决定了材料能够发生回弹的压缩率^[9]。

橡胶的热老化是一个链反应过程,且降解生成自由基后,还可能引起交联过程,改变其原来结构。对碳链橡胶来说,碳氢键越长,则越容易热降解。由于降解过程的进行,使橡胶分子量逐渐减小,与此相对的强度、伸长率、软化点等降低,外表变软、发粘^[7],导致软木橡胶制品的压缩率上升幅度很大。

2.4 试件回弹率的变化

试件的回弹率随着试验时间的增加呈下降趋势(图 4)。辐照时间为 4 h 时,随着试验时间从 80 h 增加到 240 h,原材料的回弹率下降 14.7%;软木橡胶制品的回弹率下降 32.2%;软木地板的回弹率下降 9.4%。辐照时间为 8 h 时,随着试验时间从 80 h 增加到 240 h,原材料的回弹率下降 15.9%;软木橡胶制品的回弹率下降 32.9%;软木地板的回弹率下降 10.1%。试验时间为 80 h 时,随着辐照时间从 4 h 增加到 8 h,原材料的回弹率从 70.93% 下降到 69.4%;软木橡胶的回弹率从 60.52% 下降到

51.39%;软木地板的回弹率从 77.26% 下降到 73.11%。试验时间为 160 h 时,随着辐照时间从 4 h 增加到 8 h,原材料的回弹率从 66.42% 下降到 63.99%;软木橡胶的回弹率从 56.22% 下降到 41.68%;软木地板的回弹率从 74.17% 下降到 70.55%。试验时间为 240 h 时,随着辐照时间从 4 h 增加到 8 h,原材料的回弹率从 63.29% 下降到 62.36%;软木橡胶的回弹率从 41.01% 下降到 40.56%;软木地板的回弹率从 69.98% 下降到 69.45%,即当试验时间相同时,辐照 8 h 比 4 h 的下降幅度大。

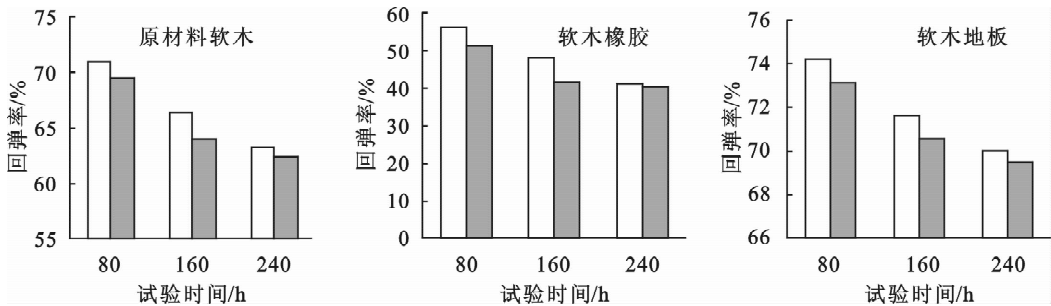


图 4 辐照时间对试件回弹率的影响

Fig. 4 Influence of irradiation time on resilient rate

在试验过程中,由于光、热及水蒸气等因素引起试件分子结构改变、相对分子质量下降或产生交联,木栓脂、纤维素、木质素的含量降低,引起孔壁刚度和塌陷强度的降低^[10-11],从而使得材料的压缩率升高,回弹率降低。

试验前后变化值相对较大的为橡胶软木制品,其回弹率在 60% 以下。软木橡胶制品是由软木粒子和橡胶粒子组成,两者共同决定了试件的回弹性。橡胶老化的实质表现在橡胶分子链先是断裂反应,同时以新的交联反应占优势,老化呈现出表面变硬、发脆产生裂纹等^[11],导致试验后的软木橡胶制品的回弹率下降幅度较大。

原材料和软木地板的回弹率保持在 60% 以上,仍保持着软木制品的高回弹性。木栓脂是软木的主要组成成分,平均含量为 42.1%,软木的高回弹性与它密切相关。对软木施加载荷,将软木厚度压缩至原厚度的 1/3 时,软木中细胞不受丝毫损坏。据研究,去掉压力时,软木体积便可恢复到原尺寸的 85%;24 h 后,可恢复到原尺寸的 94%^[12]。

2.5 试件断裂强度的变化

试件的断裂强度随着试验时间的增加呈下降趋势(图 5)。辐照时间为 4 h 时,随着试验时间的增加,原材料的断裂强度下降 19.8%;软木橡胶制品的断裂强度下降 13.2%;软木地板的断裂强度下降 17.9%。辐照时间为 8 h 时,随着试验时间的增加,

原材料的断裂强度下降 24.6%;软木橡胶制品的断裂强度下降 16.9%;软木地板的断裂强度下降 24.1%。原材料的下降幅度最大,软木橡胶制品的下降幅度最小。

试验时间为 80 h 时,随着辐照时间从 4 h 增加到 8 h,软木原材料、软木橡胶以及软木地板的断裂强度分别从 1.258 下降到 1.199,从 2.427 下降到 2.393,从 1.761 下降到 1.706;试验时间为 160 h 时,随着辐照时间从 4 h 增加到 8 h,软木原材料、软木橡胶以及软木地板的断裂强度分别从 1.143 下降到 1.092,从 2.367 下降到 2.297,从 1.688 下降到 1.633;试验时间为 240 h 时,随着辐照时间从 4 h 增加到 8 h,软木原材料、软木橡胶以及软木地板的断裂强度分别从 1.027 下降到 0.965,从 2.204 下降到 2.108,从 1.521 下降到 1.406;即当试验时间相同时,辐照 8 h 比 4 h 的下降幅度大。

试件的抗拉强度随着试验时间的增加呈现下降趋势。在试验过程中,由于光、热及水蒸气等因素引起试件分子结构改变、相对分子质量下降或产生交联,从而导致机械性能的变化和变脆等老化现象,试件的抗拉强度下降^[5]。

原材料含有较多的杂质,杂质对抗拉强度有很大的影响,大大降低了原材料的抗拉强度。

橡胶的热老化是一个链反应过程,且降解生成自由基后,还可能引起交联过程,改变其原来结构。

由于降解过程的进行,使橡胶分子量逐渐减小,与此相对的强度、伸长率、软化点等降低。但常在降解过程中同时进行着交联过程,致使橡胶性能发生相反

的变化,例如分子量增加,外表变硬、变脆,甚至变成不溶或不熔的产物。两种相反的变化导致软木橡胶制品的断裂强度较原材料下降幅度小。

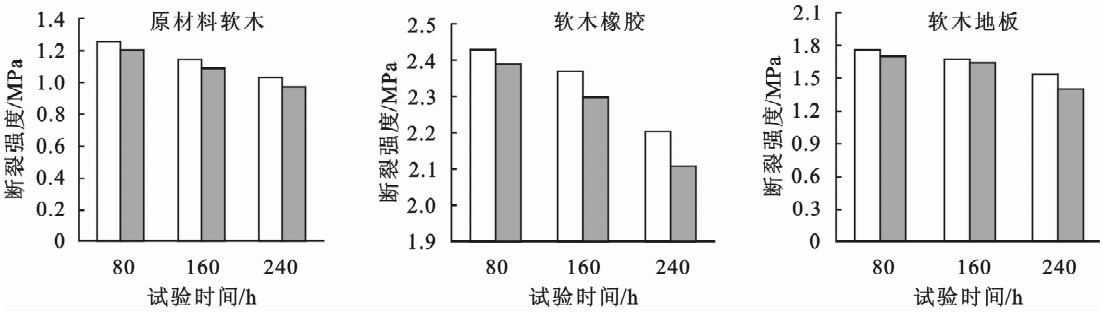


图 5 辐照时间对试件断裂强度的影响

Fig. 5 Influence of irradiation time on breaking strength

3 结论

软木原材料以及其制品放在在模拟自然条件下,随着试验时间从 80 h 延长至 240 h,试件的密度随之下降;亨特白度下降,软木橡胶制品下降幅度比较大;回弹率有所下降,其中软木橡胶制品下降幅度较大,而原材料和软木地板的回弹性都保持在 60% 以上,仍有良好的回弹性能;压缩率则随之增加,三种材料都有很大的变化;在试验时间相同时,辐照 8 h 比辐照 4 h 的变化幅度大。

由此可得:软木及软木地板具有很好的耐气候特性,其制品在各种恶劣的环境当中仍能长期保持其特有的性能,有很长的寿命。

参考文献:

[1] 中华人民共和国国家标准(GB 7683-87). 栓皮[S]. 北京:标准出版社,1987 年.

[2] 郑志峰,软木资源及其利用[J]. 云南林业, 2005 ,26(3):23.

[3] 威皮奇 G. 材料老化手册[M]. 北京:化学技术出版社,1995.

[4] 孙世斌,李高原. 高分子材料的气候老化实验技术[J]. 塑料工业,2006,34(9):36-38.

SUN S Y, LI G Y. Weathering test technology for polymer material[J]. China Plastics Industry, 2006,34(9):36-38.

[5] 王钊桐,赵养利. 高分子材料耐候性试验测试方法概述及评价指标的选择[J]. 环境技术,2007(6):28-31.

WANG Z T,ZHAO Y L. Summarize weathering testing methods of polymer and evaluating indication of polymer weathering

testing[J]. Environmental Technologies, 2007(6):28-31.

[6] 徐丹,朱纯金. 汽车零部件及涂层耐候性能评述[J]. 轻型汽车技术,2008(5-6):31-34.

[7] 陈经盛. 橡胶老化防护与监测(一)[J]. 化工标准化与质量监督,1996(1):30-34.

[8] 邓海金,李雪芹,任刚,等. 纸基摩擦材料纤维、树脂含量和孔隙率对压缩回弹性能的影响[J]. 理化检验—物理分册,2005,41(2):55-60.

DENG H J, LI X Q, REN G, et al. Influence of contents of fiber and resin, and porosity of paper based friction materials on the compressive and resilient properties [J]. PTCH (Part: A PHYS. TEST), 2005,41(2):55-60.

[9] 张丽丛. 栓皮栎软木主要化学成分的分析[J]. 西北林学院学报,2009, 24 (4):163-165.

ZHANG L C. Contents of the main chemical components of cork from *Quercus variabilis* [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2009,24(4):163-165.

[10] GIBSON L J, MICHAEL F. 多孔固体结构与性能[M]. 2 版, 刘培生译,北京:清华大学出版社,2002:152-201.

[11] 李昂. 橡胶的老化现象及其老化机理[J]. 特种橡胶制品, 2009,30(5):56-67.

LI A. Study on rubber aging and its mechanism[J]. Special Purpose Rubber Products, 2009,30(5):56-67.

[12] 刘艳贞. 欧洲栓皮栎软木构造与物理性质研究进展[J]. 西北林学院学报,2007, 22(6): 144-147.

LIU Y Z. Research and development of the structure and physical properties of cork from *Quercus suber* L [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2007, 22(6): 144-147.