

文章编号 :1004 - 7204(2001)04 - 0008 - 06

塑料在湿热和亚湿热气候大气暴露与人工加速试验相关性探讨

刘奎芳, 陈 洁

(广州电器科学研究所, 广东广州 510300)

摘要: 介绍塑料在海南湿热和广州亚湿热气候大气暴露试验与人工模拟加速试验结果, 寻求塑料在不同条件下老化后性能的变化规律, 并探讨塑料大气暴露试验与人工模拟加速试验之间性能变化的相关性。

关键词: 塑料; 老化; 相关性; 变化规律

中图分类号: TB 1

文献标识码: A

1 概况

塑料暴露于自然气候环境中, 由于受到各种大气因素如光、热、氧、雨水、灰尘以及工业大气污染物的综合作用, 会发生老化破坏。自然气候环境千变万化, 有时还受地理位置

的限制。因此, 选择自然气候环境暴露场所就显得十分重要。本课题主要是研究湿热和亚湿热大气暴露试验与人工模拟加速试验的相关性, 我们选择了海南加积湿热暴露试验场和广州鹭江亚湿热暴露试验场作为暴露试验点, 两个暴露试验点的基本情况如表 1:

表 1 两个暴露试验场两年来的基本气象情况(1998 年 9 月 ~ 2000 年 8 月)

站名	地理位置			温度, °C			相对湿度, %		年总降雨量 mm	年总辐射强度 MJ/m ²	年总日照时数 h
	东经	北纬	海拔高度 m	年平均	极端最高温度	极端最低温度	年平均	两年相对湿度大于 70% 月数			
广州站	113°17'	23°08'	6.3	23.5	36.4	4.0	78	17	1945.5	4293.0	1394.6
海南站	110°05'	19°02'	10	24.8	38.2	6.1	87	17	1874.0	5018.4	2099.1

暴露试验的样品放置在朝南、离地面 1 m 高、与地面成 45°角的样品架上, 然后按试验周期检查样品外观及性能测试。

人工模拟加速试验现在用得较多的是氙

灯试验和荧光紫外灯光老化试验。就是用人工的方法, 模拟和强化在自然气候中受到的光、热、氧、湿气、降雨为主要老化破坏的环境因素, 特别是光, 可以加速塑料的老化。

收稿日期 2001 - 07 - 26

作者简介: 刘奎芳(1938 -), 男, 广东大埔人, 高级工程师。

目前氙灯试验按 GB/T 16422.2 - 1999《塑料实验室光源暴露试验方法第2部分氙弧灯》,辐射度规定为 290 nm - 800 nm 波长之间的波带,选择 550 W/m^2 作为参考,黑板温度为 $(65 \pm 3)^\circ\text{C}$,相对湿度为 $(65 \pm 3)\%$ 。

由于氙灯的光谱比较接近太阳光谱,因而在光老化试验中得到较为广泛的应用。

荧光紫外灯光老化试验(简称 QUV)是

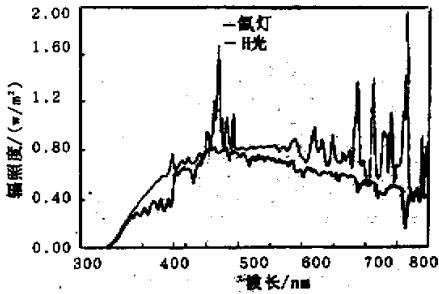


图1 氙灯与日光(美国迈阿密 45°一般值)光谱

人工模拟加速试验的目的是通过较短的时间在实验室的条件下,模拟自然光老化的过程评价材料的耐老化性能,再与大气暴露试验结果相比较,探讨其相关性。

目前采取的方法是在自然条件下和人工模拟加速试验条件下,通过一段时间的试验,测定其性能变化,如弯曲强度、拉伸强度、断裂延伸率和冲击强度等。一般以性能保持率达 50% 的老化时间为评价指标。

下面介绍两年来组织的十多种塑料样品,在湿热带和亚湿热带大气暴露试验与人工模拟加速试验情况。

2 塑料在湿热带和亚湿热带大气暴露试验

此次组织的塑料样品十多种,基本上分为三大类,即聚丙烯、聚乙烯、ABS(AS)。

现把上述材料进行大气暴露试验 2 年部分样品的弯曲强度、拉伸强度、延伸率和冲击强度性能数据绘于图 3。试验结果如下:

选用 GB/T 16422.3 - 1997《塑料实验室光源暴露试验方法第3部分荧光紫外灯》,试验中用的是 UV-B(313)灯管,试验条件为:70℃光照/8 h × 50℃冷凝/4 h(有时亦选择 60℃光照/8 h × 50℃冷凝/4 h)。

下面把氙灯的光谱和紫外灯 UV-B(313)光谱与日光光谱绘于图 1 和图 2。

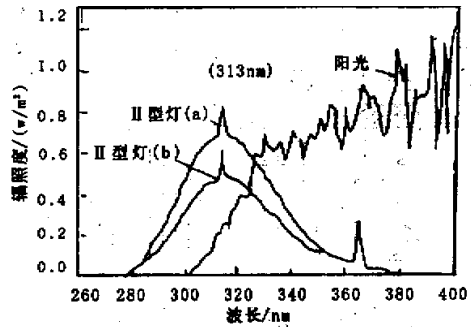


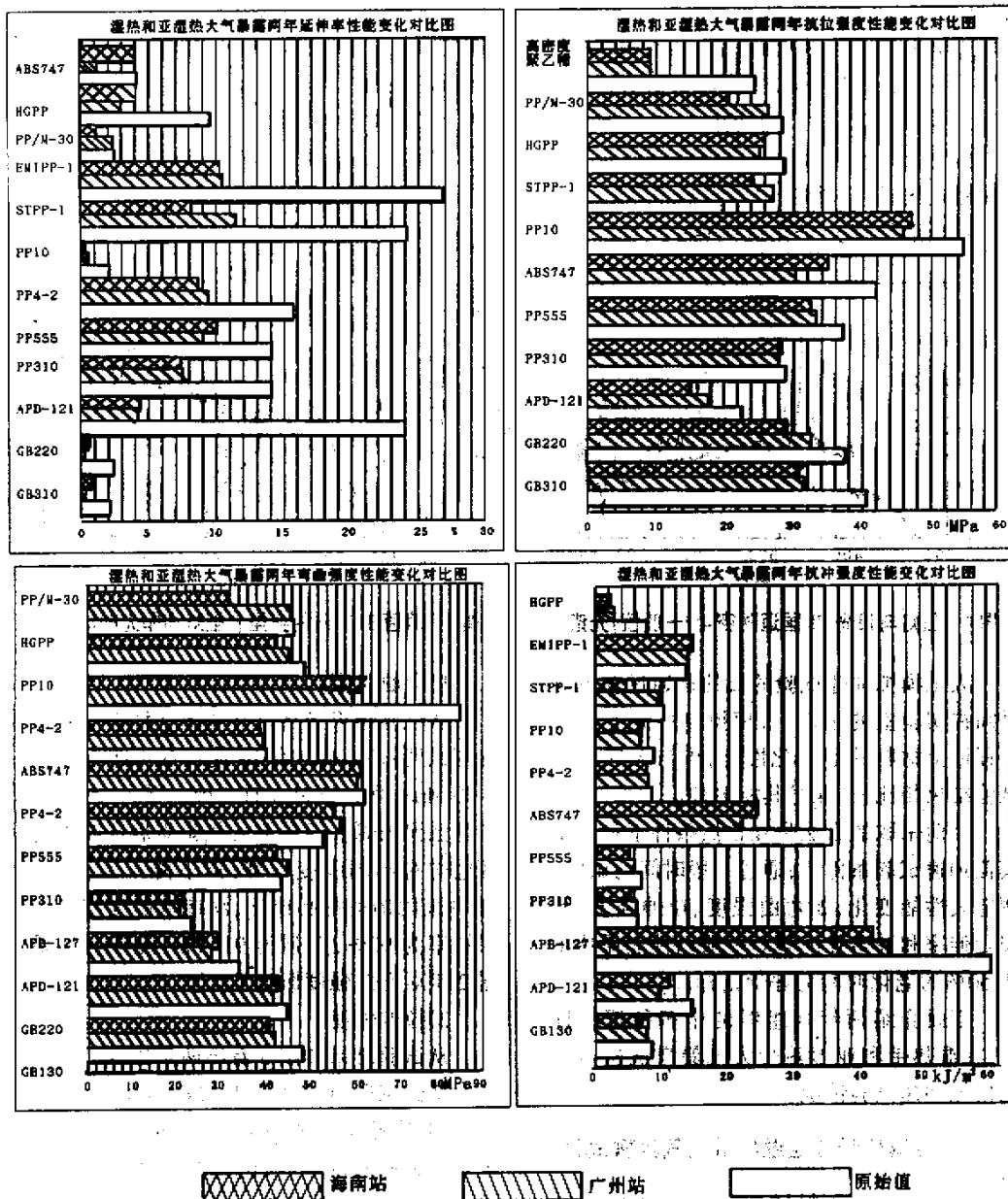
图2 峰值 313 nm 的典型 II 型灯和阳光的比较

1) 弯曲强度:

从试验结果及图 3 中看出,大部分塑料弯曲强度 $\leq 30 \text{ Mpa}$ (有 10 种),有 4 种 $30 \text{ Mpa} - 50 \text{ Mpa}$,而 $> 50 \text{ Mpa}$ 有 3 种主要为 AS、ABS 和增强聚丙烯。经两年大气暴露后弯曲强度两地均有不同程度下降,但下降不大,如以 11 种聚丙烯类样品统计,海南弯曲强度平均保持率为 90%,广州为 91.4%,说明大气暴露 2 年对弯曲强度影响不大。

2) 拉伸强度

从试验结果和图 3 看出两年暴露试验后两个暴露试验点拉伸强度的数据,除个别样品外,其它样品拉伸强度均有所下降,以 11 种聚丙烯样品统计,海南拉伸强度平均保持率为 87.1%,广州为 85.5%,两者相差很小。而高密度聚乙烯两个试验点暴露一年后,拉伸强度保持率均下降到 50% 以下,说明此种塑料的拉伸强度耐候性较差(但有些使用场合要求拉伸强度不高,则仍是很好的材料)。



注：图中各项代号为 GB 130 和 GB 220(玻璃增强聚丙烯) APD-121 和 APB-12(改性聚丙烯) PP310(耐候聚丙烯) PP555(普通增强聚丙烯) ABS747(耐候 ABS) PP4-2(耐候聚丙烯) PP10(增强聚丙烯) STPP-1(橡胶改性聚丙烯) EMIPP-1(导电聚丙烯) HGPP(普通聚丙烯) PP/30(贯流风叶改性聚丙烯)。

图 3 大气暴露两年各项性能保持率

3) 冲击强度

从试验结果和图 3 看出两年暴露试验后,两个暴露试验点的冲击强度数据,有几种试样变化较大,HCPP 普通聚丙烯冲击强度下降很快,海南和广州的保持率分别为 26.7% 和 36.0%,说明此材料耐冲击强度较差。其余 10 组聚丙烯类按平均值统计,海南冲击强度保持率平均为 77.6%,广州为 81.9%。广州的冲击强度保持率比海南的高 5% 左右。

4) 断裂延伸率

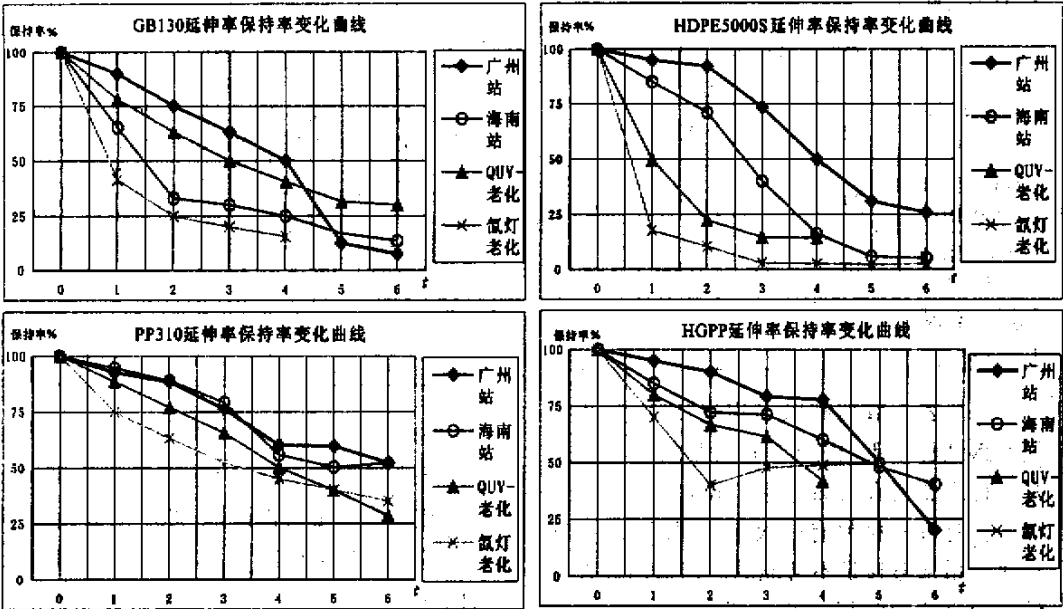
在性能测试中,我们最感兴趣的是断裂延伸率的保持率,因为这个指标随着大气暴露时间的延长或人工模拟试验的延长,保持率逐步地降到 50%,这对于我们分析两个暴露试验点的严酷程度和人工模拟试验的对比关系就显得比较重要。在第三部分中将重点介绍,通过断裂延伸率的变化分析它们的相关性。

3 人工模拟加速试验与湿热和亚湿热大气暴露的相关性

由于材料日新月异的发展,新材料都要通过大气暴露来确定它的优劣,这需要经过较长时间。通过模拟太阳光的人工加速试验,试验条件重现性能好,也容易操作,而且可通过较短时间的试验来评价材料的耐候性,因而得到广泛的应用。

在开展湿热和亚湿热大气暴露试验的同时,我们以相同塑料做人工模拟荧光紫外灯和氙灯光老化试验。在上节性能测试中,弯曲强度、拉伸强度和冲击强度在两个暴露试验点试验两年一般变化不大,而断裂延伸率的变化随老化时间变化较明显,下面主要介绍延伸率的变化情况。

现把三种聚丙烯塑料和高密度聚乙烯大气暴露和人工加速试验的结果绘于图 4。



注:时间坐标 0、1、2、3、4、5、6 分别对应为
大气暴露:0、3、6、9、12、18、24(月)
人工加速试验 0、1、1.5、2、2.5、3、4(kh)

图 4 几种塑料大气暴露与人工加速试验变化曲线

从图 4 可以找到四种塑料延伸率的保持率下降到 50% 的时间。现把结果列于表 2。

1) 从图 4 可以看出, 随着大气暴露时间和人工模拟试验时间的增加, 延伸率的保持率逐渐下降, 说明人工模拟试验与大气暴露试验的相关性较好。

2) 可以看出, 海南站保持率到达 50% 的时间比广州快, 这就是说海南站比广州站环境严酷。如以此四种塑料的平均值计算, 海南站要比广州暴露的严酷 1.4 倍。经初步分析, 主要是海南加积湿热站纬度较低靠近赤道, 从表 1 可以看出, 其太阳辐射强度比广州要强 1450 MJ/m²(2 年), 日照时数比广州站多 1400 h(2 年), 这是造成海南站比广州站条件严酷的主要原因。

表 2 延伸率保持率下降到 50% 的时间

样品名称和代号	延伸率的保持率下降到 50% 的时间			
	大气暴露		人工模拟试验	
	广州站月	海南站月	QUV h	氙灯 h
均聚聚丙烯 GB 130	12	5	2000	900
耐候聚丙烯 PP 310	24	18	2500	2000
普通聚丙烯 HGPP	18	17	2300	1300
高密度聚丙烯 5000 S	10.5	7	820	600

3) 从表 2 数据都以平均值计算, 广州大气暴露试验 1 年, 相当于海南暴露试验 9 个月。在表 2 中人工加速氙灯试验和荧光紫外灯试验对每种材料有较大的差异, 要以一种对比关系来考核是不可能的。但这两种人工模拟加速试验的相关性也较好, 其变化规律也是随着试验时间的增加, 延伸率保持率逐步下降。

以上只是四种塑料的统计数据, 数量尚嫌不足, 有待进一步试验验证。

下面把 HGPP 普通聚丙烯大气暴露与人工模拟加速试验结果列于表 3。

表 3 HGPP 普通聚丙烯大气暴露与人工模拟加速试验结果

老化时间		弯曲强度保持率 %	拉伸强度保持率 %	断裂延伸率保持率 %	冲击强度保持率 %
广州大气老化 (月)	0	100	100	100	100
	3	103.5	98.7	106.7	95.0
	6	97.0	110.8	120.9	90.5
	9	94.0	90.5	79.2	89.7
	12	90.2	87.1	77.7	60.4
	18	93.6	93.7	75.8	48.2
	24	93.9	87.6	20.2	43.6
海南大气老化 (月)	0	100	100	100	100
	3	97.8	107.3	61.6	58.3
	6	97.3	108.6	58.4	54.0
	9	96.0	95.0	31.1	51.2
	12	95.1	95.3	32.6	37.5
	18	94.8	90.2	52.6	31.7
	24	95.9	90.3	40.0	33.4
氙灯 (h)	0	100	100	100	100
	1000	95.4	94.1	61.4	61.8
	2000	96.5	86.6	47.5	47.0
	3000	92.2	87.3	49.6	39.6
	4000	91.7	86.8	48.2	35.0
荧光紫外灯光老化 (h)	0	100	100	100	100
	1000	101.9	104.1	66.0	66.0
	1500	105.4	119.5	66.6	58.8
	2000	104.3	108.2	61.4	58.7
	2500	101.9	99.7	41.7	58.0
	3000	100.1	98.2	40.3	48.2

从表 3 的试验结果可以看出, 拉伸强度和弯曲强度大气暴露 2 年、氙灯试验 4000 h 和荧光紫外灯光老化试验 3000 h, 其性能保持率基本上在 90% 以上, 说明其拉伸强度和弯曲性能较好。人工模拟试验与大气暴露试验结果基本一致。冲击强度随着大气暴露和人工模拟试验老化时间的增加而性能有所下降, 但从数据来看, 海南下降率比广州大, 说明海南条件比广州严酷, 而人工模拟试验的

数据来看,氙灯试验下降比荧光紫外灯光老化试验大,说明此材料对氙灯比较敏感。

从此种聚丙烯材料的试验结果来看,人工模拟试验与大气暴露试验的变化趋势基本相同,说明人工试验与大气暴露试验的相关性较好。

以上是从大气暴露和人工模拟加速试验的性能变化加以讨论,而在外观变化观察中,材料的粉化及颜色变化,大气暴露与人工模拟试验结果相似性也较好。在材料选用中都要根据产品的使用加以考虑,如现在用的较多的空调器外壳,需承受一定的重量,所以弯曲强度应该是主要指标,但也要有一定的耐冲击强度和拉伸强度。而汽车保险杠用的塑料则应以抗冲击强度为主要指标。在塑料的选用中品种很多,不同的添加剂、吸收剂及其配方的变化对性能都有很大的影响,这里介绍的仅是一般塑料的试验情况。

4 结语

1)人工氙灯试验和荧光紫外灯光老化试验与大气暴露试验结果,变化规律比较接近,有较好的相关性。另外,氙灯试验和荧光紫外灯老化试验两者的相似性也较好,有一定

的相关性。

2)塑料机械性能试验的四个项目中,从拉伸强度、弯曲强度、冲击强度大气暴露 2 年性能的变化不是十分明显,但延伸率的变化则比较明显,在寻找它们之间变换关系时,可先选用此项性能变化加以分析。

3)海南属于湿热带,其年光照总辐射强度比广州强 725 MJ/m^2 ,年总日照时间比广州多 705 h,相当于一年多照三个月。因而海南比广州大气暴露结果影响严重(约 1.5 倍左右)。

由于此次大气暴露试验时间只有两年,对塑料材料来说是远远不够的,此项工作仍继续进行。

以上的试验结果也只是初步的。

参考文献:

- [1] 周大纲,谢鸽成.塑料老化与防老化技术[M].中国轻工业出版社,1998.
- [2] 刘翔.航空涂料户外曝晒加速老化中失光率的研究[J].合成材料老化与应用,2000(3).
- [3] 刘昌根.高分子材料的寿命[J].中国涂料工业,2000(1).

Research on correlation of the artificially accelerated test
with humid tropic weathering exposure test for plastics

LIU Kui - fang , CHEN Jie

(Guangzhou Electric Apparatus Research Institute , Guangzhou 510302)

Abstract : The article describes the change of capability of plastic when it was direct exposure at the atmosphere site of Sub - Humid heat environmental in GuangZhou and Humid heat environmental in HaiNan , and describes the testing result of simulation environmental test . Research the rule of performance change when the plastic is aging at the different condition , and discuss the relativity of Indirect Exposures and Simulation environmental .

Keywords : aging ; relativity ; the rule of change