

滴灌带紫外光人工加速老化实验方法的研究

买买提江·依米提¹, 塞娜瓦尔·阿布拉¹, 张胜军²,
艾买提江·萨伍提¹, 邸书新³

- (1. 新疆大学化学化工学院, 石油天然气精细化工教育部和自治区重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830046;
2. 新疆维吾尔自治区产品质量监督检验研究院, 新疆 乌鲁木齐 830011; 3. 新疆方兴塑化有限公司, 新疆 五家渠 831300)

摘 要: 以棉花种植田为单翼迷宫式滴灌带自然暴露老化试验田和 UVA-340 荧光紫外灯管作为紫外光人工加速老化光源, 研究分析连续 3 年的人工加速光老化与自然气候暴露老化试验两者的相关性。结果表明, 紫外灯辐照度控制在 0.68 W/m^2 、黑板温度为 $60 \text{ }^\circ\text{C}$ 、冷凝温度为 $60 \text{ }^\circ\text{C}$ 、光照 3 h、冷凝 3 h、风吹 10 min 等试验条件下, 人工老化 12 d 的试样断裂伸长率的保持率平均为 84.4%, 而棉花田自然暴露老化 150 d 为 78.8%, 变化规律比较接近, 说明有较好的相关性。

关 键 词: 滴灌带; 人工老化; 自然暴露老化; 断裂伸长率

中图分类号: TQ325.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-9278(2013)12-0089-05

Research on Experimental Methods of UV Artificial Accelerated Photoaging of Drip Irrigation Tape

Mamatjan YIMIT¹, Sanawar ABLA¹, ZHANG Shengjun²,
Amatjan SAWUT¹, DI Shuxin³

- (1. Key Laboratory of Oil and Gas Fine Chemicals of Ministry of Education and Xinjiang Uyghur Autonomous Region, College of Chemistry and Chemical Engineering, Xinjiang University, Urumqi 830046, China;
2. Xinjiang Uyghur Autonomous Region Product Quality Supervision and Inspection Institute, Urumqi 830046, China;
3. Xinjiang Fang Xing Su Hua Co, Ltd, Wujiaqu 830046, China)

Abstract: The aging rate of drip irrigation tape in a cotton planting field was compared with that under a UVA-340 lamp. For artificially accelerated radiation, the strength was 0.68 W/m^2 , blackboard temperature was $60 \text{ }^\circ\text{C}$, the condensing temperature was $60 \text{ }^\circ\text{C}$, expose time was 3 h, condensing time was 3 h, wind-blowing for 10 min, the reservation rate of elongation at break was 84.4% after 12 days, while for the natural condition, the rate was 78.8% after 150 days' exposure.

Key words: drip irrigation tape; artificial aging; natural exposure aging; elongation at break

0 前言

在国家大力推动节水产业的政策影响下,到 2011 年

新疆注册 400 多家各类农用滴灌带生产企业(单翼迷宫式滴灌带约占 80%),高效节水灌溉面积已超过 $16.7 \times 10^9 \text{ m}^2$ 。滴灌节水技术的农作物增产、节肥、省劳力和高效节水特性已成为干旱缺水地区农业现代化的一个标志。但也存在诸多的问题,其中新疆独特的高紫外线、高温差、干旱、沙尘等地区气候条件,导致滴灌带制品使用时提前老化问题一直影响高效节水灌溉技术大面积推广应用。为此通过大量系统地研究紫外光人

收稿日期: 2013-09-16

国家自然科学基金(21364014);乌鲁木齐市科学技术计划项目(G121110003)

联系人, mmtj10@sina.com

工加速老化与自然大气暴露老化的相关性,研究制定出适用于干热地区的紫外光人工加速老化实验方法,从而能够快速检测推算滴灌带制品的使用寿命,对指导生产工艺、配方优化及降低成本非常必要。

人工加速老化试验是用人工方法模拟材料的自然使用状况,是为了补充、甚至取代自然大气曝露试验而发展起来的评价材料性能与环境关系的试验方法^[1-6]。有学者研究了线形低密度聚乙烯(PE-LLD)和聚氯乙烯(PVC)材料的人工加速老化与湿热及亚湿热气候大气暴露老化的相关性^[7-10]。但是针对新疆独特的高紫外线、高温差、干旱及沙尘的地区气候条件下,对农用滴灌带老化与防老化的相关性专项研究国内外尚无先例。本文以新疆五家渠市 102 团棉花种植田为滴灌带自然暴露老化试验田和 UVA-340 荧光紫外灯管作为紫外光人工加速老化光源,研究分析人工加速光老化与自然气候暴露老化试验两者的相关性。

1 实验部分

1.1 主要原料

单翼迷宫式滴灌带, M2010120302426、M2011112702034、M20120901005-7,新疆方兴塑化有限公司。

1.2 主要设备及仪器

单翼迷宫式滴灌带生产设备, MGD-40×30, 信益塑料机械有限公司;

材料电子万能试验机, CMT6104-50N, 深圳新三思计量公司;

滴灌带专用紫外光老化试验箱, XJU-HD1, 自制;

外径千分尺, 青海量具刀具有限公司。

1.3 样品制备

单翼迷宫式滴灌带按照参考文献^[11]进行生产, 生产速度为 30 m/min, 挤出机温度为 153~176 °C, 模具温度为 173 °C, 牵引速度为 800 r/min。

1.4 性能测试与结构表征

老化前后滴灌带试样沿滴灌带横向方向制成标距为 20 mm、宽度 10 mm、厚度为 0.2 mm 左右(实测为准)试验样条, 按 GB/T 1040—1992 进行拉伸强度和断裂伸长率的测定, 取平均值, 拉伸速度为 150 mm/min;

自制紫外光老化试验箱工艺参数: 按照紫外线老化试验国际及国内测试标准 ASTM D4329、ISO 4892-3、GB/T 14522—1993 等, 我们设计制作适用于滴灌带专用紫外光老化试验箱; 设备技术参数: 荧光紫外灯为美国原装进口 UVA-340 荧光紫外灯管(UVA-340 荧光紫外灯辐照度控制在 0.68 W/m² (340 nm) 时, 大致相当于赤道夏日正午 12:00 时平均阳光强度), 黑板温度

(即被测试样的表面温度)设定为 60~70 °C; 冷凝温度(利用冷凝湿气模拟结露效果)设定为 50~60 °C; 设备两端带有吹风装置; 试验箱共有 6 个试样夹, 每个试样夹可辐照 2 m 滴灌带(含 6 个滴头); 滴灌带试样分别进行 10 d 和 12 d 紫外光人工加速老化试验后, 试样晾干 24 h, 沿滴灌带纵向方向制成标距 20 mm、宽度 10 mm、厚度实测为准的样条, 测力学性能; 试验工艺过程如图 1 所示。

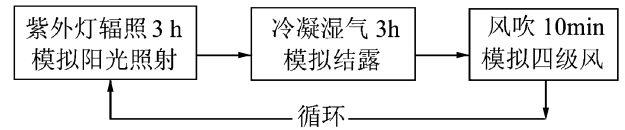


图 1 紫外光人工加速老化试验工艺

Fig. 1 UV artificially accelerated aging test process

自然暴露老化试验: 为了真实体现滴灌带使用以后力学性能的变化, 自然气候暴露试验设在新疆五家渠市 102 团 6.67×10⁴ m² 棉花种植田; 将新疆方兴塑化公司生产的已知批号单翼迷宫式滴灌带铺设在棉花种植田, 农作物收割后, 收集已知批号滴灌带制成试验样条, 并测定力学性能; 自然暴露老化试验田每年 5、6、7、8、9 这 5 个月的基本气象情况如表 1 所示。

表 1 自然暴露试验田的基本气象情况

Tab. 1 Basic meteorological conditions of natural exposure experimental field

年份	海拔高度/m	月平均温度/°C	月平均湿度/%	月日照时间/h
2010	475	22.6	50	308.4
2011	475	21.4	56	286.4
2012	475	21.9	52	296.9

2 结果与讨论

为了研究分析自制滴灌带专用紫外光老化试验箱试验工艺参数与自然暴露老化试验的相关性, 以滴灌带人工加速老化试验和自然暴露老化试验后断裂伸长率的保持率(断裂伸长率的保持率=老化后试样的断裂伸长率/老化前试样的断裂伸长率)作为衡量老化程度的指标^[9]。如试样断裂伸长率的保持率<50%, 可判断试样已完全老化失效^[12]。连续 3 年对新疆方兴塑化有限公司每年生产的 6 种不同牌号的单翼迷宫式滴灌带, 分别进行紫外光人工加速老化试验和自然暴露老化试验, 试验结果如表 2~表 4 和图 2 所示。

从表 2~表 4 试验数据看, 紫外光人工加速老化试验 10 d 和 12 d, 试样断裂伸长率(韧性指标)都是有规律地降低, 自然暴露老化 150 d 试样断裂伸长率也有不同程度的降低。2010 年人工老化 12 d 的断裂伸长率

表2 2010年滴灌带人工加速和自然暴露老化前后力学性能比较

Tab. 2 Mechanical properties of drip irrigation tape before and after artificially accelerated aging and natural exposure aging in 2010

试样编号	老化时间/d	拉伸强度/MPa	断裂伸长率/%	试样编号	老化时间/d	拉伸强度/MPa	断裂伸长率/%
M10-1	0	14.97	1148	M10-2	0	15.15	1105
	A10	15.66	1108		A10	15.38	1030
	A12	14.41	865.7		A12	14.08	1016
	N150	16.38	916.9		N150	14.76	992.3
M10-3	0	14.64	1083	M10-4	0	13.04	1014
	A10	16.75	1016		A10	15.48	991.0
	A12	16.60	1016		A12	13.63	938.9
	N150	17.31	1005		N150	15.83	988.4
M10-5	0	14.64	1090	M10-6	0	19.13	1148
	A10	16.03	979		A10	17.80	1004
	A12	14.61	867.0		A12	16.86	879.8
	N150	16.20	866.8		N150	18.28	759.2

注: A代表人工老化;N代表自然老化,下同。

表3 2011年滴灌带人工加速和自然暴露老化前后力学性能比较

Tab. 3 Mechanical properties of drip irrigation tape before and after artificially accelerated aging and natural exposure aging in 2011

试样编号	老化时间/d	拉伸强度/MPa	断裂伸长率/%	试样编号	老化时间/d	拉伸强度/MPa	断裂伸长率/%
M11-1	0	15.63	1063	M11-2	0	18.61	1091
	A10	14.91	952		A10	17.10	981.2
	A12	15.26	888.3		A12	16.11	914.2
	N150	16.73	651.6		N150	16.96	758.8
M11-3	0	18.22	1272	M11-4	0	17.42	1233
	A10	17.50	1070		A10	17.70	1159
	A12	17.23	1065		A12	17.30	1113
	N150	15.90	925.6		N150	17.11	1039
M11-5	0	12.56	980	M11-6	0	15.59	1097
	A10	13.78	970		A10	14.87	1015
	A12	11.87	871		A12	14.63	924.1
	N150	13.57	774.1		N150	16.70	813.3

表4 2012年滴灌带人工加速老化和自然暴露老化前后力学性能测试结果

Tab. 4 Mechanical properties of drip irrigation tape before and after artificially accelerated aging and natural exposure aging in 2012

试样编号	老化时间/d	拉伸强度/MPa	断裂伸长率/%	试样编号	老化时间/d	拉伸强度/MPa	断裂伸长率/%
M12-1	0	14.99	1190	M12-2	0	14.85	1096
	A10	14.41	1103		A10	15.35	1049
	A12	14.01	1059		A12	14.56	1020
	N150	15.83	981.7		N150	14.64	866.7
M12-3	0	16.88	1313	M12-4	0	13.57	1128
	A10	16.12	1122		A10	12.89	925
	A12	15.08	935.1		A12	12.24	932
	N150	16.07	993.6		N150	15.49	887.8
M12-5	0	13.69	1001	M12-6	0	13.86	1387
	A10	15.85	1047		A10	17.84	1312
	A12	15.94	642.5		A12	15.79	1254
	N150	16.01	597.2		N150	17.31	1231

的保持率平均为84.9%,自然暴露老化150d为84%;2011年人工老化12d的断裂伸长率的保持率平均为85.8%,自然暴露老化150d为74.8%;2012年人工老化12d的断裂伸长率的保持率平均为82.7%,

自然暴露老化150d为77.5%。从图2也可以看到试样人工老化12d和自然暴露老化150d试样断裂伸长率变化规律比较吻合。说明用340nm荧光紫外灯辐照度控制在 $0.68\text{W}/\text{m}^2$,在设定的实验条件下人工加

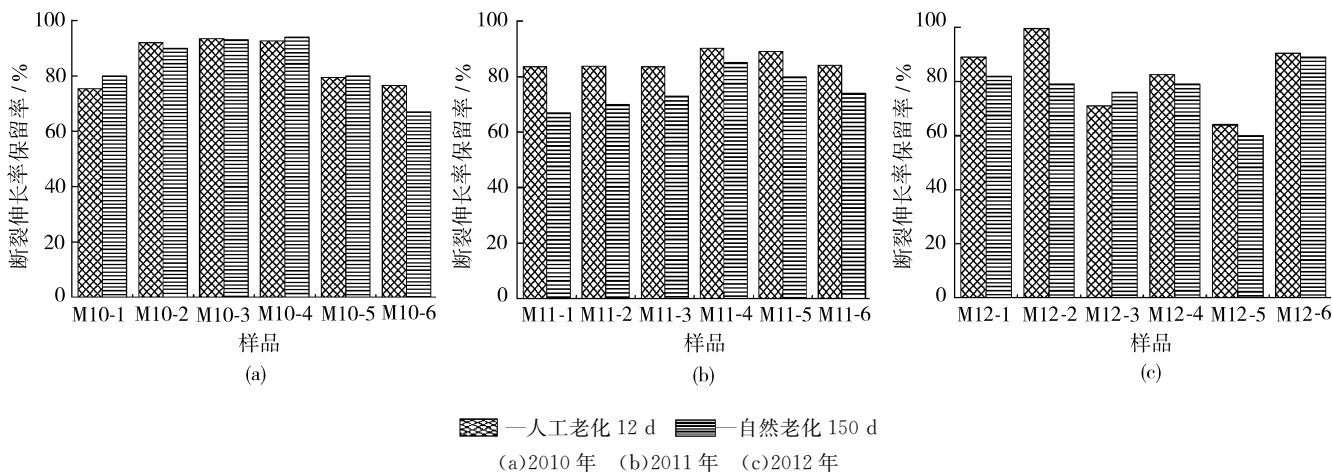


图2 滴灌带老化试验后断裂伸长率的保持率

Fig. 2 Retention rate of elongation break of drip irrigation tape aging test

速光老化试验的老化速率是自然气候环境下暴露试验的10倍左右。

3 结论

(1)自制滴灌带专用紫外光老化试验箱在设定的实验条件下测得的断裂伸长率变化规律比较接近自然气候暴露试验结果,有较好的相关性;

(2)紫外光老化试验箱以340 nm 荧光紫外灯辐照度控制在 0.68 W/m^2 、黑板温度为 $60 \text{ }^\circ\text{C}$ 、冷凝温度为 $50 \text{ }^\circ\text{C}$ 时,采用光照3 h、冷凝3 h、风吹10 min 试验工艺,人工加速光老化试验的老化速率是自然气候环境下暴露试验的10倍左右。

参考文献:

[1] 叶苑榕,刘绍基,郭永武,等. 聚合物防老化实用手册[M]. 北京:化学工业出版社,1999:361-393.

[2] Demetres Briassoulis. The Effects of Tensile Stress and the Agrochemical Vapam on the Ageing of Low Density Polyethylene (LDPE) Agricultural Films. Part I. Mechanical Behaviour[J]. Polymer Degradation and Stability, 2005,88:489-503.

[3] T Zaharescu, S Jipa, D Henderson, et al. Thermal and Radiation Resistance of Stabilized LDPE [J]. Radiation Physics and Chemistry, 2010,79(3):375-378.

[4] 皮红,陈深情,郭少云. 热稳定剂对PVC紫外光老化过程中微观结构及宏观性能演变的影响[J]. 高分子学报, 2010,(6):660-665.

Pi Hong, Chen Shenqing, Guo Shaoyun. Microstructure and Properties Development of Thermally Stabilized PVC During Photoaging[J]. Acta Polymerica Sinica, 2010,(6):660-665.

[5] 王小军,文庆珍,朱金华,等. 高分子材料的老化表征方法[J]. 弹性体, 2010,20(3):58-61.

Wang Xiaojun, Wen Qingzhen, Zhu Jinhua, et al. Techniques of Characterization Aging Polymer Materials[J]. China Elastomers, 2010,20(3):58-61.

[6] 蔡洪江,司马义·努尔拉,张苏莉,等. 地膜自然老化与人工老化相关性的研究[J]. 新疆农业科学, 2010,47(8):1580-1583.

Cai Hongjiang, Ismayil N, Zhang Sulin, et al. Research of the Relevance between Natural Aging and Artificial Accelerated Aging of Agricultural Plastic Film[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2010,47(8):1580-1583.

[7] 张晓东,揭敢新,彭坚,等. 利用紫外加速老化试验分析聚苯乙烯老化的影响因素[J]. 塑料科技, 2010,38(10):89-90.

Zhang Xiaodong, Jie Ganxin, Peng Jian, et al. Analysis on Influencing Factors of Aging of PS Using UV Accelerated Weathering Test [J]. Plastics Science and Technology, 2010,38(10):89-90.

[8] 卢琳,石宇野,高瑾,等. 聚乙烯塑料在西沙自然环境中光老化行为研究[J]. 材料工程, 2011,(3):45-50.

Lu Lin, Shi Yuyue, Gao Jin, et al. Photo Degradation Behavior of Media Density Polythene Under Xisha (Paracel) Islands Environment [J]. Journal of Materials Engineering, 2011,(3):45-50.

[9] 刘奎芳,陈洁. 塑料湿热及亚湿热气候大气暴露与人工加速试验相关性探讨[J]. 环境技术, 2001,19(4):8-13.

Liu Kuifang, Chen Jie. Research on Correlation of the Artificially Accelerated Test with Humid Tropic Weathering Exposure Test for Plastics [J]. Environmental Technology, 2001,19(4):8-13.

[10] 胡行俊. 硬聚氯乙烯气候老化行为规律研究[J]. 塑料助剂, 2001,(3):16-20.

Hu Xingjun. Study on Weathering Aging Regularity of RPVC [J]. Plastic Additives, 2001,(3):16-20.

[11] 买买提江·依米提,邸书新,艾买提江·萨伍提,等. 单翼

迷宫式滴灌带的老化与防老化研究[J]. 中国塑料, 2013, 27(5):60-64.
Mamatjan YIMIT, DI Shuxin, Amatjan SAWUT, et al. Research on Aging and Anti-aging of Drip Irrigation Tape [J]. China Plastics, 2013, 27(5):60-64.

[12] 孙彦红, 皮红, 郭少云. 聚氯乙烯薄膜使用寿命预测[J]. 高分子材料科学与工程, 2012, 28(8):133-136.
Sun Yanhong, Pi Hong, Guo Shaoyun. Lifetime Prediction for PVC Film[J]. Polymer Materials Science and Engineering, 2012, 28(8):133-136.

《中国塑料》中英文摘要书写要求

1 摘要的分类

(1) 报道性摘要 报道性摘要是指明一次文献的主要范围及内容梗概的简明摘要, 相当于简介。报道性摘要一般用来反映科技论文的目的、方法及主要结果与结论, 在有限的字数内向读者提供尽可能多的定性或定量的信息, 充分反映该研究的创新之处。

科技论著如果没有创新内容, 如果没有经得起检验的各种不同的方法或结论, 是不会引起读者的阅读兴趣的, 所以学术性期刊多采用报道性摘要。篇幅一般为300字左右。

(2) 指示性摘要 指示性摘要是指明一次文献的论题及取得的成果的性质和水平的摘要, 其目的是使读者对该研究的主要内容(即作者作了什么工作)有一个轮廓性的了解。创新性较少的论文, 一般写成指示性摘要, 用于学术性期刊的简报、问题讨论以及技术性期刊等。一般为100字左右。

(3) 报道—指示性摘要 报道—指示性摘要是介于两者之间, 以报道性摘要的形式表述一次文献中信息价值较高的部分, 而以指示性摘要的形式表述其余部分。以200字左右为宜。

2 摘要的几个特点

(1) 完整 概括出文章的目的、方法、结果及结论;
(2) 简洁 排除常识内容, 避免重复题目;
(3) 独立 不得引用文中参考文献号、图号和公式号;
(4) 具体 具体说明所取得的进展, 例如某项性能指标提高的百分比, 不要用“效果很好”、“得出了一些有意义的结论”等模糊的表述方式;

(5) 便于收录 摘要、题名中应避免包含图、表、化学结构式、非公知公用的符号和术语等, 以方便EI等文摘和题录数据库收录文本数据。

3 中文摘要的具体编写要求

(1) 摘要应具有独立性和自含性, 即不阅读报告、论文的全文, 就能获得必要的信息。摘要中有数据、有结论, 是一篇完整的短文, 可以独立使用, 可以引用, 可以用于工艺推广;

(2) 摘要应尽量简单, 第一句话应避免重复题名或题名中的一部分, 开门见山, 删掉课题研究的背景信息; 例如, 文章的题目为“六种聚丙烯的性能研究”, 摘要的第一句为“对六种聚丙烯的性能进行了研究”;

(3) 摘要只叙述新信息和发现, 应删除或减少原来的研究细节;

(4) 摘要应包含与文章同等量的主要信息, 供读者确定有无必要阅读全文, 也供文摘等二次文献采用。摘要一般应说明研究工作目的、实验方法、设备、材料、结果和最终结论等, 而重点是结果和结论;

(5) 摘要中只出现最关键的数据;

(6) 摘要不需要自己标榜自己的研究成果, 如“实验结果将对塑料工业的发展具有重大促进作用”等;

(7) 摘要中不能出现图、表、参考文献的数据;

(8) 摘要中的内容应在正文中出现, 不表述个人观点, 不能对正文进行补充和修改;

(9) 摘要中的缩写在第一次出现时要有全称;

(10) 摘要不能与结论过多重复。

举例:

摘要: 研究了聚丙烯/聚烯烃热塑性弹性体/纳米CaCO₃(PP/POE/纳米CaCO₃)复合材料的流变学行为, 探讨了纳米CaCO₃、POE添加量、剪切速率和温度对复合材料黏度的影响。实验数据显示, 在较低剪切速率下, 随纳米CaCO₃添加量的增加, 体系熔体黏度增加; 在较高剪切速率下, 随纳米CaCO₃添加量的增加, 体系黏度降低; 增加POE添加量, 复合体系的熔体黏度增大; 纳米CaCO₃的加入使复合体系的非牛顿指数减小, 非牛顿性增强。PP/POE/纳米CaCO₃(100/10/10质量份数, 下同)体系具有高流动性, 熔体流动速率为19.58 g/(10 min)。

4 英文题名及英文摘要的编写要求

(1) 英文题名以短语为主, 尤以名词短语为主, 即题名基本上由1个或几个名词加上其前置和/或后置定语构成, 如“Thermodynamic Characteristics of Heated-treated PVA Film”;

(2) 在能够准确反映文章内容的前提下, 字数越少越好, 一般不超过2行, 14个字;

(3) 冠词可用可不用时均不用, 如“The Application of PP in the Automobiles in China”中的2个冠词都可以不用;

(4) 除本专业公认的缩略语外, 不能用缩略语;

(5) 英文摘要应是中文摘要的转译, 要简洁、准确译出, 考虑到英语语法或文字的要求, 不必逐字对应, 一般150~180字为宜;

(6) 英文摘要中时态也以简练为佳, 常用一般现在时、一般过去时, 少用现在完成时和过去完成时, 其他时态基本不用;

(7) 原来摘要的首句多用第三人称 This paper……等开头, 现在倾向于采用更简洁的被动语态或原形动词开头。

(8) 行文时最好不用第一人称, 以方便文摘刊物的编辑刊用。