

单翼迷宫式滴灌带的老化与防老化研究

买买提江·依米提^{1,2}, 邸书新³, 艾买提江·萨伍提^{1,2},
魏艳娇³, 塞娜瓦尔·阿布拉^{1,2}

(1. 新疆大学化学与化工学院, 新疆 乌鲁木齐 830046; 2. 新疆大学功能高分子材料校级重点实验室,
新疆 乌鲁木齐 830046; 3. 新疆方兴塑化有限公司, 新疆 五家渠 831300)

摘 要: 以 UVA-340 灯管作为人工老化加速光源, 通过羰基指数及拉伸性能的变化, 分析了抗老化剂对滴灌带耐老化性能的影响。结果表明, 添加自制防老化母料的滴灌带防老化性能最佳, 与未老化的试样相比, 人工老化 10、12 d 和自然暴露老化 120 d 的试样的断裂伸长率保持率分别为 94.3 %、84.0 % 和 61.9 %; 用 340 nm 荧光紫外灯, 辐照度控制在 0.68 W/m²、黑板温度为 60 °C、冷凝温度为 50 °C、光照 3 h、冷凝 3 h、风吹 10 min 等试验条件下, 可模拟出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。

关 键 词: 滴灌带; 人工老化试验; 紫外灯; 断裂伸长率

中图分类号: TQ325.1⁺2

文献标识码: B

文章编号: 1001-9278(2013)05-0060-05

Research on Aging and Anti-aging of Drip Irrigation Tape

Mamatjan YIMIT^{1,2}, DI Shuxin³, Amatjan SAWUT^{1,2},
WEI Yanjiao³, Sanawar ABLA^{1,2}

(1. College of Chemistry and Chemical Engineering, Xinjiang University, Urumqi 830046, China;

2. Key Laboratory of Functional Polymer Materials, Xinjiang University, Urumqi 830046, China;

3. Xinjiang Fang Xing Su Hua Co, Ltd, Wujiaqu 831300, China)

Abstract: UVA-340 lamp was used as an artificial accelerated-photoaging source. The variation in carbonyl index, tensile strength, and elongation at break before and after aging was investigated, and the effect of anti-aging agents on anti-aging properties of drip irrigation tape was analyzed. It showed that the drip irrigation tape adding selfmade antiaging masterbatch had the best anti-aging performance, compared with the 0 days aging sample, retention rate of elongation at break of the samples artificial aging for 10 days, 12 days and naturally exposed to 120 days aging were 94.3 %, 84.0 %, 61.9 %, respectively. UV-340nm light at the condition of the radiation strength of 0.68 W/m², blackboard temperature of 60 °C, condensing temperature of 50 °C, expose time of 3 h, condensing time of 3 h, wind of 10 min, the aging rate was about ten times based on artificial accelerated photoaging than that at natural environment.

Key words: drip irrigation tape; artificial aging test; UV lamps; elongation at break

0 前言

在国家大力推动节水产业政策的影响下, 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 70 %), 高效节水灌溉面积已实现 16.7 × 10⁹ m²。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,

收稿日期: 2013-01-28

乌鲁木齐市科学技术计划项目(G1211110003)

联系人, mmtj10@sina.com

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。

人工加速老化试验是用人工的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^[1-7]。这种试验周期短、不受区域性气候的影响,但往往不能如实模拟变化多端的天然气候条件。线形低密度聚乙烯(PE-LLD)在经过紫外辐照后,可引起分子链的交联、断裂和氧化,从而促使材料老化^[8]。杨浩邈等^[9-10]研究了防老化剂与PE-LLD耐光老化性能的关系。卢琳等^[11]研究了聚乙烯(PE)在西沙自然环境中的光老化行为。刘奎芳等^[12]采用断裂伸长率变化率作为衡量PE-LLD老化程度的指标,研究其在湿热及亚湿热气候大气暴露与人工加速试验的相关性。胡行俊等^[13]研究了聚氯乙烯(PVC)人工加速老化与广州地区(湿热气候)自然老化的相关性。但是针对新疆独特的高紫外线、高温差、干旱、沙尘及寒冷的地区气候条件下,对农用滴灌带老化与防老化的相关性专项研究国内尚无先例。本文以新疆五家渠市方兴塑化有限公司有代表性的沙土试验地为自然暴露老化试验田和UVA-340荧光紫外灯管作为紫外人工加速光老化光源,研究了人工加速光老化与自然气候暴露老化试验的相关性。

1 实验部分

1.1 主要原料

PE-LLD,0209AA,中国石油独山子石化公司;

高密度聚乙烯(PE-HD),5000S,中国石油兰州石化公司;

抗氧剂,TA215,上海金海雅宝精细化工有限公司;

受阻胺光稳定剂,622,上海金海雅宝精细化工有限公司。

1.2 主要设备及仪器

同向双螺杆挤出机,TE-20,科信隆科亚(南京)机械有限公司;

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;

塑料注射成型机,XL-400VI,宁波高新协力机电液有限公司;

电子万能材料试验机,CMT6104-50N,深圳市新三思计量技术有限公司;

熔体流动速率仪,XNR-400B,承德市金建检测仪器有限公司;

标准型紫外光老化试验机,BR-UV,上海博睿光学有限公司;

红外光谱仪(FTIR),EQUINOX-55,德国布鲁克公司。

1.3 样品制备

配方设计中回收造粒料用量在85%~100%之间,PE-HD(5000S)和PE-LLD(0209)树脂用量在0~15%之间,防老化母料用量在0~3%之间,分别设计A、B、C3种滴灌带生产配方,在生产车间严格按单翼迷宫式滴灌带生产工艺进行中试生产,主要工艺参数:生产速度为30 m/min,挤出机温度为153~176℃,模具温度为173℃,牵引速度为800 r/min,工艺流程如图1所示。

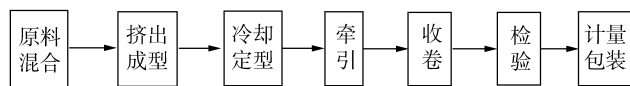


图1 滴灌带生产工艺流程

Fig. 1 Production process of drip irrigation tape

1.4 性能测试与结构表征

自然暴露老化试验方法:滴灌带自然气候暴露试验田设在新疆五家渠市方兴塑化有限公司有代表性的沙土试验地,设计3种不同单翼迷宫式滴灌带配方在新疆方兴塑化有限公司生产,完全模仿大田棉花种植要求膜下铺膜和给水,并严格检测记录自然气候暴露试验田的棉花种植期(5-9月)每天的膜上、膜下温度,室外环境温度及湿度,5-9月5个月膜下平均温度为40.9℃,膜上平均温度为35.4℃,室外平均气温为28.5℃,平均湿度为65.1%;

紫外光室内人工加速老化试验:参照现行的国际及国内紫外线老化试验测试标准ASTM D4329、ISO 4892-3、GB/T 16422.3—1997进行光、热人工加速老化试验,试验方案为10、12 d,人工加速老化试验工艺如图2所示;荧光紫外灯:选用美国原装进口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的设定值为60℃;冷凝温度:利用冷凝湿气模拟结露效果,水槽温度控制为50℃;试样夹: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);

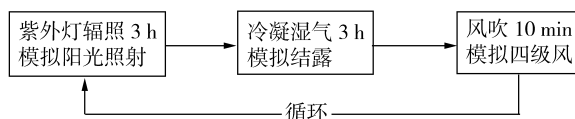


图2 紫外光人工加速老化试验工艺

Fig. 2 Process of UV artificial accelerated aging test

按照 GB/T 3682—2000 测试样品的熔体流动速率,温度为 190 ℃,载荷为 1.92 kg;

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

FTIR 分析:用 FTIR 测试老化前后滴灌带试样的化学基团改变情况。

2 结果与讨论

2.1 原料的筛选

目前在新疆地区生产销售的单翼迷宫式滴灌带为了降低成本,配方中回收造粒料一般用量在 80 %~100 %之间,这取决于回收料的各项力学性能(多次使用后的老化程度)、炭黑含量及矿物质含量。所

以在设计单翼迷宫式滴灌带配方时掌握回收造粒料的各项性能尤为重要。表 1 为各种 PE 原料和回收造粒料的力学性能比较。从表 1 数据看,PE-HD(6070)的熔体流动速率值较高,与其他 PE 共混时流动性不好,影响滴灌带的成型,PE-LD(15803)的断裂伸长率较低,影响滴灌带的韧性。PE-LLD(0209)为薄膜级,应用于滴灌带具有韧性好、刚性大、耐热、耐寒性好等优点。PE-HD(5000S)为拉丝级,力学性能高,配方中能增加产品的强度,提高抗冲击性能。内镶造粒料为新疆方兴塑化有限公司用全新料生产的内镶式滴灌带,在新疆五家渠市使用一个种植期后回收造粒料,从实验数据看力学性能良好。防老化母料为自制母料,PE 为基料,添加一定量的抗紫外剂和抗氧剂,通过双螺杆挤出机塑化混合造粒干燥制成。添加量主要取决于回收料的老化程度和滴灌带使用地区的气候环境。

表 1 滴灌带原料力学性能比较

Tab. 1 Comparison of mechanical properties of materials of drip irrigation tape

原料	熔体流动速率/g · (10 min) ⁻¹	屈服强度/MPa	拉伸强度/MPa	断裂伸长率/%	弹性模量/MPa
PE-LLD(0209)	0.931	10.60	21.60	413.8	81.40
PE-HD(5000S)	0.855	22.16	28.42	418.2	231.90
PE-HD(6070)	7.420	23.96	24.01	441.0	472.80
PE-LD(15803)	1.736	19.33	20.26	131.3	48.24
内镶造粒料	0.818	18.54	22.30	457.3	178.30
防老化母料	1.007	10.69	21.64	675.0	73.33

2.2 滴灌带的配方优化与生产

为了降低单翼迷宫式滴灌带成本和研究自制防老化母料的应用性能,配方设计中回收造粒料用量在 85 %~100 %之间,PE-HD(5000S)和 PE-LLD(0209)树脂用量在 0~15 %之间,防老化母料用量在 0~3 %之间,分别设计 A、B、C 3 种滴灌带生产配方,如表 2 所示。按上述配方分别配制 60 kg 滴灌带生产原料,在新疆方兴塑化有限公司生产车间,严格按正常生产工艺

进行单翼迷宫式滴灌带配方的中试生产,并制品进行性能评价,制品各项性能指标如表 3 所示。

表 2 滴灌带配方

Tab. 2 Formula of drip irrigation tape

样品 编号	组分含量/%				
	PE-HD(5000S)	PE-LLD(0209)	炭黑	防老化母料	造粒料
A	0	15	0.3	0	85.0
B	15	0	0.3	0	85.0
C	0	0	0	2.0	100.0

表 3 滴灌带各项性能指标

Tab. 3 Performance of drip irrigation tape

样品	130 N 力量下保持率	耐静水压(0.18 MPa/1 h)	爆破压力/MPa	炭黑/%	壁厚/mm	质量/g · m ⁻¹
A	合格	合格	0.30	1.67	0.19	11.8
B	合格	合格	0.29	1.70	0.20	11.9
C	合格	合格	0.30	1.84	0.20	11.8

2.3 单翼迷宫式滴灌带老化程度判定

拉伸强度保持率为老化后试样的拉伸强度与老化前试样的拉伸强度之比,断裂伸长率保持率为老化后试样的断裂伸长率与老化前试样的断裂伸长率之比。如试样的断裂伸长率保持率<50 %,可判断试样已完全老化失效。

从表 4 可以得知,与未老化的试样相比,样品 A 人工老化 10、12 d 和自然暴露老化 120 d 的断裂伸长率

保持率分别为 89.3 %、59.5 %和 38.8 %,样品 B 分别为 62.8 %、39.8 %和 26.3 %,样品 C 分别为 94.3 %、84.0 %和 61.9 %。从试样老化前后断裂伸长率保持率数据看,样品 C 防老化性能最佳,其次是样品 A,最差的是样品 B。这说明样品 C 中添加的自制防老化母料起到了抗紫外和抗氧化的作用,从而延缓了滴灌带的使用寿命,而样品 A 中添加的 PE-LLD(0209)树脂为生产薄膜的专用料,具有良好的韧性、耐热、耐寒性

表4 滴灌带老化前后的力学性能

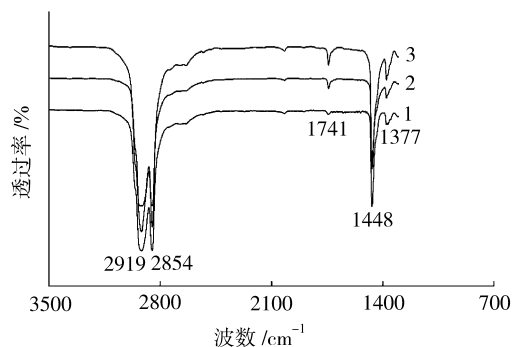
Tab. 4 Mechanical properties of drip irrigation tape before and after aging

老化时间/d	样品 A		样品 B		样品 C	
	拉伸强度/MPa	断裂伸长率/%	拉伸强度/MPa	断裂伸长率/%	拉伸强度/MPa	断裂伸长率/%
0	12.13	328.3	12.99	367.2	11.67	361.8
10(人工老化)	10.31	293.1	10.24	230.5	9.71	341.1
12(人工老化)	9.56	195.5	9.52	146.4	9.99	304.0
120(自然老化)	12.22	127.4	12.65	96.5	12.34	224.0

和抗环境应力开裂等优点,所以样品 A 的防老化性能略好于添加 PE-HD(5000S)树脂的样品 B。

2.4 滴灌带老化前后 FTIR 分析

图3分别给出了单翼迷宫式滴灌带样品 B 的老化前后的 FTIR 谱图。在3条曲线中出现的 2919 cm^{-1} 处为 CH_2 的不对称伸缩振动吸收峰, 2854 cm^{-1} 处为 CH_2 的对称伸缩振动吸收峰, 1468 cm^{-1} 处为 CH_2 的弯曲振动吸收峰,以上各峰是 PE 树脂 FTIR 谱图中共有的峰,而 1377 cm^{-1} 处为甲基($-\text{CH}_3$)的弯曲振动吸收峰,为支链较多的低密度聚乙烯(PE-LD)所特有。当以 UVA-340 荧光紫外灯管为紫外光源时,随老化时间的延长,分子结构的主要变化在 2741 cm^{-1} 处羰基峰的逐渐生成和不断增强^[14-15]。这表明,UVA-340 荧光紫外灯管作为紫外光源,对 PE 的老化作用非常显著。



人工老化时间/d:1—0 2—10 3—12

图3 紫外光照射样品的 FTIR 谱图

Fig. 3 FTIR spectra of samples during UV irradiation

3 结论

(1) 在新疆高紫外线、高温差、干热等气候条件下,在滴灌带配方中添加一定比例的防老化助剂可以提高农用滴灌带的使用寿命;

(2) 以 UVA-340 荧光紫外灯管作为老化加速光源,随着辐照时间的延长,在 FTIR 谱图中 2741 cm^{-1} 处羰基峰逐渐生成并不断增强,滴灌带逐渐老化降解;

(3) 人工加速光老化试验以 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,测得的断裂伸长率变化规律与自然气候暴露试验数据比较吻合。

参考文献:

- [1] 叶苑桦,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] Visser, Hendrikus A, Wolters, et al. Lifetime Assessment of Load-Bearing Polymer Glasses: The Influence of Physical Ageing[J]. Macromolecular Materials and Engineering, 2010, 295(12): 1066-1081.
- [3] 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.
- [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 Shengqing, Guo Shaoyun. Microstructure and Properties Development of Thermally Stabilized PVC During Photoageing[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 Elastomerics, 2010, 20(3): 58-61.
- [6] 杨旭东,邱文灿,丁辛,等. 紫外线辐射强度对聚丙烯长丝光氧老化的影响[J]. 纺织学报, 2009, 30(8): 8-12.
Yang Xudong, Qiu Wencan, Ding Xin, et al. Influence of UV Intensity on Photo-oxidation of Polypropylene Filaments[J]. Journal of Textile Research, 2009, 30(8): 8-12.
- [7] 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 NURULLA, Zhang Suli, 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.
- [8] Zaharescu T, Jipa S, Henderson D, et al. Thermal and

Radiation Resistance of Stabilized LDPE [J]. Radiation Physics and Chemistry, 2010, 79(3): 375-378.

[9] 杨浩邈, 胡斌, 吴鹏. 抗氧化剂和光稳定剂对 PE-LLD 紫外光老化的稳定作用[J]. 中国塑料, 2011, 25(10): 64-68. Yang Haomiao, Hu Bin, Wu Peng. Stabilization Effect of Antioxidants and Light Stabilizers on UV-light Aging of PE-LLD[J]. China Plastics, 2011, 25(10): 64-68.

[10] 赵文隆, 张清松, 吴智华. 光屏蔽剂与其填充 LLDPE 耐光老化性能的关系[J]. 塑料助剂, 2011, 87(3): 40-44. Zhao Wenlong, Zhang Qingsong, Wu Zhihua. The Relationship Between Light Shielding Agent and the Resistance to Light Aging of LLDPE Being Filled[J]. Plastics Additives, 2011, 87(3): 40-44.

[11] 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 Yuye, 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.

[12] 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.

[13] 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.

[14] 王红梅. 抗氧化剂对 PE 滴灌带热氧老化性能的影响[J]. 合成树脂与塑料, 2010, 27(3): 36-38. Wang Hongmei. Effect of Antioxidant on Thermo-oxidative Degradation of PE for Drip Irrigation Tape [J]. China Synthetic Resin and Plastics, 2010, 27(3): 36-38.

[15] 张晓飞, 皮红, 郭少云. 汞灯紫外光源的强度分布分析及其对 PVC 老化作用的研究[J]. 塑料工业, 2009, 37(8): 74-77. Zhang Xiaofei, Pi Hong, Guo Shaoyun. Study on the UV Irradiance Distribution of Mercury Lamp and Its Effect the Aging Behavior of PVC [J]. China Plastics Industry, 2009, 37(8): 74-77.

(本文编辑: 刘学)

彩虹扭结膜品种及用途

彩虹扭结膜是一种高科技、全新的装饰性材料,它利用光的干涉原理,在厚度为 20~30 μm 薄膜中包含了 2 种或更多种不同相间排列的聚合物,层数达到 100~300 层。日光通过这种结构的薄膜,发生光的干涉作用,出来的反射光便产生出五颜六色的色彩。当对薄膜观察角度改变或衬以不同的底色时,色泽也会起变化。彩虹扭结膜具有丰富的色彩、与众不同的包装装饰效果,为产品装饰开辟了一个新的领域。彩虹扭结膜所显示出绚丽灿烂的色泽,不是靠颜料或染料可以达到的。这种柔软的透明薄膜,突破了颜色构成设计的概念,彩虹扭结膜为设计人员开创了具有全新色彩的装饰产品,提供了优良的材料。彩虹扭结膜独特的色彩效果,或利用不同的图案、底色和表面加工,如印刷、烫金、压花等,呈现出变化无穷的新颖的装饰效果,其应用领域广泛。

为了适应包装市场发展的需要,我们利用高科技手段开发成功彩虹扭结膜。其最大优势是具有优良的扭结性能,鲜艳的色彩,质地轻,产率高于 PVC 扭结膜 40%,而且性价比高,可以不经覆合直接用于糖果包装或作商店橱窗的布置材料以及人造花加工,是替代 PVC 扭结膜的优异材料。彩虹扭结膜也可以与不透明的纸张、塑料薄膜覆合,用于礼品包装等的表面装饰、贺卡、菜单、购物袋、彩带等。我们生产 CF40、CF25E、CF25P 三个型号,以配合不同的需要。现愿与有意向生产的企业共享该技术成果,联系方式如下:

地址: 北京工商大学材料与机械工程学院

邮编: 100048

联系人: 张玉霞 电话: 010-68983308、13910753995

王澜 电话: 13651306986

邮箱: chinaplas@126.com