

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2020.04.007

有机蒙脱土对五层共挤聚烯烃棚膜性能影响

张居正^{1,2}, 宋国君¹, 赵志伟², 宋修华², 谷正¹

(1. 青岛大学材料科学与工程学院, 山东青岛 266071; 2. 山东龙兴塑膜科技股份有限公司, 山东潍坊 262700)

摘要: 采用内添加法, 先将有机蒙脱土 (OMMT) 与不同助剂混合, 熔融挤出制备聚烯烃消雾流滴功能母粒, 再通过五层共挤吹膜工艺生产制备聚烯烃棚膜, 探讨了 OMMT 对五层共挤聚烯烃棚膜力学性能、光学性能和消雾流滴性能的影响。结果表明, 聚烯烃高分子链可在 OMMT 中插层复合, 形成聚烯烃 / OMMT 高分子复合材料, 并能提高聚烯烃棚膜的力学性能, 延长棚膜的消雾流滴时间; 虽然棚膜的透光率下降, 但其雾度得到一定提高, 能提高其光散射能力。当母粒中 OMMT 添加量为 5% 时, 棚膜的力学性能和消雾流滴性能最好, 拉伸强度为 37.5 MPa, 断裂伸长率为 522.4%, 直角撕裂强度 133.8 kN/m, 落镖冲击破损质量为 606 g, 透光率为 89%, 雾度为 29%; 在 (55 ± 1)℃ 水浴中的消雾流滴时间达到 11 天。

关键词: 有机蒙脱土; 五层共挤; 聚烯烃; 棚膜

中图分类号: TQ325.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2020)04-0037-06

Effects of Organically Modified Montmorillonite on Properties of Five-layer Coextrusion Polyolefin Greenhouse Films

Zhang Juzheng^{1,2}, Song Guojun¹, Zhao Zhiwei², Song Xiuhua², Gu Zheng¹

(1. College of Materials Science and Engineering, Qingdao University, Qingdao 266071, China;

2. Shandong Longxing Plastic Film Technology Co., Ltd., Weifang 262700, China)

Abstract : Organic montmorillonite (OMMT) was mixed with different additives, anti-dripping and anti-fogging masterbatch was prepared by twin screw extruder, then the polyolefin greenhouse films were produced by five layer co-extrusion blowing film line. The effects of OMMT on the mechanical properties, optical properties, anti-fogging and anti-dropping properties of five-layer coextrusion polyolefin greenhouse film were discussed. The results show that the penetration of polyolefin molecules into the OMMT galleries and / or laminates, an intercalated polyolefin / OMMT nanocomposite is obtained. The mechanical properties and anti-dripping and anti-fogging performance of the polyolefin film is improved. Although the light transmittance of the polyolefin film is decreased, its haze and its light scattering ability is improved. When the content of OMNT in the masterbatch is 5%, the polyolefin greenhouse film show the best the mechanical properties and anti-fogging and anti-dripping performance, the tensile strength is 37.5 MPa, the elongation at break is 522.4%, the right-angled tear strength is 133.8 kN/m, the falling dart impact damage mass is 606 g, the light transmittance is 89%, the haze is 29%, and the anti fogging time in (55 ± 1)℃ water bath achieves 11 d.

Keywords : organic montmorillonite ; five layer co-extrusion ; polyolefin ; greenhouse film

聚烯烃材料如低密度聚乙烯 (PE-LD)、线型低密度聚乙烯 (PE-LLD)、乙烯-乙酸乙烯酯塑料 (EVA) 等, 由于具有较高的拉伸强度、较好的抗穿刺、抗撕裂性能和光学性能、耐老化性能, 被广泛应用于设施农业领域, 尤其是温室大棚覆盖材料, 有利

于改善作物生长的微环境, 促进作物早产、多产^[1-2]。随着设施农业技术的发展, 温室大棚已成为北方寒冷地区农业生产的重要组成部分, 尤其是 EVA 棚膜, 由于 EVA 主链分子上引进了乙酸乙烯单体, 降低了高聚物的结晶度, 使其透光率、柔韧性、耐环

基金项目: 山东省技术创新项目 (201910307044), 寿光市产业领军人才创新项目

通讯作者: 张居正, 主要从事高分子材料和复合材料研究 E-mail: zhangjuzheng123@126.com

收稿日期: 2020-02-03

引用格式: 张居正, 宋国君, 赵志伟, 等. 有机蒙脱土对五层共挤聚烯烃棚膜性能影响 [J]. 工程塑料应用, 2020, 48(4): 37-42.

Zhang Juzheng, Song Guojun, Zhao Zhiwei, et al. Effects of organically modified montmorillonite on properties of five-layer coextrusion polyolefin greenhouse films[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(4): 37-42.

境应力开裂性、耐低温性、保温性、耐冲击性能优于聚乙烯(PE),但其也存在致命缺陷,消雾流滴剂存留时间短,持效期不足一年^[3-6]。聚合物/蒙脱土(MMT)纳米复合材料以其原料来源丰富,制备简易,并可大幅度提高聚合物的耐热性、强度和阻燃性等特性,特别是其独特的片层结构,赋予其优异的阻隔性能,凸现出非常广阔的应用前景,受到科技人员的高度重视^[7-8]。PE与有机蒙脱土(OMMT)共混得到剥离型复合薄膜,利用MMT独特的片层结构,其阻隔性能、力学性能都得到提高^[9];OMMT改性的聚烯烃单层棚膜,不仅延长了消雾流滴剂的时效,还能阻隔热量的分散,起到一定的保温作用,更有利于设施温室作物生长^[10]。

笔者利用MMT特殊的片层结构,采用商业化OMMT与聚烯烃分子共混,探究OMMT对五层共挤聚烯烃棚膜性能的影响。采用内添加法,利用熔融挤出法制备含有OMMT的聚烯烃消雾流滴功能母粒,然后采用不同于现在传统的三层或单层共挤棚膜的五层共挤棚膜生产技术,将消雾流滴功能母粒加入到不同层中,进而制备出不同性能的聚烯烃棚膜,通过对其分散性、力学性能、流滴性能和光学性能分析测试,确定OMMT对聚烯烃棚膜性能的影响,为高性能聚烯烃棚膜的生产制备提供参考。

1 实验部分

1.1 主要原材料

EVAC:120A,熔体流动速率(MFR)为1.0 g/(10 min),乙酸乙烯酯含量为12.0%,韩国三星公司;

PE-LLD:7042,MFR为2.2 g/(10 min),中国石油化工股份有限公司齐鲁石化分公司;

PE-LLD:Q1018N,MFR为1.0 g/(10 min),卡塔尔石化公司;

PE-LD:2420D,MFR为0.25 g/(10 min),中海壳牌石油化工公司;

茂金属线型低密度聚乙烯(PE-mLLD):1018HA,MFR为1.0 g/(10 min),埃克森美孚公司;

紫外线吸收剂:UV531,美国氰特工业公司;

光稳定剂:HS944,北京天罡助剂有限责任公司;

抗氧剂:B215,中国石化上海高桥石油化工有限公司;

流滴剂:KF650,日本理研株式会社;

消雾剂:AF18,日本理研株式会社;

长寿母料:0305,山东中艺橡塑有限公司;

OMMT:1.44P,美国NANOCOR公司。

1.2 主要仪器及设备

双螺杆挤出机:TSE-75/600-132-40型,南京瑞亚挤出机械制造有限公司;

高速混合机:SHR-300型,江苏白熊机械有限公司;

五层共挤吹膜设备:Ø2000型,意大利邦德拉公司;

电子拉力机:Z010型,德国Zwick Roell公司;

落镖冲击试验仪:BMC-AB型,济南三泉中石实验仪器有限公司;

薄膜流滴性能试验机:KD-FPB型,河北可道试验机科技有限公司;

透光率/雾度测定仪:WGT-S型,上海精学科学仪器有限公司;

X射线衍射(XRD)仪:DMax-2500型,日本Rigaku公司;

透射电子显微镜(TEM):H800型,日本Hitachi公司。

1.3 试样制备

(1) 聚烯烃消雾流滴功能母料制备。

表1为聚烯烃消雾流滴功能母料配比。按表1配比用电子称称取抗氧剂、光稳定剂、紫外线吸收剂、流滴剂、消雾剂及PE-LLD和EVAC,添加OMMT比例分别为0%,2%,5%,8%,将各组分加入高速混合机中充分混合均匀,将混合料放入双螺杆挤出机中挤出、冷却、造粒,即可制得聚烯烃消雾流滴母粒,编号为1[#],2[#],3[#],4[#]。双螺杆挤出机的温度为一区100℃、二区130℃、三区150℃、机头180℃,转速200 r/min。

表1 聚烯烃消雾流滴功能母料配比 %

原料	牌号	编号			
		1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]
光稳定剂	HS944	3	3	3	3
紫外线吸收剂	UV531	1	1	1	1
抗氧剂	B215	1	1	1	1
流滴剂	KF650	16	16	16	16
消雾剂	AF18	4	4	4	4
OMMT	1.44P	0	2	5	8
PE-LLD	7042	35	33	30	27
EVAC	120A	40	40	40	40

(2) 五层共挤聚烯烃棚膜制备。

采用图1所示生产工艺路线图,按照表2各种原料的配比混合均匀,得到混料,再将混料加入各

层挤出机的料筒中,按照表 3 工艺参数,经吹塑成膜、收卷、包装等工序,得五层共挤聚烯烃棚膜,其中自制聚烯烃消雾流滴功能母料 1[#]~4[#] 只添加在 A, B, C 三层中, D, E 层不添加,五层厚度比例控制为 30 : 20 : 15 : 15 : 20,棚膜的宽度控制在 18 m,厚度控制在 0.1 mm。

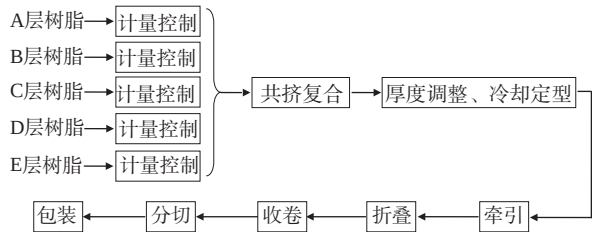


图 1 五层共挤聚烯烃棚膜生产工艺流程图

表 2 五层共挤聚烯烃棚膜各层配比

原料	牌号	各层配比				
		A 层	B 层	C 层	D 层	E 层
EVAC	120A	82	80	75	--	--
PE-LD	2420D	--	5%	10	15	50
PE-LLD	Q1018N	--	--	--	18	30
PE-mLLD	1018HA	--	--	--	60	13
聚烯烃消雾流滴功能母料	自制	18%	15%	15%	--	--
长寿母料	0305	--	--	--	7	7

表 3 五层共挤聚烯烃棚膜吹塑工艺参数

层别	挤出机各段温度 / °C					连接 器温 度 / °C	模头 温度 / °C		转速 / (r · min ⁻¹)	挤出量 / (kg · h ⁻¹)
	1 段	2 段	3 段	4 段	5 段		1 段	2 段		
	1 段	2 段	3 段	4 段	5 段		1 段	2 段		
A 层	160	170	170	185	185	200	205	210	30	450
B 层	170	180	190	195	200	200	205	210	30	300
C 层	170	180	190	195	200	200	205	210	30	225
D 层	170	180	190	195	200	205	205	210	28	225
E 层	170	180	190	195	200	205	205	210	28	300

注:牵引速率 3.5 m/min,进风量设定 65%,出风量设定 60%,风环比例设定 55%。

1.4 性能测试与表征

(1) XRD 测试。

采用 Cu K_α 靶 (波长 0.154 18 nm) 扫描速度 0.02°/min, Ni 滤波,管电压 40 kV,管电流 30 mA,广角衍射测量范围 20°~60°。

(2) TEM 测试。

采用冷冻干燥超薄切片,置于铜网上,加速电压 80 kV,抽真空,观察 OMMT 在五层共挤聚烯烃棚膜中的微观结构。

(3) 力学性能测试。

拉伸强度及断裂伸长率按 GB/T 1040.3-2006 测试,采用 II 型试样,试验速度为 (500 ± 50) mm/min。

直角撕裂强度按 QB/T 1130-1991 测试,采用

单片试样,试验速度为 (200 ± 20) mm/min。

落镖冲击破损质量按 GB/T 9639.1-2008 测试,采用 A 法。

(4) 透光率 / 雾度测试。

按 GB/T 2410-2008 测试,薄膜样品尺寸 50 mm × 50 mm,试样表面光滑、无明显缺陷。

(5) 消雾流滴性能测试。

五层共挤聚烯烃棚膜消雾流滴性能试验装置如图 2 所示,按 GB/T 20202-2006 测试,向薄膜流滴性能试验机水槽中注入三分之二的水,恒温保持在 (55 ± 1) °C,将试样膜盖在薄膜流滴性能试验机上,同时启动秒表,观察试样内表面露滴凝聚的情况,并记录初滴时间和 10 滴时间,以秒 (s) 表示,初滴时间越短,表示棚膜初期流滴性能越好。当试样流滴性能失效面积比达到白色露滴 ≥ 30% 时,试验结束。此时的时间为流滴失效时间,以天 (d) 为单位,流滴失效时间越长,表示棚膜消雾流滴时间越长。

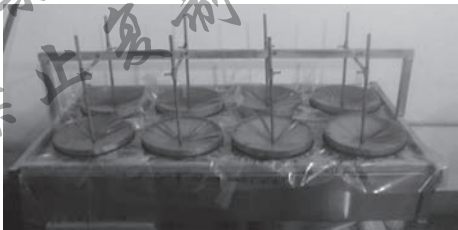
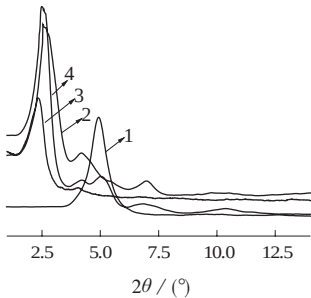


图 2 五层共挤聚烯烃棚膜消雾流滴试验装置

2 结果与讨论

2.1 XRD 分析

纯 OMMT 和不同 OMMT 含量的五层共挤聚烯烃棚膜的 XRD 图谱如图 3 所示,根据布拉格方程: $\lambda=2d\sin\theta$ (λ 为 X 射线的波长, d 为晶面间距, θ 为入射光与反射面的夹角) 得到的 XRD 特征数据列于表 4。



1—OMMT; 2—母粒中 OMMT 含量为 2% 的五层共挤聚烯烃棚膜;
3—母粒中 OMMT 含量为 5% 的五层共挤聚烯烃棚膜;
4—母粒中 OMMT 含量为 8% 的五层共挤聚烯烃棚膜

图 3 纯 OMMT 和不同 OMMT 含量的五层共挤聚烯烃棚膜的 XRD 图谱

表4 纯 OMMT 和不同 OMMT 含量的五层共挤聚烯烃棚膜的 XRD 特征数据

样品	母粒中 OMMT 含量 / %	$2\theta / (^{\circ})$	001 晶面层间距 / nm
OMMT		4.92	1.79
五层共挤聚烯烃棚膜	2%	2.54	3.48
	5%	2.32	3.84
	8%	2.48	3.57

从图3和表4可以看出,相比于纯 OMMT,不同 OMMT 含量的五层共挤聚烯烃棚膜的 001 晶面的衍射峰向小角方向移动,说明聚烯烃高分子链已插层进入到 OMMT 的片层间,导致 OMMT 的层间距变大^[9],这对于提高聚烯烃棚膜的力学性能和阻隔消雾流滴剂的迁移具有重要意义。

2.2 TEM 测试

不同 OMMT 含量的聚烯烃棚膜的 TEM 照片如图4所示。

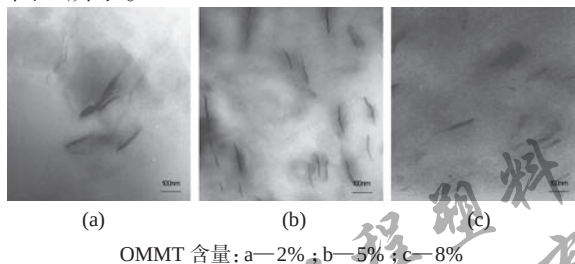


图4 不同 OMMT 含量的五层共挤聚烯烃棚膜的 TEM 照片

在图4中,白色或浅灰色亮区是聚烯烃基体,而黑色条纹暗区则是分散在聚烯烃基体中的 OMMT 片层。从图4可以明显看到,OMMT 的片状条纹结构明显,形成插层结构,说明聚烯烃分子链插层进入 OMMT 片层中,从而撑开了 OMMT 的层间距,但没有将其完全撑开,还未形成剥离型的纳米复合材料,这与图2的分析结果相一致。

2.3 力学性能分析

不同含量 OMMT 的五层共挤聚烯烃棚膜的力学性能列于表5。

表5 不同 OMMT 含量的五层共挤聚烯烃棚膜的力学性能

母粒中 OMMT 含量 / %	拉伸强度 / MPa	断裂伸长率 / %	直角撕裂强度 / (kN · m ⁻¹)	冲击破损质量 / g
0%	33.1	457	113.4	554
2%	35.2	472.3	126.4	572
5%	37.5	522.4	133.8	606
8%	26.3	465.8	122.3	592

由表5可以看出,随着 OMMT 纳米材料添加量的增加,五层共挤聚烯烃棚膜的拉伸强度、断裂伸长率、直角撕裂强度都呈现先增后减的趋势。分析其原因可能是:OMMT 的加入起到异相成核的作用,可使聚烯烃的结晶度增加,此外由于 OMMT 纳

米粒子尺寸小,可均匀分散在聚合物基体中,因此五层共挤聚烯烃棚膜的力学性能得到提高。当加入的 OMMT 达到一定比例时,纳米粒子会形成团聚体,增加了相界面的缺陷,相界面的结合强度减小,从而导致改性棚膜的力学性能开始下降^[11-14]。通过 TEM 也可看出这一点。与不加 OMMT 的五层共挤聚烯烃棚膜相比,母粒中添加 5% OMMT 的改性棚膜的力学性能最好,拉伸强度提高 13.3%,断裂伸长率提高 14.3%,直角撕裂强度提高 18.0%,冲击破损质量提高 9.4%。

2.4 光学性能分析

作为温室覆盖材料,聚烯烃棚膜的光学性能也是应用中关注较多的一个指标^[15],不同 OMMT 含量的五层共挤聚烯烃棚膜的光学性能列于表6。

表6 不同 OMMT 含量的五层共挤聚烯烃棚膜的光学性能 %

OMMT 含量	透光率	雾度
0	91	14
2	90	20
5	89	29
8	88	33

从表6可以看出,不添加 OMMT 的五层共挤聚烯烃棚膜的透光率最高,为 91%,加入 OMMT 后其可见光透光率有一定程度的降低,而且随着 OMMT 添加量比例增加,可见光透过率逐渐降低。这可能是因为 OMMT 的加入起到了成核剂作用,改善了聚烯烃树脂的结晶行为,促进了结晶过程,进而对可见光产生了一定的阻隔,使得棚膜的可见光透过率变差。而随着 OMMT 含量增加,棚膜的雾度逐渐增大,表明其光慢散射特征越来越明显。事实上,漫散射棚膜既可以保持对可见光较高的透过率,又可以使温室内的光线得到完美的扩散。这样,大棚温室内的作物对光的利用率效果最佳,同时避免了较强的直射光对植物的“灼烧”^[16]。当母粒中 OMMT 含量为 5% 时,五层共挤聚烯烃棚膜的透光率为 89%,雾度为 29%。

2.5 消雾流滴性能分析

不同 OMMT 含量的五层共挤聚烯烃棚膜的消雾流滴性能列于表7。

表7 不同 OMMT 含量的五层共挤聚烯烃棚膜的消雾流滴性能

OMMT 含量 / %	初滴时间 / s	10 滴时间 / s	流滴失效时间 / d
0	371	98	8
2	376	95	9
5	383	92	11
8	378	103	10

从表7可以看到,添加 OMMT 改性的五层共挤聚烯烃棚膜与未添加 OMMT 棚膜的初滴时间

和 10 滴时间相差不大,说明扣棚初期 A 层消雾流滴剂的迁移析出时间、析出量不受 OMMT 影响,OMMT 对初期消雾剂和流滴剂的析出没有太大影响,OMMT 不影响扣棚初期消雾和流滴性能的发挥;而添加 OMMT 改性棚膜的流滴失效时间比未添加 OMMT 棚膜超出 12.5%~37.5%,说明加入 OMMT 之后,由于 OMMT 片层的阻隔效应,使 B 层、C 层消雾剂和流滴剂向表层的迁移速度降低,使流滴膜的无滴持效期大大延长;同时 OMMT 采用非极性有机物表面改性,改性剂对消雾流滴剂的迁移也起到一定的延缓作用^[10,13]。流滴失效时间随着 OMMT 添加量增加,先上升后下降,分析其原因可能是层状的 OMMT 分散在聚烯烃树脂基体中,其片层结构的阻隔、吸附特性延缓了流滴剂的迁移,从而使其持效期增长^[17-18];当 OMMT 含量增加到 8% 时,由于纳米材料本身的小粒径微粒比表面积高^[19],使其对消雾流滴剂小分子吸附能力增强,延缓了流滴剂的析出,所以消雾流滴失效时间有一定程度降低,当母粒中 OMMT 添加比例为 5% 时,消雾流滴失效时间最长,为 11 d。

3 结论

(1) XRD 测试结果显示,OMMT 与聚烯烃树脂实现插层复合,并达到纳米分散,OMMT 的层间距随着 OMMT 添加比例先增加后降低,添加比例 5% 时层间距最大,聚烯烃高分子链在 OMMT 片层中的插层效果最优。

(2) TEM 分析表明,纳米 OMMT 与聚烯烃树脂有良好的相容性。

(3) 力学性能测试结果表明,添加 OMMT 有利于五层共挤聚烯烃棚膜力学性能的提高,当母粒中添加 OMMT 比例为 5% 时,改性棚膜的力学性能最佳,拉伸强度提高 13.3%,断裂伸长率提高 14.3%,撕裂强度提高 18.0%,落镖强度提高 9.4%。

(4) 光学性能测试结果表明,添加 OMMT 降低了五层共挤聚烯烃棚膜的透光率,但其雾度值提高,有利于提高棚膜的光散射能力。当母粒中 OMMT 含量为 5% 时,五层共挤聚烯烃棚膜的透光率为 89%,雾度为 29%。

(5) 消雾流滴性能测试结果显示,OMMT 加入到五层共挤聚烯烃棚膜中后,OMMT 的片层具有阻隔缓释效应,减缓了 B 层、C 层流滴剂向 A 层的迁移析出,延长了棚膜的消雾流滴时间。

参考文献

- [1] 巩玉红. 聚烯烃功能性棚膜的研究和应用进展[J]. 塑料科技, 2013, 41(6):98-102.
Gong Yuhong. Progress in research and application of functionalized greenhouse polyolefin film[J]. Plastics Science and Technology, 2013, 41(6):98-102.
- [2] Baille M, Baille A, Delmon D. Microclimate and transpiration of greenhouse rose crops[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 1994, 71:83-97.
- [3] Ren Sicong, Wang Li, Yu Haojie, et al. Recent progress in synthesis of antifogging agents and their application to agricultural films: a review[J]. Journal of Coatings Technology and Research, 2018, 15:445-455.
- [4] Rosen-Kligvasser J, Suckeveriene R Y, Tchoudakov R, et al. A novel methodology for controlled migration of antifog from thin polyolefin films[J]. Polymer Engineering and Science, 2014, 54(9):2 023-2 028.
- [5] Shlosman K, Rosen-Kligvasser J, Suckeveriene R, et al. Novel antifog modification for controlled migration and prolonged wetting of LLDPE thin films[J]. European Polymer Journal, 2017, 90:220-230.
- [6] 苏朝华,裴海燕,王永贞,等. EVA/纳米水滑石流滴消雾棚膜的研制[J]. 合成树脂及塑料, 2015, 32(6):24-27, 32.
Su Chaohua, Pei Haiyan, Wang Yongzhen, et al. Preparation of EVA / nano-hydrotalcite drip antifogging film[J]. China Synthetic Resin and Plastics, 2015, 32(6):24-27, 32.
- [7] Mohammadi R S, Tabatabaei S H, Ajji A. Peelable clay / PE nanocomposite seals with ultra-wide peelable heat seal temperature window[J]. Applied Clay Science, 2018, 158:132-142.
- [8] Weltrowski M, Dolez P I. Compatibilizer polarity parameters as tools for predicting organoclay dispersion in polyolefin nanocomposites[J]. Journal of Nanotechnology, 2019(1):1-9.
- [9] Golebiewski J, Rozanski A, Dzwonkowski J, et al. Low density polyethylene-montmorillonite nanocomposites for film blowing[J]. European Polymer Journal, 2008, 44:270-286.
- [10] Scaffaro R, Botta L, La Mantia F P. Preparation and characterization of polyolefin - based nanocomposite blown films for agricultural applications[J]. Macromolecular Materials and Engineering, 2009, 294:445-454.
- [11] Jung Bich Nam, Kang Dong Ho, Cheon Solmi, et al. The addition effect of hollow glass microsphere on the dispersion behavior and physical properties of polypropylene / clay nanocomposites [J]. Journal of Applied Polymer Science, 2019, 136(14):doi:10.1002/app.47476.
- [12] 许磊,付蕾,贾仕奎,等. 纳米 TiO₂ 和纳米 CaCO₃ 对 EVAC 流滴棚膜性能的影响 [J]. 工程塑料应用, 2017, 45(11):113-117.
Xu Lei, Fu Lei, Jia Shikui, et al. Effects of nano-TiO₂ and nano-CaCO₃ on properties of EVAC droplet greenhouse films[J]. Engi-

- neering Plastics Application, 2017, 45(11):113-117.
- [13] Ugel E, Giuliano G, Modesti M. Poly(ethylene-co-vinyl acetate)/clay nanocomposites: Effect of clay nature and compatibilising agents on morphological thermal and mechanical properties[J]. Soft Nanoscience Letters, 2011, 1:105-119.
- [14] Cabrera F J, Baille A, López J C, et al. Effects of cover diffusive properties on the components of greenhouse solar radiation[J]. Biosystems Engineering, 2009, 103:344-356.
- [15] Wang Lei, Kamal M R, Rey A D. Light transmission and haze of polyethylene blown thin films[J]. Polymer Engineering and Science, 2001, 41:358-372.
- [16] Sánchez-Valdés S, Ramírez-Vargasa E, Martínez-Colunga J G, et al. Improvement of the photostability of low-density polyethylene and ethylene vinyl acetate blends with nanoclay: toward durable nanocomposites for potential application in greenhouse cover films[J]. Polymer-Plastics Technology and Engineering, 2018, 57:1 706-1 714.
- [17] Han C, Zhao A, Varughese E, et al. Evaluating weathering of food packaging polyethylene-nano-clay composites: release of nanoparticles and their impacts[J]. NanoImpact, 2018, 9:61-71.
- [18] Dhieb F B, Dil E J, Tabatabaei S H, et al. Effect of nanoclay orientation on oxygen barrier properties of LbL nanocomposite coated films[J]. RSC Advances, 2019, 9(3):1 632-1 641.
- [19] Zhang Qiang, Yan Zhaoli, Ouyang Jing, et al. Chemically modified kaolinite nanolayers for the removal of organic pollutants[J]. Applied Clay Science, 2018, 157:283-290.

关于“第三十四届中国国际塑料橡胶工业展览会 CHINAPLAS 2020” 延期至 2020 年 8 月 3~6 日举办的通知

尊敬的参展商、观众:

为进一步加强新型冠状病毒疫情的防控,确保广大参展商和观众的身体健康和生命安全,原定于 2020 年 4 月 21~24 日在上海国家会展中心举办的第三十四届中国国际塑料橡胶工业展览会 CHINAPLAS 2020,决定延期至 2020 年 8 月 3~6 日举行,举办地点维持不变。

一直以来, CHINAPLAS 以其丰富的展品、精彩的同期活动、全球的参与度及其显著的市场影响力,获得全球橡塑业界的一致认可。今年 CHINAPLAS 将迎来第 34 届,至今已确定有超过 3800 家来自全球的供应商参加并展示他们的最新科技和高效的解决方案。鉴于当下疫情,雅式团队将持续关注疫情的发展,并保持与政府相关部门的密切接触沟通,做好后续展会的各项准备工作。凭借多年累积的办展经验,雅式团队完全有信心在今年的 8 月继续为行业呈现一场专业盛会。

因展会延期给您造成的不便,我们再次深表歉意!有关展会的最新消息,请关注展会官网: www.ChinaplasOnline.com。

感谢您一直以来对 CHINAPLAS 的亲力参与和关心支持! 2020 年 8 月 3~6 日, CHINAPLAS 与您相约上海。

雅式展览服务有限公司

2020 年 2 月 19 日

展会查询:

电话:(北京)+86 10 84602766 (香港)+852 25163359 / 25163514

(上海)+86 21 51879766 (新加坡)+65 31573101

(深圳)+86 755 82326251

电邮: cschinaplas@adsale.com.hk (参展)

vispro@sz.adsale.com.hk, visitor@sh.adsale.com.hk (参观)