

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2014.08.018

纺织短纤维废料板力学性能的研究^{*}

潘汇, 张海泉

(江南大学生态纺织教育部重点实验室, 江苏无锡 214122)

摘要: 利用纺织短纤维废料作为原料,通过热压成型方法制作纤维板,研究了10 mm以下纤维废料长度的变化及废料成分不同对纤维板力学性能的影响。利用万能试验机对纤维板的拉伸性能和弯曲性能进行测试,并利用扫描电镜对板材的断面形态进行分析。结果表明,随着纤维长度的增大,纤维板的力学性能先增大后减小;废料成分不同时,纤维板的力学性能也有较大差异。这主要与填充纤维的强力以及填充纤维与基体之间的界面粘结情况有关。

关键词: 纺织废料;短纤维废料;纤维板;热压

中图分类号: TQ325.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2014)08-0077-05

Study on Mechanical Properties of Textile Short Fiber Wastes Fiberboard

Pan Hui, Zhang Haiquan

(Key Laboratory of Eco-Textile of Education, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: Textile short fiber wastes were used as raw material and made into fiberboard by hot pressing method. The influence of length and composition of fiber wastes on mechanical properties those fiberboard fabricated by short fibers with length less than 10 mm was studied. The tensile and flexural properties of fiberboard were tested by universal-testing machine and scanning electron microscope was employed to analyzing the cross-section of the fiberboard. The results show that the mechanical properties of fiberboard first increases then decreases with the increase of fiber length; the mechanical properties of fiberboard are also quite different with different compositions. This is mainly related with filling fiber strength and interface bond between fiber and matrix.

Keywords: textile waste; short fiber waste; fiberboard; hot pressing

随着人们生活水平的提高,纺织品产量在逐步提高,随之产生的废弃物也大幅度增加,而在这些纺织废料中,短纤维占了很大比例,如在棉纤维加工中产生的落花,梳麻产生的下脚料和麻屑,化纤生产过程中产生的废丝,还有服装及纺织品加工中产生的布边等,它们在经过切割、开松等处理后得到的再加工纤维长度短、品质差,利用途径少^[1-4]。

国内外有很多对短纤维废料利用的研究,比如在肥料中添加废毛、废棉渣用以种植蘑菇^[5];将废弃地毯切割、开松后加入混凝土中,改善其韧性及抗疲劳性能,在沥青混合物中添加短纤维废料来增加沥青路面的寿命^[6-7];利用棉短绒机械分解过程中产生的浮尘、棉絮作为造纸原料^[8];还有将热值较高的化学纤维通过焚烧用于火力发电等^[1,9]。但这些方式也存在局限性,如化学纤维通常不能作为肥料用来种植蘑菇,强度较低的棉纤维不能用于沥青混凝土的增强等。笔者利用废旧聚丙烯(PP)纤维作为基体材料,其它废旧纤维作为填充材料,通过热压成型制成纤维板,该方法既不会对环境造成污染,又

为纤维板业提供了丰富而价廉的原料^[10-11]。近年来已有关于纺织废料制作纤维板的研究,主要对热压工艺参数、PP纤维含量及填充纤维比例对纺织废料纤维板性能的影响进行了详细的探讨分析^[12-14]。

因此,笔者在固定PP纤维质量分数为50%的情况下,主要研究10 mm以下纤维长度的变化以及废料成分的不同对短纤维废料板力学性能的影响,并通过扫描电子显微镜(SEM)从结构方面分析纤维板力学性能随长度及成分的变化而变化的原因。

1 实验部分

1.1 主要原材料

PP废丝:熔点193℃,断裂强度2.39 cN/dtex,南通金米来化纤有限公司;

聚对苯二甲酸乙二酯(PET)废丝:熔点247℃,断裂强度2.71 cN/dtex,南通金米来化纤有限公司;

^{*} 国家自然科学基金项目(51203064),江苏省产学研联合创新基金项目(BY2012068)

联系人:潘汇,硕士,主要从事纺织废料的应用研究

收稿日期:2014-06-05

聚酰胺 (PA) 废丝: 熔点 223 ℃, 断裂强度 2.08 cN/dtex, 余姚市金老鼠化纤有限公司;

棉 (C) 纤维: 热分解温度 215 ℃, 断裂强度 1.29 cN/dtex, 棉纺厂废棉。

1.2 主要仪器及设备

开清棉机: HYFU 218D 型, 江阴恒远机械制造有限公司;

梳棉机: AS181 型, 上海东华大学;

热压机: Carver 4128 型, 美国 Carver 公司;

电子万能试验机: Instron 3385H 型, 美国 Instron 公司;

SEM: SU1510 型, 日本 Hitachi 公司。

1.3 试样制备

PP/PET, PP/PA, PP/C 三种纤维板的制备流程为: 原材料→混合→梳理→制备一定长度短纤维→压机预热→恒温加压→冷却定型→脱模→纤维板。

1.4 力学性能测试

拉伸强度: 依据 GB/T 1040-2008 测试。

弯曲强度: 依据 GB/T 1449-2005 测试。

2 结果与讨论

2.1 试样工艺参数的分析

为确定 3 种纤维板的最优热压工艺参数, 将热压温度、热压时间、热压压强 3 个因素进行 $L_9(3^4)$ 正交试验, 结果如图 1~6 所示。

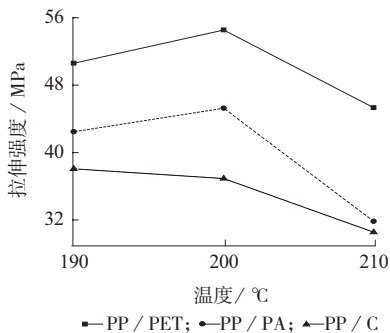


图1 热压温度对纤维板拉伸强度的影响

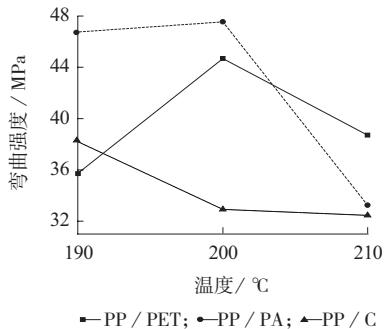


图2 热压温度对纤维板弯曲强度的影响

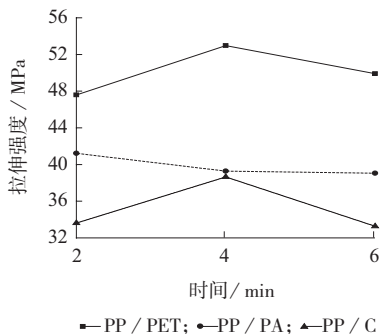


图3 热压时间对纤维板拉伸强度的影响

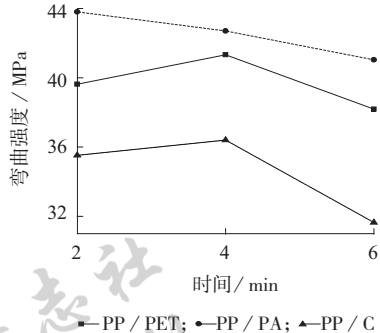


图4 热压时间对纤维板弯曲强度的影响

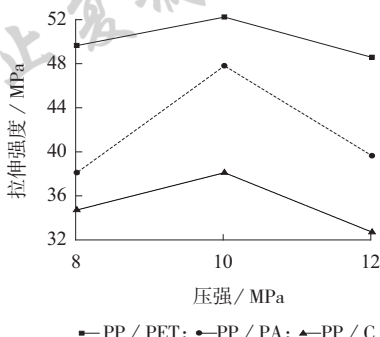


图5 热压压强对纤维板拉伸强度的影响

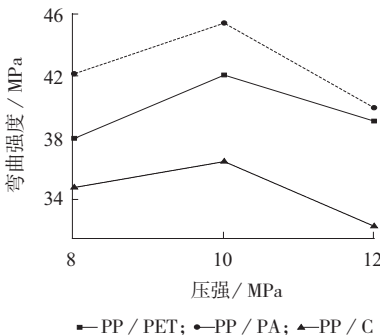


图6 热压压强对纤维板弯曲强度的影响

通过正交试验得到在 PP 纤维含量为 50% 时 3 种成分的废纺纤维板的最优热压工艺参数分别为: PP/PET 纤维板 200 ℃, 4 min, 10 MPa; PP/PA 纤维板 200 ℃, 2 min, 10 MPa; PP/C 纤维板 190 ℃, 4 min, 10 MPa。

2.2 纤维长度对板材力学性能的影响

制备主体长度在 10 mm 以下的混合纤维, 运

用上述正交试验中得到的最优热压工艺参数,对不同长度以及不同成分的混合纤维进行热压,然后对纤维板的拉伸强度和弯曲强度进行测试,结果如图7、图8所示。

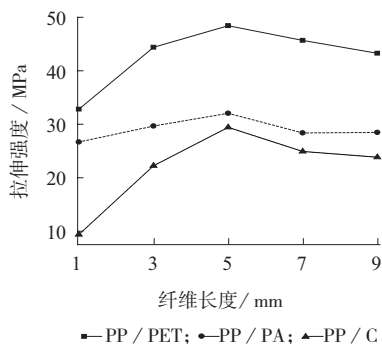


图7 纤维长度对纤维板拉伸强度的影响

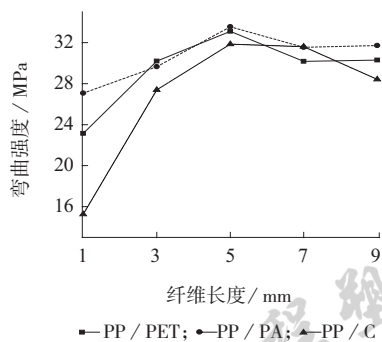


图8 纤维长度对纤维板弯曲强度的影响

图7和图8表明,纤维长度小于5 mm时,随着纤维长度的增大,3种纤维板的拉伸强度和弯曲强度均增大,当长度为5 mm时强度最高,而长度继续增大时,纤维板拉伸强度和弯曲强度都略有下降。这是因为当纤维很短时,填充纤维在基体中不连续,不能充分发挥纤维强度的作用。随着长度的增大,填充纤维与基体之间有更多的接触,摩擦阻力也更大,当板材受到拉力时,纤维能够有效地分担基体承受的载荷,使力学性能增大。当长度继续增大时,可能由于纤维弯曲缠结导致在基体中不能很好地分散,当板材承受拉力时,填充纤维不能发挥其强度,不能有效分担应力,力学性能便有所下降^[15-16]。利用对纤维板进行结构分析,进一步解释纤维板力学性能随纤维长度先增大后减小的原因。

图9显示纤维长度为1 mm的纤维板拉伸断面形态。从图9可以看出,填充纤维数量很少,基体上有很多的孔洞,这说明纤维太短,在板材受到拉力时,纤维很容易从基体中抽出而不能分担应力,此时力学性能较低。

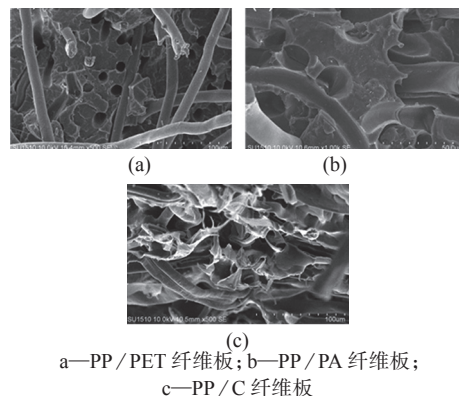


图9 纤维长度为1 mm的纤维板拉伸断面形态

图10为纤维长度为5 mm的纤维板拉伸断面图片。从图10可以清楚地看到,只有极少数的纤维被拔出,大部分纤维被拉断,这说明在板材受到拉伸时,填充纤维承担了一定的拉力,对基体起到了增强作用,从而使纤维板力学性能提高。

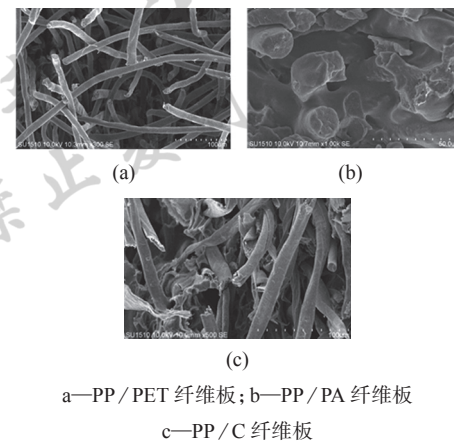


图10 纤维长度为5 mm的纤维板拉伸断面形态

图11为纤维长度为9 mm的纤维板拉伸断面形态。

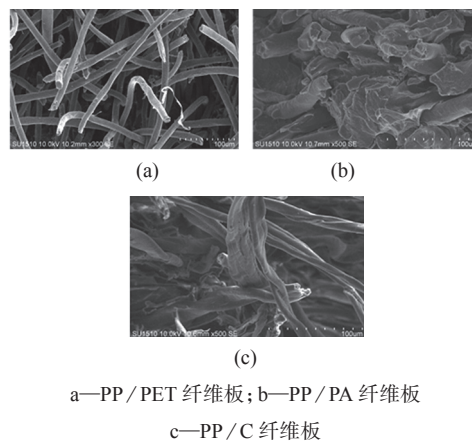


图11 纤维长度为9 mm的纤维板拉伸断面形态

从图11可以看到填充纤维分散不均和相互缠结的现象,此时填充纤维不能很好地分担应力,另外

填充纤维在基体中一处较多而另一处较少,板材内部容易形成缺陷,导致纤维板力学性能的降低。

2.3 废料成分对板材力学性能的影响

(1) 成分对板材拉伸强度的影响。

图7表明,PP/PET纤维板、PP/PA纤维板、PP/C纤维板的拉伸强度依次降低且有较大差距,这是因为板材的拉伸强度主要与填充纤维本身的强力有关,PET纤维、PA纤维、C纤维的断裂强度依次降低,且有较大差距。另外,三种纤维的耐热性能也不同,实测三种纤维在130℃下经过20 d后的剩余强度,PET纤维为初始强度的98%,而PA纤维仅为21%,C纤维仅为38%^[17]。因此,在纤维板制作过程中,由于高温作用,PA纤维和C纤维强力损失要比PET纤维损失的多,这也是导致3种纤维板拉伸性能差异的一个因素。

(2) 成分对板材弯曲强度的影响。

图8表明,3种成分的纤维板弯曲强度差距较小,这是因为弯曲强度除了与纤维强力有关,可能更多地受基体的性能和纤维与基体粘结情况的影响,而三种纤维板中基体纤维种类及其含量是相同的,所以弯曲强度可能受界面粘结情况的影响更大^[15]。从图9a、图10a、图11a可以看到,PET纤维表面光滑,与PP基体之间无粘连,所以,尽管PET纤维的强度很高,但其与基体的界面粘结情况很差,导致板材弯曲强度并不高;从图9b、图10b、图11b可以看到,断裂的PA纤维表面有粘附物,且纤维根部与基体之间没有缝隙,这说明PA与基体的界面粘结情况好,这可能是PA纤维强力虽不及PET纤维,但板材弯曲强度却不比PET的差甚至略高于它的原因;图9c、图10c、图11c显示,C纤维与基体粘结情况虽不及PA纤维,但较PET纤维好,但由于其强度太低,导致弯曲强度也较差。

3 结论

(1) 通过正交试验得到在PP纤维含量为50%时3种成分的废纺纤维板的最优热压工艺参数分别为:PP/PET纤维板200℃,4 min,10 MPa;PP/PA纤维板200℃,2 min,10 MPa;PP/C纤维板190℃,4 min,10 MPa。

(2) 纤维长度对短纤维废料板力学性能有一定的影响:长度太短时,纤维板力学性能较低,而长度太长也可能会因分散不均而导致力学性能下降。因此在利用废纺纤维制作纤维板时,应选择长度在3 mm以上的纤维,并要保证纤维充分混合且均匀

分散。

(3) 废料成分不同时,短纤维废料板的力学性能有较大差异,这主要与填充纤维本身的强力以及填充纤维与基体之间的界面粘结情况有关。

参考文献

- [1] 王洪. 废旧纤维如何变身资源 [N]. 中国纺织报, 2012-5-10(3).
Wang Hong. How to transform waste fibers to resources [N]. China Textile News, 2012-5-10(3).
- [2] 罗艳辉, 蒲宗耀, 黄玉华. 废旧纺织品回收再利用的现状及其发展趋势 [J]. 纺织科技进展, 2012(3): 9-12, 31.
Luo Yanhui, Pu Zongyao, Huang Yuhua. Present situation and development trend of textile waste recycling [J]. Progress in Textile Science & Technology, 2012(3): 9-12, 31.
- [3] 柴金艳, 黄海峰. 纺织产业与循环经济 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2010.
Chai Jinyan, Huang Haifeng. Textile industry and recycling economy [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2010.
- [4] 侯小平. 利用纺织废料加工开发汽车内饰材料 [J]. 纺织导报, 1998(3): 37-38.
Hou Xiaoping. Using textile waste to processing and develop automotive interior materials [J]. China Leader, 1998(3): 37-38.
- [5] 肖自添, 何焕清. 废棉渣栽培草菇拌料方法初探 [J]. 广东农业科学, 2012(23): 27-29.
Xiao Zitian, He Huanqing. Preliminary study on the way of treatment of straw mushroom cultivated on wasted cotton slag. Guangdong Agricultural Sciences, 2012(23): 27-29.
- [6] Lees J, Rust J P, Hamoudah, et al. Fatigue cracking resistance of fiber-reinforced asphalt Concrete [J]. Textile Research Journal, 2005, 75(2): 123-128.
- [7] Moussagk. Effect of addition of short fibers of polyacrylic and polyamide to asphalt mixtures [J]. Alexandria Engineering Journal, 2003, 42(3): 329-336.
- [8] Shi Bo, Shannontg T G, Pelkye E. Novel use of waste keratin and cotton linter fibers for prototype tissue papers and their evaluation [J]. Bio-Resources, 2010, 5(3): 1425-1435.
- [9] 张丽, 刘梁森, 邱冠雄. 废弃纺织材料回收利用的研究进展 [J]. 纺织学报, 2013, 34(4): 153-160.
Zhang Li, Liu Liangsen, Qiu Guanxiong. Research progress of recycled use of waste textiles [J]. Journal of Textile Research, 2013, 34(4): 153-160.
- [10] 冯秀文. 废纺纤维板的成型工艺及性能研究 [D]. 天津: 天津工业大学, 2002.
Feng Xiuwen. Research on molding process and performance of composite plate made by the recycled textile fiber [D]. Tianjin: Tianjin University, 2002.
- [11] 于文吉. 废弃木质材料及非木质纤维资源用于人造板工业的发展前景分析 [C] // 林木机械装备与循环经济论坛论文集. 北

- 京:2008.
- Yu Wenji. The development prospects analysis of waste wood and non-wood fiber resources used in man-made board industry[C] // Proceedings of Mechanical Equipment and Circular Economy Forum. Beijing:2008.
- [12] 吴晓青,邱冠雄,冯秀文. 废旧纤维板材成型工艺的优化[J]. 东华大学学报:自然科学版,2003,29(5):96-99.
- Wu Xiaqing, Qiu Guanxiong, Feng Xiuwen. Optimization of forming process of composite plate made by the recycled textile fiber[J]. Journal of Donghua University: Natural Science Edition, 2003,29(5):96-99.
- [13] 沈巨磊,于永玲,吕丽华. 基于废弃混纺纤维循环利用的板材成型技术及其性能[J]. 纺织学报,2010,31(1):28-31.
- Shen Julei, Yu Yongling, Lu Lihua. Forming technique and property of plates based on recyclable waste blended fibers[J]. Journal of Textile Research,2010,31(1):28-31.
- [14] 刘丽妍,高岩,王瑞. 黄蒿纤维增强复合材料的开发[J]. 纺织学报,2010,31(4):65-68.
- Liu Liyan, Gao Yan, Wang Rui. Development of whisk broom fiber reinforced composites[J]. Journal of Textile Research,2010,31(4):65-68.
- [15] 宋华. 短纤维增强 PVC 复合材料力学性能研究[D]. 上海:东华大学,2003.
- Song Hua. Mechanical behaviors of the short fiber reinforced PVC composite[D]. Shanghai: Donghua University,2003.
- [16] 彭丹. 麻纤维增强聚丙烯的制备及其性能研究[D]. 武汉:湖北工业大学,2011.
- Peng Dan. Fabrication and property investigation of hemp fiber reinforced polypropylene composite[D]. Wuhan: Hubei University, 2011.
- [17] 于伟东. 纺织材料学[M]. 北京:中国纺织出版社,2006.
- Yu Weidong. Textile Materials Science[M]. Beijing: China Textile Press,2006.

耐高温塑料进气歧管应用于宝马 i8

宝马公司最近推出的一款混合动力跑车 i8 配备了全球首款内置集成增压空气冷却器的耐高温塑料进气歧管(AIM/CAC)。这款塑料进气歧管采用了帝斯曼工程塑料(新加坡)的 Stanyl Diablo 耐高温聚酰胺 46 OCD2100。

这款注塑成型的进气歧管可在 220℃ 高温下长时间运作,并可承受极高的内压。帝斯曼与一家领先的系统供应商合作开发了这款内置增压空气冷却器的塑料进气歧管,并提供大量开发和加工技术支持。

Stanyl Diablo PA46 OCD2100 含有 40% 玻璃纤维,以及一种专门研制且获得专利的热稳定剂。这款材料可在 220℃ 的高温下长时间正常工作,可以承受的最高温度达 250℃。

宝马 i8 融合了一系列尖端技术,在赋予高端跑车性能的同时,其碳足迹仍低于紧凑型车。这主要归功于它所采用的 1.5 L 涡轮增压汽油发动机以及一台混合同步电机。

集成耐高温 AIM/CACs 并不是第一次出现,只是以前是金属部件。汽车制造商希望找到一种塑料解决方案,来降低汽车质量,最大化设计灵活性,使一个高性能组件能够安装在小空间内。

相比铝制歧管,由 Stanyl Diablo 聚酰胺 46 制成的塑料进气歧管质量降低 40%,其优化的加工性能还可降低系统成本。同时,这款材料的力学性能和耐高温性能非常突出,在 220℃ 高温下可长时间连续工作。

AIM/CAC 由几个模制品通过热气焊接组装而成。在这方面,最佳焊接强度意味着这款集成 AIM/CAC 可以承受很高的压力脉冲。此外,尽管含玻纤成分较高,但这些部件的尺寸稳定性和表面光洁度都非常优秀。

“各国都在制定更严格的排放法规,因此汽车制造商越来越关注能源效率。这款内置集成增压空气冷却器的耐高温塑料进气歧管在全球将会得到广泛应用,”帝斯曼空气 /

燃料业务全球市场经理说道,“在这个项目中,Stanyl Diablo OCD2100 的表现优于其它材料。在未来这类应用中,这款材料将为帝斯曼带来更多业务。”

在汽车引擎用耐高温热塑性塑料的开发上,帝斯曼称得上是领先者。其开发的 Diablo 技术已经获得专利,可以提高 Stanyl PA 等材料的长期耐高温性能,远高于标准的聚酰胺。帝斯曼还利用这项技术来升级其 Akulon PA6 材料的性能。同时,帝斯曼还将 Diablo 技术授权予其它耐高温热塑性塑料供应商。

(工程塑料网)

开祥化工 BDO 等精细化工产品进军欧美亚市场

日前,从义马开祥化工传来消息,该公司所产的 1,4-丁二醇(BDO)、聚对苯二甲酸丁二酯(PBT)两种精细化工产品已分别收到来自意大利、加拿大、美国以及中国台湾和香港的 8 笔价值 40 万美元的“试单”合同,成为华中地区同类型产品中唯一打开出口通道的生产企业。

BDO 和 PBT 分别是重要的精细化工原料和工程塑料,被广泛应用于医药、化工、纺织、造纸、日用化工、电子电器、汽车零件、机械及家用品等领域。从国内最大的 BDO 供应商“探路”国际市场,义马开祥化工正在通过国内市场和国际市场并举的全新模式打造我国最具市场竞争力的精细化工生产企业。

在国内精细化工产品销售形势尚好时,义马开祥化工便提前开始进军国际市场的销售布局。今年以来,面对国内竞争日益激烈的煤化工市场行情,该公司一方面加大对国外销售市场的开发力度,努力开辟国际销售新渠道;另一方面进一步加深同韩国晓星、德国巴斯夫在国内工厂的合作,根据客户需求加大对生产工艺和装置的技术创新,最大程度地保障了战略合作伙伴对产品需求量和品质的需求,并通过这些跨国公司的国际贸易公司进一步打开进军欧洲、美洲、亚洲等地区的出口通道。

(慧聪塑料网)