

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2017.09.026

PET 纤维功能母粒研究进展*

胡蝶¹, 盛平厚², 丁筠¹, 乔辉¹, 高曙光¹, 武艳杰¹

(1. 北京化工大学, 北京 100029; 2. 中国纺织科学研究院, 北京 100025)

摘要: 主要综述了具有阻燃、抗紫外、导电、抗菌及远红外功能特性的聚对苯二甲酸乙二酯 (PET) 功能母粒的相关研究, 重点探讨了功能母粒的制备过程、功能助剂改性方法、设计构筑及功能性评价。指出未来的发展方向是提高 PET 功能母粒的改性高效性、热稳定性、共混相容性及成纤可纺性等方面。

关键词: 共混法; 聚对苯二甲酸乙二酯; 功能母粒; 制备方法

中图分类号: TQ322 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2017)09-0125-05

Research Progress in Functional Masterbatches of Polyethylene Terephthalate Fibers

Hu Die¹, Sheng Pinghou², Ding Yun¹, Qiao Hui¹, Gao Shuguang¹, Wu Yanjie¹

(1. Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China; 2. China Textile Academy, Beijing 100025, China)

Abstract: The research status of polyethylene terephthalate (PET) functional masterbatches with flame-retardant, uvioresistant, conductive, antibacterial and far-infrared properties were summarized, including the preparation methods, modification ways of functional additives, fabrication techniques and functional performances of these masterbatches. Finally, the developing directions of PET matrix functional masterbatches such as higher modified efficiency, better thermal stability, more excellent blending compatibility and better spinnability were prospected.

Keywords: blending method; polyethylene terephthalate; functional masterbatches; preparation methods

聚对苯二甲酸乙二酯 (PET) 纤维具有高强、高模、保型性好、尺寸稳定性高等优异性能, 是理想的纺织材料, 在国内发展速度较快, 产量已位居合成纤维之首。近年来, 人们对纺织品的质量要求逐步提高, 其环保性和功能性成为人们日益重视的两大方面, 传统纺织品已不能满足现代市场的需求, 功能性纤维的研发已成为现代纤维的主要发展方向^[1-2]。制造功能性纤维的技术有共混改性技术、纤维截面异形技术、复合纺丝技术等^[3]。共混改性技术是在纺丝之前, 将功能助剂与 PET 混合, 通过加热熔融共混, 使其均匀地分散在聚合物中, 重新制造出功能母粒, 再用熔融纺丝来制备功能纤维, 共混技术可以根据需要灵活改变改性助剂的产品种类及含量, 灵活适用于各种纤维功能需求。

母粒的制备是共混法制备功能纤维的关键环节。母粒中助剂的限度或填料的含量比实际制品中的需要量要高数倍至十几倍。母粒性能的好坏直接影响纤维纺丝的质量, 母粒中功能粉体的种类、分散程度、粒径大小、添加量都会影响聚酯可纺性及织物性能。

笔者着重介绍了近年来国内外 PET 纤维用功能母粒的制备及研究进展, 包括阻燃母粒、抗紫外母粒、导电母粒、抗菌母粒及远红外母粒, 涉及制备过程、功能助剂改性方法、设计构筑及功能性评价, 并对未来母粒研究重点进行了总结和

展望。

1 PET 纤维用阻燃母粒

PET 纤维的极限氧指数 (LOI) 仅为 21%~22%, 属易燃纤维, 通过制备阻燃母粒, 进而制备阻燃功能纤维, 可有效降低 PET 纤维的燃烧几率。近几年由于纳米技术的发展, 母粒的制备也倾向于采用新型纳米级无机阻燃粉体, 如 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, MgO , SiO_2 , $\text{Al}(\text{OH})_3$, Al_2O_3 , 层状双金属氢氧化物 (LDH), Mn_2O_3 等^[4]。

罗秋兰^[5]用稀硝酸对多壁碳纳米管 (MWCNTs) 进行表面修饰, 以修饰后的 MWCNTs 为载体, 通过液相反向沉淀法, 以六水氯化镁和 NaOH 为原料, 制备了 MWCNTs/ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 复合阻燃剂, 并利用双螺杆加热熔融挤出有机-无机复合阻燃母粒。当 MWCNTs/ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 添加量为 5% 时, 母粒未出现大的团聚, 说明阻燃剂与 PET 基体界面结合良好; 但阻燃剂的添加量大于 2% 时, 随其用量的增加, 母粒初始模量和最大拉力开始下降; 当阻燃剂添加量为 3% 时, 阻燃 PET 功能母粒的 LOI 就可达 28%, 说明这种新型阻燃剂制备的阻燃母粒拥有优异的阻燃效果。王欣^[6]采用原

* 国家十三五重点研发计划项目 (2016YFB0302801)

联系人: 丁筠, 博士, 主要从事聚合物功能改性材料研究

收稿日期: 2017-06-19

位聚合法,通过酯化缩聚反应研究制备了微胶囊化碳微球(PCMSs),并将其作为阻燃剂与PET切片共同加入挤出机后熔融共混制备PCMSs/PET阻燃母粒。研究发现,经处理后的碳微球与PET基体之间相容性良好。当阻燃剂含量为1%时,材料的力学性能较好,LOI可达到29.8%,且其余焰时间较短,熔滴较少,说明PCMSs比碳微球在提高PET材料的阻燃性能中更具优势。实验制备的阻燃母粒可纺性良好,通过熔融纺丝成功制备阻燃PET功能纤维,且其吸湿性能良好,是一种性能优良的阻燃纤维。

D. T. Mangesh等^[7]以线性低密度聚乙烯(PE-LLD)为基体,与蒙脱土(MMT)纳米粒子共混制备PE-LLD母粒作为阻燃剂,纺丝前将母粒加入PET切片中纺丝。研究发现,PE-LLD母粒的加入虽使纤维力学性能有所下降,但其下降程度在可接受范围之内,母粒的加入可增强PET纤维的热学性能及阻燃性,且对纤维染色性无影响。当相容剂质量分数为0.25%时,MMT纳米粒子质量分数为2%时能达到良好的阻燃效果,制备出性能较优的阻燃纤维。

N. Didane等^[8]基于磷酸盐-多面体低聚硅倍半氧烷(POSS)的混合物制备了阻燃PET母粒,研究了次膦酸铝和八甲基-POSS(OM-POSS)或十二烷基-POSS(DP-POSS)共混的阻燃母粒与PET基体熔纺PET和阻燃-PET(FR-PET)织物形式下的阻燃效果。研究发现,在PET基体中加入次膦酸铝和OM-POSS共混物使放热峰值最高降低50%,且释放的总热降低到38%,所纺制的织物具有一定阻燃性。量热法结果表明,次膦酸铝与DP-POSS共混比OM-POSS具有更高阻燃性能。F. Rault等^[9]提出了一种无卤阻燃母粒生产方法,这种母粒含三聚氰胺氰尿酸酯(MC)和次膦酸混合物(MPh)。研究发现,在纺丝成型时加入MPh/MC母粒,能够为纺织品提供相应阻燃性能,来自MC的氮的存在增强了磷阻燃化合物的阻燃效果。当MPh/MC质量比为2:1时,采用极限氧指数和锥形量热法测量所得织物阻燃性能最佳,添加量仅为6%时就能达到相关阻燃要求规范。

2 PET纤维用抗紫外线母粒

近年来随着人们对健康意识的提高,由臭氧层破坏带来的辐射问题得到人们的广泛关注。紫外线可根据波长不同进行分类:长波紫外线UVA(315~400 nm)、中波紫外线UVB(280~315 nm)和短波紫外线UVC(<280 nm)。过量紫外线辐射会加速皮肤老化,甚至致癌。因此具有抗紫外防护功能的服装和原料引起广泛的关注^[10-14]。近几年关于制备抗紫外纤维的方法多集中于后整理涂覆法,虽然易于大规模生产,但织物手感较硬,耐久性差;而母粒法制备抗紫外线纤维的优势是工艺流程短,方法简单易操作,织物耐久耐洗性优良。其中抗紫外剂在母粒中浓度较高,因此抗紫外线剂的

分散是母粒制备的关键。

徐德增等^[15-16]主要研究了二氧化钛和氧化锌超细粉体共混制备抗紫外母粒。并采用硅酸钠将复合粉体进行表面改性处理,增强抗紫外剂与PET基体的相容性和分散性。研究发现两种粉体复配制备的母粒性能与单一粉体相比抗紫外性更强。综合考虑母粒与PET基体熔纺后纤维的力学性能和抗紫外性能,纤维中抗紫外剂最佳质量分数为0.1%、两粉体复合比例为1:1时性能最优。柯文新等^[17]发明一种抗紫外、阻燃抗熔滴、吸湿排汗涤纶单丝及制备方法,其中包括功能母粒的制备。同样采用TiO₂和纳米ZnO作为纳米级抗紫外剂,用硅烷偶联剂处理超细化聚磷酸铵,与抗紫外剂和PET切片制备功能母粒。当PET母粒质量分数为1%~5%时,经过熔融纺丝的涤纶单丝具有较好的抗紫外和阻燃性能。

高冰等^[18]运用ZrC纳米粒子制备改性母粒,并将改性母粒与PET切片干燥后进行熔融纺丝。研究发现,加入改性母粒后纤维的长波透过率和中波透过率都有所提高,说明其抗紫外线性能提升。且纤维强度基本不变,表面较光滑,截面无团聚现象,说明加入适量的纳米材料不会对织物的手感和外观造成影响,不影响其使用性能。

L. S. Stefanos等^[19]研究一种新型含紫外吸收剂的PET母粒制备方法。在酯化反应或缩合过程期间加入紫外吸收剂,制备出具有抗紫外功能的PET材料。此种紫外吸收剂是从三嗪类中选择的合适化合物,可在酯化开始时作为固体粉末加入,也可在酯化和缩合反应的时间间隔期间以浆料的形式加入。这种母粒长时间暴露于阳光下可表现出优异的稳定性,且对于日光具有防护性,添加剂的分散更均匀。

3 PET纤维用导电母粒

PET纤维作为现在应用最广泛的合成纤维,其表面电阻高达 $10^{15} \sim 10^{16} \Omega$,故而限制了在抗静电屏蔽材料等众多领域的应用^[20],因此研究导电纤维是目前纺织行业发展的重点。PET导电纤维主要分为金属系导电纤维、炭黑系导电纤维及导电高分子型纤维3大类^[21-23]。常用的导电材料包括炭黑、金属粉体石墨、碳纳米管、石墨烯、石墨等^[24-25]。关于导电母粒方面,大多研究集中于使用导电炭黑作为导电成分制备导电母粒。

孙福等^[26]所研究的导电母粒采用导电炭黑(纳米级)与PET共混制备。研究发现,炭黑含量的增加会使母粒流动性降低,当含量达到25%时,导电母粒已不具备可纺性。通过此导电母粒纺制的永久性导电纤维电阻率可达到 $1 \times 10^5 \Omega/\text{cm}$,导电性能较好。延亚峰等^[27]以棒状TiO₂、四氯化锡和三氯化铋制备TiO₂导电粉末,并以15%比例加入涤纶切片中熔融共混制备涤纶导电母粒。加入29%导电

母粒与 PET 切片进行纺丝分别制备了共混型导电纤维和三叶复合型导电纤维。结果表明,导电母粒制备的纤维皆具有优异的导电性能,且三叶复合型导电纤维导电组分连续性更好。延亚峰等^[28]又研究了以 PP 为基体,用白色导电 TiO_2 熔融造粒制备导电母粒,实验表明,这种母粒也能与 PET 体系共混制备出导电性优良的纤维。许志强等^[29]采用了两种不同的涤纶基导电母粒作为原料进行纺丝试验,实验发现,采用具有更低熔体流动速率的涤纶基导电母粒纺制 22 dtex / 3f 的纤维,能形成更好的纤维截面,并在可纺性与纤维导电性能等方面获得更好的效果。

M. Y. Wu 等^[30]发明了一种石墨烯导电母粒,将石墨烯纳米片用偶联剂将其表面改性形成改性层,与 PET 基体材料、导电炭黑(粒径小于 $1\ \mu\text{m}$)和少量分散剂熔融共混制备出导电母粒。S. Mazinani 等^[31]采用 PET/碳纳米管(CNT)母粒与 MWCNTs 熔融混合,提高 MWCNTs 的分散性,研究使母粒分散性最佳的工艺条件及 MWCNTs 含量,并进一步制备出 PET 复合母粒,且成功纺丝成导电纤维。复合母粒制备的导电纤维电导率最高可达 $0.01\ \text{S}/\text{cm}$,添加 MWCNTs 可以显著增加初纺纤维的可拉伸性和断裂伸长率。

4 PET 纤维用抗菌母粒

PET 由于分子结构特点,其纤维本身带有微小抗菌性能,但难以达到现阶段人们对抗菌性能的要求。生产抗菌纤维有很多种方法,由于母粒法成本低,对环境无污染,且抗菌持久性强,所以应用抗菌母粒与 PET 切片共混熔纺是生产抗菌纤维的首选方法。抗菌母粒制备的重点在于抗菌剂种类的选用和制备,近年来由于技术水平的提高,研究多集中于有抗菌效果的纳米材料。目前主要研究的抗菌纳米材料有金属氧化物(AgO , TiO_2 , ZnO 等)、CNT、粘土材料以及有机负载的无极纳米材料等^[32]。

相增辉等^[33-34]通过化学吸附法研究出载银 MWCNTs 作为抗菌剂,将纯 PET 切片与 Ag/MWCNTs 经高温混合双螺杆挤出制备抗菌 PET 母粒。抗菌母粒中抗菌剂含量为 4.5% 时分散性、相容性效果较好。此抗菌母粒经熔融共混法制备出抗菌纤维,可将抗菌剂均匀分散于纤维基体中。纤维耐洗涤性能优越,经洗涤 30 次后对大肠杆菌 ATCC1555、金黄色葡萄球菌 ATCC547 的抗菌率仍高于 26%,说明此功能母粒制备的纤维具有持久的抗菌性能。

刘伟时^[35]采用纳米银系作为抗菌剂与 PET 成纤树脂制成抗菌专用母粒,在熔融混纺抗菌 PET 纤维中加入纳米银系抗菌母粒作为有效的抗菌成分。通过加入抗菌母粒纺丝的纤维,对大肠杆菌 ATCC1555 和金黄色葡萄球菌 ATCC547 有明显的抑制作用,且抑菌率都在 90% 以上。综

合考虑纤维的强度、抗菌性能等问题,制备抗菌防臭 PET 纤维时,抗菌母粒的加入量为 5% 时较合适。王刚强等^[36]将超细竹炭粉与银离子粉体共混挤出制备兼具抗菌及远红外的功能性母粒。在造粒过程中,用特殊喷雾法加入可耐 $300\ ^\circ\text{C}$ 高温的高效扩散剂使竹炭与银离子粉体均匀分散到 PET 基体中,提高母粒功能效果。在纺丝工艺中,功能母粒采用单独干燥装置,更有利于切片的干燥,满足纺丝要求。

S. H. Hwang 等^[37]为提高 PET 纤维抗菌性能,不仅加入 TiO_2 纳米粒子制备母粒,且在熔融纺丝时控制纤维形状(四方形和十字形),并通过光催化沉积银铂粒子负载在 TiO_2 表面,来提高纤维抗菌性能。经测试发现,负载贵金属的 TiO_2 纳米粒子含量为 1% 时的十字形 PET 纤维的 BR 值(金黄色葡萄球菌及肺炎克雷伯菌减少率)可达到 20%,拥有较好的抗菌效果。

5 PET 纤维用远红外母粒

远红外纤维是一种可以吸收外界热能并辐射远红外线的新型化学纤维^[38],远红外纺织品最主要的加工方式是添加远红外母粒到聚酯切片中,进而纺丝制备功能纤维。

张现^[38]将铝镁水滑石高温煅烧得复合金属氧化物(MMO),并将 MMO 与 SiO_2 , ZrO_2 粉体复配作为远红外剂制备含 10% 功能粉体的远红外母粒。当功能粉体添加量为 1.5% 时,经纺丝的涤纶织物比纯涤纶制品有明显的温升性能。沈小红^[39]利用太极石材料的远红外性能,制备了含量为 8% 的太极石母粒。将此母粒用于熔融纺丝和静电纺丝工艺,成功制备远红外纤维且兼具抗紫外效果。研究发现,加入太极石纳米材料有助于纤维断裂强度和热稳定性的提高。加入太极石母粒熔融纺丝所得纤维的法向发射率可达 88%,具备优良的远红外性能。缪国华等^[40]采用载体为低熔点 PET,表面经硬脂酸改性的电气石母粒,制备具有保暖发热性能的功能纤维。电气石母粒具有良好的过滤性能,滤前压力稳定且低于 $0.2\ \text{MPa}$,说明其可纺性良好。

Y. C. Kao 等^[41]发明一种远红外母粒,将近红外吸收颗粒与聚合物熔融挤出制备远红外母粒。母粒在 $0.7\sim 2\ \mu\text{m}$ 的波长下可吸收近红外光,且能发出 $2\sim 22\ \mu\text{m}$ 波长范围内的远红外光。由此母粒制成的产品,不仅可吸收阳光存储热量,而且还可以辐射远红外光。因此,此母粒制备的功能纤维具有保暖效应,且也可用此母粒制备室内和室外储热产品。W. J. Lai 等^[42]制备一种磷光母粒,采用铝酸盐或硅酸盐作为磷光材料与 PET 基体、分散剂和成核剂先预混合,再由双螺杆挤出机熔融混合造粒。母粒中所采用的磷光材料能量被激发时,磷光材料的电子从基态跃迁到激发态以存储能量,激发的电子可返回到基态并以光的形式释放能量,且具有零辐射特性,并可在短时间吸收能量后长时间发光。

6 其他纤维母粒

除了上述功能母粒外,还有众多其他功能母粒,例如亲水母粒、阳离子可染聚酯母粒、高色牢度母粒等,皆能制备出性能优良的功能纤维。

白玲^[43]研究了一种防蚊型母粒,此母粒具有可吸附药液功能,研究发现此防蚊母粒与PET基体相容性较好,热稳定性高,此母粒能在防蚊蚊帐布中有很好的应用。东丽纤维研究所黄儒等^[44]发明一种采用氮化硼无机粒子制备的功能母粒,此种母粒可纺丝制成具有凉感和优良强伸度的新型纤维。王朝生等^[45]发明一种支链型可降解PET母粒,其特性是在链段中引入了乳酸基团和多元醇,使其具备可降解性能,这种母粒今后可在服装领域有广泛的应用前景。

7 结语与展望

综述了国内外采用共混法制备PET功能纤维时所需的阻燃、抗紫外、导电、抗菌、远红外母粒的制备方法、分散效果、所纺纤维性能等。功能母粒是共混法制备功能纤维的关键环节,母粒中功能助剂的分散效果及母粒在PET基体中的分散能力都将对最终功能纤维的性能产生重要影响。而目前国内外对功能纤维的研发多集中在原位聚合法、织物后处理等方法上,对功能母粒的研究较少。母粒中由于其高浓度的粒子使得分散困难,在PET基体中粒径大小不一且易凝聚、分散不均匀,导致纤维成型不稳定、纺丝困难、功能性和染色均匀性差。如何选取新型高效功能助剂及如何将功能助剂进一步改性使其与PET基体更好相容是现阶段母粒制备中的研究重点。除此之外,未来将对母粒成纤性提出更高要求,如何调节母粒含量及制备工艺、纤维成纤工艺使其协同配合,制备出稳定性好、耐久性强的高品质功能纤维也将是未来母粒研究的重点。

参考文献

- [1] 杨艳秋,等. 工程塑料应用, 2014, 42(9): 111-114.
Yang Yanqiu, et al. Engineering Plastics Application, 2014, 42(9): 111-114.
- [2] 杨保平,等. 工程塑料应用, 2014, 42(4): 9-14.
Yang Baoping, et al. Engineering Plastics Application, 2014, 42(4): 9-14.
- [3] 相恒学,等. 中国科学, 2014, 44: 1137-1144.
Xiang Hengxue, et al. Sci Sin Tech, 2014, 44: 1137-1144.
- [4] Carosio F, et al. Polym Degrad Stabil, 2011, 96: 745-750.
- [5] 罗秋兰. MWNTs/Mg(OH)₂ 阻燃 PET 功能纤维的制备及其结构与性能研究 [D]. 太原: 太原理工大学, 2011.
Luo Qiulan. Preparation and research on structure and properties of MWNTs / Mg(OH)₂ flame-retardant functional PET fiber [D]. Taiyuan: Taiyuan University of Technology, 2011.
- [6] 王欣. 阻燃胶囊化 PCMSs / PET 功能纤维的制备及其结构性能研究 [D]. 太原: 太原理工大学, 2014.
Wang Xin. Study on preparation and properties of encapsulation PCMSs / PET flame retardant functional fibers [D]. Taiyuan: Taiyuan University of Technology, 2014.
- [7] Mangesh D T, et al. Polym Eng Sci, 2012, 52: 1148-1154.
- [8] Didane N, et al. Polymer Degradation and Stability, 2012, 97: 879-885.
- [9] Rault F, et al. Polymers, 2015, 7: 220-234.
- [10] Zohdy M H, et al. Eur Polym J, 2009, 45: 2926-2934.
- [11] Xin J H, et al. Text Res J, 2004, 74: 97-100.
- [12] Yu Q Z, et al. Fiber Bioeng Inf, 2008(1): 65-72.
- [13] Alebeid O K, et al. Fibres Text East Eur, 2015, 23: 60-65.
- [14] Alebeid O K, et al. Text Res J, 2015, 85: 449-457.
- [15] 徐德增,等. 大连工业大学学报, 2009, 28(2): 124-127.
Xu Dezeng, et al. Journal of Dalian Polytechnic University, 2009, 28(2): 124-127.
- [16] 栾宇. TiO₂, ZnO 和稀土超细粉体改性的纤维研究 [D]. 大连: 大连工业大学, 2009.
Luan Yu. Study on modified PET fiber with hte suocer fine power of TiO₂, ZnO and rare earth [D]. Dalian: Dalian Polytechnic University, 2009.
- [17] 柯文新,等. CN, 01210308185.3. 2014-02-19.
Ke Wenxin, et al. CN, 01210308185.3. 2014-02-19.
- [18] 高冰,等. 合成纤维, 2015, 44(9): 13-21.
Gao Bing, et al. Synthetic Fiber in China, 2015, 44(9): 13-21.
- [19] Stefanos L S, et al. US, 0183957. 2015-07-02.
- [20] Chen K, et al. Polym Compos, 2009, 30: 226-231.
- [21] 陈向玲,等. 合成纤维工业, 2013, 36(3): 9-11.
Chen Xiangling, et al. China Synthetic Fiber Industry, 2013, 36(3): 9-11.
- [22] 乐珮珮,等. 化工新型材料, 2014, 42(12): 94-97.
Yue Peipei, et al. New Chemical Materials, 2014, 42(12): 94-97.
- [23] 方东升,等. 化工新型材料, 2013, 41(2): 60-62.
Fang Dongsheng, et al. New Chemical Materials, 2013, 41(2): 60-62.
- [24] Pantea D, et al. Carbon, 2001, 39: 1147-1158.
- [25] Schwarz M K, et al. Polymer, 2002, 43: 3079-3082.
- [26] 孙福,等. 纺织学报, 2010, 31(1): 1-4.
Sun Fu, et al. Journal of Textile Research, 2010, 31(1): 1-4.
- [27] 延亚峰,等. 高分子材料科学与工程, 2016, 32(6): 143-147.
Yan Yafeng, et al. Polymer Materials Science and Engineering, 2016, 32(6): 143-147.
- [28] 延亚峰,等. 化工新型材料, 2014, 44(8): 113-115.
Yan Yafeng, et al. New Chemical Materials, 2014, 44(8): 113-115.

- [29] 许志强,等. 合成纤维,2016,45(4):23-26.
Xu Zhiqiang, et al. Synthetic Fiber in China, 2016, 45(4):23-26.
- [30] Wu M Y, et al. US, 0294752.2015-10-15.
- [31] Mazinani S, et al. Polym Eng Sci, 2010, 50:1956-1968.
- [32] 李莉莉,等. 高分子通报,2013(10):12-20.
Li Lili, et al. Chinese Polymer Bulletin, 2013(10):12-20.
- [33] 相增辉. 载银多壁碳纳米管抗菌剂的制备及其在 PET 纤维中的应用 [D]. 太原: 太原理工大学, 2011.
Xiang Zenghui. The preparation of multi-walled carbon nanotubes loading antibacterial agent and the application in PET fiber[D]. Taiyuan: Taiyuan University of Technology, 2011.
- [34] 戴晋明. 载银多壁碳纳米管抗菌剂及其在纤维中的应用 [D]. 太原: 太原理工大学, 2010.
Dai Jinming. Application of silver loading multi-walled carbon nanotubes antibacterial agent in fiber[D]. Taiyuan: Taiyuan University of Technology, 2010.
- [35] 刘伟时. 化纤与纺织技术, 2013, 42(1):1-3.
Liu Weishi. Chemical Fiber and Textile Technology, 2013, 42(1):1-3.
- [36] 王刚强,等. 纺织导报, 2012(3):64-66.
Wang Gangqiang, et al. China Textile Leader, 2012(3):64-66.
- [37] Hwang S H, et al. Textile Research Journal, 2016(12):1-10.
- [38] 张现. 远红外聚酯母粒及纤维的制备工艺优化 [D]. 上海: 东华大学, 2014.
Zhang Xian. Preparation process optimization of far-infrared polyester masterbatches and fibers[D]. Shanghai: Donghua University, 2014.
- [39] 沈小红. 太极石母粒 / PET 功能性复合材料的制备及其性能研究 [D]. 上海: 上海工程技术大学, 2015.
Shen Xiaohong. Preparation and characterization of taichi masterbatch / PET functional composites[D]. Shanghai: Shanghai University of Engineering Science, 2015.
- [40] 缪国华,等. 合成纤维, 2015, 44(5):18-21.
Miao Guohua, et al. Synthetic Fiber in China, 2015, 44(5):18-21.
- [41] Kao Y C, et al. US, 0346402.2015-11-03.
- [42] Lai W J, et al. US, 0244666.2016-08-25.
- [43] 白玲. 合成纤维, 2016, 45(3):9-11.
Bai Ling. Synthetic Fiber in China, 2016, 45(3):9-11.
- [44] 黄儒,等. CN, 104178840.2014-12-03.
Huang Ru, et al. CN, 104178840.2014-12-03.
- [45] 王朝生,等. CN, 103910981.2014-07-09.
Wang Chaosheng, et al. CN, 103910981.2014-07-09.

塑料废品回收潜力巨大

据调查,我国 2015 年塑料制品产量共 7560.9 万 t, 2016 年是 7717.19 万 t, 呈上升趋势。但进口的废塑料是 2014 年 825 万 t, 2015 年和 2016 年均均为 735 万 t, 其中聚乙烯 (PE) 和聚对苯二甲酸乙二酯 (PET) 所占比例最大, 均为 34.5%。所以进口废塑料转换成原料, 在塑料制品所需原料中占的比例不足 10%, 不算很大。

我国每年产生的塑料废弃物已接近 3 000 万 t, 恐怖的是回收率不到 10%, 绝大部分被填埋、焚烧。既浪费资源, 又污染环境。在废旧塑料回收再利用方面, 其实我国还处于起步阶段, 回收还有很长的路要走, 但潜力也是巨大的。

分析其原因, 主要有三点:

第一, 我国废塑料行业由环境保护部、国家发改委、商务部、海关总署和质检总局等共同管理。因为行业归口不明确, 致使缺乏行业指导、技术规范。塑料回收没有明确的回收体系, 企业回收难度加大。

第二, 我国在宏观层面还没有对废塑料回收利用行业发展的综合规划, 缺乏具体政策扶持, 缺乏废塑料分类技术规范, 缺乏对采购使用废塑料并达到产品安全要求企业的认定和鼓励。相关制度不健全, 这些都导致了我国废旧塑料回收行业长期以来呈低水平徘徊状况。

第三, 我国塑料回收主要以物理再生为主, 和国际上的

物理再生、能量回收、化学还原和用作固体燃料等方法相差甚远, 绝大多数废塑料回收在处理工艺落后, 产品的技术含量和附加值较低。

随着国家环保力度的持续加强, 以及塑料固体废物进口的全面叫停, 国内塑料回收行业会不会得到发展机遇, 这个行业的春天会不会来临? 我们拭目以待。(中塑在线)

国风塑业拟投 1.79 亿建 180 t 聚酰亚胺薄膜项目

国风塑业公告, 拟自筹资金 1.79 亿元投资建设年产 180 t 高性能微电子级聚酰亚胺膜材料项目。

公告称, 本项目拟建设 2 条聚酰亚胺薄膜国产生产线, 年产聚酰亚胺薄膜 180 t。项目建设地点在合肥市高新区铭传路公司新基地, 使用土地为公司自有土地。

项目建设期为 1.5 年, 项目建成达产后, 可实现年产 180 t 高性能微电子级聚酰亚胺薄膜, 主要产品为 12.5 ~ 25 μm 高端电子基材膜、覆盖膜, 高导热型碳基膜。

聚酰亚胺薄膜被称为“黄金薄膜”, 可以在 -270 ~ 400 $^{\circ}\text{C}$ 宽温度范围内长期使用, 同时具有高强度、高绝缘、抗辐射、耐腐蚀等优异的综合性能。聚酰亚胺薄膜按照用途分为一般绝缘和耐热为目的的电工级应用、附有挠性等要求的电子级应用、航空航天应用和柔性显示光电应用等领域。聚酰亚胺薄膜品种较多, 使用范围广泛, 目前在电子领域使用量最大, 占聚酰亚胺薄膜总量的 60% ~ 80%。(工程塑料网)