

2010

学校编码: 10384

分类号 _____ 密级 _____

学 号: 200436009

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

涤纶纤维结构形态与染色性能的研究

Study of PET fibers structure and their properties

俞小春

指导教师姓名: 林国良 副教授

专业名称: 高分子化学与物理

论文提交日期: 2007 年 5 月

论文答辩时间: 2007 年 月

学位授予日期: 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2007 年 月

厦门大学学位论文原创性声明

兹提交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。
本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文而产生的权利和责任。

声明人（签名）：俞小春

2007年 06月 06日



厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

- 1、保密 (✓)，在 2010 年解密后适用本授权书。
- 2、不保密 ()

(请在以上相应括号内打“√”)

作者签名：俞小春 日期：2007年06月06日

导师签名：林国良 日期：2007年06月06日

摘要

涤纶是一种应用广泛的纺织材料,但由于大分子中缺少直接与染料结合的官能团,且涤纶的结晶度高、结构紧密,染料分子很难进入纤维内部,染色困难。改进 PET 纤维的染色性能具有重要意义。

影响纤维及其纺织品染色性能的因素有很多。对纤维来说,首先是纤维的化学结构,主要有化学组成、聚合度、分子立体结构等;其次是超分子结构,主要是结晶度、晶粒大小、取向度或侧序度,无定形区大小和孔隙大小及分布等。本论文通过 DSC、结晶速度测量、显微图像分析以及动态机械热分析确定了四种海岛纤维的结晶度、结晶速度、晶粒大小、玻璃化温度与染色性能的关系。结果表明:结晶度小,结晶速度慢,晶粒尺寸大,玻璃化温度低等等均有利于涤纶纤维染色性能的提高。

根据分析影响涤纶染色性的因素,本文采用物理共混的改性方法来提高涤纶的染色性。主要改性方法有以下几方面:

1. 采用 PC/PEG 共混改性 PET,通过以上实验方法表征分析,这种改性方法可以降低结晶度和玻璃化转变温度,改变结晶形态,提高涤纶的染色性。通过一系列实验得出:当 PC 添加 0.4%,PEG 添加 1%时,可使染色提高 2.5 级以上。考虑到 PC/PEG 改性 PET 的可纺性、力学性能,从 POY 与 DTY 的物性表征可以得出 PC 量添加 0.4%,PEG 量添加 0.6%时综合性能最好。

2. 采用陶土/PEG 共混改性 PET,可改变 PET 的结晶形态,降低结晶度,得到染色性好的涤纶。通过实验得出:当 PEG 添加 0.5%,陶土添加 1%时,可使染色提高 2 级以上。考虑可纺性、力学性能,最佳配比是 PEG 量添加 0.5%,陶土量添加 0.8%时综合性能最好。

3. 采用稀土/陶土共混改性 PET,降低结晶度,得到染色性好、成本低的浓染 PET 纤维。通过实验得出:当陶土添加 0.5%,稀土添加 0.25%时,可使染色提高 1.5 级以上。考虑可纺性、力学性能,最佳配比是 PEG 量添加 0.5%,陶土量添加 0.2%时综合性能最好。

关键词: 涤纶 结构形态 染色性能

Abstract

PET (Polyethylene terephthalate) is a kind of popular textile materials. However, the macromolecule is lack of the functional groups which can react with the dyestuff directly. And PET with high degree of crystallinity and tight structure which can have hydrogen bond with disperse dye. So it is hard for the dye molecule to get inside the fiber. It means PET is difficult to dye. That is why it is with great sense of improving the PET fibers' dyeing behavior.

There are many factors influencing the dyeing behavior of fibers and textile things. For fibers, firstly the factors are chemistry structure, mainly referring to chemical components, degree of polymerization, molecule stereo-structure ect.. Then macromolecule structure, mainly referring to degree of crystallinity, crystallite size, degree of orientation, size of amorphous regions, and size and distribution of the porosity ect.. In this paper, we used DSC, crystallization rate detector, polarizing microscope and DMTA to study the relationships between the dyeing behavior and degree of crystallinity, rate of crystallization, crystallite size, transition temperature in four sea-island fibers. The results showed low degree of crystallinity, slow rate of crystallization, large crystallite dimension and low transition temperature would benefit the improvement of PET fibers' dyeing behavior.

The experiments used three physically blending modifier to enhance the dyeing behavior of PET.

1. Using PC (Polycarbonate)/PEG (Polyethylene glycol) blending modifier to decrease the degree of crystallinity and transition temperature, and change the crystallite structure to enhance the dyeing behavior of PET. Through the experiments we found that the loading level of PC 0.4% and PEG 1% could enhance the visual color depth value above 2.5 order. Considering the results PC/PEG modified the spinnability and mechanical performance, after analysing the POY and DTY properties we found the above loading level could get the best combined properties.

2. Using Clay /PEG blending modifier to change the crystallite structure of PET and decrease the degree of crystallinity to get the PET with better dyeing behavior. We found that the loading level of PEG 0.5% and Clay 1% could enhance the visual color depth value above 2.0 order. Considering the spinnability and mechanical performance, the best loading level is above that could get the best combined properties.

3. Using Rare Earth/Clay blending modifier to decrease the degree of crystallinity to get better dyeability and low cost PET fibers with dye concentration. We found that the loading level of Clay 0.5% and Rare Earth 0.25% could enhance the visual color depth value above 1.5 order. Considering the spinnability and mechanical performance, the best loading level is above that could get the best combined properties.

Key word: PET structure dyeing behavior

目录

中文摘要	I
英文摘要	II
第一章 前言	1
1.1 涤纶纤维的应用和发展	1
1.2 常规涤纶 (PET) 的结构特征及染色性	2
1.3 近年有关涤纶染色改性的研究	3
1.3.1 共聚改性	3
1.3.2 共混改性	5
1.3.3 添加无机粒子改性	8
1.3.4 接枝改性	11
1.3.5 表面处理改性	12
1.4 论文研究的内容	16
1.4.1 探讨不同结晶结构形态对染色的影响	16
1.4.2 通过不同改性体系提高涤纶纤维的染色性	16
参考文献	18
第二章 海岛纤维结构形态与染色性能的研究	21
2.1 实验原料	22
2.2 测试仪器与测试条件	23
2.3 染色性能表征	23
2.4 海岛纤维的染色性	23
2.5 结晶度与染色性能的关系	24
2.6 结晶速度与染色性能的关系	26
2.7 晶粒尺寸大小及其分布与染色性能的关系	26
2.8 玻璃化转变温度与染色性能的关系	28
2.9 小结	29
参考文献	30
第三章 PC/PEG 改性涤纶结构形态与染色性能的研究	31

3.1 实验部分	31
3.1.1 实验原料.....	31
3.1.2 测试仪器与测试条件.....	31
3.1.3 改性涤纶的制备与纺丝	33
3.1.4 改性涤纶的染色.....	34
3.1.5 表征方法及条件	34
3.2 实验结果与讨论	36
3.2.1 PC/PEG 改性 PET 的组成与染色性	36
3.2.2 PC/PEG 改性 PET 的结晶速度及结晶度	38
3.2.3 PC/PEG 改性 PET 的结晶形态	40
3.2.4 PC/PEG 改性涤纶的玻璃化转变温度	42
3.2.5 PC/PEG 改性涤纶的物性	43
3.3 小结	45
参考文献	46
第四章 PEG/陶土改性涤纶结构形态与染色性能的研究	47
4.1 实验部分	47
4.1.1 实验原料.....	47
4.1.2 测试仪器与测试条件	48
4.1.3 改性涤纶的制备及纺丝.....	48
4.1.4 改性涤纶的染色.....	48
4.1.5 表征方法及条件.....	48
4.2 实验结果与讨论	48
4.2.1 陶土/PEG 改性 PET 的组成与染色性.....	48
4.2.2 陶土/PEG 改性 PET 的结晶速率及结晶度	49
4.2.3 陶土/PEG 改性涤纶的结晶形态	52
4.2.4 陶土/PEG 改性涤纶的玻璃化转变温度	53
4.2.5 陶土/PEG 改性涤纶的物性	55
4.3 小结	56
参考文献	57

第五章 陶土/稀土改性涤纶结构形态与染色性能的研究	58
5.1 实验部分	58
5.1.1 实验原料.....	58
5.1.2 测试仪器与测试条件	59
5.1.3 改性涤纶的制备及纺丝.....	59
5.1.4 改性涤纶的染色.....	59
5.1.5 表征方法及条件.....	60
5.2 实验结果与讨论	60
5.2.1 稀土/陶土改性涤纶的组分与染色性.....	60
5.2.2 稀土/陶土改性涤纶的结晶速度与结晶度.....	61
5.2.3 改性涤纶的结晶形态.....	64
5.2.4 稀土/陶土改性涤纶切片的表面形态.....	65
5.2.5 改性涤纶的玻璃化转变温度.....	66
5.2.6 稀土/陶土改性涤纶的物性.....	68
5.3 小结	69
参考文献	70
第六章 结论.....	71
致谢.....	73

Table of Contents

Abstract in Chinese	I
Abstract in English	II
CHAPTER 1 INTRODUCTION.....	1
1.1 Application and development of PET fibers.....	1
1.2 Structure characters and dyeability of PET.....	2
1.3 Previous studies on the dyeing behavior of PET.....	3
1.3.1. Copolymerization modification.....	3
1.3.2. Blender modification.....	5
1.3.3. Addition inorganic particles modification.....	8
1.3.4. Graft modification.....	11
1.3.5. Surface treatment modification.....	12
1.4 The contents of this paper.....	16
1.4.1 Effect of different crystallite structure on dyeing behavior	16
1.4.2 Use different modifying systems to enhance dyeing behavior of PET.....	16
References	18
CHAPTER 2 STUDY ON THE STRUCTURE AND DYEING PROPERTIES OF SEA-ISLAND FIBERS	21
2.1 Materials.....	22
2.2 Apparatus and measurement.....	23
2.3 Characterization of dyeing behavior.....	23
2.4 Dyeing behavior of sea-island fibers.....	23
2.5 Relationships between degree of crystallinity and dyeability	24
2.6 Relationships between crystallization and dyeability.....	26

2.7 Relationships between crystallite dimension and dyeability.	26
2.8 Relationships between transition temperature and dyeability.	28
2.9 Conclusion.....	29
References.....	30
CHAPTER 3 STUDY ON PC/PEG MODIFYING THE STRUCTURE AND	
DYEABILITY OF PET	31
3.1 Experimental.....	31
3.1.1 Materials.....	31
3.1.2 Apparatus and measurement.....	31
3.1.3 Preparation and spinning of modified PET.....	33
3.1.4 Dyeing of modified PET.....	34
3.1.5 Characterization.....	34
3.2 Results and discussion.....	36
3.2.1 PC/PEG modified component and dyeability of PET.....	36
3.2.2 PC/PEG modified rate of crystallization and degree of crystallization of PET.....	38
3.2.3 PC/PEG modified crystallite structure of PET.....	40
3.2.4 PC/PEG modified transition temperature of PET	42
3.2.5 PC/PEG modified properties of PET.....	43
3.3 Conclusion.....	45
References.....	46
CHAPTER 4 STUDY ON PEG/CLAY MODIFYING STRUCTURE AND DYEING	
PROPERTIES OF PET	47
4.1 Experimental.....	47
4.1.1 Materials.....	47
4.1.2 Apparatus and measurement.....	48
4.1.3 Preparation and spinning of modified PET.....	48
4.1.4 Dyeing of modified PET.....	48
4.1.5 Characterization.....	48
4.2 Results and discussion.....	48

4.2.1 PEG/Clay modified component and dyeability of PET.....	48
4.2.2 PEG/Clay modified rate of crystallization and degree of crystallization of PET.....	49
4.2.3 PEG/Clay modified crystallite structure of PET.....	52
4.2.4 PEG/Clay modified transition temperature of PET.....	53
4.2.5 PEG/Clay modified properties of PET.....	55
4.3 Conclusion.....	56
References.....	57
CHAPTER 5 STUDY ON RARE EARTHS/CLAY MODIFYING STRUCTURE AND DYEING PROPERTIES OF PET	58
5.1 Experimental.....	58
5.1.1 Materials.....	58
5.1.2 Appratus and measurement.....	59
5.1.3 Preparation and spinning of modified PET.....	59
5.1.4 Dyeing of modified PET.....	59
5.1.5 Characterization.....	60
5.2 Results and discussion.....	60
5.2.1 Rare Earths/Clay modified component and dyeability of PET	60
5.2.2 Rare Earths/Clay modified rate of crystallization and degree of crystallization of PET.....	61
5.2.3 Rare Earths/Clay modified crystallite structure of PET.....	64
5.2.4 Rare Earths/Clay modified appearance of PET chips.....	65
5.2.5 Rare Earths/Clay modified transition temperature of PET	66
5.2.6 Rare Earths/Clay modified properties of PET.....	68
5.3 Conclusion.....	69
References.....	70
CHAPTER 6 Conclusions.....	71
Acknowledgement.....	73

第一章 前言

1.1 涤纶纤维的应用和发展

近年来,纤维科学界把高分子纤维的高性能化、高功能化作为重要的研究方向。纤维不仅作为衣料,还在装饰、产业用纺织品方面有广泛的应用。纤维分为天然纤维和化学纤维。化学纤维分为人造纤维和合成纤维。20世纪20年代有机合成化学和高分子化学的发展,促使化学纤维问世,之后短短数十年它已经成为产业中支柱,产量与应用远远超过了天然纤维。其中涤纶、尼龙、腈纶是化纤中的三大纤维。自从1928年美国杜邦公司的Carothers对脂肪族二元酸和乙二醇的缩聚进行研究,并最早使用聚酯制成纤维后,聚酯纤维在三大合成纤维中发展速度最快,应用最广泛,产量最高,占世界纤维总用量的1/3,成为化学纤维之冠^[1-3]。聚酯纤维,商品名为涤纶,是由二元醇与二元酸聚合而成线形大分子所构成的合成纤维。目前大规模工业化生产的涤纶是以聚对苯二甲酸乙二酯为原料制得的,按其原料的英文缩写可为PET纤维。由于该纤维具有丝的光泽,强力和弹性均可和蚕丝媲美,耐碱性良好,自从1949年工业化后涤纶在世界范围内迅速发展^[3-12]。石油工业的飞速发展,也为涤纶纤维的生产提供了更加丰富而廉价的原料,加之近年来化工、机械、电子自控等技术的发展,使其原料的生产、纤维的成型和加工等过程实现短程化、连续化、自动化和高速化^[13]。

二十世纪九十年代以后,聚酯市场竞争的日益激烈,促使各生产企业纷纷寻求降低成本、增强竞争力的途径。简化工艺流程、扩大生产规模、提高单线产能已成为当今聚酯生产技术的发展趋势,聚酯单线产能已从十几年前的100t/d提高到现在的300-600t/d。康泰斯和杜邦公司正在建设750t/d的聚合装置,吉玛公司聚合装置的产能已达800t/d,酯化能力可达1000-1200t/d^[14]。涤纶纤维的消耗高速增长,在10年内翻了一倍,终于在2002年取代棉,成为最重要的纺织纤维。2003年的纺织品生产中涤纶消耗量估计已经达到2220万吨,棉的消耗量是2100万吨^[15]。

传统意义上纤维主要是用于衣服^[1],涤纶纤维具有一些优良的服用性能,

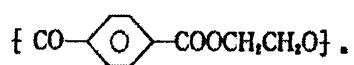
其弹性模量高，耐热性好，织物具有洗可穿等特性，从它的服用性来看，具有挺括、抗褶皱性好等特性，是合成纤维中较有生命力的一种纤维，但是高科技产业的兴起，对纤维产业提出更高要求。在强度、模量、耐热性方面，在不同环境下的适应性的方面，石油化工、电子等特殊产业都对纤维材料提出新的性能和功能要求。此外，人民生活水平的不断提高也要求衣料更加柔软舒适，颜色更加鲜明，风格更加突出，以及具有保健卫生功能、环保功能、防水透气功能。

随着生产技术的发展，PET 纤维的应用领域从最初的服用纤维逐渐发展到装饰、产业等领域，随着纤维生产技术的不断改进和完善，开发新型纤维正在使其应用领域不断扩大。积极开发差别化 PET 纤维的品种，提高纤维的附加价值，是化纤发展的必然趋势。人类生活水平的不断提高，在服用、装饰及产业用等方面对纤维材料的数量与品质上的要求也越来越高。常规的 PET 纤维在性能与功能方面已经远不能满足人类的要求，因此需要有推动上下游工业技术向更高层次进步的差别化纤维来适应社会发展的需要。差别化纤维的发展要以需求为导向和技术为基础作为开发的主要思路。生产差别化产品的主要技术有聚合物改性技术、超细纤维制造技术、异形纤维制造技术和复合纺丝技术等。目前开发的高附加值产品只要有细旦、超细旦、四异（纤度、收缩、截面、材质）、中空、易染等差别化纤维。

在 PET 涤纶产业开发中遵循成本最低化、聚酯产品系列化，高附加值化的原则，加强产学研联合开发、基础研究和应用开发，消化引进技术，进一步重视国产化工作，并努力形成本国专有技术，改变目前企业缺乏新产品开发的机制和能力，以及增强上下游垂直整合的力度，我国的 PET 涤纶产业乃至整个化纤行业就会出现新的起色，我国将不但成为化纤大国而且成为化纤强国^[16]。

1.2 常规涤纶（PET）的结构特征及染色性

常规 PET 是对苯二甲酸和乙二醇的缩聚体，其结构如下：



。从聚酯链节的组成和结构可以看出，它包括刚性的苯环和柔性的脂肪烃基，而直接与苯环相连的酯基与苯环又构成具有刚性的共扼体系，从而制约了与其相连的柔性链段的自由旋转^[17]。

聚酯的聚集态结构包括晶态、非晶态、取向态和与添加物组成的织态结构

等。它们与聚酯的成型加工条件和加工制品的性能具有密切的关系。聚酯分子为线形高分子，作为线形高分子链，由于链的内旋转形成多种复杂的空间构象和旋转异构体，而且链间相互缠绕；因此熔体冷却难以得到完整的晶体，通常是夹杂有一定量的非晶区的晶态结构。

PET 纤维成品为部分结晶的超分子结构，其结晶部分分子链相互平行，大多呈反式构象，而无定形区则多呈顺式构象。由常规 PET 的分子结构及结晶情况可知，其分子排列相当紧密，因而具有良好的力学性能以及纺织加工性能。由于分子排列紧密规整和高结晶性^[18]，以至于要使分子链的热运动从冻结状态解脱出来，必须辅以较高的温度^[19]。加之涤纶纤维是疏水性的合成纤维，涤纶分子结构中缺少像纤维素或蛋白质纤维那样的能和染料发生结合的活性基团^[20]，使得常规 PET 纤维的染色性能差。

常规 PET 纤维的染色一般采用分散染料染色，为改善其染色性能，通常采取高温高压染色。采用高温高压染色方法对设备要求高，染色时间长^[21]。分散染料几乎不溶于水，以微小颗粒分散在水中，在高温条件下向涤纶纤维扩散^[15]。

1.3 近年有关涤纶染色改性的研究

由于 PET 大分子中缺少直接与染料结合的官能团，且结晶度高、结构紧密、具有能和分散染料形成氢键的酯基，染料分子很难进入纤维内部，染色困难，国内外研究都把涤纶的染色作为研究重点。目前对涤纶纤维染色研究主要有化学改性、物理改性、加工工艺改性等几方面，通过这些方法改进涤纶的染色性能。

1.3.1. 共聚改性

(1) 阳离子染料可染单体共聚改性

黄素萍等^[22]人研究了 CDP 和 ECDP 两大类阳离子染料可染改性涤纶：CDP 是在常规 PET 聚合中加入苯二甲酸二甲酯磺酸钠作为第三单体（常用的第三单体为间苯二甲酸二甲酯磺酸钠，即 SIPM），使所得改性涤纶的链段结构中引入了可作为阳离子染料染色染座的活性磺酸基团。由于磺酸基的引入，破坏了分子链的规整性，从而使 CDP 的热性能和超分子结构与常规 PET 有很大不同，除了染色性能以外，还部分地改善了一些使用性能。但同样由于磺酸基的引入，虽然 T_g 下降，结晶性能变差（ T_c 上升），而分子间的范德华力由于极性的增大而增大，

纤维内部的磺酸基的可及性差，通常条件下的上染率仅为理论值的 16%左右。ECDP 是在 CDP 的基础上，再加入具有柔性的第四单体，以增加分子链的柔性。由于 ECDP 中引入了 $\left(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}\right)_n$ 的链段，改变了纤维的微观结构，使纤维能在常温、常压下染色^[23]，使其成为常压型的阳离子染料可染改性涤纶。存在的问题：一是由于引入了较多的 $\left(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}\right)_n$ 链段结构，相当于在常规 PET 中二甘醇含量大大增加，由于聚醚链段中醚键降解的活化能较小，故 ECDP 的耐热性较常规的 PET 大大下降，力学性能也下降；二是由于要引入第三、第四单体，成本较高；三是阳离子改性涤纶不适合混纺。

(2) PET-PBT 共聚

华坚等^[24]利用共聚的方法获得的 PET-PBT 改性涤纶材料。PBT（聚对苯二甲酸丁二醇酯）和 PET（聚对苯二甲酸乙二醇酯）为同系聚酯，PBT 柔性链段的引入使 PET 的刚性下降，柔性增大，玻璃化温度降低，使分子链段的运动变得容易，在瞬时能形成较大的空隙，并使分子链段处于自由活动状态，从而提高 PET 染色性能，但存在的问题是 PBT 纺丝成型中获得的结晶度取向度较大，拉伸和热定型后纤维的结晶、取向变化明显小于 PET，断裂强度和断裂伸长变化亦小。

(3) PET-PEG 共聚

周光宇等^[25]认为 PET-PEG 嵌段共聚物的分子链具有软、硬段相间的结构特点。有文献表明，大分子两端是有由硬链段封端的，聚集态结构是典型的两相结构，且软段含量同共聚时所加入的 PEG 量是基本相同的。在合成中通过控制 PEG 的加入量，能确定相应的硬链段和软链段的值。宋厚春^[26]研究表明 PET 与 PEG 嵌段共聚物是由 PET 硬链段和 PEG 软链段铰接而成的，在序列结构中，PET-PEG 嵌段共聚物的熔点与 PET 硬段含量关系如图 1-1。

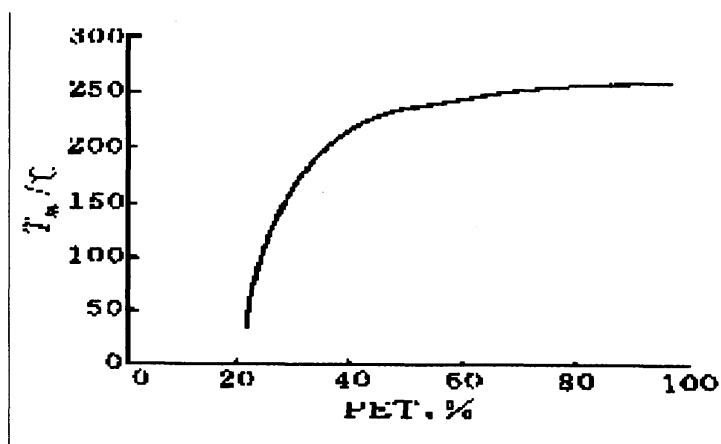


图 1-1 PET-PEG 嵌段共聚物的熔点与 PET 硬段含量关系

Fig.1-1 Relationships between the melt point of PET-PEG block copolymer and the hard segment containing of PET

选取 PEG 的加入比例为 25% 的共聚物作为改性剂, 按 20% 的比例同 CDP 切片 (经固相缩聚增粘) 混合, 干燥后进行纺丝, 拉伸后测试吸湿率和染色饱和度指标, 并同普通涤纶的相应指标进行比较, 结果如表 1-1 所示。把 PET-PEG 嵌段共聚物用作 PET 纺丝的改性剂, 能较好地改善 PET 纤维的染色性和吸湿性。

表 1-1 PET-PEG 共聚物对 PET 纤维的影响情况

Tab.1-1 Influence of PET-PEG copolymer on PET fiber

改性剂比例, %	染色饱和度, %	吸湿率, %
20	5.1	0.75
0	2.5	0.4

张宝华等^[27]通过嵌段共聚的方法在 PET 中引入亲水性基团, 对染料的吸附和上染性也有所增强, 进而提高产品的染色性能。用聚乙二醇 (PEG) 作第三单体, 通过在聚酯主链中加入醚嵌段, 提高聚酯纤维的染色性。但存在的问题是 PET-PEG 共聚改性聚酯纤维的切片熔点、结晶温度和纤维强力随着 PEG 含量的增大逐渐下降, PET-PEG 嵌段共聚物的可纺性也逐渐变差。

1.3.2. 共混改性

(1) PBT/PET 共混改性

李立新等^[28]研究了 PBT/PET 共混纤维结构和拉伸、染色性能的关系。实验结果表明, 随着 PBT/PET 共混比的增加, 初生纤维的结晶度、取向度及纤维的断裂强度、上染率均增加。PBT/PET 共混纤维的染色性能如 1-2 所示。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

廈門大學博碩士論文摘要庫