

芳纶1414长丝强度不匀率初探

吴清基 朱介民 胡克诚 阮毛娣 钱咸或

(中国纺织大学)

【提要】 影响芳纶1414纤维强度不匀率的因素较多,本文作者从聚合体粘度、纺丝浆液组成、纺丝成形稳定性和喷丝速度等参数进行探讨,结果表明:各种工艺参数对纤维强度不匀率均有不同程度的影响,其中纺丝浆液浓度的影响尤为显著。

芳纶1414纤维是以聚对苯二甲酰对苯二胺(简称PPTA)为原料,浓硫酸为溶剂,配制一定浓度的液晶纺丝溶液,采用干-湿法纺丝成形的。它具有高强度、高模量、低比重、耐高温等优异特性。这是由纤维的分子结构所决定的^[1]。从图1可以看出,在纤维轴向伸展的聚合体链结构给予纤维高的纵向弹性模量,芳香族环及电子的共轭体系给予纤维以化学稳定性和分子链力学刚性,在横向氢键和纤维轴向的共价键导致纤维很大的力学上的各向异性。

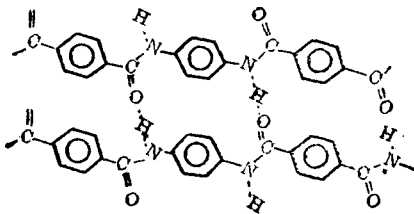


图1 芳纶1414的化学结构

芳纶1414纤维在宇航、军工、轮胎帘子线、降落伞、船壳、电缆、体育用品等方面得到广泛的应用。

在某些产品的加工过程中,出现单丝强度与复丝强度转换率偏低的现象。通过实验分析说明除纺织加工过程中有部分强度损失降低转换率之外,纤维本身的强度不匀率也是影响纤维强度转换率的重要因素之一。干-湿法成形中,影响纤维强度不匀率的因

素较多。本文仅从主要的成形工艺角度探讨影响纤维强度不匀率的诸因素。

一、实验

1. 原料

芳纶1414聚合体由我校自行合成,含水率小于0.05%。

2. 纺丝浆液的制备

上述聚合体用99~100%的浓硫酸配制成16~20%组份的纺丝浆液,温度控制在80~85℃,搅拌溶解4~5小时,经过滤脱泡后送纺丝。

3. 纺丝

采用干-湿法成形。喷丝帽规格为 $\phi 0.07 \times 120$ 孔, $\phi 0.07 \times 210$ 孔,喷丝速率20~30米/分,喷头拉伸5~6倍,凝固浴温度2~4℃,浓度3~4%,连续碱洗、水洗、干燥、上油、卷绕。

4. 纤维物理测试

用YG-001型单纤维电子强力仪,测定纤维的强度、伸长、强度不匀率等力学参数,用均方差表示不匀率。

二、结果与讨论

1. 聚合体粘度对强度不匀率的影响

由表1可以看出,纺丝装置不同,但聚合体粘度对强度不匀率影响的规律是一致的。随着聚合体粘度的增加,纤维的强度不匀率

表 1 1*2* 纺丝装置纺制的纤维强度不均匀率

编 号	聚合体粘度(η_{inh})	强度不均匀率(%)
1* 装 置	1	3.77~3.84
	2	3.90~4.17
	3	4.22~4.64
	4	5.04~5.80
2* 装 置	1	3.77~3.84
	2	4.31~4.44
	3	4.60~4.84
	4	5.10~5.80

下降,而且当 $\eta_{inh} < 4.5$ 时下降较快, η_{inh} 到4.5以后,强度不均匀率随聚合体粘度增加下降的速率变得缓慢。因此,要求纺丝用的聚合体粘度应大于4.5。聚合体粘度增加,必然使纺丝浆液粘度提高,浆液粘度增加可使出喷丝孔的细流形状更加稳定^[2]。

2. 纺丝装置对不均匀率的影响

在1* 纺丝装置上作了某些改进,在2* 装置上降低了纺丝管下面丝条的强力^[3],并使凝固浴形成一浅浴,使液面保持水平,凝固浴以层流流向导丝孔^[4]。两种纺丝装置的结构参数见表2。从表1可以看出,2* 装置纺制的纤维的强度不均匀率比1* 装置的要小。

表 2 两种纺丝装置结构参数比较

装 置	纺丝管(毫米)		凝固浴流速 (米/分)	雷诺数 (Re)
	长	直 径		
1*	320	14.0	2.35	20.3×10^5
2*	12	8.5	0.59	3.1×10^5

从表2的数据和实验中所观察的现象表明,2* 装置比1* 装置有以下优点:(1)凝固浴液面稳定;(2)凝固浴对丝条的阻力较小;(3)凝固浴在纺丝管中流动的扰乱程度较小。因此,2* 装置纺制的纤维结构就比较均匀,这和以上得到的实验结果是一致的。

3. 纺丝浆液浓度对强度不均匀率的影响

我们试验了16、18、20% 三种不同的纺丝浆液浓度,在成形条件基本相同的情况下,浆液浓度与强度不均匀率的关系见表3。

表 3 浆液浓度对纤维强度不均匀率的影响

浓 度 (%)	纺 速 (米/分)	强 度 (厘牛/分特)	强度不均匀率 (%)
16	100	14.43	17.40
	120	15.04	16.10
	140	16.17	15.80
18	100	17.51	13.30
	120	19.18	13.20
	140	16.88	11.00
20	100	16.32	7.33
	120	15.76	6.43
	140	16.83	7.57

注:喷头孔径均为0.07毫米。

从表3可以看出,随着纺丝浆液浓度的增加,纤维的强度不均匀率下降比较明显,浆液浓度提高与聚合体粘度增加的效果是一致的。同时,提高纺丝浆液的浓度不但可使出喷丝孔的细流形状更加稳定,并可使初生纤维形成的结构更为均匀,从而改善纤维的物理机械性质。从图2的纤维不同截面形态结构也可证明,用20% 浓度的浆液所纺制的纤维结构比较均匀,几乎看不出皮芯结构,纤维的强度不均匀率最小,而16% 浓度的浆液所纺制的纤维的皮芯结构比较明显,纤维的强度不均匀率也较高。所以,在许可的条件下,适当提高纺丝浆液的浓度,对改善强度不均匀率是有利的。

4. 喷丝速率对强度不均匀率的影响

采用同一种规格的喷丝头,增加泵功率,在一定范围内提高喷丝速率,有利于液晶分子取向排列,并减少细流在空气层中停留的时间。喷丝速率对纤维强度不均匀率的影响见表4。

从表4可以看出,当喷丝速率从20米/分增加到24米/分时,强度不均匀率下降,这可能是由于进入凝固浴的细流经过空气层的纵向变形而变得较强韧,对凝固浴的流体动力学阻力显得更加稳定。纤维成形过程条件稳定,成品纤维的质量就比较均匀。但是,当喷速



图 2 不同浓度浆液纺得的纤维的截面形态结构
(a)浆液浓度20%； (b)浆液浓度18%； (c)浆液浓度16%

表4 喷速对纤维强度不匀率的影响

浓度 (%)	喷速 (米/分)	纺速 (米/分)	强度 (厘牛/分特)	强度不匀率 (%)
18	20	100	17.17	10.70
	24	120	18.16	9.46
	28	140	22.85	10.90
16	20	100	18.45	13.20
	24	120	16.75	9.30
	28	140	17.15	11.70

从24米/分增加到28米/分时，强度不匀率反而增加，这可能是由于喷丝孔构造上的原因，纺丝浆液流经喷丝孔道的速度受到流动不稳定性的限制^[5]，使喷出的细流不稳定而影响强度不匀率。

三、 结 论

1. 芳纶1414聚合体的粘度对成品纤维的强度不匀率有一定的影响。聚合物粘度高，强度不匀率低。从纺丝角度要求，聚合物粘度以大于4.5为好。

2. 纺丝装置结构合理能改善纤维凝固成形的稳定性，有利于降低纤维的强度不匀率。

3. 提高纺丝浆液的浓度，不但可提高成品纤维的强度，且可明显降低其强度不匀率。在现有的纺丝条件下，浆液浓度宜控制在18~20%范围内。

4. 选择适当的喷丝速率，纤维可获得较低的强度不匀率。

参 考 资 料

[1] <J. Appl Polymer Sci.>, 1979, Vol.21, No.1

p.59.

[2] <Fibre chemistry>, 1975, Vol. 7, No.1, p.40~47.

[3] U. S. P. 4,298,565.

[4] U. S. P. 4,340,559.

[5] <Fibre Chemistry>, 1979, Vol.11, No.3, p.204~206.

湖南苧麻技术开发中心在长沙成立

1986年5月11~13日在长沙举行了“湖南苧麻技术开发中心”成立大会。纺织工业部、农牧渔业部、湖北省纺织工业总公司、中国纺织大学、上海第二棉纺印染公司、广州绢麻纺织印染厂、广西绢麻纺织研究所和湖南省有关单位、苧麻基地县30个单位57名代表出席了会议。湖南省委常委副省长王向天、纺织部科技司副司长李百长等有关领导讲了话。

湖南苧麻技术开发中心是经国家科委批准由纺织部共同投资的新型科研机构，它面向全国苧麻行业，从种植到纺织加工一条龙地应用与开发苧麻，其主要任务是开展苧麻良种选育种植技术，苧麻作物综合利用、改良苧麻纺织加工传统技术、新工艺、新技术及纺织新品种等方面的开发研究，并承担苧麻行业技术发展、技术改造、技术引进规划的制订和拟定有关技术标准、开展测试与情报工作。

会议听取了“中心”筹建工作汇报，查勘了长沙工地与湖南苧麻纺织研究所，审议和讨论了“中心”的七五规划和1987年打算。

最后，建议将湖南苧麻技术开发中心改名为中国苧麻技术开发中心，以体现面向全国和适应国际技术交流及执行联合国开发计划署的援助项目的需要。

(向策宣)