

锦纶 6 予取向丝作纬纱的分析

姜化文

曲宗禄

(河北轻化工学院) (河北省纺织工业总公司)

【摘要】 本文对以锦纶 6 予取向交错丝作纬纱的可能性和技术经济合理性进行了论述, 并进一步从予取向丝的超分子结构特点加以分析探讨。结果表明: 锦纶 6 予取向交错丝的物化性能可以满足纺织加工对纬纱的要求, 并能用来织造手感柔软、染色性能良好、价格较低的纺织品。

锦纶 6 复丝是锦纶长丝的主要品种之一。主要用于机织和针织, 除纯纺外也可与涤纶、棉纱交织制造各种不同风格的织物。

锦纶 6 复丝多采用两步法即低速纺丝+拉伸(LOY+DT)或高速纺丝+拉伸(POY+DT)工艺进行生产。近来, 也有采用一步法即纺丝-拉伸联合工艺生产复丝, 但由于设备价格昂贵, 目前尚未得到广泛应用。

两步法生产的锦纶 6 复丝沸水收缩率达 10~14%, 使其在某些领域中的应用受到限制。

最近, 国外有些锦纶 6 生产厂商, 为了降低锦纶 6 复丝织物成本, 克服锦纶 6 复丝沸水收缩率高的缺点, 采用锦纶 6 予取向丝+交错工艺制成的交错丝直接作纬纱, 生产塔夫绸等机织面料。例如, 日本的 Unitika 和意大利的 Snia、Radici 等都生产这种可直接作纬纱的锦纶 6 POY 交错丝, 并有相应的纺织产品。西德鲁奇公司也有类似的生产技术, 其产品简称 HSO。

一、锦纶 6 复丝和 POY 交错丝的性质

锦纶 6 复丝指经 LOY+DT 或 POY+DT 工艺生产出来的筒装复丝(简称 DT 丝); POY 交错丝指在高速纺丝(4000~4500米/分)过程中, 在绕成卷装前将 POY 经交错喷嘴进行交错制成的卷装丝。这两种丝的主要物化性质见表 1。

从表 1 和意大利 Snia 公司和 NOY 工程公司提供的锦纶 6 复丝和 POY 交错丝的物化

性质^[1]可以看出: (1) 两种丝的强度相比, POY 交错丝的强度约低 4.42(mN/dtex); (2) 断裂伸长 POY 交错丝比 DT 丝约高 25%; (3) POY 交错丝的沸水收缩率较 DT 丝低 4~6%。除上述三点外, POY 交错丝的染色性能较好, 杨氏模量较低, 丝条柔软, 手感好。

表 1 锦纶 6 DT 丝和 POY 交错丝的物化性质

性 质	DT 丝	POY 交错丝
断裂强度(mN/dtex)	35.4	30.98
断裂伸长(%)	35~45	60~70
沸水收缩率(%)	10~14	6~8

二、锦纶 6 POY 交错丝作纬纱的可能性和技术经济合理性

1. 可能性及优缺点

从纺织加工来看, 对化纤长丝作经纱、纬纱(包括经编、纬编用纱)有着不同的要求。

经纱在织造过程中, 经过的工序多、张力大, 要求经纱结构紧密结实、弹性好、强力高、毛羽少, 以利于操作。

纬纱与经纱不同, 强力可低些, 但需结构丰满、条干均匀、质地柔软, 以便织得手感舒适的织物。对照 POY 交错丝的物化性质, 其在结构、强度、手感等方面均可满足作纬纱的要求。另外, 由于 POY 交错丝的沸水收缩率较低, 可以避免坯布在后加工中的横向收缩。

POY 交错丝除作一般纬纱外, 特别适宜喷水织机用纬纱织造塔夫绸。因为喷水织机对纬纱强度要求较低, 塔夫绸对横向收缩要求较严, 不能用普通的拉伸丝, 如果用拉伸丝, 则

需在专门生产纬纱用的拉伸机上生产，以保证较低的沸水收缩率。

POY 交错丝的伸长较高、杨氏模量较低、强度稍差，经实践证明它们对织造加工不会带来影响。有些可以通过织物的后整理加以弥补，最终得到价格便宜、手感柔软的织物。

2. 技术经济合理性

织物经、纬纱的用量大致各半，如用 POY 交错丝替代过去一直沿用的拉伸丝作纬纱，则建设投资和生产成本都会降低。

(1) 建设投资

由两步法工艺改为 POY + 交错工艺生产锦纶 6 长丝可以节省建设资金。现以新建年产 2000 吨锦纶 6 长丝工厂为例进行分析。

(a) 假设原设计方案为年产 78~133dtex 锦纶 6 复丝 2000 吨，采用 POY + DT 工艺。

(b) 假设将原设计方案改为 78~133dtex 锦纶 6 复丝 1000 吨/年，采用 POY + DT 工艺和 78~133dtex 锦纶 6 POY 交错丝 1000 吨/年，采用 POY + 交错工艺。前者供作经纱用，后者供作纬纱用。

(c) 方案改变后，可以省去 144 锭的拉伸加捻机 3 台。生产厂房面积可减少约 1000 米，其它空调、冷冻、电力、定员以及配套的宿舍等均可以相应减少。唯一需要增加的是纺丝机上的交错装置。另外压缩空气量也要相应增加。经初步估算，两个建设方案比较，新方案可减少建设投资约 15%。

(2) 生产成本

生产成本由原材料、能源、工资、折旧、管理等各项费用组成。与原方案比：新方案在各项费用上均有所降低，其中能源、折旧两项减少的较多。经初步测算，POY 交错丝比 DT 丝单位生产成本可降低 5~6%。

三、从锦纶 6 POY 交错丝的超分子结构分析其作纬纱的可能性

当卷绕速度达 4000~4500 米/分时，制得的锦纶 6 POY 交错丝超分子结构的特点与涤

纶 POY 不同。现从取向、结晶等方面分析其作纬纱的可能性。

1. 锦纶 6 POY 交错丝大分子沿着纤维轴向获得高度取向，双折射 Δn 趋向饱和值。

在熔融纺丝中，当泵供量和单丝的纤度都不变的条件下，卷绕丝的 Δn 随着卷绕速度 V_L 的增加而提高。图 1 是锦纶 6 和涤纶卷绕丝的 Δn 随 V_L 的变化曲线^[2]。

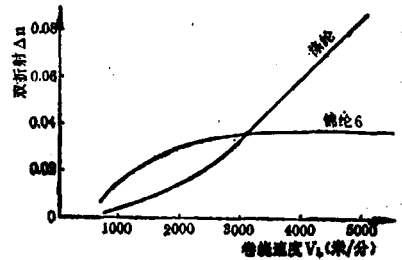


图 1 双折射与卷绕速度的关系

由图 1 可见，当 V_L 达到 3000 米/分以上时，锦纶 6 的 $\Delta n - V_L$ 曲线几乎与 X 轴平行， Δn 值基本不再变化。说明锦纶 6 POY 交错丝大分子取向几乎达到了最高程度，纤维结构趋向稳定。而涤纶不同， Δn 随 V_L 的增加一直是急剧地增加，尽管在很高的卷绕速度下也达不到其所能达到的最高取向程度。

2. 锦纶 6 POY 交错丝具有较高的结晶度

由于大分子链结构不同，锦纶 6 的结晶能力比涤纶大得多。X 衍射研究表明：在高速纺丝条件下，分子的高度取向促进了结晶。锦纶 6 POY 获得了较高的结晶度，虽然涤纶 POY 也产生结晶，但结晶度不高^[3]。

另外，锦纶 6 大分子中的酰胺基团有一定的亲水性，吸湿后会致其玻璃化温度 (T_g) 下降，使结晶温度范围变宽，发生后结晶化现象。故锦纶 6 在室温下仍能继续结晶和进行晶型转化。较不稳定的 γ 或 β 六方晶体可逐步转化为稳定的 α 单斜晶体^[3]。这对没有吸湿性的涤纶来说是不可能的。

上述几点说明，锦纶 6 POY 已经具有较为稳定完善的超分子结构，为其 POY 交错丝

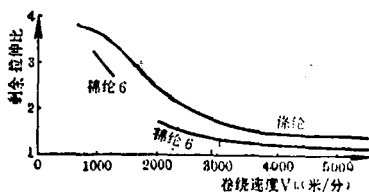


图 2 卷绕速度与剩余拉伸比的关系
作纬纱提供了可能性。

3. 锦纶 6 POY 后拉伸效果分析。

在高速纺丝过程中，锦纶 6 POY 获得了高度的取向与结晶。说明丝条在 4000 米/分以上的速度下，在克服气流巨大摩擦阻力的同时，已经受了比较充分的拉伸。具有一定的强度和伸度，为省去后拉伸提供了条件。

POY 的予取向度越高，其后拉伸倍数就越小。卷绕速度与剩余拉伸比的关系如图 2^[1]。

当卷绕速度达 4000 米/分时，锦纶 6 POY 的剩余拉伸比为 1.1~1.8，涤纶为 1.4~1.6。这意味着锦纶 6 的后拉伸更为困难，而拉伸效果对丝条物化性能的贡献却不会很大。

锦纶 6 POY 的后拉伸是在室温下，纤维结构已较为完整的基础上进行的。后拉伸对原晶态结构有所破坏，并不易发生重结晶，所建立的新结构也不完整。结晶的破坏将不能阻止大分子链的收缩。另外，通过后拉伸非晶区的大分子达更高取向，致使纤维强度提高、伸度减少。但同时，取向了的非晶态链也产生了更大的内应力。纤维遇热后会因非晶态链的松弛而收缩，而使丝条的沸水收缩率增加。这就是后拉伸效果的两个不同方面。所以对后拉伸的取舍要从技术与经济两方面综合考虑。

四、锦纶 6 POY 交错丝在 纺织加工中的应用

锦纶 6 POY 交错丝作纬纱在国外已得到广泛应用，主要生产各种塔夫绸。将日本 Unitika 的两种塔夫绸（一种以 DT 丝，另一种以 POY 交错丝作纬纱）相比，以 POY 交错丝作纬纱的塔夫绸拉伸伸度：经向低 1~7%、纬向高 8~18%；拉伸强力：经向低 1~4 千克、纬向低 8~10 千克；撕裂强力：经向高 0.2~0.5 千克、纬向高 0.4~1.1 千克；两种塔夫绸的通气度和滑脱阻力近似，织物的手感较柔软。在染色方面，织物的染色牢度相同，但 K/S 值有所不同^[4]。

除作纬纱外，国外有许多用 POY 交错丝加工针织品的报道。例如，伸度为 65~75% 的 POY 交错丝直接进行针织加工，织成的针织品有光泽、手感好，织成袜子穿着舒适。用伸度为 64% 的 POY 交错丝加工成男衬衫衣料，染色后未发现条花。

（收稿日期 1987 年 10 月 10 日。）

参 考 资 料

- [1] Snia BPD, «Plant for the production of Polyamide 6 filament», 1987; Noy Engineering «Contract for the Production of Nylon 6 Textile Yarn Plant», 1987.
- [2] Zimmer AG, «High-Speed Spinning Technology For Textile Filaments», Fig4, Fig2, 1983.
- [3] H. F. 马克, «化学纤维结构及纺丝原理» P. 203, P. 216, 化学工业出版社, 1980.
- [4] Unitika LTD, «Preliminary Technical Proposal on Nylon 6 Textile Yarn Plant», Appendix P. 13, 14, 1987.