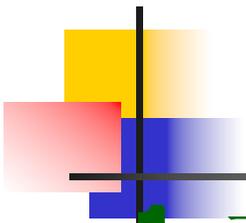


# 第四章 非稳态纺丝

---



# 一、非稳态纺丝的原因

## 1. 非稳态纺丝

在工业上，纺丝条件和材料特性方面总是有些变化的，这些变化会引起偏离理想稳态过程。这种不再满足稳态条件的纺丝过程皆称为非稳态纺丝。

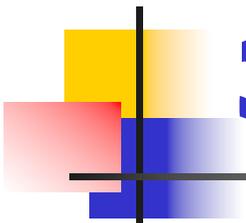
## 2. 非稳态纺丝的表现-纤维不均匀性

卷绕丝的不均匀性包括几何形态不均匀和结构不均匀以及由此引起的性能不均匀。

**几何形态**的不均匀：单根纤维或丝条在长度方向上线密度的变化；复丝断面上各根单纤维在直径上的差异。

**结构**上的不均匀：夹杂异物、气泡等宏观的；  
分子量、结晶和取向等是微观的。

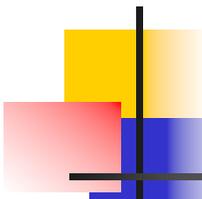
**性能**不均匀：强度与伸长的不均匀



### 3.非稳态纺丝的原因

---

- (1)**纺丝流体本身不均匀或含有异物；
- (2)**流体温度波动；
- (3)**泵供量波动；
- (4)**卷绕速度波动；
- (5)**凝固条件的变化（冷却条件：风温、风速风压；凝固浴液分布）
- (6)**喷丝板面剥离性劣化或孔壁异常；
- (7)**喷丝板孔径不均一或分布不合理；
- (8)**熔体破裂。



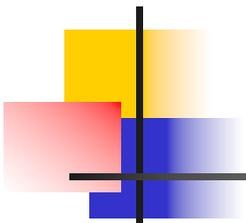
## 二、熔纺丝条在冷却气流中的扰动

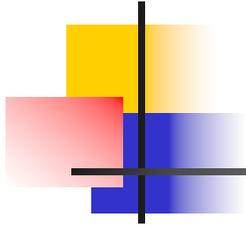
### 1. 扰动对成形的影响

实践证明，冷却吹风速度对高速纺丝(如**POY**)的力学性质及后加工性能的影响比低速纺时小得多，但对**POY**的条下不匀率(**U%**)影响很大，过大或过小的吹风速度均会使条干不匀率增大。

- 吹风风速在**0.3—0.7m/s**最佳。

吹风速度与**POY**条干不匀率的关系图

- 
- 
- 风速过小造成**POY**条干不匀率升高的原因在于受纺丝室外气流干扰的因素增强。
  - 风速过大时，湍动因素增加，而空气流动的任何湍动必将引起丝条振荡或飘动，当振动振幅达到一定数值时，就会传递到凝固区上方，使初生丝的条干不匀。



丝条的线密度变化率、**U**%和振幅均随湍流程度而增加。

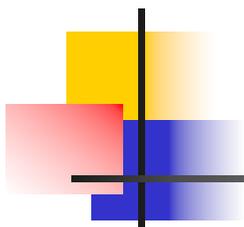
有人提出用下式计算丝条的振动频率**y**：

$$Y = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F}{m}}$$

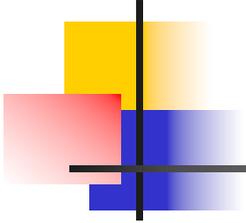
式中：**L**—喷丝板至丝条固定点的长度

**F**—丝条张力；

**m**—丝条单位长度的重量。



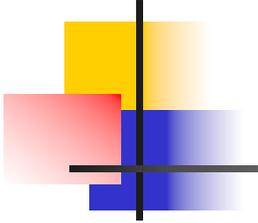
- 吹风对高速纺丝丝条线密度的影响远比低纺速的要小，即高速纺丝条抗扰动性好，丝条质量较稳定。



## 2. 减小扰动的方法

---

(1) 当空气湍流所引起的振动频率相等于丝条的振动频率了时，会导致共振而使丝条不匀率增大。为了避免产生共振现象，可以改变丝条的振动频率了。通常的做法是缩短喷丝头与喷油嘴集束点之间的距离，使振动频率变大而振幅减小。同时亦可看出，高速纺的丝条张力比低速纺大得多，一般不易发生共振，所以丝条的条干不匀率就好得多。



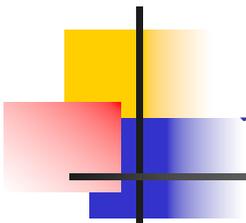
## (2) 提供层流性好的气流

---

通常从空调室经送风管道送来的气流都呈湍流态，在进入冷却室前，气流还要经过**90°**的折向，因此气流在进入冷却室前是湍流态的。

整流的方法：

- 采用多孔板：很不成功
- 金属丝筛网：筛网越细，抑制湍流的效果也越好，且多层组合还有效果倍加的作用，并能克服细筛网易于撕裂的缺点。
- 整流器：蜂巢状，可提高层流化的效果。



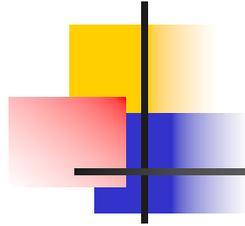
## 三、拉伸共振的作用

---

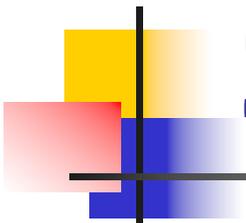
### 1. 拉伸共振

是在某挤出速率下拉伸比达到某一临界值( $V_L / V_0$ ) $c$ 以后才发生的不稳定现象。

随拉伸比的增加，丝条直径起伏的频率更大，最后导致丝条断裂。熔体破裂可用增加拉伸比来消除，可见，拉伸共振是与熔体破裂不相关的另一类不稳定现象，是对纺丝线上任何一点的无穷小扰动的持续振荡形成的响应。



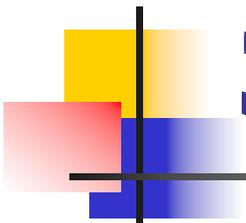
拉伸共振的表现是细流直径有规律地波动，纺丝线上的应力也有规律地波动，超过 $(V_L / V_0)c$ 越多，波动的幅度越大。



## 2. 熔体温度对拉伸共振的影响

---

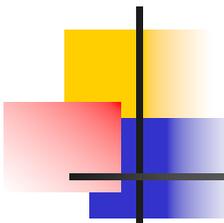
随拉伸比的增加，纤维不均匀程度也增加。在**200**°C与**220**°C时，纤维不均匀程度先增加后降低，这说明在非常高的拉伸比时，即在大大超过临界值时，也可以得到很均匀的纤维。所以，如果熔体温度选择得恰当，在拉伸比超过临界值时也不会产生拉伸共振。



### 3. 拉伸共振现象与熔体的弹性

---

- 拉伸共振现象与熔体的弹性有关。一切使挤出张大减少的因素都可以减小拉伸共振；
- 拉伸共振使纤维直径不均匀，且增加断裂的可能性。



## 四、湿纺稳定性的影响因素

---

在湿纺中，凝固浴浓度、温度及其循环量的波动，也会影响丝条的稳定性。

例如，尽管实际生产中可将凝固浴出口处相进口处的溶剂浓度控制在所要求的范围内，但各根单纤维周围的凝固浴浓度可能有偏差。如偏差较大，则其中与纺丝速度不相应的那些初生纤维可能断裂而产生毛丝。