

# VC404改双螺杆纺丙纶长丝的工艺探讨

启东合成纤维厂 黄勇 顾巨流 王国仁

## 摘 要

本文通过对比分析VC404螺杆挤压部分改造前后的生产工艺情况,指出改造后的VC404纺丝机对纺制丙纶长丝更为适宜,它对提高纺丝机的生产能力,扩大产品的生产范围、降低纺丝温度、减少降解和有色丙纶纤维的色差有着重要作用。

※ ※ ※ ※

作为合成纤维熔融纺丝三大纶之一的丙纶,因其生产工艺条件和要求比其他合纤品种低,比重小,保暖性好,原料价格便宜,使它成为迅速增长的一个重要合纤品种。目前,我国生产长丝的主要纺丝设备为VC404和VC406纺丝机,但这两种设备均非纺制丙纶长丝的专用设备,故在纺制丙纶长丝过程中暴露了不少问题,本文就VC404设备改造后生产丙纶的情况作一粗浅的探讨。

## 一、VC404纺丝设备的现状

VC404纺丝机为上海金山石化总厂制造,该设备用一台螺杆挤压机(螺杆直径 $\phi 65\text{mm}$ )供给两个纺丝箱体,每个箱体有四个纺丝部位,连接螺杆和箱体的为较长的大弯管和小弯管。该设备主要用于纺制锦纶长丝,而对于热稳定性差的丙纶不太适用。

## 二、改造后的VC404纺丝设备

改造后的VC404是在原有基础上增加了一台螺杆挤压机,使每只箱体各由一根螺杆供给,同时删掉了较长的大弯管,保留了原来的小弯管,改造后纺丝物料的流向见图1。

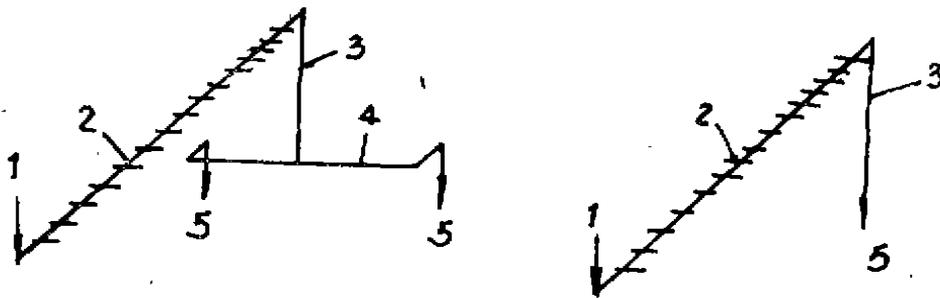


图1 VC404纺丝机改造前后管路的变化

a、改造前

b、改造后

1—原料进入 2—螺杆挤出装置 3—小弯管 4—大弯管 5—熔体进入纺丝箱体

### 三、VC404纺丝设备改造前后的生产工艺比较

#### 1、生产能力和生产品种

纺丝螺杆熔融挤出量的理论表达式为：①

$$Q = \alpha N - \frac{\beta}{\eta} \Delta P \dots \dots \dots (1)$$

式中：α—顺流常数                      β—逆流和漏流常数                      N—螺杆转速  
 ΔP—熔体出口压力                      η—熔体粘度

从(1)式可见，熔体挤出量与N成正比，与ΔP成反比，增加螺杆挤出量的方法有多种②，如增加螺杆的螺纹深度、增加混炼头，提高螺杆的转速等，但对于象VC404这样的纺丝机，采用上述方法均受到一定的限制，而且螺杆转速的提高会引起螺杆和切片、熔体的摩擦发热加剧，熔体粘度下降，影响正常挤出，同时降低了螺杆的使用寿命。VC404纺丝机经改造后，一根螺杆供给一只箱体，提高了纺丝机的生产能力，增加了产量，扩大了品种的生产范围。改造前，VC404纺丝机上只能生产100dtex以下的长丝，改造后，可生产180dtex的长丝，对于生产丙纶有色长丝则更为有利，可同时生产两种颜色的同一规格的长丝，能适应多变的市场需求。

#### 2、改造弯管，缩短了熔体的停留时间

VC404纺丝机的一个显著特点是弯管较长，既有大弯管又有小弯管，因此熔体在管道内的停留时间较长。丙纶的热稳定性较差，其降解分子量与降解时间（管道中停留时间）的关系如下③（假定熔体流经管道的分子量分布不变）：

$$\frac{1}{M\eta \cdot t} = \frac{1}{M\eta \cdot o} + kt \dots \dots \dots (2)$$

式中：Mη·o—进入管路时聚丙烯的粘均分子量  
 Mη·t—管内停留t时间后的聚丙烯粘均分子量  
 t—聚丙烯熔体在管路中的停留时间（min）  
 k—粘均分子量表现下降速度常数（min<sup>-1</sup>）

从(2)式可见，熔体输送管道的聚丙烯分子量随熔体在管路中停留时间的增加而减小④，对于纺制细袋长丝其降解则更为严重，大大地影响了丝的物理机械性能。因此，取消原纺丝机上的大弯管，保留小弯管，缩短了弯管的长度，减少了熔体的停留时间，提高了长丝的内在质量。使用美国PC966切片纺制98dtex/18f丙纶本色长丝（PC966的分子量为16.5万）时，发现改造前后切片的降解程度有所不同，改造前无油丝的分子量13—13.5万，而改造后为14—14.5万，说明改造后的降解较改造前来得低。

#### 3、纺丝工艺温度

聚丙烯在无氧的情况下，有相当好的热稳定性，但在氧存在下其耐热性很差⑤。聚丙烯的氧化降解是一种可被热或光引发的连锁反应，其氧化降解的结果使聚合物的分子量、熔体粘度和特性粘度下降，分子量分布曲线的形状有所改变，羧基含量增加，从而降低了产品的

伸度及强度。图2表示切片降解与纺丝温度的关系，纺丝温度越高，降解也越剧烈。

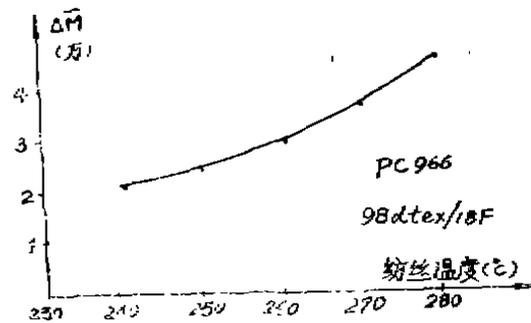


图2 切片降解与纺丝温度的关系

VC404改造前由于采用一台螺杆挤压机，为增加熔融量，需提高螺杆各区的温度，这就引起切片严重氧化降解，加上改造前弯管较长，熔体的停留时间也长，同时也促进了降解现象的发生，影响了切片的可纺性能。经改造后，在熔融量一定的条件下，可适当地降低螺杆各区的温度，提高纺丝的热稳定性，同时由于删除了大弯管，相应缩短了熔体的停留时间，有利于后加工的顺利进行。表1为VC404改造前后纺丝工艺温度的对比。表2为改造前后丙纶本色丝(98dtex/18f)质量情况对比。

表1 设备改造前后纺丝工艺的对比

螺杆各区温度	改造前	改造后
一区	190	180
二区	260	245
三区	265	250
四区	260	250
法兰	245	240
小弯管	245	240
大弯管	250	
箱体	258	245

注：切片为PC966， $\bar{M}$ 为16.5万；产品规格：98dtex/18f本色长丝

表2 设备改造前后产品质量对比

内 容	改造前	改造后
长丝的断裂强度(cN/dtex)	3.30	3.65
长丝的断裂伸长(%)	48	55
外观一等品率	78	86
牵伸千锭时断头率(%)	352	80

注：切片：PC966，产品规格：98dtex/18f本色长丝；

除纺丝温度，其余条件均相同。

从表 1 可看出, 生产同一规格的产品, 螺杆温度改造后可比改造前降低 10—15℃。

从表 2 看到, 改造后纤维强力提高、伸长增大, 外观一等品率提高 8% 左右, 牵伸千锭时断头率明显下降。

#### 4、纺制有色长丝的对比

聚丙烯纤维缺乏染色基团, 且结晶度高, 故无法用任何染料对其染色。工业化生产是在熔体中加入一定量的色母粒对纤维着色。生产中发现, 改造前的 VC404 纺丝设备在纺制有色丙纶长丝时, 由于采用了较高的纺丝温度, 而熔体在管道内的停留时间较长, 导致了有机颜料的分解、变暗和升华<sup>⑤</sup>, 因而纺制的长丝色差相当严重(表 3)。设备经改造后, 由于降低了纺丝的工艺温度, 提高了色母粒的热稳定性, 使色泽比原来鲜艳, 色差比原来降低, 改造的 VC404 对纺制有色丙纶长丝更为实用。

表 3 改造前后色差降等的对比

品 种	改 造 前			改 造 后		
	总降等 只 数	色差降 等只数	降等率 (%)	总降等 只 数	色差降 等只数	降等率 (%)
83dtex/18f 桔黄色	837	177	21.1	855	52	4.9
83dtex/18f 粉红色	936	189	20.2	823	48	5.8
98dtex/18f 黑色	1248	252	20.2	939	33	3.5
98dtex/18f 咖啡色	717	240	33.5	852	45	5.3

## 四、结论

通过对 VC404 纺丝机的技术改造, 提高了纺丝机的生产能力, 扩大了生产品种范围, 增加了企业的应变能力, 降低了纺丝的工艺温度, 提高了纤维的内在质量, 减少了色差; 不足之处是自控程度仍比较低, 熔压有波动, 有待于以后的进一步改进。

#### 参考文献

- 1、吴大诚等编, “合成纤维的熔体纺丝”, 纺织工业出版社(1980)。
- 2、王显楼等, “高速纺丝拉伸变形工艺与设备”, 纺织工业出版社(1987)。
- 3、潘祖仁等编, “高分子化学”, 化学工业出版社(1980)。
- 4、周智彦等, “合成纤维工业”, 1989, (5), 42。
- 5、吴宏仁等译, “聚丙烯纤维的科学与工艺”, 纺织工业出版社(1987)。