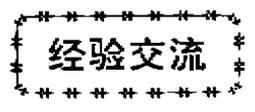


(9) 短纤维, 纺丝, 生产线, 聚丙烯纤维



德国 BARMAG 公司 丙纶短纤维短程纺生产线初析

45-49

樊建平 吴宏明[✓] 林钟新

TQ 342.62

(江苏丹阳合成纤维厂)

简述了德国 BARMAG 公司 FEI 丙纶短纤维短程纺生产线的特点, 某些设备的结构原理, 部分自控系统原理和生产情况, 并与国产设备进行了比较与评价, 最后提出了丙纶产品的应用和开发。

1 前言

丙纶(PP)是合成纤维的后起之秀, 它在我国虽然起步较晚, 但发展异常迅猛, 1991年全国 PP 纤维生产能力已达 18.35 万 t, 实际产量达 10.77 万 t, 其中短纤维占 41%。PP 纤维已占全国合纤总产量的 6.5%。原先国内丙纶生产大都是套用 VD、VC 系列涤纶纺丝设备, 使产品的质量和品种开发受到一定限制。

自 80 年代以来, 国内陆续从国外引进几十条丙纶纺丝生产线, 各具特点。我厂于 1987 年首家引进德国 BARMAG 公司 FEI 型丙纶短纤维短程纺生产线, 一期生产能力 2000t/a, 二期生产能力 4000t/a。产品规格: 单丝线密度 2.0~110dtex, 长度 33~90mm。经过近五年的生产, 设备性能稳定, 产品质量较高。在此对该生产线进行介绍和初步分析。

2 工艺流程

FEI 丙纶纤维生产线采用短程一步法和

辅料添加剂熔体注射工艺, 其工艺流程为: 切片(PP)→自动吸料→熔融挤压(同时添加辅料切片→熔融挤压→计量注射)→3DD 动态混合→纺丝→冷却成形→上油→七辊热牵伸→蒸汽箱→七辊热牵伸→叠丝→二次上油→卷曲→冷却→切断→吹送打包→成品。

3 主要生产设备介绍

该生产线总长度不足 32m(不含打包机), 设备最高高度 4.3m。整条生产线由主挤压机、辅挤压机、3DD 动态混合器、纺丝机、导生(联苯)系统、七辊牵伸机两台、蒸汽箱、叠丝架、卷曲机、冷却通道、张力架、切断机、打包机及空调机组、组件清洗处理设施等辅机组成。下面分析介绍主要设备的结构及特点。

3.1 主挤压机

型号 12E4, 螺杆直径 120mm, L/D=30, 压缩比 16.8/4.5, 螺杆与套筒间隙 0.075mm, 齿轮箱减速比 14.8/1, 驱动功率 92kW(直流电机), 分六段可控加热区, 加热

总功率 64.2kW, 自动吸料装置型号 GT5, 料斗容积 120L, 带有熔压自控系统。

3.2 辅挤压机

型号 4E4, 螺杆直径 45mm, $L/D=30$, 压缩比 10.5/2.8, 螺杆与套筒间隙 0.05mm, 齿轮箱减速比 14.9/1, 驱动功率 11kW (直流电机), 四段可控加热区, 加热功率 12.4kW。

3.3 3DD 动态混合器

据称是 BARMAG 公司专利, 由转子和锭子两部分组成 (见图 1)。安装在主挤压机顶端, 辅挤压机计量注入口后, 转子用内螺纹和主螺杆联接, 形成一整体, 其直径与螺杆相同, 其表面铣有很多长椭圆形深约 10mm 的凹坑, 锭子则与主挤压机螺杆套筒联接, 内径与套筒相同, 其内表面与转子凹坑交错地铣有相同的凹坑, 外部有可控加热圈, 熔体在此处被充分混和搅拌均匀。

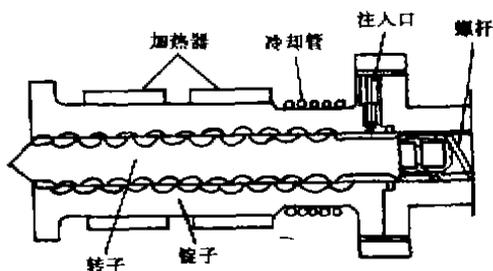


图 1 3DD 动态混合器示意图

3.4 纺丝系统

采用多孔矩形喷丝板, 单块喷丝板孔数可高达 40000 多孔, 共 4 个纺位。纺丝组件为上装式, 两台 $2 \times 50L/转$ 纺丝叠泵, 驱动功率 4.45kW (单台), 组件有压力显示, 报警和自停装置, 并进行打印记录。

3.5 导生系统

采用联苯炉集中控制, 熔体自挤压机到纺丝头的管道均用联苯蒸汽保温, 联苯及其蒸汽在系统内自然循环, 联苯炉有液位显示和极限报警装置, 低于极限位置无法升温和开车。如出现超压情况时, 安全阀起自动保

护, 通过管道排空, 冷凝器和储液器用来冷却和回收排出的联苯, 整个系统工作中由真空泵抽成真空。

3.6 牵伸机

该生产线有 2 台七辊牵伸机, 采用热辊牵伸, 其中第一台有 4 只热辊, 第二台有 3 只热辊, 分别由两台热油装置打入循环热油进行加热, 加热温度可在 250°C 内任意设定。热辊表面温差 $\leq \pm 1^{\circ}\text{C}$, 7 辊中前 4 只经过抛光处理, 后 3 只未抛光, 以增加摩擦系数。7 只辊之间的驱动是由一根特殊的平皮带传动的, 该皮带结构分 3 层, 上下两表层为一种高弹性的类似帘子线的制品, 中层是一种尼龙基片, 用皮带传动的优点是: 噪音小, 比齿轮传动低 10dB; 提高传动效率, 可达 98%; 每只辊的皮带轮直径可方便地加工得到, 略有区别, 可防止牵伸时丝束产生松弛现象; 结构简单, 便于维修, 也降低了机器成本。由于热辊工作温度很高, 所以辊轴承与热辊之间有空气隔热装置, 使皮带轮表面温度只有 30°C 左右, 从而保护了传动皮带。热辊内部构造如图 2 所示。

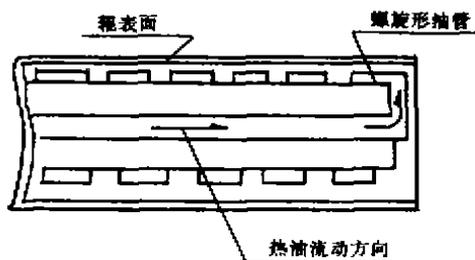


图 2 热辊内部构造示意图

3.7 卷曲机

型号 TK2 型, 卷曲轮直径 200mm, 宽度 125mm, 填塞箱宽度 128mm, 卷曲能力 72 万 dtex, 更改卷曲轮和填塞箱可达 140 万 dtex。卷曲机填塞箱压力是自动恒压控制, 原理如图 3 所示。当填塞箱 (3) 内丝束没有充满时,

由于盘形弹簧(7)的作用,固定在箱体上的喷嘴(11)与阻尼板(12)贴紧,压缩空气通过节流阀(10)全部进入气缸(5),使填塞箱内有一较大的压力,当箱内丝束充填到一定程度,使支承在弹簧(6)上的填塞箱产生一丝束行进方向的力,作用于盘形弹簧(7),当此力大于弹簧(7)的预张力时,箱体后移,喷嘴(11)随之离开阻尼板(12),旁路一部分压缩空气,气缸压力减小,箱内丝束阻力也减小,喷嘴随箱体又移进阻尼板,如此反复直至两力达到一恒定值,从而保证了丝的卷曲均匀性。如要调整卷曲率,只要通过调节螺母(8)增减盘簧(7)的预张力即可,预置的张力可通过表(13)显示。卷曲机上有一喷油装置进行二次加油,保证成品纤维的含油率。

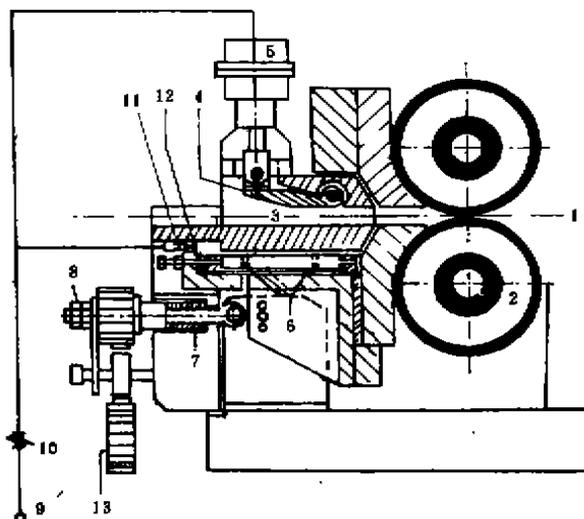


图 3 TK2 型卷曲机原理图

1. 丝束入口; 2. 卷曲轮; 3. 填塞箱; 4. 填塞箱上压板; 5. 填塞箱气缸; 6. 弹簧; 7. 盘形弹簧; 8. 调节螺母; 9. 压缩空气入口; 10. 节流阀; 11. 喷嘴; 12. 阻尼板; 13. 压力表。

3.8 切断机

为美国 LUMMUS 公司的 MARC6 型圆盘压切式,切断能力 110 万 dtex,水平装置的切割盘直径 430mm,刀片为一次性使用,周期为 21~28 天。

3.9 自动控制系统

该生产线自控程度较高,生产工艺的调节在总控制室和操作现场都可以控制。主、辅挤压机均设有熔压自控系统,4E4 挤压机向 3DD 的注入量由一台 40L/转计量泵控制,该熔体注射系统与纺丝计量泵能自动联锁,形成一闭环系统,注入量随纺丝计量泵转速变化而变,以保证添加辅料注入比例始终均匀一致。如更换组件,关掉一台纺丝泵时,4E4 注入量也会自动随之下降 50%。其原理图如图 4 所示。

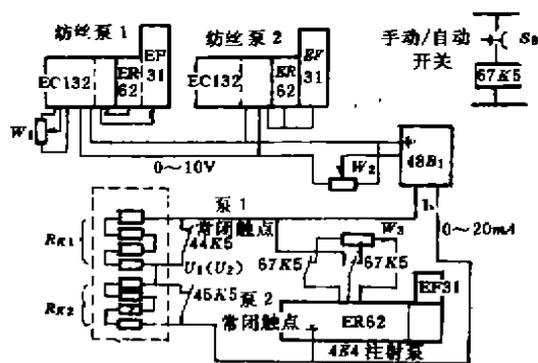


图 4 自动控制系统原理图

当 S_3 置“手动”位时, 67K5 不吸合, 4E4 注入量由 W_2 手动调节控制, 与纺丝系统不联锁, 呈开环系统。当 S_3 置“自动”位时, 67K5 吸合, W_2 被切除, 注射系统与纺丝系统联锁, 呈闭环控制系统, 这时若调节纺丝泵速度控制器 W_1 , 增大纺丝泵供量, 给定电路 EC132 输出 0~10V 控制信号, 该信号一路输入纺丝泵 1 和 2 的控制电路 ER62, 触发电路 EF31 去控制两台纺丝泵电机转速, 另一路经调节器 W_2 至变换电路 4B1 (此时注射量可由 W_2 设定好), 对应输出 0~20mA 信号 I_1 , 它经 R_{k1} 、 R_{k2} (一组取样电阻) 输入到 4E4 注射泵的控制电路去控制注入量(泵速), 此信号为,

$$U_1 = Z_1 (R_{k1} + R_{k2})$$

$$R_{11} = R_{12}$$

由此实现两者的联动。这时若需停纺丝泵 1, 则 4K₅ 常闭触点闭合, R₁₁ 被短路, 输入到注射泵控制系统的控制信号减小 1/2, 即: $U_2 = I_1 \cdot R_{12}$ 亦即 $U_2 = U_1/2$, 故注入量(泵速)也减小一半, 从而保证了添加剂比例保持恒定, 停泵 2 亦然。

4 主要生产技术

4.1 聚丙烯切片

辽化产 5028S₂

熔融指数: 14g/600s

比重: 0.91

等规度: 98%

分子量: 1.9×10^5

4.2 色母粒

日本大日精化产黑色(Black)牌号 97688, 添加量 1.5%。

4.3 油剂

德国汉高(Henkel)公司产, LW121(前道), BK2045(后道)。

4.4 纺丝工艺

12E4 挤压机 1~6 区加热温度分别为: 243、260、270、271、273、275℃;

3DD 加热温度: 275、275℃;

联苯炉温度: 275℃;

熔体压力: 10MPa;

熔体温度: 285℃;

纺丝泵速度: 25.7r/min;

组件压力: 15MPa;

4E4 挤压机 1~4 区温度分别为 198、208、210、210℃;

4E4 联接管及泵温度为: 220、230℃;

4E4 计量泵转速: 2.57r/min;

色母粒熔体温度: 220℃;

纺丝速度: 40m/min;

牵伸机 1 热辊温度: 125℃;

牵伸机 2 热辊温度: 145℃;

牵伸倍数: 3 倍;

蒸汽箱温度: 155℃;

冷却成形吹风: 温度 18℃, 风压: 1.8×10^5 Pa;

喷丝板孔数: 6250 孔/块。

4.5 产品规格与质量

成品规格为 17dtex×90mm, 产品质量见表 1 所示。

表 1 17dtex×90mm 成品质量

项 目	测试数据
线密度偏差(%)	+5
断裂强度(cN/dtex)	3
断裂伸长(%)	140
疵 点(mg/100g)	10
倍 长(mg/100g)	17
卷曲数(个/cm)	4.5
比电阻(Ω·cm)	10^{11}

5 FEI 短程纺生产线特点

FEI 丙纶短程纺属于低速多孔纺丝技术, 具有以下特点:

a. 整个生产过程一步完成, 工艺流程紧凑, 厂房投资小(单层结构), 多孔低速纺丝, 生产工艺容易控制, 操作方便, 设备机械磨损小, 产品质量稳定, 对原料要求较低。

b. 采用先进的熔体注射和 3DD 动态混合工艺, 熔体均化作用好, 产品质量高。特别是纺有色丝等差别化纤维时, 添加剂可单独加热控制, 热分解很少, 色差小, 更换品种快, 消耗较低, 故宜于开发新品种。

c. 牵伸采用可控热辊牵伸, 牵伸质量好。

d. 卷曲机二次上油, 恒压卷曲, 纤维卷曲性能优良稳定, 含油率高, 便于后加工。

e. 切断机采用压切式结构, 体积很小, 结构简单, 维修方便, 超长倍长纤维少。

f. 生产效率高, 能耗低, 经济效益明显。

与 VD404 纺丝机比较见表 2。

表 2 FEI 短程纺与 VD404 纺丝机比较

设备	一等品率 (%)	正品率 (%)	原料消耗 (t 切片/t 产品)	能耗 (折合标煤 t)	用工 (t 产品/1 人·月)
FEI 短程纺	93.81	95.27	1.01	0.43	3.2
VD404 纺丝机	85	70	1.065	1.1	0.8

注：均以生产 17dtex 有色纤维考核

g. 整个生产线自控系统较完善，调试方便，保证了产品质量的稳定。

6 产品特性及其开发和应用

丙纶由于具有比重轻、耐酸碱、不霉烂、绝缘好、强度高、无毒、不吸水和价廉等优点，在各个领域，尤其是产业、装饰和服装领域都得到越来越广泛的应用。丙纶短纤维广泛用于非织布行业中的地毯、毛毡、土工布、医药卫生用布、过滤材料、电气绝缘、隔音材料、装饰布、定型絮片等；利用丙纶的芯吸效应，还可纺制高级的运动衣、内衣等。

丹阳合纤厂已经开发和正在开发的各种规格丙纶短纤维有：

a. 2~70dtex 有色或无色纤维

主要用于卫生用非织布，人造毛皮，地毯，各种过滤材料，绝缘材料等。

b. 各种特性的共混差别化纤维

低熔点纤维，用于热熔法非织布生产可降低能耗，提高产品质量，手感柔软。

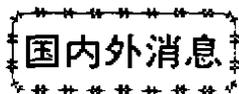
共混异形截面纤维，可提高产品的抱合性，提高过滤效果，适于开发新型滤材。

共混纺其他特种纤维，如阻燃纤维，抗静电纤维等。

7 几点看法

综上所述，丙纶短程纺生产技术具有很多优点，是目前国内常规 VD403~405 系列纺丝线的取代产品，建议国内有关部门组织力量加强对各类引进的短程纺生产设备的消化吸收工作，研制出符合我国国情的先进的生产设备。

BARMAG FEI 短程纺设备对小于 1.5 dtex 的细旦纤维的纺制有一定难度，对原料的要求也要相应提高 ($MRI > 26$)。



仪化短纤油剂产量 可满足国内 60% 需求量

长期依赖进口的涤纶短纤维油剂，目前已由仪化股份公司涤纶四厂正式生产。该厂投产以来，在价格和质量上已可与国外进口油剂相媲美，赢得了广大用户的青睐。

涤纶短纤维油剂是纺丝生产的重要辅料，对化纤产品有着重要影响。该装置由仪化公司投资 2000 多万元，从日本竹本株式会社引进年产 2000t 涤纶短纤维油剂复配装置，同时引进技术和原料，经过 10 个月的努力，终于生产出合格产品，被日方誉为“日本‘漂亮的女儿’嫁到了中国，是日本成熟技术输出的典范。”

目前，该厂油剂已在仪化涤纶一厂、二厂使用，全部替代进口油剂。仅此一项，每年可为国家节约外汇 140 万美元。与此同时，该厂的油剂还可满足国内油剂市场需求量的 60%。

(本刊编辑部)