

TS101.6

国外纺织实用新技术文集

化纤分册



山西省化纤所技术情报室
纺织部情报所文献资料室

目 录

化学纤维工业的百年史	1
------------	---

导电纤维的制法	157
酯酯纤维的特性	165
特殊工业共混纤维的分析	174
高强合成纤维的湿法纺丝	177
Terital 0.4:超细长丝	181
细丝的空气变形	185
一种可以生产多种纺织品的新型微纤维	190
纤维生产中聚合过滤系统	197
纤维或织物的表面处理方法	204
德国 Barmag 公司的超细纤维纺丝设备	209
高吸收性粘胶人造丝的制法	211

化学纤维工业的百年史

Court Hillaire de chavdonnet 在 1890 年法国 Besan — con 等的 "Societe Anonymi pour la Fabvication de la Soie Chavdonnet", 为人造丝的工业化生产以及以后的人造纤维工业奠定了基础。那时的日产量是 50kg, 到 1891 年达到 110kg, 而现今全世界化学纤维的日产量, 估计已达到 60000 吨之多。

已经在化学纤维生产的第一个十年期间铜胶纱和粘胶纱的纺丝过程在英格兰和德国有了良好地发展, 不久之后, 随着世纪的转变有了醋酸纤维的制作方法。1920 年在瑞士醋酸纤维的染色工艺过程得到了最好的发展, 不管怎样, 在这些纤维研究工作成功年之后, 转变成工业的纤维技术, 最重要的是, 随着第一次世界大战之后是纺织纤维的工艺设计(生产方法)。

在这二十年间化学纤维工业开始第一次提高, 1920 年世界生产仅达到 15,000 吨, 而在 1930 年则达到 20 万吨以上。这些仅说明占世界总消费量的 3%, 无论如何, 在那时棉花占 83%、羊毛占 14%。

赫尔曼·施陶丁格的研究工作在大约 20 年期间, 大分子化学已为化学纤维工业的发展奠定了基础, 尤其是也为后来的合成纤维奠定了基础。

在这 30 年中间, 纤维素纤维工业是增长最多的年份, 直到 1940 年为止世界生产登上了 110 万吨, 粘胶人造短纤维占总量的一半以上(1930 年仅有 1%)。

在这十年期间, 合成纤维的发展, 也取得了一定的地位, 1931 年 PVC 纤维用于工业, 从 1935 年起杜邦用尼龙 6 6, 并纺成纤维, 并在 1938 年保罗随着发现并制造了聚酰胺 6。1940 年世界合成纤维的生产估计在 5000 吨。

二次世界大战阻碍了合成纤维进一步地发展, 尽管不发展, 在 1942 年丙烯酸纤维建立, 随着二甲醛甲酰胺, 被发现并被搁置, 同样地在美国和德国, 聚丙烯腈被发现, 在英格兰和地克森, 聚酯纤维被开发, 这些纤维在今天是最多的, 重要的合成纤维, 超过了其他合成纤维。

回过头来看一看, 这个百年之间的转变(纤维素纤维)和这三十年(合成纤维)间的生产, 在纤维研究方面所产生的结果。

第二次世界大战之后, 合成纤维工厂的建设, 在五十年代期间, 开始遍布全世界, 在 1960 年世界产量已达到 7 万吨, 同时纤维素化学纤维粘胶、醋酸纤维、铜胶纤维已停止在 265 万吨。直到 1970 年为止合成几乎不断地扩大到了 480 万吨, 这样超过了纤维素(360 万吨)。这说明在那些日子里, 所有的企业经营管

理,较大生产力的企业用较低的成本,予测指向较大的销售量。第一个石油危机证明了限制产量的增长,世界合成纤维的生产减少了,1976年之后才得到恢复、数量又不断的增加。这些转移不管怎样,越来越多的从工业国家(西欧、美国、日本)到发展中国家和东欧(从80年代中期向前也到了中华人民共和国)。

在这期间,全部化学纤维工业(一部分是高消耗)重新开始考虑过去的许多困难,时运思想意识、逐步、消失,纤维工业从它的“高头大马到小的矮种马”,像德国的报纸 *Frankfurter Allgemeine* "FAZ" 放在它的时报上。现在市场已要求灵活性,考虑成本已放在突出的地位上。

这个发展当然是纤维研究工作和工艺技术的结果。生产工厂的最优化要求新的思想意识,要求聚合物和纤维暂时在拉丝上看不见,成为制品,即是有的话,在市场上获得建立的一个小的机会。聚丙烯纤维(纤维或在开始时引起小的注意(获得专利保护的例子),获得市场应用(聚丙烯纤维在七十年代和八十年代期间得到了特殊的应用(地板复盖物、工业的特种产品)。

在过去的二十年这个痛苦的学习过程之后,化学纤维工业,在第二个世纪上开始,现在的局面是市场前景更加明确。为工业的纺织品扩大市场——第二届国际组织技术专题座谈会,在这年五月的中旬在法兰克福召开,参加者超过了700人,这清楚地证明——抓住新的和广泛的纤维研究工作是纤维技术的任务。

在聚合物发展的基础上,广泛的塑料工业产生许多新纤维类型和新的纤维特征,那一些认为能够成功的才能被发展。在这里全世界市场的可能性是只有在它们的早期阶段和全球的竞争中赋予了广泛的市场。

在那里服装工业涉及到化学纤维,新的产品样子放在运动的市场上,正好像地板复盖物或家用纺织品一样问题得到了解决。

即将到来的2000的年趋向是:为适应需要,并在灵活的生产工厂加工制定更多的特制品纤维,高性能纤维,所谓高性能产品,为提供必要的聚合物,机器和工厂仍是整个纤维工业的首要任务,到2000年全世界在消费量方面大约增加到2500万吨左右,这个前景象看到了今天一样,那么从政治观点观察比以前更好。

桑祥云 译自 *Textil — industrie*
Man — Made Fiber Year

“新合纤”开发的现状及展望

前言

近来,日本市场上被称为“新合纤”或“新感性材料”的合纤产品渐为盛行。这些产品的最大特征并不是单纯的天然纤维化,而是根据天然纤维的优良特性,进行一系列综合性的高技术加工,使产品具有天然纤维所没有的特性,从而充分体现出“新合纤”本身固有的感性特征。合成纤维本身具有许多优良特性,在以往的仿天然纤维化过程中,这些特性往往被人为的失去了。随着纤维加工技术的进步,充分体现合成纤维本身“质感”的研究开发工作,正为日本各纤维公司所注目,并已开发出若干产品投放市场。可以说,在仿真工程向高层次发展的同时,充分体现合成纤维超级质感的时代已悄悄到来。

1. 合成纤维仿天然纤维化的沿革

合成纤维仿天然纤维的开发是从仿真丝绸开始的。它的第一代是追求与真丝相似的光泽和滑爽感。为此,开发了光泽优良的三叶形断面纤维。该纤维经精练、碱减量处理,使单丝部分溶解,降低了丝与丝之间的接触压力,使织物具有柔软性和悬垂性。

第二代是开发与真丝粗细一样的细旦丝。为了赋予真丝般的膨松性和柔软性,开发了细旦异收缩混纤丝。其后在第三代,人们开始追求仿制真丝的复杂不均匀性。为此,人为的改善了合纤均一性风格和外观、开发了多沟状纤维、粗细不均纤维及不规则断面纤维。

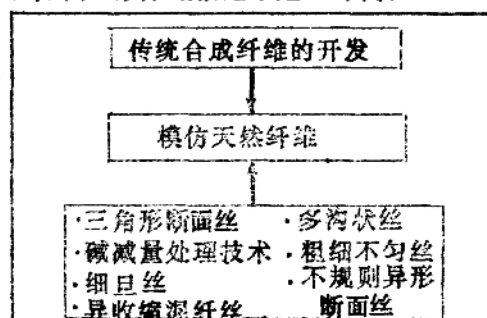
上述仿真过程,主要是使合成纤维向天然纤维逼近,特别在追求形态近似性方面,更是各公司开发产品的主要目标。从这个意义上讲,可以把合成纤维仿真过程形容为‘模仿天然纤维的时代’。如图1形象地描述了这一时代。

2. 新合成纤维(或“新合纤”)

(1) 概念

“新合纤”的目的不是模仿,而是要保持和体现合成纤维固有的风格和外观。

图1 传统合成纤维的开发



‘新感性材料’是它的一个专业术语,用以区别传统的合成纤维材料。

传统合成纤维加工采用的是传统加工技术,而“新合纤”的加工技术特征是综合应用特殊的高聚物加工技术、纺丝技术、高次织造及染整加工技术。其商品通常可分为四类,① 新型丝风格产品;② 新型毛风格产品;③ 桃皮儿质感产品;④ 人造丝风格产品。从表 1 中可知,该技术是革新的、高次化的、综合性的。

(2) “新合纤”的特征

a. 新型仿真丝产品

在“新合纤”材料群中,新型仿真丝产品占主导地位,它脱开了传统合成纤维仅是模仿真丝纤维形态的作法,形成了合纤独自の领域。它的特点是‘具有大的、柔軟的膨松性’、‘手感干爽但无滑感’并有‘微小的收缩不均和波纹不均’。显示出新型仿真丝材料的高度感性。

表 1 传统合纤与“新合纤”加工技术的对比

	旧合纤技术	新合纤技术
高聚物	有光高聚物 阳离子可染高聚物	高收缩性高聚物 多沟、多孔高聚物 含无机物的高聚物
纺丝	异形断面丝 细旦丝	极细旦丝 特殊复合丝 特殊异形断面丝 自弹性纺丝
牵伸	混纤 高温热定型 无规热处理	极细混纤 粗细不均 特殊混纤
变形加工	特殊假捻 先捻不解捻加工 空气变形	特殊的膨松假捻加工
织造整理	减量处理 防敏处理 低张力处理	极细丝、膨松丝织造技术 高收缩丝染整加工 薄起毛技术

东丽的“西露克”、“西露久”等产品,是一种多段收缩混纤丝,具有极大的、牢固的膨松性。它是利用从高聚物阶段就控制收缩率的办法制成的。东洋纺的“姬娜”、帝人的“阿根蒂”等产品,是一种新型混纤丝,它不仅“干爽性”、“膨松性”极佳,而且克服了聚酯的“滑”感,是用控制纤维结晶、取向的方法制造的。

不均匀自然形态的实现要靠纤维的高技术加工来完成。钟纺的“特雷比尤”产品是利用耐碱强度不同的高聚物无规混合,然后在某一工序中再溶去耐碱性差的成分,来体现不均匀自然形态的。尤尼吉卡的“蜜克西”产品是用0.5~5.0旦、粗细相差10倍且断面形状各异的丝混纤制成,具有异收缩性。帝人的“太蒲蓝 α ”产品具有微鳞片构造,它能使长丝产生无规则收缩斑,生动地展示自然形态。

同时,断面的特殊异形化也是该类产品的一个重要特征。三菱人造丝的“蒲银太”、旭化成成的“美塔娜”等产品的特殊断面,都赋予了织物“干爽”的手感。东丽的“西露克罗瓦伊牙露S”产品,是高复合技术与特殊断面相结合的三花瓣形丝,其织物“干爽”性更是优异。

图2给出了新型仿真丝产品的部分照片,供参考。



西露克·西露久(东丽)(A)



姬娜(东洋纺)(B)



阿根蒂(帝人)(C)



特雷比尤(钟纺)(D)



蜜克西(尤尼吉卡)(E)



太蒲蓝a(帝人)(F)



蒲德太(三菱人造丝)(G)



英塔娜(旭化成)(H)

图2 新型丝风格产品

b. 新型仿毛产品

“新合纤”的另一个主要用途是织造‘强捻毛型薄织物’产品。以往的仿毛型合纤只能用于厚织物上,伴随着高级毛织物的需求量增加,合纤毛型薄织物也开始走俏。象细且强捻高密织物,不但具有毛型织物的风格,而且使合纤“粗爽”、“挺括”及“身骨”好的独特风格充分体现出来,为套装、夹克衫等进入薄型织物领域,创造了良好条件。

该类产品是用特殊的膨松假捻技术及特殊的空气变形技术加工而成。帝人的“黛蓝衣图”及东丽的“新莫蓝娜”产品均属于这一类。



黛蓝衣图(帝人)

图3 新型毛风格产品

c. 人造丝风格产品

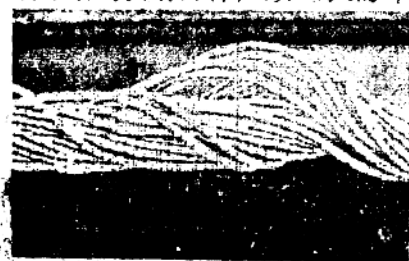
传统合成纤维的代表技术是破减量处理,它使织物中丝条间的接触压力降低,从而获得较好的悬垂性。“新合纤”把这种思考问题的方法深入了一步,在高

聚物中混入无机微粒子等物质,然后精练时再将其溶掉,以降低丝条间的接触压力,使悬垂性提高,织物风格酷似人造丝。如帝人的“埃姆露 I”、东丽的“西露克夏图雷努”、可乐丽的“XY—E”等产品均是由此法制成。该类产品随着悬垂性的提高,表面手感也变得非常柔和,体现了天然纤维没有的、而合成纤维独特的质感。

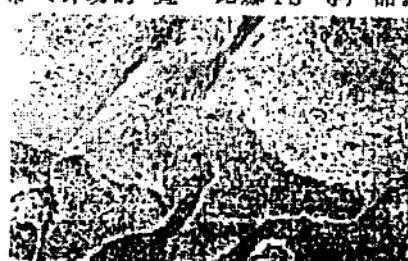
d. 仿桃皮产品

天然纤维除皮革等特殊的例子外,单丝纤度最小也在 1.0旦以上(如真丝在 1.0 ~ 1.2d),而用合纤的极细化技术,可制成比真丝细若干倍的极细丝(如 0.3 ~ 0.5d)。该丝可用在异收缩混纤丝的低收缩侧,其织物有酷似桃皮的质感(薄起毛手感)。象帝人的“蜜克色露 V I”、旭化成公司的“迪尤沃”及尤尼吉卡的“罗蜜娜”等产品,均生动地显现了这一质感。

另外,以仿麂皮流行为契机开发的超细纤维织物,如透湿防水高密织物、擦眼镜布等,其用途正在减少,已开始使用充满柔软风格的高感性材料。该织物表面纤细的手感是天然纤维没有的,它给人一种崭新的感觉。可以说,它绝妙地发挥了合纤固有的特征,如帝人的“阿斯蒂”、钟纺的“查·比娜 PS”等产品。



埃姆露 I (帝人) (a)



西露克 夏图雷努(东丽) (b)

图4 人造丝风格产品

3. 下世纪合成纤维的开发展望

(1) 下世纪合成纤维的概念

“新合纤”作为新感性产品受到人们的好评,它与传统合成纤维‘模仿天然纤维’不同,实现了‘合纤固有感性的创造’。但是,各纤维公司没有满足,正致力于更高层次的研究开发。这种高层的“新合纤”或许可以称为“下世纪合成纤维”或“未来合成纤维”。

下世纪合成纤维的开发方向有两个,其一是彻底追求被称‘生命性纤维’(或呼吸纤维)——天然纤维的优异特性。将开发①具有鲜明性和柔和性且洋溢着清凉感的产品(由真丝得到的启示);②自然断裂长度不均的纱(由超长棉得到的启示);③穿着舒适、轻量且柔软性和保暖性优异的产品(由毛纤维得到

的启示)；④高吸湿、吸汗产品(由棉、麻得到的启示)等等。这些都是消费者所期待的。

第二个方向是把“新合纤”的高聚物加工技术、纺丝技术高次织造及染整加工技术更进一步的高度化、深入化、直接化，以[追求合成纤维固有的感性极限]。



蜜克色露 VII(帝人) (A)



迪尤沃(旭化成) (B)



阿斯蒂(帝人) (C)



查比娜 PS(钟纺) (D)

图5 仿桃皮产品

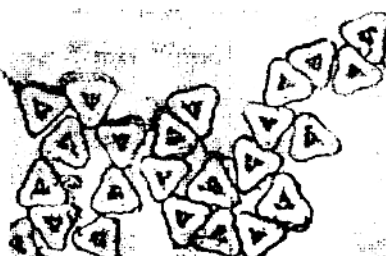
总之，[更加自然化和超级合纤化]是下世纪合纤追求的目标。

(2) 下世纪合成纤维开发的萌芽

按照上述概念，各纤维公司已冒出了开发下世纪合成纤维的萌芽。象东丽的“色沃”、“斯露卡西”、“利巴古下”；帝人的“蜜克色”、“费布罗”；可乐丽的“埃古留”；尤尼吉卡的“蒲罗仆”等产品，正以崭新的姿态迈入商品领域。



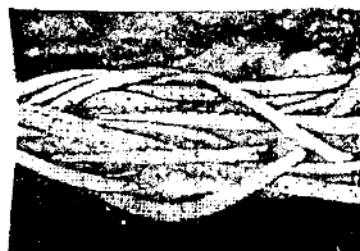
色沃(东丽)(A)



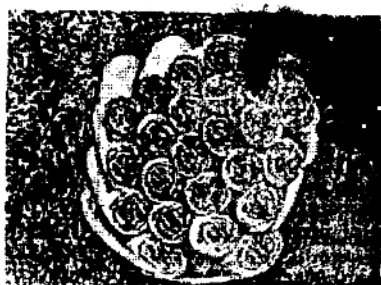
西露卡西(东丽)(B)



雷克色(帝人)(C)



费布罗(帝人)(D)



埃古笛(可乐丽)(E)



蒲罗什(尤尼吉卡)(F)

图6 下世纪合成纤维的开发萌芽

结束语

合成纤维产品的更加自然化和超自然化,对美化人们的生活和推动产业技术革新和进步,都具有重大意义。缩短产品的更新换代的周期,提高产品的高附加值,是当今社会激烈竞争的一个重要特征。

稿安摘译自《合纤新素材の展望》讲演要旨集

丁一平校

阻燃性聚酯纤维

聚酯纤维在化学纤维中产量最高,发展速度也最快,到1985年它的世界需求量预计将达到700万吨,其中10—15%属于阻燃纤维。这一点也非偶然,原因是火灾的急剧增加。因此,人们认识到,必须努力使纤维或织物具有阻燃性。

制备阻燃纤维有三种方法,对成品织物进行后加工整理;在纤维中添加和性的添加剂;具有反应型添加剂的阻燃纤维。

所有阻燃添加剂(A II)都应满足下列一般要求:添加剂本身和它的分解产物应无毒,足够的耐光性;相对可行性和廉价等等。为保证聚酯的阻燃效果,A II要有一定的用量,其大小要取决于卤素或磷的含量(% ,对聚酯重量比)。

$$P \cdots \cdots 3.4 \quad P + Cl \cdots \cdots 1 + (15 - 20)$$

$$Cl \cdots \cdots 25 \quad P + Br \cdots \cdots 2 + 6$$

$$Br \cdots \cdots 12 - 15$$

所谓表面加工的方法就是把溶液的、乳化的或悬浮的阻燃添加剂牢固地附于纤维或织物上。此法相当简单,作为后加工试剂的阻燃添加剂种类又多,最为常用的是添加有氧化锡的氯化石蜡,或是聚氯乙稀乳液。该方法的主要不足是阻燃效果的时间比较短,后加工试剂耗资大,这种方法在美国已广泛推广使用,特别是用于生产儿童睡衣。长时间来所采用的阻燃剂有,称为(TPUC)著名的磷酸三(2,3-二溴丙)酯、磷酸三(二氯异丙)酯,这些高效的A II由于发现具有致变性和致癌性而被停止使用,工业的发展使人们发现了三溴苯氧基乙醇(BK63C)为基础的新阻燃剂。

日本《帝人》公司采用浸渍法制的商名叫NT-1000(Ф И Н И Ш)的聚酯阻燃纤维,其熔点为253℃,强度 460×10^6 牛顿/米²,含磷和溴各为0.1和8.8%(重量),纤维可用于制造窗帘等。

在聚酯中加入惰性A II的方法可保留通常的生产工艺,并特别经济。阻碍这种方法大大推广的主要原因之一是添加剂选择困难,因为除了上述的一般要求外,后者还应满足一系列其他要求,热化学稳定性高(达300℃),配料容易,在聚合物加工时能熔融或能高度分散等。

最初,聚酯纤维采用含溴化合物,但是大多数相似的化合物不但有毒性,且不耐光。尽管如此,仍有一系列美国和欧洲的公司生产,如十溴二苯醚(《Дай》公司等)等等的含溴的添加剂。

日本《帝人》和《东洋纺》公司已生产通过添加方法即在纺前将阻燃性添加剂加入聚合体的方法的阻燃纤维并投入西欧市场,1977年由《东洋纺》公司生产的耐热的,对水解和光均稳定的纤维(Хейм),其含有聚芳基磷酸酯添加剂。它代替1977年前由共缩聚单体作为添加剂的《东洋纺 GH》的纤维。

使聚酯纤维具有阻燃性的第三种方法是在缩交换阶段将反应型添加剂引入其内。此法优点是添加剂在聚合物分子链中呈化学结合,这样保证了长久的阻燃效果。但不足之处是要改变聚合物合成的工艺,并使最后产品在与通常的对苯二甲酸乙二醇酯(ПЭТФ)对比时出现一些不良的性质。在这个方法中,起阻燃作用的化合物除了应具有上面列举的性质外,还应有反应性基团,以保证参加 ПЭТФ 的缩聚反应。

《阿莫可》公司(美国)用 2,5-二溴对苯二甲酸[10%(mol)]和双(α-羟乙基)对苯二甲酸酯来制备纤维。此纤维的阻燃水平由极限氧指数 $KU=25$ 来表示。

正如已指出的,日本《东洋纺》公司生产一种新的阻燃聚酯纤维《东洋纺 GH》,其聚合体是由含磷的改性单体—GH 和对苯二甲酸二甲酯或对苯二甲酸和乙二醇共缩聚而得。很清楚,改性单体和聚合体能耐热,而聚合和加工条件以及聚合体的物理和化学性质也与通常的 ПЭТФ 的制备和性质相同,除了 GH 纤维对分散染料的染色有更高的能力之外,纤维 GH 在阻燃性方面完全符合美国和日本采用的标准。

日本《帝人》公司采用由与含溴添加剂来共缩聚,再将聚合体制成不燃的聚酯纤维《Тетерох—анФла》,其极限氧指数 KU 为 28。该公司又生产了用来制造窗帘等的聚酯纤维《ЭКСТАР》。这种纤维由含磷共缩聚体制成,具有很高的白度和耐光稳定性,但它的自熄能力较低($KU=23$)其阻燃效果依赖于共缩聚体的熔融情况。

西德《赫尔斯特 AG》公司近年来生产了一系列各种商品牌号的聚酯耐燃纤维,它们是通过与含磷共缩聚单体共缩聚的方法来制备阻燃的聚酯纤维《Требупа 270》和《Требупа 690》,可用来制备儿童睡衣、地毯和装饰物。这些纤维成功地经受了考验,价格也比较便宜,且对人体安全。制备《Требупа 271》时,使用磷酸衍生物作为共聚单体,其中的添加剂在用溶剂萃取时并不萃出,无致变性。这种纤维能用来作为机织和针织物,能很好地用分散染料染色,其他方面性能也不逊于标准的聚酯纤维。

这家公司还向欧洲市场投放《Требупа VF 1206》短纤维和《Требупа 1207》复丝,《Требупа 870 CS》纤维其耐光稳定性有了提高。可不用载体被染

成明亮均匀的色彩,它对人体健康无害,可以单独或与纤维素及其他天然和合成纤维混纺用来制备地毯织物、服装、儿童玩具和工业用织物。

意大利《СНИА Вукоса》公司通过与阻燃剂的共缩聚生产了自熄性的复丝《ВукТел FR》,它可用来制窗帘,衬套、内衣,其染色能力有改善,白度很高,且有很好的加工性和稳定阻燃效果。

下面列举一些著名阻燃纤维的某些性质:ЭКСТАР纤维 KU 值为 23;全苏玻璃纤维科学研究院实验样品为 25—27;其他纤维的 KU 值均符合美国、日本及欧洲国家所规定的标准。

纤维(公司,国家)	纤度 (特克斯)	断裂强度 厘米/特	160℃收缩 率(%)	熔点 (℃)	断裂伸 长(%)
GH型471(东洋纺,日本)	1.5	56	3.8	259	32
GH型474(东洋纺,日本)	1.5	55	2.1	256	43
HG型475(东洋纺,日本)	1.5	53	3.4	254	35
GH型478(东洋纺,日本)	150(复丝)	50	15.0	256	32
ХайМ型448(东洋纺,日本)	75	42	—	—	25
	(150复丝)	47	—	—	28
ХайМ型441(东洋纺,日本)	1.5	40	—	—	32
	3.0	45	—	—	37
ЭКСТАР(帝人日本)	—	36	—	252	33
Тетрорх X—2(帝人日本)	—	40	—	246	32
ТреВурэ型270(Хёхст西德)	—	40	—	252	20
	—	44	—	252	35
全苏玻璃纤维科学研究院实 验样品(苏联)	3.3	38	—	256	35—44

合成纤维特别是聚酯纤维中最为活跃的添加剂是卤素、磷和含磷卤化物。由于聚酯中对添加剂在耐热和挥发性方面的严格要求,因此使含卤素类的化合物仅限于芳香族,而且主要又是含溴,尽管它的活性与脂肪类相比较低。含溴的添加剂在燃烧时发生的烟较含氯的少,效率又高出 0.5—1 倍。用这类添加剂的纤维具有很高的耐气候性。溴化物虽有足够的活性,但在制备和织物使用过程中,棘手的问题是腐蚀性、毒性和对紫外光作用的稳定性。用含溴添加剂改性的 ПЭТФ 比一般的 ПЭТФ 对紫外光作用更敏感,ПЭТФ 含的溴是引起强度损失和染色不良的主要因素。光解反应的活性是由能催化水解酯基

的 HBr 的释放所诱导的, 可以认为, HBr 的释放伴随有聚合物链中芳基的生成, 芳基由于进一步的反应而形成共轭体系, 形成带色产品。

这些缺陷在一定程度上也为含磷的添加剂所具有。尽管磷相对于溴效果更大[1%(重量)磷在阻燃效果上与 8.5%(重量)溴相当], 但它们在整体上活性较低, 这是因为磷在其中含量不大。

此外, 使用比含溴添加剂低得多的磷化物浓度能引起聚合物粘度的大大下降(在磷存在时), 引起聚合物链的分解直至纤维成形的性能完全破坏, 磷化物常与 π - π 的酯基反应, 使其粘度因水解而大为下降。

磷的有机化合物比无机化合物对合成纤维具有更大程度的不稳定性。于是, 磷氧化物和磷化物的作用比磷酸盐和磷酸酯的作用更有效, 在磷的添加剂中, 特别好的是三价磷的化合物(可具有磷的最大含量和最低的挥发性)。

对于含磷添加剂的作用机理, 可以提出两个基本理论, 其一是提出磷化物在固相的效力, 即经过在热解过程中的分支反应, 导致形成的可燃气体含量的降低或是控制它的形成, 并且往往伴随碳化的残留物——焦炭的增加。在聚酰胺热解时, 若有含磷化合物存在, 则会使芳基中碳的挥发性衍生物以碳化残留物形式留于热裂解区域。这样, 就形成了一个阻碍生成的有机可燃物向火焰面扩散的惰性屏障, 从而隔绝了热解区域。

作为含磷酯的脂肪酯的添加剂会形成酸和烯烃, 并且, 脂肪链增长, 在 $P-O-C$ 基团中 $O-C$ 键断裂的可能性愈大。芳香的含磷添加剂当聚合物中含有醇基时会发生热醇解反应, 在氧化裂解占优势的表面层则更可能是含有磷酸和凝结的聚磷酸。

另一基本理论是含磷化合物在气态的作用下, 它与作为主要添加剂的卤化物相类似。它经过 P , PO , HPO 等碎片的产生, 使氢基的迁移率减低。例如, 磷通过自由基机理能被氧化为磷氧化物, 后者起“自由基捕集器”的作用。

气态含磷化合物上述作用的根据之一是有机磷化物相对无机磷化物有更好的效果。第二种理论的直接证据还没有, 但作为间接的, 是除了上述的外, 尚有发生各种含磷添加剂的挥发, 以至碳化残留物中磷的含量大为降低。一些研究者认为, 可能存在着相混在一起的气固相的作用机理。

某些含磷添加剂, 如磷丙酰胺, 在用来处理聚酯纤维时不起作用。其原因目

前还不清楚,予料含磷添加剂作用的总机理是磷化物抑制了在以固、液甚至火焰的气相区热氧化裂解聚合物的自由基反应,赋予聚酯以阻燃的含磷添加剂的作用机理各不相同。总的看来,都与添加剂的化学结构有关。

含卤素添加剂对聚酯阻燃性的作用机理不是裂解机理,而是燃烧机理,也就是在火焰或气相发挥“工作”作用。作为添加剂的含卤化物的作用原理是,如聚酯裂解时则放出 HX , 其参与火焰表面的反应,从而停止气相燃质中基团的反应,控制氧化过程,有效地减低热解区产生的过剩热量。火焰前区的阻化速度决定可燃物,阻化剂的扩散速度以及化学作用,阻化剂的反应能保护活性基团 $H \cdot O \cdot OH$ 由火焰中排除,从而抑制燃烧过程本身。

不同的含溴化物以不同的方式影响同一种纤维。显然,这与析出的溴化氢密切相关。溴化氢仅仅在与聚合物裂解产物形成气态混合物时才起作用,这是对含卤素添加剂的基本要求之一,也是实际使用过程中特别重要的。此外,根据添加剂活性自由基理论,它们的分解产物在宽广的温度范围内应该表现为电子接受体的性质。

为提高含卤素添加剂对合成纤维特别是聚酯纤维的阻燃作用,从而广泛利用了协同现象。添加剂的协同作用总的形式表现为,在添加剂含量很小时,也能增加火焰表面和火焰前区粒子的扩散速度和浓度,甚至可加速可燃物碳化。

“磷—卤素”(P—R)的协同最为广泛,为提高聚酯纤维的耐燃性,往往是广泛采用单独的磷和卤素的化合物。但是,如同时运用含磷、卤添加剂却能大大减低磷和卤素的必须加入量,或者是当同样量时而大大提高纤维的阻燃程度。协同作用从根本上来说,还是由于在裂解区域添加剂的分解产物和含氯的,随后是含磷的粒子向火焰表面和火焰前区域扩散之间的反应。显然可以认为,由磷和卤代物形成的 $POCl_3$ 和 $POBr_3$ 进入气相,起了自由基搜集器的作用。另一个假设是基于这样一点,即由于磷化物的存在,而使卤代氢释放得以改善。

含磷、溴添加剂具有很高的效果,其原因是在分解产生的凝结对有磷,在火焰区有溴,它们同时在起作用的缘故。

最为流行的一种观点是,当有含卤素的烃存在时,在裂解区域的三氯化二磷