

(20) 109-114

## 聚丙烯纤维滤棒增塑剂试制\*

李建中 雷友惠<sup>✓</sup> 汤德元 吕颐康

(贵州工学院化工系)

TS452

**摘要** 本文讨论了聚丙烯丝束滤棒成型的溶液型和单体型增塑剂之配方设计和组分选择。报导了它们在醋纤滤棒成型机上试制聚丙烯纤维滤棒的结果。结果表明,所试制的聚丙烯纤维滤棒的质量指标合格。

**关键词** 增塑剂; 粘合剂; 聚丙烯纤维; 卷烟滤棒

**中图法分类号** TQ414.7

## 导言

目前市场上最优良的香烟滤咀棒是醋酸纤维滤棒,它以醋酸纤维为原料,三醋酸甘油酯为增塑剂,在醋纤滤棒成型机上制作,产品性能良好,是高档烟用滤棒,但其不足在于价格昂贵,我国又主要依靠进口,需消耗大量外汇。

为寻求醋纤的替代产品,人们试图用天然纤维、合成纤维等来作烟用滤材,但性能较好而实际被采用的以聚丙烯纤维最多。

由于聚丙烯纤维强度好,可以比醋纤拉至更小的袋数,从而增加过滤效率,同时国内原料充足,价廉(仅为醋纤三分之一),因此国内的滤棒厂几乎都已开始用聚丙烯纤维制作滤棒。而丙纤滤棒的生产都是在醋纤滤棒成型机上制作。但由于聚丙烯的性质很特殊,现在生产丙纤滤棒时仅是由一束未经成型的聚丙烯散纤维用纸包卷而成,这种未经成型的滤棒硬度低,与烟支装接率低,包卷纸易破,不易分切,残次烟处理不能机械化。因此,寻找一种适合丙纤滤棒成型的增塑剂就很有意义。

醋纤滤棒的增塑剂三醋酸甘油酯,是一种溶剂型增塑剂,是三醋酸甘油酯以微滴的形式喷洒在开松展幅的醋纤丝束上,由于三醋酸甘油酯对醋纤有溶解作用,因此能将微滴附近的纤维丝束部分溶解,实现粘接,使散状醋酸纤维形成一体,硬度提高,尺寸稳定。

聚丙烯纤维是一种高结晶性、非极性和低表面能的高分子聚合物。在常温下没有任何溶剂可以溶解,因此聚丙烯纤维在醋纤滤棒机上成型不可能找到一种像三醋酸甘油酯对醋酸纤维滤棒成型那样的溶剂型增塑剂。

为了提高聚丙烯的表面能,增强粘接性,可以对聚丙烯纤维在施加增塑剂前进行表面处理,但是这样要增加处理单元,增加设备和投资,同时还相应产生一些有害气体,还要设置排除设备,因此难以实现。

- 贵州省教委资助项目
- 参加项目研究的还有黄勋同志
- 1994-01-10收稿
- 1994-03-22审改回

为使聚丙烯纤维滤棒成型,提高滤棒性能,人们作过不少研究,归结起来在于寻找一种适合聚丙烯纤维在醋纤滤棒机上成型的多组元增塑剂,即粘合剂。本项目组研制的溶液型和单体型增塑剂即能满足这种要求。

## 1 溶液型粘合剂

溶液型粘合剂粘合纤维的过程实质在于,借粘合剂中溶剂的挥发,使溶液中粘料浓度不断提高,逐渐固化,最终达到一定强度,能保持纤维间的相对状态而实现滤棒成型。溶液型粘合剂由粘料、溶剂和助剂组成。

### 1.1 粘料的选择

粘料是粘合剂构成胶层的主要成分。由于聚丙烯纤维临界表面能  $\sigma_c = 29.8 \text{ mN/m}$  全部为色散作用的贡献,是一种非极性高聚物。按粘附理论“极性一致”原则,则聚丙烯纤维的粘料应选择非极性或弱极性无毒非晶态的高聚物作粘料,这种粘料的粘合力最强。但考虑到纤维表面极性对烟气吸味有利,故粘料多选用弱极性高聚物。

### 1.2 溶剂的选择

粘料选定后,根据其性质,可对溶剂进行选择。为满足香烟滤材的要求,溶剂首先应是无毒或低毒,无味或气味极小的溶剂,同时溶剂要能溶解所选择的粘料。就溶解能力而言,根据极性相似原则,一般应选择与粘料极性相同或相近的溶剂。按溶解度参数理论,当溶剂与高聚物粘料的溶解度参数  $\delta_1$  和  $\delta_2$  相等时,混合热

$$\Delta H_m = V_m \cdot V_1 \cdot V_2 \cdot (\delta_1 - \delta_2)^2 = 0$$

式中  $V_m$  —— 混合物总体积

$V_1, V_2$  —— 分别为溶剂和粘料的体积分数

$$\text{混合熵 } \Delta S_m = -R(n_1 \ln n_1 + n_2 \ln n_2) > 0$$

式中  $n_1, n_2$  —— 分别为溶剂和粘料的摩尔数

因此,混合自由焓

$$\Delta G_m = \Delta H_m - T\Delta S_m \leq 0$$

上式表明,如果溶剂与粘料和溶解度参数接近时即可成立,则溶剂对粘料的溶解可以自发进行。实际选择时,只要满足  $|\delta_1 - \delta_2| \leq 1.3 \sim 1.7$  时,则粘料可以被溶剂溶解。

实验中,我们采用的是混合溶剂,对混合溶剂的溶解度参数可表示成:

$$\delta_m = \delta_1 V_1 + \delta_2 V_2 + \dots + \delta_n V_n$$

式中  $\delta$  —— 所选溶剂的溶解度参数

$V_1, V_2$  —— 所选各溶剂体积分别占总体积的分数

同样,只要满足  $|\delta_m - \delta_{粘料}| \leq 1.3 \sim 1.7$ , 则混合溶剂一般能溶解所选粘料。

作为粘合剂的溶剂,一般要选择挥发速度适当的溶剂,或用不同挥发速度的溶剂组成的混合溶剂,既要保证滤棒适当的固化速度,又不要由于溶解挥发快引起粘度上升过快,导致机上操作困难。

### 1.3 助剂的选择

为了改善成膜粘料的性能,提高粘接强度,选择加入少量助剂,它们由无毒低分子

改性树脂和增塑剂组成。

#### 1.4 溶液型增塑剂的试制

溶液型增塑剂是在对三大类聚合物溶液胶进行300多个配方试验的基础上筛选出的产品。最初筛选出的增塑剂FGH— I,在国产LY—33型醋纤滤棒成型机上试制聚丙烯纤维滤棒,其成型滤棒(长80cm)主要性能检测结果如表1。

表1

试样编号	园周(mm)			吸阻(mmH <sub>2</sub> O)			硬度(%)			上胶量(%)		备 注
	Mn	Min	Max	Mn	Min	Max	Mn	Min	Max	施胶	残留	
FGH— I 空白对照	24.92	24.45	25.23	163	146	182	89.0	87.3	91.0			不成型、缩头大
FGH— I	24.4	24.14	24.98	218	188	257	94.9	89.2	100			成型好

\* 本样品为贵阳卷烟厂质量监测站测定

从试验看出,FGH— I增塑剂试样在醋纤滤棒成型机上卷制的丙纤滤棒,其吸阻、硬度和园周的平均指标均能达到要求。但因该试样中固含量高,其粘度为180mPa·s(18℃),在成型机上虽能操作,但对成型机的轱筒有粘连现象,同时因混合溶剂中所含高沸点溶剂多,滤棒所需固化时间长。

经降低固含量和高沸点溶剂含量,改进后的增塑剂为FGH— II,用其增塑成型的丙纤滤棒(120cm)主要性能检测结果如表2。

表2

试样编号	园周(mm)			吸阻(mmH <sub>2</sub> O)			硬度(%)			上胶量(%)		备 注
	Mn	Min	Max	Mn	Min	Max	Mn	Min	Max	施胶	残留	
FGH— II 空白对照	24.78	24.49	25.15	296	251	323	93.1	90.1	96.4			不能成型,剥去包卷纸,全为散纤维
FGH— II	24.81	24.52	25.09	310	275	347	95.1	91.8	99.7	2.6		成型较好,剥去包卷纸,纤维形成一体

\* 本样品为贵阳卷烟厂质量监测站测定

此次增塑剂样品的粘度为13mPa·s(26℃),用于卷制丙纤滤棒,所制滤棒符合要求,上机试验时,溶剂有少许异味。针对上述情况,经多次改进后的最终增塑剂TTH— I,其成型之丙纤滤棒(120mm),主要检测结果如表。

表3

试样编号	园周(mm)			吸阻(mmH <sub>2</sub> O)			硬度(%)			上胶量(%)		备 注
	Mn	Min	Max	Mn	Min	Max	Mn	Min	Max	施胶	残留	
TTH— I 空白对照	24.63	24.49	24.82	267.64			95.3					剥去包卷纸,滤棒为散纤维,不能成型

(表转下页)

(表接上页)

TTH—1	24.60	24.34	24.82	27.26	98.2	6.72	0.81	剥去卷纸, 滤棒成型好
-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	----------------

\* 本样品为贵州烟草质量检测站检测

按丙纤滤棒暂行标准,用增塑剂 TTH—1 成型的丙纤滤棒其质量符合要求。这就是最终研制的溶液型增塑剂,它具有无色、味淡、低毒和对现有醋纤滤棒成型机适应性较强的优点,用它增塑的丙纤滤棒在溶剂挥发后成为无色无味无毒的卷烟滤棒,其主要物理指标符合“丙纤滤棒暂行质量指标”。

## 2 单体型增塑剂

如果将构成溶液型增塑剂粘料的高聚物采用一种反应型的聚合物的单体,当其施加在开松展幅后移动着的聚丙烯丝束上,使它在丝束上反应生成高聚物粘料,以粘合散状聚丙烯纤维,使其成型为滤棒,这就是单体型增塑剂。

### 2.1 单体型增塑剂的配方设计

单体型增塑剂由单体、催化剂和稀释剂构成。

单体是单体粘剂的主要成分,占粘剂成分的绝大部分(95%以上)。它应是一种无毒、无味、色浅和沸点高不易挥发的粘度不大的液体,是一种官能度大于2,常温下能聚合的单体。

单体选定后,相应的催化剂就可以确定了,催化剂应无毒,其用量很少(为单体量的 $5 \times 10^{-5} \sim 1.2 \times 10^{-5}$ 倍)。可以通过调节催化剂用量来控制粘剂对滤棒固化成型的时间。

稀释剂的作用仅在于调节粘度,它可以是单一溶剂也可以是混合溶剂,同时是一种对单体和催化剂能溶解的无毒无味的液体。

虽然官能度大于或等于2的反应性单体较多,如合成橡胶的某些单体,聚烯烃类的某些单体,丙烯酸酯类单体等,但这些单体或毒性大,或异味大,或常温下不能聚合,或催化剂有毒。因此,对于滤棒粘剂成型都不能采用。经过数十次选择试验和实验室试制滤棒,确定了所选单体增塑剂的配方设计。

### 2.2 单体型增塑剂的试制

项目采用一种官能度为3,粘度为 $25 \text{mPa} \cdot \text{s}$  ( $20^\circ\text{C}$ ),色浅无不愉快气味的单体。单体增塑剂在 LY—33型醋纤滤棒机上试制聚丙烯纤维滤棒样品(120mm)和检测结果如表4:

表4

试样编号	园周(mm)			吸阻( $\text{mmH}_2\text{O}$ )			硬度(%)			平均上胶量(%)	备注
	Mn	Min	Max	Mn	Min	Max	Mn	Min	Max		
STH—103 空白对照	24.50	24.30	24.75	323	300	360	87	86	89		呈散纤 维,未成 型
STH—103	24.43	24.30	24.60	320	284	340	88	86	90	6.21	滤棒成型 好

(表转下页)

(表接下页)

TTH—103 空白对照	24.63	24.49	24.82	267.6220	290	96.7	90.7	102		呈散纤维,未成型
TTH—103	24.77	24.54	25.08	277.8254	290	98.5	91.2	103	10.36	滤棒成型好

\*前两个样品为贵阳卷烟厂质量监测站测定,后两个样品为贵州省烟草质量监督检测站测定。

从检测结果看出,用单体增塑剂试制的聚丙烯纤维滤棒成型效果好,粘合强度与醋纤滤棒相当。滤棒吸阻平均值(Mn)全部合格(在现行标准范围内),STH—103和TTH—103样品滤棒的硬度平均值都比相应空白对照样的硬度高,这表明施用单体增塑剂后,不仅可以使滤棒粘合成型,同时可以提高滤棒硬度。而空白对照滤棒的硬度比现行标准的硬度偏高,因此在保持滤棒硬度不变的情况下,施加单体增塑剂可以降低制棒丝束的总袋数,即降低滤棒的支重,从而提高聚丙烯丝束的吨产滤棒数。

但单体增塑剂试制的样品滤棒成型后,其气味尚不尽理想,今后将从单体纯度上进行改进。

### 3 结论

3.1 本项目组开发的聚丙烯纤维在醋纤滤棒成型机上成型的两种类型的增塑剂,即溶液型和单体型增塑剂均为透明、无毒和无不愉快气味的液体粘合剂。使用它们粘合成型的聚丙烯纤维滤棒,经36~48小时溶剂挥发成型,可制得无异味的滤棒。

3.2 两种类型增塑剂所制滤棒样品(TTH样品)吸阻均满足现行丙纤滤棒暂行标准(对120mm滤棒为 $300 \pm 40 \text{ mmH}_2\text{O}$ )要求,硬度比暂行标准(对120mm滤棒为 $88\% \pm 4\%$ )上限高出6.2%~7.1%。因此,用本项目组研制的增塑剂,在一定范围内可以减少制棒丝束的总袋数,即可提高每吨聚丙烯丝束的产出滤棒数。

3.3 本项目开发的溶液型增塑剂试制的样品滤棒TTH—I和空白滤棒TTH—I对照还进行过接装烟支(乌江烟)的试验并测定滤咀对烟碱的过滤效率,其值为32.81%~35.13%,与同规格的醋纤滤咀对烟碱的过滤效率(25%~35%)相近,而比TTH—I空白对烟气的过滤效率低4.32%,说明增塑滤咀比不增塑滤咀更具有保留烟味的优点,也说明增塑的丙纤滤咀吸味与醋纤滤咀吸味相近。

3.4 本项目开发的溶液型增塑剂试制的样品滤棒及其对照滤棒TTH—I和TTH—I空白,作过香烟接装实践。接装过程表明,增塑的样品滤棒接装比较顺利,未发现漏气和掉头现象,表明增塑的聚丙烯纤维滤棒比散纤维聚丙烯滤棒的使用性能好。

### 参 考 文 献

- [美] R·J 塞缪尔斯著,徐振森译,结晶高聚物的性质,北京:科学出版社,1984年7月第一版
- 何曼君等编,高分子物理,上海:复旦大学出版社,1982年版
- 钱知勉编,塑料性能应用手册,上海:科技文献出版社,1982年2月第一版
- 上海化工学院玻璃钢教研室编,合成塑料,北京:中国建筑工业出版社,1979年12月第一版
- USP-4189511, (1980), Filter Rod Manufacture

- 6 USP-4521493, (1985), Fibre Filter Rod and stable Compositions  
 7 CN86101135A, (1986), 应用粘接方法生产香烟过滤元件

## THE TRAIL—PRODUCTION OF THE PLASTICIZERS FOR THE FILTER ROD OF POLYPROPYLENE FIBERS

Li Jianzhong Lei Youhui Tang Deyuan Lü Yikang

(Department of chemical Engineering, Guizhou Institute of Technology)

**Abstract** The formulation ideas and its component selection of solution plasticizer and monomer plasticizer for bonding polypropylene fibre filter rod and discussed. It is reported that the trail—production of polypropylene fibre filter rod at the cellulose acetate fibre rod bonding machine using these plasticizers has been a success. The results show that the quality indexes of the polypropylene fibre filter rod are up to the relevant standard.

**Key Words** Plasticizer; Bonding agent; Polypropylene fiber; Cigarette filter rod

(上接103页)

通过程序优化,设计出了合理的挡土墙,经两年雨季考验,墙身稳定可靠。这表明我们的推理分析是正确的,设计计算是切实可行的,计算结果是可信可用的。

### 参 考 文 献

路基设计手册编写组. 路基. 北京: 人民交通出版社. 1982

## THE DESIGNING PROCEDURE OF GRAVITY RETAINING WALL WHEN EXCAVATION ANGLE IS BIGGER THAN SURFACE SOIL FRICTIONAL ANGLE

Zhang Chongyi Mei Zhengxing

(Department of Geology, Guizhou Institute of Technology)

Wan Huanting

(Guizhou Institute of Traffic Designing)

**Abstract** Based on engineering practice, the authors found a way to solve this problem according to Coulom's theory and worked out a calculation procedure.

**Key words** retaining wall; excavation angle; frictional angle