

产业用纺织品

1987年合订本

中国纺织大学出版社

产业用纺织品

一九八七年 第一期

1987年2月出版

目 录

科研报告和综合评述

1. 特种合成纤维在开拓高精尖技术领域的展望……………(1)
2. 土工布在土工技术工程中的应用和研究(续)……………(13)
3. 膜分离技术及功能高分子膜(续二)……………(21)
4. 降落伞织物的透气性……………(26)
5. 聚丙烯缝合线……………(31)
6. 国产碳纤维——尼龙6短纤维复合材料及其应用初探……………(33)
7. 合成纤维阻燃和超细锦……………(37)
8. 特种服装……………(40)
9. 一九八六年特种纺织品部优产品评比工作综述……………(41)

国外科技及新产品

10. 可吸收的手术缝合线……………(44)
11. 不织布的新纤维……………(46)
12. 净化室用无尘衣……………(49)
13. 用于高性能复合材料的特沃纶(Twaron)芳酰胺纤维……………(56)
14. 东丽开发和销售采用离子交换纤维的制造超纯水的装置……………(60)

专利、标准和测试方

15. 紫外线整形治疗膜料及其形成……………(58)

简讯

16. 纯涤纶阻燃整理织物通过技术鉴定……………(57)
17. 孟山都公司高级研究人员张奇珍博士在中国纺织大学座谈
膜技术的最新情况……………(58)
18. 军民兼用的“美国军用标准——纺织品部份”译文汇编本……………(59)

改性芳酰胺纤维……………(87/2—63)
宇部兴产和东洋滤纸共同开发
聚丙烯中空纤维滤器……………(87/2—58)
中纺大 AB 抗菌防臭纤维及其
织物通过鉴定……………(87/3—43)
即将举行的第二届国际产业用
纺织品交易会……………(87/3—43)
2000年产业用纺织品预测……………(87/4—36)
西欧产业用纺织品市场……………(87/4—40)
匈牙利工业用织物标准化及其
测试仪器情况……………(87/4—47)
日本生产的几种阻燃纤维现状
……………(87/4—43)
辽宁产业用纺织品联合集团成
立……………(87/4—39)

全国产业用纺织品科技情报站
工作会议在烟台举行……………(87/4—15)
82型防毒服通过生产鉴定……………(87/5—37)
湖南锡矿山研制出纺织用超细
三氧化锑产品……………(87/5—53)
全国化纤工业用丝学术讨论会
……………(87/5—52)
英国的芳纶厂……………(87/5—33)
产业用纤维占恩卡公司销售额
的百分之三十……………(87/5—54)
西欧市场的产业用纺织品……………(87/6—42)
具有神奇色彩的迷彩服, 伪装
网……………(87/6—45)

特种合成纤维在开拓高精尖技术领域的展望

罗 益 锋

前言

二十世纪八十年代起是材料革命的新时代,所谓新材料主要是指精细陶瓷、高性能高分子材料、新型金属及复合材料四大类。根据日本通产省的咨询机构“产业结构研究会”的调研,目前新材料的市场规模预计约为5000亿日元左右,到迎来其实用期的2000年前后,其市场将扩大至5兆4千亿日元,其间以年平均10%的高增长速度增长。此外,伴随新材料实用化而与新材料合成的现有材料的市场规模约为4兆8千亿日元,因此新创材料的市场合计约10兆2千亿日元。据记载1981年钢铁的市场约为9兆日元左右,可见到2000年新材料的规模将达到相当惊人的地步。

图1列出各种主要新材料的开发水平,由图中可见,在特种合成纤维领域中,碳纤维复合材料仅次于电陶瓷和工程塑料,已达到普及水平,中空纤维分离膜等高效分离膜,已达到实用化阶段,而芳纶复合材料则尚处于试制阶段。

最近,以日本稻垣博京都大学化学研究所教授为代表的45名纤维化学和高分子化学的研受人员,结成了研究集团,重点进行特种纤维素的综合研究,并得到了文部省“重点领域研究”的科研补助金,题目为“关于高性能纤维材料的分子工学研究”,研究时间从1987~1989共三年,研究内容为:(1)极限性能的纤维材料,(2)纤维增强的先进复合材料,(3)天然纤维的高性能化,(4)生物技术用纤维材

料,(5)情报技术用纤维材料及具有分离、交换功能的纤维材料。

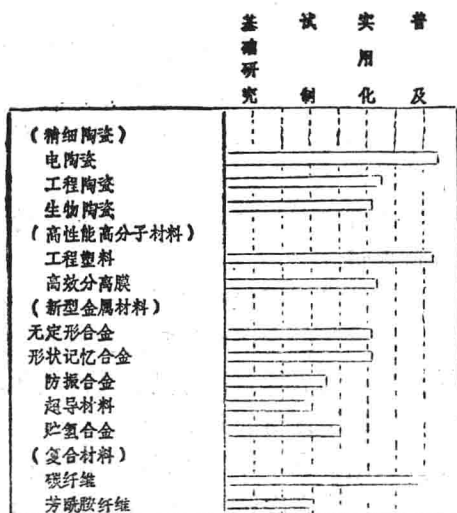


图1. 各种新材料的开发水平

其中关于极限性能纤维材料的研究分为两大类:一种通过微细结构的控制法,使纤维高性能化,例如通过聚乙烯等弯曲性高分子的凝胶纺丝法等,探讨其微细结构的控制法,以提高纤维的性能。另一种是液晶纺丝法,通过芳香族聚酰胺等刚性高分子的液晶纺丝法,使纤维高性能化,目标是开发作为代替金属的轻量结构材料的高强高模纤维材料。

纤维增强的先进复合材料的研究,以研究宏观系纤维复合材料和微观系纤维复合材料两大类为中心,就纤维表面的化学改性、纤维的几何结构与复合材料破坏间的关系进行基础研究,目标是创制高韧性的复合材料。同时进一步通过采用两种以

上上述补强材料的混杂复合纤维的多重复合效果及控制纤维的分散状态,以及对具有电性能、导热性及物质分离功能等功能性复合材料的基础研究,确立其设计理论。

天然纤维材料的高功能化研究,包括蛋白质纤维材料的功能发挥机理及其应用和纤维结构形成机理及其高功能化两大类。前者通过蚕丝液晶纺丝的结构形成机理及弄清羊毛纤维组织学的结构特性,探讨其结构和物性控制的可能性,并人为地发现天然纤维的功能,而有利于设计先进的纤维材料。后者通过开发反应性的单体合成法及其结构剖析和应用,设计和合成除臭卫生纤维及生物医学材料用纤维等,并进行评价。

生物技术和情报技术用纤维材料的研究,分为生物技术用纤维和情报技术用纤维两大类,前者通过设计具有高次生体功能的功能纤维材料的分子设计,开展生物技术的基础研究。后者通过控制有机材料的化学结构及高次结构,为开发新型的光电子用纤维材料而开展基础研究。

分离、交换性功能纤维的研究,可大体分为气相系和液相系两类分离性纤维材料,前者的目标主要是对与气相分子有特殊相互作用的纤维材料进行分子设计,并

开发对氧、氨、乙烯及二氧化碳中的各种嗅觉物质具有高效的选择分离或除去能力的新型纤维材料。

上述研究开发的内容反映了近期国际上特种合成纤维材料的研究开发方向,它包括了我国“七五”期间重点攻关的许多特纤品种,例如碳纤维、芳纶、碳化硅纤维、(超高强超高模聚乙烯纤维)等高强高模纤维,以及光导纤维、中空纤维分离膜、(离子交换纤维)、活性碳纤维等品种众多的功能纤维。此外,还包括了某些含氟纤维和超细纤维等。

由此可见,特种合成纤维工业对进一步开发未来的理想新材料及新技术,进而推动人类社会的发展,将起到越来越重要的作用。以下重点介绍特种合成纤维对开发未来的新技术和开拓新应用领域的展望与最近的进展。

一、特种合成纤维在开拓高精尖技术领域的展望

1. 航天技术和航空工业

美国航天、航空领域所需的复合材料,预计为140万吨,每年以20%的高速率成长,其中主要是碳纤维的复合材料。表1列出美国Northrop公司先进体系部最近的调查结果。

表1 1985年美国航天与航空用补强纤维及其复合极料的需要量与销售额

用途/纤维	需要量(吨)	销售额(百万美元)
飞机发动机:		
玻璃纤维	27.4	3.6
kevlar	6.8	0.4
碳纤维	36.2	5.6
小计	70.2	9.6

接上表

专业飞机:		
玻璃纤维	54.4	0.7
kevlar	10.9	0.6
碳纤维	36.2	4.0
小 计	101.5	5.3
商用飞机:		
玻璃纤维	1997.7	23.7
kevlar	217.4	12.4
碳纤维	190.2	23.9
小 计	2405.4	60.0
直升飞机:		
玻璃纤维	1100.8	13.7
kevlar	145.0	8.3
碳纤维	140.4	16.8
小 计	1386.2	37.8
军用飞机:		
玻璃纤维	294.4	4.5
kevlar	11.3	0.6
碳纤维	475.3	51.8
小 计	781.3	56.9
导弹+宇宙飞船:		
玻璃纤维	58.9	0.8
kevlar	186.2	10.7
碳纤维	231.0	25.9
小 计	476.1	37.4
航天航空合计:		
玻璃纤维	3533.4	46.0
kevlar	577.6	33.0
碳纤维	1109.7	128.0
总 计	5220.7	207.0
复合材料合计:		
玻璃纤维	6296.2	82.0
kevlar	815.4	47.0
碳纤维	1585.5	165.0
总 计	8697.6	294.0

由表 1 可见, 航天航空用的补强纤维中, 玻璃纤维的需要量占 67.7%, 碳纤维占 21.3%, 剩下的 kevlar 占 11%, 但就其销售额而言, 碳纤维为 1 亿 2800 万美元, 占总销售额 (2 亿 700 万美元) 的 61.8%, 玻璃纤维占 22.2%, kevlar 占 16.0%。1986 年美国树脂基纤维增强材料的需要量预期将达到 9260 吨, 其中航天和航空用将占 40%。到 1996 年将达到 31780 吨, 其中航天航空用途将占 65%。

对于大型的喷气式客机, 根据 Y X X

计划波音公司将于 1992 年完成新型波音 7 J 7 一号机的试制, 届时机上约 65% 的材料将采用纤维增强塑料。日本通产省的预测, 从 1985 年起的十年间, 世界喷气式客机的需要量将达到七千架左右。军用机中纤维增强塑料的用量则将占机体总重的 75~90%, 其中包括大量的 kevlar Nomex 蜂窝结构材料。

对于人造卫星来说, 今后将朝着大型化的方向发展。表 2 列出人造卫星用复合材料的发展趋势。

表 2 今后人造卫星用复合材料的发展趋势

利用宇宙的进展 (年代)	试验阶段	实用阶段	高度实用阶段	为使新应用领域获进展而开展的试验
	试验卫星	实用卫星	大型卫星 (1990~)	以宇宙站为代表的大型宇宙结构体 (1993~)
复合材料的应用	• 天线 • 太阳能电池板 (基片)	• 结构体 • 太阳能电池叶片 (展开型) • 电子机械部件	• 以变电器结构体为主的天线塔架结构 • 展开型天线	• 宇宙站、站台 • 大型天线 • 大型展开型太阳能阵列
耐用年数 (年)	1~(3)	5~7	10~15	20~

至于航天飞机, 在“挑战者”号出事前计划平均每周一次, 其机体和携带物重 130 吨, 与所携带的燃料合计重 1000 吨以上, 其中特种合成纤维用量达一吨多, 每架飞机要求在十年间往返运行 100 次。苏联根据“格斯摩斯”计划, 自 1962 年至 1984 年间共发射了 1547 次火箭, 平均每周发射一次, 而且现已成功地实现了飞船与宇宙站对接、宇航员较长期的居留及船外作业等。日本目前只能发射 1 吨以下的人造卫星, 每年约发射 2~3 次, 计划到

1992 年在地球上空 500 公里处建设 90 吨的宇宙基地, 并将有 6~8 人轮流常驻 3~6 个月。美国的根据宇宙基地计划, 将在十年内开发永久有人住的宇宙基地, 所需经费约 80 亿美元。1985 年开始设计, 1987 年开发, 1990 年开始初步应用, 目的是利用宇宙的真空环境进行新材料及医药品的研究, 预期可获飞跃性的进展。我国迄今已先后发射了多种人造卫星, 初步计划自“七五”计划开始到 2000 年, 开展航天飞机的预研工作, 并完成可行性研究, 这期

间将需要数吨规模的各种高性能碳纤维(高强、高模及高强、高伸型),还需要相当数量的芳纶作为火箭和导弹的结构材料。

到二十一世纪,人类将建设各种宇宙站、宇宙实验室和宇宙工厂,并进而建设月球和火星基地,而且将从地球补给逐渐转向人类独立的聚居地。加上美国提出的星球大战计划,因此可以预见以碳纤维为主的高强高模纤维,特别是热膨胀系数接近于零(负值)的沥青碳纤维等,将逐渐发展成相当规模的大众产品。

2. 核电站

核电站是世界未来的重要能源之一,其中铀燃料的来源、防护材料及循环水的处理都将离不开特种合成纤维,特别是离子交换纤维。

目前铀的来源主要来自铀矿,但到2000年后将逐渐转向海洋。在过去十五年内,各国的学者曾发表过200多篇海水提铀方面的研究报告。海水中的铀储量高达 5×10^9 (5亿)吨,浓度只有 $3 \sim 3.3 \text{ PPb}$,主要以三碳酸铀酰 $[\text{UO}_2(\text{CO}_3)_4]^{4-}$ 络离子的形式存在。在日本分离回收铀的研究课题是国家的项目,其关键在于采用何种方法可分离回收极低浓度的铀。近年来发现具偕胺肟基团的 $(-\text{C} \begin{smallmatrix} \nearrow \text{NOH} \\ \searrow \text{NH}_2 \end{smallmatrix})$ 的螯合型纤维是一种有希望的吸附材料,它比以往的含氢氧化钛系吸附剂的吸附能力高50~60倍,在海水中的平衡吸附量为 7 mg/g 。

日本原子能研究所1984年研制成功由四氟乙烯—乙烯共聚纤维与丙烯腈接枝共聚,再使氰基转化为偕胺肟基的高效吸附材料,它在海水的吸铀能力比以往的无机吸附材料高三倍,而且吸附速度快、容量大、可耐流水的膨润、摩擦和冲击,每小时可吸附 2.8 mg 铀,反复使用五次后仍可保持100%的吸铀能力,而其它材料会

降至77%,现正由四国工业试验所和三菱化成共同进行实用化研究。

随后这三个单位又共同开发十字形断面吸附纤维,它可使海水中的铀浓缩至0.2%。这一浓缩率相当于迄今为止采用圆形断面吸附纤维的三倍以上,同时0.2%的铀浓度已相当于低品位铀矿的含量(高品位铀矿为0.3%),这是世界上首次达到的高分离水平,这种纤维的骨架是聚丙烯,由三菱化成生产,原子能研究所负责将起捕铀功能的偕胺肟基接枝到纤维上,四国工试负责捕铀试验。这种材料十天间每克捕集 0.4 mg 铀,若放置数天则可捕集 2 mg 铀。

目前,天然铀的价格为每磅20美元左右,而海水铀的价格却高达150~200美元,因此要达到可商业应用,成本须降到目前成本的1/10,根据国际原子能机构(IAEA)的预测,要到2005~2010年才能实现。最近,这些公司又进一步开发球形的纤维状离子交换体,大大地提高了吸附效率,使海水提铀纤维向商品化向前迈进了一步。

在防护材料方面,对于长期要求防辐射的可选用聚酰亚胺、聚苯并咪唑或聚间苯二甲酰间苯二胺纤维,对于一次性的工作服,则可用杜邦公司生产的Tyvek聚丙烯无纺布面料。

至于核电站的放射性废弃物,特别是大量的放射性污染水,目前主要靠离子交换纤维等来解决。在美国一座核电站每年至少排出百万加仑(约3800立方米)的污染水,过去的处理法是采用聚苯乙烯系的离子交换树脂来捕捉放射性物质,但使用后要适当废弃,而且最成问题的是放射性的钚、钴和碘难以处理。近年来,随着环境污染法制的强化,处理费用不断高涨。例如:1965年1立方英尺(约28立升)废水的处理费为1美元,而如今已提高近25美

元,为此希望处理后物质的容积较小。

现国内外均已采用离子交换纤维来处理放射性的冷却水,以循环回用。象国内的辽源市科技研究所、核工业部五所和原子能研究所都搞了多年的研究工作,并取得了科研成果。最近 Catholic 大学开发了被称作Durasil 的玻璃类离子交换体,的99%地去除放射性的(Durasil 10),当可用Durasil 70时,可选择性地去除钴,既使在高浓度盐水的场合下也可除去95%。当选用Durasil 时,可选择性地去除放射性碘,效率比树脂系高二十倍,而且可长时间使用。

3. 稀有元素工业

稀有元素是新型合金材料、尖端科学以至某些工艺品所不可缺的原料。其中仅稀土金属及含有某些化合物的矿石就有200种左右,但可以加以利用的矿石基本上都是些氟碳铈矿 $[(Ce, La)(CO_3)F]$ 、磷铈铜钢矿 $[(Ce, La, Th)PO_4]$ 及磷钇矿 $[(Y, Ce, EY)PO_4]$ 。据1980年估算的世界储藏量约为5000万吨(换算成稀土类氧化物约为800万吨),后来我国确认我国的储量约为1亿吨,因此现在的世界储量约为1亿5千万吨,每年的供矿量为3万吨左右。其中支撑着高技术产业的钇的世界消费量约为400吨/年,其中日本占230吨,是最大的消费国。

由于稀土原素的性能非常相近,因此

分离回收一直是重要的研究课题,特别是对我国具有十分重要的意义。最近日维公司与清美化学公司联合开发了聚乙烯醇系经高温部分多烯化处理的阳离子交换纤维,可较有效地吸附分离某些稀土元素。我国辽源市科技研究所也正从事这方面的研究工作,预期可获得良好的结果,这对今后开发我国的稀土资源、发展高级技术产业及创汇等都将起重要作用。

4. 半导体工业与超大规模集成电路

随着超大规模以至超超大规模集成电路的发展,对超纯水的水质、超净的环境以及超净试剂和擦布等的要求愈来愈高。例如,1975年超纯水的水质要求为在25℃水温下的比电阻为 $16M\Omega \cdot cm$,总微粒数(0.2μ 以上)为100~300个/ml,而如今在25℃的比电阻为 $18M\Omega \cdot cm$ 以上(理论水在25℃的比电阻为 $18.25M\Omega \cdot cm$),含总有机碳素10PPb以下,溶存的气体为0.1PPm以下,总微粒数(0.1μ 以上)数为几个以下/ml,接近于理论水的要求,为此超纯水的制造装置要同时用到中空纤维(或卷式)反渗透膜和中空纤维超滤膜。作为超纯试剂的滤材则需要含氟纤维的滤布及聚烯烃中空纤维微孔过滤膜。

表3、4和5分别列出日本半导体用制造超纯水的反渗透元件和超滤元件以及试剂精制用的微孔过滤元件比较。

表3 制造半导体用超纯水的反渗透元件

厂 家	东 丽	东洋纺织	日 东 电 工
型 号	SC1200 SC3200	HR8330	NTR7250 NTR7197
类 型	卷式 卷式	中 空 丝	卷式 卷式
膜 材 质	醋酸纤维 醋酸纤维 素 素	醋酸纤维 素	醋酸纤维 醋酸纤维 素 素

(接下表)

样机性能					
直径(mm)	200	200	200	200	100
温度(标准℃)	25	25	25	25	25
压力(标准MPa)	1.5	3.0	3.0	2.0	3.0
透过水量(m ³ /日)	30	17.6	40	60	7
脱盐率(%)	98	97	>90	98	98
条件范围					
最高温度(℃)	35	40	35	40	40
最高压力(MPa)	3.0	4.2	4.0	3.0	4.2
允许的氯含量 (PPm)	0.5	1	1	1	—

表 4 制造半导体用超纯水的超滤元件

厂 家	旭 化 成		日 东 电 工		
型 号	FCV 3010	FIT 3016	NTU 3150	NTU 3050—311	NTU 3050—C 3 R
类 型	中空丝	中空丝	卷 式	中空丝	中空丝
膜 材 质	聚丙烯腈	聚 砷	—	—	—
样机规格					
口径(mm)	80	80	100	80	80
温度(标准℃)	25	25	25	25	25
压力(标准MPa)	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1
透过水量(m ³ /日)	30	30	35	40	40
截留分子量	13, 000	6, 000	50, 000	20, 000	20, 000
条件范围					
最高温度(℃)	40	90	40	40	95
最高压力(MPa)	0.6	0.9	0.5	0.6	0.6
PH值范围	2—10	1~14	2~11	2~12	2~12

表5 精制半导体用试剂的微孔过滤元件

厂	家	旭	化	成	日	东	电	工
型	号	S R—205			E202AE			
类	型	中			园			
膜	材	聚			氟			
样机性能								
直径×长度(mm)		60×353						
孔径(μ)		0.1			0.2			
温度(℃)/压力(MPa)		25/0.1						
透过水量(m ³ /日)		14			10			
条件范围								
最高温度(℃)		50			40			
最高压力(MPa)		0.2			0.3			
可能使用的药品		氢氟酸、强酸、浓氨水 浓过氧化氢			强酸、强碱、溶剂			

对于超净的空气滤材,由于要求0.1~0.5μm以上的粒子数,在每立方英尺(约28.31)空气中只能有1~10个,因此目前只能采用超细的丙纶或玻璃纤维滤材。至于超高纯度的气体(氮、氧、氢、氩、氦等)要求只含露点在-80℃以下的极微量水,其它不纯物含量最好在0.01PPm以下。要做到这一点,也需要高性能的滤材。

5. 生物技术与人工脏器

(1) 固定酵素或酶的载体

在聚丙烯棉状超细纤维的表面上附着醋酸菌,然后填充入反应器中,自上而下送入米醋的原料液及空气,并循环之,就可以有效地制备醋酸,这就是生物工程的简单实例。

为了开发各种高效的生物反应器,当前和今后的研究重点是选择合适的酵素和

酶类生物触媒,以及固定这些酵素或酶的纤维材料,要求固定收率高,比活性大,而要达到这些要求自然离不开表面积大的超细纤维,中空纤维或离子交换纤维等功能纤维。

例如,日维公司与日本聚合物与纺织研究所不久前共同研制了一种磺化的聚乙烯醇系离子交换超细纤维,作为固定β-半乳糖苷酶等酵素的载体,效果较好,它与普通离子交换纤维和离子交换树脂的吸附效果对比。可见除离子交换容量较低(非主要指标)外,前者的各种主要指标均较好。

若要固定青霉素基转移酶,则采用多孔性的氨基聚丙烯腈纤维载体,固定收率为82%,比活性2330单位/g载体。

若把固定生物触媒应用于体外循环方式,则可制成人工肝,代行一部分肝功

能，例如中空纤维人工肝就是把血浆分离用和气体交换用的两束聚乙烯中空纤维装入容器中，使游离的肝细胞浮游于其中，并将血液在该装置中进行体外循环，这样就可引到延命效果。

(2) 抗体浓缩与培养

近年来，各种免疫体(抗体)已在许多方面进行了应用，当前的重要研究课题是在进行工业规模的生产时，如何开发一种容易精制、价廉而又适于大量生产的手段。最近，采用中空纤维膜来培养抗体(如ハイブリトーマ)方面已取得良好的成绩，因此某些公司正在研究开发。例如：Amien公司已经市售一种实验装置，其中中空纤维膜采用聚砜：分离的分子量范围为2万、5万和10万，可根据培养的方法来选择分子量。

Endotronics公司市售了一种由电子计算机控制的装置，可以1g/日的规模生产小鼠抗体，中空纤维材质为纤维素系。

选用中空纤维的优点是浓缩所生产的抗体与培养同时进行，可防止在采用血清培养的情况下异种抗体的混入，从而缩短精制工序。

关于采用中空纤维进行菌种的浓缩，我国一些单位已开展研究工作，并取得了成功。

(3) 人工肺

人工肺的功能之一是进行血液中的气体交换，即氧气供入血液的同时，二氧化碳由血液中排出。人工肝有积层型、卷型和中空丝型，膜型是1944年开发的，属于间接接触式。目前代表性的中空纤维人工肺有两种：一种是Abcor公司生产的“ABCCR人工肺”，是5200根一束的硅橡胶制的中空纤维，内径为0.28mm、长20cm、膜面积 $A=1.0\text{m}^2$ 。血液在中空纤维内流过，氧气自中空纤维束的中央以放射状供入。另一种是Delme公司生产的“キャピオツクス人工肺”，是20000—62000根一束的微孔聚丙烯中空纤维，内径为0.2mm、长13.0~14.0cm，组装入外筒中，血液在中空丝内流过，氧气从外筒侧供入，膜面积 $A=1.6、3.3$ 和 5.4m^2 。

最近，三菱人造丝开发了新型的“KPF”微孔聚丙烯中空纤维人工肺，其特点是：(1)中空纤维被分割成许多丝束，各束间设置了分配板，(2)血液流与中空纤维束直接接触。因此不象以往的平行流方式会产生血液沟渠，而且可有效地利用其膜面积，膜阻力也小。因此这种紧凑人工肺的出现，势将逐渐取代自古以来的气泡型肺。

“KPF”中空纤维的规格和生物性如下。

表6 微孔聚丙烯中空纤维膜的特性

特 性	单 位	《KPF》190M
内 径	μ	200
膜 厚	μ	22
空 孔 率	%	45
气 泡 点 *	kg/cm^2	12.5
断 裂 强 度	g/f	140
	kg/cm^2	>10

* 在乙醇中测定

(4) 人工脾

脾脏有两种细胞,一种是分泌消化酵素的外分泌系细胞群,另一种是分泌能进行碳水化合物代谢调节的各种激素的内分泌系细胞群。若后者不能分泌出胰岛素,这就是糖尿病。为了治疗这种病,已经探索出各种治疗方法和人工脾。最近正在试制的混杂型人工脾有三种:①微串珠型,②渗滤室型,③中空纤维型。中空纤维型好似小型的人工肾,在中空丝和外侧夹套间的空间封入内分泌系细胞,元件的两端与血管相连。中空丝的根数有一根或数根,这方面的研究报告基本上都是采用美国Amicon公司制的XM-50型中空纤维,其组分为氯乙烯—丙烯腈共聚体,截留分子量为5万。内分泌系细胞通过该膜与生物体隔离,淋巴球也就不受分子量16万的抗体的攻击。但中空纤维型的功醇保持时间比其它类型人工脾短,其最大原因是抗血栓差,因此虽然使用肝素等而进行抗凝固疗法,但由于形成血栓,中空纤维便堵塞了。为了延长中空丝的开存时间,可集中于改进中空丝元件与血管的接续部位,加大中空丝的内径,并缩短长度,而且采用多根中空纤维束或一根粗的中空丝等,但每种方法都得不到根本的解决。为了能保持长期的功能,可考虑采用具有极高抗血栓性的材料,而且应制成截留分子量为5万的中空丝。

(5) 人工肾

中空纤维人工肾自1967年问世以来,由于其有效面积大,可小型化,充血量少,质量稳定,因此很快得到普及,目前全世界的人工肾约80%是中空丝型,在日本则占95%,其中用得最多的又是透析型人工肾,材质有纤维素系、聚甲基丙烯酸甲酯系、聚丙烯腈系乙烯—乙醇共聚体等。目前主流是铜氨纤维素和醋酸纤维素,其次是PMMA和FVA等生体适应

性好的高分子膜。

最近,日本帝人公司在醋酸纤维素中添加增塑剂,熔纺后碱化而制得中空纤维膜,其中空断面具有六角突边,膜厚极薄,透析能力高,而且由于透析液流均一,透析能力可提高20%,透析液也有可能节减一半。其膜面积相对较大,有利于细胞培养。

中空纤维型人工肾在开发当初,膜厚为25 μ 左右,最近已发展到10 μ 以下。

另外,最近关于连续进行血液过滤的治疗法(DAVH)对急性肾不全患者是有效的,但致少必须几十个小时内不会形成血栓,因此这与膜材质的选择有关,其中聚醚砜中空纤维比PMMA和PAN膜可以连续过滤一倍以上时间,抗血栓性优良。

1982年全世界使用人工肾的患者约有8万例,其中日本占4万例。1986年初日本靠人工肾维持生命的增至6万人,这是因为日本是中空纤维人工肾的主要生产国,条件好,目前仅东丽、旭化成、三菱人造丝、可乐丽、旭化成和杰昂生产的中空纤维人工肾,年产量就高达60多万个。我国是十亿人口的大国,每年的肾病患者达10万人,然而中空纤维人工肾的产量及使用量都是很少的,每年靠大量引进也满足不了需要。到2000年我国人口将达到12.5亿左右,要达到日本八十年代的肾治疗水平,起码要生产近20万个中空纤维人工肾方能满足需要,目前的差距是相当大的。

(6) 血浆分离器

血浆分离器是从人血中制备血浆剂必不可少的分离器,而且最近已用于治疗各种疾病,如通过血浆交换疗法治疗肝炎或低钙血症等。

人血是由红血球、白血球、血小板的血球成分(有形成分)和血浆成分(无形成

分)组成的,血浆中含有水、电解质、氨基酸、激素及大分子量的蛋白质等。血浆

分离有离心分离法和膜分离法两种,表7对比两者的技术经济指标和性能。

表7 离心法和膜法的比较

项 目	离 心 分 离 法	膜 分 离 法
装置费用	高 价	廉 价
消耗品费	廉 价	高价(特定治疗材料适用于部分疾病)
连 续 性	通过该装置可能	可 能
改性的适用性	复 杂	简 单
血小板的混入	有	无
血球成分的分离	可 能	不 可 能

在日本血浆分离器主要采用中空纤维膜,表8列出各主要公司的血浆分离器的概况。

表8 各种血浆分离器的产品规格

制 品	厂 家 名	膜 材 料	形 状	膜厚 (μ)	最大孔 径(μ)	有效面积 (m^2)	杀 菌
PLASMAFLO	旭化成	二醋酸纤维素	中空丝	75	0.2	0.3、0.5、0.6	EOG
PLASMACURE	可乐丽	聚乙烯醇	"	100	0.2	0.3、0.6	SAC
PLASMAXPS-05	东 丽	聚甲基丙烯酸甲酯	"	90	0.5	0.5	7射线
JP-5	帝 人	二醋酸纤维素系 聚合物合金	"	70	0.2	0.5	EOG
PLASMA SEPARATOR	三菱人 造 丝	聚 乙 烯	"	55	0.5	0.5	EOG
PS-4000	德·鲁英	醋酸纤维素	平膜	160	0.45	0.4	"

注:EOG为乙烯氧化物气体,SAC为高压蒸汽。

膜型血浆分离器的性能要求如下:①血浆分离能力高,随时间变化稳定;②溶质透过能力高,随时间变化少;③血小板等血球成分不能透过;④不发生溶血现象;⑤血液适应性优良;⑥溶出物少而安全。

开展中空纤维血浆分离器的血浆交换疗法对提高医学治疗水平有重大意义,我国的研制单位应与有关医学研究机构开展这方面的研究工作。

(7)人工韧带

英国夏雷研究所在特种合成纤维的医

疗应用方面做了大量研究工作，其中关于碳纤维膝韧带已经获得成功，随后还开展芳纶和特氟纶等纤维作为韧带代用品的研究，由于这些纤维化学稳定性好，粗度很细，有助于手术后新细胞的生长。

我国安徽大学与解放军105医院骨科还有上海碳素厂等单位，几年前也从事这方面的研究，有的已通过了技术鉴定，说明在该领域内我国的研究水平与国外相当，只是在芳纶和氟丝方面尚未开展研究。

6. 新型建材

最近在日本正在实用化的碳纤维与芳纶增强水泥新型建材，将是今后建筑材料的革命。使用增强纤维有三种，一种是在水泥构件中均匀混入2~4%长3~10mm，直径15 μ 的沥青基碳纤维。它与普通的混凝土相比，耐久性和尺寸稳定性优良，轻而又强韧，绝热性极高。抗张强度和抗弯强度高五~十倍，弯曲韧性和伸长应变能力高20~30倍，重量却只有1/2，今后将是超高层建筑的外装材。这种材料是由鹿岛建设公司生产的，沥青碳纤维是由住友金属工业公司提供的。

一座37层的大楼采用这种建材后，外壁重量可减轻60%，地震荷重可减轻12%，钢筋量可节约4千吨，而且建设工期可以缩短，高精度的防水问题可圆满解决，外观也十分美观。因此预期可迅速普及。

除上述公司外，住友金属还与大成建设公司共同研究开发此产品，其压缩和剪切强度优良。

另一种是日本三井公司开发的芳纶增强混凝土，方法是切成10~15 μ 的短纤维用环氧系粘合剂缓慢地固化后，置入搅拌机中与水混合，然后放在挤出成型机中加工成厚度为3~5厘米的混凝土，而且可连续生产，目前已进入实用化阶段。

第三种是清水建设和大日本硝子工业公司共同开发的代钢筋混凝土中钢筋的新型结构材料“NFM”它不会生锈，强度比钢筋高5~10倍，而重量却只有它的1/10。增强纤维为碳纤维和芳纶等连续长丝。例如在上述芳纶短切纤维混凝土中为了进一步提高牢度，可将棒状的kevlar长丝扭编在一起并用环氧系粘合剂加以固化，然后象钢筋那样按可规定的根数插入混凝土中，这样长丝和短纤维的补强力在内部很好地相互交织，就发挥出了和钢筋骨架的同等程度的强度。也可将连续长丝在混入树脂的同时，用自动成型机编成网状，形成一体成形的结构体。当用它代替钢筋使用时，结构件架强度可以提高，而且可以防止因钢筋生锈而使混凝土裂成细纹的缺陷。钢筋混凝土的寿命一般为60年，而它可以达到100年以上。目前该技术正在欧美等主要国家申请专利，由于价格比钢筋高3倍左右，当前计划应用于易受盐类腐蚀的道路桥、海洋开发结构物及化工厂的设施等，利用其无磁化性能，还可用作核反应炉及直线电动机汽车的安梁支座面等，将来随着碳纤维及芳纶成本的下降，将会应用于一般建筑物中。

象日本这样的多地震国家，三十层以上的超高层建筑不能使用钢筋混凝土，只能使用沥青短切碳纤维增强的混凝土。对我国来说，到2000年在人口增长1/4而可使用的土地面积减少的情况下要达到小康水平，即人均居住面积比现在提高3~4倍，唯一的出路就是发展超高层建筑，其中采用特纤增强的混凝土取代大量的钢筋作为新型的高性能建材，对贫铁矿的国家具有十分重要的意义，因此从“七五”期间就应下功夫开发生产廉价沥青碳纤维的技术，同时还要设法大幅度降低高强高模碳纤维及芳纶的价格。

土工布在土工技术工程中的应用和研究(续)

周承元 沈履君 编译

三、土工布的功能及其应用

土工布的主要功能有排水、过滤、拦网、缓冲垫子、分隔、张力隔膜、增强以及作容器使用等,它在不同工程应用中可完成某种功能的作用也可兼具多种功能,现就其功能作用及其所适用工程类型举例叙述如下:

1. 排水功能:

厚型土工布具有排水的功能,它能聚集一种液体并将它输送到排泄口。例如:

a. 在水源工程中大土坝的烟囱式排水[图2(a)];

b. 汇集从上层隔膜中渗透过来的水,通过两层隔膜之间进行排水[图2(b)];

c. 在隧道的衬垫系统中起排水作用。在图2(c)中的结构为混凝土/隔膜/土工布/喷浆混凝土/石子,土工布紧挨着土工隔膜,直接贴靠在石子或混凝土的隧道壁,这样既可以防止土工隔膜被尖角戳破而水又能渗过石子被排除,减少了隧道壁上的水滴;

d. 复合式预制织物排水器,它有一个塑料的芯子(如垫子、网或蜂窝板)和一个土工布过滤器,这种排水器沿底墙或桥墩铺设[图2(d)];

e. 在装满填充物的土坝中,可平铺

多层土工布作水平排水[图2(e)];

f. 在防护堤与软性土基之间水平铺设的排水器[图2(f)]。它有着广泛的应用的领域。在筑路堤之前,先将一层土工布铺在原始的软土层上或者铺在被选用的材料层上,当含有饱和水份的基础土层受到压实时,土工布就起了横向排水层的作用。

g. 垂直式排水器[图2(g)],这是在不少场合采用埋置垂直的塑料排水管和土工布过滤层的方式,可以使压实土质基础层的进度加快。

2. 过滤功能:

土工布能起过滤的功能。当土工布和土壤接触时,它让土壤中渗出的水通过,并阻止大部份土粒子被水流带走。例如:

a. 在高速公路路面的排水问题上,大量的土工布被用作过滤材料,如用包卷砾石的方法形成渠道[图2(h)]或包卷在法国式排水系统上或有缝的管子上起过滤作用[图2(i)];

b. 在塌方的修理上,土工布被放在泥土和箩筐之间作过滤层[图2(j)];

c. 在土——石分区的坝内,在土与石两区段间作过滤层[图2(k)];

d. 在可渗透性路堤与承受压实的软土基之间起过滤作用[图2(l)];

e. 凡主要起分隔作用以及水偶然地

从细泥土流向粗泥土的场合均可使用土工布,如图2(r)、(s)、(t)、(u)、(v)所示的例子中都是防止下层细泥渗入上层粗泥或碎石中;

d. 铺在泥土堤岸与石头的防波坡(防冲乱石)之间起过滤作用如图2(m)所示,这已被广泛应用于河流、运河堤的防护、水库和废水处理池的防护堤以及海滨保护等场合;

e. 在沟渠、池塘、水下空穴等处,用土工布来防护不同情况下出露的土层表面不受冲刷图2(n)。

3. 起拦网功能:

这是将土工布横放在带有悬浮粒子的流动液体(水蒸汽、风)的通道中,阻止细的泥粒子并允许液体通过的功能,这要求在经过一段时间以后,拦网能承受累积在它上面的泥粒子的压力以及增加的流体压力。例如:为了保护建筑工地邻近地域的环境,用淤泥栅栏来阻挡由水流引起的泥沙转移如图2(o)所示,又如在受污染水流的下游,将一个垂直的帘子放在水中以去除悬浮的粒子(如附近土工工程新产生的细尘或灰分),防止其向下游漂移[图2(p)]。

4. 起缓冲垫子的功能:

如将土工布放置在斜坡上可以阻止泥土粒子由于风、雨的冲刷而流失,如草皮在养草期内,将起到这种控制冲刷的作用[图2(q)]。

5. 分隔功能:

在细泥土和粗料(石子、石头、石块等)之间,放入一层土工布,用以防止在外力作用下粗细材料的相互混杂,从而起到分隔的作用,在运输工程中最通用的是用土工布将天然的或原始的松软地基与所选用的充填材料隔开,这方面的例子有:

a. 将土工布隔在铁路路基石子和土基之间,[图2(r)];

b. 在建造停车场,堆放场地或其它工作场地时,将土工布铺放在路基和组合层之间[图2(s)];

c. 土工布夹放在已铺砌好道路的两个结构层之间[图2(t)];

d. 将土工布夹放在路基和组合层之间形成一条未铺砌的道路[图2(r)];

e. 在水下泥浆与倾倒的砌块之间放置一层土工布,以建筑一个倾倒垃圾场地的坝墙或者在两个坝墙之间回填废物[图2(u)];

f. 将土工布放在细粒土与粗粒土筑成的防护堤之间[图2(l)]。在这类应用中由于土工布的过滤和排水作用,当防护堤在自身重力作用而沉降时,下层中的水份被挤出而使土基更为坚实。

6. 做作容器:

当土工布将沙子、石子或新搅拌的混凝土等材料包覆起来时,它起到一个容器的功能,在浇注新搅拌的混凝土时,土工布做的包装器还起到过滤作用,将过量的水排除掉。例如:

a. 用土工布制成一种铺在混凝土斜坡上起防护作用的垫子[图2(v)]或防止冲刷的垫子[图2(w)];

b. 作为水下混凝土的垫子,修理桥桩桩柱的基础[图2(x)];

c. 把土工布铺在水面下不平整的河床上,形成一个水下基础面,供浇注混凝土用,[图2(y)];

d. 将土工布做成一个装有混凝土的袋,采矿时用于填塞空穴或应用于类似的场合,[图2(z)];

e. 将土工布做成一个装有沙的管子,作暂时性的防护堤[图2(a)]。

7. 张力隔膜功能:

当土工布放在两种具有不同压力的材料之间起着张力隔膜的作用,这时土工布呈现出弯曲的形状,以其张力来平衡两种