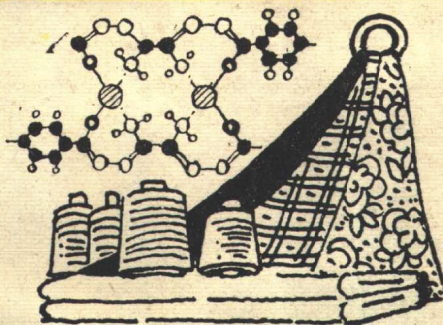
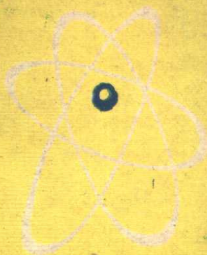
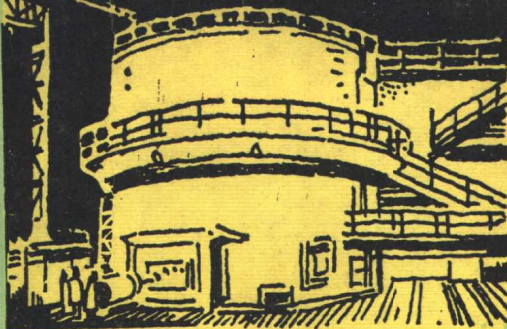


新技术普及丛书

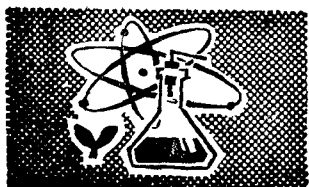


特种合成纤维

上海合成纤维研究所

上海人民出版社

新技术普及丛书



特种合成纤维

上海合成纤维研究所

上海人民出版社

新技术普及丛书
特 种 合 成 纤 维

上海合成纤维研究所

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷四厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 4 字数 85,000

1977年9月第1版 1977年9月第1次印刷

统一书号: 15171·267 定价: 0.25 元

毛主席语录

在生产斗争和科学实验范围内,人类总是不断发展的,自然界也总是不断发展的,永远不会停止在一个水平上。因此,人类总得不断地总结经验,有所发现,有所发明,有所创造,有所前进。

抓革命,促生产,促工作,促战备。

出版说明

伟大领袖和导师毛主席教导说：“我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个社会主义的现代化的强国。”今天，在华主席和党中央领导下，我国社会主义革命和社会主义建设形势大好，工业学大庆、农业学大寨的群众运动深入开展，群众性技术革新、技术革命和群众性科学实验的热潮进一步掀起。这套《新技术普及丛书》就是为了配合形势的需要而编辑出版的。

本丛书以广大工农兵、干部、青年和有关科技人员为对象，努力以马列主义、毛泽东思想为指导。选题以正在推广应用或有发展前途的新技术、新工艺、新材料、新设备等为主，要求通俗生动地介绍有关技术原理和基本知识，并适当结合具体事例，力求能起到增长革命志气、鼓舞革命斗志，增进科技知识，开阔眼界、启发思考的作用，从而在推广运用新技术方面有所帮助。

《特种合成纤维》是本丛书的一种，由上海合成纤维研究所的工人、干部、技术人员组成三结合编写组编写。初稿完成后，又经“三结合”审稿和修改，并请上海纺织工学院有关同志审阅。许多同志为写好本书贡献了力量。但由于我们工作做得不够好，书中肯定还有缺点错误，望读者批评指正，以便今后修订。

目 录

引言	1
耐高温纤维	8
高强度纤维	18
高模量碳纤维	27
耐辐射纤维	41
高温耐腐蚀纤维	47
防火纤维	55
离子交换纤维	63
可以导电的合成纤维	72
有机导光纤维	78
弹性纤维	90
其他特种合成纤维	96
结束语	104
附：部分特种合成纤维性能与用途	107

引 言

在一个新技术展览会上，人们看到一只电炉的电热丝上放着一块金黄色的布，布上放着一只盛水的水壶。讲解员把电炉的开关合上，不久电热丝就红了，过了一会，水壶里的水也沸了，然而，放在电炉上的那块金黄色的布却丝毫没有损坏。你想：这是金属丝编织的“布”吧！不，这是合成纤维编织的布。这就奇怪了，合成纤维，像涤纶、锦纶、腈纶、丙纶、维纶、氯纶在电炉上不是早就熔融或者烧成灰烬了吗？这块布到底是哪一种合成纤维织成的呢？原来，它是由具有良好的耐高温特性的特种合成纤维制成的。今天，特种合成纤维已经有很多品种。它们与一般的合成纤维有着密切的关系，而它们的性能又各有特点，制造方法也并不相同，用途更是各式各样。几种主要的特种合成纤维，就是本书所要介绍的。

这里，先简单说一说特种合成纤维发展史。

特种合成纤维是从天然纤维发展过来的。早在新石器时代，我们的祖先就开始利用麻、丝等天然纤维。五千多年前，我国劳动人民利用蚕吐的丝，织出美丽而轻盈的丝绸。丝绸是我国古代劳动人民的伟大创造。植棉、养羊，利用棉花、羊毛这些天然纤维，我国劳动人民也早有精湛的技艺。

自然界天然纤维种类很多，产量也大，但它们的数量毕竟有限，而且有些性质受到自然条件的限制，满足不了人类的各种需要。随着对纺织用纤维所需要的数量和品种的增加，人们

开始寻找更多的纤维原料来源。“人的认识,主要地依赖于物质的生产活动”。十八世纪中叶,随着工业革命的进展,人们在纺织工业方面为了开辟更广的原料来源,开始对蚕吃桑叶可吐出细丝这个一般的事实产生了浓厚的兴趣。起初,人们是从桑叶上打主意,想把桑叶直接溶解成粘液,然后再抽成丝。但是许多次试验都失败了,原因是找不到可以溶解桑叶的溶剂。后来有人分析蚕丝与桑叶的化学成分,发现桑叶主要是碳(C)、氢(H)、氧(O)三种元素组成,而蚕丝却是由碳、氢、氧、氮(N)四种元素组成。这就启发了人们将纤维素与氮结合使其溶解。经过多次试验证明,用硝酸处理自然界中比较纯粹的纤维素——棉花,所得的“硝化纤维素”,可以溶解于酒精与乙醚,制得的粘液可以纺成丝,于是有史以来最早的人造纤维“硝酸纤维”就研究成功了。

由于硝酸纤维存在着成本高、容易燃烧等许多严重缺点,因而未能发展成为纺织工业的原料。后来,经过进一步研究,人们从木材等广泛易得的其他含有纤维素的原料中提取出纯净的纤维素,经烧碱浸渍,再用二硫化碳处理,获得一种颗粒状物质——纤维素黄酸酯,把它溶解于稀碱溶液中,形成一种胶状粘液,用它可纺成粘胶纤维。此后又出现铜铵纤维、醋酸纤维等人造纤维。人造纤维的原料都是天然高分子化合物。

人造纤维的出现,显示了人类认识自然、改造自然的伟大力量。但是,人造纤维还存在着一定缺点,它的性能和用途还不能满足人民生活和科学技术日益发展的要求。

随着现代高分子合成化学工业的发展,人们已经能从一些最普通的、同时也是最丰富易得的原料,如空气、煤、石油、天然气等,来制取品种既多、性能又好的合成纤维。合成纤维的出现并不偶然,它是在人造纤维的基础上研究出来的。合

成纤维与人造纤维的主要区别在于它的纺丝原料不再是天然的高分子化合物,而是人工合成的高分子化合物。1913年,人们第一次研究成功合成纤维氯纶。1939年,锦纶66正式投入大规模工业生产。此后,1950年维纶、腈纶相继投入生产,1953年涤纶、1957年丙纶也投入了生产。

人们的认识,“都是一步又一步地由低级向高级发展,即由浅入深,由片面到更多的方面”。1954年,第一种性能特殊的,耐腐蚀性好、耐高温的合成纤维——氟纶(聚四氟乙烯纤维)实现了工业化生产。从此,各种性能和用途的特种合成纤维相继问世。

1974年,世界上合成纤维的产量已经超过了800万吨,其中99%是涤纶、锦纶、腈纶、丙纶、维纶、氯纶等称做六大纶的产品,特种合成纤维的产量只占很小比例,还不到百分之一。但是,在合成纤维的品种总数之中,特种合成纤维却占了80~90%。

所谓特种合成纤维并无绝对的定义,它是相对于占合成纤维产量99%的大品种而言的。随着科学技术的不断发展,今天的特种合成纤维,明天也许成了普通的合成纤维。“科学研究的区分,就是根据科学对象所具有的特殊的矛盾性。”特种合成纤维由于它们的化学组成、分子结构、物理化学性能、加工方法的特殊矛盾和特殊本质,才构成了这样一个种类繁多的“大家庭”。

特种合成纤维的分类可以按纤维的特殊性能来分,也可以根据化学组成、分子结构或加工方法来分。纤维的性能反映了内部结构的特殊性。我们就从纤维特殊性能来分类,谈一下特种合成纤维的品种。

本书所介绍的特种合成纤维包括耐高温纤维、防火纤维、

耐辐射纤维、高强力纤维、高模量纤维、弹性纤维、导光纤维、导电性纤维、离子交换纤维、耐腐蚀纤维、超细纤维、发光纤维等,还提到高温变色纤维、带电纤维、可食纤维、发臭纤维等。

自然科学从来都是和人类的实践活动紧密联系着的。它在实践中产生,为阶级斗争和生产斗争服务,又在实践中得到发展。特种合成纤维在实践中产生,还在实践中发展。

特种合成纤维在我国有着宽广的前途。

大家都不会忘记,在毛主席关于“我们也要搞人造卫星”的伟大号召下,1970年4月24日,我国成功地发射了第一颗人造地球卫星。此后又陆续发射了多颗,技术上也越来越先进。卫星要上天,需要强大的火箭运载,如果使用轻质高强度的材料,减少卫星和火箭的重量,就可以用较小的火箭,或可用相同的火箭运载更多的仪器、设备,发挥更大的作用。卫星和火箭如此,导弹、飞机也是一样,都需要一些又轻、又结实的新型材料。卫星在太空中工作,受阳面与背阳面的温差有几百度。一般材料在这样高的温度变化下,容易膨胀和收缩,会影响正常工作,因此必须采用热膨胀极微小的材料。为了解决宇宙航行、航空、航海以及火箭、导弹、潜艇、船舰等技术发展的需要,复合增强材料应运而生了。而作为复合增强材料的增强剂——新型的纤维材料,也如雨后春笋般出现。如碳纤维这种增强剂的异军突起,又促进了复合增强材料的进一步提高和发展。

电动机是工农业生产、交通运输、国防、人民生活必不可少的,大家都很熟悉。一般电动机,工作环境温度不高;但在一些特殊场合工作的电动机,环境温度很高,有的要超过 100°C 。通过实践,人们终于找到了能制造耐高温绝缘纸的新型纤维材料,例如芳纶1313、聚芳砜纤维、噁二唑纤维。新型

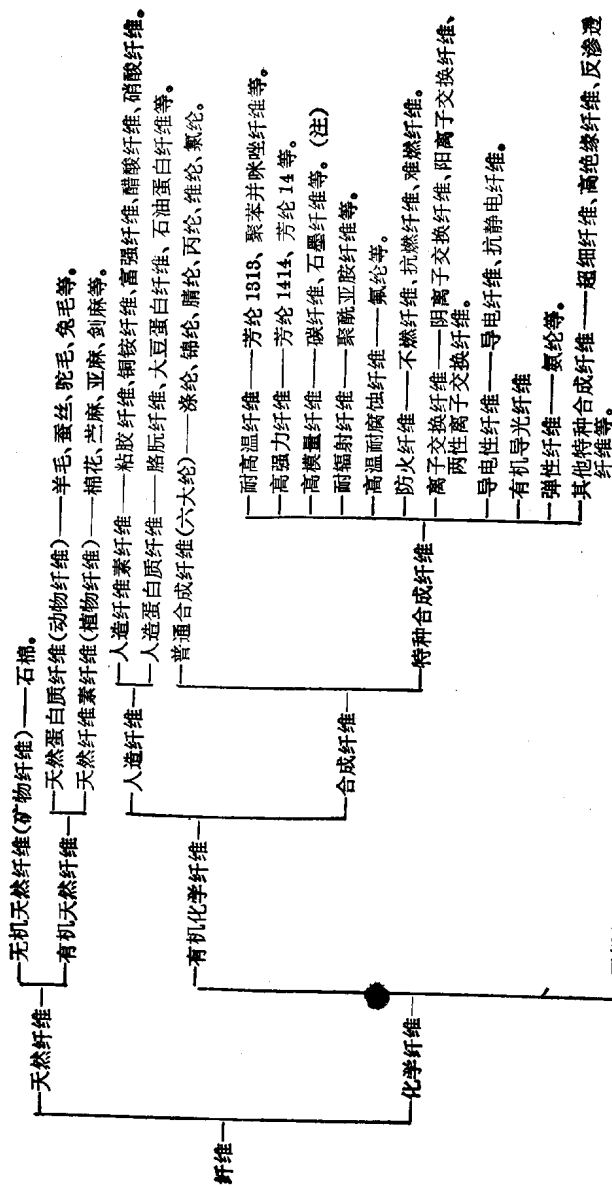
纤维材料做成的绝缘纸,用到电动机上,解决了电动机在高温下不能正常运转的问题,电动机的体积也因此大大减小,可以节约大量的金属材料。

工业、农业及日常生活中都离不开清洁的水。随着现代工业的迅速发展,废水的数量愈来愈多,废水中所含物质的种类也愈来愈复杂。目前,治理三废,保护环境,造福人民的群众运动正在我国迅速开展,各种治理废水方法正在出现。合成纤维是否也能在治理废水的战斗中,发挥它的特长呢?能,完全能。后起之秀的离子交换纤维、反渗透中空纤维将会发挥出很大的作用。

在毛主席的无产阶级革命路线指引下,我国合成纤维工业蓬勃发展,特种合成纤维品种日益增多。可以预见,在阶级斗争、生产斗争和科学实验三大革命运动的推动下,我国特种合成纤维领域将不断有所发现,有所发明,有所创造,有所前进。

表 0-1 “纤维分类表”说明了特种合成纤维这个“大家庭”在“纤维家族”中的位置。附图则对合成纤维,包括普通合成纤维和特种合成纤维,作了比较形象化的介绍,以帮助读者进一步认识特种合成纤维的各个成员。

表 0-1 纤维分类表



注：此处的碳纤维与石墨纤维是以合成纤维为原料加工而成的。

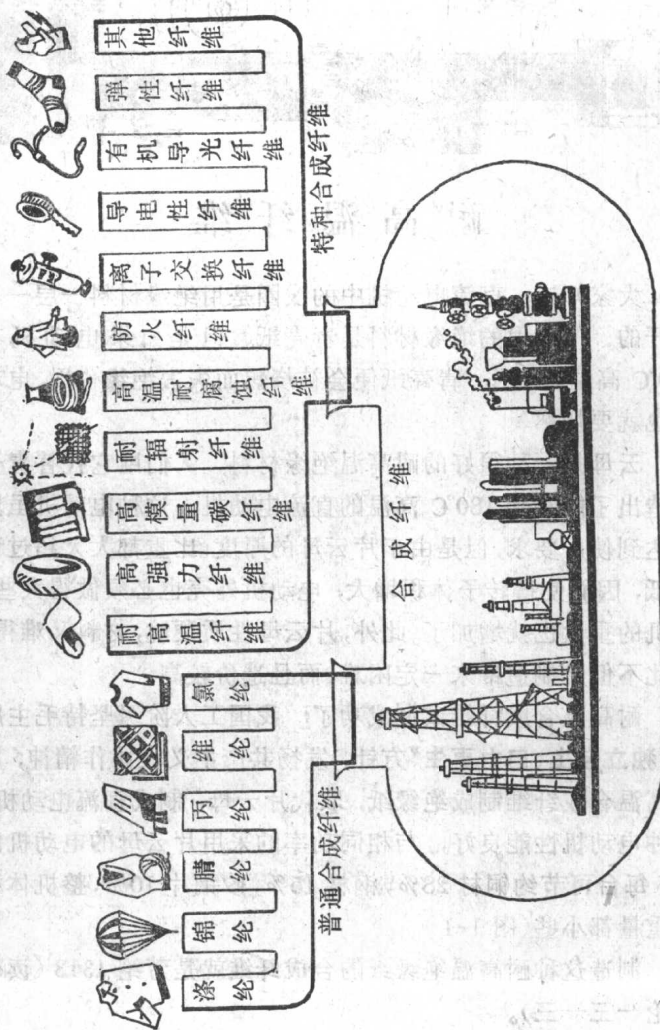
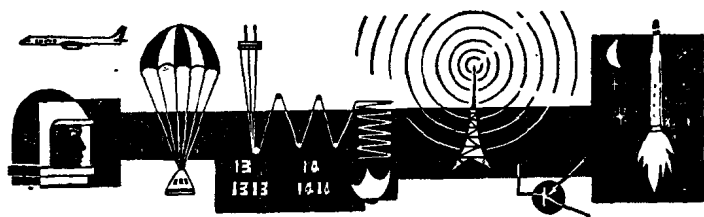


图 0-1



耐高温纤维

大家知道，直流电动机中的线圈是用绝缘材料一层一层隔开的。一般用的绝缘材料是青壳纸。但是如果电动机在 180°C 高温下工作，青壳纸便会被烧焦而失去绝缘作用，电动机也就要烧坏。

云母是一种很好的耐高温绝缘材料，人们用它代替青壳纸造出了能经受 180°C 高温的直流电动机。这种电动机虽然能达到使用要求，但是由于片云母的厚度、比重都大大超过青壳纸，因而使得转子体积增大，电动机外壳也必须做得大些，整机的重量也就增加了。此外，片云母性质硬脆，材料又难得，因此不但给制造带来一定困难，而且造价较高。

耐高温合成纤维试制成功了！我国工人阶级坚持毛主席的“独立自主、自力更生”方针，发扬共产主义大协作精神，用耐高温合成纤维制成绝缘纸，取代片云母，制成直流电动机。这种电动机性能良好，与相同功率的采用片云母的电动机比较，每台可节约铜材 28%，钢材 15%，矽钢片 10%，整机体积和重量都小些(图 1-1)。

制造这种耐高温绝缘纸的合成纤维就是芳纶 1313 (读作芳纶一三一一三)。

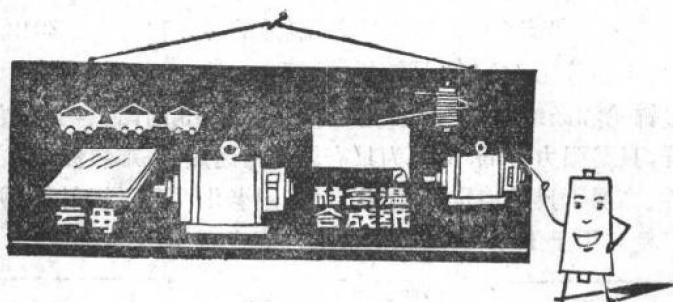


图 1-1

芳纶 1313

“芳纶”是我国的名称，它的全称是芳香族聚酰胺纤维。

这类纤维高分子结构中都有芳香环

$$\left(\begin{array}{c} | & & | \\ & \text{C} - \text{C} & \\ / & & \backslash \\ -\text{C} & & \text{C}- \\ \backslash & & / \\ & \text{C} = \text{C} & \\ | & & | \end{array} \right)。$$

芳

纶有很多品种，芳纶 1313 是其中的一种，像大家熟悉的锦纶有锦纶 6、锦纶 66、锦纶 610、锦纶 1010 等等一样。芳纶还有芳纶 13（聚间苯酰胺纤维）、芳纶 14（聚对苯甲酰胺纤维）、芳纶 1414（聚对苯二甲酰对苯二胺纤维）等。这种叫法与锦纶类似。芳纶后面的数字表示化合物中的酰基（ >C=O ）、亚氨基（ >N-H ）在芳香环上的位置。在芳香环上，我们看到有六个碳原子，若在第一个位置上接一个酰基，在第三个位置上接一个亚氨基，这样的聚合物就是聚间苯酰胺，制成的纤维称为芳纶 13。如果有二个芳香环，在第一个苯环上的第一和第三两个位置上各接一个亚氨基，在第二个苯环上的第一和第三两个位置上各接一个酰基，再使亚氨基和酰基接在一起，这样的聚

合物就是聚间苯二甲酰间苯二胺，制成的纤维称为芳纶1313。芳纶 14 和芳纶 1414 也是同样的道理。

锦纶和涤纶是大家所熟悉的。芳纶 1313 的比重与涤纶一样，只是强力略低，但因为具有较好的耐热性、难燃性、电绝缘性、高温下尺寸稳定性、耐化学性、耐老化性和耐辐射性，所以广泛应用于工业、国防和宇宙航行等方面(图 1-2)。

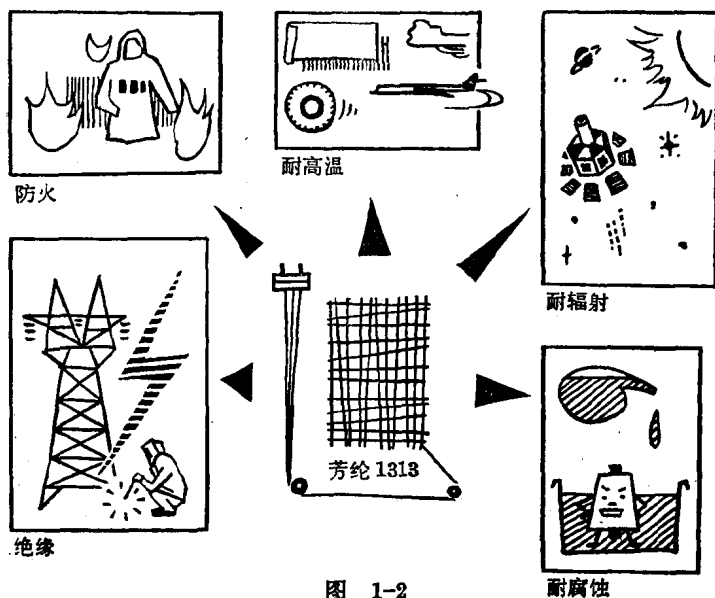


图 1-2

芳纶 1313 在长期高温作用下，其强度不减弱。试验证明，芳纶 1313 在 180°C 环境历经 3000 小时，在 260°C 环境历经 1000 小时，仍保留原来强力的 65~75%。在高温下，它不熔融，若加热到 400°C ，仅开始碳化，逐渐分解变成结晶的残渣。利用这种耐热、难燃性能可以制防火帘、防燃手套、消防服、耐热工作服、耐热降落伞等。如在制造易爆炸的铝粉及使用易

燃的有机溶剂的工厂中，用芳纶 1313 织物做成工人的作业服，可以比较有效地安全生产。

芳纶在 265°C 的热空气中收缩小于 1%，沸水中收缩 1.5~2.0%，制造芳纶时如采用了热处理，还可以降低或完全消除其收缩性。耐热、难燃的芳纶 1313，具有这样良好的尺寸稳定性，因此有人利用芳纶 1313 织物做成高温下过滤气体和分出固体粒子的滤材。如利用石灰石和白云石做原料的工厂，为了减少公害，必须设法捕集高温分尘机上大量的高温粉尘，如果采用一般材料做滤袋，使用寿命较短，采用芳纶 1313 织物做滤袋，使用效果好，而且经久耐用。有些重型机器厂、冶金厂等，放出的高温粉尘气体，经适当降温，也可以采用芳纶 1313 织物制成的滤袋捕集粉尘。

芳纶 1313 能耐大多数酸，只是在三酸（盐酸、硝酸、硫酸）的长期作用下，强度才有所下降；一般耐碱性也比较好，但长期在氢氧化钠中，强度降低；它还耐大多数漂白剂和溶剂（如苯酚、甲酸、甲醇等）。因而芳纶 1313 是制造耐化学腐蚀的工作服、消防服、手套、滤材的良好材料。

在同剂量的 X、 β 、 γ 射线辐射下，芳纶 1313 强度保持率比涤纶和锦纶 66 高得多，因此可以用来做宇航行服。

芳纶 1313 具有种种优越性能，用途很大，但由于耐日光性较差、难于染色，给使用带来一些不便。不过，这些缺点是可以克服的。

芳纶 1313 的原始原料也是石油，聚合体的原料就是石油制品——间苯二甲酰氯和间苯二胺。可采用一般干法或湿法纺丝制成长丝和短纤维。