

# 导电纤维的研究进展

胡雅琪, 郭荣辉\*

(四川大学 轻纺与食品学院, 四川 成都 610065)

**摘要:**介绍了导电纤维的种类和研究现状,综述了其制备方法和现有主要领域,展望了导电纤维的未来发展。

**关键词:**导电纤维;制备方法;应用领域;发展

**中图分类号:**TS102.5

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-0356(2017)09-0001-05

导电纤维具体指导电率大于  $10^{-7}(\Omega \cdot \text{cm})^{-1}$  的纤维。因有良好的导电性能,在工业、日常生活等领域中利用传导电子和电磁波而减少静电对生产生活的负面影响,且具有耐久性,甚至在空气湿度低的环境中仍保持较好的抗静电性,从而提高生产率,提升人们生活质量。抗静电织物和抗电磁波辐射的导电织物是现在导电纤维制备成型后的主要用途,日后将会在更多领域展现导电纤维的魅力。

近年来,可穿戴式电子产品由于在能量采集、微型机器人、电子纺织品、表皮及植入式医疗设备等方面有潜在的应用,使导电纤维可穿戴电子产品的研究取得迅速的发展。

## 1 导电纤维

### 1.1 有机纤维

有机导电纤维主要为高分子类。最初是白川英树等<sup>[1]</sup>在合成聚乙炔薄膜时经过掺杂,赋予了该物质导电性,然后,发现了掺杂聚苯胺而转变为导电材料。聚吡咯能在一定的改性作用后降低电阻率,聚噻吩也摆脱了绝缘体这顶帽子成为导电有机纤维的一员。后通过各类研究使高聚物加工后,具有了低的电阻率,制成纤维后也保持了这种优良的特性。此类新型纤维拓宽了人类对纤维材料的认知,并为高聚物的应用提供了更多的可能性。

#### 1.1.1 聚苯胺纤维

聚苯胺所用原料单体是易得的化学物质,单体聚合成高分子的方法简易,制得的高聚物在电磁微波吸收性能测试中表现优良<sup>[2]</sup>,由于分子内部的掺杂现象

而具有良好的电化学性能。因高聚物分子链外露的活性基团少,不易与其他化学品发生反应,成键稳定化学稳定性优良,另外光学性能也十分良好,总的来说就是有高的电导率并且在任何环境中都较为稳定。正是因为以上原因,科学家对其给予了极大的关注,加速研发进程使其成为研发最快的导电聚合物之一,并给予厚望,认为聚苯胺在现实实践中应用的可能性最大。以导电聚苯胺为基底材质,然后加工成丝是主要的合成导电聚苯胺导电纤维的方式。

聚苯胺是绝缘体,通过掺杂改性才使绝缘体转变成半导体或导体。掺杂其实是一个氧化还原过程,不同的掺杂方式和方法结果差异很大,直接影响着聚苯胺的导电性能。

#### 1.1.2 聚吡咯纤维

聚吡咯相较聚苯胺研发内容较少,李飞等<sup>[3]</sup>取得了突破性的进步,他们利用化学氧化原位聚合法,采用表面活性剂蒽醌-2-磺酸钠盐(AQS)作为辅助剂,成功制备了PPy,并且纤维材料达到了纳米级。表面活性剂蒽醌-2-磺酸钠盐(AQS)不仅是反应的推动者,也是调控者。使用工业生产成熟的PET无纺布作为反应基体,在特定的反应时间与搅拌速率下,制备得到的PPy纳米纤维材料具有最佳的微观形貌及电导率综合性能,按照以上制备方法,令表面活性剂掺杂到导电织物中<sup>[4]</sup>。

#### 1.1.3 聚噻吩纤维

p型掺杂与n型掺杂是聚噻吩的主要掺杂类型。目前研究较多的噻吩均聚物是聚3,4-乙撑二氧噻吩(PEDDT)<sup>[5]</sup>,测量结果显示除了较低的氧化还原电位,电导率也很高,同时良好的热化学稳定性也为其增色,当作为电极材料使用时,比电容的数值一般低于200 F/g,是很好的制造原料。这类导电聚噻吩主要的合成方法是电化学聚合,通过这一简单方法出现了PEDOT。PEDOT是由Bhat等<sup>[6]</sup>首次合成的,电化学

收稿日期:2017-07-15;修回日期:2017-07-20

基金项目:大学生创新创业训练项目资助(201610610296)

作者简介:胡雅琪(1996-),本科在读,研究方向:纺织化学与染整,E-mail:416379546@qq.com。

\*通信作者:郭荣辉(1976-),副教授,主要研究方向:纺织材料与纺织品设计、纺织品功能整理、纺织工程,E-mail:ronghuiguo214@126.com。

测试表明其可以进行 n 型和 p 型的掺杂,以不锈钢作为基底,这类聚噻吩作为对称型超级电容器时,有较为理想的比电容。

## 1.2 无机纤维

无机导电纤维以碳纤维及其衍生物为主。聚合物纳米复合材料由嵌入在有机聚合物中的纳米颗粒组成,成为一类新材料。导电纳米颗粒和导电聚合物的混合导电纳米复合材料是一个新兴的领域,这些材料可能表现出前所未有的特性,对工业界和学术界都具有吸引力。导电纳米复合材料的应用有很多种,如传感器<sup>[7]</sup>、执行器、触摸屏等。导电聚合物与导电碳纳米管的结合已经显示出一定的协同性能<sup>[8]</sup>。

### 1.2.1 碳纤维

纯碳纤维具有导电性,多为混合多组分纤维,赵洪洋<sup>[9]</sup>将煤酸处理后溶解于有机溶剂中,利用静电纺丝方法喷出纳米级的纤维,经过碳化去除杂质元素,提高碳含量,再经过活化后得到煤基碳纤维,测试其电化学性能并进行研究,所得产品为碳纳米纤维毡,可用来制作柔性超级电容器的电极。高强度高模量石墨烯纤维现已被成功制备,其导电率可与金属相媲美<sup>[10]</sup>,使用的方法是气相插层反应。

### 1.2.2 导电型金属化合物纤维

导电率较高的金属有铜、银、镍和镉等,其氧化物、硫化物或碘化物做成导电纤维,材料牢度较好,还具有一些生物学功用,但由于成本和导电性能原因,主要应用于抗静电方面。Xin 等用化学涂覆法将 ATO 包覆在聚酯纤维(PET)上,使之电阻率从大于  $1.012 \Omega \cdot \text{cm}$  降至  $5.79 \times 10^2 \Omega \cdot \text{cm}$ 。Pan Wei 等将聚丙烯腈与 ATO 通过静电纺丝方法制得复合纳米导电纤维,经过一系列表征之后,他们指出该法制得的纤维导电率可降到  $10^8$  数量级,具备良好的抗静电性能<sup>[11]</sup>。

### 1.2.3 金属纤维

除了金属化合物,金属单质如不锈钢、铜、铝等经过金属纤维化,制备成纤维材料,其自带耐热耐化学腐蚀性,导电性能优良( $10^{-4} \sim 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ )。但制备成纤维的过程复杂困难,成本高,抱合力小可纺性能差,也很难与普通纤维混纺加工<sup>[12]</sup>,成品色泽受限制。在时间上,金属型导电纤维是开发最早,但也因为纤维化的难点止步不前。

## 2 导电纤维研究现状

一种新的混合磺化聚苯胺/季铵化的石墨烯(s-pa-

nina/q-graphene)是由带正电荷的静电和 P-P 之间的季铵化作用制备石墨烯(q-graphene)和带负电荷的磺化聚苯胺(s-panina)结合而得<sup>[13]</sup>。从 s-panina 到 q-graphene 表的引入与层状结构和高导电性纳米杂化物形成特殊结构。对 s-panina/q-graphene 纳米复合超级电容器电极材料电化学性能的评价,用硫酸作为电解质应用在 1 M 的循环伏安法和恒电流的条件下进行充放电测试,得到了 s-panina/q-graphene 杂化的最大电容 682 F/g,初始电容比具有较好的持久性,能保持在 70%。因此高功率特性的 s-panina/q-graphene 杂化具有良好的倍率性能,此外,该纳米复合材料表现出优异的稳定性(小于 2 000 个周期后下降 5%),库仑效率为 100%。因为 q-graphene 和 s-panina 之间的协同作用,改进了电化学性能,表明纳米复合材料是高性能超级电容器很好的候选人。

另有自掺杂磺化聚苯胺(SPANI)由通过快速混合 2-氨基苯磺酸与苯胺聚合的方法,共聚合成纳米纤维(ASA)<sup>[14]</sup>。自掺杂 SPANI 纳米纤维具有优良的水溶性,良好的电导率( $0.11 \text{ s/cm}$ )。新型聚苯胺包覆聚己内酰胺纤维,也可使电性能提升。

最近发现可采用近胶束聚合反应聚吡咯(PPy)在棉纤维表面成膜,导电性增强(具有  $0.0212 \text{ s/cm}$  的电导率)。

Erdogan 等<sup>[15]</sup>发现导电聚苯胺(PAN)-聚噻吩(PTH)/聚(对苯二甲酸乙二醇酯)(PET)在含有  $\text{FeCl}_3$  的有机介质中放入 PET 纤维,利用苯胺、噻吩聚合的方法制备复合纤维。测试 PAN-PTH 含量(%)和复合材料的表面电阻率来研究聚合反应条件的影响,如聚合介质,苯胺/噻吩的摩尔比和噻吩氯化铁/苯胺的摩尔比以及聚合温度和时间。最低的表面电阻率( $1.30 \text{ M/cm}^2$ )<sup>[16]</sup>是由苯胺和噻吩聚合得到的(1:3 摩尔比),在  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  下乙腈/氯仿(1:5 体积比)中制得。PAN-PTH/PET(含 4.8% 的 PAN-PTH)的表面电阻率在 pH 值为 11 的条件下,从  $1.9 \text{ M/cm}^2$  增加至  $270 \text{ M/cm}^2$ 。

Zu, M 等<sup>[17]</sup>发现 KD-1 型 SiC 纤维在高达  $1400 \text{ }^\circ\text{C}$  的热暴露后仍具有显著的热稳定性,其初始强度的 60% 保持良好并且电阻率保持在  $0.5 \sim 1.2 \Omega \cdot \text{cm}$ 。基于其微观结构特性与拉伸和电气试验,表明 SiC 纤维在高温下机械性能和电气性能的主导影响因素是其结晶结构和组分。

由于碳纳米管与聚合物的相互作用,在碳纳米管

附近(相间)中的聚合物链比块状聚合物具有更紧凑的填充、更高的取向和更好的力学性能。Suckeveriene, Ran Y等总结并讨论了复合纤维中界面聚合物的存在、结构特征和纤维性能,更广泛的光纤和聚合物加工领域中界面现象的影响,更强大的材料,现在在探索的早期阶段。除了拉伸性能的改善外,碳纳米管在聚合物纤维中的存在强烈地影响着其他性能,如热稳定性、热转变温度、纤维热收缩、化学电阻、导电率和热导率。这将有助于更好地了解聚合物/CNT纤维,特别是高性能纤维的现状,并找到最合适的加工工艺和条件。实验室中,实现了纳米银/石墨烯涂覆棉织物和涤纶织物,负载后的织物成功带有良好的导电性。

全球对技术纺织工业的需求迅速增长,促使开发基于天然纤维和玻璃纤维混杂材料(纱线、织物)的新材料。Lusis, Andrej等<sup>[18]</sup>利用电阻抗谱和热重分析研究了水分对金属和金属氧化物包麻(亚麻、大麻)纤维和玻璃纤维织物电性能的影响。

### 3 制备方法

#### 3.1 纺丝加工法

##### 3.1.1 静电纺丝

利用静电纺技术将导电材料的液体喷丝而成,导电高分子聚合物、纳米碳基材料、金属化合物及复合型材料皆可使用此类纺丝方法,制得的导电纤维较多地应用于传感器、超级电容器和光伏电源等领域。此类方法有效便捷,拥有纳米至微米形态结构特征的纤维产品,既有高比表面积,又具有良好的导电性能<sup>[19]</sup>。

##### 3.1.2 拉伸法

加工金属材料使其呈现纤维状,可使用拉伸法<sup>[20]</sup>。拉伸法包括单丝拉伸法和集束拉伸法,两种方法制得的纤维直径大约在 $8\sim 35\ \mu\text{m}$ ,与熔融纺丝法所得的纤维直径范围相同。切削法粗糙些,会使纤维直径较大在 $15\sim 300\ \mu\text{m}$ ;结晶析出法所制纤维直径最小可达 $0.2\sim 8\ \mu\text{m}$ ,类似纤维化方法通常制得短纤维,用于防静电地毯和工作服面料,可生产无纺布或与普通纺织纤维混纺织造。

##### 3.1.3 湿法凝胶纺丝

湿法纺丝、凝胶纺丝方法将导电高聚物、导电粒子(主要为碳黑或金属化合物)与基质聚合物复合纺丝制成导电纤维,导电高聚物(如聚乙炔、聚苯胺、聚吡咯、聚噻吩等)则直接纺丝。Epstein等<sup>[21]</sup>在酸性条件下直接纺制出聚苯胺纤维。Mattes<sup>[22]</sup>用水作凝固剂,四

氢吡咯等作为凝胶抑制剂,N-甲基吡咯烷酮(NMP)作溶剂,制备聚苯胺纤维。

#### 3.2 后处理法

##### 3.2.1 镀覆法

利用超临界流体(SCF)在纤维上镀金属是制造高导电纤维的一种制造技术,目前正在对芳纶、聚酯和锦纶纤维等合成纤维进行积极的研究。然而,用SCF在纤维上镀金属存在一些问题,纤维与金属板之间的黏附性不高,这种方法由于超临界条件下的高温高压,需要热稳定性,因此天然纤维被排除使用的可能性,发展受到限制。Cho, Hangjin等<sup>[23]</sup>研究了Lyocell纤维,该纤维是纤维素纤维,具有良好的热稳定性,发现了超临界预处理的最佳条件。在制作导电纤维后,进行了磨损和水洗试验,以检验纤维与镀覆金属之间的黏合力。此外,为了提高纤维与金属的结合力,增强结合牢度尝试通过氧等离子体、酸或碱进行纤维的表面改性。特别是经过等离子体处理的镀铜导电纤维,甚至在进行磨损和洗涤试验之后,仍具有高导电性。

导电纤维X-Static是用化学镀层方法在锦纶纤维表面镀银,东洋纺公司制成的具有金属皮层的导电纤维用低温熔融态金属浸渍。Statex公司采用非电解镀银技术制成导电纤维Ex-Stat。

##### 3.2.2 表面导电层法

日本菱田三郎用 $\text{Na}_2\text{S}$ 渗入纤维内部,使涤纶获得耐久的导电性。Okoniewskim等为了在纤维表面形成导电层,将腈纶浸于铜盐溶液,使铜离子与腈纶纤维的氰基络合并生成铜的硫化物。日本蚕毛染色公司的桑纶“SSN”采用PAN纤维制造、日本帝人公司的“T-25”( $10^{-7}\sim 10^{-8}\ \Omega\cdot\text{cm}$ )在PET纤维上形成CuI导电层、我国以PAN,PA为基体生产的EC-N导电纤维<sup>[24]</sup>。

### 4 应用现状

#### 4.1 抗静电纺织品

在日常生活和工业生产中,由机械仪器、摩擦作用产生的静电降低社会生产效率,无法释放,产生电波干扰信号,造成电子仪器的损坏或是运转故障,对生物环境造成不良影响,工作人员服装所携带易沾染灰尘固体小颗粒,在生产中造成电路多种问题,以上的负面影响,都可用抗静电纺织品来解决。导电纤维应用在工作服上,防止了静电累积电荷的积蓄,减少了电路短路、元件击穿等问题的发生。

## 4.2 防辐射纺织品

在工业生产、工作中,一些精密仪器需要防电磁波的干扰才能精准工作,航天航空中也需要无辐射的环境,将含有导电纤维的织物用作电磁波屏蔽材料,会大大提升工作效率。某些工作人员的工作环境无时无刻伴有电磁辐射,对身体健康产生极大的危害,这时导电纤维可运用在防辐射工作服,在人体表面形成保护层。当电子产品遍布生活的每个角落,防辐射纺织品应运而生。

## 4.3 柔性电极

当前智能服装通过将智能或特种纤维编织于面料之中或直接织成面料用于服装来实现其智能化<sup>[25]</sup>。Deka, Biplab K 等认为结构超级电容器可被视为具有结构和电池功能的性能优异的下一代储能器件。在他们的研究中,报告了新开发的结构超级电容器,首次基于氧化锌纳米管,生长在编织碳纤维电极,用于玻璃纤维分离器。固体聚合物电解质是由混合离子液体(EMIMBF<sub>4</sub>)、锂盐(LiTf)与聚酯树脂基体聚苯胺纳米纤维。超级电容器是通过真空辅助树脂传递模塑工艺制造的,既有效又环保。超级电容器的比电容提高到 18.8  $\mu\text{F/g}$ ,与碳纤维超级电容器的 0.2  $\mu\text{F/g}$  相比,该装置表现出强大的多功能性能,可以放心地用于电动车辆和无人飞行器以及航空航天工业中的储能方面。

睦慧东等<sup>[26]</sup>采用静电纺丝法制备了碳纳米纤维,通过简单的水热合成法成功地制备了碳纳米纤维(CNs)负载的 MoO<sub>2</sub> 复合材料 MoO<sub>2</sub>/CNs,并使用该材料作为染料敏化太阳能电池(DSc)组成结构的对电极。

## 5 展望

随着科技进步,各学科领域交叉合作,互利互赢。导电纤维也在这时代的潮流中,与其他相关科学领域的结合越来越紧密,这给导电纤维提供更广阔的应用领域,也会对其他技术产生不可估量的正面影响,促进共同发展。智能纺织品热度持续上升,作为一种重要的功能材料,导电纤维将受到更多的关注,研究出更多优良性能,不仅能抗静电、防辐射,更能与光纤结合,实现信息化时代的革新和进步。不仅如此,在医学和电子领域也会有深度的合作。

从纤维材料方面,纳米复合材料是主要的研究方向,碳纳米管石墨烯也是研究重点,与天然纤维的结合更贴合服用舒适感的要求,所以如何使天然纤维具有

导电性也是研究的一个方向。从加工方法说,包覆或镀覆表层与基体的结合牢度有待提升。从性能上来看,如何保持导电性的耐久性,并在洗涤摩擦作用后减少导电率的降低,是需要努力的方向。针对目前导电纤维存在的缺陷,辩证分析、逐步实验改进导电纤维,是现在的重要任务。

## 参考文献:

- [1] 宋林花,王国锋,姜翠玉. 聚乙炔合成方法与机理的研究进展[J]. 材料导报, 2010, 24(16): 363-366.
- [2] 付傲男. 聚苯胺导电材料改性及探究[J]. 西部皮革, 2016, (8): 16.
- [3] 李飞, 陶义飞. 聚吡咯纳米纤维材料的制备及表征[J]. 离子交换与吸附, 2017, 33(2): 179-186.
- [4] QIU S, CHEN C, CUI M, *et al.* Corrosion protection performance of waterborne epoxy coatings containing self-doped polyaniline nanofiber[J]. Applied Surface Science, 2017, 407: 213-222.
- [5] 张庆伟, 霍敌彤, 李青. 聚吡咯导电织物的制备及性能研究[J]. 北京服装学院学报(自然科学版), 2013, 33(4): 19-24.
- [6] 袁芙蓉, 宋宇, 徐永进. 导电聚噻吩作为超级电容器电极材料的研究进展[J]. 材料导报, 2014, 28(6): 10-13.
- [7] 李昕, 王喜常, 郑一平, 等. PEDOT-PSS/Co-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/PVA 电磁功能复合纤维结构与性能[J]. 高分子学报, 2015, 38(2): 35-42.
- [8] 庞志鹏, 孙晓刚, 程晓圆, 等. 碳纤维-碳纳米管复合导电纸的制备及电磁屏蔽性能研究[J]. 人工晶体学报, 2015, 44(5): 1314-1319.
- [9] 赵洪洋. 煤基碳纳米纤维的制备及其在超级电容器中的应用[D]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2014.
- [10] 佚名. 浙江大学研制超导石墨烯纤维[J]. 纺织科学研究, 2017, (6): 12.
- [11] 罗星谕, 陈胜. 基于锡掺杂二氧化锡的复合导电纤维研究进展[J]. 成都纺织高等专科学校学报, 2017, (1): 215-219.
- [12] 郭俊敏. 导电纤维的性能和制备[J]. 金山油化纤, 2003, (2): 34-37.
- [13] RAN Y S, ZELIKMAN E, MECHREZ G, *et al.* Literature review: conduction carbon nanotube/polyaniline nanocomposites[J]. Reviews in Chemical Engineering, 2011, 27(1/2): 15-21.
- [14] 李丽, 杨继萍, 陈小尘, 等. 导电聚苯胺纤维的制备与性能表征[J]. 高分子材料科学与工程, 2011, 27(4): 151-158.
- [15] ERDOGAN M K, KARAKISLA M, SACAK M. Con-

ductive polyaniline-polythiophene/poly(ethylene terephthalate) composite fiber: effects of PH and washing processes on surface resistivity[J]. Journal of polymer science, 2015, 132(20):1-9.

- [16] LIU Y, KUMAR S. Polymer/carbon nanotube nano composite fibers-a review[J]. ACS Applied Materials & Interfaces, 2014, 6(9):6 069-6 087.
- [17] ZU M, ZOU S M, HAN S, *et al.* Effects of heat treatment on the microstructures and properties of KD-I SiC fibres[J]. Materials Research Innovations, 2015, 19: S437-S441.
- [18] STERNBERG A, GRINBERG L, SARAPOVSKIS A, *et al.* 12th Russia/CIS/Baltic/Japan Symposium on Ferroelectricity (RCBJSF) and 9th International Conference on Functional Materials and Nanotechnologies (FM&NT) [C]//IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2015.
- [19] 施循梧. 纺织材料防静电技术的回顾和展望[J]. 中国个体防护装备, 2001, (3):12-16.
- [20] 严涛海, 时雅菁, 郑焰英, 等. 利用静电纺丝制备导电纳米

纤维的研究进展[J]. 成都纺织高等专科学校学报, 2017, (2):186-190.

- [21] 周 焯, 张莲莲, 周金香, 等. 导电纤维制备现状及其产业发展中面临的问题[J]. 上海纺织科技, 2016, (5):1-4.
- [22] 李 瑶, 陈婷婷, 杨旭东. 纺织用导电纤维及其应用[J]. 产业用纺织品, 2010, (4):32-35.
- [23] CHO H, TABATA I, HISADA K, *et al.* Characterization of copper-plated conductive fibers after pretreatment with supercritical carbon dioxide and surface modification using Lyocell fiber[J]. Textile Research Journal, 2013, 83(8): 780-793.
- [24] 郑少明, 赖祥辉, 林本术. 导电纤维的发展与应用[J]. 中国纤检, 2016, (9):143-144.
- [25] 程宵琼. 浅谈可穿戴式智能服装的发展现状及应用[J]. 西部皮革, 2017, (2):36.
- [26] 眭慧东. 静电纺丝碳纳米纤维负载 MoO<sub>2</sub> 复合电极材料的制备及其在染料敏化太阳能电池上的应用[C]//中国可再生能源学会光化学专业委员会. 第四届新型太阳能电池学术研讨会论文集, 2017.

## Research Progress of Conductive Fiber

HU Ya-qi, GUO Rong-hui\*

(College of Light Industry & Textile & Food Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

**Abstract:** The types and research situation of conductive fiber were introduced, preparation methods and application fields of conductive fibers were reviewed, and its future development was prospected.

**Key words:** conductive fiber; preparation method; application field; development

### 《合成纤维工业》2018年征订启事

《合成纤维工业》是国家科委批准发行的合成纤维领域的专业性科技期刊,全方位报道国内外科研生产的科技成果、实用技术和科技信息。辟有“研究与开发”、“科研快报”、“综述与专论”、“设备与控制”、“实践与经验”、“分析与测试”、“国内外动态”等主要栏目。每期提供近15万字的技术信息,是合成纤维工业生产、研究开发、设计、管理、经营等部门专家、技术人员、管理人员的首选期刊。

《合成纤维工业》是中国期刊方阵双效期刊,中国科技核心期刊,中国石化集团公司核心期刊和中国科技论文统计源期刊,CA收录刊源。《合成纤维工业》已入编《中国学术期刊(光盘版)》、《万方数据-数字化期刊群》、《中文科技期刊数据库》等。

《合成纤维工业》是化纤界专家和企业家的朋友,也是合成纤维科技成果通向企业的桥梁与纽带;《合成纤维工业》愿为您提供全方位的咨询、中介和广告服务,竭诚欢迎海内外合成纤维专家、企业家垂询;《合成纤维工业》网站(www.hcxwgy.com)

欢迎各信息网站及化纤企业与本刊互换友情链接。《合成纤维工业》自2016年开始启用网络采编办公平台 <http://www.hcxwgy.com>,投稿方式开始接受网上投稿。

《合成纤维工业》为大16开本,双月刊。国内外公开发行,国内邮发代号42-21。订价10.00元/期,年价60.00元。请读者及时到当地邮局订阅!也可直接与编辑部联系补订。编辑部现有1994~2017年合订本(定价70元/本),欢迎读者踊跃订阅。

地址:湖南岳阳市云溪区 巴陵石化分公司技术中心(原岳化研究院) 《合成纤维工业》编辑部

联系人:余毅

邮政编码:414014

电话:0730-8482342

传真:0730-8482342

E-mail: [hcxwgy.blsh@sinopec.com](mailto:hcxwgy.blsh@sinopec.com)

<http://www.hcxwgy.com>