

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2018.08.027

芳纶纤维表面改性及其增强树脂基复合材料制备的研究进展

张雄斌, 贺辛亥, 程稼稷

(西安工程大学材料工程学院, 西安 710048)

摘要: 综述了近年来芳纶纤维的表面改性方法, 包括表面活化法、共聚改性法、络合改性法等化学改性方法及涂层法、高能射线法、等离子体改性法等物理改性方法, 指出了各种改性方法存在的不足; 介绍了芳纶纤维增强树脂基复合材料的制备方法, 包括拉挤成型、模压成型、树脂传递模塑(RTM)成型、湿法缠绕成型等, 对比分析了各种制备方法的优缺点; 对其未来的研究方向和发展趋势进行了展望。

关键词: 芳纶纤维; 表面改性; 树脂基复合材料; 制备方法; 发展趋势

中图分类号: TB332 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2018)08-0149-05

Research Progress on Surface Modification of Aramid Fibers and Preparation of Their Reinforced Resin Matrix Composites

Zhang Xiongbin, He Xinhai, Cheng Jiayi

(School of Materials Science & Engineering, Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

Abstract: The modification methods of aramid fibers were reviewed. These modification methods include chemical modification methods and physical modification methods. Chemical modification methods include surface activation method, copolymerization modification, complexing modification, etc. Physical modification methods include coating method, high energy ray method, plasma modification and so on. The shortcomings of various modification methods were pointed out. The preparing techniques of aramid fibers reinforced resin matrix composites were introduced. These preparation methods include pultrusion, mold forming, resin transfer molding (RTM) and wet winding, etc. The advantages and disadvantages of various preparation methods were compared and analyzed. Their future research direction and development trend were proposed.

Keywords: aramid fiber; surface modification; resin matrix composite; preparation method; development trend

芳纶纤维是一种高性能纤维, 具有相对密度小、高模量、耐剪切等优异性能, 被广泛应用于航空航天、军事、机械等领域^[1-2], 但因芳纶纤维内部具有的高结晶度、高取向度等特殊结构, 需对芳纶纤维进行表面改性, 以增加纤维表面的粗糙度和引入有化学反应活性的官能团, 提升与基体之间的反应活性, 增强与基体之间的粘结性能^[3]。为改善界面结合性能, 对芳纶纤维进行表面改性, 同时借助优异的制备方法获取高性能芳纶纤维增强树脂基复合材料一直是该领域研究的热点^[4]。笔者综述了芳纶纤维表面改性及其树脂基复合材料的制备方法, 展望了芳纶纤维增强树脂基复合材料未

来研究的重点方向和发展趋势。

1 芳纶纤维表面改性

芳纶纤维因其光滑的表面, 惰性的化学结构导致其与基体材料之间的粘结性能较差, 制约了其广泛应用^[5]。根据芳纶纤维表面改性方法的不同, 主要分为化学改性和物理改性两种。

1.1 化学改性

化学改性是指借助化学反应在纤维的表面引入一定量的活性反应基团, 从而提升纤维与基体之间的粘附作用^[6]。根据改性机理的不同, 对芳纶纤维表面进行化学改性的方法

基金项目: 中国纺织工业联合会指导性项目 (2015116, 2016052), 陕西省工业科技攻关项目 (2016GY-014)

通讯作者: 贺辛亥, 博士, 教授, 主要从事复合材料设计及成型研究 E-mail: he_xinhai@163.com

收稿日期: 2018-06-10

引用格式: 张雄斌, 贺辛亥, 程稼稷. 芳纶纤维表面改性及其增强树脂基复合材料制备的研究进展 [J]. 工程塑料应用, 2018, 46(8): 149-153.

Zhang Xiongbin, He Xinhai, Cheng Jiayi. Research progress on surface modification of aramid fibers and preparation of their reinforced resin matrix composites[J]. Engineering Plastics Application, 2018, 46(8): 149-153.

分为多种。

(1) 表面活化法。

通过化学试剂破坏纤维表面的结晶状态或水解纤维表面分子链中的酰胺键,可增强纤维表面粗糙度,提升纤维表面化学反应活性,增强纤维与基体之间的结合强度^[7]。周俊等^[8]采用甲苯-2,4-二异氰酸酯和异佛尔酮二异氰酸酯对芳纶纤维进行活化改性,可以改善芳纶纤维与间苯二酚-甲醛-乳胶浸渍液之间的作用效果。测试结果表明,经甲苯-2,4-二异氰酸酯活化并浸渍苯二酚-甲醛-乳胶后,所制备材料的断裂伸长率提高了53%,拉伸强度降低9.7%,拉伸弹性模量提高24.3%。尤志强^[9]采用不同浓度的甲苯-2,4-二异氰酸酯溶液对对位芳纶纤维表面进行改性。研究表明,经改性处理后,增加了芳纶纤维表面的粗糙度,且芳纶纤维表面接枝了大量的极性基团,提升了芳纶纤维的断裂强度和界面剪切强度,改善了芳纶纤维与树脂之间的界面性能。张素凤等^[10]利用氯磺酸对芳纶纤维进行改性处理。研究发现,在氯磺酸浓度为2%、处理时间10 min、处理温度50℃条件下,芳纶纤维的力学性能得到了较大幅度的提高。但此改性方法工艺过程较复杂,对各项活化条件的控制因素要求较高。

(2) 共聚改性法。

该方法是将具有不同结构的第三单体引入芳纶纤维分子链中,在保证其固有特性基本保持不变的基础上,改善芳纶纤维的溶解性及耐疲劳性能等的方法^[11]。敖玉辉等^[12]通过共聚改性方法在芳纶纤维链中引入第三单体4,4'-二氨基二苯醚,改善了二元聚合物的溶解能力。研究表明,当第三单体添加量占二胺类单体物质的量总数达到40%时,所合成的共聚物由凝胶体系变为均匀的聚合浆液。测试结果表明,第三单体对芳纶纤维的热性能有影响,共聚物的初始分解温度为460℃,最大分解速率对应温度为545℃,共聚物在N,N-二甲基乙酰胺/水为30/70的凝固浴体系中具有较好的成纤能力。李双江等^[13]采用低温溶液缩聚法,在芳纶纤维刚性链体系中引入少量的第三单体3,4'-二氨基二苯醚,制备了黏度较高的芳纶纤维树脂,并在硫酸溶液中将树脂溶解制成薄膜。测试结果表明,引入少量的3,4'-二氨基二苯醚后,改性芳纶纤维制得的薄膜力学性能良好,且当3,4'-二氨基二苯醚的物质的量分数为2%时,改性芳纶纤维的比浓对数黏度最大为3.57,薄膜拉伸强度最高为96.30 MPa,拉伸弹性模量最高为2.67 GPa。但此改性技术对使用条件的要求较为严苛。

(3) 络合改性法。

该方法采用无机金属盐与芳纶纤维之间发生配位化学反应,以提高芳纶纤维与聚合物之间粘结性能的改性方法^[14]。

夏忠林等^[15]按一定比例配成一定浓度的CaCl₂甲醇溶液,在一定温度和时间下,采用不同质量分数的CaCl₂甲醇溶液处理纤维表面,再用甲醇清洗。经扫描电子显微镜观察发现,纤维表面的粗糙度和溶液中的CaCl₂浓度之间成正比关系,且当处理溶液中CaCl₂浓度达到10%时,纤维表面发生了粘连。测试结果表明,此改性方法能够有效地增加芳纶纤维的表面粗糙度,提高其化学反应活性,降低纤维表面的结晶度,使得所制备复合材料的力学性能得到较大程度的改善。占松华等^[16]采用稀土元素对聚四氟乙烯/芳纶纤维混合编织衬垫进行改性处理,并研究了改性处理和所制备材料耐磨性能之间的关系。测试结果表明,经稀土改性处理后,纤维的耐磨性能得到了很大程度的改善,有助于增强衬垫的减磨及耐磨性能。但此改性技术易在纤维表面产生杂质,影响材料的界面效果。

1.2 物理改性

物理改性是指借助等离子体、高能射线、紫外线辐射等手段,在纤维表面形成自由基反应活性中心后与纤维表面单体发生化学反应而引入极性基团,通过提高纤维的浸润性和粗糙度起到改善纤维与基体粘结性能的目的^[17]。

(1) 涂层法。

该方法是指在纤维表面涂抹一层聚合物树脂或者低分子物质,通过反应生成表面活性层以提高增强体与基体材料之间的粘结力,实现复合材料力学性能整体改善的目的^[18]。Chen Jianrui等^[19]以SiO₂/聚氨酯复合材料为原料,通过溶液浸渍涂层和原位聚合的方式对芳纶纤维进行改性处理。测试结果表明,经改性处理后的芳纶纤维其界面剪切强度相比原纤维提高了45%,单根纤维的拉伸强度相比原纤维提高了5.7%。董庆亮等^[20]利用对苯二胺对芳纶纤维进行改性,测试结果表明,处理后的复合材料界面结合情况有所改善,且当多巴胺溶液浓度为2 g/L、处理时间为24 h时,改性效果最佳。这些方法均是在纤维表面涂覆树脂以增强其与树脂基体间的结合力。还有另一种方式也可达到提高复合材料力学性能的目的,李爽等^[21]通过湿化学方法将氧化锌纳米棒阵列引入芳纶纤维表面,研究发现,氧化锌纳米棒垂直生长在芳纶纤维表面,密度大且分布均匀,增大了芳纶纤维与树脂基体的接触面积,可改善纤维与树脂基体之间的界面结合性能。但此改性技术贮存效果较差,且对环境的影响较大。

(2) 高能射线法。

该方法是指通过采用高能电子束、X射线和γ射线等高能射线对纤维进行处理,以达到提高纤维与树脂间润湿性、粘结性的目的,进而起到改善复合材料物理力学性能的效果^[22]。E. M. Kim等^[23]采用紫外线和臭氧辐射对间位芳纶纤维进行了光氧化处理改性。测试结果表明,经处理后芳

纶纤维的表面粗糙度增大了两倍,表面能由原来的 82.7 mN/m 增加到 106.4 mN/m,且其表面氧含量也随之增大,有效改善了纤维与树脂之间的结合性能。Xing Lixin 等^[24]采用高能辐射法在环氧氯丙烷中对芳纶纤维进行改性处理,研究发现,高能辐射后,芳纶纤维的表面变得粗糙,改性后芳纶纤维和环氧树脂复合物的界面剪切强度比未改性之前提高了 45.2%,达到 68.6 MPa,且辐射后复合物的表面能得到增加,表面极性基团得到提升。但此改性技术对设备的要求较高,使得所制备材料的经济成本较高。

(3) 等离子体改性法。

该方法的实质是利用等离子体使纤维表面形成活性基团,起到粗化纤维的作用,从而改善纤维表面性能,提高复合材料的综合性能^[25-26]。蒋向等^[27]分别用氢气和空气低温等离子体处理芳纶纤维表面,并研究了经等离子体表面改性后芳纶纤维性能的变化情况。测试结果发现,改性处理后的纤维表面张力有所提升。氢气等离子体处理 3 min 后,纤维表面张力由原来的 46.0 mN/m 提升到 63.2 mN/m,表面极性也有所增强,极性分数由原来的 58.0% 增加到 67.2%。纤维与树脂之间的结合状况得到一定程度的改善。C. X. Wang 等^[28]采用氩气等离子体对芳纶纤维表面进行接枝丙烯酸改性处理。测试结果发现,与未改性相比,改性处理增大了芳纶纤维表面的粗糙度,减小了芳纶纤维的接触角,增加了其界面剪切力,使得芳纶纤维与基体之间的润湿性能和粘合力增大,改善了芳纶纤维与基体材料之间的结合性能。但此改性技术对反应条件的要求比较严格,且改性过程中受环境影响的因素较多。

2 制备方法

芳纶纤维增强树脂基复合材料的成型工艺日趋成熟,所衍生的制备方法有很多种,综述了几种常用的制备方法,并对各种制备方法的优缺点进行了对比分析。

2.1 拉挤成型

该技术是指通过加热模具把浸润过树脂的增强纤维拉出,制备所需形状的复合材料^[29]。赵洪凯等^[30]通过对成型工艺设备进行改进,采用拉挤成型技术成功制备了加固用连续芳纶纤维增强热塑性树脂基复合材料片材。性能测试结果表明,所制备材料的纤维体积率在 60%~70% 之间,吸水性低,浸渍效果好,纤维与树脂之间具有良好的粘结性。唐欣磊等^[31]采用拉挤成型技术制备了芳纶纤维增强抗冲共聚聚丙烯树脂基复合材料。测试结果发现,复合材料的弯曲强度与加入的芳纶纤维质量分数之间呈正比关系,拉伸强度与加入的芳纶纤维质量分数之间呈抛物线关系,且当芳纶纤维的质量分数为 20% 时,复合材料的拉伸强度达到最大值,芳纶纤维的加入提高了复合材料的储能模量及抗形变能力。

2.2 模压成型

该技术是指将一定量的预混料或者预浸料加入金属对膜内,经加热、加压后使其固化成型的制备方法^[32]。郑孝霞等^[33]采用模压成型技术制备了连续芳纶纤维增强热塑性树脂基复合材料,并研究了成型过程中温度和压力之间的关系。性能表征结果发现,树脂与纤维之间的浸润性能良好,当纤维体积分数为 83.3% 时,制备片材的拉伸强度能够达到 1570 MPa,拉伸弹性模量最大可达到 102 GPa,具备优异的力学性能。郭泓等^[34]采用模压成型技术制备了芳纶纤维增强酚醛树脂基复合材料,研究了成型过程中的各项工艺参数。测试结果发现,成型压力 3 MPa、成型温度 160℃、成型时间 40 min 及后处理温度 200℃ 是芳纶纤维增强酚醛树脂基复合材料的最优成型工艺参数,所制备的复合材料具有优异的抗弹性能。

2.3 树脂传递模塑 (RTM) 成型

RTM 成型的原理是先将预成型好的增强纤维铺放于模具中,然后借助 RTM 设备将液态的树脂材料注入模具中,对纤维进行充分地浸润,最后利用烘箱烘干固化后形成所制备材料的成型方法^[35]。陈燕梅等^[36]采用 RTM 成型技术,以芳纶/聚酯编织布增强环氧树脂复合材料为主,聚酯表面毡增强环氧树脂富胶层为内外防腐层,制备了芳纶纤维增强环氧树脂绝缘拉杆。测试结果发现,制备的绝缘拉杆材料的弯曲强度达到 200 MPa 以上,径向电气性能达到 11.35 kV/mm,吸水率最高为 0.27%,具有优异的力学、电学性能。贾志刚等^[37]用磷酸处理芳纶纤维,采用 RTM 成型技术,在 120℃ 下进行压力浇注、200℃ 保温固化后,制备了三维编织芳纶纤维增强双马来酰亚胺树脂基复合材料。测试结果发现,经磷酸处理后,采用 RTM 成型技术制备材料的弯曲、剪切及冲击性能都得到提高。

2.4 湿法缠绕成型

该技术是指在张力控制下,按照一定规律将浸渍过树脂胶液的连续纤维缠绕在模具上,经固化、脱模等工序后,获得制品的成型制备方法^[38]。王斌等^[39]从湿法缠绕成型工艺入手,研制出与 F-12 芳纶纤维匹配性良好的 HR18 湿法环氧配方,在此基础上开展了湿法成型制备 Ø150 mm 压力容器的性能研究。测试结果发现:研制的 HR18 湿法环氧配方与 F-12 芳纶纤维的匹配性和工艺性良好,制备的 Ø150 mm 压力容器的容器特性系数平均在 37 km 以上,相比干法缠绕成型,该成型技术具有纤维磨损小、生产效率高等优点。贺莉等^[40]从湿法缠绕成型工艺入手,研制出适用于芳纶Ⅲ纤维湿法缠绕的基体配方。在此基础上开展了湿法缠绕成型制备 Ø150 mm 压力容器的性能研究。测试结果发现,制备的 Ø150 mm 压力容器的容器特性系数平均值和纤维强

度转化率平均值分别为 34.8 km 和 68.9%,其性能均可达到干法缠绕成型的芳纶Ⅲ / R04 复合材料性能水平。

此外,芳纶纤维增强树脂基复合材料的制备方法还有手糊成型、真空袋法成型、喷射成型等^[41]。表 1 列出了近年来芳纶纤维增强树脂基复合材料的制备方法及其优缺点。

表 1 芳纶纤维增强树脂基复合材料的制备方法及其优缺点

制备方法	优点	缺点
拉挤成型	制备过程简单,便于操作,轴向方向力学性能突出	对模具要求较严苛,生产成本低,界面形状恒定
模压成型	生产效率高,产品尺寸精度高,便于实现专业化、自动化生产	模具生产成本较高,制造复杂,制件的个性化生产受到限制
RTM 成型	成型制件几乎为所得材料的形状,无需后期进行二次加工	制备过程中工艺参数无法精准控制
湿法缠绕成型	设备简单,生产工序少、周期短,生产效率高、成本低廉	适于成型的树脂基体种类较少,成型工艺较难控制
手糊成型	操作简单,生产成本低,成型制件可设计性强	制件质量受限于技术人员的水平,生产周期较长
真空袋法成型	操作简单,制件结构范围广	成型周期长,效率较低,对人体危害性大
喷射成型	生产成本低,可实现半机械化生产	制件的强度不高,对环境的污染较为严重

3 结语

芳纶纤维增强树脂基复合材料因其优异的力学、电学性能等得到广泛应用。目前国内研究者对芳纶纤维增强树脂基复合材料的研究主要集中在表面改性方法研究上。与国外研究相比,在制备工艺及工业化生产方面还存在一定的差距,不能很好地指导具体的生产实践。今后芳纶纤维改性及其增强树脂基复合材料研究的重点方向是:(1)不断探索芳纶纤维两种或两种以上表面协同改性技术,取长补短,弥补单一技术的改性缺陷,不断改善芳纶纤维的综合性能;(2)进一步研究芳纶纤维增强树脂基复合材料的先进制备技术,解决现有制备技术中存在的工艺缺陷及高成本等问题;(3)实现对制备工艺过程中各项工艺参数的全程实时监测,以改善整个成型过程中对操作者技术水平和经验依赖较大的瓶颈问题。总之,未来芳纶纤维增强树脂基复合材料将朝着多角度、易工业化、低成本及减少对人体和环境危害的方向发展。

参考文献

- [1] 李明专,等. 高分子通报,2018(1):58-69.
Li Mingzhuang, et al. Polymer Bulletin, 2018(1):58-69.
- [2] 董超亮,等. 工程塑料应用,2012,40(3):73-76.
Dong Chaoliang, et al. Engineering Plastics Application, 2012, 40(3):73-76.
- [3] Fan Guoning, et al. Polymer Bulletin, 2006, 56:507-515.
- [4] 杨鹏,等. 塑料工业,2015,43(12):23-27.
Yang Peng, et al. China Plastics Industry, 2015, 43(12):23-27.
- [5] 厉世能,等. 化工新型材料,2012,40(4):1-3,13.
Li Shineng, et al. New Chemical Materials, 2012, 40(04):1-3, 13.
- [6] 凌新龙,等. 天津工业大学学报,2016,35(4):10-27.
Ling Xinlong, et al. Journal of Tianjin Polytechnic Univesity, 2016, 35(4):10-27.
- [7] 张素凤,等. 合成纤维工业,2010,33(2):48-51.
Zhang Sufeng, et al. China Synthetic Fiber Industry, 2010, 33(2):48-51.
- [8] 周俊,等. 化学与黏合,2016,38(3):157-160,179.
Zhou Jun, et al. Chemistry and Adhesion, 2016, 38(3):157-160, 179.
- [9] 尤志强. 对位芳纶的表面改性研究 [D]. 上海: 东华大学,2010.
You Zhiqiang. Study on the surface modification of PPTA fiber[D]. Shanghai:Donghua University, 2010.
- [10] 张素凤,等. 陕西科技大学学报,2014,32(5):1-4.
Zhang Sufeng, et al. Journal of Shanxi University of Science & Technology, 2014, 32(5):1-4.
- [11] 凌新龙,等. 天津工业大学学报,2011,30(3):11-18.
Ling Xinlong, et al. Journal of Tianjin Polytechnic University, 2011, 30(3):11-18.
- [12] 敖玉辉,等. 高分子材料科学与工程,2012,28(1):26-29.
Ao Yuhui, et al. Polymer Materials Science and Engineering, 2012, 28(1):26-29.
- [13] 李双江,等. 合成纤维工业,2015,38(1):16-19.
Li Shuangjiang, et al. China Synthetic Fiber Industry, 2015, 38(1):16-19.
- [14] 洪波,等. 工程塑料应用,2014,42(6):126-130.
Hong Bo, et al. Engineering Plastics Application, 2014, 42(6):126-130.
- [15] 夏忠林,等. 现代化工,2013,33(10):86-90.
Xia Zhonglin, et al. Modern Chemical Industry, 2013, 33(10):86-90.
- [16] 占松华,等. 轴承,2013(2):33-35.
Zhan Songhua, et al. Bearing, 2013(2):33-35.
- [17] 刘江,等. 科技资讯,2016,14(8):146,148.
Liu Jiang, et al. Science & Technology Information, 2016, 14(8):146, 148.
- [18] 陈佳,等. 广州化工,2017,45(24):3-5,22.
Chen Jia, et al. Guangzhou Chemical Industry, 2017, 45(24):3-5, 22.
- [19] Chen Jianrui, et al. Applied Surface Science, 2014, 321:103-108.
- [20] 董庆亮. 多巴胺改性芳纶纤维及其复合材料界面性能研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学,2014.
Dong Qingliang. Study on dopamine-modified aramid fiber and the interfacial properties of the composites[J]. Harbin:Harbin Institute of Technology, 2014.
- [21] 李爽,等. 合成纤维,2013,42(9):17-20.
Li Shuang, et al. Synthetic Fiber in China, 2013, 42(9):17-20.

- [22] 孔海娟,等. 中国材料进展,2013,32(11):676-684.
Kong Haijuan, et al. Materials China, 2013, 32(11):676-684.
- [23] Kim E M, et al. Fibers and Polymers, 2010, 11(5):677-682.
- [24] Xing Lixin, et al. Composites Part B:Engineering, 2015, 69:50-57.
- [25] Wu G M. Materials Chemistry and Physics, 2004, 8(1):81-87.
- [26] Shen G S, et al. Journal of Adhesion Science and Technology, 1994, 8(9):1 027-1 042.
- [27] 蒋向,等. 合成纤维,2006(12):26-29.
Jiang Xiang, et al. Synthetic Fiber in China, 2006(12):26-29.
- [28] Wang C X, et al. Applied Surface Science, 2015, 349:333-342.
- [29] 钱芳. 科技与创新,2017(7):49.
Qian Fang. Science and Technology & Innovation, 2017(7):49.
- [30] 赵洪凯,等. 化学建材,2006(1):23-25.
Zhao Hongkai, et al. Chemical Building Materials, 2006(1):23-25.
- [31] 唐欣磊,等. 工程塑料应用,2013,41(2):5-9.
Tang Xinlei, et al. Engineering Plastics Application, 2013, 41(2):5-9.
- [32] 何亚飞,等. 纤维复合材料,2011,28(2):7-13.
He Yafei, et al. Fiber Composites, 2011, 28(2):7-13.
- [33] 郑孝霞,等. 东南大学学报:自然科学版,2004(3):370-374.
Zheng Xiaoxia, et al. Journal of Southeast University: Natural Science Edition, 2004(3):370-374.
- [34] 郭泓,等. 玻璃钢/复合材料,2002(4):30-32.
Guo Hong, et al. Fiber Reinforced Plastics / Composites, 2002(4):30-32.
- [35] 李蓓蓓,等. 材料导报,2014,28(S2):124-127.
Li Beibei, et al. Materials Review, 2014, 28(S2):124-127.
- [36] 陈燕梅,等. 纤维复合材料,2016,33(3):3-7.
Chen Yanmei, et al. Fiber Composites, 2016, 33(3):3-7.
- [37] 贾志刚,等. 玻璃钢/复合材料,2004(6):20-21,47.
Jia Zhigang, et al. Fiber Reinforced Plastics / Composites, 2004(6):20-21, 47.
- [38] 刘明. 热固性树脂,2017,32(3):57-60.
Liu Ming. Thermosetting Resin, 2017, 32(3):57-60.
- [39] 王斌,等. 宇航材料工艺,1999(4):37-40.
Wang Bin, et al. Aerospace Materials & Technology, 1999(4):37-40.
- [40] 贺莉,等. 玻璃钢/复合材料,2014(8):77-82.
He Li, et al. Fiber Reinforced Plastics / Composites, 2014(8):77-82.
- [41] 张健康,等. 工程塑料应用,2002,30(6):12-15.
Zhang Jiankang, et al. Engineering Plastics Application, 2002, 30(6):12-15.

中国两机构共同研制石墨烯纳米增强新型复合材料

近年来,碳纤维复合材料由于质量轻、耐高温等特点,在航天航空等众多领域越来越受到垂青。最近,中国运载火箭技术研究院研发中心与哈尔滨工业大学共同研制出“石墨烯纳米增强新型复合材料”,该材料在传统碳纤维复合材料的基础上,力学性能提升了10%以上,开启了碳纤维复合材料新革命。

据项目负责人吴迪介绍,石墨烯纳米增强新型复合材料,就是在碳纤维复合材料中,增加了纳米级的石墨烯,进一步提高了碳纤维复合材料的韧性、强度、刚度等性能。与传统碳纤维复合材料相比,除了力学性能的提升,它还具有以下几方面的优点:

(1) 导电性能好。该材料的导电性能明显优于传统的复合材料,能够有效避免传统复合材料与金属材料连接的接触面上容易积累电荷产生电化学腐蚀的情况,大幅提高产品的结构耐久性能。

(2) 电磁屏蔽功能。该新型复合材料具有很好的电磁屏蔽功能,可以用于制备仪器设备壳体,与传统金属材料壳体相比,既能保护内部电子元器件不被电磁辐射干扰,又能达到减重的效果。

(3) 防潮防水功能。该材料具有极强的疏水性能,可以用于制备防潮结构,提高产品的环境适应能力,为产品在潮湿环境下的长期贮存和提升耐久性提供支撑。

中国运载火箭技术研究院研发中心与哈尔滨工业大学联合研制的石墨烯纳米增强新型复合材料,是以氧化石墨烯

为材料,制备出石墨烯海绵,这种石墨烯海绵具有三维生长性,彼此之间相互连接,能够非常均匀地与碳纤维复合材料进行融合。如果把石墨烯海绵比作人体的“骨架”,那么碳纤维复合材料就是“肌肉”,这两者之间是完全融合在一起的,因此材料的均匀性、一致性非常好。

吴迪介绍,在该材料的研制过程中,中国运载火箭技术研究院研发中心主要负责前期的仿真设计,哈尔滨工业大学主要负责材料的制备。该材料的成功研制,颠覆性地提高了现有复合材料的性能水平,为纳米增强复合材料技术研究开辟了新的途径,为未来航空航天飞行器轻质化设计奠定了材料基础。

(中国聚合物网)

中安信参与制造大容积碳纤维复合材料 压力容器通过检测

中安信科技有限公司(以下简称“中安信”)与国内著名压力容器制造商合作制造的大容积碳纤维复合材料压力容器通过了国家特检院检测。这意味着国产碳纤维在高端装备制造领域应用迈向更高水平。

压缩氢气、压缩天然气的应用日益广泛,压缩氢气、压缩天然气的储存、运输、使用设备,尤其是大容积压力容器的轻量化凸显重要。中安信作为国内首家通过大容积碳纤维复合材料压力容器领域应用测试的碳纤维生产企业,为保证我国高端技术装备制造行业健康发展将做出重大贡献。

据称,中安信单线产能1 700 t/a高性能碳纤维生产线和单线产能5 000 t/a高性能碳纤维原丝生产线运行平稳,生产负荷96%以上,良品率达到97.5%。(环球聚氨酯网)