



●中文核心期刊 ●C A收录期刊 ●中国科学引文数据库来源期刊 ●荣获首届、第二届、第三届国家期刊奖

ISSN 1001-3539

CN 37-1111/TQ

工程塑料应用

Gongcheng Suliao Yingyong

ENGINEERING PLASTICS APPLICATION



低碳环保 绿色生活

五三科技 创新未来



ISSN 1001-3539



9 771001 353235

中国兵器工业集团第五三研究所
中国兵工学会非金属专业委员会
兵器工业非金属材料专业情报网

主办



2023
第51卷
·月刊·

9

目次

材料与应用

- 耐高温PBES溶液型碳纤维上浆剂的制备及性能……潘晓彤,郭玉洁,潘雨曦,等(1)
- 对苯二酚/辐照改性热塑性淀粉/PBAT复合材料性能……孙治国,黄乔洋,墨红豆,等(8)
- 球形填料对免喷涂ABS材料外观的影响……马作广,钱玉英,杨智韬,等(15)
- 永久抗静电聚苯乙烯的制备及其性能……马伊,赵振伦,柳碧波,等(21)
- 聚乳酸/可再生胶原-纤维素复合材料的制备……李双雯,崔永生,张琳,等(27)
- 聚丙烯/富勒烯复合材料热力学性能分子动力学模拟……李亚莎,陈俊璋,郭玉杰,等(32)
- 苯乙烯马来酸酐共聚物对PBS复合材料性能的影响……田琴,孙荣荣,王壹,等(40)
- 射出钩用尼龙6专用料研制……余进娟,王承刚,何杰,等(46)

加工

- 4D打印工艺参数对聚乳酸形状记忆特性的影响……刘少岗,李日中,王心悦,等(51)
- 固化深度对光固化3D打印成型性能和精度的影响……申金福,周志祥,曹升,等(57)
- 汽车前保险杠随机振动疲劳分析与优化设计……贾慧芳,黄晖,邱祖峰(63)
- 聚醚砜/煤矸石复合材料激光烧结工艺……曲芳,翟秦,刘锦辉,等(69)
- 滚塑工艺对IV型储氢瓶PE-HD内胆性能的影响……向贵锋,刘超,赵瑞,等(77)
- 汽车仪表内饰件注塑成型工艺的多目标优化……方明月,张宇,王彻,等(83)

机械与模具

- 天然气直燃系统在BOPET薄膜生产线中的应用……宁媛松,霍达,王珂,等(90)
- 玻纤改性聚甲醛滚焊机控制器支架注射模设计……刘红燕,贺玉强,魏茂强(96)
- 薄壁深腔小脱模斜度箱体塑件注塑模具设计……赵利平,秦瑞亮,彭新华(102)

测试与老化

- PEEK/CCF复材增材制造多重分形谱表面形貌评定方法……刘亚彪,杨净泉,闫娟,等(108)
- 粘接性玻纤增强柔性管承压性能模拟及试验验证……黄庭蔚,颜廷俊,王刚,等(116)
- 3D打印TPU/PCL共混物食管支架在食管内的生物力学性能……于鹏,韦归鸿,黄圣华,等(123)
- 碳纤维拉挤板材表面缺陷检测……刘瑞明,周韬,徐春融,等(130)

填料与助剂

- 席夫碱式磷氮膨胀型阻燃剂的制备及应用……刘强,李中诚,史春欣,等(138)
- 接枝修饰SiO₂及其在PP中协效阻燃与抗静电作用……郑骏驰,吴超,刘继丹,等(144)
- 烷基次膦酸盐/磷杂菲协效阻燃PA66性能的影响……许松江,杨光,祁钰昭,等(152)
- 硅灰石替代滑石粉在聚丙烯复合材料中的应用……肖小兵,宋建强,邱文福(158)

综述

- 次磷酸铝微胶囊改性研究进展……郎丽君,马殿普,杨婉秋,等(163)
- 机器学习在复合材料领域中的应用进展……王雅哲,马其华(167)
- 类玻璃高分子材料应用研究进展……李燕,周琳,赵秀丽,等(175)
- 可充电钠离子电池隔膜研究进展……王学军,杨峰,杨孝虎,等(181)



工程塑料应用

月刊·公开发行·1973年创刊

第51卷,第9期
(总第407期)

2023年9月10日出版

主管 中国兵器工业集团有限公司
主办 中国兵器工业集团第五三研究所
中国兵工学会非金属专业委员会
兵器工业非金属材料专业情报网

编辑·出版《工程塑料应用》编辑部

社长·主编 王金立

执行主编 张振

编辑部主任 谈桂春

通讯地址 济南市天桥区田庄东路3号

邮政编码 250031

电话 编辑部:0531-85878057

广告部:0531-85878220

发行部:0531-85878223

传真 0531-85947355

电子信箱 epa@epa1973.com

网址 www.epa1973.com

www.epa1973.net

排版 本刊编辑部

印刷 济南继东彩艺印刷有限公司

国内发行 济南市邮政局

邮发代号 24-42

国外发行 中国国际图书贸易集团有限公司
(北京399信箱 100048)

国外发行代号 M4503

中国标准连续出版物号

CN 37-1111/TQ

ISSN 1001-3539

鲁广发登字 3700005025号

全国各地邮局均可订阅 每册定价30元
本刊杂志社办理订阅

本期责任编辑 王喜梅,代芳,李丰彦

著作权使用声明

本刊已许可知网、万方、维普、超星等以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。本刊支付的稿酬已包含上述数据库著作权使用费,所有署名作者向本刊提交文章发表之行为视为同意上述声明。如有异议,请在投稿时说明,本刊将按作者说明处理。



**ENGINEERING
PLASTICS
APPLICATION
(EPA)**

Monthly

(Started Publication in 1973)

Vol.51, No.9, 2023

(Series No.407)

Published on Sept. 10, 2023

Superintended by

China North Industries Group Corporation Limited

Sponsored by

CNGC Institute 53, etc.

Editor & Publisher

The Magazine House of

ENGINEERING PLASTICS APPLICATION

Director & Chief Editor Wang Jinli

Executive Chief Editor Zhang Zhen

Editorial Director Tan Guichun

Add No.3 Tianzhuang East Road, Tianqiao
District, Jinan, China

Postcode 250031

Tel +86 531 85878057 85878224
85878220 85878223

Fax +86 531 85947355

E-mail epa@epa1973.com

Website www.epa1973.com
www.epa1973.net

Distributor Abroad

China International Book Trading Corporation
(P.O. Box 399, Beijing 100048, China)

Distributing Code Abroad M4503

China Standard Serial Numbering

ISSN 1001-3539
CN 37-1111/TQ

Duty Editor Wang Ximei
Dai Fang
Li Fengyan

Main Contents

Materials & Applications

- Preparation and Performance of High Temperature Resistant PPBES Solution Type Carbon Fiber Sizing Agent..... *Pan Xiaotong, Guo Yujie, Pan Yuxi, et al.* (1)
- The Properties of Hydroquinone/Irradiation-Modified Thermoplastic Starch/PBAT Composites *Sun Zhiguo, Huang Qiaoyang, Mo Hongdou, et al.* (8)
- Effect of Different Spherical Fillers on the Appearance of Free-painting ABS Material *Ma Zuoguang, Qian Yuying, Yang Zhitao, et al.* (15)
- Preparation and Properties of Permanent Antistatic Polystyrene *Ma Yi, Zhao Zhenlun, Liu Bibo, et al.* (21)
- Preparation and Characterization of Reproducible Poly(lactic Acid)/Collagen-Cellulose Composites *Li Shuangwen, Cui Yongsheng, Zhang Lin, et al.* (27)
- Molecular Dynamics Simulation of Thermodynamic Properties of Polypropylene/Fullerene Composites *Li Yasha, Chen Junzhang, Guo Yujie, et al.* (32)
- Effect of Styrene-Maleic Anhydride Graft Copolymer on Properties of PBS Composites *Tian Qin, Sun Rongrong, Wang Yi, et al.* (40)
- Development of Special Material for Hook-Loop Polyamide *She Jinjuan, Wang Chenggang, He Jie, et al.* (46)

Process Technology

- Effect of 4D Printing Process Parameters on Shape Memory Properties of Poly(lactic Acid) *Liu Shaogang, Li Rizhong, Wang Xinyue, et al.* (51)
- The Influence of Curing Depth on The Products Properties and Precision of UV-Curing 3D Printing *Shen Jinfu, Zhou Zhixiang, Cao Sheng, et al.* (57)
- Random Vibration Fatigue Analysis and Optimization Design of Automobile Front Bumper *Jia Huifang, Huang Hui, Qiu Zufeng* (63)
- Laser Sintering Process of Coal Gangue/Polyethersulfone Resin Composites *Qu Fang, Zhai Qin, Liu Jinhui, et al.* (69)
- Effect of Rotational Molding Process on Performance of PE-HD Liner of Type IV Hydrogen Storage Tank *Xiang Guifeng, Liu Chao, Zhao Rui, et al.* (77)
- Multi-objective Optimization of Injection Molding Process for Interior Trim of Automobile Instrument *Fang Mingyue, Zhang Yu, Wang Che, et al.* (83)

Machinery & Moulds

- Application of Natural Gas Direct Combustion System in BOPET Film Production Line *Ning Yuansong, Huo Da, Wang Ke, et al.* (90)
- Design of Injection Mold for POM Controller Bracket Based on Glass Fiber Modification *Liu Hongyan, He Yuqiang, Wei Maoqiang* (96)
- Injection Mold Design of Thin Wall Deep Cavity Small Release Angle Box Plastic Parts *Zhao Liping, Qin Ruiliang, Peng Xinhua* (102)

Analysis & Ageing

- Multifractal Spectrum Surface Morphology Evaluation Method for PEEK/CCF Composite Additive Manufacturing *Liu Yabiao, Yang Jingquan, Yan Juan, et al.* (108)
- Simulation and Experimental Verification of Pressure Bearing Performance of Bonded Fiberglass Reinforced Flexible Pipe *Huang Tingwei, Yan Tingjun, Wang Gang, et al.* (116)
- Biomechanical Properties of 3D Printed TPU/PCL Blends for Esophageal Stents in the Esophagus *Yu Peng, Wei Guihong, Huang Shenghua, et al.* (123)
- Surface Defect Detection of Pultruded Carbon Fiber Sheet *Liu Ruiming, Zhou Tao, Xu Chunrong, et al.* (130)

Fillers & Additives

- Preparation and Application of Schiff Base Phosphorus-Nitrogen Intumescent Flame Retardant *Liu Qiang, Li Zhongcheng, Shi Chunxin, et al.* (138)
- Silica Modification by Grafting and Its Application in Polypropylene for Synergistic Flame-retardant and Antistatic *Zheng Junchi, Wu Chao, Liu Jidan, et al.* (144)
- Effect of Alkyl Phosphonates/Phosphozapene on Synergistic Flame Retardant Properties of PA66 *Xu Songjiang, Yang Guang, Qi Yuzhao, et al.* (152)
- Application of Wollastonite Instead of Talc in Polypropylene Composites *Xiao Xiaobing, Song Jianqiang, Qiu Wenfu* (158)

Summary

- Research Progress in Modification of Aluminum Hypophosphite Microcapsules *Lang Lijun, Ma Dianpu, Yang Wanqiu, et al.* (163)
- Progress in Application of Machine Learning In Field of Composite Materials *Wang Yazhe, Ma Qihua* (167)
- Application Progress of Vitrimers *Li Yan, Zhou Lin, Zhao Xiuli, et al.* (175)
- Research Progress on Separator of Rechargeable Sodium-Ion Battery *Wang Xuejun, Yang Feng, Yang Xiaohu, et al.* (181)

● 碳纤维复合材料缠绕制品简介：

中国兵器工业集团第五三研究所是国内最早从事复合材料制品应用研究的单位之一，50多年来为中国军工产品和民用产品做出了重大贡献。所属的风电设备研发中心（公司）是以复合材料缠绕制品研究和应用开发的专门研究、生产部门，以强大的军品科研队伍和先进的科研成果为后盾、以先进的专业设备为保障，现有进口四坐标数控、五坐标数控及国产数控等多种型号纤维缠绕机六台。多年来研制生产的缠绕制品除大量应用于武器装备以外，利用军工技术开发的风力发电机叶片碳纤维复合材料连接轴（碳管）、测井用碳纤维复合材料浮筒管、机床碳纤维复合材料安全栓、冷却塔风机用碳纤维复合材料联轴器、油井碳纤维复合材料抽油管等高强度、高性能、耐高温、高压的产品在市场上受到用户的青睐和大批量采用。所研发的碳纤维复合材料产品性能如下：拉伸强度 $\geq 700\text{Mpa}$ ；拉伸模量 $\geq 84\text{Gpa}$ ；弯曲强度 $\geq 1800\text{Mpa}$ ；弯曲模量 $\geq 150\text{Gpa}$ ；层间剪切强度 $\geq 70\text{Gpa}$ ；使用温度 $120-300^\circ\text{C}$ 。

我们的宗旨是质量第一、用户至上，以最先进的技术、设计和优质的服务为您提供理想的产品。

● 产品简介：

一、风力发电机叶片用碳纤维复合材料连接轴

五三所是国内最早研制开发风力发电机叶片碳纤维复合材料连接轴的单位，该产品具有高强度、高刚性和高疲劳强度的特点，产品综合性能指标达到或超过国外同类产品，主要有600KW、750KW、1.0MW、1.3MW等用于不同型号的风力发电机，十年来大型风力发电机上已装机应用了一万多根，取得了良好的社会效益和经济效益。

二、冷却塔风机用碳纤维复合材料联轴器

五三所生产的大型冷却塔风机碳纤维复合材料联轴器，是采用先进制造工艺技术研制开发的高技术产品，其综合性能指标达到或超过国外同类产品，是冷却塔风机行业钢质联轴器的升级换代产品。具有高刚性、超强的抗疲劳强度、耐腐蚀、重量轻、纠偏性能好、跨度大等特点。已经大量用于出口冷却塔和国内大型冷却塔的风机动力传动。

三、油田井下探测仪器用浮筒管和油井抽油杆

上世纪九十年代五三所就研制出玻纤复合材料浮筒管代替浮力较小的金属浮筒管产品，并大量应用于油田井下测井仪器，现在研制的碳纤维复合材料浮筒管具有高强度，轻质（高浮力）、耐高温高压（耐压强度 $\geq 80\text{Mpa}$ ）特性，被广泛用于替代铝质浮筒管；研制的油井抽油杆重量轻、强度高、耐高温耐油和耐磨性良好，较钢质油井抽油杆在使用周期方面具有十分明显的优势和节能效果。

四、机床用承力安全栓

承力安全栓是五三所应济南二机床集团的出口产品需求而设计、研制的碳纤维复合材料承力件，现已被“中国一重集团”、“济南二机床集团”等大型机床生产企业的出口产品广泛采用。该产品具有重量轻、强度高、刚度高和承载能力强等特点，受到国内外用户的青睐。