

DOI:10.16549/j.cnki.issn.1001-2044.2018.11.005

防雾霾纳米滤芯及其口罩的开发与生产

赵磊^{1,2}, 张帅帅¹, 陈贵翠^{1,2}, 周红涛¹, 张圣忠¹, 何吉欢², 胡阳¹, 常柳¹

(1.盐城工业职业技术学院, 江苏盐城 224005; 2.苏州大学 现代丝绸国家工程实验室, 江苏苏州 215123)

摘要:以新型气泡静电纺为核心技术,以聚丁二酸丁二醇酯(PBS)为纺丝原料,六氟异丙醇为纺丝溶剂,制备了生物可降解纳米滤芯,并基于超声波复合技术与无纺布基布复合制备出口罩滤芯,采用缝制式或热粘合式方式加工出4种防雾霾口罩,介绍了这4种防雾霾口罩的结构、主要功能和技术特点。

关键词:静电纺丝; 防雾霾; $PM_{2.5}$; 口罩; 过滤织物; 降解

中图分类号: TQ340.64

文献标识码: B

文章编号: 1001-2044(2018)11-0013-02

Development and production of biodegradable anti-fog nano-filter and its mask

ZHAO Lei^{1,2}, ZHANG Shuashuai¹, CHENG Guicui^{1,2}, ZHOU Hongtao¹,
ZHANG Shengzhong¹, HE Jihuan², HU Yang¹, CHANG Liu¹

(1.Yancheng Vocational Institute of Industry Technology, Yancheng 224005, China)

(2.National Engineering Laboratory for Modern Silk, Soochow University, Suzhou 215123, China)

Abstract: A biodegradable nano-filter is prepared with the new bubble electrospinning as the core technology, polybutylene succinate (PBS) as the spinning raw material and hexafluoroisopropanol as the spinning solvent. The outlet cover filter is prepared by combing the nanometer with the non-woven fabric based on the ultrasonic composite technology. Four kinds of anti-fog masks are processed by sewing or thermal bonding, and the structure, functional and technical features of the four anti-fog masks are mainly introduced.

Key words: electrostatic spinning; anti-fog; $PM_{2.5}$; mask; filter fabric; degradation

随着我国工业化生产的快速发展,化工、印染、冶炼等行业大量消耗了煤气、燃油等能源,并不断向大气中排放粉尘、烟尘。此外,随着生活水平的提高,汽车等交通工具的保有量不断提升,大量尾气排入大气中,导致空气质量越来越差,雾霾天气时常发生。雾霾天气的产生主要是因为空气中直径在 $2.5 \mu m$ (俗称 $PM_{2.5}$) 以下的颗粒物含量超标。 $PM_{2.5}$ 由于质轻可以悬浮在空气中,导致空气能见度降低,一方面极大地影响了人们的安全出行,另一方面,这些悬浮物比表面积大,容易吸附重金属、微生物等有毒物质,对呼吸道产生刺激,严重侵害了人们的身心健康。解决此问题的方法之一是佩戴防雾霾口罩,以阻断 $PM_{2.5}$ 进入人体的呼吸道。目前市售的防雾霾口罩由碳纤维毡垫(外层)、保暖填充物(中层)、无粉尘颗粒活性炭(里层)组成,材质价格昂贵(约40元),且 $PM_{2.5}$ 过滤效率较低,

舒适性差,因此有必要研究开发一种成本低、过滤效率高、舒适性好的防雾霾口罩^[1-2]。

1 气泡静电纺丝技术

纳米纤维表面效应明显,比表面积大,吸附效应突出,功能多样,在各行业得到了广泛的应用^[3-6]。采用传统的静电纺丝技术制备的纳米纤维层质量不匀率差异较大,纤维线密度变异系数大,纺丝条件复杂,溶剂回收难,限制了纳米纤维产业的发展。由苏州大学现代丝绸国家工程实验室何吉欢教授开发的气泡静电纺丝技术获得了认可,其基本原理见图1。

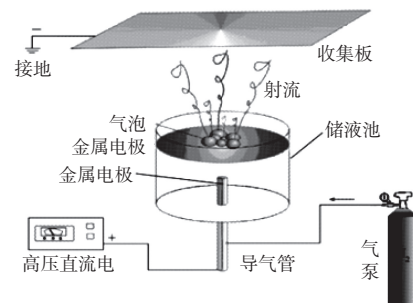


图1 气泡静电纺丝技术基本原理

如图1所示,气泡静电纺丝技术用气泡替代了纺丝针头。液面下的气泡随着气体的不断吹入而破碎,形成无数个细小的液滴,这些液滴在高压静电的牵拉下,拉细成纳米纤维。与传统的静电纺丝技术相比,气泡静电纺丝技术产量高、纺丝速度快、质量稳定,可以

收稿日期: 2018-07-12

基金项目: 2017年江苏省大学生创新创业训练计划(201713752024P); 2015年江苏省高校品牌专业建设工程资助项目(PPZY2015C254); 2017年江苏省高职院校教师专业带头人高端研修项目(2017TDFX005); 2015年江苏高校优秀科技创新团队计划资助项目[苏教科(2015)4号]; 2016年盐城工业职业技术学院院级重点课题(ygy1602); 2017年江苏高校“青蓝工程”资助项目[苏教师(2017)15号]; 2017年江苏高校境外研修计划资助项目

作者简介: 赵磊(1984—),男,在读博士生,讲师,工程师,主要从事纺织新材料的开发及新技术的研究。

实现纳米纤维的批量生产^[7-10]。因此,本文采用该技术研发了纳米级的过滤芯材,并以此开发出防雾霾纳米滤芯口罩。

2 生物可降解纳米滤芯及口罩滤芯的制备

2.1 纳米滤芯制备工艺

选用聚丁二酸丁二醇酯(PBS)为纺丝溶质,PBS是一种生物可降解材料,以六氟异丙醇为纺丝溶剂,按照质量分数30%配置成纺丝液,并在其中加入0.4%的纳米银,充分搅拌至均匀待用。

调节纺丝工艺为电压值25 kV、纺丝距离17 cm,并在纺丝液中添加质量分数为0.5%的表面活性剂辛基苯基聚氧乙烯醚(TX-100),表面张力调节至25 mN/m,添加质量分数为0.3%无基盐氯化钾,调节电导率至140 $\mu\text{s}/\text{m}$ ^[11]。

2.2 口罩滤芯制备工艺

将按上述工艺获得的生物可降解纳米纤维滤芯直接搜集在基布PP熔喷法无纺布上,基布PP熔喷法无纺布的运行速度设计在1.4~1.6 m/30 min。搜集完成后采用平板硫化机进行外层一道复合,即将另外一层基布PP与附着聚丁二酸丁二醇酯的PP熔喷法无纺布完全叠合在一起,复合压力约为6 MPa,复合温度约70℃。然后采用超声波进行二道复合,热轧机上安装有一对刻花辊,刻花辊轧点尺寸为0.18 cm×0.23 cm,轧点之间的距离大约为3.5 cm,轧点倾斜方向与热轧辊轴中心线的夹角为45°,热轧辊压力控制在50~60 N/mm。经过两道复合后制备出的防PM_{2.5}口罩滤芯兼具吸湿、舒适、抗菌、透气等多种特性,同时具有良好的滤水功能,PM_{2.5}过滤效率能达到99.0%以上。

3 防雾霾纳米口罩的生产

3.1 缝制式口罩

缝制式口罩是目前市场上最常见也是最为实用的一种防雾霾口罩,加工前应确定好各种主料与辅料。口罩外层面料一般选用棉织物,颜色以深色为主,其目的是为了保证口罩与人体肌肤接触时的舒适性,同时耐脏。耳带可以选择松紧带或棉条带。缝制式口罩可以是可更换式的,也可以是不可更换式的。可更换式通常设计成夹层式,夹层中放置防雾霾纳米滤芯,不可更换式即直接将外层面料与防雾霾纳米滤芯缝制成一体,为了保证口罩的透气性,也可以在口罩一侧安装呼吸阀。

3.2 热粘合式口罩

热粘合式口罩通常为一次性口罩(使用次数比较少),外层面料一般选用热塑性较好的无纺布,如针刺非织造布、水刺非织造布、热粘合法和熔喷法非织造布等。对于定型式口罩,首先要进行口罩定型以及口罩外套成型,即将内、中、外三层做成类似半椭圆形,然后通过口罩焊接冲接热定型,接着进行呼吸阀打孔以及呼吸阀焊接;有些口罩还需要额外安装鼻梁条。最后进行耳带焊接。

4 防雾霾纳米口罩的种类

目前,采用气泡静电纺技术加工而成的纳米滤芯已用于如下4种防雾霾口罩的生产中,见图2。

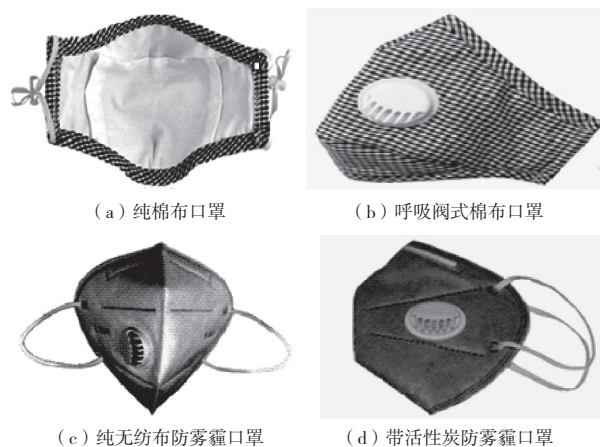


图2 防雾霾纳米口罩

(1)纯棉布口罩。该口罩可以过滤0.3 μm 级以上的颗粒物,过滤效果达99%。生物可降解纳米滤芯可以更换,外层棉布可清洗,耳带佩戴比较灵活。

(2)呼吸阀式棉布口罩。该口罩同样能过滤0.3 μm 级以上的颗粒物,过滤效果达99.2%,呼吸时透气效果较佳,技术特点与纯棉布口罩基本类似,且使用了呼吸阀可以延长佩戴时间。

(3)纯无纺布防雾霾口罩。该口罩可以折叠,为三层结构:第一层为水刺无纺布,第二层为生物可降解纳米纤维复合膜,第三层为熔喷法非织造布。该口罩也可以过滤直径0.3 μm 左右的颗粒物,过滤效果达99.5%,技术特点为过滤效率高、透气、佩戴舒适,携带方便。

(4)带活性炭防雾霾口罩。该口罩为多层结构,可以折叠,前三层与二层结构防雾霾口罩材料相同,加入的第四层为活性炭布,主要过滤0.3 μm 级左右的颗

☞(下转第18页)

