|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 11.140 |
| CCS | |  | | --- | | D:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T.pngD:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T后面的反斜杠.png CHBAS |   C 48 |

河北省标准化协会团体标准

T/CHBAS XXXX—2022

石墨烯抗菌防护口罩

Graphene antibacterial protective masks

2022 - XX - XX发布

2022 - XX - XX实施

河北省标准化协会  发布

1. 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由河北省药品医疗器械检验研究院提出。

本文件起草单位：河北省药品医疗器械检验研究院、河北省医疗器械技术审评中心、河北科技大学。

本文件主要起草人：李岱岳、高文惠、高晋梅、李挥、陈明。

1. 引言

由石墨烯材料改进的非织造布制作的防护型口罩(简称石墨烯口罩)，与现有市面主流的防护型口罩相比展现出高效低阻、工作时效长、主动抑菌杀毒等新特点新功能，这些新特点新功能有望成为后疫情时代防护型口單的重要发展方向。

因此，在符合防护型口罩相关强制性标准全部技术指标要求的基础上，结合石墨烯口罩的新特点新功能以及新材料应用可能带来的潜在生物安全性等问题，制定新型口罩标准具有重要现实意义和引领作用，可为石墨烯口罩的高质量供给提供检验依据。

石墨烯口罩生产工艺比较简单，且技术稳定。自2019年新冠疫情爆发以来，口罩已经被充分证明是保护健康、阻隔病毒传播最有效的工具之一。石墨烯展现出独特的优势和未来口罩的发展趋势，但石墨烯口罩目前尚无国家标准或行业标准，因此制定新型口罩标准具有重要现实意义和引领作用。

不同的医疗环境可能需要使用不同等级,不同材质的口罩。临床使用时，需在临床专家指导下选择合适的口罩，以满足复杂多变的医疗环境下的使用需求[1-3]。

石墨烯抗菌防护口罩

* 1. 范围

本文件规定了石墨烯抗菌防护口罩（简称石墨烯口罩）的技术要求，试验方法。

本文件适用于医疗工作环境下，过滤空气中的颗粒物，阻隔飞沫、血液、体液、分泌物等的抑菌杀毒的石墨烯抗菌防护口罩。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 2428—1998 成年人头面部尺寸

GB/T 4745—1997 纺织织物表面抗湿性测定沾水试验

GB/T 5549—1990 表面活性剂用拉起液膜法测定表面张力

GB 19083—2010 医用防护口罩技术要求

GB/T 14233.1-2008 医用输液、输血、注射器具检验方法 第1部分：化学分析方法GB/T 14233.2—2005医用输液、输血、注射器具检验方法 第2部分：生物学试验方法GB 15979—2002 一次性使用卫生用品卫生标准

GB/T 16886.10—2005 医疗器械生物学评价 第10部分：刺激与迟发型超敏反应试验GB/T 18664—2002呼吸防护用品的选择、使用与维护

YY/T 0691—2008 传染性病原体防护装备医用面罩抗合成血穿透性试验方法（固定体积、水平喷射) YY/T 0700—2008 血液和体液防护装备防护服材料抗血液和体液穿透性能测试 合成血试验

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

过滤效率 filtering efficiency

在规定条件下，口罩对空气中的颗粒物滤除的百分数。

密合性 fit

口罩周边与具体使用者面部的密合程度。

适合因数 fit factor

在人佩戴口罩模拟作业活动过程中，定量测量口罩外部检验剂浓度与漏入内部的浓度的比值。

石墨烯 graphene

每一个碳原子以sp杂化与三个相邻碳原子键合形成的蜂窝状结构的单碳原子层。

1. 石墨烯是许多碳材料的构建单元。

[来源：T/CGIA 001-2018，2.1]

抗菌 antimicrobial

采用化学或物理方法杀灭细菌或妨碍细菌生长繁殖及其活性的过程。

* 1. 要求
     1. 口罩基本要求

口罩应覆盖佩戴者的口鼻部，应有良好的面部密合性，表面不得有破洞、污溃，不应有呼气阀。

* + 1. 鼻夹

口罩上应配有鼻夹。

鼻夹应具有可调节性。

* + 1. 口罩带

口罩带应调节方便。

应有足够强度固定口罩位置。每根口罩带与口罩体连接点的断裂强力应不小于10N。

* + 1. 过滤效率

在气体流量为85 L/min情况下，口罩对非油性颗粒过滤效率应符合表1的要求。

表1 过滤效率等级

|  |  |
| --- | --- |
| 等级 | 过滤效率% |
| 1级 | ≥95 |
| 2级 | ≥99 |
| 3级 | ≥99.97 |

* + 1. 气流阻力

在气体流量为85 L/min情况下，口罩的吸气阻力不得超过343.2 Pa(35 mm H2O)。

* + 1. 合成血液穿透

将2mL合成血液以10.7 kPa(80 mmHg)压力喷向口罩，口罩内侧不应出现渗透。

* + 1. 表面抗湿性

口罩外表面沾水等级应不低于GB/T 4745-1997中3级的规定。

* + 1. 微生物指标

口罩应符合GB 15979-2002中微生物指标的要求见表2。

表 2 口罩微生物指标

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 细菌菌落总数CFU/g | 大肠菌群 | 绿脓杆菌 | 金黄色  葡萄球菌 | 溶血性链球菌 | 真菌菌落总数CFU/g |
| ≤20 | 不应检出 | 不应检出 | 不应检出 | 不应检出 | 不应检出 |

包装标志上有“灭菌”或“无菌”字样或图示的口罩应无菌。

* + 1. 环氧乙烷残留量

经环氧乙烷灭菌的口罩，其环氧乙烷残留量应不超过10 μg/g。

* + 1. 阻燃性能

所用材料不应具有易燃性。续燃时间应不超过5s。

* + 1. 皮肤刺激性

口罩材料原发性刺激记分应不超过1。

* + 1. 密合性

口罩设计应提供良好的密合性，口罩总适合因数应不低于100。

* + 1. 特定技术指标
       1. 石墨烯材料定性鉴别

按照附录A中规定的方法进行检验，石墨烯复合纤维横截面应具有褶皱、纵截面应具有的凸起；拉曼光谱峰位应吻合G 峰的峰位在1580 cm -1 附近；D 峰的峰位在1270 cm -1～1450 cm -1附近；2D峰在2700 cm -1附近，且I2D/ IG≥0.35。

* + - 1. 抗菌率

按照附录B中规定的方法进行检验。

18h抑菌率：对金黄色葡萄球菌及大肠杆菌的抑菌率＞70%，或对白色念珠菌的抑菌率＞60%，样品具有抗菌效果。（注：按照GB/T 20944.3—2008规定执行）

1h抑菌率：不加样片组的菌落数在1×104～9×104 cfu/mL之间，且样品振荡前后平均菌落数差值在10%以内，试验有效：被试样片组抑菌率与对照样片组抑菌率的差值＞26%，产品具有抗菌作用。

* + - 1. 抗菌稳定性

按照附录B中规定的方法进行检验。

产品经自然留样，其杀菌率或抑菌率达到杀菌率≥90%，或抑菌率＞50%～90%，抑菌率≥90%，产品的杀菌或抑菌作用在室温下的保持时间即为自然留样时间。

产品经54℃加速试验，其杀菌率或抑菌率达到杀菌率≥90%，或抑菌率＞50%～90%，抑菌率≥90%，产品的杀菌或抑菌作用在室温下至少保持一年。

产品经37℃加速试验，其杀菌率或抑菌率达到杀菌率≥90%，或抑菌率＞50%～90%，抑菌率≥90%，产品的杀菌或抑菌作用在室温下至少保持二年。

* + - 1. 石墨烯材料毒理评价（吸入毒性）

按照附录C中规定的方法进行检验，通过LC50的测定，可评价受试样品的急性吸入毒性及其毒性分级，需要达到表3中低毒的要求。

表3 急性吸入毒性分级

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 毒性指标 | 剧毒 | 高毒 | 中等毒 | 低毒 |
| 吸入LC50/(mg/m3) | ＜20 | 20 | 200 | ＞2000 |

石墨烯材料迁移率：应≤0.15mg/m2; 供方自我声明。

* 1. 试验方法
     1. 口罩基本要求

取3个口罩，在300 1x～700 lx的照度下目力检查，应符合4.1要求。

* + 1. 鼻夹

按照说明书规定的使用方法调节，应符合4.2要求。

* + 1. 口罩带

样品数量：取4个口罩，打开包装，其中2个进行温度预处理，2个不进行预处理。

温度预处理条件：

预处理条件为：

1. 70 ℃士3 ℃环境试验箱中放置24 h；
2. -30℃±3℃环境试验箱中放置24 h。

经温度预处理后应在室温条件下恢复至少4h。

通过目力检查和拉力试验装置测量，结果均应符合4.3要求。

* + 1. 过滤效率与气流阻力试验

样品数量：应该使用6个口罩样品进行试验。3个经过温度预处理，3个不经过预处理。

温度预处理条件：

预处理条件为：

1. 70℃±3 ℃环境试验箱中放置24 h；
2. -30℃±3℃环境试验箱中放置24 h。

经温度预处理后应在室温条件下恢复至少4h。

* + - 1. 气体流量应该稳定至85 L/min土2 L/min。

规定试验条件用的氯化钠(NaCI)气溶胶颗粒大小分布应为粒数中值直径(CMD)在0.075 μm士

0.020 im，几何标准差不超过1.86(相当于空气动力学质量中值直径(MMAD)0.24 μm土0.06 μm)。

浓度不超过200 mg/m3。

过滤效率测定结果均应符合4.4的要求。

吸气阻力测定结果均应符合4.5的要求。

* + 1. 合成血液穿透

样品数量：应该使用5个口罩样品进行试验。

预处理条件：口罩样品在21℃士5℃，相对湿度85%士5%环境试验箱中预处理至少4h。口罩样品从环境箱中取出1min内作测试。

按照YY/T 0691—2008的试验方法进行试验，其结果应符合4.6的规定。合成血的配制方法见附录A。

* + 1. 表面抗湿性试验

取3个口罩，参照GB/T 4745—199?规定的方法进行测试，其结果均应符合4.7的要求。

* + 1. 微生物指标

按照GB 15979—2002中附录B规定的方法进行试验，结果应符合4.8.1的要求。

标志为灭菌或无菌的口罩按照GB/T 14233.2—2005规定的方法进行试验，结果应符合4.8.2的要求。

* + 1. 环氧乙烷残留量
       1. 气相色谱仪条件

气相色谱仪应满足下列条件：

1. 氢焰检定器：灵敏度不小于2×10-11g/s【苯，二硫化碳（CS2）】；
2. 色谱柱：所用色谱柱应能使试样中杂质和环氧乙烷完全分开，并有一定的耐水性。色谱柱可选用表4推荐的条件。

表4 色谱柱推荐条件

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 柱长 | 内径 | 扭体 | 柱温 |
| 1 m | 2 mm～3 mm | GDX-407 177 µm～147 µm (80目～100目) | 约 130 ℃ |
| Porapak q­s 177 µm～147 µm (80目～100目) | 约 120 ℃ |

1. 仪器各部件温度

气化室：200℃；

检测室：250℃。

1. 气流量

N2：15 mL/min～30 mL/min;

H2：30 mL/min;

空气：300 mL/min。

* + - 1. 测试步骤

按照 GB/T 14233.1—2008 9.4、GB 15980—1995中附录G规定的极限浸提法，以水为溶剂进行平行试验，按照GB/T 14233.1—2008 9.5.2 、GB 15980—1995中附录G规定的相对含量法进行测定，结果以算宋平均值计算，如一份合格，另一份不合格，不得平均计算，应重新测定。

结果应符合4.9的要求。

* + 1. 阻燃性能

样品数量：应检测4个口罩样品。2个经过温度预处理，2个不经过预处理。

温度预处理条件：

预处理条件为：

1. 70℃±3 ℃空气中 24 h;
2. -30℃±3℃空气中24 h。

在温度预处理后应在室温恢复至少4h。

* + - 1. 步骤：

将口罩戴在金属头模上，燃烧器的顶端和口罩的最低部分(当直接对着燃烧器放置时)的距离应设置在20 mm±2 mm。

将火焰高度调节在40 mm±4 mm。在燃烧器顶端上方20 mm±2 mm处用金属隔离的热电偶探针测量火焰的温度，应为800℃±50 ℃。

将头模以60 mm/s土5 mm/s运动线速度通过火焰，并记录口罩通过一次火焰后的燃烧状态。结果应符合4.10要求。

* + 1. 皮肤刺激性

按照GB/T 16886.10-2005中规定的原发皮肤刺激方法进行试验，其结果应符合本标准4.11的规定。

* + 1. 密合性

选10名受试者，按照使用说明书佩带好口罩，作6个规定动作，按照GB 19083-2010附录B中规定方法测试，应至少有8名受试者总适合因数符合要求。

* 1. 标志与使用说明
     1. 标志
        1. 口罩最小包装的标志

口罩最小包装上至少应有以下清楚易认的标志，如果包装是透明的，应可以透过包装看到标志：

1. 产品名称、型号；
2. 生产企业或供货商的名称；
3. 执行标准号；
4. 产品注册号；
5. 滤料级别或相应说明；
6. “使用前请参见使用说明”的文字或符号；
7. 贮存条件及有效期；
8. 一次性使用产品应标明“一次性使用”或相当字样；
9. 如为灭菌产品应注明灭菌有效期及灭菌方式。
   * + 1. 包装箱标志：

包装箱上至少应有以下内容或标志：

1. 生产企业或供货商名称和地址；
2. 产品名称、型号；
3. 执行标准号；
4. 产品注册号；
5. 规格数量；
6. 生产日期或批号；
7. 防晒，怕湿等字样和标志，标志应符合GB/T 191的规定；
8. 贮存条件及有效期。
   * 1. 使用说明

使用说明至少应使用中文，并应至少给出下列内容：

1. 用途和使用限制；
2. 产品颜仓代码的意义(如适用)；
3. 使用前需进行的检查；
4. 佩戴适合性；
5. 使用方法；
6. 贮存条件；
7. 所使用的符号和(或)图示的含义；
8. 应给出可能会出现的问题及注意事项；
9. 有关口罩使用时间的建议；
10. 执行标准号；
11. 产品注册号。
    1. 包装和贮存
       1. 包装

口罩的包装应该能够防止机械损坏和使用前的污染。

口罩按数量装箱。

* + 1. 贮存

按使用说明的规定进行。

2. （规范性）  
   石墨烯改性纤维定性鉴别试验方法
   1. 扫描电镜法（SEM）
      1. 试验制样

选用三氯乙烷、乙醚和乙醇洗涤或萃取试样以除去试样中夹带的油脂、蜡质、尘土或其他会掩盖纤维特征的杂质。一般对于染色纤维中的染料,可视为纤维的一部分,不必去除。如果试样上的染料对鉴别有干扰,可先脱色,但不得损伤纤维或使纤维的性质有任何改变,然后将纤维晾干,以备试验。

* + 1. 试验方法
       1. 纵面观察

纵面观察将试样扯成细束后排齐分别贴导电胶,将其粘结在扫描电镜样品座上,并置于扫描电镜下,拍摄观察石墨烯纤维结构,并记录试样纵面特征。

* + 1. 横截面观察

横截面观察将试样扯成细束后排齐用哈氏切片器制备好的试样横截面,分别贴导电胶,将其粘结在扫描电镜样品座上,并置于扫描电镜下,拍摄观察石墨烯纤维结构,并记录试样横截面特征。

* 1. 拉曼光谱法
     1. 原理

当一束激光照射样品时，样品分子与光子之间产生非弹性碰撞，即产生拉曼散射。借助于仪器将拉曼散射的强度值与相应拉曼位移值作图，即可获得该样品的拉曼光谱，光谱每一个拉曼位移特征峰都包含了样品分子结构的信息。不同物质有不同的拉曼光谱图。利用这种原理，将未知纤维与已知纤维的拉曼光谱进行比较来区别纤维的类别。

* + 1. 仪器与工具

拉曼光谱仪：具激光光源，光源波长为532 nm 或785 nm，光谱范围不小于300 cm -1 ～3500 cm -1 ，光谱分辨率好于5cm -1。

* + 1. 试验方法
       1. 开启仪器

按仪器操作程序，开启拉曼光谱仪，预热半小时至仪器稳定，功率选择0.4 MW .

* + - 1. 选择合适的扫描条件

选择合适的光源波长，扫描次数。

* + - 1. 测试样品

将试样夹入拉曼光谱仪激光器的聚焦支架上，然后进行测量，记录300 cm -1～3500 cm -1 的拉曼散射光谱。试样测试部位应覆盖样品中的所有纤维。

1. （资料性）  
   抗菌率及抗菌稳定性试验
   1. 18h抑菌率的计算方法如下：

振荡接触18 h后，比较对照样与抗菌织物(或未抗菌处理织物)试样烧瓶内的活菌浓度，按式(B.1)计算抑菌率(保留两位有效数)。

43fc863138ca0f21a27cc0e4c0a8832……………………………………(B.1)

式中：

Y—试样的抑菌率；

Wt—3个对照样18 h振荡接触后烧瓶内的活菌浓度的平均值(CFU/mL)；

Qt —3个抗菌织物(或3个未抗菌处理织物)试样18 h振荡接触后烧瓶内的活菌浓度的平均值

(CFU/mL)。

* 1. 1h抑菌率的计算方法如下

操作步骤：

称取被试样片(剪成1.0cm×1.0cm大小) 0.75g分装包好。

将0.75g重样片放入一个250ml的三角烧瓶中，分别加入70mlPBS和5ml菌悬液，使菌悬液在PBS中的浓度为1×104～9×104 cfu/mL。

将三角烧瓶固定于振荡盛床上，以300 r/min振摇1h。

取0.5mL振摇后的样液，或用PBS做适当稀释后的样液，以琼脂倾注法接种平皿，进行菌落计数。同时设对照样片组和不加样片组，对照样片组的对照样片与被试样片同样大小，但不含抗菌成分，其他操作程序均与被试样片组相同，不加样片组分别取5 mL菌悬液和70 mLPBS加入一个250 mL三角烧瓶中，混匀，分别于0时间和振荡1h后，各取0.5 mL菌悬液与PBS的混合液做适当稀释，然后进行菌落计数。

试验重复3次，按式（B.2）计算抑菌率：

X=(A-B)/A×100%……………………………………(B.2)

式中：

X—抑菌率，%；

A—被试样品振荡前平均菌落数；

B—被试样品振荡后平均菌落数。

抗菌稳定性测试方法

* 1. 测试条件

自然留样：将原包装样品置室温下至少1年，每半年进行抑菌或杀菌性能测试。

加速试验：将原包装样品置54℃～57℃恒温箱内14d或37℃～40℃恒温箱内3个月，保持相对湿度>75%，进行抑菌或杀菌性能测试。

1. （规范性）  
   化学品急性吸入毒性试验方法
   1. 试验目的

检测化学品对实验动物的急性吸入毒性作用和强度，为亚急(慢)性等吸入毒性试验提供剂量选择的依据。

* 1. 试验基本原则

各试验组动在一定时间内吸入不同浓度的受试样品，染毒浓度的选择可通过预试验确定。染毒后观察动物的毒性反应和死亡情况。试验期间死亡的动物要进行尸检，试验结束时仍存活的动物要处死并进行大体解剖。

* 1. 试验方法
     1. 实验动物

首选健康成年小鼠(18g～22 g)或大鼠(180g～220g)，也可选用其他敏感动物。同性别各剂量组个体间体重相差不超过平均体重的20%。试验前动物要在试验环境中至少适应3d～5d时间.

* + 1. 剂量设计

根据所选方法的要求，原则上应设4～5个剂量组，每组动物一般为10只，雌雄各半。各剂量组间距大小以受试物毒性大小和动物死亡为宜，通常以较大组距和较少量动物进行预试。如果受试样品毒性很低，也可采用一次限量法，即用20只动物(雌雄各半)，一般2000 mg/m'吸入4h，如未引起动物死亡，则不再进行多个剂量的急性吸入毒性试验。需要时也可做5000 mg/m’或更高浓度吸入4h，或以最大可能发生的浓度进行试验。

* + 1. 染毒

染毒可采用静式染毒法或动式染毒法。

* + 1. 静式染毒法

静式染毒是将实验动物放在一定体积的密闭容器(染毒柜)内，加入一定量的受试样品，并使其挥发，造成试验需要的受试样品浓度的空气，一次吸入性染毒2h或4h。

染毒柜的容积以每只染毒小鼠每小时不少于3L空气计，每只大鼠每小时不少于30L计。

染毒浓度的计算：染毒浓度一般应采用实际测定浓度。在染毒期间一般可测4～5次，求其平均浓度。在无适当测试方法时。可用式(C.1)计算染毒浓度：

c=(a×d/V)×106 ………………………………(C.1)

式中：

c——染毒浓度，单位为毫克每立方米(mg/m3)；

a——加入受试样品的量，单位为毫升(mL)；

d——化学品相对密度；

V——染毒柜容积，单位为升(L)。

* + 1. 动式染毒法

动式染毒是采用机械通风装置，连续不断地将含有一定浓度受试样品的空气均匀不断地送入染毒柜，空气交换量大约为12次/h～15次/h，并排出等量的染毒气体，维持相对稳定的染毒浓度(对通过染毒柜的流动气体应不间断地进行监测，并至少记录2次)。一次吸入性染毒2h。当受试化合物需要特殊要求时，应用其他的气流速率。染毒时，染毒柜内应确保至少有19%的氧含量和均衡分配的染毒气体。一般情况下，为确保染毒柜内空气稳定，实验动物的体积不应超过染毒柜体积的5%。且染毒柜内应维持微弱的负压，以防受试样品泄露污染周围环境。同时，应注意防止受试样品爆炸。

* + 1. 受试样品气化(雾化)和输入的常用方法

气体受试样品，经流量计与空气混合成一定浓度后，直接输入染毒柜。

易挥发液体受试样品，通过空气鼓泡或适当加热促使挥发后输入染毒柜。

若受试样品现场使用时采取喷雾法时，可采用喷雾器或超声雾化器使其雾化为气溶胶后输入染毒柜。

* + 1. 染毒浓度计算

染毒浓度一般应采用动物呼吸带实际测定浓度，至少每半小时一次，取其平均值。各测定浓度值应在其平均值的25%以内。若无适当的测试方法，也可采用式(C.2)计算染毒浓度：

c=[a×d/(V+V)]×106 ……………………………………(C.2）

式中：

c——染毒浓度，单位为毫克每立方米(mg/m3)；

a——气化或雾化受试样品的量，单位为毫升(mL)；

d——受试样品相对密度；

V1——输入染毒柜风量，单位为升(L)；

V2——染毒柜容积，单位为升(L)。

* 1. 观察期限及指标

观察并记录染毒过程和观察期内的动物中毒和死亡情况。观察期限一般为14 d；

对死亡动物进行尸检。观察期结束后，处死存活动物并进行大体解剖，必要时，进行病理组织学

* 1. 试验结果评价

评价试验结果时，应将LC50与观察到的毒性效应和尸检所见相结合考虑，LC50。值是受试样品急性毒性分级和标识以及判定受试样品经呼吸道吸入后引起动物死亡可能性大小的依据。引用LC50。值时一定要注明所用实验动物的种属、性别、染毒方式及时间长短、观察期限。评价应包括动物接触受试样品与动物异常表现(包括行为和临床改变、大体损伤、体重变化、致死效应及其他毒性作用)的发生率和严重程度之间的关系。

1. 按照GB/T 21605规定执行

参考文献

[1]殷晓晴,任凌芸,姜雅雯,于雅静,顾书政,徐阳.国内外防护用口罩进展分析[J].纺织科技进展,2021(10):4-8.

[2]戴石锋.石墨烯材料团体标准化实践与创新[J].标准科学,2020(10):46-52.

[3]曾语晴.石墨烯纤维抗病毒口罩面料的开发与实践[J].合成材料老化与应用.,2020,49(06):146-147+54.

[4]陈琛,韩燚,孙海燕,姚程凯,王勇霖,高超.复合纤维中石墨烯的定性检验方法[J].化纤与纺织技术,2020,49(10):60-62.

[5]刘贵.石墨烯改性锦纶复合纤维的定性鉴别方法研究[J].福建轻纺,2020(04):24-29.

[6]俞凌云,徐玲妹,刘露希,庞晓红,刘菲,邓勇.石墨烯复合纤维中石墨烯的鉴别方法[J].印染,2019,45(03):55-58.

