

自发光高可视警示服的可视性能评价

沈一凡^a 徐瑞鑫^a 曹缤文^a 闫彦红^{a,b}

浙江理工大学 a. 服装学院; b. 浙江省服装工程技术研究中心, 浙江 杭州 310018

摘要: 为评价自发光警示服的可视性能, 采用稀土发光材料、反光材料、发光二极管 (light emitting diode, LED) 灯带及电激发光 (electro luminescent, EL) 冷光线制备了 2 款具有光致发光与电致发光特性的自发光高可视警示服试样。通过可视时间与可视距离测试, 对试样的可视性能进行评价。结果表明: 时间及距离在很大程度上影响可视性能, 相较于距离, 时间对可视性能的影响更大, 第一代高可视警示服的可视时间与可视效果相关度更高, 第二代高可视警示服的发光性能更稳定。

关键词: 警示服; 稀土发光材料; 可视性能; 发光二极管 (LED) 灯带; 电激发光 (EL) 冷光线

中图分类号: TS 101.8

文献标志码: A

文章编号: 1004-7093(2024)06-0025-07

Visual ability evaluation of self-luminous high visual warning clothing

Shen Yifan^a, Xu Ruixin^a, Cao Binwen^a, Yan Yanhong^{a,b}

a. College of Fashion Science and Technology; b. Zhejiang Garment Engineering and Technology Research Center, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, Zhejiang, China

Abstract: To evaluate the visual ability of self-luminous warning clothing, two self-luminous high visual warning clothing samples were prepared utilizing rare earth luminous materials, reflective materials, light emitting diode (LED) lamp strips and electro luminescent (EL) cold light to exhibit photo luminescence and electro luminescence characteristics. The visual ability of the samples was assessed through visual time and visual distance tests. The findings revealed that both time and distance significantly impacted the overall visual effect. Compared with distance, time had a greater impact on the visual ability. The first generation of high visual warning clothing demonstrated a higher correlation between visual time and the visual effect, while the second generation exhibited more stable luminous performance.

Keywords: warning clothing; rare earth luminescent material; visual ability; light emitting diode (LED) lamp strip; electro luminescent (EL) cold light

基金项目: 纺织服装福建省高校工程研究中心开放基金 (MJFZ17104)

收稿日期: 2024-03-20

作者简介: 沈一凡, 男, 2002 年生, 在读本科生, 主要研究方向为功能性面料及服装

通信作者: 闫彦红, yyhong666@163.com

警示服属于一种特殊的职业类功能服装。传统警示服通常主要通过反光材料实现可视性能,以增强服装在可视性较差的高风险作业环境中的警示作用,如用在道路交通或夜间作业环境中,保障作业人员的人身安全,避免事故发生^[1-2]。传统警示服通过反光材料实现警示作用,其依赖光线照射时的反射作用,属于被动可见。在光线不足的环境下,如雾霾、傍晚及夜间环境,仅依靠反光效果,其警示作用将严重受限,警示效果可能会大幅下降。基于此,提高警示服的可视性能,实现服装的主动可识别性,成为亟待解决的一个重要问题。

随着发光材料及柔性可穿戴技术的不断发展,将发光材料及组件应用于功能性服装^[3],为具有自发光性能的高可视警示服的开发提供了更多的可能性。服装的自发光性能一般通过2种方式实现:一是采用发光材料,二是采用光源。在发光材料方面,稀土发光材料是一种能够利用太阳能产生自发光效果的高效环保型发光材料,其发光亮度高、余辉时间长,且无辐射作用。将稀土发光材料添加至纺丝液中并通过熔融纺丝工艺,可制得具有自发光性能的夜光纤维^[4-5]。这种纤维具有优良的发光性能^[6],经5 min的光照作用后,能在黑暗状态下发光10 h以上^[7-8]。夜光纤维被广泛用于交通运输、航空航海、安全服装等领域,目前已实现了产业化。文献^[9]以夜光纤维为原料,开发出儿童夜行安全服装,

并对服装的结构设计、发光性能及可视性能进行了测试与评价。该研究为发光材料应用于高可视功能性服装提供了思路。此外,有研究者在实现服装自发光性能的基础上,将电激发光(electroluminescent, EL)冷光线运用于运动服装及警示服中,设计制作出具有电致发光效果的自发光服装,弥补了传统反光警示服在光线昏暗条件下反光效率低的缺陷^[10-11]。

基于前述研究,本文以稀土发光材料、夜光纤维及柔性光源等为发光材料,反光材料为辅助材料,设计并制作2款新型自发光高可视警示服,以实现服装的光致发光、电致发光及反光等多重视觉效果,改善传统警示服因反光被动而可视性对外部条件的依赖,使所得警示服能够主动应对外部环境变化。此外,通过对警示服发光亮度、可视距离及可视时间的测试分析,探讨影响自发光高可视警示服可视性能的因素。研究旨在为高可视性功能服装的设计与开发提供理论依据。

1 试验部分

1.1 试验材料

本文制作自发光高可视警示服所用的试验原料如表1所示。将制备的警示服分别命名为第一代高可视警示服和第二代高可视警示服。

表1 试验原料

Tab. 1 Experimental raw materials

试样名称	原料	生产厂家
第一代高可视警示服	稀土发光材料 $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}, \text{Dy}^{3+}$	常熟江辉纤维制品科技有限公司
	聚氯乙烯(PVC)透明胶条	武汉立凯反光制品有限公司
	发光二极管(light emitting diode, LED)灯带	深圳东晨兴光电有限公司
第二代高可视警示服	稀土发光材料 $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}, \text{Dy}^{3+}$	常熟江辉纤维制品科技有限公司
	警示服基样	武汉立凯反光制品有限公司
	织带反光条	光源反光材料有限公司
	EL冷光线 涂层浆料、助剂	深圳东晨兴光电有限公司 常熟江辉纤维制品科技有限公司

1.2 试样制作

第一代警示服试样根据GA 446—2003《警服反光背心》规定设计制作。首先,将稀土发光材料 $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}, \text{Dy}^{3+}$ 与涂层浆料、助剂混合,配制成夜光涂层浆料^[12-16],浆料中稀土发光材料质量分数为

4%^[17]。其次,以PVC透明胶条为基底,通过涂层的方式将夜光涂层浆料均匀刮涂在PVC透明胶条基底表面,并将LED灯带铺设在PVC透明胶条基底上^[18],再在基底表面覆盖一层PVC透明胶条,制成防水防雨发光塑料胶条。最后,通过金属

铆钉的方式将该胶条装配到服装上,制成缚带式警示服,即得到第一代高可视警示服试样。该高可视警示服具有光致发光和电致发光功能,如图 1 所示。

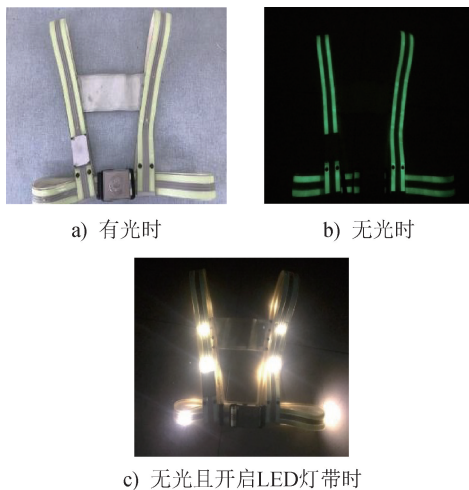


图 1 第一代高可视警示服的发光效果
Fig. 1 Luminous effect of the first generation high visual warning clothing

为提高警示服的柔性可穿戴性,第二代高可视警示服试样根据 GB 20653—2020《防护服装 职业用高可视性警示服》的规定设计制作^[19]。首先,以织带反光条作为基底,通过涂层的方式将与第一代高可视警示服成分相同的夜光涂层浆料均匀刮涂在织带反光条基底的表面,高温烘干后制得自发光-反光织带。其次,将自发光-反光织带缝制于警示服基样的肩部及腰部等部位。最后,为改善 LED 灯带点光源的视觉刺激作用,采用柔和不刺眼的线状光源——EL 冷光线替代第一代高可视警示服的 LED 灯带,并将 EL 冷光线铺设于服装自发光-反光织带位置,制得第二代高可视警示服试样。与第一代高可视警示服试样相比,第二代高可视警示服试样在柔性可穿戴与视觉舒适性方面有较大的提高(图 2)。

1.3 可视时间及可视距离测试

本文以可视时间和可视距离^[20]为指标对警示服试样的可视性能进行评价。可视时间(T)指在黑暗状态下试样能够被观察或检测到的时长;可视距离(S)指在黑暗状态下试样能够被观察或检测到的最大距离。由光致发光材料的余辉衰减性能可知,发光亮度在 10~200 s 内衰减速率最快,200~400 s



图 2 第二代高可视警示服的发光效果
Fig. 2 Luminous effect of the second generation high visual warning clothing

内衰减速率减缓,400 s 后,发光亮度趋于稳定。由夜光浆料涂层得到的高可视警示服发光亮度具有相似的衰减规律。据此,将测试高可视警示服可视性能的时间设置为停止光照后 0、3、6、9、12、15 和 18 min,距离设置为 5、10、15 和 20 m。

试验场地设计如图 3 所示。

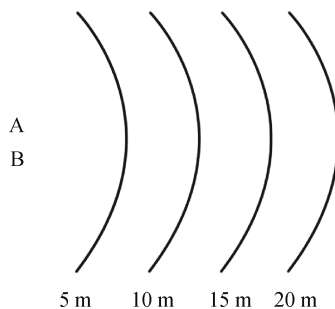


图 3 试验场地设计图
Fig. 3 Experimental site design

为保证试验精确度,自 0 点开始试验。试验前将试样放置在暗箱内 24 h,以确保余辉亮度衰减完毕。用 1 000 W 的光源照射试样 15 min。可视性能评价试验过程如下:(1)将可视性能评价问卷分发给试验对象;(2)将光照后的试样分别放置在图 3 的 A、B 处;(3)试验组根据测试距离进行划分,在距离试样 5、10、15 和 20 m 处分别布置 4 名试验对象;(4)根据试样在 0~18 min 内的发光情况,由试验对象对试样的可视性能进行评价;(5)每组试验得到

56 份数据,使用 SPSS 软件对数据进行分析。问卷中的可视性能评价采用评分制,分值为 1~5,评分依据如表 2 所示。

表 2 可视性能评分依据

Tab. 2 Scoring basis of visual ability

分值	可视性能
5	发光效果最好,易从周围环境中辨认出
4	发光效果较好,能从周围环境中辨认出
3	发光效果一般,可从周围环境中辨认出
2	发光效果较差,勉强从周围环境中辨认出
1	发光效果最差,无法从周围环境中辨认出

由于电致发光材料的亮度不随时间而变化,因此,电致发光情况下仅需测试警示服的最大可视距离,试验设计如下:(1)将 2 种警示服试样分别放置在 1 000 W 的光源下照射 15 min,再分别放置于图 3 的 A、B 处;(2)关闭光源,4 名试验对象各自调整自己能观测到警示服的最大可视距离后,做标记,根据不同时间和不同地点获取的可视性能评分值对 2 种警示服的可视性能进行评价;(3)开启 EL 冷光线和 LED 灯带,4 名试验对象各自调整自己能观测到警示服的最大可视距离,再次做标记,并根据表 2 再次进行评分;(4)用皮尺对 2 次测试的最大可视距离标记点进行测量和记录。

2 试验结果与讨论

2.1 光致发光可视时间及可视距离分析

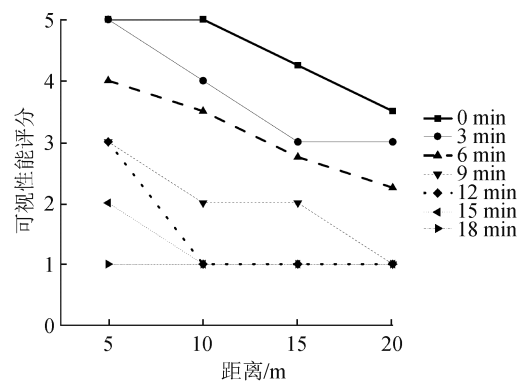
2 种高可视警示服试样的可视性能评分结果如表 3 和图 4 所示。

由表 3 和图 4 可知,不同可视时间下,第一代高可视警示服的可视性能评分值随着距离的改变而相差很大,评分值较分散。且随着时间和距离的增大,警示服的可视性能评分逐渐降低。第二代高可视警示服的可视性能明显优于第一代高可视警示服的。当 $T=6\text{ min}$ 、 $S=20\text{ m}$ 时,第一代高可视警示服可视性能评分值仅为 2.25,第二代高可视警示服评分值为 4.00。当 $T=9\text{ min}$ 、 $S=20\text{ m}$ 时,第一代高可视警示服可视性能评分值仅为 1.00,已基本不可见,而第二代高可视警示服的可视性能评分值仍达 3.25,可视性能良好。随着时间的延长,当 T 为 12~18 min 时,第一代高可视警示服仅在 5 m 内可见,而

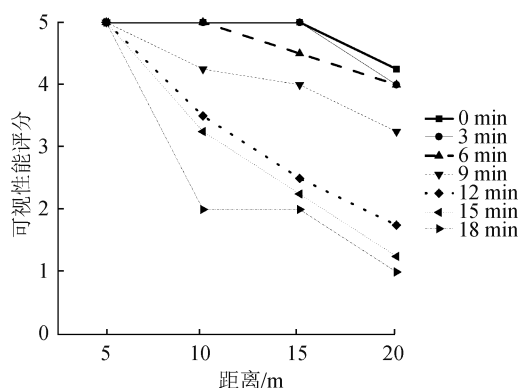
表 3 试样的可视性能评分结果

Tab. 3 Visual ability score result of the samples

样衣	T/min	不同可视距离的可视性能评分			
		5 m	10 m	15 m	20 m
第一代高可视警示服	0	5.00	5.00	4.25	3.50
	3	5.00	4.00	3.00	3.00
	6	4.00	3.50	2.75	2.25
	9	3.00	2.00	2.00	1.00
	12	3.00	1.00	1.00	1.00
	15	2.00	1.00	1.00	1.00
第二代高可视警示服	0	5.00	5.00	5.00	4.25
	3	5.00	5.00	5.00	4.00
	6	5.00	5.00	4.50	4.00
	9	5.00	4.25	4.00	3.25
	12	5.00	3.50	2.50	1.75
	15	5.00	3.25	2.25	1.25
18	5.00	2.00	2.00	1.00	



a) 第一代高可视警示服



b) 第二代高可视警示服

图 4 距离、时间与可视性能评分的关系

Fig. 4 The relationship among distance, time and visual ability score

第二代高可视警示服在可视距离为 15 m 时的评分值仍大于 2.00。此外,不同时间下,第二代高可视

警示服的评分值较集中,停止光照后 0~18 min,两者的最大可视距离均为 20 m,在测试距离为 5 m 时的评分值均为 5.00。由此可知,相比第一代高可视警示服,第二代高可视警示服的持续发光时间更久,

发光性能更稳定。

为明确时间与距离对高可视警示服可视性能的影响,对表 3 的数据进行相关性分析,结果如表 4 所示。

表 4 时间和距离与可视性能评分的相关性

Tab. 4 Correlation among time, distance and visual ability score

试样名称	相关性	相关度	显著性	自由度
第一代高可视警示服	时间与可视性能评分	-0.934	0.000	25
	距离与可视性能评分	-0.755	0.000	25
第二代高可视警示服	时间与可视性能评分	-0.807	0.000	25
	距离与可视性能评分	-0.785	0.000	25

由表 4 可知,第一代高可视警示服时间与可视性能评分相关系数为 0.934,显著相关,且呈负相关,双尾检验的概率 $P=0.000$;距离与可视性能评分的相关系数为 0.755,呈负相关,双尾检验的概率 $P=0.000$ 。第二代高可视警示服时间与可视性能评分的相关度系数为 0.807,显著相关;距离与可视性能评分的相关系数为 0.785,呈负相关,显著相关。综上所述,时间在很大程度上影响可视效果,随着时间的变化,发光亮度产生很大的变化,时间比距离对可视效果的影响力更大;并且第一代高可视警示服的时间与可视效果评分相关系数更高,即随时间变化,发光亮度降低得更快。相对而言,第二代高可视警示服的发光性能较稳定。

将时间 x_1 、距离 x_2 与可视性评分 y 进行回归拟合分析,结果如表 5 所示。

表 5 时间和距离与可视性能评分的回归关系

Tab. 5 Regression relationship among time, distance and visual ability score

试样名称	拟合函数结果	显著性
第一代高可视警示服	$y=5.440-0.202x_1-0.095x_2$	0.000
第二代高可视警示服	$y=6.893-0.143x_1-0.141x_2$	0.000

第一代高可视警示服的可视效果评分回归函数为 $y=5.440-0.202x_1-0.095x_2$,即时间每增加 1 min,可视效果评分值降低 0.202 分;距离每增加 1 m,可视效果评分值降低 0.095 分;第二代高可视警示服的可视效果评分回归函数为 $y=6.893-0.143x_1-0.141x_2$,即时间增加 1 min,可视效果评分降低 0.143 分,距离每增加 1 m,可视效果评分降低 0.141 分。

设警示服几乎无亮度,不可被识别,将可视效果

评分值设置为 1.00,绘制可视距离和可视时间的关系图,结果如图 5 所示。据此,对 2 种高可视警示服依靠稀土发光材料实现自发光功能的最大可视距离和可视时间进行预估。

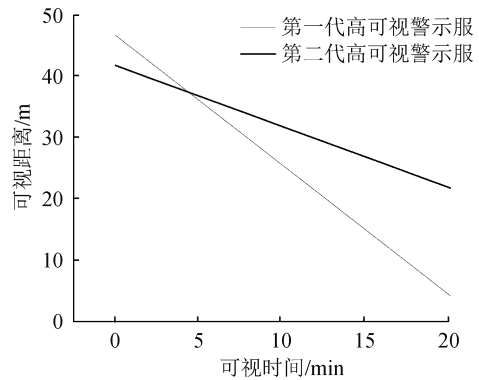


图 5 可视距离和可视时间之间的关系

Fig. 5 Relationship between visual time and visual distance

由图 5 可以看出,第一代高可视警示服的预测最大可视距离约为 46 m,第二代高可视警示服的预测最大可视距离约为 41 m。

2.2 电致发光可视性能分析

电致发光作用下,自发光高可视警示服的最大可视距离及可视效果评价如表 6 所示。

由表 6 可知,开启光源条件下,第一代高可视警示服的最大可视距离平均值为 241 m,第二代高可视警示服的最大可视距离平均值为 260 m,说明相比 LED 灯带,EL 冷光线的发光性能更优。此外,由表 6 还可以看出,2 款警示服的最大可视距离都超过了我国 JTP D 20—2006《公路路线设计规范》规定的时速低于 120 km/h 时汽车所需的停车视距 (210 m),即 2 款高可视警示服均能被司机在高速行驶状态下发现并预留足够的停车距离,从而能够

表 6 最大可视距离测试结果

Tab. 6 Test results of maximum visual distance

灯源 状态	试样名称	最大可视距离/m			
		试验 对象 1	试验 对象 2	试验 对象 3	平均值
开启	第一代高可视警示服	240	232	262	241
	第二代高可视警示服	250	261	270	260
关闭	第一代高可视警示服	52	47	49	49
	第二代高可视警示服	29	31	33	31

有效保障人身安全,减少交通事故发生。由上述分析可知:通过开启光源,利用电致发光技术,可以有效弥补发光材料和反光条等的光致发光可视性能差、警示功能不佳等缺点,提升警示服的可视性。在不开启光源仅依靠稀土发光材料条件下,第二代高可视警示服的实测最大可视距离平均值为 31 m,第一代高可视警示服的实测最大可视距离平均值为 49 m。

3 结论

与第一代高可视警示服相比,第二代高可视警示服的可视性能显著改进,最大可视距离更远,持续发光时间更长。当距离 $S=5\text{ m}$ 时,随着时间 T 的延长,第二代高可视警示服的可视性能几乎未下降,可视性能明显优于第一代高可视警示服的。当 $T=18\text{ min}$ 、 $S=15\text{ m}$ 时,第二代高可视警示服仍可见,而第一代高可视警示服在 $T=9\text{ min}$ 、 $S=20\text{ m}$ 时已失去可见性。此外,第二代高可视警示服的亮度衰减减小,稳定性更好。

研究发现,随着时间和距离的增大,高可视警示服的可视性能评分值相应下降。时间每增加 1 min,第一代高可视警示服的可视性能评分值降低 0.202 分,距离每增加 1 m,可视性能评分值降低 0.095 分。表明时间对可视效果的影响更大,且与距离呈负相关。第二代高可视警示服的研究结果类似,但其稳定性更好。

进一步分析显示,第一代高可视警示服的发光性能受时间的影响更大。开启光源状态下,EL 冷光线的性能优于 LED 灯带,第二代高可视警示服的最大可视距离平均值达 260 m。即使关闭光源,第二代高可视警示服的最大可视距离仍达 31 m,并且持续发光时间更久,发光性能更加稳定。这进一步验

证了第二代高可视警示服的性能优势。



期刊采编平台



中国知网下载

参考文献

- [1] 赵广艳,侯东昱. 环卫用反光警示服的安全性能探究[J]. 上海纺织科技, 2015, 43(4):54.
- [2] PARK S. An evaluation of the suitability of fluorescent fabrics and retro reflective materials for road traffic warning clothing in compliance with international standards[J]. Fashion and Textiles, 2019, 34(6):1-2.
- [3] 王倩,田宏. 服装亮化功能的探讨与创新[J]. 辽宁丝绸, 2022(2):48.
- [4] 赵欢,潘力. 稀土铝酸盐发光材料在纺织领域的应用研究[J]. 山东纺织科技, 2019, 60(4):45-46.
- [5] GUO X F, ZHANG K Q, ZHANG H W, et al. Working conditions on the afterglow characteristics of rare-earth luminous fibers[J]. Fibers and Polymers, 2018, 19: 531-537.
- [6] 郭雪峰. 发光纤维用纳米铝酸盐发光材料的研究进展[J]. 现代纺织技术, 2020, 28(1):21-23.
- [7] 赵菊梅,郭雪峰,徐燕娜,等. 稀土铝酸镱夜光纤维的发光性质[J]. 纺织学报, 2008, 29(11):1-2.
- [8] 闫彦红,葛明桥. 稀土夜光纤维产品开发与应用[J]. 产业用纺织品, 2008, 26(2):16-17.
- [9] 闫彦红,郑晨华,邝野,等. 儿童夜光安全服装的可视性能分析[J]. 服装学报, 2022, 7(6):480-484.
- [10] 楚雪梅,赵惠,张秀芹,等. 电致发光纺织品的制备及应用研究进展[J]. 北京服装学院学报(自然科学版), 2022, 42(3):108-114.
- [11] 侯佳博,王秋寒. 发光材料在多功能户外服装中的设计应用[J]. 纺织科技进展, 2023(3):41-43.
- [12] 葛明桥,赵菊梅,郭雪峰. 稀土铝酸镱夜光纤维的光色特性[J]. 纺织学报, 2009, 30(5):2.
- [13] 金昭,张玲,葛明桥. 用于夜光纤维的发光材料特性[J]. 纺织学报, 2011, 32(4):8.
- [14] 沈修宇,朱亚楠,葛明桥. $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}, \text{Dy}^{3+}/\text{TPE}$ 发光材料的制备及其光学性能[J]. 材料科学与工程学报, 2021, 39(1):107.
- [15] ZHU Y N, GE M Q. Study on the emission properties of $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7:\text{Eu}, \text{Dy}$ for luminous fiber application [J].

- Journal of Materials Science: Materials in Electronics, 2014, 25:5512-5517.
- [16] 芦博慧,饶曾慧,史慕杨,等. 多元光色稀土夜光纤维的制备及性能[J]. 化工进展, 2021, 40(11): 6255.
- [17] 朱亚楠,吴敏,葛明桥,等. 夜光涂层织物发光性能[J]. 印染, 2011, 37(5):13-15.
- [18] 张薇薇,袁志磊,丁士超. LED 警示服的发光性能测试方法研究[J]. 印染助剂, 2022, 39(6):62.
- [19] 张婷婷. 高可视性警示服标准对比研究[J]. 现代职业安全,2016 (10):52-55.
- [20] 郑晴,王宏付,柯莹. 职业防护服的可视性测评研究方法[J]. 毛纺科技, 2020, 48(3):85-86.

(上接第 18 页)

- [28] 李书林,戴耀东,李俊,等. 含铅/钐功能粒子有机玻璃的制备及辐射屏蔽性能研究 [J]. 材料导报, 2014, 28(2): 60-62.
- [29] MIRZAEI M, ZARREBINI M, SHIRANI A, et al. X-ray shielding behavior of garment woven with melt-spun polypropylene monofilament [J]. Powder Technology, 2019, 345: 15-25.
- [30] HASHEMI S A, MOUSAVI S M, FAGHIHI R, et al. Lead oxide-decorated graphene oxide/epoxy composite towards X-ray radiation shielding [J]. Radiation Physics and Chemistry, 2018, 146: 77-85.
- [31] 陈思魁,郭荣辉. 电磁屏蔽织物的研究进展 [J]. 纺织科学与工程学报, 2023, 40(2): 88-94.
- [32] 田欣,刘文静,赵晓曼,等. X 射线防护用无铅柔性材料的研究进展 [J]. 丝绸, 2023, 60(8): 63-72.
- [33] LI Q, ZHONG R, XIAO X, et al. Lightweight and flexible Bi @ Bi-La natural leather composites with superb X-ray radiation shielding performance and low secondary radiation [J]. ACS Applied Materials & Interfaces, 2020, 12(48): 54117-54126.
- [34] YAN B, BAO X, GAO Y, et al. Antioxidative MXene@GA-decorated textile assisted by metal ion for efficient electromagnetic interference shielding, dual-driven heating, and infrared thermal camouflage [J]. Advanced Fiber Materials, 2023, 5(6): 2080-2098.
- [35] XU L, ZHAO J, HUANG L, et al. Bi₂O₃/Gd₂O₃ meta-aerogel with leaf-inspired nanotrap array enables efficient X-ray absorption [J]. ACS Nano, 2023, 17(23): 24080-24089.
- [36] 张乐乐,李佳柠,龙映雪,等. 静电纺丝法聚酰亚胺纤维膜研究进展 [J]. 产业用纺织品, 2024, 42(4): 20-26.
- [37] JAMIL M, HAZLAN M H, RAMLI R M, et al. Study of electrospun PVA-based concentrations nanofibre filled with Bi₂O₃ or WO₃ as potential X-ray shielding material [J]. Radiation Physics and Chemistry, 2019, 156: 272-282.
- [38] XU L, ZHANG X, HUANG L, et al. Janus dual self-strengthening structure of Bi₂O₃/Gd₂O₃ nanofibrous membranes for superior X-ray shielding [J]. Small, 2023, 19(40):2303012.
- [39] QU L J, TIAN M W, ZHANG X S, et al. Barium sulfate/regenerated cellulose composite fiber with X-ray radiation resistance [J]. Journal of Industrial Textiles, 2014, 45(3): 352-367.
- [40] KIM H C, CHUNG Y S. Preparation and radiopaque properties of chitosan/BaSO₄ composite fibers [J]. Fibers and Polymers, 2013, 14(2):292-297.

惟创新者进

惟创新者强

惟创新者胜