

DOI: 10.19398/j.att.201701013

引用格式:朴江玉,王宇宏. 机织物遮蔽医用激光的性能比较[J]. 现代纺织技术, 2019, 27(1): 32—37.

机织物遮蔽医用激光的性能比较

朴江玉, 王宇宏

(辽东学院服装与纺织学院, 辽宁丹东 118003)

摘要:采用棉、毛、丝、麻、涤等 21 种机织物对医用激光的遮蔽效果进行了研究, 讨论了绿光、红光、红外光 3 种激光光源下, 织物性能对遮光性的影响, 并测试了 21 种机织物遮蔽激光的功率数值。结果表明: 影响机织物遮光性的关键因素是织物的颜色、平方米质量。此研究结果对机织物防护医用激光起到参考作用, 能有效降低防护成本。

关键词:机织物; 遮光性; 激光防护; 因子分析; 回归分析

中图分类号:TS106.67 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-265X(2019)05-0032-06

Comparative Study on Property of Resisting Medical Laser of Woven Fabric

PIAO Jiangyu, WANG Yuhong

(School of Fashion and Textile Eastern Liaoning University, Dandong 118003, China)

Abstract: Using cotton, wool, silk, linen and polyester of 21 kinds of woven fabric for resisting medical laser, their resisting laser property was studied. Under the green light, red light, infrared light of three kinds of laser light source, the influence of the performance of the fabric shading property was discussed, and the 21 kinds of woven fabric cover laser power value was tested. The experimental results show that the key factors influencing the woven fabric shading property is the color of fabric, square meters quality. This paper provides a reference for the research of nonfunctional textiles and reduction of the cost of protection.

Key words: woven fabric; resisting laser property; laser protection; factor analysis; regression analysis

激光技术广泛应用于工业、医疗、军事等重要领域, 其中医疗、科研用途激光, 多采用开放性光路, 如果使用不当, 会造成皮肤的一系列光化学反应^[1-3], 随着激光职业接触人数的增加, 激光的损伤与防治研究越来越受到人们的关注, 目前激光职业接触限值和安全标准主要针对的是激光束照射的急性损伤, 关注点是对人眼部的危害, 而激光的慢性危害则相对较隐匿, 研究较少, 尚无系统的职业接触限值可供参考^[4], 有效地预防激光损害有着重要的意义。本文研究机织物在医用激光领域的遮蔽作用, 以便医护人员及患者进行有效地安全防护。

1 实验

1.1 材料与仪器

材料: 选择棉、麻、丝、毛涤混纺等共计 21 种机

织物(沈阳市佳宏纺织厂), 织物颜色为黑、白两种颜色, 织物的基本参数及样本代号见表 1。

仪器与设备: PDT 半导体激光源(北京英发轻工技术开发公司), 激光功率计选用热电偶探测器激光功率计(北京榜首科技有限公司), YG141N 数字式织物厚度仪, 电子天平, 密度镜, 圆盘取样器, 电子天平, 往复移动式织物密度计。

1.2 实验方法

1.2.1 实验依据

激光光源检定装置为医用, 采用 JJG581—1999《医用激光光源检定规程》标准。

1.2.2 环境条件

温度(20~25)℃, 相对湿度不大于 80%。

1.2.3 医用激光源

根据 GB 7247.1—2001《激光产品的分类》属于 3B 类激光和 4 类激光, 用于物理治疗的医用激光治疗仪。其输出功率为(100~700)mW, 功率最大允许

收稿日期: 2017-01-07 网络出版日期: 2018-03-26

作者简介: 朴江玉(1974—), 女, 辽宁辽阳人, 副教授, 主要从事服装工程方面的研究。

误差±10%。其中绿光 115.6 mW、红光174.8 mW、红外光 400 mW。波长分别为绿光 532 nm、红光 635 nm、红外光 808 nm。

1.2.4 织物平方米质量的测量

在每种织物上剪取 5 块样品,将样品放在标准温湿度条件下进行调湿,使用面积为 100 cm² 的圆盘取样器,取 5 块试样分别在电子天平上称量重量,计算 5 块试样的重量平均数,进行换算,得到每种织物的平方米质量。

1.2.5 织物经纬密的测量

织物的经纬密度是指织物纬向或经向 10 cm 长度内经纱或纬纱根数,本文采用往复移动式织物密度计测量,纬密在每种织物经向不同的 5 个位置检验,经密在织物全幅上同一纬向不同位置检验 5 处,分别点数纱线根数。

1.2.6 织物纤维成分分析

在实验所用织物中,棉、毛、丝、麻,通过显微镜观察法进行定性分析鉴别,确认其纤维品种和成分。对于毛涤混纺织物,其纤维成分的分析则采用二组分纤维混纺产品定量分析化学分析法(即溶解法),首先将氢氧化钠加入约 1 mol/L 碱性次氯酸钠溶液中,使其含量为(5±0.5)g/L,此溶液用碘量法标定,使其摩尔浓度为 1.0 mL,将每克试样加入 100 mL次氯酸钠试液,在(20±2)℃条件下处理 40 min,溶解羊毛,将不溶的涤纶清洗、烘干、冷却称

重,计算出羊毛和涤纶纤维分别的含量百分率。

1.2.7 机织物材料遮蔽激光性能测试

激光源输出功率通过激光功率计直接测量。测量时开启光源,进行规定时间的预热,将功率计的探头与被测激光束保持垂直。织物距离激光光源为 5 cm,分别测量织物单层和双层遮蔽激光状态下,激光功率的数值。记录激光功率计的读数即是激光源的输出功率。

每次样本测试 4 次,取平均值。

2 结果与讨论

2.1 测试结果

表 2 为变量的衡量指标,织物基本参数及遮蔽激光性能实验结果见表 1。

表 2 变量的衡量指标

| 变量名称 | 变量代码、解释 |
|---------|---|
| 光源 | L:绿光;H:红光;HW 红外 |
| 织物成分 | W:纯毛;C:纯棉;M:纯麻;S:纯丝;T:涤纶;WT:毛涤混纺;AS:抗静电纤维 |
| 织物平方米质量 | G |
| 织物颜色 | 1:黑色;2:白色; |
| 织物经密 | JM |
| 织物纬密 | WM |
| 织物层数 | 1:单层;2:双层 |
| 织物组织 | 1:斜纹;2:平纹 |

表 1 织物基本参数及遮蔽激光性能试验结果

| 样本代号 | 不同光源、单/双层材料下功率数值/mW | | | | | | G(g·m ⁻²) | JM(根·(10 cm) ⁻¹) | WM(根·(10 cm) ⁻¹) | 颜色 | 织物成分 | 织物组织 |
|------|---------------------|-----|------|-----|-----|------|-----------------------|------------------------------|------------------------------|----|---------------|------|
| | L1 | H1 | HW1 | L2 | H2 | HW2 | | | | | | |
| 1 | 1.2 | 0.4 | 10.4 | 0.4 | 0.4 | 6.8 | 178.2 | 380 | 370 | 1 | 100%W | 1 |
| 2 | 2 | 0.4 | 9.26 | 1.2 | 0.4 | 5.2 | 174.12 | 470 | 390 | 1 | 100%W | 1 |
| 3 | 1.6 | 0.4 | 10.4 | 0.8 | 0.4 | 6 | 170 | 610 | 340 | 1 | 70%W30%T | 1 |
| 4 | 2.4 | 0.8 | 15.6 | 0.8 | 0.4 | 6.8 | 173.92 | 410 | 400 | 1 | 50%W50%T | 1 |
| 5 | 1.2 | 0.4 | 10 | 0.8 | 0.4 | 5.6 | 200.84 | 570 | 290 | 1 | 50%W50%T | 1 |
| 6 | 1.2 | 0.4 | 19.2 | 0.8 | 0.4 | 8 | 242.64 | 530 | 370 | 1 | 50%W50%T | 1 |
| 7 | 1.2 | 0.4 | 11.6 | 0.8 | 0.4 | 4.8 | 192.24 | 580 | 330 | 1 | 70%W30%T | 1 |
| 8 | 1.2 | 0.4 | 11.2 | 0.8 | 0.4 | 3.6 | 239.28 | 560 | 290 | 1 | 40%W50%T10%AS | 1 |
| 9 | 2 | 0.4 | 10 | 1.2 | 0.4 | 4.8 | 259.88 | 660 | 330 | 1 | 100%T | 1 |
| 10 | 1.6 | 0.4 | 8.8 | 0.8 | 0 | 6 | 245.2 | 640 | 250 | 1 | 100%C | 2 |
| 11 | 3.2 | 1.2 | 14 | 1.2 | 0.4 | 4 | 101.52 | 560 | 490 | 1 | 100%C | 2 |
| 12 | 2 | 1.2 | 13.6 | 1.2 | 0.4 | 6 | 125.64 | 550 | 390 | 1 | 100%C | 2 |
| 13 | 2 | 0.8 | 9.6 | 1.2 | 0.4 | 7.6 | 148.04 | 660 | 330 | 1 | 100%C | 2 |
| 14 | 3.6 | 1.6 | 15.6 | 1.2 | 0.8 | 7.6 | 244.12 | 590 | 230 | 2 | 100%C | 2 |
| 15 | 6 | 3.6 | 34.4 | 3.2 | 1.6 | 17.2 | 95.16 | 600 | 410 | 2 | 100%C | 2 |
| 16 | 5.2 | 3.2 | 31.2 | 2.4 | 1.6 | 15.6 | 126.68 | 540 | 380 | 2 | 100%C | 2 |
| 17 | 5.6 | 2.4 | 25.2 | 3.2 | 1.6 | 13.6 | 141.52 | 620 | 320 | 2 | 100%C | 2 |
| 18 | 10 | 4 | 48.8 | 3.2 | 1.6 | 14.8 | 114.52 | 340 | 240 | 2 | 100%C | 2 |
| 19 | 15.6 | 5.2 | 46 | 5.2 | 2 | 19.2 | 140.64 | 255 | 170 | 2 | 100%M | 2 |
| 20 | 6.4 | 2.8 | 28.4 | 2.8 | 1.6 | 16 | 80 | 1200 | 530 | 2 | 100%S | 1 |
| 21 | 2.8 | 1.6 | 33.6 | 1.6 | 0.4 | 14 | 80 | 1200 | 530 | 1 | 100%S | 1 |

2.2 织物遮蔽激光的功率数值分析

2.2.1 织物遮蔽激光的基本描述性统计分析

首先统计织物的组织、成分、颜色、平方米质量、经纬密度几个因素对遮蔽激光功率强弱的频数影响。笔者将遮蔽激光取得的功率数值划分成 4 个等级,数值越大代表材料的透光性能好,遮光性能差,从表 3 绿光功率频数分布可以看出,功率数值最低的等级里,斜纹、黑色、321~400 单位的纬密织物频数最多。红光、红外光结果与之相近,不再赘述。其次,通过比较功率数值大小可见,激光功率数值从毛织物到棉、麻、丝,功率呈上升趋势,毛织物、毛涤混纺织物的遮光性能优于棉织物,棉织物的遮光性能又明显优于丝织物;材料平方米质量以 150 单位为分水岭,材料平

方米质量在 150 以下的纺织品对激光的遮蔽性明显低于平方米质量在 150 单位以上的纺织材料;黑色材料遮光性好于白色;纬密在 321~400 单位遮光性能最佳;经密在 500 单位以上遮光性能好;红光、红外光与绿光上述分析结果基本一致。21 种织物在绿光与红外光遮蔽试验中,双层材料状态下的遮光性能明显优于单层材料,纯毛织物、毛涤混纺织物、涤纶织物 3 种材质在遮蔽红光试验中,遮光性能受织物层数影响的差异较小,单双层织物遮蔽性能差异不大,棉、丝、麻织物在双层织物状态下遮蔽红光的性能优于单层织物。单双层织物遮蔽激光功率数值比较见图 1。不同光源状态下,遮光性能与织物指标之间的影响关系,还需要通过数据深度挖掘分析来确定。

表 3 绿光光源功率频数分布规律

| 功率 | 织物组织 | | 织物成分 | | | | 颜色 | | 纬密/(根·(10 cm) ⁻¹) | | | | 经密/(根·(10 cm) ⁻¹) | | | | 平方米质量/(g·m ⁻²) | | | |
|-----------|------|----|------|---|---|---|----|---|-------------------------------|---|------|------|-------------------------------|------|-----|------|----------------------------|-----|-----|------|
| | 斜纹 | 平纹 | 毛 | 涤 | 棉 | 麻 | 丝 | 毛 | 黑 | 白 | 170~ | 250~ | 321~ | 401~ | 0~ | 401~ | 501~ | 601 | 80- | 151- |
| | | | | | | | | | | | 249 | 320 | 400 | 530 | 400 | 500 | 600 | 以上 | 150 | 260 |
| ≤3 mW | 10 | 3 | 2 | 1 | 3 | 0 | 1 | 6 | 13 | 0 | 0 | 3 | 9 | 1 | 1 | 2 | 5 | 5 | 3 | 10 |
| 3.1≤6 mW | 0 | 5 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | 2 | 4 | 1 |
| 6.1≤10 mW | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 |
| >10.1 mW | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |

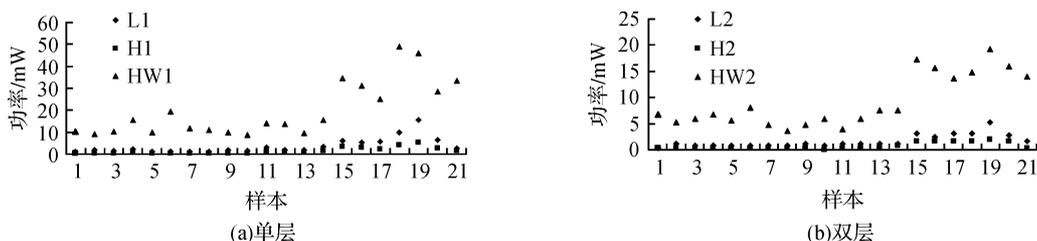


图 1 单双层材料遮蔽激光功率数值比较

2.2.2 黑白两种颜色织物遮蔽激光性能比较

通过比较表 4 中黑、白颜色织物的激光功率均值,可见黑色织物在不同激光光源下,其功率测量数

值比白色织物均降低 2.5~3 倍,说明黑色织物遮光性能显著优于白色织物。

表 4 黑白二色织物遮蔽激光的功率均值比较

| 项目 | 颜色 | L1 | L2 | H1 | H2 | HW1 | HW2 |
|-----|----|------|-----|-----|-----|------|------|
| 均值 | 黑色 | 1.8 | 1.0 | 0.7 | 0.4 | 13.4 | 6.4 |
| | 白色 | 7.5 | 3.0 | 3.3 | 1.5 | 33.0 | 15.0 |
| 最小值 | 黑色 | 1.2 | 0.4 | 0.4 | 0 | 8.8 | 3.6 |
| | 白色 | 3.6 | 1.2 | 1.6 | 0.8 | 16.0 | 7.6 |
| 最大值 | 黑色 | 3.2 | 1.6 | 1.6 | 0.4 | 33.6 | 14.0 |
| | 白色 | 16.0 | 5.2 | 5.2 | 2.0 | 49.0 | 19.0 |

2.2.3 相同颜色织物遮蔽激光性能比较

黑白同种颜色织物遮蔽性能见图 2、图 3。在 14 种黑色织物样本中,织物成分、平方米质量、经纬密、织物

结构均不相同状态下,发现平方米质量小的织物遮光性能差,平方米质量大的织物遮光性能明显优于平方米质量小的织物,同样在 7 种白色织物中,也呈现这一规律。

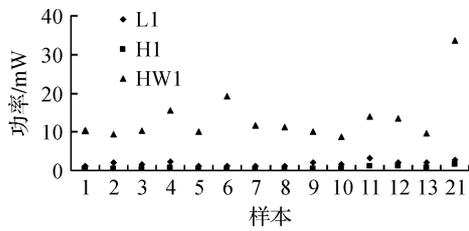


图 2 黑色织物遮蔽激光功率数值比较

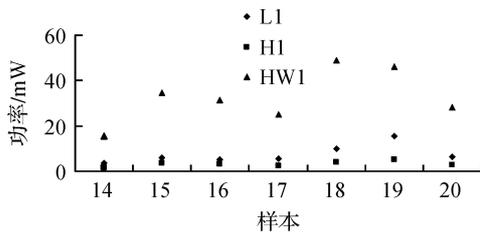


图 3 白色织物遮蔽激光功率数值比较

2.2.4 影响织物遮光性的因子分析

通过因子分析的方法,探索影响织物遮光性的

基本要素。进行因子分析之前,通过相关分析得出激光功率与各变量间相关系数均大于 0.3,大部分的变量之间相关系数较高,各变量呈较强的线性关系,可以从中提取公共因子,适合进行因子分析。见表 5 原有变量的相关系数矩阵表。

为提取因子,检查每个因素的方差和总方差的比例,采取主成分分析法提取因子并选取特征根值大于 1 的特征根,见表 6 中绿光单层状态主成分特征值与方差贡献率。从表 6 可以看出,第 1 个因子的特征根值为 2.94,解释原有变量的 42%,第 2 个因子的特征根值为 2.124,解释原有变量的 30.349%,前 2 个主成分的贡献率接近 73%,总体上,原有变量的信息丢失较少,因子分析效果较为理想。其他光源与此同理,结论一致,不再赘述,故各光源均针对 2 个因子进行分析。

表 5 原有变量的相关系数矩阵

| 项目 | 绿光单层 | 绿光双层 | 红光单层 | 红光双层 | 红外单层 | 红外双层 |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 平方米质量 | -0.450 | -0.530 | -0.592 | -0.522 | -0.594 | -0.627 |
| 经密 | -0.216 | -0.073 | -0.093 | -0.067 | 0.004 | 0.160 |
| 纬密 | -0.315 | -0.195 | -0.155 | -0.134 | -0.058 | 0.033 |
| 颜色 | 0.767 | 0.818 | 0.869 | 0.935 | 0.751 | 0.820 |
| 织物成分 | -0.388 | -0.435 | -0.450 | -0.369 | -0.328 | -0.412 |
| 织物组织 | 0.484 | 0.501 | 0.565 | 0.449 | 0.381 | 0.383 |

表 6 遮光因子特征值与方差贡献率

| 光源及面料 层数 | 因子 编号 | 初始特征值 | | | 提取的因子解 | | |
|-------------|----------|-------|---------|-----------|--------|---------|-----------|
| | | 初始因子解 | 方差贡献率/% | 累计方差贡献率/% | 提取因子解 | 方差贡献率/% | 累计方差贡献率/% |
| 绿光单层 | 1 | 2.94 | 42 | 42 | 2.94 | 42 | 42 |
| | 2 | 2.124 | 30.349 | 72.349 | 2.124 | 30.349 | 72.349 |
| 红光单层 | 1 | 3.083 | 44.046 | 44.046 | 3.083 | 44.046 | 44.046 |
| | 2 | 2.096 | 29.943 | 73.99 | 2.096 | 29.943 | 73.99 |
| 红外单层 | 1 | 2.896 | 41.37 | 41.37 | 2.896 | 41.37 | 41.37 |
| | 2 | 2.084 | 29.778 | 71.148 | 2.084 | 29.778 | 71.148 |
| 绿光双层 | 1 | 3.001 | 42.866 | 42.866 | 3.001 | 42.866 | 42.866 |
| | 2 | 2.098 | 29.977 | 72.843 | 2.098 | 29.977 | 72.843 |
| 红光双层 | 1 | 3.004 | 42.913 | 42.913 | 3.004 | 42.913 | 42.913 |
| | 2 | 2.095 | 29.929 | 72.842 | 2.095 | 29.929 | 72.842 |
| 红外双层 | 1 | 2.992 | 42.749 | 42.749 | 2.992 | 42.749 | 42.749 |
| | 2 | 2.082 | 29.75 | 72.499 | 2.082 | 29.75 | 72.499 |

给影响织物遮光性能的两个因子命名。采用方差最大法,对因子载荷矩阵实施正交旋转,使提取出来的两个因子具有命名解释性,如表 7 织物遮光因子载荷矩阵所示。主成分未旋转前,第一因子上织

物颜色、组织、成分、平方米质量 4 个变量的 Loading ≥ 0.5 ,载荷很高,表示它们与第一个因子的相关程度高,第二个因子中织物的平方米质量、经纬密 3 个变量载荷较高,平方米质量变量同时出现在

了两个主成分当中,因此需要通过旋转载荷矩阵的结果确定其最后归属,此处采用方差最大法对因子载荷矩阵实施正交旋转使因子具有命名解释性,由表 7 旋转后的因子载荷矩阵最后确定第一个因子主

要解释了颜色、织物组织、织物成分 3 个变量,可命名为外观及成分因子;第二个因子解释了平方米质量、经密、纬密 3 个变量,可命名为密度重量因子^[5-7]。

表 7 织物遮光因子载荷矩阵

| 光源面料 层数 | 因子载荷矩阵 | 提取主 成分 | 原始变量 | | | | | |
|------------|-----------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | 面料颜色 | 织物组织 | 织物成分 | 纬密 | 经密 | 平方米质量 |
| 绿光单层 | 主成分未旋转前 | 1 | 0.847 | 0.801 | -0.697 | -0.221 | -0.152 | -0.544 |
| | | 2 | 0.004 | -0.177 | -0.274 | 0.922 | 0.822 | -0.693 |
| | 旋转后因子载荷矩阵 | 1 | 0.845 | 0.789 | -0.713 | -0.164 | -0.101 | -0.485 |
| | | 2 | -0.048 | -0.226 | -0.230 | 0.934 | 0.829 | -0.658 |
| 红光单层 | 主成分未旋转前 | 1 | 0.854 | 0.777 | -0.713 | -0.078 | -0.031 | -0.638 |
| | | 2 | -0.112 | -0.317 | -0.149 | 0.940 | 0.834 | -0.614 |
| | 旋转后因子载荷矩阵 | 1 | 0.858 | 0.790 | -0.706 | -0.117 | -0.066 | -0.512 |
| | | 2 | -0.076 | -0.284 | -0.179 | 0.936 | 0.832 | -0.640 |
| 红外光单层 | 主成分未旋转前 | 1 | 0.832 | 0.719 | -0.712 | 0.031 | 0.070 | -0.709 |
| | | 2 | -0.205 | -0.422 | -0.044 | 0.940 | 0.830 | -0.537 |
| | 旋转后因子载荷矩阵 | 1 | 0.851 | 0.767 | -0.701 | -0.086 | -0.034 | -0.536 |
| | | 2 | -0.100 | -0.328 | -0.133 | 0.937 | 0.833 | -0.621 |
| 绿光双层 | 主成分未旋转前 | 1 | 0.851 | 0.773 | -0.721 | -0.098 | -0.030 | -0.621 |
| | | 2 | -0.102 | -0.303 | -0.160 | 0.941 | 0.833 | -0.622 |
| | 旋转后因子载荷矩阵 | 1 | 0.851 | 0.773 | -0.721 | -0.098 | -0.030 | -0.421 |
| | | 2 | -0.102 | -0.303 | -0.160 | 0.941 | 0.833 | -0.622 |
| 红光双层 | 主成分未旋转前 | 1 | 0.888 | 0.747 | -0.696 | -0.629 | -0.065 | -0.014 |
| | | 2 | -0.125 | -0.322 | -0.143 | -0.609 | 0.941 | 0.834 |
| | 旋转后因子载荷矩阵 | 1 | 0.895 | 0.767 | -0.685 | -0.129 | -0.070 | -0.486 |
| | | 2 | -0.086 | -0.289 | -0.173 | 0.937 | 0.832 | -0.636 |
| 红外光双层 | 主成分未旋转前 | 1 | 0.825 | -0.722 | 0.672 | 0.119 | 0.175 | -0.738 |
| | | 2 | -0.279 | 0.048 | -0.507 | 0.928 | 0.817 | -0.466 |
| | 旋转后因子载荷矩阵 | 1 | 0.867 | 0.769 | -0.716 | -0.091 | -0.012 | -0.516 |
| | | 2 | -0.130 | -0.382 | -0.079 | 0.935 | 0.836 | -0.689 |

2.2.5 织物遮光性能回归模型的建立

将激光功率作为因变量,以织物颜色、平方米质量、经密、纬密、组织、织物成分作为自变量进行回归模拟,解释变量筛选策略采用向后筛选策略,并做多重共线性检测^[8],剔除模型中回归系数不显著的解释变量,淘汰不可用方程,只保留回归系数显著性的概率 P 值小于显著性水平 α 的模型,得出最终绿光、红光、远红外光在单双层状态下的可用模型,在模型中显示出绿光遮蔽效果与织物平方米质量、纬密、颜色间的线性关系显著;红外光遮蔽效果与织物的平方米质量和颜色间的线性关系显著;红光在单双层状态下线性关系显著因素有所不同,这一结果与前面红光呈现的均值和频数规律相呼应。根据表 8 将织物遮光性能经线性拟

合,得到线性回归模型为:

- a) 单层织物遮蔽绿光功率: $Y_1 = 13.306 - 0.037 \text{平方米质量} - 0.022 \text{纬密} + 3.108 \text{颜色}$;
- b) 单层织物遮蔽红光功率: $Y_2 = 3.452 - 0.014 \text{平方米质量} - 0.005 \text{纬密} + 1.739 \text{颜色}$;
- c) 单层织物遮蔽红外光功率: $Y_3 = 11.488 - 0.077 \text{平方米质量} + 15.858 \text{颜色}$;
- d) 双层织物遮蔽绿光功率: $Y_4 = 3.452 - 0.011 \text{平方米质量} - 0.005 \text{纬密} + 1.335 \text{颜色}$;
- e) 双层织物遮蔽红光功率: $Y_5 = 0.317 - 0.003 \text{平方米质量} - 0.001 \text{经密} + 1.154 \text{颜色} - 0.21 \text{织物组织}$;
- f) 双层织物遮蔽红外光功率: $Y_6 = 5.086 - 0.032 \text{平方米质量} + 7.025 \text{颜色}$ 。

表 8 织物遮光性能多元线性回归分析结果

| 模型 | | 非标准化系数 | | 标准化系数 | | |
|-------|-------|----------|-------------------|-------------|----------|-------------|
| | | <i>B</i> | <i>Std. Error</i> | <i>Beta</i> | <i>t</i> | <i>Sig.</i> |
| 绿光单层 | 常数 | 13.306 | 4.814 | — | 2.764 | 0.013 |
| | 平方米质量 | -0.037 | 0.011 | -0.599 | -3.391 | 0.003 |
| | 纬密 | -0.022 | 0.006 | -0.564 | -3.392 | 0.003 |
| | 颜色 | 3.108 | 1.107 | 0.421 | 2.807 | 0.012 |
| 绿光双层 | 常数 | 3.542 | 1.549 | — | 2.287 | 0.035 |
| | 平方米质量 | -0.011 | 0.004 | -0.539 | -3.231 | 0.005 |
| | 纬密 | -0.005 | 0.002 | -0.388 | -2.473 | 0.024 |
| | 颜色 | 1.335 | 0.356 | 0.531 | 3.748 | 0.002 |
| 红光单层 | 常数 | 3.452 | 1.344 | — | 2.568 | 0.020 |
| | 平方米质量 | -0.014 | 0.003 | -0.561 | -4.610 | 0.000 |
| | 纬密 | -0.005 | 0.002 | -0.350 | -3.060 | 0.007 |
| | 颜色 | 1.739 | 0.309 | 0.581 | 5.623 | 0.000 |
| 红光双层 | 常数 | 0.317 | 0.299 | — | 1.061 | 0.305 |
| | 平方米质量 | -0.003 | 0.001 | -0.277 | -3.728 | 0.002 |
| | 经密 | -0.001 | 0.000 | -0.189 | -2.647 | 0.018 |
| | 颜色 | 1.154 | 0.097 | 0.921 | 11.918 | 0.000 |
| 红外光单层 | 织物组织 | -0.210 | 0.094 | -0.178 | -2.228 | 0.041 |
| | 常数 | 11.488 | 8.751 | — | 1.313 | 0.206 |
| | 平方米质量 | -0.077 | 0.032 | -0.355 | -2.426 | 0.026 |
| | 颜色 | 15.858 | 3.786 | 0.614 | 4.188 | 0.001 |
| 红外光双层 | 常数 | 5.066 | 2.840 | — | 1.784 | 0.091 |
| | 平方米质量 | -0.032 | 0.010 | -0.363 | -3.061 | 0.007 |
| | 颜色 | 7.025 | 1.229 | 0.679 | 5.717 | 0.000 |

3 结 论

a) 阻挡医用激光最有效的因素是织物的颜色、平方米质量;

b) 医用激光接触人员首选的防护织物是深色毛织物;

c) 结合增加织物层数因素,能有效提高绿光、红外光的遮蔽性能;

d) 机织物的激光遮蔽性能受到诸多因素的影响,文中涉及的颜色品种较为单一,在以后的研究中,可将同一白色织物染成不同颜色进行测试分析,同时也应丰富织物组织。

参考文献:

[1] COZEAN C, ARCORIA C, PELAGALLI J, et al. Dentistry for the 21st century? Erbium: YAG laser for teeth [J]. J

Am Dental Assoc(1939), 1997, 128(8): 1070—1087.

[2] GOLDMAN L, GRAY JA, GOLDMAN J, et al. Effect of laser beam impacts on teeth [J]. J Am Dental Assoc (1939), 1965(70): 600—610.

[3] 刘海峰, 高光煌, 陈红霞, 等. 激光职业危害研究—激光对心血管的影响[J]. 现代预防科学, 2002, 29(6): 751—753.

[4] 郭泽华, 唐仕川, 何丽华, 等. 激光职业接触危害研究进展[J]. 工业卫生与职业病, 2015(6): 474—476.

[5] 张娜, 王妮, 施楣梧, 等. 纺织品视觉遮蔽性评价指标比较研究. [J]. 纺织学报, 2015(6): 36—38.

[6] 施楣梧. 纺织品的紫外线透通性能研究[J]. 纺织学报, 1996(2): 75—77.

[7] 潘文燕, 施楣梧. 织物基本参数对遮光性影响的因子分析[J]. 东华大学学报, 2011(2): 37—39.

[8] 薛薇. SPSS 统计分析方法及应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004: 260—280.