

# 负离子功能纺织品的研究进展

李晨霞,张技术\*

(常熟理工学院 纺织服装与设计学院,江苏 常熟 215500)

**摘要:**阐述了负离子对人体的功效及其发生机理,着重从制备方法、负离子发生量的测量、研究进程、在生活中的应用等方面综述了负离子功能纺织品的研究现状与发展趋势,以期对负离子功能纺织品的深度开发提供参考。

**关键词:**负离子;功能纺织品;现状;趋势

**中图分类号:**TS195.6

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-0356(2020)06-0005-04

负离子对人体有着特殊的保健功效,被誉为“空气维生素”<sup>[1]</sup>。自1931年,德国医生首次发现空气中正负离子对人体的影响后,80多年来,其一直是国际社会关注的重要课题。目前,在环境评价中,空气负离子浓度已经被列为衡量空气质量好坏的一个重要参数。根据世界卫生组织的规定,当空气中负离子含量达到每立方厘米1 000~1 500个时,就是洁净空气。然而,随着人类社会的发展,空气中负离子的浓度逐渐降低。相关研究资料显示,20世纪初空气中正、负离子的比例为1:1.2,而现在空气中正、负离子的比例为1.2:1<sup>[2]</sup>,这不利于人类的健康。因此,负离子及其功能产品的相关研究已经得到了社会各界的广泛关注,本文以负离子功能纺织品为例,阐述负离子功能产品的研发现状和发展趋势。

## 1 负离子功能纺织品及其保健功效

负离子功能纺织品是由日本最先研发成功的,它是集释放负离子、远红外辐射、抗菌抑菌、除臭去异味、抗电磁波辐射等多种功能的负离子纺织品。经过80多年的研究,人们发现了负离子对人体健康的诸多功效,主要表现在以下几个方面:

(1)负离子能够净化空气,提高人们赖以生存的空气质量。负离子通过与未带电荷的大气污染物相互作用来吸附、聚集并沉降大气中的悬浮颗粒物,尤其对于直径小于0.01 μm的微粒以及工业上难以除去的飘尘具有明显的沉降作用<sup>[3]</sup>。

(2)负离子能够有效缓解机体疲劳<sup>[4]</sup>。肌肉疲劳的根源在于“疲劳元素”(乳酸和焦性葡萄糖)在体内的

积聚所致。一方面由于负离子带负电荷,能够与氢正离子结合生成氢原子,使得人体体液呈弱碱性,另一方面负离子能够抑制体内活性氧的氧化,从而减少体液中氢正离子的产生。因此,负离子能够调节人体体液的pH值,维持在7.4左右的弱碱性,这正好与人体血液的pH值相一致,从而活跃机体的新陈代谢,使得体内积聚的乳酸和焦性葡萄糖充分燃烧,体力得以迅速恢复。

(3)负离子能够活化细胞。负离子通过与作用于细胞膜内外的钠离子和钾离子交换,将氧气、营养等物质输送到细胞内并且将二氧化碳、废物等排出细胞外,从而使细胞活化。

(4)负离子能够降低癌症的发生率<sup>[5]</sup>。通常情况下,人体的气管、支气管内的纤毛每分钟拍打约900次,纤毛和黏液可以阻止空气中的有毒有害物质进入人体,并且纤毛运动的速度越快,它的作用效果就越明显。试验证明,在香烟的烟雾中,不仅纤毛的拍打速度明显降低,黏液的流动性也大大降低,提高了病毒、粉尘、致癌物等进入人体肺脏、危害人体健康的几率,而当空气中负离子的含量提高时,纤毛的拍打速度又重新恢复正常甚至能够达到每分钟拍打1 200次。

## 2 负离子功能纺织品负离子的发生原理

### 2.1 自然环境中负离子的产生原理

在正常情况下,大气中的气体分子呈电中性,即含有等量的正、负电荷,当这些气体分子受到自然环境因素的影响,就会发生电离,一些外层的电子便会脱离原子核的控制变成自由电子,自由电子很快就会附着在附近的中性分子上,尤其特别容易附着在氧分子和水分子上,成为空气负离子<sup>[6-7]</sup>。这里的自然环境因素主要包括自然界中的放射线、光电效应、雷电现象及紫

收稿日期:2020-03-08

作者简介:李晨霞(1998-),女,本科,主要从事纺织材料方向的研究。

\*通信作者:张技术,博士,副教授,主要从事功能纤维与功能服装研究,E-mail:zjs@cslg.edu.cn.

外线等。

## 2.2 人工条件下负离子的产生原理

人工条件下产生负离子的方法主要有2种,一种是通过负离子发生器来产生负离子,另一种是通过负离子功能纺织品来产生负离子。负离子发生器产生负离子的原理主要有电晕放电原理、射线放射原理和水发生原理;负离子功能纺织品产生负离子的途径主要是通过负离子添加剂。

### 2.2.1 负离子发生器产生负离子

#### (1)电晕放电原理

早在20世纪80年代,就发明了利用电晕放电来产生负离子的负离子发生器。电晕放电是一种常见的气体放电形式,在曲率半径很小的尖端电极附近,由于局部电场强度超过气体的电离场强,使得气体发生电离,在电极附近的电晕区内会产生大量的自由电子和阳离子,阳离子会被吸引到阴极,释放出电荷,在电极附近的电晕区外则会产生大量的负离子<sup>[8]</sup>。

#### (2)射线放射原理

该原理是通过放射性物质电离空气产生负离子,其产生的负离子浓度一般较高,而且利用该原理制成的负离子发生器设备简单,但是要做好特殊的防辐射措施,使用不当则会对人体造成很大的伤害。

#### (3)水发生原理

水发生原理是指利用动力设备和高压喷头将静止水从容器中雾化喷出,由于雾化后的水滴以气溶胶形式带负电因而成为负离子。利用该原理制成的负离子发生器设备复杂,成本较高,但是不会产生对人体有害的气体。

### 2.2.2 负离子功能纺织品产生负离子

负离子功能纺织品主要是通过负离子添加剂来产生负离子,目前最常用的负离子添加剂是电气石。特殊的晶体结构使得电气石具有独特的热电性和压电性,当温度和压力发生微妙的变化(即使是很微小的变化)就会引起强大的电势差,这种电势差高达1 000 000 eV,从而形成强大的电场,处在电场中的空气便会受到电场的电离作用变成负离子<sup>[9]</sup>。目前,已经被人们发现的用作负离子添加剂的天然原料还有蛋白石、奇才石、光触媒材料及古代海底矿物层等<sup>[10]</sup>。除此之外,还有人工合成的具有光电效应的纳米材料,如纳米二氧化钛,借助其特有的晶面效应,在光电作用下会产生羟基自由基,从而通过氧化作用产生负离子。

## 3 负离子功能纺织品的制备方法

负离子功能纺织品的制备方法主要分为2种:一种是利用具有释放负离子功能的负离子纤维,另一种是对已有的织物进行后整理,使负离子材料粘附在织物上。制备负离子功能纤维主要有3种方法:表面涂覆改性法、共聚合法和共混纺丝法<sup>[11]</sup>。对已有的织物进行后整理主要有4种方法,分别为浸渍法、涂覆固化法、后整理技术和浸轧烘燥法<sup>[12]</sup>。

### 3.1 负离子功能纤维的制备方法

#### 3.1.1 表面涂覆改性法

表面涂覆改性法是在纤维的后加工过程中,通过表面处理技术、树脂整理技术将含有电气石等负离子发生体的处理液涂覆在纤维的表面,由于该矿物原液中含有树脂黏合剂的成分,因此能够得到耐久性良好的负离子纤维。

#### 3.1.2 共聚合法

共聚合法是利用高分子化学反应,在聚合过程中加入负离子添加剂,制成负离子切片或浓溶液后纺丝。通常情况下,利用共聚合法制得的负离子功能纤维成形性好。

#### 3.1.3 共混纺丝法

共混纺丝法是一种最常见的负离子功能纤维制备方法,它是在聚合或纺丝前,将负离子发生体如电气石等矿物质制成负离子母粒加入到纺丝液或聚合物熔体中制得负离子纤维。与表面涂覆改性法相比,该方法产生的负离子耐久性更好。

### 3.2 负离子功能纺织品的整理技术

#### 3.2.1 浸渍法

将纺织品面料浸渍在含有黏合剂树脂和矿物质微粒的溶液中,采用挤压的方式使得纺织品面料中的矿物质微粒达到规定的附着量,制得具有负离子发生能力的织物。

#### 3.2.2 涂覆固化法

将液状有机硅涂覆在织物的表面,使其发生负离子。

#### 3.2.3 后整理技术

该方法通过浸轧—烘燥将含有矿物质微粒的负离子发生体处理液固着在织物的表面,从而使该织物具有释放负离子的功能。后整理技术工序简单,可以应用于各种不同的纺织面料。

### 3.2.4 浸轧干燥法

浸轧干燥法主要是针对羊毛纤维纺织品。通过浸轧干燥焙固法、循环浇淋法、喷雾法、上胶涂布法等将含有矿物质微粒和有机载体的水溶液作用到羊毛纤维纺织品上,由于该水溶液中含有羊毛溶解物质,因此易于被羊毛纤维纺织品吸收且不破坏手感。

## 4 负离子功能纺织品负离子发生量的测试方法

### 4.1 仪器法

测试织物负离子浓度的仪器主要有 DR407M 织物负离子发生量测试仪,测试原理是:在一定体积的测试仓中,将试样安排在上、下 2 个摩擦盘上,用空气离子测量仪测定试样与试样本身在规定条件下相互摩擦时,单位体积空间内激发出空气负离子的个数,并记录试样负离子发生量随时间变化的曲线。测试方法是:从样品上截取至少 3 组试样,每组各 2 块试样,一块安装在上摩擦盘上,另一块安装在下摩擦盘上,其尺寸要分别与上、下 2 摩擦盘的尺寸相适应,以保证 2 块试样能分别用夹持装置固定于上摩擦盘和下摩擦盘,且能完全覆盖在 2 摩擦盘表面。根据记录的负离子发生量—时间关系曲线图,计算 3 组试样的负离子发生量的平均值,并根据样品的负离子发生量对试样的负离子浓度进行评价,如表 1 所示。

表 1 试样负离子发生量评价标准

负离子发生量/pcs·cm <sup>-3</sup>	评价
>1 000	负离子发生量较高
550~1 000	负离子发生量中等
<550	负离子发生量偏低

### 4.2 开放式测量方法(手搓法)

手搓法是一种开放式测量方法。它的优点是操作简单,缺点是误差比较大。由于手搓法的测试环境是开放性的,因此织物产生的负离子会被空气稀释,同时空气中的灰尘等中性粒子及正电荷也会中和一些负离子,所以测试的结果会存在一定的误差<sup>[13]</sup>。

### 4.3 封闭式测量方法(FCL 织物负离子浓度测试法)

FCL 织物负离子测试法是一种封闭式测量方法。该方法的原理与手搓法没有根本的区别,但在一定程度上减少了每次测量的误差,使得测量结果的准确性更高且重现性好。

## 5 负离子功能纺织品的研究进程

### 5.1 国外研究进程

日本是国际上最早系统研究负离子功能纺织品的国家,因此日本市场上的负离子功能纺织品种类比较繁多。日本钟纺公司成功研制出一种负离子腈纶纤维,将该纤维和棉纤维进行混纺生产出混纺纱,可以广泛地运用于春夏服装设计中,设计出的服装不仅具有优良的负离子保健功能同时还有较好的耐水洗性<sup>[14]</sup>。日本大和纺织公司制备出一种具有负离子发射功能和远红外功能的负离子整理液,该整理液是将具有负离子发射功能的陶瓷粉体和树脂混合,然后利用该整理液对织物进行后整理制备出具有特殊保健功效的负离子纺织品。日本 Forest 公司成功研制出一种具有负离子发射功能的海藻碳纤维,利用该纤维制成的床上用品、睡衣、内衣、窗帘等日常生活用品已经投放到日本市场。

### 5.2 国内研究进程

相比于日本,我国对负离子功能纺织品的研究仍处于开始阶段,但是我国幅员辽阔、矿产资源丰富,新疆、云南和广西等地蕴藏着丰富的电气石矿资源,我们可以充分利用这一优势,深入研究负离子纺织品在社会各个领域的应用,开发出更多对人体有着保健功效的负离子纺织品。

国家知识产权局审查员秦文在《负离子针织物的开发》一文中,通过检索负离子纺织品的专利申请文件,总结出了目前负离子针织物的获得方法,即采用 E28-KS3 特里科三梳经编机,织造出具有负离子功能的针织物,其组织如下:GB1:1-2/1-0//; GB2:1-0/3-4//; GB3:1-0/1-2//,最后通过在后整理中添加柔软助剂和抗紫外助剂来改善负离子针织物的柔软性和抗紫外性<sup>[15]</sup>。经过上述工艺制得的负离子针织物具有良好的吸湿、排汗和保健功能。

苏州大学的李云在《负离子型涤纶织物的设计与开发》一文中,提出采用 2 种方法来制备负离子涤纶织物:一种是利用负离子涤纶纤维来制备负离子涤纶织物,另一种是利用负离子涂层法来制备负离子涤纶织物<sup>[16]</sup>。制备负离子涤纶纤维主要是利用熔融纺丝法:第一步,将纳米钛金负离子粉体与聚酯切片均匀混合,通过造粒机双螺杆挤出造粒,制作成负离子功能母粒。第二步,将聚酯切片与负离子功能母粒按照一定的比例混合,利用熔融纺丝设备来纺制负离子涤纶纤维。

燕山大学亚稳材料制备技术与科学国家重点实验

室的吴舒、李青山及任宇红等研究出一种名为 PVC/Anion 的复合材料,该复合材料是将 PVC 即聚氯乙烯和 Anion 负离子添加剂混合制备而成的,采用滴塑成型技术将该复合材料印制在纺织品的表面,从而制得具有负离子释放功能的滴塑负离子纺织品<sup>[17]</sup>。

## 6 负离子功能纺织品在生活中的应用

随着负离子发生材料的不断开发、后整理技术的逐步成熟与广泛运用,负离子纺织品在生活中的应用领域也被逐步拓展。目前开发的负离子功能面料具有耐水洗性较好、负离子发生效果明显、接触肌肤比较柔软的特点,可以广泛运用于服装、家居、医疗等生活领域。

### 6.1 负离子功能纺织品用于服装

服装是日常生活中人们不可或缺的必需品,与人体息息相关。将负离子广泛运用于各式各样的服装中,可以让人们随时随地感受负离子带来的益处。负离子功能纺织品用在运动服上,可以帮助消除肌肉疲劳、舒筋活血;负离子功能纺织品用在内衣内裤上,可以有效缓解经期疼痛、促进血液循环;负离子功能纺织品用在秋衣秋裤上,可以蓄热保暖、提高表皮温度。

### 6.2 负离子功能纺织品用于家居

由于负离子具有优良的远红外发射功能,因此用负离子功能纤维制成的床上用品、睡衣、室内装饰物等,能够有效地帮助睡眠、促进人体的血液循环、净化室内的空气<sup>[18]</sup>。研究表明,在夜晚穿着由负离子功能纤维制成的负离子睡衣在一定程度上能够降低人体的直肠温度,提高夜晚的睡眠质量。

### 6.3 负离子功能纺织品用于医疗

负离子发生体具有热电性和压电性,当温度和压力发生极微小的变化时,负离子发生体就会产生强大的电场,处在电场中的细菌如大肠杆菌、霉菌等就会受到电场的作用以及电场所形成的微电流的作用而被杀死或抑制其分裂。试验表明,负离子的抗菌杀菌率高达 97%,将负离子纺织品制成手术用的手术服、病人的护理服可以有效地防止医源性感染及细菌感染等<sup>[19]</sup>。

## 7 结语

负离子功能纺织品对机体有着特殊的保健功效,对人体起到抗菌抑菌、活化细胞、缓解机体疲劳,促进血液循环的作用。目前负离子功能纺织品已经逐步应

用于家居用品、功能服装及医疗保健等方面,在未来,负离子功能纺织品将广泛拓展人们的生活领域,除了应用于家居、服装、医疗等领域外,还会广泛地应用于工业、环保等领域,使得负离子功能纺织品成为人们日常生活中不可或缺的一部分。

## 参考文献:

- [1] 程浩南.负离子功能纺织品的发展及应用[J].天津纺织科技,2017,(5):56-58.
- [2] 丁臻敏.负离子及负离子产品的应用[J].上海计量测试,2009,(5):39-41.
- [3] 胡国长.不同林分类型空气离子的时空分布及其影响因素研究[D].南京:南京林业大学,2008.
- [4] 高天佑,谭艳君.负离子纺织品的功能探究[J].济南纺织化纤科技,2008,(2):18-19.
- [5] 朱丽芬.负离子面料加工工艺研究及服装产品设计[D].武汉:武汉纺织大学,2017.
- [6] 王继梅.空气负离子及负离子材料的评价与应用研究[D].北京:中国建筑材料科学研究院,2004.
- [7] 段炳奇.空气离子及其与气象因子的相关研究[D].上海:上海师范大学,2007.
- [8] 李继育.植物对空气负离子浓度影响的研究[D].西安:西北农林科技大学,2008.
- [9] 叶远静,袁小红.负离子纺织品研究进展及应用[J].现代纺织技术,2006,(3):52-54.
- [10] 倪士民,李青山,顾晓华,等.一类新型释放负离子纤维织物的研究[J].功能材料,2004,35(z1):2 589-2 591.
- [11] 邵敏,王进美.负离子纺织品的开发与应用[J].纺织科技进展,2008,(4):4-6.
- [12] 李青山,张振林,王新伟,等.释放负离子功能纺织品装饰材料[C]//中国材料研讨会,2004:330-335.
- [13] 张凯军,李青山,洪伟,等.负离子功能纤维及其纺织品的研究进展[J].材料导报,2017,31(s1):360-362.
- [14] 锡环.负离子保健纤维[J].江苏丝绸,2003,(2):48.
- [15] 秦文.负离子针织物的开发[J].轻纺工业与技术,2019,(8):4,7.
- [16] 李云.负离子型涤纶织物的设计与开发[D].苏州:苏州大学,2017.
- [17] 吴舒,李青山,任宇红.滴塑负离子纺织品[J].印染,2009,(16):36-38.
- [18] 孙超.负离子纺织品的开发与性能研究[D].上海:东华大学,2005.
- [19] 嵇昌亚.尼龙6负离子纤维的制备与性能研究[D].广州:华南理工大学,2011.

[3] 贺建国, 蒲 剑, 陈力群. 吸湿凉感纬编面料开发[J]. 服装学报, 2018, (4): 288-293.

## Analysis of High Technology and Intelligent Textile Fabric

ZHANG Qiang<sup>1,2</sup>, ZHANG Yu<sup>2</sup>

(1.Sichuan Textile Science Research Institute, Chengdu 610072, China;

2.Sichuan Textile Information Center, Chengdu 610072, China)

**Abstract:** The technical characteristics and research ideas of several high-tech textile fabrics were introduced. The trend of intelligent manufacturing and technological progress of traditional textile industry and products were expounded from the direction of artificial intelligence, to provide reference for textile development and enterprise technology upgrading.

**Key words:** intelligence; high technology; textile; fabric

(上接第 4 页)

## Research Progress of Metal Fiber Blended Electromagnetic Shielding Fabric

WU Yi-lin<sup>1</sup>, LI Yong-gui<sup>1,2,3,\*</sup>, MA Wen-xiao<sup>1</sup>

(1.College of Textile and Light Industry, Inner Mongolia University of Technology, Hohhot 010080, China;

2. Clothing and Design Faculty, Minjiang University, Fuzhou 350108, China;

3. Fujian Key Laboratory of Novel Functional Textile Fibers and Materials,

Minjiang University, Fuzhou 350108, China)

**Abstract:** Metal fiber had excellent mechanical properties and good electrical conductivity. It was widely used in signal transmission, anti-static and electromagnetic shielding and other fields. The fabric made of metal fiber and ordinary fiber had good application in protection against electromagnetic radiation. Based on the literature review and empirical investigation, the research and application status of electromagnetic shielding fabrics were expounded. The preparation principle of metal fiber blended electromagnetic shielding fabric was explored, and its types and properties were summarized. The problems in its practical application and its future development direction were pointed out.

**Key words:** electromagnetic shielding; metal fiber; blending; fabric

(上接第 8 页)

## Research Progress of Anion Functional Textiles

LI Chen-xia, ZHANG Ji-shu\*

(School of Textile, Apparel and Design, Changshu Institute of Technology, Changshu 215500, China)

**Abstract:** The effects of negative ions on the human body and its occurrence mechanism were expounded. The research status and development trend of negative ion functional textiles were reviewed from the preparation methods, the measurement of negative ion generation, the research progress and the application in life. It could provide reference for the further development of negative ion functional textiles.

**Key words:** negative ion; functional textile; status; trend

欢迎订阅《纺织科技进展》杂志!

邮发代号: 62-284

海外发行代号: DK51021