

Tyvek 材料的研究与应用综述

张芯源¹, 李敏^{1,2,3,*}

(1. 东华大学 服装与艺术设计学院, 上海 200051;

2. 东华大学 现代服装设计与技术教育部重点实验室, 上海 200051;

3. 东华大学 海派时尚设计及价值创造协同创新中心, 上海 200051)

摘要:对 Tyvek 材料的成分、工艺、性能特点等进行了概述, 对其在医疗、防护服、创意设计、食品以及可持续发展等领域的研究和应用进行了梳理。

关键词: Tyvek; 杜邦; 综述

中图分类号: TS176

文献标识码: A

文章编号: 1673-0356(2021)12-0017-03

1 Tyvek 基本信息

1.1 Tyvek 材料成分

Tyvek 是美国杜邦公司一系列片材商品的商标, 是一种用高密度聚乙烯经特殊处理后成型的一种非织造布^[1], 也称特卫强。Tyvek 非织造布采用 100% 高密度聚乙烯(HDPE)组成^[2]。

1.2 制造工艺

Tyvek 的制造工艺采用的是溶剂纺丝成网技术, 也称闪蒸法或者闪纺法, 在 1957 年被开发成功, 这是利用沸点以上的聚合物溶液从高压状态向大气压力空气中爆发性喷出, 并在纤维形成过程中, 溶剂瞬间蒸发形成超细长丝和纤维网的纺丝方法^[2]。

1.3 性能特点

Tyvek 的成纤细度可达到 0.011~0.017 dtex, 单纤强度可达到 3.52~7.92 cN/dtex, 断裂伸长约为 20%~65%, 比表面积约为 209~699 m²/g。整理后的织物具有优异的抗拉强度、撕裂强度、耐化学性、耐光性和尺寸稳定性, 结构致密, 对石棉粉尘、灰尘、细菌有良好的屏蔽作用。闪速纺非织造布的缺点是耐温性差, 在拉伸作用下, 当温度达到 79 °C 时开始变形, 在 135 °C 时开始熔化。因此, 它不具有阻燃性, 应避开热源。

除了 Tyvek 本身具有的基本性能特点之外, 也有许多学者对其在特殊环境或者不同条件下的性能进行

了一系列研究。A. Filevich 等^[3]在 1999 年研究了 Tyvek 在水中的光谱定向反射率, 试验测定了在水中浸泡的 Tyvek 的光色散特性与紫外和可见光频率的关系, 发现散射光与频率和入射角均有简单的经验依赖性。此外, Tyvek 还广泛用于水切伦科夫地震检波器的衬里材料。许多学者在此基础上对 Tyvek 进行了一系列光学研究。J.C. Arteaga Velazquez^[4]在 2001 年研究了 Tyvek 在空气和水中的漫反射和各向异性效应, 得到了空气和水中 Tyvek 反射率与入射角和反射角的关系。研究表明, 材料围绕试样的法向矢量旋转时, 会出现光学各向异性。J.C. Arteaga Velazquez 等^[5]还在 2005 年提出一种方法用于测量 1056 Tyvek 在空气和水中的漫反射系数。王玲玉等^[6]在 2012 年研究了 Tyvek 在水中的反射率。采用 Geant4 中的表面反射光学模型, 即统一模型来描述 Tyvek 的反射率。通过与蒙特卡罗模拟结果比较, 得到了 2 个关键光学参数, 提出了一种间接而灵活的 Tyvek 光学参数测量方法。

2 Tyvek 在各领域的研究及应用

2.1 医疗包装领域

Tyvek 作为一种医用无菌包装材料, 比其他材料具有更多的优势。例如, 其优良的微生物屏障特性使其能够在污染环境中使用。其优异的抗穿刺性和抗撕裂性可有效降低包装破裂的风险, 可适应所有最常用的灭菌方法^[7]。Hyok Kwon 等^[8]在 2017 年研究了涂层工艺和添加剂对使用 EVA 涂层的 Tyvek 气体消毒医疗包装的影响。在此研究中, 研究人员专门介绍了一种酸预涂方法, 以最大限度地减少发泡剂和酸在搅

收稿日期: 2021-07-18; 修回日期: 2021-08-02

作者简介: 张芯源(1997-), 女, 硕士研究生在读, 主要研究方向为服装产业经济与品牌营销管理。

* 通信作者: 李敏, 教授, 主要研究方向为服装产业经济与品牌营销管理, E-mail: fidlimin@dhu.edu.cn。

拌过程中的反应。因此,在 Tyvek 晶片上产生了一层多孔的乙酸乙酯(EVA)。采用 ETO 气体灭菌试验研究了涂层的性能。结果表明,预涂工艺和各种添加剂的组成在很大程度上决定了涂层的性能。采用酸性预涂法制备的涂层 Tyvek 晶片不受 ETO 杀菌工艺的影响,具有良好的抗湿度、ETO 气体和真空循环性能。因此,它可能是一种很有前途的气体消毒医疗器械包装材料。

2.2 防护服领域

使用 Tyvek 材料制成的防护服适用于医疗、核工业、农业、食品加工、危险物料等高污染领域。

在医疗领域, Tyvek 防护服是侵入性手术中抵御感染的第一道防线, 无菌屏障系统是预防医院获得性感染的关键因素。Tyvek 无菌屏障系统比其他多孔包装材料提供更高程度的保护, 是因为 Tyvek 实现了微生物屏障、抗撕裂、抗渗透和清洁剥离的平衡; Travis W. Brown MPH^[9]等在 2016 年研究了用作个人卫生防护用品使用的 Tyvek 防护服上的包封剂病毒存活和消毒情况, 结果表明, 包封剂病毒可以在特卫强防护服上存活超过一个病人护理期, 但可以被化学消毒剂灭活。

在核工业中, 它广泛应用于核设施环境中。Tyvek-Pro.Tech 限次使用科技防护服能有效防止放射性粉尘或液体进入人体。该性能来源于 Tyvek1431N。Tyvek1431N 以 100% 高密度聚乙烯为原料, 采用先进的生产工艺, 具有优良的屏蔽性能。此外, 由于宇航服易于焚烧且不产生卤素化合物, 因此不会造成交叉污染。

2.3 创意及设计领域

Tyvek 材料由于其特殊的质感和可塑性, 超越了设计师在常规领域所熟悉的传统材料, 可以给设计师带来在常规设计中无法获得的设计理念。而且它对环境非常友好, 在近几年的可持续发展热潮中也受到了关注。在创意设计领域, 也有很多学者进行了多维度的研究。

侯天艺^[10]探索和评估了 Tyvek 材料在灯具设计中的平面三维模式, 然后提出最适合商业化和减少体量化的方法, 以便于未来能设计出具有较好透光度、优越运输性的灯具产品。2017 年, 李爽^[11]通过语义差异法研究了 Tyvek 的设计特性, 分析了在材料应用中存在的问题, 提出了基于 Tyvek 的扩展设计思想。梁玲琳等^[12]在 2018 年提出了 Tyvek 应用在雨衣设计上的

方法^[13]。林绮芬^[14]在 2012 年讨论了新材料在纺织创新设计中的应用趋势和未来的发展方向, 为 Tyvek 在创意设计中的应用提供了有效的建议。Al-Gamal^[15]2015 年在婚纱上使用“Tyvek”的成本效益, 为未来的婚纱设计提供了新的思路。

2.4 食品领域

Tyvek-Pro.Tech 限次使用连体服专为在动物食品、食品加工和食品包装领域的工作人员而设计。在食品加工、售卖及运输中, 它可以使食品免于受到员工或其他人员衣服上携带的灰尘、细菌、寄生虫及皮肤颗粒等的污染。此外, Tyvek 连体服还能保持穿着者的清洁而远离食品加工过程中的灰尘和液体。

在食品行业, Tyvek 不仅用于包装和保护, 还具有其他创新应用。例如 Kaeun Lee 等^[16]在 2019 年开发了一种简单、廉价和可靠的测量鸡胸肉腐败的方法, 其使用 Tyvek 薄片作为测试材料的内层结构。除此之外, Tyvek 还广泛应用于农业地膜覆盖, Jia Xuemei 等^[17]在 2017 年研究了 Tyvek 无纺布覆盖对万州月季果实的品质及叶绿素荧光的影响, 研究表明 Tyvek 无纺布全覆盖有效降低了弱日光对玫瑰橙品质的影响, 进而提高了其经济价值。

2.5 可持续发展领域

Tyvek 具有许多适合可持续发展的特性, 如在医疗包装领域减少包装材料的使用, 由于其高强度可以减少药物的损耗, 其重量轻可以减少燃料的使用, 以及便于回收利用^[18]。早在 2001 年 Mark Sharfman^[19]等对杜邦公司 Tyvek 材料做出的可持续性转型进行了研究, 专注于其挑战与机遇。

参考文献:

- [1] 汪汝洋. TYVEK——一种多功能不织布[J]. 化工新型材料, 1989,(9): 29-32.
- [2] 张富丽, 朱建军. 非织造布 TYVEK 及其防护服的应用[J]. 产业用纺织品, 1999,(10): 30-34.
- [3] FILEVICH A, BAULEO P, BIANCHI H, *et al.* Spectral-directional reflectivity of Tyvek immersed in water[J]. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, 1999, 423(1): 108-118.
- [4] ARTEAGA-VELAZQUEZ J C, VAZQUEZ-LOPEZ C, ZEPEDA A. Diffuse reflectivity of Tyvek in air and water, and anisotropical effects[J]. Nuclear Physics B-Pro-

- ceedings Supplements, 2001, 97(1): 231-234.
- [5] ARTAGA-VELAZQUEZ J C, VAZQUEZ-LOPEZ C, ZEPEDA A. A measurement of the diffuse reflectivity of 1056 Tyvek in air and water[J]. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, 2005, 553(1): 312-316.
- [6] WANG L Y, LU H Q, YANG C G, *et al.* Study of Tyvek reflectivity in water[J]. Chinese physics C, 2012, 36(7): 628-632.
- [7] 佚名. 杜邦™ Tyvek®在预防医院获得性感染(HAI)中的作用[J]. 中国医疗器械信息, 2012, 18(11): 74-75.
- [8] KWON H, KIM D, LEE K, *et al.* The effect of coating process and additives on EVA coated Tyvek® for gas sterilizable medical packaging applications [J]. Packaging Technology and Science, 2017, 30(5): 195-208.
- [9] BROWN T W, CHEN W, CASANOVA L M. Survival and disinfection of an enveloped surrogate virus on Tyvek suits used for health care personal protective equipment [J]. American Journal of Infection Control, 2016, 44(12): 1734-1735.
- [10] 侯天艺. Tyvek材料在室内灯具中的设计应用与研究[D]. 杭州: 浙江理工大学, 2016.
- [11] 李爽. 基于TYVEK材料的产品创新设计探[J]. 设计, 2017, (19): 98-99.
- [12] 梁玲琳, 李爽. Tyvek材料在雨衣设计中的应用[J]. 包装工程, 2018, 39(10): 182-187.
- [13] 李爽. TYVEK材料研究及其在雨衣设计中的应用[D]. 杭州: 浙江理工大学, 2017.
- [14] 林绮芬. 从Tyvek纸的创新设计探讨纺织品设计新材料的应用[J]. 艺术与设计(理论), 2012, 2(4): 126-128.
- [15] AL-GAMAL G, ALSABAGH W. Cost-effectiveness of using "Tyvek" in wedding dress[J]. The Journal of American Science, 2015, 11(7): 113-121.
- [16] LEE K, BAEK S, KIM D, *et al.* A freshness indicator for monitoring chicken-breast spoilage using a Tyvek® sheet and RGB color analysis [J]. Food Packaging and Shelf Life, 2019, 19: 40-46.
- [17] JIA X M, YANG Q, WANG Y, *et al.* Effects of DuPont Tyvek® non-woven material mulching on fruit quality and chlorophyll fluorescence in Wanzhou Rose Orange[J]. Scientia Horticulturae, 2017, 219: 31-36.
- [18] 佚名. 杜邦™ Tyvek®产品支持医疗包装行业的可持续性发展[J]. 中国医疗器械信息, 2013, 19(12): 69-70.
- [19] SHARFMAN M P, ELLINGTON R T, MEO M. The introduction of postconsumer recycled material into TYVEK® production, marketing, and organizational challenges[J]. Journal of Industrial Ecology, 2001, 5(1): 127-146.

Review on the Research and Application of Tyvek

ZHANG Xin-yuan¹, LI Min^{1,2,3,*}

(1. Fashion and Design College, Donghua University, Shanghai 200051, China;

2. Key Laboratory of Clothing Design and Technology, Ministry of Education,

Donghua University, Shanghai 200051, China; 3. Shanghai Style Fashion Design& Value

Creation Collaborative Innovation Center, Donghua University, Shanghai 200051, China)

Abstract: The composition, process and performance characteristics of Tyvek materials were summarized. The research and application of Tyvek materials in the fields of medical treatment, protective clothing, creative design, food and sustainable development were reviewed.

Key words: Tyvek; DuPont; review

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