

# 海藻酸盐纤维面膜基材的制备与性能研究

秦益民<sup>1,2</sup>, 刘 健<sup>2</sup>, 胡贤志<sup>2</sup>, 邓云龙<sup>2</sup>

(1. 嘉兴学院材料与纺织工程学院 浙江嘉兴 314001; 2. 海藻活性物质国家重点实验室 山东青岛 266400)

**摘 要:** 用海藻酸钙纤维分别与竹纤维、天丝纤维、棉纤维等混合后制备水刺无纺布, 测试了各种无纺布面膜基材在含有透明质酸钠、羧甲基纤维素钠、羧甲基甲壳胺、聚乙烯醇等水溶液的吸液率, 以及对水溶液中铜离子、铅离子的吸附性能。结果显示, 海藻酸盐面膜基材的吸液率受精华液中阴离子含量的影响, 加入透明质酸钠、羧甲基纤维素钠、羧甲基甲壳胺等阴离子型水溶性高分子可有效提高面膜的吸液率、改善面膜的保湿性能。海藻酸钙纤维对铜离子和铅离子有很强的吸附性能, 使用在皮肤上可吸收皮肤中的重金属离子, 在功能性面膜领域有很高的应用价值。

**关键词:** 海藻酸盐纤维 水刺无纺布 面膜 美容纺织材料 功能性纺织品

**中图分类号:** TS101.92 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-5580(2017)01-0028-04

## 0 引言

随着社会的进步和生活水平的提高, 以美容、保健、舒适、休闲等功能为代表的美容纺织材料呈现强劲市场需求<sup>[1]</sup>, 护肤品领域中面膜材料得到快速发展。在提供美容、润肤等功效的同时, 面膜制品具有消除疲劳、缓解压力等特殊功效, 是现代纺织材料的一个重要应用领域。

面膜制品包括一次性面贴膜、水洗式面膜膏、面膜粉等不同形状的产品, 其功效涵盖营养、抗皱、冷冻、防晒、祛斑、祛脂、祛除粉刺、增白等<sup>[2]</sup>。基于其使用方便的特点, 以水刺无纺布为基材负载精华液的面膜产品是面膜行业的主流产品<sup>[3-5]</sup>。水刺法制备的纯棉、天丝、铜氨纤维面膜基布具有高度缠绕的纤维结构和平整的表面形态, 特别适用于负载精华液的面膜基材。

海藻酸盐纤维是以天然高分子海藻酸钠为原料制备的一种亲水性纤维材料<sup>[6-8]</sup>, 在与含钠离子的溶液接触后产生离子交换, 使纤维转换成水溶性的海藻酸钠, 具有很高的吸水性, 是制备高吸湿功

能性面膜的优质材料。本文研究了海藻酸钙纤维与竹纤维、天丝纤维、棉纤维等共混后制备的水刺无纺布的吸湿及吸附铜离子、铅离子的性能, 对开发功能性面膜基材有重要的应用价值。

## 1 实验部分

### 1.1 材料

使用的海藻酸盐纤维由青岛明月生物医用材料有限公司提供。该纤维以海藻酸钠为原料, 溶解于水后制备的海藻酸钠水溶液通过喷丝孔挤入氯化钙水溶液形成丝条, 经过牵伸、水洗、干燥后得到。在制备水刺无纺布时, 以海藻酸钙纤维 25% 和竹纤维 75% 的比例混合后制备 50g·m<sup>-2</sup> 的网孔水刺无纺布, 以海藻酸钙纤维 15% 的添加量分别与天丝和纯棉纤维混合后制备平纹水刺无纺布。

### 1.2 仪器

本文使用 710-ES 全谱直读电感耦合等离子体发射光谱仪(美国瓦里安公司)测试溶液中金属离

收稿日期: 2016-12-02

基金项目: 山东省泰山学者蓝色产业计划项目(20130009)

第一作者: 秦益民(1965-)男, 教授, 博士, 研究方向: 功能性纤维的研究与开发。

子的浓度,使用 XSP - BM - 20A 生物显微镜观察纤维吸水前后结构的变化。

### 1.3 吸液率测试

把水刺无纺布切割成 5cm × 5cm 尺寸的样品,测得每片的干重  $W_1$  (g)。把样品放置在直径为 90mm 的培养皿中,加入 50mL 各种配方的精华液,根据测试需要室温下放置一定时间后,用镊子挟住样品的一角在空中悬挂 60 秒后测取样品的湿重  $W_2$  (g)。单位重量样品的吸液率 =  $(W_2 - W_1) / W_1$ 。

### 1.4 吸附性能测试

在测试无纺布样品对铜离子和铅离子的吸附性能时,分别称取 15.6 克  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  和 10.995 克乙酸铅,溶解于 1L 去离子水中得到金属离子浓度为  $6g \cdot L^{-1}$  的水溶液。取该溶液 50mL 用去离子水稀释到 1L 后加入 1 克无纺布样品,搅拌下开始计时,在 0、0.5、1、3、8、24 小时各取出 10mL 溶液,稀释到 1L 后测定其金属离子浓度,根据溶液中浓度的下降计算无纺布吸附金属离子的量。

## 2 结果与分析

以水刺无纺布为基材负载精华液是目前面膜制品领域的一个主要技术手段,其中无纺布的吸液率、透明度等性能决定了使用过程中的保湿时间和美观效果<sup>[9-10]</sup>。在精华液的各种组分中,增稠剂通过与纤维的化学、物理作用对无纺布吸液率起重要作用。作为精华液中常用的增稠剂,透明质酸钠是一种阴离子型水溶性高分子,对金属离子有很高的离子交换能力,其含有的钠离子与海藻酸钙纤维中的钙离子交换后使共混无纺布中的海藻酸钙纤维转换成水溶性的海藻酸钠,因此增强其吸收水分的能力<sup>[11-12]</sup>。图 1 显示了纯竹纤维水刺无纺布以及海藻酸钙纤维/竹纤维共混水刺无纺布在不同浓度透明质酸钠水溶液中的吸液率,透明质酸钠浓度分别为 0%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5% 时,吸液率分别为  $11.31g \cdot g^{-1}$ 、 $14.32g \cdot g^{-1}$ 、 $16.04g \cdot g^{-1}$ 、 $18.82g \cdot g^{-1}$ 、 $21.83g \cdot g^{-1}$ 、 $24.37g \cdot g^{-1}$ ,而在同样测试条件下,纯竹纤维水刺无纺布的吸液率分别为  $8.85g \cdot g^{-1}$ 、 $10.93g \cdot g^{-1}$ 、 $13.54g \cdot g^{-1}$ 、 $15.58g \cdot g^{-1}$ 、 $18.01g \cdot g^{-1}$ 、 $20.16g \cdot g^{-1}$ 。通过海藻酸钙纤维与透明质酸钠的相互作用可以有效提高面膜基材的吸

液率,对改善面膜制品的保湿性能起重要作用。

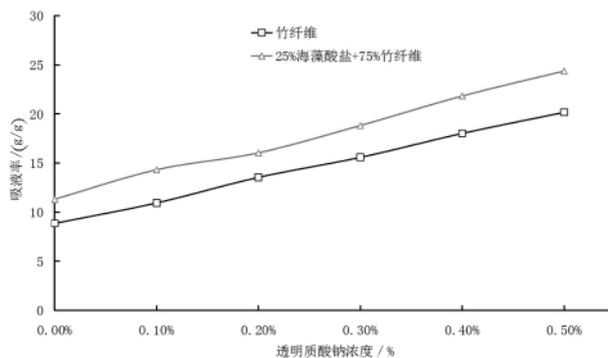


图 1 二种水刺无纺布对不同浓度透明质酸钠水溶液的吸液率

图 2 显示了海藻酸钙纤维与竹纤维共混水刺无纺布的显微结构。无纺布中两种纤维充分混合后形成多孔的织物结构,具有很高的吸湿容量。在与透明质酸钠接触后,无纺布中的海藻酸钙纤维被转化成凝胶,在无纺布中固定大量精华液的同时使其转化成凝胶状的结构,具有优良的保湿性能。

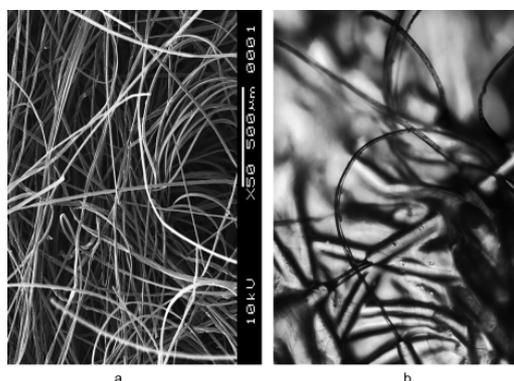


图 2 海藻酸钙纤维与竹纤维共混水刺无纺布的显微结构 (a) 干燥, X50; (b) 在透明质酸钠水溶液中湿润, X200

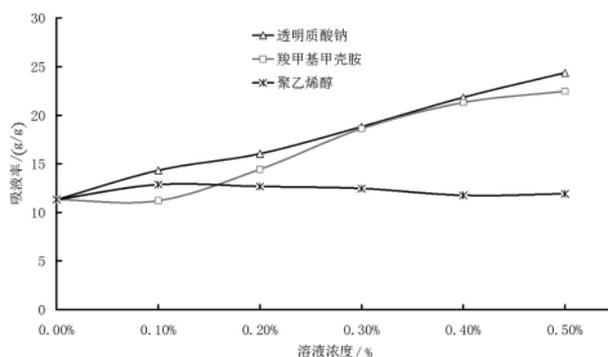


图 3 海藻酸钙纤维与竹纤维共混水刺无纺布在三种介质中的吸液率

图 3 显示海藻酸钙纤维与竹纤维共混水刺无纺布在透明质酸钠、羧甲基甲壳胺、聚乙烯醇水溶液中的吸液率,其中前两种高分子为阴离子型,后者为非离子型。可以看出,由于阴离子型高分子对海藻酸钙纤维中钙离子的交换作用,在相同的溶液

浓度下,其产生的吸液率高于非离子型增稠剂,质量分数同为0.5%的透明质酸钠、羧甲基甲壳胺、聚乙烯醇水溶液的吸液率分别为 $24.37\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 、 $22.47\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 和 $11.75\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ,对于相同的水刺无纺布,含有透明质酸钠的精华液的吸液率是聚乙烯醇溶液的2倍以上。对于阴离子型增稠剂,随着溶液浓度的增大,其离子交换作用加强,吸液率有很大的提高。对于非离子型增稠剂,其产生的吸液率与纯水中的没有很大区别。

表1 羧甲基纤维素钠浓度对吸液率的影响

CMC 浓度 /%	吸液率/(g/g)		
	纯棉水刺无纺布	85% 纯棉 + 15% 海藻酸钙纤维	85% 天丝 + 15% 海藻酸钙纤维
0	11.61	9.43	9.89
0.125%	10.93	10.56	10.56
0.25%	12.07	13.00	15.04
0.5%	14.71	20.11	20.23
1%	16.85	22.75	25.37

表1比较了三种面膜基材在含有羧甲基纤维素钠溶液中的吸液率。对于纯棉水刺无纺布,CMC浓度的增加使溶液的粘度有所提高,其吸液率有一定的提高。对含有15%海藻酸钙纤维的纯棉和天丝水刺无纺布,由于海藻酸钙纤维与CMC中钠离子的交换,其吸液率随着浓度的增加有很大的提升,其中含1%CMC的溶液的吸液率分别是纯水中的2.41倍和2.56倍。

在面膜的使用过程中,湿润的基材与皮肤密切接触,除了水分等营养成分从面膜向皮肤转移,面膜中的活性成分对皮肤中的各种成分也具有互动性。作为一种高分子羧酸,海藻酸有优良的离子结合性能,对皮肤中的重金属离子有很强的吸附性能。文献资料表明,海藻酸结合金属离子的能力为 $\text{Pb}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Cd}^{2+} > \text{Ba}^{2+} > \text{Sr}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Co}^{2+} = \text{Ni}^{2+} = \text{Zn}^{2+} > \text{Mn}^{2+}$ ,其中对重金属离子的结合力远高于钙离子<sup>[13-15]</sup>。

表2 海藻酸钙纤维与竹纤维共混水刺无纺布对铜离子的吸附量

时间/h	铜离子浓度/(mg/L)	吸附铜离子的量(mg/g)
0	2.985	0
0.5	2.791	19.4
1	2.783	20.2
3	2.778	20.7
8	2.773	21.2
24	2.771	21.4

表2显示了在含铜离子的水溶液中加入25%海藻酸钙纤维与75%竹纤维共混水刺无纺布后测试出的铜离子吸附量。海藻酸钙纤维对铜离子有很强的吸附性能,并且由于无纺布松散的结构使铜离子很快被纤维吸附,加入纤维后溶液中铜离子浓度迅速下降,其对铜离子的吸附作用在30分钟内基本达到平衡,24小时后每克无纺布可以吸附21.4毫克铜离子。

表3 海藻酸钙纤维与纯棉纤维共混水刺无纺布对铅离子的吸附量

接触时间/h	铅离子浓度/(mg/L)	吸附铅离子的量(mg/g)
0	2.972	0
0.5	2.554	41.8
1	2.547	42.5
3	2.544	42.8
8	2.541	43.1
24	2.524	44.8

与铜离子相似,含海藻酸钙纤维的水刺无纺布对铅离子也有很强的吸附作用。表3显示海藻酸钙纤维与纯棉纤维共混水刺无纺布对铅离子的吸附量。结果显示,海藻酸钙纤维与铅离子溶液接触30分钟后即可吸收大量的铅离子。接触24小时后,每克共混水刺无纺布可吸收44.8毫克铅离子。

### 3 结论

本文分析测试了含海藻酸钙纤维水刺无纺布的吸湿性能和对铜、铅等重金属离子的吸附吸能。基于海藻酸钙纤维中的钙离子与精华液中钠离子的离子交换作用,含海藻酸钙纤维的水刺无纺布具有很高的吸液率以及对重金属离子的吸附性能,在功能性面膜材料中有很高的应用价值。

### 参 考 文 献

- [1] 秦益民. 医用纺织材料的研发策略[J]. 纺织学报, 2014, 35(2): 89-92.
- [2] 吴可克. 功能性化妆品[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [3] 彭富兵, 焦晓宁, 莎仁. 新型水刺美容面膜基布[J]. 纺织学报, 2007, 28(12): 51-53.
- [4] 栾琪, 孙静, 李强, 等. 几丁多糖面膜在激光术后创面护理的临床评价[J]. 中国美容医学, 2011, 20(10): 1588-1590.
- [5] 秦益民, 李可昌, 邓云龙, 等. 先进技术在医用纺织材料中的应用[J]. 产业用纺织品, 2015, 33(5): 1-6.

- [6] Qin Y. Functional alginate fibers [J]. *Chemical Fibers International*, 2010(3): 32–33.
- [7] Qin Y. The ion exchange properties of alginate fibers [J]. *Textile Research Journal*, 2005, 75(2): 165–168.
- [8] 秦益民. 海藻酸盐纤维的开发和应用[J]. *成都纺织高等专科学校学报* 2016(1): 19–23.
- [9] 何佳. 化妆品体系粘度的影响因素[J]. *中国化妆品*, 2010(3): 85–90.
- [10] 张怡, 王珊珊, 龚盛昭, 等. 几种复合防腐剂在化妆品中的防腐效果及评价[J]. *广东化工* 2014, 41(6): 78–80.
- [11] Qin Y. Gel swelling properties of alginate fibers [J]. *Journal of Applied Polymer Science*, 2004, 91(3): 1641–1645.
- [12] 秦益民, 刘洪武, 李可昌, 等. 海藻酸[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2008.
- [13] Smidsrod O, Haug A. Dependence upon the gel–sol state of the ion–exchange properties of alginates [J]. *Acta Chem. Scand.*, 1972(26): 2063–2074.
- [14] Haug A, Myklestad S, Larsen B, et al. Correlation between chemical structure and physical properties of alginates [J]. *Acta Chem. Scand.*, 1967(21): 768–778.
- [15] Smidsrod O, Haug A, Whittington S G. The molecular basis for some physical properties of polyuronides [J]. *Acta Chem. Scand.*, 1972(26): 2563–2564.

## Preparation and Property Analysis of Alginate Fiber Mask Substrate

QIN Yi-min<sup>1,2</sup>, LIU Jian<sup>2</sup>, HU Xian-zhi<sup>2</sup>, DENG Yun-long<sup>2</sup>

(1. Material and Textile Engineering College, Jiaying University, Jiaying 314001;

2. State Key Lab of Bioactive Seaweed Substances, Qingdao 266400)

**Abstract:** Calcium alginate fibers were mixed with bamboo fibers, tencel fibers and cotton fibers to prepare spunlaced nonwoven fabric. Experiments were carried out to test the absorption rates in aqueous solutions of various nonwoven fabric mask substrates containing hyaluronic acid, carboxymethyl cellulose, carboxymethyl chitosan and poly-vinyl alcohol and their absorption properties for copper and lead ions. The results showed that absorption rate was influenced by the content of anion in essence liquid, adding anionic polymers such as hyaluronic acid, carboxymethyl cellulose and carboxymethyl chitosan could increase the absorption capacities of the face masks and improve their moisturizing performances. Calcium alginate fibers also had strong absorption capabilities for copper and lead ions to absorb heavy metals ions in the skin, which made them valuable in functional face mask materials field.

**Key words:** alginate fiber spunlaced nonwoven fabric face mask cosmetics textile material functional textile functional textile