

# 光致变色微胶囊杂化溶胶整理织物的湿舒适性研究

范 菲

(五邑大学 纺织服装学院, 广东 江门 529030)

**摘要:**通过 Stober 法制备胶粒尺寸均匀的二氧化硅溶胶,在正硅酸乙酯和氨水用量均为 3 ml 的条件下,随着无水乙醇用量从 20 ml 增加到 40 ml,制备的硅溶胶黏度从 14 mPa·s 降低到 5 mPa·s。利用 0.08% 含氢硅油对硅溶胶进行改性后 Zeta 电位从 -31.34 mV 下降到 -20.69 mV,稳定性有所下降,粒径仅增加了 12.6 nm。利用改性二氧化硅光致变色微胶囊杂化溶胶整理织物后,织物的芯吸性能、透气性和透湿性能均有所降低。在织物纱号和经纬密相当的条件下,纯苧麻样品比纯棉样品湿舒适性好;纱号越大,经纬密越小的样品湿舒适性越好。

**关键词:**改性二氧化硅溶胶;光致变色微胶囊;涂层;湿舒适性

**中图分类号:**TS190.2

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-0356(2017)05-0015-04

光致变色微胶囊可以通过整理剂,用轧一烘一焙、喷涂法、浸渍法和丝网印刷技术,采用胶黏剂应用到织物上<sup>[1]</sup>。然而,这些技术存在一些如湿传导、透湿及透气性差,阻碍活性物质释放等缺点<sup>[2]</sup>,在很大程度上限制了它们的应用。微胶囊粒度较小,分散度高,并具有较大的表面积,将光致变色微胶囊和改性后的二氧化硅溶胶混合均匀后,当溶胶的溶剂挥发陈化成凝胶状态时,光致变色微胶囊可通过物理吸附、氢键和范德华力等作用附着于二氧化硅胶粒载体上面。通过轧一烘一烘及涂层方法在织物纤维表面发生缩合反应形成具有优良吸附结合力的三维网状结构,可以让整理后的织物光致变色均匀,并具有较好的耐水洗牢度。这种方法为改进光致变色微胶囊与织物的结合牢度提供一种新颖的途径,赋予织物防水的功效,同时使织物具有良好的湿舒适性,为其在运动装和户外服装上的应用提供更新颖、深入的研究。

## 1 试验部分

### 1.1 试剂、材料及仪器

试剂:2-(4'-N,N-二甲胺基苯偶氮基)蒽醌(CP),深圳变色化工科技有限公司;4,4'-二苯基甲烷二异氰酸酯(CP),氢醌双醚(CP),东京化成株式会社;聚乙二醇(工业级),辛酸亚锡(工业级),1,3-丁二醇(CP),国

药集团化学试剂有限公司;乙酸丁酯(CP),上海凌峰化学试剂有限公司;壳聚糖(DD:80%,BR),Sigma 化学试剂有限公司;柠檬酸(CP),戊二醛(CP),液体石蜡(工业级),丙酮(CP),异丙醇(CP),石油醚(CP),无水乙醇(CP),次亚磷酸钠(CP),氢氧化钠(CP),广东光华科技股份有限公司;正硅酸乙酯(AR),硅酸钠(CP),天津市大茂化学试剂厂;氨水(25%,AR),双氧水(30%,CP),西陇化工股份有限公司;二月桂酸二丁基锡(CP),广州时盛化工有限公司;含氢硅油(0.08%,工业级),青岛丰虹化工有限公司。

材料:改性二氧化硅光致变色微胶囊杂化溶胶整理的织物有 4 种,分别为 1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup>、3<sup>#</sup> 和 4<sup>#</sup>,其中 1<sup>#</sup> 是纯棉(32 tex,经纬密 176×136 根/10 cm);2<sup>#</sup> 是苧麻(28 tex,经纬密 120×120 根/10 cm);3<sup>#</sup> 是纯棉(28 tex,经纬密 216×116 根/10 cm);4<sup>#</sup> 是纯棉(28 tex,经纬密 136×136 根/10 cm)。

仪器:HJ-3 型恒温磁力搅拌机(常州市华普达教学仪器有限公司),DZF-6021 型真空干燥箱(上海精宏实验设备有限公司),Y101A-2 型电热鼓风烘箱(宁波纺织仪器厂),HH-6 型数显恒温水浴锅(常州科迈实验仪器有限公司),TGL-10B 型高速台式离心机(上海安亭科学仪器厂),PL203 型电子天平(梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司),Zetaplus 型 Zeta 电位及激光粒度分析仪(美国布鲁克海文仪器公司)。YG(B)812 型织物渗水性测定仪(温州大荣纺织标准仪器厂),YG(B)871 型毛细管效应测定仪(温州大荣纺织仪器有限公司),YG(B)216-II 型织物透湿量仪(温州大荣纺织仪器有限公司),YG461E/I 型数字式透气量仪(宁波

收稿日期:2017-03-22;修回日期:2017-04-08

基金项目:2015 年度五邑大学“创新强校工程”青年创新人才类项目(科研平台类)(2015KQNCX166);2016 年度江门市基础理论与科学研究类科技计划项目;五邑大学博士启动项目(2016BS22);2016 年度五邑大学青年基金项目(2016zk08)

作者简介:范菲(1982-),女,陕西西安人,博士,讲师,主要研究方向为功能纺织品及智能服装的制备及研究,E-mail:Fanfei\_wuyi@163.com。

纺织仪器厂)。

## 1.2 试验方法

### 1.2.1 双壳聚氨酯-壳聚糖光致变色微胶囊的制备

利用原位聚合法制备双壳聚氨酯-壳聚糖光致变色微胶囊。先用原位聚合法制备单壳聚氨酯光致变色微胶囊。根据芯壁质量比为1:4,称取一定量2-(4'-N,N-二甲胺基苯偶氮基)蒹醌(MDI),溶解在50 ml乙酸丁酯中,均质后倒入三口烧瓶中待用。依次将称好的一定量的MDI、聚乙二醇400(PEG400)和辛酸亚锡加入三口烧瓶中,在室温下机械搅拌反应2.5 h后得到预聚体。将适量氢醌双醚(HQEE)、1,3-丁二醇加入预聚溶液中,在90℃下搅拌进行扩链反应10 min形成聚氨酯微胶囊壁,通过离心分离制得微胶囊产物,用丙酮和无水乙醇反复清洗去除未反应的MDI、单体和未包覆的光致变色化合物。将清洗过的微胶囊放置于真空干燥箱中在75℃下干燥8 h,然后存放在硅胶干燥器中保存待用。将浓度为10 g/L的壳聚糖溶解于20 ml浓度为20 g/L的柠檬酸溶液中,并不断搅拌至溶液呈透明状态。称取0.5 g聚氨酯微胶囊,利用浓度为2 g/L的Tween 80做为分散剂将其分散于去离子水中,搅拌后加入到制备好的壳聚糖溶液中,并一起加入到50℃且装有100 ml含50 g/L Tween 80的恒温液体石蜡中。用聚四氟乙烯搅拌棒搅拌此混合液20 min,控制速度为1 100 r/min,再冰浴降温到7℃,逐滴滴加0.7 ml戊二醛的水溶液到混合液中,再搅拌90 min,让微胶囊固化,把得到的微胶囊产物放置在离心机中对它进行离心分离。为了尽量除去一些未反应的单体和分散剂,还应用石油醚和异丙醇进行多次冲洗,之后把微胶囊放在真空干燥箱里,把烘箱温度调到75℃,干燥8 h,之后存放在干燥皿中<sup>[3]</sup>。

### 1.2.2 不同黏度二氧化硅溶胶的制备

一般情况下,二氧化硅溶胶的黏度越低,其稳定性越好,更适合用来整理织物,而且低黏度的二氧化硅溶胶对纤维的附着力更强,能形成均匀且稳定的三维网状结构,因此在制备实验所需的二氧化硅溶胶前,先探讨无水乙醇用量对溶胶黏度的影响,从而找到一种稳定性较好的,对织物的附着力更强且能均匀分布于织物表面的二氧化硅溶胶<sup>[4]</sup>。具体操作:在锥形瓶中分别加入20、25、30、35、40 ml的无水乙醇,再分别加入3 ml浓度为25%的氨水,之后将锥形瓶放置在恒温磁力搅拌器上,在60℃的条件下激烈搅拌反应30 min,使

无水乙醇和氨水(25%)充分混合均匀,用保鲜膜封住锥形瓶口,防止乙醇快速挥发。再量取3 ml正硅酸乙酯(TEOS),用胶头滴管逐滴加入锥形瓶中,之后继续搅拌2 h。搅拌结束后,放在室温下静置12 h,即可制得5种不同黏度,尺寸均一且稳定性好的泛蓝光二氧化硅溶胶。

### 1.2.3 改性二氧化硅溶胶的制备

向装有50 ml二氧化硅溶胶的锥形瓶中滴加2滴催化剂二月桂酸二丁基锡,再滴加1 ml含氢量为0.08%的含氢硅油,用保鲜膜封住锥形瓶口。将装有少量水的大烧杯放置在磁力搅拌器上并调节水的温度达到40℃,再将锥形瓶平稳放置在大烧杯中,在40℃条件下搅拌反应4 h。

### 1.2.4 改性二氧化硅光致变色微胶囊杂化溶胶的制备

将制备好的光致变色微胶囊均匀加入改性后的二氧化硅溶胶载体中,在加热的条件下加快硅溶胶的陈化速度,使之形成凝胶状态,光致变色微胶囊便能够通过物理吸附、氢键、范德华力等作用固定在改性后的二氧化硅溶胶载体上<sup>[5]</sup>。

### 1.2.5 改性二氧化硅光致变色微胶囊杂化溶胶整理织物

用涂层法将改性二氧化硅光致变色微胶囊杂化溶胶整理到织物表面。将样品放于电热鼓风烘箱中,在80℃下预烘5 min,130℃温度下烘焙2 min<sup>[5]</sup>。

## 1.3 测试方法

### 1.3.1 二氧化硅溶胶的黏度

采用SNB-1数字旋转黏度计,测试无水乙醇用量分别为20、25、30、35、40 ml制得的二氧化硅溶胶的黏度,每种样品各测试3次,取平均值。

### 1.3.2 改性前后二氧化硅溶胶胶体性能

采用美国Brookhaven Instruments公司的Zeta-Plus电位及激光粒度分析仪,将改性前后的二氧化硅溶胶分别用乙醇稀释40倍后,装入测试皿中测量改性前后二氧化硅溶胶胶体的Zeta电位和粒径。

## 2 结果与讨论

### 2.1 无水乙醇的用量对溶胶黏度的影响

二氧化硅溶胶的黏度会影响它的稳定性能,还会影响它在织物上的附着性。较低黏度的硅溶胶稳定性能较好,能均匀附着于织物外表面且有较强的附着力。无水乙醇的用量对溶胶的黏度造成一定的影响,它们

的关系如图1所示。在正硅酸乙酯和氨水用量相同的条件下,当无水乙醇用量为20 ml时,制得硅溶胶的黏度为14 mPa·s,而当无水乙醇用量为40 ml时,硅溶胶黏度降低至5 mPa·s。即随着无水乙醇用量增加,所制备的二氧化硅溶胶的黏度减小。

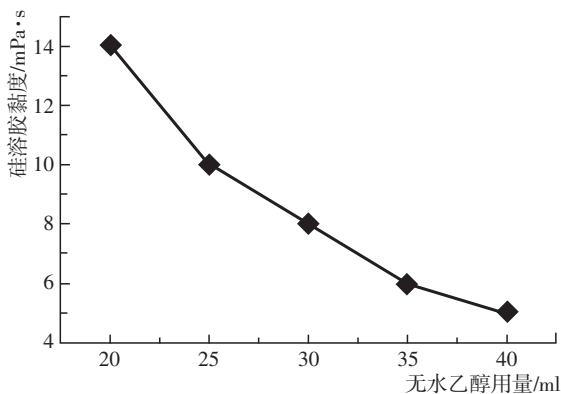


图1 无水乙醇用量与二氧化硅溶胶黏度的关系

无水乙醇用量为40 ml时制得的是泛蓝光的透明硅溶胶。当无水乙醇的用量较少时,硅溶胶不再是微泛蓝光的透明溶液而呈现出乳白色,胶体粒径变大。由于无水乙醇在该反应中既充当共溶剂,又是正硅酸乙酯(TEOS)水解的产物,当它含量较多时,降低了正硅酸乙酯的浓度,从而降低了溶胶的黏度。另外乙醇的增加不利于正硅酸乙酯的水解,进而降低缩聚反应的速率,得到较少的聚合物,不易发生团聚,因而粒径较小,溶胶呈透明状且微泛蓝光,黏度较低,得到的溶胶溶液更稳定。而当无水乙醇用量较少时,将加快缩聚反应的进行,使胶体颗粒容易发生团聚,团聚后粒径较大,浓度较高,因而呈现乳白色,稳定性较差。若无水乙醇用量很大,将不利于正硅酸乙酯的水解,使水解反应不能有效进行,胶体颗粒之间不能很好地交联而弱化了硅溶胶的作用。因此选取的无水乙醇用量为40 ml,正硅酸乙酯和氨水(25%)分别为3 ml,制备出稳定性和附着能力较强的二氧化硅溶胶。

## 2.2 改性前后二氧化硅溶胶的 Zeta 电位和粒径

Zeta 电位可以表征改性前后二氧化硅溶胶的稳定性,表示的是胶体颗粒间的排斥强度或吸引强度,Zeta 数值越高则胶体颗粒之间相互排斥力越强,越稳定,而 Zeta 电位数值越低说明胶粒间相互吸引力越大,胶体容易发生聚集而产生沉淀,稳定性越差。改性前后二氧化硅溶胶的 Zeta 电位和粒径如表1所示。改性前二氧化硅溶胶的 Zeta 电位为-31.34 mV,溶胶体系较为稳定,而改性后二氧化硅溶胶的 Zeta 电位为一

20.69 mV,电位数值减小,溶胶稳定性下降。此外,测得改性前二氧化硅溶胶胶体的粒径为162.9 nm,改性后的粒径为175.5 nm,粒径变大。由于溶胶的 Zeta 电位减小时,溶胶体系的稳定性会下降,聚合度提高,胶体颗粒之间易发生沉淀或者聚集而使得二氧化硅溶胶胶体颗粒的粒径变大。

表1 改性前后二氧化硅溶胶的 Zeta 电位及粒径

样品	Zeta 电位/mV	粒径/nm
改性前硅溶胶	-31.34	162.9
改性后硅溶胶	-20.69	175.5

## 2.3 杂化溶胶整理不同种类与结构织物的芯吸性能

根据原织物与改性二氧化硅光致变色微胶囊杂化溶胶整理织物样品的渗液高度,计算织物样品的平均芯吸效应( $H$ ),如表2所示。2<sup>#</sup>样品与4<sup>#</sup>样品具有相同的纱号和非常相近的经纬密度,2<sup>#</sup>样品是苧麻材质,4<sup>#</sup>是纯棉。改性二氧化硅光致变色微胶囊杂化溶胶整理后的4<sup>#</sup>样品和2<sup>#</sup>的平均芯吸高度分别是0.33 cm/30 min和0.38 cm/30 min,这是由于2<sup>#</sup>样品是纯苧麻织物,其经纬密比4<sup>#</sup>样品稍小些,纱线间孔隙率较大,因而芯吸效应越好,导湿性能越强。1<sup>#</sup>样品和4<sup>#</sup>样品都是纯棉样品,1<sup>#</sup>样品和4<sup>#</sup>样品经纬密分别为176×136根/10 cm和136×136根/10 cm,纱号分别为32 tex和28 tex,4<sup>#</sup>样品纱线粗细和纱线间的空隙比1<sup>#</sup>大一些,所以芯吸性能好。3<sup>#</sup>样品和4<sup>#</sup>样品都是纯棉样品,具有一样的纱号,但3<sup>#</sup>样品比4<sup>#</sup>样品的经纬密明显大些,3<sup>#</sup>织物的平均芯吸效应差于4<sup>#</sup>织物,这是由于3<sup>#</sup>织物经纬密比较大,织物比较紧密,所以对水的传输能力较差。另外,从表2中还可看出经过改性二氧化硅光致变色微胶囊杂化溶胶整理过的样品芯吸性能都比其对应的原织物明显变差,几乎不吸水,这正是改性二氧化硅溶胶光致变色微胶囊整理织物后具有一定疏水性的原因。

表2 不同种类和结构原织物和改性后织物的芯吸效应

编号	芯吸效应( $H$ )/cm·(30 min) <sup>-1</sup>	
	原织物	杂化硅溶胶整理织物
1 <sup>#</sup> 织物	14.3	0.30
2 <sup>#</sup> 织物	15.8	0.38
3 <sup>#</sup> 织物	14.1	0.25
4 <sup>#</sup> 织物	15.1	0.33

## 2.4 杂化溶胶整理不同种类与结构织物的透湿性能

原织物和改性二氧化硅光致变色微胶囊杂化溶胶整理织物的透湿量如表3所示,可看出4种织物改性前透湿性能都很好,而改性后透湿性能明显变差,这是

由于织物改性后硅溶胶经过预烘和焙烘在织物表面形成了一层均匀致密,胶体粒径为 175.5 nm 的疏水薄膜,水分较难透过,因而透湿性能下降。1<sup>#</sup> 织物与 4<sup>#</sup> 织物都是纯棉织物,1<sup>#</sup> 织物有较小的纱号,纱线较粗,使得硅溶胶对纱线的附着效果更好,而且经纬密大一点,组织结构较紧实,纱线之间孔隙较小,加之致密的疏水性薄膜,水蒸汽较难通过,所以 1<sup>#</sup> 样品的透湿性能很差。3<sup>#</sup> 织物的透湿性差于 4<sup>#</sup> 织物,这是由于在材质和纱号一样的条件下,3<sup>#</sup> 织物经纬密较大,纱线之间排列较密集,孔隙小,改性溶胶整理后形成的疏水薄膜更加致密,因而具有较差的透湿性。2<sup>#</sup> 样品的透湿性好于 4<sup>#</sup> 样品,这是因为 2<sup>#</sup> 织物是纯苧麻织物,4<sup>#</sup> 织物是纯棉织物,二者纱号一样,2<sup>#</sup> 织物的经纬密稍小于 4<sup>#</sup> 织物,那么在织物表面形成的疏水薄膜没有 4<sup>#</sup> 样品致密,而且苧麻纤维的结构间孔隙较大,吸湿、透湿性好,水分容易进入并透过苧麻纤维。

表 3 不同种类和结构的原织物和改性后织物的透湿性

编 号	透湿量(WVT)/g·m <sup>-2</sup> ·d <sup>-1</sup>	
	原织物	杂化硅溶胶整理织物
1 <sup>#</sup> 织物	8 790	4 080
2 <sup>#</sup> 织物	9 910	5 820
3 <sup>#</sup> 织物	9 420	4 560
4 <sup>#</sup> 织物	9 510	5 020

## 2.5 杂化溶胶整理不同种类与结构织物的透气性能

原织物和改性二氧化硅光致变色微胶囊杂化溶胶整理织物的透气率如表 4 所示。

表 4 不同种类和结构的原织物和整理后织物的透气率

编 号	透气率/mm·s <sup>-1</sup>	
	原织物	杂化硅溶胶整理织物
1 <sup>#</sup> 织物	118.50	110.73
2 <sup>#</sup> 织物	883.38	824.52
3 <sup>#</sup> 织物	236.25	208.78
4 <sup>#</sup> 织物	528.37	492.64

从表 4 中可以看出改性前后织物的透气性能差别不大,而不同种类和结构的织物透气性能差别较大。对织物进行改性后,在织物纤维表面覆盖了一层薄膜,织物具有一定的疏水性能,但气体仍能较顺利通过织物的空隙,对透气性的影响不大。从织物的种类和结构上看,2<sup>#</sup> 织物的透气率明显高于 4<sup>#</sup> 织物的透气率,虽然二者的经纬密相近,纱号相同,但由于 2<sup>#</sup> 织物是纯苧麻织物,苧麻纤维本身组织结构孔隙比较大,且苧麻纤维的透气性很好,是棉纤维的 3~5 倍,使得它的透气性能优于 4<sup>#</sup> 织物。而 1<sup>#</sup> 织物和 4<sup>#</sup> 织物相比,二

者经纬密相似,但由于 4<sup>#</sup> 织物纱号较大,纱线较细,经纬密较小,纱线间孔隙率较大,织物轻薄,气体较容易透过,透气率更高。而 3<sup>#</sup> 样品与 4<sup>#</sup> 样品相比,透气率较低,这是由于在材质和纱号一样的条件下,4<sup>#</sup> 织物的经纬密明显小,织物组织结构间的孔隙大,更有利于气体的通过,所以 4<sup>#</sup> 织物具有更好的透气性。

## 3 结论

(1)通过 Stober 方法得到稳定性较好、微泛蓝光的二氧化硅溶胶。测试不同用量的无水乙醇制备的二氧化硅溶胶的黏度,可以发现随着无水乙醇用量的增加,硅溶胶的黏度变小。

(2)利用 0.08% 含氢硅油对硅溶胶进行改性后 Zeta 电位变小,稳定性下降,胶体颗粒更容易聚集,粒径也比改性前有微弱的增加。

(3)4 种原织物都具有良好的芯吸性能,透湿性和透气性,但是经改性二氧化硅光致变色微胶囊杂化溶胶整理后的织物样品的芯吸性能很差,透湿性能下降较明显,透气性能稍微下降。

(4)织物的种类及组织结构对整理后样品的湿舒适性有一定的影响。当纱号和经纬密相近时,纯苧麻织物和棉织物相比其疏水性能较差,芯吸效应、透湿性、透气性较好;当材质和经纬密相近时,纱号较大的织物拥有较好的芯吸性能、透湿性和透气性;当材质和纱号一样时,织物经纬密越大,疏水性能越好,芯吸性、透湿性及透气性变差。

## 参考文献:

- [1] HEBEISH A, ABDEL-MOHDY F A, FOU DA M M G, *et al.* Green synthesis of easy care and antimicrobial cotton fabrics[J]. Carbohydrate Polymers, 2011, (4):1 684-1 691.
- [2] BADULESCU R, VIVOD V, JAUSOVEC D, *et al.* Grafting of ethylcellulose microcapsules onto cotton fibers [J].Carbohydrate Polymers, 2008,(1):85-91.
- [3] 范 菲.聚氨基酯单/双壳光致变色微胶囊制备及性能[D].无锡:江南大学,2015.
- [4] 胡小娟.有机改性纳米 SiO<sub>2</sub> 超疏水膜的制备、结构与性能研究[D].广州:华南理工大学,2010.
- [5] 方 熙.热致变色杂化硅溶胶的制备及其应用研究[D].上海:东华大学,2012.

## 参考文献:

- [1] SHAHID M, SHAHID-UL-ISIAM, MOHAMMAD F. Recent advancements in natural dye applications: a review [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2013, 53(1): 310—331.
- [2] REN Y, GONG J, WANG F, *et al.* Effect of dye bath pH on dyeing and functional properties of wool fabric dyed with tea extract [J]. *Dyes and Pigments*, 2016, 134: 334—341.
- [3] PISITSAK P, HUTAKAMOL J, THONGCHAROEN R, *et al.* Improving the dyeability of cotton with tannin-rich natural dye through pretreatment with whey protein isolate [J]. *Industrial Crops and Products*, 2016, 79: 47—56.
- [4] MEHRPARVAR L, SAFAPOUR S, SADEGHI-KIAKHANI M, *et al.* A cleaner and eco-benign process for wool dyeing with madder, root natural dye [J]. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 2016, 13(11): 1—10.
- [5] ALEBEID O K, ZHAO T, SEEDAHMED A I. Dyeing and functional finishing of cotton fabric using henna extract and TiO<sub>2</sub> nano-sol [J]. *Fibers and Polymers*, 2015, 16(6): 303—311.
- [6] 任燕飞, 巩继贤, 张健飞, 等. 茶色素染液 pH 值对羊毛织物染色效果及抗菌性的影响 [J]. *纺织学报*, 2016, (11): 86—91.
- [7] 任燕飞, 巩继贤, 张健飞, 等. 纺织品染色用微生物色素的研究进展 [J]. *纺织学报*, 2017, (1): 163—168.
- [8] HU H, LI Q S, SU M L, *et al.* Acetylshikonin from *Zicao* exerts antifertility effects at high dose in rats by suppressing the secretion of GTH [J]. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 2016, 476(4): 560—565.
- [9] 王欣, 唐志书, 杨楠, 等. 软紫草中抑制 PTP1B 活性成分的研究 [J]. *中国药理学杂志*, 2016, (13): 1120—1123.
- [10] 詹志来, 胡峻, 刘谈, 等. 紫草化学成分与药理活性研究进展 [J]. *中国中药杂志*, 2015, (21): 4127—4135.
- [11] JI S K, YOUNG C S, NO R H, *et al.* Improved cosmetic activity by optimizing the lithospermum erythrorhizon extraction process [J]. *Cytotechnology*, 2015, 67(1): 51—65.
- [12] 李邦玉, 刘臣. 紫草的乙醇提取及其紫外可见光谱研究 [J]. *安徽农业科学*, 2017, (3): 150—153.

## Optimization of Extraction Process of Natural Dye from *Arnebia Euchroma* (Royle) Johnston

ZHANG Man-ning, LIU Jiang-mei, LIU Hui-min, XUE Ning-ning, SHAN Guo-hua\*

(College of Textile and Clothing, Xinjiang University, Urumqi 830046, China)

**Abstract:** The optimization of the extraction process of natural dye from *Arnebia euchroma* (Royle) Johnston by signal factor test and orthogonal test with anhydrous ethanol was studied. The optimal result of signal factor test was as follows: the extraction was carried out in the bath ratio of 1 : 20 at 60 °C for 2 h. The optimal result of the orthogonal test was as follows: the extraction was carried out in the bath ratio of 1 : 10 at 60 °C for 1.5 h. The effect of pH and storing time on the stability of dye were studied. The results showed that the colour of the dye could be significantly affected by acids and bases, and after storage for 48 h, the properties of dye were basically unchanged.

**Key words:** *Arnebia euchroma* (Royle) Johnston; natural dye extraction; single factor; orthogonal optimization

(上接第 18 页)

## Research on Moisture Comfort Property of Fabric Treated by Photochromic Microcapsules Hybrid Sol

FAN Fei

(School of Textiles and Clothing, Wuyi University, Jiangmen 529030, China)

**Abstract:** Silica sol with uniform colloidal particle size was prepared by Stober method. Under the condition of the dosage of both ethyl silicate and ammonia water were 3 ml, the viscosity of the silica sol decreased from 14 mPa · s to 5 mPa · s with the dosage of anhydrous alcohol increased from 20 ml to 40 ml. The Zeta potential of silica sol was decreased from -31.34 mV to -20.69 mV after the modification with 0.08% hydrosilicone oil. And the stability was decreased, but the particle size was increased by only 12.6 nm. The wicking, air permeability and moisture permeability of the modified silicon dioxide photochromic microcapsules hybrid sol coated fabrics were all reduced. Under the condition of same yarn count and thread count, the wet comfort of the pure ramie sample was better than that of the pure cotton sample. The higher yarn count and the smaller thread count, the wet comfort of the sample could be better.

**Key words:** modified silica sol; photochromic microcapsule; coating; wet comfort