

抗菌纤维与织物

张志英 王晓丽

(天津纺织工学院) (天津药业公司)

【摘要】 本文对用于抗菌纤维与织物的典型化合物, 检测抗菌活性的常用微生物以及抗菌剂与织物的吸附机理、抗菌试验进行了综述。

抗菌纤维和织物是指能抑制微生物(包括细菌, 霉菌或真菌)在纤维和织物上的繁殖和生长, 或能杀灭这些微生物的纤维和织物。对纤维织物进行的加工包括防霉、防菌、防臭、防腐等总称为卫生整理。

一、典型的微生物

纤维织物和人体的皮肤上都有许多微生物, 若皮肤偶然损伤, 一些微生物就会乘机而入危害人体健康。用于评价纤维织物抗菌活性的典型微生物列于表1。表中所列每种菌的致病性只是最主要的。实际上一种菌可能感染多种疾病, 如白色念珠菌除能引起尿布皮炎外, 还能感染霉菌性阴道炎等。一种疾病也可能是多种菌的感染结果。

二、对抗菌剂和抗菌产品的要求

抗菌纤维或织物的使用场合不同, 对其要求也不同。但一般的抗菌纤维织物应具有如下特点。

1. 选择性: 能有选择地杀灭或抑制某些微生物。一般说来, 每种抗菌剂的抑菌或灭菌的范围是有限的。所以应根据产品的应用目的选择抗菌剂。例如, 抗菌防臭袜除能抑制分解汗液产生臭味的细菌外, 还应能有效地抑制或杀灭皮肤真菌, 如趾间发癣菌, 红色发癣菌, 絮状表皮癣菌等。婴、幼儿尿布应能抑制或杀灭引起尿布皮炎的细菌, 如产氨短颈细菌(氨形成菌), 金黄色葡萄球菌, 奇异变形杆菌和白色念珠菌。

对抗菌纤维活性的要求也有差别, 在医院使用的大多数纤维织物和以医疗为目的织物要求有杀菌活性, 对于大多数以民用为目的产品, 只要求有抑菌活性(阻止细菌的生长、繁殖, 而不一定是杀灭)。

2. 透湿、透气性: 经卫生整理的织物不应失去其透湿、透气性。织物的透湿、透气性与人体的舒适

表1 评价纤维织物抗菌活性的典型微生物

微生物种类	致病性	产品用途
金黄色葡萄球菌	致病菌引起发烧感染	保健医疗
表皮葡萄球菌	寄生菌产生体臭	消臭
假白喉杆菌	非致病菌产生体臭	消臭
产氨短颈细菌	分解尿感染尿布皮炎	卫生保健
肺炎链球菌	感染细菌性肺炎	医疗
结核杆菌	结核病因	医疗
大肠杆菌	引起尿路感染	医疗, 消臭
肺炎杆菌	感染肺炎等	医疗
绿脓杆菌	感染伤口和烧伤面	医疗
奇异变形杆菌	引起泌尿系统感染	医疗, 保健
伤寒杆菌	感染伤寒	医疗
志贺氏痢疾杆菌	传染流行细菌性痢疾	医疗
黑曲霉菌	降解纤维素	防霉, 防臭
球形黑毛菌	降解纤维素	防霉, 防臭
白色念珠菌	引起尿布皮炎	卫生保健
絮状表皮癣菌	感染皮癣和甲癣	卫生保健
趾间发癣菌	感染脚癣(脚气)	卫生保健
红色发癣菌	感染甲癣和皮癣	卫生保健
须发癣菌	感染脚癣	卫生保健
阴道毛滴虫	感染阴道	保健, 医疗

感密切相关。特别是作为衬衣的织物要求有透湿、透气性。据认为透湿性对从纤维上释放抗菌剂使其接触微生物也是十分重要的。

3. 相容性: 有些织物, 如棉织物要进行其他整理, 如耐久压烫整理、阻燃整理等, 抗菌剂应与这些整理剂共同使用。再例如, 在美国小孩睡衣、垫子、尿布等与一般的外衣要有一定的阻燃性, 因此需同时进行阻燃整理和卫生整理, 以满足C.P.S.C规定。

4. 无毒性: 抗菌产品对人体皮肤和生理机能应无毒、无付作用, 特别是民用产品。对于以医疗为目

的抗菌织物要求是非扩散型的。以避免药物扩散进入皮肤,对人体造成危害。

5. 耐久性:是指纤维织物的抗菌活性耐水洗、干洗和其他卫生处理的能力。不同产品对抗菌织物耐久性的要求不同。一般说来,毛巾、袜子对产品的抗菌耐久性要求最高,耐洗涤次数应大于50次。内衣、被里、床单的耐洗涤次数应大于25次。窗帘、枕套等也应具有一定的耐洗涤性。卫生纸、食品及药丸的包装纸等纤维制品则抗菌耐久性可低些。

三、用作抗菌剂的化合物

1. 金属盐和有机金属化合物

汞、银、锡、锌、铜、镉等金属的无机盐或有机金属化合物常和其他试剂一起用于抗菌整理。据报道,几乎所有的过渡金属离子均可应用于抗菌整理。例如,烯丙基三嗪的二价汞化合物应用于抗菌袜,即使洗涤60次之后仍能有效地抑制皮肤真菌如须发癣菌和趾间发癣菌。乙酸镉和乙酸锌的过氧化氢络合物用于整理棉或聚酯棉织物可产生持久的抗菌效果。在衣康酸或丙烯磺酸钠改性的聚丙烯腈纤维上,先用含有铜离子的溶液处理,再用含有碱性绿4的染料溶液处理,所得纤维织物具有协同杀菌作用,能杀灭金黄色葡萄球菌、白色念珠菌、绿脓杆菌等十余种细菌,若只用铜离子或只用碱性绿4溶液处理的聚丙烯腈产品抗菌效果则不佳。

2. 酚类化合物

酚类化合物,特别是含有卤素的双酚化合物常用于织物整理使之产生抗菌作用。常用的化合物有2,2'-亚甲基双(3,4,6-三氯苯酚),2,2'-亚甲基双(4-氯苯酚),2,2'-硫代双(4,6-二氯苯酚),5-氯-2-(2,4-二氯苯氧基)苯酚等。

3. 有机硅季胺盐类化合物

季胺盐基团具有抗菌活性,文献报道了许多这类化合物。这类整理剂中具有代表性的是美国Dowco-rning公司生产的DC-5700抗菌剂,现已广泛应用。这种抗菌剂的有效成份是3-(三甲氧基硅烷基)丙基二甲基十八烷基氯化铵。

4. 杂环化合物

8-羟基喹啉和2-巯基苯并噻唑常用于室外织物的防霉和防腐,但也可应用于制备抗菌纤维织物。含氯或含碘基团取代的8-羟基喹啉很早就应用于制备外科用抗菌纱布。用于棉织物抗微生物整理的试剂还有绕丹宁,取代的三嗪和嘧啶等。1-羟基-2-吡

啶硫酮具有抗细菌和真菌活性。5-一硝基咪喃基-2-一丙烯醛整理的织物具有优良的抗菌、抗真菌和抗酵母菌活性。

5. 其他化合物

除以上提到的制备抗菌纤维与织物常用到的化合物之外,如脲类、胺盐类和醛类化合物也可用于卫生整理。含碘的纤维衍生物可用于制备外科用抗菌纱布。一些抗生素如新霉素、庆大霉素、卡那霉素、多链丝菌素、两性霉素、链霉素等和过渡金属元素一起可用于制备抗菌或抗真菌织物。一些染料如碱性绿4、酞花青有抗菌活性,与金属离子一起整理的织物可产生协同抗菌效果,并能降低成本。日本人还开发了天然植物除臭剂,并用于织物的整理。

四、抗菌剂吸附机理

抗菌剂可通过多种方式与纤维结合,产生持久的抗菌效果。

1. 抗菌剂沉淀于纤维内部

先把抗菌剂配成溶液,再整理纤维或织物,使溶液渗入纤维内部,干燥纤维织物使溶剂挥发,抗菌剂在纤维内部形成沉淀。也可在纺丝浆液中加入抗菌剂,使成型的纤维中含有抗菌剂。这种纤维织物在使用过程中通过缓慢释放抗菌剂达到持久的抗菌效果。典型的例子是双氧水和金属离子(如锌、镉)在水和乙酸溶剂中形成的络合物在纤维内部形成沉淀。

2. 抗菌剂与纤维形成化学键

抗菌剂的活性基团可与纤维的活性基团形成化学键。例如,抗菌剂DC-5700中的活性基团 $[-Si(COC H_3)_3]$ 可与纤维中的活性基团形成化学键,同时这种抗菌剂还可以自身缩聚在纤维表面形成膜,用它整理的织物具有耐洗涤、灭菌率高的特点。再例如,聚乙烯醇用5-一硝基-2-一咪喃基丙烯醛进行缩醛化处理,可得到优良的抗菌纤维(商名Letilan)。

3. 形成络合物

纤维素上的羟基可与某些过渡金属离子螯合,而这些金属离子能和某些抗菌剂络合(或螯合),因此,用过渡金属离子作为中心体能把抗菌剂与纤维结合在一起。例如,具有抗真菌活性的1-羟基-2-吡啶硫酮和某些金属离子如Zr(IV)等整理的纤维织物具有优良的耐久性。抗生素之类的抗菌剂如四环素,土霉素,卡那霉素等大多数可通过这种方法与纤维结合达到持久的抗菌效果。对于没有活性基团的纤维,可先通过改

(上接第41页)

性方法使之含有活性基团，然后再用上述方法处理。

除以上提到的主要方法外，还有接枝共聚法，粘合剂粘合法，离子交换法等多种方法。值得一提的是抗菌剂与纤维的结合方式并不是绝对按照一种方式进行的，只不过某一种方式占优罢了。例如，用锌盐或铅盐的过氧化氢络合物对棉织物进行整理，干燥后除在纤维内部生成过氧化物沉淀外，络合过氧化氢的金属离子可与纤维素上的羟基螯合，同时，过氧化氢可能与羟基以键合的方式形成过氧化物。

五、抗菌试验

抗菌纤维和织物的抗菌活性要通过抗菌试验来检验。根据抗菌活性大小的不同可分为抑菌试验和杀菌试验。根据定量程度，可分为定性试验、半定量试验和定量试验。各种抗菌试验方法在文献中已有评论。两种常用的方法概括如下：

1. 培养基法

这是一种定性的抑菌试验方法，适用于织物。将抗菌织物和参比样制成圆形布块，放在含有某种指定

菌种的培养基中，恒温培养，观察抑菌圈的生长及大小。抑菌圈越大，织物的抗菌活性越高。这种方法是基于纤维中的抗菌剂从纤维中释出进入培养基，使其在织物周围产生抑菌圈。

2. 摇瓶法

这是一种定量的杀菌试验方法。把抗菌纤维或织物放在盛有某种细菌的培养液(缓冲溶液)的锥形瓶中，加塞后摇动，间隔一段时间后，观察培养液中生存下来的细菌数目，灭菌率由下式计算：

$$\text{灭菌率}(\%) = [1 - \text{放样后细菌数} / \text{放样前细菌数}] \times 100$$

六、结束语

抗菌纤维与织物在我国有着广阔的开发和应用前景。抗菌产品与人们的生活及身体健康密切相关，应建立和加强这方面的检测与管理机构。另外，抗菌产品要想赢得市场，除应满足已述条件外，还应使处理方法简单，加工费用低廉，所用化学试剂便宜，且不污染环境。对于以防臭为目的的民用产品，应无色、无味、不损伤纤维材料、不影响织物外观等。