

Intertek

上 海

电话 : 86 21 6120 6060
传真 : 86 21 6485 0559 / 0592
E-mail : textile.shanghai@intertek.com

无 锡

电话 : 86 510 8821 4567
传真 : 86 510 8820 0428
E-mail : consumergoods.wuxi@intertek.com

杭 州

电话 : 86 571 8679 1228
传真 : 86 571 8679 0296
E-mail : consumergoods.hangzhou@intertek.com

宁 波

电话 : 86 574 8818 3650
传真 : 86 574 8818 3657
Email : consumergoods.ningbo@intertek.com

天 津

电话 : 86 22 8371 2202
传真 : 86 22 8371 2205
E-mail : consumergoods.tianjin@intertek.com

青 岛

电话 : 86 532 8099 3788
传真 : 86 532 8099 3799
Email : consumergoods.qingdao@intertek.com

广 州

电话 : 86 20 8396 6868
传真 : 86 20 8222 8135
E-mail : consumergoods.guangzhou@intertek.com

www.intertek.com.cn

全国免费热线 : 800 999 1338

Intertek

天祥技刊

ISSUE. 53 | Oct. 2011 | 纺织品



纺织品抗菌性能测试标准概述

Intertek 常规纺织品抗菌防霉测试项目

实验室常用菌种及其代号



纺织品抗菌性能测试标准概述

Intertek （上海）边 涛 吴海平

普通纺织品在穿着过程中会被来自人体的分泌物和皮脂污染，成为环境微生物良好的营养源和寄生地。当温湿度适宜时，各种细菌和真菌会大量繁殖，产生带有异味的物质或形成菌斑。因此，近年来对具有抗菌防臭效果的抗菌纺织品的需求越来越旺盛。

抗菌纺织品最重要的性能指标是抗菌性，其检测标准中具有代表性且应用较广的是美国染料化学家学会制定的标准AATCC 100 – 2004《纺织品抗菌性能的定量评估》和日本工业标准JIS L 1902:2008《纺织品的抗菌性试验方法及抗菌效果》。国际标准化组织(ISO)也于2007年发布了ISO 20743《抗菌整理纺织品的抗菌性能测定》，标志着一个全球通用的纺织品抗菌性定量试验方法的诞生。新标准适用于织物、填充物、纱线、面料、家居产品和杂货等所有纺织品，并不限抗菌剂种类和抗菌整理方式。该标准的实施有利于促进抗菌纺织品的国际互认。目前，我国也已对抗菌性纺织品提高了关注程度，相继出台了FZ/T 73023 – 2006《抗菌针织品》和GB/T 20944.1–2007、GB/T 20944.2 – 2007及GB/T 20944.3–2008《纺织品抗菌性能的评价》等标准。

以下主要对这些典型的抗菌性能评价标准进行总体评述，有助于加深对标准测试方法的了解，为选用合适的抗菌性能测定方法提供参考。

1 测试菌种

在进行抗菌性能评价的过程中，测试的菌种包括细菌和真菌。菌种的选择必须具有科学性和代表性。日本社团法人纤维评价技术协议会（JTETC）列出了日本标准中与纺织品相关的主要微生物及其产生的影响，见表1。

表1 主要微生物及微生物引起的不良影响

主要微生物		不良影响
细菌	金黄色葡萄球菌 Staphylococcus Aureus	臭气、化脓
	大肠杆菌 Escherichia Coli	臭气、中毒
	绿脓杆菌 Pseudomonas Aeruginosa	化脓
真菌	黑曲霉 Aspergillus Niger	劣化、着色、中毒、过敏
	青霉属 Penicillum	劣化、臭气、中毒、过敏
	枝孢属 Cladosporium	劣化、着色、中毒、过敏
	镰刀菌属 Fusarium	劣化、着色、中毒、过敏
	毛癣菌属 Trichophyton	皮肤病

在不同标准里面推荐测试的菌种有所差异，表2列出了各种试验中所使用的菌种。金黄色葡萄球菌是无芽孢细菌中抵抗力最强的致病菌，可作为革兰氏阳性菌的代表。大肠杆菌和肺炎杆菌，是革兰氏阴性菌的典型代表。其中ASTM E 2149在2001版中使用的菌种为肺炎杆菌，而在2010 版中测试菌种为大肠杆菌，可见标准在修订过程中也有可能变更测试用的菌种。

表2 各种标准中采用的试验菌种

标准	金黄色葡萄球菌	肺炎杆菌	大肠杆菌	绿脓杆菌	耐性黄色葡萄球菌
JIS L 1902 : 2008	√	√	√	√	√
AATCC 100–2004	√	√			
AATCC 147–2004	√	√			
ISO 20743 : 2007	√	√			
ASTM E 2149–2010			√		
FZ/T 73023–2006	√	√	√		
GB/T 20944	√	√	√		
CNS 14945–2005	√	√			

注：表中耐性黄色葡萄球菌只用于特殊用途抗菌织物



在真菌方面，GB/T 20944使用了白色念珠菌。白色念珠菌是人体皮肤黏膜常见的致病性真菌，对药物具有敏感性，具有真菌的特性，菌落酷似细菌但不是细菌又不同于霉菌，易于计数观察，常作为真菌的代表。在防霉测试中，AATCC 30 –2004《耐真菌活性 纺织品材料的评定》琼脂平碟法中使用黑曲霉作为测试菌种。

为考核纺织品是否具有广谱抗菌效果，较合理的选择是按一定的比例，将有代表性的菌种配成混合菌种进行检测，

2 纺织品抗菌性能测试方法和结果评价

纺织品抗菌性能测试方法分为定性测试方法和定量测试方法，其中定量测试方法较为重要。表3列出了国内外主要抗菌防霉性能测试标准概况。

表3 国内外主要抗菌防霉测试标准概况

标准代号	试验方法	定性/定量	适用范围	结果表示方式
AATCC 30–2004	土埋法	定性	适用于接触土壤的纺织品	力损失评价
	琼脂平碟法（刚毛球菌）	定性	适用于不接触土壤的含纤维织物	力损失评价；霉菌生长情况
	琼脂平碟法（黑曲霉菌）	定性	适用于黑曲霉等特定霉菌可能生长的织物	霉菌表面覆盖面积百分比；生长情况
	湿度瓶法	定性	适用于户外使用织物	霉菌表面覆盖面积百分比
AATCC 100–2004	吸收法	定量	适用于明示有抗菌效果的织物	抑菌率（%）
AATCC 147–2004	平板划线法	定性	适用于有抗菌活性的纺织品（要求抗菌剂在琼脂上具有一定扩散性并不含抗菌中和剂）	抑菌圈宽度
ASTM E 2149–2010	振荡法	定量	适用于非溶出型抗菌织物	抑菌率（%）；细菌Log ₁₀ 减少值
JIS L 1902：2008	晕圈法	定性	适用于抗菌剂在琼脂上具有一定扩散性的织物	抑菌圈宽度
	吸收法	定量	适用于消费过程中汗液水分吸收较多的织物	抑菌/杀菌活性值
	转印法	定量	适用于消费过程中汗液水分吸收较少的织物，如白大褂等	细菌Log ₁₀ 减少值
ISO 20645：2004	琼脂平皿扩散法	定性	适用于吸水透气材料或纤维（要求抗菌剂在琼脂上具有一定扩散性）	抑菌带宽度；细菌繁殖情况
ISO 20743：2007	吸收法	定量	适用于所有纺织品，根据用途和使用环境选择最合适方法	抗菌活性值
	转移法	定量		抗菌活性值
	转印法	定量		抗菌活性值
GB/T 20944.1–2007	琼脂平皿扩散法	定性	适用于机织物、针织物、非织造布和其他平面织物	抑菌带宽度；细菌繁殖情况
GB/T 20944.2–2007	吸收法	定量	羽绒、纤维、纱线、织物和制品等各类纺织产品	抑菌值；抑菌率（%）
GB/T 20944.3–2007	振荡法	定量	尤其适用于非溶出型抗菌织物	抑菌率（%）
FZ/T 73023–2006	奎因法	定量	适用于吸水性较好的溶出型或非溶出型抗菌织物	抑菌率（%）
	吸收法	定量	适用于溶出型或吸水性较好的非溶出型抗菌织物	抑菌率（%）
	振荡法	定量	尤其适用于非溶出型抗菌织物	抑菌率（%）
	晕圈法	定性	适用于溶出型抗菌织物，判定试样是否为溶出型抗菌织物	抑菌圈宽度
CNS 14945–2005	吸收法	定量	适用于一般用途纺织品	减菌率（%）



● 2.1 定性测试方法

定性方法主要有晕圈法（琼脂平板法、琼脂平皿扩散法）、平板划线法等。

2.1.1 晕圈法

晕圈法是最常见的定性测试方法，其原理是在琼脂培养基上接种试验菌种后紧贴试样，培养一定时间后，由于抑菌剂不断溶解以致在琼脂中扩散形成抑菌环，通过测量抑菌环的宽度来评价抗菌能力的大小（见图1）。AATCC 90-1982试验法是其典型代表，JIS L 1902:2008、ISO 20645:2004《纺织织物 抗菌活性的测定 琼脂平皿扩散试验》也采用了该方法（见图1），我们国家标准GB/T 20944.1-2007就是参考ISO 20645制定的。FZ/T 73023-2006附录E也是晕圈法，只是与GB和ISO标准的接种方式不同，没有使用接种培养基，而是采用涂抹法接种，用于测试抗菌物质的溶出性。

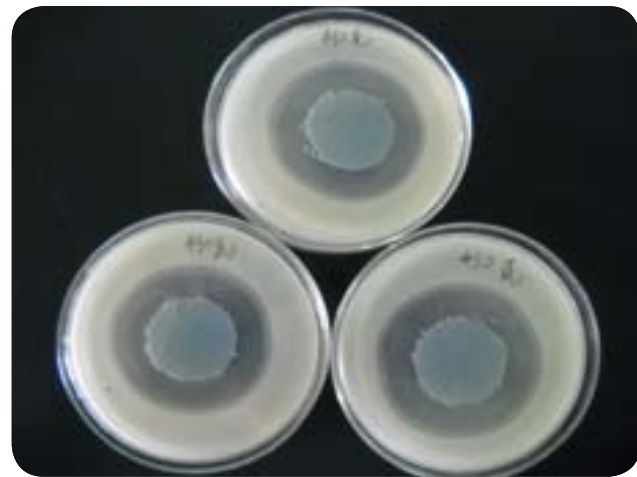


图1 采用ISO 20645:2004 标准测试出现的抑菌环

晕圈法一次能处理大量试样，操作较简单，出结果的时间短。但基于抗菌剂离开纤维进入培养皿的活性，因此此法适用于溶出型抗菌织物，不适用于非溶出型和耐洗涤的抗菌织物。其抑菌环宽度也不能作为抗菌活力的定量评定依据。FZ/T 73023-2006提出了溶出型和非溶出型抗菌织物的判定标准，即进行一次标准洗涤后测试，抑菌圈宽度 $D > 1\text{ mm}$ ，可判定为溶出型抗菌织物，反之则为非溶出型抗菌织物，这也对方法的选择提供了依据。

这上述几种方法中，ISO 20645-2004和 GB/T 20944.1-2007是根据细菌繁殖的多少和抑菌带的宽度对抗菌效果进行评价，规定了抗菌效果评价标准。但ISO 20645-2004根据

抑菌圈和菌落生长情况分为三个等级，分别为效果好、效果有限及效果不明显，而GB/T 20944.1 - 2007则分为效果好和效果较好两个等级。另外，几个防霉的测试方法也与该法类似，如AATCC 30 - 2004、BS EN 14119 : 2003、JIS Z 2911 : 2010、GB/T 24346 - 2009。只是在评价的时候除了考虑抑菌圈，还根据霉菌在样品表面的覆盖面积百分比来进行分级，而这几个标准对结果的描述和评价标准并不一致。AATCC 30 - 2004中分为三个等级：无增长、微观增长及宏观增长；BS EN 14119 : 2003根据霉菌生长情况从0到5分为6个级别；JIS Z2911 : 2010中把结果分为0、1、2三个等级；GB/T 24346 - 2009根据霉菌覆盖面积从0到4共划分了5个不同的防霉等级。可见，各个国家之间对晕圈法测试结果的评价标准并不一致。

2.1.2 平板划线法

代表平板划线法的典型标准是AATCC 147 - 2004《纺织品的抗菌性：平行划线法》，该法是用接种环提取接种菌液于营养琼脂平板上划五条平行的条纹，然后将样品垂直贴于平行条纹上，在一定条件下培养一定时间后，检查琼脂表面沿条纹部位由于细菌繁殖中断而出现的抑菌区（见图2）。此法是用与样品接触的条纹周围的抑菌区的宽度来表征织物的抗菌能力。标准同时要求有抗菌效果的样品与琼脂接触面应无菌落的生长。



图2 采用AATCC 147-2004 标准测试出现的有抑菌区（左）和无抑菌区（右）

平行划线法是一种较快且易操作的定性方法，能够确定处理纺织品的可分散性（溶出型）抗菌剂的抗菌活性。尽管标准中规定了用抑菌区的宽度评价抗菌效果，但它不能作为抗菌活力的定量评定依据。抑菌区域的宽度与纺织品抗菌剂的扩散性有关。因此对于非溶出型抗菌纺织品，显然该法并不合适。



● 2.2 定量测定方法

定量方法主要有奎因法、吸收法、振荡法、转移法、转印法等，其中比较常用的方法为吸收法和振荡法。

2.2.1 奎因法

奎因测试法（Quinn Test）的基本方法是将试验菌液接种于织物上，再覆盖以半固体琼脂培养基，在一定条件下培养一段时间后，观察织物上的菌落数，计算出抑菌率。该方法是世界上第一个测试织物抗菌能力的定量测试方法，是一种比较简易和快速的测定方法，可用于细菌及部分真菌检测。研究人员发现在观察计数菌落的步骤中，生长在织物上被半固体琼脂培养基覆盖的菌落不清晰，特别是生长在浅色抗菌织物上的菌落与下面的织物不能形成较大反差，给准确计数菌落带来一定困难。

FZ/T 73023 - 2006对奎因法进行了改良，在配制半固体培养基时加入了染色剂，经改良的奎因法使生长于半固体培养基中的菌落呈红色，更易于观察，并提高了抗菌性能检测结果的准确性和可靠性。此法适用于吸水性较好且颜色较浅的溶出型或非溶出型抗菌织物。同时该标准根据抑菌率大小将针织品的抗菌级别分为A级、AA级和AAA级。只是该分级方式同时适用于标准中三种不同的定量方法，引起了一定的争议。



2.2.2 吸收法

菌液吸收法是将抗菌加工布样及未经抗菌加工的对照布样定量吸收一定浓度微生物菌悬液，进行“0”接触时间立即洗脱以及规定的条件下培养一段时间后的洗脱，对洗脱液进行微生物平板计数，分别计算残留在样品上的微生物数量，从而获得抗菌织物的抑菌率或抑菌值，以此评价试样的

抗菌效果。菌液吸收法适用于溶出型抗菌织物，或吸水性较好且洗涤次数较少的非溶出型抗菌织物。吸收法的优点是定量、准确、客观，是目前国际上常用的定量检测方法。缺点是操作相对繁琐，一次不能处理大量检测样，出结果时间长，费用高。



目前美国AATCC 100 - 2004、日本JIS L 1902 : 2008、国际标准ISO 20743: 2007、国内标准GB/T 20944.2 - 2007和FZ/T 73023 - 2006附录D及台湾地区CNS 14945 - 2005《一般用途抗菌纺织品性能评估》都采用了该方法进行定量测定。其中AATCC 100方法发展较早，一些现有标准已在其基础上进行了一定的改良。AATCC 100用百分率表示抗菌活性的相对结果，易于被人理解，但由于菌液用几何级数方式稀释，抗菌活性用百分率表示，致使纺织品抗菌性的高低与最终计算出的百分率并不成平行的正比关系，并且它得出来的数据，只有在高百分比（90%以上）或极低（接近0）时才能出现较好的重复性。JIS L 1902 : 2008采用对数值来计算抑菌活性值和杀菌活性值，并以此表示抗菌活性，消除了稀释细菌的几何级的影响。

结果评价方面，国内标准GB/T 20944.2 - 2007规定当抑菌值 ≥ 1 或抑菌率 $\geq 90\%$ ，样品具有抗菌效果。当抑菌值 ≥ 2 或抑菌率 $\geq 99\%$ ，样品具有良好的抗菌效果。而JTETC抗菌织物的认证标准规定，按JIS L 1902测定得到的S（抑菌值） ≥ 2.2 ，是通过认证的条件之一。

2.2.3 振荡法

振荡法是将试样与对照样分别装入一定浓度的试验菌液的三角烧瓶中，在规定的温度下振荡一定时间，测定三角烧瓶内菌液在振荡前及振荡一定时间后的活菌浓度，计算抑菌率，以此评价试样的抗菌效果。此方法对试样的吸水性要求不高，纤维状、粉末状、有毛或羽的衣服、凹凸不平的织物等任意形状的试样都能测试。



ASTM E 2149 – 2010采用了该方法，并指明溶出型抗菌织物不适合该方法，它规定了两种检测方法用来判定样品是否为溶出型的织物，一种方法是依据AATCC 147– 2004对样品进行检测，如存在抑菌圈则认为试样为溶出型。另一种方法为直接添加菌悬液至样品溶液，“0”时洗脱和振荡1 h±5 min后洗脱，并计数，如发现抑菌活性则认为试样含溶出型抑菌剂。采用该定量测试方法的还有GB/T 20944.3 – 2008和FZ/T 73023 – 2006附录D。但这几个标准中振荡条件又有所不同，ASTM E2149 –2010 中振荡条件为以最大振速振荡1 h±5 min，但未规定具体振速和温度；在GB/T 20944.3 – 2008和FZ/T 73023 – 2006中振荡条件为24 ℃±1 ℃下以150 r/min振荡18 h。



结果评价方面，国内标准GB/T 20944.3 – 2008规定对金黄色葡萄球菌及大肠杆菌的抑菌率≥70 %，或对白色念珠菌的抑菌率≥60 %，样品具有抗菌效果。FZ/T 73023 – 2006也规定了抗菌的等级，但是三个级别对金黄色葡萄球菌的抑菌率均要求洗后80 %以上（A级10次水洗后抑菌率应99 %及以上），可见对抗菌等级的划分及抗菌率的要求，不同标准之间并不一致，这也给判定织物的抗菌效果带来了一定的困扰。

2.2.4 转移法和转印法

ISO 20743：2007中提出了一种新的定量测定方法转移法（Transfer Method）。该法是将菌液接种到琼脂培养基表面，然后再将三个对照样和三个测试样也置于培养基上，施加一定力(200 g)，作用1 min，将菌种转移到试样上，分别立即洗脱和培养后洗脱，以抗菌活性值来表示织物的抗菌性能。活性的计算与ISO 20743：2007中的吸收法一致。

ISO 20743:2007中还提到了转印法（Printing Method），其原理同转移法。转印法将测试菌和营养肉汤一起通过滤膜过滤，然后将调湿后的测试样放在沾有测试菌的滤膜上，在试样上施加一定的力（17 kg），将测试菌转

印到试样上，分别立即洗脱和培养后洗脱，以抗菌活性值定量评价抗菌性能。但与ISO 20743中吸收法和转移法活性值计算不同，该方法不用分别计算抗菌样和控制样的生长值，而是直接比较两者培养后洗脱的测试菌生长情况。该方法适用于评估消费过程中较不会发生汗液和水分的制品。JIS L 1902：2008也介绍了转印法，原理和过程与ISO 20743：2007的方法类似。

3 抗菌织物的安全性

以上标准规定了纺织品抗菌性能的定性或定量测定方法，但绝大部分标准中并没有提到抗菌产品的安全性评价。事实上，片面强调产品的抑菌效果，有可能导致抗菌物质的误用或滥用，从而对人体的健康安全带来威胁。

日本JTETC抗菌织物的认证标准对抗菌产品的安全性提出了要求。首先，不得使用禁用的化学物质，所有抗菌物质的使用均需遵循现有的法律法规；其次，对抗菌物质必须进行安全测试，测试内容包括：急性口服毒性、致突变性、皮肤刺激性、皮肤致敏性等。最后，要求对成品进行斑贴测试，斑贴测试时使用的抗菌物质浓度应高于实际使用的最高浓度。值得注意的是，国内标准FZ/T 73023 – 2006已经把类似安全性要求写入了标准中，同时，该标准还规定了抗菌纺织品所应用的抗菌物质的溶出性指标，即抗菌织物洗涤一次后，抑菌圈宽度D ≤5 mm。这条规定，一方面能防止生产厂商在生产过程中为追求耐洗涤次数而大量使用抗菌物质带来的潜在危害，另一方面，在进行晕圈法测试的时候，对抑菌效果的评价有了一个更科学合理的范围和标准，为纺织品的安全性提供了判定依据。

4 结束语

在抗菌纤维及其相关纺织产品的开发中，抗菌效果的检测十分重要。它不仅是抗菌剂选择的依据，也是评价抗菌产品性能的主要指标。从以上测试方法的分析讨论可以看出，各种不同检测方法有不同的结果表达，结果之间没有严格的可比性，各个国家和地区之间对抗菌性能结果的评价标准也不尽相同，同时每个测试方法也都有一定的局限性。因此，如何根据抗菌产品的类别和性能，合理地选择相应的抗菌检测方法就显得尤为重要。Intertek



Intertek常规纺织品抗菌防霉测试项目

标准代号	试验方法	试验结果	测试价格 (RMB/菌)	测试时间 (工作日)	样品数量 (cm)
AATCC 30–2004	琼脂平碟法 (黑曲霉菌)	定性	1200	15	50×50
AATCC 100–2004	吸收法	定量	900	5	70×70
AATCC 147–2004	平板划线法	定性	400	5	50×50
ASTM E 2149–10	振荡法	定量	900	5	50×50
JIS L 1902：2008	晕圈法	定性	400	5	50×50
	吸收法	定量	900	5	70×70
ISO 20645：2004	琼脂平皿扩散法	定性	400	5	50×50
ISO 20743：2007	吸收法	定量	900	5	70×70
GB/T 20944.1–2007	琼脂平皿扩散法	定性	400	5	50×50
GB/T 20944.2–2007	吸收法	定量	900	5	70×70
GB/T 20944.3–2008	振荡法	定量	900	5	50×50
FZ/T 73023–2006	吸收法	定量	900	5	70×70
	振荡法	定量	900	5	50×50
CNS 14945–2005	吸收法	定量	900	5	70×70

实验室常用菌种及其代号

微生物			菌种号
细菌	金黄色葡萄球菌	Staphylococcus Aureus	ATCC 6538
	大肠杆菌	Escherichia Coli	ATCC 11229, ATCC 8739, ATCC 25922
	绿脓杆菌	Pseudomonas Aeruginosa	ATCC 15442, ATCC 9027
	肺炎克雷伯氏菌	Klebsiella Pneumoniae	ATCC 4352, ATCC 10031
真菌	白色念珠菌	Candida Albicans	ATCC 10231
	黑曲霉	Aspergillus Niger	ATCC 6275, ATCC 16404
	出芽短梗霉菌	Aureobasidium Pullulans	ATCC 15233
	球毛壳菌	Chaetomium globosum	ATCC 6205
	嗜松青霉	Penicillium Pinophilum	ATCC 11797
	绿色胶霉	Gliocladium Virens	ATCC 9645