

# 抗菌床品白皮书

(2021 版)

共同编制：中关村汇智抗菌新材料产业技术创新联盟

全国卫生产业企业管理协会抗菌产业分会

江苏宝缦家纺科技有限公司

出版时间：2021 年 10 月

# 提纲

## 1. 床上用品

### 1.1 床上用品

- 1) 床上用品的定义
- 2) 床上用品的演化史

### 1.2 床上用品的发展现状

- 1) 消费者的需求研究
- 2) 健康功能开发方向分析
- 3) 存在的问题

### 1.3 床上用品的微生物风险识别

- 1) 微生物介绍
- 2) 微生物风险研究
- 3) 床上用品的微生物风险识别

### 1.4 床上用品的微生物风险控制策略

- 1) 微生物风险的传播路径
- 2) 微生物风险控制策略

## 2. 抗菌技术在床上用品的应用

### 2.1 抗菌

- 1) 抗菌的定义
- 2) 抗菌功能的实现
- 3) 抗菌的应用历史

4) 抗菌床上用品的发展历程

## 2.2 床上用品抗菌功能的实现

1) 抗菌功能的规划

2) 抗菌技术路线的选择

3) 抗菌材料和供应商的筛选

4) 抗菌的生产工艺及质量控制

## 2.3 床上用品抗菌性能的评价

1) 标准体系

2) 性能评价

## 2.4 关注床上用品的卫生安全性能

1) 安全理念

2) 标准体系

3) 技术要求

## 2.5 抗菌技术在床上用品的应用状况

# 3. 床上用品的抗菌应用实践

## 3.1 宝缦家纺在床上用品的抗菌应用方面的探索

## 3.2 宝缦家纺的抗菌床上用品介绍

# 4. 发展趋势和展望

## 4.1 新冠疫情下的全民生物素养的觉醒

## 4.2 健康中国建设国家战略下的产业涌动

# 1. 床上用品

## 1.1 床上用品

### 1) 床上用品的定义

家用纺织品是纺织品工业的三大终端产业之一。根据 GB/T 38414-2019《家用纺织品分类》，家用纺织品（home textile）是指用于家庭及特定场所（如宾馆、剧场、休闲场所、交通工具等）的纺织用品。它通常区别于服装用纺织品和产业用纺织品，包括床上用品、毛巾、布艺制品、地毯、厨卫用纺织品等。

床上用品是家用纺织品行业中的一个细分品类。根据 GB/T 38414-2019《家用纺织品分类》，床上用品（bedding）是指用于遮盖、保暖、装饰、防护等用途的床上用纺织品，包括：

- a) 床单 (sheet);
- b) 床笠 (fitted sheet);
- c) 被/被芯 (quilt);
- d) 被套 (bed bag);
- e) 被面 (quilt cover);
- f) 床罩 (bedcover);
- g) 毯 (blanket);
- h) 枕/枕芯 (pillow/pillow core);
- i) 枕套 (pillow case);
- j) 枕巾 (pillow towel);
- k) 毛巾被 (towel blanket);
- l) 床旗 (bed runner);
- m) 褥/褥垫 (mattress);

- n) 席 (mat);
- o) 睡袋 (sleeping bag);
- p) 蚊帐 (mosquito net);
- q) 其他床上用品 (other bedding)

## 2) 床上用品的演化史

人类在 20 多万年前就开始使用草制被褥。考古学家在南非勒邦波山脉的边界洞穴中发现了这些厚达一英尺的草制被褥化石，之后用扫描电镜和红外光谱鉴定发现，这些被褥中除了阔叶草，还有燃烧过的樟脑灌木痕迹——这是一种至今仍被东非农村地区用作驱虫剂的灌木。研究还发现，这些被褥被放置在了火山灰上。研究人员认为，这些洞穴居住者可能会定期焚烧用过的被褥，并用新鲜植物加以替代，然后用这些火山灰阻断爬行昆虫。

之后，人类陆续使用草、兽皮、棉花、羊毛等直接可以从大自然获取的物品作为床上用品，以满足睡眠所需。比如将动物的毛皮当作简易的被子，用树枝干草铺在一起作为褥子。

15 世纪，欧洲开始出现人工制作的床上用品。因为昂贵，当时这些手工制作的床上用品更多的是被当作艺术品来欣赏，仅有少数富有的家庭才使用得起，而且当时床上用品的颜色多以白色为主。

16 世纪，荷兰人为床上用品制定出了使用的规则。按照荷兰人制定的规则，当时一张床应配备三张床单、六个枕头及枕套。其中，一张床单需放在床垫上，而另外一张床单需缝制在被子下面。按照当时规定，枕头也是要制作成不同规格的。

18 世纪，俄罗斯人开始将床上用品作为可以传代的嫁妆使用。在当时，床上用品仍是手工制作，因此制作出的每一套床上用品都是

独一无二的。可惜的是，将床上用品作为传代的嫁妆这种传统在苏联时代的时候遗失了。

19 世纪，法国和意大利时装公司发明了床上用品套件组合。而在包括俄罗斯在内的欧洲国家开始用机器刺绣、绘画和进行彩色印刷。当时，在材质方面，欧洲以棉布和绸缎为主，美国以薄府绸为主，英国以亚麻布为主。而当时床上用品最知名的品牌是意大利的 Frette 品牌。它用特定产区的长绒棉和最优质的丝、麻、毛作为材料，用独有的一套提花工艺进行生产。生产出的床上用品从 1899 年起开始为伦敦最负盛名的酒店 The Ritz 所用。而大家所熟知的泰坦尼克号轮船和东方列车的豪华套间，使用的也是 Frette 品牌的床上用品。

第二次世界大战后，在极简主义思潮的影响下，床上用品的件数得以减少，逐渐简化为一张床单、一条被子和一个枕头。在这个时候，昂贵的巴蒂斯塔和大马士革印花棉布和印花布不再受宠，取而代之的流行趋势是印花。越来越多的人开始喜欢具有明亮而丰富色彩和花型的床上用品。

## 1.2 床上用品的发展现状

### 1) 消费者需求研究

消费者需求研究即是挖掘消费者真实的需求和偏好。对床上用品的消费者需求进行研究，有助于企业更深入的洞察消费者心理，更好地理解消费者的需要和欲望，从而为产品定位、研发设计和宣传推广提供决策依据。

当今，消费者对于床上用品的需求可以概括为以下四大方向：崇尚个性化、追求舒适性、青睐健康功能、关注智能化。

#### (1) 崇尚个性化

作为室内软装饰的重要组成部分，床上用品目前已经越来越受到消费者的重视。很多消费者已经将床上用品与窗帘、餐桌布、毛巾、布艺家具等一道，作为室内软装饰的设计因素，在风格、色彩、材质等方面，呈现出明显的个性化态势。消费者会根据个人的兴趣和爱好，选择品牌、颜色、款式、材质、功能等符合其个人审美情趣的床上用品。

### **(2) 追求舒适性**

科技发展带动床上用品趋向高性能化。而消费者对于床上用品的需求，开始从有的用向追求舒适性转变。舒适性的床上用品有助于消费者将一天的疲劳消除，进而有一个高质量的睡眠。而透气、除湿、防潮、排汗、速干、保暖、防皱、防弹、抗静电、抗紫外线等高科技，已经被作为床上用品舒适性的研究方向而在产业中得到广泛应用。

### **(3) 青睐健康功能**

社会经济的发展，在有效提升人们物质生活水平的时候，也使社会公众的健康意识得以觉醒。由此，越来越多的消费者在购买床上用品时，在注意色彩、款式的同时，还会关注床上用品的健康功能。而具有安神助眠功能，具有头部、颈部和腰部保健功能，以及具有抗菌防螨功能等的床上用品，因为能够有助于提升消费者的健康水准而受到消费者的青睐。

### **(4) 关注智能化**

人工智能技术的快速发展，使其在床上用品的应用已经成为可能。当前，一些具有人工智能的床上用品就被开发出来，比如具有智

能调温功能的床上用品，具有睡眠状态监测以及睡眠质量评估等功能的床上用品，并日渐开始受到消费者的关注。

## 2) 健康功能开发方向分析

消费者需求是产品开发的导向。健康作为消费者的一个显性诉求，已经成为当前床上用品开发的重要方向。目前，床上用品行业对于健康功能的探索主要在于以下三个方面：

### (1) 具有安神助眠功能的床上用品

睡眠是一种生理需要。可是，随着生活节奏的加快和生活压力的增大，现代人的睡眠质量却是越来越差。

作为肩负保障消费者睡眠质量重要职责的床上用品，开发助眠功能，是床上用品功能归真的重要体现，可以通过帮助消费者提升睡眠质量，解决消费者“有一个好的睡眠”的刚需。

### (2) 具有头部、颈椎和腰部保健功能的床上用品

因为长时间处于紧张状态，很多消费者存在各种各样的头部、颈部和腰部问题。

开发具有头部、颈椎和腰部保健功能的床上用品，使因为在白天高强度工作而极度疲惫的头部、颈部和腰部得到放松，也是保证消费者能有一个高质量睡眠的重要方式。

### (3) 具有抗菌防螨功能的床上用品

作为卧室这一睡眠微系统中直接与人体接触的部品，床上用品的卫生干净与否，将在一定程度上直接决定消费者的睡眠质量和身体健康。遗憾的是，因为具备微生物滋生繁殖的有利条件，细菌、真菌、

病毒等各类微生物，以及螨虫等有机会在床上用品上大量滋生繁殖，从而使消费者在睡眠时面临微生物侵袭的风险。

抗菌防螨功能因此而得以为床上用品所关注，并成为床上用品开发的一个重要方向。尤其是新冠疫情的发生，具有抗菌防螨功能的床上用品开始受到消费者关注，有望成为床上用品最有潜力的产品品类。

### **3) 存在的问题**

尽管当前床上用品存在巨大发展空间和市场容量，但也存在不少问题。比如：

#### **(1) 行业集中度低，区域发展差距大**

尽管在广东、浙江、江苏、山东等地已经出现了床上用品专业市场，但当前国内床上用品行业集中度仍然比较低，区域之间发展差距巨大。

#### **(2) 品牌集中度低，竞争格局分散**

目前国内有上万家床上用品企业，但多为小企业，全国规模以上企业仅约千家，“中国名牌产品”和“中国驰名商标”更是少的可怜。而能算得上全国性品牌的，也仅有罗莱、水星家纺、富安娜、梦洁等区区几家，更多的是区域性品牌，竞争格局非常分散。

#### **(3) 功能性床上用品认知度高，但信任度低**

当前，功能性已经成为大多数床上用品的标配，只是不同品牌的床上用品推出的功能不一样而已。

这些功能在消费者中的认知度很高，但因为这些功能大多看不见、摸不着的，再加上市场商业诚信度偏低，在消费者中的信任度却普遍比较低。

### 1.3 床上用品的微生物风险识别

#### 1) 微生物介绍

微生物是存在于自然界的一大群体形微小、结构简单、肉眼直接看不见或看不清，必须借助光学显微镜或电子显微镜放大数百倍、数千倍，甚至数万倍才能观察到的微小生物。

微生物具有形体微小、繁殖速度快、种类繁多、分布广泛等四个典型特点。

##### (1) 形体微小

微生物的个体极其微小，一般以微米或纳米作为测量单位。比如杆菌，宽约 0.5 微米（80 个“肩并肩”排成横队仅一根头发丝宽）、长约 2 微米（1500 个头尾衔接仅有一颗芝麻长）。通常病毒直径约为 0.1 微米，球菌直径约为 1.0 微米，杆菌长约 1-3 微米、宽约 0.3-0.5 微米。当然，不同种类微生物大小很不一致。同一种微生物因菌龄和环境因素影响也会产生大小差异。

##### (2) 繁殖速度快

微生物的繁殖速度极快。比如大肠杆菌，在温度、湿度和营养条件充分的情况下，12.5-20 分钟繁殖一代，每小时繁殖 3 代（由 1 个变成 8 个），24 小时繁殖 72 代，到 48 小时会变成  $2.2 \times 10^{43}$  个（重量约等于 4000 个地球的重量）。当然，由于条件限制，细菌数量的翻番

一般只能维持几个小时，不会无限制繁殖。尽管如此，它的繁殖速度仍比高等生物高出千万倍。

表 1：部分微生物的代时和每日增殖率

微生物名称	代时	每日分裂次数	温度 (°C)	每日增殖率
乳酸菌	38 分	38	25	$2.7 \times 10^{11}$
大肠杆菌	18 分	80	37	$1.2 \times 10^{24}$
根瘤菌	110 分	13	25	$8.2 \times 10^3$
枯草杆菌	31 分	46	30	$7.0 \times 10^{13}$
光合细菌	144 分	10	30	$1.0 \times 10^3$

### (3) 种类繁多

迄今为止，人类已经发现超过 10 万种微生物。而这仅占地球上实际存在的微生物总种数的很少一部分。

表 2：微生物的已知种数和估计总种数

类群	已知种数	估计总种数	已知种百分数 (%)
病毒	5000	130000	4
细菌	4760	40000	12
真菌	72000	1500000	5

### (4) 分布广泛

微生物不仅会分布在江河、湖泊、海洋、土壤、矿层、空气中，在冰川、火山、深海、地底等“生命禁区”中也会分布有嗜热、嗜冷、嗜酸、嗜碱、嗜盐、嗜压、嗜金、抗辐射、耐干燥和极端厌氧等多种类型的极端微生物。

在人类、动物和植物的体表，以及人类和动物与外界相通的呼吸道、消化道等腔道中也分布有种类繁多的微生物。研究显示，一个健康成人由约  $10^{13}$  个动物细胞组成，但在其体表和腔道中定植的正常菌

群数量却高达  $10^{14}$  个，重量约为 1271 克（肠道约 1000 克，皮肤约 200 克，口腔、上呼吸道和阴道各约占 20 克，鼻腔约 10 克、眼部约 1 克）。

表 3：人体不同部位常见的菌种

部位	常见菌种
皮肤	表皮葡萄球菌、类白喉杆菌、绿脓杆菌、耻垢杆菌等
口腔	链球菌（甲型或乙型）、乳酸杆菌、螺旋体、梭形杆菌、白色念球菌、表皮葡萄球菌、肺炎球菌、奈瑟氏球菌、类白喉杆菌等
胃	正常一般无菌
肠道	类杆菌、双歧杆菌、大肠杆菌、厌氧性链球菌、粪链球菌、葡萄球菌、白色念球菌、乳酸杆菌、变形杆菌、破伤风杆菌、产气荚膜杆菌等
鼻咽腔	甲型链球菌、奈氏球菌、肺炎球菌、流感杆菌、乙型链球菌、葡萄球菌、绿脓杆菌、大肠杆菌、变形杆菌等
眼结膜	表皮葡萄球菌、结膜干燥杆菌、类白喉杆菌等
阴道	乳酸杆菌、白色念球菌、类白喉杆菌、大肠杆菌等
尿道	表皮葡萄球菌、类白喉杆菌、耻垢杆菌等

## 2) 微生物风险研究

绝大多数对人类和动物、植物是有益的，而且有些是必需的。只有少数微生物引起人类和动植物的病害，这类微生物称为病原微生物。有些微生物在正常情况下不致病，只是在特定情况下导致疾病，这类微生物称为条件致病菌。如一般大肠埃希菌在肠道不致病，在泌尿道或腹腔中就引起感染，在血液中就会引起败血症。

研究显示，跟人类相关的常见病原微生物主要有 12 类。

表 4：病原微生物的类型

序号	类别
1	球菌（如葡萄球菌属、链球菌属、肠球菌属、奈瑟菌属等）
2	肠杆菌科（如伤寒沙门菌、志贺菌、鼠疫耶尔森菌等）

序号	类别
3	弧菌属（如霍乱弧菌、副溶血性弧菌等）
4	幽门螺杆菌
5	结核分歧杆菌
6	真菌（如全身性真菌病、皮下真菌病、浅部真菌病等）
7	呼吸道病毒（如流感病毒、副流感病毒、呼吸道合胞病毒感染、麻疹病毒、腮腺炎病毒、尼派病毒、人偏肺病毒、鼻病毒、冠状病毒、风疹病毒、腺病毒、呼肠病毒等）
8	肠道病毒（如脊髓灰质炎病毒、柯萨奇病毒等）
9	肝炎病毒（如甲型肝炎病毒、乙型肝炎病毒、丙型肝炎病毒、丁型肝炎病毒、戊型肝炎病毒等）
10	虫媒病毒（如乙型脑炎病毒、森林脑炎病毒、登革热病毒、克里米亚-刚果除邪热病毒等）
11	疱疹病毒（如单纯疱疹病毒、水痘-带状疱疹病毒、EB 病毒等）
12	其他病毒（如人类免疫缺陷病毒、狂犬病毒、人乳头瘤病毒等）

一旦条件适合，这些病原微生物会大量滋生繁殖，并经合适传播途径侵入机体，形成感染，从而给人类社会造成巨大的危害。

### （1）频繁引发各种公共卫生事件

截至目前，新型冠状病毒肺炎疫情至今仍在全球肆虐，并已导致超过 2.3 亿人感染，近 500 万人死亡。而在几千年来，天花病毒、鼠疫耶尔森菌、霍乱病毒、流感病毒、伤寒沙门菌、汉坦病毒、狂犬病毒、登革热病毒、艾滋病毒、SARS 病毒、MERS 病毒等引发的各种烈性传染病传播，导致了数以亿计的人类死亡。

表 5：病原微生物及其危害举例

病原微生物	危害
天花	人类在 3000 年前遭遇这种烈性传染病，至少造成 1 亿人死亡，另

病原微生物	危害
	有 2 亿人失明或留下终生疤痕
鼠疫	有记录的第一次大流行始于公元 6 世纪，在近东地中海沿岸流行近 60 年，死亡近 1 亿人。最恐怖的第二次大流行（黑死病），1348-1353 年在欧洲夺走 2500 万人性命（另一说为 6200 万），占当时欧洲总人口的 1/3。
流感	有记录的第一次大流感 1510 年发生在英国。最致命的是席卷全球的 1918-1919 年西班牙流感（甲型 H1N1），造成全球约 10 亿人感染，约 2000-5000 万人丧生，而当时全球总人口仅为 17 亿。

## （2）在日常生活中会导致冰箱综合征、空调病、大楼综合征等各种“现代病”

### ▪冰箱综合征

冰箱综合征是由李斯特菌等嗜冷菌引发的各种食源性疾病。2011 年，美国因为甜瓜污染单增李斯特菌，导致波及全国的疾病爆发。最后共导致 147 人生病，33 人死亡，另有 1 名孕妇流产。这是美国历史上最严重的一次食源性疾病爆发。

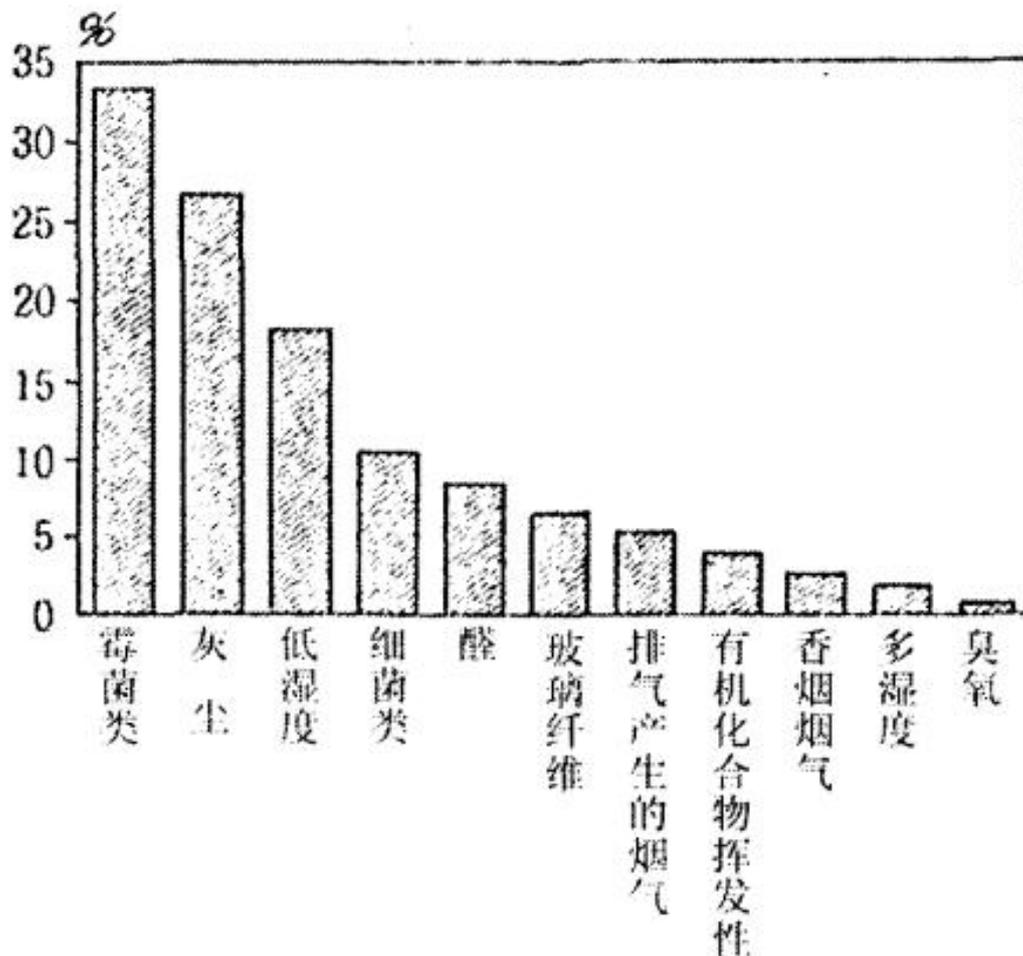
### ▪空调病

空调病是因为军团菌等引发的各种呼吸道疾病。1976 年，有近 200 多位代表在参加了美国费城某宾馆举行的退伍军人大会后相继出现了发热、寒战、咳嗽、胸痛、呼吸困难、腹泻等症状，同时居住在宾馆附近的居民也出现了相同症状。当时因病因不详而无法及时医治，最终导致 221 人发病，34 人死亡，死亡率高达 15%。此次疫情的罪魁祸首就是军团菌。

### ▪大楼综合征

一项针对美国办公大楼内工作人员进行的调查研究显示，工作人员在办公室内有眼睛模糊、呼吸和鼻子不适、疲劳、头疼等症状，而从办公室出来后上述症状变得像没有一样，他们将其称为大楼综合症。而产生此大楼综合症的原因中，40%以上是微生物。

图 1：大楼综合症原因分析



### (3) 导致大量人口死亡

根据世界卫生组织（WHO）统计，每年因全球因病菌导致的死亡人口超过 1700 万，约占每年全球死亡人口数量的 1/3。截止当前的肆虐全球的新冠病毒已造成近 500 万人死亡。

### (4) 会对所接触的物品造成危害

不仅如此，有些病原微生物还会使工业产品、农副产品和生活用品发生腐蚀和霉烂等。

在家庭中，人们经常会看到瓷砖缝隙变黑，面盆和马桶的玻璃胶颜色变深变黑，甚至气味也变得难闻起来，这些现象都是微生物大量繁殖的结果。这些颜色和气味的出现，不仅会影响人们的感官，还会大大减少这些长霉部位的产品的使用寿命。

### 3) 床上用品的微生物风险识别

人的一生有 1/3 的时间在睡眠中度过，而床上用品是人们睡眠的必需用品。因此床上用品干净卫生与否，不仅关系到睡眠者的睡眠质量，还会直接关系到睡眠者的健康状况。

#### (1) 床上用品存在微生物污染

那床上用品是否真的干净呢？答案是否定的。

加拿大广播公司(CBC)《市场》调查栏目曾针对速 8、喜来登以及假日酒店等 6 大连锁酒店的 54 个房间开展一项针对酒店用品的大规模调查。通过对顾客接触频率最高的 810 件物品进行 7000 多次取样测试后发现，床上用品、浴室水龙头和遥控器等酒店用品都有细菌污染，严重威胁到住客的健康。这其中以床上用品为最脏，几乎一半调查到的床上用品都存在细菌超标情况。据悉，该项调查涵盖了加拿大境内的经济型酒店速 8、伊克诺(Econo Lodge)，中档酒店贝斯特韦斯特(Best Western)、假日酒店(Holiday Inn)以及豪华酒店费尔蒙(Fairmont)和喜来登。

来自国内的研究同样印证了这个问题。

2018年，某沿海城市对旅店、宾馆和招待所客房床上纺织用品的微生物污染状况进行了研究，发现使用后的床上用品细菌总数超标严重，综合不合格率超过38%，其中床单和被套的不合格率双双超过55%，（床单的不合格率高达65%，大肠菌群检出率高达60%）。

根据2011年4月—10月对大连市部分医疗机构病房床上用品额采样监测，不同管理方式的床上用品的污染程度不同。经过清洗消毒的床单、被套、枕套的合格率为74.08%，细菌平均污染菌落数为26cfu/cm<sup>2</sup>；未采取任何清洗消毒处理的被芯、褥芯、枕芯的污染十分严重，平均污染菌落数为48000cfu/g。

## （2）床上用品微生物污染原因分析

为什么床上用品会这么脏？这是因为床上用品具备温度、湿度和营养物质等微生物滋生繁殖的有利条件。一是床上用品会为微生物滋生繁殖提供适宜的温度，尤其是人在睡眠的时候。二是湿度充分。研究发现，每晚睡觉，人体大概会排出200ml左右的汗液，尤其是夜间容易出冷汗的人群，排汗量更大。据此测算，一个普通人一年在床上会生成约200斤汗水。另外，有些人在睡觉时还会流口水，这些口水也会残留到床上用品。甚至人体尿液也会残留到床上用品，所以床上用品会一直处于潮湿状态。三是营养物质丰富。人体新陈代谢，会自动脱落皮屑。研究发现，一个成年人平均每天可以掉落0.5-1.0g皮屑。秋季干燥，皮肤缺水，皮屑量更大、也更易脱落。而头皮会分泌汗液、油脂、皮屑等。阴道和肛门会有分泌物。这些人体脱落物和分泌物都会沾染到床上用品。另外，喜欢化妆的人则会将各种化妆品（油

和乳霜) 沾染到床上用品, 喜欢在床上吃零食的消费者会将食物碎屑掉落到床上用品, 喜欢养宠物的消费者会因为放任宠物爬上床而将宠物的毛发及其携带的污染物掉落到床上用品。

美国纽约大学医学院的微生物学家和病理学家菲利普提尔诺研究发现, 床单上会有真菌孢子、细菌、动物皮屑、花粉、土壤、棉绒、床单材料的整理剂、着色材料和来自身体的各种排泄物(如汗、痰、阴道和肛门分泌物、尿液、皮肤细胞等)。

所有这些就为微生物滋生繁殖提供了良好条件。研究数据显示, 一周不洗床上用品的话, 每  $6\text{cm}^2$  的枕头、被单和床单上可能产生 300 万~500 万 CFU (菌落形成单位) 的细菌。如果一个月不洗, 这个数目则会接近 1200 万。而一张床单大约 4 平方米, 即 6666 个 6 平方厘米, 据此测算至少有 8 亿细菌与你相伴而眠。再加上被单、被、枕套、枕头等, 细菌单位可能会高达 20 亿。

### (3) 床上用品微生物污染的风险

在人体皮肤的表层存在着一定量的微生物群。这些正常菌群包括三类, 分别是原籍菌群(又称常驻菌群), 如痤疮丙酸杆菌等菌群, 它们是保护人体免受有害微生物侵袭的屏障; 过路菌群, 如金黄色葡萄球菌、大肠杆菌及白色念珠菌等细菌及真菌菌群, 这些菌群往往是致病菌或条件致病菌; 共生菌群, 如表皮葡萄球菌、微球菌等菌群, 其对原籍菌群有支持作用, 对过路菌群有拮抗作用, 对保护人体健康也是有益的。这些菌群与皮肤一道, 构成一个完整的微生态系统, 正常情况下, 人体皮肤的微生态处于一种动态平衡状态。

一般情况下，人体皮肤表面正常的细菌和真菌有 100~2000 cfu/cm<sup>2</sup>。在这个数量范围内，它们不会危害人体健康，也不会产生异味。

不同于衣物每天都要换洗，床上用品的换洗周期要长的多，短则数周，长则数月。这就会大大加大微生物污染的风险和加重微生物污染的程度。2015 年的一项研究发现，使用了 1.5~2.0 年的羽毛与合成纤维材质的枕头会含有 4-17 种不同种类的真菌。

一旦床上用品中的微生物大量滋生繁殖并粘附定值到人体皮肤，导致人体皮肤微生态系统平衡被打破，细菌和真菌会通过皮肤、呼吸道、消化道以及生殖道黏膜进行传播，导致皮肤感染，引发各种疾病，从而对人体造成危害。比如人在睡眠时防御能力最低，微生物可以在人睡眠的时候，随着呼吸进入体内，导致出现呼吸道感染，或者引发湿疹等皮肤科疾病，甚至是妇科疾病。

根据调查，床上的每 1g 尘土里，最多达 1.8 万只螨虫，而整张床螨虫最多的时候有 200 万只。螨虫是一种典型的过敏原。根据中国流行病学调查显示，我国目前有超过 2 亿人患有过敏性疾病，其中 60%-70% 的中国过敏性疾病患者的过敏原是螨虫。这些过敏体质、过敏性皮肤病、过敏性鼻炎哮喘患者等人群长期使用滋生螨虫的床上用品，会容易诱发、加重症状。

不仅如此，微生物污染往往会带来不良的气味，这是因为微生物吸收床上用品中的营养成分，并在在温暖潮湿环境中大量繁殖后，会通过新陈代谢产生出氨等带有异味的物质，从而产生令人不适的气

味。

当然，这些微生物同样可以在床上用品上生成绿毛斑、白毛斑等菌斑，从而导致床上用品产生颜色的变化，令人的视觉产生不适感。

## 1.4 床上用品微生物风险控制策略

### 1) 微生物风险传播路径

控制微生物风险，首先需要了解微生物风险传播的路径。研究显示，病原微生物需要有传染源，经合适传播途径，有易感人群才能够形成传染。

#### (1) 传染源

传染源是能够散播病原体的人或动物，如病人、隐形感染者、病原携带者、受感染的动物或植物。

所谓的“零号病人”就是传染的源头。史上最著名的“零号病人”就是“伤寒玛丽”(Typhoid Mary)。她的本名是玛丽·梅伦(Mary Mallon)，1869年出生于爱尔兰贫穷的山村，15岁时，玛丽随姑姑叔叔移居美国，开始只是打扫佣人，但是因为厨艺方面有天分，她转而做了家庭厨师。她是一位伤寒病菌携带者，所以她到哪个家庭工作，哪个家庭就家破人亡。最终，卫生官员把她关到纽纽附近的北兄弟岛上的传染病房，直到1938年终老于此。她在一生中直接传播了52例伤寒，其中7例死亡，间接被传染者不计其数。

#### (2) 传播途径

传播途径为病原体离开传染源到达健康人所经过的途径。病原微生物的传播途径是多样的，包括但不限于以飞沫和气溶胶的形式经空

气进行传播，以粪口的形式经水进行传播，以及通过物品表面接触的形式进行传播，经虫媒和宠物等进行传播。在病原微生物抵达人体之后，可以通过呼吸道、消化道、血液/体液等侵入人体，从而引发机体感染。

表 6：几种典型病原微生物的传播途径

疫情	病原微生物	传播途径
天花	天花病毒	经呼吸道黏膜侵入人体，通过飞沫吸入或直接接触而传染
霍乱	霍乱弧菌	霍乱弧菌存在于水中，最常见的感染原因是食用被患者粪便污染的水
鼠疫	鼠疫耶尔森菌	可经鼠蚤叮咬传播，会经呼吸道飞沫传播，经皮肤接触（健康人破损的皮肤黏膜与病人的脓血、痰液或与患病啮齿动物的皮肉、血液接触可发生传染）
麻风病	麻风杆菌	可经呼吸道、破损皮肤与黏膜和密切接触等传播
SARS	SARS 冠状病毒	近距离飞沫传播或接触患者呼吸道分泌物
新型冠状病毒肺炎	新型冠状病毒 2019-nCoV	经空气以飞沫和气溶胶形式传播，还会经水以粪口形式传播，将物品表面接触传播

### （3）易感人群

易感人群是指免疫力低下的人群，如老人、孩子、孕妇、亚健康者等。

### 2) 微生物风险控制策略

针对微生物风险传播路径的进行分析可以发现，只要切断病原微生物传染链条中的任何一个环节，传染病就流行不起来。但实际情况是，在日常生活中，人们很难做到对传染源进行实时准确甄别，因此也就无法做到及时隔离。在这种情况下，切断病原微生物的传播途径就成为避免病原微生物传播的一种极为有效措施。

对于床上用品而言，切断病原微生物的传播，不仅仅要考虑床上用品本身，还要将卧室作为一个微环境进行统筹考虑，采取立体的调控策略：

### **(1) 对床上用品微生物污染的风险因素进行识别**

对于床上用品而言，卧室中所有的因素，包括在床上休息的人、爬上床的宠物、摆放在卧室中的植物，以及卧室中的空气都可能会成为微生物的污染源。它们通过直接接触或间接接触方式，或者以（空气）沉降的方式将微生物粘附到床上用品。因为床上用品拥有适宜微生物生存的温度、湿度和营养物质，这些粘附到床上用品的微生物会大量滋生繁殖，使消费者面临微生物侵蚀风险。

### **(2) 对床上用品的抗菌功能进行规划**

对于床上用品中的微生物，不仅要了解其数量，更要了解其类型，以及传播特点。唯有如此，才能对症下药，根据微生物的类型，如细菌、霉菌、病毒、螨虫等，为床上用品规划相对应的抗菌功能，如抗菌、防霉、抗病毒、防螨等。

### **(3) 为床上用品选择合适的抗菌技术路线和工艺**

要对床上用品的产品材质、生产工艺、使用场景进行分析，然后在此基础上为床上用品选择合适的抗菌技术路线，并规划适用的抗菌处理工艺，以确保生产出质量合格的抗菌床上用品。

## 2 抗菌技术在床上用品的应用

### 2.1 抗菌

#### 1) 抗菌的定义

T/CIAA101-2020《抗菌专业名词和术语》是这样定义的：抗菌（antimicrobial）是采用化学或物理等方法杀灭或妨碍包括细菌、真菌在内的微生物生长繁殖及其活性的过程。

与抗菌相关的定义还包括抑菌、消毒、灭菌、抗菌防臭、防藻/抗藻、抗菌率、防霉等级、抗菌加工、抗菌产品等。

表 7: T/CIAA101《抗菌产业术语和定义》与抗菌相关的定义

名词	英文	定义
抑菌	Bacteriostasis ; bacterial inhibition	采用物理、化学等方法抑制细菌和/或妨碍细菌生长繁殖及其活性的过程。
消毒	disinfection	杀灭或清除传播媒介上病原微生物，使其达到无害化的处理。
灭菌	sterilization	杀灭或清除传播媒介上一切微生物的处理。
抗菌防臭	Antimicrobial deodorant	通过抗菌作用防止因细菌、真菌殖导致臭味的过程。
防霉	antimold	采用物理、化学等方法杀灭和/或抑制霉菌生长繁殖及其活性的过程。
防藻/抗藻	algaecide; alga prevention	采用化学或物理等方法杀灭藻类或妨碍藻类生长繁殖及其活性的过程。
抗菌率	Antibacterial rate; Antimicrobial rate	抗菌试验中用百分率来表示对照组与试验组的细菌或真菌数量的差异。
防霉等级	Antimold grade; Mold growing grade	在防霉试验中通过霉菌生长情况来表征样品杀灭或抑制霉菌的等级。
抗菌加工	Antimicrobial processing	赋予材料或制品杀灭或妨碍细菌、真菌等微生物生长繁殖及其活性功能的过程。
抗菌产品	Antimicrobial products	具有杀死或妨碍细菌、真菌等微生物的生

		长繁殖及其活性的产品(制品),如抗菌塑料、抗菌陶瓷、抗菌织物等。
--	--	----------------------------------

## 2) 抗菌功能的实现

对产品进行抗菌处理,使其具有抗菌功能,能够有效的抑制病原微生物在物品表面的滋生繁殖,从而可以在极大程度上减少物品表面的病原微生物数量。

对产品进行抗菌处理,需要选择合适的抗菌剂以及相应的抗菌工艺,以确保抗菌功能的实现。

### (1) 抗菌剂的选择

床上用品抗菌功能的实现可以选择的抗菌剂很多,包括但不限于银、锌、铜、金、镁等无机抗菌剂,季铵盐、双胍等有机抗菌剂,以及壳聚糖、多肽、萜类等动物源性和植物源性的天然抗菌剂,也可以选择复合抗菌剂(比如无机抗菌剂和无机抗菌剂的复合、无机抗菌剂和有机抗菌剂的复合、无机抗菌剂和天然抗菌剂的复合等)。

这些不同类型的抗菌剂各具特点,有各自不同的优点和缺点。在选择这些抗菌剂的时候,应当考虑最低抑制浓度(MIC)和最低杀菌浓度(MBC)、抗菌广谱性、持效性、加工适应性、耐候性、安全性和性价比等涉及到抗菌剂特性的因素。

#### ▪ 最低抑制浓度(MIC)和最低杀菌浓度(MBC)

抗菌剂的抗菌能力可以通过抗菌剂抑制微生物发育的最低浓度(MIC, Minimum Inhibitory Concentration)和杀灭微生物的最低浓度(MBC, Minimum Bactericidal Concentration)来实现。MIC是对抗菌剂抑制微生物性能的一般性评价,表征抗菌剂阻止微生物繁

殖繁育的能力。MBC 评价抗菌剂的杀菌能力。MIC 或 MBC 越小，抗菌剂的抗菌效果越好。

- 抗菌广谱性

选择抗菌剂一般希望抗菌剂具有广谱抗菌性，但实际使用过程中不同场合对抗菌剂的抗菌谱要求不完全相同。纺织品中使用的抗菌剂一般希望对细菌、霉菌各种属都有良好的抑制作用。所以在实际使用过程中可根据实际要求选择合适的抗菌谱。

- 持效性/耐久性

抗菌性能的耐久性是纺织品抗菌性能不可分割的组成部分，无论是服装用还是家纺用，其抗菌性能均要求有良好的耐洗涤性。

- 加工适应性

纺织品用抗菌剂应当和相应基材有良好的相容性，能够适应基材的加工要求。如制备抗菌涤纶所用的抗菌剂，应在 300℃ 以内不分解、不变性，应能经受涤纶纺丝熔融纺丝温度。若进行多功能整理，则要求抗菌剂与其他功能助剂或表面活性剂要有相容性。另外，抗菌剂添加于纤维中或整理到纺织品上后，应不影响纤维或织物的性能，包括强力、伸长、弹性等力学性能，不影响织物的外观色泽、手感等。

- 耐候性

抗菌纺织品种类繁多，应用场所和环境也极为复杂。因此要求抗菌剂需要有很好的耐气候性，包括耐紫外光、可见光、热、空气等。

- 安全性

抗菌剂的安全性包括两方面：一是抗菌剂在使用过程中的安全性，要求抗菌剂在使用过程中对人和环境无毒无害，加工过程中不产生有毒烟雾等物质，对操作人员的皮肤、眼睛没有刺激性。二是使用过程中根据使用场合所需的生物安全性，这是抗菌剂本身的一个重要性能，包括抗菌剂的急性毒性、亚急性毒性、慢性毒性、对皮肤致敏性、致癌性、遗传毒性等。

- 性价比

因为纺织品用抗菌剂用量相对较大，因此所要求所选用的抗菌剂应当具有比较好的性价比。

## (2) 抗菌工艺

纺织品抗菌功能的实现可以采用的加工技术有多种，包括但不限于前处理技术、后处理技术，以及前处理和后处理两种技术的结合等。

- 前处理技术

前处理技术也叫抗菌纤维法，是对化学纤维的高分子结构进行化学接枝或共混改性，也可通过物理方法使抗菌剂渗入到纤维内较深的部位，或者利用复合纺丝技术等。这是一种先制备抗菌纤维再进行纺纱制备抗菌纺织品的的方法。其中共混改性方式应用较多。

前处理技术含量高，涉及领域广。同时还要求抗菌剂能耐高温，与纤维本体有良好的相容性和分散性，且该方法只适用于合成纤维，不能用于棉、麻、毛、丝等天然纤维的抗菌加工。

- 后整理技术

后整理技术在织物印染后整理过程中，采用浸渍、浸轧、涂层或

喷涂等方法将抗菌剂施加在纤维表面，并使之固着在纺织品上而具有抗菌效果的一种方法。从反应机理上分析，后整理方法可以分为4种：

(1) 用反应性树脂将抗菌剂热固定于纤维表面；(2) 抗菌剂吸附于纤维表面；(3) 纤维表面的官能团与抗菌剂进行反应而接枝固定；(4) 成膜法，即在柔软剂、整理剂中添加，如利用金属及其化合物微细粉体与具有较好粘合和成膜特性的柔软剂共用。

后整理技术具有方法简便、损失少、受织物成形其他环节的影响小，可选择的抗菌剂范围较广等特点。但其要求抗菌剂粒径小，易与织物结合，因此将后整理技术与纳米技术结合成为吸水性强抗菌织物发展的主要趋势。

后整理技术既可以生产纯天然纤维或纯化学合成纤维类产品，也可生产混纺纤维类产品，适应性广。

#### ▪ 前处理技术与后整理技术相结合

前处理技术+后整理技术，就是先将抗菌剂加入纺丝材料中制成抗菌纤维，再在织物印染后整理过程中加入抗菌整理剂，然后制成各种抗菌纺织品，这种方法仅在具有很高抗菌性能要求的特殊产品中使用。

### 3) 抗菌的应用历史

抗菌应用自古有之。早在5200多年前，古埃及人就用草药提取物对裹尸布及尸体进行防腐处理，以制作木乃伊。而银碗、银盘、银筷子等银质餐具在古代皇宫贵族中被大量使用。德国军队在第二次世界大战期间用季铵盐对军服进行后处理，明显减少了受伤士兵的二次

感染。抗菌剂在上世纪 60 年代开始大量涌现并逐步渗透进入农业、工业等各领域。中国科学院理化技术研究所与海尔集团在 1998 年合作推出了系列抗菌家电，拉开了中国抗菌产业发展的序幕。

截至目前，抗菌技术已经在民用、工业、医用、军用等多个领域得到广泛应用，并取得良好的社会效益。

表 8：抗菌技术的市场应用

领域	行业	应用举例
民用领域	家用电器	冰箱、空调、洗衣机、空气净化器、热水器、饮水机、洗碗机等
	电子产品	鼠标、键盘、U 盘、MP3、手机等
	汽车	内饰、门把手、方向盘、脚垫、空调滤网等
	纺织品	服装、巾类、袜品、鞋、床上用品、床垫、运动服装、地毯、沙发等
	建筑材料	涂料、油漆、壁纸、装饰板、地板、瓷砖、马桶、锁具、密封条、密封胶、输水管道等
	餐饮用具	水杯/壶、保鲜膜、保鲜袋、饭盒、砧板、碗碟、筷子、刀勺叉等
	日化产品	洗发水、沐浴露、香皂、洗手液、洗衣粉、洗衣液、肥皂、洗洁精等
	日用品	文具、玩具等
	口腔护理	牙刷、牙膏、漱口水等
	卫生用品	湿巾、卫生巾、纸尿裤、尿布等排泄用品、口罩等
工业领域	油田	对完井液及修井液、注入水、油气输送管道、油气储藏系统、储罐等进行处理
	水处理	对冷却塔、舒适冷却系统、工业反渗透膜等进行处理。
	涂料	进行罐内防腐、干膜防霉和清洗处理。
	纺织印染	对纺织印染过程中用到的大量化学品进行处理
	皮革	浸水工序杀菌处理、半硝革和成革的保存、皮革化学物的防腐
	胶粘剂和密封剂	进行罐内防腐、干膜保护和工厂卫生处理
	路基	路基防腐

	船舶	对黏液菌、藻类、贝壳类、水草以及其它常见水中微生物进行处理
	木材	木材防腐
	金属加工	防止微生物侵袭、生物膜形成、分枝杆菌繁殖等
	造纸	对纸浆浆液、造纸添加剂、白水循环的处理
	乳液	控制乳液产品中细菌、霉菌等的生长，保护聚合物乳液产品免受污染
	动物养殖	帮助抵御细菌，病毒和真菌的侵蚀
医用领域	医院建设	涂料、地板、瓷砖、马桶、门、锁具等
	医院用品	医防护服、病人服装、拖鞋、床单、推车、托盘、药箱、药瓶、一次性手套等
	医疗器械	医用敷料、医用凝胶、导尿管、人体植入物等

#### 4) 抗菌床上用品的发展历程

人类最早使用抗菌织物的历史可以追溯到古埃及，大约 4000 年前埃及人就采用植物浸渍液处理裹尸布，保存木乃伊。

现代抗菌织物的研究可以 1935 年 Domag 报告为标志，当时 Domag 报告了用季铵盐处理后的服装具有抗菌的功能。第二次世界大战期间，德军曾用季铵盐处理军服，大大降低了伤员的感染率。

- 1955 年—1965 年间，名为“Sanitized”的抗菌纺织品上市。
- 1966 年—1976 年间，含锡、铜、锌、汞的有机金属化合物和醌类含硫化合物被用来作为织物的抗菌整理剂。
- 日本从昭和 30 年开始研究具有抗菌防臭功能的抗菌纤维，1973 年日本“关于规定有毒物质家庭用品的法律”生效，研究衣料对皮肤的危害的“日本工业皮肤卫生协会”开始对抗菌织物进行监控
- 1975 年，美国道康宁公司开发了有机硅季铵盐抗菌剂用于织物整理，同时还有三木里研的芳香卤代化合物、汽巴-嘉基公司的卤代

二苯醚，以及卜内门开发的六亚甲基双胍盐酸盐等一系列低毒抗菌整理剂相继问世，并被广泛使用。

- 上世纪 90 年代末期，抗菌防臭纺织品得到迅猛发展。

中国抗菌织物的出现较国外要晚得多，直到 20 世纪 80 年代才开始有零星研究。

- 1982 年，江苏某袜厂开始采用中国医科院皮肤病研究所提供“806”防脚癣剂生产防臭袜。

- 1984 年，上海树脂厂试制出 SAQ-1 抗菌织物整理剂。

▪ 1985 年，山东大学与山东省纺织研究所合作制出 STU-AM101 抗菌整理剂，再由河北省纺织研究院与石家庄第四印染厂合作，将其在酸性焙烘条件下通过交联剂结合在棉织品上。

▪ 1986 年，山东菏泽印染厂配制 HP-1 水溶性协同抗菌剂，能与纤维生成络合物，抗菌性能与 DC-5700 水平相当；北京印染厂采用军事医科院微生物流行病学研究所的抗癣药 ME8560 生产内裤。

▪ 1988 年，山东海洋大学研制  $\alpha$ -溴代肉桂醛用于胶鞋，纱布袜厂采用咪唑抗菌剂处理袜子。

- 1989 年，中国纺织大学推出腈纶织物抗菌产品 AB 布。

▪ 1990 年，山东纺织工学院和中国纺织大学分别研制出 SFR-1 羟基氯代二苯醚非离子型抗菌整理剂。

▪ 20 世纪 90 年代后期，先后有海尔科化公司、辽宁鞍山裕原公司、北京赛特瑞、中国纺织科学研究院等多家单位研制出无机载体负载金属离子的抗菌剂产品，天津大学材料科学与工程学院研制的具有

新型生物抗菌纤维之称的壳聚糖混合纤维，我国的抗菌纤维和织物研究进入了飞速发展的新阶段。

## 2.2 床上用品抗菌功能的实现

床上用品应当依次做好抗菌功能的规划、抗菌技术路线的选择、抗菌材料和供应商的筛选、抗菌生产工艺及质量控制等四项工作，才能实现抗菌功能，生产出合格的抗菌床上用品。

### 1) 抗菌功能的规划

所谓抗菌功能的规划，就是要对床上用品的微生物污染状况进行研究，包括微生物污染的数量、类型等，从而据此确定床上用品是否需要抗菌处理，以及进行什么样的抗菌处理，如抗菌、防霉、抗病毒、防螨等。这要从三个维度开展研究：

#### (1) 微生物污染数量研究

该项研究旨在了解床上用品是不是存在微生物污染。CIAA 在“人体足部微生物污染状况研究课题”中，发现穿着三天后的袜子上的微生物数量会增值到  $10^6$  到  $10^9$ ，证明袜子存在严重的微生物污染问题。

表 9：袜子穿着 3 天后采集培养的细菌总数与真菌总数

试验样本	细菌总数 cfu	真菌总数 cfu
1	$(9.12 \times 10^7)$	$(1.52 \times 10^7)$
2	$(9.20 \times 10^6)$	$(6.40 \times 10^7)$
3	$(1.64 \times 10^7)$	$(4.80 \times 10^5)$
4	$(1.64 \times 10^9)$	$(3.60 \times 10^9)$
5	$(1.64 \times 10^9)$	$(1.76 \times 10^6)$
6	$(1.64 \times 10^9)$	$(1.00 \times 10^8)$

注：1、2、3 号志愿者为女性，4、5、6 号志愿者为男性

## (2) 微生物类型研究

仅仅了解到床上用品中的微生物数量是不够的，还要对这些微生物的类型进行分析。这是因为，尽管微生物数量很高，但如果这都是对人体无害的微生物，就没有必要对床上用品进行抗菌处理。

CIAA 在“人体足部微生物污染状况研究课题”中，采用宏基因组提取与高通量测序方法对袜子上分离出的微生物类型进行研究。结果通过提取袜子中微生物基因组 DNA，并对 16SrRNAV4 区测序后，获得了用于物种分类的 OUT6352 条，涵盖了 11 门、26 纲、55 目、103 科、213 属的细菌。

图 2: 用 Krona 对注释结果进行绘图展示



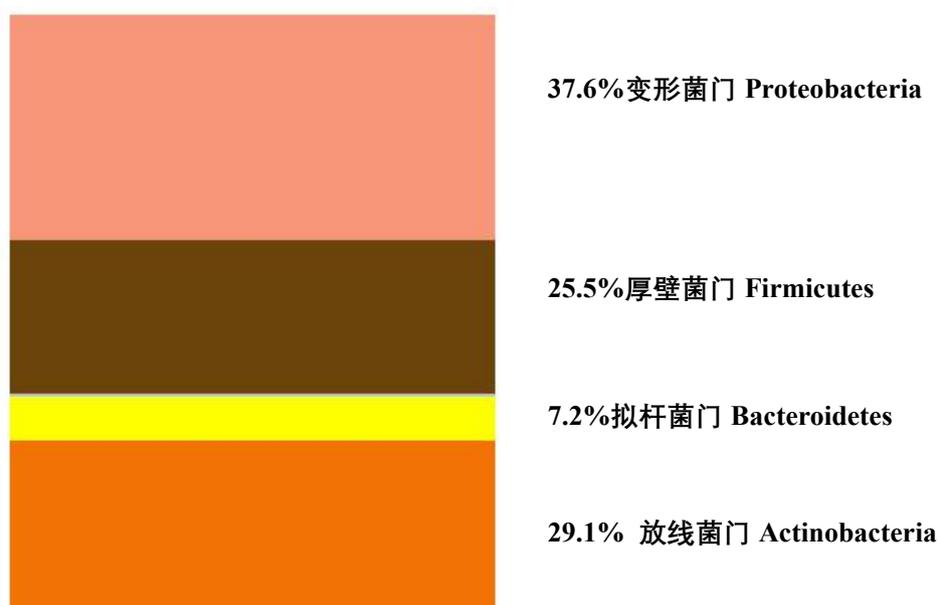
CIAA 又进一步对门、纲、目水平的优势菌群分布特征进行了分

析，发现：

### (a) 门水平的优势菌群分布

在门水平上，放线菌门 (Actinobacteria 29.1%)、变形菌门 (Proteobacteria 37.6%)、厚壁菌门 (Firmicutes 25.5%) 和拟杆菌门 (Bacteroidetes 7.2%) 是主要的细菌菌门，其相对丰度占群落的 99.4%。

图 3 样品中门水平细菌菌落结构及分布



### (b) 纲水平的优势菌群分布

在纲水平上，放线菌门的放线菌纲 (Actinobacteria 100%)、变形菌门的  $\alpha$ -变形菌纲 (Alphaproteobacteria 4.6%)、 $\gamma$ -变形菌纲 (Gammaproteobacteria 84.8%)、厚壁菌门的芽孢杆菌纲 (Bacilli 99.6%)、拟杆菌门的黄杆菌纲 (Flavobacteriia 97.2%) 和鞘脂杆菌纲 (Sphingobacteriia 1.4%) 是主要的优势菌群。其中，放线菌纲的优势菌目为棒杆菌目 (\_Corynebacteriales 68.0%) 和微球菌目 (Micrococcales 30.9%)， $\alpha$ -变形菌纲的优势菌目为柄杆菌

目 (Caulobacterales 34.5%)、红杆菌目 (Rhodobacterales 29.1%)、红螺菌目 (Rhodospirillales 29.1%)， $\gamma$ -变形菌纲的优势菌目为假单胞菌目 (\_Pseudomonadales 96.6%)，芽孢杆菌纲的优势菌目为芽孢杆菌目 (Bacillales 98.4%)，黄杆菌纲的优势菌目为黄杆菌目 (Flavobacteriales 100%)。

图 4 样品中纲水平细菌菌落结构及分布

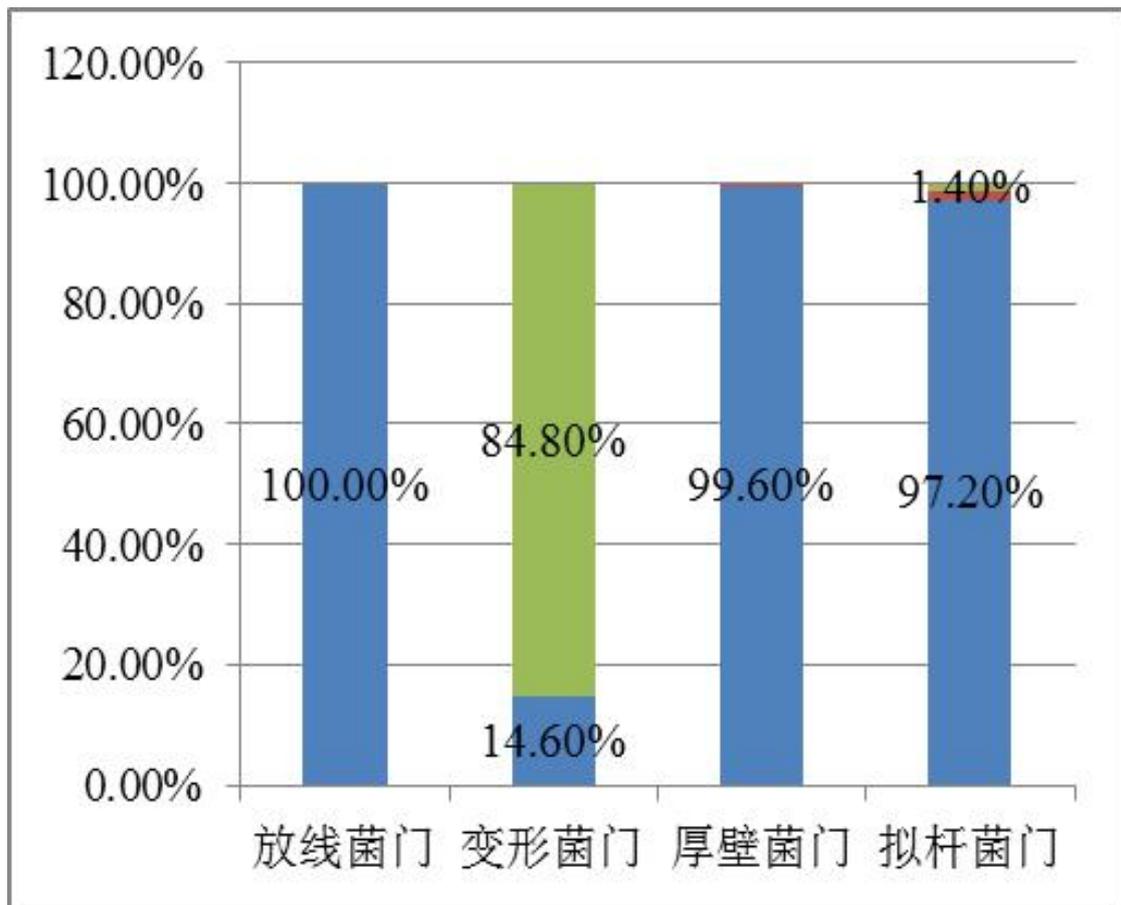
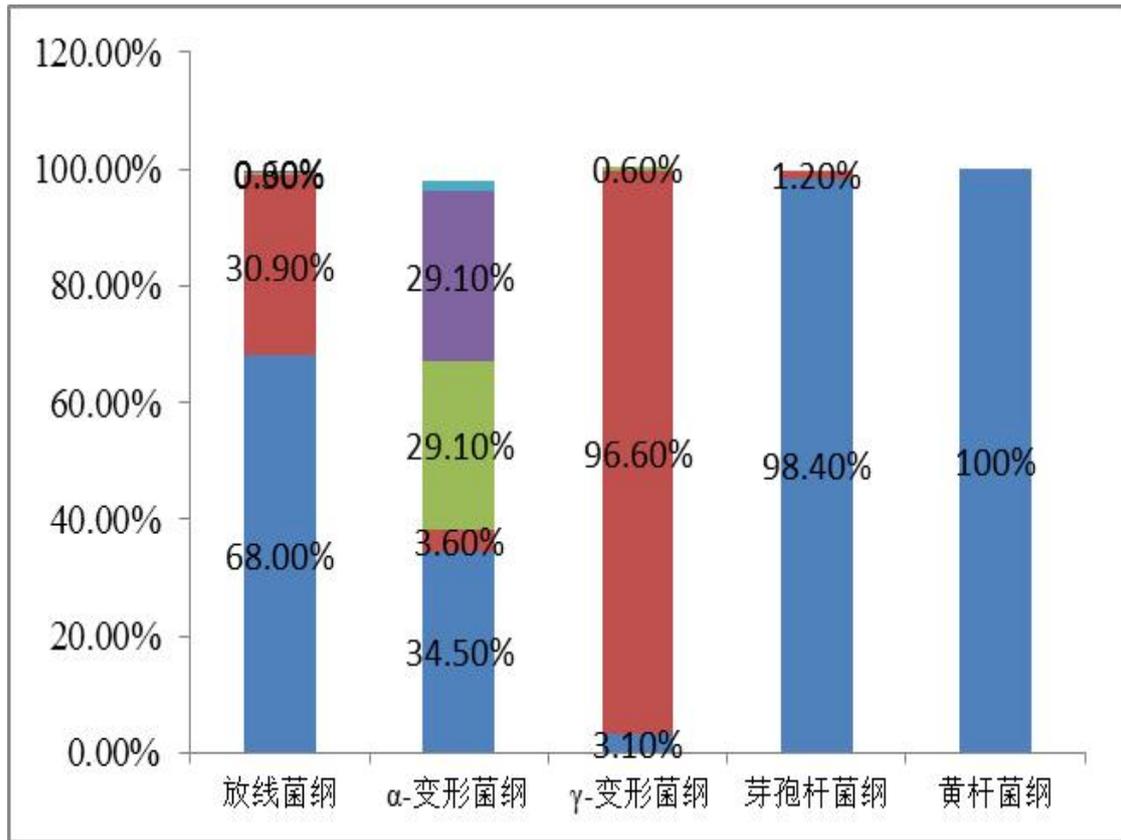


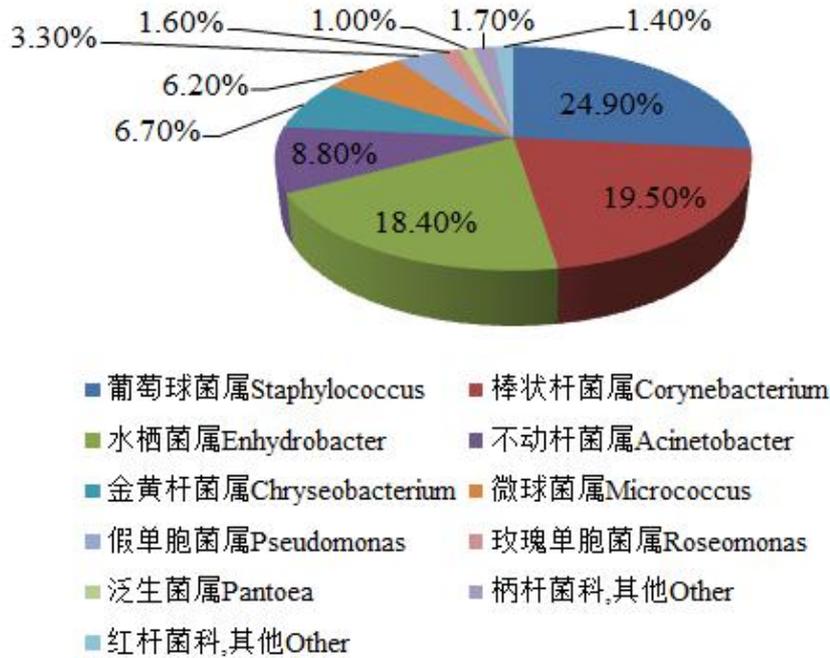
图 5 样品中目水平细菌菌落结构及分布



### (c) 属水平的优势菌群分布

以属为分类单元分析样品的细菌群落结果如图 6 所示。普通袜上的细菌覆盖了 213 个属，其中相对丰度大于 1% 的包括 11 个属，分别是葡萄球菌属 (Staphylococcus, 24.9%)、棒状杆菌属 (Corynebacterium, 19.5%)、水栖菌属 (Enhydrobacter, 18.4%)、不动杆菌属 (Acinetobacter, 8.8%)、金黄杆菌属 (Chryseobacterium, 6.7%)、微球菌属 (Micrococcus, 6.2%)、假单胞菌属 (Pseudomonas, 3.3%)、玫瑰单胞菌属 (Roseomonas, 1.6%)，泛生菌属 (Pantoea, 1.0%) 及未知属 2 个 (3.1%)。

图 6 样品中属水平细菌菌落结构及分布



- **葡萄球菌属 (Staphylococcus, 24.9%)**：是一群革兰氏阳性球菌，因常堆聚成葡萄串状，故名。多数为非致病菌，少数可导致疾病。葡萄球菌是最常见的化脓性球菌，是医院交叉感染的重要来源。

- **棒状杆菌属 (Corynebacterium, 19.5%)**：革兰氏染色阳性杆菌。因其成员的一端或两端膨大呈棒状而得名。治病物质主要是外毒素。病菌通常在咽喉部粘膜上生长繁殖并分泌外毒素，可引起局部炎症，形成灰白色假膜。外毒素入血后引起全身中毒症状，常损害心肌与外周神经等。

- **水栖菌属 (Enhydrobacter, 18.4%)**：极短的直杆菌，外观似球状，含有气泡。单个、成对或出现短链。革兰氏阴性。从葡萄糖和其他碳水化合物代谢产酸。

- **不动杆菌属 (Acinetobacter, 8.8%)**：生物学特性是革兰阴性球杆菌，常见成对排列，可单个存在，有时形成丝状和链状。不动

杆菌属(*Acinetobacter*)非发酵菌是条件致病菌,当机体抵抗力降低时易引起机体感染,是引起医院内感染的重要机会致病菌之一。

- **金黄杆菌属 (*Chryseobacterium*, 6.7%)**: 该细菌为革兰氏染色阴性,菌落典型半透明、光滑、全缘或偶尔不透明。菌落在固体培养基上生长物有黄色、橙色、红色或褐色色素,其色泽随培养基和温度而变化。该菌严格好氧,培养温度应低于 30℃,否则可抑制生长。黄杆菌可引起肺炎,也可招致脑膜炎、败血症等感染。该病的致病力不强,为条件致病菌,一般情况下不引起感染,但在机体免疫力下降时可能引起感染。

- **微球菌属 (*Micrococcus*, 6.2%)**: 该菌广泛存在于自然界。化能异养菌,代谢为严格的呼吸型。通常可利用的碳水化合物有丙酸盐、乙酸盐、乳酸盐、琥珀酸盐、谷氨酸盐和碳水化合物。产气,产少量酸或不产酸。

- **假单胞菌属 (*Pseudomonas*, 3.3%)**: 专性需氧的革兰氏染色阴性无芽胞、有荚膜杆菌,呈杆状或略弯。存在于土壤、淡水、海水中。目前已确认有 29 种,其中至少有 3 种对动物或人类致病。

- **玫瑰单胞菌属 (*Roseomonas*, 1.6%)**: 是一种粉红色的、革兰氏阴性、需氧的小球杆菌。1993 年才对该菌进行分类和正式命名,在《伯杰氏细菌鉴定手册》第 9 版上还没有收录。该菌多是从一些临床病人标本中分离获得,如血、伤口、渗出液、溃疡等,80%的分离病人多合并一些免疫低下疾病,因此许多学者普遍认为,该菌可能为条件致病菌,临床上确有因合并该菌感染而致死的病例报道。我国目

前还没有关于这方面临床病例的报道。近来，一些学者又从饮用水、淡湖水、土壤以及其他一些自然环境样本中分离到了玫瑰单胞菌。本文是第一次从人体皮肤中报道分离出此菌，且为脚部的优势菌群，占比 1.6%。

- **泛生菌属 (Pantoea 1.0%)**：细胞呈直杆状，以周生鞭毛运动，大多数菌株产生黄色素。兼性厌氧，具有代谢和发酵类型的化能异养菌。最适温度 30℃。D-葡萄糖和其他糖类可产酸，不产气。分离自植物表面、种子、土壤和水，也可从动物和人的伤口、血和尿中分离到。是人的条件致病菌。

- **其他 (3.1%)**：在本研究中，有两种优势菌群不能划到确定的属，分别隶属于变形菌门  $\alpha$ -变形菌柄杆菌目，柄杆菌科和变形菌门  $\alpha$ -变形菌红杆菌目，红杆菌科。其中可能包含对人畜有致病性的潜在病原菌。

### (3) 床上用品进行抗菌处理和不处理的区别研究

在对微生物数量和类型进行研究的基础上，再进一步对床上用品进行抗菌处理和不处理的区别进行分析，以确定进行抗菌处理的可行性和作用效果。

CIAA 在“人体足部微生物污染状况研究课题”中，对分别穿着三天后经抗菌处理的袜子和未经抗菌处理的袜子上的细菌和真菌数量进行分析，发现经过抗菌处理的袜子上的细菌和真菌数量远少于未进行抗菌处理的袜子上的微生物数量，且穿着 3 天也没有产生臭味。

表 10：抗菌袜和普通袜在穿着 3 天后采集培养的细菌总数与真菌总数的比较

普通袜	抗菌袜
-----	-----

细菌总数 cfu	真菌总数 cfu	细菌总数 cfu	真菌总数 cfu
1 ( $9.12 \times 10^7$ )	1 ( $1.52 \times 10^7$ )	1 ( $1.16 \times 10^5$ )	1 ( $2.00 \times 10^4$ )
2 ( $9.20 \times 10^6$ )	2 ( $6.40 \times 10^7$ )	2 ( $1.2 \times 10^3$ )	2 ( $4.00 \times 10^2$ )
3 ( $1.64 \times 10^7$ )	3 ( $4.80 \times 10^5$ )	3 ( $1.32 \times 10^5$ )	3 ( $1.60 \times 10^4$ )
4 ( $1.64 \times 10^9$ )	4 ( $3.60 \times 10^9$ )	4 ( $9.60 \times 10^6$ )	4 ( $1.60 \times 10^5$ )
5 ( $1.64 \times 10^9$ )	5 ( $1.76 \times 10^6$ )	5 ( $1.04 \times 10^5$ )	5 ( $5.60 \times 10^4$ )
6 ( $1.64 \times 10^9$ )	6 ( $1.00 \times 10^8$ )	6 ( $1.32 \times 10^6$ )	6 ( $1.60 \times 10^3$ )

注：1、2、3号志愿者为女性，4、5、6号志愿者为男性

注：脚臭的根源是脚部皮肤排汗较多引起细菌、真菌滋生，部分细菌繁殖会产生氨气等有味气体，再加上汗液中的尿素、乳酸，这样就会发出一种臭味。抗菌袜能有效抑制微生物的繁殖，有效解决异味的产生。

## 2) 抗菌技术路线的选择

床上用品可以采用的抗菌剂类型有很多，包括无机抗菌剂、有机抗菌剂、天然抗菌剂以及其复合抗菌材料等。

### (1) 无机抗菌剂

无机抗菌剂主要分为两类：金属粒子或离子类、光催化反应类。期中，金属离子杀灭或抑制病原体的活性顺序如下： $Ag^{2+} > Hg^{2+} > Cu^{2+} > Cd^{2+} > Cr^{3+} > Ni^{2+} > Pd^{2+} > Co^{4+} > Zn^{2+} > Fe^{3+}$ 。由于Hg、Cd、Pb、Cr等金属的毒性较大，实际上使用的金属抗菌剂主要有金属银、铜、锌、金、镁等。无机抗菌剂是利用金属本身所特有的抗菌活性实现杀菌或抑菌，其主要通过物理或化学途径，将金属粒子或离子吸附、交换或固定于材料的表面或内部，从而实现利用抗菌剂获得抗菌材料及制品。

无机抗菌剂的突出优点是热稳定性和抗菌广谱性，适用于多种纤

维、塑料、陶瓷、金属材料和制品的抗菌改性。金属粒子或离子的控制释放，可以提高材料抗菌的耐久性、长效性以及耐洗性。

## **(2) 有机抗菌材料**

有机抗菌剂主要包括杀菌剂、防霉剂、防腐剂等三种类型。其中杀菌剂主要包括胍类、乙醇等，防霉剂主要包括吡啶、咪唑、噻唑等，防腐剂主要包括甲醛、异噻唑啉酮、有机卤化合物等。一般认为有机抗菌剂的作用机理有三种：一是作用于细胞壁和细胞膜系统；二是作用于生化反应酶或其他活性物质；三是作用于遗传物质或遗传微粒结构。

有机抗菌剂的突出优点是杀菌起效快，作用活性高，抗菌谱广，对大多数细菌具有广谱高效抗菌效果，可兼防霉菌，持久防腐；相对安全，毒性低，和环境相容性好；和大多数原料或表面活性剂配伍性要好；颜色稳定性好；性价比高，来源丰富，种类繁多。

## **(3) 天然抗菌材料**

天然抗菌剂主要是从来源上讲，源于自然界的生物系统，通过加工提取和分离纯化，获得的一大类具有抗菌活性的物质。根据天然抗菌剂的来源不同，一般可分为三类：

- 植物源：目前，植物次生代谢产物中的抗菌活性物质主要有萜类化合物、甾类化合物、酚类、皂甙、生物碱、非蛋白氨基酸和某些糖苷。植物源抗菌剂具有高效、低毒或无毒、无污染、选择性高，不易产生抗药性等优点。然而，植物源性抗菌剂的普遍缺欠是耐温性能。

- 动物源：动物源天然抗菌剂来源于动物体，有效抗菌活性物质

主要有：壳聚糖及其它天然高分子糖类、氨基酸及其寡聚的天然抗菌肽类。动物源抗菌剂一般具有良好的生物相容性和广谱抗菌性，无毒性，对人体免疫抗原小，且具消炎、止痛及促进伤口愈合等附加功效。

- 微生物源：微生物源天然抗菌剂主要是微生物来源的具有抗菌活性物质，包括某些微生物自身代谢产物以及拮抗性代谢产物。目前，真正广泛应用的微生物源天然抗菌剂主要是抗生素。

#### (4) 复合抗菌材料

复合抗菌剂是将两种或两种以上的抗菌剂复合或复配使用，兼顾多种抗菌剂的抗菌性能。复合抗菌剂有无机-无机复合抗菌剂，也有无机-有机复合抗菌剂、有机-有机复合抗菌剂、天然-无机复合抗菌剂、天然-有机复合抗菌剂、天然-天然复合抗菌剂等。它们在抗菌材料改性方面发挥着重要的协同和互补作用。

这些抗菌剂可以通过前处理技术、后整理技术，以及前处理加后整理复合技术等负载到床上用品，从而使床上用品具有抗菌性能。

床上用品可以从以下四个方面来考虑具体选择哪种抗菌技术路线（抗菌剂和抗菌加工工艺）：

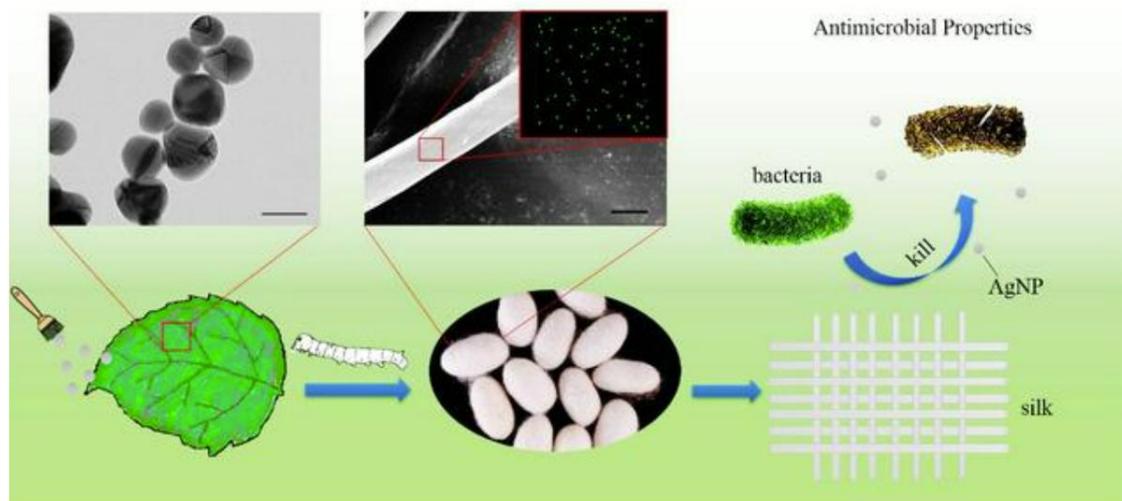
##### (1) 产品的材质

床上用品的材质非常丰富，包括棉、麻、丝、化学纤维等多种。不同材质适用于不同的技术路线，比如棉，可用选择无机抗菌剂、有机抗菌剂或者天然抗菌剂，通过后整理技术来事项抗菌性能。

当然，科技的发展会为床上用品提供更多可能/可选用的技术路线。比如丝，过去一般采用后整理技术路线。但来自于天津大学的张

雷教授团队采用（50 纳米）纳米银喂食家蚕的方式，获得的“新型蚕丝”，能够有效杀灭金黄色葡萄球菌、大肠杆菌等多种致病菌，并且热稳定性有所增强，是一种性能优异的新型抗菌蚕丝。

图 7 新型抗菌蚕丝技术原理示意图



## （2）产品的性能

抗菌床上用品的性能要求包括抗菌/抗菌耐久性能要求和卫生安全性能要求两个方面。

不同抗菌技术路线的抗菌性能和抗菌耐久性能是不同的。比如天然抗菌剂一般抗菌性能偏弱。如果要求较高的抗菌率，则需要对其进行改性才能达到。

不同抗菌技术路线的卫生安全性能是不同的。比如天然抗菌剂的安全性能一般相对较高。当然并不是所有天然的都是安全的，比如鸦片。因此一定要有剂量的概念。

## （3）产品的加工工艺

不同产品的加工工艺不同，不同的加工工艺对温度、湿度、酸碱度，以及材料的分散性能、粒径等的要求也是不同的。比如陶瓷加工

会有温度的要求（烧结到 1380 摄氏度），比如纤维喷丝工艺会对材料的粒径有要求（其喷头的孔径决定了抗菌剂的选择，如果选择的抗菌剂粒径大于喷头的孔径，就会堵塞喷头，出现断丝现象）。同时，还要考虑与其它功能的协同问题，以及是否对产品本身的理化性能产生影响等问题。

#### **（4）产品的应用场景**

产品在不同场景中应用，会有温度、湿度、酸碱度等的区别，比如砧板会经常在水环境中使用，其抗菌性能应能在水环境中具有耐久性；也会有耐候、耐温、耐洗涤的区别，比如纺织品需要经常洗涤，抗菌性能需要耐水洗；还会有透明度、薄度等方面的区别，比如饭盒，一般要求透明。上述这些因素都会影响到抗菌技术路线的选择。

### **3）抗菌材料和供应商的筛选**

不同抗菌材料的性能是不同的。即使是同一种抗菌材料，不同企业生产的产品质量是不同的。同样，不同的供应商，其工艺解决能力、服务响应速度都是不同的，其产品的价格也是不同的。

企业应当根据床上用品的抗菌技术提出对抗菌材料及供应商的具体要求，并据此选择适合的抗菌材料及其供应商。

### **4）抗菌生产工艺及质量控制**

床上用品的抗菌生产工艺主要有前处理技术（采用天然/人工合成的抗菌纤维单纺或混纺）、后整理技术，以及前处理技术和后整理技术的复合。选择哪种生产工艺，不仅要考虑是否需要改变产品原有生产工艺，是否需要增加新的生产设备，还要考虑如何来保证生产的

连续性等问题。

抗菌床上用品应针对抗菌性能建立质量控制体系，这既包括来料（抗菌剂）的质量检验，又包括生产过程的质量控制（前处理技术需要考虑粒径、分散性能等问题，后整理技术需要考虑接枝、胶黏、反应等问题），当然产品出场的批次检验也是必不可少的。如果有必要，还应当在企业建立专门用于产品质量检验的生物二级安全实验室。

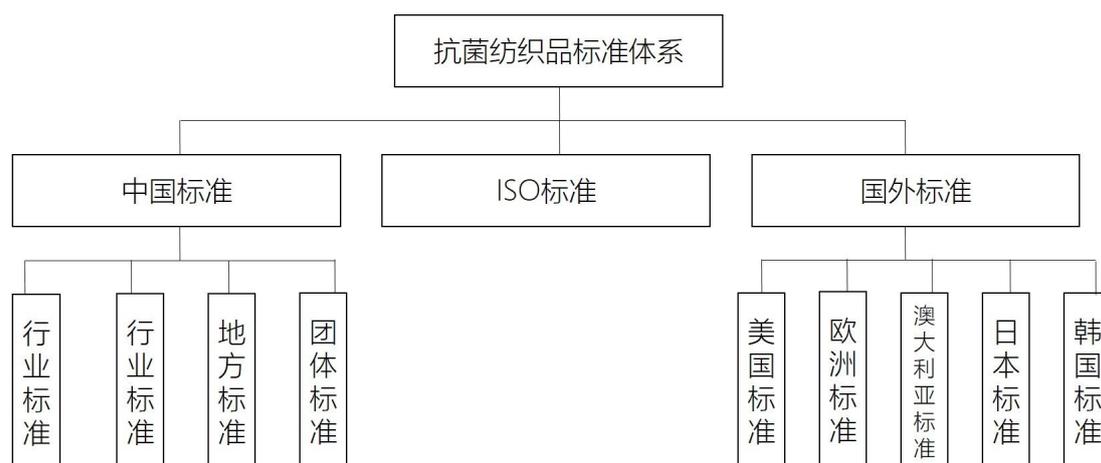
## 2.3 床上用品抗菌性能的评价

床上用品的抗菌性能评价，首先应当确定产品执行的标准，在此基础上选择适用的检测方法。

### 1) 标准体系

适用于抗菌纺织品的标准体系涵盖了国内标准和国外标准，包括但不限于国家标准、行业标准、团体标准、地方标准，以及 ISO 标准、美国 AATCC 标准、欧洲标准、日本 JIS 和韩国 KS 标准等。

图 8 抗菌纺织品标准体系示意图



截至目前，国内外已经发布实施的抗菌纺织品标准已经超过 63 项，涵盖了纺织品的抗菌、防霉、抗病毒、防螨等性能。

表 10: 国内外发布实施的抗菌纺织品相关标准

## 中国标准

### ——国家标准（11项）

GB/T20944.1-2007纺织品抗菌性能的评价第1部分:琼脂平板扩散法

GB/T20944.2-2007纺织品抗菌性能的评价第2部分:吸收法

GB/T20944.3-2008纺织品抗菌性能的评价第3部分:震荡法

GB/T24253-2009纺织品防螨性能的评价

GB/T24346-2009纺织品防霉性能的评价

GB/T28023-2011絮用纤维制品抗菌整理剂残留量的测定

GB/T31713-2015抗菌纺织品安全性卫生要求

GB/T33610.1-2017纺织品消臭性能的测定第1部分总则

GB/T33610.2-2017纺织品消臭性能的测定第2部分检知管法

GB/T33610.3-2017纺织品消臭性能的测定第3部分气相色谱法

GSB16-3634-2019 测定纺织品抗菌性能用控制织物标准样品

### ——行业标准（14项）

FZ/T01100-2008纺织品防螨性能的评定

FZ/T51017-2020铜系抗菌母粒

FZ/T52035-2014抗菌涤纶短纤维

FZ/T54034-2010抗菌聚酰胺预取向丝

FZ/T54035-2010抗菌聚酰胺弹力丝

FZ/T54122-2020抗菌涤纶低弹丝

FZ/T60030-2009家用纺织品防霉性能测试方法

FZ/T62012-2009防螨床上用品

FZ/T62015-2009抗菌毛巾

FZ/T73023-2006抗菌针织品

SN/T2162-2008壳聚糖抗菌棉纺织品检验规程

SN/T2558.4-2012进出口功能性纺织品检验方法第4部分抗菌性能平板琼脂法

SN/T2558.9-2015进出口功能性纺织品检验方法第9部分抗菌性能阻抗法

SN/T4488-2016 进出口纺织品异噻唑啉酮类抗菌剂的测定高效液相色谱法

### ——团体标准（2项）

T/NAHEM004-2017抗菌防臭袜

T/NAHEM005-2017 消臭袜

### ——地方标准（5项）

DB34/T1294-2010抗菌擦拭布

DB35/T1058-2010抗菌涤纶长丝

CNS2690-2008 (台湾标准) 纤维制品防霉性能及其物理性能检验法

CNS13907-1997 (台湾标准) 纤维制品抗菌性试验法

CNS14945-2005 (台湾标准) 一般用途抗菌纺织品性能评估

#### ISO标准 (10项目)

ISO11721-1:2001纤维素纺织品抗菌性的测定土壤试验第1部分:防腐处理的评定

ISO11721-2:2003纤维素纺织品抗菌性的测定土壤试验第2部分:防腐处理长期有效性的鉴定

ISO13629-1-2012纺织品抗真菌活性测定第1部分荧光法

ISO13629-2-2014纺织品抗真菌活性测定第2部分平板法

ISO17299-1-2013纺织品除臭性能的测定第1部分:一般原则

ISO17299-2-2014纺织品除臭性能的测定第2部分:检测管法

ISO17299-3-2013纺织品除臭性能的测定第3部分:气相色谱法

ISO18184-2014纺织品抗病毒活性的测定

ISO20645-2004纺织物抗菌活性的测定琼脂扩散板试验

ISO20743-2013纺织品抗菌活性的测定

#### 国外标准

##### ——美国AATCC标准 (5项)

AATCC30-2013纺织品材料上抗真菌活性的测定:防霉防腐

AATCC90-2011纺织品抗菌性能测定琼脂平板法

AATCC100-2012纺织材料抗菌整理剂的评定

AATCC147-2011纺织品的抗菌性:平行划线法

AATCC194-2006纺织品在长期测试条件抗室内尘螨性能的测定

##### ——欧洲标准 (9项)

EN14119-2003纺织品的试验细菌影响的评估

ENISO20645-2004纺织面料抗菌活性的测定琼脂扩散木片试验

BSENISO20645-2004纺织物抗菌活性的测定琼脂扩散木片试验

BSEN14119-2003纺织品测定-微生物作用的评价

DINENISO20645-2005纺织物抗菌活性的测定琼脂扩散木片试验

DINENISO20743-2007纺织品抗菌成品抗菌活性的测定

NFG39-014-2005纺织织物抗菌活性的测定琼脂扩散板试验

NFG39-011-2009纺织品特性具有防螨特性的织物和聚合材料防螨功效的特性和测量

NFG39-020-2013纺织材料抗菌成品抗菌活性的测定

——**澳大利亚AS标准（1项）**

AS115-2005保健功能纺织品

——**日本JIS标准（4项）**

JISL1902-2015纺织品. 纺织产品抗细菌活性和功效的测定

JISL1920-2007纺织品对抗房屋尘螨功效用试验方法

JISL1922-2016纺织品. 纺织品抗病毒活性的测定

JISZ2911-2010耐霉菌活性测试方法

——**韩国KS标准（3项）**

KSK0693-2006纺织品抗菌试验法

KSK0890-2006纺织品抗菌试验法: 种菌平行划线法

KSKIS020645-2005纺织物抗菌活性的测定琼脂扩散板试验

## 2) 抗菌性能的评价

抗菌性能的评价是抗菌床上用品开发过程中至关重要一环。抗菌性能的评价涉及的要点主要有：

### (1) 执行标准的确定

不同的产品/性能执行的标准是不同的。即使是同一种产品/性能，可执行的标准也会有多项。因此，首先需要确定产品执行的标准。如果一项标准中涉及多种测试方法（如 FZ/T73023-2006 抗菌针织品），在确定执行的标准的基础上，还要确定产品适用的测试方法。

当然了，如果开发的是新产品，且尚没有适用的标准可执行，就需要为该产品开发新的标准，以便做到有法可依。

### (a) 抗菌性能可执行的标准

对于抗菌性能而言，床上用品可以选择执行以下标准：

表 11：床上用品抗菌性能可执行的标准

<b>中国标准（7项）</b>
GB/T20944. 1-2007纺织品抗菌性能的评价第1部分：琼脂平皿扩散法
GB/T20944. 2-2007纺织品抗菌性能的评价第2部分：吸收法
GB/T20944. 3-2008纺织品抗菌性能的评价第3部分：震荡法
FZ/T73023-2006抗菌针织品
SN/T2558. 4-2012进出口功能性纺织品检验方法第4部分抗菌性能平板琼脂法
SN/T2558. 9-2015进出口功能性纺织品检验方法第9部分抗菌性能阻抗法
CNS14945-2005（台湾标准）一般用途抗菌纺织品性能评估
<b>ISO标准（2项目）</b>
ISO20645-2004纺织物抗菌活性的测定琼脂扩散板试验
ISO20743-2013纺织品抗菌活性的测定
<b>国外标准（12项）</b>
AATCC90-2011纺织品抗菌性能测定琼脂平板法
AATCC147-2011纺织品的抗菌性：平行划线法
ENISO20645-2004纺织面料抗菌活性的测定琼脂扩散木片试验
BSENISO20645-2004纺织物抗菌活性的测定琼脂扩散木片试验
DINENISO20645-2005纺织物抗菌活性的测定琼脂扩散木片试验
DINENISO20743-2007纺织品抗菌成品抗菌活性的测定
NFG39-014-2005纺织物抗菌活性的测定琼脂扩散板试验
NFG39-020-2013纺织材料抗菌成品抗菌活性的测定
JISL1902-2015纺织品. 纺织产品抗细菌活性和功效的测定
KSK0693-2006纺织品抗菌试验法
KSK0890-2006纺织品抗菌试验法：种菌平行划线法
KSKISO20645-2005纺织物抗菌活性的测定琼脂扩散板试验

(b) 防霉性能可执行的标准

对于防霉性能而言，床上用品可以选择执行的以下标准：

表 12：床上用品防霉性能可执行的标准

<b>中国标准（3项）</b>
-----------------

GB/T24346-2009纺织品防霉性能的评价 FZ/T60030-2009家用纺织品防霉性能测试方法 GNS2690-2008（台湾标准）纤维制品防霉性能及其物理性能检验法
<b>国外标准（3项）</b>
AATCC30-2013纺织品材料上抗真菌活性的测定:防霉防腐 BSEN14119-2003纺织品测定-微生物作用的评价 JISZ2911-2010耐霉菌活性测试方法

(c) 抗病毒性能可执行的标准

对于抗病毒性能，床上用品可以选择执行以下标准：

表 13：床上用品抗病毒性能可执行的标准

<b>ISO标准（1项目）</b>
ISO18184-2014纺织品抗病毒活性的测定
<b>JIS标准（1项）</b>
JISL1922-2016纺织品. 纺织品抗病毒活性的测定

(d) 防螨性能可执行的标准

对于防螨性能，床上用品可以选择执行以下标准：

表 14：床上用品抗螨性能可执行的标准

<b>中国标准（3项）</b>
GB/T24253-2009纺织品防螨性能的评价 FZ/T01100-2008纺织品防螨性能的评定 FZ/T62012-2009防螨床上用品
<b>国外标准（3项）</b>
AATCC194-2006纺织品在长期测试条件抗室内尘螨性能的测定 NFG39-011-2009纺织品特性具有防螨特性的织物和聚合物材料防螨功效的特性和测量 JISL1920-2007纺织品对抗房屋尘螨功效用试验方法

(2) 抗菌检测

抗菌检测十分重要，它不仅是床上用品进行抗菌剂选择的重要依据，而且也是对床上用品德抗菌性能进行评价的专业方式。

### (a) 抗菌性能检测

抗菌检测分为定性检测和定量检测。

其中，定性检测原理是通过将抗菌样品紧贴在接种有一定量已知微生物的琼脂表面，经过一段时间的接触培养，观察样品周围有无抑菌环或样品与琼脂的接触面有无微生物生长来判断样品是否具有抗菌性能。当有抑菌环或样品与培养基接触表面没有菌生长，说明有抗菌性能。抑菌环越大，说明纺织品与抗菌剂结合的越不牢固，抗菌性能耐久性越差，当抑菌环的直径大于 1mm 时，抗菌纺织品的抗菌剂为溶出型，当抑菌环的直径小于 1mm 为非溶出型；当没有抑菌环，但样品接触面没有菌生长，该纺织品也有抗菌活性，而且抗菌性能具有较好的耐久性；当没有抑菌环，而且接触面长有大量的微生物生长时，则样品没有抗菌活性。

定性测试方法有两种：一种是将菌悬液均匀涂布于固体培养基表面，并将样品贴于含有一定量细菌的琼脂培养基表面，培养一定时间后，观察在样品底部及周围细菌的生长情况，称为混菌培养法；另一种是用接种环挑取一定浓度的菌液在琼脂平板培养基上划线，再将样品贴于琼脂表面，培养一定时间后，观察细菌在样品底部及周围的生长情况，称为划线法。

定性测试的特点在于：测试方法简单，测试时间短、测试费用较低；对溶出性抗菌剂加工的产品效果较为明显；但该试验不能定量测试抗菌产品抗菌活性的强弱，只能判定产品有无抗菌性能，而且测试

相对粗略，测试重复性及稳定性相对较差。另外，通过观察样品周围有无抑菌圈，该试验还可用于判断抗菌产品所采用抗菌剂的溶出性。

定量检测的原理是经过抗菌处理的产品定量接种测试菌液后，经过一定时间的孵育，抗菌纺织品抑制或杀死测试菌的细胞，而没有经过抗菌处理的对照样品接种测试菌后，接种菌不会受到抑制或杀死，根据测试菌数量的减少率可以定量评价纺织品的抗菌效果，根据计算方法的不同，计算结果又可以分为抑菌率（对应为抑菌对数值）和杀菌率（对应为杀菌对数值）。

定量测试方法包括试样（包括对照样）制备、消毒、接种测试菌、孵育培养、接触一定时间后对接触培养物进行回收并计数，它适用于非溶出性和溶出性抗菌整理织物。该法的优点是定量、准确、客观，缺点是时间长、费用高。

定量检测法中根据测试菌液接种到试样上的方式不同可分为振荡法、吸收法（浸渍法）、印迹法、奎因法、转移法等。根据回收菌检测方法又分为平板培养法和荧光分析法。荧光分析法由于不需要平板培养计数，直接测定洗脱液中的细胞含有的 ATP 含量，根据 ATP 的含量计算抑菌率和杀菌率，缩短了测试时间（可减少 40h），提高了工作效率。

表 15 床上用品抗菌检测方法概况

试验方法		标准代号	评价依据
定量法	振荡法	ASTME2149	抑菌率
		GB/T20944.3	抑菌率
		FZ/T73023	抑菌率

	浸滯法（吸收法）	AATCC100	杀菌率
	吸收法-平板培养法或 ATP 荧光法	JISL1902	抑菌率和杀菌率
	浸滯-平板培养法或 ATP 荧光法	ISO20743	抑菌活性值
	吸收法	FZ/T73023	抑菌率
		GB/T20944. 2	抑菌率
	印迹法—平板培养法或 ATP 荧光法	JISL1902	抑菌率和杀菌率
		ISO20743	抑菌活性值
	转移-平板培养法或 ATP 荧光法	ISO20743	抑菌活性值
	奎因法	FZ/T73023	抑菌率
定性法	划线法	AATCC147	抑菌带宽度
	混菌法	AATCC90	抑菌环宽度
		ISO20645	抑菌环
		GB/T20944. 1	抑菌环大小及接触面生长情况
		JISL1902	抑菌带宽度

注：抑菌率指作用一定时间后试样与对照样的菌数减少率；

杀菌率指试样作用一定时间后的菌数与“0”接触时间菌数减少率；

抑菌活性值指对照样和试样作用一定时间后菌数的对数值的差值；

杀菌活性值指“0”接触时间菌数对数值与试样作用一定时间后的菌数对数值的差值。

不同标准规定的测试方法之间是有一定差异的。比如 FZ/T73023、AATCC100、JISL1902、ISO20743 等几项标准对吸收法的规定：

表 16 几项常见标准关于吸收法的规定比较

项目	FZ/T73023	AATCC100	JISL1902	ISO20743
试样量	边长 18mm 的正方形，精确称取 (0.4 ± 0.05) g	4.8cm 的圆片	0.4g	(0.4 ± 0.05) g
接种量 (mL)	0.2	1.0	0.2	0.2
菌种代数	3~10	未规定	未明确规定	未明确规定
菌液制备方式	两步法	/	三步法	三步法

接种菌液浓度 (CFU/ml) 或 ATP 含量 mol/L	细菌： (0.7~1.5) × 10 <sup>5</sup> ； 酵母菌： (1.0~1.3) × 10 <sup>5</sup>	“0”回收菌 (1~2) × 10 <sup>5</sup>	(1~3) × 10 <sup>5</sup> 或 (1~3) × 10 <sup>9</sup>	(1~3) × 10 <sup>5</sup> 或 (1~3) × 10 <sup>9</sup>
稀释液营养	细菌：含 1%营养肉汤； 酵母菌： 0.03mol/LPBS。	营养肉汤或生理盐水等缓冲液。	5%营养肉汤	5%营养肉汤
样品与菌接触 孵育时间/h	18 ± 1	18~24	18 ± 1	18
孵育温度/°C	37 ± 1	37 ± 2	37 ± 2	37 ± 2
洗脱液	20mL 冰冷生理盐水	100mL 中和液	20mL 冰冷的生理盐水	20mLSCDLP
回收菌试验方法	平板培养：慢	平板培养：慢	平板培养法：慢 荧光分析法：快	平板培养法：慢 荧光分析法：快
结果表示	抑菌率	杀菌率	抑菌活性值或 杀菌活性值	抑菌活性值

### (b) 防霉性能检测

纺织品防霉检测主要为定性检测，试验的原理为：当经过防霉处理和未经防霉处理的纺织品分别接种一定量的测试霉菌，在适合霉菌生长的环境条件下放置培养一定时间后，根据霉菌在试样表面的生长情况来评价纺织品的防霉性能。当试样表面长霉面积越小，则该样品防霉性能越好，如果试样表面没有长霉，说明该试样越不容易被霉菌污染。

根据接种后试样放置方式分为干式法（或悬挂法）和湿式法（平皿培养法），另外还有土埋法，土埋法主要是测定土壤中微生物的代

谢作用使纺织品发生颜色、生物分解等劣变，从而引起断裂强度发生变化。

其中，培养皿法优点：适合小件样品的试验，每个样品都相对独立，互不干扰，节省空间，不适用于大件样品的整体试验。缺点：湿度控制，平皿需要较多无机盐培养基以保持充分的湿度，否则培养基失水干裂，湿度降低而影响试验。

悬挂法的优点：适合大件或较厚样品的试验，只要箱内盛有足够的水，其湿度可恒定不变。缺点：多个样品同时试验需要多个潮湿箱并占据大量的空间。

选择培养皿法或悬挂法应根据样品厚度来选择，另外，户外使用的纺织品最好使用悬挂法。

湿室悬挂法：把待检测样品接菌后悬挂于一湿室（密闭箱内盛一定量水，样品悬挂于上方并不能接触水），将湿室置于一定温度的环境中，培养 28 天后观察样品表面霉菌生长情况。

培养皿检测法：即把样品置于无机盐培养基平皿中，接种后置于一定温度与湿度的环境中，培养一定时间后观察样品表面霉菌生长情况。

表 17：床上用品防霉检测方法概况

试验方法	标准代号	防霉等级或报告
平板培养法	AATCC30	没有生长；
悬挂法		微量生长； 大量生长。

平板培养法	BSEN14119	0级：未见长霉；
悬挂法		1级：肉眼未见生长，显微镜下明显生长； 2级：霉菌在样品表面的覆盖面积小于25%； 3级：霉菌在样品表面的覆盖面积为小于（25%~50%）； 4级：霉菌在样品表面的覆盖面积大于50%； 5级：长满整个样品表面。
干式法	JISZ2911	0级：无长霉；
湿式法		1级：长霉面积不超过1/3； 2级：长霉面积超过1/3。
平板培养法	GB/T24346	0级：未长霉；
悬挂法		1级：生长面积小于10%； 2级：在样品表面的覆盖面积为10%~30%； 3级：在样品表面的覆盖面积为30%~60%； 4级：在样品表面的覆盖面积>60%。
平板培养法	FZ/T60030	0级：无生长； 1级：微量生长； 2级：轻微生长； 3级：中量生长； 4级：严重生长。

不同标准对防霉检测方法的规定也是有差异的。

表 18：几项常见标准关于防霉检测方法规定的比较

项目	AATCC30	EN14119	JISZ2911	GB/T24346
试样量	培养皿法：直径 3.8cm±0.5cm 悬挂法： (2.5±0.5) cm× (7.5cm±0.5)cm	2.0cm×8cm	5.0cm×5.0cm	3.8cm±0.5cm 圆形或正方形
接种量 (mL)	培养皿法：0.2 悬挂法：1.0	0.5	1.0	1.0mL

接种菌液浓度 (CFU/ml)	悬挂法: $5.0 \times 10^6$	$1.0 \times 10^6$	/*	$(1.0 \sim 5.0) \times 10^6$
稀释液	无菌水	无机盐湿润液	无菌水 (加油润湿剂)	无机盐液
培养基	全营养培养基或无机盐培养基	全营养培养基或无机盐培养基	无机盐培养基	无机盐琼脂
培养时间/h	培养皿法: 7d 或 14d 悬挂法: 14d 或 28d	培养皿法: 28d 悬挂法: 28d	培养皿法: 14d 悬挂法: 28d	培养皿法: 28d 悬挂法: 28d
孵育温度/°C	$28 \pm 1$	$29 \pm 1$	$26 \pm 2$	$28 \pm 2$

### (c) 抗病毒性能检测

病毒 (Biological virus) 是一种个体微小, 结构简单, 只含一种核酸 (DNA 或 RNA), 必须在活细胞内寄生并以复制方式增殖的非细胞型生物。

病毒没有细胞结构, 由蛋白质外壳和内部的遗传物质 (DNA/RNA) 组成, 病毒可分为包膜病毒和无包膜病毒。两者之间的区别在于蛋白质外壳外是否含有一层由磷脂层和膜蛋白组成的包膜。典型的包膜病毒有流感病毒 (如 H1N1、H3N2)、冠状病毒 (新型冠状病毒、SARS、MERS) 等; 典型的无包膜病毒有脊髓灰质炎病毒、手足口病毒 (EV71、Cox A16)。针对包膜病毒, 我们可以通过破坏其包膜从而灭活病毒。对于抗病毒试剂, 首先要接触到的就是病毒的包膜结构, 所以要先要考虑能附着, 之后才是破坏包膜, 进入内部与核酸作用, 使其失活。可以从这三个阶段去选择合适的抗病毒试剂。

纺织品的抗病毒功能需求是近些年才受到人们关注的，相应的抗病毒纺织品的开发较抗菌纺织品晚很多年。目前为止，我国还没有发布纺织品抗病毒性能评价方面的国家标准和行业标准（注：ISO 18184转化的国家标准正在制定中）。ISO 发布了 ISO 18184: 2019《纺织品纺织产品抗病毒活性的测定》，规定了纺织品对特定病毒的抗病毒性能的测试方法，适用范围包括机织物、针织物、纤维和纱线等。该标准中用于测试的病毒主要包括：一种包膜病毒，属流感病毒；人体感染该病毒后会产生呼吸道疾病。一种非包膜病毒，属猫杯状病毒，是重要的肠道病毒如诺如病毒的替代品之一。人体感染该病毒后会产生肠胃疾病。除了 ISO 18184 抗病毒的检测方法外，JISL 1922 也是纺织品抗病毒的一种检测方法。如下为几种抗病毒检测方法的区别。

表 19：几项常见标准关于抗病毒检测方法规定的比较

项目	ISO 18184	JIS L1922	ISO 21702
适用范围	吸水性较好的纺织品	吸水性较好的纺织品	塑料材料/制品或吸水性差的织物
病毒种类	H3N2, H1N1 猫杯状病毒等	H3N2, H1N1 猫杯状病毒等	H3N2, H1N1 猫杯状病毒等
评价标准	抗病毒活性 $M_v \geq 3$ 非常有效, $3 > M_v \geq 2$ 有效果	抗病毒活性 $M_v \geq 3$ 非常有效, $3 > M_v \geq 2$ 有效果	抗病毒活性 $M_v \geq 3$ 非常有效, $3 > M_v \geq 2$ 有效果

#### (d) 防螨性能检测

螨虫是一种对人体健康十分有害的生物，能传播病毒、细菌等，可引起支气管哮喘、鼻炎、皮炎、毛囊炎、疥癣等疾病。

根据防螨原理的不同，纺织品的防螨分为化学防螨和物理防螨，其中化学防螨是使用化学防螨剂杀死或趋避螨虫，包括杀螨法和驱螨法；物理防螨主要是阻止螨虫通过的阻断法。杀螨法直接有效，可从根源上减少螨虫的危害，但缺点是被杀死的螨虫遗骸可能再次引发人体的过敏反应。驱螨法和阻断法都是通过驱除和阻止螨虫，而达到降低螨虫危害的效果，但不能从根本上降低起居环境中的螨虫密度。

国内外的纺织品防螨性能测试采用的评价参数主要有螨虫死亡率、驱避率、抑制率和通过率等，以前两种参数较为常用。

表 20：纺织品防螨测试和评价

评价方法分类	防螨试验法	评价指标
螨虫驱避率评价法	日本大阪府立公共卫生研究所法	驱避率
	玻璃管法	驱避率
	阻止侵入法	驱避率
螨虫死亡率评价法	螨虫培养法	死亡率
	残渣接触法	死亡率
	螺旋管法	死亡率
螨虫增殖抑制率评价法	增殖抑制法	抑制率
螨虫通过率评价法	阻断法	抑制率

AATCC 194 与 GB/T 24253 标准的测试基本原理相同，均为将试样与对照样分别放在培养皿内，在规定条件下同时与螨虫接触，经过一定时间的培养后，对试样培养皿内和对照样培养皿内存活的螨虫数量进行计数；以数量变化率来表示结果。两个标准均适用于室内纺织品。在试验方法方面，AATCC 194 以螨虫死亡率来评价，GB/T 24253 采用的是螨虫驱避率来评价。

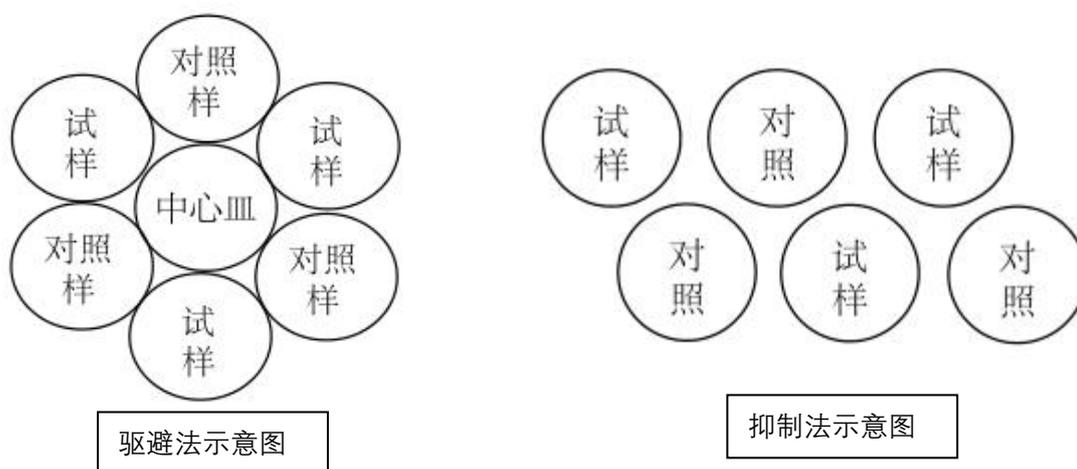
表 21 AATCC 194 与 GB/T24253 的差异比较

标准	AATCC 194	FZ/T62012	GB/T24253	
方法	螨虫培养法	螨虫培养法	驱避法	抑制法
适用范围	纺织品	被、被套、床单、枕、毛毯、垫等	所有纺织品	不经常洗涤的产品，如地毯和填充物等
试样参数	织物：直径 100mm 纤维：盖住直径为 10cm 培养皿底部	织物：直径 45mm	织物：直径 58mm 纤维、纱线：剪成 10-30mm 短纤维，称 0.40g	
对照样	至少三块纤维类型和结构与试样相同但不含抗螨整理剂的试样	未经防螨处理的 100%纯棉织物	与试样材质相同但未经防螨整理的材料，可采用纯棉织物，经高温蒸煮或蒸馏水洗涤	
测试条件	温度：25±1℃， 湿度 73-76%RH	温度：25±1℃， 湿度 75±5%RH	温度：25±2℃， 湿度 75±5%RH	
螨虫种类	屋尘螨或粉尘螨，也可用规定国家或地区的其他种类	粉尘螨	粉尘螨雌雄成螨或若螨	
防止螨虫逃逸装置	在容器边缘涂上凡士林；用打结网或螨虫屏障织物紧密罩于顶部并固定	培养皿盖	不需要	无
预处理	灭菌；置入试验箱，在试验条件下适应 48h	洗涤 10 次，20 次	置于 65±5℃的干热 10 min；按 GB/T12490 中的试样条件 A1M 进行洗涤	
螨虫数量	(25 只雌性+25 只雄性) × 6 只培养	200 只螨虫 × 6 只培养皿	(2000±200) 只螨虫	150 只螨虫 × 6 只培养皿

	皿			
培养时间	6周	24h	24h	7d、14d、28d 或 42d
评价指标	抗螨试样对参比试样的尘螨数量减少百分比	驱螨率	驱避率	抑制率
		A级, 洗涤10次, $\geq 60\%$ AA级, 洗涤20次, $\geq 60\%$	$\geq 95\%$ 样品具有极强的防螨效果 $\geq 80\%$ 样品具有较强的防螨效果 $\geq 60\%$ 样品具有防螨效果	

相应的试验方法示意图参见下图9。

图9 驱避法和抑制法试验示意图



## 2.4 关注床上用品的卫生安全性能

### 1) 安全理念

抗菌床上用品一般与人体皮肤直接接触，因此安全性非常重要。CIAA 一直倡导“首先是安全的，然后才是抗菌有效地”理念。之所以如此，是因为开发抗菌产品的目的就是为了更好地提高消费者而健康水平。如果因为在抗菌产品开发过程中引入风险因素，导致抗菌产品对消费者存在潜在风险，那就失去开发抗菌产品的意义了。

对于安全理念的理解，可以从以下几个方面把握：

### **(1) 安全的涵义**

抗菌产品应当在全生命周期内确保安全，为此，至少应当做到：在生产过程中对制造它的工人应当无害；在使用过程中对消费它的顾客应当健康的；丢弃后对容纳它的环境应当友好。

### **(2) 安全的策略**

为确保安全，从策略上将有两点。一是确保引入的抗菌活性物质是安全的；二是应当确保抗菌活性物质的使用方式是正确的。

### **(3) 安全的分级**

在物质没有达到极大丰富的情况下，没有必要对所有产品的规定都是一致的，为此可以对抗菌产品的安全性能进行分级。分级的原则是，与人接触越密切的产品其安全性的要求应当越高。

## **2) 标准体系**

目前，涉及床上用品安全性的标准主要有国家标准和行业标准、团体标准，分别是：

- GB/T31713-2015 抗菌纺织品安全性卫生要求
- FZ/T73023-2006 抗菌针织品
- T/CIAA103—2021 抗菌技术规范第 1 部分：抗菌产品

### **3) 技术要求**

床上用品的卫生安全性能要求主要包括两个方面：一是对采用的抗菌剂的卫生安全要求，二是对于床上用品本身的卫生安全要求。

#### **(1) 抗菌剂的卫生安全性能要求**

GB/T31713-2015《抗菌纺织品安全性卫生要求》、FZ/T73023-2006

《抗菌针织品》和 T/CIAA103—2021 《抗菌技术规范第 1 部分：抗菌产品》，对抗菌剂的卫生安全性能规定如下：

表 22 抗菌剂的卫生安全性能要求

名称	GB/T31713-2015	FZ/T73023-2006	T/CIAA103—2021
规定	抗菌纺织品使用的抗菌剂应经过卫生安全性评价，用于抗菌纺织品添加改性或后整理的抗菌剂应符合《消毒技术规范》的要求。	抗菌针织品锁应用的抗菌物质必须经相关部门批准；具有有资质单位的检测报告（抗菌物质化学含量检测方法、急性口服毒性、皮肤刺激性、眼刺激性、致突变性以及其他与产品要求相对应的检测报告）；抗菌物质生产厂家提供的使用说明，按厂家的功能宣城，应出示与其功能宣传相对应的试验内容的检测报告。	抗菌剂应提供使用浓度，并使用原液或该使用浓度的 5 倍量进行卫生安全性能评价，且结果应符合：1) 急性经口毒性试验：LD50>2000mg/kg；2) 多次完整性皮肤刺激试验应为无刺激或轻度刺激；3) 皮肤变态反应试验应为阴性；4) 遗传毒性试验（至少应当包括 1 项基因突变试验和 1 项染色体畸变试验）应为阴性。

## (2) 床上用品的卫生安全性能要求

GB/T31713-2015《抗菌纺织品安全性卫生要求》、FZ/T73023-2006《抗菌针织品》和 T/CIAA103—2021 《抗菌技术规范第 1 部分：抗菌产品》，对抗菌产品的卫生安全性能规定如下：。

表 23 抗菌剂的卫生安全性能要求

名称	GB/T31713-2015	FZ/T73023-2006	T/CIAA103—2021
规定	<p>1、抗菌纺织品首先应满足卫生安全性要求。</p> <p>2、抗菌纺织品的抗菌物质应为非溶出性或微溶出性。经抗菌物质溶出性检测，其抑菌环宽度 (D) 应<math>\leq</math>5mm。</p> <p>3、抗菌纺织品对人体健康不应产生损害作用，对人体皮肤无刺激性和致敏作用。动物皮肤刺激实验结果应为无刺激性，动物皮肤变态反应试验结果应为阴性。</p> <p>4、抗菌纺织品对黏膜不应产生刺激性。阴道黏膜刺激性试验结果应为无刺激性。</p> <p>5、抗菌纺织品应无致畸、致突变、</p>	<p>1、抗菌针织品所应用的抗菌物质的溶出物对皮肤的刺激性及致过敏性，按 GB7919 做人体斑贴试验为阴性。</p> <p>2、抗菌针织品应符合 GB18401-2007 的要求。</p> <p>3、抗菌针织品应用的抗菌物质的溶出性指</p>	<p>1、抗菌材料和制品使用的抗菌剂应符合 T/CIAA103—2021 中 4.2.1 的要求。</p> <p>2、抗菌材料和制品有可执行的抗菌标准，其卫生安全性能应符合该产品标准。抗菌产品若没有可执行的抗菌标准，其卫生安全性能要求应符合以下要求：1) 频繁或持续与皮肤接触的抗菌产品，抗菌物质溶出性试验（应分别对所列出的指示菌的抑菌环宽度进行测试）：抑菌环宽度 (D) <math>\leq</math>5mm；2) 与眼或其他黏膜接触的抗菌产品，急性眼刺激试</p>

<p>致癌作用物质释放，遗传毒性试验（至少应包括1项基因突变试验和1项染色体畸变试验）检测结果应为阴性。</p> <p>6、与人体皮肤直接接触的抗菌纺织品，对人体皮肤正常菌群不应产生影响作用。特殊行业需要贴身穿着抗菌纺织品连续3个月或以上时，需经皮肤正常菌群影响检测。经30例志愿人群连续试验穿着72h后，试验组与对照组的皮肤正常菌群各种检测结果的平均值不应有显著性差异（统计学检验<math>P&gt;0.05</math>）。</p> <p>7、不应使用抗菌纺织品制作3周岁以内婴幼儿的用品</p> <p>8、由抗菌防止因制作的妇女贴身用品应有忌用标志： a) 内裤——孕妇忌用； b) 内衣、文胸——哺乳期妇女忌用。</p> <p>9、抗菌纺织品产品的标签应注明采用抗菌剂的名称、生产企业、产地、批号、急用范围等内容。</p>	<p>标：抗菌织物洗涤一次后，抑菌圈宽度<math>D \leq 5\text{mm}</math>。</p>	<p>验应无刺激或轻度刺激；3) 与生殖或哺乳器官接触的抗菌产品，阴道黏膜刺激试验应无刺激或轻度刺激；4) 与呼吸道接触的抗菌产品，急性吸入毒性试验： <math>LC50&gt;10000\text{mg}/\text{m}^3</math>，为实际无毒。</p> <p>3、不建议使用抗菌产品制作3周岁以内的婴幼儿用品。</p>
--	---	--

## 2.5 抗菌技术在床上用品上的应用状况

本研究以抗菌产品的品牌市场渗透率对抗菌技术的应用深度进行标示。所谓品牌市场渗透率，是指在所统计的特定产品领域中抗菌产品品牌在该领域所有品牌中占比。经不完全统计，目前抗菌产品在纺织品、日用品、建材产品和家电产品中的品牌市场渗透率分别为29.57%，29.40%，27.36%以及14.40%。因此，目前纺织行业已经成为抗菌技术应用最为广泛的一个领域。

图 10：抗菌行业市场渗透率对比图

（单位：% ，日期，2021年9月11日）



01	20%	20%	10%	5%	10%	25%	10%	100%
02	35%	17%	5%	2%	6%	18%	18%	100%
03	5%	95%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
04	4%	5%	13%	5%	6%	59%	8%	100%
05	15%	21%	7%	3%	12%	19%	24%	100%
06	25%	29%	7%	5%	6%	13%	16%	100%
07	18%	46%	0%	0%	0%	1%	35%	100%
08	20%	20%	5%	20%	20%	5%	10%	100%
09	27%	57%	2%	1%	1%	5%	7%	100%
10	17.8%	30.4%	10.7%	2.5%	5.4%	10.2%	23.5%	100%
11	40%	10%	5%	5%	20%	10%	10%	100%
	20.6%	31.8%	5.8%	4.4%	7.8%	15%	14.6%	100%

以天猫商城、京东商城和苏宁易购作为数据来源进一步对抗菌纺织品的品牌市场渗透率进行研究发现，抗菌内裤、抗菌毛巾、抗菌运动服、抗菌户外用品、抗菌防臭袜、抗菌床上用品在天猫商城、京东商城和苏宁易购这三大电商平台的品牌市场渗透率分别为 95.3%、65.2%、60.2%、52.8%、48%、43.2%。由此可见，相较于内裤、毛巾、运动服、户外用品和袜子，抗菌技术在床上用品的应用相对偏低。

表 24 抗菌床上用品的品牌市场渗透率

(日期：2021 年 8 月 29 日)

商城类别	天猫商城		京东商城		苏宁易购	
关键词	床上用品	抗菌床上用品	床上用品	抗菌床上用品	床上用品	抗菌床上用品

品牌数量	199	99	435	300	213	23
平台抗菌品牌占比	49.7%		69%		10.8%	
平均抗菌品牌占比	43.2%					

同时，抗菌床上用品已经为直播电商所关注。本研究以淘宝和抖音上的两位网红主播薇娅和罗永浩为研究标的可以发现，抗菌产品在他们的直播销售中占比较低，这其中抗菌床上用品的占比就更低，还有很大的市场发展空间。

根据胖球数据，在最近一个月中，薇娅和罗永浩的直播销售额分别达到 31.45 亿元和 4.91 亿元。

表25 薇娅和罗永浩近30天销售数据

(日期：2021年8月29日)

主播		30日直播场次	30日直播销量	30日直播销售额	30日抗菌产品数
淘宝	薇娅	26场	3079.79万件	31.45亿	8件
抖音	罗永浩	30场	308.66万件	4.91亿	14件

同样来自胖球财经的数据，在薇娅销售的产品中，抗菌产品的销售额为 1301.5 万元，这其中，抗菌床上用品（世茂希尔顿抗菌枕芯、水星家纺抗菌鹅绒枕芯）的销售额为 209.65 万元，分别约占薇娅一个月直播销售额的 4.1%和 0.07%。

表26 抗菌产品在薇娅近30天直播销售中的数据统计

(日期：2021年8月29日)

直播商品	直播价	销量(件)	销售额(¥)
HLA/海澜之家男士内裤	¥69	3.51万	约242.49万
蓝内男士内裤	¥65	1.62万	约105.38万
MQD 童装抗菌T恤	¥49	1.28万	约62.95万
世茂希尔顿抗菌枕芯	¥89	1.01万	约90.19万
中腰平角男内裤	¥69.8	9150	约63.86万
水星家纺抗菌鹅绒枕芯	¥169	706	约119.46万

悦味抗菌不粘泡面锅	¥79	6885	约 54.39 万
喜临门儿童家用抗菌床垫	¥949	5930	约 562.75 万
总销量	10.33 万		
总销售额	1301.5 万		

在罗永浩销售的产品中，抗菌产品的销售额为 227.06 万万元，这其中，抗菌床上用品（白卷乳胶枕抗菌、网易严选抗菌被、乐蜗家纺抗菌四季被）的销售额为 21.38 万万元，分别约占薇娅一个月直播销售额的 4.6%和 0.04%。

表27 抗菌床上用品在罗永浩近30天直播销售中的数据统计

（日期：2021年8月29日，数据来源：胖球数据）

直播商品	直播价	销量（件）	销售额（¥）
吉斯汉防臭抗菌袜	¥29.9	1.02 万	30.69 万
奥康抗菌内裤	¥69	3466	23.91 万
有棵树抗菌平角裤	¥99.9	3085	30.81 万
原森太菜板	¥219	1889	41.36 万
都市丽人中腰内裤	¥59	2515	14.83 万
白卷乳胶枕抗菌	¥89	1196	10.64 万
利郎抗菌休闲衬衫	¥199	876	17.43 万
小米有品抗菌饮水机	¥399	413	16.47 万
心想抗菌饮水机	¥699	348	23.99 万
网易严选抗菌被	¥129	356	4.89 万
乐蜗家纺抗菌四季被	¥159	368	5.85 万
利郎抗菌衬衣	¥219	280	6.13 万
原森太菜板	¥129	22	2838
双枪抗菌防霉筷子	¥69	2	138
总销量	2.5 万		
总销售额	227.06 万		
占 30 日内销售额比	4.6%		

### 3 床上用品抗菌应用实践

#### 3.1 宝缦家纺

宝缦家纺成立于 1997 年，成立之初就坚定不移的走品质化路线，2001 年中国加入世贸组织，宝缦创始人用敏锐的嗅觉，抓住时机，成立江苏宝缦卧室用品有限公司，成为国内第一批走品牌专卖路线的家纺企业。与世界接轨，追随全球时尚的中心——意大利的时尚脚步，确立“色彩生活、宝缦家纺”为企业发展的方向，数百年来优雅、经典的佩兹利花型为品牌标签，研发出了一批又一批经典时尚的花型，一经投入市场，就吸引来一波又一波的粉丝追随。

站在巨人的肩膀上看的更高更远，紧跟时代的步伐，机会一定是留给有准备的人，品牌专卖化道具发展的初期，宝缦家纺权利拓展新市场，形成了以江苏为大本营，布局重点省份，重点城市，形成以点带面的拓展模式。拥有了山东、山西、重庆、黑龙江、河南、河北等一批重点省份，逐渐形成宝缦风格、宝缦特色的品牌化道路。

2011 年，为满足日益增长的销售体量，同时更快速的发展，公司迁入现在的花园式工厂，同时引入车间 6S 管理体系，以严苛的生产标准要求自己，让“宝缦”品牌成为品质的代名词。

2018 年公司斥巨资引进了国际先进吊挂系统，在生产端就做到了“床品不落地，洁净又卫生”的生产规范。虽然后道生产看不见，但是宝缦人始终以高标准、严要求来时刻要求自己。时刻不忘宝缦二字代表的就是品质和信任。

### 3.2 宝缦家纺在床上用品抗菌应用方面的探索

人生 1/3 的时间是在床上度过，床品的健康卫生时刻关系着人类的健康状况，小到睡眠舒适度，大到整体家居环境的安全卫生，都是无法忽略的部分。

2016 年，公司前瞻性的成立“健康莱科产业”，投身健康家纺用品的研发与制造，并积极寻找国内知名科研单位寻求合作。为此，公司与苏州大学现代丝绸国家工程实验室共同设立了“蚕丝蛋白技术研发中心”和“纺织品抗菌技术实验室”，研发推出了三大健康系列“乐寝系列”、“乐姿系列”、“乐居系列”，共计有 20 多种科技健康类产品。2016 年上市的当年，其中一款套件创造了单款抗菌产品年销额 1000 多万的好成绩。

永不满足才是不断前行的动力，向上进取的宝缦人不满足于现状，积极的寻找更有效抗菌方式。先后推出多个系列的产品抗菌，但是受当时抗菌技术的限制，无法满足颜值、抗菌功效、产品本身的舒适度多方面结合的最佳体验感。为了改善这一现状，公司先后走访美国、意大利、瑞典、日本等国际纺织工业较为发达的国家，不断寻求并尝试开发更多技术路线的抗菌工艺，以使宝缦抗菌更具实力。

2020 年，全球爆发的新冠疫肺炎疫情，给人类造成了无法估量的损失。在这个大环境下，人类对健康有了新的认识和警醒，健康类产品的关注和需求出现爆发性增长。宝缦家纺快速行动，在疫情爆发后的第一时间，组织团队研发出了“先锋 1 号抗病毒枕”等产品，且抗病毒枕在 2020 年上市仅 3 个月销量就突破 2 万只，可见市场需求

之大。

2021年宝缦家纺继续加大投入，将蚕丝被系列做到了全线丝胎抗菌。蚕丝被全线抗菌的推出，在终端市场也得到了明显的反馈，2021年3月份，宝缦家纺蚕丝被同比增长1600%，蚕丝系列的抗菌工艺的尝试，让宝缦家纺在抗菌上似乎摸到了一些门道。

2021年6月，开启宝缦家纺产品全线抗菌时代，从此进入了抗菌床品专业化道路的新征程。改变是艰难的，以宝缦家纺独有的“沈绣”为例，作为国家级非物质文化遗产的沈绣，独家和宝缦家纺进行战略合作，开发多款新中式、国潮风产品，积极弘扬中华优秀传统文化、提升民族自信，增强中华文化认同感，同时对下一代消费群体进行中华文化知识的普及教育。拥抱新群体，接纳新事物，追求极致舒适度的面料体验感，100支甚至以上的面料，本身的材质极度轻薄，如何让真丝般柔滑触感的面料在做抗菌处理的同时又不影响本身的质感，这是必须攻克的技术难题，宝缦家纺联合面料开发公司积极寻找优质原材料及最佳的抗菌工艺，反复测验、改善、再测验、再改善，终于成功解决了这一技术难题，顺利生产，为了谨慎期间，并没有在第一时间将此款产品推向市场，而是在实验室进行反复的水洗等实验，测试其功效，并将产品送至广东微生物检测中心进行检测（附报告），确定其抗菌功效及安全系数，不是所有抗菌产品都是“宝缦”品牌，但是我们要做到让消费者想到抗菌床品第一时间下意识的脱口而出就是“宝缦”。

## 4 发展趋势和展望

### 4.1 新冠疫情下的全民生物素养的觉醒

2015 年，比尔·盖茨曾经在一次演讲中提到，未来打败人类的，不是战争，可能是细菌、病毒和微生物。自 2019 年末开始席卷全球的新冠疫情正在印证比尔·盖茨的预言——这场疫情不仅深刻的改变了全球政治和经济形势，还深刻的影响了人们的思维方式和行为。

对于社会公众而言，此次新冠疫情开始促使他们的生物素养开始觉醒。在过去，因为看不见、摸不着（微生物），社会公众对微生物是完全陌生的。新冠疫情发生后，社会公众开始认识微生物，并意识到微生物会产生危害，从而就有了探寻有助于调控微生物风险的产品兴趣。随着新冠疫情的持续发展，抗菌产品因为具有长效抑制微生物的功效而逐渐为社会公众所认知。

随着经济的发展和 GDP 的增长，人均 GDP 和人均可支配收入不断在增长。根据国家统计局的公开数据，我国国内生产总值在 2000 年、2005 年、2010 年、2015 年和 2020 年的数据分别为 100280.14 亿元、187318.9 亿元、412119.26 亿元、685992.59 亿元、1015986.2 亿元。与此相对样的是，我国人均 GDP 在 1988 年、2008 年和 2020 年分别为 1387 元、6859.9 元、24120.7 元、72447 元。在人均可支配收入方面，我国居民人均可支配收入在 2020 年达到 21189 元，其中城镇居民人均可支配收入达到 43834 元，农村居民可支配收入达到 17131 元。

人均 GDP 和人均可支配收入的增长，使社会公众具有了充足的购买抗菌产品的购买力。而全民生物素养的建立，提升了他们对抗菌产品的认知。而认知在行动上的体现，就是对抗菌产品的热购。据京东数据统计，抗菌产品在其平台的增速超过 30%。苏宁易购平台消杀以及相关产品增幅甚至达到 200%。零售市场之外，各种类型招标工程也将抗菌消杀纳入招标范畴，从今年 2 月到 7 月，涉及该类产品的招标达到 10842 条。其中，最大单值达到 949 万。

#### **4.2 健康中国建设国家战略下的产业涌动**

2015 年 10 月，党的十八届五中全会审议通过《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议》，提出了健康中国建设新目标，要求从八个方面推进健康中国建设。至此，“健康中国”正式上升为国家战略。为了推进健康中国建设国家战略，国家在 2016 年 10 月、2021 年 3 月又先后发布了《“健康中国 2030”规划纲要》和《关于国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》。

健康中国建设国家战略的推进，必将会从政策、投资、产业等角度推动包括抗菌产业在内的大健康产业发展。

##### **1) 政府出台政策助力大健康产业发展**

截至目前，国家已经出台了《关于促进“互联网+医疗健康”发展的意见》、《国家健康医疗大数据标准、安全和服务管理（试行）》、《国务院关于实施健康中国行动的意见》、《健康中国行动（2019—2030 年）》等一系列文件。不仅国家，地方政府层面也在密集出台支持大健康产业发展的政策，比如武汉市提出了《武汉市大健康产业发展

展规划（2019-2035年）》，四川省提出了《四川省智慧健康养老产业发展行动方案（2019-2022年）》，青海颁布了《青海省扶持和促进中藏医药发展若干措施》。同时，各省市也在“十四五”规划中提出了有关大健康行业发展的相关建议。这将会有力的推动大健康产业的发展。

## 2) 资本热助力大健康产业发展

有专家指出，中国的大健康产业将会迎来腾飞的“黄金10年”。新冠疫情的发生则进一步坚定了资本领域的信念。为此，各方资本开始积极布局于大健康产业。这其中主要有三类：

第一类为医药健康领军企业，它们通过自身原有核心业务优势来打造大健康产业生态，从而完善产业布局体系。

第二类地产企业，它们主要通过合作、并购等方式快速进入大健康领域。万达在大健康领域已投资超过1500亿元；恒大则确定了包括优化医疗服务、完善健康保障、发展大健康产业的三大产业发展战略。

第三类是互联网企业，它们通过自身拥有的信息技术与大健康产业相融合，打造出新兴领域。如“阿里健康”业务主要集中在医药电商及新零售、互联网医疗、消费医疗、智慧医疗等领域；腾讯睿知则利用大数据与人工智能解决资源错配问题，从源头上使得医疗服务更精准高效。

### 3) 产业界驱动大健康产业发展

新冠肺炎疫情的爆发，不仅人们的健康需求进一步增加，国民的健康素养与卫生意识也在逐步提升，大健康产业也被越来越多的人所了解。

2016-2020年，中国的大健康产业市场规模保持着稳定增长，2020年市场规模超过7万亿，据专业机构预测，2021年我国大健康产业市场规模预测将达8万亿，增幅达8.1%。