



中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 138—2025/ISO/TS 23650:2021

纳米技术 含人造纳米材料纺织品抗菌性能的评估

Nanotechnologies—Evaluation of the antimicrobial performance of
textiles containing manufactured nanomaterials

(ISO/TS 23650:2021, IDT)

2025-12-03 发布

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号和缩略语	2
5 TCMNM 中金属或金属氧化物纳米材料的理化特性	3
5.1 概述	3
5.2 金属或金属氧化物纳米材料的理化特性	3
5.3 表征方法	3
6 金属或金属氧化物纳米材料释放量的测量	4
6.1 通则	4
6.2 人工汗液的制备	4
6.3 洗涤程序	4
7 TCMNM 抗菌活性的测试	4
7.1 通则	4
7.2 抗细菌活性	4
7.3 抗真菌活性	5
7.4 防臭活性	5
8 测试报告	5
附录 A (资料性) TCMNM 中纳米材料物理特性的表征方法	8
A.1 粒径和粒径分布的测试	8
A.2 Zeta 电位的测试	8
A.3 比表面积的测试	8
附录 B (资料性) TCMNM 中纳米材料化学特性的表征方法	9
B.1 MNM 化学组成的测试和定量分析	9
B.2 表面化学的测试	9
B.3 通过酸解或微波辅助酸解制备样品	9
附录 C (资料性) TCMNM 抗细菌、抗真菌和防臭活性的测试方法	10
C.1 抗细菌活性的测试	10
C.2 抗真菌活性的测试	10
C.3 防臭能力的测试	11
参考文献	12

前　　言

本文件为规范类指导性技术文件。

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件等同采用 ISO/TS 23650:2021《纳米技术 含人造纳米材料纺织品抗菌性能的评估》，文件类型由 ISO 的技术规范调整为我国的国家标准化指导性技术文件。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

——删除 5.2 第 3 段中“例如，出于不同目的所使用的化学试剂（例如染色、印刷）可能会与纳米材料具有相似的元素和化学组成，因此，为了从前者中识别后者，应谨慎地选择一组适当的测量技术，因为对于这种情况，通常没有单一的技术可以解决这个问题。在这方面，ASTM E3025-16 探讨了部分理化特性的测量方法及含银纳米材料纺织品在检测时所面临的挑战”。

——删除 7.3 中“注 2”。

——第 8 章列项内容依据表 2 做出相应调整。

——参考文献重新排序。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国科学院提出。

本文件由全国纳米技术标准化技术委员会(SAC/TC 279)归口。

本文件起草单位：枣庄学院、中国医学科学院基础医学研究所、际华三五四三针织服饰有限公司、枣庄市疾病预防控制中心、内蒙古大学、浙江理工大学。

本文件主要起草人：刘凤收、龙琳、张涛、刘建波、温涛、李宁军、李萍、许海燕、亢静、任慧、吴金丹。

引　　言

在纺织工业中利用纳米技术,可赋予常规纺织品抗菌、抗污、抗皱、抗紫外线、阻燃和增强机械强度等新功能,同时又不会对纺织品的原有性能造成显著损失或改变。纳米数据库网站的数据表明,目前已有超过400种含人造纳米材料的纺织品(TCMNM),在纳米产品市场中位列第二位^[21]。持续快速发展的TCMNM,使得针对纺织品中的人造纳米材料(MNM)的国际标准和测试工艺指南的需求也随之增加。这种需求不仅来自产业,也来自消费者。

根据纳米材料如何集成到纺织品中,TCMNM可分为三类:纳米加工纺织品、纳米复合材料纺织品和纳米纤维纺织品^[22]。

- a) 纳米加工纺织品:在纺织品制造完成后,通过后处理或涂层的方法使纺织品纤维具有纳米结构表面而赋予纳米尺度特性的纺织品。消费市场上的大多数纳米纺织品都属于这一类。
- b) 纳米复合材料纺织品:由含有一种或多种具有纳米结构或纳米尺度组分的纤维组成的纺织品,而这些纳米尺度特性是通过预加工整合到纤维组分中的。
- c) 纳米纤维纺织品:由纳米纤维制成的纺织品,具有纳米尺度的横截面积,但长度不一定是纳米尺度。

可用不同的纳米材料和化学品对天然和人造纺织品纤维进行处理,以增强其抗菌性能。TCMNM的抗菌活性包括对细菌、真菌、病毒和其他微生物的活性。此外,由于可降低微生物活性,抗菌活性有助于使其具备防臭特性。通常各种金属(主要是银和铜),以及金属氧化物[如氧化铜(CuO)、二氧化钛(TiO₂)和氧化锌(ZnO)]被用于抗菌TCMNM。

MNM的一些特性对其抗菌性能有很大影响,包括尺寸、形状、比表面积、化学组成、表面化学和表面电荷。MNM的大小和形状对其抗菌性能有重要影响,这是因为它们与比表面积相关。一般而言,纳米颗粒的抗菌性能是尺寸依赖的,较小的颗粒具有较高的比表面积,可更多地接触细菌或真菌细胞,从而提高抗细菌和/或抗真菌的效力,或同时提高二者的有效性^[23]。所以,与微米和宏观尺度的大颗粒相比,整合到纺织品中的小尺寸纳米颗粒即使在含量很低的情况下,仍然表现出明显的抗菌活性^[24-26]。MNM的形状会显著影响其与微生物细胞的相互作用和摄入速率,例如球形金纳米颗粒表现出比棒形金纳米颗粒更高的细胞摄取率^[27]。MNM的表面电荷是另一个重要特性(可通过Zeta电位法测试)。MNM的抗菌作用由带正电荷的MNM和带负电荷的微生物细胞膜之间的静电相互作用引发的,最终导致细胞损伤同时抑制其生长和繁殖。MNM的表面化学也会严重影响其抗菌活性,纳米材料表面的官能团、保护剂或生物分子的存在对其抗菌活性有潜在的影响。表面功能化的抗菌纳米颗粒,如带有生物活性分子的银纳米颗粒,与裸露的银颗粒相比,表现出了更强的抗菌活性^[28]。上述的相互作用凸显了理化特性对TCMNM抗菌性能的重要影响。

目前,市场上有各种具备抗菌性能的TCMNM产品,如内衣、衬衫、袜子、床单或被套等。纳米材料的抗菌作用机制通常可描述为下列三种模式:氧化应激诱导、金属离子释放或非氧化机制。这三种反应也可能同时发生^[22]。TCMNM的抗菌活性在多次洗涤和浸汗后会显著下降,这是由于在上述过程中嵌入的纳米材料可能会释放,汗液和洗涤溶液也会与纳米材料发生化学作用。目前,没有专门针对TCMNM产品的国际标准文件。因此,制定一个评估洗涤或浸汗后TCMNM抗菌性能的国际标准文件,会促进产品的贸易和市场的增长。值得注意的是,目前已有评估常规纺织品抗菌性能的国际标准,也有用于检测和表征纺织品中银纳米材料的相关标准文件^[19]。然而,这些文件并没有解决纳米材料或纳米结构在洗涤或浸汗后会从TCMNN中释放的潜在问题,而这一过程会可能对纺织品的抗菌活性产生影响。

本文件不涉及纳米材料从 TCMNM 释放到空气、水和垃圾填埋场产生的对纳米安全和环境的影响。但纺织品在不同条件下释放纳米材料的数据,例如出汗、洗衣机洗涤过程中的机械应力(重复磨损),被认为是了解可能向环境释放纳米材料的重要信息。

人工汗液是一种适于模拟人体皮肤汗液的候选材料,用以确定纳米材料从 TCMNM 到人体的释放量。对于许多 TCMNM 的常见应用,如衣物,皮肤很有可能会与纺织品接触,继而与纳米材料发生相互作用^[29],在这种情况下,所涉及的相互作用和纳米材料的释放也会影响到 TCMNM 的抗菌性能。

考虑到洗涤过程和人工汗液对 TCMNM 中纳米材料释放的影响,本文件特别对纳米材料释放量的检测方法、TCMNM 的抗菌性能和评估方法进行了规范,此外也具体说明了 TCMNM 所进行的洗涤过程以及接触的人造汗液溶液。

纳米技术 含人造纳米材料纺织品抗菌性能的评估

1 范围

本文件描述了含人造(金属/金属氧化物)纳米材料的纺织品(TCMNM)的抗菌性能的评估方法,包括测试纺织品被洗涤和/或接触人造汗液后纳米材料释放量的实验流程,TCMNM 的抗细菌、抗真菌和防臭性能的评估方法。

本文件适用于生产或加工过程中使用人造纳米材料的织物、纱线和纤维的纺织品。

本文件不适用具有治疗应用的纺织品,也不涉及与 TCMNM 相关的环境、健康和安全(EHS)问题。同时,本文件未考虑由于老化、干燥损耗和磨损导致从 TCMNM 中释放的纳米材料的情况,尽管上述过程也被认为是释放纳米材料的一个影响因素。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

ISO 105-E04 纺织品 色牢度试验 第 E04 部分:耐汗渍色牢度(Textiles—Tests for colour fastness—Part E04:Colour fastness to perspiration)

注: GB/T 3922—2013 纺织品 色牢度试验 耐汗渍色牢度(ISO 105-E04:2013,MOD)

ISO 6330 纺织品 试验用家庭洗涤和干燥程序(Textiles—Domestic washing and drying procedures for textile testing)

注: GB/T 8629—2017 纺织品 试验用家庭洗涤和干燥程序(ISO 6330:2012,MOD)

ISO 13629-1 纺织品 纺织品抗真菌性测定 第 1 部分:荧光法(Textiles—Determination of antifungal activity of textile products—Part 1:Luminescence method)

注: GB/T 39104.1—2020 纺织品 抗真菌性能的测定 第 1 部分:荧光法(ISO 13629-1:2012,MOD)

ISO 20743:2021 纺织品 纺织品抗菌活性的测定(Textiles—Determination of antibacterial activity of textile products)

ISO/TS 80004-1 纳米科技 术语 第 1 部分:核心术语(Nanotechnologies—Vocabulary—Part 1:Core terms)

注: GB/T 30544.1—2014 纳米科技 术语 第 1 部分:核心术语(ISO/TS 80004-1:2010, IDT)

EN 16711-1 纺织品 金属含量的测定 第 1 部分:微波消解法测定金属 (Textiles—Determination of metal content—Part 1:Determination of metals using microwave digestion)

3 术语和定义

ISO 6330、ISO/TS 80004-1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

ISO 和 IEC 维护的用于标准化的术语数据库网址如下:

ISO 在线浏览平台:<http://www.iso.org/obp>;

IEC 电工百科:<http://www.electropedia.org/>。