

化工行业标准《抗菌和抗病毒涂料》 编制说明

（征求意见稿）

《抗菌和抗病毒涂料》标准编制组

2023. 11

一、工作简况

（一）任务来源

2023 年 4 月工业和信息化部办公厅“关于印发 2023 年第一批行业标准制修订计划和外文版项目计划的通知”，推荐性行业标准《抗菌和抗病毒涂料》获得批准立项，项目编号为 2023-0211T-HG，由全国涂料和颜料标准化技术委员会负责归口，由中国建筑材料科学研究总院有限公司、广东省科学院微生物研究所、中海油常州涂料化工研究院有限公司负责标准的起草工作，要求于 2024 年 4 月完成报批任务。

（二）修订背景

1、概述

随着社会形势的发展，尤其近期“新冠病毒”疫情的爆发，抗菌涂料和抗病毒涂料等产品研发与应用趋向活跃，以满足社会发展与用户对高质量、高性能涂料的需求。

抗菌涂料早在 2000 年左右就有企业推出并进入市场，当时涂料实现抗菌防霉功能主要通过传统的有机抗菌材料、光催化纳米 TiO_2 和银系无机抗菌材料。2007 年制定出台了 HG/T 3950《抗菌涂料》的行业标准，一定程度上规范了当时市场上的抗菌涂料产品。但随着技术进步和市场需求的变化，抗菌防霉材料技术的发展，一些传统毒性大的有机抗菌材料在涂料中禁止或限制使用了，纳米银等无机银系抗菌材料技术不断提升，也有很多性能优异的无机抗菌材料产品出现并应用到涂料产品中，还有天然植物基抗菌抗病毒材料、复合型抗菌材料等研究推出，对于最终制品的抗菌防霉功能性提升及对病毒等多种微生物产生作用都成为可能。经过多年的发展，抗菌涂料制备技术、作用机理与评价技术等方面的研究逐步加强，使得抗菌性能显著提升。

抗病毒涂料是近年国内外新增涂料产品类型，已实现规模化推广应用，三棵树涂料、立邦涂料、广东嘉宝莉科技材料有限公司等几十家国内企业开发了抗病毒涂料并已得到应用。然而针对涂料抗病毒实验没有专有的方法，大多参照卫生部颁发的“消毒技术规范”中对病毒的实验方法，结果与对照样品相比有降低就算是具有抗病毒功能，这就造成很多企业将产品送到有关部门做了抗病毒实验就宣称自己的产品有抗病毒功能。

因此为促进抗菌和抗病毒涂料的健康发展，HG/T 3950—2007《抗菌涂料》标准亟需进行修订，是社会发展与市场的需求，同时也为消费者提供有效的参考，发展抗菌抗病毒产业也必将带来可观的社会效益与经济效益。

2、现状

我国有关抗菌涂料的标准有 HG/T 3950-2007《抗菌涂料》、GB/T21866-2008《抗菌涂料（漆膜）抗菌性测定法和抗菌效果》、GB/T 1741-2020《漆膜耐霉菌

测定法》这几项标准，抗菌涂料随着抗菌技术工艺的不断发展以及对抗病毒功能的需求，原标准的产品分类、标准中产品性能的项目设置、技术指标以及部分项目的检验方法都急需进行修订及完善。

3、目的意义

标准修订后使产品的分类更合理，检验项目、技术指标更好地反映产品性能与优劣，检验方法更科学准确与完善，更好地促进产品的技术进步，产品的应用有效切断病毒、细菌传人的传播途径，实现人居环境安全等具有十分重要的现实意义。

4、当前国际水平

本标准以实际需求以及目前产品实际性能为基础确定了产品的指标要求，建立了多孔建筑涂层材料病毒活性稳定性的关键技术及抗病毒性能评价方法，填补了多孔材料无抗病毒性能评价方法的空白，极大地推动产品抗病毒试验方法的应用。契合国际国内对抗病毒材料与制品健康发展需求，使我国的标准与国际接轨。

5、标准体系

目前涂料和颜料领域归口的现有标准 517 项（推荐性），其中国家标准 328 项，其结构为基础通用标准 17 项、产品标准 58 项、方法标准 207 项、管理标准 46 项；行业标准 189 项，其结构为基础通用标准 2 项、产品标准 153 项、方法标准 34 项、管理标准 0 项。

在研标准：国家标准 3 项、行业标准 7 项。

涂料领域受工信部委托起草的强制性国家标准 8 项。

本项目为修订现行标准 HG/T 3950-2007《抗菌涂料》，该标准项目在涂料标准体系中属于涂料功能性产品标准，体系编号为 01-005-01-02-02-03。

（三）起草过程

1、起草阶段（2022.5~2022.6）

1) 起草工作组

在接到上级主管部门的标准项目批准文件后，标准主要起草单位立即开始了标准修订的前期准备工作。为使修订的标准能充分体现出产品的特性，中国建筑材料科学研究总院有限公司组织行业内专家对产品的性能项目和试验方法等要求进行了调研与验证，了解了国内外抗菌和抗病毒涂料相关生产企业的产品类型、生产状况以及产品技术水平和质量状况等，搜集了现有的试验方法和试验数据等，查阅了国内外抗菌和抗病毒涂料相关技术资料，编写了标准草案。同时，积极与部分有代表性的企业联系，并邀请其共同参加标准修订工作，为了确保标准水平，被邀企业均是管理规范、已有相当生产规模和市场占有率、具有良好社会形象、敢于承担社会责任、在行业中能引领技术进步、产品质量达到较高水平的骨干企业。该项工作得到了许多单位的积极响应和大力支持，使标准制定工作

组得以顺利组成，为圆满完成标准修订工作奠定了基础。

标准工作组由中国建筑材料科学研究总院有限公司、广东省科学院微生物研究所（广东省微生物分析检测中心）、中海油常州涂料化工研究院有限公司、立邦涂料（中国）有限公司、广东嘉宝莉科技材料有限公司、广东负氧离子涂料科技有限公司、三棵树涂料股份有限公司、广东迪美生物技术有限公司、上海玉城高分子材料股份有限公司、长沙天源羲王材料科技有限公司、广东百川化工有限公司、汉宁化学（上海）有限公司、成都信达高分子材料有限公司、北新涂料龙牌涂料（北京）有限公司涿州分公司、托尔专用化学品（镇江）有限公司、广东华江粉末科技有限公司、上海流丹新型材料科技有限公司、无锡市英波化工有限公司、老虎表面技术新材料（苏州）有限公司、江苏海田技术有限公司、东方雨虹民用建材有限责任公司、德爱威（中国）有限公司、阿克苏诺贝尔漆油（上海）有限公司、上海沪正实业有限公司、信和新材料股份有限公司、科立视材料科技有限公司、稀瑞材料技术（杭州）有限公司、福建万安实业集团有限公司、福建木涂涂智能家具有限公司、上海洁宜康化工科技有限公司、广东巴德富新材料有限公司、常州天瑞新材料科技有限公司、顺缔高新材料江苏有限公司、广东省华微检测股份有限公司、中国国检测试控股集团股份有限公司、中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所、上海建科检验有限公司、美巢集团股份公司、广东清森美新材料科技有限公司、廊谷（北京）新材料科技有限公司、庞贝捷涂料（上海）有限公司、上海工微所科技有限公司、江门市长河化工实业集团有限公司、巴斯夫（中国）有限公司、江苏绿带新材料科技有限公司、华容县恒兴建材有限公司、上海润河纳米材料科技有限公司、广东美涂士建材股份有限公司、中星（广州）纳米材料有限公司、奥沙达化学（苏州）有限公司、山东金杰利材料科技有限公司、广州市昌福环保新材料股份有限公司等单位组成。

2) 分工情况

经过协商，由中国建筑材料科学研究总院有限公司、中海油常州涂料化工研究院有限公司负责国内外相关标准资料的收集与标准内容的编制工作；由广东省科学院微生物研究所、中国建材研究总院、国家疾控中心负责抗菌、防霉试验验证工作；由广东省科学院微生物研究所、广东省华微检测股份有限公司、中国国检测试控股集团负责抗病毒的试验验证工作；其他工作组成员负责行业调研并提供日常工作中遇到的标准问题。工作组成员为刘蕊蕊、冀志江、王静、赵春艳、谢小保、黎玉莲、彭如群、李素娟、黄东浪、李霞、关红艳、徐晓梅等。其中刘蕊蕊、冀志江、王静负责国内外相关标准资料的研究及标准的编制工作，其他人员负责提供标准的修改意见和建议。

3) 调查研究过程（现状、重点问题、难点问题、解决方案）

2021年初，主编单位做了大量的前期调研和准备工作，收集了抗菌抗病毒

涂料的相关标准，调查了市场中抗菌抗病毒涂料的主要品种，对国内建筑材料的抗菌和抗病毒技术现状和发展趋势进行了分析研究。

2021 年 5 月召开了标准的预启动会，确定了本标准重点研究内容，包括抗菌抗病毒评价方法与产品的性能指标，针对样品分类、抗病毒方法等细节进行讨论，确定了无机干粉型涂料抗菌抗病毒评价方法是本标准重点研究内容。

紧接着，下发征集样品通知，开展预实验工作；2021 年 10 月~2022 年 4 月，征集到的 19 个验证样品，开展了抗菌、防霉、抗病毒预试验验证工作，初步摸清了目前相关抗菌抗病毒涂料产品现状与技术发展情况。

2022 年 5 月~2023 年初，根据前期调研与预实验情况，确定了标准的修订内容，准备标准申报材料与答辩工作。

2023 年 4 月，本标准正式立项。

4) 工作组讨论稿

根据前期收集的行业和专家的意见，以及预实验结果，2023 年 7 月完成了工作组讨论稿。

2023 年 7 月 28 日召开了第一次正式工作组会议，采取线上腾讯会议和线下结合的方式，共有 33 家企业和研究机构的 54 名代表参加了本次会议，参会的主要单位为中国建筑材料科学研究总院有限公司、中海油常州涂料化工研究院有限公司、北新集团建材股份有限公司、美巢集团股份公司、常州天瑞新材料科技有限公司、江苏绿带新材料科技有限公司、广东省科学院微生物研究所(广东省微生物分析检测中心)、立邦涂料(中国)有限公司、阿克苏诺贝尔漆油(上海)有限公司、广东省华微检测股份有限公司、广东嘉宝莉科技材料有限公司、东方雨虹民用建材有限责任公司、中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所、广州市微生物研究所集团股份有限公司、三棵树涂料股份有限公司、福建万安实业集团有限公司等，参会的主要代表为冀志江、唐瑛、刘琳、王静、刘蕊蕊、李霞、关红艳、徐晓梅、王国伟、闪晓刚、张鹏飞、谢小保、彭如群、黎玉莲、顾剑勇、陈永南、李啟聪、黄泽彬、冯文超、陈君、谢永华、闫红丽、黄东浪、李华明、谭颖嫦、田山山、区英强等。与会代表对标准工作组讨论稿中的各项要求和指标逐一进行了认真细致的讨论，提出了修改意见。讨论并确定了标准制定的工作原则、标准适用范围、检验项目、指标要求及相应的试验方法，并安排了工作进度及下一步的试验验证工作。会后根据这次会议确定的修改内容，中国建筑材料科学研究总院有限公司修改了标准工作组讨论稿，具体修改如下：

a) 针对标准范围进行更正，修改为“本文件适用于具有抗细菌、抗霉菌或抗病毒功能的一种及一种以上功能的涂料。”；

b) 针对产品分类进行了重点讨论，建议分为抗菌涂料、防霉涂料和抗病毒涂料三种，建议抗菌、防霉和抗病毒三种功能性技术指标单独列出，企业只需根据

自己产品具有的功能性或者根据用户使用要求，选择性检测即可；

c)删除生物杀伤剂限量要求的规定。不需要明晰有害物质限量满足国家强标，原有写法其他涂料产品不适用；

d)产品的抗菌抗病毒耐久处理方法进行了重点讨论：建议本标准提出多种耐久处理方式包括紫外照射、耐洗刷等方式，企业可根据产品类型进行选择，并在相应检测报告中体现；

e)建议降低抗病毒性能指标，尤其针对非包膜病毒，指标应有所降低；

f)补充了完善了样板的制备信息，改为“除另有规定外，按照产品规定的配套体系品种、涂装道数、涂装时间间隔、涂膜厚度、养护条件等要求进行制板。”；

g)讨论了产品的生物安全性是否列出，包括急性经口毒性、皮肤刺激性、放射性等，最后确定不列出。无毒无刺激性等安全性有相应的卫生安全标准，企业可以根据需求选择性检测；涂料中一般不具有放射性且标准编制组进行了试验验证，因此也不列出；

h)进一步明确了附录 A 中 A.4 中的试验步骤；

i)重点确定了抗病毒试验方法的研究内容，包括材料预处理、覆膜类型、细菌病毒回收值及回收方法、空白对照样、计算方法、耐久老化方法等；

j)其他编辑性修改。

会议讨论了标准内容和编制说明，根据会议修改意见，于 2023 年 11 月初编写了征求意见稿和编制说明。

5) 验证过程（或试验过程）[验证单位、验证（试验）内容、验证（试验数据分析）、验证评价]

由中国建筑材料科学研究总院有限公司、广东省科学院微生物研究所和国家疾控中心负责抗菌防霉试验的验证工作；由广东省科学院微生物研究所、广东省华微检测股份有限公司、中国国检测试控股集团负责抗病毒试验的验证工作；由相关涂料企业提供验证试验样品。

验证（试验）内容

在工作组讨论会上，与会代表确定了验证试验项目，包括抗菌性、抗菌耐久性、防霉性、防霉耐久性、抗病毒性、抗病毒耐久性。重点确定了耐久老化处理方法，包括紫外照射和耐洗刷。下一步重点研究吸水性（多孔）表面抗菌抗病毒性能评价方法（国内外尚属空白），多孔材料由于孔道吸附特性，使其抗病毒作用不仅仅局限在表面（区别于致密面），且易受环境温湿度条件影响较大，病毒液难以洗脱以及病毒液与材料表面作用容易干枯等问题，严重影响实验结果，因此，针对抗病毒评价方法，需重点研究材料预处理方式、覆膜方式与类型、病毒与材料作用时间、接种液浓度等内容。

2023 年 7 月~8 月，中国建筑材料科学研究总院有限公司收集了来自 17 个厂

家的抗病毒涂料样品 25 个，17 个厂家的抗菌涂料样品 30 个，15 个厂家的防霉涂料样品 25 个。

验证（试验）数据及数据分析、验证评价

见第三章“验证试验、推广應用和預期達到的經濟效果”。

二、标准编制原则、标准体系和和确定标准主要内容

（一）标准编制原则（总体原则、特殊性原则）

新标准应反映出国内相关抗菌防霉抗病毒涂料产品的现实状况，结合产品的实际技术水平，充分体现先进性、科学性和适用性的要求，制定出切实可行、反映产品优良性能的行业标准，以期更好地规范市场和促进产品的技术进步。未查询到抗菌抗病毒涂料的国际或国外先进标准。因此本标准无法直接采用国际或国外先进标准，制定时只能根据目前国内产品的技术水平状况和实际使用需求，以验证试验为依据，制定出能反映目前抗菌抗病毒涂料产品水平的性能标准，给用户选择产品提供依据。标准中项目设置拟根据产品具有的功能性来确定，尽量选用国内或国外普遍采用的试验方法，具可操作性并能正确地评价产品性能优劣。

（二）主要内容及其确定依据

1、修订前后水平对比

标准修订后丰富了产品类型，检验项目、技术指标更好地反映产品优良的性能，检验方法更科学准确，更好地促进产品的技术进步，使标准能更好地为我国经济高质量发展服务，首次建立了多孔建筑涂层材料病毒活性稳定性的关键技术及抗病毒性能评价方法，填补了多孔材料无抗病毒性能评价方法的空白，极大地推动产品抗病毒试验方法的应用。契合国际国内对抗病毒材料与制品健康发展需求，使我国的标准与国际接轨。

2、范围变化及原因

本标准修订 HG/T 3950-2007《抗菌涂料》。

标准名称：由“抗菌涂料”修改为“抗菌和抗病毒涂料”。

范围改为：本文件规定了抗菌和抗病毒涂料的分类和标记、要求、试验方法、检验规则、检验结果的判定及标志、包装和贮存。本文件适用于具有抗细菌、抗霉菌或抗病毒功能的一种及一种以上功能的涂料。

3、分类变化及原因

原有标准仅涉及具有抗菌防霉功能的涂料，根据目前市场上相关产品新增抗病毒功能，因此本次修订新增产品分类，分为抗菌涂料、防霉涂料、抗病毒涂料三大类。

产品分级仍然分为 I 级和 II 级两个等级。

4、试验项目变化及原因

本标准的项目设置根据抗菌涂料、防霉涂料、抗病毒三大类型确定对应的技术指标要求,抗菌涂料技术指标涉及抗菌性与抗菌耐久性,防霉涂料技术指标涉及防霉性与防霉耐久性,抗病毒涂料技术指标涉及抗病毒性与抗病毒耐久性(新增)。

5、试验方法变化及原因

参考现行相关国家标准、行业标准中的试验方法,并在其基础上进行完善,确定了本次制定标准中各项目的测试方法。

在抗菌性试验方法方面,原有标准 HG/T 3950-2007《抗菌涂料》中抗菌性能测试方法已涉及,但针对无机干粉型的抗菌性评价不适用,因此本项目在原有标准基础上进行方法改善,结合现有试验研究,制定能适用于各种涂料类型抗菌性评价方法。

在防霉性试验方法方面,直接参考现行国家标准 GB/T 1741-2020。

在抗病毒试验方法方面,国内无相关国家或行业标准,仅涉及团体标准,且团体标准仅适用于乳胶漆等非吸水涂料的抗病毒性评价。国际上也仅涉及塑料及无孔表面抗病毒性能评价标准。本标准在现有标准基础上,结合现有试验研究,首次制定能适用于吸水性和非吸水性各类涂料抗病毒性评价方法。

6、技术指标的确定

根据征集到的国内典型涂料企业的代表性产品,开展了大量的、系列的试验验证工作以及收集了国内权威的微生物检测单位针对抗菌抗病毒涂料的检测数据情况,以及典型的大型涂料企业的提供产品现状,最终确定本项目技术指标。如下:

抗菌性: I 级 $\geq 99.9\%$ 、II 级 $\geq 95\%$; 抗菌耐久性: I 级 $\geq 99\%$ 、II 级 $\geq 90\%$ 。

防霉性: I 级: 防霉 0 级、II 级: 防霉 0 级/ I 级; 防霉耐久性: I 级: 防霉 0 级、II 级: 防霉 I 级。

H3N2 抗病毒性: I 级 $\geq 99.9\%$ 、II 级 $\geq 99\%$; H3N2 抗病毒耐久性: I 级 $\geq 99\%$ 、II 级 $\geq 90\%$ 。

EV71 抗病毒性: I 级 $\geq 90\%$ 、II 级 $\geq 80\%$; H3N2 抗病毒耐久性: I 级 $\geq 85\%$ 、II 级 $\geq 75\%$ 。

三、主要试验(或验证)的分析、综述报告,技术经济论证,预期的经济效益、社会效益和生态效益

1、主要试验的分析与综述报告

1.1 抗菌、抗病毒试验方法的确定与综述报告

本标准主要针对抗菌性与抗病毒性的测试方法进行了研究,而防霉性能测试方法直接参考现行标准 GB/T 1741-2020。

抗菌性能原有标准有相关测试方法，但是不够完善，针对无机干粉型吸水性涂料抗菌性能评价不适用，本项目是在原有标准方法上进行细化完善，针对非吸水性涂料抗菌性试验方法直接参照现有标准，针对吸水性涂料的抗菌性评价方法是本项目重点研究内容。

抗病毒性能的测试目前国内尚无国家或行业标准，但是国际标准化组织颁布了 ISO 21702-2019《测定塑料和其他非多孔表面的抗病毒活性》，该方法的颁布对于执行本标准的抗病毒性能检测提供了借鉴。同时，中国涂料工业协会在 2020 年发布了两项团体标准，包括 T/CNCIA 03002-2020《涂料（漆膜）抗病毒性能测试方法》和 T/CNCIA 01014-2020《抗菌及抗病毒涂料》，为本标准抗病毒性能的评价方法提供了借鉴。以上关于抗病毒标准的测试方法都有所不同，包括病毒与产品的作用时间、病毒毒株的选择、以及耐久性处理方法都有所不同，且现有标准仅适用于非吸水材料表面抗病毒性能测试方法，对于吸水性材料不适用。本标准针对涂料类型设定了不同抗病毒性评价方法，且以现有标准作为参考，保证了本标准测试方法的可行性。经过多次讨论与试验研究，最终确定了本标准的试验方法。

1.1.1 抗菌性试验方法

抗菌性能的指标包括两项：抗菌性和抗菌耐久性。该指标在测试方法上有现行标准做参考，测试方法可参考 GB/T 21866-2008《抗菌涂料（漆膜）抗菌性测定法和抗菌效果》、HG/T 3950-2007《抗菌涂料》的规定进行，选择大肠杆菌和金黄色葡萄球菌作为检测菌种，可增加其他商定菌种作检验菌种，但不做强制规定。但是现行标准不适用于吸水性强的材料的抗菌性评价，因此本项目针对吸水性涂料抗菌性能评价进行了补充，重点研究吸水性涂料的抗菌性评价方法，针对非吸水性涂料抗菌性试验方法可直接参照现有标准。

抗菌耐久性老化处理方法，本项目涵盖了两种老化处理方式，包括紫外灯照射 100h 和耐洗刷 350 次，可根据产品类型选择这两种方法之一。设置两种老化处理方法的原因是：不同抗菌涂料抗菌机理不同，抗菌机理包括金属离子溶出机制、活性氧物种氧化机制、固态化合物灭杀机制等。比如，针对金属离子溶出型抗菌涂料，采用紫外灯老化处理，使得部分金属离子溶出，影响其抗菌效果，那么采用耐洗刷老化处理较为合适。

吸水性材料由于孔道吸附特性，使其抗菌作用不仅仅局限在表面（区别于致密面），且易受环境温湿度条件影响较大，细菌难以洗脱以及细菌与材料表面作

用容易干枯等问题，严重影响实验结果。因此针对吸水性涂料，本项目确定了重点制定内容：探索材料预处理方法、覆膜方式与类型、细菌与材料作用时间、接种液浓度。研究结果发现，在材料预处理、覆膜方式与类型方面是重要影响因素。

（1）预处理方法的确定

预处理是为了解决样品由于强吸附作用而将菌液吸干的问题。针对非吸水性材料不存在这种问题，因此不需要做预处理。针对吸水性材料在抗菌试验时，存在细菌与材料表面作用容易干枯以及细菌难以洗脱的问题，无法确认细菌是由于缺少存活条件死亡还是由于样品的抗菌作用而死亡，难以准确评价材料的抗菌性能。基于以上问题，针对无机干粉型吸水性涂料，本项目研究了三种预处理方案：

方案 1：将无机干粉型涂料涂在 5cm*5cm 的不锈钢片上，养护干燥 7 天，之后将养护好的样板置于 23℃，90% 的高湿度箱内，使其达到吸水饱和，根据测试结果，24h 后样品都能达到吸水饱和，之后样板重量不再增加。再将吸水饱和的样板放入平皿中，样板表面滴加 0.5ml 的水，贴膜，放在 37℃，90% 的培养箱中，24h 后观察，样板表面是否表干。试验结果见下表。

项目	1#	2#	3#	4#
表面状态	未干	表干	表干	表干

方案 2：将无机干粉型涂料涂在 5cm*5cm 的不锈钢片上，养护干燥 7 天，之后将养护好的样板倒扣于 0.5mL、1mL 接种液中，放在 37℃，90% 的培养箱中培养 24h，观察样板表面是否表干。试验结果见下表。

样品编号	表面状态	倒扣+0.5ml 菌液	倒扣+1ml 菌液	正面向上+0.5ml 菌液
		大肠杆菌	大肠杆菌	大肠杆菌
1#	表干	99.99	96.94	99.99
2#	表干	99.81	99.75	99.99
3#	表干	99.99	97.44	99.88
4#	表干	99.99	97.94	99.99
5#	表干	99.99	97.25	99.99

方案 3：将无机干粉型涂料涂在 5cm*5cm 的不锈钢片上，养护干燥 7 天，之后将养护好的样板倒置于装有 20ml 无菌水的平皿中，0.5h、1h 后取出，正面朝上，在样品表面滴加 0.5ml 实验用菌液。放在 37℃，90% 的培养箱中培养 24h，

观察样板表面是否表干。

样品编号	表面状态	浸泡 0.5h		浸泡 1h	
		大肠杆菌	金黄色葡萄球菌	大肠杆菌	金黄色葡萄球菌
1#	未干	99.99	99.93	99.99	99.99
2#	未干	99.99	99.99	99.99	99.80
4#	未干	99.99	99.87	99.80	99.07
5#	未干	99.98	99.87	99.00	97.87

结论：方案 1 和 2 样品表面部分有表干，方案 3 通过浸泡 1h 前处理后，材料表面菌液都未干，因此本项目最后采纳方案 3（泡水）的预处理方案。

（2）覆膜方式与覆膜类型的考察

以往材料表面抗菌测试中，为了使表面滴加细菌液与材料表面充分接触，测试中需要在滴加细菌悬液后在表面覆盖透明薄膜。目前的测试标准以及文献中，测试表面（如塑料、陶瓷、漆膜和涂料等）的抗细菌，所采用的覆膜均为无孔透明薄膜。无孔覆膜能够保证细菌悬液与测试表面的充分接触，但是在湿度影响实验中用无孔覆膜覆盖测试表面会使环境湿度对测试表面细菌的影响减弱，同时样品表面湿度与环境湿度条件缺乏一致性，从而严重影响测试结果的准确性。因此，针对吸水性涂层和非吸水性涂层，本标准研究了表面覆膜类型对抗菌测试结果的影响。

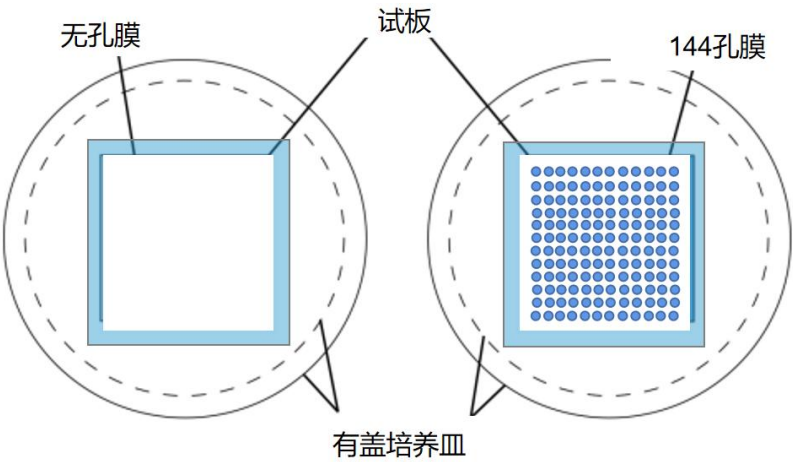


图 1 非多孔膜与多孔膜示意图

序号	样品	大肠杆菌，菌落数	金黄色葡萄球菌，菌落数
0	阴性对照	6.61×10^5	5.97×10^5

1	无机干粉 1#-多孔	1.89×10^5	1.69×10^5
2	无机干粉 1#-无孔	1.35×10^5	1.26×10^5
3	无机干粉 2#-多孔	1.00×10^4	1.6×10^4
4	无机干粉 2#-无孔	1.00×10^3	3.00×10^3
5	无机干粉 3#-多孔	4.00×10^3	4.50×10^3
6	无机干粉 3#-无孔	3.00×10^3	2.50×10^3
7	液态涂料 502-多孔	7.25×10^4	6.60×10^4
8	液态涂料 502-无孔	7.40×10^4	6.50×10^4
9	液态涂料醋叔-多孔	6.30×10^4	6.60×10^4
10	液态涂料醋叔-无孔	6.40×10^4	6.50×10^4

以上结果表明，针对液态非吸水性涂料，同一样品下，多孔膜与无孔膜表面细菌的回收值相差不大。针对无机干粉型吸水性涂料，同一样品下，多孔膜比无孔膜表面细菌的回收值高，说明覆膜孔的存在有助于涂层与环境之间的交互作用，减少了细菌的自然死亡。结果确定为：吸水性涂料采用多孔覆膜方式，非吸水性涂料采用无孔覆膜方式。

1.1.2 抗病毒性试验方法

抗病毒性能的指标包括两项：抗病毒性和抗病毒耐久性。产品的抗病毒性能的评价方法目前还没有国家或行业标准，但国际标准组织 ISO 颁布了 ISO 21702-2019《测定塑料和其他非多孔表面的抗病毒活性》，该方法的颁布对于执行本标准的抗病毒性能检测提供了借鉴。同时，中国涂料工业协会在 2020 年发布了两项团体标准，包括 T/CNCIA 03002-2020《涂料（漆膜）抗病毒性能测试方法》和 T/CNCIA 01014-2020《抗菌及抗病毒涂料》，为本标准抗病毒性能的评价方法提供了借鉴。

本标准与现行 T/CNCIA 03002-2020 和 T/CNCIA 01014-2020 两项标准中涉及到的抗病毒测试方法有所区别：（a）本标准中，在制定抗病毒耐久性处理方法中，涵盖了两种老化处理方式，包括紫外灯照射 100h 和耐洗刷 350 次，考虑到

样品抗病毒机理的不同，可根据产品类型去选择对应的合适的老化方式，这是与现行标准不同的。(b)本标准确定了吸水性涂料抗病毒性测试方法和非吸水性涂料抗病毒测试方法应有所不同。非吸水性涂料抗病毒测试方法直接参考现行标准，吸水性涂料在样板预处理、覆膜类型等方面应有所不同。(c)在本标准中，针对抗病毒测试的一些试验细节，在原有标准基础上进行了细化：在试验准备阶段，明确了试验用细胞预培养步骤；细化写明流感病毒和肠道病毒悬液的制备方法；增加了其他类型病毒如人冠状病毒 HCoV-229E 回收病毒滴度的规定；针对初始回收病毒滴度与作用后回收病毒滴度之间的对数值下降做出限定。

本标准主要参编单位和参编人，也是 T/CNCIA 03002-2020《涂料（漆膜）抗病毒性能测试方法》和 T/CNCIA 01014-2020《抗菌及抗病毒涂料》这两个标准的主编人。

抗病毒测试方法主要技术内容包括测试病毒、宿主细胞、介质、培养条件等试剂与原料；细胞复苏、宿主细胞传代培养、试验用细胞预培养、病毒悬液制备等试验准备；试板制备；细胞毒性试验、细胞对病毒的敏感性和中和效果验证试验等预实验操作方法；正式试验时涉及的试样接种、接种后试样的培养、病毒的洗脱回收、病毒滴度的计数、病毒活性计算等，还有耐久性试验方法。

(1) 测试方法中病毒种类的确定

(a) ISO 21702-2019《测定塑料和其他非多孔表面的抗病毒活性》国际标准中，用于评价抗病毒活性的菌种，选择以包膜病毒代表流感病毒 H3N2 和无包膜病毒代表猫杯状病毒 FCV，但猫杯状病毒 FCV 不易培养、重复率低。(b) 广东省涂料协会发布的 T/GDTL-011-2020，中涂协团体标准 T/CNCIA 03002-2020。这两个标准测试的病毒种类相同，均选择了包膜病毒代表 H3N2 流感病毒和无包膜病毒代表 EV71 肠道病毒进行测试，且肠道病毒更接近实际情况，易于感染的人群多，也有助于产品推广，针对中国国情，因此本标准选择包膜病毒代表 H3N2 流感病毒和无包膜病毒代表 EV71 肠道病毒作为测试病毒，可增加其他商定菌种作检验菌种，但不做强制规定。

(2) 测试方法中培养时间的确定

广涂协标准的测试接触时间为 2h，中涂协标准的测试接触时间为 24h。相比较而言，中涂协标准中的规定与涂料行业可适用的国际标准更接近，其测试方法更合理，且要求试样接触时间为 24h。因此本标准规定接触培养时间为 24h。

(3) 样品预处理方法确定

根据抗菌试验结果可知，吸水性涂料可通过泡水的预处理方式，因此针对吸水性抗病毒样品，直接参照抗菌试验的预处理方法开展，具体的：

①将无机干粉型涂料涂在 5cm*5cm 的不锈钢片上，养护干燥 7 天，之后将养护好的样板倒置于装有 20ml 无菌水的平皿中，泡水 1h 后取出，正面朝上，简单用滤纸擦拭表面水分，待样品表面没有水珠后再进行正式试验。在样品表面滴加 0.5ml 实验用病毒液。放在 37℃，90%的培养箱中培养 24h，观察样板表面是否表干。

②样品表面统一滴加 0.4ml 实验用病毒液

③考虑覆膜类型，无孔膜与多孔膜对比试验，看数据差异性。多孔膜采用尺寸 4cm*4cm 且 144 孔覆膜类型，均由建材总院提供。

④阴性对照：采用塑料平皿。

⑤洗脱液：采用卵磷脂吐温大豆酪蛋白培养液（SCDLP 培养基）。

⑥灭菌方式：采用紫外照射 30min。

⑦以 EV71 肠道病毒为研究对象。

⑧取值：0h 和 24h 病毒回收滴度值。

为了对比出不同条件下抗病毒差异性，将同一样品经过泡水与不泡水处理，进行试验结果对比，试验数据见下表。

EV71 肠道病毒 0h 和 24h 病毒回收滴度值						
样品编号		样品状态	覆膜类型			
			无孔膜		多孔膜	
			0h	24h	0h	24h
1 号-无机干粉	泡水	未干	8.1×10^5	4.6×10^3	7.6×10^5	2.0×10^4
	不泡水	表干	3.1×10^5	2.7×10^3	2.7×10^5	6.1×10^3
2 号-无机干粉	泡水	未干	4.1×10^5	5.2×10^3	3.7×10^5	8.1×10^3
	不泡水	表干	1.3×10^5	3.7×10^3	1.2×10^5	3.4×10^3
3 号-无机干粉	泡水	未干	3.5×10^6	3.5×10^4	6.2×10^6	8.3×10^4
	不泡水	表干	6.2×10^6	8.3×10^3	6.2×10^6	6.2×10^3

根据上表可知，吸水性涂料不泡水处理，样品表面病毒液经过培养后表干，经过泡水处理后，样品表面未表干，且病毒回收值更高。说明，吸水性涂料在抗病毒评价过程中，泡水处理比不泡水更好。

（4）覆膜类型的确定

为研究表面覆膜类型对抗病毒测试结果的影响，针对不同类型涂料，包括吸

水性涂料和非吸水性涂料，在不同覆膜类型下研究了样品对病毒 EV71 的抗病毒作用，且为了确定实验结果的准确性，针对以上试验做了 3 家实验室间平行对照，结果见下表所示。

EV71 肠道病毒 0h 和 24h 病毒回收滴度值						
样品编号	预处理	覆膜类型				实验室
		无孔膜		多孔膜		
		0h	24h	0h	24h	
1 号-无机干粉	泡水	8.1×10 ⁵	4.6×10 ³	7.6×10 ⁵	2.0×10 ⁴	实验室 1
		4.1×10 ⁵	5.2×10 ³	3.7×10 ⁵	8.1×10 ³	实验室 2
		3.5×10 ⁶	3.5×10 ⁴	6.2×10 ⁶	8.3×10 ⁴	实验室 3
2 号-乳胶漆	/	5.2×10 ⁵	4.6×10 ²	6.7×10 ⁵	6.3×10 ²	实验室 1
		/	/	/	/	实验室 2
		1.5×10 ⁷	8.0×10 ⁴	1.1×10 ⁷	8.3×10 ⁴	实验室 3
3 号-无机液态	/	2.7×10 ⁵	< 4.0	3.1×10 ⁵	< 4.0	实验室 1
		5.0×10 ⁵	< 31.6	2.9×10 ⁵	< 31.6	实验室 2
		3.5×10 ⁶	2.0×10 ³	1.1×10 ⁶	1.9×10 ³	实验室 3
4 号-木器漆	/	6.7×10 ⁵	2.7×10 ⁵	6.7×10 ⁵	3.6×10 ⁵	实验室 1
		4.4×10 ⁵	3.5×10 ⁴	3.9×10 ⁵	3.4×10 ⁴	实验室 2
		6.2×10 ⁶	3.5×10 ⁵	8.3×10 ⁶	3.5×10 ⁵	实验室 3

结果表明：①致密表面 2 号~4 号：整体多孔膜与无孔膜差不多，且随着病毒存活浓度提升（病毒初始病毒浓度高）如 2 号，反而无孔膜比多孔膜好。所以表面平整的样品，多孔膜与非多孔膜基本一样。②多孔表面 1 号：同一样品多孔膜比无孔膜下病毒回收浓度值高，说明针对吸水性表面，选择多孔膜要好。

（5）病毒液氯离子成分探讨研究

抗病毒测试过程中，病毒液组成含有氯离子，对具有重金属离子抗病毒原理的样品来说是有影响的。但是基于以下几点原因，本标准方法中不考虑处理病毒液的氯离子，原因如下：（1）针对银离子等重金属离子型抗病毒材料，目前该材料的抗病毒机理不清晰，不仅仅是银离子溶出还有活性氧作用。（2）有的材料是纯银离子型、Ag-Cu 等复合型、还有有机-无机（Ag⁺）复合型，影响程度也不同。（3）带氯离子能够模拟真实环境，现实中采用的自来水也含有氯离子，无法完全排除。如若排除，则需要用去离子水配液。（4）抗病毒液去除氯离子的话，则其他贮备液等液体都需要全部更换，抗病毒液去除氯离子的话会增加成本；（5）抗病毒液去除氯离子的话可能会影响病毒的存活等不确定因数太多。

（6）病毒滴度的计数方法确定

在病毒滴度的计数计算方法上，本标准规定了两种计算方法，一种是蚀斑法，

另一种是 TCID50 法，两种方法可根据实验室情况以及样品情况进行选择。

蚀斑法是检测病毒滴度最为经典的方法，通过测定空斑形成单位数(PFU)来测定病毒滴度是常用的方法。其原理为将病毒充分稀释后感染细胞，使用琼脂培养基将病毒感染局限于固定区域，若干天后病毒感染造成的细胞病变会形成空斑，1 个空斑被认定为由 1 个病毒感染、扩散所致，计算病毒滴度，其单位为 PFU/ml(空斑形成单位)。斑块检测被认为是用于评估抗病毒物质和感染性病毒粒子的最定量的方法之一。然而，它只提供活病毒(而非缺陷病毒)的检测方法。空斑分析只能用于引起细胞裂解的病毒(流感病毒、疱疹病毒)。这种试验经常使用覆盖法(如使用琼脂糖或纤维素)来固定细胞并限制病毒的传播。对试验的修改可以产生不同的结果。

TCID50 法测定病毒滴度原理为，取出 X 体积病毒液感染组织，该 X 体积病毒液中有 50%可能含有病毒，从而使组织发生感染。X 的倒数即为病毒滴度，其单位为 TCID50/ml，TCID50 法基于泊松分布的统计学原理，与空斑实验的换算关系为 $0.69 \text{ TCID50/ml} = 1 \text{ PFU/ml}$ 。空斑实验测定的病毒滴度更为精确，而 TCID50 法所得数据更为可信、稳定。两种方法均为病毒滴度测定的常用方法，空斑实验运用更多，TCID50 法则多用于细胞病变效应不明显的病毒滴度测定，如人免疫缺陷病毒(HIV)。终点稀释试验(也称为组织培养感染剂量(TCID)试验)，涉及用滴定法测定细胞系中已知的病毒滴度。在一个细胞系中滴定已知的病毒滴度，以估计细胞培养中 50%的细胞死亡。Spearman-Kärber 或 Reed-Muench²¹³ 公式被常用于采用串行稀释法计算 50%点。该方法的改进包括使用比色法(着色四唑)以提高可靠性。

(7) 抗病毒耐久性方法

本标准涵盖了两种老化处理方式，包括紫外灯照射 100h 和耐洗刷 350 次，考虑到样品抗病毒机理的不同，可根据产品类型去选择对应的合适的老化方式，这是与现行标准不同的。

1.2 技术指标的确定与综述报告

1.2.1 抗菌性能

本标准共检测 19 个抗菌样品，其中 7 个样品做了实验室间平行对照，有一家检测不合格则就不合格，数据统计如下：

表 1 抗菌性能数据统计（共 19 个样品，7 个样品做实验室间对照，有一家检测不合格则就不合格）

抗菌性% (共 19 个验证样)		合格数 /个	合格率%	抗菌耐久性% (共 18 个验证样, 19 号样除外)		合格数/ 个	合格率%
大肠杆菌	≥99.9	12	63.15	大肠杆菌	≥99.9	11	61.11
	≥99.5	15	78.95		≥99.5	15	83.33
	≥99	19	100		≥99	18	100
金黄色葡萄球菌	≥99.9	12	63.16	金黄色葡萄球菌	≥99.9	11	61.11
	≥99.5	16	84.21		≥99.5	14	77.78
	≥99	19	100		≥99	18	100

参照 HG/T 3950-2007《抗菌涂料》规定抗菌性：I 级≥99%、II 级≥90%；抗菌耐久性：I 级≥95%、II 级≥85%。本标准根据实验验证情况做出适当的指标规定，根据实验验证以及考虑实验过程中的数据误差，因此针对抗菌性进行分级：I 级大肠杆菌≥99.9%，合格率 63.15%；II 级大肠杆菌≥99%，合格率 100%；I 级金黄色葡萄球菌≥99.9%，合格率 63.16%；II 级金黄色葡萄球菌≥99%，合格率 100%。

针对抗菌耐久性进行分级，考虑微生物测试误差以及样品间数据差异性，因此抗菌耐久性设定如下：I 级大肠杆菌≥99%，合格率 100%；II 级大肠杆菌≥90%，合格率 100%；I 级金黄色葡萄球菌≥99%，合格率 100%；II 级金黄色葡萄球菌≥90%，合格率 100%。

1.2.2 防霉性能

本标准共检测 22 个防霉涂料样品，数据统计如下：

表 2 防霉性能数据统计

抗菌性% (共 22 个验证样)	合格数 /个	合格率%	抗菌耐久性% (共 21 个验证样, 22 号样除外)	合格数/ 个	合格率%
0 级	10	45.5	0 级	6	28.6
1 级及以上	16	72.7	1 级及以上	15	71.4
2 级及以上	20	90.9	2 级及以上	19	90.5

参照 GB/T 1741《漆膜耐霉菌性测定法》，耐霉菌性能：I 级≥防霉 0 级，

合格率 45.5%；Ⅱ级≥防霉 0 级或 1 级，合格率 72.7%；防霉耐久性能：Ⅰ级≥防霉 0 级或 1 级，合格率 71.4%；Ⅱ级≥防霉 1 级，合格率 71.4%。

1.2.3 抗病毒性能

本标准共检测 19 个抗病毒样品，数据统计如下：

表 3 抗病毒性能数据统计

抗病毒性% (共 19 个样)		合格率%	抗病毒耐久性% (除 19#共 18 个样)		合格率%
H3N2	≥99.9	89.5	H3N2	≥99.9	88.9
	≥99	89.5		≥99	94.4
	≥96	100		≥98	100
	≥95	100		≥90	100
EV71	≥99	57.9	EV71	≥99	61.1
	≥95	63.2		≥95	61.1
	≥90	84.2		≥90	88.9
	≥85	84.2		≥85	88.9
	≥80	88.9		≥80	88.9
				≥75	88.9

参照 T/CNCIA 01014-2020《抗菌及抗病毒涂料》规定抗病毒性能，H3N2 病毒：Ⅰ级≥99.9%、Ⅱ级≥99%；EV71 病毒：Ⅰ级≥95%、Ⅱ级≥85%；抗病毒耐久性，H3N2 病毒：Ⅰ级≥99%、Ⅱ级≥90%；EV71 病毒：Ⅰ级≥90%、Ⅱ级≥80%。本标准根据实验验证情况以及考虑微生物测试误差以及样品间数据差异性，做出适当的指标规定。

根据实验验证以及考虑实验过程中的数据误差，因此规定抗病毒性：H3N2 病毒：Ⅰ级≥99.9%，合格率 89.5%；Ⅱ级≥99%，合格率 89.5%；EV71：Ⅰ级≥90%，合格率 84.2%；Ⅱ级≥80%，合格率 88.9%。

抗病毒耐久性：H3N2 病毒：Ⅰ级≥99%，合格率 61.1%；Ⅱ级≥90%，合格率 88.9%；EV71 病毒：Ⅰ级≥85%，合格率 88.9%；Ⅱ级≥75%，合格率 88.9%。

2、技术经济论证

疫情背景下，人们对室内环境安全与健康性愈加重视，以及国家对环保安全健康材料的激励下，近年来，抗菌和抗病毒涂料企业逐步发展，从传统抗菌涂料

向多品类抗菌抗病毒等多功能涂料发展；该标准的修订，可以进一步推动抗菌抗病毒涂料行业的技术进步，规范各类抗菌抗病毒涂料的性能质量，一方面有利于涂料生产企业宣传推广，另一方面也给抗菌抗病毒涂料生产企业选择和判定产品质量带来了便利，促进抗菌抗病毒涂料产品质量的不断提高。新标准发布实施后，能减少低价低质竞争，提升生产企业经济效益。

3、预期达到的经济效益、社会效益和生态效益

环境效益方面：抗菌抗病毒涂料的应用，能够防患于未然，有效切断物传人的传播途径，实现人居环境安全。

社会效益方面：抗菌抗病毒涂料成为对抗病毒感染和传播的有力武器，能有效杀灭细菌和病毒等微生物，保障亿万民众健康，具有显著的社会效益。

经济效益：抗菌抗病毒涂料产业发展迅速，不管是在工装还是家装行业，都得到了大面积的应用，给全行业带来的经济效益和社会效益都是相当可观的。根据美国 AMR(Allied Market Research) 机构市场调研结果, 全球抗病毒涂料在 2019 年达到了 5 亿美元的销售额, 并预期将在 2027 年达到 13 亿美元, 经济效益可观。2022 年, 我国涂料总产量为 3572 万吨, 其中建筑涂料 1026 万吨, 占比 28.7%。建筑涂料销售在 1328 亿元左右。精装房预计其中 1%使用抗病毒等多功能性装饰材料, 产品造价约 200-400 元/平米, 创造经济价值在 20 亿左右且增长空间巨大。

四、采用国际标准和国外先进标准的程度, 以及与国际、国外同类标准水平的对比情况, 或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况（一致性程度、标准水平、对标情况）

1、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况

国外尚未查询到相关的适用于本标准范围所涵盖涂料产品的标准可供参考。

本标准制定时根据目前国内产品的技术水平状况和实际使用需求, 同时结合目前我国技术现状和发展趋势来制定的, 具有先进性和可操作性, 所采用的试验方法基本为国际通用方法, 针对吸水性涂料抗病毒性的试验方法, 为国内外首次提出, 填补国际空白, 处于国际先进水平。

2、与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

无

五、以国际标准为基础的起草情况, 以及是否合规引用或者采用国际国外标准, 并说明未采用国际标准的原因

未查询到相应的国际或国外先进标准。因此本标准无法直接采用国际或国外先进标准。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

1、与现行法律法规、规章协调性

与现行相关的法律、法规、规章并无矛盾或冲突。

2、与强制性标准的协调性

本标准各项性能指标的相关规定，与其它国家强制标准实现了很好的兼容。

2、与相关标准协调性

与行业相关标准并无矛盾或冲突。对于促进该领域技术进步、引导行业健康有序发展非常重要。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

在标准编订过程中无重大分歧意见。

八、涉及专利的有关说明

未涉及专利。

九、实施标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议

本标准是抗菌和抗病毒涂料领域的核心标准，具有重要的使用价值和极其广泛的应用前景。因此，建议在本标准实施前在相关行业内进行广泛的宣贯，以使该行业标准在今后得到更广泛的使用并为各相关从业人员提供便利。

十、其他应予说明的事项

无。