

# 团 体 标 准

T/XXX XXXX—XXXX

## 具有大气净化功能的沥青道路光催化涂层

Photocatalytic film on asphalt road for air purification

(征求意见稿)

在提交反馈意见时, 请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国国际科技促进会 发布

## 目 次

前言 .....	II
引言 .....	III
1 范围 .....	4
2 规范性引用文件 .....	4
3 术语和定义 .....	4
4 基本要求 .....	4
4.1 原材料 .....	5
4.2 工艺及装备 .....	5
4.3 检测能力 .....	5
5 技术要求 .....	5
5.1 光催化剂溶液性状要求 .....	5
5.2 光催化剂溶液中有害物质限量要求 .....	5
5.3 光催化涂层基本要求 .....	5
5.4 光催化涂层性能要求 .....	6
5.5 光催化沥青道路性能要求 .....	6
6 试验方法 .....	6
6.1 溶液取样 .....	6
6.2 试验环境 .....	6
6.3 光催化涂层样片的制备 .....	6
6.4 操作方法 .....	6

## 前　　言

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。

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。

本文件由上海师范大学提出。

本文件由中国国际科技促进会归口。

本文件起草单位：上海师范大学、上海万铭环保科技股份有限公司、浙江和谐光催化科技有限公司、上虞钛康环保科技有限公司、上海杰诺质量检测技术有限公司、上海电力大学、同创工程设计有限公司。

本文件主要起草人：李和兴、陈纳新、陈一锋、朱建、刘平、刘震、郑凯、周笑、钱彪、李振宇、夏清波。

## 引　　言

本文件用于指导普通沥青道路光催化涂层净化空气技术应用，规范产品的质量及其售后服务，实现利用光催化沥青道路净化空气的目的，服务于国家双碳战略。

双碳战略要求实施低成本环境净化，传统大气净化不仅操作复杂、成本高，而且覆盖面和长效性有限，不适用低浓度、多发性和多样化大气净化。光催化技术在降解污染物的原理上类似光合作用，通过太阳光照射到纳米级光催化涂层表面产生的自由基（ $\cdot O$ 、 $\cdot OH$ ），具有分解氧化清除多种有机、无机污染物，净化周边的空气，符合绿色生态理念。将光催化技术应用于交通道路，可以利用道路分布的广泛性和巨大的面积，在太阳光的照射下发挥光催化路面对空气中 $NO_x$ 和挥发性有机物的分解作用，实现绿色化长效大气净化的目的。

# 具有大气净化功能的沥青道路光催化涂层

## 1 范围

本文件规定了沥青道路光催化涂层基本要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装和贮存、质量承诺等要求。

本文件适用于通过利用光催化涂层技术实现沥青道路在阳光、雨水等自然因素的作用下降解空气中 NO<sub>x</sub>和挥发性有机物。

## 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。

- GB/T 1725—2007 色漆、清漆和塑料 不挥发物含量的测定
- GB/T 1728—2020 漆膜、腻子膜干燥时间测定法
- GB/T 1733—1993 漆膜耐水性测定法
- GB/T 1865—2009 色漆和清漆 人工气候老化和人工辐射曝露 滤过的氙弧辐射
- GB/T 3186—2006 色漆、清漆和色漆与清漆用原材料 取样
- GB/T 9268—2008 乳胶漆耐冻融性的测定
- GB/T 9286—2021 色漆和清漆 划格试验
- GB/T 9724—2007 化学试剂 pH值测定通则
- GB/T 15436—1995 环境空气氮氧化物的测定Saltzman法
- GB/T 16129—1995 居住区大气中甲醛卫生检验标准方法
- GB/T 19077—2016 粒度分布 激光衍射法
- GB 18582—2020 建筑用墙面涂料中有害物质限量
- GB/T 23761—2020 光催化材料及制品空气净化性能测试方法甲醛)的降解
- GB/T 23764—2009 光催化自清洁材料性能测试方法
- GB/T 31815—2015 建筑外表面用自清洁涂料
- GB/T 39716—2020 光催化材料及制品空气净化性能测试方法 氮氧化物的去除
- HJ 1240—2021 固定污染源废气气态污染物 (SO<sub>2</sub>、NO、NO<sub>2</sub>、CO、CO<sub>2</sub>) 的测定—便携式傅立叶变换红外光谱法
- JG/T 25—2017 建筑涂料涂层耐温变性试验方法
- JTG 3450—2019 公路路基路面现场测试规程
- SL 87—1994 透明度的测定
- YS/T 655—2016 四氯化钛

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 喷涂效果 flat coating effect

经施涂后，涂层表面呈现平整且颜色均匀一致的装饰效果。

### 3.2 光催化涂层 photocatalytic film

以光催化为作用机理，覆盖在沥青表面的由光催化剂组成的薄膜。

## 4 基本要求

#### 4.1 原材料

- 4.1.1 四氯化钛应符合 YS/T 655-2016 中 TiCl<sub>4</sub>-02 级别及以上要求。  
 4.1.2 异丙醇钛固含量应不少于 95%。颜填料的重金属指标应符合 GB 18582-2020 的要求。  
 4.1.3 溶剂和成膜助剂中不应含有烷基酚聚氧乙烯醚类化合物(APEO)。

#### 4.2 工艺及装备

应具备合理的水解工艺，使用水解反应釜、纯水制备机等设备将原料水解、纯化和分散制作成中间胶体。

#### 4.3 检测能力

- 4.3.1 应配备接触角测试仪、摩擦力测试装置、NO<sub>x</sub> 浓度测试仪、折射仪、体视显微仪、紫外-可见分光光度计和色差仪等检测仪器。  
 4.3.2 应具备接触角、NO<sub>x</sub> 测试、甲醛/乙醛测试、摩擦力、附着力、耐磨性和色差值等项目检测能力。

### 5 技术要求

#### 5.1 光催化剂溶液性状要求

光催化剂溶液应符合表1的性状指标要求。

表1 光催化剂溶液性状要求

项 目	指 标	检 验 方 法
在容器中状态	正常	GB/T 31815
低温稳定性	不变质	GB/T 9268
溶液透明度	15cm	SL 87-1994
固含量	(0.5~3) g/L	GB/T 1725
pH 值	3.0~9.0	GB/T 9724
固体颗粒物平均粒径	≤300 nm	GB/T 19077

#### 5.2 光催化剂溶液中有害物质限量要求

用于沥青道路的光催化剂溶液中有害物质应符合 GB 18582-2020 的限量要求，其中挥发性有机物(VOC)含量和游离甲醛含量还应符合表2要求。

表2 光催化剂溶液中有害物质限量要求

项 目	指 标
挥发性有机物(VOC)含量/(g/L)	≤100
游离甲醛含量/(mg/kg)	≤70

#### 5.3 光催化涂层基本要求

将光催化剂喷涂于样片表面得到光催化涂层。光催化涂层的基本性状可按照表3的要求，也可由产品相关方商定。

表3 光催化涂层基本性状要求

项 目	指 标	检 验 方 法
涂层干燥时间 <sup>a</sup>	≤10 min	GB/T 1728
涂膜外观 <sup>a</sup>	涂膜外观正常	
耐水性(96 h) <sup>a</sup>	无异常	
耐湿冷热循环性(5 次) <sup>a</sup>	无异常	
耐人工气候老化(700 h) <sup>b</sup>	无起泡、无剥落、无裂纹	

<sup>a</sup> 检测项目以沥青基底为测试样片。

<sup>b</sup> 检测项目以玻璃基底为测试样片。

## 5.4 光催化涂层性能要求

标称具有大气净化功能的沥青道路光催化涂层除了应符合表3的基本性状要求外,还应符合表4的性能要求。

表4 光催化涂层性能要求

项 目	指 标
色差值 <sup>a</sup>	$\Delta E \leq 5$
摩擦力 <sup>a</sup>	喷涂前后BPN变化值 $\leq 10\%$
附着力 <sup>a</sup>	$\leq 1$ 级
亲水性 <sup>b</sup>	15分钟紫外光照接触角 $\leq 15^\circ$
去除NO <sub>x</sub> <sup>a</sup>	去除率 $\geq 80\%$
去除甲醛 <sup>a</sup>	去除率 $\geq 30\%$

<sup>a</sup> 检测项目以沥青基底为测试样片。  
<sup>b</sup> 检测项目以玻璃基底为测试样片。

## 5.5 光催化沥青道路性能要求

光催化沥青道路性能要求可按照表5的要求,也可由产品相关方商定。

表5 光催化沥青道路性能要求

项 目	指 标
色差值	$\Delta E \leq 4$
横向摩擦力	喷涂前后SFC变化值 $\leq 10\%$
附着力	$\leq 1$ 级
去除NO <sub>x</sub>	去除率 $\geq 15\%$
去除甲醛	去除率 $\geq 5\%$
光催化性能寿命	每年性能下降率 $\leq 30\%$

## 6 试验方法

### 6.1 溶液取样

溶液样品按GB/T 3186规定取样,也可按商定方法取样。取样量根据检验需要确定。

### 6.2 试验环境

试板的状态调节和试验的温湿度应符合GB/T 9278的规定。

### 6.3 光催化涂层样片的制备

6.3.1 以玻璃为基底的光催化涂层样片按照GB/T 31815—2015中5.3条规定进行。

6.3.2 以沥青为基底的光催化涂层样片按照如下方法制备

取一个直径100mm玻璃培养皿,加入少量沥青后放入温度不超过100℃的烘箱中加热,直到样品加热到完全流动,让其均匀的在培养皿底部铺平。取出培养皿,水平放置,勿使沥青流动,室温下通风冷却后得到以沥青为基底的样片。取10ml~15ml光催化剂溶液加压雾化喷涂至沥青基底样片表面,室温下水平静置自然干燥。

### 6.4 操作方法

#### 6.4.1 在容器中状态

按GB/T 31815—2015中5.4.5条规定进行。

#### 6.4.2 低温稳定性

按GB/T 9268—2008中A法的规定进行,循环试验3次。

#### 6.4.3 溶液透明度

按SL 87-1994中透明度计法的规定进行。

#### 6.4.4 溶液固含量

按GB/T 1725的固含量测试方法的规定进行。

#### 6.4.5 溶液pH值

按GB/T 9724的溶液pH测试方法的规定进行。

#### 6.4.6 固体颗粒物平均粒径

按GB/T 19077的溶液pH测试方法的规定进行。

#### 6.4.7 产品有害物质限量

按GB 18582-2020的规定进行。

#### 6.4.8 挥发性有机物(VOC)含量

按GB 18582-2020的溶液pH测试方法的规定进行。

#### 6.4.9 游离甲醛含量

按GB 18582-2020的溶液pH测试方法的规定进行。

#### 6.4.10 干燥时间

按GB/T 1728表干乙法规定进行。

#### 6.4.11 涂膜外观

按GB/T 31815-2015中5.4.9条规定进行。

#### 6.4.12 耐水性

按GB/T 1733-1993中甲法进行，试板投试前除封边外，还需封背。浸泡结束后，取出用滤纸吸干后立即观察，如三块试板中有二块未出现起泡、开裂、剥落、掉粉、明显变色、明显失光等涂膜病态现象，则评为“无异常”。如出现以上涂膜病态现象按GB/T 1766—2008进行描述。

#### 6.4.13 耐湿冷热循环性

按JG/T 25-2017的规定进行。共5次循环[(23±2) °C水中浸泡18h, (-20±2) °C冷冻3h, (50 ±2) °C热烘3h为一次循环]。循环完成后，立即在散射日光下目视观察，如3块试板中有2块未出现起泡、开裂、剥落、掉粉、明显变色、明显失光等涂膜病态现象，则评为“无异常”。如出现以上涂膜病态现象按GB/T 1766-2008进行描述。

#### 6.4.14 耐人工气候老化

按GB/T 1865-2009中循环A的规定进行。结果的评定按GB/T 1766—2008进行。

#### 6.4.15 色差值

按T/ZS 0234-2021中表面色差值现场检验的规定进行。

#### 6.4.16 摩擦力

样片的摩擦力按JTG 3450-2019中T0964-2008规定的测试方法进行。

道路的横向摩擦力按JTG 3450-2019中T0965-2008规定的方法进行。

#### 6.4.17 附着力

按GB/T 9268-2021的测试方法的规定进行。

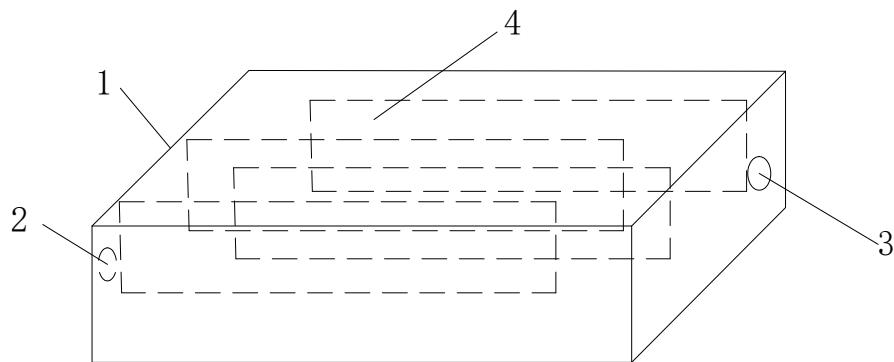
#### 6.4.18 亲水性

按GB/T 23764-2009规定进行。紫外光照的光源为UVA-340, 辐照度为 $0.68\text{ W/m}^2$ , 黑板温度 $(60\pm3)\text{ }^\circ\text{C}$ , 不涂油酸, 紫外光照24h后立即进行接触角测试。测定接触角时, 水滴接触试片形成液滴后, 立即在3s~5s内测定。试验条件也可由双方商定。

#### 6.4.19 去除 $\text{NO}_x$

样片的去除 $\text{NO}_x$ 性能按GB/T 39716-2020 的测试方法的规定进行。

道路的去除 $\text{NO}_x$ 性能按图1所示测试方法进行。



标引序号说明:

- 1—光催化反应仓主体;
- 2—进气口;
- 3—出气口;
- 4—挡板;
- 5—罩子。

图1 光催化汽车尾气检测装置

检测装置采用光催化汽车尾气检测装置, 包括光催化反应仓主体(长1000 mm×宽1000 mm×高40 mm,  $\pm 10\text{ mm}$ )、进气口、出气口、挡板和罩子, 光催化反应仓主体上设置在具有光催化涂层的沥青道路上, 光催化主体内通过多个挡板形成多个通道, 光催化主体两端分别设置有进气口和出气口, 光催化反应仓主体上设置有罩子, 罩子两端的孔分别对应进气口、出气口。反应仓顶部为石英玻璃, 底部与沥青道路结合处通过胶泥进行密封操作。在 $1\text{ mW/m}^2$ 紫外光垂直照射下具有光催化涂层的沥青道路空气质量以及 $\text{NO}_x$ 降解效率。

$\text{NO}_x$ 的浓度采用GB/T 15436-1995 中规定的方法或者HJ 1240-2021 中规定的方法进行。

#### 6.4.20 去除甲醛

样片的去除甲醛性能按GB/T 23761-2020的测试方法的规定进行。

道路的去除甲醛性能按如下测试方法进行。

测试方法和装置如6.4.19所示。

甲醛的浓度采用GB/T 16129-1995中规定的方法或者GB/T 23761-2020中规定的方法进行。

#### 6.4.21 光催化剂寿命

采用6.4.19中道路的去除 $\text{NO}_x$ 性能的方法, 每隔1000h测试沥青道路对 $\text{NO}_x$ 的去除效率。