

# 《桥梁隧道混凝土结构用防腐耐污涂层技术要求》编制

## 说明

### 一、工作简况

本任务来源于《关于〈桥梁隧道混凝土结构用防腐耐污涂层技术要求〉团体标准立项的通知》（中城交标评委（2025）2号），标准项目名称《桥梁隧道混凝土结构用防腐耐污涂层技术要求》，标准性质为推荐性标准，由中宜硅材（苏州）纳米新材料科技有限公司提出，中国城市公共交通协会归口。

### 二、制定（修订）标准的必要性和意义

#### （一）必要性

##### 1. 严峻的环境

桥梁与隧道长期暴露于复杂且恶劣的自然环境中，承受着雨水冲刷、湿气渗透、化学物质侵蚀以及温度变化等多种不利因素的影响。例如，沿海地区的桥梁易受海水盐分的腐蚀，工业区域的隧道可能面临酸性气体及污染物的侵害。这些侵蚀不仅影响混凝土结构的外观，更严重威胁其结构安全与耐久性。混凝土结构难以有效抵御如此复杂的侵蚀，导致桥梁隧道过早出现结构损坏，维修成本大幅增加。而目前部分涂层没有明确防腐耐污性能指标，抵御侵蚀效果大打折扣，因此，迫切需要制定专门标准，以确保涂层具备足够的防腐耐污性能，延长桥梁隧道的使用寿命，保障其安全稳定运行。

##### 2. 解决行业的混乱局面

当前，桥梁隧道混凝土结构用防腐耐污涂层市场存在标准不统一的问题。不同地区、不同企业往往采用各自的标准或规范，这使得产品质量参差不齐。一些企业为追求利润，降低生产标准，使用劣质材料或不规范的施工工艺，严重影响了涂层的质量和性能。这种混乱局面不仅给工程质量带来隐患，也增加了工程验收和监管的难度。统一的标准能够规范市场秩序，为企业提供明确的生产和施工依据，为监管部门提供有力的监督标准，确保桥梁隧道涂层质量的一致性和可靠性。

##### 3. 满足交通基础设施建设规模扩张与品质提升需求

随着我国交通基础设施建设的持续大规模推进，桥梁隧道的建设数量和里程不断增加。同时，社会对交通基础设施的品质要求也日益提高。不仅要求桥梁隧道具备基本的通行功能，更期望其具有美观、耐用、环保等多重特性。现有的涂层技术和标准已难以满足这些日益增长的需求。制定新的标准可以引导企业加大研发投入，推动涂层技术创新，开发出性能更优、环保性更好的产品，从而提升我国桥梁隧道建设的整体品质，满足社会对高质量交通基础设施的期望。

##### 4. 适应新材料、新技术快速发展的形势

近年来，随着材料科学和工程技术的飞速发展，桥梁隧道混凝土结构用防腐耐污涂层技术领域不断涌现出新的材料和技术。例如，新型纳米材料、自清洁材料等在涂层中的应用，为提高涂层性能提供了新的可能。然而，由于缺乏相应的标准规范，这些新材料、新技术在推广应用过程中面临诸多障碍。一方面，使用者对其性能和质量缺乏信心；另一方面，工程验收时缺乏明确的评价依据。因此，

迫切需要及时制定标准，对这些新材料、新技术进行规范和引导，促进其合理应用与健康发展。

#### 5. 保障公共安全与社会经济效益

桥梁隧道作为交通网络的关键节点，其安全性直接关系到公共安全和社会稳定。一旦因涂层防护失效导致桥梁隧道结构损坏，可能引发严重的交通事故，造成人员伤亡和财产损失。此外，频繁的维修和重建不仅耗费大量的人力、物力和财力，还会对交通造成严重影响，给社会经济带来巨大损失。制定科学合理的《桥梁隧道混凝土结构用防腐耐污涂层技术要求》标准，能够从源头上保障桥梁隧道的质量和安全，减少维修和重建成本，提高社会效益，具有重要的现实意义。

### (二) 意义

#### 1. 填补行业空白

在桥梁隧道建设领域，经检索“桥梁隧道”，相关内容是关于“运行监测”“移动通信覆盖”“清洁”“验收”等方面的内容；检索“混凝土用”，均是“基础用料”以及促进混凝土更加实用的材料。没有涂层相关的标准；检索“防腐耐污涂层”，未有相关标准，因此，目前市场上缺乏针对混凝土结构防腐耐污涂层的专门标准。此标准的制定，能够填补该领域在技术方面的空白，使得桥梁隧道混凝土结构用防腐耐污涂层技术从生产到应用的各个环节，都有明确的标准可依，结束此前无章可循、无标可依的模糊局面。

#### 2. 促进质量安全技术水平提升

(1) 质量提升：此标准将明确涂层的各项性能指标，如耐久性、耐污性等，规范生产工艺与技术指标。这促使企业严格按照标准生产高质量涂层产品，施工单位依据标准规范施工，从而全面提升桥梁隧道防腐耐污涂层的质量，减少因涂层质量问题导致的桥梁隧道混凝土结构损坏，延长桥梁隧道的使用寿命。

(2) 安全保障：无机陶瓷涂料能有效预防和减少锈蚀、开裂、脱落等安全隐患，其使用寿命长达20年，硅氧结构不易被紫外线、酸雨、融雪剂、汽车尾气和大气污染破坏，安全寿命长，A级不燃，确保桥梁、隧道的混凝土结构安全和使用安全。通过对涂层耐腐蚀性、耐污性以及混凝土结构附着力等关键指标的规定，有效降低了因自然侵蚀、污垢积累等因素对桥梁隧道结构安全产生的威胁，保障了桥梁隧道在运营过程中的安全性，减少安全事故发生的概率。

(3) 技术进步：标准的严格要求促使企业为满足标准积极开展研发工作，推动防腐耐污涂层技术创新。倡导企业不断探索新的材料、工艺和技术方法，带动整个行业技术水平的提升，促使桥梁隧道建设技术向更高层次发展。

#### 3. 项目经济技术成本分析

(1) 降低维护成本：从长期来看，符合标准的优质防腐耐污涂层可显著延长桥梁隧道的使用寿命，减少因涂层损坏而进行的频繁维修和更换次数。这不仅降低了直接的维修费用，还减少了因维修施工导致的交通中断等间接成本，提高了项目的经济效益。

(2) 优化资源配置：标准的制定有助于规范市场，淘汰不符合要求的低质量产品和落后生产工艺，进一步统一涂层应用施工标准。将资源集中投入符合标准的优质产品研发和生产中，优化涂层应用施工流程，从而实现资源的优化配置，提高行业整体生产效率，从宏观层面降低项目的经济成本。

#### 4. 社会影响分析

(1) 保障公共安全：无机材质不易粘附大气中的污染物，长期保持清洁外观。涂层可通过简单清洗即可保持外立面清洁，不仅能够提升城市的整体形象，还能增强市民对城市基础设施的信心。该标准的实施可确保桥梁隧道结构的长期稳定和安全，为公众出行提供可靠保障，提升社会对基础设施建设的信心。

(2) 促进交通行业发展：推动桥梁隧道建设技术水平提升，有助于提高交通基础设施的建设质量和效率，促进交通行业的可持续发展。优质的桥梁隧道设施能够更好地满足日益增长的交通需求，带动区域经济发展，加强地区间的互联互通。

(3) 提升环保效益：无机陶瓷涂料具备超低的挥发性有机化合物（VOC）含量，几乎不含游离甲醛，其环保性优于现有的绿色涂料。标准的实施可能促使企业研发和使用更环保的防腐耐污涂层材料，减少生产和施工过程中对环境的污染。同时，延长桥梁隧道使用寿命，减少因频繁维修和重建产生的建筑垃圾和能源消耗，对环境保护具有积极意义。

## 四、主要起草过程

### （一）成立起草组

在标准编制工作启动之初，牵头单位联合各企业共同制定标准，邀请不同领域的专业人才组成起草组。其中包括在桥梁隧道工程领域具有丰富设计和施工经验的行业专家，能够从工程实际需求出发，提出切实可行的建议；长期从事涂层材料研发的科研人员，为标准提供先进的技术支持；以及在涂层生产和应用方面具有丰富实践经验的企业技术骨干，他们熟悉市场上各类涂层产品的性能和应用情况。起草组明确了各成员的职责分工，制定了详细的工作计划，对每个阶段的工作任务、时间节点都进行了明确安排，确保编制工作有条不紊地推进。

### （二）资料收集与调研

起草组广泛收集国内外相关标准，涵盖了国内的国家标准、行业标准，如 GB、JT 等系列标准，以及国际上具有权威性的 ISO、ASTM 等标准。同时，还收集了大量的技术文献，包括学术期刊论文、研究报告等，深入了解涂层技术的最新研究成果和发展动态。此外，起草组还深入到多个桥梁隧道工程项目现场进行实地调研，与一线的设计人员、施工人员、运维人员进行交流，了解他们在实际工作中遇到的问题和对涂层技术的需求，获取了丰富的第一手资料。

### （三）草案编制

依据前期详实的资料收集与调研结果，起草组结合当前桥梁隧道建设和运维的发展趋势，开始起草标准草案。在草案编制过程中，充分考虑了各种因素，如不同地区的气候条件、环境特点对涂层性能的要求，不同类型桥梁隧道结构的特点和使用要求等。起草组多次组织内部讨论会议，对草案中的每一项技术指标、每一条规定都进行了深入的分析论证，反复修改完善，形成征求意见稿，力求使草案科学合理、切实可行。

### （四）征求意见

2025年2月，征求意见稿完成后，通过多种渠道公开征求行业内各方意见。

## 五、制定（修订）标准的原则和依据

### （一）原则

1. 科学性原则：以科学的理论和方法为指导，确保标准中的技术指标、试验

方法等都建立在科学研究和实践验证的基础之上。例如，在确定涂层的耐腐蚀性指标时，参考了大量的腐蚀机理研究成果和实际工程的腐蚀案例，通过科学的试验方法进行验证，保证指标的合理性和准确性。

2. 先进性原则：积极跟踪国际涂层技术的发展前沿，借鉴国外先进的标准和技术理念，使本标准具有一定的前瞻性。在标准中引入了一些新的涂层材料和涂装工艺，如纳米改性涂层材料、自动化涂装技术等，推动行业技术的进步。

3. 实用性原则：紧密结合我国桥梁隧道工程的实际情况，充分考虑工程建设和运维过程中的实际需求和可操作性。例如，在施工要求部分，详细规定了不同施工环境条件下的施工工艺和注意事项，使施工企业能够按照标准顺利进行施工。

4. 协调性原则：注重与现行的相关标准、规范相协调，避免出现矛盾和冲突。在制定本标准时，充分参考了国内已有的混凝土结构设计、施工、检测等方面的标准，确保在整个桥梁隧道工程领域形成一个有机的标准体系。

## （二）依据

本标准的制定参考了国内外众多相关标准，国内的 GB、JT 等系列标准在桥梁隧道工程领域具有广泛的应用和实践基础，本标准在制定过程中充分借鉴了其中与涂层相关的部分内容。同时，国际上的 ISO、ASTM 等标准在涂层技术方面具有较高的权威性和先进性，也为本标准提供了重要的参考依据。此外，还结合了国内桥梁隧道工程的实际情况，如不同地区的气候条件、地质条件等，以及近年来国内在涂层技术方面的科研成果，包括新型涂层材料的研发、涂层性能优化等方面的研究成果，以保障标准的适用性和可靠性。

《公路桥梁和隧道混凝土结构防腐涂装技术规程》（DB61/T 1036—2016）、《城市桥梁隧道防腐防污养护技术规程》（DB4201/T684-2023）、《涂层钢板在大气环境中暴露产生的腐蚀评估标准试验方法》（ASTM D1654 -19）、《用胶带试验测定附着力的标准试验方法》（ASTM D3359-21）、《混凝土表面涂层抗冲击性标准试验方法》（ASTM C1583-19）、《色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护 第 5 部分：防护涂料体系》（ISO 12944-5:2018）、《色漆和清漆 耐液体介质的测定 第 1 部分：浸入除水之外的液体介质》（ISO 2812-1:2020）等标准在一定程度上起了参考性作用。

## 六、与现行有关法律、法规和标准的关系

本标准严格遵循国家现行的法律法规，如《中华人民共和国标准化法》《建设工程质量管理条例》等，确保标准的制定和实施符合法律规定。在与现行相关标准的关系上，本标准与国内已有的桥梁隧道工程相关标准不存在冲突。相反，本标准针对桥梁隧道混凝土结构防腐耐污涂层的特殊要求进行了细化和补充。例如，在涂层性能指标方面，对现行标准中未明确或要求较低的部分进行了详细规定；在施工工艺方面，结合实际工程经验，提出了更加具体的施工流程和操作规范。通过这些细化和补充，进一步完善了涂层技术标准体系，使整个桥梁隧道工程标准体系更加完整、科学。

目前国内各类标准主要针对有机涂层，传统涂料难以适应当前市场的新技术需求。现有标准无法展示无机陶瓷涂料的卓越性能。因此，制定在桥梁和隧道的混凝土结构中涂刷无机陶瓷涂料，以达到防腐耐污的目的，这一技术标准的制定显得尤为迫切和必要。本标准的编制，将完善结构用防腐耐污涂层技术，规范涂层质量，填补领域空白，推动行业发展，并带来广泛的应用前景和显著的社会效益。

## 七、标准主要内容说明

本文件适用于高架桥新建、在建项目，已建项目防撞墙的涂装改造可参照执行。

本文件规定了桥梁隧道混凝土结构用防腐耐污涂层的相关技术要求，包括混凝土防撞墙涂装示意图、表面涂层防腐要求、涂层体系技术要求、施工基本要求、涂装施工工艺说明、质量控制与验收评定与涂层管理与维修等。

其中，关键技术指标在于涂装施工工艺说明以及质量控制与验收评定。具体要求如下：

### 1. 涂装施工工艺说明

#### (1) 施工前准备

**施工环境检查：**施工环境温度应控制在 $5^{\circ}\text{C}\sim 38^{\circ}\text{C}$ ，空气相对湿度在85%以下，混凝土表面应干燥清洁。在雨、雾、雪、大风和较大灰尘的条件下，禁止户外施工。

**材料准备：**涂料运抵现场后，应由施工单位、监理现场取样后送至国家认证认可监督管理委员会认可的涂料检测机构进行第三方检测，合格后方可使用。涂料材料存放地点应干燥通风，避免阳光直射，其储存温度应介于 $3^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 之间，并按品种、批号、颜色分别堆放，标识清楚。

**施工设备及工具准备：**施工前应对检测仪器和计量工具进行校验，并对施工设备以及用具进行检验，确保相应设备以及用具满足使用要求以及安全要求。

#### (2) 涂料涂装

**开罐：**涂料开罐前要确认其牌号、品种、颜色、批号等，并做记录。

**搅拌：**涂料使用前应搅拌均匀。双组分涂料在固化剂加入前，应首先分别将两个组分搅拌均匀，混合后再次搅拌均匀。厚浆涂料应采用机械搅拌方式。

**混合熟化：**双组分涂料要按规定比例混合，按产品说明书规定放置一定时间进行熟化（预反应）。

**调节黏度：**根据不同的施工方式以及现场环境条件调节涂料施工黏度。调节黏度应使用与涂料配套的稀释剂或者由厂商提供的稀释剂。稀释剂的最大用量不应超过说明书规定的最大用量。

**适用期：**双组分涂料混合均匀，经过必要的熟化后，应立即涂装并在涂料的适用期内用完（必要时通过滤网过滤）。

**(3) 涂装方法：**可采用刷涂、滚涂、喷涂、刮涂等方法。刷涂用于难以涂装部位的预涂装和补涂；滚涂时涂料应具有良好的流平性，滚子的类型和尺寸应与工作面相适应；喷涂包括低压空气喷涂、无气喷涂、空气辅助型无气喷涂等，采用喷涂施工时，涂料黏度、喷涂压力、喷嘴类型、喷嘴与工作面距离以及喷涂扇面等参数应按产品说明书进行验证；刮涂用于腻子施工，特别适用于修补表面缺陷。

**(4) 涂装工艺：**先涂装封闭漆，封闭漆黏度应适当，以保证渗透性，涂覆应均匀，不得有露底现象，对蜂窝、边角等不易涂装的部位，用刷涂法进行预先涂装或补涂。涂装完封闭漆后，采用腻子补涂表面缺陷，对于装饰效果要求较高的部位，需要满刮腻子，并打磨平整后，涂装中间漆。中间漆应采用机械搅拌装置搅拌均匀，涂膜不得有漏涂、裂纹、气泡等缺陷，允许局部少量流挂，涂膜厚度满足要求。面漆涂装前，底涂层的局部流挂应打磨平整，涂膜要求平整光滑，色泽均匀一致，不得有漏涂、裂纹、气泡等缺陷，厚度满足要求，同一工作面同

一颜色时，应选用相同批号的涂料。

(5) 涂装间隔时间要求：涂层之间的重涂间隔参照使用说明书和施工环境温度确定。达到最小涂装间隔时间后进行涂装，并应在上一道涂层的重涂间隔时限内完成。如果已经超出上一道涂层的最大重涂间隔，应对涂层进行拉毛处理，处理完毕后使用蘸有溶剂的抹布清洁表面粉尘或采用洁净的压缩空气清洁表面粉尘，然后才能进行涂装。

(6) 涂层修补：对于小面积修补，应干燥修补部位，清洁修补区域，进行除油去灰工作，修补区域表面处理可采用打磨的方式进行，确保底基层牢固可靠。如果采用腻子进行填补时，应先涂封闭漆，再使用腻子填补，然后在腻子上面涂装后道涂层。对小面积刷涂时，要多施工几道，确保达到规定涂膜厚度。

(7) 涂膜养护：涂装完成后，涂膜需经过规定的养护时间后方可投入使用。养护期间，涂膜没有完全固化，要避免造成涂膜损伤的行为。涂料实干前，应该避免淋雨或者直接浸水以及接触其他腐蚀介质。表湿区施工的涂料涂装后，可经过短暂的空气固化后浸水。

## 2. 质量控制与验收评定

### (1) 质量控制

涂层厚度检测：使用涂层厚度计检测涂层厚度，确保涂层厚度符合设计要求。施工中应随时检查湿膜厚度以保证干膜厚度满足设计要求，干膜厚度采用“85—15”规则判定，即允许有15%的读数可低于规定值，但每一单独读数不得低于规定值的85%。对于结构主体外表面可采用“90—10”规则判定。

涂层附着力检测：使用附着力测试仪检测涂层附着力，确保涂层附着力良好。可采用划格法、拉拔法等方法进行检测。

涂层耐候性检测：在模拟自然环境的条件下，检测涂层耐候性，确保涂层耐候性良好。可通过人工加速老化试验等方法进行检测。

涂层耐腐蚀性检测：在模拟腐蚀环境的条件下，检测涂层耐腐蚀性，确保涂层耐腐蚀性良好。可通过化学腐蚀试验等方法进行检测。

涂层外观质量检查：涂层表面应平整、均匀一致，无漏涂、起泡、裂纹、气孔和返锈等现象，允许轻微桔皮和局部轻微流挂。

### (2) 验收评定

验收程序：施工完成后，施工单位应首先进行自检，自检合格后向监理单位提交验收申请。监理单位收到申请后，应组织相关人员进行验收，验收合格后出具验收报告。

验收内容：包括涂层的外观质量、厚度、附着力、耐候性、耐腐蚀性等指标，以及施工过程中的各项记录和资料。

不合格处理：如果验收中发现涂层质量不符合要求，应责令施工单位进行整改，整改完成后重新进行验收，直至合格为止。

## 八、分歧意见的处理过程、依据和结果

目前无。

## 九、采用国际标准或国外先进标准情况

### 1. 与国际标准的关系

国际标准如 ISO 12944《色漆和清漆 防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护》，该标准规定了防护涂料体系的分类、要求、试验方法等内容亚大丰晖聚苯胺防腐

漆。《桥梁隧道混凝土结构用防腐防污涂层技术要求》会参考 ISO 12944 中的一些基本原理、腐蚀环境分类方法以及涂层性能测试方法等，例如在腐蚀环境分类上可能借鉴其对不同环境条件的界定和描述，在涂层的附着力、耐候性等性能要求方面也可能参考其相关的测试和判定方法，但在具体的技术指标和应用对象上会根据桥梁隧道混凝土结构的特点进行调整和细化。

#### 2. 与国家强制性标准的关系

目前没有直接针对桥梁隧道混凝土结构用防腐防污涂层的国家强制性标准，但在一些相关的国家强制性标准中会涉及到部分内容，如 GB 18582《室内装饰装修材料 内墙涂料中有害物质限量》等标准中对涂料中有害物质的限量要求，《桥梁隧道混凝土结构用防腐防污涂层技术要求》在制定时会遵循这些国家强制性标准中关于有害物质限量等方面的规定，以确保涂层材料的使用安全和环保性能，其关键技术指标和要求不低于国家强制性标准。

#### 3. 与国家推荐性标准的关系

国家推荐性标准如 GB/T 23981《白色和浅色漆对比率的测定》、GB/T 23991《涂料中可溶性有害元素含量的测定》、GB/T 23993《水性涂料中甲醛含量的测定》等，这些标准为涂料的性能测试和有害物质检测提供了方法和依据。《桥梁隧道混凝土结构用防腐防污涂层技术要求》在对涂层进行性能检测和质量控制时，会采用这些国家推荐性标准中的相关测试方法和指标，以保证检测结果的准确性和可比性。

#### 4. 与行业标准的关系

相关的行业标准如 JT/T 821《混凝土桥梁结构表面用防腐涂料》，该标准针对混凝土桥梁结构表面用防腐涂料的技术要求、试验方法、检验规则等方面进行了规定。《桥梁隧道混凝土结构用防腐防污涂层技术要求》与 JT/T 821 在适用范围上有一定的重叠，但可能在具体的技术指标、施工工艺、质量控制等方面会根据桥梁隧道的特殊环境和要求进行进一步的完善和细化。

## 十、贯彻标准的措施建议

### （一）加强宣贯培训

组织开展多层次、多形式的标准宣贯培训活动。针对设计单位，举办专门的标准解读培训班，邀请标准起草专家详细讲解标准中的设计要求和要点，使设计人员能够准确理解和应用标准进行设计；对于施工企业，开展现场培训和技术指导，通过实际案例分析和操作演示，让施工人员掌握标准中的施工工艺和质量控制要点；面向检测机构，举办检测技术培训班，培训检测人员掌握标准中的试验方法和检测设备的使用，确保检测结果的准确性。同时，还可以利用网络平台，发布标准宣贯视频、电子文档等资料，方便行业内人员随时学习。

### （二）推动标准应用

积极鼓励设计单位在设计阶段严格按照本标准的要求进行桥梁隧道混凝土结构防腐耐污涂层的设计，将标准中的各项技术指标和要求纳入设计文件中；施工企业在施工过程中，应严格按照标准进行施工，建立健全质量管理体系，加强施工过程中的质量控制；检测机构在进行涂层质量检测时，要依据本标准规定的试验方法和判定规则进行检测，确保检测结果的公正性和权威性。通过各方的共同努力，全面规范桥梁隧道混凝土结构防腐耐污涂层的设计、施工和检测工作。

### （三）建立监督机制

相关部门应加强对标准实施情况的监督检查力度。确保其符合本标准的要求；

质量监督机构要加强对施工现场的监督检查，定期对涂层的施工质量进行抽检，对不符合标准要求的行为及时予以纠正和处罚；行业协会要发挥自律作用，加强对会员单位的监督和管理，组织开展行业内的交流和检查活动，促进标准的有效实施。

## 十一、其他应予说明的事项

本标准在实施过程中，将持续关注行业技术的发展动态以及工程实践中的反馈信息。随着新型涂层材料的研发、涂装工艺的改进以及对桥梁隧道结构腐蚀和污损机理研究的不断深入，可能会出现一些新的问题和需求。

2025年2月