**中 国 公 路 建 设 行 业 协 会 标 准**

**T/CHCA xxx-202x**

**钢桥面改性聚氨酯混凝土铺装技术应用标准**

**Steel Bridge Deck Modified Polyurethane Concrete Pavement Technology Application Standard**

**（征求意见稿）**

202x-xx-xx发布 202x-xx-xx实施

**中国公路建设行业协会** 发 布

**目 次**

前 言 1

引 言 2

1 总则 3

2 术语 3

3 基本规定 4

3.1 设计原则 4

3.2 施工原则 4

3.3 材料要求 4

3.4 施工质量控制 5

3.5 安全与环保 5

4 设计 6

4.1 一般规定 6

4.2 基本铺装结构 6

4.3 铺装结构分析 7

5 施工 9

5.1 一般规定 9

5.2 材料 9

5.3 改性聚氨酯混凝土配合比设计 11

5.4 施工流程 12

6 质量检验 16

6.1 一般规定 16

6.2 原材料质量检验 16

6.3 施工质量检验 18

7 安全与环保 20

8 规范性引用文件 21

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。

本文件由中国公路建设行业协会提出并归口。

本文件起草单位：宁波路宝科技实业集团有限公司\*\*\*\*\*\*\*\*。

本文件主要起草人：\*\*\*\*\*\*。

引 言

本标准对钢桥面改性聚氨酯混凝土铺装体系的材料、施工、检验做出规定。本标准规范钢桥面改性聚氨酯混凝土铺装体系的材料选用、施工过程、质量检验形成标准可控的施工方案和工序，并为钢桥面改性聚氨酯混凝土铺装体系施工各工序的验收提供有效可靠的检验内容、方法及要点，促进钢桥面改性聚氨酯混凝土铺装体系的发展。

本规范共8章，主要内容包括:

1.钢桥面改性聚氨酯混凝土铺装结构设计方法:

2.钢桥面改性聚氨酯混凝土铺装材料技术要求:

3.钢桥面改性聚氨酯混凝土铺装施工工艺要求;

4.钢桥面改性聚氨酯混凝土铺装施工质量管理要求。

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及到“4.2 基本铺装结构”《一种钢桥面复合式铺装结构及铺装方法》（专利号：201811036316）、“5.2 材料”与《一种聚氨酯混凝土及其制备方法》（专利号：CN118598579A）相关的专利的使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利持有人已向本文件的发布机构承诺，他愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下，就使用投权许可进行谈判。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案。

专利持有人姓名：宁波路宝科技实业集团有限公司

地址：浙江省宁波市高新区清逸路168号（邮编：315800）

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

# 总则

1. 本文件规定了钢桥面改性聚氨酯混凝土铺装体系的材料、施工、质量检验的内容与要求。
2. 本文件适用于公路钢桥新建和改扩建桥面铺装，混凝土路面铺装也可参照执行。

# 术语

1. 改性聚氨酯 modified polyurethane

通过调整聚氨酯分子结构或添加其他组分，用于增强特定性能的高分子聚合物材料。‌

1. 改性聚氨酯黏结材料 modified polyurethane adhesive material

用于桥面板与结构层间的界面联结，由异氰酸酯、多元醇和扩链剂按一定比例混合，形成的一种高分子聚合物黏结材料。

1. 改性聚氨酯结合料 modified polyurethane binder

用于混合料中集料间的黏结，由异氰酸酯、多元醇和扩链剂按一定比例混合，形成的一种高分子聚合物结合料。

1. 改性聚氨酯混合料 modified polyurethane mixture

由改性聚氨酯结合料与一定级配的集料在常温下按一定比例拌和形成的一种热固性混合料。

1. 改性聚氨酯混凝土 modified polyurethane concrete

由改性聚氨酯结合料与一定级配的集料在常温下混合、成型、固化而成的混凝土材料。

1. 胶石比 binder-aggregate ratio

改性聚氨酯混合料中结合料质量与集料总质量的比值，以百分率表示。

1. 防水黏结层 waterproof bonding layer

用于钢桥面和结构层之间，起防水、防腐、黏结等功能作用的层次。

1. 结构层 pavement structure layer

铺设于防水黏结层之上，承受车辆荷载，同时起到保护钢桥面作用的具有一定厚度的改性聚氨酯混凝土层，表面撒布碎石。

# 基本规定

## 设计原则

**3.1.1**安全、耐久、适用、环保、经济：设计应遵循这五大原则，确保铺装结构的长期稳定性和可靠性，并兼顾经济效益和环境保护。

**3.1.2**综合考虑多种因素：设计应综合考虑桥梁结构特点、使用功能、交通荷载、环境气候、施工条件等因素，确保铺装结构与桥梁的协调性和适应性。

**3.1.3**参考经验，推广新技术：设计应参考类似条件的桥面铺装工程经验，并积极稳妥地推广使用经试验和实践证明有效的新技术、新材料、新工艺。

**3.1.4**符合现行标准：设计应符合国家和行业现行有关标准的规定。

## 施工原则

**3.2.1**施工组织设计：施工前应进行施工组织设计，并保证合理的施工工期。

**3.2.2**质量管理体系：施工前应建立质量保证体系和质量管理体系，确保施工质量符合要求。

**3.2.3**安全生产：施工安全应符合相关法律法规和标准要求，确保施工人员的人身安全。

**3.2.4**环境保护：施工前应建立健全环保管理体系，制定环境保护方案，减少施工对环境的影响。

**3.2.5**避免交叉施工：钢桥面铺装施工应避免与其他可能污染铺装界面的工程交叉进行，确保施工过程中基面的清洁和干燥。

**3.2.6**试验段：正式施工前，应对各工序进行试验段施工，验证施工方案和施工工艺，并确定施工参数。

**3.2.7**严格执行工艺和标准：施工过程中应严格执行施工工艺和质量标准，并进行质量检验，确保施工质量。

## 材料要求

**3.3.1**改性聚氨酯混凝土：材料要求应符合本标准和相关行业标准的规定。

**3.3.2**改性聚氨酯黏结材料：应具有良好的粘结性能、耐久性能和施工性能。

**3.3.3**改性聚氨酯结合料：应具有良好的力学性能、耐热性能和耐寒性能。

**3.3.4**改性聚氨酯混合料用集料：应符合本标准级配要求，其他性能应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）的有关规定。

**3.3.5**改性聚氨酯混合料用撒布碎石：应具有良好的耐磨性能和抗冲击性能。

**3.3.6**其他材料：黏层材料、玻璃纤维布等也应符合相应的技术要求。

## 施工质量控制

**3.4.1**质量检验制度：建立质量检验制度，对原材料、半成品和成品进行检验，确保施工质量符合要求。

**3.4.2**施工过程监控：对施工过程进行监控，及时发现和纠正质量问题。

**3.4.3**施工质量评价：对施工质量进行评价，并采取相应的措施改进施工质量。

## 安全与环保

**3.5.1**安全生产管理：严格遵守安全生产法律法规，确保施工安全。

**3.5.2**环境保护措施：采取措施保护环境，减少施工对环境的影响。

# 设计

## 一般规定

4.1.1设计钢桥面改性聚氨酯混凝土铺装体系时，需全面考虑桥梁的结构特性、使用需求、交通负荷、气候条件及施工环境等因素。

4.1.2在进行改性聚氨酯铺装结构的力学性能分析时，作用荷载及组合按《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2015）相关规定取值。

4.1.3钢桥面铺装结构设计应满足正交异性钢桥面板的刚度要求，铺装结构与钢桥面板组合刚度的技术要求按《公路钢桥面铺装设计与施工技术规范》（JTG/T3364-02-2019）相关规定执行。

4.1.4设计钢桥面改性聚氨酯混凝土铺装体系时，除桥面行车道范围外，中央分隔带、索区、人行道和检修道等位置也适宜采用改性聚氨酯混凝土方案，设计方案应满足密实、不透水等要求，并具备一定的防滑功能。

## 基本铺装结构

### 钢桥面改性聚氨酯混凝土铺装结构由防水黏结层和结构层组成，其中结构层采用改性聚氨酯混合料，在结构层中上部合理铺设玻璃纤维布，可有效增强结构层的抗裂性能。在结构层的表面均匀撒布碎石，可有效增加铺装结构表面的构造深度，提升摩擦系数，并同时满足磨耗层要求。铺装结构的示意图参见图4.2.1。



**图4.2.1 钢桥面改性聚氨酯混凝土铺装结构**

### 车行道铺装总厚度应满足桥梁设计的恒载要求，中央分隔带、索区、人行道和检修道厚度应综合考量该结构部位排水、防腐需求，厚度不限。

### 铺装方案设计

在完成铺装体系的设计之后，应初步拟定详细的铺装方案，并进行组合设计和验证。

### 桥面铺装结构设计

可另设磨耗层，磨耗层应与铺装结构层相匹配。磨耗层可采用改性沥青混合料SMA、AC等，并应平整密实，具有抗滑耐磨、抗裂耐久、抗高温变形等性能。

### 界面功能层材料和用量应按表4.2.5选择。

**表4.2.5 界面功能层材料和用量**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 界面功能层类型 | 材料名称 | 材料用量(或厚度) |
| 防水粘结层 | 改性聚氨酯防水粘结剂 | 0.15~0.3 kg/m2 |
| 碎石层 | 石英砂或玄武岩 | 3~5 mm(单层）6~10 mm(双层） |
| 粘层 | 环氧树脂粘结剂II型 | 0.8~1 kg/m2 |

## 铺装结构分析

### 铺装结构分析模型

4.3.1.1铺装结构分析采用的模型和基本假定，能满足铺装结构实际受力状态，其精度能满足铺装结构受力需求。

4.3.1.2铺装结构分析时，应考虑环境对铺装结构性能的影响。

4.3.1.3模型中的材料特性参数宜结合应用材料试验实测数据进行取用。

### 铺装结构界面联结性能分析

4.3.2.1铺装结构方案确定后，宜进行界面联结性能试验，试验试件宜由结构层、防水粘结剂、和钢板组成。

4.3.2.2在25℃条件下进行铺装组合结构试件的界面粘结强度试验和界面剪切强度试验，试验结果应分别满足式（4.3.2.2-1）、（4.3.2.2-2）的要求。

  (4.3.2.2-1)

  (4.3.2.2-2)

  (4.3.2.2-3)

式中：——实测组合结构试件界面粘结强度平均值，参照（JTG/T3364-02-2019）附录B；

——标准轴载作用下，结构层与钢桥面板间的界面粘结强度标准值，对改性聚氨酯混合料保护层取0.8 MPa；

——标准正态分布表中随保证率（或置信度α）而变的系数，高速公路和一级公路保证率取95%，即=1.645；其他公路取保证率90%，即=1.282。

S——实测组合结构试件强度标准差；

——实测组合结构试件界面剪切强度平均值，参照（JTG/T3364-02-2019）附录C；

——保护层与钢桥面板间的界面剪切强度设计值；

 ——公路等级系数，依据桥梁所属线路的公路等级按表4.3.2-1确定；

——交通荷载等级修正系数，依据交通荷载等级按表4.3.2-2确定。

**表4.3.2-1公路等级系数取值**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 公路等级 | 高速公路 | 一级公路 | 二级公路 | 三、四级公路 |
|  | 1.4 | 1.35 | 1.2 | 1.0 |

**表4.3.2-2交通荷载等级修正系数取值**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 交通荷载等级 | 极重、特重交通 | 重交通 | 中等交通 | 轻交通 |
|  | 1.4~1.5 | 1.3~1.4 | 1.1~1.2 | 1.0 |

# 施工

## 一般规定

### 在进行钢桥面改性聚氨酯混凝土铺装体系施工之前，必须完成施工组织设计和管理工作，确保质量保证体系和管理体系的建立，并合理安排施工时间。

### 施工前，应实施试验段施工，配合比设计应符合本规范第5.3节的相关要求。

### 改性聚氨酯混凝土铺装应在钢桥面板干燥且环境温度不低于-5℃，钢板表面应高于露点温度3℃以上，大气相对湿度≤ 90%条件下进行施工。

### 改性聚氨酯混凝土铺装体系应采用成套专用系统性设备，铺装过程中，各工序应连续进行，改性聚氨酯混凝土施工应采用现场搅拌、喂料、摊铺的流水线同步连续作业方式，确保供料速度与摊铺速度相匹配，避免材料浪费或设备停机。

### 施工设备的选型应基于桥面结构、施工区域划分、设备性能等因素进行确定。

## 材料

### 改性聚氨酯黏结材料

改性聚氨酯黏结材料是含有聚氨酯树脂成分的溶液，其在涂布施工后不单独固化，在铺设改性聚氨酯混合料后，会与结合料在相互交联、聚合，紧密融合形成高度致密且稳固的一体化结构，铺装层内部实现较高的内聚力与黏结力，有效阻止外界水分侵入，起到钢桥面防水防腐的作用。改性聚氨酯黏结材料性能指标应符合表5.2.1的规定。

**表5.2.1 改性聚氨酯黏结材料性能指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
| 表干时间(23℃，70%RH) | min | ≥360 | GB/T 16777-2008 |
| 实干时间(23℃，70%RH，摊铺混合料后) | min | ≤120 | GB/T 16777-2008 |
| 不透水性(0.3MPa，24h) | — | 不透水 | GB/T 16777-2008 |
| 黏结强度(混合料、黏结材料与钢板的整体黏结强度，23℃) | MPa | ≥5.0 | JTG/T3364-02-2019附录B |
| 剪切强度（混合料、黏结材料与钢板的整体剪切强度，23℃，2h） | MPa | ≥3.5 | JTG/T3364-02-2019 附录C |
| 黏度(23℃) | mPa·s | ≤200 | GB/T 2794-2022 |

### 改性聚氨酯结合料

改性聚氨酯结合料采用单组份的改性聚氨酯树脂，其性能指标应符合表5.2.2的规定。

**表5.2.2 改性聚氨酯结合料性能指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
| 黏度(23℃) | mPa·s | ≤400 | GB/T 2794-2022 |
| 表干时间(23℃，70%RH) | min | ≤120 | GB/T 16777-2008 |
| 热固性(300℃) | — | 不熔化 | GB/T 30598-2014 |
| 拉伸强度(23℃) | MPa | ≥25 | GB/T 1040.1-2018 |
| 断裂伸长率(23℃)，% | — | ≥40 | GB/T 1040.1-2018 |
| 拉伸强度(50℃) | MPa | ≥15 | GB/T 1040.1-2018 |
| 断裂伸长率(50℃)，% | — | ≥50 | GB/T 1040.1-2018 |
| 环氧当量 | g/mol | 0 | GB/T 4612-2008 |

### 改性聚氨酯混合料用集料

改性聚氨酯混合料用粗集料的粒径宜为4.75～9.5 mm，细集料的粒径宜为0.075～4.75 mm，集料性能指标应符合现行行业标准《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）的有关规定。

### 改性聚氨酯混合料用撒布碎石

改性聚氨酯混合料用撒布碎石采用坚硬、耐磨的石料，宜采用石英砂或玄武岩，石料应洁净、干燥，撒布碎石技术要求应符合表5.2.4的规定。

**表5.2.4 撒布碎石性能指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 试验项目 | 单位 | 性能指标 | 试验方法 |
| 含水率 | % | ≤0.3 | JTG E42-2005 T 0305 |
| 含泥量 | % | ≤1.0 | JTG E42-2005 T 0333 |
| 通过率 | 4.75 mm | % | 95~100 | JTG E42-2005 T 0327 |
| 2.36 mm | 10～40 |
| 1.18 mm | 0～9 |

### 改性聚氨酯混凝土

改性聚氨酯混凝土应符合表5.2.5的规定。

**表5.2.5 改性聚氨酯混凝土性能指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 试验项目 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
| 耐磨性 | kg/m2 | ≤0.5 | JTG 3420-2020 T 0567 |
| 抗氯离子渗透 | m/s | ≤0.2×10-12 | JTG 3420-2020 T 0579 |
| 车辙动稳定度（70℃） | 次/mm | ≥12000 | JTG E20-2011 T 0719 |
| 改性聚氨酯混合料防水等级 | - | P12级 | GB/T 50082-2009 |
| 整体拉拔强度（60℃） | MPa | ≥4.0 | JTG/T3364-02-2019 附录A |
| 冻融劈裂强度比 | % | ≥85 | JTG E20-2011 T 0729 |
| 低温弯曲极限应变（-10℃，50mm/min） | με | ≥3000 | JTG E20-2011 T0715 |
| 抗压强度 | MPa | ≥30.0 | GB/T 50107-2010 |
| 抗弯拉强度（70℃） | MPa | ≥8.0 | JTG E20-2011 T0715 |

## 改性聚氨酯混凝土配合比设计

### 一般规定

1.改性聚氨酯混凝土在设计目标配合比时，应遵循《公路钢桥面铺装设计与施工技术规范》（JTG/T3364-02-2019）附录H中规定的方法，合理确定各组分的配合比例，可参考表5.3.1-1执行。

**表5.3.1-1 改性聚氨酯混合料配合比要求**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 组成 | 聚氨酯胶 | 固化剂 | 骨料 | 催化剂 |
| 比例 | 135-195 | 1~4 | 900-1150 | 0-2 |

2.改性聚氨酯混凝土配合比设计应采用工程实际使用的原材料，配合比设计所采用集料级配宜符合表5.3.1-2的规定。

**表5.3.1-2 改性聚氨酯混合料用集料级配要求**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 筛孔（mm） | 9.5 | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.6 | 0.3 | 0.15 | 0.075 |
| 通过率范围（%） | 100 | 60-88 | 41-72 | 30-50 | 15-35 | 6-22 | 3-10 | 0-6 |

3.改性聚氨酯混凝土配合比设计采用抗压强度作为控制指标，并通过低温弯曲试验检验其抗裂能力。

### 施工配合比设计与验证

施工配合比设计与验证过程中，应确保车载搅拌设备各仓料的配合比保持稳定。从目标配合比设计确定的最佳胶石比出发，以0.3%的间隔选取三个胶石比进行抗压强度试验。通过这些试验结果，最终确定施工配合比。

### 试拌及试验段铺装

按照确定的施工配合比进行试拌，并在试验段铺装中实施。同时，应按照（GB/T 50081-2019）中的方法成型改性聚氨酯混凝土抗压试件，以验证施工配合比的适用性。

### 试件制备与试验

改性聚氨酯混凝土试件应拌和均匀，并在常温下成型。成型后的试件应在室温下放置3天，然后进行试验。

## 施工流程

### 施工准备

1. 施工前，建设单位应组织设计、施工、监理单位进行技术交流。
2. 施工单位应对施工、试验、机械、管理等岗位的技术人员和工人进行培训。
3. 施工前，应检查材料来源和质量，并确保所有材料在进场前经过复验并合格。
4. 原材料、目标配合比和生产配合比的检测结果，应在监理审核确认后方可使用。

### 试验段施工

1. 在正式施工前，应对钢桥面改性聚氨酯混凝土铺装的各个工序进行试验段施工，试验段长度不得小于20米。
2. 试验段施工应实现以下目标：
3. 确定抛丸设备的配置、行走方式、速度和搭接宽度；确定机械打磨的方法和工具；评估抛丸除锈作业的效率和工作长度。
4. 确定改性聚氨酯黏结材料的涂布量。
5. 确定改性聚氨酯混凝土搅拌设备的搅拌时间和速度，摊铺设备的摊铺速度和振动频率等施工工艺参数。
6. 验证改性聚氨酯混凝土的施工配合比，并提出正式施工时的配合比参数。
7. 确定改性聚氨酯混凝土表面撒布碎石的用量。
8. 在养护工程中，还应确定与原铺装结构的施工接缝处理工艺。
9. 试验段施工完成后，经检测各项技术指标符合规定后，方可进行后续施工。

### 钢桥面除锈处理

1. 施工前应注意环境要求，如遇下雨、下雪、结露等天气时，严禁除锈作业。磨料采用钢丸、钢质棱角砂，其比例通过试验确定。磨料必须保持干燥、清洁、不含有害物质，如油脂、盐分。
2. 抛丸前的清理
3. 抛丸前，应首先检查钢桥面板的外观，确保表面无焊瘤、飞溅物、针孔、飞边和毛刺等，否则必须通过打磨加以清除，锋利的边角必须处理到半径2毫米以上的圆角。
4. 用清洁剂或溶剂清洗钢桥面板表面的油、油脂、盐分及其他脏物。
5. 用高压清水清洁，直至无油污、尘垢为止。
6. 抛丸除锈

清洗后第二天，对严重锈蚀部位用较细的钢砂作局部预处理，然后作全面抛丸处理。对局部凸出的位置用手工打磨平整，钢桥面板的抛丸除锈处理应符合现行《公路钢桥面铺装设计与施工技术规范》（JTG/T3364-02-2019）的有关规定.。抛丸处理过后，表面经监理认可后，须立刻进行下一步工作。

### 防水黏结层施工

1. 钢桥面抛丸除锈后无需进行防腐层施工，应立即进行改性聚氨酯黏结材料的施工。
2. 施工前应对钢桥面表面进行清洁处理，清除水分、油污及其他污染物，确保涂布作业面清洁、干燥、无尘埃，涂布后若被雨水污染区域或已干区域应铲除并重新涂布。
3. 为防止黏结材料在运输、储存过程中出现的分层、沉淀现象对施工质量造成影响，黏结材料在涂布前应充分搅拌均匀。黏结材料搅拌宜采用电动搅拌机，搅拌速率应按照试验段确定参数执行。
4. 搅拌后的黏结材料应在10分钟内完成涂布，涂布方式可采用人工或机械喷涂。
5. 对施工接缝和其他漏涂部位，应进行人工补涂。
6. 对与边缘结构件竖向接触面位置，也应涂刷黏结材料后，方能摊铺聚氨酯混合料。
7. 操作人员在涂布作业时应穿戴防护服、口罩等个人防护用品。涂布区域应采取防护措施，进入时应穿洁净的胶鞋，车载式搅拌设备和其他机械的轮胎应保持清洁。
8. 对于纵坡大于3%的钢桥面，宜采用人工刮涂，确保涂布均匀，无堆积、无流滴，涂布量为0.15~0.3 kg/m2。
9. 为保证涂布质量，聚氨酯黏结剂涂布完成20分钟内未表干时，聚氨酯混合料应同步进行摊铺，聚氨酯黏结剂控制提前量宜为摊铺前30～50米。

### 结构层施工

1. 施工前准备及注意事项
2. 铺装施工前应进行目标配合比和施工配合比设计，并按规定取得认可后，方可使用。
3. 铺装施工前应检查并调试施工设备，确保设备完好。
4. 所有无机材料应用防潮包装袋包装，有机材料应用专用容器密封遮光包装。
5. 产品在运输与贮存时，不得受潮和混入杂物，液体产品应防止阳光直射，不同品种产品应分别贮运，不得混杂。
6. 改性聚氨酯混合料拌和
7. 改性聚氨酯混凝土应采用车载式搅拌设备现场常温拌和生产，车载式搅拌设备数量应为2台及以上轮换供料，使摊铺机连续不停顿铺装作业。
8. 拌和前，应检查搅拌设备的运行状态，根据试验段确定的搅拌设备参数，合理调试设备并试拌和，搅拌时间不宜小于5秒，搅拌速率不宜小于80 r/min。
9. 拌和过程中随时对出料进行抽样检查，出料应均匀稳定、不离析。
10. 改性聚氨酯混凝土摊铺
11. 应采用具有找平、布料、振动、抹平功能的非碾压式机械摊铺设备。机械摊铺宜匀速连续不间断作业，且摊铺过程不应进行碾压。
12. 摊铺设备宜按照试验段确定的参数执行，摊铺速度宜为1~3米/分钟，振动频率不小于20 Hz。
13. 改性聚氨酯混合料通过接料输送带均匀传送到摊铺设备布料仓中，在混合料超过布料仓高度一半后，摊铺机开始前进。
14. 摊铺宽度可根据施工作业面采用单车道或双车道宽度，也可进行全幅摊铺，纵向桥面施工宜连续一次成型。
15. 对摊铺设备无法摊铺到的接缝衔接、边带等位置，可采用人工或小型机械摊铺，并采用小型振动设备进行振平捣实。
16. 对纵坡大于3%的钢桥面，摊铺施工由低处向高处进行。

### 铺设玻璃纤维布

1. 在改性聚氨酯混合料摊铺后5分钟内，在混合料固化前须完成玻璃纤维布铺设，并确保与混合料或基础紧密贴合，同时确保不出现露白现象，有利于提高改性聚氨酯混合料整体强度。
2. 铺设玻璃纤维布后，如有露白现象，可使用改性聚氨酯结合料浸润确保不露白。
3. 在摊铺施工完毕后，应将裸露或未贴合的玻璃纤维布用剪刀或砂轮去除。

### 碎石撒布

1. 玻璃纤维布铺设完成后，在混合料固化前，宜采用自走式碎石撒布机均匀撒布碎石，撒布碎石用量不宜少于2 kg/m²，对机械撒布不均匀以及无法机械撒布的区域，应及时采用人工撒布。
2. 对于混合料胶面析出过多或不均匀等情况，应在混合料表面加铺玻璃纤维布，并等待胶面均匀流淌之后，再进行面砂撒布。
3. 施工前应对碎石撒布机进行调试，并确定好行走速度、撒布量等参数，以确保正式施工的顺利进行。
4. 撒布碎石的最晚时间应在结合料未胶化前。对于局部结合料不足的位置应进行喷涂；若结合料渗出碎石表面，应及时进行碎石补撒。

### 养生

1. 施工完成后，设立路锥、标线、警示牌等明显标志，并安排专人在重点部位，严禁一切人员、车辆、施工设备等进入施工区域。
2. 严禁任何人踩踏未凝固的ECO改性聚氨酯混凝土。做好施工区域清理工作，防止杂物落于未凝固的铺装层。
3. 养生时间一般不少于2个小时且回弹强度达到25 MPa以上方能逐步开放交通，期间注意成品保护，避免踩踏、污染。

### 环氧树脂粘层施工

环氧树脂结层施工应符合下列规定:

1. 环氧树脂混合后应在要求的容留时间内完成涂布，超过容留时间的环氧树脂应废弃。
2. 在坡度较大的地段施工时，如发生环氧树脂流淌现象导致胶膜厚度不均，应进行补涂处理。
3. 可在环氧树脂粘结剂型未固化前撒布一层碎石，所撒布碎石应符合表5.2.4的技术要求。待环氧树脂固化后，应清除未粘结牢固的碎石。施工完毕后，应有足够的养生时间。养生结束后，现场检测指标满足要求方可进行下道工序施工。

### 改性沥青混合料磨耗层施工

改性沥青混合料施工应符合下列规定:

1. 改性沥青SMA、AC施工应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）的有关规定。当压实度达不到设计标准时，可采取提高施工温度5~10℃或掺加降低改性沥青高温粘度的改性剂等措施。
2. 改性沥青SMA、AC使用钢轮压路机碾压时，宜采用质量10吨以上的水平震荡压路机。SMA用于磨耗层时不宜使用轮胎压路机碾压，当SMA用于保护层时，可采用轮胎压路机碾压。用于边角部位碾压时，宜采用质量约2吨的小型压路机。

# 质量检验

## 一般规定

### 铺装质量检验应符合设计要求和相关规范标准要求。

### 应根据质量管理要求，对施工各工序的质量进行检查、控制，并应达到所规定的质量要求，确保施工质量。

### 质量控制和质量保证应贯穿整个施工过程，应对每个施工环节严格控制把关，出现问题时应及时纠正，严重时应停工整顿。

## 原材料质量检验

### 改性聚氨酯黏结材料性能应符合本标准第5.2节的规定。

检查数量：按同一生产厂家、同一品种、同一标号、同一批号连续进场的改性聚氨酯黏结材料10 t为一批，不足10 t也作为一批，每一批次抽检1次。

检验方法：检查出厂合格证、出厂检验报告、进场复验报告。

**表6.2.1 原材料试验检测方案**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 材料名称 | 检测参数 | 检测频率 |
| 改性聚氨酯粘结剂 | 表干时间（23℃） | 按批次 |
| 吸水率 |
| 不透水性，（0.3 MPa，24h） |
| 黏结强度（混合料、黏结材料与钢板的整体粘结强度，23℃） |
| 剪切强度（混合料、黏结材料与钢板的整体剪切强度，23℃，2h） |

### 改性聚氨酯结合料性能应符合本标准第5.2节的规定。

检查数量：按同一生产厂家、同一品种、同一标号、同一批号连续进场的改性聚氨酯胶结料100 t为一批，不足100 t也作为一批，每一批次抽检1次。

检验方法：检查出厂合格证、出厂检验报告、进场复验报告。

**表6.2.2 原材料试验检测方案**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 材料名称 | 检测参数 | 检测频率 |
| 改性聚氨酯结合料 | 拉伸强度（固化后23℃） | 按批次 |
| 拉伸强度（固化后50℃） |
| 断裂伸长率（固化后23℃） |
| 断裂伸长率（固化后50℃） |
| 黏度（23℃） |
| 热固性（300℃） |
| 吸水率 |

### 改性聚氨酯混合料用集料、撒布碎石的性能应符合本标准第5.2节的规定。

检查数量：按进场批次或施工方案确定。

检验方法：检查出厂合格证，出厂检验报告、进场复验报告。

**表6.2.3 原材料试验检测方案**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 材料名称 | 检测参数 | 检测频率 |
| 粗集料 | 表观相对密度 | 按批次 |
| 吸水率 |
| 含水率 |
| 坚固性 |
| 泥土杂物含量 |
| 针片状颗粒含量 |
| 洛杉矶磨耗值 |
| 细集料 | 表观相对密度 |
| 吸水率 |
| 含水率 |
| 坚固性（＞0.3 mm） |
| 集料 | 级配筛分 |
| 撒布碎石 | 含水率 |
| 坚固性 |
| 含泥量 |
| 针片状颗粒含量 |
| 级配筛分 |
| 混合料 | 车辙动稳定度（70℃） | 目标/生产各一次 |
| 冻融劈裂强度比 |
| 低温弯曲极限应变（-10℃，50 mm/min） |
| 抗压强度 |

### 玻璃纤维布的性能应符合本标准第5.2节的规定。

检查数量：按进场批次或施工方案确定。

检验方法：检查出厂合格证，出厂检验报告、进场复验报告。

**表6.2.4 原材料试验检测方案**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 材料名称 | 检测参数 | 检测频率 |
| 玻璃纤维布 | 外观 | 按批次 |
| 宽度 |
| 长度 |
| 单位面积质量 |

### 其他材料质量控制，除应符合本标准第五章的有关规定外，还应符合现行行业标准《公路钢桥面铺装设计与施工技术规范》（JTG/T3364-02-2019）的有关规定。

## 施工质量检验

### 钢桥面板抛丸除锈的质量要求、检查项目、检查频度应符合现行《公路钢桥面铺装设计与施工技术规范》（JTG/T3364-02-2019）的有关规定。

### 改性聚氨酯黏结材料施工质量要求应符合表6.3.2的规定。

**表6.3.2 改性聚氨酯黏结材料施工质量要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 检查项目 | 检查频率 | 质量要求 | 试验方法 |
| 用量 | 3点/1000平方米 | 0.15-0.3 kg/m2 | JTG 3450-2019 T 0982 |
| 均匀性 | 随时 | 无漏涂 | 目测 |
| 与结构层黏结强度 | 同期试件 | ≥2.0 MPa | JTG/T3364-02-2019 |

注：1、施工面积不足1000 m2的按1000 m2计；

 2、“随时”是指需要经常检查的项目，其检查频率可根据具体情况确定。

### 改性聚氨酯结合料、集料和混合料施工质量要求应符合表6.3.3的规定。

**表6.3.3 改性聚氨酯结合料、集料和混合料质量要求**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 类型及组成 | 检查项目 | 检查频率 | 技术要求 | 试验方法 |
| 改性聚氨酯结合料 | 拉伸强度、断裂伸长率 | 1次/d | 符合本标准规定 | GB/T 1040.1-2018 |
| 集料 | 颗粒组成（筛分）、含水率 | 1次/d | 符合本标准规定 | JTG E42 T 0305 |
| 改性聚氨酯混凝土 | 抗压强度 | 1次/d | 符合本标准规定 | GB/T 50081-2019 |
| 动稳定度 | 必要时 | JTG E20-2011 T 0709 |
| 冻融劈裂强度比 | 必要时 | JTG E20-2011 T 0729 |
| 低温弯曲应变 | 必要时 | JTG E20-2011 T 0715 |

注：“必要时”是指施工各方任何一个部门对其质量产生怀疑，提出需要检查时，或是根据需要商定的检查频率

### 结构层铺装质量要求应符合表6.3.4的规定。

**表6.3.4 结构层铺装质量要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 检查项目 | 检查频率 | 质量要求或允许偏差 | 试验方法 |
| 抗压强度（MPa） | 2点/500 m2 | ≥30 | JTG 3450-2019 T 0954 |
| 外观 | 随时 | 表面平整密实，不得有明显的轮迹、裂缝、油包等缺陷，且无明显离析 | 目测 |
| 接缝 | 随时 | 平整、顺直、无跳车 | 目测 |
| 逐条缝检测 | ≤3 | JTG 3450-2019 T 0931 |
| 平整度 | 最大间隙（mm） | 随时 | ≤3 | JTG 3450-2019 T 0931 |
| 标准差（mm） | 连续测定 | ≤1.2 | JTG 3450-2019 T 0932 |
| 渗水系数（ml/min） | 1点/200 m，每点3处取平均值 | 基本无渗水 | JTG 3450-2019 T 0971 |
| 抗滑 | 摩擦系数 | 5点/200 m | BPN≥45 | JTG 3450-2019T 0964/T 0965 |
| 构造深度 | 5点/200 m | 符合设计要求 | JTG 3450-2019T 0961/T 0962/T 0963 |
| 厚度（mm） | 代表值 | 1处/200 m | -3，+5 | JTG 3450-2019 T 0912 |
| 横坡（%） | 每个断面 | -0.3，+0.3 | JTG 3450-2019 T 0911 |

# 安全与环保

## 施工前，应制定安全生产管理制度和紧急预案，建立安全生产管理体系，并进行相应的安全生产培训。

## 施工前，应建立环保管理体系，并制定相应的环境保护、节能减排和文明施工方案，以减少施工过程中对环境的影响。

## 材料仓库和施工现场应配备防水、防火设施，并严禁烟火。

## 钢桥面铺装施工应避免与其他可能污染铺装界面的工程交叉进行，确保施工过程中基面的清洁和干燥。

# 规范性引用文件

《塑料 拉伸性能的测定》 GB/T 1040.1-2018

《塑料 吸水性的测定》 GB/T 1034-2008

《化工产品密度、相对密度的测定》 GB/T 4472-2011

《建筑防水涂料试验方法》 GB/T 16777-2008

《道路与桥梁铺装用环沥青材料通用技术条件》 GB/T 30598-2014

《混凝土强度检验评定标准》 GB/T 50081-2019

《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》 JTG E20-2011

《公路沥青路面施工技术规范》 JTG F40-2004

《公路工程集料试验规程》 JTG E42-2005

《公路钢桥面铺装设计与施工技术规范》 JTG/T3364-02-2019

《公路路基路面现场测试规程》 JTG 3450-2019

《公路桥涵设计通用规范》 JTG D60-2015

《胶黏剂黏度的测定》 GB/T 2794-2022

《塑料 环氧化合物 环氧当量的测定》 GB/T 4612-2008

《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》 JTG 3420-2020

《混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》 GB/T 50082-2009

《混凝土强度检验评定标准》 GB/T 50107-2010

**本标准用词说明**

1 为了便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的用词，正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2）表示严格，在正常情况均应这样做的用词，正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词，正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 引用标准的用语采用下列写法：

1）在标准总则中表述与相关标准的关系时，采用“除应符合本规范的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定”。

2）在标准条文及其他规定中，当引用的标准为国家标准和行业标准时，表述为“应符合《xxxxxx》(xxx)的有关规定”。

3）当引用本标准中的其他规定时，表述为“应符合本规范第x章的有关规定”“应符合本规范第x.x节的有关规定”、“应符合本规范第x.x.x条的有关规定”或“应按本规范第x.x.x条的有关规定执行”。