ICS 93.080.99

P66

|  |
| --- |
|  |

DB23

黑龙江省地方标准

DB 23/T ××××—××××

|  |
| --- |
|  |

公路彩色抗滑薄层安全施工技术规范

Technical Specifications for the Construction of Colored Anti-Skid Overlay of Highway Pavement

|  |
| --- |
|  |
| 完成单位：黑龙江省公路科学研究院  联系人：曾明鸣  联系电话：0451-86671680 |

×××× - ×× - ××发布

×××× - ×× - ××实施

黑龙江省市场监督管理局 发布

目  次

[前言 III](#_Toc48736865)

[1 范围 1](#_Toc48736866)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc48736867)

[3 术语和符号 2](#_Toc48736868)

[3.1 术语 2](#_Toc48736869)

[3.2 符号 3](#_Toc48736870)

[4 基本规定 3](#_Toc48736871)

[5 着色与适用环境 4](#_Toc48736876)

[5.1 着色方式和适用场所 4](#_Toc48736877)

[5.2 适用路段 4](#_Toc48736878)

[6 材料 4](#_Toc48736879)

[6.1 一般规定 5](#_Toc48736880)

[6.2 粘接材料 5](#_Toc48736881)

[6.3 骨料 6](#_Toc48736882)

[6.4 界面处理材料 7](#_Toc48736883)

[6.5 封层材料 8](#_Toc48736884)

[6.6 颜料 8](#_Toc48736885)

[7 彩色抗滑薄层的铺设形式与基本要求 9](#_Toc48736886)

[7.1 一般规定 9](#_Toc48736887)

[7.2 彩色抗滑薄层的铺设形式 9](#_Toc48736888)

[8 彩色抗滑薄层施工 11](#_Toc48736889)

[8.1 一般规定 11](#_Toc48736890)

[8.2 施工工具 11](#_Toc48736891)

[8.3 彩色抗滑薄层施工工艺流程 12](#_Toc48736892)

[8.4 施工准备 12](#_Toc48736893)

[8.5 铺设 13](#_Toc48736894)

[8.6 养生 13](#_Toc48736895)

[8.7 表面清理 13](#_Toc48736896)

[8.8 封层 14](#_Toc48736897)

[8.9 开放交通 14](#_Toc48736898)

[8.10 材料用量 14](#_Toc48736899)

[9 质量管理与验收 14](#_Toc48736900)

[9.1 质量管理 14](#_Toc48736901)

[9.2 质量检查与验收标准 15](#_Toc48736902)

[附　录　A （规范性附录） 道路交通事故多发路段判断标准 17](#_Toc48736903)

[附　录　B （资料性附录） 特殊路段常用铺设形式与辅助安全措施 19](#_Toc48736904)

[附　录　C （资料性附录） 条文说明 22](#_Toc48736905)

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。

本文件由黑龙江省交通运输标准化技术委员会提出并归口。

本文件主要起草单位：黑龙江省公路科学研究院、黑龙江省公路勘察设计院、黑龙江工程学院、黑龙江省高速公路建设局、黑龙江交勘科技有限公司、喜跃发国际环保新材料股份有限公司

本文件主要起草人：高伟、王旭、辛德仁、武鹤、房万山、杨洪生、赵永飞、白义松、孙巍、徐明、崔巍、毛思骁

公路彩色抗滑薄层安全施工技术规范

1. 范围

本文件规定了公路路面彩色抗滑薄层撒砂式铺设的术语、基本规定、着色与适用环境、材料要求、薄层铺设形式、薄层施工与质量管理。

本文件适用于各等级公路新建、改扩建及养护工程路面彩色抗滑薄层的撒砂式铺设。

1. 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 528 硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定

GB 1720 漆膜附着力测定法

GB/T 1725 色漆、清漆和塑料 不挥发物含量的测定

GB/T 2408 塑料燃烧性能试验方法 水平法和垂直法

GB/T 2567 树脂浇铸体性能试验方法

GB/T 3186 色漆、清漆和色漆与清漆用原材料 取样

GB/T 6283 化工产品中水分含量的测定 卡尔·费休法(通用方法)

GB/T 6753.1 色漆、清漆和印刷油墨 研磨细度的测定

GB/T 7122 高强度胶粘剂剥离强度的测定 浮辊法

GB/T 7123.1-2015 多组分胶粘剂可操作时间的测定

GB/T 7193 不饱和聚酯树脂试验方法

GB/T 13452.2-2008 色漆和清漆漆膜厚度的测定

GB/T 14684 建设用砂

GB/T 18581 溶剂型木器涂料中有害物质限量

GB/T 18582 室内装饰装修材料内墙涂料中有害物质限量

GB/T 21473 调色系统用色浆

JTG E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程

JTG E42-2005 公路工程集料试验规程

JTG H30 公路养护安全作业规程

JT/T 280-2004 路面标线涂料

JT/T 712 路面防滑涂料

JC/T 975-2005 道桥用防水涂料

JTG 3450-2019 公路路基路面现场测试规程

T/CHTS 10006-2018 公路路面彩色聚氨酯及改性环氧树脂表面处治技术指南

ASTM D1744 用卡尔·费休试剂测定液态石油产品中水分的试验方法

ASTM D1475 液态涂料、墨水和相关产品密度的试验方法

公交管〔2019〕《公路交通事故多发点段及严重安全隐患排查工作规范（试行）》

1. 术语和符号
   1. 术语
      1. 彩色抗滑薄层 colored anti-skid overlay

一种附着于路面上的，由粘接剂和硬质骨料形成的，具有鲜明色彩和较高摩擦系数的薄层。

* + 1. 撒砂式铺设 Sand laying

“撒砂式”铺设施工法，也称“撒布式”施工。一种在路面表面涂布一定厚度的粘接剂，形成胶结层，其上撒布硬质骨料并粘接固化，以形成彩色抗滑薄层的施工方法。

* + 1. 环氧树脂 epoxy resin

环氧树脂是泛指分子中含有两个或两个以上环氧基团的有机化合物，本标准中特指环氧树脂胶粘剂，是由环氧树脂基料、固化剂、稀释剂、促进剂和填料配制而成的工程胶粘剂。

* + 1. 丙烯酸树脂 acrylic resin (acid stain；acryl；acryl resin)

由丙烯酸酯类和甲基丙烯酸酯类及其它烯属单体共聚制成的树脂。彩色抗滑薄层施工一般采用双组份溶剂型丙烯酸树脂。

* + 1. 聚氨酯树脂 polyurethane (PU)

聚氨基甲酸酯的简称，一般采用高固含、AB双组份型号作为彩色抗滑薄层用胶粘剂。

* + 1. 骨料 aggregate

在材料结构中起骨架或填充作用的粒状松散材料。彩色抗滑薄层一般使用彩色石英砂、彩色陶瓷颗粒、电熔氧化铝、彩色刚玉等。

* + 1. 石英砂 quartz sand

由石英石破碎加工而成的颗粒，主要矿物成分为SiO2。

* + 1. 彩色石英砂 color quartz sand

包括人工着色石英砂、天然彩色石英砂。彩色抗滑薄层使用的人工彩色石英砂是由优质石英砂经高温烧制着色而成；天然彩色石英砂主要来源于精制石英砂，以白色为主，色彩较少。

* + 1. 彩色陶瓷颗粒 colored ceramic

采用高岭土、长石、石英和粘土为主要原料，外加无机颜料着色剂，经高温烧制而成的陶瓷颗粒。

* + 1. 电熔氧化铝骨料 fused alumina aggregate

将经过焙烧的铝矾土或氧化铝(Ai2O3)在电弧炉中加热到3600℃以上，熔融后得到的硬质颗粒，也称熔融氧化铝或电熔刚玉。

* + 1. 彩色刚玉 color corundum

铝氧化物矿物，成分为Al2O3，因含少量的杂质元素，如Fe、Ti、Cr、Mn等而呈现不同的颜色。一般将自然界天然存在的α型氧化铝晶体称作刚玉，因含有不同的杂质而呈现不同的颜色；工业上常将α型氧化铝粉末在高温电炉中烧结制造出人造刚玉。

* + 1. 莫氏硬度 Mons’ hardness

表示矿物硬度的一种标准，又称摩氏硬度。是以划痕法将棱锥形金刚钻针刻划所试矿物的表面而发生划痕，以此进行硬度分级，无量纲，一般分为10级。

* + 1. 吸水率 coefficient of water absorption

指骨料在标准大气压力下吸水的能力，以骨料所吸收的水份质量百分率来表示，%。

* + 1. 压碎指标值 crushing value

衡量骨料抵抗压碎的性能指标，是按规定试验方法测得的被压碎碎屑的质量与试样总质量之比，以百分数表示，%。

* + 1. 黏度 viscosity

流体黏滞性的一种度量，是流体流动力对其内部摩擦的一种表现。标准黏度计法测得的黏度以s表示，旋转黏度以Pa·s表示。

* + 1. 剥离强度 peel strength

粘贴在一起的材料，从接触面进行单位宽度剥离时所需要的最大力，体现材料的粘接强度，以kN/m表示。

* + 1. 拉伸强度 tensile strength

拉伸试验中，试样直至断裂为止所受的最大拉伸应力，即抗拉强度，以MPa表示。

* + 1. 延伸率 elongation

试样拉伸断裂后标距段的总变形ΔL与原标距长度L之比，表示材料的塑性性能，以百分率表示，%。

* + 1. 除冰盐（融雪剂）deicing salt /snowmelt agent

通过降低冰雪融化温度来清除路面上的积雪或薄冰的化学品，常用成份为氯盐（氯化钠、氯化钙、氯化镁、氯化钾等）及醋酸钾等。

* 1. 符号

下列符号适用于本标准。

*h*—涂布湿膜厚度，mm。

*W*—单位面积粘接材料用量，kg/m2。

*ρ*—粘接材料的密度，g/cm3。

TD—构造深度，mm。

BPN—摆式仪抗滑值。

1. 基本规定
   1. 本标准所指公路路面彩色抗滑薄层的撒砂式铺设，以提升新建、改扩建及运营期公路交通安全为主要目的。
   2. 公路路面彩色抗滑薄层的撒砂式铺设，应在沥青路面或水泥混凝土路面的表面，按预定位置和形式涂布粘接剂，形成胶结层，在未固化的胶结层上撒布具有合适粒度的、耐磨耗性能优良的硬质骨料，使之粘结、固定，形成彩色抗滑薄层。
   3. 高纬度寒冷地区应用该施工技术，应积极总结、改进和试验应用新材料与新技术。
   4. 公路路面彩色抗滑薄层的撒砂式施工应满足本规范，并符合国家和行业有关技术标准、规范、规程的规定。
2. 着色与适用环境
   1. 着色方式和适用场所

彩色抗滑薄层的着色方式及其适用场所见表1。

1. 彩色抗滑薄层的着色方式与适用场所

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 材料及特点  着色方式 | 材 料 | | | | 优点 | 不足 | 适用场所 |
| 粘接剂 | 骨料 | | 封层 |
| 1 | 着色 | 本色 | | 无封层 | 经济 | 色彩不够鲜明 | 通用 |
| 2 | 本色 | 着色 | | 无封层 | 无色差 | 当骨料用量不足时，容易出现遮盖力不足和透底现象 | 通用 |
| 3 | 着色 | 着色 | | 无封层 | 色彩鲜明 | 造价相对较高 | 对色彩要求较高的场所 |
| 4 | 以上1、2、3 | | 透明或着色封层 | | 色彩鲜明  不易污染 | 增加工序  易出色差 | 校区附近等人流密集路段 |

* 1. 适用路段
     1. 分流、汇流、交叉口路段。
     2. 急弯、陡坡、险要及长下坡路段。
     3. 隧道或地下通道的入口路段。
     4. 高速公路的匝道、ETC专用车道、特大桥或特殊桥型桥面及收费广场。
     5. 行车视线受影响路段。
     6. 其它交通事故多发点。

1. 材料
   1. 一般规定
      1. 所有材料须进行检测试验，不符合要求的，不得使用。
      2. 所有材料须存放于干燥、阴凉处，避免阳光直射。
   2. 粘接材料
      1. 粘接材料可采用改性双组分环氧树脂、双组分丙烯酸树脂、水基型丙烯酸树脂、聚氨酯树脂等。
      2. 高纬度低海拔寒冷地区宜选用双组分粘接材料。
      3. 常用粘接材料的适用性特征见表2。
2. 常用粘接材料的适用性特征

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 性 能 | 主要表现 | 适用性 | | |
| 环氧树脂 | 丙烯酸树酯 | 聚氨酯树脂 |
| 粘接性 | 与沥青路面、水泥混凝土路面、钢板表面及骨料的粘接力 | ◎ | ○ | ○ |
| 热稳定性 | 适应沥青路面热变形的能力 | ◎ | ○ | ○ |
| 抗开裂性能 | 抗硬化、收缩开裂能力 | ○ | ○ | ○ |
| 耐磨耗性能 | 耐交通磨耗能力 | ◎ | ○ | ◎ |
| 耐油耐水性 | 耐油（汽油、机油等）及耐水性能 | ◎ | ○ | ◎ |
| 耐候性 | 严酷气候环境下保持使用性能的能力 | ○ | ◎ | ○ |
| 交通影响 | 施工中交通管制时间的长短 | △ | ○ | △ |
| 维修 | 薄层缺损部分维修的难易程度 | ○ | ○ | ○ |
| 着色性能 | 呈现鲜明色彩的能力 | ◎ | ◎ | ◎ |
| 涂布厚度 | 涂布厚度的可控性 | ◎ | △ | ◎ |

1. ◎，优；○，良好；△，一般。
   * 1. 粘接材料的主要技术指标要求见表3。
2. 彩色抗滑薄层粘接材料技术指标要求

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 检测项目 | | | 单位 | 技术要求 | 试验方法 | 备注 |
|
| 组分  A | 黏度（20℃，4mm） | | s | ≤40 | 标准黏度计法 |  |
| 含水量 | | % | ≤1 | ASTM D1744 |  |
| 密度（25℃） | | g/cm3 | 1.0～1.4 | ASTM D1475 |  |
| 组分  B | 黏度（25℃，4mm） | | s | ≤30 | 标准黏度计法 |  |
| 含水量 | | % | ≤0.5 | ASTM D1744 |  |
| 密度（25℃） | | g/cm3 | 1.0～1.4 | ASTM D1475 |  |
| 不挥发物含量 | | | % | 双组份材料≥90  单组分材料≥98 | GB/T 1725 |  |
| 拉伸强度 | | 标准环境 | MPa | ≥7.0 | GB/T 2567 |  |
| 剥离强度 | | kN/m | ≥2.0 | GB/T 7122 |
| 拉伸强度 | | 冻融后置于标准环境 | MPa | ≥6.0 | GB/T 2567 | 将试件常温浸水4h，取出置-20℃冷冻4h，循环15次后室内常温放置4h |
| 剥离强度 | | kN/m | ≥1.5 | GB/T 7122 |
| 断裂延伸率（23℃） | | | % | ≥45 | GB/T 528 |  |
| 低温抗裂性 | | | — | 无裂纹 | JT/T 712 | -10℃保持4h，室温放置4h，循环3次 |
| 耐化学腐蚀 | | |  | 无开裂、皱纹、起泡、软化、剥落等 | GB/T 2567 | 酸、碱溶液、汽油、煤油、融雪剂溶液 |
| 阻燃性 | | |  | 空气中不燃 | GB/T 2408 | 水平法 |
| 可施工温度 | | | ℃ | 5～40 | — |  |
| 不粘胎干燥时间 | | | h | ≤6 | JT/T 280 |  |
| 可操作时间（23℃） | | | min | ≥40 | GB/T 7123.1 |  |
| 胶层外观 | | |  | 涂膜固化后无皱纹、斑点、起泡、裂纹、脱落、粘胎等现象 | 目视 |  |

* 1. 骨料
     1. 与粘接材料应具有良好的粘接性，颗粒洁净、干燥、耐磨耗、耐污染。可采用彩色石英砂、彩色陶瓷颗粒、电熔氧化铝、着色刚玉等。
     2. 彩色抗滑薄层骨料的主要技术指标见表4。

1. 彩色抗滑薄层骨料的主要技术指标

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 性能指标 | | 单位 | 技术要求 | 试验方法 | 备注 |
| 密度 | | g/cm3 | 2.5～4.0 | T0328-2005  容量瓶法 | JTG E42 |
| 粒度范围 | | mm | 1.2～3.0  （2.4～5.0） | T0327-2005 | 薄层厚度3mm左右时，骨料粒径1.2～3mm；薄层厚度5mm左右时，骨料粒径2.4～5mm。 |
| 吸水率 | | % | ≤2.0 | T0330-2005 | JTG E42 |
| 含泥量 | | % | ≤0.3 | T0333-2000 | JTG E42 |
| 硬度 | 常温 |  | ≥6.0 | 莫氏硬度法 |  |
| 压碎指标值 | % | ≤18 | GB/T 14684 |  |
| 硬度 | 冻融后 |  | ≥5.5 | 莫氏硬度法 | 骨料常温浸水4h，取出置-20℃冷冻4h，循环15次，置  室温4h后试验。 |
| 压碎指标值 | % | ≤20 | GB/T 14684 |
| 抗冻融  耐久性 | |  | 无沉淀物  表面颜色无变化 | 目视 | 将骨料在常温下浸水4h，-20℃冻结4h，反复循环15次后观察浸泡水中是否有沉淀物，骨料表面颜色是否变化。 |
| 耐酸性 | |  | 无变化 | 5%HCl溶液浸泡24h |  |
| 耐碱性 | |  | 无变化 | 5%NaOH溶液浸泡24h |  |
| 耐化学  腐蚀性 | |  | 无变化 | 汽油、煤油、融雪剂饱和溶液，分别浸泡24h |  |
| 耐水性 | |  | 无变化 | 100℃热水浸泡24h |  |

* 1. 界面处理材料
     1. 为保证彩色抗滑薄层与路面的粘接力与耐久性，应根据路面状态和粘接材料特点，进行必要的界面处理。
     2. 对于通车时间不足3～6个月的沥青路面，或通车时间不足6～12个月的水泥混凝土路面，应进行打磨或喷砂、抛丸等处理，清洁后再涂布界面处理材料。
     3. 通车3～6个月以上的沥青路面或通车6～12个月以上的水泥混凝土路面，可在清洁表面后直接涂布界面处理材料。
     4. 界面处理材料应采用低黏度、高粘接强度材料，宜采用与粘接材料配套的界面处理剂或底涂层材料。
     5. 如果施工中实施界面处理，则粘接材料的剥离强度试验也应对试验粘接面进行界面处理（见表3）。
     6. 界面处理材料的技术要求见表5。

1. 界面处理材料的技术要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
| 密度 | g/cm3 | 1.0～1.3 | ASTM D1475 |
| 不挥发物含量 | % | ≥60 | GB/T 1725 |
| 黏度（20℃，3mm） | s | ≤20 | 标准黏度计法 |
| 不粘胎干燥时间 | h | ≤6 | JT/T 280 |
| 可操作时间（23℃） | min | 35～45 | GB/T 7123.1 |
| 渗透性（水泥砂浆表面，20℃） | mm | ≥0.5 | 目测 |

* 1. 封层材料
     1. 宜采用与粘接材料同类型的封层材料，所添加色彩应与彩色抗滑薄层的设计色彩一致。
     2. 常温型封层材料的技术要求见表6。
     3. 热塑性封层材料的技术要求见表7。

1. 常温型封层材料的技术要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
| 在容器中的状态 | — | 无结皮结块现象、易于搅拌均匀 | GB/T 3186 |
| 凝胶时间 | min | ≥10 | JT/T 712 |
| 不粘胎干燥时间 | h | ≤6 | JT/T 280 |
| 附着力（划圈法） | 级 | ≤4 | GB 1720 |

1. 热塑性封层材料的技术要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
| 外观 | — | 材料均匀、色彩一致 | 目视 |
| 高温稳定性 | — | 在200～220℃搅拌状态下保持4h，无明显结团、结块、焦化现象 | JT/T 280 |
| 不粘胎干燥时间 | min | ≤10 | JT/T 712 |
| 耐变形性（60℃，50kPa，1h） | % | ≥90 | JT/T 712 |

* 1. 颜料
     1. 为使彩色抗滑薄层的色彩更加鲜明、持久，可在粘接材料、封层材料中添加颜料着色。
     2. 所用颜料应环保、不溶于水、易于分散；在长期日光照射下不分解、不易褪色；在施工温度范围内不与界面处理材料、粘接材料及封层材料发生反应。
     3. 宜采用无机颜料。可在粘接材料、封层材料生产时加入，也可在现场以色浆的形式加入并搅拌。
     4. 常用彩色颜料的技术要求见表8；当采用其它颜料时，应满足6.6.2条要求，并符合国家相应技术标准。

1. 常用彩色颜料和技术要求

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | 单位 | 红色 | 黄色 | 绿色 | 蓝色 |
| 常用主要成分 | — | Fe2O3 | Fe2O3 | Cr2O3 | CoO.nAl2O3 |
| 水溶物含量 | % | ≤0.5 | ≤0.5 | ≤0.3 | ≤0.5 |
| 105℃挥发物 | % | ≤1.5 | ≤2.0 | ≤0.2 | ≤0.5 |
| 吸油量 | g/100g | 13～40 | 15～40 | 10～25 | 28～37 |
| 0.045mm筛余物 | % | ≤0.05 | ≤0.05 | ≤0.2 | ≤0.5 |
| pH值 | — | 5～7 | 4～7 | 5～7 | 7～9 |
| 着色力 | % | 95～105 | 95～105 | 95～105 | 95～105 |
| 色差 | % | ≤1.0 | ≤1.0 | ≤1.0 | ≤1.0 |
| 主要颗粒尺寸 | μm | 0.2 | 0.1×0.8 | 0.2 | 0.3～1.0 |

1. 色浆的技术要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
| 外观形态 | | — | 均匀无硬块 | GB/T 21473 |
| 旋转黏度（6 r/min，12 r/min） | | Pa·s | ≤10 | GB/T 7193 |
| 细度 | | μm | ≤25 | GB/T 6753.1 |
| 相容性 | | — | 无浮色、发花 | GB/T 21473（目视法） |
| 批次重现性 | | — | 近似 | GB/T 21473（目视法） |
| 相对着色力 | | % | 100±5 | GB/T 21473 |
| 挥发性有机化合物VOC | | g/ *l* | ≤450 | GB/T 18581 |
| 重金属质量分数 | 可溶性铅（Pb） | mg/kg | ≤90 | GB/T 18582 |
| 可溶性镉（Cd） | mg/kg | ≤75 | GB/T 18582 |
| 可溶性铬（Cr） | mg/kg | ≤60 | GB/T 18582 |
| 可溶性汞（Hg） | mg/kg | ≤60 | GB/T 18582 |

1. 彩色抗滑薄层的铺设形式与基本要求
   1. 一般规定
      1. 彩色抗滑薄层的铺设方案须因地制宜，并保障施工安全、交通安全。
      2. 彩色抗滑薄层应配合交通标志、标线等共同使用，并在标线施划后铺设。
      3. 彩色抗滑薄层的色彩以提升车道标识性为主，兼具强调、引导、美化作用；在相同路段上，同一车道的彩色抗滑薄层，其色彩、材料、结构、工艺应相互一致。
      4. 不同色彩、不同材料、不同结构的彩色抗滑薄层应分别铺设。
   2. 彩色抗滑薄层的铺设形式
      1. 铺设形式包括满铺式（图1）、间断式（图2）和组合式（图3）。



1. 满铺式彩色抗滑薄层



1. 间断式彩色抗滑薄层



1. 组合式彩色抗滑薄层
   * 1. 满铺式适用于收费站、匝道、隧道以及防滑要求较高的路段。满铺式铺设应满足下列规定：

a）粘接材料的涂布需保证铺设区域的有序推进。

b）同一铺设区块内，在抵达粘接材料涂布终点边界前，其涂布范围应始终领先于骨料的撒布，直至该铺设区块的结束。

c）须严格控制粘接材料的涂布、衔接与骨料的撒布均在可操作时间内，并将已撒布骨料部分的边缘胶带及时揭除。

* + 1. 等距间断式适用于急弯、视距受影响等路段；渐进间断式适用于提示引导、陡坡、连续下坡路段。其铺设应满足下列规定：

a）各铺设区块的横向中心线应垂直于道路中心线。

b）位于弯道路段的间断式铺设，其相邻铺设区块的间距呈横向连续变化，各区块的横向边缘线宜垂直于道路中心线。

* + 1. 组合式适用于路况或交通复杂的情况，需结合道路与交通条件确定铺设方案。不同铺设形式的区块，应根据衔接方式，按确定顺序施工。施工注意事项可分别参照对应铺设形式。

1. 彩色抗滑薄层施工
   1. 一般规定
      1. 应按着《公路养护安全作业规程》要求，制定交通疏导与安全保障预案，提供适合彩色抗滑薄层施工、养生的安全作业环境。
      2. 施工路面应平整、洁净、干燥、坚固密实；路面如有坑槽、裂缝、起砂等，须预先处理。
      3. 施工时的气温宜在10℃以上；不得在大风、阴雨天施工。
      4. 粘接材料应按生产商提供的使用说明存放，一般置于阴凉干燥处密封保存。储存6个月以上或接近保质期时，应抽样检测，确认其使用性能是否符合要求。
      5. 粘接材料应搅拌均匀后，再从储存罐倒出使用。
      6. 粘接材料的固化时间一般随着气温的升高而减少，应在可使用时间之内完成骨料的撒布等作业。
      7. 如果在施工过程中遭遇降雨，应中止施工并用塑料薄膜覆盖隔水。
   2. 施工工具

施工工具根据现场作业需要而定，常用施工工具见表10。

1. 常用施工工具

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 作业项目 | 施工工具 |
| 1 | 路面清洁、干燥 | 扫帚、钢丝刷、撮子、锹、强力吹风机 |
| 2 | 放样与遮挡 | 放线挂绳、皮卷尺、划线笔、胶带、挡板、壁纸刀 |
| 3 | 粘接剂的搅拌与涂布 | 铁桶、长柄耙（橡胶或毛刷）、镘刀、滚刷、棉纱或抹布、清洁溶剂、板刷、胶合板、手持搅拌机、塑料桶、发电机、开罐器、秤 |
| 4 | 撒布骨料 | 锹、扫把、小推车、手持筛 |
| 5 | 回收骨料 | 扫帚、吹风机、锹、原包装袋 |
| 6 | 养 生 | 塑料薄膜、热风机、温度计 |
| 7 | 封 层 | 液压喷枪、滚刷、板刷 |
| 8 | 施工安全保障 | 反光锥、标志牌、路栏、指挥棒、警示灯  手套、安全服、灭火器、对讲机 |

* 1. 彩色抗滑薄层施工工艺流程

彩色抗滑薄层施工的主要工艺流程如图4所示。



1. 彩色抗滑薄层施工工艺流程
   1. 施工准备
      1. 将反光标志牌置于施工路段来车方向的应急车道或路肩位置，前置距离不小于150m。
      2. 在急弯、陡坡、路侧险要及视距受影响路段，应在施工路段两端各增设1～2个反光标志牌。
      3. 实施交通疏导与安全保障预案，在施工现场摆放反光锥与路栏等，隔离施工区域，疏导过往车辆。
      4. 施工标志牌、路栏、反光锥等，应与路段内的道路交通标志、视线诱导设施等相互协调。
      5. 反光标志牌、安全锥等不足以保证现场安全时，应设置专人指挥并疏导交通。
      6. 施工人员进入现场必须穿戴安全服。
      7. 清扫、干燥路面。如有局部油污，可采用中性清洗剂清洗，并晾干路面；如铺设范围内有路面标线、标记等，宜用除线机彻底清除。
      8. 如有裂缝，应在制定铺设方案时避开，无法避开的情况下，需灌缝处理。
      9. 路表面的小坑槽在彻底清扫后可采用抗滑薄层混合料填充，骨料与粘接剂的质量比以形成砂浆混合料为准，一般为10:1～6:1。
      10. 为提高彩色抗滑薄层的稳固性，可进行界面处理。
      11. 界面处理宜使用滚刷、橡胶刮板或液压喷枪，在清洁、干燥的路面上以薄层方式渗透。
   2. 铺设
      1. 按铺设形式放线，标记彩色抗滑薄层的铺设轮廓。
      2. 不做界面处理时，在轮廓外侧粘贴胶带。
      3. 进行界面处理时，可用板刷或滚刷、橡胶刮板或液压喷枪，将界面处理材料在铺设轮廓内均匀涂布、渗透、晾干，再沿轮廓外侧粘贴胶带。
      4. 拌和粘接材料。根据拌和能力、涂布能力、可使用时间和施工衔接要求，确定每次拌和的材料数量，分批用手持电动搅拌机拌和均匀。对于双组分材料，须将主剂和助剂按比例搅拌均匀。
      5. 粘贴的胶带在涂布胶结料之前应重新按压一遍，确保胶带与路面之间不出现剥离。
      6. 将搅拌均匀的粘接材料洒布在预先设置的铺设轮廓内，用滚刷或刮板沿着路面橫向方向，由低向高呈直线涂布；涂布时适当向下用力压挤粘接材料，使其与路表面充分粘接；宜使用镘刀控制涂布厚度，形成厚度均匀的粘接层。
      7. 在粘接层上均匀撒布彩色抗滑薄层骨料。宜采用筛孔尺寸为最大骨料粒径的手筛筛撒，骨料应完全覆盖粘接层，撒布的骨料不可碾压。撒布骨料后，立即将边缘的保护胶带撤掉。
   3. 养生

养生期间禁止荷载进入。养生时间应根据粘接材料性质和环境温度确定，可参考表11。

1. 彩色抗滑薄层养生参考时间

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 现场气温（℃） | 养生时间（h） | 现场气温（℃） | 养生时间（h） |
| ≥25，＜30※ | 2 | ≥10，＜15 | 4 |
| ≥20，＜25 | 2.5 | ≥5，＜10※ | 5～7 |
| ≥15，＜20 | 3 | — | — |

※ 注：气温较高时应严格控制粘接材料的使用时间；尽量在气温高于10℃时施工。

* 1. 表面清理
     1. 养生完成后，清扫彩色抗滑薄层表面，回收未粘接的骨料并称重。
     2. 检查彩色抗滑薄层外观，如有局部缺陷，须及时修补。
     3. 若无封层，7天后，有车辆行驶带下的弱胶结骨料，可进一步回收，筛除回收骨料中的杂质并称重。
  2. 封层
     1. 涂布封层时，边缘部分应使用挡板与胶带遮挡。
     2. 用滚刷、橡胶刮板或液压喷枪在彩色抗滑薄层顶面涂布封层材料，并保持彩色抗滑薄层表面的凹凸形态。
  3. 开放交通
     1. 无封层时，完成养生、表面清理后，外观检查无局部缺陷即可开放交通；如有局部缺陷，需修补、养生、局部清理，然后开放交通。
     2. 有封层时，待封层材料完全固化后，可开放交通。
  4. 材料用量
     1. 彩色抗滑薄层的主要材料用量见表12。

1. 彩色抗滑薄层材料一般用量表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 彩色抗滑薄层厚度 | 材料用量 | | | |
| 界面处理材料  （kg/m2） | 粘接料  （kg/m2） | 骨料  （kg/m2） | 封层材料  （kg/m2） |
| 3mm | 0.2～0.35 | 1.35～1.70 | 8～9 | 0.5～0.7 |
| 5mm | 0.2～0.35 | 1.80～2.10 | 9～10 | 0.5～0.7 |

* + 1. 粘接材料的涂布湿膜厚度按下式计算。

………………………………（1）

式中：*h*—涂布湿膜厚度，mm；

*W*—单位面积粘接材料用量，kg/m2；

*ρ*—粘接材料的密度，g/cm3。

1. 质量管理与验收
   1. 质量管理
      1. 应按着施工方案要求，对照各项技术指标，做好试验、检测、记录工作。
      2. 试验、检查粘接材料、界面处理材料、骨料、颜料和封层材料的技术指标。
      3. 记录、核实路面裂缝及坑槽等病害数量、处治方法、维修材料与用量，以及路表面处理、清扫工艺和过程。
      4. 施工前，应按照施工方案进行试验铺设，验证彩色抗滑薄层的色彩、厚度与施工工艺。
      5. 记录、核对施工及养生期间的气温、养生时间。
      6. 记录、核对粘接材料、界面处理材料、封层材料的单位面积使用量。其中，粘接材料的涂布湿膜厚度需要在涂布过程中适时检测、记录，应不小于公式（1）的计算值。

………………………………（2）

式中：*Wi* —第*i*种材料的单位面积用量，kg/m2；

*Pi*—第*i*种材料用量，kg；

*Ai*—第*i*种材料的涂布面积，m2。

* + 1. 记录、核实骨料的撒布量*ms*，根据第一次、第二次回收的骨料质量*m*1、*m*2，按下式计算、核对单位面积彩色抗滑薄层的实际骨料用量。

……………………………（3）

式中：*Ws* —单位面积骨料用量，kg/m2；

*ms*—骨料的撒布量，kg；

*m*1 —第一次回收的骨料质量，kg；

*m*2 —第二次回收的骨料质量，kg；

*∆m*—骨料的散失质量。可按撒布量*ms*的1%～1.5%计，kg；

*A*—骨料撒布面积，m2。

* + 1. 回收的骨料再次使用前应进行检测，需符合6.3.2款的技术指标要求。
    2. 观察并记录彩色抗滑薄层的外观状态。应平整、密实，颜色及骨料分布均匀；无明显缺陷。
    3. 记录有无局部修补，以及修补后的外观状态。应达到整体平整、密实、颜色及骨料分布均匀。
    4. 测量、检查彩色抗滑薄层完成后的平面尺寸、厚度、间距。
    5. 通车30天后，检测彩色抗滑薄层的构造深度、摩擦系数。可采用铺砂法、摆式仪法。
  1. 质量检查与验收标准

彩色抗滑薄层的质量检查与验收应符合表13的规定。

1. 彩色抗滑薄层质量检查与验收标准

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 检测项目 | 质量要求或允许偏差 | 检查频度 | 检测方法 |
| 外观特征 | 形态规则、表面平整、骨料分布及颜色均匀、无松散和凹凸不平 | 逐块、随时检查 | 目测 |
| 平面尺寸 | 横向宽度：±20～30mm  纵向长度及间距：±20～30mm | 横向宽度：每块3点，或3点/纵向10m；  纵向长度及间距：每块3点 | JTG 3450 T0911 |
| 厚度（注） | 不小于设计值 | 纵、横向边缘抽样检查，每块及纵向每10m不少于3点 | 三米直尺、塞尺或游标卡尺 |
| 湿膜厚度 | 不小于设计值 | 每铺设区块不少于3点 | GB/T 13452.2（机械法） |
| 液态材料单位面积用量 | 界面处理材料：±0.03kg/m2  粘接材料：±0.1kg/m2  封层材料：±0.05kg/m2 | 1次/铺设区段 | 以材料用量、实测面积验算 |
| 骨料单位面积用量 | ±10% | 1次/铺设区段 | 二次回收后，以骨料用量、实测面积验算 |
| 构造深度（TD） | ≥1.2mm | 1处/纵向30m/车道 | JTG 3450 T0961 |
| 摆式仪抗滑值（BPN） | ≥75 | 1测点/纵向30m/车道 | JTG 3450 T0964 |

1. 如需验证性检测彩色抗滑薄层的中部厚度，可依据T0912，建议采用挖坑法，利用钢直尺配合游标卡尺，以尽量小的挖坑测量，或以50mm钻头取芯测量，并及时修补。
2. （规范性附录）  
   道路交通事故多发路段判断标准
   1. 道路交通事故多发点段

道路交通事故多发点、段是指3年内，发生多起交通事故或事故损害后果极其严重，有一定规律特点的道路点、段。

* + 1. 普通公路交通事故多发点的范围为：距交叉路口中心点250m范围内或一般路段上500m范围内，及隧道口、接入口等。
    2. 普通公路交通事故多发段的范围为：道路上2km范围内或桥梁、隧道、长下（上）坡全程。。
    3. 高速公路、一级公路多发点范围为：道路上1km范围内或收费站、隧道口、匝道口（含加减速车道）、接入口、平面交叉口等点。
    4. 高速公路、一级公路交通事故多发段的范围为：道路上4km范围内（单向）或桥梁、隧道、长下（上）坡全程。
    5. 交通事故多发点、段的分类，应依据公交管〔2019〕《公路交通事故多发点段及严重安全隐患排查工作规范（试行）》的规定。
  1. 急弯路段

圆曲线半径小于附表A.1中最小半径的路段可以确定为急弯路段。

* 1. 圆曲线最小半径

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 设计速度 km/h | 120 | 100 | 80 | 60 | 40 |
| 最小半径 m | 1000 | 700 | 400 | 200 | 100 |

* 1. 长下坡路段
     1. 高速公路、一级公路长下坡，是指特定相对高差，或特定平均坡度条件下，连续坡长大于附表A.2中限值的路段。
  2. 连续坡长和相对高差

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 平均坡度 % | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 4.0 | 4.5 | 5.0 | 5.5 | 6.0 |
| 连续坡长 km | 20.0 | 14.8 | 9.3 | 6.8 | 5.4 | 4.4 | 3.8 | 3.3 |
| 相对高差 m | 500 | 450 | 330 | 270 | 240 | 220 | 210 | 200 |

* + 1. 二级公路长下坡路段，是指相对高差为200～500m时，平均纵坡大于5.5%的路段；或者相对高差大于500m时，平均纵坡大于5%的路段。还包括，任意连续3km线路的平均纵坡大于5.5%的路段。
  1. 陡坡路段

根据公路设计速度，纵坡大于附表A.3中最大纵坡的路段为陡坡路段。

* 1. 公路最大纵坡

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 设计速度 km/h | 120 | 100 | 800 | 60 | 40 |
| 最大纵坡 % | 3 | 4 | 5 | 6 | 6 |

* 1. 路侧险要路段
     1. 路肩挡墙、陡于1:3的填方边坡、路侧陡崖或深沟，并且其高度或深度大于一定值（一般为6～8m）。
     2. 路侧一定距离（一般为2～5m）内有常水深0.5m以上的水体（含江河、湖泊、水库、沟渠）等。
  2. 视距受影响路段

指行车视线受到绿植、建筑物等影响的路段，主要包括以下情况。

* + 1. 急弯路段弯道内侧有土丘、灌木乔木等，且视距受影响。
    2. 弯道外侧为深沟、无盖板矩形边沟的路段。
    3. 急弯下坡路段，内侧山体等阻挡视线，外侧为深谷。
    4. 陡坡路段坡顶处视距受影响。
    5. 平面交叉口视距三角形内有影响行车视线的物体存在的路段。

1. （资料性附录）  
   特殊路段常用铺设形式与辅助安全措施
   1. 单个急弯路段
      1. 单个急弯路段宜采取“等距间断”铺设形式，基本单元为长条形，可采用两条一组、一条一组。铺设位置宜在弯道中部，条件允许可铺设整个弯道。也可采用“满铺”或组合形式。
      2. 可辅助以下措施之一或综合采用以下措施：

a）建议设置向左（右）弯路或事故多发路段等警告标志；

b）建议设置限速标志，并根据需要设置解除限速标志；

c）建议设置禁止超车标志，并根据需要解除禁止超车标志；

d）建议设置线形诱导标志或路侧轮廓标；

e）建议设置中心实线或柔性物理分隔设施；

f）建议将弯道外侧路面加宽；

g）根据路侧危险程度和历史事故资料，建议在弯道外侧设置护栏等。

* 1. 连续急弯路段
     1. 连续急弯路段可采用与单个急弯路段相同的铺设形式。若路面磨光严重，摩擦系数较低，可缩短两组之间的距离或采用“满铺”方式，以提高彩色抗滑薄层的铺设面积比例，保证行车安全。
     2. 连续急弯路段除可选择采用单个急弯路段的辅助措施外，还可采取以下措施：

a）建议设置“连续弯道”警告标志，或使用告示标志，说明前方××m有连续弯道；

b）采用盖板边沟或宽浅边沟，提供容错空间。

* 1. 陡坡路段
     1. 陡坡路段宜采用“渐进间断”与“满铺”相结合的铺设形式。渐进间断的基本铺设形状为长条形，每两条或一条为一组，相邻各组的间距自高向低依次递减，递减到坡底附近时，宜采用等距过渡及满铺形式。
     2. 可辅助以下措施之一或综合采用以下措施：

a）建议设置下坡警告标志及文字类辅助标志；

b）建议设置限速标志和相应的解除限速标志；

c）根据路侧危险程度和历史事故资料，建议设置护栏；

d）如果设置了避险车道，应建议在坡道起点处设置避险车道的告示标志，在避险车道前至少设置两处预告标志。

* 1. 连续下坡路段
     1. 可采用与陡坡路段相同的铺设形式。对应多个连续下坡，宜选择其中几处坡度较大的路段，分别实施铺设。
     2. 连续下坡路段除可选择陡坡路段的辅助措施外，还可采取以下措施：

a）建议设置连续下坡警告标志，根据情况以辅助标志标明连续下坡长度或使用告示标志，说明“前方连续下坡××m”；

b）建议设置禁止超车标线；

c）可能因刹车失灵造成事故的路段，应根据地形条件，建议设置避险车道或柔性防撞设施。

* 1. 路侧险要路段
     1. 直线路段可采用“渐进间断”及组合形式，曲线路段可采用“等距间断”或“满铺”形式。
     2. 可采用以下措施之一或综合采用以下措施：

a）根据路侧危险程度和历史事故资料，建议设置护栏；

b）建议设置“超速危险”等警告标志；

c）建议采用视线诱导设施；

d）建议采用减速措施。

* 1. 视距受影响路段
     1. 视距受影响路段的彩色抗滑薄层铺设形式应根据实际路况确定。对于弯道视距受影响路段可采用与单个急弯路段相同的铺设形式；在竖曲线视距受影响路段可采用“渐进间断”铺设形式。
     2. 视距受影响路段可选择以下辅助措施：

a）建议设置鸣喇叭标志、限速标志、禁止超车标线；

b）根据路侧危险程度和历史事故资料，建议设置护栏；

c）建议设置交通凸面镜；

d）建议修剪、处治弯道内侧树木等，改善弯道内侧通车视距；

e）建议采用盖板边沟或宽浅边沟，提供容错空间。

* 1. 其它特殊路段
     1. 隧道
        1. 彩色抗滑薄层一般应用于隧道入口前的路段，应根据隧道入口前的路段线形确定铺设形式。
        2. 隧道内部、出口路段，可根据道路线形、车速、路面及交通量情况等选择铺设；
        3. 应根据实际路况，配合交通标志、标线、主动发光诱导设施、安全防护设施等，并做好连接过渡处理。
     2. 收费站
        1. 进入收费站之前的路段，可采用“渐进间断”、“满铺”或组合形式。
        2. 应与收费站预告标志、站前标线、消能防撞设施等相互配合。
     3. 学校、集镇、村庄路段
        1. 宜采用“渐进间断”或组合方式铺设；
        2. 穿越学校路段，应配合限速标志、注意儿童标志、人行横道标线等；
        3. 穿越集镇和村庄路段，应配合限速标志、村庄警告标志或注意行人等警告标志；
        4. 横向干扰严重的路段可建议采用护栏等隔离设施，隔离设施应考虑行人、牲畜等穿越公路的路径。

1. （资料性附录）  
   条文说明
   1. 主要条款的说明

4.1 本标准所指公路路面彩色抗滑薄层的撒砂式铺设，以提升新建、改扩建及运营期公路交通安全为主要目的。

本条规定明确彩色抗滑薄层的撒砂式铺设是以提升公路交通安全为主要目的，不能用于路面病害的维修、补强等处理。

4.2　公路路面彩色抗滑薄层的撒砂式铺设，应在沥青路面或水泥混凝土路面的表面，按预定位置和形式涂布粘接剂，形成胶结层，在未固化的胶结层上撒布具有合适粒度的、耐磨耗性能优良的硬质骨料，使之粘结、固定，形成彩色抗滑薄层。

路面彩色抗滑薄层的施工主要有四种方式：⑴ 表面涂层法。是以树脂类材料作为粘接剂，加入颜料、细骨料制成颜色均匀的涂料，将其涂布到道路表面，可以形成具有相应色彩的抗滑涂层。其优点是使用方便、施工迅速，缺点是抗滑能力较弱、耐久性不足。⑵ 撒砂法。是在水泥混凝土或沥青混凝土路面表面均匀地涂布一定厚度的流动性粘接剂，然后将彩色骨料均匀地散布在粘接剂之上，形成以骨料颜色为主的彩色薄层；也可将粘接剂着色，与骨料共同形成彩色效果，或在彩色薄层表面再作一封层，提高色彩效果并巩固其耐久性。优点是抗滑性能和耐久性较好，适合各种小范围、不同几何形状的快速施工，缺点是不适合长路段连续性、大面积覆盖性的快速施工。⑶ 彩色砂浆法。是将粘接剂、颜料、彩色骨料混合制成彩色抗滑砂浆，用人工刮涂等方式均匀地铺设在道路表面，形成彩色抗滑薄层。其优点是耐久性较强、色彩持久，适合各种小范围、不同几何形状的施工，缺点是不适合连续性、大面积覆盖性的快速施工，成本相对较高。其抗滑性高于表面涂层法、彩色微表处法，低于撒砂法。⑷ 彩色微表处法。是将改性乳化沥青、颜料、彩色级配骨料、多种添加剂拌合形成彩色高分子稀浆混合料，并以微表处的方式摊铺于沥青路面或水泥混凝土路面表面。其优点是施工迅速高效、机械化程度高、施工质量稳定且色彩均匀，对路面有养护和增强作用，优点类似于彩色稀浆封层（彩色稀浆封层一般用于彩色路面施工，使用目的不同于彩色抗滑薄层）；缺点是不适合局部、小面积、不连续、不同几何形状的施工。本条规定明确了撒砂式铺设的技术工艺特征。

4.3　高纬度寒冷地区应用该施工技术，应积极总结、改进和试验应用新材料与新技术。

国内外有关彩色抗滑薄层的新材料、新技术发展迅速，但在高纬度寒冷地区的应用经验相对匮乏，应积极总结、完善，并因地制宜采用新材料、新技术、新工艺。

5.1　着色方式和适用场所

常用的着色方式是使用彩色骨料。对色彩的鲜明程度有更高的要求时，可配合使用彩色粘接材料、封层材料。着色封层也可以用于使用后期对色彩的维护。

5.2　适用路段

本条规定明确了公路路面彩色抗滑薄层的主要施工场所，即与公路交通安全密切相关的重要节点、关键路段。有关路段的判断标准，可参照附录A的规定。

6.2.1　粘接材料可采用改性双组分环氧树脂、双组分丙烯酸树脂、水基型丙烯酸树脂、聚氨酯树脂等。

相对普通环氧树脂，改性环氧树脂具有更好的耐候性和韧性。因此，本条规定推荐采用改性双组分环氧树脂。

6.2.2　高纬度低海拔寒冷地区宜选用双组分粘接材料。

对于同类型的粘接材料，双组份材料的耐候性和粘接力一般优于单组分材料，故本条规定推荐在高纬度低海拔寒冷地区使用双组分粘接材料。

6.4.1　为保证彩色抗滑薄层与路面的粘接力与耐久性，应根据路面状态和粘接材料特点，进行必要的界面处理。

界面处理能够增强彩色抗滑薄层与路面之间的粘接作用，但是在实际施工当中，不进行界面处理，直接铺设彩色抗滑薄层的情况较为普遍。因此，本条规定指出需根据施工路段的路面状态和粘接材料特点（生产商要求、产品使用说明），进行必要的界面处理。无法判断其必要性时，应进行界面处理；或采用路面取芯试件，依据《色漆和清漆 拉开法附着力试验》GB/T 5210-2006，以23℃拉拔强度试验进行判断：对沥青路面，要求拉拔强度≥1.0MPa或内聚破坏；对水泥混凝土路面，要求拉拔强度≥2.0MPa或内聚破坏。

6.4.2　对于通车时间不足3～6个月的沥青路面，或通车时间不足6～12个月的水泥混凝土路面，应进行打磨或喷砂、抛丸等处理，清洁后再涂布界面处理材料。

新路面的表面集料被较多的沥青或水泥浆裹覆，通过表面打磨或喷砂、抛丸等处理，或者经过行车磨耗，可以使表面集料更多地裸露，增强与粘接材料之间的连接效果。对于通车时间，当交通荷载等级为重、特重、极重时可取下限，其它应取上限。

6.4.5　如果施工中实施界面处理，则粘接材料的剥离强度试验也应对试验粘接面进行界面处理（见表3）。

当彩色抗滑薄层施工需要进行界面处理时，对应的技术指标检测试验也应在界面处理后进行。

6.6.3　宜采用无机颜料。可在粘接材料、封层材料生产时加入，也可在现场以色浆的形式加入并搅拌。

从化学组成区分，颜料一般分为有机颜料和无机颜料两大类，两者各有优势。其中无机颜料色谱不广，色彩不够鲜艳，但在耐候、耐高温、耐溶剂以及遮盖力方面性能优良，因此建议首选无机颜料。关于色彩的选择，目前还缺乏路面铺装色彩的标准性规范或规定。在建筑行业国家标准《建筑颜色的表示方法》GB/T 18922-2008中，规定了建筑颜色的表示方法和建筑颜色色卡的色度值；在国家标准《中国颜色体系》GB/T 15608-2006中，规定了颜色的分类和按颜色知觉三属性（色调、明度、彩度）确定的颜色标号，并配置了“中国颜色体系样册”，可以在色彩配制时参考利用。目前国内粘接材料、封层材料的市场供应较为充分，可以选择所需的颜色预定产品。如通过色浆等方式在现场添加颜料时，需要严格控制各材料的配比并搅拌均匀，避免出现色差。另外，着色封层材料也可以作为彩色抗滑薄层使用后期的颜色恢复之用。

7.1.1　彩色抗滑薄层的铺设方案须因地制宜，并保障施工安全、交通安全。

在遵守《公路养护安全作业规程》的基础上，应根据现场实际制定彩色抗滑薄层的施工方案，并制定施工安全与交通安全预案。在保障施工安全的同时，保护施工路段的正常交通安全。

7.1.2　彩色抗滑薄层应配合交通标志、标线等共同使用，并在标线施划后铺设。

彩色抗滑薄层具有安全、警示、美观及交通诱导的作用，是提高路面安全性能的有效技术措施之一，作为公路交通安全设施的组成部分，与交通标志、标线等配合使用能够发挥更好的效果。在标线施划后铺设，可以更好地保证彩色抗滑薄层铺设的准确性，并改善与标线的衔接状态。

7.2.3　等距间断式适用于急弯、视距受影响等路段。渐进间断式适用于提示引导、陡坡、连续下坡路段。

a） 各铺设区块的横向中心线应垂直于道路中心线。

b） 位于弯道路段的间断式铺设，其相邻铺设区块的间距呈横向连续变化，各区块的横向边缘线宜垂直于道路中心线。。

间断式一般采用横向长条矩形。在隧道等入口路段也有采用向前弯折而呈箭头形的情况，此时各铺设条块的横向中心线、横向边缘线，与其两侧的路面标线的夹角应保持一致。

8.1.2　施工路面应平整、洁净、干燥、坚固密实；路面如有坑槽、裂缝、起砂等，须预先处理。

施工路面应平整、清洁，要求路表干燥、无污染。在降雨后，路面干燥时间不满12～24h的水泥混凝土路面、时间不满6～12h的沥青路面（气温低于20℃宜采用上限，20℃以上时可采用低值），宜采用强力吹风机或热风机对施工路面强化干燥。对于路表干燥状态的判断，目前主要依据经验法，是以目测无潮湿、无水迹、表面干燥为准，并根据粘接材料的使用要求、厂家说明具体确定。无法判定时，应参考6.4.1条规定，做界面处理。对于沥青混合料路面，还应无明显车辙、拥包、泛油、裂缝、坑槽、松散和离析等缺陷；对于水泥混凝土路面，还应坚固密实、不疏松、不起砂，无开裂、空鼓，无蜂窝麻面、裂缝、坑槽等缺陷。否则需要进行相应的病害维修与处治。若水泥混凝土路面有松散浮浆与油污，宜采用自动喷砂机进行喷砂处理。

8.1.3　施工时的气温宜在10℃以上；不得在大风、阴雨天施工。

常温型粘接材料的固化温度不宜过低，适宜施工气温一般在10～35℃。当环境温度低于10℃时，固化养生时间明显延长，将影响施工进度和交通开放时间。

8.1.7　如果在施工过程中遭遇降雨，应中止施工并用塑料薄膜覆盖隔水。

如在施工过程中遭遇降雨，应迅速结束本区块的铺设，并利用塑料薄膜覆盖隔水，薄膜周边与路面之间的缝隙宜采用防水腻子等封堵，防止渗水。当无法及时完成本区块的铺设时，可用挡板横向拦挡形成骨料的撒布终点，尽快完成挡板前的骨料撒布，并刮除挡板之后的粘接材料，然后撤除挡板，去除胶带，将刮除粘接料的部分一并覆盖防雨。

8.4.1　将反光标志牌置于施工路段来车方向的应急车道或路肩位置，前置距离不小于150m。

如果在临时中断施工、养生过程中进入夜晚，或者是遭遇雨雾天气，反光标志牌的前置距离还需要提升至200～250m，同时辅助灯光警示。对于前置标志牌至施工区域之间的150m或200～250m区域，尤其是弯道、陡坡及视距受限路段，需适当补充1、2处引导、警示类标志。其中，弯道入弯前、下坡的坡顶、上坡的坡底均需要重点布设反光标志牌。

8.5.4　拌和粘接材料。根据拌和能力、涂布能力、可使用时间和施工衔接要求，确定每次拌和的材料数量，分批用手持电动搅拌机拌和均匀。对于双组分材料，须将主剂和助剂按比例搅拌均匀。

每次拌和的粘结材料数量与拌和能力、涂布面积、铺设速度、施工区域大小及粘接材料的可使用时间有关，粘接材料的使用时间还与施工时的环境温度有关，包括气温、路面温度。应在正式铺设前通过试验铺设来验证，以保留充分的作业时间。

8.5.6　将搅拌均匀的粘接材料洒布在预先设置的铺设轮廓内，用滚刷或刮板沿着路面橫向方向，由低向高呈直线涂布；涂布时适当向下用力压挤粘接材料，使其与路表面充分粘结；宜使用镘刀控制涂布厚度，形成厚度均匀的粘接层。

每次拌和的粘结材料的涂布面积与粘接材料的单位面积用量有关。涂布时需要根据粘接材料的单位面积用量，控制好每次的涂布范围，可以采用纵向涂布长度来控制；适当向下用力涂布，有助于粘接材料与路面的充分接触并排除气泡。其涂布湿膜厚度可按第8.10.2条的公式（1）计算，并在施工过程中检测验证。

8.5.7　在粘接层上均匀撒布彩色抗滑薄层骨料。宜采用筛孔尺寸为最大骨料粒径的手筛筛撒，骨料应完全覆盖粘接层，撒布的骨料不可碾压。撒布骨料后，立即将边缘的保护胶带撤掉。

骨料的撒布主要有扬撒、筛撒的方式，其中人工筛撒能够保证骨料以竖向落下为主，进而接触粘接材料，能够减少对涂布粘接材料的横向扰动，有利于保持各层次材料的均匀性，同时也可以过滤掉有可能存在的个别超标颗粒。在铺设边缘的筛撒过程中，需要注意将骨料从其上方直接筛下，并从边缘外侧向内侧筛撒，以防止边缘部分骨料可能出现的离析。

8.7.1　养生完成后，清扫彩色抗滑薄层表面，回收未粘接的骨料并称重。

首次回收的骨料，其品质没有明显变化，在无降雨、污染等情况时，可以直接用于再次撒布。受到降雨、污染的，需要通过晾晒、筛除杂物等处理后，进行技术指标检测，以确认是否可以再次使用。

8.7.3　若无封层，7天后，有车辆行驶带下的弱胶结骨料，可进一步回收，筛除回收骨料中的杂质并称重。

二次回收的骨料相对较少，其所受到的污染也明显增多，原则上不宜再次使用。如果需要再次利用，应经过清洗、晾干、筛分，并进行技术指标检测，以确认其是否符合使用要求。

8.8.2　用滚刷、橡胶刮板或液压喷枪在彩色抗滑薄层顶面涂布封层材料，并保持彩色抗滑薄层表面的凹凸形态。

封层材料能够有效提升彩色抗滑薄层色彩的鲜明度和持久性，增强彩色抗滑薄层的使用耐久性。但封层对彩色抗滑薄层的构造深度和摩擦力有一定的影响，因此在封层施工时需要注意保持彩色抗滑薄层表面的细观凹凸状。可以利用橡胶刮板刮除多余的封层材料，以充分呈现彩色抗滑薄层表面的凹凸状态。

8.9.1　无封层时，完成养生、表面清理后，外观检查无局部缺陷即可开放交通；如有局部缺陷，需修补、养生、局部清理，然后开放交通。

当局部缺陷过小无法涂布粘接材料时，可以适当凿除该缺陷周围的骨料与粘接材料，然后重新加入粘接材料涂布均匀，其上重新撒布骨料养生至规定时间，清理表面后开放交通。

9.1.6　记录、核对粘接材料、界面处理材料、封层材料的单位面积使用量。其中，粘接材料的涂布湿膜厚度需要在涂布过程中适时检测、记录，应不小于公式（1）的计算值。

在施工过程中适时开展粘接材料的涂布湿膜厚度检测，对控制粘接材料的涂布用量有重要作用。可参照《色漆和清漆 漆膜厚度的测定 GB/T 13452.2-2008》的规定，采用机械法，选择适宜量程的梳规或轮规，进行湿膜厚度检测。

* 1. 主要技术指标、参数、试验验证的论述

6.2.4　粘接材料的主要技术指标应符合表3中的要求。

表3 彩色抗滑薄层粘接材料技术指标要求

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 检测项目 | | | 单位 | 技术要求 | 试验方法 | 备注 |
|
| 组分  A | 黏度（20℃，4mm） | | s | ≤40 | 标准黏度计法 |  |
| 含水量 | | % | ≤1 | ASTM D1744 |  |
| 密度（25℃） | | g/cm3 | 1.0～1.4 | ASTM D1475 |  |
| 组分  B | 黏度（25℃，4mm） | | s | ≤30 | 标准黏度计法 |  |
| 含水量 | | % | ≤0.5 | ASTM D1744 |  |
| 密度（25℃） | | g/cm3 | 1.0～1.4 | ASTM D1475 |  |
| 不挥发物含量 | | | % | 双组份材料≥90  单组分材料≥98 | GB/T 1725 |  |
| 拉伸强度 | | 标准环境 | MPa | ≥7.0 | GB/T 2567 |  |
| 剥离强度 | | kN/m | ≥2.0 | GB/T 7122 |
| 拉伸强度 | | 冻融后置于标准环境 | MPa | ≥6.0 | GB/T 2567 | 将试件常温浸水4h，取出置-20℃冷冻4h，循环15次后室内常温放置4h |
| 剥离强度 | | kN/m | ≥1.5 | GB/T 7122 |
| 断裂延伸率（23℃） | | | % | ≥45 | GB/T 528 |  |
| 低温抗裂性 | | | — | 无裂纹 | JT/T 712 | -10℃保持4h，室温放置4h，循环3次 |
| 耐化学腐蚀 | | |  | 无开裂、皱纹、起泡、软化、剥落等 | GB/T 2567 | 酸、碱溶液、汽油、煤油、融雪剂溶液 |
| 阻燃性 | | |  | 空气中不燃 | GB/T 2408 | 水平法 |
| 可施工温度 | | | ℃ | 5～40 | — |  |
| 不粘胎干燥时间 | | | h | ≤6 | JT/T 280 |  |
| 可操作时间（23℃） | | | min | ≥40 | GB/T 7123.1 |  |
| 胶层外观 | | |  | 涂膜固化后无皱纹、斑点、起泡、裂纹、脱落、粘胎等现象 | 目视 |  |

本文件推荐在高纬度寒冷地区使用双组份粘接材料，目前国内对彩色抗滑薄层双组份粘接材料的物理技术指标主要包括黏度、含水量、密度三项。表1中的黏度、含水量两项指标采用了目前国内彩色抗滑薄层撒砂式铺设的常用要求；对于密度指标，国外有技术指南规定在1.0～1.3g/cm3，国内有按1.1～1.4g/cm3控制的较多实例，结合目前实际产品的密度范围，暂定为1.0～1.4g/cm3。对于单组份粘接材料，其含水量、密度等暂无统一要求，建议按黏度指标掌握，在中国公路学会团体标准《公路路面彩色聚氨酯及改性环氧树脂表面处治技术指南（T/CHTS 10006-2018）》中要求单圆筒旋转黏度计法的23℃黏度不小于0.5Pa·s，也可参考主剂（A组分）的黏度指标要求。

不挥发物含量也称固含量，《色漆、清漆和塑料 不挥发物含量的测定 GB/T 1725-2007》中表示为“不挥发物含量”。在国内现有的彩色抗滑薄层粘接材料相关技术指标中，固含量、拉伸强度、剥离强度或拉拔强度，是较为广泛的共用指标。表3在国内现有的技术要求基础上，综合彩色抗滑薄层的铺设形式和受力特点，以剥离强度配合拉伸强度，并基于高纬度寒冷地区特点，通过室内冻融试验、现场观测推荐了在规定条件下冻融循环后的拉伸强度、剥离强度要求。

断裂延伸率、低温抗裂性、耐化学腐蚀，三项指标目前各有使用，但非通用指标。其能够体现对变形、低温、融雪剂的耐受特性，故于表3中规定了此项技术指标，同时增加耐融雪剂溶液浸泡腐蚀的要求。

阻燃性、施工温度、不粘胎干燥时间、可操作时间、胶层外观是目前采用相对较多的技术指标，能够体现粘接材料的施工特性与宏观性状。对施工温度不作具体规定的情况比较常见，适宜的施工温度一般在15～35℃之间，表3中推荐可施工温度5～40℃，符合粘接材料涂布作业、实际路面温度耐受、固化速度、养生时间的综合需要；对于可操作时间，日本树脂铺装协会推荐为5～50min，国内一般要求不小于30～45min，根据黑龙江省的气温条件，暂定为不小于40min，符合撒砂式彩色抗滑薄层作业的时间需求。

6.3.2　彩色抗滑薄层骨料应符合表4中的技术要求。

表4 彩色抗滑薄层骨料的主要技术指标

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 性能指标 | | 单位 | 技术要求 | 试验方法 | 备注 |
| 密度 | | g/cm3 | 2.5～4.0 | T0328-2005  容量瓶法 | JTG E42 |
| 粒度范围 | | mm | 1.2～3.0  （2.4～5.0） | T0327-2005 | 薄层厚度3mm左右时，骨料粒径1.2～3mm；薄层厚度5mm左右时，骨料粒径2.4～5mm。 |
| 吸水率 | | % | ≤2.0 | T0330-2005 | JTG E42 |
| 含泥量 | | % | ≤0.3 | T0333-2000 | JTG E42 |
| 硬度 | 常温 |  | ≥6.0 | 莫氏硬度法 |  |
| 压碎指标值 | % | ≤18 | GB/T 14684 |  |
| 硬度 | 冻融后 |  | ≥5.5 | 莫氏硬度法 | 骨料常温浸水4h，取出置-20℃冷冻4h，循环15次，置  室温4h后试验。 |
| 压碎指标值 | % | ≤20 | GB/T 14684 |
| 抗冻融  耐久性 | |  | 无沉淀物  表面颜色无变化 | 目视 | 将骨料在常温下浸水4h，-20℃冻结4h，反复循环15次后观察浸泡水中是否有沉淀物，骨料表面颜色是否变化。 |
| 耐酸性 | |  | 无变化 | 5%HCl溶液浸泡24h |  |
| 耐碱性 | |  | 无变化 | 5%NaOH溶液浸泡24h |  |
| 耐化学  腐蚀性 | |  | 无变化 | 汽油、煤油、融雪剂饱和溶液，分别浸泡24h |  |
| 耐水性 | |  | 无变化 | 100℃热水浸泡24h |  |

密度、粒度范围、吸水率、硬度、压碎指标值是国内外普遍采用的硬质骨料（集料）技术指标。其中在密度指标体系中，有采用比重、密度、表观密度、表观相对密度等不同指标表征的情况，物理含义有区别，但数值接近。国内对用于机动车道、非机动车道的硬质骨料，要求其表观相对密度分别大于2.60、2.45，也有要求密度不小于2.3g/cm3、2.7g/cm3的情况；国外依据使用的骨料不同，其密度（真比重或视比重）范围在2.1～4.0g/cm3。考虑到可采用的硬质骨料种类，在石英砂、陶瓷颗粒之外，也有密度较大的刚玉、金刚砂等，表4将骨料表观密度推荐范围暂定为2.5～4.0g/cm3。国内对细集料的粒度一般控制在0～3mm、0.16～0.6mm等，粗集料为3～5mm、2.36～4.75mm；国外采用范围在0.3～5mm，撒砂式一般采用1～4mm。考虑到单一粒径的优势，同时减少细颗粒含量能够减少粘接材料用量并提升构造深度，故表4中根据不同层厚，推荐薄层厚度3mm左右时，骨料粒径1.2～3mm；薄层厚度5mm左右时，骨料粒径2.4～5mm。

吸水率指标国内有要求0.3%以内，也有规定不大于2.0%（机动车道粗集料）、不大于3.0%（非机动车道粗集料）；细集料有时未作要求，或与粗集料相同；国外根据材料不同，规定不大于0.03～2.0%。表4暂定为不大于2.0%。

含泥量指标国内有时不作要求，也有规定粗集料含泥量不得大于1%，细集料含泥量不大于3%（机动车道）、5%（非机动车道）；日本树脂铺装协会规定撒砂式的含泥量不得大于0.25%。表4暂定为不大于0.3%。

根据高纬度寒冷地区的冻融特点，表4补充了冻融后的硬度和压碎指标值，并提出了抗冻融耐久性指标。国内外对耐酸性、耐碱性、耐化学腐蚀性、耐水性指标的使用不一，没有统一要求，考虑到彩色抗滑薄层的应用位置和使用环境，表4将此4项指标纳入，同时在耐化学腐蚀性中补充了融雪剂饱和溶液浸泡。

6.4.6　界面处理材料的技术要求见表5。

表5 界面处理材料的技术要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
| 密度 | g/cm3 | 1.0～1.3 | ASTM D1475 |
| 不挥发物含量 | % | ≥60 | GB/T 1725 |
| 黏度（25℃，4mm） | s | ≤25 | 标准黏度计法 |
| 不粘胎干燥时间 | h | ≤6 | JT/T 280 |
| 可操作时间（23℃） | min | 35～45 | GB/T 7123.1 |
| 渗透性（水泥砂浆表面，20℃） | mm | ≥0.5 | 目测 |

界面处理主要起到保护粘接层不受基面材料化学性质影响，以及提高粘接材料与路面附着力的作用。国内外对彩色抗滑薄层的界面处理材料尚无明确规定。目前可以参考的主要有标线涂料的界面处理材料要求，以及树脂铺装底涂层（黏层）的技术要求。参考国内有关规定，依据黑龙江省交通科学研究所《寒区水泥混凝土路面专用标线涂料及界面结合剂的研究》成果，表5中采用了密度、不挥发物含量（即固含量）、黏度（25℃）、不粘胎干燥时间、可操作时间（23℃）、渗透性（水泥砂浆表面，20℃），共6项指标。国内对底涂料（黏层）也有采用拉伸强度、拉拔强度等力学指标的情况，考虑到界面处理材料与粘接材料的联合受力状态，有关力学指标主要体现在粘接材料的力学试验上，对应“6.4.5 如果施工中实施界面处理，则粘接材料的剥离强度试验也应对试验粘接面进行界面处理”。

6.5.2　常温型封层材料的技术要求应符合表6。

6.5.3　热塑性封层材料的技术要求应符合表7。

表6 常温型封层材料的技术要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
| 在容器中的状态 | — | 无结皮结块现象、易于搅拌均匀 | GB/T 3186 |
| 凝胶时间 | min | ≥10 | JT/T 712 |
| 不粘胎干燥时间 | h | ≤6 | JT/T 280 |
| 附着力（划圈法） | 级 | ≤4 | GB 1720 |

表7 热塑性封层材料的技术要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
| 外观 | — | 材料均匀、色彩一致 | 目视 |
| 高温稳定性 | — | 在200～220℃搅拌状态下保持4h，无明显结团、结块、焦化现象 | JT/T 280 |
| 不粘胎干燥时间 | min | ≤10 | JT/T 712 |
| 耐热变形性（60℃，50kPa，1h） | % | ≥90 | JT/T 712 |

对于封层材料，目前尚缺少针对性的具体要求，原则上应优先使用与粘接材料相同类型的材料。根据封层材料的特点、作用，参考路用防水涂料、标线涂料的技术指标和要求，区分常温型封层材料、热塑性封层材料，在表6、表7中分别推荐了4项技术指标。有关力学强度、延伸率、耐化学腐蚀等其它技术要求，建议参考粘接材料的技术指标要求并逐步总结完善。

6.6.4　常用彩色颜料的技术要求见表8；当采用其它颜料时，应满足6.6.2条要求，并符合国家相应技术标准。

表8 常用彩色颜料和技术要求

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | 单位 | 红色 | 黄色 | 绿色 | 蓝色 |
| 常用主要成分 | — | Fe2O3 | Fe2O3 | Cr2O3 | CoO.nAl2O3 |
| 水溶物含量 | % | ≤0.5 | ≤0.5 | ≤0.3 | ≤0.5 |
| 105℃挥发物 | % | ≤1.5 | ≤2.0 | ≤0.2 | ≤0.5 |
| 吸油量 | g/100g | 13～40 | 15～40 | 10～25 | 28～37 |
| 0.045mm筛余物 | % | ≤0.05 | ≤0.05 | ≤0.2 | ≤0.5 |
| pH值 | — | 5～7 | 4～7 | 5～7 | 7～9 |
| 着色力 | % | 95～105 | 95～105 | 95～105 | 95～105 |
| 色差 | % | ≤1.0 | ≤1.0 | ≤1.0 | ≤1.0 |
| 主要颗粒尺寸 | μm | 0.2 | 0.1×0.8 | 0.2 | 0.3～1.0 |

表9 色浆的技术要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 技术指标 | | 单位 | 技术要求 | 试验方法 |
| 外观形态 | | — | 均匀无硬块 | GB/T 21473 |
| 旋转黏度（6 r/min，12 r/min） | | Pa·s | ≤10 | GB/T 7193 |
| 细度 | | μm | ≤25 | GB/T 6753.1 |
| 相容性 | | — | 无浮色、发花 | GB/T 21473（目视法） |
| 批次重现性 | | — | 近似 | GB/T 21473（目视法） |
| 相对着色力 | | % | 100±5 | GB/T 21473 |
| 挥发性有机化合物VOC | | g/ *l* | ≤450 | GB/T 18581 |
| 重金属质量分数 | 可溶性铅（Pb） | mg/kg | ≤90 | GB/T 18582 |
| 可溶性镉（Cd） | mg/kg | ≤75 | GB/T 18582 |
| 可溶性铬（Cr） | mg/kg | ≤60 | GB/T 18582 |
| 可溶性汞（Hg） | mg/kg | ≤60 | GB/T 18582 |

国内相关规定要求彩色抗滑薄层所用颜料的水溶物含量不大于1.0%，也有要求红、黄、绿颜料分别不大于0.5%、0.5%、0.3%的实例，表4推荐红（Fe2O3）、黄（Fe2O3）、绿（Cr2O3）、蓝（CoO.nAl2O3）颜料的水溶物含量分别不大于0.5%、0.5%、0.3%、0.5%。对于105℃挥发物，目前未做统一要求，该指标属于常见颜料的主要技术指标之一，表中区分不同颜色推荐了挥发量上限。吸油量指标有规定不大于22%的，也有不作具体要求的，表8根据国内产品主要技术指标情况，针对四种不同颜色颜料推荐了参考范围。国内有0.045mm筛余物不大于0.1%的规定，也有要求红、黄、绿颜料不大于0.05%的实例，表8中根据目前国内产品的主要技术指标，推荐了对应不同颜料（化学成分）的0.045mm筛余物，红（Fe2O3）、黄（Fe2O3）、绿（Cr2O3）、蓝（CoO.nAl2O3）分别为不大于0.05%、0.05%、0.2%、0.5%。同时参考国内彩色抗滑薄层施工经验，对其它四项常用技术指标：pH值、着色力、色差和主要颗粒尺寸，区分不同颜色颜料作出相应要求。

针对彩色抗滑薄层的色浆的技术要求，国内的规定虽然不多，但技术指标较为明确，依据《T/CHTS 10006-2018 公路路面彩色聚氨酯及改性环氧树脂表面处治技术指南》，表9中推荐了相应技术标准。因常用无机颜料的耐光性能良好，表8、表9中未体现对颜料和色浆耐光性的要求，其它技术指标及要求符合国内现有的使用规定。

8.6　养生

养生期间禁止荷载进入。养生时间应根据粘接材料性质和环境温度确定，可参考表11。

表11 彩色抗滑薄层养生参考时间

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 现场气温（℃） | 养生时间（h） | 现场气温（℃） | 养生时间（h） |
| ≥25，＜30※ | 2 | ≥10，＜15 | 4 |
| ≥20，＜25 | 2.5 | ≥5，＜10※ | 5～7 |
| ≥15，＜20 | 3 | — | — |

注：气温较高时应严格控制粘接材料的使用时间；尽量在气温高于10℃时施工。

现场养生时间与粘接材料的性质和环境温度有关，需要在正式施工前，通过试验铺设和室内试验确认，在粘接材料强度达到80%以上时可以开放交通。表11根据常温粘接材料的现场施工经验，推荐了参考养生时间。

8.10.1　彩色抗滑薄层的主要材料用量见表12。

表12 彩色抗滑薄层材料一般用量表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 彩色抗滑薄层厚度 | 材料用量 | | | |
| 界面处理材料  （kg/m2） | 粘接料  （kg/m2） | 骨料  （kg/m2） | 封层材料  （kg/m2） |
| 3mm | 0.2～0.35 | 1.35～1.70 | 8～9 | 0.5～0.7 |
| 5mm | 0.2～0.35 | 1.80～2.10 | 9～10 | 0.5～0.7 |

表中的骨料用量是指固结骨料用量，施工中的筛撒用量大于固结用量，可以采用固结用量的1.2～1.5倍，但不宜过度撒布，以免增加回收工作量并影响表面纹理的形成。粘接材料、骨料的用量与彩色抗滑薄层的厚度有关；界面处理材料、封层材料的用量与彩色抗滑薄层的厚度无关。根据国内彩色抗滑薄层撒砂式施工经验，参考国外的有关规定，表12提出了主要材料的一般用量范围，施工铺设前，需要通过试验铺设验证，以确认具体控制用量。

9.2　质量检查与验收标准

彩色抗滑薄层的质量检查与验收应符合表13的规定。

表13 彩色抗滑薄层质量验收标准

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 检测项目 | 质量要求或允许偏差 | 检查频度 | 检测方法 |
| 外观特征 | 形态规则、表面平整、骨料分布及颜色均匀、无松散和凹凸不平 | 逐块、随时检查 | 目测 |
| 平面尺寸 | 横向宽度：±20～30mm  纵向长度及间距：±20～30mm | 横向宽度：每块3点，或3点/纵向10m；  纵向长度及间距：每块3点 | JTG 3450 T0911 |
| 厚度（注） | 不小于设计值 | 纵、横向边缘抽样检查，每块及纵向每10m不少于3点 | 三米直尺、塞尺或游标卡尺 |
| 湿膜厚度 | 不小于设计值 | 每铺设区块不少于3点 | GB/T 13452.2 |
| 液态材料单位面积用量 | 界面处理材料：±0.03kg/m2  粘接材料：±0.1kg/m2  封层材料：±0.05kg/m2 | 1次/铺设区段 | 以材料用量、实测面积验算 |
| 骨料单位面积用量 | ±10% | 1次/铺设区段 | 二次回收后，以骨料用量、实测面积验算 |
| 构造深度（TD） | ≥1.2mm | 1处/纵向30m/车道 | JTG 3450 T0961 |
| 摆式仪抗滑值（BPN） | ≥75 | 1测点/纵向30m/车道 | JTG 3450 T0964 |

注：如需验证性检测彩色抗滑薄层的中部厚度，可依据T0912，建议采用挖坑法，利用钢直尺配合游标卡尺，以尽量小的挖坑测量，或以50mm钻头取芯测量，并及时修补。

根据国内有关规定和施工经验，结合撒砂式铺设的特点推荐了彩色抗滑薄层的质量检查与验收标准。其中湿膜厚度指标适用于粘接材料涂布量的检测与控制，国外应用较早并有配套检测仪器（膜厚测试仪）；国内目前较少使用湿膜厚度指标，参考国外经验和《色漆和清漆 漆膜厚度的测定 GB/T 13452.2-2008》的规定，其中机械法（如梳规、轮规）具有直观、迅速的优点，选用时需注意梳规、轮规的量程范围，应满足湿膜厚度检测需要。对于彩色抗滑薄层厚度的检测，根据有关施工经验，彩色抗滑薄层的边缘厚度相对中部厚度偏薄的可能性较大，故推荐使用三米直尺，以塞尺或游标卡尺配合测量：将三米直尺平放在彩色抗滑薄层的表面，一端伸出与路面形成间隙，使用塞尺或游标卡尺，测量彩色抗滑薄层边缘与路面之间的间隙高度，即为彩色抗滑薄层的代表性厚度；对于中部厚度的验证性检测，可采用“T 0912-2019 挖坑和钻芯测试路面厚度方法”：建议采用挖坑法，以钢直尺配合游标卡尺，尽量减小凿挖面积，挖坑测量；或以50mm钻头取芯测量，并及时修补。对于检测频度，参考有关规定要求和施工检测经验，根据撒砂式铺设区块尺寸有限、相对分散的实际，需要提高检测密度，表13中推荐了对应指标的检测频度。

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_