

TJG

天津市公路工程建设标准

TJG F4011-2024

公路彩色抗滑罩面施工技术规范

Technical Specifications for Construction of Highway Color Anti-skid Cover

2024-08-15 发布

2024-09-15 实施

天津市交通运输委员会发布

天津市公路工程建设标准

公路彩色抗滑罩面施工技术规范

Technical Specifications for Construction of Highway Color
Anti-skid Cover

TJG F4011-2024

主编单位：天津市交通运输基础设施养护集团有限公司

参编单位：天津市交通科学研究院

河北伦特路桥工程有限公司

批准部门：天津市交通运输委员会

实施日期：2024 年 09 月 15 日

前 言

根据天津市交通运输委员会《关于下达 2020 年天津市公路工程建设标准制修订计划（第一批）的通知》（津交发〔2020〕162 号）的要求，由天津市交通运输基础设施养护集团有限公司承担《公路彩色抗滑罩面施工技术规范》（2020-G04）的编制工作。

编制组经广泛调研、开展专题研究，借鉴国内外先进科研成果，参考国内现行标准，并在广泛征求意见的基础上，完成了本规范的编制工作。

本规范包含 6 章，分别是总则、术语、基本规定、热拌彩色沥青混凝土路面、彩色微表处、聚合物彩色抗滑罩面。

本规范由王新尧、薛浩、邢磊起草第 1、2 章，杨雨笑、刘晓萱起草第 3 章，李宏伟、韩悦、李加庆、王德志、肖永红负责起草第 4 章，韩先瑞、李冬、王建洁、王艳海、于洪兴起草第 5 章，李正中、李冬冬、陈家旭、朱金标、师蕾起草第 6 章。

本规范由天津市交通运输基础设施养护集团有限公司负责具体技术内容的解释。请各有关单位在执行过程中，将发现的问题和意见，函告本规范日常管理组，联系人：王建洁（地址：天津市河西区围堤道 150 号；邮编：300201；E-mail: 549975728@qq.com），以便修订时参考。

主 编 单 位：天津市交通运输基础设施养护集团有限公司

参 编 单 位：天津市交通科学研究院

河北伦特路桥工程有限公司

主 编：李宏伟

主要参编人员：韩先瑞 李 冬 王新尧 王建洁 李正中

陈家旭 朱金标 李冬冬 师 蕾 刘晓萱

韩 悦 李加庆 王德志 肖永红 杨雨笑

王艳海 于洪兴 薛 浩 邢 磊

主 审：王新岐

参加审查人员：邱照宝 商耀翔 孙吉书 高翔

目 次

1 总则 1

2 术语 2

3 基本规定 3

4 热拌彩色沥青混凝土路面 4

 4.1 材料 4

 4.2 施工 5

 4.3 质量控制与验收标准 5

5 彩色微表处 6

6 聚合物彩色抗滑罩面 7

 6.1 一般规定 7

 6.2 材料 8

 6.3 施工 11

 6.4 质量控制与验收标准 12

本规范用词用语说明 14

1 总则

1.0.1 为提高我市公路彩色抗滑罩面施工技术水平，保证施工质量，特制定本规范。

1.0.2 本规范适用于对色彩及抗滑性能有特殊需求的路面抗滑罩面工程，包括陡坡、急弯、交叉道口、专用车道等。喷涂型聚合物彩色抗滑罩面应仅适用于非机动车道。

1.0.3 公路彩色抗滑罩面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 术语

2.0.1 彩色沥青 colored asphalt

由石油、化工产品等高分子材料加工制成，由颜料着色的胶结料。

2.0.2 彩色沥青混凝土路面 colored asphalt concrete pavement

由矿料与彩色沥青、颜料、添加剂等材料经拌合、摊铺、碾压等施工工艺而成的路面。

2.0.3 高黏彩色沥青 colored asphalt with high viscosity

在彩色沥青生产中加入高黏改性剂加工制成的胶结料。

2.0.4 彩色乳化沥青 colored emulsified asphalt

将彩色沥青、胶乳等通过乳化技术加工而成的拌和型阳离子改性乳化沥青。

2.0.5 彩色微表处 colored micro-surfacing

采用专用设备将彩色乳化沥青、粗细集料、填料、颜料、水和添加剂等，按一定比例拌和而成的流动状态的沥青混合料，将其均匀地摊铺在路面上形成的沥青封层。

2.0.6 聚合物彩色抗滑罩面 colored polymer anti-skid cover

采用 MMA、聚氨酯等聚合物，辅以颜料、助剂等，经喷涂、滚涂等工艺形成的道路表面薄层结构。

3 基本规定

3.0.1 公路彩色抗滑罩面设计须遵循资源节约、环境友好的原则，考虑社会、环境与经济效益。

3.0.2 公路彩色抗滑罩面施工前应对下承层或原路面进行检查，其适用的各等级公路原路况水平应符合表 3.0.2 的规定。

表3.0.2 公路彩色抗滑罩面适用的各等级公路PCI、RQI路况指数水平

类型	高速公路	一级及二级公路	三级及四级公路
热拌彩色沥青混凝土路面	≥ 80	≥ 75	≥ 70
彩色微表处	≥ 85	≥ 80	≥ 75
聚合物彩色抗滑罩面	≥ 90	≥ 88	≥ 85

3.0.3 采用透水型热拌彩色沥青混凝土路面施工前，应对下承层水稳定性能进行测试。

4 热拌彩色沥青混凝土路面

4.1 材料

4.1.1 彩色沥青技术要求应符合表 4.1.1 的规定。

表4.1.1 彩色沥青技术要求

检测项目		单位	技术要求	试验方法
针入度（25℃，5s，100g）		0.1mm	60~80	JTG E20 T0604
软化点，不小于		℃	46	JTG E20 T0606
10℃延度，不小于		cm	25	JTG E20 T0605
15℃延度，不小于		cm	100	JTG E20 T0605
闪点，不小于		℃	260	JTG E20 T0611
60℃动力黏度，不小于		Pa·s	180	JTG E20 T0620
密度（15℃）		g/cm ³	实测记录	JTG E20 T0603
颜色等级（铁钴法），不大于		档	17	GB/T 1722
TFOT（或 RTFOT）后	质量损失，不大于	%	±1.2	JTG E20 T0610/T0609
	残留针入度比，不小于	%	61	JTG E20 T0604
	10℃残留延度，不小于	cm	6	JTG E20 T0605

4.1.2 透水型热拌彩色沥青混凝土宜使用高黏彩色沥青，高黏彩色沥青技术要求应符合表 4.1.2 的规定。

表4.1.2 高黏彩色沥青技术要求

检测项目		单位	技术要求	试验方法
针入度（25℃，5s，100g）		0.1mm	30~60	JTG E20 T0604
软化点，不小于		℃	≥80	JTG E20 T0606
5℃延度，不小于		cm	≥20	JTG E20 T0605
闪点，不小于		℃	≥260	JTG E20 T0611
60℃动力黏度，不小于		Pa·s	≥20000	JTG E20 T0620
25℃弹性恢复，不小于		%	≥80	JTG E20 T0662
储存稳定性离析，48h 软化点差，不大于		℃	≤2.5	JTG E20 T0661
颜色等级（铁钴法），不大于		档	≤17	GB/T 1722
TFOT（或 RTFOT）后	质量损失，不大于	%	≤±1.2	JTG E20 T0610/T0609
	残留针入度比，不小于	%	≥70	JTG E20 T0604
	5℃残留延度，不小于	cm	≥15	JTG E20 T0605

4.1.3 颜料应易分散于彩色沥青胶结料中，其技术要求应符合表 4.1.3 的规定。

表4.1.3 颜料技术要求

检测项目	单位	技术要求	试验方法
外观	—	粉末	目测
色光	—	近似~微似	目测
水溶物含量，不大于	%	1.0	GB/T 5211.1
着色力	—	98~102	GB/T 5211.19
105℃挥发物，不大于	%	1.5	GB/T 5211.3
吸油量，不大于	%	22	GB/T 5211.15
筛余量（0.045mm 筛孔），不大于	%	0.1	GB/T 5211.18
耐光性，不小于	级	7	GB/T 1710、GB/T 250

4.1.4 热拌彩色沥青混凝土所用集料应满足《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的相关技术要求。

4.2 施工

4.2.1 施工前应进行混合料配合比设计，设计内容包括混合料类型选择、原材料选择、配合比设计、最佳沥青用量及颜料用量等。颜料可替代部分矿粉作为填料使用，用量宜为热拌彩色沥青混凝土重量的 2%~3%。

4.2.2 生产热拌彩色沥青混凝土之前，应将拌缸、沥青输送管线、运输摊铺等施工设备清理干净，以防污染。

4.2.3 热拌彩色沥青混凝土的拌制与施工应满足《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）及相关现行规范的技术要求。

4.3 质量控制与验收标准

热拌彩色沥青混凝土的质量检验标准应满足《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）及相关现行规范的技术要求。

5 彩色微表处

5.0.1 彩色微表处所采用的彩色乳化沥青应满足表 5.0.1 的规定。

表 5.0.1 彩色乳化沥青技术要求

试验项目		单位	技术要求	试验方法
破乳速度		—	慢裂	JTG E20 T0658
粒子电荷		—	阳离子	JTG E20 T0653
恩格拉黏度 E ₂₅		—	3~30	JTG E20 T0622
沥青标准黏度 C _{25,3}		s	12~60	JTG E20 T0621
筛上剩余量（1.18mm），不大于		%	0.1	JTG E20 T0652
蒸发 残留物	含量，不小于	%	60	JTG E20 T0651
	针入度（100g，25℃，5s）	0.1mm	40~100	JTG E20 T0604
	软化点，不小于	℃	53	JTG E20 T0606
	5℃延度	cm	20	JTG E20 T0605
	溶解度（三氯乙烯），不小于	%	97.5	JTG E20 T0607
	颜色等级（铁钴法），不大于	档	17	GB/T 1722
贮存 稳定性	1 天，不大于	%	1	JTG E20 T0655
	5 天，不大于	%	5	JTG E20 T0655

5.0.2 生产彩色乳化沥青前，应将乳化沥青生产设备胶体磨、沥青管线另行设置，以防污染。

5.0.3 彩色微表处应采用专用摊铺机摊铺，摊铺机应具有专门添加颜料的料仓，颜料技术指标应符合表 4.1.3 的技术要求，添加量应不小于矿料总量的 3%。

5.0.4 彩色微表处矿料级配范围、配合比设计方法、使用性能要求和施工质量控制应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTGF40）的相关技术要求。

6 聚合物彩色抗滑罩面

6.1 一般规定

6.1.1 聚合物材料应存放于干燥、阴凉处，避免阳光直接照射，存储环境温度宜不超过 35℃。

6.1.2 MMA 聚合物彩色抗滑罩面材料、施工、验收标准应满足《MMA 聚合物彩色抗滑罩面施工技术规范》（TJG B0101）相关技术要求。

6.1.3 聚氨酯聚合物彩色抗滑罩面材料、施工、验收标准应满足本规范相关技术要求。

6.2 材料

6.2.1 底层用聚氨酯树脂技术性能应满足表6.2.1的规定。

表 6.2.1 底层用聚氨酯树脂技术要求

检测项目		单位	技术要求	试验方法
可操作时间（23℃）		min	≥10	GB/T 7123.1
固化时间（23℃）		h	≤24	GB/T 5210
粘度（23℃）		Pa.s	≤1.0	GB/T 2794
拉伸强度（23℃）		MPa	≥10	GB/T 528
断裂延伸率（23℃）		%	≥20	GB/T 528
拉拔强度 （23℃）	对钢板	MPa	≥8	GB/T 5210
	对沥青混凝土	MPa	≥1	
	对水泥混凝土	MPa	≥2	
吸水率（23℃）		%	≤3	GB/T 1034
邻苯二甲酸酯类化合物总和		g/kg	≤5	GB/T 29608
固含量		g/kg	≥90	GB/T 1725
灰分		g/kg	≤5	GB/T 9345.1
总挥发性有机物		g/kg	≤50	GB 30982
检测项目		单位	技术要求	试验方法
游离甲醛		g/kg	≤0.5	GB/T 22374
游离甲苯二异氰酸酯（TDI）		g/kg	不得检出	GB 30982
苯		g/kg	不得检出	GB 30982
甲苯+二甲苯		g/kg	不得检出	GB 30982
可溶性重金属质 量分数	铅	mg/kg	≤30	GB/T 22374
	镉	mg/kg	≤10	GB/T 22374
	铬	mg/kg	≤10	GB/T 22374
	汞	mg/kg	≤2	GB/T 22374

6.2.2 面层用聚氨酯树脂技术性能应满足表6.2.2的规定。

表 6.2.2 面层用聚氨酯树脂技术要求

检测项目		单位	技术要求	试验方法
可操作时间（23℃）		min	≥10	GB/T 7123.1
固化时间（23℃）		h	≤24	GB/T 5210
粘度（23℃）		Pa.s	≥0.1（范围）	GB/T 2794
拉伸强度（23℃）		MPa	≥10	GB/T 528
断裂延伸率（23℃）		%	≥20	GB/T 528
拉拔强度 （23℃）	对钢板	MPa	≥8	GB/T 5210
	对沥青混凝土	MPa	≥1	
	对水泥混凝土	MPa	≥2	
吸水率（23℃）		%	≤3	GB/T 1034
邻苯二甲酸酯类化合物总和		g/kg	≤5	GB/T 29608
固含量		g/kg	≥90	GB/T 1725
灰分		g/kg	≤5	GB/T 9345.1
低温抗裂性		—	三个循环后无裂纹	JTT 712
耐候性 （人工加速老化）	外观	—	不产生龟裂、剥落， 允许轻微粉化和变色	GB/T 16422.3
总挥发性有机物		g/kg	≤50	GB 30982
游离甲醛		g/kg	≤0.5	GB/T 22374
游离甲苯二异氰酸酯（TDI）		g/kg	不得检出	GB 30982
苯		g/kg	不得检出	GB 30982
甲苯+二甲苯		g/kg	不得检出	GB 30982
可溶性重金属质量分 数	铅	mg/kg	≤30	GB/T 22374
	镉	mg/kg	≤10	GB/T 22374
	铬	mg/kg	≤10	GB/T 22374
	汞	mg/kg	≤2	GB/T 22374

6.2.3 颜料技术指标应符合表 4.1.3 的技术要求。

6.2.4 通过色浆的形式现场加入的，色浆技术指标应满足表 6.2.4 的要求。

表6.2.4 色浆技术指标要求

检测项目		单位	技术要求	试验方法
容器中状态		—	无硬块，呈均匀状态	GB/T 21473
旋转粘度（6 rpm，12 rpm）		Pa·s	≤10	GB/T 7193.1
细度		μm	≤25	GB/T 6753.1
相容性（目视法）		—	无浮色、发花	GB/T 21473
批次重现性（目视法）		—	近似	GB/T 21473
相对着色力		%	100±5	GB/T 21473
挥发性有机化合物 VOC		g/l	≤60	GB/T 18581
重金属质量分数	可溶性铅 Pb	mg/kg	不含	GB/T 18582
	可溶性镉 Cd	mg/kg	不含	GB/T 18582
	可溶性铬 Cr	mg/kg	不含	GB/T 18582
	可溶性汞 Hg	mg/kg	不含	GB/T 18582
耐光性		级	≥7	GB/T 1710、GB/T 250

6.2.5 聚氨酯聚合物彩色抗滑罩面所用集料应符合下列规定：

- 1 当采用天然石料时，应选用表面清洁、干燥、无风化、无杂质、富有棱角、质地坚硬、颗粒成立方体而少针片形的彩色碎石，宜使用反击式破碎机械加工，颜色宜与路面设计颜色接近。
- 2 当采用人造集料时，应选用单粒径、颗粒均匀且接近立方体、着色均匀且与路面设计色彩接近的产品。
- 3 聚氨酯聚合物彩色抗滑罩面所用集料规格应满足表6.2.5-1的规定。

表6.2.5-1 集料规格要求

公称粒径 (mm)	通过各筛孔的质量百分率 (%)					
	9.5mm	4.75mm	2.36mm	1.18mm	0.6mm	0.3mm
3~5	100	90~100	0~15	/	0~3	/
2~3	100	100	0~90	0~5	0~3	/
1~2	100	100	90~100	10~70	0~10	/
0~1	100	100	100	90~100	0~100	0~100

4 聚氨酯聚合物彩色抗滑罩面所用粗集料技术指标应满足表6.2.5-2的规定。

表6.2.5-2 粗集料技术指标要求

检测项目	单位	技术要求		试验方法
		机动车道	非机动车道	
压碎值	%	≤26	≤30	JTG 3432 T 0316
洛杉矶磨耗损失	%	≤28	≤35	JTG 3432 T 0317
表观相对密度	-	≥2.60	≥2.45	JTG 3432 T 0304
与树脂的粘附性	级	≥5	≥4	JTG E20 T 0616
吸水率	%	≤2.0	≤3.0	JTG 3432 T 0304
针片状颗粒含量	%	≤15	≤20	JTG 3432 T 0312
水洗法小于 0.075mm 颗粒含量	%	≤1.0	≤1.0	JTG 3432 T 0310
软石含量	%	≤3	≤5	JTG 3432 T 0320
坚固性	%	≤12	—	JTG 3432 T 0314
磨光值	BPN	≥42	—	JTG 3432 T 0321

5 聚氨酯聚合物彩色抗滑罩面所用细集料技术指标应满足表6.2.5-3的规定。

表 6.2.5-3 细集料技术指标要求

检测项目	单位	技术要求		试验方法
		机动车道	非机动车道、人行道	
表观相对密度	—	≥2.50	≥2.45	JTG 3432 T 0328
坚固性（>0.3mm 部分）	%	≤12	—	JTG 3432 T 0340
含泥量（<0.075mm 的含量）	%	≤3	≤5	JTG 3432 T 0333
砂当量	%	≥60	≥50	JTG 3432 T 0334
亚甲蓝值	g/kg	≤10	—	JTG 3432 T 0349
棱角性（流动时间）	s	≥30	—	JTG 3432 T 0345

6 彩色机制砂应采用专用的机制砂机制造，宜选用优质的彩色天然石料成品粗集料加工生产。

7 集料储存时宜搭建防雨棚。

6.3 施工

6.3.1 聚氨酯聚合物彩色抗滑罩面不得在气温低于 5℃、高于 35℃、雨天、路面潮湿情况下施工。

6.3.2 基面处理应符合下列要求:

1 对于沥青混凝土基面, 应保证平整密实、干燥、清洁、无污、无明显轮迹、推移、松散、裂缝和离析等缺陷。

2 对于水泥混凝土基面, 应保证无污染、坚固密实不疏松、无开裂、空鼓起壳, 无蜂窝麻面等缺陷。宜采用自动喷砂机对其进行喷砂处理, 除掉松散浮浆与油污。

6.3.3 施工前应用专用清扫设备清除路面灰尘杂物, 以避免扬尘, 潮湿路面可用专用设备吹干路面。

6.3.4 喷涂型聚氨酯聚合物彩色抗滑罩面施工技术要求应符合以下规定:

1 罩面分两层施工, 刮涂搅拌混合好的底层用聚氨酯树脂, 涂布量应为 $0.5\text{kg}/\text{m}^2 \sim 0.7\text{kg}/\text{m}^2$ 。

2 待底层固化后, 刮涂已混合好石英砂或金刚砂的聚氨酯树脂, 涂布量应为 $2.0\text{kg}/\text{m}^2 \sim 2.5\text{kg}/\text{m}^2$ 。

3 应对路面实行封闭管理, 聚氨酯树脂砂浆完全固化后, 可开放交通。

6.3.5 集料型聚氨酯聚合物彩色抗滑罩面施工技术要求应符合以下规定:

1 罩面分两层施工, 刮涂混合好的底层用聚氨酯树脂, 涂布量应为 $0.5\text{kg}/\text{m}^2 \sim 0.7\text{kg}/\text{m}^2$ 。

2 待底层固化后, 刮涂混合好的聚氨酯树脂, 涂布量应为 $1.0\text{kg}/\text{m}^2 \sim 1.2\text{kg}/\text{m}^2$ 。树脂刮涂均匀后, 应同步撒布彩色天然碎石或彩色人造集料, 撒布量应为 $6\text{kg}/\text{m}^2 \sim 8\text{kg}/\text{m}^2$ 。

3 应对路面实行封闭管理, 待底层用聚氨酯树脂完全固化后, 将表面粘接不牢固的彩色天然碎石或彩色人造集料清扫干净, 即可开放交通。

6.4 质量控制与验收标准

6.4.1 聚氨酯聚合物彩色抗滑罩面应进行室内性能试验, 其性能指标应符合表 6.4.1 的规定。

表6.4.1 聚氨酯聚合物彩色抗滑罩面性能指标要求

检测项目		单位	技术要求		试验方法
			集料型	喷涂型	
湿轮磨损损失	浸水 1h	g/m ²	≤540 或符合设计要求		JTG E20 T 0752
	浸水 6d	g/m ²	≤800 或符合设计要求		JTG E20 T 0752
渗水系数		mL/min	≤10		JTG 3450 T 0971
抗滑性能	构造深度	mm	≥0.6	—	JTG 3450 T 0961
	摆值	BPN	≥45	满足设计要求	JTG 3450 T 0964

6.4.2 聚氨酯聚合物彩色抗滑罩面的质量验收标准应符合表6.4.2的规定。

表6.4.2 聚氨酯聚合物彩色抗滑罩面检查与验收标准

检测项目		质量要求或允许偏差		检查频度	检测方法
		集料型	喷涂型		
表观质量	外观	颜色均匀，表面平整、密实，集料分布均匀，无松散，无轮迹，无划痕		随时	目测
	树脂涂布量	±0.1kg/m ²		3个点/km	单位面积称重
	横向接缝	对接，平顺		每条	目测
	纵向接缝	宽度＜80mm，不平整＜6mm		全线连续	目测或用尺量3m直尺
	边线	任一30m长度范围内的水平波动不得超过±50mm		全线连续	目测或用尺量
抗滑性能	横向力系数	≥55或符合设计要求	—	全线连续	JTG 3450 T 0965 或T 0967
	构造深度	≥0.60mm	—	5个点/km	JTG 3450 T 0961
拉拔强度		对钢板：≥8MPa		3个点/km	GB/T 5210
		对水泥混凝土：≥2MPa			
		对沥青混合料：≥1MPa			
渗水系数		≤10mL/min	—	3个点/km	JTG 3450 T 0971
宽度		不小于设计值		3个点/km	用尺量
厚度（代表值）		不小于设计值		3次/km	钻孔或其他有效方法

本规范用词用语说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，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；正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：正面词采用“应”，反面词采用“不应”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：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，采用“可”。

2 规范中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。