

河南省工程建设标准

DBJ41/T XXX-2024
备案号: JXXXXXX-2024

树脂沥青组合体系钢桥面铺装技术标准

Technical Specification for Resin Asphalt Pavement on Steel-bridge

(征求意见稿)

2024-XX-XX 发布

2024-XX-XX 实施

河南省住房和城乡建设厅发布

河南省工程建设标准

树脂沥青组合体系钢桥面铺装技术标准

Technical Specification for Resin Asphalt Pavement on Steel-bridge

DBJ41/T XXX—2024

主编单位：郑州航空工业管理学院

批准单位：河南省住房和城乡建设厅

施行日期：2024 年××月××日

2024 郑 州

前言

根据《河南省住房和城乡建设厅关于印发 2019 年第二批工程建设标准编制计划的通知》（豫建科【2019】372 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，结合河南省具体情况，参考有关标准和政策，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准的主要技术内容是：1.总则；2.术语和符号；3. 基本规定；4. 结构设计；5.材料；6.施工；7.质量检查与验收。

本标准由河南省住房和城乡建设厅负责管理，由郑州航空工业管理学院负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请寄送郑州航空工业管理学院（地址：河南郑州郑东新区文苑西路 15 号，邮政编码：450046，邮箱 zhanghw@zua.edu.cn）。

主编单位： 郑州航空工业管理学院

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

1 总则.....	1
2 术语和符号.....	2
2.1 术语.....	2
2.2 符号.....	2
3 基本规定.....	3
4 结构设计.....	4
4.1 一般规定.....	4
4.2 铺装结构设计流程.....	4
4.3 特殊部位典型铺装结构.....	6
5 材料.....	7
5.1 一般规定.....	7
5.2 树脂沥青碎石封层材料.....	7
5.3 树脂沥青混合料.....	8
5.4 粘结层材料.....	9
5.5 磨耗层混合料.....	10
6 施工.....	11
6.1 一般规定.....	11
6.2 试验段铺筑.....	11
6.3 喷砂除锈.....	12
6.4 树脂沥青碎石封层（EGSL）施工.....	12
6.5 树脂沥青混合料（RAC）铺装下层施工	13
6.6 粘结层施工.....	14
6.7 磨耗层施工.....	14
7 质量检查与验收.....	16
7.1 一般规定.....	16
7.2 施工过程质量检查.....	16
7.3 交工验收阶段工程质量检查与验收.....	18
本标准用词说明.....	19
引用标准目录.....	20
条文说明.....	21

1 总则

- 1.0.1 为适应城市桥梁建设发展的需要，丰富钢桥面铺装技术体系，提高钢桥面铺装设计与施工水平，制定本标准。
- 1.0.2 本标准适用于新建、大修和改建的城市钢桥面树脂沥青组合体系铺装工程。
- 1.0.3 城市钢桥面树脂沥青组合体系的设计、施工及验收，除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 冷拌树脂沥青 resin asphalt

由 A、B 两个组分构成可在常温下使用的沥青，其中 A 组分为环氧树脂与石油沥青等的混合物，B 组分为常温固化剂和石油沥青等的混合物。根据用途分为树脂沥青粘结剂和树脂沥青结合料。

2.1.2 树脂沥青混合料 resin asphalt concrete (RAC)

由树脂沥青结合料和一定级配的集料在常温下拌和后形成的一种热固性聚合物混合料。

2.1.3 树脂沥青碎石封层 epoxy gravel seal layer (EGSL)

在钢桥面上以树脂沥青作为粘结剂和碎石形成的防水抗滑粘结层，增强铺装层对钢板的粘结能力，约束铺装层不产生剪切滑动。

2.1.4 树脂沥青组合体系 ERW pavement

由树脂沥青碎石封层 EGSL、树脂沥青混合料铺装下层 (RAC) 和磨耗层混合料 (EA、SMA、RA) 组成的钢桥面铺装组合结构。

2.2 符号

EGSL ——树脂沥青碎石封层的缩写；

RAC ——树脂沥青混合料缩写；

ERW ——钢桥面树脂沥青组合体系铺装结构的缩写；

3 基本规定

3.0.1 钢桥面树脂沥青铺装结构包括树脂沥青碎石封层、树脂沥青混合料铺装下层、粘结层和磨耗层。

3.0.2 钢桥面树脂沥青铺装应具有抗滑、耐磨、防水、界面粘结可靠、结构耐久等性能。

3.0.3 钢桥面树脂沥青铺装施工的最低气温宜在 10℃以上。高温季节施工时，应避免工人汗水残留在钢桥面板。

3.0.4 钢桥面树脂沥青铺装不应在雨天施工，施工过程突遇降雨时，对已经施工区域的应尽快采取覆盖措施，各铺装层形成强度前如受到雨水浸泡应铲除返工。

3.0.5 钢桥面树脂沥青铺装边缘部位、桥面构造物与铺装接触部位应设置防排水构造。

4 结构设计

4.1 一般规定

4.1.1 钢桥面树脂沥青铺装设计使用年限不宜小于 15 年,有特殊要求的可适当调整设计年限。

4.1.2 钢桥面树脂沥青铺装设计应充分考虑桥梁结构特点、交通荷载状况、环境气候条件、施工条件等因素,参考同类型桥梁树脂沥青钢桥面铺装的工程经验进行。

4.1.3 交通荷载分级标准应符合《城镇道路路面设计规范》CJJ 169 的有关规定。

4.2 铺装结构设计流程

4.2.1 钢桥面树脂沥青铺装组合体系结构设计宜按照图 4.2.1所示流程进行。

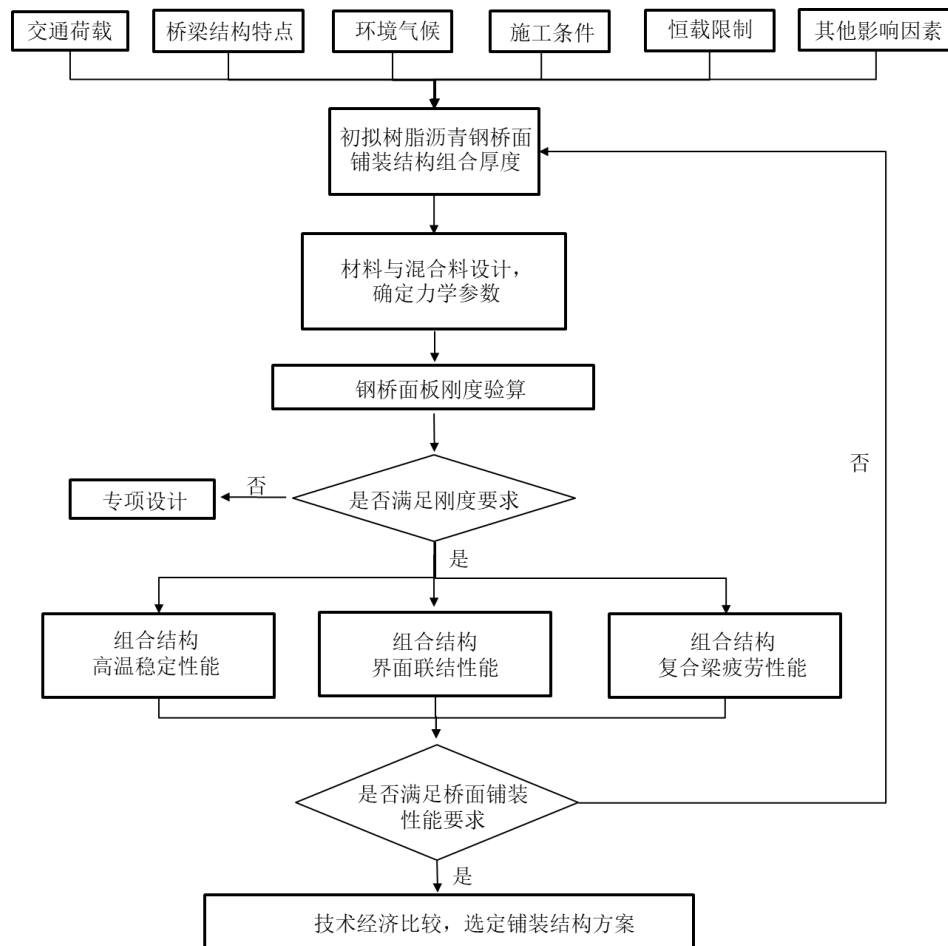


图 4.2.1 钢桥面树脂沥青铺装组合体系结构设计流程

4.2.2 钢桥面树脂沥青铺装结构设计进行桥面系刚度验算应符合《公路钢桥面铺装设计与施工技术规范》JTG/T3364-02 的有关规定。

4.2.3 钢桥面树脂沥青铺装层厚度宜为 50~70mm，树脂沥青碎石封层厚度宜为 3~5mm，树脂沥青混合料铺装下层厚度宜为 20~30mm，沥青类磨耗层厚度宜为 35~45mm，树脂类磨耗层厚度宜为 25~35mm。

4.2.4 磨耗层应平整密实，具有抗滑耐磨、抗裂耐久、抗高温变形等性能，宜采用 SMA 沥青混合料、高弹改性沥青混合料和热拌环氧沥青混合料。

4.2.5 铺装下层与磨耗层之间应设置粘结层，宜采用二阶环氧粘结层或树脂沥青粘结层。

4.2.6 初拟铺装组合结构方案确定后，应对拟设计的铺装组合结构进行界面联结性能、高温稳定性能、复合梁疲劳性能试验。高温稳定性能试验试件宜由磨耗层、粘层和铺装下层组成；界面联结性能试验试件宜由铺装下层、树脂沥青碎石封层、防腐层（如有）和钢板组成；复合梁疲劳性能试验试件宜由磨耗层、粘层、铺装下层、树脂沥青碎石封层、防腐层（如有）和钢板组成。

4.2.7 钢桥面树脂沥青铺装组合结构界面联结性能应符合表 4.2.7 规定。

表4.2.7 树脂沥青铺装组合结构界面联结性能要求

评价要素	单位	交通荷载等级			试验方法
		特重交通	重交通	中、轻交通	
粘结强度（25℃）	MPa	≥1.2	≥1.0	≥0.8	CJJ/T279
剪切强度（25℃）		≥2.5	≥2.0	≥1.8	JTG/T3364-02

4.2.8 根据磨耗层类型，钢桥面树脂沥青铺装组合结构高温稳定性应符合表 4.2.8 规定。对重载车较多、纵坡较大或公交车站区域等路段，宜提高动稳定度要求。组合结构的高温稳定性能试验试件厚度应按设计厚度成型。

表4.2.8 树脂沥青铺装组合结构车辙试验动稳定度要求

磨耗层类型	单位	技术要求	试验方法
改性沥青混合料SMA	次/mm	≥2000（70℃）	JTG E20 T 0719
高弹改性沥青混合料AC		≥1500（70℃）	
热拌环氧沥青混合料EA		≥6000（70℃）	

4.2.9 应在界面联结性能和高温稳定性能验证的基础上进行组合结构复合梁疲劳试验。三点加载复合梁疲劳试验结果应符合表 4.2.9 规定。

表4.2.9 树脂沥青铺装组合结构疲劳试验次数要求

交通荷载等级			单位	试验方法
特重交通	重交通	中等、轻交通	万次	JTG/T 3364-02
≥ 1200	≥ 1000	≥ 800		附录E

4.3 特殊部位典型铺装结构

4.3.1 中央分隔带、索区、人行道和检修道等特殊部位的铺装设计可按《公路钢桥面铺装设计与施工技术规范》JTG/T 3364-02 的有关规定执行。

4.3.2 中央分隔带、索区、人行道和检修道等位置铺装应密实、不透水，并具备一定的防滑功能，可选用浇注式沥青混合料撒布碎石、砂粒式沥青混合料、树脂沥青混合料等方案。

5 材料

5.1 一般规定

5.1.1 钢桥面树脂沥青组合体系所使用的各种原材料运至现场须经检验合格后方可使用。

5.1.2 树脂沥青胶结料应密封、遮阳储存并具备有效的产品合格证书，产品按不同组分分别堆放，存放场所应配备必要的消防器具。

5.1.3 经检验合格的材料和未检验材料应分开存放，检验不合格材料应及时清理出场。

5.2 树脂沥青碎石封层材料

5.2.1 树脂沥青碎石封层兼具抗滑和防水层作用，由树脂沥青粘结剂和3mm～5mm 碎石粘结组成。

5.2.2 树脂沥青粘结剂不应含甲苯、二甲苯等有害挥发性溶剂，不得有刺鼻异味，其技术要求应符合表 5.2.2 规定。

表5.2.2 树脂沥青粘结剂技术要求

试验项目		技术要求	试验方法
拉拔强度（MPa）	70℃	≥3	JT/T1131
	25℃	≥10	
剪切强度（70℃，MPa）		≥1	JT/T1131
指干时间 t （25℃，h）		$1 \leq t \leq 10$	JT/T1131
固化强度（25℃，72h，MPa）		≥3	JT/T1131
断裂伸长率（%）	25℃	≥20	JT/T1131
	-10℃	≥5	
断裂强度（MPa）	25℃	≥10	JT/T1131
	-10℃	≥12	
流动性		不流淌	目测
高温稳定性 （180℃，1h）	外观	无气泡、鼓包、分解	JT/T1131
	质量损失（%）	≤1	
紫外荧光老化后的断裂强度（MPa）		≥8	JT/T1131

5.2.3 树脂沥青碎石封层所用玄武岩碎石技术要求应符合《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40中S14规格的有关规定外，还应符合表5.2.3规定。

表5.2.3 3~5mm撒布碎石技术要求

试验项目	技术要求	试验方法
含泥量/%	≤1	JTG E42 T 0333
吸水率/%	≤1.5	JTG E42 T 0330
含水率/%	≤0.3	JTG E42 T 0332

5.3 树脂沥青混合料

5.3.1 树脂沥青混合料原材料主要包括树脂沥青结合料、粗集料、细集料、填料和聚酯纤维。

5.3.2 树脂沥青结合料由 A、B 两种组分按照比例混合搅拌而成，其搅拌混合后技术要求应符合表 5.3.2 规定。

表5.3.2 树脂沥青结合料技术要求

试验项目		技术要求	试验方法
黏度（25℃，Pa·S）		1~3	JT/T1131
指干时间 t （25℃，h）		≥6	JT/T1131
固化时间（25℃，h）		≤72	JT/T1131
断裂伸长率（%）	25℃	≥50	JT/T1131
	-10℃	≥20	
断裂强度（MPa）	25℃	≥2	JT/T1131
	-10℃	≥5	
流动性		不流淌	目测
高温稳定性 （180℃，1h）	外观	无气泡、鼓包、分 解	JT/T1131
	质量损失（%）	≤1	
紫外荧光老化后的断裂强度（MPa）		≥1.5	JT/T1131

5.3.3 集料应采用洁净、干燥、无风化、无杂质的石料，其质量应符合《城镇桥梁沥青混凝土桥面铺装施工技术标准》CJJ/T279有关规定。

5.3.4 填料宜采用石灰岩或岩浆岩中的强基性等憎水性石料经磨制的矿粉，不应含泥土杂质和团粒，要求干燥、洁净，其质量应符合《城镇桥梁沥青混凝土

桥面铺装施工技术标准》CJJ/T279有关规定。

5.3.5 树脂沥青混合料用聚酯纤维，其质量应符合《沥青路面用聚合物纤维》JT-T 534有关规定。

5.3.6 树脂沥青混合料可采用 RA05 型混合料或 RA10 型混合料，矿料级配应符合表5.3.6规定。

表5.3.6 树脂沥青混合料矿料级配范围

混合料 类型	通过下列筛孔（mm）的质量百分率（%）								
	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
RA05	100	100	90~100	55~72	35~55	25~43	16~30	12~22	8~16
RA10	100	95~100	65~85	50~70	/	28~40	/	14~23	7~14

5.3.7 树脂沥青混合料的配合比设计采用马歇尔试验方法，目标配合比可直用于生产，相关配合比试验方法应符合《公路沥青路面施工技术规范》JTGF40规定，混合料技术要求应符合表5.3.7的规定。

表5.3.7 树脂沥青混合料技术要求

试验项目	技术要求	试验方法
击实次数（次）	双面击实 50 次	JTG E20 T 0702
试件尺寸（mm）	Ø101.6×63.5	JTG E20 T 0702
空隙率 VV（%）	0.0~2.0	JTG E20 T 0702
马歇尔稳定度（KN）	≥40.0	JTG E20 T 0709
流值（0.1mm）	2~4	JTG E20 T 0709
车辙动稳定度（70℃）	≥10000	JTG E20 T 0719
浸水马歇尔残留稳定度（%）	≥90	JTG E20 T 0709
冻融劈裂残留强度比（%）	≥85	JTG E20 T 0729
-10℃低温弯曲极限应变（με）	≥3000	JTG E20 T 0715

5.4 粘结层材料

5.4.1 铺装下层与磨耗层之间应粘结层所用树脂沥青粘结剂材料技术要求应符合本标准表5.2.2规定。

5.4.2 铺装下层与磨耗层之间应粘结层所用二阶环氧粘层油材料技术要求应符合表5.4.2规定。

表5.4.2 二阶环氧粘层油材料技术要求

试验项目	技术要求	试验方法
断裂强度（23℃，MPa）	≥ 2	GB/T 528
断裂延伸率（23℃，%）	≥ 100	GB/T 528

5.4.3 铺装下层与磨耗层之间应粘结层所用改性沥青材料性能指标应符合《城镇桥梁沥青混凝土桥面铺装施工技术标准》CJJ/T279 有关规定。

5.5 磨耗层混合料

5.5.1 磨耗层所用原材料主要包括环氧沥青结合料、高弹改性沥青结合料、普通改性沥青结合料、粗集料、细集料、填料和纤维等材料。各原材料技术要求均应符合《城镇桥梁沥青混凝土桥面铺装施工技术标准》CJJ/T279有关规定。

5.5.2 改性沥青混合料SMA、高弹改性沥青混合料AC和热拌环氧沥青混合料EA技术性能应符合《城镇桥梁沥青混凝土桥面铺装施工技术标准》CJJ/T279有关规定。

6 施工

6.1 一般规定

- 6.1.1 钢桥面树脂沥青铺装施工应有施工组织设计与质量管理体系。
- 6.1.2 机械设备、试验检测仪器进场后，应全面检查、调试、校核、标定、维修和保养，满足施工要求。
- 6.1.3 钢桥面树脂沥青铺装施工前，应对全桥实行封闭，确保施工安全。
- 6.1.4 钢桥面树脂沥青铺装施工前，应备足各类原材料，满足连续施工要求。
- 6.1.5 钢桥面树脂沥青铺装施工时操作人员应佩戴手套、鞋套、口罩、毛巾等个人防护用品。
- 6.1.6 钢桥面树脂沥青铺装进行正式施工前，应完成一定数量的试验段施工，试验段施工应满足本标准。

6.2 试验段铺筑

- 6.2.1 树脂沥青钢桥面铺装各个工序正式施工前应实施试验段，包括喷砂除锈、树脂沥青碎石封层铺筑、树脂沥青混合料铺筑、粘结层洒布、磨耗层铺筑等。
- 6.2.2 喷砂除锈和环氧粘结碎石层试验段面积不宜小于 100m²，铺装层试验段面积不宜小于 500m²。
- 6.2.3 通过钢板喷砂除锈试验段应达到以下目的：
 - 1 确定喷砂机的机械数量和组合方式，喷砂设备的行走方式、行走速度、喷砂设备之间的搭接宽度，机械打磨的方法和使用的机具；
 - 2 确定喷砂除锈作业的工作效率，每一个作业段的工作长度；
 - 3 确定施工组织及管理体系、人员组织安排等。
- 6.2.4 通过树脂沥青碎石封层试验段应达到以下目的：
 - 1 确定树脂沥青涂布工艺与涂布量；
 - 2 检测树脂沥青碎石封层实施完成后的厚度、与钢板的粘结强度等；
 - 3 确定施工速度，每一个作业段的工作长度。
- 6.2.5 通过树脂沥青混合料试验段应达到以下目的：
 - 1 检验各种施工机械的类型、数量及组合方式是否匹配；
 - 2 确定树脂沥青混合料的施工容许时间、运输时间、摊铺时间和碾压成型时

间，施工接缝的处理工艺等；

3 确定冷拌树脂沥青混合料的关键施工参数；

4 验证冷拌树脂沥青混合料的生产配合比，提出正式施工时的配合比；

6.2.6 通过磨耗层层试验段应达到以下目的：

1 检验各种施工机械的类型、数量及组合方式是否匹配；

2 通过试拌确定上料速度、拌合数量、拌合时间、拌合温度、生产配合比等工艺参数；

3 通过试铺确定摊铺温度、摊铺宽度、摊铺速度等，确定碾压工艺、松铺系数以及接缝处理工艺等。

4 验证混合料生产配合比，提出正式施工时的配合比。

6.2.7 试验段实施完成后，经检测各项技术指标均符合规定时，方可进行下一步施工。

6.3 喷砂除锈

6.3.1 钢桥面板应先进行喷砂除锈后再进行树脂沥青钢桥面铺装的施工。

6.3.2 喷砂除锈前应保证钢板清洁、干燥、无污染，确保钢板表面无焊瘤、飞溅物、针孔、飞边和毛刺等。

6.3.3 喷砂除锈应按《城镇桥梁沥青混凝土桥面铺装施工技术标准》CJJ/T279 中 5.3 节有关规定进行施工。

6.4 树脂沥青碎石封层（EGSL）施工

6.4.1 喷砂除锈施工结束检验合格后应立即开始 EGSL 层施工，防止抛丸处理后钢板表面发生锈蚀和二次污染，确保 EGSL 层粘结剂布面清洁、干燥、无浮锈、无尘埃。

6.4.2 树脂沥青粘结剂由 A、B 两组份组成，应严格按照比例进行混合，并用电动搅拌机搅拌均匀。根据当时的钢板温度、大气温度和胶料拌和温度，及时调整施工时间，保证胶料在规定时间内涂刷完毕。

6.4.3 树脂沥青粘结剂采用人工一层刮涂方式涂布，涂布量为 $0.9 \text{ kg/m}^2 \sim 1.1 \text{ kg/m}^2$ ，按方格网法控制，涂布时应均匀、无堆积、无流淌。

6.4.4 树脂沥青粘结剂涂布完成后紧跟撒布 $3\text{mm} \sim 5\text{mm}$ 粒径的碎石，撒布应均匀、满布、不重叠、无堆积。

6.4.5 EGSL 层施工结束后，要封闭养护，未固化前禁止一切人员和机械进入。

6.4.6 EGSL 施工过程中成型剪切试件和拉拔试件，与钢桥面板 EGSL 同等条件养生，于铺装下层施工前检测试件剪切强度和拉拔强度。

6.5 树脂沥青混合料（RAC）铺装下层施工

6.5.1 树脂沥青混合料施工前应保证 EGSL 层表面无灰尘、杂物或其他污染物。

6.5.2 树脂沥青混合料施工前应在 EGSL 层上涂布树脂沥青粘结剂，洒布量为 $0.1\sim 0.2\text{kg/m}^2$ 。

6.5.3 树脂沥青混合料宜采用专用的混凝土拌合机拌和，拌和注意事项如下：

- 1 根据配合比分别放料至称量斗进行称量，以保证油石比准确；
- 2 拌和机设置应尽可能在施工现场附近，一般不超过 30min 的运输时间为宜，使混合料的运输和摊铺等待时间能符合树脂沥青结合料固化的作业时间要求；
- 3 聚酯纤维应先与集料干拌 10s~15s，拌和均匀后再加入树脂沥青；
- 4 树脂沥青结合料由定量包装的 A 组分和 B 组分组成，将已分装完毕的 A、B 组分按比例倒入拌和桶，用电动搅拌机进行搅拌，搅拌时间不少于 45s（搅拌时间根据现场温度状况需进行适当调整），然后提升到拌锅平台上，待集料、聚酯纤维干拌结束后直接倒入拌锅内；
- 5 树脂沥青混合料干拌时间控制在 15s~20s，湿拌不少于 60s，总拌和时间 80s~90s，以混合料均匀为准。

6.5.4 冷拌树脂沥青混合料的运输注意事项如下：

- 1 拌和完毕的树脂沥青混合料直接放入运料车，运料车装料先后部再前部，保证摊铺过程中先拌和的混合料先摊铺；
- 2 为保证冷拌树脂沥青混合料在规定的时间内施工完毕，需根据现场树脂沥青混合料拌和时间、运输时间和摊铺碾压时间确定合理的运料车装料数量，确保树脂沥青混合料摊铺过程中不等料，每车料在规定的时间内摊铺完毕；
- 3 树脂沥青混合料常温冷拌，运输车辆可不设保温层，但要覆盖篷布。

6.5.5 树脂沥青混合料的摊铺与碾压注意事项如下：

- 1 钢桥面摊铺采用一台或多台摊铺机全幅施工，摊铺机的行走速度应与拌和机的产量相匹配，一般宜为 $2\text{m}\sim 3\text{m/min}$ ，树脂沥青混合料摊铺厚度采

用平衡梁方式进行控制。

- 2 碾压工序：初压光轮静压 3~4 遍，初压结束后立即在树脂沥青混合料表面均匀洒布一层 10~13mm 的碎石，碎石洒布量控制在 $1.0\sim 1.2\text{kg/m}^2$ ，然后采用轮胎压路机进行复压 3~4 遍，要求洒布石料粒径的一半以上嵌入树脂沥青混合料表层。在树脂沥青混合料完全固化后开始下一工序之前，将其表面黏结不牢固的石子清除。
- 3 碾压采用分段控制，碾压长度要与每车料摊铺长度一致。碾压过程中禁止洒水、柴油、废机油及其混合液。为防止粘轮，统一采用植物油涂刷压路机轮胎表面。
- 4 摊铺碾压结束后及时清除压路机上粘连的树脂沥青混合料，用专用清洗液清洗摊铺机，避免冷拌树脂沥青胶料完全固化后无法清洗。

6.5.6 树脂沥青混合料施工宜单向一次成型，并尽可能不设置横向施工缝。如需设置施工缝应采取措施保证接缝处的平顺和密实，横缝界面应涂布树脂沥青胶结料作为层间粘接剂。

6.5.7 树脂沥青混合料铺装下层施工结束后根据气温条件要求封闭养护 2d~3d，养护期间一切车辆不得通行。

6.5.8 在现场施工过程中，应成型马歇尔试件，并置于桥上进行同步养生，检测 1d、3d、6d 的马歇尔稳定度。

6.6 粘结层施工

6.6.1 粘结层应在树脂沥青混凝土层达到设计强度、磨耗层层施工前实施。

6.6.2 树脂沥青洒布量宜为 $0.3\text{kg/m}^2\sim 0.5\text{kg/m}^2$ ，二阶环氧材料洒布量宜为 $0.7\text{kg/m}^2\sim 0.9\text{kg/m}^2$ ，普通改性沥青洒布量宜为 $0.8\text{kg/m}^2\sim 1.2\text{kg/m}^2$ 。

6.6.3 宜采用具有计量、搅拌、喷涂、自动清洗等功能的专用洒布机进行施工，对不便喷洒的部位可采用人工均匀涂刷。

6.6.4 粘结层洒布后如遭雨淋，应立即用鼓风机吹干，确保无残存水分后，方可进行后续作业。

6.6.5 在磨耗层摊铺前应对已完成的粘结层区域进行封闭养护，以防止污染。

6.7 磨耗层施工

6.7.1 粘结层施工完成后 24h~48h 内应立即进磨耗层施工。

6.7.2 根据磨耗层所用混合料类型，可按照《城镇桥梁沥青混凝土桥面铺装施工技术标准》CJJ/T279 有关规定进行施工。

7 质量检查与验收

7.1 一般规定

7.1.1 施工关键工序宜留存影像资料，作为现场记录保存。

7.1.2 在施工过程中，应配备足够数量试验操作人员，并应明确每个质量控制环节责任人。

7.1.3 施工过程中除施工单位进行自检外，工程监理单位应按有关规定进行质量检查与控制，并由业主和质量监督部门认可的钢桥面铺装设计研究单位配合质量检测机构对钢桥面铺装质量进行监督检查和验收。

7.2 施工过程质量检查

7.2.1 钢桥面喷砂除锈施工质量检查项目、检查频率、试验方法和质量要求宜按照《公路钢桥面铺装设计与施工技术规范》JTG/T3364-02 有关规定执行。

7.2.2 树脂沥青碎石封层（EGSL）施工质量检查应符合表 7.2.2 规定。

表 7.2.2 质量检验项目和频率

检查项目		检查频率	质量要求	检查方法
树脂沥青断裂强度 (MPa)		材料入场时检测一次，施工过程中每批次检测一次	符合表5.2.2规定	JT/T1131
碎石	含泥量 (%)	每施工日1次	符合表5.2.3规定	JTG E42 T 0352
	通过率 (%)			JTG E42 T 0350
树脂沥青洒布量/ (kg/m ²)		3点/1000 m ²	设计值±0.05 kg/m ²	JTG 3450 T0982
均匀性		随时	无漏涂	目视
施工时间 ^a /min		随时	小于容留时间	计时
与钢板粘结强度 /MPa		每1000 m ² 检查2处	符合设计件规定	JTG 3450 T0985
^a 施工时间是指树脂沥青各组分拌合均匀开始计时，至其洒布到桥面板的时间间隔。				

7.2.3 树脂沥青混合料应按表 7.2.3-1 和表 7.2.3-2 要求对原材料、混合料、施工质量及外形尺寸进行自检，监理工程师按所列频率的 20%进行抽检。

表 7.2.3-1 质量检验项目和频率

材料	检查项目	检查频率	质量要求	试验方法
树脂 沥青	断裂强度（MPa）	材料组成设计时测 1 个样品； 厂家提供产品变化时 重新测试	符合表 5.3.2 的规定	JT/T1131
	黏度（25℃，Pa·S）			JT/T1131
	固化时间（h）			JT/T1131
集料	含水率（%）	每施工日测 2 次	符合 CJJ/T279 中 10.2 节 有关规定	JTG E42 T0305
	级配			JTG E42 T 0327
	压碎值（%）	材料组成设计时测 1 个样品；发现异常 时，随时检测		JTG E42 T 0725
	有机物含量（%）			JTG E42 T 0313
	塑性指数（%）			JTG E42 T 0354
树脂 沥青 混合 料	级配	每施工日测 1 次	符合表 5.2.1 的规定	JTG E20 T 0725
	胶石比		设计剂量 0～+0.3%	JTG E20 T 0722
	马歇尔稳定度（KN）		符合表 5.3.7 的规定	JTG E20 T 0709

表 7.2.3-2 施工质量和外形检查项目、频率和质量标准

检查项目	允许偏差	频率	试验方法
压实度 (%)	符合设计要求	每 200m 每车道测 1 点	按碾压吨位与遍数检查
横坡 (%)	-0.3 ~ +0.3	每 200m 测 4 个断面	JTG 3450 T0911
平整度 最大间隙 (mm)	≤5	每 200m 测 2 处, 每处连续 10 尺	JTG 3450 T0932
厚度 (mm)	-3 ~ +5	随时	每日用混合料数量及实铺面积计算平均厚度

7.2.4 粘结层施工质量检查应符合表 7.2.3 规定。

表 7.2.4 粘结层质量检验项目和频率

检查项目	检查频率	质量要求	检查方法
粘结材料洒布量 (kg/m ²)	3点/1000 m ²	设计值±0.05 kg/m ²	JTG 3450 T0982
均匀性	随时	无漏涂	目视

7.2.5 磨耗层应根据混合料类型，其施工质量检查项目、检查频率、试验方法和质量要求应按照《城镇桥梁沥青混凝土桥面铺装施工技术标准》CJJ/T279 中 10.2 节有关规定执行。

7.3 交工验收阶段工程质量检查与验收

7.3.1 钢桥面树脂沥青铺装施工质量验收应按照《城镇桥梁沥青混凝土桥面铺装施工技术标准》CJJ/T279 中 10.3 节有关规定执行。

本标准用词说明

1 为了便于在执行本规范条文时区别对待，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”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：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 条文中指明应按照其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《城镇道路路面设计规范》 CJJ 169
- 2 《钢桥面铺装冷拌树脂沥青》 JT/T1131-2017
- 3 《城镇桥梁沥青混凝土桥面铺装施工技术标准》 CJJ/T279
- 4 《公路沥青路面施工技术规范》 JTG F40
- 5 《公路路基路面现场测试规程》 JTG 3450
- 6 《沥青路面用聚合物纤维》 JT-T 534
- 7 《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》 JTG E20
- 8 《公路工程集料试验规程》 JTG E42
- 9 《公路钢桥面铺装设计与施工技术规范》 JTG/T3364-02

河南省工程建设标准

树脂沥青组合体系钢桥面铺装技术标准

Technical Specification for Resin Asphalt Pavement on Steel-bridge

DBJ××/T×××-2024

条文说明

目 次

1 总则.....	23
2 术语和符号.....	24
3 基本规定.....	25
4 结构设计.....	26
5 材料.....	28
6 施工.....	29
7 质量检查与验收.....	30

1 总则

1.0.1 钢桥面铺装层由于受力条件较为严峻，需要具有足够的强度、刚度、抗冲击、耐磨等力学性能，传统桥面沥青铺装主要有浇筑式沥青铺装 GA 和环氧沥青铺装 EA。近年来，树脂沥青钢桥面铺装先后应用于江东大桥、宜昌长江公路大桥、辽河大桥、象山港大桥、嘉绍大桥和苏州斜港大桥等桥面铺装新建工程和润扬长江公路大桥、南京长江第三大桥、阳逻大桥和军山大桥等桥梁桥面铺装的大修养护工程，桥型结构包括悬索桥、斜拉桥、钢桁架桥和钢拱桥等，部分钢桥面铺装使用年限超过 5 年，铺装整体性能依旧良好。相比 GA 铺装和 EA 铺装，RA 的最大优点在于可在常温下进行施工条件，施工便捷且能减少能耗，目前已经得到路桥建设行业普遍认识和接受。由此，总结 RA 沥青铺装科学研究和工程实践经验，吸收新技术、新成果，适应河南省城镇道路桥面建设发展需要，制定本标准。

1.0.3 本标准在编制过程中参考了现行的相关规范，因此在具体使用过程中应将相关规范作为本标准的补充。

2 术语和符号

2.1.3 EGSL 层利用冷拌树脂沥青涂层隔绝水和空气与钢板的接触，增强铺装层对钢板的粘结能力，利用在树脂沥青上撒布的粘结碎石形成的粗糙的铺装界面的表面，约束铺装层不产生剪切滑动。

2.1.4 树脂沥青钢桥面铺装主要由 3 层构成，EGSL 层主要功能为钢板的防腐防水、铺装层与钢板之间的粘结以及提供抗剪能力；铺装下层 RA 树脂沥青混合料为刚性过渡层，主要功能为将铺装上层的荷载传递给钢板以及刚度过渡，同时隔绝铺装上层的温度传递至钢板；铺装上层为磨耗层，主要功能为提供行车舒适性与行车安全性；三层形成一个有机的整体，统称为树脂沥青钢桥面铺装。

3 基本规定

3.0.1 树脂沥青钢桥面铺装结构中粘结层包括两层，分别为铺装下层与环氧粘结碎石抗滑层之间的粘结层、铺装下层与铺装上层之间的粘结层。

3.0.3~3.0.4 树脂沥青粘性产生是由各活泼组分发生化学反应后形成较高粘性的材料，因此其各组分对水分敏感性较高。在施工过程中不仅需要做到不在雨天施工，对于施工中的侵入的水分也应当立即去除，确保在施工全过程中做到洁净、干燥。环境温度低于 10℃时，对树脂材料反应程度影响较大，树脂沥青需要更长时间完成固化，因此在环境温度小于 10℃的条件下不应施工。

4 结构设计

4.1 一般规定

4.1.2 交通荷载因素包括交通量水平和轴载，直接影响桥面铺装的使用寿命。在钢桥面铺装轴载换算方法还无深入理论研究或有明确研究成果前，交通量换算仍按我国现行《城镇道路路面设计规范》CJJ 169 执行桥梁结构特点主要包括：桥梁类型、桥梁几何特性、桥面系结构特征(桥面顶板厚度、加劲肋间距、横梁或横隔板间距、纵向腹板位置) 等，即对桥面铺装受力产生影响的相关桥梁结构参数。环境气候因素包括温度(极端最高气温、极端最低气温、最热月平均最高气温、最冷月平均气温)、湿度(相对湿度)、降雨 (年降雨量、年内降雨量分布)、降雪 (年降雪量、平均年降雪天数) 等，这些因素影响钢桥面铺装结构与材料参数的确定。河南地区考虑适当提高桥面铺装材料高温稳定性要求，提高材料变形能力要求，考虑铺装材料抗冻融性问题桥面铺装防水、防滑及水损害问题。施工条件包括沥青混合料运输距离、施工期湿度及降雨情况、桥面系构造物布置、桥面板搭接情况及螺栓高度等。施工条件是影响铺装结构设计中方案选择的关键因素之一。恒载限制影响桥面铺装设计总厚度，通常在桥梁结构设计中已有明确限定，钢桥面铺装设计时需考虑桥梁恒载限制。

4.2 铺装结构设计流程

4.2.1 树脂沥青钢桥面铺装设计应根据交通条件、气候条件和桥梁结构特点，结合以往工程钢桥面铺装设计和使用经验，初步拟定钢桥面铺装材料类型与结构层厚度。根据初拟方案，进行铺装材料设计和组合结构性能验证，并进行钢桥面铺装体系的刚度验算。若不满足要求时，应提高材料性能要求或增加桥面系刚度；若满足要求时，验证铺装组合结构的性能。若不满足设计要求，则重新进行材料选 铺装结构设计择与设计；若满足设计要求，则确定树脂沥青钢桥面铺装结构和材料要求。

4.2.2 正交异性钢桥面板刚度直接影响桥面铺装受力和使用寿命，我国钢桥发展初期，桥面铺装发生较多的早期病害正是由于正交异性钢桥面板刚度不足引起。

4.2.3 铺装结构层总厚度应满足桥梁设计的恒载要求，单层厚度应根据沥青混合料压实特性确定，沥青混合料公称最大粒径应与单层厚度相匹配。

4.2.5 根据铺装上层材料选择的不同，铺装上下层之间的粘结层材料选择也不同，

若铺装上层采用树脂沥青混凝土,可选用树脂沥青粘结层;若铺装上层采用热拌沥青混凝土,可选用二阶环氧粘结层。粘结层材料也可选用改性沥青,当选择改性沥青作为粘结层时,应对铺装下层表面进行相应的粗糙化处理,以增加铺装上层与铺装下层之间的粘结能力。

4.2.7 树脂沥青铺装组合结构界面粘结强度和剪切强度标准值的取值,兼顾了材料的使用要求(界面粘结强度不小于荷载作用下的界面应力大小)和材料产品质量控制要求两方面因素。通过模拟包括正交异性桥面板在内的桥面铺装结构,建立局部荷载(考虑了重载和冲击作用)作用下钢桥面铺装受力的有限元模型,分析顶板厚度 12~18mm、纵向加劲肋(板)间距 300~500mm 工况下界面正应力和界面剪应力的变化范围。结果表明:改性沥青混合料铺装的界面剪切应力不超过 0.6MPa,环氧沥青混合料铺装的界面剪切应力不超过 1.2MPa,对应两种铺装材料时的界面正应力更小,不大于相应剪切应力的 50%。对各种防水粘结材料界面粘结强度统计分析,考虑不同交通荷载等级对材料性能要求的区别,结合有限元计算结果,得出表 4.2.7 中的要求值。

4.2.8 由于磨耗层对组合结构高温稳定性影响较大,因此提出组合结构车辙试验动稳定度技术要求时,依据磨耗层类型进行分类。

4.2.9 目前,国内常用钢桥面铺装组合试件疲劳试验方法主要有两种:五点加载复合梁疲劳试验和三点加载复合梁疲劳试验。通过大量试验发现,两种试验方法的破坏模式有较大区别,五点加载复合梁疲劳试验多为防水粘结层脱层破坏,而三点加载复合梁疲劳试验破坏多为沥青混合料面层开裂破坏。大量调研和研究表明,采用树脂沥青混合料为铺装下层的铺装结构其薄弱位置为磨耗层表面,对应的病害为面层开裂,因此建议采用三点加载复合梁疲劳试验来评价其铺装结构疲劳性能。

4.3 特殊部位典型铺装结构

4.3.2 中央分隔带与索区常存在较多的障碍物,很难采用摊铺机、压路机等设备进行施工通常采用人工摊铺的方法施工。采用无需碾压或易碾压密实的材料,能够取得较好的密实效果并有效隔绝水分的渗透,如浇注式沥青混合料、砂粒式沥青混合料等。

5 材料

5.1 一般规定

5.1.2 树脂类胶结料因其组成和机构的特殊性,需要在密封、避光的条件下存放,避免阳光照射和漏气导致的失效。同时,不同组分应分类存放,且有明显的分类标识,避免取用时产生错误。由于树脂材料一般具有易燃特性,在树脂材料存放场地需要有充足的消防器具和对应的消防疏导方案。

5.3 树脂沥青混合料

5.3.7 树脂沥青混合料配合比设计也应采用马歇尔试验方法,由于树脂混凝土双组分混合均匀后拌和过程对混合料性能影响较小,故目标配合比可直接用做生产配合比,只要操作计量符合规范要求,无需进行生产配合比验证。

本规范树脂沥青混合料的技术指标,主要对动稳定度试验温度提出了更高要求。车辙常规试验温度为 60℃,根据我国钢桥面铺装使用气候条件现状(在实测中,多座桥梁桥面铺装极端最高温度高达 65~70℃),本规范在 70℃下提出车辙试验动稳定度技术要求。另外考虑到桥面铺装变形较大,对改性沥青混合料低温弯曲应变也提出了较高要求。

5.4 粘层材料

为了有效消除冷拌树脂混凝土和树脂沥青碎石封层之间的空隙,提高层间结合力,在树脂沥青碎石封层界面上涂布树脂粘层材料。

5.5 磨耗层混合料

钢桥面铺装常用改性沥青混合料包括 SMA 和 AC 两种,其中欧洲和我国多采用改性沥青 SMA,日本则多采用改性沥青 AC 作为磨耗层使用。

6 施工

6.1 一般规定

大量的研究和工程实践表明，施工时气温在 5℃以下，混合料的成型速度十分缓慢，长时间无法开放交通，或开放交通初期有较多的粗集料飞散，因此规定施工温度不应低于 10℃。实际施工应尽量避免在低温季节进行，有利于城镇道路快速开放交通的需要。

6.3 喷砂除锈

对于新建和较大面积翻修的钢桥面铺装工程，其钢桥面板应进行喷砂除锈处理。对小面积维修和无法进行机械喷砂除锈的桥梁，其钢桥面板也可采用打磨等其他工艺进行除锈处理。

6.4 树脂沥青碎石封层（EGSL）施工

6.4.1 喷砂除锈后如不及时进行第一层涂层施工，空气中的水分将会接触到钢桥面板，造成桥面板轻微锈蚀，导致涂层与钢桥面板粘结效果不佳，因此规定除锈后 4h 内完成钢桥面板上第一层涂层施工。

6.4.3 防水粘结层施工通常采用人工刮涂、辑涂或机械喷涂等方法。

6.5 树脂沥青混合料（RAC）铺装下层施工

6.5.5 与钢轮压路机相比，轮胎压路机的优点在于可通过轮胎揉搓作用取得更好的压实效果，且充气轮胎可以保证粗集料不易被压碎，确保了桥面铺装的碾压质量。压路机组合参考方案应依据实际工程经验多总结。

6.5.7~6.5.8 摊铺、碾压完成后，树脂沥青混合料强度还不足以开放交通，因此需要封闭交通进行养生，随着养生时间的增加，其强度不断增长，直至达到强度要求。试验表明，树脂沥青混合料强度的增长速度与材料特性及养生气温有关，气温越高环氧沥青混合料固化反应越快，所需养生时间越短。通常确定养生时间的方法是：对摊铺当天的树脂沥青混合料取样，成型多个马歇尔试件，放置在桥面铺装层上，隔一定时间测试马歇尔稳定度，若马歇尔稳定度达到设计要求即可开放交通。

7 质量检查与验收

7.1 一般规定

7.1.1 施工原始记录是对施工过程最基本而原始的真实写照,如施工的具体部位、尺寸、进度、时间、气象;施工的机具、工艺;设备的安装、调试;原材料规格、质量、数量等。大部分属于隐蔽而不可再现的内容,是质量保证资料的主要组成部分。

7.2 施工过程质量检查

7.2.3 由于在钢桥面铺装上进行破坏性检查容易导致桥面铺装出现早期病害,因此建议尽量避免采用钻芯取样等方法,推荐在试验段上测定压实度,根据在试验段上建立的碾压吨位与碾压遍数的关系进行控制。