

ICS 93.080.20

CCS P 66

DB51

四川 地方 标准

DB51/T 3306—2025

公路水泥混凝土桥面沥青铺装技术指南

2025-09-15 发布

2025-10-15 实施

四川省市场监督管理局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	2
5 设计	2
6 材料	4
7 配合比设计	6
8 施工	7
9 施工质量管理	10
附录 A (规范性) 复合件拉拔强度试验方法	13
附录 B (规范性) 复合试件剪切强度试验方法	15
附录 C (资料性) 公路水泥混凝土桥面的界面糙化处理工艺	17
附录 D (规范性) 露骨率试验方法	18

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由四川省交通运输厅提出、归口、解释并组织实施。

本文件起草单位：四川省交通勘察设计研究院有限公司、四川省交通建设集团有限责任公司、四川沿江攀宁高速公路有限公司、西南交通大学、四川成绵苍巴高速公路有限责任公司成都分公司、四川蜀道养护集团有限公司、四川德阳绕城高速公路有限责任公司。

本文件起草人：黄晚清、曹明明、游宏、艾长发、刘静、李杰、彭庆华、朱明、罗龙、陈光军、吴志勇、羊勇、龙庆、左贵宁、周莉、朱绍奇、蒋双全、孙松松、苗春泽、郑茂、郭胜、文光斗、李馨、汤雄、刘明刚、邓建波、任东亚、曹磊、蔡先庆、郑伟、梁海、颜川奇、王波、杜镇宇、王超、吴勇、刘丽、肖锐、张傲南、田陈燕、任波、利璐、兰滔、肖钰臻、王三文、李嘉仪、战友、李鹏、谢凯。

公路水泥混凝土桥面沥青铺装技术指南

1 范围

本文件规定了公路水泥混凝土桥面沥青铺装的设计、材料、配合比设计、施工、施工质量管理等要求。

本文件适用于公路水泥混凝土桥面沥青铺装的设计与施工。

2 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 16777 建筑防水涂料试验方法
GB 18243 塑性体改性沥青防水卷材
JC/T 408 水乳型沥青防水涂料
JC/T 975 道桥用防水涂料
JGJ 55 普通混凝土配合比设计规程
JT/T 533 沥青路面用纤维
JT/T 860.4 沥青混合料改性添加剂第4部分：抗剥落剂
JT/T 860.8 沥青混合料改性添加剂第8部分：高模量剂
JTG/T D33 公路排水设计规范
JTG D50 公路沥青路面设计规范
JTG F40 公路沥青路面施工技术规范
JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
JTG/T 3350-03 排水沥青路面设计与施工技术规范
JTG 3450 公路路基路面现场测试规程
DB51/T 2516 沥青同步碎石封层技术指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 界面糙化处理 interface roughening treatment

采用机械或人工方式，对水泥混凝土桥面表面进行打毛处理，以达到规定平整度和粗糙度的要求。处理措施主要有抛丸、精铣刨、凿毛。

3.2 凿毛台车 chiseling trolley

采用按一定规则排列的电子液压系统控制的多个蝶形刀具，对水泥混凝土桥面表面进行糙化处理的设备。

3.3

凿毛台车凿毛 chiseling trolley chiseling

利用凿毛台车对水泥混凝土桥面表面进行糙化处理的工艺。

3.4

精铣刨 precision milling-planing

采用精铣刨机对水泥混凝土桥面表面进行糙化处理的工艺。

3.5

改性沥青砂 modified asphalt mastic

由改性沥青、矿粉和粒径小于等于4.75mm的集料拌和而成的沥青混合料。

4 总则

4.1 为规范指导公路水泥混凝土桥面沥青铺装的设计和施工,提高工程质量,编制本文件。

4.2 公路水泥混凝土桥面沥青铺装的设计、施工及质量验收除应符合本文件的有关规定外,并符合国家及行业现行的有关标准、规范的规定。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 公路水泥混凝土桥面沥青铺装设计宜遵循系统设计理念,根据公路等级、桥梁跨径、荷载等级,结合当地气候、材料、工程经验等因素进行设计。

5.1.2 公路水泥混凝土桥面沥青铺装设计包括界面糙化处理设计、防水粘结层设计、沥青铺装结构组合设计以及防排水设计等。

5.1.3 公路水泥混凝土桥面沥青铺装应设置桥面防排水,重视桥面防水粘结层的设置和材料的选择。

5.1.4 公路水泥混凝土桥面沥青铺装设计年限不低于JTG D50的相关规定。

5.2 界面糙化处理设计

5.2.1 界面糙化处理宜采用抛丸打毛、精铣刨或凿毛台车凿毛等处理方式,处理后的界面构造深度、露骨率、平整度等指标应满足本文件的相关要求。

5.2.2 抛丸打毛适用于纵坡小于等于3.0%和桥面浮浆层较薄(小于等于3mm)的水泥混凝土桥面,对桥面浮浆较厚(大于3mm)、浮浆强度较高、纵坡大于3.0%的水泥混凝土桥面需进行试验论证后采用。

5.2.3 精铣刨和凿毛台车凿毛方式对纵坡大和浮浆厚的桥面处理效果好,凿毛台车凿毛方式对桥面平整度的适应能力较强,精铣刨不宜用于钢筋保护层厚度小于35mm的桥面。

5.3 沥青铺装结构组合设计

5.3.1 沥青铺装层结构宜与主线路面结构相协调,大桥、特大桥及其他受力复杂桥梁的水泥混凝土桥面沥青铺装宜进行专项设计。

5.3.2 二级及二级以上公路桥面沥青铺装宜采用两层结构。大桥、特大桥及其他受力复杂桥梁的沥青铺装在满足恒载要求的前提下,宜采用两层以上的结构。

5.3.3 两层以上沥青铺装结构主要适用于特大桥、大桥、特殊气候条件及其他受力复杂桥梁的水泥混凝土桥面,沥青铺装最下层可采用改性沥青砂等密级配混合料,主要起加强防水、调平的作用。

5.3.4 沥青铺装上层满足抗滑和抗变形要求,沥青铺装下层满足抗变形、密实、不透水等要求,同时

具有良好的抗疲劳性能。高海拔地区沥青混合料具有良好的抗强紫外线、抗低温开裂、抗反复冻融的性能。

5.3.5 沥青铺装上层可采用 SMA、AC、OGFC、PAC 或超薄磨耗层材料，沥青铺装下层可采用 SMA、AC 或其他密级配混合料（如改性沥青砂）。沥青铺装上层采用 OGFC 或 PAC 类透水性材料时，特别注重下层混合料的封水性能，必要时在沥青铺装结构层间设防水层，防水层宜采用沥青同步碎石封层。沥青铺装上层采用超薄磨耗层时，宜加强磨耗层的接缝处的防水设计，避免雨水渗入下层。

5.3.6 沥青铺装结构层组合设计可参考表 1 中的组合方案进行。

表1 沥青铺装结构层组合参考方案

沥青铺装材料	方案一		方案二		方案三		方案四		方案五		方案六	
	铺装上层	铺装下层										
SMA、AC	√	√	—	√	—	√	√	—	—	—	—	—
OGFC、PAC	—	—	√	—	—	—	—	—	√	—	—	—
超薄磨耗层	—	—	—	—	√	—	—	—	—	—	√	—
其他密级配混合料	—	—	—	—	—	—	—	√	—	√	—	√
SMA、AC	√	√	—	√	—	√	√	—	—	—	—	—

注：表中仅列出两层沥青铺装结构组合的情况，改性沥青砂等其他密级配混合料可用于三层沥青铺装结构组合的防水调平层。

5.3.7 沥青铺装总厚度在满足恒载要求的情况下，单层压实厚度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，热拌热铺沥青混合料单层厚度不宜小于集料公称最大粒径的 2.5 倍~3 倍。

5.4 桥面防水粘结层设计

5.4.1 沥青铺装层与水泥混凝土桥面之间应设置防水粘结层，满足层间黏结和防水要求。

5.4.2 防水粘结层有足够的黏结强度、防水能力和耐久性。

5.4.3 防水粘结层可采用水性沥青基防水涂料、乳化沥青类、热沥青类等材料。热沥青类材料包括道路石油沥青、橡胶改性沥青、SBS 改性沥青、高黏度改性沥青等。防水粘结层采用热沥青、乳化沥青类材料时，宜同步撒布一定数量的碎石。

5.4.4 高原高海拔地区防水粘结层宜采用橡胶改性沥青、SBS 改性沥青、高黏度改性沥青等。

5.5 防排水设计

5.5.1 特殊部位的防排水措施宜符合下列规定：

- 超高外侧 50cm 范围内，下层铺设后及时洒布或涂刷热沥青、乳化沥青或防水涂层等防水材料，上层铺设后可涂刷乳化沥青、防水涂层等防水材料；
- 超高内侧的桥面铺装边缘带可在下层设置纵向渗沟或排水槽，并与桥梁泄水孔相连；
- 渗沟宽度宜为 10cm~20cm，并采用单粒径碎石或升级配沥青混合料填充。排水槽宽度宜为 5cm~10cm；
- 沥青铺装层与路缘带、护栏和伸缩缝的接触部位，宜采用热沥青、贴缝带等进行封缝防水处理；
- 桥梁泄水口顶面比周边水泥混凝土桥面沥青铺装低 0.5cm~1cm。

5.5.2 其他应符合 JTG/T D33 和 JTG/T 3350-03 的有关规定。

6 材料

6.1 一般规定

沥青铺装用原材料的选择宜就地取材，并满足经济、环保的要求。

6.2 沥青

6.2.1 二级及二级以上公路的大桥、特大桥的桥面铺装宜采用改性沥青，排水沥青混合料宜采用高黏度改性沥青，改性沥青砂宜采用 SBS 改性沥青、高黏度改性沥青、橡胶改性沥青等，超薄罩面宜采用 SBS 改性沥青、高黏改性沥青、橡胶沥青等。

6.2.2 道路石油沥青、SBS 改性沥青等沥青的技术要求均符合 JTG F40 的有关规定。

6.2.3 高黏度添加剂及其改性沥青的技术要求符合 JTG/T 3350-03 的有关规定。

6.2.4 高模量剂及其沥青结合料的技术要求符合 JT/T 860.8 的有关规定。

6.2.5 橡胶改性沥青的技术要求满足表 2 的要求。

表2 橡胶改性沥青技术要求

技术指标	单位	技术要求	试验方法
运动黏度 (180°C)	Pa·s	2~4	T0625
针入度 (100g, 25°C, 5s)	0.1mm	30~60	T0604
延度 (5°C)	cm	≥20	T0605
软化点	°C	≥75	T0606
离析 (48h软化点差)	°C	<5	T0661
弹性恢复 (25°C)	%	≥75	T0662
TFOT (或RTFOT)	质量损失	%	±0.5
	针入度比 (25°C)	%	≥65
	残留延度 (5°C)	cm	≥5

6.3 粗集料

6.3.1 采用的粗集料均匀、洁净、干燥和表面粗糙，宜选用耐磨耗、强度高、黏附性好的优质集料。高等级公路表面层宜采用玄武岩、灰绿岩或辉长岩等硬质石料，技术要求符合 JTG F40 的有关规定。

6.3.2 破碎砾石采用粒径大于 80mm、含泥量小于等于 1% 的砾石轧制，破碎砾石的破碎面要求符合 JTG F40 的有关规定。

6.4 细集料

6.4.1 采用的细集料洁净、干燥、无风化、无杂质，技术要求符合 JTG F40 的有关规定。

6.4.2 二级及二级以上公路细集料加工过程中配备吸尘或水洗装置。

6.5 填料

矿粉采用石灰岩或岩浆岩中的强基性岩石等憎水性石料磨细的矿粉，保持干燥、洁净、无风化、无杂质，能从矿粉仓中自由流出，其技术要求符合 JTG F40 的有关规定。

6.6 防水粘结层材料

6.6.1 同步碎石封层集料先后经过沥青拌和楼筛分、烘干、除尘，处理过的集料堆放做好防雨防尘措施。沥青同步碎石封层组成设计和集料规格要求符合 DB51/T 2516 的有关规定。

6.6.2 防水粘结层用沥青材料的技术要求符合 JTGF40 和本文件的有关规定。

6.6.3 水性沥青基防水涂料技术要求满足表 3 的要求。I型适用于温热气候条件，II型适用于寒冷气候条件。

表3 水性沥青基防水涂料技术要求

项 目		I型	II型	试验方法	
外观		搅拌后为黑色或蓝褐色均质液体，搅拌棒上不黏附任何明显颗粒		目测	
固体含量 (%)		≥50		JC/T408	
干燥时间 (h)	表干时间	≤4		GB/T 16777	
	实干时间	≤10		GB/T 16777	
无处理延伸性 (%)		≥500	≥600	JC/T 408	
低温柔性		−15°C无裂纹、断裂	−25°C无裂纹、断裂	JC/T 408	
拉拔强度 (MPa)	25°C	≥0.6	≥0.5	附录A, 拉伸速度0.1MPa/s	
	50°C	≥0.4	≥0.4	附录A, 拉伸速度0.1MPa/s	
剪切强度 (MPa)	25°C	≥0.6	≥0.5	附录B, 剪切速度0.1MPa/s	
	50°C	≥0.4	≥0.4	附录B, 剪切速度0.1MPa/s	
不透水性		0.3 MPa, 30min不渗水	GB/T 16777	不透水性	
耐热性		160°C, 无流淌、滑动、滴落		JC/T 408	
热碾压后抗渗水		0.1MPa, 30min不渗水		JC/T 975	
盐处理	断裂延伸率 (%)	≥500	≥600	JC/T 975	
	低温柔性	−10°C无裂纹、断裂	−20°C无裂纹、断裂		
	质量增加 (%)	≤2.0			
耐腐蚀性	耐碱 (20°C)	3%Ca(OH) ₂ 溶液浸泡15d, 无分层、变色、气泡		GB/T 16777	
	耐酸 (20°C)	3%HCl溶液浸泡15d, 无分层、变色、气泡			
热老化	断裂延伸率 (%)	≥300	JC/T 975	JC/T 975	
	低温柔性	−10°C无裂纹、断裂	−15°C无裂纹、断裂		
	加热伸缩率 (%)	≤1.0			
	质量损失 (%)	≤1.0			

6.7 其他材料

6.7.1 混合料中掺加的纤维稳定剂宜采用木质素纤维、矿物纤维或聚合物纤维，技术要求符合 JT/T 533 的有关规定。

6.7.2 抗剥落剂技术指标符合 JT/T 860.4 的有关规定。

6.7.3 贴缝带技术指标满足表 4 的要求。

表4 贴缝带技术要求

指标	单位	技术要求	试验方法
软化点	°C	≥90	T 0606
弹性恢复率 (25°C)	%	≥10	T 0662
低温柔度 (-20°C, 30min, R=15mm)	—	无裂纹	GB 18243
厚度	mm	≥4	GB 18243

7 配合比设计

7.1 一般规定

7.1.1 根据公路等级、交通量、桥梁类型、气候、施工条件和材料等,特大桥、大桥、桥梁集中路段及其他受力复杂桥梁等水泥混凝土桥面沥青铺装下层混合料宜进行针对性设计。

7.1.2 沥青铺装混合料配合比设计包括目标配合比设计、生产配合比设计以及生产配合比验证三个阶段。

7.2 沥青铺装混合料技术要求

7.2.1 沥青铺装混合料配合比设计采用马歇尔试验方法设计,当采用其他方法进行设计时,混合料性能(如高温稳定性、水稳定性、低温性能和渗水系数等)经检验合格。沥青混合料技术要求符合JTG F40的有关规定。

7.2.2 多雨潮湿区、高海拔区公路水泥混凝土桥面沥青铺装下层混合料性能满足要求的前提下,可采用相对较小的空隙率。

7.2.3 改性沥青砂混合料具有足够的高温稳定性、水稳定性和抗施工损伤性能,改性沥青砂级配范围要求符合表5的要求,混合料技术要求符合表6的要求。

表5 改性沥青砂级配范围

筛孔尺寸 (mm)	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
筛孔通过率 (%)	上限	100	100	85	66	50	34	22
	下限	100	88	60	40	25	15	10
								7

表6 改性沥青砂混合料技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
马歇尔试件击实次数	次	双面击实50次	T 0702
空隙率	%	≤2.5	T 0708
稳定度	kN	≥8	T 0709
残留稳定度	%	≥90	T 0709
冻融劈裂残留强度比 (TSR)	%	≥85	T 0729
矿料间隙率	%	≥16.5	T 0708
饱和度	%	75~95	T 0708
车辙试验动稳定性	次/mm	≥1200	T 0719
低温弯曲试验破坏应变	με	≥2800	T 0715

8 施工

8.1 一般规定

- 8.1.1 公路水泥混凝土桥面沥青铺装施工遵循“源头管理、过程控制”的理念，加强施工质量控制。
- 8.1.2 公路水泥混凝土桥面沥青铺装不在雨、雪、大风天气及气温低于 10°C时施工。
- 8.1.3 沥青铺装施工前，对桥面病害进行处治，对界面进行糙化处理，界面应平整、粗糙、洁净和干燥。
- 8.1.4 沥青铺装施工前对桥面高程进行测量，并宜符合下列规定：
- 沿桥面纵向每 3m~5m 设置一个测点，根据设计标高和测量数据确定摊铺基准线；
 - 桥面铺装与路基段路面连接平顺；
 - 桥面纵、横坡符合设计要求。

8.2 水泥混凝土桥面检查

- 8.2.1 当公路水泥混凝土桥面局部出现凹凸不平，影响沥青混合料摊铺、压实和平整度时，在不损坏桥面钢筋保护层厚度的前提下，宜采取措施进行处理。
- 8.2.2 施工前对水泥混凝土桥面进行检查，检查项目与技术要求满足表 7 的要求，其余检查项目与技术要求符合 JTG F80/1 的有关规定。

表7 公路水泥混凝土桥面的质量标准

试验项目	规定值或容许偏差	检测频率	检测方法
表面平整度 (mm)	≤5.0	沿梁长方向每侧面每10m梁长测1处×2尺	2m 直尺
纵断高程 (mm)	±10	每跨测5处，跨中、桥墩（台）处布置测点	水准仪
横坡 (%)	±0.15	每跨测3处或每梁测3个断面、板和梁段测2个断面	水准仪

8.3 施工准备

- 8.3.1 改性沥青存储罐应加设搅拌设备，并进行搅拌，使用前改性沥青须搅拌均匀。在施工过程中按 JTG F40 的相关要求取样检验产品质量。
- 8.3.2 热拌场场地进行硬化，各级材料分隔贮存和设置防雨顶棚。成品料区隔墙高度一般为 3m~5m，成品料区设 3%~4% 的横坡。整个场地需进行排水系统设计，做到不积水，雨天能迅速排除雨水，料区口设置排水沟和废水处理池。
- 8.3.3 施工前对沥青拌和楼、摊铺机、压路机等各种施工机械和设备进行调试，对机械设备的配置情况、技术性能、传感器计量精度等进行认真检查、标定。

8.4 界面糙化处理施工

- 8.4.1 抛丸作业宜符合下列规定：
- 行走速度宜为 2.5m/min~3.5m/min，并匀速作业；
 - 可采用单台或多台并行作业，其重叠宽度宜为 1cm~5cm；
 - 抛丸次数根据桥面浮浆层厚度确定，必要时可进行二次或多次糙化处理；
 - 局部凹陷过大或浮浆过厚难以处理的部位，可进行人工处理。
- 8.4.2 精铣刨作业宜符合下列规定：

- a) 精铣刨前对突出物进行凿除;
- b) 铣刨时控制入刀深度, 不触及桥面钢筋, 铣刨深度宜为 3mm~5mm;
- c) 铣刨速度宜为 10m/min~25m/min, 并匀速作业;
- d) 重叠宽度宜为 10cm~20cm。

8.4.3 凿毛作业宜符合下列规定:

- a) 凿毛速度宜为 2 m/min~3m/min, 并匀速作业;
- b) 重叠宽度宜为 5cm~15cm。

8.4.4 临近护栏或其他构造物宜采用小型机具进行作业。

8.4.5 糙化处理作业的技术特点和设备要求见附录 C。

8.4.6 糙化处理后尽快进行防水粘结层施工, 避免二次污染。

8.5 防水粘结层施工

8.5.1 公路水泥混凝土桥面质量检验满足要求后, 方可进行防水粘结层的施工。在风力大于等于 5 级、雨、雪等天气不宜进行防水粘结层的施工。热沥青同步碎石封层气温小于等于 15°C 时不宜施工, 水性沥青基防水涂料、乳化沥青(或乳化沥青同步碎石封层) 不宜在气温小于等于 5°C 时施工。

8.5.2 SBS 改性沥青洒布温度为 170°C~180°C, 道路石油沥青洒布温度为 150°C~170°C, 橡胶改性沥青、高黏改性沥青的洒布温度为 180°C~190°C。

8.5.3 防水粘结层材料用量宜通过试验路的试验确定, 也可按表 8 选用。

表8 防水粘结层材料用量

防水粘结层类型	处理界面	防水粘结层材料用量 (kg/m ²)
高黏改性沥青/SBS改性沥青同步碎石封层	抛丸	1.4~1.6
	凿毛、精铣刨	1.6~2.0
橡胶沥青同步碎石封层	抛丸	1.8~2.2
	凿毛、精铣刨	2.0~2.4
改性乳化沥青同步碎石封层	抛丸	0.7~1.0(以纯沥青计)
	凿毛、精铣刨	0.9~1.2(以纯沥青计)
水性沥青基防水涂料	抛丸	0.4~0.6
	凿毛、精铣刨	0.6~0.8
道路石油沥青同步碎石封层	抛丸	1.2~1.5
	凿毛、精铣刨	1.4~1.9

8.5.4 防水粘结层施工前, 宜在洒布起始段、纵向接缝及护栏等处铺设防水塑料膜, 避免造成污染。

8.5.5 智能乳化沥青洒布车、智能沥青洒布车、同步碎石封层车等设备在使用前须按现行相关规定进行标定, 标定参数含沥青显示温度、沥青洒布量及洒布宽度、碎石撒布量及撒布宽度、工作作业车速等。正式施工前, 通过沥青和碎石试洒试验, 确定相关参数, 力求实际洒布量与设计洒布量一致, 并做到洒布均匀、不留死角。

8.5.6 在洒布过程中, 洒布车保持匀速行驶, 保证洒布均匀性, 同时注意搭接部位的喷洒, 避免漏洒或局部洒布过量。如发现沥青出现不均匀喷洒状态时立即停车检查。每次施工完成后清除车内剩余沥青。

8.5.7 水性沥青基防水涂料应采用滚涂法施工, 防水层满布水泥混凝土桥面, 无破洞、漏洒、脱开及起皮等现象。

8.5.8 同步碎石封层用碎石经过烘干筒干燥以及吸尘处理, 碎石撒布量宜为满铺的 60%~80%, 撒布均

匀。局部沥青洒布量不足（如两侧边缘）处人工补足，局部碎石重叠处在碾压前人工清理多余碎石；造成碎石漏撒处在碾压前人工补足碎石。

8.5.9 同步碎石封层碎石撒布后采用胶轮压路机缓慢、匀速碾压2遍～3遍，使之形成致密结构，石料不出现较多压碎现象。

8.5.10 防水粘结层施工完成后，尽快进行沥青层铺筑作业，以避免造成防水粘结层的污染或破坏。

8.6 混合料拌制

8.6.1 公路水泥混凝土桥面沥青铺装混合料宜采用间隙式拌和楼拌制，总拌和能力满足施工进度要求，具备完善的除尘装置，满足环保要求。间歇式拌和楼配备计算机设备，拌和过程中逐盘采集并打印各个传感器测定的材料用量和沥青混合料拌和量、拌和温度等各种参数。

8.6.2 公路水泥混凝土桥面沥青铺装混合料拌和时间经试拌确定。沥青混合料的生产温度宜在JTG F40的相关要求基础上，适当提高3°C～6°C，但不宜过高，以免引起沥青混合料进一步老化。烘干集料的残余含水量小于等于0.5%。

8.6.3 拌和楼配备二级除尘装置，经一级除尘部分可直接回收使用，二级除尘部分进入回收粉仓废弃。

8.6.4 生产添加纤维的沥青混合料时，纤维在混合料中充分分散，拌和均匀。拌和机配备同步添加投料装置，木质素纤维可在粗集料投入的同时自动加入，靠粒状自重滑入拌和锅、避免风送，拌和时间宜延长5s以上。纤维投放宜采用专用纤维风送系统，粒状木质素纤维投放采用称重法控制添加量。

8.7 混合料运输

8.7.1 运料车每次使用前后清扫干净，车厢内均匀涂刷隔离剂或防黏剂，卸料后及时铲除积聚的剩料。从拌和楼向运料车上装料时，宜多次挪动汽车位置，平衡装料。

8.7.2 运料车运输混合料宜采用双层防风油布覆盖表面，且双层防风油布在运输、摊铺的全程保持覆盖，保温、防风、防雨，减少与氧气接触发生氧化、表面硬化。

8.7.3 沥青混合料到场温度由专人逐车检测，到场温度宜在JTG F40的相关要求基础上，适当提高3°C～6°C。

8.7.4 热拌沥青混合料宜采用较大吨位的运料车运输，但不超载运输，或急刹车、急弯掉头使防水粘结层造成损伤。

8.7.5 摊铺时运料车需在指定地点调头倒行至摊铺机前，限速5km/h，在摊铺机前10cm～30cm处停车等候，卸料过程中运料汽车挂空档，靠摊铺机推动前进，以确保摊铺层的平整度。在下坡路段摊铺沥青混合料时，运料车宜轻带刹车、低速控档。

8.7.6 在有条件时，运料车可将混合料卸入转运车经二次拌和后向摊铺机连续均匀的供料。

8.8 混合料摊铺

8.8.1 沥青混合料摊铺可采用一台摊铺机全幅摊铺或多台联合摊铺，水泥混凝土桥面平整度较差时，下面层宜采用钢丝绳引导的高程控制方式，上面层宜采用平衡梁或雪橇式摊铺厚度控制方式。

8.8.2 采用联合摊铺方式时，两台摊铺机前后行走间距宜为5m～10m，搭接宽度宜控制在3cm～6cm，以确保纵向接缝质量。沥青混合料正式摊铺后，每10m检查两台摊铺机对接横坡。接缝位置宜避开车道轮迹带。

8.8.3 摊铺机收料斗和螺旋部位宜喷洒无腐蚀性隔离剂；摊铺机横向螺旋前端加装防滚落粗集料挡板。

8.8.4 摊铺前根据试验路所得松铺系数确定松铺厚度，摊铺过程中随时检查摊铺层厚度及路拱、横坡。摊铺机开始摊铺前对熨平板预热至110°C以上，铺筑过程中选择熨平板的振捣或夯锤压实装置具有适宜的振动频率和振幅，以提高路面的初始压实度，初始压实度宜不低于85%。熨平板加宽连接调节至摊铺的混合料没有明显的离析痕迹。

8.8.5 摊铺机缓慢、均匀、连续不间断地摊铺，不随意变换速度或中途停顿。摊铺速度通过试验路确定，宜为 $1\text{ m}/\text{min} \sim 2\text{ m}/\text{min}$ 。当发现沥青混合料出现明显的离析、波浪、裂缝、拖痕时，应分析原因，予以消除。

8.8.6 沥青混合料摊铺温度宜在 JTG F40 的相关要求基础上，适当提高 $3^\circ\text{C} \sim 6^\circ\text{C}$ 。

8.9 混合料压实及成型

8.9.1 沥青路面施工配备足够数量的压路机，选择合理的压路机组合方式及初压、复压、终压的碾压步骤，以达到最佳碾压效果。高速公路铺筑双车道沥青路面的压路机数量不宜少于 5 台。施工气温低、风大、碾压层薄时，压路机数量适当增加。

8.9.2 公路水泥混凝土桥面沥青铺装用压路机宜采用轮胎压路机或振荡压路机。经试验或研究证明不致损坏桥梁结构时，也可以采用振动压路机碾压，但需采用高频低幅振压工艺。

8.9.3 沥青混合料压实遵循紧跟、慢压、不漏压的原则进行；压路机缓慢、均匀的碾压。压路机从外侧向中心碾压，由低处向高处碾压，轮迹始终与路基中线平行，相邻碾压带重叠 $5\text{ cm} \sim 10\text{ cm}$ 轮宽。

8.9.4 公路水泥混凝土桥面沥青铺装混合料的初压和复压温度宜在 JTG F40 的相关要求基础上，适当提高 $3^\circ\text{C} \sim 6^\circ\text{C}$ ，具体的碾压速度与碾压温度根据混合料种类、桥梁跨度、压路机、气温、层厚等情况经试压确定。在不产生严重推移和裂纹的前提下，沥青混合料尽可能在较高的温度下进行碾压。

8.9.5 初压紧跟在摊铺机后碾压，并保持较短的初压区长度，以尽快使表面压实，减少热量散失。

8.9.6 公路水泥混凝土桥面沥青铺装混合料的碾压过程中适当降低碾压速度，初压碾压速度宜控制在 $2\text{ km}/\text{h}$ 以内；复压碾压速度宜控制在 $4\text{ km}/\text{h}$ 以内；终压静压速度宜控制在 $3\text{ km}/\text{h}$ 以内。

8.9.7 碾压过程中碾压轮保持清洁，可对钢轮喷洒隔离剂或防黏剂，严禁刷柴油。当采用向碾压轮喷水的方式时，控制喷水量，成雾状。

8.9.8 桥面铺装着重加强薄弱部位的压实，如防撞护栏部位（特别是横坡高侧位置）、摊铺机接缝部位、伸缩缝前后 2 m 左右范围的压实，适当提高压实遍数。

8.10 其他接缝

8.10.1 公路水泥混凝土桥面沥青铺装宜尽量避免出现接缝。

8.10.2 沥青路面接缝处紧密、连接平顺，不产生明显的接缝离析。接缝处理符合的 JTG F40 有关规定。

8.11 交通管制

8.11.1 热拌沥青混合料路面待摊铺层完全自然冷却，表面温度低于 50°C 后，方可开放交通。

8.11.2 铺筑好的沥青面层严格控制交通，做好保护，保持整洁。

9 施工质量管理

9.1 一般规定

9.1.1 公路水泥混凝土桥面沥青铺装施工根据全面质量管理的要求，建立健全有效的质量保证体系，对施工各工序的质量进行检查、控制和评定，达到规定质量标准，确保施工质量的稳定性。

9.1.2 公路水泥混凝土桥面沥青铺装施工采用动态质量管理，强化事前和过程控制，对施工中发现的问题及时反馈，并进行相应调整。同时，鼓励采用沥青路面智能监控系统开展质量形成过程监测。

9.1.3 所有与质量检验和管理有关的原始记录、试验检测及计算数据、汇总表格，如实记录和保存。对已采取措施进行返工补救的项目，在原始记录和数据上注明。

9.2 施工前的材料与设备检查

9.2.1 施工前检查各种材料的来源和质量。对于沥青、集料、水性沥青基防水涂料、纤维等重要材料，供货单位需提交最新的检测试验报告。

9.2.2 各种材料在进场前以“批”为单位进行检查，材料试样取样数量和频率按现行试验规程规定执行，质量合格后方可进场。

9.2.3 进场各种材料的来源、品种、规格型号、质量与招标及提供的样品一致，不符合要求的材料严禁使用。

9.2.4 施工前对拌和楼、摊铺机、压路机、沥青路面智能监控系统等各种施工机械和设备进行调试，对机械设备配套情况、技术性能、传感器计量精度等进行认真检查、标定，并得到监理的认可。

9.2.5 正式开工前，各种原材料试验结果、混合料目标配合比设计和生产配合比设计结果，在规定的期限内向业主及监理提出正式报告，待取得正式认可后，方可使用。

9.3 试验路段铺筑与检查

9.3.1 公路水泥混凝土桥面沥青铺装试验路段宜在正线桥梁路段铺筑，试验段桥梁长度不宜小于200m。

9.3.2 通过试验段宜确定下列工艺与参数：

- a) 抛丸作业行走速度、单位时间抛丸量、钢砂的材质和粒径、钢丸与棱角砂的混合比例等；
- b) 精铣刨和凿毛作业行走速度、处理深度等；
- c) 同步碎石封层车沥青洒布温度和洒布量、碎石撒布量、行进速度、材料参数、碾压遍数等；
- d) 高黏乳化沥青、水性沥青基防水涂料的最佳用量、作业工艺等；
- e) 沥青铺装层的松铺厚度、摊铺速度、碾压工艺、施工温度及生产用配合比等。

9.4 施工过程中质量管理与检查

9.4.1 沥青混合料生产过程原材料的抽检符合JTG F40的有关规定。

9.4.2 界面糙化处理检测项目、质量要求、频率、方法符合表9的要求，否则进行二次糙化施工，直至满足相关要求。

表9 界面糙化处理后检验项目与频率

项目	质量要求			方法和频率
	抛丸	精铣刨	凿毛	
表观	表面无明显浮浆、界面干净、无污染、手擦拭无明显粉尘，不能有钢筋、骨料等尖锐突出物，表面无水印和水痕			目测，随时
平整度（mm）	界面无明显凸起和凹陷区，三米直尺最大间隙宜≤5	界面无明显凸起和凹陷区，3m直尺最大间隙宜≤4	界面无明显凸起和凹陷区，三米直尺最大间隙宜≤5	3m直尺，半幅车道板带每200m测2处×5尺
高程（mm）	高程偏差≤设计值			水准仪，需要时，每跨测5处，跨中、桥墩（台）处布置测点
构造深度（mm）	0.3~0.8	0.5~1.0	0.5~1.2	JTG 3450，铺砂法，长度≤200m时测5处，每增加100m增加1处
露骨率（%）	≥30	≥85	≥85	附录D，长度≤200m时测5处，每增加100m增加1处
注：抛丸界面露骨率若不满足要求，需多次抛丸打毛，直至满足要求为止；在层间剪切性能要求较高的特殊路段，抛丸打毛界面的构造深度均值宜≥0.45mm，最小达到0.4mm以上。				

9.4.3 沥青同步碎石封层施工时随时观察撒铺后沥青和碎石的均匀性及沥青膜厚度，同时对施工质量

进行检验,质量检查的内容、频率、质量要求与允许偏差符合 DB51/T 2516 的有关规定。

9.4.4 水性沥青基防水涂料验收符合 JTG F80/1 的有关规定。

9.4.5 沥青混合料生产过程的质量控制符合 JTG F40 的有关规定。

9.4.6 沥青路面铺筑过程中随时对铺筑质量进行评定,质量检查的内容、频度、允许差符合 JTG F40 的有关规定。

附录 A (规范性)

A. 1 适用范围

本方法适用于室内测试水泥混凝土桥面沥青铺装复合试件层间拉拔强度。

A. 2 试验仪器

A.2.1 试验机宜采用有伺服系统的万能试验机,荷载由传感器测定,最大荷载满足不超过其量程的80%且不小于量程的20%的要求,分辨率为0.01kN;同时配有环境保温箱,控温准确至 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。

A. 2. 2 金属拉头宜采用不锈钢或黄铜制作，直径宜为10cm。

A. 3 试件制备

A. 3. 1 A按JGJ 55制备强度等级C30以上的水泥混凝土试件, 厚度为50mm±5mm, 长宽均为300mm, 养护达到强度后备用。试件表面清洁、干燥、无浮浆, 并使表面采用小型抛丸机或钢丝刷处理达到一定的粗糙度。

A.3.2 在水泥混凝土表面涂刷规定涂布量的防水粘结层材料，在常温条件下放置或在日光照射下至实干。

A.3.3 将涂刷防水粘结层材料的试件放入300mm×300mm的试模内，涂膜面朝上，摊铺已加热到170℃～180℃的常用沥青混合料，沥青混合料可采用常规沥青混合料，立即采用轮碾成型机将沥青混合料压实，碾压至马歇尔标准密度（100±1）%。沥青混合料厚度为40mm～50mm。冷却至室温，并在室温下养护24h。

A.3.4 采用钻芯取样的方法，在成型好的试件钻芯取直径100mm圆柱体试件，高度贯穿沥青铺装层层厚和水泥混凝土板层。

A. 3. 5 每组至少成型4个试件。

A. 4 试验步骤

A.4.1 将制备的4个试件在规定温度条件下保温至少4h,然后取出,将黏结有夹具的试件装入拉力试验机,拉力垂直作用于试件,调整拉伸速度为10mm/min,立即开动试验机拉伸至黏结破坏。

A. 4. 2 记录黏结破坏时的荷载和破坏位置, 测量黏结的面积, 精确到 1mm^2 。

A. 5 结果计算

A.5.1 拉拔强度按式 (A.1) 计算:

$$\delta=F/A \quad \dots \dots \dots \quad (A.1)$$

式中：

δ —拉拔强度, MPa:

F—拉拔力, N.

A —试件拉拔面积, mm^2 。

A.5.2 同一批试件室内平行试验大于等于5个,现场试验大于等于4个,当同一批试件中某个测定值与平均值之差大于标准差的k倍时,该测定值予以舍弃,并以其余测定值的平均值作为试验结果。试件数目为4、5、6个时,k值分别为 1.46、1.67、1.82。

A.5.3 验后仔细观察破坏界面的结构层位及其所处的位置,详细记录并在报告中注明,宜符合下列规定:

- a) 破坏面可能出现在防水粘结层与水泥混凝土试件之间、防水粘结层内部、混合料铺装结构层与防水粘结层之间、混合料铺装结构层内部等部位;
- b) 破坏情况全部为混合料内部断裂时视为拉拔强度大于测试值;
- c) 若破坏面出现在沥青混合料铺装结构层与防水粘结层间,或防水粘结层与水泥混凝土试件之间,描述粘结层被破坏的面积占整个粘结层试验面积的百分比。

附录 B
(规范性)
复合试件剪切强度试验方法

B. 1 适用范围

本方法适用于室内测试水泥混凝土桥面沥青铺装复合试件层间剪切强度。

B. 2 试验仪器

B. 2. 1 试验机同A. 2。

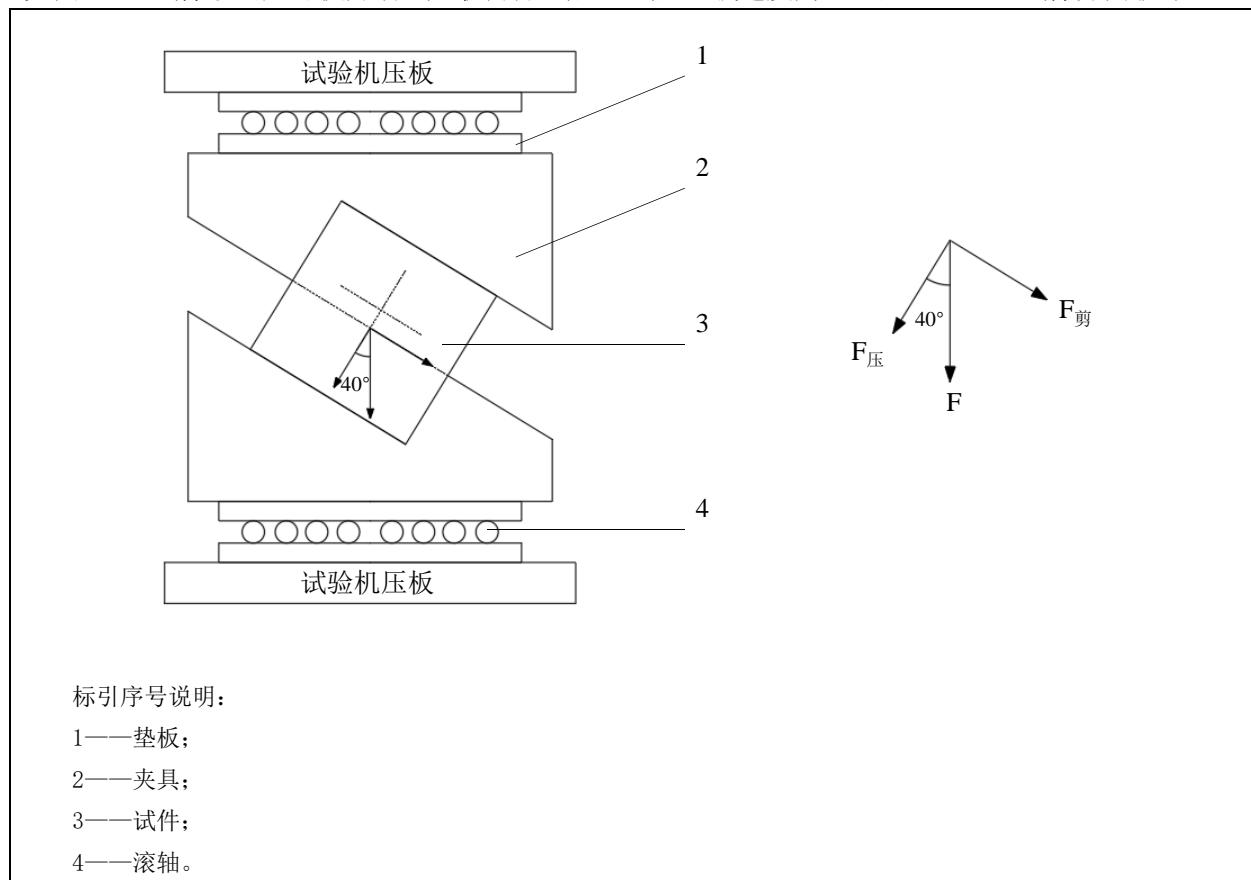
B. 2. 2 钢板厚度宜为5mm~12mm。

B. 3 试件制备

试件制备同A. 3。

B. 4 试件步骤

B. 4. 1 将4个试件在要求试验温度条件下保温4h±1h, 然后将试件取出, 放入压力试验机, 夹具的外形见图B. 1, 试件取出后尽快开动试验机开始试验。试验加载速度为10mm/min, 直至试件界面破坏。



B. 4. 2 记录试验过程的最大破坏荷载及滑移位置。

B. 5 结果计算

B. 5. 1 剪切强度按式 (B. 1) 计算:

$$P = F \times \sin 40^\circ A \dots \quad (B.1)$$

式中：

P—剪切强度, MPa;

F—剪切力, N;

A—黏结面积, mm^2 。

B. 5.2 同一批试件室内平行试验大于等于5个, 现场试验大于等于4个, 当同一批试件中某个测定值与平均值之差大于标准差的k倍时, 该测定值予以舍弃, 并以其余测定值的平均值作为试验结果。试件数目为4、5、6个时, k值分别为 1.46、1.67、1.82。

B.5.3 试验后仔细观察破坏界面的结构层位及其所处的位置, 详细记录并在报告中注明, 宜符合下列规定:

- a) 破坏面可能出现在防水粘结层与水泥混凝土试件之间、防水粘结层内部、混合料铺装结构层与防水粘结层之间、混合料铺装结构层内部等部位；
 - b) 破坏情况全部为混合料内部断裂时视为剪切强度大于测试值；
 - c) 若破坏面出现在沥青混合料铺装结构层与防水粘结层间，或防水粘结层与水泥混凝土试件之间，描述粘结层被破坏的面积占整个粘结层试验面积的百分比。

附录 C
(资料性)
公路水泥混凝土桥面的界面糙化处理工艺

公路水泥混凝土桥面的界面糙化处理工艺参照表C.1。

表C.1 公路水泥混凝土桥面的界面糙化处理工艺

方式	抛丸	精铣刨	凿毛
技术特点	采用抛丸机高速喷射一定粒径的钢珠流对水泥混凝土桥面进行打毛。抛丸可清除表面1mm~3mm厚的浮浆,对水泥混凝土桥面基本无损伤。	精铣刨可清除表面5mm~8mm的浮浆,彻底清除表层软弱层,并改善水泥混凝土桥面平整度,铣刨后的桥面有充足的表面构造和粗糙度。	凿毛平均断面深度为3mm~5mm,可彻底清除表层软弱层,且凿毛效果不受界面平整度限制,可实现凿毛高程自适应。凿毛处理的水泥混凝土界面露石、无浮浆,对水泥混凝土桥面损伤小。
设备要求	(1) 大规模桥面铺装施工宜采用车载式抛丸机,具备自动除尘功能,并带有自动反吹系统;可装钢丸容量不低于500kg,抛丸作业宽度 $\geq 1.0\text{m}$,工作速度宜为 $0\text{ m/min} \sim 20\text{m/min}$,作业效率宜为 $800\text{ m}^2/\text{h} \sim 1000\text{ m}^2/\text{h}$ 。 (2) 手推式抛丸机的作业宽度 $\geq 0.3\text{m}$,作业效率 $\geq 40\text{ m}^2/\text{h}$ 。	精铣刨的铣刨机刀头数量在600颗以上,刀间距 $6\text{mm} \sim 8\text{mm}$;对层间黏结性能要求较高或受力复杂的特大桥等特殊工况,宜采用超精铣刨或铣琢糙化工艺,超精铣刨刀间距为 $4\text{ mm} \sim 6\text{mm}$,铣琢刀间距在 4mm 内。	(1) 凿毛台车凿毛宽度宜为 $0.6\text{m} \sim 1.8\text{m}$; (2) 凿毛头采用可自动升降的蝶形刀具; (3) 冲击频率宜 ≥ 1500 次/分钟。

附录 D
(规范性)
露骨率试验方法

D. 1 适用范围

本方法适用于测试糙化处理的水泥混凝土桥面的露骨率，评价其糙化效果和浮浆清除情况。

D. 2 试验仪器

直尺、毛刷、粉笔。

D. 3 试验方法与步骤

D. 3. 1 对已糙化的水泥混凝土表面进行清扫，清除表面尘土及残留废渣；

D. 3. 2 随机选取水泥混凝土表面，用粉笔画出一个10cm×10cm的方框，进一步人工计数得到该方框范围内粒径在5mm以上的粗颗粒个数，即为露石度；

D. 3. 3 根据级配最大粒径查表D. 1得到最大露石度。

表D. 1 最大露石度

公称最大粒径 (mm)	最大露石度 (个)
9. 5	74
16	47
26. 5	25

D. 4 结果计算

D. 4. 1 露骨率计算：露骨率=实际露石度与最大露石度的百分比。

D. 4. 2 试验结果取三个测值的平均值作为测量值，精确到0. 1%。