

重庆绕城高速公路鱼嘴两江大桥钢桥面铺装翻修工程

施工图设计

K51+313—K51+929

全长 616m

第一册 共二册

招商局重庆交通科研设计院有限公司

二〇二一年四月

重庆绕城高速公路鱼嘴两江大桥钢桥面铺装翻修工程

施工图设计

K51+313—K51+929

全长 616m

第一册 共二册

项目负责人：

证书等级：

甲 级

院总工程师：

院 长：

证书编号：

A150002888

技术负责人：

总 经 理：

发证机关：中华人民共和国住房和城乡建设部

招商局重庆交通科研设计院有限公司

二〇二一年四月

重庆绕城高速公路鱼嘴两江大桥钢桥面铺装翻修工程施工图设计说明

1 项目概况

重庆鱼嘴两江大桥是西部开发省际公路通道重庆绕城公路东段跨越长江的一座特大型桥梁工程，解决了关键地理位置的交通限制，改善了区域交通，促进了地区和国家的发展。大桥桥位始于广阳镇葵花山庄，在长江南岸石盘凼附近跨越长江，于长江北岸的师母滩登陆，止于鱼嘴镇的下果园。大桥建成后，从南岸区广阳到江北区鱼嘴，车程由 1 个多小时变为不足 5 分钟。



图 1.1-1 重庆鱼嘴两江大桥

大桥全长 1440m，按双向 6 车道高速公路设计，设计时速：100km/h，设计荷载：公路-I 级。其中，主桥为 (180+616+205)m 单跨双立铰筒支悬索桥，南岸引桥为 6×35m+6×35m 预应力混凝土等截面连续箱梁，北岸引桥两联 (4×56)m+(3×56)m 等截面预应力混凝土连续刚构。

大桥主桥加劲梁采用正交异性板流线型扁平钢箱梁，梁高 3m；含风嘴的钢箱梁全宽为 36.8m，行车道宽 $2 \times (3+3 \times 3.75+0.75) = 30\text{m}$ ，中央分隔带宽 2.0m，两侧护栏区域宽 $2 \times 0.8 = 1.6\text{m}$ ，风嘴宽 $2 \times 1.6 = 3.2\text{m}$ ；钢箱梁标准节段长 12m，钢桥面顶板厚 14mm，顶板 U 形加劲肋厚 8mm，标准间距为 600mm；横隔板间距为 3.0m，吊索处横隔板厚 10mm，其余横隔板厚 8mm；底板厚为 10mm，底板 U 形加劲肋厚 6mm，标准间距为 900mm。

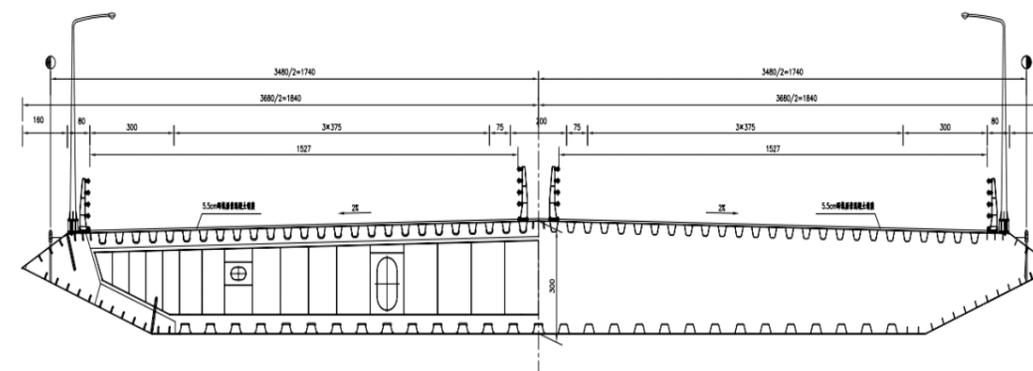


图 1.1-2 钢箱梁标准截面

大桥钢桥面行车道原铺装方案为：60~80 μm 环氧富锌漆+0.68L/m² 环氧沥青黏结剂+25mm 美国温拌环氧沥青混合料+0.45L/m² 环氧沥青黏结剂+30mm 美国温拌环氧沥青混合料；主桥中央分隔带采用密水性良好的沥青砂胶。

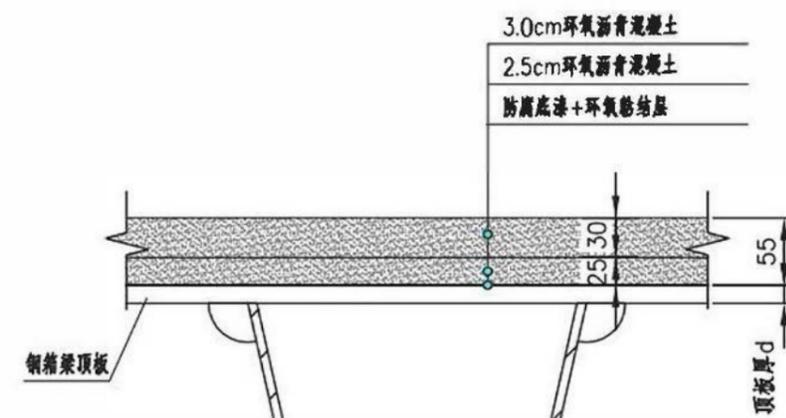


图 1.1-3 钢桥面原铺装结构（双层温拌环氧）

该桥于 2009 年 12 月 31 日正式建成通车，至今运营已超过 10 年，钢桥面铺装出现了较多坑槽、网裂、纵向开裂、修补区域二次破损等，亟需整体翻修（结构性修复）以恢复桥面的行车舒适性以及安全性。

受重庆高速公路集团有限公司中渝营运分公司委托，开展重庆鱼嘴两江大桥钢桥面铺装翻修工程施工图设计，主要内容包括钢桥面铺装病害调研及原因分析、钢桥面铺装结构设计及方案比选、铺装材料技术指标要求、施工实施细则、施工质量管理等。

2 设计依据及标准

2.1 设计依据

- (1) “2019 年绕城高速公路鱼嘴两江大桥桥面铺装工程项目设计服务”询价文件
- (2) “2019 年绕城高速公路鱼嘴两江大桥桥面铺装工程项目设计服务”合同
- (3) 重庆绕城高速公路鱼嘴两江大桥桥面铺装破坏状况现场调查结果

2.2 设计标准、规范

- | | |
|------------------------------------|----------------------|
| (1) 《公路钢桥面铺装设计与施工技术规范》 | (JTG/T 3364-02-2019) |
| (2) 《公路沥青路面养护设计规范》 | (JTG 5421-2018) |
| (3) 《公路沥青路面设计规范》 | (JTG D50-2017) |
| (4) 《公路沥青路面施工技术规范》 | (JTG F40-2004) |
| (5) 《公路技术状况评定标准》 | (JTG 5210-2018) |
| (6) 《公路工程质量检验评定标准》 | (JTG F80/1-2017) |
| (7) 《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》 | (JTG E20-2011) |
| (8) 《公路工程集料试验规程》 | (JTG E42-2005) |
| (9) 《公路路基路面现场测试规程》 | (JTG 3450-2019) |
| (10) 《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定》 | (GB/T 8923.1-2011) |
| (11) 《铁路桥梁钢结构及构件保护涂装与涂料》 | (Q/CR 749.3-2020) |
| (12) 《建筑防腐蚀工程施工规范》 | (GB 50212-2014) |
| (13) 《建筑防腐蚀工程施工质量验收标准》 | (GB/T 50224-2018) |
| (14) 《道路交通标志和标线》 | (GB 5768-2009) |
| (15) 《道路交通标线质量要求和检测方法》 | (GB/T 16311-2016) |
| (16) 《公路养护安全作业规程》 | (JTG H30-2015) |
| (17) 国家和交通部现有相关标准、规范、指南、导则、规程、办法等。 | |

2.3 主要技术指标

- (1) 设计等级：高速公路，双向六车道；
- (2) 设计车速：100km/h；

- (3) 设计荷载：公路-I 级；
- (4) 桥面纵坡：≤3%，桥面横坡：2%；
- (5) 桥面铺装设计年限：15 年。

2.4 自然气候条件

根据《公路自然区划标准》(JTJ 003-86)划分，本工程所在区域位于公路自然区划 V2 区，即四川盆地中湿区。根据现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)气候分区，本工程所在区域属于 1-3-1，即夏炎热冬冷潮湿地区。

重庆属亚热带湿润气候，温暖潮湿，雨量充沛，多年平均相对湿度 80%，多年平均降雨量 1095mm。常年平均气温 17.5℃~18.5℃，极端最高气温 42.2℃，极端最低气温 -3.7℃，月平均最高气温 28.6℃，月平均最低气温 7.5℃。由此可知，桥位区域大气温度范围为：-3.7℃~42.2℃。

根据鱼嘴两江大桥桥位区的气候特征，以及钢桥面铺装温度实桥监测经验结论，确定该桥钢桥面铺装极端使用温度范围为：-10℃~70℃。

2.5 交通情况

鱼嘴两江大桥是重庆绕城公路东段跨越长江的关键工程，大桥的北桥头为果园港，该码头是我国最大的内河水、铁、公联运枢纽港，出入货车多、车流量大。大桥设计基年的预测交通量(PCU)为 5524 辆/日，目前混合交通量约 2 万辆/日，其中货车比例约占 50%。

表 2.5-1 鱼嘴两江大桥 2017~2019 年交通量

年份	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
日均混合交通量/辆	19647	16752	20286	12560

注：2020 年日均混合交通量为 1~11 月平均值，各月交通量见表 2.5-2。

表 2.5-2 鱼嘴两江大桥 2020 年日均混合交通量(辆)

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月
果园→广阳	14801	5690	9056	11213	14242	12884	12737	13647	14122	14916	14874
广阳→果园	18450	3623	9289	12729	15779	14454	13909	15131	15285	15696	16402

从表 2.5-1~表 2.5-2 中的日均混合交通量可以看出，鱼嘴两江大桥翻修期间，采用单幅封闭、单幅双向通行的交通组织方案具有可行性。

3 钢桥面铺装病害调研及原因分析

3.1 病害调研

鱼嘴两江大桥于 2009 年年底建成通车，随着服役年限的增加，桥面病害日益加剧，出现了裂缝、坑槽等病害。于 2015 年 9 月，采用双层热拌环氧方案（2.5cm EA+3.0cm EA）对北岸→南岸方向（上游侧）重车道局部破损的路段进行了挖除重铺（面积约 $130 \times 3.75 = 487.5\text{m}^2$ ，运营至今总体使用状况良好）；于 2016 年 12 月和 2017 年 9 月采用 ERS（EBCL+2.5cm RA08+3.0cm SMA10）方案进行了综合整治修补，面积分别约为 560m^2 和 945m^2 。

为全面了解钢桥面铺装的病害情况，项目组分别于 2018 年 9 月、2019 年 7 月和 2019 年 8 月对铺装层使用状况进行了现场调研。

2018 年 9 月实桥调研结果显示，大桥桥面铺装综合整治维修后，并未有效改善铺装使用现状，新的病害持续产生，主要表现为纵向裂缝、横向裂缝、网裂、不规则裂缝、坑槽等形式，局部病害集中，产生连续坑槽，在上下游重车道表现较为突出，且部分裂缝出现了返锈现象。



(a) 坑槽、修补二次破坏、开裂、返锈

(b) 推移、钢板外漏、生锈

图 3.1-1 桥面使用状况一

2019 年 7 月 29 日和 8 月 14 日实桥调研结果显示，大桥钢桥面铺装经管养单位日常养护维修，桥面使用状况有所改善，但病害仍未能得到有效解决，重车道和中间车道局部修补区域出现了二次破坏，且有进一步扩展的趋势。存在的病害主要包括：坑槽、网裂、施工缝纵向开裂、脱空等，如图 3.1-2 所示，各类病害统计情况见表 3.1-1。



(a) 病害现场调研



(b) 鼓包、开裂、坑槽（连续坑槽修补）



(c) 纵向开裂、返锈、脱空



(d) 网裂（左：原铺装层，右：修补区域）



(e) 施工缝纵向开裂（左：原铺装层，右：修补区域）



(f) 修补后二次破坏：坑槽、网裂、推移、钢板锈蚀等

图 3.1-2 桥面使用状况二

表 3.1-1 鱼嘴两江大桥桥面使用状况调研表

病害编号	车道信息	对应拉索位置	标线位置	病害情况	表观尺寸		
					长/m	宽/m	面积/m ²
P-1	下游重车道	Y1~50	4#标线上 2m	纵向接缝开裂	616.0	0.10	61.6
P-2	下游重车道	Y3~6	4#标线上 0.5m	多处修补、大面积网裂、返锈	33.0	1.0	33.0
P-3	下游中间道	Y4	2#标线下 0.5m	坑槽	0.8	0.8	0.6
P-4	下游中间道	Y4~10	整车道	局部翻修、二次修补	61.2	3.75	229.5
P-5	下游中间道	Y10~12	3#标线上 0.3m	修补, 坑槽、网裂	11.6	0.5	5.8
P-6	下游重车道	Y13~14	4#标线上 0.3m	多处修补、网裂、坑槽、返锈	5.0	0.5	2.5
P-7	下游中间道	Y15~30	整车道	局部翻修, 裂缝	168.5	3.75	631.9
P-8	下游重车道	Y25~27	4#标线上 0.6m	多处修补、大面积网裂、坑槽、返锈	17.7	0.9	15.9
P-9	下游中间道	Y30~37	3#标线上 0.3m	大量修补、二次病害(坑槽、推移)、大面积网裂、返锈	81.3	1.0	81.3
P-10	下游中间道	Y32~33	2#标线下 0.5m	大量修补、大面积网裂、返锈	14.7	2.00	29.4
P-11	下游中间道	Y41~49	整车道	大量修补、二次病害(坑槽、推移)、大面积网裂、返锈	82.5	3.75	309.4
P-12	下游重车道	Y41~49	3#标线下 0.5m	多处修补、大面积网裂、纵向开裂、返锈	77.7	0.50	38.9
P-13	上游重车道	Y1	4#标线上 0.4cm	修补	1.0	0.75	0.8
P-14	上游重车道	Y1~2	4#标线上 2m	网裂	0.9	0.50	0.4
P-15	上游重车道	Y1~10	3#标线下 1.5m	大面积返锈	120.0	1.00	120.0
P-16	上游中间道	Y1~10	2#标线下 1.2m	大面积返锈	115.9	1.00	115.9
P-17	上游重车道	Y9~11	3#标线下 0m	集中修补	9.7	1.00	9.7
P-18	上游中间道	Y9~12	2#标线下 0.3m	集中修补、二次病害(坑槽、推移)	20.4	0.80	16.3
P-19	上游重车道	Y12~14	3#标线下 2m	大面积返锈	9.1	1.00	9.1
P-20	上游中间道	Y1~15	2#标线下 0.3m	集中修补、二次病害(坑槽、推移)、大量返锈	179.0	1.00	179.0

病害编号	车道信息	对应拉索位置	标线位置	病害情况	表观尺寸		
					长/m	宽/m	面积/m ²
P-21	上游重车道	Y1~18	4#标线上 2m	纵向接缝开裂	208.0	0.10	20.8
P-22	上游中间道	Y1~18	2#标线下 0.5m	纵向接缝开裂	208.0	0.10	20.8
P-23	上游中间道	Y18~23	2#标线下 0m	集中修补、大面积网裂、坑槽、返锈	45.4	1.00	45.4
P-24	上游重车道	Y18~42	整车道	局部翻修	267.1	3.75	1001.6
P-25	上游中间道	Y33~40	2#标线下 0m	集中修补、二次病害(块裂、推移、推移)	80.6	1.50	120.9
P-26	上游重车道	Y41~44	4#标线上 0m	局部翻修	34.9	2.00	69.8
P-27	上游重车道	Y44~50	整车道	局部翻修、二次病害(修补)	86.0	3.75	322.5

注：面积统计时，裂缝宽度按 0.1m 计。

将上表各类病害进行归类统计，结果如表 3.1-2 所示。

表 3.1-2 鱼嘴两江大桥各类病害统计分析结果

部位	局部翻修 /m ²	坑槽、网裂、脱空、推移等/m ²	纵向裂缝 /m ²	破损率 DR /%	桥面破损状况指数 PCI
南岸→江北方向	861.3	516.8	61.6	9.23	62.52
江北→南岸方向	1393.9	617.5	41.6	11.28	58.29
全桥	2255.2	1134.3	103.2	10.26	60.90
	3492.7				

从表 3.1-1 和表 3.1-2 统计结果可以看出，鱼嘴两江大桥破损总面积达 3492.7m²，主要分布于重车道和中间车道，占重车道和中间车道（9240m²）面积的 37.8%，占整桥铺装总面积的 19.2%。根据以往工程经验，双层 EA 铺装表观病害周围往往存在大量脱层病害；因此，实际破坏面积高于本次调研所确定的病害面积。从上表还可以看出，大桥桥面破损较为严重，其中南岸→江北方向 PCI 为 62.52，江北→南岸方向 PCI 为 59.29，全桥 PCI 为 60.90，均小于 80。

为了更为准确的了解钢桥面铺装使用状况，项目组采用道路多功能检测车对各车道的车辙深度及平整度进行了现场检测，检测结果如表 3.1-3 所示。



图 3.1-3 道路多功能检测车

表 3.1-3 鱼嘴两江大桥车辙深度及平整度统计结果

检测指标	南岸→江北方向			江北→南岸方向			全桥	规范要求
	超车道	中间车道	重车道	超车道	中间车道	重车道		
车辙深度/mm	3.38	2.71	5.83	3.66	2.55	4.66	3.80	—
平整度/mm	1.52	1.47	0.95	0.83	0.85	1.70	1.22	≤1.2

注：规范要求指的是现行《公路钢桥面铺装设计与施工技术规范》(JTG/T 3364-02)中的要求。

从表 3.1-3 可以看出，鱼嘴两江大桥全桥平整度为 1.22mm，江北→南岸方向重车道平整度高达 1.70mm，已远超出现行规范要求。根据现行《公路技术状况评定标准》(JTG 5210)可计算得到全桥路面车辙深度指数 RDI 为 96.20，评定结果为“优”，表明鱼嘴两江大桥无明显车辙病害，这也间接反映了环氧铺装方案具有优异抗车辙变形能力。

综合调查结果可知，目前鱼嘴两江大桥钢桥面铺装层发生了较大面积破损，PCI 和 RDI 分别为 62.76 (<80) 和 96.20，根据现行《公路沥青路面养护设计规范》(JTG 5421)，应采用结构修复性方案对桥面铺装进行整体翻修。

3.2 病害原因分析

鱼嘴两江大桥钢桥面铺装主要病害包括坑槽、网裂、施工缝纵向开裂、脱空等。需特别说明的是，温拌环氧沥青混合料从南京长江二桥初次应用，到目前为止，无论南方还是北方地区，无论市政跨线桥，还是高速公路桥，桥面所出现的破坏类型基本一致，主要为裂缝、鼓包、坑槽等小面积病害。由于维修处治难度大，后期发展为大面积的结构性开裂、松散。

针对本项目特点，分析其病害主要成因，包括以下几点：

(1) **交通量大，重载车多。**大桥目前混合交通量约 2 万辆/日，远超设计交通量。此外，通行车辆中，货车比例大，约占 50%。鱼嘴两江大桥属于大跨径悬索桥，钢桥面顶板厚度为 14mm，钢桥面系整体偏柔性，铺装层表面在重载交通作用下，局部区域存在较大弯拉应变，在车辆荷载的循环作用下，易产生疲劳开裂，一旦开裂，未及时进行灌缝处理，雨水在轮压的作用下进入铺装层内部，导致裂缝病害快速发展为脱层、坑槽病害。

(2) **双层温拌环氧施工要求极为苛刻，易引发早期病害。**温拌环氧沥青混合料为反应型材料，受时间和温度两者的影响均较大，施工容留时间短，120℃条件下须在 55min 内碾压成型。因此，其对各环节的施工控制要求极为严格，如拌和温度、可操作时间、天气状况等。拌和温度引起的沥青混合料过早反应，施工时间过长引起的混合料固化等都易造成“死料”现象，若施工过程中未及时发现，一旦铺筑完成，则容易成为铺装层薄弱部位，从而引发早期病害，如网裂、坑槽等。

(3) **服役环境气温高，易加剧脱层病害形成。**桥区历年极端最高气温达 42.2℃，钢桥面铺装层在夏季的使用温度长期处于 60℃ 以上，铺装层与钢板之间的黏结力较常温下低很多，一旦铺装层开裂(疲劳开裂、鼓包开裂等)，在重载交通作用，会加剧脱层病害的形成，并逐步发展为坑槽病害。

(4) **温拌环氧对水汽很敏感，抗环境干扰能力弱。**温拌环氧沥青混合料施工温度为 110~130℃，铺装基面上残留的水份(雨水或过大的湿度、遗留的汗水等)在铺筑过程中难以挥发出去，而残留在铺装层内部，在后期服役过程中受热膨胀，进而导致鼓包的形成。

(5) **铺装上层为热固性材料，后期养护处治难度。**作为具有较高刚度的热固性材料，维修处治非常困难，常规修补材料(如热拌 AC、冷拌混合料等)在高温、重载作用下极易形成二次病害，往往是屡修屡坏。

4 钢桥面铺装结构设计及方案比选

4.1 钢桥面铺装设计要求

根据鱼嘴两江大桥的桥梁结构特点、交通荷载情况、环境气候条件等，提出钢桥面铺装结构与材料的基本性能要求。

(1) 铺装方案应具有良好的抗车辙性能

从大桥的功能和交通气候条件来看，不仅桥面铺装使用温度高(最高气温达 42.2℃)，而且交通量大(约 2 万辆/日)，并存在较多大型货车(约占 50%)。因此，如何保证桥面沥青铺装层在重交通荷载作用下具有良好的高温稳定性，以期能够有效地防止或延缓沥青铺装层热稳性病害的出现，不容忽视。

(2) 铺装方案应施工工期可控、质量可靠度高、养护便捷

桥梁作为交通主干咽喉通道，后期中断交通养护维修困难，建设初期就应选择施工可靠度高、早期病害少、使用寿命长、便于后期养护管理的铺装方案。此外，鱼嘴两江大桥钢桥面铺装翻修采用半封闭交通施工，通行车辆对钢桥面铺装施工有一定的干扰。因此，在铺装方案设计时应充分考虑以下因素：选用抗环境干扰能力强的铺装方案，避免交通、气候环境因素导致施工质量无法得到保障；选用施工质量可靠度高的铺装方案，避免施工因素导致早期病害的形成；选用后期服役过程中养护方便的铺装方案，避免因养护困难，加剧初次病害的扩展以及二次病害的形成；选用工期可控的铺装方案，减少翻修对车辆通行的影响，同时减少社会舆论的影响。

(3) 铺装方案应具有良好的抗疲劳开裂性能

鱼嘴两江大桥主跨长 616m，全桥宽 36.8m，钢桥面顶板厚 14mm，钢桥面系整体偏柔性，在重载交通作用下，桥面铺装层随同钢板变形而产生反复的挠曲变形，特别是在钢板 U 形加劲肋顶部对应的铺装表面将受反复弯曲应力（应变）作用而易发生疲劳开裂。因此，桥面铺装设计中要重点考虑沥青铺装层应具有良好的随从协调变形能力和抗疲劳开裂能力。

(4) 铺装方案应具有良好的抗滑性能

重庆地区属于热带季风性湿润气候区，具有明显的季风气候特征。在这种气候条件下，空气湿度相对较大，桥面湿滑，面层抗滑性能降低，存在较大的交通隐患。因此，桥面铺装设计应保证具有良好的抗滑性能，以确保交通安全。

4.2 行车道铺装方案设计及比选

4.2.1 行车道铺装方案设计

鉴于鱼嘴两江大桥车流量大、重载车多，已远超原设计预测，且翻修铺装方案不宜增加铺装层厚度（避免增加桥梁恒载，以保障桥梁结构安全）。基于此，初步推荐行车道铺装方案为：2.5cm 热拌 EA10+3.0cm 热拌 EA10、2.5cm 热拌 EA10+3.0cm 高弹改性沥青 SMA10、2.5cm 浇注式沥青混合料 GA10+3.0cm 高弹改性沥青 SMA10、4.5cm 超高韧性混凝土 STC+0.7cm 聚合物混凝土薄层 TPO。各铺装方案具体结构参数及特点如下：

(1) 方案一：2.5cm 热拌环氧沥青混合料 EA10+3.0cm 热拌环氧沥青混合料 EA10

表 4.2-1 2.5cm 热拌环氧沥青混合料 EA10+3.0cm 热拌环氧沥青混合料 EA10 方案参数

部位	材料类型及用量
磨耗层	热拌环氧沥青混合料 EA10，厚度：3.0cm
黏层	环氧树脂黏结剂 II 型，用量：0.50 ~ 0.60kg/m ²
保护层	热拌环氧沥青混合料 EA10，厚度：2.5cm
防水黏结层	环氧树脂黏结剂 II 型，用量：0.40 ~ 0.50kg/m ²
防腐层	环氧富锌漆，厚度：50~140μm
钢板	喷砂除锈，清洁度 Sa2.5 级，粗糙度 60~140μm

方案说明：

① 保护层和磨耗层均采用热拌环氧沥青混合料，该混合料由环氧树脂、固化剂、基质沥青和级配碎石组成，通过化学反应形成较高的强度，其马歇尔稳定度是一般沥青混合料的 3~5 倍；还具有良好的耐疲劳性能和耐化学腐蚀性；铺装层材料变形特性好，能追随钢板的伸缩变形；热稳定性好，

高温时不发生推移和车辙等永久变形；抗裂性好，低温时不产生硬化和开裂；黏结性能好，铺装层黏结强度、抗剪强度高；防水性能好，混合料沥青含量较高，集料较细（最大公称粒径 9.5mm），属于密级配混合料，能有效阻止水分渗透到桥面钢板，防止钢板锈蚀。相对温拌环氧沥青混合料（110~140℃）而言，热拌环氧沥青混合料（170~185℃）施工时的抗环境干扰能力更强，养护时间短，一般养护期 3~7 天即可进行下一道工序施工，而温拌环氧沥青一般需要养护期 25~40 天。

② 防水黏结层和黏层均采用是环氧树脂黏结剂 II 型，属于反应性材料，其经过固化反应后，具有较高的强度，与环氧沥青混合料间具有非常好的黏结性能。同时，环氧树脂黏结剂具有良好的延展性，具有较好的随从变形能力。

③ 环氧沥青混合料在施工过程中对环境条件（如水、环境温度等）敏感，故对施工水平和施工环境要求较高，若前期施工控制严格，具有非常好的耐久性。

(2) 方案二：2.5cm 热拌环氧沥青混合料 EA10+3.0cm 高弹改性沥青 SMA10

表 4.2-2 2.5cm 热拌环氧沥青混合料 EA10+3.0cm 高弹改性沥青 SMA10 方案参数

部位	材料类型及用量
磨耗层	高弹改性沥青 SMA10，厚度：3.0cm
黏层	环氧树脂黏结剂 II 型，用量：0.60 ~ 0.75kg/m ²
保护层	热拌环氧沥青混合料 EA10，厚度：2.5cm
防水黏结层	环氧树脂黏结剂 II 型，用量：0.40 ~ 0.50kg/m ²
防腐层	环氧富锌漆，厚度：50~140μm
钢板	喷砂除锈，清洁度 Sa2.5 级，粗糙度 60~140μm

方案说明：

① 该方案防腐层、防水黏结层、保护层、黏层与方案一一致，具备相同的优点。

② 磨耗层采用高弹改性沥青 SMA，该材料在利用 SMA 高温抗车辙、抗滑性等综合性能优的基础上，采用高弹改性沥青技术，从根本上改变了传统 SMA 结构抗疲劳开裂能力不足的缺陷，特别是对于钢桥面铺装，目前最普遍病害就是开裂，采用高弹改性沥青技术后，大幅度提高其抗疲劳开裂性能，遏制了裂缝等病害的出现，该特点可以满足钢桥面变形幅度大、铺装层易产生疲劳开裂的使用要求。

③ 热拌 EA+SMA 方案有机结合了环氧沥青混合料和 SMA 的特点，可较好的抵抗高温重载变形，铺装上层采用 SMA，具有抗滑性能优等特点，同时后期磨耗层养护较方案一更便捷。

(3) 方案三：2.5cm 浇注式沥青混合料 GA10+3.0cm 高弹改性沥青 SMA10

表 4.2-3 2.5cm 浇注式沥青混合料 GA10+3.0cm 高弹改性沥青 SMA10 方案参数

部位	材料类型及用量
磨耗层	高弹改性沥青 SMA10, 厚度: 3.0cm
黏层	改性乳化沥青, 用量: 0.30 ~ 0.50kg/m ²
保护层	5~10mm 预拌沥青碎石, 用量: 4.0~7.0kg/m ²
	浇注式沥青混合料 GA10, 厚度: 2.5cm
防水黏结层	丙烯酸树脂黏结剂, 用量: 0.15~0.20kg/m ²
	TOPEVER®防水层, 用量: 2.50~3.50kg/m ²
防腐层	丙烯酸防腐漆, 用量: 0.10~0.20kg/m ²
钢板	喷砂除锈, 清洁度 Sa2.5 级, 粗糙度 60~140μm

方案说明:

① 保护层采用浇注式沥青混合料, 该材料具有矿粉含量高(20%~30%)、沥青含量高(7%~10%)、拌和温度高(220~250℃)、拌和时间长(2~3min, 在运输过程中也需搅拌)、不需要碾压(摊铺整平即可)等特点, 很好的适应了桥面正交异性板结构特性(良好的随从变形能力和抗疲劳开裂性能), 防水、保护桥梁结构(空隙率接近 0、密水性好), 提高桥面铺装及桥梁结构的使用寿命(耐久性好), 最大限度地发挥桥梁的通行能力和经济效益(后期少维修、便于养护管理)。

② 磨耗层采用高弹改性沥青 SMA, 该材料在利用 SMA 高温抗车辙、抗滑性等综合性能优的基础上, 采用高弹改性沥青技术, 从根本上改变了传统 SMA 结构抗疲劳开裂能力不强的缺陷, 特别是对于钢桥面铺装, 目前最普遍病害就是开裂, 采用高弹改性沥青技术后, 大幅度提高其抗疲劳开裂性能, 遏制了裂缝等病害的出现, 该特点可以满足大桥跨径长、桥面变形幅度大、铺装层易产生疲劳开裂的使用要求。

③ 防水黏结层采用的是甲基丙烯酸树脂防水体系, 该材料具有良好的柔韧性、防腐性、密水性和黏结效果。与保护层组成的桥面铺装防水结构体系, 多功能、多层次确保了桥面防水, 保护桥梁结构不受侵蚀。

(4) 方案四: 4.5cm 超高韧性混凝土 STC+0.7cm 聚合物混凝土薄层 TPO

表 4.2-4 4.5cm STC+0.7cm TPO 方案参数

部位	材料类型及用量
超薄磨耗层	聚合物混凝土薄层 TPO, 厚度: 0.7cm
混凝土铺装层	抛丸打毛, 构造深度: 0.45~0.60mm
	超高韧性混凝土 STC, 厚度: 4.5cm
防腐层	环氧富锌漆, 厚度: 50~140μm
钢板	喷砂除锈, 清洁度 Sa2.5 级, 粗糙度 60~140μm

方案说明:

① STC+TPO 轻型组合桥面结构提高了桥面系刚度, 超高性能混凝土 STC 可为钢桥面板分担荷载, 能有效改善铺装体系的受力状态, 降低钢桥面板、加劲肋等构件和部位疲劳开裂的风险。

② 由于其混凝土结构刚度较高, 所以组合结构整体抗车辙能力较强。

③ 钢桥面板上焊接剪力钉的连接方式比单纯使用黏结剂的连接方式更为有效的提高 STC 与钢桥面板之间的水平抗剪能力。

④ 由于 STC 优异的物理和力学性能而成为钢桥面上的永久结构层, 因而只需要根据实际使用磨损情况对磨耗层进行维修翻新, 在一定程度上降低了维修的难度。

⑤ 聚合物混凝土薄层(Thin Polymer Overlay, TPO)源自美国, 是以环氧树脂为胶结剂, 以坚硬耐磨玄武岩为集料的高效能结构材料, 在国内大跨径钢桥上无应用案例, 使用效果有待考证。特别的, TPO 较薄(0.7cm), 层间黏结抗剪性能差, 可预见容易破坏, 每隔 3~4 年需铣刨翻修。

⑥ 相对沥青混合料铺装而言, STC 方案建设成本高, 铺装方案不可逆, STC 层破坏后, 由于内部存在剪力钉和钢筋网, 很难在局部挖除重新铺设。

⑦ STC+TPO 方案施工工艺复杂, 需用较长时间来准备原材料, 需焊接剪力钉及铺设钢筋网, 同时需要高温蒸汽养护(施工工期长), 应用技术有待进一步实践完善。

4.2.2 各方案技术性能对比分析

就四种方案从技术性能进行综合比较, 对比结果见表 4.2-5。

表 4.2-5 四种铺装方案相关技术性能指标

铺装方案	铺装方案一 (EA+EA)	铺装方案二 (EA+SMA)	铺装方案三 (GA+SMA)	铺装方案四 (STC+TPO)
黏结性能	优	优	优	优
层间抗剪性能	优	优	良	良
防水性能	良	良	优	良
随从变形能力	优	优	优	良
热稳性	优	优	良	优
路面抗滑性	良	优	优	良
耐久性	优	优	优	—

从四种铺装方案基本技术性能指标对比分析可以看出:

① EA+EA 和 EA+SMA 方案的层间抗剪性能优于 GA+SMA 和 STC+TPO 方案。特别的, 方案四 TPO 厚度薄(0.7cm), 铺筑厚度均匀性控制难度大, 平整度较前三个方案差, 在行车荷载的作用

下，层间剪应力大于前三种方案，服役过程中易出现损坏。

② 相对 GA+SMA 方案而言，EA+SMA 方案因采用强度高、韧性好的环氧沥青混合料作为保护层，其抗车辙变形性能更优。

③ EA+SMA 和 GA+SMA 方案，因磨耗层采用抗滑性能优的 SMA 材料，其行车舒适性及安全性要优于 EA+EA 和 STC+TPO 方案。此外，EA+SMA 和 GA+SMA 方案避免了 EA+EA 方案磨耗层破坏后维修难度大的问题，而 STC+TPO 结构中的 TPO 铺装层容易损坏、维修频率高，且 STC 层破坏后很难在局部挖除重新铺设。

4.2.3 各方案基本建设条件适应性对比分析

对四种铺装方案的施工条件进行分析，见表 4.2-6。

表 4.2-6 四种铺装方案施工条件对比分析

铺装方案	铺装方案一 (EA+EA)	铺装方案二 (EA+SMA)	铺装方案三 (GA+SMA)	铺装方案四 (STC+TPO)
原材料要求	高	高	中	高
施工环境要求	高	高	低	中
施工设备要求	中	中	高	中
施工工艺复杂程度	中	中	中	高
施工工期	中	短	短	长
养护期	中	短	短	长
养护难度	中	低	低	高

从四种铺装方案基施工条件对比分析可以看出：

① 相对于温拌环氧而言，EA+SMA 和 EA+EA 方案因采用热拌环氧，可大大缩短养护时间；相对于 EA+EA 方案而言，EA+SMA 方案在保护层 EA 达到一定强度后即可施工 SMA，而 SMA 的施工工艺在国内非常成熟，施工完成后养护期较短，在温度降低至常温，且养护 48h 后即可开放交通。

② STC 需采用高温蒸汽养护，养护难度大，其养护时间长。相对 STC 和 SMA 而言，EA 对施工环境要求较高，对水汽较为敏感，对施工单位的施工组织能力和施工质量控制水平有着较高的要求。

③ 特别的，STC 铺筑时，靠近路缘石和中分带一侧存在后浇带，即存在两条纵向施工缝；因 STC 为刚性材料，若纵向施工缝处置不当，则容易成为后期病害易发点，且维修极为困难。

在此需要特别强调的是，结构合理，质量过硬的钢桥面铺装，除了一流的科研和设计，还离不开一流的施工控制。钢桥面铺装属于特殊铺装工程，对施工工艺和施工细则要求比普通道路路面高，施工难度明显加大，因此，无论采用哪种钢桥面铺装方案，均应聘请专业化、施工质量过硬、经验丰富的钢桥面施工队伍进行施工。

4.2.4 各方案应用成熟度对比分析

钢桥面铺装体系的成熟度在一定程度上反映了铺装技术稳定性、质量可靠性以及市场的认同感。项目组对四种铺装在国内的应用情况进行了调研，具体情况如下：

(1) EA+EA 方案

环氧沥青混合料铺装技术在美国、加拿大、澳大利亚等国得到了广泛应用。我国环氧沥青类铺装体系最早始于南京长江二桥，随后在虎门大桥、润扬长江大桥、武汉天兴洲长江大桥等大跨径钢桥上得到应用。部分采用温拌环氧铺装方案的大桥，由于温拌环氧抗环境干扰能力弱、施工可操作时间短、施工控制不到位等原因出现了不同程度的裂缝、坑槽、脱层等病害。目前，热拌环氧因抗环境干扰能力强、施工可操作时间长等优点，在 20 多座新建钢桥及旧桥（翻修）上得到成功应用。

表 4.2-7 双层热拌 EA 铺装代表性应用工程

工程名称	铺装结构	施工时间	应用效果
虎门大桥（大修）	3.5cm EA10+3.5cm EA10	2011	总体良好，局部维修
宁波大榭二桥	3.0cm EA10+2.5cm EA10	2013	总体良好，局部维修
江顺大桥	2.5cm EA10+3.0cm EA10	2014	良好
星海湾大桥	2.5cm EA10+3.0cm EA10	2015	良好
虎门二桥	3.0cm EA10+3.5cm EA10	2017	良好
杭州湾跨海大桥（大修）	2.5cm EA10+2.5cm EA10	2017	良好
佛山平胜大桥（大修）	2.5cm EA10+2.5cm EA10	2018	良好

(2) EA+SMA 方案

热拌 EA+SMA 方案有机结合了热拌环氧沥青混合料和高弹改性沥青 SMA 的优点，近年来在 10 余座桥梁中得到了应用，应用最长超过 10 年，且未出现病害。

表 4.2-8 热拌 EA+SMA 铺装代表性应用工程

工程名称	铺装结构	施工时间	应用效果
上海龙华港桥	4.0cm EA10+4.0cm SMA13	2009	良好
上海蕴藻浜大桥	4.0cm EA10+4.0cm SMA13	2010	良好
北京西关环岛桥梁改造工程	3.0cm EA10+3.0cm SMA10	2011	良好

工程名称	铺装结构	施工时间	应用效果
鄂尔多斯乌兰木伦河 4 号桥	3.0cm EA10+3.0cm SMA10	2012	良好
石首长江公路大桥	3.0cm EA10+4.0cm SMA13	2019	良好
嘉鱼长江大桥	3.0cm EA10+4.0cm SMA13	2019	良好
沪通长江大桥	2.5cm EA10+3.5cm SMA10	2019	良好
棋盘州长江大桥	3.0cm EA10+4.0cm SMA13	2020	良好
武穴长江大桥	3.0cm EA10+4.0cm SMA13	2020	实施中

(3) GA+SMA 方案

浇注式沥青混合料铺装技术在欧洲、日本、北美地区得到了广泛的应用，在引入我国后，招商局重庆交通科研设计院有限公司针对国内出现的高温、重载的情况，对结构和材料进行调整，形成了 GA+SMA 铺装结构。目前，该方案在港珠澳大桥、重庆鹅公岩长江大桥等 50 余座大跨径桥梁上得到应用。

表 4.2-9 浇注式+SMA 铺装代表性应用工程

工程名称	铺装结构	通车时间	病害情况
香港青马大桥	3.7cm GA10+14.0mm 碎石	1997	局部维修
山东胜利黄河大桥	4.0cm GA10+3.5cm SMA10	2003	裂缝、坑槽病害较多
重庆菜园坝长江大桥	3.5cm GA10+3.5cm SMA10	2007	整体情况良好
厦漳跨海大桥	3.0cm GA10+3.5cm SMA10	2013	良好
马鞍山长江大桥	3.3cm GA10+3.5cm SMA10	2013	良好
重庆鹅公岩长江大桥	3.5cm GA10+3.8cm SMA10	2013	局部灌缝处理
云南龙江大桥	3.5cm GA10+3.5cm SMA10	2016	良好
重庆寸滩长江大桥	3.5cm GA10+3.5cm SMA10	2016	良好
武汉沌口长江大桥	3.5cm GA10+3.5cm SMA10	2017	良好
港珠澳大桥	3.0cm GA10+3.8cm SMA13	2018	良好
武汉杨泗港长江大桥	3.5cm GA10+3.5cm SMA10	2019	良好

(4) STC+TPO 方案

近年来，STC 组合结构主要在一些小型桥梁和维修工程中应用，也逐步在向大跨径钢桥中推广应用，部分桥梁 STC 施工后存在收缩开裂的现象。TPO 源至美国，在国内大跨径钢桥上无应用案例，使用效果有待考证。

表 4.2-10 STC 组合结构铺装代表性应用工程

工程名称	铺装结构	通车时间	使用状况
马房北江大桥	8.0cmSTC 裸露段 5.0cmSTC+3cm 改性 AC13	2011	裸露段局部被磨平； AC13 局部严重磨损
佛山佛陈新桥	4.5cmSTC+3.5cm 改性 SMA	2014	沥青混合料轻微离析
天津海河大桥(翻修工程)	4.5cmSTC+3.0cm 改性 SMA10	2015	推移、开裂病害
长沙河西交通枢纽配套工程桥	STC+改性 SMA	2015	轻微的推移和车辙病害
株洲枫溪大桥	5.0cmSTC+5.0cm 改性 SMA	2016	良好
汕头碧石大桥(翻修工程)	4.5cmSTC+3.5cm 改性 SMA	2016	良好
东江梨川大桥	6.0cmSTC+4.0cmSMA	2017	良好
杭瑞高速洞庭湖特大桥	4.5cmSTC+4.0cm 改性 SMA	2018	良好
湘潭昭华湘江大桥	5.0cmSTC+改性 SMA	2020	大面积脱层、推移

综合以上四个铺装方案的应用情况来看，EA+SMA、EA+EA、GA+SMA 铺装方案应用均较为成熟，近年来在多座桥梁中得到了成功应用，且使用效果良好。而 STC+TPO 方案中的聚合物混凝土薄层 TPO 在国内大跨径钢桥上无应用案例，使用效果有待考证。考虑到 SMA 的施工工艺在国内非常成熟，且应用非常广泛，EA+SMA 和 GA+SMA 方案的应用成熟度要优于其他两个方案。

4.2.5 各方案周期经济成本对比分析

对四种铺装方案的综合单价、养护频率、后期养护费用等方面进行经济性分析，见表 4.2-11。

表 4.2-11 铺装方案经济分析

铺装方案	铺装方案一 (EA+EA)	铺装方案二 (EA+SMA)	铺装方案三 (GA+SMA)	铺装方案四 (STC+TPO)
综合单价 ^[1]	1972	1450	1590	2115
养护频率	高	低	低	——
后期养护费用	高	低	低	——

注：综合单价根据施工图设计预算计算得来，不包括拌和站建站费用。

在桥梁的设计使用寿命周期内，减少钢桥面铺装的翻修次数，不仅能节约后期运营改造费用，使铺装体系寿命周期内成本大大降低。EA+SMA 和 GA+SMA 方案避免了 EA+EA 方案磨耗层破坏后维修难度大的问题，而 STC+TPO 方案中的 TPO 铺装层容易损坏、维修频率高，且 STC 层破坏后很难在局部挖除重新铺设。综合考虑四个方案的综合单价、养护频率及后期养护费用，EA+SMA 和 GA+SMA 方案的周期经济成本低于其他两个方案。

4.2.6 行车道铺装方案推荐

通过技术性能、施工条件、应用情况、经济成本等方面的对比分析，各方案的优点和不足之处见表 4.2-12。

表 4.2-12 各铺装方案综合性能对比分析

铺装方案	优点	不足之处
铺装方案一 (EA+EA)	整体高温抗重载能力强,相对温拌环氧抗环境干扰能力大幅提升	初期建设成本高,早期病害控制难度大,养护技术难度高
铺装方案二 (EA+SMA)	高温稳定性、抗滑性能、疲劳抗裂性能等综合性能优,后期养护便捷	环氧对施工水平和施工环境要求较高
铺装方案三 (GA+SMA)	密水性、协同变形能力及耐久性优,施工质量可靠度高	施工设备专用,铺装总厚度(5.5cm)远低于最佳设计厚度(7.0cm)
铺装方案四 (STC+TPO)	整体高温抗重载能力强,可大幅提高桥面系刚度	初期建设成本高,在大跨径钢桥无应用案例,实际耐久性有待考证

根据上表对比分析结果,结合鱼嘴两江大桥钢桥面铺装服役特点(夏季使用气温高,车流量大、货车比例高),考虑 5.5cm 的 STC 方案无应用案例、质量风险大,双层 EA 方案成本高、养护难度大,浇注式+SMA 方案无法有效满足总厚度 5.5cm 的要求,推荐 **2.5cm 热拌环氧沥青混合料 EA10+3.0cm 高弹改性沥青 SMA10 方案作为钢桥面行车道铺装方案**(见图 4.2-1)。

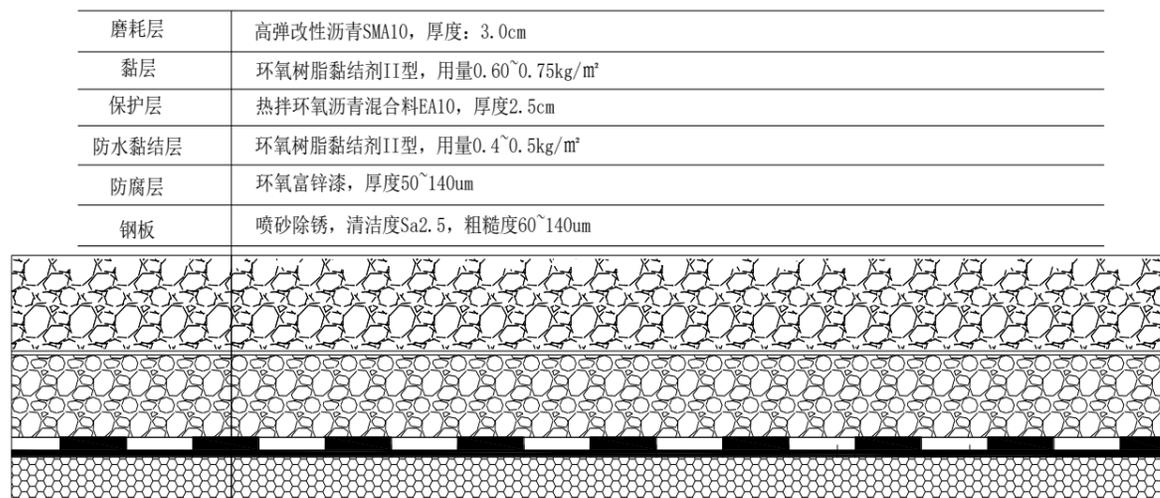


图 4.2-1 行车道热拌 EA+高弹改性沥青 SMA 铺装方案

4.3 边缘防排水设计

路表水通过横坡/纵坡流向格栅泄水孔,并通过泄水槽排出。为了便于层间水排出,在桥面铺装边缘与钢路缘石接触的部位设置 15~25mm 宽的预留槽,在接缝底部即环氧树脂黏结剂 II 型防水层上表面纵向方向铺设 $\Phi 10\sim\Phi 12\text{mm}$ 螺旋排水管(在格栅泄水孔底部打孔,螺旋排水管穿过所打孔,将水排至泄水槽),再填充粒径 3~5mm 碎石,高度 $33\pm 5\text{mm}$,最后采用热熔改性沥青填充在碎石上部并与沥青路面顶面平齐,如图 4.3-1 所示。

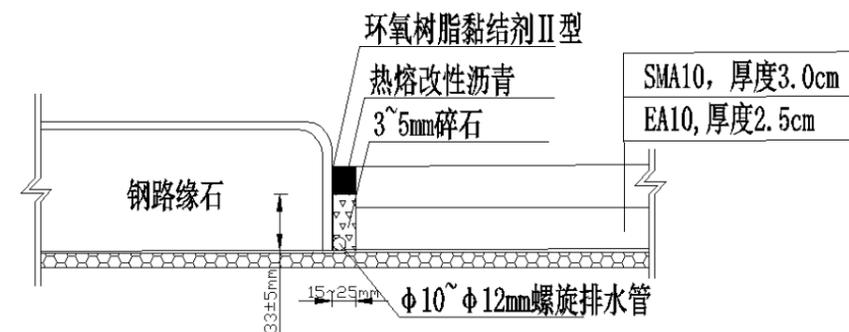


图 4.3-1 钢路缘石侧防排水结构

待 SMA 施工完成后,在中央分隔带护栏附近的 SMA 表面涂刷 20cm 宽的改性乳化沥青,避免后期服役过程中雨水下渗导致层间脱层破坏。中央分隔带靠近行车道的铺装细部结构见图 4.3-2。

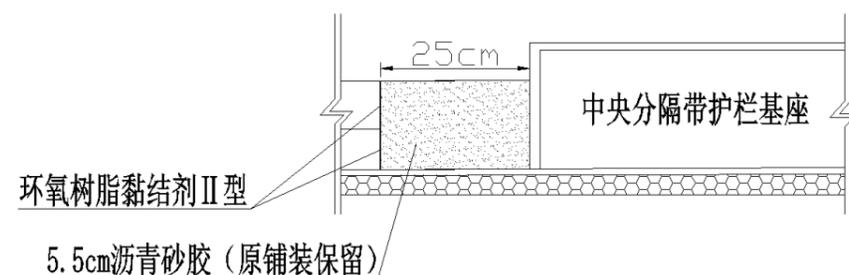


图 4.3-2 中央分隔带基座靠近行车道的铺装细部结构

5 铺装材料、混合料组成及性能要求

5.1 材料

5.1.1 防腐层

防腐层用环氧富锌漆性能应符合表 5.1-1 的要求。

表 5.1-1 环氧富锌漆技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
材料外观	-	色泽均匀,搅拌后无凝胶、结块,呈均匀状态	目视
不挥发分	%	≥ 70	GB/T 16777-2008
不挥发分中金属锌含量	%	≥ 70	HG/T 3668-2009
粘度 (ISO6 号杯)	s	≥ 6	GB/T 6753.4-1998
表干时间 (23℃)	min	≤ 15	GB/T 16777-2008
实干时间 (23℃)	h	≤ 24	
黏结强度 (与钢板, 25℃)	MPa	≥ 7.0	JTG/T 3364-02 附录 B

5.1.2 防水黏结层

防水黏结剂层用环氧树脂黏结剂 II 型性能应符合表 5.1-2 的要求。

表 5.1-2 环氧树脂黏结剂 II 型防水黏结剂技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
拉伸强度 (23℃)	MPa	≥3.0	GB/T 16777-2008
断裂伸长率 (23℃)	%	≥100	
不透水性 (0.3MPa, 24h)	—	不透水	
吸水率	%	≤0.3	GB/T 1034-2008
黏结强度 (与钢板, 25℃)	MPa	≥3.0	JTG/T 3364-02 附录 B
黏结强度 (与保护层, 25℃)	MPa	≥1.5	

5.1.3 黏层

黏层用环氧树脂黏结剂 II 型性能应符合表 5.1-2 的要求。

5.1.4 沥青结合料

(1) 基质沥青

基质沥青宜采用 SK、壳牌或埃索或其他品牌进口沥青，性能应符合表 5.1-3 的要求。

表 5.1-3 A 级 70 号道路石油沥青技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法	
针入度 (25℃)	0.1mm	60~80	T 0604	
软化点	℃	≥46	T 0606	
延度 (10℃)	cm	≥35	T 0605	
60℃动力粘度	Pa s	≥180	T 0625	
闪点	℃	≥260	T 0611	
含蜡量	%	≤2	T 0615	
RTFOT (163℃)	重量损失	%	±0.8	T 0610
	针入度比 (25℃)	%	≥61	T 0604
	延度 (10℃)	cm	≥10	T 0605

(2) 环氧沥青结合料

环氧沥青结合料性能应符合表 5.1-4 中的要求。

表 5.1-4 热拌环氧沥青结合料技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
拉伸强度 (23℃)	MPa	≥2.0	GB/T 16777-2008
断裂伸长率 (23℃)	%	≥100	
吸水率 (7d, 25℃)	%	≤0.3	GB/T 1034-2008

注：热拌环氧沥青结合料拌和均匀，养生后进行试验。养生温度和时间按下列顺序：在 150±1℃ 下放置 3h，在 60±1℃ 下放置 4d，养生完毕后，在室温下放置 1d 方可保温进行试验。

(3) 高弹改性沥青

SMA10 结合料应采用高弹改性沥青，性能应符合表 5.1-5 中的要求。

表 5.1-5 高弹改性沥青技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法	
针入度 (25℃)	0.1mm	60~80	T 0604	
软化点	℃	≥85	T 0606	
延度 (5℃)	cm	≥40	T 0605	
弹性恢复率 (25℃)	%	≥90	T 0662	
闪点	℃	≥240	T 0611	
粘度 (135℃)	Pa·s	≤3.0	T 0621	
RTFOT 163℃	质量变化	%	-1.0~+1.0	T 0610
	针入度比 (25℃)	%	≥65	T 0604
	延度 (5℃)	cm	≥25	T 0605

5.1.5 集料

(1) 钢桥面铺装沥青混合料碎石集料应选用玄武岩轧制集料。粗集料、细集料及矿粉性能应符合现行《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。

(2) 本工程施工工期不连续，单次施工工程量小，为减少集料质量波动对施工质量的影响，SMA10 和 EA10 宜选用同料源、同规格的粗集料和细集料。

(3) 粗集料规格应满足表 5.1-6 中的要求，性能应符合表 5.1-7 中的要求。

表 5.1-6 粗集料规格要求

规格	公称粒径 (mm)	水洗法各筛孔的质量百分率%				
		13.2	9.5	4.75	2.36	0.6
S12	5~10	100	90~100	0~15	0~5	—
S14	3~5	—	100	90~100	0~15	0~3

表 5.1-7 粗集料质量要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
压碎值	%	≤20	T 0316
磨光值 PSV	—	≥42	T 0321
洛杉矶磨耗损失	%	≤20	T 0317
表观相对密度	g/cm ³	≥2.60	T 0304
吸水率	%	≤2.0	T 0304
坚固性	%	≤10	T 0314
针片状颗粒含量（混合料）	%	≤10	T 0312
水洗法<0.075mm 颗粒含量	%	≤1	T 0310
软石含量	%	≤2.5	T 0320
与沥青的黏附性	等级	5 级	T 0616

注：EA10 用粗集料对磨光值不作要求。

（4）细集料规格应满足表 5.1-8 中的要求，性能应符合表 5.1-9 中的要求。

表 5.1-8 细集料规格要求

规格	公称粒径 (mm)	水洗法各筛孔的质量百分率%						
		4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
S16	0~3	100	80~100	50~80	25~60	8~45	0~25	0~15

表 5.1-9 细集料质量要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
吸水率	%	≤1.5	T 0330
表观相对密度	g/cm ³	≥2.50	T 0328
坚固性 (>0.3mm 部分)	%	≤5	T 0340
砂当量 (小于 4.75mm)	%	≥65	T 0334
亚甲蓝值	g/kg	≤5	T 0349
棱角性 (流动时间)	s	≥30	T 0345

注：SMA10 用细集料对吸水率指标不作要求。

（5）矿粉应采用石灰岩磨制，性能应符合表 5.1-10 中的要求。

表 5.1-10 矿粉技术性能指标

试验项目	单位	技术要求	试验方法
表观密度	g/cm ³	≥2.50	T 0352
含水量	%	≤1	T 0103
粒度范围 <0.3mm	%	90~100	T 0351
	%	80~100	

试验项目	单位	技术要求	试验方法
外观	—	无团粒结块	—
亲水系数	—	<1	T 0353
塑性指数	%	<4	T 0354
加热安定性	—	不变质	T 0355

5.1.6 纤维

SMA10 宜采用聚酯纤维，掺量宜为混合料质量的 0.3%，性能应符合表 5.1-11 的规定。

表 5.1-11 聚酯纤维性能技术要求

性能指标	单位	规范要求	试验方法
纤维长度	mm	6±1.5	GB/T 14336-2008
纤维直径	μm	10~25	GB/T 10685-2007
抗拉强度（断裂强度）	MPa	≥500	GB/T 3916-2013
断裂伸长率	%	≥15	GB/T 3916-2013
耐热性（210℃，2h）	—	体积无变化	JT/T 534-2004

5.1.7 螺旋排水管

螺旋排水管宜由不易腐蚀且耐高温的树脂（或塑料）材质制成，并具有一定的伸缩性及弹性，外径宜为 Φ10~Φ12mm。

5.2 沥青混合料

5.2.1 热拌环氧沥青混合料 EA10

（1）热拌环氧沥青混合料 EA10 级配范围应符合表 5.2-1 的要求。

表 5.2-1 环氧沥青混合料推荐级配范围

级配类型	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
EA10	100	95~100	65~85	50~70	39~55	28~40	21~32	14~23	7~14

（2）热拌环氧沥青混合料 EA10 配合比设计应按现行《公路钢桥面铺装设计与施工技术规范》（JTG/T 3364-02）附录 K 进行，其性能应符合表 5.2-2 的要求。

表 5.2-2 热拌环氧沥青混合料技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
马歇尔稳定度 (60℃)	kN	≥40	T 0709
马歇尔流值 (60℃)	mm	1.5 ~ 5.0	
动稳定度 (70℃)	次/mm	≥6000	T0719
空隙率	%	1 ~ 3	T 0705
冻融劈裂强度比	%	≥80	T 0729
极限破坏应变 (-10℃, 50mm/min)	—	≥3.2×10 ⁻³	T 0715

注：热拌环氧沥青混合料养生温度为 60℃±1℃，养生时间为 4d。养生完毕后在室温下放置 1d 方可保温进行试验。

5.2.2 高弹改性沥青 SMA10

(1) 根据现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40) 的规定，SMA10 的级配范围应符合表 5.2-3 的要求。

表 5.2-3 SMA10 级配范围

级配类型	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
SMA10	100	90~100	28~60	20~32	14~26	12~22	10~18	9~16	8~13

(2) 根据现行《公路钢桥面铺装设计与施工技术规范》(JTG/T 3364-02) 的规定，高弹改性沥青 SMA10 性能应符合表 5.2-4 的要求。

表 5.2-4 高弹改性沥青 SMA10 性能要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
空隙率	%	3 ~ 4.5	T 0705
稳定度	kN	≥6.0	T 0709
矿料间隙率	%	≥16.5	T 0705
粗集料骨架间隙率 VCA _{mix}	%	≤VCA _{DRC}	
沥青饱和度	%	75 ~ 85	
沥青析漏损失	%	≤0.1	T 0732
沥青混合料飞散损失	%	≤15	T 0733
冻融劈裂强度比	%	≥85	T 0729
动稳定度 (70℃)	次/mm	≥3000	T 0719
极限破坏应变 (-10℃, 50mm/min)	—	≥3.0×10 ⁻³	T 0715

5.2.3 组合结构

根据现行《公路钢桥面铺装设计与施工技术规范》(JTG/T 3364-02) 的规定，EA+SMA 组合结构性能应符合表 5.2-5 的规定。

表 5.2-5 铺装组合结构性能要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
组合结构动稳定度 (70℃)	次/mm	≥2000	T 0719
组合结构界面黏结强度 (25℃)	MPa	≥1.2	JTG/T 3364-02 附录 B
组合结构界面剪切强度 (25℃)	MPa	≥2.4	JTG/T 3364-02 附录 C

注：试件厚度应按设计厚度成型。

6 施工实施细则

本实施细则仅适用于鱼嘴两江大桥钢桥面铺装翻修工程。

鱼嘴两江大桥钢桥面铺装翻修工程施工、质量控制、检测及验收应执行本实施细则。本实施细则未做明确规定的，可依据我国现行《公路钢桥面铺装设计与施工技术规范》(JTG/T 3364-02)、《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40) 等执行。

6.1 一般规定

- (1) 钢桥面铺装施工应进行施工组织设计，并保证合理的施工工期。
- (2) 钢桥面铺装施工前应建立健全有效的质量保证体系和质量管理体系。
- (3) 施工安全应符合下列规定：
 - ① 施工前应制定安全生产管理制度和突发事件应急预案，建立健全安全生产管理体系。
 - ② 沥青拌和站和施工现场应按相关规定设置消防设施，防腐层和防水黏结层施工时严禁烟火。
 - ③ 施工人员应得到必要的劳动保护，有高空坠落危险的地段应设置防护网，桥面铺装施工期间当其他工序施工存在坠落物危险时，应在该部位设置警示标志，必要时应暂停施工。
- (4) 施工前应建立健全环保管理体系，制定保护环境、节能减排和文明施工的实施方案，减少工程施工过程中对环境的污染。
- (5) 钢桥面铺装施工宜避开雨季，严禁在下雨、下雪、结露等不利气候条件下施工。
- (6) 喷砂除锈、防腐层和防水黏结层施工环境温度应不低于 10℃，且钢板表面温度应高于空气露点 3℃ 以上，露点应对照现行《公路钢桥面铺装设计与施工技术规范》(JTG/T 3364-02) 附录 L 确定，空气相对湿度应不高于 85%。
- (7) 在喷砂除锈前或实施过程中，若发现钢桥面顶板开裂，应委托专业单位进行评估及处理。

(8) 施工前应对机械设备、试验仪器等进行全面的检查、调试、校核、标定、维修和保养。主要施工机械的易损零部件应有适量储备。施工过程中应对所用的各种机具、设备定期进行检查, 确保其处于完好状态。

(9) 钢桥面铺装施工时应避免与可能污染铺装界面的其他工序交叉施工。各工序施工时应保持基面清洁干燥, 不得有水分或油污残留。已施工完毕的区域应进行保护, 严禁油脂和杂物等污染。

(10) 每道工序完工后应按规定进行质量检查, 合格后才能进入下道施工工序。经检查不合格时应返工。

(11) 为保障施工质量, 避免出现纵向施工缝, 宜采用双机联铺工艺, 单幅一次性铺筑完成。同时, 宜避免设置横向施工缝, 当无法避免时, 横向施工缝应距横肋或横梁位置 1m 以上, 且磨耗层和保护层的横缝应错开 1m 以上。

6.2 施工准备

(1) 建设单位应组织设计、施工、监理单位进行技术交底。

(2) 承包人应根据设计文件、施工合同、施工条件等确定施工方案, 进行施工组织设计。

(3) 承包人应对施工、试验、机械、管理等岗位人员进行必要的技术和安全管理培训。

(4) 应按照规定建立工地试验室, 工地试验室配备的试验人员和试验仪器应满足工程施工的需要, 且试验仪器应通过国家法定计量机构的检验标定。

(5) 拌和站场地应符合下列规定:

① 应结合工程的规模、工期等情况合理布置拌和站场地, 拌和场地与本项目的距离不宜超过 50km; 所设置的各种临时设施应满足工程施工的需要及安全施工的要求, 开工前应完成现场的“三通一平”工作。

② 拌和站场地应进行混凝土硬化处理, 场地硬化应四周低、中心高, 场地四周应设置排水沟。

③ 集料应按配料要求, 不同粒径、不同品种分仓存放, 并设置明显标志, 不得混堆或交叉堆放, 料仓应设置隔料墙, 仓内地面应设坡度便于排水。

④ 料仓的容量应满足最大单批次连续施工的需要并留有余量。另外, 还应满足运输车和装载机作业要求。

⑤ 包括储料仓在内的所有地材存放场地, 应设置防雨措施。

(6) 施工设备应符合下列规定:

① 应配备性能良好的间歇式沥青混合料拌和机进行沥青混合料拌和, 拌和机宜配备 3 个以上冷料仓, 应配备二级除尘装置和良好的打印装置。

② 沥青混合料运输设备的数量应根据运距及拌和站的拌和能力确定, 应保持施工现场与拌和站之间的有效联系和施工的连续性。

③ 应配备性能良好的沥青混合料摊铺机, 摊铺机数量应根据工作面宽度和摊铺机抗离析性能综合确定, 当摊铺机螺旋布料器过长造成混合料离析时, 应缩短摊铺机摊铺宽度, 并增加摊铺机数量。

④ 改性沥青混合料碾压施工宜配置水平振荡压路机。

⑤ 主要施工设备配备宜满足表 6.2-1 的要求:

表 6.2-1 主要施工机具与设备

序号	设备名称	数量	备注
1	铣刨机	1~2 台	铣刨宽度≥2m, 铣刨深度≥4cm
2	自卸车	5~10 台	≥20t, 铣刨料运输, 新铺筑混合料运输
3	挖掘机	2~5 台	原铺装层清理
4	切缝机	2~4 台	切割角度与深度可控, 切割深度≥4cm
5	装载机	2~4 台	铣刨现场混合料清理, 拌和站上料使用
6	电镐	若干	人工清理边缘旧铺装层
7	沥青混合料拌和机	1 台	宜先用 3000 型及以上的拌和设备
8	环氧树脂混合料及泵送设备	1 套	生产环氧沥青混合料时使用
9	沥青混合料摊铺机	1~2 台	具有自动调平功能, 摊铺宽度应≥7.5m
10	胶轮压路机	1~2 台	配重后重量宜为 26t
11	双钢轮压路机	3~5 台	自重 10t 以上, 水平振荡压路宜≥1 台
12	小型振动压路机	1 台	宜≥2t, 边角压实
13	平板振动夯	1 台	边角压实
14	自动打砂机	3~6 台	用于喷砂除锈
15	防腐层施工专用设备	1 套	应满足施工要求
16	防水黏结层施工专用拌和辊涂设备	1 套	应满足施工要求
17	吹风机	2 台	应满足施工要求
18	打磨机	若干	应满足施工要求
19	发电机	1~2 台	应满足施工要求
20	斗车、滚筒、拖帕等	若干	应满足施工要求

(7) 施工前材料检查应符合下列规定:

① 工程开工前应检查材料来源和质量。对沥青、集料等主要材料, 供货单位应提交最新的检测报告。对不包含在试验检测机构资质范围内的检测参数, 可委托专业单位进行检测, 并作为材料质量控制和工程验收的依据之一。

② 各种材料都应在施工前以“批”为单位进行检查，不符合要求的材料不得进场。材料试样的取样数量与频度按现行试验规程的规定进行。

③ 正式施工前，各种原材料试验结果，及据此进行的目标配合比和生产配合比设计结果，应在规定的期限内向业主及监理提出正式报告，待取得认可后，方可使用。

④ 对防水黏结层材料、沥青等重要试样，应在检验后留样封存 2 年。封存的防水黏结层材料不应少于 5kg，改性沥青不应少于 15kg。

6.3 原铺装层铲除及清理

(1) 为保障施工人员安全及施工质量，施工单位应安排安全人员指挥交通。

(2) 桥面铺装铲除一旦开始，施工区域除施工车辆外其余一切车辆禁止通行。同时，施工车辆尽量采用小型车辆，避免对结构的冲击，造成结构损伤和变形。

(3) 封闭交通后应及时进行桥面铺装的铲除、钢桥面板的清洁、喷砂除锈。

(4) 桥面铺装铲除过程中须加强钢桥面板的保护，不得采用冲击性机械或设备，不得破坏钢桥面板。

(5) 原铺装层的铲除及清理宜按照下列顺序进行：

① 人工切缝。顺着中分带沥青砂胶与原环氧沥青铺装层纵向接缝进行切缝，切缝深度宜控制在 4.5cm 左右，应避免切缝深度过浅而导致铣刨、清理过程中对保留铺装层的破坏。

② 机械铣刨旧环氧沥青混合料铺装层时，铣刨深度宜控制在 3.5cm 左右。

③ 距离纵向切缝 10cm 的范围内，严禁机械铣刨，以避免铣刨机破坏保留的铺装层。待其他区域机械铣刨完成后，人工用电镐清除剩余 10cm 宽的铺装层。



图 6.3-1 切缝位置及铣刨位置



图 6.3-2 带长齿的挖掘机

④ 待边缘处人工清除完毕后，可采用带长齿的挖掘机对残留的环氧沥青混合料铺装层进行刮除。

⑤ 旧环氧沥青混合料铺装层清理完成后，采用人工或机械的方式清理残留在钢板表面的防水

黏结层。

(6) 钢桥面顶板裂缝、U 肋裂缝等的处理宜满足下列要求：

① 应委托专业单位对顶板、U 肋等的开裂情况进行检测、统计、评估及处理；

② U 肋、横隔板裂缝宜在桥面铺装翻修前处理，可采用裂缝焊合法、止裂孔法、角撑板补强法、钢板补强法等措施进行修复加固。

③ 在原铺装防水层铲除完毕后，应对钢桥面顶板开裂情况进行仔细排查，对发现的裂缝宜采用裂缝焊合法等措施进行修复加固。

(7) 废弃的原铺装层，应通过平板车运输至符合规定的渣土废弃物场，运输途中应用帆布覆盖。

6.4 试验段铺筑

(1) 试验段实施应由有关各方共同参加，及时商定有关事项，明确试验结论。

(2) 钢桥面铺装各个工序正式施工前应实施试验段，包括钢板的喷砂除锈、防水黏结层涂布、沥青混合料铺筑等工序，实施前应制定试验段实施方案。

(3) 沥青混合料试验段可选择在拌和站场地上进行，其他各工序试验段应在钢桥面板上进行。

(4) 喷砂除锈、防腐层、防水黏结层试验段面积均不宜小于 100m²，沥青混合料铺装试验段的长度不宜小于 100m。

(5) 通过钢板喷砂除锈试验段应达到下列目的：

① 确定喷砂机的机械数量和组合方式。

② 确定钢砂的材料类型、钢丸与棱角砂的混合比例。

③ 确定喷砂机的行走速度、单位时间的喷砂量。

(6) 通过防腐层试验段和防水黏结层试验段应确定材料的混合比例、施工工艺和用量等。

(7) 通过沥青混合料铺装试验段应达到下列目的：

① 检验各种施工机械的类型、数量及组合方式是否匹配。

② 验证混合料配合比设计，确定生产配合比。

③ 通过试拌确定拌和机的上料速度、拌和时间、拌和温度等。

④ 通过试铺确定摊铺温度、摊铺速度、摊铺宽度、自动找平方式、松铺系数、接缝方式等。

⑤ 对需碾压的沥青混合料确定压路机的碾压组合、碾压顺序、碾压温度、碾压速度及遍数等碾压工艺。

⑥ 对环氧沥青混合料还需验证在容留时间内是否能完成碾压成型。

⑦ 补充完善施工组织设计。

(8) 试验段施工结束后, 承包人应就各项试验内容提出完整的试验段施工、检测报告。如果试验段检测结果存在不合格情况, 应对其进行相应调整, 重铺试验段, 合格后方可施工。

6.5 钢板除锈及防腐层施工

(1) 喷砂除锈前应用工具打磨平整钢板表面锐边、飞溅、不光滑焊缝等缺陷。喷砂除锈前应全面调查记录全桥锈蚀、污染状况, 被油脂污染的钢板表面除锈前应采用溶剂法或碱洗法去除油污, 并按 ISO 8502-9 标准的试纸测试, 氯化物含量应不超过 0.014% (约 $7\mu\text{g}/\text{cm}^2$)。在桥面钢板锈蚀较严重的地方, 应按 ISO 8502-1 标准以铁氰化钾试纸测试, 以无蓝点视为合格。

(2) 行车道喷砂除锈宜采用全自动无尘喷砂设备, 桥面边角部位等特殊部位, 可人工采用打磨机进行打磨处理。

(3) 喷砂除锈用金属磨料应符合《涂覆涂料前钢材表面处理》(GB/T 18838) 的有关规定, 应采用颗粒形状为丸粒和砂粒的金属磨料配合使用, 其比例由试验段确定。

(4) 喷砂除锈后的钢桥面板, 其清洁度应达到 Sa2.5 级, 粗糙度应达到 60~140 μm ; 人工小范围打磨工艺除锈的清洁度应达到 St3.0 级。

(5) 应在除锈后 3h 内完成防腐层施工。

(6) 防腐层施工前应将防腐材料充分搅拌均匀。

(7) 防腐层涂布应均匀, 对于漏涂、龟裂、流坠、针眼和气泡等缺陷应及时修补。

(8) 防腐层表干前, 严禁接触; 实干前应采取措施防止受损, 且应避免淋雨、浸水及其他介质污染。

6.6 防水黏结层施工

(1) 防水黏结层施工应符合下列规定:

① 施工前应对工作面进行清洁处理, 清除油污、水分及其他污染物。

② 应在防腐层彻底固化并检验合格后, 进行防水黏结层施工。

③ 防水黏结层材料在涂布前应采用动力搅拌器充分搅拌均匀。

④ 如采用喷涂方式, 喷涂前应对桥梁栏杆和其他易受喷涂飞溅影响的桥梁部位进行防护; 喷涂作业时, 当风速较大导致出现洒布斑痕, 应采取有效的防风遮挡措施, 风速大于 10m/s 时不得施工。

⑤ 涂布应均匀, 对于漏涂、龟裂、流坠、针眼和气泡等缺陷应及时修补。

(2) 环氧树脂防水黏结层施工应注意以下事项:

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 在钢板表面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 施工完毕后, 应有足够的养生时间。

④ 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。

6.7 热拌环氧沥青混合料施工

(1) 热拌环氧沥青混合料拌和应符合下列规定:

① 环氧沥青拌和前应将环氧树脂主剂和固化剂分别加热至 50~60 $^{\circ}\text{C}$, 沥青应加热至 150~165 $^{\circ}\text{C}$ 。

② 热拌环氧沥青混合料拌和时, 应符合表 6.7-1 的规定。

表 6.7-1 热拌环氧沥青混合料拌和条件

混合料类型	干拌时间 (s)	湿拌时间 (s)	出料温度 ($^{\circ}\text{C}$)
热拌环氧沥青混合料	8 ~ 10	35 ~ 50	170 ~ 185

③ 热拌环氧沥青混合料的出料温度超出容许温度范围时, 应予以废弃。

(2) 热拌环氧沥青混合料运输应符合下列规定:

① 运输车辆应采取防积水、漏水措施。

② 运料车车厢内宜涂薄层植物油, 避免环氧沥青混合料粘附车厢内。

③ 出料时均应登记运料单, 记录该车各盘料的出料温度, 及该车第一盘料及最后一盘料的装料时刻。

④ 混合料运输中应采取覆盖保温措施, 并在卸料前检测混合料温度。

(3) 热拌环氧沥青混合料摊铺应符合下列规定:

① 摊铺过程中应随时检查摊铺层厚度及横坡, 根据使用的混合料总量与面积校验平均厚度。

② 摊铺机应缓慢、匀速、连续不间断地摊铺。

③ 摊铺速度不宜超过 3m/min, 同时应根据供料能力及混合料容留时间适当调整。

④ 摊铺过程中应及时清除螺旋布料器与熨平板之间已结团的混合料。

⑤ 摊铺后的环氧沥青混合料应表面均匀, 无离析、波浪、裂缝、拖痕、鱼尾纹等现象。

(4) 热拌环氧沥青混合料碾压应符合下列规定:

① 碾压应紧跟摊铺机进行, 碾压过程分为初压、复压、终压三个阶段, 压路机组合方案可参照表 6.7-2 执行, 具体碾压遍数与压路机组合应通过试验段确定, 在施工时可根据现场情况适当调整。

表 6.7-2 压路机组合参考方案

铺装结构层位	初压	复压	终压
保护层	轮胎压路机	双钢轮压路机	轮胎压路机

② 碾压温度应符合表 6.7-3 的规定。

表 6.7-3 碾压温度 (°C)

混合料类型	初压温度 (°C)	复压温度 (°C)	终压温度 (°C)
热拌环氧沥青混合料	≥155	≥110	≥90

③ 碾压应分段控制，压路机隔离剂应采用植物油，严禁采用水、柴油、废机油。

④ 碾压时压路机驱动轮面向摊铺机，由低到高，依次连续均匀碾压，相邻碾压带重叠 1/3 轮宽。

⑤ 碾压过程中严禁压路机突然转向或掉头。压路机起动、停止应减速缓行，严禁紧急制动。

⑥ 施工应避免设置接缝，如因特殊原因需设置接缝时，应采用 45°~60°的斜接缝。切缝前应预先画线，且不得带水切割。切割时机应通过试切确定，保证切缝平顺，切面平整。

⑦ 碾压完毕后应及时检查表面是否有鼓包、已结团的混合料或推挤裂缝等情况，对存在的问题应及时处理。

⑧ 热拌环氧沥青混合料从拌和出料到复压结束时间宜控制在 2.0h 以内，超过 3.0h 应废弃。

(5) 热拌环氧沥青混合料养生期不宜低于 4~10d，具体时间应根据环境温度与现场马歇尔试件试验结果确定。养生期间严禁车辆通行。

(6) 在养生期内应检查是否有鼓包。发现鼓包时应立即用钢针由包顶插入放气，用环氧胶填满，并用手持夯锤将鼓包击平。

6.8 黏层施工

将环氧沥青混合料马歇尔试件放置在施工现场进行同步养生，并参照现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20) 中的 T 0709 测试 60°C 马歇尔稳定度，当马歇尔稳定度大于 20kN 后，方可进行黏层以及 SMA 的施工作业。

黏层施工前，应随时检查基层处理是否符合要求，是否干燥清洁、无杂物、无灰尘、无油污等；基层接缝、裂缝是否预先处理并符合要求。黏层具体施工工艺参照防水黏结层施工工艺进行。

6.9 SMA 施工

(1) SMA 生产

每一阶段 SMA 拌和前，均需对拌和楼进行彻底的检修与维护，避免发生导热油渗漏、沥青泵

停机、矿粉掺入速度慢导致掺入量不够等问题。同时，对所有计量设备进行检查。

混合料拌和温度控制：石料加热 200~240°C，混合料拌和后出料温度按 175~190°C 目标控制，不满足上述温度要求则弃料。拌和时间干拌≥10s，湿拌≥40s，上述工艺均需现场试拌后确定。

拌和过程中应充分注意矿粉和纤维的掺入，沥青用量及出料温度控制；同时，冷料仓上料速度的设置应充分考虑到加热鼓风时细集料粉料 (<0.3mm 材料) 的损失。

拌制好的混合料贮存时间不宜超过 4h。

实验室人员应按规定抽样频率取样检验并密切观察拌制混合料的质量。

拌和楼拌和工序应采用自动控制。特殊情况下，经监理工程师同意，可少量采用人工控制（开始拌和及故障等特殊情况每次不超过 5 锅）。

经过试拌、试验路施工确认并批准的混合料拌和工艺不得更改，如需更改，应取得监理工程师同意。

如发现任何异常情况，立即停机处理，通知摊铺现场，在未找到发生异常的原因并解决前，不得恢复施工。

铺装层每施工段需进行拌和混合料总量的计算及厚度检验。

(2) SMA 的运输

运输车辆的运力应满足拌和、摊铺效率的要求，避免出现停机等料的情况。

运输车辆装料时，应遵循前-后-中的顺序接料，防止混合料离析。

运输车辆应进行保温处理。运输过程中顶面应铺盖帆布，防止混合料温度离析。

连续摊铺过程中，运料车不得撞击摊铺机。卸料过程中运料车应挂空挡，靠摊铺机推动前进。

运输车在推行过程中，不得紧踩刹车，防止轮胎搓动保护层。

运输车向摊铺机料斗中喂料时，禁止将混合料直接洒落在保护层上。

因各种原因，车箱中混合料未能完全卸完时，不得倾倒在桥面上，应在钢桥面铺装范围以外清理干净。

运输车辆不得在钢桥上急转弯及调头，运输车辆应按指定路线进入施工现场，在钢桥面上行驶速度不超过 10km/h。

(3) SMA 摊铺

在摊铺作业前，应对摊铺机进行全面彻底的检修，确保摊铺施工中不出现设备故障。

摊铺机应在前一天基本就位，需通过防水黏结层时，应在白天移动。到达摊铺起点附近，放置在当日施工范围以外（不停留在防水黏结层上过夜），压路机等机械设备也应同样放置。

摊铺开始前 1h 左右使摊铺机就位于起点，并充分预热摊铺机熨平板 (≥110°C)。

摊铺机宜采用双侧平衡梁自动控制平整度和高程。

摊铺机行走速度应与拌和楼拌和生产能力、运输距离相匹配。摊铺速度宜控制在 2.0~3.0 m/min，以保证摊铺过程的匀速、缓慢连续不间断。

摊铺机行走时，不得在保护层上转弯，禁止摊铺机在所有铺装层面上急转弯和调头。

施工管理人员应密切注意拌和楼、运输车辆及摊铺机、压路机之间的协调统一，避免摊铺机长时间停机待料，摊铺温度不得低于 160℃。

(4) SMA 的压实

整个过程应该遵循紧跟慢压的原则。碾压区的总长度应大体稳定，以 30~50m 为宜，两端的折返位置应随摊铺机前进而推进，横向应呈阶梯形。

① 初碾

初碾应采用自重大于 10t 压路机进行静压，应碾压 1~2 遍，碾压速度宜为 2~3km/h，碾压温度应 $\geq 155^{\circ}\text{C}$ 。初碾压路机每次前进时，均应前行到接近摊铺机尾部位置。每次前进后均应在原轮迹上（重复）倒退，第二次前进应重叠约 2/3 轮宽，往返一次为碾压一遍。

② 复碾

复碾宜采用水平振荡压路机，振荡碾压 3~4 遍，碾压速度宜为 3~4km/h，碾压温度应 $\geq 130^{\circ}\text{C}$ 。

③ 收迹碾压

收迹碾压应采用钢轮压路机静压 1~2 遍，收迹碾压终了温度应大于 110℃。

在边缘、角落等周围难以用大型压路机压实的部位，应采用小型压路机、平板振动夯、夯锤等进行压实。特别是铺装层在格栅泄水孔周围部位，应有 2~3 人，采用人工夯锤紧跟摊铺机，在混合料温度较高时，人工夯实，保证这些部位混合料的密实性。

6.10 施工缝设置及边缘防排水处理

(1) 为保障施工质量，避免出现纵向施工缝，宜采用双机联铺或全幅式摊铺工艺，单幅一次性铺筑完成。铺装结构层施工宜避免设置施工缝。当无法避免时，横向施工缝应距横肋或横梁位置 1m 以上，且磨耗层和保护层的横缝应错开 1m 以上。横缝应在碾压成斜面、施工完成后，切割成垂直截面。

(2) EA10 的横缝应涂刷环氧树脂黏结剂 II 型（用量：0.60~0.75kg/m²），SMA 的横缝宜涂刷改性乳化沥青（用量：0.30~0.50kg/m²）或环氧树脂黏结剂 II 型（用量：0.60~0.75kg/m²）。

(3) 路表水通过横坡/纵坡流向格栅泄水孔，并通过泄水槽排出。为了便于层间水排出，在桥面铺装边缘与钢路缘石接触的部位设置 15~25mm 宽的预留槽，在接缝底部即环氧树脂黏结剂 II 型

防水层上表面纵向方向铺设 $\Phi 10\sim\Phi 12\text{mm}$ 螺旋排水管（在格栅泄水孔底部打孔，螺旋排水管穿过所打孔，将水排至泄水槽），再填充粒径 3~5mm 碎石，高度 $33\pm 5\text{mm}$ ，最后采用热熔改性沥青填充在碎石上部并与沥青路面顶面平齐。

(4) 待 SMA 施工完成后，在中央分隔带护栏附近的 SMA 表面涂刷 20cm 宽的改性乳化沥青（用量：0.30~0.50kg/m²），避免后期服役过程雨水下渗导致层间脱层破坏。

6.11 交通开放

将环氧沥青混合料马歇尔试件放置在施工现场进行同步养生，并参照现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTJ E20）中的 T 0709 测试 60℃马歇尔稳定度，当马歇尔稳定度大于 40kN 后，方可正式开放交通。一般要求养生 4~10 天，具体时间应根据施工作业时的气候决定。

7 施工质量管理

(1) 施工前应明确质量方针、质量目标和质量责任，实行严格的目标管理、工序管理与岗位责任制度。

(2) 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，严重时停工整顿。

(3) 施工的原始记录、试验检测及计算数据、汇总表格、影像资料等应如实保存。对于返工的项目，返工前后的所有原始数据应如实记录，不得丢弃。

(4) 防腐层、防水黏结层、黏层及沥青混合料生产过程中，应按表 6.11-1~表 6.11-3 规定的检查项目与频度，对各种原材料、混合料进行抽样试验，其质量应符合本设计规定的技术要求。每个检查项目的平行试验次数或一次试验的试验数应按相关规定执行，并用平均值评价是否合格。

表 6.11-1 喷砂除锈、防腐层、防水黏结层和黏层试验评定与质量要求

类型及组成	检查项目	检查频度	质量要求	试验方法
喷砂除锈	清洁度	9 点/1000m ²	Sa2.5 级	GB/T 8923.1-2011
	粗糙度		60~140 μm	GB/T 13288.5-2009
防腐层 (环氧富锌漆)	与钢板黏结强度	3 点/1000m ²	$\geq 7.0\text{MPa}$	JTG/T 3364-02 附录 B
	厚度	3 点/1000m ²	50~140 μm	GB/T 13452.2-2008
防水黏结层 (环氧树脂黏结剂 II 型)	拉伸强度	1 次/d	$\geq 3.0\text{MPa}$	GB/T 16777-2008
	断裂伸长率		$\geq 100\%$	
	与钢板黏结强度	3 点/1000m ²	$\geq 3.0\text{MPa}$	JTG/T 3364-02 附录 B

类型及组成	检查项目	检查频度	质量要求	试验方法
	用量	3 点/1000m ²	0.40~0.50kg/m ²	T 0982
	均匀性	随时	无漏涂	目视
黏层 (环氧树脂黏结剂 II 型)	拉伸强度	1 次/d	≥3.0MPa	GB/T16777-2008
	断裂伸长率		≥100%	
	用量	3 点/1000m ²	0.60~0.75kg/m ²	T 0982
	均匀性	随时	无漏涂	目视

注：1.试验方法按照本设计和现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)规定的方法执行。

2.施工面积不足 1000m²，按 1000m² 计。

3.“随时”是指需要经常检查的项目，其检查频度可根据具体情况确定。

表 6.11-2 沥青、集料及沥青混合料试验评定和质量要求

类型及组成	检查项目	检查频度	质量要求	试验方法		
高弹性 改性 沥青 SMA	沥青	针入度、延度、软化点、弹性恢复率	1 次/d	符合本设计规定	T 0604、T 0605、T 0606、T 0662	
	集料	颗粒组成(筛分)、含水率	1 次/d	符合本设计规定	T 0327	
	沥青 混合料	混合料级配	1~2 次/d	≥4.75mm	±4%	T 0725
				≤2.36mm	±3%	
				0.075mm	±2%	
		沥青用量		±0.3%	T 0722、T 0721	
		混合料出厂温度	逐车检测		T 0981	
		空隙率、马歇尔稳定度、流值	1~2 次/d	符合本设计规定	T 0702、T 0709	
	车辙动稳定度	必要时		T 0709		
	低温弯曲应变	必要时		T 0715		
环氧 沥青 混合 料	环氧沥青	拉伸强度、断裂伸长率	1 次/d	符合本设计规定	GB/T16777-2008	
	集料	颗粒组成(筛分)、含水率	1 次/d	符合本设计规定	T 0327	
	沥青混合料	混合料级配	1~2 次/d	≥4.75mm	±4%	T 0725
				≤2.36mm	±3%	
				0.075mm	±2%	
		沥青用量		±0.3%	T 0722、T 0721	
		混合料出厂温度	逐车检测		T 0981	
		空隙率、马歇尔稳定度、流值	2~3 次/d	符合本设计规定	T 0702、T 0709	
低温弯曲应变	必要时		T 0715			

注：1.试验方法按照现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)规定的方法执行。

2.环氧沥青混合料出厂温度应逐盘检测评定；沥青混合料运至施工现场应逐车检测温度。

3.“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度。

表 6.11-3 铺装结构层施工过程中试验评定与质量要求

检查项目	检查频度	质量要求或允许偏差	试验方法	
压实度	—	符合设计要求	按碾压吨位与遍数检查	
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	≤3mm	T 0931	
施工 温度	摊铺温度	逐车检测	符合本设计规定	T 0981
	碾压温度	随时	符合本设计规定	插入式温度计实测
厚度	磨耗层	随时	±3mm	施工时采用插入法量取混合料松铺厚度或每日用混合料数量及实铺面积计算平均厚度
	总厚度	随时	-3~+5mm	
平整度 (最大间隙)	磨耗层	随时	≤3mm	T 0931
	保护层	随时	≤5mm	
平整度 (标准差)	磨耗层	连续测定	≤1.2mm	T 0932
	保护层	连续测定	≤1.5mm	
路表渗水系数，不大于	1 点/200m，每点 3 处取平均值	SMA: ≤80mL/min，环氧沥青混合料要求基本无渗水	T 0971	
横坡度	每个断面	±0.3%	T 0911	
构造深度	5 点/200m	≥0.8	T 0961/ T 0962/ T 0963	

注：1.试验方法按现行《公路路基路面现场测试规程》(JTG E60)规定的方法执行。

8 交通标线设计

8.1 标线的位置

标线用于管制和引导交通，应具有鲜明的确认效果。标线设置在路面上应具有附着力强、经久耐磨、使用寿命长、耐候性好、抗污染、抗变色等性能。同时，标线还应具有施工时干燥迅速、施工方便、安全性能好等性能。在夜间，标线应具有良好反光效果，对行驶车辆的诱导有重要作用。

本工程道路标线设计按《道路交通标志和标线》(GB 5768-2009)进行，均采用热熔反光标线涂料，标线涂料应满足现行《路面标线涂料》(JT/T 280)的要求。道路标线、导向箭头和路面标记的厚度为 2.0~2.5mm。敷设标线的路面表面应清洁干燥，在路面敷设标线时需要预涂底油。车道的划分应与原车道划分保持一致。

全线设置的道路标线有：

(1) 车行道边缘线：设在重车道和超车道的右侧，为宽 20cm 的白色实线。

(2) 可跨越同向车道分界线：设在中间车道的两侧，为白色实线，线宽 15cm，分界线线段与间隔长度分别为 600cm 和 900cm。道路标线具体设置见附图 S1-03。

8.2 标线材料

本工程道路均采用热熔反光型标线，标线厚度为 2.0~2.5mm，标线涂料应符合《道路交通标志和标线 第 3 部分：道路交通标线》(GB 5768.3-2009)、《路面标线用玻璃珠》(GB/T 24722-2009) 及现行《路面标线涂料》(JT/T 280) 的有关规定。

8.3 标线施工质量要求

标线现场施工质量应符合《道路交通标线质量要求和检测方法》(GB/T 16311-2016) 和现行《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1) 的要求。标线施工过程中应注意控制涂料及玻璃珠的材料品质、控制路面干燥清洁、控制底漆均匀到位、控制水线线形顺直及位置正确、控制划线机行走线形顺直及位置正确。基本要求如下：

(1) 路面标线的颜色、形状和设置位置应符合《道路交通标志和标线 第 3 部分：道路交通标线》(GB 5768.3-2009) 的规定。

(2) 路面标线喷涂前，应仔细清洁路面，保证表面干燥、无起灰现象。

(3) 标线施工污染路面应及时清理。

(4) 标线线形应流畅，与道路线形相协调，曲线圆滑，不允许出现折线。

(5) 反光标线玻璃珠掺量应满足重庆市交通部门要求，建议值为 20%，并应撒布均匀，附着牢固，反光均匀；标线初始逆反射亮度系数 $\geq 150\text{mcd m}^{-2} \text{lx}^{-1}$ 。

(6) 标线表面不应出现网状裂缝，起泡现象。

9 防撞护栏及桥名油漆涂装设计

9.1 一般要求

(1) 防撞护栏涂装面漆的颜色为白色，桥名为大红色，设计使用寿命为 10 年。

(2) 涂装的气温：10~35℃，涂装相对湿度： $\leq 85\%$ ，涂装钢结构表面温度：5~40℃。

(3) 在施工过程中，应做好桥面铺装、附属构造物、行驶车辆等的防护，避免油漆污染。

(4) 涂料干燥前，应防止雨淋、尘土玷污和热空气的侵袭，施工完成后应加强成品保护。

(5) 应严格按照高速公路安全施工的相关规定进行施工，桥名涂装涉及高空作业，应加强人员安全防护。

(6) 承包人应根据设计文件、施工合同、施工条件等确定施工方案，进行施工组织细化设计。

9.2 涂层材料

所用涂料应有品名、种类、性能、颜色、生产时间、储存有效期、使用说明书和产品合格证，禁止不同厂家、不同品种的涂料混合使用，禁止使用超过存储有效期的产品。

涂层由渗透型防锈带锈底漆+云铁环氧中间漆+氟碳面漆构成，渗透型防锈带锈底漆的性能应满足《各色渗透型带锈防锈底漆（双组分）》(Q/CYQ 286-2017) 的要求，云铁环氧中间漆和氟碳面漆的性能应满足《铁路桥梁钢结构及构件保护涂装与涂料》(Q/CR 749.3-2020) 的要求。

9.3 涂装施工质量要求

涂装施工应符合《建筑防腐蚀工程施工规范》(GB 50212-2014)、现行《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》(JT/T 722) 等的有关规定。涂料的工作黏度和稠度，应加以控制，使其在施工时不流坠，无刷痕，涂层应均匀，颜色一致。具体施工工序及要求如下：

(1) 表面除油除污清洗：用高效除油清洗剂清洗基面油污，经自然干燥后进行除锈。

(2) 机械打磨除锈：人工打磨除锈，清洁度应达到 St2.0 级。

(3) 底漆施工：涂刷渗透型防锈带锈底漆，2 遍（第 1 遍固化后涂刷第 2 遍），干膜厚度 80 μm 。

(4) 云铁环氧中间漆施工：涂刷云铁环氧中间漆，2 遍（第 1 遍固化后涂刷第 2 遍），干膜厚度 100 μm 。

(5) 氟碳面漆施工：涂刷氟碳面漆，2 遍（第 1 遍固化后涂刷第 2 遍），干膜厚度 80 μm 。

涂装施工质量应符合《建筑防腐蚀工程施工质量验收标准》(GB/T 50224-2018)、现行《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》(JT/T 722) 等的有关规定。基面打磨质量应符合《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定》(GB/T 8923.1-2011) 的规定，清洁度应达到 St2.0 级。涂层厚度测量参照《色漆和清漆 漆膜厚度的测定》(GB/T 13452.2-2008) 进行，涂层厚度小于设计规定厚度的测点数，不应大于 10%，且测点处实测厚度不应小于设计规定厚度的 90%，最大干膜厚度不应超过设计规定干膜厚度的 3 倍。底漆与基面的附着力不低于 5MPa；中间漆和面漆参照《色漆和清漆 漆

膜的划格试验》(GB/T 9286-1998)进行划格法检查,其附着力为 0 级或 1 级。

10 施工期间交通疏解设计

10.1 交通疏解设计

考虑到本工程为钢桥面铺装翻修,为了保证桥上交通的正常运行,对车辆通行影响大的施工作业安排在夜间(例如:晚上 11 点至次日早上 6 点)进行,混合料摊铺碾压等其他施工内容可在白天进行。

根据道路条件、交通流量、施工作业效率、工期计划等对道路合理分段施工、交叉作业。施工时保证有足够的道路空间满足车流通行的需要。施工作业顺序可参照表 10.1-1 进行。

表 10.1-1 施工组织安排

序号	施工部位	面积	工期
1	下游应急车道、重车道、中间车道及超车道	$(3.0+3.75 \times 3+0.5) \times 616=9086 \text{ m}^2$	约 25 天
2	上游应急车道、重车道、中间车道及超车道	$(3.0+3.75 \times 3+0.5) \times 616=9086 \text{ m}^2$	约 25 天

为了便于施工期间社会车辆通行,打开南岸桥头第二个中央分隔带开口(K52+700)以及北岸桥头第一个中央分隔带开口(K50+700,距广阳→果园港收费站匝道出口约 100m),以实现单幅封闭、单幅双向通行。

当下游侧(南岸→北岸)施工时,上游侧(北岸→南岸)应急车道和重车道(围挡后留 1 个车道)供北岸→南岸方向的车辆行驶,中间车道和超车道(围挡后留 1 个车道)供南岸→北岸方向的车辆行驶,单幅双向通行距离约为 2km。为避免果园港互通(北→南方向)车辆汇聚过多带来安全隐患,须将果园港互通(北→南方向)匝道出口和入口之间的应急车道、重车道、中间车道逐步进行交通管制,最后仅保留超车道通行,具体路线见图 10.1-1。

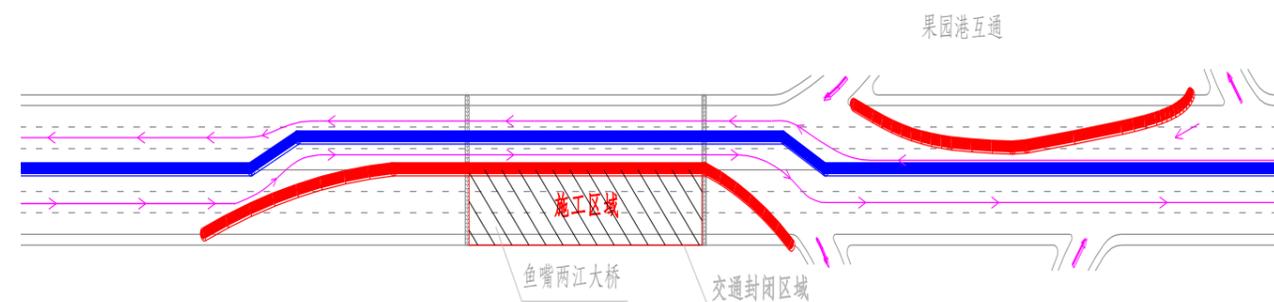


图 10.1-1 鱼嘴两江大桥钢桥面铺装（下游侧，南岸→北岸方向）施工交通组织方案

当上游侧(北岸→南岸)施工时,下游侧(南岸→北岸)应急车道和重车道(围挡后留 1 个车

道)供南岸→北岸方向的车辆行驶,中间车道和超车道(围挡后留 1 个车道)供北岸→南岸方向的车辆行驶,单幅双向通行距离约为 2km,具体路线见图 10.1-2。

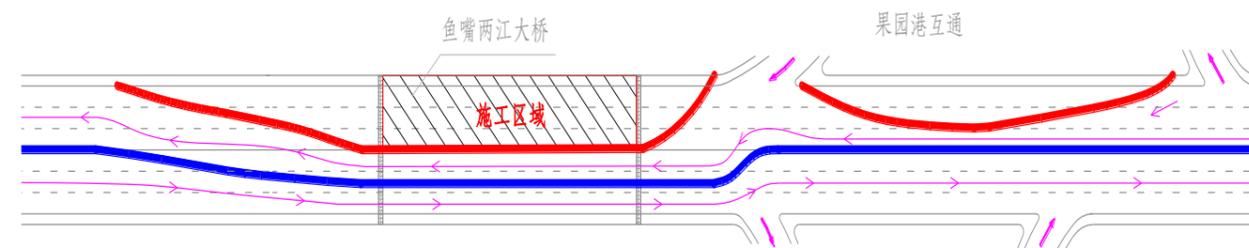


图 10.1-2 鱼嘴两江大桥钢桥面铺装（上游侧，北岸→南岸方向）施工交通组织方案一

环氧沥青混合料施工受材料容留时间限制,上游侧(北岸→南岸)环氧沥青混合料施工前应对运输线路的拥堵状况及运输时间进行监测和统计,如拥堵路段运输时间超过 30min 或堵塞时长不可控,应关闭上游侧广阳出口匝道,对南岸桥头第二个中央分隔带开口至广阳收费站段(果园港→广阳方向,约 2km)的应急车道、重车道及下道匝道进行交通管制,禁止社会车辆通行,作为施工作业车辆快速通道,具体路线见图 10.1-3。

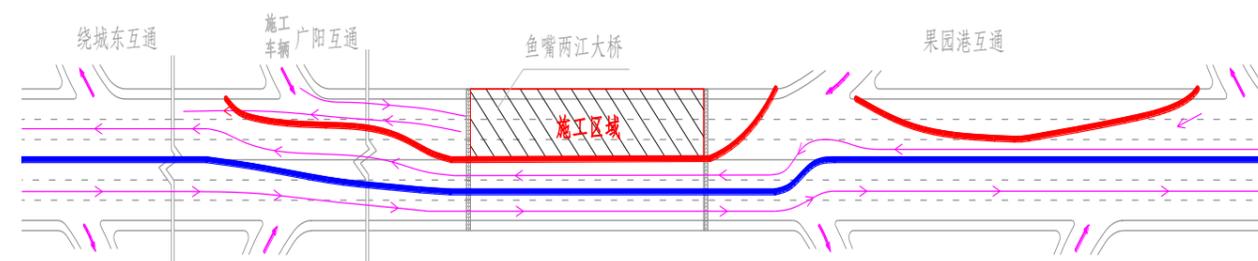


图 10.1-3 鱼嘴两江大桥钢桥面铺装（上游侧，北岸→南岸方向）施工交通组织方案二

施工期间封闭部分道路或部分车道时:

- (1) 施工单位宜委托专业单位实施交通封闭及管理工作。
- (2) 设置道路施工维修作业区时,应采用水马围栏填沙(装水)连续封闭维修区域车道。
- (3) 在警告区内应设置施工标志、限速标志和可变标志板或线形诱导标志等。
- (4) 在施工区域两端及重要出入口应安装视频监控设备,供高速公路执法部门等实时监控现场交通情况。
- (5) 在施工区域应布设灯带等照明措施,保障夜间行车的安全性。
- (6) 施工作业完毕,迅速清除道路上的障碍物,消除安全隐患。

承包人应根据设计文件、施工合同、施工条件等确定交通疏解方案,进行交通疏解细化设计。施工期间,交通疏解具体实施应满足《公路临时性交通标志》(GB/T 28651-2012)、现行《公路养护安全作业规程》(JTG H30)、《公路交通安全设施施工技术规范》(JTG F71)等的相关要求。

10.2 施工期间交通管理

为确保本工程在施工期间施工区域内的交通状况良好，需对施工路段沿线及附近采取必要的交通管理措施，具体如下：

(1) 向传媒通告本工程的施工围蔽及疏导情况，让广大市民和驾驶员了解施工区域的交通组织。

(2) 本工程施工范围内的各个交通要点，派出交通协管员协助辖区高速公路执法部门维持交通秩序。

(3) 施工范围内的车行道出现破损，若影响通行能力，施工单位应对其进行抢修。

(4) 施工期间要安装各类临时交通设施应在辖区高速公路执法部门指导下安装。

(5) 对因施工需临时拆除的交通设施设备，在施工完毕后应该立刻在相关地点恢复，以便工程竣工后能保持使用。

(6) 施工期间可能会出现未能预测的问题，造成路段断面车流发生变化，需要及时与高速公路执法部门沟通并疏导交通，保证施工区域及周边道路车流的连续。

10.3 施工期间交通疏解重难点

本次设计的目标是在施工期间，保证周边地区交通，方便市民出行，保持交通不断流、少绕行，尽可能减少建设项目给城市交通带来的负面影响。

根据道路条件、交通流量、施工作业效率、工期计划等对道路合理分段施工、交叉作业。施工时保证有足够的道路空间满足车流通行的需要。为了保证城市交通的正常运行，对车辆通行影响大的施工作业安排在夜间进行，其他施工内容安排在白天进行。

11 其他注意事项

(1) 在施工过程中，如发现现场情况与图纸不符的，应及时通知设计方。

(2) 本工程交通工程施工时需同时征求高速公路执法部门意见，得到同意后方可实施。

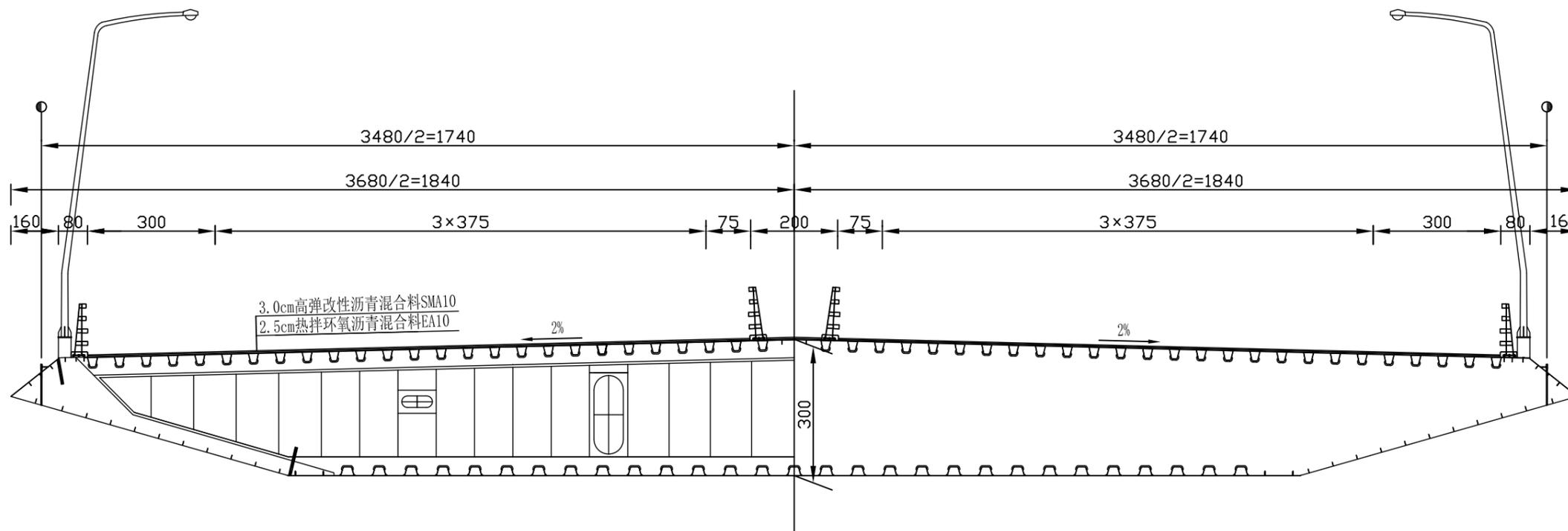
工程数量表

序号	结构层位	类型	长度(m)	总宽度(m)	单位	数量	备注
1	旧铺装层	铣刨	616	$2 \times (3.0+3.75 \times 3+0.5) = 29.5$	m ²	18172	厚度: 5.5cm
2	磨耗层	高弹改性沥青 SMA10	616	$2 \times (3.0+3.75 \times 3+0.5) = 29.5$	m ²	18172	厚度: 3.0cm
3	黏层	环氧树脂黏结剂II型	616	$2 \times (3.0+3.75 \times 3+0.5) = 29.5$	m ²	18172	用量: 0.60 ~ 0.75kg/m ²
4	保护层	热拌环氧沥青混合料 EA10	616	$2 \times (3.0+3.75 \times 3+0.5) = 29.5$	m ²	18172	厚度: 2.5cm
5	防水黏结层	环氧树脂黏结剂II型	616	$2 \times (3.0+3.75 \times 3+0.5) = 29.5$	m ²	18172	用量: 0.40 ~ 0.50kg/m ²
6	防腐层	环氧富锌漆	616	$2 \times (3.0+3.75 \times 3+0.5) = 29.5$	m ²	18172	厚度: 50~140μm
7	钢板	喷砂除锈	616	$2 \times (3.0+3.75 \times 3+0.5) = 29.5$	m ²	18172	—
8	边缘防排水 (靠近路缘石侧)	螺旋排水管	616	—	m	1232	外径 10~12mm
9	纵向接缝	环氧树脂黏结剂II型	616×2	0.055	m ²	67.76	用量: 0.60 ~ 0.75kg/m ²
10	车道标线	车行道边缘线	616×2×2	0.20	m ²	492.80	实线, 线宽: 20cm
11		可跨越同向车道分界线	616×2×2	0.15	m ²	147.84	虚线, 线宽: 15cm
12	防腐涂装	边侧防撞护栏	矩管: $2 \times 0.5 \times 1.55 \times 839 \times 4$		m ²	5201.8	边侧防撞护栏有 839 根立柱(单边)、中央分隔带防撞护栏有 831 根立柱(单边), 立柱间距 1.55m, 护栏上有 4 根矩管、矩管周长 0.5m
13			立柱: $2 \times [\text{顶板 } 0.1 \times 0.17 \times 839 + \text{底板 } (0.32 \times 0.32 - 0.15 \times 0.2) \times 839 + \text{立柱 } (0.7+0.82) \div 2 \times 839]$		m ²	1425.3	
14		中央防撞护栏	矩管: $2 \times 0.5 \times 1.55 \times 831 \times 4$		m ²	5152.2	
15			立柱: $2 \times [\text{顶板 } 0.1 \times 0.17 \times 831 + \text{底板 } (0.32 \times 0.32 - 0.15 \times 0.2) \times 831 + \text{立柱 } (0.7+0.82) \div 2 \times 831]$		m ²	1411.7	
16			桥名	$2 \times 3 \times 3 \times 24$		m ²	

编制:

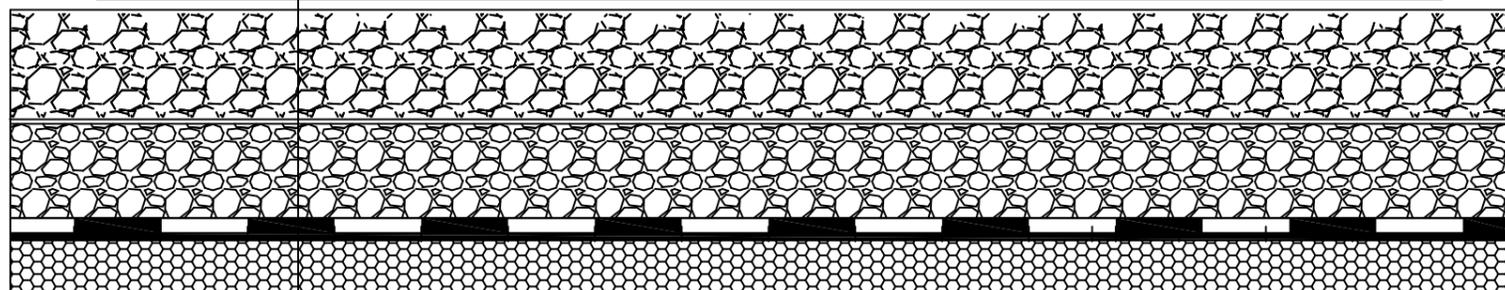
复核:

审核:



行车道铺装横断面示意图

磨耗层	高弹改性沥青SMA10, 厚度: 3.0cm
黏层	环氧树脂黏结剂II型, 用量0.60~0.75kg/m ²
保护层	热拌环氧沥青混合料EA10, 厚度2.5cm
防水黏结层	环氧树脂黏结剂II型, 用量0.4~0.5kg/m ²
防腐层	环氧富锌漆, 厚度50~140um
钢板	喷砂除锈, 清洁度Sa2.5, 粗糙度60~140um

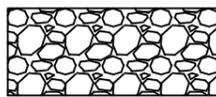


钢桥面行车道铺装结构图

图 例



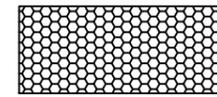
高弹改性沥青SMA10



热拌环氧沥青混合料EA10



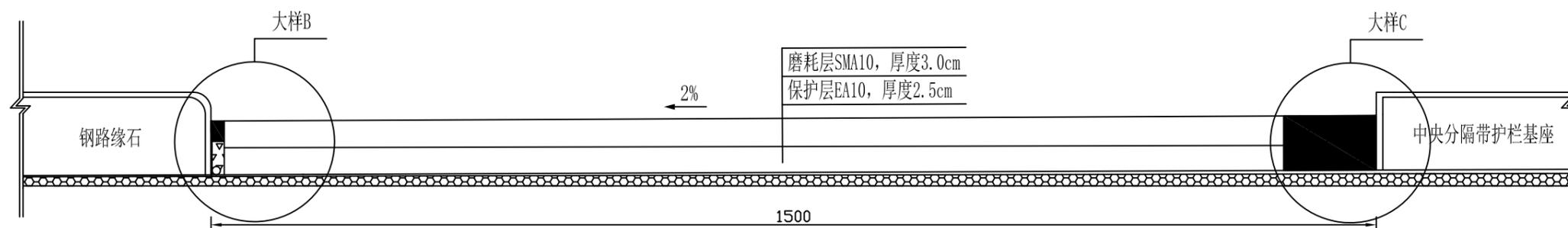
防水粘层



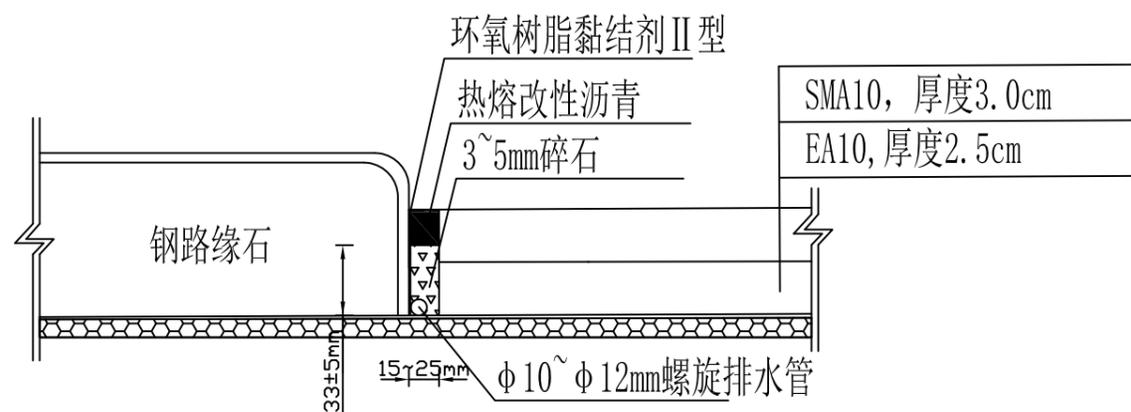
桥面钢板

注:

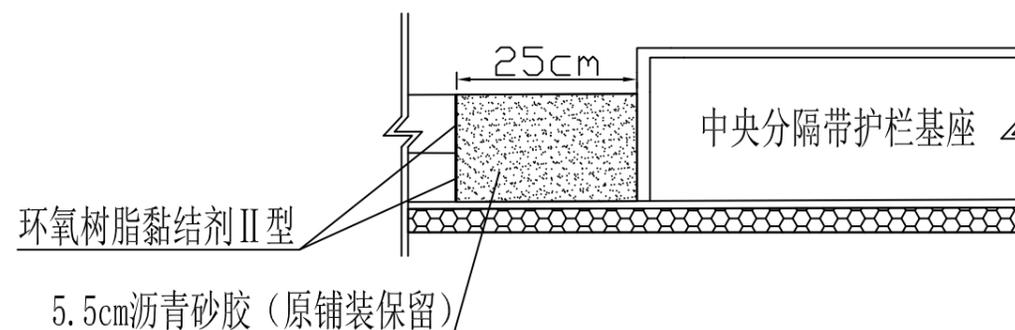
- 1、本图为示意图, 不代表实际比例, 单位: cm;
- 2、沥青混合料铺装结构组成为: 3.0cm高弹改性沥青SMA10+2.5cm热拌环氧沥青混合料EA10。



边缘防排水构造图



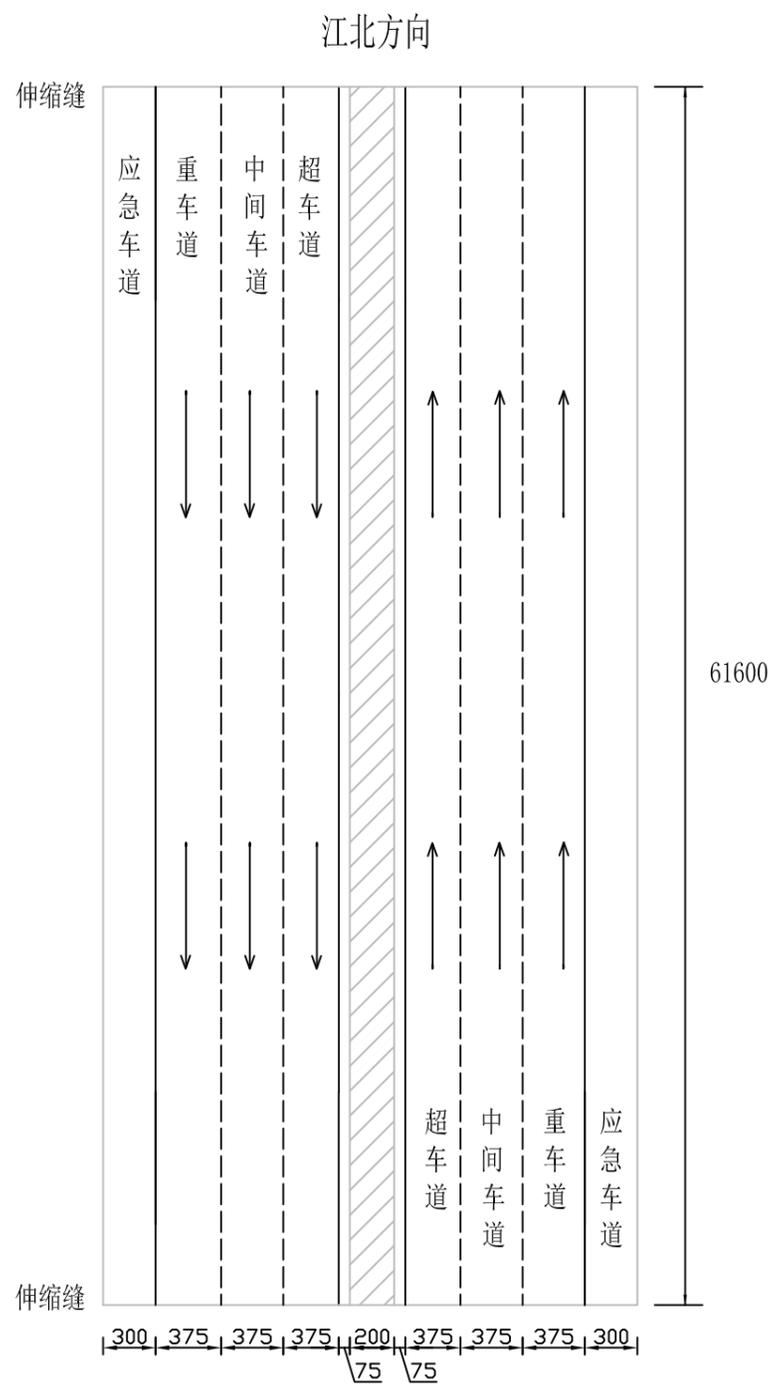
B大样



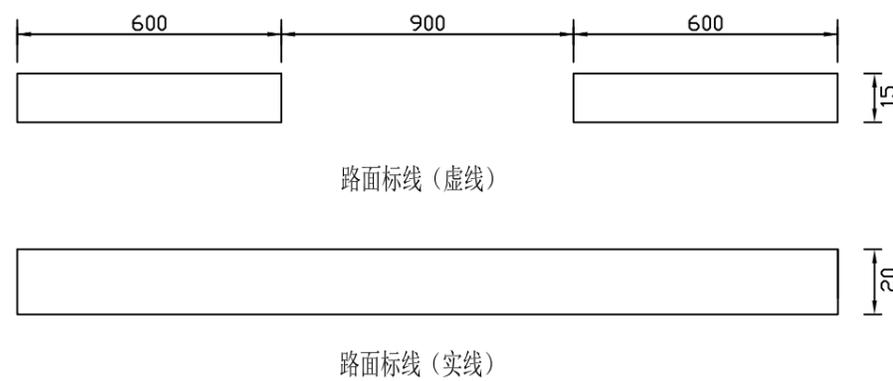
C大样

注:

1、本图为示意图, 不代表实际比例, 单位: cm;



桥面车道标线布置示意图



路面标线尺寸图

图例:



注:

- 1、双向6车道间距为3.75m, 应急车道为3m;
- 2、本图为示意图, 不代表实际比例, 单位: cm。