

# 钢箱梁桥面浇筑式沥青砼铺装技术研究

刘毓 于启权 刘丰硕 于培洋

中交路桥华南工程有限公司

**摘要：**随着我国公路行业的迅速发展，全国干线公路网初步成型，大跨经钢箱梁桥的施工速度也在不断提高。在钢箱梁桥的建设中钢桥面铺装层发挥着非常重要的作用。因此，为了研究在钢桥面浇筑沥青混凝土的施工技术，以浙江沪杭甬高速公路改建扩建工程钢箱梁为基础，研究了甲基丙烯酸树脂防水体系+3.5cm厚GA10浇筑沥青混合材料的施工技术。

**关键词：**钢桥面；浇筑式沥青；施工技术

**【DOI】** 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.17.038

## 一、工程概况

沪杭甬高速改建工程高架桥为双向八车道，设计时速80km/h，桥梁宽度为34.5m，桥长约8.255km。钢箱梁路面结构铺装方案为：甲基丙烯酸树脂防水体系+3.5cm厚GA10浇注式沥青混合料+4cm厚高弹改性沥青SMA13。

## 二、技术准备

### （一）原材料及混合料设计

#### 1. 原材料

沥青采用GA聚合物改性沥青，集料采用安盛矿业生产的3-5mm、5-10mm碎石和0-3mm机制砂，进场沥青及原材料经实验室检测均符合设计及规范要求，具体性能指标见表1~3。

表1 沥青检验结果

试验项目	单位	技术要求	试验结果	试验方法
针入度(25℃)	0.1mm	20~40	28	T0604
软化点(环球法)	℃	≥85	94	T0606
5℃延度(5cm/min)	cm	≥10	25	T0605
密度(15℃)	g/cm <sup>3</sup>	≥1.0	1.018	T0603

表2 粗集料检测结果

试验项目	单位	技术要求	试验结果	试验方法
表观相对密度	-	≥2.6	2.949	T0304
吸水率	%	≤2.0	1.12	T0304
水洗法<0.075mm颗粒含量	%	≤1	0.6	T0310

表3 细集料检测结果

试验项目	单位	技术要求	试验结果	试验方法
表观相对密度	-	≥2.5	2.712	T0328
砂当量(小于4.75mm)	%	≥60	66	T0334
亚甲蓝值	g/kg	≤1.5	1.3	T0349
棱角性(流动时间)	s	≥30	36.5	T0345

#### 2. 沥青混凝土配合比确定

目标配合比由第三方检测单位完成，并经过了咨询单位及总监办的平行验证及批复。

最终目标配合比确定为：机制砂0~3mm 37%，玄武岩碎石3~5mm 15%，玄武岩碎石5~10mm 27%，矿粉21%，最佳油石比8.1%。

同时根据项目试验室相关试验确定生产配合比为：机制砂0~3mm 42%，玄武岩碎石3~5mm 8%，玄武岩碎石5~10mm 22%，矿粉28%，最佳油石比8.1%。

### （二）人员准备

为确保施工能够顺利进行，各环节质量能够得到有效保障，项目部明确了人员分工，定岗定责、责任明确。整个施工过程由项目经理全面负责、亲自组织实施，各主管领导、各部门按照分工各司其职，坚守岗位。

### （三）机械准备

如表4所示的配置施工机械，综合了各种因素，如拌和能力、运输能力、铺装能力、施工技术等等。

表4 施工机械设备配备表

序号	设备名称	规格型号	数量	备注
1	沥青拌和机	玛连尼5500	1套	
2	摊铺机	浇注式沥青混凝土专用摊铺机	1台	
3	运输车	Cooker	8辆	

## 三、下承层准备

### （一）钢板喷砂除锈施工

在喷砂除锈前要检查钢桥面的外观，必须打磨去除使其表面没有焊瘤，针孔，飞边，毛刺，要把尖角打磨成半径大于2mm的圆角。钢桥面表面的污渍要用清洗剂或溶剂清洗干净。并用高压清水清洗干净，直到没有油污，没有污垢。

用装有清扫装置的移动式无灰尘的打砂机在清理过的钢桥面上进行打砂作业。移动式无尘打砂机没有办法清扫的区域及边缘可以使用手提式打砂机<sup>[1]</sup>。

经过喷砂除锈后，钢桥面板表面应达到Sa2.5、粗糙度在60~100 μm范围内。

### （二）丙烯酸防腐漆的施工

在喷砂除锈检查合格后，应该在3h内手动使用滚筒涂上丙烯酸防腐底漆。

防腐漆施工前应将防腐层材料充分搅拌，涂布均匀，对于开裂、漏涂、流坠、针眼和气泡等缺陷及时进行修补。在防腐漆表面未晾干的情况下，严禁接触；在

其实干前应采取防受损措施,切实做到其不受污染,如漫水、淋雨等。

### (三) 防水黏结层施工

#### 1. 甲基丙烯酸甲酯树脂膜的施工

等防腐底漆完全凝固后,再按 $2500\sim 3500\text{g}/\text{m}^2$ 的用量涂上甲基丙烯酸甲酯树脂膜。两种树脂成分和一种催化剂组成了甲基丙烯酸甲酯树脂膜。

#### 2. 丙烯酸树脂黏结剂的施工

在喷涂完甲基丙烯酸树脂膜后 $1\text{h}$ ( $23^\circ\text{C}$ )左右,应马上对丙烯酸树脂黏结剂采用刷涂或辐涂方法进行喷涂。在施工过程中,区分丙烯酸树脂黏结剂和接头及搭接,应使用直尺或其他工具。黏结剂的喷涂量为 $100\sim 200\text{g}/\text{m}^2$ ,完全凝固约 $1\text{h}$ ( $23^\circ\text{C}$ )。已经涂漆的地方要加以保护,不得有油污、油脂及污垢等污染的地方。

## 四、施工过程质量控制

### (一) 混合料的拌合

由于浇注式沥青混合物的搅拌温度高时间长,因此对拌和楼的耐高温和搅拌能力有较高的要求。另外,用于浇注沥青混合材料的沥青含量相对较高具有黏性,很容易粘在设备上。生产完成后,要彻底清理黏性混合材料需要在设备完全冷却之前<sup>[2]</sup>。

#### 1. 沥青加热

沥青的加热温度应调节在 $180\sim 190^\circ\text{C}$ 之间,应该循环加热,避免改性剂分离。

#### 2. 集料加热

搅拌生产混合料应该使用具有矿粉加热和干燥功能的搅拌设备进行工作。集料在矿粉加热时的温度为 $260\sim 280^\circ\text{C}$ 。在矿粉不加热时温度为 $290\sim 320^\circ\text{C}$ 。

浇注式沥青混合料集料加热温度高,为使矿粉与集料充分搅拌且温度均匀,应延长干拌时间。因此,混合料干拌时间宜为 $10\sim 20\text{s}$ ,加入沥青结合料后湿拌时间宜为 $60\sim 90\text{s}$ ,拌和后出料温度宜为 $200\sim 240^\circ\text{C}$ 。

### (二) 混合料的运输

1. 拌和楼生产的浇注式沥青混合料,需用 COOKER 车连续搅拌保温,COOKER 需提前预热至  $130^\circ\text{C}$  至  $140^\circ\text{C}$ ,COOKER 车方可进行首次进料。将装在 COOKER 车内的沥青混合物不间断搅拌,同时使用混合物加热至  $220\sim 240^\circ\text{C}$  的范围内(最高温度不超过  $250^\circ\text{C}$ ),搅拌时间控制在45分钟以上。

2. 应尽量避免在COOKER车内浇注沥青混合物停留时间过长,且浇注沥青混合物的拌和温度应在  $220$  至  $230$  摄氏度范围内,拌和时间应不大于  $6\text{h}$ ;在 $230$ 至 $240^\circ\text{C}$ 的范围内,最长不能超过 $4\text{h}$ 。如果超过规定的搅

拌时间,就要放弃浇注沥青混合材料。

3. 为了防止混合物硬化,应在COOKER车上出料摊时,正确处理适当调整加温。同时避免空气中的氧气进入COOKER车厢应降低搅拌速度,来缩减混合物的热氧老化。

### (三) 混合料的摊铺

摊铺时需使用浇注式专用摊铺机进行工作,GA10型浇注式沥青混合料不需要碾压自流成型。

具体施工工艺如下:

#### 1. 边侧限制

在 $220^\circ\text{C}\sim 260^\circ\text{C}$ 的温度范围内,摊铺浇注式沥青混凝土会产生一定的流动性,为避免混合料横向流动,必须对其设置侧向限制。在车道连接处边缘设置钢制挡板作为侧面约束装置。要确保铺装的平整度应采用厚度不同的铁片依据桥梁表面的平整度来调整。

#### 2. 厚度控制

确定摊铺厚度应依据桥面钢板表面的情况,在固定距离的某一点上进行测量放样,调整导轨高度和侧面限制板要在浇筑式沥青摊铺前面。摊铺机的整平装置具有自动控制水平功能,可按规定厚度,按侧限制板板高进行摊铺。

#### 3. 浇注式摊铺

根据本项目钢箱梁结构特点和路面车道分布情况,钢桥面单幅宽度为 $16.45\text{m}$ ,合理确定摊铺机单幅铺装宽度为 $5\text{m}$ ,并根据钢箱梁结构特点和路面车道分布情况,现场将钢桥面单幅划分为“左中右”三幅,按照左右中三幅的顺序铺装,采用人工辅助补料铺筑护栏侧预留的 $70\sim 85\text{cm}$ 。

在摊铺机正前方COOKER车进行倒车,使沥青混合材料在钢桥面板上通过COOKER车尾部装卸槽适量分批次的卸下。使用摊铺机整平板前布料板左右来回挪动将浇注的沥青混合料均匀摊开。摊铺机向前移动,将混合好的沥青平铺到规定的厚度<sup>[3]</sup>。

摊铺面后立即对接缝处加热,可用木制刮板手动修补。应给摊铺机配备红外线加热设备,使接缝处与新铺的沥青混凝土形成可靠的接缝首先要对铺装路面进行加温。摊铺机走后,再用喷枪加温,以软化新旧搭配的混合材料;同时利用工具进行人工揉搓,进一步做好接缝部位的接合工作,以达到消除接缝的目的。

#### 4. 碎石撒布

预裹碎石中的沥青量应控制在 $0.3\%$ 至 $0.5\%$ 之间,以确保碎石上均匀裹附沥青并且不相互黏结。使用当天拌合预裹碎石,拌和后的预裹碎石严禁加水冷却。

摊铺的浇筑沥青混凝土冷却至适宜温度时,在浇筑

式沥青表面按4-7kg/m<sup>2</sup>将预裹碎石(4.95-9.5mm)均匀撒布,碎石由人工滚筒镶入,覆盖面积宜在50-70%。

### 5. 接缝及边界处理

铺装时尽量不要设置横向施工缝。如果有必要,可以在桥梁伸缩缝处设置。

因为桥面不能整体摊铺,所以在施工过程中可能会出现纵向接缝。要给予于边限时的挡板涂上隔离剂,在取下挡板前,混合料要降温到一定程度,来保持横断面和垂直的横断面接缝的平整。

在纵缝施工之前检查原沥青混凝土的接缝,及时清除麻面、松散及下层脱落的沥青混凝土,在纵向接缝处

贴上缝条,以确保整个铺装的密实性和完整性。摊铺机完成后,需要加热喷枪,使原来的铺面软化,表面通过工具摩擦使其平整。将预拌碎石压入,对漏铺、麻面出现的接缝处,要安排专人及时进行处理<sup>[4]</sup>。

## 五、试验检测

### (一) 室内各项试验指标

需要按照现行《公路钢桥面铺装设计与施工技术规范》(JTGT3364-02)进行浇注式沥青混合料配比,应满足表5-7的性能要求。试验室拌制时,温度控制在230~240℃之间,刘埃尔流动性为18s,现场流动性可适当降低要求,来能够满足施工和易性为准<sup>[5]</sup>。

表5 浇注式沥青混合料技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验结果	试验方法
贯入度(60℃)	mm	1.0~4.0	3.8	JTG T3364-02附录J
贯入度增量(60℃)	mm	≤0.40	0.30	
低温弯曲应变(-10℃, 50mm/min)	-	≥2.5×10 <sup>-3</sup>	3.8×10 <sup>-3</sup>	T0715

### (二) 出料温度检测

表6 GA10沥青混合料温度检测汇总表

车号	温度(℃)	车号	温度(℃)
3	224.7	4	233.0
1	230.0	6	234.0
5	236.0	2	245.0

上述检测结果显示:沥青混合料出厂温度相对稳定,可以满足施工要求;出料、摊铺、碾压各工序衔接紧密,均符合现行《沥青路面施工技术规范》(JTGF40-2004)的要求。

### (三) 刘埃尔流动性检测结果

表7 刘埃尔流动性检测汇总表

油石比(%)	8.1	8.1	8.1	技术要求
温度(℃)	236	237	232	230~240
流动性(s)	18.4	18.2	19.1	5~20

## 六、结论

以浙江省沪杭甬高速公路改建工程为基础,研究了在钢箱梁桥面上浇注沥青混凝土的施工技术,得出了如下结论:

(1) 确定了最佳油石比为8.1%,验证了生产配合比为5-10mm: 3-5mm: 0-3mm: 矿粉=22%: 8%: 42%: 28%。确定了合理的机械配置数量和组合方式为:玛连尼沥青拌和站5500型,生产GA10浇注式沥青混合料能力45T/h,能满足正常的施工需要,按每一工作日单幅施工正常段约920m<sup>2</sup>的进度数量,应给前场机械配备6辆Cooker运输车和1辆浇注式专用沥青摊铺机。5500型间歇式沥青混凝土厂拌,据45t/h的产量统计,一车材料(约15t左右)在20分钟内可装满,其生产能力足以满

足正常施工的需要。厂拌出料稳定、性能可靠。拌和时间干拌15s,湿拌70s,混合料出厂温度在220~240℃最佳。

(2) 起步时,摊铺机履带处有打滑现象,造成局部黏结层破损。需采用防滑布等对履带下木板进行包裹铺垫。

(3) 预裹碎石撒布不均匀,嵌入深度不足。在两侧各固定一专人撒布碎石,同时增加一人在后方补撒,以确保碎石撒布均匀性。加工大型钢滚筒,并及时碾压,以确保碎石嵌入深度。

通过对钢桥面沥青路面原材料控制和施工技术管理的研究,为钢桥面浇筑式沥青混凝土路面的进一步发展奠定了基础。

## 参考文献

- [1] 吴刚. 大跨径桥梁钢桥面铺装现状与发展分析[J]. 工程与建设, 2014. 28(4): 436-438.
- [2] 陈仕周, 闫东波. 钢桥面浇筑式沥青混凝土铺装技术[M]. 西安: 长安大学, 2017.
- [3] 董朋飞, 张丽丽. 浇注式沥青混凝土在永川长江大桥的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2015(20): 5064-5067.
- [4] 中华人民共和国交通部. JTG F40-2004 公路沥青路面施工技术规范[S]. 北京: 人民交通出版社, 2004.
- [5] 中华人民共和国交通部. JTG/T3364-02-2019 公路钢桥面铺装设计与施工技术规范[S]. 北京: 人民交通出版社, 2019.