

# 公路钢箱梁桥面铺装设计 与施工技术指南

重庆交通科研设计院 主编

人民交通出版社

China Communications Press

**Technical Guide for Design and Construction of Pavement on  
Highway Steel Deck Bridge**

# **公路钢箱梁桥面铺装设计 与施工技术指南**

**重庆交通科研设计院 主编**

**人民交通出版社**

**2006·北京**

公路钢箱梁桥面铺装设计与施工技术指南

重庆交通科研设计院 主编

人民交通出版社出版发行

(100011 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号)

各地新华书店经销

北京交通印务实业公司印刷

开本: 880 × 1230 1/16 印张: 6 字数: 129 千

2006年12月 第1版

2006年12月 第1次印刷

印数: 0001—3000册 定价: 25.00元

统一书号: 15114 · 1008

# 中华人民共和国交通部

交公便字[2006]274号

## 关于公布《公路钢箱梁桥面铺装设计与施工技术指南》的函

各有关单位：

为提高我国公路钢箱梁桥面铺装设计与施工技术水平,及时指导工程实践,我司组织编制了《公路钢箱梁桥面铺装设计与施工技术指南》,作为公路工程技术指南,予以公布。

指南作为参考性的技术资料,为相关工程技术人员设计、施工时提供技术参考。各地参考使用时,要本着对工程质量负责的原则,结合实际情况,灵活运用。

该指南由重庆交通科研设计院主编和解释,如有问题,请与重庆交通科研设计院联系(重庆南岸区五公里,邮编:400067,电话:023—62653526)。

特此函告。

交通部公路司

二〇〇六年九月八日

## 前 言

近十年来,我国修建了大量的正交异性板钢箱梁桥,桥型结构有悬索桥、斜拉桥、连续梁桥和简支梁桥等。跨越江、河和海湾的大跨径桥梁以及城市建设中的高架桥、跨线桥等都纷纷采用钢箱梁桥面板结构。与此相应地,也进行了一系列的钢桥面铺装技术理论研究与工程实践,取得了较多的成果。各种钢桥面铺装技术也已日趋成熟。为满足工程需要,特制定本指南。

本指南由重庆交通科研设计院负责主编,主要内容有:

1. 对桥面系刚度提出了限制性要求,以解决过去桥梁结构设计中只注重结构稳定性,而往往忽略了铺装层对桥面系刚度要求的问题。

2. 规定了铺装结构层次的功能要求,提出了铺装结构设计方法。

3. 规定了钢桥面铺装材料基本要求。

4. 规定了钢桥面铺装工程的施工工艺要求。

5. 制定了钢桥面铺装施工质量管理及验收标准。

在编写过程中,主要参考了如下国外相关标准:

1. 日本本州四国联络桥桥面铺装基准。

2. 德国沥青手册。

3. 德国钢桥面铺装施工规范(ZTV-BEL-ST、TL-BEL-ST和TP-BEL-ST)。

本指南由重庆交通科研设计院负责解释。由于目前钢桥面铺装的科研、设计与施工在我国还处于初级阶段,编制过程中难免出现错误或存在不妥当和不完善的地方。为使本指南更能符合我国公路建设的实际情况,请各有关单位在使用过程中,将发现的问题和意见及时函告重庆交通科研设计院(地址:重庆市南岸区学府大道33号,邮编:400067),以便修订时参考。

主 编 单 位:重庆交通科研设计院

参 加 单 位:东南大学

主要起草人:陈仕周 邓学钧 吴光蓉 牟建波 李玉龙 顾兴宇

## 目 次

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 1 总则 .....                | 1  |
| 2 术语、符号 .....             | 2  |
| 2.1 术语 .....              | 2  |
| 2.2 符号 .....              | 4  |
| 3 桥面系刚度要求 .....           | 5  |
| 4 结构设计 .....              | 6  |
| 4.1 一般规定 .....            | 6  |
| 4.2 铺装典型结构 .....          | 6  |
| 4.3 设计一般原则 .....          | 8  |
| 4.4 边缘构造与排水 .....         | 9  |
| 5 材料 .....                | 11 |
| 5.1 一般规定 .....            | 11 |
| 5.2 防水层(黏结层)及其相关材料 .....  | 11 |
| 5.3 改性乳化沥青 .....          | 13 |
| 5.4 聚合物改性沥青 .....         | 14 |
| 5.5 改性硬质沥青 .....          | 15 |
| 5.6 环氧沥青 .....            | 16 |
| 5.7 集料 .....              | 16 |
| 5.8 钢桥面铺装沥青混合料 .....      | 17 |
| 5.9 材料在铺装结构体系中的性能要求 ..... | 19 |
| 5.10 其他材料 .....           | 20 |
| 6 施工 .....                | 21 |
| 6.1 一般规定 .....            | 21 |
| 6.2 钢板除锈及防腐 .....         | 22 |
| 6.3 反应性树脂防水层的施工 .....     | 23 |
| 6.4 溶剂型沥青橡胶黏结剂的施工 .....   | 23 |
| 6.5 缓冲层的施工 .....          | 23 |
| 6.6 高黏度改性沥青防水层的施工 .....   | 24 |
| 6.7 环氧沥青黏结层的施工 .....      | 24 |
| 6.8 浇筑式沥青混合料的施工 .....     | 25 |

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 6.9 SMA、AC、环氧沥青混凝土的施工 .....       | 26 |
| 6.10 试验段施工 .....                  | 27 |
| 7 施工质量管理与检查验收 .....               | 29 |
| 7.1 一般规定 .....                    | 29 |
| 7.2 施工前的材料与设备检查 .....             | 29 |
| 7.3 施工过程中的质量管理与检查 .....           | 30 |
| 7.4 交工验收阶段的工程质量检查与验收 .....        | 34 |
| 7.5 工程施工总结 .....                  | 35 |
| 附录 A 桥面系刚度验算方法 .....              | 36 |
| 附录 B 浇筑式沥青混合料配合比设计方法 .....        | 38 |
| 附录 C 环氧沥青混合料配合比设计方法 .....         | 40 |
| 附录 D 低温弯曲性能试验方法 .....             | 43 |
| 附录 E 黏结强度试验方法 .....               | 45 |
| 附录 F 流动性试验方法 .....                | 47 |
| 附录 G 贯入度试验方法 .....                | 49 |
| 附录 H 渗水试验方法 .....                 | 51 |
| 附录 I 热负荷试验方法 .....                | 54 |
| 附录 J 重复荷载弯曲试验方法 .....             | 56 |
| 本指南用词说明 .....                     | 58 |
| 附件 《公路钢箱梁桥面铺装设计与施工技术指南》条文说明 ..... | 59 |
| 1 总则 .....                        | 61 |
| 2 术语、符号 .....                     | 62 |
| 3 桥面系刚度要求 .....                   | 63 |
| 4 结构设计 .....                      | 64 |
| 5 材料 .....                        | 68 |
| 6 施工 .....                        | 73 |
| 7 施工质量管理与检查验收 .....               | 76 |
| 附录 A 桥面系刚度验算方法 .....              | 78 |
| 附录 B 浇筑式沥青混合料配合比设计方法 .....        | 79 |
| 附录 C 环氧沥青混合料配合比设计方法 .....         | 80 |
| 附录 D 低温弯曲性能试验方法 .....             | 81 |
| 附录 E 黏结强度试验方法 .....               | 82 |
| 附录 F 流动性试验方法 .....                | 83 |
| 附录 G 贯入度试验方法 .....                | 84 |
| 附录 H 渗水试验方法 .....                 | 85 |
| 附录 I 热负荷试验方法 .....                | 87 |
| 附录 J 重复荷载弯曲试验方法 .....             | 88 |

# 1 总则

**1.0.1** 为贯彻“精心设计、精心施工、质量第一”的方针,确保钢桥面沥青铺装工程质量,使钢桥面铺装具有防水、平整、抗滑、耐久等良好性能,特制定本指南。

**1.0.2** 本指南适用于正交异性钢箱梁桥面铺装工程,并可供正交异性钢桁架桥桥面铺装工程参考。

**1.0.3** 本指南规定了钢桥面铺装的除锈防腐、黏结、防排水及铺装的设计、施工、质量管理、检查验收的方法与标准。规定了桥面正交异性板体系的基本刚度要求。

**1.0.4** 钢桥面铺装设计与施工除应符合本指南外,尚应符合国家颁布的现行有关标准、规范的规定。

## 2 术语、符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 桥面铺装 bridge deck pavement

根据铺装层的功能要求,桥面铺装结构主要由防水层(黏结层)、下层和面层等组合而成,如图 2.1.1 所示。

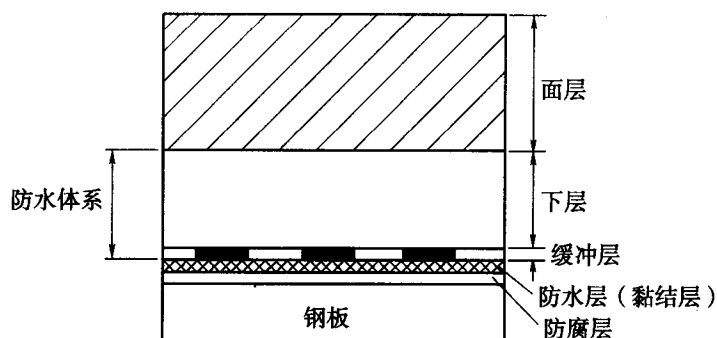


图 2.1.1 钢桥面铺装结构示意图

#### 2.1.2 防腐层 corrosion protecting lining

位于钢板表面,由涂料或热喷金属类材料等组成,能起到防止钢板生锈腐蚀的作用。

#### 2.1.3 防水层 waterproof layer 或 waterproofer

保护钢板不受路表水的侵害,并与钢板及相邻铺装层形成抗剪连接功能的各层组合体,一般由具有防水、黏结性能的层次组成。根据体系的需要还可设置缓冲层。

#### 2.1.4 底涂层 priming coat 或 under coat

用于某层次下面以增强该层次与下卧层黏结力的涂层。

#### 2.1.5 黏结层 bonding layer

在相邻层间起黏结作用的层次,需具有良好的黏结性能,由环氧树脂材料或改性沥青质材料组成。

#### 2.1.6 缓冲层 buffer layer

用于防水层与铺装下层之间的层次,起到防水、隔热、缓冲荷载、提供施工平台等作用,可采用橡胶沥青砂胶。

### 2.1.7 防水体系 waterproofing system

由相互协调一致,相互匹配的防水层(黏结层、缓冲层)和铺装下层组成,起到防水隔离作用。

### 2.1.8 下层 lower course 或 protection course

起到承载作用,并与防水层一起组成防水体系。若使用浇筑式沥青混凝土作下层,还具有保护防水层的作用。

### 2.1.9 面层 surface course

桥面铺装表面的沥青混凝土层,是直接与汽车轮胎及大气接触的层次,应具有平整、抗滑和耐久等功能。

### 2.1.10 反应性树脂 reactive resin

能在施工后发生固化反应,形成具有一定强度的聚合物树脂材料。环氧树脂属于比较常用的一种,也可采用其他满足要求的反应性树脂材料。

### 2.1.11 橡胶沥青砂胶 rubber modified asphaltmastic

橡胶沥青砂胶为聚合物改性沥青与矿粉在高温下混合形成有良好流动性的材料,为增加橡胶沥青砂胶的热稳性,也可适当掺加粒径 $\leq 2.36\text{mm}$ 的细集料,为碎石加强橡胶沥青砂胶。

### 2.1.12 溶剂型沥青橡胶黏结剂 solventborne asphalt-rubber adhesive

将黏结材料及沥青用可完全挥发性溶剂溶解形成的沥青橡胶溶液。

### 2.1.13 浇筑式沥青混凝土 gussasphalt

经高温拌和后具有一定流动性,采用浇筑式方法摊铺,不需要碾压,冷却即成型,几乎无空隙的一种沥青混凝土。

### 2.1.14 环氧沥青 epoxy asphalt(美)或 epoxy bitumen(英)

将环氧树脂加入到沥青中,经与固化剂发生固化反应,形成不可逆转的固化物,使沥青从热塑性转变成热固性。环氧沥青通常由 A、B 两组分组成,A 组分为环氧树脂,B 组分为沥青、添加剂和固化剂的混合物。

### 2.1.15 环氧沥青混凝土 epoxy asphalt mixtures

由环氧沥青与一定级配的集料拌和,通过摊铺、碾压成型的一种高模量沥青混凝土。

## 2.2 符号

TLA——精制天然湖沥青, trinidad lake asphalt 的缩写

AC——密级配沥青混凝土混合料,分为粗型和细型两大类

SMA——沥青玛蹄脂碎石混合料, stone matrix asphalt 的缩写

GA——浇筑式沥青混合料, gussasphalt 的缩写

EA——环氧沥青混合料, epoxy asphalt 的缩写

3 桥面系刚度要求

3.0.1 适用于本指南的桥面钢板厚度应不小于 14mm。钢板厚度不足时,应在铺装中采取适宜的技术措施或限制车辆荷载。

3.0.2 桥面系刚度验算,一般采用桥梁设计验算荷载。

3.0.3 可以采用附录 A 桥面系刚度验算方法或其他计算方法,计算最不利荷载在加劲肋间的相对挠度及钢板变形的最小曲率半径。

3.0.4 桥面系刚度验算应满足表 3.0.4 的要求。

表 3.0.4 桥面系刚度要求

| 指标     | 单位 | 刚度要求       |
|--------|----|------------|
| 曲率半径   | m  | $\geq 20$  |
| 肋间相对挠度 | mm | $\leq 0.4$ |

3.0.5 桥面系刚度不足时,应采取有效措施增加桥面系刚度、提高铺装层技术性能或者限制车辆荷载。

## 4 结构设计

### 4.1 一般规定

4.1.1 钢桥面铺装结构设计应以满足本指南“3 桥面系刚度要求”的正交异性板桥面系结构条件为基础,对于不满足要求的新建桥梁,应采取提高桥面系刚度的措施,以满足桥面铺装设计要求。

4.1.2 钢桥面铺装应由具有丰富相关工程经验的单位及工程技术人员负责设计。

4.1.3 本指南采用典型结构方法进行铺装结构设计。当采用其他桥面铺装结构类型时,应结合所应用的材料与结构进行专题试验研究,经过技术评审后才能实施。

4.1.4 工程实施前应完成桥面铺装使用条件调查及铺装层受力分析,并通过防水材料及防水体系性能检验、铺装材料及其混合料性能检验、铺装结构各层材料的匹配性检验(主要是层间结合、重复荷载弯曲试验等),确定所用材料和铺装结构对桥梁结构的工程适用性后,方能进入工程应用阶段。

### 4.2 铺装典型结构

4.2.1 反应性树脂作防水层的铺装结构。

包括反应性树脂防水层/缓冲层/浇筑式沥青混凝土下层防水体系和反应性树脂防水层/缓冲层/SMA 沥青混凝土下层防水体系。如图 4.2.1 所示。

1 钢板喷砂除锈到规定等级,并采用环氧富锌漆或无机富锌漆等作防腐层。

2 可采用反应性树脂作反应性树脂防水层,一般应分两层,下层反应性树脂干膜厚度 0.2~0.3mm,视材料的需要可在其上撒布干净细砂;上层反应性树脂干膜厚度 0.5~0.6mm,其上撒布机制中砂。

3 采用橡胶沥青砂胶作缓冲层,厚度宜为 3~8mm。为保证该层与防水层的连接,宜使用溶剂型沥青橡胶黏结剂作为底涂层,用量宜为 200~400g/m<sup>2</sup>。

4 下层采用 SMA 时,厚度宜为 30~40mm,相应面层厚度宜为 30~40mm,SMA 下层和面层之间应使用改性乳化沥青作黏结层;下层采用浇筑式沥青混凝土时,厚度宜为 25~40mm,其上撒布粗集料预拌沥青碎石。下层和面层之间,视体系的需要也可不设改

性乳化沥青黏结层。

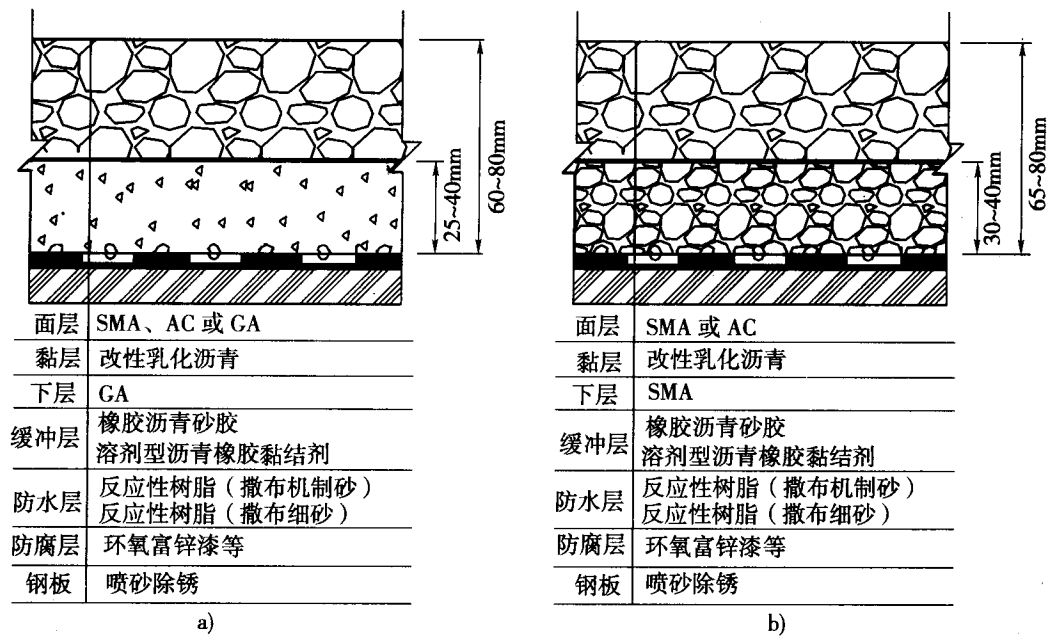


图 4.2.1 反应性树脂作防水层的铺装结构

4.2.2 浇筑式沥青混凝土作防水层(下层)的铺装结构。

该结构中浇筑式沥青混凝土同时兼备防水层和铺装下层的作用。如图 4.2.2 所示。

1 钢板喷砂除锈到规定等级。

2 溶剂型沥青橡胶黏结剂作为钢板喷砂除锈后的封闭层,涂布两层,第一层用量为 100 ~ 200g/m<sup>2</sup>,第二层用量为 100 ~ 200g/m<sup>2</sup>,其总干膜厚度为 0.1 ~ 0.2mm。该层同时也作为钢板与浇筑式沥青混凝土层之间的黏结层。

3 下层采用浇筑式沥青混凝土,同时兼具防水层的作用。下层厚度宜为 25 ~ 40mm,相应面层厚度宜为 30 ~ 40mm。

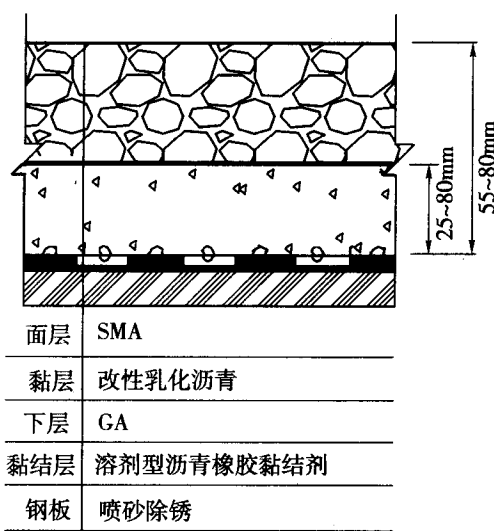


图 4.2.2 浇筑式沥青混凝土作防水层(下层)的铺装结构

4.2.3 沥青类防水层的铺装结构。

由沥青类防水层/SMA 下层组成铺装的防水体系,如图 4.2.3 所示。

1 钢板喷砂除锈并采用环氧富锌漆或无机富锌漆等作防腐层。

2 防水层采用撒布预拌碎石的高黏度改性沥青,沥青层厚宜为 0.8 ~ 1.2mm;当采用撒布预拌碎石的橡胶沥青砂胶时,砂胶层厚度宜为 3 ~ 8mm,并以溶剂型沥青橡胶黏结剂作底涂层,其干膜厚度宜为 0.1 ~ 0.2mm。

3 下层应采用集料粒径较小的 SMA10,厚度宜为 30~40mm。根据体系的需要,除选用改性乳化沥青作黏结层外,还可在下层 SMA10 顶面洒布高黏热融改性沥青,洒布量为  $1.0 \sim 1.5 \text{ kg/m}^2$ ,以增强底层 SMA10 的防水作用,并兼具下层和面层的黏结作用。

4.2.4 环氧沥青混凝土铺装结构,如图 4.2.4 所示。

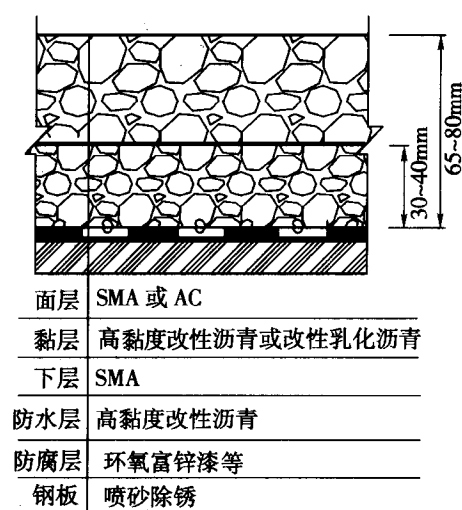


图 4.2.3 沥青类防水层的铺装结构

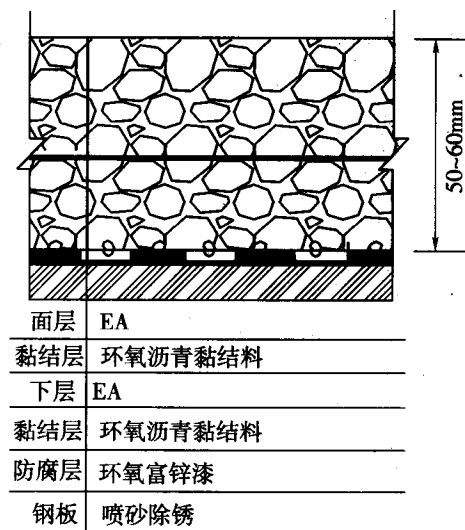


图 4.2.4 环氧沥青混凝土铺装结构

- 1 钢板喷砂除锈并采用环氧富锌漆作防腐层。
- 2 钢板与铺装下层之间的黏结层采用环氧沥青黏结料,兼具防水层功能,用量为  $0.5 \sim 0.7 \text{ L/m}^2$ 。
- 3 铺装面层和铺装下层均应采用环氧沥青混凝土。
- 4 沥青铺装层之间的黏结层采用环氧沥青黏结料,用量为  $0.3 \sim 0.6 \text{ L/m}^2$ 。

### 4.3 设计一般原则

4.3.1 钢桥面铺装设计应充分考虑桥梁结构特点、交通荷载状况、桥梁所在地环境气候条件、地材情况、施工条件,并结合本地桥面铺装工程经验及国内同类型桥梁桥面铺装工程经验,进行桥面铺装结构选择与设计。

4.3.2 在全部工作温度范围内,对于结构刚度小、纵横坡大、交通量大、荷载重而需要提供较大层间抗剪联结的桥面,应选择反应性树脂防水层的铺装结构(图 4.2.1)、兼具防水和铺装下层功能的浇筑式沥青混凝土防水层(下层)的铺装结构(图 4.2.2)和环氧沥青混凝土铺装结构(图 4.2.4)。并根据桥面铺装的防水要求、气候交通条件、桥面系结构特点、恒重限制等合理选择下层和面层沥青混凝土类型。

1 对于反应性树脂防水层的铺装结构,为避免施工过程中碾压机具直接或间接损伤防水层,并确保铺装与防水层的黏结力不因动力水(雨水在汽车行驶作用下产生)的作用

而降低,一般情况下,应选择不透水的浇筑式沥青混凝土铺装作为下层,即反应性树脂防水层/缓冲层/浇筑式沥青混凝土铺装下层防水体系。在夏凉区和夏热区,其面层应选择浇筑式沥青混凝土;气候特别炎热和交通轴载大的条件下,面层应选用 SMA 或 AC 沥青混凝土。当不具备浇筑式沥青混凝土施工条件时,可选择细粒式 SMA10 作下层,即反应性树脂防水层/缓冲层/SMA 下层防水体系。但必须有效保证该层优良的防水性,面层可选择 SMA 或 AC 沥青混凝土(图 4.2.1)。

2 钢箱梁采用栓接,桥面板上存在高出桥面板约 2~4cm 的螺栓时,应选用兼具防水和铺装下层功能的浇筑式沥青混凝土防水层(下层)的铺装结构(图 4.2.2),且铺装下层厚度宜高于螺栓高度 5~10mm。在夏凉区和夏热区,其面层应优先选择浇筑式沥青混凝土,在气候特别炎热和交通轴载大的条件下,面层应选用 SMA 或 AC 沥青混凝土。对于维修工程,为减少工序、缩短工期,也可采用此方案。

3 对于特大跨径钢桥,当需要采用较薄层的铺装层以减轻桥梁恒载时,可选择铺装层为两层浇筑式沥青混凝土的铺装结构[图 4.2.1-a)]或环氧沥青混凝土结构(图 4.2.4)。铺装总厚度宜取 50~60mm。当沥青铺装层为双层浇筑式沥青混凝土时,铺装下层厚度宜取 30mm,铺装面层厚度宜取 25~30mm。当沥青铺装层为双层环氧沥青混凝土时,每层厚度宜取 25~30mm。经过试验检测合格后,可采用轻质集料。

**4.3.3** 对于结构刚度大、纵横坡小、交通量小、荷载轻而不需提供较大层间抗剪联结的桥面,可选择沥青类防水层的铺装结构(图 4.2.3)。

**4.3.4** 铺装厚度选择主要依据:①桥梁允许恒载条件(如允许施工厚度等);②铺装受力分析结果;③施工条件(如工期等)进行选择;④箱梁连接处构造特点(如连接螺栓高度等)。

## 4.4 边缘构造与排水

**4.4.1** 浇筑式沥青混合料摊铺设备不能摊铺到的构造物边缘带 40~60cm 范围内,可采用人工铺筑浇筑式沥青混凝土。下层边缘带施工接缝与面层施工接缝的位置应错开至少 10cm。边缘带与铺装层的接缝处可采用贴缝条或热融填缝料进行封缝封水处理,如图 4.4.1 所示。为保证边缘带面层浇筑式沥青混凝土表面的粗糙性并降低铺装层吸热量,应在其上撒布粗砂或浅色碎石。

**4.4.2** 铺设过程中,应先人工铺设浇筑式沥青混凝土边缘带,再用机械摊铺方式完成内侧的浇筑式沥青混凝土铺装。

**4.4.3** 浇筑式沥青混凝土边缘带与路缘、雨水井等构造物接触部位,应参照图 4.4.3-1 所示设置边缘接缝,底部铺设螺旋排水管,中间可用塑性材料充填至离表面约 25mm 位

置,再采用弹性体材料填缝至比铺装表面略低的位置。雨水井部位的排水处理见图 4.4.3-2,螺旋排水管沿排水井缠绕一周后引入排水井中。

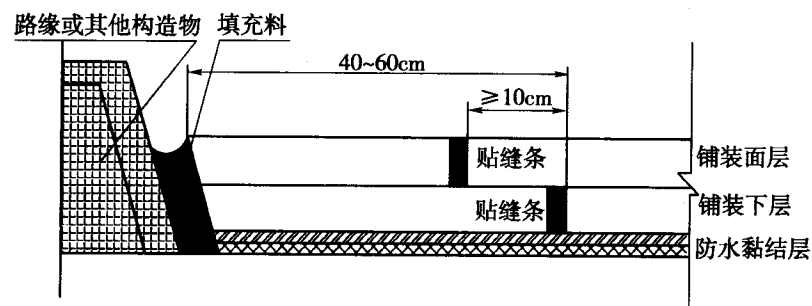


图 4.4.1 边缘构造

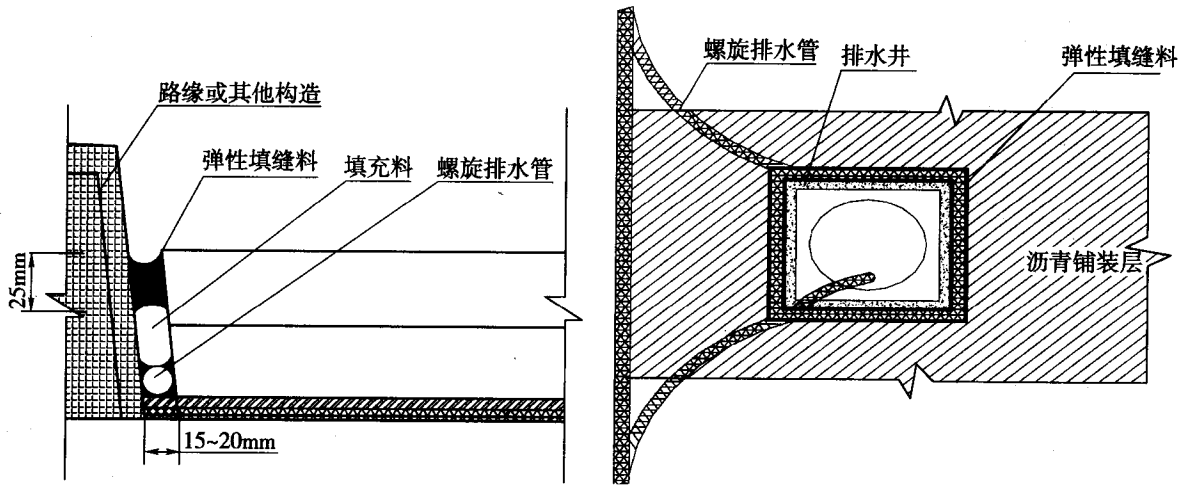


图 4.4.3-1 边缘接缝处理

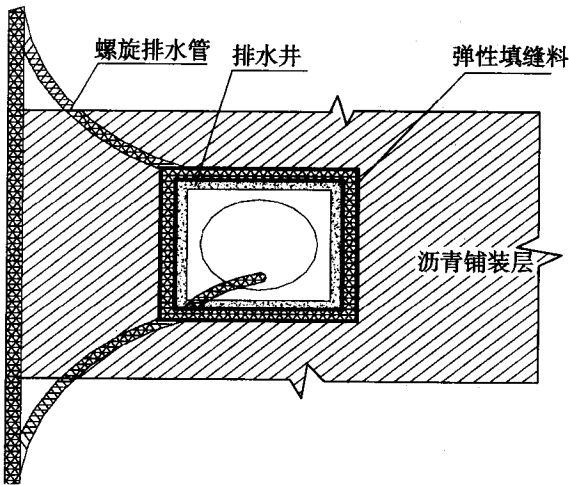


图 4.4.3-2 雨水井部位排水处理