

大型天桥排水低吸热沥青桥面铺装设计研究

陈攀, 贾尚华, 韩建勇

[上海公路桥梁(集团)有限公司, 上海市 200433]

摘要: 基于施工机械小型化、新型沥青材料的发展, 施工工艺得到充分改善, 沥青混合料施工性能大幅改善, 为天桥沥青桥面铺装的发展打下基础。依托某空中连廊工程, 充分考虑现有沥青施工工艺的基础上, 结合遮热材料、OGFC排水沥青、温拌剂技术等, 设计了具有降温、排水、景观美化等特殊功能的沥青桥面铺装。该桥面铺装充分考虑防、排水设计, 可保护铺装下方桥梁钢结构。经过工程验证施工可行, 耐久性较好, 用户体验感得到大幅提升, 具有雨天不积水、夏季明显降温的功能。

关键词: 大型天桥; OGFC排水沥青; 遮热层; 沥青桥面铺装

中图分类号: U443.33

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)07-0124-04

0 引言

随着社会和城市的发展, 导致城市中心商业圈的交通节点车流、人流激增。空中连廊等大型人行天桥作为解决人车分流、密集交通地疏散的重要建筑, 其同时可兼顾景观、休闲、联通周边建筑、提升商业中心效率的功能, 受到各大城市的欢迎^[1-2]。因此城市中心空中连廊等大型人行天桥的功能不仅仅停留于解决巨大人流的疏散问题, 景观提升和行人的体验舒适性同等重要。

天桥景观带给人视觉上的舒适感, 而桥面铺装则同时带给人视觉、触觉的感受。随着技术的发展、时代进步, 各种各样的铺装应用于桥面之上, 带给人们多种多样的体验。如木质地面与混凝土地面的触感存在较大差别, 二者的舒适度相差甚大。铺装的色彩同样给人不一样的感受, 新型材料的应用可以让桥面的展出五彩缤纷的色彩, 带给人们极大的视觉冲击和享受。针对性的排水设计改善了行人雨天出行的需求, 不同铺装的温度响应缓解或加剧了行人在炎热夏天的不适。

综上, 新技术、新材料、新工艺对桥面铺装的发展影响深刻。路面触感、防滑、夏季炎热和雨天积水是天桥行走舒适感的最主要的四个方面。某空中连廊工程充分考虑这四方面的影响, 设计研究排水低吸热桥面铺装, 其可应用于空中连廊等大型人行天

桥之上。

1 天桥桥面铺装的分类及优缺点

目前常见的天桥桥面铺装主要分为刚性铺装、柔性铺装、薄层彩色防滑路面三大类^[3-4], 见表1。

表1 天桥桥面的铺装分类

铺装种类	铺装名称	备注
刚性铺装	混凝土	刻防滑槽
	面砖	
柔性铺装	橡胶板	
	塑胶板	
	木质地板	
	沥青混凝土	机械摊铺
薄层彩色防滑路面	环氧类薄层彩色防滑路面	
	丙烯酸类薄层彩色防滑路面	
	聚合物砂浆类薄层彩色防滑路面	

各类铺装具有不同优缺点, 主要体现在出行舒适性、性价比以及一些特殊功能性的表现, 如雨天排水性能、夏季阳光直射下的降温性能。各类铺装主要特点如下:

(1) 刚性铺装具有较高的性价比, 其耐久性较好、价格较低, 施工方便, 得到大范围推广; 但是其出行舒适度较差。首先地面触感较差, 行人长时间行走容易引起脚板摩擦损伤; 其次, 雨天基本依靠坡度排水, 低洼处容易形成积水, 并且雨水容易导致地面湿滑, 导致出行感较差。

(2) 柔性铺装可以很好的解决刚性铺装触感坚硬的问题, 长时间行走不宜伤脚, 大幅提升行走的舒适度。但是这种铺装价格相对较高, 雨天同样存在积

收稿日期: 2023-06-14

作者简介: 陈攀(1978—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事桥梁设计与研究工作。

水、湿滑等问题。其中沥青铺装的天然黑色可使得地面快速升温,炎热的夏天加剧了行人的不适感受。

(3)薄层彩色防滑路面常用于景观改造的一些工程之中,其具有较好的防滑性能,同时给人带来良好的视觉感受,但是其耐久性较差、价格较高,难以推广,同时无法解决积水问题。

2 天桥沥青桥面铺装

2.1 沥青桥面铺装特点

沥青混凝土价格较为低廉,其形成的路面柔和并具有一定的弹性,大幅降低了行车振动和噪音,是桥梁上采用最广泛的桥面铺装型式。其次,沥青路面为黑色路面,相比混凝土路面可大幅降低视觉疲劳。最后,其人行体验感舒适,雨天的抗滑能力良好。因此沥青铺装是性价比极高的优质桥面铺装。

2.2 天桥沥青铺装的发展阻力和发展现状

然而,如此优良的桥面铺装却很少在人行天桥之上见到。主要有如下几方面的原因:

(1)施工工艺的阻碍。天桥服务的主要对象为人,少量天桥可通行非机动车,因此天桥相对设计承载力较低、宽度较小。沥青施工工艺虽然简单,但是沥青施工机械巨大(尺寸大,重量大),巨大的设备无法在天桥上运行,长久以来设备是阻碍沥青铺装在天桥上应用的重要因素。

(2)沥青混合料生产工艺的制约。沥青混合料生产工艺复杂,其中涉及到众多大型生产设备。这些设备的使用存在显著的规模效应。人行天桥沥青混合料用量较少,设备的规模效应导致沥青混合料单价大幅升高。

(3)沥青混合料的时效性影响。沥青混合料施工性能与温度直接相关。通常一批混合料一次性运输到现场,施工时混合料必须保持一定的高温才能达到较好的施工质量,人行天桥自身特征限制了生产设备及运输车辆等的能力,较难满足沥青混合料的施工条件。

随着科技发展,沥青摊铺机械的小型化研究不断深入,使得人行天桥上沥青摊铺成为可能。各类新材料涌现,使得桥面沥青的施工性能得到大幅改善,如加入温拌剂的温拌沥青,大幅降低了沥青的施工温度,使得沥青混合料可施工时间得到延长^[5]。排水沥青的研发让沥青铺装具有较强的透水性能^[6]。这些技术为桥面铺装的功能改善和天桥之上机械化摊铺施工打下了坚实基础。

3 排水低吸热沥青桥面铺装设计

3.1 结构设计

排水低吸热桥面铺装从上到下可分为遮热层、排水沥青层、找平沥青层、防水层及粘结层、桥面结构等五层,见图 1。

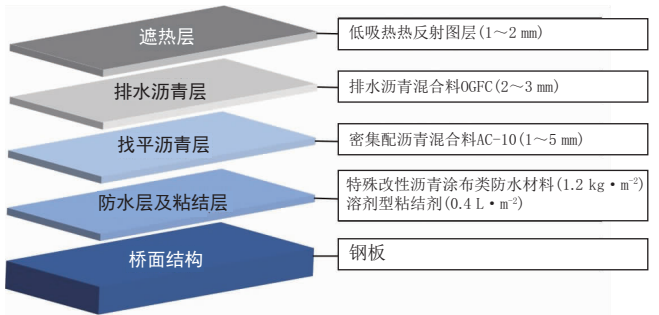


图 1 人行天桥排水低吸热沥青结构

其中,找平沥青层最薄厚度可为 1 cm,其沿着桥面横断面设置一定的坡度,方便水流向两侧排放。排水沥青层可设置为等厚型式,也可设置为不等厚型式。等厚型式保持了找平层的坡度,不等厚型式可消除桥面横坡,使得桥面成为一个平面。其余层厚度均较小,一般小于 2 mm,见表 2。

表 2 桥面铺装结构层

遮热层		低吸热反射涂层(1~2 mm)
沥青排水层		排水沥青混合料 OGFC(2~3 cm)
沥青找平层		密集配沥青混合料 AC-10(1~5 cm)
防水体系	防水层	特殊改性沥青涂布类防水材料(1.2 kg/m ²)
	粘结层	溶剂型粘结剂(0.4 L/m ²)
桥梁结构层		钢板(除油、除锈、除盐)

3.2 防、排水设计

铺装排水主要依靠沥青找平层的横坡实现,一般横坡坡度设置为 1%。当雨水降落到铺装层表面,雨水进入由 OGFC 制作而成的排水层之中,沿着下方找平层的坡度排放到两侧边沟,达到铺装表面不积水的效果。找平层采用密集配 AC-10 沥青混合料制作而成,其结构致密,粗骨料之间的空隙被沥青材料的充分填充,因此可防止雨水下渗,形成第一道防水层。

铺装专用防水采用溶剂型粘结层+热熔沥青(特殊改性沥青涂布类防水材料)层组合而成的防水体系。首先在桥梁结构表面涂布粘结剂,然后在粘结剂上涂布热熔沥青,形成整体防水体系,为第二道防水层。两道防水层相互配合确保桥梁钢结构免除锈蚀。

3.3 降温设计

桥面铺装降温机理为在铺装表面喷涂一种可降

温的遮热涂层。该涂层由3层特制环氧树脂+2层硅砂组合而成。环氧树脂强大的胶结能力可将硅砂牢固粘结,而硅砂良好的耐磨能力又保护涂层整体的耐久性。

涂层的降温原理为特制环氧树脂可反色阳光中的大部分紫外线、部分可见光和红外线,降低桥面铺装的热吸收量,达到日照下铺装表面降温的目的。以上海为例,夏季40℃高温阳光直射下,与普通沥青路面相比,采用遮热层的路面最大可降温12.5℃。

遮热涂层采用喷涂方式施工,涂层材料粘结于OGFC排水层的表面,不影响下方排水层的排水功能。

此外,特制可降温环氧树脂可调配成各种颜色,让桥面铺装表面呈现各种各样的色彩,提升了桥梁观感。但是不同颜色的热反射性能不同,一般颜色越深热反射性能越差,通常蓝色热反射性能最好。

4 工程应用

某空中连廊工程(见图2)主桥长度约353 m,标准段宽5 m,主桥及连接平台面积约4 288 m²,桥面全部采用排水低吸热沥青铺装。



图2 空中连廊工程效果鸟瞰图

4.1 施工

空中连廊沥青铺装的主要施工流程为:

钢桥面除锈→黏层及防水层→沥青找平层→排水沥青层→遮热层喷涂。

其中钢桥面除锈、黏层及防水层、遮热层喷涂施工较为简单,采用人工或手持设备即可完成。施工难点在于桥面沥青摊铺。沥青摊铺采用人工+机械的作业方式。充分考虑空中连廊承载力和桥面宽度的限制,沥青混合料采用人工摊铺,沥青碾压采用重量为3 t的小型压路机,见图3。

沥青混合料运输采用小型自卸三轮车。为了保护桥梁结构,压路机碾压沥青混合料时禁止开启振动。

4.2 力学特征和路用特征分析

因为天桥结构限制,桥上只能选择小型设备,必



图3 桥面沥青混合料摊铺

然导致空中连廊桥面沥青铺装的压实度不足。但是空中连廊的荷载来源主要为行人,人行荷载远远小于道路上的车行荷载,因此对桥面沥青摊铺的压实度要求可大幅降低。

铺装表面的热反射涂层可充分缓解沥青材料的阳光辐射老化、冷热循环老化等问题。经过近两年的使用时间,空中连廊桥面铺装几乎崭新如初,铺装表面完整性较好,不存在脱粒、开裂等病害。同时,证明了桥面沥青摊铺采用人工+小型压路机碾压的方式完全满足行人荷载要求。另外,空中连廊桥面铺装平整度良好,见图4。



图4 空中连廊沥青桥面铺装现状

本铺装层具有良好的排水性能,在雨天状态下可实现铺装表面无积水,见图5。

通过工程实践可证明现有沥青摊铺施工技术完全满足城市大中型天桥的沥青铺装施工;另外,应用于空中连廊等大型天桥的低吸热排水沥青铺装充分



图 5 沥青桥面铺装排水性能

发挥了其降温、排水的功能,并且其完全适应行人荷载。今后空中连廊或人行天桥沥青铺装应用前景广阔。

5 结 语

(1)空中连廊等大型人行天桥排水低吸热沥青桥面铺装结构从上到下分别为遮热层、排水沥青层、找平沥青层、防水层、粘结层和桥面结构。积极采用热反射材料、OGFC 等新型材料,充分发挥了各类沥青材料的优点,使得桥面铺装具有排水、降温、提升景观等功能,整体提升了行人出行舒适度。

(2)机械小型化、温拌剂等技术大幅改善了沥青混合料的施工性能和精进沥青摊铺施工工艺。应用这些技术成功实现了空中连廊等大型人行天桥沥青铺装施工,且铺装质量完全满足人行荷载的要求。

(3)沥青材料价格低廉,用于空中连廊等大型人行天桥铺装可充分发挥沥青道面平整度高的优点,同时其为柔性路面,触感柔和,具有良好的行走舒适度。结合降温设计、排水设计等新型功能设计,体现了人性化设计理念,提升了行人出行的舒适感,可缓解现代社会行人快节奏出行的紧张感觉,未来推广应用大有可为。

参考文献:

- [1] 唐晓辉,吕麦霞,易磊,等.城市商务区空中连廊规划设计[J].市政技术,2019,37(4):17-19,25.
- [2] 薛玉明.上海三门路空中连廊工程设计探索[J].隧道与轨道交通,2019(2):38-41,61.
- [3] 高艳秋.论天桥桥面铺装类型对结构受力的影响分析[J].工程建设与设计,2020(23):139-141.
- [4] 吴延辉.浅谈城市人行天桥桥面铺装材料[J].城市道桥与防洪,2019(7):143-144,163.
- [5] 郭海鹏.新型温拌剂在水工沥青混凝土中的应用研究[D].西安:西安理工大学,2019.
- [6] 张鑫晨.混掺再生骨料与钢渣骨料 OGFC 沥青混合料的性能研究[D].南昌:南昌大学,2022.

(上接第 120 页)

- [4] 黄俊.水底大直径盾构隧道健康监测系统研究与应用[D].北京:北京交通大学,2013.
- [5] 傅道兴,王涛.南京长江隧道结构健康监测系统研究与应用[J].南京工程学院学报(自然科学版),2016,14(4):22-27.
- [6] 潘红兵,王燕平,张忠宇.城市下穿通道结构健康监测及安全评价[J].城市道桥与防洪,2021(10):165-171.
- [7] 杨建平,陈卫忠,李明,等.水下盾构隧道运营期结构健康监测及响应规律分析[J].岩石力学与工程学报,2021,40(5):902-915.
- [8] 陈卫忠,李长俊,曾灿军,等.大型水下盾构隧道结构健康监测系统的构建与应用[J].岩石力学与工程学报,2018,37(1):1-13.
- [9] 丁鸿志,邹鸿浩,赵光,等.城市地下道路隧道结构健康监测研究[J].城市道桥与防洪,2023(1):197-201,209.
- [10] 张忠宇,黄俊,陈喜坤,等.临海富水软土地区综合管廊结构健康监测系统设计[J].城市道桥与防洪,2017(12):208-213.
- [11] 蒋杰.杭州市钱塘新区地下空间开发地质适宜性评价[D].北京:中国地质科学院,2021.