

超宽渐变钢桥面UHPC铺装层施工技术

师金隆

(甘肃万泰建设工程有限公司, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 为保证航站楼落客平台钢箱梁超高性能混凝土(UHPC)铺装层整体施工质量,通过现场钢箱梁施工现状,制定适用于超宽渐变钢桥面UHPC铺装层的施工技术。传统超宽渐变桥面铺装施工,一般采用分块、分区域单独施工,以人工为主导,劳动力投入大,施工效率较低,且铺装层质量控制难度大。此次施工采用以机械化主导的施工工艺,通过超声波UHPC整平机、UHPC自动覆膜机进行UHPC桥面铺装,从而实现整幅超宽渐变钢桥面铺装一次性施工完成,既缩短了施工工期,降低了施工人员投入,又提高了整体施工质量。

关键词: 超宽渐变;钢桥面;超高性能混凝土(UHPC);桥面铺装;施工技术

中图分类号: U445.4

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2026)07-0376-04

Construction Technology of UHPC Pavement Layer for Ultra-wide Gradient Steel Bridge Deck

SHI Jinlong

(Gansu Wantai Construction Engineering Co., Ltd., Lanzhou 730000, China)

Abstract: To ensure the overall construction quality of ultra-high performance concrete (UHPC) pavement layer for the steel box girder of the terminal drop off platform, a construction technology suitable for the ultra-wide gradient steel bridge deck UHPC pavement layer is developed according to the current construction status of the steel box girder on site. The traditional construction of ultra-wide gradient bridge deck pavement generally adopts the separate construction in blocks and areas, which is dominated by manual labor with a large input of labor, low construction efficiency and great difficulty in quality control of the pavement layer. In this project, a construction technique dominated by mechanization is adopted. The UHPC bridge deck pavement is conducted by the ultrasonic UHPC leveling machines and UHPC automatic laminating machines so as to complete the entire ultra-wide gradient steel bridge deck pavement in one go, which not only shortens the construction period and reduces the input of construction personnel, but also improves the overall construction quality.

Keywords: ultra-wide gradient; steel bridge deck; ultrahigh performance concrete (UHPC); bridge deck pavement; construction technology

0 引言

随着行业发展的需求,桥梁的使用年限不断增加,对于桥梁施工质量和材料性能的要求更高^[1]。落客平台作为民航机场的重要组成部分,直接影响着送客效率,进而影响到整个机场的运行效率^[2]。传统的钢结构桥梁及组合桥普遍存在着钢桥面的疲劳和桥面铺装易损坏等问题^[3-8],为了解决上述问题,国内较多大型桥梁采用钢-UHPC桥面铺装组合施工技术^[9]。经过相关理论研究发现,在钢桥面板上使用UHPC铺装层,可有效减少钢结构桥梁的质

量通病,增加桥梁的使用寿命^[10]。

结合《城市桥梁设计规范(2019年版)》(CJJ 11—2011)及工程实践共识,本文将超宽桥面界定为:桥面总宽大于40 m、宽跨比不小于0.5,包含双向不少于8车道及非机动车道、人行道等多功能区,结构需考虑空间受力效应的城市桥梁。

1 工程概况

兰州中川国际机场三期扩建工程高架桥及落客平台工程中,落客平台桥梁长724.047 m,最大宽度为46.5 m,最小宽度为12.5 m,宽跨比为1.55(单跨30 m);单向8车道搭配下客区人行道。因此,该工程符合城市超宽桥梁界定条件。桥梁上部结构采用钢箱连续梁,梁高2.09 m,为单箱多室截面;桥面铺

收稿日期: 2024-12-12

作者简介: 师金隆(1997—),男,学士,工程师,从事道路桥梁施工工作。

装采用厚 5 cm 超高性能混凝土 UHPC。

2 桥面铺装施工设备介绍

2.1 UHPC 超声波整平机

整平机由机架部分、升降部分和整平部分等组成(见图 1),其整体高程采用超声波+液压控制,摊铺面精度高,高程全自动找平,操作设定灵活方便;采用橡胶轮行走。



图 1 UHPC 超声波整平机

整体机为分部结构,可根据现场情况调整施工宽度,使之与机架更好地配合操作,施工时则互不影响,从而能加快施工进度,提高施工质量^[11-13]。

2.2 UHPC 覆膜机

覆膜机由连接机架、整机升降部分、保养膜横杆、连接横杆、压辊、压实部分等组成(见图 2)。覆膜采用纵向整幅覆盖模式,保养膜架高在两侧机架中间,保养膜下行穿过压辊^[14],压辊可进行高度调节;覆膜机在覆膜前设置有自动喷水装置,在收面完成覆膜时,采用喷水装置,以湿润 UHPC 表面层,确保养生薄膜紧密贴合。在覆膜机后面加挂土工布压实,保证保养膜更好地贴合于摊铺面。



图 2 UHPC 覆膜机

由于覆膜结构悬挂于桥梁外侧,桁架部分可作为收面中两侧穿越平台使用,防止人员踩踏面层,影响整体平整度,同时保证保养膜的贴合。该机械操作简单、方便,施工作业人员较少。

3 桥面铺装重点施工技术

3.1 施工准备

(1)根据桥面摊铺尺寸及超声波 UHPC 整平机的规格尺寸,确定摊铺顺序及区域。以落客平台第 1 联为例,桥面铺装净宽度为 11.5~25.5 m,以超声波 UHPC 整平机长度 11.1 m(辊轴长度 10.7 m)为原则,计算出每次行走的轨迹宽度。摊铺前按轨迹计算线弹出重叠区标线,明确摊铺机轮迹与重叠区对应关系;相邻摊铺轨迹衔接处,重叠宽度控制为(200±50) mm;摊铺前按轨迹计算成果,衔接处每隔 2 m 设高程控制桩并标注设计高程、横坡值和微调量(渐变段单幅单次微调不大于 2 mm)。

施工平面布置图见图 3。

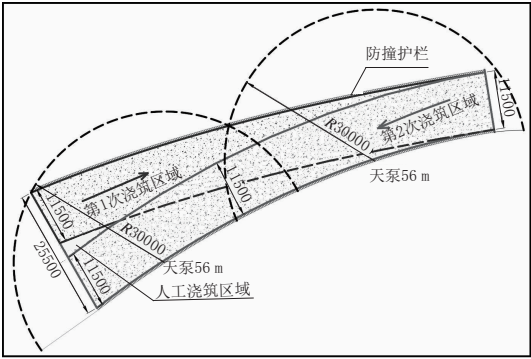


图 3 施工平面布置图(单位:mm)

(2)配合比验证。UHPC 生产需要满足力学性能要求,先试配,后确定施工配合比。施工配合比确定后,水泥、石英砂、钢纤维等原材料的品种、规格、产地等不得变化^[15]。在 UHPC 生产过程中,兼顾温度和湿度对配合比的影响,动态微调水及外加剂含量,并同步实施相关检测指标和性能复核。

(3)试板施工现场准备 4 m×11.5 m 钢板,按照现场钢箱梁剪力钉尺寸及间距在钢板上焊接剪力钉,四边位置焊接高 5 cm 端头模板,并按图纸设计要求进行钢筋网安装。钢筋网安装完成后,进行 UHPC 拌和、运输^[16],拉运至现场后首先进行扩展度检测及试块制作,随后进行布料、整平、覆膜并养生,达到养护条件后进行试验检测。UHPC 试板如图 4 所示。

(4)桥面高程复测。施工前,按三等水准精度进行 UHPC 层范围梁面高程测量,并保证测量精度;按 3 m 一个横断面进行梁面高程复测。单幅每个横断面测 3 个点,防撞栏下各布置 1 个点,路中心线布置 1 个点。对于梁面局部高程变化较大处要增加测点,以准确体现梁面高程变化情况。通过测量数据来调

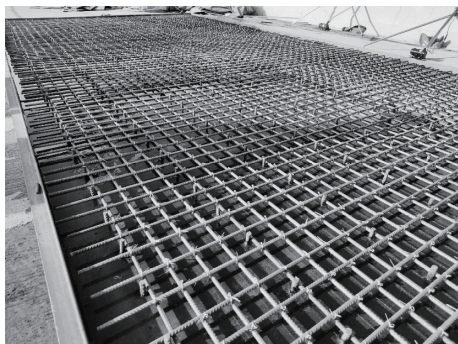


图4 UHPC试板

整轨道高程,以使UHPC的厚度满足要求。

(5)轨道高程挂线施工。首先根据桥面铺装施工平面布置图,弹线标注摊铺机行走轨道位置;按照测量数据,确定整平机行走轨道高程,然后安装钢丝绳,并在防撞护栏及泄水孔位置设置防污染塑料薄膜,防止施工过程中污染结构物。

(6)桥面清理。UHPC施工前采用高压风机、大型吸尘机等设备对钢箱梁顶面焊渣、灰尘进行清理,确保在UHPC布料过程中顶面平整、洁净。

3.2 模板安装

为了保证接缝处UHPC更好的黏结,现场采用梳齿型接缝(见图5)。接缝采用钢梳齿+土工布+泡沫胶组合方式进行加固,根据钢筋网间距现场切割为梳齿状。根据模板边线布设土工布,将梳齿板插入钢筋网片,固定牢固(可保证钢筋保护层厚度),保证UHPC不漏浆;按轨迹分段控制梳齿型接缝钢筋网的插入深度,每隔5 m设置1处校核点,采用钢直尺实时复测,将偏差控制在 ± 5 mm范围内;待UHPC单侧浇筑完成,进行另一侧施工前拆除侧模;在摊铺过程中安排专人处理接缝位置,保证平整度及混凝土外观。



图5 侧模安装

3.3 UHPC拌和及运输

3.3.1 UHPC拌和

UHPC在搅拌站通过水泥、活性粉末、石英砂、钢纤维、减水剂和水的混合搅拌形成浇筑用混凝土^[17]。材料计量根据配合比,通过搅拌机控制系统加以控

制。采用卧轴式搅拌机进行拌制,搅拌机湿润且不得留有明水,并严格按照试验的投料顺序及搅拌时间进行拌制。

投料顺序为:粉料—液料—纤维。

严格控制搅拌时间和投料顺序,拌和时待干粉料搅拌1~2 min完成混合后方可加入液料,液料加入后搅拌3~4 min后分批在1~1.5 min内均匀加入纤维,加完纤维后再搅拌2~3 min,待混合料整体搅拌均匀后出料,混合料中不得出现干粉料和钢纤维成团现象。钢纤维采用人工投料,投料量必须严格控制,不得漏投或多投^[18]。

3.3.2 UHPC运输

搅拌好的混凝土拌和物采用小型混凝土搅拌运输车。运输车运输途中,搅拌筒以3~6 r/min的缓慢速度转动,不断搅拌混凝土拌和物,防止其产生离析。混凝土由运输车运至泵送点,使用混凝土泵车将混凝土泵送至布料机料斗^[19]。

3.3.3 UHPC现场检测

在布料之前,按照设计指标要求完成UHPC扩展度现场检测^[20](见图6),要求UHPC的扩展度应控制在600~700 mm范围,经现场检测其扩展度为680 mm。



图6 UHPC扩展度试验

3.4 UHPC布料及摊铺

(1)振动、整平紧随UHPC布料后面进行,整平采用超声波UHPC整平机进行,振动整平前,需调平振捣整平机,以确保UHPC的布料厚度。对于局部需调整平面高程的位置可以通过人工补料或减料,并通过手执振动器整平,保证与整平机施工高程一致^[21](见图7)。

(2)浇筑起始和终止区域、防撞护栏侧、三角区及接缝处30~50 cm区域内由人工整平(见图8),此施工区域待摊铺机作业长度不小于3 m时,在摊铺机振捣整平作业期间,指挥汽车泵进行此区域布料,安排3~4人利用铁锹、手持式振动器及刮平尺进行振捣、整平作业。



图7 UHPC布料、摊铺



图8 UHPC人工抹平

3.5 UHPC养护

保湿养护紧随UHPC振捣整平之后。顺桥向每完成2 m长度UHPC即振捣整平,马上覆盖保湿膜进行养护。覆膜前,对UHPC表面进行收面,并采用高压水枪对UHPC表面进行洒水湿润。洒水应以喷雾的形式喷射,高压水枪的喷嘴头应朝上,不得直射UHPC表面^[22]。为了保证铺膜过程中膜与UHPC面贴合紧密,在覆膜机上增加土工布,并充分洒水湿润,让覆膜过程平整无空气进入,避免出现鼓包现场(见图9),保证搭接不小于20 cm。UHPC保湿养护时间不少于48 h^[23-25]。



图9 UHPC覆膜施工

UHPC终凝后掀除原有保湿膜,沿桥面纵向铺设土工布,土工布横向相互搭接,并对土工布进行洒水,使其紧贴UHPC表面,养护时间不少于14 d。

4 施工效果

待UHPC桥面铺装养护后,经现场外观检查,铺

装层表面无气泡、裂缝,按照《城市桥梁工程施工与质量验收规范》(CJJ 2—2008)要求,使用3 m直尺进行平整度检测,并用水准仪继续在高程带位置对高程、横坡坡率进行检测。检测结果均满足上述规范要求。

在现场实际施工过程中,采用先进的施工设备,可提高整体施工效率^[26]。

通过超宽渐变钢桥面UHPC铺装层施工技术,为后续施工积累了经验,提供了更科学的改进和优化方案^[27]。

5 结 语

通过超宽渐变钢桥面UHPC铺装层施工技术应用,有效解决了超宽渐变钢桥面铺装平整度的控制难题,采用整套专业化机械施工,加快了施工进度。同时,高效、轻便、快捷的施工方式,有效节省了UHPC桥面铺装施工时间,减少了施工人员投入,加快了施工进度,节约了劳动力资源。

参考文献:

- [1] 田亮,刘洪活,张辉,等.超宽“钢-UHPC轻型组合”桥面整幅摊铺施工技术[J].建筑施工,2023,45(2):367-370.
- [2] 朱善平.国内大型民航机场出发层落客平台设置分析[J].城市道桥与防洪,2022(9):44-47.
- [3] 张孝俊.钢-UHPC组合桥面板性能分析及应用[J].山西交通科技,2019(3):79-83.
- [4] 夏嵩,陈柳,杨旭.超高性能混凝土(UHPC)在桥面板体系中的应用2020年度研究进展[J].土木与环境工程学报(中英文),2021,43(增刊1):175-184.
- [5] 陈宝春,黄卿维,苏家战,等.中国第一座超高性能混凝土(UHPC)公路箱梁桥的设计与施工[J].中外公路,2021,41(5):74-78.
- [6] 姜鹏.钢梁桥面UHPC防水铺装层施工技术研究[J].山西建筑,2022,48(10):133-135.
- [7] 秦世强,张佳斌,黄春雷,等.大跨度钢箱梁斜拉桥钢-UHPC组合桥面加固效果评估[J].工程科学与技术,2022,54(3):139-148.
- [8] 邵旭东,莫然,曹君辉,等.钢-UHPC轻型组合桥面受模拟行车扰动后抗裂性能研究[J].湖南大学学报(自然科学版),2022,49(3):1-13.
- [9] 杨元海,王斌,黄卿维.采用PF-UHPC制备钢混组合梁桥面板施工关键技术[J].公路交通科技,2024,41(4):120-131.
- [10] 超高性能混凝土(UHPC)在工程领域应用广泛[J].建材发展导向,2016,14(24):101.
- [11] 郭泽棉.北环高速沙贝立交F匝道桥UHPC梁施工关键技术研究[J].广东土木与建筑,2019,26(12):79-81.
- [12] 黄祥,刘天舒,丁庆军.超高性能混凝土研究综述[J].混凝土,2019(9):36-38.
- [13] 邵旭东,邱明红.基于UHPC材料的高性能装配式桥梁结构研发[J].西安建筑科技大学学报(自然科学版),2019,51(2):

(下转第392页)