

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2024.08.016

珠海大道快速化提升工程桥梁方案设计

周祥乾,杜建成

(珠海市规划设计研究院,广东 珠海 519000)

摘要: 随着社会发展,城市基础设施除了满足基本的交通功能外,在景观上也应有更高的追求,才能满足人民群众日益增长的美好生活需求。结合珠海大道快速化提升工程实践,介绍了城市跨线桥和人行天桥方案设计的创新经验,即围绕“安全、耐久、适用、环保、经济、美观”的原则,在深入研究项目结构细节的基础上,提出有效的改进措施,使桥梁结构达到经济性和美观性的完美融合。

关键词: 跨线桥;人行天桥;方案设计;景观

中图分类号: U442

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2024)08-0065-04

0 引言

珠海大道是珠海市东西部城区的重要交通干道,东起前山立交,西至高栏港,全长 44 km。珠海大道同时也是 S366 省道,随着珠海市的发展,东西部交通量日益攀升,珠海大道两侧地块开发也日趋成熟。珠海大道现状交通组织和通行效率已不能满足市政府提出的“产业第一、交通提升、城市跨越、民生为要”要求,快速化提升需求十分迫切,是珠海市重点建设项目。

1 工程概述

珠海大道东段(南屏段)全长约 11 km,现状已为快速路。中段(鹤州段)全长约 7.5 km,目前正在快速化改造施工中。本项目为珠海大道西段,起点位于金湾互通立交西,终点位于鸡啼门大桥东,主线全长 10.967 km。项目区位示意图见图 1。



图 1 项目区位示意图

收稿日期: 2023-08-02

作者简介: 周祥乾(1991—),男,学士,工程师,从事桥梁设计工作。

项目工程乃一级公路兼市政道路功能,设计时速主线 80 km/h,辅道 50 km/h。受用地和投资规模影响,本项目实施方案仅改造节点,全线不设辅道,完善慢行。实施内容为取消全路段现状灯控,设置互通、菱形立交、人行天桥。节点改造依据上层规划、交通需求,结合节点间距离和限制条件,以及远期总体方案,设置形式采用 3 种:主线上跨菱形立交、主线下沉菱形立交、主线下沉菱形立交+跨线桥。

2 设计标准^[1]

- (1)道路等级:一级公路兼市政道路功能。
- (2)设计行车速度:主线 80 km/h,辅道 50 km/h。
- (3)设计荷载:汽车荷载按公路-I 级;人群荷载为 3.5 kPa。
- (4)结构安全等级:一级。
- (5)设计基准期:100 a。
- (6)设计使用年限:100 a。
- (7)抗震设防标准:抗震设防类别为 B 类,地震动峰值加速度为 0.1g,抗震设防烈度为 VII 度。

3 跨线桥方案

3.1 桥型布置

广安路、东成路、创业中路跨线桥跨径布置为:4×30 m(小箱梁)+40 m(组合梁)+4×30 m(小箱梁)=280 m,横向分 2 幅布置,单幅桥梁宽度为 14 m。跨线桥效果图、桥型断面图见图 2、图 3。双湖路跨线桥跨径布置为:2×30 m(小箱梁)+(39 m+60 m+45.457 m)(钢箱梁)+2×30 m(小箱梁)+3×20 m(空心板)=

324.457 m,横向整1幅布置,桥梁宽度为18 m。



图2 跨线桥效果图

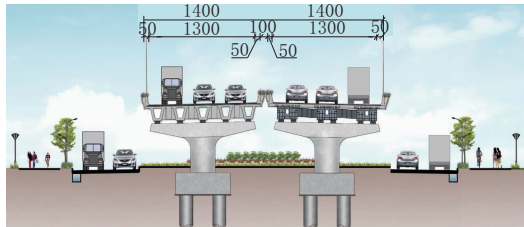


图3 跨线桥桥型断面图(单位:cm)

3.2 桥型方案比选

城市跨线桥常用的结构形式有:现浇箱梁、小箱梁、组合梁和钢箱梁。

现浇箱梁方案的优点是结构整体性好、景观性好;缺点是支架现浇,工期长,对交通影响大。该方案多用于新建道路交通量小的区域。

预制小箱梁方案的优点是技术成熟、经济性好,预制吊装,对交通影响小;缺点是盖梁影响桥下空间,景观性一般。该方案多用于快速化施工和经济性要求高的区域。

组合梁方案的优点是吊重轻,运输方便,施工快捷,对交通影响小;缺点是钢结构需定期养护,景观效果一般。该方案多用于快速化施工要求高的区域。

钢箱梁方案的优点是钢结构强度高,梁高小,预制吊装,对交通影响小;缺点是建设成本高,钢结构需定期养护。该方案多用于被交路口跨度较大位置。

跨线桥桥型方案综合比选项目见表1。

表1 跨线桥桥型方案综合比选项目

比选项目	小箱梁+钢混组合梁	现浇箱梁	现浇箱梁+组合梁
施工方式	预制吊装,施工快捷	支架浇筑,施工空间大	引桥支架浇筑,主桥夜间吊装
施工期间交通影响	夜间吊装,对交通影响小	施工作业空间大,对交通影响大	现浇施工作业空间大,对交通影响大
工期	短	长	较长
景观性	一般	好	好
造价	造价低	造价较低	造价高
比选结果	推荐		

本项目为既有道路快速化改造,施工对交通影响应尽可能降到最低。综合考虑施工期间对交通影

响、经济性和景观性,推荐跨线桥采用小箱梁+组合梁方案;60 m以上大跨度节点采用钢箱梁方案。

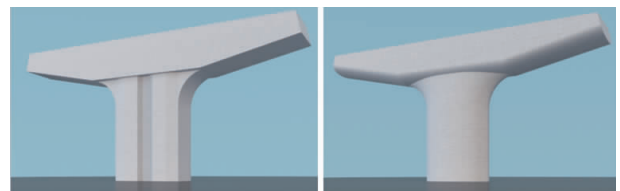
3.3 桥墩方案比选

小箱梁施工快捷、经济性好,但用于城市桥梁时,由于其梁底不是一个平面,且桥墩需设置盖梁,因此景观性稍有欠缺。小箱梁由于标准化预制施工,其外观不适合优化。为了提升该桥型的景观性,应该从桥墩入手,为此进行了桥墩方案比选。

双圆柱接盖梁是常用的小箱梁下部结构型式,公路工程普遍使用,但景观性较差,城市中的跨线桥已不适合采用。

独柱接盖梁型式在满足结构受力的基础上,线条流畅,轻盈柔美;桥下空间通透,视觉效果好,与城市景观协调融合^[2],是不错的选择。其中的墩柱一般为矩形,为了提升景观效果,会在其上刻槽并倒角,但钢筋和模板的施工稍显复杂。为使桥墩更加简洁大气,提出了椭圆形墩柱方案。与传统墩柱相比,椭圆形墩柱没有棱角,外形圆润,视觉上更显轻盈;墩柱与盖梁底部采用弧形平顺过渡,结构衔接更加自然;盖梁底部与墩柱呼应,采用弧形断面,使整体更为协调一致。

桥墩样式比选见图4。



(a) 矩形墩柱

(b) 椭圆形墩柱

图4 桥墩样式比选

桥墩下部结构采用钻孔灌注桩、承台、独柱墩接盖梁的形式。墩柱为椭圆形截面,墩柱上部设置变截面过渡,椭圆长轴300 cm,短轴150 cm。

桥墩盖梁为预应力混凝土结构,悬臂端高度为80 cm,悬臂根部高度为160 cm,盖梁预应力钢束采用单端锚固,锚固形式为深埋锚。桥墩盖梁一般构造图见图5,预应力布置见图6。

承台长660 cm,宽260 cm,高240 cm,桩基采用钻孔灌注桩,直径160 cm。

桥墩盖梁按部分预应力混凝土A类构件设计。静力计算以平面杆系理论为基础,采用桥梁博士V4.4计算。

盖梁弯矩和抗力图、盖梁剪力和抗力图见图7、图8。

承载能力极限状态下的盖梁正截面抗弯和斜截

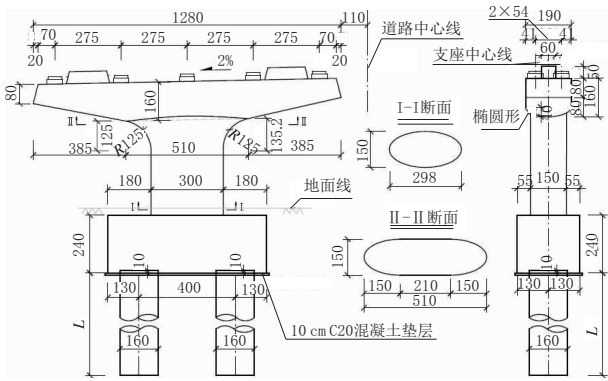


图5 桥墩盖梁一般构造图(单位:cm)

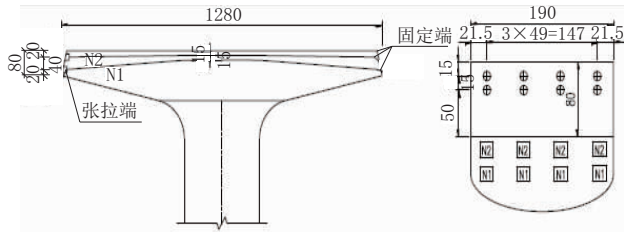


图6 桥墩盖梁预应力布置(单位:cm)

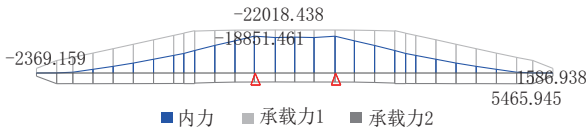


图7 盖梁弯矩和抗力图(单位:kN·m)

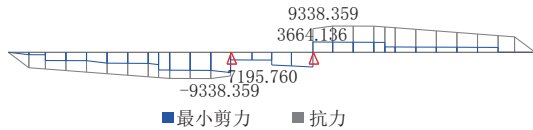


图8 盖梁剪力和抗力图(单位:kN)

面抗剪验算、正常使用极限状态下的应力验算均满足《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362—2018)要求。

3.4 组合梁方案设计

组合梁钢结构部分由工厂预制,吊装就位后现场浇筑上部混凝土桥面板,施工速度快,对现状交通影响较小,经济性好,对于40~55 m中等跨度的跨线桥优势明显。本项目跨径40 m组合箱梁高度1.7~1.9 m,桥面14 m等宽布置,横向布置3片钢主梁,钢梁腹板间距2.4 m,钢梁顶翼缘厚16 mm,腹板厚12~20 mm,底板厚20~35 mm。为加强全桥整体性,沿全跨设置标准间距为5 m的横隔梁。钢梁顶板设置焊钉与混凝土桥面板连为整体。桥面板厚0.25~0.34 m,采用C50混凝土。

组合梁断面布置图见图9。

采用桥梁博士V4.4.1建立主梁结构梁格计算模型,见图10。计算共分5个阶段,即4个施工阶段和1个使用阶段。组合梁各阶段计算工况见表2。

40 m组合梁标准梁高1.9 m,铺装层0.1 m;30 m

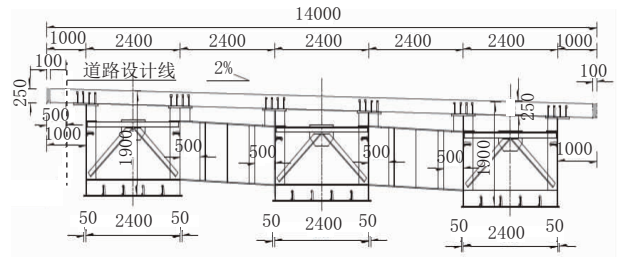


图9 组合梁断面布置图(单位:mm)

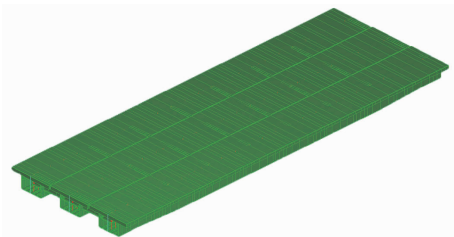
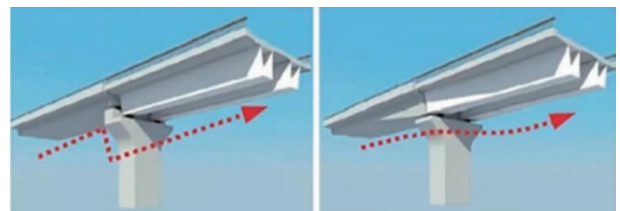


图10 组合梁计算模型

表2 组合梁计算工况

阶段	工作内容
1	吊装钢梁
2	浇筑桥面板
3	桥面板受力
4	桥面系施工
5	运营阶段

小箱梁梁高1.6 m,铺装层0.2 m。过渡墩处存在0.2 m高差,常规处理方式是在盖梁顶设置加高块,但景观性较差。本工程将组合梁端部梁高渐变至1.7 m,使得过渡墩处上部结构高度一致^[2],提升了桥梁景观。梁高过渡示意图见图11。



(a)常规处理方式 (b)本工程处理方式

图11 梁高过渡示意图

4 人行天桥方案

4.1 天桥景观设计思路

城市桥梁设计的四重境界是:(1)成为立体交通的重要节点,保障区域通行;(2)连接绿地、公园、城市广场和商业,提升城市空间价值;(3)作为城市文化的载体和区域文化的展示空间,与城市文化共生发展;(4)作为城市重要的交通基础设施和展现城市形象的标志性建筑。

本项目天桥位于珠海市东西向重要干道上,区位重要性明显,对天桥景观有较高要求。天桥景观方

案围绕桥梁设计的第三重境界,即展示区域文化特色来设计。

4.2 天桥方案设计

(1)通过分析项目所在区域的城市特色和人文产业等^[2],按照城市活力、生态人文和现代工业3个主题,分别以金湾区航空城、珠海航展、城市特色建筑、非物质文化遗产和特色产业为出发点提取设计元素,提出了天桥方案一的创意,见图12。

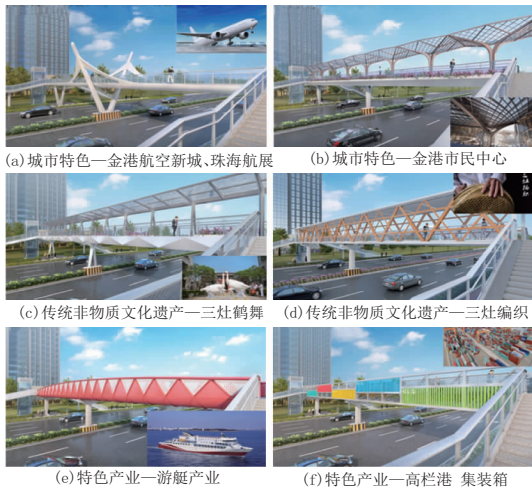


图12 天桥方案一

(2)考虑台风以及天桥景观对行车安全的影响,提出了简洁造型的天桥方案二进行对比。方案二的第一个桥位位于金湾立交附近,处于进入金湾区的门户位置,主梁采用弧形断面,并将其向上延伸,形成一个弧线起伏的立面形态,既丰富了景观效果和通行体验,又不会过于冗杂。其他桥位天桥均采用简单造型,仅在栏杆处做差异化设计。天桥方案二见图13。

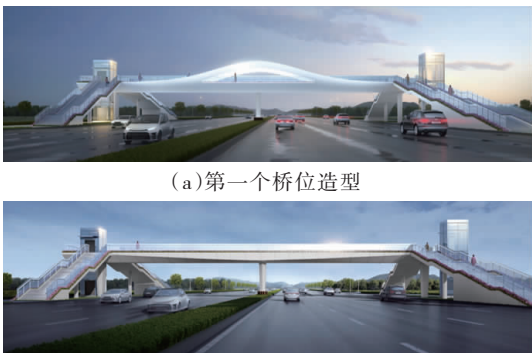


图13 天桥方案二

珠海大道4号天桥主桥上部结构采用钢箱梁,两侧设置花槽,下部结构采用钢柱异形墩,柱内灌膨胀混凝土加强其稳定性。

4号天桥主桥布置图见图14,梯道布置图见图15,结构计算模型见图16。为节约造价,梯道梁采用混凝土梁,坡比分别为1:2和1:4。1:4的坡道可

方便非机动车推行^[3]。

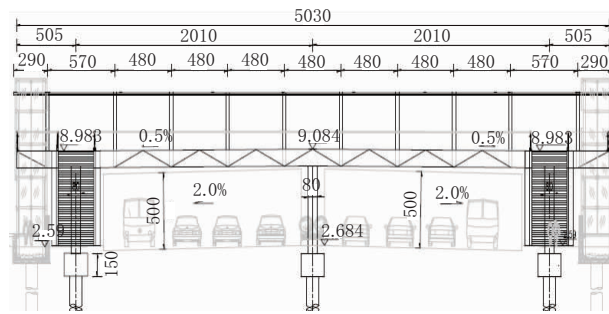


图14 4号天桥主桥布置图(单位:cm)

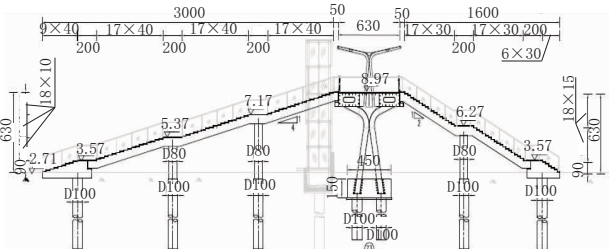


图15 4号天桥梯道布置图(单位:cm)

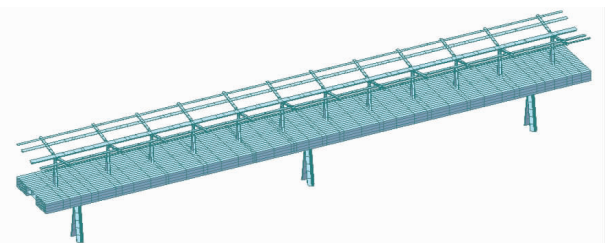


图16 4号天桥结构计算模型

4.3 天桥细节设计

为提升天桥整体效果,对排水、管线及灯带进行了精细化设计,做到“管线暗埋”、“见光不见灯”(见图17)。为达到理想的外观效果,结构设计时预留灯带位置,将灯带嵌入结构中。

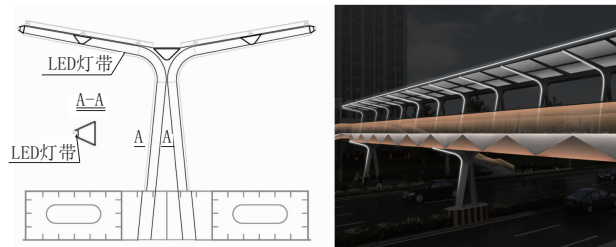


图17 天桥灯槽示意图

5 结语

本项目桥梁结构方案设计紧紧围绕“安全、耐久、适用、环保、经济、美观”的原则。在满足上述原则的前提下,选择施工对交通影响小且经济性较好的结构形式,同时通过对桥梁结构细节的研究和创新,达到提升结构景观的目标。本项目在设计中主要采取了以下策略:一是优化桥墩造型、梁高过渡等细节设计;二是综合天桥所在区域规划、建设条件、功能

(下转第81页)

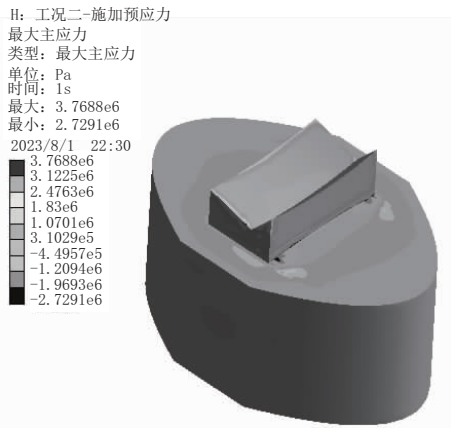


图 8 工况二拱座混凝土主拉应力(单位:Pa)

立有限元模型,分析了结合部各构件的受力情况。

(1)结合部的构造设计需综合考虑拱脚受力情况。

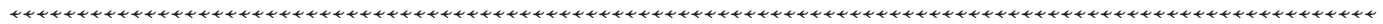
(2)拱脚钢混过渡区域由于刚度突变呈现较明显的应力集中。

(3)拱圈通过与之接触的横梁将力传递给拱内混凝土,横梁作为主要传力构件,表现为明显的边缘局部受力状态。

(4)本文提出的拱脚钢混结合部构造能够较好地传递拱脚内力。

参考文献:

[1] JTG/T D64-01—2015,公路钢混组合桥梁设计与施工规范[S].
 [2] 聂建国.钢-混凝土组合结构桥梁[M].北京:人民交通出版社,2011.
 [3] 王茜,王春生,俞欣,等.钢桥塔的构造设计研究[J].公路,2008(5): 46-50.
 [4] 李乔,武焕陵,唐亮,等.南京长江三桥桥塔钢混结合段内力分布规律研究[C]//中国公路学会桥梁和结构工程分会 2005 年全国桥梁学术会议文集.北京:中国公路学会,2005.
 [5] 邓勇灵.梁-拱组合桥拱脚钢混结合区域力学行为研究[D].成都:西南交通大学,2016.



(上接第 68 页)

需求、结构特点、文化背景、设计目标及理念等因素,对人行天桥进行景观方案设计。珠海大道快速化提升工程桥梁方案注重细节设计、亮点突出,可供类似工程参考。

参考文献:

[1] JTG D60—2015,公路桥涵设计通用规范[S].
 [2] JTG/T 3360-03—2018,公路桥梁景观设计规范[S].
 [3] CJJ 69—1995,城市人行天桥与人行地道技术规范[S].