

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2022.11.027

某桁架结构景观人行天桥设计

周祥乾

(珠海市规划设计研究院, 广东 珠海 519000)

摘要: 随着社会发展,人们对城市基础设施除了功能上的需求,在景观上也有了更高的追求。人行天桥作为城市公共基础设施的一部分,与人们的日常出行和生活息息相关,是一个城市品质的体现。结合工程实践介绍以“和谐号”为主题的桁架结构人行天桥方案及结构设计,总结桁架结构在景观人行天桥中的运用与创新,为类似工程提供参考。

关键词: 人行天桥;桁架结构;结构设计;景观

中图分类号: U448.11

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)11-0095-03

0 引言

桁架结构是一种重要的桥梁结构形式,由于其跨越能力强,常用于大跨度公路和铁路桥梁,在城市人行天桥中也经常用到。但因其结构较高,造型单一,在一定程度上影响了桁架结构在城市人行天桥中的运用。本文结合工程实践,探讨桁架结构在景观人行天桥中的运用与创新,为类似工程提供参考。

1 方案设计

1.1 设计理念

某人行天桥项目跨越和谐大道,临近铁路。由此产生以和谐号动车为灵感,进而以和谐号动车的侧面形态融入桥梁桁架结构设计。不仅与周边的环境相呼应,也寓意了城市的高速发展(见图 1)。

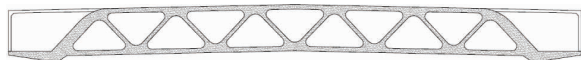


图 1 “和谐号”天桥设计理念

为了凸显动车造型,将端部斜腹杆做强,弱化端部上弦杆和端部竖杆,只作为顶棚支撑构件,不作为主体受力构件。根据上述结构调整,将桥墩设置在端部斜腹杆与下弦杆交点位置,同时为了使梯道更好衔接主桥,将端部下弦杆延伸,形成挑臂。梯道上端直接搁置在挑臂牛腿上,避免了梯道在此处立墩,使

桥下空间更加通透。

1.2 总体布置

天桥全长 65 m,桥宽 5.8 m,共设 4 处梯道、2 部垂直电梯,主桥部分设置钢化玻璃顶棚。梯道、主桥两侧及主桥 V 型腹杆底部均设置花槽。主桥采用连续钢桁梁结构,主桥下部结构中墩采用 V 墩接盖梁形式,边墩采用桩柱式桥墩。梯道采用钢结构,下部结构采用桩柱式桥墩,坡脚设混凝土桥台。天桥立面布置见图 2

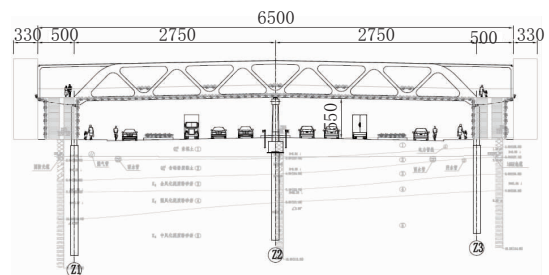


图 2 天桥立面布置(单位:cm)

1.3 桁架断面尺寸拟定

从结构受力分析,桁架高度对桥梁的挠度影响较大,桁架高度不宜过小。桁架高度大,上下弦杆受力较小,截面也小,但腹杆增长,用钢量会有所增加。根据工程经验,人行天桥常用高跨比约为 1/10。从行人通行舒适性分析,因为行人在桥梁结构内部通行,容易产生压抑感,桁架宽度和高度均不宜过小;从景观效果分析,桁架断面高宽比应协调,控制在 0.8~1.2 为宜;从道路行车视角看,桁架高度不宜过高,否则结构显得过于庞大,行车视野不佳。该项目进行了三种断面尺寸对比,综合考虑受力、舒适性、景观效果以及工程造价,最终采用 5.8 m × 5 m 的断面尺寸(见图 3)。

收稿日期: 2022-01-25

作者简介: 周祥乾(1991—),男,工学学士,工程师,从事桥梁设计工作。

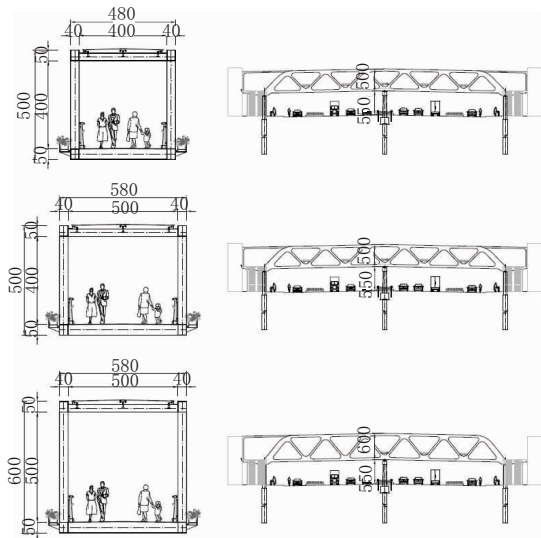


图3 桁架断面尺寸比选(单位:cm)

1.4 桥墩样式比选

桥墩样式是桥梁景观的重要组成部分,尤其对桥下人行及行车视野影响较大。桥墩结构应尽量轻巧、通透,达到较好的景观效果,该项目进行了六种桥墩形式对比。综合考虑景观效果、结构受力及施工难易程度,最终采用V形墩接盖梁形式(见图4)。

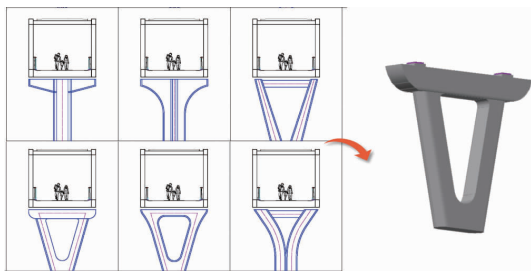


图4 桥墩样式比选

2 结构设计

2.1 主桥结构

主桥上部结构采用 2×27.5 m连续钢桁架,两端设挑臂,桁架结构宽5.8 m,高5 m。桁架杆件尺寸为:上弦杆 $500 \text{ mm} \times 400 \text{ mm}$,下弦杆 $500 \text{ mm} \times 400 \text{ mm}$,腹杆 $400 \text{ mm} \times 400 \text{ mm}$,上横撑 $400 \text{ mm} \times 400 \text{ mm}$,下横撑 $500 \text{ mm} \times 400 \text{ mm}$ 工字型。杆件板厚 $10 \sim 14 \text{ mm}$ 。

主桥下部结构采用混凝土结构,中墩采用V墩接盖梁形式,基础为直径1.0 m的钻孔灌注桩,上设承台。边墩采用桩柱式桥墩,墩柱直径0.8 m,基础为直径1.0 m的钻孔灌注桩。

2.2 梯道结构

工程范围内共设4处梯道。采用钢结构,梯道下部结构采用直径0.8 m墩柱和直径1.0 m钻孔灌注桩基础,坡脚设混凝土桥台。

3 结构计算

3.1 计算荷载

恒载:结构自重、栏杆、顶棚、花槽等。活载:人群荷载根据《城市人行天桥与地道技术规范》(CJJ 69—95)取 3.73 kPa 。支座沉降:不均匀沉降,取 5 mm 。整体升降温:升温 30°C ,降温 30°C 。风荷载:根据《公路桥梁抗风设计规范》(JTG/T 3360-01—2018)计算风荷载标准值,设计基本风速取 24.1 m/s 。

3.2 计算模型

桥梁结构采用MIDAS Civil软件计算,全桥建立梁单元和板单元模型进行对比、局部应力分析(见图5)。

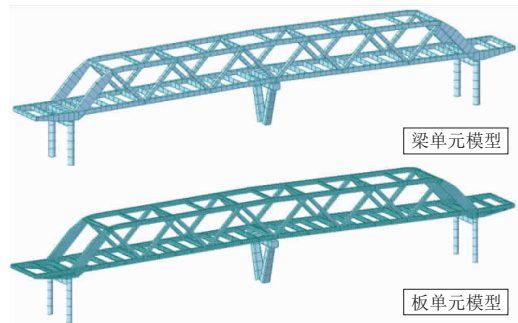


图5 梁单元和板单元计算模型

3.3 计算结果

各部位构件在基本组合下最大应力见表1。下弦杆支点处出现较大的应力集中,局部应力加大,其余位置梁单元与板单元计算结果接近(见图6)。

表1 梁单元与板单元应力对比

位置	梁单元模型 MPa	板单元模型 MPa
腹杆	85.6	86.8
上弦杆	63.2	62.6
下弦杆	130.1(支点处) 90.2(非支点处)	87.8

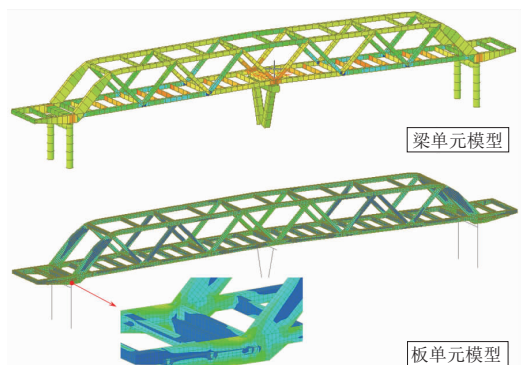


图6 梁单元和板单元模型应力结果

人群荷载作用下结构的变形情况,竖向挠度悬臂端 $<L/300$,跨中 $<L/800$,满足要求。恒载+人群荷载作用下结构的变形情况,竖向挠度 $<L/1600$,可不设置预拱度(见表2)。

表2 梁单元与板单元挠度对比

	位置	梁单元模型/mm	板单元模型/mm
人群	悬臂端	2.27	2.36
	跨中	3.92	4.04
恒载+人群	悬臂端	6.21	6.28
	跨中	5.52	5.49

根据《城市人行天桥与人行地道技术规范》(CJJ 69—95)规定,对于人行桥梁,天桥上部结构竖向自振频不应小于 3 Hz。本桥竖向自振频率计算结果,梁单元模型为 10.30 Hz,板单元模型为 10.16 Hz,计算结果接近(见图 7)。

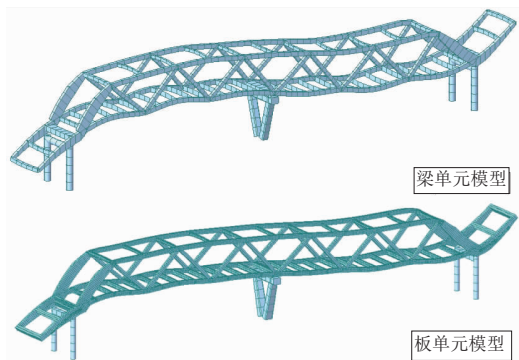


图7 梁单元和板单元模型振型结果

4 附属工程设计

桥面铺装:钢桁梁采用聚氨酯改性环氧树脂(添加彩色陶瓷颗粒);梯道采用防滑花岗岩。护栏采用不锈钢与钢化玻璃组合栏杆。顶棚采用透光夹层钢化安全玻璃。主桥及梯道两侧均设置花槽,配套自动滴灌系统。亮化采用彩色灯带、星光灯和投光等勾勒桥梁造型,提升夜间景观效果。

所有管线沿梯道上桥,利用栏杆扶手和踢脚布置灯带和电缆;利用花槽布置投光灯、电缆以及绿化供水、排水管;顶部横撑及钢化玻璃顶棚龙骨采用铝单板包封。顶棚设置双向横坡,天桥两端集水槽收集雨水后沿内置于端部竖杆内的泄水管下桥。全桥附属工程管线隐藏,提升细节品质(见图 8)。

5 BIM 三维辅助设计

设计过程中建立三维模型(见图 9),对桥梁腹杆斜度、端部斜腹杆尺寸、弧度,以及桁架净高和桥宽进行推敲,使“和谐号”动车意向得到更好的表达。三维模型多视角的观察中,发现顶部横撑和钢化玻璃顶棚型钢骨架对景观效果影响较大,提出优化尺寸和铝单板包封的处理方式。BIM 三维模型较二维图纸有更直观呈现,有助于设计过程中观察结构整体效果和构件之间的衔接关系,为整体造型和细节

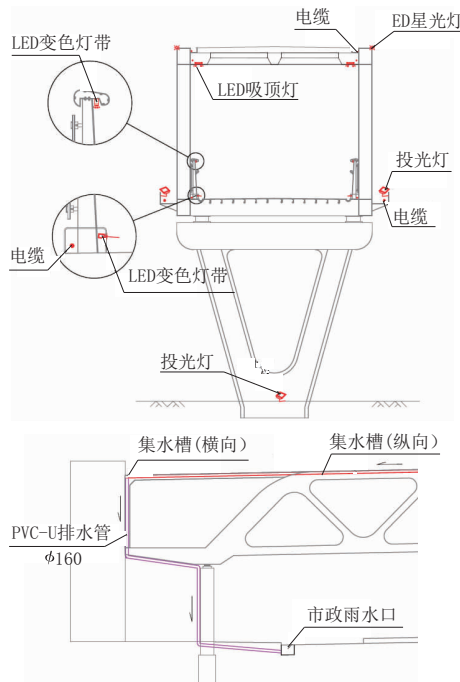


图8 管线隐藏布置

设计提供帮助。

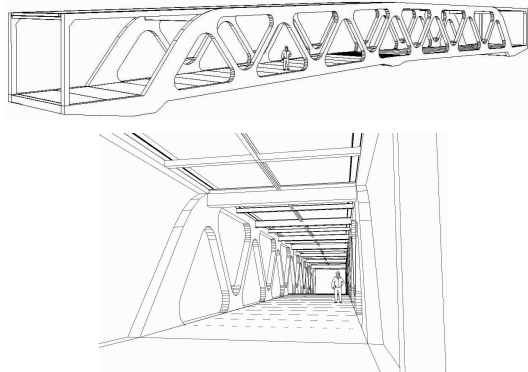


图9 三维模型

6 结语

桁架结构跨越能力大,下部行人,上部可兼做顶棚,结构和功能性结合较好。项目结合周边环境,对桁架结构杆件进行调整和创新,形成“和谐号”动车造型,风格独特,与环境相呼应,整体造型简洁优美。全桥采用结构构件塑造整体造型,仅在顶棚横撑和骨架处采用装饰材料包封处理,经济性较好。结构分析采用了梁单元和板单元两种三维模型,得到全桥各部位应力分布情况,进而优化结构尺寸和板厚,节约成本。项目整体景观性和经济性良好,为类似桁架结构人行天桥方案和结构设计提供参考。

参考文献:

[1] CJJ 69—1995,城市人行天桥与人行地道技术规范[S].
 [2] JTG D60—2015,公路桥涵设计通用规范[S].
 [3] 陆振华,鄒才富,钢桁架人行桥空间受力特征探讨[J],城市道桥与防洪,2010(11),26-28.