

双层桁架桥梁在城市立交设计中的应用实践与思考

杨燎原, 宁平华

(广州市市政工程设计研究总院有限公司, 广东 广州 510060)

摘要: 随着城市化进程的加快, 城市交通需求不断增长, 土地资源短缺问题日益凸显。为满足城市交通需求, 提高交通效率, 双层桁架桥梁作为一种高效的交通组织方案, 正被越来越广泛地应用于城市立交设计中。以广州市如意坊放射线系统工程(二期)中的龙溪立交为例, 分析了双层钢桁架桥梁在城市快速路主线与辅道过河方案的设计实践, 探讨了双层桁架桥梁的技术特点、应用优势以及面临的挑战和未来发展方向, 旨在为城市交通建设提供有益的参考和借鉴。

关键词: 双层桁架桥梁; 城市立交; 城市快速路; 预应力混凝土刚构桥; 槽型梁

中图分类号: U448.28; U448.15

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)01-0059-05

Application Practice and Considerations of Double-Deck Truss Bridges in Urban Interchange Design

YANG Liaoyuan, NING Pinghua

(Guangzhou Municipal Engineering Design and Research Institute Co., Ltd., Guangzhou 510060, China)

Abstract: With the acceleration of urbanization, the demand for urban transport is growing, and the shortage of land resources is becoming increasingly prominent. To meet the demands for urban transport and enhance the traffic efficiency, the double-deck truss bridge, as an efficient traffic organization scheme, is being used more and more widely in urban interchange design. Taking Longxi Interchange in the Guangzhou Ruyifang Radial System Project (Phase II) as an example, the design practice of double-deck steel truss bridge in the urban expressway main line and auxiliary road cross-river schemes is analyzed. The technical characteristics, application advantages, challenges faced and future development directions of double-deck truss bridges are further discussed, which aims to provide the useful reference and insights for the construction of urban transport.

Keywords: double-deck truss bridge; urban interchange; urban expressway; prestressed concrete rigid-frame bridge; U-shaped beam

0 引言

随着经济的快速发展和城市化进程的加速, 城市交通需求急剧增长, 而土地资源却日益紧张^[1]。传统的平面单层交通设施已难以满足现代城市的交通需求, 双层、多层立体交通设计方案作为一种创新的交通设计, 已经在城市立交中得到广泛应用。这种设计方案旨在通过构建多层次的交通网络, 缓解城市交通拥堵问题, 不仅提高交通效率, 还节约了宝贵的土地资源。本文以广州市如意坊放射线系统工

程(二期)中的龙溪立交为例, 探讨双层桁架桥梁在城市立交设计中的应用实践。

1 设计实例

1.1 工程概况

广州市如意坊放射线系统工程是广州市重要的交通建设项目, 旨在完善城市交通网络, 提高交通效率。该工程北起于内环路如意坊立交, 向南下穿珠江后分别与芳村大道、石围塘铁路、穗盐路、龙溪大道及花地大道南等主要道路、铁路相交, 终点位于广珠西线高速公路南丫收费站, 如图1所示。该工程全长约9.3 km, 分为一期(全长约2.4 km)和二期(全长约6.9 km)。

龙溪立交作为该项目的重要组成部分, 位于二

收稿日期: 2024-11-16

作者简介: 杨燎原(1981—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事市政工程设计及管理工作。

期工程段,跨越花地河,为城市快速路。主线为双向6车道,辅道为双向4车道。采用了双层桁架桥梁设计,既保证了主线交通需求,同时又满足了城市快速路与区域路网衔接的要求。该桥梁结构方案一方面提高了交通效率,缓解了城市交通压力;另一方面,该方案节约了土地资源,为城市发展提供了更多的空间。



图1 如意坊放射线系统工程线图

1.2 项目背景及建设条件

如意坊放射线是广州市内环路七条放射线之一,是广州市快速骨架路网的重要组成部分,桥址处设计中线与规划中线一致,选址方案唯一。根据规划,该项目主线线位位于花地河西侧,在花地河与二尾涌河道相交河汉口处跨越河道,此处河道宽度变化范围较大,约60~120 m。该段花地河通航等级为V级,通航净空为8 m,双向通航宽度80 m。

本桥位位于缓和曲线上,路线跨越花地河,并与河道有一定斜交角度。防洪排涝要求尽量避免水中立墩,以减少阻水比,梁底标高需要满足防洪设计水位要求,桥墩施工需要注意防洪堤岸安全。

该处现状河道宽仅大于60 m,不满足规划河道宽度,且桥位选址位于河汉口,桥梁选址不完全符合《内河通航标准》(GB 50139—2014)的相关规定^[2],如在水中设置墩柱,则所需通航净宽较大,且对通航安全和水流影响较大,尤其是跨花地河段桥址位于航道交汇口及转弯段附近,船舶通航操纵难度较大。墩柱的设置不仅会缩小本就不宽裕的河道过水面积,同时亦会影响通视,对船舶的通航安全产生较大威胁。根据相关规范标准要求,结合主管部门意见,该工程跨花地河桥梁通航孔需采用一跨过河的结构形式。

桥位东侧毗邻花地河二尾涌景观带,西侧有大型高档居民区,对景观提出了一定的要求。根据总体布置,FA、FB辅道桥需要跨越花地河后与规划龙溪中路平交,实现与龙溪中路的交通转换,由于花地河与龙溪中路距离较短,桥梁纵坡不宜过大。桥梁梁底标高又受桥下航道净空限制,这就决定了FA、FB辅道桥梁高受限。同时,由于本桥桥位靠近花地河河汉口位置,越靠近河汉口,桥梁跨径越大,同时还需兼顾防洪要求。

1.3 立交设计方案

由于该处桥梁方案受限因素较多,兼顾经济适用性原则,综合考虑,确定以下2个典型方案。

1.3.1 方案1(主辅并行单层桥梁方案)

采用主线和左右辅道(FA、FB)平行跨越花地河。主线桥采用(52+85+52)m预应力混凝土悬浇连续刚构桥,FA辅道桥采用(48+75+48)m钢结构槽型梁桥,FB辅道桥采用(81+130+90)m钢结构槽型梁桥,如图2所示。

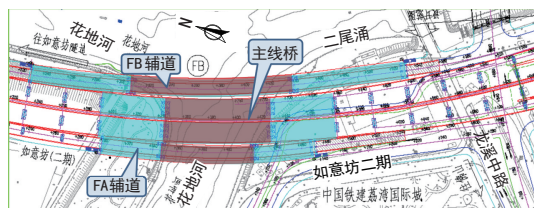


图2 方案1桥梁平面布置图

主线预应力混凝土悬浇箱梁,梁高为2.8~4.8 m,梁底按二次抛物线形变化。单幅桥面宽度为16.5 m,采用直腹板单箱单室断面,箱梁翼板长度为4.25 m。由于受通航净空限制,采用悬浇法挂篮施工。

钢结构槽型梁方案由于跨径相差较大,梁高也有所不同,分别为2.5~4 m、4.5~8 m,梁顶按二次抛物线形变化,纵梁之间设有下承式联系横梁。桥面宽度为14.69 m,纵梁单侧外伸悬臂横梁宽为2.5 m。

1.3.2 方案2(主辅双层桁架桥梁方案)

主线、辅道合并采用上下立体交通方案,通过双层钢桁架桥梁上下两层通道共同跨越花地河,桥梁上部结构采用单跨88 m简支双层钢桁组合梁结构。钢桁组合梁梁高为8.6 m,上层桥面宽度为33.6 m,下层桥面宽度30.9 m(含左右两侧各2.5 m人行道),如图3至图5所示。

由表1可知,方案1立交主辅车道采用三幅桥梁并行跨越花地河,虽占地面积较大,但建筑总高度较低。主线桥采用预应力混凝土刚构桥,辅道桥采用钢结构槽型梁桥,由于内外两幅桥跨径相差较大,梁

2.2 布置灵活,适应性强

桁架桥梁的结构布置非常灵活,可以根据实际需要进行调整和优化。例如,可以根据桥梁的跨度、荷载需求以及地形条件等因素,选择合适的桁架形式和杆件尺寸。桁架桥梁通常形成空间结构,如由两片或多片主桁架和纵、横向联结系组成的空间结构,这使得桥梁具有更好的整体稳定性和承载能力。

多种腹杆布置方式如三角形腹杆式^[4]、斜(压)腹杆式、再分式腹杆式、米字形腹杆式、交叉腹杆式等多种类型^[5]。这些不同的腹杆布置方式可以满足不同的桥梁设计需求。通过对上下弦杆和腹杆的合理布置,桁架桥梁可以适应结构内部的弯矩和剪力分布,使得桥梁在各种荷载作用下都能保持稳定的结构性能。同时可以适应不同的荷载分布。

2.3 经济适用,施工便捷

桁架梁与实腹梁相比,在抗弯方面将受拉与受压的截面集中布置在上下两端,增大了内力臂,使得以同样的材料用量实现了更大的抗弯强度,这有助于节省材料成本,造价经济。另外,由于桁架桥梁的结构简单且标准化程度高,适合工厂预制,因此,施工周期通常较短,对交通的影响也较小,有利于施工期间的交通组织。

3 双层桁架桥梁的优势

常规的桁架桥梁根据荷载的位置分为上承式桁架桥和下承式桥梁,通常仅在桁架上层或下层设置桥面通行交通,桥面系通常位于上弦杆或者下弦杆上,受力清晰,构造简单。双层桁架桥梁则是同时在桁架上下层设置桥面通行交通的桁架桥,活载分布于上下层结构,受力相对复杂,结构设计计算难度较大,桥梁构造相对也比较复杂。

3.1 提高交通效率,节约土地资源

双层桁架桥梁除具有普通桁架桥梁的特点外还具有本身独有的特点和优势。双层桁架桥梁能够在同一位置提供两层交通通道,双层通行可以大大增加交通容量,缓解交通拥堵问题。特别是在城市中心和交通繁忙地区,双层桥梁可以显著提高交通效率。另外,双层桥梁可以充分利用立体空间,减少用地面积,节约土地资源,这对于土地资源紧张的城市来说尤为重要。

3.2 易与环境协调,景观效果好

桁架桥梁在设计时可以充分考虑周围环境,通过合理的造型和色彩搭配,使桥梁与周围环境相协

调,双层桁架桥梁相对于其他桥梁结构型式,结构紧凑,墩柱布置整齐,有利于提升城市整体形象的美观度。其造型独特、线条流畅、结构简洁,轻盈通透,视觉效果极佳。特别是钢桁架拱桥结构,类似一条穿越山河的巨龙,既具有强大的承重能力,又不失美观,其优美的造型和独特的结构可以成为城市一道亮丽的风景线。

综上所述,桁架桥梁具有构造简单、受力性能明确、稳固且承重能力强、重量轻、结构布置灵活、经济性与施工便捷性高等特点。双层通行可以大大提高交通效率和节约土地资源,而独特的景观效果则可以为城市增添一道亮丽的风景线。因此,在城市桥梁建设中,桁架桥梁特别是双层桁架桥梁将具有相当重要的地位和更广泛的应用前景。

4 面临的挑战与未来发展方向

随着双层通行交通桁架桥梁在城市立交中的应用越来越多,在设计、施工、管养等多个环节中同时面临一定的挑战。

4.1 结构复杂性与稳定性

双层桁架桥梁上下层通行交通活载,受力相对复杂,这就决定了结构设计相对于单层通行交通的桁架桥要复杂得多,结构计算时需要考虑桥梁的受力状态、稳定性、抗风性能、抗震性能等多个方面的要求。同时,还需满足城市交通流量大、通行速度快的需求,确保桥梁的通行能力和安全可靠。

4.2 空间利用与交通组织

城市立交中双层通行交通桁架桥梁的空间利用需要合理规划,以充分利用土地资源,同时避免对周边环境造成不良影响。交通组织方面,需要设计合理的交通流线,确保车辆和行人能够顺畅通行,避免拥堵和交通事故的发生。

4.3 材料选择与技术创新

双层桁架桥梁需要使用高强度、耐腐蚀、耐磨损的材料,以确保桥梁的耐久性和安全性。同时,需要不断引入新技术、新材料,以提高桥梁的建造质量和结构性能。

4.4 施工安全与成本控制

双层桁架桥梁的施工难度较大,除了需要克服高空作业、大型构件运输吊装、复杂地质条件等困难外,还需要施工单位配备专业的技术人员和施工设备。由于施工周期相对较长,需要合理安排施工进度,才能确保按时完成施工任务,控制施工成本,提

高经济效益。

4.5 智能化检测及维修管养

桁架桥梁多为钢结构桥梁,维修管养成本相对较高,需要定期进行检测和维修管养,以确保其安全性和耐久性。这就需要采用先进的检测技术和设备,提高检测精度和准确率。

双层桁架桥梁在城市立交中的应用虽然面临诸多挑战,但是,伴随着现代化科学技术的突飞猛进和可持续化发展理念的深入人心,其同时也展现出明确的发展方向。

4.5.1 技术创新与智能化

随着新技术、新材料、新工艺的发展,未来双层桁架桥梁的跨度也会越来越大。随着数字化、智能化、信息化技术的进步,未来双层通行交通桁架桥梁的设计、施工和管养将更加注重技术创新和智能化发展,将会极大地提高生产效率。通过智能化技术的应用,实现对桥梁状态的实时监测和预警,提高管养效率和桥梁的安全性,延长使用寿命。

4.5.2 绿色可持续发展

随着环保理念的深入人心和可持续发展战略的实施,绿色设计施工和可持续发展必将成为未来桁架桥梁发展的重要方向。通过采用环保材料、节能工艺和循环利用等手段,减少施工过程中的能源消耗和环境污染。同时,通过优化桥梁结构和交通组织方式,降低车辆运行过程中的能耗和排放,节约能源,实现绿色交通、智慧交通。

4.5.3 多功能化与人性化设计

未来双层桁架桥梁的设计将更加注重多功能化

和人性化。通过优化交通流线和服务设施布局,提高桥梁的通行能力和舒适度。同时,通过增加桥梁的附属设施和景观元素,提高桥梁的实用性和观赏性。

5 结 语

伴随着城市经济的发展和城市交通需求的不断增长,城市交通基础设施建设也呈现出复杂性和多样性。在某些特定的建设环境下,双层桁架桥梁方案能很好地解决问题,越来越受到城市建设者们的青睐,并被越来越广泛地应用在城市立交工程中。但双层桁架桥的设计和施工也面临着新的挑战,未来还需要进一步加强技术创新和研究,提高双层桁架桥梁的结构性能和使用寿命,降低建设和维护成本。同时,还应注重与城市规划和环境的协调,提升城市景观效果,进一步促进双层桁架桥梁在城市交通建设中的广泛应用。本文的研究成果能够为城市交通建设提供一定指导意义和实践参考价值。

参考文献:

- [1] 孙建渊,陈阶亮.城市桥梁双层交通的概念设计[J].桥梁建设,2006(2):39-42.
- [2] GB 50139—2014,内河通航标准[S].
- [3] 姜封国,白丽丽.土木工程概论[M].哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2012.
- [4] 蒋义.90 m 钢桁架桥设计计算要点[J].福建交通科技,2017(2):47-51.
- [5] 李国豪,等.中国土木建筑百科全书:桥梁工程[M].北京:中国建筑工业出版社,1999.
- [6] 范立础,等.桥梁工程[M].北京:人民交通出版社,2012.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

官方网址:<http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱:roadfloodbridge@163.com

