

DOI: 10.16799/j.cnki.esdqyfh.260053

吴淞江工程(罗蕴河北段)跨河桥梁方案研究

岳申舟

[上海城投公路投资(集团)有限公司,上海市 200441]

摘要: 吴淞江工程是国务院批复的《太湖流域防洪规划》确定的重大工程之一,包括河道疏浚与新开、新建水利枢纽设施、沿线跨河桥梁新建及改建等建设内容,采用分段实施,罗蕴河北段为吴淞江工程的有机组成部分,河道总长5.88 km,需建设桥梁7座(4座车行桥,3座人非桥),首先开展了各类桥型的适应性论证与比选分析,同时以该工程为例,从总体设计思路到单体桥梁方案,阐述了桥梁群方案选型思路与方法,为城市跨河桥梁群的方案设计提供参考。

关键词: 跨河桥梁;桥梁群;桥梁景观;方案设计;适应性分析

中图分类号: U442.5;TU997 文献标志码: B 文章编号: 1009-7716(2026)03-0200-06

Conceptual Design of Cross-River Bridges for the Wusong River Project
(Northern Section of the Luowen River)

YUE Shenzhou

[Shanghai Chengtou Highway Investment (Group) Co., Ltd., Shanghai 200441, China]

Abstract: The Wusong River Project is one of the major projects specified in the Taihu Lake Basin Flood Control Plan approved by the State Council. It covers construction works including river channel dredging and new excavation, construction of water control hub facilities, as well as the new construction and reconstruction of cross-river bridges along the line, and adopts a phased implementation approach. The Luowen River section serves as an integral component of the Wusong River Project, with a total river course length of 5.88 km and 7 bridges to be constructed (4 vehicle bridges and 3 pedestrian and non-motorized vehicle bridges). The adaptability demonstration and comparative selection analysis of various bridge types is first conducted. Meanwhile, taking this project as a case study, it elaborates on the ideas and methods for the scheme selection of bridge groups, ranging from the overall design concept to individual bridge schemes, thus providing a reference for the scheme design of urban cross-river bridge groups.

Keywords: river-crossing bridge; bridge group; bridge landscape; conceptual design; adaptability analysis

1 工程概况

吴淞江工程(上海段)主要建设内容包括新开、疏拓河道约60 km(含苏申内港线西段已立项的10.4 km),新建新川沙河泵闸、苏西水闸,改建蕴西枢纽、蕴东枢纽,沿线跨河桥梁的新建、改建。由于吴淞江工程(上海段)涉及面广、工程量大、资金需求量大,区域情况较为复杂,建设周期长,完全完成项目建设存在诸多难点,因此采用分期分段实施的策略,逐步实现防洪、除涝以及航运功能的综合效益。

吴淞江工程(上海段)罗蕴河北段为吴淞江工程的有机组成部分,该河道总长5.88 km,地理位置如

图1所示。



图1 罗蕴河北段河道位置示意图

由于罗蕴河北段现状河道较窄,宽度为20~25 m,现状跨河桥梁较多,河道工程实施后,河道将拓宽至96 m,造成大部分跨河桥梁不满足行洪和通航标准,需拆除重建或拆除取消。根据《上海市发展和改革委员会关于吴淞江工程(上海段)(新川沙河—练祁

收稿日期: 2026-01-12
作者简介: 岳申舟(1981—),男,本科,高级工程师,从事工程项目管理工作。

河)项目建议书的批复》,纳入本次工程需建设桥梁 7 座(4 座车行桥,3 座人非桥),监测保护桥梁 1 座(嘉盛公路桥)。本次实施的跨河桥梁如图 2 所示。



图 2 工程范围内桥梁布局图

1 桥型方案选型原则

跨航道桥梁通常不是某单一外部条件控制,往往受多个特殊条件共同限制,难以直接确定桥型方案。需要从以下几个方面对多种桥梁类型进行系统性、综合性的评估,以选择最符合项目需求的桥型的过程^[1-3]。

- (1)安全性:桥梁结构在设计、施工和运营全生命周期内能够满足安全要求,具备足够的承载能力和抗风险能力;
- (2)耐久性:桥梁在长期使用过程中能够保持其功能性和结构完整性,减少维护和修复需求;
- (3)适用性:桥梁能够适应场地环境、施工条件和功能需求,满足交通、通航、行洪等具体要求;
- (4)环保性:桥梁在建设和运营过程中对生态环境的影响最小化,符合可持续发展理念;
- (5)经济性:桥梁的建设成本、维护成本在全生命周期内具有经济合理性,实现资源的高效利用;
- (6)美观性:桥梁设计与周边环境协调,具有一定的艺术价值,提升城市或自然景观的整体美感;
- (7)整体性:依据各桥位的水文、地形等建设条件进行针对性设计的同时,需要统筹把握桥梁群的整体风貌与功能协调性。

综上,本工程桥型选择时,应综合考虑特定桥址处建设条件以及各桥型的综合性能,在此基础上进行桥型间的比较、选择,提出适应桥梁建设环境并满足其使用功能达到综合经济投入效率最佳的桥型,同时保证桥梁群中各桥达到和谐统一^[4-7]。

2 桥型方案特点及适应性分析

2.1 桥型方案特点

本工程河口宽 96 m,按照航道布跨要求,罗蕴河北段跨河桥梁主桥墩净距要求大于 75 m,故主桥主跨标准跨径约为 100 m,适用此跨径范围的桥型有连续梁、钢桁架桥、拱桥、斜拉桥以及自锚式悬索桥^[8],首先应明确不同桥型特点以此作为选择合理的桥型基础。

2.1.1 梁桥

适用于本工程的梁桥体系主要是大跨度连续梁桥,其具有受力性能好、变形小、行车平顺舒适、施工工艺成熟简单、养护工程量小等特点。其缺点主要是梁高较高,引桥接坡长,引桥工程规模大。从景观设计角度而言,梁桥造型相对简约,其景观表现力相对平淡,适用于对景观要求不高的桥位^[3]。

2.1.2 桁架桥

钢桁梁的特点是刚度大、跨越能力强、经济性好,而且空间布局形式多样,可以分为上承式、下承式和双层桁架梁桥。对于下承式桁架桥由于桥梁建筑高度小,可减少行人及非机动车爬行的高度及长度,尤其适用于人非桥梁,便于居民的出行。虽然钢桁梁的杆件和节点较多,构造较为复杂,钢结构加工制造难度大,但是杆件运输安装限制条件少,施工速度快。同时桁架可采用不同立面布置适应景观需求。由于桁架桥杆件较多,因此后期运营养护工作量相对较大,介于箱梁桥与索承式桥梁之间。

2.1.3 拱桥

对于本工程来说,因有通航净空限制,拱圈不能侵入通航净空,同时考虑到上海软土地基,有推力的上承式和中承式拱桥不太适合,下承式系杆拱桥适合于本工程^[9]。系杆拱桥建筑高度低,主桥可单跨布置,桥梁总长较连续梁短,能有效减小桥梁长度,虽然主桥单位造价高,但根据该类桥型的经验,综合造价较低。缺点是拱肋占用桥面宽度,施工工艺较为复杂,施工周期长。由于杆件较多,后期维养工作量较大。同时拱桥景观性较好,以拱肋曲线为核心视觉要素,既可以柔和圆润的线条,融入河湖、山谷等自然环境;也可以舒展挺拔的轮廓表现,适合作为城市滨水区域或山区的地标性景观。

2.1.4 斜拉桥

本工程桥梁跨径不大,为尽量减少主桥长度,节约造价,斜拉体系可选用独塔斜拉桥及部分斜拉桥(矮塔斜拉桥)。虽然斜拉桥梁高较低,可减少引桥

长度,降低引桥造价,但是主桥规模大,造价高,施工工序复杂,后期维护工作量较大,对于跨径百米级的跨河桥梁而言,其应用价值更多依托景观层面的独特表现力。桥塔是其景观视觉核心,造型可塑性强。造型可结合地域文化、场地氛围灵活设计,同时拉索构成了韵律美学,强化了动态视觉层次。

2.1.5 悬索桥

适用本工程的悬索体系为自锚式悬索桥。自锚式悬索桥把主缆直接锚固于主梁梁端,省去了庞大的锚锭,可适用于上海地区的地质条件^[10],与斜拉桥

类似,自锚式悬索桥造价高、后期维护工作量大,其竞争优势主要在景观价值上,在景观要求高的路段可选用自锚式悬索桥。自锚式悬索桥桥型结构刚、柔相映,既有刚劲有力、气势磅礴的塔柱;又有纤细柔软的吊索,悬垂的大缆将塔、索相连。塔、缆、索相得益彰,在桥梁景观设计中,具有较强的竞争力。

2.2 桥型方案适应性分析

从景观效果、施工难度、速度、后期养护、经济性等各方面对各桥型方案进行适应性分析,结果如表1所示。

表1 主桥桥型方案适应性分析					
方案	变截面连续梁桥	钢桁梁桥	下承式系杆拱桥	斜拉桥	自锚式悬索桥
景观效果	结构简洁、环境协调	桥梁刚劲有力、造型丰富	梁高较小、桥型美观	塔柱刚劲有力,桥梁刚柔相济	刚柔相济、曲线美感强
结构高度	高	低	低	低	低
主桥长度	长	短	短	长	长
引桥长度	长	短	短	短	短
施工难度	成熟、可靠	钢结构加工难度大施工较简单	施工稍复杂工序较多	施工复杂工序较多	施工复杂工序较多
工期	较短	较短	较长	较长	较长
后期维护	工作量一般	工作量较大	工作量大	工作量大	工作量大
总造价/亿元	1.20	1.02	1.00	1.30	1.40
适应性	适用于小曲线半径或分幅、快速施工且连续跨越临近道路的桥梁	适用于分幅、快速施工且梁高受限的桥梁	适用于有景观需求且工期不受限的桥梁	不适合本工程	不适合本工程

注:1. 桥梁以系杆拱桥方案为基准进行造价比较;2. 造价与系杆拱桥对比时采用整座桥梁工程量(即含引桥工程)。

3 桥梁方案构思

吴淞江工程(罗蕴河北段)跨河桥梁群作为城市河道的系列桥梁,设计时以合理的桥梁结构设计为基础,在保障整体工程的经济性前提下挖掘桥梁景观价值^[11]。因此在设计时首先对吴淞江的文化背景、建设背景、区域现状等因素进行充分调查,作为后续结构设计和景观设计的基础;其次明确桥梁设计定位,确定桥型景观设计方向;再次明确技术标准,确定各单体桥梁的功能定位和建设规模;最后提出设计策略,根据桥梁的区域、功能定位的不同,确定重点桥梁对景观进行重点打造,以在总体投资可控的基础上充分挖掘桥梁群的景观价值^[12-15]。

3.1 背景调查

3.1.1 人文背景

吴淞江系古代太湖下游入海的主要黄金水道,其直流与淀山湖、泖河等共同构成了密集发达的古上海水系网。千百年来,吴淞江水脉孕育着这片钟灵毓秀的富庶土地,滋养了两岸一代代吴越子民,是当之无愧的古代上海母亲河。

3.1.2 建设背景

吴淞江新川沙河段正在建设中,桥型方案已经确定,罗蕴河北段桥梁的方案设计应充分调研已确定的桥型方案,做到相协调统一又独具特色一桥一景。

罗蕴河北段桥梁设计延续新川沙河段的概念,以“水”为基本设计元素,体现生态与文化,基于对周边生态最小干预的原则,以“轻、透、缓、隐”为设计手法取向。

3.1.3 区域现状

罗蕴河北段为嘉宝生态走廊,以农田村宅为主,自然景色优美,人流量较少(见图3)。

3.2 设计定位

桥址附近耕地较多,人流量较小,将此段定位为自然和谐风景区(见图4),桥梁设计宜融于环境,经济适用,可通过色彩涂装体现标识性,桥型选择较适宜高度较矮、平缓的方案。

3.3 技术标准

罗蕴河北段需建设的桥梁共7座,其中公路桥梁2座,市政桥梁5座。按道路等级划分:二级公路桥



图3 项目区位分析

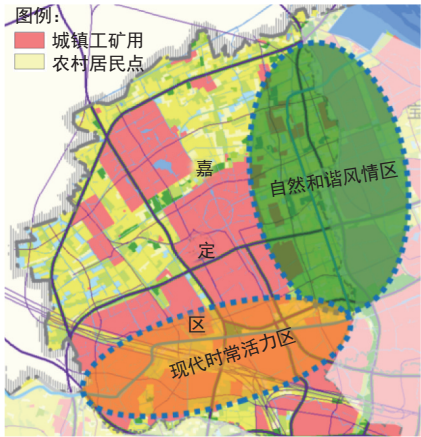


图4 分区示意图

1座,三级公路桥1座,次干路桥1座,支路桥4座(其中3座为人非桥)。道路等级和设计车速见表2。

表 2 道路等级和设计车速一览表

序号	桥名	道路等级	设计车速/(km·h ⁻¹)	备注
1	嘉罗公路桥	三级公路	40	
2	种子桥	支路	—	人非桥
3	新建一路桥	次干路	40	
4	曹王路桥	支路	—	人非桥
5	宝凤路桥	支路	—	人非桥
6	徐潘路桥	支路	30	
7	宝钱公路桥	二级公路	60	

3.4 通航标准

如表3所示,《全国港口与航道布局规划》(国家发展改革委、交通运输部,2023)明确罗蕴河规划航道等级为Ⅲ级。

表 3 罗蕴河段航道相关参数

项目	罗蕴河段航道(标准段)
航道等级/级	Ⅲ
标准面宽/m	96
底宽取值/m	60
底标高/m	-3.26
陆域建筑控制线宽度/m	15

3.5 设计策略

罗蕴河自南向北的两岸风貌逐渐由城市转型郊野再转向城镇,区域内主要集中在城镇段。桥梁分布如图5所示。

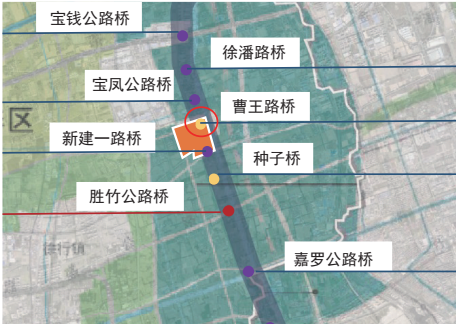


图5 桥梁位置分布图

嘉罗公路桥为自南向北第一座桥,与城镇距离较远位于郊野区域,但由于处于练祁河与罗蕴河交汇处,是较佳的观景点,作为重点桥位之一,将重点考虑观景需求。

种子桥至宝钱公路桥桥梁间距小,可作为桥梁群统一设计。以曹王镇为中心,向南北延伸生活圈,曹王路步行桥作为城镇的动线中心是景观设计重点,将结合罗店的地域人文展示来打造景观。

其余桥梁的设计以功能性和经济性为主,适度考虑景观需求,综合考量交通需求、场地条件及分布位置等要素开展桥型方案设计,以避免造成造型凌乱、重点不突出、景观价值被稀释。通过资源聚焦形成景观亮点,以构建层次分明、主次协调的桥梁群景观体系,最终达成桥梁群内各桥特色鲜明、整体风貌协调统一的设计目标。

4 桥梁实施方案

4.1 嘉罗公路桥

嘉罗公路桥位于罗蕴河及练祁河交叉航道处,线路与罗蕴河斜交且主桥位于小曲线半径段,曲线半径为500 m,系杆拱桥和桁架对平面小半径曲线适应性差。连续梁尽管梁高较高,但对平面曲线适应性好,同时边跨可实现对施曹公路(距罗蕴河15 m)的跨越,因此采用连续梁方案。

河流交汇处可设置滨水空间,人非系统沿河岸起经嘉罗公路桥穿过罗蕴河与滨水空间结合设计。将人行道挂在连续梁外侧下缘,降低人非系统过桥高度,方便行人过桥,同时提供了罗蕴河上观练祁河的绝佳视角。形成完整的观景、景观系统(见图6)。



图6 嘉罗公路桥效果图

4.2 种子桥

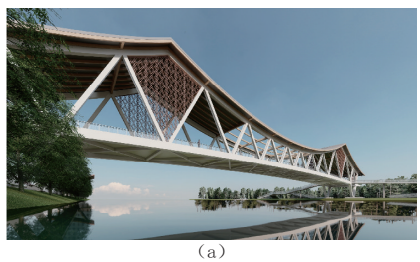
种子桥为人非桥,可选桥型以拱桥、桁架桥为主。以桥位环境为切入点,选用拱桥方案,舒展的外翻拱肋表现出了种子破土而出的动势,并与桥墩一体化设计形成完整的弧线(见图7)。



图7 种子桥效果图

4.3 曹王路桥

曹王路桥位于曹王镇,为景观重点打造桥梁,采用桁架的造型,营造出起伏的“屋檐”,似江南民居,融入于小镇风情,提供一个便民、利民的半开放公共空间,创造出一个宜人的多功能河上停留、休闲、观景、交流空间(见图8)。



(a)



(b)

图8 曹王路桥效果图

4.4 新建一路桥

新建一路为嘉定区徐行镇东西向联系的一条次要干道,同时现状流量较大,为利于保通设计采用分幅断面,翻交施工,为工期控制性桥位。桥型可采用连续钢箱梁或连续钢桁梁,从景观设计考虑选用桁架梁的方案可与邻桥曹王路桥作为呼应。

桁架桥上层非机动车加机动车布置,下层人行道。桁架通透,为人行提供良好日间采光,也提供了较为安全舒适、遮荫避雨的过桥通道,同时桁架造型与两岸林地绿景相呼应,进一步融入于环境(见图9)。



(a)



(b)

图9 新建一路桥效果图

4.5 宝凤路桥

宝凤路桥近期设计为人非桥,远期进行拼宽改为机动车桥。可采用系杆拱桥或者桁架桥。宝凤路桥临近徐潘路桥,桥型方案采用系杆拱桥,低拱肋、刚性吊杆设计,造型上与徐潘路桥统一,形成姐妹桥(见图10)。上翻梁造型与曹王路桥呼应,上拱肋弧线与北面徐潘路桥一致。整个桥作为两桥的衔接与过渡,强调桥梁群的系列感。



图10 宝凤路桥效果图

4.6 徐潘路桥

徐潘路桥过河后应尽快落地,与两侧地面道路接顺,此外并无太多控制性条件,从工程总投资及景观协调性考虑,采用系杆拱桥较为合理。考虑到徐潘路桥是北段最后第二座桥,在整体桥梁群中选取较小矢跨比的坦拱能更好的体现桥梁与生态和谐融洽(见图11)。



图11 徐潘路桥效果图

4.7 宝钱公路桥

宝钱公路桥是上海北部地区的一条重要的东西向干线,承担大量东西向客货运交通出行,为保通设计采用分幅断面,翻交施工,为工期控制性桥位。故采用连续梁方案,充分利用其施工速度快,施工周期短,后期维护工作量相对较低等优势,同时连续梁边跨还可实现对前曹公路(距罗蕴河35 m)的跨越(见图12)。



图12 宝钱公路桥效果图

5 结 语

城市河道桥梁群方案设计应以桥梁结构设计为基础,并结合周边环境、交通要求、景观要求、施工条件等因素进行综合考虑,做到各具特色又和谐统一。

本文首先从结构、施工、景观、后期维养、经济性等多方面对各种桥型的适应性做了分析,然后以吴淞江工程(上海段)罗蕴河北段跨河桥梁方案为例,从背景调查、设计定位、总体设计思路到单体桥梁方案设计,介绍了桥梁群方案选型思路与方法,为城市

跨河桥梁群的方案设计提供参考。

参考文献:

- [1] 张金康,周青,傅晨曦,等.基于适应性评估的桥梁选型方法研究[J].城市道桥与防洪,2021(12):163-166.
- [2] 高磊.桥梁选型评价研究[J].宁波工程学院学报,2017,29(4):26-31.
- [3] 岳申舟.上海内河航道桥梁方案选型[J].城市道桥与防洪,2019(6):63-66;78.
- [4] 杨敏.基于桥型适应性的公路桥梁桥型选择研究[D].西安:长安大学,2013.
- [5] 李鹏飞.城市河道桥梁群规划设计方法浅析[J].城市道桥与防洪,2014(7):117-120.
- [6] 张澎涛,范立础.城市河道桥型系列规划方法研究[J].同济大学学报(自然科学版),2007(12):1607-1611.
- [7] 乔云强,刘国祥,马汀,等.区域性河流桥梁景观规划设计[J].重庆交通大学学报(自然科学版),2012,31(增刊1):685-689.
- [8] 黄圣聪.桥梁选型及景观设计[J].科技创新与应用,2017(21):104;107.
- [9] 邵长宇.现代拱桥[M].北京:人民交通出版社,2021.
- [10] 范立础.桥梁工程[M].北京:人民交通出版社,2017.
- [11] 赵佳男,万杰龙.景观桥梁设计要点研究[J].城市道桥与防洪,2022(2):114-117;130.
- [12] 石京,叶楨翔,杨朗,等.景观桥梁的设计理念及其评价体系研究[J].公路交通科技,2006(8):134-136.
- [13] 潘方,方健,邵军,等.城市滨水区域的系列景观桥梁的方案设计[J].结构工程师,2006(4):1-4;28.
- [14] 城市桥梁景观设计研究[J].市政技术,2025,43(2):45-52.
- [15] 杨阳,张建军,关彦超,等.浅谈城市桥梁景观方案设计[J].城市道桥与防洪,2020(3):70-72.