

苏嘉杭高速吴淞江大桥总体设计与施工要点

郭宏伟,孙林林,周 浩

[悉地(苏州)勘察设计顾问有限公司,江苏 苏州 215125]

摘 要: 现状苏嘉杭高速吴淞江大桥是一座主跨 50 m 的变截面连续梁桥,由于该区段吴淞江航道从五级航道升级为三级航道,老桥不满足要求,经方案研究后拟拆除新建。介绍了新建吴淞江大桥主桥 132 m 下承式钢桁架的结构特点和施工方案,以及主桥的主桁架片数、形式、尺寸选取、桥面系构造等设计细节;另外,由于苏嘉杭高速交通量超饱和,施工期间需要保通,同时介绍了新建吴淞江大桥在施工期间通过修建临时施工保通道来保证正常通行的保通方案。

关键词: 下承式钢桁架;总体设计;保通方案;施工要点

中图分类号: U442

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)12-0058-03

0 引 言

随着社会的进步,人类文明的发展和我国综合实力的增强,钢桁架桥越来越多地应用于公路和城市桥梁^[1]。

因吴淞江整治工程,苏嘉杭高速(常台高速)吴淞江大桥区段的原有航道要从五级升级为三级,且根据《江苏省高速公路网规划(2017—2035 年)》,该桥现状双向 4 车道要改为双向 8 车道,因此原有变截面连续梁大桥需拆除新建。本文重点介绍了在繁忙交通情况下航道桥的总体拆除新建设计和施工方案,其成果可为同类桥型设计、施工提供参考。

1 工程概况及主要影响因素

1.1 工程概况

吴淞江整治工程在苏嘉杭高速段规划河道北岸利用航道已建成驳岸挡墙,南岸新建挡墙,按吴淞江整治规划断面实施后河口宽度 122.5 ~ 129.3 m,按照三级通航标准规划。另,根据《江苏省高速公路网规划(2017—2035 年)》,苏嘉杭高速是其要求“总体上形成十五射六纵十横布局形态”中“六纵”的重要一纵。在该规划中,苏嘉杭高速在沪常高速以北段为“不低于 6 车道预控”;在沪常高速以南段为“不低于 8 车道预控”。因此,本项目按照双向 8 车道预留。

苏嘉杭高速吴淞江大桥为老桥拆除新建桥梁,

收稿日期:2023-01-16

作者简介:郭宏伟(1978—),男,学士,高级工程师,从事桥梁设计工作。

现状为双向 4 车道桥,主桥下满足五级通航要求。现状桥梁荷载等级为汽车-超 20 级,挂车-120,桥梁分 2 幅设置,跨径组合为:12 × 25 m+(30 m+50 m+30 m)+12 × 25 m,桥长 744.04 m;桥宽为:0.5 m(防撞护栏)+12 m(车行道)+1 m(波形护栏)+1 m(中空带)+1 m(波形护栏)+12 m(车行道)+0.5 m(防撞护栏)=28 m。主桥上部结构采用 30 m+50 m+30 m 现浇变截面连续箱梁,引桥上部结构采用 25 m 先简支后连续装配式预应力混凝土组合 T 梁。下部结构主桥采用实体式,下设承台,引桥采用桩柱式桥墩、组合式桥台,墩台基础均采用钻孔灌注桩。主墩位于河道中,承台顶高程 4.426 m(吴淞高程),边墩位于河岸上,仅能满足五级通航要求(38 × 5 m)。

根据吴淞江整治工程,该段河道按规划断面(底宽 70 m)浚深至 -3 m(吴淞高程)高程后,桥梁承台、桩基阻水严重,桩基最大挖深 5 m,经验算桩基承载力不能满足原设计要求。如河道采用以宽代深,主桥边墩及引桥桩基承载力亦无法满足原设计要求,且容易引发航道紊乱,影响通航安全。拟拆除老桥按Ⅲ级航道标准重建新桥。

1.2 主要影响因素

本桥设计主要限制因素如下:

(1)苏嘉杭高速公路桥主跨中心距离北侧白洋湖服务区约 630 m,距离南侧吴江互通约 460 m,设计速度 120 km/h,白洋湖服务区与吴江收费站的上下匝道鼻端间距约 1.8 km(见图 1)。该桥梁的前后控制点距离较近,对桥梁设计方案影响较大。

(2)规划三级航道的通航净高比老桥要高出 2 m;

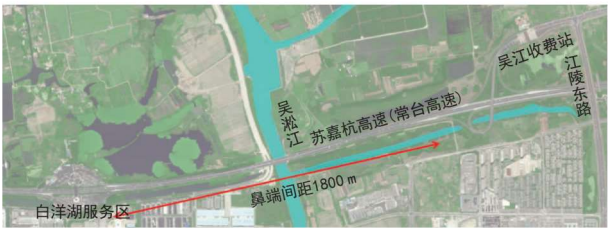


图 1 苏嘉杭高速公路(常台高速)吴淞江大桥影像图(单位:m)

最高通航水位由老桥设计时的 3.98 m 变化为现在的 4.33 m,增加了 0.35 m。目前苏嘉杭高速(常台高速)吴淞江大桥结构高度为 2.2 m,设计路面相比老路路面整体抬高 3.13 m。

(3)该区段高速公路目前交通量已超饱和。经现状苏嘉杭高速交通量调查,2021 年吴江互通至尹山枢纽段交通量为 124 141 pcu/d,饱和度 V/C 为 1.7,已经达到六级服务水平。老桥拆除重建要考虑施工阶段保通问题。

综合以上控制条件的分析,苏嘉杭高速的拆建必须要在对现状交通影响最小的前提下进行,改造范围限制在白洋湖服务区—吴江互通之间,桥梁需要选择结构高度低的桥型。结合航评意见,新建桥梁拟主跨 1 跨过河,跨径采用 132 m,按三级通航标准建设。

2 方案选择

目前江苏境内吴淞江大桥主要桥型有空心板桥(瓜泾桥、亨通桥、夹浦桥)、变截面连续梁桥(苏嘉杭高速公路吴淞江大桥、202 省道吴淞江大桥、苏沪内港线大桥、东方大道桥、343 省道斜淞大桥、苏州绕城高速特大桥、古城路吴淞江大桥、224 省道吴淞江大桥、振新东路吴淞江大桥、石陆一级公路吴淞江大桥)、系杆拱桥(马巷大桥)、钢桁架桥(中环东线吴淞江大桥)、混凝土桁架桥(千灯机耕桥),这些桥梁主要以功能性和实用性为主。结合本区域桥位地形地貌、水文、地质、通航及接线等方面的建设条件,同时考虑到江苏省近些年高等级航道桥梁的建设习惯,可采用预应力混凝土连续梁、下承式钢桁架(见图 2)和系杆拱桥(见图 3)3 种结构形式。

预应力混凝土连续梁虽然结构高度大、引桥较长,但施工工艺成熟,后期几乎没有养护,因此目前吴淞江现状跨河主桥以预应力混凝土连续梁结构居多(21 座跨河桥梁中有 11 座)。

下承式钢桁架结构高度低、引桥较短,但施工精度要求高,后期需定期养护,费用相对较高,目前吴淞江现状跨河主桥仅有 1 座钢桁架结构。



图 2 下承式钢桁架结构



图 3 下承式系杆拱结构

系杆拱桥结构造型优美,梁高较低,但后期养护费用高,需要定期换吊杆。

当两侧受各种条件限制时宜采用下承式钢桁架结构或系杆拱结构。由于本桥梁高受限,所以首选下承式钢桁架结构或系杆拱结构。通过综合比较施工方案及施工难度、对通航及防洪的影响程度、后期养护等各方面因素,最终选择下承式钢桁架方案。

3 桥梁总体设计

苏嘉杭高速吴淞江大桥路线中心线与航道中心线交角 88.2° ,航道驳岸口正宽 126.9 m,改建桥梁主桥采用 132 m 跨径。

桥梁跨径布置为 $13 \times 30 \text{ m} + 132 \text{ m} + 13 \times 30 \text{ m}$,桥长 922 m,桥梁角度 90° ,主桥宽 47.125 m,引桥宽 42 m。主桥上部结构采用 132 m 下承式钢桁梁(见图 4),引桥上部结构采用 30 m 装配式部分预应力混凝土连续箱梁,下部结构采用柱式墩,座板式桥台,钻孔灌注桩基础。

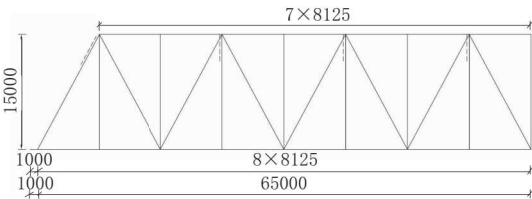


图 4 主桥桁架半立面图(单位:mm)

主桥采用 132 m 下承式钢桁梁桥,主桁采用带竖杆的华伦式三角形腹杆体系。节间长度 8.125 m,主桁高度 15 m,高跨比为 1/8.8。2 片主桁中心距采用 22.1 m,宽跨比为 1/5.973,桥面宽度半幅 20.525 m。

主桁上下弦杆均采用箱形截面,截面宽度 1 000 mm,上弦杆高 1 200 mm,边下弦杆高 1 650 mm,中下弦杆高 2 072 mm,板厚 20~44 mm。除端斜杆采用箱形截面以增加面内外刚度外,其余腹杆均采用焊接 H 形截面。端斜杆截面宽度为 1 000 mm,高度为 800 mm;其余腹杆截面宽度为 800 mm,高度为 800~1 000 mm,最大板厚 36 mm。

桥面系采用钢横梁形式,顶板设 2%单向横坡,底板水平。桥面采用正交异性板结构,其顶板厚 16 mm,采用“U”形纵向加劲肋,局部采用板肋加劲。顶板 U 肋间距约 600 mm,肋高 300 mm,板厚 8 mm,上口宽 300 mm,下口宽 200 mm。板肋高 180 mm,板厚 16 mm。钢横梁间距 2.000~2.125 m,采用工字型截面,腹板厚度 16 mm,下翼缘板厚 32 mm,宽 600 mm。工厂制造和安装时,桥面板纵向在节点附近分段,横向根据吊装能力进行分块。工地安装时相邻节段之间顶板及底板采用熔透焊连接^[2]。上平面纵向联结系均采用双 X 形式,与弦杆在节点处相连,以抵抗横向风荷载、竖向荷载及弦杆变形等产生的内力。在桁架两端斜杆所在的斜平面设置桥门架,上弦杆每 2 个节点处设 1 道横向联结系。

吴淞江大桥主桥横断面布置图见图 5。

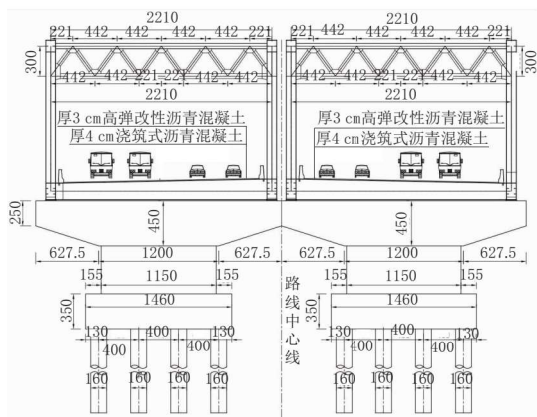


图5 吴淞江大桥主桥横断面布置图(单位:cm)

4 施工期桥梁保通方案

经调查,现状苏嘉杭高速交通量已经达到六级服务水平,交通量高度饱和。另由于老桥东侧有成品油管线及高压燃气管线,因此本方案在老桥西侧新建 2 车道保通桥,保通桥主跨与老桥保持一致,通航孔 50 m,保证不低于老桥通航标准。

老桥分幅翻交施工保通。老桥拆除重建时,按左右分幅建设考虑。在修建右侧半幅道路时,在道路左侧修建临时施工保通道,保通车道规模不小于现状道路;待右侧半幅道路可开放交通后再进行左侧半幅的

施工。施工期间保通规模双向 4 车道,限速 60 km/h。

5 主桥施工方案

吴淞江大桥主桥施工方案见图 6~图 8。

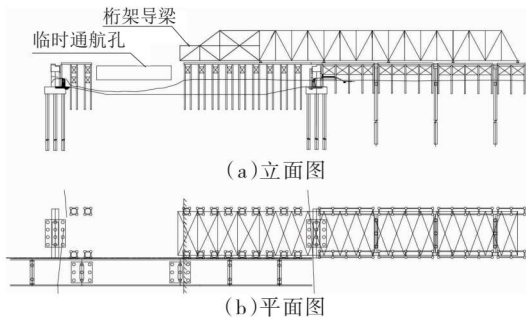


图6 钢桁架施工示意图(1)

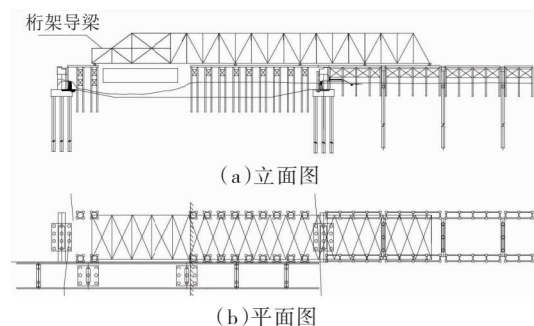


图7 钢桁架施工示意图(2)

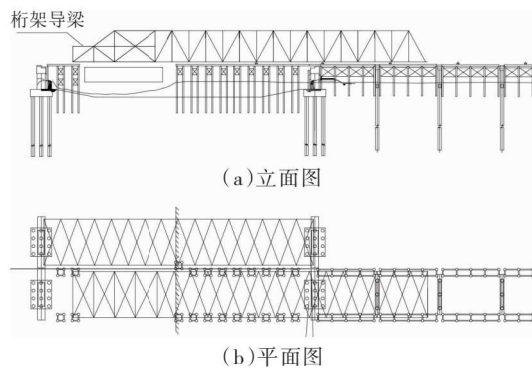


图8 钢桁架施工示意图(3)

(1)拆除东半幅老桥,西半幅老桥保持通行,施工新建桥梁东半幅下部结构,同时在南岸搭设临时拼装支架,水中搭设临时墩,临时墩预留通航孔,通航要求与老桥及保通桥梁一致;支架拼装钢桁梁的主桁、横梁、上平联、横联及桥门架,安装导梁。

(2)顶推东半幅钢桁架,顶推期间河面临时断航。

(3)东半幅新建桥梁顶推到位后,拆除导梁、水中临时墩、临时拼装支架等结构,施工东半幅桥面系,并将交通导改至新建桥梁。

(4)拆除西半幅老桥,施工新建桥梁西半幅下部结构,搭设临时拼装支架,水中搭设临时墩,临时墩预留通航孔,通航要求与老桥及保通桥梁一致;支架拼装钢桁梁的主桁、横梁、上平联、横联及桥门架,安

(下转第 80 页)

说明4种模型满足抗震要求。

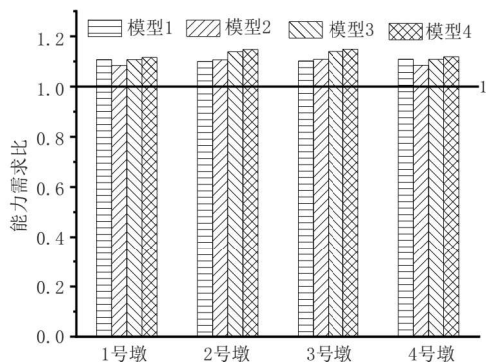


图 13 支座位移能力需求比柱状图

4 结论

本文以城市高架桥为研究对象,探讨分析4种桥墩形式对城市高架桥抗震性能的影响,通过上述分析,得到的结论如下:

(1)城市高架桥双柱墩设置盖梁和系梁可以增大桥梁的横向刚度,会使结构横向振动周期变小,对纵向振动周期影响不大。

(2)在纵向地震作用下,在城市高架桥的双柱式桥墩中增加盖梁和系梁会使桥墩和桩基弯矩增大,差距小于25%。

(3)在横向地震作用下,双柱墩设置盖梁和系梁可以减小墩身弯矩,但是会使剪力轻微增加,进而增加桥墩传递给基础的水平推力,使桩基承受内力增

加。无系梁双柱墩对桩基础抗震更为有利。

(4)无论是纵桥向还是横桥向,盖梁和系梁的增加对摩擦摆支座位移和墩梁相对位移的影响较小。

参考文献:

- [1] 范立础. 现代化城市桥梁抗震设计若干问题[J]. 同济大学学报(自然科学版), 1997(2):147-154.
- [2] 管仲国, 沙丽新, 李建中. 城市高架桥抗震支撑体系优化设计与经济性分析[J]. 桥梁建设, 2014, 44(2):78-84.
- [3] 张新中, 何宇森, 唐克东. 基于摩擦摆支座的桥梁抗震性能研究[J]. 工程抗震与加固改造, 2020, 42(1):90-96.
- [4] 朱勇毅, 陈光. 双柱墩桥梁的横向抗震设计研究[J]. 中国市政工程, 2014(6):75-78.
- [5] 管仲国, 李建中. 城市高架桥合理抗震体系选择与经济性对比[J]. 地震工程与工程振动, 2011, 31(3):91-98.
- [6] 沈星, 叶爱君, 王晓伟. 柔性横系梁双柱墩的抗震行为分析[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2013, 41(3):342-347.
- [7] 夏修身, 崔靛波, 陈兴冲. 超长联大跨连续梁桥摩擦摆支座隔震研究[J]. 工程力学, 2015, 32(S1):167-171.
- [8] Eroz M. Advanced Models for Sliding Seismic Isolation and Applications for Typical Multi-SAPn Highway Bridges [D]. Georgia: Georgia Institute of Technology, 2007.
- [9] JANUIDR S. Optimum friction pendulum system for near-fault motions[J]. Engineering Structures, 2005, 27: 349-359.
- [10] 公路桥梁摩擦摆式减隔震支座[S]. 2013.
- [11] 张超, 刘涛, 余立, 等. 采用摩擦摆支座的超大跨连续梁桥隔震效果[J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2017, 56(3):449-455.
- [12] 城市桥梁抗震设计规范[S]. 2011.

(上接第60页)

装导梁。

(5)顶推西半幅钢桁架,顶推期间河面临时断航。

(6)西半幅新建桥梁顶推到位后,拆除导梁、水中临时墩、临时拼装支架等结构,施工西半幅桥面系,并将交通导改至新建桥梁,拆除保通桥。

6 结语

综合考虑桥位处前后的高速服务区及互通限制、桥梁梁高限制、交通量限制等因素,苏嘉杭高速

吴淞江大桥扩建采用钢桁架方案,以此兼顾功能和景观效果。本文介绍的下承载式钢桁架桥的设计、施工以及保通方案可为同类桥型的设计和施工提供参考。

参考文献:

- [1] 赵玲, 庄勇. 无锡市金匮桥总体设计与结构特色[J]. 桥梁建设, 2010(8):64-66.
- [2] 沈祖炎. 钢结构制作安装手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 1998.