

扬州市万福高架快速路总体设计

吴 忠, 郭俊伟

(上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092)

摘 要: 万福路高架快速路是扬州市“五横七纵”快速路路网体系中的重要一横。快速路全长 3.13 km, 以高架桥梁为主, 并上跨京杭运河, 全线均为新建道路。介绍工程概况及主要技术标准, 重点介绍快速路总体布置、标准横断面布置、桥梁结构设计和京杭运河大桥设计方案等, 以期为类似高架快速路的设计提供参考。

关键词: 快速路; 总体设计; 高架桥; 花瓶墩; 连续钢桁架拱桥

中图分类号: U412.37; U442.5

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2020)12-0029-05

1 工程概述

扬州市万福路高架快速路是扬州市“五横七纵”快速路路网体系中的重要一横, 是连接扬州广陵区与江都区的快速交通走廊, 承担扬州东站未来交通集散的重要功能, 支撑着扬州市“东西聚合, 北优南拓”的空间发展方向^[1]。

本工程西起运河北路互通, 向东延伸至万福大桥, 最终与已建万福大桥西岸接顺。路线全长 3.13 km, 快速路高架长 3.0 km, 设置跨京杭运河大桥 1 座, 上下匝道 2 对, 预留远期立交 1 座; 地面辅道设 3 座跨河桥, 全线均为新建道路。工程总投资约 12.2 亿元, 工程建设费约 10 亿元。万福快速路总体布置如图 1 所示。

2 功能定位及技术标准

(1) 道路等级及设计速度: 万福路高架主线为城市快速路, 设计速度为 80 km/h^[2]; 地面辅道为城市主干路, 设计速度为 50 km/h; 匝道设计速度为 40 km/h。

(2) 桥梁设计荷载为城-A 级(包括高架桥及地面辅道桥)^[3]。路面计算荷载为 BZZ-100 标准轴载。

(3) 抗震设计标准: 地震基本烈度 7 度, 设计基本地震动峰值加速度 0.15g, 抗震设防类别为乙类, 抗震设防措施等级 8 度。

(4) 河道通航标准及净空: 京杭运河采用 II 级通航标准, 设计最高通航水位为 7.80 m, 通航净高为 7 m, 通航净宽为 130.43 m(批复宽度); 其他河

道不通航, 满足防洪要求即可。

3 总体设计

快速路总体设计不仅要满足道路自身的交通功能, 还要体现城市可持续发展的战略思想, 创建一条“人·交通·环境”和谐发展的城市骨架通道。需做到统筹兼顾, 获得最优的总体设计方案。

万福快速路采用“高架快速路+地面辅路”形式。主路为双向 6 车道城市快速路, 辅路为双向 4 车道城市主干路。跨京杭运河设大桥 1 座, 主路与人非同步跨河, 不设辅路机动车道。全线预留沙湾快速路主线 Y 形互通立交一处, 在京杭北路西侧、规划沙湾路东侧各布置 1 对出入口匝道。总体布置如图 1 所示。

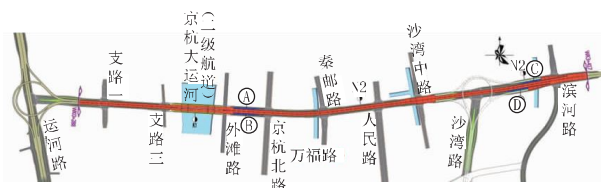


图 1 万福快速路总体布置图

3.1 车道规模确定

根据路段交通饱和度及服务水平分析结果, 万福路快速路主路采用双向 6 车道规模, 辅路主干路采用双向 4 车道规模, 可满足远景年交通需求, 主路达到三级服务水平, 辅路达到 B 级服务水平。

3.2 标准横断面布置

横断面布置结合规划要求、建设形式、沿线地块用地性质、道路通行能力、绿化景观等因素, 分段设计。

(1) 标准横断面

道路标准横断面为主线双向 6 车道+地面双

收稿日期: 2020-08-10

作者简介: 吴忠(1968—), 男, 本科, 教授级高级工程师, 从事桥梁设计与科研工作。

向4车道。高架主线服务对象为客运交通,车道按照1条3.75 m和2条3.5 m组合,路缘带宽0.5 m,中央设0.5 m分隔墩,全宽25 m;地面辅道单侧机动车道按 2×3.5 m布置,路缘带0.25 m;中央分隔带8 m,用以布设高架桥梁主墩,侧分绿化带2 m,非机动车道4.5 m,人行道3 m,全宽42 m。标准横断面如图2所示。

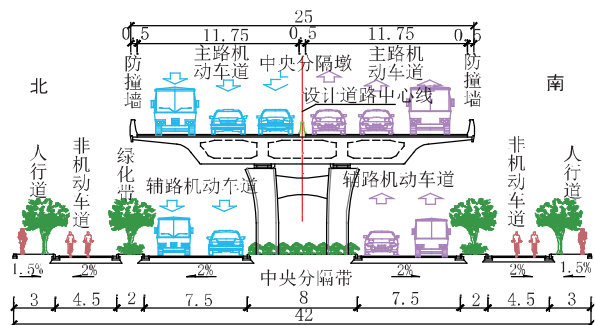


图2 万福快速路标准横断面图(单位:m)

(2)跨运河桥横断面

根据总体方案及现状条件,万福快速路跨京杭运河,主路高架为快速路+人非,无辅路机动车道。大桥两侧布置人非跨河系统,设梯坡道与运河两侧道路实现连接,辅路机动车交通通过路网绕行过河。京杭运河大桥为双向8车道+人非道,全宽53.2 m,横断面布置如图3所示。

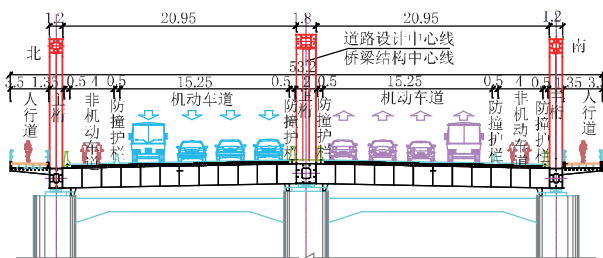


图3 跨运河桥横断面图(单位:m)

3.3 上下匝道设置

万福快速路长约3.1 km,西端为运河北路互通,中间跨京杭运河,与沙湾快速路预留互通立交,东端接万福大桥,出入口匝道布置条件受限。

出入口匝道主要服务地方交通集散。结合节点互通、规划路网、河道等限制条件,本工程主路设2对上下匝道接入区域2条南北向主干路(京杭北路、沙湾路辅路)及1对沙湾路节点立交匝道出入口。出入口主要服务湾头区域交通集散,并考虑与沙湾快速路的互通连接。快速路主路出入口平均间距约1 km,满足规范要求。出入口布置详见总体布置图A/B/C/D上下匝道。

3.4 高架桥设计

对高架桥梁的结构受力合理性、整体协调性、施工便利性、景观效果等因素进行综合比较,结合

扬州当地人文气质、环境特质,推荐采用带圆弧倒角的斜腹板大悬臂箱梁形式。该高架方案轮廓鲜明,在自身刚性的基础上融入弧线的变化,使桥梁整体线型上下延续,增加整体美感。

3.4.1 高架桥上部结构

主线高架现浇连续梁断面形式为圆弧倒角斜腹板大悬臂断面,标准断面全宽25 m,单箱三室,悬臂长3.85 m,两道中腹板正对支点,横梁受力最经济合理,箱梁顶底板保持平行。上部结构一般跨径为 3×30 m,梁高2 m,适用跨径可增加到40 m,提高了主线高架的跨越能力。箱梁顶宽24.7 m,两侧各0.15 m后浇带,底宽14.9 m;顶板厚0.25 m,底板厚0.22~0.42 m,腹板厚0.5~0.85 m;外腹板与顶板间采用半径1.5 m圆弧过渡。箱梁断面如图4所示。

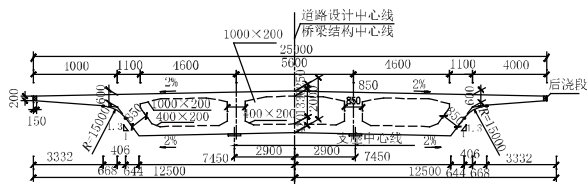


图4 主线桥梁上部箱梁断面图(单位:mm)

根据交通繁忙及其他相关情况综合比较,跨重要路口采用 $(45+60+45)$ m和 $(35+50+35)$ m变高度连续箱梁,梁高变化为2.0~3.5 m和2.0~3.0 m,两侧仍可与标准结构完全接顺。不仅大大增加了高架桥整体的连续性、流畅性,又方便了施工模板的制作;个别路段采用简支钢-混凝土组合梁。

3.4.2 高架桥下部结构

桥梁下部在立柱形式的选择上,达到“线条简洁、流畅,结构统一、和谐,空间通透、有序”的景观效果。标准桥墩采用双柱花瓶墩,流线形的桥墩顶部线条与上部圆弧倒角斜腹板箱梁自然顺畅过渡,上下呼应,适当的线形收腰富有变化和创新,减少了占地面积,且外侧设置圆弧倒角使墩柱显得轻盈活泼,并将排水管设置在立柱内侧,取得较好的视觉效果。

双柱花瓶墩由两根1.6 m(横向)×1.8 m(纵向)的立柱组成,两柱间净距为3.5 m,柱底全宽6.7 m。为提高主梁的横向稳定性及桥墩自身的景观效果,在墩顶以下4 m范围内两柱分别向外侧倾斜,顶部全宽8 m。在距离墩柱顶部0.5 m处,设置一道高度1.2~1.7 m的弧形横系梁,以平衡墩柱倾斜带来的水平力,减小墩柱墩身的侧向弯矩。边墩通过墩顶以下4 m范围将顺桥向厚度由1.8 m弧形渐变至2.7 m,以满足支座布置要求。主线桥墩构造如图5所示。

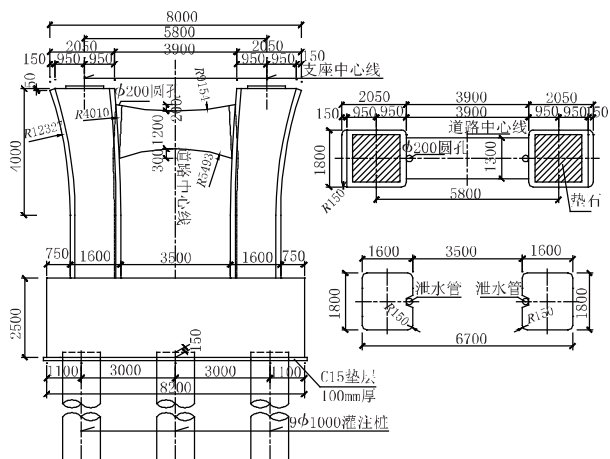


图 5 主线桥梁桥墩构造图(单位:mm)

4 跨运河桥

4.1 桥梁总体方案

本工程跨京杭运河大桥是万福快速路最重要的节点工程。京杭运河扬州段为二级航道,根据江苏省交通运输厅批准的通航条件影响评价报告,设计通航净宽 130.43 m,通航净高 7 m,河面宽度约 180 m。

本桥建设方案需满足以下几个方面:运河桥是万福快速路上的重要节点,景观要求高;考虑通航净空、运河两岸人非上下桥及上下匝道布置的要求,宜采用结构高度较低的结构形式;施工期间要保持航道交通,方案应减小施工对通航的影响;方案经济合理,造型优美,和谐自然。

经过多方案比选,推荐采用下承式连续钢桁架拱桥。该桥型结构高度低,有利于匝道布置及人非上下桥;边跨较短,造价经济合理;力学性能好,

造型优美,景观效果好,建成后将成为京杭运河标志性建筑及扬州城区东部入口新地标。采用先拱后梁,分段浮吊吊装,施工对航道影响较小(如图6所示)。



图 6 万福快速路跨运河桥效果图

4.2 总体布置

跨运河桥采用下承式钢桁架拱桥,为满足通航要求、施工及经济性,主跨采用 140 m,边墩设在岸上,跨径采用 42 m。因此,主桥跨径布置为 42 m+140 m+42 m,全长 224 m。主桥断面整幅布置,横桥向设置 3 片拱肋桁架。主桥为无推力系杆拱桥体系,上部结构通过连续钢桁架拱肋、桥面系钢梁及系杆形成平衡,支承于桥墩上。桥型布置如图 7 和图 8 所示。

主桥为双向 8 车道,两侧布置非机动车道和人行道,全宽 53.2 m。具体布置为:3.5 m(人行道)+1.35 m(边桁)+0.5 m(防撞护栏)+4.0 m(非机动车道)+0.5 m(分隔墩)+15.25 m(机动车道)+0.5 m(防撞护栏)+2.0 m(中桁)+0.5 m(防撞护栏)+15.25 m(机动车道)+0.5 m(分隔墩)+4.0 m(非机动车道)+0.5 m(防撞护栏)+1.35 m(边桁)+3.5 m(人行道)=53.2 m。桥面设置双向 2%横坡。横断布置如图 3 所示。

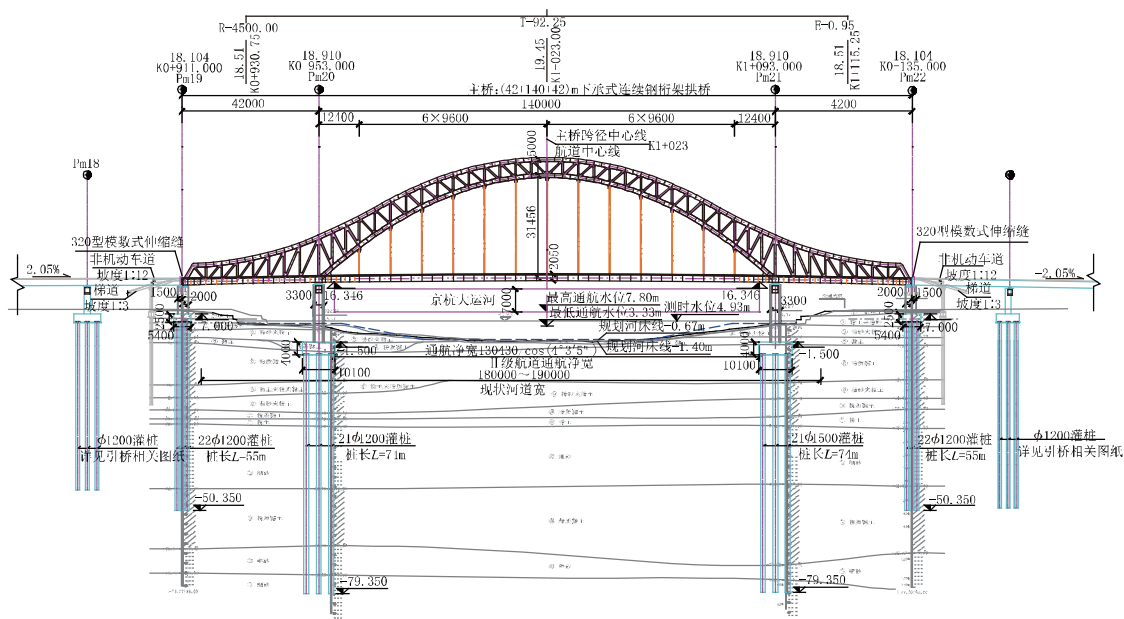


图 7 京杭运河桥立面布置图(单位:mm)

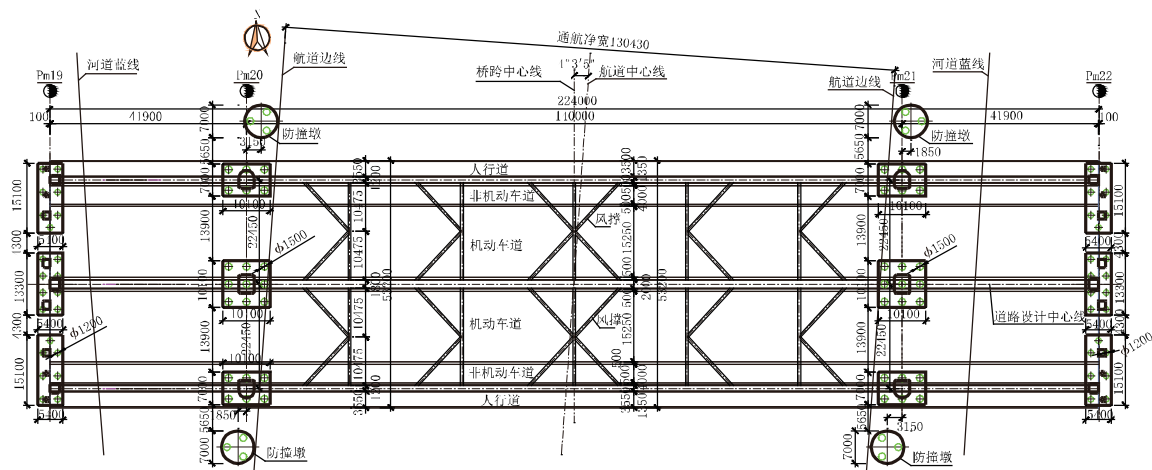


图 8 京杭运河桥平面布置图(单位:mm)

主桥两端分别设置人行梯道桥和非机动车道桥供行人和非机动车过河。

4.3 结构设计

主桥由 3 片钢桁架和 5 道风撑组成中跨拱肋及边跨钢桁梁。拱肋竖直,中心距 $2 \times 22.45 \text{ m}$ 。拱肋为由上下弦杆和腹杆组成的钢桁架,下弦杆采用二次抛物线,下矢高 32 m ,矢跨比为 $1:4.375$;上弦杆采用二次抛物线与圆曲线结合,上矢高 37 m 。

上下弦杆标准断面为焊接箱型断面,中拱肋横向 1.8 m ,竖向 1.2 m ;边拱肋横向竖向均为 1.2 m 。

腹杆为工字型断面,腹杆腹板分别设置 1 道或 2 道纵向加劲肋。腹杆翼缘与上下弦杆焊接,腹杆腹板不与弦杆腹板焊接。

全桥在中跨设置 5 道风撑连接 3 片拱肋、边跨不设置横联。拱顶风撑为米字型布置,其余 4 道风撑均为 K 型布置,风撑截面均为工字型。

桥面系主纵梁、钢横梁和小纵梁组成梁格体系,并与组合桥面板形成新型钢-混凝土组合结构桥面板。主桥跨中横断面如图 9 所示。

主纵梁与钢桁架拱肋对应布置,横向为 3 道。主纵梁为箱型断面,中主梁宽 1.8 m ,高 1.8 m ;边

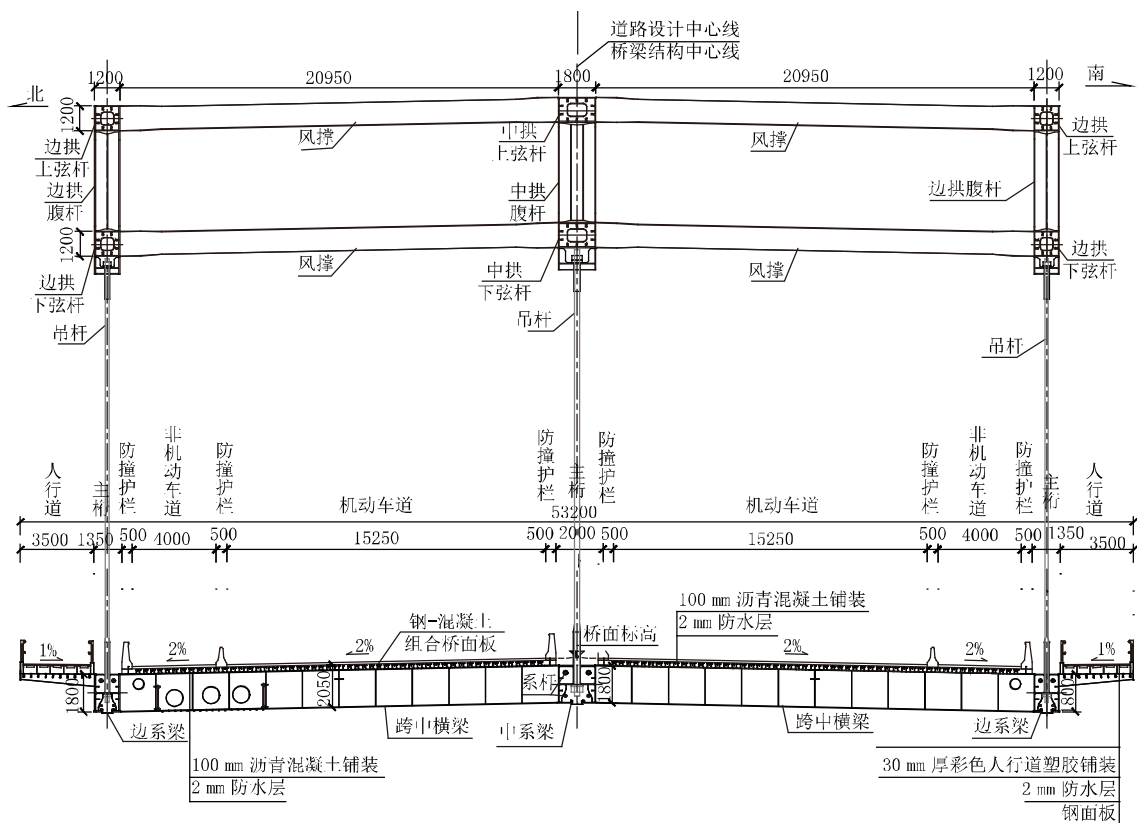


图 9 京杭运河桥跨中横断面(单位:mm)

主梁宽 1.2 m,高 1.8 m。横梁标准间距为 3.2 m,中横梁为 T 字型断面,支点横梁为箱型断面,支点横梁和次支点横梁通过平联连接形成整体。横向布置两道小纵梁,采用 T 字型断面,高 0.8 m。

组合桥面板由钢底板、PBL 剪力键、现浇混凝土、钢筋和焊钉等组成。组合桥面板与钢桁架、主纵梁不直接连接,主要支撑在横梁和小纵梁上。现浇混凝土板的标准厚为 0.15 m,在与纵、横梁连接处设置加腋,桥面板厚度增加至 0.25 m。

吊杆间距为 9.6 m,横桥向与拱肋对应布置 3 道,全桥共设置 3×13 根吊杆。吊杆采用环氧钢绞线,冷铸锚,梁端张拉。

为平衡拱肋水平推力,在中跨系梁内设置水平系杆索,每个系梁内各设置 4 根,采用环氧钢绞线。

大桥主墩位于运河中,下部结构采用钢筋混凝土 3 柱分离式墩,中柱与侧柱间距为 22.45 m,柱间设置系梁连接;侧柱为矩形加半圆形倒头以利防洪,中柱为矩形断面;桩墩间设承台连接,基础为钻孔灌注桩群桩,桩径 ϕ 1 500 mm。

边墩在运河两岸,下部结构采用分离式多柱,

下设分离式承台连接桩基础。基础为钻孔灌注桩群桩,桩径 ϕ 1 200 mm。

5 结 语

万福快速路作为扬州快速路网中重要的东西向快速路,具有建设规模大、工程复杂及社会影响大等特点。该工程总体布置、结构设计、跨运河桥的设计方案及细节处理,对今后类似工程的建设具有借鉴意义。扬州市政府高度重视本工程的建设,工程于 2019 年 11 月开工,将于 2021 年 6 月 30 日竣工通车。本工程的建成将从空间结构、土地利用、城市交通等多方面对扬州的城市规划和发展产生重要影响,对完善快速路网体系、构建城市综合交通体系、加强片区间联系、提升城市形象具有重要意义,将会取得良好的经济效益和社会效益。

参考文献:

[1] 上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司.扬州市万福快速路工程勘测设计施工图[Z].2019.

[2] CJJ 129—2009,城市快速路设计规程[S].

[3] CJJ 11—2011,城市桥梁设计规范(2019 版)[S].

(上接第 9 页)



图 7 苏州北站区域地面道路网规划图

城市功能布局与发展导向相协调,实现枢纽各交通方式间高效、有序的衔接,从而带动整个城市交通的和谐发展。

参考文献:

[1] Schütz E. Stadtentwicklung durch Hochgeschwindigkeitsverkehr. Konzeptionelle und methodische Ansätze zum Umgang mit den Raumwirkungen des schienengebundenen Personen-Hochgeschwindigkeitsverkehrs (HGV) als Beitrag zur Lösung von Problemen der Stadtentwicklung[J]. Informationen zur Raumentwicklung, 1998(6): 369-383.

[2] Pol PMJ. A renaissance of stations, railways and cities. Economic effects, development strategies and organisational issues of european high-speed-train stations[M]. Delft: Delft University Press, 2002.