

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2024.01.022

上海祁连山路跨蕴藻浜大桥总体设计

田周松

[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: 祁连山路跨蕴藻浜大桥位于上海市宝山区,连接普陀区、宝山区的现状断头路,跨越Ⅲ级航道蕴藻浜。祁连山路跨蕴藻浜大桥主桥采用独塔双索面混合梁斜拉桥,跨径布置为(65+132)m,塔梁固结、塔墩分离结构体系,主梁采用钢-混凝土混合梁,主塔采用帆形塔,造型优美。现重点介绍祁连山路跨蕴藻浜大桥的跨径拟定、总体布置、结构体系、构造设计、成桥索力确定原则等。

关键词: 独塔斜拉桥;混合梁;结构设计

中图分类号: U442.5

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)01-0094-04

1 工程概况

陆翔路-祁连山路贯通工程位于上海市宝山区,路线全长约2.3 km,城市主干路,红线宽度为40~55 m,含一座跨蕴藻浜大桥,设计荷载为城-A级,南侧引桥段线路与轨道交通15号线支线部分重叠。

2 总体布置

2.1 主跨拟定

拟建道路规划线位位于蕴藻浜东闸以西约450 m处,为蕴藻浜东闸引航道段,桥位处河道呈喇叭形变宽段,净宽约为112~126 m,规划河床底标高为-3.26 m。桥位如图1所示。

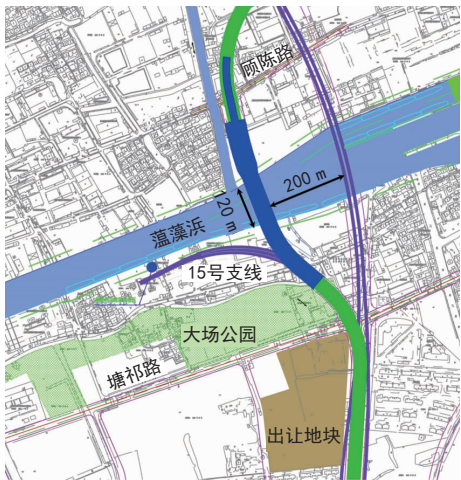


图1 蕴藻浜大桥桥位示意图

蕴藻浜为Ⅲ级内河限制性航道,通航净高7 m,通航净宽65 m,设计最高通航水位为3.8 m。通航要求拟建桥梁一跨跨过设计通航水域,南岸承台不应进入蓝线,北岸墩柱不应进入蓝线且承台应埋入规划泥面下2 m。满足通航要求的一跨跨过河道的最小桥梁主跨跨径拟定采用132 m。

2.2 桥型方案

对跨度为132 m的有通航要求的跨航道桥,可采用下承式拱桥或独塔斜拉桥,上下游已建成多座拱桥,拟采用独塔斜拉桥,如图2所示。高耸的桥塔气势恢弘,大桥造型舒展,宛如即将起航的帆船扬帆远航,勇往直前。



图2 蕴藻浜大桥实景图

2.3 主桥总体布置

为了尽量减小斜拉桥的总长,控制桥梁建设成本,并结合两岸道路平面布置,该桥采用独塔两跨斜拉桥。由于北岸侧为道路变宽段,因此边跨布置在南岸侧。南岸侧道路为平曲线段,曲线半径为251 m,为了尽量减小曲线边跨长度,同时也为了减小地铁15号线支线对边墩布置的影响,边跨采用了较小跨径65 m,边主跨比0.493。由于边跨较短,采用预应力混凝土梁更为经济。

收稿日期: 2023-03-22

作者简介: 田周松(1984—),男,工学硕士,高级工程师,从事桥梁工程设计工作。

因此,综合上述因素,主桥采用平曲线独塔双索面混合梁斜拉桥,南侧边跨采用预应力混凝土梁,跨河主跨采用钢箱梁,边跨跨径为 65 m,主跨跨径为 132 m。

主桥桥宽 42 m,总体布置如图 3 至图 6 所示。

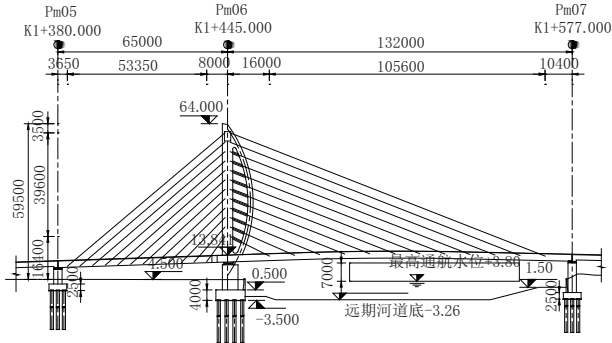


图 3 立面布置图(单位:mm;标高、桩号为 m)

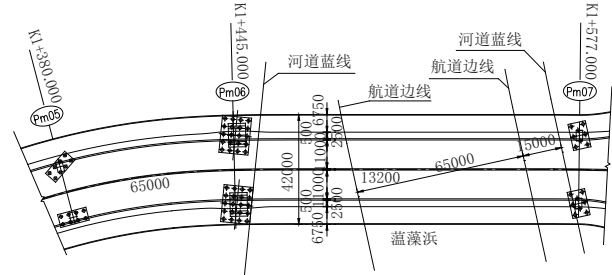


图 4 平面布置图(单位:mm;桩号为 m)

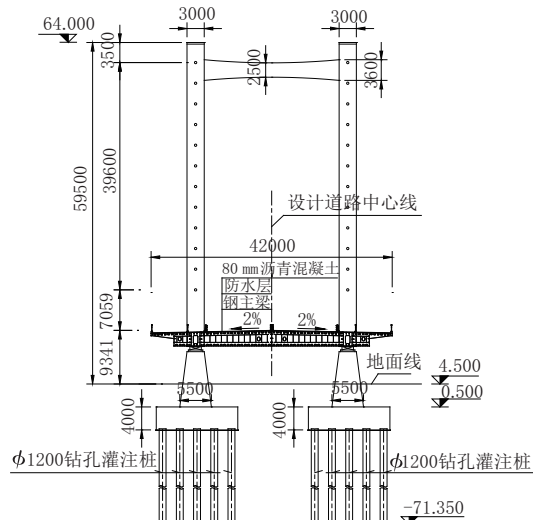


图 5 桥塔横断面布置图(单位:mm;标高为 m)

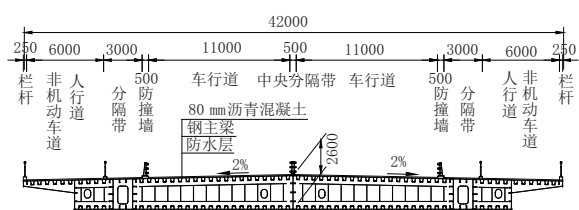


图 6 主梁横断面布置图(单位:mm)

2.4 主桥结构体系选择

斜拉桥各结构体系在静力和地震工况下的对比结果见表 1 所列。

表 1 不同结构体系在静力和地震工况下的结果一览表

比较项目	半漂浮	塔梁墩固结	塔梁固结
梁体布置形式	混合梁	混合梁	混合梁
纵向约束体系	自由约束	固结体系	减隔震支座
横向约束体系	横向固定	固结体系	减隔震支座
静力梁端水平位移	149/-142	96/-58	95/-57
静力塔底纵向剪力	2 503	2 759	2 840
静力塔底纵向弯矩	87 666	150 912	84 855
静力塔底横向剪力	6 730	5 525	4 194
静力塔底横向弯矩	120 488	52 772	56 974
地震梁端水平位移	± 298	± 63	± 199
地震塔底纵向剪力	9 851	27 953	8 990
地震塔底纵向弯矩	256 607	234 460	80 461
地震塔底横向剪力	32 435	34 338	12 367
地震塔底横向弯矩	229 137	332 057	110 684
22 根 1.2 m 桩 /m	68	77	60

注:表中位移单位为 mm,力单位为 kN,力矩单位为 kN·m。

根据计算结果,塔梁固结体系在静力和地震工况下的下部结构受力,优于半漂浮体系和塔梁墩固结体系,位移介于两者之间但绝对位移仍在可接受范围内。塔梁固结体系的桩基数量可进一步减少,详见基础设计;而固结体系桩基比较长,宜增加桩基数量。由于该桥受边跨布置和河道蓝线的限制,宜减小基础规模控制主跨跨径,推荐采用塔梁固结体系,梁底设置减隔震支座(见图 7)。主墩采用摩擦摆减隔震支座,静力下纵桥向固定、横桥向单侧固定;边墩采用摩擦摆减隔震支座,静力下纵桥向滑动、横桥向单侧固定。主墩和边墩均设置间隙超过地震位移需求的横向挡块。

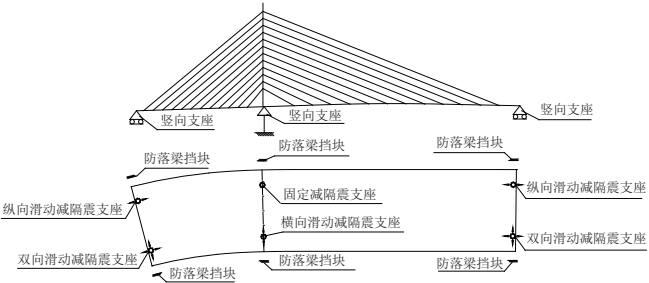


图 7 主桥约束体系布置示意图

2.5 引桥总体布置

该工程引桥桥下净空小,南引桥与 15 号线支线平面有部分重叠,立柱布置无规律,如采用带盖梁的上部结构形式,则盖梁埋入或紧贴地面;并且盖梁多数为异形盖梁,盖梁跨度大、梁高高,景观效果差。因此不推荐采用 T 型梁、小箱梁等需要设置盖梁的上部结构形式。现浇混凝土大箱梁外形美观,抗弯抗扭刚度大,跨越能力适应性强,可较好地满足一般中等

跨度桥梁的使用要求,引桥结构形式统一。由于不需要设置盖梁,总建筑高度小。跨蕴藻浜大桥引桥采用现浇整体箱梁,标准跨径在 30 m 左右,路口处适当加大。

南引桥桩基布置以尽量增大桩基与盾构边线的净距为原则。由于 15 号支线盾构之间的净距较小,因此中间桥墩采用大直径的单排桩。经计算,桩基直径采用 2.2 m,桩基边缘距离盾构边缘的最小净距为 2.1 m,如图 8 所示。

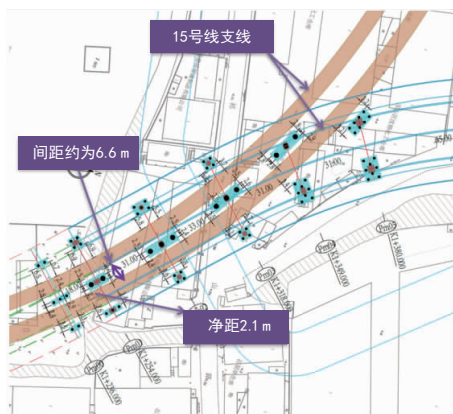


图 8 地铁 15 号线支线处桥梁布墩图

3 主桥结构设计

3.1 主梁

钢箱梁分为索塔段(含钢混结合段)、标准段、边墩墩顶段等类型,钢梁标准节段长 9.6 m。钢箱梁长 42 m,高 2.6 m。标准段顶板厚 16 mm、20 mm,底板厚 16 mm、20 mm,腹板厚 14 mm、25 mm。钢梁采用正交异性钢桥面板,钢梁顶板、底板采用 U 形闭口加劲肋加强。钢梁沿纵向每 3.2 m 设置一道横隔板,标准横隔板厚 12 mm。横断面如图 9 所示。

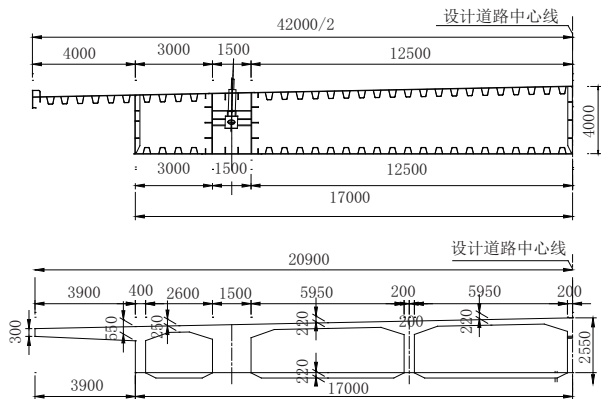


图 9 主梁标准断面图(单位:mm)

边跨主梁采用预应力混凝土整体箱梁,C50 混凝土,梁高 2.55 m。箱梁顶板、底板厚均为 0.22 m,一般腹板厚 0.4 m,锚固区腹板厚 1.5 m。标准横梁间距 4.85 m,厚 0.3~0.5 m。纵向设置顶底板及腹板预应

力钢束,横向设置横梁及挑臂桥面板预应力钢束。

由于该桥为钢塔,钢混段设置在边跨可减少混合段连接数量,钢混结合段长 2.0 m,距离主桥塔中心线 4~6 m。设置前承压板,可使钢混接触面的应力扩散尽量均匀且受力明确。钢混段纵向设置体内预应力钢束,锚固于后承压板,要求接触面在基本组合下不出现拉应力,接触面的剪力通过剪力钉承担,摩擦力作为抗剪的安全储备。混凝土梁的钢筋连接于前承压板或者开孔穿过前承压板。钢混结合段与钢梁之间设置刚度过渡段,如图 10 所示。

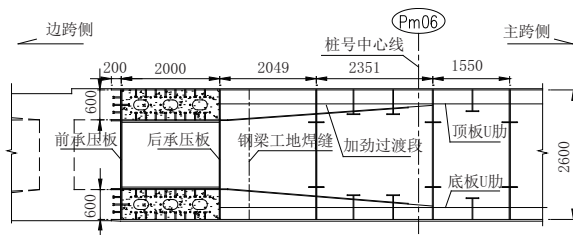


图 10 钢混结合段纵向布置图(单位:mm)

3.2 主塔

主塔采用纵向帆形塔柱,桥面以上塔高约 50.5 m。直线主塔柱、曲线副塔柱均采用箱形钢结构,它们通过圆钢管连接。主塔柱顺桥向宽 4.05 m,横桥向宽 3 m。辅助塔柱顺桥向宽 2.03 m,横桥向宽 3 m。塔柱顶部设置横向系梁,系梁宽 2.48 m,高 2.5~3.6 m。塔壁最大板厚为 50 mm,主塔如图 11 所示。



图 11 塔柱成桥之实景

3.3 斜拉索

斜拉索采用高强钢丝,标准强度 1 770 MPa,斜拉索全桥设 24 对(48 根)。

主跨标准索距为 9.6 m,索梁锚固采用梁式锚箱;边跨标准索距为 4.85 m,通过混凝土箱梁腹板开槽口锚固。塔上标准索距 3.6 m,索塔锚固采用组合式锚固结构。

当桥塔纵向腹板间距较小时,可采用梁式锚箱,

索力传递到两侧塔壁;当桥塔纵向腹板间距较大时,可设置纵桥向钢锚梁。该桥桥塔尺寸有限,难以设置较多的纵向隔板,综合采用了上述两种锚固构造,即纵桥向居中设置钢锚梁、横桥向由两道桥塔环向加劲及其翼缘组成锚固横梁^[1],如图12所示。拉索平衡水平力由钢锚梁承担,不平衡水平力由锚固横梁承担,竖向分力由桥塔塔壁及其竖向加劲共同承担。

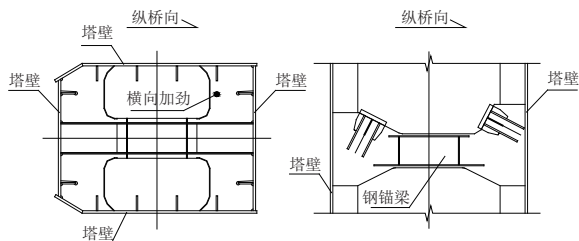


图12 组合式锚固结构平面/立面布置图

该桥边跨位于半径为251 m的平曲线上,曲线平面导致桥塔处产生横桥向水平力。成桥状态以较小桥塔弯矩为目标,基于静力平衡方法确定斜拉索索力,即采用刚性支承连续梁法得到北侧钢梁主跨恒载作用下的竖向分力,按图13根据静力平衡条件计算斜拉索索力;考虑充分发挥小跨径斜拉桥主梁纵向受力能力,按比例适当调小索力,从而减小桥塔横桥向弯矩。

3.4 桥墩

主墩采用分离双柱墩,横桥向中心距离26.5 m。主墩墩底横桥向尺寸为5.5 m,墩底纵桥向尺寸为6.0 m;墩顶横桥向尺寸为3.0 m,墩顶纵桥向尺寸为

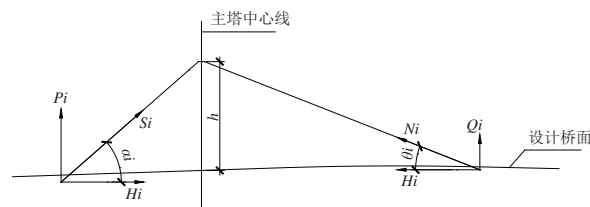


图13 拉索索力计算图示

6.0 m。主墩连线相对于桩号线沿顺时针旋转1.2°。主墩承台平行于河岸布置,承台长边尺寸为14.2 m,短边尺寸为11.2 m,承台厚4.0 m。主墩每侧共布置20根 $\phi 1.2$ m的钻孔灌注桩。

边墩采用分离双柱墩,南岸边墩横桥向中心距离20.0 m,北岸边墩横桥向中心距离22.0 m。边墩立柱横桥向尺寸为3.2 m,纵桥向尺寸为3.2 m。南岸边墩左侧承台平行于盾构布置,北岸边墩承台平行于河岸布置,每侧共布置8根 $\phi 1.2$ m的钻孔灌注桩。

4 结语

祁连山路跨蕰藻浜大桥主桥采用独塔双索面混合梁斜拉桥方案,主梁采用钢-混凝土混合梁,主塔采用帆形塔,结构体系为塔梁固结、塔墩分离体系。在充分考虑河口宽度、通航要求、盾构避让、边跨位于曲线段等因素基础上,该桥的设计将结构美观性、经济性与受力合理性很好地结合在一起,可以对类似工程起到借鉴作用。

参考文献:

- [1] 张煜.钢塔斜拉桥复合式锚固结构研究和分析[J].城市道桥与防洪, 2020(4):65-67.

《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

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com