

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2024.11.024

金华市婺江大桥总体设计

董伟伟¹, 蒋晓军², 陈紫君²

(1.浙江大学建筑设计研究院有限公司, 浙江 杭州 310027; 2.兰溪市金兰创新城开发建设中心, 浙江 金华 321100)

摘要: 婺江大桥沿线建设条件复杂,需综合考虑通航、泄洪、防洪堤、互通立交、慢行交通、上跨铁路、相交道路等因素,工程建设面临众多难点。同时,作为特大桥,对景观协调性和创新性要求很高。基于项目特点,分别对婺江大桥主桥、上跨铁路桥梁、防洪区域内外引桥、互通立交等桥型方案进行了比选设计;同时对主桥景观造型、主桥结构设计和慢行交通等关键技术进行了专门研究。研究结果可为其他大型桥梁的总体设计提供参考和借鉴。

关键词: 特大桥;上跨铁路;慢行交通;总体设计

中图分类号: U442.5

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)11-0104-04

0 引言

桥梁工程建设,尤其是特大桥梁的建设,需综合考虑场地地形、地貌、水文、气象、地质等自然条件^[1-2]和周边相交道路、铁路、河道、航道等障碍物的影响^[3]。同时,作为百年工程的特大桥,对桥梁的景观标志性、协调性提出了更高的要求,在设计中也需处理好工程造价与交通、美观之间的关系^[4]。

本文以金华市婺江大桥为研究对象,对特大桥桥梁总体设计和关键技术进行研究,分析特大桥在设计过程中的设计思路,以期项目决策提供依据,也可作为其他特大桥设计的参考和借鉴。

1 工程概况

婺江位于浙江省金华市,是其境内的主要水系,由义乌江、武义江汇合而成。

婺江大桥由东北往西南方向依次需要跨越规划沿山路、金千铁路、天马线、婺江、防洪堤和防洪抢险道路,其中婺江防洪区域全宽约 820 m,主航道按三级通航净空要求控制,婺江 300 a 一遇洪水水位为 35.55 m;金千铁路需满足 7.6 m 净空要求。因此,婺江大桥共分为东引桥、主桥和西引桥 3 段。婺江大桥主桥采用 35 m+200 m+40 m+125 m+35 m+80 m+35 m=550 m 的 7 跨连续下承式钢结构拱桥,主跨需跨越婺江通航航道。婺江大桥主桥总体布置立面图见图 1。

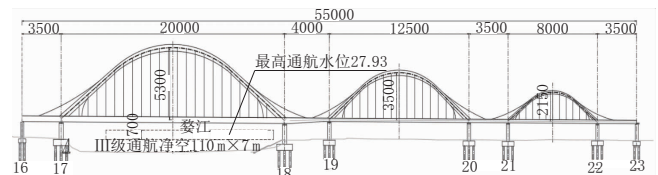


图 1 婺江大桥主桥总体布置立面图(单位:cm)

婺江大桥主桥横断面布置为 3.5 m(慢行道)+0.5 m(护栏)+13.5 m(机动车道)+4.0 m(拱肋区)+13.5 m(机动车道)+0.5 m(护栏)+3.5 m(慢行道)=39 m,如图 2 所示。

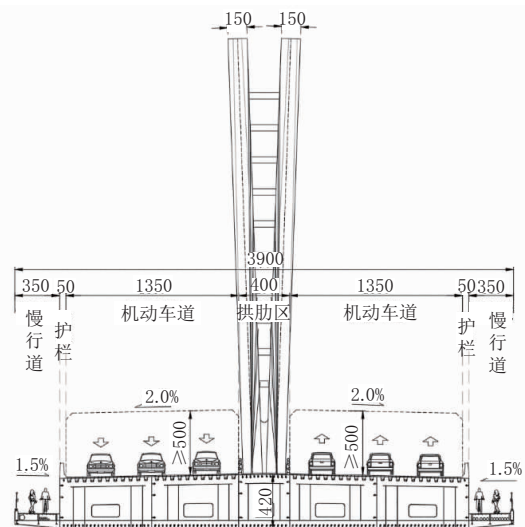


图 2 主桥总体布置横断面图(单位:cm)

桥址位于浙中盆地区,途径地貌类型主要为冲洪积平原区,地势稍有起伏。工程区出露地层主要有白垩系和第四系地层。场地地震动峰值加速度为 0.05g,场地基本地震动加速度反应谱特征周期为 0.35 s,为 II 类场地。

收稿日期: 2024-01-11

作者简介: 董伟伟(1988—),男,硕士,高级工程师,从事桥梁设计工作。

2 主要控制因素

本桥在设计过程中主要考虑以下控制因素。

(1)防洪堤。跨越防洪堤梁底标高不得低于堤顶标高;同时,桥墩布置需避开防洪堤安全距离。且毗邻防洪堤处的梁底标高需满足南侧现状道路的通行净空要求,即满足小汽车通行要求(净空不小于4.5 m)。因此,在跨越防洪堤时需考虑如何降低南侧引桥标高和长度,从而降低桥梁规模和造价。

防洪堤、临时抢险通道与引桥纵断关系见图3。

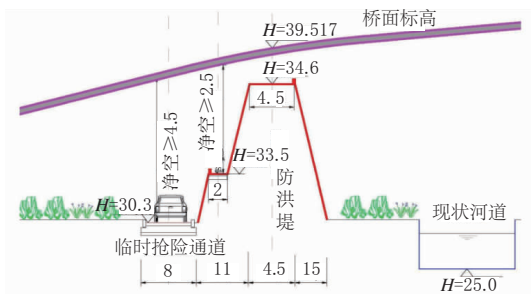


图3 防洪堤、临时抢险通道与引桥纵断关系(单位:m)

(2)通航要求。婺江主航道需按三级通航等级控制,双向通航净空要求为110 m×7 m。

(3)防洪水位。在防洪区域范围内,桥梁梁底标高均不得低于300 a一遇洪水水位。

(4)泄洪排涝。综合技术和经济要求,应尽可能在防洪区域范围内减少河中布墩数量,以减少对河道泄洪排涝的影响。

(5)金千铁路。桥梁跨越金千铁路时,需综合考虑桥梁经济跨度、结构形式、施工工艺、施工可行性等,减少施工期对金千铁路的影响。

(6)慢行交通。桥梁慢行道与互通匝道桥相交时,应考虑有效避免交通相互干扰以保证交通安全;同时,为降低桥梁规模和工程造价,需考虑慢行系统的过桥方式。

(7)现状冷却塔。本工程东北方位附近存在现状冷却塔,冷却塔直径较大,且高度达100 m左右,在进行桥型景观造型设计时需考虑其影响。

3 总体设计

根据项目控制因素分析,在选择桥型方案时分节点、分部位地进行了方案比选设计。

3.1 主桥桥型方案设计

3.1.1 主桥跨度和长度

婺江大桥主跨需跨越通航孔,按三级通航净空要求控制,通航净空为双向孔110 m×7 m,且通航孔与道路中心线交角约为78°。因此,主桥主跨单向

通航时,单孔跨径不宜小于100 m;主桥主跨双向通航时,主跨跨径不宜小于180 m。

3.1.2 主桥桥型方案

主桥主跨跨径为100~250 m,对于此类跨径的桥型,进行了以下几个方案的比选。

方案一:采用7跨连续下承式钢结构拱桥,主桥布跨为35 m+200 m+40 m+125 m+35 m+80 m+35 m=550 m,桥梁全长1 519.2 m。

方案二:采用3跨飞雁式系杆提篮拱桥,主桥布跨为50 m+240 m+50 m=340 m,桥梁全长1 589.2 m。

方案三:采用多跨连续预应力混凝土现浇箱梁,主桥布跨为50 m+110 m+110 m+95 m+95 m+80 m+50 m=590 m,桥梁全长1 799.2 m。

方案四:采用独塔斜拉桥,主桥布跨为220 m+220 m=440 m,桥梁全长1 519.2 m。

在综合考虑桥梁的造型立意、施工方案、后期养护、造价等因素之后,推荐采用方案一。

3.2 上跨铁路方案设计

金千铁路为国家II级铁路,作为本工程重要的涉铁节点,在综合考虑铁路安全、行车影响、施工技术这几个因素后,提出了2个上跨金千铁路方案进行比选,见表1。

表1 上跨铁路方案比选表

方案	桥型	方案特点	对环境的影响
方案一	预制小箱梁,吊装架设	本方案采用30~40 m跨径的预应力混凝土小箱梁,预制施工,利用铁路天窗期吊装架设上跨金千铁路,减少对既有铁路运营的影响	小箱梁自重较轻,对施工机械的要求相对较低;基础规模较小,基坑开挖体量小,对铁路路基以及周边环境影响非常小
方案二	50 m 预应力混凝土 T 构,转体施工	采用50 m 预应力混凝土 T 构,邻近营业线施工 T 构,利用封锁点转体施工上跨金千铁路,以减少对既有铁路运营的影响	跨径布置合理,挂篮悬臂施工避免在地面搭设支架,生态环保

铁路北侧为水塘,施工条件较差;铁路南侧现状为天马线公路,存在多处高压线及铁塔;方案二桥梁结构高度中支点处较方案一增加约1.4 m,路面标高的抬升增加了引桥长度,从而使工程投资增加。从铁路安全、行车影响、场地条件、工程经济、施工技术等方面比选后,上跨金千铁路选用方案一,即预制小箱梁方案。

3.3 引桥桥型方案设计

3.3.1 防洪区域内引桥方案

婺江防洪区域为西侧防洪堤至东侧金千铁路

段,全长约 820 m。

婺江大桥主桥东侧防洪区域内引桥具有以下特点。

(1)婺江大桥主桥东侧端部距离金千铁路约 150 m,并且在距离主桥东侧端部 30~88 m 范围内需顺接天马线互通机动车道匝道桥和慢行匝道桥,该段范围为平面异形结构。

(2)由于婺江大桥东侧防洪区域内引桥与天马线互通相交,为保证两侧慢行道与匝道桥相交处 2.5 m 桥下净空要求,结合匝道桥伸臂厚度和慢行道悬挑高度,该段梁高为 4.2 m,与主桥梁高一一致,见图 4。



图 4 互通与桥上慢行交叉 BIM 模型

(3)尽可能减少桥墩布置,以减少对河道泄洪排涝的影响。

因此,婺江大桥主桥东侧防洪区域内引桥上部结构推荐采用连续钢箱梁结构,布跨为 2×55 m。

婺江大桥主桥西侧防洪区域内引桥具有以下特点:

(1)婺江大桥主桥西侧端部距离西侧防洪堤约 120 m,长度较短。

(2)根据水利和防洪单位相关要求,桥梁布墩需避开防洪堤堤脚设置。

(3)尽可能地减少桥墩布置,以减少对河道泄洪排涝的影响。

因此,婺江大桥主桥西侧防洪区域内引桥上部结构跨越防洪堤时需布置大于 60 m 的跨径,再结合主桥西侧端部至防洪堤的距离,婺江大桥主桥西侧防洪区域内引桥采用预应力混凝土变截面连续箱梁结构,布跨为 $35 \text{ m}+44 \text{ m}+67 \text{ m}+45 \text{ m}=191 \text{ m}$ 。

3.3.2 防洪区域外引桥方案

婺江大桥标高由防洪区域南侧的防洪堤标高和北侧的金千铁路通行净空,以及相交互通匝道标高控制,因此在综合考虑技术经济性的基础上,本次设计防洪区域以外引桥(除上跨金千铁路段)均采用 35 m 预应力混凝土小箱梁结构。

3.4 互通方案设计

城市环线需跨越现状天马线、金千铁路以及规

划沿山路。规划沿山路与本项目之间设置互通立交,以实现上华片和云山片之间的交通联系。

金千铁路从金华出发,穿越兰溪市,对兰溪有重要意义。现状天马线为双向 2 车道,西起兰溪市环城东路,向东南方向与金兰中线连接(分离式立交),是连接金华和兰溪的交通要道。规划沿山路为双向 2 车道支路,线路从环城东路出发,与本项目东北端相接。3 条线路在婺江大桥东北端相邻并行,并且金千铁路位于沿山路与天马线两者之间。因此,设计把天马线作为联系老城通道,同时,在婺江大桥东北侧约 140 m 处先跨过金千铁路,然后再与婺江大桥北引桥形成互通立交。

4 设计关键技术分析

4.1 主桥景观造型设计

作为城市道路重要建筑,桥梁不仅承担着沟通交流作用,同时也是氛围渲染的关键载体。本次主桥设计将城市未来发展需求与建桥造景相结合,采用 7 跨连续钢结构下承式拱桥,造型源于千层浪花乘风而上的画面,寓意为乘风破浪、蓄势待发,也象征着城市发展势如破竹、蓄势待发。桥上 3 拱连续造型近观似行云流水、远观则似山峦连绵,湖光山色齐聚一桥;实则暗潮涌动,逆风远行。婺江大桥实景效果图见图 5。



图 5 婺江大桥实景效果图

4.2 主桥结构体系设计

根据景观造型,主桥设置了 3 个大小起伏的拱肋。设计时,对主桥是分为 3 个独立拱肋还是 3 个拱肋形成整联进行了分析。

(1)本项目所处区域地震烈度为 6 度,且主桥主梁和拱肋均采用钢箱梁结构,相对于混凝土结构质量较轻,因此,虽然主桥长度较长,但抗震可以通过其他抗震措施满足要求。

(2)在主桥主墩处分联后,钢桥面整体性降低,在主墩处桥面易损坏。

(3)配置较大跨径的边拱对主拱主梁和拱肋受

力有调节平衡作用。

(4)根据造型,在大小拱肋中间配置了 35~40 m 的辅助跨,主桥分联设置后,桥面伸缩缝增加较多。

4.3 慢行系统过桥设计

桥上慢行交通系统的设计,不仅影响与互通立交交叉时的交通安全和效率,也直接影响了整个桥梁的规模和造价。

4.3.1 慢行道与互通交叉通行的设计方案

由于在天马线与金千铁路北侧规划道路设置互通立交,因此,对于与机动车一起上桥的慢行道必然与互通立交形成交通上的交叉,影响车辆与行人的安全以及交通通行效率。对此,本次设计从结构方案上进行构思,在交通功能上避免慢行道与互通交通相互交叉影响。

将慢行道设置在主梁两侧下方,并通过两侧检修道将慢行道与机动车道隔离,不仅可以充分利用主梁侧面空间,增加行人体验感,而且慢行道在主线与互通立交相交处位于梁底,避免了慢行交通与互通交通相互干扰(见图 4)。

4.3.2 引桥慢行道设计

若引桥慢行道与机动车道一样上跨婺江南侧防洪堤后一起落地,在高差将近 12 m 以上的情况下,由于受非机动车道的最大坡度限制,将极大地增加南侧引桥的长度,从而增加桥梁规模和造价。为此,引桥慢行道在防洪堤处采取了以下设计方案:(1)将主梁梁底标高直接设置在防洪堤堤顶标高处,则可以减少防洪堤车辆通行净空 4.5 m 的要求;(2)慢行道设置在主梁底缘,则可以再降低 2 m 高差。

两侧悬挑慢行道效果图见图 6。

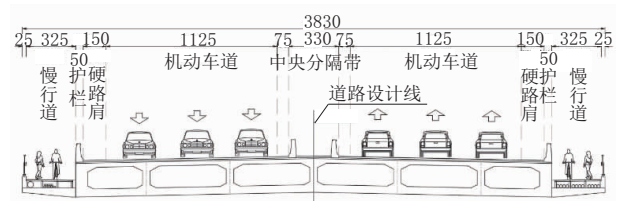


图 6 两侧悬挑慢行道效果图(单位:cm)

5 结 语

(1)主桥采用 7 跨连续下承式钢结构拱桥,与周边环境相协调,技术可行,景观效果较好。

(2)防洪区域内引桥结合平面线形,为尽量减少河中布墩数量而采用的变截面预应力混凝土连续梁和连续钢箱梁是合适的。

(3)防洪区域外引桥采用标准跨径的预应力混凝土小箱梁结构可有效降低造价。

(4)将慢行道设置在主梁底部既可有效解决主线慢行道与互通交通的交叉干扰问题,也可有效降低接线引桥的规模。

(5)上跨铁路桥梁采用与引桥相同的小箱梁结构,即减少了施工期和后期养护对铁路运营的影响,也与引桥的结构型式相统一。

参考文献:

[1] 傅海堂,郭文华.佛山市富龙西江特大桥桥型方案总体设计[J].广东公路交通,2019,45(4):127-131.

[2] 李兵,姚云龙,郭立成,等.佛山富龙西江特大桥主桥设计[J].桥梁建设,2023,53(6):127-134.

[3] 吴天恩.特大桥大跨度系杆拱施工方案设计[J].科技创新与应用,2023.35:117-124.

[4] 田芮竹.五跨中承式双飘带外张拱桥设计[J].城市道桥与防洪,2023(4):127-134.

《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