

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2022.06.019

临汾市乾峰大桥主桥总体设计

缪俊

[同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司,上海市200092]

摘要:乾峰大桥主桥采用跨径布置为 $37.5\text{ m}+3\times 65\text{ m}+37.5\text{ m}=270.0\text{ m}$ 的预应力混凝土变高连续梁,桥宽为 40.5 m ,分幅设计,2幅之间设置 20 mm 的离缝;在主墩处设置具有洪洞当地文化的装饰塔,整体造型优美,气势磅礴。这种采用常规连续梁桥型与装饰相结合的设计思路既能满足传统桥梁设计要求,又能满足越来越高的桥梁景观需求,可为后续其他项目的设计提供经验参考。

关键词:预应力混凝土变高连续梁;装饰塔;总体布置

中图分类号:U442

文献标志码:A

文章编号:1009-7716(2022)06-0067-04

1 概述

乾峰大桥位于山西省临汾市洪洞县老城区与河西新区的交界处,横跨汾河,是连接洪洞县新老城区的主要交通干道。

本工程拟建的乾峰大桥东西两侧与玉峰西街相连,道路等级为城市主干路,位于洪洞县城市中轴线上,地理位置突出,是规划城市东西向发展轴。玉峰大街是主城区东西向重要干道,是未来汾河上沟通老城区与河西新区的重要通道。乾峰大桥的建设是适应当前和今后新的交通需求,完善交通功能的需要;是完善整个交通网络,改善城市交通状况的重要环节。玉峰大街东西向连通对塑造洪洞城市形象、完善城市配套设施、提高城市功能有着重要作用。

乾峰大桥总体线位呈东西走向,西起乾峰大街,向东依次跨越滨河西路、引河、汾河湿地公园、汾河后,东至滨河东路。

乾峰大桥桥梁段全长 729 m ,其中引桥长 459 m ,主桥长 270 m 。主桥跨径布置: $37.5\text{ m}+3\times 65\text{ m}+37.5\text{ m}=270.0\text{ m}$,宽度 40.5 m ,分幅设计。

2 建设条件

2.1 水文与地质条件

洪洞县属温带大陆性季风气候,春季干旱多风,夏季炎热多雨,秋季凉爽晴朗,冬季绵长寒冷。

桥址汾河河道为修建湿地公园时经人工改造,河道规整、顺直,水深约 3 m ,水面宽 220 m ;汾河引水

渠位于汾河主河道西侧,水面宽约 60 m ,水深约 1 m 。

经钻探揭示,桥址地层主要由第四系全新统(Q4me)人工填土、(Q4al)冲积物(粉土、卵石、粉质黏土)、上更新统(Q3al)冲积物(卵石土,局部夹细砂)及中更新统(Q2al+pl)冲积物(粉质黏土、细砂及卵石)组成。

2.2 设计标准

(1)道路等级:城市主干路。

(2)设计荷载:汽车城-A级,人群荷载、非机动车荷载按《城市桥梁设计规范》(CJJ 11—2011)(2019年局部修订版)取用。

(3)设计车速: 50 km/h 。

(4)防洪标准: 100 a 一遇洪水位 443.898 m 。

(5)通航标准:无。

(6)抗震设防要求:地震基本烈度为8度,地震动峰值加速度为 $0.30g$ 。

(7)桥梁护栏防撞等级:SB、SBm。

3 主桥设计

3.1 桥型及总体布置

乾峰大桥主桥为 $37.5\text{ m}+3\times 65\text{ m}+37.5\text{ m}$ 的预应力混凝土变高连续梁^[1-2],边中跨比为 0.577 ,全长 270 m 。

主桥标准断面按分幅式横断面布置,桥面宽度布置为: 3.5 m (人行道)+ 4.5 m (非机动车道)+ 0.5 m (侧防撞护栏)+ 11.5 m (机动车道)+ 0.5 m (中央防撞栏)+ 11.5 m (机动车道)+ 0.5 m (侧防撞护栏)+ 4.5 m (非机动车道)+ 3.5 m (人行道)= 40.5 m 。

乾峰大桥主桥立面图、平面图见图1、图2。

收稿日期:2021-11-01

作者简介:缪俊(1988—),男,硕士,工程师,从事桥梁设计工作。

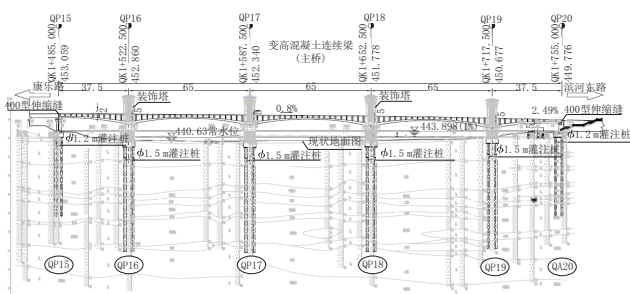


图1 乾峰大桥主桥立面图(单位:m)

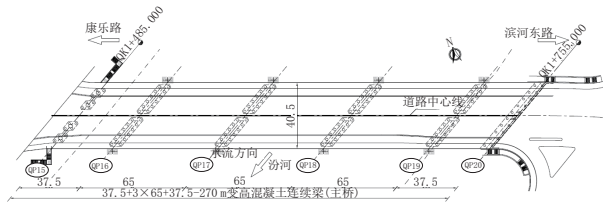


图2 乾峰大桥主桥平面图(单位:m)

3.2 主桥上部结构

乾峰大桥主桥采用现浇变高度预应力混凝土连续箱梁,纵横梁均按预应力混凝土A类构件设计。乾峰大桥主桥主梁采用直腹板单箱4室箱型断面,顶板宽20.24 m,底板宽14.74 m,悬臂长度外侧为3 m,内侧为2.5 m。梁底采用抛物线线形,抛物线方程为: $Y=[3\ 000/(-29\ 868^2)] \times X^2$;中支点梁高5 m,边支点梁高2 m,跨中梁高1.8 m。

乾峰大桥主桥主梁采用C50混凝土,顶板厚度220 mm,底板厚度220 mm,跨中截面腹板厚度450 mm。边横梁厚度1.6 m,中横梁厚度2.5 m。

乾峰大桥主桥为2幅布置形式,中间设20 mm 离缝。

乾峰大桥主梁横断面图见图3。

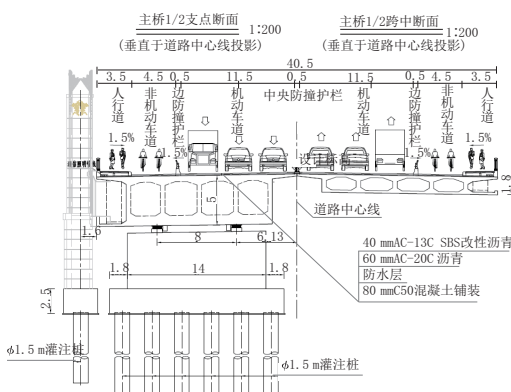


图3 乾峰大桥主梁横断面图(单位:m)

3.3 主桥下部结构

乾峰大桥主桥桥墩采用板式墩,墩柱为14.0 m × 2.5 m 平行四边形断面。八边形承台,厚2.5 m;承台下设12根φ1 500 钻孔灌注桩基础。桩长56 m,桩尖持力层为③₅ 卵石层。

QA20 台桥台采用重力式桥台,承台厚1.8 m;每个桥台下布置10根φ1 200 钻孔灌注桩基础。桩长42 m,桩尖持力层为③₄ 粉质黏土层。

装饰塔基础采用承台+桩基础形式,采用直径φ1.5 钻孔灌注桩,桩长42 m,桩尖持力层为③₄ 粉质黏土层。

3.4 主桥抗震设计

3.4.1 计算内容

基于该桥的特点,开展如下主要抗震计算内容:

(1)建立结构的三维空间动力有限元分析模型,并考虑相邻边界的影响和桩基础等因素的影响,正确反映结构的特点以及支座连接特点等耦合影响,本桥拟采用阻尼器来增强桥梁结构的抗震性能。

(2)计算和分析桥梁结构的动力特性。

(3)根据《城市桥梁抗震设计规范》(CJJ 166—2011)第9.1.2条中“采用减隔震设计的桥梁可只进行E2地震作用下的抗震设计和验算”,故只进行E2地震输入的抗震分析,对E2地震作用下墩、桩的内力进行验算。

(4)对桥梁结构的抗震安全性作出评价,提出抗震研究的结论。

3.4.2 设防水准

依据《城市桥梁抗震设计规范》规定,本桥抗震设防分类为乙类,场地类型为III类,分区特征周期为0.4 s。E2地震验算时特征周期需增加0.05 s,地震基本烈度为8度,地震动峰值加速度0.30g。

3.4.3 反应谱

由于未得到工程场地的地震安评报告,因此采用《城市桥梁抗震设计规范》中5.2.1规定的设计加速度反应谱。水平向设计加速度反应谱S(如图4所示)可由公式(1)确定:

$$S = \begin{cases} 0.45 S_{\max}, & T = 0 \text{ s} \\ \eta_2 S_{\max}, & 0.1 \text{ s} < T \leq T_g \\ \eta_2 S_{\max} \left(\frac{T_g}{T} \right)^\gamma, & T_g < T \leq 5T_g \\ [\eta_2 0.2^\gamma - \eta_1 (T - 5T_g)] S_{\max}, & 5T_g < T \leq 6 \text{ s} \end{cases} \quad (1)$$

式中: $S_{\max}=2.25A$,A为E1或E2地震作用下水平向地震动峰值加速度,按本规范第3.2.2条取值; T 为结构自震周期,s; T_g 为特征周期,s; η_1 为直线下降段调整系数; η_2 为阻尼比调整系数; γ 为曲线下降段衰减系数。

3.4.4 时程

根据水平向设计加速度反应谱,拟合E2水准下

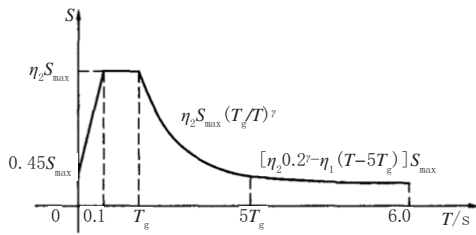
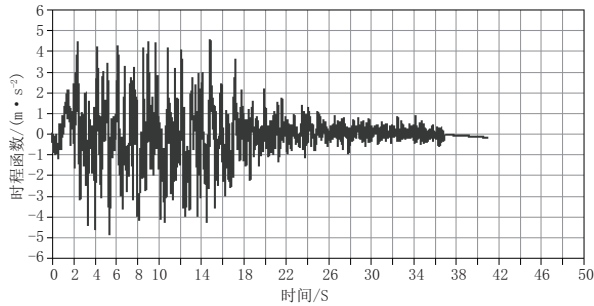
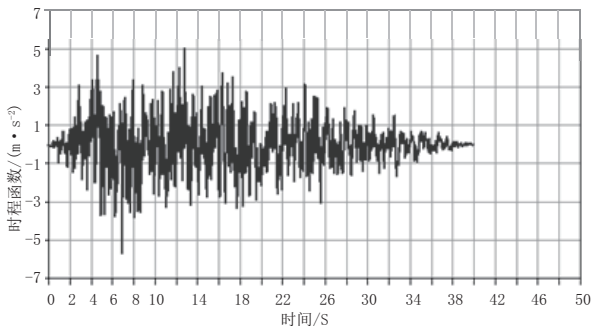


图4 水平向设计加速度反应谱

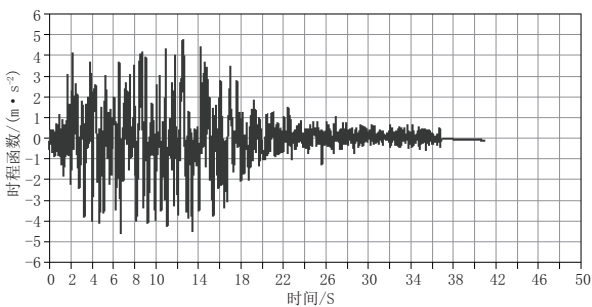
3条水平向加速度时程曲线,见图5。



(a)时程曲线1



(b)时程曲线2



(c)时程曲线3

图5 E2水准下3条水平向加速度时程曲线

3.4.5 动力分析模型

为了能正确分析桥梁的抗震性能,动力分析模型采用 Midas /Civil 2020 三维空间有限元分析模型。本桥采用减隔震设计。

桥梁结构的动力计算模型见图6,桩基础采用等效的土弹簧单元来模拟土-桩基础的相互作用。减隔震支座采用非线性支座单元(一般链接滞后系统)进行模拟,阻尼器采用黏弹性消能器进行模拟,反应谱分析时假定支座为线性,非线性时程分析时支座采用非线性单元模拟,以考虑支座的摩擦耗能作用。

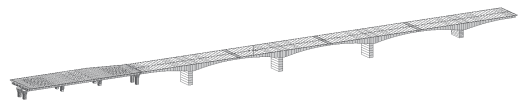


图6 桥梁动力计算模型

3.4.6 动力特性

根据建立的动力计算模型,对该桥进行结构动力特性的分析,主要是了解结构的动力响应特性。结构动力特性分析中的特征方程求解采用子空间迭代法。结构动力特性表见表1。

表1 结构动力特性表

振型阶数	周期 /s	频率 /Hz	振型描述
1	3.50	0.29	主桥纵向振动
2	3.45	0.29	主桥横向振动
3	3.35	0.30	主桥绕竖轴转动
4	3.12	0.32	引桥绕竖轴转动
5	3.11	0.32	引桥纵向振动
6	3.00	0.33	引桥绕竖轴转动
7	1.22	0.82	主桥翘曲振动
8	0.84	1.19	主桥竖向振动
9	0.56	1.79	主桥2阶竖向振动
10	0.48	2.09	主桥2阶横向振动

3.5 主桥装饰塔设计^[3]

3.5.1 主桥装饰立面布置图

乾峰大桥主桥主跨装饰立面布置图见图7。

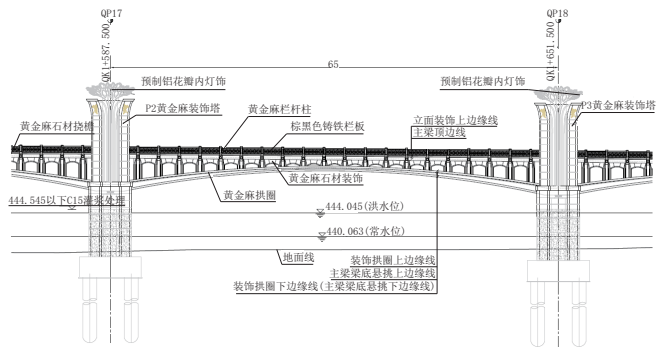


图7 乾峰大桥主桥主跨装饰立面布置图(单位:m)

3.5.2 装饰主要材料

(1)桥梁QP14~QA20墩之间桥梁主梁外立面、拱圈拱肋、装饰塔立面采用黄金麻花岗岩。

(2)干挂用钢龙骨采用#10热镀锌槽钢或80mm×50mm×5mm矩形管、L50mm×50mm×5mm热镀锌角钢;石材胶采用优质耐候硅酮密封胶。石材挂件规格为SE铝合金挂件和背栓式铝合金挂件。龙骨的拼接方式由装饰施工单位根据现场需求进行深化设计及安装。要求主要龙骨均采用栓接。

(3)钢材采用优质Q235B钢,需焊接的钢转接件等采用Q235B钢。钢件表面采用热浸镀锌防腐措施。不锈钢螺栓采用奥氏体不锈钢A2-70。

(4)装饰塔灯饰采用预制铝灯饰成品,由具有相应资质的厂商二次深化设计。

3.5.3 主桥主塔装饰图

乾峰大桥主桥主塔装饰图见图8。

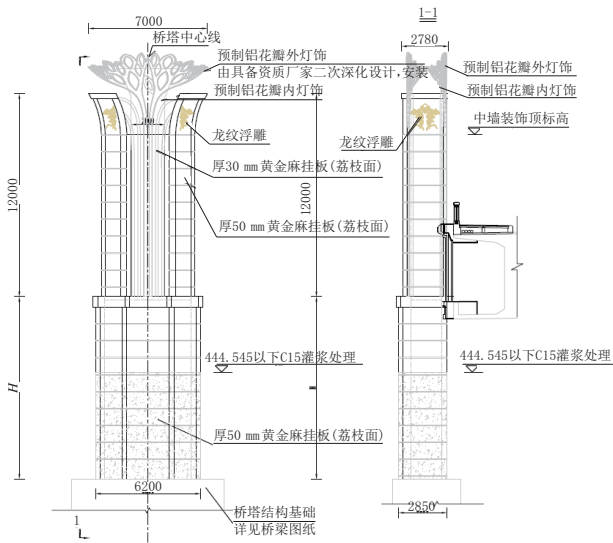


图8 乾峰大桥主桥主塔装饰图(单位:mm)

4 结 语

(1)介绍了乾峰大桥主桥总体布置、上部构造、下部构造、抗震计算、装饰塔设计。主桥所选用的多跨变高预应力混凝土连续梁具有整体受力性能好、变形小、造型优美、施工方便、养护工作量少等特点。

(2)乾峰大桥主桥作为一座横跨汾河的景观桥梁,在总体设计时,最终选择了与景观效果相协调的多跨变高预应力混凝土连续梁,在主墩处设置具有洪洞当地文化的装饰塔,整体造型优美,气势磅礴。这种采用常规连续梁桥型与装饰相结合的设计思路在满足传统桥梁设计要求的基础上,又能满足越来越高的景观桥梁需求,可为后续其他项目的设计提供经验参考。

参考文献:

- [1] 范立础.预应力混凝土连续梁桥[M].北京:人民交通出版社,1998.
- [2] 林桂萍.大跨径混凝土连续梁桥施工控制技术研究[D].成都:西南交通大学,2012.
- [3] 杨士金,唐虎翔.景观桥梁设计[M].上海:同济大学出版社,2003.

《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

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