

钢桁架人行天桥的方案设计及计算分析

蒋望

湖南省建筑设计院集团有限公司 湖南 长沙 410000

[摘要] 本文结合我国某地区一处钢桁架人行天桥展开方案设计工作及分析研究, 对本次天桥的设计工作要点进行探索, 有效保证钢桁架人行天桥主体结构设计的科学性与合理性, 为后续类似设计提供必要的参考和借鉴。

[关键词] 人行天桥; 钢桁架; 设计; 结构性能

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.12.321

1 工程概况

宜春路人行天桥位于长沙市宜春路与新姚南路交叉口以南, 横跨宜春路, 位于湘府英才小学校门旁。宜春路为双向六车道城市主干道, 由于中分带不便设桥墩, 天桥采用一跨过街的方式, 跨径组合为7.2m+30.3m+7.2m, 桥面净宽3.3m, 总宽4.3m, 主桥采用钢桁架形式。天桥两侧均设置钢结构梯道, 坡度为1:3, 梯道宽度为2.8m。



图1 宜春路人行天桥效果图

2 方案设计

2.1 总体设计

总体设计需要结合现状道路横断面、地下管线以及周边限制因素等进行天桥的平面布置。

(1) 道路横断面: 现状宜春路横断面布置为4m(人行道)+12.5m(车行道)+4m(中央绿化带)+12.5m(车行道)+4m(人行道)。

(2) 地下管线: 桥位处现状市政管线繁多, 宜春路东侧有现状路灯管线、燃气管、通信光缆, 道路中分带有现状直径1m雨水管(无法迁改), 宜春路西侧路灯管线、自来水管、供电线路等。

(3) 周边限制因素: 本项目桥位处两侧人行道宽度约为4m, 为保障设置梯道后行人正常通行, 天桥梯道需占用两侧一定用地。桥位西侧为九峰小区公园用地, 东侧为湘府英才小学用地。

才小学用地, 经沟通, 同意占用九峰小区公园绿地约300平方米, 占用学校围墙内侧1.5m用地。

根据上述限制条件, 宜春路中分带不宜设置桥墩, 天桥采用一跨布置形式。天桥布置过程中尽量避开通信光缆、现状雨水管、供电线路等管线。

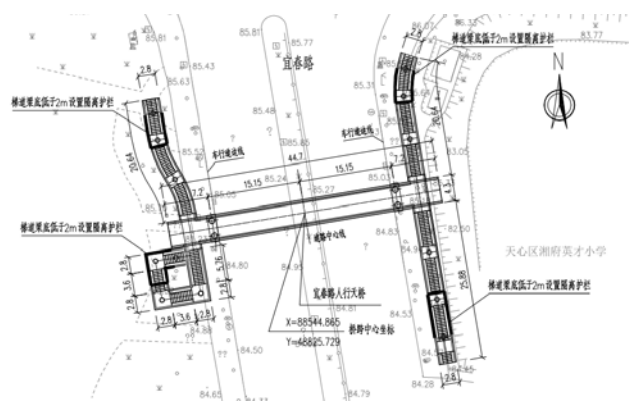


图3 天桥平面布置图

2.2 结构设计

本天桥主桥跨径组合为7.2m+30.3m+7.2m, 其结构型式可选择钢箱梁和钢桁架梁等。对此, 结合美观、经济且满足建设进度的设计原则, 以及总体方案的布置, 比较两种方案。

钢箱桥: 结构线形简捷、美观, 受力合理; 结构刚度大, 动力性能比较好。

桁架桥: 桁架桥造型轻巧, 跨越能力强, 结构刚度大, 节省材料, 施工工期较短, 对交通影响较小。由于下弦杆高度较小, 故梯道的长度较短, 梯道占用人行道面积较小。

经过综合比选, 钢桁架桥结构性能较好, 造价较低, 景观效果较好, 施工简单快捷, 对宜春路的现状交通影响较小, 故推荐本天桥上部结构采用钢桁架桥。

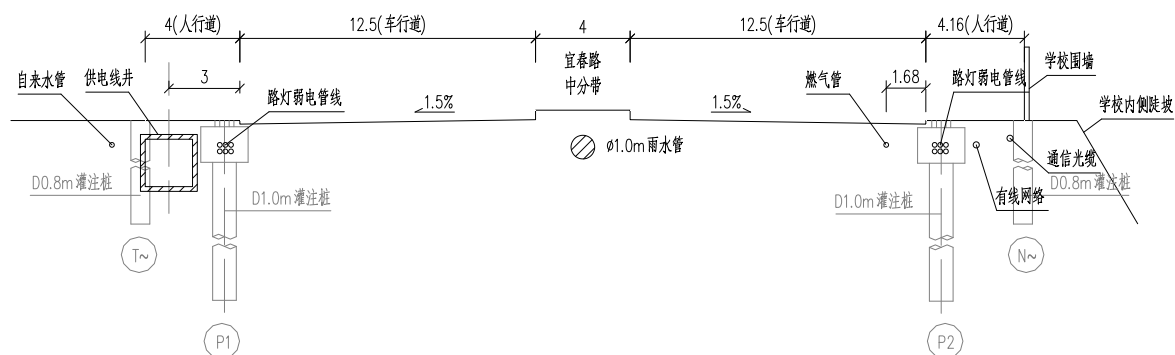


图2 天桥桥墩与管线关系立面图

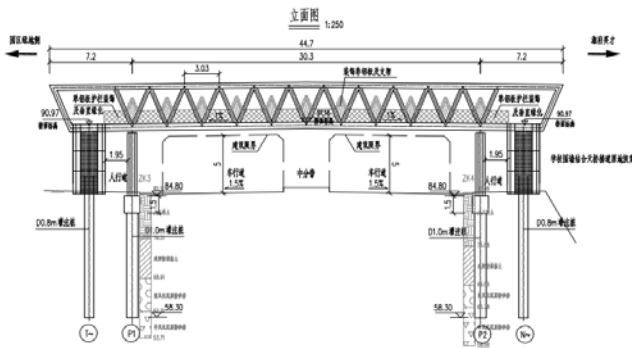


图4 桥型布置立面图

2.3 绿化景观设计

天桥栏杆两侧垂直绿化设计。绿植主要品种可选择鸭脚木、五叶地锦、多花紫藤等；在天桥一侧需预埋给水接管，DN2.5PE管200m，接通垂直绿化墙。

2.4 夜景亮化设计

夜景亮化为功能性照明以及钢结构亮化照明，功能照明采用LED筒灯、钢结构亮化照明采用LED射灯。光源主要选用高效节能、长寿命的新型LED光源，为行人天桥节约大量能源，最大限度降低工程的运行费用。在天桥桁架上下角点设置泛光射灯。



图5 夜景亮化效果图

3 计算分析

本次计算采用Midas Civil 2015及理正工具箱7.0PB1进行结构计算，分别验算承载能力极限状态和正常使用极限状态梁、柱的承载能力。

3.1 结构概述

主桥和梯道均采用钢结构，下部结构为钢筋混凝土结构，桥台为埋置式桥台，柱式桥墩，主桥桩基为直径1.0m钻（冲）孔灌注桩，梯道桩基为直径0.8m钻（冲）孔灌注桩。

3.2 计算参数

3.2.1 主桥钢桁架采用（Q345qC）钢材。

钢材Q345qC：弹性模量 $E=2.1E5\text{Mpa}$ ；剪切模量 $G=0.81E5\text{Mpa}$ ；容许轴向应力 200Mpa ；容许弯曲应力 210Mpa ；容许剪应力 120Mpa 。

3.2.2 荷载

一期恒载：结构自重，钢材容重取 78.5kN/m^3 ；二期恒载：主梁铺装 14.8kN/m ；单侧栏杆 0.5kN/m ；单侧冲孔铝板装饰（含支架） 1kN/m ；主桥单侧垂直绿化 1kN/m ；楼梯荷载 每个支座最大反力 45kN ；梯道铺装 3.5kN/m ；人群荷载： 4.5kN/m^2 ；支座沉降：各墩沉降 0.5cm ；体系整体升降温：升温 25°C ，降温 20°C 。

3.2.3 计算内容

本桥为钢结构，根据结构恒载、活载、温度、沉降等附加荷载进行验算，标准组合一：恒载+人群荷载+风荷载+支座沉降+整体升温（ $+25^\circ\text{C}$ ）；标准组合二：恒载+人群荷载+风

荷载+支座沉降+整体降温（ -20°C ）^[4]。

3.3 主桁架计算

3.3.1 结构计算模型

采用Midas2015对结构进行计算，支座处为弹性约束，约束刚度按实际支座刚度计算。

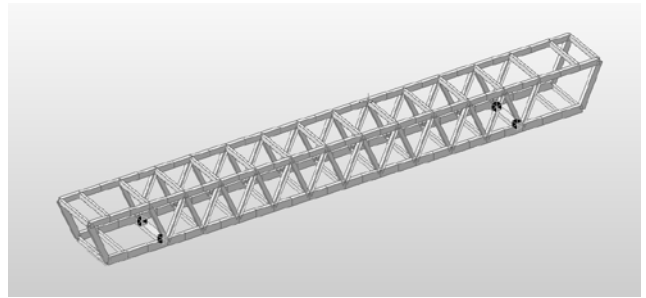


图6 结构计算模型

主桥支点在组合一、组合二工况下，最大支反力 611.1kN ，采用GJZ400x400x84，承载力 1186kN ，满足要求。

3.3.2 结构位移

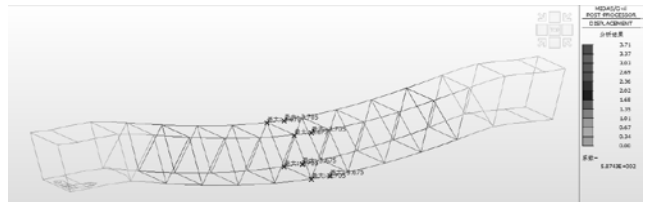


图7 自重作用下结构竖向位移（mm）

结论：结构在组合二作用下最大竖向位移为 $15.4\text{mm}<7.2\text{m}/300=24\text{mm}$ ，满足规范要求，结构在恒+0.5活载作用下最大竖向位移 $8.24\text{mm}<30.3\text{m}/1600=18.9\text{mm}$ ，不设预拱度。

3.4 下部结构计算

3.4.1 计算模型

天桥为静定结构，下部均为压弯构件，由上部结构模型得知，梯道中间桥墩为最不利位置，对天桥主桥桥墩及梯道中间桥墩进行验算，梯道桥台构造配筋，梯道墩台桩基配筋一致。

主桥桥墩立柱及桩基中心对中，承台实质上为桩顶联系梁，构造配筋处理。天桥上部传递到桥墩主要为竖向荷载。主桥桥墩离车行道较近，需验算汽车撞击工况，梯道桥墩离车行道较远，不验算汽车撞击工况。

3.4.2 桥墩立柱计算

主桥桥墩荷载：N=611.1kN、P（汽车撞击）=1000kN，作用点1.2m高。q风=2.3kN/m²，作用点2.5m高。主桥桥墩断面可以等效为D850mm圆形断面进行验算。主桥桥墩受力较为简单，采用理正工具箱7.0PB1进行验算。

3.5 已知条件及计算要求

已知条件：圆形柱；D=850mm；计算长度 L=5.50m；砼强度等级 C40， $f_c=19.10\text{N/mm}^2$ $f_t=1.71\text{N/mm}^2$ ；纵筋级别 HRB400， $f_y=360\text{N/mm}^2$ ， $f_y'=360\text{N/mm}^2$ ；箍筋级别 HRB400， $f_y=360\text{N/mm}^2$ 轴力设计值 N=611.10kN；弯矩设计值 $M_x=1229.00\text{kN}\cdot\text{m}$ ， $M_y=0.00\text{kN}\cdot\text{m}$ ；剪力设计值 $V_y=0.00\text{kN}$ ， $V_x=0.00\text{kN}$ 。

3.5.1 受剪计算

根据《混凝土规范》6.3.15条，圆形截面按照等效惯性矩方柱计算： $b=1.76 \times r=1.76 \times 425=748\text{mm}$ ，

$h_0=1.6 \times r=1.60 \times 425=680\text{mm}$ ；剪力为零，采用构造配筋：箍筋最小配筋率：0.40%；由于箍筋不加密，故 $\rho_{vmin}=0.4\% \times 0.5=0.2\%$ 计算箍筋构造配筋 A_{svmin}/s ：

$$\frac{A_{svmin}}{s} = \frac{\rho_{min} r^2}{r - a_s} = \frac{0.0020 \times 425 \times 425}{425 - 50} = 0.963 \text{ mm}^2 / \text{mm}$$

$$\frac{A_{sv}}{s} = \frac{A_{svmin}}{s} = 0.963 \text{ mm}^2 / \text{mm}$$

3.5.2 配置钢筋

纵筋：20E25 (9817mm² $\rho=1.73\%$) > $A_s=9417\text{mm}^2$ ，配筋满足。箍筋：E12@100 (2262mm²/m $\rho_{sv}=0.27\%$) > $A_{sv}/s=963\text{mm}^2/\text{m}$ ，配筋满足。

主桥桩基桩底反力 $P_1=611.1+0.56 \times 5.5 \times 26$ (桥墩重) + $4.8 \times 1.4 \times 1.5 \times 26$ (承台重) + $3.14 \times 0.25 \times 25 \times 26$ (桩自重) = 1464.2kN；梯道桥墩立柱仅承受竖向荷载，不考虑汽车撞击作用，为小偏心压弯构件，计算同主桥桥墩过程从略，梯道桩基桩底反力 $P_2=254.5+0.34 \times 3.6 \times 26$ (桥墩重) + $3.14 \times 0.16 \times 25 \times 26$ (桩自重) = 613.3kN。

4 结语

本项目方案设计时考虑了总体设计、结构设计、绿化景

观以及夜景亮化设计，同时还对结构进行了详细的计算，计算结果满足相关要求，保证人行天桥主体结构的安全性。天桥的钢桁造型、绿化景观以及夜景亮化使得宜春路人行天桥成为城市的一道风景。

参考文献

- [1] 林月云. 某钢管桁架人行栈道荷载试验方法研究[J]. 福建建筑, 2021(12): 77-80.
 - [2] 林龙海. 某多跨连续钢箱梁人行天桥荷载试验研究[J]. 福建建材, 2020(06): 25-28.
 - [3] 吴植安. 拱梁组合的钢结构人行天桥静载试验研究及承载力评定[J]. 太原理工大学学报, 2020, 51(02)
 - [4] 关清杰, 王大千. 下承式小半径曲线景观钢桁架桥关键结构部位设计探讨[J]. 北方交通, 2020(02): 37-40.
 - [5] 杨梓. 腹杆倾角对双层钢桁架桥受力的影响[J]. 城市道桥与防洪, 2019(06): 121-125+15-16.
 - [6] 刘士洋, 张学富, 张斌. 某人行天桥钢箱梁结构性能检测与分析[J]. 西华大学学报(自然科学版), 2018, 37(06): 67-72.
- 作者简介：
蒋望(1983.6-), 男, 汉族, 湖南宁远, 博士, 高级工程师, 路桥及综合管廊。

(上接第577页)

四、结语

综上所述,在我国节水理念不断深入的背景下,高效节水理念在农田水利灌溉工程中具有的应用价值因此变得愈发明显,为此,在落实农田水利灌溉工程建设活动时,相关部门需树立起科学的高效节水理念,并通过将其贯彻到农田水利灌溉工程建设活动中去的同时,从本质上提升我国农田灌溉用水的利用效率。结合实际情况来看,在当前社会,以高效节水理念为基础的农田水利灌溉工程建设活动中常用的节水技术有喷灌、滴灌以及低压管道灌溉等,为了进一步确保高效节水理念下农田水利灌溉工程的建设效果,相关部门还需在做好节水灌溉技术的选择工作,从而在全面确保农田灌溉效果的过程中,为我国农业经济可持续发展目标的实现提供更为充分的保障。

参考文献

- [1] 田雷. 通渭县小型农田水利灌溉工程建设和运行管理思考[J]. 南方农业, 2020, 14(29): 193-194+215.
- [2] 高艳丽. 浅谈我国农村水利管理中存在的问题及改进措施[J]. 长江技术经济, 2020, 4(S1): 76-78.
- [3] 晏得勋. 农田水利灌溉工程规划设计与灌溉技术的思考[J]. 信息记录材料, 2018, 19(05): 9-10.
- [4] 邵建涛. 关于农田水利工程的规划设计及其灌溉技术的分析[J]. 科技视界, 2018(15): 147-148.
- [5] 王明阳. 农村农田水利灌溉工程管理中存在的问题及对策[J]. 江西农业, 2019(10): 52.
- [6] 赵环宇. 浅谈农田水利灌溉工程管理的现状及具体管理策略[J]. 科技创新与应用, 2017(14): 201.