

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2023.05.064

# 城市桥梁邻近既有高速铁路隧道工程设计要点分析

## ——以解放大街工程为例

董士杰

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司,上海市 200092]

**摘要:**通过对新建桥梁工程边界条件、与铁路安全相关的工程控制标准的理论计算、施工及运营期监测、其他铁路防护措施等几个方面的探讨,同时结合解放大街实际工程的建设情况,简要总结了新建城市桥梁工程邻近既有高速铁路隧道工程的设计要点,为类似工程在设计、施工、运营阶段提供参考。

**关键词:**城市桥梁;高速铁路隧道;设计要点

**中图分类号:** TU361

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1009-7716(2023)05-0248-04

### 0 引言

近年来,随着我国交通基础设施建设的快速发展,铁路路网和城市道路路网密度越来越大,城市中的城市道路与铁路互相影响的情况也越来越多。在城市道路建设过程中,不可避免地存在新建桥梁工程涉及既有铁路工程的情况。其中,高速铁路作为其中最高等级客运铁路,其边界条件及安全控制标准尤为苛刻,因此涉及既有高速铁路的桥梁工程,在设计阶段应当采取合适的设计方案、施工监测方案以及符合铁路安全要求的防护措施,以免对既有高速铁路产生不利影响。

对于该类问题,王菲等<sup>[1]</sup>研究表明,采用防护桩施工所引起的临近铁路桥梁基础位移能够满足铁路防护相关要求;孙宗磊<sup>[2]</sup>首次在既有运营高铁上实现了实时自动化监测,且保证了对既有运营高速铁路的影响符合相关安全要求;阮雷等<sup>[3]</sup>研究表明,在满足地表沉降要求的条件下可适当减少新建工程埋深,以避免对既有铁路的不利影响;郭全元<sup>[4]</sup>研究表明,基坑附近地表堆载有利于减小既有铁路桥梁基础的位移;顾津申<sup>[5]</sup>研究表明,当既有铁路桥梁附近有堆载时,应当进行相应的涉铁安全评估,控制堆载的尺度,以免对既有铁路产生不利影响。然而,目前针对新建城市桥梁工程临近既有高速铁路隧道工程的相关研究较少。

本文结合工程案例,通过对新建城市桥梁临近

既有高速铁路隧道工程的分析,提出了相应的工程设计要点;同时根据项目报批情况、施工期及运营期的监测结果,对设计要点及分析结果进行了验证。

### 1 工程概况

解放大街道路工程位于京石客专东侧,道路与铁路线位大致平行,涉及铁路安全范围全长约4.5 km。本文重点讨论其中1处典型节点:解放大街跨裕华路桥节点工程。

裕华路桥节点平面图见图1,裕华路桥节点最不利处断面示意图见图2。

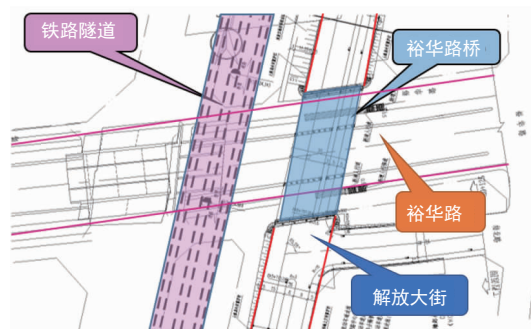


图1 裕华路桥节点平面图

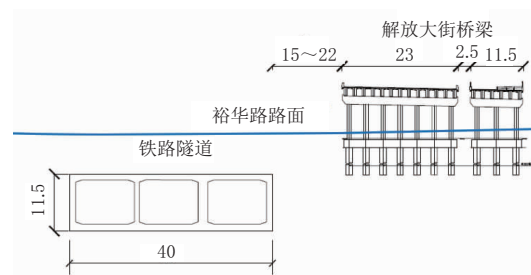


图2 裕华路桥节点最不利处断面示意图(单位:m)

解放大街跨裕华路桥(道路里程K5+751.564~K5+834.343,设计速度50 km/h,城市主干路,桥梁设

收稿日期:2022-07-07

作者简介:董士杰(1987—),男,硕士,工程师,主要从事道路工程研究工作。

计荷载城市-A级,3跨简支T梁)临近京石客专隧道工程(铁路里程DK282+176~DK282+267,设计速度目标值为350 km/h,3孔矩形隧道),桥梁走向大致平行于隧道走向,与隧道水平距离最小处为20 m。

裕华路桥上部结构为3跨简支T梁桥,跨径布置为25.420 m+31.939 m+25.420 m,斜交斜做,斜交角度约21°,中间采用连续桥面形式,两边设伸缩缝。下部结构采用平头盖梁,立柱采用钢筋混凝土立柱,承台下方采用直径为1 200 mm的钻孔灌注桩。

## 2 铁路安全控制标准

参考国内同类工程经验,既有铁路隧道结构安全控制标准见表1。根据《高速铁路无砟轨道线路维修规则(试用)》的规定,速度为350 km/h的轨道结构控制标准见表2。

表1 隧道结构安全控制标准 单位:mm

隧道结构允许沉降控制值	隧道结构允许上浮控制值	隧道结构允许水平位移控制值	差异沉降控制值
≤5	≤5	≤3	≤1

表2 速度为350 km/h的轨道结构控制标准

项目	控制值
轨距/mm	+4/-2
水平/mm	4
高低/mm	4
轨向(直线)/mm	4
扭曲(每3 m)/mm	3
轨距变化率	1/1 000

## 3 设计要点分析

(1)桥梁设计中应当考虑新建桥梁与既有铁路之间的位置关系,即边界条件应满足《公路铁路并行路段设计技术规范(JT/T 1116—2017)》中关于公路、铁路并行间距的要求(本工程并行等级为Ⅲ级,最小间距15 m)。

(2)桥梁设计中应当针对施工期间、施工后运营期间的各类情况进行理论计算,且计算结果需满足铁路安全相关控制标准。

(3)施工期间及施工完成后运营期间,各项指标应当满足控制标准的相关要求。

(4)设计方案中,防护措施应当满足《公路铁路并行路段设计技术规范》中第8.2条的相关要求。

## 4 理论模型计算

计算软件:Midass-GTS。

模型说明:建立整体三维有限元模型,包括铁路隧道区间、梁桥结构、周边土体。根据有限元计算原理及软件的计算能力,确定计算规模。其中,桩基施工模拟采用Midass-GTS NX计算模块进行计算,根据地勘资料,分层模拟土层特性,通过逐段开挖地层来模拟钻孔灌注桩的施工过程。本次计算分析采用的模型长度为270 m,宽度200 m,高度49.8 m。模型共划分成545 370个单元。模型整体示意图见图3,模型相对位置关系示意图见图4。

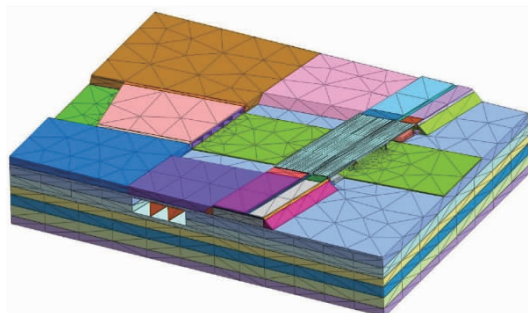
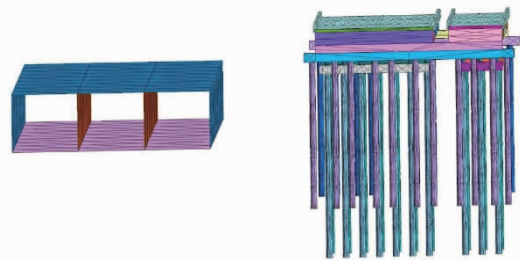


图3 模型整体示意图



(a)隧道模型断面示意图 (b)桥梁模型横断面示意图

图4 模型相对位置关系示意图

模型假设:(1)计算假定各层土体均为各向同性;(2)土体进行弹塑性计算,混凝土结构进行弹性计算;(3)采用施工步骤来模拟主要施工过程,考虑施工过程中位移的变化,不考虑因时间效应引起的变化;(4)对桥梁结构进行了一定的简化,忽略支座、坡度、桥面铺装及装修工程的影响;(5)计算模拟不考虑隧道原有围护结构的有利影响;(6)不考虑因打桩等施工引起振动的不利影响。

本构关系:土体本构关系采用修正摩尔库仑本构模型,进行弹塑性计算;结构采用线弹性本构模型,进行弹性计算。

土体计算参数见表3,模型计算参数见表4。

模型边界条件:模型中各层土体均按天然重度考虑,计算荷载包括结构及土体的自重荷载。位移边界条件:土体模型的顶面为自由边界,底面为竖向约束,四周为法向约束。

施工荷载:桥梁施工过程中会引起施工荷载,按照工程经验取值为10 kPa。运营期荷载:均布荷载标

表3 土体计算参数

名称	重度 / ( $\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$ )	压缩模量 $E/\text{MPa}$	泊松比	黏聚力 $C/\text{kPa}$	摩擦角 / ( $^{\circ}$ )
路基	20.0	8.00	0.3	30.0	36.0
杂填土	18.0	5.15	0.3	5.0	10.0
新黄土	18.9	4.74	0.3	16.5	23.7
细砂	20.6	4.60	0.3	2.0	30.0
中砂	20.1	4.60	0.3	2.0	30.0
粗砂	21.0	4.60	0.3	2.0	30.0
粉黏土	19.1	6.16	0.3	19.6	16.9
砾砂	20.0	4.60	0.3	2.0	30.0

表4 模型计算参数

名称	单元类型	弹性模量 /GPa	泊松比
隧道 C35	2D 板单元	31.5	0.2
涵洞 C35	实体单元	33.5	0.2
预应力混凝土 T 梁 C50	实体单元	34.5	0.2
片石混凝土 C25	实体单元	12.0	0.25
盖梁、立柱、桥台、承台 C40	实体单元	32.5	0.2
桩 C30 水下混凝土	实体单元	33.5	0.2

准值  $q_k=10.5 \text{ kN/m}$ , 集中荷载标准值按最不利取  $P_k=360 \text{ kN}$ 。

## 5 计算结果

### 5.1 施工前

由于既有铁路运营时间超过 10 a, 且根据铁路运营期间的长期监测情况, 可假定既有铁路位移已经收敛。

### 5.2 施工完成时(含桩基及桥梁上下部结构施工)

土体竖向位移云图见图 5, 其中桥梁最大竖向位移值为  $-3.49 \text{ mm}$ ; 隧道结构竖向位移云图见图 6, 其中最大竖向位移值为  $-1.93 \text{ mm}$ ; 隧道结构水平位移云图见图 7, 其中最大水平位移值为  $-0.29 \text{ mm}$ , 指向桥梁方向为正; 隧道结构横断面位移变化见图 8。

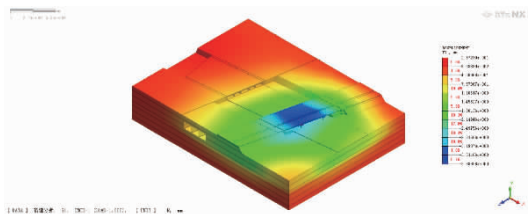


图5 土体竖向位移云图(桥梁最大竖向位移值  $-3.49 \text{ mm}$ )

### 5.3 施工后运营期间(24个月)

土体竖向位移云图见图 9, 其中桥梁最大竖向位移值为  $-5.66 \text{ mm}$ ; 隧道结构竖向位移云图见图 10, 其中最大竖向位移值为  $-3.13 \text{ mm}$ ; 隧道结构水平位

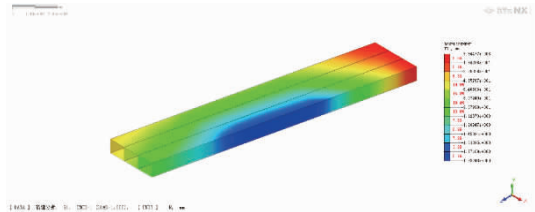


图6 隧道结构竖向位移云图(最大竖向位移值  $-1.93 \text{ mm}$ )

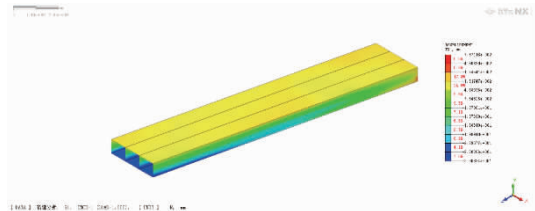


图7 隧道结构水平位移云图(最大水平位移值  $-0.29 \text{ mm}$ , 指向桥梁方向为正)

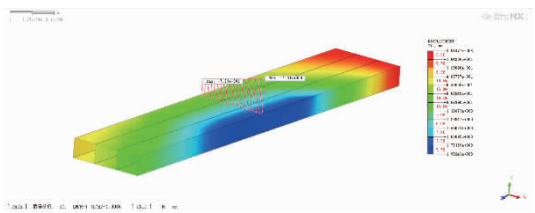


图8 隧道结构横断面位移变化(施工完成时)

移云图见图 11, 其中最大水平位移值为  $-0.45 \text{ mm}$ , 指向桥梁方向为正; 隧道结构横断面位移变化见图 12。

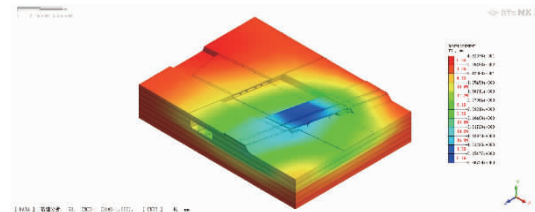


图9 土体竖向位移云图(桥梁最大竖向位移值  $-5.66 \text{ mm}$ )

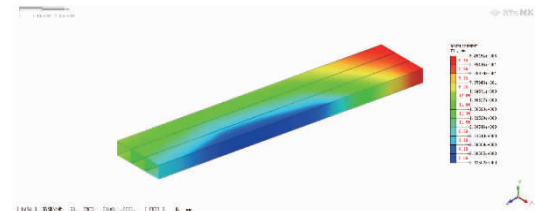


图10 隧道结构竖向位移云图(最大竖向位移值  $-3.13 \text{ mm}$ )

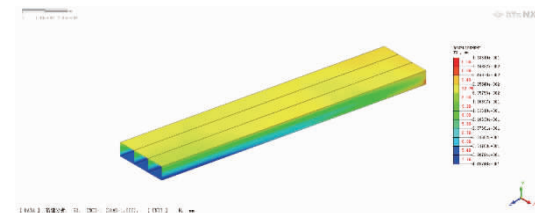


图11 隧道结构水平位移云图(最大水平位移值  $-0.45 \text{ mm}$ , 指向桥梁方向为正)

轨道结构竖向、水平位移云图见图 13、图 14。

由图 13、图 14 可见: 轨道结构最大竖向位移为  $-2.95 \text{ mm}$  (向下沉降趋势); 轨道结构最大水平位移为  $-0.43 \text{ mm}$  (趋势为远离桥梁方向)。

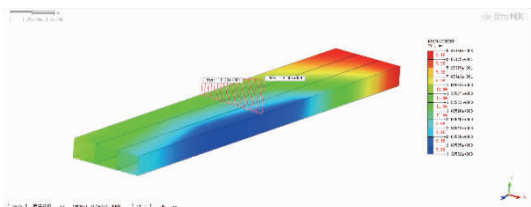


图 12 隧道结构横断面位移变化(运营期间)

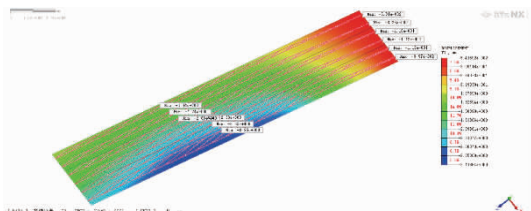


图 13 轨道结构竖向位移云图(单位:m)

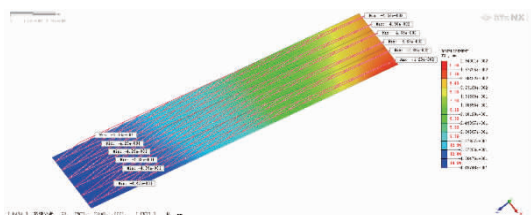


图 14 轨道结构水平位移云图(单位:m)

综合以上计算结果可见:该设计方案满足隧道结构及轨道结构控制标准。

## 6 施工及运营期监测

施工中及运营期对桥梁及附近路基、铁路隧道结构及轨道变形进行监控测量,以动态掌握隧道的安全状况。

在施工中及运营期间(24个月),隧道结构和轨道结构的监测结果汇总见表5、表6。

由表5、表6可知:施工完成时及运营期间的实际控制指标全部小于理论计算值,且小于铁路安全控制标准。

表 5 隧道结构监测结果汇总

阶段	隧道结构最大沉降值/mm	隧道结构最大水平位移值/mm
施工前		
施工完成时	-1.25	-0.17
运营期间	-2.25	-0.33

表 6 轨道结构监测结果汇总

项目	位移量/mm
轨道结构最大竖向位移	-2.11(向下沉降趋势)
轨道结构最大水平位移	-0.25(趋势为远离桥梁方向)

## 7 结 语

(1)新建工程边界条件满足铁路相关规范、规定要求。

(2)施工及运营期理论计算结果满足铁路安全相关控制标准。

(3)施工及运营期监测结果满足铁路安全相关控制标准。

(4)以工程防护措施满足铁路安全相关要求等4个设计要点作为工程建设基本原则,顺利完成了本项目的设计评审、项目报批、施工及运营期检测,为类似工程提供了一定的参考。

### 参考文献:

- [1] 王菲, 嵇一. 基坑开挖对既有铁路桥基础变位的影响分析[J]. 铁道工程学报, 2012(8):6.
- [2] 孙宗磊. 石济客专临近既有高速铁路桥梁设计[J]. 铁道工程学报, 2016, 33(2):6.
- [3] 阮雷, 寿蕴奇, 鲁茜茜, 等. 盾构隧道埋深对临近铁路桥梁的影响分析[J]. 隧道建设(中英文), 2018, 38(增刊1):8.
- [4] 郭全元. 基坑开挖对临近城际铁路高架桥墩的影响分析[J]. 铁道建筑技术, 2017(10):7.
- [5] 顾津申. 地面堆载对临近高速铁路桥墩沉降影响分析[J]. 铁道勘察, 2017, 43(1):4.

# 《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](mailto:cdq@smedi.com)