

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2022.11.012

改扩建市政道路下穿高速铁路设计方案探讨

蔡汗,符健,张小强

(中国市政工程中南设计研究总院有限公司,湖北武汉 430000)

摘要:以改扩建市政道路下穿高速铁路工程实例,探讨改扩建市政道路涉铁段的下穿设计方案,对比分离式路基方案和半路半桥方案,分析半路半桥方案在改扩建市政道路下穿高速铁路中的优势;采用数值模拟验证桥梁施工对铁路基础沉降变形影响,结果显示满足规范要求;并提出施工措施和监测要求,为类似工程提供经验参考。

关键词:市政道路;下穿高铁;半路半桥方案;分离式路基方案

中图分类号: U412.3

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)11-0043-04

0 引言

伴随着社会经济的迅猛发展,我国高铁通车里程在 2021 年底已达到 4.1 万 km,稳居世界第一,且 80% 以上均为桥梁形式。与此同时,新改建的市政道路项目与高铁桥梁立体交叉现象愈加频繁,常见的下穿构筑物方案有路基、桥梁、桩板结构、“U”型槽等。为保证高铁结构和运营安全,下穿方案的合理选择将成为项目能否顺利实施的关键因素。

1 常见下穿方式^[1]

1.1 路基下穿

当高速铁路桥下净空满足通行高度,地基土基本承载力大于 180 kPa 且路基填筑高度不大于 1 m 时,可采用路基方式下穿^[2]。其优点为施工方便,造价经济;缺点为路基附加应力直接作用于桥梁桩基及承台,桩基承台将产生不均匀沉降和水平位移,有可能导致墩台变形超限。

1.2 桥梁下穿

在非岩石地基且高速铁路净空满足设置桥梁条件时,应优先采用桥梁下穿^[2]。采用桥下建桥的方式,能使高铁桥梁和市政桥梁受力相对独立,对高铁桥墩的影响减到最小。且施工时采用相应的措施保护既有桩基和铁路运营,在有条件的情况下采用桥梁方式下穿高铁应为首选。

1.3 桩板结构下穿

当高速铁路桥下净空满足通行高度,且不具备设置桥梁条件,且地质条件不适宜采用路基结构下穿时,宜采用桩板结构下穿^[2]。桩板结构由钢筋混凝土桩基和承载板组成,通过桩土、板土之间共同作用,充分减少对铁路墩台的影响。

1.4 “U”型槽下穿

“U”型槽适用于铁路桥下净空不满足市政道路通行净空要求的情况,利用钢筋混凝土底板扩散路基结构附加应力对墩台变形的影响,利用侧墙承受车辆撞击荷载,保护桥墩。

2 工程实例

2.1 项目概况

恩施市某改扩建市政道路为城市主干路,双向 6 车道,设计车速 40 km/h^[3],规划红线宽 36 m。该项目在 K0+428~K0+452 段下穿沪蓉高速铁路桥梁,下穿角度为 78°,铁路桥下净空 >20 m。沪蓉高速铁路为国铁 I 级铁路,设计车速 160 km/h。铁路桥上部结构为 4 孔 32.6 m 后张法预应力混凝土简支 T 梁,下部结构为圆端形桥墩,桥梁全长 145.96 m,道路从第 2、3 桥孔间下穿铁路,铁路桥跨度为 32.6 m+32.6 m。扩建前现状道路为二级公路,路基宽度为 12 m,从铁路桥第 3 孔下穿。

项目采用东西分幅的方式下穿既有铁路桥,西幅为现状路基改造,东幅为新建,拟采用路基或桥梁方式下穿。

项目地理位置图如图 1 所示。

收稿日期: 2022-01-14

作者简介:蔡汗(1991—),男,硕士,工程师,从事道路桥梁设计研究。

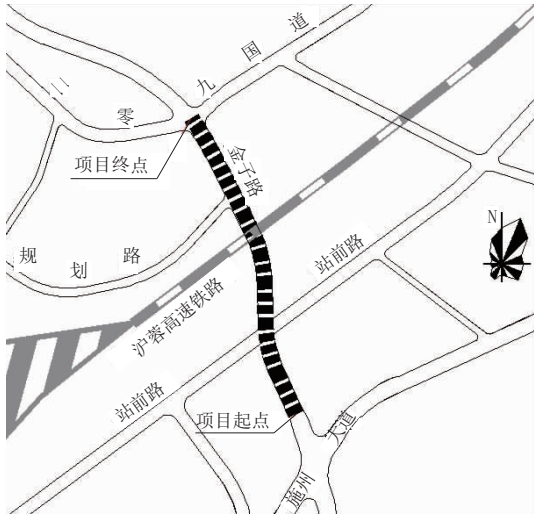


图1 项目地理位置图

2.2 地质条件

根据地勘报告,涉铁段场地 15 m 深度范围内主要为素填土、强风化粉砂岩,其力学参数见表 1。

表 1 岩土力学参数表

层号	岩土名称	基本承载力 f_{ak} /kPa	压缩模量 E_s /MPa	黏聚力 C_k /kPa	内摩擦角 ϕ /($^{\circ}$)
1	素填土	180	4.0	26	12
2	强风化粉砂岩	350	41.0		

2.3 下穿方案设计

(1) 平面线位设计

本项目在 K0+428~K0+452 段范围内下穿沪蓉高铁,下穿段长度约 24 m。按道路规划线形,道路路基范围已侵入既有沪蓉高铁桥墩及承台上部空间,致使市政路车道宽度不足,不满足规范要求,按照规划线形项目无法实施。

为保障铁路运营安全及市政道路顺利实施,需调整道路规划线位,采用分离式断面方案分幅下穿铁路桥跨,避免道路与沪蓉高铁桥墩及承台的位置冲突。分幅后的道路从铁路桥第 2、3 孔间下穿。

西幅下穿段为直线,东幅下穿段位于圆曲线范围内,圆曲线半径为 251 m。依据《公路与市政工程下穿高速铁路技术规程》,桥梁、路基护栏外侧与高速铁路桥墩的净距不宜小于 2.5 m,除桥梁外的下穿工程结构边缘线投影不应侵入高速铁路桥梁承台。本项目左幅路基侧距离既有铁路桥承台边缘最小净距 3.1 m,右幅桥梁或路基侧离高速铁路桥墩最小净距为 2.7 m,下穿工程结构边缘线投影未侵入高速铁路桥梁承台范围,满足规范要求。

规划道路下穿沪蓉高铁平面布置如图 2 所示,调整后道路下穿沪蓉高铁平面布置如图 3 所示。

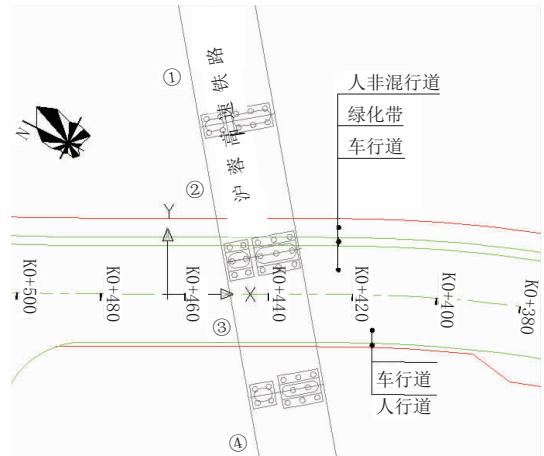


图2 规划道路下穿平面设计图

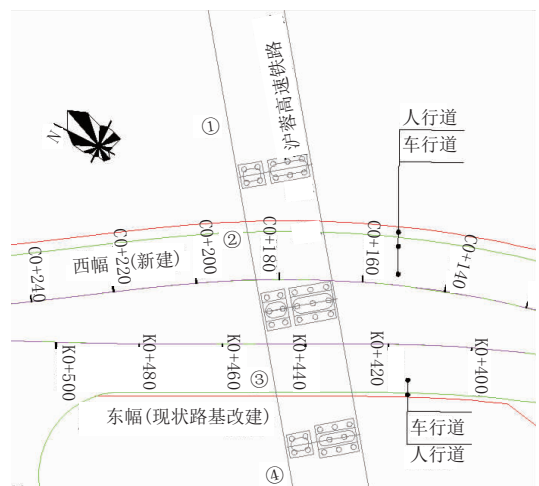


图3 调整后道路下穿平面设计图

(2) 纵断面设计

道路西幅纵坡为 1.475%,道路东幅纵坡为 2.735%和 4%,满足城市主干路规范要求。涉铁段西幅较现状二级公路地面高约 0.8~1 m,涉铁段东幅较现状地形高约 2~3 m。

(3) 横断面设计

结合工程实际条件,本项目在下穿高铁段采用分离式断面方案,西幅利用原二级公路 12 m 宽路基改建后下穿高铁铁路桥第 3 孔,并在第 2 孔扩建东幅。东幅可采用的方案有路基方案和桥梁方案两种。两幅中间采用 1~15 m 变宽式绿化带分隔,并采用 SS 级防撞墙保护现状高铁桥墩。

分离式路基方案断面为:1.5 m 人行道 +11.5 m 车行道 +0.6 m SS 级混凝土防撞墙 +1~15 m 中央分隔带 +0.6 m SS 级混凝土防撞墙 +11.5 m 车行道 +2 m 人行道。

(4) 下穿铁路方案比选

道路西幅设计高程较现状地面高约 0.8~1 m,直接利用既有路基改造下穿。道路东幅设计高程需抬

高 2~3 m,本文主要对东幅下穿方案进行比较。

a. 方案一:分离式路基方案。

西幅利用既有路基改造下穿。为减少填方路基附加应力引起的路基沉降,避免路基边坡脚边缘侵入桥梁墩台,东幅采用轻质土路基+重力式挡墙支护填筑方案。首先对原地面进行清表 30 cm,然后修筑重力式路肩墙,再分层填筑轻质材料至路床顶后铺筑路面结构,填料碾压应采用静压施工。方案一如图 4 所示。

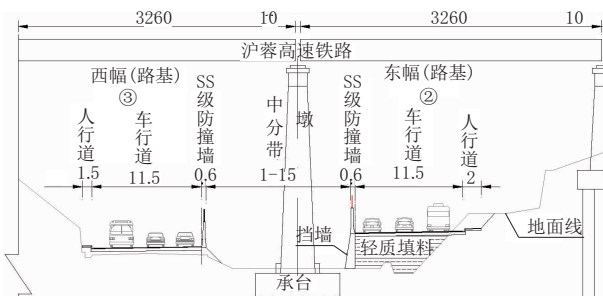


图 4 横断面设计图 - 分离式路基方案(单位: m)

b. 方案二:半路半桥方案。

西幅利用既有路基改造下穿。东幅采用 3~30 m 预应力混凝土连续箱梁,桥梁总长 90 m,其中第二跨 30 m 跨径正下穿铁路桥。

上部预应力混凝土连续箱梁采用单箱双室结构,箱梁宽 14.5 m,箱梁高 2.0 m,悬臂宽度 2.5 m。普通段箱梁顶板厚度 0.28 m,底板厚度 0.25 m,腹板厚度 0.5 m。桥面设 10 cm 厚沥青混凝土铺装层,桥梁两端设 80 型伸缩缝,支座采用盆式橡胶支座,桥面标准横坡为 1.5%。上部结构采用搭设(挖孔桩+桩顶分配梁+型钢+小分配梁)支撑体系,混凝土箱梁现浇的施工方法。

下部结构采用桩柱式桥墩,墩柱直径 1.5 m,桩基础采用 $\phi 1.8$ m 钢筋混凝土钻孔桩。下部结构采用基坑开挖+钢板桩支护的施工方法。桩基距离桥墩最小中心距为 11.3 m,满足规范最小中心距 $6D=6 \times 1.8=10.8$ m 的要求。方案二如图 5 所示。

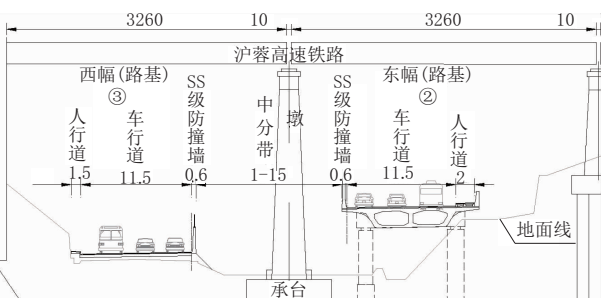


图 5 横断面设计图 - 半路半桥方案(单位: m)

综合考虑施工安全、施工工期、对铁路影响及造价,结合项目实际条件,推荐采用半路半桥方案(见表 2)。

表 2 方案比选表

方案	施工安全	施工周期	对铁路影响	造价 / (元·m ²)
分离式路基方案	东幅填方路基碾压存在安全风险	均为路基方案,施工方便、周期较短	东幅新建路基填高较大,路基路面及车辆荷载产生的附加应力对墩台影响较大	1 500
半路半桥方案	采用钻孔灌注桩和现浇梁施工,施工安全较易保证	东幅为桥梁方案,总施工周期较长	东幅新建桥梁,桥梁及行车荷载直接通过桩基传递,对铁路墩台影响很小	6 000

3 有限元数值分析

为了解新建市政立交桥对铁路桥的影响程度,设计采用 Midas-GTS NX 对工点进行数字模拟^[4]分析。计算模型图如图 6 所示,桥梁桩基承台位移云图如图 7 所示。

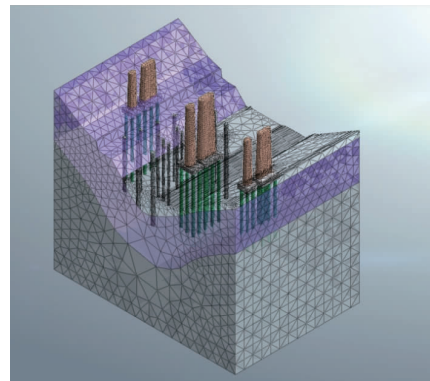


图 6 计算模型图

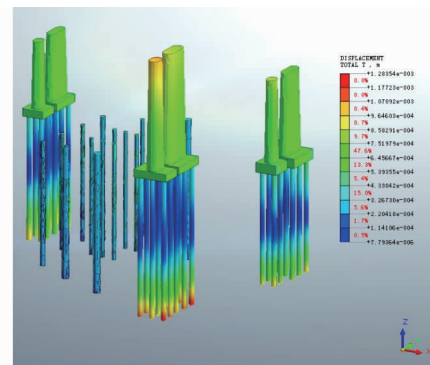


图 7 桥梁桩基承台位移云图

由计算结果看出:桥梁施工引起的铁路基础最大沉降为 1.28 mm,满足公路与市政工程下穿高速铁路技术规程 3.0.3 的规定,对铁路桥梁的影响很小。

4 施工措施

为保证施工期间铁路桥梁的运营安全,下穿路

基及桥梁施工应严格按照铁路管理部门要求执行。

(1)保证施工期间对桥梁墩台的实时监测。

(2)涉铁段道路路基及路面施工时应采用静压,避免震动碾压,以降低对铁路墩台的影响。

(3)施工期间应采取硬隔离设施保护铁路桥墩,并避免大型施工设备靠近桥墩或在墩台路基上行走碾压。

5 监测要求

本工程在施工时,需要对高铁的墩台的水平位移、竖向位移、倾角进行监测。当实测变形值超过预警值时,应立即停止施工,并及时通知设计及铁路管理单位,分析变形异常的原因并采取相应安全措施控制变形在安全范围内后方可继续施工。

6 结语

本文研究了改扩建市政道路下穿高速铁路工程实例,探讨了分离式路基方案和半路半桥方案的优缺点。综合考虑施工安全、施工工期、对铁路影响及造价等因素,推荐采用半路半桥方案,并采用数值模拟验证了桥梁施工对铁路基础沉降变形影响,结果显示满足规范要求,并提出了施工措施及监测要求,供同类项目参考。

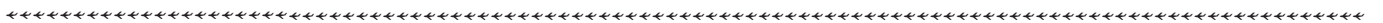
参考文献:

[1] 曾思坡. 城市道路下穿运营高铁桥梁的方案选择[J]. 城市道桥与防洪, 2017(4):36-38.

[2] TB 10182—2017, 公路与市政工程下穿高速铁路技术规程 [S].

[3] CJJ 37—2012, 城市道路工程设计规范[S].

[4] 孙健, 王玉玲. 城镇道路下穿高速铁路的关键技术研究[J]. 中国市政工程, 2021(5):77-81.



《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