

新建铁路桥梁工程穿越既有高铁桥梁安全性影响评估

吕忠楷

中铁第六勘察设计院集团有限公司, 天津 300308

摘 要： 依托新建雄商高铁衡水特大桥下穿既有高铁石济客专跨京九铁路特大桥工程, 采用 Midas GTS-NX 有限元数值模拟计算分析了新建铁路桥梁工程施工对既有高铁桥梁变形的影响, 结果表明: 新建雄商高铁衡水特大桥施工引起既有高铁石济客专跨京九铁路特大桥桥墩最大竖向位移为 -0.835mm , 最大横向水平位移为 0.103mm , 最大纵向水平位移为 -1.887m , 所有的变形均小于变形控制值, 确保既有高铁石济客专运营安全。

关 键 词： 铁路桥梁; 穿越; 既有高铁桥梁; 数值模拟; 安全性

Safety Impact Assessment of the New Railway Bridge Project Crossing Through the Existing High-Speed Railway Bridge

Lv Zhongkai

CHINA RAILWAY LIUYUAN GROUP CO., LTD. Tianjin 300308

Abstract： Relying on the new Xiongshang high-speed railway Hengshui large bridge under the existing high-speed railway shiBeijing-Kowloon railway bridge project, The effect of construction on the deformation is analyzed by Midas GTS-NX, The results show that the maximum vertical displacement of the existing high-speed bridge caused in the construction of the new high-speed railway is -0.835mm , The maximum lateral horizontal displacement is 0.103mm , The maximal longitudinal horizontal displacement was -1.887m , All the deformations are less than the deformation control value, Ensure the safety of the existing high-speed rail passenger operation.

Keywords： railway bridge; crossing; existing high-speed rail bridge; numerical simulation; safety

随着我国城镇化建设的持续推进和高速铁路网不断发达完善, 邻近既有铁路营业线施工建设需求与工程数量日益增多, 其中新建铁路工程穿越既有高铁的情况越来越普遍^[1-6]。由于高速铁路运营速度快, 邻近施工引起的变形可能会对高速铁路运营产生较大的影响, 加上高铁对变形的限制要求比较严苛, 本文依托新建雄商高铁衡水特大桥下穿既有高铁石济客专跨京九铁路特大桥工程, 针对新建铁路桥梁工程穿越既有高铁桥梁安全性影响进行评估, 确保高铁的运营安全。

一、工程概况

新建雄商高铁衡水特大桥于 777#~778# 墩下穿既有高铁石济客专跨京九铁路特大桥 49#~50# 墩, 交叉角度 88° , 桥下净空约 7.07m 。衡水特大桥 777# 墩承台距跨京九铁路特大桥 50# 墩承台边缘最小距离为 8.16m ; 衡水特大桥 778# 墩承台距跨京九铁路特大桥 50# 墩承台边缘最小距离为 10.23m 。平面位置关系图如图 1 所示。

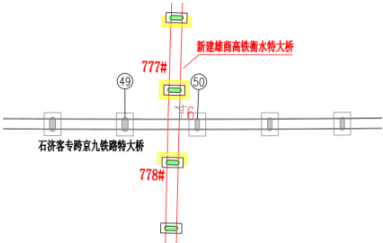


图 1 新建衡水特大桥下穿跨京九铁路特大桥平面关系图

新建雄商高铁衡水特大桥为双线有砟轨道, 下穿处衡水特

大桥上部结构采用 32m 双线简支梁, 下部结构桥墩采用双线圆端形实体墩, 基础均采用钻孔桩基础, 每个桥墩 8 根基桩, 桩径 1.0m 。既有高铁石济客专跨京九铁路特大桥为双线有砟轨道, 下穿处跨京九铁路特大桥上部结构为 32m 双线简支箱梁, 下部结构桥墩采用双线圆端形实体墩, 基础均采用钻孔桩基础, 每个桥墩 12 根基桩, 桩径 1.0m 。

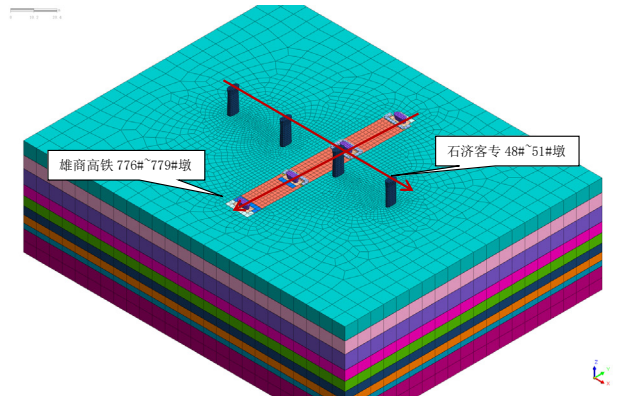
二、有限元模型分析

(一) 三维有限元建模

本文采用有限元分析软件 Midas GTS-NX 建立三维有限元模型进行计算分析, 模型范围长度为 200m , 宽度为 160m , 深度为 60m 。土体采用修正摩尔-库伦模型进行模拟土体的本构关系, 桥梁的桩基、钻孔支护桩采用梁单元模拟, 其他结构均采用实体

单元模拟。铁路桥梁的上部结构以荷载形式加载在桥墩上进行模拟，运营荷载采用均布荷载加载在桥墩上进行模拟。土体水平四周边界采用水平约束，底边界采用竖向约束。三维空间有限元模型如图2所示。

计算范围内的土层以黏土、粉土、粉砂和粉质黏土为主。有限元计算采用的土层参数取值如表1所示。



> 图2 三维有限元模型图

表1 计算土层物理力学参数表

土层编号	土层名称	层厚 (m)	深度 (m)	天然容重 (kN/m ³)	内摩擦角 (度)	粘聚力 (kN/m ²)	压缩模量 (MPa)
1	黏土	8.7	8.7	18.3	10.6	38.2	5.6
2	粉土	7.2	15.9	19.0	26.3	15.1	8.88

3	粉砂	8.5	24.4	18.7	30.0	2.0	9
4	粉砂	5.9	30.3	19.0	30.0	2.0	15
5	粉质黏土	5.6	35.9	19.1	10.7	31.0	8.9
6	粉砂	4.8	40.7	19.0	30.0	2.0	18
7	粉质黏土	4.4	45.1	19.2	15.0	32.0	12
8	粉砂	3.1	48.2	19.0	30.0	2.0	20
9	粉质黏土	11.8	60.0	20.0	18.0	32.0	21

(二) 计算工况及计算步骤

在 Midas GTS-NX 有限元软件中按照实际施工过程进行模型计算。计算步骤为：平衡地应力并位移清零→建立既有高铁石济客专相关结构→位移清零→桩基施工→防护桩施工→基坑开挖→下部结构施工→地基加固、支架预压、梁体浇筑、支架拆除、运营阶段。

(三) 计算结果分析

新建雄商高铁衡水特大桥引起的石济客专跨京九铁路特大桥桥墩累计附加竖向变形、横向及纵向水平变形结果如表2所示。计算结果中，竖向变形结果正值表示隆起，负值表示沉降；横向水平变形结果正值表示指向铁路左侧（面向大里程），负值表示指向铁路右侧；纵向水平变形结果正值表示指向铁路大里程，负值表示指向铁路小里程。以下结果均是施工引起的桥墩累计附加变形，不包括铁路桥梁工后沉降。

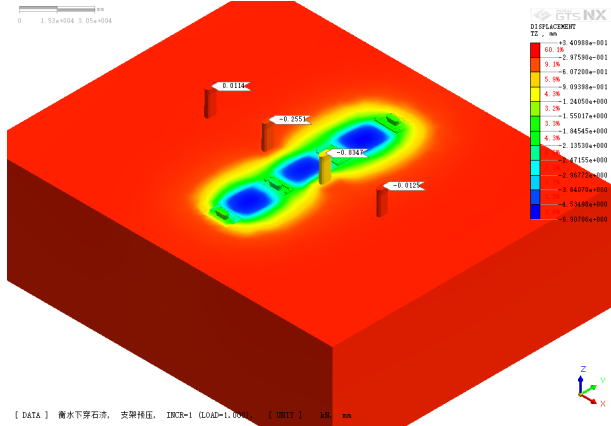
表2 各施工阶段累计附加变形值表

变形值	墩号	施工阶段								
		桩基施工	防护桩施工	基坑开挖	下部结构施工	地基加固	支架预压	梁体浇筑	支架拆除	运营阶段
竖向变形	48	0.001	0.003	0.001	0.005	0.005	0.011	0.012	0.017	0.020
	49	-0.014	-0.048	-0.024	-0.064	-0.070	-0.255	-0.242	-0.215	-0.242
	50	-0.039	-0.138	-0.071	-0.185	-0.204	-0.835	-0.780	-0.607	-0.684
	51	0.000	-0.001	-0.002	-0.001	-0.002	-0.012	-0.012	-0.004	-0.004
横向水平	48	0.000	-0.002	-0.005	-0.004	-0.004	-0.002	-0.003	-0.010	-0.011
	49	-0.003	0.015	0.022	0.002	0.002	-0.017	-0.016	-0.068	-0.073
	50	0.018	0.103	0.099	0.099	0.100	0.094	0.096	0.018	0.032
	51	0.000	0.001	-0.002	-0.002	-0.002	0.002	0.002	-0.007	-0.008
纵向水平	48	0.005	0.007	0.012	0.012	0.010	-0.048	-0.042	0.003	0.002
	49	0.055	0.167	0.099	0.238	0.251	0.626	0.607	0.690	0.772
	50	-0.071	-0.273	-0.149	-0.372	-0.416	-1.887	-1.753	-1.089	-1.220
	51	-0.013	-0.031	-0.024	-0.046	-0.046	-0.018	-0.025	-0.103	-0.113

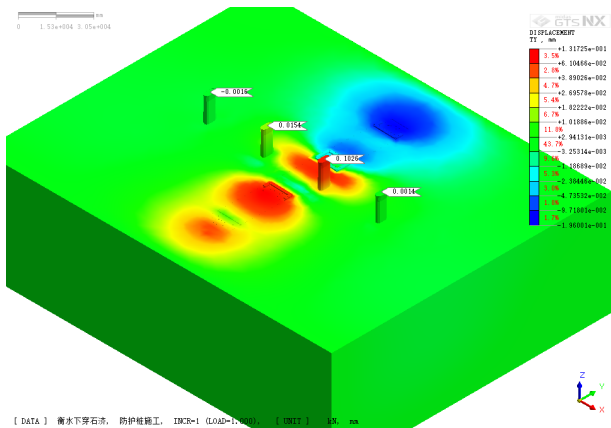
计算结果表明：新建雄商高铁衡水特大桥施工引起的既有高铁石济客专跨京九铁路特大桥桥墩累计附加竖向变形最大值为 -0.835mm，发生在50# 桥墩支架预压阶段，如图3所示；

累计附加横向水平变形最大值为0.103mm，发生在50# 桥墩防护桩施工阶段，如图4所示；累计附加纵向水平变形最大值为 -1.887mm，发生在50# 桥墩支架预压阶段，如图5所示。累计

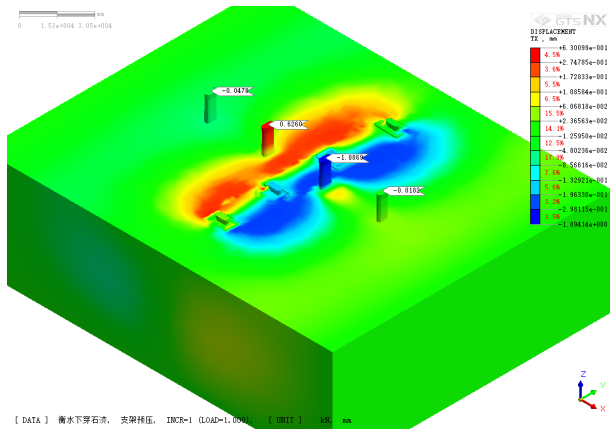
附加竖向变形最大值、横向及纵向水平变形最大值均满足《邻近铁路营业线施工安全监测技术规程》(TB 10314-2021)中规定的高速铁路桥梁墩台 $\pm 3\text{mm}$ 控制值要求^[9]。



> 图 3 支架预压阶段竖向变形云图



> 图 4 防护桩施工阶段横向水平变形云图



> 图 5 支架预压阶段纵向水平变形云图

三、结论

新建雄商高铁衡水特大桥下穿既有高铁石济客专跨京九铁路特大桥工程, 本文依托该实际工程, 通过现场调研、有限元模拟计算和理论分析, 探讨了新建雄商高铁衡水特大桥施工对既有高铁石济客专跨京九铁路特大桥安全性的影响, 结果表明: 新建雄商高铁衡水特大桥施工引起的既有高铁石济客专跨京九铁路特大桥桥墩累计附加最大竖向变形为 -0.835mm 、最大横向水平变形为 0.103mm 、最大纵向水平变形为 -1.887mm , 所有变形均小于变形控制值 $\pm 3\text{mm}$, 同时施工期间应加强对既有高铁桥墩变形监测, 确保既有高铁石济客专运营安全。

参考文献

[1] 谢浩. 新建路基小角度斜穿对既有高铁桥梁的影响研究 [J]. 路基工程, 2020, (05): 18-22.
[2] 解建超. 新建铁路下穿对运营高铁桥梁变形影响研究 [J]. 铁道勘察, 202, 47(03): 51-55+60.
[3] 张华. 新建铁路桥梁斜穿既有高铁对高铁桥墩基础的影响分析 [J]. 山西建筑, 2025, 51(03): 141-145.
[4] 孙宗磊, 李悄. 石济客专桥梁下穿京沪高铁沉降影响分析 [J]. 铁道工程学报, 2013, 30(02): 53-57.
[5] 王景春, 刘旭菲, 侯卫红. 新建桥梁对运营高铁基础变位的影响研究 [J]. 铁道工程学报, 2017, 34(07): 60-65+83.
[6] 蒋小锐, 黄杰, 李楠. 城际铁路明挖隧道下穿既有高铁施工控制技术 & 标准探讨 [J]. 铁道标准设计, 2020, 64(06): 104-111.
[7] 吕晓楠. 新建铁路下穿既有高速铁路桥梁施工风险评价研究 [D]. 西南交通大学, 2018.
[8] 曾宪明. 重载铁路下穿京沪高铁的路基结构设计研究 [J]. 路基工程, 2013, (06): 165-169.
[9] 国家铁路局. 邻近铁路营业线施工安全监测技术规程: TB 10314—2021[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2018.