

# 基于MIDAS GTS的基坑开挖对既有铁路影响分析

李 辉<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>川藏铁路有限公司, 四川 成都

<sup>2</sup>西南交通大学土木工程学院, 四川 成都

收稿日期: 2022年9月9日; 录用日期: 2022年9月29日; 发布日期: 2022年10月12日

---

## 摘 要

本文基于数值模拟软件Midas GTS, 对某基坑的施工进行全过程的模拟, 分析其邻近的铁路线路变形特征。通过简要介绍复杂基坑的数值建模过程、施工荷载的施加, 对各个施工步骤造成铁路路基的沉降变形与水平变形进行分析, 得到既有铁路路基的变形规律, 为同类型的涉铁基坑工程的施工提供参考。

## 关键词

基坑, 临近铁路, 变形, 数值模拟

---

# Analysis of the Influence of Foundation Pit Excavation on Existing Railways Based on MIDAS GTS

Hui Li<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Sichuan-Tibet Railway Co. Ltd., Chengdu Sichuan

<sup>2</sup>School of Civil Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu Sichuan

Received: Sep. 9<sup>th</sup>, 2022; accepted: Sep. 29<sup>th</sup>, 2022; published: Oct. 12<sup>th</sup>, 2022

---

## Abstract

Based on the numerical simulation software Midas GTS, this paper simulates the whole process of the construction of a foundation pit, and analyzes the deformation characteristics of the adjacent railway lines. By briefly introducing the numerical modeling process of complex foundation pits

and the application of construction loads, the settlement deformation and horizontal deformation of the railway subgrade caused by each construction step are analyzed, and the deformation law of the existing railway subgrade is obtained to provide references for the construction of the project.

## Keywords

Foundation Pit, Adjacent Railway, Deformation, Numerical Simulation

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着城市轨道交通的迅速发展,地铁已经成为人们出行的重要交通工具。然而随着城市交通管网的日益密集,新建车站的施工往往临近既有管线、设施及铁路等,对周围既有结构的安全造成一定威胁,同时既有结构荷载对基坑开挖也产生不利影响。

现有学者针对类似工程已经开展了大量的研究。石钰锋等[1]通过对基坑内围护结构的受力与变形进行监测,分析既有铁路荷载对基坑开挖的影响;高建敏等[2]综合说明铁路不平顺的危害,反映临近铁路施工中安全性分析的必要性;王培鑫等[3]在坡顶应用双液注浆,结合实际监测数据,表明该工法具有一定的安全控制效果;王菲、郑明新、嵇一等[4] [5] [6]结合某实际工程,分析深基坑开挖对高速铁路路基及桥的影响;刘玉恒等[7]基于某临近铁路的地下管廊基坑工程,分析其支护变形及周围地层位移。

综上,铁路路基的变形受距基坑距离、基坑支护方式及基坑开挖方式等多种因素的影响,如何精细化建模,分析基坑开挖对既有铁路的影响是工程中的重点与难点。因此,本研究以青岛市某车站基坑施工为依托,采用 Midas GTS 对基坑开挖的全施工过程进行模拟,分析不同工况下铁路路基的沉降变形与水平变形,计算上覆钢轨的高低不平顺和水平不平顺,为类似临近铁路的基坑工程施工提供借鉴。

## 2. 工程概况

青岛市某地铁站为地下三层 11 m 岛式车站,车站长度 160 m,车站标准段结构净宽 20.3 m,结构高度为 24.5 m。站顶板埋深约 3.67~5.46 m,车站底板标高-22.9~-24.7 m,底板埋深 27.76~28.56 m,车站主体主要位于第四系土层、强风化、中风化、微风化岩层中,采用明挖顺筑法施工。车站共设 2 个出入口,2 个风亭组和 2 个市政过街出入口,车站附属除市政过街通道拟采用盾构法施工外,其余均采用明挖法施工,车站主体拟采用地下连续墙+内支撑支护体系,连续墙厚 1000 mm,连续墙插入微风化花岗岩约 6 m,地连墙接头处采用  $\Phi 1000$  三重管旋喷桩加固;围护结构共设置 4 道支撑,其中:第 1 道内支撑为混凝土支撑,纵向间距 9.0 m,结构尺寸  $800 \times 1000$  mm;第 2、3、4 道内撑为钢支撑,均采用  $\Phi 800$  ( $t = 20$ )的钢管撑,标准段支撑间距 3.0 m,端头井处间距 2.5 m。

车站周边现状:西北象限现状为空地(规划车辆段),东南侧为既有铁路线路。主体基坑距离既有铁路最近处约为 35 m。

## 3. 数值计算模型

### 3.1. 几何模型建立

结合现场实际施工情况,利用 Midas GTS 对基坑开挖及支护施工进行模拟。为增加模型的准确性,

X, Y, Z 方向分别取 220、360、50 m。其中 Y 为顺铁路方向, X 为垂直铁路方向, Z 为竖向。总体模型见图 1。

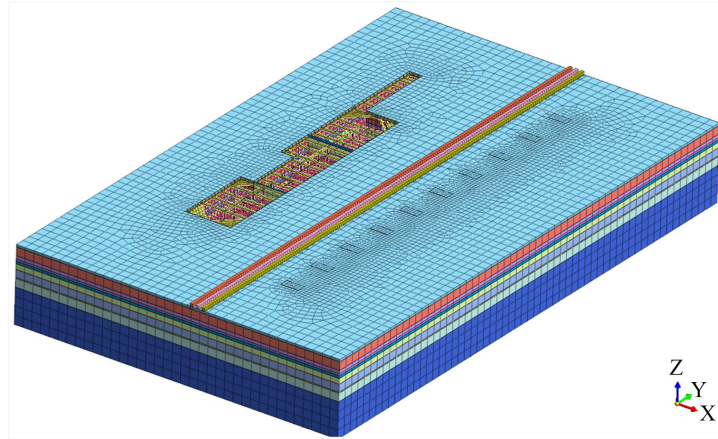


Figure 1. Schematic of the overall modeling

图 1. 总体建模示意图

模型中土体采用摩尔-库伦模型, 支护结构采用各向同性材料。根据现场物探情况, 岩土物理力学指标见表 1。

Table 1. Geotechnical physical and mechanical indicators  
表 1. 岩土物理力学指标汇总表

岩土名称	重度/(kN/m <sup>3</sup> )	泊松比	渗透系数/(m/d)	侧压力系数	地基承载力特征值/kPa
杂填土	17.5			25	
含有机质粉质黏土	19.2	0.35	0.03	0.1	0.54
粉质黏土	19.9	0.32	0.048	0.02	0.47
中粗砂	19.0	0.28	0.25	45	0.43
中风化花岗岩	24.7	0.22	5	0.1	0.18
微风化花岗岩	25.3	0.25	22	0.01	0.15

### 3.2. 荷载施加

普铁路基上部列车和轨道荷载参照《铁路路基设计规范》(TB10001-2016)表 4.2.3, 线荷载换算为 67.81 kPa 均布荷载, 分布宽度 3.5 m。如图 2 所示。

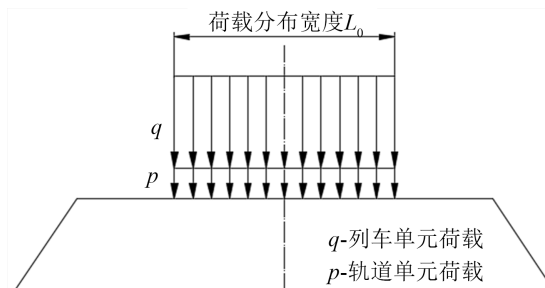


Figure 2. Diagram of load distribution of railway subgrade surface

图 2. 铁路路基面荷载分布图示

## 4. 计算结果分析

### 4.1. 铁路路基变形分析

为便于分析, 取距主体基坑最近处的既有铁路路基, 对其沉降变形及水平变形情况进行分析。各施工阶段的模拟结果绘制铁路路基沉降变形图和水平变形图分别如图 3 和图 4 所示。

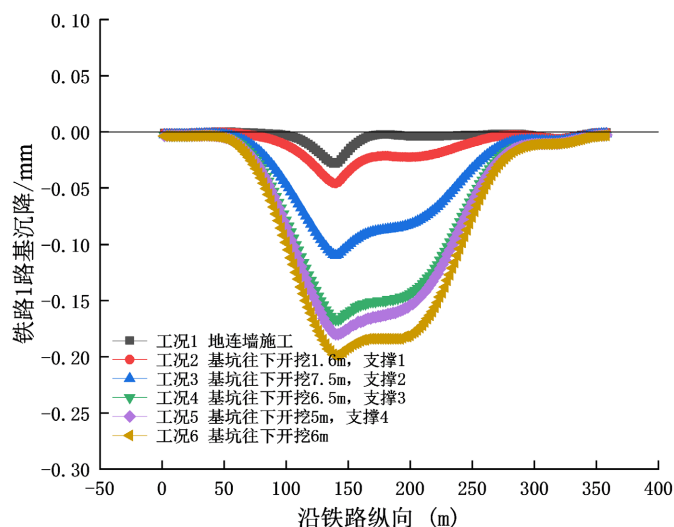


Figure 3. Settlement and deformation of railway subgrade

图 3. 铁路路基沉降变形

从图 3 可以看出, 随着施工工况的推进, 铁路路基的最大沉降变形持续增大, 且最大变形处位于靠近基坑的中部; 施工过程中, 由工况 2 到工况 3 及工况 3 到工况 4, 路基沉降变形增量达到最大, 后续逐渐变小; 施工完成后(工况 6), 最不利位置处的铁路路基的沉降变形达到最大为 $-0.2$  mm, 满足铁路路基沉降 10 mm 的控制标准。

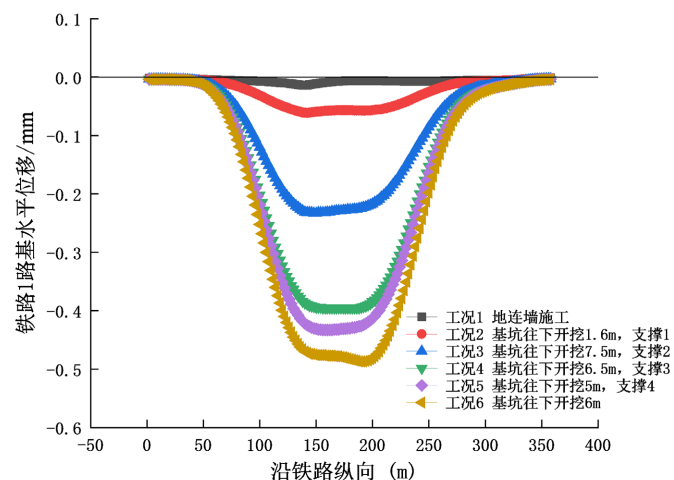


Figure 4. Horizontal deformation of railway subgrade

图 4. 铁路路基水平变形

从图 4 可以看出, 随着施工的进行, 铁路路基的最大水平变形持续增大, 且最大变形处位于靠近基

坑的中部。施工完成后，最不利位置处的铁路路基的最大水平变形为 $-0.5\text{ mm}$ ，满足铁路路基水平位移 $7\text{ mm}$ 的控制标准。

对比该铁路路基沉降变形和水平变形，最大水平变形 $-0.5\text{ mm}$ 明显大于最大沉降变形 $-0.2\text{ mm}$ ，可知，在基坑临近既有铁路施工的过程中，对既有铁路的水平变形影响要大于沉降变形的影响，在基坑施工中尤其要注意内部撑杆的变形情况，加强横向支撑，以减小既有铁路路基水平变形。

#### 4.2. 轨道不平顺分析

取距主体基坑最近处的既有铁路路基上轨道分别编号钢轨1和钢轨2，高低不平顺见图5和图6；两轨道的水平不平顺见图7。

由图5和图6可知，钢轨最大高低不平顺为 $-0.033\text{ mm}$ ，位于钢轨1处，未超过计划维修状态下 $6\text{ mm}$ 的线路轨道静态高低不平顺控制指标。由图7可知，钢轨1-钢轨2的最大水平不平顺值 $-0.0078\text{ mm}$ ，未超过计划维修状态下 $6\text{ mm}$ 的线路轨道静态水平不平顺控制指标。

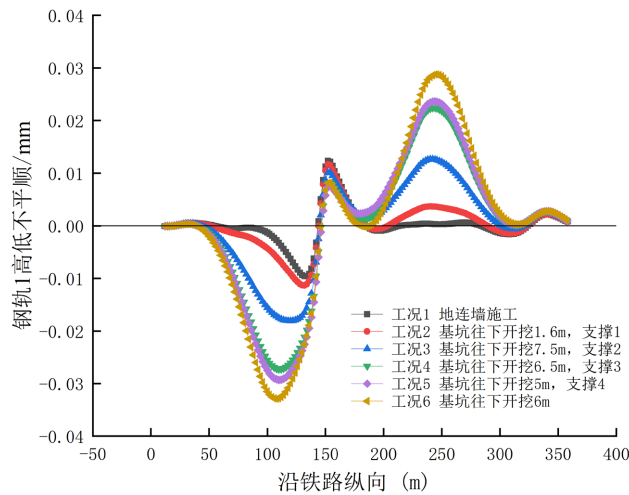


Figure 5. Schematic of uneven data of rail 1

图5. 钢轨1的高低不平顺示意图

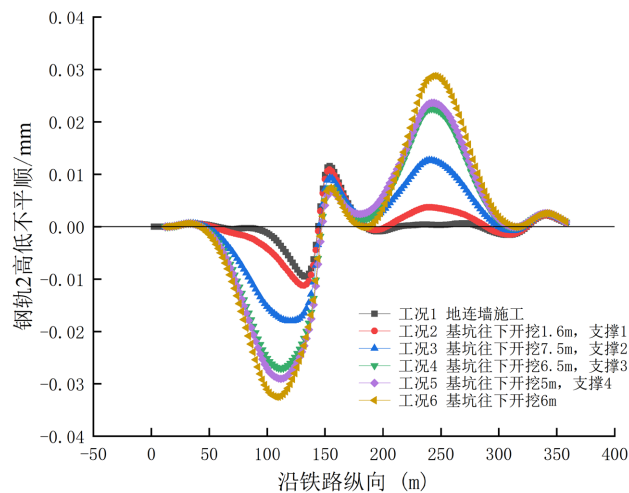


Figure 6. Schematic of uneven data of rail 2

图6. 钢轨2的高低不平顺示意图

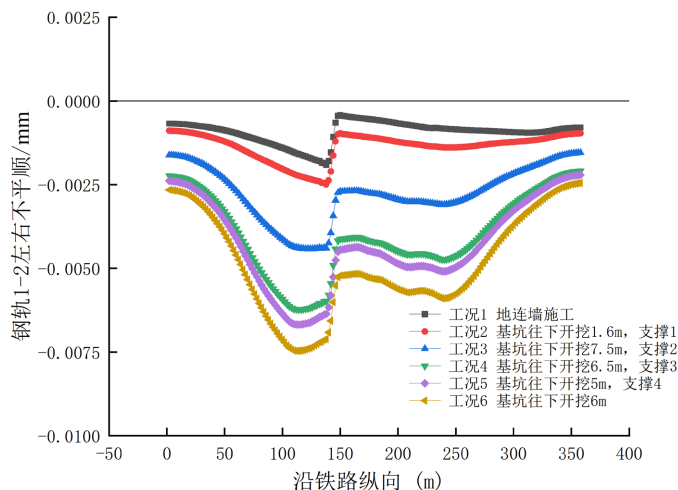


Figure 7. Schematic diagram of horizontal uneven data of rail 1-rail 2  
图7. 钢轨 1-钢轨 2 水平不平顺数据示意图

## 5. 结论

通过精细化建模，对基坑施工的全过程进行模拟，并对数值计算结果进行安全性分析，得到结论如下：

1) 随着施工工况的推进，临近铁路路基的最大沉降变形与最大水平变形持续增加，且最大变形处位于靠近基坑的中部；

2) 临近铁路路基的最大沉降变形为 $-0.2$  mm，满足铁路路基沉降 10 mm 的控制标准；最大水平变形为 $-0.5$  mm，满足铁路路基水平位移 7 mm 的控制标准；

3) 钢轨最大高低不平顺为 $-0.033$  mm，最大水平不平顺值 $-0.0078$  mm，均未超过计划维修状态下 6 mm 的线路轨道静态高低/水平不平顺控制指标。

4) 基坑临近既有铁路施工的过程中，对既有铁路的水平变形影响要大于沉降变形的影响；在基坑施工中尤其要注意内部撑杆的变形情况，加强横向支撑，以减小既有铁路路基水平变形。

## 参考文献

- [1] 石钰锋, 阳军生, 白伟, 张学民. 紧邻铁路偏压基坑围护结构变形与内力测试分析[J]. 岩石力学与工程学报, 2011, 30(4): 826-833.
- [2] 高建敏, 翟婉明, 徐涌. 铁路有砟轨道下沉及高低不平顺发展预测研究[J]. 中国铁道科学, 2009, 30(6): 132-134.
- [3] 王培鑫, 周顺华, 狄宏规, 李雪. 基坑开挖对邻近铁路路基变形影响与控制[J]. 岩土力学, 2016, 37(S1): 469-476.
- [4] 王菲. 大面积深基坑工程对高速铁路的影响性分析[J]. 铁道工程学报, 2017, 34(4): 10-14+64.
- [5] 郑明新, 夏一鸣, 袁钊, 吴刚. 深基坑开挖对邻近高速铁路桥墩桩基变形影响分析[J]. 施工技术, 2017, 46(5): 12-15+28.
- [6] 嵇一, 张军, 宋顺忱. 软土地区基坑开挖对临近高铁影响数值仿真分析[J]. 铁道工程学报, 2014(2): 41-47.
- [7] 刘玉恒, 黄峰. 基坑开挖对邻近铁道影响的数值模拟分析[J]. 施工技术, 2014, 43(1): 83-86.