

Research on the Impact and Optimization Strategies of Static Pressure Pile Construction on Railway Roadbed Automation Monitoring

Xiaolong Pei

Shanghai Pugong Testing Technology Co., Ltd., Shanghai, 200102, China

Abstract

This paper combines project examples to comprehensively analyze and explore the relationship between static pressure pile construction and railway subgrade automation monitoring, it first introduces the research background and problems, and then clarifies the research purpose and significance. In terms of methods and processes, this paper outlines the methods of static pressure pile construction and railway subgrade automation monitoring, through field investigations and experiments, the impact of static pressure pile construction on railway subgrade and automation monitoring is analyzed, and the possible abnormal reasons for railway subgrade automation monitoring during static pressure pile construction are discussed. The results indicate that the construction of static pressure piles has a certain impact on railway subgrade. At the same time, the measures taken based on the analysis of the results effectively reduced the impact of static pressure pile construction on the automation monitoring of railway subgrade. In addition, optimization strategies for static pressure pile construction and railway subgrade automation monitoring were summarized and proposed. The innovation of this study lies in the comprehensive analysis and exploration of the relationship between static pressure pile construction and railway subgrade automation monitoring.

Keywords

static pressure pile construction; railway subgrade; automatic monitoring

静压桩施工对铁路路基自动化监测的影响与优化对策研究

裴小龙

上海浦公检测技术股份有限公司, 中国·上海 200102

摘要

论文结合项目实例主要对静压桩施工与铁路路基自动化监测的关系进行了综合分析和探讨, 先介绍了研究背景和问题, 再明确了研究目的和意义。在方法和过程方面, 概述了静压桩施工及铁路路基自动化监测的方法, 通过实地调查和实验, 分析了静压桩施工对铁路路基及自动化监测的影响, 论述了静压桩施工中可能导致铁路路基自动化监测的异常原因。结果表明, 静压桩施工对铁路路基有一定的影响。同时, 根据结果分析后采取的措施有效降低了静压桩施工对铁路路基自动化监测的影响。另外, 总结提出了静压桩施工和铁路路基自动化监测的优化策略。本研究的创新性在于对静压桩施工与铁路路基自动化监测的关系进行了综合分析和探讨。

关键词

静压桩施工; 铁路路基; 自动化监测

1 引言

铁路路基是铁路交通的重要组成部分, 其安全性和稳定性对铁路列车运行具有重要意义。研究静压桩施工对既有铁路路基的影响。通过对比分析不同压桩顺序和是否设置应力释放孔等不同情况下静压桩施工对既有线的影响。

论文以京杭运河三级航道杭州段配套沪昆铁路改建工程为例, 从静压桩施工技术和铁路路基自动化监测技术两个

方面入手, 探讨了静压桩施工对铁路路基自动化监测的影响。研究发现, 静压桩施工技术可以提高铁路路基的稳定性和安全性, 进而提升监测技术的可靠性和有效性。静压桩施工对于铁路路基的自动化监测具有重要的促进作用。研究结果对于推动铁路路基建设和自动化监测技术的发展具有一定指导意义。

2 研究区域及基本情况

本工程位于浙江省杭州市附近, 本桥位于沪昆铁路(沪杭段)临平镇—长安镇区间, 改建工程为既有线南侧新建双线绕行。京杭运河第二通道为新开挖航道, 规划为三级航道, 通航净宽要求 $\geq 60\text{m}$, 通航净高 $\geq 7\text{m}$ 。路基段里程

【作者简介】裴小龙(1995-), 男, 中国四川巴中人, 从事铁路自动化监测研究。

(DK170+500 ~ DK171+693.61) 前接既有路基, 后接京杭运河二通道特大桥(其中 DK171+603.65 ~ +645.95 为立交框架桥), 长 1151.31m, 路基段与既有线轴线最小距离为 18.3m。

此路基段为软土路基地段, 根据实际情况, 采用先张法预应力混凝土管桩采用 PHC-AB600(130)AB-C80, -8, 9(9, 9), 沉桩方式采用静压法。

3 静压桩施工技术

测量放出桩基位置, 桩机进场吊桩压桩, 压桩路线选择由内向外、隔排隔行跳打施工, 控制压桩速度为 2m/min, 当下节桩顶距地面 250cm 左右时, 停止压桩, 吊起上节桩, 使其正对下节桩, 控制好垂直度, 然后夹桩器夹紧桩继续压桩, 至下节桩离地面 80~100cm 时, 停止压桩, 调整好上节桩的垂直度, 然后准备接桩。

4 铁路路基自动化监测技术

4.1 铁路路基自动化监测方法

4.1.1 控制网布置

控制网采用边角网形式建立, 控制网中各点分为基准点和工作站, 均设置在变形影响区域之外。①基准点布置在铁路两侧离铁路约 150m 外的位置且不受施工影响的区域, 每组不少于三个, 采用现浇筑基础为(长 100cm × 宽 100cm × 深 100cm)+直径 300mm × 高 150cm 的混凝土柱(如图 1 所示)。②工作站布设在稳定区域, 远离施工区域, 采用强制工作站+强制基准点的方式布设, 使其与基准点近似成等边三角形。强制观测墩底部长、宽 100cm, 大放脚形式, 墩柱采用直径 400mm、高 150cm, 采用钢筋混凝土现场浇筑, 基础埋深长、宽、深均需超过 1.5m (如图 2 所示)。



图 1 现场实际基准点



图 2 现场工作站

按照要求布设后待 1 个月沉降稳定后使用。这种方法降低了仪器架设频率, 提高测量精度。

4.1.2 铁路路基监测点布设

施工过程中对影响范围内的既有沪昆铁路路基进行监测, 按照 20m 间距布设(异常情况下加密为 10m 间距布设), 路基观测桩宜采用直径不小于 30mm 的钢筋或 150 号钢筋混凝土预制, 长度在 150~200cm, 钢筋混凝土桩顶预埋半圆耐磨测头, 埋设深度不宜小于 100cm。

4.1.3 自动化监测方法

①控制网测量: 为保证自动化监测的质量和准确性,

需建立控制网复核基准点和工作站的稳定。平面、高程坐标系: 首次建立控制网联测 3 次取平均值, 后面每月进行 1 次基准网复测。平面位置复测要求: 利用全站仪按照二级导线测量的要求对控制点进行测量, 平面位置复测方法: 把仪器架设在控制点上, 测量每相邻两点间的距离, 并在该点上观测相邻两边之间的夹角(左角或右角), 利用已知的控制点坐标正算出距离和坐标方位角, 与已测得的距离和坐标方位角进行对比检查。②监测点测量: 采用天宝自动化全自动测量机器人, 测角精度为 0.5 秒级, 测距精度为 0.6mm+1ppm, 利用全圆观测法对各监测点进行实时监测, 所采用的全站仪具备自动观测数据采集软件进行外业数据的自动采集、记录和保存, 所有观测数据要进行备份储存, 同时在每次观测前对控制点进行检核。数据采集完成后将采集数据经过严密平差解算各监测点三维坐标。每次测量时, 测量 2 个测回取平均值, 作为本次测试值。③数据处理: 按照规范要求, 各监测点连续测量至少 10 次作为初始观测值, 以后的每次观测值与初始值之差即为累计位移量(累计变化量)。相邻两次观测值之差即为本次监测的位移量(次变化量)。以下为监测日报计算方法。

水平位移:

顺向变化量 $\delta x = \text{本次坐标 } X - \text{上次坐标 } X$ 。

横向变化量 $\delta y = \text{本次坐标 } Y - \text{上次坐标 } Y$ 。

竖向变化量 $\delta z = \text{本次高程 } Z - \text{上次高程 } Z$ 。

累计顺向变化量 $\delta X = \text{本次坐标 } X - \text{初始坐标 } X$ 。

累计横向变化量 $\delta Y = \text{本次坐标 } Y - \text{初始坐标 } Y$ 。

累计竖向变化量 $\delta Z = \text{本次高程 } Z - \text{初始高程 } Z$ 。

4.2 铁路路基自动化监测对静压桩施工效果的影响

铁路路基自动化监测技术在静压桩施工中起到了重要的作用。通过对铁路路基进行自动化监测, 可以实时了解静压桩施工过程中铁路路基变形情况。这些监测数据可以为施工提供科学依据, 保证施工质量和安全。铁路路基自动化监测可以及时发现静压桩施工过程中的问题。在施工过程中, 静压桩会承受较大的压力, 而不同地质条件下桩基沉降情况也会有所不同。通过自动化监测, 可以实时监测静压桩压桩时路基的数据变化, 及时发现施工中的异常情况。一旦发现问题, 可以及时采取措施进行调整, 避免施工质量出现问题。铁路路基自动化监测还可以全面了解静压桩施工对整体路基的影响。静压桩施工过程中, 通过自动化监测, 可以实时记录桩基的变化情况, 包括沉降程度、变形形态等。这些数据可以帮助工程师了解静压桩施工对整体路基的影响程度, 为后续的工程设计和维护提供参考依据。

5 静压桩施工对铁路路基自动化监测的影响分析、处理措施、优化策略

5.1 监测数据分析

通过调查和测量, 选取了 2021 年 5 月 27 日 12:00 和

14:00 连续两个影响较大的时间段作为静压桩施工期间的铁路路基变形监测数据分析资料, 如表 1 所示。

根据《中国铁路上海局集团有限公司营业线施工工务安全监督管理办法》的通知(上铁工〔2020〕345号)要求普速铁路路基累计报警值为 ±10mm, 预警值为 ±8mm。

根据表 1、曲线示意图中的图 5~图 7 的监测数据情况来看, 静压桩施工过程中, 对既有铁路路基的影响较大, Y 轴横向位移和 Z 轴竖向位移均已超过规定的报警阈值, X 轴顺向位移变形不大。

根据监测数据得到以下 6 个方面的可能原因: ①静压桩压桩速度过快。②压桩顺序未按照由内向外、隔排隔行跳打施工。③应力释放孔深度不足、堵塞、密度较大。④未灵活设置防挤沟。⑤监测工作站和基准点发生位移。⑥监测仪器测量时受桩机振动影响。

5.2 监测数据异常情况的处理措施

监测数据超过规定报警值后, 第一时间对基准点、工作站、监测点进行复核, 并通知施工单位立即停止静压桩施工, 同时发布监测报警通知单, 抄送现场施工单位、监理单位、设备管理单位、建设单位等, 组织召开报警分析会议。建立应急处理小组, 对报警数据进行加密监测。

经过对基准点、工作站、监测点的复核, 排除掉由工作站、基准点不稳定导致的监测数据报警情况发生; 因工作站处于不受施工区域影响的位置, 同时也排除掉仪器测量的误差。

针对上述报警可能原因, 有以下处理措施: ①降低静压桩压桩速度至 1m/min。②严格按照压桩顺序由内向外、隔排隔行跳打施工。③由于静压桩施工会导致周边土压力及孔隙水压力向铁路方向增大, 则加强对应力释放孔及时清理, 防止堵塞, 在离铁路中心线位置最近一排静压桩增设一排应力释放孔, 释放孔深度加深, 同时设置防挤沟, 以便静压桩压桩后周边土压力及孔隙水压力不能及时释放出去, 导致再次发生较大变形。④加密监测频率为 1 次/1h, 同时在原有监测点基础上加密测点, 测点加密间距为 10m, 并将每次监测数据及时发送至各单位。

5.3 静压桩施工和铁路路基自动化监测的优化策略

我们应该考虑在静压桩施工过程中的实时监测。通过安装合适的传感器设备, 能够及时获取静压桩施工的各项参数, 如压力、位移、应力等, 从而实现对施工过程的实时监测和数据采集。这样的实时监测系统可以提供准确的数据, 帮助我们了解桩的质量和稳定性, 从而进行相应的调整和优化。

表 1 静压桩施工段监测数据情况

测点编号	累计量 (mm) 2021/5/27 12:00			累计量 (mm) 2021/5/27 14:00			备注
	δ X	δ Y	δ Z	δ X	δ Y	δ Z	
LJ056	5.0	21.8	7.3	4.3	31.5	12.0	超报警值
LJ057	4.0	17.4	9.5	4.3	26.1	13.2	超报警值
LJ058	0.7	27.5	7.5	0.9	33.5	12.0	超报警值
LJ059	2.4	32.1	6.9	3.1	33.1	6.5	超报警值
LJ060	3.6	12.7	9.0	3.0	16.1	14.0	超报警值
LJ061	2.0	12.7	9.5	1.6	10.8	15.2	超报警值
LJ062	4.4	30.9	8.8	5.2	29.1	14.1	超报警值
LJ063	4.9	29.9	7.3	4.8	38.1	7.3	超报警值
LJ064	-1.4	28.7	5.1	-0.9	28.1	6.2	超报警值
LJ065	-0.9	21.3	11.6	-0.8	26.6	15.1	超报警值
LJ066	-3.6	14.3	3.9	-3.8	12.9	6.9	超报警值
LJ067	-1.4	10.6	7.1	-1.9	13.0	7.4	超报警值
LJ068	5.0	9.3	5.2	4.4	16.6	8.5	超报警值
LJ069	4.9	33.2	10.4	5.2	43.0	10.1	超报警值

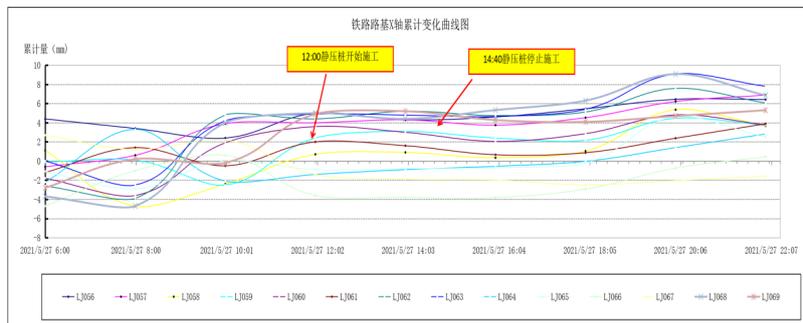


图 5 铁路路基监测点 X 轴顺向位移累计曲线变化图

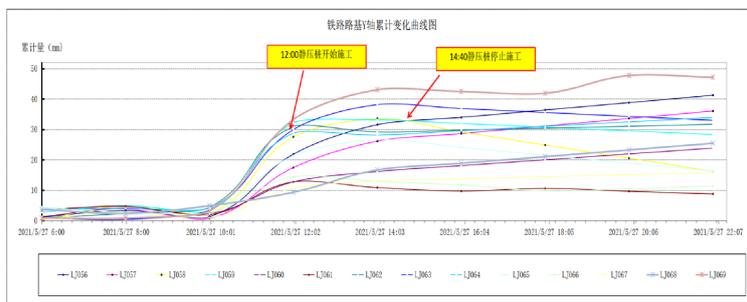


图6 铁路路基监测点Y轴横向位移累计曲线变化图

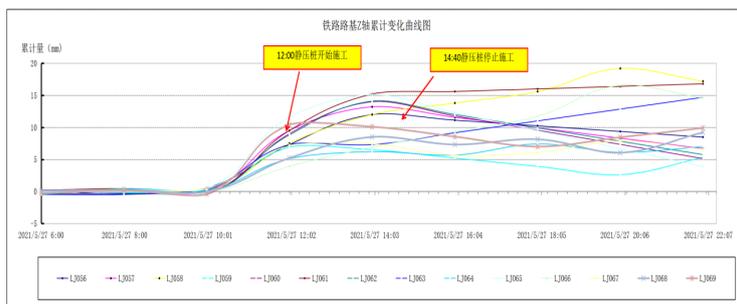


图7 铁路路基监测点Z轴竖向位移累计曲线变化图

针对静压桩施工可能引起的铁路路基变形和沉降问题，我们需要合理而及时地进行路基补强工作。通过对静压桩施工过程中所引起的铁路路基变形和沉降进行监测和分析，我们可以评估铁路路基的稳定性，并根据实际情况制定相应的补强策略。这样可以有效地解决静压桩施工对铁路路基造成的变形和沉降问题，确保铁路路基的平稳和安全。

在铁路路基自动化监测系统中，我们还可以借助先进的数据分析和预警技术，对静压桩施工进行预测和优化。通过建立合适的数学模型和算法，并结合实时监测数据，可以对静压桩施工的不同参数和过程进行分析和预测。这样可以及时发现施工中可能存在的问题，并制定相应的优化方案，以提高施工效率和质量。

通过实时监测、路基补强、数据分析以及预警等优化策略，能够有效地解决静压桩施工对铁路路基自动化监测系统的影响。通过合理地采取这些策略，我们可以提高施工过程的安全性和稳定性，保障铁路路基的正常运行和长期稳定。因此，在未来的工程实践中，我们应该重视并关注静压桩施工和铁路路基自动化监测的优化策略，为铁路建设的可持续发展做出贡献。

6 结论

综上所述，在铁路路基工程中，静压桩施工是一种常见的地基基础施工方法。它通过应用预制混凝土管桩进行施工，能够提供良好的承载力和稳定性，同时也会对既有铁路路基的自动化监测带来一定的影响。

静压桩施工对铁路路基周边的地下水和土壤质量产生影响。施工过程中，由于静压桩施工过程中需要对土壤进行挤压，导致桩周边土体压力及孔隙水压力发生变形，同时由

于施工方法的不当，进而影响铁路路基的稳定性和平整度。虽然发生了较大变形，但我们通过合理的处理措施和建议，后面施工时有效减少了这些影响，保障铁路路基自动化监测的准确性和稳定性，以及铁路列车行车安全。在实际工程应用中，需要在施工过程中严格控制和监管，以确保铁路路基的安全和稳定性。

自动化实时监测是施工的眼睛，各方面都有其关联性，需要从各个方面、各个角度着手分析和处理。同时，及时总结施工中的经验和教训，指导施工不断改进和优化，提高施工质量和效率。

参考文献

- [1] 王龙.静压桩沉桩施工对邻近既有隧道影响力学特性分析[J].江苏建筑职业技术学院学报,2021(7):5.
- [2] 陈海贞.关于静压管桩在基础施工中的应用探讨[J].江西建材,2019(11):193-194.
- [3] 杨秉辉.高铁自动化沉降监测技术在铁路施工安全管理中的应用[J].铁路技术创新,2021(5):6.
- [4] 王文昭.高速铁路路基沉降观测技术要点与数据分析研究[C]//第二届工程总承包项目管理经验交流会暨2019中国建筑学会工程总承包专业委员会年会,2019.
- [5] 中国铁路上海局集团有限公司营业线施工工务安全监督管理办法(上铁工〔2020〕345号)[Z].
- [6] TB 10314—2021 邻近铁路营业线施工安全监测技术规程[S].
- [7] TB 10101—2018 铁路工程测量规范[S].
- [8] GB/T 24356—2009 测绘成果质量检查与验收[S].
- [9] 中国铁路上海局集团有限公司邻近铁路营业线施工安全监测技术管理办法(上铁办工〔2023〕23号)[Z].