

降低新旧桥梁沉降差技术

文 / 孔祥杰 广州市第一市政工程有限公司

摘要：随着交通需求的增加和桥梁使用年限的增长，桥梁结构的维护和加固变得尤为重要。新旧桥梁之间的沉降差是桥梁工程中常见的问题，它可能导致桥面不平整、结构应力集中甚至结构损坏。本文提出了一种新的方法来降低新旧桥梁之间的沉降差问题，分析了沉降差产生的原因，并探讨了多种降低沉降差的技术措施。通过理论分析、数值模拟和工程实例相结合的方法，提出了一套综合性的解决方案，重点在于通过改进设计、施工技术和维护策略来减少不均匀沉降。本研究旨在为桥梁工程的设计、施工和维护提供参考，确保新旧桥梁之间的平稳过渡和长期使用。

关键词：桥梁工程；沉降差；技术措施；数值模拟；工程实例

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.08.049

引言

如今，我们国家的工程建设从高速发展向高质量发展转型，市政工程建设规划更加合理、系统、科学。桥梁作为交通网络的重要组成部分，其安全性和稳定性直接关系到交通运输的效率和他安全。随着使用年限的增加，旧桥梁往往会出现不同程度的损伤和沉降。在对旧桥进行加固或在其旁边新建桥梁时，新旧桥梁之间的沉降差问题尤为突出。不均匀沉降不仅影响行车舒适性和桥梁的使用寿命，还可能引起严重的安全隐患，所以部分原有的桥梁需要更替或更新。研究和开发降低新旧桥梁沉降差的新方法，对于确保桥梁结构的完整性和延长其使用寿命具有重要意义。通过减少沉降差，可以有效避免因不均匀沉降引起的附加应力，提高桥梁的使用性能和安全性，同时降低长期的维护成本。

本文结合如意坊放射线系统工程（一期）项目这一工程案例，结合现场调研实际，提出采用反循环清孔技术降低桩底沉渣厚度；结合桩底后压浆技术，通过增大声测管管径，将声测管作为声测、钻杆预留孔和注浆孔三孔合一的改进；以及改良压浆管喷头；控制合理提升高度、速度的方式，在桩底压浆加固后，能增加桩基孔底岩层的承载能力，实现减少结构沉降的施工目的。通过采用三管合一的创新，加快了施工效率，避免了预埋管或者桩侧钻孔的材料以及成本浪费；通过该施工方法的结合与创新，可以达到降低沉降的施工需求，同时避免了需要预压三个月的工期浪费。

一、降低桥梁沉降差的施工技术概述

按照的施工原理上来说，常见降低桥梁沉降差的方法有：1) 增加桩数、桩长、桩径。2) 预压后做桥面。3) 桩底后压浆技术。4) 反循环清孔技术。不同方法有不同的优势，在具体项目施工时，需要根据具体施工环境与桩基特点等选择适当的降低沉降的方法，进而制定科学合理的施工方案，才能确保沉降差在最小范围内。这里对几种常见施工方法介绍如下：

（一）增加桩数、桩长、桩径

通过增大桩基础的数量、增大桩基础的桩长、桩径

来达到减小沉降的目的。可以提高桩基础的承载能力，分散上部结构荷载，从而减少单桩的荷载，降低沉降。增加桩长可以穿过较软弱的土层，到达承载力较高的土层或岩石层，提高整体稳定性。增大桩径可以增加桩的截面面积，提高桩的承载能力，减少沉降。但该方法增加了成本，桩数、桩长、桩径的增加直接导致材料和施工成本的上升。在实际施工时难度加大，桩数增多可能需要更复杂的施工计划和管理，桩长增加需要更先进的钻孔设备和更长的施工周期。在目前有限的施工场地内，增加桩数和桩径会受到场地条件的限制。所以该方法本项目并不适用。

（二）预压后做桥面

在下部结构做完后通过预压（吊装预制梁等）措施，由于前三个月的沉降后趋于稳定，预压后再做桥面整体化，达到降低沉降差的目的。预压法通过在桥梁施工前对地基施加预压力，可以加速地基土的固结，减少后期沉降。预压后施工桥面可以确保桥面结构与地基的沉降同步进行，减少不均匀沉降。也可以提高地基土的承载力，从而提高整个桥梁结构的稳定性。但预压需要较长的预压时间，这会延长整个桥梁的建设周期。过程中需要大量的预压材料，如砂袋、土袋等，增加了工程成本。对周围环境也会造成影响，如地面沉降、地下水位变化等。所以该方法本项目并不适用。

（三）桩底后压浆技术

成桩后通过在桩四周钻孔注浆的方式，将桩底持力层的原状岩土进行加固硬化，从而降低桥梁的沉降。后压浆技术通过在桩底或桩侧压入水泥浆液，可以改善桩周围土体和桩端土体的物理力学性质，提高桩的承载力。该技术可以有效减少桩的沉降，提高桩的稳定性和耐久性。本方法施工简便，对周围环境影响小。所以该方法适用本项目。

（四）反循环清孔技术

桩基础施工时通过采用反循环清孔的方式，比正循环清孔能更干净，减少孔底沉渣，从而减少结构沉降。反循环清孔技术利用泵吸作用，可以有效地清除桩孔内

的泥浆和沉渣,提高桩身混凝土的密实度和桩的承载力。本方法施工速度快,有效缩短了施工周期。所以该方法适用本项目。

二、复杂环境下降低桥梁沉降差施工背景和工艺选择要求

如意坊放射线系统工程(一期)项目为广州市内环路预留匝口接匝道,新建跨江隧道接通荔湾如意坊至芳村。新建匝道与预留匝口处有新旧墩柱、盖梁、桩基础。新旧结构之间如产生不均匀沉降,对于桥梁的影响有以下几个方面:(1)桥面线型发生改变,使得桥面铺装层破坏并引发行车不平顺、跳车等现象;(2)主梁梁体出现偏移或挠度过大等情况,使主梁的内力和变形都发生改变,加速了混凝土裂缝产生的速度,直接影响到桥梁的安全稳定性;(3)上部结构和下部结构的连接支座处梁底产生过大拉力或压力,使梁底支座和主梁都发生破坏;(4)桥墩、盖梁、挡块移位,并产生裂缝,甚至是破坏;(5)基础不均匀沉降情节严重的,还会导致桥梁整体垮塌。新旧桥之间的不均匀沉降必须得到降低,而由于旧桥经过了十几二十年,沉降已经趋于稳定,因此,新旧桥梁沉降差需要降低。

如意坊放射线是广州市内环路七条放射线之一,如意坊一期项目是市内重点工程,且公司对项目有评优要求(国优)。工期任务紧,质量要求高,常规桥梁施工方法无法避免新桥建成后的沉降问题,无法满足施工要求。

通过思路梳理、对比分析以及BIM模拟,发现桩底后压浆技术+反循环清孔技术相结合。通过加大预埋声测管的管径,利用声测管同时作为声测、钻孔、压浆孔三管合一;并且通过改良压浆管喷头,通过旋定结合的方式,可实现均匀/多向压浆;通过控制提升高度、提升速度来控制压浆的质量。采用反循环钻机进行桩基础施工,能最大程度减少桩底沉渣的数量,是清孔效率与效果最好的方法。避免正循环钻机清孔不干净的情况导致孔底沉渣过多而引起结构沉降;以及冲孔方法导致孔底岩层出现裂缝而影响桩底承载力进而导致引起结构沉降。

三、桩底后压浆技术+反循环清孔技术相结合施工技术应用实践

(一) 工艺原理

将原声测管替换成3条 $\phi 127\text{mm}$ 的钢管进行埋设,跟钢筋笼一起固定好,下笼后封口,清孔浇筑;用抽芯钻机钻下持力层1m处,购置常规喷头进行加工,在原喷头的方向多开一个孔,在其他方向开一个孔,用“旋定结合”的方法,对孔底以及旧桥桩持力层进行加固,通过试验确定的喷浆参数进行喷浆控制,保证达到预期效果。

本次降低新旧桥梁沉降差的新方法,不同于传统的桩基础后注浆法工艺,也不同于桩侧后注浆、预压、加大桩径、桩长等方法。本工艺出于提高施工效率,减少

工时,降低施工成本的施工目的,结合现有的技术成果与技术,创新提出了钻进持力层下喷浆加固法,改良了传统喷头单一喷嘴难以定向喷浆、喷浆速度慢的问题,改进后的喷头可以同时兼顾定向加固旧桩方向的持力层与新桩桩底附近的持力层加固,加大喷浆效率,提升施工效率。采用本施工方法避免了因为增大桥桩桩径、增加桩长而产生的概算增加,也避免了需要预压而产生的施工工期增加。

综上所述,本降低新旧桥梁沉降差的新方法在施工速度、施工成本以及施工质量方面都比传统的方法要优越。

(二) 施工工艺简介

1. 购置Q235,直径 $\phi 127\text{mm}$ 的钢管代替原桩基础声测管,长度为6m一根,大小口接长,使其与钢筋笼通长,并深入钢筋笼底部,距离桩底70cm的位置。

2. 为确保预埋钢管作为后续钻孔、注浆、声测三管合一,在桩基础浇筑前,用清水将钢管内注满水,然后用橡胶塞将顶部封堵,防止混凝土跑进钢管内部堵管。使用清水注满钢管,并用橡胶塞堵住钢管后浇筑混凝土。在混凝土龄期到时间和破桩头之后,检查钢管密封情况,打开橡胶塞发现钢管并无堵塞,里面清水未混入混凝土。

3. 购置普通喷管喷头,将喷管喷头进行加工。改良定制后的喷头,可以实现均匀喷浆的目的,且通过“旋定结合”可以定向加固旧桥方向的孔底地基。

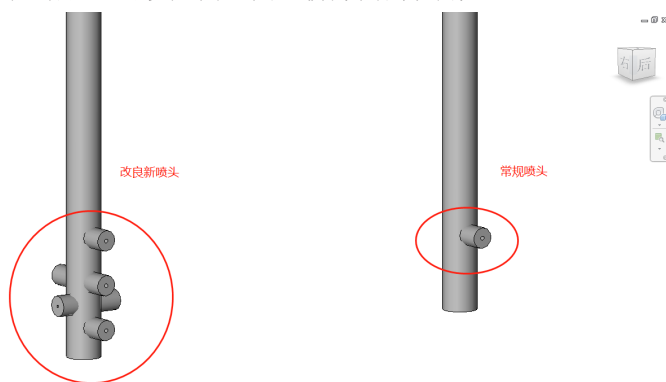


图1 喷管喷头改良效果图

4. 使用抽芯钻机,将钻管深入“三管合一”预留钢管内,对孔底持力层进行钻芯,抽至持力层并进入持力层1m的芯样为准。抽出的持力层岩样长度满足1m以上,并且根据抽出芯样显示已达持力层,并且持力层存在裂缝,需要加固。

5. 在持力层钻孔、喷头改良完成后,进行配浆,将水泥:水:水玻璃以1:0.8:0.12的比例进行配比。

6. 在配浆完成后,利用“三管合一”预埋钢管,将喷浆杆伸入孔底,用注浆机控制压力、流量,用喷浆钻杆控制提升速度、“旋定结合”的方式对孔底进行加固,将压力控制在25~28MPa;流量控制在60~70L/min;提升速度控制在8~10cm/min;旋转速度控制在8~10r/min。

(三) 技术特点

利用反循环钻机进行桩基础施工以及清孔，在下笼时埋设钢管，成孔后利用该管钻进至持力层 1m 深，再清孔进行注浆。在桩基础施工阶段采用反循环钻机进行施工，在桩基础清孔的时候能将孔底的沉渣清理干净，是目前清孔最干净的方法，在原有后注浆技术中进行创新，

利用预埋管钻进持力层 1m 进行注浆，保证持力层中的裂缝、沉渣等充分得到加固。采用“三管合一”、“旋定结合”、改良喷头的新型后注浆孔底持力层加固的方式，将新旧桥梁桩底持力层加固，加固效果显著，新旧桥梁结构沉降差控制在 4mm 内。

降低新旧桥梁沉降差的新方法



图 2 降低新旧桥梁沉降差新方法

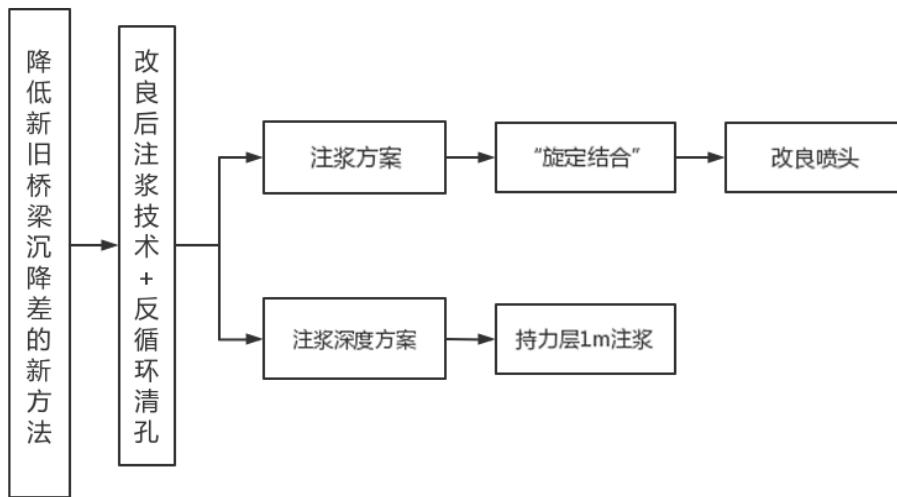


图 3 反循环清孔技术+桩底后压浆技术流程



图 4 现场施工图片

结语

综上所述，反循环清孔技术+桩底后压浆技术降低新旧桥梁沉降差，创新提出了旋定结合、孔底抽芯喷浆等施工方法，节省了成本，提高了效率，压缩了工期，提高了质量。避免了施工过程既有构筑物位移、破坏的

发生。整个施工过程安全顺利，效率良好，具有较大的经济效益和社会效益。

参考文献

[1] 吴文佑；吴文清；叶见曙. 预应力混凝土桥梁拓宽的若干关键问题研究 [J]. 公路交通科技 (应用技术版), 2009 (08).

[2] 林晶；林国辉；周新平；叶见曙. 高速公路桥梁拓宽工程设计 [J]. 中外公路, 2011 (01).

[3] 宗周红；夏樟华；陈宣言；赵宣宪. 既有桥梁拓宽改造纵向接缝研究现状与实例分析 [J]. 福州大学学报 (自然科学版), 2009 (02).

[4] 余常俊. 高速公路拓宽工程梁板纵向拼接缝的处理 [J]. 公路, 2003 (06).

[5] 谌润水等编著. 公路旧桥加固技术与实例 [M]. 人民交通出版社, 2002.

[6] 蔡敏；付春友；张文斌. 考虑桩土共同作用的桩基沉降分析 [J]. 武汉大学学报 (工学版), 2008 (S1).