

# 盾构施工下穿城市匝道桥影响分析

庄 军

宁波交通工程建设集团有限公司 浙江 宁波 315000

**摘 要：**文章深入分析了盾构施工下穿城市匝道桥时可能产生的多方面影响。通过综合运用地质勘察、结构分析、环境监测等手段，详细探讨盾构施工引起的地表沉降、匝道桥的竖向沉降与水平位移以及结构安全性等问题。研究表明，盾构施工对匝道桥的影响复杂且显著，需采取针对性措施进行预防和控制。本文旨在为城市地下空间开发中的盾构施工提供科学依据，确保施工安全与环境保护的协调统一。

**关键词：**盾构施工；下穿；城市匝道桥；影响分析；结构安全

引言：随着城市化进程的加速，城市地下空间开发日益成为缓解城市交通压力、提升城市功能的重要途径。盾构施工作为地下工程建设的常用方法，具有施工效率高、对环境影响小等优势。当盾构施工需要下穿城市匝道桥时，其施工过程对匝道桥的安全性和稳定性构成了严峻挑战。因此对盾构施工下穿城市匝道桥的影响进行深入分析，具有重要的理论和实践意义。

## 1 盾构施工概述

盾构施工是建造地下隧道的一种先进方法，自1825年首次在英国泰晤士河下使用以来，已经经历了190多年的发展。盾构施工法通过盾构机在地下掘进，在护盾的保护下，在机内安全地进行开挖和衬砌作业，从而构筑成隧道。盾构施工具有自动化程度高、节省人力、施工速度快、一次成洞、不受气候影响、减少对地面建筑物的影响，以及在水下开挖时不影响水面交通等特点。它主要由稳定开挖面、盾构机挖掘和衬砌三大部分组成，适用于各种工程水文地质条件下的施工，无论是松软的、坚硬的、有地下水的还是无地下水的地质条件<sup>[1]</sup>。盾构施工的内容包括盾构的出发和到达、掘进、衬砌、压浆和防水等。在施工过程中，需要确保开挖面的稳定，避免过量出土和压力舱内堵塞，同时要保证掘进方向和推力。盾构掘进由始发工作井始发到隧道贯通、盾构机进入到达工作井，一般经过始发、初始掘进、转换、正常掘进、到达掘进五个阶段。盾构机在地铁建设、隧道挖掘、地下管线铺设等领域得到广泛应用，其独特的掘进方式提高工程效率，降低施工风险，为地下工程建设带来显著的经济效益和社会效益。

## 2 盾构施工下穿城市匝道桥的方法

盾构施工下穿城市匝道桥是一项复杂而精细的工程，它要求在保证施工效率的同时，最大限度地减少对既有交通设施和周边环境的影响。

### 2.1 先行梁法

先行梁法是一种将预制整体梁垂直固定在高架桥上方，然后进行盾构隧道掘进的施工方法。该方法的实施步骤如下：（1）预制整体梁的制造与安装。根据设计要求，在工厂或施工现场预制整体梁。这些整体梁通常采用高强度、耐腐蚀的材料制成，以确保其在使用过程中具有足够的承载能力和耐久性。利用大型起重设备将预制整体梁垂直固定在高架桥上方，确保其位置准确且稳定；（2）盾构掘进准备。在整体梁安装完成后，进行盾构掘进前的准备工作。这包括调整盾构机的掘进参数，确保其掘进方向与隧道设计轴线一致；检查并维护盾构机的各项功能，确保其正常运转；（3）盾构掘进与钢支撑架设。在盾构掘进过程中，随着盾构机的推进，需要在隧道顶部和侧面掏空处焊接悬挂钢管，架设钢支撑。这些钢支撑用于防止整体梁在掘进过程中发生沉降或变形，确保高架桥上方的水平平衡；（4）监测与调整。在盾构掘进过程中，需要实时监测整体梁和盾构隧道的变形情况。一旦发现异常情况，应立即停止掘进，进行必要的调整或加固措施；（5）后续处理。盾构掘进完成后，需要对隧道进行注浆加固等后续处理，以提高隧道的整体稳定性和承载能力。还需要对高架桥进行恢复和修复工作，确保其正常使用。先行梁法适用于高架桥上方空间较大、地质条件较好的情况。该方法具有施工速度快、对既有交通影响小等优点，但也需要考虑预制整体梁的制造和安装成本，以及施工过程中的安全风险。

### 2.2 中空钢板法

中空钢板法是一种将中空钢板横跨在高架桥上方，然后进行盾构掘进的施工方法。首先，根据设计要求，制造符合规格的中空钢板。这些钢板通常采用高强度、耐腐蚀的材料制成，并具有一定的刚度和柔韧性。利用大型起重设备将中空钢板横跨在高架桥上方，确保其位

置准确且稳定。在中空钢板安装完成后,进行盾构掘进前的准备工作。这包括调整盾构机的掘进参数,确保其掘进方向与隧道设计轴线一致;检查并维护盾构机的各项功能,确保其正常运转。在盾构掘进过程中,需要密切关注地层的变化情况。当掘进接近钢板底部时,需要钻孔以改善地层状况,减少对高架桥的影响。采用预应力锚杆对钢板进行加固,确保其在使用过程中不发生变形或沉降。在掘进结束后,需要在钢板上铺设防水层,以防止地下水渗入隧道内部,影响隧道的稳定性和使用寿命<sup>[2]</sup>。在盾构掘进过程中和掘进结束后,需要实时监测中空钢板和盾构隧道的变形情况。一旦发现异常情况,应立即停止掘进,进行必要的调整或加固措施。中空钢板法适用于高架桥上方空间有限、地质条件复杂的情况。该方法具有施工灵活、对既有交通影响小等优点,但也需要考虑中空钢板的制造和安装成本,以及施工过程中的安全风险。

### 2.3 人行道支撑法

人行道支撑法是利用高架桥下方的人行道进行支撑,然后进行盾构掘进的施工方法。该方法的实施步骤如下:第一,人行道支撑结构的搭建。在高架桥下方的人行道一端设置起重塔,然后将钢构件从起重塔处架设至人行道底部钢结构相连。这些钢构件需要具有足够的承载能力和稳定性,以确保在掘进过程中不发生变形或沉降。第二,盾构掘进准备。在人行道支撑结构搭建完成后,进行盾构掘进前的准备工作。这包括调整盾构机的掘进参数,确保其掘进方向与隧道设计轴线一致;检查并维护盾构机的各项功能,确保其正常运转。第三,盾构掘进与支撑加固。在掘进过程中,需要挖掘一个底部宽度大于高度的洞,并在洞口设置支撑结构。这些支撑结构用于防止人行道在掘进过程中发生沉降或变形。随着掘进的深入,需要不断加固支撑结构,确保其稳定性和承载能力。第四,监测与调整。在盾构掘进过程中和掘进结束后,需要实时监测人行道支撑结构和盾构隧道的变形情况。一旦发现异常情况,应立即停止掘进,进行必要的调整或加固措施。第五,后续处理与恢复。盾构掘进完成后,需要对隧道进行注浆加固等后续处理。同时,还需要对人行道进行恢复和修复工作,确保其正常使用。人行道支撑法适用于高架桥下方空间较大、地质条件较好的情况。该方法具有施工成本低、对既有交通影响小等优点,但也需要考虑人行道支撑结构的稳定性和承载能力,以及施工过程中的安全风险。

## 3 盾构施工对城市匝道桥的影响分析

### 3.1 盾构施工引起的地表沉降

盾构施工在地下掘进过程中,其复杂而精细的作业流程不可避免地会对周围土体产生一定程度的扰动,这种扰动最直接的后果便是地表沉降。地表沉降作为盾构施工中最常见的环境影响之一,不仅关乎地下工程的安全性,更是城市匝道桥安全评估中必须重点考虑的关键因素。地表沉降的程度并非固定不变,它受到盾构机掘进速度、掘进深度、土体性质以及施工控制精度等多重因素的共同影响。特别是当盾构机穿越城市匝道桥下方时,地表沉降可能引发匝道桥基础的不均匀下沉,这种不均匀下沉将进一步威胁匝道桥的整体稳定性,甚至可能影响到匝道桥的行车安全。

### 3.2 盾构施工对匝道桥的竖向沉降和水平位移

盾构施工是一个复杂且精细的地下工程过程,它不仅会引起地表沉降,还会对上方的城市匝道桥产生显著的竖向沉降和水平位移影响。竖向沉降,即匝道桥基础在盾构施工扰动下发生的垂直方向上的下沉,这种下沉可能导致匝道桥桥面出现不平整现象,进而影响行车舒适度和安全性。而水平位移,则是指匝道桥基础在盾构施工扰动下发生的水平方向上的移动,这种移动可能导致匝道桥结构内部的应力分布发生显著变化,从而增加结构破坏的风险。这两种变形都对匝道桥的结构安全构成了严重威胁。

### 3.3 盾构施工对匝道桥结构安全性的影响

盾构施工对匝道桥结构安全性的影响是一个复杂而重要的问题,主要体现在两个方面。一方面,施工过程中的直接物理作用,如盾构机掘进时产生的强烈振动和巨大冲击力,可能直接对匝道桥结构造成冲击,导致结构内部的应力分布发生变化,甚至可能引发结构裂缝或破坏。这种直接物理作用对匝道桥的安全稳定性构成了严重威胁。另一方面,施工引起的土体变形也是影响匝道桥结构安全性的重要因素。土体变形可能导致匝道桥基础发生不均匀沉降或水平位移,进而对匝道桥的整体稳定性和承载能力产生不良影响<sup>[3]</sup>。

## 4 盾构施工的环境保护措施

盾构施工作为现代城市地下空间开发的重要手段,虽然带来了显著的交通改善和城市功能提升,但其施工过程也对周边环境产生一定的影响。为了减轻这些影响,保护城市生态环境,必须采取一系列有效的环境保护措施。

### 4.1 噪音与振动控制

盾构施工过程中,盾构机的掘进、拼装管片、注浆等作业都会产生噪音和振动,对周边环境造成干扰。为了减少这些不良影响,首先,合理安排施工时间。尽

量避免在夜间或居民休息时间进行高噪音作业，以减少对周边居民的噪音干扰。根据施工进度实际情况，灵活调整作业时间，确保施工效率与环境保护的平衡。其次，采用低噪音、低振动的施工设备。选用技术先进、噪音和振动控制效果好的盾构机和其他施工设备，从源头上降低噪音和振动的产生，对设备进行定期维护和保养，确保其处于良好的工作状态，减少噪音和振动的排放。设置隔音屏障和减振措施。在施工现场周围设置隔音屏障，如声屏障墙、隔音板等，以阻挡噪音的传播。在盾构机掘进过程中，采用减振垫、减振器等减振措施，降低振动对周边建筑物和设施的影响。最后，加强施工监管和监测。建立施工噪音和振动监测体系，实时监测施工过程中的噪音和振动水平。一旦发现超标情况，立即采取措施进行整改，确保施工噪音和振动控制在规定的范围内。

#### 4.2 废水与废气处理

盾构施工过程中产生的废水和废气是环境污染的主要来源之一。为了有效控制废水和废气的排放，必须采取以下措施：建立废水处理系统，在施工现场设置废水收集池和废水处理设施，将施工过程中产生的废水进行集中收集和处理。废水处理设施应选用高效、环保的处理工艺，确保废水处理后的水质达到排放标准。定期对废水处理设施进行维护和保养，确保其正常运行。加强废气排放控制，盾构施工过程中产生的废气主要来源于施工机械和车辆排放的尾气以及施工扬尘等。为了减少废气排放，应选用符合国家排放标准的施工机械和车辆，并加强尾气排放的监测和管理。采取洒水降尘、覆盖防尘网等措施，减少施工扬尘的产生和排放。加强废弃物管理，将施工过程中产生的废弃物进行分类收集和处理，减少对环境的污染。对于可回收的废弃物，如废旧管片、钢材等，应进行回收利用；对于不可回收的废弃物，应按照相关规定进行无害化处理或安全处置。加强环保宣传和教育，向施工人员普及环保知识和法规，提高他们的环保意识，加强与周边居民和社区的沟通与交流，积极回应他们的环保诉求和关切。

#### 4.3 生态保护与恢复

盾构施工作为现代城市地下空间开发的重要手段，虽然带来了显著的交通改善和城市功能提升，但其施工

过程对周边生态环境造成一定的破坏和影响。为了有效保护和恢复生态环境，确保施工与环保的和谐共生，必须制定并严格执行详细的生态保护方案<sup>[4]</sup>。在施工前，应对施工区域进行全面的生态调查和评估，充分了解区域内的植被分布、土壤类型、水资源状况等生态要素，以便制定针对性的生态保护方案。该方案应涵盖施工区域的植被保护、土壤保护和水资源保护等多个方面，明确具体的保护措施和实施方案。在施工过程中，应积极采取生态补偿措施，如种植树木、恢复植被等，以弥补施工对生态环境的破坏。加强施工区域的绿化和美化工作，提升施工区域的生态环境质量，为城市居民提供更为宜居的生活环境。还应加强对施工区域的环境监测和管理。通过定期对施工区域进行环境监测，及时发现和处理环境问题，确保施工活动不会对周边环境造成过大的影响。加强施工区域的环境管理，确保施工活动符合环保要求，避免产生不必要的环境污染和生态破坏。在施工结束后，应及时对施工区域进行生态恢复工作，如土地复垦、植被恢复等。通过科学规划和管理，使施工区域尽快恢复原有的生态环境和生态功能，实现施工与环保的双赢。

#### 结束语

本文综合探讨了盾构施工下穿城市匝道桥时可能产生的多方面影响，并提出了相应的预防和控制措施。通过详细分析地表沉降、匝道桥竖向沉降与水平位移以及结构安全性等问题，深刻认识到盾构施工对匝道桥安全的挑战与重要性。未来，在城市地下空间开发中，应继续加强盾构施工技术的研发与应用，确保施工安全与环境保护的协调统一，为城市交通建设提供坚实的技术支撑和保障。

#### 参考文献

- [1]崔晓,许锋,马俊成,孙明峰.地铁施工监测重难点分析及存在问题对策研究[J].天津建设科技,2023-06-20.
- [2]吴庆庆.地铁盾构下穿某桥梁的安全影响评估[J].安徽建筑,2023-07-25.
- [3]管明哲;吴叶遥;董梅;黄山.基于监测数据的杭州粉砂土地层盾构隧道开发风险研究[J].地基处理,2023-09-25.
- [4]江顺浩.郑州地铁隧道侧穿建筑物控制措施及监测分析[J].城市建筑,2023-06-20.