

浅析明挖隧道深基坑施工对近邻高速公路桥梁桩基的影响

Analysis of the Influence of Deep Foundation Pit Construction in Open Cut Tunnels on the Pile Foundation of Nearby Expressway Bridges

程俊坤

Junkun Cheng

浙江交工集团股份有限公司 中国·浙江 杭州 310000

Zhejiang Communications Construction Group Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

摘要: 论文浅析了明挖隧道深基坑施工对近邻高速公路桥梁桩基的影响。首先,介绍了明挖隧道深基坑的施工方法及特点,以及高速公路桥梁桩基的结构和重要性。其次,详细探讨了施工对桥梁桩基的影响机制,包括施工振动、基坑开挖引起的地基应力重分布以及地下水变化对桩基承载力的影响。最后,提出了减小施工负面影响的策略,包括施工方案优化、加强基坑支护措施和地下水位控制与管理。

Abstract: This paper analyzes the impact of open cut tunnel deep foundation pit construction on the pile foundation of adjacent highway bridges. Firstly, the construction methods and characteristics of open cut tunnel deep foundation pits were introduced, as well as the structure and importance of highway bridge pile foundations. Subsequently, the impact mechanism of construction on bridge pile foundations was discussed in detail, including construction vibration, redistribution of foundation stress caused by excavation of foundation pits, and the impact of groundwater changes on the bearing capacity of pile foundations. Finally, strategies were proposed to reduce the negative impact of construction, including optimizing construction plans, strengthening foundation pit support measures, and controlling and managing groundwater levels.

关键词: 明挖隧道; 深基坑施工; 高速公路桥梁; 桩基

Keywords: open cut tunnel; deep foundation pit construction; highway bridges; pile foundation

DOI: 10.12346/etr.v5i11.8756

1 引言

在城市化进程快速发展的今天,明挖隧道作为城市交通重要的一部分,其施工过程往往需要穿越复杂的地质环境,并且经常与现有的高速公路桥梁桩基相互干扰。这种施工方式,虽然满足了城市建设的需求,但同时也可能带来一系列工程问题。特别是在深基坑施工过程中,由于施工振动、地基应力重分布以及地下水变化等因素,可能对近邻的高速公路桥梁桩基造成不良影响,进而影响桥梁的稳定性和安全性。因此,在明挖隧道深基坑施工过程中,如何减小对高速公路桥梁桩基的影响,成了一个值得关注和研究的问题。

2 明挖隧道深基坑施工方法及特点

明挖隧道深基坑施工方法是隧道工程中一种常见且重要

的施工技术。这种施工方法的特点在于其开挖过程是在地表直接进行的,相较于其他隧道施工方法,明挖隧道深基坑施工更加直接和直观。接下来我们将详细介绍这种施工方法及其特点。明挖隧道深基坑施工通常首先需要进行地表准备,包括清理施工场地、搭建施工设施等。然后,根据设计图纸,在地表进行定位标注,确定隧道的轴线和进出口位置。接着,利用挖掘机等机械设备开始开挖,根据地质情况和隧道断面形状,选择合适的开挖方法。在开挖过程中,还需要进行实时的地质工程勘察,确保施工安全。开挖完成后,接下来是隧道结构的施工。一般情况下,会先进行基础处理,如地基加固、防水处理等,然后开始砌筑隧道墙体和顶部结构。这个过程通常会使用钢筋混凝土或钢结构,以确保隧道的稳定性和安全性。

【作者简介】程俊坤(1989-),男,中国四川南充人,本科,工程师,从事道桥工程研究。

明挖隧道深基坑施工的特点主要有以下几点：

首先，明挖隧道深基坑施工对地质环境的适应性较强。由于开挖过程直接在地表进行，因此可以根据实际地质情况灵活调整施工方案和技术参数，确保施工的顺利进行。其次，施工质量相对容易保证。明挖施工方式使得施工人员能够直接观察和检查隧道结构的施工质量，有利于及时发现和解决问题，确保施工质量符合设计要求。最后，明挖隧道深基坑施工的工期相对较短。由于开挖和结构施工可以同时进行，因此可以加快施工进度，缩短工程周期，有利于降低工程成本和减少对周围环境的影响^[1]。

需要注意的是，明挖隧道深基坑施工虽然具有上述优点，但在实际工程中还需要考虑许多因素。例如，施工场地的地质条件、周围环境状况、交通状况等都会对施工方案的选择和实施产生影响。因此，在实际施工中，需要综合考虑各种因素，制定合理的施工方案和技术措施，确保施工的安全、质量和效益。

3 高速公路桥梁桩基结构及其重要性

高速公路桥梁桩基结构通常由桩身、桩帽和桩端三部分组成。桩身是桩基的主体部分，一般采用钢筋混凝土材料，具有足够的强度和刚度，能够承受桥梁传来的荷载并将其传递到深层土壤中。桩帽位于桩身顶部，用于连接桥梁上部结构和桩身，起到分配荷载的作用。桩端位于桩身底部，与土壤直接接触，其形状和设计需根据地质条件进行优化，以确保桩基的承载能力和稳定性。

高速公路桥梁桩基的重要性不言而喻。首先，桩基能够将桥梁上部结构的荷载通过桩身传递到深层土壤中，避免了荷载直接作用在地表土层上，从而减小了地基的变形和沉降，确保了桥梁的稳定性和安全性。尤其是在地质条件较差的地区，桩基的作用更加明显，能够有效地防止桥梁因地基问题而产生的破坏和事故。其次，桩基还能够提高桥梁的抗震性能。在地震等自然灾害发生时，桩基能够通过其刚度和强度抵抗地震力的作用，减小桥梁的振动和变形，保护桥梁免遭破坏。因此，在地震频发的地区，高速公路桥梁的桩基设计更需注重抗震性能的提升。最后，桩基对于高速公路桥梁的长期使用和维护也具有重要意义。由于桩基位于地下，能够避免地面环境对桥梁结构的直接侵蚀和破坏，从而延长桥梁的使用寿命。同时，桩基的设计和施工也需要考虑到维护和检修的便利性，以便在需要时进行及时有效的维修和加固。

4 明挖隧道深基坑施工对高速公路桥梁桩基的影响机制

4.1 施工振动对桩基的影响

明挖隧道深基坑施工中，各种机械设备如挖掘机、打桩机、运输车辆等都会产生明显的振动。这种振动会以波的形

式在土体中传播，进而对桩基产生影响。

结构损伤：强烈的施工振动可能导致桩基结构内部产生微裂纹，尤其是在混凝土桩中，长期的振动可能导致混凝土开裂、钢筋锈蚀，从而影响桩的承载能力。

土体液化：在饱和砂土或粉土中，施工振动可能导致土体液化，使土颗粒间的摩擦力降低，从而导致桩侧摩阻力减小，桩基的承载能力下降。

桩土界面破坏：振动可能导致桩土界面处的土壤松动，造成桩的侧摩阻力降低，影响桩的稳定性。

4.2 基坑开挖引起的地基应力重分布

明挖隧道深基坑的开挖会引起周围土体的应力释放和重分布，这种应力变化也会对桩基产生影响。

水平位移：基坑开挖可能导致土体向坑内移动，使桩身受到水平方向上的推力，导致桩身发生水平位移。如果位移过大，可能导致桩身断裂或影响到上部结构的安全。

弯矩变化：由于地基应力的重分布，桩基承受的弯矩也会发生变化。特别是在桩基顶部和底部，弯矩的增大可能对桩身结构造成不利影响。

土压力变化：基坑开挖会改变桩侧土压力分布，一般会导致桩侧摩阻力减小，进而影响单桩及群桩的承载力和沉降。

4.3 地下水变化对桩基承载力的影响

明挖隧道深基坑施工过程中，地下水位可能发生变化，这种变化对桩基的承载力也有明显影响^[2]。

土壤性质变化：地下水位的变化可能导致土壤性质发生改变，如含水量增加可能降低土壤的摩擦角和粘聚力，从而影响到桩的侧摩阻力。

化学侵蚀：地下水中的化学物质可能对桩基材料产生侵蚀作用，如混凝土中的钢筋可能因长期的化学作用而锈蚀，影响桩的强度和耐久性。

5 减小明挖隧道深基坑施工对高速公路桥梁桩基的负面影响的策略

5.1 施工方案的优化与设计

减小明挖隧道深基坑施工对高速公路桥梁桩基的负面影响，首要策略便是进行施工方案的优化与设计。这一环节在整个工程中占据着举足轻重的地位，一个优秀的施工方案能够在源头上减小施工对桩基的不利影响，确保施工质量和桥梁的长期稳定。

施工方案的优化，首先需要施工场地进行全面的地质勘察。通过地质钻探、地球物理勘探等手段，详细掌握地层分布、土质特性、地下水位等关键数据。这些数据将为后续的施工方案提供重要依据，确保设计方案能够充分适应地质环境，减少不必要的工程风险。其次，结合地质勘察结果，针对性选择合适的开挖方法。对于不同的地质条件，明挖隧道的开挖方法也会有所调整。例如，在软弱土层中，可能需

要采用支护结构来确保坑壁稳定；而在坚硬岩层中，则可以采用爆破法来提高开挖效率。选择合适的开挖方法，能够减小土体扰动，降低施工振动对桩基的影响。同时，施工方案中还需充分考虑施工设备和施工工艺的选择。选用低振动、高效率的施工设备，能够减小施工振动对周围土体和桩基的影响。在施工工艺方面，优化土方开挖和运输流程，减少不必要的土体扰动，有助于维持地基的稳定。

设计环节也是减小负面影响的关键。设计师需要充分考虑桥梁桩基的承载力和变形要求，合理选择桩型、桩径、桩长等参数。通过精细化设计，确保桩基在满足承载力的同时，具有足够的刚度和稳定性，以抵抗施工过程中的各种不利影响。此外，施工方案中还需要包含一系列防护措施。例如，针对施工振动，可以设置隔振沟、减振垫等减振措施，有效隔离施工振动向桩基的传播；针对地下水变化，可以合理安排降水或止水措施，维持地下水位的稳定，减小对桩基承载力的影响。

值得一提的是，施工方案的优化与设计并非一蹴而就的过程。在施工过程中，需要根据实时监测数据进行持续调整。设计师和施工人员需要保持紧密沟通，及时发现问题并采取相应措施，确保施工方案始终与实际地质条件和施工情况相匹配。

5.2 加强基坑支护措施

基坑支护是确保明挖隧道深基坑施工稳定和周围结构安全的关键环节。为了减小施工对高速公路桥梁桩基的负面影响，加强基坑支护措施显得尤为重要。

首先，要根据工程地质条件和水文地质条件，选择合适的支护结构类型。对于不同的地质情况，可采用钢支撑、混凝土支撑、土钉墙等多种支护方式，确保支护结构与地质环境相匹配，从而有效地抵抗土体变形和侧向压力。其次，要注重支护结构的设计和施工质量控制。设计时应充分考虑荷载作用、土体性质和施工工况，确保支护结构具备足够的强度和刚度。在施工过程中，应严格控制施工质量，确保支护结构的施工精度和完整性。再次，要加强基坑支护的监测和预警。通过实时监测支护结构的变形、内力和位移等关键参数，及时发现潜在的安全隐患，并采取相应的预警和应急措施，确保基坑支护的稳定性和安全性。同时，基坑开挖过程中，应根据实际情况灵活调整支护方案。随着基坑开挖的深入，土体应力重分布和地下水变化等因素可能对原设计参数产生影响。因此，要根据监测数据和现场实际情况，及时调整支护方案，保证支护效果。最后，要加强基坑支护与桥梁桩基的协调设计。在设计和施工过程中，应充分考虑基坑支护与桥梁桩基的相互作用，确保二者在受力和变形上能够协

调配合。通过合理设置支撑点和加固措施，减小基坑开挖对桥梁桩基的不利影响，保证桥梁桩基的稳定性和安全性^[1]。

5.3 地下水位的控制与管理

在明挖隧道深基坑施工过程中，地下水位的波动可能会对桥梁桩基产生不利影响。因此，有效控制和管理地下水位对于保护桥梁桩基的稳定性和安全性至关重要。

首先，要进行充分的地下水文地质勘察。在施工前，应对施工区域的地下水文地质条件进行详细调查和分析，了解地下水位的分布、动态变化规律和影响因素，为后续的地下水位控制和管理提供科学依据。其次，根据勘察结果，制定相应的地下水位控制方案。这包括确定合理的降水深度、降水速率和降水时长等关键参数，以确保施工过程中的地下水位稳定。同时，还需要选择合适的降水方法，如井点降水、基坑内降水等，以满足不同施工条件和地质环境的要求。在施工过程中，应加强对地下水位的实时监测。通过设置地下水位观测井和自动监测设备，实时掌握地下水位的动态变化，及时发现异常情况并采取相应措施。这有助于避免因地下水位波动引起的桩基承载力下降、土壤液化等问题，确保桥梁桩基的施工质量和安全。最后，要注重地下水位的回灌和补给。在降水过程中，应合理利用地下水资源，通过回灌井等方式将抽排的地下水回灌到地下含水层中，避免地下水位过度降低引发环境问题。同时，对于因施工导致的地下水位下降，可以采取人工补给措施，保持地下水位的稳定。最后，要加强与地下水文地质专家的沟通和合作。明挖隧道深基坑施工涉及复杂的地下水文地质问题，与专业的地下水文地质专家紧密合作，能够充分利用其专业知识和经验，为地下水位的控制和管理提供有力支持。

6 结语

论文通过详细分析明挖隧道深基坑施工对高速公路桥梁桩基的影响，提出了针对性的防护策略。随着城市建设的不断推进，我们更应重视这种施工方式可能带来的影响，并不断完善和优化施工方案，以确保工程的安全稳定。希望论文的研究能为相关领域提供有价值的参考，推动中国基础设施建设的持续发展。

参考文献

- [1] 邱章龙,张志刚,陆森森.市政隧道明挖基坑施工风险管控关键技术研究[J].建筑安全,2022,37(12):59-62.
- [2] 蔡敏俊.明挖隧道深基坑开挖的安全防护施工技术探讨[J].福建交通科技,2022(11):85-88.
- [3] 桂浩,张俊,张帅.城市明挖隧道基坑施工危险源辨识及应对措施[J].云南水力发电,2022,38(10):309-313.