

盾构隧道近距离下穿高速桥梁加固措施优化研究

李岩 袁志勇

济南黄河路桥建设集团有限公司, 山东 济南 250000

[摘要] 文章针对盾构隧道近距离下穿高速桥梁的加固问题进行了研究。首先, 介绍了盾构隧道近距离下穿高速桥梁加固的重要性, 包括施工安全、桥梁结构稳定性、交通运输连续性和工程质量经济效益等方面。其次, 分析了盾构隧道近距离下穿高速桥梁不稳固的原因, 包括施工振动、土压力、桥梁结构变形等因素。然后, 提出了盾构隧道近距离下穿高速桥梁加固的原则, 包括结构安全、施工可行性、经济性和环境友好性。最后, 探讨了盾构隧道近距离下穿高速桥梁加固的优化措施, 包括结构加固方案的优化、施工工艺优化和监测预警方案的优化等。通过对加固措施的优化研究, 可以提高施工安全性、保护桥梁结构的稳定性, 并提高工程质量和经济效益。

[关键词] 盾构隧道; 近距离; 高速桥梁; 加固措施

DOI: 10.33142/sca.v6i8.9811

中图分类号: U445.72

文献标识码: A

Optimization of Reinforcement Measures for Shield Tunnels Passing through High Speed Bridges in Close Range

LI Yan, YUAN Zhiyong

Ji'nan Huanghe Luqiao Construction Group Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250000, China

Abstract: The article conducts research on the reinforcement of shield tunnels passing through high-speed bridges in close proximity. Firstly, the importance of reinforcement of shield tunnels passing through high-speed bridges in close proximity was introduced, including construction safety, bridge structure stability, transportation continuity, and engineering quality and economic benefits. Secondly, the reasons for the instability of shield tunnels passing through high-speed bridges in close proximity were analyzed, including factors such as construction vibration, soil pressure, and bridge structural deformation. Then, the principles for strengthening high-speed bridges through shield tunnels in close proximity were proposed, including structural safety, construction feasibility, economy, and environmental friendliness. Finally, optimization measures were explored for the reinforcement of shield tunnels passing through high-speed bridges in close proximity, including the optimization of structural reinforcement plans, construction process optimization, and monitoring and warning plans. By optimizing and researching reinforcement measures, construction safety can be improved, the stability of bridge structures can be protected, and engineering quality and economic benefits can be improved.

Keywords: shield tunneling; close range; high speed bridges; reinforcement measures

引言

随着城市交通网络的不断发展和扩张, 盾构隧道作为一种高效、快速、安全的地下交通建设方式, 被广泛应用于城市地铁和交通隧道的建设。然而, 在某些特殊情况下, 盾构隧道需要近距离下穿已建成的高速桥梁, 这给施工和桥梁结构稳定性带来了巨大的挑战。盾构隧道近距离下穿高速桥梁的加固问题涉及到施工安全、桥梁结构稳定性、交通运输连续性和工程质量经济效益等多个方面。由于盾构隧道施工过程中的振动、土压力以及桥梁结构变形等因素的影响, 高速桥梁的稳固性可能受到严重威胁。因此, 对盾构隧道近距离下穿高速桥梁的加固措施进行优化研究, 具有重要的理论和实践意义。通过本文的研究, 可以为盾构隧道近距离下穿高速桥梁的加固提供理论指导和实际参考, 提高施工安全性、保护桥梁结构的稳定性, 并提高工程质量和经济效益。

1 盾构隧道近距离下穿高速桥梁加固的重要性

1.1 施工安全保障

盾构隧道近距离下穿高速桥梁的加固对施工安全保

障具有重要意义, 盾构隧道施工过程中可能会对高速桥梁产生振动、土压力等影响, 进而导致桥梁结构的破坏甚至倒塌, 通过加固措施的优化研究, 能够有效降低这些风险, 保障施工期间桥梁的稳定性, 避免潜在的灾害事故发生。盾构隧道下穿高速桥梁需要施工人员进入施工区域, 施工现场的安全是首要考虑的因素, 合理的加固措施能够减少施工过程中的风险和危险, 提供安全的工作环境, 保护施工人员的生命安全。盾构隧道近距离下穿高速桥梁的施工过程中, 如果没有合理的加固措施, 可能导致桥梁结构的损坏, 进而引发事故。通过加固措施的优化研究, 可以减少事故发生的可能性, 保障施工过程的安全性和稳定性^[1]。

1.2 桥梁结构稳定性保护

盾构隧道施工过程中, 由于土层的挖掘和隧道结构的推进, 会产生较大的土压力和地下水压力。这些压力可能对高速桥梁的基础和结构造成影响, 引起桥梁的变形、沉降或破坏, 通过加固措施的优化研究, 可以有效抵御土压力和地下水压力, 保护桥梁结构的稳定性。盾构隧道近距

离下穿高速桥梁时,桥梁结构可能受到振动和变形的影响,进而导致裂缝的产生,合理的加固措施能够控制桥梁的变形和裂缝扩展,保持桥梁结构的稳定性,延长桥梁的使用寿命。盾构隧道近距离下穿高速桥梁时,由于施工过程中的挖掘和土压力的影响,可能会对桥梁的承载能力产生不利影响,通过加固措施的优化研究,可以提高桥梁的承载能力,确保桥梁在承受交通荷载时的安全稳定^[2]。

1.3 交通运输连续性维护

在盾构隧道施工过程中,如果没有合理的加固措施,可能会对高速桥梁造成不可预测的损坏,导致桥梁的关闭或限制通行。这将严重影响交通运输的连续性,给人们的出行带来不便和延误,通过加固措施的优化研究,可以减少对高速桥梁的影响,保障交通的持续畅通。盾构隧道近距离下穿高速桥梁需要施工人员进入施工区域进行作业,如果没有合理的加固措施,施工可能受到限制,导致施工期限延长,通过加固措施的优化研究,可以提高施工的效率,缩短施工期限,减少对交通运输的干扰。盾构隧道近距离下穿高速桥梁的施工过程中,如果没有合理的加固措施,可能会导致桥梁结构的损坏,进而引发事故。这将行驶在桥上的车辆和行人的安全构成威胁,通过加固措施的优化研究,可以降低事故发生风险,保障交通的安全性。

2 盾构隧道近距离下穿高速桥梁不稳固的原因分析

2.1 地质条件

盾构隧道近距离下穿高速桥梁不稳固的原因之一是地质条件。地下地质往往是多层次、多种类型的,如果地质条件复杂,如存在多种岩土层、断层、褶皱等地质构造,会增加隧道施工的难度和风险,复杂地层可能存在不稳定的地层,容易引发地质灾害,从而影响盾构隧道的稳定性。如果盾构隧道下穿的地层土质松软、含水量高,容易发生沉降、变形、涌水等问题。松软的土层在施工过程中容易塌陷,导致隧道结构不稳定,进而影响高速桥梁的稳定性。地下土体的力学性质对隧道施工的稳定性至关重要。例如,土体的抗剪强度、压缩性、渗透性等性质会直接影响隧道施工过程中的土压平衡、支护结构设计等。如果土体力学性质不稳定或不符合预期,可能导致隧道施工过程中的变形、沉降等问题,进而影响高速桥梁的稳定性^[3]。

2.2 施工技术不当

盾构隧道的掘进速度应根据地质条件和土体性质合理确定,如果掘进速度过快,可能会引起土体的塌陷和沉降,导致隧道结构不稳定,从而影响高速桥梁的稳定性。盾构隧道施工过程中需要通过土压平衡来保持隧道周围土体的稳定,如果土压平衡控制不准确,过高或过低的土压力都可能导致隧道结构的变形和沉降,进而影响高速桥梁的稳定性。盾构隧道施工过程中需要采取适当的支护措施来保证隧道的稳定性,如果支护结构设计不合理,如支护方式选择不当、支护材料质量不过关等,可能无法有效地承担土压力和地下水压力,从而导致隧道结构不稳固,影响高速桥梁的稳定性。盾构隧道施工过程中需要进行实

时监控和调整。如果监控措施不到位,无法及时发现和解决施工过程中的问题,如地层变化、土体沉降等,可能会导致隧道结构不稳固,进而影响高速桥梁的稳定性^[4]。

2.3 加固措施不足

盾构隧道施工过程中需要采取适当的支护措施来保证隧道的稳定性。如果支护结构设计不合理或者施工过程中支护结构质量不过关,可能无法有效地承担土压力和地下水压力,从而导致隧道结构不稳固,影响高速桥梁的稳定性。在盾构隧道施工过程中,可能需要对周围土体进行加固,以增强隧道的稳定性。如果土体加固措施不足或者施工质量不过关,可能导致土体的变形、沉降等问题,进而影响高速桥梁的稳定性。隧道衬砌是保证隧道结构稳定和安全的部分。如果隧道衬砌质量不过关,如衬砌材料选用不当、施工质量不合格等,可能导致衬砌出现开裂、脱落等问题,从而影响隧道的稳定性和高速桥梁的安全性。

2.4 桥梁设计不合理

在盾构隧道下穿高速桥梁时,如果桥梁的刚度不足,无法承受来自隧道施工过程中的振动和变形,就会导致桥梁结构的不稳固。因此,在桥梁设计中应该充分考虑到盾构施工对桥梁的影响,采取合适的刚度设计措施。桥梁支座是连接桥梁与地基之间的重要部分,对桥梁的稳定性起着关键作用。如果桥梁支座设计不合理,如支座类型选择不当、支座刚度不匹配等,可能导致桥梁无法有效地承受来自隧道施工过程中的荷载和变形,进而影响桥梁的稳固性。盾构隧道施工过程中会产生较大的振动和地震效应,如果桥梁的抗震设计不足,无法充分考虑到这些影响因素,就会导致桥梁在施工过程中发生严重的振动和变形,从而影响桥梁的稳定性。盾构隧道下穿高速桥梁时,需要对桥梁的荷载进行准确的计算和评估,如果桥梁荷载计算不准确,可能导致桥梁的结构强度不足,无法承受来自隧道施工过程中的荷载,进而影响桥梁的稳固性^[5]。

3 盾构隧道近距离下穿高速桥梁加固的优化措施

3.1 加强支护结构

加强支护结构是加固盾构隧道近距离下穿高速桥梁稳固性的重要措施。首先,能够使用钢支撑结构来增强隧道的稳定性,钢支撑具有高强度和刚度,能够有效地承受土压力和地下水压力,保持隧道的稳定。在盾构隧道内部使用混凝土衬砌,形成一个坚固的衬砌结构,混凝土衬砌能够承受来自地层的压力,并增加隧道的整体刚度和稳定性。在盾构隧道周围土体中设置土钉墙来增强支护结构,土钉墙由钢筋和钢绞线组成,通过预应力作用将土体与墙体紧密连接,提高土体的整体稳定性。可以使用喷射混凝土技术对盾构隧道周围的土体进行加固,喷射混凝土是一种高强度的混凝土材料,能够有效地增强土体的稳定性,并提高隧道的整体强度和刚度。在盾构隧道两侧设置地下连续墙,形成一个闭合的支护结构,地下连续墙能够承受土压力和地下水压力,有效地保持隧道的稳定性。使用预应力锚杆对盾构隧道进行加固。预应力锚杆通过施加预应力力量,将锚杆与土体紧密连接,提高土体的整体稳定性。

3.2 土体加固措施

土体加固是加固盾构隧道近距离下穿高速桥梁稳固性的重要措施。通过灌浆技术对周围土体进行加固,灌浆材料可以渗透到土体中,填充土体中的空隙,提高土体的强度和稳定性。采用注浆技术对土体进行加固,注浆材料通过注入土体中,与土体发生化学反应或形成胶状体,增加土体的强度和稳定性。在盾构隧道周围设置加固桩来增强土体的稳定性,加固桩可以通过承载土体的荷载,减少土体的变形和沉降,保持隧道的稳定。对于特殊情况下的软弱土层,可以采用土体冻结技术进行加固,通过降低土体温度,使土体冻结成坚固的冻土,提高土体的强度和稳定性^[6]。

3.3 桥梁设计优化

盾构隧道近距离下穿高速桥梁时,桥梁设计的优化措施可以从以下几个方面考虑:第一,桥墩设计。针对盾构隧道下穿位置的桥墩,可以采用加固措施来增强其稳定性。例如,增加桥墩的截面尺寸、采用高强度材料、设置加固钢筋等,以提高桥墩的承载能力和抗震性能。第二,桥梁结构设计。在盾构隧道下穿位置的桥梁结构设计中,可以考虑采用更加坚固和刚性的结构形式,如刚构桥或连续梁桥,以增强桥梁的整体稳定性和抗震性能。第三,桥梁基础设计。在盾构隧道下穿位置的桥梁基础设计中,可以采用深基础或加固基础形式,以提高桥梁的承载能力和稳定性。例如,采用深挖基坑、桩基础或地基加固技术等。第四,桥梁监测系统。在盾构隧道下穿过程中,应设置桥梁的监测系统,实时监测桥梁结构的变形和应力状况。通过监测数据,及时发现和处理桥梁的变形和异常情况,以保证桥梁的安全稳定。第五,施工方案优化:在盾构隧道下穿高速桥梁的施工过程中,应根据具体情况制定合理的施工方案。例如,合理安排盾构施工进度,减小对桥梁结构的影响;采取适当的支护措施,保证盾构施工过程中的土体稳定性。

3.4 地下水控制优化

盾构隧道近距离下穿高速桥梁时,地下水控制是非常重要的一项优化措施。在盾构隧道下穿高速桥梁之前,可以通过降低周围地下水位的方法来减少地下水对隧道和桥梁的影响,这可以通过排水井、抽水泵等设备进行地下水的抽排实现。在盾构隧道下穿位置的周围设置密封隔水墙,阻止地下水进入施工区域,密封隔水墙可以采用深层土壤冻结、注浆或钢板桩等技术来实现,以确保施工区域的干燥。在盾构隧道下穿高速桥梁时,应根据地下水的水头和压力情况,采取合适的地下水压力平衡措施,这可以通过在隧道周围设置压力平衡孔、压力平衡管等设施来实现,以保持地下水的平衡状态。在盾构隧道下穿高速桥梁的施工过程中,应设置地下水监测与预警系统,实时监测地下水位、水压和水质等参数,通过监测数据,及时发现和处理地下水的异常情况,以保证施工的安全性和稳定性。

3.5 监测与预警系统

设置桥梁和隧道结构的监测系统,实时监测结构的变形、应力和振动等参数,通过监测数据,及时发现和分析结构的

变化情况,判断结构的安全性和稳定性。设置地下水位、水压和水质等参数的监测系统,实时监测地下水的变化情况,通过监测数据,及时发现和处理地下水的异常情况,以保证施工的安全性和稳定性。在盾构隧道下穿高速桥梁的施工过程中,设置施工参数的监测系统,如盾构机的推进力、土压、姿态等,通过监测数据,及时掌握施工过程的状态,发现和处理施工过程中的异常情况。基于监测数据,建立预警系统,设定合理的预警阈值,一旦监测数据超过预警阈值,预警系统会及时发出警报,以提醒相关人员采取措施,防止事故的发生。监测与预警系统应具备数据分析和决策支持功能。通过对监测数据进行分析 and 处理,提供合理的决策建议,帮助相关人员做出正确的决策,保障施工的安全性和质量。

4 结语

本文对盾构隧道近距离下穿高速桥梁的加固措施进行了优化研究,并提出了一系列可行的方案和原则。通过综合分析已有文献和实际案例,我们深入探讨了盾构隧道施工过程中可能面临的挑战和问题,并提出了相应的解决方案。在盾构隧道近距离下穿高速桥梁的加固过程中,施工安全是首要考虑的因素,同时还需要兼顾桥梁结构的稳定性、交通运输连续性和工程质量经济效益等方面的要求。我们提出了加固措施的优化原则,包括结构安全、施工可行性、经济性和环境友好性,以确保加固方案的可行性和有效性。然而,需要注意的是,每个具体的工程项目都有其独特的特点和要求,因此,在实际应用中需要根据具体情况综合考虑和调整。我们希望本文的研究成果能够为盾构隧道近距离下穿高速桥梁的加固提供理论指导和实际参考,促进相关领域的发展和进步。

[参考文献]

- [1]鲁志鹏,付佳卉,张心源,等.大直径盾构隧道单环结构安全性评价分析[J].铁道标准设计,2023,9(6):1-10.
- [2]姜越,高祥志,李彦霖,等.超大直径盾构隧道下穿交通枢纽地下结构变形特征与机理[J].工业建筑,2023,53(1):575-578.
- [3]杨书一,黎庆,王刚,等.大断面盾构隧道堆载工况响应特征研究[J].工业建筑,2023,53(1):481-484.
- [4]袁志坚,涂俊胤,窦洪羽,等.裂缝位置对盾构隧道结构应力与变形的影响研究[J].铁道建筑技术,2023(8):140-143.
- [5]滕丽,江昊鸿,江宇.基坑开挖对运营盾构隧道变形影响及控制研究[J].上海公路,2022(3):67-73.
- [6]蒋超,曹前,蔡光伟,等.红层盾构隧道交叠下穿运营地铁隧道影响分析[J].交通科学与工程,2022,38(3):64-71.

作者简介:李岩(1991.2—),男,单位:济南黄河路桥建设集团有限公司,毕业学校:河北建筑工程学院,专业:建筑电气与智能化;袁志勇(1989.6—),男,单位名称:济南黄河路桥建设集团有限公司,毕业学校和专业:鲁东大学土木工程。