

城市道路路基下穿高铁桥墩影响性分析

张帆

浙江交工集团股份有限公司 浙江 杭州 310000

摘要: 随着城市化进程的加快,城市道路与高速铁路交叉现象日益普遍。城市道路路基下穿高铁桥墩的施工对高铁桥墩的稳定性和运营安全产生重要影响。本文将从理论角度探讨城市道路路基下穿高铁桥墩的影响性,分析施工过程中的主要影响因素,并提出相应的控制措施。

关键词: 城市道路路基; 下穿高铁桥墩; 影响性

引言

随着交通需求的不断增长,城市道路与高速铁路交叉穿越的现象越来越普遍。然而,城市道路路基下穿高铁桥墩的施工对高铁桥墩的稳定性和运营安全构成潜在威胁。因此,研究城市道路路基下穿高铁桥墩的影响性,对确保高速铁路的安全运营具有重要意义。

1 城市道路路基下穿高铁桥墩的影响因素

1.1 土层变形

在城市道路路基下穿高铁桥墩的施工过程中,土层的开挖和回填是不可避免的环节。然而,这些施工活动会对高铁桥墩周围的土层产生显著的扰动,导致土层发生复杂的竖向和侧向变形。具体来说,开挖过程中,土体的应力状态发生改变,原本平衡的应力场被打破,土体开始发生卸载和回弹,这种回弹会直接导致高铁桥墩下方土层的支撑力减弱,进而引起桥墩的竖向位移。同时,侧向变形也是不可忽视的问题,它主要由土体侧向压力的释放和重新分布引起,这种变形会进一步加剧桥墩的位移和倾斜。土层的变形特性还受到多种因素的影响,如土质的类型、密实度、含水量等^[1]。例如,软土地区的土层变形更为显著,因为软土的抗压强度和抗剪强度较低,更容易发生变形。此外,土层的厚度和分布也会对变形产生影响,较厚的土层在开挖过程中更容易发生大的变形,而分布不均的土层则可能导致桥墩受到不均匀的支撑力,进而产生倾斜或扭转。

1.2 荷载作用

城市道路路基的施工荷载、路面结构层的荷载以及运营后的活载都是对高铁桥墩产生附加应力的主要因素。在施工阶段,路基的填筑和压实过程中,土体和填料之间的相互作用会产生较大的荷载,这种荷载会通过土层传递到高铁桥墩的桩基上,引起桥墩的变形。路面结构层的荷载主要包括面层、基层和垫层的重量,这些荷载在施工和运营过程中都会持续作用在桥墩上,进一

步加剧其变形。运营后的活载也是不可忽视的因素。城市道路作为城市交通的重要组成部分,承载着大量的车流和人流,这些活载会产生动态的荷载效应,对高铁桥墩产生周期性的振动和冲击。长期以来,这种动态荷载会导致桥墩的疲劳损伤和累积变形,进而影响其稳定性和安全性。

1.3 施工工艺

不同的施工工艺对高铁桥墩的影响程度各不相同。在选择下穿形式时,桩板结构、桥梁、U型槽、路基和框架结构等都有其独特的应力分布和变形特性。例如,桩板结构通过桩基将荷载传递到较深的土层中,减小了对浅层土体的扰动,因此其对高铁桥墩的影响相对较小。而桥梁结构则通过跨越高铁桥墩的方式,避免了直接对桥墩产生荷载,但其施工过程中的临时支撑和吊装作业可能会对桥墩产生一定的影响。U型槽结构则是一种将道路置于槽形结构中的下穿形式,其施工过程中对土体的扰动较小,但对槽壁的稳定性和支护要求较高。路基结构则是最直接的下穿形式,其施工过程中对土体的开挖和回填量较大,因此对高铁桥墩的影响也最为显著。框架结构则是一种将道路置于框架结构中的下穿形式,其施工过程中对桥墩的影响主要取决于框架结构的刚度和稳定性。

2 城市道路路基下穿高铁桥墩的影响性分析

2.1 竖向位移

在城市道路路基下穿高铁桥墩的施工过程中,高铁桥墩的竖向位移是一个重要的关注点。由于土层的竖向变形和施工荷载的作用,高铁桥墩的竖向位移会显著受到影响。这种位移不仅在施工阶段存在,而且在道路运营期间也会逐渐累积,对桥梁结构的稳定性和轨道平顺性构成潜在威胁。具体来说,当城市道路以路基的形式下穿高铁桥梁时,填土的荷载、路面结构层的荷载以及运营的活载都会对高铁桥墩的竖向位移产生影响。根据

有限元数值模拟的计算结果,路面结构层荷载对桥墩竖向位移的影响尤为显著^[2]。以某新建城市道路为例,该道路路面宽度为15m,长度为121m,采用路基形式自西向东先后下穿在建盐通张铁路和在建沪通铁路。模拟结果显示,路面结构层荷载对桥墩竖向位移的最大附加值为0.61mm,约占61%的累计竖向位移。随着道路的施工和运营,高铁桥墩的竖向位移不断增加,最大累计竖向位移达到了1.00mm。此外,其他研究也表明,新建道路与高铁桥墩的相对位置对竖向位移有显著影响。例如,在福厦高铁预留通道项目中,采用路基下穿方案,模拟结果显示,在各种工况下桥墩的最大竖向位移为1.325mm。这一数值虽然小于前述案例,但也足以说明路基下穿高铁桥墩对桥墩竖向位移的显著影响。竖向位移的累积不仅影响桥梁结构的稳定性,还可能对轨道平顺性造成不利影响,进而影响高铁列车的运行安全和乘坐舒适度。因此,在设计和施工过程中,必须充分考虑这一因素,采取有效措施减少竖向位移的累积,确保高铁桥墩的稳定性和安全性。

2.2 水平位移

在城市道路路基下穿高铁桥墩的复杂施工中,桥墩不仅会受到竖向位移的影响,水平位移同样是一个不容忽视的关键因素。竖向变形与土层侧向变形,以及施工荷载在水平和垂直方向上的综合作用,共同导致了桥墩的位移现象。竖向位移主要由填土、路面结构层及运营活载引起,这些荷载会导致土层压缩和桥墩下沉。根据某新建城市道路项目的有限元数值模拟,路面结构层荷载对桥墩竖向位移的贡献尤为突出,最大附加值可达0.61mm,累计竖向位移最大可达1.00mm。与此同时,水平位移则受土层侧向变形和施工荷载横向作用的共同影响。尽管在某些案例中,如基层开挖、基础回填等工况下,横向水平位移相对较小(最大累计仅为0.02mm),但纵向水平位移却可能更为显著。特别是在路面结构层荷载作用下,最大附加纵向水平位移可达0.72mm,累计纵向水平位移最大可达1.02mm。这些位移的累积对桥梁结构的稳定性和轨道平顺性构成了潜在威胁。桥墩的倾斜、结构受力不均等问题可能随之出现,严重时甚至会影响高铁列车的运行安全和乘客的舒适度。因此,在城市道路路基下穿高铁桥墩的设计与施工过程中,必须综合考虑竖向与水平位移的影响。通过采用先进的有限元数值模拟技术,可以精确预测和分析位移的大小与影响范围,为工程提供科学依据。同时,加强施工监测与管理,及时发现并处理潜在的安全隐患,是确保桥梁结构长期稳定与运营安全的重要保障。

2.3 应力重分布

在结构受力体系中,应力重分布是一种较为常见的现象。特别是在城市道路路基下穿高铁桥墩的施工过程中,这种应力重分布对结构的影响尤为显著。首先,城市道路路基下穿高铁桥墩的施工会改变原有土层的应力状态。由于施工过程中的开挖、填筑、压实等活动,土层中的应力分布会发生显著变化。这种变化不仅涉及土层内部的应力重分布,还会对高铁桥墩的桩基产生附加应力。附加应力是指荷载在地基内引起的应力增量,是使地基失去稳定产生变形的主要原因。在路基下穿高铁桥墩的施工过程中,由于新建道路荷载的施加或增加,地基土中会产生附加应力。这些附加应力会沿着桩基向下传递,对桩基的承载能力和稳定性产生影响。具体来说,附加应力会导致桩基产生附加沉降和变形。当附加应力超过桩基的承载能力时,桩基会发生屈服甚至断裂破坏。这不仅会影响高铁桥墩的稳定性,还会对高铁列车的安全运行构成严重威胁。此外,应力重分布还可能引发其他不利因素^[3]。例如,在施工过程中局部支架的拆除、预应力张拉等环节都可能导致荷载应力重分布。这种重分布可能会影响临时结构的承载力,甚至造成永久结构开裂等不利后果。

3 针对城市道路路基下穿高铁桥墩影响的控制措施

3.1 合理选择施工方案

在城市道路路基下穿高铁桥墩的施工中,合理选择施工方案是减小对高铁桥墩影响的关键。根据新建道路与高铁桥墩的实际情况,应综合考虑多种因素,如地质条件、桥墩类型、施工难度等,以确定最优施工方案。具体而言,当新建道路与高铁桥墩的距离较近,且地质条件较为复杂时,可采用桩板结构进行施工。桩板结构通过打入桩基,形成稳定的支撑体系,能够有效减小施工对高铁桥墩的扰动。同时,桩基的布置和间距应根据实际地质条件和桥墩位置进行合理设计,以确保桩基的承载力和稳定性。另外,当新建道路需要穿越高铁桥墩下方的土层,且土层侧向变形控制要求较高时,可采用U型槽结构。U型槽结构通过开挖U型槽,将新建道路与高铁桥墩下方的土层隔离,从而限制土层的侧向变形。在U型槽的施工过程中,应严格控制开挖深度和宽度,避免对高铁桥墩下方的土层造成过大扰动。同时,U型槽的回填材料应选择具有良好稳定性和压实性的材料,以确保回填后的土层能够满足设计要求。除了桩板结构和U型槽结构外,还可以根据实际情况选择其他施工方案,如桥梁结构、路基结构等。在选择施工方案时,应充分考虑施工对高铁桥墩的影响,以及施工方案的可行性和经济

性。同时,还应制定详细的施工计划和监测方案,确保施工过程中的安全性和稳定性。

3.2 加强施工监测

在城市道路路基下穿高铁桥墩的施工过程中,加强施工监测是确保高铁桥墩安全稳定的重要环节。通过科学合理地布设监测点、安装高精度传感器,并借助先进的监测技术,可以实时监测桥墩的位移和变形情况,及时发现潜在问题并采取措施进行处理。具体而言,施工监测应涵盖高铁桥墩的竖向位移、水平位移以及倾斜等多个方面。在桥墩的关键部位,如墩顶、墩身等,应布设监测点,并安装高精度传感器,如位移传感器、倾角传感器等。这些传感器能够实时采集桥墩的位移和变形数据,并通过数据传输系统将数据发送至监控中心。在监测过程中,应定期对传感器进行校准和检查,确保其准确性和可靠性。同时,应建立完善的监测数据分析和处理系统,对采集到的数据进行实时处理和分析,及时发现桥墩的位移和变形异常情况^[4]。一旦发现异常情况,应立即采取措施进行处理,如调整施工方案、加强支护等,以确保高铁桥墩的安全稳定。此外,施工监测还应与施工进度紧密结合。在施工过程中,应根据施工进度及时调整监测方案和监测频率,确保监测工作的连续性和有效性。同时,监测结果应及时反馈给施工单位和相关部门,为施工决策提供依据。

3.3 优化施工工艺

优化施工工艺是减小城市道路路基下穿高铁桥墩施工对高铁桥墩影响的重要手段。通过采用科学合理的施工方法和技术措施,可以有效控制土层的变形和应力重分布,提高土层的承载能力和稳定性,从而确保高铁桥墩的安全稳定。分段施工是一种有效的优化施工工艺方法。在施工过程中,可以将整个施工区域划分为若干个施工段,然后按照顺序逐段进行施工。通过分段施工,可以减小施工对土层的扰动范围,从而控制土层的变形和应力重分布。同时,分段施工还可以方便施工管理和

质量控制,提高施工效率。分层回填也是优化施工工艺的重要措施之一。在路基回填过程中,应按照设计要求进行分层回填,并严格控制每层的回填厚度和压实度。通过分层回填,可以确保土层的均匀性和密实性,提高土层的承载能力和稳定性。同时,分层回填还可以减小土层的侧向变形,从而降低对高铁桥墩的影响。除了分段施工和分层回填外,还可以采用预压法和加固地基等措施来优化施工工艺。预压法是在施工前对土层进行预压处理,使土层提前发生变形和固结,从而减小施工过程中的变形量。加固地基则是通过打入桩基、注浆加固等方法提高地基的承载能力和稳定性,确保高铁桥墩的安全稳定。在优化施工工艺的过程中,还应充分考虑施工对周边环境的影响。例如,施工噪音、振动等对高铁运营和周边居民的影响应得到有效控制。同时,施工过程中产生的废弃物和污水等也应得到妥善处理,以保护环境和生态。

结语

城市道路路基下穿高铁桥墩施工对高铁桥墩的稳定性和运营安全产生重要影响。通过理论分析可知,土层变形、荷载作用和施工工艺是主要的影响因素。为了减小这种影响,应合理选择施工方案、加强施工监测并优化施工工艺。通过这些措施的实施,可以确保高速铁路的安全运营和城市发展的顺利进行。

参考文献

- [1]张志勇.城市道路下穿高铁高架桥的分析与研究[J].绿色环保建材,2020,(02):136-137.
- [2]王鲁.公路与市政道路下穿高铁桥梁方案设计研究[J].中国铁路,2024,(02):62-68.
- [3]龙斌.新建市政道路下穿高铁桥梁的安全控制技术[J].建筑机械化,2024,45(01):108-113.
- [4]王耀,汤彬彬,贾羽.新建道路下穿高铁桥梁对桥墩稳定性影响的数值模拟研究[J].地基处理,2022,4(03):248-256.