

公路桥梁与路基衔接处的沉降控制技术研究

张 恒

四川伟儒建筑工程有限公司 宁夏 银川 750000

摘 要：本文深入探讨了公路桥梁与路基衔接处的沉降控制技术，分析了沉降产生的机理及主要影响因素，详细阐述了地基处理技术、路基填料与压实控制技术、过渡段结构设计与施工技术以及排水系统设计与施工等沉降控制技术。同时，构建了沉降监测与评估体系，并提出了全面升级等优化策略。旨在为公路桥梁与路基衔接处的沉降控制提供科学依据和技术支持。

关键词：公路桥梁；路基衔接；沉降控制技术

1 公路桥梁与路基衔接处沉降机理及影响因素

1.1 沉降产生的机理

沉降是地基土体在外力作用下发生固结、压缩或蠕变的过程，最终导致地面或结构物的高度降低。在公路桥梁与路基衔接处，沉降产生的机理主要包括以下几个方面：第一，地基土体的固结是导致沉降的主要原因之一。在荷载作用下，地基土体中的孔隙水逐渐排出，土体体积缩小，从而产生沉降。这一过程受到地基土层的性质、厚度、分布以及排水条件等多种因素的影响。第二，地基土体的蠕变也是沉降不可忽视的因素。蠕变是指土体在长时间恒定荷载作用下发生的缓慢变形。这种变形虽然速率较慢，但长期累积下来仍可导致显著的沉降。蠕变现象在软弱土层、湿陷性土层等地质条件较差的区域尤为明显。第三，地基承载力不足也是引发沉降的重要原因。当桥梁与路基衔接处的地基承载力小于上部结构的荷载时，地基将发生塑性变形，导致沉降。这种沉降通常伴随着地基土体的剪切破坏，对结构的稳定性构成严重威胁。第四，环境因素如降雨、地震等也可能对沉降产生影响。降雨会导致地下水位上升，软化地基土体，降低其承载力；而地震则可能引发地基土体的振动和松动，加速沉降过程。

1.2 主要影响因素

影响公路桥梁与路基衔接处沉降的主要因素包括地质条件、设计与施工、交通荷载以及环境因素等。地基土层的类型、厚度、分布及其物理力学性质直接影响沉降的大小和速度。软弱土层、湿陷性土层等不良地质条件往往导致较大的沉降；设计参数不合理、施工不规范均可能导致沉降问题^[1]。例如，搭板设计长度不足、路基断面尺寸偏小、回填土压实度不够等设计或施工缺陷均可能加剧沉降现象；随着交通流量的增加和车辆荷载的增大，地基土体所承受的荷载也随之增加，从而加速沉

降过程。环境因素如降雨、温度变化等也可能对沉降产生影响。降雨会导致地下水位上升和土体软化；温度变化则可能引起土体热胀冷缩，进而对沉降产生影响。

2 公路桥梁与路基衔接处沉降控制技术

2.1 地基处理技术

在实际工程中，地基处理技术种类繁多，各有其特定的应用场景和优势。对于软弱地基，如淤泥质土、泥炭土等，常用的处理方法有换填法、预压法和深层搅拌法。换填法是通过挖除不良地基土，换填强度高、压缩性小的材料，如碎石、砂砾等，从而提高地基的承载能力。预压法则是在施工前对地基进行预压，使其提前完成部分固结沉降，以减少后续施工和使用中的沉降量。深层搅拌法则是利用深层搅拌机械，将固化剂与软土进行强制搅拌，形成强度较高的复合地基，从而提高地基的整体稳定性；对于湿陷性黄土地基，可采用挤密桩法、灰土挤密桩法等。这些方法通过向地基中打入桩体，增加地基的密实度，减少孔隙，从而提高地基的抗变形能力。同时，桩体的存在还能起到分散荷载、减小地基附加应力的作用，有利于控制沉降；在地基处理过程中，应注重施工质量和效果监测。施工时应严格按照设计要求进行，确保各项参数达标。

2.2 路基填料与压实控制技术

路基填料的选择和压实控制对于控制沉降同样至关重要，在选择路基填料时，应充分考虑其物理力学性质、透水性等因素。优质的路基填料应具有高强度、低压缩性、良好的透水性等特点。常见的路基填料有砂砾石、碎石、改良土等。压实控制是确保路基稳定性和耐久性的关键步骤，压实过程中，应选择合适的压实机械和压实工艺，确保压实度达到设计要求。同时，应注重压实遍数和压实速度的控制，避免过压或欠压导致的路基质量问题。为了进一步提高路基的抗变形能力，可采

用加固措施,如铺设土工格栅、设置加筋土挡墙等。这些加固措施能够增强路基的整体稳定性,减少沉降量。

2.3 过渡段结构设计与施工技术

过渡段是桥梁与路基衔接处的关键部位,其结构设计和施工质量直接关系到沉降控制的成败。在过渡段结构设计中,应充分考虑地基条件、交通荷载、环境因素等因素的综合影响。过渡段的结构形式多种多样,常见的有搭板、渐变段、沉降槽等。搭板是一种常用的过渡段结构形式,通过设置搭板,可以减小桥梁与路基衔接处的刚度突变,从而降低沉降差。渐变段则是通过设置一定长度的过渡段,使桥梁与路基之间的刚度逐渐过渡,避免刚度突变导致的沉降差。沉降槽则是在地基处理时预留一定的沉降空间,以容纳后续施工和使用中的沉降量;在施工过程中,应严格控制过渡段的施工工艺和质量。施工前应进行详细的技术交底,确保施工人员了解设计意图和施工要求。施工过程中应注重细节处理,如搭板的安装位置、角度、高度等均需精确控制^[2]。同时,应对过渡段进行沉降观测和变形监测,以及时发现问题和解决问题。

2.4 排水系统设计与施工

合理规划和设计排水系统,确保排水畅通,对于减少地基浸湿、提高地基稳定性具有重要意义。在排水系统设计中,应注重排水设施的位置、尺寸和排水能力的选择。排水沟、盲沟等排水设施应设置在路基两侧或低洼地带,以便及时排除路面和路基中的积水。同时,排水设施的尺寸应根据排水量进行计算确定,以确保排水能力满足要求;在施工过程中,应注重排水设施的材料选择和施工质量。排水设施的材料应具有良好的耐久性和抗腐蚀性,以确保长期使用效果。同时,施工过程中应严格控制施工质量,确保排水设施的完整性和连通性。施工完成后,应对排水系统进行功能测试,确保其正常运行。

3 公路桥梁与路基衔接处沉降监测与评估体系

3.1 监测内容与指标

沉降监测的内容主要包括地基沉降、路基沉降以及桥梁墩台的沉降。这些沉降数据能够反映地基土体的固结情况、路基的稳定性以及桥梁结构的受力状态。为了全面评估沉降情况,需要设定一系列监测指标。地基沉降的监测指标通常包括沉降量、沉降速率和沉降曲线等。沉降量表示地基在一定时间内的下沉量,是评估地基稳定性的重要指标;沉降速率则反映沉降的变化速度,有助于预测未来的沉降趋势;沉降曲线则能够直观地展示沉降随时间和空间的变化规律;路基沉降的监测

指标与地基沉降类似,也包括沉降量、沉降速率和沉降曲线。此外,还可以考虑路基的横向变形和纵向裂缝等指标,以全面评估路基的稳定性和耐久性;桥梁墩台的沉降监测指标主要包括墩台的沉降量、倾斜度和不均匀沉降等。墩台的沉降量直接反映桥梁基础的稳定性;倾斜度则能够揭示桥梁结构的变形情况;不均匀沉降可能导致桥梁结构的附加应力,从而影响其安全性^[3]。

3.2 监测方法与设备

沉降监测的方法多种多样,包括水准测量、全站仪测量、GPS测量等。水准测量是一种传统的沉降监测方法,通过测量地面或结构上某一点相对于固定水准点的高程变化来评估沉降情况。这种方法精度较高,但受地形和气候条件限制较大。全站仪测量和GPS测量则具有更高的灵活性和自动化程度。全站仪能够测量三维坐标,适用于复杂地形的沉降监测;而GPS测量则不受地形限制,能够实现远程实时监测。这些现代测量技术的应用大大提高了沉降监测的效率和精度;在监测设备方面,常用的设备包括水准仪、全站仪、GPS接收机等。这些设备需要根据监测需求和现场条件进行选择,以确保监测数据的准确性和可靠性。

3.3 沉降评估方法

沉降评估方法主要包括数据分析、模型预测和综合评估等步骤。数据分析阶段,需要对监测数据进行整理和统计,以揭示沉降的规律和趋势。模型预测阶段,可以利用数学模型对沉降进行预测,以评估未来的沉降趋势和可能的影响;综合评估阶段,则需要结合地质勘察资料、设计参数、施工记录等信息,对沉降的原因、影响范围和程度进行全面分析。在此基础上,可以提出针对性的维护和管理建议,以确保公路桥梁与路基衔接处的安全性和稳定性。

4 公路桥梁与路基衔接处沉降控制技术优化策略

4.1 设计层面的深度优化

在公路桥梁与路基衔接处沉降控制的设计层面,深化优化策略显得尤为关键。设计初期,应详尽分析地质条件,包括地基土层的力学性质、水文条件及地下水位等因素,为设计提供精确的基础数据。在此基础上,优化地基处理方案,针对不同地质条件采取最合适的处理方法,如采用预压法、桩基法或复合地基技术等,以强化地基承载力。过渡段的设计需注重刚度渐变,避免产生过大的沉降差。可通过合理的渐变段长度、坡度以及搭板的使用,实现桥梁与路基之间的平缓过渡。同时,路基填料的选择应考虑其压缩性、透水性和强度特性,采用优质填料并结合先进的压实技术,确保路基的稳定

性和耐久性^[4]。另外,设计时应充分重视排水系统的规划,确保路面和路基积水能够迅速排出,防止地基长期浸泡导致的软化。通过科学合理的排水布局和效能评估,有效减少地基浸湿,降低沉降风险。

4.2 技术层面的持续创新

技术层面的创新是提升沉降控制能力的关键。随着科技的飞速发展,新材料、新工艺和新技术不断涌现,为沉降控制提供了新的解决方案。在地基处理方面,可探索使用高强度、低压缩性的新型材料,如轻质泡沫混凝土、高性能土工合成材料等,以改善地基性能。在施工技术上,可推广使用自动化、智能化的施工设备,如无人驾驶压路机、智能压实监测系统等,提高施工精度和效率。同时,加强对新型施工技术的研发,如微波加热固结法、真空预压法等,为地基处理提供更多选择;在监测与评估方面,应充分利用物联网、大数据等先进技术,实现沉降数据的实时采集、分析和预警。通过建立智能化的沉降监测系统,对桥梁与路基衔接处的沉降情况进行持续跟踪,及时发现并处理潜在问题。

4.3 施工管理层面的精细优化

在施工前,建立完善的施工组织设计,明确施工流程、质量控制点和安全防范措施。通过细化施工方案,确保每一项施工活动都符合设计要求和质量标准。在施工过程中,应加强对施工质量的监督和检查。通过定期或不定期的质量抽检、工序验收等方式,及时发现并纠正施工中的质量问题。同时,建立施工信息的实时反馈机制,确保项目管理团队能够及时了解施工进度和质量情况,以便作出及时调整。通过定期的技术培训和安全教育,提高施工人员的专业技能和安全意识。通过培养一支高素质的施工队伍,为沉降控制技术的有效实施提供有力保障^[5]。

4.4 维护与养护策略的全面升级

针对公路桥梁与路基衔接处的沉降问题,需要制定全面的升级策略。首先,应建立完善的沉降监测和维护

机制。通过定期监测沉降数据,及时发现沉降趋势和潜在风险,为后续的维护与养护工作提供科学依据;根据监测结果和工程实际情况,制定针对性的维护计划。这包括地基的加固处理、路基的补强、排水系统的清理和维护等方面的内容。通过实施这些计划,有效降低沉降风险,延长工程使用寿命;注重预防性养护和日常巡查。通过对桥梁与路基衔接处的定期检查和维修,及时发现并解决潜在问题,防止小问题演变成大问题。同时,建立养护档案,记录每次养护的时间、内容、效果等信息,为后续的养护工作提供参考;通过定期培训、技能考核等方式,提高维护与养护人员的专业技能和综合素质。同时,建立完善的激励机制和考核机制,激发维护与养护人员的工作积极性和责任心。通过这些措施的实施,全面提升桥梁与路基衔接处的沉降控制能力。

结束语

综上所述,公路桥梁与路基衔接处的沉降控制是一个复杂而系统的工程。通过深入分析沉降机理和影响因素,采取科学合理的沉降控制技术,并结合精细的施工管理和全面的维护与养护策略,可以有效减少沉降量,提高结构的稳定性和耐久性。未来,随着科技的不断进步和工程实践的深入,沉降控制技术将进一步完善和发展,为公路桥梁的安全运营提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1]赵雪峰.公路桥梁工程沉降段的路基路面施工技术[J].四川水泥,2020(11):269-270.
- [2]马海文.公路桥梁过渡段路基路面施工的要求与技术要点[J].汽车画刊,2025,(01):152-154.
- [3]刘静.道路桥梁工程沉降段路基路面施工技术研究[J].工程技术研究,2025,10(01):56-58.
- [4]商松,崔开荣,赵俊.市政道路桥梁工程沉降段路基路面的施工技术[J].汽车画刊,2024,(12):132-134.
- [5]丁兆路.公路桥梁沉降段路基路面的施工技术应用研究[J].科技创新导报,2020,17(06):11-12.