

路桥沉降段路基路面施工技术探索

房亚敏¹ 皇甫超²

1. 山东昭发工程检测有限公司; 2. 济南通达公路工程有限公司

摘要: 随着社会的迅速发展和城市化的快速推进, 国内对道桥工程建设的关注度日益提升。然而, 在这一进程中, 道桥工程所面临的问题也逐渐显现出来, 尤其是沉降段问题尤为突出。为了确保人们的出行安全和舒适, 必须严格保证沉降段路基路面的施工质量。因此, 相关部门和施工企业应加强对施工质量的控制, 并深入剖析技术要点, 以打造更高品质的道路桥梁工程。

关键词: 路桥; 沉降段; 路基路面; 施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.13.065

一、道路桥梁沉降段分析

(一) 沉降原因

土壤的承载能力和变形特性受到其物理及力学性质的直接制约。具体而言, 土层的构成与厚度、土质的密度与均质性, 乃至地下水位的涨落, 均可能对路基和路面的稳定性产生不良影响, 进而诱发沉降现象。以河滩地带的道路建设为例, 此类区域的沉积层往往较为疏松, 因而路基和路面更易于发生沉降。同时, 地下水位的波动会改变土壤中的水分含量, 从而导致土体的压缩和沉降。在干旱时节, 地下水位降低, 土壤因失水而收缩, 加剧了路基路面的沉降风险; 相反, 在雨季, 地下水位升高, 土壤吸水膨胀, 同样可能引发沉降。此外, 长期受力作用下的土壤会逐渐被压实, 导致其体积减小, 进而引发沉降。特别是在交通繁忙的高压区域, 车流荷载的长期作用会使土体发生蠕变, 从而加速沉降过程。值得注意的是, 部分土壤还具有各向异性的特点, 即其不同方向上的沉降速率不同, 这可能导致不均匀沉降现象的发生。除了自然因素外, 人为活动也是导致路基路面沉降不可忽视的原因。例如, 在施工过程中, 挖掘和回填作业不可避免地会扰动土壤, 使其发生松动和重新排列, 从而增加沉降的风险。同时, 不合理的排水系统设计或管道破损等问题也可能导致地下水位异常波动, 进而对路基路面的稳定性产生不利影响, 诱发沉降现象。

(二) 沉降程度

路基路面的下沉幅度, 即沉降程度, 是通过实地测量和持续监测所得数据来判断的。这一指标与沉降所引发的后果紧密相连。具体而言, 沉降可划分为三个等级。首先是细微沉降, 这类沉降表现为路基路面在特定时段内的小幅下沉, 通常不会干扰道路通行和交通安全。它往往源于地下管线施工或小型地下工程, 一般只需对路面进行简单修补即可。其次是中等沉降, 这种情

况下, 道路的平整度和行车安全可能会受到一定影响。它可能由地下水位的波动或土壤压实引发, 需要采取加固措施或重新建设来应对。最后是严重沉降, 这种沉降会极大地威胁道路的稳定性和安全性。它通常源于地下水位的剧烈变化或地面不均匀沉降, 必须立即采取紧急修复或重建措施。

(三) 影响因素

地质条件对路基路面沉降产生深远影响。由于不同地域的土壤类型、土层厚度和岩石特性等地质因素存在差异, 因此引发的沉降程度也各不相同。特别是在土壤较为松软或存在可溶性岩石的区域, 由于土壤松散和溶蚀作用的影响, 沉降问题尤为严重。例如, 地下水位的波动会改变土壤的湿度和体积, 导致土体发生膨胀或收缩, 从而引发沉降。在河流附近地区, 地下水位的变化还可能破坏土壤的稳定性和承载能力, 进一步加剧路基路面的沉降现象。此外, 施工质量的优劣也是影响路基路面沉降的关键因素。如果土方开挖不当或土体回填过程中未能按照规范要求进行密实碾压, 都可能导致土体的不稳定性增加, 进而引发沉降。在高速公路等大规模工程建设中, 土方开挖的不均匀性也可能导致路基路面出现不均匀沉降的情况。车辆荷载的频繁作用同样会对路基路面造成损害。在重载车辆频繁通行的道路上, 特别是在长时间承受较大车流荷载的路段, 路基路面更容易出现沉降问题。例如, 物流园区或重工业区域的主干道由于经常承受重载车辆的碾压, 因此面临着更高的路基路面沉降风险。自然环境的变化也会对路基路面沉降产生影响。土壤湿度和温度的变化会导致土壤体积的改变, 从而引发沉降。在高温和干旱地区, 由于土壤干燥收缩的特性, 路基路面更容易发生沉降。此外, 自然灾害如地震、洪水等也可能破坏土层的稳定性, 进而导致路基路面发生沉降。

二、道路桥梁路基路面沉降及其机理、危害分析

道路桥梁路基路面的沉降问题, 主要表现为某些路段的路面出现明显的下凹变形, 这不仅损坏了道路的整体平整度, 还严重妨碍了交通功能。沉降的主要原因在于这些路段下方的土质较为软弱, 无法达到道路桥梁建设的标准。在施工过程中, 如果排水和压实工作处理不当, 那么在道路投入使用后, 受到车辆荷载和道路自身重量的影响, 下层土壤容易发生挤压变形, 进而导致地基下沉。这种下沉与正常的路基路面形成高度差异, 即我们所说的沉降。道路桥梁的沉降问题带来的后果十分严重。它不仅会损害道路的基本结构, 缩短其使用寿

命，还会对行驶中的车辆产生不利影响。轻微的沉降可能导致车辆颠簸，影响乘坐的舒适度和行车的稳定性；而严重的沉降则可能引发交通事故，对行车安全构成严重威胁。因此，我们必须对道路桥梁沉降段的路基路面施工技术进行深入研究，旨在增强路基路面的结构稳定性，延长其使用寿命，并确保车辆的行驶安全稳定。

三、道路桥梁沉降段路基不均匀沉降的关键原因

（一）桥头沉降段搭板设计与施工不合理

在道路桥梁的建设中，路基部分经常使用具备缓冲效果的搭板构造，它在一定程度上能够缓解由于道桥非均匀沉降带来的问题，尽管如此，它并不能彻底消除桥头跳车的现象。在实际施工过程中，如果把搭板放置在路面表层之下，那么路基的承重负担就会相应增加。一旦搭板周围存在水分，回填土的塑性就会提高，其流失速度也会加快，这就会进一步加剧路基的塌陷风险。随着时间的推移，搭板所依赖的支撑力会逐渐减弱，这时搭板可能会出现变形、裂缝等问题。此外，拉杆和外锚栓的布设如果不合理，也会给搭板带来明显的损伤。

（二）地基处理效果差

由于勘察工作不深入、设计考虑不周全，道路桥梁地基处理效果常常不尽如人意，施工完成后的地基稳定性堪忧。具体表现为，在前期勘察阶段，钻孔位置的选取不够典型，钻孔数量设置不当，导致工程人员对软土路基的实际情况掌握不全面。因此，在选择软基处理技术时，往往缺乏实际可行性，软基处理方案的应用效果远未达到预期目标。随着时间的推移，路基的承载能力不足逐渐显现出来，对上方的道路桥梁路基路面结构产生了不利影响，局部地区甚至出现了不均匀沉降的现象。

（三）桥台背路堤质量差

在道路桥梁施工中，台背施工是一个至关重要的环节，然而其操作过程复杂，稍有不慎便可能引发问题。这些问题可能源于材料质量不符合标准、设备性能不足，或是台背填土效果不佳等。完成台背填筑后，若压实机械设备选择不当或压实次数不足，台背的密实性将无法达到要求。随着时间的推移，道桥使用过程中会逐渐出现沉降和变形现象。

四、道路桥梁沉降段路基路面施工技术

（一）施工材料的合理选择

1) 在处理沉降区域的路基和路面建设时，一个关键策略是提升地基的坚固度，这通常可以通过砾石回填技术来实现。砾石的选择和使用量对回填效果有着直接的影响。因此，我们必须严格把控砾石的质量，包括其粒径大小和清洁度。在确保这些要求得到满足后，我们才能准确地计算出所需的砾石数量。2) 在道路和桥梁沉降段的施工中，轻质回填料因其独特的轻量化特性而常被采用，它能有效地防止桩体受到不必要的影响。

为了最大限度地发挥轻质回填料的优点，我们需要有专业人员的参与，设计出最合理的使用方案。3) 如果在桥头地基施工中选用了粒径过大的填料，那么填料颗粒之间可能会产生空隙，导致颗粒的密实度不足。在自重和外部因素的影响下，这种情况可能会引发局部的不均匀沉降，进而造成车辆在此处行驶时出现桥头跳车的问题。为了避免这种情况，我们必须选择粒径合适且质量上乘的回填料，并按照规定的步骤进行回填操作，以确保最终建成的地基具有足够的稳固性和平整度。

（二）排水板铺设

在桥梁和道路排水中，排水板的铺设具有关键作用，特别是在处理沉降段路基路面时，其重要性更为突出。以下是铺设排水板时需关注的核心点：材料选择是首要环节，优质的防腐材料，例如镀锌板、不锈钢板或铝合金板，是理想的选择，因为它们能够抵御腐蚀，确保长期使用。规格方面，必须根据具体的设计规格和实地条件来确定排水板的尺寸，这包括其长度、宽度以及厚度，以确保最佳的排水性能。关于位置布局，应根据路面的坡度和排水系统的设计来确定排水板的安装位置和相互间距。合理的布局能确保水流畅通，防止积水。固定排水板同样重要，必须采用稳固的固定方法，如使用膨胀螺栓进行锚固或进行焊接，以防止因路面负载或风力作用导致排水板移位或脱落。与路面的连接也不容忽视。排水板必须与路面紧密结合，避免出现缝隙，从而确保排水效率。连接方式可采用槽口连接或焊接连接等。

（三）慢性角点法

路基路面沉降的长期监测中，慢性角点法被广泛采用，旨在捕捉和量化路面的沉降动态。这种方法的核心原理在于慢性角点的测量，即在选定的路基路面位置设置角点，通过周期性的高程测量来追踪其垂直位移。实践中，我们依赖高精度的地面勘测设备，如水准仪和全站仪，对角点进行定期观测，并详细记录其坐标及高程信息。通过对比不同时间点的观测记录，我们能够揭示出路基路面的沉降速度和整体趋势，从而准确评估沉降所带来的实际影响。以高速公路为例，沿线路面设置的角点会被持续追踪测量。若观察到某一角点的高程在连续测量中持续走低，这就意味着该区域可能正在经历路面沉降。通过对这些测量数据的深入分析，我们可以得出具体的沉降速率和长期趋势，进而为修复和加固工程提供有力的数据支撑。

（四）对沉降段的软土路基进行加固

在道路桥梁工程中，沉降段的问题经常出现，这大多与下方的软土路基有关。由于软土路基特殊的物理特性，它往往会导致路基的不均匀沉降，进而引发伸缩缝和桥头跳车等问题，给道路交通安全带来严重威胁。在我国，对于道路桥梁工程中的软土路基处理，已经形成

了一套比较完备的技术体系，常用的方法有换土法、超载预压法、排水固结法和振动碎石桩法等。这些方法的原理和应用各不相同：换土法主要是通过替换软土，增强路基的承载能力，尤其适用于软土层较薄的区域；超载预压法则是通过在施工前施加超出设计荷载的压力，使软土得到更充分的压实，从而达到稳定路基的目的；排水固结法则是借助排水通道，加速软土中固体和液体的分离过程，提升土体的强度和稳定性；而振动碎石桩法则是通过在软土路基中设置振动碎石桩，利用桩与土之间的相互作用，提高路基的整体承载能力。无论采用哪种方法，都需要在施工前对软土层的厚度和路基的具体状况进行详细的勘察和分析，以确保所采取的措施既经济又高效。通过对软土路基的有效加固，我们不仅可以解决伸缩缝带来的问题，还能大大降低桥头跳车的风险，保障道路的平稳安全运行。

（五）桥台地基施工

桥台所在地的软土层给施工带来了不小的挑战，对施工技术水平的要求也相应提高。为了确保桥后部位的质量，我们首先要选择高品质的填筑材料，这是防止路基沉降的第一步。在选择填料时，我们优先考虑那些透水性好且重量较轻的材料，比如广泛使用的砂石。在填筑过程中，必须严格按照规定进行：填料的粒径不得大于30cm，每层填筑厚度不得超过50cm。同时，我们要严格控制每一层的质量，以防止雨水侵蚀导致结构层破坏。当沿横向填筑路基时，基底层的厚度至少要达到50cm。填筑完成后，要进行全面的检查，确保平整度、压实度等各项指标都符合要求，沉降量最好控制在5mm以内。为了增强桥台部位路基的承载力和稳定性，我们会采取预压处理措施。在压实过程中，我们要实时监控并控制填土的含水量，使其保持在允许范围内。压实作业应遵循匀速原则，确保路基各部分都得到充分压实。此外，压实长度也是一个需要关注的关键因素。它会受到压实机械设备性能、现场气温和风速等多种因素的影响。在高温环境下，我们可以适当延长碾压长度，以减少因温度下降而引起的结构收缩；而在风速较大的情况下，则应缩短碾压长度。同时，随着碾压长度的变化，我们也需要灵活地调整压实度。

（六）连接处理

在路桥工程过渡段的路基路面施工中，工作人员被要求精细处理桥梁与桥面之间的接合部分，充分考虑到两者因使用不同材料和不同刚度而对路基路面产生的各种影响。一般而言，桥面往往采用钢筋混凝土作为主要建设材料，而桥台则可能选择石材或塑钢筋混凝土来构建。这种材料选择上的差异直接导致了各部分在抗压性能和结构刚度上的不同。正因为如此，桥台与桥梁桥面在最终呈现上会有明显的区别。施工前，施工人员必

须深入思考连接部位的结构强度和耐久性需求，力求实现桥台与路基在结构强度和刚度上的和谐统一。此外，路桥过渡段的结构设计也受到高度重视，要求施工人员严格遵循工程建设标准，对设计方案进行精益求精的优化，确保过渡段结构既科学合理又实际可行。在实际施工启动之前，还会进行模拟实验，以验证设计方案的实用性，并通过这一过程精确控制各种建材的用量和施工效果。这一系列的准备工作旨在在施工正式开始前，完成对施工方案或施工工艺的全方位优化，从而确保整个施工过程的顺利进行和最终效果的尽善尽美。

（七）预养护技术

预养护技术是在新建路基路面竣工后、正式通车前实施的一系列预先养护措施，旨在促进土体的固化和稳定。该技术主要面向新完成的路基路面工程，并紧接在施工结束后展开。其核心理念是在道路开放交通前，为土体留出必要的排水、压实和固化时间，进而增强其稳定性和承重能力。首先，构建有效的排水体系，迅速排除路基路面中的积水，以避免水分对土壤结构的不良影响。例如，布局排水管道和排水沟渠，确保路面的排水效率。其次，路基路面工程完工后，立即采用适当的压实方法，以增强土壤的密实性和稳定性。例如，利用振动压实设备对路基进行振动压实处理，提升土体的紧实度。再次，为确保土体的充分固化和稳定，必须设定一段合理的预养护时间，使土壤能够自然固结。预养护周期的长短应根据项目的复杂性和土壤的特性来确定。在高速公路等重大项目中，预养护期可能会持续数月甚至一年之久。

五、结论

在施工道路桥梁沉降段的路基路面时，必须全面考虑现场软土地基的各项处理工作，包括填筑、碾压、沉降观测与控制等关键环节。为确保施工质量，应从多个角度出发，进行合理的设计与规范施工，并严格把控各道工序的质量。这样做旨在有效提升路桥沉降段路基路面的稳定性，防止不均匀沉降的发生。通过本文的深入分析，我们提出了具体的施工技术方​​案，旨在为同类工程提供有价值的参考。

参考文献

- [1] 余宏伟. 市政道路桥梁工程沉降段路基路面施工技术[J]. 建筑技术开发, 2021, 48(10): 132-133.
- [2] 杨昌能, 刘泽, 彭亚雄, 等. 基于S型组合曲线的隧道洞口段施工地表沉降预测分析[J]. 土木工程, 2022, 11(4): 76-77.
- [3] 陶晖. 交通工程道路桥梁沉降段路基路面施工技术探讨[J]. 交通科技与管理, 2021, 2(12): 85-86.
- [4] 吕博, 张再晴. 道路沉降段路基路面施工技术分析[J]. 四川建材, 2021, 47(10): 138, 140.