

# 道路桥梁沉降段路基路面施工研究

张芮境

山西交通控股集团有限公司, 山西 太原 030006

**[摘要]**道路桥梁作为现代交通网络的重要组成部分,在实际工程中,尤其是在沉降段的施工过程中,会面临各种复杂的地质和施工问题。沉降段指的是地基土体因沉降而出现的路基路面问题,这种现象会导致道路的变形和桥梁的沉降,从而影响到道路的正常使用和桥梁的安全性。因此,对沉降段的施工技术进行深入研究,探索有效的施工方法和质量控制措施,具有重要的现实意义和应用价值。文中旨在对道路桥梁沉降段路基路面的施工技术进行深入探讨,通过分析现有技术的应用效果,总结施工过程中需要注意的关键问题,提出针对性的改进措施和建议。

**[关键词]**道路桥梁;桥梁沉降;路基路面

DOI: 10.33142/aem.v6i9.13842

中图分类号: U416

文献标识码: A

## Research on Construction of Roadbed and Pavement in Settlement Section of Road and Bridge

ZHANG Ruijing

Shanxi Transportation Holdings Group Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030006, China

**Abstract:** As an important component of modern transportation networks, roads and bridges face various complex geological and construction problems in practical engineering, especially in the construction process of settlement sections. The settlement section refers to the roadbed and pavement problems caused by the settlement of the foundation soil, which can lead to deformation of the road and settlement of the bridge, thereby affecting the normal use of the road and the safety of the bridge. Therefore, conducting in-depth research on the construction technology of the settlement section, exploring effective construction methods and quality control measures, has important practical significance and application value. The purpose of this article is to explore in depth the construction technology of roadbed and pavement in the settlement section of roads and bridges. By analyzing the application effects of existing technologies, key issues that need to be noted during the construction process are summarized, and targeted improvement measures and suggestions are proposed.

**Keywords:** road and bridge; bridge settlement; roadbed and pavement

### 引言

道路桥梁工程是基础设施建设的核心,由于地质条件的复杂性,特别是在沉降段的施工中,常常面临各种挑战。沉降段通常指的是由于土壤的沉降而引发的路基变形问题,不仅会导致道路的表面不平,还可能影响到桥梁的结构稳定性,严重时甚至可能导致工程的安全隐患。为了应对这些问题,工程界采用了多种施工技术和材料来加固路基、提高道路的耐久性和稳定性。当前,随着技术的发展和施工经验的积累,虽然对沉降段的施工技术已有了一定的认识,但仍然存在不少问题和挑战。

### 1 道路桥梁工程沉降路段路基路面施工概述

#### 1.1 道路桥梁概述

道路桥梁工程在交通运输系统中具有举足轻重的作用,是连接不同区域的重要基础设施。然而,桥梁结构复杂,涉及的工程技术广泛,特别是在沉降段的施工中更是需要采用特定的施工技术。沉降段是指由于地质条件或其他外部因素,导致路基或路面在竣工后产生不均匀沉降的路段,会影响桥梁的结构安全和使用寿命,因此对沉降段的施工技术提出了更高的要求。

#### 1.2 道路桥梁沉降段路基路面施工的意义

沉降段路基路面的施工对道路桥梁的整体稳定性和耐久性具有重要意义。沉降段施工的质量直接影响桥梁的使用寿命。如果沉降段处理不当,容易导致桥面不平、裂缝,甚至结构性损坏,进而影响桥梁的安全性。沉降段的路基路面施工对维护和减少维修成本也至关重要。科学合理的施工技术可以有效减缓沉降速度,降低后期维护的频率和费用<sup>[1]</sup>。沉降段的良好施工还可以提升行车的舒适性,减少因不平整路面带来的行车震动和噪音,提高交通安全。

#### 1.3 道路桥梁沉降段路基路面结构组成

沉降段路基路面的结构一般包括路基、基层、底基层、面层等多个部分,各层结构的设计需要根据路基的承载力、沉降情况和路面使用功能来确定。路基是整个结构的基础,在沉降段,路基的处理尤为重要,通常需要进行加固处理,如使用换填材料或加固技术。基层和底基层主要起到传递和扩散上层路面荷载的作用。在沉降段,基层材料需要具备较高的抗压强度和变形能力,以适应不均匀沉降带来的应力。面层是直接承受车辆荷载的部分,一般由沥青或水泥混凝土等材料组成。沉降段的面层设计需要考虑防止裂

缝和变形，通常采用柔性较好的材料或设置伸缩缝。

## 2 道路桥梁沉降段路基路面施工材料

### 2.1 路基填料的选择与处理

路基填料的选择直接影响路基的稳定性和沉降控制。常见的路基填料包括砂石、碎石、土工合成材料等，不同材料适用于不同的地质条件和施工要求。砂石具有较好的排水性能和承载力，适用于地下水位较高或需要快速排水的路段，填筑过程需要逐层压实，通常压实度要求达到95%以上。碎石具有较高的强度和较好的稳定性，适用于承载要求较高的沉降段，使用时，需特别注意其颗粒级配，以确保良好的压实效果<sup>[2]</sup>。在需要进行软基处理或对沉降要求较高的路段，可以使用土工布或土工格栅等土工合成材料进行加固。

填料的处理方法包括换填、分层压实、预压等。换填是指将不合格的土层换成合格的填料，适用于地基承载力不足的情况；分层压实则是在填料施工中逐层进行碾压，以提高路基的密实度和稳定性；预压法通过在施工前对地基进行预压加载，减少沉降量，常用于软土地区。

### 2.2 路面材料的种类及性能要求

在沉降段施工中，路面材料不仅需要具备良好的力学性能，还应具备一定的柔韧性，以适应沉降的变化。沥青混凝土是沉降段常用的路面材料，具有较好的抗裂性和耐磨性。水泥混凝土路面具有较高的强度和耐久性，适用于交通量较大的沉降段。近年来，复合材料在路面施工中的应用逐渐增加，如聚合物改性沥青、纤维增强混凝土等，能够更好地适应沉降段复杂的应力环境。

### 2.3 施工材料质量控制

施工材料的质量控制贯穿于整个施工过程，从材料采购到现场使用都需要进行严格的检测和监控。对所有进场材料进行抽样检验，确保其物理和化学性能符合设计要求。在施工过程中，需要对填料的压实度、层厚、平整度等进行实时监测，确保施工质量符合标准。使用高精度的检测设备，如核子密度仪、平整度测量仪等，对施工材料的质量进行精确检测，并做好记录以备验收使用。

## 3 道路桥梁沉降段路基路面施工技术应用

在道路桥梁的沉降段施工中，路基和路面的施工技术确保工程质量和安全的关键，施工过程中需要应用多种加固技术、排水技术以及合理的路面施工和养护技术，保障路面结构稳定。

### 3.1 路基加固施工技术

#### 3.1.1 换填土层施工技术

换填土层施工技术是指将软弱地基土层或不符合要求的土层挖除，换填为强度高、压缩性低的优质土料，常用于地基承载力不足或沉降量过大的路段。根据设计深度和宽度，挖除不符合要求的土层。挖土时应控制边坡的稳定性，避免边坡失稳。将经过选择的优质填料分层填筑，每层厚度一般控制在30~50 cm。每填筑一层填料后，需

立即进行碾压夯实。采用的碾压设备可以是振动压路机或夯实机，压实度应达到设计要求（一般要求压实度不低于95%）。常用的填料包括碎石、砂石或灰土等，要求其具有良好的排水性和高强度<sup>[3]</sup>。对于特殊工况下的填料，需进行实验室试验，确保其满足施工要求。

#### 3.1.2 碾压夯实施工技术

碾压夯实施工技术是提高填料密实度、降低压缩性和提高路基承载力的重要方法，直接关系到路基的稳定性和沉降控制效果。碾压时，应根据填料的种类、厚度和含水量选择适宜的碾压设备和碾压参数，具体如表1所示。

表1 常用的碾压设备

碾压设备	适用土质	最大碾压厚度	压实度要求
振动压路机	碎石、砂土	30~50cm	≥95%
羊足碾	黏性土、混合土	20~30cm	≥95%

每层填筑完成后，均需进行压实度检测。压实度可以通过核子密度仪或灌砂法进行检测，确保施工质量符合设计标准。在路基施工中，夯实技术主要用于局部区域的加固，如桥台、涵洞附近等，应特别注意夯实密度和均匀性，避免产生局部沉降。

#### 3.1.3 化学加固技术

化学加固技术是通过向地基土中加入化学药剂，改变土的物理化学性质，提高其承载力和稳定性。水泥搅拌桩通过在地基土中钻孔，然后注入水泥浆液，并进行搅拌，使水泥与土混合硬化，形成具有较高强度的桩体，增强地基的整体性和承载力。搅拌桩直径一般为0.5~1.0 m，桩长根据地质条件确定。石灰能与土中的硅酸盐发生反应，生成具有胶结作用的水化硅酸钙，增强土体的抗压强度和抗剪强度。施工时，先将石灰与土混合，再加水搅拌均匀，并进行压实。注浆加固技术通过在地基中注入水泥浆、化学浆液或其他材料，使浆液充填土体孔隙并硬化，从而增强地基的强度和稳定性，适用于处理砂土、粉土等高渗透性地基。

## 3.2 路基排水施工技术

有效的排水系统可以降低地下水位，减少地基土的孔隙水压力，从而控制地基沉降量。设置边沟、截水沟等设施，将地表水及时排出路基外，防止水分进入路基内部，设计时需考虑路面坡度、沟渠容量等因素，确保排水系统的畅通<sup>[4]</sup>。地下排水系统通常包括渗井、排水管、盲沟等，用于排除地下水，设计和施工需根据地质条件和地下水位变化情况进行调整，以达到最优的排水效果。排水系统的材料应选择透水性良好且耐久性强的材料，如透水管、碎石、土工布等，具体见表2。

表2 常用排水材料及其性能要求

排水材料	材料类型	透水系数 (cm/s)	耐久性要求
透水管	塑料、金属	$>1.0 \times 10^{-2}$	抗腐蚀、防堵塞
碎石	玄武岩、石灰岩	$>1.0 \times 10^{-1}$	坚硬、抗磨损
土工布	聚酯、聚丙烯	$>1.0 \times 10^{-3}$	耐化学、耐生物

### 3.3 路面铺设施工技术

沉降段的路面铺设施工需要考虑路基的沉降特性,采用适宜的材料和工艺,确保路面的平整度和耐久性。沥青路面具有良好的柔韧性,施工过程中,应根据设计厚度和材料配比进行分层摊铺,每层摊铺后需立即碾压,确保压实度达到要求。表面层的沥青混凝土通常采用改性沥青,增强其抗裂性能。水泥混凝土路面因其刚性较大,通常用于交通量大且沉降较小的路段,铺设时需设置伸缩缝,应对沉降引起的温度应力,施工中应严格控制混凝土的配比、搅拌时间和摊铺速度,确保路面的平整度和强度。在路面铺设过程中,摊铺机的速度、摊铺厚度、碾压次数等参数需严格控制。表面平整度的控制可通过激光测量仪或3D摊铺系统进行实时监测,保证路面达到设计要求的平整度和坡度。

### 3.4 路面养护技术

在沉降段,定期的养护可以有效延长路面的使用寿命。路面使用一段时间后,由于沉降引发裂缝。对裂缝的及时修补可以防止水分进入路基,减少进一步的路面损坏。磨损层是直接承受车辆荷载和摩擦的部分,需定期检查其磨损情况。对于沥青路面,可以通过补油或重铺薄层的方式进行修复;对于水泥混凝土路面,则可以通过打磨、修补损坏板块或重铺覆盖层来进行养护。定期检查排水系统的通畅性,清理边沟、排水管内的淤积物,确保排水系统正常工作。特别是在雨季和冻融循环较强的地区,排水系统的维护对于防止路基沉降和路面损坏至关重要。使用专用设备定期监测路面平整度、路基沉降量、裂缝发展等关键指标。监测结果可以为路面养护提供科学依据,及时发现潜在问题并进行处理。

## 4 道路桥梁沉降段路基路面施工技术应用注意事项

### 4.1 做好边坡防护

边坡防护是道路桥梁沉降段施工中的重要环节,尤其是在地质条件复杂或降雨量较大的地区,边坡的稳定性直接影响到路基的安全性和整体结构的稳定性。在自然边坡上种植草皮、灌木或乔木,通过植物根系的固土作用防止土壤流失。在边坡表面铺设土工格栅,通过土工格栅的加筋作用,提高边坡土体的抗滑能力。在陡峭边坡或边坡下方设置挡土墙,利用挡土墙抵抗土压力,防止边坡滑动。边坡防护的同时,需完善排水系统,通过设置截水沟、盲沟、渗水管等排水设施,降低边坡体内的水位,减少雨水渗透对边坡稳定性的影响。在施工过程中及完工后,安装倾斜仪、

测斜管等设备,实时记录边坡的倾斜、位移等数据,一旦发现异常变化,需立即采取加固或调整措施,详见表3。

### 4.2 落实承载层与铺筑层的施工质量控制

承载层与铺筑层是道路桥梁结构的重要组成部分,其施工质量直接影响到整个道路的使用寿命和安全性。承载层的材料一般选用级配良好的砂石或碎石,其含水量和颗粒组成必须符合设计要求。在铺设前,应对材料进行筛分和含水量调整,确保其物理性能达到标准。对承载层的压实度需达到设计要求,以避免未来出现沉降。压实度的控制可通过分层碾压、逐层检测的方式进行。沥青混凝土的摊铺应按照设计的配比和厚度进行,摊铺时应控制好温度和摊铺速度,确保摊铺的均匀性和紧密性,摊铺后需立即进行压实,压实过程应均匀、稳定,避免因过度或不足压实导致路面平整度差。水泥混凝土路面施工中需注意混凝土的配比、搅拌时间和摊铺工艺。混凝土应均匀摊铺,表面应通过抹平机或人工作业进行平整处理,并在必要时使用振捣器去除气泡,增强路面密实度,铺筑后立即进行养护,防止早期干裂。铺筑层完工后检测平整度、厚度、压实度等,确保厚度达到设计要求。

### 4.3 强化平整度与公差控制

平整度和公差是衡量道路桥梁施工质量的重要指标,它们直接影响到车辆行驶的舒适性和安全性。在路面铺筑过程中,使用高精度的摊铺设备和自动找平系统,通过激光或GPS技术实时监控摊铺平整度。摊铺完成后,使用平整度仪或三米直尺对路面进行初步检查,确保满足设计要求<sup>[5]</sup>。采用重型振动压路机进行分层碾压,碾压速度和碾压次数应根据材料和环境条件进行调整,确保碾压均匀,不产生波浪或凹陷。在施工过程中,应对各施工环节进行中间检查,尤其是在换填、碾压、摊铺等关键步骤后进行检测,及时发现和纠正偏差。铺筑层的厚度公差一般控制在±5%以内。例如,设计厚度为20cm的沥青路面,允许的施工厚度范围为19cm至21cm。超出公差范围的部分需进行返工处理。路面的横坡和纵坡需严格按照设计要求进行控制。横坡公差通常为设计值的±0.2%,而纵坡公差一般控制在±0.1%以内。平整度与公差的数据控制:

### 4.4 关注材料选择与质量控制

材料的质量直接影响到路基和路面的性能。路基填料选择具有良好级配和稳定性的填料,如石灰土、砂石等。路面材料选择高性能的改性沥青和优质的集料。水泥混凝土则需选用高强度、低收缩的水泥。

表3 不同边坡防护措施的适用条件及常用材料

防护措施	适用坡度	材料	备注
植被护坡	<30°	草皮、灌木	适用于自然坡面,需配合排水措施
土工格栅加固	30°~45°	土工格栅、土壤	加筋效果好,适用于陡坡
挡土墙	>45°	钢筋混凝土	承载力强,适用于高边坡
排水系统	所有坡度	渗水管、盲沟	辅助措施,减少水分对边坡的影响

所有进场材料应符合国家标准，并需经过严格的检验，对重要施工环节进行再次抽检，以确保材料和施工工艺符合标准。

#### 4.5 注意施工安全

施工现场应采取全面的安全管理措施，防范各类潜在的安全风险。在施工前制定详细的安全计划，包括施工现场的安全管理措施、事故应急预案等。确保所有施工人员了解安全计划，并严格执行。施工现场应设立明显的安全标识，配备必要的安全设施，如安全网、护栏等。对施工设备进行定期检查和维修，确保设备正常运转，避免因设备故障导致的安全事故。设备操作人员应经过专业培训，并持有相应的操作证书。制定应对各种紧急情况的预案，包括火灾、坍塌、设备故障等。预案中应包含详细的应急步骤和人员分工。在施工现场配备急救箱、担架等急救设施，并确保施工人员掌握基本的急救知识。定期进行急救演练，提高应急处置能力。

#### 5 结语

道路桥梁沉降段的施工是一个复杂且要求高的工程过程，需要对多个方面进行细致的控制和管理。从边坡防护、承载层和铺筑层的质量控制，到平整度、公差控

制以及材料选择和施工安全，每一环节都不可忽视。通过科学的施工管理、严格的质量控制和有效的安全措施，可以确保道路桥梁工程的质量和安 全，为社会提供稳定、可靠的交通基础设施。未来，随着技术的不断进步和施工经验的积累，这些措施将不断得到优化，以应对更多的挑战和需求。

#### [参考文献]

- [1]唐育同. 不同地基处理方式下公路软土地基加固效果分析[J]. 西部交通科技, 2022(12): 69-71.
  - [2]李国华. 公路工程施工中的软基处理施工技术应用研究[J]. 运输经理世界, 2023(27): 7-9.
  - [3]张俊. 旧路改造施工中的软土地基处理技术应用[J]. 云南水力发电, 2023, 39(10): 39-43.
  - [4]李志. 公路养护中路基路面维修的软基处理技术[J]. 智能城市, 2021, 7(19): 130-131.
  - [5]曾联金. 塑料排水板堆载预压排水固结法在软土路基中的应用[J]. 科学技术创新, 2021(16): 116-117.
- 作者简介: 张芮境(1990.11—), 毕业院校: 太原理工大学, 所学专业: 材料科学与工程, 当前就职单位: 山西交通控股集团有限公司, 职称级别: 工程师。