

# 高速公路改扩建工程中路基拼接施工技术研究

王欣宇<sup>1</sup> 秦媛<sup>2</sup>

1. 陕西路桥集团有限公司 陕西 西安 710000

2. 陕西交通控股集团有限公司宝鸡分公司 陕西 宝鸡 721000

**摘要：**通过全面探讨高速公路改扩建中的路基拼接施工技术，概述了改扩建工程的类型，如双侧拼宽、单侧拼宽等，并阐述了其必要性。深入分析新旧路基协同变形控制、拼接界面处理、沉降预测与控制等关键技术。施工工艺优化方面，从施工准备、实施到后处理阶段均提出具体策略。同时，强调构建施工质量控制与安全管理体系的重要性。展望了路基拼接施工技术的未来趋势，聚焦于智能化与环保化方向。本研究为高速公路改扩建工程提供宝贵的技术参考和实践指南。

**关键词：**高速公路；改扩建工程；路基拼接；施工技术

## 1 高速公路改扩建工程概述

### 1.1 改扩建工程的类型

高速公路改扩建工程根据实际需要和地形条件，主要可分为以下几种类型：（1）双侧拼宽。这是最常见的改扩建方式，通过在原有高速公路两侧增加车道宽度，实现通行能力的显著提升。这种方式适用于两侧有足够空地的高速公路段落，能够较为容易地实现车道数的增加；（2）单侧拼宽。当一侧空间受限而另一侧有足够空地时，可采用单侧拼宽方式。这种方式虽然施工难度相对较小，但可能对原有交通流产生一定影响，需做好交通组织工作；（3）单侧分离。在某些特殊地形或城市规划限制下，新扩建的车道可能与原有车道在平面上分离，形成单侧分离式扩建。这种方式能够有效地利用地形条件，减少对周边环境的干扰；（4）双侧分离。对于需要大幅提升通行能力且两侧空间均受限的高速公路段落，可考虑双侧分离式扩建。这种方式虽然施工复杂、成本较高，但能够最大限度地增加车道数，提升通行效率。

### 1.2 改扩建工程的必要性

高速公路改扩建工程的必要性主要体现在以下几个方面：（1）缓解交通拥堵。随着车辆保有量的快速增长，部分高速公路已接近或达到设计通行能力的极限，改扩建工程能够有效增加车道数，缓解交通压力，提升道路通行效率。（2）提升道路安全性。改扩建工程往往伴随着道路设施的升级与完善，如增设护栏、提高路面质量、优化交通标志标线等，这些措施能够显著提升道路的安全性能，减少交通事故的发生。（3）促进区域经济发展。高速公路作为区域经济发展的重要支撑，其通行能力的提升能够带动沿线地区的物流、旅游、房地产

等产业的发展，促进区域经济的繁荣<sup>[1]</sup>。（4）适应城市发展需求。随着城市化进程的加快，部分高速公路已穿城而过，成为城市内部的交通瓶颈。改扩建工程能够优化道路布局，提升城市内部的交通效率，满足城市发展的需求。

## 2 高速公路改扩建工程中路基拼接施工关键技术分析

### 2.1 新旧路基协同变形控制技术

新旧路基协同变形控制技术是高速公路改扩建工程中的核心技术之一，它直接关系到拼接后路基的稳定性和安全性。在改扩建过程中，由于新旧路基的材料、结构、施工时间等因素存在差异，导致两者在沉降、变形等方面存在不一致性，这种不一致性往往会引起路基开裂、滑移等病害，严重影响道路的使用性能和行车安全。为了有效控制新旧路基的协同变形，需要从多个方面入手。首先，在施工前需要对原有路基进行全面检测，了解其沉降、变形情况，为后续的拼接施工提供基础数据。其次，在拼接过程中，需要严格控制新路基的填筑材料、压实度、施工速度等关键参数，确保新路基的质量和稳定性。同时，还需要采用合理的施工方法和设备，如分层填筑、碾压密实等，以减少新旧路基之间的差异。在实际工程中，新旧路基协同变形控制技术已经得到了广泛应用。通过采用合理的施工方法和工程技术措施，可以显著降低新旧路基之间的差异沉降和变形，提高道路的使用性能和行车安全。同时，该技术还可以为后续的养护管理工作提供重要参考依据，降低养护成本。

### 2.2 拼接界面处理技术

拼接界面处理技术是高速公路改扩建工程中的另一项关键技术。拼接界面是新旧路基之间的连接部位，其

处理质量直接关系到路基的整体稳定性和安全性。由于新旧路基在材料、结构、施工时间等方面存在差异,导致拼接界面容易出现裂缝、脱空等病害,严重影响道路的使用性能和行车安全。为了有效处理拼接界面,需要采用一系列技术措施。在拼接前需要对原有路基进行彻底清理,去除表面的杂物、油污等,确保拼接界面的清洁和平整;在拼接过程中需要采用合理的接缝处理方式,如设置横向接缝、纵向接缝等,以减少接缝处的应力集中和变形。同时,还需要采用高质量的接缝材料,如沥青、水泥浆等,以确保接缝的密实度和强度;另外,为了提高拼接界面的抗裂性能和耐久性,还可以采用一些特殊的处理技术。例如,在接缝处设置防水层或排水设施,以减少水分对路基的侵蚀和损害;在接缝两侧设置加强层或加筋材料,以提高接缝处的整体强度和稳定性。

### 2.3 沉降预测与控制技术

在改扩建过程中,由于新旧路基的差异沉降和变形,往往会导致道路表面出现不平整、裂缝等病害,严重影响道路的使用性能和行车安全。因此,需要对沉降进行准确预测和有效控制。为了准确预测沉降,需要采用先进的沉降监测技术和数据分析方法。例如,可以在新旧路基中设置沉降观测点,实时监测路基的沉降情况;利用GIS、GPS等现代信息技术手段对沉降数据进行采集、处理和分析;采用数值分析方法对沉降进行预测和模拟等。通过这些技术手段,可以实现对沉降的精确预测和及时预警。为有效控制沉降,需要采用一系列工程技术措施。例如,在新旧路基之间设置过渡段或沉降缓冲区,以减少新旧路基之间的差异沉降;采用高性能的填筑材料和压实设备,提高路基的压实度和稳定性;在新路基中设置排水设施或防水层,以减少水分对路基的侵蚀和损害等<sup>[2]</sup>。还需要加强养护管理工作,及时发现和处理沉降问题,确保道路的安全和畅通,通过采用先进的沉降监测技术和有效的工程技术措施,可以显著降低道路的沉降量和沉降速率,提高道路的使用性能和行车安全性。这对于延长高速公路的使用寿命、减少养护维修成本以及提升交通运输效率具有重要意义。

## 3 高速公路改扩建工程中路基拼接施工工艺优化

### 3.1 施工准备阶段

施工准备阶段是路基拼接质量的基础保障,需通过精细化设计与全要素统筹降低后续风险。首先,需对既有路基进行全面勘察,采用地质雷达、静力触探等手段探明软弱夹层、地下水位等关键参数,建立三维地质模型,为设计优化提供依据。例如,在软土地区改扩建

中,通过精确划分软土层厚度与分布范围,可针对性调整桩基布置方案,减少不必要工程量。其次,需制定动态施工组织计划,根据交通导改需求划分施工段落,优先实施对交通影响较小的区域,并预留应急车道保障通行;建立材料质量追溯体系,对填料粒径、含水率等指标进行批次检测,确保填筑材料符合设计要求。在技术准备方面,应提前开展BIM建模与数值模拟,验证拼接段结构受力与变形协调性,优化台阶开挖宽度、坡度等关键参数,并通过虚拟施工预演规避潜在冲突。

### 3.2 施工实施阶段

施工实施阶段需通过智能化建造与过程管控实现质量与效率的双重提升。在填筑环节,推广应用智能压实系统,通过压实度实时反馈与压实轨迹可视化,确保填筑层厚度均匀、压实度达标。例如,采用振动压路机配备GPS定位与加速度传感器,可自动记录压实遍数与沉降量,当压实度不足时自动报警提示补压。针对拼接界面处理,应采用“机械凿毛+化学注浆”复合工艺,利用高压水射流清除界面浮土后,注入快凝型聚氨酯注浆材料,快速形成界面粘结层,缩短工序衔接时间。在排水系统衔接方面,采用预制排水管节与智能灌浆技术,通过压力传感器监测灌浆饱满度,避免传统人工检测的盲区;需建立多维度监测体系,包括沉降板、深层位移计、孔隙水压力计等设备,结合物联网技术实现数据实时上传,当沉降速率超过0.5mm/d时自动触发预警,指导施工参数调整。

### 3.3 施工后处理阶段

施工后处理阶段需通过精细化验收与长效监测保障工程耐久性。首先,应建立多级验收制度,对拼接段进行“分层验收+整体评估”,除常规压实度、平整度检测外,需重点检测界面抗剪强度、差异沉降等指标。例如,采用大型直剪仪对拼接界面进行现场取样测试,确保抗剪强度不低于设计值的90%。其次,需实施长效监测计划,在拼接段布设自动化监测点,通过北斗卫星定位系统与光纤传感技术,长期跟踪路基变形与应力变化。对于工后沉降较大的路段,可采用轻质泡沫混凝土进行局部补强,或通过高压注浆填充软弱土层<sup>[3]</sup>。此外,建立病害快速响应机制,对拼接界面开裂、不均匀沉降等病害进行分级预警,并制定针对性维修方案。例如,对于轻微裂缝可采用环氧树脂灌缝处理,对于严重沉降需重新评估地基承载力并实施补桩加固。通过全生命周期管理,确保路基拼接段长期稳定运行。

## 4 高速公路路基拼接施工质量控制与安全管理

### 4.1 施工质量控制体系建立与运行

高速公路路基拼接施工质量控制需构建“全要素覆盖、全流程管控”的体系框架。首先,需建立多层次质量责任制度,明确设计单位、施工单位、监理单位及第三方检测机构的质量责任边界,通过签订质量承诺书、实行质量终身追溯等方式强化责任落实。在技术标准层面,应依据《公路路基施工技术规范》及地方标准,细化拼接段填料级配、压实度、抗剪强度等关键指标,并制定高于规范要求的内控标准(如压实度提高1%~2%、差异沉降率控制在0.3%以内)。施工过程需实施“三检制”(自检、互检、专检),结合智能压实监测系统、无人机巡检等技术手段,对台阶开挖、填筑碾压、界面注浆等工序进行实时动态监控。此外,需建立质量预警机制,通过大数据分析沉降速率、孔隙水压力等监测数据,当指标异常时自动触发预警并启动应急预案。验收阶段应采用“分层验收+整体评估”模式,除常规检测外,需重点检测新旧路基协同变形能力(如通过大型直剪试验验证界面抗剪强度),并引入第三方检测机构进行独立抽检,确保质量管控无盲区。

#### 4.2 施工安全管理措施

路基拼接施工安全管理需围绕“人机环管”四要素构建风险防控体系。针对交通导改风险,应制定“分阶段、分车道”的交通组织方案,采用水马、防撞桶等设施隔离施工区域,并设置智能交通引导系统(如LED显示屏、语音提示器)实时发布路况信息。施工现场需实施封闭管理,设置人脸识别门禁系统、智能监控摄像头及电子围栏,防止非作业人员误入危险区域。机械设备管理方面,应推行“一机一档”制度,对压路机、挖掘机等设备进行定期维护与安全检测,并为操作人员配备防滑鞋、反光背心等个人防护装备。针对高边坡开挖、深基坑支护等高风险作业,需采用无人机巡检、边坡雷达监测等技术手段,实时预警滑坡、坍塌等风险。此外,需加强安全教育培训,通过VR模拟体验、事故案例警示等方式提升作业人员安全意识,并定期组织应急演练(如防坍塌、防触电等),确保应急响应流程可操作、可执行<sup>[4]</sup>。通过“技术+管理”双轮驱动,实现安全风险从被动应对向主动防控的转变。

#### 5 未来路基拼接施工技术的发展趋势

未来路基拼接施工技术的发展趋势将深刻体现科技进步与环保理念的融合,推动行业向更高效、更智能、更环保的方向迈进。随着人工智能、大数据、物联网等先进技术的快速发展,路基拼接施工将迎来一场技术革命。智能化施工将成为主流趋势;通过集成高精度传感器、智能控制算法和远程监控技术,施工设备将实现自主导航、精准作业和实时状态监测,显著提升施工效率和精确度。例如,智能化压路机能够根据路面实际情况自动调整压实力度和频率,确保路基的均匀性和稳定性。利用大数据分析技术,可以实时监测施工过程中的各项参数,及时发现并纠正偏差,为施工质量控制提供强有力的支持。

随着环保意识的提升,未来路基拼接施工将更加注重材料的可再生性和环境的友好性。环保型填筑材料、高性能加固剂和低VOC(挥发性有机化合物)接缝材料的研发和应用,将有效降低施工对环境的污染。另外,绿色施工技术,如节能型施工设备、水资源循环利用系统和废弃物减量处理技术,将进一步减少施工过程中的资源消耗和废弃物排放。

#### 结束语

综上所述,高速公路改扩建工程中路基拼接施工技术的应用对于提升道路通行能力、保障行车安全具有重要意义。随着科技的进步和环保意识的增强,未来路基拼接施工将更加注重智能化、高效化和绿色化的发展。本文所提出的技术策略与管理措施旨在为高速公路改扩建工程提供科学依据和实践指导,期待能够推动该领域技术的持续创新与优化,为交通运输事业的蓬勃发展贡献力量。

#### 参考文献

- [1]王德猛.高速公路改扩建工程路基路面拼接施工技术的应用[J].科学技术创新,2022(15):98-101.
- [2]李兰平.高速公路改扩建工程路基拼接施工技术的应用[J].工程建设与设计,2021(08):140-142.
- [3]葛宏雁.高速公路改扩建工程路基路面拼接施工技术管理探析[J].工程机械与维修,2023(1):119-121.
- [4]李静.路基路面拼接施工技术在公路改扩建工程中的应用[J].四川建材202248(1):147-148,152.