

路基拼接技术在高速公路新建互通工程中的应用策略

席晓龙

陕西省成通机械化公路生态工程有限责任公司, 陕西 西安 710000

DOI: 10.61369/ETQM.12222

摘 要： 针对高速公路新建互通工程中复杂地质条件与高交通流量的双重挑战，本研究以某位于两市交界处的高速公路新建互通工程为实例，详细介绍了路基拼接技术在其中的应用。分析发现，通过系统且科学地实施软基预处理、旧路基增压补强、精准控制路基拼接加宽填料、规范路基碾压流程、完善排水系统以及精细处理新旧路基结合部位等技术手段，能够有效提升路基拼接质量，保障工程的长期稳定性与安全性。通过深入分析，文章旨在为同类高速公路新建互通工程提供全面且具实操性的技术应用参考，以推动高速公路建设领域的技术进步与工程质量提升。

关 键 词： 高速公路；新建互通工程；路基拼接技术

Application Strategy of Subgrade Splicing Technology in Newly Built Interchange Projects of Expressways

Xi Xiaolong

Shaanxi Chengtong Mechanized Highway Ecological Engineering Co., Ltd. Xi'an, Shaanxi 710000

Abstract: Given the dual challenges of complex geological conditions and high traffic volume in newly built interchange projects of expressways, this study takes a newly built interchange project of an expressway located at the junction of two cities as an example to introduce the application of subgrade splicing technology. Through systematic and scientific implementation of technical means such as soft foundation pretreatment, pressurization and reinforcement of old subgrade, precise control of subgrade splicing and widening fillers, standardization of subgrade rolling process, improvement of drainage system, and fine treatment of the joint between new and old subgrades, it is found that the quality of subgrade splicing can be effectively improved, ensuring the long-term stability and safety of the project. Through in-depth analysis, this article aims to provide a comprehensive and practical technical application reference for similar newly built interchange projects of expressways, in order to promote technological progress and improve engineering quality in the field of expressway construction.

Keywords: expressway; newly built interchange project; subgrade splicing technology

在区域经济高速发展与城市化进程不断加速的背景下，构建高效、完善的交通网络成为推动社会进步的关键因素。高速公路作为交通网络的核心脉络，其互联互通程度直接影响着交通运输效率与区域间的经济交流。新建互通工程作为拓展和优化高速公路网络的重要举措，承担着连接不同高速线路、提升交通转换能力的重任。而路基拼接技术作为新建互通工程的核心环节，其应用效果直接关系到工程质量、道路使用寿命以及交通运行的安全性。以某处于两市交界处的高速公路新建互通工程为例，深入探究路基拼接技术的应用策略，对于解决复杂条件下的工程难题、提升高速公路建设水平具有重要的现实意义。

一、工程概况

某高速公路新建互通工程坐落于两市交界处，作为区域交通一体化的关键节点，承担着连接两市中心及周边高速公路的重要使命。项目旨在实现两市高速的互联互通，优化区域路网结构。该互通工程全长4.8km，其中路基拼接段落总长3.2km。此区域地质状况复杂，约40%的路段为软土地基，天然含水量在35%~45%之间，压缩模量为2.5MPa~4MPa，其余部分为黏性土与粉土混合地层。项目所在地交通流量大，日均车流量超5万辆次，且随着城市副中心的发展，预计未来3年车流量年增长率达

4%。在施工期间，既要保障既有交通的顺畅运行，又要完成高精度的路基拼接作业，这对施工技术的选择与交通组织协调能力提出了极为严苛的要求。

二、路基拼接技术在高速公路新建互通工程中的应用

（一）软基预处理

鉴于软土地基在本工程中占比较大且特性复杂，软基预处理成为路基拼接施工的首要关键环节。在软土地基路段，采用排水固结法结合土工合成材料加固技术。首先，以1.2m的间距打设

排水板, 打设深度依据软土厚度确定, 通常在8~12m范围。通过排水板的设置, 可加速软土中孔隙水的排出, 进而促进土体固结^[1]。同时, 在地表铺设0.5m厚的砂垫层, 砂垫层选用洁净、级配良好的中粗砂, 其渗透系数不低于 $1 \times 10^2 \text{ cm/s}$, 以此确保排水顺畅。在砂垫层上铺设双向土工格栅, 土工格栅的抗拉强度不低于80kN/m, 延伸率不超过10%, 格栅幅宽6m, 搭接宽度不小于0.2m。土工格栅能够增强路基的整体稳定性, 有效减少软土地基的侧向位移与沉降量^[2]。经处理后的软土地基, 其沉降速率明显降低, 工后沉降量控制在30cm以内, 满足设计要求。在沉降观测过程中, 前3个月每月沉降量控制在3~5cm, 随后逐渐趋于稳定, 为后续路基施工奠定了坚实基础。

(二) 旧路基增压补强

在高速公路新建互通工程中, 旧路基的状况对整体工程质量起着关键作用。为显著提升旧路基的承载能力与压实度, 冲击压实技术被合理采用, 以此达成冲击增压补强的目标。

1. 冲击增压补强

冲击增压补强是一种利用高速、高能量的冲击波对地基或构筑物进行加固的技术。塔筒专用的冲击设备产生强烈的冲击波, 这些冲击波在介质中传播时, 会对土体或混凝土产生压缩、密实和重塑作用, 从而提高地基的承载力和结构的稳定性。在冲击增压补强作业环节, 施工团队选用了冲击能量为25kJ的三边形冲击压路机。根据对旧路基特性的详细分析以及工程设计标准, 冲击压实遍数精准设定为15遍。在施工过程中, 冲击压路机的行驶速度始终严格控制在10~12km/h。当冲击压路机高速运转时, 其产生的强大冲击力作用于旧路基。在这一强大外力的影响下, 旧路基内部的土体颗粒发生重新排列^[3]。原本分布松散、无序的土体颗粒, 在冲击力的作用下, 逐渐调整位置, 变得更加紧密有序。与此同时, 土体内部的孔隙尺寸不断减小。随着孔隙的减小, 路基单位体积内的土体质量增加, 进而使得路基压实度得到有效提高。为进一步优化压实效果, 在冲击压实过程中, 施工人员定时对路基表面进行洒水湿润。水分渗入路基基层的土体中, 能够降低土体颗粒之间的摩擦阻力, 使颗粒在冲击力作用下更容易发生相对位移, 从而更有效地实现重新排列, 改善压实效果。经专业压实度检测设备测定, 冲击压实后的旧路基压实度相较于施工前有了明显提升, 为后续工程施工创造了更为良好的基础条件。

2. 羊足碾补强

在部分旧路基段落, 考虑到其土质特性及工程需求, 引入羊足碾开展针对性的补强作业。羊足碾设备具有特殊的凸块结构, 能够在滚动过程中对土体产生强烈的挤压和剪切作用, 从而提高地基的密实度和承载力。在施工时, 羊足碾沿着旧路基进行往返碾压, 碾压遍数确定为8遍, 行驶速度稳定控制在3~5km/h。当羊足碾在旧路基上缓慢行进时, 其羊足与土体相互作用。羊足的特殊形状使得在碾压过程中, 不仅对土体产生垂直向下的压力, 还会产生一定的横向作用力, 从而对土体形成揉搓效果。这种揉搓作用能够使土体颗粒在不同方向的力的作用下, 更加充分地相互填充、紧密排列, 进一步提高土体的密实度。特别是对于黏性土路基, 羊足碾的这种揉搓特性优势显著。经过羊足碾的多次往

返碾压后, 路基的压实度均匀性得到极大提升。从数据层面来看, 原本压实度差异较大的区域, 经处理后压实度标准差从0.05成功降低至0.03。这一数据的变化直观地反映出旧路基在经过羊足碾补强后, 力学性能得到有效改善, 使其在承载能力与稳定性方面更能契合高速公路新建互通工程的严格要求。

3. 液压冲击补强

在高速公路新建互通工程里, 旧路基局部薄弱区域会给整体结构稳定性带来隐患。为有效解决这一问题, 施工中采用液压冲击设备实施针对性补强。液压冲击补强是一种利用液压设备产生高频、高能量的冲击力对地基或结构物进行加固的技术。该液压冲击设备具备灵活调节冲击能量的特性, 可依据旧路基薄弱区域的实际状况, 将冲击能量在10~15kJ的区间内合理调整。施工人员借助先进的定位技术, 精准把控液压冲击设备的冲击点, 同时依据薄弱区域的范围与严重程度, 严格控制冲击次数, 以此对旧路基的薄弱部位展开高效加固作业。在整个液压冲击补强进程中, 为确保冲击过程安全无虞且切实有效, 利用高精度的监测仪器, 对路基的变形情况进行实时追踪。一旦监测到路基变形超出安全阈值, 即刻调整设备参数或暂停作业进行评估。经液压冲击补强后, 旧路基原本的薄弱区域强度大幅提升, 从原本易产生变形、难以承受重载的状态, 转变为能与周边路基协同工作的稳固状态, 极大增强了旧路基的整体承载能力, 保障了高速公路新建互通工程的路基质量。

(三) 路基拼接加宽填料控制

在高速公路路基拼接加宽施工这一关键环节中, 填料的合理选择与严格控制对工程质量有着决定性影响。本工程经多番考量与试验, 选用了级配良好的砾类土作为填筑材料^[4]。该类土液限经检测不大于28%, 塑性指数不大于6, 这使得其具备良好的颗粒组成与物理特性, 利于后续压实作业及路基稳定性的维持。为切实保障压实效果, 对填料最大粒径实施严格把控, 要求其控制在150mm以内, 避免因粒径过大影响压实均匀性。在正式填筑前, 借助专业检测仪器对填料含水量展开严格检测, 通过加水或晾晒等手段, 将含水量精准调控至最佳含水量 $\pm 2\%$ 范围内, 以此保证在压实过程中, 土颗粒间能产生最佳的摩擦力与黏聚力。填筑过程采用分层填筑工艺, 每层填筑厚度严格限制在不超过30cm, 确保压实设备能有效作用于每一层填料。通过如此严谨把控填料质量与填筑工艺, 为新路基与旧路基实现良好结合奠定基础, 进而显著提高路基整体稳定性^[5]。经专业压实度检测设备对新填筑路基各部位检测, 其压实度均达到96%以上, 完全满足高速公路路基压实标准。进一步对不同填筑层压实度深入检测分析发现, 随着填筑层数逐步增加, 压实度呈现出略有提升的趋势, 最高可达98%, 但整体始终稳定保持在96%以上, 充分彰显了所选填料及填筑工艺的科学性与可靠性。

(四) 路基碾压

路基碾压工序在保障路基压实质量层面占据核心地位。在完成新路基填筑以及旧路基补强作业后, 随即开展路基碾压工作, 选用重型振动压路机作为主要施工设备。该压路机激振力不小于35t, 能为路基压实提供强大动力。施工时, 将碾压速度

严格控制在2-4km/h，确保压路机能对路基进行充分且稳定的压实作用^[6]。

在碾压操作过程中，严格遵循特定原则。首先进行静压，让压路机以较低速度平稳行驶，初步压实路基表面，为后续振压奠定基础。随后进入振压阶段，从弱振逐步过渡至强振，使路基内部土体颗粒在不同强度振动力作用下，不断调整位置，达到更为紧密的排列状态。同时，在速度把控上，秉持先慢后快原则，初期慢速行驶有助于压路机能更精准的作用于路基，随着压实程度提升，适当加快速度，提高施工效率。而从碾压顺序来看，由路基边缘向中间推进，保证路基边缘与中间部分压实度均匀一致^[7]。

在整个碾压进程中，质量检测环节同步跟进。借助专业压实度检测仪器以及平整度测量工具，实时检测路基的压实度与平整度。一旦检测数据偏离设计标准，施工人员即刻灵活调整碾压参数，如适当增加碾压遍数、调整振动频率等。对于新老路基拼接部位，因其结构较为特殊，采用小型压实设备进行补充碾压，确保拼接部位压实度完全达到设计要求。经全面压实度检测，路基整体压实度均匀性良好，不存在明显压实度差异区域，有力保障了路基具备足够的承载能力与稳定性，为后续路面铺设及车辆行驶提供坚实基础。

（五）完善排水系统

完善的排水系统对于维持路基长期稳定性意义重大。在路基拼接工程实施过程中，构建了一套科学合理的排水体系，该体系由边沟、排水沟与截水沟协同组成。其中，边沟采用梯形断面设计，底宽0.6m，深度达0.8m，边坡坡度设定为1:1.5，以保障排水顺畅且具备一定抗冲刷能力。边沟采用C25混凝土浇筑而成，壁厚0.2m，具有良好的耐久性。排水沟与截水沟的设置则依据施工现场地形地貌以及水流方向综合确定，其断面尺寸与边沟类似，同样具备高效排水功能。在新老路基拼接部位，为有效排除拼接处积水，设置了横向排水盲沟。盲沟采用直径0.2m的波纹管，管外严密包裹土工布，土工布可过滤掉水中杂质，防止波纹管堵塞，确保盲沟排水畅通。通过这一完善的排水系统，能够迅速且有效地排除路基范围内的地表水与地下水^[8]。在日常降雨条件下，经实际观测，路基范围内无明显积水现象，排水效果好。即使遭遇暴雨天气，排水系统也能在30min内将路面积水彻底排除干净，极大程度减少水对路基的侵蚀时间，切实保障路基稳定性，延长路基使用寿命。

（六）新旧路基结合部位处理

新旧路基结合部位是路基拼接的关键部位，若处理不当，极易产生裂缝与不均匀沉降。在结合部位，先对旧路基边坡进行开挖台阶处理，台阶宽度不小于1m，高度0.5m，台阶面设置向内倾斜3%的坡度。在台阶表面铺设一层土工格栅，土工格栅的抗拉强度不低于50kN/m，延伸率不超过8%^[9]。同时，在新老路基结合面涂刷一层水泥砂浆，以增强结合面的黏结力。新路基填筑时，对结合部位进行重点压实，确保结合部位的压实质量^[10]。经观测，通车后新旧路基结合部位未出现明显裂缝与不均匀沉降现象，保证了路基的整体稳定性。在通车后的1年内，对结合部位进

行定期监测，沉降量均控制在5mm以内，无裂缝产生。

三、结语

在高速公路新建互通工程中，路基拼接技术的科学应用是保障工程质量与稳定性的核心要素。本工程的实践经验表明，在高速公路新建互通工程建设中，应紧密结合工程实际状况，深入分析地质条件与交通流量特点，精心选择并优化路基拼接技术，严格把控施工过程质量。只有如此，才能实现新老路基的良好协同工作，显著提升高速公路的整体性能与服务水平，为区域经济发展提供坚实可靠的交通保障。随着工程技术的不断进步与创新，路基拼接技术在高速公路新建互通工程中的应用将更加完善与高效，未来应持续关注新材料、新工艺的研发与应用，进一步提升路基拼接技术的科学性与可靠性，推动高速公路建设事业迈向更高水平。

参考文献

[1]郭海军.高速公路拓宽工程新老路基拼接施工技术研究[J].交通世界,2023,(08):82-84.

[2]徐熊.改扩建高速公路工程的路基拼接施工的技术管理措施[J].交通科技与管理,2024,5(12):61-63.

[3]赵喜红.高速公路改扩建路基拼接施工技术研究[J].交通世界,2020,(25):84-85.

[4]王新越.高速公路改扩建工程路基路面拼接施工技术[J].石材,2024,(01):92-94.

[5]曾学强.高速公路路基加宽拼接及施工控制技术研究[J].低碳世界,2023,13(04):145-147.

[6]丁建涛.高速公路改扩建工程中路基拼接施工技术及效益研究[J].价值工程,2023,42(24):20-22.

[7]胡文贵.公路拓宽工程路基拼接技术[J].运输经理世界,2023,(24):16-18.

[8]姜彪.路基路面拼接施工技术在公路改扩建工程中的应用[J].工程技术研究,2023,8(18):99-101.

[9]周游.公路改扩建中新老路基差异沉降控制技术研究[J].公路与汽运,2021,(04):101-104.

[10]曾文超.高速公路改扩建工程路基路面拼接施工技术[J].水上安全,2024,(07):187-189.