

高速公路改扩建工程新旧路基差异沉降控制技术研究

杨鸿杰，徐直

浙江交工宏途交通建设有限公司，浙江 杭州 310000

DOI:10.61369/ETQM.2026030032

摘 要： 伴随我国交通事业的急速进展，既有高速公路已不易契合日益递增的交通需要，将改扩建工程变作提升路网通行能力的关键路径。新旧路基差异沉降乃是高速公路改扩建工程里尤为凸显的技术难题之一，易致使路面产生裂痕、桥头出现跳车等病害，严重干扰道路通行品质和缩短使用年限。本文联合工程实际经验，深入剖析新旧路基差异沉降的生成机理及主要影响要素，从旧路基处置、新路基填筑、路基衔接及施工工艺管控等层面，提出切实可操作的差异沉降控制技术手段，给高速公路改扩建工程的施工供应技术参照。

关 键 词： 高速公路改扩建；新旧路基；差异沉降；控制技术；施工工艺

Research on Differential Settlement Control Technology for New and Old Roadbeds in Expressway Reconstruction and Expansion Projects

Yang Hongjie, Xu Zhi

Zhejiang Jiaogong Hongtu Transportation Construction Co., LTD., Hangzhou, Zhejiang 310000

Abstract： With the rapid development of China's transportation industry, the existing expressways are no longer able to meet the increasing traffic demands. Therefore, the expansion and renovation projects have become the key path to enhance the traffic capacity of the road network. The differential settlement between the old and new roadbeds is one of the particularly prominent technical challenges in the reconstruction and expansion projects of expressways. It can easily lead to pavement cracks, vehicle jumps at bridgeheads and other diseases, seriously affecting the quality of road traffic and shortening its service life. Based on practical engineering experience, this paper deeply analyzes the generation mechanism and main influencing factors of differential settlement between new and old roadbeds. It proposes practical and operational technical means for controlling differential settlement from aspects such as the disposal of old roadbeds, the filling of new roadbeds, the connection of roadbeds, and the control of construction techniques, providing technical references for the construction of expressway reconstruction and expansion projects.

Keywords： expressway reconstruction and expansion; new and old roadbeds; differential settlement; control technology; construction technology

引言

于我国高速公路网持续完备的进程当中，早期建造的高速公路因设计标准偏低、交通流量急剧增加等缘由，通行能力和服务水准大幅下滑，改扩建成为优化路网构造、提升运输效率的必然抉择。新旧路基差异沉降难题直接关联到改扩建工程的质量，鉴于旧路基历经长期运营已基本趋于稳定，而新路基在填筑之后会历经固结沉降流程，二者在沉降数量、沉降速度上存有显著不同，进而引致路面构造损坏等一系列问题。当前部分改扩建工程之中，因差异沉降管控未到位致使路面早期病害频繁发生，不仅增添了后期养护成本，还对行车安全造成影响。所以，深入探究新旧路基差异沉降控制技术，联合工程实际制定科学合理的控制办法，对于保障高速公路改扩建工程质量具备重要的现实意义。本文立足于工程实践，将焦点对准差异沉降控制的关键环节，探讨可操作的技术方案，为同类工程提供借鉴^[1]。

一、新旧路基差异沉降产生机理及影响因素

（一）产生机理

新旧路基差异沉降的实质是二者在荷载作用之下的固结变形差别。在旧路基长期的车辆荷载和自然环境作用之际，土体颗粒

重新排列组合，孔隙水逐步排出，沉降流程基本完成，处于相对稳定状态。而新路基填筑之后，土体中的孔隙水压力逐步消散，颗粒间有效应力不断加大，会产生瞬时沉降和固结沉降，沉降周期较为漫长。除此之外，新旧路基在材料属性、压实程度、承载能力等方面存在差异，在相同的上部荷载和自然条件之下，二者

的变形特征不同,进一步促使差异沉降的产生。当差异沉降数量超过路面构造的承受程度时,就会致使路面出现纵向裂痕、横向裂痕甚至错台等病害^[2]。

(二) 核心作用要素

旧路基工程属性作为作用差异沉降的根基要素存在。旧路基填筑物料的类别、压实成效、运用时长等都会径直对其稳固性与承载能力产生作用。当旧路基填筑之际出现压实程度不足的状况,抑或是所采用的填料颗粒级配并不理想,于改扩建进程当中承受新路基负荷以及施工扰动的前提下,便可能再次生成附加沉降,进而使得与新路基的沉降差异有所扩大^[3]。部分早期修建的高速公路,鉴于施工技术水准存在局限,旧路基往往存在局部压实不均衡、潜藏病害等状况,在改扩建过程中若未及时开展处置,便会成为差异沉降的隐患之处。

新路基填筑品质属于把控差异沉降的关键要素范畴。新路基填料的挑选会直接对其固结沉降特性产生作用,当选用高含水率、低强度的填料时,填筑之后所产生的固结沉降量较大,而且沉降周期较长,容易与旧路基形成较大的沉降差值。与此同时,新路基的压实度把控极为关键,压实不足会造成土体孔隙率较大,在后续阶段沉降量会有所增加;压实过度则有可能对填料颗粒结构造成破坏,使路基承载能力下降。除此之外,新路基的填筑厚度以及填筑速度同样会对沉降发展产生影响,填筑厚度过大、速度过快,会造成孔隙水压力无法及时得以消散,进而加剧沉降差异。

新旧路基衔接形态对于差异沉降有着显著的作用。当新旧路基衔接面处置不恰当之时,二者之间便会出现结合不够紧密、承载能力突变等状况,在负荷作用之下容易产生相对变形,从而引发差异沉降。衔接面的清理程度、搭接宽度、压实质量等,均属于影响衔接效果的重要环节。在部分工程当中,由于衔接面浮土、杂草未能彻底清除,或者搭接宽度不足,致使新旧路基结合之处成为薄弱环节,沉降差异在此处表现得尤为显著^[4]。

自然环境与地质状况属于差异沉降的外部作用要素。在多雨区域,雨水渗入路基会造成土体含水率上升,强度降低,压缩性增大,进而加速路基沉降;在寒冷区域,冻融循环会对路基土体结构造成破坏,使压实度降低,进而加剧沉降差异。除此之外,工程区域的地质状况同样会对路基沉降产生影响,当地下水位较高,或者存在软土、淤泥等不良地质层时,会造成路基固结沉降量增大,而且新旧路基的沉降差异会更为突出。

二、新旧路基差异沉降控制工艺

(一) 旧路基处置工艺

旧路基评估与病害治理是控制差异沉降的前提条件。在改扩建施工开展之前,需要对旧路基进行全面的勘察评估,借助现场勘察、检测等手段,明确旧路基的填筑物料、压实度、承载能力、沉降历史等指标,识别存在的潜藏病害。对于压实度不足、承载能力偏低的路段,需要采取具有针对性的加固处置措施;对于存在裂缝、沉陷等病害的部位,应当先进行病害治理,之后再

开展改扩建施工。

例如,针对旧路基部分压实不均衡的区域,可运用冲击碾压工艺实施补强压实操作,借助冲击能量效应让土体颗粒实现进一步密实状态,达成提升旧路基承载能力与稳定程度的目标,进而减少后期附加沉降状况。

旧路基削坡及台阶处理工序是强化新旧路基衔接的关键途径。为扩大新旧路基的接触面积规模,提升结合紧密程度,需要对旧路基边坡开展削坡作业,削坡坡度数值依据路基高度参数和填料性质特征加以确定,一般采用1:1.5至1:2.0的范围。于削坡之后的旧路基边坡结构上进行台阶开挖工作,台阶宽度尺寸不宜小于1.0米规格,台阶高度数值控制在0.5至1.0米区间,台阶呈现向内倾斜2%至4%的坡度形态,以此增强新路基与旧路基的抗滑稳定性能。进行台阶开挖操作时,需要清除台阶表面部位的浮土物质、松散层级,保障台阶面处于坚实平整状态,为新旧路基的有效衔接构建基础条件。

(二) 新路基填筑工艺体系

填料筛选与改良举措是把控新路基沉降问题的核心要点。新路基工程应优先选用级配状态良好、强度水平较高、压缩性能较小的填料材料,诸如碎石土类型、砾石土类型等品类。针对含水量指标过高、塑性指数数值过大的黏性土填料材质,需要开展改良处理作业,可采用掺加石灰材料、水泥材料等固化剂产品的方式手段,达成降低填料含水量指标、提升其强度水平与稳定性能的目的。在填料筛选流程当中,应结合工程所在区域的材料资源状况条件,优先选用本地优质填料物资,实现降低施工成本目标。同时,填料进场环节之前需要进行严格检验工作,确保其各项指标参数符合设计方案要求,严格禁止使用不合格填料材料填筑路基结构。

分层压实工艺与压实度管控机制是保障新路基填筑质量的关键要素环节。新路基填筑施工应遵循分层填筑方式、分层压实工艺的原则要求,每层填筑厚度数值依据压实机械性能指标、填料种类属性等因素加以确定,一般控制在20至30厘米范围。压实机械装置应选用大功率规格、高效能类型的压实设备机具,如重型振动压路机设备,压实作业过程中应控制好压实速度参数和压实遍数指标,确保压实效果达到均匀状态。压实度管控工作应根据路基不同部位的功能要求采取差异化标准体系,路基下路床结构及路基基底部位的压实度指标应不低于93%比例,上路床结构压实度指标不低于96%比例。压实作业过程中,需要加强现场检测工作,采用环刀法检测、灌砂法检测等技术手段实时监测压实度指标,保障压实质量效果符合规范要求。

填筑速率管控措施是减少新路基后期沉降问题的重要技术手段。新路基填筑速率指标过快情况,会造成地基土介质中的孔隙水压力要素无法及时消散排出,产生超孔隙水压力现象,对土体结构的固结进程造成影响,进而增加后期沉降量数值。因此,在新路基填筑作业过程中,应根据地基土介质的性质特征和沉降监测数据结果,合理调控填筑速率指标。对于软土区域范围的路基工程,填筑速率指标应适当放缓调整,避免因地基土承载能力不足情况导致路基结构失稳风险。同时,在填筑作业过程中应设置

沉降监测点位设施，实时监测新路基结构的沉降量数值和沉降速率指标，依据监测数据结果调整填筑速率参数。

（三）新旧路基衔接强化技术

衔接面加固操作能够有效提升新旧路基的结合程度。于新旧路基衔接界面之处，可运用铺设土工合成材料的形式实施加固，土工合成材料具备抗拉程度强度高、渗透性能效果好等特征属性，能够有效抑制路基土体的形变变化，传送上部负荷荷载，缩小新旧路基的沉降差别。常规使用的土工合成材料有土工格栅、土工布等品类，铺设之际应保证土工合成材料平展整齐、紧绷牢固，与路基土体紧密贴合，搭接宽度不少于三十厘米尺寸。除此之外，针对新旧路基衔接位置的路基填充材料，应选用高强度、低压缩性的填充物料，并强化压实作业，保证衔接位置的压实程度不低于相邻路基的压实度规范标准。

排水系统优化举措可降低雨水对新旧路基衔接地方的侵蚀作用。雨水渗透进入新旧路基衔接部位，会造成土体含水量增加，强度数值降低，加重差异沉降状况。所以，在改扩建工程项目当中，应健全路基排水系统，于新旧路基衔接位置设置纵向排水盲沟以及横向排水渗沟，及时排出路基内部的积蓄水分。同时，路面排水系统也应开展相应的改造与完善工作，保证路面雨水能够迅速排出，防止雨水下渗对路基产生破坏影响。排水盲沟与渗沟应选用透水性能良好的材料进行铺设，保证排水通行顺畅。

（四）施工工艺与过程控制技术

施工时间顺序合理规划是控制差异沉降的重要保障条件。在高速公路改扩建工程项目中，应依据工程规模大小、地质环境条件等因素，合理安排施工时间顺序。一般状况下，应优先完成旧路基的处理工作与病害整治事项，再开展新路基的填筑施工任务。对于桥头、通道等关键重要部位，应提前进行施工建设，预留充足的沉降时间周期，保证在路面铺筑之前，新旧路基的沉降基本趋向稳定状态。同时，应避免新旧路基施工过程中的相互干扰影响，在旧路基处理施工期间，应控制施工机械的作业范围区域与作业强度力度，减少对旧路基稳定性能的影响作用。

沉降监测与动态调整手段是实现差异沉降精准控制的有效方法途径。在施工全部过程当中，应建立健全完善的沉降监测体系系统，在新旧路基之上合理布置沉降观测点位，观测点位的布置应覆盖路基全部断面区域，重点监测新旧路基衔接位置、桥头等关键重要部位。监测频率次数应依据施工阶段时期与沉降速度速率确定，在新路基填筑阶段时期，每周监测不少于一次次数，当沉降速度速率较大之际，应增加监测频率次数。依据沉降监测结

果数据，及时分析新旧路基的沉降发展趋向趋势，若察觉沉降差别差异过大情形，应及时调整施工工艺方法与施工参数指标，如放缓填筑速度速率、加强压实作业等方式，保证差异沉降控制在允许范围界限之内。

三、工程应用成效展现

某高速公路拓宽改造工程线路总长28公里，实施双侧拓宽模式，拓宽幅度达8米之量。此工程所处地域地形呈现平坦态势，土层构成主要为粉质粘土类别，地下水位处于较高水准。于施工进度当中，针对新旧路基差异沉降这一状况，运用本文所提出的控制技术手段：对旧路基实施全面性评估以及冲击碾压增强处理作业，在旧路基边坡部位开展台阶开挖并进行土工格栅铺设；新路基选取碎石土作为填料物质，采用分层压实工艺方式，严格执行压实度与填筑速率的把控；对路基排水系统进行完善构建，于新旧路基衔接之处设置纵向排水盲沟构造；搭建沉降监测体系架构，对新旧路基的沉降情形实施实时性监测。

借助上述控制技术手段的采用，该工程新旧路基的差异沉降得到有效管控。在路面铺筑工作完成之后，经过后期观测环节，新旧路基的差异沉降数值均被控制在5毫米范围之内，未出现路面开裂、错台等病害现象，道路通行质量呈现良好状态。实践结果表明，本文所提出的新旧路基差异沉降控制技术手段具备较强的实际应用价值与可操作性，能够对高速公路改扩建工程中的差异沉降问题进行有效解决，对工程质量起到保障作用。

四、结论

新旧路基差异沉降属于高速公路改扩建工程的核心技术难题范畴，其产生根源主要来自新旧路基工程性质方面的差异、填筑质量层面的差异、衔接状态维度的差异以及自然环境与地质条件方面的影响因素。通过对旧路基开展评估整治工作、削坡台阶处理作业，对新路基进行填料选择的严格把控、分层压实工艺的履行以及填筑速率的管控，强化新旧路基衔接面的加固举措和排水系统的优化工作，同时加强施工时序的安排规划以及沉降监测的动态调整操作，能够对新旧路基差异沉降实施有效控制。这些技术手段立足于工程实际状况，具备较强的贴合工程特性与可操作性，能够为高速公路改扩建工程提供切实有效的技术支持，对工程质量以及道路通行安全起到保障功效。

参考文献

[1] 夏佳. 长江三角洲区域高速公路改扩建项目管理要点研究 [J]. 价值工程, 2026, 45(02): 52-55.
[2] 李芳, 李阳, 张书建, 雷松林. 一种聚酯玻纤布在高速公路改扩建中的应用 [J]. 四川建筑, 2025, 45(06): 261-262.
[3] 李猛. 信息化在高速公路改扩建工程管理中的创新应用探究 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2025, (12): 161-163.
[4] 张建鹏. 高速公路改扩建施工路段交通组织要点分析 [J]. 青海交通科技, 2025, 37(04): 95-99.