

高速公路改扩建工程路基沉降控制与施工管理技术研究

廖可敏

广州高新工程顾问有限公司 广东广州 510000

摘要:随着我国交通流量的不断增大,高速公路改扩建工程日益增多。路基沉降问题是高速公路改扩建工程中面临的关键难题之一,它不仅会影响道路的平整度和行车舒适性,还可能威胁到道路的结构安全。本文围绕高速公路改扩建工程路基沉降控制与施工管理技术展开研究,首先分析了改扩建工程中路基沉降的主要原因,包括新旧路基差异沉降、地基处理不当等。接着详细探讨了路基沉降控制的关键技术,如地基加固技术、路基填筑技术等。同时,阐述了施工管理技术在确保路基沉降控制效果和工程质量方面的重要作用,涵盖施工组织设计、质量控制、安全管理等方面。通过实际案例分析,验证了所提出的沉降控制与施工管理技术的有效性和实用性,旨在为高速公路改扩建工程提供科学的理论依据和实践指导,以提高工程质量和道路的使用寿命。

关键词:高速公路;改扩建工程;路基沉降控制;施工管理技术

引言

近年来,我国社会经济快速发展,交通需求增长,早期高速公路难以满足需求,改扩建工程成交通基建重要部分。改扩建工程中,路基沉降问题不可忽视,因面临新旧路基衔接、既有道路结构影响等复杂情况,其沉降控制难度大于新建高速。若沉降得不到有效控制,会导致路面病害、增加养护成本,甚至引发安全事故。因此,研究路基沉降控制与施工管理技术意义重大,合理技术与科学方法可减少沉降,提高道路性能与服务质量,保障工程顺利实施与长期稳定运行。

一、高速公路改扩建工程路基沉降控制技术

(一) 沉降控制的基本原则

高速公路改扩建工程路基沉降控制要遵循“预防为主、综合治理、动态调整”原则。工程初期就要重视沉降风险,主动预防,而非事后补救。综合治理强调控制措施的系统性,将地基处理、路基填筑等多方面视为整体,用多种技术手段协同控制沉降。动态调整则要求根据实际情况实时优化控制策略。沉降控制工作要贯穿项目设计、施工及运营监测等环节,形成全过程、闭环式控制体系,确保沉降控制目标实现。

(二) 关键控制技术措施

针对新旧路基差异沉降难题,要采取一系列关联技术措施。地基处理采用复合地基加固技术,提高地基承载能力和均匀性,减小压缩变形。路基填料要科学选择

与改良,选用优质填料或进行改良处理,提高填土密实度和稳定性。新旧路基结合界面设置台阶,铺设土工合成材料,传递和分散应力,协调变形,降低不均匀沉降概率。严格执行路基压实标准和规范施工工艺,控制整体总沉降量。采用轻质填料替代传统填料,减小地基附加应力,减少压缩变形量。

(三) 沉降监测与动态控制

建立完善、精准的沉降监测系统是实现路基沉降动态控制的前提。该系统涵盖路基表面沉降等关键监测内容,科学布置监测断面和测点,动态调整监测频率。对采集数据深入分析评估,掌握沉降趋势和最终沉降量,与设计预测值对比。工程管理人员根据评估结果动态调整施工参数,采用信息化施工与反馈控制模式,将沉降控制从被动变主动,确保工程安全、优化工期,实现精确沉降控制目标^[1]。

二、高速公路改扩建工程路基施工管理

(一) 施工准备阶段管理

施工准备阶段的管理是决定整个改扩建工程成败的基石,其管理深度与广度直接关系到后续施工的效率、质量与安全。这一阶段的管理工作首先体现在对设计图纸的深入会审上,必须组织各专业技术人员对图纸进行全面、细致的审查,旨在发现并解决设计中可能存在的矛盾、遗漏与不合理之处,明确设计意图和技术难点,将问题消灭在施工之前。在此基础上,编制科学、详尽的施工组织设计是核心任务,该文件需明确施工总体部

署、关键工序的施工方法、资源投入计划、进度安排以及质量与安全保证体系，为现场施工提供纲领性的技术指导。同时，必须进行彻底的技术交底，确保每一位管理和作业人员都清晰理解工程的各项技术要求、质量标准和安全规程，避免因信息不对称导致的施工偏差。对施工队伍的资质审查是确保项目由合格主体实施的前提，必须严格审查其过往业绩、技术能力及人员配备。施工机械的选型与配套则需根据工程的具体特点和工艺要求，确保机械性能满足施工需求，并实现各机械之间能力匹配、高效协同。最后，对原材料进场检验与质量控制是源头管理的关键，必须建立严格的进场验收程序，对所有用于路基建设的土、石、水泥、钢筋等材料，从源头采购、进场检验到取样送检，实施全流程的质量监控，杜绝不合格材料流入施工现场^[2]。

（二）施工过程质量控制

施工过程是质量控制的核心环节，也是将设计蓝图转化为实体工程的关键阶段，必须建立一套覆盖所有施工工序、责任到人、标准明确的工序质量控制体系。该体系要求每一道工序完成后，都必须依据既定的技术标准和检验规程进行检验，合格后方可进入下一道工序的施工，形成有效的质量约束。路基填筑的质量控制要点在于严格控制填料的种类、含水率及分层厚度，确保每层填料均匀摊铺，避免离析。路基压实是保证其强度和稳定性的决定性因素，必须严格控制压实设备的类型、碾压遍数、碾压速度以及含水率在最佳含水率 $\pm 2\%$ 的范围内，确保压实度达到设计规范要求。新旧路基搭接是改扩建工程的薄弱环节，其质量控制重点在于严格按照设计要求开挖台阶，确保结合面的几何尺寸和坡度，并在搭接处铺设土工合成材料以增强整体性，有效控制差异沉降。路基排水施工的质量则直接关系到路基的长期稳定性，必须保证边沟、排水沟、盲沟等排水设施的平面位置、断面尺寸、坡度和砌筑材料符合设计要求，确保水能迅速、通畅地排出路基范围。为确保上述质量控制措施落到实处，必须严格执行“三检制”，即由操作班组进行的自检、班组间的互检以及工序交接时的交接检，使质量检查内化为施工人员的自觉行为。同时，监理单位的旁站制度是对施工质量的外部监督，通过对关键工序和隐蔽工程的全程旁站，能够及时发现并纠正不规范操作，确保施工过程始终处于受控状态。

（三）施工组织与协调管理

在高速公路改扩建工程中，施工组织与协调管理的

核心价值在于如何在最大限度地减少对既有交通网络影响的前提下，高效、安全地完成建设任务。这要求制定一套精细化的交通导改方案，通过合理的交通分流、设置临时便道、安装完善的交通标志标线和安全防护设施，来保障社会车辆通行与工程施工并行不悖。施工分区是将庞大的工程量分解为若干个可独立管理的单元，通过分阶段、分区域的流水作业，实现资源的优化配置和施工效率的最大化。科学的作业时间安排，如利用夜间交通流量较小的时段进行部分封闭施工，可以有效降低交通压力。加强施工各参与方，包括建设单位、设计单位、施工单位和监理单位的协调配合，是形成管理合力的必要条件。必须建立常态化的沟通协调机制，如定期召开工地例会，及时传递信息、解决问题，确保各方在统一的目标下协同工作，避免因信息壁垒或责任不清导致的推诿扯皮。此外，施工过程中不可避免地会遇到不良地质条件、突发的恶劣天气等突发问题，因此必须建立一套完善的预案管理机制。该机制要求在施工前针对可能出现的各类风险进行预判，并制定出详细的、可操作的应急处理方案，明确应急组织、物资储备、响应流程和处置措施。当问题发生时，能够迅速启动预案，及时调整施工方案，将风险和损失控制在最低限度，保证工程的连续性和稳定性^[3]。

三、路基沉降控制与施工管理的协同应用

（一）技术与管理相辅相成的关系

路基沉降控制技术与施工管理之间存在着一种深刻的、不可分割的内在联系，二者相辅相成，共同构成了工程质量的完整保障体系。路基沉降控制技术为施工管理提供了明确且量化的目标与依据，它将抽象的“工程质量”概念具体化为一系列可测量、可验证的技术指标，如地基承载力、路基压实度、工后沉降量限值等。这些技术指标是施工管理活动的出发点和落脚点，使得施工管理不再是凭经验、凭感觉的模糊操作，而是基于科学数据和精确要求的规范化、标准化流程，从而为实施科学管理奠定了坚实的基础。反之，有效的施工管理则是确保各项沉降控制技术得以正确实施并最终达到预期效果的唯一保障。再先进、再完善的技术方案，如果缺乏强有力的管理去执行、监督和纠偏，也只是一纸空文。施工管理通过建立组织架构、明确岗位职责、制定作业流程、配置资源要素，将分散的技术措施整合成一个有机的整体，确保每一项技术要求都能落实到具体的施工环节、每一台设备和每一位作业人员手中，从而保障技术方案从

理论走向实践，并最终转化为工程实体质量的提升^[4]。

（二）协同应用中的关键环节

在路基沉降控制与施工管理的协同应用中，有几个关键环节必须予以高度重视。首先，在施工管理的质量控制体系中，必须将沉降控制所要求的技术参数作为核心的、不可动摇的质量指标进行严格管控。这意味着在路基填筑过程中，对每一层填料的压实度、含水率、铺筑厚度等指标的检测频率和合格标准，必须严格按照沉降控制的技术规范执行，不能有任何妥协。在新旧路基搭接界面处理等关键部位，其台阶开挖尺寸、土工合成材料的铺设层与搭接长度等，都必须作为旁站监理和重点验收的项目，确保其完全符合设计要求。其次，施工组织设计的编制必须深度融合沉降控制技术的实施条件与工艺要求。设计方案不能仅仅停留在理论层面，而应充分考虑现场实际的施工条件，如大型压实机械的作业空间、不同填料改良工艺的作业时间、预压土的堆载与卸载周期等，将这些技术要求转化为具体、可行的施工步骤和资源配置计划，确保技术方案在管理层面具备高度的可操作性和可控性。最后，建立信息化管理平台是实现二者高效协同的技术支撑。该平台能够整合来自不同系统的数据，将实时采集的沉降监测数据（如沉降板的累计沉降量、沉降速率）与施工进度信息（如当前填筑高程、预压时间）、质量检测数据（如压实度检测结果）进行关联分析和可视化展示。这使得管理者能够直观地看到某一施工阶段的沉降响应，判断其是否处于正常范围，并据此及时调整后续的施工参数，如填土速率或增加预压时间，从而实现基于数据的动态决策，显著提升了工程管理的科学性和时效性。

（三）应用中的考量

将沉降控制技术与施工管理策略协同应用于具体的改扩建工程实践中，必须摒弃教条主义和经验主义，采取一种灵活、务实的态度。任何一个高速公路改扩建项目都有其独特性，所处的地质条件千差万别，既有交通的繁忙程度各不相同，工程的改扩建规模与模式也存在巨大差异。因此，在应用协同管理模式时，不能简单地将其其他项目的成功经验生搬硬套，而必须对项目的具体特点进行深入分析和评估。例如，在软土地基路段，沉降控制的重点在于地基处理技术的选择与施工质量的把控，相应的施工管理就必须强化对地基处理施工过程的

监督；而在山区路段，新旧路基的不均匀沉降可能是主要矛盾，施工管理的重点则应放在高填方路段的填料选择、压实工艺以及新旧路基结合部的精细处理上。二者协同应用的核心，并非技术与管理措施的简单叠加，而是要构建一个目标统一、责任明确、过程可控、持续改进的闭环管理系统。在这个系统中，统一的“控制总沉降量”和“减少差异沉降”目标贯穿始终；设计、施工、监理等各方责任主体对各自环节的沉降控制效果负有明确责任；施工全过程置于严格的监测与管控之下，确保每一道工序都处于可控状态；同时，通过定期对监测数据和管理效果进行复盘分析，总结经验教训，不断优化技术方案和管理流程，形成一个持续改进的良性循环，从而确保最终实现工程的总体质量目标^[5]。

结语

高速公路改扩建工程中，路基沉降控制与施工管理协同应用是保障工程质量关键。沉降控制技术为施工管理指明方向，施工管理确保沉降控制技术落地。未来应深化二者协同应用研究，引入新监测技术与管理理念，如用物联网实现沉降监测数据实时传输与智能分析、借大数据和人工智能精准模拟施工过程并优化决策，提升工程智能化管理水平；加强人员专业培训，提高其对协同应用的认识与操作能力。如此才能协调新旧路基变形、控制不均匀沉降，提高路基强度与稳定性，为高速公路安全运营和可持续发展奠基。总之，这是系统工程，需从技术、管理、人员等多方面综合考量并完善，实现工程高质量建设与长期稳定运行。

参考文献

- [1] 彭元宣. 公路工程路基施工的质量技术分析要素探索[J]. 中国房地产业, 2020(6): 1.
- [2] 周海林. 公路改扩建工程路基加宽稳定性及控制技术[J]. 交通科技与管理, 2022.
- [3] 黎杰, 王丽敏. 高速公路路基沉降及施工控制技术[J]. 汽车周刊, 2022(012): 000.
- [4] 宋成林. 高速公路拓宽工程路基差异沉降分析与控制技术[J]. 中国科技投资, 2020(3).
- [5] 陶云平. 高速公路改扩建工程路基拼宽施工技术[J]. 交通科技与管理, 2022(21): 0163-0165.