

道路与桥梁工程路基施工技术研究

宁梓含 王利可

河南省濮鲁高速公路有限公司 河南 郑州 450000

摘要：本文围绕道路与桥梁工程路基施工技术展开研究。阐述了道路路基特性、桥梁路基技术难点及路基-桥梁协同作用机理。构建了路基施工技术体系，涵盖道路路基关键技术、桥梁路基特殊技术及跨区域技术差异。论述了路基质量控制，包括质量标准、难点及检测改进措施。还探讨了新技术与趋势，如智能化施工、绿色施工理念，以及未来面临的挑战与方向。

关键词：道路与桥梁工程；路基施工；技术体系；质量控制；新技术趋势

引言：道路与桥梁工程中，路基施工至关重要。其质量直接影响道路与桥梁的稳定性、安全性及使用寿命。随着交通发展，对路基施工技术要求不断提高。了解路基特性、把握技术难点、实现路基-桥梁协同，以及掌握施工关键技术与质量控制方法，成为保障工程质量的必要条件。本文将深入探讨道路与桥梁工程路基施工技术相关内容。

1 道路与桥梁路基工程基础理论

1.1 道路路基特性分析

道路路基按填挖方式，分为路堤、路堑和半填半挖路基。路堤是填方路基，通过填筑土石材料形成，适用于地势较低区域，能满足道路高程需求。路堑为挖方路基，从原地面向下开挖而成，常用于山区或地势较高处。半填半挖路基则结合了填方与挖方，适应地形变化。按交通荷载等级，可分为轻交通、中等交通、重交通和特重交通路基。不同等级对路基强度和稳定性要求不同，重交通和特重交通路基需具备更高承载能力。道路路基的变形与沉降有其规律。在车辆荷载及自然因素作用下，路基会产生竖向变形。初期，由于土体孔隙压缩，变形发展较快；随着时间推移，变形速率逐渐减缓趋于稳定。路基沉降包括瞬时沉降、主固结沉降和次固结沉降。瞬时沉降在荷载施加瞬间发生，主固结沉降因孔隙水排出、土体压缩产生，次固结沉降则源于土骨架的蠕变。了解这些规律，有助于合理设计路基，确保道路长期使用性能。

1.2 桥梁路基技术难点

桥梁引道路基与主桥的衔接是关键技术难点。由于引道路基与主桥结构不同，材料性质和施工工艺存在差异，易出现不均匀沉降。车辆行驶在衔接处，若沉降差异过大，会导致桥头跳车现象，影响行车舒适性和安全性^[1]。控制不均匀沉降，需在设计阶段合理选择路基填

料，优化路基结构，加强地基处理，施工时严格控制压实度和填筑速率，设置过渡段并采取相应的加固措施。桥台路基的抗滑移与抗倾覆设计同样重要。桥台路基承受桥台传来的水平力和竖向力，若设计不当，易发生滑移和倾覆。抗滑移设计通过增加路基与地基间的摩擦力、设置抗滑桩或挡土墙等方式实现。抗倾覆设计则需合理布置桥台结构，增加桥台自重或设置配重，确保桥台路基在各种工况下保持稳定。

1.3 路基-桥梁协同作用机理

路基沉降对桥梁结构影响明显，桥头跳车是常见问题。路基沉降导致路面不平整，车辆行驶时产生颠簸，不仅损害车辆部件，还可能引发交通事故。过大的路基沉降会使桥梁伸缩缝损坏加剧，影响桥梁使用寿命。桥梁荷载对路基产生附加应力。桥梁自重及桥上车辆荷载通过桥台传递到路基，在路基内产生附加应力。附加应力分布与桥台形式、路基材料性质等有关。靠近桥台处附加应力较大，随着距离增加逐渐减小。这种附加应力可能导致路基土体进一步压缩变形，影响路基稳定性。在道路与桥梁工程设计和施工中，充分考虑路基-桥梁协同作用机理，采取有效措施，能提高道路与桥梁整体性能和耐久性。

2 道路与桥梁路基施工技术体系

2.1 道路路基施工关键技术

在道路路基施工中，分层填筑与压实极为关键。对于道路填方路基，严格控制每层填筑厚度意义重大。适宜的厚度可确保压实效果，使路基获得足够强度与稳定性。若填筑过厚，下层土体难以压实到规定密实度，易在后期出现沉降变形；过薄则会降低施工效率，增加成本。压实度要求也十分严格，不同等级道路依据设计规范，对压实度有着明确数值规定。通过选用合适压实设备，如振动压路机等，按照正确压实工艺，遵循先轻

后重、先慢后快、由边缘向中间的原则进行作业，确保路基压实度达到设计标准，为道路整体质量奠定坚实基础。路基排水设计关乎道路使用寿命。道路边沟是排水系统的重要组成部分，其作用是汇集和排除路面及边坡表面的雨水。边沟设计需结合道路纵坡、地形等因素，合理确定尺寸与坡度，保证排水顺畅。涵洞衔接技术同样关键，涵洞作为道路排水的重要构造物，要与边沟有效衔接，确保水流顺利通过，避免积水对路基造成冲刷侵蚀。施工时，注重边沟与涵洞的施工精度，确保接口处密封良好，防止漏水现象发生。

2.2 桥梁路基特殊技术

桥台过渡段处理对桥梁与道路的衔接质量影响显著。级配碎石在桥台过渡段广泛应用，因其良好的透水性和稳定性，能有效调节桥台与路基之间的刚度差异，减少不均匀沉降。土工格栅的使用进一步增强了过渡段的整体性，它与级配碎石协同作用，通过格栅与土体间的摩擦和嵌锁效应，约束土体位移，提高路基稳定性^[2]。施工中，严格控制级配碎石的级配组成和铺设厚度，确保土工格栅的铺设位置准确、张紧度适宜。桥梁基础施工对路基存在一定影响，以桩基施工扰动为例。在桩基施工过程中，无论是采用钻孔灌注桩还是打入桩工艺，都会对周围土体产生扰动。钻孔灌注桩施工时，泥浆护壁可能导致土体含水量变化，引起土体强度降低；打入桩施工的冲击力会使周围土体产生挤密和振动，改变土体的原始结构。这种扰动可能导致路基土体变形，影响路基稳定性。在桥梁基础施工前，需对路基采取相应防护措施，如设置隔离桩、加强地基加固等，减小施工扰动对路基的不利影响。

2.3 跨区域技术差异

山区道路路基与平原桥梁路基存在明显技术差异。山区地形起伏大，地质条件复杂，道路路基施工常面临高填方、深挖方等难题。为适应地形，多采用挡土墙、抗滑桩等支挡结构，确保路基稳定。而平原地区地形平坦，桥梁路基施工重点在于软土地基处理，常采用排水固结法、深层搅拌法等加固地基。软土地区道路与桥梁路基需联合处理。软土具有含水量高、压缩性大、强度低等特点，易导致路基沉降过大。联合处理技术包括采用真空预压、堆载预压等方法对软土地基进行整体加固，在道路与桥梁衔接部位，通过设置过渡段、采用轻质填料等措施，减小不均匀沉降，保证道路与桥梁的平顺衔接，满足交通运营要求。

3 道路与桥梁路基质量控制

3.1 道路路基质量标准

道路路基质量以多个关键指标衡量。压实度反映路基压实程度，确保路基具有足够强度与稳定性。不同等级道路对压实度要求各异，通过合适压实设备与工艺，使路基达到相应标准，减少后期沉降。平整度关乎行车舒适性，不平整路基易致车辆颠簸，加速部件损耗。施工时借助先进测量仪器与施工机械，保障路基表面平整度。弯沉值体现路基在规定荷载作用下的垂直变形，较小弯沉值表明路基承载能力强。精确测量弯沉值，可判断路基是否满足设计要求。路基稳定性评估至关重要。采用理论计算方法，依据路基结构、土质参数及受力情况，分析潜在滑动面与稳定性系数。结合现场监测，布置位移观测点，长期跟踪路基变形，及时发现异常，采取加固措施，保障道路安全运营。

3.2 桥梁路基质量难点

桥台路基沉降监测与预警是一大难题。桥台与路基衔接处，因结构、材料及施工差异，易出现不均匀沉降。借助高精度水准仪、全站仪等设备，定期测量沉降数据^[3]。建立沉降监测模型，设定预警阈值，一旦沉降速率或累计沉降量超阈值，及时预警，以便采取处理措施，如注浆加固、设土工格栅等，防止桥头跳车等病害发生。桥梁荷载作用下的路基长期性能也备受关注。桥梁自重与桥上车辆荷载持续作用于路基，随时间推移，路基土体可能产生蠕变，强度与稳定性下降。通过长期现场观测与室内模拟试验，研究路基在长期荷载下的力学行为，为路基设计与维护提供依据，确保桥梁路基长期稳定。

3.3 质量检测与改进措施

道路路基的探地雷达检测是一种高效、无损的检测方法。探地雷达利用高频电磁波在地下介质中的传播特性，当电磁波遇到不同介质的分界面时，会发生反射和散射。通过接收反射波信号，并对其进行分析处理，可清晰获取路基内部的结构信息，如填土密实度差异、有无空洞或软弱夹层等缺陷。这种检测方法具有检测速度快、分辨率高的优点，能在不破坏路基结构的前提下，全面、准确地评估道路路基质量状况，为后续的质量改进提供可靠依据。桥梁路基的数值模拟与实测对比是保障桥梁路基质量的重要手段。借助专业的岩土工程数值模拟软件，建立桥梁路基的三维模型，模拟其在各种荷载工况下的力学响应。将数值模拟结果与现场实测数据进行对比分析，验证模型的准确性和可靠性。通过对比，能够深入了解桥梁路基在实际工作状态下的性能表现，发现设计与实际施工之间的差异，进而针对性地优化设计方案和施工工艺，提高桥梁路基的质量和稳定性。

4 道路与桥梁路基新技术与趋势

4.1 智能化施工技术

道路路基施工中,自动化压实监测技术意义重大。压实对路基承载与稳定性影响关键,该技术借助高精度传感器,实时捕捉压路机运行参数。碾压速度决定压实均匀度,过快压实不足,过慢影响效率;压实遍数左右土体密实度,不同土质需适配遍数;振动频率能优化颗粒排列,增强压实效果。传感器采集数据后,经无线传输至中央控制系统。系统依预设标准分析,参数偏离即报警,提醒操作人员调整压路机状态,保障路基压实质量。此技术提升压实稳定性,规避人为压实不均,提高施工效率,降低人力成本。桥梁路基的BIM协同设计为桥梁工程带来新变革。BIM以三维数字化模型为核心,整合桥梁路基设计、施工、运营全生命周期信息。设计阶段,结构与岩土工程师基于同一精细化BIM模型协同工作。以桥台与路基连接部位设计为例,双方可直观观察结构细节,灵活调整设计参数,避免设计冲突。施工阶段,施工人员借助BIM模型,明晰施工顺序、工艺要求及构件空间位置,提前做好施工准备,减少错误与返工。BIM协同设计贯穿始终,提升设计质量,缩短建设周期。

4.2 绿色施工理念

道路路基生态护坡技术体现绿色环保。传统硬质护坡防护功能有限且不利环保,生态护坡创新采用植被与工程材料结合模式。在路基边坡种植适应本地气候土壤的草本、灌木,其根系如同天然锚固装置,增强土壤抗侵蚀力,防止水土流失。搭配生态袋、土工格栅等环保材料,加固边坡。生态护坡兼具防护与美化功能,改善周边生态小气候,实现道路建设与生态和谐。桥梁路基低碳材料应用顺应全球低碳趋势^[4]。桥梁建设材料、能源消耗大,碳排放高。如今,新型低碳材料不断涌现。如再生骨料混凝土,减少天然骨料开采,降低能耗与碳排放;基础施工选用高强度、低能耗钢材,确保结构安全同时减少材料用量。将保温隔热低碳材料用于防护结构,降低能耗,提升桥梁可持续性,推动桥梁路基建设

向绿色低碳迈进。

4.3 未来挑战与方向

极端气候给道路与桥梁路基技术带来严峻挑战。全球气候变化致使暴雨、暴雪等极端气候频发。暴雨易引发路基水毁,土体饱和强度骤降,导致滑坡、坍塌;暴雪时,积雪与冻融循环造成冻胀破坏,影响结构耐久性。急需研发高抗渗、耐冲刷路基材料,设计合理排水系统,应对暴雨积水;研究新型抗冻胀结构与高效保温材料,保障极端气候下路基安全。长寿命路基与桥梁一体化设计是未来方向。传统设计路基与桥梁分离,缺乏整体考量,连接处易出现不均匀沉降,影响工程寿命。一体化设计从全生命周期出发,综合路基与桥梁结构、受力及环境因素,优化设计使二者协同工作,减少差异变形。采用先进材料与工艺,提高结构耐久性,延长使用寿命,提升工程整体质量与服务水平,降低全生命周期成本,为交通基础设施可持续发展奠定基础。

结束语

道路与桥梁工程路基施工技术涵盖多方面内容,从基础理论到施工关键技术、质量控制,再到新技术与趋势。未来,面对极端气候等挑战,需不断研发创新技术,推动长寿命路基与桥梁一体化设计。相信通过深入研究与实践,道路与桥梁工程路基施工技术将不断完善,为交通基础设施建设提供更有有力支撑,助力交通事业蓬勃发展。

参考文献

- [1]刘翠珍.市政道路工程路基施工质量控制若干技术问题[J].建材发展导向,2023,21(24):45-47.
- [2]茆训源.市政道路工程路基施工质量控制若干技术问题[J].居业,2023,(04):40-42.
- [3]陈国友.道路桥梁沉降段路基路面的施工技术与质量控制[J].建材与装饰,2020,(15):228-229.
- [4]郑成林.道路与桥梁工程路基施工技术研究[J].运输经理世界,2024,(03):85-87.