

市政道路路基及其路面设计技术

文 / 李志鹏 广东谷都建筑设计有限公司

摘要：市政道路作为城市交通网络的重要组成部分，其路基及路面设计对道路的使用寿命和行车舒适性至关重要。本文首先分析了市政道路路基及路面设计的基本原则和要求，重点探讨了路基设计中的土质改良技术和路基稳定性评估方法。为了优化路基性能，本文采用了多种土质改良方法，包括石灰稳定、粉煤灰掺合和地基加固等，评估了不同改良方法对路基承载力和稳定性的影响。在路面设计方面，本文详细讨论了路面材料的选择、结构层次的设计及排水系统的规划。通过对不同路面材料（如沥青混凝土、水泥混凝土）的性能分析，结合实际工程案例，提出了适用于不同交通流量和气候条件的路面设计方案。此外，本文还采用有限元分析法，对不同路面结构的应力和变形进行了模拟，优化了路面结构的设计参数。研究表明，适当的土质改良和合理的路面结构设计能够显著提高市政道路的承载能力和耐久性，降低维修成本，延长道路使用寿命。本文的研究成果为市政道路路基及路面设计提供了科学依据和技术支持，具有重要的实践意义和推广价值。本文旨在为市政工程设计人员提供全面的理论指导和实践经验，以促进市政道路建设的高质量发展。

关键词：市政道路设计；路基稳定性；土质改良；路面结构设计；有限元分析法

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.01.066

引言

市政道路作为城市重要交通网络，对我们的生活至关重要。然而，随着交通量增加和车辆重量加大，路面问题频发，维修成本高昂。为此，学者们探索了多种方法，如改良地基、选用优质材料等，以增强路面坚固度和使用寿命，减少维修需求。此举旨在提升道路质量，降低维修成本，延长使用寿命，让我们享受到更好的市政道路服务。

一、市政道路路基设计原则与要求

（一）市政道路路基设计的基本原则

市政道路路基设计的基本原则是确保道路具备足够的强度、稳定性和耐久性，以满足预期的交通荷载和服务寿命要求^[1]。为实现这一目标，需遵循以下几个关键原则：

路基材料的选用需从强度、稳定性和经济性等多方面综合考虑。适宜的路基材料应具备良好的物理和力学性能，能够抵抗各种环境和荷载条件下的变形和破坏，如天然砂砾、碎石、石灰土、粉煤灰等^[2]。对材料的合理使用不仅能提高路基的承载能力，还能有效防止多种路基病害的发生。路基结构设计应注重满足不同交通

和环境条件的需求，包括不同的交通流量、车辆类型和气候条件。路基厚度和结构形式需经过科学的分析和计算，以确保交通荷载在路基内部的合理分布，减少应力集中的现象。设计中需考虑到未来交通增长的可能性，适当提高设计标准以延长道路使用寿命。排水系统的设计是路基设计的重要组成部分，排水不畅是导致路基失稳和破坏的主要原因之一。合理规划和施工排水设施，确保雨水和地下水能够迅速排除，有效保护路基材料不受侵蚀。排水系统需考虑到道路沿线的地形和水文条件，以保证整个系统的高效运行。路基施工工艺和质量控制也至关重要。严格控制施工过程中的每一个环节，按照设计要求进行填筑、压实和检测，确保路基的层厚、密实度和均匀性达标。使用先进的施工设备和技术手段，提升施工效率和质量，减少施工过程中的人为因素影响。市政道路路基设计的基本原则涉及材料选用、结构设计、排水系统和施工工艺等多个方面，需综合考虑道路使用环境和预期功能，以实现高质量、高耐久性的市政道路建设目标。

（二）市政道路路基设计的技术要求

市政道路路基设计的技术要求是确保道路在使用过

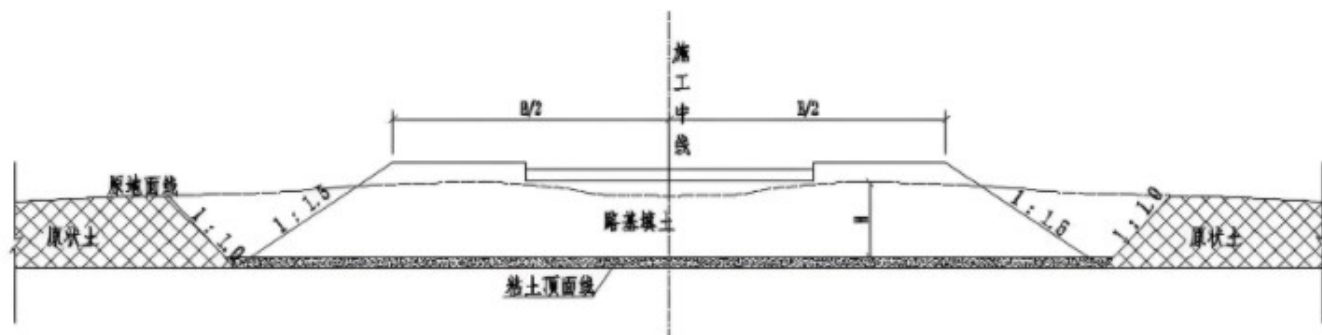


图1 市政开挖回填路基设计图

程中具备良好的稳定性和耐久性，以应对各种交通负荷和环境变化。需严格控制路基土的压实度，一般要求压实度达到95%以上，以提高路基承载力和抗剪强度。路基材料应具备良好的排水性能，避免雨水积聚导致的路基软化和失稳，需设置合理的排水设施。路基应具有足够的厚度，通常通过计算交通荷载和土壤承载力来确定路基厚度，从而保证路基在长期使用中不发生过度沉降和变形。为了提高路基的整体稳定性，需进行必要的土质改良处理，例如石灰稳定、粉煤灰掺合等，通过改善土质性能来提高路基的承载能力和耐久性^[3]。严格执行这些技术要求，将有助于大幅提升市政道路的质量和使用寿命。

（三）环境与交通因素对路基设计的影响

环境与交通因素对路基设计有显著影响，尤其在市政道路建设中。气候条件，如温度变化和降水量，直接影响路基的稳定性和材料选择。在多雨地区，需高度重视路基排水系统的设计，以防止水分渗透导致路基的软化和沉降。交通流量和车辆荷载也是关键因素，高交通流量和重载车辆频繁通过会加速路基的变形和损坏，需加强路基的承载力和耐久性。通过结合环境与交通因素，精准设计路基，能有效提升道路的使用寿命和行车安全。

二、市政道路路基改良技术与稳定性评估

（一）路基土质改良方法

路基土质改良方法是提升市政道路稳定性和承载力的关键技术。石灰稳定技术通过在土壤中掺入石灰进行化学反应，提高土壤的可塑性和抗压强度，适用于湿土和黏土等问题土质。粉煤灰掺合技术利用工业副产品粉煤灰，通过与土壤的混合反应，改善土壤的结构和力学性能，增强抗剪强度和耐久性，经济且环保。地基加固如振冲法和预压法，通过增加土壤密实度和承载力，提高地基的稳定性。这些改良方法能够显著提升路基性能，为市政道路建设提供可靠的基础保障。

1. 石灰稳定技术

石灰稳定技术是市政道路路基土质改良中广泛应用的一种方法。以石灰作为改良剂，主要通过化学反应和物理变化改善土壤的物理和工程性能。石灰的加入能使土壤中的黏土微粒聚集，增强土体的剪切强度和承载力。石灰还可以与土壤中的硅酸盐和铝酸盐生成新矿物相，使土壤硬化，提高其抗水、防冻性能。施工中需控制石灰用量和混合均匀度，注意现场环境条件，以确保改良效果的稳定性和持久性。

2. 粉煤灰掺合技术

粉煤灰作为一种工业废弃物，在市政道路路基土质改良中得到广泛应用。其主要作用在于改善土体的物理和力学性能。粉煤灰掺合技术通过将粉煤灰均匀掺入路基土中，提高土体的强度和稳定性，降低土体的塑性指数和膨胀性。掺合比例和掺合方式是影响改良效果的关键因素。在实际应用中，需根据土质情况和工程要求确定合理的粉煤灰掺量，并通过搅拌均匀、压实成型等工

艺步骤，确保改良土层的质量和性能。研究表明，粉煤灰改良土体在承载力和耐久性方面表现优异，具有显著的工程应用价值。

（二）路基稳定性评估方法

路基稳定性评估融合物理力学测试与现场载荷试验，确保道路安全耐久。物理力学性能测试涵盖土壤密度、含水率、颗粒分析及压缩强度等，深入剖析路基材料本质，为设计提供精准参数。通过静力触探、剪切试验，评估其承载潜能，优化结构设计。现场载荷试验则模拟真实交通场景，利用重型设备施加预定荷载，监测路基沉降与变形，绘制荷载-沉降曲线。此过程严格把控加载条件，确保数据贴近实际。平板载荷试验等先进手段，精准捕捉路基响应，揭示其在不同荷载下的稳定极限，为路基改良与验证提供坚实依据。综合两种方法，不仅科学评估路基现状，更预见性地指导设计调整，确保道路长期稳定运行，降低维护成本，提升整体性能。

三、市政道路路面结构设计及材料选择

（一）路面材料的选择

路面材料的选择对市政道路的性能至关重要。沥青混凝土具有良好的弹性和抗裂性，适用于多种交通条件和气候环境。水泥混凝土则以其高强度和耐久性著称，适合重载交通和高温环境。材料选择需综合考虑路面承载力、耐久性和施工成本，以确保路面结构的长效性和经济性。

沥青混凝土是市政道路路面材料中的常用选择，具有优异的耐磨性和抗变形能力。其主要成分包括矿料、沥青和填料。矿料提供骨架结构，沥青作为黏结剂，填料填充空隙以提高密实度和强度。沥青混凝土的配合比设计需考虑交通荷载、气候条件和施工工艺，以确保路面具有良好的承载能力和耐久性。常见的沥青混凝土类型包括热拌沥青混凝土和冷拌沥青混凝土，不同类型适用于不同的施工环境和技术要求。

水泥混凝土具有高强度和耐久性，适用于重载交通道路。其原材料包括水泥、骨料和水，通过严格的配比和搅拌工艺制备而成。合理控制水灰比和养护条件，能显著提升路面的抗裂性和耐磨性。

（二）路面结构层次设计

市政道路路面结构设计关乎承载与寿命。基层与底基层设计需平衡材料、厚度、工艺与环境，确保强度与耐久性。选用粒料类材料，如碎石、砂砾，严格控制厚度、压实与排水，防沉降变形。面层设计则聚焦于材料、厚度与工艺，选用高强度、耐磨、抗疲劳的沥青或水泥混凝土，适应交通、气候需求，优化厚度与配比。科学设计提升道路性能，降低维护成本，延长使用寿命。关键在于选用优质材料，精确控制施工，确保路面结构坚固耐用，满足各类使用要求。

（三）路面排水系统规划

路面排水系统规划对道路寿命与安全至关重要。其设计原理围绕防水害、增寿命，依据地形、降雨定制方

案。排水设施如边沟、排水管、渗水井等需精心布局，确保高效排水，防路基路面受损。施工上，需精确设置排水坡度、沟与管，保证水流畅通无阻。排水沟设于路肩或分隔带，雨水口于低洼及交叉口，截水沟拦截纵向水流，防路基侵蚀。施工中，严守设计标准，选用优质材料，运用先进技术，保障设施稳固耐用。定期维护与检查更是确保系统长效运行的关键，共同守护道路安全与延长使用寿命。

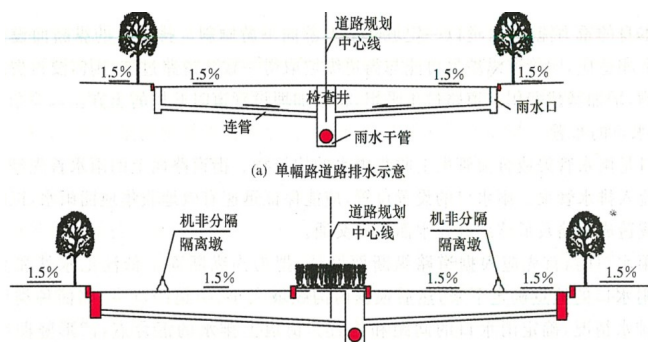


图2 市政道路排水系统设计示意图

四、市政道路路面结构有限元分析与优化

(一) 有限元分析法在路面设计中的应用

有限元分析法在市政道路路面设计中前景广阔，它利用数值模拟预测不同荷载下的应力与变形，助力优化设计。构建准确模型是基础，需精细刻画几何形态、精确输入材料参数（如沥青、水泥混凝土），并合理划分节点与单元以提升计算精度与效率。模型应分层处理，每层依据材料特性设定参数，确保模拟精准。荷载模拟需考虑实际车流动态，全面分析应力与变形。分析结果直观展示应力分布与变形情况，揭示应力传递规律与潜在弱点，指导优化面层厚度、材料选择，增强路面抗疲劳与耐久性。通过多场景模拟对比分析，确定最优设计方案，提升道路承载力与耐久性，降低维护成本，为市政工程高质量建设提供坚实技术支撑。

(二) 不同路面结构的应力与变形模拟

采用有限元分析法，对不同路面结构的应力和变形进行模拟是一种精确且有效的手段。有限元模型能够在复杂的几何和加载条件下，准确捕捉路面结构的应力分布和变形行为。在模拟过程中，选择具有代表性的路面结构类型，如沥青混凝土路面和水泥混凝土路面，分别构建其有限元模型。通过对比分析在不同交通荷载和环境条件下，这些路面结构的应力与变形特性，评估其整体性能和耐久性。

具体模拟步骤包括：建立精准的几何模型和材料参数，施加相应的边界条件和荷载条件，采用非线性有限元算法进行计算。结果显示，沥青混凝土路面在重载交通下更容易出现较大的变形，而水泥混凝土路面则表现出优异的抗变形能力，但局部应力集中现象明显。通过这些模拟结果，可以为各类路面的维护和改进提供重要

依据，优化路面结构设计，以提高道路的使用寿命与安全性。

(三) 路面结构设计参数优化

路面结构设计参数的优化是提升市政道路性能的重要环节。通过利用有限元分析法，对不同材料、结构层次和厚度等设计参数进行模拟和比较。基于仿真结果，分析路面结构在实际荷载条件下的应力分布与变形特性。针对不同交通流量和气候条件，选取最优参数组合，以实现路面结构高承载能力和长使用寿命的目标。在优化过程中需考虑经济性，选择性能优异且成本合理的材料和设计方案，以降低市政道路的建设和维护成本。

结束语

本研究主要从市政道路路基及路面设计技术两个方面进行深入浅出的研究和探讨，指出合理有效的路基设计方法及技术，如土质改良、路基稳定性评估等，能有效提升路基承载力和稳定性，换言之其对延长道路使用寿命、降低维修成本具有不可忽视的影响。同时，研究也分析了路面设计的关键技术和选择，精心规划每一层结构的设计，不同的气候和交通流量条件下，选择最佳的路面材料如沥青混凝土或水泥混凝土。通过有限元模拟法，我们对不同路面结构的应力和变形进行了研究和优化。研究的结果充分展示了适合的土质改良和合理的路面结构设计，可以显著提高城市道路的承载能力和耐久性。然而，市政道路的设计涉及多个因素，从地质地貌、气候条件、交通流量情况到研究选材等，都需要细致考量。每一种设计和建设策略都可能在特定条件下表现出优势和弱点，未来研究将更多聚焦在实际应用中的案例和分析，找出最符合各种条件的优化方案。总的来说，本文对市政道路路基及路面的设计技术做了全面研究，为实现市政道路的高质量发展提供了可行的方案和科学的依据，同时也为市政工程设计人员提供了强有力的理论参考和实践指导，具有显著的现实意义和推广价值。

参考文献

- [1] 魏才丽. 市政道路路基路面结构设计[J]. 科技创新与应用, 2021, 11(21): 108-110.
- [2] 刘清平. 试析市政道路路基路面结构设计[J]. 中国科技期刊数据库 工业A, 2021, (11): 0029-0031.
- [3] 仇晓霖. 浅谈市政道路路基路面结构设计[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2021, (12): 0034-0036.
- [4] 苏靖伟. 市政道路路基及其路面设计技术[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2022, (10): 0056-0059.
- [5] 胡振东. 市政道路路面结构及路基设计[J]. 信息周刊, 2019, 0(28): 0167-0167.

作者简介：李志鹏（1995-），男，广东韶关，本科，助理工程师，主要研究方向为市政道路设计。