

道路与桥梁工程中挡墙设计的常见技术问题及对策分析

梁茗辉

广东 肇庆 526000

DOI:10.61369/ME.2025100020

摘要：道路与桥梁工程挡墙设计存在结构设计参数不合理、材料选用技术有缺陷、传统设计方法有局限、数值模拟边界条件设定偏差等问题。可采取参数动态优化、研发组合式挡墙结构、优化施工工艺等对策，未来智能化、标准化是重要发展方向。

关键词：挡墙设计；技术问题；发展方向

Common Technical Problems and Countermeasures of Retaining Wall Design in Road and Bridge Engineering

Liang Minghui

Zhaoqing, Guangdong 526000

Abstract : there are some problems in the retaining wall design of road and bridge engineering, such as unreasonable structural design parameters, defects in material selection technology, limitations in traditional design methods, and deviation in setting boundary conditions of numerical simulation. Countermeasures such as dynamic parameter optimization, research and development of combined retaining wall structure, and optimization of construction technology can be taken. In the future, intelligence and standardization are important development directions.

Keywords : retaining wall design; technical issues; development direction

引言

2022 年颁布的《公路挡土墙设计与施工技术规范》对道路与桥梁工程挡墙设计提出了更规范、科学的要求。当前挡墙设计存在诸多问题，如结构设计参数不合理、材料选用技术有缺陷、传统设计方法有局限、数值模拟边界条件设定偏差等。这些问题威胁挡墙结构安全，增加工程成本与隐患。因此，需从参数动态优化、研发新型结构与材料、集成智能材料、优化施工工艺、运用 BIM 技术调控等多方面入手，同时完善技术规程、接轨国际标准，以提升挡墙设计的科学性与安全性，满足工程建设需求。

一、挡墙设计技术问题分析

(一) 结构设计参数不合理

在道路与桥梁工程挡墙设计中，结构设计参数不合理是较为突出的问题。部分设计人员未全面考虑实际工况，取值缺乏严谨性。例如，对土体物理力学参数的选取，若未能依据现场地质勘查报告精准确定，会使挡墙承受的土压力计算出现偏差，进而影响挡墙结构稳定性。又如，在确定挡墙自身几何参数时，未充分结合工程所在地的地形地貌、周边建筑分布等因素，致使挡墙的墙高、墙厚等参数设置不合理，不仅造成材料浪费，还可能无法满足实际承载需求，严重威胁挡墙的结构安全^[1]。这种参数不合理现象，本质上源于设计环节对现场实际情况把控不足，以及对参数取值的不科学、不规范，亟待改进以保障工程质量。

(二) 材料选用技术缺陷

在道路与桥梁工程挡墙设计中，材料选用技术存在诸多缺

陷。混凝土配比失当是关键问题之一，若水泥、砂石、水等成分比例不合理，会严重影响挡墙的强度与耐久性。比如，水泥用量过少，会导致混凝土黏结力不足，降低挡墙的整体稳定性；而水灰比过大，则会使混凝土干缩性增大，易产生裂缝，水分与侵蚀性物质更易渗入，加速混凝土的劣化^[2]。加筋材料抗腐蚀性不足同样不容忽视，在长期复杂的自然环境与车辆荷载作用下，加筋材料若抗腐蚀性能差，容易发生锈蚀，其力学性能会大幅下降，致使加筋土挡墙的拉筋作用失效，无法有效抵御土体压力，从而威胁挡墙安全，降低其使用寿命。

二、挡墙设计方法论析

(一) 传统设计方法局限性

在道路与桥梁工程挡墙设计中，传统设计方法存在诸多局限。以经验公式法为例，在复杂地质条件下，其失效风险显著增

加。复杂地质涵盖软土地基、岩石破碎带等多种状况，不同地质特性差异极大。经验公式往往基于特定地质条件及有限工程案例总结得出，当面对复杂地质时，难以精准考虑地质体的多样性、不均匀性以及土体与挡墙相互作用的复杂性，致使计算结果与实际情况偏差较大^[3]。同时，经验公式缺乏坚实的理论依据，多是对以往工程实践的归纳，未能从本质上揭示挡墙力学性能与地质条件、结构参数之间的内在联系。这使得在面对特殊或复杂工况时，设计人员难以凭借可靠理论进行科学分析与合理优化，限制了挡墙设计在复杂环境下的适应性与安全性。

（二）数值模拟技术瓶颈

在道路与桥梁工程挡墙设计的数值模拟中，有限元分析里边界条件设定偏差是关键技术瓶颈。边界条件设定旨在模拟挡墙实际受力与约束状态，然而实际操作中，常因对工程现场情况掌握不足，使得设定与真实情况存在偏差^[4]。例如，未能精准考虑地基土与挡墙的相互作用，导致对挡墙底部约束条件设定不合理，进而影响整体结构应力与变形的计算。这种偏差会致使计算结果失真，无法准确反映挡墙在实际工况下的力学性能。若依据失真的计算结果进行设计，可能造成挡墙设计过度保守，增加工程成本；或设计偏于危险，无法满足工程安全要求，给道路与桥梁工程带来安全隐患。

三、关键技术对策体系构建

（一）结构优化技术路径

1. 参数动态优化技术

在道路与桥梁工程挡墙设计中，参数动态优化技术至关重要。提出基于实时监测数据的参数自适应调整方法，能有效提升挡墙性能。通过在挡墙关键部位布置传感器，实时收集诸如土压力、墙体位移等数据^[5]。运用智能算法对这些数据进行分析处理，准确判断挡墙的实际工作状态。依据分析结果，自动调整设计参数，如墙背坡度、墙身厚度等，实现参数的动态优化。这种方法打破了传统设计中参数固定的局限，使挡墙设计能根据实际工况灵活变化，既保障了工程安全，又避免了材料浪费，提升了挡墙设计的科学性与经济性，为道路与桥梁工程挡墙的长期稳定运行提供有力支持。

2. 新型结构开发策略

针对传统挡墙抗变形能力不足问题，研发组合式挡墙结构。这种新型结构开发策略旨在将不同材料或结构形式进行有机组合，以发挥各自优势。比如，可将重力式挡墙的稳定性与加筋土挡墙的柔性相结合，在墙背设置加筋材料，增强土体与墙体的协同作用，减少土体侧向压力对墙体的破坏，提高整体抗变形能力^[6]。还可以考虑采用新型复合材料制作挡墙面板，提升面板强度与韧性，与内部结构协同工作。通过优化结构的连接方式，使各部分连接更紧密且具有一定柔性，在遭遇外力作用时能有效分散应力，避免局部应力集中导致的结构破坏，以此大幅提升挡墙在道路与桥梁工程中的稳定性和耐久性。

（二）材料技术创新应用

1. 高性能复合材料研发

在道路与桥梁工程挡墙设计中，高性能复合材料研发对提升

挡墙性能至关重要。碳纤维增强聚合物作为一种高性能复合材料，其应用于挡墙可有效提升抗裂性能。碳纤维增强聚合物具有高强度、高模量及良好的耐腐蚀性等特性^[7]。将其合理应用于挡墙结构，能够与传统材料协同工作，约束墙体变形，抑制裂缝产生与扩展。例如，在挡墙混凝土浇筑过程中，按照精确计算的比例与铺设方式，将碳纤维增强聚合物材料均匀分布其中，使材料在挡墙内部形成稳固的增强网络结构，从而提高挡墙整体的抗裂性能，保障道路与桥梁工程挡墙在复杂受力条件下的长期稳定性与安全性。

2. 智能材料集成方案

在道路与桥梁工程挡墙设计中，智能材料集成方案对于构建自感知功能材料系统、实现损伤实时监测意义重大。可将光纤传感器等智能材料集成于挡墙材料内^[8]。光纤传感器具有抗电磁干扰、耐腐蚀等优点，能够在挡墙内部形成分布式传感网络。当挡墙出现微小变形或裂缝时，光纤传感器能感知到应变或温度等物理量的变化，并将这些信息转化为光信号的变化传输至监测系统。通过对光信号的分析，可精准定位损伤位置、评估损伤程度，从而实现对挡墙损伤的实时监测。同时，还可集成形状记忆合金等智能材料，利用其独特的形状记忆效应和超弹性，对挡墙结构进行自适应调整，在一定程度上修复微小损伤，提升挡墙的耐久性和安全性。

四、技术处理实施方案

（一）施工技术对策

1. 新型施工工艺优化

在道路与桥梁工程挡墙设计施工中，为解决现场浇筑质量管控难题，可优化新型施工工艺。采用预制拼装工艺，提前在工厂预制挡墙构件，严格把控预制过程中的材料质量、尺寸精度与混凝土浇筑振捣等环节，确保构件质量^[9]。运输至现场后，利用专业设备精准拼装，减少现场湿作业，降低天气等因素对浇筑质量的影响。同时，引入智能监测系统，在浇筑过程中实时监测混凝土的温度、应力应变等参数，通过数据分析及时发现潜在质量问题并采取调整措施。此外，改良浇筑设备，如采用新型振捣器，提高振捣效率与均匀性，保障混凝土的密实度，从而有效提升挡墙现场浇筑质量。

2. 施工过程动态调控

在道路与桥梁工程挡墙施工过程动态调控中，借助 BIM 技术驱动的施工参数实时修正机制，实现精细化管理。利用 BIM 模型整合挡墙施工各阶段信息，全面呈现施工场景。通过传感器等设备实时采集施工中的各类数据，如挡墙的位移、应力应变等参数。将采集到的实际数据与 BIM 模型中的预设参数进行对比分析，一旦发现偏差，依据分析结果及时对施工参数进行修正。例如，若监测到挡墙位移超出允许范围，借助 BIM 模型模拟不同调整方案，评估对整体结构和后续施工的影响，从而确定最佳调整参数，确保挡墙施工严格按照设计要求推进，保证施工质量与安全，此过程中充分参考^[10]中相关技术应用案例与经验。

(二) 检测维护技术升级

1. 智能监测系统构建

在道路与桥梁工程挡墙设计中，借助集成光纤传感技术构建智能监测系统实现应力应变场全时域监控。采用分布式光纤传感技术，将光纤传感器沿挡墙关键部位如墙背、墙趾等合理布设，利用其对温度和应变敏感特性，实时感知挡墙应力应变变化。通过光纤光栅传感器精确测量微小应变，获取不同位置应力应变数据。建立数据采集与传输系统，将采集到的海量数据快速、准确传输至数据分析处理中心。运用专业软件对数据深度分析，构建应力应变场模型，直观呈现挡墙应力应变分布及变化趋势。一旦发现异常，及时预警，为挡墙检测维护提供科学依据，实现检测维护技术升级，保障挡墙长期稳定与道路桥梁工程安全。

2. 预防性维护技术体系

在道路与桥梁工程挡墙设计的预防性维护技术体系中，需充分利用先进技术手段。通过建立全方位的传感器监测网络，实时收集挡墙的位移、应力、裂缝等关键数据。运用大数据分析技术，深度挖掘这些数据背后隐藏的信息，精准判断挡墙当前的健康状况及未来潜在风险。同时，构建基于大数据分析的寿命周期预测模型，依据大量历史数据和实时监测数据，模拟挡墙在不同环境及荷载作用下的性能变化，预测其剩余使用寿命。依据预测结果，提前制定科学合理的维护策略，包括维护时间、维护方式及维护材料的选择等，实现从传统的事后维修向预防性维护转变，有效保障挡墙长期稳定运行，降低维护成本，提高道路与桥梁工程的安全性和可靠性。

(三) 规范标准更新建议

1. 技术规程修订要点

技术规程修订要点应着重考虑对特殊地质条件下挡墙设计参数的明确。针对软土地质，应细化地基承载力折减系数的取值规则，结合不同软土特性给出具体数值范围，使设计人员能更准确选用。对于膨胀土地质，需补充挡墙基础埋深的确定方法，根据

膨胀土胀缩等级规定最小埋深标准。修订规程还应完善地震区挡墙抗震设计条款，明确不同地震烈度下挡墙的抗震构造措施，如增加墙体配筋率要求、设置抗震缝的具体间距等。此外，要规范挡墙稳定性验算的流程与方法，统一计算参数的取值原则，确保计算结果更科学、准确，为道路与桥梁工程中挡墙设计提供更具指导性的技术规程。

2. 行业标准接轨路径

为实现道路与桥梁工程挡墙设计行业标准与国际接轨，需多管齐下。深入研究国际先进挡墙设计标准，梳理其核心内容、技术参数及适用条件。分析国内现有标准与国际标准的差异，找出关键不同点。依据国情和工程实际需求，有针对性地借鉴国际标准优点，对国内标准进行修订完善。加强与国际相关专业组织、机构的交流合作，参与国际标准制定过程，积极反馈我国在挡墙设计方面的经验与需求，使国际标准更贴合我国实际。同时，鼓励国内企业、科研机构开展国际合作项目，在实践中应用国际先进标准，推动我国挡墙设计行业标准与国际先进水平接轨，提升我国道路与桥梁工程挡墙设计的整体质量和国际竞争力。

五、总结

在道路与桥梁工程挡墙设计中，解决常见技术问题的对策极为关键。从材料选用到结构计算，从排水系统规划到抗震设计考量，每一项对策的落实都直接关乎挡墙的稳定性与耐久性。技术创新在此过程中发挥着重要的实践价值，新的材料、工艺与设计理念不断涌现，助力提升工程质量。例如，新型复合材料的应用可能增强挡墙的抗腐蚀与抗压能力，优化的结构计算软件可让设计更精准。展望未来，智能化、标准化是挡墙设计的重要发展方向。借助智能监测技术，能实时掌握挡墙的运行状况，实现及时预警与维护；标准化设计则可提高设计效率、降低成本，推动道路与桥梁工程建设更高效、更优质地发展。

参考文献

- [1] 周晓阳. 基于改进 U-Net 的露天煤矿道路挡墙及缺口检测方法 [D]. 内蒙古科技大学, 2023.
- [2] 张明磊. 拜泉县乡村道路现状分析及优化对策 [D]. 东北农业大学, 2022.
- [3] 梁艺怀. 加筋土挡墙筋材反包锚固机理及设计方法研究 [D]. 桂林电子科技大学, 2023.
- [4] 唐洪雷. 新型装配式挡墙破坏特点及设计参数优化研究 [D]. 重庆交通大学, 2021.
- [5] 李凯. 两级加筋土挡墙的工作性状与实用设计计算方法 [D]. 东南大学, 2021.
- [6] 陈祝霄. 旋挖桩施工常见技术问题及对策分析 [J]. 四川建材, 2021, 47(01): 89-91.
- [7] 王保华. 市政道路施工管理技术问题及对策分析 [J]. 中国科技投资, 2021, (22): 159-159+171.
- [8] 翁远志. 城市道路交通分析与交通工程设计技术问题思考 [J]. 人民交通, 2021, (23): 62-64.
- [9] 周智. 旋挖桩施工中的优势与常见技术问题分析及应对方法探究 [J]. 中国科技纵横, 2022, (13): 103-105.
- [10] 陈惠聪. 道路桥梁施工中常见的技术问题及解决对策 [J]. 运输经理世界, 2022, (29): 105-107.