 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i4.10006

Research on the Optimization of Construction Techniques for Municipal Road Subgrade Engineering

Yanfei Bai

Beijing Municipal Construction Group Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract

Municipal road subgrade engineering forms a key part of urban transportation infrastructure and its construction quality directly affects overall load bearing capacity and service life of roads. In complex urban environments subgrade work faces challenges from major geological differences underground pipelines crossing paths and tight construction space which raises demands on how work is done. Old school methods show limits in managing earthwork compaction and drainage often causing uneven settlement and weak structural stability. Adjusting construction parameters and organizing workflow according to real site conditions can boost both efficiency and consistency in quality helping keep municipal road projects running safely .

Keywords

municipal roads; subgrade engineering; construction process optimization; quality control; construction technology

市政道路路基工程施工工艺优化研究

白艳飞

北京市政建设集团有限责任公司，中国 · 北京 100000

摘　要

市政道路路基工程是城市交通基础设施的重要构成要素，施工质量直接决定了道路的整体承载能力与使用寿命，在冗杂城市环境条件下，路基施工面对地质差异明显、地下管线交错、施工空间受限等多重约束，给施工工艺给出更高要求。传统施工方法在土方控制、压实管理及排水组织等方面有一定局限，容易使得不均匀沉降、结构稳定性不足等问题，本文融合现场实际条件改良施工参数配置以及工艺组织方式，可更深一步加强施工效率以及质量稳定性，然后为市政道路工程的安全运行给予保障。

关键词

市政道路；路基工程；施工工艺优化；质量控制；施工技术

1 引言

城市化进程持续助推，道路交通系统承载压力日益增加，市政道路建设规模随之扩大，路基工程构成道路结构的重要基础，施工质量直接决定整体工程性能，实际施工里，城市地下空间繁复，路基作业总是面对地质条件变化频繁、施工干扰因素多、作业组织难度大等问题，传统施工形式在适应性以及精细化控制方面逐渐显露不足。不同区域土质差异、含水率变化以及施工机械匹配程度等因素，均可能给最终成型质量带来明显作用，与此同时，施工里的工序衔接以及技术控制若缺乏合理统筹，容易使得结构不均匀或者局部病害产生,故此,在保证施工进度的时候加强工艺改良与过程控制，这对加强路基整体稳定性以及耐久性有着现实意义。

【作者简介】白艳飞（1990–），男，满族，中国河北承德人，本科，助理工程师，从事城市道路新建及改扩建、随路管线、道路附属设施等施工研究。

2 市政道路路基工程施工工艺现状分析

市政道路路基施工流程体系一般包含测量放样、清表处理、土方开挖、分层填筑、碾压成型及排水施工等环节，整体流程已形成较为固定的技术体系，可是实际应用时，多数工程依然沿用经验型的组织形式，施工参数依赖现场把控，标准化程度参差不齐。虽然机械化施工水平有所增进，但不同施工单位呈现出不均衡的发展态势，部分环节人工干预依然较多，填筑环节虽主张分层厚度控制以及压实度检测。同时施工流程虽已具备完整框架，但精细化控制与全过程协同尚需加强，深度技术执行环节，施工参数执行偏差问题较为突出，压实遍数、含水率控制及填筑厚度等核心指标在不同施工段落间出现波动，加之施工设备调度缺乏统一改良机制，机械利用率未达理想状态，在一定程度上制约了整体施工能力。质量控制体系的运行现状多停留在结果检验的阶段，过程控制的关注不够，问题的发现滞后，在繁复的施工环境下，交通导改、管线迁改等外部的干扰因素加大组织

的难度，施工计划的执行弹性不足。

3 市政道路路基施工前期勘察与设计工艺优化

3.1 工程地质勘察数据的精细化应用

路基施工前期，工程地质勘察数据的精细化应用能明显提高设计以及施工的匹配度，详细解析土层结构、承载力指标、地下水分布及不良地质体，可建立更加准确的地质模型，数据处理时使用分区分层表达方式，有利于识别不同区域地质差异，为差异化施工给予依据。勘察成果不再局限于静态报告，而是逐步转化为动态的数据库，实现施工阶段的实时调用以及修正，重点标识软弱土层及特殊地段，可在设计阶段提前制定加固以及换填方案，增加数据解析深度与空间表达精度，能减少施工的不确定性，从源头增加路基工程的适应性与安全性。

3.2 路基设计参数的动态修正与优化

观察传统模式的应用现状，路基设计参数大多使用静态的设定，可是处于冗杂的城市环境，该方式比较难完全地贴合现场的变化需求，建立动态的修正机制，可依据施工反馈把压实度标准、填筑厚度及边坡坡率等核心参数做出实时的改动。利用施工试验段数据开展反演分析，利于改良设计的取值范围，增进参数的适配性，考虑到不同区域地质差异引发力学响应不同，设计参数需拥有一定的弹性空间，然后满足现场的改动需求，引入数据的反馈机制，可以达成设计同施工的闭环联动，让参数的改动变得合理且精细。这一类动态的改良形式可以减少设计同实际脱节的风险，增强整体结构的稳定性以及施工的一致性 [1]。

3.3 施工方案多维比选与技术适配优化

路基工程实行思路下，施工方案的合理性直接决定实行能力以及质量水平，多维比选机制可以增强方案决策能力，制定方案时，需融合考虑地质条件、施工周期、机械配置及成本控制等多重因素，凭借横向对比不同施工途径的适用性，确定最优实施方案。不同工艺组合在压实效果、施工能力及环境影响方面有差异，靠着量化分析可清晰各方案优劣，技术适配方面，应主张施工机械与工艺流程的匹配关系，避免设备能力以及施工需求的不协调问题，针对繁复路段，可使用分段式施工方案，增加整体组织的灵活性。凭借多维度融合分析，实现施工方案由经验决策向数据驱动决策转变，继而增进整体工程实行质量以及可控性。

4 市政道路路基土方施工工艺优化控制

4.1 土方开挖分区分层与精细化控制

路基施工的核心起始环节是土方开挖，组织方式直接关系后续的填筑以及压实质量，实际施工中，施工区域实行分区管理，不但能减少大范围开挖造成的扰动，也可增强施工组织的有序性，分层开挖方式依据土体结构差异逐级处理，避免一次性大开挖引发的结构失稳问题。施工控制环节需针对开挖深度、坡度及边界范围实行精确测量，保证基底平整度以及承载均匀性，使用机械开挖与人工修整相结合的作业形式，能有效加强成型质量以及边角处理精度，面对不同土质条件，灵活改变开挖顺序以及设备组合，可明显增强施工适应性。靠着过程控制加强管理以及空间分区管理，土方施工的整体精细化水平可以增进，给后续结构稳定打下坚实基础。

4.2 填筑材料筛选与级配优化管理

填筑材料质量管控方面，材料自身的品质直接决定路基结构强度以及耐久性能，管理过程中务必把控材料来源、粒径组成及物理指标，不同土源开展分类检测，能有效筛选符合工程要求的填筑材料，源头规避不合格土体进入施工环节。级配改良过程中，调整粗细颗粒比例，让材料形成更加稳定的骨架结构，大幅增强压实后的整体密实度，材料运输以及堆放阶段，应减少二次污染与离析现象，保证材料保持均匀，不同施工区域，采取差异化的材料配比方案，适应地基承载差异需求。建立材料质量追溯机制以及动态检测体系，实现全过程质量控制，保证填筑材料性能稳定可靠，全面加强路基整体结构性能。

4.3 压实工艺参数与含水率协同控制

路基稳定性的决定因素中，压实质量是重点要素之一，效果由压实机械的参数以及土体的含水率共同作用，施工期间，合理地设定压实遍数、碾压速度及振动频率，能加强土体颗粒间的嵌挤效果，增强整体的密实度，含水率控制在压实环节作用核心，水分过高会引发弹簧现象，水分不足则会减弱颗粒重排的能力。借助现场快速检测手段动态地监测含水率，可及时地修正施工参数，让参数保持在最佳的压实区间，不同土层施工时，依据材料类型改变压实能量的分布，能避免局部过压或者欠压的现象 [2]，机械参数与水分条件协同地改良，能明显地增强路基压实的均匀性以及长期的稳定性。

5 市政道路路基排水与边坡防护施工工艺优化

5.1 路基排水系统布设与结构优化设计

从保障结构长期稳定的角度看，路基排水系统的合理布设起关键作用，设计需融合考量地形条件、降雨特征及地下水分布情况，布设期间，凭借对排水途径做系统规划，可实现地表水与地下水的有效分离，减少水分对路基结构的侵蚀。排水沟、盲沟及集水井等设施在布局时应形成连续的排水网络，以增加排水能力，结构改良方面，依靠改良断面尺寸以及坡度设计，可增强水流的自排能力，避免局部积水问题，材料选择上注重抗渗性以及耐久性，以增加排水系统的使用寿命。施工阶段加强节点连接处理，可减少渗漏风险，靠着系统化的排水结构设计，可有效增进路基整体的抗水害能力。

5.2 边坡支护与防护施工技术改进措施

工程安全分析表明，边坡稳定性直接关系到路基工程

的整体安全，施工阶段需融合地质条件采取差异化的支护措施，针对不同坡度以及土体结构，可选用喷锚支护、挡土墙或者植被防护等多种形式，增强边坡的抗滑能力，施工技术改良方面，改良锚杆布置间距以及深度设计，可增加支护结构的整体受力均匀性。喷射混凝土施工阶段控制厚度与密实度，有益于增强表层的防护能力，植被防护措施增进生态稳定性，也能有效减少雨水的冲刷作用，施工阶段加强监测以及变形观测，可及时发现潜在风险并实行调整，多类型防护技术的组合应用，可明显加强边坡的整体稳定水平 [3]。

5.3 防渗处理与路基稳定性强化控制

增进路基长期稳定性的技术思路分析表明，防渗处理是减少水分渗入使得结构软化以及破坏的核心手段，施工环节里，设置防渗层或者改良土体能有效阻断水分向下渗透的途径，材料选择上，增强型土工材料凭借优异的抗渗性能，可在核心区域发挥明显作用。针对施工缝与结构接缝等渗水高风险部位，必须加强密封处理以及加固措施，地下水位较高区域，使用排水以及防渗协同结构可实现水压平衡控制，另外，长期稳定性的加强需靠着监测数据对易渗区域实行动态维护，凭借系统化的防渗设计与施工控制，可明显加强路基整体耐久性以及结构安全性。

6 市政道路路基施工质量控制与智能化技术优化

6.1 全过程质量检测体系的构建与优化

工程全过程管理观点下，市政道路路基施工质量控制需建立系统化检测体系，实现施工各环节的连续性监管，实际运行时，把原材料检测、施工过程检测以及成型验收检测加以统一整合，可形成闭环的质量控制结构，针对填筑厚度、压实度、含水率等核心指标，凭借分层检测方式增加数据覆盖率，减少质量盲区。检测手段上融合现场快速检测以及实验室分析，增加结果反馈能力，让施工调整更加及时，检测数据靠着统一平台汇总分析，利于识别质量波动趋势并预警，不同施工阶段设置差异化控制标准，可增强体系适应性，凭借增强过程控制以及结果验证的联动关系，可有效增强路基整体施工质量稳定性以及一致性。

6.2 智能监测技术在施工过程中的应用

智能监测技术在市政道路路基施工中发挥的作用越来越突显，依赖施工过程核心参数的实时采集以及分析，实现了施工状态的动态掌握，在压实作业中，利用传感设备对压实遍数、振动频率及行驶轨迹实行记录，形成可视化的质量分布图，有利于准确定位局部薄弱区域。在边坡以及路基沉降监测方面，引入位移传感与自动监测系统，可以及时捕捉结构变形趋势，明显增强风险预警能力，监测数据借助无线传输方式汇总至管理平台，实现了施工信息的集中处理与快速反馈，特别是在冗杂环境条件下，智能监测技术的应用有效减少了对人工巡检的依赖，大幅提高了数据的准确性以及时效性。靠着多源数据融合分析，可为施工调整给予合理依据，使施工过程更加准确可控。

6.3 施工机械协同调度与效率提升机制

路基施工能力的增强十分重要，施工机械协同调度是核心的保障，设备资源的统一规划，可减少机械闲置以及作业冲突的现象，实际组织工作里，依据施工进度对挖掘机、运输车、压路机等设备动态地配置，让各类机械形成连续作业的链条。调度机制内引入信息化的管理手段，可实时掌握设备运行的状态以及作业负荷，增加资源利用率，不同施工区域依据作业强度实行机械分配的调整，让设备配置更加地合理，作业衔接工作上，改良运输的途径以及作业顺序，可减少等待时间以及空载率。设备维护与运行计划的同步安排，可减少故障给施工进度带来的妨碍，建立协同调度机制，可明显增强整体施工的效率以及组织协调水平 [5]。

7 结语

在市政道路工程建设范围内，路基施工质量直接决定了整体道路的服役性能，凭借施工工艺各环节的系统整合与改良，可以切实增进结构稳定性以及耐久性，自土方施工控制起始，经由排水防护设计，延伸至全过程质量管理以及智能化技术应用，各环节的协同改良共同构筑起高质量施工体系。根据繁复城市建设环境的作用，加强工艺精细化与过程可控性管理，有利于减少施工风险以及质量波动，伴随技术手段的持续精进，路基工程施工正逐步向标准化以及智能化方向加强发展，为市政道路的安全运行给予更为可靠的保障。

参考文献

[1] 马吉位.市政道路路基工程材料与施工工艺分析[J].上海建材,2025,(03):32-34.

[2] 王琛.市政道路工程路基施工技术要点及应用分析[J].建材发展导向,2024,22(19):101-103.

[3] 杨侠.市政道路路基工程施工工艺控制措施分析[J].居业,2024,(02):43-45.

[4] 谭维安.市政道路路基工程施工技术[J].居业,2023,(10):49-51.

[5] 王世荣.市政道路路基施工质量管理初探[J].居业,2023,(09):152-154.