

市政道路路基工程施工技术研究

徐盼¹ 石林²

1. 济南黄河路桥建设集团有限公司 山东 济南 250000

2. 山东省建设监理咨询有限公司 山东 济南 250000

摘要：市政道路路基是道路结构的基础，其施工技术水平直接决定道路的整体性能与使用年限。本文聚焦市政道路路基工程施工技术研究。阐述了市政道路路基工程施工在结构稳定性、强度、水温稳定性方面的要求，介绍了施工测量、路基挖填方、路基防护、软土路基处理等关键施工技术。同时，探讨了该领域施工技术的发展趋势，如新技术、新材料、新设备的应用，绿色施工技术发展，信息化管理与智能化施工技术深化应用等，为市政道路路基工程施工提供理论参考与实践指导。

关键词：市政道路；路基工程；施工技术；研究

引言：市政道路作为城市交通网络的关键组成部分，其建设质量直接关系到城市交通的顺畅与居民的出行安全。路基工程作为市政道路的基础，施工质量对道路整体性能和使用寿命起着决定性作用。随着城市化进程的加快，对市政道路路基工程的要求也日益提高。深入研究市政道路路基工程施工技术，不仅能保障道路建设质量，满足城市发展需求，还能推动道路施工技术不断创新与进步，为城市交通建设提供坚实的技术支撑。

1 市政道路路基工程施工要求

1.1 结构稳定性要求

市政道路路基需具备良好的结构稳定性，以抵御车辆荷载与自然因素的长期作用。道路投入使用后，路基会持续承受车辆行驶产生的动荷载，同时受到风蚀、雨水冲刷等自然力影响。若稳定性不足，易引发路基沉降、边坡坍塌等问题，威胁道路安全与使用寿命。施工时，需依据地质条件合理设计路基断面，控制填方高度与坡度；严格把控填料质量，确保压实度达标，通过分层压实等工艺增强土体密实度；同时设置完善的排水设施，避免水对路基结构的侵蚀破坏，从而保障路基在复杂工况下保持稳定。

1.2 强度要求

路基强度是保障市政道路正常使用的关键要素。它直接关系到道路能否承受车辆荷载，防止路面出现变形、开裂等病害。在车辆反复碾压下，路基若强度不足，会导致路面下陷、龟裂，影响行车舒适性与安全性。施工中，需选用符合强度标准的填料，如碎石土、砂砾等，严格控制其粒径与级配。通过科学的压实工艺，使路基达到规定的压实度，提高土体的内摩阻力与粘结力。同时，根据道路等级与交通流量，合理设计路

基厚度，确保路基在长期荷载作用下仍能保持足够强度，为路面结构提供坚实支撑。

1.3 水温稳定性要求

水温稳定性对市政道路路基意义重大。在不同季节交替中，路基会因温度变化产生热胀冷缩，同时受降水、地下水升降影响，含水量不断波动。若路基水温稳定性差，遇水易软化，干燥时则产生收缩开裂，致使路面损坏。施工过程中，一方面要选择水温稳定性良好的填料，如透水性好的砂性土，减少水分积聚；另一方面需完善排水系统，设置边沟、盲沟等设施，及时排除地表水与地下水。此外，还可通过铺设隔离层、改良土性等措施，降低水温变化对路基的影响，维持路基性能稳定，延长道路使用寿命^[1]。

2 市政道路路基工程关键施工技术

2.1 施工测量

施工测量是市政道路路基工程施工的“眼睛”，其精准度直接决定道路的线形、高程和整体质量。施工前，测量人员需全面熟悉设计图纸，结合现场实际情况，对控制点进行复核与加密，利用全球定位系统（GPS）、全站仪等先进测量设备，建立高精度的平面控制网和高程控制网。在测量过程中，采用极坐标法、交会法等精准测设道路中心线、边线和里程桩，同时严格控制测量误差，平面位置误差控制在±10mm以内，高程误差不超过±5mm。随着路基施工推进，需动态跟踪测量，及时调整挖填方高度和边坡坡度，避免超挖、欠挖现象。此外，建立完善的测量数据记录与复核制度，对关键点位进行多次测量比对，利用BIM技术建立三维模型辅助分析，确保测量成果准确可靠，为路基工程高质量施工提供坚实保障。

2.2 路基挖填方技术

2.2.1 路基挖方

路基挖方施工需遵循“先勘察、后施工”原则，确保施工安全与精度。施工前，需依据地质勘察报告明确土层分布、地下水水位及岩石特性，制定针对性开挖方案。土方开挖时，采用分层分段开挖，每层深度控制在1.5-2米，机械开挖至设计标高以上20-30厘米后，改用人工修整，避免扰动原土层。遇岩石路段，根据岩石硬度选择机械破碎或控制爆破法，通过精确计算炮孔间距与装药量，减少对周边土体影响。开挖过程中，同步设置临时排水沟与集水井，及时排除地表水与地下水，并对高陡边坡采取挂网喷锚、挡土墙等防护措施，防止滑坡塌方，保障路基结构稳定。

2.2.2 填方路基

填方路基质量取决于填料选择与压实工艺。施工时，严禁使用腐殖土、淤泥等劣质材料，优先选用级配良好的砂砾石、碎石土，确保填料最大粒径不超过压实层厚的2/3。填筑过程中，采用水平分层填筑法，每层松铺厚度控制在25-30厘米，不同性质填料分层铺设，不得混填。压实环节采用“先静压、后振压，先慢后快”原则，压路机碾压轮迹重叠1/3-1/2，确保压实均匀。每层填筑完成后，通过灌砂法、环刀法检测压实度，确保上路床压实度 $\geq 96\%$ ，下路床 $\geq 95\%$ ，以达到设计强度要求，为路面结构提供稳固支撑。

2.3 路基防护技术

2.3.1 坡面防护

坡面防护旨在抵御自然因素对路基边坡的侵蚀，保障边坡稳定。自然环境中，雨水冲刷、风化作用会削弱坡面土体强度，引发滑坡、坍塌等病害。施工时，需依据边坡土质、坡度及水文条件，灵活选用防护方式。植物防护适用于土质较好、坡度缓于1:1.5的边坡，通过撒草籽、铺设三维植被网等方式，利用植物根系固土，同时起到绿化美化作用；对于风化严重或土质松散的坡面，常采用浆砌片石护坡，施工时需先清理坡面浮土，按设计坡度挂线砌筑，确保片石咬合紧密、灰缝饱满，并预留排水孔防止积水；在高陡边坡工程中，挂网喷混凝土防护应用广泛，先在坡面打入锚杆固定钢筋网，再喷射C20-C25混凝土，形成厚度5-10厘米的防护层，增强坡面整体性。此外，还可结合挡土墙、抗滑桩等支挡结构，综合提升边坡防护效果，延长路基使用寿命。

2.3.2 排水防护

排水防护是维持路基干燥稳定的核心技术，有效拦截、疏导地表水和地下水，避免路基因水害软化沉降。

地表排水系统中，边沟沿路基边缘设置，多采用梯形或矩形断面，采用浆砌片石或混凝土浇筑，施工时确保沟底纵坡不小于0.3%，保证排水通畅；截水沟布置在山坡上方，拦截流向路基的雨水，其断面尺寸和间距需根据汇水面积计算确定，沟壁与地层紧密贴合，防止渗漏；排水沟则承担集中排水任务，常与涵洞、河道衔接，需做好出水口消能处理。地下排水方面，渗沟通过填充碎石、砂砾等透水性材料，将地下水引入沟内排出；盲沟采用土工布包裹碎石，形成隐蔽排水通道，适用于浅层地下水治理；对于深层地下水，可设置仰斜式排水孔，利用钻孔插入排水管，将水引至路基范围外。施工过程中，注重排水设施的衔接密封性，定期检查疏通，确保排水系统长期有效运行，为路基营造稳定的水文环境。

2.4 软土路基处理技术

2.4.1 垫层法

垫层法是通过换填或铺设材料，改善软土地基承载性能的常用技术。其原理是将表层软土挖除，换填强度高、透水性好的砂石、灰土等材料，形成垫层，分散上部荷载，加速软土排水固结。施工时，先确定换填深度，一般控制在3米以内，再分层回填材料并压实，每层厚度不超过30厘米。该方法适用于软土层较薄、处理深度浅的路段，施工简便、成本较低，能有效提高地基承载力，减少沉降。但需注意控制垫层材料的级配和压实度，避免因垫层质量不足影响处理效果，常用于城市支路或对沉降要求不高的道路工程。

2.4.2 深层搅拌法

深层搅拌法利用专用搅拌机械，将软土与固化剂强制搅拌，形成具有整体性、水稳性和一定强度的柱状加固体。施工时，搅拌机械沿设计桩位下沉至软土层底部，边提升边喷入水泥浆或石灰等固化剂，同时搅拌土体，使固化剂与软土充分混合。该技术适用于淤泥、淤泥质土等软土地基，可有效提高地基承载力，减少沉降量。加固后的土体形成复合地基，能承受较大荷载，常用于城市主干道等对地基要求较高的工程。施工中需严格控制搅拌深度、提升速度和固化剂用量，确保加固体质量均匀稳定。

2.4.3 强夯法

强夯法通过重锤从高处自由落下产生的冲击力，夯实地基，提高土体密实度和强度。施工时，根据地基土质和设计要求，确定夯击能、夯点间距和夯击次数。重锤一般为8-40吨，落距在6-25米，通过多次夯击使地基土压缩固结。该方法适用于处理碎石土、砂土、低饱和度的粉土与粘性土等，对软土地基也有一定效果。强夯法

处理深度大,可显著提高地基承载力,降低沉降。但施工过程中会产生较大振动和噪声,需采取防护措施,且要注意控制夯击次数,避免土体出现橡皮土现象,影响处理效果。

2.4.4 堆载预压法

堆载预压法是在软土地基上堆填土石等材料,增加地基荷载,使软土在预压荷载作用下排水固结,提高强度。施工时,先在地基表面铺设砂垫层,设置排水通道(如塑料排水板),再分层堆载,控制加载速率,避免地基失稳。待地基沉降基本稳定后,卸除堆载。该方法适用于处理深厚软土地基,能有效减少工后沉降。通过预压,软土孔隙水逐渐排出,土体密实度增加,强度提高。但处理周期较长,需结合工期合理安排,常用于对沉降要求严格的市政道路工程,如桥梁引道、隧道进出口路段等^[2]。

3 市政道路路基工程施工技术发展趋势

3.1 新技术、新材料、新设备的应用

在市政道路路基工程领域,新技术、新材料、新设备的应用正成为推动行业革新的核心动力。技术层面,诸如真空预压联合电渗法等复合软基处理技术不断涌现,可显著提升软弱地基加固效率;新材料方面,高模量沥青混合料、纳米改性水泥等材料的应用,增强了路基的耐久性与承载能力;设备上,智能压实设备集成了GPS定位与压实度实时监测系统,能精准控制压实效果。例如,三维排水柔性生态边坡技术,通过新型土工合成材料与植物根系协同作用,既加固边坡又实现生态修复。此外,装配式路基构件的研发与应用,大幅缩短施工周期,降低现场作业强度。

3.2 绿色施工技术的发展

绿色施工技术已成为市政道路路基工程可持续发展的关键方向。在资源利用上,再生材料广泛应用,废弃混凝土、沥青经破碎筛分后,作为路基填料重新利用,有效减少固体废弃物污染;施工工艺中,低噪振动碾压技术、无尘开挖设备降低施工对环境的影响。生态防护技术不断创新,植被混凝土护坡、多孔混凝土生态挡墙等技术,既保证边坡稳定,又为动植物提供生存空间,促进生态系统恢复。雨水收集与回用系统在路基施工中普及,通过设置透水铺装、下沉式绿地,实现雨水的收集、净化与再利用。

3.3 信息化管理在施工中的应用

信息化管理深度融入市政道路路基工程施工,显著提升项目管控水平。BIM技术贯穿施工全周期,通过建立三维模型,可直观展示路基结构与施工流程,提前模拟施工过程,优化施工方案,避免设计冲突与施工返工。物联网技术实现对施工设备、材料和人员的实时监控,传感器采集设备运行数据、材料参数和人员位置信息,通过云平台分析处理,为施工决策提供依据。无人机测绘与遥感技术则高效完成地形勘察与施工进度监测,生成高精度地形图和三维点云模型,辅助测量放样与质量验收。此外,项目管理信息化系统整合进度、质量、安全等数据,实现多部门协同办公,提高管理效率。

3.4 智能化施工技术的深化应用

智能化施工技术的深化应用是市政道路路基工程未来发展的重要方向。无人驾驶压路机、摊铺机等智能设备广泛应用,通过搭载的激光雷达、惯性导航系统,实现自动路径规划与精准作业,减少人工操作误差,提升施工质量与效率。人工智能算法与大数据结合,可对路基沉降、压实度等数据进行实时分析与预测,提前预警潜在风险,及时调整施工参数。例如,基于深度学习的图像识别技术,能自动检测路基边坡稳定性、路面平整度等指标。此外,机器人技术在特殊环境施工中发挥重要作用,管道检测机器人、边坡支护机器人可替代人工完成危险作业,保障施工安全^[3]。

结束语

市政道路路基工程施工技术的发展,始终围绕质量、效率与可持续性展开。从传统工艺到新技术应用,从单一施工到智能化、绿色化协同,每一次突破都推动着行业进步。未来,随着科技与工程的深度融合,路基施工技术将更精准、高效、环保。这不仅需要持续的技术创新,也依赖行业标准的完善与施工管理的优化。

参考文献

- [1]祝晓峰.关于市政道路路基工程施工技术的分析[J].科技创新与应用,2020(14):159-160.
- [2]程飞.市政道路工程软土路基工程施工技术及管理初探[J].四川水泥,2022(10):136-137
- [3]杨翔思.市政道路路基工程施工技术要点[J].交通世界,2021(21):158-159.