

关于市政道路工程的施工工艺及技术探讨

邓少军

新疆恒通水利水电工程有限公司 新疆 白杨 834702

摘要：市政道路工程是城市发展的关键基础，其施工工艺与技术关乎道路质量与使用寿命。当前施工采用分层作业法，涵盖路基处理、基层摊铺及面层铺筑等环节，并广泛应用再生材料、温拌沥青等环保技术降低能耗。同时，借助BIM建模、智能传感监测及无人驾驶压实设备等数字化手段，实现施工精度与效率双提升，有效解决复杂地质处理、交叉施工协调等难题，推动行业向绿色智能方向转型。

关键词：市政道路工程；施工工艺；技术

引言：市政道路工程作为城市发展的“脉络”，不仅是交通运行的基础保障，更是城市功能升级与民生改善的重要载体。随着城市化进程加速，道路施工面临地质条件复杂、环保要求提升、工期压力增大等多重挑战。传统施工工艺已难以满足高效、绿色、智能化的建设需求，亟需通过技术创新优化施工流程、提升工程质量。本文聚焦市政道路施工关键技术，从工艺流程、质量控制、新技术应用等维度展开探讨，为推动行业技术进步与可持续发展提供参考。

1 市政道路工程基础理论与关键技术

1.1 市政道路分类与功能

(1) 按使用功能分类：主干路作为城市交通主骨架，承担跨区域长距离通行，设计车速40-60km/h，车道数4-6条，如城市主干道；次干路连接主干路与支路，兼具交通与服务功能，车速30-40km/h，车道数2-4条，多分布于居住区周边；支路为末端道路，以服务功能为主，车速20-30km/h，车道数1-2条，方便居民日常出行。

(2) 按结构形式分类：沥青路面具有行车舒适、施工便捷、降噪性好的特点，适用于交通量大的道路，需定期养护；水泥混凝土路面强度高、耐久性强、维护成本低，但施工周期长、行车噪音较大，常用于重交通路段或郊区道路。

1.2 道路工程结构设计原理

(1) 路基、路面结构层设计要求：路基需满足强度、稳定性要求，避免沉降变形，填方路基压实度不低于93%，挖方路基需做好边坡防护；路面结构层从下至上分为垫层、基层、面层，垫层需具备隔水、排水功能，基层采用半刚性材料增强承载能力，面层需满足抗滑、耐磨、抗老化要求。(2) 排水系统与附属设施设计：排水系统包括地表排水（路缘石、排水沟）和地下排水（盲沟、渗井），需确保雨水快速排出，防止路基水

毁；附属设施涵盖交通标志、标线、照明、护栏，标志标线需清晰规范，照明亮度满足行车安全，护栏需具备防撞防护作用^[1]。

1.3 关键技术概述

(1) 地基处理技术：软土地基加固采用换填法、排水固结法、复合地基法，换填法适用于浅层软土，排水固结法通过设置排水体加速固结，复合地基法利用桩体提高地基承载力；排水固结技术需合理控制加载速率，避免地基失稳。(2) 路面材料技术：新型沥青混合料如改性沥青混合料、温拌沥青混合料，改性沥青可提升高温稳定性与低温抗裂性，温拌沥青降低施工温度；再生材料应用包括沥青再生、水泥混凝土再生，减少资源浪费，降低工程成本，需控制再生材料掺量，确保路面性能。(3) 施工监测与信息化技术：BIM技术可实现道路全生命周期可视化管理，涵盖设计、施工、运维阶段，优化施工方案；智能传感技术通过埋设传感器实时监测路基沉降、路面温度应力，及时预警病害，保障施工质量与道路运营安全。

2 市政道路工程的施工工艺流程分析

2.1 施工准备阶段

(1) 现场勘查与测量放线：先核查施工区域地形、地质及地下管线分布，标注障碍物位置；再依据设计图纸，用全站仪布设平面控制网和高程基准点，每隔50-100m设置中线桩与边桩，复核桩位偏差确保不超过5mm，为后续施工提供精准基准。(2) 材料与设备准备：按设计要求采购路基填料、路面材料等，进场前检测沥青针入度、混凝土强度等指标，合格后方可使用；配备挖掘机、压路机、沥青摊铺机等设备，检查机械性能，调试摊铺机振捣频率、压路机碾压速度等参数，保证设备正常运行。(3) 交通疏导与安全防护措施：制定临时交通导行方案，设置限速标志、隔离护栏及警示

灯；施工区域周边用围挡封闭，高度不低于1.8m，围挡外侧张贴安全标语，夜间开启警示灯，安排专人指挥交通，避免施工影响市民出行。

2.2 路基施工工艺

(1) 土方开挖与填筑：开挖前清除地表植被与腐殖土，分层开挖深度控制在1.5-2m，严禁超挖；填筑采用分层填筑法，每层厚度20-30cm，填料选用级配良好的碎石土或砂性土，避开淤泥、冻土等不合格材料。(2) 压实技术与质量控制：使用重型振动压路机碾压，遵循“先轻后重、先慢后快、先边后中”原则，碾压次数不少于6遍；每层压实后检测压实度，路基顶面压实度需达到95%以上，不合格路段需重新碾压。(3) 特殊地基处理：膨胀土地基采用换填非膨胀土或铺设土工格栅，减少土体胀缩变形；湿陷性黄土地基采用灰土挤密桩或强夯法，强夯能级根据地基承载力要求确定，处理后需检测地基承载力是否达标^[2]。

2.3 路面施工工艺

(1) 基层施工：级配碎石基层需控制颗粒级配，摊铺后用平地机整平，碾压至压实度 $\geq 97\%$ ；水泥稳定碎石基层按配合比拌制混合料，摊铺时控制厚度与速度，碾压完成后及时覆盖洒水养护，养护期不少于7天。(2) 面层施工：沥青摊铺前预热摊铺机，控制摊铺温度160-180℃，速度2-4m/min，碾压分初压、复压、终压，终压温度不低于80℃；混凝土浇筑采用滑模摊铺机，振捣密实后用抹面机整平，拉毛处理增加抗滑性。(3) 接缝处理与养生技术：沥青路面纵向接缝采用热接缝，横向接缝切割成垂直面并涂刷粘层油；混凝土路面纵向接缝设拉杆，横向接缝设传力杆，养护采用覆盖土工布洒水，保持路面湿润，养护期不少于14天^[3]。

2.4 排水与附属工程施工

(1) 地下管线综合布置：按“先深后浅、先大后小”原则施工，给水管、燃气管与雨水管保持安全距离，管线交叉处采用套管保护，施工后进行水压试验或气密性试验，确保无渗漏。(2) 雨水口、检查井施工：雨水口与路面顺接，坡度不大于5%，井底设沉泥槽；检查井砌筑采用MU10页岩砖，砂浆强度不低于M7.5，井盖与路面平齐，周边用混凝土加固防止沉降。(3) 人行道与绿化带施工：人行道铺设透水砖，砂浆找平层厚度2-3cm，砖缝用砂填实；绿化带整理地形，按设计种植乔木、灌木，铺设草坪，同时做好灌溉系统安装。

3 市政道路工程施工质量控制与难点分析

3.1 常见质量问题及成因

(1) 路基沉降、路面开裂：路基沉降多因填料不

均匀、压实度不足，或特殊地基处理不到位，如湿陷性黄土未充分夯实；路面开裂分为纵向与横向裂缝，纵向裂缝多因基层施工接缝处理不当，横向裂缝常由温度变化导致沥青面层收缩，或混凝土路面养护不及时引发。

(2) 排水不畅、平整度不足：排水不畅源于雨水口坡度设置不合理、检查井标高偏差，或地下管线施工堵塞管道；平整度不足则因沥青摊铺速度不均、压路机碾压顺序错乱，或混凝土浇筑后抹面不平整，影响行车舒适性与道路使用寿命。

3.2 质量控制关键点

(1) 材料检测与配合比设计：所有进场材料需抽样送检，沥青检测针入度、延度，混凝土检测抗压强度，不合格材料严禁使用；配合比设计需结合工程需求，如水泥稳定碎石基层需优化水泥用量，沥青混合料需调整油石比，确保材料性能达标。(2) 施工过程动态监测：采用智能传感设备实时监测路基沉降、路面温度，路基施工中每层压实后检测压实度，路面摊铺时监测摊铺温度与厚度；安排专人巡查，及时纠正施工偏差，避免质量问题累积。(3) 成品验收标准与方法：路基验收需检测压实度、弯沉值，压实度需 $\geq 95\%$ ，弯沉值符合设计要求；路面验收检测平整度、抗滑性能，沥青路面平整度偏差 $\leq 3\text{mm}/3\text{m}$ ，混凝土路面抗滑构造深度 $\geq 0.8\text{mm}$ ；采用钻芯取样、弯沉试验等方法，确保验收数据准确。

3.3 施工难点与对策

(1) 交叉施工协调：建立多方协调机制，明确各工程施工顺序，如先完成地铁管线预埋再进行路基施工；划分施工区域，设置隔离设施，避免各工序相互干扰，定期召开协调会解决施工冲突。(2) 环保要求下的扬尘与噪声控制：扬尘控制采用雾炮机喷雾、施工区域洒水，运输车辆加盖篷布；噪声控制选用低噪声设备，夜间施工办理许可，设置隔声屏障，减少对周边居民影响。(3) 复杂地质条件下的技术应对：遇到岩溶地质时，采用注浆填充溶洞；穿越软土区时，采用深层搅拌桩加固地基；结合地质勘察报告制定专项施工方案，必要时邀请专家论证，确保施工安全与质量。

4 市政道路工程施工新技术与创新应用

4.1 绿色施工技术

(1) 再生材料循环利用：RAP（回收沥青路面材料）技术通过铣刨旧沥青路面，将回收料破碎、筛分后，按比例掺入新沥青混合料中，掺量可达30%-50%。该技术不仅减少旧路面材料填埋造成的环境污染，还能降低新骨料与沥青的用量，节约工程成本约15%-20%。

实际应用中需通过试验确定RAP料的级配与老化程度，搭配新型再生剂改善沥青性能，确保再生混合料的高温稳定性与低温抗裂性达标，目前已广泛用于城市道路养护与改扩建工程。（2）节能减排工艺：温拌沥青技术通过添加温拌剂降低沥青混合料的拌合与摊铺温度，相比热拌沥青可降低30-50℃，减少燃煤消耗与有害气体排放（如NO_x排放量降低40%以上），同时避免高温作业对施工人员的伤害，延长沥青路面使用寿命。太阳能照明技术则在道路两侧安装太阳能路灯，利用光伏板将太阳能转化为电能储存于蓄电池，满足夜间照明需求，无需铺设电缆，减少电网能耗，尤其适用于郊区道路与新建路段，结合智能光控系统可自动调节亮度，进一步降低能源浪费^[4]。

4.2 智能化施工技术

（1）BIM技术在施工管理中的应用：BIM（建筑信息模型）技术通过构建三维可视化模型，整合道路设计、材料、施工等全流程数据。在施工管理中，可利用BIM进行施工方案模拟，如路基填筑分层模拟、路面摊铺路径优化，提前发现施工冲突；通过模型关联进度计划，实现施工进度动态跟踪，避免工期延误；同时，BIM模型可存储材料检测报告、施工记录等信息，方便质量追溯与后期运维。例如，在复杂交叉口施工中，BIM可直观展示地下管线与路基的空间关系，减少管线破坏风险，提升施工效率约25%。（2）无人驾驶压实设备与智能监测系统：无人驾驶压实设备搭载北斗定位、毫米波雷达与激光扫描技术，可按照预设路径自动完成路基或路面的碾压作业，精准控制碾压速度（2-4km/h）、碾压次数（6-8遍）与重叠宽度（15-20cm），避免人工操作导致的压实度不均问题，压实质量合格率提升至98%以上。智能监测系统则通过在路基、路面埋设传感器（如应变传感器、沉降传感器），实时采集压实度、温度、沉降量等数据，传输至云端平台进行分析，当数据超出阈值时自动预警，及时调整施工参数，实现“施工-监测-反馈”的闭环控制，保障工程质量。

4.3 新型结构与材料

（1）透水混凝土路面：透水混凝土由水泥、粗骨料、透水外加剂按特定配合比拌制而成，不含细骨料，

形成连续孔隙（孔隙率15%-25%），雨水可通过孔隙快速渗入地下，补充地下水，缓解城市内涝。同时，透水路面能吸收车辆行驶产生的噪声（降噪量3-5dB），减少路面反光，提升行车安全性。施工中需控制骨料级配与振捣力度，避免孔隙堵塞，表面可铺设彩色透水混凝土，兼具功能性与美观性，适用于人行道、停车场及次要道路，目前在海绵城市建设中应用广泛^[5]。（2）复合式路面结构：该结构下层采用钢纤维混凝土，钢纤维掺量为0.8%-1.2%，可显著提升基层的抗裂性与承载能力，减少基层收缩裂缝；上层铺设4-6cm厚的改性沥青面层，利用沥青路面行车舒适、降噪性好的优势，兼顾两种材料的优点。复合式路面使用寿命可达20-25年，相比传统沥青路面延长5-8年，且后期养护成本较低。施工时需注意钢纤维混凝土的振捣密实度，确保钢纤维均匀分布，沥青面层与基层间涂刷粘层油，增强层间粘结力，适用于交通量大、重载车辆多的主干路与快速路。

结束语

市政道路工程作为城市建设的基石，其施工工艺与技术的持续革新是推动行业高质量发展的核心动力。通过精细化施工管理、智能化技术赋能及绿色材料的广泛应用，道路工程的耐久性、环保性与功能性显著提升。未来，需进一步融合物联网、大数据等前沿技术，深化施工工艺标准化研究，强化全生命周期维护管理，以应对城市化进程中的复杂挑战，为构建安全、高效、可持续的城市交通体系提供坚实支撑。

参考文献

- [1]夏晓磊.道路桥梁施工技术与管理分析[J].建材与装饰,2020,(08):251-252.
- [2]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.
- [3]田云.市政道路材料选择与施工质量控制方法[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(18):184-186.
- [4]郭琛.市政道路施工中的施工工艺创新与应用[J].北方建筑,2025,10(03):41-44.
- [5]赵帅.基于市政道路施工的混凝土路面摊铺技术[J].中国建筑金属结构,2025,24(11):155-157.