

市政工程城市道路施工技术研究

刘 洋

邻水国有资产经营管理集团有限公司 四川 广安 628500

摘 要：市政工程城市道路施工技术是保障城市交通畅通与基础设施质量的核心。研究聚焦路基处理、路面铺装、排水系统及附属工程等关键环节，通过换填法、强夯法等技术强化软土地基承载力，采用梯队摊铺与分层压实工艺提升沥青路面平整度，运用透水铺装与海绵城市技术优化雨水管理。同时，针对施工质量控制、安全风险防控及绿色施工要求，提出材料全流程管控、隐蔽工程验收标准及扬尘噪声治理方案，推动道路工程向智能化、绿色化方向转型。

关键词：市政工程；城市道路；施工技术

引言：城市道路作为市政基础设施的关键构成，对城市发展及居民生活意义重大。其施工质量与效率，直接影响交通运行状况、城市形象塑造及可持续发展能力。随着城市化进程加速，城市道路施工面临地质条件复杂、环保要求提升、工期紧张等诸多挑战。在此背景下，深入开展市政工程城市道路施工技术研究迫在眉睫。通过探索先进施工工艺、创新管理模式，能够有效提升道路施工质量与安全性，降低对环境和交通的影响，为城市的高质量发展提供坚实支撑。

1 市政工程城市道路施工技术体系

1.1 路基施工技术

（1）软土地基处理中，换填法适用于软土厚度较浅（通常小于3m）的区域，需先清除表层软土，选用级配砂石、灰土等优质填料分层填筑，每层压实度需达96%以上，避免后期沉降；强夯法通过80-300kN重锤反复夯击地基，在地基深层形成密实加固层，适用于碎石土、砂土等地基，施工前需进行试夯确定参数；化学加固法借助注浆机将水泥浆、硅酸钠等化学浆液注入软土孔隙，待浆液凝固后提升地基承载力，常用于对沉降控制要求高的路段。（2）边坡支护与稳定性控制需结合路基高度与地质条件设计方案，高度5m以内的边坡可采用植草护坡，搭配土工格栅增强土体整体性；高度超过5m时，优先选用锚杆喷射混凝土支护，锚杆间距1.5-2m，喷射混凝土厚度不低于10cm。施工中需实时监测边坡位移，采用全站仪定期观测，位移量超过5mm/d时需立即停工调整^[1]。

1.2 路面施工技术

（1）沥青路面摊铺与压实工艺要求摊铺机行驶速度控制在2-6m/min，采用梯队作业避免纵向冷接缝；沥青混合料摊铺温度需保持160-180℃，压实分初压（钢轮压路机，温度 $\geq 150^{\circ}\text{C}$ ）、复压（胶轮压路机，温度120-

150℃）、终压（钢轮压路机，温度 $\geq 90^{\circ}\text{C}$ ），最终压实度需 $\geq 96\%$ 。（2）水泥混凝土路面接缝处理与防裂技术中，横向缩缝采用切缝机切割，深度为板厚1/3-1/4，缝宽4-6mm，填缝料选用聚氨酯类材料；纵向施工缝设拉杆，间距1.0-1.5m，防止板体纵向位移。同时在混凝土中掺加聚丙烯纤维（掺量0.9kg/m³），减少干缩裂缝产生。

1.3 排水系统施工技术

（1）雨污水管道安装与闭水试验中，管道采用承插式钢筋混凝土管，接口用橡胶圈密封，安装时管道坡度偏差不超过 $\pm 0.3\%$ ；闭水试验需在管道回填前进行，试验水头为管顶以上2m，渗水量需满足DN300管道 $\leq 1.20\text{m}^3/(\text{24h}\cdot\text{km})$ 的规范要求。（2）透水铺装与海绵城市技术应用中，人行道采用透水砖（渗透系数 $\geq 1.0\times 10^{-3}\text{m/s}$ ），基层选用级配碎石透水层，厚度 $\geq 15\text{cm}$ ；绿化带设置生物滞留设施，搭配渗透塘收集路面雨水，雨水渗透量需达到年径流总量控制率70%以上的指标。

1.4 附属工程施工技术

（1）交通标志标线施工规范要求标志杆基础采用C25混凝土浇筑，埋深不小于1.5m，标志板安装高度符合设计要求（车道上方标志 $\geq 5.5\text{m}$ ）；标线施工前需清理路面，采用热熔型涂料，厚度1.8-2.5mm，反光玻璃珠撒布量为0.3-0.5kg/m²，确保夜间可视性。（2）照明与绿化工程协同施工需先确定路灯位置（间距30-50m），避免与乔木根系冲突，路灯基础施工时预留绿化灌溉管道接口；乔木种植坑直径比土球大30cm，种植后与路灯基础间距 $\geq 1.5\text{m}$ ，防止后期树木生长影响照明设施，同时协调二者施工顺序，减少交叉作业干扰。

2 市政工程施工技术关键问题与对策

2.1 施工质量控制难点

（1）材料性能波动对道路寿命的影响是核心痛点。

沥青混合料若油石比偏差 $\pm 0.3\%$,会导致路面高温车辙或低温开裂;水泥混凝土骨料含泥量超3%,将降低强度15%-20%。对策需从全流程管控入手:原材料进场时实行“双检制”,沥青需检测针入度、软化点等5项指标,砂石骨料每批次抽检含泥量与级配;施工中采用智能拌合站,实时监控混合料温度、配比,偏差超限时自动预警;成品阶段按规范每200m取1组芯样,检测路面压实度与厚度,确保材料性能稳定转化为工程质量^[2]。(2)隐蔽工程(如地下管线)验收标准模糊易引发后期故障。当前部分项目存在“重施工、轻验收”问题,如管道接口密封性检测缺失,易导致投用后渗漏。需明确三级验收标准:施工单位自检需完成管道闭水试验(渗水量 \leq 规范值)、基础压实度检测($\geq 95\%$);监理单位平行检验,抽检比例不低于10%;建设单位组织第三方检测,重点核查管线位置偏差($\leq 50\text{mm}$),验收合格后方可回填。

2.2 施工安全风险分析

(1)深基坑作业、机械操作安全隐患发生率高。深基坑(深度 $\geq 5\text{m}$)易因支护不到位引发坍塌,机械操作中碰撞、倾覆事故占比超30%。风险防控需双管齐下:深基坑施工前编制专项方案并专家论证,采用土钉墙+锚索支护体系,每日监测坡顶位移(预警值 $\leq 30\text{mm}$);机械操作实行“一人一机一监护”,压路机、挖掘机等设备需经年检合格,操作人员持特种作业证上岗,作业前开展班前安全交底,明确机械回转半径内禁止站人。

(2)交通导改与行人安全防护易被忽视。施工路段交通拥堵、行人摔伤事故频发,主要因导改标识不清晰、防护设施不足。需制定精细化方案:采用水马+围挡隔离施工区域,设置反光标识(间距 $\leq 5\text{m}$)、限速牌($\leq 30\text{km/h}$);在人流密集处(如学校、小区门口)设置临时通道,配备专职交通协管员(早晚高峰值守),通过微信公众号、现场广播提前告知市民导改路线,保障通行安全。

2.3 环境保护与绿色施工

(1)扬尘控制与噪声减排技术落实不到位。施工扬尘PM10浓度常超限值(0.5mg/m^3),夜间施工噪声(超70dB)扰民投诉多。需升级环保措施:扬尘控制采用“湿法作业+雾炮机+防尘网”组合,施工现场出入口设洗车平台(冲洗轮胎泥土),PM10实时监测仪联网监管(超标自动启动降尘设备);噪声减排优先选用低噪声设备(如电动压路机),夜间(22:00-6:00)禁止强噪声作业,确需施工时办理夜间施工许可,周边居民区安装隔声屏障。(2)建筑垃圾资源化利用路径单一。市政施

工产生的混凝土块、沥青废料等,传统填埋率超80%,资源浪费严重。需拓展利用渠道:将建筑垃圾破碎筛分后,制成再生骨料(用于路基填料,掺量 $\leq 30\%$)、透水砖原料(再生骨料占比 $\geq 50\%$);与专业回收企业合作,沥青废料经热再生技术处理后重新用于路面摊铺(掺量 $\leq 20\%$),资源化利用率需达90%以上,减少固废污染^[3]。

2.4 信息化施工管理

(1)BIM技术在道路施工中的应用深度不足。多数项目仅用于建模,未实现全流程管控。需深化应用场景:施工前建立道路BIM模型(包含路基、路面、管线等构件),碰撞检测优化管线排布(减少后期返工);施工中通过BIM+移动端,实时上传施工进度、质量数据(如沥青摊铺温度、压实度),实现可视化管控;竣工后将BIM模型移交运维单位,为后期道路养护提供数据支撑。

(2)物联网监测系统实时反馈机制不完善。传统人工监测效率低、数据滞后,难以及时发现风险。需构建智能监测体系:在路基、基坑等关键部位布设传感器(位移、应力、温湿度传感器),数据实时传输至云平台;设定预警阈值(如路基沉降速率 $\geq 5\text{mm/d}$),超标时自动向管理人员发送短信、APP预警,同步推送应急处置方案,实现“监测-预警-处置”闭环管理,提升施工管控效率。

3 市政工程城市道路施工优化策略

3.1 全生命周期成本管理

(1)初期建设成本与后期维护的平衡需打破“重建设、轻维护”的传统思维。部分项目为压缩初期成本,选用低价低质材料,导致后期路面裂缝、管网渗漏等问题频发,维护成本激增(据统计,劣质材料道路的10年维护成本约为初期建设成本的1.5倍)。优化需建立全周期成本模型:在设计阶段测算“建设成本+20年维护成本”总和,优先采用性价比高的方案,如路基施工中增加土工格栅(初期成本增加5%-8%),可减少后期沉降维护费用30%以上;同时建立成本动态监控机制,施工中定期对比实际成本与预算偏差,避免因偷工减料埋下后期维护隐患,实现“短期投入合理、长期成本可控”。

(2)耐久性材料选择的经济性分析需量化材料性能与成本的关联。以路面材料为例,普通沥青路面寿命约8-10年,改性沥青路面寿命达12-15年,虽改性沥青单价高20%-30%,但全周期成本更低(每公里20年总成本可节省15万元以上)。优化策略包括:针对不同路段功能选择材料,主干道优先采用抗车辙改性沥青,支路可选用普通沥青;建立材料性价比数据库,对比各类材料的使用寿命、维护频率、单价等指标,通过净现值法计算全

周期成本，为材料选型提供数据支撑，避免盲目追求低价或高价。

3.2 模块化与预制化施工

(1) 装配式道路构件的应用前景广阔，能大幅缩短施工周期。传统现浇水泥混凝土路面施工周期约28天(含养护期)，而装配式路面(预制混凝土板)现场安装仅需3-5天，且可实现“即装即通”。目前主流应用包括：人行道采用预制透水砖模块(尺寸标准化，现场拼接效率提升50%)；地下管线采用预制检查井(工厂预制混凝土井筒、井盖，现场吊装对接，施工周期缩短至1天/座)。未来可进一步拓展至路基模块(预制钢筋混凝土路基板)、绿化带模块(预制种植土+植被组合单元)，尤其适用于工期紧张的城市核心区道路改造项目。(2) 工厂化生产对质量的提升作用显著，能解决现场施工质量波动问题。现场浇筑混凝土受天气、人工操作影响大，强度达标率约85%，而工厂化生产采用自动化生产线(如混凝土搅拌、构件振捣均由机械完成)，质量合格率可达98%以上。具体优化措施：建立预制构件生产基地，统一原材料采购、配合比设计，通过蒸汽养护(温度60-80℃，养护时间8-12h)提升构件强度；构件出厂前实行“二维码溯源管理”，标注生产批次、强度等级、检验报告等信息，现场接收时扫码核验，杜绝不合格构件入场，从源头保障工程质量^[4]。

3.3 施工组织设计创新

(1) 区域交通影响最小化方案需兼顾施工需求与通行效率。传统全封闭施工易导致区域交通瘫痪，优化需采用“分阶段、分区域”施工模式：将道路划分为2-3个施工段，分段封闭施工(每段施工周期控制在15-20天)，保留至少1条双向通行车道；在施工路段上下游设置交通导改标识(含提前2km预告牌、车道变窄提示牌)，利用无人机航拍实时监测交通流量，高峰时段(7:00-9:00、17:00-19:00)暂停占用车道的施工工序；针对学校、医院周边道路，避开上下学、就诊高峰(如

7:30-8:30、14:00-16:00不施工)，最大限度降低交通影响。(2) 多工种协同作业的流程优化需解决“交叉干扰、工期延误”问题。传统施工中，路基、路面、管线工种各自为政，常出现“管线未完工，路面已摊铺”的返工情况(返工率约10%，延误工期5-7天)。优化需构建“工序衔接表”：明确各工种施工顺序(如先完成地下管线施工，再进行路基填筑，最后开展路面摊铺)，并设置“交接验收节点”(如管线完工后，路基施工队需验收合格方可进场)；采用“BIM+进度管理软件”，将各工种施工计划录入系统，实时显示工序衔接状态，当某一工种延误时，自动提醒后续工种调整计划；每日召开协同会议，协调解决工种间的场地占用、设备调配问题，提升作业效率(据实践，流程优化后工期可缩短15%-20%)。

结束语

综上所述，市政工程城市道路施工技术研究涵盖多维度关键内容，对保障道路质量、推动城市有序建设意义重大。在研究过程中，我们深入剖析了各类施工技术的要点与难点，并提出了针对性策略。随着时代发展，城市道路施工面临着更高要求与挑战。我们需持续探索创新，将前沿理念与技术融入施工实践，提升施工效率与质量，实现绿色、智能施工。如此，方能打造出更优质、耐用的城市道路，为城市的高效运行与长远发展提供有力支撑。

参考文献

- [1]史启明.市政道路施工质量影响因素及控制方法分析[J].全面腐蚀控制,2020,34(9):42-43.
- [2]江雨融,臧昊.市政工程城市道路施工技术[J].建筑与装饰,2024,(7):117-119.
- [3]周昊芳.市政工程城市道路施工技术研究[J].建材发展导向,2023,21(7):159-162.
- [4]李江.市政工程城市道路施工技术研究[J].建材发展导向(上),2021,19(6):275-276.