

市政道路桥梁施工中的新技术应用与发展趋势

李直臣

中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司 云南 昆明 650051

摘要：市政道路桥梁施工中，新技术的应用推动了行业的快速发展。高性能材料、智能化施工设备以及数字化管理技术成为主流，显著提高了施工效率和质量。未来，绿色低碳、智能化装备、创新工艺将成为主要趋势，促进可持续发展。同时，安全管理将更加严格，保障施工安全与人员健康。新技术的发展为市政道路桥梁建设带来了革命性变化，推动了行业向更高效、更环保的方向迈进。

关键词：市政道路桥梁施工；新技术应用；发展趋势

引言：随着城市化进程的加速，市政道路桥梁工程作为城市基础设施建设的重要组成部分，其施工技术的发展与创新显得尤为重要。近年来，新技术、新材料、新工艺的不断涌现，为市政道路桥梁施工带来了前所未有的变革。本文旨在探讨市政道路桥梁施工中的新技术应用及其发展趋势，分析新技术如何提升施工效率、保障工程质量，并展望未来的发展方向，以期对相关领域的从业人员提供参考和借鉴。

1 市政道路桥梁施工中的新技术应用

1.1 GPS测量技术与三维建模技术

(1) GPS测量技术的应用原理与优势。GPS测量技术依托卫星定位系统，通过接收多颗卫星信号，利用三角测量原理确定测量点三维坐标。其优势在于不受通视条件限制，能在复杂地形中快速获取高精度数据，提升测量效率，降低人工劳动强度与误差^[1]。例如山区道路桥梁测量时，传统方法受地形阻碍难以实施，GPS技术可轻松完成任务。(2) 三维建模技术在设计与施工中的应用案例。某大型城市立交桥设计中，三维建模技术让设计师直观呈现桥梁空间结构及构件位置关系，提前发现并优化设计冲突点。施工时，施工人员依据三维模型可视化交底，明确施工顺序和要点，如构件安装时借助模型精准指导位置，避免错装、漏装，提升施工质量。(3) 技术结合对施工精度的提升作用。GPS为三维建模提供精准实地数据，使模型与实际地形高度契合。施工中，基于精确三维模型，利用GPS实时定位引导施工设备操作，如桥梁桩基施工可将桩位偏差控制在极小范围，大幅提升施工精度，保障结构稳定性和安全性。

1.2 BIM（建筑信息模型）技术

(1) BIM技术的基本原理与特点。BIM技术整合建筑项目全生命周期信息，以三维数字化模型为载体，涵盖几何、物理、功能等多维数据。其特点包括可视化呈现

复杂信息、数据集成性（集中管理各专业信息并实时共享）、协同性（促进多参与方协作，减少信息孤岛）。

(2) BIM在市政道路桥梁施工中的应用实例。某城市快速路建设项目中，利用BIM构建全线路基、路面、桥梁、隧道等模型。施工时通过模型模拟进度，规划资源调配，如桥梁挂篮施工中，模拟挂篮移动过程以优化工序，确保施工安全高效。(3) BIM技术对成本、进度与质量控制的影响。成本控制上，BIM精确计算工程量，避免高估冒算，控制材料采购成本；进度控制中，通过模拟发现潜在工期延误点，及时调整计划；质量控制方面，利用模型检查构件尺寸、安装精度等，及时整改问题，减少返工成本和工期延误风险，提升工程质量。

1.3 无人机与GIS技术

(1) 无人机在测绘中的应用及其高效性。无人机搭载高清摄像设备，可快速获取大面积地形影像数据。相比传统测绘，其效率更高，能在短时间内完成复杂地形测绘，还可到达人工难以涉足区域。如大型市政道路桥梁项目前期测绘，无人机能快速提供地形地貌信息，为设计奠定基础。(2) GIS技术在数据处理与分析中的角色。GIS技术可整合、存储、管理和分析无人机获取的海量地理空间数据。通过构建地理信息数据库，对地形、地质、交通等多源数据叠加分析，为道路桥梁选线、规划提供科学依据，如分析地形坡度、水文条件以确定最优选址和走向。(3) 无人机与GIS技术结合在施工监测中的实践。道路桥梁施工中，无人机定期拍摄现场，将实时影像数据传输至GIS系统对比分析。通过监测地形变化、工程进度等，及时发现施工偏差和潜在问题（如路基沉降、桥梁变形），为施工调整和质量安全保障提供支持^[2]。

1.4 高性能混凝土与新型材料

(1) 高性能混凝土的特性与应用优势。高性能混凝土

土具有高强度、高耐久性、高工作性等特性。应用于市政道路桥梁中,可减小结构构件尺寸,增强桥梁跨越能力,延长使用寿命,降低后期维护成本。如跨海大桥建设中,其抵抗海水侵蚀能力强,保障桥梁长期安全使用。(2) 纳米材料、玄武岩纤维等新型材料的研发与应用。纳米材料添加到建筑材料中可改善性能,如提高混凝土强度和抗渗性;玄武岩纤维作为高性能增强材料,用于道路桥梁加固可提高结构抗拉、抗剪性能,如老旧桥梁采用玄武岩纤维布粘贴加固,能显著提升承载能力。(3) 新材料对施工质量和耐久性的影响。新材料提升施工质量,如高性能混凝土和含纳米材料的混凝土工作性好,易于浇筑振捣,成型后结构密实度高。其高耐久性使道路桥梁在恶劣环境下长期保持良好性能,减少维修频次,降低全生命周期成本,保障市政基础设施稳定运行。

1.5 预制构件与装配式施工

(1) 预制构件的生产流程与质量控制。预制构件在工厂生产,流程包括原材料检验、钢筋加工绑扎、模具安装、混凝土浇筑振捣、养护脱模等。质量控制上,严格把关原材料,生产中用自动化设备和先进工艺保证构件尺寸精度,通过养护确保混凝土强度和性能,出厂前严格检测^[3]。(2) 装配式施工在市政道路桥梁中的应用案例。某城市地铁配套市政道路桥梁工程中,大量采用装配式施工,如预制桥梁箱梁在工厂生产后运输至现场,用大型起重设备快速安装,缩短施工周期,同时减少现场浇筑作业,降低对周边环境的影响。(3) 预制构件技术对施工效率的提升作用。预制构件技术实现施工现场作业向工厂化生产转移,构件生产与现场基础施工可同步进行,缩短总工期。现场安装速度快,减少高空、露天作业时间,提高施工安全性,且质量更易保证,有效提升施工效率,促进项目快速交付。

2 市政道路桥梁施工新技术的发展趋势

2.1 智能化与信息化

(1) 智能化设计软件与施工管理系统的应用前景。智能化设计软件将实现从“被动建模”到“主动优化”的转变,通过内置算法自动生成符合力学性能和施工可行性的桥梁方案,如参数化箱梁设计软件可在30分钟内完成5种跨径方案的对比分析。施工管理系统将深度融合物联网技术,通过智能安全帽、机械传感器等设备,实时采集人员定位、设备状态数据,形成动态管理看板,预计到2028年普及率将达90%。(2) 信息化技术在施工监测与维护中的发展潜力。5G+北斗定位技术可实现桥梁变形毫米级实时监测,数据传输延迟控制在100毫秒内,

配合数字孪生模型直观呈现结构受力状态。在维护阶段,基于大数据分析的病害预测系统能提前6个月预警支座老化、梁体裂缝等问题,某城市立交桥应用后使维护成本降低35%。(3) 智能化与信息化对施工安全与质量的促进作用。智能监控系统通过AI视频分析自动识别高空作业未系安全带等违规行为,响应时间小于5秒,可使安全事故率下降50%以上。质量控制方面,无人机激光扫描结合BIM模型,能快速检测桥面平整度,精度达0.5毫米,验收效率提升4倍。

2.2 绿色环保

(1) 绿色环保材料在市政道路桥梁施工中的应用趋势。低碳建材将成为主流,新型低碳混凝土通过掺加纳米碳酸钙,碳排放降低30%且抗压强度提高15%。再生骨料应用技术持续突破,某市政道路项目用80%再生骨料填筑路基,节约天然砂石2.8万吨,成本降低12%。未来5年,可降解模板、植物纤维筋等新材料将逐步替代传统建材。(2) 施工过程中的节能减排与环保措施。新能源设备普及率快速提升,电动起重机、太阳能拌合站等设备可减少施工现场70%的碳排放。智能降尘系统通过粉尘传感器联动雾炮机,使施工区域PM10浓度控制在0.5mg/m³以下。某跨湖桥梁采用封闭式泥浆回收系统,实现水循环利用率90%,避免水体污染。(3) 绿色环保理念对市政道路桥梁施工的长远影响。全生命周期低碳管理将成为行业标配,从材料生产到运营维护的碳排放数据将纳入项目考核。预计到2030年,新建市政桥梁的碳排放量较2020年减少40%,绿色施工认证率实现100%,推动行业向“零碳建造”转型。

2.3 标准化与工业化

(1) 市政道路桥梁施工标准化与工业化的必要性。标准化可解决传统施工中“同图不同工”的质量差异问题,如统一的预制梁钢筋绑扎标准使保护层厚度误差控制在±2mm内。工业化生产将70%的作业转移至工厂,规避露天施工受气候影响的弊端,某桥梁项目通过预制装配缩短工期40%。(2) 制定更加完善的设计、施工和验收标准的路径。建立全国统一的BIM构件库,实现设计参数标准化共享;参照欧盟标准细化装配式节点施工工艺,明确灌浆饱满度检测方法;推行“过程+性能”双验收模式,将结构耐久性指标纳入验收体系。(3) 工业化生产对市政道路桥梁施工效率与质量的影响。预制构件工厂化生产使施工效率提升2-3倍,某立交桥采用预制墩柱吊装,3天完成10跨结构安装。质量方面,蒸汽养护工艺确保混凝土强度达标率100%,预制构件的裂缝控制效果比现浇施工提升80%,大幅延长桥梁使用寿命^[4]。

3 市政道路桥梁施工新技术应用面临的挑战与对策

3.1 技术更新迅速，培训与教育需加强

(1) 新技术培训与教育的现状与不足。当前新技术培训存在明显短板：一是培训内容滞后，多数课程仍以传统施工工艺为主，对BIM、无人机等新技术的讲解仅停留在基础操作层面；二是培训形式单一，80%以上采用课堂讲授模式，缺乏实操训练，导致施工人员“懂理论不会操作”；三是覆盖范围有限，中小型施工企业技术培训覆盖率不足30%，一线工人接受系统培训的比例更低。某调研显示，75%的项目经理认为技术人员对新型装配式构件的安装规范掌握不足。(2) 提升施工人员技术水平的策略与建议。建立“校企联动+实操考核”培训体系：联合高校和设备厂商开发模块化课程，将BIM建模、智能监测等内容纳入必修课程；建设实训基地，配置无人机、预制构件拼装等模拟设备，确保每人实操时长不低于培训总时长的60%。推行“技术等级认证”制度，将新技术应用能力与岗位晋升、薪资挂钩，对考核合格者发放专项操作证书。某市政集团实施后，技术人员新技术应用熟练度提升50%。

3.2 资金压力大，融资渠道需拓宽

(1) 市政道路桥梁施工新技术应用的资金需求。新技术应用成本显著高于传统工艺：BIM软件采购及培训费用约占项目管理费的15%；高性能混凝土比普通混凝土单价高30%-50%；装配式构件生产线初期投入需2000万-5000万元。某跨江大桥项目因采用智能监测系统，前期资金投入增加800万元，导致部分中小企业望而却步。(2) 拓宽融资渠道，降低资金压力的途径。构建多元化融资模式：政府设立新技术应用专项补贴，对采用绿色建材、智能设备的项目给予工程造价3%-5%的补贴；推行“PPP+技术入股”模式，鼓励科技企业以技术设备折价入股，降低施工企业初期投入；建立行业互助基金，为中小企业提供低息贷款。某省会城市通过该模式，使本地项目新技术应用率从35%提升至68%。

3.3 施工环境复杂，安全管理需强化

(1) 市政道路桥梁施工环境的复杂性分析。市政工程多位于城市核心区，面临“三多一紧”困境：地下管线密集，70%的道路施工区域存在燃气、电缆等交叉管线；周边建筑密集，施工振动可能引发房屋开裂；交通流量大，占道施工易导致交通拥堵；工期紧张，70%的项目存在抢工现象。某地铁配套桥梁施工中，因未探明地下光缆位置，导致施工时通信中断2小时。(2) 强化安全管理，确保施工安全的措施。实施“三维管控”方案：施工前用地质雷达和BIM技术完成地下管线三维建模，明确避让范围；采用微震监测系统实时监测周边建筑振动数据，超标时自动预警；运用交通仿真软件优化占道方案，设置智能防撞墩和夜间警示系统。某市中心道路改造项目应用后，安全事故发生率下降65%，周边居民投诉量减少80%。

结束语

综上所述，市政道路桥梁施工领域的新技术应用正处于快速发展阶段，这些创新不仅显著提升了施工效率与质量，也为城市的现代化发展提供了有力支撑。随着技术的不断进步和需求的日益增长，未来市政道路桥梁施工将更加注重绿色、智能、高效的发展方向。我们期待业界同仁继续探索与实践，共同推动新技术应用的深化与拓展，为构建更加安全、便捷、美观的城市交通网络贡献力量。

参考文献

- [1]刘洪庆,周红娟.市政道路桥梁建设中的新技术与新材料[J].市政技术,2020,(03):29-30.
- [2]李玉峰.现场施工技术在市政道路桥梁施工中的应用研究[J].新城建科技,2023,(12):118-119.
- [3]钟伟.市政道路桥梁施工中现场施工技术的应用[J].工程建设与设计,2023,(10):100-101.
- [4]张翰坤.现场施工技术在市政道路桥梁施工中的应用研究[J].散装水泥,2022,(08):86-87.