

市政公路桥梁施工技术创新与应用研究

文 / 史纪伟 山东金日交通发展集团有限公司

尹宜超 山东金日交通发展集团有限公司

摘要：市政公路桥梁施工中的精细化管理、信息化手段应用及质量控制体系的建立，对于提升工程项目的整体效率和质量至关重要。通过精确计算与模拟分析确保设计方案的经济性和可行性，并在施工过程中对每一个环节进行严格监控，有效减少了资源浪费和成本超支。利用信息化技术构建集成化平台，促进了各参与方之间的高效沟通与协作，显著提升了决策速度和准确性。严格执行国家和行业标准，采用先进的检测技术和设备进行全面质量检测，设立专门的质量监督小组全程跟踪工程质量，确保每一道工序符合设计要求，从而实现了工程质量的全面提升。这些措施共同作用，为市政公路桥梁建设提供了坚实保障。

关键词：市政公路桥梁；施工技术创新；绿色施工；智能建造

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.12.061

引言

市政公路桥梁作为城市基础设施的关键组成部分，其建设质量直接影响城市的运行效率和居民的生活品质。在当前快速发展的城市建设中，如何高效管理和优化施工过程成了亟待解决的问题。精细化管理理念的应用确保了从设计到施工的每一个环节都能达到最优状态，而信息化手段则进一步增强了施工现场的协调与沟通，提高了整体工作效率。建立科学合理的质量控制体系对于保障工程品质至关重要。通过采用先进的检测技术和设备，并严格执行相关标准规范，可以有效提升市政公路桥梁项目的质量和安全性，满足现代社会对基础设施的高标准需求。这些改进不仅推动了工程建设的进步，也为城市的可持续发展奠定了坚实基础。

一、提升市政公路桥梁施工技术的必要性与挑战

（一）当前市政公路桥梁施工面临的技术瓶颈与环境压力

市政公路桥梁建设在快速发展的面临着系列技术瓶颈和环境挑战。特别是在城市中心区域，空间限制和技术条件的制约使得大型机械设备难以施展。施工过程中产生的噪声、粉尘以及废水等污染物对周边环境造成严重影响^[1]。材料的选择也是一个关键问题，传统建筑材料往往不具备良好的环保性能，难以满足日益严格的环保标准。施工期间交通组织复杂，如何在不影响正常交通的情况下高效完成施工任务成为一大难题。这些问题要求施工方必须寻求更加环保且高效的解决方案。

（二）传统施工方法在效率和成本上的局限性分析

传统施工方法由于其固有的作业模式，在效率和成本控制方面存在明显不足。手工操作为主的施工方式不仅耗时费力，而且质量难以保证一致。传统工艺流程复杂，工序之间衔接不紧密，导致工期延长。施工现场管理混乱，资源浪费现象严重，进一步增加了项目成本。对于一些需要快速修复或紧急修建的桥梁工程，传统施工方法显得尤为吃力，无法满足现代城市建设的速度需求。寻找能够提升工作效率、降低成本的新施工技术迫在眉睫。

（三）现代城市交通需求对施工技术创新提出的更高要求

随着城市化进程的加快，交通流量急剧增加，对市政公路桥梁的功能性和安全性提出了更高的要求。新建桥梁不仅要具备承载更大交通量的能力，还需考虑行人及非机动车通行的安全便捷。面对频繁出现的城市内涝等问题，桥梁设计需兼顾防洪排涝功能。为了适应这些需求，施工技术创新势在必行。采用先进的设计理念和手段，如智能监控系统、新型材料应用等，可以有效提升桥梁的耐久性和抗灾能力。这不仅能改善城市交通状况，还能为市民提供更加安全舒适的出行环境。

二、绿色施工技术在市政公路桥梁项目中的应用探索

（一）采用环保材料和资源循环利用策略减少环境影响

在市政公路桥梁施工中，使用环保材料成为减少环境影响的重要手段。通过选择低污染、可回收的建筑材料，如再生混凝土和钢材，能够有效降低对自然资源的消耗。施工过程中产生的废弃物，如果能进行合理的分类与处理，将为资源循环利用提供可能^[2]。废弃混凝土经过破碎、筛分后可以作为骨料再次用于道路基层或非结构性构件中。推广使用植物性涂料等环保产品，不仅能减少挥发性有机化合物的排放，还能改善施工现场空气质量。这些措施共同作用，有助于实现环境保护与工程建设的双赢。

（二）绿色施工技术如何实现节能减排目标持续推进

绿色施工技术的应用是达成节能减排目标的关键途径。通过优化设计，减少不必要的土方开挖量，并采用预制构件代替现场浇筑，可以显著降低能源消耗。利用太阳能和风能为施工现场提供清洁能源，不仅减少了化石燃料的使用，还降低了碳排放。另外，在施工照明方面，采用高效节能灯具和智能控制系统，根据自然光强度自动调节亮度，既保证了施工安全又节约了电力。引入雨水收集系统用于洒水降尘和绿化灌溉，进一步体现了绿色施工理念，推动了建筑行业的可持续发展进程。

(三) 创新施工工艺降低噪声粉尘污染提升周边居民生活质量

为了减少施工期间对周边居民生活造成的干扰，创新施工工艺显得尤为重要。封闭式围挡结合喷雾降尘系统，能在很大程度上抑制施工扬尘，改善空气品质。针对噪声问题，选用低噪音设备并设置隔音屏障，能够有效降低施工噪声对外界的传播。采用静压桩等新型打桩技术代替传统冲击锤作业，既能提高工作效率又能显著减少噪声和震动。合理安排施工时间，避免在居民休息时段进行高噪声作业，也是提升周边居民生活质量的有效措施之一。通过这些改进，可以在确保工程进度的最大程度上减少对社区环境的影响。

三、智能建造技术助力市政公路桥梁高效管理与施工

(一) 智能化设备与系统是提高施工精度和速度方面的优势

智能化设备与系统的引入为市政公路桥梁施工带来了前所未有的变革。使用3D打印技术可以精确制造复杂结构的桥梁构件，确保每个部件都符合设计要求，减少误差。自动化铺路机和智能混凝土泵送系统能够根据预设参数自动调整工作状态，保证施工质量的一致性。无人机和激光扫描仪的应用使得地形测绘和现场监控更加高效准确，为后续施工提供可靠的数据支持。通过这些高科技手段，不仅大幅提升了施工精度，还显著加快了工程进度。智能机器人能够在危险或难以到达的地方进行作业，如高桥墩的检查和维修，既提高了工作效率，又保障了人员安全。

(二) 智能监控系统实时跟踪工程进度确保施工安全无事故

安全问题是建设类工程项目共同面对的问题，据相关调查研究显示，建筑类工程项目发生安全事故的概率处于第二位，仅次于采矿行业，足以看出施工安全对建设项目的重要性。市政路桥工程施工难度相对较大，不但需要使用很多大型的机械、设备，有时还需要高空作业，存在着极大的安全隐患。这意味着，管理部门必须要在现场执行安全管理，才能够强化人员的安全意识，从而排除施工中存在的安全隐患。

为应对这些挑战并有效提升施工现场的安全管理水平，智能监控系统的应用成为关键。智能监控系统在市

政公路桥梁施工中的应用极大地增强了项目管理能力。借助物联网技术，各类传感器被广泛部署于施工现场，用于监测温度、湿度、应力变化等关键参数，及时发现潜在风险^[3]。视频监控系统覆盖整个工地，实现24小时不间断录像，有效防止安全事故的发生。通过集成化的平台，所有数据得以实时汇总分析，一旦出现异常情况，系统会立即发出警报，促使相关部门迅速采取行动。利用GPS定位技术跟踪大型机械设备的位置和运行状态，避免碰撞事故发生。这种全方位的监控机制不仅确保了施工过程的安全稳定，也为工程顺利推进提供了坚实保障。如图1所示：



图1：大型机械作业现场安全管理体现市政路桥施工严谨性

(三) 大数据分析优化资源配置推动施工过程更加高效透明

大数据分析在市政公路桥梁施工中发挥着重要作用，通过对海量数据的挖掘和处理，实现了资源的最优配置。施工过程中产生的各种信息，包括材料消耗、劳动力安排、机械设备使用情况等，均被收集并存储在云端数据库中。基于这些数据，可以构建模型预测未来需求，提前做好物资准备，避免因材料短缺导致的停工现象。大数据技术有助于识别出施工流程中的瓶颈环节，进而优化作业计划，提升整体效率。透明化的管理系统允许所有参与方实时查看项目进展和各项指标完成情况，促进了各方之间的沟通协作。这种方式不仅提高了施工效率，也增强了项目的透明度和可控性。

表1：2021-2024年中国市政公路桥梁施工项目资源配置分析

省份	项目总数 (个)	平均每项目使用智能设备数 (台)	数据采集传感器部署数量 (个)	施工周期平均缩短比例 (%)	材料浪费减少比例 (%)	大数据分析平台使用率 (%)	数据来源
北京市	35	8.2	1200	20	15	70	北京市建设工程信息网
上海市	42	7.9	1350	18	13	68	上海市建筑市场监管与服务平台
广东省	120	6.5	3500	22	17	65	广东省住房和城乡建设厅
江苏省	95	7.0	2800	21	16	72	江苏省交通运输厅
浙江省	88	7.3	2700	19	14	71	浙江省统计局

四、高效施工管理方法促进市政公路桥梁项目顺利实施

(一) 精细化管理理念贯穿于整个工程项目周期的重要性

精细化管理理念在市政公路桥梁工程的各个阶段都发挥着不可替代的作用。从项目规划初期，通过精确计

算和模拟分析，确保设计方案的可行性和经济性，为后续施工打下坚实基础。施工过程中，对每一个环节进行细致入微的计划与监控，包括材料采购、设备调度、工序安排等，均需严格按照既定标准执行。针对可能出现的风险制定详细的应急预案，确保任何突发状况都能得到及时有效的处理。精细化管理还强调成本控制，通过

对每一笔开支的严格审核，避免不必要的浪费，从而降低整体项目成本。这种管理模式有助于提高工作效率，保证工程质量，并最终实现项目的高效完成。

(二) 通过信息化手段加强施工现场协调与沟通机制建设

信息化手段为市政公路桥梁施工现场的协调与沟通提供了强有力的支持。借助现代信息技术，如云计算和移动互联网，可以构建一个集成化的项目管理平台，使所有参与方能够在同一平台上共享信息，实时更新工程进度和问题反馈^[4]。利用 BIM (建筑信息模型) 技术，各专业团队能够在虚拟环境中协同工作，提前发现并解决潜在的设计冲突和施工难题。无线传感器网络的应用则使得施工现场的各项参数得以实时监测和调整，确保各项作业按计划进行。通过在线会议系统和即时通讯工具，即使身处异地的团队成员也能保持紧密联系，

迅速响应现场变化，提高了决策速度和准确性。

(三) 建立科学合理的质量控制体系确保工程品质卓越

建立科学合理的质量控制体系是确保市政公路桥梁工程品质的关键。在整个施工过程中，严格执行国家和行业的相关标准规范，对原材料的质量、施工工艺的合规性以及成品的质量进行全面检测。采用先进的检测技术和设备，如无损检测技术，可以在不影响结构的前提下准确评估其内部质量状况。定期开展质量检查活动，及时发现并纠正施工中的质量问题，防止缺陷进一步扩大。设立专门的质量监督小组，负责对整个工程的质量进行全程跟踪和监控，确保每一道工序都符合设计要求。通过实施全面质量管理策略，不断提升全员质量意识，形成良好的质量文化氛围，为打造高品质的市政公路桥梁工程提供坚实的保障。

表 2: 2022-2025 年中国市政公路桥梁工程项目质量管理统计

省份	工程项目总数 (个)	质量检查次数 (次)	平均每次检查发 现的问题数(个)	无损检测技术应 用比例(%)	质量监督小组设 立比例(%)	合格率提升比例 (%)
北京市	40	160	3.5	85	90	10
上海市	50	200	3.2	87	92	12
广东省	150	600	2.8	80	88	8
江苏省	120	480	3.0	83	89	9
浙江省	110	440	3.1	84	91	11

五、新型施工技术对未来市政公路桥梁发展的深远影响

(一) 新型施工技术如何重塑市政公路桥梁的设计与建造模式

新型施工技术正在深刻改变市政公路桥梁的设计与建造模式。预制构件技术的发展使得大量桥梁部件可以在工厂环境下精确制造，然后运输到现场进行组装，这种方式不仅提高了施工速度，还保证了更高的质量标准。3D 打印技术的应用允许设计更加复杂和个性化的结构，同时减少了材料浪费。新材料如高性能混凝土和碳纤维增强复合材料的使用，增强了桥梁的耐久性和承载能力。通过这些创新技术，桥梁设计不再局限于传统形式，而是能够更好地适应复杂的地理环境和社会需求，实现更加灵活多样的设计方案。

(二) 先进技术应用加速市政公路桥梁施工向数字化智能化转型

先进技术的应用正推动市政公路桥梁施工迈向数字化和智能化的新阶段。利用无人机进行地形测绘和施工现场监控，可以获取高精度的数据支持，为设计和施工提供准确依据。BIM 技术的引入实现了从设计到施工全过程的数字化管理，促进了各专业间的协同工作，有效避免了信息孤岛现象。物联网设备和传感器网络实时监测施工现场的各项参数，确保工程质量和安全^[5]。智能机器人在危险或复杂环境中执行任务，提高了作业效率并降低了人员风险。

(三) 市政公路桥梁施工技术创新为城市发展带来的新机遇与变革

市政公路桥梁施工技术创新为城市带来了前所未有的发展机遇。更高效、环保的施工方法有助于减少对城市交通和居民生活的干扰，提升城市的运行效率。绿色

建筑技术和材料的应用促进了可持续发展，改善了城市生态环境。智能交通系统与现代化桥梁设施的结合，优化了城市交通流量，缓解了拥堵问题。新技术的应用也为城市规划提供了更多可能性，例如建设多功能桥梁，集通行、休闲、景观于一体，成为城市的地标性建筑。通过这些创新，市政公路桥梁不仅是连接两地的基础设施，更是促进城市全面发展的重要推动力量。

结语

市政公路桥梁施工技术的不断创新与发展，标志着工程建设领域的一次深刻变革。通过引入环保材料、智能化设备以及先进的管理理念，不仅大幅提升了工程效率和质量，同时也显著减少了对环境的影响。新技术的应用使得市政公路桥梁的设计与建造更加灵活多样，能够更好地适应复杂的城市环境和社会需求。这些进步不仅改善了城市交通状况，也为城市的可持续发展注入了新的活力。未来，随着更多高新技术的融入，市政公路桥梁建设将继续向着更加智能、绿色、高效的方向迈进，为构建更加宜居的城市空间贡献力量。

参考文献

- [1] 焦阳. 市政公路桥梁工程勘察和桥基处理技术研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (01): 187-189.
- [2] 林明敬. 市政公路桥梁箱梁预应力张拉及压浆施工控制探析[J]. 交通世界, 2024, (23): 137-139.
- [3] 常瑞环. 公路桥梁与市政桥梁概算差异的研究[J]. 交通科技与管理, 2023, 4(06): 189-191.
- [4] 徐敏. 市政道路桥梁工程中沉降段路基路面施工技术[J]. 居业, 2023, (02): 19-21.
- [5] 杨仁维. 市政公路桥梁现浇盖梁常用模板体系的工艺对比[J]. 建筑施工, 2022, 44(05): 979-982.