工程与管理科学
Engineering and Management Science
第 8 卷◆第 10 期◆版本 1.0◆2026 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2705-0637(P) / 2705-0645(O)

市政路桥工程施工中的预应力技术应用研究

薛海华
新疆北新路桥集团股份有限公司　四川省成都市　611530

DOI：10.32629/ems.v8i10.22598

［摘　要］在城市化建设高速推进的背景下，市政路桥工程作为城市交通路网的核心载体，其施工质量、结构稳定性与服役寿命直接关乎城市交通运行效率与居民出行安全。预应力技术凭借优化结构受力、降低构件开裂概率、缩减工程造价、适配大跨度施工场景等显著优势，已成为现代市政路桥工程施工的核心关键技术。相较于传统施工工艺，预应力技术能够通过预先对混凝土结构施加压应力，抵消外部荷载产生的拉应力，有效弥补混凝土材料抗拉性能薄弱的缺陷，大幅提升路桥结构的承载能力与耐久性。

［关键词］市政路桥；施工；预应力技术

引言

随着我国新型城镇化建设的持续深化，城市交通基础设施建设规模不断扩大，市政道路、桥梁工程的建设标准愈发严苛，不仅要求工程满足基础通行功能，更对结构稳定性、抗震性、耐久性及美观性提出了更高要求。预应力技术的出现有效破解了这一行业痛点，该技术通过人工预先施加应力的方式，改变混凝土结构的初始受力状态，从根本上改善结构力学性能，抑制结构裂缝产生与扩展，同时能够减轻结构自重、减少建材消耗，契合市政路桥工程绿色化、精细化、长效化的建设发展趋势。

1 市政路桥工程中预应力技术的应用原理与核心优势

当路桥结构后期承受车辆荷载、自重荷载、风力荷载及温度应力等外部作用力时，预先施加的预压应力可有效抵消外部荷载产生的拉应力，让混凝土结构长期处于受压或低拉应力状态，彻底规避混凝土抗拉性能差导致的结构开裂问题。在市政路桥工程施工中，预应力技术的应用优势极为突出，首先是显著优化结构力学性能，能够大幅提升路桥梁板、承台等核心构件的承载能力、抗弯性能与抗疲劳性能，有效减少结构变形、沉降、裂缝等病害，大幅延长工程服役寿命；其次是减轻结构自重、节约工程成本，采用预应力技术可减小构件截面尺寸、降低钢筋与混凝土用量，在保障结构安全的前提下，有效缩减工程建材成本与施工造价，适配大跨度、大荷载的市政路桥施工场景；再者是提升工程施工适配性，预应力技术可灵活应用于新建路桥施工、老旧路桥加固改造、装配式路桥构件施工等多种场景，能够适配城市复杂施工环境，减少施工对周边交通、居民生活的干扰。

2 预应力技术在市政路桥工程中的主要应用场景

2.1 预应力技术在桥梁主体结构施工中的应用

桥梁是市政路桥工程的核心构筑物，大跨度箱梁、T 梁、连续梁、空心板梁等主体构件是预应力技术的主要应用载体，也是保障桥梁整体稳定性的关键部位。在市政桥梁主体结构施工中，预应力技术主要采用后张法施工工艺，针对桥梁梁板结构进行预应力张拉作业，通过在梁板内部预留孔道、穿设钢绞线、张拉锚固、压浆封锚等一系列工序，让桥梁梁板形成稳定的预应力受力体系。对于城市跨河桥、跨路桥等大跨度桥梁而言，传统钢筋混凝土结构极易在跨中位置出现拉应力集中，导致梁板开裂、下挠变形，而预应力技术可通过精准施加预压应力，抵消跨中荷载产生的拉应力，有效控制

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

梁板变形量，提升桥梁整体承载性能。同时，在桥梁墩柱、承台等关键结构施工中，预应力技术也可发挥加固作用，通过竖向预应力张拉，提升墩柱结构的抗压、抗倾覆能力，增强桥梁整体抗震性能。目前，绝大多数市政城市桥梁均采用预应力混凝土结构，既满足了大跨度通行需求，又保障了桥梁结构的长期稳定性，适配城市高频次、大流量的交通通行场景。

2.2 预应力技术在老旧路桥加固改造中的应用

随着城市交通流量逐年激增，早期建设的市政路桥工程因建设标准偏低、长期荷载碾压、自然环境侵蚀等因素，普遍出现结构老化、承载力不足、裂缝破损、沉降变形等问题，无法满足现代城市交通通行需求，而拆除重建成本高、工期长、对交通影响大，因此预应力加固改造技术成为老旧路桥提质升级的最优方案。预应力加固技术区别于传统粘贴钢板、外包混凝土等被动加固方式，属于主动加固技术，通过在老旧路桥病害构件外部增设预应力钢绞线、张拉锚固，对原有结构施加额外预压应力，抵消结构内部残余拉应力，修复原有裂缝并抑制裂缝进一步扩展，同时提升原有结构的承载能力与刚度。在实际施工中，针对路桥梁板弯曲裂缝、剪切裂缝、桥面沉降变形等病害，可通过体外预应力张拉的方式，快速优化结构受力状态，无需大面积破除原有结构，施工工期短、作业范围小，能够最大程度减少对城市交通的封堵影响。

2.3 预应力技术在市政道路工程施工中的应用

预应力技术不仅广泛应用于桥梁工程，在市政主干道、快速路、交叉口路面及路基施工中也得到常态化应用。市政道路长期承受车辆反复碾压、温度干湿交替变化，极易出现路面开裂、路基不均匀沉降、板块拱起等病害，影响道路通行舒适度与安全性。将预应力技术应用于道路混凝土面板施工，可通过在路面混凝土板块内部布设预应力筋，预先施加预应力，抵消温度应力与车辆荷载产生的拉应力，有效抑制路面裂缝产生，提升混凝土路面的整体性与抗变形能力。同时，在市政道路软土路基处理、高填方路基施工中，预应力锚固技术可用于路基加固，通过预应力锚杆、锚索张拉固定，约束路基土体位移，提升路基整体稳定性，减少路基不均匀沉降问题。相较于普通混凝土路面，预应力混凝土路面结构整体性更强、病害更少、服役寿命更长，能够有效降低市政道路后期养护维修成本，适配城市主干道大流量、高负荷的通行需求。

3 市政路桥工程预应力施工关键技术要点与质量控制策略

3.1 施工前期准备与材料设备质量管控

施工前期准备工作是保障预应力施工质量的基础，直接决定后续张拉、锚固、压浆等工序的施工精度，必须落实全方位质量管控。首先是原材料质量把控，预应力施工核心材料包括高强度低松弛钢绞线、锚具、夹具、压浆水泥、外加剂等，所有进场材料必须具备出厂合格证、检测报告，进场后需按照规范要求进行抽样复检，钢绞线重点检测力学性能、松弛率、直径偏差，锚具重点检测硬度、锚固性能、疲劳性能，杜绝不合格材料投入施工。其次是施工设备校验，预应力张拉所用的千斤顶、油压表、张拉仪等设备必须定期校验，确保设备精度满足施工规范要求，张拉设备需配套标定、配套使用，避免因设备精度偏差导致预应力张拉值超标。同时，需结合市政路桥工程施工图纸与现场工况，优化施工方案，明确张拉参数、张拉顺序、压浆压力、养护时长等关键指标，针对城市复杂施工环境制定专项施工预案，提前清理施工现场障碍物，做好孔道预留定位测量放线工作，保障后续施工工序有序推进。此外，需对施工人员进行专项技术交底与岗前培训，确保施工人员熟练掌握预应力施工工艺、操作规范

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

与质量标准，规避人为操作失误引发的质量问题。

3.2 核心施工工序精细化技术管控

预应力施工工序繁杂，各环节关联性极强，任一工序施工不规范都会引发预应力损失、结构受力不均、孔道堵塞等质量问题，因此必须落实全流程精细化管控。在孔道预留环节，需严格按照设计坐标固定波纹管，确保波纹管位置精准、固定牢固，避免混凝土浇筑过程中出现位移、变形、破损，同时做好管口封堵，防止水泥浆渗入孔道造成堵塞。在穿束施工环节，需控制穿束速度，避免钢绞线扭曲、磨损、错位，保障钢绞线顺直均匀受力。在张拉施工环节，严格遵循“分级张拉、匀速张拉、稳压锚固”的施工原则，采用应力与伸长量双控标准，实时监测张拉应力与钢绞线伸长量变化，张拉过程缓慢匀速，避免过快张拉导致应力集中、钢绞线受损，张拉完成后稳压足够时长，确保预应力应力稳定传递，若出现应力偏差超标、伸长量异常等问题，需立即停止施工，排查整改后方可继续作业。在压浆与封锚环节，严格控制水泥浆配合比、水灰比与压浆压力，采用真空压浆工艺保障孔道压浆密实饱满，杜绝空鼓、漏浆问题，压浆完成后及时清理锚具、浇筑封锚混凝土，做好结构防护，避免预应力筋锈蚀，保障预应力体系长期稳定。

3.3 施工后期养护与质量问题整改优化

预应力施工完成后的养护与质量检测是保障工程最终质量的关键环节，能够有效规避后期结构病害，巩固预应力施工效果。施工完成后需及时开展混凝土养护工作，根据现场温度、湿度环境制定专项养护方案，常规环境下养护时长不少于 7d，高温、低温、阴雨天气需适当调整养护方式，做好保湿、保温、防雨防护，避免混凝土出现收缩裂缝、温度裂缝，保障混凝土强度稳步提升。同时，需建立完善的质量检测机制，对预应力施工成品进行全面检测，重点检测预应力损失值、结构应力分布、梁板变形量、孔道压浆密实度等关键指标，对比设计标准核查施工质量，确保各项指标均符合规范要求。针对检测过程中发现的预应力损失超标、压浆不密实、结构轻微变形等质量问题，需及时分析问题成因，制定针对性整改方案，快速完成整改修复。此外，需建立施工档案，完整记录原材料检测数据、张拉参数、施工工序、养护记录、质量检测结果等信息，实现施工全过程可追溯，同时总结施工过程中的技术难点与问题短板，持续优化施工工艺，为后续同类市政路桥预应力工程施工提供经验借鉴。

结语

综上所述，预应力技术凭借优化结构受力、提升工程质量、节约建设成本、适配多场景施工的核心优势，已成为市政路桥工程施工中不可或缺的关键技术，对提升市政路桥结构稳定性、延长工程服役寿命、保障城市交通安全运行具有重要现实意义。在未来城市交通基础设施建设中，随着施工技术与设备的不断革新，预应力技术将朝着精细化、智能化、绿色化方向持续发展，施工精度与施工效率将进一步提升。后续仍需结合市政路桥工程的复杂施工场景，持续优化预应力施工工艺，完善质量管控体系，不断提升预应力技术应用水平，为我国市政交通工程高质量发展提供坚实的技术保障。

[参考文献]

[1]陈宙洲.浅析市政路桥施工中预应力技术的应用[J].四川水泥,2019,5:39.

[2]臧胜高.浅析市政路桥施工中预应力技术的应用[J].工程建设与设计,2017,14:138-139.

[3]石峰.市政路桥施工中预应力技术的应用探析[J].建筑与装饰,2022(20):111-113.

[4]李彦荣.市政桥梁工程中预应力张拉施工技术研究[J].建材发展导向,2023,21(1):3.

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.