

# 道路桥梁施工中的预应力技术应用与优化策略

薛 顺

重庆交通建设（集团）有限责任公司 重庆 401121

**【摘要】：**道路桥梁施工中的预应力技术应用优化是提高施工效率、降低成本、提升结构性能和安全性的主要手段。预应力技术广泛应用于桥梁工程中，特别是在承载力、抗裂性和耐久性方面具有显著优势。为了进一步提升预应力技术在道路桥梁施工中的应用效果，需要采取一系列优化策略。本文结合道路桥梁施工中的预应力技术应用与优化策略进行分析，以供参考。

**【关键词】：**预应力技术；道路桥梁；道桥施工；优化策略

**DOI:**10.12417/2811-0528.24.22.022

## 1 工程预应力施工技术实践

### 1.1 预应力技术应用于受弯构件

预应力技术在受弯构件中的应用是通过将预应力钢筋（如钢绞线或钢筋）张拉后施加在混凝土中，使得混凝土构件在使用过程中始终处于压应力状态。这样可以有效地抵抗外部荷载引起的拉应力，从而提升结构的承载能力和耐久性。受弯构件常见的应用包括桥梁、楼板、梁等。

### 1.2 张拉

张拉是预应力施工的关键环节。张拉过程通过使用张拉设备（如液压千斤顶）将预应力钢筋或钢绞线拉伸至设计要求的张拉力和伸长值。张拉操作后，钢绞线被固定在锚具中，并确保其受力符合设计规范。张拉的质量直接影响到预应力构件的性能，因此张拉力的控制、设备的校准以及操作人员的专业性至关重要。

### 1.3 压浆施工

钢绞线在混凝土中埋设时，容易受到水分、氧气及其他腐蚀性物质的影响。通过压浆施工，将钢绞线包裹在水泥浆护套中，能够有效隔离外界腐蚀源，避免钢绞线的锈蚀。压浆后的钢绞线形成密实的保护层，能够减少水分和空气的渗透，提升预应力混凝土结构的抗渗透性、抗冻性和抗化学侵蚀性。通过压浆，使得钢绞线和混凝土之间形成牢固地结合，从而保证预应力的传递效果，确保结构的长期稳定性和承载能力。压浆材料通常为水泥浆，通过压浆泵将浆料注入钢绞线管道中，确保浆料完全充填并将气泡排出，形成密实的护套层。压浆施工要严格控制浆料的配比、流动性和施工时间，确保预应力系统的有效性。在压浆完成后，钢绞线管道两端要进行密封处理，防止浆料泄漏或外部空气进入。完成后，保持压浆区域的湿润，避免水泥浆在早期固化时过快干燥影响强度，需要进行养护，确保水泥浆的强度和耐久性。

### 1.4 施工钢绞线材料和锚具的选择

钢绞线是预应力施工中常用的材料，具有高强度和较好的抗拉性能。选择合适的钢绞线材料（如高强度钢绞线、镀锌钢绞线等）以及锚具是确保施工质量和后期性能的关键。钢绞线的选材要考虑到抗拉强度、耐腐蚀性和疲劳性能等因素，锚具的选择则应考虑到受力和稳定性。

### 1.5 预应力混凝土加固技术

预应力混凝土加固技术是一种通过外加预应力系统对原有结构进行加固的技术。常用于桥梁、楼房、隧道等结构的维护和修复。加固技术一般包括外包预应力钢绞线、碳纤维增强塑料（CFRP）布加固等方法，能够有效提升结构的承载力和抗裂性能。这种方法的优势在于不需要拆除原结构，可以减少施工成本和周期。

### 1.6 建筑材料加工

建筑材料的加工包括钢筋、钢绞线、混凝土等材料的处理。钢筋和钢绞线需要经过适当的剪切、弯曲、锚固等加工，确保它们符合设计要求。对于预应力施工来说，钢绞线的预处理（如表面清理、涂层处理等）至关重要，这影响到钢绞线与混凝土的粘结性能和使用寿命。

### 1.7 在混凝土箱梁中的应用

混凝土箱梁是桥梁结构中常见的一种形式，通常用于高速公路、铁路桥梁等。预应力技术在混凝土箱梁中的应用主要体现在提高其承载能力和抗裂性能。预应力钢绞线被布置在梁的不同位置，通过张拉使梁在受力时始终保持较为均匀的应力分布，从而有效提高混凝土箱梁的工作性能和使用寿命。

## 2 预应力技术应用中的优化措施分析

### 2.1 优化预应力材料的选择与应用

合理选择钢绞线、钢筋、锚具等预应力材料。近年来，随

着高性能材料的不断发展，选择耐腐蚀、高强度和长寿命的预应力材料成为优化施工的重要方向。例如，采用镀锌钢绞线或不锈钢钢绞线能够提高钢绞线的耐腐蚀性，延长桥梁的使用寿命。使用碳纤维增强塑料（CFRP）和纤维复合材料进行预应力加固，能够有效提升结构的抗疲劳性能，降低材料重量，且具备良好的耐腐蚀性，适用于沿海或其他腐蚀性环境中的桥梁施工。

## 2.2 合理规划和控制张拉工艺

张拉力的准确控制是确保预应力效果的关键。利用高精度张拉设备和张拉力监测系统，确保每根钢绞线或钢筋的张拉力符合设计要求。通过张拉力的实时监测和调整，避免因张拉力过大或过小而导致结构性能下降。在大跨度桥梁中，采用分段张拉技术可以有效控制各个部分的受力状态，减少由于过度张拉带来的混凝土开裂问题。分段张拉可以根据桥梁的施工进度进行灵活调整，确保每一段的受力均匀。对于大跨径桥梁，可以通过合理的施工顺序和施工阶段的划分，减少施工中的变形和内力集中，确保各阶段的荷载均匀分布。尤其在桥梁的主梁、次梁和墩柱等部位，必须考虑其在不同施工阶段的受力情况，科学安排张拉顺序，避免施工中出现应力过大或不均的现象。在复杂的桥梁结构施工中，不同部位的预应力施工应同步进行。通过建立协调机制，确保各工序之间的衔接顺畅，减少因操作不当造成的施工质量问题。

## 2.3 压浆施工的质量控制与优化

优化压浆材料的配比，使用高流动性、低收缩的水泥基压浆材料，提高压浆效果，并确保压浆过程中钢绞线的防腐效果。可以采用加速剂、减水剂等改性材料，以提升浆料的流动性，确保压浆全过程的密实性。通过安装压力传感器和温度传感

器，实时监测压浆过程中的压力变化和浆料的流动性，确保压浆过程的质量。压浆后的养护过程同样重要，应保证浆体的养护湿度和温度，避免早期裂缝的产生。通过传感器、监测设备和数据采集系统，实时收集桥梁施工过程中的各项数据（如张拉力、压浆压力、温度变化等），进行数据分析，优化施工过程和预应力设计。智能化管理系统可以及时发现施工过程中的异常，采取预防措施，减少人为失误带来的施工风险。利用BIM（建筑信息模型）技术，结合预应力施工过程中的三维建模与模拟，提前发现潜在问题，并在施工过程中实时调整施工方案，提高施工精度和效率。

## 2.4 加固技术的创新与优化

在道路桥梁的加固过程中，预应力加固技术已经成为主要的加固手段。通过外加预应力钢绞线或纤维增强复合材料（CFRP）加固，能够大大提高桥梁的承载能力和抗裂性。对于老旧桥梁的加固，预应力加固能够减少施工干扰，延长结构的使用年限。采用无损检测技术（如超声波检测、声波传感等），可以对加固后的桥梁进行全面检查，评估加固效果，确保加固结构的安全性。根据桥梁结构的特点选择合适的锚具，优化锚具设计，提高锚具的承载能力和耐久性。采用高性能锚具能够有效减少锚具失效或腐蚀的风险，延长桥梁的使用寿命。

## 3 结论

综上所述，通过优化预应力技术在道路桥梁施工中的应用，可以大幅度提升桥梁的承载能力、耐久性和施工效率。以上优化策略通过提高材料的选择性、控制张拉工艺、优化施工顺序和强化质量管理等手段，能够有效改善施工质量、降低成本并提高施工安全性。随着技术的不断进步和管理水平的提升，预应力技术在道路桥梁施工中的应用将更加成熟和高效。

## 参考文献：

- [1] 外设自复位构件加固钢筋混凝土框架抗震性能试验研究[J].刘航;范钰麟;韩明杰;曾永璇;张国伟;秦昌安.建筑结构学报,2023(12).
- [2] 基于结构体系的抗震加固方法研究综述[J].张鑫;李书蓉;岳庆霞.建筑结构,2023(19).
- [3] 桥梁结构长期预应力损失中值积分法研究[J].杨明芳;梅大鹏;霍学晋;贡金鑫.世界桥梁,2023(S1).
- [4] 先张法U形梁预应力传递长度的试验研究[J].蓝桂华;陈冬剑;王大鹏;陈浩;赵文文.公路,2023(03).
- [5] 大跨钢-混组合连续梁桥负弯矩区桥面板抗裂技术研究[J].聂鑫;薛志超;庄亮东;尚志强;王宏博.桥梁建设,2022(04).