

# 高速公路大跨径桥梁施工中的预应力张拉控制技术研究

作者：冯林涛

单位：玉溪市江通高速公路有限公司 邮编：653100

**摘要：**随着高速公路路网不断完善，大跨径桥梁应用愈发广泛，此类桥梁跨度大、荷载复杂、结构精度要求高，预应力张拉施工是保障桥梁结构稳定性、承载力与耐久性的核心工序。预应力张拉施工精度直接决定桥梁梁体受力状态，若张拉参数把控不当、施工流程不规范，极易引发梁体开裂、结构变形、预应力损失等质量病害，影响桥梁运营安全与使用寿命。本文结合高速公路大跨径桥梁施工特点，阐述预应力张拉技术的应用价值，分析现场施工常见问题，探究精细化张拉控制技术要点与施工优化策略，总结工程实践管控经验，为同类桥梁预应力施工提质增效提供技术参考。

**关键词：**高速公路；大跨径桥梁；预应力张拉；施工技术；质量控制

## 一、引言

大跨径桥梁是高速公路重难点控制性工程，具备跨度大、柔性强、受力复杂、施工工况多变等特点。预应力施工技术能够有效提升混凝土梁体抗拉性能，减小结构形变，降低桥梁后期裂缝产生概率，是大跨径桥梁施工的核心关键技术。张拉控制作为预应力施工的核心环节，其施工精度、流程规范性直接影响桥梁整体施工质量与结构安全。

在实际施工现场中，受设备精度、人员操作、环境因素、参数管控等影响，预应力张拉极易出现应力偏差、伸长值不达标、预应力损耗过大等问题，造成桥梁结构受力不均，埋下长期安全隐患。严格落实全过程张拉管控，细化施工技术要点，是提升大跨径桥梁施工品质、保障工程达标交付的关键举措。

## 二、大跨径桥梁预应力张拉技术应用优势

### （一）提升桥梁结构承载性能

大跨径桥梁长期承受车辆荷载、温度荷载及风荷载作用，普通混凝土结构易出现拉伸变形与开裂问题。预应力张拉技术通过预先对钢绞线施加拉力，让混凝土梁体形成预压应力，可有效抵消外部荷载产生的拉应力，大幅提升桥梁整体承载力与结构刚度，适配大跨度桥梁的受力需求。

## （二）有效控制结构施工形变

大跨径桥梁现浇梁体自重大、跨度长，施工及运营阶段易出现下挠变形。规范的预应力张拉施工能够平衡梁体自重应力，抑制梁体竖向形变，保障桥梁线型平顺规整，满足高速公路桥梁通车平整度与安全性要求。

## （三）延长桥梁工程使用寿命

精准的预应力张拉可有效规避梁体结构性裂缝，减少雨水、潮气对钢筋及混凝土结构的侵蚀，降低桥梁后期养护维修成本，显著提升桥梁结构耐久性与长期服役性能，契合高速公路工程长效运营建设要求。

# 三、现阶段预应力张拉施工常见问题

## （一）张拉设备精度管控不足

部分施工现场存在张拉设备未定期校验、油压表老化、千斤顶精度偏差等问题，设备计量精度不达标，导致实际张拉应力与设计值偏差较大。同时设备安装不规整、同轴度偏差，会造成钢绞线受力不均，引发局部应力集中问题。

## （二）张拉参数把控不够精准

施工人员存在凭经验施工的问题，张拉分级、持荷时间、张拉速率把控不规范，极易出现超张拉、欠张拉现象。实际伸长值与理论伸长值偏差超标，无法满足双控施工标准，直接影响预应力施工质量。

## （三）现场施工操作不规范

钢绞线穿束不均、孔道堵塞、锚具安装错位等现场问题频发，张拉前隐患排查不到位。部分作业人员未严格按照分级张拉流程施工，持荷稳压时间不足，导致预应力回缩损耗偏大，降低张拉施工有效性。

## 四、大跨径桥梁预应力张拉精细化控制技术要点

### （一）严格落实设备校验与调试

施工前需对千斤顶、油压表、张拉传感器等全套设备进行专业计量校验，确保设备精度符合规范要求，杜绝超期、未校验设备进场施工。施工过程中定期复检设备精度，及时更换老化配件，保障张拉设备运行稳定、数据精准。

### （二）坚持应力与伸长值双控原则

预应力张拉施工需严格遵循以应力控制为主、伸长值校核为辅的双控标准，实际伸长值与理论伸长值偏差需严格控制在 $\pm 6\%$ 范围内，一旦超出偏差范围必须立即停止施工，排查问题整改后方可继续作业[6]。施工人员需精准计算理论伸长值，分级记录张拉数据，保证应力、伸长值双向达标。

### （三）规范分级张拉施工流程

大跨径桥梁预应力筋张拉需遵循对称、分级、缓慢加载的原则，按照预张拉、初张拉、终张拉的流程分步施工，严禁一次性快速加载。每级张拉完成后需保持充足持荷时长，保证钢绞线应力均匀传递，有效降低预应力回缩损耗。

### （四）强化施工现场环境管控

温度、湿度等环境因素会直接影响预应力张拉效果，混凝土强度未达到设计张拉强度严禁开展张拉作业。施工过程中需实时监测混凝土应力状态与结构变形，及时发现裂缝、收缩或回缩效应，并根据反馈调整张拉方案，以保证混凝土结构稳定性与受力均匀性[5]。

## 五、施工质量保障优化策略

### （一）强化人员技术交底与培训

施工前针对管理人员与作业班组开展专项技术交底，明确张拉流程、参数标准、风险要点及偏差处置方式。定期开展实操培训，纠正不规范施工陋习，提升作业人员专业能力，杜绝人为操作失误引发的质量问题。

### （二）建立全过程动态管控体系

建立张拉前、张拉中、张拉后全流程管控机制。张拉前核查设备、锚具、钢绞线质量及混凝土强度；张拉中全程旁站监测数据变化；张拉后及时复核参数、整理台账，形成闭环管控，保障每一道工序合规达标。

### （三）完善施工数据台账管理

安排专人记录每一束钢绞线的张拉应力、伸长值、持荷时间等数据，做到数据真实、台账完整、可追溯。针对偏差数据及时分析原因，优化后续施工工艺，持续提升张拉施工标准化水平。

### （四）引入数字化智能张拉管控手段

随着路桥施工技术不断升级，传统人工张拉模式存在的记录滞后、人为误差较大、管控精度不足等短板逐步凸显，难以适配大跨径桥梁高标准的施工要求。现阶段工程施工现场可引入智能预应力张拉系统，依托自动化设备、传感监测模块与数据终端，实现张拉全过程自动化加载、稳压、卸载，全程无需人工干预，可最大限度规避人工操作带来的各类施工偏差。

智能张拉系统能够实时采集、上传张拉应力、钢绞线伸长量、持荷时长等核心数据，自动对比设计参数，一旦出现数据超标、应力异常等问题，系统会即时预警并自动停机，从技术层面杜绝超张拉、欠张拉等质量问题。同时，系统可自动生成标准化施工台账，实现张拉施工全过程数据可溯源、可复盘，有效弥补人工台账记录疏漏、数据失真等问题。数字化智能管控模式，进一步提升了预应力张拉施工的标准化、精细化水平，为大跨径桥梁结构质量稳定提供坚实的技术保障。

## 六、结语

预应力张拉控制技术是高速公路大跨径桥梁施工的核心技术，施工精度直接关系到桥梁结构安全与长期运营质量。针对现场设备管控不严、参数把控偏差、操作不规范等问题，通过落实设备校验、坚持双控原则、规范分级张拉流程、强化全过程管控等精细化技术手段，可有效提升预应力施工质量，规避结构病害。后续施工中，需持续优化张拉管控工艺，强化现场标准化管理，依托精细化、数字化管控手段提升施工精度，全面保障大跨径桥梁工程建设品质。

## 参考文献

- [1] 冯旭东. 大跨度桥梁施工中预应力张拉控制技术研究[J]. 工程技术研究, 2025, 7(01): 212-214.
- [2] 雷力. 道路桥梁工程预应力施工技术要点分析[J]. 建筑监督检测与造价, 2025(01): 56-58.
- [3] 李军. 大跨度预应力混凝土桥梁张拉施工质量控制研究[J]. 交通世界, 2024(18): 89-91.
- [4] 王浩. 公路桥梁预应力施工常见问题及防控措施[J]. 工程建设与设计, 2025(06): 142-144.