

# 大跨度预应力桥梁施工技术及其质量控制研究

刘亚鹏

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

**[摘要]** 大跨度预应力桥梁是现代桥梁工程中重要的结构形式, 广泛应用于高速公路、城市交通、铁路及水利等领域。桥梁工程规模与技术的提升, 使得大跨度预应力桥梁的施工技术和质量监控变得极其关键。系统研究大跨度预应力桥梁的施工技术, 剖析施工过程中普遍存在的难题及其质量控制关键点。在实施大跨度预应力桥梁建设过程中, 面临的关键性问题包括了材料挑选、施工精度掌控及施工安全防护等多个维度。对于所提出的问题, 文章详细阐述了多项解决方案与严格的质量管控手段, 包括提升施工的精确度、强化施工环节的监督与检验、改进预应力筋的张拉技术等。严格的质量监控与先进的技术应用并行, 保障了桥梁施工的稳固与耐久, 进而显著提升了工程项目的整体品质与效率。

**[关键词]** 大跨度桥梁; 预应力; 施工技术; 质量; 控制

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14533

中图分类号: U448

文献标识码: A

## Research on Construction Technology and Quality Control of Large Span Prestressed Bridges

LIU Yapeng

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

**Abstract:** Large span prestressed bridges are an important structural form in modern bridge engineering, widely used in fields such as highways, urban transportation, railways, and water conservancy. The improvement of bridge engineering scale and technology has made the construction techniques and quality monitoring of large-span prestressed bridges extremely critical. Systematically study the construction techniques of large-span prestressed bridges, analyze the common problems and key quality control points in the construction process. The key issues faced in the construction of large-span prestressed bridges include multiple dimensions such as material selection, construction accuracy control, and construction safety protection. For the issues raised, the article elaborates on multiple solutions and strict quality control measures, including improving construction accuracy, strengthening supervision and inspection of construction processes, and improving the tensioning technology of prestressed steel bars. Strict quality monitoring and advanced technology application go hand in hand to ensure the stability and durability of bridge construction, thereby significantly improving the overall quality and efficiency of engineering projects.

**Keywords:** large span bridges; prestressed; construction technology; quality; control

### 引言

大跨度预应力桥梁由于其优异的结构性能和经济性, 已经成为现代桥梁建设中的重要类型。在城市繁华地带、偏远山区以及需要跨越江河湖海的复杂地貌上, 预应力桥梁因适应性强、减轻自身重量并提升跨越能力, 故而广泛用于工程实践中。施工大跨度桥梁, 因其结构繁复且工艺要求严苛, 预应力筋张拉、混凝土浇筑与结构连接等关键技术环节, 对桥梁品质与安全影响深远。在桥梁施工环节中, 即便是最微小的细节失误, 亦可能对桥体整体功能产生重大影响, 确保桥梁建设质量与安全, 必须深入研究并精通大跨度预应力桥梁的施工技术及其质量控制要点。下文主要针对大跨度预应力桥梁施工技术以及质量控制进行分析和探讨, 以期促进我国桥梁工程的整体质量。

### 1 大跨度预应力桥梁施工技术概述

大跨度预应力桥梁以其较大的跨越能力和优异的结构性能, 在现代桥梁建设中得到了广泛应用。特别是在高速公路、城市交通以及跨江、跨海桥梁工程中, 这种桥梁

结构能够有效克服地形、环境等方面的限制, 减少桥梁的自重和结构占用空间, 从而提高桥梁的通行能力和安全性。大跨度预应力桥梁的施工技术涉及多个方面, 包括预应力筋的张拉技术、混凝土浇筑和养护工艺、桥梁结构的连接技术等, 这些技术要求精度高、复杂度大<sup>[1]</sup>。

施工过程中, 鉴于预应力桥梁的特性, 对各个环节的施工精度与质量需给予高度重视。桥梁的承载能力与耐用程度, 与预应力筋的张拉作业紧密相关, 故而精确控制张拉作业实属关键。施工质量控制, 混凝土浇筑阶段必须确保其均匀性与强度, 同时养护过程亦需精准无误。此外, 在江河水域、高速公路等复杂地形与环境中, 大跨度桥梁的建设常常面临施工环境的诸多不确定性, 这些因素对施工技术构成了严峻的挑战。

实施大跨度预应力桥梁的建设, 施工技术需融入现代化施工设备, 诸如大型吊装设施、张拉工具、监控体系等, 以保障施工品质, 实施这些设备的精准操控, 显著提高了施工的效率, 并确保了工程品质的稳定。信息技术的发展

催生了计算机辅助设计(CAD)、三维建模以及施工管理软件的应用。这些技术的融合使得大跨度桥梁的施工规划、过程监控与质量控制变得更加精细和科学。

## 2 大跨度预应力桥梁施工的关键技术

大跨度预应力桥梁的施工涉及多个复杂的技术环节,其中最为关键的技术包括预应力筋的张拉技术、混凝土浇筑与养护技术、施工精度控制技术以及施工过程中的安全保障技术。预应力筋的张拉技术是大跨度桥梁施工中的核心技术之一。张拉过程直接影响桥梁的承载力、稳定性及耐久性。施工环节中,对张拉力的精确度、张拉作业的顺序安排以及张拉完成后的应力分布状态,均需通过精确计算与严格调控。张拉预应力筋时,无须借助高精度的张拉工具,并通过传感器对张拉全过程的各项数据进行实时监控,以此保障每一根预应力筋的张拉力度均能满足既定设计规范<sup>[2]</sup>。

混凝土浇筑与养护技术同样是施工中不可忽视的技术环节。在浇筑作业中,务必保证混凝土质量达标,以免产生蜂窝、麻面以及裂缝等现象,浇筑成型的混凝土必须经过精确养护,以防外界环境对其硬化进程造成干扰,从而保障其强度与耐久性的实现。温控养护技术实施,有效预防温差诱发的裂缝,显著增强混凝土密实度与整体品质。

施工安全保障技术则是在大跨度预应力桥梁施工过程中不可忽视的另一个技术要点。在复杂施工环境及庞大施工规模下,桥梁工程的安全挑战尤为突出,施工现场人员培训、应急响应预案的制定以及先进安全监控系统的应用,共同构筑了一道防止施工安全事故发生的坚实防线。施工现场的安全技术涵盖了机械设备的管理以及人员操作规范,这些措施的实施显著减少施工风险,保障工程有序推进。施工大跨度预应力桥梁,技术要求严格,涉及张拉、混凝土浇筑以及精度控制与安全保障等多个层面。

## 3 大跨度预应力桥梁施工中的质量控制要点

### 3.1 材料质量控制

在大跨度预应力桥梁施工过程中,材料的质量控制至关重要,因为桥梁的结构安全和使用寿命直接依赖于各类建筑材料的质量。在预应力桥梁中,常见的主要材料包括预应力钢筋、混凝土、钢结构等,每一种材料的选择、配比及加工工艺都需要严格把控,以确保桥梁的整体稳定性与耐久性。材料的质量不仅影响施工的进度和效果,还会在长期使用过程中对桥梁的安全性产生深远影响<sup>[3]</sup>。

预应力钢筋是大跨度桥梁施工中的关键材料。桥梁的承载能力与预应力钢筋品质紧密相连,其耐用年限亦受其影响显著,为了确保其质量,离不开对钢筋生产及检验环节的严苛管控。在生产环节的每个步骤中,对原材料的挑选均需严格遵循既定的规范,确保整个生产流程符合相应标准。在实施钢筋拉伸、焊接与连接作业时,务必实行周期性抽样检验,以保证钢筋力学性能达标设计规范。为保

障钢筋在储存及运输环节的安全,必须实施恰当的防护手段,以防止其发生受潮和锈蚀等状况。混凝土材料的品质把控至关重要,此环节被视为至关重要的步骤,在桥梁建设领域,混凝土配比设计、生产过程控制、运输以及浇筑等关键环节均能对桥梁的整体强度与耐久性产生显著影响。为确保材料质量,必须严格控制水泥、砂、石料与水的配比,使之契合既定设计规范。在大跨度桥梁施工领域,对混凝土的流动性和凝固时间实施优化,以适应不同气候与温度环境,旨在确保混凝土在浇筑环节能彻底填满模板,防止产生气泡与裂缝等不良状况。

在钢结构方面,其质量控制包括材料的选择、制造工艺以及安装精度的控制。大跨度桥梁的桥面、支撑与连接部位,普遍采用钢结构,此结构需具备卓越的耐腐蚀性能与抗拉能力。采购钢材时,务必依照设计图纸的规定执行,且每一批次的钢材必须经历机械性能测试,诸如拉伸与冲击试验等,以此保障其力学性能符合既定设计标准。施工现场应建立严格的材料质量检测体系。无论是材料进场前的抽样检测,还是施工过程中的监控检查,都应确保每一批次材料都符合技术要求。对材料进行严谨的检验,不仅要确保其细节无遗漏,而且需具备迅速发现并纠正问题的敏锐性。借助现代的检测技术,诸如X射线、超声波检测等,能够对材料的内在品质进行实时监控,以预防可能的质量风险。

### 3.2 施工过程监控与检测

大跨度预应力桥梁的施工过程具有较高的复杂性和精密性,在每一个施工环节都需要进行严格的监控和检测,以确保工程的质量达到设计要求。施工过程的监控与检测技术包括但不限于结构的位移、张拉力、混凝土的浇筑质量、施工环境的监控等方面。通过合理应用现代化的监控技术和检测设备,能够实现施工过程的实时监控、数据采集和分析,从而在施工中发现潜在的质量问题并及时进行调整<sup>[4]</sup>。

位移监测与控制是施工过程中的重要环节,特别是对于大跨度桥梁来说,桥梁结构的变形、位移等都需要精确监控。桥梁构件的位移变化情况,在施工阶段得以通过位移传感器、倾斜仪等设备实时监测,桥梁结构的安全性与位移变化息息相关。尤其在预应力钢筋张拉阶段,若位移未得到妥善控制,极有可能引发结构变形加剧,进而产生裂缝等质量问题。因此,施工期间,务必借助监测设备严格控制结构变形,使之始终控制在预设的安全标准内,桥梁的承载力和稳定性,在很大程度上受预应力筋张拉过程的直接影响,因而对张拉力的精确操控显得尤为关键。在施工环节,运用张拉设备和传感器对每根钢筋的张拉力进行实时监控,旨在保证其符合设计规范要求。

混凝土浇筑过程的监控也是施工过程中的关键环节。桥梁的整体强度与耐久性,均受混凝土浇筑质量的直接影响,实时监控混凝土浇筑过程,确保其均匀性与密实性,

从而有效避免气泡与空洞等不良缺陷的产生。实时监控系统有效捕捉混凝土的温湿度及浇筑速率关键数据,助力施工人员即时优化施工策略。在养护阶段,混凝土的实时监控至关重要,以保障其强度满足设计要求。在施工环节,环境监控作为关键组成部分,扮演着至关重要的角色,在诸如高温、高湿、严寒等恶劣气候条件下,桥梁建设作业往往开展,此类气候状况对施工品质造成显著影响。施工现场实时获取的气象监测设备所提供的环境数据,为施工团队制定适应性施工方案及实施环境保护措施提供了有力支持,从而保障施工的顺畅进行。桥梁建设领域采纳施工过程监控与检测技术,显著提升了施工精度与效率。

### 3.3 施工后期养护与检验

大跨度预应力桥梁的施工后期养护与检验是确保其长期稳定性和使用安全的重要步骤。在桥梁建设的这一关键阶段,必须严格进行各项检验,以确保其未来长期稳定运行。在桥梁工程竣工后,其基本承载能力虽已形成,然为确保其后续使用期间的性能与安全,不可或缺地需实施科学合理的养护与检验程序,以维持桥梁结构与功能的始终处于最优状态。桥梁材料的保养维护,其核心在于遏制老化进程、裂缝的蔓延以及环境要素对桥梁结构的潜在影响。完成混凝土浇筑作业后,需在既定时间范围内执行养护程序,旨在确保其结构强度得以充分展现。在养护阶段,必须严格调控环境湿度与温度,以防止过早出现干裂以及温差裂缝<sup>[5]</sup>。

预应力钢筋受力过程中会产生较大的应力,长时间的使用会导致钢筋的疲劳和腐蚀。因此,定期检查预应力钢筋的状态,及时进行维护或更换,能够有效延长桥梁的使用寿命。施工团队在养护期间,针对预应力钢筋采取防腐与加固手段,以抵御外界环境侵害,对桥梁实施周期性的审查与评估,既有利于提前识别可能存在的安全隐患,亦有助于为后续的养护工作积累宝贵资料。对桥梁进行结构审查时,需对裂缝、变形、沉降等现象进行全面查验,采纳现代检测技术,诸如超声波检测、X射线检测等,旨在深入洞察桥梁内部实况,以便及时发现并处理结构性瑕疵。为确保设计要求的达成,需对预应力钢筋的张拉力实施周期性检测,大跨度预应力桥梁的稳定运营,仰赖于施工完成后的精心养护与严格检验。

### 3.4 桥梁结构的检测与评估

桥梁结构的检测与评估是确保桥梁在长期使用过程

中保持良好性能的重要环节。结构构成的大跨度预应力桥梁,自投入应用以来,在持续荷载作用、环境变动及自然灾害等多重因素共同作用下,逐渐呈现出不同程度的结构损伤现象。通过定期执行结构检测与评价流程,能够有效识别可能的缺陷,进而预防事故的触发。桥梁结构检测包括对桥梁的整体状况进行检查,特别是对预应力钢筋、混凝土结构以及关键支撑点进行详细检测。通过现代化的检测设备,如激光扫描仪、超声波、X射线等,能够高效、精准地检测桥梁的内外部状况,及时发现裂缝、腐蚀、损伤等问题。桥梁检测完毕,进而依据其设计规格与实际应用状况,对结构性能实施全面评估。桥梁结构评估不仅需审视其现时状态,亦需预见其未来走向,诸如荷载的提升、使用周期的延长等要素亦不容忽视。在评估过程中,有限元分析法与疲劳分析等手段被运用,以模拟桥梁在各种使用情境下的表现,进而对桥梁的风险及损坏走向进行预测<sup>[6]</sup>。

## 4 结语

大跨度预应力桥梁的施工技术涉及多个环节,需要在技术选型、施工过程控制、质量监控等方面不断创新和完善。通过科学的质量控制体系,可以最大限度地保障桥梁施工质量,确保桥梁在使用过程中的安全性和耐久性。因此,在今后的桥梁建设中,必须加强技术创新、提高施工管理水平,并进一步优化质量控制措施,以适应日益复杂的交通需求和桥梁建设的挑战。

### 【参考文献】

- [1]张勇,吕兵,邵应自,等.大跨度预应力混凝土梁施工技术 with 质量控制[J].中国住宅设施,2022(12):93-95.
  - [2]张瑞兵.大跨度预应力混凝土连续梁桥施工技术及其质量控制[J].工程机械与维修,2022(6):270-272.
  - [3]罗钦炎.大跨度预应力混凝土梁施工技术及其质量控制探究[J].中国建筑金属结构,2020(12):116-117.
  - [4]白文虎.大跨度预应力桥梁施工工艺与质量控制研究[J].山东工业技术,2019(4):131.
  - [5]霍银根.大跨度预应力桥梁施工工艺与质量控制探析[J].山西科技,2018,33(1):142-144.
  - [6]王翔.大跨度预应力桥梁工程中的施工工艺及质量控制分析[J].四川水泥,2017(10):80.
- 作者简介:刘亚鹏(1991.5—),毕业院校:武汉理工大学,所学专业:建筑工程,当前就职单位:新疆生产建设兵团交通建设有限公司,职称级别:中级工程师。