

预应力技术在道路桥梁施工中的应用分析

张伟鹏

新疆北新顺通路桥有限公司，新疆乌鲁木齐，830000；

摘要：道路桥梁施工不仅要求结构安全可靠，还需要在满足各大城市日益增长的交通需求基础上提高使用寿命与降低维护成本，这些需求进一步推动了预应力技术在道路桥梁施工中的广泛应用。基于此，笔者结合自身研究总结，对预应力技术在道路桥梁施工中的应用进行深度剖析，希望能够对相关人士有所帮助和启发。

关键词：预应力技术；道路桥梁工程；钢绞线

DOI: 10. 69979/3029-2727. 24. 08. 012

1 预应力技术在道路桥梁施工中的优势

1.1 提升结构耐久性与承载力

预应力技术通过在混凝土结构中施加预应力的方式能够有效平衡外力作用，避免混凝土在巨大拉力作用下出现开裂现象，从而提升道路桥梁的整体结构耐久性和承载力，延长道路桥梁的使用寿命。

1.2 降低自重与节约材料

预应力技术不但可以提升道路桥梁的结构性能，还能大幅降低其自重，这一特点对于提高桥梁的跨越能力尤为重要，也使得桥梁能够更轻松跨越更宽广的河流或峡谷。此外，在抗震性能方面，较轻的自重意味着较小的地震作用力，在一定程度上增强了桥梁的抗震稳定性。同时，预应力技术通过减少混凝土使用量的方式能够有效节约建筑材料，降低工程造价并实现经济效益与环境效益的双赢。

1.3 增强抗裂性能与抗渗性能

预应力混凝土结构凭借其独特的优势在道路桥梁工程中展现出优异的抗裂性能和抗渗性能，施工团队通过在混凝土中施加预应力可以形成压应力区域，从而抵消外力作用下的拉应力，避免裂缝产生。此外，预应力技术不仅能够强化结构的整体强度，还能显著提升混凝土的密实度和防水屏障效能，为抵御水分渗透和侵蚀筑起一道坚实的防线，这一系列特性无疑为道路桥梁等基础设施的耐久性与使用寿命带来了质的飞跃。

2 预应力技术在道路桥梁施工中的应用

2.1 工程概况

某连续桥梁工程位于高铁线路的关键节点，跨度为40m+60m+40m，需要承受高速列车带来的高频率和高强度的动态荷载。原设计采用后张有粘结预应力筋，但项目团队在施工过程中发现其存在灌浆不易密实、预应力筋易腐蚀等问题，无法保证施工质量与耐久性，因此决定采用预应力筋进行替代，以提升桥梁的耐久性和安全性。

2.2 配置张拉系统

在施工流程中，预应力张拉配置策略经过智能优化后变得极为关键，这一策略的核心组成部分包括高密度的液压千斤顶、动力强劲且效率高的泵以及技术先进的主控单元，通过应用尖端的物联网技术能够实时、精确地追踪并记录每根钢绞线的制造进展并且能够准确地测量各个张拉设备的压力值。这些实时采集的数据会被立刻送往主控中心，在经过精密的算法深度剖析和处理后得出精确的决策。紧接着，主控单元在接收到泵站传来的指令后会迅速响应并精确地调整变频电机的工作设置，以此来保证加载过程的准确无误以及张力的持续稳定输出^[1]。

2.3 钢绞线下料及穿束施工

在预应力施工项目的关键步骤中，钢绞线的裁剪工作占据着举足轻重的地位，这一环节主要依赖于高精度的砂轮切割机进行操作，并且为了进一步优化切割效果应对强化型锯片加以使用，以此显著提高切割作业的效率并确保切割过程的平稳性。在裁剪钢绞线的过程中，操作人员在距切割边缘 5cm 的位置配置了 20 号钢丝作为额外的加固措施，这对于维护切割后钢绞线的稳固性

和确保切割精度的准确无误起到了至关重要的作用。在组装钢绞线束的每一个步骤中保持每根钢绞线的平直度是至关重要的细节,操作人员必须确保在组装期间钢绞线不出现任何弯曲并且线束之间的间隔被精确地维持在 1.5 至 2m 的适宜区间内^[2]。

为增强线束的稳固性,常见的做法是利用低碳钢丝进行间隔式的绑扎或是运用特制塑料带对线束进行细密包裹来确保线束被均匀覆盖。钢绞线束的伸长量管控是工艺流程中的关键环节,此环节要求两端需同步施行张力调校同时每端需预留出 90cm 的自由伸缩区间,在实际作业中,需依据设计长度与这一预留值的总和来确定切割长度,以此来保障钢绞线束在张力状态下的稳固性与安全性。穿束作业常常借助钢制支撑装置,例如锥形或流线型的套筒来辅助进行,特别是针对带有网套的钢绞线束,其安装过程中的精确度显得尤为重要。在进行穿束操作之前,至关重要的一步是在钢绞线表面均匀地涂上高效的润滑减摩剂以提高穿束的流畅性,这一作业流程的关键在于要确保钢绞线被精确地引导进波纹管中,随后稳妥地将其安置在小直径钢管上加以固定,直至每一根钢绞线都畅通无阻地穿越到达预定的孔位,最终构建成一个稳固而完整的结构体^[3]。

2.4 预应力张拉施工准备

在预应力施工项目的初步阶段施工团队承担着重大职责,必须严格遵守相关行业的规范与技术标准,在此过程中,全面评估预应力钢束的摩擦影响、接头部位的阻力大小以及管道阻力系数是不可或缺的重要环节,所获取的测试数据对于指导后续的施工步骤具有极其重要的参考价值。相关人员依据全面且细致的测试评估结果需要进行严密的张拉力度校准作业,以保证预应力值既准确无误又满足实际应用需求。技术专家需要借助先进的计算手段对理论张拉伸长量及预应力值进行精确无误的计算并反复校验,在小型预制小箱梁的生产试验阶段必须持续监控两孔道路桥梁管道的阻力变动情况,通过对这些数据的深入分析可以更加明确地了解预应力损耗的具体状况,进而为后续的施工流程提供坚实的数据后盾^[4]。

在正式启动张拉作业之前,施工团队必须先对结构的弧度实施精确的标定,待张拉工作结束后还需再次进

行测量,通过将前后两次的测量结果进行比对有助于迅速发现任何潜在的问题并及时进行修正。此外,锚固装置的清洁程度也至关重要,必须彻底清除其上附着的所有杂质以及残留的砂浆。在开展测量工作之前,所有测量仪器都必须通过严格的性能试验,在安装锚具和千斤顶的过程中,施工团队还需保证钢绞线表面干净无污染并确认张拉孔的规格准确无误,从而规避可能的安全风险。在两端进行张拉操作时,为了保持张拉过程的同步性和精确度,施工团队需要在每次压力增加 5MPa 时执行一次精度校验程序。

2.5 张拉施工控制

摩擦系数对于张拉过程的稳定性与最终结果的可靠性具有直接影响,因此在张拉作业开始前要对其进行详细检验。在初始张拉阶段,施工人员需以严谨细致的态度逐步且有序地增加各钢绞线的张力并坚持单向调整,直至所有钢绞线均达到设计张力的 5%这一安全标准,以此来保证钢绞线受力的平衡性。

当正式进入张拉阶段时需要清晰明确地设定每一个级别的张力值,一般而言,张拉程序会从设计应力的 10%起始,渐进提升至 20%,直至最终实现 100%的设计应力目标,在这一有序递增的过程中,精确计算设计的张拉吨位及千斤顶的预期伸长量是确保张拉作业顺利进行的核要素。每次执行张拉操作时,都必须全面记录实际的伸长量与拉力数据并将这些数据与设计理论值进行深入对比,以便迅速识别并调整任何潜在的偏差。此外,在操控张拉装置的过程中必须格外留心油压表的读数,防止其出现剧烈波动对张拉的稳定性和精确性产生不利影响,为了保障测量结果的精准度,所采用的压力表应当满足至少 1.5 级的精度要求。同时,千斤顶实际承受的应力值与设计期望的应力值之间的差值必须被严格限定在一个合理的范围内,这两者之间应当维持一种高度的直线对应关系。完成张拉任务后,需严格对钢绞线的伸长情况进行复查,以保证实测伸长量与理论值的差距保持在规定的 6%以内^[5]。

2.6 压浆施工

在道路桥梁的施工过程中,压浆环节因其核心重要性而往往借助高效且尖端的自动化压浆技术设备来得

以实现。在进行管道压浆施工时优先使用柱塞式压浆机，此类设备凭借其出色的性能能够确保压浆过程的连续性和稳定性，即便在 0.6 至 0.7MPa 的工作压力范围内也能保持平稳无故障地运行，进而有效预防浆体不实和气泡的形成。灌浆作业时，工人们必须时刻留意从对面灌浆孔流出的水泥浆状况，要保证它不含气泡且其黏稠程度须与正在注入的浆体完全一致。为了保障压浆作业的优质与高效，本项目主要采纳了双次压浆技术，在实施压浆过程中，遵循由低至高、自两端朝中心逐步推进的顺序原则。一旦管道压浆达到事先设定的最大压力值就需要维持一段时间的恒定状态，以保证另一端的浆体能够充分饱满地流出，并且要求排气孔所排出的水泥浆的稠密度需满足预设的规范标准。

3 预应力技术在道路桥梁施工中的质量控制措施

3.1 及时清除波纹管堵塞

基于预应力技术的道桥施工过程一旦遭遇波纹管堵塞问题将会影响整体施工质量，因此施工团队首先要依据预应力筋的预设曲线坐标对堵塞的具体位置进行准确标记，并保证标记位置避开结构的关键受力区域。同时，施工人员要使用冲击钻在标记点轻柔打孔，逐步清除堵塞的水泥及杂物，保证钢绞线能顺利通过波纹管并维持必要的伸缩自由度；处理完毕后使用以及微膨胀混凝土仔细封堵新开孔，以防外部水分或杂质渗入。

此外，在预防波纹管堵塞方面，施工准备阶段的细致筹备与全面检查是相当关键的，技术人员在波纹管进场阶段要对其材质与质量进行严格检验，一旦发现任何瑕疵或缺陷问题要及时进行更换。同时，混凝土浇筑前要仔细波纹管的定位准确性、安装牢固性与连接密封性，最大限度内提前排除堵塞风险，确保施工过程的顺畅与结构的安全可靠。

3.2 做好构件检查与保护

做好预应力构件的检查与保护工作能够有效提升道路桥梁工程结构的稳定性与抗裂性能，其检查内容如表 1 所示。

外观检查	①检查构件表面是否平整、洁净，无杂物堆积、杂草蔓生；②观察构件表面的涂装层是否完好，有无损坏、老化变色、开裂、起皮、剥落、锈迹等现象；③检查钢筋是否外露、锈蚀，特别是由于混凝土剥落、开裂或保护层较小等原因造成的钢筋外露情况
裂缝检查	①仔细检查构件是否开裂，记录开裂部位、走向、长度与宽度；②判断裂缝是否为结构性受力裂缝，以及是否存在渗水现象
尺寸与位置检查	①检查预应力筋的长度、直径等尺寸是否符合设计要求；②保证预应力筋的位置准确且无偏移或错位现象
张拉与锚固检查	①检查张拉设备是否完好、张拉过程是否规范；②检查锚固体系是否可靠，有无松动或脱落现象

为保护道路桥梁工程中的混凝土结构免受外界气候、水分等不良因素的影响，导致混凝土出现龟裂、脱落等问题，应采取有效的防护措施，如施加覆盖保护层或喷涂高性能防水剂。这些措施能够显著提升混凝土的耐久性和稳定性。此外，施工团队还需特别关注预应力钢筋的防锈处理，为预防钢筋因锈蚀而导致承载能力下降，可以采用喷涂专业防锈剂或选用镀锌钢筋的方法，这些防锈措施能够有效延长钢筋的使用寿命，确保结构的安全可靠。在桥面防水方面应设置专门的防水层来增强桥面的防水性能，如沥青胶结材料防水层或沥青油毡防水层；定期检查桥面泄水管的状态以保证其无堵塞和破损现象，以防止积水滞留对桥面构件造成潜在的损害。

3.3 适度放松力筋

当施工团队面对预应力筋束断丝问题时需要迅速而准确地定位断丝位置，并据此采取恰当、合理的修正措施来保证结构安全性。具体而言，技术人员需要通过专业的检测设备与详细的检查流程来确定断丝的具体位置，在明确位置后要结合受损钢筋的数量来决定采取何种应对措施。

如果受损钢筋数量较少则意味着结构整体的力学性能并未受到根本性破坏，在这种情况下可以采取相应的补救措施，即：适当放松力筋以减轻对受损区域的压力，并尝试通过适当的超张拉来重新分配预应力，进而在一定程度上弥补断丝带来的不利影响，这种策略旨在通过调整预应力分布，保持结构的整体稳定性和承载能力。但若发现损失钢筋数量较多，以至于无法通过简单的超张拉来解决时就需要及时更换受损的预应力筋束。

表 1 预应力构件的检查内容

这也意味着需要拆除部分已浇筑的混凝土,将受损的预应力筋束暴露出来进行替换;完成替换后重新进行张拉作业,使新的预应力筋束能够正确地施加预应力并恢复结构的完整性和力学性能。

无论是采取放松力筋、超张拉还是更换预应力筋束等措施都需要在严格的质量控制下进行,以确保每一步操作都符合设计规范和 standards。同时,对于预应力筋束断丝这一潜在风险,质检人员在施工前就要对预应力材料进行严格的质量检验,并在施工过程中加强监督与控制,以便能够第一时间发现并处理可能出现的异常情况。

4 结语

综上所述,本文旨在深入分析预应力技术在道路桥梁施工中的应用,探讨其对提升工程质量和延长使用寿命的重要作用,为相关工程实践提供理论支持和实践指

导。

参考文献

- [1] 曾品付,樊润凭. 预应力技术在道路桥梁施工中的应用分析[J]. 四川水泥,2024,(09):167-169.
- [2] 张立同,元文杰. 预应力技术在道路桥梁工程施工中的质量管理研究[J]. 运输经理世界,2024,(23):88-90.
- [3] 赵久敏,张昕琪. 预应力技术在道路桥梁施工中的应用探讨[J]. 建设机械技术与管理,2024,37(03):135-137.
- [4] 陈志良. 道路桥梁预应力技术施工质量管理分析[J]. 工程技术研究,2024,9(12):130-132.
- [5] 黎梓峰. 预应力技术在道路桥梁工程施工中的质量管理研究[J]. 运输经理世界,2023,(36):126-128.