

市政路桥施工中预应力技术的应用探析

阮谦法

温岭市市政环境工程公司

摘要：市政路桥作为城市交通基础设施的重要组成部分，其安全性和耐久性一直是工程设计和施工的核心关注点。预应力技术作为一种现代化的工程手段，在市政路桥建设中得到广泛应用，以满足不断增长的交通需求和更严格的结构要求。本文深入研究市政路桥施工中预应力技术的应用，以期对相关领域的研究和实践提供有益的参考。

关键词：市政路桥；预应力技术；安全性；耐久性

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.02.059

引言

在当下，由于地质条件、环境因素等因素的影响，市政路桥工程往往面临着承载能力低、耐久性差等问题。为了解决这些问题，预应力技术应运而生，预应力技术是一种通过预先施加应力来改善结构性能的技术，它能够在不改变材料性质的情况下，显著提高结构的承载能力和耐久性。因此，预应力技术在市政路桥施工中的应用具有重要的理论和实践意义。

一、市政路桥施工中预应力技术概述

（一）含义

预应力技术是一种在市政路桥施工中广泛使用的技术，它通过在混凝土结构中施加预先设计的压力，以增强结构的承载能力和耐久性。预应力技术通常用于大跨度桥梁、高架桥、悬索桥、斜拉桥等需要承受大荷载的桥梁结构。

预应力技术的基本原理是在混凝土浇筑之前施加预应力，将混凝土中的应力状态由受拉状态转变为受压状态，这样可以有效地控制混凝土在使用过程中的裂缝和变形，提高结构的刚度和稳定性。预应力张拉法施工工艺分为先张法和后张法两种。先张法是指在混凝土浇筑前，通过张拉钢筋或钢束来施加预应力；而后张法则是在混凝土浇筑后，通过张拉钢筋或钢束来施加预应力。

（二）原理

1. 应力传递原理

预应力技术的核心在于将应力通过预应力构件传递到混凝土结构中，从而改变结构的内部应力状态。通过张拉预应力钢束或杆件，产生一定的预应力，然后将预应力钢束或杆件固定在混凝土结构上，使预应力传递到混凝土中。

2. 平衡原理

预应力技术利用预应力构件施加的预应力，通过与结构内部产生的荷载相平衡，使整个结构处于一个平衡状态。预应力的应力和结构受力的应力相互抵消，从而减小结构的应力水平。这种平衡状态有助于减小结构的变形和裂缝，提高结构的稳定性和耐久性。

3. 预应力筋的位置选择原理

在市政路桥施工中，选择合适的预应力筋的位置是确保结构性能的关键，一般情况下，预应力筋应尽可能靠近结构的受力区域，以最大限度地提高结构的承载能力，预应力筋的合理布置可以使结构在受力状态下产生更大的抗剪、抗弯和抗压能力，提高结构的整体稳定性和安全性。

4. 预应力损失的控制原理

预应力技术中存在一定的预应力损失，如钢材的弹性回缩、混凝土的收缩变形等，为了保证结构的设计预应力能够在使用阶段得到有效利用，需要对预应力损失进行控制，通过合理的施工工艺和设计方法，可以减小预应力损失的影响，确保结构的承载能力和使用性能。

二、案例分析

（一）案例一

某城市立交桥 该立交桥全长3.5km，共有4个匝道，采用了预应力混凝土箱梁结构。通过预应力技术的施加，使得桥梁的承载能力得到了显著提高。同时，预应力技术的应用还提高了桥梁的刚度和稳定性，减少了桥梁在使用过程中的变形和破坏。具体数据如下表所示：

参数	数值
预应力筋直径 (mm)	20
预应力筋束数	6
预应力筋长度 (m)	1800
预应力筋根数	12
箱梁截面尺寸 (mm)	2500×5000
箱梁总长 (m)	1200
桥梁荷载等级	I-II级
桥梁设计年限	100年

通过上述数据可以看出，预应力技术的施加使得立交桥的承载能力得到了显著提高，满足了城市立交的使用要求。同时，箱梁的稳定性和刚度也得到了改善，减少了桥梁在使用过程中的变形和破坏。

（二）案例二

某城市主干道大桥 该大桥全长1.2km，宽度达到了20m，采用了预应力混凝土斜拉桥结构。通过预应力技术的施加，使得桥梁的承载能力和刚度得到了显著提高。同时，预应力技术的应用还提高了桥梁的使用寿命和抗风性能。具体数据如下表所示：

参数	数值
预应力筋直径 (mm)	25
预应力筋束数	9
预应力筋长度 (m)	2700
预应力筋根数	18

斜拉索直径 (mm)	126.9
斜拉索根数	36
桥墩高度 (m)	8.5
桥梁荷载等级	I-III级
桥梁设计年限	100年

通过上述数据可以看出，预应力技术的施加使得大桥的承载能力和刚度得到了显著提高，满足了城市主干道的使用要求。同时，桥梁的使用寿命和抗风性能也得到了改善，为城市的交通提供了更加安全和稳定的保障。

（三）案例三：市政路桥施工中预应力技术的应用探析

某市政路桥项目是一座横跨城市主干道的大桥，全长1.5km，宽度达到了30m，采用了预应力混凝土悬索桥结构，在施工过程中，通过预应力技术的巧妙运用，显著增强了桥梁的承载能力、刚度以及使用寿命。同时，这项技术的应用还提升了桥梁的抗风性能和抗震性能，为城市的交通基础设施质量提供了显著保障。具体数据如下表所示：

参数	数值
预应力筋直径 (mm)	28
预应力筋束数	12
预应力筋长度 (m)	3000
预应力筋根数	24
悬索直径 (mm)	152.4
悬索根数	48
桥墩高度 (m)	10
桥梁荷载等级	I-IV级
桥梁设计年限	100年

在施工过程中，首先进行了桥梁的基础施工，包括桥墩的浇筑和基础处理，然后，进行了预应力筋的布置和张拉。预应力筋的布置采用了空间网格结构，以提高桥梁的刚度和稳定性。预应力筋的张拉采用了先张法，即在混凝土浇筑前进行张拉，以减少桥梁在使用过程中的变形和破坏。

在预应力筋张拉完成后，进行了悬索的安装。悬索采用了高强度钢材，以提高桥梁的承载能力和抗风性能。悬索的安装采用了空中吊装法，即在桥梁上方设置吊装设备，将悬索吊装到指定位置。在悬索安装过程中，严格控制了吊装设备的运行速度和位置，以确保悬索的安全和稳定。

三、市政路桥施工中预应力技术的应用优势

（一）提高结构承载能力，增强桥梁安全性

预应力技术通过施加预应力筋，可以显著提高桥梁的承载能力，预应力筋的张拉过程使得混凝土产生压应力，有效地抵抗了桥梁受力时的拉伸应力，从而增加了桥梁的抗弯和抗剪能力，这使得桥梁能够承受更大的荷载，提高了桥梁的安全性。同时，预应力技术为确保桥梁的安全运营提供了有力的保障，在市政路桥施工中，安全性是至关重要的。桥梁承载能力的提升意味着可以

容纳更多的交通流量和重型车辆，减少了桥梁因超载而引发的潜在风险。预应力技术还能够有效地应对自然灾害和突发情况的挑战，提高了桥梁抵抗地震、风力和洪水等外力的能力。

（二）改善桥梁的刚度和稳定性，减少变形和破坏

预应力技术的应用不仅提高了桥梁的承载能力，还改善了其刚度和稳定性，预应力筋的作用使得桥梁更加坚固，减少了在荷载作用下的变形和挠度。桥梁的刚度和稳定性对于维持道路的水平 and 垂直几何形状至关重要，通过预应力技术，桥梁可以保持更好的水平度和纵向曲线形状，减少了路面的不平整现象，提高了行车的舒适性和安全性。此外，预应力技术还能够有效地控制桥梁的振动，降低了桥梁因动力荷载引起的共振和疲劳破坏的风险。这些改善措施大大延长了桥梁的使用寿命，并降低了维护成本。

（三）增强桥梁的耐久性，延长使用寿命

市政路桥通常需要具备较长的使用寿命，以满足城市交通的需求，预应力技术的应用有助于提高桥梁的耐久性。通过预应力筋的施加，可以有效地减轻混凝土的受力情况，降低了混凝土的开裂和龟裂风险。混凝土在承受荷载时会受到拉压力的作用，而预应力技术通过预先施加压应力，使混凝土处于预压状态，有效地控制了开裂的发生。这不仅延长了桥梁的使用寿命，还降低了维护和修复的频率，减少了交通中断和不便。此外，预应力技术还能够提高桥梁的抗腐蚀性能，减少了环境因素对桥梁结构的侵蚀，进一步增强了桥梁的耐久性。

（四）提高施工效率，缩短工期

预应力技术的应用可以提高市政路桥施工的效率，预应力构件在制造时可以通过厂家预制，减少了现场浇筑混凝土的时间和工序，这样可以减少施工现场的人力和物力投入，提高了施工效率。此外，预应力施工可以在桥梁的其他构件施工之前进行，预应力筋可以通过临时锚固或张拉设备提前设置，然后在混凝土浇筑后进行张拉，从而缩短了整个工程的工期，这种施工顺序的优化使得桥梁工程能够更好地协调施工进度，减少了工期延误的风险，提前完成市政路桥项目。缩短工期不仅对于施工方面具有重要意义，也对城市交通运输和居民生活产生积极影响，减少施工时间可以减少交通干扰，缓解施工期间的交通拥堵问题。

（五）降低环境影响，减少资源浪费

市政路桥施工过程中，预应力技术的应用有助于减少环境影响，相对于传统的混凝土浇筑，预应力构件的制造更加精确，减少了浪费的材料，预应力筋的应用使得桥梁结构更加紧凑和高效，减少了混凝土的使用量，同时减少了废弃物的生成。此外，预应力技术还能够降低施工过程中的噪音和尘埃，预应力构件的预制和预应力筋的张拉过程相对较为静音，减少了施工对周边环境和居民的干扰。这符合可持续发展的理念，有助于保护城市的生态环境。

四、市政路桥施工中预应力技术的应用策略

（一）合理设计预应力筋布置方案

在市政路桥的设计阶段，需要根据桥梁的几何形状和承载要求，制定合理的预应力筋布置方案，这需要考虑荷载分布、受力点、桥梁结构的特点等因素。首先，需要对桥梁进行详细的结构分析和计算，确定各个部位所需的预应力值。然后，根据桥梁的几何形状和受力特点，确定预应力筋的布置路径和数量，在布置过程中，要充分考虑到预应力筋与混凝土构件之间的相互作用，确保预应力筋能够有效地发挥作用。此外，还需要对预应力筋的布置方案进行模拟和优化，以最大限度地发挥预应力技术的优势，提高桥梁的性能，通过精确的设计，可以确保预应力筋在桥梁中的合理布置，从而保证桥梁的稳定性和安全性。

（二）选择适当的预应力筋类型和规格

根据桥梁的设计要求和工程环境，选择合适的预应力筋类型和规格是至关重要的，不同类型的预应力筋具有不同的强度和特性，因此需要根据具体情况进行选择。例如，对于跨度较大的桥梁，可以选择高强度的钢绞线作为预应力筋；而对于跨度较小的桥梁，可以选择低强度的钢丝作为预应力筋。在规格的选择上，要充分考虑到桥梁的跨度、荷载以及耐久性要求等因素。如果桥梁需要承受较大的荷载或者使用年限较长，那么就需要选择较高规格的预应力筋；反之，如果桥梁的使用年限较短或者荷载较小，那么就可以根据实际情况选择较低规格的预应力筋。通过选择合适的预应力筋类型和规格，可以确保预应力筋在桥梁中的有效应用，提高其性能和使用寿命。

（三）严格控制预应力筋张拉和锚固工艺

预应力筋的张拉和锚固工艺是关键步骤，在施工过程中，需要严格控制张拉力的大小、施加速度以及锚固点的位置。这可以通过现代化的张拉设备和监测系统来实现，确保预应力筋达到设计要求的预应力水平，同时避免筋材的损坏或失效。在张拉过程中，需要使用专业的张拉设备进行操作，并严格按照设计要求控制张拉力的大小和施加速度。在锚固环节中，需要将预应力筋准确定位到预定的位置，并确保锚固点的稳固性和可靠性。通过严格控制张拉和锚固工艺，可以确保预应力筋在桥梁中的有效应用，提高其性能和使用寿命。

（四）精确控制混凝土的浇筑质量

在市政路桥的施工过程中，混凝土的质量是至关重要的。首先，需要严格控制混凝土的配合比，确保水泥、砂子和骨料的比例符合设计要求，这可以通过实验室的试验来确定，并根据实际施工情况进行微调。其次，要严格控制混凝土的坍落度，以确保其能够顺利地流动到预定的位置。坍落度过大会导致混凝土分层、离析，影响与预应力筋的结合；坍落度过小则会导致混凝土流动性差，难以充满模板。因此，要根据施工条件和模板的特性，选择合适的坍落度。此外，还需要控制混凝土的固化条件，包括温度、湿度和时间等。过高的温度或过快的固化速度会导致混凝土过早硬化，失去与预应力筋的结合力；过低的温度或过长的固化时间则会影响混凝土的强度和耐久性。通过精确控制混凝土的浇筑

质量，可以确保混凝土与预应力筋之间形成良好的黏结力。

（五）定期监测和维护

一旦市政路桥建成投入使用，就需要建立定期监测和维护体系来保证其长期的稳定性和安全性。可以采用现代化的监测设备对桥梁的结构进行全面监测，包括预应力筋的张力、混凝土的裂缝和变形等，这些数据可以通过传感器实时采集并传输到监测中心进行处理和分析，通过对数据的及时监测，可以及时发现潜在的问题并采取相应的措施进行修复。其次，定期维护工作也是非常重要的，这包括对预应力筋的张力进行调整和修复，以保证其保持在设计要求的范围内。同时，还需要对混凝土进行检查和修补，以防止裂缝和其他损坏的发生。此外，还要对桥梁进行定期的检查和保养，包括清洁、涂漆和防腐等工作，以延长其使用寿命并保持其外观美观。

（六）进行桥梁的结构健康评估和加固设计

随着时间的推移和使用条件的变化，市政路桥的结构可能会发生疲劳、腐蚀、变形等问题，因此需要进行定期的结构健康评估。结构健康评估可以通过非破坏性检测技术和结构监测数据分析来实现，以评估桥梁的结构完整性和强度状况，根据评估结果，确定是否需要加固设计。加固设计可以采用不同的方法和技术，根据具体的结构问题和需求来选择合适的加固方案。例如，对于预应力筋的损坏或失效，可以进行预应力筋的更换或补充，对于混凝土的裂缝和损坏，可以采用钢板加固、碳纤维加固或浇筑新的混凝土等方法进行修复和加固。在进行加固设计时，需要充分考虑结构的承载能力、刚度和稳定性，确保加固后的桥梁能够满足设计要求和使用寿命。此外，在施工过程中，需要合理安排施工顺序和方法，确保施工的安全性和效率。

结束语

总之，市政路桥施工中的预应力技术是一项不可或缺的工程手段，它为城市的可持续发展和提高人民生活质量作出了重要贡献。我们期待未来的研究和实践能够不断推动这一技术的发展，为城市交通基础设施的建设和改善提供更加可靠和创新的解决方案。

参考文献

- [1] 岳炜坤. 浅析市政路桥施工中预应力技术的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(17): 105-107.
- [2] 郑键滨. 市政路桥施工中预应力技术的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(06): 106-108.
- [3] 凌聪. 市政路桥施工中预应力技术的应用研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(02): 89-91.
- [4] 孔涛. 市政路桥施工中预应力技术的应用探析[J]. 中国新技术新产品, 2021(24): 117-119.
- [5] 陈光彩. 市政路桥施工中预应力技术的应用分析[J]. 现代物业(中旬刊), 2019(07): 176.