

预应力施工技术在道路桥梁施工中的应用

秦基伟

浙江省建投交通基础建设集团有限公司 浙江 杭州 310012

【摘要】：随着经济发展，公路通车里程不断增加，路桥建造的数量不断增加，该工程对提高国家交通运输能力、推进经济发展作用重大，但在路桥施工建设中，由于受应力的影响，公路桥梁建设可能存在一些缺点，从而导致质量问题，为了避免使用或施工过程中的应力对路桥造成破坏，不得不使用预应力施工技术。本篇文章对预应力技术进行简单介绍，分析该技术在路桥施工中的具体运用，并研究其解决问题。

【关键词】：预应力；施工技术；道路桥梁

Application of Prestressed Construction Technology in Road and Bridge Construction

Jiwei Qin

Zhejiang construction investment Transportation Infrastructure Group Co., Ltd. Hangzhou, Zhejiang 310012

Abstract: With the economic development, the mileage of highways open to traffic continues to increase, and the number of road and bridge constructions continues to increase. This project plays an important role in improving the national transportation capacity and promoting economic development. However, in the construction of roads and bridges, due to the influence of stress, highway bridges There may be some shortcomings in the construction, which lead to quality problems, in order to avoid damage to the road and bridge due to the stress during use or construction, the prestressed construction technology has to be used. This article briefly introduces the prestressing technology, analyzes the specific application of the technology in road and bridge construction, and studies its solution to its problems.

Keywords: prestressed; construction technology; road and bridge

引言

随着不断累积的施工经验和科技水准的提高，新兴科学技术层出不穷。预应力施工技术作为道路和桥梁的标志性的施工技术，在道路桥梁建设中对于保证道路安全和畅通起着重要作用，在此情况下，务必要充分发挥预应力技术的优势，加强预应力技术的合理规范应用，严格掌控施工建设质量，提升道路桥梁工程的技术水准。鉴于此，深入分析预应力施工技术在路桥建设中的应用，为综合提升路桥工程的质量以及推动社会经济良性发展打下坚实基础。

1 预应力技术概述

预应力是指在结构承受荷载之前，联合相应的计算方式和分析系统，经过预加应力来消除将发生的拉应力，并在外部荷重影响下，保证结构在正常条件下使用，消除或减小开裂现象，避免结构发生破坏，提高混凝土结构的耐久性。该项技术常用于混凝土工程，目前大约有75%的公路桥梁在施工过程中采用此项技术，由此可见该技术在工程建设中的重要地位。预应力分为体内预应力和体外预应力，其区别在于预应力的拉力不同；在实际施工中，施工人员需结合实际情况合理选择预应力，确保整个工程的施工质量和效果。而公路桥梁中的拉应力若超出其最大负荷力值，会使受弯构件遭到毁坏^[1]。存在于正、负弯矩区域的多跨连续梁不可避免地会导致施工的质量的显著下降。

2 预应力技术的优点以及存在的问题

2.1 预应力施工技术的优势

2.1.1 使路桥内部均匀受力，巩固整体工程抗裂性

因路桥工程本身有其特殊性，其具体施工工艺和结构设计需要综合考虑具体施工地点的地质条件、交通等因素的限制，所以不同路桥结构一般存在显著的差别，需尽力确保道路桥梁的实际使用价值。在实际建设运用中，预应力施工技术可使路桥的承受力更加均衡，让桥梁的各个受力点分散开来，从而提高施工过程中抗开裂的能力，提高工程的综合质量，延长路桥的使用时间。

2.1.2 结构本身的内应力得到抵消

预应力施工技术主要应用于施工中的混凝土结构，内应力是引起路桥混凝土构造扭曲破裂的主要原因之一。使用预应力技术可一定程度上与混凝土构造中的内应力进行互相消除，避免混凝土构造开裂现象而拉低整体结构质量，保证承载力值的提高和承载能力的优化。

2.1.3 提高路桥结构的承载能力

预应力技术在实际运用中可平衡道路桥梁结构之间的相互作用力，提高工程的整体抗裂能力，因此，预应力分散其内应力的特性也可使路桥内部结构的承载力和混凝土结构的抗冲击性成为整个工程所必需的。此外，预应力技术的应用还可提高工程施工后期整体受力情况。因此，在公路桥梁建设项目

中, 施工人员不需要太过重视冲击力造成的部分消极影响。

2.2 该技术在路桥施工中的问题

2.2.1 张拉控制不严

预应力技术在中国运用较迟, 因此部分采用预应力进行施工的流程中常有操作不符合标准的情况, 最常见的情况就是对张拉的掌控度不够谨慎。在实际操作中常运用油压方式来测量张拉力, 误差较大, 常有一些没有经过专业培训的操作人员, 甚至在测量千斤顶之前, 就急于使用张拉, 对张拉力的控制十分不稳定。特别是在大多数张拉控制中, 张拉控制不严造成每束张拉力都不同, 这会对预应力混凝土构造引起一定的消极作用。因此, 在道桥建设中应用此技术须大力培养一些专业、科学的张拉人才、队伍和设备。

2.2.2 张拉前钢筋混凝土结构存在裂缝

钢筋混凝土构造在张拉前因其本身的收缩以及表里温度不一等原因会产生开裂现象, 一些大型材料部分构件在施工开始前就发生开裂情况, 以致于并未充分发挥此技术的抗裂效果。初始开裂的缝隙位于结构表面, 宽度较小, 四处分散, 因此为了充分应用该技术, 避免张拉前产生开裂现象, 应控制预应力构件的内外气温差距。温度较高时采用低水化热水泥, 气温较低时运用一定的保温方式来推迟拆模时间, 确保温差在合理范围内。

2.2.3 预应力筋管道堵塞

在混凝土浇筑过程中, 操作不标准或保护后续工作不到位, 很可能引起预应力筋管堵塞, 使预应力筋不能顺利通过, 影响张拉效果, 这也导致了理论计算的延伸值与实际延伸值之间存在较大的差异, 影响路桥工程的造价和延误工期。对此, 若要防止预应力管道阻塞, 首先应按照规范进行操作, 并正确安装管道, 同时精准锁定管道位置, 注意审查其是否有变形、接头不牢固或破损情况出现, 混凝土浇筑过程中须严格遵守操作标准, 派遣专业人员严格把控抽芯时间, 完成相应的保护工作; 若抽芯时间过早, 混凝土的强度则不符合标准, 若太迟, 会导致拔出失败或拔断橡胶止回管^[2]。

3 预应力施工技术在施工中的实践

3.1 配置智能张拉系统

应在梁的预制场装备预应力智能同步张拉系统(内含千斤顶、主机和油泵), 该系统运用计算机完成其张拉过程的自动控制, 确保预应力张拉施工的效率和质量。此张拉系统可运用传感技术记录部分钢绞线延长数据以及各设备工作压力值, 再将所记录的数值传输到主机并进行剖析, 泵站收到系统指示, 适当更改变频电机数值, 以此控制张拉力以及加载速度。该系统还可结合预设程序按照主机传达的指示完成对各机械设备的同步控制, 自动实现所有张拉过程。

3.2 混凝土构件在建造中的应用

混凝土结构是路桥施工中的主要结构之一, 预应力混凝土连续梁的性能以及应用均普通混凝土梁, 且常用于 25m 及以上的跨径桥梁工程。在将混凝土构件应用于预应力技术时, 应注意在混凝土振捣过程中, 应始终保持振捣的垂直度, 根据不同的混凝土选择不同的振捣时间, 在振动过程结束时, 应缓缓拉出振动棒, 混凝土浇筑成型后, 要做好养护工作。

3.3 钢绞线的应用

钢绞线在道路桥梁施工中主要是增加桥梁的承载能力, 提高桥梁的跨度, 其数量和强度性能与路桥的施工质量密切相关, 在路桥预应力技术的应用中起着非常重要的作用, 许多工程施工实例表明, 钢绞线在施工过程中的应用不仅能提高桥梁受力情况, 而且材料成本较低, 有较强的功能性。因此, 使用预应力钢绞线施工时, 相关人员须严格管理, 全面研究该工程施工的实操状况、结构表面数值等因素, 选择最佳钢绞线不仅可以节省部分建筑材料投资成本, 同时也优化了施工工艺, 有效提升了综合施工效益。而在路桥建设中因钢绞线广泛应用且自身有很大优势, 以前所用的建筑材料逐渐被这种材料所取代, 现在很多工程经常将钢绞线投入到道路桥梁的施工过程中, 此外, 与其他材料相比, 钢绞线的质量参数也有其自身的优势, 其还可以提高道路桥梁工程的整体水平。

3.4 道路桥梁加固施工中的应用

对道路桥梁进行巩固是为了确保其的安全稳固性。加固处理通常分为两种方法: 一种是从内改造, 从外反映。通过加强构件和改善结构性能, 用钢板和加固器等材料在道路桥梁边角处进行物理巩固, 可延长使用时间, 还原、提高目前桥梁的承重力, 满足运输要求, 完成其巩固桥梁的效果; 二是采用外部加固, 可通过增加截面或配筋、施加外部预应力、增加横向连接等方式对其进行加固, 达到稳定、安全、可靠的效果。这两种加固方法各有优点, 应结合这两种加固方法来提升确保道路和桥梁的安全稳固性。

3.5 选择预应力锚具

目前主要应用的预应力钢材多种多样, 例如预应力钢筋、普通预应力钢绞线等, 在对预应力锚具的选择与预应力设备的选择相同, 须根据工程实际情况和所运用的预应力方法进行选择, 从材料的性能参数(如表面状态、松弛、几何参数等)以及各种标准(如破断荷载、品种规则等)这几个方面认真考虑。常用先、后张法进行锚具选择, 后张法预应力混凝土结构以运用机械、摩阻锚固这两类锚具为主, 机械锚固是在钢材顶部用机械加工方法制造锚碇进行锚固, 常用于高强度粗钢筋等, 该方法可减少锚固预应力损失, 易连接, 灌浆后可反复进行张拉, 调节预应力。摩阻锚固锚具是利用楔形锚具“压缩”预应力钢产生锚具转动, 会造成一定的应力损失, 连接不方便, 但此类

锚固装置往往具有较强的锚固力，品种多样，运用方便，可大力推广使用。

4 预应力施工技术的主要控制措施

4.1 控制张拉质量

(1) 张拉准备。安排一张用于张拉的控制台、防护板。张拉前将制作好的铁架置于梁的首尾部分，将链条防护装置放置在锚架前部，在千斤顶 1.5m 至 2m 处装置防止锚具夹片伤人的防护板。

(2) 检验张拉机具。使用张拉机械和设备时应进行校准，部分器具（如千斤顶）需定期重新标定一次，若使用超过 200 次或出现异常情况也需进行二次检查。图 1 为该器具图。

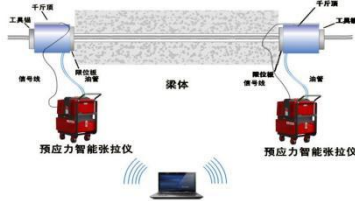


图 1 张拉构造图

(3) 张拉锚固程序。只有在梁砼达到标准（设计强度的 85%）以及混凝土时间满 7 天后才可使用张拉预应力钢束。

后张法预应力运用首尾两端端对等张拉，钢束法张拉使用双控法且将锚下应力掌控在 $0.75f_{pk}$ 。整体张拉、单次预张拉，确保平衡每根钢束所承受的力量。后张法预应力张拉的施工工序（见工序框图 2）

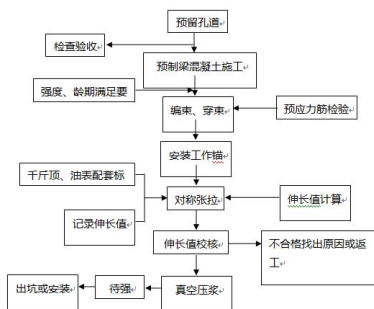


图 2 工序框图

钢绞线剩余的材料长短应按预应力钢束的实际所需长度和原材料实验数值进行确定，穿线前所有孔均应统一编号，并按编号入位，以防错孔。多余部分用硬塑料管包裹，用胶带密封塑料管的顶部，以防混凝土污染预应力张拉区域。

预应力钢束的张拉具体程序为： $0 \rightarrow$ 初应力 $\rightarrow \sigma_k$ （持荷 5min） $\rightarrow \sigma_k$ （锚固）， σ_k 为张拉时控制应力。

(4) 张拉作业。①千斤顶就位。工作锚应在张拉工作前

装置好，并用锤子轻轻地将夹片锤进锚环中，再将限位板、千斤顶、工具锚等安置好，调整其位置，使孔、锚和千斤顶轴线重合。②千斤顶充油后先开始预张拉，均衡地用力拉钢绞线，测量当时的活塞伸长量，首尾部对称张拉至 σ_k 稳压 2min，再测两端此时伸长量，检查实测与理论之间的伸长量差数是否达标，若不达标，应查明原因予以处理。③锚固。在压力稳定和张拉后，回油至设计控制应力，以便锚固。锚定后再慢慢回油，从顶部卸下，并重置整个机器以实施下一张拉。

4.2 控制灌浆作业质量

(1) 压浆前准备工作。锚外钢丝切割：用砂轮机进行分割且保留 3cm 的剩余长度。封锚：用水泥浆填充锚具外预应力筋之间的缝隙，并提前保留通气孔。冲洗孔道：要确保孔道内通畅，可用水力疏通孔内杂质，再利用高压风吹干孔内的剩余水，但要保证孔道潮湿，更好的将砂浆和孔壁连接在一起。

(2) 压浆工艺。应在张拉后 48 小时内进行灌浆，通过砂浆泵从锚栓中心的灌浆孔压进砂浆，按设计要求的顺序逐一进行压浆，运用真空吸浆和灌浆的方法进行孔道压浆，在开始前先用高压水冲刷管道，排查有无串孔和渗漏，若发现串孔需进行灌浆。压浆过程中，当管道另一头产生稠浆时，泵需保压半分钟，然后切断浆液入口的阀门，以确保管道中的水泥浆浓度。每班制造水泥浆试样数量至少为 3 组，用来检测其强度。夏天进行施工时最好选择气温较低的晚上，且压浆期间的最高气温必须要低于 35°C 。若构件温度低于 5°C 时，停止压浆施工。

(3) 注意事项。应在每个灌浆管道两端的锚塞进口和出口处装置一根带阀门的短管，待灌浆完成后关闭，保持管道内的砂浆处于受压状态。每根导管两端须连续压浆一次，间隔 30 至 45 分钟。压浆结束后，须认真记录施工过程。

5 结语

综上，我国道路桥梁随着经济的高速增长而发展，原有路桥的固有结构已不能满足经济发展的需要。此外，随着车辆等交通工具的普遍运用，路桥的负荷增加，传统的路桥建设方法已达不到现行的施工标准，因此在路桥中使用预应力施工技术，使道路桥梁结构具有一定的安全稳固性，达到延长道路桥梁使用时间的效果，而且其应用范围逐步扩大，施工技术不断改进，从而为我国道路桥梁建设做出一定贡献。预应力技术在道路桥梁建设中可以应用于很多地方，具有更广阔的前景，对预应力技术的要求会随着经济上升而不断发展，路桥施工企业需不断提高自身科技水平，为社会培养更多的技术人才，并且以具体施工条件为主，恰当运用该技术，确保工程施工质量，使路桥施工可以更好地为人们服务。

[1] 刘晰霞.预应力施工技术在道路桥梁施工技术中的应用[J].交通科技与管理,2021(5):2.

[2] 王先峰,魏香丽.预应力施工技术在道路桥梁施工技术中的应用研究[J].工程技术研究,2020,2(4).