

高速公路桥梁工程预应力施工技术与实施要点分析

周明明

湖北省路桥集团有限公司，湖北 武汉 434000

[摘要]当下经济发展态势良好，高速公路桥梁建设正处于快速发展的时期。分析桥梁施工的实际情况可以发现，要想让施工质量符合规范所提出的要求，就需要挑选最为合适的施工方法，同时还要引入先进的施工技术，以此来保障施工过程能够科学且有条不紊地开展。在高速公路桥梁建设当中，预应力技术的应用显得格外重要，其不但能提高结构的承载力以及耐久性，而且对于施工效率以及工程质量也都发挥着十分重要的支撑作用。

[关键词]高速公路桥梁工程；预应力施工技术；实施要点

DOI: 10.33142/sca.v8i10.18275 中图分类号: U445.4 文献标识码: A

Analysis of Prestressed Construction Technology and Implementation Points for Highway Bridge Engineering

ZHOU Mingming

Hubei Road & Bridge Group Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430000, China

Abstract: The current economic development trend is good, and the construction of highway bridges is in a period of rapid development. Analyzing the actual situation of bridge construction, it can be found that in order to ensure that the construction quality meets the requirements of the specifications, it is necessary to select the most suitable construction method and introduce advanced construction technology to ensure that the construction process can be carried out scientifically and orderly. In the construction of highway bridges, the application of prestressing technology is particularly important. It can not only improve the bearing capacity and durability of the structure, but also play a very important supporting role in construction efficiency and engineering quality.

Keywords: highway bridge engineering; prestressed construction technology; key points of implementation

引言

随着我国高速公路网不断快速发展，桥梁工程作为交通基础设施的关键部分，其施工质量以及结构性能，对于道路安全、通行效率还有长期使用寿命有着极为重要的影响。高速公路桥梁一般跨度大且结构复杂，施工条件也复杂多变，这就对施工技术以及质量控制提出了更高的要求。预应力施工技术是现代桥梁施工的一种重要手段，通过在混凝土结构里施加预应力，能够有效地控制结构裂缝，减少变形，提高承载能力以及抗疲劳性能，进而大幅提升桥梁的整体安全性与耐久性。不过预应力施工涉及到支架设计与拼装、墩壁施工、钢筋布置、预应力筋安装以及封锚处理等诸多关键环节，每个环节的施工质量以及管理水平都会直接对桥梁的结构性能以及预应力效果产生影响。而且施工现场的环境条件、材料性能以及施工组织协调等因素也有可能对施工效果产生影响，所以要在施工前做好充分的准备工作，在施工过程中严格把控质量与工艺。鉴于

此，全面深入地研究高速公路桥梁工程预应力施工技术以及实施要点，对于提高施工精度、保障施工安全、优化施工流程以及延长桥梁使用寿命有着十分重要的意义。本文会围绕预应力施工的关键技术环节以及实施管理要点展开分析，给高速公路桥梁工程的高质量建设给予技术指导与实践参考。

1 高速公路桥梁工程预应力施工技术的特点

高速公路桥梁工程中的预应力施工技术具有显著的技术优势和应用效果，同时对施工管理提出较高要求。通过在混凝土构件中预先施加应力，该技术能够有效提升桥梁的抗裂性和承载能力，减少裂缝与变形，延长使用寿命并增强耐久性；同时，可减小构件截面、降低混凝土用量，显著减轻结构自重，节约工程材料成本。在施工过程中，尤其是体外预应力施工，无需复杂制孔和压浆工序，工艺流程简化，可结合悬臂施工法加快施工进度，且对交通影响小，适合在运营桥梁上实施。该技术还可满足大跨度和

高难度桥梁的施工需求，有效控制挠度和裂缝，适用于连续梁、简支梁等多种桥型，并便于后期维护和预应力筋更换。然而，施工过程中需严格控制张拉时间、力度及孔道压浆等关键环节，以避免堵塞或锚具失效，同时对高强度混凝土、钢筋质量及操作人员技术水平有较高要求。

2 高速公路桥梁工程的预应力施工技术

2.1 支架设计与拼装

在高速公路桥梁工程施工里的预应力施工环节当中，支架的设计以及拼装无疑属于整个施工流程里极为关键的一个环节，其具备的科学性以及精确程度会直接牵涉到桥梁施工所呈现出的安全状况、施工时的效率情况以及结构最终能够达到的使用性能方面的情况。支架其实就是桥梁施工期间所构建起来的临时承重系统，它不但得承受自身的重量，而且还得担负起梁体混凝土浇筑作业所产生的负载、预应力施加时的相关负载以及施工设备所带来的荷载等^[1]。所以，在进行设计工作的阶段，就必须开展系统的力学方面的分析工作，并且要和施工工艺相互结合起来进行相应的优化处理。一开始的时候，在支架设计这个过程当中，务必要全面且细致地去考量桥型所具有的特性、跨径具体有多大的情况、梁体自身的重量状况、施工时所产生的荷载情况以及周边环境方面的诸多因素等等，针对支架的截面尺寸大小、支撑间距的设定、节点构造的具体情况、加固措施的安排以及整体所具备的稳定性等方面都要展开精准的计算工作，以此来保证支架在整个施工的全部过程里面都能够拥有足够的承载能力以及对变形起到良好控制的能力。与此还应当运用模块化以及标准化的设计理念，让支架构件在运输、拼装以及现场调整这些环节都变得更加方便易行，从而降低施工当中可能出现的误差情况以及安装操作的难度程度。在拼装的具体实施过程之中，施工单位一定要严格依照设计图纸上所标注的内容以及施工规范里面的规定来开展相关操作，务必要确保各个构件之间相互连接的地方足够牢固，节点在受力方面能够保持均匀的状态，并且对于那些高支架或者关键节点还需要采取临时加固的相关措施，以此来提升其整体的稳定性。

2.2 墩壁施工技术

在高速公路桥梁工程建设当中，墩壁施工技术属于极为关键的核心环节，它对于桥梁竖向承载力的保障以及整体结构稳定性的维持起着决定性作用，其施工质量的好坏，会直接影响到桥梁上部结构的安全程度以及耐久性能。墩壁作为桥梁重要的承重构件，一方面要承受自身所具有的重量，另一方面还要承担起上部梁体所产生的荷载，另外还得承受施工设备所带来的附加荷载，所以在施工设计以

及具体操作流程之中，务必要全面且细致地考量结构力学性能、施工工序安排以及环境因素等多方面的综合影响情况。在施工准备工作的开展阶段，应当对模板体系展开科学合理的规划设计，要确保该模板体系具备足够强大的承载能力、良好的刚度以及稳固的稳定性，并且模板的拼装操作必须要严格按照设计图纸所规定的各项要求来严格执行，以此来保证拼装完成后的模板能够达到垂直度以及平整度均符合相关规范标准的要求。在钢筋施工环节，需要十分精准地把控钢筋之间的间距、保护层的厚度以及锚固的长度，要确保预应力筋和普通钢筋在实际受力状态之下能够实现协同配合共同开展工作，并且针对钢筋出现交叉的位置、发生弯折的部位以及接头所在的地方，都要采取相应的加固举措，通过这样的方式来有效防止因应力集中而致使结构出现薄弱环节的情况发生^[2]。在混凝土浇筑这一施工过程里，得严格把控混凝土的拌合比例、浇筑的具体顺序以及振捣时的密实程度，要采用分层的方式来进行浇筑操作，并且运用连续振捣的方法，如此才能避免出现蜂窝状、麻面以及空鼓这类不良现象的产生，同时还需要结合运用合理的养护手段，从而确保混凝土在早期阶段强度的发展情况能够满足后续施工环节的相关要求。

2.3 钢筋施工技术

在高速公路桥梁工程领域当中，钢筋施工技术属于预应力施工体系诸多核心环节当中的一个极为关键的部分，其实际的施工质量和桥梁结构的受力性能以及长期的耐久性之间存在着直接且紧密的关联。钢筋一方面要肩负起梁体还有墩壁的主要受力方面的功能作用，另一方面还要和预应力筋一同协同开展工作，以此来共同为结构的整体稳定性以及抗裂能力给予有力的保障。在整个施工的进程之中，务必要严格依照设计图纸以及施工规范来进行操作，要十分精准地去把控钢筋的间距、锚固长度、搭接位置还有保护层厚度等方面的情况，从而切实保证钢筋能够受力均匀，并且传力过程是连续不断的。对于桥梁结构里那些节点较为复杂并且受力相对集中的部位，像梁端、支座区域、墩顶以及梁跨中段等地方，应当采取诸如加强钢筋的布置情况、增加箍筋或者让钢筋进行加密这样的相关措施，通过这些举措来提升局部的承载能力，进而有效防止因为应力集中而引发裂缝出现的情况。与此钢筋的绑扎以及安装工作都必须要严格按照既定的顺序来一步步地去实施操作，千万不能因为施工过程中出现误差、发生偏移或者遭遇振动等情况而导致钢筋的位置出现偏差，如此一来才不会对混凝土浇筑以及预应力施加所要达到的效果产生不利影响。在钢筋完成安装之后，还需要对钢筋展开全面

细致的检查以及校正工作，务必确保钢筋的各项尺寸、具体位置以及锚固条件都能够严格符合设计方面所提出的要求，并且要在浇筑混凝土之前做好相应的临时支撑以及固定方面的准备事宜，借此来防止在混凝土浇筑的过程当中钢筋出现移位或者发生倾斜之类的状况。

2.4 预应力安装技术

在高速公路桥梁工程建设当中，预应力安装技术属于极为关键的施工环节，此项技术对于实现结构受力方面的优化、对裂缝发展加以控制以及提升桥梁的耐久性均有着重要作用，其施工质量的好坏会直接对桥梁整体结构的安全性以及长期性能产生影响。预应力安装包含预应力筋的布置与张拉这两个方面，同时还涉及到锚具安装、束管定位、张拉顺序确定以及张拉力控制等诸多环节，每一个环节都需要精准执行，这对于预应力效果有着决定性的影响。在施工开始之前，要依据设计要求以及施工图纸来对预应力筋的规格、长度、锚固方式以及预应力值展开详细的核算工作，并且要综合考虑桥梁跨径、梁体尺寸以及施工条件等因素去制定出科学合理的张拉方案。在安装实施的过程中，预应力筋务必要严格按照设计所指定的位置来进行敷设，束管安装的时候要确保其具备良好的直线度和平整度，锚具固定必须要牢固可靠，防止在张拉的过程当中出现滑移或者偏心受力的情况，与此同时还需要合理地安排张拉顺序以及张拉阶段，避免出现局部应力过大的状况或者梁体变形程度过大的情况。张拉操作应当采用精密的千斤顶以及张拉设备，并且要借助力学监测以及位移测量的方式实时对张拉力和伸长量进行控制，以此来保证预应力值能够达到设计的要求并且分布得较为均匀^[3]。在完成张拉操作之后，需要开展锚固可靠性方面的检查，并且要采取封锚或者灌浆的相关措施，从而确保预应力筋可以长期维持在张拉的状态，防止出现松弛或者滑移等情况进而对结构性能产生影响。

3 高速公路桥梁工程的预应力实施要点

3.1 做好准备工作

在高速公路桥梁工程施工当中，预应力施工属于十分关键的一个部分，而在此期间把施工准备工作做到位，这可是保障施工能够顺利推进以及工程质量能够达标的根基所在。施工准备主要涵盖诸多环节，像施工方案的完善与优化工作、技术交底事宜、施工材料以及设备的验收与准备工作、现场布置情况以及安全防护措施等等。得依据设计图纸还有施工的要求去制定出详尽的施工计划，要把施工的顺序、关键的节点以及操作的规范都给明确清楚，并且要针对施工人员开展全面的技术交底工作，让他们对

施工流程以及质量控制要点都能够熟悉掌握。接着，需要对预应力钢筋、锚具、束管、混凝土以及张拉设备展开验收并进行试运行操作，务必要让材料的规格、性能以及数量都契合设计的要求，与此同时还得保证施工设备能够正常运转，其精度也是可靠的。就现场管理来讲，应当合理地布置施工区域、材料堆放区域以及安全通道，要设置好必要的警示标志以及临时支撑设施，以此来确保施工的安全以及作业的顺畅无阻。

3.2 加强封锚处理

在高速公路桥梁工程开展预应力施工期间，强化封锚方面的处理工作，这无疑属于保证预应力筋能够实现长期且稳定的作用效果以及确保整个结构安全的关键环节所在。封锚处理主要是针对锚具还有预应力筋的端部部分来展开的，借助灌注高性能的封锚材料这一方式，可促使锚具和混凝土达成有效的结合状态，进而形成一个完整的受力体系，如此一来便能有效地防止出现锚具发生松动的情况、预应力产生损失的现象或者局部应力出现集中这样的状况。在实际的施工进程当中，务必要依据设计方面的要求严格地去选择封锚材料，要充分确保所选材料的粘结强度、耐久性以及抗渗性能都能够契合工程所设定的标准。与此对于锚具安装的具体位置以及角度也得实施精确的把控，以防因偏心或者错位等问题而致使受力出现不均衡的状况。封锚施工必须在预应力筋完成张拉操作之后随即着手开展，并且还需采取诸如分层灌注、实施振动或者进行压实等一系列的措施，以此来保证封锚材料可以做到密实且没有空洞的存在^[4]。并且在材料处于固化的时间阶段里，要对环境的相关条件加以控制，避免温度、湿度等外界诸多因素对封锚的效果造成影响。除此之外，还应当针对封锚施工的整个过程展开质量方面的监控工作，这其中涵盖了材料的配比情况、施工所采用的工艺流程、灌注之后的密实程度以及固化之后的实际状况等诸多方面，从而切实确保封锚处理最终能够达到设计所规定的相关要求。

3.3 优化质量管理

在高速公路桥梁工程预应力施工当中，对质量管理加以优化乃是保证施工安全、让结构性能能够达标并且使工程具备长期耐久性的重要环节。预应力施工包含了支架搭设、墩壁施工、钢筋布置、预应力筋张拉以及封锚处理等诸多复杂的工序，而其中每一个环节的质量都会对桥梁整体结构的受力性能以及使用寿命产生直接的影响。所以，施工单位务必要构建起完善的质量管理体系，针对施工的整个过程展开严格的把控与细致的监测。在正式施工之前，应当制定出详尽的质量控制计划以及技术交底方案，清楚

明确各个工序的施工标准、检测的具体方法以及相应的责任人员。在施工的过程之中，需借助现场监督、检测仪器所开展的监测以及分段验收等方式，实时地去检查支架的稳定性、钢筋所处的位置、混凝土浇筑的密实程度、预应力张拉的具体数值以及封锚的实际效果，以便能够及时地察觉并纠正出现的偏差，防止因为局部存在质量问题而对整体的施工效果造成影响。与此还应当重视施工数据的记录工作以及相关资料的管理工作，从而为后续的质量评估以及工程维护给予可靠的依据。

4 结语

高速公路桥梁工程施工当中，预应力施工技术的应用对于确保桥梁结构具备安全性、耐久性以及良好的施工质量而言，实属重要保障所在。仔细分析支架设计与拼装环节、墩壁施工方面、钢筋布置情况、预应力筋安装流程以及封锚处理等关键方面的技术要点，并且切实落实好施工准备事宜、封锚处理工作以及质量管理相关要点，如此一来便能够有效地提升施工精度，对结构变形加以有效控制，

进而保证预应力效果得以达成。全面且系统地掌握这些技术以及管理措施，并且科学合理地加以应用，不但能够提高桥梁施工的效率，促使安全水平得到提升，而且还能够为桥梁在后续长期使用以及维护方面奠定坚实的根基，最终达成高速公路桥梁工程实现高质量建设以及可靠运营的目的。

【参考文献】

- [1]彭延洪.高速公路桥梁工程预应力施工技术与实施要点[J].黑龙江交通科技,2020,43(12):127-129.
- [2]黄炜.高速公路桥梁工程预应力施工技术与实施要点分析[J].门窗,2019(24):127.
- [3]马新枢.高速公路桥梁工程预应力施工技术与实施要点分析[J].山西建筑,2019,45(9):177-178.
- [4]李永斌.预应力技术在高速公路桥梁施工中的应用[J].汽车画刊,2025(3):86-88.

作者简介：周明明（1994.8—），男，专业方向：工程管理，职称：路桥工程师，籍贯：湖北随州。