

市政桥梁预应力施工技术研究

熊伟 徐仲 赵得君

济南城建集团有限公司

摘要：为进一步加强市政桥梁施工建设水平，有效缩短桥梁施工建设周期，延长市政桥梁的使用寿命，预应力施工技术发挥着关键性作用。本文以某市政桥梁施工建设项目为例，基于支架搭设、模板安装、钢筋工程、波纹管安装、箱梁砼浇筑、预应力施工、伸缩缝施工以及支架模板拆除等角度对市政桥梁预应力施工基本流程进行了介绍，同时分析了保障市政桥梁预应力施工质量的相关注意事项，以期有关施工技术人员提供参考。

关键词：市政工程；桥梁建设；预应力施工；技术分析

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.20.066

引言

作为道桥工程建设施工过程当中的一项主要技术手段与技术模式，预应力施工技术指的是在建筑结构承受外部载荷之前，针对其内部钢筋施加预拉应力，使结构整体刚度得到显著提升，延长结构寿命，延缓结构裂缝的出现一种施工方法以及施工技术，在现代桥梁施工项目领域发挥着关键性作用。技术人员应当明确桥梁预应力施工的相关要求与主要原则，进而实现桥梁建设施工项目的正常发展目标。

一、项目概况

为进一步明确桥梁预应力施工技术的相关过程，同时对有关技术方案进行全面优化，现以某市政桥梁建设施工项目为例进行探讨与分析。案例项目属于市政桥梁，全长534m，起点桩号为K1+091，终点桩号为K1+625，涵盖高架桥第11至第15联，共5联。第11联与12联为4×30m预应力混凝土（后张）连续箱梁，钻孔灌注桩、承台基础，双柱式门式墩；第13、14、15联为3×30预应力混凝土（后张）连续箱梁，钻孔灌注桩、承台基础，双柱式门式墩，桥台采用柱式桥台。

通过对现场进行物探勘察过后能够得出结果，案例项目处于较为典型的平原地貌，其地面高程为62.1~68.1m，区域岩土层分别涵盖了层杂填土、层粉质黏土、强风化泥质砂岩以及中风化泥质砂岩等四部分，区域内地层结构稳定性良好，无明显裂缝。

二、市政桥梁预应力施工技术基本流程

案例概况分析完成过后，需要结合项目现场实际情况以及施工设计需求进行综合探讨与分析，明确桥梁预应力施工技术的基本流程以及相关要求，进而保障市政桥梁预应力施工质量与施工水平。

（一）支架搭设

稳定的支架搭设作业能够有效保障现场施工安全，并为后续箱梁施工作业以及混凝土模板作业提供相应支撑。相关技术人员在针对支架进行搭设之前，需要对施工场地进行全面清理，对地表杂物以及凹凸不平现象进行及时处理，有效提升施工场地平整度，使桥梁地基施工更加稳定可靠，避免出现支架搭设风险以及场地沉降问题^[1]。

从案例项目施工需求以及设计方案来看，选用了一次性现浇箱梁的施工策略，因此采用整体性的方法针对满堂支架进行搭设。技术人员应当严格按照国家相关标准以及市政桥梁施工设计方案当中给出的相关数据对支架的安置位置进行明确，同时严格控制支架内部钢管间距，提升支架的载荷能力以及综合强度。案例项目当中，将支架横管间距控制在60cm，纵管间距控制在75cm，将支架步距控制在120cm，与此同时，为进一步规避支架搭设过程当中所产生的相关风险，提升支架稳定性，还在桥梁桥墩部位、1/8跨部位以及3/8跨部分分别安置了剪刀撑，同时结合桥梁状态对剪刀撑的角度进行了对应调整。

在支架搭设与施工过程当中，遵循了对称性的原则与要求，同时为保障现场安全性与支架稳定性，避免受外界环境变化的影响，还针对桥梁支架调节杆的外露长度进行了有效控制。案例项目当中将调节杆长度控制在15cm以上，同时按照钢管用途、钢管指标等相关信息对其进行了标记，为接下来的相关施工作业流程提供了参考依据。

（二）模板制作与安装

在预应力箱梁施工作业过程当中，模板制作与安装作业发挥着至关重要的作用。技术人员应当分别基于项目现场实际情况以及桥梁项目建设需求等要素对模板的生产制作方案进行了严格管控。案例项目当中大量采用钢模技术，为进一步保障现场施工安全性与稳定性，项目内部采用了Φ48钢管与方木共同构成，锚杆选用了Φ14钢筋，同时对相邻锚杆之间的间距进行了有效控制，使其能够达到75cm。在安装施工过程当中，遵循了先底再侧，先内后外的相关原则与要求，为尽可能避免砼施工进程当中所产生的漏浆问题与风险，针对模板之间的连接部位采用了高密度胶带、水泥砂浆等相关材料进行了全面密封与加固，同时对完工后的模板进行了一定时间段的预压，使桥梁施工项目后续的钢筋工程以及混凝土工程能够得到更加有效的支持与助力。

在模板安装施工过程当中还应当关注到预应力锚头

部位以及排气孔的状态,严格按照设计方案要求对锚头部位的形状与角度进行调整,同时加强排气孔、泄水孔的牢固性,避免在砼结构浇筑过程当中受到影响。

模板安装完成过后,还需要对其进行荷载预压,同时针对大梁梁跨部位的变形现象进行实时监控,对梁体各个部位的受力情况进行系统性分析,同时对相关数据进行记录与汇总,有效抑制施工过程当中梁体变形。

(三) 钢筋加工与安装

在市政桥梁预应力施工过程当中,针对钢筋进行加工与安装是提升整体结构强度与梁体稳定性的关键所在,因此技术人员应当加强对钢筋加工安装作业的重视程度,使其能够满足预应力张拉以及桥梁设计刚度要求^[2]。

首先,在进行钢筋加工与安装作业前,技术人员以及现场施工人员应当针对性做好钢筋原料的检测工作,针对进场钢筋原料的质量合格证、出厂检验报告等相关手续证件进行细致检测,同时按照市政桥梁预应力施工作业相关设计方案以及目标要求针对钢筋原料的强度与质量进行试验,进而按照钢筋的类别、等级、生产批次等进行分类摆放,针对不合格钢筋进行及时回退,避免受到质量问题的影响。

其次,在进行加工作业的同时,需要基于桥梁设计方案针对钢筋进行调直和除锈,同时对其加工长度与角度进行明确,严格控制加工过程当中误差情况,同时组织相关技术力量对钢筋加工质量进行检验,确保其通过加工生产标准过后才能进场安装。

最后,为减少钢筋安装过程当中对于模板以及箱梁结构所造成的影响,避免波纹管损坏现象的出现,应当按照先下后上的原则对钢筋进行绑扎,同时做好波纹管位置以及钢筋绑扎位置的调节,尽可能减少现场施工过程中所引发的冲突与矛盾现象。安装施工过程中还应当针对混凝土模板的高程和位置进行明确,确保钢筋的连接方法符合预期设计方案。

(四) 波纹管安装

预应力道桥施工过程中,波纹管起着关键性的保护作用,是避免钢绞线受损的重要部件,因此在针对波纹管进行安装的同时,需要严格基于设计方案以及设计图纸对布局进行调整,同时按照现场实际情况进行坐标定位,加强定位网片与波纹管之间的连接牢固性。为减少外部环境变化对于二者相互固定所造成的影响,提升波纹管安装稳固性,应针对现场焊接作业的位置进行合理调控与严格控制,避免出现脱落现象。

除此之外,在波纹管安装施工过程中,技术人员以及施工人员还应当采用海绵、胶带等材料对其进行加固与缠绕,避免出现漏浆风险,提升波纹管施工稳定性。

(五) 箱梁砼浇筑

作为预应力市政桥梁施工过程当中的一环,混

凝土结构的浇筑施工发挥着重要意义和作用。相关技术人员应当按照桥梁实际情况以及设计用途对混凝土标号、浇筑流程以及养护环节进行严格控制,进一步保障混凝土结构的载荷强度,有效延长其使用寿命,避免在载荷状态下出现裂缝对桥梁运行安全产生影响。

首先,为进一步保障混凝土结构施工质量,相关技术人员应当针对混凝土的标号与性能特征进行明确选择,在案例项目的施工过程当中,分别基于国家相关施工规范以及市政桥梁预期设计目标选用了C50标号的混凝土作为主要施工材料,在混凝土使用过程当中,将其配制强度控制在方案设计强度的1.15倍以上,从而在一定程度上为桥梁施工作业提供了相应的安全冗余,避免受到技术因素以及环境因素的影响诱发相应的质量风险^[3]。

其次,应合理调整桥梁混凝土结构的浇筑与施工方案。施工作业前,现场技术人员应当遵循技术要求以及设计要求,针对施工现场一系列关键性部件进行全面检测,对混凝土浇筑模板当中的杂物、灰尘等进行及时清理,避免其对于混凝土浇筑作业进程所产生的影响。考虑到本文所述案例项目的桥体结构以及箱梁体积,选用了从中间向两侧同步进行的浇筑策略以及浇筑方案,在浇筑施工过程当中,遵循了层次化的原则与要求,将各层级浇筑厚度控制在了30cm,同时做好了相应的振捣作业,避免混凝土结构内部气泡对于结构强度与稳定性所产生的影响。

最后,在浇筑完成过后,还需要进行针对性的养护与观测作业,在一定程度上避免混凝土结构的大规模开裂,同时明确结构沉降过程以及沉降速度,使技术人员以及施工团队能够及时采取相关措施进行处理,减少现场质量问题以及安全风险的发生。在养护过程当中,现场施工人员应当严格控制混凝土结构内外的水分蒸发速度,当结构初凝过后应及时进行洒水养护,同时结合现场施工温度对洒水水量进行及时调整,必要时对混凝土结构进行遮盖,避免受到太阳直射的影响。观测过程当中应结合桥梁状态以及设计方案合理设定观测点位,同时对沉降过程当中所反馈的数据信息进行记录与分析,明确箱梁结构沉降速度以及沉降周期,当出现异常状态时应及时进行处置。

(六) 预应力施工

在市政桥梁施工作业过程当中,预应力施工环节成了关键性核心,为全面提升桥梁预应力施工质量和水平,技术人员应当针对其具体流程以及技术要求进行明确,进而为后续施工过程提供重要参考和引领。

首先,在进行预应力施工之前,需要基于国家技术规范以及市政桥梁施工设计要求针对预应力钢绞线以及预应力束进行生产制作。施工过程中,技术人员需要针对预应力钢材的强度状况以及质量状况进行明确,对其表面锈蚀、油污以及损伤情况进行及时处理,同时明

确预应力束的设计强度，案例项目当中将预应力束的强度设定为1860MPa。与此同时，在预应力束进场过后，需要配备针对性的保护措施，避免露天放置，使其性能、强度等关键性指标更加稳定，为提升市政桥梁施工性能提供相应的支持。

其次，需要针对预应力张拉作业做好相关准备工作。作为一项技术性要求较强的施工流程以及施工环节，相关技术人员应当严格按照预期设计方案以及设计流程对现场施工作业情况进行准备，通常来说，在针对市政桥梁进行预应力张拉作业施工的过程当中，所需的主要技术设备以及技术工具涵盖了油泵、输油管、千斤顶、高压油表等等，同时在张拉作业之前，需要针对施工现场钢绞线、波纹管等相关部件的状态与性能进行进一步检测，为后续施工作业提供相应支持。

最后，需要明确张拉顺序，确定张拉应力与伸长值。技术人员应当针对类似市政桥梁项目的施工流程进行进一步探究与分析，按照中层、下层、上层的流程对预应力束进行张拉，确保张拉均匀性^[4]。张拉过程当中，应当先将钢绞线张拉初应力调整至控制应力的10%，待初步稳定过后对钢绞线伸长情况进行检测，测定完成后逐步加大张拉应力，稳定后对伸长情况进行进一步测定，并将其与预设长度进行比对，确保其误差在6%以内。在计算张拉伸长值的过程当中，可遵循下列公式：

$$\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2$$

其中， ΔL 为预应力束张拉过程当中实际伸长情况， ΔL_1 为初应力至最大应力之间的伸长值， ΔL_2 为初应力阶段的伸长值。

在进行张拉施工的同时，应严格遵循安全性原则与稳定性原则，当发现现场存在安全风险时，应立即停止张拉作业，待排除风险过后方能够继续进行张拉。

（七）伸缩缝施工

为尽可能减少外部环境因素以及温度变化对桥梁状态产生的影响，技术人员还需要针对桥梁伸缩缝进行安装施工，安装过程中应确保其预留宽度与设计宽度等同，同时严格控制伸缩缝安装过程当中温度状态，尽可能避免在极端温度下针对桥梁伸缩缝进行施工，保障现场施工质量。安装固定过后还需要针对桥梁伸缩缝关键性指标进行复测，避免出现移位或变形现象对伸缩缝性能产生影响，复测定位过后进行焊接作业，保障伸缩缝强度。

（八）支架卸落与模板拆除

现场全面完工过后，需要对支架与模板进行拆除作业，技术人员应当针对混凝土结构的强度进行检测，当强度达到设计强度的75%时，可针对侧模、翼板等进行拆除，而当强度达到设计强度90%时可将支架进行拆除，当强度达到100%时可将模板全部拆除。

三、保障市政桥梁预应力施工质量的注意事项

为尽可能保障桥梁预应力施工质量，避免出现质量风险以及安全风险，技术人员还应当遵循以下注意事项。

（一）对预应力管道进行合理选择

作为对钢绞线进行保护并对应力进行传递的工程部件，管道作业在预应力桥梁施工过程当中发挥着重要作用。相关技术人员应当严格按照国家要求以及桥梁设计图纸针对管道类别以及管道性能进行明确，强化其性能指标。通常来说，预应力施工过程中常见的管道类别主要涵盖了刚性管道、半刚性管道等两种，其中金属波纹管作为半刚性管道的一种，具有适应能力较好、使用寿命较长、应用较为灵活等优势和特点，在预应力施工项目当中具有广阔的应用前景，相关技术人员应进一步强化对金属波纹管的重视程度，同时严格控制其壁厚，保障其性能。

（二）按照设计要求进行预应力钢束制作

预应力钢束的制作生产与后续施工过程以及施工安全之间息息相关，因此技术团队应当深入研读设计图纸以及国家相关技术规范，同时严格按照设计要求对预应力钢束进行生产制作，明确钢束生产过程当中的下料尺寸，同时合理选定下料切割的技术方法，避免加工过程中的温度变化对钢束性能指标产生的影响^[5]。

（三）严格遵循预应力张拉施工流程

预应力张拉施工过程当中可能存在一定的安全风险以及质量风险，因此在施工过程中应严格遵循设计施工流程，采取双控双测的张拉方式，使张拉过程更加稳定，避免出现大规模伸长量误差以及安全问题。

结论：综上所述，在针对市政桥梁进行施工建设的同时，技术人员应当明确预应力张拉技术的基本特点与相关要求，同时针对相关施工流程以及施工方案进行全面优化，提升桥梁建设质量，延长桥梁使用寿命。

参考文献

- [1]周训勤. 预应力施工技术在市政桥梁工程中的应用分析[J]. 模型世界, 2023(4): 103-105.
- [2]白路轶. 市政桥梁建设中的现浇箱梁预应力施工探讨[J]. 建筑与装饰, 2023(20): 118-120.
- [3]王东山. 市政工程中桥梁工程的预应力施工措施研究[J]. 砖瓦世界, 2023(6): 172-174.
- [4]张言龙. 预应力施工技术在市政桥梁工程中的应用[J]. 建材发展导向, 2023, 21(4): 41-43.
- [5]鲁静. 市政道路桥梁预应力施工技术应用研究[J]. 砖瓦世界, 2023(9): 178-180.

作者简介:

熊伟, 性别: 男, 出生日期: 1990年1月1日, 籍贯: 内蒙古乌兰察布市, 民族: 汉族, 学历: 大学本科, 研究方向: 市政工程、公路工程。