

公路桥梁施工中的预应力施工技术

赵 辉

云南阳光道桥股份有限公司 云南 昆明 650200

摘 要：预应力施工技术凭借提升桥梁承载能力、增强结构耐久性等突出优势，成为公路桥梁建设的关键技术。本文围绕公路桥梁施工中的预应力施工技术展开探讨。先阐述了预应力技术在公路桥梁施工中的设计要点，接着详细介绍了施工准备、预应力筋安装、混凝土浇筑与养护、预应力张拉、孔道压浆与封锚等具体应用环节。同时指出当前预应力技术存在预应力损失控制不当、施工工艺不规范、质量检测不到位等问题。并针对这些问题提出优化预应力损失控制措施、规范施工工艺、完善质量检测手段等提高应用效果的措施，以期为公路桥梁预应力施工提供参考。

关键词：公路桥梁施工；预应力施工；技术

引言：随着我国交通事业的蓬勃发展，公路桥梁建设规模不断扩大。预应力施工技术作为公路桥梁施工中的关键技术，其应用效果直接影响桥梁的质量和使用寿命。合理运用预应力技术能够有效提高桥梁结构的承载能力、抗裂性能和耐久性。然而，在实际施工中，预应力技术的应用还存在一些问题，影响了其优势的充分发挥。因此，深入研究公路桥梁施工中的预应力施工技术，解决现存问题，对于保障公路桥梁工程质量具有重要意义。

1 公路桥梁施工中预应力技术的设计

在公路桥梁施工里，预应力技术的设计是确保桥梁质量与安全性的基础，需综合考虑多个关键要素。

(1) 荷载分析是设计的首要环节。工程师要精确计算桥梁在使用阶段承受的恒载与活载。恒载涵盖桥梁自身结构重量，以及附属设施如栏杆、桥面铺装等的重量；活载则包含车辆、行人等动态荷载。只有准确掌握荷载数值，才能确定预应力的施加大小，让桥梁在各种工况下都能维持稳定。(2) 预应力筋的布置极为关键。要依据桥梁的结构形式、受力特点，合理规划预应力筋的位置与走向。比如，在简支梁桥中，预应力筋通常布置在梁体底部，以抵抗正弯矩；而在连续梁桥中，除了梁底，在梁体顶部负弯矩区域也需布置预应力筋。同时，要控制好预应力筋的间距，避免因间距过大导致局部应力集中，或因间距过小影响施工操作。(3) 锚具和张拉设备的选择同样不容忽视。锚具需具备可靠的锚固性能，能确保预应力筋的拉力有效传递到桥梁结构上。张拉设备的精度和稳定性直接影响预应力的施加效果，因此要选择质量可靠、精度符合要求的张拉设备，并定期进行校准和维护。此外，设计过程中还要充分考虑施工的可行性和便利性，让设计方案在实际施工中能够顺利实施，

在保障桥梁质量的同时，提升施工效率^[1]。

2 公路桥梁施工中预应力技术的应用

2.1 施工准备

施工准备是公路桥梁预应力技术顺利应用的前提，需从多方面系统规划。在人员筹备上，组建专业的施工团队。施工人员需具备丰富的预应力施工经验，并接受严格的技术培训，熟悉施工工艺与流程，明确各环节质量标准与安全规范。同时，安排专业技术人员对施工人员进行技术交底，确保每个人清楚施工要点与操作细节。材料方面，严格把控质量。依据设计要求，选择质量可靠的预应力筋、锚具、管道等材料，所有材料均需具备质量证明文件。入场后，按规定进行抽检，杜绝不合格材料用于施工。此外，准确计算混凝土配合比，保证其强度、耐久性等性能满足设计要求。设备环节，配备先进的张拉设备、压浆设备等，在使用前对设备进行全面调试与校准，保证设备运行稳定、数据精准。技术准备同样关键，组织施工人员深入研究施工图纸，结合现场实际情况，制定科学合理的施工方案，明确施工流程、技术参数与质量控制措施，为后续施工的顺利开展筑牢根基。

2.2 预应力筋安装

预应力筋安装作为预应力技术的关键环节，直接关系到桥梁的承载性能，施工时需严格遵循操作规范。在安装前，要按照设计要求对预应力筋进行精确下料。考虑到张拉过程中的应力损失，下料长度需精确计算。切割时，优先采用砂轮锯，避免使用电弧切割，防止预应力筋因受热改变性能。运输和存放预应力筋时，做好防护，防止其受到损伤、污染或锈蚀。安装阶段，先清理模板和孔道，确保无杂物和积水。借助定位钢筋，将预应力筋准确安放在设计位置，定位钢筋间距要符合规

范,防止预应力筋在浇筑过程中移位。在曲线段,更要加密定位钢筋,保障预应力筋走向符合设计要求。预应力筋固定是确保其稳定的重要步骤。固定前,仔细检查预应力筋的位置和垂直度。采用可靠的固定方式,如用铁丝将预应力筋与定位钢筋绑扎牢固,必要时使用焊接固定。同时,安装过程中要保护好预应力筋的外皮,防止破损,降低预应力损失风险,保障桥梁预应力结构的稳定性。

2.3 混凝土浇筑与养护

混凝土浇筑与养护是保障公路桥梁预应力结构质量的关键工序,各环节均需严格把控。浇筑前,全面检查模板、预应力筋及预埋件的安装情况,确保位置准确、固定牢固。同时,调试好混凝土搅拌、运输及浇筑设备,保证施工过程顺利进行。对混凝土原材料进行抽检,确保其质量符合设计要求,并严格按照配合比搅拌混凝土,保证其工作性能。浇筑时,依据桥梁结构特点选择合适的浇筑方法,如水平分层、斜向分段等,保证混凝土均匀、连续地入模。控制浇筑速度,避免因浇筑过快冲击预应力筋,造成其移位。振捣过程中,采用插入式振捣棒,快插慢拔,确保振捣密实,防止出现蜂窝、麻面、空洞等质量缺陷。浇筑完成后,及时对混凝土进行养护。在混凝土表面覆盖土工布、草帘等保湿材料,并定期洒水,保持混凝土表面湿润。根据混凝土强度增长情况,合理确定养护时间,一般不少于7天,确保混凝土在适宜的温湿度条件下硬化,提升其强度与耐久性,为预应力施工后续工序奠定坚实基础。

2.4 预应力张拉

预应力张拉作为公路桥梁预应力施工的核心环节,对桥梁结构的承载能力与稳定性有着决定性影响,施工时必须严格按规范操作。张拉前,仔细检查张拉设备,确保千斤顶、油泵等设备运行正常,且在有效期内。同时,复核预应力筋的规格、数量、位置以及锚具安装情况,确保无误。测定混凝土的实际强度,只有当强度达到设计规定值后,才能进行张拉作业。张拉过程中,严格按照设计要求的张拉顺序和张拉应力进行操作。通常采用两端对称张拉的方式,以保证预应力均匀分布。按照初应力、控制应力的步骤逐步张拉,每级张拉完成后,稳定一定时间,再进行下一步操作。张拉过程中,安排专人密切观察预应力筋和锚具的工作状态,如发现异常,立即停止张拉,查明原因并采取相应措施。此外,详细记录张拉过程中的各项数据,包括张拉应力、伸长值等,并与理论值进行对比。当实际伸长值与理论伸长值的偏差超出规定范围时,及时分析原因,调整张

拉工艺,保证张拉质量。

2.5 孔道压浆与封

孔道压浆与封锚,作为公路桥梁预应力施工的重要环节,对桥梁的结构安全与耐久性有着深远影响,在施工中必须严格遵循技术规范。在压浆施工前,采用真空辅助清理法,排除孔道内的空气与杂质,确保其洁净畅通。依照设计要求,运用自动化搅拌设备制备水泥浆,精准控制水灰比、流动度与泌水率。同时,对压浆设备进行全面调试,校验压浆泵、压力表,保障设备稳定运行。压浆过程中,同步采用真空压浆技术与压力控制法,从孔道的低端压入水泥浆,在孔道的高端设置真空设备,维持 -0.06 至 -0.1MPa 的真空度。当出浆口的水泥浆各项指标达标后,封闭出浆口,持续稳压,确保压浆密实。在此期间,如实记录压浆压力、时间等数据,便于质量追溯。压浆结束后,迅速清理锚具表面的杂物与浮浆,安装密封性能良好的封锚模板,浇筑微膨胀高性能混凝土。封锚完成后,及时开展洒水保湿养护,严格控制混凝土的收缩变形,有效提升桥梁结构的安全性与稳定性^[2]。

3 公路桥梁预应力技术存在的问题

3.1 预应力损失控制不当

在公路桥梁施工过程中,预应力损失控制不当的问题普遍存在。预应力筋与管道壁间的摩擦,会让预应力在传递过程中出现损失。倘若管道安装位置偏差大、内壁粗糙,摩擦损失就会显著增加。锚具变形与钢筋回缩也会引发预应力损失,要是锚具质量欠佳,在张拉后锚具变形量超出标准,钢筋回缩距离过大,就会让有效预应力大幅降低。另外,混凝土的收缩和徐变也不可忽视,当水泥用量过多、水灰比过大,混凝土收缩徐变就会加剧,导致预应力持续损失。这些损失若未得到有效控制,会使桥梁结构的实际受力状态偏离设计预期,降低桥梁的承载能力,影响桥梁的耐久性和安全性。

3.2 施工工艺不规范

在公路桥梁预应力施工中,施工工艺不规范的现象屡见不鲜。在预应力筋的安装环节,部分施工人员未能严格按照设计要求进行定位和固定,致使预应力筋位置出现偏差,无法发挥应有的作用。在混凝土浇筑过程中,振捣不到位,可能造成混凝土出现蜂窝、麻面,甚至空洞,影响混凝土与预应力筋的粘结效果。预应力张拉环节问题更为突出,有的施工单位未按规定的张拉顺序和张拉应力进行操作,过早或过晚张拉,都会对桥梁结构造成不利影响。而且在孔道压浆时,浆液的配合比不合理,压浆不饱满,会导致预应力筋生锈,降低结构

的耐久性。

3.3 质量检测不到位

公路桥梁预应力施工的质量检测环节存在诸多漏洞。一方面,检测手段相对落后,部分检测单位仍采用传统的人工检测方法,检测效率低,准确性差,难以发现一些隐蔽性的质量问题。另一方面,检测标准不够统一,不同地区、不同单位对预应力施工质量的检测标准存在差异,导致检测结果缺乏可比性。此外,部分检测人员专业素质不高,对检测规范和标准理解不深,在检测过程中出现漏检、误检的情况。而且,检测频率不足,无法对施工全过程进行有效监控,一些质量问题未能及时发现和处理,给公路桥梁的质量和安埋下隐患^[3]。

4 提高预应力技术在公路桥梁的应用措施

4.1 优化预应力损失控制措施

为减少预应力筋与管道壁间的摩擦损失,在施工前,需严格检查管道的质量,确保内壁光滑,并精准安装管道,降低位置偏差。可在管道内添加润滑剂,进一步减小摩擦系数。针对锚具变形与钢筋回缩问题,要选用质量可靠、符合标准的锚具,并在使用前进行严格的质量检验。在张拉过程中,按照规范操作,准确记录锚具变形和钢筋回缩量,以便及时调整。控制混凝土的收缩和徐变,需优化混凝土配合比,严格控制水泥用量和水灰比,添加适量的外加剂,增强混凝土的抗收缩性能。在混凝土浇筑后,做好养护工作,保证混凝土在适宜的温度和湿度条件下硬化,有效降低收缩和徐变带来的预应力损失,使桥梁结构的受力状态符合设计要求。

4.2 规范施工工艺

在预应力筋安装阶段,施工人员要经过专业培训,严格按照设计图纸进行定位和固定,使用定位钢筋确保预应力筋位置准确。在混凝土浇筑时,采用合理的振捣方式,确保振捣均匀、密实,防止出现蜂窝、麻面和空洞等质量缺陷,保证混凝土与预应力筋的良好粘结。预应力张拉环节,施工单位要制定详细的张拉方案,明确张拉顺序和张拉应力,并严格执行。配备专业的张拉设备,定期进行校准和维护,确保张拉数据准确。在孔道

压浆时,精确控制浆液的配合比,保证浆液的流动性和强度。采用真空压浆技术,提高压浆的饱满度,防止预应力筋生锈,提升桥梁结构的耐久性。

4.3 完善质量检测手段

引入先进的检测技术,如无损检测技术,提高检测效率和准确性,及时发现预应力施工中的隐蔽性质量问题。统一全国范围内公路桥梁预应力施工的质量检测标准,明确检测项目、方法和合格标准,使检测结果具有可比性。加强对检测人员的培训,定期组织专业知识和技能培训,提高检测人员的专业素质和业务能力,确保检测人员准确理解和执行检测规范和标准。合理增加检测频率,对预应力施工的关键环节和重要部位进行全过程监控,及时发现和纠正质量问题。建立质量追溯体系,对检测数据进行记录和存档,以便在出现质量问题时能够追溯根源,采取有效的整改措施,保障公路桥梁的质量和安^[4]。

结束语

预应力施工技术作为公路桥梁建设的关键支撑,对提升桥梁结构稳定性与耐久性起着不可替代的作用。本文系统梳理了从施工设计到孔道压浆封锚的全过程,这些环节紧密相连,任何一环出现问题,都会影响桥梁质量。在实际施工中,施工团队应严格遵循规范,加强质量把控,解决预应力损失控制不当等难题。随着行业技术的不断革新,持续探索、优化预应力施工技术,将为推动公路桥梁建设事业迈向高质量发展,筑牢更为坚实的根基。

参考文献

- [1]张俊富.预应力技术在公路桥梁工程施工中的标准化实践[J].交通科技与管理,2023,4(15):153-155.
- [2]李涛.预应力施工技术在公路桥梁工程中的应用[J].安阳工学院学报,2022,21(04):91-93.
- [3]王坤.公路桥梁施工中预应力技术措施与质量管控[J].科技创新与应用,2022,12(05):161-163.
- [4]樊世兵.公路工程道桥施工中预应力施工技术的应用研究[J].工程建设与设计,2021,(03):157-158+161.