

公路桥梁施工中的预应力施工技术

高燕鑫 谢金辉

浙江交工集团股份有限公司第五分公司 浙江 杭州 310051

摘要: 预应力施工技术在公路桥梁施工中扮演着重要角色。该技术通过预先对结构施加拉力,有效增强混凝土构件的承载能力和稳定性,减少裂缝的产生,提升工程质量。施工过程中,需严格控制预应力筋的下料、长度及穿索施工,确保压浆施工满足要求。预应力技术不仅能保障桥梁质量与安全,还能降低施工成本和延长使用年限。然而,需注意解决张拉时间控制、钢筋管道堵塞及裂缝等问题,以确保施工效果。

关键词: 公路桥梁施工; 预应力; 施工技术

引言: 随着交通基础设施建设的快速发展,公路桥梁作为连接各地的纽带,其质量和安全性日益受到重视。预应力施工技术,作为现代桥梁建设的关键技术之一,在提高桥梁承载能力、增强结构稳定性和耐久性方面发挥着不可替代的作用。该技术通过在混凝土结构中引入预加应力,有效抵抗外部荷载,减少结构变形和裂缝产生。本文旨在深入探讨预应力施工技术在公路桥梁施工中的应用,分析其优势与挑战,并提出相应的解决方案,以期桥梁工程提供有益参考。

1 预应力施工技术概述

1.1 预应力技术的基本原理

(1) 预应力的定义与作用。预应力是一种在结构承受外荷载前,人为地在结构中引入应力的技术。它旨在提高结构的承载能力、刚度和耐久性,通过预先引入的压应力来平衡外力产生的拉应力,从而减少变形和裂缝的产生,确保结构的稳定性。(2) 预应力技术的实现方式。预应力技术主要通过先张法和后张法两种方式实现。先张法是先张拉预应力筋,然后浇筑混凝土,使预应力筋与混凝土粘结,传递预压应力。后张法则是先浇筑混凝土,待其达到一定强度后,再张拉预应力筋,通过锚具将预应力传递给混凝土。两种方法各有优势,适用于不同的工程需求。

1.2 预应力施工技术的历史发展

(1) 预应力技术的起源与发展历程。预应力技术起源于19世纪末,最初在美国和德国得到应用。然而,由于当时技术和材料的限制,预应力混凝土构件很快因混凝土的徐变和收缩而损失预应力。直到20世纪初,法国人利用高强度钢丝作为张拉材料,预应力混凝土施工技术才取得成功,并逐渐得到广泛应用。(2) 现代预应力技术的进步与创新。随着科技的不断进步,现代预应力技术取得了显著的创新和发展。新型预应力材料、高强

钢材的应用,以及张拉和锚固技术的改进,都极大地提高了预应力结构的性能和可靠性。此外,部分预应力概念的应用也进一步扩展了预应力技术的适用范围。

1.3 预应力施工技术的分类与特点

(1) 施工材料的选择。预应力施工材料主要包括预应力钢绞线和预应力钢筋等。这些材料的选择应根据结构的受力特点和设计要求进行,以确保预应力技术的有效实施。(2) 锚具的使用。锚具是预应力施工中的关键部件,用于将预应力筋固定在结构中。机械锚固和摩擦锚固是两种常用的锚具类型。机械锚固利用机械加工形成的锚固条件,具有应力损失小、连接方便等优点;而摩擦锚固则利用楔形锚具使预应力钢材拉紧形成锚固,适用于不同类型的预应力结构。

2 预应力施工技术在公路桥梁施工中的应用

2.1 预应力技术在桥梁主体结构中的应用

(1) 在受弯构件中的应用。在桥梁结构中,受弯构件如梁、板等承担着主要的弯曲荷载。预应力技术通过在受弯构件的受拉区预先施加拉力,使得构件在承受实际荷载时,受拉区的混凝土能够提前感受到预应力钢筋所施加的压力,从而减小构件的弯曲变形和裂缝的产生。具体施工中,常采用粘贴碳纤维片材作为钢筋混凝土受弯构件的加固措施。粘贴前,先对碳纤维片材施加预应力,以提高其在混凝土构件破坏时的应力值,从而充分发挥其高强度特性。这种方法在桥梁维修和加固中得到了广泛应用。(2) 在多跨连续梁中的应用。多跨连续梁是桥梁结构中常见的形式,其内部存在正弯矩区和负弯矩区。在负弯矩区,梁的上部受拉,下部受压;而在正弯矩区,梁的下部受拉,上部受压。当梁的抗弯承载力和抗剪承载力不满足要求时,需要进行加固处理。预应力技术可通过粘贴碳纤维或增加预应力钢筋等方法,提高梁的抗弯承载力。在跨中正弯矩区,粘贴碳纤

维片材可以有效解决抗弯承载力不足的问题,但在实际施工中,所加纵筋的锚固问题需特别注意^[1]。(3)在预应力砼管桩中的应用。预应力砼管桩(PC管桩)是一种高性能的桩基础形式,广泛应用于桥梁、建筑等领域。预应力技术在PC管桩中的应用主要体现在制作过程中。通过预先对桩身施加拉力,使桩身在承受荷载时能够更好地发挥材料的性能,提高桩的承载力和抗裂性。此外,预应力技术还有助于减小桩身的收缩和徐变,提高桩的长期稳定性。

2.2 预应力技术在桥梁加固中的应用

(1) 预应力加固技术的基本原理与方法。预应力加固技术的基本原理是通过在原有结构构件上施加预应力,使构件在承受荷载时产生反向弯矩或剪力,从而抵消部分或全部外荷载引起的内力,达到加固的目的。这种方法可以显著提高结构的承载力和刚度,延长使用寿命。具体加固方法包括粘贴预应力碳纤维片材、张拉预应力钢绞线等。(2) 预应力加固技术在桥梁维修与加固中的实际应用。在桥梁维修与加固中,预应力加固技术常用于处理桥梁的裂缝、变形等问题。例如,对于出现裂缝的梁板等构件,可采用粘贴预应力碳纤维片材的方法进行加固。通过预先对碳纤维片材施加预应力,使其在承受荷载时能够更好地约束裂缝的发展,提高构件的承载力和耐久性。此外,对于桥梁的墩台、基础等结构,也可采用预应力加固技术提高其稳定性和承载能力。

2.3 预应力技术在桥梁特殊部位施工中的应用

(1) 在桥梁锚固系统中的应用。桥梁锚固系统是桥梁结构中至关重要的组成部分,它负责将桥梁上部结构的荷载传递给下部结构。预应力技术在桥梁锚固系统中的应用主要体现在锚具的选择和张拉控制上。合适的锚具和张拉控制可以确保预应力钢绞线等预应力构件在承受荷载时能够充分发挥其作用,提高锚固系统的可靠性和耐久性^[2]。(2) 在桥梁伸缩缝处理中的应用。桥梁伸缩缝是桥梁结构中用于适应温度变化、车辆荷载等因素引起的桥梁长度变化的装置。预应力技术在桥梁伸缩缝处理中的应用主要体现在预应力钢筋的张拉和锚固上。通过预先对伸缩缝两侧的预应力钢筋进行张拉和锚固,可以减小伸缩缝在承受荷载时的变形和位移,提高桥梁的整体稳定性和行驶舒适性。

3 预应力施工技术的优势与挑战

3.1 预应力施工技术的优势

(1) 提高桥梁承载能力。预应力技术通过在混凝土结构中预先施加拉力,形成预应力状态,从而显著提高了桥梁的承载能力。这种预应力状态能够有效地抵抗外

部荷载产生的拉应力,减小结构的变形和裂缝的产生,使桥梁在承受重载或特殊荷载时更加稳定可靠。(2) 增强桥梁抗裂、抗渗、抗滑能力。预应力技术还能够显著增强桥梁的抗裂、抗渗和抗滑能力。通过合理的预应力设计,可以使桥梁结构在受力过程中更加均匀,减少了因应力集中而产生的裂缝。同时,预应力技术还能够提高混凝土的密实性和抗渗性,防止水分和有害物质的侵入,延长桥梁的使用寿命。此外,在桥梁的支座和伸缩缝等关键部位采用预应力技术,还可以有效防止因滑移和变形而产生的安全隐患^[3]。(3) 降低工程造价与施工周期。预应力施工技术采用高强度钢材和优质混凝土材料,使得桥梁结构更加轻便、高效。这不仅降低了桥梁的自重和材料消耗,还减少了地基处理和基础施工的工作量,从而降低了工程造价。同时,预应力施工技术的机械化程度高,施工速度快,可以大大缩短施工周期,提高工程效率。

3.2 预应力施工技术面临的挑战

(1) 预应力构件张拉前出现裂缝问题。在预应力构件张拉前,有时会出现裂缝问题。这主要是由于混凝土材料的质量不稳定、施工工艺不当或设计缺陷等原因造成的。裂缝的出现会影响预应力构件的受力性能和耐久性,甚至可能导致结构失效。因此,在施工过程中需要严格控制原材料的质量和施工工艺,加强质量检测和监控。(2) 预应力钢筋孔道堵塞问题。预应力钢筋孔道堵塞是预应力施工中常见的问题之一。这主要是由于孔道预留不准确、混凝土浇筑过程中混入杂质或振捣不密实等原因造成的。孔道堵塞会导致预应力钢筋无法顺利张拉和锚固,从而影响桥梁的承载能力和稳定性。为了避免这一问题的发生,需要在施工过程中加强孔道的预留和保护工作,确保孔道的清洁和畅通。(3) 施工过程中的质量控制与安全管理。预应力施工技术对施工过程中的质量控制和安全管理要求较高。施工过程中需要严格控制原材料的质量、施工工艺的规范性和施工环境的稳定性等因素,以确保施工质量。同时,还需要加强施工人员的安全教育和培训,提高他们的安全意识和操作技能,确保施工过程中的安全。这些都需要施工单位加强管理和监督,确保预应力施工技术的顺利实施。

4 预应力施工技术应用中的问题与解决方案

4.1 预应力张拉结构问题及其解决方案

4.1.1 张拉结构张力不足的原因与改进措施

预应力张拉结构张力不足是施工中常见的问题,其主要原因可能包括预应力筋的材料性能不达标、张拉设备精度不足、张拉过程控制不当等。针对这些问题,可

以采取以下改进措施：（1）严格选材。确保预应力筋的材质、强度、弹性模量等性能指标满足设计要求，必要时进行抽样检测，确保材料质量可靠。（2）提高张拉设备精度。定期对张拉设备进行校准和维护，确保设备的精度和稳定性，避免因设备问题导致的张力不足。（3）优化张拉工艺。制定详细的张拉工艺方案，明确张拉顺序、速度和张拉力控制要求。加强张拉过程的监控和管理，确保张拉过程符合设计要求。

4.1.2 张拉时间变化对工程安全的影响与应对策略

张拉时间的变化可能直接影响预应力筋的松弛和混凝土的徐变，从而对工程安全产生不利影响。为了应对这一挑战，可以采取以下策略：（1）合理安排张拉时间。根据工程实际情况和气候条件，选择合适的张拉时间。避免在极端天气条件下进行张拉作业，以减少温度变化对张拉力的影响。（2）加强监测与评估。在张拉前后对结构进行变形和应力监测，及时发现并处理异常情况。对预应力筋的松弛和混凝土的徐变进行长期监测，评估其对结构安全的影响^[4]。

4.2 预应力钢筋管道系统堵塞问题及其解决方案

4.2.1 管道堵塞的原因与预防措施

预应力钢筋管道系统堵塞的原因可能包括管道预留位置不准确、混凝土浇筑过程中混入杂质、管道保护不到位等。为了预防管道堵塞问题，可以采取以下措施：

（1）精确预留管道位置。严格按照设计图纸预留管道位置，确保管道位置准确、尺寸合适。（2）加强混凝土浇筑管理。在混凝土浇筑前对管道进行清理和检查，确保管道内无杂物。加强振捣工作，避免混凝土中混入气泡和杂质导致管道堵塞。（3）加强管道保护。在施工过程中对管道进行妥善保护，避免管道受损或变形导致堵塞。

4.2.2 管道堵塞后的处理与补救措施

一旦管道堵塞发生，可以采取以下处理与补救措施：（1）疏通管道。采用高压水枪、压缩空气等工具对堵塞部位进行疏通。若疏通无效，可考虑采用钻孔等破坏性方法进行疏通。（2）重新布置预应力筋。在管道疏通后，对预应力筋进行重新布置和张拉，确保预应力值满足设计要求。（3）加强结构监测与评估。对受堵塞影

响的部位进行加强监测和评估，确保结构安全性和稳定性不受影响。

4.3 公路桥梁施工中的裂缝问题及其预防

4.3.1 裂缝产生的原因与分类

公路桥梁施工中的裂缝问题对桥梁的耐久性和安全性构成威胁。裂缝产生的原因复杂多样，包括混凝土原材料质量不达标、配合比设计不合理、施工工艺不当以及环境因素等。裂缝可分为干缩裂缝、温度裂缝、沉降裂缝等。

4.3.2 预防裂缝产生的措施与方法

为了预防裂缝的产生，可以采取以下措施与方法：

（1）加强原材料质量控制。确保混凝土原材料的质量符合设计要求，避免因材料问题导致的裂缝产生。（2）优化配合比设计。根据工程实际情况和气候条件，合理设计混凝土的配合比，提高混凝土的抗裂性能。（3）加强施工工艺管理。在浇筑、振捣、养护等施工过程中加强管理和监控，确保施工工艺的规范性和精细化。

结束语

综上所述，预应力施工技术在公路桥梁建设中具有显著优势，对于提升桥梁结构的承载能力、刚度和耐久性具有重要作用。通过科学合理地应用预应力技术，不仅可以优化桥梁设计，还可以降低工程造价和缩短施工周期。然而，施工过程中仍需注意质量控制和安全管理，及时解决可能出现的问题。未来，随着材料科学和技术的进步，预应力施工技术将进一步完善，为构建更安全、高效、耐久的公路桥梁贡献力量。

参考文献

- [1]岳鑫.公路桥梁施工中的预应力技术优化研究及应用[J].交通世界,2024,(13):139-140.
- [2]赵久敏,张昕琪.预应力技术在道路桥梁施工中的应用探讨[J].建设机械技术与管理,2024,(13):135-136.
- [3]钟锦华.预应力技术在公路桥梁工程施工中的应用[J].汽车画刊,2024,(05):66-67.
- [4]翟明,吴永国,赵庆亮.预应力施工技术在公路桥梁施工中的应用[J].运输经理世界,2024,(10):99-100.