

公路桥梁施工中预应力技术应用研究

● 庞长江 张 抗 邓贞飞 张绍文 王奎明



[摘要] 随着社会经济的不断发展和城市化进程的加速推进,公路桥梁作为城市交通网络的重要组成部分,承担着日益重要的交通运输功能。然而,由于公路桥梁在运输过程中受到各种外部因素的影响,其结构安全性和承载能力面临着严峻挑战。预应力技术作为一种有效的结构加固和增强手段,在公路桥梁施工中发挥着重要作用。本文深入研究并分析了预应力施工技术在公路桥梁施工中的应用,对于提高公路桥梁建设质量、推动交通事业的发展具有重要意义。

[关键词] 公路桥梁;预应力技术;应用

公路桥梁作为连接城市与乡村、促进经济文化交流的重要基础设施,其施工质量与安全性备受关注。在公路桥梁施工过程中,预应力施工技术以其独特的优势,在提升桥梁结构性能、增强承载能力等方面发挥着重要作用。文章通过对公路桥梁预应力技术的深入研究和应用,可以提高桥梁的抗震、抗风、抗裂能力,延长使用寿命,降低维护成本,促进公路桥梁的可持续发展。

Q 预应力施工技术概述

预应力施工技术是一种先进的结构加固方法,通过预先对桥梁结构施加一定的压力,使混凝土在受到外荷载作用时,能够在受拉区内产生影响的压应力,以抵消部分或全部外荷载产生的拉应力。通常而言,预应力施工技术在公路桥梁施工中的应用场景非常广泛,如混凝土结构、公路桥梁稳定加固、公路桥梁受力弯曲等。在混凝土结构方面,预应力技术可以用于梁板、桥墩等关键构件的加固和维修,提高结构的整体性能;在公路桥梁稳定加固方面,预应力技术可以通过加固桥梁的支撑结构或增加预应力钢筋等方式,提高桥梁的稳定性和承载能力;在公路桥梁受力弯曲方面,预应力技术可以通过调整预应力钢筋的张拉力和位置,优化桥梁的受力性能,减少受力弯曲对结构的影响。

Q 预应力技术在公路桥梁施工中的意义

预应力技术作为一种重要的桥梁施工技术,在公路桥梁工程中具有重要的意义。预应力技术可以有效地提高桥梁结构的承载能力和抗震能力。通过在桥梁构件中施加预应力,可以使混凝土在受力状态下产生压应力,提高混凝土的

抗压强度和抗拉强度,从而增加桥梁结构的承载能力和抗震能力,提高桥梁的安全性和稳定性。预应力技术可以有效地减少混凝土的裂缝和变形。在桥梁使用过程中,受到外部载荷的作用桥梁结构会产生一定的变形和裂缝,影响桥梁的使用寿命和安全性。通过预应力技术,可以在施工过程中对混凝土构件施加一定的预应力,减少桥梁在使用过程中的变形和裂缝,延长桥梁的使用寿命,提高桥梁的耐久性。

Q 预应力施工技术应用要点

(1)预应力技术应用前,需要进行合理的设计计算,确保预应力系统的可行性。应避免对结构造成不利影响,其中包括确定预应力的大小、预应力筋的位置及其布置方式,使预应力技术能在实际工程中达到预期的效果;同时还要考虑结构的受力特点、荷载条件以及材料的性能等因素的影响。

(2)预应力技术应用过程中,需充分考虑设计合理性、施工安全性等影响因素;还需要统筹考虑材料的选择、维护检测以及专业人员的培训和管理等方面的影响,以确保工程的施工质量和安全性。

(3)预应力技术施工完成后,需要进行定期的维护和检测工作,以确保结构的长期安全可靠。包括对预应力元件的锚固系统、预应力的状态、混凝土的开裂情况等方面进行监测和评估,并及时采取必要的措施进行修复和加固。

Q 预应力施工技术在公路桥梁施工中的具体应用

(一)穿束

公路桥梁预应力施工技术包括多个环节,其中之一是穿

束。穿束是指在混凝土浇筑前，将预应力筋穿过桥梁构件的孔洞或钢套筒中，用于后续的张拉和预应力作用。穿束是预应力施工的重要环节，其质量和准确性直接影响着后续预应力筋的张拉效果和桥梁结构的安全性。在穿束过程中，需要根据设计要求和施工图纸，精确确定预应力筋的穿孔位置和方向，确保预应力筋可以顺利穿过构件且不会受到损坏或扭曲。

（二）预应力张拉准备

为确保预应力张拉准确到位，张拉设备应按规定定期进行校验。每个预应力管道的位置都应按图纸要求通过设置定位架来保证定位的精确性，同时要有适当夹角与弯曲，使整条管道保持顺直。定位架应与箱梁通过焊接相连，直线段每隔一段距离设一道定位筋，曲线段则需适当加密。在施工现场对管道附近钢筋进行焊接处理时，要采取必要的措施保护管道，防止其受损，以免后续发生漏浆。在浇筑前可考虑在管道内穿入一根衬管，管道要有良好的刚度并能实现密水，防止接头部位产生漏浆或卷曲。

（三）预应力张拉

应力筋张拉施工中会涉及预筋张拉和高应力张拉两个环节，在预筋张拉结束后，要根据现场的实际情况及时调整灌浆孔、排气孔，确保达到设计规范并保证距离、范围等达到要求。在此过程中还需要调整孔道位置，检测孔道是否发生了移动变形、是否存在堵塞等情况。在完成整个施工并当达到要求后，才可进行高应力的张拉。在高应力张拉开始前，需要先进行钢绞线的顺直，考虑钢绞线长度长、下垂量大，要从两侧进行，确保预应力筋张拉保持一致。另外，在预应力桥梁工程领域使用高精度 1.5 油压表监测和控制张拉操作是普遍做法，但如果施工人员技能不足，实际施工现场有可能出现张拉质量不佳的情况。因此，需要在张拉施工阶段加强监管，以确保严格遵守设计要求的张拉应力。有助于确保整体结构强度完全符合项目标准，并保证项目质量安全可靠。

（四）钢绞线切割

在公路桥梁预应力施工中，钢绞线切割是指在预应力筋张拉完成后，对多余的钢绞线进行切割处理的操作。在预应力筋张拉完成后，预应力筋上会留有一定长度的多余钢绞线，需要将其切割掉。切割钢绞线的目的是为了使预应力筋的表面平整，避免其对桥梁结构和使用安全产生不良影响。在进行钢绞线切割时，需要使用专用的切割工具，按照设计要求和施工规范进行操作，确保切割质量和安全。

（五）压力灌浆要点分析

为了有效解决预应力混凝土结构可能出现的腐蚀问题，需要使用压力灌浆技术来填充预埋孔和预应力筋之间微小的间隙。当保护预应力钢筋的结构受到破坏时，由于水泥浆

中的水分蒸发，可能导致预应力筋产生弯曲或倾斜并形成空隙。在高应力作用下，这些钢筋容易受到腐蚀，从而引起局部材料劣化和缺陷，对混凝土结构整体稳定性造成威胁，并会影响公路桥梁的质量和性能。为了提高预应力筋的抗腐蚀性能并改善灌浆作业质量，工程技术人员需要深入研究预应力筋的关键问题，并及时确保预应力结构的耐久性。在进行预应力孔灌浆时，也会面临一些挑战，比如水泥浆不足或未达到所需硬化强度，对于长度超过 40 米的多束预应力筋，建议采用真空辅助灌浆以优化整体施工质量，确保有效的灌浆过程。

（六）封锚

封锚是公路桥梁施工中预应力施工技术的收尾工作，目的在于确保钢绞线束端部的稳定性与牢固性，防止因松动或脱落而影响整体预应力结构的稳定性与安全性。在进行封锚操作之前，施工人员需要仔细清理端部的杂物、油污以及其他可能影响封锚效果的物质，确保钢绞线束与锚具之间的接触面干净、平整。在选择封锚材料时，通常采用与混凝土结构相同或相近的材料，使封锚材料能够与混凝土结构更好地协同工作，共同承受外界荷载和变形，减少因材料差异而导致的应力集中和开裂风险。在具体封锚过程中，还需要注意对封锚材料用量和固化时间进行控制，用量过少可能导致封锚不牢固，而用量过多则可能造成浪费并对结构性能产生不利影响；固化时间的掌握也需要恰到好处，既要保证封锚材料充分固化以达到预期的强度，又要避免过长的固化时间影响施工进度。此外，封锚操作还需要注意对细节的把控，在涂抹封锚材料时，要确保涂抹均匀、无遗漏；在固化过程中，要对封锚部位进行必要保护和养护，防止外界因素对其造成损害。

Q 预应力施工技术应用效果提升措施

（一）做好施工材料质量控制

在公路桥梁预应力施工中，做好施工材料的质量控制是提高预应力技术应用效果的重要措施之一。需要严格按照设计要求和规范要求选择合格的预应力筋和压浆材料，保证其质量符合标准。对施工材料进行验收和检测，确保其质量达到要求。在施工过程中，要注意保持施工材料的存储和使用环境，防止材料受潮、受污染或变质，从而影响施工质量和安全。

（二）预应力张拉时间控制

在公路桥梁项目的建设过程中，施工团队的首要任务是准确控制预应力，以确保其达到项目初期运行所需的最低强度。通常情况下，在材料准备阶段，施工团队会使用早强剂来提高公路桥梁预应力管理的有效性。然而，添加早强剂必须严格遵循时机原则。一般来说，它们应该在浇筑完

成后3天内投入使用,并持续到材料强度达标后再进行实际施工操作。此外,在张拉操作方面要避免过早进行。过早进行可能会破坏混凝土的物理性能,导致结构性能下降,因此在实际施工和进度安排中需要充分考虑使用早强剂的具体要求,并灵活调整进度以确保最佳施工质量。

(三) 钢筋安装质量控制

要想提高预应力技术的应用效果,就需要严格控制钢筋安装高程,保证安装质量。施工人员要根据设计图纸规范操作,做好相关准备工作,提高安装效果。具体可以从以下几个方面进行:第一,施工人员要确定预应力筋的管道位置,在钢筋上层设置管道定位筋,及时固定管道和钢筋,以此确保钢筋受力状态良好,可以满足预应力筋后期使用需求。第二,在钢绞线张拉结束后,施工人员要对钢绞线的张拉效果进行测量,提高张拉受拉力。在检查时可以采用抽样检查的方法,检查结束后要科学应用预应力材料。第三,科学布置钢绞线,控制疏密程度并保证钢绞线的质量。在操作时禁止将水泥砂浆和钢绞线接触,确保钢绞线摊铺的平整性、均匀性,从而提高钢绞线的施工效果。

(四) 压浆质量控制

在曲线段的预应力管道布置中,应基于其各项特性在每个波峰及其相邻的同一端部位增设观察阀。压浆管以高强橡胶管为宜,要求其抗压能力不低于2MPa,在压力灌浆过程中应防止发生破裂,保证连接牢靠并防止脱管。在压浆材料到达压浆泵前要先进行过滤,以免其堵塞压浆泵。对于搅拌完成的泥浆要进行试验,以确定其流动度与泌水性是否达到要求,此外还要制备试块判断其强度是否达到要求。压浆必须在浆液流动性发生变化前完成,且每个孔道的压浆必须保持连续。在中途换管的过程中,压浆泵不能停止运行,以确保浆液保持流动状态。施工中要记录压浆孔数量与位置,防止产生漏浆。储浆罐容积应比待压浆孔道体积略大。浆体配方应符合相关行业标准要求,压浆前要进行必要的试验确定压浆工艺实施规程,并由专业队伍施工。

(五) 其他关键施工工序控制

首先,预应力筋的布置。预应力筋的布置需要根据锚固端的横梁和转向力等因素加以确定,决定了未来桥梁的承载能力。其次,钢绞线的下料与穿束,该环节必须确保钢绞线的质量和尺寸符合工程要求。再次,张拉施工。张拉不均将导致桥梁出现不均匀受力现象,从而引发裂缝或弯曲等问题。通常需要进行高应力张拉和预警张拉,以免发生

钢绞线错位等问题。最后,封锚。操作时需要注意防水涂料、灰浆杂质、漏压以及封闭处理等细节,必须严格按照工艺流程进行操作,以提高工程的防水、抗开裂性能。

结束语

综上所述,在预应力结构的施工过程中,精确管理参数和质量标准至关重要。这将极大地影响主梁的应力和线性控制,有助于提高结构的稳定性、承载能力和耐久性。广泛采用预应力施工技术不仅可以增加桥梁跨度、减少桥墩设置数量,还可以提高交通流通效率。此外,该技术还能有效降低沉降风险、减少桥梁变形,并延长桥梁整体使用寿命。随着科学技术的进步,预应力施工技术正迎来新的发展阶段,包括先进高性能材料的引入、更精确的施工机械和设备使用以及智能监控和控制系统的运用,推动公路桥梁预应力施工向更高效、更高质量的方向发展,从而更好地满足现代交通系统多样化需求。

参考文献

- [1] 廖泽虎. 预应力施工技术在道路桥梁施工中的应用[J]. 智能城市, 2021, 7(08): 161-162.
- [2] 赫菲. 预应力施工技术在公路工程施工中的应用[J]. 交通世界, 2021(08): 30-31.
- [3] 崔焱. 建筑工程中预应力施工技术的应用探讨[J]. 中国设备工程, 2021(11): 219-220.
- [4] 李丹. 市政桥梁施工中后张法预应力施工质量对策[J]. 四川水泥, 2021(04): 132-133.
- [5] 郑再兴. 桥梁工程施工中后张法预应力施工技术探讨[J]. 科技创新与应用, 2021, 11(14): 161-163.
- [6] 高江丽. 桥梁工程后张法预应力箱梁施工技术研究[J]. 交通世界, 2021(18): 56-57.

作者简介:

庞长江(1985—),男,汉族,河北衡水人,本科,工程师,青岛交科建设集团有限公司,研究方向:公路与桥梁工程。

张抗(1989—),男,汉族,河南南阳人,本科,工程师,青岛交科建设集团有限公司,研究方向:公路与桥梁工程。

邓贞飞(1988—),男,汉族,江苏徐州人,本科,工程师,青岛舜禹建工有限公司,研究方向:公路与桥梁工程。

张绍文(1990—),男,汉族,四川巴中人,本科,工程师,青岛交科建设集团有限公司,研究方向:公路与桥梁工程。

王奎明(1988—),男,汉族,山东菏泽人,本科,工程师,青岛交科建设集团有限公司,研究方向:公路与桥梁工程。