

桥梁施工中的预应力施工技术

刘悻哲

宁波市交建工程监理咨询有限公司 浙江 宁波 315104

摘要: 桥梁施工中的预应力施工技术是一种重要的现代建筑技术,它通过预先对桥梁结构施加压力,以抵消外部荷载产生的拉应力,从而提高桥梁的承载能力和稳定性。本文介绍了预应力施工技术的原理、方法及其在桥梁施工中的具体应用,包括预应力钢绞线的选择与应用、混凝土浇筑与养护、预应力筋的张拉与锚固等关键环节。通过实施预应力施工技术,可以显著提高桥梁的耐久性和使用寿命,为交通运输的安全和便捷提供有力保障。

关键词: 桥梁施工; 预应力施工技术; 要点

1 预应力施工技术简述

1.1 预应力的基本原理

预应力是指在结构设计中预先施加的应力,以抵消或减小未来荷载对结构的影响。其基本原理是通过在结构中预先施加一定的应力,使结构在承受未来荷载时能够更好地适应载荷的要求,从而提高结构的安全性和耐久性。在预应力混凝土结构中,核心思想是在结构承受外部承重之前,预先对结构中的受拉区域施加一定的压力。这样的预压措施旨在有效抵消由外部承重所引发的混凝土拉应力,进而达到减小拉应力的目的,确保构件在使用过程中能够保持其结构的完整性和稳定性,延缓甚至避免开裂,从而显著提升构件的抗裂性能和整体刚度。

1.2 预应力施工技术的特点

预应力施工技术多应用于混凝土结构,主要是在混凝土结构承受荷载前,预先对其施加一定的压力,使其能够在外荷载作用下时的受拉区混凝土内部,产生相应的压应力,从而抵消或者削减外荷载所产生的拉应力^[1]。预应力混凝土技术因其自重轻、强度高、刚度大以及出色的抗弯、抗剪和抗疲劳特性,在大跨度和重荷载结构中展现出了显著的优势。根据张拉方法的不同,预应力混凝土技术可分为先张法和后张法,两者各有施工流程和特点。

1.3 在桥梁施工中的应用范围与重要性

预应力技术是公路桥梁施工的关键技术之一,具有独一无二的优势和价值。在处理公路桥梁结构受弯、受拉构件等情况时应用预应力技术,可以充分增强构件性能,提升结构稳定性,保障工程质量。应用预应力技术,可以对桥梁材料的性能进行全面充分的挖掘,使得桥梁内部的微观结构发生改变,各个组件也可以及早适应压力,从而有效提升桥梁的稳定性和刚性。预应力技术能够有效节约桥梁施工中应用的材料,降低施工成

本。在实际施工中,对于施工难度高、跨度大的公路桥梁工程,预应力技术可以有效提升混凝土构件的拉力,减少混凝土的荷载,进而降低混凝土出现裂缝的可能性,增强公路桥梁的稳定性,提升工程质量。

2 桥梁工程预应力施工的常见问题

2.1 预应力损失过大

桥梁工程预应力施工中,预应力损失过大是一个亟待解决的常见问题。这一问题的出现,往往导致预应力筋的实际应力值远低于设计预期,进而影响到桥梁结构的承载能力和耐久性。预应力损失过大的原因复杂多样,可能源于锚具的滑丝或钢绞线内部存在断丝,使得预应力无法有效传递;也可能因为钢束的松弛率超出了规定范围,导致预应力在长时间作用下逐渐减小;测量设备的误差、混凝土局部破坏导致的预应力释放等因素,也可能引起预应力损失过大。这一问题不仅增加施工难度和成本,还可能对桥梁的安全使用构成潜在威胁。

2.2 孔道堵塞

在桥梁工程预应力施工过程中,孔道堵塞是一个常见且棘手的问题。孔道作为预应力筋穿入和张拉的关键通道,其畅通无阻对于确保预应力施加效果至关重要。在实际施工中,由于多种原因,如波纹管等孔道成型材料在安装或浇筑混凝土过程中受损、移位,或者混凝土浇筑时振捣过度导致混凝土浆体渗入孔道,都可能引发孔道堵塞。孔道堵塞不仅会影响预应力筋的正常穿入和张拉,导致预应力无法有效传递至整个结构,还可能造成预应力筋的损坏,严重影响桥梁的承载能力和使用寿命^[2]。

3 桥梁施工中预应力技术的具体应用

在现代桥梁工程中,预应力技术以其独特的优势,如提高结构承载能力、增强结构稳定性、延长使用寿命等,得到了广泛应用。

3.1 预应力钢绞线的选择与应用

预应力钢绞线作为预应力技术中的重要组成部分,其选择与应用直接关系到预应力效果的好坏。预应力钢绞线是由多根钢丝绞合而成的钢铁制品,具有高强度、低松弛性等特点。根据表面处理方式的不同,预应力钢绞线可分为无镀层和镀锌等类型。无镀层的低松弛预应力桥梁钢绞线因其优良的力学性能和抗腐蚀性能,在桥梁工程中得到了广泛应用。在选择预应力钢绞线时,需要考虑桥梁工程的实际需求、施工条件以及材料性能等因素。首先,要确保钢绞线的强度满足设计要求,以保证桥梁的承载能力。其次,要考虑钢绞线的松弛性能,避免在使用过程中因松弛而导致预应力损失过大。另外,还需考虑钢绞线的抗腐蚀性能,以确保其在复杂环境下的耐久性。预应力钢绞线主要用于桥梁的受拉区域,如预应力混凝土梁、预应力混凝土板等。通过张拉钢绞线,可以在混凝土内部产生预压应力,从而抵消外部荷载产生的拉应力,提高结构的承载能力。预应力钢绞线还可以用于桥梁的加固工程,通过增加预应力钢绞线的数量或提高张拉应力,可以提升桥梁的承载能力和稳定性。

3.2 预应力锚具的选择与应用

预应力锚具是预应力混凝土结构中的重要组成部分,用于固定和传递预应力筋的张拉力量。预应力锚具根据其构造和用途的不同,可分为夹片式锚具、锥塞式锚具和粘结式锚具等类型。夹片式锚具通过夹片对预应力筋进行夹持,利用摩擦传递张拉力量;锥塞式锚具利用锥塞与预应力筋之间的锥度配合实现锚固;粘结式锚具则通过在预应力筋与混凝土之间设置特殊的粘结材料形成较强的粘结力来传递张拉力量。在选择预应力锚具时,需要考虑结构要求、施工条件以及材料性能等因素。首先,要确保锚具的承载能力满足设计要求,以保证桥梁的安全性。其次,要考虑锚具的施工方便性,避免在施工过程中因锚具安装不当而影响施工进度和质量。另外,还需考虑锚具的耐久性,以确保其在长期使用过程中不会因腐蚀或磨损而失效。预应力锚具主要用于桥梁的预应力混凝土结构中,如预应力混凝土梁、预应力混凝土板等。通过锚具将预应力筋固定在混凝土中,并传递张拉力量,从而实现预应力效果。在桥梁加固工程中,预应力锚具也发挥着重要作用。通过增加锚具的数量或提高张拉应力,可以提升桥梁的承载能力和稳定性。

3.3 预应力效应的分析与计算

预应力效应的分析与计算是预应力技术中的关键环节,直接关系到预应力效果的好坏和桥梁的安全性。预

应力效应的分析主要包括预应力损失的计算、预应力筋的应力分布以及预应力对结构性能的影响等方面。预应力损失主要包括锚具变形损失、预应力筋松弛损失、混凝土收缩徐变损失等^[1]。在计算预应力损失时,需要考虑各种因素的影响,如材料性能、施工条件、环境条件等。预应力筋的应力分布是预应力效应分析的重要内容之一,需要确保预应力筋在混凝土中的应力分布均匀,避免出现过大的应力集中现象。预应力效应的计算主要包括预应力筋的张拉力计算、预应力混凝土的应力计算以及结构的承载力计算等方面。在计算预应力筋的张拉力时,需要考虑锚具的摩擦系数、预应力筋的弹性模量以及张拉工艺等因素。在计算预应力混凝土的应力时,需要考虑混凝土的弹性模量、泊松比以及预应力筋的应力分布等因素。在计算结构的承载力时,需要考虑结构的几何尺寸、材料性能以及预应力效应等因素。预应力效应的计算方法主要包括理论计算方法和试验验证方法。理论计算方法主要通过建立数学模型和公式,对预应力效应进行精确计算。试验验证方法则通过实际试验来验证理论计算结果的准确性和可靠性。在实际工程中,通常采用理论计算与试验验证相结合的方法,以确保预应力效应的计算结果准确可靠。

3.4 钢筋混凝土结构的预应力施工

钢筋混凝土结构的预应力施工是预应力技术在桥梁工程中的重要应用之一。在进行预应力施工前,需要做好充分的准备工作。首先需要对预应力筋进行清洁和处理,确保其表面无油污、锈蚀等杂质。其次,需要对锚具进行检查和验收,确保其质量符合设计要求。另外,还需要对混凝土进行质量检验和性能测试,确保其性能满足设计要求。预应力施工的工艺流程主要包括预应力筋的张拉、锚具的安装与固定、混凝土的浇筑与养护等步骤。在预应力筋的张拉过程中,需要按照设计要求进行张拉力的控制和调整,确保预应力筋的应力分布均匀。在锚具的安装与固定过程中,需要确保锚具的位置准确、固定牢固。在混凝土的浇筑与养护过程中,需要控制混凝土的浇筑速度和振捣强度,避免对预应力筋和锚具造成损坏。预应力施工的质量控制是确保预应力效果好坏的关键环节,在施工过程中,需要对预应力筋的张拉力、锚具的安装质量、混凝土的浇筑质量等进行严格控制和检查。还需要对预应力效应进行实时监测和评估,确保预应力效果满足设计要求。

3.5 混凝土路面的预应力施工

混凝土路面的预应力施工是预应力技术在道路工程中的拓展应用之一。预应力混凝土路面具有高强度、高

刚度、耐久性好等特点。通过施加预应力，可以显著提高路面的承载能力和抗裂性能，延长使用寿命。预应力混凝土路面的施工工艺主要包括预应力筋的布置与张拉、混凝土的浇筑与振捣、路面的养护与检测等步骤^[4]。在预应力筋的布置与张拉过程中，需要确保预应力筋的位置准确、张拉应力均匀。在混凝土的浇筑与振捣过程中，需要控制混凝土的浇筑速度和振捣强度，避免对预应力筋造成损坏。在路面的养护与检测过程中，需要对路面进行定期检查和养护，确保其性能满足设计要求。预应力混凝土路面的质量控制是确保路面性能好坏的关键环节。在施工过程中，需要对预应力筋的布置与张拉质量、混凝土的浇筑质量、路面的养护质量等进行严格控制和检查。同时还需要对路面的承载能力、抗裂性能等进行实时监测和评估，确保路面性能满足设计要求。

4 道路桥梁预应力施工技术应用期间的质量控制措施

在道路桥梁预应力施工技术的应用过程中，质量控制是确保工程质量和安全性的关键。

4.1 针对工程建设需求，选择合适的施工材料

在道路桥梁预应力施工中，施工材料的选择直接关系到工程的整体质量和耐久性。因此针对工程建设需求选择合适的施工材料至关重要。首先，应对工程建设地点进行详细的勘察和分析，了解地质、气候等自然条件，以及交通流量、荷载要求等使用情况，从而确定所需材料的种类、规格和性能要求。其次，在材料采购过程中，应选择信誉良好、质量可靠的供应商，确保所购材料符合设计要求和相关标准。应对采购的材料进行严格的质量检验，包括外观检查、性能测试等，确保材料质量达标。最后，在施工过程中，应加强对材料的管理和使用，避免材料受潮、受损或混淆。应定期对库存材料进行复查，确保材料性能稳定，满足施工需求。

4.2 确保混凝土浇筑作业的密实性与合理性

混凝土浇筑作业是道路桥梁预应力施工中的关键环节之一，其密实性和合理性直接影响到混凝土的强度和耐久性。在混凝土浇筑前，应对模板进行仔细检查，确保模板尺寸准确、安装牢固、拼接紧密，避免漏浆和变形。应对钢筋进行定位和保护，确保钢筋位置准确、间距均匀，避免在浇筑过程中移位或损坏。在浇筑过程

中，应控制混凝土的浇筑速度和振捣强度，确保混凝土均匀密实。浇筑速度不宜过快，以免产生气泡和分层现象；振捣强度应适中，既要排出气泡，又要避免过度振捣导致混凝土离析。浇筑完成后，应及时进行养护，保持混凝土湿润，避免干裂和温度裂缝的产生。应对混凝土进行强度检测，确保达到设计要求。

4.3 确保穿索施工作业的规范性与合理性

穿索作业是预应力施工中的关键步骤之一，其规范性和合理性直接影响到预应力筋的张拉效果和结构的承载能力。在穿索前，应对预应力筋进行仔细检查，确保表面无锈蚀、油污等杂质，且长度、直径等参数符合设计要求。应对锚具、夹片等配件进行检查，确保质量可靠、配合紧密^[5]。在穿索过程中，应严格按照设计图纸和施工方案进行操作，确保预应力筋的走向、位置和张拉端头的布置准确无误。应控制穿索速度，避免预应力筋在孔道内产生过大的摩擦阻力。穿索完成后，应对预应力筋进行张拉作业。在张拉过程中，应控制张拉力和伸长量，确保满足设计要求。应对张拉设备进行定期维护和校准，确保其精度和可靠性。

结束语

综上所述，预应力施工技术在桥梁施工中发挥着重要作用。通过合理选择预应力材料、优化施工工艺、加强质量控制等措施，可以确保预应力施工技术的有效实施。未来，随着桥梁工程的不断发展和技术的进步，预应力施工技术将进一步完善和创新，为构建更加安全、耐久、美观的桥梁工程提供有力支持。

参考文献

- [1]郭宏.预应力施工技术在市政桥梁工程中的应用研究[J].运输经理世界,2022,(33):83-85.
- [2]杨海峰.预应力施工技术在道路桥梁施工技术中的应用[J].运输经理世界,2022,(32):113-115.
- [3]赵明.预应力技术在公路桥梁施工中的应用[J].工程机械与维修,2022,(06):238-240.
- [4]陈猛.桥梁施工中预应力技术的应用探讨[J].建材发展导向,2023,21(16):167-170.
- [5]陈丽超.桥梁施工中预应力技术的应用[J].交通世界,2022(25):121-123.