

大跨度预应力混凝土桥梁施工控制技术探讨

刘志南

北京市政路桥股份有限公司

摘要:大跨度预应力混凝土桥梁是公路、铁路和城市轨道交通等交通工程中的重要组成部分。其主要特点是跨度大、结构复杂,需要进行精细的设计和施工控制。其中,施工控制是保证大跨度预应力混凝土桥梁结构安全和性能的重要因素。本文将探讨大跨度预应力混凝土桥梁施工控制技术,旨在为大跨度预应力混凝土桥梁施工控制技术的研究和应用提供一些参考和借鉴。

关键词:大跨度预应力混凝土;桥梁施工;控制技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.17.035

大跨度预应力混凝土桥梁是目前世界上最先进、最复杂的桥梁类型之一,其施工控制技术直接关系到桥梁的质量和安全性。本文以大跨度预应力混凝土桥梁施工控制技术为研究对象,探讨了预应力控制、混凝土浇筑控制、模板支撑控制、施工测量控制和安全防护控制等方面的技术问题,分析了这些问题的影响因素和解决方法,提出了一些建议和思考。本文旨在为大跨度预应力混凝土桥梁施工控制技术的研究和应用提供一些参考和借鉴。

一、常见混凝土的裂缝问题及其危害

(一) 问题

干缩裂缝。干缩裂缝是混凝土干燥过程中由于水分流失和体积收缩导致的裂缝。在混凝土表面形成小细裂纹,常常呈蜂窝状或网状,深度通常不超过0.5mm,不会对混凝土的结构强度产生明显影响。然而,干缩裂缝会使得混凝土的表面质量下降,对建筑的美观性产生不良影响。

热胀冷缩裂缝。热胀冷缩裂缝是由于混凝土在热胀冷缩过程中所引起的裂缝。在高温季节,混凝土的体积会因为温度升高而膨胀,而在低温季节,混凝土的体积会因为温度降低而收缩。这种体积变化可能导致混凝土内部产生应力,从而形成裂缝^[1]。

荷载裂缝。荷载裂缝是混凝土承受荷载过程中由于外力作用引起的裂缝。这种裂缝通常呈现水平或斜向,其长度和宽度不同。荷载裂缝可能影响混凝土结构的强度和稳定性。

沉降裂缝。沉降裂缝是混凝土承受地基沉降或沉降不均匀引起的裂缝。沉降裂缝通常为纵向裂缝,且与建筑结构垂直。这种裂缝通常较深,并对混凝土结构的稳定性产生显著影响。

内部裂缝。内部裂缝是混凝土内部出现的裂缝,通常由于混凝土的成分不均匀或者混凝土的制作过程中出现问题所导致。这种裂缝通常不会在混凝土表面显示出来,但会对混凝土的力学性能和稳定性产生显著影响。内部裂缝的存在可能导致混凝土结构的持久性和耐久性下降,从而加速混凝土的老化和损坏。

(二) 危害

第一,影响混凝土结构的强度和稳定性。混凝土结构的强度和稳定性是混凝土建筑安全的保障。然而,混凝土裂缝的存在可能导致混凝土结构的强度和稳定性下降,从而增加混凝土结构的倒塌和崩塌的风险。

第二,加速混凝土的老化和损坏。混凝土裂缝的存在可能导致水分渗透到混凝土内部,从而加速混凝土的老化和损坏。水分可能使得混凝土内部钢筋腐蚀,从而降低混凝土结构的力学性能和稳定性。此外,水分也可能导致混凝土内部的化学反应,从而降低混凝土的强度和稳定性。

第三,影响建筑的美观性。混凝土裂缝的存在可能导致建筑表面的不平整和美观性下降,从而影响建筑的外观。这种影响可能会使得建筑的价值和吸引力下降,甚至可能导致建筑的失去使用价值^[2]。

第四,产生经济损失。混凝土裂缝的存在可能导致混凝土结构的强度和稳定性下降,从而需要进行维修和加固。这些维修和加固可能需要大量的经济投入,从而给建筑业主和管理者带来经济损失。

第五,影响建筑的使用寿命。混凝土裂缝的存在可能导致混凝土结构的强度和稳定性下降,从而影响建筑的使用寿命。这种影响可能导致建筑无法正常使用,甚至可能导致建筑的倒塌和崩塌。

二、大跨度预应力混凝土桥梁施工控制主要内容

大跨度预应力混凝土桥梁施工控制技术的主要内容包括预应力控制、混凝土浇筑控制、模板支撑控制、施工测量控制和安全防护控制等方面。

(一) 预应力控制

预应力是大跨度预应力混凝土桥梁的重要组成部分,预应力控制是施工控制的核心之一。预应力控制的主要目的是保证桥梁的受力状态满足设计要求,同时保证预应力的施加精度。预应力控制的关键是选用合适的张拉方式和张拉机具,保证预应力钢筋的正确张拉和固定,以及预应力钢筋的应力均匀。同时,要加强对预应力钢筋的检验和验收,确保预应力钢筋的质量符合要求。预应力控制包括预应力钢筋的张拉控制和锚固控制两个方面。在预应力钢筋的张拉控制中,应根据预应力设计图纸确定预应力钢筋的张拉力大小和张拉钢筋的数量,控制钢筋的张拉速度和张拉弦长,避免钢筋过度拉伸或过度疲劳,从而导致桥梁的质量和安全隐患。在锚固控制中,应保证预应力钢筋的锚固长度和锚固深度符合设计要求,避免出现锚固失效或者因为锚固不牢固而引发桥梁的危险^[3]。

(二) 混凝土浇筑控制

混凝土浇筑是大跨度预应力混凝土桥梁施工的重要工序之一,混凝土浇筑控制是施工控制的关键之一。在混凝土浇筑控制中,应控制混凝土的配合比和施工浇筑的厚度和均匀性,避免混凝土坍塌或太稀或太浓,导致

桥梁的质量问题。同时，在混凝土浇筑过程中应注意控制施工环境和施工机械设备的操作，以保证混凝土的浇筑效果和施工进度。

（三）模板支撑控制

大跨度预应力混凝土桥梁的模板支撑控制也是施工控制的重要内容之一。在模板支撑控制中，应注意控制模板支撑的数量、位置、固定方式和支撑间距，避免因支撑过多或支撑过少而引发模板变形和破坏。同时，在模板支撑控制中应注意控制支撑的稳定性和可靠性，避免因支撑失稳或支撑断裂而引发桥梁的质量和安全隐患。

（四）施工测量控制

施工测量控制也是大跨度预应力混凝土桥梁施工控制的重要内容之一。在施工测量控制中，应根据设计要求进行精确的测量，控制测量误差的范围，保证桥梁的几何形状、位置和高程符合设计要求。同时，在施工测量过程中应注意控制测量设备的精度和稳定性，保证测量数据的准确性和可靠性。

（五）安全防护控制

大跨度预应力混凝土桥梁施工安全防护控制也是施工控制的重要内容之一。在安全防护控制中，应根据施工环境和施工工艺要求，设置合理的安全防护设施，保障施工人员的生命安全和身体健康。同时，在施工过程中应严格遵守相关安全生产法律法规，建立健全的安全管理体系，加强安全教育和培训，提高施工人员的安全意识和安全素质。

三、大跨度预应力混凝土桥梁的结构特点

（一）大跨度

大跨度是大跨度预应力混凝土桥梁最为显著的结构特点。一般来说，大跨度预应力混凝土桥梁的跨度在100米以上，有的甚至可以达到几百米，这就需要在设计和施工中进行合理的控制和管理。

（二）预应力混凝土结构

预应力混凝土结构是大跨度预应力混凝土桥梁的主要结构类型。预应力混凝土是在混凝土固化前施加预应力，以提高混凝土的承载能力和变形能力，增加结构的稳定性和安全性^[4]。

（三）桥墩结构

大跨度预应力混凝土桥梁的桥墩结构一般采用钢筋混凝土框架结构，其主要目的是为了提高桥墩的承载能力和抗震性能。桥墩的设计和施工需要根据不同的地质条件和荷载要求进行合理的控制。

（四）桥面铺装

大跨度预应力混凝土桥梁的桥面铺装主要采用沥青混凝土或水泥混凝土铺装。桥面的铺装质量和施工工艺直接影响到桥面的耐久性和使用寿命，需要进行严格的控制和管理。

四、大跨度预应力混凝土桥梁工程施工设计原则

（一）结构设计原则

大跨度预应力混凝土桥梁工程的结构设计应符合桥梁结构的基本原则。结构设计应考虑桥梁的荷载、变形和温度等因素，并对结构进行合理的设计和分析，以保证结构的稳定性和强度。

（二）施工工艺原则

大跨度预应力混凝土桥梁工程的施工工艺应考虑到施工的复杂性、工期、安全和经济等方面的因素。施工工艺应采用先进的技术和设备，同时应按照桥梁结构的设计要求进行施工。

（三）材料选用原则

大跨度预应力混凝土桥梁工程的材料选用应符合国家标准和规范的要求。材料应具有优良的物理性能和化学性能，能够满足桥梁结构设计的要求，并能够保证桥梁的稳定性、强度和耐久性。

（四）施工管理原则

大跨度预应力混凝土桥梁工程的施工管理应符合国家相关规定和标准的要求。施工管理应注重工程质量和安全管理，加强现场施工监督和检验，确保施工质量和施工安全。

（五）环境保护原则

大跨度预应力混凝土桥梁工程的施工应符合国家相关的环境保护要求。施工应采取保护措施，保护施工现场周围的生态环境和水资源，减少对环境的污染和破坏^[5]。

五、大跨度预应力混凝土桥梁施工的注意事项

（一）桥梁的荷载分析

大跨度预应力混凝土桥梁工程的设计应进行桥梁的荷载分析。荷载分析可以确定桥梁结构的尺寸和构造，为桥梁的施工提供重要的参考依据。荷载分析包括静荷载分析和动荷载分析，其中动荷载分析应考虑到行车荷载、风荷载、地震荷载等因素。在荷载分析的过程中，应根据桥梁的使用情况和所在地区的环境特点，合理设置荷载标准和荷载系数。

（二）预应力钢筋的选用和布置

大跨度预应力混凝土桥梁工程中的预应力钢筋应符合国家相关标准和规范的要求。预应力钢筋应选用质量优良、抗拉强度高的钢材，并经过预应力加工。在钢筋的布置过程中，应根据桥梁结构的设计要求，合理安排预应力钢筋的数量、布置方式和张拉方案。

（三）混凝土的浇筑和养护

大跨度预应力混凝土桥梁工程中的混凝土应采用高强度、耐久性好的混凝土材料，并应按照设计要求进行浇筑和养护。在混凝土浇筑过程中，应注意混凝土的质量和均匀性，并合理设置浇筑顺序和节奏。在混凝土养护过程中，应采取有效的措施，保持混凝土的湿润状态，防止混凝土裂缝和渗漏等问题的发生。

（四）施工安全措施

大跨度预应力混凝土桥梁工程的施工应注重安全，采取有效的安全措施，保障施工人员的生命安全和财产安全。在施工前，应对施工现场进行全面的安全评估和风险分析，制定合理的安全施工方案，并加强对施工人员的安全培训和管理。

（五）施工周期的合理安排

大跨度预应力混凝土桥梁工程的施工周期较长，一般需要几年的时间完成。在施工周期的安排上，应考虑到工程的复杂性和施工难度，并根据具体情况制定合理的施工计划和进度表。同时，应加强对施工进度监督和管理，及时发现和解决施工中出现的問題，保证工程

的按时按质完成。

六、大跨度预应力混凝土桥梁施工的影响因素

(一) 设计因素

大跨度预应力混凝土桥梁的设计方案是影响施工的重要因素之一。设计方案应考虑到桥梁所处的环境、荷载特点、预应力钢筋的选用和布置、混凝土的强度等因素。在设计阶段,应充分考虑桥梁的施工性和可行性,避免出现施工难度较大或无法实现的情况,从而影响工程的顺利进行^[6]。

(二) 材料因素

大跨度预应力混凝土桥梁的材料质量对施工影响很大。混凝土材料的强度和質量直接影响桥梁的使用寿命和安全性,预应力钢筋的选用和布置也会直接影响施工的效率和质量。因此,在施工前应进行充分的材料试验和质量检验,保证所采用的材料符合国家相关标准和规范的要求。

(三) 施工技术因素

大跨度预应力混凝土桥梁的施工技术也是影响施工的重要因素之一。在施工中,应合理选用和采用施工机械设备,严格按照施工规范和要求进行操作。特别是在预应力钢筋的张拉和混凝土浇筑等关键工序中,应严格控制施工质量和进度,确保施工质量和安全。

(四) 环境因素

大跨度预应力混凝土桥梁的施工环境也是影响施工的因素之一。在施工前应对施工现场进行全面的评估和分析,了解施工现场的环境特点和存在的潜在风险,制定合理的施工方案和安全措施。同时,在施工过程中应根据不同的环境因素及时调整施工计划和进度表,保证施工的顺利进行。

七、大跨度预应力混凝土桥梁施工控制技术分析

(一) 施工组织设计

大跨度预应力混凝土桥梁的施工组织设计是施工控制的重要环节。在施工组织设计中,需要根据桥梁的结构特点和实际施工情况,制定合理的施工方案和施工计划,明确施工过程中的关键节点和控制要点。

(二) 施工技术控制

在大跨度预应力混凝土桥梁的施工中,施工技术控制是确保施工质量和安全的重要措施。施工技术控制包括施工过程中的各项技术要求和控制措施,例如预应力张拉、混凝土浇筑、桥墩拆模、桥面铺装等。

其中,预应力张拉是大跨度预应力混凝土桥梁施工中的重点和难点。预应力张拉需要严格控制预应力钢束的张拉力度和张拉位置,保证预应力钢束的应力和变形能够满足设计要求,并且确保预应力钢束的安全性和耐久性。

(三) 质量控制

大跨度预应力混凝土桥梁的施工质量控制是确保桥梁结构安全和性能的关键因素。质量控制包括施工过程中的各项检测和测试要求,例如混凝土强度检测、预应力钢束张拉力检测、桥面平整度检测等。

在质量控制过程中,需要使用先进的检测和测试技术,例如超声波检测技术、电子测量技术、光学测量技术等,确保施工质量和安全性达到设计要求。

(四) 安全控制

大跨度预应力混凝土桥梁的施工安全控制是保证工人生命安全和施工顺利进行的重要保障。安全控制包括施工过程中的安全标准和规范、安全操作程序和规定、安全设施和装备等^[7]。

在安全控制过程中,需要实行科学的安全管理,提高工人安全意识,加强安全技能培训,完善安全保障体系,确保施工过程中的安全性和可靠性。

(五) 环境保护控制

大跨度预应力混凝土桥梁的施工过程中,需要严格控制环境污染和对生态环境的影响。环境保护控制包括施工过程中的环境保护标准和规范、环境污染监测和治理措施、生态保护和修复等。

在环境保护控制过程中,需要优化施工工艺和工序,减少污染物排放,加强环境监测和管理,落实生态保护和修复措施,确保施工过程对环境 and 生态的影响最小化。

(六) 施工质量检验和验收

大跨度预应力混凝土桥梁的施工结束后,需要进行施工质量检验和验收。施工质量检验和验收包括施工过程中的各项检测和测试要求,例如混凝土强度检测、预应力钢束张拉力检测、桥面平整度检测等。

在施工质量检验和验收过程中,需要使用先进的检测和测试技术,例如超声波检测技术、电子测量技术、光学测量技术等,确保施工质量和安全性达到设计要求。

总之,大跨度预应力混凝土桥梁的施工控制技术包括施工管理控制、施工技术控制、质量控制、安全控制、环境保护控制和施工质量检验和验收。在实际施工过程中,需要根据具体情况,制定合理的施工方案和施工计划,明确施工过程中的关键节点和控制要点,确保施工质量和安全性达到设计要求,最终实现大跨度预应力混凝土桥梁的顺利建设和使用。

结语:综上所述,大跨度预应力混凝土桥梁施工控制技术是保证桥梁结构安全和性能的关键因素。随着施工技术和设备的不断发展和进步,大跨度预应力混凝土桥梁的施工控制技术也在不断完善和提高。我们相信,在各方共同努力下,大跨度预应力混凝土桥梁的施工控制技术将会越来越先进和完善,为社会和人类的发展进步做出更大的贡献。

参考文献

- [1] 万航洋. 大跨度预应力混凝土桥梁施工控制技术分析[J]. 工程技术研究, 2021, 6(17): 89-90.
- [2] 蔡进宝. 大跨度预应力混凝土桥梁施工控制技术要点[J]. 工程建设与设计, 2020, (24): 95-96.
- [3] 文泉. 大跨度预应力混凝土桥梁施工控制技术应用研究[J]. 产业与科技论坛, 2019, 18(08): 50-52.
- [4] 许晨亮. 探究大跨度预应力混凝土桥梁施工控制技术[J]. 四川建材, 2017, 43(09): 138-139.
- [5] 刘海林. 大跨度预应力混凝土桥梁施工控制技术分析[J]. 江西建材, 2017, (22): 158-165.
- [6] 薄继民. 大跨度预应力混凝土桥梁施工控制技术分析[J]. 建筑技术开发, 2017, 44(07): 35-36.
- [7] 罗成利. 大跨度预应力混凝土桥梁施工控制技术的思考[J]. 低碳世界, 2017, (03): 226-227.