

# 钢结构桥梁施工中的变形监测与控制技术

龚凯健

江苏启晟集团有限公司 江苏 南通 226200

**摘要:**在现代桥梁建设中,钢结构桥梁以其独特的优势占据了重要地位。然而,施工过程中的变形问题一直是影响桥梁质量和安全的关键因素。本文深入探讨了钢结构桥梁施工中的变形监测与控制技术,旨在为相关工程提供全面、专业的指导和参考。

**关键词:** 钢结构桥梁; 变形监测; 控制技术; 施工安全

## 引言

随着交通基础设施的快速发展,钢结构桥梁在跨越能力、施工速度、环保性能等方面展现出显著优势,成为桥梁建设的重要选择。然而,钢结构桥梁在施工过程中易受温度、荷载、材料性能等多种因素影响,导致结构产生变形。为确保桥梁施工质量和安全,必须对变形进行有效监测和控制。

### 1 钢结构桥梁变形的原因及影响分析

#### 1.1 变形原因

钢结构桥梁变形的原因极为复杂且多样化,其中温度变化、施工荷载、材料性能差异及施工误差等均为关键因素。温度变化对钢结构桥梁的影响尤为显著,由于金属材料的热胀冷缩特性,极端温度或昼夜温差变化都可能导致桥梁结构产生显著的变形。施工荷载也是一个不可忽视的因素,桥梁在施工过程中往往需要承受各种施工设备和材料的重量,这些荷载可能导致结构产生临时或永久性的变形。此外,材料性能差异对桥梁变形的影响同样重要。在实际施工中,由于材料的来源、质量、加工工艺等方面的差异,可能导致桥梁结构各部分在受力时产生不均匀的变形<sup>[1]</sup>。施工误差也是一个不容忽视的因素,包括测量误差、施工顺序不当、施工方法选择不当等都可能导致桥梁结构产生变形。这些因素并非孤立存在,而是相互作用、相互影响,共同导致钢结构桥梁在施工过程中的变形。

#### 1.2 变形影响

变形对钢结构桥梁的影响深远且多元化,首先体现在对桥梁几何形状和尺寸的改变上。一旦桥梁发生变形,其线性和平整度将受到显著影响,直接导致行车舒适性和安全性的降低。对于驾驶者来说,行驶在变形的桥梁上会感到颠簸不平,这不仅影响了驾驶体验,更可能增加交通事故的风险。其次,变形还可能引发桥梁结构内部应力的重新分布。在变形过程中,桥梁结构各部

分可能受到不同程度的挤压或拉伸,导致局部应力集中或过大。这种应力分布的不均匀性会严重降低结构的承载能力和耐久性,对桥梁的长期安全运营构成严重威胁。最后,如果变形得不到及时有效的控制和处理,还可能引发更为严重的安全事故。在极端情况下,桥梁变形可能达到危险的程度,导致桥梁失稳甚至断裂,对人民生命财产安全构成灾难性的威胁。这种后果是不可接受的,因此必须高度重视变形对钢结构桥梁的影响,采取一切必要措施加以预防和控制。

### 2 变形监测技术研究

#### 2.1 监测方法

在现代桥梁工程中,为确保钢结构桥梁的施工质量和安全,变形监测成为了一项至关重要的任务。目前,针对钢结构桥梁变形的监测方法已相当成熟,主要包括全站仪测量法、GPS测量法以及激光扫描法等。全站仪测量法,作为桥梁工程中常用的高精度测量手段,以其出色的精确性和效率赢得了广泛认可。这种方法利用全站仪对桥梁结构进行全方位的测量,能够捕捉到微小的变形,特别适用于大型钢结构桥梁的变形监测。其优势在于能够迅速、准确地提供桥梁变形的详细信息,为施工决策提供有力的数据支持<sup>[2]</sup>。GPS测量法则以其全天候、全球性和实时性的显著优势,在远程和复杂环境下的变形监测中发挥着不可替代的作用。通过布置在桥梁结构上的GPS接收器,可以实时获取桥梁的变形数据,不受天气和时间限制。这使得GPS测量法成为了一种高效、便捷的变形监测手段,尤其适用于那些难以接近或环境条件恶劣的桥梁。激光扫描法则近年来兴起的一种新型变形监测技术。它利用激光扫描仪对桥梁结构进行快速扫描,获取大量精确的点云数据。这些数据可以直观地展示桥梁的三维形态和变形情况,为精细化和三维化的变形分析提供了有力支持。激光扫描法的优势在于其非接触性和高效率,能够在不干扰桥梁正常运营的情况下完

成变形监测任务。全站仪测量法、GPS测量法和激光扫描法各有其独特的优势和应用场景。在实际工程中,应根据桥梁的具体情况和监测需求选择合适的方法进行变形监测,以确保桥梁施工的安全和质量。

## 2.2 监测内容与步骤

钢结构桥梁的变形监测是确保桥梁施工质量和安全的重要环节。监测内容主要包括桥梁结构的水平位移、垂直位移以及转角等关键参数。这些参数能够直观地反映桥梁的变形情况,为施工决策提供重要依据。在进行变形监测时,需要遵循一系列严格的步骤。首先,设立基准点是必不可少的。基准点是变形监测的起点和依据,必须选择稳定、可靠的位置进行设置。其次,根据桥梁的结构特点和监测需求,合理布置监测点。监测点的设置应能够全面反映桥梁的变形情况,同时便于观测和记录。定期观测是变形监测的核心工作。观测过程中,需要使用高精度的测量仪器和方法,确保观测数据的准确性、可靠性和连续性。观测频率应根据桥梁的施工进度和变形情况灵活调整,以及及时发现和处理异常情况。数据处理是变形监测的最后一步。通过对观测数据进行整理、分析和解释,可以提取出桥梁变形的规律和趋势,为施工决策提供科学依据。数据处理过程中,应注重数据的真实性和有效性,排除各种干扰因素的影响<sup>[3]</sup>。钢结构桥梁的变形监测内容与步骤涉及多个方面,需要全面、系统地进行规划和实施。在监测过程中,应始终保持严谨、细致的工作态度,确保监测结果的准确性和可靠性。只有这样,才能为桥梁施工提供有力的技术保障,确保桥梁的安全性和稳定性。

## 3 变形控制技术探讨

### 3.1 施工前的预控措施

在施工前,为确保钢结构桥梁的施工质量和安全,必须采取一系列全面而细致的预控措施,以最大程度地减少变形发生的可能性。首先,优化设计方案是预防变形的关键。通过深入研究桥梁结构的力学性能和变形机理,设计人员可以针对性地优化设计方案,以降低结构对变形的敏感性。这包括合理选择结构形式、优化截面尺寸和布置、调整荷载传递路径等,从源头上减少变形的风险。其次,材料和施工方法的选择也至关重要。应优先选用质量稳定、性能可靠的材料,并严格控制材料的采购、运输、储存和使用过程,以确保材料质量符合设计要求。同时,根据桥梁的具体情况和施工条件,选择合适的施工方法,如合理的施工顺序、支撑体系布置、预应力张拉工艺等,以减少施工误差和变形。此外,进行详细的施工模拟分析也是预防变形的重要手

段。通过利用先进的计算机技术和仿真软件,可以对桥梁施工过程进行模拟分析,预测可能发生的变形情况。这有助于及时发现潜在的问题并采取相应的预防措施,确保施工过程的顺利进行。最后,加强施工人员的技术培训 and 安全教育也是必不可少的。通过定期的技术培训,可以提高施工人员对变形控制技术的理解和掌握程度,增强他们的操作技能和应变能力。同时,加强安全教育,提高施工人员的安全意识和自我保护能力,确保他们在施工过程中始终遵守安全规程和操作规程,从而有效地减少人为因素引起的变形问题。施工前的预控措施是确保钢结构桥梁施工质量和安全的重要环节。只有从设计、材料、施工方法、模拟分析和人员培训等多个方面入手,才能全面地预防和控制变形问题的发生。

### 3.2 施工过程中的控制措施

在施工过程中,对钢结构桥梁的变形控制需要采取一系列切实有效的措施,确保施工质量和安全。现场管理作为施工过程中的重要环节,必须加强监管和执行力度。第一,严格控制施工荷载是防止结构变形的关键。施工过程中,各种设备、材料和人员的重量都会对桥梁结构产生影响。因此,必须精确计算和控制施工荷载,避免超载现象发生,防止因荷载过大导致结构变形甚至破坏。第二,合理安排施工顺序对于减少结构受力和变形的不均匀性至关重要。通过优化施工流程,确保各道工序之间的衔接顺畅,避免不必要的重复作业和结构受力变化。同时,应根据桥梁结构的特点和施工条件,制定合理的施工方案,确保施工过程中的稳定性和安全性。第三,加强材料质量把关也是确保施工质量的重要措施。所有进场的材料都必须经过严格检验和测试,确保其性能和质量符合设计要求。对于不合格的材料,应坚决予以退换或处理,防止因材料问题导致的结构变形和质量事故。第四,还应密切关注天气变化对施工的影响。钢结构桥梁对温度变化较为敏感,因此必须根据天气情况及时调整施工方案和措施<sup>[4]</sup>。在极端天气条件下,应采取必要的防护措施,如设置遮阳棚、喷洒水雾等,以减少温度变化引起的结构变形。施工过程中的控制措施对于确保钢结构桥梁的施工质量和安全具有重要意义。通过加强现场管理、严格控制施工荷载、合理安排施工顺序、加强材料质量把关以及密切关注天气变化等措施,可以有效地减少结构变形的风险,确保施工过程的顺利进行。

### 3.3 变形矫正技术

在钢结构桥梁的施工过程中,一旦发现变形现象,必须迅速而准确地采取矫正措施,以防止变形继续扩

大, 确保桥梁结构的整体稳定性和安全性。针对不同类型的变形, 有多种矫正方法可供选择。火焰矫正法是一种常用的矫正技术, 其基本原理是通过局部加热和随后的冷却过程来改变材料的应力状态, 从而达到矫正变形的目的。这种方法适用于那些由于焊接或切割等热加工过程引起的局部变形。火焰矫正法的优点在于操作简便、成本较低, 但要求操作人员具备较高的技术水平, 以确保加热和冷却过程的均匀性和准确性。机械矫正法则是通过施加外力来使结构产生反变形, 从而抵消原有的变形。这种方法通常使用千斤顶、螺旋千斤顶等机械设备来实现。机械矫正法的优点是矫正精度高、效果稳定, 适用于各种类型和程度的变形。但需要注意的是, 在施加外力时要严格控制力度和方向, 避免对结构造成新的损伤或变形。混合矫正法则结合了火焰矫正法和机械矫正法的优点, 通过在局部加热或冷却的同时施加外力, 以达到更好的矫正效果。这种方法适用于那些较为复杂或难以用单一方法矫正的变形情况。混合矫正法要求操作人员具备较高的综合素质和技术水平, 以确保各种矫正手段的协调配合和优势互补<sup>[5]</sup>。在选择矫正方法时, 必须根据变形的程度、原因以及结构的具体情况进行综合考虑。既要确保矫正效果满足设计要求, 又要保证矫正过程不会对结构的安全性和稳定性造成不良影响。同时, 还应加强对矫正过程的监控和检测, 及时发现并处理可能出现的问题, 确保矫正工作的顺利进行。

### 3.4 采用预拱度技术

在桥梁施工中, 预拱度技术是一种先进且实用的变形控制方法。其核心思想是在桥梁结构施工过程中, 预先设置与预期变形方向相反的拱度, 从而在施工及使用阶段有效抵消各种因素可能导致的变形。这种方法不仅能显著控制桥梁的变形量, 还能确保桥梁在使用期间保持良好的线形和平整度, 极大提升行车的舒适性和安全性。实施预拱度技术的关键在于精确计算。由于每座桥梁的结构特点、施工条件及使用要求各不相同, 因此预拱度的设置必须基于详尽的工程分析和计算。这包括对

桥梁结构受力特性的深入理解、对施工过程中各种可能影响因素的全面考虑, 以及对桥梁使用期间荷载变化的准确预测。只有这样, 才能确保预拱度的设置既科学又合理, 从而达到最佳的变形控制效果。此外, 预拱度技术的实施还需要一个动态调整的过程。在施工过程中, 由于各种不可预见因素的影响, 实际变形情况可能与预期存在偏差。因此, 施工人员需要密切监控桥梁的变形情况, 根据实际情况及时调整预拱度设置, 以确保变形控制始终在最佳状态。预拱度技术是桥梁施工中一项非常重要的变形控制措施。它不仅能有效控制桥梁的变形量, 提升桥梁的使用性能, 还能为施工质量和安全提供有力保障。

### 结语

本文详细探讨了钢结构桥梁施工中的变形监测与控制技术。通过有效的监测和控制手段, 可以及时发现和处理桥梁施工过程中的变形问题, 确保桥梁的安全性和稳定性。随着科技的不断进步和新材料的不断涌现, 未来钢结构桥梁的变形监测与控制技术将更加智能化和精细化。例如, 利用物联网和大数据技术实现实时监测和预警; 利用新材料和新工艺提高结构的抗变形能力; 利用人工智能和机器学习技术优化施工方案等。因此, 广大工程技术人员应继续深入研究和实践, 为推动钢结构桥梁建设事业的持续发展做出贡献。

### 参考文献

- [1] 阮鹏. 大跨度钢结构施工安装变形控制措施[J]. 居业, 2021(12):163-164.
- [2] 邹平. 钢结构焊接变形与控制对策探讨[J]. 冶金与材料, 2020, 40(03):178-179.
- [3] 周校, 梁贵华. 智能全站仪在桥梁振动变形监测中的应用[J]. 工程技术研究, 2020, 5(15):130-131.
- [4] 龚秋全, 董武钟. 复杂环境下的桥梁变形监测研究[J]. 北京测绘, 2019, 33(9):1043-1046.
- [5] 李元达. GPS桥梁动态监测数据处理方法研究[J]. 测绘标准化, 2020, 36(1):22-24.