

线形控制技术在 大跨度悬灌连续梁施工中的应用

赵磊

(四川公路桥梁建设集团有限公司大桥工程分公司, 四川 成都 610000)

摘要 大跨度悬灌连续梁桥梁的施工是一项复杂而精密的工程, 涉及多种先进技术和方法。其中, 线形控制技术 在确保桥梁施工质量和结构安全方面起到了至关重要的作用。随着现代工程技术的发展, 线形控制技术得到了 广泛应用, 并在大跨度悬灌连续梁施工中展现出了显著的优势。这些优势不仅体现在施工过程中的精确度和效率 上, 更在于其对桥梁整体稳定性和安全性的保障。本文将探讨线形控制技术在 大跨度悬灌连续梁施工中的具体应用, 以期 为 同 行 业 人 员 提 供 借 鉴。

关键词 线形控制技术; 大跨度悬灌连续梁施工; 施工精度; 结构稳定性

中图分类号: U445

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)09-0013-03

大跨度悬灌连续梁作为现代桥梁工程中常见的结构形式, 因其跨越能力强、适应性广、结构连续性好等优点, 广泛应用于各类桥梁的建设中。然而, 随着桥梁跨度的增大, 悬灌连续梁的施工难度和技术要求也显著提升, 尤其在结构线形控制方面, 更是对施工质量和安全性提出了严苛的要求。线形控制技术作为悬灌连续梁施工中的关键技术, 能够有效保证桥梁的线形精度和结构稳定性, 从而确保施工的顺利进行和最终成桥的质量。

1 线形控制技术在 大跨度悬灌连续梁施工中的应用价值

1.1 提高施工精度

在大跨度悬灌连续梁的施工过程中, 由于结构自重大、跨度长, 任何微小的偏差都可能导致严重的累积误差, 进而影响整体结构的安全性和使用性能。线形控制技术通过精确测量和实时监控, 能够及时发现并纠正施工过程中的微小偏差, 防止误差累积和放大。这种高精度的控制不仅体现在空间几何尺寸上, 还包括对梁体轴线、预应力张拉力、混凝土浇筑顺序等关键参数的精确把控^[1]。此外, 线形控制技术的有效应用还能有效应对施工过程中的各种不确定因素。例如, 在混凝土浇筑和养护过程中, 温度变化、收缩徐变等因素都会对梁体形状产生影响。通过实时监控和数据分析, 线形控制技术能够准确预测这些因素的影响, 并通过调整施工参数来补偿这些影响, 确保最终成型的梁体精确符合设计要求。线形控制技术的高精度还体现在其对施工全过程的动态监控和调整能力上。在悬

臂浇筑的各个阶段, 梁体的受力状态和变形特征都在不断变化。线形控制技术通过实时采集和分析各类数据, 能够精确掌握梁体在每个施工阶段的实际状态, 并据此做出及时、准确的调整。这种动态调整能力不仅提高了施工精度, 还增强了施工过程的可控性和安全性。同时, 线形控制技术还能提高预应力施加的精度。在大跨度悬灌连续梁中, 预应力的准确施加对于控制梁体变形、提高结构性能至关重要。通过精确控制预应力筋的位置、张拉力大小和张拉顺序, 线形控制技术能够确保预应力效果的最优化, 从而进一步提高结构的整体性能和使用寿命。

1.2 增强结构稳定性

线形控制技术在 大跨度悬灌连续梁施工中的应用, 不仅能提高施工精度, 还能显著增强结构的稳定性, 这一点对于确保工程的长期安全和性能具有至关重要的意义。通过精确控制梁体的几何形状、受力状态和变形特征, 线形控制技术能够从根本上优化结构的力学性能, 提高其抵抗各种外部荷载和环境因素的能力。在大跨度悬灌连续梁的施工过程中, 结构稳定性面临着多重挑战。首先, 由于跨度大、自重大, 梁体在施工过程中容易产生较大变形, 如果不能有效控制, 可能导致结构内力分布不均, 甚至引发安全事故。线形控制技术通过实时监测梁体的变形状态, 并结合预应力调整和荷载平衡等手段, 能够有效控制梁体变形, 确保结构在各个施工阶段都保持在安全和稳定的状态。其次, 大跨度悬灌连续梁通常采用分段施工的方法, 这就要求每一个施工阶段都能保证结构的局部稳定性

和整体平衡。线形控制技术通过精确计算和控制每个施工节段的重量、位置和受力状态，能够确保在任何施工阶段，结构都处于最佳的平衡状态。这不仅增强了施工过程中的结构稳定性，还为最终结构的整体稳定性奠定了坚实的基础。此外，线形控制技术还能有效应对温度变化、风荷载等外部因素对结构稳定性的影响^[2-3]。通过建立精确的数学模型和实时监测系统，可以预测和分析这些外部因素可能造成的结构响应，并采取相应的补偿措施，如调整预应力、优化施工顺序等，从而增强结构在各种环境条件下的稳定性。预应力系统的精确控制是线形控制技术增强结构稳定性的另一个关键方面。在大跨度悬灌连续梁中，预应力不仅用于抵消自重引起的变形，还对结构的整体刚度和稳定性起着至关重要的作用。线形控制技术能够根据实时监测数据，动态调整预应力大小和分布，确保预应力效果的最优化，从而显著提高结构的整体稳定性和抗变形能力。

2 线形控制技术在大型悬灌连续梁施工中的具体应用

2.1 精确测量与定位

线形控制技术通过结合先进的测量仪器和复杂的数学模型，实现了前所未有的精度和效率。首先，线形控制技术在测量方面采用了多种高精度仪器的组合应用。例如，全站仪、GPS-RTK系统、三维激光扫描仪等先进设备被广泛使用。这些设备不仅能够提供毫米级的测量精度，还能在恶劣的施工环境中保持稳定性。特别是在大跨度结构中，传统的测量方法往往难以应对复杂的地形和长距离的测量需求，而这些先进仪器则能够轻松克服这些困难。其次，线形控制技术引入了复杂的数学模型和算法来处理测量数据。例如，采用最小二乘法进行数据平差，使用卡尔曼滤波算法来消除测量噪声，应用有限元分析来预测结构变形等。这些数学工具不仅能够提高测量的精度，还能对测量结果进行有效的验证和校正，从而最大限度地减少误差的累积和放大。此外，线形控制技术还特别注重测量基准的建立和维护。在大跨度悬灌连续梁的施工中，由于结构自重大、跨度长，任何微小的基准误差都可能导致严重的累积效应。因此，线形控制技术通常会建立多重的测量基准系统，包括地面控制网、高程控制网、结构控制网等，并通过定期检测和校正来确保基准的稳定性和可靠性。在定位方面，线形控制技术同样展现出了卓越的能力。通过建立精确的三维坐标系，可以准确定位结构的每一个关键点。这对于确定预应力筋的位置、控制混凝土浇筑的边界、调整模

板的几何形状等都至关重要。特别是在悬臂浇筑施工阶段，每一个浇筑节段的精确定位都直接关系到整体结构的线形控制。线形控制技术还特别关注动态测量和实时定位。在施工过程中，结构的几何形状和位置会因为荷载、温度变化等因素而不断变化。传统的静态测量方法难以捕捉这些动态变化，而线形控制技术通过连续的实时监测，能够及时发现并应对这些变化。例如，在混凝土浇筑过程中，可以实时监测梁体的变形状态，并据此调整浇筑参数或支架高度。

2.2 线形控制技术在箱梁施工过程中的应用

线形控制技术在控制箱梁各个节段长度方面的实际应用。为保证大跨度悬灌连续梁桥整体结构受力和变形满足规范要求，就应该确保每一节箱梁能够达到设计标准要求，并尽可能地减少各部分之间的差异，从而使整个桥型更为美观、协调。为了达到预定的目标，施工过程中可以采用线形控制技术对箱梁的各个部分进行严格的长度控制。具体操作步骤如下：首先选择合适的控制点，然后使用测量设备对控制点到墩位中心点的距离进行再次测量。如测量结果满足标准要求，则表示箱梁各部分的长度合格；如测量结果超过规定限制，则说明箱梁的长度不合格。在这种情况下，需要采取适当的调整措施。在箱梁模板支立的应用中，由于悬灌段与悬浇梁段存在着较大差异，因此需要对两者进行对比分析，以确定出最佳方案，进而保证最终结构安全和质量。实践经验显示，在悬灌连续梁施工中，挠度控制与合拢有着直接联系，这也突显挠度控制在施工过程中的关键作用。此外，由于气温与太阳辐射等外界环境条件的不同，也会导致各部位混凝土产生收缩与徐变，考虑到这一点，把挠度控制作为箱梁模板支撑的高线形控制的核心，从而为其顺利闭合创造有利的环境。此外，日照强度与气温之间存在着较为密切的联系，如果温差较大或者持续时间过长的话，将会导致箱梁产生裂缝等现象。挠度在一定程度上受到环境温度的影响，温度波动越大，其影响也就越为显著。此外，预应力钢绞线张拉所产生的张拉力和自重引起的竖向压力均会对桥梁结构产生较大的内力影响。因此，为了确保箱梁立模的复测精度不受影响，建议尽量避免在阳光充沛的中午时段进行复测，可以选择在温度较低的早晨或夜晚进行。另外，还应该重视预应力张拉过程的质量管理，这样才能保障整个工程结构体系具有良好的安全性与耐久性。除了上述因素外，混凝土徐变和荷载也会对其挠度产生影响。因此，在挠度控制过程中，必须全面考虑这些影响因素，并根据具体情况采取适当的措施，以最大限度地减少这些影

响。此外, 还需加强现场施工人员技术管理力度, 提高其技术水平, 以减少误差发生的概率。如果在施工过程中观察到箱梁的立模高程有误差, 那么必须迅速找出这些误差原因, 并采纳适当策略和手段来纠正这些偏差。

2.3 施工工艺控制

在大跨度悬灌连续梁的施工过程中, 施工工艺控制是线形控制技术的另一个重要应用领域。通过精确控制每一个施工环节的工艺参数, 线形控制技术能够确保整个结构的质量和性能达到设计要求。这种精细化的工艺控制不仅涉及传统的施工技术, 还融合了先进的数字化和智能化手段, 形成了一套全面、系统的施工管理方法。首先, 在混凝土浇筑这一关键环节, 线形控制技术发挥了重要作用。通过实时监测混凝土的温度、湿度、强度发展等参数, 系统能够动态调整浇筑速度和养护条件。例如, 在夏季高温天气下, 系统可能会建议降低浇筑速度, 增加养护次数, 以防止混凝土出现温度裂缝。同时, 通过精确控制每个浇筑段的几何尺寸和浇筑顺序, 可以有效减少混凝土收缩和徐变对结构线形的影响。预应力施工是另一个需要精细控制的关键环节。线形控制技术通过实时监测预应力筋的张拉力、伸长量等参数, 确保每根预应力筋都达到设计要求。更重要的是, 系统能够根据结构的实际受力状态, 动态调整预应力的施加顺序和大小。例如, 如果监测到某个区域的应力分布不均匀, 系统可能会建议调整相邻预应力筋的张拉力, 以优化整体应力分布。在模板系统的设计和使用上, 线形控制技术也带来了革新。通过三维建模和数值模拟, 可以精确预测模板在不同荷载条件下的变形情况, 从而优化模板的结构设计。在实际施工中, 通过实时监测模板的变形和受力状态, 可以及时调整支撑系统, 确保成型混凝土的几何精度。这对于控制大跨度结构的线形尤为重要。悬臂施工是大跨度连续梁的典型施工方法, 也是线形控制技术重点关注的领域。通过精确控制每个施工节段的重量、位置和施工顺序, 可以最大限度地减少施工过程中的不平衡力矩, 确保结构的整体稳定性^[4]。同时, 通过实时监测桥梁的挠度和扭转角, 可以及时调整临时支撑或平衡重, 保证施工过程中的结构安全。线形控制技术在温度效应的管理中也展现了独特优势。大跨度结构对温度变化非常敏感, 温度梯度可能导致显著的变形和应力。通过布置密集的温度传感器网络, 系统能够实时监测结构各部位的温度分布, 并根据预测模型提出相应的施工建议。例如, 在混凝土浇筑后的养护阶段, 系统可能会建议采用保温措施或控制内外温差, 以减少温度应力的影响。

2.4 应力与变形控制

线形控制技术通过综合运用先进的监测设备、复杂的数学模型和智能化的控制系统, 实现了对大跨度结构应力和变形的精确控制和动态调节。首先, 线形控制技术在应力控制方面展现出了强大的能力。在大跨度悬灌连续梁中, 由于结构自重大、跨度长, 内力分布复杂, 很容易出现应力集中或超限的情况。线形控制技术通过在结构关键部位布置高精度的应力传感器, 如光纤光栅传感器、振弦式应力计等, 实现了对结构应力状态的实时监测。这些数据通过高速网络传输到中央控制系统, 经过复杂的数学模型处理后, 系统能够准确评估结构的实际应力分布状况。基于这些实时数据, 线形控制技术能够动态调整施工参数, 以优化应力分布。例如, 在预应力施加过程中, 系统可能会根据实际应力状态, 微调预应力筋的张拉顺序和力度, 以确保结构各部位的应力水平都在设计允许范围内。同时, 通过建立精确的有限元模型, 系统还能预测未来施工阶段可能出现的应力变化, 从而提前制定应对策略。变形控制是另一个至关重要的方面。大跨度结构由于其自身特性, 在施工过程中会产生显著的变形, 如果不加以控制, 可能导致结构线形偏离设计要求, 影响最终的使用性能。线形控制技术通过布置全站仪、GPS、激光扫描仪等高精度测量设备, 实现了对结构几何形状的连续监测。特别是在悬臂施工阶段, 系统能够实时跟踪每个施工节段的空间位置, 确保其与设计位置的偏差控制在毫米级^[5]。

3 结束语

线形控制技术在在大跨度悬灌连续梁施工中的应用, 极大地提升了桥梁施工的精度和质量, 保障了桥梁结构的安全性和稳定性。未来, 相关人员应继续深入研究和实践线形控制技术, 探索其在不同桥梁结构和施工环境中的应用, 以为桥梁工程的可持续发展提供更为坚实的技术保障。

参考文献:

- [1] 任超. 大跨度悬灌连续梁施工中线形控制技术的应用[J]. 智能城市, 2021,07(06):51-52.
- [2] 同[1].
- [3] 杨永胜. 线形控制技术在在大跨度悬灌连续梁施工中的应用[J]. 门窗, 2018(02):251.
- [4] 王建红. 大跨径悬灌连续梁 0 号块混凝土施工质量控制关键技术[J]. 价值工程, 2022(06):41.
- [5] 岳巍. 大跨度悬灌连续梁施工中线形控制技术的应用[J]. 建材世界, 2023,44(03):135-137.