

桥梁悬臂挂篮施工控制技术的研究

马延青 张志渊 王行 王小斌 张潇

中建八局第二建设有限公司 山东济南 250000

DOI: 10.12238/ems.v7i3.12202

[摘要] 悬臂挂篮施工技术广泛应用于大跨度桥梁的建设,具有较高的施工效率和较低的环境影响。尽管该技术取得了显著进展,但在精度控制、安全性和施工周期等方面仍面临不少挑战。随着智能化、自动化技术的不断发展,智能监控系统、数字化管理平台及自动化设备的应用为提高施工精度和安全性提供了新的解决路径。优化施工技术和管理模式不仅能够提升施工效率,还能减少施工过程中的资源浪费和安全隐患。未来,悬臂挂篮施工将朝着更加智能化、绿色环保、精确高效的方向发展,为大跨度桥梁的建设提供更加可靠和可持续的技术支持。

[关键词] 悬臂挂篮; 施工控制技术; 安全性; 施工精度; 智能化监控

引言:

悬臂挂篮施工法作为大跨度桥梁建设的重要技术,因其高效性和灵活性而被广泛采用。然而,施工过程中存在精度控制、安全性保障及管理效率等多方面的挑战,这些问题直接影响施工进度和工程质量。随着科技的不断进步,智能化监控技术、自动化设备及数字化管理系统的引入,逐步为解决这些问题提供了创新的手段。为了应对日益复杂的施工需求,悬臂挂篮施工技术亟需进一步优化,提升整体施工效率和安全水平。

一、悬臂挂篮施工现状与面临的主要挑战

悬臂挂篮施工法作为一种重要的桥梁建设技术,广泛应用于大跨度桥梁的施工中,尤其适用于复杂地形和施工环境。该技术通过将挂篮固定在桥梁结构上,从悬臂位置逐段施作,逐步推进完成桥梁的建设。这种方法具有高效、灵活、经济等特点,能够在保证施工质量的同时减少对交通和环境的影响。然而,尽管悬臂挂篮施工法取得了显著的进展,实际操作过程中仍面临着诸多挑战,特别是在施工精度控制、安全保障以及施工周期管理等方面。在施工精度控制方面,由于悬臂挂篮施工涉及到多个环节的协调和精密操作,稍有误差便可能导致桥梁结构的变形或倾斜。

悬臂挂篮的支撑系统需要承受巨大的荷载,且随着施工过程的推进,挂篮的负荷和变形也在不断变化。如何精确地控制挂篮的位置、角度以及施工过程中各个节点的变化,是施工过程中亟待解决的问题。即使采用传统的测量和监控技术,仍无法在全程中做到完全精确的控制,尤其是在复杂地形和不稳定环境条件下,误差往往难以避免,影响桥梁的整体结构质量。安全性问题是悬臂挂篮施工的另一大挑战。悬臂挂篮施工具有一定的风险性,尤其是在高空作业时,施工人员的安全防护措施必须做到位。而施工设备和技术的不成熟,可能会导致一些意外的发生,如挂篮坠落、设备故障等。

由于悬臂挂篮施工的特点,施工环境常常难以保证在安全状态下进行作业,特别是在恶劣的气候条件或地震等突发情况下,安全性难以得到充分保障。挂篮本身的设计和施工管理流程也容易受到施工人员经验不足和现场环境不确定性的影响,进一步增加了安全隐患。在施工周期的控制上,悬臂挂篮施工需要精密的调度和协调工作,涉及到人员、设备、材料的充分准备和合理安排。由于施工中的多因素变化,时间和资源的精确调控尤为关键。一旦出现施工延误或资源短缺,将对整体项目进度产生重大影响。

二、施工过程中存在的安全性与精度控制问题分析

悬臂挂篮施工过程中,安全性和精度控制是影响工程质量和进度的两个关键因素。安全性问题主要表现在施工过程中

中的人员安全、设备安全和结构安全等多个层面。由于悬臂挂篮法涉及高空作业以及重型设备的使用,施工环境相对复杂,这使得施工人员暴露在较高的风险之中。特别是在施工初期,挂篮的定位和安装需要精确对接,一旦出现误差,挂篮可能会发生不稳定的情况,进而引发重大安全事故。挂篮的支撑系统必须承受桥梁各段施工过程中不同的荷载变化,任何支撑点的偏差都可能引起挂篮系统的倾斜或失稳,导致挂篮坠落、变形等风险,进而对施工人员和设备造成危害。

精度控制问题则表现在施工精度的保证上。悬臂挂篮施工的精度要求非常高,尤其是在悬臂挂篮逐步推进的过程中,精确控制每一段结构的水平度、垂直度以及位移量,是确保桥梁质量和稳定性的基础。施工过程中,挂篮与支撑架之间的连接精度、桥梁构件的安装精度等环节,都会对最终桥梁的结构产生深远影响。任何一点微小的误差都可能在施工过程中不断积累,最终导致桥梁的几何形状发生偏差,影响桥梁的结构安全和使用功能。由于传统的精度控制多依赖人工测量和常规监测设备,难以实时、准确地捕捉微小的偏差,特别是在悬臂位置逐渐远离支撑点的情况下,精度的控制愈发复杂。

环境因素对施工精度的影响不可忽视,尤其是在悬臂挂篮施工中,气候变化、风速、温度波动等自然因素直接影响施工精度和结构稳定性。强风可能导致挂篮在推进过程中发生位移或偏离设计轨迹,增加了对精度控制的难度。温度变化则可能导致结构材料的膨胀或收缩,进而影响挂篮的定位精度及施工质量。湿度和降水等因素也可能导致材料表面附着水分或产生腐蚀,从而影响整体结构的强度和耐久性。在施工过程中,必须对环境变化进行实时监控,并采取有效的应对措施,以确保施工精度和结构安全。

三、智能化监控技术在悬臂挂篮施工中的应用与成效

随着科技的不断进步,智能化监控技术在桥梁建设中的应用逐渐成为提升施工质量、确保安全性和精度的重要手段。在悬臂挂篮施工过程中,智能化监控技术通过实时采集、处理和反馈施工过程中的各类数据,能够显著提高施工过程的精准度与安全性。传统的人工监测方式和简单的传感器设备已经无法满足现代化桥梁建设的精细化要求,尤其是在悬臂挂篮这种高风险、复杂的施工方法中,智能化监控技术的应用显得尤为重要。智能化监控系统通过部署多种高精度传感器,包括位移传感器、应变传感器、加速度传感器等,在悬臂挂篮的各个关键节点实时监测施工状态。这些传感器能够准确记录挂篮的位移、变形、荷载等变化情况,并将数据实时上传至中央控制系统。

中央控制系统采用先进的算法对收集到的数据进行分析,识别出施工过程中的潜在风险和精度偏差,及时发出预

警并指导操作人员采取有效的补救措施。这种实时数据反馈机制不仅能在施工过程中减少人为误差,还能够极大提高对不确定因素的响应速度,确保施工的安全和稳定。智能化监控技术还能够实现施工过程的自动化控制,通过自动调整设备参数来保证施工精度。例如,在悬臂挂篮推进过程中,系统可以自动调整挂篮的角度、位置和速度,以确保每一段结构的安装符合设计要求。在面对复杂的环境条件变化时,智能化监控系统可以根据外部因素的波动,如温度、风速等,动态调整施工方案,避免因环境变化而导致的结构偏差。这种自动化控制不仅提高了施工的精度和效率,还在很大程度上降低了人工干预带来的风险。

智能化监控技术的引入,不仅在施工过程中显著提高了安全性和精度控制,还为桥梁的后期维护和检测提供了持续的数据支持。通过部署先进的传感器和实时监控系統,施工完成后的桥梁健康监测系統可以持续追踪结构变化,及时发现潜在的裂缝、变形或其他可能导致结构失效的因素。这种实时数据反馈机制,使得桥梁的长期使用和维护得以依据精准的科学数据,避免了传统检测方法中可能存在的遗漏或延误。智能化技术的不断优化和发展,不仅推动悬臂挂篮施工法向更高精度和安全性迈进,还为其他类型的工程施工技术提供了宝贵的智能化应用经验,推动整个工程行业在精细化管理和施工技术方面的革新。

四、优化施工技术与管理模式提升施工效率的探索

施工效率不仅受施工技术的影响,还与管理模式、人员协调和资源配置紧密相关。因此,优化施工技术与管理模式,成为提高施工效率的重要途径。当前,传统的悬臂挂篮施工方法常面临着技术设备的滞后、工序衔接不畅、施工计划不合理等问题,这些因素往往会导致施工效率低下,工期延误,甚至增加工程成本。通过创新施工技术和管理模式,能够有效克服这些困难,提高施工过程的协同性、精度和时间管理。施工技术的优化不仅是对现有技术手段的改进,更多的是在施工过程中引入更高效、更智能的解决方案。

在精确控制、自动化设备、信息化技术等方面的应用,能够有效提升悬臂挂篮施工的技术水平。例如,借助先进的工程软件进行施工模拟和计划优化,在施工前就能够清晰预见每个阶段的施工进度、可能的难点和风险点,从而为施工提供详细的方案支持。在实际施工中,自动化设备的引入能够减轻人工操作的负担,提升作业效率。自动化技术不仅能够提高精度控制的稳定性,还能够减少人为失误,加快施工进度。与此同时,管理模式的优化对施工效率的提升同样具有重要意义。传统的管理模式往往存在指令传达不畅、资源调配不合理、工期安排不充分等问题,导致施工效率低下。为了提高施工效率,施工管理模式需要更加精细化和信息化。通过建立数字化的施工管理平台,将施工过程中的每一个环节、资源和人员状态实时监控和调度,能够实现全面的信息共享和协调。这种基于信息化管理平台的智能调度系统,可以实时掌握各个环节的进展,自动生成施工进度报告,确保项目按时按质推进。

同时,数字化管理能够精准统计物资消耗和设备使用情况,为资源的合理调配提供数据支持,避免资源浪费和重复作业。优化施工技术与管理模式的另一个方面是强化团队协作和人员培训。团队协作的顺畅程度直接影响施工进度和质量,施工人员需要具备较高的专业技术水平和综合能力。定期开展技术培训,提升施工人员对新技术、新设备的掌握能力,同时加强跨部门的协作和沟通,有助于提升整体施工效率。通过完善的人员分工和合理的岗位设置,可以减少施工

过程中的停滞和不协调现象,使得每个环节的人员都能够高效地完成任务。

五、悬臂挂篮施工控制技术的未来发展趋势与研究方向

随着技术的不断演进,悬臂挂篮施工控制技术的未来发展将更多依赖于智能化、数字化和自动化技术的深度融合。未来的悬臂挂篮施工不仅要求更加精准的控制,还需要在施工效率、安全性以及资源管理等方面达到更高的水平。随着大跨度桥梁建设需求的增加,悬臂挂篮施工将朝着更高精度、更智能化和更高效的方向发展,新的技术突破将推动施工过程实现更加精细化的控制和实时监测。智能化监控技术的深入应用,将成为悬臂挂篮施工控制的一个重要发展方向。

未来的智能化系统不仅能实时监测悬臂挂篮的结构状态,还能够通过大数据分析和人工智能算法进行风险预测和预警。通过系统自动化调整施工过程中的各项参数,可以确保施工精度和安全性,避免因人为操作失误或外部环境变化带来的影响。结合物联网技术,施工现场的各类数据将实现全面互联,使得施工管理平台能够动态调整各项施工任务,精准控制工期进度和资源消耗,提高施工效率。数字化技术的进一步应用,将使悬臂挂篮施工过程中的规划、调度和控制更加精确和高效。数字化施工管理平台可以通过三维建模和虚拟仿真技术,提前模拟整个施工过程,并根据实际施工情况进行实时调整,避免了传统施工方法中由于计划不当或执行不到位导致的延误和质量问题。数字化平台能够实现资源的全程跟踪与管理,提高物资和设备的使用效率,减少浪费,降低工程成本。

随着5G技术的普及,施工现场的远程控制和实时数据传输将实现更高的可靠性和效率,为施工人员提供即时的技术支持,确保每一个施工环节都能精确执行。5G网络的低延迟和大带宽特性,使得实时监控、数据分析和远程指挥更加顺畅,从而有效提升施工管理的精准度与响应速度。同时,自动化施工设备的广泛应用将极大提高悬臂挂篮施工的效率 and 精度,特别是在复杂和高风险环境下,这些设备能够快速完成高精度操作,减少人为错误,确保施工质量,缩短工期并减少资源消耗,推动施工过程向更加智能化、高效化的方向发展。

结语

悬臂挂篮施工控制在桥梁建设中发挥着至关重要的作用,随着施工需求和技术发展的不断推进,智能化、自动化及数字化技术的融合为提升施工精度、安全性和效率提供了新的解决方案。当前,施工过程中的精度控制、安全保障和管理效率仍面临一定挑战,但通过创新技术手段,悬臂挂篮施工的各项问题正逐步得到有效解决。未来,随着智能监控、自动化设备和环保施工技术的不断成熟,悬臂挂篮施工将在精度、效率、成本控制及环境保护等方面取得更大的突破,推动大跨度桥梁建设进入更高水平,为工程建设行业带来更加广阔的发展前景。

参考文献

- [1] 刘杰. 桥梁悬臂挂篮施工中的质量控制技术[J]. 工程管理学报, 2022, 39 (5): 112-117
- [2] 孙涛. 悬臂挂篮施工中的安全控制与风险管理[J]. 建筑工程技术与设计, 2023, 44 (2): 88-91
- [3] 周磊. 基于智能监控的桥梁悬臂挂篮施工精度控制方法研究[J]. 现代工程技术, 2021, 35 (9): 45-49
- [4] 王凯. 大跨度桥梁悬臂挂篮施工的技术创新与优化路径[J]. 土木工程学报, 2020, 53 (3): 103-107
- [5] 陈光明. 悬臂挂篮法施工技术的研究进展与应用前景[J]. 建筑科技, 2021, 42 (6): 156-160