

# 高墩大跨连续刚构桥施工控制关键技术研究

吕监波

浙江鼎盛交通建设有限公司 浙江绍兴 312069

**摘要：**高墩大跨连续刚构桥因其跨度大、结构复杂，在施工过程中面临诸多技术挑战。该类桥梁施工控制的关键技术，涵盖高墩施工中的模板支撑与混凝土浇筑技术、大跨连续刚构的悬臂浇筑与预应力张拉控制技术。通过施工监控与安全管理，确保施工过程的安全与质量。合理的施工控制技术不仅提高了工程的安全性和经济性，还在推动桥梁工程技术进步方面发挥着重要作用，为未来类似工程提供了宝贵经验和指导。基于此，本篇文章对高墩大跨连续刚构桥施工控制关键技术进行研究，以供参考。

**关键词：**高墩大跨连续刚构桥；施工技术；控制要点

## 引言

随着交通基础设施的快速发展，高墩大跨连续刚构桥因其优越的结构性能和经济效益，成为现代桥梁工程的重要选择。然而，由于其结构复杂、施工难度大，施工控制技术在保证工程质量和安全中起着关键作用。高墩和大跨结构的施工不仅要求技术上的精确，更需要科学的施工组织和管理。高墩施工中，模板支撑和混凝土浇筑的技术要求极高，而大跨连续刚构则需要精细的预应力设计和施工控制。基于此，本文旨在探讨这些关键技术的应用和发展，为高墩大跨连续刚构桥的施工提供理论支持和实践指导。

## 一、高墩大跨连续刚构桥的特点

高墩大跨连续刚构桥具有显著的结构和功能特点，使其在现代桥梁设计中备受青睐。该类型桥梁因其跨度大，可实现长距离跨越，适用于复杂的地形条件，如河流、峡谷和交通密集区。其高墩设计能够提供更大的桥面高度，减少对地面交通和环境的影响。结构上，连续刚构桥采用连续梁和刚构的结合，这种设计不仅提高了桥梁的整体稳定性，还增强了其抗震性能和耐久性。桥梁的预应力体系和悬臂浇筑施工技术使得其施工效率高，能够在较短时间内完成复杂的结构建造。由于其设计的灵活性和适应性，能够满足不同的工程需求，成为解决桥梁设计和施工难题的有效方案。高墩大跨连续刚构桥的应用展现了现代桥梁工程技术的进步，为交通基础设施的建设提供了重要支持。

## 二、高墩施工的主要挑战

高墩施工面临诸多挑战，主要体现在施工技术、工

程安全和环境适应性等方面。墩身高度大，导致施工难度增加，传统的施工方法难以满足高精度的要求。高墩施工涉及复杂的模板支撑系统和混凝土浇筑工艺，需要精确的技术控制和施工管理。高墩通常处于风力较大的区域，风荷载对施工安全构成威胁，要求采取特殊的防风措施。高墩施工还需考虑地质条件和基础稳定性，以防止不均匀沉降或滑移。因此，高墩施工需要综合运用先进的技术和严格的管理策略，确保工程的质量和安

## 三、高墩大跨连续刚构桥施工关键技术

### 1. 模板技术

高墩大跨连续刚构桥施工中的模板技术是确保墩身混凝土成型质量和施工安全的关键环节。模板系统通常采用液压自爬升模板，以适应高墩的高度要求和施工进度。该系统通过液压装置实现模板的自动爬升，确保模板在不同施工段的快速调整和定位。模板材料方面，常选用高强度钢模板，以保证其在承受混凝土侧压力和自重时不变形，从而确保墩身的外观质量和尺寸精度。模板的连接通常采用高强度螺栓和锁具，以增强整体稳定性和抗风能力。此外，模板的设计需考虑混凝土的浇筑速度和振捣工艺，以防止因混凝土侧压力过大导致模板变形或破坏。通过优化模板技术，施工效率和安全性得以显著提高，确保了高墩施工的顺利进行。

### 2. 垂直度控制

在高墩大跨连续刚构桥施工中，垂直度控制是确保墩身结构稳定性和桥梁整体安全性的重要技术环节。垂直度的控制通常通过高精度全站仪和激光测距仪等测量设备进行，确保墩身的施工误差控制在设计规范允许范围内，通常不超过3毫米。施工过程中，采用光学经纬

仪进行实时监测，并结合电子水准仪进行高程校正，以确保墩身的垂直度和轴线偏差符合设计要求。施工平台和模板的安装精度是影响垂直度的关键因素，需严格按照施工方案进行校准。对于高墩，风载和温度变化可能导致墩身的微小偏移，因此在施工过程中必须进行动态监测和实时调整。通过精确的垂直度控制技术，确保桥梁结构的安全性和耐久性，为后续的桥面施工奠定坚实基础。

### 3.0块及边跨现浇段施工

在高墩大跨连续刚构桥施工中，0号块及边跨现浇段施工是确保桥梁整体稳定性和结构完整性的关键步骤。0号块通常位于桥墩顶部，是整个桥梁结构的核心连接部分，其施工精度直接影响桥梁的整体线形和应力分布。施工过程中，需严格控制模板的定位精度和混凝土的浇筑质量，通常要求模板安装误差不超过2毫米，以确保梁体的设计线形。边跨现浇段施工则需考虑施工过程中产生的悬臂效应和不平衡力矩，通常采用对称浇筑和预应力张拉技术，以平衡施工荷载和控制结构变形。施工中应使用高性能混凝土以提高抗压强度和耐久性，同时进行连续监测和调整，以确保结构的稳定性和安全性。通过精细化的施工控制和技术应用，0号块及边跨现浇段施工为整个桥梁的成功实施奠定了基础。

### 4.悬臂浇筑施工与挂篮技术

#### (1) 挂篮设计与优化

在悬臂浇筑施工中，挂篮技术是实现桥梁逐段浇筑的核心设备，其设计与优化直接影响施工的效率 and 安全性。挂篮设计需考虑自重轻、刚度高以及安装简便等因素，通常采用高强度钢材以减轻自重，同时确保其在施工荷载下的稳定性和抗变形能力。挂篮的优化设计包括合理配置主桁架、横梁和吊杆，以实现荷载的均匀分布和结构的稳定。为适应不同桥梁跨径和施工要求，挂篮的跨度和承载能力需经过精确计算和动态调整，通常要求承载能力达到设计荷载的1.2倍以上。挂篮移动系统采用液压或机械驱动，以确保在浇筑段间的快速转换和精确定位。通过对挂篮的精细化设计与优化，不仅提高了施工的安全性和效率，还降低了工程成本，确保了悬臂浇筑施工的顺利进行。

#### (2) 混凝土浇筑控制

在悬臂浇筑施工中，混凝土浇筑控制是确保桥梁结构质量和稳定性的关键环节。浇筑过程中需严格控制混凝土的配合比和浇筑顺序，以保证其强度和耐久性。通常采用高性能混凝土，具备较高的抗压强度和良好的工

作性，以适应悬臂施工的特殊要求。浇筑时，需使用振捣设备进行充分振捣，以防止混凝土出现蜂窝和空洞现象，并确保其密实度。对于悬臂结构，浇筑过程中的温度控制和养护措施尤为重要，需通过覆盖保温材料和喷洒养护剂来减缓水化热效应，防止裂缝产生。浇筑过程中，实时监测混凝土的凝结时间和强度增长，以便进行后续的预应力张拉和结构调整。通过精确的浇筑控制技术，确保桥梁结构的质量和安全性，为整个施工过程提供坚实保障。

### 5.合龙段施工与体系转换

在高墩大跨连续刚构桥施工中，合龙段施工与体系转换是确保桥梁整体性和功能性的关键环节。合龙段通常位于桥梁跨中的关键位置，其施工精度直接影响桥梁的线形和受力状态。施工中需精确测量两侧悬臂的标高和轴线位置，确保合龙段的误差控制在毫米级范围内。混凝土浇筑时，采用同步对称施工技术，以均衡两侧的受力状态，防止由于不均匀荷载导致的结构变形。体系转换涉及从悬臂体系向连续刚构体系的过渡，通过预应力张拉和临时支撑的拆除，实现结构的受力重分布。此过程中需严格控制张拉力的施加顺序和大小，以确保桥梁的稳定性和设计要求。通过精确的合龙段施工与体系转换技术，确保桥梁的结构完整性和长期使用性能。

### 6.线形控制与预拱度设置

在高墩大跨连续刚构桥施工中，线形控制与预拱度设置是确保桥梁结构精度和使用性能的核心技术。线形控制需通过高精度的测量设备，如全站仪和激光测距仪，实时监测桥梁轴线和标高，以确保其符合设计要求，通常要求线形偏差不得超过几毫米。预拱度设置是为了抵消桥梁在荷载作用下的下挠变形，施工时需根据桥梁跨度、荷载条件和材料特性进行精确计算。预拱度的设置通常在施工阶段通过调整模板标高和控制混凝土浇筑顺序来实现，以确保桥梁在荷载作用下呈现理想的线形状态。施工过程中，需动态调整预拱度参数，以适应现场条件的变化，确保桥梁的结构性能和美观性。通过精确的线形控制与预拱度设置，保证桥梁的安全性和耐久性。

### 7.现代化监测技术应用

在高墩大跨连续刚构桥施工中，现代化监测技术的应用是确保施工安全和结构质量的重要手段。引入全站仪、GPS和三维激光扫描等高精度测量设备，实现对桥梁各项参数的实时监测与数据采集。这些技术能够提供墩身位移、应力分布和温度变化等关键数据，帮助施工人员及时调整施工方案，确保结构的稳定性和安全性。

光纤光栅传感器被广泛应用于应变和温度监测，其高灵敏度和抗电磁干扰特性，使其成为桥梁健康监测的理想选择。数据通过无线传输系统实时上传至监控中心，利用大数据分析和建模技术，进行结构性能评估和预测。通过现代化监测技术的综合应用，不仅提高了施工的精确性和效率，还为桥梁的长期运营维护提供了科学依据，确保工程质量和使用寿命。

## 8. 特殊结构桥梁的施工控制关键技术

### (1) 总体施工方法

在特殊结构桥梁的施工中，针对空腹区结构的施工方法选择与控制至关重要。其中，“双扣挂法”是一种有效的施工技术，广泛应用于复杂桥梁结构中。该方法通过上下弦均采用斜拉扣挂和挂篮悬浇的组合，以适应不同施工阶段的受力特点和结构需求。在“双扣挂法”中，上下弦的斜拉扣挂提供了额外的支撑和稳定性，减少了结构在施工过程中可能产生的变形和应力集中。挂篮悬浇技术则允许逐段浇筑混凝土，确保施工精度和质量。选择这种方案的优势在于其对桥梁线形和应力的精确控制，以及提高施工的安全性和效率。与其他施工方法相比，“双扣挂法”能够更好地适应空腹结构的复杂性，提供灵活的施工调节能力。通过方案的比较和选择，结合现场实际条件，确保施工过程的顺利推进和结构的最终性能。

### (2) 扣挂体系

在特殊结构桥梁的施工中，扣挂体系的设计和控制是确保结构稳定性和施工安全的关键。扣索布置方案研究需综合考虑桥梁的跨度、荷载分布以及空间受力特性，以确定最佳的扣索角度和位置，确保结构在施工阶段的稳定性和最小变形。索力优化通过有限元分析和实地测试相结合，精确计算扣索的预紧力和分布，以实现结构的受力均衡和应力最小化。扣塔偏位自动监测技术利用高精度传感器和实时数据采集系统，持续监测扣塔在施工过程中的位移和倾斜情况，及时进行调整以防止结构偏差。扣索自动预紧技术则通过液压系统实现对扣索张力的精确控制和动态调整，提高施工效率和安全性。这些技术的综合应用，确保了桥梁施工过程中的精确控制和最终结构的安全可靠。

### (3) 汇合段施工

在特殊结构桥梁的施工中，汇合段的施工是关键环节，特别是在上下弦汇合段模板体系转换和复杂节点构

造方面。模板体系的转换需要精确的设计和施工，以适应汇合段的几何复杂性和力学特性。采用可调节模板和模块化支撑系统，以实现快速转换和精确定位，确保混凝土浇筑质量。对于复杂节点，尤其是角隅节点的应力处理，需进行细致的力学分析，采用高强度混凝土和钢筋加固技术，以优化应力分布和提高节点耐久性。BIM技术在此过程中发挥重要作用，通过三维建模和动态仿真，优化施工方案，预见可能的施工问题并制定相应的解决方案。通过这些关键技术的应用，确保汇合段施工的高效性和结构的安全性，为桥梁的整体性能提供保障。

## 结束语

总之，通过对高墩大跨连续刚构桥施工控制关键技术的研究，明确了在施工过程中需要关注的核心问题和技术要点。各项施工技术的合理应用，不仅提升了桥梁工程的施工质量和安全性，也在一定程度上降低了施工成本。未来，随着技术的不断进步和施工经验的积累，高墩大跨连续刚构桥的施工将更加高效、安全和经济。

## 参考文献

- [1] 王博妮, 马海涛, 张明明. 高墩大跨连续刚构桥施工全过程稳定性分析[J]. 铁道建筑, 2024, 64(06): 96-101.
- [2] 贾毅, 黄子秋, 韦朝宽, 柳其钱. 高墩大跨连续刚构桥的荷载试验研究[J]. 交通科学与工程, 2024, 40(04): 32-39.
- [3] 李旭, 邢应远. 高墩大跨预应力连续刚构桥上部结构施工关键技术[J]. 建筑机械, 2024, (05): 111-116.
- [4] 毛远文, 任科. 某高墩大跨连续刚构桥主墩优化设计研究[J]. 城市道桥与防洪, 2024, (04): 103-106+16-17.
- [5] 肖明. 大跨高墩连续刚构桥0、1号块同步施工安全技术措施研究[J]. 工程建设与设计, 2024, (06): 102-105.
- [6] 马亚林. 高墩大跨连续刚构桥稳定性分析与优化措施[J]. 交通世界, 2024, (Z1): 267-269.
- [7] 周成龙, 黄媛媛, 沈宾宾, 崔成男. 高墩大跨连续刚构桥施工监控研究进展[J]. 工程与建设, 2023, 37(06): 1664-1666+1669.