

Discussion on the Construction Technology of Prefabricated Box Beams for Bridges

Guanjun Wang

Pingdingshan Jiayang Road and Bridge Engineering Co., Ltd., Pingdingshan, Henan, 467000, China

Abstract

As an important component of modern transportation infrastructure, the construction quality of bridges directly affects the traffic capacity and safety of roads. With the continuous growth of transportation demand, bridge construction technology is facing unprecedented challenges and opportunities. Prefabricated box girders have become an important choice for bridge construction due to their mature technology, short construction period, and easy quality control. Through the exploration of the construction technology of prefabricated box girder erection, the structural characteristics, design requirements, production transportation, and erection technology of prefabricated box girder were deeply analyzed. The paper not only reviews the current status and development trends of related technologies, but also summarizes the key points that should be paid attention to in actual construction, providing certain guidance and reference for bridge construction.

Keywords

bridge engineering; prefabricated box girder; erection technology; construction quality

浅谈桥梁预制箱梁架设施工技术

王冠军

平顶山市佳洋路桥工程有限公司, 中国 · 河南 平顶山 467000

摘 要

桥梁作为现代交通基础设施的重要组成部分,其建设质量直接影响道路的通行能力与安全性。随着交通需求的不断增长,桥梁施工技术面临着前所未有的挑战与机遇。预制箱梁以其工艺成熟、施工周期短、质量易于控制等优势,成为桥梁建设的重要选择。通过对预制箱梁架设施工技术的探讨,深入分析了预制箱梁的结构特征、设计要求、生产运输及架设技术。论文不仅梳理了相关技术的现状与发展趋势,还总结了在实际施工中应注意的关键点,为桥梁施工提供了一定的指导和借鉴。

关键词

桥梁工程; 预制箱梁; 架设技术; 施工质量

1 引言

桥梁在现代交通网络中扮演着至关重要的角色,是公路、铁路等交通线路的重要组成部分。随着城市化进程的加快,交通流量的增加对桥梁的承载能力和耐久性提出了更高的要求。在桥梁建设中,预制箱梁由于具备高效率、高质量、低环境影响等优点,逐渐成为主流选择。通过对预制箱梁施工技术的不断研究与改进,不仅可以提高桥梁建设的速度和质量,还能有效降低施工对环境的影响。预制箱梁的架设施工技术作为桥梁建设的关键环节,其技术水平直接决定了桥梁的整体性能和使用寿命。论文结合具体的施工实践,深入分析预制箱梁的架设工艺,探讨如何在实际工程中提高施工效率和质量控制,以期对桥梁建设提供有益的指导。

【作者简介】王冠军(1981-),男,中国河南平顶山人,本科,从事道路桥梁研究。

2 预制箱梁的结构特征与设计要 求

预制箱梁主要由箱体、顶板、底板、腹板和隔板组成,通常采用高强度混凝土与钢筋结合而成。这些部件的设计和配合不仅需要满足桥梁的静力要求,更需考虑实际使用中动态荷载的影响。箱梁内部的隔板结构有助于分散并承受来自车辆等的横向压力,增强整体刚度。腹板则是箱梁的主要受力构件,连接顶板和底板,确保了整体的力学平衡。顶板和底板作为箱梁的受力面,必须具备足够的厚度和强度,才能抵御长期的荷载影响。合理的混凝土配比和钢筋配置对箱梁的耐久性至关重要,尤其在寒冷地区,需特别注意抗冻性设计。预制箱梁的各部件通过精密的制造工艺和严格的质量控制,最终形成一个具有高承载力和耐久性的整体,这也是预制箱梁在现代桥梁工程中广泛应用的重要原因。

预制箱梁的设计标准和规范是确保桥梁工程质量和安全的基石,是桥梁设计过程中不可或缺的部分。规范中明确规定了预制箱梁的尺寸、材料、抗压强度、抗剪性能等关键

参数,以满足桥梁的使用需求和寿命要求。设计过程中,不仅要遵循国家和行业标准,还需根据具体工程的环境条件进行适应性调整。例如,在高温或盐雾环境下,设计标准应更加严格,材料的耐久性和防腐性能必须提升,以确保桥梁的长久安全。此外,预制箱梁的几何形状和配筋方式直接影响其承载能力与稳定性。因此,设计过程中需要精确计算各类荷载作用下的应力分布,确保结构安全。预制箱梁的设计不仅是技术规范的执行,更是对未来桥梁运营安全和耐久性的责任体现。科学严谨的设计规范,不仅是工程质量的保障,更是对社会安全的承诺。

另外,预制箱梁必须具备足够的抗压、抗弯和抗剪性能,以承受桥梁在使用过程中的各种荷载作用。这不仅包括桥梁自身的重量,还涉及动态荷载如车辆通行引起的冲击和振动。为了满足这些要求,预制箱梁通常采用高强度混凝土和合理的钢筋配置,确保其在长期使用中保持稳定性和可靠性。尤其在大跨径桥梁中,预制箱梁的抗弯性能至关重要,直接影响到桥梁的整体结构安全。为了提升抗剪能力,预制箱梁的腹板和剪力键的设计需特别注意,确保其在复杂荷载下不会发生破坏。同时,耐久性也是力学性能中的关键一环,在设计和生产中应特别考虑环境因素,如抗冻性、抗腐蚀性等,以延长桥梁的使用寿命。力学性能不仅仅是数据和指标的体现,更是桥梁工程对公共安全的承诺和保障。

3 预制箱梁的生产与运输

预制箱梁的生产工艺是保障桥梁结构质量与安全的关键环节,涉及混凝土配比、模具与浇筑以及养护与检验等多个步骤。混凝土配比决定了预制箱梁的力学性能与耐久性,通常需要根据具体工程需求精确调整水泥、砂石、添加剂的比例,以确保混凝土的强度、流动性与凝结时间适宜。合理的混凝土配比不仅提升了预制箱梁的抗压、抗弯性能,还增强了其抗冻、抗渗能力,从而延长桥梁的使用寿命。在模具与浇筑阶段,模具的精度和强度直接影响到预制箱梁的几何尺寸与表面质量。采用高精度的钢模具可以确保箱梁的形状和尺寸符合设计要求,而在浇筑过程中,需要严格控制混凝土的振捣密实度,避免出现蜂窝、孔隙等质量缺陷。浇筑完成后的振动与密实过程必须精细管理,以确保预制箱梁内部无空洞,表面平整光滑。养护与检验环节同样至关重要,直接关系到预制箱梁的最终性能。混凝土浇筑完成后,需在适宜的温湿度条件下进行养护,确保其在规定时间内达到设计强度。养护过程中,尤其需要注意防止温度裂缝的产生,保持湿度以促进混凝土的水化反应。生产完成后的预制箱梁必须经过严格的检验程序,包括尺寸、外观、强度等各项指标的检测,以确保其符合设计规范与施工要求。只有经过精密控制与严密检验的预制箱梁,才能保证桥梁结构的安全与耐久性,为工程的顺利实施打下坚实的基础。

通常来讲,运输设备的选择要考虑箱梁的尺寸、重量

以及运输路线的实际情况。通常,平板车或专用的桥梁运输车是常用的选择,这些设备必须具备足够的承载能力和稳定性,以防止在运输过程中因车体晃动或颠簸造成箱梁的结构损伤。此外,运输车的底盘设计应能够有效分散箱梁的重量,避免因局部受力过大而导致箱梁底部开裂。在运输过程中,注意事项则更为关键。首先,装载时必须确保箱梁的位置准确,通常采用多点支撑的方式,确保箱梁在运输过程中受力均匀,避免产生过大的弯矩。其次,绑扎固定应使用高强度的绑带,并且应适度紧固,既要防止箱梁在运输过程中移动,又要避免绑扎过紧导致箱梁表面局部受力过大而产生裂纹。对于长距离运输,需定期检查箱梁的固定情况,确保在整个运输过程中始终保持稳定。在运输路线的选择上,应尽量避开路况较差或急弯较多的道路,以减少运输过程中的震动和冲击。最后,运输过程中应严格控制车速,避免急刹车或急转弯,防止箱梁因惯性作用而产生位移或受损。考虑到天气因素,恶劣天气条件下应暂停运输,尤其是在大风、大雨或冰雪天气中,减少因环境因素对箱梁运输带来的风险。预制箱梁运输不仅是工程进度的一环,更是对工程质量的一次考验,必须以高度的责任感和专业精神来对待每一个细节^[1]。

4 预制箱梁的架设技术

传统的预制箱梁架设方法主要依赖于龙门吊或架桥机等大型设备,操作简便且技术成熟。这些方法通常适用于大跨度、多跨径的桥梁工程,其特点在于能够精确控制箱梁的就位,确保安装的平稳与准确。龙门吊架设适用于开阔的施工场地,通过沿轨道移动,将预制箱梁吊起并精确放置在桥墩上。架桥机则能够在狭窄的施工环境中施展,依靠其自身的结构优势,将箱梁平稳地架设在墩台之间。然而,传统架设方法的安全性和效率在施工中尤为重要,需要专业人员的操作和全面的现场监控,以防止在架设过程中出现倾覆、碰撞等危险情况。传统方法在技术上的不断完善和现场管理的严格执行下,仍然在现代桥梁施工中扮演着不可或缺的角色,尤其在一些地形复杂、施工条件受限的环境中,其优势更为显著。而现代桥梁预制箱梁的架设技术在传统方法的基础上得到了显著提升,不仅提高了施工效率,还显著增强了施工的安全性与精度。液压同步顶升技术、模块化架桥机和智能化监控系统的引入,标志着现代架设技术的发展方向。液压同步顶升技术通过多点同步控制,使得预制箱梁在架设过程中能够平稳升降,减少了因不同步导致的结构应力集中问题,从而有效降低了箱梁在架设过程中的变形和裂缝风险。模块化架桥机的应用使得架设过程更加灵活,适应性更强。通过对架桥机进行模块化设计,能够快速适应不同桥梁结构和跨度的需求,大幅缩短了设备调试和架设准备时间。此外,现代架设技术中的智能化监控系统为施工过程提供了实时数据支持,通过传感器与数据分析系统,施工团队可以即时掌握架设备的运行状态、环境参数和箱梁的应力变

化。这不仅提高了架设的精度，还显著提升了施工安全性，降低了人为误差带来的风险。与传统方法相比，现代架设技术展现了更高的效率与安全性，特别是在大跨度桥梁和复杂地形条件下，优势尤为突出。通过这些技术的应用，不仅加快了施工进度，还显著降低了工程成本，同时保证了桥梁结构的质量与耐久性。在未来，随着技术的不断发展，桥梁预制箱梁架设的自动化与智能化程度将进一步提高，为桥梁工程的高效、安全施工提供更加可靠的技术支持。

架设过程中的质量控制也是不容忽视的一个内容。架设前的准备工作是质量控制的第一步。箱梁的尺寸、形状、重量分布等必须严格按照设计要求进行复核，以确保其符合架设标准。同时，架设设备的精度和状态也需反复检查，以防止因设备误差或故障导致架设过程中的偏差和风险。架设过程中，关键节点的监控尤为重要。箱梁吊装、定位、拼接等环节都需要精确操作。为确保箱梁在架设过程中的受力均匀，应特别注意吊点的选择与吊装角度的控制。多点同步吊装技术的应用可以有效减少梁体因不均匀受力而产生的变形。此外，箱梁与桥墩、桥台的接触面处理也是质量控制的重点。确保接触面洁净、平整，并采取必要的防滑措施，能够有效避免箱梁在定位时发生滑移或倾斜。在架设完成后，必须对箱梁的平整度、桥面高程、梁体轴线等关键指标进行详细检查。这些检查不仅是对架设质量的确认，更是对后续施工质量的保证。如果发现任何偏差，需立即采取措施进行调整，以确保整个桥梁结构的连续性和稳定性。质量控制不仅是一项技术要求，更是一种责任。桥梁作为承载交通的重要基础设施，其架设质量直接关系到公众的安全。只有在每一个细节上严格把关，确保每一个环节的精确无误，才能真正实现高质量的桥梁建设^[2]。

5 施工中的技术挑战与解决方案

在桥梁预制箱梁的施工过程中，技术挑战无处不在，尤其在面对复杂地形、极端气候以及高精度要求的项目时，这些挑战更加突出。复杂地形条件下，如何精准地将预制箱梁安装在桥墩上，是施工中面临的首要难题。地形的高差、桥墩基础的差异以及施工现场的空间限制，都可能导致箱梁

在运输和安装过程中出现偏移或变形的风险。为应对这一挑战，施工过程中应采用高精度的测量仪器和实时监控系統，通过多点定位技术来确保箱梁的精准安装。气候条件也是施工中的一大挑战。极端天气，特别是强风、大雨等恶劣条件，可能影响箱梁的吊装和定位，甚至威胁施工人员的安全^[3]。在这样的环境下，必须严格控制施工窗口期，合理安排施工计划，避免在不利的天气条件下进行高空作业。同时，可采用抗风能力更强的吊装设备和防滑措施，减少气候对施工的影响。高精度要求是现代桥梁施工的另一重大挑战。随着交通量的增加和桥梁使用寿命的延长，桥梁的质量要求日益提高。这不仅要求箱梁本身的制造精度，更要求在架设过程中，每一个环节都必须严格控制，确保梁体的平整度和桥面高程的一致性。解决这一问题的关键在于施工全程的数字化管理与智能化监控。通过 BIM（建筑信息模型）技术和物联网设备的结合，实现从设计到施工的全过程数字化，能够极大提升施工的精度与效率。

6 结语

预制箱梁架设技术作为桥梁施工的核心环节，其创新与发展在桥梁建设中起着举足轻重的作用。在实际施工中，需根据具体的工程条件灵活运用各种架设技术，严格把控每一个施工环节的质量，以确保桥梁的安全性与耐久性。通过总结现有的施工经验，积极引入先进的施工设备与技术手段，可以显著提升桥梁施工的整体水平。在未来的桥梁建设中，加强对预制箱梁架设技术的研究与实践，将有助于推动桥梁工程向更高效、更安全、更环保的方向发展，为交通基础设施建设做出更大的贡献。不断追求技术创新和质量提升，是每一个桥梁工程工作者肩负的责任与使命。

参考文献

- [1] 王云鹏.浅谈桥梁预制箱梁架设施工技术分析[J].中国科技期刊数据库 工业A, 2018(1):3.
- [2] 浅谈铁路桥梁预制箱梁架设施工技术[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2017(12):215.
- [3] 马易学.浅谈铁路桥梁预制箱梁架设施工技术[J].黑龙江科技信息, 2012(12):269.