

高速铁路桥梁连续梁工程施工技术及应用分析

白小亮

(中铁二十二局集团第二工程有限公司, 北京 100043)

摘要 高速铁路桥梁施工中, 连续梁施工技术是一项关键的工程方法。该技术应用后, 桥梁结构呈现出均布荷载、轴向拉力和剪力的受力分布, 通过预应力混凝土的引入, 裂缝宽度降低, 整体承载能力提高, 确保了桥梁在使用阶段的稳定性和可靠性。然而, 采用连续梁施工技术也伴随着一系列施工风险, 如梁体制作过程中的质量问题、吊装安装中的机械操作安全性等。综合管理层需要科学的施工计划和安全措施, 确保工程的安全高效进行。

关键词 高速铁路; 连续梁; 施工风险; 施工技术

中图分类号: U445

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0008-03

高速铁路桥梁连续梁是高速铁路线路中的重要组成部分, 其设计和建设在保障列车运行安全、提高线路运营效率方面发挥着至关重要的作用。高速铁路桥梁连续梁在技术水平上呈现不断提升的趋势, 随着科技的发展, 工程设计和建设采用了先进的结构分析方法、新材料和先进技术, 以确保桥梁具有更好的承载能力、抗震性能和使用寿命。高速铁路桥梁连续梁工程目前正处于广泛应用的阶段, 随着高速铁路网络的不断扩张, 桥梁作为高速铁路的重要组成部分, 连续梁工程在桥梁建设中得到了广泛采用, 连续梁工程是一种先进的桥梁施工技术, 在实际施工中, 悬臂浇筑连续梁通常采用大型龙门架、悬臂梁吊装机械等专业设备, 以确保浇筑过程的稳定性和安全性。为桥梁工程提供了高效、经济的解决方案^[1]。高速铁路桥梁连续梁工程呈现出设计先进、施工精细、工序协调的特点。通过先进的技术手段和科学的管理, 连续梁工程在高速铁路桥梁建设中发挥了重要作用, 为高速铁路的安全、稳定运行提供了可靠的桥梁支撑。

1 连续梁施工技术

1.1 连续梁施工技术应用后的受力情况

连续梁采用单体浇筑的方式, 形成整体连续结构, 使得桥梁整体刚度显著提高, 这有助于减小桥梁在荷载作用下的变形, 提高桥梁的抗弯和抗扭能力。连续梁的连续性使得荷载在整个桥梁上均匀分布, 减小了结构局部应力集中的可能性, 这有助于提高桥梁的承载能力和结构稳定性。连续梁能够有效传递横向和纵向的荷载, 保证桥梁在不同方向上的受力均衡。这对于大跨度桥梁的稳定性和整体性能具有重要意义。由于连续梁的整体性, 支座数量相对减少, 使得桥梁在

支座上的受力更加均匀, 这有助于降低支座的局部应力, 减轻维护工作的难度。连续梁的整体结构能够有效减小桥梁的变形和位移, 提高桥梁的整体稳定性。这对于确保高速铁路等要求较高的线路的正常运行至关重要。由于连续梁整体结构的刚度增加, 桥梁在地震等外部力作用下表现出较好的抗震性能, 提高了桥梁的安全性。连续梁的整体性减少了构件之间的接缝, 减缓了裂缝的发展, 有助于降低桥梁的维护成本, 并延长使用寿命。连续梁设计中较少的桥墩数量有助于提高线路通风性, 减小风阻, 对于高速铁路线的正常运行具有积极影响。

1.2 采用连续梁施工技术时会产生的施工风险

在悬臂浇筑连续梁工程中, 由于悬臂部位不同, 梁体受到的荷载和力学性质存在差异, 容易导致结构不均匀, 从而增加梁体发生变形或裂缝的风险。此外, 悬臂浇筑过程中, 混凝土的自重和温度等因素可能引起梁体的不均匀收缩, 增加了结构的变形和开裂的风险。悬臂浇筑连续梁的工程要求对混凝土的配合比、浇筑速度、浇筑高度等方面的控制非常严格, 如果在施工过程中这些参数未能得到有效控制, 可能导致混凝土质量不合格, 进而影响整个连续梁的工程质量。悬臂浇筑过程中, 施工人员需要在高空和悬臂部位进行作业, 存在坠落、碰撞等高风险操作, 同时, 悬臂浇筑需要大型设备的协同作业, 要求各个环节的操作人员高度协调, 一旦存在操作失误或沟通不畅, 可能导致人身伤害和设备事故。悬臂浇筑连续梁的施工过程受到自然环境的影响较大, 如气温、湿度、风速等因素都会对混凝土的凝固时间和梁体的稳定性产生影响。特别是在极端天气条件下, 如高温、强风、雨雪等,

可能导致混凝土的早期龄期发生变化,增加了工程施工的不确定性和风险。

2 在高速铁路桥梁工程施工中悬臂浇筑连续梁施工技术的应用特点

高速铁路桥梁工程中悬臂浇筑连续梁施工技术具有一系列独特的应用特点。首先,该技术在结构设计上充分考虑了悬臂浇筑的复杂性,通过合理的工程布局和梁体截面设计,确保了悬臂浇筑过程中结构的稳定性和安全性。其次,悬臂浇筑连续梁施工技术采用了先进的施工设备和技术手段,如悬臂吊模、液压爬升系统等,以提高工程施工效率和质量^[2]。此外,该技术在施工过程中注重对悬臂浇筑工况的监测与控制,通过实时监测梁体变形、温度等参数,采取相应的调整措施,确保悬臂浇筑过程中结构受力均衡,避免因外力引起的不稳定现象。悬臂浇筑连续梁施工技术还注重材料的选择和梁体浇筑工艺的优化,以保障梁体的整体性能和耐久性。在施工管理方面,该技术对悬臂浇筑过程中的安全、质量、进度等方面进行全面管控,建立科学的施工组织方案和施工计划,确保悬臂浇筑施工工程按照设计要求和标准有序进行。此外,悬臂浇筑连续梁施工技术在人员培训和安全防护方面有一套完善的制度,以确保施工过程中人员的安全和施工现场的安全管理。

3 在高速铁路桥梁施工中悬臂浇筑连续梁施工技术的具体应用

3.1 合拢过程中所应用的施工技术

悬臂浇筑连续梁施工技术在高速铁路桥梁施工中应用时,其合拢过程中采用了一系列精密的施工技术。首先,合拢过程的准备阶段涉及悬臂吊模的安装与调试。施工人员必须确保吊模的水平度、垂直度和位置精准,以保证悬臂浇筑的准确性和稳定性。在这一阶段,使用精密仪器和高精度测量技术对吊模进行精细调整,以满足悬臂浇筑的设计要求。其次,在悬臂浇筑过程中,采用了先进的混凝土浇筑技术。为确保混凝土的均匀性和高强度,通常采用高性能混凝土,并在悬臂合拢区域内设置了科学合理的浇筑工艺,如振捣、振动等工序,以消除混凝土内部的气泡,提高混凝土的密实性和均匀性。此外,在合拢过程中,通过控制混凝土的配合比和浇筑速度,确保悬臂浇筑过程中混凝土的流动性和稳定性。在悬臂浇筑过程中,为了保证连续梁的结构稳定性,通常采用了液压爬升系统。该系统通过调节油缸的油压,实现悬臂吊模的平稳升降,确保连续梁在合拢过程中不受外部扰动,保持结构的

整体平衡。液压爬升系统具有高精度、高承载能力和灵活调节等特点,能够适应各种复杂的施工场地和悬臂浇筑条件^[3]。悬臂浇筑连续梁施工技术在高速铁路桥梁工程中的应用,通过精密的吊模安装、混凝土浇筑工艺和液压爬升系统的运用,确保了合拢过程的高效、精准和安全,为工程的顺利进行提供了可靠的技术支持。

3.2 合理应用挂篮施工技术

3.2.1 合理选择挂篮结构与型号

在挂篮的选择上,需根据桥梁的具体设计要求和施工条件,选择合适的挂篮结构与型号。挂篮的结构应符合悬臂浇筑的工艺要求,确保其稳定性和承载能力满足悬臂浇筑连续梁的实际需求。结构设计应考虑到梁体截面形状和尺寸,以及悬臂浇筑过程中的动荷载情况。

3.2.2 全面控制桥梁线型

在挂篮施工中,对桥梁线型的全面控制至关重要。通过精准的测量和调整,确保挂篮的位置和姿态符合设计要求。这包括水平和垂直方向的调整,以保持悬臂浇筑过程中的线型准确无误。采用先进的测量技术和自动控制系统,确保挂篮在合拢过程中不产生偏差,保持梁体的准确线型。

3.2.3 预留好梁底板与顶板孔洞

在挂篮的设计与制造中,需要预留好梁底板和顶板的孔洞。这些孔洞用于通行混凝土浇筑设备、悬臂吊模的支撑和吊装等操作,因此,在挂篮的制作过程中,要合理安排和预留这些孔洞位置,并确保其尺寸和位置精准,以保证悬臂浇筑施工中的顺利进行^[4]。

3.2.4 避免挂篮过程中出现偏差

挂篮在悬臂浇筑过程中需要保持相对稳定的姿态,避免发生不必要的偏差。通过使用精密的调整装置和自动控制系统,及时检测和调整挂篮的位置,避免因外部因素导致的挂篮偏移。同时,要合理设置支撑点和采用可调节的支撑装置,确保挂篮能够在悬臂浇筑过程中保持平稳和垂直,避免不必要的结构变形。

综合而言,合理应用挂篮施工技术对高速铁路桥梁悬臂浇筑连续梁施工的顺利进行起到了关键作用,通过精细的设计和全面的控制手段,确保了悬臂浇筑过程中的结构稳定性和施工质量。

3.3 预应力钢束施工技术

在施工前,需要根据桥梁的设计要求和荷载特性选择适当的预应力钢束,这涉及预应力钢束的强度、直径、材料特性等多个因素的综合考虑,合理选择预应力钢束有助于提高梁体的抗弯和承载能力,确保结构的稳定性和安全性。在悬臂浇筑连续梁施工过程中,

预应力钢束的布设至关重要,预应力钢束应按照设计要求准确布置在混凝土梁的合适位置,确保预应力作用能够充分发挥。此外,需要注意预应力钢束的锚固和张拉长度的控制,以满足设计要求和预期的力学性能。在梁体混凝土强度达到规定强度后,进行预应力钢束的锚固与张拉工作。锚固工作要求对预应力钢束进行准确的锚固,确保钢束的预应力能够得以保持。张拉过程中,需要控制张拉力的大小和速度,以保证预应力钢束在梁体内的预应力能够均匀分布,达到设计要求。施工过程中需要对预应力力进行实时监测,通过使用合适的传感器和检测设备,对梁体的预应力力进行监测,确保其在合适的范围内。如果存在预应力力偏差,需要进行及时的调整,以保证梁体的整体性能和稳定性。

3.4 合理应用混凝土施工技术

3.4.1 采用连续梁支撑施工技术

连续梁支撑施工技术能够有效降低桥梁施工的复杂性,通过采用整体连续浇筑的方法,简化了施工流程,加快了工程进度。采用连续梁支撑施工技术后,桥梁结构呈现出更强的一体性,有助于提高桥梁的整体刚度和稳定性,增强了抗风、抗震等外部荷载的能力。连续梁支撑施工需要设计合理的支撑系统,以确保混凝土浇筑过程中桥梁结构的稳定性,这包括支撑点的设置、支撑材料的选用以及支撑系统的监测和调整。采用连续梁支撑施工技术可以实现连续作业,从而有效缩短施工周期,加速桥梁工程的完成,降低施工期间的不利影响。由于整体浇筑,采用连续梁支撑施工技术可以减少桥梁构件之间的接缝数量,降低裂缝的发生概率,有利于提高桥梁的耐久性和维护性^[5]。连续梁支撑施工技术特别适用于大跨度桥梁,如高速铁路桥梁等,能够克服大跨度结构施工中的一些难题,确保工程的安全可靠性。

3.4.2 防止混凝土材料含水量过高

防止混凝土材料含水量过高是混凝土施工中至关重要的一环,混凝土的质量受到水灰比、混凝土原材料储存和搅拌过程的影响,因此需要采取一系列科学合理的措施来确保混凝土制品的性能和耐久性。对混凝土原材料的储存和运输过程要进行精心管理。水泥、骨料、砂等材料在储存和运输中必须保持干燥通风,防止受潮引起结块,影响后续混凝土的均匀性和质量,特别是水泥作为混凝土的主要胶凝材料,其含水量直接关系到混凝土的强度和稳定性,因此在运输和储存中需防止水分的渗入。混凝土搅拌过程中应控制适当的水灰比,水灰比过高会导致混凝土的流动性增加,

但却降低了混凝土的强度和耐久性,通过科学合理的搅拌配比,确保混凝土中的水分充分被水泥吸收,材料充分反应,避免过多无效水分的存在^[6]。混凝土浇筑后需采取有效的养护措施,早期养护是为了防止混凝土过早失水,保持其充分硬化。采用湿棉被、湿麻布或喷水养护等方式,确保混凝土表面保持湿润,有助于水泥水化反应的进行,提高混凝土的强度。通过综合管理混凝土原材料、科学搅拌配比和有效养护措施,可以有效地防止混凝土材料含水量过高,确保混凝土制品达到设计要求的性能和耐久性。

4 结语

在高速铁路桥梁工程中,连续梁施工技术的应用特点体现在其适应大跨度设计、提高通行能力、缩短工程周期、降低成本等方面。然而,管理层需重视施工计划和安全措施,确保各工序的顺利进行。挂篮施工技术的合理应用包括选择适当的结构与型号、全面控制桥梁线型、预留孔洞、避免偏差,确保高效施工和梁体的准确吊装。预应力钢束施工技术的详细过程包括方案设计、制作、锚固、张拉、调整、防腐保护、检测与监测,全面保障预应力效果和钢束使用寿命。混凝土施工技术中,连续梁支撑施工和防止混凝土材料含水量过高是关键步骤,确保混凝土结构的准确性和质量。通过合理应用这些施工技术,可实现桥梁工程的高效建设、结构稳定、质量可靠。

参考文献:

- [1] 石岩,赵翔宇,焦应乾,等.考虑轨道约束的连续梁拱桥地震反应及减震控制研究[J].世界地震工程,2022,38(01):148-157.
- [2] 户东阳,李聪林,陈克坚,等.减震榀在高烈度地震区高速铁路连续梁桥中的应用研究[J].铁道科学与工程学报,2021,18(09):2255-2263.
- [3] 徐领.高速铁路连续梁短线法节段预制工艺的应用——以连云港至徐州高速铁路节段预制连续梁为例[J].工程技术研究,2020,05(16):94-96.
- [4] 王立宪,周宇,狄生奎,等.考虑边界非理想的铁路桥梁挠度影响线分析与损伤识别[J].工程科学与技术,2020,52(03):123-132.
- [5] 董俊,曾永平,陈克坚,等.减震榀对近场高烈度区大跨铁路连续梁桥抗震性能影响分析[J].铁道标准设计,2020,64(08):49-54.
- [6] 蒋丽忠,冯玉林,周旺保,等.高铁连续梁桥横向变形与轨面几何形态变化的映射关系研究[J].建筑结构学报,2021,42(04):215-222.