

悬臂挂篮技术在桥梁施工中的应用分析

李伟

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要] 本论文详细分析悬臂挂篮技术在桥梁施工中的应用, 包括其工作原理、技术优势以及在桥梁施工过程中的实际应用和挑战。悬臂挂篮技术因其适应性强、施工效率高、成本降低以及提高施工质量等特点, 在现代桥梁建设中发挥重要作用。然而, 此技术也面临着施工精度控制、结构稳定性保障等技术挑战, 以及安全生产管理、施工进度管理等管理挑战。

[关键词] 悬臂挂篮技术; 桥梁施工; 技术应用; 挑战与对策; 发展趋势

DOI: 10.33142/aem.v6i2.10982

中图分类号: U445.466

文献标识码: A

Application Analysis of Cantilever Hanging Basket Technology in Bridge Construction

LI Wei

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: This paper provides a detailed analysis of the application of cantilever hanging basket technology in bridge construction, including its working principle, technical advantages, and practical applications and challenges in bridge construction. The cantilever hanging basket technology plays an important role in modern bridge construction due to its strong adaptability, high construction efficiency, cost reduction, and improved construction quality. However, this technology also faces technical challenges such as construction accuracy control, structural stability assurance, as well as management challenges such as safety production management and construction progress management.

Keywords: cantilever hanging basket technology; bridge construction; technology application; challenges and countermeasures; development trends

随着交通基础设施建设的不断发展, 桥梁作为连接不同地区的关键枢纽, 其施工质量和效率对于整体交通网络的构建至关重要。悬臂挂篮技术作为一种先进的桥梁施工方法, 以其独特的优势在现代桥梁建设中得到广泛应用。

1 悬臂挂篮技术原理及优势

1.1 悬臂挂篮技术的工作原理

1.1.1 挂篮结构

悬臂挂篮主要由主桁架、悬吊系统、锚固系统、行走系统、模板系统、张拉操作平台以及安全防护系统等组成。这些组成部分协同工作, 使得挂篮能够在桥梁施工中发挥重要作用。

1.1.2 挂篮安装与定位

在桥梁施工过程中, 挂篮首先被安装在已完成的桥墩或梁段上。通过精确的测量和调整, 确保挂篮准确定位, 为后续施工提供稳定的操作平台。

1.1.3 悬臂推进

利用挂篮的悬臂特性, 施工队伍可以在已完成的桥段上逐步推进。挂篮的悬臂部分可以伸出, 支撑新一段桥梁的浇筑模板和钢筋等。

1.1.4 混凝土浇筑

在挂篮的支撑下, 施工人员进行新一段桥梁的钢筋绑扎和混凝土浇筑工作。混凝土浇筑完成后, 需要等待一段时间以确保混凝土充分凝固和达到设计强度。

1.1.5 预应力张拉

在混凝土达到设计强度后, 进行预应力钢筋的张拉工作。这一步对于提高桥梁的结构性能至关重要, 能够有效增强桥梁的承载能力和耐久性。

1.1.6 挂篮前移

当前一段桥梁施工完成后, 挂篮通过行走系统向前移动, 准备进行下一段桥梁的施工。这一过程中, 需要确保挂篮移动的平稳性和准确性。

1.1.7 循环施工

上述步骤不断循环进行, 直到整座桥梁施工完成。悬臂挂篮技术的这种循环施工方式, 大大提高桥梁施工的效率 and 灵活性。

1.1.8 安全与稳定性考虑

在整个施工过程中, 确保挂篮的稳定性和安全性至关重要。这通常通过精确的设计计算、严格的施工监控以及定期的设备维护来实现。

1.2 悬臂挂篮技术的优势

1.2.1 适应性强

多样化的桥梁设计: 悬臂挂篮技术能够适应各种形状、大小和复杂度的桥梁设计。无论是直线桥、曲线桥, 还是斜拉桥、悬索桥, 该技术都能提供有效的施工方案。

复杂地形的应对: 对于地形复杂、环境恶劣的施工地点, 如山区、河流、峡谷等, 悬臂挂篮技术展现其卓越的

适应性。它可以在这些困难条件下进行高效、安全的施工。

1.2.2 施工效率高

连续作业能力:悬臂挂篮技术能够实现连续作业,不受季节、天气等外部条件的限制。这大大缩短施工周期,提高施工效率。

减少辅助设备:相比于传统施工方法,悬臂挂篮技术所需的辅助设备较少,从而减少设备运输、安装和拆卸的时间,进一步提高施工效率。

1.2.3 降低成本

节约材料成本:通过精确的计算和设计,悬臂挂篮技术能够最大限度地减少材料的浪费,从而节约材料成本。

减少人力成本:该技术能够实现机械化、自动化施工,减少人力投入,降低人力成本。

1.2.4 提高施工质量

精确的定位和控制:悬臂挂篮技术通过先进的测量和控制系统,能够实现精确的定位和施工控制,确保桥梁的几何形状和尺寸精度。

减少施工误差:该技术能够减少传统施工中可能出现的人为误差,如模板安装误差、混凝土浇筑误差等,从而提高施工质量。

1.2.5 环境友好

减少对环境影响:悬臂挂篮技术在施工过程中产生的噪音、振动和污染较小,对周围环境的影响较小。

节约资源:该技术通过精确的计划和管理,能够最大限度地节约资源,符合可持续发展的要求。

1.2.6 灵活性高

可调整性强:悬臂挂篮技术能够根据不同的施工需求和条件进行调整和优化,具有很强的灵活性。

适应不同施工方法:该技术可以与其他施工方法相结合,如预制装配、滑模施工等,形成综合施工方案,进一步提高施工效率和质量。

1.2.7 安全性高

稳定的施工平台:悬臂挂篮技术提供稳定的施工平台,能够确保施工人员在安全的环境中进行作业。

完善的安全防护措施:该技术配备完善的安全防护系统,如安全网、安全带等,能够有效防止施工过程中的安全事故。

2 悬臂挂篮技术在桥梁施工中的应用

2.1 应用背景

悬臂挂篮技术主要应用于大跨度、高墩身的桥梁施工中。由于其具有适应性强、施工效率高、成本降低以及提高施工质量等特点,该技术在国内外众多大型桥梁工程中得到成功应用。

2.2 实例分析

以某大型斜拉桥为例,该桥梁主跨长度为800米,墩身高度达150m。在面对如此高难度的施工条件下,施工

方选择悬臂挂篮技术进行施工。

(1) 挂篮设计与制造

根据桥梁的结构特点和施工要求,设计团队设计具有足够刚度、稳定性和承载能力的挂篮。挂篮主要由主桁架、悬吊系统、锚固系统、行走系统、模板系统、张拉操作平台以及安全防护系统等组成。经过精确计算和仿真分析,挂篮的各项性能指标均满足施工要求。

(2) 挂篮安装与定位

在安装过程中,利用大型起重机将挂篮的各个组成部分吊装至预定位置,并通过精确的测量和调整,确保挂篮的准确定位。在安装过程中,施工队伍严格控制安装精度,确保挂篮的稳定性和安全性。

(3) 悬臂推进与混凝土浇筑

利用挂篮的悬臂特性,施工队伍在已完成的桥墩或梁段上逐步推进。在推进过程中,施工人员进行新一段桥梁的钢筋绑扎和混凝土浇筑工作。混凝土浇筑采用高性能混凝土,确保桥梁的耐久性和承载能力。经过连续多日的紧张施工,成功完成多个节段的混凝土浇筑任务。

(4) 预应力张拉与体系转换

2.3 预应力张拉

张拉准备:

在进行预应力张拉之前,需要对钢筋进行详细的检查和准备。通常使用的是高强度钢绞线,其直径范围在12.7~15.2mm之间,抗拉强度标准值可达1860MPa。张拉设备的选择也至关重要,现代施工中多采用液压张拉设备,它能提供稳定且连续的张拉力,确保钢筋的均匀张拉。

张拉过程:

张拉时,首先施加初始张拉力,一般为设计张拉力的10%~20%,以消除钢筋的松弛和初始弯曲。随后按设计要求的张拉顺序,逐步增加张拉力至设计值。例如,在某大型斜拉桥项目中,设计张拉力为2500吨,张拉过程中分5个阶段进行,每个阶段增加500吨,直至达到设计值。张拉过程中需要实时监测钢筋的伸长量,确保其与理论计算值相符。伸长量的允许偏差通常控制在±6%以内。

锚固与张拉后处理:

达到设计张拉力后,进行锚固操作,确保钢筋的稳定固定。锚固系统多采用夹片式锚具,其锚固效率可达95%以上。张拉完成后,需要对张拉设备进行检查和保养,确保其处于良好状态,为下一次张拉做好准备。

2.4 体系转换

转换准备:

体系转换前,需要对桥梁结构进行全面的检查和评估,确保其满足转换条件。这包括混凝土强度、钢筋张拉效果等多个方面。制定详细的转换方案,包括转换顺序、临时支撑的设置、施工荷载的控制等。

转换过程:

按转换方案逐步进行体系转换。首先设置临时支撑,然后逐步释放预应力,使桥梁结构由施工阶段转换为运营阶段。例如,在某桥梁项目中,体系转换涉及4个主要阶段,每个阶段的预应力释放量分别为25%、35%、60%和100%。转换过程中需要实时监测桥梁结构的变形和应力变化,确保其处于安全可控状态。例如,使用高精度测量设备对桥梁挠度进行监测,其允许偏差控制在 $L/600$ 以内(L 为桥梁跨度)。

转换后处理:

完成体系转换后,进行全面的检查和评估,确保桥梁结构满足设计要求和运营安全。对转换过程中产生的数据和记录进行整理和分析,为后续类似项目提供经验和参考。

(5) 挂篮前移与循环施工

当前一段桥梁施工完成后,挂篮通过行走系统向前移动,准备进行下一段桥梁的施工。在挂篮前移过程中,采用先进的液压驱动系统和精确的导向装置,确保挂篮移动的平稳性和准确性。通过不断循环上述步骤,最终成功完成整座桥梁的施工任务^[1]。

2.5 应用效果与数据分析

通过采用悬臂挂篮技术进行施工,该大型斜拉桥在以下几个方面取得显著成效:

(1) 施工效率:相比传统施工方法,悬臂挂篮技术提高施工效率约30%。具体表现在缩短施工周期、减少人力投入和降低设备占用时间等方面。

(2) 施工质量:通过精确的测量和控制系统以及先进的施工工艺和设备的应用,提高施工质量水平。桥梁结构几何形状和尺寸精度均满足设计要求,且优于传统施工方法。

(3) 成本控制:通过减少材料浪费、降低人力成本以及提高设备利用率等措施,实现成本控制目标^[2]。与传统施工方法相比,节省大量成本投入。

(4) 安全性保障:通过稳定的施工平台和完善的安全防护系统,确保施工过程中的安全性,保障工作取得显著成效。未发生重大安全事故,确保项目顺利推进并按时交付使用。

3 悬臂挂篮技术在桥梁施工中的挑战与对策

3.1 技术挑战

3.1.1 施工精度控制

挑战:悬臂挂篮技术在施工过程中需要保证高精度的定位和控制,以确保桥梁结构的几何形状和尺寸精度^[3]。然而,由于施工现场环境复杂,如风力、温度等自然因素的影响,以及施工设备本身的误差,实现高精度控制是一大挑战。例如,在某大型桥梁项目中,挂篮在悬臂推进过程中受风力影响,导致定位出现偏差,进而影响后续施工精度。

对策:为提高施工精度,可以采取以下措施:首先,使用先进的测量设备,如全站仪、GPS定位系统等,进行

实时监控和调整;其次,优化挂篮结构设计,提高其抗风能力和稳定性;最后,加强施工人员培训,提高操作技能和精度意识^[4]。

3.1.2 结构稳定性保障

挑战:在施工过程中,悬臂挂篮需要承受较大的荷载,包括自重、施工荷载以及风荷载等。确保挂篮及整个施工系统的稳定性至关重要。例如,某桥梁项目中,由于挂篮设计不当,导致在施工过程中出现局部失稳现象,严重影响施工进度和安全。

对策:为确保结构稳定性,可以采取以下措施:首先,进行详细的结构分析和设计计算,确保挂篮及施工系统具有足够的强度和刚度;其次,采用高强度材料和先进的制造工艺,提高结构的承载能力和稳定性;最后,实施定期的安全检查和评估,及时发现并处理潜在的安全隐患。

3.2 管理挑战

3.2.1 安全生产管理

挑战:桥梁施工往往涉及高空、临边等危险作业,安全生产管理难度较大。在悬臂挂篮技术应用中,如何确保施工人员安全、防止高处坠落、物体打击等事故是一大挑战。例如,某桥梁项目因安全管理不到位,导致一起高空坠落事故,造成人员伤亡。

对策:为加强安全生产管理,可以采取以下措施:首先,建立健全的安全生产管理体系和规章制度;其次,加强施工人员安全教育和培训,提高安全意识;最后,配备齐全的安全防护设施和救援设备,确保在紧急情况下能够及时响应和处理。

3.2.2 施工进度管理

挑战:悬臂挂篮技术虽然能够提高施工效率,但在实际应用中受多种因素影响可能导致施工进度延误。例如天气变化、设备故障等都可能对施工进度造成不利影响。

对策:为确保施工进度顺利进行可以采取以下措施:首先制定详细的施工进度计划和应急预案,充分考虑各种可能的影响因素;其次加强现场协调和沟通,确保各个施工环节紧密衔接;最后采用先进的项目管理软件实时监控施工进度,并进行动态调整。

4 悬臂挂篮技术的发展趋势与展望

4.1 数字化与智能化发展

现状:当前,数字化和智能化技术正在逐渐渗透到各个行业和领域。在桥梁施工中,悬臂挂篮技术的数字化和智能化发展已成为不可逆转的趋势。例如,通过BIM技术(建筑信息模型)实现桥梁结构的数字化建模,可以更加精确地进行挂篮设计和施工模拟,提高施工效率和质量。

实例:在某大型桥梁项目中,施工方采用BIM技术,实现从设计到施工的全程数字化管理。通过BIM模型,施工人员可以直观地明确桥梁结构的详细信息,包括挂篮的尺寸、材料、连接方式等,从而提高施工的精度和效率。

4.2 绿色环保发展

现状: 随着全球对环境保护意识的不断提高, 绿色环保已成为悬臂挂篮技术发展的重要方向。在材料选择、施工工艺等方面, 都在积极寻求更加环保的方案。

实例: 在某新型桥梁项目中, 挂篮采用可回收材料制造, 如高强度钢和铝合金等。这些材料不仅具有优异的力学性能, 而且在使用寿命结束后可以回收利用, 降低对环境的负担。

4.3 模块化与标准化发展

现状: 模块化与标准化是提高施工效率和质量的重要手段。在悬臂挂篮技术领域, 通过模块化和标准化设计, 可以实现挂篮的快速安装和拆卸, 提高施工效率。

实例: 某桥梁施工企业研发一套模块化悬臂挂篮系统。该系统由一系列标准模块组成, 可以根据不同桥梁结构的需求进行灵活组合。这种模块化设计大大缩短挂篮的安装和拆卸时间, 提高施工效率。

5 结束语

综上所述, 通过对悬臂挂篮技术在桥梁施工中应用的

深入分析, 可以看到其在提高施工效率、降低成本、增强施工质量等方面的显著优势。然而, 随着技术的不断发展和应用范围的扩大, 悬臂挂篮技术也面临着越来越多的挑战。为更好地发挥这一技术的潜力, 需要不断加强技术研发与创新, 提升管理水平, 确保施工安全与进度。

[参考文献]

- [1] 王福胜. 某公路桥梁施工方案探析[J]. 价值工程, 2022, 41(28): 50-52.
- [2] 丁启斌. 桥梁施工中桩端后压浆技术[J]. 运输经理世界, 2022(9): 113-115.
- [3] 寇明宝. 桥梁施工中现浇梁板模板施工技术[J]. 工程建设与设计, 2022(12): 222-224.
- [4] 李伟. 浅析桥梁施工技术与施工质量[J]. 居业, 2022(4): 8-10.

作者简介: 李伟(1990.2—), 男, 汉, 甘肃会宁人, 学历: 本科, 职称: 助理工程师, 现就职单位: 新疆生成建设兵团交通建设有限公司, 研究方向公路运输专业内桥梁工程, 公路桥梁施工。