

液压爬模技术在城市公路桥梁高墩施工阶段的应用分析

康杰

(广东华隧建设集团股份有限公司, 广东 肇庆 526000)

摘要 本文研究液压爬模技术在城市公路桥梁高墩施工中的应用,重点分析了该技术在南塔的实际应用过程。液压爬模技术作为一种先进的施工方法,通过其独特的安全控制和操作管理,有效应对复杂的施工环境和高墩结构带来的挑战。文章从安全控制、操作流程以及技术创新等方面进行了详细分析,以期为今后类似工程的实施提供有益经验和技术支持。

关键词 液压爬模技术; 城市公路桥梁; 高墩施工

中图分类号: U445

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)09-0046-03

城市公路桥梁的建设不仅涉及基础设施的发展,更关乎城市交通的顺畅和居民生活的便利。在复杂的城市环境中,如何安全高效地完成桥梁的施工成为工程管理的关键挑战。液压爬模技术因其独特的优势,在高墩施工中展现出了良好的应用前景。本文将分析液压爬模技术在南塔桥梁项目中的具体应用,探讨其在提高施工效率、保障施工安全和优化工程质量方面的作用和意义。

1 项目概述

某公司承建的铁路某标段,与已建成的广州湾公路大桥轴线距离为85 m,合同段起止里程桩号为DK148+566.12至DK176+020.75。线路全长27.455 km,涵盖桥梁工程、隧道工程、路基工程和轨道工程,其中包括6座桥梁(25.623 km)、2座隧道(608 m)、1.236 km路基工程和52.468 km主线铺设。

项目特点包括线路长、桥梁类型多样、施工技术广泛、管理理念新颖、桥梁结构样式新颖(3×70 m多联接连续刚构桥梁无支撑)、高质量目标和标准化要求高、智能化和信息化要求高、环保要求高、项目规模大、技术、管理及征拆协调难度多重。

广州湾海况复杂,具有潮差大、风大等特点,桥区航运繁忙,水中施工作业安全风险高。桥梁海上航线长达9.4 km,共有167根高柱,是整个建设中最困难和关键的项目。需架设9.4 km长的栈桥和167个施工平台,投入大量临时措施。在施工组织和技术上存在巨大困难,海上基础承台施工采用钢悬浇箱、钢围堰,高柱施工采用液压爬升模板。

项目始终坚持“前期规划、顶层设计、逐步推进”

的技术理念,从设计优化、工艺优化和措施优化三个方面打造“跨海高铁工程”和“高速铁路跨海大桥”的双品牌。其中,工艺优化结合设计变更,强化现场技术和质量管理。

2 工程建设技术创新

2.1 桥梁工程

超高性能混凝土(UHPC)栈桥面板的工厂预制与安装。UHPC由活性干混料、石英砂、镀铜钢纤维、水和高效减水剂按一定比例混合而成,通过提高组分的细度和活性,最大限度地减少材料内部缺陷,获得了最大强度和优异的耐久性。在施工性能方面,UHPC具有优秀的可操作性,易于操作并确保均匀压实。在施工过程中,混合物的工作性能良好,1小时内不会失去工作性能。UHPC的抗折强度和抗压强度分别达到26 MPa和150 MPa,能够满足设计指标要求。项目实施过程中,利用UHPC材料为项目团队提供了技术支持,并解决了钢制栈桥易受海水腐蚀的问题,从而节省资源并降低成本^[1]。

2.2 潮间带单壁钢悬浇箱建设关键技术

广州湾深海区域的桥塔桥墩处于复杂的气候和海况影响下,水深受潮汐影响,设计复杂,施工条件艰苦。在承台施工中,钢悬浇箱作为防水和模板结构使用。悬浇箱的内部尺寸是承台外轮廓尺寸的5 cm扩展(26.6×40.6 m),悬浇箱壁厚10.1 m,顶部和底部高程分别为+7.475 m和-2.625 m^[2]。

考虑到不利的工作条件,采用组装式单壁钢悬浇箱和整体起吊施工方法,快速形成围堰结构;同时考虑水位情况,分两阶段浇筑顶封混凝土,有效避免复

杂海洋环境的影响,并降低施工投资。在钢壳体上安装背压支架和周向加固,提高顶封混凝土的黏结应力。为提高底封混凝土的施工质量,采用水下一层施工+干法施工的工艺,并设置多层连接件,确保悬浇箱内外水头差,底部设置集水井和盲沟,及时清除悬浇箱底部积水,确保悬浇箱内部干燥环境^[3]。

广州湾大桥主桥墩钢悬浇箱的整体施工过程如下:钢悬浇箱分段制作和组装→浮吊整体吊装并由驳船运输到现场→浮吊位置调整和悬浇系统安装→安装重型钢板,浇筑顶封混凝土→抽水围堰,拆除悬浇系统→建设承台和塔基→拆除钢悬浇箱^[4]。

2.3 钢混凝土悬浇箱承台施工过程

广州湾大桥钢混凝土悬浇箱的施工过程如下:墙板和底板分段加工→准备钢悬浇箱施工→组装底板和湿接缝浇筑→组装钢悬浇箱→整体吊装→拉杆预应力→底板灌浆密封→围堰抽水→承台系统转换→承台施工→拆除钢悬浇箱^[5]。

2.4 新技术和施工方法研发

1. 桩基加固筋笼施工的多功能井架。桩基加固筋笼的多功能井架由型钢制成,包括井架、4个移动的筋笼支撑板、4根主筋笼的垂直钢管、2根水平钢管以防止上升位移及管件之间的连接。多功能井架在加固筋笼下放过程中便利了钢笼的对接,并确保下放到位后笼体垂直水平位置的准确性,以保证笼体不发生明显偏差。同时,垂直钢管能有效防止混凝土浇筑时笼体的上升位移,从而保证了筋笼在孔位内的空间位置精确。井架可根据每个桩基直径制作足够大,并在井架不同部位预留水平钢管孔,以满足不同桩径对应的不同水平钢管位置要求^[6]。

2. 承台模板配置优化方法。承台模板配置方法是专为大量矩形承台模板统一配置而设计的优化方法。主要利用全面考虑的计算程序规划承台模板的尺寸,并满足加工和施工中的尺寸要求,以达到节约成本和便于周转的目的。具体而言,将对模板配置的要求转化为计算程序,并利用计算机数据处理的优势筛选和优化大量配置结果,找到最符合要求的最佳模板配置方案。该方法适用于矩形承台,承台数量越多,优势越明显,能有效避免不合理的模板配置问题,节约成本^[7]。

3 液压爬模技术的安全控制

3.1 准备过程中的安全控制

1. 安全方案编制和技术说明。在正式施工前,所有相关管理人员和工人必须参加全面的安全教育。这不仅是为了提升他们的安全意识,也是为了增强他们应对各种施工场景的技能。安全教育包括一系列的培

训课程,旨在让每个参与者都了解并掌握必要的安全知识和操作技能。与此同时,施工现场还需组织详细的技术说明会。通过技术说明会,管理人员和工人能够充分了解施工过程中可能存在的各种危险因素,以及如何有效应对这些危险。此外,技术说明会还会介绍应急响应措施,确保每个参与者在突发事件发生时都能够迅速做出正确反应。通过这些措施,可以最大限度地保障施工过程的安全,减少事故发生的可能性,从而为项目的顺利进行奠定坚实的基础^[8]。

2. 吊装和安装准备。在南塔的施工中,液压爬模技术的应用需要确保高精度的吊装操作。在整个吊装过程中,严禁任何形式的碰撞,尤其是现有的框架和混凝土柱,这要求操作人员具备高度的注意力和精湛的技术。同时,每当一个螺栓被安装上去,都必须立即进行拧紧,以确保结构的稳固和安全。液压爬模技术涉及四个独立的框架,每一个框架都需要在地面上提前进行组装,并确保各部分牢固连接,这不仅有助于提高安装效率,也能减少高空作业的风险。在安装过程中,需特别注意的是,爬升锥体不得受到液压管件的影响,以避免任何潜在的安全隐患。除此之外,锚固点的正确预埋也是至关重要的,每一个锚固点都必须按照设计要求准确定位并牢固固定,以确保整个结构在承受施工荷载时的稳定性。通过这些精细的准备和严格的操作规范,可以大大提高施工的安全性和效率,确保项目的顺利进行^[9]。

3. 操作前的安全验收。在正式使用液压爬模技术之前,必须对其安全功能进行全面的安全验收。为了确保验收的严谨性和全面性,应邀请设备制造商、监理工程师、业主代表以及必要时的相关专家共同参与检查工作。这些专业人士会依据原始设计文件对设备进行详细的检查,确保所有部件和系统都符合设计和安全标准。检查的关键点包括所有组件连接点的紧固情况,确保每个连接部位都稳固可靠,避免在使用过程中出现松动或脱落。同时,液压自升装置作为核心部分,其功能和状态也必须严格检查,以确保其在操作中的可靠性和安全性。对于重要组件的焊接部位,必须进行焊缺陷检测,排查任何可能存在的焊接缺陷,确保焊接质量达到规定标准,从而保证整个液压爬模系统的安全性和稳定性。通过这些严格的检查和验收措施,可以有效预防施工过程中可能出现的安全隐患,确保液压爬模技术的安全应用。

3.2 爬升过程中的安全控制

在进行爬升前,需清理所有散落物品,只有工人可以留在工作平台上。在爬升过程中,需特别注意监控滑动导轨、爬升速度和动力系统。

1. 滑动导轨的自行爬升。在进行滑动导轨的自行爬升前,必须确保各项准备工作已完备并符合相关安全规范。首先,操作人员、施工负责人、安全人员及其他相关管理人员必须全部到位,并进行详细的安全和操作培训。所有参与人员应熟悉自行爬升的具体流程和应急处理措施。其次,需要对设备进行全面检查,确保所有机械部件和控制系统处于良好工作状态,避免在操作过程中出现故障。特别是检查导轨系统的润滑状况,确保润滑良好,避免因摩擦引起的设备损坏或安全隐患。此外,需确保混凝土强度超过 20 MPa,并保证所有组件和控制系统状态良好^[10]。

2. 爬升框架的自行爬升。在进行爬升框架的自行爬升前,需移除不必要的负载,如加固头、氧气和乙炔空瓶等。安全检查重点包括:长短边之间的连接已移除;主缆索悬吊长度从塔吊到爬升框架充足;所有液压组件和控制系统状态良好。

3. 爬升结束的安全检查。在爬升结束时,必须进行全面的的安全检查,以确保所有安全措施都已到位。首先,需要检查承重销和安全销是否已正确插入并牢固固定,这是确保设备稳定性和安全性的关键步骤。其次,检查所有平台轮和支脚是否紧密接触混凝土表面,确保平台的平稳和可靠支撑,防止因接触不良而导致的倾斜或滑动。锚固螺栓的检查也尤为重要,必须确保所有锚固螺栓已完全拧紧,且连接部位尤其是角部连接处牢固无松动,以避免在后续操作中出现松脱现象。最后,每个平台的防护设施必须到位,确保操作人员高空作业时的安全防护措施完善,防止任何意外坠落或其他安全事故的发生。通过这些详细的检查步骤,可以确保整个爬升过程的安全性和稳定性,保障施工人员和设备的安全。

3.3 操作过程中的安全控制

在液压爬模技术的操作过程中,安全控制主要集中在以下几个方面:

1. 操作平台的保护。操作平台必须保证通道畅通,并设置好防护栏杆和安全网。操作平台的保护栏杆由两根水平杆和垂直杆组成,严格按照规格安装:底部水平杆高度为 0.5 ~ 0.6 m,顶部水平杆高度为 1.0 ~ 1.2 m,垂直杆之间的距离不超过 2 m。

2. 操作负载的控制。液压爬模技术在现代建筑施工中广泛应用,其核心在于对各种施工负载的有效控制。在整个施工过程中,所有的负载均由四个方向的十个锚点进行支撑,这些锚点在施工的稳定性和安全性方面起到了至关重要的作用。首先,液压爬模技术的工作模板具有强大的承载能力。通过精确的计算,工作模板的最大承载能力达到了 31.5 kN/m²。这意味

着在施工过程中,无论是施工作业还是材料堆放,模板都能够承受相当大的重量而不发生变形或损坏,从而保证了施工的连续性和效率。其次,爬升设备平台的承载能力也经过严格的设计和验证,其最大承载能力为 1.5 kN/m²。这个平台主要用于承载施工设备和人员,因此需要具有足够的稳定性和安全性。通过合理的负载分配和锚点支撑,爬升设备平台能够在不同的施工阶段保持平稳、安全的状态。此外,电梯入口平台作为施工人员和材料运输的关键通道,其承载能力设定为 1.0 kN/m²。虽然这一平台的承载能力相对较低,但其设计同样注重安全性和实用性,确保在高频次使用的情况下,平台能够始终保持稳定,不影响施工进度和人员安全。

总体而言,液压爬模技术的施工负载控制系统通过对各个平台和模板的精确承载能力设计,以及对锚点支撑系统的优化,成功实现了高效、安全的施工操作。这不仅提升了施工效率,还极大地降低了安全风险,为高层建筑施工提供了坚实的保障。

4 结束语

本文通过对液压爬模技术在城市公路桥梁高墩施工中的深入分析,总结了该技术在南塔项目中的成功应用经验。该技术不仅提升了施工效率和安全性,还为未来类似工程的实施提供了可借鉴的经验和技术支持。随着城市化进程的加快和基础设施建设的不断推进,液压爬模技术将在未来的桥梁工程中发挥越来越重要的作用,为城市交通建设贡献更多的智慧和力量。

参考文献:

- [1] 黄龙江.公路桥梁高墩施工阶段的液压爬模技术运用分析[J].交通科技与管理,2024,05(13):52-54.
- [2] 刘智奇,汤亮,李龙臣,等.机场塔台液压爬模施工技术研究[J].建筑技术,2024,55(11):1286-1291.
- [3] 李立辉.红莲大桥主塔液压爬模施工技术要点分析[J].石家庄铁路职业技术学院学报,2024,23(02):15-18.
- [4] 肖佳璇.液压爬模施工技术在建筑结构工程中的应用[J].科学技术创新,2024(12):152-155.
- [5] 李琪霖.高速公路桥梁高墩液压爬模施工技术分析[J].交通科技与管理,2024,05(11):135-137.
- [6] 周正强.高速公路桥梁高墩液压爬模施工技术研究[J].运输经理世界,2024(14):96-98.
- [7] 季成刚.高速公路施工中液压爬模技术应用优化研究[J].散装水泥,2024(02):119-121.
- [8] 修毓晖.液压爬模技术在斜拉桥主塔施工中的应用[J].智能城市,2024,10(03):120-122.
- [9] 刘欢.特大桥高墩液压爬模施工技术应用要点研究[J].运输经理世界,2024(09):85-87.
- [10] 李嘉祺,李日荣,邝喜旗.超高层建筑核心筒内外式液压爬模结构设计技术[J].建筑技术开发,2024,51(02):15-17.