

## 桥梁施工中高墩施工技术应用分析

刘 蓓

新疆北新路桥集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]随着我国基础设施建设的飞速发展,跨越深谷、江河的桥梁工程日益增多,高墩作为关键承载结构,其施工技术的安全性、经济性与高效性直接影响整个项目的成败。本篇文章系统分析了当前桥梁高墩施工中的主流技术,重点阐述了液压滑模施工技术、液压爬模施工技术、翻模施工技术以及悬臂模板施工技术的基本原理、工艺流程及适用条件,旨在促进高墩施工技术的规范化与创新发展。

[关键词]高墩施工技术;桥梁工程;翻模施工

DOI: 10.33142/ect.v3i11.18352

中图分类号: U44

文献标识码: A

## Application Analysis of High Pier Construction Technology in Bridge Construction

LIU Bei

Xinjiang Beixin Road and Bridge Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

**Abstract:** With the rapid development of transportation infrastructure construction in China, the number of bridge projects crossing deep valleys and rivers is increasing. As a key load-bearing structure, the safety, economy, and efficiency of the construction technology of high piers directly affect the success or failure of the entire project. This article systematically analyzes the mainstream technologies in current bridge high pier construction, focusing on the basic principles, process flow, and applicable conditions of hydraulic sliding formwork construction technology, hydraulic climbing formwork construction technology, flipping formwork construction technology, and cantilever formwork construction technology, aiming to promote the standardization and innovative development of high pier construction technology.

**Keywords:** high pier construction technology; bridge engineering; flip mold construction

### 引言

传统的满堂支架或常规模板方法已难以满足高墩施工在效率、安全与经济上的综合需求。因此,研究并应用先进、可靠的高墩专项施工技术,对于保障施工安全、提升工程质量、加快工程进度具有重大的现实意义。

### 1 桥梁高墩施工技术类型

#### 1.1 液压翻模技术

液压翻模技术的关键之处在于借助液压系统同步驱动模板以及作业平台逐节上升,将钢筋绑扎、模板安装以及混凝土浇筑等工序整合成为连续且标准化的循环作业流程,达成桥墩的分段快速施工,此项技术特别适用于高度处于 30~80m 之间、截面形式相对统一的薄壁空心墩或者实体墩,其施工效率显著高于传统方法,还可以保证墩身混凝土的外观质量良好、结构整体性强。不过这一技术也存在较大的局限性:它对专用液压设备以及成套模板的依赖程度很高,单套系统的购置成本比较高,现场安

装与调试过程颇为复杂,对施工场地以及组织管理的要求较为严格,并且,操作与维护要求专业人员有较高的技术水平,这些因素在一定程度上提高了初期投入以及技术管理难度,限制了该技术在更广泛工程项目中的推广与应用<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 滑模技术

滑模技术作为一种混凝土施工工艺,具有高效连续的特性,它借助液压系统,驱动模板沿着混凝土结构面持续向上滑升,于初凝阶段达成墩身的整体浇筑,达成 40~100m 高墩体的一次成型,此项技术特别适用于等截面或者渐变截面的实体墩施工,每日的浇筑进度可达到 10m 以上,成型后的墩身表面平整度颇高,整体结构密实且不存在接缝。施工期间要严格把控混凝土性能参数,坍落度需维持在 160~220mm 范围内以保障可塑性,同时鉴于工艺特性的限制,混凝土强度等级不宜超过 C50,不然极易因材料收缩差异引发蜂窝麻面等质量缺陷。值得注意的是,滑模施工有不可间断的特性,既不能够设置施工缝,又压

缩了养护窗口期,这些特性使其更契合工期紧张、对表观质量要求严苛的墩柱工程。

### 1.3 爬模技术

爬模技术作为一种应用于高墩分段施工的先进工艺,借助液压爬升架分阶段提升模板,同时利用脚手架搭建作业平台,以此达成墩身逐段浇筑成型,这种技术特别适用于墩高处于 20~60m、断面变化较大的异形墩结构,如斜拉桥主塔、拱桥索塔等特殊桥墩,和液压翻模技术相比,爬模施工有更高的灵活性,可依据施工进度对提升高度进行调整,减少模板使用量,提升经济性,与滑模技术相较,爬模技术更便于留置施工缝,有利于混凝土养护,成型后的外观质量较为稳定,表面平整度更易于把控。不过爬模施工也存在一定的局限之处,比如工序较为繁杂,需要频繁进行模板的拆装,施工组织难度较大,同时因作业强度高,人员需求量大,日浇筑进度相对较慢,一般控制在 1m 左右,以此保证施工质量与安全<sup>[2]</sup>。

## 2 桥梁高墩施工技术要点

### 2.1 测量定位与模板安装精度控制

在高墩施工过程中,测量放样属于控制结构几何尺寸以及垂直度的关键要点,其精度会直接对墩柱成型质量产生决定作用,施工期间,一般会采用全站仪以及经纬仪联合开展作业,经过多次闭合复核,保证墩柱中心线偏差被严格控制在 10mm 范围之内,同时把垂直度偏差控制在 1/3000,并且总偏差不得超过 30mm。对于超高层段而言,可以引入激光铅直仪来进行动态跟踪校准,该仪器可实时捕捉垂直度的细微变化情况,并且依靠数据反馈系统指导现场人员及时实施微调纠偏操作,在模板体系施工阶段,优先选择厚度 6mm 以上的钢制模板,模板拼缝处理采用内侧油膏密封以及外侧硅胶嵌缝的双重防漏浆工艺。对于高大模板区段,需要重点加强加劲肋的布置工作,依靠配置型钢或者工字钢等加强构件来提升模板系统的整体刚度,模板安装验收时,要全面检查各个部位尺寸以及接缝质量,并且严格控制保护层厚度以保证钢筋定位准确<sup>[3]</sup>。

### 2.2 钢筋连接与劲性骨架稳定保障

在钢筋工程开展施工的过程中,连接工艺的选择极为关键,考虑到高墩施工所具有的特点,会优先选用滚轧直螺纹连接技术,这种工艺的接头抗拉强度可达到钢筋强度的 100% 以上,并且施工效率比较高,在施工时要严格把控接头错开率不低于 25%,以此来保证结构受力均匀。钢筋保护层的厚度按照  $(45 \pm 10)$  mm 的标准进行精确控制,这对于结构的耐久性来说是非常关键的,对于高度超过 30m 的钢筋骨架而言,一定要设置由型钢或者圆管构

成的劲性骨架系统,如某特大桥的主墩采用工字钢焊接骨架配合可调式斜撑的方案,显著提升了骨架的稳定性,在施工的整个过程中都需要做好钢筋成品的保护工作,避免锈蚀污染对工程质量产生影响。

### 2.3 混凝土浇筑与分层养护

高墩混凝土施工质量对于保证结构的承载力以及耐久性而言十分关键,因此需要实施贯穿全过程的精细化管理,在进行配制工作时,应当选用质量优良的水泥以及级配良好的骨料,借助试配来确定最为合适的配合比,以此保证设计强度不低于 C40,施工期间优先选用泵送工艺,严格把控坍落度处于 160~220mm 之间,同时兼顾可泵性与抗离析性。浇筑进程要遵循“分层浇筑、均匀上升”的原则,每层的厚度不超过 30cm,运用高频振捣器进行分层错位振捣,间距大概为 30cm,保证密实度达到 98% 以上,必须维持对称匀速浇筑,将上升速度控制在 1m/h 以内,避免模板出现侧向变形,终凝之后应马上启动养护,采用自动喷淋的方式保持表面湿润,养护时间不少于 14d。在高温时段需要搭建遮阳棚并且增加喷淋,在低温时段应采用保温覆盖或者暖棚加热,对于采用滑模工艺施工的墩身,养护期应延长至 21 天,并且辅以养护剂来控制裂缝<sup>[4]</sup>。

### 2.4 模板拆除与施工缝隙处理

混凝土结构拆模的时机需要科学合理地把握,依照规范的相关要求,当混凝土强度达到 10MPa 以上时才可以进行模板拆除操作,在实际的操作过程中,需要采用分阶段以及分块拆除这种精细化的作业方式:首先是从支撑体系的顶部开始拆除工作,按照从上往下的顺序逐步开展。在拆模的过程中,一定要对模板实施规范化的管理,拆下来的模板应该分类整理并且整齐堆放,及时地进行清洁与保养工作,特别要注意防止阳光暴晒致使模板发生变形,以此来保证模板可周转使用,拆模工作完成之后,要立即组织质量验收工作,重点检查墩身表面是否存在蜂窝、麻面以及露筋等质量方面的缺陷,若是发现问题,应该立刻采用同配比的砂浆来进行修补。

高墩施工缝属于结构的薄弱部位,需要精心加以处理,以此防止出现渗水以及漏浆的情况,模板接缝可采用三元乙丙橡胶条来进行密封,并且要精确控制间隙,防止漏浆,在工程当中常会采用双排背贴式止水带,构建起内外两层防线,有效提高接缝在潮湿环境下的抗渗能力,施工期间需要对新旧混凝土结合面开展凿毛清理工作,将浮浆以及松动的骨料去除,在必要的时候涂抹界面剂,以此提高黏结效果。针对混凝土硬化收缩的特性,应当采取不同的养

护方式,让接缝区域保持湿润状态,延缓侧模拆除时间,以此协调新旧混凝土的变形,预防收缩裂缝,保障墩身整体的耐久性<sup>[5]</sup>。

### 3 桥梁高墩施工过程管理措施

#### 3.1 安全防护与设备维护监管

高墩施工属于危险性较大的分部分项工程,要构建全面的安全管控体系,安全管理方面,需严格落实三级安全技术交底,保证作业人员熟悉规程,所有进场人员要规范佩戴国标安全帽,高空作业人员要正确使用并系紧双钩安全带,脚手架要经过专业设计验算,立杆间距 $\leq 1.4\text{m}$ ,操作层步距 $\leq 1.6\text{m}$ ,还要按规范设置横向斜撑和剪刀撑,以保证稳定。外侧要全封闭设置高强度密目安全网,并且在作业层下方增设水平防护网,形成立体交叉防护,机械设备管理是重点内容,要建立良好的日常检查、定期维护以及专项保养制度,重点检查液压系统管路、密封件以及连接部位,大型起重设备作业前,地基要加固以契合承载力要求,还要设置有效的防倾覆措施。现场严格执行巡检制度,发现异常立即停机,待故障排除并验收合格后方可复工,坚决杜绝设备带病运行。

#### 3.2 质量检测与动态跟踪评估

##### 3.2.1 原材料质量控制

施工时要严格落实原材料准入制度,加大对水泥、砂石、外加剂等关键材料的抽样检测频次以及覆盖面,通过对各项技术指标进行严格质量把关,保证所有进场材料都符合设计和规范要求,杜绝不合格材料进入施工现场,为工程实体质量打下坚实基础。

##### 3.2.2 混凝土拌和与浇筑管理

在混凝土拌和这个环节当中,对于原材料的质量以及配合比参数都要进行严格的把控,特别要重点监控水灰比、坍落度、含气量等这些核心指标,要借助精确的计量以及充分的搅拌,以此来保证混凝土拌和物有良好的和易性、流动性以及均匀性,让其各项性能指标可以完全符合设计强度等级的要求。在浇筑施工时,现场需要配备专业的技术人员,全程进行旁站监督,指导工人规范地操作,同时要按照规范要求同步制作标准养护试件以及同条件养护试件,并且做好详细的标识以及记录,所有的试件都要按照规定的养护周期送交实验室进行抗压强度检测,等到检测结果达到设计强度标准之后,经过监理工程师确认才可以进行后续的施工工序。

##### 3.2.3 高墩成型质量检测

在桥梁高墩施工质量控制工作中,几何尺寸检测属于

极为关键的部分,按照规范规定,墩身成型之后要运用经纬仪、全站仪等传统测量器具开展轴线偏差检测,其允许偏差数值要严格控制在 $30\text{mm}$ 范围之内,并且要保证墩体表面平整度,相邻测点的高差不能超过 $5\text{mm}$ ,针对超高墩身结构而言,传统人工测量方式存在效率不高、数据采集不完整等状况。为此可考虑引入三维激光扫描技术来实施数字化检测,这项技术可在较短时间内获取墩身完整的表面点云数据,结合BIM模型开展三维空间比对分析,达成毫米级精度的偏差识别。

#### 3.3 应急响应与恶劣天气防范

高墩施工的周期比较长,一般会跨越多个季节,期间还会面临台风、暴雨等极端天气情况,应将天气风险纳入整个施工过程的管理之中,制定出科学合理的预案,对于台风灾害,项目部需要建立三级响应机制,当气象部门发布蓝色预警时,就要立即启动防风应急预案,对高空悬挂的模板、临时支撑体系以及脚手架进行全面的加固,采取钢丝绳斜拉锚固等抗风措施。若是遇到暴雨侵袭,需要重点防范雨水倒灌引发的基坑坍塌事故,提前检查排水系统的畅通情况,配备大功率抽水泵组,在承台周边开挖截水沟,恶劣天气过后,要立即开展拉网式排查,重点检查临时用电系统,受浸泡的配电箱要经过专业电工检测合格之后才可以恢复使用,同时测量班组要用全站仪复测墩身垂直度,如果发现结构偏位,应该及时通过千斤顶纠偏或者调整后续模板定位来进行修正,以保证施工质量与安全。

施工期间若出现重大设备故障,如液压翻模油缸忽然失灵致使模板无法正常升降,或者混凝土泵车输送管路严重堵塞造成浇筑中断这类突发状况,要马上停止所有作业活动,迅速启动项目应急预案,现场技术负责人需立刻组织抢修小组排查故障缘由,若是因设备故障致使混凝土供应中断时间超过初凝时限,要立即对已浇筑部位的施工缝做规范化处理:用人工凿毛将接茬面浮浆层完全清除,借助高压水枪对骨料表面进行冲洗,待界面彻底清洁后均匀涂抹水泥净浆当作粘结层。所有接茬面处理工序都需经监理工程师验收合格,并且留存影像资料后,才可恢复混凝土浇筑作业,保证新旧混凝土结合面达到设计要求的抗剪强度。

#### 3.4 环境保护与资源协调利用

在高速公路高墩施工进程中,贯彻绿色环保理念乃是企业履行社会责任、推动行业可持续发展的关键之举,要保证环保施工目标达成,需要构建全面的环境保护体系,场地布置应优先选择远离居民区的地点,严格把控夜间作

业,最大程度降低对周边居民的影响,对于桩基施工这类噪声较大的工序,采取移动式隔声屏障、减振装置等综合降噪措施,保证施工噪声符合环保标准。废弃物管理实施分类处理,泥浆、废水经沉淀过滤后循环利用或者达标排放,废旧模板等材料经处理后二次利用,同时通过建设雨水收集系统和中水回用设施,提升水资源利用效率,在设备选择方面,优先采购节能环保型机械,并做好日常维护保养工作,另外建立与政府部门和周边社区的常态化沟通机制,定期公示环保措施和施工进度,在保障工程顺利推进的同时切实维护周边环境和市政设施安全,实现经济效益与生态效益的双赢局面。

#### 4 结语

本文梳理了桥梁高墩施工技术的原理与特点,深入探讨技术选型与优化的策略,以期为类似工程的科学决策与顺利实施提供有益借鉴。

#### 【参考文献】

- [1]覃业思.高墩施工技术在高速公路桥梁施工中的应用[J].中国储运,2025(11):168-169.
- [2]聂昕.公路桥梁施工中高墩施工技术要点研究[J].运输经理世界,2025(25):100-102.
- [3]曹亮.高墩施工技术在高速公路桥梁施工中的应用研究[J].汽车周刊,2025(9):226-228.
- [4]阎建良.公路桥梁施工中高墩的施工技术要点探讨[J].科技与创新,2025(8):134-137.
- [5]王维杰.公路桥梁施工中的高墩施工技术探讨[J].产品可靠性报告,2025(3):127-128.

作者简介:刘蓓(1991.11—),女,毕业院校:西安建筑科技大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:新疆北新路桥集团股份有限公司,职务:安全环保部职员,职称级别:中级工程师。