

# 方形空心墩主筋模块化快速精准安装施工工艺技术研究

王丹 熊科 秦嘉豪

四川路桥华东建设有限责任公司 安徽 宣城 242606

**摘要:** 本文以安吉至旌德高速公路宁国至旌德段项目AJLJ-02标段为背景, 针对山区高速中方墩较高、墩柱截面尺寸大导致的主筋接长与安装难题展开研究。详细阐述了方形空心墩主筋整体吊装模架及快速定位、安装的施工技术, 包括课题内容、创新点、研究内容理论分析、现场实施方案、安全注意事项等方面。通过该技术的应用, 实现了提升钢筋安装速度、精度, 减少高空作业风险与劳动强度, 缩短工期及节约人工成本的目标, 为类似工程提供了极具价值的参考范例。

**关键词:** 方形空心墩; 主筋整体吊装; 快速定位; 施工技术

**引言:** 在山区高速公路建设中, 桥墩往往面临着高度较大、墩柱界面尺寸较大的情况。安吉至旌德高速公路宁国至旌德段项目AJLJ-02标段的方形空心墩施工, 其主筋接长、安装施工量大且作业频繁, 高空作业时间长, 钢筋吊装、就位等环节安全风险大。传统的施工方法难以满足快速、安全、质量可控的要求。因此, 开展方形空心墩主筋整体吊装模架及快速定位、安装的施工技术研究具有极为重要的现实意义, 旨在探索一种高效、安全且能确保质量的施工技术方案, 为山区高速桥梁建设提供有力的技术支撑。

## 1 课题内容与技术看新

### 1.1 课题内容

本标段所处山区高速环境, 墩柱特性决定了主筋施工的复杂性。为实现施工快速、安全与质量可控, 结合结构截面实际及现有塔吊起吊条件, 对钢筋定位、安装方式进行优化。具体而言, 需精确设计每面钢筋的主筋定位架, 借助吊架在组装胎架上完成四面钢筋的精确组装, 并将四面钢筋定位架及吊架柔性连接成整体后进行整体吊装。在此过程中, 墩柱钢筋定位架、吊架、组装胎架的结构形式以及墩柱上钢筋安装及固定形式均需深入研究分析, 以确保整个施工过程的科学性与合理性。

### 1.2 创新点

#### 1.2.1 整体起吊安装方式创新

采用方墩主筋先在地面定位安装并连接为整体, 再通过塔吊整体起吊安装的方法。这种方式极大地提升了钢筋安装速度, 有效防止了施工过程中钢筋的倾覆现象。与传统逐根或逐段安装相比, 减少了高空作业人员的工作时间, 降低了安全隐患, 同时减轻了施工作业人员的劳动强度<sup>[1]</sup>。

#### 1.2.2 定位精度提升

墩柱主筋钢筋通过定位架定位安装。常规方式依赖上一节墩柱顶测量点位并拉线定位, 而本研究中的定位架设置, 能够将墩柱钢筋安装精度实现质的飞跃, 确保钢筋安装位置的准确性, 为后续施工工序奠定良好基础。

#### 1.2.3 施工效率提高与标准化作业

通过定位架、吊架及钢筋组装胎架进行钢筋安装后整体起吊安装, 墩柱四个面的主筋可分开制作安装, 采用平行施工或流水施工, 使钢筋安装时间大幅缩短至原所用时间的四分之一。并且这种施工方式利于标准化、规范化、工厂化作业, 有助于节约工期及人工成本, 提高项目整体效益。

#### 1.2.4 模架结构优化设计

对墩柱钢筋定位架、吊架、组装胎架结构形式进行精心设计, 合理选择模架形式、模架材料以及模架安装设备、起吊位置等。通过科学设计与计算, 确保结构具备足够的强度、刚度和稳定性, 能够承受钢筋自重、施工荷载等各种作用力, 保障施工过程的安全可靠。

#### 1.2.5 技术改进与推广应用

针对墩柱钢筋加工、集中连接及整体安装中存在的问题, 逐步进行措施改进完善、方案优化。在实践过程中不断总结经验, 形成系统的技术总结, 并推广至类似工程, 促进整个行业施工技术水平的提升。

## 2 墩柱钢筋施工架体结构设计与优化研究及实体工程应用

### 2.1 定位架与吊架结构形式确定

根据墩柱钢筋分布方式, 深入研究其力学特性与空间布局要求, 初步确定定位架、吊架的结构形式。例如, 考虑钢筋的间距、层数以及受力方向等因素, 设计定位架的框架结构与支撑形式, 确定吊架的吊点位置、吊具形式等, 从而形成定位架、吊架结构施工方案的初步框架。

## 2.2 拼装胎架结构与连接方式设计

依据墩柱结构断面类型,综合分析四面主筋在组装过程中的几何关系与施工便利性,初步确定方墩四面主筋拼装胎架的结构形式。同时,研究四面钢筋定位架及吊架的连接方式和连接材质,确保连接的牢固性与可靠性。例如,采用螺栓连接、焊接等方式,并根据连接部位的受力情况选择合适的钢材材质,进而形成完整的结构施工方案初稿。

## 2.3 锚固方式与结构性能研究

在初步确定结构施工方案后,进一步探讨定位架、吊架、四面钢筋拼装胎架锚固方式。分析锚固点的设置位置、锚固深度以及锚固力的传递路径,确保在各种工况下结构的稳定性<sup>[2]</sup>。运用力学理论与结构分析软件,研究其强度、刚度、稳定性,确保结构在承受钢筋自重、风荷载、施工振动等荷载作用下不会发生破坏或过大变形。

## 2.4 施工与研究同步推进

采用施工与研究同步推动的模式,在实际施工过程中密切关注墩柱钢筋定位架、吊架、四面钢筋拼装胎架结构形式的实际表现。及时发现其存在的弊端、缺点,如结构局部应力集中、某些部位连接不便等问题。针对这些问题进行深入分析,提出改进措施与工艺修正方案,经过多次实践验证与优化调整,最终形成完善的技术文本资料,并通过专家评审与验收,确保技术的科学性与可靠性。

## 3 墩柱钢筋施工架体设计与实施方案:从 BIM 分析到现场组装

### 3.1 试验段设置

经科研小组商议决定将后续施工的Z14#空心薄壁墩主筋钢筋的制作安装设置为试验段。在该试验段安装主筋钢筋定位架、吊架、四面钢筋组装胎架,并进行整体吊装架设。通过试验段的实践,收集相关数据与经验,为后续大规模施工提供参考依据。

### 3.2 基于BIM技术的分析与设计

#### 3.2.1 钢筋与架体位置分析

基于BIM技术软件分析,将墩柱钢筋与定位架、吊架、钢筋组装胎架位置进行精确分析。通过间隔微调合理避让,使钢筋之间、钢筋与架体之间不发生冲突。例如,在BIM模型中模拟钢筋的排布与架体的安装过程,提前发现可能存在的碰撞点,并进行优化调整,确保施工过程的顺畅性。

#### 3.2.2 结构形式确定

通过分析结果,确定墩柱钢筋笼定位架、吊架、四面钢筋组装胎架结构形式,使定位架的排布形式满足墩柱钢筋排筋方式。根据不同的墩柱截面形状与钢筋布置

要求,设计出与之相匹配的定位架结构,确保钢筋能够准确就位并得到有效固定。

### 3.2.3 基于Midas软件的性能分析

通过Midas软件分析,确定定位架、吊架、钢筋组装胎架的强度、刚度、稳定性满足规范及使用要求。建立精确的结构分析模型,输入实际的材料参数、荷载工况等信息,模拟结构在各种受力状态下的响应。根据分析结果对结构进行优化设计,使得定位架、吊架、钢筋组装胎架及支撑结构形成有效连接整体,从而保障墩柱主筋的制作、安装质量控制,确保结构在施工过程中的安全可靠。

## 3.3 施工准备

施工准备阶段涵盖技术与安全准备、材料与设备准备等多个方面。首先,需编制详细的技术方案,明确施工工艺流程、质量控制标准及安全保障措施,并按相关规定报审。同时,对参与施工的人员进行全面深入的安全技术交底,确保他们充分了解施工过程中的安全风险与防范措施,并熟练掌握施工技术要点。在材料与设备准备方面,根据施工实际需求制定钢筋、钢绳、卸扣、型钢等材料的采购计划,并及时采购到位,同时备足施工耗材,如焊条、螺栓等。此外,还需购置施工操作人员必需的安全防护用品,如安全帽、安全带、防护手套等,以及设置必要的安全设施,如警示标志、防护栏等。为确保施工材料与设备能够顺利运抵现场,还需规划并准备好施工便道<sup>[3]</sup>。

### 3.4 场地准备

以Z14#空心薄壁墩主筋钢筋制作安装试验段为例,合理规划场地布置。设置专门的钢筋加工区、组装胎架安装区以及吊装作业区等,确保各施工工序之间的衔接顺畅。在场地布置过程中,充分考虑材料堆放、设备停放、人员通行等因素,提高场地的使用效率与施工安全性。

### 3.5 定位架、吊架、组装胎架施工

结构组成与设计方面,定位架与吊架主要由钢筋、钢绳、卸扣、型钢及钢板等材料精心构建而成,其中型钢顶部巧妙设置了两个吊点,并在吊点下方通过钢板按主筋间距进行焊接,以此确保钢筋在吊装作业中的稳固性和精准度。同时,组装胎架则由型钢、护栏、踏板、钢板及螺栓等多种材料组合而成,为钢筋的组装工序提供了一个坚实稳定的操作平台。在设计分析与施工流程上,定位架、吊架及组装胎架均先经过详尽周密的设计,借助BIM技术软件及Midas软件进行精确的分析验算与优化,以确保设计的科学性和合理性。随后,在施工环节,操作人员必须严格佩戴安全防护用品,并在经过全面的安全技术交底后方可开始作业。施工过程中,

严格按照设计要求进行材料的加工与组装,对各部件的尺寸精度及连接质量进行细致把控。特别是在组装过程中,对焊接质量及螺栓拧紧力矩等关键参数实施了严格的控制,以确保整个结构的整体性能和安全性。

### 3.6 方墩单面双层钢筋施工



单面钢筋施工安装示意图

(1) 钢筋按计划配置下料,下料长度根据节段高度确定,一般长度为4.5m。由统一加工完成后拉至施工现场;(2) 分配梁加工:分配梁由型钢及钢板组成,型钢顶部设置两个吊点,吊点下方用钢板按主筋间距焊接;(3) 卸扣卡锁钢筋:利用千斤绳及卸扣卡锁钢筋,卡锁完成后依次检查各连接点、吊环、钢绳经检查无误后准备实施起吊。

### 3.7 方墩四面钢筋在胎架组装施工

钢筋组装胎架依据专门设计的结构图进行精确制作,其主要构成部件包括型钢、钢筋、踩板、护栏、钢板以及预埋螺栓等。在制作过程中,墩柱的四面钢筋被分别在钢筋加工区进行细致的加工与安装,为提高施工效率,墩柱单面的钢筋施工采用了平行作业或流水线施工的方式。加工完毕后,这些钢筋在组装胎架上被统一组装与连接。吊架的连接方式则采用了柔性连接技术,具体做法是通过端头钢板预留的螺栓孔,使用螺栓进行临时连接,当四面钢筋连接完成后,实施整体起吊与整体安装。在这一关键环节,严格把控起吊的速度与姿态,确保钢筋骨架能够平稳升起并精确就位。完成整体安装后,拆除临时连接,吊架随即分散至各个加工安装区,进行下一轮的钢筋加工及安装作业。

## 4 安全注意事项

### 4.1 个人防护用品佩戴

制作和安装模板时,操作工人必须戴胶手套、护目镜、防护帽,严禁工人穿短袖、短裤上班。通过佩戴齐全的个人防护用品,有效保护工人的身体免受伤害,如防止手部被模板划伤、眼睛被飞溅物击伤、头部被坠落物砸伤等。

### 4.2 临时用电安全管理

临时用电工程的安装、维修和拆除,均由经过培训并

取得上岗证的电工完成,非电工不准进行电工作业。各线路不得超过额定容量,不可使用超过规定容量保险丝、保险片。严格按有关规定安装线路及设备,用电设备都安装地线,不合格的电气器材严禁使用<sup>[4]</sup>。通过严格的用电管理,防止触电事故的发生,确保施工现场用电安全。

### 4.3 电器设备故障与事故处理

发生电器设备故障和触电事故时,应立即切断电源,然后进行抢修和抢救。施工现场配电箱要有防雨措施,门锁齐全,有色标,统一编号。通过及时切断电源,避免事故扩大化,同时规范配电箱的管理,便于日常维护与检查,及时发现并排除用电安全隐患。

### 4.4 起重设备安全要求

起重设备必须具有安全检测合格证、安全使用证、各项限位、保险装置齐全有效,开工前必须进行严格的检查,合格方能开始现场作业。驾驶、指挥人员必须持证上岗,必须按规程要求进行操作,驾驶员作好例行保护和记录。通过确保起重设备的安全性与操作人员的专业性,防止起重事故的发生,保障吊装作业的安全进行。

### 4.5 吊装作业指挥与安全措施

在施工吊装过程中,必须选定一人专职负责指挥,严禁多人指挥,发生混乱。用机械吊运时,应检查机械设备和绳索的安全性和可靠性。起吊后下面不得站人或通行,下放距地面1m时,作业人员方可靠近操作,严禁使用吊兰吊人。通过明确指挥人员职责,加强吊装设备与绳索检查,规范作业人员操作行为,有效降低吊装作业过程中的安全风险。

结束语:本文深入探讨了方形空心墩主筋整体吊装模架及快速定位、安装的施工技术,通过安吉至旌德高速公路宁国至旌德段项目AJLJ-02标段的实践应用,不仅显著提升了施工效率与质量,还有效降低了高空作业风险与成本。该技术在保障施工安全、缩短工期、节约资源方面展现出显著优势,为未来山区高速公路桥墩施工提供了宝贵的参考经验。随着技术的不断优化与推广,相信将为更多类似工程带来实际效益,推动行业技术水平的持续进步。

## 参考文献

- [1]孙俊丰,王海波,白仕翔.大潮差海域跨海桥梁预制墩柱防腐施工技术[J].中国港湾建设,2023,43(9):78-81.
- [2]李文俊,马如进,张帅,etal.预制混凝土桥墩墩-台组合连接构造受力机理分析[J].结构工程师,2023(5):1-8.
- [3]曹月贵,谭旭东,吕爽,等.新型钢木组合模板在桥梁薄壁空心高墩施工中的应用[J].四川建材,2021,47(12):71-72.
- [4]王玉宏.公路桥梁施工技术及管理问题探究[J].城市建设理论研究(电子版),2022(34):61-63.