

城市高架桥高墩柱施工及质量控制

李厦

(绍兴市柯桥区交通投资建设集团有限公司, 浙江 绍兴 312000)

【摘要】随着我国社会经济的迅猛扩张, 交通需求的攀升显而易见。政府部门对交通基础设施的投资达到了空前的规模, 其中, 高架桥的建设尤为瞩目, 它对都市化进程和城市面貌的塑造产生了深远影响。在这种趋势下, 高架桥的建设速度日益加速, 大型跨径桥梁的数量急剧增加, 施工技术也随之实现了飞跃。城市中的高架桥墩柱设计丰富多样, 且高度通常显著, 尤其是作为城市景观的一部分, 它们在追求施工精准度和效率的同时, 还需兼顾美学考量。因此, 强化对城市高架桥高墩柱全面施工质量管理的重要性, 不仅具有深刻的理论价值, 更在实际操作中显得至关重要。

【关键词】城市高架桥; 高墩柱; 施工; 质量控制

步入 21 世纪以来, 人类的生活质量显著提升, 对城市交通设施的需求也随之剧增, 这无疑给城市交通体系带来了严峻挑战。为了应对这一趋势, 城市交通规划者和管理者积极寻求创新解决方案, 其中, 构建高架桥成为缓解城市内部交通拥堵的重要手段, 尤其是在关键的交通枢纽区域。在实施高架桥建设项目时, 工程质量控制至关重要, 目标是确保施工效率和最终的使用效益。本文将深入探讨城市高架桥高墩柱施工的独特性, 并提出独到的见解和策略。

一、城市高架桥高墩柱施工的主要特征

在公路建设领域, 当桥梁的截面构型从传统的圆柱形转变为矩形布局, 同时其墩柱高度突破了 20 米这一阈值, 这样的桥梁墩柱便被赋予“高墩桥梁”的特性。高墩柱的整体外形为长方形, 带有装饰槽, 用混凝土实心浇筑, 在高墩柱的上端呈花盆状。还有一部分城市高架桥的高墩柱与高墩柱之间设置有上梁系, 在上梁系的底部呈圆拱形, 其主要目的就是进一步提升城市高架桥的美观性。而且有效地规避了可能影响施工品质的问题, 同时极大地提升了工程实施的效率。

二、高墩柱的施工难点

(一) 连接主筋

在都市的高架桥建设中, 高墩柱安装涉及预埋主钢筋的过程, 然而, 由于施工高度的显著提升, 实际操作中面临分段施工的挑战。这些阶段的主钢筋衔接并非一蹴而就, 而是依赖于精细的搭接焊接工艺。这一过程要求精密的操作, 涉及施工团队与重型设备如吊车的协同作业, 以及专业焊接技术人员的精准对接。搭接焊接的严谨性不仅检验了工人的技术精湛度和职业素养, 还考验他们抵御外部环境干扰的能力, 每一个环节都至关重要。

(二) 控制混凝土质量

评估混凝土性能的核心参数是其工作性能, 涉及保水性、稠度和流动性这三个关键特性。在构筑都市高架桥庞大支柱的施工中, 通常依赖于泵送技术, 这就要求预拌混凝土在输送过程中具备稳定的流动性, 以符合工程设计标准。然而, 实际施工中, 混凝土的流动性会受到众多因素的动态影响, 如环境温度、运输距离、搅拌时间以及原材料品质等, 这些变量可能导致混凝土流动性的变化不一。因此, 在实施城市高架桥高墩柱的混凝土浇筑作业前, 必须根据现场环境、气候条件以及预期施工天气, 精细调整混凝土的原料配比和搅拌时间, 以确保送达工地的预拌混凝土能满足严格的施工规范。除了流动性, 混凝土的保水性和稳定性也至关重要, 因为它们直接影响施工过程中的均匀性。若保水性或稳定性不佳, 可能会引发渗漏、分离等问题, 这不仅可能损害高架桥外观的精致度, 更可能深层次地威胁到高墩柱的结构强度, 从而对整个桥梁工程构成潜在风险。

(三) 振捣混凝土

在都市中, 高墩柱混凝土浇筑过程中, 振动成型技术扮演着决定性的角色。其工艺质量直接塑造了混凝土最终的致密度特性。实施此类工程时, 施工人员需在高柱顶进行操作, 然而由于位置极高, 且施工模板内部的光照条件有限, 即使采用伸缩振动棒或增设照明设备, 也无法完全避免在操作中可能出现的漏振风险。另一方面, 若将工人降至柱体底部作业, 又会面临内部密集的环形钢筋网, 这不仅使得作业空间极度受限, 还严重影响了施工人员对混凝土的有效振动处理。因此, 高架桥高墩柱的混凝土施工过程中, 振动成型这一环节往往成为技

术挑战的关键点。

三、高墩柱施工过程中的注意事项

主筋的精准对接在建筑施工中构成了一项技术挑战。鉴于高墩柱的特性，预埋在承台上墩柱的主筋安装往往难以一次性完成，因此，施工团队采取分步骤焊接的方法，其间通过额外的钢筋支架确保稳定。技术人员采用精细的立向焊接技术来完成主筋的联结，这不仅对焊接技术的专业素养有极高的需求，而且要求操作过程不受环境干扰。可以说，这项工作对焊接人员构成了不小的压力，同时也增加了工程的复杂度。混凝土的质量控制是决定城市高架桥高墩柱施工品质的关键要素。评估混凝土性能主要聚焦于其保水性、可塑性和黏稠度这三个核心指标。然而，实际施工中，混凝土的流动性可能会受到多种外在因素的影响，如温度变化、原料质量及搅拌时间等。为此，搅拌站的技术人员需精理解这些因素如何影响混凝土质量，通过人为干预进行调控，以确保其流动性能符合严格的标准，防止出现离析现象，影响外观美观，同时确保混凝土强度达标，避免潜在的质量问题。

四、城市高架桥高墩柱施工要点及质量控制

（一）施工准备

在实施高墩柱的建设之前，其施工准备工作显得尤为重要。首先，施工进程通常在承台固化完成后启动，施工团队需依据承台施工的日志，严谨地审查基坑支撑系统及排水设施的完整性，以确保施工环境具备稳固且无隐患的条件。如果必要，应对承台柱体部分采用手工方式进行预处理，清理并移除可能影响后续工作的杂质。其次，鉴于施工规模较大，场地基础设施的强化是必不可少的步骤。施工区域应经过细致的清理，随后由挖掘机和压路机协同作业，确保地面压实度达到 90% 至 95% 的坚实标准。接着，为方便重型机械的操作和稳定支撑，地面需覆盖一层至少 20cm 混凝土硬化地面。在设备和材料的选用上，项目采用严格的品质控制策略。所有设备，如搅拌机、浇筑设备、振动器以及喷淋系统，都需在入场前进行联合调试测试，确保性能稳定。材料构成主要包括高强度钢筋、定型模板、螺栓以及其他辅助材料。在材料进场时，进行严格的检验，特别关注钢筋的力学性能以及模板表面是否有锈蚀迹象。只有通过了这些严格的质量把控，材料才会被妥善存放在专门的防雨防晒区域，等待下一步的使用。

（二）选择施工工艺

相比之下，城市高架桥的高墩柱建造技术与山区桥梁有显著的区别。尽管山区桥梁的高墩柱可能高达数百米，但城市高架桥的高墩柱规模较小。在设计上，城市高架桥的高墩柱往往采用实体构造，而非山区

桥梁的空心设计。这使得城市高架桥在施工策略上，更倾向于采用整体浇筑的技术，如滑模或塔吊提升，以确保一次性完成，从而减少可能的外观瑕疵，如色泽不均和冷缝等问题。在山区桥梁中，高墩柱施工常常依赖于爬模技术的分段建设，而质量控制的重点在于内部结构的坚固性。然而，城市高架桥的施工则更注重内外兼修，不仅要保证高墩柱的强度，还要追求美学效果。因此，对于城市高架桥高墩柱的施工工艺选择，需要充分权衡这些因素，并做出精细的设计决策。总的来说，城市高架桥高墩柱的施工方法与山区桥梁的分阶段施工模式截然不同，其目标是通过一次成型来提高效率和质量。

（三）桩基础施工

城市高架桥建设中，高墩柱的施工特性显著，其施工周期紧凑且环境限制较多。在面临这种条件时，旋挖钻机常被选为首选设备，因其高效、品质优良，能保持工地整洁并快速完成成孔任务。针对高墩柱桩基的精细施工，有几点关键技术要求不容忽视：首先，定位桩体基础阶段，精确度至关重要。每个单桩的定位误差需控制在 5 厘米以内，群桩则需控制在 10 厘米之内，以确保后续工作的准确无误。其次，护筒的安装必须坚固稳定，防止出现塌陷或松动，这直接关系到最终孔深和桩基标高的精确性，任何偏差都可能导致重大影响。最后，钻机操作过程中，需灵活适应现场条件，实时调整钻杆的垂直度和水平状况，这是保证施工精度和效率的关键环节。任何机械操作都应严格遵循这些标准，以确保工程质量和安全。

（四）选择连接主筋的方式

在构建高墩柱主体结构时，常见的联结手段分为机械整合与熔接技术，其中后者进一步细分为立焊和平焊。然而，在高墩柱主筋的熔接过程中，立焊相对更具挑战性，对操作者的技艺要求较高。相比之下，直螺纹连接作为众多机械连接策略中的优选，因其在高墩柱主筋联结上的优势更为显著。采用直螺纹连接不仅能够提升施工效率，保证连接质量，而且能有效防止因焊接技能不一带来的潜在问题。在实施直螺纹连接以固定高墩柱主筋时，质量控制的关键环节分为前端安装和后端加工两个部分。前端安装阶段，务必使用专业工具，确保每根钢筋的直螺纹扭力符合相应的技术规格。而在后端加工环节，严格遵循规定标准，利用专业设备对螺纹深度、宽度等参数进行精确检查，以确保加工精度不会对高墩柱主筋的整体联结质量构成任何影响。

（五）箱梁施工

在高墩桥箱梁的复杂工艺中，首要关注点在于支架体系的设计与箱梁实体的构建。根据各地城市特定高架桥设计特性，支座的定制呈现出显著的地域差

异。鉴于支座制作周期较长，支座安装工作尤为重要，以避免因等待生产而延误工程进度。针对支架结构，精细规划专项施工策略是基础，尤其在箱梁承载巨大的负载情况下，采用盘扣式脚手架是常见的解决方案。在选用架管时，需严格检验其壁厚和板扣焊接质量，确保其符合行业标准。在整个基础建设过程中，支架下方的操作与管理尤为关键。在施工前，需通过精确的科学计算，考量箱梁的静态与动态荷载，据此调整和强化支架基础结构。此外，周边环境的排水管理不容忽视，它对高墩柱基础施工的影响至关重要。例如，若施工期间遭遇多雨季节，未及时排除积水可能导致支架被水浸透，引发下沉等问题，进而影响高墩柱的准确标高。因此，施工前必须确保支架区域的排水系统完善有效。

（六）制作与安装模板

在构建和安装模板之前，技术人员需精确测量高墩柱的模板配置需求。关键的考虑因素包括模板各部分的重量分布和长度设定。一般而言，每节模板设计为约3米，然而，长度的适宜性至关重要。模板过长可能导致承载过重，安装和移除时带来不便；相反，若节段过短，会使得高墩柱内部结构复杂，影响整体美感。然而，实际操作中，根据特定需求，也会采用部分较短的模板，主要用于精确对准梁体与墩柱的接口区域。这部分短模板直接安装在墩柱底部，施工结束后，通过填充土壤覆盖其所在位置的混凝土，起遮挡短模板拼缝的作用。在安装前，模板会进行预组装，检查可能存在的缝隙和错位，并立即修正。模板表面处理也至关重要，需使用角磨机进行精细打磨，清除表面的氧化层和浮锈，确保露出金属的自然光泽。在开始模板安装前，通常借助汽车吊车，按照城市高架桥高墩柱的具体施工规定，将模板分为四块进行拼装。整个过程需要严格监控模板的垂直和水平安装精度，适时调整以保证精准对接。最后，使用螺栓固定并加固两部分模板，确保其稳定性和精度。

（七）混凝土质量

鉴于混凝土在塑造高墩柱的关键作用，其对整体结构质量和视觉效果的影响不容忽视。确保混凝土质量控制成为城市高架桥建设中至关重要的任务。当前，混凝土主要源自各类型的搅拌站，但其规模和效能各异，因此在选择时需全面权衡，尤其关注混凝土的运输环节，力求将工地与搅拌站的距离控制在半小时车程以内，以维持高效且稳定的供应。混凝土的配方和原料比例对最终品质有决定性影响。在设计高端桥梁混凝土配合比时，需精细考量诸多因素，如环境温度、运输条件以及原料质量，通过科学分析，精确设定关键参数。同时，对搅拌站原材料的实时检验也是必不可少的，以防止原料问题影响施工质量。

混凝土振捣，作为施工过程中的一大挑战，需要在实施前仔细评估和规划。施工团队需根据现场实际情况，制定详尽的振捣施工计划，并对所有参与人员进行详细的技术培训和分析，确保他们能准确理解和执行操作要点和注意事项。针对振捣施工的空间限制，应持续实践创新。例如，可配置两个工人在高墩柱顶部下方约六米处同时操作，负责混凝土的振捣，同时在上方由其他三名工人协调振捣棒的操作顺序。在整个过程中，上下工人的协作至关重要，务必确保操作流畅，避免因过度或不足振捣导致的问题。这需要不断的实践和优化，以实现最高效的施工效果。

（八）保湿养护

完成高桩混凝土浇筑后，迅速进行保湿与维护至关重要。设计保湿系统时，需留意水管间距，推荐设置为1.1至1.3米，确保水流的均匀分布。高桩冷却水应维持恒定的压力，每层应设有独立的进水和出水口，以便于监控并预防可能出现的阻塞问题。施工前务必对保湿设备进行预灌水测试，精确计算水压，以保证水流速与结构需求相符。施工期间，持续关注温度变化，目标是将内部温度维持在70℃以下，内外温差控制在25℃以内。案例项目引入了创新的维护手段：采用了智能喷淋系统来保养桩柱。只需按照天气条件调整设备开关时间，既排除了人为干扰，又显著减少了高空作业的工作量，提升了项目的管理效率。项目团队还创新性地定制了一体化养护罩，它专为桩柱设计，可直接套在外部，省去了传统方法中缠绕和固定养生膜的复杂步骤，确保了全面且便捷的保护。此罩具有重复使用和尺寸调整的灵活性，特别适用于大型建筑项目，节省资源且有利于环保。

五、结论

在实际操作中，我们首先强调对施工特性的精准识别，继而揭示高架桥高墩施工所面临的复杂挑战和难题。然后，我们提出了一套系统性的解决路径，包括优化施工技术选择、改进主钢筋连接方法，以及强化模板设计与安装等关键环节，以此全面推动高墩柱施工质量的提升。

参考文献：

- [1] 徐良, 吴兴旺. 城市高架桥高墩柱施工及有效质控分[J]. 四川水泥, 2022, 8(8): 143-144.
- [2] 边磊磊. 城市高架桥高墩柱施工及质量控制[J]. 建材发展导向(上), 2022, 20(4): 175-177.
- [3] 王宏伟. 翻模和滑模技术在桥梁高墩柱施工中的应用[J]. 交通世界(中旬刊), 2022, 3(5): 150-151.
- [4] 杨光磊, 耿开军. 山区高速公路高墩柱爬模施工工艺及质量控制研究[J]. 黑龙江交通科技, 2022, 45(8): 103-105.