现浇桥梁装配式钢管柱贝雷梁组合支架施工

吴杰
四川路桥桥梁工程有限责任公司，中国·四川 成都 610000

摘要：为提高公路桥梁现浇箱梁结构施工质量，本文采用案例分析法，围绕公路桥梁现浇箱梁施工中的支架技术展开研究。在施工准备阶段，分析地质勘察、方案审定和材料检验，明确支架搭设基础条件。结构成型阶段聚焦构件拼装、节点加固和参数控制，建立适应复杂工况的支架流程。文章系统梳理钢筋布设、混凝土浇筑和预应力施工路径，以提高结构受力均衡性，为桥梁施工提供技术支撑。

关键词：现浇桥梁；装配式钢管柱；贝雷梁；组合支架施工

Construction of prefabricated steel pipe column Bailey beam composite support for cast-in-place bridge

Wu Jie
Sichuan Road and Bridge Engineering Co., Ltd., China Sichuan Chengdu 610000

Abstract: In order to improve the construction quality of cast-in-place box girder structures for highway bridges, this article adopts a case analysis method and focuses on the construction of highway bridges Research on support technology in pouring box girder construction. In the construction preparation stage, analyze geological survey, scheme approval, and material inspection to clarify the foundation conditions for support installation. The structural forming stage focuses on component assembly, node reinforcement, and parameter control, establishing a support process that adapts to complex working conditions. The article systematically sorts out the steel reinforcement layout, concrete pouring, and prestressing construction path to improve the structural stress balance and provide technical support for bridge construction.

Keywords: Cast-in-place bridge; Prefabricated steel pipe column; Beilei beam; Construction of composite support

0 引言

在现浇桥梁施工过程中，支架体系不仅是承载结构重量的关键，更直接影响着施工安全节奏和最终工程质量，其技术选型对整体施工效果具有决定性作用。面对大跨度桥梁建设需求及复杂场地条件带来的挑战，传统支架在安装灵活性、工况适应性上的短板逐渐凸显。装配式钢管柱贝雷梁组合支架依托模块化设计和便捷安装特性，既能快速响应不同桥梁结构的支撑需求，又能借助构件标准化降低施工复杂度，使其在保障结构稳定性的基础上，为现浇桥梁建设的安全高效推进提供有力的技术保障。

1 装配式钢管柱贝雷梁组合支架施工概况

1.1 组合支架的核心构成和各部件功能

1.1.1 钢管柱

钢管柱是组合支架的核心承重部件，主要承担现浇桥梁施工中的竖向荷载，其性能直接决定着支架整体的稳定性。在实际应用中，其通常选用高强度 Q355B、Q235 钢材加工制成。截面形式依靠荷载需求分为圆形和方形，圆形截面直径多在 300-600mm 之间，方形截面边长多为 400-500mm，壁厚控制在 8-16mm 以平衡承载能力和材料成本[1]。柱体底部则借助预埋钢板和混凝土基础刚性连接，预埋钢板需进行防腐处理并保证和基础钢筋牢固焊接。此外，顶部焊接法兰盘需利用高强度螺栓和贝雷梁连接，部分钢管柱还要设计可调节顶托，使其能微调高度以适配不同施工标高，避免因基础沉降或构件误差影响支架平整度，并保证竖向受力均匀传递。

1.1.2 贝雷梁

贝雷梁是组合支架的横向传力关键部件，其负责将现浇桥梁模板及混凝土的重量均匀传递至钢管柱，并承受施工过程中的水平荷载。同时，贝雷梁由标准化钢质贝雷片拼装而成，单片贝雷片长度为 3m，高度 0.45m，重量约 270kg，具有强度高、重量轻、拼装灵活的特点。拼装时要借助螺栓将贝雷片首尾连接，形成长度 6-18m 的贝雷梁

单元，并结合桥梁跨度需求可组合成多排并列结构，排间距通常为 1.5-2m[2]。此外，贝雷梁顶部要设置分配梁支撑点，底部利用支座和钢管柱法兰盘连接，在支座处需加装橡胶垫片以减少振动传递。除此之外，贝雷梁拼装完成后需检查节点螺栓扭矩，保证达到设计要求，以防止因节点松动造成横向受力不均，保证整体抗弯曲和抗剪切性能。

1.1.3 辅助构件

辅助构件是组合支架功能完善的重要部分，其虽不直接承担主要荷载，但对施工安全和支架稳定性至关重要，主要包括分配梁、连接件、防护设施三类。分配梁多选用工字钢、槽钢，铺设在贝雷梁顶部，间距 50-80cm，用于将荷载进一步分散至模板系统。为避免模板因局部受力过大产生变形，工字钢两端需超出模板边缘 10-15cm，以防滑落。此外，连接件涵盖高强度螺栓、销轴、焊接件等，螺栓用于贝雷片拼接及贝雷梁和钢管柱连接，销轴用于贝雷片节点加固，所有连接件均需采用热镀锌处理以提升防腐性能，在安装时需按规范力矩拧紧。同时，防护设施包括安全栏杆、脚手板、挡脚板等。安全栏杆设置在支架四周及通道两侧，高度 1.2m，横杆间距 0.6m，脚手板则采用防滑钢板或竹胶板铺设，厚度不小于 5cm，挡脚板高度 18cm，不仅能有效防止施工人员坠落及物料掉落，也可以保障高空作业的安全。

1.2 组合支架施工的适用场景和技术优势

1.2.1 适用现浇桥梁类型

装配式钢管柱贝雷梁组合支架凭借模块化、适应性强的特点，在多种现浇桥梁类型中均有良好应用效果，尤其适用于大跨度和复杂场地桥梁施工[3]。在跨径方面，其最适合 20-50m 的简支梁和连续梁桥梁，能有效解决传统支架在该跨径范围内承载能力不足、拼装复杂的问题。对于跨径 50-80m 的大跨度桥梁，可借助增加贝雷梁排数、优化钢管柱间距的方式满足需求。而在场地方面，则特别适合跨越既有道路、河流、沟壑的桥梁项目，这样无需对跨越区域进行大规模开挖，仅需在两侧设置钢管柱基础，就能减少对交通通行、河道航运的影响。

1.2.2 对比传统支架的优势

相较于碗扣式、扣件式等传统支架，装配式钢管柱贝雷梁组合支架在工期、成本、稳定性、适应性上均具备显著优势。在工期方面，传统支架需在现场逐根搭设杆件，耗时较长，而组合支架构件可提前在工厂预制，现场仅需吊装拼装，使施工效率提升 50% 以上。在成本方面，组合支架构件可重复利用，既能避免传统支架一次性材料浪费，又可以减少人工投入，使综合成本比传统支架降低 20%-30%。在稳定性方面，传统支架节点多为扣件连接，易因人为操作误差致使松动，而组合支架采用刚性连接，整体刚度大，抗风载、抗沉降能力强，支架变形量控制在 L/500 以内，远优于传统支架的 L/300 标准。在适应性方面，传统支架需平整大面积场地且对地质条件要求高，而组合支架仅需局部浇筑基础，就可在坡度 15° 以内的地形施工。

2 装配式钢管柱贝雷梁组合支架施工方案

装配式钢管柱贝雷梁组合支架施工方案需从设计、材料设备、安全质量管控三方面进行规划。

在施工设计阶段，需依据现浇桥梁结构参数和现场工况开展专项设计，先利用荷载计算软件核算桥梁自重、施工活荷载及风、雪等环境荷载，确定钢管柱间距、贝雷梁排数及辅助构件规格，再结合地质勘察报告设计支架基础型式，保证基础承载力达标，同时绘制支架平面布置图、立面图及节点详图，明确各部件连接方式和安装精度标准[4]。

而材料和设备的选用也需严格符合规范要求，钢管柱要选用 Q355B 钢材，贝雷片采用标准钢质构件，螺栓、销轴等连接件须具备防腐处理报告，分配梁、防护设施材料需提供材质证明书。同时，施工设备则基于构件重量选用 25-50t 汽车起重机，并配备全站仪、水准仪用于定位和标高测量，同时准备扭矩扳手、超声波探伤仪分别用于螺栓紧固检测和焊接质量检测。

此外，同步推进安全和质量的管控也是重中之重，在安全管控上制定高空作业专项预案，要求作业人员佩戴安全带、安全帽，并在支架四周设置安全警示标志，定期检查支架稳定性，遇恶劣天气暂停施工。在质量管控上则需建立“材料验收—过程检测—成品验收”三级管控体系，材料进场抽样送检，安装过程实时监测钢管柱垂直度、贝雷梁拼接质量，验收阶段开展静载试验检测支架变形量，所有检测数据皆需留存记录以形成质量追溯档案，以保证施工全程符合设计和规范要求。

3 装配式钢管柱贝雷梁组合支架施工流程

3.1 施工前期准备阶段

在施工前期需完成技术、物资、场地三方面的准备工作，以此为后续施工奠定基础。技术准备方面，施工技术团队要先开展图纸会审，并结合现场勘察数据细化施工技术交底，明确各工序操作标准、质量控制要点，同时编制应急预案，针对可能出现的吊装偏差、基础沉降等问题制定应对措施。在物资准备上，物资管理团队要按施工方案清点钢管柱、贝雷片等构件数量，核查材料质量证明文件，

保证所有构件符合设计要求，对起重机、全站仪等设备进行调试，保证设备性能稳定。在场地准备环节，场地运维团队需清理施工区域内的障碍物，平整场地并划分构件堆放区、吊装作业区，并设置临时排水系统防止积水影响施工[5]。同时，要在支架基础施工区域放线，用白灰标记基础轮廓线和标高控制点，保证后续基础施工的精准定位。

3.2 支架基础施工阶段

支架基础施工需严格按设计形式推进，保证其基础承载能力达标。基础施工班组先要进行基础开挖，结合基础类型确定开挖深度和范围，软土地基开挖时需设置临时支护，防止边坡坍塌。待开挖完成后清理基底浮土，检测基底承载力，若不满足要求需采取换填砂石或夯实处理。随后要开展基础钢筋绑扎和模板支护，钢筋绑扎需按设计间距排布，保证绑扎牢固，模板采用钢模板，安装时校正垂直度和平整度，缝隙处用密封胶封堵防止漏浆。此外，在进行混凝土浇筑时，要选用符合强度等级的商品混凝土，采用分层浇筑方式，每层浇筑厚度不超过 30cm，避免出现蜂窝麻面。同时，在浇筑完成后也要覆盖土工布洒水养护，养护时间不得少于 7 天，养护期间禁止扰动基础。最后在基础顶面精准安装预埋件，调整预埋件位置和标高，保证其和基础连接牢固，为后续钢管柱安装提供稳定支撑。

3.3 支架主体安装阶段

支架主体安装以钢管柱安装为核心，施工前钢结构安装班组需先核对钢管柱编号和基础预埋件位置，保证构件和基础精准匹配，同时检查起重机性能参数和全站仪精度，保证设备符合作业要求。在进行作业时，班组先协调起重机操作人员，用汽车起重机通过专用吊具平稳吊起钢管柱，缓慢移动至基础预埋件正上方，待对位偏差小于 5mm 后逐步下放。下放过程中，专业人员要持全站仪从两个垂直方向实时监测钢管柱垂直度，待调整至偏差小于 1‰ 后，再将钢管柱和预埋件进行临时固定。随后由持特种作业证的焊工采用二氧化碳气体保护焊进行满焊，焊缝高度不得低于钢管柱壁厚，且在焊接过程中要严格控制焊接电流和速度。而焊后则要等待焊缝冷却至常温，并用超声波探伤仪对焊缝进行 100% 探伤检测，使其无裂纹、气孔等缺陷。在安装可调节顶托的钢管柱时，安装顶托前要清理柱顶杂物，再将顶托顺时针旋入柱顶螺纹孔，用水平仪辅助调整至设计标高，顶托伸出钢管柱的长度要严格控制在 20-30cm 之间，使其既满足使用需求又防止受力变形。此外，在安装过程中，质检员要检查钢管柱的垂直度、标高，并将数据记录至《支架安装质量检查表》。待全部钢管柱安装完成后，要采用全站仪对支架主体进行整体平面位置复核，保证相邻钢管柱间距偏差小于 10mm，整体标高偏差在 ±5mm 范围内，以此为后续贝雷梁精准架设筑牢基础。

3.4 贝雷梁和辅助构件架设阶段

贝雷梁架设需遵循“先拼装后吊装”的原则，同步推进辅助构件安装。架体安装班组要先在地面进行贝雷梁单元拼装，按设计长度将贝雷片用螺栓连接，拼装时检查贝雷片编号，保证连接方向正确，螺栓拧紧力矩达到设计值，待拼装完成后再检查贝雷梁单元的直线度和整体刚度。随后采用起重机将贝雷梁单元吊至钢管柱顶托上方，缓慢放置并调整位置，使贝雷梁和钢管柱顶托精准对接，对接完成后用连接件将两者固定，以防止贝雷梁移位。同时，待贝雷梁全部架设完成后，需铺设分配梁，按设计间距将分配梁放置在贝雷梁顶部，用点焊方式临时固定，避免分配梁滑动。最后安装防护设施时，要在支架四周及通道两侧搭设安全栏杆，栏杆底部设置挡脚板，贝雷梁上方铺设脚手板并固定牢固，脚手板之间缝隙不得超过 5cm，并在支架显眼位置悬挂安全警示标志，保证高空作业的安全。

3.5 支架验收和工序交接阶段

支架验收需分步骤严谨开展，验收合格后方可衔接后续工序。验收管理团队要先进行分项验收，借助全站仪检测钢管柱垂直度，用扭矩扳手核查贝雷梁节点螺栓紧固力矩，用水准仪测量分配梁铺设标高精度，同时逐一检查防护设施，核对各分项检测数据和设计要求的符合性，对垂直度超差、螺栓松动等不符合项，要立即下达整改通知并跟踪复查，直至全部达标。随后在开展整体验收时，验收管理团队要组织建设、设计等单位联合检查，按规范进行静载试验：在支架顶部均匀铺设沙袋施加等效荷载，布设多个位移监测点，用百分表持续监测 24 小时，每 2 小时记录一次支架变形量，若最大变形量小于 L/500 则判定整体验收合格。待验收合格后，各单位代表需共同签署验收记录，整理检测报告、整改记录等资料，并形成完整的验收档案存档备查。此外，在衔接后续工序中，工序衔接专员需向模板施工团队当面移交支架验收档案，详细说明支架最大承载限值、使用期间的监测频率等注意事项。同时，也要配合模板施工团队用全站仪复核支架顶托标高，并提供支架安装阶段的垂直度、标高原始数据，帮助模板施工精准定位，保证现浇桥梁模板施工和支架体系协调衔接，以此为后续混凝土浇筑施工的安全有序开展提供保障。

4 结语

装配式钢管柱贝雷梁组合支架的应用，为现浇桥梁施

工突破场地和效率瓶颈提供关键的技术支持，既推动支架体系向模块化、高效化升级，也为复杂工况下的桥梁建设筑牢安全质量根基。未来需进一步探索该支架和智能化监测技术的融合，优化构件材质和拼装工艺，使其在更大跨度、更复杂环境的现浇桥梁项目中发挥更大价值。

参考文献：

[1] 刘鹏. 山区现浇桥梁装配式钢管柱贝雷梁组合支架施工[J]. 低碳世界，2025,15(09):154-156.

[2] 许少峰. 现浇桥梁装配式钢管柱贝雷梁组合支架施工技术[J]. 交通科技与管理，2025,6(12):120-122.

[3] 韦思. 连续梁桥边跨现浇装配式落地钢管柱支架设计与应用分析[J]. 西部交通科技，2025,(04):127-129.

[4] 琚金建，杨小三，廖明生. 装配式建筑钢结构梁柱节点焊接施工技术研究[J]. 建设机械技术与管理，2024,37(06):112-114.

[5] 胡太伟. 装配式钢结构梁柱连接节点研究进展[J]. 山西建筑，2025,51(01):46-50.