

销棒法支架在工程中的应用

彭运建

上海地江集团有限公司 上海 200000

摘要: 随着我国基础设施建设向高空化、复杂化方向发展, 支架施工作为高空作业、现浇结构施工的核心工序, 其安全性、经济性和高效性直接决定工程质量与施工进度。销棒法支架作为一种新型附着式支架形式, 依托已施工墩柱作为承重支点, 通过预埋套管、穿设高强销棒搭建支撑体系, 有效解决了传统落地支架受地基条件限制、搭设周期长、成本高的痛点, 在桥梁盖梁、高架结构等工程中应用日益广泛。本文结合桥梁工程实际案例, 系统阐述销棒法支架的技术原理、结构组成、设计要点、施工工艺及质量安全控制措施, 分析其应用优势与存在的问题, 并提出优化建议, 为同类工程采用销棒法支架施工提供理论参考与实践借鉴。

关键词: 销棒法支架; 工程施工; 盖梁施工; 结构设计; 质量控制

引言

在市政桥梁、公路高架等工程施工中, 现浇盖梁、系梁等上部结构的支架搭设是关键环节。传统支架主要分为落地式满堂支架和架空支架, 落地式支架需依托坚实地基, 搭设高度受地形、地质限制, 耗材量大、周期长, 高空、水上施工安全隐患突出; 抱箍法等常规架空支架虽无需依赖地基, 但对墩柱外观损伤较大, 承载能力有限, 难以满足大悬臂、大荷载盖梁施工需求。

销棒法支架又称附着式销棒支架, 是近年来发展的新型支架技术, 核心优势是利用已施工墩柱作为承重载体, 通过预埋套管、穿设高强销棒, 搭配钢托座、型钢主梁等构件组成支撑体系, 实现无落地施工。该技术规避了传统支架缺陷, 具备结构稳定、成本可控、对周边环境影响小等特点, 广泛应用于墩柱高、地形复杂、地面通行要求高的桥梁盖梁施工。

本文结合上海市G228-7标段G1503跨线桥盖梁施工实例, 深入探讨销棒法支架的设计、施工及应用要点, 总结应用效果与优化策略, 为同类工程提供参考, 促进该技术的推广与完善。

1 销棒法支架的技术原理与结构组成

1.1 技术原理

销棒法支架的核心机理可概括为墩柱承载、销棒传力、型钢受力: 以浇筑完成且强度满足设计要求的墩柱作为基础支撑, 在墩柱预设位置预埋套管, 待混凝土强度达标后穿入高强销棒形成受力支点, 依次安装钢托座、卸落块等传力构件, 搭设型钢主梁、分配梁及底模系统, 构建完整支撑结构。盖梁施工过程中的各类荷载经销棒传递至墩柱, 再由墩柱传导至基础地基, 实现现浇施工的安全稳定^[1]。

相较于传统支架, 该体系无需设置落地支撑, 不受地基承载力与现场地形条件限制, 特别适合墩柱高度大于25m的单柱、多柱方形墩盖梁施工, 可避免对地面交通、河道通航造成影响, 显著提升高空施工的安全性及便捷性。

1.2 构造组成

销棒法支架体系由销棒组件、传力组件、承载组件、底模系统、安全防护系统五大部分构成, 各部分协同工作, 保障支架整体稳定性与承载能力。

1.2.1 销棒组件

销棒组件为体系核心受力构件, 通常选用直径80~90mm的40CrMnTi高强钢棒, 经调质处理后具备优异的强度、韧性与抗剪切性能, 钢棒两端设置螺纹并配套螺母固定。配套套管采用比销棒直径大15mm的镀锌圆钢管, 管壁厚度3.5mm, 套管端头距墩柱混凝土表面30mm, 每根墩柱预埋2个销棒孔, 采用十字定位方式保证安装精度。

1.2.2 传力组件

传力组件承担荷载均匀传递与支架卸落功能, 主要包含钢托座、卸落块及高强螺栓^[2]。钢托座采用厚钢板加工制成, 与销棒通过螺栓连接固定; 卸落块为方形钢结构构件, 尺寸300mm×200mm×250mm, 自重36kg, 竖向可调高度50mm, 单台承重力可达100t。连接用高强螺栓, 强度等级为10.9s或8.8s。

1.2.3 承载组件

承载组件直接承受施工全过程各类荷载, 主梁选用H型钢、Q345型钢或321型贝雷梁, 主梁之间采用对拉螺杆或连接杆件固定; 分配梁采用I18~I20a工字钢或槽钢, 布置间距40~50cm, 与主梁采用焊接或螺栓连接, 实现荷载均匀分配。

1.2.4 底模系统

底模系统直接影响盖梁成型质量，由18mm厚竹胶板（或钢模板）与方木调节组成。面板需打磨平整、拼接严密，防止浇筑时出现漏浆问题；调节支架与分配梁固定连接，可灵活调整底模标高，保证盖梁外形尺寸与表面平整度符合设计要求。

1.2.5 安全防护系统

安全防护系统为高空施工提供安全保障，包含操作平台、防护栏杆、安全网及防滑措施。

2 案例分析

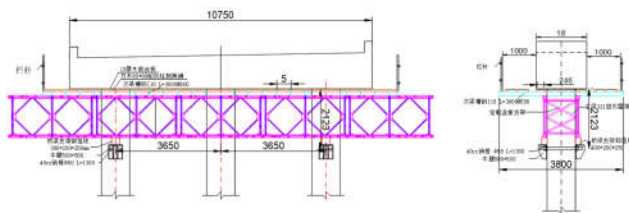
2.1 工程概况

G228-7标段G1503跨线桥为上跨高速公路的桥梁结构，盖梁采用三柱墩形式，结构尺寸为长10.5m、宽1.8m、高1.2m，悬臂长度1.2m，混凝土设计强度等级C50。项目区域墩柱高度4~6.2m，现场地形复杂、地质条件较差、地面交通繁忙，传统支架施工难度大、安全风险高，经方案比选后采用销棒法支架施工，有效解决复杂地形条件下盖梁施工的技术难题。

2.2 支架方案设计

销棒法支架设计遵循安全可靠、经济合理、施工便捷的原则，重点完成荷载计算、构件选型、整体稳定性验算。

每根墩柱预埋2个销棒孔，销棒选用直径50mm的40CrMnTi高强钢棒，端部螺纹长度15cm，配套8.8级螺母；预埋孔采用内径DN55~60mm的镀锌钢管，管壁厚度5~6mm；销棒上部设置钢制牛腿，牛腿上安装卸落块；主梁采用321型贝雷梁，主梁之间采用标准贝雷支架连接；次梁选用10号槽钢，底模采用15mm厚木模板搭配60mm×80mm方木。



2.3 力学性能验算及荷载分配

支架体系力学性能是保障盖梁浇筑质量的关键，经严谨计算分析，单根销棒设计荷载为192.8kN。该荷载值由恒载（模板自重标准值0.5kN/m²、混凝土自重24kN/m³、钢筋自重1.5kN/m³）与活载（施工荷载3kN/m²），分别乘以1.3倍、1.5倍安全系数，并考虑结构重要性系数1.1、可变荷载系数0.9组合计算得出。

荷载设计组合计算公式：

$$q = \gamma_0 \times [1.3(G_{1k} + (G_{2k} + G_{3k}) \times h) + 1.5 \times \gamma_L \times Q_k] \times 1 = 304.581 \text{ kN}$$

单个销棒承担荷载计算：考虑双销棒荷载分配不均

及施工安装误差，按简支梁模型分析，偏载分配系数取0.633。

$$Q = 0.633N = 0.633 \times 304.581 = 192.8 \text{ kN}$$

抗剪强度验算：

$$\text{圆钢棒截面面积 } A = \pi d^2 / 4 = 3.142 \times 50^2 / 4 = 1963.75 \text{ mm}^2,$$

$$\tau = Q / A = 192.8 \times 10^3 / 1963.75 = 98.2 \text{ MPa} < [\tau] = 125 \text{ MPa}$$

验算结论：合格。

2.4 施工准备工作

2.4.1 材料准备：按要求采购原材料并完成进场检验，分类存放并做好防潮、防锈保护。

2.4.2 设备准备：配备吊机、扭矩扳手等施工设备，完成调试与校验，确保设备运行正常。

2.4.3 现场准备：清理施工场地，检测墩柱混凝土强度（不低于设计强度75%），凿毛柱顶并标记预埋孔位置。

2.5 施工控制要点

墩柱施工阶段，需将镀锌钢管精准安装至预定标高，严格控制钢管水平度与间距。按照支架设计要求确定墩柱预留孔中心间距，预留孔距盖梁底部2123mm（施工时需结合支架尺寸复核调整），保证钢牛腿、卸落块、贝雷梁、槽钢、方木及底模安装空间充足。预埋过程需保证定位精准，平面偏差不超过2mm；钢管两端采用胶带密封，防止水泥浆进入管内；预留孔管口位置做局部加强处理，设置Φ16钢筋网片。

2.6 销棒与套管预埋施工

2.6.1 套管定位：墩柱钢筋骨架绑扎完成后，采用十字定位法确定套管位置，标高偏差 ≤ 5mm、平面偏差 ≤ 10mm。

2.6.2 套管固定：采用钢筋抱箍牢固固定，端头距柱面30mm，管内填充泡沫材料防止浆液堵塞。

2.6.3 混凝土浇筑与养护：浇筑过程避免振捣设备碰撞套管，养护期间定期检查套管位置，确保墩柱强度达标。

2.7 销棒与传力组件安装

2.7.1 套管清理：清除管内杂物并打磨内壁，保证销棒穿设顺畅。

2.7.2 销棒安装：选用调质处理并车丝完成的销棒，采用吊机配合穿入套管，两端螺母紧固，间隙采用水泥砂浆填充密实。

2.7.3 钢托座安装：组装完成后套入销棒固定，水平度偏差 ≤ 3mm。

2.7.4 卸落块安装：居中放置于钢托座上，底部设置限位装置，防止平面位移。

2.8 承载组件与底模系统安装

2.8.1 主梁安装：采用吊机吊装至卸落块上方，居中

密贴布置,对拉螺杆固定,保证标高、间距与水平度符合要求。

2.8.2 分配梁安装:吊装至主梁上方,间距40~50cm,采用焊接或螺栓连接,避免受力集中。

2.8.3 底模安装:先安装调节支架,再铺设面板,拼接严密并打胶密封,用水准仪调整标高(偏差 $\leq 5\text{mm}$)与平整度(偏差 $\leq 2\text{mm/m}$)。

2.9 安全防护系统安装

2.9.1 操作平台:分配梁外侧满铺脚手板,固定牢固无松动。

2.9.2 护栏与安全网:搭设高度 $\geq 1.2\text{m}$ 的防护栏杆,设置两道横杆与18cm挡脚板,外侧悬挂密目式安全网。

2.9.3 防滑措施:作业面铺设防滑垫,作业人员规范佩戴安全防护用品。

2.10 支架预压施工

2.10.1 预压方案:预压荷载取设计荷载的1.2倍,采用沙袋或水箱均匀堆放。

2.10.2 沉降观测:设置观测点,分50%、80%、100%、120%四级加载,每级加载后静置24小时,直至连续24小时沉降量 $\leq 2\text{mm}$ ^[9]。

2.10.3 卸载与调整:分级缓慢卸载,观测结构回弹量,根据数据调整底模标高。

2.10.4 记录验收:完整记录监测数据,形成预压报告,经监理验收合格后方可进行混凝土浇筑。

2.11 盖梁施工与支架卸落拆除

2.11.1 卸落准备:核查混凝土强度不小于80%后卸落支架,清理现场杂物,准备卸落设备。

2.11.2 卸落顺序:遵循跨中向两端、对称均匀、缓慢分级原则,实时监测盖梁沉降^[4]。

2.11.3 卸落控制:缓慢下降,静置观察无异常后继续操作。

2.11.4 支架拆除:采用吊机分段吊装拆除构件,分类存放管理;销棒拆除后,采用水泥砂浆封堵套管孔洞。

3 施工质量验证及优化建议

3.1 施工质量验证

施工完成后对盖梁进行全面检测,现场实测结果显示,盖梁外形尺寸、表面平整度、外观质量均符合规范要求,无裂缝、漏浆等质量缺陷,混凝土强度达到设计标准;钢筋保护层厚度复核结果满足设计要求,有效保障结构承载能力与耐久性。

3.2 变形监测验证

施工全过程及完工后,持续监测支架跨中与悬臂端变形情况。监测数据表明,结构整体强度满足施工要求,跨中总变形控制在8mm以内,悬臂端最大变形量4.5mm,小于设计允许限值5mm,保证盖梁施工精度与结构安全。

3.3 工期与费用优化

采用销棒法支架施工盖梁,通过优化施工工序、提升作业效率,项目实际工期较原计划提前30天,有效缩短建设周期,降低支架租赁、地基处理及人工成本。同时,通过支撑体系设计与施工工艺优化,减少材料浪费与返工损耗,工程总费用较预算降低3%,提升项目整体经济效益。

3.4 优化建议

3.4.1 提升构件加工精度:选择资质齐全、设备先进的专业加工厂加工构件,建立专项检验验收机制。

3.4.2 强化安装过程管控:开展专项施工培训,采用高精度测量仪器,及时纠正安装偏差。

3.4.3 优化支架卸落工艺:统一采用专用卸落块,编制详细卸落方案,安排专人监测结构沉降。

3.4.4 拓展技术适用范围:优化支架结构设计,探索新型材料应用,适配大荷载、大跨度盖梁施工。

4 结论

销棒法支架基于“墩柱承重、销棒传力、型钢承载”的技术机理,由五大核心系统组成,具备安全稳定、经济高效、地形适应性强、施工便捷、质量可控等优势,可有效解决传统支架在高空、复杂地形条件下的施工难题。结合工程实例验证,该技术可显著缩短施工工期、降低工程成本、提升施工质量与安全水平,适用于高墩柱、复杂地形盖梁施工。施工过程中严格控制原材料质量、安装精度及预压、卸落关键工序,可有效规避施工风险;针对构件加工、现场安装等环节的问题,通过针对性优化措施可进一步提升技术应用效果。

参考文献

- [1]李中言.销棒支架法在市政桥梁施工中的设计与应用[J].建筑技术开发,2025,52(1):75-77.
- [2]中华人民共和国住房和城乡建设部.施工脚手架通用规范:GB55023-2022[S].北京:中国建筑工业出版社,2022.
- [3]中华人民共和国住房和城乡建设部.建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范:JGJ130-2023[S].北京:中国建筑工业出版社,2023.
- [4]中交第一公路工程局有限公司.公路桥梁施工手册[M].北京:人民交通出版社股份有限公司,2021.