 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i5.10282

Safety Technology Research on Steel Tube Cantilevered Super-High Scaffolding in the Xingwang Central Heating Project of Wuxing District, Huzhou

Haiyang Wang

China Light Industry International Engineering Co., Ltd., Beijing, 100026, China

Abstract

Steel tube cantilevered super-high scaffolding is widely used in industrial building high-altitude operations due to its advantages such as adaptability to complex site conditions and reliable bearing capacity. Based on the main plant construction of Wuxing Xingwang Thermal Energy Technology Co., Ltd. in Huzhou, this paper focuses on the construction requirements of the 36m high steel tube cantilevered scaffolding in the garbage pit area and the 59m high floor-standing scaffolding. It systematically elaborates on the technical key points of the entire process, including construction general management, core process implementation, full-cycle quality and safety control, and risk prevention. Combined with the construction during the rainy season and emergency management measures, it forms a safety technology system suitable for the characteristics of garbage power plant construction, providing practical reference for scaffolding construction in similar super-high and complex conditions.

Keywords

steel tube cantilevered scaffolding; garbage power plant; main plant construction; safety technology control

型钢悬挑超高脚手架在湖州吴兴欣旺集中供热项目中的安全技术研究

汪海洋

中国中轻国际工程有限公司，中国·北京 100026

摘　要

型钢悬挑超高脚手架因适配复杂场地条件、承载力可靠等优势，在工业建筑高空作业中应用广泛。本文以湖州吴兴欣旺热能科技有限公司集中供热项目主厂房施工为背景，针对垃圾坑区域 36m 高型钢悬挑脚手架及 59m 高落地式脚手架的施工需求，系统阐述施工总承包管理、核心工艺实施、全周期质量安全管控、风险防范等全流程技术要点，结合风雨季施工及应急管理措施，形成适配垃圾发电厂施工特点的脚手架安全技术体系，为同类超高、复杂工况下脚手架施工提供实操参考。

关键词

型钢悬挑脚手架；垃圾发电厂；主厂房施工；安全技术管控

1 工程概况

1.1 工程基本特征

本工程核心施工内容为垃圾坑区域型钢外悬挑超高双排脚手架及周边落地式脚手架搭设。其中，型钢悬挑脚手架搭设高度最高达 36m（27.5m 层至 62m 层），落地式脚手架最高 59m（-0.1m 层至 58.685m 层），两类脚手架形成整体封闭结构，为钢筋、模板、混凝土等高空作业提供安全操作平台。

【作者简介】汪海洋（1999–），男，中国山东济宁人，本科，助理工程师，从事建筑施工技术与安全管理；桩基工程施工、超高脚手架结构安全控制研究。

脚手架搭设区域涵盖主厂房 18/B~M 轴线西侧、B/18~22 轴线南侧等多个方位，不同区域搭设高度差异化明显：18/C~M 轴线段搭设高度 35m，18/B~C 轴线段 30m，22/B~M 轴线段 19m，18~22/M 轴线段 25m。落地式脚手架 12.0m 以下采用双管立杆，12.0m 以上为单管立杆，通过 5 段卸荷钢丝绳实现荷载分摊。

1.2 设计参数与施工条件

脚手架悬挑架托梁采用 16# 工字钢（160×88×6mm，材质 Q235B），搭设钢管为 Φ48×3.6mm，卸荷及拉结钢丝绳直径 16mm，性能符合《一般用途钢丝绳》GB20118-2006 标准。扣件采用可锻铸铁材质，直角扣件、回转扣件、对接扣件分别适配不同杆件连接需求，螺栓拧紧扭力矩达 65N·M 时不得破坏。

1.3 施工重难点分析

本工程脚手架搭设高度大，悬挑架最高 36m，落地架最高 59m，需解决高空稳定性及荷载传递问题；场地条件复杂，主厂房北侧道路仅能满足小型车辆通行，大型设备及材料运输需专项规划；交叉作业多，东侧与锅炉安装、西侧与卸料大厅钢屋面安装存在交叉，需强化防护避免坠物伤人；环境影响因素多，地处亚热带区域，风雨季施工对脚手架稳定性要求极高。

2 施工总承包管理与准备

2.1 组织管理体系

施工总承包单位项目经理统筹全局，现场经理负责施工协调，下设工程部、安全部、设材部等职能部门，明确各岗位职责。另外，技术员负责方案交底与技术指导，施工员统筹现场施工，安全员负责全程安全监督，材料员负责物资质量管控，形成 “方案策划 - 技术交底 - 现场实施 - 质量验收 - 安全监督” 的闭环管理机制。

2.2 技术准备

总承包单位牵头编制专项施工方案，经专家论证通过后组织实施。方案明确脚手架搭设核心参数：悬挑架立杆纵距 1.2m、横距 0.8m、步距 1.8m，距离结构边 0.2m；落地架立杆纵距 1.5m、横距 0.8m、步距 1.8m，内排架距结构 0.3m。

施工前完成三级技术交底，向管理人员、技术人员、作业班组分别交底方案核心内容、技术要点及安全注意事项。

2.3 物资与设备准备

钢管、工字钢、钢丝绳、扣件等主材均具备产品合格证及检测报告，进场后质量、安全、技术部门联合验收，实测钢管壁厚、扣件尺寸、钢丝绳抗拉强度等关键指标，不合格材料严禁使用。

选用阻燃型密目式安全网（网目 2000 目 / 100cm²）、50×250×4000mm 木脚手板。施工设备配备 QTZ125 型、QTZ7015 型塔吊各两台，同时配备电焊机、钢筋切断机、扭力扳手等专用设备，计量器具经法定机构校验合格后方可投入使用。

2.4 现场准备

场地与道路优化：对主厂房原有道路采用 200mm 厚碎石铺垫，满足大型车辆通行荷载；脚手架基础采用 C15 素混凝土硬化 100mm 厚，硬化范围外延 2m。

施工水电保障：现场设置二级配电柜，钢筋加工区、塔吊作业区等关键部位配备三级配电柜，严格用电规范；施工及养护用水通过潜水泵输送至作业部位，满足现场施工用水需求。

防护设施布置：在脚手架搭设区域周边设置警戒围栏及安全警示标志，划分材料堆放区与作业区，木脚手板、钢管、扣件等分类码放，堆放高度不超过 1.5m。

3 核心施工工艺与技术措施

3.1 型钢悬挑脚手架施工工艺

3.1.1 施工流程

型钢托梁加工→ 27.45m 层混凝土施工（预埋 U 型螺栓及连墙件）→混凝土养护→型钢托梁安装→木楔加固→ U 型螺栓紧固→分层验收→脚手架搭设→脚手板安装→密目网张挂→分层卸荷钢丝绳安装→上部结构同步施工。

3.1.2 关键工序操作

型钢托梁安装：托梁外悬挑长度 1.1m，建筑物内锚固长度 1.8m（22/C~M 等特殊区域锚固 1.5m），每根工字钢通过 3 根 M20U 型螺栓固定，端部 1 根、尾端 2 根。U 型螺栓锚固深度 120mm（板厚 150mm 或 180mm），底部弯角处设置 2 根 Φ18mm、长度 1.5m 的加强筋，配双螺帽紧固。

连墙件设置：上部结构施工完成前，支模架与外悬挑架贯通拉结，利用下层框架预埋钢管斜拉约束；结构完成后采用抱梁、抱柱方式拉结，框架柱上连墙件竖向间距 1.8m，框架梁上横向间距 3.6m，拉结至最外侧脚手架立杆，确保架体与结构刚性连接。

卸荷系统安装：悬挑架采用 4 段卸荷设计，拉结钢丝绳分别设置在 32m、40m、48m、58.685m 层结构边梁处，采用抱梁方式固定，钢丝绳绕梁一周后用 3 个绳卡拧紧，中上部设置花篮螺栓便于紧固调节，底部与型钢托梁可靠缠绕固定。

阳角部位处理：在 18/B、18/M、22/B 框架柱拐角处设置 16# 工字钢三脚架支撑，斜支撑杆采用 2 根 L80×10 角钢，垂直距离 1.2m，型钢外挑 1.8m，通过预埋钢板与结构固定，22/M 异形框架柱采用双阳角型钢支撑，外挑 1.7m。

3.1.3 落地式脚手架施工要点

落地式脚手架基础采用素填土夯实 + 100mm 厚 C15 砼硬化处理，承载力取值 110kN/m²，满足脚手架荷载要求。立杆底部铺设底座及垫板，设置纵横向扫地杆，扫地杆距底座上皮距离不大于 200mm。

卸荷钢丝绳采取 5 段卸荷布置，吊点水平间距 1.5m，上吊点距离下吊点 4m，上吊点采用 22mm 圆钢制作吊环，下吊点位于立杆、小横杆、大横杆交点处，通过钢丝绳实现荷载传递，减少立杆受力负荷。

3.2 防护系统施工

脚手板与踢脚板：脚手板满铺于作业层，两端用铁丝与脚手架绑扎牢固，不得出现探头板；踢脚板高度 180mm，与立杆紧密贴合。27.5m 层型钢托梁采用模板全围护，底部满铺安全网，侧面设置立面挡板，防止高空坠物。

逃生通道设置：在垃圾坑西北侧 27.5m 层及西南侧 32m 层设置两个之字型逃生安全通道，宽度 1m，坡度 1:3，拐弯处设置 1~1.2m 宽平台。通道两侧及平台外围设置 1.2m 高防护栏杆及 180mm 高踢脚板，外侧设置连续剪刀。

3.3 风雨季施工专项措施

防风措施：台风来临前拆除密目网，吊下上部堆放材料，

对脚手架进行全面检查，紧固 U 型螺栓、扣件及钢丝绳；脚手架顶部设置避雷接地装置与框架柱钢筋连接，接入全场防雷接地网形成闭合回路，防范雷击风险。

防雨措施：密切关注天气预报，避开雨天搭设作业；脚手架周圈设置排水沟，避免浸泡基础；雨后检查脚手架立杆沉降、扣件紧固情况，对松动部位及时加固。

4 质量安全控制体系

4.1 质量控制措施

4.1.1 过程控制流程

施工总承包单位执行三级质量控制流程：班组完成每道工序后进行自检，填写详细自检记录；专业质检员重点检查立杆间距、步距、连墙件数量、扣件扭力值等关键指标；验收合格后报监理工程师复核，签署验收意见后方可进入下道工序。

4.1.2 关键指标管控

杆件连接：扣件拧紧扭力矩控制在 40~65N·M，采用扭力扳手抽样检查，抽检比例不低于 30%；立杆垂直度偏差不大于架高的 1/500。

型钢托梁：安装水平偏差不大于 10mm，锚固长度满足设计要求，U 型螺栓双螺帽紧固到位，木楔楔紧无松动。

钢丝绳：拉结点牢固可靠，花篮螺栓紧固到位，无松弛现象，钢丝绳卡设置数量不少于 3 个，间距符合规范要求。

4.1.3 验收管理

经现场实测，80% 以上扣件扭力值集中在 45-60N·M，立杆垂直度最大偏差 32mm，脚手架沉降量均小于 2mm，全部指标符合《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ130-2011 要求。

4.2 安全管理措施

4.2.1 危险源管控

总承包单位对高处坠落、物体打击、脚手架坍塌、触电等，针对性制定控制措施：

高处作业：作业人员安全带高挂低用，严禁酒后上岗、高空抛物；脚手架搭设与拆除时，作业区域设置警戒区，专人全程监护。

荷载控制：脚手架作业层活荷载不得大于 3.0KN/M²，材料均匀堆放，严禁集中超载堆放。

4.2.2 监测与维护

在悬挑架每个悬挑卸载区域设置不少于 2 个水平位移监测点及 3 个沉降观测点，基准点选在距监测区域 30m 以外。累计观测不少于 10 次，当位移超过 5mm 预警值时立即停工整改。

4.3 常见问题防治

见表 1。

5 应急管理与环境保护

5.1 应急预案

5.1.1 应急组织架构

总承包单位成立应急抢救队，项目经理任组长，现场经理、安全经理任副组长，成员包括技术、施工、安全等相关人员，明确疏散引导、医疗救护、物资保障等分工职责。

表 1

质量通病	防治措施
立杆间距偏差	搭设前精准放线定位，搭设过程中拉设控制线，专人随时校正调整
连墙件漏装	技术交底明确连墙件具体位置，过程中专人复核，缺漏部位及时补装
脚手架沉降	基础硬化质量控制，雨后检查沉降情况，必要时采用垫板调整找平
钢丝绳松弛	定期检查花篮螺栓紧固情况，风雨季后重点排查，及时紧固调节
脚手板失稳	脚手板满铺绑扎牢固，不得出现探头板，边缘部位增设固定点稳固

5.1.2 应急处置流程

针对可能发生的高处坠落、物体打击、脚手架坍塌等事故，制定专项应急处置流程：事故报告：现场人员立即向班组长或管理人员报告，管理人员迅速上报应急领导小组，启动应急预案。现场处置：高处坠落事故立即停止作业，避免伤者二次伤害，进行简单包扎、止血等急救处理；脚手架坍塌事故迅速组织人员疏散，设置警戒区，防止二次坍塌。医疗救护：拨打 120 急救电话，安排人员到路口接应救护车，协助医护人员转运伤者。

5.2 环境保护措施

5.2.1 扬尘控制

严格执行湖州市施工扬尘防治 “6 个 100%” 要求，现场设置洒水车，每日对道路及作业区域洒水降尘；建筑材料运输车辆加盖篷布，避免沿途撒漏；施工现场出入口设置冲洗设施，车辆冲洗干净后出场。

5.2.2 噪声控制

合理安排施工时间，避免夜间进行脚手架搭设、拆除作业，减少对周边环境影响；施工机械定期维护保养，降低运行噪声。

6 施工总承包成效与结语

施工总承包单位通过本次工程积累了丰富的超高、复杂工况下脚手架施工经验，形成的工序质量动态管控体系、全周期安全风险防控措施及施工环境协同治理方法，可为同类垃圾发电厂、工业厂房等项目提供有益参考。

参考文献

[1] 石燕志.花篮拉杆式型钢悬挑脚手架在高层建筑施工中的实施与应用 [J]. 科技创新与应用，2023 (02):145-147.

[2] 任青峰.高层建筑型钢悬挑架施工技术研究 [J]. 建筑技术开发，2025 (12):89-92.

[3] 汝梅.高层建筑脚手架搭设施工安全技术管理研究 [J]. 建筑安全，2025 (11):56-60.