

EPC总承包模式下城市立体架空水厂工程施工组织与现场管理实践

卫泽乐 赵长爱

中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司 陕西 西安 710065

摘要：立足EPC总承包管理视角，系统分析城市立体架空水厂工程的结构特征、场地约束与工艺专项要求，聚焦施工总平面动态布设、竖向工序穿插施工、施工资源均衡调配三大核心环节，开展施工组织设计优化研究。针对工程安全管控、质量把控、多专业接口协同等关键内容，梳理现场精细化管理核心要点。研究表明，EPC总承包模式的核心优势在于以设计前置统筹施工方案优化与可行性校验，依托BIM数字化协同平台打破全周期信息壁垒，搭配扁平化管理架构压缩决策链条，可构建“设计-采购-施工”一体化联动的闭环管理体系。通过数字化赋能、供应链协同、动态风险预警等落地路径，可有效解决立体架空水厂施工管控难题，为同类集约型城市水务工程EPC建设提供理论与实践参考。

关键词：EPC总承包；立体架空水厂；施工组织设计；现场管理

引言

城市化快速推进背景下，国内超大、特大城市普遍面临土地资源紧缺、供水保障压力大等问题。传统平面水厂占地面积广、土地利用率低，难以适配城市建成区存量开发需求。立体架空水厂通过竖向叠合水处理工艺单元，土地利用效率较传统水厂提升一倍以上，契合城市集约建设发展需求。该类工程结构特殊、竖向层次多，存在高支模作业量大、结构荷载复杂、多工序交叉密集等施工难点，现场管控难度远高于常规水厂工程。

EPC总承包模式覆盖设计、采购、施工全流程，可统筹管控工程质量、安全、工期与成本，有效打通设计与施工壁垒，前置优化施工方案、规避建设风险。当前国内水厂EPC项目普遍存在管理体系适配性不足问题，施工组织与现场管理未贴合一体化管控逻辑，导致EPC集成化、协同化优势难以充分发挥。基于此，本文结合立体架空水厂工程特点，系统开展EPC模式下施工组织优化与现场精细化管理研究，提炼可落地的管控体系与实施路径。

1 城市立体架空水厂工程特征及其对施工管理的约束

1.1 结构体系与空间布局的特殊性

城市立体架空水厂主体采用钢筋混凝土框架、框剪结构，柱网布局严格匹配水处理工艺分区。为满足设备运行与水深要求，建筑常规层高6-9m，局部滤池区域层高超12m，竖向结构差异特征显著。工程整体呈现“上池体、下架空”的竖向布局，上部为薄壁混凝土水池，对结构抗裂、防水防渗性能要求严苛；下部架空层设备、管线密集，预埋构件与预留孔洞数量多，对施工定位精度、安装偏差控制标准极高。

竖向叠加结构形成“上重下轻”的受力特点，施工阶段荷载传递复杂，模板支撑体系需承受超大竖向荷载与侧向压力，结构变形控制、架体稳定性管控标准远高于常规建筑，大幅提升了施工技术难度与安全管控压力。

1.2 城市环境对施工的外部刚性约束

该类项目多选址于城区及近郊，施工场地被城市道路、市政管线、既有建构筑物环绕，可用施工空间极度有限，材料堆放、构件加工、大型设备布设需精细化统筹。同时，城区施工受精细化管理政策严格约束，噪声、扬尘、渣土清运、夜间施工均有明确管控标准，混凝土连续浇筑等关键工序需提前专项报批，全程接受社会监督，环境管控压力突出。

此外，城区道路交通管控严格，大型物料运输车辆进场时段、通行路线受限，对物资进场的计划性、准时性要求极高，进一步增加了现场施工组织与物资保障难度。

1.3 工艺系统对工序衔接的刚性要求

立体架空水厂将混凝、沉淀、过滤、消毒等水处理单元竖向分层布置，各工艺池体通过越流管、排泥管、反冲洗管线连通，管路体系复杂、工艺衔接精度要求极高。土建施工、预埋件安装、管线预埋、设备就位等工序高度绑定，时序性、协同性极强。一旦工序衔接错位、施工精度不达标，易引发管线对接偏差、系统渗漏、设备无法安装等问题^[1]，直接影响水厂运行稳定性。EPC一体化模式可有效打破专业壁垒，但多专业深度交叉的施工特点，也对施工组织的系统性与精细化水平提出了更高要求。

2 EPC 模式下施工组织设计的一体化筹划

2.1 设计施工协同对施工组织的前置优化

设计施工深度协同是EPC模式的核心优势,可从源头优化施工组织方案,适配立体水厂施工场景。结构设计阶段,设计与施工技术团队联动确定后浇带、施工缝布设位置,兼顾结构安全与现场施工条件,结合混凝土供应能力、连续浇筑效率优化设计方案。通过微调梁柱截面、标准化架体布设间距,统一模板支撑搭设标准,提升周转材料复用率,实现降本增效。

依托“图纸深化—碰撞检查—精准放样”一体化流程,完成管线综合优化,输出专项预埋定位施工图,有效规避管线冲突、定位偏差问题,减少现场二次整改作业。相较于传统模式事后纠错机制,EPC模式将施工需求前置为设计输入,从根源解决图纸与现场脱节、方案可施工性差等问题,为标准化施工组织奠定基础。

2.2 总平面动态布置与垂直运输规划

针对场地狭小难题,项目采用阶段性动态总平面布置策略,根据基础施工、主体结构、设备安装三大施工阶段的作业特点与资源需求,动态调整场地功能分区,实现空间高效复用。基础施工阶段优先优化出土路径与排水体系,保障基坑施工安全高效;主体施工阶段盘活架空层空间,用作人员通道与模板加工区,地面集中布设钢筋堆放区,匹配立体化施工作业需求;安装装修阶段转换场地功能,利用池顶平台作为小型设备吊装区,地面预留管线运输主通道,保障后续工序顺畅推进^[2]。

垂直运输是立体施工的核心管控环节,塔吊选型、安装位置、附墙方案需结合构件最大重量、作业幅度、设备高差等参数综合验算。通过制定分专业、分时段吊运调度制度,明确各班组作业权限,规避设备争抢、工序冲突,保障竖向运输作业连续有序。

2.3 竖向工序穿插与流水作业设计

城市立体架空水厂竖向分层结构特征显著,主体结构施工总体遵循“由下至上、分层流水、错层穿插”的核心作业原则,优先施工底层竖向承重构件,搭建稳定作业体系;同步推进中部池体结构施工,利用上部结构施工间隙,穿插开展底层地面硬化、设备基础浇筑、前置管线预埋等工序;顶部结构完工后,集中开展中低层机电安装与装饰装修作业,实现多工序立体并行施工。

竖向穿插施工受限于混凝土养护龄期及架体拆除顺序要求。而采用EPC模式下可以利用其设计快速反应能力,确定各部位拆模强度以及架体周转率,在保证安全的前提下缩短架体留存时间,加快施工进度,最大限度地体现流水施工集中性,缩短工期。

3 EPC 总承包视角下的现场管理关键管控要点

3.1 高支模与大体量混凝土的安全管控体系

立体水厂超高、超重支模区较多,均为危大工程,应编制专项方案并通过专家论证。由总包项目部总工程师负责完成架体参数验算工作,认真检查立杆间距、步距、剪刀撑设置以及托撑承重能力等情况,严禁经验式施工。在混凝土浇筑过程中,在不同位置布置多个测点进行监控,全程跟踪观察其变化情况并及时与报警值比较,一旦发现有限超限现象即刻停止施工以保证整个架体的安全性。

3.2 池体防渗漏与预埋定位的双重质量管理

池体防渗是水厂工程的关键点,主体混凝土抗渗等级不低于P8。在施工过程中控制好混凝土水胶比以及坍落度,使用精细化振捣技术,实行区域负责制,避免出现漏振情况。池壁对拉螺杆处均设有止水片,在拆模之后用膨胀水泥分步填塞孔洞,经闭水检查确认其是否满足防渗要求,保证结构自身防水。

预埋预留施工由总包方统一放样管理,在总包测量人员控制下进行,各分包单位放样结果必须经过总包复核签字后才能进入下一道工序,“统一放样、分段负责、联合验收”是此过程的质量保证措施,避免出现预埋偏位、管线连接不当等问题。

3.3 设计施工接口管理与变更快速响应机制

立体水厂土建、工艺、机电、电气专业交叉复杂,结构与管线、设备基础与预埋螺栓、防雷接地与结构钢筋等接口繁多,接口衔接偏差是主要施工隐患。项目实行“接口清单管理”,对所有专业的接口位置进行统计,确定施工顺序、责任人及验收标准,形成可追溯的记录表单,在每天施工现场例会上检查督促整改,做到接口闭合控制^[3]。

同时建立设计施工快速变更制度,设计人员和技术人员同场办公,缩短审批流程。一般的变更2小时内完成校核出图,在施工现场出现的问题可以立即到现场核实并提出处理意见,避免因设计原因造成的工序延误以及工人等待时间过长现象发生,提高工作效率。

4 现场管理效能提升的保障机制

4.1 基于BIM的施工过程数字化管理平台

以BIM为基础建立全生命周期数字化管理平台,打破原有仅用于管线碰撞单一应用,在施工计划编制、施工现场管理以及质量问题追溯方面发挥巨大作用。在施工前进行4D施工进度模拟,对高支模搭设、分层浇筑、管线穿插等重要环节进行模拟,及时发现空间碰撞以及工序矛盾等,便于提前完善施工方案。在施工过程中利用手机查看模型进行施工技术交底、定点,取代传统的图

纸翻阅方式,提高施工准确性和工作效率。

建立BIM质量追溯机制,在隐蔽工程验收、强度试验、工序验收等相关文件上传到相应的模型部件上,形成可视化的质量记录,便于对工程质量进行实时监督,在项目初期制定一致的建模要求以及信息交流方式,避免各专业的模型分离,使BIM技术更好地发挥其一体化协同的优势。

4.2 供应链协同与物资动态调度

由于工程物资种类繁多、精度要求高、场地有限等原因,EPC总承包利用自身有利条件,在考虑施工节点情况下制定出合理的物资需求计划,明确各个时期所需物资数量以及供货时间,合理计算出安全库存以及采购周期,做到物资及时到场而不至于出现物资短缺导致停工或者过多占据空间。

对于商品混凝土等时效性物资,在高峰期前签订专项保供协议,确定高峰期生产能力、运输安排以及应急预案,保证连续施工顺利进行;对于预埋件、定制管材等高精度部品,采取工厂生产、工地拼装方式,提高部品加工精度,降低工地高危作业及交叉作业带来的危险性,从而提高物资供应、产品质量及施工现场的安全性^[4]。

4.3 风险动态评估与应急预案体系

城市立体架空水厂施工环境复杂、交叉作业集中、外部条件限制较多,在整个施工过程中有多种不确定因素。这些因素不仅有强风影响高处施工、大雨导致基坑积水内涝等自然灾害方面的风险,还有主要材料不能及时到场、大型机械出现故障无法使用等施工方面的问题,也有城市施工扰民、附近居民投诉甚至要求停工整改等社会舆论方面的风险,各种风险相互交织容易给工程工期、施工安全以及工程品质带来连带影响。

对此,EPC总承包单位可以利用自身的整体化统筹管理能力打造“风险辨识评估—动态监测预警—分层次应对”的闭环式风险管理机制,在施工组织设计中到现场

所有可能的风险因素进行总结归纳,对各种不同类型的风险发生可能性、波及面以及严重程度做出预测,形成分层分类的风险清单并制定相应的专项应急预案以达到风险超前控制的目的。

对于高支模坍塌、起重机械伤害、有限空间作业中毒窒息等风险较大重点风险源,要制定常态化的应急预案,经常性的进行实战演练,提高现场管理人员以及一线工人应急处理能力。另外,在施工现场足量配备应急救援器材及物资,保证应急通信畅通,指定专人负责应急统筹、现场救援以及现场疏导等工作,做到责任明确、反应及时、处置有效,为工程施工保驾护航。

5 结语

城市立体架空水厂受场地与工艺限制,施工复杂。EPC总承包通过设计前移、BIM信息化管理及扁平化组织,有效解决设计施工脱节等问题,实现施工有序、管理精细。立体架空水厂施工管理需摒弃传统粗放模式,以动态场地布设、竖向流水穿插、资源均衡调配优化施工组织,以安全管控、质量严控、接口协同为核心落实精细化管理。随着数字化、智能化建造技术迭代,EPC一体化管理与新型建造技术的深度融合,将进一步破解集约型水务工程建设难题,为城市节水节地、高效高质的水务工程建设提供坚实支撑

参考文献

- [1]张永鸿,王建华,李明.EPC总承包模式下市政工程施工组织设计的集成优化研究.建筑经济,2024,45(3):56-62.
- [2]刘志强,陈海涛,王伟.城市立体水厂建设的关键技术与管理创新.给水排水,2023,49(8):24-30.
- [3]杨秀华,王立军,陈晨.大型水池结构混凝土裂缝控制与施工质量保障体系.混凝土,2024,(4):158-163.
- [4]何清华,罗岚,李永奎.EPC项目界面管理的关键成功因素与实证研究.管理工程学报,2023,37(3):218-229.