 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i3.9838

Research on Key Construction Technologies for the Aerospace Science and Technology City Super Complex Project

Lili Zhu

Shanghai Construction Engineering Group Co., Ltd., Shanghai, 200080, China

Abstract

The Aerospace Science and Technology City Super Complex Project is characterized by its massive scale, complex functions, diverse structural forms, and constrained construction environments. Its implementation involves multiple key technologies including deep foundation pit engineering, super high-rise prefabricated structures, large-span steel structure corridors, and complex curtain wall systems. Focusing on core technical challenges during project execution, this study systematically analyzes multi-disciplinary collaborative construction, foundation pit safety control in complex environments, high-altitude operations for prefabricated structures, installation precision control of large-span structures, and integrated application of BIM technology. Based on these findings, a construction technology system and management methodology tailored for mega-scale complex projects has been developed, providing technical references and practical pathways for similar engineering endeavors. Research demonstrates that the adoption of digital management tools and precision construction techniques can significantly enhance construction efficiency and quality control, reduce safety risks, and achieve efficient, sustainable development in engineering projects.

Keywords

aerospace science and technology city; super complex; critical construction technologies; prefabricated structures; bim technology; foundation pit engineering

航天科技城超级综合体项目关键施工技术研究

朱莉莉

上海建工集团股份有限公司，中国·上海 200080

摘　要

航天科技城超级综合体项目具有体量大、功能复杂、结构形式多样及施工环境受限等显著特征，其施工过程涉及深基坑工程、超高层装配式结构、大跨度钢结构连廊及复杂幕墙系统等多类关键技术。围绕项目实施过程中的核心技术问题，结合工程实践与技术研究，对多专业协同施工、复杂环境下基坑安全控制、装配式结构高空作业、大跨度结构安装精度控制及BIM技术集成应用等方面进行了系统分析。在此基础上，总结形成适用于超大型综合体项目的施工技术体系与管理方法，为类似工程提供技术参考与实践路径。研究表明，通过引入数字化管理手段与精细化施工技术，可以有效提升施工效率与质量控制水平，降低安全风险，实现工程建设的高效与可持续发展。

关键词

航天科技城；超级综合体；关键施工技术；装配式结构；BIM技术；基坑工程

1 引言

随着城市化进程推进，大型综合体在城市功能整合与空间利用中的作用不断增强。航天科技城超级综合体工程具有结构复杂、空间受限及紧邻地铁等特点，施工过程涉及多专业交叉作业，实施难度较高。传统施工模式难以满足其建设需求，亟需在技术与管理层面进行系统优化。本研究依托工程实践，对施工关键环节进行分析，围绕基坑群控制、装配式结构施工、大跨度钢结构安装及数字化技术应用等内容展开探讨，形成具有应用价值的施工技术体系，为类似工程提供参考。

【作者简介】朱莉莉（1980–），女，中国湖北荆州人，硕士，高级工程师，从事土木工程研究。

2 复杂工程条件下的施工组织与协同管理

2.1 多专业协同施工组织机制

航天科技城超级综合体在施工阶段呈现出结构工程、机电系统与装饰工程交叉推进的复杂格局，不同专业在时间与空间上的叠加关系，使施工组织需要具备高度的统筹能力。通过构建以总承包为核心的统一管理体系，可以将各专业纳入同一协调框架，使施工目标与资源配置形成整体联动。在具体实施中，借助信息化平台对进度、资源与工序关系进行集成管理，有助于实现多专业之间的信息共享与协同决策，从而减少界面冲突与重复作业。施工组织从传统的分段管理转向系统化运行，使各工序在逻辑关系上形成有序

衔接，提升整体运行效率。协同机制的有效建立，不仅优化了施工流程，也降低了因沟通不畅与协调不足带来的潜在风险，使复杂工程在多专业交织条件下保持稳定推进。

2.2 动态资源配置与进度控制

在超大型综合体项目中，资源配置的合理性直接关系到施工效率与成本控制水平。施工过程中，劳动力、机械设备与材料供应呈现出动态变化特征，若采用固定配置方式，容易导致局部资源过剩或短缺。通过引入动态调度方法，对各类资源进行实时分析与优化分配，可以使资源配置更加符合施工实际需求。在进度控制方面，依托关键路径分析与信息化监测手段，对施工节点进行持续跟踪，有助于及时识别进度偏差并进行调整。施工计划不再局限于前期设定，而是在实施过程中根据现场条件进行修正，使进度控制具有更强的适应性。信息技术的介入，使资源配置与进度管理形成联动机制，提升项目整体调控能力，从而在复杂施工环境中实现高效与有序的推进。

2.3 风险识别与预警机制

复杂工程施工环境中，风险因素具有多样性与不确定性特征，涵盖结构安全、施工组织及外部环境等多个方面。通过构建系统化的风险识别与预警机制，可以在施工全过程中实现对潜在问题的动态监控。基于监测数据与分析模型，对关键施工环节进行实时评估，使风险信息能够及时反馈至管理层，从而支持决策优化。预警机制的建立，使风险管理由事后应对转向事前预防与过程控制，增强了施工安全的主动性。在实际应用中，通过对风险等级进行分级管理，并制定相应的控制措施，可以提高管理效率与针对性。随着信息化手段的不断完善，风险管理逐步实现精细化与系统化，为工程安全提供持续保障，使项目在复杂条件下保持稳定运行。

3 复杂环境下基坑工程施工关键技术

3.1 基坑群施工的稳定性控制

在超大型综合体建设中，基坑数量多且空间分布密集，形成典型的群坑施工特征，其整体稳定性控制成为工程实施的关键环节。不同基坑之间在开挖过程中会产生相互影响，若缺乏系统性控制，容易引发土体应力重新分布与变形叠加问题，从而影响整体安全。通过对工程地质条件与周边环境进行综合分析，合理选择支护结构形式，并结合分区施工与阶段性开挖策略，可以有效降低基坑间的耦合效应。在施工组织中，需要对开挖顺序进行精细化设计，使土体受力变化保持在可控范围内，同时通过加强支护结构刚度与稳定性，提高基坑整体抗变形能力。施工过程中持续跟踪变形趋势，并根据监测结果及时调整施工参数，使控制措施与现场状态保持一致，从而在复杂条件下实现基坑群施工的整体稳定。

3.2 邻近地铁环境下变形控制技术

基坑施工紧邻既有地铁结构，对周边环境的扰动具有较高敏感性，变形控制成为保障既有设施安全的重要内容。施工过程中，基坑开挖会引起土体位移与应力释放，若控制不当，可能对地铁结构产生不利影响。通过布设高精度监测系统，对基坑围护结构位移、地表沉降及地下管线变化进行实时观测，可以形成连续的数据反馈机制，使施工状态始终处于可监控范围内。在技术措施上，通过优化支护体系设计，提高围护结构的整体刚度，并结合分层开挖与及时支撑的施工方法，可以有效减小土体变形幅度。施工参数的调整需基于监测数据进行动态修正，使控制措施具有针对性与时效性。通过多种技术手段协同作用，可以在复杂环境中实现对变形的有效控制，保障地铁结构的安全运行与工程施工的顺利推进。

3.3 信息化监测与安全管理

信息化技术在基坑工程中的应用，使安全管理由传统经验判断转向数据驱动的精细化管理模式。通过建立集监测、分析与预警于一体的信息化系统，可以对基坑施工全过程进行动态管理。各类监测数据在统一平台上进行整合与分析，形成多维度评价体系，为施工决策提供可靠依据。数据处理不仅关注单一指标变化，还通过趋势分析揭示潜在风险，使管理者能够提前采取应对措施。信息化手段的引入，使施工现场与管理层之间形成高效的信息传递机制，提高响应速度与决策效率。在复杂施工环境中，这种基于数据的管理方式能够有效减少人为判断误差，提升安全控制的科学性与精准性。通过持续优化信息化系统功能，可以进一步增强基坑施工的安全保障能力，为大型工程项目提供稳定的技术支撑。

4 超高层装配式结构施工技术

4.1 构件吊装与高空作业技术

在装配式结构施工体系中，构件吊装与高空作业构成施工实施的核心环节，其技术水平直接影响工程进度与安全控制效果。由于构件体量较大且安装精度要求较高，吊装过程中需要对吊点布置、设备选型及作业路径进行系统优化，使构件在起吊、平移与就位过程中保持稳定受力状态。通过对施工现场空间条件与作业顺序的综合分析，可以合理安排吊装流程，减少交叉作业带来的干扰。在高空作业阶段，分区施工方式能够有效降低作业面集中带来的风险，使不同区域施工形成相对独立的作业单元。标准化操作流程的建立，使施工行为具备统一规范，有助于提升作业一致性与可控性。安全管理与技术措施相结合，使人员操作环境更加稳定，从而在保证施工效率的同时实现风险的有效控制。

4.2 节点连接与结构整体性控制

节点连接作为装配式结构体系中的关键部位，其施工质量直接关系到结构受力性能与整体稳定性。节点施工过程中，需要在设计要求与现场条件之间建立精确对应，通过控制构件定位精度与连接工艺参数，使节点连接达到预期性

能。连接方式的选择与施工顺序的安排，需要充分考虑结构受力路径与施工阶段的力学变化，使节点在安装过程中保持可靠性。施工中通过引入检测手段，对关键连接部位进行实时监控与质量评估，可以及时发现偏差并进行调整，从而避免问题在后续施工中累积。节点质量控制不仅体现在施工阶段，也需要在全过程管理中形成闭环，使设计、加工与安装之间实现有效衔接。通过精细化控制，可以确保结构在整体层面具备稳定性与安全性，为工程质量提供坚实保障。

4.3 标准化施工与效率提升

装配式建筑施工强调标准化与模块化理念，通过对构件设计、生产与安装流程的统一规范，使施工过程由传统经验主导转向体系化管理。标准化构件在工厂预制阶段即可完成质量控制，使现场施工更多集中于安装与调试，从而减少现场作业的不确定性。统一的施工流程与操作规范，使各工序之间形成清晰衔接，降低因工序不一致带来的效率损失。标准化体系的建立，有助于实现施工过程的可复制与可推广，使工程管理更加高效。随着施工经验的积累与技术手段的完善，标准化程度不断提高，使施工周期得到有效压缩，同时降低材料浪费与返工率。通过在设计与施工阶段同步推进标准化建设，可以形成完整的技术体系，为装配式结构工程的高质量实施提供支撑。

5 大跨度结构与复杂幕墙施工技术

5.1 大跨度钢结构连廊安装技术

大跨度钢结构连廊在超级综合体工程中承担空间连接与结构转换功能，其安装过程对精度控制与整体稳定性具有较高要求。由于构件跨度大、自重较高，施工过程中易受温度变化、吊装路径及受力转换等因素影响，若控制不当，容易产生累计误差与结构变形。通过采用分段拼装与整体提升相结合的施工方法，可以在地面完成关键节点拼装与质量控制，再通过同步提升实现整体就位，从而降低高空作业难度并提高安装精度。在施工组织中，需要对拼装顺序与受力路径进行系统分析，使结构在各阶段均处于安全状态。结合数字化模拟技术，对吊装过程、受力变化及位移趋势进行预演，有助于提前识别潜在风险并优化施工方案。通过全过程精细控制与多技术手段协同应用，可以有效保障大跨度结构安装的精度与稳定性，使其满足复杂工程条件下的施工要求。

5.2 异形幕墙精准施工技术

异形幕墙作为建筑外立面的重要组成部分，其造型复杂且空间曲面变化多样，对施工精度与加工质量提出了较高要求。传统施工方法在面对复杂曲面时，往往难以保证构件安装的连续性与一致性，容易产生拼缝不均或局部偏差问题。通过引入三维扫描与数字化建模技术，可以对实际结构进行高精度测量，并将数据与设计模型进行比对，从而实现构件加工与现场安装的精确匹配。在施工过程中，基于数字模型进行放样与定位，使每一块幕墙单元在空间中的位置得到准确控制，减少人为误差带来的影响。数据驱动的施工方式，使构件加工、运输与安装之间形成紧密衔接，提升整体施工效率。通过对安装过程的持续校核与调整，可以有效提高幕墙系统的整体精度与视觉效果，使复杂造型在实际工程中得到高质量呈现。

5.3 BIM 技术在施工中的集成应用

BIM 技术在复杂工程中的应用，改变了传统施工管理以经验为主的运行方式，通过三维信息模型实现设计、施工与运维各阶段的数据贯通与信息共享。在施工阶段，BIM 模型不仅用于表达空间关系，还承担施工组织与过程模拟的功能。通过碰撞检测，可以提前识别结构与机电系统之间的冲突，避免现场返工带来的时间与成本损失。施工模拟功能则能够对关键工序进行动态演示，使施工方案在实施前得到验证与优化，从而提高决策的科学性。模型数据与现场管理系统的结合，使进度控制与资源配置更加直观与高效，提升项目整体协调能力。随着信息技术的发展，BIM 应用逐渐向多维度拓展，其在质量控制、安全管理及运维管理中的作用不断增强。通过集成应用，可以推动施工管理向数字化与精细化方向转型，为大型复杂工程提供可靠的技术支撑。

6 结语

航天科技城超级综合体项目在施工过程中所面临的技术问题，具有典型的复杂性与综合性。通过对基坑工程、装配式结构、大跨度钢结构及数字化施工技术的系统研究，可以形成较为完善的关键施工技术体系。研究结果表明，技术创新与管理优化的协同推进，是提升工程质量与效率的重要途径。在未来工程实践中，应进一步加强数字化技术与施工工艺的融合，推动施工模式向智能化与精细化方向发展。通过不断总结实践经验并加以推广，可为超大型综合体项目建设提供更加成熟的技术支持，从而促进建筑行业整体水平的提升。

参考文献

[1] 曾维贵.大型城市综合体项目设计与管理要点[J/OL].中国城市规划知识仓库,1-4[2026-03-27].

[2] 曹光怀.全过程管理+EPC+BIM在大型综合体项目中的集成应用[J].住宅与房地产,2026,(05):74-76.

[3] 陈阳阳.分析BIM技术在建筑结构设计中的运用——以某市文化综合体项目为例[J].城市建设,2026,(04):115-117.

[4] 谢晋,蒋兴伟,王先所,等.医疗综合体项目医用气体施工技术[C]//《施工技术》杂志社.2024年全国土木工程施工技术交流会论文集（上册）.中建八局第三建设有限公司;,2024:229-232.

[5] 李聪,吴广凡,涂品.商业综合体中庭结构改造施工技术[J].建筑技术,2026,57(03):271-275.