

Selection of deep foundation pit support system for basement of super high-rise buildings and refined management of construction quality

Pan Zhou

Middling coal Jiangnan Construction Development Group Co., Ltd., Foshan Branch, Guangzhou, Guangdong, 510000, China

Abstract

With the acceleration of urbanization, the number of super high-rise buildings is increasing. The deep foundation pit engineering of their basements presents significant characteristics of “deep, large, close, and tight”, which puts forward extremely high requirements for the selection of support systems and construction quality management. This article systematically explores the selection principles and main types of deep foundation pit support systems for super high-rise buildings, and deeply analyzes the selection points of key links such as support piles (walls), horizontal support systems, and drainage measures. On this basis, the core content of fine management of construction quality is emphasized, covering three levels: construction preparation, key process control, and information monitoring. The aim is to ensure the safety, stability, and economy of deep foundation pit engineering through the combination of scientific selection and fine management, and provide reference and inspiration for similar projects.

Keywords

super high-rise buildings; Deep foundation pit; Support selection; Construction quality; refined management

超高层建筑地下室深基坑支护体系选型及施工质量精细化管理

周盼

中煤江南建设发展集团有限公司佛山分公司，中国·广东广州 510000

摘要

随着城市化进程的加速，超高层建筑日益增多，其地下室深基坑工程呈现出“深、大、近、紧”的显著特点，对支护体系的选型与施工质量管理提出了极高要求。本文系统探讨了超高层建筑深基坑支护体系的选型原则与主要类型，深入分析了支护桩（墙）、水平支撑体系及降排水措施等关键环节的选型要点。在此基础上，重点论述了施工质量精细化管理的核心内容，涵盖施工准备、关键工序控制及信息化监测三个层面，旨在通过科学选型与精细化管理相结合，确保深基坑工程的安全、稳定与经济，为类似工程提供参考与借鉴。

关键词

超高层建筑；深基坑；支护选型；施工质量；精细化管理

1 引言

超高层建筑是现代城市发展标志性建筑，其地下室具备停车设备安置和人防等诸多功能。基坑深度也在不断被刷新，深基坑工程作为超高层建筑建设基础，关乎主体结构安全和周边环境稳定和整个项目成败。深基坑支护体系是一个由挡土支撑和防水等子系统所构成的复杂体系，在进行选型时，需要综合考虑质量条件和基坑深度等多方面因素，优秀支护设计方案必须通过高质量施工才能得以实现。因此，构

建科学严谨施工质量精细化管理体系，对于管控施工风险保障结构性能而言非常重要。本文将从支护体系选型与施工质量管理这两个方面展开论述，从而为超高层建筑深基坑工程实践提供系统指导。

2 超高层建筑深基坑支护体系的科学选型

2.1 支护体系选型基本准则

在进行支护体系选型时，首要遵循基本准则涵盖安全可靠、技术可行、经济合理和环境友好这几个方面。安全可靠作为根本准则，务必确保支护体系在整个施工阶段和使用期间具备充足安全储备量，从而能够有效抵抗土压力水压力和周边荷载。技术可行这一要求意味着所选方案要适配当工

【作者简介】周盼（1988-），男，中国河南内乡人，本科，工程师，从事建筑工程研究。

程地质状况与水文地质条件,并且要拥有与之相应的施工技术和设备能力。经济合理则需要满足安全和技术要求的前提下。通过对各个方案进行比较筛选,挑选出全生命周期成本最为优化方案,环境友好强调在支护施工和运行期间。对于周边建筑物、地下管线、交通等方面所产生影响应当被控制在允许范围之内,以此来达成绿色施工目标。

2.2 常见支护结构类型比较分析

适用于超高层深基坑支护结构主要包括排桩支护、地下连续墙和土钉墙(复合土钉墙)等^[1]。排桩支护(例如钻孔灌注、注桩旋挖桩)具有广泛适应性,其刚度能够进行调整,常常会与锚杆或者内支撑相结合,适用于深度较大周边环境较为复杂基坑;地下连续墙具备良好的整体性较大刚度和优异防渗性能,能够作为下室外墙“两墙合一”结构,特别适用于超深基坑软土层和对于变形控制要求极高的环境,不过其成本相对较高。土钉墙或复合土钉墙在经济性方面表现良好,施工速度较快,但是位移控制能力相对而言较为薄弱,大多应用于开挖深度较浅周边空旷并且质条件较好的情形。在选型过程中,需要对多个方案进行技术经济方面综合比较筛选。

2.3 关键组成部分协同设计

支护体系是由挡土结构和支撑体系所构成有机整体,在确定挡土结构(如桩墙)之后,需要协同设计水平支撑体系(如混凝土支撑、钢支撑)或者锚拉体系(如预应力锚杆),支撑体系选择会直接对基坑变形和施工空间产生影响,混凝土支撑刚度大变形小,不过拆除起来不太方便;钢支撑安装拆卸速度快,能够施加预应力,但是节点较多,稳定性需要重点予以关注。同时,有效降排水措施是保证基坑稳定的关键所在,需要依据下水位情况选用坑内降水帷幕止水或者二者相结合的方式,以此确保基坑在干作业条件下进行施工。

3 深基坑支护施工质量的精细化管理实践

3.1 施工准备阶段质量预控

精细化管理以有效施行基础在于开展全面且周密的前期准备工作。在工程启动初始阶段,必须组织建设设计、施工和监理等各方单位,针对施工图纸展开系统性深度会审工作。这一会审过程需要紧密结合详细地质勘察报告,不仅要透彻理解设计意图和规范要求,更要着重识别出在复杂地质条件下或者特殊结构部位可能存在技术难点和潜在风险点。深基坑支护大跨度结构施工或者复杂节点连接等关键环节,以此为后续方案制定奠定坚实基础。

在充分理解设计文件和现场条件后,需要编制具备高度针对性和可操作性的专项施工方案和详实技术交底文件。专项方案应当覆盖所有关键工序和特殊过程,明确其工艺流程质量控制标准和安全操作要点和验收要求。技术交底则需要把方案内容转化为一线作业人员能够清晰理解并且准确执行操作指南,确保从项目管理人员直至现场施工班组,对

于每一道工序标准和要求都能够形成统一且明确认识。

前期准备工作另外一个重要环节是严格把控各类原材料和构配件进场质量,必须建立健全进场验收制度,对于工程所使用钢筋、水泥、预应力锚具、钢支撑等重要材料和构件,严格执行外观检查、规格核对、质量证明、文件审查等工作,并且依据规范要求抽样复试。只有所有检验结果均符合设计及规范标准,才可以在工程中投入使用,从而从源头上杜绝不合格品进入施工现场,为工程实体质量提供首要保障。

3.2 关键工序精细化过程控制

过程控制是确保工程质量以实现核心环节。在支护桩(墙)施工过程中,必须对成孔或成槽垂直度深度和孔底沉渣厚度进行严格监控,确保其符合设计允许偏差范围。钢筋笼制作与安装需要保证其尺寸精度保护层厚度和焊接质量满足规范要求。在混凝土灌注阶段,则应当确保浇筑连续性,并且通过测量手段核实混凝土充盈系数,以保证桩体或下连续墙完整性与承载能力。

对于水平支撑体系施工,需要精确控制钢支撑或混凝土支撑安装标高与平面位置,使其与设计轴线保持一致,支撑与围檩格的构柱等连接节点必须牢固可靠,所有焊缝质量或螺栓连接强度均需达到设计要求^[2]。尤为关键的是,必须按照设计规定程序与时间要求,运用经过校准液压设备准确施加预应力,并且做好详细张拉记录,确保支撑系统能够及时有效发挥设计所预期支护作用。

在降排水工程管理方面,需要建立持续水位监测机制,及时掌握基坑内外下水位动态,应当定期检查降水井出水量、含砂量等运行参数,评估其降水效果;对于采用止水帷幕工程,则需要通过巡检与必要探测手段,检查帷幕密封性与连续性,及时发现并处理可能渗漏点,有效防范渗漏、管涌等下水引发工程险情,每一道关键工序施工完毕之后,都必须经过严格自检互检及专检,在确认各项指标检验合格之后,才可以批准进入后续工序施工。

3.3 基于信息化监测动态反馈与调整

深基坑工程由于其地质条件复杂性和荷载作用时变性和边界条件不确定性,呈现出显著动态变化特性。在此类工程中,系统化信息化监测扮演着“眼睛”关键角色,是实现精细化管理与安全可控不可或缺的技术手段。必须建立一套覆盖全面运行的可靠的自动化监测系统,对基坑支护结构本身位移与沉降水平支撑体系轴力变化下水位波动,和基坑开挖影响范围内邻近建筑物、道路、地下管线等周边环境变形进行全天候、多维度、高频的数据采集。

监测工作的核心价值在于对数据及时分析与科学运用,需要安排专业人员每日收集整理并分析各项监测数据。通过绘制时程曲线、空间分布图等方式,直观展现其发展规律与趋势。这些数据需要与预先设定的不同等级预警阈值进行实时比对和研判,一旦发现任何监测项目变形速率或累计量呈

现异常发展趋势,或者某个测点数据突破预警控制值,必须马上启动相应预警响应机制。

在发出预警后,相关技术管理人员应当迅速组织分析会议,结合施工工质条件及环境因素,深入剖析数据异常根本原因,基于分析结论,及时对后续施工参数进行动态调整,控制开挖步距调整支撑预应力或优化降水方案等,必要时,必须果断采取额外工程加固措施,如进行坑底加固增设临时支撑或实施跟踪注浆。通过这种“监测-分析-反馈-控制”闭环管理,能够将潜在风险化解在萌芽状态,从而变被动事后应对为主动事前预控,最终实现深基坑工程施工全过程动态优化与安全风险可控。

4 选型与管理的协同整合及效益分析

4.1 选型决策对于施工管理具有导向作用

在岩溶区开展深基坑工程时,支护体系选型是决定施工全流程质量管理方向和复杂程度的核心的前提条件。不同支护方案,其内在所蕴含的工艺逻辑和潜在风险点存在着显著差异,这直接决定了质量控制过程中需要重点予以关注环节和技术难点所在。若选用下连续墙作为支护结构,那么质量管理重心便会高度集中于保障槽段开挖时壁面稳定性槽段之间接头部位防渗可靠性和水下混凝土浇筑均匀性与密实程度。相反,若采用排桩结合预应力锚杆方案,质量控制核心就会转向保证每一根工程桩的成桩质量、锚杆的钻孔精度和注浆的饱满程度,还有预应力施加的准确性与有效性。

科学支护选型并非仅仅局限于满足结构安全计算,更为关键是其对于施工可行性和质量可控性所产生深远影响。一个与工程地质条件、水文条件和周边环境高度契合的匹配的支护方案,能够从根源上规避复杂施工难题,简化后续工艺流程,极大程度降低在成孔止水、应力控制等关键环节质量风险。这种具备前瞻性决策,为项目构建起目标清晰明确重点突出显著高效可控质量管理体系奠定了最为坚实有力基础,进而实现安全、经济和工期三者之间最优平衡状态。

4.2 施工管理对于选型意图以实现保障作用

在岩溶区进行深基坑工程时,即便经过充分论证与优化支护选型设计在理论层面堪称完美无缺,但其真正所具备的安全性与经济价值,最终必定要依赖施工现场全面且精细化质量管理才能够转化为实际成果,优秀的图纸方案仅仅是描绘出了安全蓝图,而施工过程中每一道工序每一个细节精准把控,才是将设计意图具象化为具备预期性能的实体结构的关键所在^[1]。严格质量管理体系,借助对原材料施工工艺、技术参数和过程成果持续监控与验收,能够确保每一幅连续墙每一根工程桩和锚杆都严格符合设计标准,从而使支护系统整体性能达到乃至超越设计预期,实现对基坑变形和周边环境安全有效保障。

若在现场实施环节采用粗放型管理模式,即便依据最

为科学选型方案,也极有可能因为执行层面出现偏差而导致前功尽弃,诸如注浆压力不足、焊接质量存在缺陷、预应力张拉不到位等看似微不足道疏漏,都有可能成为支护结构中薄弱环节,最终累积引发局部失效过量变形甚至整体失稳等严重质量与安全事故。这不仅会直接造成工期延误和巨大经济损失,更会对企业、专业信誉和社会形象造成难以挽回损害。因此,施工阶段精细化质量管理,是连接卓越设计与工程成功之间不可或缺的桥梁,是风险控制链条中最终且最为关键一环。

4.3 综合效益实现最大化体现

在岩溶区开展深基坑工程时,将前期科学选型与施工过程中精细化管理进行系统性融合,是达成项目安全、质量、进度和成本四大目标协同统一的根本途径。这一深度融合并非仅仅是简单流程叠加,而是要求管理思维从“分段式”向“一体化”进行转变,使设计方案在施工阶段能够得到最为精准贯彻落实,同时将施工反馈及时前置用于优化设计决策。这种闭环管理模式,能够从源头直至终端系统性规避岩溶发育区常见突涌、坍塌等重大风险,为工程顺利推进提供坚实稳固基础,有效避免因风险事件导致工期延误和意外成本激增。

更为重要的是,这种深度融合所带来价值不仅仅局限于单一施工阶段,而是延伸至项目全生命周期。通过精准施工减少返工与整改,直接节约了建造成本;通过确保支护体系与永久结构高质量,显著延长了工程设施使用寿命,降低了长期运维费用。同时,其对基坑变形与周边环境有效控制,最大限度减少了对城市生态与居民生活干扰,创造了和谐建设环境。最终,这种以技术与管理融合为驱动的项目实践成果,不仅为投资方带来了显著技术经济效益,也为企业树立了良好市场声誉,构筑了其在复杂工程领域难以被复制的核心竞争力。

结束语:超高层建筑地下室深基坑工程是复杂系统工程,鉴于其高技术难度和高风险特性,要坚持系统思维,同等重视支护体系科学选型与施工质量精细化管理。选型阶段,全面评估比选,确定技术先进、经济合理的支护方案;施工阶段,建立全过程精细化质量管理体系,严格预控、过程控制和动态监测,确保实现设计意图。只有将科学决策与严谨执行有力结合,才能驾驭工程复杂性与风险性,为城市现代化建设筑牢安全基石。

参考文献

- [1] 马海平.BIM技术在超高层建筑核心筒深基坑精细化开挖施工中的应用研究[J].工程设计与施工,2024,6(9):74-76.
- [2] 郭进.危大工程深基坑现场管控措施论述[J].科技资讯,2023,21(1):93-96.
- [3] 孙智浩,李鑫生,胡骑.滨海超深地下工程劳务信息化管理研究与实践[J].建筑施工,2024(003):046.