

高层建筑施工深基坑支护技术要点分析

许万龙

合肥东部新中心建设投资有限公司 安徽 合肥 230051

摘要: 城市化进程的加速推动了高层建筑的大量涌现,深基坑支护技术作为高层建筑施工的关键环节,其施工质量对高层建筑的安全与稳定起着决定性作用。本文深入剖析高层建筑施工中深基坑支护技术的重要性,并重点探讨深基坑支护技术实施过程中的要点,涵盖施工前准备、支护结构施工、地下水控制以及监测与信息化施工等方面,旨在为高层建筑施工中深基坑支护技术的合理应用提供全面且具有实践指导意义的参考。

关键词: 高层建筑;深基坑支护;技术要点

1 引言

高层建筑因高度与层数的显著特征,对地基承载能力和稳定性提出了极高要求。深基坑工程作为高层建筑施工的前期核心工程,其核心目标是为高层建筑基础施工营造安全、稳定的作业空间。深基坑支护技术作为深基坑工程的核心要素,需承受基坑侧壁的土压力和水压力,同时确保基坑周边环境的安全,防止因基坑开挖引发地面沉降、建筑物倾斜等灾害。因此,深入研究高层建筑施工深基坑支护技术要点具有极其重要的现实意义。

2 高层建筑施工中深基坑支护技术的重要性

2.1 保障施工安全

深基坑开挖破坏土体应力平衡,产生侧向土压力,支护不当易引发坍塌事故。如2008年杭州地铁湘湖站北2基坑工程,开挖深度约15.7米,采用钻孔灌注桩加钢支撑支护。施工中,支护桩部分混凝土强度未达设计要求,存在夹泥、断桩,钢支撑架设不及时且预加轴力不足,最终基坑大面积坍塌,21死24伤,损失4961万元。可见科学合理的深基坑支护技术对保障施工安全至关重要。

2.2 保护周边环境

高层建筑多位于城市中心,周边设施密集。深基坑开挖致土体变形,超限会危及周边。以上海中心大厦深基坑工程为例,地处陆家嘴,周边高楼、管线众多,基坑开挖深31.1米,采用地下连续墙加内支撑支护,墙厚1.2米、深60米。通过精准施工与监测,周边土体水平位移控制在20毫米内,周边建筑沉降、倾斜及地下管线均未超限,有效保护了周边环境。

2.3 确保工程质量

深基坑支护结构质量影响高层建筑基础稳定与耐久,支护缺陷会引发基础不均匀沉降,危及建筑安全。广州某高层写字楼,支护采用人工挖孔桩,部分桩孔垂直度偏差超规范1%,最大达2.5%。主体完工后出现不均

匀沉降,最大沉降差15毫米,使用不到3年,部分墙体裂缝宽2-3毫米,楼板渗水。这表明高质量深基坑支护技术是确保工程质量的关键。

3 高层建筑施工深基坑支护技术实施要点

3.1 施工前的准备工作

3.1.1 地质勘察

详细的地质勘察是深基坑支护设计的基础。通过地质勘察,应了解基坑所在区域的地质条件,包括土层的分布、性质、地下水位等情况。在软土地区,需重点关注土层的压缩性、灵敏度等参数。例如,某软土地区的地质勘察报告显示,土层的压缩模量为3-5MPa,灵敏度为4-6,这些参数为支护设计提供了重要的依据。地质勘察报告应准确、详细,一般要求钻孔间距不大于20-30m,钻孔深度应超过基坑底面以下3-5倍的基坑深度,以确保获取全面的地质信息。

3.1.2 周边环境调查

对基坑周边的建筑物、地下管线等设施进行详细的调查,了解其与基坑的距离、结构形式、基础类型等信息。若基坑周边存在重要的建筑物,需评估基坑开挖对其可能产生的影响,并采取相应的保护措施^[1]。例如,对于距离基坑较近(一般小于3倍基坑深度)的砖混结构建筑物,需进行沉降观测和倾斜监测,并设置隔离桩等保护措施。同时,要了解地下管线的走向、埋深等,避免在施工过程中对管线造成破坏。在调查过程中,可采用地质雷达、管线探测仪等设备进行探测。

3.1.3 支护方案设计

根据地质勘察和周边环境调查的结果,结合基坑的深度、形状等因素,选择合适的支护形式,并进行详细的支护设计。支护设计应满足强度、稳定性和变形控制的要求。在设计排桩支护时,需计算桩的直径、间距、嵌固深度等参数。例如,桩的嵌固深度一般应根据土质

条件和基坑深度确定,在软土地区,嵌固深度不宜小于基坑深度的1.2倍。同时,要绘制详细的施工图纸,为施工提供明确的指导。

3.1.4 施工组织设计

制定合理的施工组织设计,明确施工顺序、施工方法、施工进度等。在土方开挖过程中,要遵循“分层、分段、对称、平衡”的原则,避免一次性开挖过深或过大,导致支护结构受力不均。例如,每层开挖深度不宜超过2-3m,每段开挖长度不宜超过20-30m。同时,要合理安排施工人员和施工设备,确保施工的顺利进行。

3.2 支护结构的施工要点

3.2.1 排桩支护施工要点

桩位放样需精准,偏差须在规范许可范围内,通常桩位偏差不超过50mm。放样时应兼顾施工误差与桩的垂直度要求,可借助全站仪等精密设备完成。需依据地质条件选用适宜的成孔方式,如钻孔灌注桩可采用回转或冲击钻进法。成孔期间,要严格管控孔径、孔深及垂直度,防止塌孔、缩颈等问题,如孔径偏差应小于 $\pm 50\text{mm}$,孔深偏差小于 $\pm 300\text{mm}$,垂直度偏差不超过1%^[2]。在软土区域成孔,需采取泥浆护壁等措施以维持孔壁稳定,泥浆性能指标应达标,如比重控制在1.1-1.3,粘度控制在18-22s。钢筋笼制作应符合设计,钢筋规格、数量、间距等需准确,直径偏差小于 $\pm 10\text{mm}$,长度偏差小于 $\pm 100\text{mm}$ 。钢筋笼安装要稳固,避免浇筑混凝土时移位,可采用焊接或绑扎固定于孔口。混凝土浇筑需连续,防止断桩,浇筑时要控制混凝土坍落度与速度,坍落度一般180-220mm,速度不宜超2-3m/h。

3.2.2 地下连续墙施工要点

导墙作为地下连续墙施工的重要临时结构,具有挡土、定位及泥浆储存等功能。施工时需严格控制导墙的平整度与垂直度,平整度偏差需控制在5mm以内,垂直度偏差不得超过1/500。导墙深度通常设定为1.5-2m,宽度则比地下连续墙厚度大40-60mm,以确保成槽施工顺利进行。成槽是地下连续墙施工的核心环节,需精确控制槽壁垂直度与槽宽,垂直度偏差应小于1/300,槽宽偏差应在 $\pm 30\text{mm}$ 范围内。成槽过程中,需根据地质条件调整泥浆性能,如砂层中成槽时,需提高泥浆比重至1.2-1.4,粘度至25-30s,以维持槽壁稳定,防止塌槽。清槽旨在清除槽底沉渣,保障地下连续墙与土体的良好结合,可采用吸泥泵、空气吸泥等方法,清槽后沉渣厚度需满足设计要求,一般不超过100mm。钢筋笼吊放需保持平稳,避免变形,可采用双机抬吊等方式。混凝土浇筑应采用导管法,确保混凝土质量与浇筑连续性,导管间距一般

不大于3m,埋入混凝土深度宜为2-6m。

3.2.3 土钉墙施工要点

土方开挖要分层进行,每层开挖深度应根据土钉的布置和土体的自稳能力确定。一般情况下,每层开挖深度为1-2m。在开挖过程中,要及时进行土钉施工和喷射混凝土面层,避免土体长时间暴露。每次开挖后,应在24h内完成土钉施工和喷射混凝土面层。土钉的制作要符合设计要求,钢筋的直径、长度、间距等应准确无误。土钉的直径一般为16-32mm,长度一般为6-15m,间距一般为1-2m。土钉的安装要保证其角度和深度,注浆要饱满。土钉的倾角一般为 5° - 20° ,注浆压力一般为0.3-0.5MPa。喷射混凝土面层的配合比要合理,喷射要均匀,厚度要符合设计要求。喷射混凝土的配合比一般为水泥:砂:石=1:2:2,水灰比为0.4-0.5。喷射混凝土的厚度一般为80-100mm。在喷射混凝土前,要对坡面进行清理,确保坡面平整、干净。

3.2.4 内支撑施工要点

支撑构件的制作要严格按照设计要求进行,钢筋的绑扎、模板的安装、混凝土的浇筑等工序要符合规范要求。钢筋的搭接长度、锚固长度等应满足设计要求,模板的平整度和垂直度偏差不得大于5mm。混凝土的强度等级一般不低于C30。支撑的安装要及时、准确,与支护结构的连接要牢固。在安装过程中,要控制好支撑的标高和轴线位置,避免出现偏差。支撑的标高偏差不得大于 $\pm 20\text{mm}$,轴线位置偏差不得大于 $\pm 30\text{mm}$ ^[3]。可采用预埋钢板、焊接等方式实现支撑与支护结构的连接。对于需要施加预应力的支撑,要按照设计要求进行预应力施加,并做好监测工作,确保预应力的值符合设计要求。预应力的施加值一般根据设计计算确定,在施加过程中,要采用油压表等设备进行监测,预应力损失值一般控制在5%以内。

3.3 地下水控制要点

3.3.1 降水方案设计

根据地下水位、土层的渗透性等因素,选择合适的降水方法,如明沟排水、井点降水等。降水方案设计要考虑到降水对周边环境的影响,避免因降水导致周边建筑物的不均匀沉降。例如,在靠近重要建筑物的基坑降水时,可采用回灌井等措施,减少降水对周边环境的影响。回灌井的数量和布置应根据降水井的分布和周边建筑物的位置确定,一般回灌井的水位应保持在原地下水位以上0.5-1m。

3.3.2 降水井施工

降水井的施工要保证其深度、直径和滤料的质量。

降水井的深度一般应超过基坑底面以下5-10m,直径一般为300-500mm。在施工过程中,要防止井壁塌陷,确保降水井的正常使用。可采用护壁套管等方式防止井壁塌陷。滤料应选用粒径均匀、级配良好的砂石,滤料的厚度一般为100-150mm。降水井的布置要合理,能够有效地降低地下水位。降水井的间距一般根据土层的渗透性和降水要求确定,在砂土地区,间距一般为10-20m。

3.3.3 降水运行管理

在降水过程中,要加强对降水井的运行管理,定期检查降水井的水位、出水量等情况。根据实际情况调整降水的强度和范围,确保基坑内的地下水位满足施工要求。一般情况下,基坑内的地下水位应降至基坑底面以下0.5-1m。同时,要做好降水记录,为后续的施工提供参考。降水记录应包括降水井的水位、出水量、降水时间等信息。

3.4 监测与信息化施工要点

3.4.1 监测项目设置

根据基坑的深度、周边环境等因素,设置合理的监测项目,如支护结构的位移、沉降,周边建筑物的变形,地下水位的变化等。监测项目的设置要能够全面反映基坑和周边环境的变化情况^[4]。例如,对于深度大于10m的基坑,应设置支护结构顶部水平位移监测点,间距不宜大于20m;设置支护结构深层水平位移监测点,间距不宜大于50m;设置周边建筑物沉降监测点,每栋建筑物不少于4个。

3.4.2 监测频率确定

监测频率应根据施工进度和基坑的变化情况确定。在基坑开挖初期,监测频率可以适当降低,一般为1-2次/周;在基坑开挖到关键部位(如每层土方开挖完成时)或遇到异常情况(如降雨、周边施工等)时,要增加监测频率,一般为1-2次/天,及时掌握基坑和周边环境的变化情况。

3.4.3 信息化施工

根据监测数据,及时分析基坑和周边环境的变化趋势,判断支护结构的安全性。如果发现监测数据异常,要及时采取相应的措施,如调整施工方案、加强支护等,确保基坑施工的安全。例如,当支护结构顶部水平位移速率连续3天超过3mm/d时,应立即停止施工,分析原因并采取加强支护等措施。信息化施工是深基坑支护施工中的重要环节,能够有效地提高施工的安全性和可靠性。

结语

高层建筑施工中,深基坑支护技术复杂且关键,对保障施工安全、保护环境及确保工程质量意义重大。实施该技术时,施工前准备工作不容忽视,需精准勘察地质、全面调查周边环境、科学设计支护及施工组织方案;施工中要严格把控支护结构施工要点,保证质量;强化地下水控制,避免其对基坑施工产生不良影响;重视监测与信息化施工,及时应对基坑及周边环境变化。只有科学设计、严格施工、有效监测,才能保障支护工程安全质量,为高层建筑筑牢基础。未来,深基坑支护技术将不断创新完善,提供更高效、安全、可靠的技术支撑。

参考文献

- [1]何玉兰.高层建筑深基坑支护施工技术要点分析[C]//重庆市大数据和人工智能产业协会,重庆建筑编辑部,重庆市建筑协会.智慧建筑与智能经济建设学术研讨会论文集(一).江西省建工集团有限责任公司,2025:382-385.
- [2]周新.超高层住宅建筑深基坑支护施工技术应用分析[J].居舍,2025,(02):75-78.
- [3]刘品呈.高层建筑深基坑支护施工技术要点分析[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(36):95-97.
- [4]陈燕坤.高层住宅建筑深基坑支护工程施工技术要点分析[J].中华民居,2024,17(08):172-174.