

高层建筑深基坑支护技术应用解析

亓冠莹

泰安市城市管理局建筑渣土和工地管理服务中心 山东 泰安 271000

摘要：随着城市化进程的加速，高层建筑的数量和规模不断增加，深基坑支护技术成为确保高层建筑稳定与安全的关键。本文深入探讨了高层建筑深基坑支护技术的定义、种类、作用与意义，以及实际应用中的技术要求与常见问题。通过分析深层搅拌支护、土钉墙支护、钢板桩支护等技术，提出了应对施工难题的有效措施，为高层建筑深基坑支护技术的科学应用提供了理论与实践指导。

关键词：高层建筑；深基坑支护技术；应用

引言：高层建筑作为城市发展的重要标志，其施工安全与稳定性至关重要。深基坑作为高层建筑基础施工的关键环节，其支护技术的合理应用直接关系到工程的安全性和经济性。本文旨在全面解析高层建筑深基坑支护技术的应用，探讨不同支护技术的特点、优势及适用条件，分析施工中可能遇到的问题并提出解决方案，以期高层建筑深基坑施工提供科学参考和实用指导。

1 深基坑支护技术概述

1.1 深基坑定义及特点

深基坑，通常指的是开挖深度超过5米的基坑。这类基坑工程因其深度大、地质环境复杂而具有显著特点。一方面，深基坑开挖深度大，对支护结构的稳定性要求极高；另一方面，复杂的地质条件和周边环境，如软弱土层、地下水、紧邻建筑物等，给施工带来了巨大挑战。因此，深基坑支护技术成为了确保施工安全与周边环境保护的关键。

1.2 深基坑支护技术的种类

针对深基坑工程的特点，支护技术也呈现出多样化的趋势。目前，常见的深基坑支护技术主要包括自立式支护、桩锚支护、喷锚支护和组合型支护等。自立式支护利用支护结构自身的刚度和强度来维持基坑稳定，如悬臂式排桩支护和水泥搅拌桩挡墙支护；桩锚支护则通过设置锚杆或锚索将支护结构与土体紧密结合，共同承担土体压力；喷锚支护则采用喷射混凝土与锚杆相结合，形成连续的支护体系；而组合型支护则是根据工程实际情况，将多种支护技术进行组合，以达到最佳的支护效果。

1.3 深基坑支护技术的作用与意义

深基坑支护技术的作用与意义不言而喻。首先，它确保了基坑的稳定，为施工安全提供了有力保障。在深基坑开挖过程中，支护结构能够有效抵抗土体压力，

防止基坑坍塌等安全事故的发生。其次，支护技术还保护了周边环境，减少了对周围建筑物的影响。通过合理的支护设计，可以控制基坑变形，降低对相邻建筑物的损害风险。此外，深基坑支护技术还有助于提高施工效率，降低工程成本，为城市地下空间的开发利用提供有力支持。

2 高层建筑深基坑支护技术要求

2.1 地质勘察与分析

(1) 详细了解施工场地的地质条件。在深基坑支护工程开始前，首要任务是进行全面的地质勘察。这包括对施工场地的土壤类型、土层分布、岩层结构、地下水状况等进行详细调查。通过地质钻探、取样分析、地球物理勘探等手段，收集准确的地质数据，为后续的支护结构设计和施工方案制定提供科学依据。(2) 评估土层的稳定性和承载力。在获取地质数据后，需进一步评估土层的稳定性和承载力。这通常涉及对土壤的物理力学性质进行分析，包括土壤的密度、抗剪强度、压缩模量等指标。同时，结合工程经验和历史数据，评估土层在开挖过程中的潜在变形和破坏风险。这一步骤对于选择合适的支护结构和设计合理的支护参数至关重要。

2.2 支护结构设计与选型

(1) 根据地质条件选择适合的支护结构。支护结构的选择需充分考虑地质条件、基坑深度、周边环境等因素。自立式支护、桩锚支护、喷锚支护和组合型支护等不同类型的支护结构，各有其适用的地质条件和工程特点。工程师需根据勘察结果，结合工程需求，选择最合适的支护结构类型^[1]。(2) 设计合理的支护参数和施工方案。支护结构的参数设计，如桩径、桩长、锚杆长度、注浆压力等，需根据土层的力学性质和基坑的稳定性要求精确计算。同时，施工方案也需考虑现场实际情况，包括施工设备的选择、施工顺序的安排、安全措施

的制定等。一个合理的支护参数和施工方案,既能确保基坑的稳定性,又能提高施工效率,降低工程成本。

2.3 地下水处理

(1) 评估地下水位对基坑稳定性的影响。地下水位是影响深基坑稳定性的重要因素之一。过高的地下水位会导致基坑底部和侧壁土体的软化,增加基坑失稳的风险。因此,在施工前需对地下水位进行准确评估,预测其对基坑稳定性的影响。(2) 采取排水或止水措施,降低地下水对基坑的威胁。针对地下水位对基坑稳定性的潜在威胁,需采取相应的排水或止水措施。排水措施包括设置排水井、使用排水板等,以降低基坑内的地下水位。止水措施则包括注浆封堵、设置止水帷幕等,以切断地下水的渗透路径。这些措施的实施需根据地质勘察结果和基坑稳定性要求精确设计,确保基坑在开挖过程中的稳定性。

3 高层建筑深基坑支护技术的实际应用

3.1 深层搅拌支护技术应用

(1) 固化剂选择与搅拌工艺。深层搅拌支护技术是利用水泥、石灰等作为固化剂,通过特制的深层搅拌机械,在地基深部将软土和固化剂强制搅拌,使软土硬结而提高地基强度。固化剂的选择至关重要,一般根据工程地质条件和设计要求确定。例如,在软土地基中,通常选用普通硅酸盐水泥作为固化剂,水泥的强度等级不低于32.5级,以确保固化效果。搅拌工艺方面,需严格控制搅拌速度和提升速度,保证固化剂与软土充分均匀混合。一般搅拌头的转速宜控制在60-80r/min,提升速度不宜超过0.5m/min,通过多次重复搅拌,形成具有一定强度和整体性的水泥土桩体^[2]。(2) 支护结构的施工与质量控制。施工时,首先要进行场地平整,确保搅拌机械能够顺利作业。根据设计要求,准确测量放线,确定搅拌桩的位置。在搅拌过程中,应随时检查固化剂的用量、搅拌深度和垂直度。质量控制方面,成桩后可通过取芯检测、标准贯入试验等方法,检测水泥土桩的强度和均匀性。要求水泥土桩的28天无侧限抗压强度不低于设计值,桩体的垂直度偏差不超过1%,桩位偏差不超过50mm,以保证支护结构的可靠性。

3.2 土钉墙支护技术应用

(1) 土钉孔位布置与注浆工艺。土钉墙支护技术是在土体中设置土钉,通过土钉与土体的相互作用,形成复合土体,提高土体的稳定性。土钉孔位布置需根据基坑的深度、土质条件和设计要求确定。一般情况下,土钉的水平和垂直间距为1-2m,呈梅花形布置。注浆工艺是土钉施工的关键环节,注浆材料通常采用水泥浆,水

灰比一般控制在0.45-0.55之间。注浆时,应采用压力注浆,注浆压力一般为0.2-0.5MPa,确保水泥浆能够充分填充土钉孔,使土钉与土体紧密结合。(2) 支护结构的稳定性分析。在施工前,需对土钉墙支护结构进行稳定性分析。常用的分析方法有极限平衡法和有限元法。通过分析,计算土钉的抗拔力、土体的滑动稳定性和整体稳定性等指标,确保支护结构在施工和使用过程中的安全性。同时,在施工过程中,要加强对基坑周边土体变形和土钉拉力的监测,根据监测数据及时调整施工参数,保证支护结构的稳定^[3]。

3.3 钢板桩支护技术应用

(1) 钢板桩的选择与插打工艺。钢板桩的选择应根据基坑的深度、土质条件和周边环境等因素确定。常用的钢板桩有U型、Z型和直线型等,其型号和规格需满足设计的强度和刚度要求。插打工艺方面,一般采用振动锤或液压锤进行施工。在插打前,需对钢板桩进行检查,确保其表面无锈蚀、无变形。插打时,应遵循“先插后打,分阶段逐根打入”的原则,控制好钢板桩的垂直度和入土深度,相邻钢板桩之间应紧密咬合,以保证支护结构的整体性。(2) 支护结构的防水与承压能力提升。为提高钢板桩支护结构的防水性能,可在钢板桩的锁口处涂抹防水密封材料,或采用止水带进行止水。在承压能力方面,可通过设置内支撑或锚杆等方式,增强支护结构的稳定性。内支撑的布置应根据基坑的形状和尺寸合理确定,一般采用钢结构或钢筋混凝土结构,确保其能够有效承受土体的侧压力,提升支护结构的整体承压能力^[4]。

3.4 其他支护技术的应用分析

(1) 技术特点与适用范围。柱列式排桩支护技术是将钢筋混凝土桩或灌注桩按一定间距排列,形成桩排式支护结构。其特点是施工简便、成本较低,适用于土质较好、地下水水位较低的基坑工程。地下连续墙支护技术则是利用专门的成槽设备,在地下开挖出一定宽度的沟槽,然后在槽内浇筑钢筋混凝土,形成连续的地下墙体。该技术具有整体性好、防渗性能强、适用范围广等优点,可用于各种复杂地质条件和深度较大的基坑工程,但施工成本较高,工艺相对复杂。(2) 实际施工案例与效果评估。在某高层建筑深基坑工程中,采用了地下连续墙支护技术。该工程基坑深度达18m,地质条件复杂,周边环境敏感。通过精心设计和施工,地下连续墙的成槽质量良好,墙体的垂直度偏差控制在0.3%以内,墙体的抗压强度和抗渗性能均满足设计要求。在基坑开挖过程中,通过监测发现,墙体的变形较小,周边建筑

物和地下管线未受到明显影响,有效保障了工程的安全和周边环境的稳定,取得了良好的施工效果。

4 高层建筑深基坑支护施工中的常见问题及应对措施

4.1 边坡开挖工程中的问题与应对措施

(1) 超挖与欠挖现象的防止。在高层建筑深基坑边坡开挖中,超挖与欠挖现象时有发生,严重影响工程质量与安全。超挖会破坏土体原有结构,增加支护难度与成本;欠挖则无法满足设计要求,影响后续施工。防止此类问题,需采用先进的测量技术,如GPS定位与全站仪相结合,实时监测开挖深度与位置。同时,加强施工人员培训,提高其操作熟练度与责任心,严格按照设计图纸与规范施工,避免人为失误导致的超挖或欠挖。(2) 边坡平整度和顺直度的控制。边坡平整度与顺直度关系到支护结构的稳定性与美观性。施工中可利用激光水平仪等设备,对边坡进行精确测量与控制。在开挖过程中,分层分段进行,每完成一段及时进行修整,确保边坡符合设计标准。对于局部不平整处,采用人工修坡或机械打磨的方式进行处理,保证边坡的平整度与顺直度。

4.2 支护结构与土质矛盾的处理

(1) 地质条件变化时的支护结构调整。地质条件复杂多变,施工中常出现实际地质与勘察报告不符的情况。当遇到这种问题,应立即停止施工,重新进行地质勘察,获取准确数据。根据新的地质情况,组织专家对支护结构进行重新设计与调整,采用更合适的支护形式,如增加锚杆数量、调整支撑间距等,确保支护结构与地质条件相匹配。(2) 土质不良情况下的加固措施。对于土质不良区域,如软土、流沙层等,需采取有效的加固措施。可采用深层搅拌桩、高压旋喷桩等技术,对土体进行加固改良,提高土体的强度与稳定性。也可在支护结构施工前,对不良土质区域进行换填处理,用优质土料替换原有不良土,为支护结构提供可靠的支撑基础。

4.3 施工工序混乱的解决方法

(1) 工序设计与施工计划制定。施工工序混乱会导致工期延误、成本增加等问题。在施工前,应根据工程特点与要求,制定详细合理的工序设计与施工计划。明确各工序的先后顺序、施工时间、人员与设备安排等,确保施工有序进行。同时,充分考虑可能出现的问题,

预留一定的缓冲时间,提高施工计划的灵活性。(2) 工序执行的监督与管理。加强对工序执行过程的监督与管理至关重要。安排专人负责监督施工过程,严格按照施工计划与规范进行检查,及时发现并纠正违规操作与工序混乱现象。建立奖惩制度,对严格执行工序的班组与个人进行奖励,对违规操作的进行处罚,提高施工人员执行工序的自觉性。

4.4 突发事件应对能力的提升

(1) 建立应急预案与救援机制。深基坑施工中可能面临坍塌、涌水等突发事件。为有效应对,需建立完善的应急预案与救援机制。针对不同类型的突发事件,制定相应的应急处理流程与措施,明确各部门与人员的职责。配备充足的应急救援物资与设备,并定期进行检查与维护,确保其处于良好状态。(2) 施工人员的应急培训与演练。定期组织施工人员进行应急培训与演练,提高其应对突发事件的能力。培训内容包括应急预案的内容、应急救援设备的使用方法、逃生自救技巧等。通过演练,检验应急预案的可行性与有效性,发现问题及时进行调整与完善,使施工人员在面对突发事件时能够冷静应对,最大限度减少损失。

结束语

综上所述,高层建筑深基坑支护技术是保障工程施工安全与周边环境稳定的重要基石。通过合理选择与应用支护技术,结合科学严谨的施工管理和技术创新,能够有效应对复杂地质条件和周边环境挑战,确保深基坑工程的顺利进行。未来,随着技术的不断进步和施工经验的积累,高层建筑深基坑支护技术将更加完善,为城市地下空间的开发利用提供更加坚实的技术支撑。

参考文献

- [1]刘创焕.滨海回填软土区深基坑支护方案浅析[J].低碳世界,2021,(04):43-45.
- [2]刘金涛.高层建筑深基坑支护施工技术[J].建筑技术开发,2021,(13):152-153.
- [3]刘纪明.高层建筑工程深基坑支护施工技术的分析[J].中国建筑金属结构,2021,(07):78-79.
- [4]郭永福.浅谈昆明地区建筑基坑支护结构的选型[J].施工技术,2020,(12):135-136.