

高层建筑基坑桩锚基坑支护技术

许 强

广州市泰基工程技术有限公司 广东 广州 510700

摘 要：高层建筑基坑桩锚基坑支护技术，以其强大的承载能力和良好的稳定性，成为现代高层建筑施工中不可或缺的关键技术。该技术通过桩基与锚杆的有机结合，有效抵抗基坑开挖过程中产生的侧向土压力和水压力，确保基坑及周边环境的安全稳定。本文深入探讨了桩锚基坑支护技术的设计原则、施工工艺、质量控制以及安全管理等方面的内容，为高层建筑基坑工程提供了重要的技术参考和实践指导。

关键词：深基坑工程；预应力锚索；支护结构；变形监测

1 高层建筑基坑工程的定义

高层建筑基坑工程是指在进行高层建筑物（如摩天大楼、高层住宅、商业综合体等）基础施工时，对地表以下空间进行开挖、支护、降水及土方处理等一系列综合性工程技术措施的总称。这一工程旨在确保基坑开挖过程中及周边环境的安全稳定，防止因土方开挖导致的边坡失稳、地面沉降、地下水位变化等不利因素，影响邻近建筑、道路、管线等设施的安全与正常使用。基坑工程涉及地质勘察、设计计算、施工监测、安全防护等多个环节，需根据地质条件、基坑深度、周边环境等因素制定科学合理的施工方案。其中，支护结构的选型与设计尤为关键，它直接决定了基坑的稳定性和施工安全，基坑开挖过程中的降水处理、土方运输与堆放等也是不可忽视的重要环节，需严格遵循相关技术规范与标准，确保工程顺利进行并达到设计要求。

2 高层建筑基坑支护的基本要求和重要性

高层建筑基坑支护的基本要求是确保基坑开挖过程中及后续施工阶段，基坑边坡的稳定性、安全性和对周边环境的最小影响。这要求支护结构必须具备足够的强度和刚度，以抵抗侧向土压力和地下水压力，防止基坑坍塌、滑移或隆起。支护设计还需考虑基坑开挖引起的周边地面沉降和位移，采取相应措施保护邻近建筑物、道路、地下管线等设施的安全。高层建筑基坑支护的重要性不言而喻。第一、它是保障施工安全的前提，有效的支护能够防止基坑坍塌等事故，保护施工人员和现场设备的安全^[1]。第二、基坑支护对保护周边环境具有重要意义，避免基坑开挖对邻近建筑物、道路和地下设施造成损害。第三、合理的支护设计还能提高施工效率，减少因基坑变形导致的工期延误和额外成本，在高层建筑基础施工中，基坑支护是一项至关重要的工程技术措施。

3 基坑支护技术分类

3.1 桩基坑支护技术

桩基坑支护技术主要依赖于桩体结构来承受基坑侧壁的土压力和水压力，确保基坑的稳定性。该技术通常包括钻孔灌注桩、人工挖孔桩或预制桩等类型。桩体通过深入稳定土层或岩层，形成有效的支护体系，能够抵抗较大的侧向力，适用于基坑深度大、地质条件复杂的情况。

3.2 锚杆支护技术

锚杆支护技术是一种利用锚杆将基坑侧壁与深层稳定地层相联结的支护方式。它通过施加预应力，使锚杆与周围土体共同承担基坑侧壁的侧向压力，达到稳定基坑的目的。锚杆支护技术具有施工灵活、适应性强的特点，可以根据实际需要进行调整和优化。

3.2.1 锚索支护

锚索支护是锚杆支护技术的一种形式，它采用高强度钢绞线作为锚杆材料，通过注浆或张拉等方式将锚索固定在稳定地层中。锚索支护能够提供较大的拉力，有效抵抗基坑侧壁的侧向变形，特别适用于地质条件较差或基坑深度较大的情况。

3.2.2 土钉墙支护

土钉墙支护是一种在基坑侧壁土体中设置土钉，并与喷射混凝土面板相结合的支护方式。土钉通过注浆或击入方式固定在土体中，与喷射混凝土面板共同形成连续的支护结构。该技术施工简便、造价低廉，适用于基坑深度较浅、地质条件较好的情况。

3.2.3 桩锚结合支护技术

桩锚结合支护技术是将桩体支护与锚杆支护相结合的一种综合支护方式。它结合了桩体支护的承载能力和锚杆支护的灵活性，能够更有效地抵抗基坑侧壁的侧向压力和变形。桩锚结合支护技术适用于基坑深度大、地

质条件复杂、周边环境敏感的情况，能够提供更加可靠和安全的支护效果。

4 基坑桩锚基坑支护技术应用

4.1 基坑桩基支护技术的选择与设计原则

在高层建筑的基坑工程中，桩基支护技术因其良好的承载能力和稳定性而被广泛应用。选择适宜的桩基支护技术并遵循科学的设计原则，是确保基坑施工安全、控制工程成本、保护周边环境的关键^[2]。（1）选择原则；首先需对基坑所在地的地质条件进行详细勘察，包括土层分布、地下水位、岩石性质等，以确定桩基的适宜类型和深度。对于软弱土层或高水位地区，需采用特殊设计的桩基，如长桩、大直径桩或预应力管桩等。基坑的深度和尺寸直接影响桩基的布置方式和数量。深大基坑通常需要更强的支护体系，可能需要采用多层或多排桩基进行支护。在选择桩基支护技术时，必须充分考虑基坑周边建筑物、道路、管线等设施的安全。通过精确的计算和模拟分析，确保桩基施工对周边环境的影响控制在可接受范围内。在满足安全和稳定性要求的前提下，应尽量选择经济合理的桩基支护方案。考虑材料成本、施工难度、工期等因素，进行多方案比选，选择最优方案。（2）设计原则；桩基支护设计应满足强度和稳定性的要求，确保在基坑开挖过程中及后续施工阶段，桩基能够有效抵抗侧向土压力和水压力，防止基坑坍塌。除了强度和稳定性外，还需控制桩基的变形。通过合理的桩径、桩长、桩间距等设计参数，减小基坑开挖引起的地面沉降和周边建筑物的位移。设计时应考虑施工的便利性和可操作性。尽量采用标准化的构件和材料，简化施工工艺，缩短工期，降低施工成本。在设计过程中，应注重环境保护。采取有效措施减少施工噪声、粉尘和废水等污染物的排放，保护周边生态环境。

4.2 桩基支护技术的施工工艺与质量控制

桩基支护技术的施工工艺直接影响其支护效果和质量。为确保施工质量和安全，需严格遵循施工工艺流程，加强质量控制。施工工艺流程；（1）施工准备：包括场地平整、测量放线、材料准备等。确保施工现场符合安全文明施工要求，测量数据准确无误，材料质量合格。（2）桩基施工：根据设计要求进行桩基施工。对于钻孔灌注桩，需进行钻孔、清孔、安放钢筋笼、灌注混凝土等工序；对于预制桩，则进行吊装、打入或压入等工序。（3）支护结构安装：在桩基施工完成后，安装支护结构。如采用钢板桩或混凝土围护墙等支护形式，需进行安装、固定和连接等工序。（4）监测与调整：在支护结构安装过程中及基坑开挖过程中，进行实时监测。

包括支护结构的应力、变形以及周边环境的位移等。根据监测结果及时调整施工方案和支护参数。质量控制要点；严格检查进场材料的质量证明文件和外观质量，确保材料符合设计要求。加强施工过程的监督和检查，确保各项施工工艺流程严格按照规范执行。对关键工序进行旁站监督，确保施工质量。及时收集和分析监测数据，掌握支护结构的受力状态和变形情况。一旦发现异常情况，立即采取措施进行处理。在支护结构安装完成后，采取有效措施进行成品保护。防止施工机械和人员损坏支护结构，影响支护效果。

4.3 锚杆基坑支护技术的优缺点及应用场景

锚杆基坑支护技术以其施工灵活、适应性强的特点在基坑工程中得到了广泛应用。该技术也存在一定的优缺点和适用范围。其一、优点：锚杆支护技术可以根据基坑的形状、大小和地质条件进行灵活布置和调整。适应性强，能够满足不同工程的支护需求。锚杆通过深入稳定地层并施加预应力，能够提供较大的承载能力。有效抵抗基坑侧壁的侧向压力和水压力。相比于其他支护技术，锚杆支护技术的材料成本和施工难度相对较低。有利于控制工程成本和提高经济效益。其二、缺点：锚杆支护技术对于地质条件的要求较高。在软弱土层或含水丰富的地层中，锚杆的锚固效果可能受到影响。锚杆施工过程中可能产生噪音和振动。对周边环境造成一定影响，需要采取相应的降噪和减震措施。其三、应用场景：锚杆基坑支护技术因其独特的优势，在多种基坑工程中得到了广泛应用。在城市中心区域，由于周边建筑物密集、道路狭窄、地下管线复杂，对基坑支护的要求极高。锚杆支护技术因其施工灵活、占地面积小、对周边环境影响小等特点，非常适合用于此类基坑工程。通过精确设计和施工，可以有效控制基坑变形，保护周边建筑物的安全。在一些地质条件复杂的地区，如软土地区、岩溶地区或存在不良地质现象的场地，传统的支护方式可能难以满足要求。锚杆支护技术通过深入稳定地层并施加预应力，能够有效提高支护结构的承载能力和稳定性，适应复杂地质条件下的基坑支护需求。对于深度较大、开挖面积广的基坑工程，锚杆支护技术能够提供强大的侧向支撑力，防止基坑坍塌和周边地面沉降。同时，结合其他支护方式（如桩基支护、地下连续墙等），可以形成更加完善的支护体系，确保基坑施工的安全和顺利进行。在一些临时性基坑工程中，如地铁车站施工基坑、临时性建筑基础开挖等，锚杆支护技术因其施工速度快、造价相对较低的特点而备受青睐。通过快速安装锚杆并施加预应力，可以迅速形成有效的支护

结构,为基坑开挖和后续施工提供有力保障。随着环保意识的提高,越来越多的基坑工程需要满足严格的环保要求^[3]。锚杆支护技术在施工过程中产生的噪音、振动和废弃物相对较少,且对周边环境的干扰较小,在环保要求高的基坑工程中,锚杆支护技术成为了一种较为理想的选择。

5 高层建筑基坑支护技术安全管理

5.1 基坑支护施工安全注意事项

在进行高层建筑基坑支护施工时,必须严格遵守一系列安全注意事项,以确保施工过程的安全可控。施工前,应详细了解施工图纸和设计方案,明确施工区域的地质条件、基坑深度、周边环境等情况。制定详细的安全施工方案,明确施工流程、安全措施及责任人,对施工人员进行安全教育和培训,提高其安全意识和操作技能。施工现场应设置明显的安全警示标志和围挡,禁止非施工人员进入。施工机械和设备应定期检查和维修,确保其处于良好状态。施工人员应穿戴符合要求的劳动防护用品,如安全帽、安全鞋、防护眼镜等。在基坑边缘作业时,应设置安全护栏和警示灯,防止人员坠落。严格按照施工方案和操作规程进行施工,禁止违章作业和冒险蛮干。在进行钻孔、注浆、吊装等危险作业时,应安排专人指挥和监督,确保操作规范和安全。对于特殊工种(如电工、焊工等),应持证上岗,确保操作安全。加强对施工材料的管理,确保材料质量符合设计要求。对于易燃、易爆、有毒等危险材料,应设置专门的仓库进行存放,并采取相应的防火、防爆、防毒措施。施工过程中应注重环境保护,采取有效措施减少噪音、粉尘和废水等污染物的排放。对于产生的废弃物和垃圾,应及时清理并运至指定地点处理。

5.2 安全监测及预警系统建设

安全监测及预警系统是预防基坑支护安全事故的重要手段,通过实时监测基坑支护结构的受力状态和变形情况,及时发现并处理潜在的安全隐患。安全监测应涵盖基坑支护结构的应力、变形、位移等多个方面。具体包括支护桩(墙)的侧向位移、沉降量、倾斜度等指标;锚杆(索)的拉力、预应力损失等指标;以及周边环境的地面沉降、建筑物位移等指标。采用先进的监测技术和设备进行监测,如全站仪、测斜仪、应力计等。根据监测方案设定合理的监测频率和监测点位,确保监

测数据的准确性和可靠性。建立完善的预警系统,根据监测数据设定预警阈值。一旦监测数据超过预警阈值,立即触发预警机制,通知相关人员进行处理,制定应急预案,明确应急响应程序和处置措施,确保在发生安全事故时能够迅速、有效地进行处置。

5.3 安全事故应急预案和处理措施

尽管采取了严格的安全管理措施和监测预警系统,但仍无法完全避免安全事故的发生,制定完善的安全事故应急预案和处理措施至关重要。根据基坑支护工程的特点和潜在的安全风险,制定详细的安全事故应急预案。明确应急响应程序、应急处置措施、救援力量和物资保障等内容。定期组织应急演练,提高应急响应能力和处置效率,一旦发生安全事故,立即启动应急预案^[4]。首先进行事故报告,向上级主管部门和有关单位报告事故情况,迅速组织救援力量赶赴现场进行处置。根据事故类型和严重程度采取相应的处置措施,如疏散人员、切断危险源、保护现场等。在事故处理完毕后,组织专业人员进行事故调查和分析。查明事故原因和责任主体,总结经验教训并制定相应的改进措施。通过事故案例的学习和教育,提高全员的安全意识和风险防范能力。

结束语

高层建筑基坑桩锚基坑支护技术是一项集科学性、技术性、安全性于一体的综合工程技术。通过不断优化设计、精细施工和严格管理,可以充分发挥其支护效能,确保基坑工程的安全顺利进行。未来,随着建筑技术的不断进步和创新,桩锚基坑支护技术将更加完善,为高层建筑的发展提供更加坚实可靠的技术支撑。

参考文献

- [1]梁孟孟,唐明亮,梅轲.临近超高层建筑超大深基坑桩锚+内支撑与结构一体化施工技术[J].施工技术,2017(20):34-37
- [2]张亭.桩锚支护结构在深基坑工程中的应用研究[J].建筑工程技术与设计,2018,(17):5539.
- [3]周勇,朱亚薇.深基坑桩锚支护结构和土体之间协同作用[J].岩土力学,2018,39(9):46-52.
- [4]韩健勇,赵文,贾鹏蛟,等.桩锚支护结构深基坑受力变形及稳定性分析[J].地下空间与工程学报,2017,13(S2):7-14.