

高层建筑工程施工中桩基础施工及检测技术

徐 刚

呼和浩特市四方工程质量检测试验有限公司 内蒙古 呼和浩特 010010

摘 要：高层建筑工程桩基础施工至关重要。本文阐述施工前技术准备，包括地质勘察、方案编制、机械材料准备；介绍预制桩制作运输、沉桩方法及控制；探讨灌注桩成孔工艺、钢筋笼制作安装、混凝土灌注与质量控制；强调桩身垂直度、桩端入持力层、群桩施工顺序等关键技术控制，为高层建筑工程桩基础施工提供技术参考。

关键词：高层建筑；桩基础施工；预制桩；灌注桩；技术控制

引言：高层建筑不断发展，桩基础作为关键支撑结构，施工质量直接影响建筑安全与稳定性。桩基础施工涉及地质条件复杂、施工工艺多样等问题，需科学规划与精准控制。从施工前准备到各环节技术要点，再到关键技术把控，每个步骤都关乎桩基质量，因此深入研究桩基础施工技术具有重要意义。

1 桩基础施工前的技术准备

1.1 地质勘察与数据采集

地质勘察是桩基础施工的基础性工作，需全面掌握场地地质条件。勘察范围应覆盖整个施工区域，重点查明土层垂直分布特征，区分黏性土、砂土、碎石土等不同土层的厚度与力学性质^[1]。对于岩质地基，需确定岩石风化程度、坚硬程度及完整性，判断是否存在软弱夹层或破碎带。地下水位监测需设置多个观测孔，掌握水位动态变化规律，分析施工期间可能出现的最高水位与最低水位。特殊地质现象如溶洞、土洞、采空区等需通过地质雷达或钻孔取芯进行详细探测，评估对桩基施工的影响程度。地质灾害历史调查需查阅地方志与地质资料，了解场地是否发生过地震、滑坡、泥石流等灾害，为桩基抗震设计提供参考。采集到的地质数据需整理成详细报告，数据精度需满足桩基设计要求，为后续桩型选择、桩长计算与施工机械选型提供可靠依据。

1.2 施工方案编制

施工方案编制需综合地质勘察结果与建筑荷载要求，科学确定桩型、尺寸及施工顺序。桩型选择涵盖混凝土桩、钢桩及组合桩三大类，其中混凝土桩因成本较低应用广泛，钢桩适用于超高层建筑或特殊地质条件，组合桩则结合两者优势用于复杂地层。桩长设计需满足承载力要求，通常需穿透软弱土层至坚硬持力层，桩端进入持力层深度根据岩土性质确定。桩直径设计需考虑成孔工艺限制，例如螺旋钻成孔直径不宜超过1米，旋挖钻则可实现更大直径。施工顺序规划需遵循对称施打原

则，避免单向推进导致土体挤压偏移，同时遵循先深后浅原则，防止浅层桩施工扰动深层桩体。技术交底环节需向施工团队明确关键参数与操作标准。贯入度控制是锤击桩施工的核心指标，需根据桩端阻力动态调整锤击能量。混凝土配合比设计需兼顾强度与流动性，例如大直径灌注桩需采用低水灰比混凝土防止离析。质量标准涵盖桩位偏差、垂直度及承载力等指标，例如桩位偏差需控制在50毫米以内。安全措施需包括机械操作规范、高空作业防护及应急预案等内容，确保施工全过程安全可控。

1.3 施工机械与材料准备

施工机械选型需匹配地质条件与桩型要求。锤击式打桩机适用于密实砂土层，通过重锤冲击实现沉桩，但噪声较大需控制施工时段。静压式打桩机利用反力装置压入桩体，适合软土层施工且噪声低，但需配备足够配重。振动式打桩机通过高频振动减少土体阻力，适用于砂土层或人工填土层，但需控制振动频率避免周边建筑物受损。钻孔设备选择需考虑成孔直径与深度，螺旋钻适用于干作业成孔，冲击钻适合岩层钻孔，旋挖钻则具备高效成孔能力且适应多种地质条件。材料准备需严格把控质量标准。混凝土强度等级需满足设计要求，例如灌注桩通常采用C30以上混凝土，确保桩身抗压承载力。钢筋规格需符合配筋计算结果，主筋直径通常不小于14毫米，箍筋间距需满足抗剪需求^[2]。钢桩材质需选用Q345B等低合金高强度钢，确保桩身抗弯性能。材料进场需提供质量证明文件，并按规范进行抽样检测，例如混凝土需检验坍落度与抗压强度，钢筋需测试屈服强度与延伸率，不合格材料严禁用于施工。

2 预制桩施工技术要点

2.1 预制桩制作与运输

预制桩制作需根据桩型选择适配工艺。混凝土桩多采用离心法或振动法成型，离心法通过高速旋转使混凝

土密实，适用于管桩生产，能提升桩身均匀性与抗裂性。振动法利用振动台振捣混凝土，适合实心方桩制作，可有效排除气泡提升强度。钢桩制作需重点关注防腐处理，通常采用热镀锌或环氧涂层工艺，在桩体表面形成保护层，延缓钢材锈蚀速度，延长桩基使用寿命。制作过程中需严格控制尺寸偏差，例如桩身弯曲度不得超过桩长的千分之一，端部平整度偏差需控制在2毫米以内，确保沉桩时桩体垂直度。运输环节对桩身强度有严格要求，需待混凝土强度完全达到设计值后方可起运，避免运输振动导致桩身开裂。堆放场地应平整坚实，桩下需铺设垫木，且垫木位置需与吊点对齐，防止桩体因受力不均产生弯曲。堆放层数需根据桩身强度与垫木承载力确定，通常不超过4层，层间需用方木隔开，保持桩体稳定。运输车辆行驶需平稳，避免急刹车或急转弯，长距离运输时需定期检查桩体固定情况，防止桩体滑移或碰撞损坏。

2.2 沉桩方法与控制

锤击沉桩需遵循“重锤低击”原则，通过选用较重锤头与较低落距，将冲击能量集中于桩端，减少桩身应力集中。施工时需控制最后三阵贯入度，即每阵10击的桩体沉降量，通过贯入度变化判断桩端是否进入持力层。若贯入度突然减小，说明桩端已接触坚硬岩层或土层，需调整锤击参数避免桩身损伤。静压沉桩利用压桩机自重与配重产生的反力，将桩体逐步压入土中，适用于软土地基施工。压桩过程中需实时监测压桩力变化，当压桩力急剧增大时，可能遭遇坚硬障碍物或桩端进入持力层，需暂停施工进行核查。同时需严格控制桩身垂直度，通过全站仪或线坠实时监测，偏差不得超过桩长的千分之三，防止桩体偏斜影响承载力。接桩技术分焊接与硫磺胶泥锚接两种方式。焊接接桩需将上下节桩对齐，端部间隙控制在2毫米以内，焊接时采用分层对称施焊，确保焊缝饱满无气孔，焊后需自然冷却8分钟以上方可继续沉桩。硫磺胶泥锚接需控制胶泥配比与凝固时间，将胶泥灌入下节桩锚筋孔后，迅速插入上节桩并保持轴线重合，待胶泥凝固至规定强度后方可施压，避免接桩部位松动。

3 灌注桩施工技术要点

3.1 成孔工艺选择

成孔工艺需根据地质条件与施工环境灵活选用。干作业成孔适用于地下水位较低的土层，如黏性土或粉土层。采用螺旋钻机施工时，钻头旋转切削土体，钻杆提升过程中需及时清理孔底虚土，避免沉渣过厚影响桩端承载力^[3]。人工挖孔虽效率较低，但适用于狭窄场地或大

直径桩施工，挖孔过程中需设置护壁防止塌孔，每挖深1米需浇筑一圈混凝土护壁，护壁厚度通常不小于150毫米。泥浆护壁成孔是地下水位较高时的常用工艺，通过泥浆循环系统维持孔壁稳定。泥浆需具备良好粘聚性与悬浮性，比重控制在1.1至1.3之间，过稀易导致塌孔，过稠则影响钻进效率。施工过程中需持续监测泥浆性能，及时补充膨润土或水玻璃等外加剂调整指标。成孔至设计深度后，需进行第一次清孔，采用换浆法或掏渣法清除孔底沉渣，确保沉渣厚度不超过300毫米。套管成孔工艺利用钢套管护壁，适用于砂土或淤泥质土等易塌孔地层。施工时采用振动锤或冲击锤将套管压入土中，边压入边取土，直至达到设计深度。套管压入过程中需保持垂直度，偏差不得超过桩长的千分之一，防止套管偏斜导致桩身倾斜。成孔后需立即吊放钢筋笼并灌注混凝土，避免套管拔出后孔壁坍塌。

3.2 钢筋笼制作与安装

钢筋笼制作需严格把控尺寸精度与焊接质量。主筋间距偏差需控制在10毫米以内，箍筋间距偏差不得超过20毫米，确保钢筋笼整体刚度。保护层垫块采用混凝土预制块或塑料卡环，厚度不小于50毫米，沿钢筋笼周向均匀布置，每2米设置一道，保证混凝土保护层厚度符合设计要求。焊接接头需错开布置，同一截面内接头数量不得超过主筋总数的50%，焊接长度需满足规范要求，避免出现虚焊或咬边缺陷。钢筋笼吊放需采用专用吊具，保持垂直缓慢下放，避免碰撞孔壁造成塌孔。大直径钢筋笼可分段制作，现场拼接时需保证上下节主筋对齐，焊接牢固后方可继续下放。钢筋笼就位后需采取固定措施，在孔口设置横担或锚筋，防止混凝土灌注过程中钢筋笼上浮或偏移。

3.3 混凝土灌注与质量控制

水下混凝土灌注必须采用导管法施工，这是确保成桩质量的关键环节。导管需具备足够强度与密封性，内径通常为200至300毫米。施工过程中，导管埋入混凝土深度需严格控制在2至6米之间，过浅易导致泥浆掺入形成夹泥，过深则增加灌注阻力可能引发堵管。灌注过程中需保持连续作业，避免中途停顿造成断桩，特别注意每车混凝土灌注间隔时间不得超过初凝时间。相比之下，干作业成孔混凝土灌注需采用分层振捣工艺，每层厚度不超过500毫米，采用插入式振捣棒振捣至表面泛浆为止，确保混凝土密实度。振捣操作时需遵循快插慢拔原则，避免触碰钢筋笼或孔壁，防止混凝土离析或孔壁土体松动。最后，灌注至桩顶标高后需超灌500毫米以上，这一措施是为了保证桩顶混凝土质量，待混凝土达

到设计强度后凿除浮浆层即可。

4 桩基础施工中的关键技术控制

4.1 桩身垂直度控制

桩身垂直度直接影响桩基承载力与结构安全,需从桩架安装阶段严格把控。施工前需平整场地并夯实基础,确保桩架底座稳固,避免地基沉降导致桩架倾斜。采用经纬仪或全站仪进行多方位监测,实时调整桩架垂直度。若发现偏斜超限,应立即停止施工,检查桩架连接螺栓、底座垫实情况,必要时重新调整^[4]。沉桩过程中需持续监测垂直度,锤击沉桩时每锤击10次检查一次,静压沉桩时每压入1米检查一次。若桩身已发生偏斜,严禁强行纠偏,应分析原因后处理。预制桩需拔出重打或局部开挖修正;灌注桩需调整钻机或导管位置。纠偏时需控制操作力度,避免桩身断裂或孔壁塌落。

4.2 桩端入持力层控制

桩端进入持力层的深度与质量是决定桩基承载力的核心因素。施工前需详细研究地质勘察报告,明确持力层岩土特性与埋深分布。锤击沉桩时,通过观察贯入度变化判断桩端是否进入持力层;静压沉桩时,需监测压桩力变化;钻孔灌注桩则需在桩端附近进行岩样取样,确认岩土性质。端承桩需确保桩端进入持力层的深度不小于1倍桩径,坚硬岩层可适当减少但不得小于0.5倍桩径;摩擦桩需同时满足设计标高与贯入度双控要求。若遇地质异常,如持力层埋深与设计不符或存在软弱夹层,需及时与设计单位沟通,调整桩长或变更施工方案。

4.3 群桩施工顺序优化

群桩施工顺序需综合考虑地质条件、桩型规格与周边环境,通过科学排布减少挤土效应。软土地基施工时,应采用对称施打或间隔跳打方式,相邻施工区域宜间隔1至2天,为土体应力释放提供时间。对于大直径桩或长桩群,可采用先中心后外围的施工顺序,利用中心桩对周边土体的约束作用减少位移。施工规划需避开地下管线与周边建筑物,必要时在邻近建筑物侧设置应力释放孔或隔离桩。施工过程中需加强监测,若发现邻桩上浮量或倾斜度超限,应立即停止施工并采取高压注浆、增设锚杆静压桩等补救措施。

4.4 桩基质量检测方法

桩基施工完成后,必须通过系统的质量检测验证其

承载能力与结构完整性,这是确保高层建筑安全的重要环节。常用的检测方法主要包括静载试验、高应变动力测试与低应变完整性检测。静载试验通过在桩顶施加荷载并测量沉降,直接确定单桩承载力,结果准确可靠,常作为工程验收的依据。高应变动力测试采用重锤冲击桩顶,通过分析应力波传播特性,可间接推算桩基承载力并判断桩身完整性^[5]。低应变完整性检测则通过敲击桩顶产生振动,利用反射波信号分析桩身阻抗变化,以判断是否存在缩颈、离析或断桩等缺陷,该方法快捷经济,适用于普查。检测工作应遵循先普查后详勘的原则,即先采用低应变法进行完整性普查,再对代表性桩或怀疑有质量问题的桩进行静载试验或高应变验证。检测点布置需具有代表性,且应覆盖不同施工条件和地质区域的桩基。检测数据需结合施工记录与地质报告进行综合判读,若发现桩身缺陷或承载力不足,应及时采取补桩、注浆加固等补救措施,确保桩基整体质量满足设计要求。

结束语

高层建筑桩基础施工技术涉及多环节协同与精细控制。从地质勘察到施工方案制定,从预制桩沉桩到灌注桩成孔,各阶段均需严格执行技术标准。通过垂直度精准控制、持力层准确判断与群桩顺序优化,可有效提升桩基整体性能。施工过程中应持续完善工艺参数,强化质量监测,确保桩基工程安全可靠,为高层建筑建设奠定坚实基础。

参考文献

- [1]杜永强.浅谈高层建筑工程施工中的桩基础施工技术[J].建材发展导向,2024,22(05):92-94.
- [2]周华军.高层建筑工程施工中桩基础施工技术分析[J].建设科技,2024,(02):51-53.
- [3]邱翔.探究高层建筑工程施工中的桩基础施工技术[J].居业,2023,(11):61-63.
- [4]定震.高层建筑工程施工中桩基础施工技术分析[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(27):121-123.
- [5]吴越.高层建筑工程施工中桩基础施工技术分析研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025(1):166-169.