

建筑地基基础工程施工技术

李 影

河北省第二建筑工程有限公司 河北 石家庄 050000

摘要：建筑地基基础工程是确保建筑物稳定安全的核心环节。施工技术涵盖地基处理、浅基础（独立、条形、筏板、箱型）与深基础（桩基、沉井、地下连续墙）施工。关键技术包括强夯、换填、高压喷射注浆等加固方法，以及排桩支护、基坑降水等防护措施。施工需严格质量控制，从材料检验、工序验收到沉降观测，确保符合设计规范。同时，加强安全管理，预防坍塌、沉降等事故，保障施工安全。

关键词：建筑地基；基础工程；施工技术

引言：建筑地基基础工程作为建筑物的根基，其施工质量直接关乎建筑整体的安全性与稳定性。随着建筑高度的不断增加、工程地质条件的日益复杂，地基基础施工技术面临着更高要求与挑战。从软土地基处理到深基坑支护，从桩基础施工到信息化监测，每一环节都需精准把控。合理运用先进的施工技术与科学的管理手段，不仅能有效提升地基承载力、减少沉降风险，更能为上部结构的安全使用提供坚实保障。

1 建筑地基基础工程分类与特点分析

1.1 地基基础类型

(1) 浅基础：埋置深度较浅（通常小于5m），施工简便且成本较低，适用于浅层土层承载力较强的场地。其中，独立基础多用于框架结构柱下，呈台阶式或杯口式，能单独承受柱体荷载；筏板基础为整片钢筋混凝土板，可均匀传递荷载，适用于荷载较大或地基土层不均匀的建筑，如高层建筑地下室；条形基础沿墙体长度方向设置，断面呈梯形或矩形，常用于砖混结构，能有效分散墙体荷载至地基。(2) 深基础：埋置深度大于5m，需借助专业设备施工，承载力强，适用于浅层地基承载力不足的情况。桩基础由桩体和承台组成，通过桩身将荷载传递至深层坚硬土层，按施工方式可分为预制桩和灌注桩，广泛应用于高层建筑、桥梁等工程；沉井基础是先在在地面制作井筒状结构，再通过排水或不排水方式下沉至设计标高，整体性好、防水性强，多用于地下水位较高的场地；地下连续墙则通过成槽机开挖沟槽，浇筑混凝土形成连续墙体，兼具挡土、止水和承重等功能，适用于复杂地质条件下的深基坑工程^[1]。

1.2 地质条件对施工的影响

(1) 不同地质条件特性差异显著：软土地基含水量高、压缩性大、承载力低，易出现沉降变形；湿陷性黄土遇水后结构迅速破坏，产生显著湿陷变形；膨胀土受

湿度变化影响，会发生膨胀隆起或收缩开裂；岩溶地基存在溶洞、溶沟等地质缺陷，易导致地基失稳。(2) 特殊地质条件下施工面临诸多难点与风险：软土地基施工易出现基坑坍塌、桩体偏移，需采取加固措施；湿陷性黄土地区需处理地基湿陷问题，否则会引发建筑开裂；膨胀土地区施工需控制地基湿度，防止土体胀缩破坏基础；岩溶地基施工前需探明溶洞分布，避免桩体落入溶洞导致承载力不足，引发工程事故。

2 建筑地基基础工程关键施工技术研究

2.1 地基处理技术

(1) 物理加固法以物理作用改善地基性能，适用性广且环保性强。强夯法通过重锤（通常10-40t）从6-30m高度自由落下，对地基土体施加冲击能，压缩孔隙、提高密实度，适用于碎石土、砂土等粗颗粒土层，施工时需根据地质条件调整夯击能量与遍数，避免过度夯击导致土体液化；换填法将基础底面下软弱土层挖除，换填级配砂石、灰土等强度高的材料，分层碾压密实，常用于处理深度小于3m的软弱地基，需严格控制换填材料级配与压实度，确保承载力达标；排水固结法通过设置砂井、塑料排水板等排水体，加速地基土中孔隙水排出，使土体逐渐固结、强度提升，适用于软土地基，施工周期较长，需配合堆载预压或真空预压工艺，缩短固结时间。(2) 化学加固法借助化学浆液与土体反应实现加固，适用于复杂地质条件。高压喷射注浆法通过高压泵将水泥浆液以20-40MPa压力从喷嘴喷出，切割土体并与之混合，形成柱状、壁状等固结体，可分为旋喷、定喷、摆喷三种形式，适用于淤泥、黏性土等软土层，施工时需控制注浆压力、提升速度，防止出现断桩或浆液扩散不均；深层搅拌法利用搅拌机械将水泥、石灰等固化剂与土体强制搅拌，形成水泥土或石灰土桩体，提升地基承载力，按施工方式分为干法和湿法，适用于处理

淤泥质土、粉质黏土,需确保搅拌均匀,避免出现夹泥层影响加固效果^[2]。(3)复合地基技术通过在地基中设置增强体,与天然地基共同承担荷载,性价比高。CFG桩(水泥粉煤灰碎石桩)由碎石、粉煤灰、水泥等混合制成,桩体强度高,与桩间土、褥垫层形成复合地基,适用于多层及高层建筑地基处理,施工时需控制桩长、桩径及混凝土坍落度;碎石桩通过振动、冲击等方式将碎石填入土层形成桩体,改善地基排水条件,提高抗液化能力,适用于砂土、粉土地基;水泥土搅拌桩与深层搅拌法原理相似,桩体强度较低,主要通过置换、挤密作用提升地基性能,适用于荷载较小的建筑地基。

2.2 桩基础施工技术

(1)预制桩施工需注重工艺选择与质量把控。静压桩通过液压设备将预制桩缓慢压入土层,无噪音、无振动,适用于市区及对环境要求高的场地,施工时需监测压桩力与桩身垂直度,防止桩体断裂;锤击桩利用柴油锤、液压锤等冲击能量将桩打入地基,施工效率高,但噪音与振动大,适用于郊区或空旷场地,需控制锤击力度,避免过度锤击导致桩顶破损。二者均需严格检查预制桩外观质量,确保桩身无裂缝、露筋,同时做好桩位偏差监测,偏差需符合规范要求(通常不大于100mm)。(2)灌注桩施工需把握关键操作要点。旋挖桩通过旋挖钻机钻孔,成孔速度快、效率高,适用于黏性土、砂土、卵石土等地质,施工时需控制钻孔深度与孔径,及时清理孔底沉渣(沉渣厚度通常不大于50mm),浇筑混凝土时采用导管法,防止出现断桩;人工挖孔桩由人工开挖成孔,适用于地下水位低、土层稳定的场地,施工时需设置护壁(如砖砌护壁、混凝土护壁),防止孔壁坍塌,同时做好通风与安全防护,避免缺氧或坠物事故。(3)桩端后注浆技术可显著提升桩基础承载力。施工时在桩身预留注浆管,待桩身混凝土达到设计强度后,将水泥浆液通过注浆管压入桩端土层,浆液填充桩端孔隙、胶结土体,形成扩大头,减少桩端沉降,提高单桩承载力(通常可提升20%-50%)。需控制注浆压力(一般为2-6MPa)、注浆量,确保浆液均匀扩散,同时监测桩顶沉降,验证加固效果^[3]。

2.3 基坑支护技术

(1)不同基坑支护形式适用场景各异。排桩支护由钢筋混凝土灌注桩或预制桩排列组成,适用于基坑深度5-12m、土层较稳定的场地,施工时需设置冠梁与锚杆,增强整体稳定性;地下连续墙支护刚度大、止水效果好,适用于深基坑(深度大于12m)及复杂地质条件,如软土、砂土地基;土钉墙通过在基坑边坡植入土钉,喷

射混凝土面层,形成复合支护体系,适用于基坑深度小于10m、土层自稳性好的场地,施工成本低、速度快;SMW工法桩(型钢水泥土搅拌桩)由水泥土搅拌桩与型钢组成,兼具挡土与止水功能,可回收型钢,节能环保,适用于软土地基及对环保要求高的场地^[4]。(2)深基坑降水与止水技术是保障施工安全的关键。降水技术常用井点降水(如轻型井点、管井井点),通过抽排地下水,降低地下水位至基坑底面以下0.5-1.0m,防止基坑积水;止水技术可采用止水帷幕(如高压喷射注浆帷幕、深层搅拌桩帷幕),阻断地下水渗透路径,避免出现管涌、流砂等事故。施工时需根据地质条件与地下水位情况,选择合适的降水与止水方案,同时监测地下水位变化,防止过度降水导致周边地面沉降。

2.4 信息化施工与监测技术

(1)BIM技术为地基工程提供全流程数字化管理。在设计阶段,可建立地基工程BIM模型,模拟地质条件与施工过程,优化施工方案,如模拟桩基础施工路径,避免与地下管线冲突;施工阶段,通过BIM模型实现可视化交底,指导现场作业,同时将施工数据(如桩长、注浆量)录入模型,实现质量追溯;运维阶段,BIM模型可存储地基工程信息,为后续建筑维护提供数据支持。(2)自动化监测系统实时掌握地基工程动态。沉降监测采用高精度水准仪、全站仪或GNSS定位系统,监测建筑基础及周边地面沉降量,确保沉降速率符合规范要求(通常不大于2mm/d);位移监测通过布设测斜管、位移计,监测基坑边坡、桩体水平位移,防止出现坍塌风险;孔隙水压力监测利用孔隙水压力计,实时监测地基土中孔隙水压力变化,为降水、注浆等施工提供依据。自动化监测系统可实现数据自动采集、传输与分析,及时预警异常情况,保障施工安全。

3 建筑地基基础工程施工质量控制与安全管理

3.1 质量控制体系构建

(1)施工前需筑牢质量基础:地质勘察需采用专业设备(如钻探机、土工试验仪),确保勘察数据(土层分布、承载力、地下水位)准确,避免因勘察误差导致设计偏差;设计方案审核需组织勘察、设计、施工多方专家会审,重点核查地基处理方式、桩基础参数、基坑支护方案是否匹配地质条件,例如软土地基若采用浅基础设计,需验证其承载力是否满足荷载要求。(2)施工中需强化过程管控:材料检验需按规范抽样送检,如水泥需检测强度、安定性,钢筋需检测抗拉强度、屈服强度,不合格材料严禁入场;工序验收实行“三检制”(自检、互检、专检),如桩基础施工中,成孔后需验

收孔径、孔深、沉渣厚度,合格后方可浇筑混凝土;实时监测需跟踪关键指标,如基坑开挖时监测边坡位移,确保施工符合质量标准。(3)施工后需严格质量验收:承载力检测可采用静载试验、高应变法,验证桩基础、复合地基承载力是否达标,例如单桩静载试验需分级加载,记录桩顶沉降量;沉降观测需设置永久观测点,定期测量(如首月每3天1次),确保建筑沉降稳定且符合规范(如多层建筑最终沉降量不超过150mm);质量验收需依据《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB50202),核查资料完整性与实体质量,合格后方可进入下道工序^[5]。

3.2 常见质量问题与防治措施

(1)地基不均匀沉降:多因地质勘察不细致、地基处理不均导致,如某住宅小区因局部软土未彻底处理,建成后墙体出现裂缝。防治需完善勘察数据,采用换填、强夯等方法均匀处理地基,施工后加强沉降观测,发现异常及时采取注浆加固措施。(2)桩基偏位:常由测量放线误差、桩机垂直度控制不当引发,如某办公楼预制桩施工中,因桩机倾斜导致桩位偏差超100mm。防治需采用高精度测量设备(如全站仪)定位,施工中实时监测桩机垂直度,偏位超限时可通过补桩、纠偏处理。(3)基坑失稳:多因支护结构强度不足、降水不到位导致,如某深基坑工程因止水帷幕失效,出现管涌引发边坡坍塌。防治需优化支护方案,确保降水至基坑底以下0.5-1.0m,施工中加强监测,失稳前及时采取回填、增设锚杆等应急措施。

3.3 安全风险管控

(1)高风险作业安全防护:深基坑作业需设置临边防护(高度不低于1.2m)、警示标志,严禁非施工人员进入,同时配备逃生通道;高空作业(如桩基础钢筋笼

吊装)需检查起重设备性能,作业人员需系安全带、戴安全帽,遇大风(风速超6级)、暴雨等恶劣天气暂停作业。(2)应急预案与事故处理流程:需制定专项应急预案,明确应急组织、物资(如抽水设备、急救药品)与响应程序;事故发生后,立即启动预案,如基坑坍塌时先撤离人员,再采取土方回填、加固支护控制险情;事故处理需按“四不放过”原则(原因未查清、责任人未处理、整改措施未落实、有关人员未教育),分析原因并整改,避免同类事故再次发生。

结束语

建筑地基基础工程施工技术是保障建筑安全与耐久性的基石。在工程建设中,科学的地基处理、精准的桩基施工以及可靠的基坑支护技术,共同构筑起建筑的稳固根基。通过引入BIM技术、自动化监测等信息化手段,施工管理得以向精细化、智能化迈进。未来,随着新材料、新工艺的不断涌现,地基基础施工技术将持续创新,为应对复杂地质条件、超高层建筑等挑战提供更强支撑,推动建筑行业迈向更高质量的发展阶段。

参考文献

- [1]薛爱迷.建筑施工中地基基础工程施工技术探讨[J].中国建筑装饰装修,2025,(11):169-171.
- [2]刘新领.高层房屋建筑地基基础工程施工技术要点探究[J].建筑与装饰,2024,(10):55-57.
- [3]赵宝军.地基基础加固工程施工技术[J].建筑技术开发,2023,50(06):133-135.
- [4]高慧田.关于建筑工程土建施工中桩基础技术的实践探究[J].建材发展导向,2024,22(15):80-82.
- [5]杨建徽.建筑工程地基基础及桩基础施工技术[J].现代物业:中旬刊,2022,21(06):187-189.