

# 建筑工程施工中深基坑支护的施工技术管理

文 / 汪叶胜 1. 舒城县重点工程建设管理处; 2. 安徽龙舒城市建设有限公司

**摘要:** 随着城市建设的快速发展, 深基坑工程在各类建筑施工中越来越普遍, 特别是在地下空间开发、高层建筑基础工程中, 深基坑支护成为保障施工安全、结构稳定的重要环节。深基坑支护技术作为基坑施工的核心环节, 涉及地质勘察、支护结构设计、施工方案的制定以及施工过程中的安全监控等多个方面, 有效的施工技术管理对于降低施工风险、控制变形位移、提高施工质量至关重要。本文将探讨建筑工程施工中深基坑支护的施工技术管理, 重点分析支护结构与施工中的关键技术及其管理措施, 旨在为深基坑工程施工提供理论支持和实践指导。

**关键词:** 建筑工程; 深基坑支护; 施工; 技术; 管理

【DOI】 10. 12254/j. issn. 2096-6539. 2025. 16. 044

## 引言

深基坑支护是建筑工程施工中的一项重要技术, 对施工质量、安全以及周围环境的稳定均有着较大影响, 尤其是城市化进程不断推进的今天, 建筑规模与复杂程度越来越大, 所以做好其施工技术管理工作尤为关键。

### 一、工程概况

本次项目位于 A 城市核心商圈, 基坑周长规划为 865m, 底部设计标高介于 -19. 85m 至 -13. 85m 之间, 整体开挖面积达 50, 272m<sup>2</sup>, 预计土方开挖量逾 100 万 m<sup>3</sup>。鉴于工程规模庞大、基坑开挖深度较大且投资额度高, 合理制定深基坑开挖技术及支护体系至关重要。科学优化施工方案不仅能有效管控成本, 还可提升施工安全性、缩短工期, 并降低对周边环境及既有建筑的影响, 对工程整体推进具有决定性作用。

### 二、建筑工程施工中深基坑支护的施工技术

#### (一) 护坡桩 + 锚杆支护

护坡桩 + 锚杆支撑体系主要由增强基坑围护结构整体稳定性的主动承载式构件护坡桩和被动约束式构件锚杆两部分组成, 适用于地质条件相对稳定, 基坑开挖深度相对有限, 且周围环境变形控制要求适中的工况。护坡桩通常采用钢筋混凝土材料, 建造纵向支撑屏障, 抵抗水平荷载作用, 施工方式包括直接沉桩或钻孔灌注。护坡桩 + 锚杆支护技术流程图, 如图 1 所示。

首先, 钻孔成桩。在此次工程中, 桩径设计为 600mm, 所以钻孔直径控制在 700mm, 保证能够高效下放钢筋笼。并预留足够空间以增强水泥浆填充密实度, 提高桩体与周围土层的结合力。钻孔深度依据地勘资料确定, 穿越软弱土层, 延伸至稳定持力层以下 1 ~ 2m, 以确保端承作用充分发挥。钻进过程中, 需结合地层特性优化钻速与钻压参数, 防止孔壁坍塌, 同时实时监测钻孔垂直度, 避免孔道偏斜影响桩基承载性能。

其次, 钢筋笼制作安装。钢筋笼主筋选用  $\Phi 20$ HRB400 钢筋条, 沿桩体圆周均匀排列, 间距设置为 150mm, 以提供轴向所需的受力; 箍筋规格为  $\Phi 8$ , 间距 200mm, 让钢筋笼横向约束力更强, 确保结构稳固。在制作钢筋笼过程汇总要求工作人员仔细检测焊接接头, 保证其质

量达标, 避免因为存在焊缝而影响其承载效果。随后利用起重机将成型的钢筋笼垂直吊装入孔, 安装时需保证防护层厚度均匀, 避免局部裸露或偏移钢筋, 导向架用于辅助定位, 钢筋笼位置在吊放时进行动态调整, 保证竖向对中精度, 提高桩体整体稳定性。

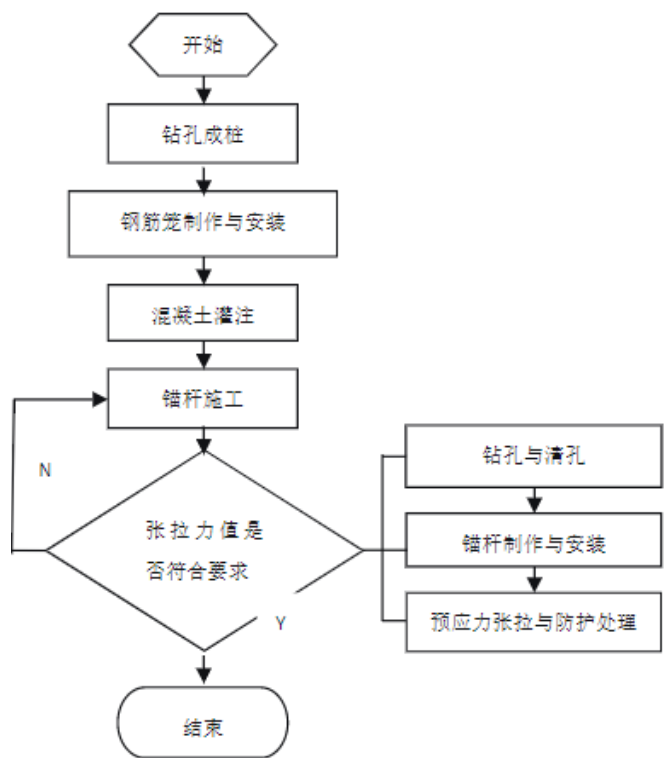


图 1 护坡桩 + 锚杆支护技术流程

再者, 混凝土灌注成桩。此次工程中应用的是导管法浇筑 C25 混凝土, 并且在准备工作时做好导管内壁的检查, 确保无堵塞, 并对其连接部位进行密封性检测, 防止渗漏影响混凝土密实度; 灌注作业应保持连续进行, 避免中断造成分层或夹杂空气, 导致桩体出现结构缺陷; 混凝土下料速度应与导管拔出速率相匹配, 防止导管埋深不足, 影响混凝土的完整性和均匀性。进行灌注作业时, 对于混凝土表面上升高度需要使用测深仪来进行动态监控, 且同步比较设计桩顶标高, 保证实际浇筑量与要求

相一致。在导管拔出前，需保证管内混凝土高度超过设计桩顶标，以补偿混凝土初凝收缩可能造成的高度损失，同时通过合理控制坍落度，保证混凝土在流动性和粘聚性之间保持平衡，提高桩身结构的密实性和承载力。

此外，锚杆钻孔与安装。根据基坑支护设计要求，主要加固构件选择9m长、22mm直径的锚杆，并利用精度较高的地质钻机实施钻孔，确保钻进方向和孔深符合设计要求。在钻孔过程中，适时调整钻孔参数，适应不同土层的特性，避免孔壁塌陷或偏斜。钻孔达到预定深度后，马上使用清水或是高压气流来清洁孔洞，将孔洞中存在的松散颗粒以及沉淀杂质全面清理干净，保证基底的干净提高锚固粘结效果。并且锚杆承载主体选择的是强度较高的钢丝束，同时在其表面涂刷快硬树脂或水泥浆，进行全长粘结，提高锚固区整体稳定性，锚杆植入时采用专用定位装置，保证锚杆轴心向精度，避免倾斜或移位。锚杆缓慢推进至孔底，保证杆体能够充分贴合孔壁，让粘结界面均匀且稳固。结束安装后需应用专门的张力设备来张拉锚杆预应力，设置其初始张拉力为设计极限承载力的70%，约200KN。张拉作业需分级加载，采用张拉-锁定-回缩的方式进行，确保锚杆与周围土体形成稳定的受力系统，完成张拉后，为了避免预应力发生损失，需要将专业的锁止装置设置于锚头处。

## （二）双排桩+锚杆支护

第一，桩基钻孔作业。钻孔施工采用旋挖式钻机，根据预先设置的桩位坐标精确定位，确定钻孔直径为850mm，以满足后续浇筑桩身的空间需求及安装钢筋笼。在钻进过程中，严格参照地质勘探报告，根据不同地层特性调整钻进速度和钻压，确保钻进过程中桩孔稳定，避免因参数控制不当而引起塌孔、缩径或钻进偏移等不良现象。当钻孔达到设计深度后，立即进行孔底沉渣清理，通过高压水射流、空压机反吹等方式清除孔底沉积物，并对孔底沉渣厚度进行检测，确保孔底残留沉渣在清理完孔底后不超出设计允许范围，并对孔底沉渣进行检测。清孔作业完成后，立即进行护筒检测，确保桩孔垂直度、孔壁完好性符合施工要求，为后续钢筋笼安装、浇筑混凝土等工作提供稳定的基础。

第二，钢筋笼制作与安装。钢筋笼采用Φ18HRB400级钢筋为主筋，间距控制为150mm，箍筋规格选用Φ8@200mm布置，以满足桩基结构抗压和抗剪强度的需要。在制作钢筋笼前，先对原材料进行质量检测，确保钢筋强度、焊接性能达标。制作过程中采用机械焊接或绑扎方式连接钢筋，确保焊接接头饱满无夹渣、裂纹等缺陷，并进行尺寸校核，控制钢筋笼直径、长度、节距符合设计要求，制作完成后运至施工现场，采用专用吊具吊装。下放时，中仪和测斜仪采用激光校正垂直度，保证钢笼轴线与桩孔中心重合，垂直度偏差控制在1%以内，导管辅助钢笼下放，防止钢笼因自重或倾斜造成卡阻变形。钢筋笼下放至设计标高后，利用支撑定位架或

临时固定装置进行稳固，确保钢筋笼在混凝土浇筑过程中不发生位移或扭转变形。

第三，混凝土灌注。混凝土浇筑采用导管法，选用C30强度等级混凝土，以保证满足承载要求的桩体结构。混凝土拌制时，在避免浆液离析影响桩体质量的同时，严格控制坍落度在 $180\pm 20\text{mm}$ 范围内，确保混凝土流动性好、充盈好。浇筑作业应保持连续进行，确保混凝土在未发生初凝前完成入模，防止施工间断造成混凝土分层或混有空气影响桩体密实度。在施工过程中，利用测深仪实时监测混凝土表面上升情况，控制浇筑工程量，使桩顶标高与设计要求一致，控制误差在 $\pm 50\text{mm}$ 以内。混凝土灌注至桩顶设计标高后，采取溢流补偿措施，保证桩体顶部密实，抵消混凝土初凝收缩的影响，在拔除导管时，同步调整混凝土投料速度，确保浇筑作业均匀，防止因导管埋深不足而造成桩体混凝土断裂或夹层缺陷。

第四，桩间加固连接。为了增强双排桩结构的稳定性，减少桩间位移，在桩间设置横向连接和支撑体系，桩间连接采用HRB400级钢筋，主连接筋采用20mm的HRB400级钢筋，间距1.2~1.5m，形成高强度的横向连接网。施工前，准确测量并标记各连接点位置，采用机械钻孔、预埋件连接等方式，对钢筋进行固定，且连接点水平、竖向误差均需满足，防止局部应力集中。剪刀撑布置，按照 $45^\circ\sim 60^\circ$ 交叉布设，确保剪力传递路径均匀分布，提高结构刚度，减少侧向荷载对桩体的影响。剪刀撑与桩体采用高强度螺栓连接并焊接加固，保证连接节点稳定性，安装时逐步张拉剪刀撑，消除结构初始变形，受力均匀，提高桩体抗变形能力。

## 三、建筑工程施工中深基坑支护的施工技术管理

### （一）基坑开挖

在深基坑开挖阶段，支护结构的稳定性是一个重要前提，要求经过细致的检测且达到标注要求后才能实施开挖施工。在开挖时工作人员要严格遵循“分层、分块、对称、平衡”的原则，并且要与开挖区域土质条件以及作业要求来将具体分层开挖的方式明确下来，每层开挖厚度控制在1.5-2.0m之间，保证基坑和周围环境的稳定。开挖作业先从基坑中间部位开始，同步建设起临时支撑结构，带中间支撑稳固后才逐渐朝着四周进行开挖，为了避免开挖过度，还要严格把控其进度。每层开挖结束后均需及时修整开挖面，切实根据设计要求来把控其坡度在1:1~1:1.5范围之间。如若土层含水量较多或是容易发生坍塌，还要辅助使用土工布或是喷洒水泥砂浆等方式，提高边坡土体的稳定性。

除此之外，工作人员还要系统监测开挖作业中的边坡沉降、为宜、支护稳定性以及地下水位变化等情况，科学确定预警阈值，保证上述参数均能够维持在安全数值当中。如若超出安全范围就必须马上将开挖作业暂停，并及时进行加固。具体基坑开挖预警值如表1。如若发生边坡沉降或是位移的情况，则需要做好钢管斜撑、型

钢支撑等处理，保证各支撑间的距离约 1-1.5m。如若出现严重沉降的情况，就需要采取多孔注浆的方式来对土体进行加固。在土体内插入注浆管，并以 0.5 ~ 1.5MPa 的压力往其中灌注化学浆液或水泥浆，来保证水体的渗透，提高土体承载能力。如果出现地下水位异常，则需要采取增加潜水泵、加深排水沟等方式来进行增排水，同时做好井点降水系统等措施的装置，保证地下水能够维持在开挖面下 1m 左右。

透，提高土体承载能力。如果出现地下水位异常，则需要采取增加潜水泵、加深排水沟等方式来进行增排水，同时做好井点降水系统等措施的装置，保证地下水能够维持在开挖面下 1m 左右。

表 1 基坑开挖预警值

监测项目	预警值
沉降（基坑周边建筑物）	日变化 ≥ 3mm 或累计变化 ≥ 20
边坡位移（水平）	日变化 ≥ 5mm 或累计变化 ≥ 30
土体渗透压力	超过设计工况的 10%
地下水位变化	日变化 ≥ 0.5

**（二）基底处理与回填**

开挖基坑深度到规定要求时，一个重要步骤就是基底处理。首先要彻底清除基底表面的浮土、松散颗粒和积水等杂物，平时可用小型挖掘机配合人工作业，保证基底表面平整，达到设计要求。针对可能存在的松软土层，可进行底板密实度和承载力的提高碾压或夯实处理，在此过程中必须保证底板无明显杂物，并达到设计规定的承载力，同时保证底板不留任何杂物。其次，可以采取地质雷达、凿探等方式来探测基底深度，从而判断其承重与设计是否相符。如若遇到软弱层或是异常等情况，则需要马上联系设计方来采取水泥土搅拌桩、高压旋喷桩等地基加固措施。在回填过程中，需要严格根据要求来使用达标的回填材料，如干净、无杂质、级配良好、粒径在 50mm 以内的素土或砂石，每层厚度不大于 200mm，压实后每层的回填土体密实度应达到 0.94 以上，回填压实后，每层均需使用振动碾或蛙式打夯机夯实，地基承载力应满足设计要求。实施回填作业时，尤其是回填与支护结构相近的区域，要求采取人工夯实或是轻压的方式进行处理，禁止冲击支护结构，降低对其产生的扰动。结束后，还要动态监测基坑与周边建筑物，防止回填作业扰动到附近建筑物。此外，监测数据需定期记录，评估回填作业是否满足设计要求。回填平整度检查，误差在 ±50mm 范围内，确保回填平整度与设计标高一致，确保施工质量。

**（三）深基坑支护变形、位移监测**

在施工过程中，保证基坑安全和施工质量的关键环节是深基坑支护的变形和位移监测。施工阶段可能会出现多因素的影响，如土体、支护结构等，以及外部荷载等，这些因素都会导致施工中的深基坑支护系统变形或位移，从而导致施工中的深基坑支护系统出现变形或位移。因此，必须建立一套完整的监测系统，对支护结构的变形和位移进行实时监测，以便及时采取有效措施，避免事故发生。

变形与位移监测的首要目标是对基坑边坡、支护结构及周围土体变化情况进行精确记录，常用的监测方法包括基坑周边地表沉降监测、支护结构位移监测、土体水平位移监测等，对基坑边坡的变化情况进行精确记录。基坑边坡位移监测通常采用高精度的设备，如水准仪、全站仪等，通过设置沉降点和位移点等手段，定时测定

地表沉降和支护结构的位移情况。对支护结构的监测，主要是对支护桩、土钉、锚杆等构件的变形情况进行重点监测，并利用倾斜计、位移计等设备精确监测，确保支护系统稳定。

监测过程中要确保监测数据的实时性与准确性，根据监测需要设置合理的监测频率，施工过程中、支护结构受力较大时增加监测频率，科学规范监测数据的处理，在监测数据的统计分析中发现变形、位移超限情况及时发现基坑不稳定的状况，避免基坑变形过大导致支护结构失效、坍塌。

**结语**

在建筑施工过程中，建筑工程深基坑支护技术的管理起着决定性的作用，不仅关系到施工能否正常进行，而且对施工安全、环境保护、周边建筑安全也有着极大的影响。通过技术要点的掌握、严格管理能够有效控制基坑的安全风险，保证工程质量和施工进度。随着施工技术的不断发展和施工监测手段的创新，建筑工程深基坑支护施工技术管理会越来越成熟。今后随着工程项目的复杂化和多样化，深基坑支护技术管理也需要更加注重多学科交叉与技术整合，以适应更加严苛的施工环境和要求，为建设安全、稳定、可持续的城市环境贡献力量。

**参考文献**

[1] 禹泽云. 高层建筑施工深基坑支护加固技术研究 [J]. 建筑技术, 2024, 55(5): 542-546.  
 [2] 王贵美, 周建亮. 高层建筑深基坑支护结构位移动态监测方法 [J]. 哈尔滨工程大学学报, 2024, 45(4): 717-721.  
 [3] 张成伟. 复杂地质环境下建筑工程深基坑支护施工技术研究 [J]. 工程机械与维修, 2024(6): 83-85.  
 [4] 刘松柏, 李云, 单良. 建筑工程深基坑支护技术及施工要点分析 [C]//2024 年全国工程建设行业施工技术交流会论文集(下册). 2024.  
 [5] 王培培. 建筑工程深基坑支护施工关键技术探究 [J]. 南北桥, 2024(4): 184-186.

作者简介：汪叶胜(1976.10-), 性别：男，民族：汉，籍贯：安徽六安舒城县，学历：本科，职称：高级工程师，研究方向：建筑工程。